

**PETRÓLEOS MEXICANOS**

**PEMEX TRANSFORMACIÓN INDUSTRIAL**

**SUPERINTENDENCIA DE CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO**

**DEPTO. DE DIBUJO**

**CURSO DE AYUDANTES DE INGENIERO**

**(DIBUJO GENERAL)**

**(24.45.04)**

**MANUAL DEL PARTICIPANTE**

DISEÑADOR: TOMAS OLVERA JIMÉNEZ

MIGUEL ANGEL QUEVEDO A.

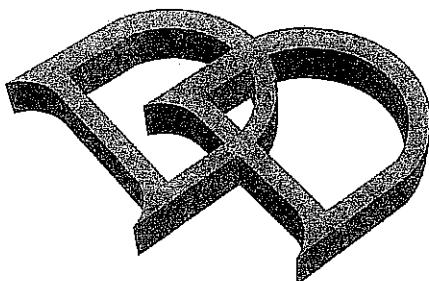
### **CARTA DE BIENVENIDA.**

Te doy la más cordial bienvenida a este curso, el cual te permitirá obtener los conocimientos necesarios como ayudante de ingeniero dibujo general, para aplicar, interpretar y ejecutar los trabajos de campo en las áreas diversas de las instalaciones del centro de trabajo, así como la elaboración y modificación en gabinete de las actividades primarias obtenidas.

El departamento de dibujo dentro de la Superintendencia de Conservación y Mantenimiento, en la Refinería Miguel Hidalgo, desempeña una función primordial para la elaboración, modificación y construcción de diferentes apoyos técnicos en las diferentes especialidades para los desarrollo de un proyecto.

Por este mismo medio dentro del departamento de dibujo se encuentran categorías con la capacidad técnica de asumir la responsabilidad técnica para desempeñar las funciones que sean instruidas por el personal superior inmediato, el cual puede apoyarse por todos los medios disponibles dentro del departamento.

La categoría de Ayudante de ingeniero (Dibujo en general) del departamento de dibujo, desempeña funciones tales como aplicar, interpretar y ejecutar los trabajos, tanto en campo como en gabinete para la elaboración, modificación y construcción de planos, diagramas, dibujos, digitalizaciones de las diversas especialidad que intervengan en el desarrollo de proyectos.



## **ÍNDICE GENERAL**

<b>CARTA DE BIENVENIDA.....</b>	<b>2</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>OBJETIVO GENERAL DEL CURSO: .....</b>	<b>10</b>
<b>TEMAS Y SUBTEMAS.....</b>	<b>11</b>
<b>UNIDAD I: INTERPRETAR, APLICAR Y EJECUTAR.....</b>	<b>18</b>
<b>AYUDANTE DE INGENIERO (DIBUJO GENERAL).....</b>	<b>19</b>
<b>Definiciones y conceptos: .....</b>	<b>19</b>
<b>LA IMPORTANCIA DEL AYUDANTES DE INGENIERO.....</b>	<b>20</b>
<b>ORGANIGRAMA DEL DEPARTAMENTO DE DIBUJO.....</b>	<b>21</b>
<b>REGLAMENTO DE LABORES PARA.....</b>	<b>22</b>
<b>AYUDANTE DE INGENIERO.....</b>	<b>22</b>
<b>“DIBUJO TÉCNICO”.....</b>	<b>27</b>
<b>TIPOS DE DIBUJO TÉCNICO.....</b>	<b>29</b>
<b>Propósitos en el Dibujo Técnico.....</b>	<b>34</b>
<b>Método de trazado .....</b>	<b>35</b>
<b>DIAGRAMAS .....</b>	<b>42</b>
<b>TAMAÑOS DE PAPEL.....</b>	<b>43</b>
<b>Tamaños de papel estándar ANSI .....</b>	<b>44</b>
<b>Tamaños de arquitectura de papel .....</b>	<b>44</b>

<b>MARGEN DE HOJA .....</b>	<b>49</b>
Sistema de Proyección .....	50
Sistema Diedrico .....	61
<b>TRIEDRO .....</b>	<b>70</b>
Coordenadas Polares y Cartesianas .....	71
Coordenadas cartesianas .....	71
Coordenadas polares .....	71
De cartesianas a polares .....	72
De polares a cartesianas .....	73
<b>CONVERSIÓN DE UNIDADES .....</b>	<b>74</b>
<b>UNIDAD II: CONOCIMIENTO GENERAL., APLICACIÓN, INTERPRETACIÓN Y EJECUCIÓN DE TRABAJOS .....</b>	<b>79</b>
NORMAS OFICIALES MEXICANAS .....	80
NORMA OFICIAL MEXICANA: NOM-Z-4-1986 .....	88
NORMA OFICIAL MEXICANA: NOM-Z-5-1986 .....	93
NORMA OFICIAL MEXICANA: NOM-Z-6-1986 .....	96
NORMA OFICIAL MEXICANA: NOM-Z-23-1986 .....	104
NORMA OFICIAL MEXICANA: NOM-Z-25-1986 .....	108
<b>PROCEDIMIENTOS .....</b>	<b>130</b>
<b>INTERPRETACION DE PLANOS .....</b>	<b>131</b>
TIPOS DE PLANOS .....	133
NOMENCLATURA .....	134
SIMBOLIZACIÓN .....	135

SIMBOLOGÍA.....	136
DIBUJO MECÁNICO: .....	166
ACOTACIONES Y ANOTACIONES.....	170
CORTES Y SECCIONES.....	182
LÍNEAS DE CORTE EN MATERIALES .....	184
NORMA PARA EL RAYADO DE LOS CORTES. ....	187
TIPOS DE CORTE .....	189
TOLERANCIA .....	194
<b>METROLOGÍA – MANEJO DEL VERNIER (PIE DE REY) .....</b>	<b>198</b>
EXISTEN 3 TIPOS DE VERNIER:.....	198
EL NONIO .....	200
COMO LEER EL PIE DE REY – ESCALA INGLESA ( PULGADAS ) .....	204
PRECAUCIÓN AL MEDIR .....	206
MEDICIÓN DE INTERIORES .....	209
MEDICIÓN DE AGUJEROS PEQUEÑOS.....	210
<b>METROLOGÍA – MANEJO DEL MICRÓMETRO .....</b>	<b>214</b>
Tipos de Micrómetros – Según la medición que Efectué.....	216
Partes de un Micrómetro Exterior.....	217
LECTURA DEL MICRÓMETRO EN MILÍMETROS.....	219
LECTURA DEL MICRÓMETRO EN PULGADAS .....	223
PRECAUCIONES AL MEDIR.....	225
<b>DIBUJO.....</b>	<b>235</b>
<b>TOPOGRÁFICO.....</b>	<b>235</b>
<b>OBJETIVOS DE LA TOPOGRAFÍA.....</b>	<b>237</b>
<b>RELACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA CON OTRAS DISCIPLINAS .....</b>	<b>238</b>
<b>EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....</b>	<b>239</b>

<b>POR SU OBJETIVO O FINALIDAD, LOS LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS SE CLASIFICACIÓN EN:</b> .....	<b>241</b>
<b>SISTEMA DE UNIDADES</b> .....	<b>242</b>
<b>ELEMENTOS GEOGRÁFICOS</b> .....	<b>245</b>
<b>MEDICIONES LONGITUDINALES</b> .....	<b>249</b>
<b>MEDICIÓN EN TERRENO HORIZONTAL</b> .....	<b>252</b>
<b>MEDICIÓN EN TERRENO INCLINADO</b> .....	<b>252</b>
<b>MEDICIONES ELECTRÓNICAS</b> .....	<b>254</b>
<b>PLANIMETRÍA</b> .....	<b>258</b>
<i>Concepto de Poligonal Topográfica</i> .....	258
<i>Los Levantamientos con Cinta</i> .....	259
<i>Dibujo de planos</i> .....	260
<i>Escalas Topográficas</i> .....	261
<b>AZIMUT</b> .....	<b>262</b>
<b>LEVANTAMIENTOS CON TEODOLITO</b> .....	<b>268</b>
<b>TRABAJO DE CAMPO</b> .....	<b>273</b>
<b>LOS LEVANTAMIENTOS CON ESTACIÓN TOTAL</b> .....	<b>279</b>
<b>TIPOS DE LEVANTAMIENTOS</b> .....	<b>283</b>
<b>MEDICIONES TOPOGRÁFICAS</b> .....	<b>285</b>
<b>POLIGONALES</b> .....	<b>286</b>
<b>CONFIGURACIÓN DE POLIGONALES</b> .....	<b>287</b>
<b>SELECCIÓN DE RUTA</b> .....	<b>288</b>
<b>ESTACIONES</b> .....	<b>289</b>
<b>PLANO TOPOGRÁFICO DE UN PREDIO</b> .....	<b>289</b>

<b>CLASES DE LEVANTAMIENTOS PREDIALES.....</b>	<b>291</b>
<b>TOPOGRAFÍA APLICADA PARA EL DEPARTAMENTO DE DIBUJO:.....</b>	<b>294</b>
El nivel.....	294
La estación total.....	294
Coordenadas.....	295
Nivelación de una línea.....	302
Perfiles longitudinales y transversales .....	305
Aplomado a partir de una altura.....	307
<b>UNIDAD III: CONOCIMIENTO SOBRE EL MANEJO Y APLICACIÓN DEL SOFTWARE INSTITUCIONAL.....</b>	<b>316</b>
INTRODUCCIÓN A AUTOCAD 3D .....	318
ENTORNO 3D DE AUTOCAD .....	320
<b>DIBUJANDO PRIMITIVAS EN 3D:.....</b>	<b>330</b>
<b>TRANSFORMACIONES BÁSICAS DE OBJETOS EN 3D:.....</b>	<b>332</b>
<b>MENÚ DE GRUPOS VISTAS.....</b>	<b>334</b>
<b>TRABAJAR CON ENTORNO 3D .....</b>	<b>335</b>
<b>CÓMO SE USAN LOS DIFERENTES GIZMOS.....</b>	<b>337</b>
<b>VISUALIZACIÓN DEL ENTORNO .....</b>	<b>341</b>
<b>COMANDOS PRINCIPALES:.....</b>	<b>345</b>
Comando – Solevar:.....	350
Comandos de paleta Editar Sólidos:.....	357

<b>Comando Intersección:</b> .....	<b>359</b>
<b>Comando Interferencia:</b> .....	<b>364</b>
<b>Comando Extraer aristas:</b> .....	<b>366</b>
<b>APLICACIÓN DE COMANDOS EN AUTOCAD 3D .....</b>	<b>367</b>
<b>PAQUETERÍA DE INFORMATICA .....</b>	<b>386</b>
<b>MICROSOFT PROJECT.....</b>	<b>387</b>
<b>INTRODUCCIÓN AL MS PROJECT.....</b>	<b>391</b>
<b>CINTA DE HERRAMIENTAS .....</b>	<b>393</b>
<b>EXPLORANDO TABLAS.....</b>	<b>396</b>
<b>INFORMES PERSONALIZADOS.....</b>	<b>402</b>
<b>CREACIÓN DE CALENDARIOS.....</b>	<b>405</b>
<b>CREANDO UNA EXCEPCIÓN.....</b>	<b>407</b>
<b>CREACIÓN DE UNA SEMANA LABORAL .....</b>	<b>408</b>
<b>CREAR CALENDARIO DE RECURSOS.....</b>	<b>410</b>
<b>CREACIÓN DE CALENDARIOS.....</b>	<b>412</b>
<b>Cómo Agregar Recursos en MS Project. ....</b>	<b>414</b>
<b>Agregar Recursos Tipo Costo.....</b>	<b>416</b>
<b>IDENTIFICACIÓN DE LA RUTA CRÍTICA DEL PROYECTO .....</b>	<b>422</b>
<b>Crear un hito.....</b>	<b>434</b>
<b>CIERRE DEL PROYECTO .....</b>	<b>435</b>
<b>ACTUALIZAR LA INFORMACIÓN DE CIERRE DEL PROYECTO .....</b>	<b>436</b>
<b>ACTUALIZACIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>440</b>
<b>EMITIR LA CURVA FINAL DEL PROYECTO .....</b>	<b>446</b>

**INTRODUCCIÓN.**

A lo largo de la historia la necesidad de comunicarse mediante dibujos ha evolucionado dando lugar por un lado al dibujo artesanal o técnico en sus diferentes clasificaciones, dibujo arquitectónico, industrial, eléctrico, civil, de procesos, geólogo, geográfico, etc., el siguiente curso está dirigido al personal del Departamento de Dibujo, con categorías de dibujante de primera y dibujante de segunda, con la experiencia necesaria en el área del elaboración de dibujos y elaboración digitales en gabinete dentro del departamento, además de una escolaridad mínima de preparatoria así como los conocimientos de Dibujo General, Microsoft Excel, Microsoft Word, Microsoft PowerPoint, Microsoft Project y Autodesk Auto CAD, así como lo básico en Topografía, y en todas las especialidades de nuestra Refinería.

El curso se desarrolla en 240 horas presenciales (teórico – práctico) distribuidas en N unidades.

**Unidad 1.- Ayudante de Ingeniero - Dibujo General (24.45.04).**

**Unidad 2.- Aplicación, Interpretación y Ejecución de Trabajos.**

**Unidad 3.- Manejo y Aplicación de Software Institucional.**

En el cual cada uno de los módulos cuenta con teoría, ejemplos y ejercicios que te permitirán comprender más detalladamente las lecciones y alcanzar el objetivo general.

## **OBJETIVO GENERAL DEL CURSO:**

**AL TERMINO DEL CURSO EL PARTICIPANTE SERÁ CAPAZ DE APLICAR, INTERPRETAR Y EJECUTAR TODOS LOS TRABAJOS, TANTO EN CAMPO COMO DE GABINETE PARA LA ELABORACIÓN, MODIFICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE TRABAJOS DEL DEPARTAMENTO DE LAS DIVERSAS ESPECIALIDADES QUE INTERVENGAN EN EL DESARROLLO DE LOS PROYECTOS.**

### ***OBJETIVOS PARTICULARES:***

***PARA LOGRAR EL OBJETIVO GENERAL AL TÉRMINO DE CADA UNIDAD EL PARTICIPANTE:***

#### **Unidad 1.-**

- ❖ Obtendrá el conocimiento sobre la categoría de ayudante de ingeniero-Dibujo General., para interpretar, aplicar y ejecutar trabajos, en campo y en gabinete.

#### **Unidad 2.-**

- ❖ Obtendrá el conocimiento general de Dibujo, procedimiento del departamento, e interpretación.

#### **Unidad 3.-**

- ❖ Obtendrá los conocimientos para el manejo y aplicación de Software Institucionales.

## **TEMAS Y SUBTEMAS**

### **Unidad I.- Ayudante de Ingeniero - Dibujo General (24.45.04)**

- Definición y concepto del Ayudante de Ingeniero – Dibujo General.
- Establecerá la importancia del Ayudante de Ingeniero
- Organigrama del departamento de dibujo, aplicado para la línea de mando.
- Reglamento de labores.
- Dibujo Técnico
- Tipos de Dibujo Técnico
- Propósito del Dibujo Técnico
- Métodos de trazado
- Diagramas
- Tamaños de Papel
- Sistemas de Proyección
- Coordenadas Polares y Cartesianas
- Conversión de Unidades

### **Unidad II.- Conocimiento general de Dibujo, procedimiento del departamento, e interpretación.**

- **Normas Oficiales Mexicanas**
  - NOM-Z-3-1986 Vistas.
  - NOM-Z-4-1986 Líneas.
  - NOM-Z-5-1986 Rayados.
  - NOM-Z-6-1986 Cortes y secciones.
  - NOM-Z-23-1986 Clasificación de dibujos según su presentación.
  - NOM-Z-25-1986 Acotaciones.

- **Procedimientos del Departamento de Dibujo**

- 303-42600-IT-019 Manejo de la maquina multifuncional
- 303-47200-IT-010 Elaborar un levantamiento yo dibujo mecánico
- 303-47200-IT-011 Elaborar un levantamiento yo dibujo de tubería (isométrico) REV. 3 20.04.16
- 303-47200-IT-012 Trámite envió documentación REV. 3 21.04.16
- 303-47200-IT-014 Control de fotocopiado REV. 4 22.04.16
- 303-47200-IT-015 controles de información técnica REV. 3 26.04.16  
FINAL
- 303-47200-IT-015 controles de información técnica REV. 3 26.04.16
- 303-47200-IT-016 Digitalización de diagramas y planos REV. 3 24.02.16
- 303-47200-IT-020 Elaborar un levantamiento topográfico REV. 0  
25.02.16
- 303-47200-IT-021 manejo y control de documentos en SICOPLADIB REV.  
0 20.04.16

- **Interpretación de Planos**

- Tipos de planos
- Nomenclaturas
- Simbolización
- Simbología

- **Dibujo Mecánico**

- Material, herramientas o instrumentos
- Levantamiento
- Digitalización de Levantamientos
- Acotación y Anotaciones
- Líneas de corte en materiales
- Tipos de corte
- Tolerancia

- **Metrología.**

- **Manejo del Vernier (pie de rey)**

- Tipos de vernier
  - El nonio
  - Apreciación del nonio para escala decimal
  - Como leer el pie de rey - escala inglesa (pulgadas)
  - Ejemplos
  - Precaución al medir
  - Medición de exteriores
  - Medición de interiores
  - Medición de agujeros pequeños
  - Medición de la profundidad

- **Manejo del Micrómetro**

- Generalidades
  - Tipos de micrómetros
  - Partes del micrómetro
  - Micrómetro de interior
  - Lectura del micrómetro en milímetros
  - Lectura del micrómetro en pulgadas

- **Dibujo Topográfico.**

- Introducción
  - Objetivo de la Topografía
  - Relación de la Topografía con otras disciplinas
  - Levantamiento Topográfico
  - Clasificación del levantamiento Topográfico
  - Sistema de Unidades
  - Elementos Geográficos
  - Mediciones Longitudinales
  - Equipo de medición con cinta

- Medición en Terreno Horizontal
- Medición en Terreno Inclinado
- Mediciones Electrónicas
- Planimetría
- Trabajo en Campo
- Trabajo de Gabinete
- Dibujo de planos
- Concepto de dibujo
- Escala de planos
- Escalas Topográficas
- Azimut
- Rumbo
- Conversión de Rumbo a Azimut y viceversa
- Calculo de Azimut en Poligonales
- Levantamiento con Teodolito
- Partes principales del Teodolito
- Actividades para trabajo de Campo
- Altimetría
- Equipo topográfico usada en levantamiento Altimétrico
- Levantamientos con Estación Total
- Topografía Plana
- Tipos de Levantamientos
- Mediciones Topográficas
- Poligonales
- Selección de Ruta
- Estaciones
- Plano Topográfico de un Predio.
- Linderos
- Clases de Levantamiento Predial

**Topografía aplicada para el departamento de Dibujo.**

- El nivel
- La estación total
- Coordenadas
- Medición de ángulos
- Montaje de instrumentos
- Nivelación de instrumento
- Montaje de la estación total
- Nivelación de una línea
- Perfiles longitudinales y transversales
- Nivel Digital
- Verticalidad en chimenea
- Obtener el trazo y nivelación de un equipo

**Unidad III.- Manejo y Aplicación de Software Institucional**

**• Topografía en AutoCAD.**

- Transferir puntos de topografía en coordenadas

**• AutoCAD 3D.**

- Introducción a AutoCAD 3D
- Entorno 3D de AutoCAD
- Ayudas de Dibujo
- Preparar las vistas de trabajo
- Sistema de Coordenadas Personales
- Dibujando Primitivas en 3D
- Transformación Básica de Objetos en 3D
- Menú Grupo Vistas
- Trabajar con entorno 3D
- El Gizmo
- Visualización del entorno.
- El ViewCube
- Manejo de sistemas de coordenadas

- Objeto
- Propiedades del Icono SCP
- Comandos Principales
  - Extrusión
  - Polisólido
  - Solevar
  - Región
  - Editar sólidos
  - Unión
  - Diferencia
  - Intersección
  - Corte
  - Interferencia
  - Extraer aristas
- Aplicación de comandos
  - Extrusión
  - Matriz Polar
  - Revolución
  - Hélice
  - Barrer
- **Microsoft Project.**
  - Que es MS Project
  - Elementos para la planificación
  - Campos para la planificación
  - Estados del proyecto
  - Generalidades
  - Cinta de herramienta
  - Explorando de vistas
  - Explorando Tablas
  - Tablas Personalizadas

- Conociendo los Informes
- Informes Personalizados
- Creación de Calendarios
- Creación una Excepción
- Creación de una semana laboral
- Crear calendario de recursos
- Definir Recursos y Costos
- Tipos de Recursos
- Coto de los Recursos
- Cuadro de Dialogo Información del Recurso
- Identificación de la Ruta Crítica del Proyecto
- Configuración de la Ruta Critica
- Hallando la Ruta Critica
- Creación de un Proyecto

## **UNIDAD I: INTERPRETAR, APLICAR Y EJECUTAR.**

**Objetivo particular:** Al término de la unidad el participante:

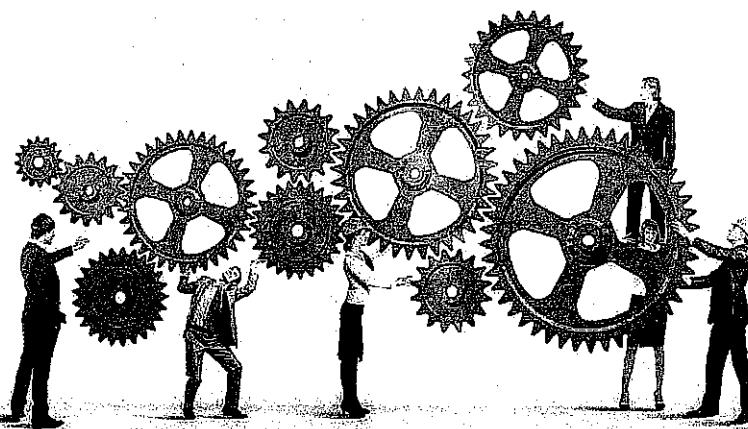
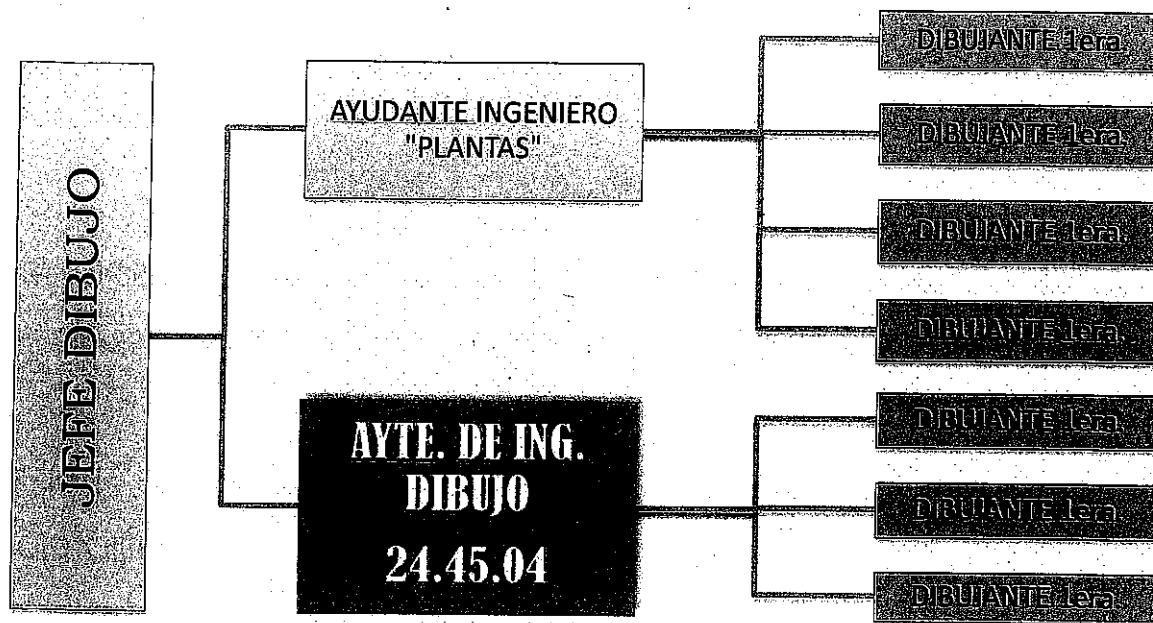
- ❖ Obtendrá el conocimiento sobre la categoría de ayudante de ingeniero-Dibujo General., Clasificación (24.45.04), será capaz de interpretar, aplicar y ejecutar todos los trabajos, tanto en campo como de gabinete así como la elaboración, modificación y construcción de los planos de las diversas especialidades de ingeniería que interviene en el desarrollo de los proyectos.

### **Resultados de Aprendizaje.**

- ✓ El participante obtendrá la definición y el concepto del Ayudante de Ingeniero – Dibujo General.
- ✓ El participante establecerá la importancia del Ayudante de Ingeniero
- ✓ El participante conocerá el organigrama del departamento de Ayudante de Ingeniero.
- ✓ El participante obtendrá el conocimiento del Reglamento de labores de la Categoría.
- ✓ El participante reforzara y actualizara el conocimiento sobre el Dibujo Técnico
- ✓ El participante conocerá los diferentes tipos de Dibujo Técnico
- ✓ El participante conocerá los diferentes métodos de trazado
- ✓ El participante obtendrá el conocimiento de sobre los Diagramas
- ✓ El participante obtendrá el conocimiento sobre los diferentes tipos de papel que se utilizan en el departamento.
- ✓ El participante obtendrá el conocimiento de sistemas de coordenadas
- ✓ El participante obtendrá los conocimientos sobre las conversiones de unidades.

## **ORGANIGRAMA DEL DEPARTAMENTO DE DIBUJO**

## **Línea de mando en el departamento de Dibujo para el ayudante de Ingeniero**



**“Siempre que te pregunten si puedes hacer un trabajo, contesta que sí y ponte enseguida a aprender cómo se hace”**

## **Franklin D. Roosevelt**

**Manual del participante**

RUTA PARA ACCEDER A REGLAMENTO DE LABORES.

- UNIDADES
- DEPTO. DE PERSONAL
- PRODUCTOS Y SERVICIOS
- EMPLEADOS LADO DERECHO

**REGLAMENTO DE LABORES PARA  
AYUDANTE DE INGENIERO**

**Clasificación:**  
**24.45.04**

1. ACATAR ORDENES E INSTRUCCIONES DEL SUPERIOR INMEDIATO LAS CUALES PODRÁN SER EN FORMA VERBAL O POR ESCRITO, APOYADOS POR MEDIO DE PLANOS, CROQUIS O ESQUEMAS, LO QUE DEBE SABER LEER E INTERPRETAR.
2. APlicar, INTERPRETAR Y EJECUTAR TODOS LOS TRABAJOS, TANTO EN CAMPO COMO DE GABINETE EN LA ELABORACIÓN, MODIFICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE LOS PLANOS DE LAS DIVERSAS ESPECIALIDADES DE INGENIERÍA QUE INTERVIENE EN EL DESARROLLO DE LOS PROYECTOS.

- MECÁNICA
- CIVIL
- ELÉCTRICO
- TOPOGRÁFICO
- PROCESOS
- ARQUITECTURA
- GEOLOGÍA
- GEOGRÁFICA
- ELECTRÓNICA

**3. MANEJAR EL SOFTWARE DE DIBUJO INSTITUCIONALES**

- **AUTOCAD**

ASÍ COMO LA PAQUETERÍA DE INFORMÁTICA PARA LA ELABORACIÓN DE

- **HOJAS DE CALCULO (EXCEL)**
- **ELABORACIÓN DE DOCUMENTOS (WORD)**
- **PRESENTACIONES (POWER POINT)**
- **ELABORACIÓN Y CONFIGURAR UN PLAN DE PROYECTO. (PROJECT)**
- **USO DE GRAFICADORES (IMPRESIÓN POR PLOTTER O MULTIFUNCIONAL)**

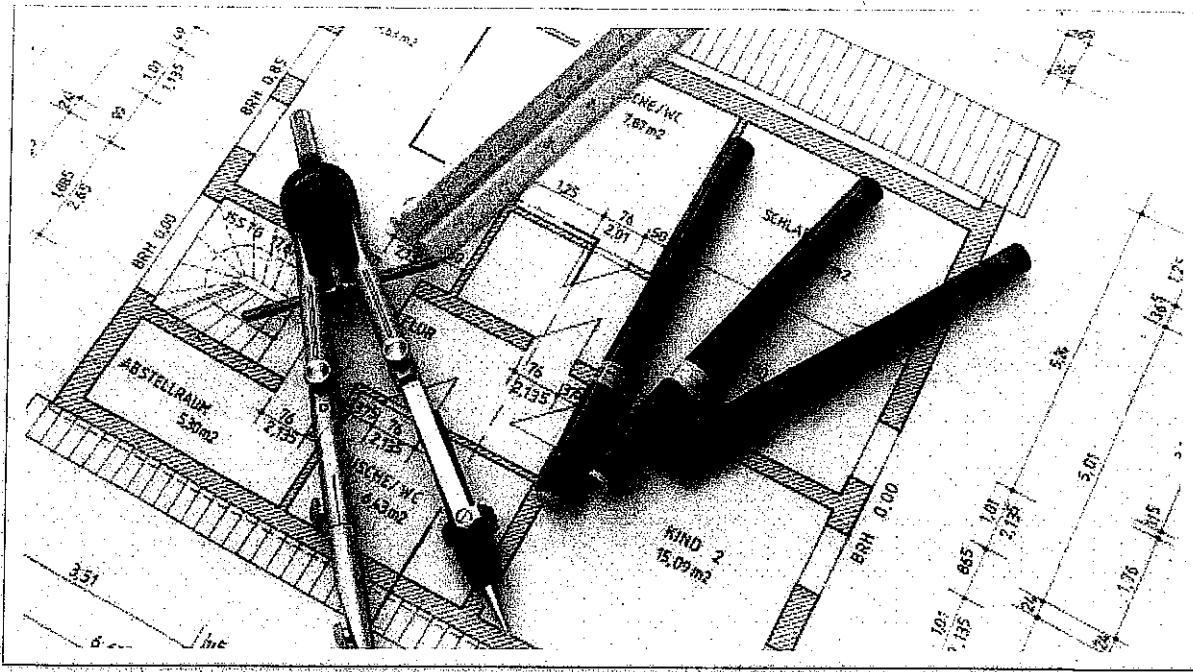
**4. CALCULAR TODO TIPO DE ENGRANES, CALCULO DE VOLUMEN DE RECIPIENTES Y ÁREAS DE SUPERFICIES.**

- **CALCULO DE SUPERFICIES.**
- **CALCULO DE ÁREAS.**

**5. LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS Y DE INSTALACIONES DE CONSTRUCCIÓN Y EQUIPOS, LOCALIZACIÓN Y TRAZOS DE VÍAS, NIVELACIONES TOPOGRÁFICAS DE TERRENOS Y VERTICALIDAD DE TANQUES, TORRES, RECIPIENTES Y EQUIPOS DE LAS PLANTAS DE PROCESO. ADEMÁS DE REVISAR TRABAJOS FINALES.**

6. EFECTUAR LOS TRABAJOS DE DISEÑO, MODIFICACIONES Y APLICACIÓN DE DIAGRAMAS, TUBERÍA DE PROCESO, DRENajes (PLUVIALES, QUÍMICOS Y ACEITOSOS), ESTRUCTURAS, SOPORTES Y BASES PARA MAQUINAS.
7. TRABAJOS DE DISEÑO, MODIFICACIONES ESTRUCTURAS, SOPORTES Y BASES PARA MAQUINA.
8. ELABORACIÓN DE LISTAS DE MATERIALES PARA PROYECTOS Y REQUISICIONES, Y/O TRÁMITES REQUERIDOS PARA SU ADQUISICIÓN U OBTENCIÓN.
9. ELABORAR, REVISAR Y VERIFICAR QUE LA ORDEN O PERMISO DE TRABAJO ESTE DEBIDAMENTE LLENADA.
10. INFORMAR A SU SUPERIOR SOBRE LOS TRABAJOS AL ENCOMENDADO, ASÍ COMO ELABORAR LOS REPORTES ADMINISTRATIVOS Y TÉCNICOS QUE LE SEAN REQUERIDOS.
11. CONOCER Y APLICAR SU REGLAMENTO DE LABORES.
12. SOLICITAR A SUPERIOR INMEDIATO MATERIALES, HERRAMIENTAS, EQUIPOS E INSUMOS NECESARIOS PARA EL DESEMPEÑO DE TRABAJOS ASIGNADOS, CUIDANDO DE ESTAS Y DE LA INFORMACIÓN.

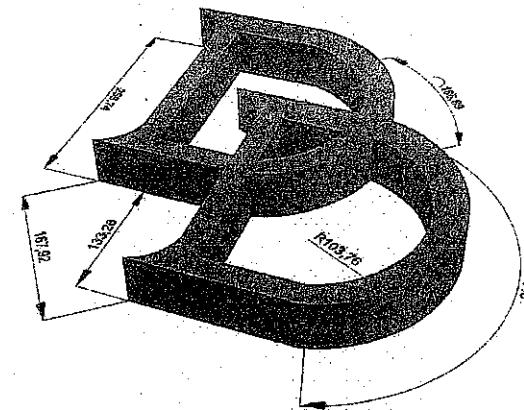
13. CONOCER LAS CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS, INSUMOS, HERRAMIENTAS Y MATERIALES QUE SE UTILICEN EN EL DESARROLLO DE LOS TRABAJOS.
  
14. CONOCER Y APLICAR LOS SISTEMAS DE UNIDADES MÉTRICOS DECIMALES E INGLES.
  
15. ASISTIR A CURSOS DE CAPACITACIÓN PARA MANTENERSE ACTUALIZADO, ASÍ COMO EN LOS AVANCES TÉCNICOS OPERATIVOS Y DE SEGURIDAD.
  
16. ASISTIR Y PARTICIPAR EN REUNIONES INICIO DE JORNADA, DANDO INFORMACIÓN DE ACTIVIDADES RELEVANTES Y SEGURIDAD.
  
17. REALIZAR EN CASO NECESARIO TODAS AQUELLAS LABORES INFERIORES DE SU CATEGORÍA CON ANALOGÍA AL OFICIO Y ESPECIALIDAD:



# Dibujó Tecnico

## “DIBUJO TÉCNICO”

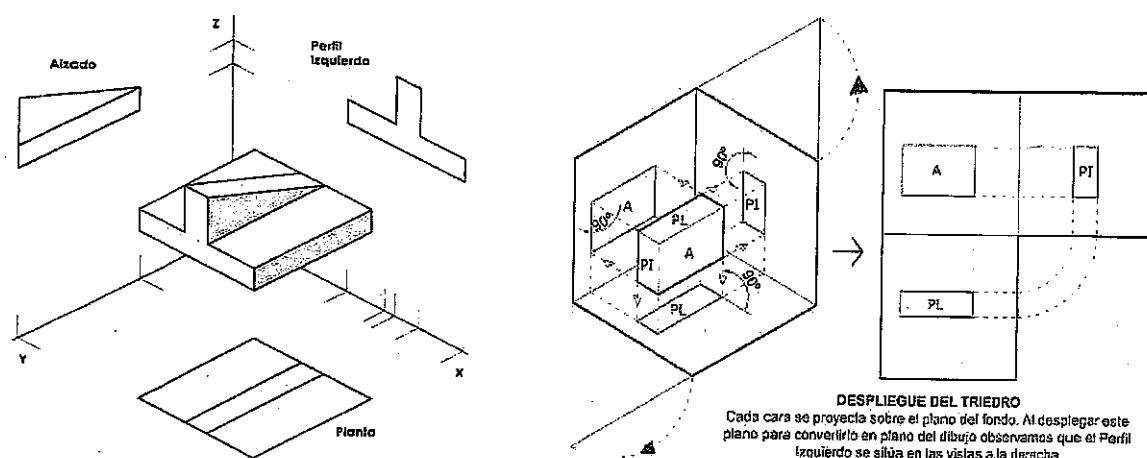
El dibujo técnico es un sistema de representación gráfica de diversos tipos de objetos, con el propósito de proporcionar información suficiente para facilitar su análisis, ayudar a elaborar su diseño y posibilitar su futura construcción o mantenimiento. Suele realizarse con el auxilio de medios informatizados o, directamente, sobre el papel u otros soporte planos.



La representación gráfica se basa en la geometría descriptiva y utiliza las proyecciones ortogonales para dibujar las distintas vistas de un objeto.

Los objetos, piezas, maquinas, edificios, planes, urbanos, entre otros, se suelen representar en *planta* (vista superior, vista de techo, planta de piso, cubierta, etc.) alzado (vista frontal o anterior) y lateral (acotaciones); son necesarias un mínimo de dos proyecciones (vista del objeto) para aportar información útil del objeto, dependiendo esto de la complejidad del mismo.

Las vistas mencionadas de acuerdo al sistema ortogonal se llaman fundamentales por pertenecer al *triedro fundamental*, este triedro lo conforman el *plano anterior*, *superior* y *lateral*.



El dibujo técnico representa el lenguaje gráfico por el que se obtiene una forma de comunicación cada vez más efectiva en la representación de un producto, pieza o figura. El dibujo técnico puede considerarse el documento donde se contiene gráficamente las formas, dimensiones, tolerancias, acabados, tratamientos y materiales de lo que se está representando.

### Características

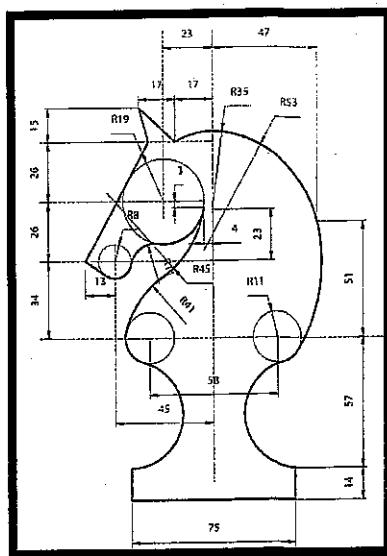
Un dibujo técnico debe facilitar la visualización de todos los detalles de la pieza, para permitir su análisis y futura construcción.

### Formas de expresión

El dibujo técnico engloba trabajos como bosquejos y/o croquis, esquemas, diagramas, planos eléctricos y electrónicos, representaciones de todo tipo de elementos mecánicos, planos de arquitectura, urbanismo, etc., resueltos mediante el auxilio de conceptos geométricos, donde son aplicadas la matemática, la geometría euclíadiana, diversos tipos de perspectivas, escalas, etc...

### Medios y soportes

El dibujo puede ser plasmado en una gran variedad de materiales, como son diversos tipos de papel, lienzo o acetato; también puede proyectarse en pantalla, mostrarse en monitor, recrear animaciones gráficas de sus volúmenes, etc.



## Útiles e instrumentos

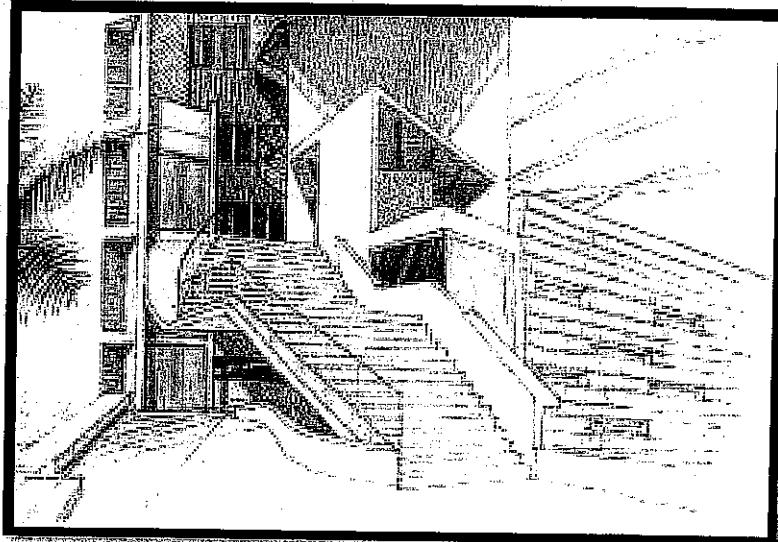
Para realizar el dibujo técnico se emplean diversos útiles o instrumentos: reglas de varios tipos, compases, lápices, escuadras, cartabón, tiralíneas, rotuladores, etc. Actualmente, se utiliza con preferencia la informática, en su vertiente de diseño asistido mediante programas (CAD, 3D, vectorial, etcétera) con resultados óptimos y en continuo proceso de mejora.

## TIPOS DE DIBUJO TÉCNICO

Con el desarrollo industrial y los avances tecnológicos el dibujo ha aumentado su campo de acción. Los principales son:

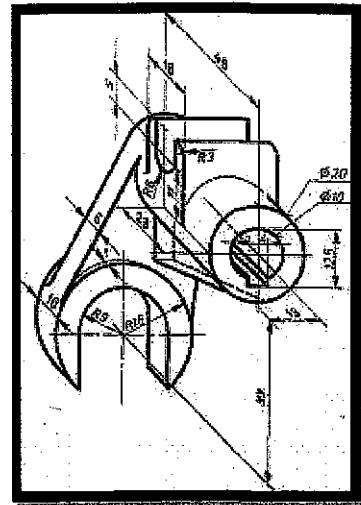
### Dibujo arquitectónico

El dibujo arquitectónico abarca una gama de representaciones gráficas con las cuales se realizan los planos para la construcción de edificios, casas, quintas, autopistas, iglesias, fábricas y puentes entre otros. Se dibuja el proyecto con instrumentos precisos, con sus respectivos detalles, ajuste y correcciones, donde aparecen los planos de planta, fachadas, secciones, perspectivas, fundaciones, columnas, detalles y otros.



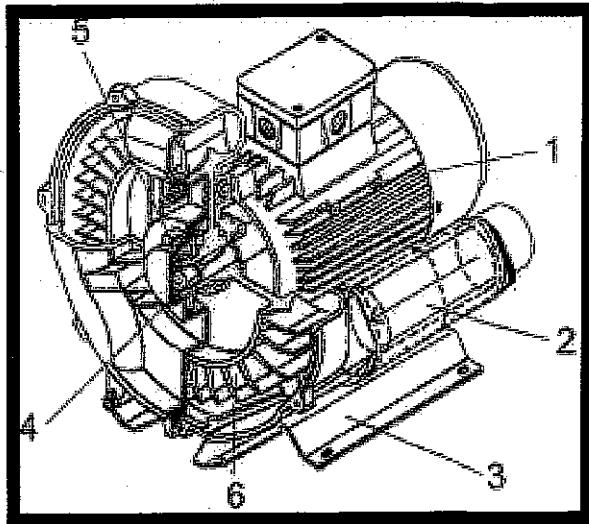
## Dibujo mecánico

El dibujo mecánico se emplea en la representación de piezas o partes de máquinas, maquinarias, vehículos como grúas y motos, aviones, helicópteros y máquinas industriales. Los planos que representan un mecanismo simple o una máquina formada por un conjunto de piezas, son llamados planos de conjunto; y los que representan un sólo elemento, plano de pieza. Los que representan un conjunto de piezas con las indicaciones gráficas, para su colocación, y armar un todo, son llamados planos de montaje.



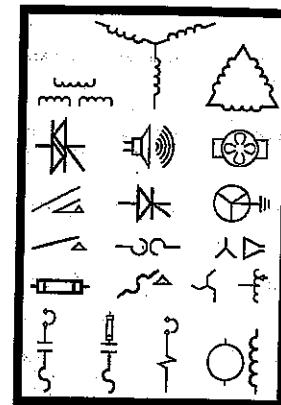
## Dibujo eléctrico

Este tipo de dibujo se refiere a la representación gráfica de instalaciones eléctricas en una industria, oficina o vivienda que requiera de electricidad. Mediante la simbología correspondiente se representan acometidas, caja de contador, tablero principal, línea de circuitos, interruptores, toma corrientes, salidas de lámparas entre otros.



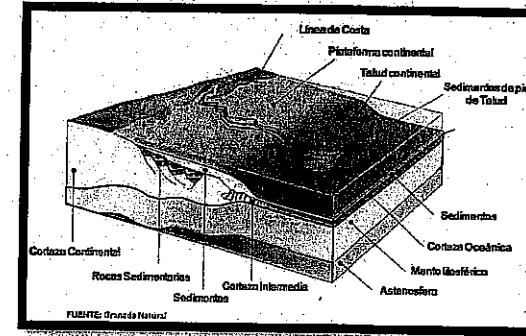
## Dibujo electrónico

Se representan los circuitos que dan funcionamiento preciso a diversos aparatos que en la actualidad constituyen un adelanto tecnológico como las computadoras, amplificadores, transmisores, relojes, televisores, radios y otros componentes.



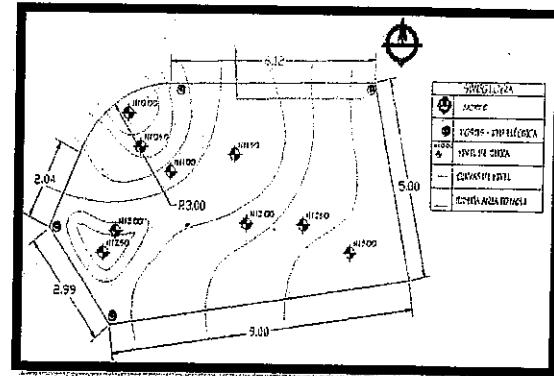
## Dibujo geológico

El dibujo geológico se emplea en geografía y en geología, en él se representan las diversas capas de la tierra empleando una simbología y da a conocer los minerales contenidos en cada capa. Se usa mucho en minería y en exploraciones de yacimientos petrolíferos.



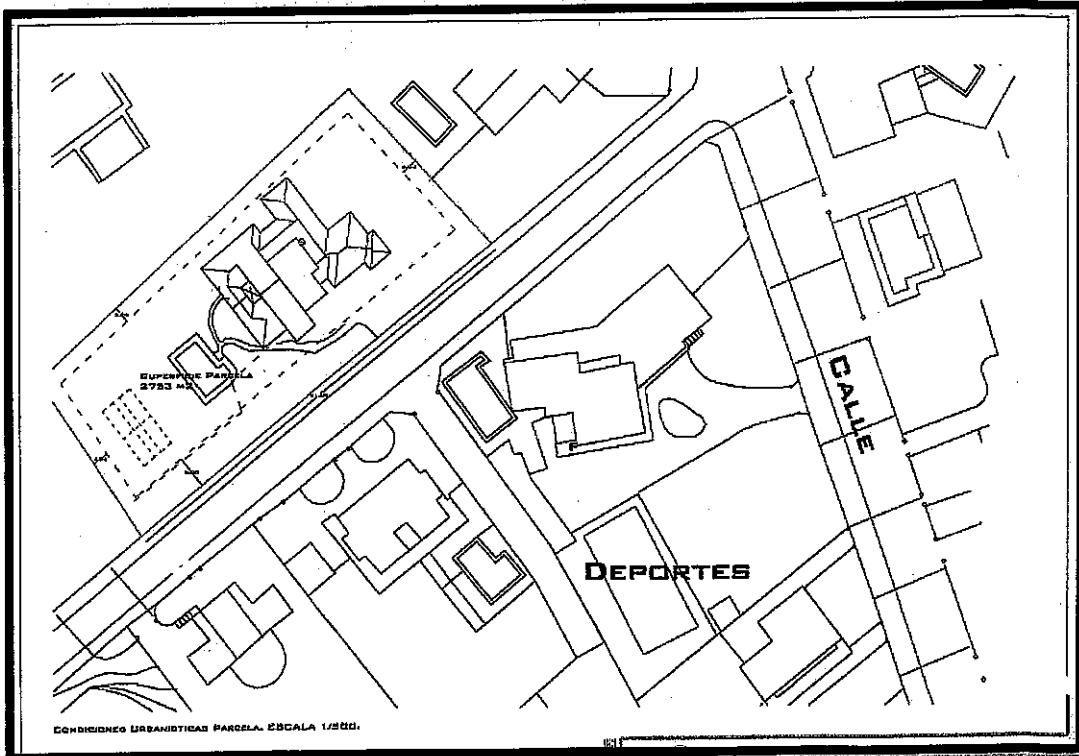
## Dibujo topográfico

Es el dibujo técnico que tiene por objeto representar en un plano las características de un terreno, tales como: el relieve, la altura a diferentes niveles, etc. El dibujo topográfico nos representa gráficamente las características de una determinada extensión de terreno, mediante signos convencionalmente establecidos. Nos muestra los accidentes naturales y artificiales, cotas o medidas, curvas horizontales o curvas de nivel.



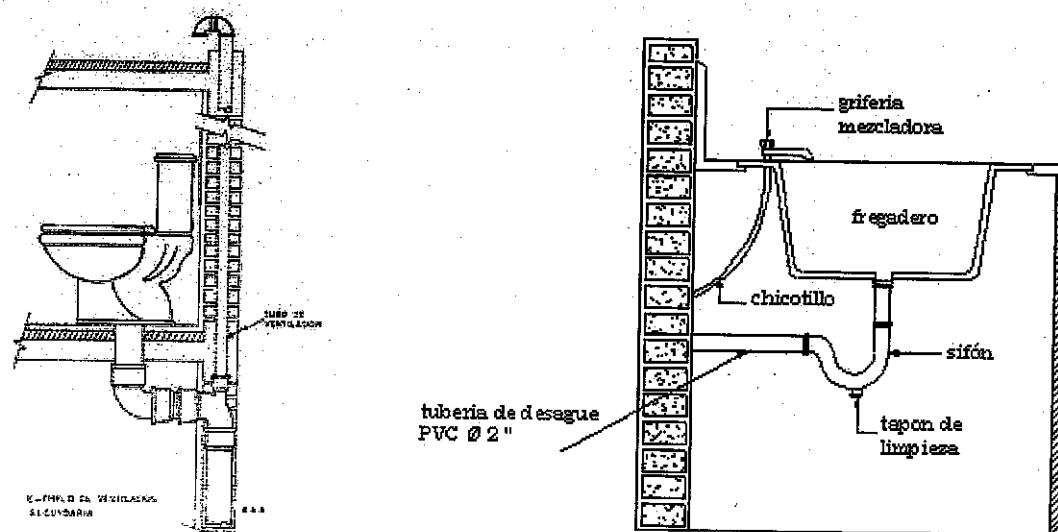
### Dibujo urbanístico

Este tipo de dibujo se emplea en la organización de ciudades: en la ubicación de centros urbanos, zonas industriales, bulevares, calles, avenidas, jardines, autopistas, zonas recreativas entre otros. Se dibujan anteproyectos, proyectos, planos de conjunto y de pormenor. Otra definición sería que el urbanismo es el arte de proyectar y construir las ciudades de forma que sean satisfechas todas las premisas que garantizan la vida digna de los hombres y la eficacia de la gran empresa que constituye la ciudad. También se define como la ciencia que se ocupa de la ordenación y desarrollo de la ciudad, persiguiendo, con la ayuda de todos los medios técnicos, determinar la mejor situación de las vías, edificios e instalaciones públicas, y de las viviendas privadas, de modo que la población se asiente de forma cómoda, sana y agradable.



## Dibujo técnico de las instalaciones sanitarias

Tiene por finalidad representar el posicionamiento de cada una de las piezas sanitarias: ducha, lavamanos, retrete, etc. Incluyendo la ubicación de las tuberías internas o externas. En los planos de instalaciones sanitarias se utilizan diferentes colores normalizados para indicar si se trata de cañerías (tuberías), artefactos o elementos de cloaca, pluvial, ventilación, agua caliente o fría. También en los cortes se puede observar las pendientes de las cañerías, profundidades, alturas o distancias a planos de referencias.



## **Propósitos en el Dibujo Técnico.**

Primero, un dibujo de detalle debe ser 'preciso'. Los requerimientos de la industria son la exactitud y el dibujante debe tener o adquirir el hábito de la exactitud en todo lo que haga. Un dibujo que no sea preciso puede ser completamente inútil o puede conducir a errores costosos a los que dependan de él.

Segundo, un dibujo de detalle debe ser ejecutado con la técnica apropiada o buena destreza lo que significa que las líneas deben tener "resplandor" o "vigor" y exhibir buen contraste de líneas. Un dibujo "sucio" no posee buena técnica y es probable que sea incorrecto o poco claro.

Tercero, un dibujo de detalle debe ser nítido. La nitidez es un hábito que se puede adquirir. Se promueve observando el manejo y disposición ordenada del equipo y to-mando las medidas positivas para mantener limpio el dibujo.

Cuarto, un dibujo de detalle debe hacerse con rapidez, ya que "el tiempo es dinero" y el dibujante lento se encontrará pronto buscando otro trabajo. La rapidez en el dibujo se logra mediante la agilidad física y mental; es el resultado natural de la concentración en el trabajo y de un planeamiento inteligente y no por un apresuramiento al azar. La lentitud es el producto inestable de una mente torpe o desinteresada.

## **La actitud del dibujante**

**"Nuestros dibujos deben ser capaces por sí mismos de llevar las ideas del diseñador a los miles de personas que los utilizan. Debe decir todo lo que sea necesario conocer sobre las partes que representen. Deben ser tan claros y completos que cada uno de los miles de usuarios llegue exactamente a la misma interpretación".**

## **Método de trazado**

### **DIBUJO A MANO ALZADA**

El dibujo a mano alzada es aquel que se realiza sin emplear ninguna herramienta auxiliar, sino que se hace con la mano y el lápiz u otro instrumento similar. También se lo conoce como dibujo a pulso.

Dentro de la técnica de dibujo a mano alzada distinguimos varios tipos; dibujo del natural, dibujo artístico, croquis, caricatura. De los cuales lo que nos interesa en el dibujo técnico son los croquis.

### **CROQUIS**

El croquis es un tipo de dibujo rápido y eficaz, claro, preciso, sintético, captura todos los detalles importantes, pero de una manera esbozada, sin detenerse en pequeñeces que no aportan datos útiles.

#### **Etapas del croquis**

**Planificar la disposición de los elementos** en la hoja es el primer paso en la confección de un croquis. Se deben tener en cuenta las proporciones existentes entre los elementos a presentar y la ubicación que les corresponde en la hoja, a fin de lograr una distribución equitativa de los espacios en blanco.

**Ir de lo general a lo particular** es la estrategia más adecuada. Tomemos el caso en que se debe representar un objeto al que se lo puede suponer encerrado en una caja. El camino indicado sería:

- Plantear la representación de la caja, lo cual nos llevaría a resolver la disposición de nuestra representación en la hoja para luego.
- Resolver los detalles del objeto dentro del espacio reservado para la representación de la caja.

La estrategia tiene validez tanto para un dibujo ilustrativo como para representar un objeto por sus vistas.

- Si se trata de un dibujo ilustrativo, como una perspectiva de un cuerpo, entonces se presenta en primer lugar la perspectiva de la caja contenedora. Se debe cuidar de darle a esa caja la inclinación correcta de sus aristas y proporcionar adecuadamente sus lados.

- Si el caso fuera la representación de las vistas de un cuerpo, entonces se comienza representando las correspondientes vistas de la caja contenedora. Se debe cuidar la proporción de alto, ancho y profundidad; como así también, ubicar las vistas de modo que se igualen los espacios en blanco entre las mismas y el borde de la hoja o el recuadro si lo hubiere.

**El bosquejo de la disposición debe realizarse con líneas muy suaves.** Las líneas resultantes deben ser claras, fáciles de borrar. De forma tal que, en caso de ser necesario, se pueda corregir fácil y rápidamente. Estamos tanteando la disposición. Se comienza realizando la insinuación de las partes con línea muy leve y apenas perceptible. Se usa lápiz duro y poca presión.

**Observar las proporciones** entre las medidas de los elementos que componen el croquis.

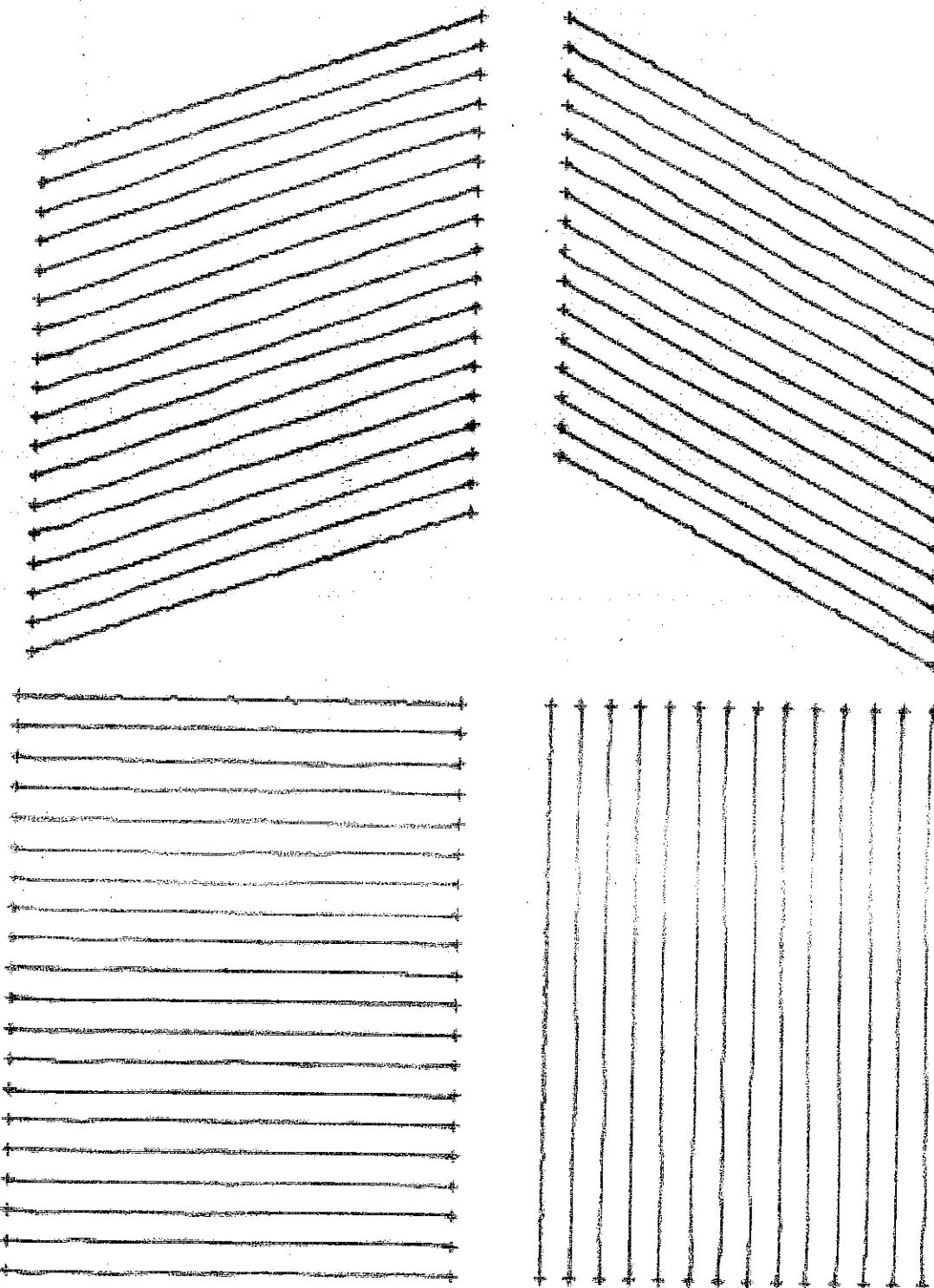
**Eliminar las líneas innecesarias** una vez completa la etapa de ubicación de las partes y sus componentes en el papel. Debe quedar un trazado muy suave con la ubicación que toman las partes del croquis. Este trazado servirá de guía para hacer el dibujo definitivo.

**El trazado definitivo del croquis** comienza una vez lograda una distribución satisfactoria para las distintas partes, vistas individuales o la perspectiva.

**Preferiblemente utilizar un lápiz de mina blanda aplicando buena presión,** para que las líneas definitivas queden gris oscuro y se destaquen respecto del trazado previo, auxiliar y otras líneas. Buena presión del lápiz quiere decir que el trazo debe dejar bastante grafito sobre el papel pero sin llegar a provocar un surco.

**Actividad**

En hojas milimétricas realiza los siguientes ejercicios (uno en cada hoja)



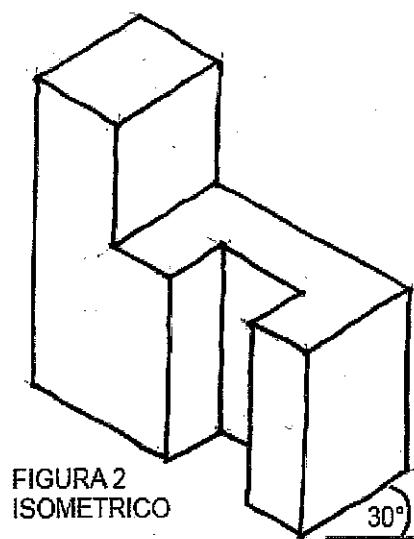
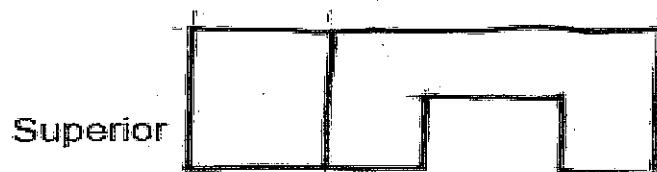
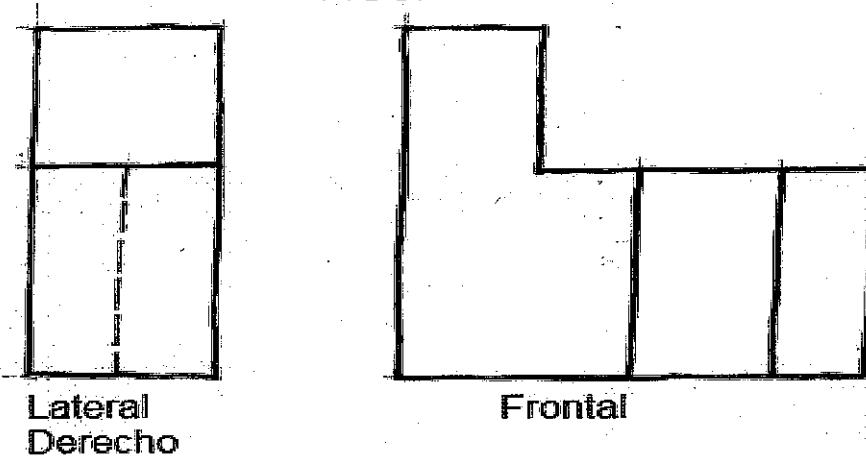
Deja 5 cuadros de diferencia para realizar la líneas inclinadas.

### Actividad

El alumno realizará en una hoja milimétrica el croquis del modelo presentado mediante sus vistas en Figura 1 e isometría en Figura 2.

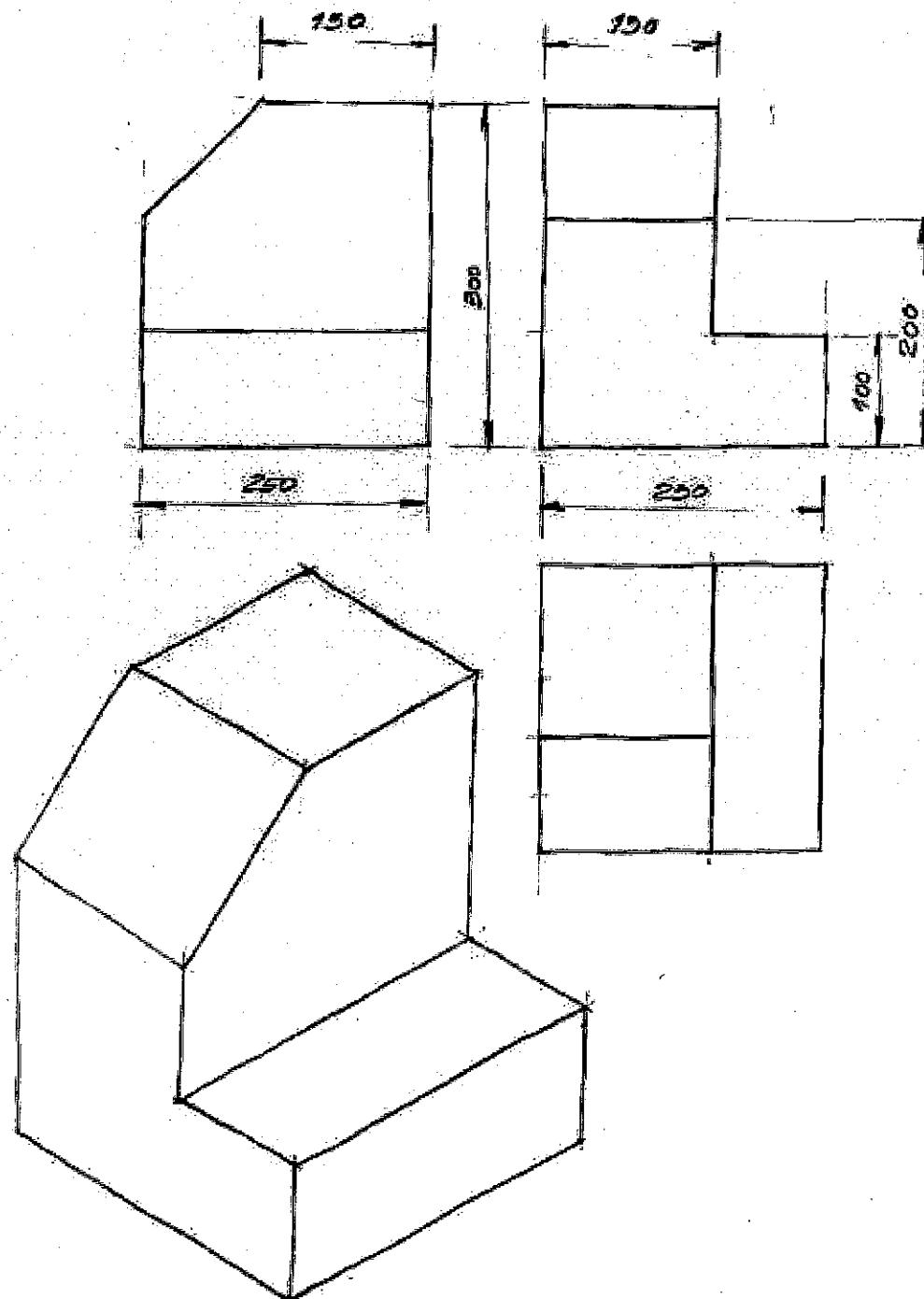
Debe tenerse en cuenta que lo importante en un croquis no son las medidas sino las proporciones entre las diferentes partes del objeto representado.

**FIGURA 1 VISTAS**



**FIGURA 2 ISOMETRICO**

Realizar en una hoja milimétrica el croquis del modelo presentado en la figura 3



**FIGURA 3**

## **Tabla de tamaños de papel desde A40 a A10**

### **Tamaño Ancho x Alto (mm) Ancho x Alto (pulg)**

<b>A40</b>	<b>1682 x 2376 mm</b>	<b>66,2 x 93,6 pulg</b>
<b>2A0</b>	<b>1189 x 1682 mm</b>	<b>46,8 x 66,2 pulg</b>
<b>A0</b>	<b>841 x 1189 mm</b>	<b>33,1 x 46,8 pulg</b>
<b>A1</b>	<b>594 x 841 mm</b>	<b>23,4 x 33,1 pulg</b>
<b>A2</b>	<b>420 x 594 mm</b>	<b>16,5 x 23,4 pulg</b>
<b>A3</b>	<b>297 x 420 mm</b>	<b>11,7 x 16,5 pulg</b>
<b>A4</b>	<b>210 x 297 mm</b>	<b>8,3 x 11,7 pulg</b>
<b>A5</b>	<b>148 x 210 mm</b>	<b>5,8 x 8,3 pulg</b>
<b>A6</b>	<b>105 x 148 mm</b>	<b>4,1 x 5,8 pulg</b>
<b>A7</b>	<b>74 x 105 mm</b>	<b>2,9 x 4,1 pulg</b>
<b>A8</b>	<b>52 x 74 mm</b>	<b>2,0 x 2,9 pulg</b>
<b>A9</b>	<b>37 x 52 mm</b>	<b>1,5 x 2,0 pulg</b>
<b>A10</b>	<b>26 x 37 mm</b>	<b>1,0 x 1,5 pulg</b>

**PARA OBTENER LOS TAMAÑOS DE PAPEL EN CENTÍMETROS, CONVERTIR LOS VALORES  
MM A CM DIVIDIENDO POR 10**

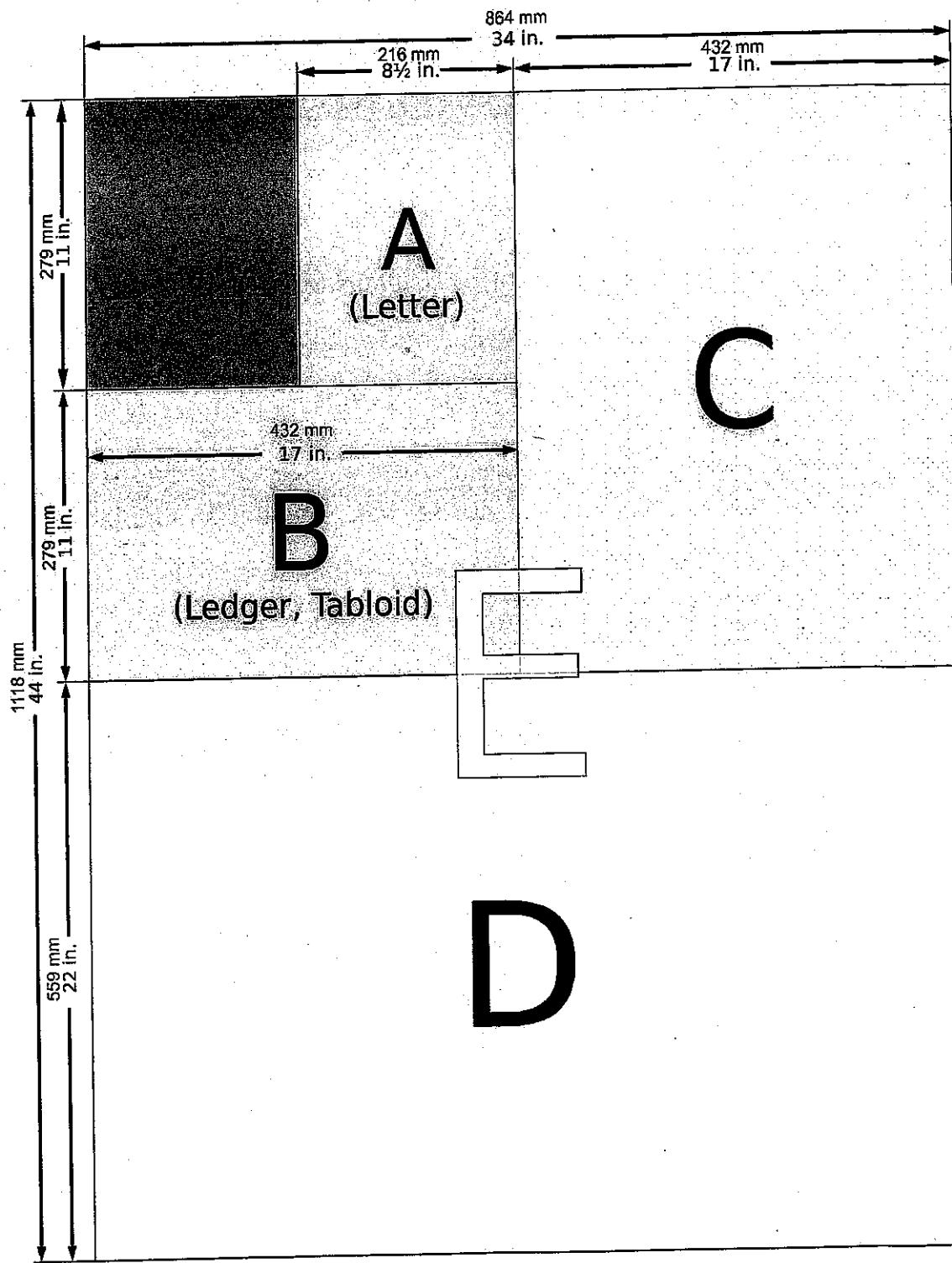
Los formatos de papel son los estándares que definen el tamaño del papel utilizado de manera habitual por la industria. En muchas partes del mundo se utilizan formatos definidos en la norma **ISO 216**, que a su vez se basa en la norma **DIN 476** del año 1922.

Paralelamente siguen existiendo otros sistemas tradicionales, como los utilizados en los EEUU, Canadá y México (**ANSI**), u otros que están cayendo en desuso como el tamaño folio anteriormente utilizado en Europa.

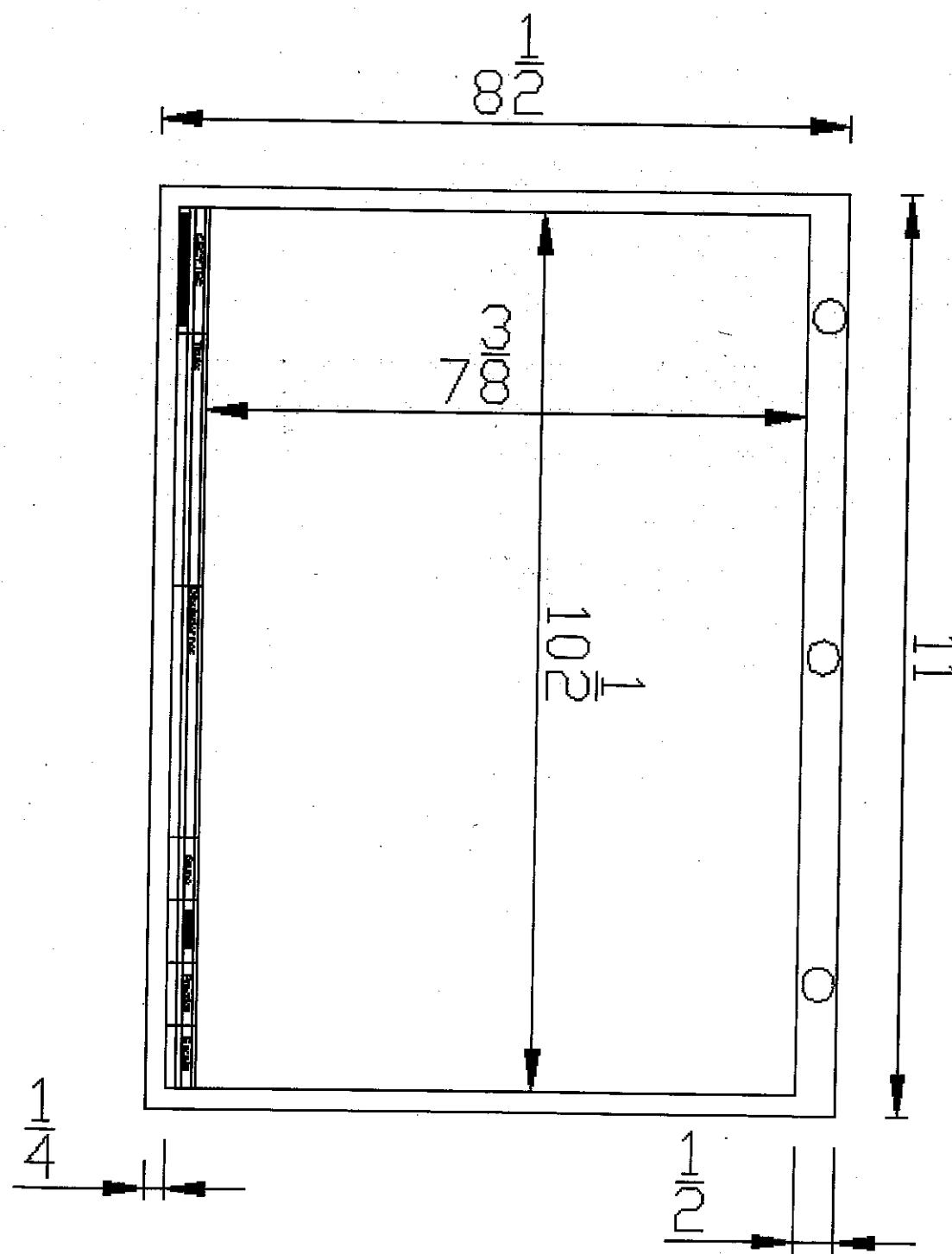
En algunos países de América no se han llegado a adoptar las normas internacionales sobre las medidas del papel, manteniéndose los formatos basados en el sistema de medidas anglosajón.

En México es muy utilizada la medida Tabloide (Doble Carta) para los planos de tamaño intermedio (11" x 17", 279.4mm x 431.8mm). A continuación, unas guías de equivalencia entre los sistemas **ISO 216** y **ANSI**.

Tipo Impresora	Medidas Papel	Milímetros	Pulgadas	Margen Hoja
Impresoras Domésticas (Inkjet o Laser)	Carta	215 x 280 mm	8.5" x 11" Plg.	10 mm
	A4	210 x 297 mm	8.27" x 11.69" Plg.	10 mm
	Oficio	215 x 325 mm	8.5" x 13" Plg.	10 - 15 mm
	Legal	215 x 350 mm	8.5" x 14" Plg.	10 - 15 mm
	Tabloide	280 x 430 mm	11" x 17" Plg.	15 - 20 mm
Impresoras de formato Ancho (Plotters)	Plano 1	550 x 550 mm	22" x 22" Plg.	20 mm
	Plano 2	550 x 1100 mm	22" x 44" Plg.	20 - 25 mm
	Comercial	600 x 900 mm	24" x 36" Plg.	25 mm
	Plano 3	800 x 1100 mm	32" x 44" Plg.	25 - 30 mm



**MARGEN DE HOJA**



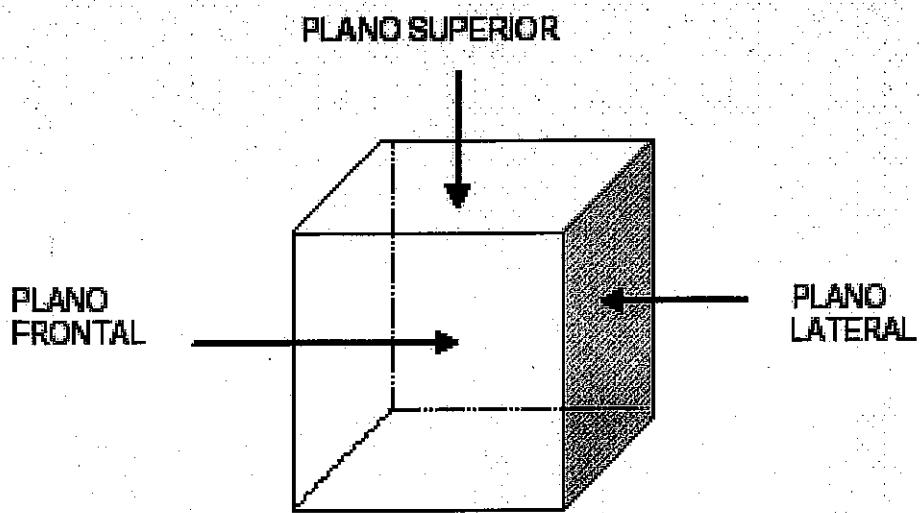
## Sistema de Proyección

### *Sistema Ortogonal*

#### Proyección Ortogonal

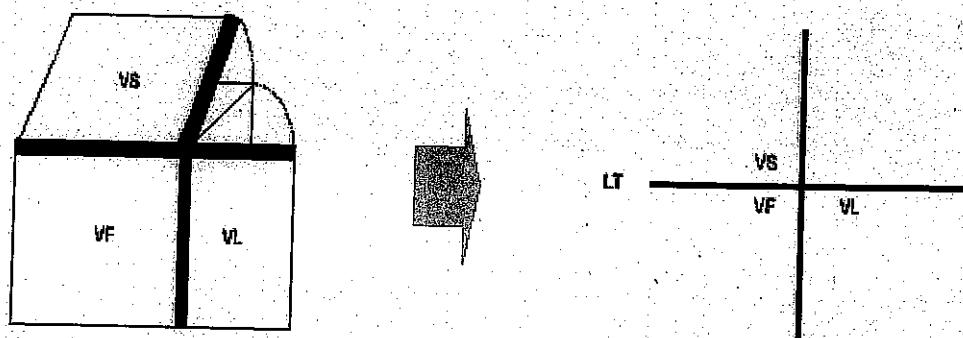
La proyección ortogonal es el método para representar objetos tridimensionales por medio del uso de vistas proyectadas perpendicularmente sobre planos de proyección con líneas o rayos de proyección paralelos entre sí. A la proyección ortogonal se le denomina también como dibujo de vistas múltiples, ya que para comprender e identificar la figura que se proyecta se necesitan dos o más vistas bidimensionales de ella.

El sistema de proyección ortogonal está definido por tres planos principales determinados por tres ejes que forman ángulos rectos entre sí. Existen otros planos que son los opuestos de estos tres dando un total de seis planos de un cubo transparente.



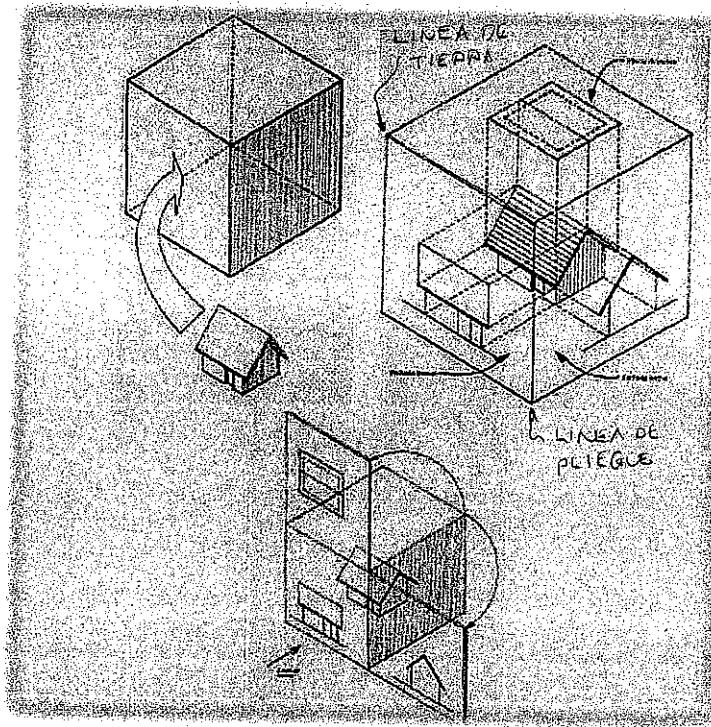
#### Proyección ortogonal

Estos tres planos conforman un triángulo (cubo con tres caras visibles) que al desdoblarse el Plano Superior hacia arriba y el Plano Lateral hacia el frente, conforman lo que se conoce como “Montaje Triplanar”.



### Vistas

Imaginemos un “cubo de cristal” en el que introducimos un objeto cualquiera; las caras del cubo se consideran como los Planos Principales hacia donde se proyectarán perpendicularmente las vistas del objeto dentro que se encuentre dentro del cubo. Seguidamente abrimos las caras superior y lateral del cubo hacia el frente. Finalmente se omiten los perímetros o contornos dejando únicamente las líneas entre planos.



**Cubo de cristal**

Nos quedan entonces tres caras o vistas del cubo. Vista Superior (VS), Vista Frontal (VF) y la Vista Lateral (VL), que corresponden a los tres planos principales de proyección.

Las líneas de pliegue o doblez son las líneas entre cada una de estas tres vistas y son las siguientes:

1. Línea de pliegue entre la Vista Superior (VS) y la Vista Frontal (VF), llamada también "Línea de Tierra".
2. Línea de pliegue entre la Vista Frontal (VF) y la Vista Lateral.
3. Línea de pliegue entre las Vistas Superior (VS) y Lateral (VL). Este es un caso especial, ya que al desdoblar estas vistas, la línea de pliegue se convierte en dos líneas que en realidad son la misma. Para pasar líneas de proyección entre estas dos vistas se tiene que hacer con compás o con líneas a  $45^\circ$ .

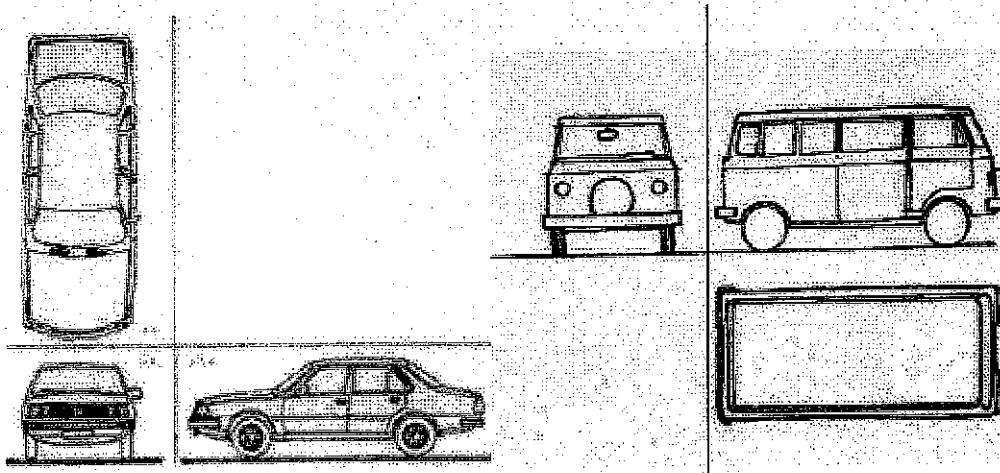
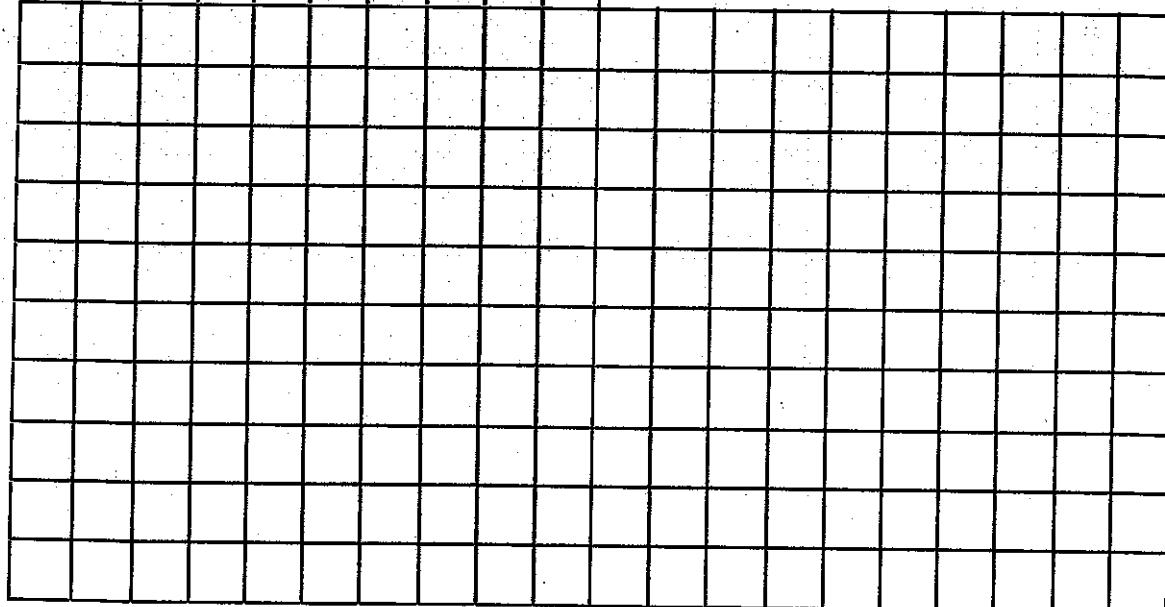
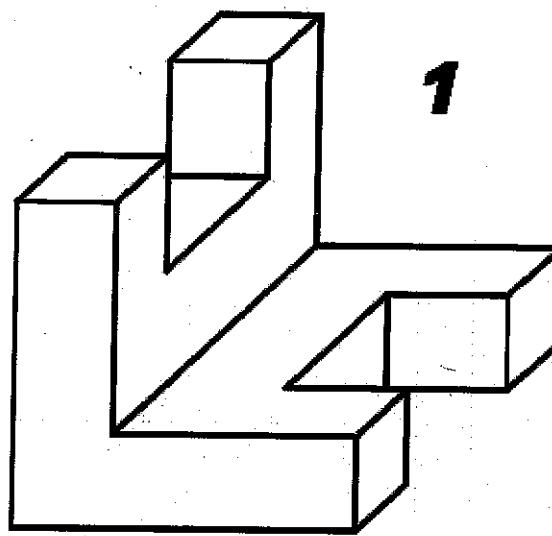
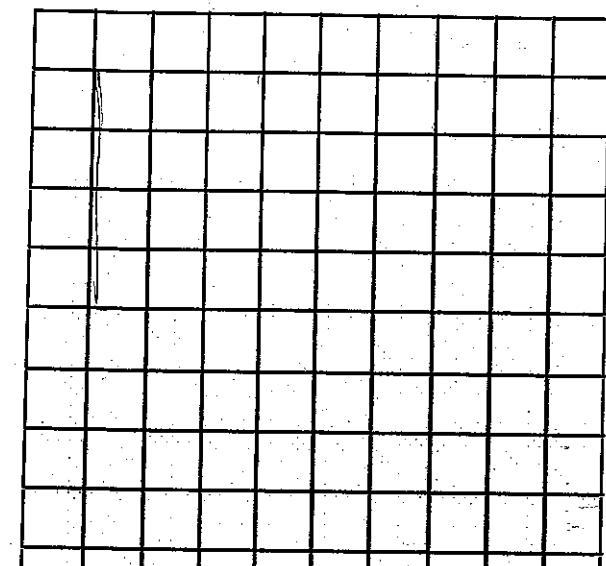
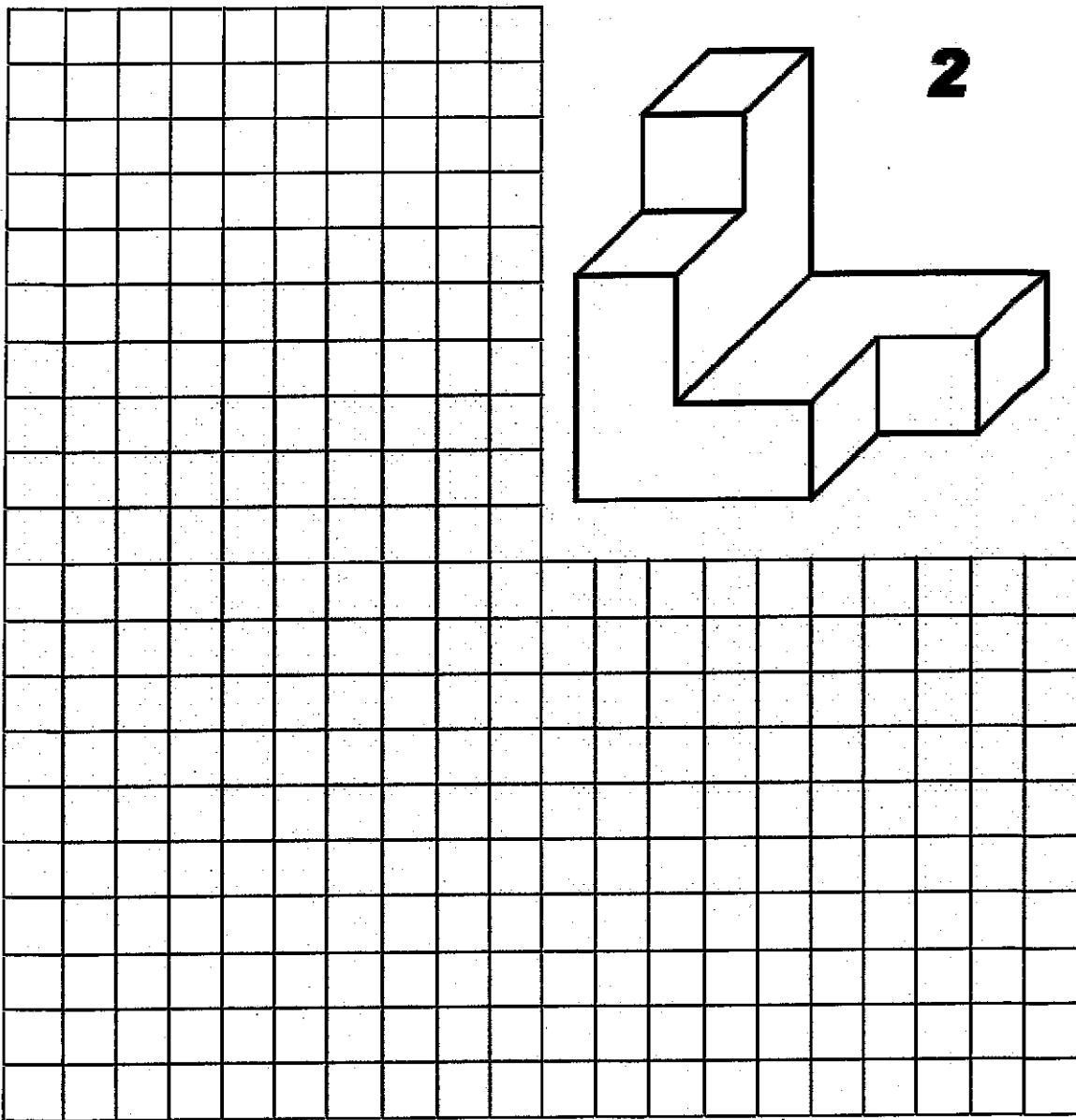


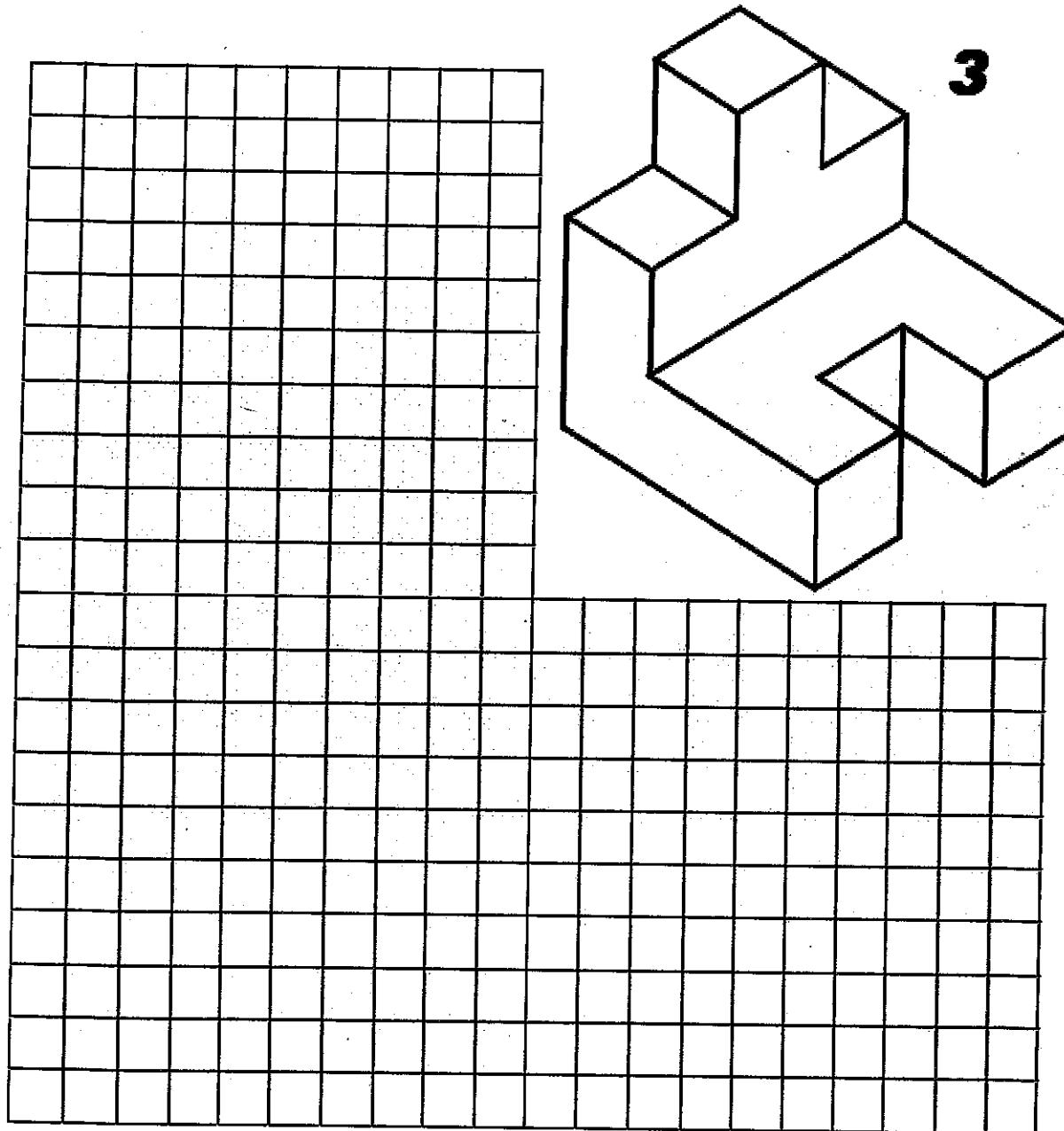
Figura 1 Acomodo de vistas

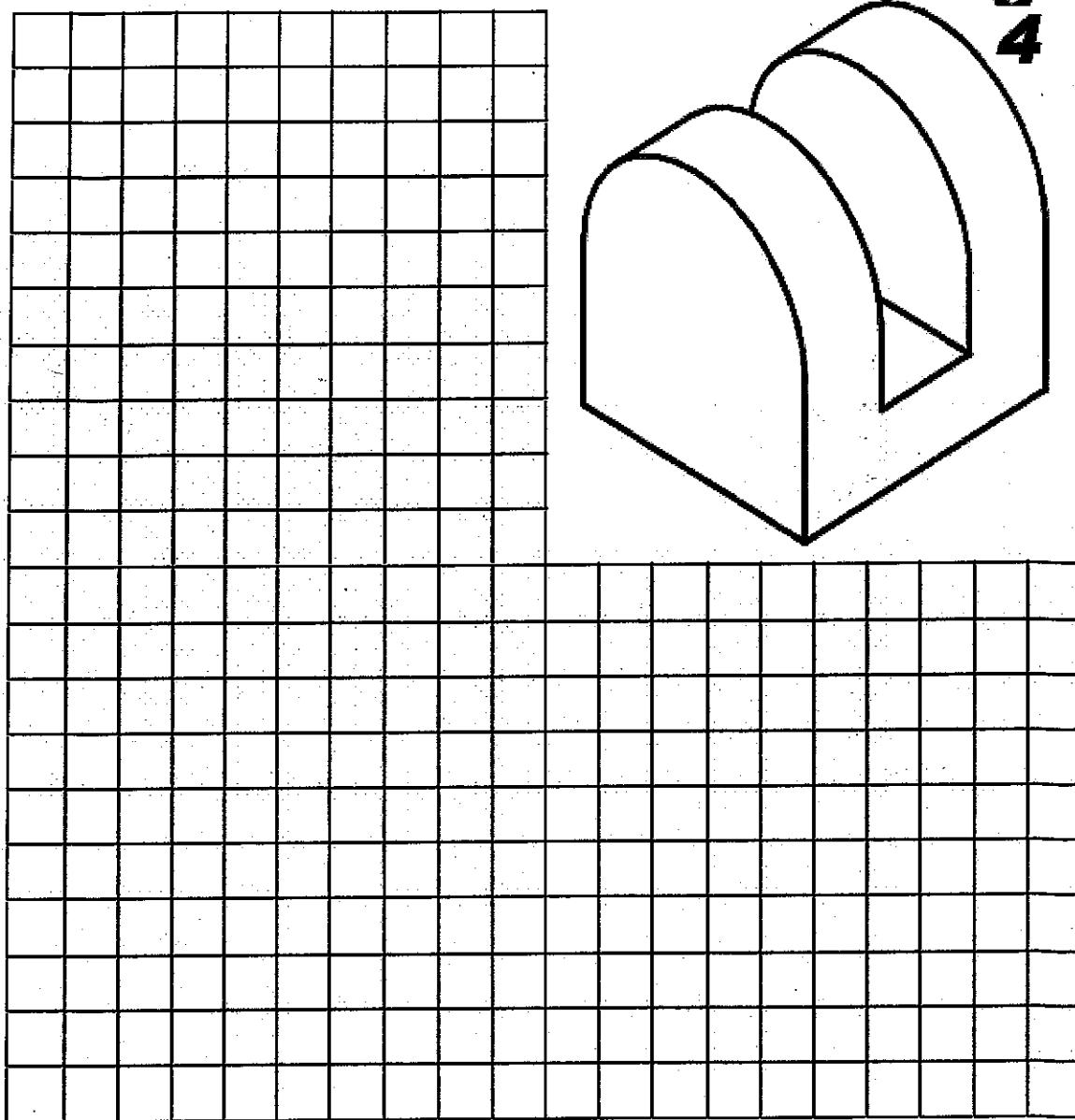
**ACTIVIDAD EJERCICIOS DE VISTAS**

**Dibuja las tres vistas principales de las siguientes piezas**

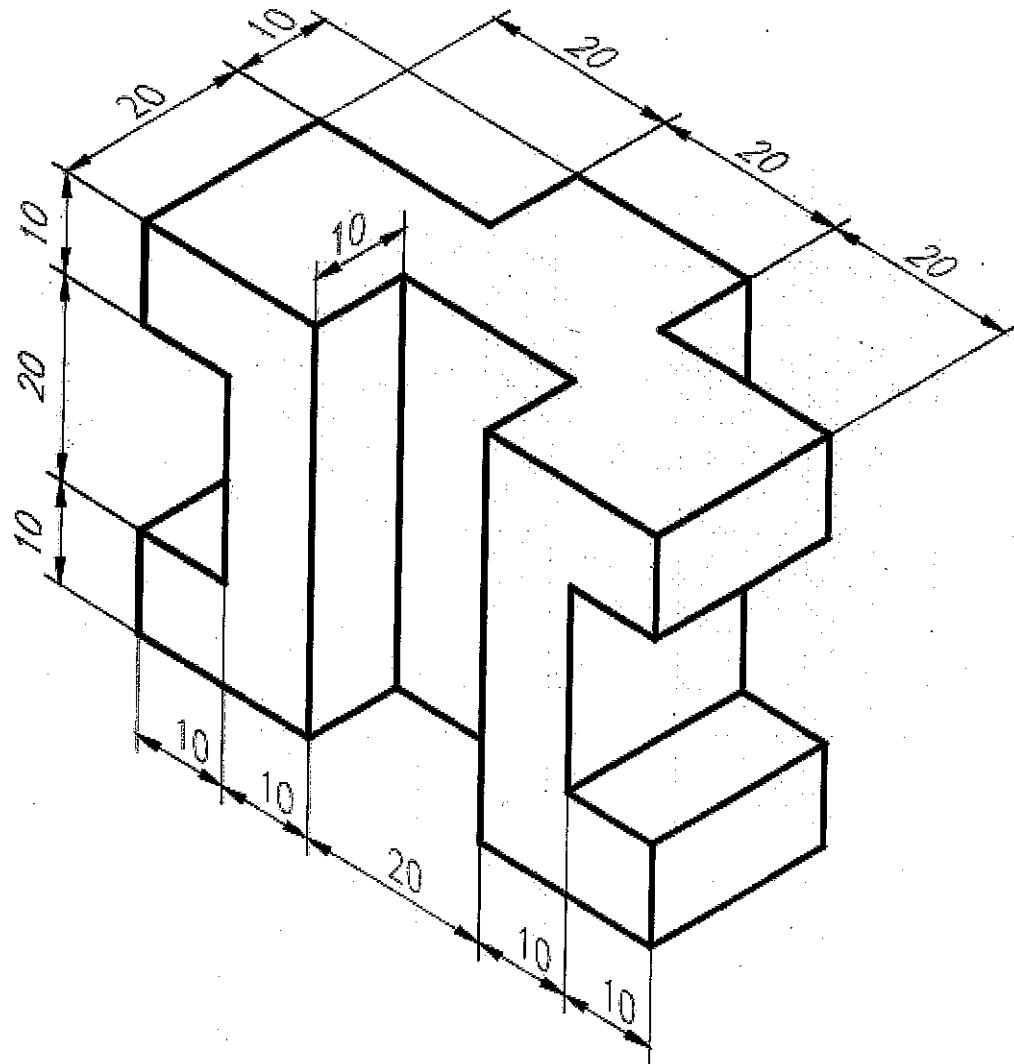




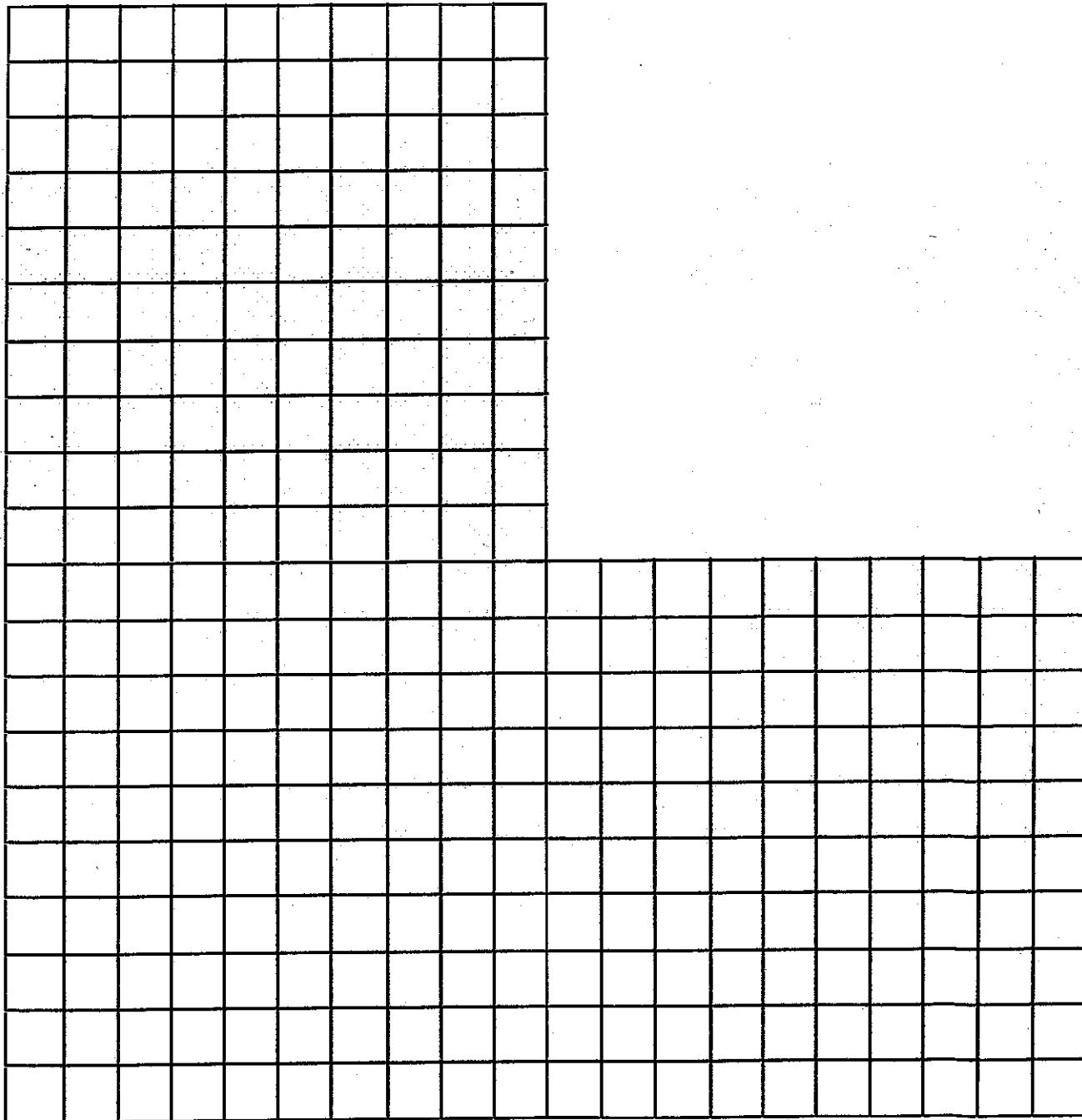


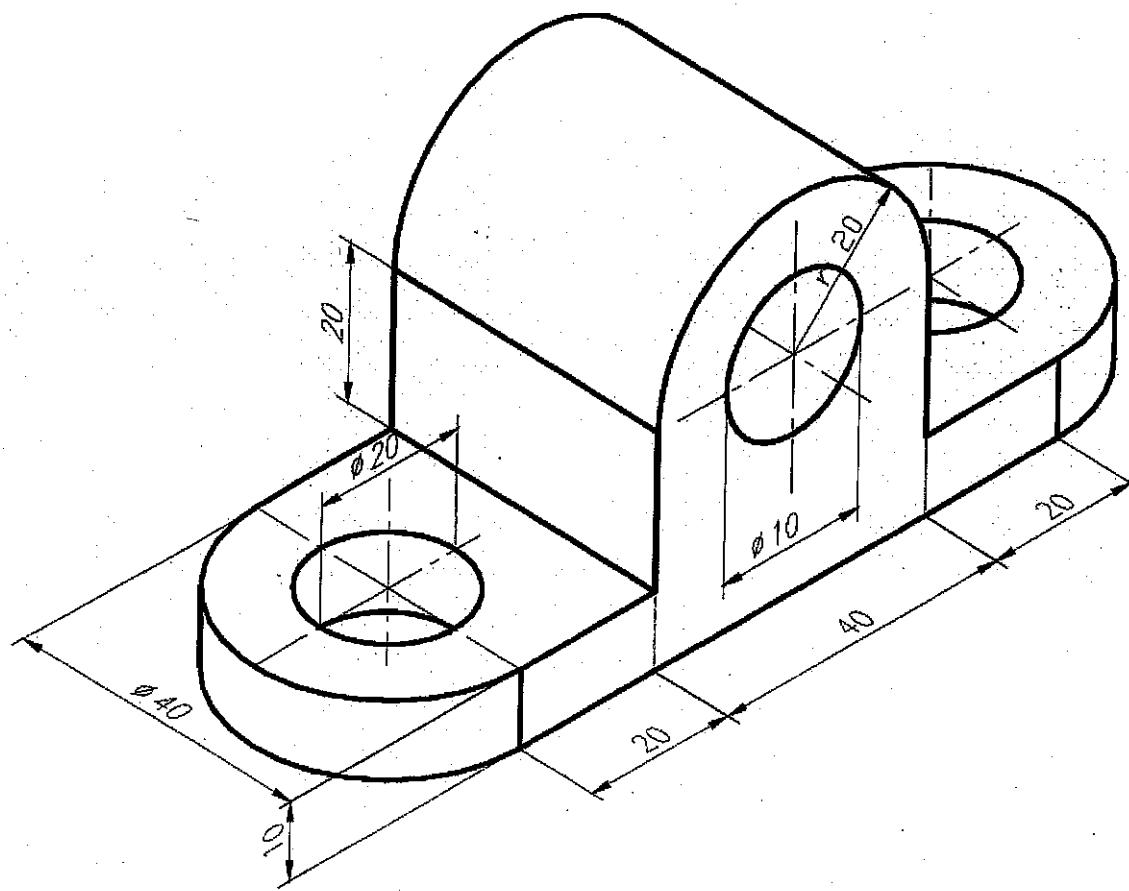


*Dibuja las vistas de las siguientes piezas respetando las dimensiones que se indican.*

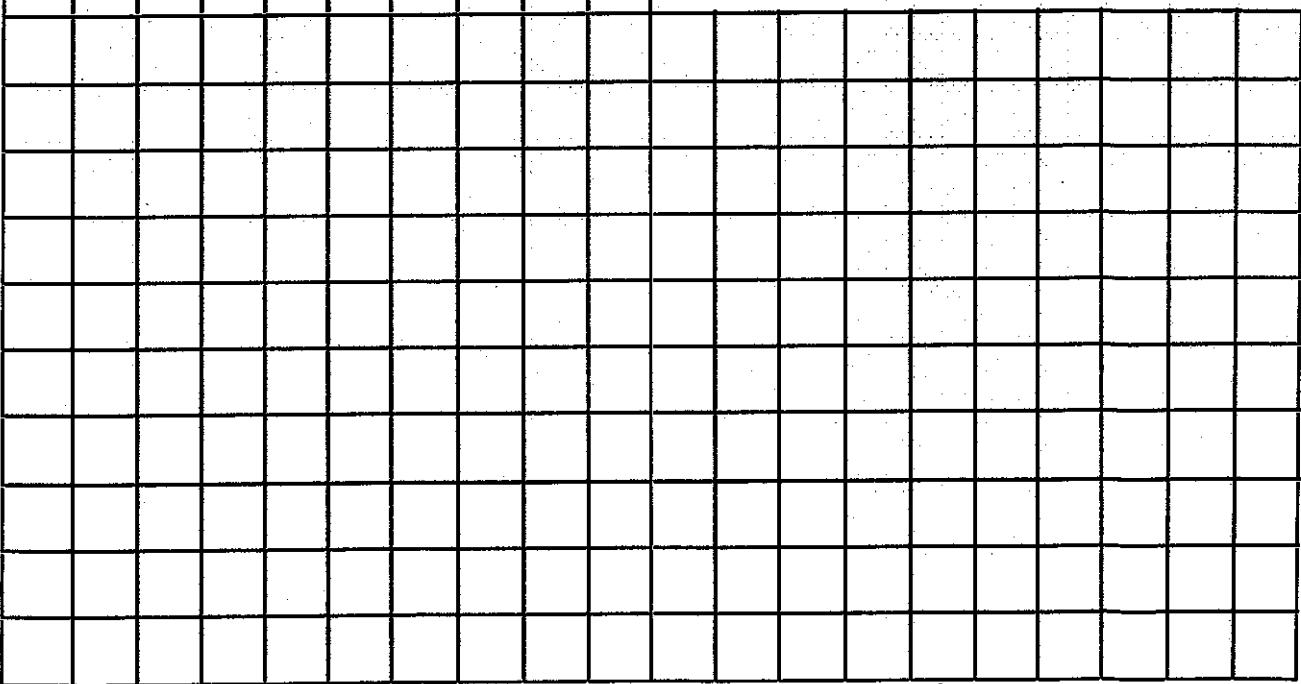
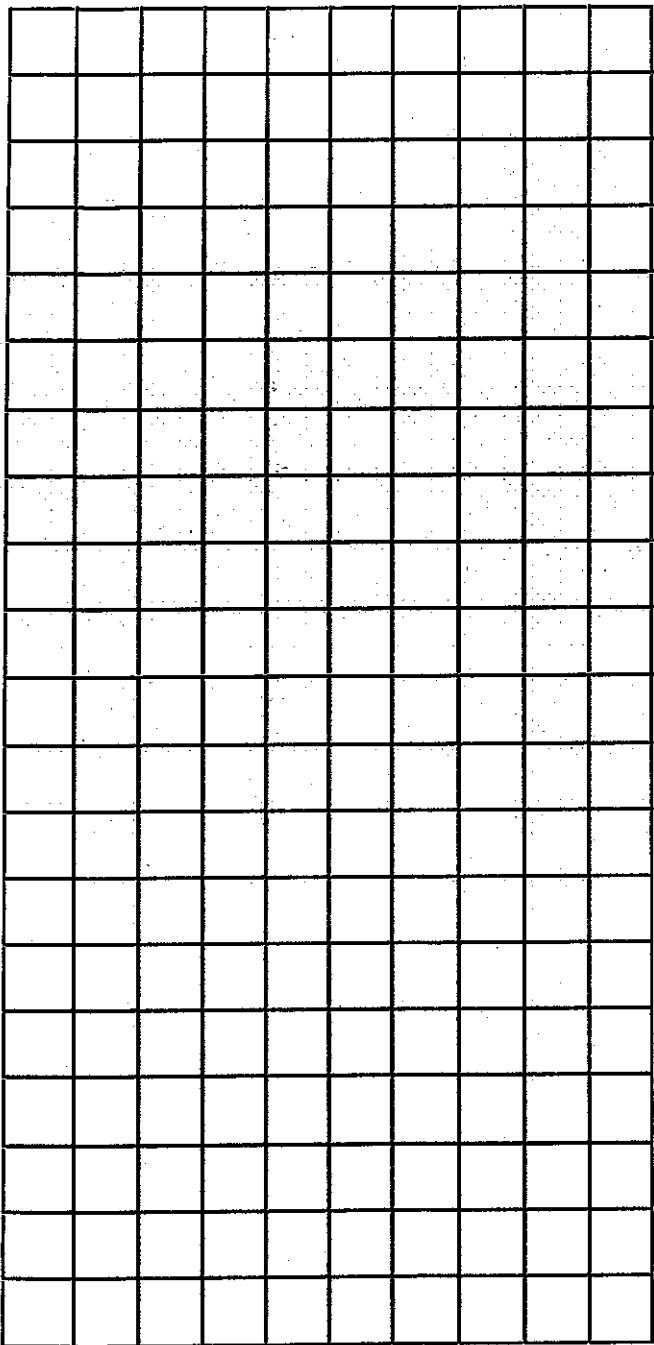


Cada cuadro es de 10x10





Cada cuadro es de 10x10



**Sistema Diedrico**

El Sistema Diédrico es un Sistema de Representación que se basa en una Proyección Paralela o Cilíndrica Ortogonal con dos Planos de Proyección, y en consecuencia, con dos proyecciones. En algunos casos se trabaja con tres planos de proyección, y por lo tanto con tres proyecciones.

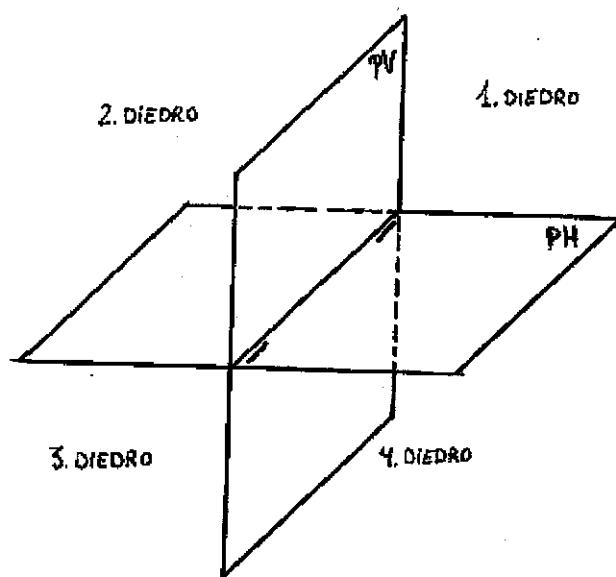
Por cada plano de proyección se obtienen una proyección. Los dos planos de proyección principales se cortan perpendicularmente en posiciones vertical y horizontal, dividiendo el espacio en cuatro zonas.

A los planos de proyección se les denomina Plano Vertical de Proyección (PV o V) y Plano Horizontal de Proyección (PH o H).

Aunque se representan con límites, en realidad son ilimitados, ya que son imaginarios.

A la línea de intersección de los planos de proyección se la denomina Línea de Tierra (LT o PV).

A los cuatro espacios en los que queda dividido el espacio general por los planos de proyección, se les denomina Diedros o Cuadrantes.

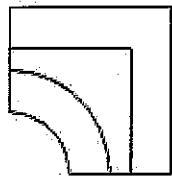
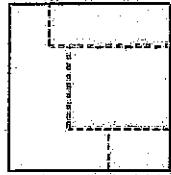
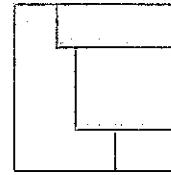
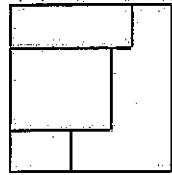
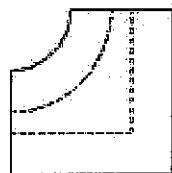
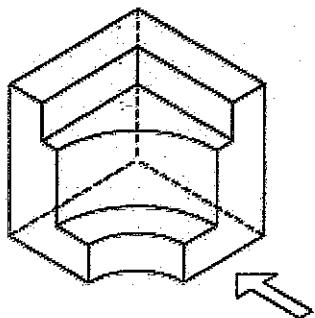
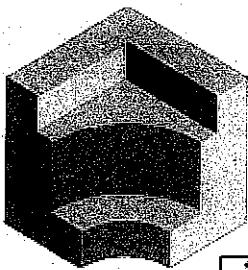


### **1ER DIEDRO**

Para representar las vistas diédricas de una pieza se emplean dos sistemas normalizados distintos, ya que cada uno de ellos considera a la pieza colocada en un cuadrante o diedro diferente.

El primer diedro, puesto que la pieza está situada en el primer cuadrante. Es el que vamos a emplear siempre.

En la imagen superior puedes ver las seis vistas normalizadas representadas según este sistema.



El objeto o pieza se sitúa entre los planos de proyección y el observador, por tanto las proyecciones de dicha pieza quedarán situadas en el plano de proyección de la siguiente manera:

**El alzado** es la vista principal, las otras se disponen alrededor de él.

**Las plantas** se colocan alineadas con el alzado verticalmente:

Superior: se sitúa debajo del alzado.

Inferior: se coloca sobre el alzado.

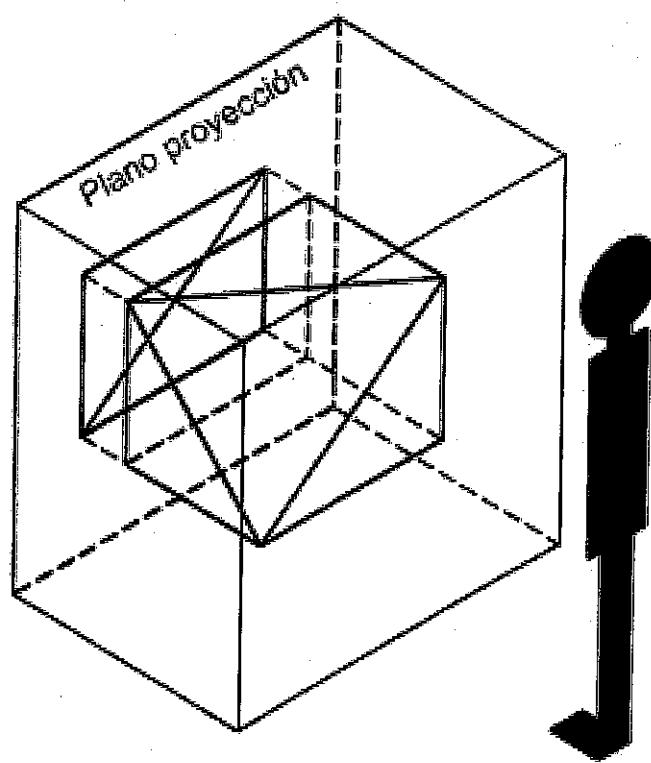
El resto de las vistas se sitúan alineadas con el alzado horizontalmente:

**El perfil izquierdo**: se coloca a la derecha del alzado

**El perfil derecho**: se sitúa a la izquierda del alzado

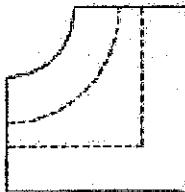
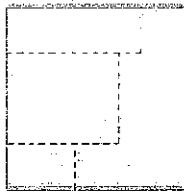
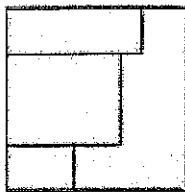
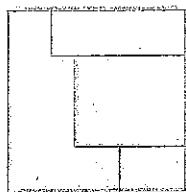
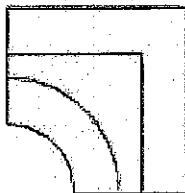
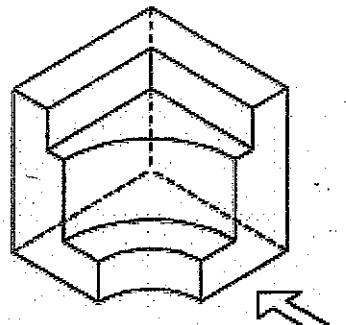
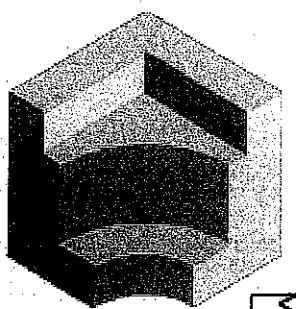
**El alzado posterior**: se coloca a la derecha del perfil izquierdo.

En la imagen puedes ver cómo la pieza se sitúa entre el observador y el plano de proyección quedando su proyección por detrás de dicha pieza.



### **3ER DIEDRO**

El segundo sistema se denomina americano o del tercer diedro, puesto que la pieza está situada en el tercer cuadrante. Aunque no se usa lo vamos a desarrollar para que veas las diferencias con el anterior sistema. En la imagen superior puedes ver las seis vistas normalizadas representadas según este sistema.



En el sistema americano los planos de proyección se sitúan entre el observador y la pieza u objeto, por tanto las proyecciones de dicha pieza quedarán situadas en el plano de proyección de la siguiente manera:

**El alzado** es la vista principal, las otras se disponen alrededor de él.

**Las plantas** se colocan alineadas con el alzado verticalmente:

Superior: se sitúa sobre el alzado.

Inferior: se coloca debajo del alzado.

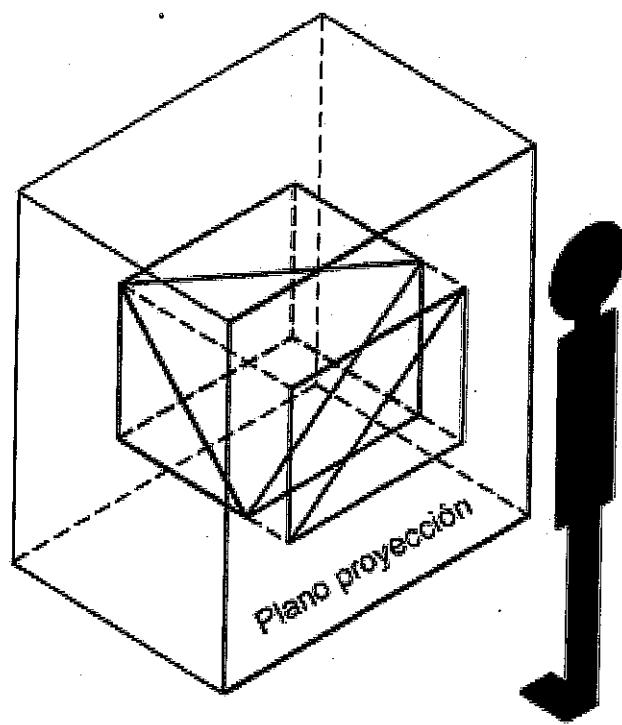
El resto de las vistas se sitúan alineadas con el alzado horizontalmente:

**El perfil izquierdo**: se coloca a la izquierda del alzado

**El perfil derecho**: se sitúa a la derecha del alzado

**El alzado posterior**: se coloca a la derecha del perfil derecho.

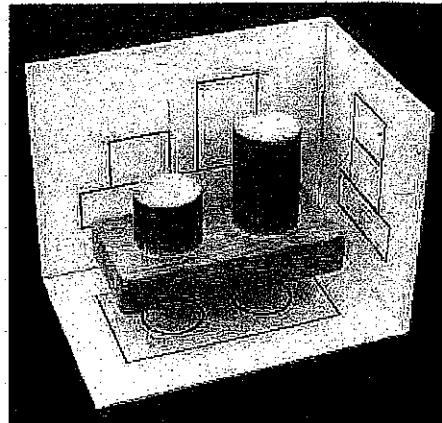
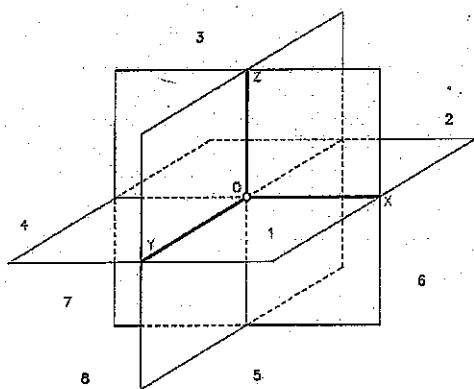
En la imagen izquierda puedes ver cómo el plano de proyección se sitúa entre el observador y la pieza quedando su proyección por delante de dicha pieza.



## **TRIEDRO**

Un **ángulo triédrico** es la unión de tres planos diedros y el ángulo poliedro formado por tres semirrectas o aristas. Se forman tres ángulos diedros y tres ángulos planos en un ángulo triédrico.

- **Triédrico.**- Conjunto de tres planos no paralelos. El triédrico se denomina trirectángulo cuando los planos forman  $90^\circ$  entre sí.



## **- GEOMETRÍA DESCRIPTIVA, DIBUJO TÉCNICO Y NORMALIZACIÓN**

La **Geometría Descriptiva** nos da la posibilidad de representar con exactitud totalmente un cuerpo (3 dimensiones) sobre un plano (2 dimensiones).

Posteriormente para aclarar, complementar y simplificar esta representación exacta de cuerpos y superficies, a través del tiempo y de la experiencia surge el **Dibujo Técnico** en la industria, como instrumento preciso y eficaz de transmisión de datos, gracias a la codificación de un lenguaje que ahorra tiempo, esfuerzo y elimina o minimiza posibilidades de error.

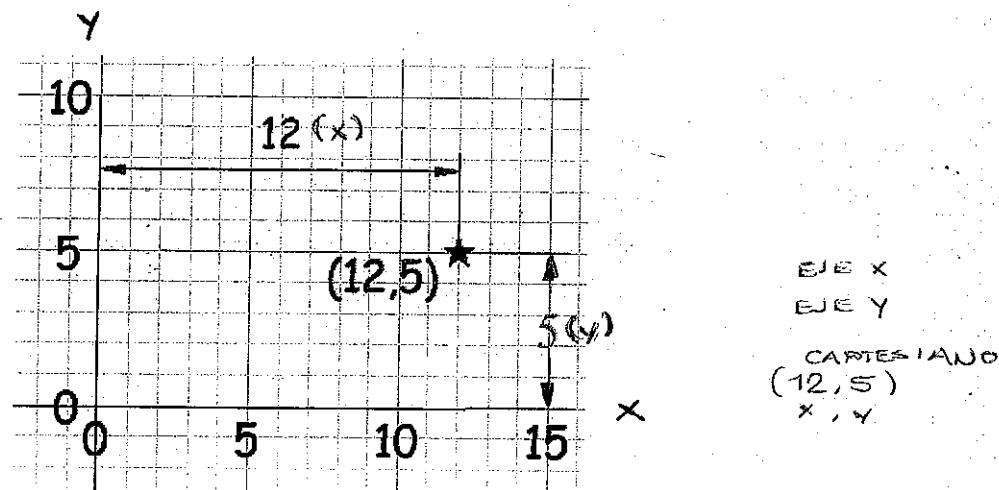
A su vez la **Normalización**, "globaliza" el lenguaje y permite la comunicación entre profesionales de diversos países.

## Coordenadas Polares y Cartesianas

Para indicar dónde estás en un mapa o gráfico hay dos sistemas:

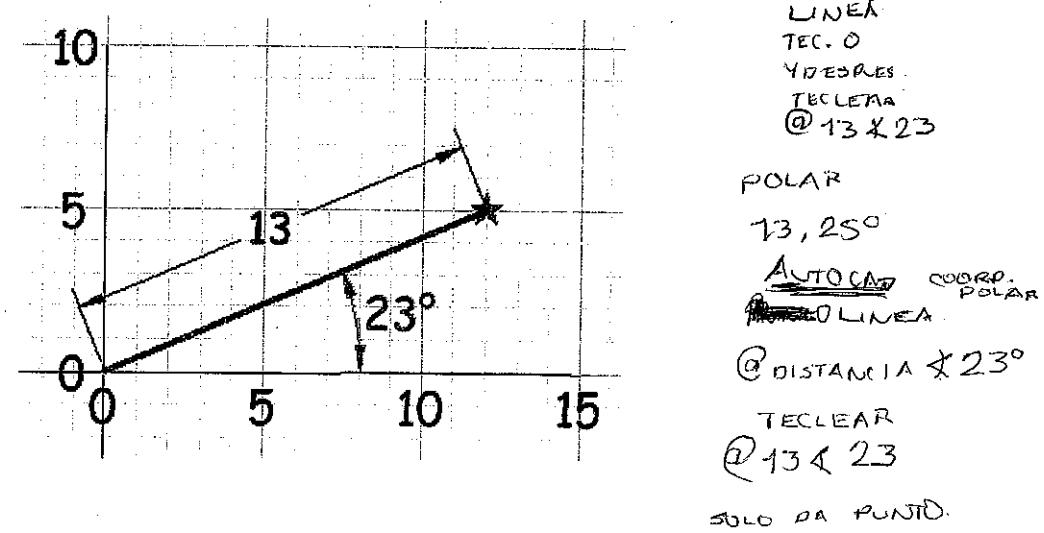
### Coordenadas cartesianas

Con coordenadas cartesianas señala un punto diciendo la **distancia de lado** y la **distancia vertical**:



### Coordenadas polares

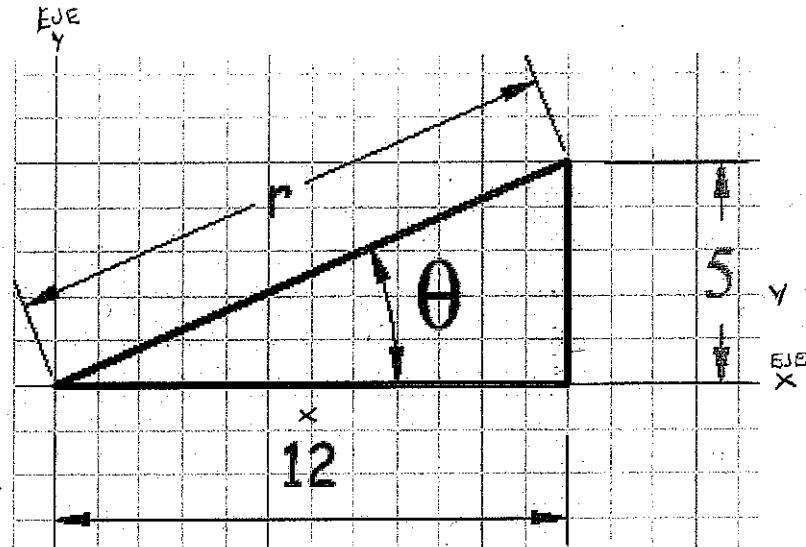
Con coordenadas polares señala un punto diciendo la **distancia** y el **ángulo** que se forma:



### De cartesianas a polares

Si tienes un punto en coordenadas cartesianas  $(x,y)$  y lo quieres en coordenadas polares  $(r,\theta)$ , necesitas resolver un triángulo del que conoce dos lados.

**Ejemplo: ¿qué es  $(12,5)$  en coordenadas polares?**



Usamos el teorema de Pitágoras para calcular el lado largo (la hipotenusa):

$$r^2 = 12^2 + 5^2 \quad r^2 =$$

$$r = \sqrt{(12^2 + 5^2)}$$

$$r = \sqrt{(144 + 25)} = \sqrt{169} = 13$$

Usa la función tangente para calcular el ángulo:

$$\tan(\theta) = 5 / 12$$

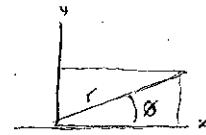
$$\theta = \text{atan}(5 / 12) = 22.6^\circ$$

INV. TANG.

Así que las fórmulas para convertir coordenadas cartesianas  $(x,y)$  a polares  $(r,\theta)$  son:

$$r = \sqrt{(x^2 + y^2)}$$

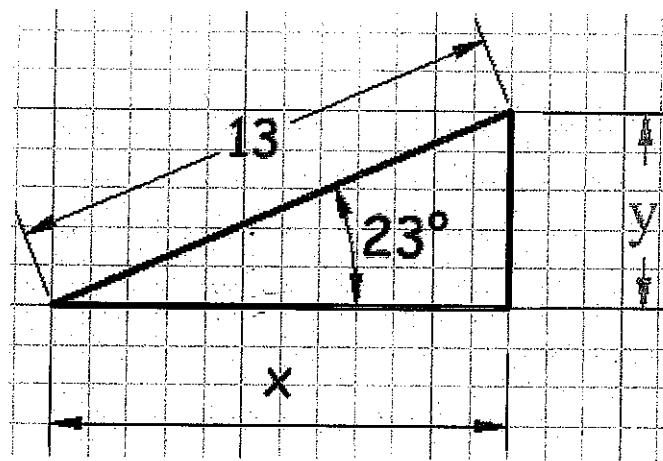
$$\theta = \text{atan}(y / x)$$



### De polares a cartesianas

Si tienes un punto en coordenadas polares  $(r, \theta)$  y lo quieres en coordenadas cartesianas  $(x,y)$  necesitas resolver un triángulo del que conoces el lado largo y un ángulo:

Ejemplo: ¿qué es  $(13, 23^\circ)$  en coordenadas cartesianas?



COORD. CART.

$(-11.98, 5.08)$

Usamos la función coseno para x:  $\cos(23^\circ) = x / 13$

Cambiamos de orden y resolvemos:  $x = 13 \times \cos(23^\circ) = 13 \times 0.921 = 11.98$

Usamos la función seno para y:  $\sin(23^\circ) = y / 13$

Cambiamos de orden y resolvemos:  $y = 13 \times \sin(23^\circ) = 13 \times 0.391 = 5.08$

Así que las fórmulas para convertir coordenadas polares  $(r, \theta)$  a cartesianas  $(x, y)$  son:

$$x = r \times \cos(\theta)$$

$$y = r \times \sin(\theta)$$

## **CONVERSIÓN DE UNIDADES**

La **conversión de unidades** es la transformación del valor numérico de una **magnitud física**, expresado en una cierta unidad de medida, en otro valor numérico equivalente y expresado en otra unidad de medida de la misma naturaleza.

Este proceso suele realizarse con el uso de los **factores de conversión** y las **tablas de conversión de unidades**.

Frecuentemente basta multiplicar por una fracción (factor de una conversión) y el resultado es otra medida equivalente, en la que han cambiado las unidades. Cuando el cambio de unidades implica la transformación de varias unidades, se pueden utilizar varios factores de conversión uno tras otro, de forma que el resultado final será la medida equivalente en las unidades que buscamos.

Por ejemplo, para pasar 8 metros a yardas, sabiendo que una yarda (yd) equivale a 0,914 m, se dividirá 8 por 0,914; lo que dará por resultado 8,75 yardas.

**Magnitud física:** es un valor asociado a una propiedad física o calidad medible de un sistema físico, es decir, a la que se le pueden asignar distintos valores como resultado de una medición o una relación de medidas. Las magnitudes físicas se miden usando un patrón que tenga bien definida esa magnitud, y tomando como unidad la cantidad de esa propiedad que posea el objeto patrón.

**Factor de conversión:** es un método de conversión que se basa en multiplicar por una o varias fracciones en las que el numerador y el denominador son cantidades iguales expresadas en unidades de medida distintas, de tal manera, que cada fracción equivale a la unidad. Es un método muy efectivo para cambio de unidades y resolución de ejercicios sencillos dejando de utilizar la regla de tres.

Ejemplos

Cada factor de conversión se construye con una equivalencia (igualdad entre dos cantidades).

- Ejemplo 1: pasar 15 pulgadas a centímetros (equivalencia: 1 pulgada = 2,54 cm)

$$15 \text{ pulgadas} \times \left( \frac{2,54 \text{ cm}}{1 \text{ pulgada}} \right) = 38,1 \text{ cm}$$

el factor unitario:  $\left( \frac{2,54 \text{ cm}}{1 \text{ pulgada}} \right)$  se construye a partir de la equivalencia dada.

- Ejemplo 2: pasar 25 metros por segundo a kilómetros por hora (equivalencias: 1 kilómetro = 1000 metros, 1 hora = 3600 segundos)

$$25 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times \left( \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} \right) \times \left( \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \right) = 90 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

En cada una de las fracciones entre paréntesis se ha empleado la misma medida en unidades distintas de forma que al final sólo queda la unidad que se pedía.

**Ejemplos mostrando la simplificación** [editar]

- Pasar 30,00 cm/s a km/h:

$$30 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} \times \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} = 1,08 \text{ km/h}$$

$$1 \text{ pulg} = 25,4 \text{ mm}$$

$$\frac{1}{2} \times \left( \frac{25,4}{1} \right) = \frac{25,4}{2} = 12,7 \text{ MM.}$$

$$\frac{3}{8} = 0.375 \text{ conv. A MTS} - (0.375) = \\ A \text{ MM } \times (25,4)$$

$$\text{MTS. A } " = \text{DIVIDE } (\frac{\text{?}}{\text{?}}) \\ " \text{ A MTS} = \text{MULT } (x)$$

**TABLAS DE CONVERSIÓN DE UNIDADES**
**LONGITUD**

metro m	milímetro mm	pulgada in ("")	pie ft	yarda yd	milla (statute) mi
1	1000	39.3700787	3.2808399	1.0936133	0.00062137
0.001	1	0.0393701	0.0032808	0.0010936	0.00000062137
0,0254	25,4	1	0.08333	0.02777	0.000015782
0,3048	304,8	12	1	0,333	0,00018939
0,9144	914,4	36	3	1	0,00056818

**SUPERFICIE**

metro cuadrado m <sup>2</sup>	hectárea ha	pulgada cuadrada in <sup>2</sup>	pie cuadrado ft <sup>2</sup>	yarda cuadrada yd <sup>2</sup>	acre
1	0.0001	1550,0031	10.76391	1,19599	0,00024711
10000	1	15500031	107639,1	0,0001196	2,4710538
0,0006,4516	0,0000006451	1	0,006944	0,0007716	0,00000015942
0,09290304	0,000009290351	144	1	0,111	0,000022957
0,8361274	0,000083613	1296	9	1	0,00020661
4046,856	0,4046856	6272640	43560	4840	1

MTS A PULG -

$$27,8 \text{ mts} - ? \text{ pulg.} \quad 27,8 \text{ m} = \frac{27,8 \cdot \text{m}}{1} \times \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} \times \frac{1 \text{ in}}{2,54 \text{ cm}} = \frac{27,8 \text{ m} \times 100 \text{ cm} \times 1 \text{ in}}{1 \times 1 \text{ m} \times 2,54 \text{ cm}} \\ = \frac{2780}{2,54} = 1.094,49 \text{ in}$$

75

$$133,2 \text{ in} = \frac{133,2 \text{ in}}{1} = \frac{2,54 \text{ cm}}{1 \text{ in}} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = \frac{133,2 \text{ in} \times 2,54 \text{ cm} \times 1 \text{ m}}{1 \times 1 \text{ in} \times 100 \text{ cm}} = \\ \frac{338,328 \text{ m}}{100} = 3,3832 \text{ m}$$

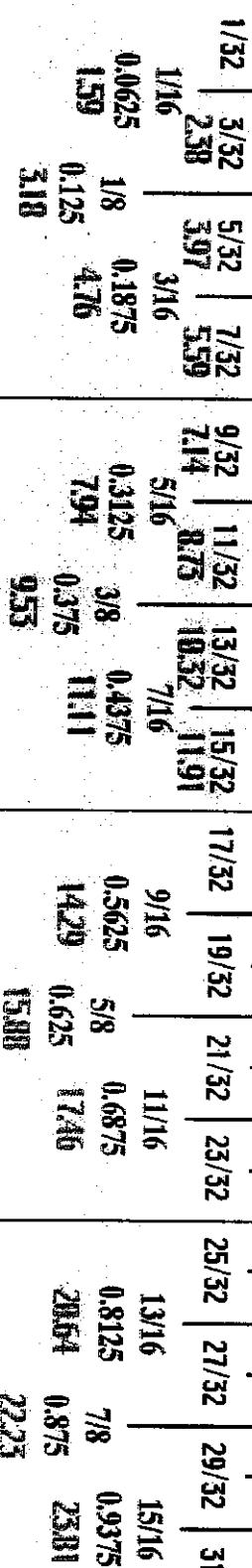
## TABLA DE EQUIVALENCIAS DE FRACCIONES A MÉTRICO / DECIMAL

FRACTION	DECIMAL	MM	FRACTION	DECIMAL	MM
1/64	.015625	0.397	33/64	.515625	13.097
1/32	.03125	0.794	17/32	.53125	13.494
3/64	.046875	1.191	35/64	.546875	13.891
5/64	.0625	1.588	56/64	.5625	14.288
7/64	.078125	1.984	37/64	.578125	14.684
9/64	.09375	2.381	19/32	.59375	15.081
11/64	.109375	2.778	39/64	.609375	15.478
13/64	.125	3.175	5/8	.625	15.875
15/64	.140625	3.572	41/64	.640625	16.272
17/64	.15625	3.969	21/32	.65625	16.668
19/64	.171875	4.366	43/64	.671875	17.066
21/64	.1875	4.762	11/16	.6875	17.462
23/64	.203125	5.159	23/32	.703125	17.859
25/64	.21875	5.556	47/64	.71875	18.256
27/64	.234375	5.953	73/64	.734375	18.653
1/4	.25	6.350	3/4	.75	19.050
17/64	.265625	6.747	49/64	.765625	19.447
9/32	.28125	7.144	25/32	.78125	19.844
19/64	.296875	7.541	51/64	.796875	20.241
5/16	.3125	7.938	13/16	.8125	20.638
21/64	.328125	8.334	53/64	.828125	21.034
11/32	.34375	8.731	27/32	.84375	21.431
23/64	.359375	9.128	55/64	.859375	21.828
3/8	.375	9.525	7/8	.875	22.225
25/64	.390625	9.922	57/64	.890625	22.622
13/32	.40625	10.319	29/32	.90625	23.019
27/64	.421875	10.716	59/64	.921875	23.416
7/16	.4375	11.112	15/16	.9375	23.812
29/64	.453125	11.509	61/64	.953125	24.209
15/32	.46875	11.906	31/32	.96875	24.606
31/64	.484375	12.303	63/64	.984375	25.003
1/2	.5	12.700	1	1.	25.400

## Comprendiendo Fracciones en una Pulgada

0     $\frac{1}{16}$      $\frac{2}{16}$      $\frac{3}{16}$      $\frac{4}{16}$      $\frac{5}{16}$      $\frac{6}{16}$      $\frac{7}{16}$      $\frac{8}{16}$      $\frac{9}{16}$      $\frac{10}{16}$      $\frac{11}{16}$      $\frac{12}{16}$      $\frac{13}{16}$      $\frac{14}{16}$      $\frac{15}{16}$     1 in.

1/64    3/64    5/64    7/64    9/64    11/64    13/64    15/64    17/64    19/64    21/64    23/64    25/64    27/64    29/64    31/64    33/64    35/64    37/64    39/64    41/64    43/64    45/64    47/64    49/64    51/64    53/64    55/64    57/64    59/64    61/64    63/64



**ROJO: MILÍMETROS**

Recuerda que en el apartado de presentación de los múltiplos y submúltiplos del metro te recordamos que el orden de las unidades de la imagen era importante. A continuación verás por qué.

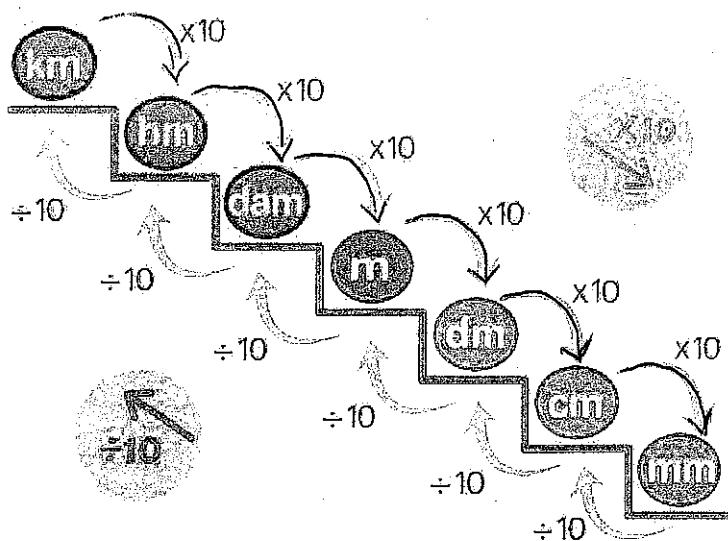
También comentamos que:

- La unidad principal es el **metro (m)**
- Las unidades más **pequeñas** que el **metro** se llaman **SUBMÚLTIPLOS** y son: decímetro (dm), centímetro (cm) y milímetro (mm): **1 m = 10 dm | 1 m = 100 cm | 1 m = 1000 mm**
- Las unidades más **grandes** que el **metro** se llaman **MÚLTIPLOS** y son: decámetro(dam), hectómetro (hm) y kilómetro (km): **1 dam = 10 m | 1 hm = 100 m | 1 km = 1000 m**

De aquí podemos deducir lo siguiente:

- **Referente a los submúltiplos:** **1 m = 10 dm | 1 dm = 10 cm | 1 cm = 10 mm**
- **Referente a los múltiplos:** **1 dam = 10 m | 1 hm = 10 dam | 1 km = 10 hm**

Esto queda representado en la siguiente la imagen:



## **UNIDAD II: CONOCIMIENTO GENERAL., APLICACIÓN, INTERPRETACIÓN Y EJECUCIÓN DE TRABAJOS.**

**Objetivo particular:** Al término de la unidad el participante:

- ❖ Obtendrá el conocimiento de las Normas Oficiales Mexicanas para la aplicación de estas en cada trabajo realizado para dar cumplimiento a lo establecido en base a la Ley Mexicana, así también conocerá cada detalle a intervenir, respecto a los procedimientos del departamento en que interviene la categoría para auxilio de trabajos y el conocimiento de la interpretación de planos y trabajos del departamento.

### **Resultados de Aprendizaje.**

- ✓ El participante obtendrá el conocimiento sobre las Normas Oficiales Mexicanas.
- ✓ El participante conocerá la NOM-Z-3-1986 Vistas.
- ✓ El participante conocerá la NOM-Z-4-1986 Líneas.
- ✓ El participante conocerá la NOM-Z-5-1986 Rayados.
- ✓ El participante conocerá la NOM-Z-6-1986 Cortes y Secciones.
- ✓ El participante conocerá la NOM-Z-23-1986 Clasificación de dibujos.
- ✓ El participante conocerá la NOM-Z-25-1986 Acotaciones.
- ✓ El participante obtendrá el conocimiento en función de los procedimientos que deberán de manejar para la categoría.
- ✓ El participante reforzara el conocimiento sobre la interpretación de plano y trabajos del departamento.
- ✓ El participante obtendrá y reforzara el conocimiento del Dibujo Mecánico para aplicación y revisión de trabajos del departamento.
- ✓ El participante conocerá y reforzara conocimientos sobre Metrología para la aplicación en el dibujo mecánico.
- ✓ El participante obtendrá y reforzara el conocimiento del Dibujo Topográfico para aplicación y revisión de trabajos del departamento.

**NORMAS OFICIALES MEXICANAS**  
**DIBUJO TÉCNICO**

---

---

**NOM-Z-3-1986 VISTAS.**

**NOM-Z-4-1986 LÍNEAS.**

**NOM-Z-5-1986 RAYADOS.**

**NOM-Z-6-1986 CORTES Y SECCIONES.**

**NOM-Z-23-1986 CLASIFICACIÓN DE DIBUJOS SEGÚN SU PRESENTACIÓN.**

**NOM-Z-25-1986 ACOTACIONES.**

**NORMA AMERICANA DE DIBUJO**

**ASME (ANSI) Y 14.5M – 1194**

**DIMENSIONADO Y TOLERADO**

## **NORMA OFICIAL MEXICANA: NOM-Z-~~4~~<sup>3</sup>-1986**

### **DIBUJO TÉCNICO – VISTAS**

#### **OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN**

Esta Norma establece las vistas o proyecciones ortográficas para la representación de un objeto, observado con respecto a una dirección y un sentido que debe aplicarse en los dibujos y documentos afines de acuerdo con los métodos de proyección ortográfica reconocidos.

#### **REFERENCIAS**

Para el cumplimiento de esta Norma se debe consultar las siguientes Normas Oficiales Mexicanas

NOM – Z – 4      Dibujo Técnico – Líneas

NOM – Z – 56      Dibujo Técnico – Letras

#### **ESPECIFICACIONES**

Las vistas se designan considerando tres direcciones perpendiculares entre sí

#### **ESPECIFICACIONES**

Para los efectos de esta Norma se tienen las siguientes

- Las vistas se designan considerando tres direcciones perpendiculares entre sí y tomando los dos sentidos
- Denominación de las vistas (figura 1)
- Vista frontal o principal. Es la indicada en

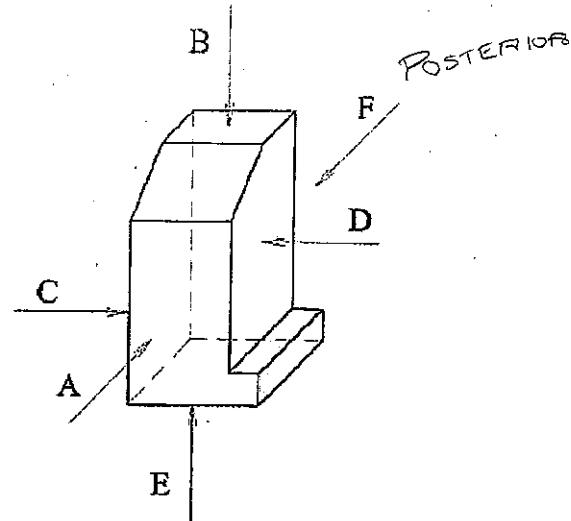
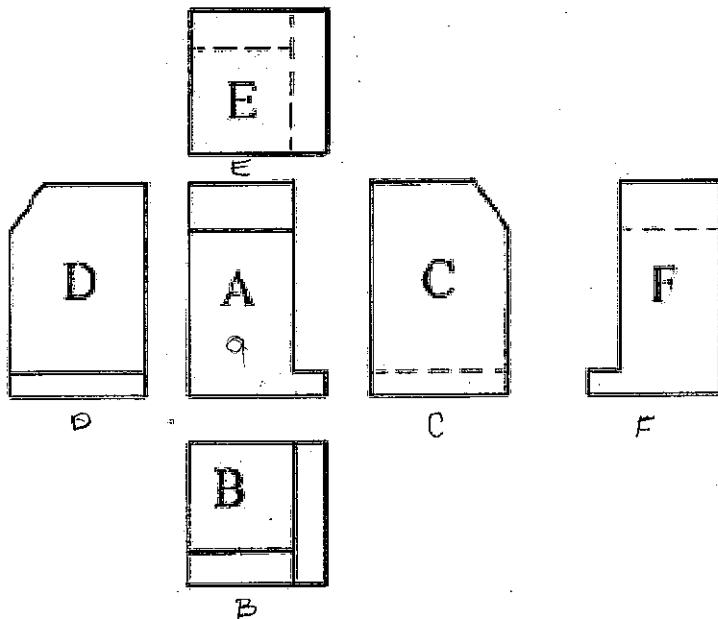


Figura 1

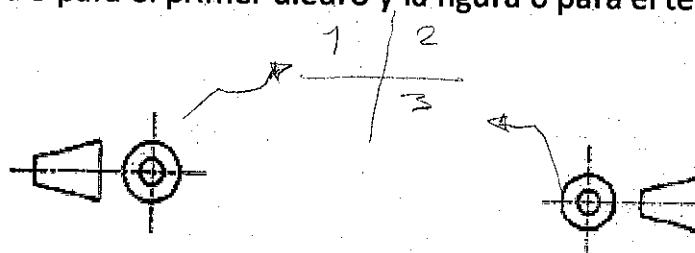
ele sentido de las flechas "A".

- Vista superior. Es la indicada en el sentido de las flecha "B".
- Vista lateral izquierda. Es la indicada en el sentido de la flecha "C".
- Vista lateral derecha. Es la indicada en el sentido de la flecha "D"
- Vista inferior. Es la indicada en el sentido de la flecha "E"
- Todas las vistas forman con ellas y entre ellas ángulos de  $90^\circ$  o múltiplos (figura 1).
- La disposición de las vistas se establece en el método de proyección del primer diedro y el método de proyección del tercer diedro.
- Método de proyección del primer diedro. Establece la posición de todas las vistas con respecto a la vista frontal o principal. "A" (figura 2).



**Figura 2**

- Excepto al vista frontal o principal, cada vista se debe identificar con una letra mayúscula, la cual se debe repetir cerca de la flecha que indica la dirección de observación para la vista en cuestión (figura 4).
- Las vistas designadas pueden colocarse indistintamente respecto a la vista principal.
- Las letras mayúsculas que identifican las vistas de referencia deben colocarse abajo o arriba de ellas.
- En todo el dibujo, las referencias deben colocarse de la misma forma sin necesidad de ninguna otra indicación y en la posición de la lectura normal.
- ~~En todo el dibujo, las referencias deben colocarse de la misma forma sin necesidad de ninguna otra indicación y en la posición de la lectura normal.~~
- Los símbolos que distinguen a cada método de proyección están dados por la figura 5 para el primer diedro y la figura 6 para el tercer diedro.



**Figura 5**

**Figura 6**

- Cualquiera de los métodos de proyección que se debe estar indicado por medio de un símbolo correspondiente que debe colocarse en un espacio especial para este fin en el marco para el título del dibujo.
- No se requiere símbolo distintivo para la distribución de vistas que emplean flechas de referencia.

- La selección de las vistas deben ser de modo que lo representado quede definido sin ambigüedades, con el mismo número de vistas necesario para delinearlo evitando los bosquejos ocultos y la repetición innecesaria de detalles.
- Debe emplearse como vista principal o frontal, aquella con a mayor información posible sobre que se está representado.
- La vista frontal, que por lo general va acompañado de otras vistas, debe mostrar lo representado en su posición normal de funcionamiento preferente.
- Cuando lo representando no tiene una posición definida, la vista frontal debe mostrarlo en la posición principal de manufactura o montaje preferente.
- Si una dirección de observación es diferente de las establecidas en 3.1 y es necesaria o si la vista no puede colocarse en la posición correcta empleando los métodos de proyección, deben utilizarse las flechas de referencia que se citan en 3.5 (figuras 7 y 8)

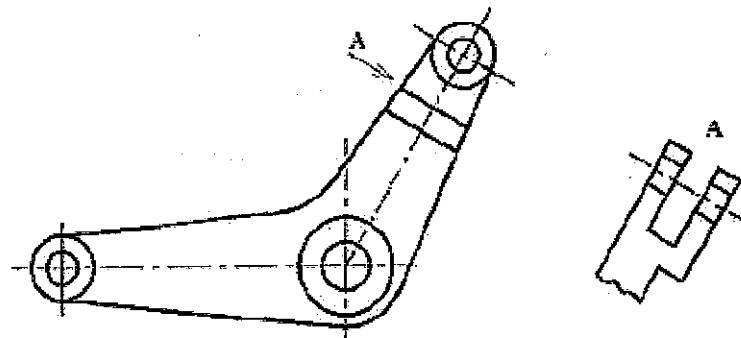


Figura 7

- Cuando la intersección es entre cilindro y un prisma rectangular, la línea de intersección se omite (figura 12 y 14).
- Conforme aumenta la diferencia de tamaño de las partes que se intersectan, la vista simplificada solo da un mejor acercamiento a la intersección real; procurar que los ejes correspondientes sean perpendiculares entre si y corten a la vista (figuras 10 o 14).
- Cuando se trata de objetos simétricos, para ahorrar espacio.
- En los casos en que en una vista la escala es tan pequeña que cierto elemento no puede mostrarse o dársele dimensión, pero es necesario hacerlo, este elemento se puede representar como vista parcial indicándose con una letra de referencia y un círculo (figura 23a).

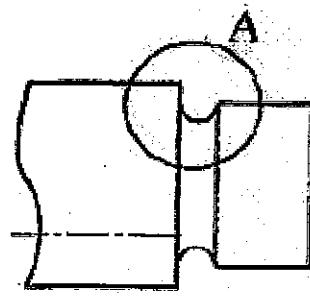


Figura 23a

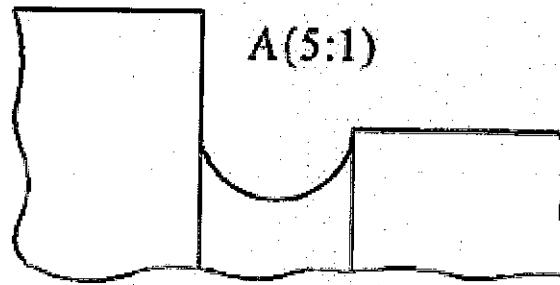


Figura 23b

- la vista parcial del elemento se debe dibujar a una escala mayor acompañada por la letra de referencia y la escala elegida (figura 23b).

**NORMA OFICIAL MEXICANA: NOM-Z-4-1986  
DIBUJO TÉCNICO – LÍNEAS**

**OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN**

Esta Norma establece las características y especificaciones que deben tener las líneas que se emplean en el trazo de los dibujos técnicos con el fin de obtener una expresión gráfica clara y que facilite su reproducción.

**REFERENCIAS**

Para la aplicación de esta Norma se deben consultar la siguiente Norma Oficial Mexicana vigente:

**NOM-Z-34 Guía para el uso de las series de números normales contenidos valores más redondeados.**

**DEFINICIONES**

Para los efectos de esta Norma se tienen las siguientes:

- Línea Continua.

Es aquella cuyo trazo no contempla alguna interrupción.

- Línea segmentada.

Es aquella que está constituida por parte uniforme de líneas, tan corto como lo permita claridad del dibujo.

- Line en cadena.

Es aquella que está constituida por una parte larga de línea y corta alternadamente.

- Línea en cadena doble.

Es aquella que está constituida por un parte larga de línea y dos cortas alternadamente.

- Espesor de la línea.

Esta referida al grueso del trazo de la línea.

## CLASIFICACIÓN

Las líneas se clasifican por su trazo y su espesor (tabla 1).

- Tipo A línea continua gruesa.
- Tipo B línea continua delegada.
- Tipo C línea continua delgada, trazada a pulso.
- Tipo D línea continua delgada con zigzag.
- Tipo E línea segmentada gruesa.
- Tipo F línea segmentada ~~gruesa~~ DELGADA
- Tipo G línea en cadena delgada.
- Tipo H línea en cadena delgada, con finales y cambios de dirección gruesos.
- Tipo J línea en cadena gruesa.
- Tipo K línea en cadena doble delgada.

TABLA I	
TIPO DE LÍNEA	DEFINICIÓN
A —————	Continua gruesa
B —————	Continua delgada
C ~~~~~	Continua delgada, trazada a pulso
D — — — —	Continua delgada, con zigzag
E - - - - -	Segmentada gruesa
F - - - - -	Segmentada delgada
G - - - - -	En cadena delgada
H —————   —————	En cadena delgada, con finales y cambio de dirección gruesos
J - - - - -	En cadena gruesa
K - - - - -	En cadena doble delgada

## **CLASIFICACIÓN**

- Los trazos de las líneas deben ser uniformes, sean hechos a tinta o a lápiz, acercándose lo más posible a lo indicado en esta Norma.
- Las aplicaciones de cada tipo de línea debe ser como se indica en la tabla o lápiz, acercándose lo más posible a lo indicado en esta Norma.
- Las aplicaciones de cada tipo de línea debe ser como se indica en la tabla II.
- En caso del tipo D, este tipo línea es adecuado en la empleare sólo uno de ellos en todo el dibujo.
- Si las líneas que especifica la tabla II se usan para otras aplicaciones que no sea las que se detallan, los convenios adoptados deben indicarse en otras normas o explicarse con notas en el dibujo de que se trata.
- Espesor de la línea.
- El espesor de la línea debe seleccionarse considerando el tamaño y el tipo del dibujo. Para todas las vistas y con la misma escala; los espesores de las líneas escogidos deben prevalecer en el dibujo.
- Se debe usar dos clases de espesores de las líneas; grueso y delgado; la proporción mínima de grueso y el mínimo de 0.7 milímetros.
- Prioridad de líneas que coinciden.

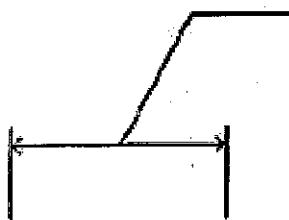
Cuando dos o más líneas de diferentes tipos coinciden, deben observar el siguiente orden de prioridad.

- Contornos y aristas visibles (líneas tipo A).
- Contornos y artistas ocultos (líneas tipo E o F).
- Planos cortantes (líneas tipo H).
- Ejes (líneas tipo G).
- Líneas centroidales (líneas tipo K).
- Líneas de proyección (línea tipo b).

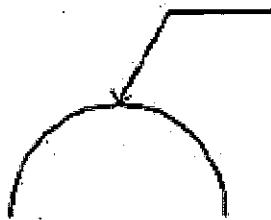
TABLA II

TIPO DE LÍNEA	APLICACIONES
A	A1 Contornos visibles A2 Aristas visibles
B	B1 Líneas imaginarias de intersección B2 Líneas de dimensión B3 Líneas de referencia B4 Líneas guía B5 Rayado B6 Contornos de secciones giradas en su lugar
C	C1 Límites de vistas y secciones parciales o interrumpidas siempre que el límite no sea una línea en cadena delgada
D	D1 Límites de vistas y secciones parciales o interrumpidas siempre que el límite no sea una línea en cadena delgada
E	E1 Contornos ocultos E2 Aristas ocultas
F	F1 Contornos ocultos F2 Aristas ocultas
G	G1 Ejes G2 Líneas de simetría G3 Trayectorias
H	H1 Planos de corte
J	J1 Indicaciones de líneas o superficies a las cuales se aplica un requisito especial
K	K1 Contornos de partes adyacentes K2 Posiciones altas y extremas de partes móviles

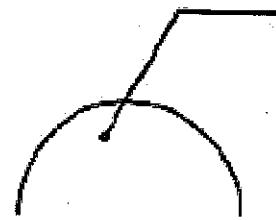
- Los contornos de partes ensambladas deben coincidir con excepción de las secciones negras delgadas que deben estar separadas por un espacio no menor de 0.7 milímetros.
- Las líneas guía que refieren a un elemento deben terminar con un punto, si es dentro del contorno de un objeto; con una punta de flecha, se es sobre el contorno de un objeto y sin punto o punta de flecha si es sobre una línea de dimensión (figuras 3, 4 y 5).



**Figuras 3**

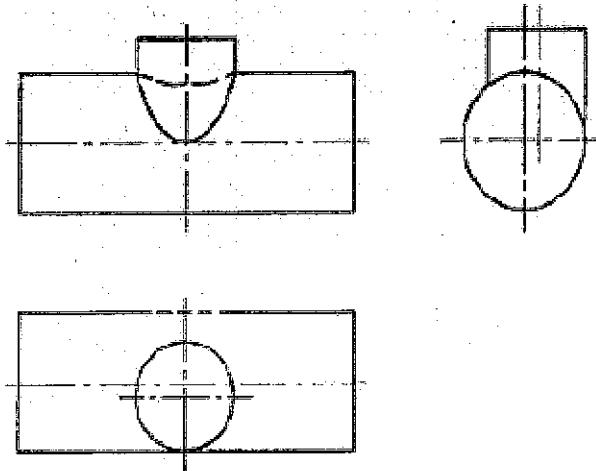


**Figura 4**



**Figura 5**

- Las líneas de intersección geométrica verdadera deben dibujarse con líneas tipo A cuando son visibles y con líneas tipo E o F cuando son ocultas (figura 6).



**Figura 6**

Las líneas de intersección imaginaria pueden dibujarse en una vista con líneas tipo B sin tocar el contorno

**NORMA OFICIAL MEXICANA: NOM-Z-5-1986  
DIBUJO TÉCNICO – RAYADOS**

**OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN**

Esta Norma establece las características del rayado que se usa para identificar las áreas de los cotes o secciones en el dibujo técnico.

**REFERENCIAS**

Para la aplicación de esta Norma se deben consultar las siguientes Normas Oficiales Mexicanas vigentes:

**NOM – Z – 4 Dibujo Técnico – Líneas.**

**NOM – Z – 6 Dibujo Técnico – Cortes y Secciones.**

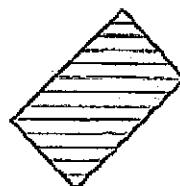
**DEFINICIÓN**

- Rayado

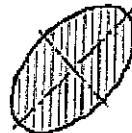
Para efectos de esta Norma el rayado se define como el conjunto de trazos separados por intervalos uniformes que marcan el área de una sección o de un corte.

**ESPECIFICACIONES**

- Los rayados deben trazarse con líneas tipo B a un ángulo conveniente, de preferencia 45°, con relación a los principales contornos o líneas de simetría del corte o sección (figuras 1, 2 y 3).



**Figura 1**

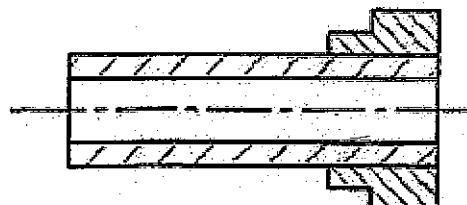
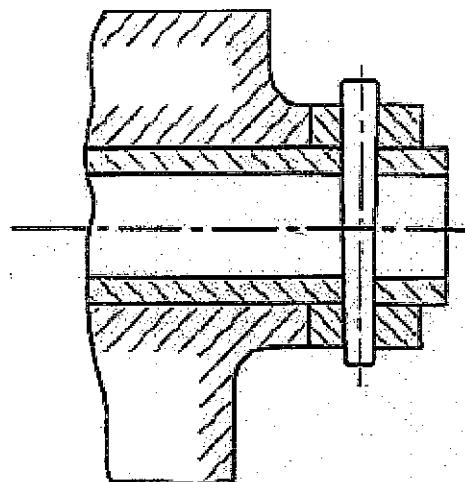


**Figura 2**

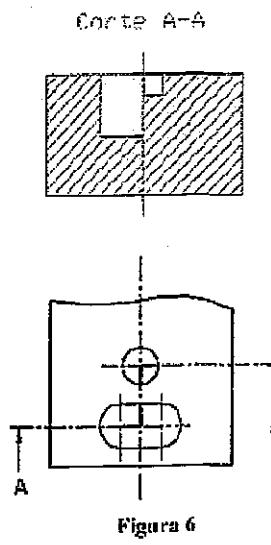


**Figura 3**

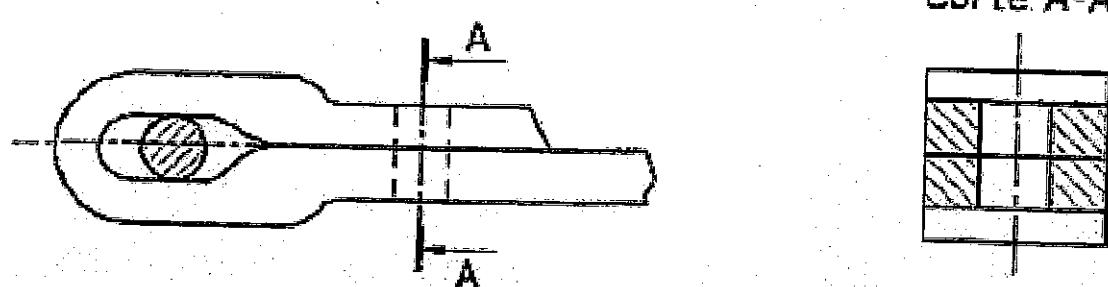
- Las áreas separadas de una sección o corte del mismo componente se deben rayar en la misma forma.
- El rayado de secciones o corte de componentes contiguos se debe realizar con diferente dirección o diferentes espacios (figura 4 y 5).


**Figuras 4**

**Figura 5**

- El espacio entre líneas del rayado, debe elegirse en proporción al tamaño de las áreas rayadas procurando mantener el espacio mínimo de 0.7 milímetros.
- En el caso de áreas grandes, el rayado puede limitarse a una zona que siga el contorno del área rayada (figura 5).
- Si las secciones de la misma parte en planos paralelos se muestra lado por lado, el rayado debe ser idéntico, pero puede no ser convergente a lo largo de la línea divisor entre las secciones si se considera que existe mayor claridad (figura 6).

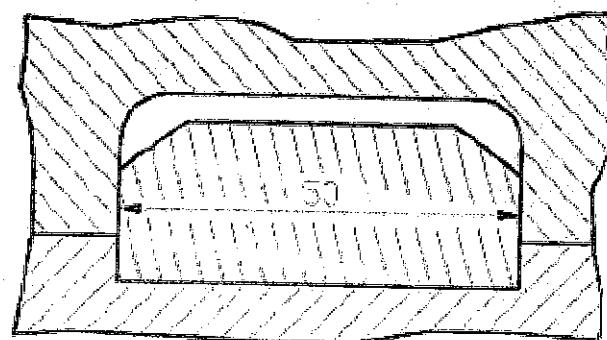

**Figura 6**

- En el caso de cortes por un solo plano, de una misma pieza, cuyas superficies rayadas son contiguas, el rayado se traza sin considerar la línea de separación (figura 7).



**Figura 7**

- El rayado se debe interrumpir cuando es necesario realizar inscripciones en el área rayada (figura 8).



**Figura 8**

**NORMA OFICIAL MEXICANA: NOM-Z-6-1986  
DIBUJO TÉCNICO – CORTES Y SECCIONES**

**OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN**

Esta Norma establece las características y especificaciones que deben tener las representaciones de cortes y secciones que se emplean en el dibujo técnico para facilitar la compresión del mismo.

**REFERENCIAS**

Para la aplicación de esta Norma, consultar las siguientes Normas Oficiales Mexicanas vigentes:

NOM – Z – 3      Dibujo Técnico – Vistas

NOM – Z – 4      Dibujo Técnico - Líneas

NOM – Z – 56      Dibujo Técnico – Letras

**DEFINICIONES**

- Sección.

Es la superficie situada en el plano de corte que no muestre ningún otro contorno (figura 1).

- Corte.

Es la sección para vista seccional situada en el plano de corte, incluyendo otros contornos visibles localizados más allá de dicho plano, cuando se observa en dirección de la vista (figura 1).

- Plano de corte

Es el trazo que representa la posición del corte o sección que se realiza en el dibujo (figura 1).

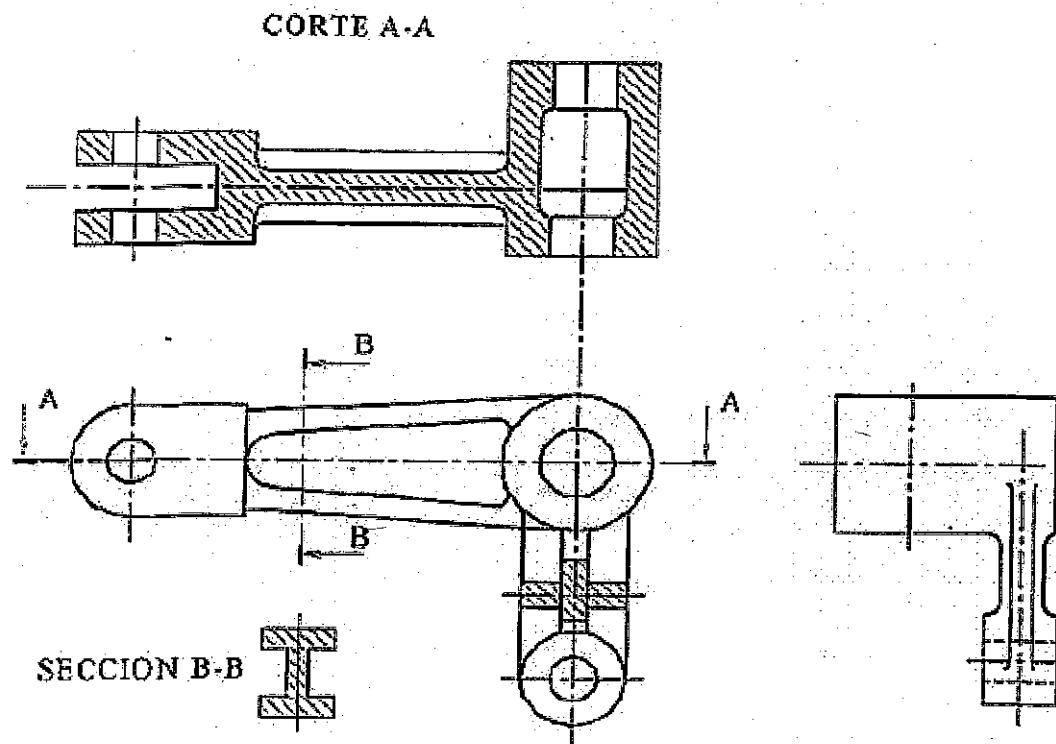
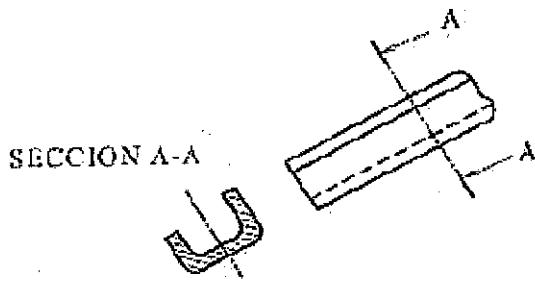


Figura 1

### **ESPECIFICACIONES**

- Las reglas general para la disposición de vistas se aplica al dibujar cortes o secciones (figura 1 y 2) (NOM-Z-3).
- La posición del o los planos de corte se debe indicar por medio de una línea en cadena delgada, con finales y cambios de dirección gruesos (figuras 3 a 7) (NOM – Z - 4).
- Si la ubicación de un plano de corte simple es obvia, no es necesario indicar su posición e identificación (figura 8).

- El plano de corte debe identificar por medio de letras mayúsculas y la dirección de la vista debe indicar por medio de flechas perpendiculares a dicho plano (figuras 3 a 7).
- Los cortes y secciones se designan por las mismas letras del plano de corte correspondiente.
- En algunos casos, las partes indicadas más allá del plano de corte no necesita dibujarse por completo.
- Plano de corte.
- Corte por un plano (ver figuras 3 y 9).
- Corte por dos planos paralelos (ver figura 4).
- Corte por tres planos sucesivos (ver figura 5).
- Corte por dos planos concurrentes, uno se muestra abatido en el plano proyección (ver figura 6).



Figuras 2

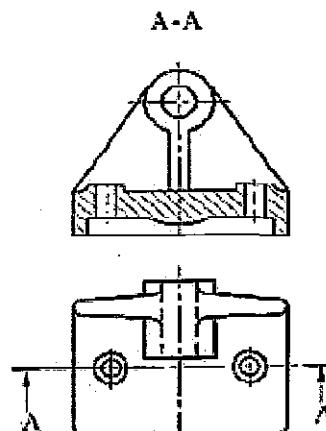


Figura 3

Figura 4.

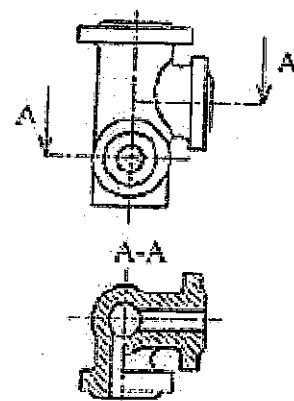


Figura 5

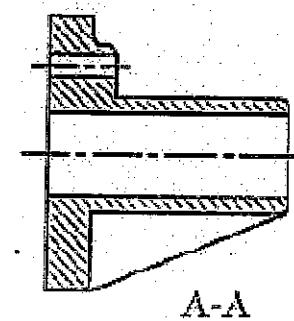
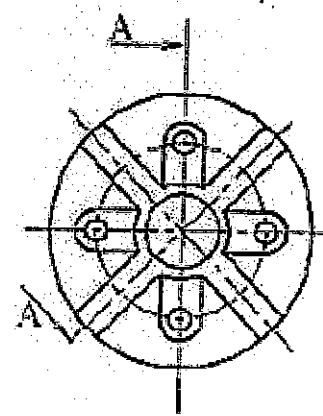
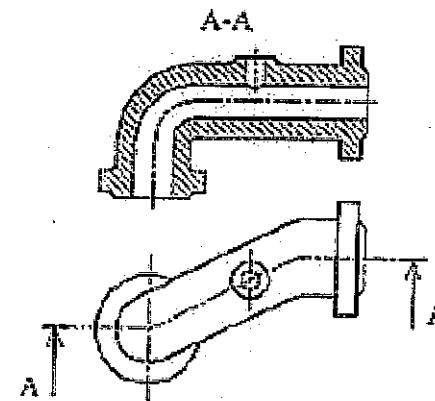
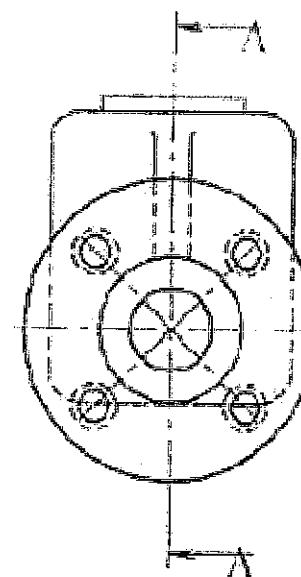
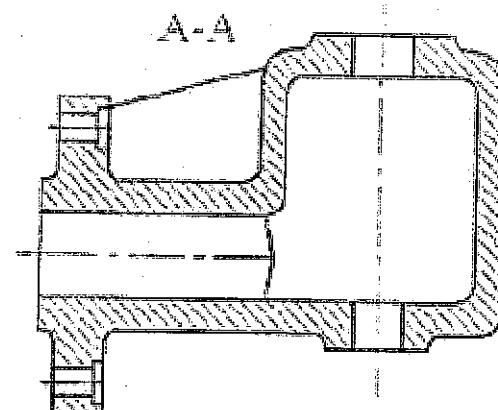
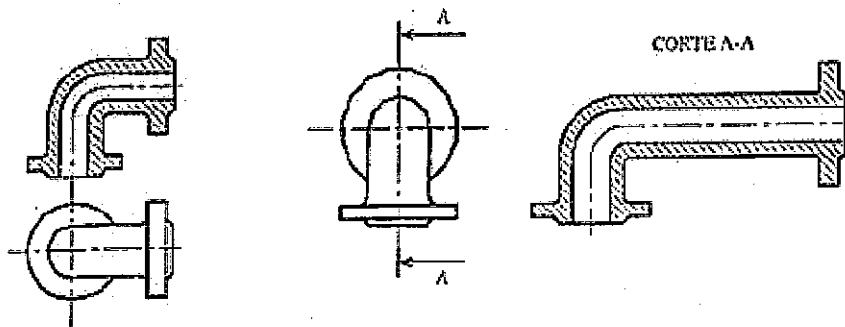


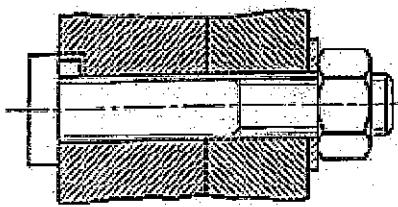
Figura 6

Figura 7





Figuras 8



Figuras 10

Figura 9

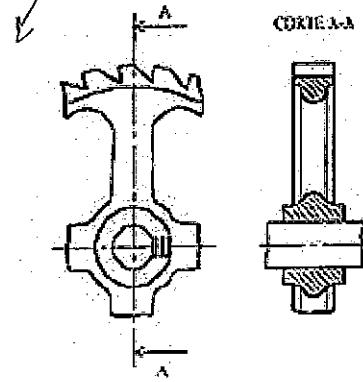
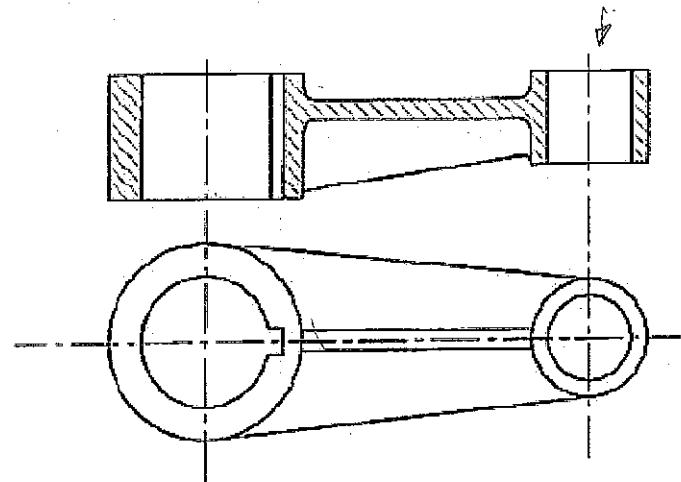
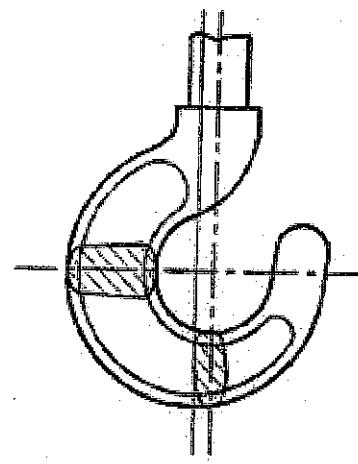


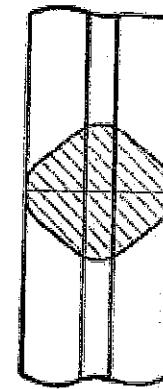
Figura 11



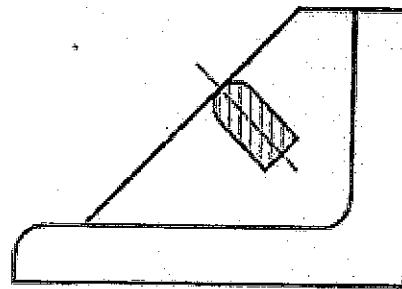
Figuras 12



Figuras 13



\*\*\* Figura 14



Figuras 15

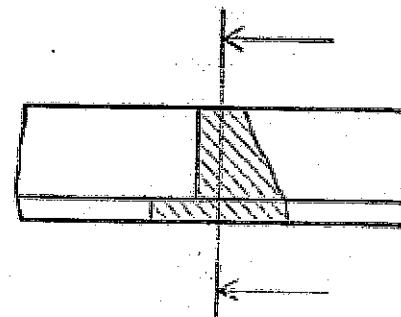


Figura 16

- En el caso de partes de revolución que contiene detalles separados regularmente que deben mostrarse pero que no están situadas en el plano de corte, tales detalles deben representarse girándolos dentro de dicho plan, procurando que no existan ambigüedades y recomendándose poner alguna indicación de ello (ver figura 7).
- En principio, las nervaduras, pasadores, flechas, ejes, brazos de poleas y partes semejantes no se cortan longitudinalmente; por lo tanto, no deben tener rayado (ver figuras 6, 7, 10, 11 y 12).

- Las secciones transversales pueden girarse en la vista apropiada o desplazarse.

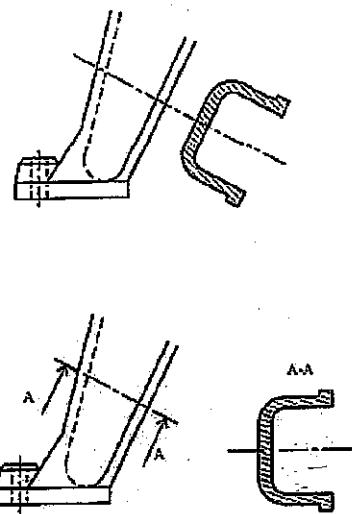
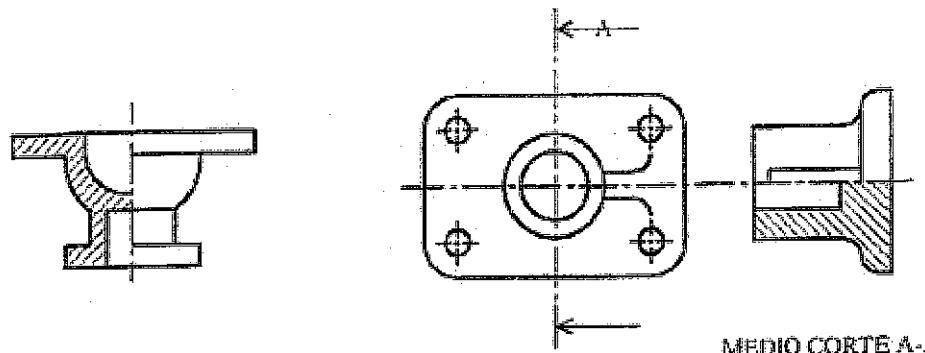


Figura 17

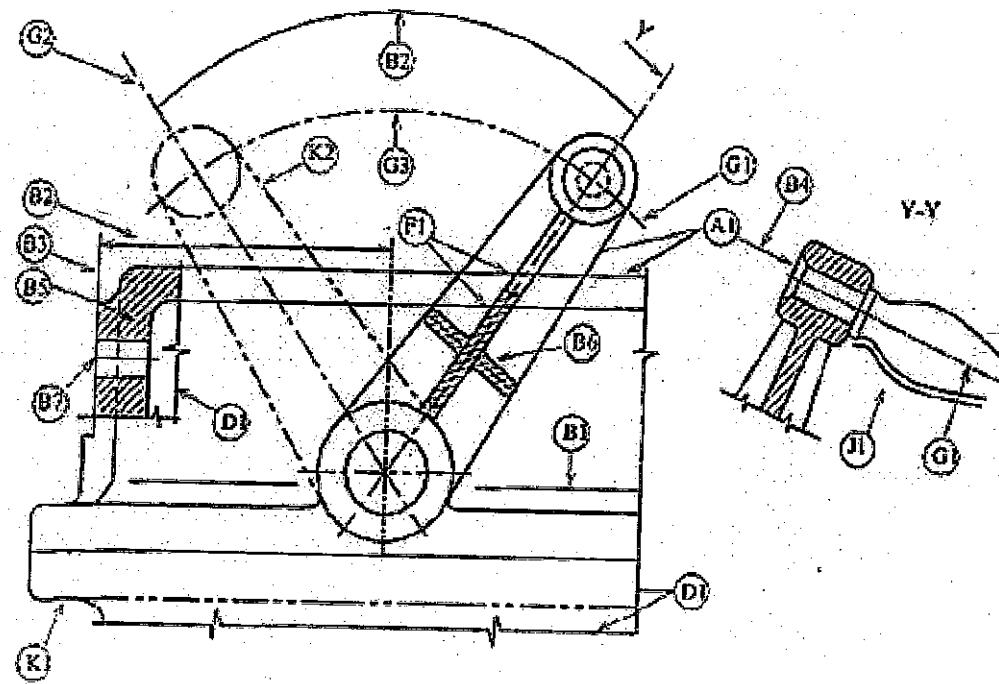
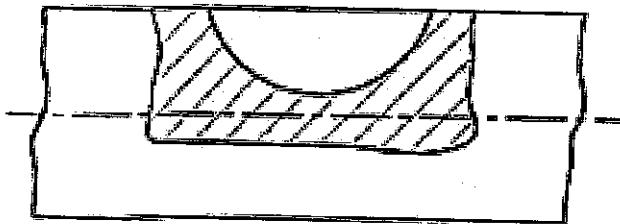
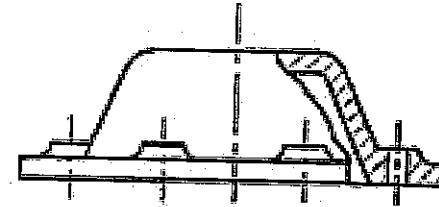
- Las partes simétricas pueden dibujarse, la mitad en vista completa y la mitad en sección (ver figura 18 y 19).



Figuras 18

Figura 19

- Una sección local puede dibujarse cuando no es conveniente una media sección o sección completa. La interrupción local puede mostrarse ya sea por medio de una línea continua delgada, trazada a pulso o por una continua delgada, con zigzag (ver figuras 20, 21 y 22)


**Figuras 20**

**Figuras 21**

**Figura 22**

**NORMA OFICIAL MEXICANA: NOM-Z-23-1986  
DIBUJO TÉCNICO – CLASIFICACIÓN DE LOS DIBUJOS**

**SEGÚN SU PRESENTACIÓN.**

**OBJETIVO**

La presente norma establece una clasificación de los dibujos técnicos atendiendo a su presentación o forma y establece la nomenclatura correspondiente.

**CAMPO DE APLICACIÓN**

Lo establecido por la presente norma se aplica totalmente en la rama mecánica de la ingeniería y tiene mucha relación, también, con la rama de la electricidad, electrónica e ingeniería civil.

**CLASIFICACIÓN DE LOS DIBUJOS TÉCNICOS SEGÚN SU PRESENTACIÓN**

Teniendo en cuenta la presentación de los dibujos técnicos, se clasifican en:

- Diagramas
- Graficas
- Monogramas
- Esquemas
- Perspectivas
- Croquis

Sin pretender que los que a continuación se establezca a una definición rigurosa, se darán las características principales de cada una de estas clases de dibujo y se incluyen los ejemplos de cada uno de ellos.

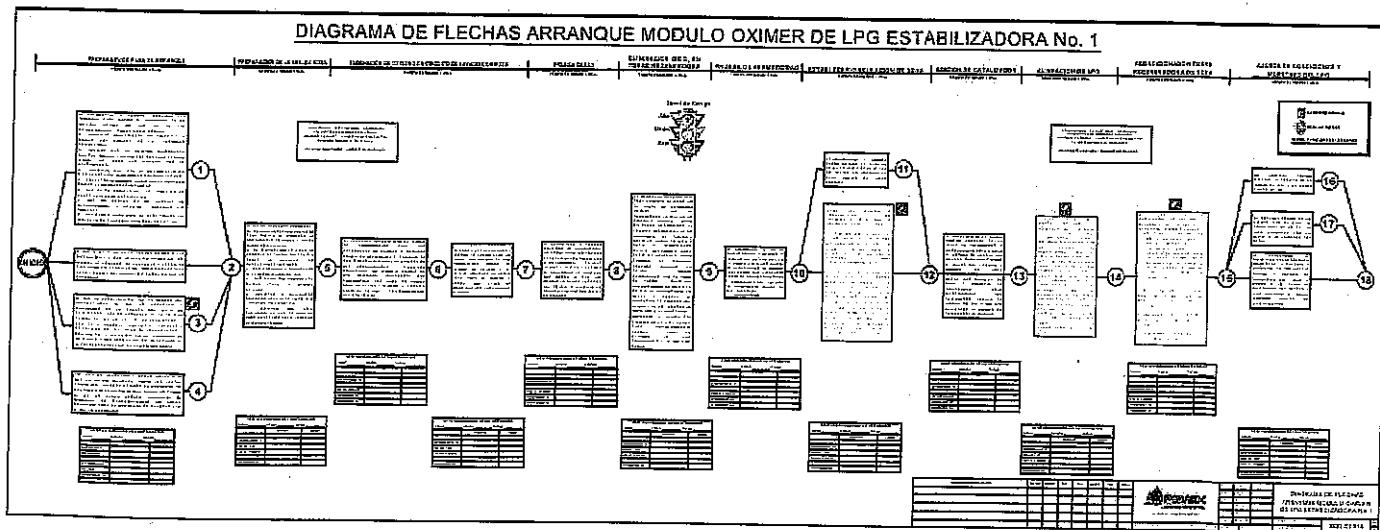
## Diagramas

Los diagramas son dibujos que muestran las relaciones de funcionamiento entre dos o más entidades. Las entidades pueden ser físicas como piezas, personas, etc., o abstractas, como planeación, implementación y otros.

Las formas geométricas que se emplean para representar a las entidades pueden no tener ninguna relación con las formas reales de las entidades físicas.

El lugar que en el dibujo ocupan las diferentes entidades, pueden no tener ninguna relación o semejanza con la posición que en el espacio ocupan las entidades reales cuando éstas son físicas.

Los diagramas eléctricos, electrónicos, hidráulicos, los organigramas, los dibujos para rutas críticas, etc., ejemplo de "diagramas".



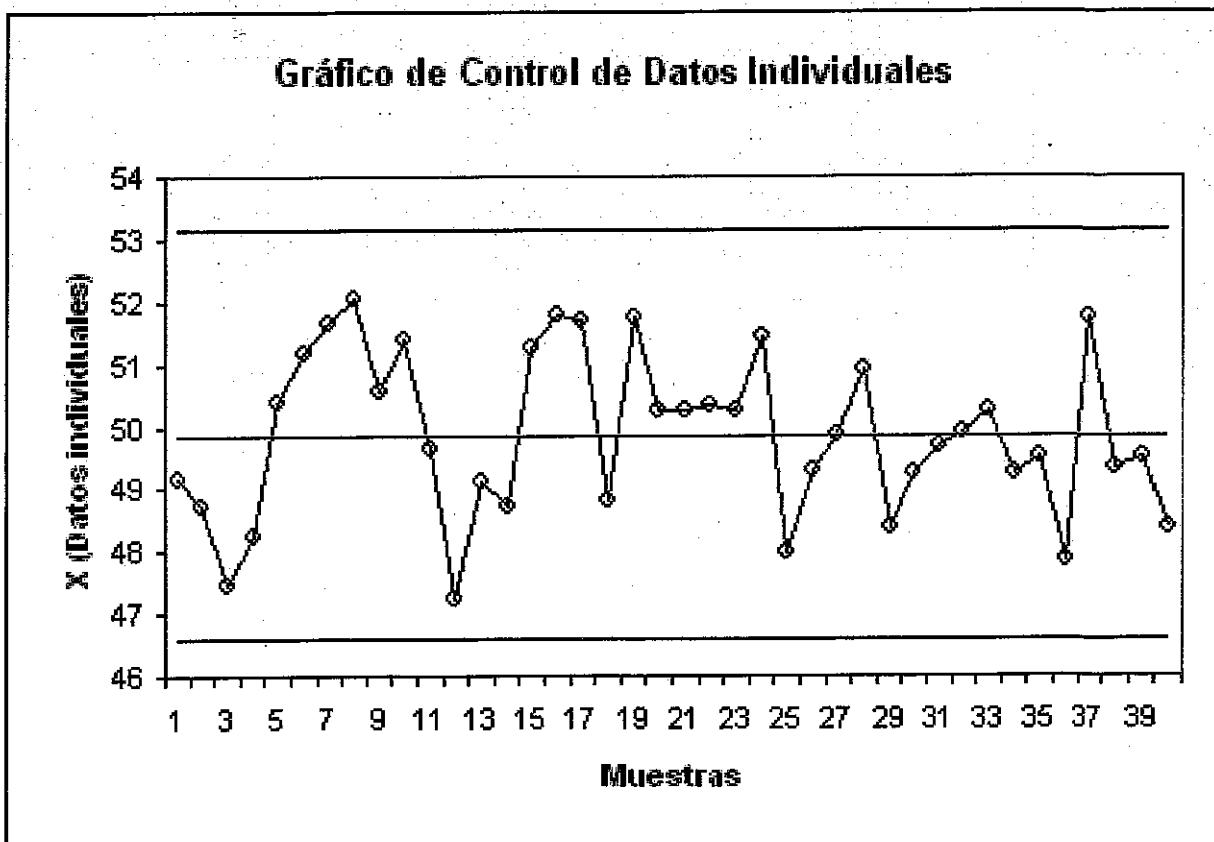
### Graficas

Las gráficas son dibujos que sirven para representar valores relativos o comportamientos de variables en función de otras variables.

En el primer caso, existen muchas maneras de representar dichos valores, las más frecuentes empleadas son las gráficas de barras y las de sectores.

En el segundo caso, el tipo más utilizado es el de una variable independiente y una función; sin embargo, existen diferentes maneras de representar el comportamiento de más de dos variables, en forma gráfica.

Las gráficas cuidadosamente trazadas pueden servir para el cálculo de valores numéricos particulares de las variables.

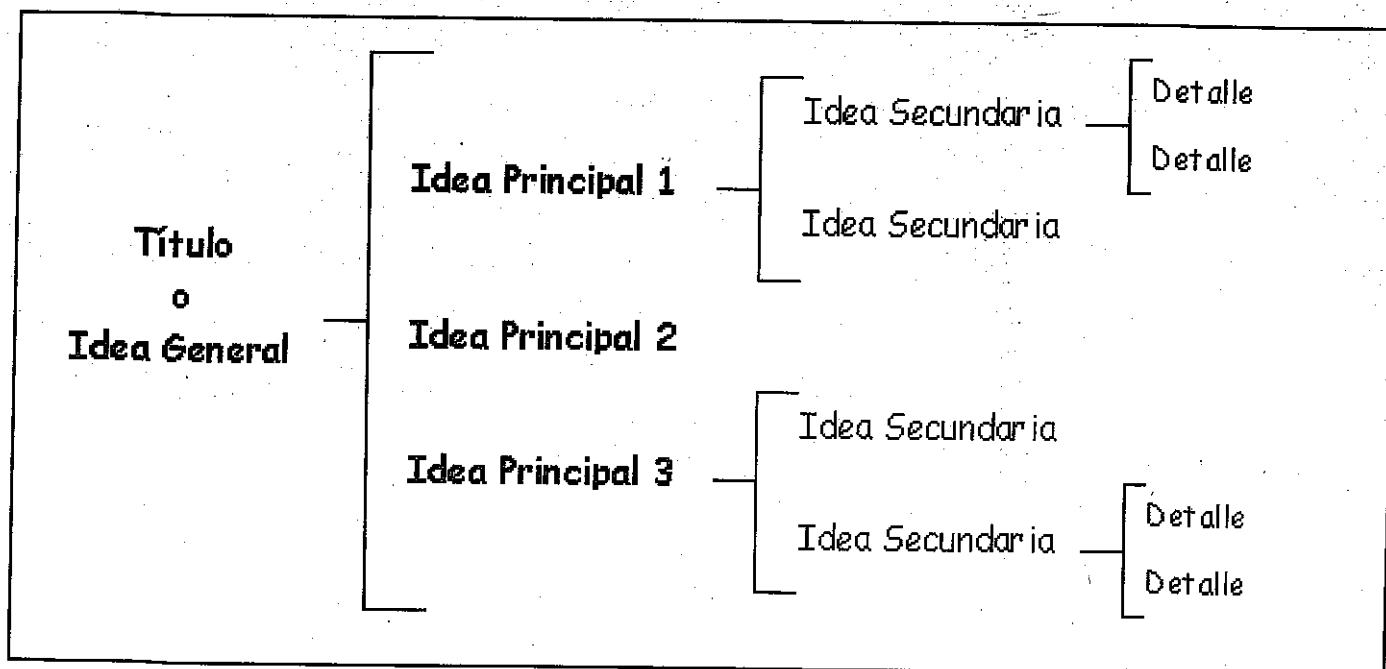


### **Esquemas**

Los esquemas son dibujos técnicos que representan piezas aisladas o conjuntos de piezas ensambladas o relacionadas entre sí, para dar una idea clara del funcionamiento del conjunto, de la estructura o ambas cosas.

En los esquemas, las piezas y los aparatos están representados en una forma muy simple, pero guardan cierta relación de forma, tamaño y ubicación, con las piezas y aparatos que constituyen el conjunto real.

Pueden hacerse una combinación entre los diagramas y los esquemas y al resultado pueden llamársele esquema si las características predominan son las de estos dibujos o diagramas en el caso de que las características predominen sean las correspondiente a los diagramas.



**NORMA OFICIAL MEXICANA: NOM-Z-25-1986  
DIBUJO TÉCNICO – ACOTACIONES**

**OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN**

Esta Norma Oficial Mexicana establece las formas en que deben indicarse las acotaciones en los dibujos técnicos.

**REFERENCIAS**

Para la aplicación de esta Norma, consultar las siguientes Normas Oficiales Mexicanas vigentes:

**NOM-Z-3 Dibujo Técnico – Vistas**

**NOM-Z-4 Dibujo Técnico – Líneas**

**NOM-Z-56 Dibujo Técnico – Letras**

**DEFINICIONES**

Acotación.

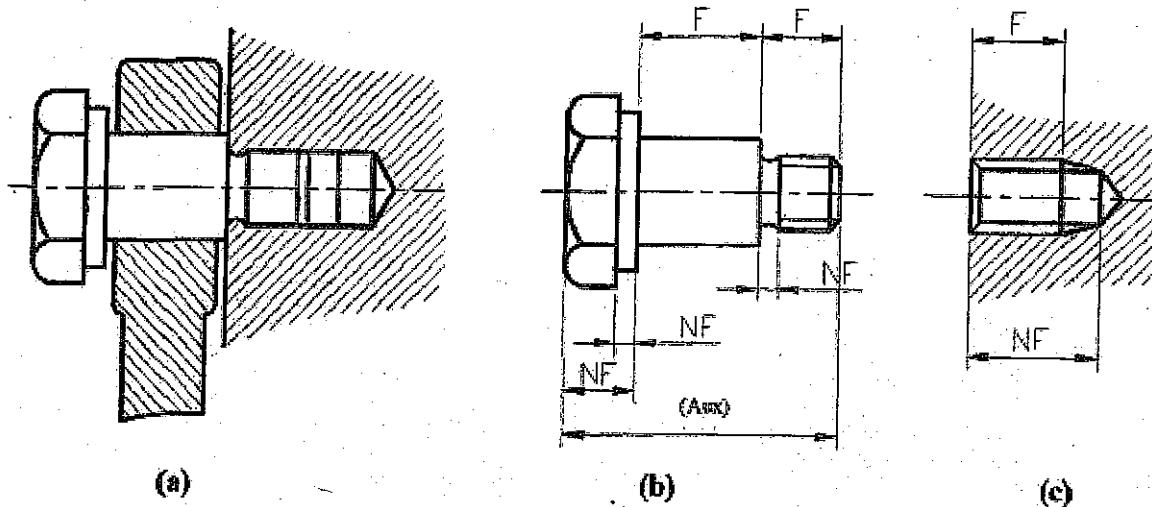
Es el grupo de elementos gráficos que se emplea para indicar las dimensiones lineales o angulares de lo representado en un dibujo.

Elemento:

Parte característica de un dibujo representada por un rasgo particular como una superficie, una artista, un contorno, etc.

Dimensión funcional.

Es aquella que se define los elementos esenciales del dibujo en cuanto a la función de lo que está representado (figura 1).


**Figura 1**

### Dimensión auxiliar.

Es aquella que se indica sin tolerancias, únicamente para efectos de información (figura 1).

### Líneas de referencia.

Son aquellas que limitan el elemento que está acotado en un dibujo.

Líneas de dimensión. Son aquellas que están delimitada por las líneas de referencia indican al elemento acotado en el dibujo, contenido las dimensiones y en su caso las tolerancias e indicaciones necesarias.

### ESPECIFICACIONES

- Líneas de referencia y líneas de dimensión.
- Las líneas de referencia y las de dimensión se deben trazar con líneas delgadas continuas (figura 2).


**Figura 2**

- Las líneas de referencia y las de dimensión no deben cruzar otras líneas a menos que se inevitable. (figura 3).

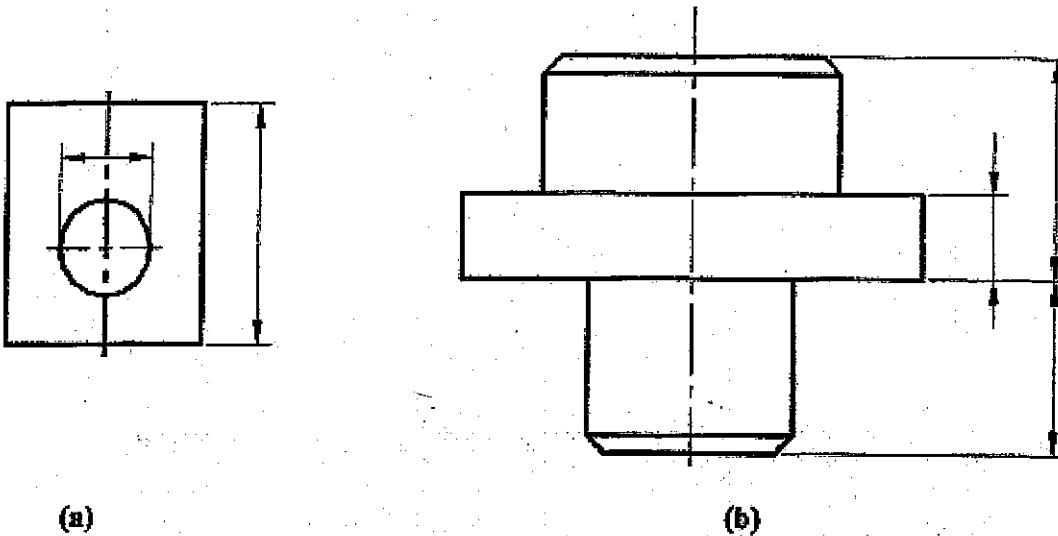
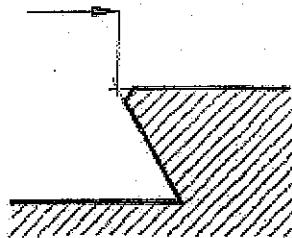


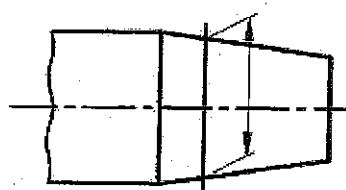
Figura 3

- Las líneas de referencia deben prolongarse ligeramente más allá de la línea de dimensión (figura 2).
  - Cuando se cruzan dos líneas de referencia, ésta debe extenderse ligeramente más allá del punto de intersección (figura 4).



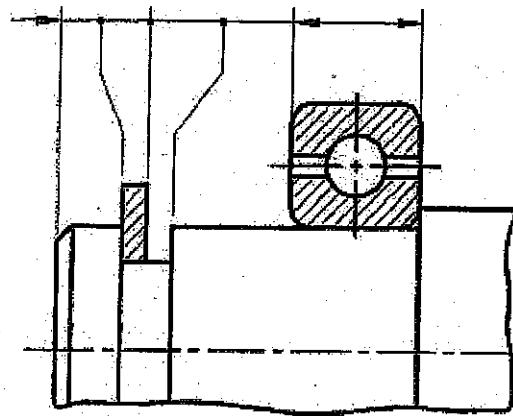
**Figura 4**

- Las líneas de referencia, para acotación lineal, deben trazarse perpendicular al elemento (figura 2).
  - Las líneas de referencia, cuando sea necesario, pueden trazarse oblicuas y paralelas una con otra (figura 5).



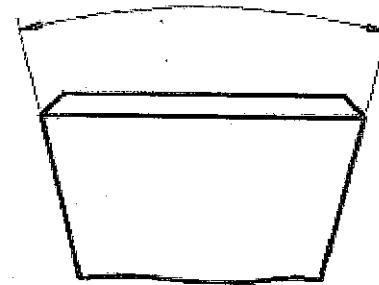
**Figura 5**

- Las líneas de referencia para acotaciones muy pequeñas, pueden quebrarse y abrirse (figura 6).
- Las líneas de referencia, para acotación angular, deben trazarse prolongado



**Figura 6**

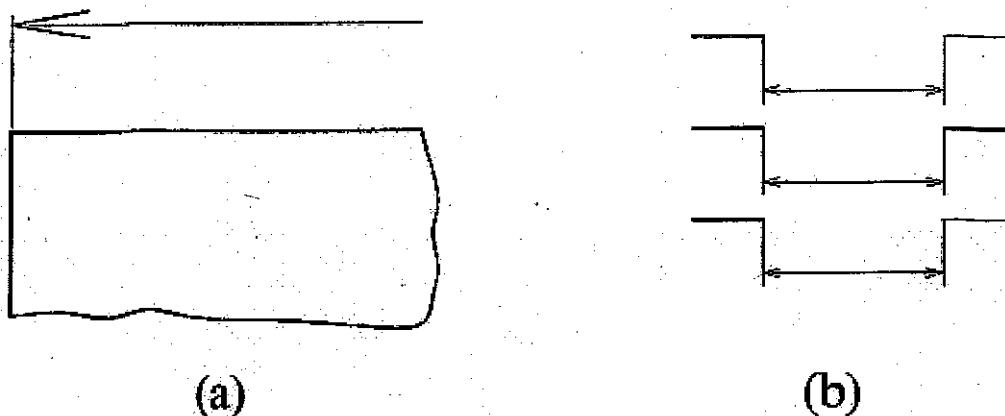
los lados, aristas o contornos que definen el ángulo (figura 7).



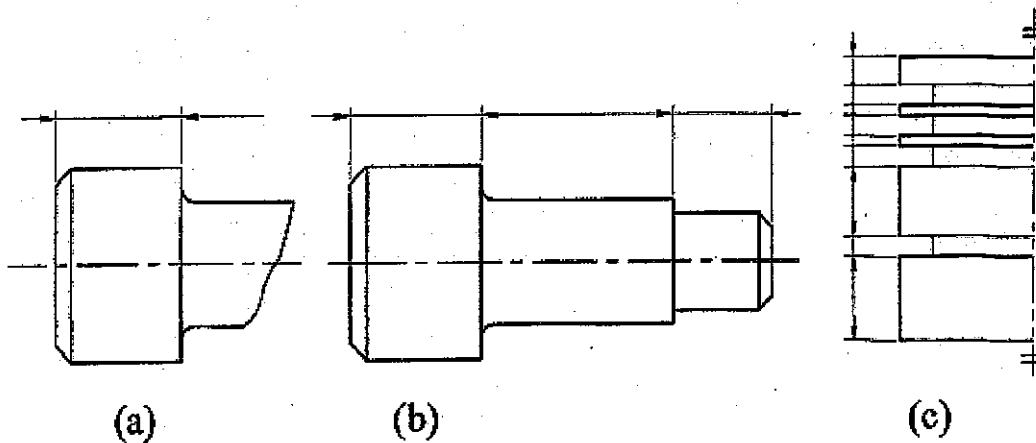
**Figura 7**

- Las líneas de dimensión, para acotación lineal, deben trazarse paralelamente al elemento (figura 2).

- Las líneas de dimensión, para acotación angular, deben trazarse en arco de circunferencia cuyo centro coincide con el vértice del ángulo (figura 7).
- Cada extremo de la línea de dimensión debe definirse con una punta de flecha trazada con dos líneas cortas simétricas que convergen a un ángulo suficiente abierto para marcar la unión con la línea de referencia (figura 8).

**Figura 8**


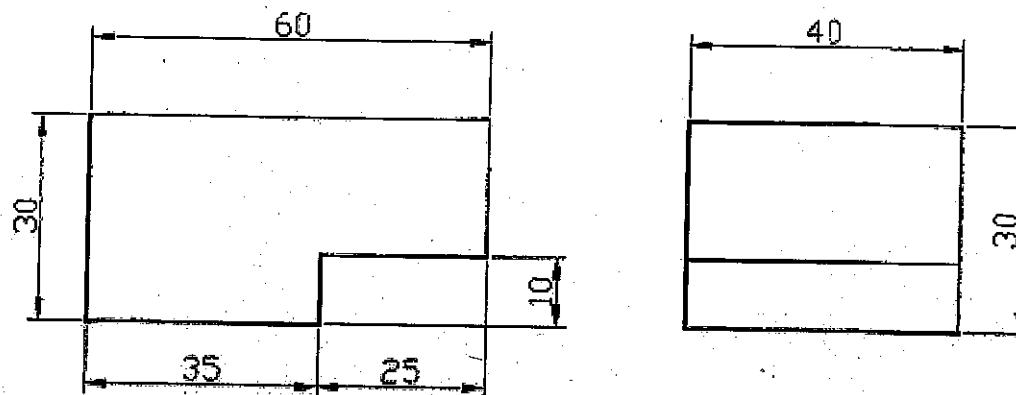
- En caso de no haber espacio disponible, las puntas de flecha pueden trazarse invertidas y las siguientes sustituirse por un punto o como se indica en el punto anterior (figura 9).


**Figura 9**

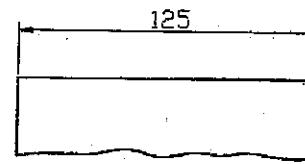
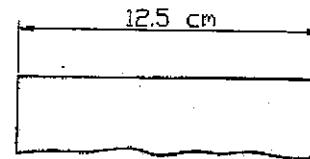
- El tamaño de las puntas de flecha debe ser proporcional al espesor de la líneas del dibujo (figura 8) (NOM-Z-4).

**Dimensiones**

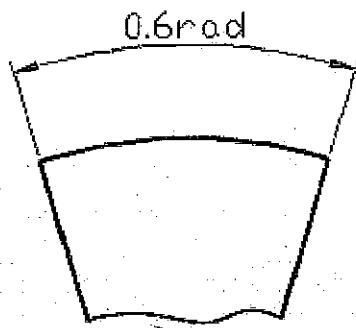
- Una dimensión no debe darse más de una vez en el dibujo, excepto cuando sea inevitable (figura 11).


**Figura 11**

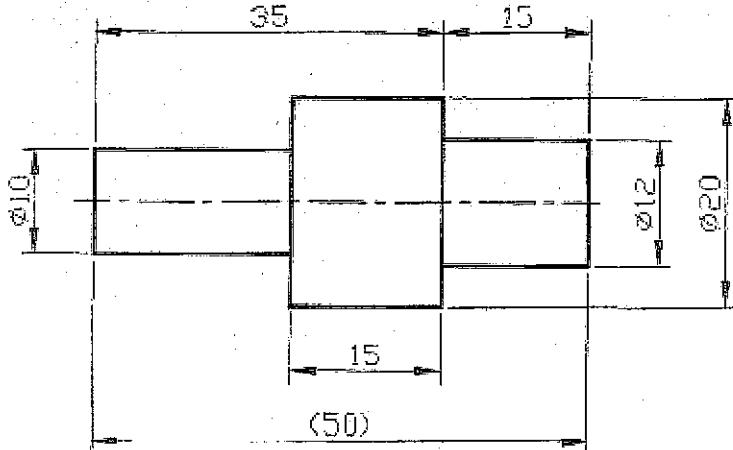
- Las dimensiones no funcionales y las auxiliares deben situarse en el dibujo de tal manera que evite confusiones (figura 1).
- La dimensión funcional debe expresarse en el dibujo y no deducirse a partir de otras dimensiones o de la escala del dibujo (figura 1).
- Debe evitarse la medición directa de una dimensión funcional sobre el dibujo.
- Todas las dimensiones en el dibujo deben expresarse en la misma unidad y en caso contrario debe indicarse después de la dimensión, la unidad empleada (figura 12).


**(a)**

**(b)**
**Figura 12**

- En algunos casos, pueden escribirse una nota general sobre la unidad empleada y que se aplica en todo el dibujo.
- En las dimensiones angulares siempre deben indicarse la unidad (figura 13).

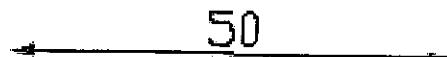

**Figura 13**

- Las dimensiones auxiliares deben encerrarse en un paréntesis para mostrar que no están sujetas a ninguna tolerancia cuando se aplican tolerancias generales en el dibujo (figura 14).


**Figura 14**

- La dimensión debe expresarse con números y letras del tamaño adecuado al dibujo para asegurar su lectura (NOM-Z-56).

- Los números y letras deben colocarse arriba y de preferencia en la parte media de la línea de dimensión de tal manera que no se crucen o separen por otra línea del dibujo (figura 15).



- Evitar expresar dimensiones en zonas rayadas; si no es posible, se deben interrumpir el rayado en donde va la dimensión (figura 16).

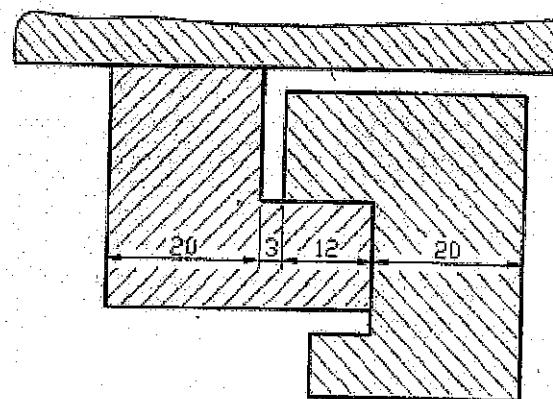


Figura 16

- Cuando se tiene un grupo de dimensiones paralelas, pueden éstas desplazarse a izquierda y derecha, alternadamente, de la línea de dimensión respectiva (figura 17).

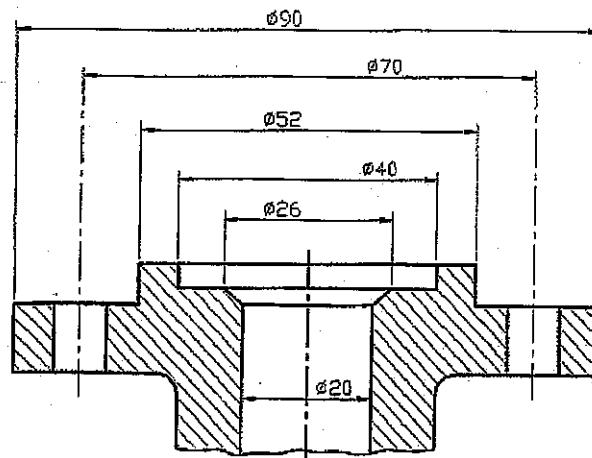
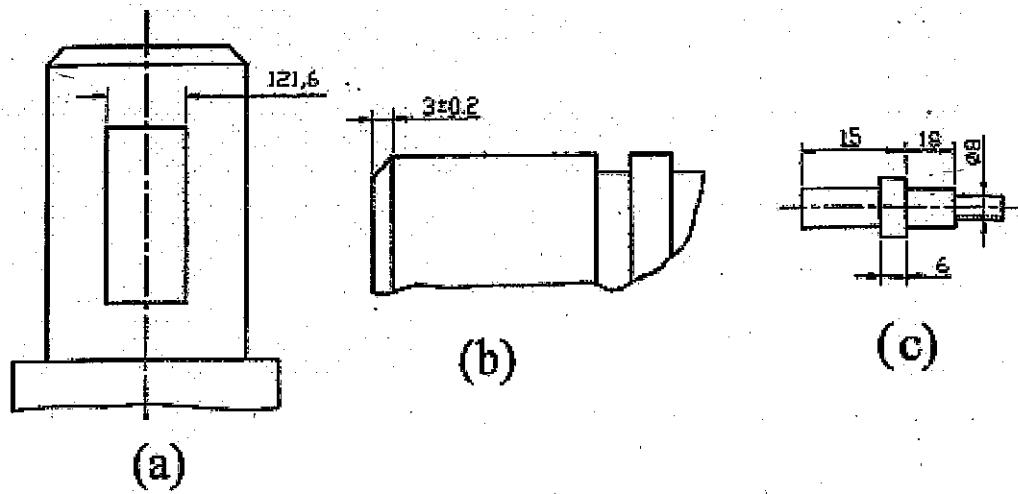
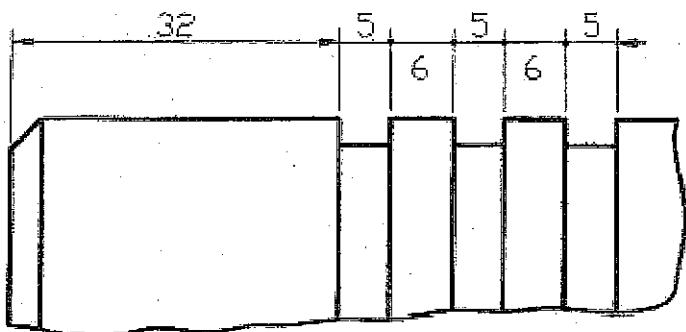
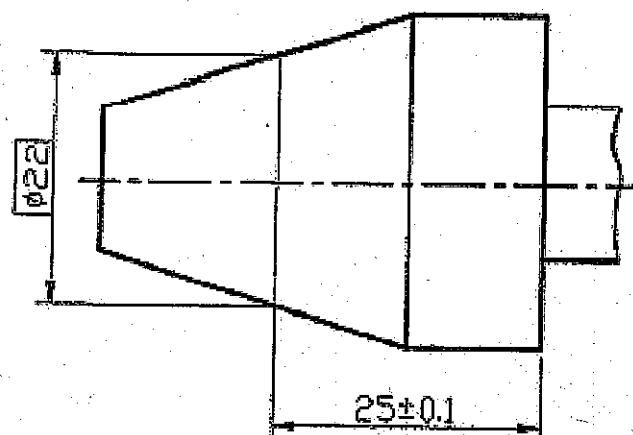


Figura 17

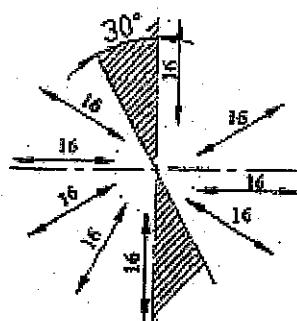
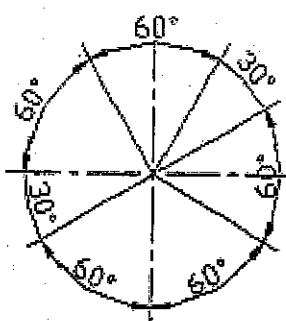
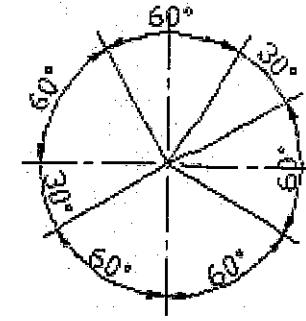
- Cuando el espacio es muy pequeño o no se quiere interferir con otras líneas, la dimensión debe marcarse arriba de la prolongación de la línea de dimensión después de la punta de la flecha al lado derecho (figura 18).
- Cuando se trata de una serie de dimensiones del valor pequeño, éstas pueden marcarse, alternadamente, sobre y bajo la línea de dimensión (figura 19).
- Las dimensiones que no corresponden a la escala del dibujo deben subrayarse (figura 18).


**Figura 18**

**Figura 19**

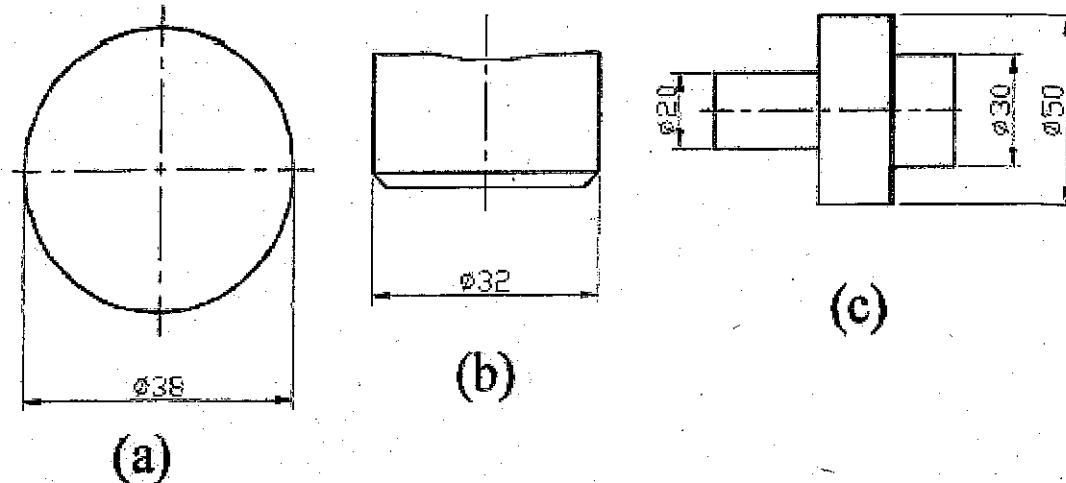
- Al establecerse una dimensión que corresponde a un elemento teórico en el dibujo, ésta se debe encerrar en un cuadro (figura 20).


**Figura 20**

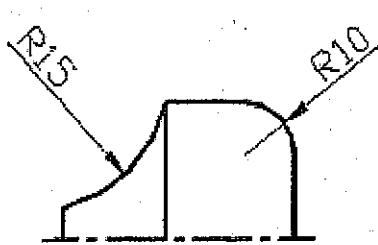
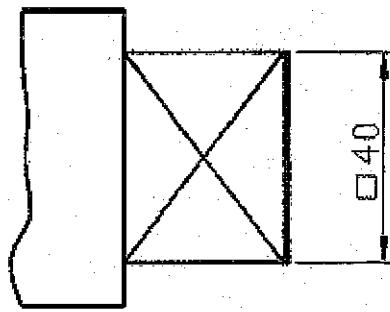
- Para las dimensiones en un sistema de ejes, éstas deben colocarse de tal manera que puedan leerse fácilmente desde la parte inferior y desde la derecha del dibujo (figura 21).
- En algunos casos las dimensiones angulares pueden marcarse horizontalmente si esto mejora la claridad del dibujo (figura 22).


**(a)**

**(b)**
**Figura 21**

**Figura 22**

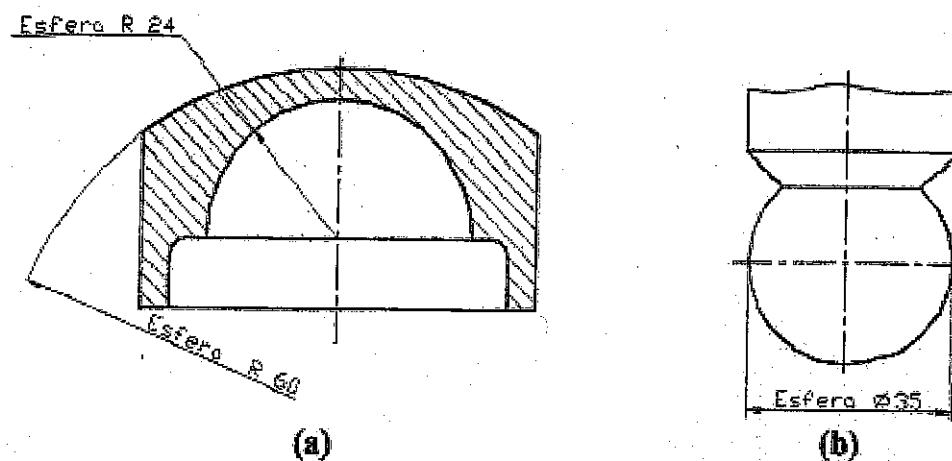
- Para la dimensión de un diámetro debe colocarse antes de ella el símbolo  $\emptyset$  (figura 23).


**Figura 23**

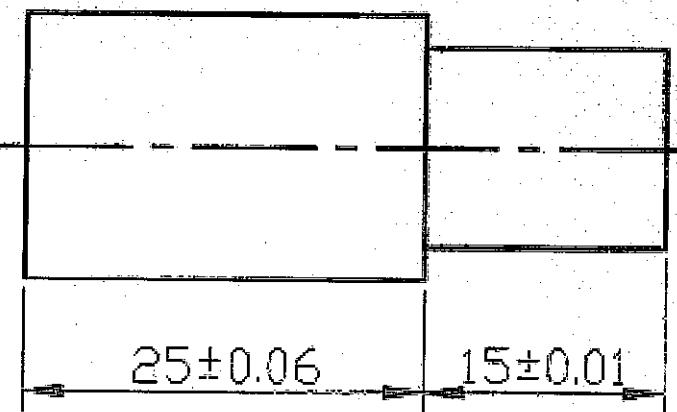
- Para la dimensión de un radio debe colocarse antes de ella la letra R (figura 24).
- Para la dimensión de una sección cuadrada debe colocarse antes de ella el símbolo (figura 25).


**Figura 24**

**Figura 25**

- Para la dimensión del radio o del diámetro de una superficie esférica debe anteponerse la palabra ESFERA (figura 26).


**Figura 26**

- Las tolerancias deben especificarse en todos los requisitos que afecten el funcionamiento o intercambio, a menos que un procedimiento de trabajo establecido o común garantice la exactitud de la norma exigida (figura 27).


**Figura 27**

- En los casos en que las tolerancias son comunes, pueden indicarse por medio de una nota.
- Cuando se da únicamente la dimensión, las tolerancias quedan definidas por el proceso d producción que se aplique.
- Las tolerancias se deben indicar con sí signo respectivo entre las dimensiones de ellas. (figura 28).

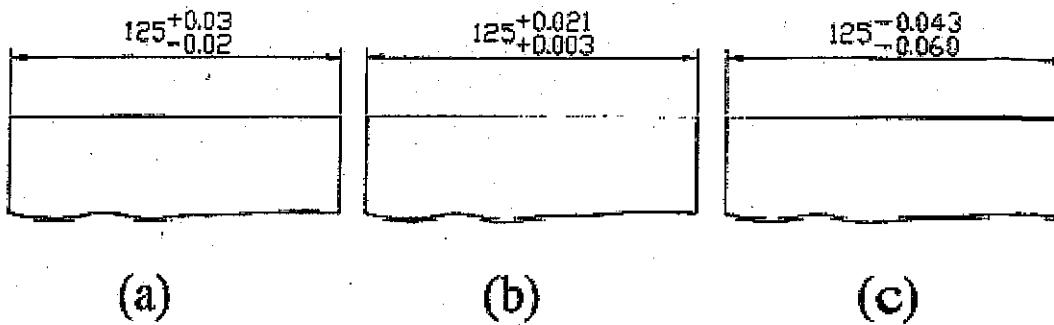


Figura 28

- Las tolerancias también deben emplearse cuando se permiten variaciones amplias poco usuales.
- Cuando sea necesario limitar tolerancias resultantes a un valor menor que la suma algebraica de las tolerancias individuales, debe indicarse por medio de una nota.
- El trasferir las tolerancias debido al cambio de un proceso a otro, implica una redistribución de ellas con el resultado general que indique tolerancias más estrechas para mantener los requisitos funcionales (figura 29).

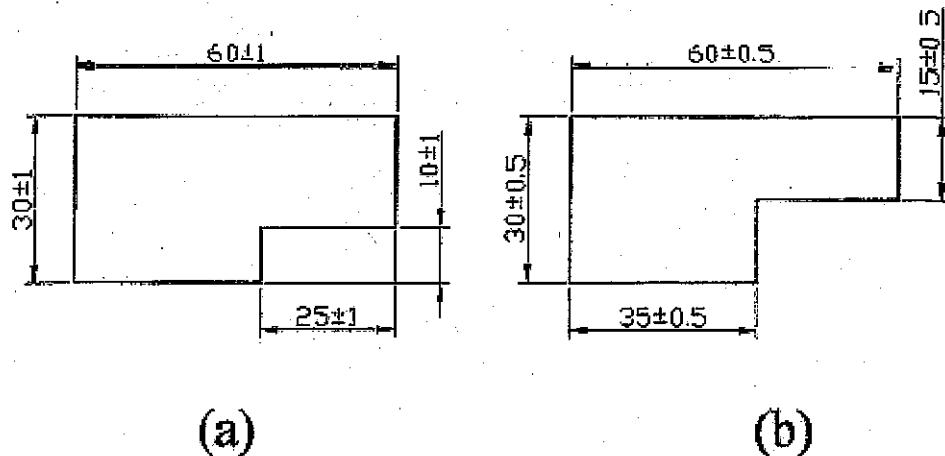
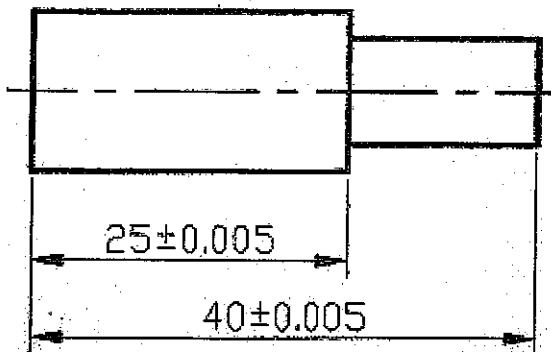


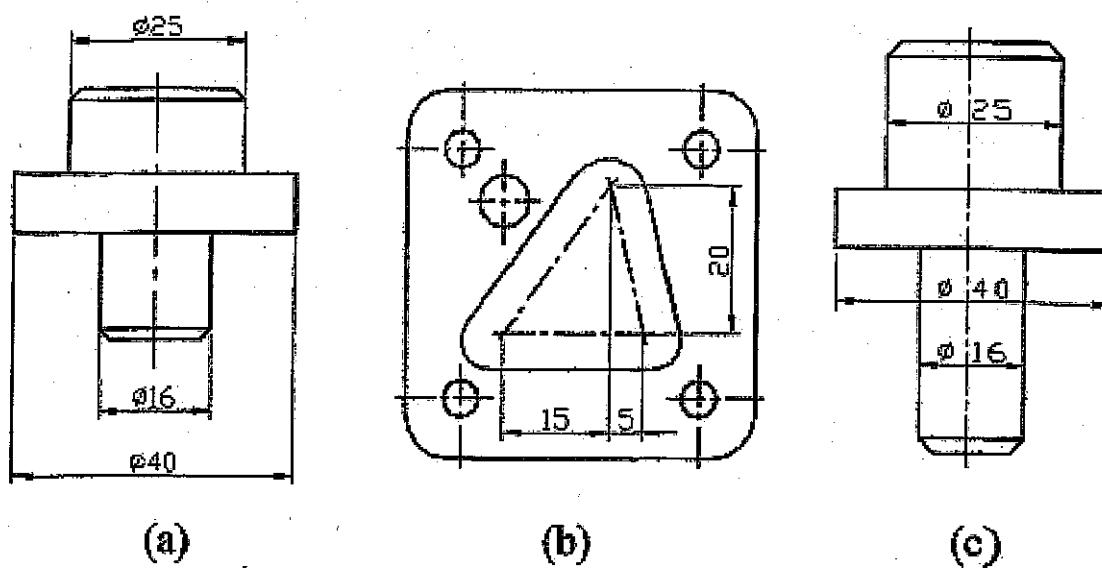
Figura 29

- Cada vez que sea conveniente deben emplearse tolerancias y límites normalizados.
- Acotaciones

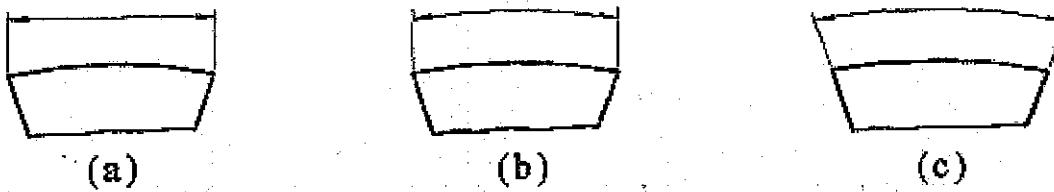
- Todas las acotaciones deben expresarse directamente en el dibujo junto con cualquier otra información necesaria, considerando el tipo de dibujo que se está realizando (figura 30).


**Figura 30**

- Las acotaciones deben realizarse en la vista que muestre más claro a los elementos importantes preferentemente fuera de los contornos de la vista a menos que sea conveniente o inevitable (figura 31)(NOM-Z-3).

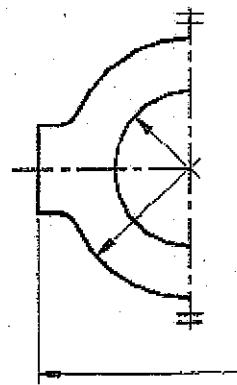

**Figura 31**

- No deben darse más acotaciones que las requeridas; ningún elemento debe localizarse o deducirse por más de una ellas en cualquier vista del dibujo.
- Como excepción puede acotarse cuando sea conveniente añadir dimensiones auxiliares que den información útil y eviten los cálculos.
- Las acotaciones de acuerdo, arcos y ángulos deben ser como se muestra en la figura 32 (a, b y c respectivamente).



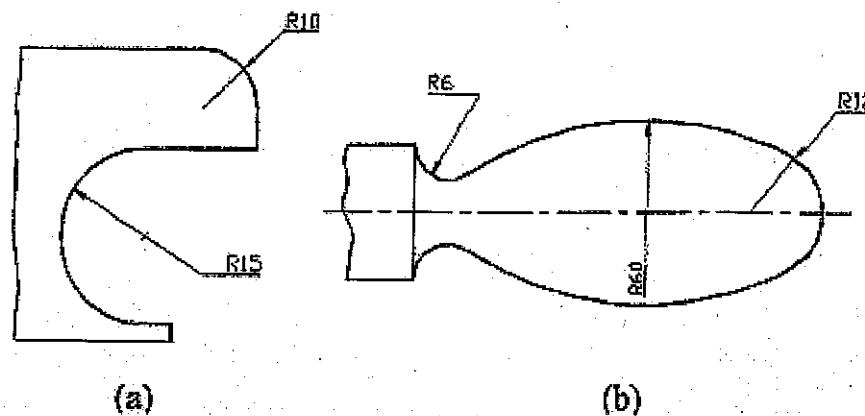
**Figura 32**

- Las acotaciones de vistas trazadas parcialmente y de secciones parciales de partes simétricas, deben realizarse extendiendo ligeramente la línea de dimensión más allá del eje de simetría suprimiendo la segunda flecha y colocando la dimensión adecuadamente.



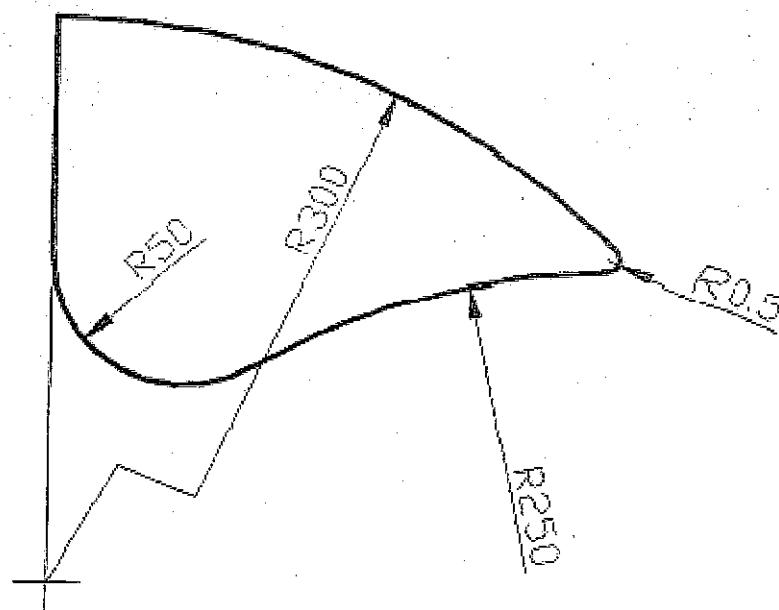
**Figura 33**

- Para acotar un radio, la línea de dimensión se traza del centro hacia la circunferencia; puede iniciar en el centro, sobre pasarlo o no llegar a él. Generalmente es suficiente un extremo de la línea de dimensión en el arco (figura 34).



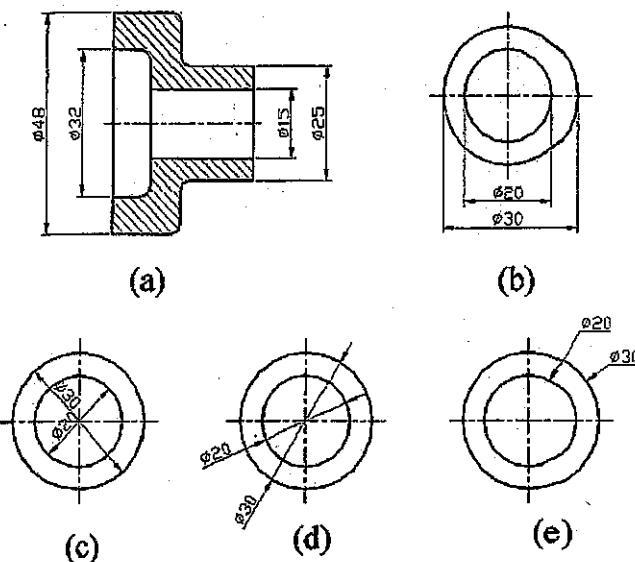
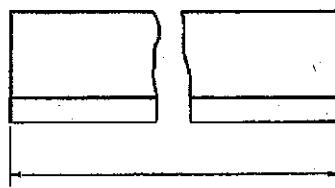
**Figura 34**

- Los radios no se deben acotar en las vistas en donde se muestra la circunferencia o el arco correspondiente (figura 34).
- Cuando el centro de un arco se encuentre fuera de los límites del espacio disponible, la acotación del radio de debe realizar cortando o interrumpiendo la línea de dimensión de acuerdo a la necesidad de localizar el centro (figura 35).



**Figura 35**

- La acotación de diámetros se debe efectuar como se muestra en la figura 36.
- La acotación de vistas interrumpidas se debe efectuar trazando la línea de dimensión en forma continua (figura 37).
- Cuando es conveniente indicar que una superficie o zona de la superficie se le tiene que dar un tratamiento adicional en etapas intermedias de producción antes del acabado dentro de los límites que se especifican en el dibujo, estos límites pueden definirse por medio de una línea gruesa en cadena trazada paralelamente a la superficie y a corta distancia con su acotación correspondiente (figura 38).
- Si la situación y extensión de la superficie que recibe el tratamiento queda expresada claramente en el dibujo, puede omitirse la acotación (figura 39).
- Las acotaciones con dimensiones en cadena sólo deben usarse en donde la acumulación de éstas no haga confuso los requisitos funcionales (figura 40).


**Figuras 36**

**Figura 37**



**Figura 38**

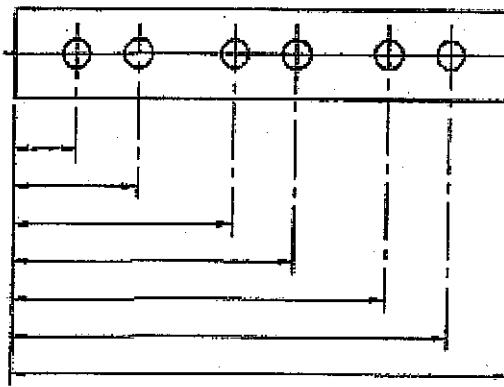


**Figura 39**

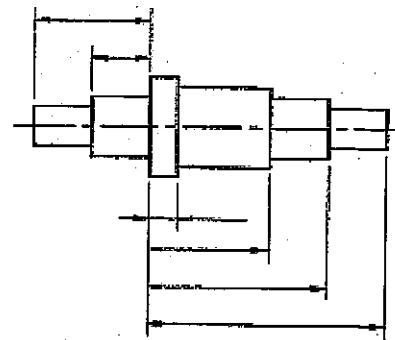


**Figura 40**

- Cuando un número de dimensiones con la misma dirección tiene un elemento de referencia común, la acotación debe efectuarse como se muestra en las figuras 41 y 42.

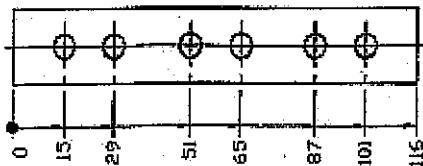
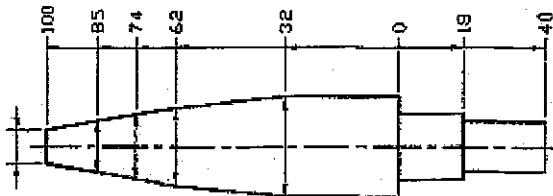


**Figuras 41**

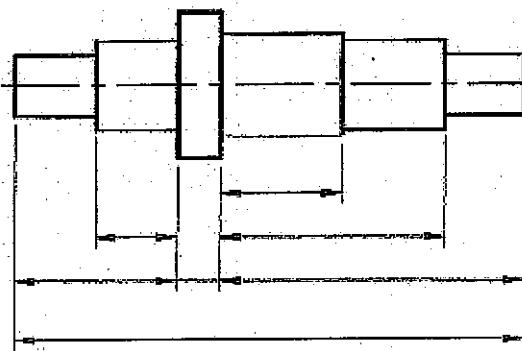


**Figura 42**

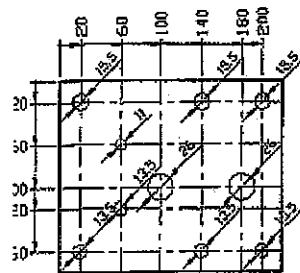
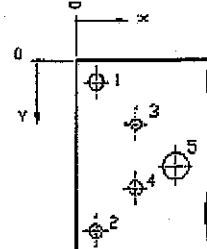
- Siempre que no exista confusión puede usarse por su simplicidad la acotación mostrada en las figuras 43 y 44, la línea se indica con un punto y un cero, situándose las dimensiones orientadas con las líneas de referencia.


**Figuras 43**

**Figura 44**

- Las acotaciones combinadas resultan del uso simultáneo de los indicado en los puntos anteriores, expresadas en un sólo dibujo.

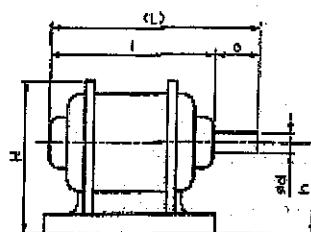

**Figura 45**

- En algunos casos puede ser útil agrupar las acotaciones, separando las dimensiones en una tabla para evitar aglomeraciones como se muestra en las figuras 46 y 47.


**Figuras 46**

**Figura 47**

	1	2	3	4	5
X	20	20	60	60	100
Y	20	160	60	120	90
Ø	15.5	13.5	11	13.5	26

- Cuando el dibujo representa varios tipos de un mismo producto, se puede acotar empleando literales como dimensión y adjuntando la tabla de valor correspondiente (figura 48).



Tipo	H	h	$\phi d$	L	t	a
I	300	175	25	480	400	80
II	350	200	25	530	450	90
III	400	240	32	600	500	100
IV	450	260	32	670	570	100
V	500	290	38	720	600	120
VI	550	310	38	790	670	120

Figura 48

- Los biselados deben acotarse como se muestra en la figura 49, sin embargo cuando el ángulo es igual a  $45^\circ$ , la acotación se puede simplificar como lo muestra la figura 50.

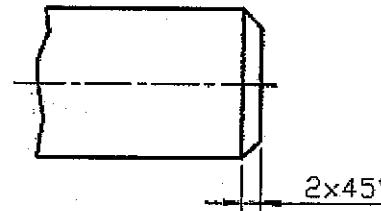
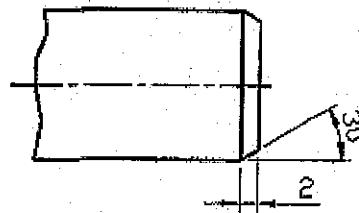


Figura 49

Figura 50

- Cuando una acotación se divide en dos partes iguales, puede usarse el signo = para indicar que las dimensiones son nominalmente iguales (figura 51).

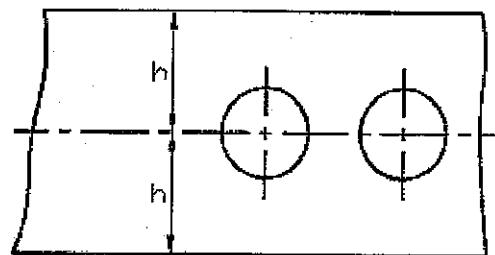
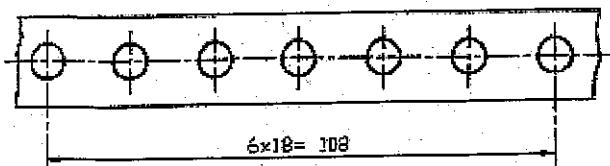
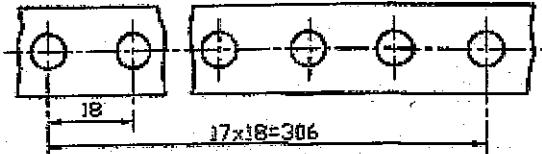
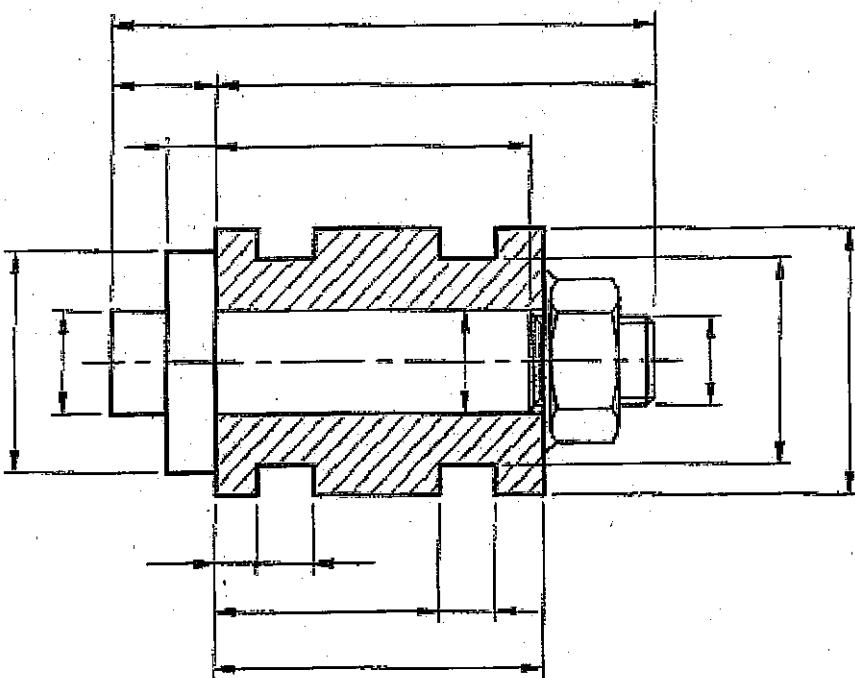


Figura 51

- Cuando se tienen elementos dispuestos regularmente o equidistantes, se puede acotar, por ser más simple, como se muestra en la figura 52.
- Si existe cualquier posibilidad de confusión entre la acotación y el número de ellas, se debe acotar como en la figura 53.


**Figura 52**

**Figura 53**

- Cuando varias partes de dibujan en conjunto, los grupos de acotaciones relativas a cada parte deben mantenerse separadas tanto como sea posible (figura 54).


**Figura 54**

- Para indicar acotaciones por medio de la líneas guía, exceptuando los cocientes al acabado de las superficies, la línea guía debe terminar en un punto cuando se refiere al interior del contorno del dibujo y en punta de flecha cuando se refiere sólo al contorno (figura 55).
- Para evitar la repetición de una misma acotación o para evitar líneas guía largas, debe usarse letras de referencia, las cuales se relacionan a una tabla o nota (figura 56).



Figura 55

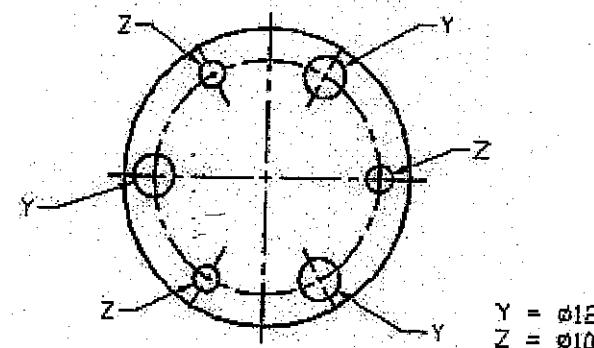
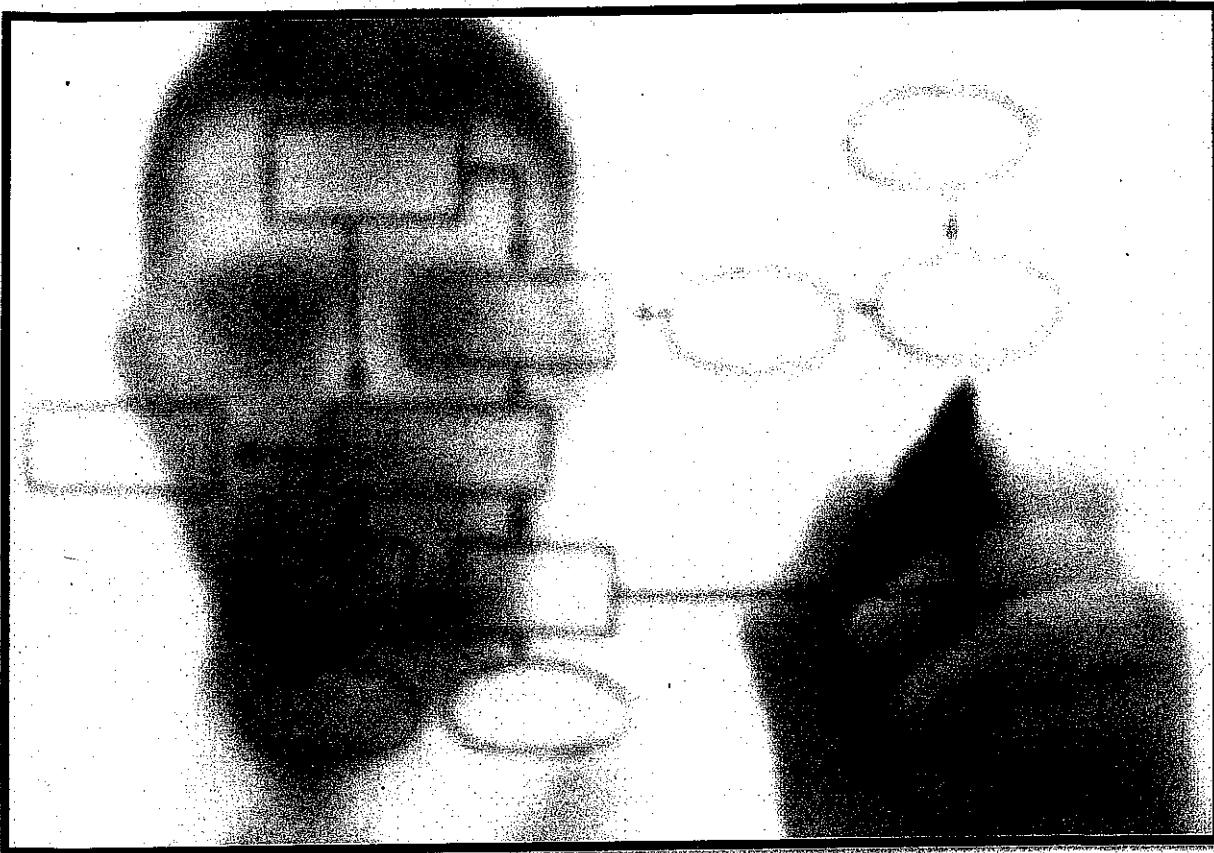
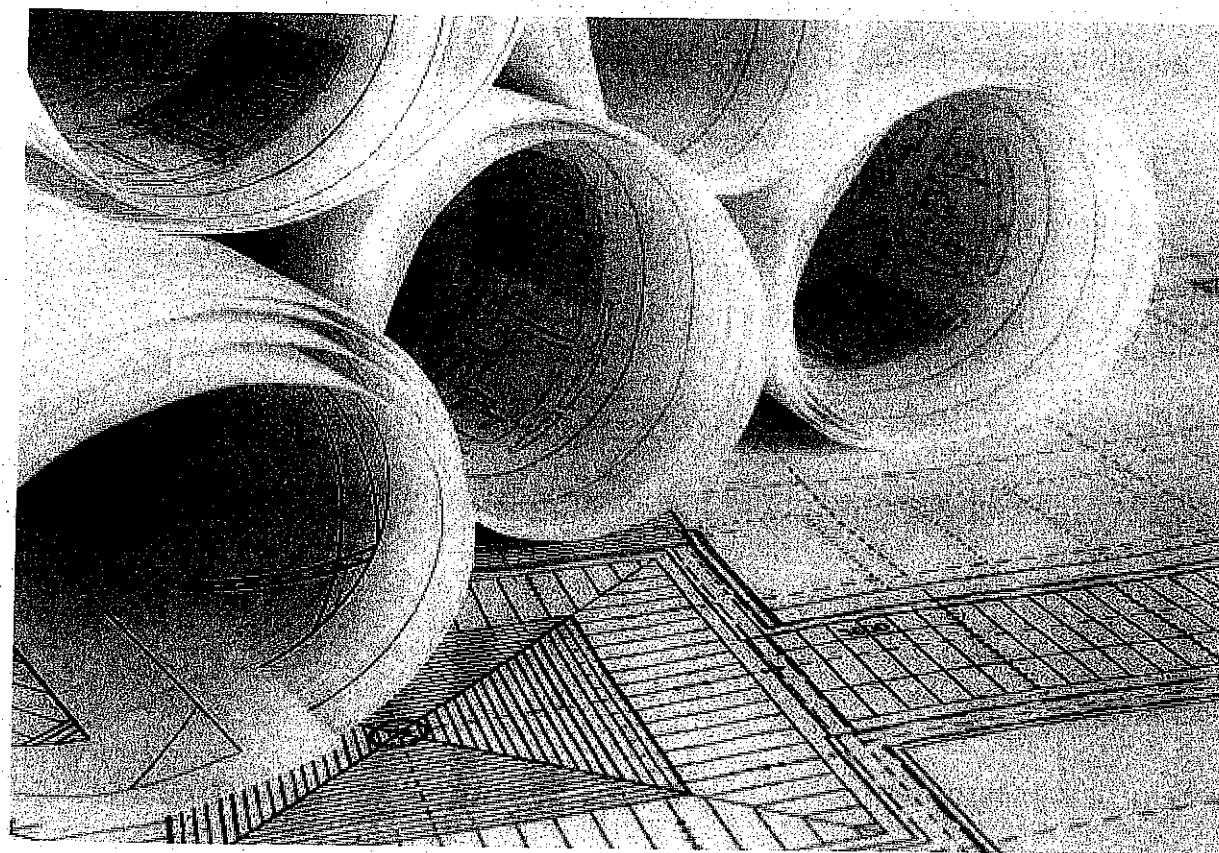


Figura 56

- Los procesos de producción o métodos de inspección deben especificarse a menos que sea necesario para asegurar un funcionamiento satisfactorio o un intercambio adecuado.



**PROCEDIMIENTOS**  
**DEPARTAMENTO**  
**DIBUJO**



# INTERPRETACIÓN DE PLANOS

La Interpretación de planos tiene como objeto el desarrollar las técnicas utilizadas en las representaciones gráficas de las instalaciones industriales ya que estas representaciones son necesarias para el diseño de las instalaciones y sirven de base para estudios posteriores de diferentes índoles o naturalezas.

Debe de prevalecer la máxima universalidad de los elementos o símbolos utilizados.

Deben de conseguir sintetizar al máximo toda la información que contiene una instalación con el objeto de facilitar y conseguir la máxima comodidad en la consulta de esta información.

**Un dibujo industrial es la representación gráfica, clara, completa, correcta y precisa, con indicación de sus medidas, superficies, material y demás leyendas explicativas con fines a su realización, reproducción o construcción en el taller y su verificación.**

### **REPRESENTACIONES GRAFICAS**

Todos los equipos, líneas, instrumentos, equipamientos, etc., que componen una instalación industrial se puede representar:

- De forma esquemática

- Mediante símbolos y diagramas (Ing. Conceptual)
- De manera abreviada poniendo los equipos fundamentales (Ing. Básica)
- Planos o DTI's (Ing. de detalle)

El diseñador de todas estas representaciones trata de plasmar de la forma más sencilla y a la vez más, detallada una instalación que en realidad se desarrolla en tres dimensiones del espacio y que, abarca un volumen considerable, para poderlo ver, en dos dimensiones y en un tamaño no mayor de lo, que ocupa una mesa para permitir su estudio o análisis de forma cómoda y sencilla.

## **TIPOS DE PLANOS**

- **DIAGRAMA UNIFILAR O ELÉCTRICO**
- **DIAGRAMA DE FLECHAS DE PARO Y ARRANQUE**
- **DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO**
- **DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN**
- **DIAGRAMA MECÁNICOS**
- **DIAGRAMA DE FLUJO DE SERVICIOS**
- **DIAGRAMA DE FLUJO DE BLOQUES**

### **NOMENCLATURA.**

Recipientes, Torres, Reactores, Separadores, Secadores, Acumuladores, Absorbedores,

Adsorbedores.

Almacenamientos, tanques, esferas, mezcladores

Intercambiadores de calor, aerorefrigerantes.

Hornos, calderas, chimeneas, antorchas.

Bombas

Bombas accionadas con motor eléctrico

Bombas accionadas con turbinas de vapor

Compresores rotativos, alternát., soplantes, agitador

Filtros

Se debe de tratar conseguir que con la mínima utilización de caracteres podamos transmitir la máxima información posible. Así por ejemplo una forma de designar a un equipo que se encuentra en una unidad perteneciente a una empresa, seria a través de una combinación de cifras formada por letras y números por ejemplo. 534G-034<sup>a</sup>

En este caso la información transmitida sería:

Unidad: 534

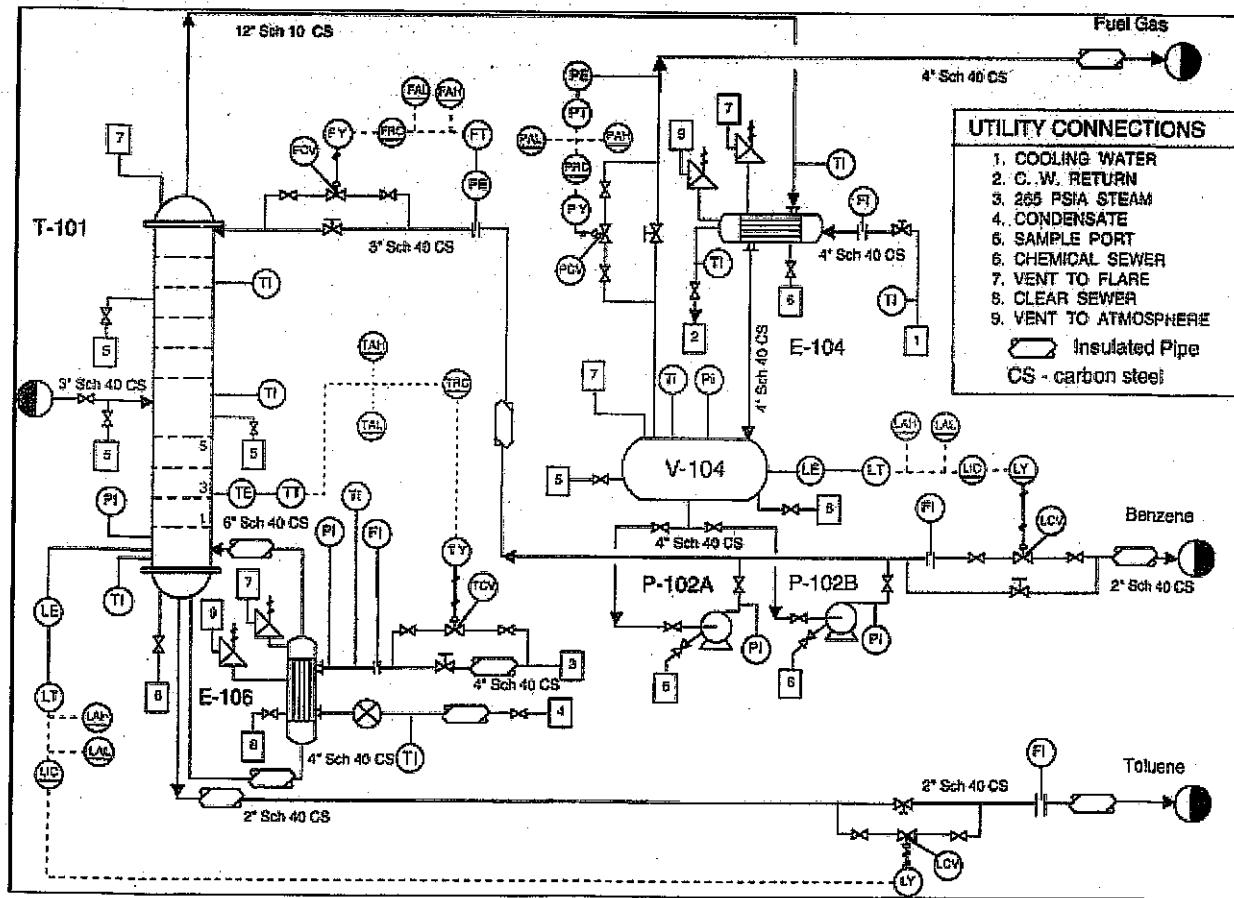
Equipo: Se trataría de una bomba

Identificación:

## SIMBOLIZACIÓN.

Para poder desarrollar estos planos o esquemas de instalaciones es necesario que simbolicemos todos aquellos elementos que podemos encontrarnos en una instalación y conseguir la máxima universalidad de estos símbolos para que puedan ser conocidos y entendidos por cualquier persona diferente y ajena a quien ha realizado estos símbolos.

A parte de la representación gráfica de los diferentes elementos que forma una instalación está también el hecho de utilizar una nomenclatura que esté lo más normalizada posible por el mismo objetivo.



## SIMBOLOGÍA

Otro tema a normalizar es el esquema con el que vamos a representar con la simbología de equipos de proceso:

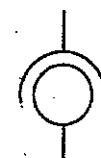
Concepto		Representación
<b>Conexiones en tubería.</b>		
Tubería auxiliar		
Tubería principal		
Tubería enterrada		
Tubería con aislamiento		
Tubería con venas de calentamiento		
Cambio de especificación	T 1B ← → T 2B	
Tubería enchaquetada		
Conexión cachucha roscada		
Conexión cachucha soldable		
Conexión brida ciega		
Conexión tapón macho roscado		
Conexión para manguera		
Conexión bridada		
Junta ciega deslizable		
<b>Concepto</b>		<b>Representación</b>
Junta ciega deslizable tipo ocho		
Conexión carrete removible		
Brida de orificio (B.O.) Placa de orificio (P.O.) Orificio de restricción (O.R.)		
Manguera flexible		
Hidrante C.I. 2 tomas		
Hidrante C.I. 3 tomas		
Torrecilla C.I. (monitor)		
Trampa de vapor Termodinámica (T) Flotador (F) Cubeta invertida (C)		
Junta de expansión		
Reducción excéntrica		
Reducción concéntrica		
Junta aislante		
Interfase PEP - fabricante		

**Conexiones en tubería (continuación).**

**Concepto**

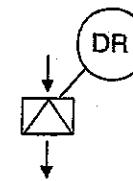
**Representación**

Junta giratoria

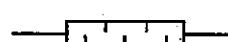


**Concepto**

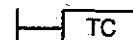
**Representación**



Mezclador estático



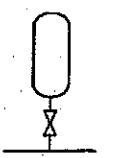
Disco de ruptura para vacío



Junta de micarta



Testigo de corrosión



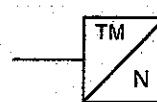
**Accesorios.**

**Accesos en general.**

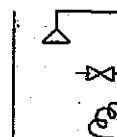
**Concepto**

**Representación**

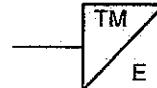
Toma de muestra normal



Regadera de emergencia con lava ojos



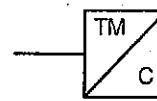
Toma de muestra con enfriador



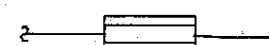
Venteo



Toma de muestra con calentador



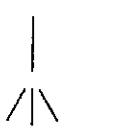
Venas rectificadoras de flujo



Sifón



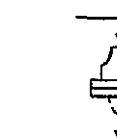
Esprea



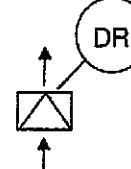
Difusor



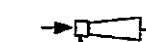
Trampa de aire



Disco de ruptura para presión



Eyector o eductor



Cople dresser

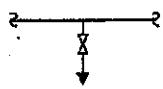


**Accesos en general (continuación).**

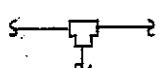
**Concepto**

**Representación**

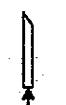
Dren o purga



Tee especial



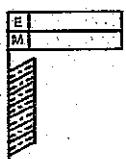
Silenciador atmosférico



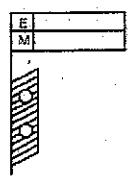
Trampa de vacío



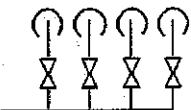
Aislamiento en equipo



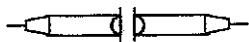
Aislamiento en equipo con trazado de vapor



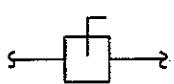
Anillo distribuidor



Mezclador



Annubar

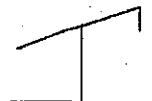


**Accesos para tanques.**

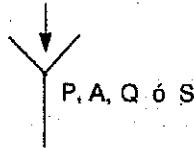
**Concepto**

**Representación**

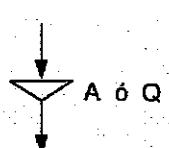
Garza



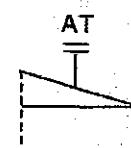
Drenaje abierto:  
Pluvial P  
Aceitoso A  
Químico Q  
Sanitario S



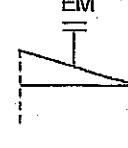
Drenaje cerrado:  
Aceitoso A  
Químico Q



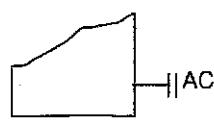
Acceso en techo



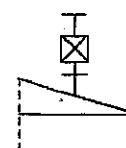
Escotilla de medición



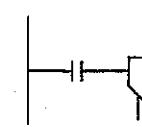
Acceso en casco



Válvula de viento con arrestador de flama



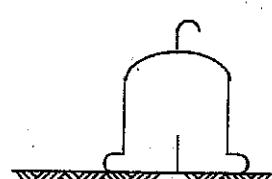
Cámara de espuma



**Accesorios  
(continuación).**
**Concepto**

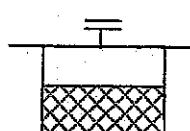
 Tanque de sellado para  
filtros laterales

para tanques

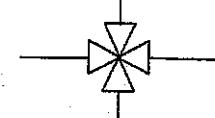
**Concepto**
**Representación**
**Representación**


Eliminador de niebla

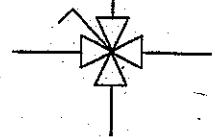
Válvula macho tres vías


**Ciclón**

Válvula de cuatro vías


**Mampara de choque**

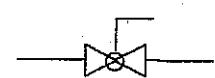

Válvula macho cuatro vías


**Mampara separadora**

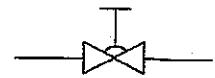

Válvula de aguja


**Válvulas.**

Válvula de bola


**Tipos.**

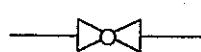
Válvula de diafragma


**Concepto**
**Representación**

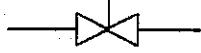
Válvula de compuerta



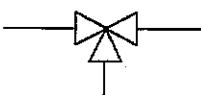
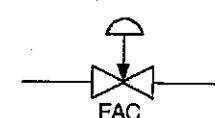
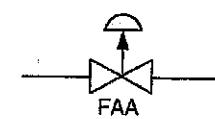
Válvula de globo



Válvula macho



Válvula de tres vías

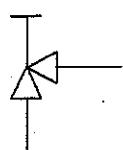

 Válvula automática  
(falla de aire cierra)

 Válvula automática  
(falla de aire abre)


**Tipos (continuación).**

**Concepto**

**Representación**

Válvula de ángulo



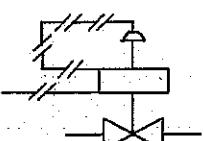
**Concepto**

Válvula tipo "Y"

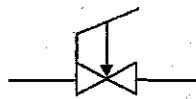
**Representación**



Válvula automática con posicionador neumático



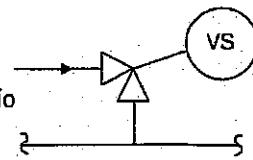
Válvula de acción rápida



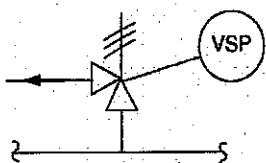
Válvula auto-regulada



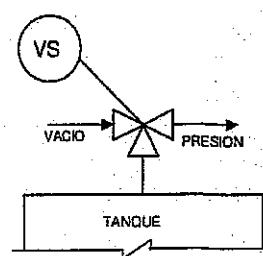
Válvula rompedora de vacío



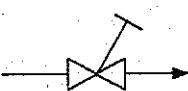
Válvula de seguridad o relevo



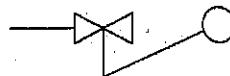
Válvula de presión-vacío para tanques atmosféricos



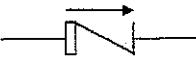
Válvula de purga (cierre rápido)



Válvula con flotador

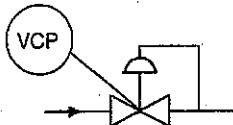


Válvula de pie



**Actuadores y accesorios para válvulas.**

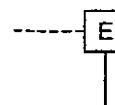
Válvula de control de presión corriente abajo



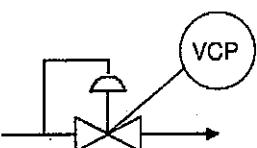
**Concepto**

**Representación**

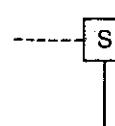
**Motor eléctrico**



Válvula de control de presión corriente arriba

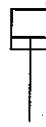


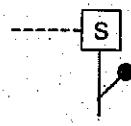
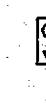
Solenóide con reposición automática



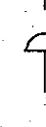
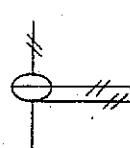
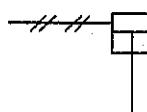
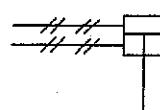
**Actuadores y accesorios para válvulas (continuación).**
**Concepto**

Pistón

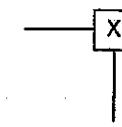
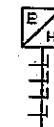
**Representación**

**Operación manual**

**Solenoid con reposición manual**

**Retardador de señal**

**Lámpara indicadora**

**Interruptor límite**

**Actuador de diafragma**

**Actuador de diafragma (presión balanceada)**

**Actuador de pistón acción sencilla**

**Actuador de pistón doble acción**

**Concepto**

Actuador electro-hidráulico

**Representación**

 Actuador no clasificado  
 (anotar tipo junto al símbolo)

**Nomenclatura para posición de válvulas.**
**Concepto**

Cerrada con sello

**Representación**

CS

Abierta con sello

AS

Cerrada con candado

CC

Abierta con candado

AC

Normalmente abierta

NA

Normalmente cerrada

NC

Falla de aire abre

FAA

Falla de aire cierra

FAC

 Mantiene su posición  
 a falla de aire

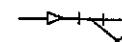
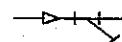
FAM

**Filtros.**
**Concepto**
**Representación**

Diagrama de flujo

 Diagrama mecánico  
 de flujo

Filtro tipo "Y"



**Filtros (continuación).**

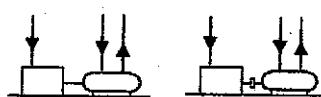
Concepto	Representación	
	Diagrama de flujo	Diagrama mecánico de flujo
Filtro tipo canasta simplex		
Filtro tipo canasta duplex		
Filtro para toma de aire		
Filtro tipo cartucho		
Filtro tipo prensa		
Filtro rotatorio continuo abierto o cerrado		
Filtro cónico		
Filtro por percolación arcilla o grava		

**Equipos empleados en torres de enfriamiento.**

Concepto	Representación	
	Diagrama de flujo	Diagrama mecánico de flujo
Celda de torre de enfriamiento		
Báscula para cilindro de cloro		
Evaporador de cloro		
Clorador		
Cilindro de cloro		

**Bombas.**
**Concepto**
**Representación**
**Diagrama de flujo**
**Diagrama mecánico  
de flujo**

Bomba centrífuga,  
pasos múltiples,  
motor de combustión  
interna, reductor  
de engranes



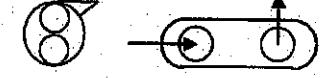
Bomba de diafragma  
o de pistón



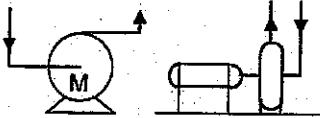
Bomba canned



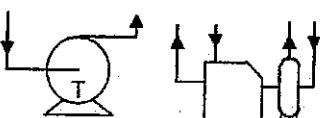
Bomba de tomillo



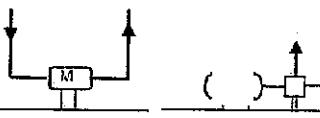
Bomba centrífuga  
horizontal con motor  
eléctrico



Bomba centrífuga  
horizontal con  
turbina



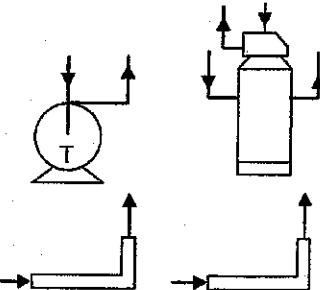
Bomba reciproante  
con motor eléctrico



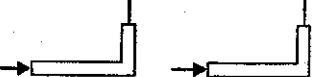
Bomba reciproante  
de vapor



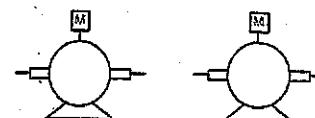
Bomba centrífuga  
vertical con turbina



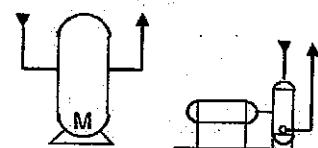
Bomba dosificadora


**Concepto**
**Representación**
**Diagrama de flujo**
**Diagrama mecánico  
de flujo**

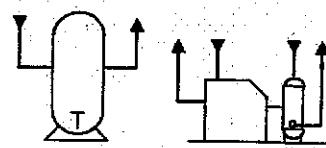
Bomba de vacío



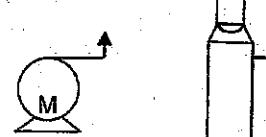
Bomba rotatoria  
con motor eléctrico



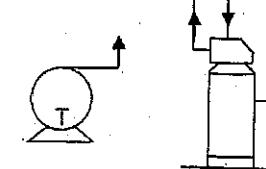
Bomba rotatoria  
con turbina



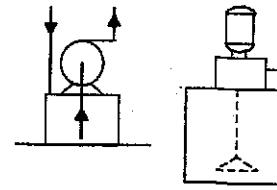
Bomba de pozo  
centrífuga vertical  
con motor eléctrico



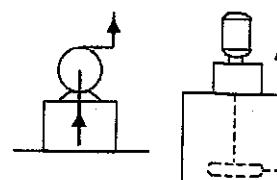
Bomba de pozo  
centrífuga vertical  
con turbina



Bomba para drenaje  
sumergida servicio  
no corrosivo con  
motor eléctrico



Bomba para drenaje  
sumergida servicio  
corrosivo con motor  
eléctrico



**Compresores.**
**Concepto**
**Representación**

Diagrama de flujo      Diagrama mecánico de flujo

Compresor reciprocente de efecto simple con motor eléctrico

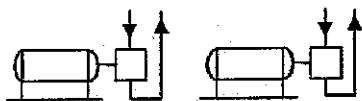
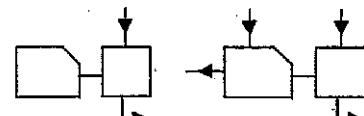

**Concepto**
**Representación**

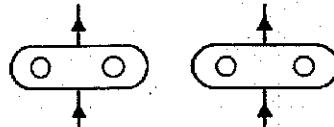
Diagrama de flujo

Diagrama mecánico de flujo

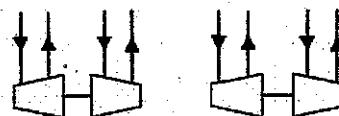
Compresor reciprocente con turbina



Compresor rotatorio



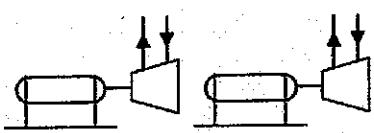
Expansor con compresor centrífugo



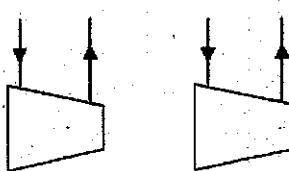
Compresor reciprocente de efecto simple motor de combustión interna



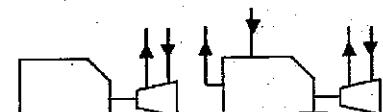
Compresor centrífugo con motor eléctrico (un paso)



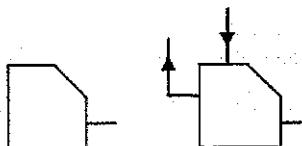
Compresor centrífugo



Compresor centrífugo con turbina de vapor



Turbina de vapor



Compresor reciprocente (2 pasos)

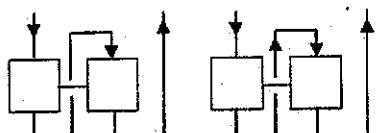
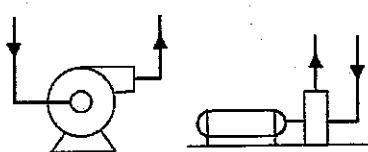

**Equipo térmico.**
**Concepto**
**Representación**

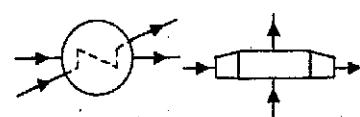
Diagrama de flujo

Diagrama mecánico de flujo

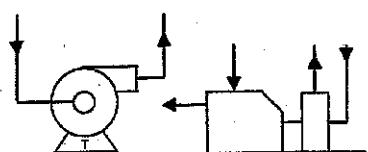
Soplador con motor eléctrico



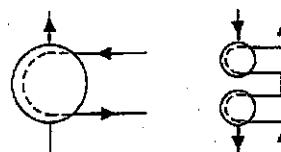
Cambiador de calor de cubierta y tubos, símbolo básico de intercambiador con refrigerante



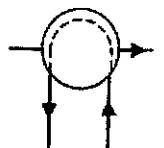
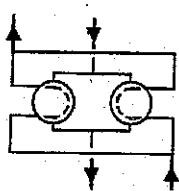
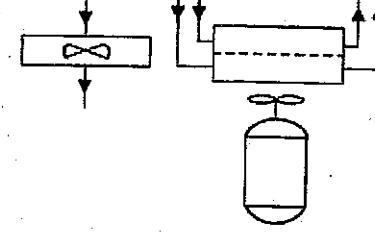
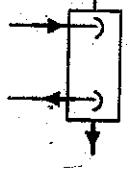
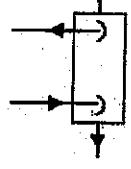
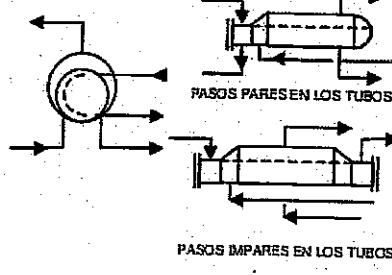
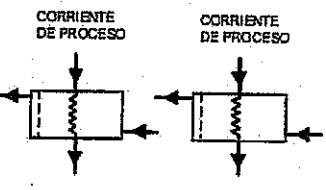
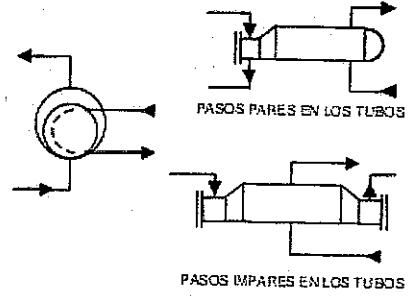
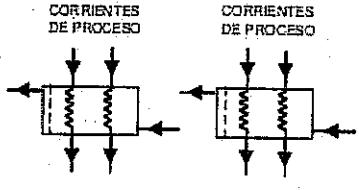
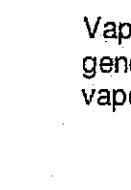
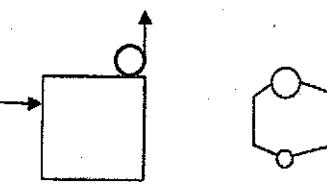
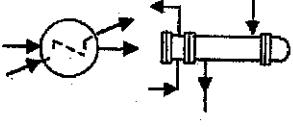
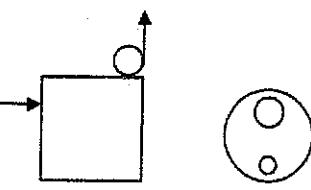
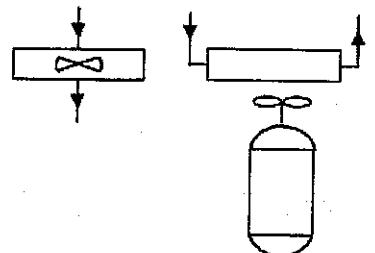
Soplador con turbina de vapor



Cambiador de calor de cubierta y tubos, dos unidades en serie

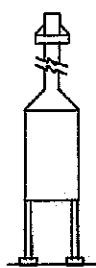
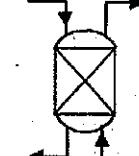
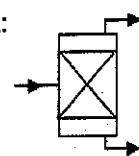


**Equipo térmico (continuación).**

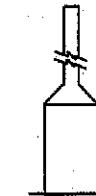
<b>Concepto</b>	<b>Representación</b>		<b>Concepto</b>	<b>Representación</b>
	<b>Diagrama de flujo</b>	<b>Diagrama mecánico de flujo</b>		
Cambiador de calor de cubierta y tubos, dos unidades en paralelo			Enfriador con aire dos servicios	
Cambiador de calor de tubos concéntricos, unidad simple			Rehervidor de fondos	
Caja enfriadora núcleos sumergidos, serpentín y caja			Vaporizador y generador de vapor	
Caja enfriadora, núcleos sumergidos, serpentín y caja, una o más corrientes de proceso			Caldera de tubos de agua	
Cambiador de calor de cubierta y tubos, unidad simple			Caldera de tubos de humo	
Enfriador con aire un servicio				

**Equipo térmico (continuación).**
**Concepto**
**Representación**
**Diagrama de flujo**
**Diagrama mecánico  
de flujo**
**Concepto**
**Representación**
**Diagrama de flujo**
**Diagrama mecánico  
de flujo**

Calentador a fuego directo tipo vertical


 Columna empacada:  
 Fraccionadoras  
 Absorbedoras  
 Adsorbedoras  
 Otras


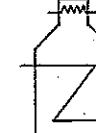
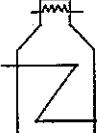
Calentador a fuego directo, tipo caja



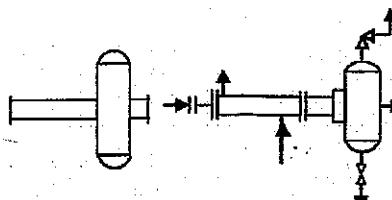
Calentador a fuego directo, en proceso



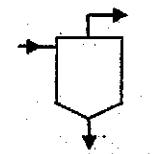
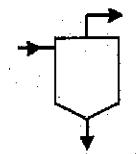
Calentador a fuego directo con aprovechamiento de calor en zona de convección



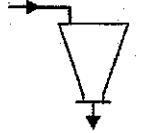
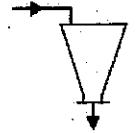
Post enfriador de aire



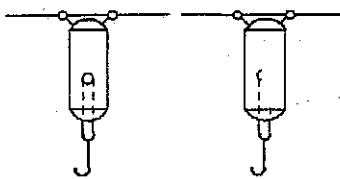
Ciclón



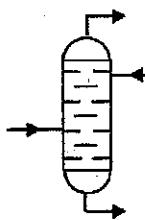
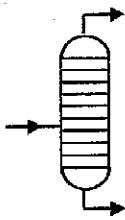
Trolva



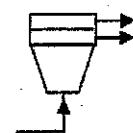
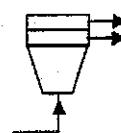
Polipasto


**Equipos diversos.**
**Concepto**
**Representación**
**Diagrama de flujo**
**Diagrama mecánico  
de flujo**
**Concepto**
**Representación**
**Chimenea**


Torre de destilación



Centrifugadora



**Equipos diversos (continuación).**

**Concepto**

**Representación**

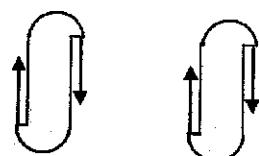
**Concepto**

**Representación**

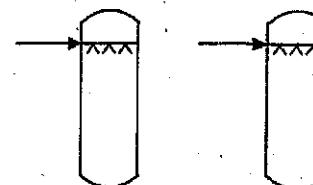
Diagrama de flujo

Diagrama mecánico  
de flujo

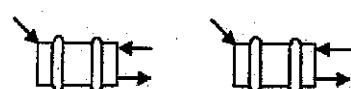
Transportador de cangilones



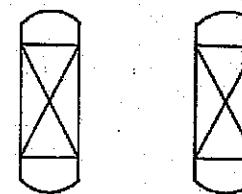
Torre de lavado



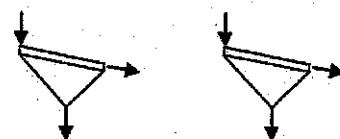
Horno



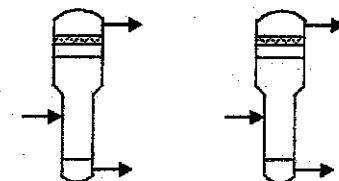
Reactores



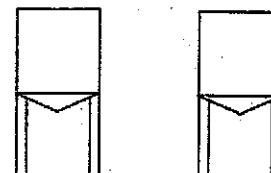
Cedazo o tamiz



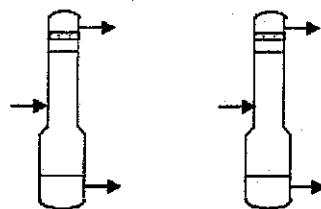
Torre de destilación con sección superior de diámetro mayor



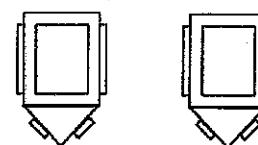
Recipiente vertical con soportes



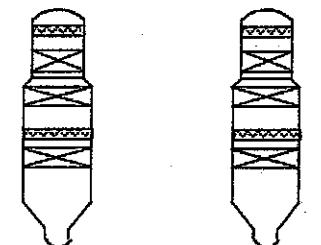
Torre de destilación con sección inferior de diámetro mayor



Evaporador de película



Torre de destilación al vacío

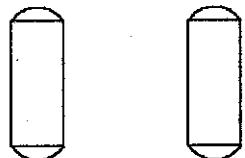


Calentador con aletas

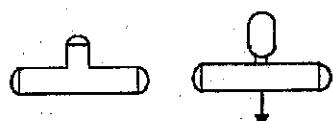


**Tanques y recipientes.**
**Recipientes a presión.**
**Concepto**
**Representación**

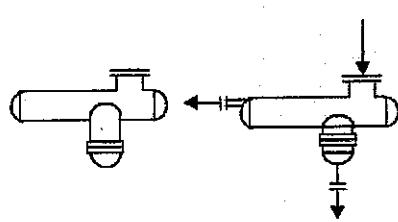
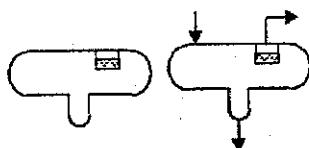
Diagrama de flujo      Diagrama mecánico de flujo

 Recipiente vertical  
a presión

 Recipiente horizontal  
a presión


Desaereador



Separador


 Recipiente horizontal  
con pierna

 Recipiente de  
almacenamiento  
tipo salchicha

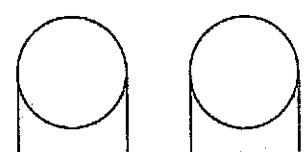
 Recipiente de  
almacenamiento  
tipo esfera

**Concepto**
**Representación**

Diagrama de flujo

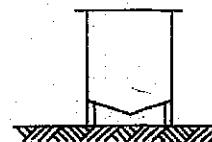
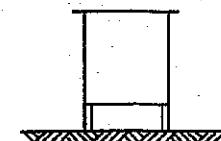
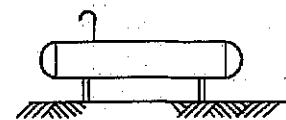
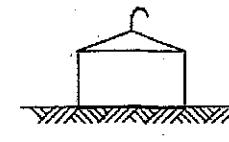
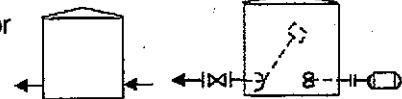
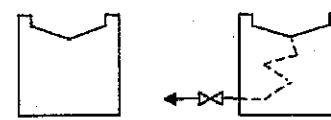
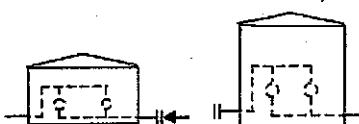
 Diagrama mecánico  
de flujo

 Recipiente separador  
o acumulador fabricado  
con tubería

**Tanques.**
**Concepto**
**Representación**

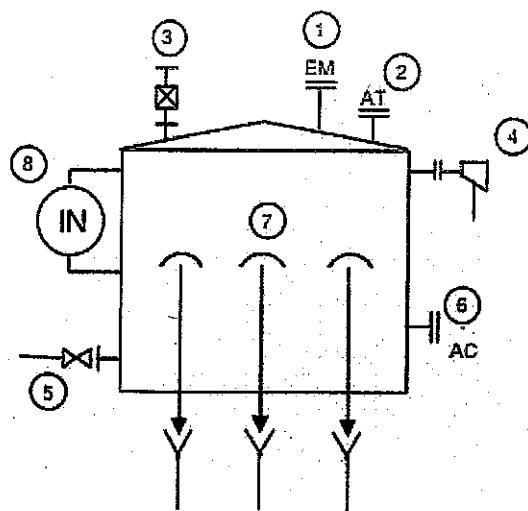
Diagrama de flujo

 Diagrama mecánico  
de flujo

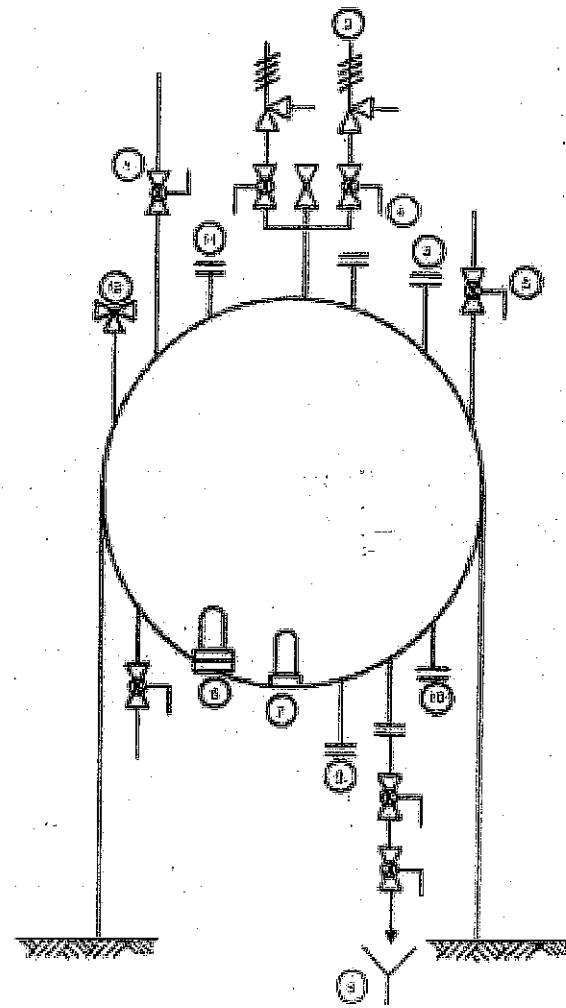
 Tanque sin tapa  
fondo cónico

 Tanque sin tapa  
fondo plano

 Tanque cilíndrico  
horizontal

 Tanque cilíndrico  
vertical con tapa  
(atmosférico)

 Tanque con agitador  
y motor eléctrico,  
succión colgante

 Tanque de techo  
flotante

 Tanque con  
calentadores  
interiores


**Accesorios básicos de tanques.**

Tanque atmosférico.



- 1.- Escotilla de medición.
- 2.- Acceso techo.
- 3.- Válvula de venteo con arrestador de flama.
- 4.- Cámara de espuma.
- 5.- Entrada o salida.
- 6.- Acceso casco.
- 7.- Drenajes.
- 8.- Indicador de nivel.

**Tanque esférico con boquillas.**


- 1.- Indicador de nivel.
- 2.- Válvula de seguridad.
- 3.- Venteo.
- 4.- Indicador de presión.
- 5.- Indicador de temperatura.
- 6 y 7.- Válvulas hidráulicas.
- 8.- Dren.
- 9.- Muestreo.
- 10 y 11.- Accesos.
- 12.- Igualadora de presión.

**Simbología miscelánea.**

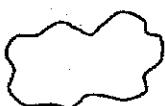
**Concepto**

**Representación**

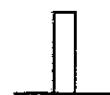
**Concepto**

**Representación**

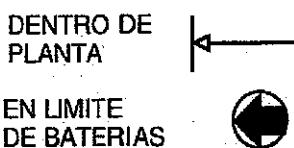
Pendiente



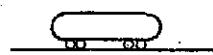
Chimenea de venteo



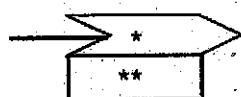
Flecha para  
entrada - salida  
de diagramas



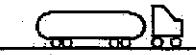
Carro tanque C/T



Continuación de línea  
en otro plano



Auto tanque A/T



Origen de línea en  
otro plano



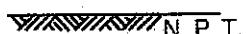
Vía marítima



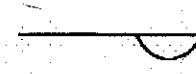
\* No. de plano

\*\* Línea o equipo de origen o destino

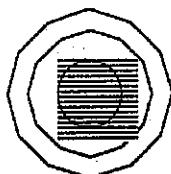
Línea de piso



Surtidor de agua  
para beber



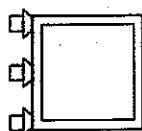
Quemador multi - jet



Fuente de lavado



Quemador de fosa



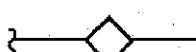
Fosas y depósitos



Quemadór elevado  
autoportado



Número de corriente



Porciento de vaporización



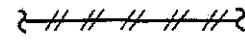
Presión o temperatura  
de una corriente

P	
T	

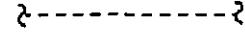
Gasto o capacidad

NOR	
MAX	

Señal neumática



Señal eléctrica



## Símbología miscelánea (continuación).

Concepto	Representación
Tubo capilar	—× × × × ×
Señal electromagnética y/o sonido	~ ~ ~ ~ ~
Señal hidráulica	+ + + + +
Equipo paquete	
Trampa de diablos	
Estación de servicio	— ES # —
Límite de batería	L. B. — — — —

## Nomenclatura.

## Tubería.

A	Ácido
AA	Agua ácida
AAM	Agua amarga
AC	Aceite de calentamiento
ACA	Agua de alimentación para calderas
ACI	Agua contra incendio
ACR	Agua cruda
ADE	Agua desmineralizada
AE	Antiespumante agua de enfriamiento
AH	Aceite hidráulico
AI	Aire de instrumentos
AL	Aceite de lubricación
AM	Agua de mar

AP	Aire de planta
APO	Agua potable
APU	Agua pulida
AR	Aceite recuperado
ARP	Agua de reposición
AS	Agua de servicios
ASF	Asfalto
AST	Aceite sintético o de sellos
ATR	Agua tratada
BI	Biocida
CA	Condensado alta presión
CAM	Condensados amargos
CB	Condensado baja presión
CC	Condensado caliente
CE	Crudo estabilizado
CL	Cloro
CM	Condensado media presión
CO	Combustoleo
CH	Combustible para helicópteros
D	Desfogue
DAA	Drenaje abierto aceitoso
DBP	Desfogue baja presión
DEA	Dietanolamina
DH	Desfogue húmedo
DL	Drenaje del sistema de desfogue
DPC	Drenaje pluvial contaminado
DS	Desemulsificante, desfogue seco drenaje sanitario
DW	Drenaje de agua
EG	Etilenglicol
GA	Gas ácido
GB	Gas buffer
GD	Gas dulce
GL	Glicol

	<b>Tubería (continuación).</b>	
CS	Conexión de servicios	IC Inhibidor de corrosión
DA	Desfogue ácido	L Lodos
DAP	Desfogue alta presión	P Línea de proceso
DC	Drenaje cerrado	PP Propileno
DEG	Dietilenglicol	PQ Productos químicos
DIE	Diesel	RAE Retorno de agua de enfriamiento
DP	Drenaje pluvial	RV Residuo de vacío
DQ	Drenaje químico	SAE Suministro de agua de enfriamiento
DT	Drenaje de transferencia	TEA Trietanolamina
E+	Etano plus	TUR Turbosina
G	Gas de instrumentos	VA Vapor de alta presión
GAM	Gas amargo	VM Vapor de media presión
GCO	Gas combustible	
GI	Gas inerte o nitrógeno	<b>Equipo.</b>
GN	Gas o gasolina natural	<b>Movimiento de fluidos, serie B</b>
GAS	Gasolina	B Extractor
GS	Gas de arranque, gas seco	BAP Amortiguador de presión
HN	Hidrazina	BC Compresor de pistón
KE	Kerosina	BP Bomba de pistón
LPG	Gas licuado de petróleo (propano-butano)	
PE	Polietileno	BS Soplador
PPP	Polipropileno	BY Ejector o eductor
PR	Purga	BA Bomba centrífuga
RE	Relevo	BB Compresor centrífugo
S	Azufre	BD Bomba de diafragma
SA	Salmuera	BR Bomba rotatoria
SC	Sosa cáustica	BV Ventilador
TEG	Trietilenglicol	
V	Venteo	<b>Transferencia de calor, serie C</b>
VB	Vapor de baja presión	CB Caldera
ASU	Ácido sulfúrico	CH Cambiadores de calor
HCL	Ácido clorhídrico	CS Calentador de succión
		CF Calentador a fuego directo
		CO Combinaire y enfriador con aire
		CT Torre de enfriamiento

<b>Transferencia de masa, serie D</b>		<b>Misceláneos</b>	
DA	Columna de absorción	BAT	Báscula autotanques
DD	Columna de deshidratación	BM	Básculas mixtas
DG	Desgasificador	CLF	Clarifloculador
DS	Columna de agotamiento	DO	Dosificador
DB	Columna reactivadora o regeneradora	EC	Separador centrífugo
DF	Columna fraccionadora	EM	Enfriador de muestra o báscula para cilindros de cloro
DR	Columna de rectificación	FA	Filtro de arena o antracita
DT	Columna de tratamiento	IA	Intercambiador aniónico
<b>Equipos de filtración, serie F</b>		IM	Intercambiador mixto, aniónico y cationico
FA	Filtro de aire	TG	Trampa de gases
FG	Filtro de gas	TQ	Tratamiento químico
FC	Filtro temporal	UAD	Unidad aniónica débil
FL	Filtro de líquido	UAF	Unidad aniónica fuerte
<b>Tanques y recipientes, serie T</b>		UCF	Unidad cationica fuerte
TA	Tanque acumulador	UPA	Unidad pulidora
TC	Tanque subterráneo (cisterna)	BCT	Báscula carrottanques
TG	Separador de gases	CHI	Chimenea
TK	Tanque cilíndrico, alimentación de gas	DE	Deshidratador electrostático
TP	Absorbedor de pulsaciones	EA	Agitador
TV	Tanque vertical de almacenamiento	ED	Desaerador
TAE	Tanques carcamos de aereación	EZ	Mezclador
TE	Tanque esférico	FLC	Filtro de carbón
TH	Tanque horizontal de almacenamiento	IC	Intercambiador catiónico
TL	Separador de líquidos	SA	Secador aire de instrumentos
TR	Reactor	TD	Trampa de diablos
TZ	Tanque mezclador	TL	Trampa de líquidos
<b>Motores y turbinas, serie M</b>		TV	Trampa de vapor
MC	Motor de combustión interna	UAE	Unidad aniónica estratificada
MEA	Motor eléctrico con agitador	UCD	Unidad cationica débil
ME	Motor eléctrico	UP	Unidad potabilizadora
MV	Turbina de vapor o gas	US	Unidad suavizadora

### Diagramas de flujo.

#### Generalidades.

Relación de diagramas de flujo que son necesarios para la elaboración de un proyecto:

- Diagrama de bloques.
- Diagrama de flujo de proceso.
- Diagrama de flujo de servicios auxiliares.
- Diagrama mecánico de flujo de proceso.
- Diagrama mecánico de flujo de servicios auxiliares.

#### Tamaño de planos.

Los diagramas de flujo se dibujan en la forma y tamaños estándar de planos que se indican en la especificación P.1.000.06: 1998 ANT.

#### Título.

El cuadro de identificación de los planos de diagramas de flujo, será conforme a la especificación P.1.000.06: 1998 ANT y debe contener: la descripción del proyecto, el tipo de diagrama, la ubicación de la obra, el número del proyecto, la clave y número del plano.

Ejemplo:

CALDERA CB-I Y TRATAMIENTO DE AGUA DESAERADOR ED-300		
diagrama mecánico de flujo		
P-000-00-00	A-400	REV.
MINATITLAN, VER.		

#### Revisões.

El formato del plano para la elaboración de diagramas de flujo, presenta un cuadro específico para marcar la clase y número de cada revisión y un espacio adyacente al correspondiente al número de identificación del proyecto, para marcar únicamente el número de la

revisión. La primera edición llevará "REV. 0". Las revisiones que se efectúen se numerarán consecutivamente (REV. 1, REV. 2, etc.). Para cada revisión se anotará la fecha en que se hizo y la sección o departamento en que se ejecutó. En el trazo de los diagramas se debe indicar lo revisado en la forma siguiente 

#### Trazo de líneas.

- Equipo y líneas de proceso principales: 1.5 mm de espesor.
- Líneas de proceso secundarias y líneas de servicios: 0.5 mm de espesor
- Líneas de instrumentos: delgadas 0.1 mm de espesor.

#### Diagramas de bloques.

##### Descripción.

El diagrama de bloques es un diagrama esquemático simple, describe cualitativa y cuantitativamente un proceso. Consiste básicamente de figuras rectangulares las cuales representan una unidad sencilla en una planta o una sección completa de la planta. Los rectángulos se conectan mediante líneas, indicándose con flechas la secuencia de flujo.

##### Aplicación.

La construcción de los diagramas de bloques son de gran utilidad en los siguientes casos:

- a) En los primeros pasos del estudio de un proceso. En esa forma se tendrá una idea más completa del proceso y una ayuda para conocer los demás datos e información que posteriormente serán necesarios.

- b) En el estudio de una nueva instalación de producción o de un nuevo sistema de plantas.
- c) En la integración de plantas.
- d) Para mostrar el funcionamiento por secciones de una planta.

**Características y datos básicos.**

El diagrama de bloques debe ser base para la elaboración de los demás diagramas de flujo.

Dentro de cada rectángulo se anotan los datos siguientes:

- a) Identificación y título de la unidad o de la sección.
- b) Descripción de las corrientes que entran y salen.
- c) El flujo volumétrico de cada una de las corrientes en  $m^3/\text{día}$  (MBPD) o en  $m^3 \text{ std/día}$  (MMPCSD).
- d) Capacidad volumétrica total en  $m^3/\text{día}$  (MBPD) o en  $m^3 \text{ std/día}$  (MMPCSD), de la unidad o sección.

Sobre cada una de las líneas representativas de las corrientes se indica la descripción del fluido y el flujo en  $m^3/\text{día}$  (MBPD) o en  $m^3 \text{ std/día}$  (MMPCSD).

En general, la distribución en la construcción de un diagrama de bloques, se hará siguiendo el flujo básico del proceso, empezando el trazo en el lado izquierdo del plano con el dibujo de los almacenamientos y/o líneas de carga a las unidades o secciones. En la parte central se dibujan las unidades o secciones y en el lado extremo derecho del plano, los almacenamientos o líneas de productos.

Dentro de cada una de las figuras representativas de los almacenamientos, se anotará la descripción del fluido y la capacidad de almacenamiento en  $m^3$  (bariles). En el caso de las

líneas de carga o de productos, se hará la misma anotación en el extremo, dentro de un rectángulo.

La parte inferior derecha de cada plano se destina a datos y notas que hagan más completa la descripción del proceso.

**Diagrama de flujo de proceso.**

**Características y datos básicos.**

El diagrama de flujo de proceso, debe mostrar el flujo básico del proceso. En general, debe mostrar la tubería principal de todo el equipo mayor, la instrumentación básica de control y partes especiales.

El diagrama de flujo de proceso debe presentar los datos siguientes:

- a) Presión y temperatura de todas las líneas de proceso y de cada recipiente.
- b) Flujo y calidad del vapor de calentamiento.
- c) Tipo de agua de enfriamiento y su temperatura.
- d) Capacidad térmica de cambiadores de calor y de calentadores.
- e) Capacidad normal de bombas (ver nota 1).
- f) Altura de empaques y tipo de los mismos, en torres empacadas.
- g) Tabla de balance de materia. Para su integración, deben identificarse las corrientes en las líneas de proceso, mediante un número dentro de una figura en forma de rombo ( $\diamond$ ).
- h) Tipo de instrumentos de control básico.
- i) Dimensiones de recipientes y torres.

Nota 1: No indicar la capacidad de diseño.

**Equipo.**
**Arreglo general.**

En general, el equipo debe distribuirse siguiendo el flujo básico del proceso, empezando el trazo del diagrama en el lado izquierdo del plano y terminando en el lado derecho o parte inferior del dibujo. De preferencia, la parte baja de cada símbolo representativo del equipo principal, (torres, calentadores, etc.), se localizará sobre una línea horizontal común y los símbolos del equipo restante, se localizarán sobre el trazo de las líneas de flujo.

Las unidades que sean duplicado de equipo tales como: bombas de relevo, elementos de cambiadores de calor con más de un cuerpo, etc. no deben mostrarse en el diagrama y únicamente se indican mediante claves.

**Recipientes.**

Cuando se considere práctico, los recipientes deben dimensionarse proporcionalmente unos a otros y en función de su tamaño real. El tamaño de su dibujo debe permitir mostrar claramente los elementos descritos.

Los platos de torres, deben numerarse del fondo hacia el domo. Únicamente se deben indicar los platos del fondo del domo y aquellos en que se localicen líneas de proceso y/o instrumentos.

En el caso de lechos catalíticos, secciones empacadas o secciones con malla, deben indicarse su altura y tamaño de empaque, en algún lugar próximo a los recipientes.

Debe indicarse para cada recipiente, su temperatura y presión de operación.

Debe indicarse para cada recipiente en la parte superior del diagrama y arriba de cada unidad lo siguiente:

- Número de identificación. Este número también debe aparecer dentro o adyacente al recipiente.

- Descripción.

- Dimensiones (diámetro interno y distancias entre tangentes).

**Bombas.**

Debajo de cada bomba deben indicarse los datos siguientes:

- Clave de identificación de equipo.
- Gasto en  $m^3/h$  (GPM).
- $\Delta P$  en  $kg/cm^2$  (psi).

**Compresores.**

En compresores de pasos múltiples, el símbolo de compresor debe repetirse para cada paso e indicando el número del paso.

Debajo de cada compresor se indican los datos siguientes:

- Clave de identificación de equipo.
- Número de pasos, cuando sea necesario.
- Capacidad en  $m^3$  std/h (pies<sup>3</sup> std /h).
- Presión de succión en  $kg/cm^2$  man (psig) y relación de compresión Rc.

**Cambiadores de calor, condensadores, enfriadores y recalentadores.**

Adyacente a cada uno de los equipos mencionados en el subíndice, deben indicarse los datos siguientes:

- Clave de identificación de equipo.
- Carga térmica en kcal/h (BTU/h).

En los cambiadores de calor del tipo de tubo y carcasa, debe identificarse con línea punteada la corriente que va por dentro de los tubos (únicamente en el interior del cambiador).

#### **Calentadores a fuego directo.**

Para cada unidad debe mostrarse e identificarse el medio de calentamiento.

La tubería de proceso debe mostrarse solamente para un paso y se identifica con línea punteada (Únicamente en el interior del calentador).

Para cada calentador, en la parte superior del diagrama de flujo deben indicarse los datos siguientes:

- a) Clave de identificación de equipo.
- b) Descripción.
- c) Carga térmica en kcal/h (BTU/h).

#### **Tubería.**

#### **Distribución.**

Para el proceso, las líneas de alimentación deben originarse en lado izquierdo del diagrama y las líneas de productos deben terminar en lado derecho. Cuando lo anterior sea impráctico o requiera rutas innecesarias de las líneas, el origen y la terminación se podrá localizar en cualquier lado, pero con la mayor claridad y conveniencia posible. El origen de las líneas de alimentación y la terminación de las líneas de productos, debe identificarse por un cuadro en el cual se indique la descripción de la línea.

Las líneas de proceso deben llevarse por una ruta conveniente y siguiendo la secuencia del flujo.

Las líneas de servicios que afectan al proceso (líneas de enfriamiento, calentamiento, etc.), deben indicarse con tramos y terminando en el equipo.

#### **Instrumentos.**

Únicamente se mostrarán los instrumentos básicos del control del proceso.

#### **Balance de materia.**

Para el balance de materia, deben identificarse las corrientes en las líneas de proceso mediante un número dentro de una figura en forma de rombo ( $\diamond$ ). Esta identificación será para referencia en la integración de la tabla del balance de materia que debe hacerse en la parte inferior del diagrama de proceso. Las líneas de servicios solamente se identificarán por número, en aquellos casos en que por su importancia se considere necesario.

La tabla del balance de materia, debe ser una tabulación de los componentes de las diferentes corrientes del proceso que se indican en el diagrama. Debe formarse de acuerdo con el listado siguiente:

- a) Número y descripción de la corriente.
- b) Componentes de la corriente.
- c) Flujo molar (mol/h) de cada componente y total de la corriente.
- d) Peso molecular.
- e) Densidad relativa (sp. gr.).
- f) Flujo volumétrico total:  $m^3/\text{día}$  (MBPD o GPM) o  $m^3 \text{ std/día}$  (MMPCSD)
- g) Flujo masico total Kg/h (lb/h).
- h) Presión en  $\text{kg/cm}^2$  (psig).
- i) Temperatura en  $^{\circ}\text{C}$  ( $^{\circ}\text{F}$ ).

Tabla No. 1.- Balance de materia (ejemplo).

COMPONENTE	NUMERO DE LA CORRIENTE DE PROCESO				
	1 Mol/hr	2 Mol/hr	3 Mol/hr	4 Mol/hr	5 Mol/hr
HIDROGENO	1 423	1 689	1 689	1 689	
MONOXIDO DE CARBONO	325	60	60	60	
BIOXIDO DE CARBONO	198	468	468	38	427
METANO	7	7	7	7	
NITROGENO	575	578	578	578	
ARGON	7	7	7	7	
AGUA	1 696	1 769	31	74	180
TOTAL lb mol/hr *	4 434	4 573	2 835	2 451	607
DENS. REL. (Sp. Gr)					
LB / HR. **	77 500	74 000	43 000	24 000	22 000
MMPCSD ***	41.2	42.5	28.3	22.8	5.84
B/D					
Kg/hr	32 500	33 600	19 580	11 200	10 000
PRES. (Psig) (Kg/cm <sup>2</sup> )					
TEMPERATURA (°F), (°C)					

\* Total: Kg mol/hr, Kg/hr, m<sup>3</sup>/d o MPCSD.

\*\* MMPCSD a 60°F (15°C) y 1 atm

### Diagrama mecánico de flujo de proceso.

#### Características generales.

El diagrama mecánico de flujo de proceso, debe mostrar: el flujo completo del proceso, todo el equipo, tubería, instrumentación y demás conceptos complementarios. Debe presentar además todos los datos necesarios para el diseño mecánico de cada unidad en particular.

#### Equipo.

#### Arreglo general.

En general, el equipo debe distribuirse en relación a dos líneas horizontales, previamente localizadas: línea de bombas y línea de piso.

Sobre la línea de bombas se localizan:

- a) Bombas.

#### b) Compresoras.

Sobre la línea de piso se localizan:

- a) Recipientes verticales.
- b) Calentadores a fuego directo.
- c) Enfriadores.
- d) Cambiadores de calor.
- e) Recalentadores.
- f) Recipientes horizontales.

NOTA 2: De preferencia, el equipo antes citado, se alinearán con las cabezas inferiores de los recipientes verticales.

Los condensadores se localizan arriba de los acumuladores, excepto los que vayan trabajar ahogados, los cuales se localizan abajo de la línea de fondo de dichos acumuladores.

El equipo debe arreglarse de acuerdo con el flujo del proceso.

En los procesos, en los cuales se vayan a presentar adiciones posteriores, deben considerarse, en el trazo del diagrama mecánico de flujo espacios libres para colocación futura de equipo, tubería e instrumentos.

Cuando se tengan varios equipos mayores, con idéntica tubería, tanto de proceso como de servicios, e igual instrumentación, únicamente se debe mostrar un equipo con toda la tubería e instrumentación. El resto de los equipos del grupo se indican mediante cuadros individuales identificados y solamente deben

mostrarse las partes necesarias para dimensionamiento de las líneas.

#### **Recipientes.**

Cuando se considere práctico, los recipientes deben dimensionarse proporcionalmente unos a otros y en función de su tamaño real. El tamaño de su dibujo debe permitir mostrar claramente los elementos descritos.

Los platos de las torres, deben numerarse del fondo hacia el domo. Únicamente se deben indicar los platos del fondo del domo y aquellos en que se localicen líneas de alimentación, de extracción de productos, reflujo, tomas de muestra, instrumentación, etc.

En el caso de lechos catalíticos, secciones empacadas o secciones con malla, etc. debe indicarse su altura y las características de empaque, en algún lugar próximo a los recipientes.

Para cada recipiente horizontal o vertical, debe indicarse la altura desde el nivel de piso terminado hasta la parte inferior de los mismos, así como también nivel mínimo, normal y máximo de operación.

Debe indicarse para cada recipiente, en la parte superior del diagrama y arriba de cada unidad lo siguiente:

- a) Número de identificación. Este número también debe aparecer dentro o adyacente al recipiente.
- b) Descripción.
- c) Dimensiones (diámetro interno y distancia entre tangentes).
- d) Presión y temperatura de diseño.
- e) Aislamiento.

#### **Bombas.**

Debajo de cada bomba debe indicarse los datos siguientes:

- a) Clave de identificación de equipo.
- b) Descripción.
- c) Gasto normal de diseño en  $m^3/h$  (GPM).
- d) Carga de la bomba (presión diferencial) en  $kg/cm.^2$  (psi).
- e) Densidad relativa (sp. gr.) del fluido a la temperatura de bombeo.
- f) Aislamiento.

Para las bombas de relevo, únicamente debe indicarse la clave de equipo y la palabra "relevo". Las bombas de operación normal y de relevo deben identificarse con el mismo número, pero con los sufijos "A", "B".

Cuando dos bombas tengan un relevo común los datos deben indicarse debajo de cada bomba de operación normal y el relevo se identifica únicamente por el número del equipo y las palabras "relevo común". La bomba de "relevo común", debe tener la clave de acuerdo con la bomba que tendrá las condiciones de operación más severas.

#### **Compresores.**

En compresores de pasos múltiples, el accionador se mostrará únicamente en el primer cilindro. Para los demás cilindros, únicamente se debe mostrar el cilindro compresor.

Debajo de cada compresor deben indicarse los datos siguientes:

- a) Clave de identificación del equipo.
- b) Descripción (paso).
- c) Gasto en  $m^3 std/h$  (MMPCSD).
- d) Potencia KW (HP).

El número de pasos y cilindros, únicamente deben mostrarse para compresores de pasos múltiples. Los datos del compresor, únicamente deben indicarse debajo del primer paso. Para el resto de los pasos el gasto y la potencia, deben omitirse.

**Cambiadores de calor, condensadores, enfriadores y recalentadores.**

Para cada uno de los equipos mencionados en el punto, debe mostrarse el arreglo e indicarse el número de unidades requeridas.

En la parte superior del diagrama y arriba de cada uno de los equipos mencionados en el punto, deben indicarse los datos siguientes:

- a) Clave de identificación de equipo. Esta también debe indicarse adyacente al equipo.
- b) Descripción.
- c) Carga térmica en kcal/h (BTU/h).
- d) Aislamiento.

**Calentadores a fuego directo.**

Para el sistema de alimentación de combustible y control de encendido y dependiendo de si se trata de un solo quemador o de varios, debe seleccionarse el dibujo tipo en la parte correspondiente a símbolos para diagramas de flujo de esta especificación. En el caso de varios quemadores, únicamente debe mostrarse uno e indicarse el número total requerido.

Para la tubería de proceso, únicamente debe mostrarse un paso e indicarse el número total.

Los sistemas de distribución de vapor de apagado y para descarbonización, deben mostrar sus detalles por separado.

En la parte superior del diagrama y arriba de cada calentador, deben indicarse los datos siguientes:

- a) Clave de identificación de equipo.

- b) Descripción.

- c) Carga térmica en kcal/h (BTU/h).

**Tubería.**

**Distribución.**

Para el proceso, las líneas de alimentación deben originarse en el lado izquierdo del diagrama y las líneas de productos deben terminar en el lado derecho. Cuando lo anterior sea impráctico o requiera rutas innecesarias de las líneas, el origen y la terminación se podrán localizar en cualquier lado, pero con la mayor claridad y conveniencia. El origen de las líneas de alimentación y la terminación de las líneas de producto, deben identificarse por una flecha la cual indique el dibujo y equipo de origen o destino.

Las líneas de proceso de interconexión de equipo, deben trazarse por debajo de la línea de piso y arriba del equipo localizado en la línea de bombas. Esta área será referida como ruta de tuberías.

Los venteos de los puntos altos y los drenajes de los puntos bajos, deben indicarse solamente cuando vayan conectados a un sistema cerrado o cuando se requieran por razones del proceso.

Cuando en un proceso no se permitan venteos o drenes, debe anotarse esta información y alguna otra de importancia para las líneas, tales como: bolsas colectoras de condensado, pendientes, etc. La anotación debe hacerse adyacente a las líneas.

Las líneas de servicios auxiliares, deben originarse y terminarse adyacentes a los equipos con que tienen relación. Su longitud debe ser únicamente la necesaria para mostrar las válvulas, instrumentos y claves de identificación.

Las líneas de servicios auxiliares, en su origen y terminación, se indicarán con su título descriptivo. Los cabezales principales sólo deben

aparecer en el diagrama de servicios auxiliares correspondiente.

Las líneas de servicios auxiliares de compresores, sólo deben incluirse cuando sean pocas y sencillas. Normalmente deben mostrarse en un diagrama de servicios auxiliares particular de los compresores.

### Reducción de diámetros.

Cuando la medida de una válvula o boquilla difiera de la medida de la línea, debe indicarse el diámetro de las mismas.

### Trazo de líneas.

Ver punto 8.5 de esta especificación.

### Identificación de líneas.

Las líneas de proceso y de servicios auxiliares, deben identificarse conforme se indica a continuación:

- a) Diámetro cm (pulg).
- b) Servicio (de acuerdo al punto 7.12.1).
- c) Número (consecutivo de acuerdo al servicio).
- d) Especificación de material (de acuerdo a la especificación K-101).
- e) Aislamiento.

Ejemplo: 4" \_ VA\_ 5\_ T5D (Ac o Af)

(a) (b) (c) (d) (e)

Donde:

Ac = Aislamiento caliente.

Af = Aislamiento frío.

f) = Venas de calentamiento y enchaquetado\*.

\* Para la forma de identificación del equipo, o tuberías, que llevarán venas de calentamiento o chaquetas, ver en el capítulo 7 de esta

especificación, la correspondiente a símbolos para diagramas de flujo.

### Instrumentos.

Ver en la norma Pemex No. 2.451.03, lo correspondiente a símbolos para instrumentos.

### Diversos.

### Equipo especial.

Cualquier concepto o material no cubierto por los incisos y subincisos anteriores, se identificarán como pieza o equipo especial y su indicación será conforme lo marque el capítulo 7 de esta especificación.

### Índice de equipo.

El índice de equipo se mostrará en el área inferior derecha del diagrama. Se deben listar todos los equipos por su número, en orden alfabético y numérico.

### Nomenclatura.

La nomenclatura debe localizarse en el área superior derecha del diagrama y en forma de listado vertical (1 ó 2 columnas). Debe contener las claves específicas de los instrumentos y los servicios de las líneas; sus símbolos de instrumentos y notas complementarias.

Nota 3: Cualquier instrumento, válvula ó línea que no esté representado en la nomenclatura de las presentes hojas de diagramas, debe adicionarse.

## 12. Diagrama de flujo de servicios auxiliares.

### 12.1 Descripción.

12.1.1 El diagrama de flujo de servicios auxiliares, es un diagrama esquemático simple, descriptivo cuantitativamente de un servicio. Consiste básicamente de figuras rectangulares y

símbolos iguales a los empleados en la construcción de diagramas de flujo de proceso.

Son necesarias en la elaboración de un proyecto, los diagramas de flujo de servicios auxiliares de los sistemas siguientes:

- a) Agua de enfriamiento.
- b) Vapor y condensado.
- c) Agua tratada.
- d) Aire.
- e) Gas combustible.
- f) Nitrógeno o inertes.
- g) Refrigerantes.
- h) Sistema de desfogue.

#### **Características y datos básicos.**

El diagrama de flujo de servicios auxiliares debe mostrar el equipo mayor, la tubería principal, la instrumentación básica de control y partes especiales.

El diagrama de flujo de servicios auxiliares, debe presentar los datos siguientes:

- a) Presión y temperatura de todas las líneas.
- b) Flujo de las líneas.
- c) Capacidad térmica de cambiadores de calor y de calentadores.
- d) Capacidad normal de bombas y en algunos casos la presión diferencial.
- e) Tipo de instrumentos de control básico.
- f) Dimensiones de recipientes.
- g) Tabla de balance de materia, cuando se estime necesario, o bien, las cantidades y flujos indicados sobre las líneas y/o equipos correspondientes.

#### **Equipo.**

##### **Arreglo general.**

En general, el equipo debe distribuirse siguiendo el flujo básico del servicio, empezando el trazo del diagrama en el lado izquierdo del plano y terminando en el lado derecho o parte inferior del dibujo. De preferencia la parte baja de cada símbolo representativo del equipo de mayor tamaño, se localizará sobre una línea horizontal común y los símbolos del equipo restante se localizarán sobre el trazo de las líneas de flujo.

Las unidades que sean duplicado de equipo, tales como bombas de relevo, elementos de cambiadores de calor con más de un cuerpo, no deben mostrarse en el diagrama y únicamente se indicarán mediante claves.

#### **Recipientes.**

Cuando se considere práctico, los recipientes deben dimensionarse proporcionalmente unos a otros y en función de su tamaño real.

Debe indicarse para cada recipiente, arriba de cada símbolo, el siguiente listado:

- a) Clave de identificación.
- b) Descripción.
- c) Dimensiones (diámetro interno y distancia entre tangentes).

#### **Bombas.**

Debajo de cada bomba deben indicarse los datos siguientes:

- a) Clave de identificación de equipo.
- b) Gasto en m<sup>3</sup>/h (GPM).
- c) Cuando se considere necesario, carga de la bomba (presión diferencial), en kg/cm<sup>2</sup> (psi).

**Compresores.**

En compresores de pasos múltiples, el símbolo de compresor debe repetirse para cada paso e indicando el número del paso.

Debajo de cada compresor se indican los datos siguientes:

- a) Clave de identificación del equipo.
- b) Número de pasos, cuando sea necesario.
- c) Capacidad en  $m^3$  std/h (pies $^3$  std/h).

**Cambiadores de calor, condensadores, enfriadores y recalentadores.**

Adyacente o abajo de cada uno de los equipos mencionados, deben indicarse los datos siguientes:

- a) Clave de identificación de equipo.
- b) Descripción.
- c) Carga térmica en kcal/h (BTU/h).

En los cambiadores de calor del tipo de tubo y carcaza, deben identificarse con línea punteada la corriente que va por dentro de los tubos (únicamente en el interior del cambiador).

**Calentadores a fuego directo.**

Para cada unidad debe mostrarse e identificarse el medio de calentamiento.

La tubería interior debe mostrarse solamente para un paso y se identifica con línea punteada.

Para cada calentador, deben indicarse los datos siguientes:

- a) Clave de identificación.
- b) Descripción.
- c) Carga térmica en kcal/h (BTU/h).

**Calderas.**

Para cada unidad, deben indicarse los datos siguientes:

- a) Clave de identificación de equipo.
- b) Descripción.
- c) Presión de generación, en  $kg/cm^2$  (psig).

**Tubería.**

**Distribución.**

Las líneas deben llevarse por una ruta conveniente y siguiendo la secuencia de flujo.

El origen y terminación de las líneas, deben identificarse por un cuadro en el cual se indique la descripción de la linea.

**Instrumentos.**

Únicamente se mostrarán los instrumentos básicos de control y se indicará su tipo.

**Diagrama mecánico de flujo de servicios auxiliares.**

**Características generales.**

El diagrama mecánico de flujo de servicios auxiliares debe mostrar todo el equipo, tubería, instrumentación y demás conceptos complementarios con sus datos correspondientes, los cuales son necesarios para el diseño de los servicios auxiliares de cada unidad en particular y que no se indican en el diagrama de flujo de servicios auxiliares.

**Equipo.**

**Arreglo general.**

Para el trazo del diagrama mecánico de flujo de servicios auxiliares, los símbolos de los

equipos deben ubicarse de acuerdo con el plano general de localización.

Cuando se tenga algún equipo con un grupo de piezas mayores con idéntica tubería e instrumentación, únicamente una pieza debe mostrarse con toda la tubería de servicios e instrumentación. El resto de las piezas del grupo se indican mediante cuadros individuales identificados y solamente deben mostrarse las porciones necesarias de las tuberías de servicios, para la identificación de las líneas.

El equipo de servicios auxiliares debe ubicarse en relación con el plano general de localización.

La interconexión de tuberías entre equipos y la instrumentación, debe indicarse en la forma siguiente:

- a) Las piezas menores de equipo para servicios, se detallarán en el área superior derecha del diagrama, usando los mismos símbolos que el diagrama mecánico de flujo de proceso.
- b) Las piezas mayores de equipo para servicio o equipos de servicio que comprendan varios sistemas, deben repetirse en detalle por separado en un diagrama mecánico de flujo adicional.

#### Datos de equipo.

Adyacente a los símbolos de equipo, deben indicarse los datos listados en los puntos. Aquellos equipos que no se muestren en el diagrama mecánico de flujo, deben marcarse con un paréntesis.

#### Recipientes.

Los recipientes deben dimensionarse proporcionalmente unos a otros y deben indicarse para cada unidad los siguientes datos:

- a) Clave de identificación de equipo.
- b) Descripción.

#### Bombas.

Para cada bomba deben indicarse los datos siguientes:

- a) Clave de identificación del equipo.
- b) Descripción.

#### Compresores.

Para cada compresor deben indicarse los datos siguientes:

- a) Clave de identificación de equipo.
- b) Descripción.

#### Cambiadores de calor, condensadores, enfriadores y recalentadores.

Debe indicarse el tipo y el número de unidades requeridas, así como los datos siguientes:

- a) Clave de identificación del equipo.
- b) Descripción.

#### Calentadores a fuego directo.

Para cada unidad deben indicarse los datos siguientes:

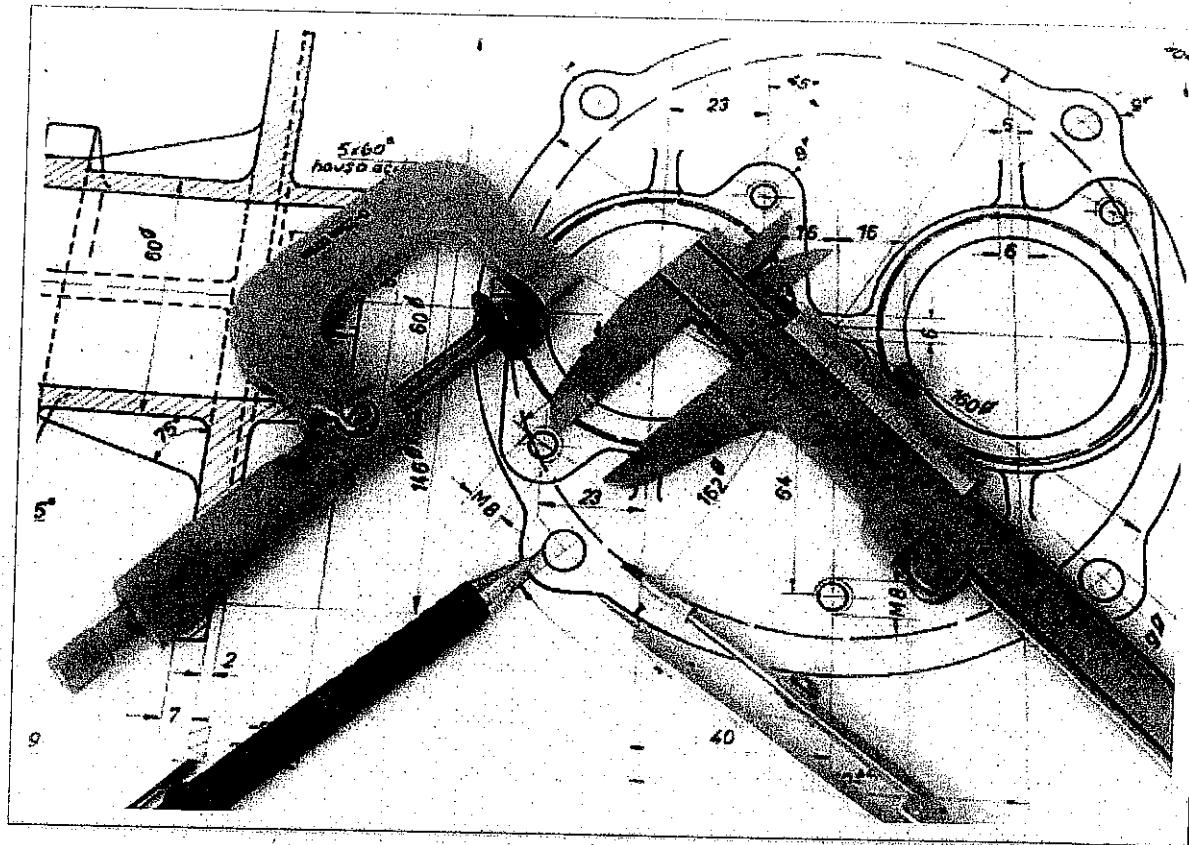
- a) Clave de identificación del equipo.
- b) Descripción.

#### Tubería.

#### Distribución.

Las líneas de servicios auxiliares deben trazarse de acuerdo con la ruta previamente fijada en el plano de localización general de la tubería principal. El trazo no necesariamente debe ser el camino físico real.

Las líneas de servicio deben terminar adyacentes al equipo que conectarán.



# Dibujo Mecánico

**DIBUJO MECÁNICO:**

Se emplea en la elaboración de planos para la representación de piezas o pares de máquinas, maquinarias, vehículos y maquinaria industria. Los planos que representan un mecanismo simple o una máquina formada por el conjunto de piezas, son llamados planos de conjunto y lo que representa un solo elemento, plano de pieza. Los que representan un conjunto de pieza con las indicaciones gráficas, para su colocación y armar un todo, son llamados planos de montaje.

En el campo comercial, donde la aplicación práctica de los dibujos de ingeniería adopta la forma de dibujos de trabajo, es importante tener en cuenta un amplio conocimiento de los elementos de máquinas, su fabricación y la representación gráfica de cada uno de ellos. Siempre será necesario, que las partes o elementos que ensamblan una maquina se puedan mostrar con facilidad al fabricante y al consumidor, y poder mostrarle con claridad cada una de sus características esenciales y las normas a seguir para la fabricación de cada elemento.

En el departamento de dibujo, aplica el procedimiento con número de documento **303-42600-IT-010**, con emisión del **19-01-2015** en su revisión **03**.

 <b>PEMEX</b> REFINACIÓN SUBDIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN REFINERIA "MIGUEL HIDALGO"	<b>Elaborar un Levantamiento y/o Dibujo Mecánico.</b>	No. DOCUMENTO: 303-42600-IT-010 EMISIÓN: 19-01-2015 REVISIÓN: 3 ÁREA EMISORA: Suptcia de Prog. y Supervisión. HOJA 1 DE 8
---	---	---

Procedimiento: [303-42600-IT-010.pdf](#)

**MATERIALES, HERRAMIENTA O INSTRUMENTOS**

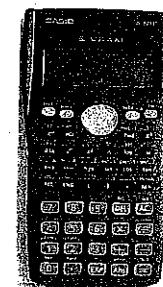
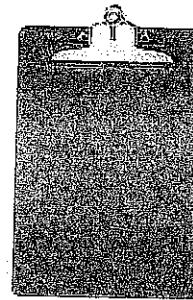
TABLA DE CAMPO

TIPOS DE HOJAS

PORTAMINAS Y GOMA

ESCUADRAS

CALCULADORA



ESCALAS O REGLA METÁLICA

BLOQUES DE 90°, 45° Y DE CENTRAR

COMPAS DE INTERIORES

COMPAS DE EXTERIORES COMPAS

HERMAFRODITA

COMPAS DE PUNTA

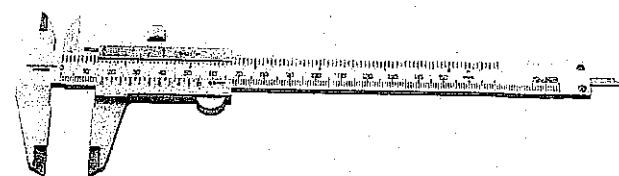
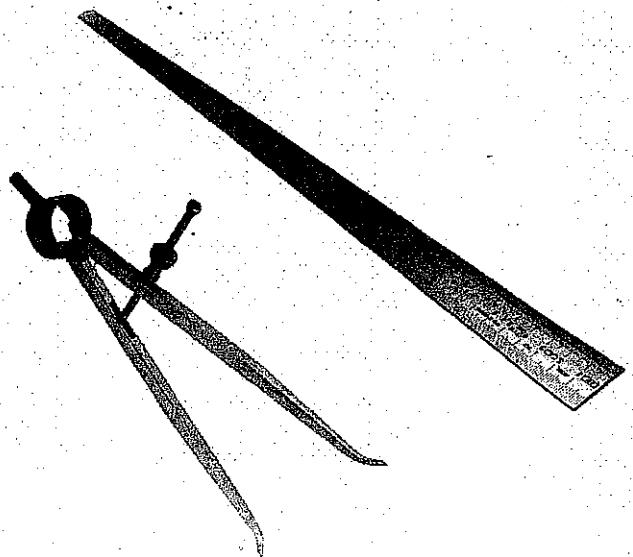
PIE DE REY (VERNIER)

MICRÓMETRO DE INTERIOR, EXTERIOR Y PROFUNDIDAD

MEDIDOR DE ROSCAS

PLANTILLA DE ANGULO

PLANTILLAS DE RADIO



El solicitante del trabajo, entrega en la jefatura del departamento de dibujo el "Permiso de trabajo" o la "Solicitud para Trabajo en Talleres" debidamente

llenado y autorizado acompañado del AST, dependiendo el tipo de trabajo a realizar.

**DATOS EN LA HOJAS DE LEVANTAMIENTO:**

NOMBRE DE LA PIEZA

EQUIPO AL QUE PERTENECE

MATERIAL DE LA PIEZA

SECTOR Y PLANTA

NOMBRE DEL SOLICITANTE

NOMBRE DE LA PERSONA QUE LEVANTO EL DIBUJO

ESCALA

SISTEMA DE MEDICIÓN DE LA ACOTACIONES

FECHA

**INFORMACIÓN DEL LEVANTAMIENTO:**

VISTAS

CORTES

COTAS

TIPO DE ROSCAS Y NUMERO DE HILOS POR PULGADA

DIÁMETROS

**INFORMACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN DEL LEVANTAMIENTO:**

**La jefatura o mando medio elaborara, Solicitud para Trabajo en Talleres SCM-020.**

**NOMBRE DE LA PIEZA (EQUIPO)**

**SECTOR**

**PERSONAL DE DIGITALIZA EL LEVANTAMIENTO**

**PERSONAL QUE REALIZO EL LEVANTAMIENTO**

**PERSONAL QUE PROYECTO**

**PERSONAL REVISÓ EL LEVANTAMIENTO**

**PERSONAL QUE APRUEBA EL LEVANTAMIENTO**

**ESCALA**

**SISTEMA DE MEDIDA DE ACOTACIÓN**

**LOGOTIPO DE PEMEX**

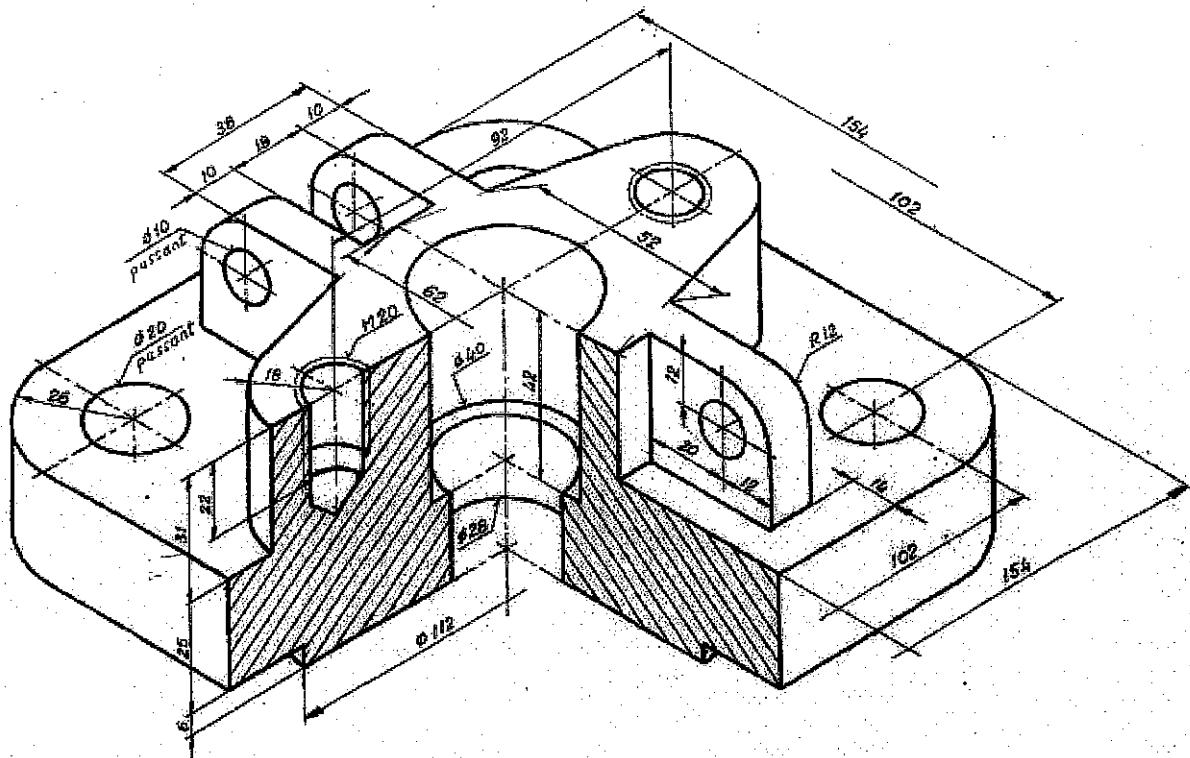
**LUGAR Y FECHA QUE FUE DIGITALIZADA**

**CUADRA DE DIBUJO DE REFERENCIA Y NÚMERO**

**CUADRO DE REVISIÓN**

La digitalización de las piezas deberá ser creada con las capas necesarias para el levantamiento, se deberán tener estilos en las cotas tipos y tamaño de la flecha para acotar, estilo de texto, unidades de precisión (tipos de unidades, separado de decimales). La digitalización debe tener un registro en el archivo técnico de la refinería con un número consecutivo para su control IM (Ingeniería Mecánica).

## ➤ ACOTACIONES Y ANOTACIONES



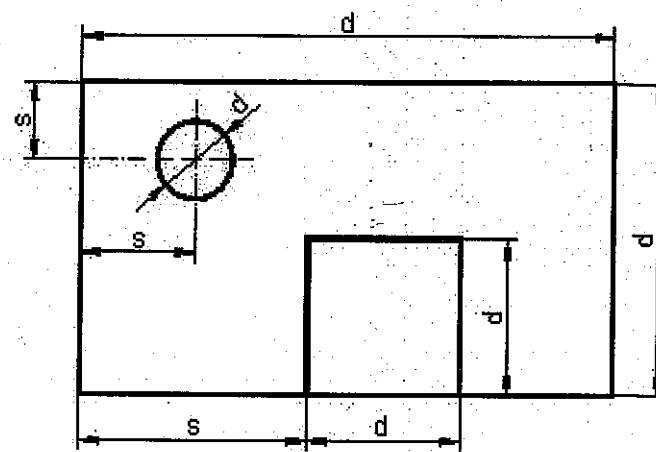
El dibujo técnico tiene como fin llevar una pieza, forma o proyecto dibujado a la realidad. Para que eso sea posible, la teoría del dibujo técnico establece dos requisitos indispensables que deben cumplirse si se ha dibujado algo que se fabricara en un taller o deberá construirse en el caso de una edificación:

- Que las vistas del dibujo no permitan dudas respecto a su forma, tamaño y proporción.
- Que la descripción de un tamaño sea exacta. Es decir, que el dibujo este correctamente acotado.

De esto podemos concluir que la **acotación** (también se conoce como dimensión o medida) es el proceso de añadir medidas y notas a los objetos dibujados para que puedan ser confeccionados.

**Figura 1 – Representación de dimensiones funcionales y auxiliares**

También podemos distinguir cotas según su función en el plano y en este caso tenemos 2 tipos que son:



**Cotas de dimensión (d):** Son las que indican el tamaño de los elementos del dibujo (diámetros de agujeros, ancho de la pieza, etc.)

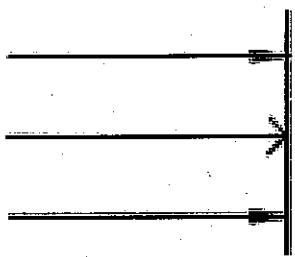
**Cotas de situación (s):** Son las que concretan la posición de los elementos de la pieza

#### **Elementos que componen una cota**

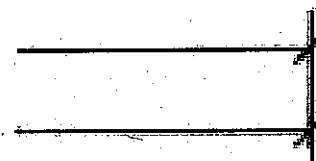
En el acotado de un dibujo intervienen líneas y símbolos los cuales variarían según las características de los elementos y/o piezas a dimensionar. Los elementos que componen una cota son:

**Línea de acotación o de dimensión:** Son líneas paralelas a la superficie de la pieza que será el objeto de medición.

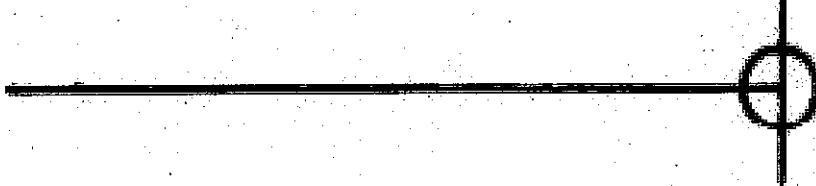
**Valor de cota:** Es un número que indica la magnitud o dimensión. Todos los valores en el dibujo deben tener la misma unidad de trabajo, y se sitúa en el centro de la línea de acotación. Esta puede situarse en medio, interrumpiendo la línea o sobre la misma, pero este criterio deberá seguirse en todo el dibujo.



Cabezas de flechas



b) Barra oblicua

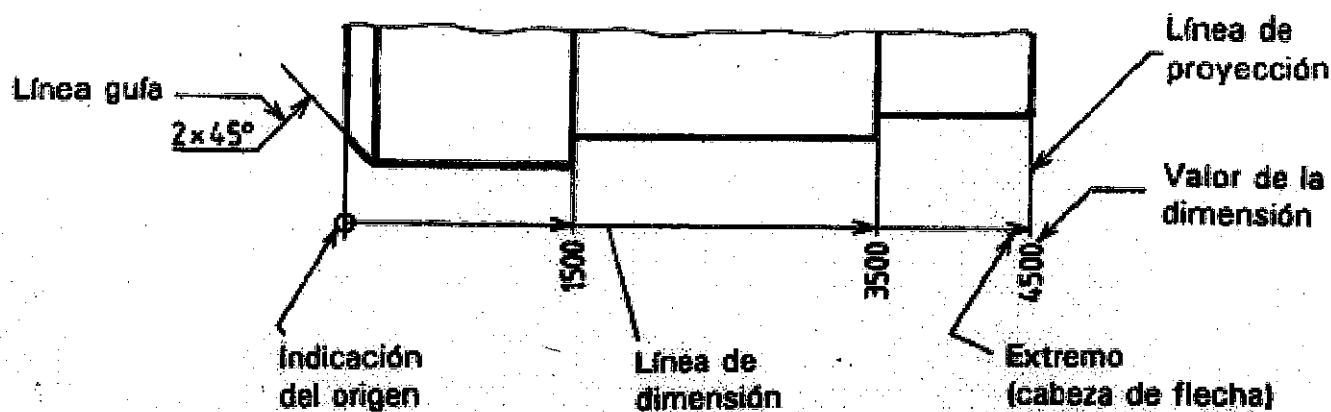


**Líneas de referencia o de proyección:** Son líneas que parten del dibujo de forma perpendicular a la superficie a acotar, y limitan la longitud de las líneas de cota. Deben sobresalir ligeramente de las líneas de cota, aproximadamente en 2 mm. Excepcionalmente y en ciertos casos pueden dibujarse a  $60^\circ$  respecto a las líneas de cota.

**Líneas de guía 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**, si terminan en un contorno de la pieza.

**En un punto**, si terminan en el interior de la pieza.



**Sin flecha ni punto**, si terminan en otra línea.

**Símbolos:** En ocasiones, la cota se acompaña de un símbolo que nos indicará, por ejemplo, los elementos formales de la pieza que simplifican su acotación y en algunas ocasiones permiten reducir el número de vistas necesarias para definirlo.

Los símbolos más usuales son:

$\Phi$ : diámetro

R: radio de una esfera <sup>1)</sup>

$\square$ : cuadrado

$\Phi E$ : diámetro de una esfera <sup>1)</sup>

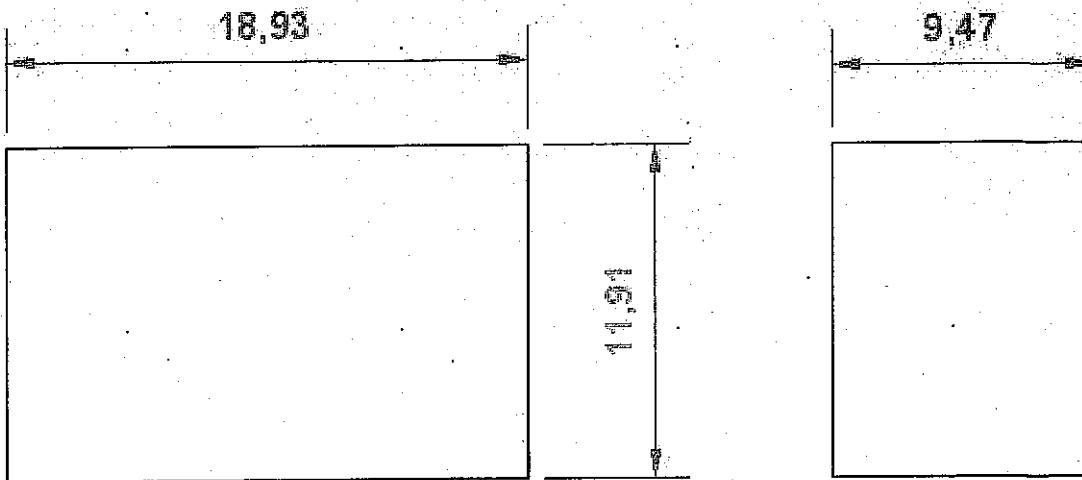
R: radio

Antes de proceder a acotar las dimensiones de los objetos o elementos constructivos de nuestro dibujo, deberemos tener en cuenta los aspectos esenciales de la acotación en el dibujo técnico para evitar cometer errores.

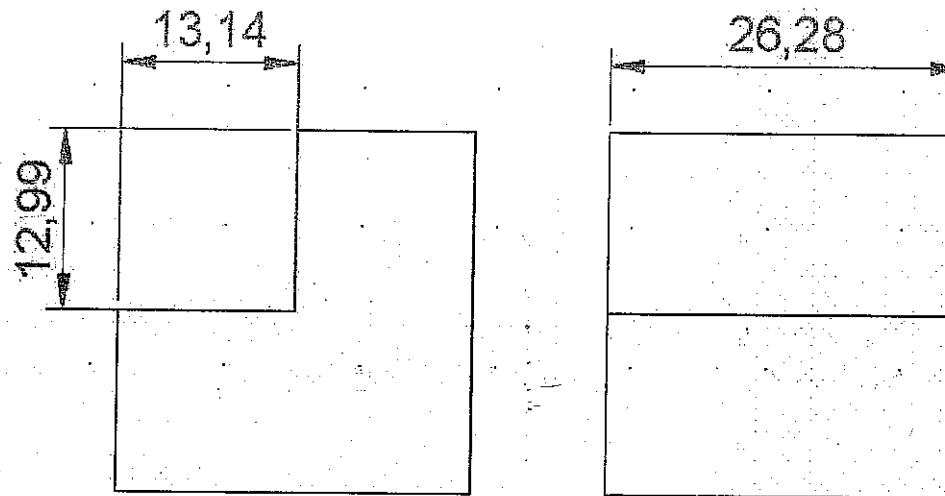
- **Criterios de acotación en Dibujo Técnico:**

Para añadir cotas a un dibujo debemos tomar en cuenta los siguientes criterios básicos:

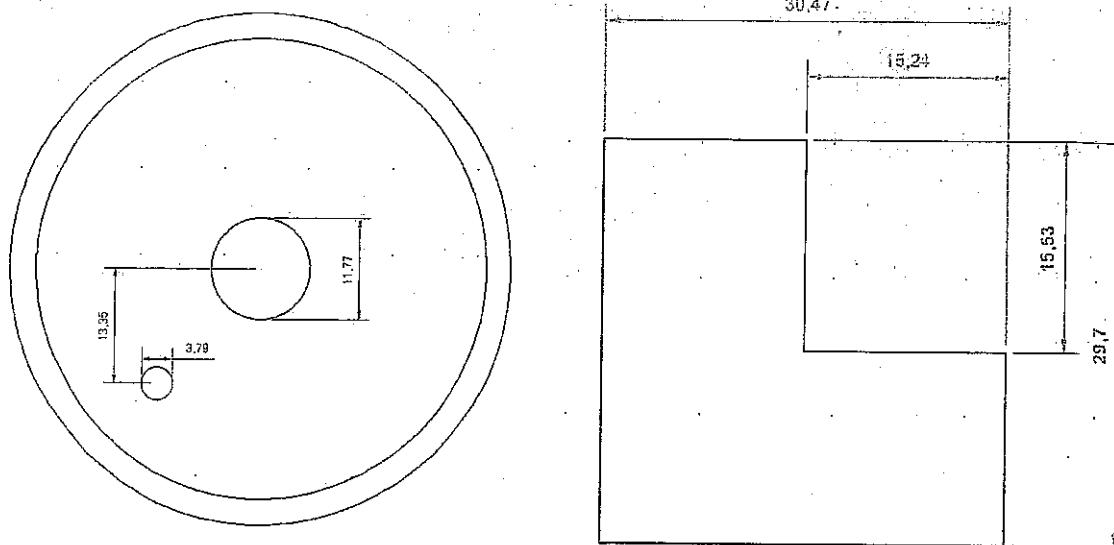
- Cuando creamos un dibujo con varias vistas de un mismo objeto, debemos colocar las cotas entre las vistas, siempre que esto sea posible. La acotación de una pieza debe reflejar las medidas de todas sus caras.
- Cuando la forma de un objeto nos obligue a crear dos cotas paralelas, la cota menor debe estar más cerca del objeto. La separación mínima entre líneas debe ser de 5 mm.



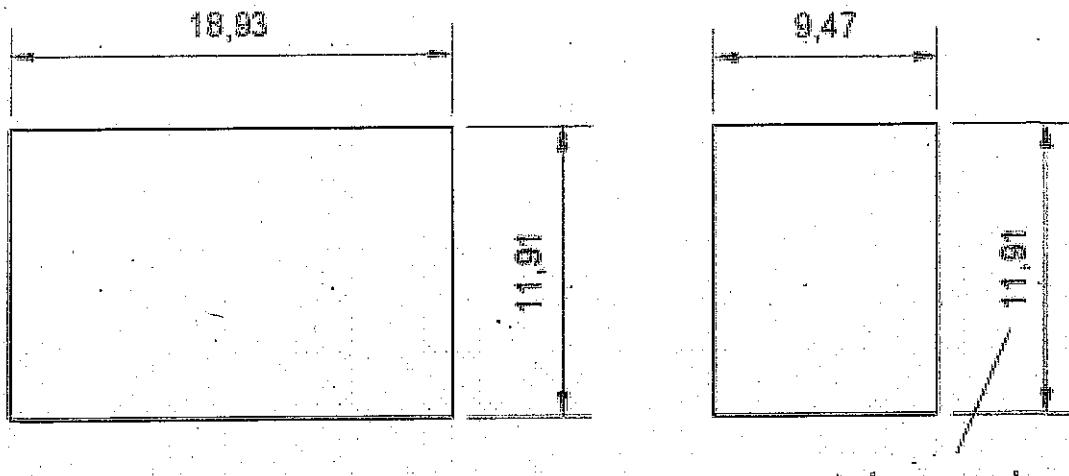
- Las cotas deben estar preferentemente en la vista que mejor muestra la forma característica del objeto. En el ejemplo, las medida 12,99 podría estar en la otra vista, pero no reflejaría su forma.



- Si el dibujo es lo suficientemente grande, las cotas pueden ir en el interior de este si se requiere las medidas en el detalle. Así mismo, la escala de las cotas debe ser proporcional al dibujo para que estas no se pierdan.



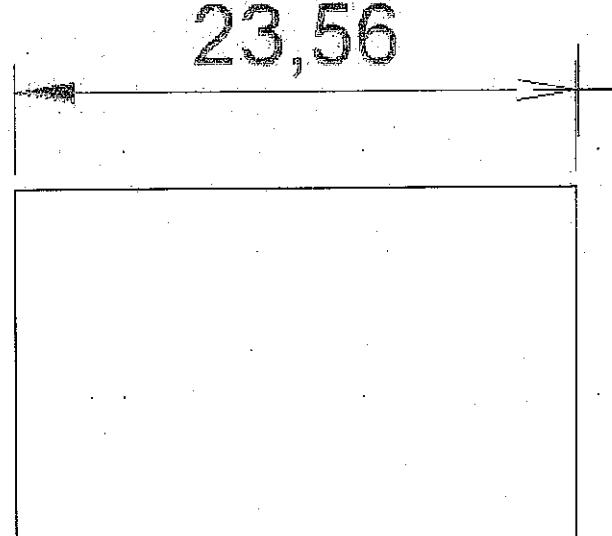
- No debe repetirse una cota en dos vistas diferente. Por el contrario, deben acotarse detalles diferentes, aun cuando midan lo mismo.



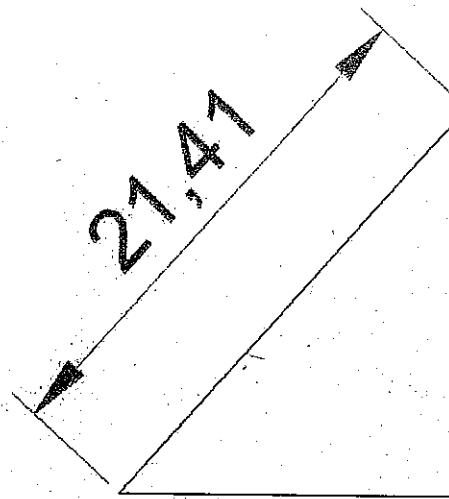
cota innecesaria

### **Tipos de acotado más utilizados**

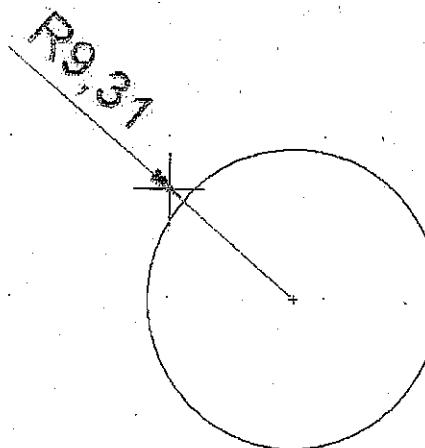
**Lineal:** la acotación es de tipo lineal. Si el espacio para dibujar el valor y la línea de cota es reducido, la flecha puede ser dibujada fuera de los límites de la línea de cota, la cual se prolongará para este fin.



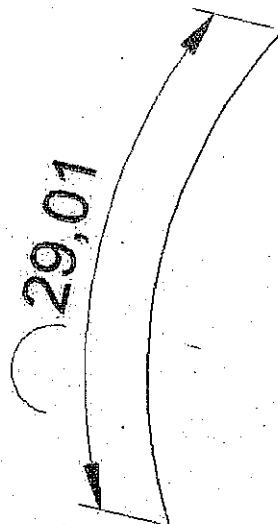
**Alineada:** similar a la de tipo lineal pero nos permitirá acotar de forma precisa las líneas diagonales.



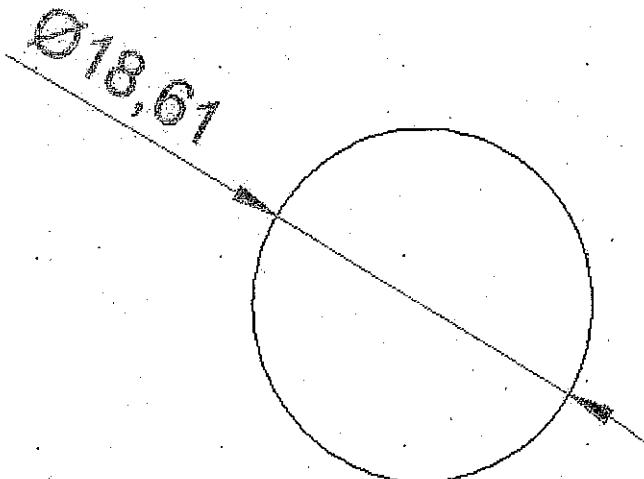
**Radio:** nos permite determinar la magnitud del radio de una circunferencia o de un arco. Deberá dimensionarse con sólo una flecha que apunte hacia el arco, y este tipo de cota puede estar dentro o fuera del arco o circulo dependiendo del tamaño.



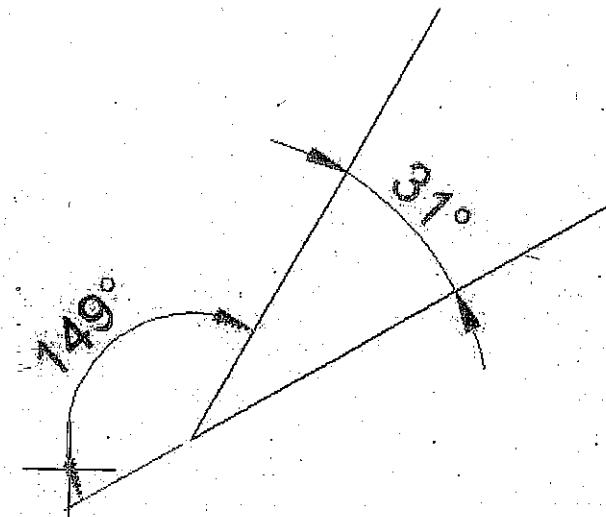
**Longitud de arco:** esta cota nos permite determinar el perímetro de un arco. Se simboliza con media circunferencia invertida a continuación del valor correspondiente.



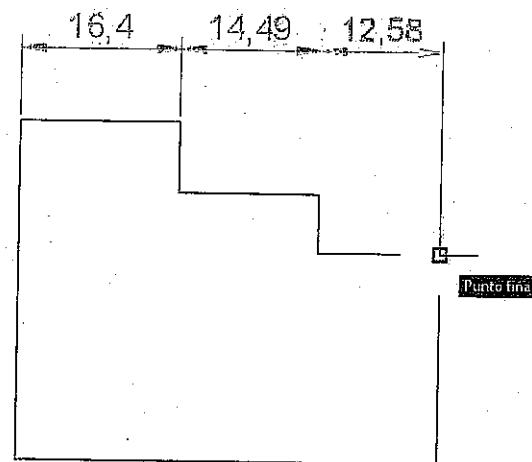
**Diámetro:** nos permite acotar un ángulo formado entre 2 líneas no paralelas. Como se aprecia en la imagen de abajo, debe indicar claramente el arco y la medida de dicho ángulo.



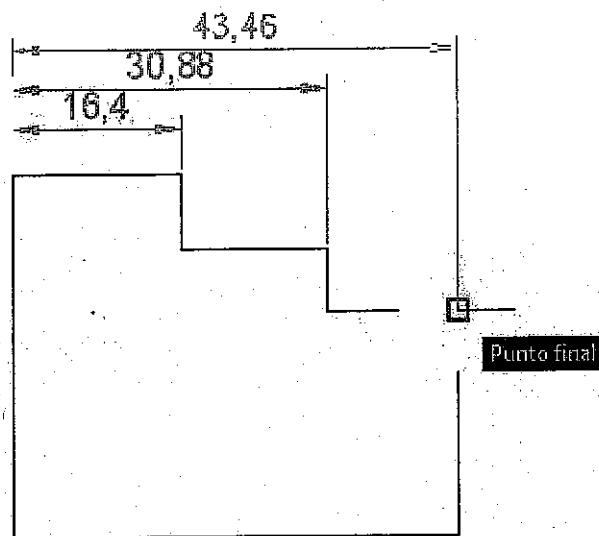
**Angular:** nos permite acotar un ángulo formado entre 2 líneas no paralelas. Como se aprecia en la imagen de abajo, debe indicar claramente el arco y la medida de dicho ángulo.



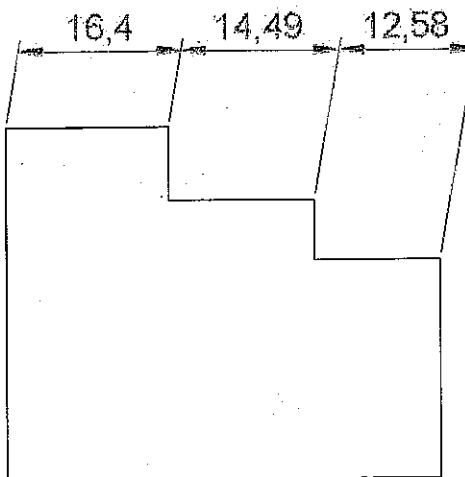
**Acotamiento en cadena:** es un tipo de dimensionamiento continuo.



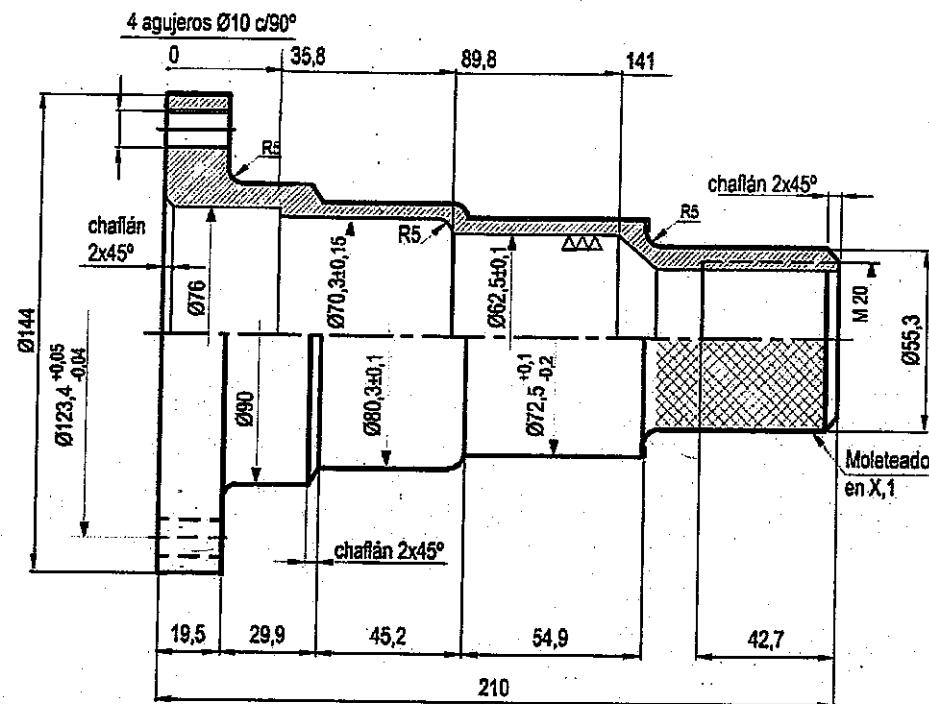
**Acotamiento en paralelo:** líneas paralelas entre sí, con suficiente espacio para indicar con claridad las dimensiones del objeto. El espacio mínimo entre líneas debe ser de 5 mm.



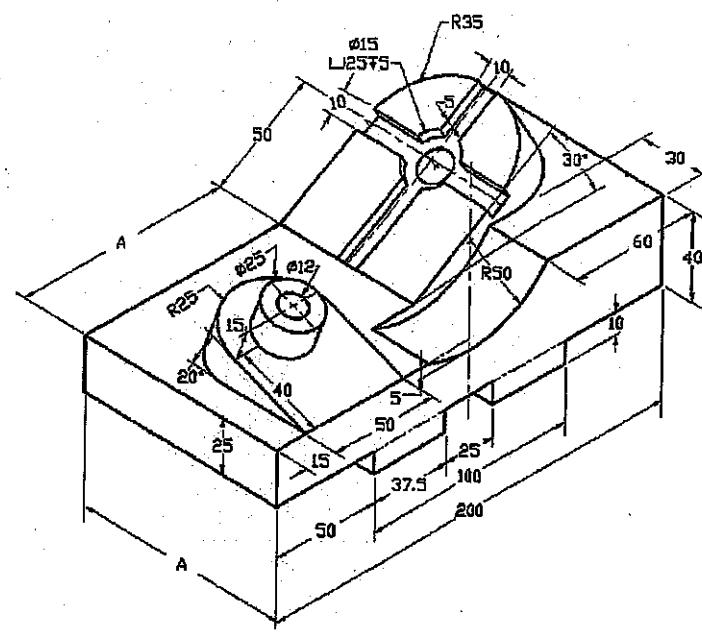
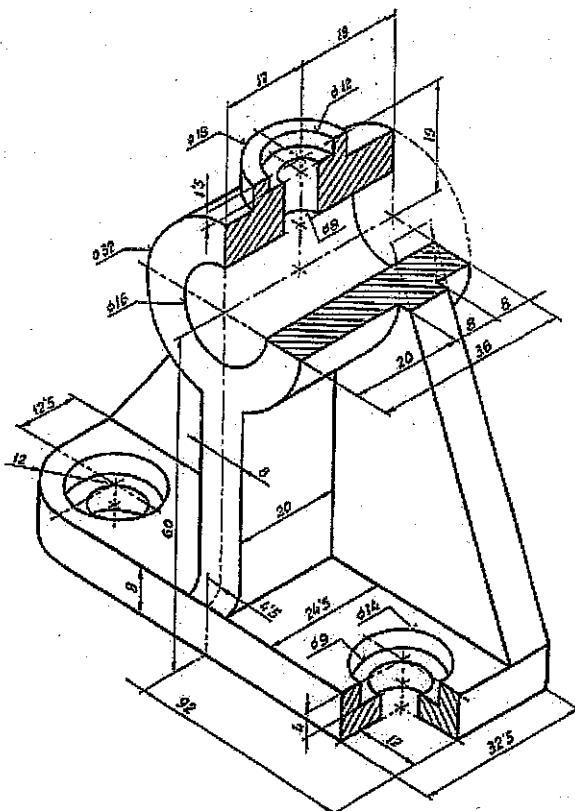
**Oblicua:** con este acotado podremos inclinar el ángulo de proyección de las líneas de referencia de la cota, para acotar en ciertos casos especiales.



## EJEMPLOS DE ACOTACIONES:



VISTA - CORTE



**➤ CORTES Y SECCIONES.****Introducción**

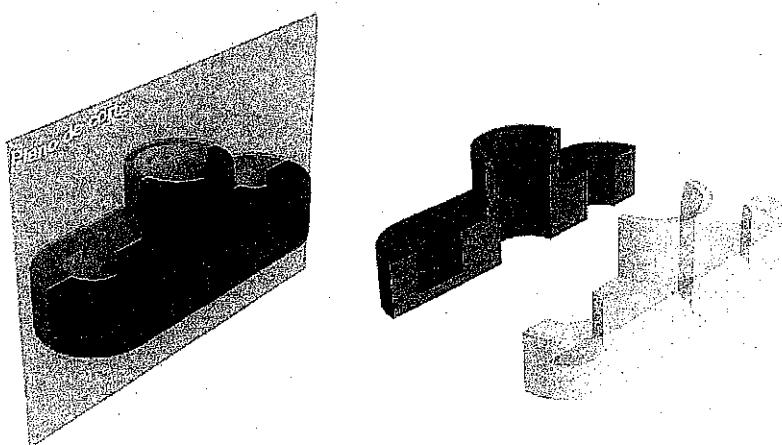
En ocasiones, debido a la complejidad de los detalles internos de una pieza, su representación se hace confusa, con gran número de aristas ocultas, y la limitación de no poder acotar sobre dichas aristas. La solución a este problema son los cortes y secciones, que estudiaremos en este tema.

También en ocasiones, la gran longitud de determinadas piezas, dificultan su representación a escala en un plano, para resolver dicho problema se hará uso de las roturas, artificio que nos permitirá añadir claridad y ahorrar espacio.

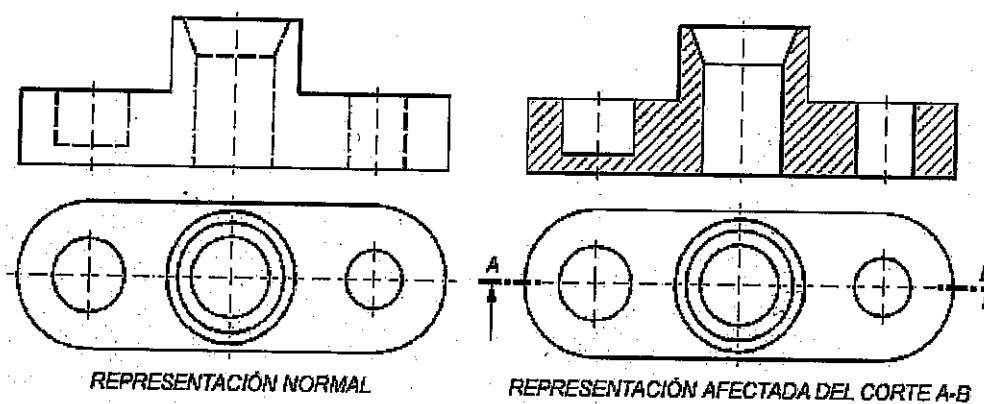
**Generalidades sobre cortes y secciones**

Un **corte** es el artificio mediante el cual, en la representación de una pieza, eliminamos parte de la misma, con objeto de clarificar y hacer más sencilla su representación y acotación.

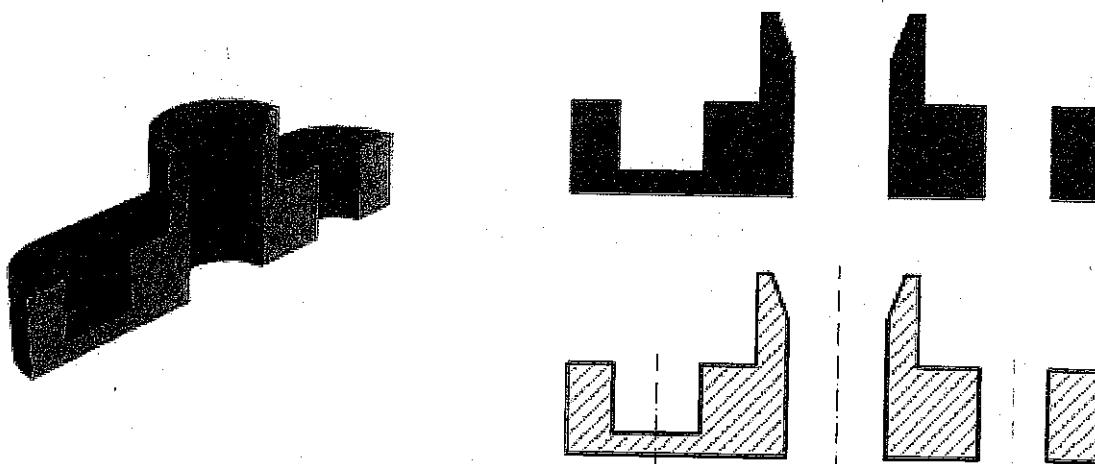
En principio el mecanismo es muy sencillo. Adoptado uno o varios planos de corte, eliminaremos ficticiamente de la pieza, la parte más cercana al observador, como puede verse en las figuras.



Como puede verse en las figuras siguientes, las aristas interiores afectadas por el corte, se representarán con el mismo espesor que las aristas vistas, y la superficie afectada por el corte, se representa con un rayado. A continuación en este tema, veremos cómo se representa la marcha del corte, las normas para el rayado del mismo, etc.



Se denomina **sección** a la intersección del plano de corte con la pieza (la superficie indicada de color rojo), como puede apreciarse cuando se representa una sección, a diferencia de un corte, no se representa el resto de la pieza que queda detrás de la misma. Siempre que sea posible, se preferirá representar la sección, ya que resulta más clara y sencilla su representación.



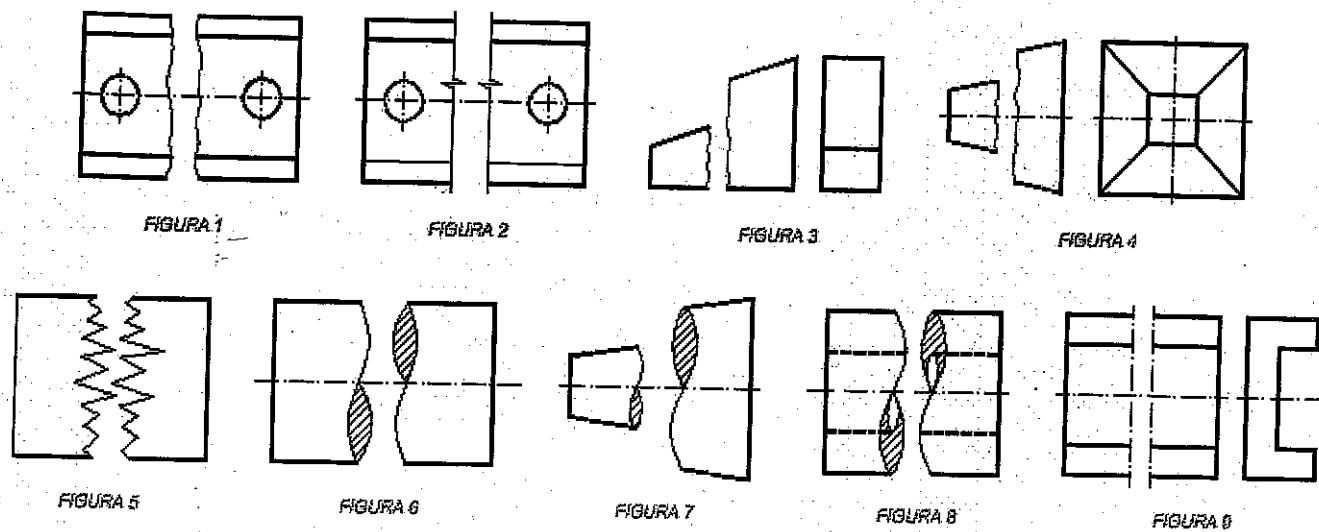
## LÍNEAS DE CORTE EN MATERIALES

Cuando se trata de dibujar objetos largos y uniformes, se suelen representar interrumpidos por líneas de rotura. Las roturas ahorran espacio de representación, al suprimir partes constantes y regulares de las piezas, y limitar la representación, a las partes suficientes para su definición y acotación.

El corte, están normalizadas, y sus tipos son los siguientes:

1. Las normas definen solo dos tipos de cortes (figuras 1 y 2), la primera se indica mediante una línea fina, como la de los ejes, a mano alzada y ligeramente curvada, la segunda suele utilizarse en trabajos por ordenador.
2. En piezas en cuña y piramidales (figuras 3y 4), se utiliza la misma línea fina y ligeramente curva. En estas piezas debe mantenerse la inclinación de las aristas de la pieza.
3. En piezas de madera, la línea de rotura se indicará con una línea en zig-zag (figura 5).
4. En piezas cilíndricas macizas, la línea de rotura de indicará mediante las característica lazada (figura 6).
5. En piezas cónicas, la línea de rotura se indicará como en el caso anterior, mediante lazadas, si bien estas resultarán de diferente tamaño (figura 7).

6. En piezas cilíndricas huecas (tubos), la línea de rotura se indicará mediante una doble lazada, que patentizarán los diámetros interior y exterior (figura 8).
7. Cuando las piezas tengan una configuración uniforme, la rotura podrá indicarse con una línea de trazo y punto final, como la las líneas de los ejes (figura 9).



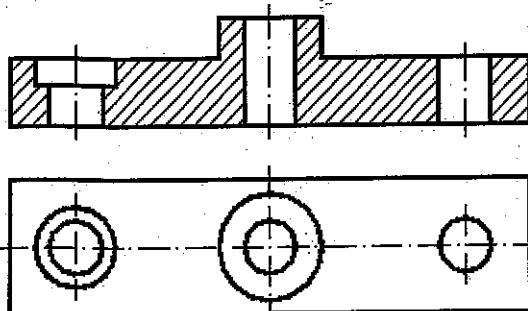
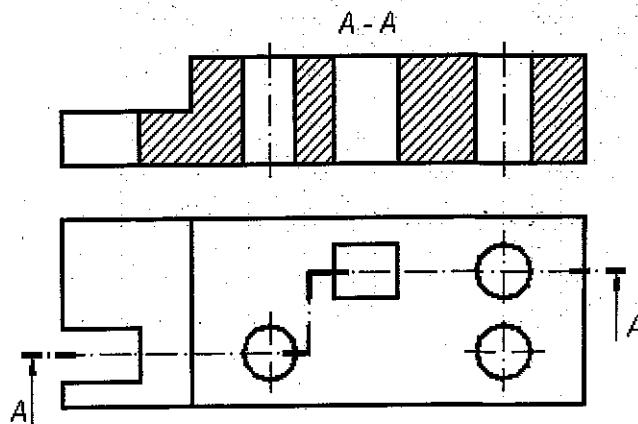
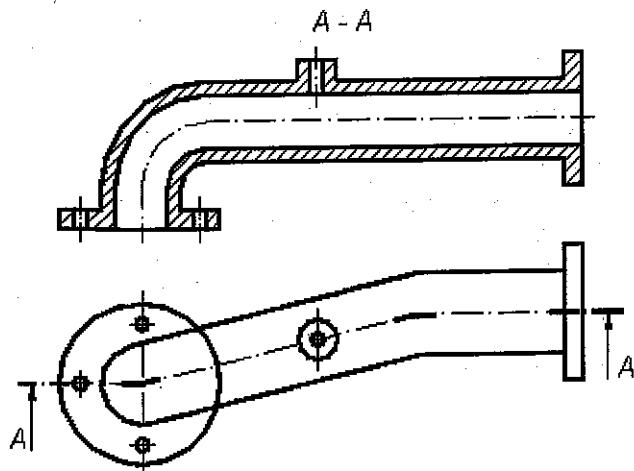
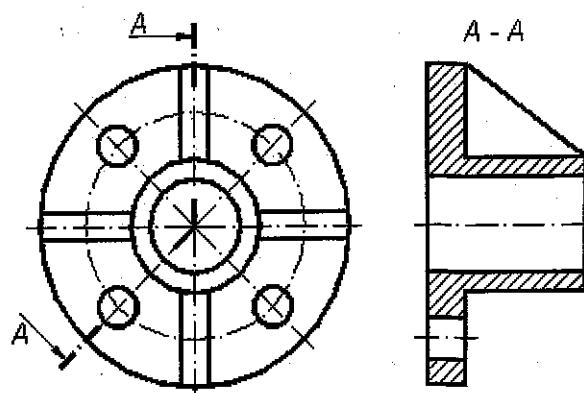
### ➤ REPRESENTACIÓN DE LA MARCHA DE UN CORTE.

Cuando la trayectoria de un corte sea evidente, no será necesaria ninguna indicación (figura 1). En el caso de que dicha trayectoria no sea evidente o se realice mediante varios planos de corte, el recorrido se indicará mediante una línea de trazo y punto fino, que se representará con trazos gruesos en sus extremos y cambios de dirección (figuras 2, 3 y 4).

En los extremos del plano de corte se situarán dos letras mayúsculas, que servirán de referencia del mismo, estas letras podrán ser repetidas A-A o consecutivas A-B.

También en los extremos se consignan dos flechas, que indican el sentido de observación. Sobre la vista afectada del corte, se indicarán las letras definidoras del corte.

Un corte puede realizarse por diferentes tipos de planos: un único plano (figura 1), por planos paralelos (figura 2), por planos sucesivos (figura 3), y por planos concurrentes (figura 4), en este último caso, uno de ellos se gira antes del abatimiento.

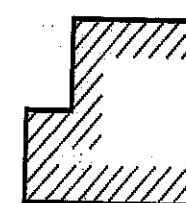
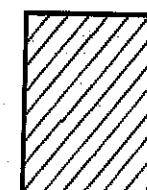
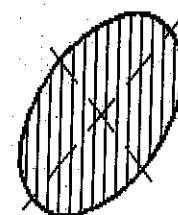
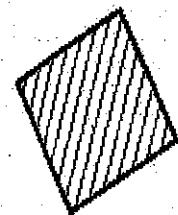
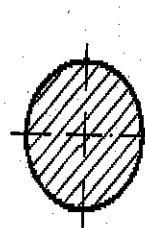
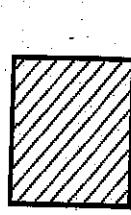

**FIGURA 1**

**FIGURA 2**

**FIGURA 3**

**FIGURA 4**

**➤ NORMA PARA EL RAYADO DE LOS CORTES.**

Las superficies de una pieza afectadas por un corte, se resaltan mediante una raya de líneas paralelas, cuyo espesor será el más fino de la serie utilizada.

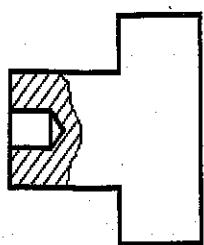
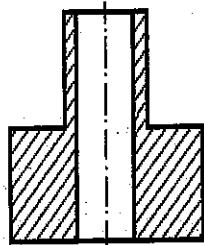
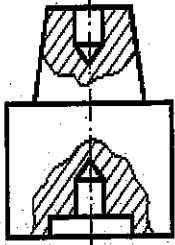
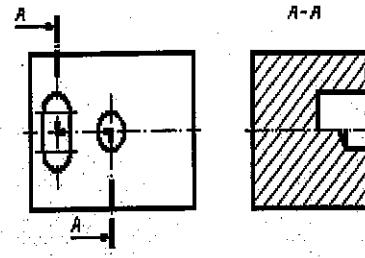
Basándonos en las normas NOM-Z-5-1986, podemos establecer las siguientes reglas, para la realización de los rayados:

1. La inclinación del rayado será de 45° respecto a los ejes de simetría o contorno principal de la pieza (figura 1).
2. La separación entre las líneas de rayado dependerá de tamaño de la pieza, pero nunca deberá ser inferior a 0,7 mm. ni superior a 3 mm. (figura 2).
3. En piezas de gran tamaño, el rayado puede reducirse a una zona que siga el contorno de la superficie a rayar (figura 3).



4. En los casos de cortes parciales o mordeduras, la separación entre la parte seccionada y el resto de la pieza, se indica con una línea fina a mano alzada, y que no debe coincidir con ninguna arista ni eje de la pieza (figura 4).
5. Las diferentes zonas rayadas de una pieza, pertenecientes a un mismo corte, llevarán la misma inclinación y separación (figura 5), igualmente se mantendrá el mismo rayado cuando se trate de cortes diferentes sobre una misma pieza (figura 6).
6. En piezas afectadas por un corte por planos paralelos, se empleará el mismo rayado, pudiendo desplazarse en la línea de separación, para una mayor comprensión del dibujo (figura 7).

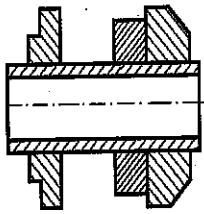
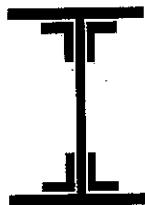
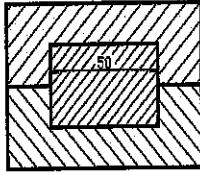
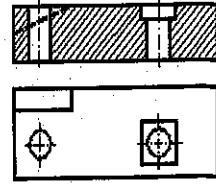
7. En cortes sobre representaciones de conjuntos, las diferentes piezas se rayarán modificando la inclinación de  $45^{\circ}$ , y cuando no pueda evitarse, se variará la separación del rayado (figura 8).


**FIGURA 4**

**FIGURA 5**

**FIGURA 6**

**FIGURA 7**

8. Las superficies delgadas, no se rayan, sino que se ennegrecen. Si hay varias superficies contiguas, se dejará una pequeña separación entre ellas, que no será inferior a 7 mm. (figura 9).

9. Debe evitarse la consignación de cotas sobre superficies sobre las superficies rayadas. En caso de consignarse, se interrumpirá el rayado en la zona de la cifra de cota, pero no en las flechas ni líneas de cota (figura 10).

10. No se dibujarán aristas ocultas sobre las superficies rayadas de un corte. Y solo se admitirán excepcionalmente, si es inevitable, o con ello se contribuye decisivamente a la lectura e interpretación de la pieza (figura 11).


**FIGURA 8**

**FIGURA 9**

**FIGURA 10**

**FIGURA 11**

### **Elementos que no se seccionan**

Las normas establecen como piezas no seccionables: los tornillos, tuercas, arandelas pasadores, remaches, eslabones de cadena, chavetas, tabiques de refuerzo, nervios, orejeras, bolas de cojinetes, mangos de herramientas, ejes,

brazos de ruedas y poleas, etc.. A modo de ejemplo se incluyen los ejemplos siguientes: tornillo, tuerca y remache (figura 1), eslabón de cadena (figura 2), mango de herramienta (figura 3), tabiques de refuerzo (figura 4), unión roscada (figura 5), y brazos de polea (figura 6).

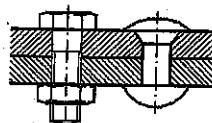


FIGURA 1



FIGURA 2

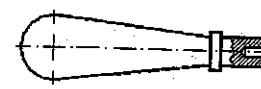


FIGURA 3

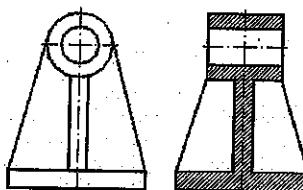


FIGURA 4

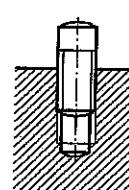


FIGURA 5

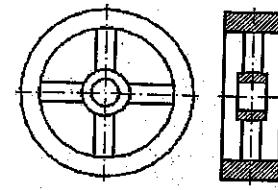


FIGURA 6

## TIPOS DE CORTE

Los diferentes tipos de cortes que podemos realizar, pueden ser clasificados en tres grandes grupos:

1. **Corte total**, es el producido por uno o varios planos, que atraviesan totalmente la pieza, dejando solamente en vista exterior las aristas de contorno (figuras 1 y 2).
2. **Semicorte o corte al cuarto** (figura 3). Se utilizan en piezas que tienen un eje de simetría, representándose media pieza en sección y la otra mitad en vista exterior. En este tipo de corte no se representarán aristas ocultas, con objeto de que la representación sea más clara. En ocasiones coincide una arista con el eje de simetría, en dicho caso prevalecerá la arista. En este tipo de corte, siempre que sea posible, se acotarán los elementos exteriores de la pieza a un lado, y los interiores al otro.

**3. Corte parcial o mordedura** (figura 4). En ocasiones solo necesitamos poder representar pequeños detalles interiores de una pieza, en estos casos no será necesario un corte total o al cuarto, y será suficiente con este tipo de corte. El corte parcial se delimitará mediante una línea fina y ligeramente sinuosa.

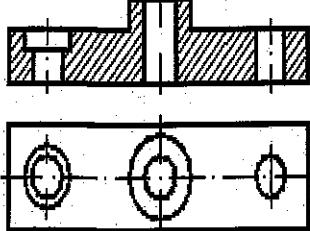


FIGURA 1

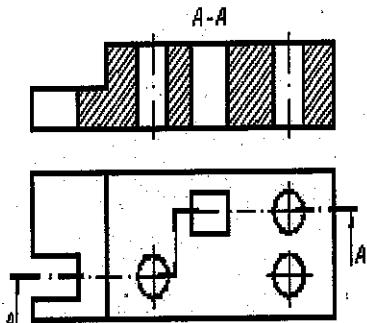


FIGURA 2

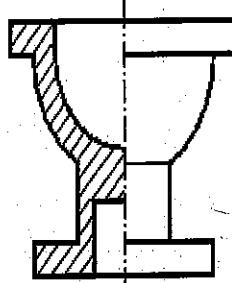


FIGURA 3

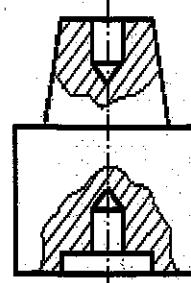


FIGURA 4

### Secciones abatidas

Este tipo de secciones se utilizan siempre que no obstaculicen la claridad de la representación. Están producidas por planos perpendiculares a los de proyección, y se representan girándolas 90° sobre su eje, hasta colocarlas sobre el mismo plano del dibujo. Podremos utilizar los siguientes tipos:

1. **Secciones abatidas sin desplazamiento.** Se representarán delimitadas por una línea fina (figuras 1 y 2).

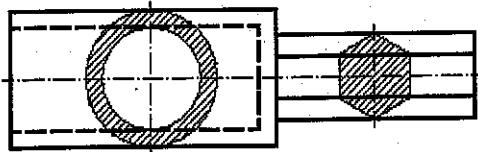


FIGURA 1

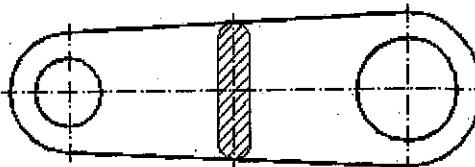


FIGURA 2

2. **Secciones abatidas con desplazamiento.** Se representarán delimitadas por una línea gruesa. La sección desplazada puede colocarse en la posición de proyección normal, cerca de la pieza y unida a esta mediante una línea fina de trazo y punto (figura 3), o bien desplazada a una posición cualquiera, en este caso se indicará el plano de corte y el nombre de la sección (figura 4).

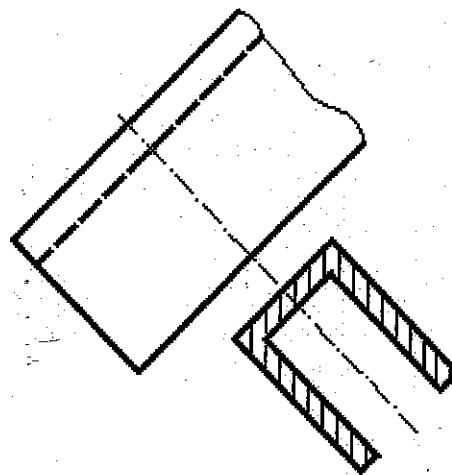


FIGURA 3

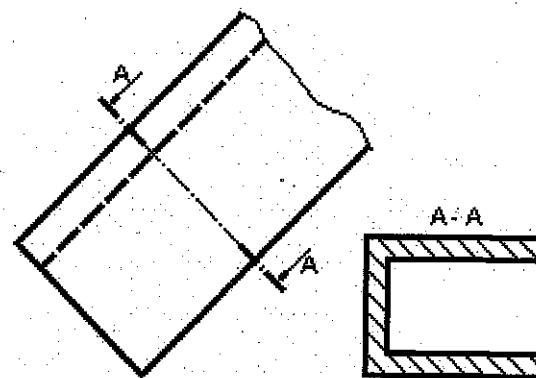


FIGURA 4

3. **Secciones abatidas sucesivas.** El desplazamiento de la sección se podrá realizar a lo largo del eje (figura 5); desplazadas a lo largo del plano de corte (figura 6), o desplazadas a una posición cualquiera (figura 7).

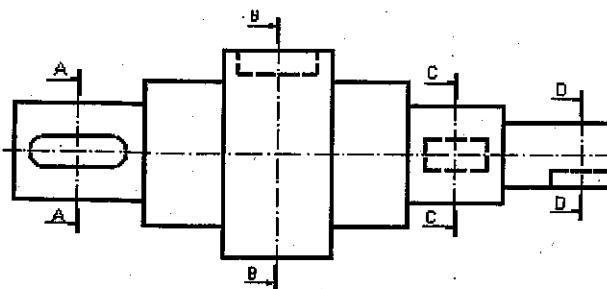
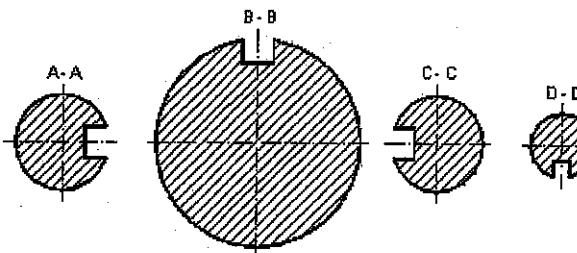


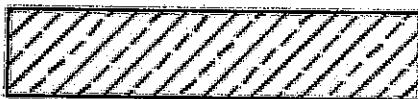
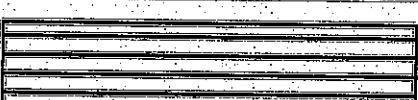
FIGURA 5



**Tabla: Tipos de líneas y su aplicación.**

REPRESENTACIÓN	DESIGNACIÓN	APLICACIÓN
A _____	Línea continua gruesa	- contornos, aristas visibles.
B _____	Línea continua fina	<ul style="list-style-type: none"> <li>- contornos, aristas visibles.</li> <li>- rayados en cortes y secciones</li> <li>- contornos de secciones rebatidas</li> <li>- contornos y aristas imaginarias</li> <li>- contornos de piezas contiguas</li> </ul>
C - - - - -	Línea continua fina ( a mano alzada )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- límite de visitas o cortes parciales</li> <li>- cuando no coinciden con un eje</li> </ul>
D - - - - -	Línea de segmentos ( media )	- contornos y aristas ocultos
E - - - - -	Línea fina de segmentos cortos y largos alternados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ejes de simetría</li> <li>- posiciones externas de piezas móviles</li> <li>- piezas situadas delante de un plano de corte</li> <li>- circunferencias de centros de agujeros en bridas, etc.</li> <li>- circunferencias primitivas de engranajes</li> <li>- ubicación de elementos no detallados ( placa de características)</li> </ul>
F - - - - -	Línea de segmentos cortos y largos alternados, fina y gruesa en los extremos	- planos de corte
G - - - - -	Línea gruesa de segmentos cortos y largos alternados	- indicación de superficies que deben someterse a un tratamiento complementario

**Tabla: Rayado convencionales de materiales.**

MATERIAL	RAYADO CONVENCIONAL
Acero, fundición gris, aleaciones ferrosas	
Cobre y sus aleaciones	
Metales livianos, Aluminio, magnesio y sus aleaciones.	
Metales antifricción	
Plásticos, asbestos, caucho, fibra y otros materiales aislantes y empaques	

## **TOLERANCIA**

**Es el espacio permisible de variación, en la dimensión nominal o el valor especificado de una pieza manufacturada.**

Las tolerancias permiten generar piezas estandarizadas para enlazar unas con otras y generar conjuntos y mecanismos, más complejos.

También permite sustituir las piezas deterioradas por unas nuevas que cumplan las características adecuadas para que las máquinas funciones correctamente.

**El propósito de una tolerancia es especificar un margen para las imperfecciones en la manufactura de una parte o un componente.**

**Tolerancia Dimensional:** afecta a las medidas de una cota de la pieza.

**Tolerancia Geométrica:** afecta a la forma y posición de la geometría de la pieza.

**El propósito de una tolerancia es especificar un margen para las imperfecciones en la manufactura de una pieza o un componente.**

**Tolerancia dimensional:** La mayor parte de las piezas no quedan definidas con su representación, su acotación y definición del tipo y calidad de sus superficies, debido a que aparecen en los dibujos y las medidas reales de las piezas. Estas discrepancias se pueden deber a un gran número de factores como pueden ser:

- Juegos de herramienta y máquinas.
- Errores de instrumentos de medida o de los operarios que miden.
- Las dilataciones de los cuerpos en su fabricación.
- Deformaciones producidas por las tensiones internas de las piezas.

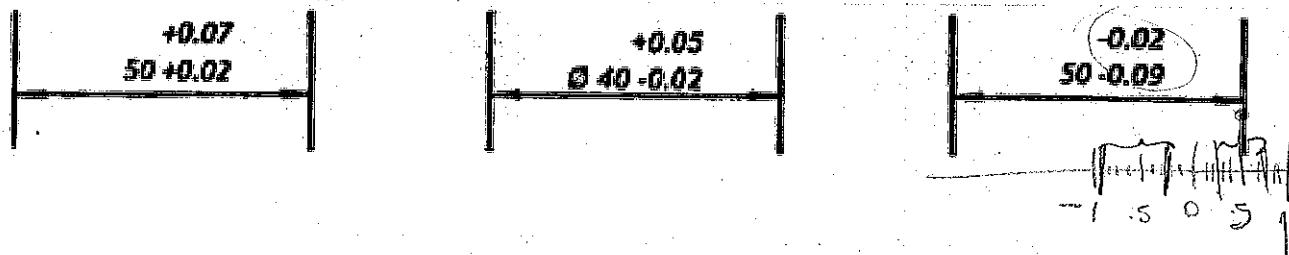
**Cotas funcionales:** cota que tiene una importancia esencial en la función o funciones asignadas a una pieza.

Se usa los términos **eje** y **agujero**, cuando se trata de una pareja de elementos que encajan entre sí, independientemente de la forma de la sección, aunque la mayoría está formada por elementos cilíndricos, pero no tiene por qué ser de revolución.

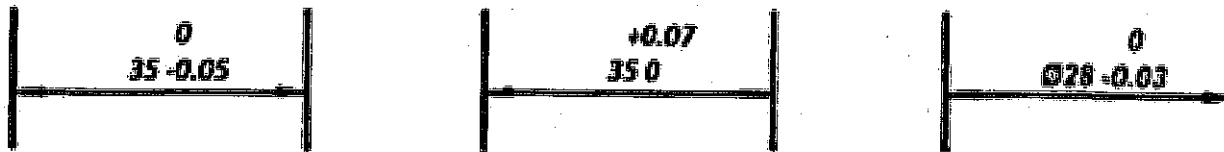
Por convenio, las variables y definiciones relativas a **ejes** se representan con minúsculas y todas las relativas a **agujeros** con mayúsculas.

- Con su medida nominal seguida de las desviaciones límites.

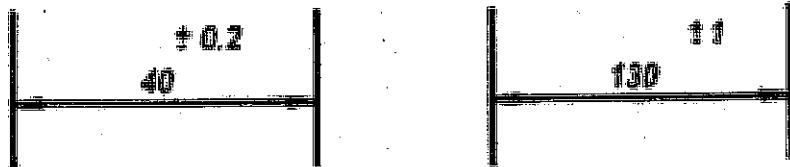
Se anota la diferencia superior en la parte alta y la diferencia inferior en la parte baja, ya se trate de un agujero como de un eje.



- Si una de las diferencias es nula se expresa por la cifra 0.



- Si la tolerancia es simétrica respecto a la medida nominal solo se aota el valor de la diferencia, precedido del signo  $\pm$ .

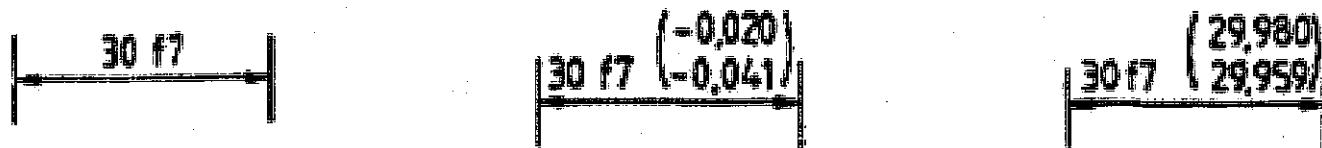


En casos especiales, la tolerancia se indica con las dos medidas límites y si la medida está limitada solo en un sentido, la tolerancia se representa colocando la palabra "min" o "max", detrás de la medida.

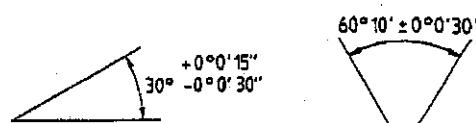


Cuando, por necesidad de fabricación u otras causas, se deben poner las diferencias en otras unidades diferentes al milímetro, las cifras se acompañan de la unidad correspondiente.

Si es la misma unidad para todos las diferencias del dibujo, esto se indicara en un nota general colocada en la proximidad del recuadro de inscripción.

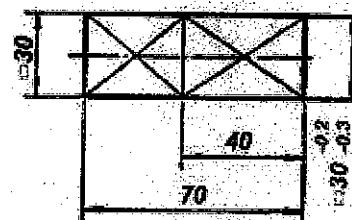
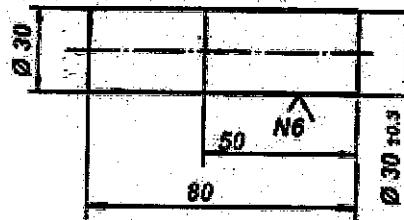


Las anteriores notaciones se aplican también a las medidas anulares.

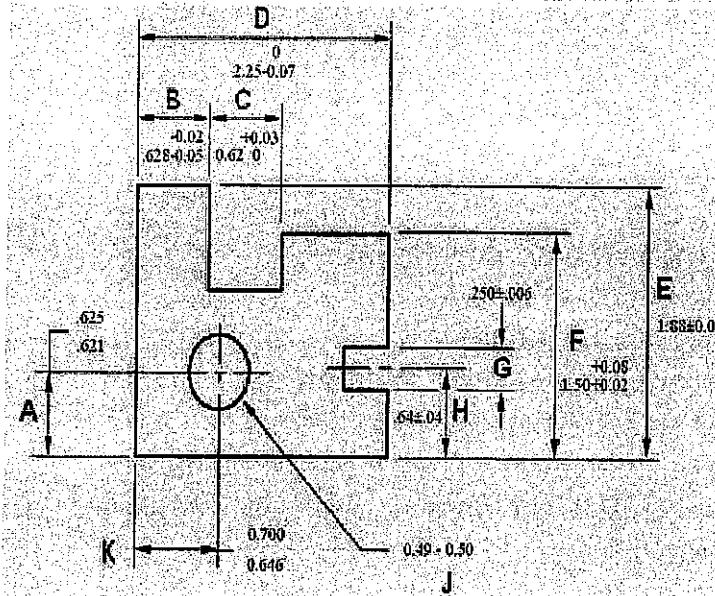


Se expresan las dos desviaciones con el mismo número de decimales, salvo en el caso de que una de las dos desviaciones sea nula.

En caso de que la tolerancia afecte solamente a una parte de la pieza se debe determinar su alcance.



### Ejemplo:

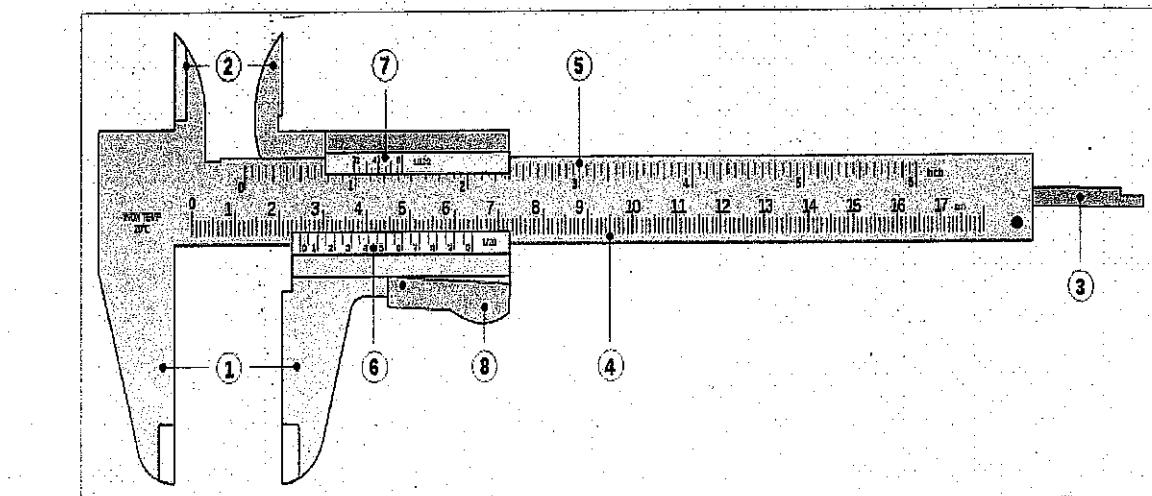


Variable	Valor mínimo (mm)	Valor máximo (mm)
A	0.621	0.625
B	0.623	0.626
C	0.620	0.623
D	2.18	2.25
E	1.83	1.93
F	1.52	1.58
G	0.244	0.256
H	0.60	0.68
J	0.49	0.50
K	0.646	0.700

## METROLOGÍA – MANEJO DEL VERNIER (PIE DE REY)

Un calibrador Vernier es un instrumento que mide las dimensiones y distancias internas, externas y profundidad. Este dispositivo te permite realizar mediciones con una mayor precisión de lo que lograrías con instrumentos planos (p.ej., una regla) y tiene un margen de error de solo 0,05 mm (0,019 pulgadas). Los calibradores Vernier manuales pueden incluir tanto las medidas del sistema imperial como las del métrico, pero generalmente vienen con uno de ellos.

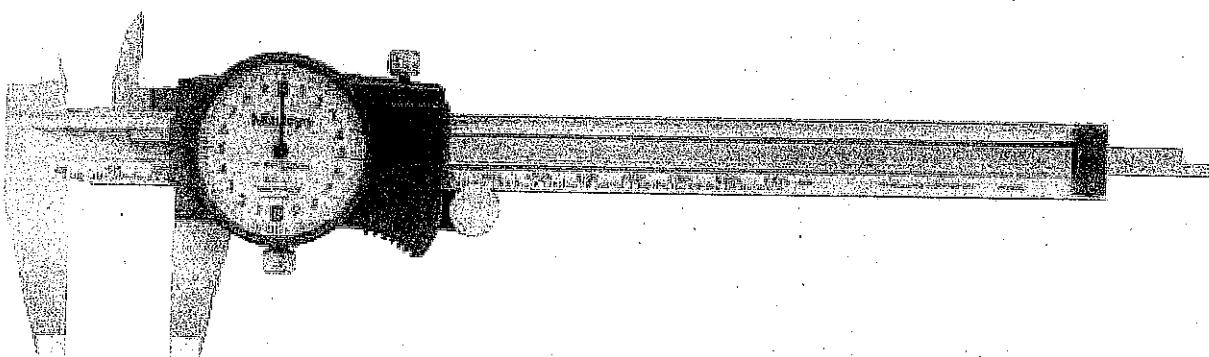
### EXISTEN 3 TIPOS DE VERNIER:



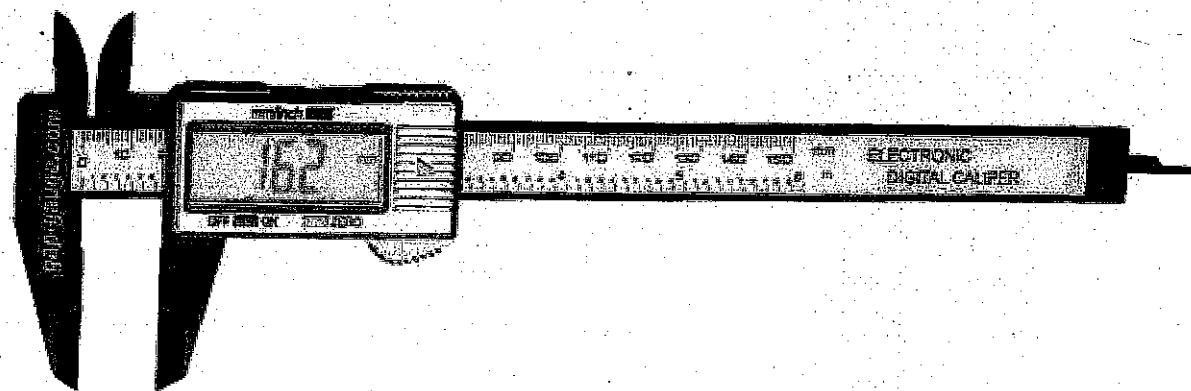
**Vernier Estándar**

1. Superficie (cara) de medición de exteriores.
2. Superficie para medición de ~~exteriores~~ interiores.
3. Varilla para medidas de profundidad.
4. Escala con divisiones en centímetros y milímetros.
5. Escala con divisiones en ~~centímetros y~~ milímetros.
6. Escala con divisiones en pulgadas y fracciones de pulgadas.
7. Nonio para la lectura de las fracciones de pulgadas en que esta dividido.
8. Botón de deslizamiento y freno.

1,75<sup>44</sup>



---

**- Venir de Caratula**

---

**- Vernier Digital**

El Pie de Rey o Vernier consta de una “regla” con una escuadra en un extremo, sobre la cual desliza otra destinada a indicar, la medida en una escala. Permite apreciar longitudes de 1/10, 1/20 y 1/50 de milímetro utilizando el nonio. Mediante piezas especiales en la parte superior y en su extremo, permite medir dimensiones internas y profundidades. Posee dos escalas; la inferior milimétrica y la superior en pulgadas.

Usualmente en el reverso del pie de rey se encuentra impresas algunas tablas útiles en el taller, como la medida del diámetro del agujero para roscar.

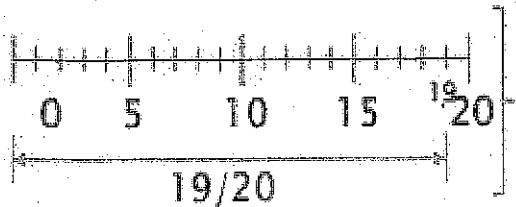
El nonio representa la característica principal del pie de rey, ya que es el que efectúa medidas con aproximaciones inferiores al milímetro.

La graduación señalada en el cuerpo del calibre y entre marcas, representa un milímetro como una regla común.

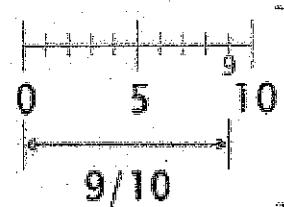
## EL NONIO

El **nonio** o **vernier** es una segunda escala auxiliar que tiene el pie de rey, que permite apreciar una medición con mayor precisión al complementar las divisiones de la regla o escala principal del instrumento de medida.

El nonio o escala vernier toma un fragmento de la regla que en el sistema decimal es un múltiplo de diez menos uno: 9, 19, etc. Y los divide en un número más de divisiones: 10, 20,....



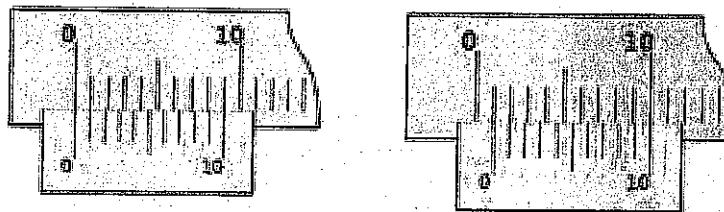
$19/20 = 0.95$   
 Luego =  $1.00 - 0.95 = 0.05$   
 Escala Vigesimal  
 Precisión = 0.05 mm



$9/10 = 0.9$   
 Luego =  $1.00 - 0.90 = 0.1$   
 Escala Decimal  
 Precisión = 0.1 mm

En la figura se toman 9 divisiones de la regla y la divide en diez partes; es el caso más sencillo, de tal modo que cada una de estas divisiones sea de 0,9 unidades de la regla y la segunda del nonio haya una diferencia de 0,2; y así, sucesivamente, de forma que entre la décima división de la regla y la décima del nonio haya 1,0 es

decir, la décima división de la regla y la décima división del nonio coincide con la novena de la regla, según se ha dicho en la forma de construcción del nonio. Esto hace que en todos los casos en los que el punto 0 del nonio coincide con una división de la regla el punto diez del nonio también lo hace.



Una escala nonio tiene cuatro características que la definen:

**n:** el número de divisiones del nonio.

**A:** la apreciación, medida más pequeña que puede representar.

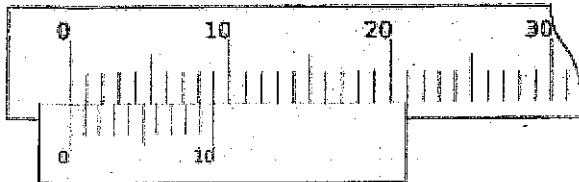
**k:** constante de extensión, que determina la longitud del nonio para una misma apreciación.

**L:** su longitud en las mismas unidades de la regla.

de estas variables solo **n** y **k** son independientes y **A** y **L** dependen de las primeras del siguiente modo la apreciación es:

$$A = \frac{1}{n} \quad \text{y la longitud del nonio es: } L = k \cdot n - 1$$

donde **k** es un número entero mayor o igual que 1, normalmente 1 o 2 cuando se quiere facilitar la lectura.

**APRECIACIÓN DEL NONIO PARA ESCALA DECIMAL.**


con  $n = 10$ , tenemos que:

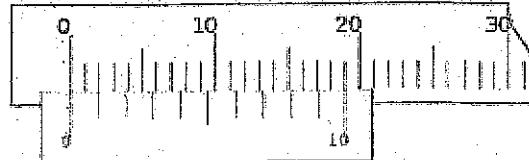
$$A = \frac{1}{10}$$

$$A = 0,1$$

en el caso visto  $k = 1$ , por tanto:

$$L = 1 \cdot 10 - 1$$

$$L = 9$$

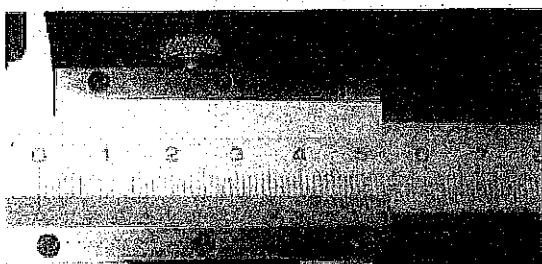


En el caso de que  $k = 2$ , tendríamos:

$$L = 2 \cdot 10 - 1$$

$$L = 19$$

un nonio de 19 mm de longitud y 10 divisiones tendría la misma apreciación, en el doble de longitud, lo que facilita su lectura, al estar sus divisiones más separadas.



con  $n = 10$ , tenemos que:

$$A = \frac{1}{10} \quad A = 0,1$$

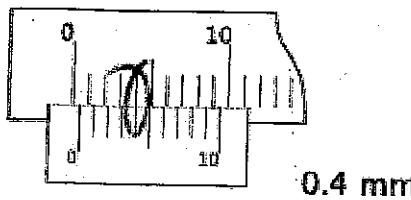
en el caso visto  $k = 4$ , por tanto:

$$L = 4 \cdot 10 - 1$$

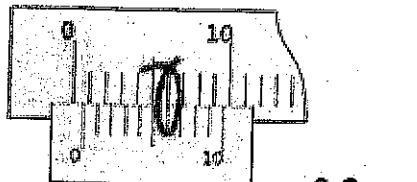
$$L = 39$$

Este caso de nonio en un calibre no es muy usual, siendo su característica más destacada la facilidad de lectura por la gran distancia entre sus divisiones.

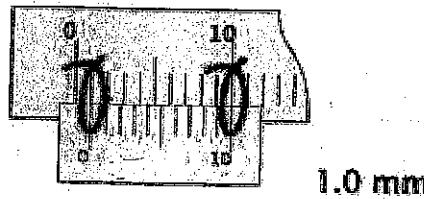
En la imagen se ve un calibrador con este nonio, cerrado, con lectura 0 mm.



0.4 mm



0.6 mm



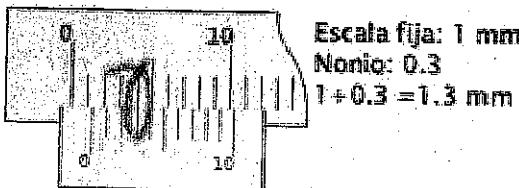
1.0 mm

Si abrimos las mordazas de forma que la primera marca del nonio después del cero coincida con la primera marca de la escala fija, la abertura será de 0.1 mm, es decir  $1 - 0.9 = 0.1$  mm.

Si actuamos de forma similar pero ahora la segunda marca coincide con la segunda de la escala fija, la abertura será de 0.2, es decir,  $2 - (0.9 \cdot 2) = 2 - 1.8 = 0.2$ , etc.

Cuando la décima marca de la escala fija coincide con la décima marca del nonio, la abertura será de 1 mm, es decir  $10 - (0.9 \cdot 10) = 10 - 9 = 1$ .

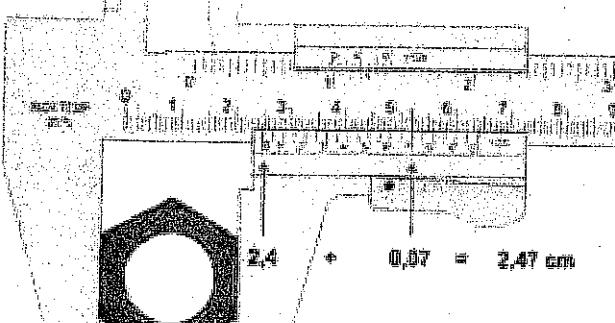
Para este caso el cero del nonio coincide con la primera marca de la escala fija.



La medida indicada por un pie de rey es la suma de dos medidas, la que muestra la escala fija más la mostrada por el nonio.

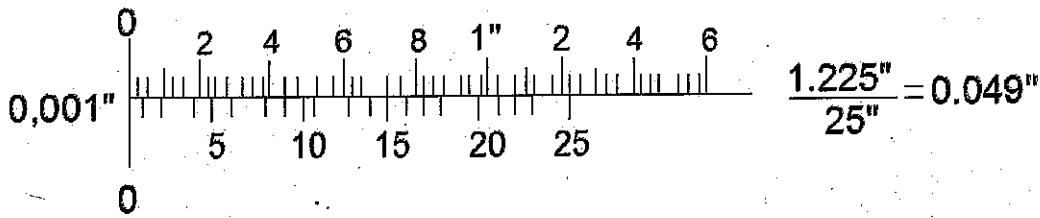
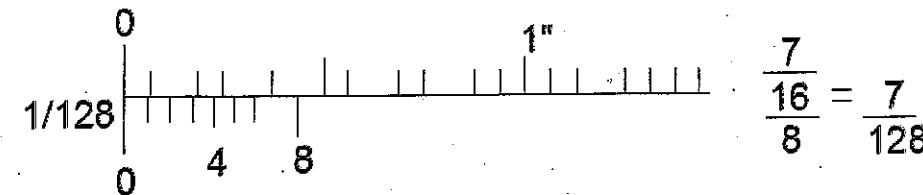
Así:

La medida que muestra la escala fija es aquella se da por el valor mostrado antes del cero del nonio para el ejemplo de la figura con la tuerca sería 2.4 cm o 24 mm.



Para sacar la medida del nonio se busca

cuál de las divisiones del nonio coincide con las escala fija, para el ejemplo sería la división 7 entonces según la escala que se muestran (0.05 mm) 0.7 mm ó 0.07 cm.

**COMO LEER EL PIE DE REY – ESCALA INGLESA ( PULGADAS )**


En pulgadas las aproximaciones pueden estar

en fracciones o decimales.

Fraccionario:  $1/2$ ,  $1/4$ ,  $1/8$ ,  $1/16$  en la reglilla.

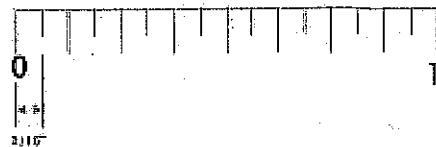
$1/32$ ,  $1/64$ ,  $1/128$ , en el nonio.

Decimales:  $0,001"$  (milésimas de pulgada).

**NONIO Escala 1/128"**

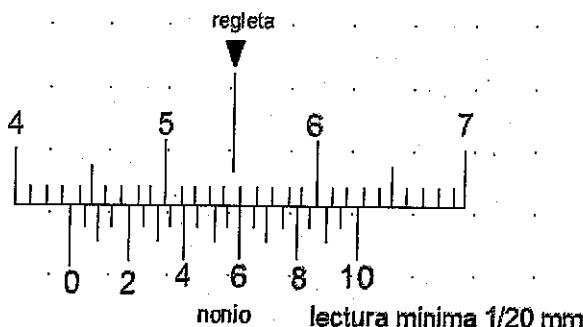
0	1	2	3	4	5	6	7	8
$1=1/128"$	$2=1/64"$	$3=3/128"$	$4=1/32"$	$5=5/128"$	$6=3/64"$	$7=7/128"$	$8=1/16"$	
$1/128"$	$1/64"$	$3/128"$	$1/32"$	$5/128"$	$3/64"$	$7/128"$	$1/16"$	
$0.0078125"$	$0.015625"$	$0.0234375"$	$0.03125"$	$0.0390625"$	$0.046875"$	$0.0546875"$	$0.0625"$	
$0.001"$								

**ESCALA FUÁ Escala 1/128"**

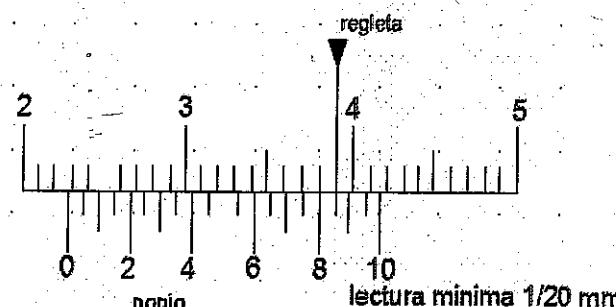


Si el cero o el 8 coinciden con cualquier línea de la escala fija, la medida es entera

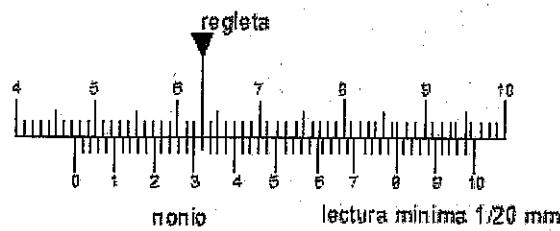
**Ejemplo 1. (Métrico)**



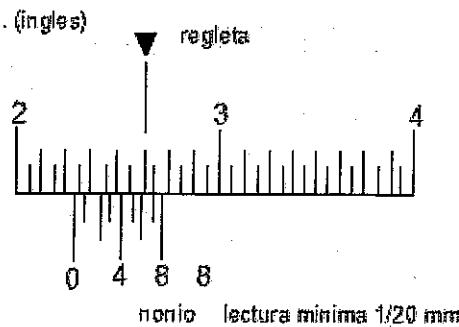
**Ejemplo 2. (métrico)**



**Ejemplo 2. (Métrico)**



**Ejemplo 1. (ingles)**



## **PRECAUCIÓN AL MEDIR**

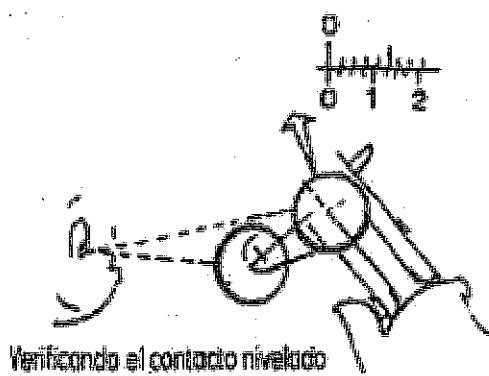
### **Punto 1:** Verifique que el calibrador no este dañado.

Si el calibrador es manejado frecuentemente con rudeza, se inutilizará antes de completar su vida normal de servicio, para mantenerlo siempre útil no deje de tomar las precauciones siguientes:

1. Antes de efectuar las mediciones, limpie de polvo y suciedad las superficies de medición, cursos y regleta, particularmente remueva el polvo de la superficies deslizantes ya que el polvo puede obstruir a menudo el deslizamiento del cursor.
2. Cerciórese que las superficies de medición de las quijadas y los picos estén libres de dobleces o desportilladuras.
3. Verifique que las superficies deslizantes de la regleta estén libres de daño.
4. Unas vez ha sido usado, guardar manteniendo una pequeña abertura de entre las mordazas para evitar deterioro.

Para obtener mediciones correctas, verifique la herramienta acomodándola como sigue:

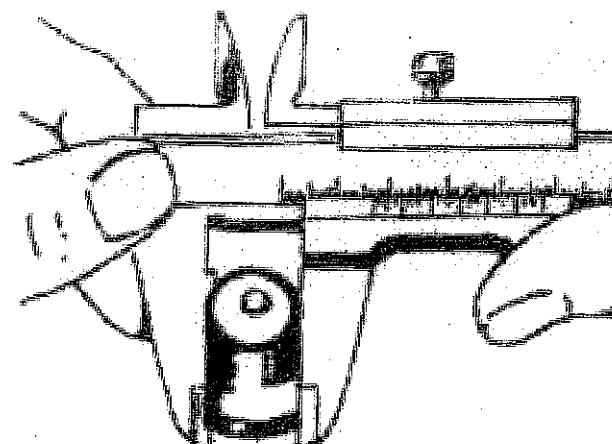
1. Esté seguro de que cuando el cursor está completamente cerrado, el cero de la escala de la regleta y del nonio estén alineados uno con otro, también verifique las superficies de medición de las quijadas y los picos como sigue:



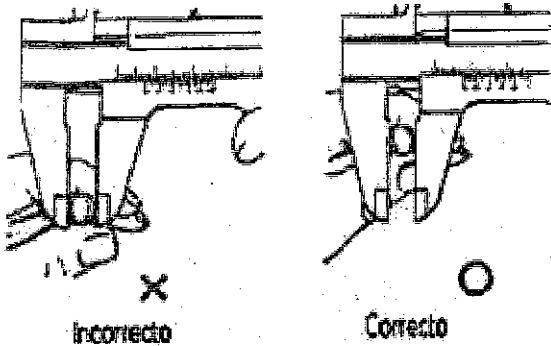
- Cuando no pasa luz entre las superficies de contacto de las quijadas, el contacto es correcto.
  - El contacto de los picos es mejor cuando una banda uniforme de luz pasa a través de las superficies de medición.
2. Coloque el calibrador hacia arriba sobre una superficie plana, con el medidor de profundidad hacia abajo, empuje el medidor de profundidad, si las graduaciones cero en la regleta y la escala del nonio están desalineados, el medidor de profundidad está normal.
3. Verifique que el cursor se mueva suavemente pero no holgadamente a lo largo de la regleta.

**Punto 2:** Ajuste el calibrador correcto sobre el objeto que está midiendo.

Coloque el objeto sobre el banco y mídalo, sostenga el calibrador en ambas manos, ponga el dedo pulgar sobre el botón y empuje las quijadas del nonio contra el objeto a medir, aplique sólo una fuerza suave.

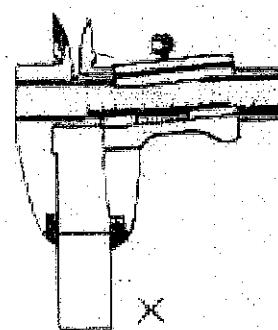


**Método correcto de manejar los calibradores**



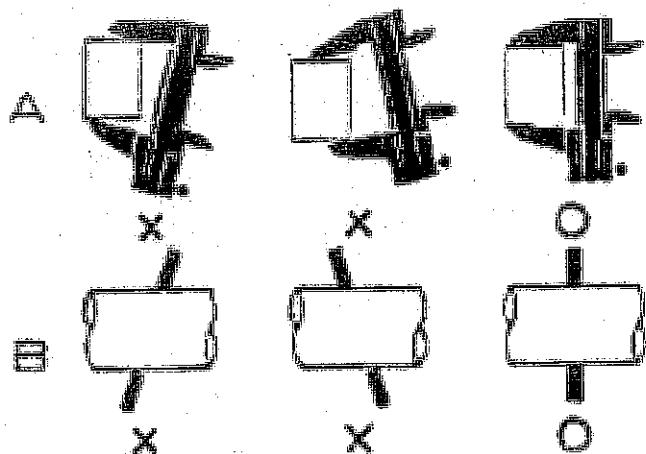
Coloque el objeto tan profundo como sea posible entre las quijadas

Si la medición se hace al extremo de las quijadas, el cursor podría inclinarse resultado una medición inexacta.



## MEDICIÓN DE EXTERIORES

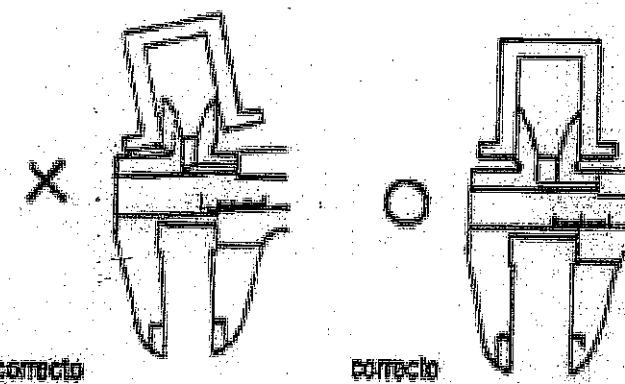
Sostenga el objeto a escuadra con las quijadas como se indica en (A) y (B), de otra forma, no se obtendrá una medición correcta.



■ Ejemplos de métodos de medición  
correctos e incorrectos.

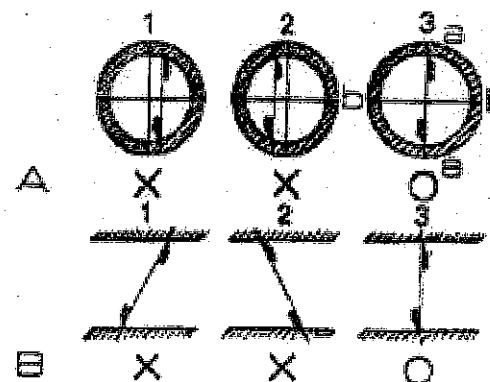
## MEDICIÓN DE INTERIORES

En esta medición es posible cometer errores a menos que se lleve a cabo muy cuidadosamente, introduzca los picos totalmente dentro del objeto que se va a medir, asegurando un contacto adecuado con las superficies de medición y tome la lectura.



Al medir el diámetro interior de un objeto, tome el valor máximo (A-3) al medir el ancho de una ranura tome el valor mínimo (B-3).

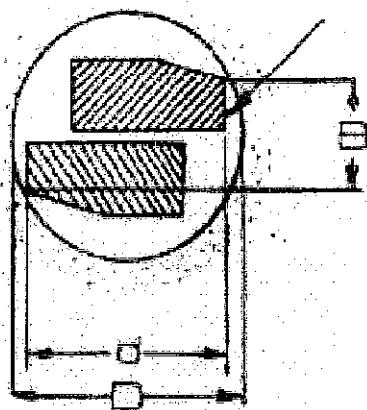
Es una buena práctica medir ambas direcciones a-a y b-b en A-3 para asegurar una correcta medición.



Ejemplos de métodos de medición,  
correctos e incorrectos

## MEDICIÓN DE AGUJEROS PEQUEÑOS

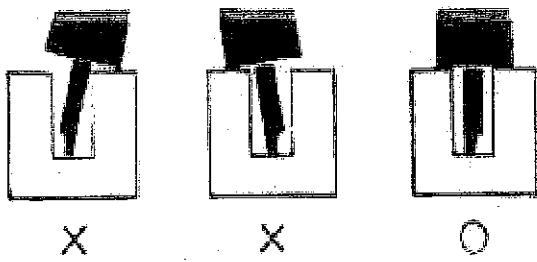
La medición de pequeños diámetros interiores es limitada, estamos expuestos a confundir el valor aparente "d" con el valor real "D"



El mayor valor "B" en la figura o  
el menor valor "D" es el error.

## MEDICIÓN DE LA PROFUNDIDAD

En la medición de la profundidad, no permita que el extremo del instrumento se incline, no deje de mantenerlo nivelado.

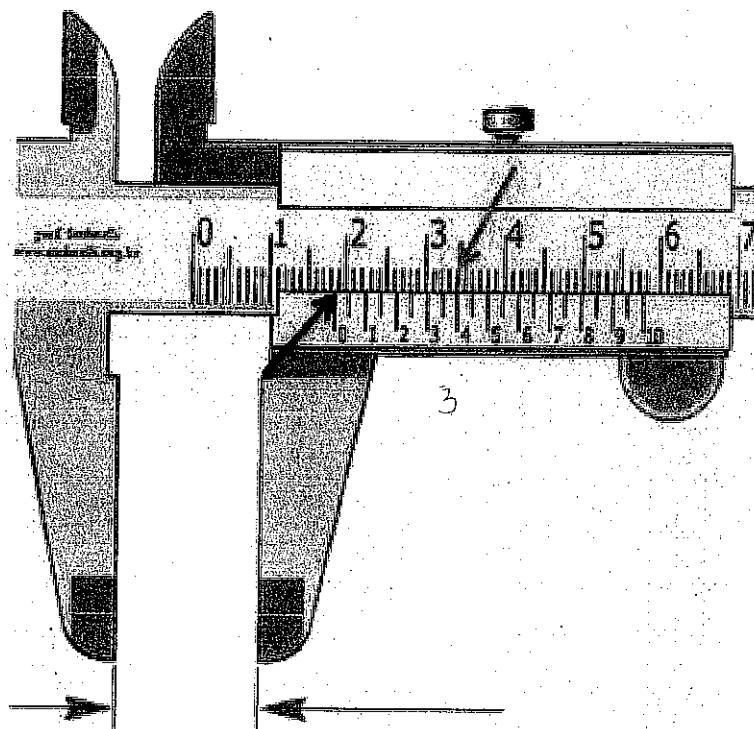


La esquina del objeto es más o menos redonda, por lo tanto, gire el resaque de la barra de profundidad hacia la esquina.

Ejemplos de métodos de medición,  
correctos e incorrectos.

**EJERCICIOS:**

Escribe correctamente la medida que indica el calibrador en milímetros (mm).



Ejemplo.

1. Determinar la apreciación del calibrador, ( $A = 1/n$ )

$n$  = número de divisiones del cursor = 20, por lo tanto:

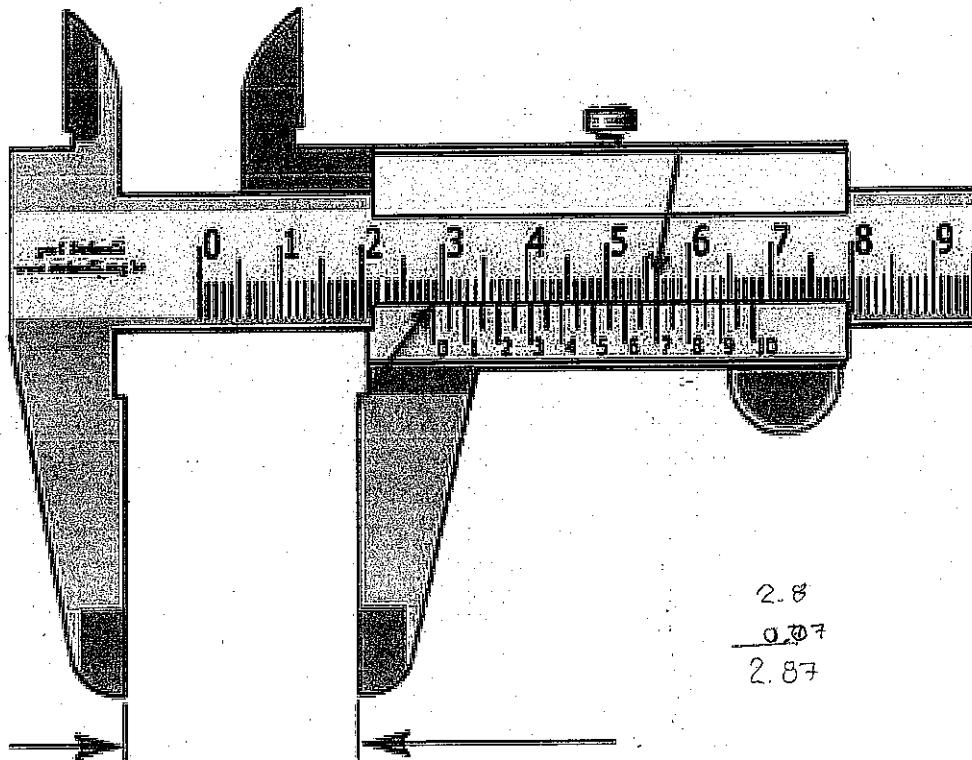
$$(A = 1/20 = 0.05)$$

2. Determinar el valor de la posición del [ 0 ] del cursor, vemos que está ubicado un **poco más delante de 18 mm**, si la ubicación fuera exacta, la medida sería **18 mm**.
3. Como la ubicación no es exacta, observamos cuál de las líneas del cursos coinciden directamente con alguna de las líneas de la regla graduada, vemos que es la línea **número 4** que equivale a la división **número 8**.
4. Por lo tanto la medida será:

**Posición del cursor + apreciación x número de divisiones**

$$18 \text{ mm} + 0.05 \times 8 = \underline{\underline{18.4 \text{ mm}}}$$

**Ejercicio número 1**



Apreciación=

1/30 .05

$$28 + 0.05 \times 14$$

Posición del cursor=

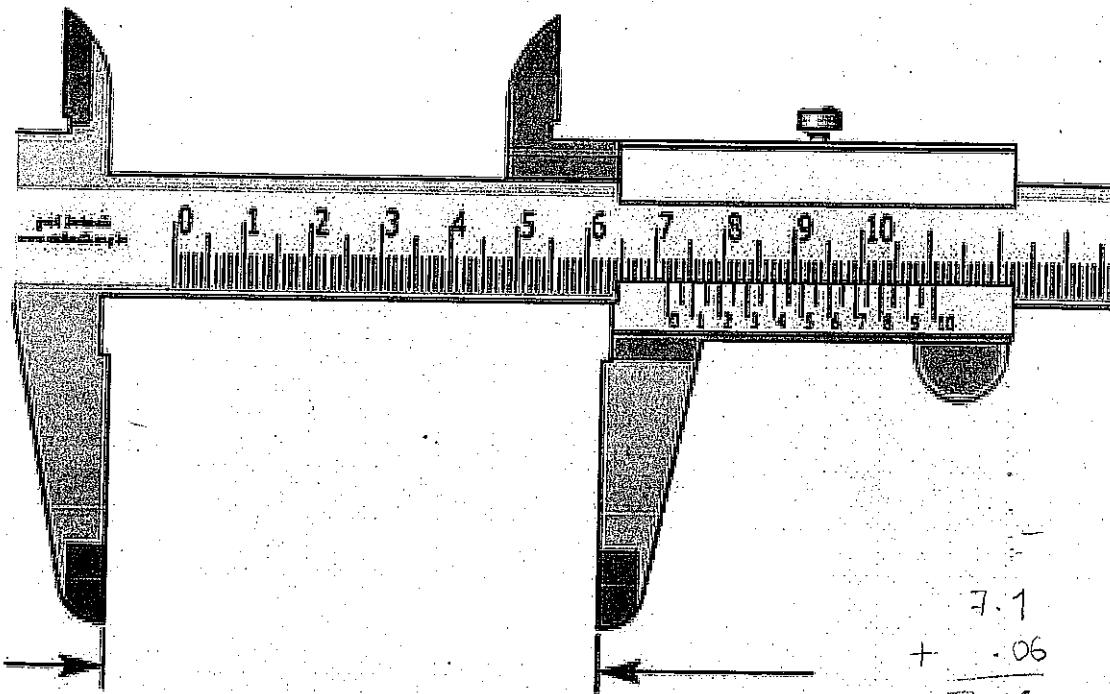
29mm + 0.05 + 7 =

Número de divisiones:

30

VALOR MEDIDO:

Ejercicio número 2



Apreciación= \_\_\_\_\_

Posición del cursor= \_\_\_\_\_

Número de divisiones: \_\_\_\_\_

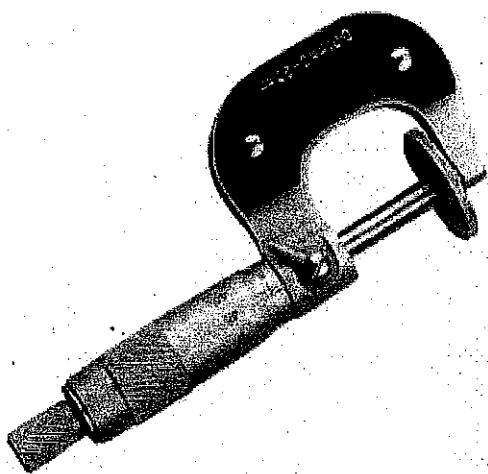
VALOR MEDIDO: \_\_\_\_\_

71 + .06 = 7.16  
Z + .05 x 15

71

## METROLOGÍA - MANEJO DEL MICRÓMETRO

### Generalidades

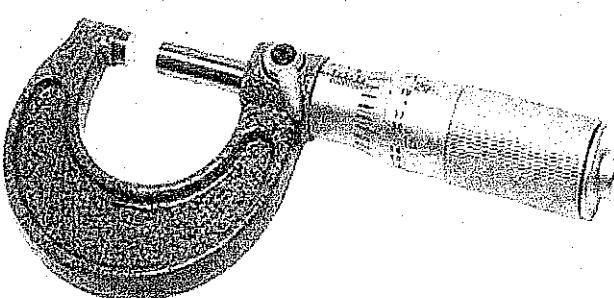


El micrómetro (del griego *micros*, pequeño y *metrón*, medición), también llamado **Tornillo de Palmer**, es un instrumento de medición cuyo funcionamiento está basado en el tornillo micrométrico que sirve para medir las dimensiones de un objeto con alta precisión, del orden de centésimas de milímetros ( $0,001\text{ mm} = 1\text{ }\mu\text{m}$  (micra)).

Para ello cuenta con dos puntas que se aproximan entre si mediante un tornillo de rosca fina el cual tiene grabado en su contorno una escala. La escala puede incluir un nonio.

EL micrómetro se usa ampliamente y es un dispositivo de medición muy exacto, su forma más común consiste en un husillo y un yunque en C, como se puede observar en la figura.

Todos los tornillos micrométricos empleados en el sistema métrico decimal tienen una longitud de 25 mm, con un paso de rosca de 0,5 mm, de modo que girado el tambor una vuelta completa el palpador avanza o retrocede 05 mm.

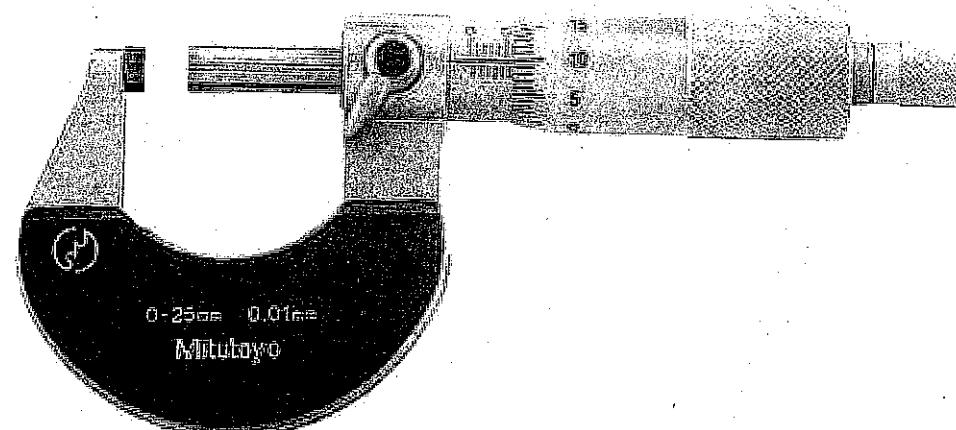


Si el tornillo se escoge de un paso de 0,5 mm y en la cabeza se dispone una escala alrededor dividida en 50 partes iguales para poder medir cincuentavos de vuelta, se podrán medir desplazamiento de  $0,5 / 50 = 0,01$  mm.

La máxima longitud de medida del micrómetro de exteriores normalmente es de 25 mm aunque existen también los de 0 a 30, por lo que es necesario disponer de un micrómetro para cada campo de medidas que se quieran tomar (0-25 mm), (25-50 mm), (50-75 mm), etc. Y su resolución puede ser de 0,01 mm, 0,002 mm, 0,001 mm.

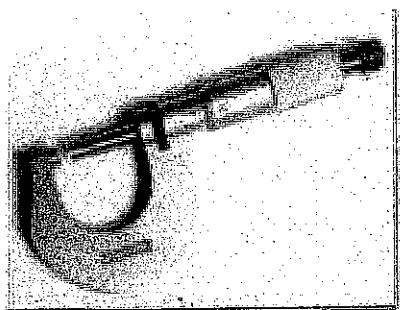
En el sistema Inglés, todos los tornillos micrométricos empleados tiene una longitud de 12", con un paso de rosca de 0,025", de modo que girado el tambor una vuelta completa el palpador avanza o retrocede 0,025".

Es importante mencionar que los micrómetros en el sistema inglés pueden tener un rango que varía entre 0 y 60" (0-1500 mm), los modelos más pequeños varían de 1" en 1" y su resolución puede ser de 0.001" o 0.0001".

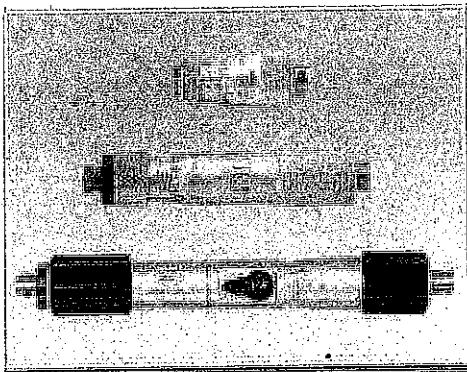


## Tipos de Micrómetros – Según la medición que Efectué.

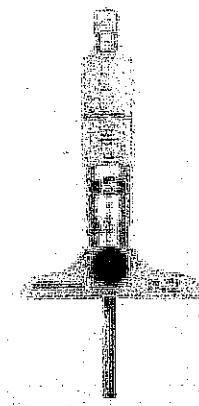
Los tipos de micrómetros más comunes son:



**MICRÓMETRO EXTERIORES**



**MICRÓMETRO INTERIORES**



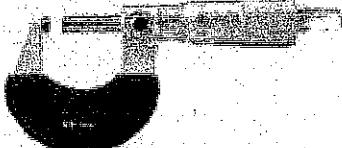
**MICRÓMETRO DE PROFUNDIDADES**

## Tipos de Micrómetros – Según la forma de Lectura.

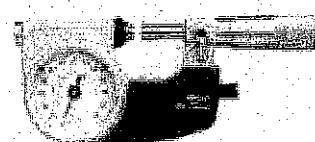
Según la forma en que se debe leer los micrómetros se clasifican en:



**MICROMETRO DIGITAL**

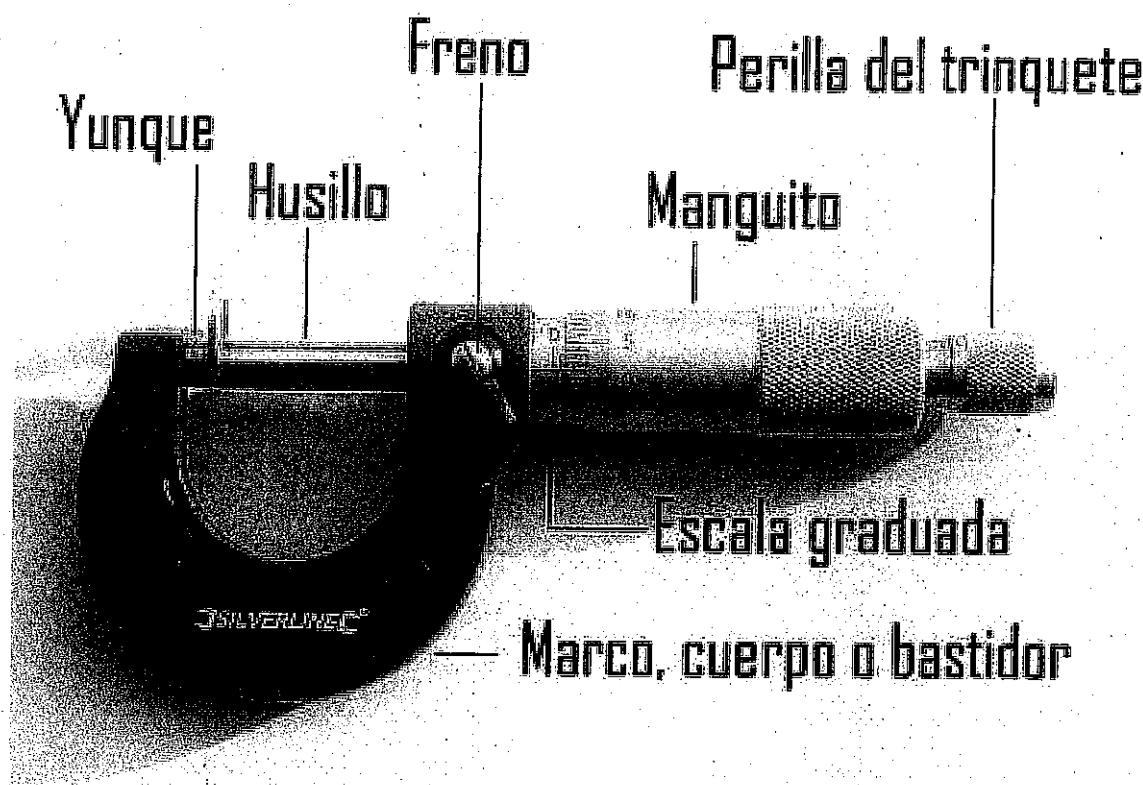


**MICROMETRO DE LECTURA ANALOGA**



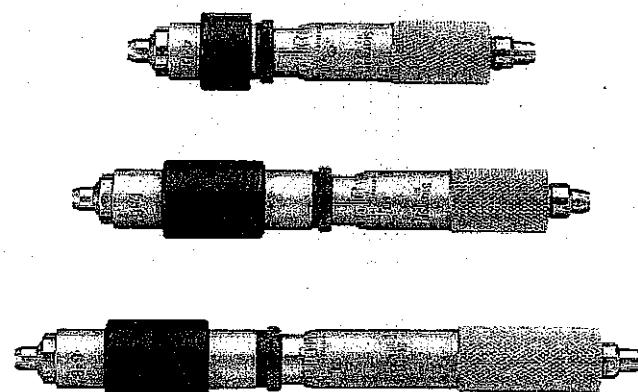
**MICROMETRO DE CARATULA**

### **Partes de un Micrómetro Exterior.**



### **Micrómetro de Interiores.**

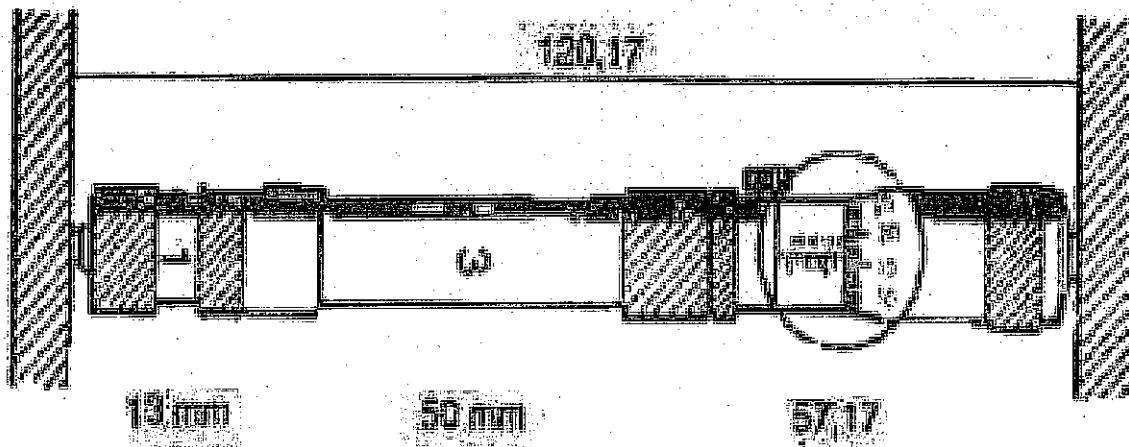
El micrómetro para interiores sirve para medir el diámetro del agujero y otras cotas internas superiores a 50 mm. Está formado por una cabeza micrométrica sobre la que pueden ser montados uno o más ejes combinables de prolongamiento.



Con el tambor completamente abierto la cabeza da una longitud de 50 mm. El campo de medida es de cerca de 13 mm. Con solo la cabeza del micrómetro, pueden por tanto efectuarse medidas comprendidas entre 50 y 63 mm.

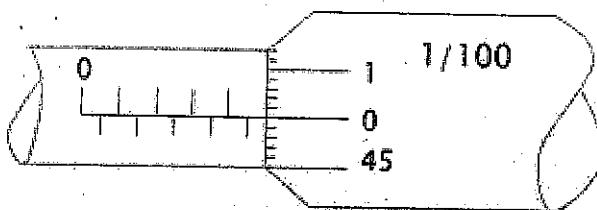
Para ampliar las medidas se pueden utilizar uno o más ejes prolongación. Un conjunto completo está constituido por 5 ejes con medidas que son: 13, 25, 50, 100 y 150 mm.

Combinando los ejes de diferentes maneras puede medirse cualquier distancia comprendida entre 50 y 400 mm. hace falta ejes suplementarios de 200 mm. La figura muestra en ejemplo de medida efectuada montado sobre la cabeza micrométrica dos ejes de prolongamiento.



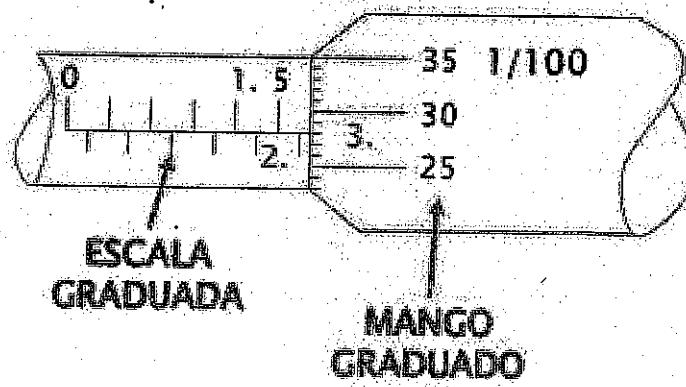
## LECTURA DEL MICRÓMETRO EN MILÍMETROS.

El tambor para los micrómetros en milímetros está dividido en 50 partes así:

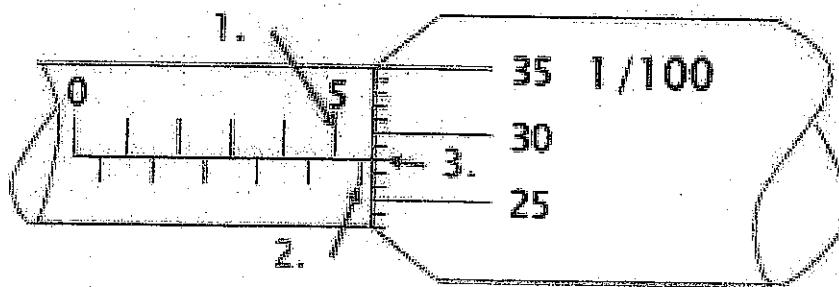


Para leer el micrómetro se dice hacer en tres partes:

1. Leer los milímetros completos que se muestra en la parte superior de la escala graduada.
2. Leer la diferencia de 0.5 mm que se muestra en la parte inferior de la escala graduada.
3. Leer las décimas y centésimas en el mando graduado.



Ejemplo de lectura:



**Entonces el micrómetro se leería así:**

1. 5.00 mm (unidad completas)
2. 0.50 mm (por que la raya morada no coincide con ninguna de la escala graduada)
3. 0.28 mm.

Entonces.

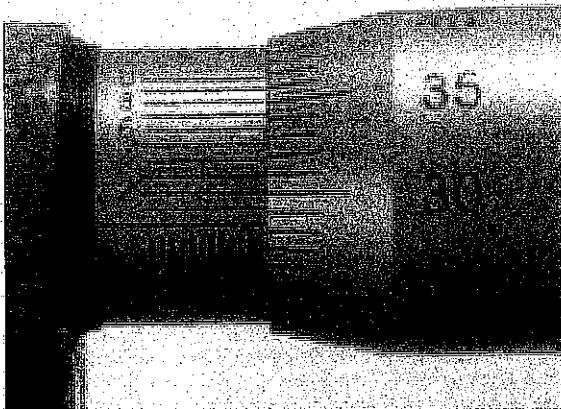
$$5.00 + 0.50 + 0.28 = 5.78 \text{ mm.}$$

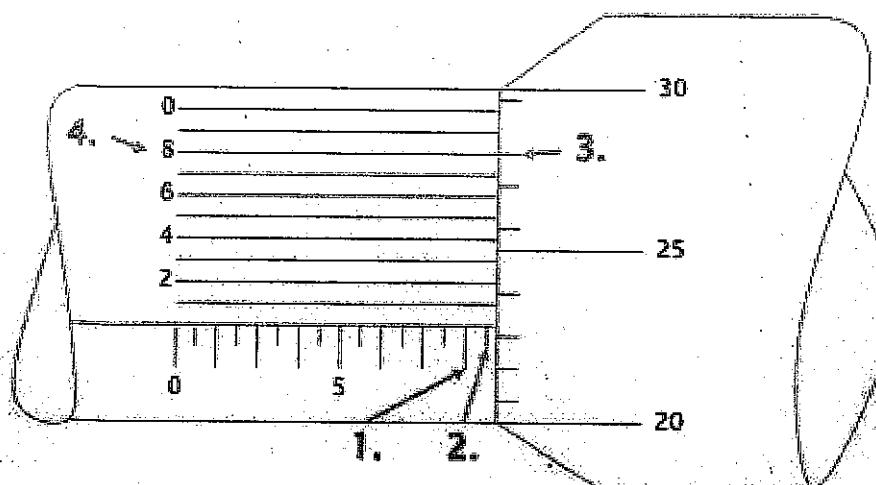
Algunos micrómetros tiene otra escala dibujada donde se encuentra la escala graduada, esta escala son 8 líneas y se utiliza en los micrómetros en milímetros para dar una precisión de 3 cifras significativas (0.001 mm). en este caso del número de la fila que queda alineado con una del tambor ocuparía el puesto de la tercera cifra significativa y al sumarla quedaría así:

0.00#

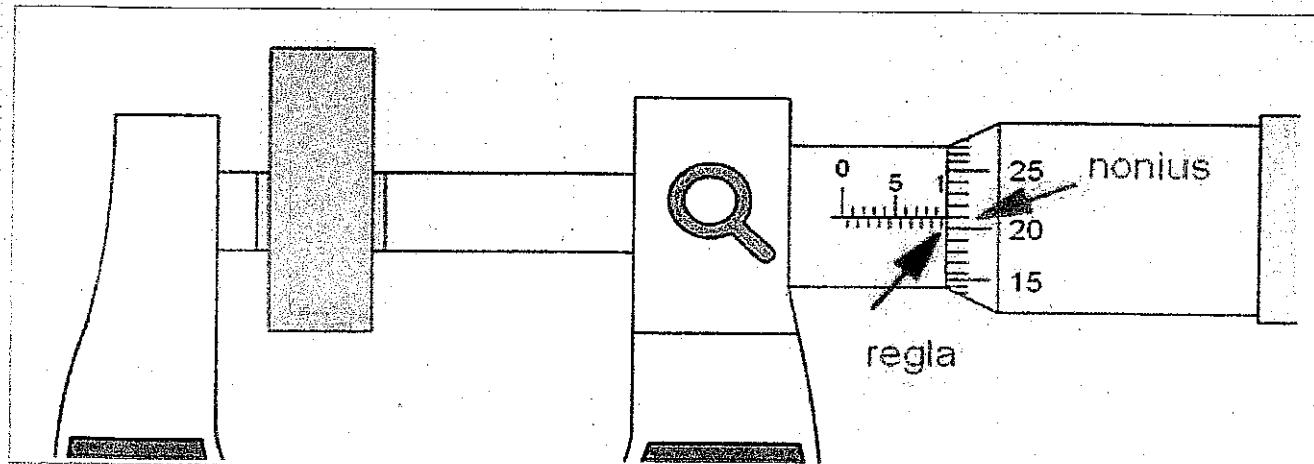
Donde,

**Nota:** para el micrómetro en pulgadas el valor # correspondería a la 4 cifra, significativa, es decir, 0.00#



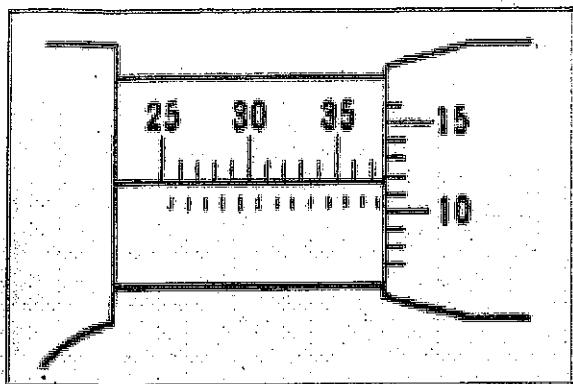
**Ejemplo de lectura con la tercera escala**


1. 8.000 mm +
  2. 0.500 mm +
  3. 0.280 mm +
  4. 0.008 mm
- 8.788 mm**

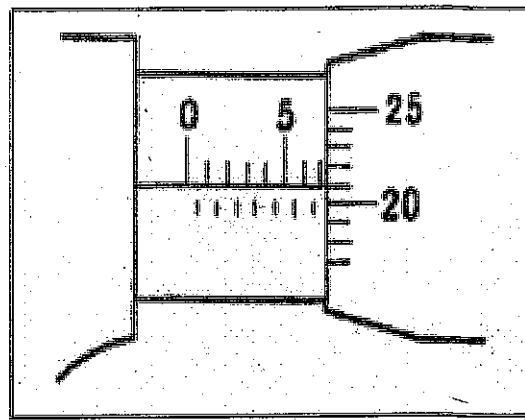


- 1.- La pieza a medir (rectángulo amarillo en el dibujo) la colocamos entre los topes.
- 2.- Desplazamos el tambor y el nonius hasta ajustarse al tamaño de la pieza. Bloqueamos el seguro.
- 3.- Anotamos la cantidad en milímetros que muestra la regla fija limitada por el nonius, en el ejemplo que ilustramos arriba: 9,5 mm.
- 4.- Precisamos la medición, mirando la línea del nonius que coincide con la línea central de la parte fija, en el ejemplo: 0,21 mm.
- 5.- La medida será la suma de las anteriores:  $9,50 + 0,21 = 9,71$  mm.

**Ejemplos de micrómetros en milímetros según el rango de medición.**



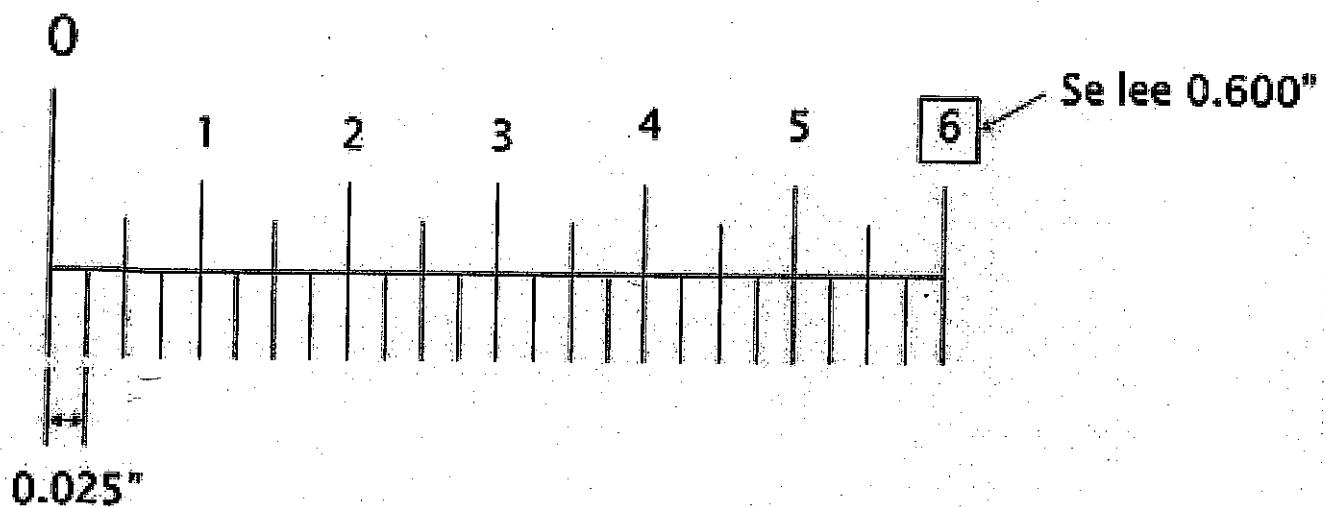
**El micrómetro mostrado es para el rango de medición de 25 mm a 50 mm y su grado más bajo de graduación representa 25 mm**



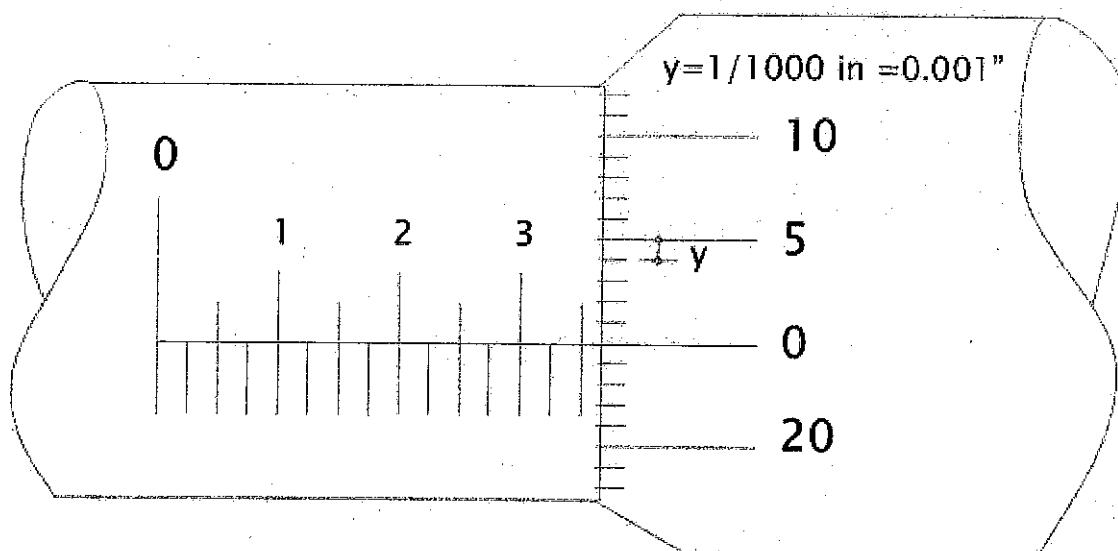
**Un micrómetro con rango de medición de 0 a 25 mm, tiene como su graduación más baja el 0**

## **LECTURA DEL MICRÓMETRO EN PULGADAS**

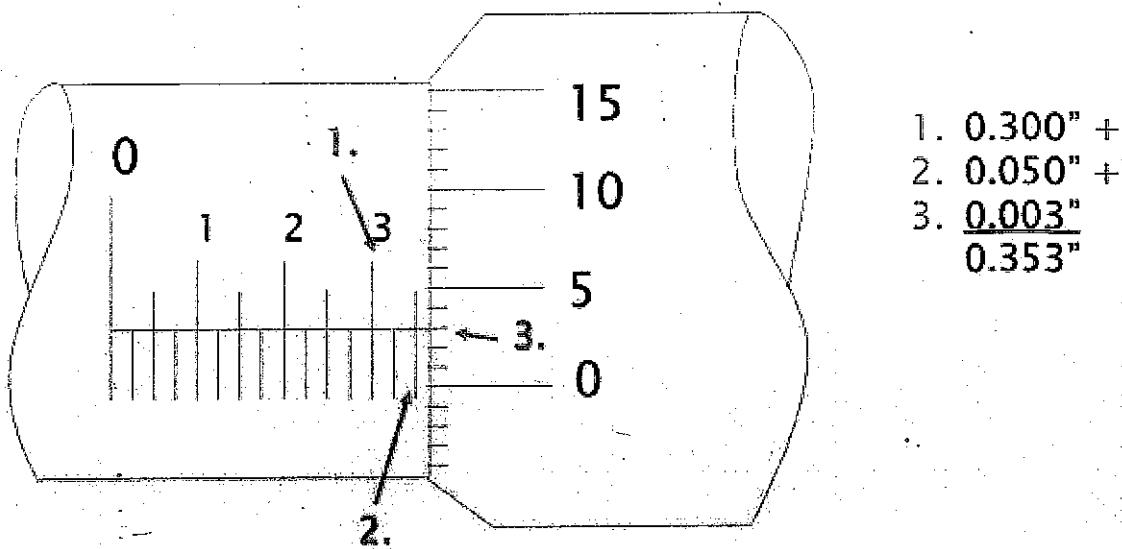
El paso de este tornillo es de 25/100 y la escala graduada se vería así:



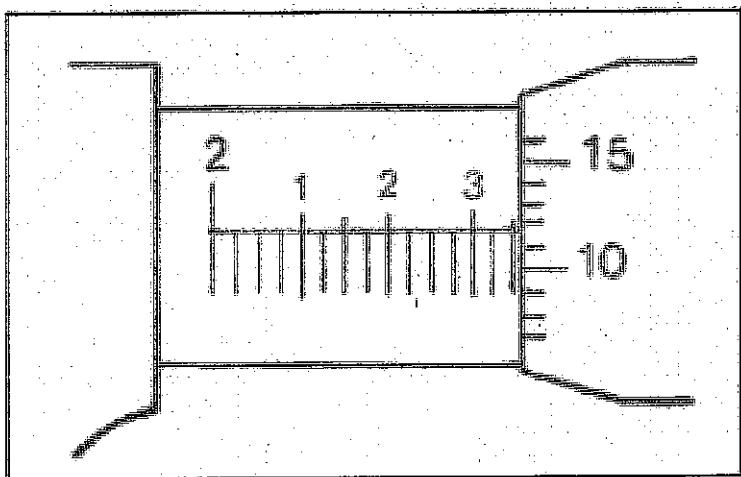
Los tambores estarían divididos en 25 partes:



Ejemplo de lectura



Ejemplos de micrómetros en pulgadas según el rango de medición.



El que se muestra es un micrómetro para medidas entre el rango de 2 a 3 pulgadas.

## **PRECAUCIONES AL MEDIR**

### **Punto 1:** Verificar al limpieza del micrómetro.

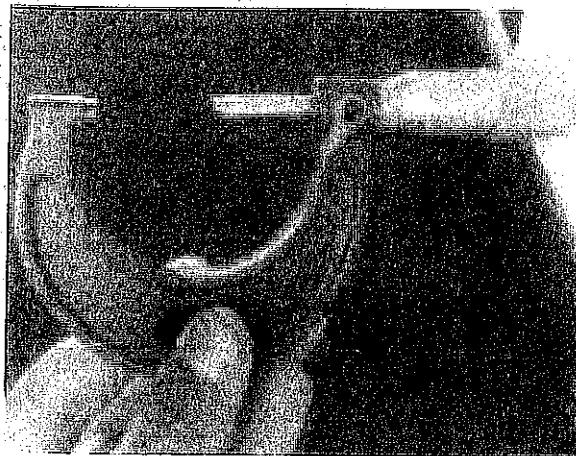
El mantenimiento adecuado del micrómetro es esencial, antes de guardarlo no deje de limpiar las superficies del husillo, yunque y otras partes, removiendo el sudor, polvo y manchas de aceite, después aplique aceite anticorrosivo.

No olvide limpiar perfectamente las caras de medición exactas. Para efectuar las mediciones correctamente, es esencial que el objeto a medir se limpie perfectamente del aceite y polvo acumulados.



### **Punto 2:** Utilice el micrómetro adecuadamente.

Para el manejo adecuado del micrómetro, sostenga la mitad del cuerpo en la mano izquierda, y el manguito o trinquete en la mano derecha, mantenga la mano fuera del borde del yunque.



**Metido correcto para sujetar el micrómetro con las manos**

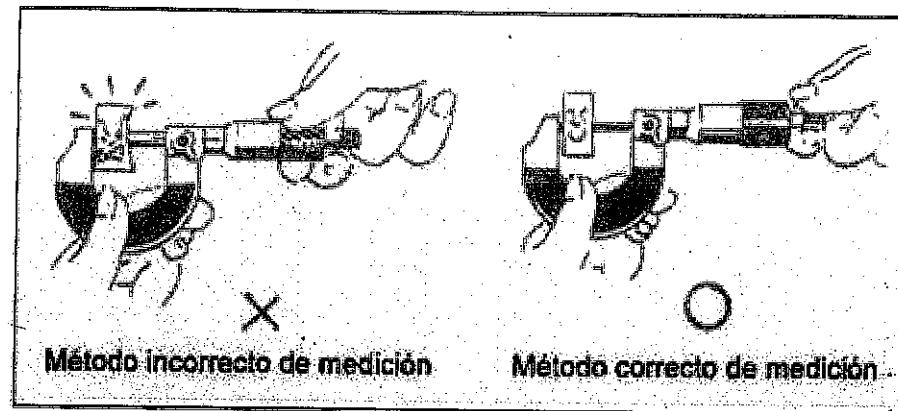
Algunos cuerpos de los micrómetros están provistos con aisladores de calor, si se usa un cuerpo de éstos, sosténgalo por la parte aislada, y el calor de la mano no afectará al instrumento.

El trinquete es para asegurar que se aplica una presión de medición apropiada al objeto que se está midiendo mientras se toma la lectura.

Inmediatamente antes de que el husillo entre en contacto con el objeto, gire el trinquete suavemente con los dedos, cuando el husillo haya tocado el objeto de tres a cuatro vueltas ligeras al trinquete a una velocidad uniforme (el husillo puede dar 1.5 o 2 vueltas libre). Hecho esto, se ha aplicado una presión adecuada al objeto que se está midiendo.



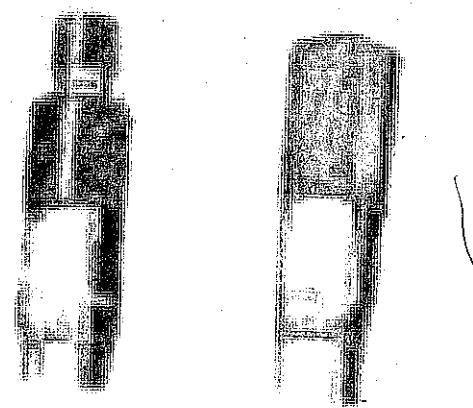
Si acerca la superficie del objeto directamente girado el manguito, el husillo podría aplicar una presión excesiva de medición al objeto y será errónea la medición.



Cuando la medición esté completa, despegue el husillo de la superficie del objeto girando el trinquete en dirección opuesta.

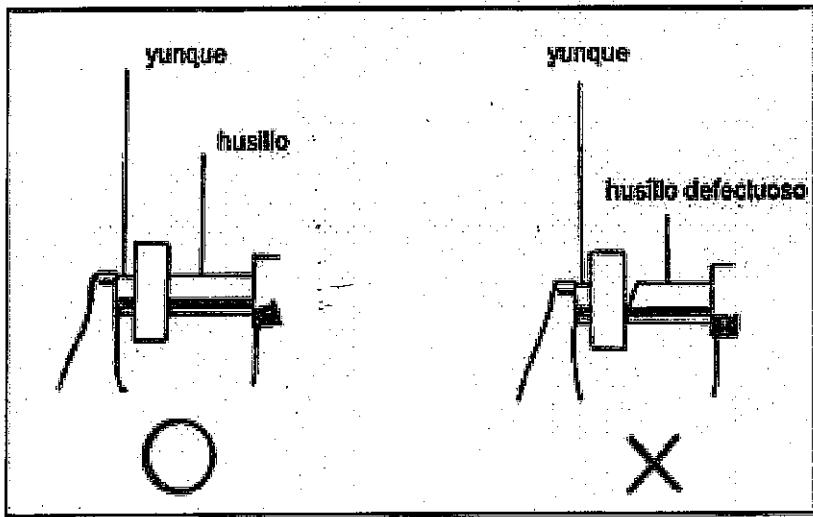
Un micrómetro del tipo con freno de fricción, el cual tiene en el interior del manguito un aditamento para una presión constante, experimenta menos cambios en la presión de medición con el uso individual y es más apropiado para mediciones precisas.

Antes de que el husillo encuentre el objeto que se va a medir, gire suavemente y ponga el husillo en contacto con el objeto. Después del contacto con el objeto. Después del contacto gire tres o cuatro vueltas el manguito. Hecho esto, se ha aplicado una presión de medición adecuada al objeto que se está midiendo.

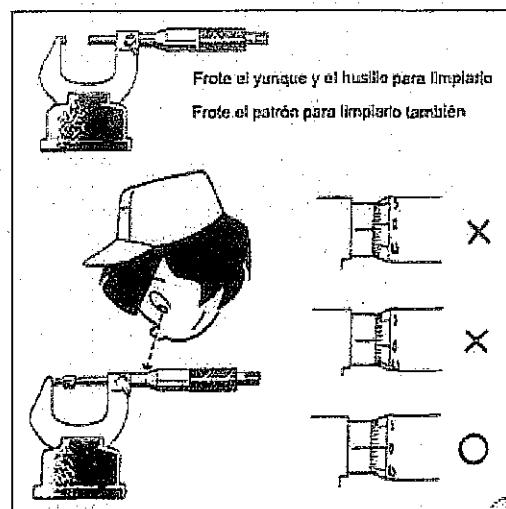


**Punto 3:** Verifique que el cero esté alineado.

Cuando el micrómetro se usa constantemente o de una manera inadecuada, el punto cero del micrómetro puede desalinearse. Si el instrumento sufre una caída o algún golpe fuerte, el paralelismo y la lisura del husillo y el yunque, algunas veces se desajustan y el movimiento del husillo es anormal.

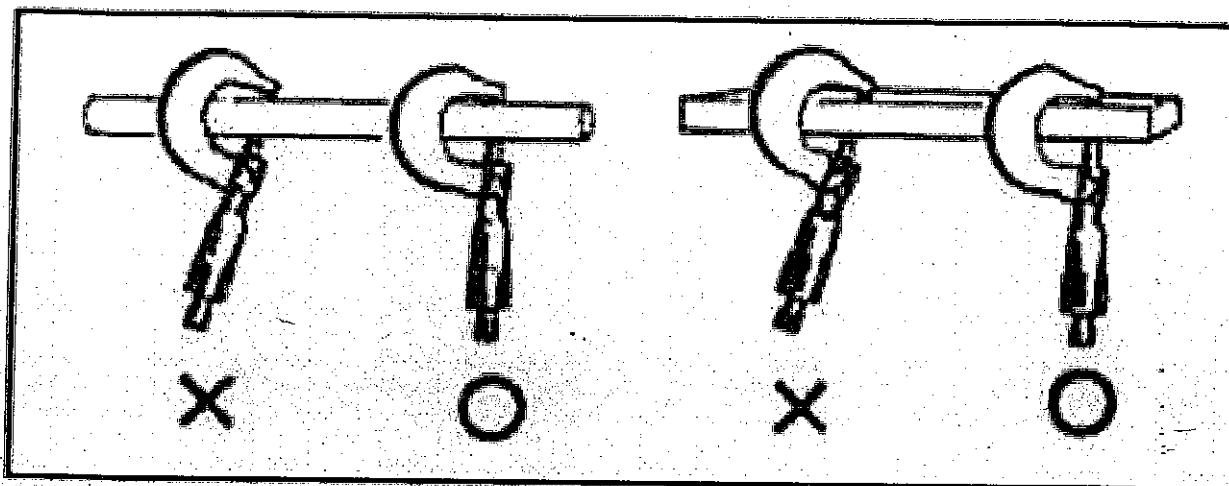

**Paralelismo de las Superficies**

1. El husillo debe moverse libremente.
2. El paralelismo y la lisura de las superficies de medición en el yunque deben ser correctas.
3. El punto cero debe estar en posición (si está desalineado siga las instrucciones para corregir el punto cero).



**Punto 4:** Asegure el contacto entre el micrómetro y el objeto.

Es esencial poner el micrómetro en contacto correcto con el objeto a medir. Use el micrómetro en ángulo recto ( $90^\circ$ ) con las superficies a medir.

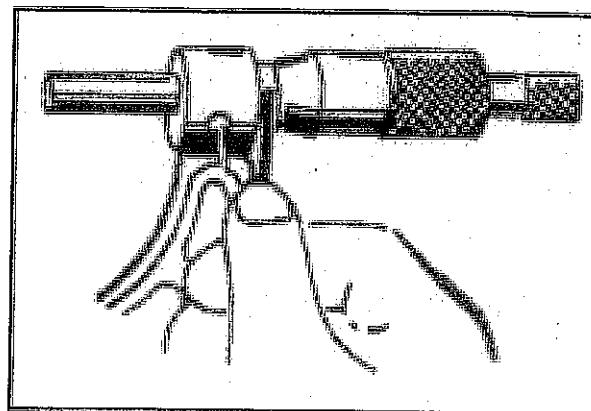


**COMO CORREGIR EL PUNTO CERO**

**MÉTODO I.**

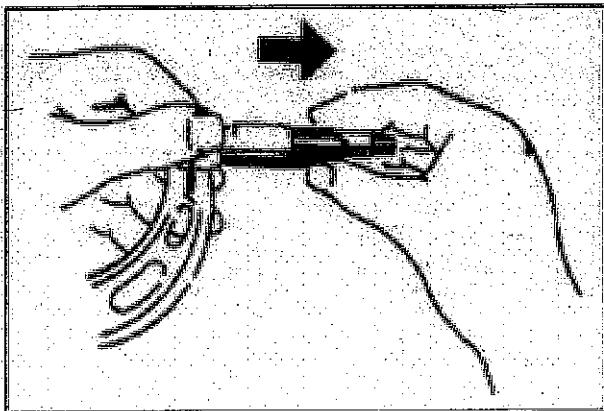
Cuando la graduación cero está desalineada

1. Fije el husillo con el seguro (deje el husillo separado el yunque)
2. Inserte la llave con que viene equipado el micrómetro en el agujero de la escala graduada.
3. Gire la escala graduada para prolongarla y corregir la desviación de la graduación.
4. Verifique la posición cero otra vez, para ver si está en su posición.

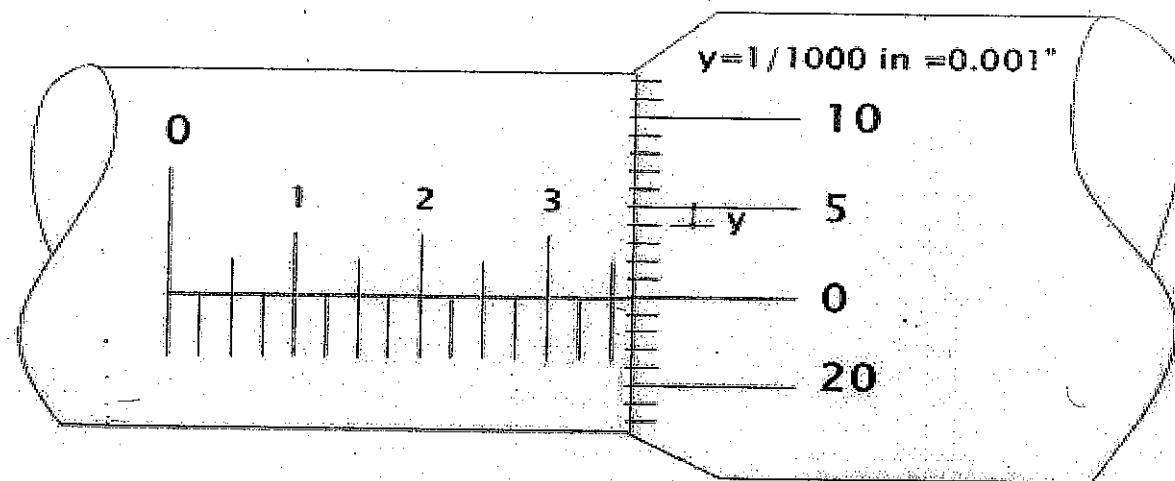


## MÉTODO II.

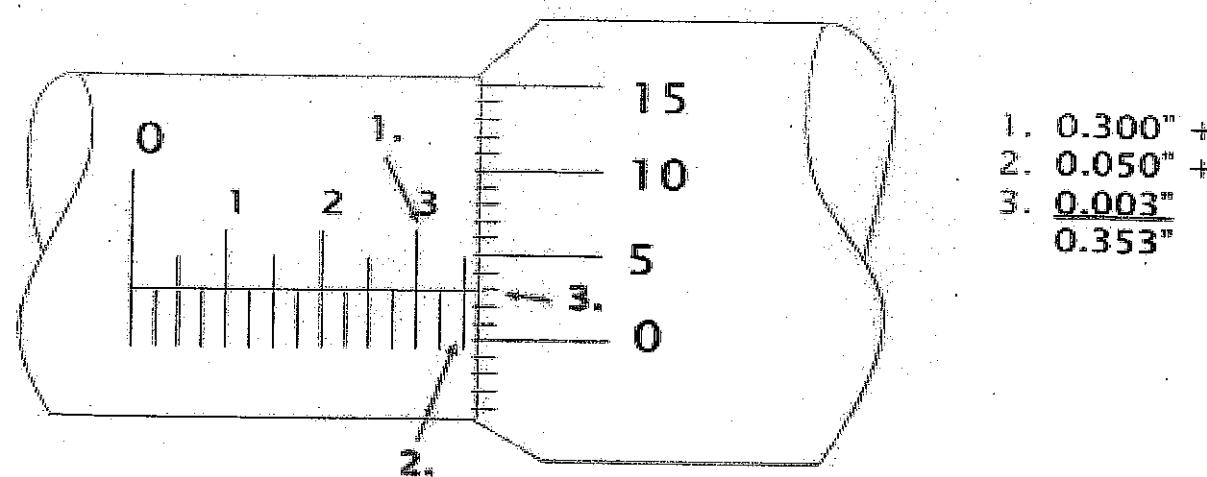
1. Empuje el manguito hacia afuera (hacia el trinquete), y se moverá libremente, relocalice el manguito a la longitud necesaria para corregir el punto cero.
2. Atornille toda la rosca del trinquete y apriételo con la llave.
3. Verifique el punto cero otra vez, y si la graduación cero está desalineada, corríjala de acuerdo al método I.



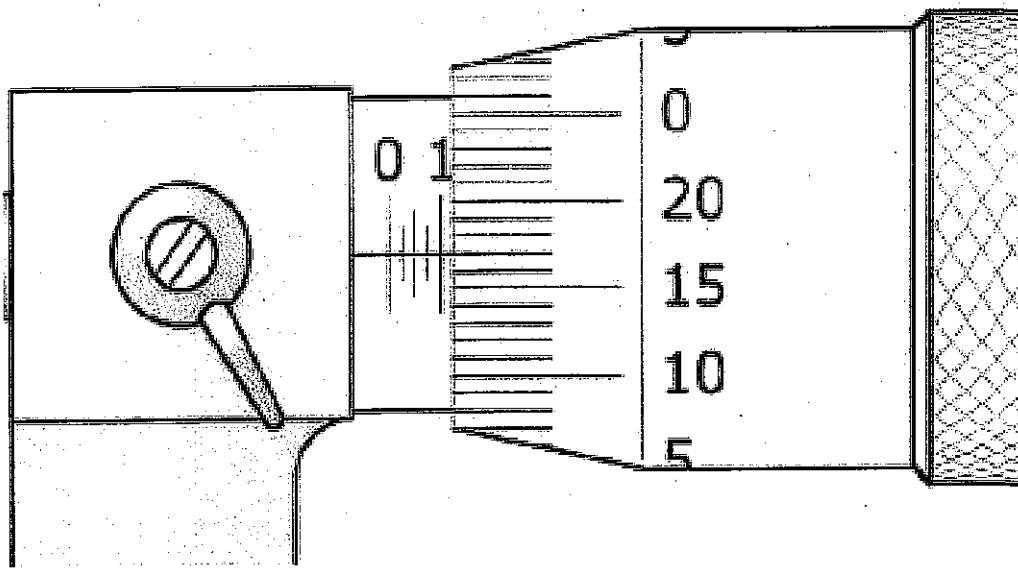
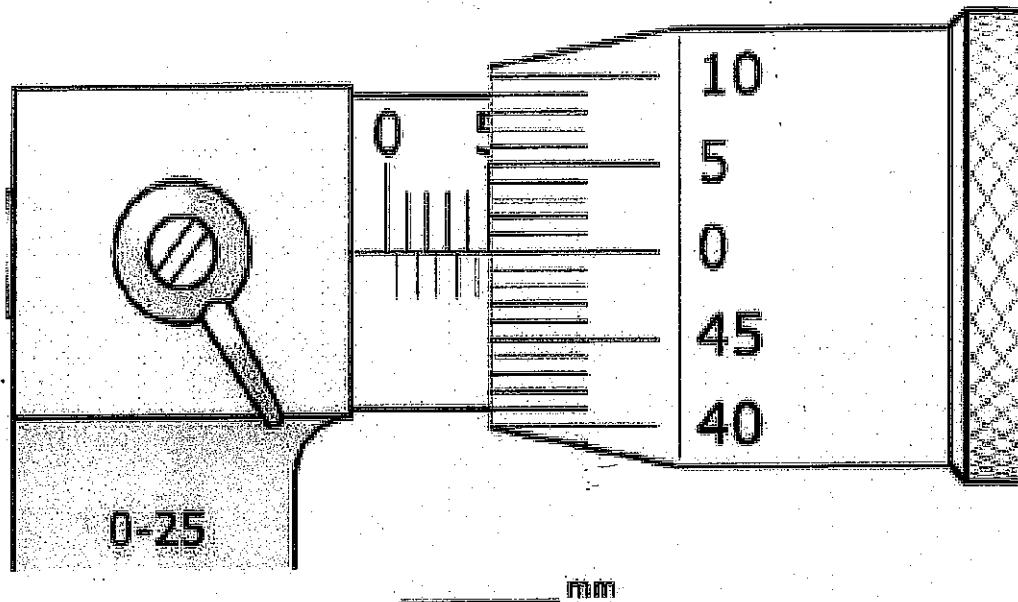
Los tambores estarían divididos en 25 partes:



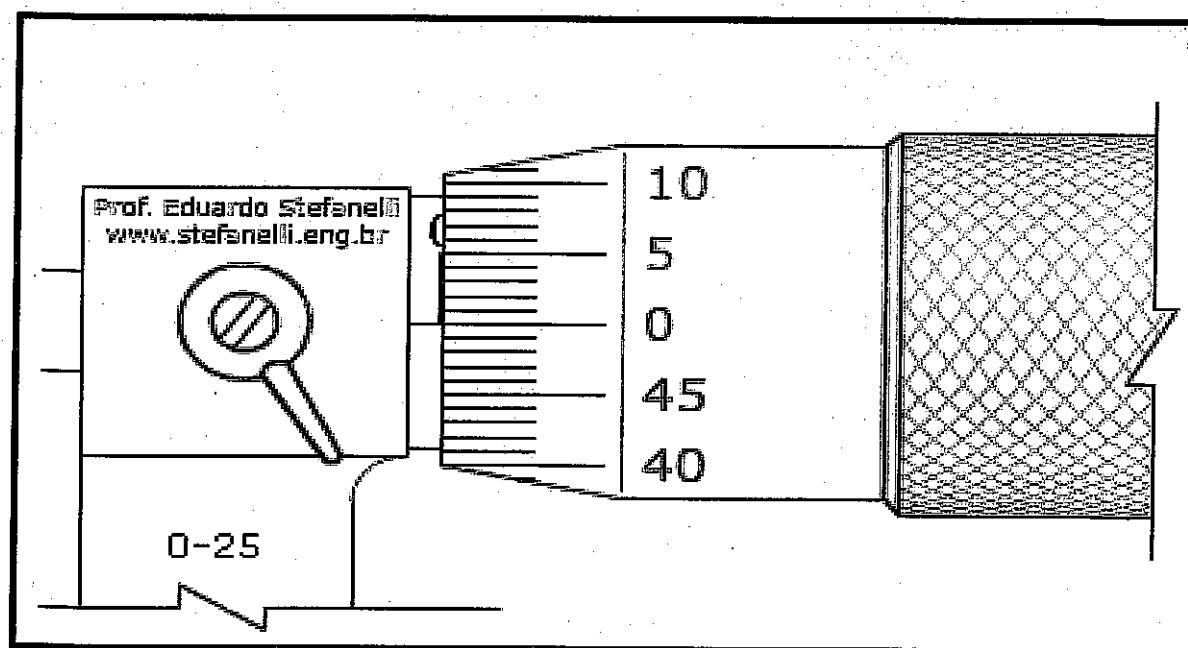
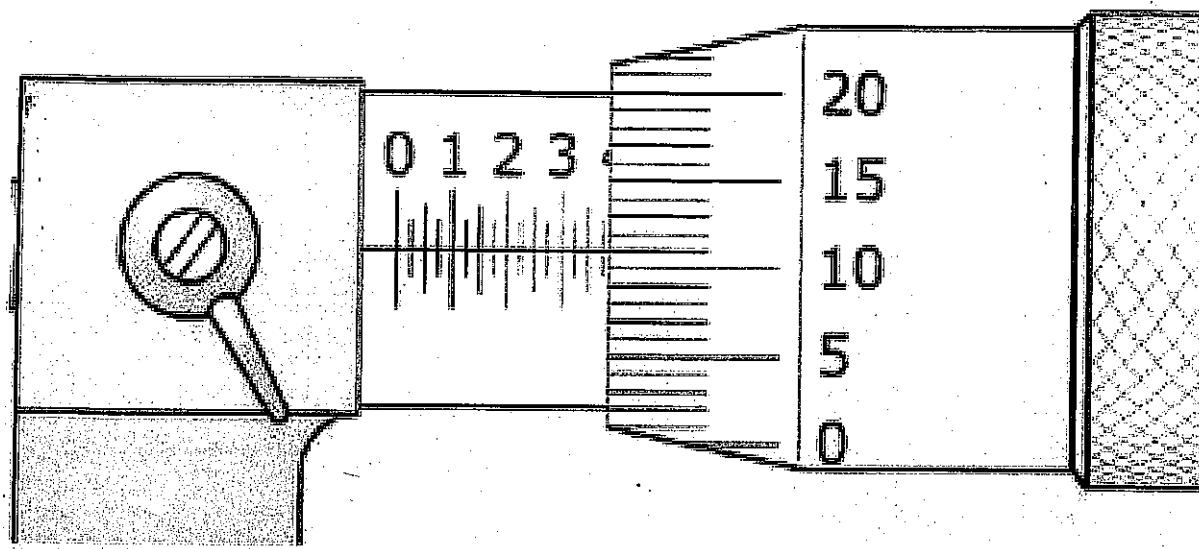
#### Ejemplo de lectura

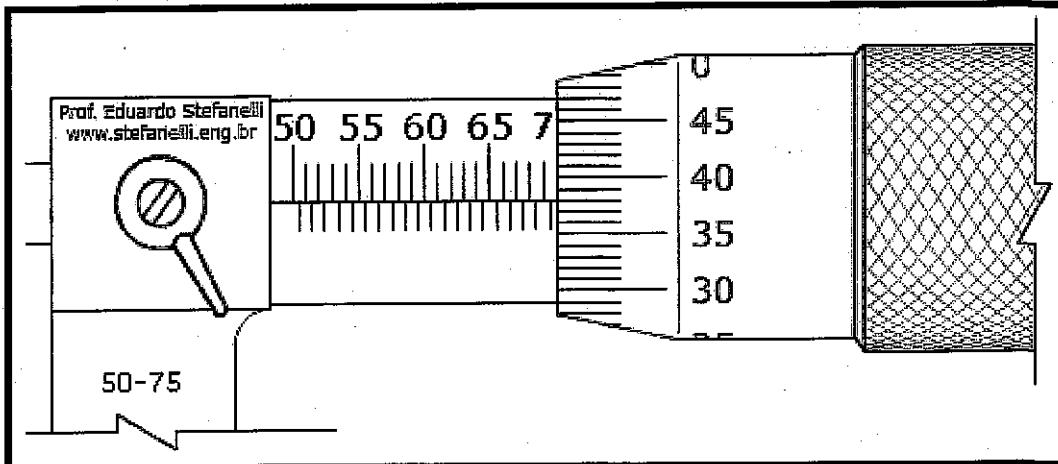
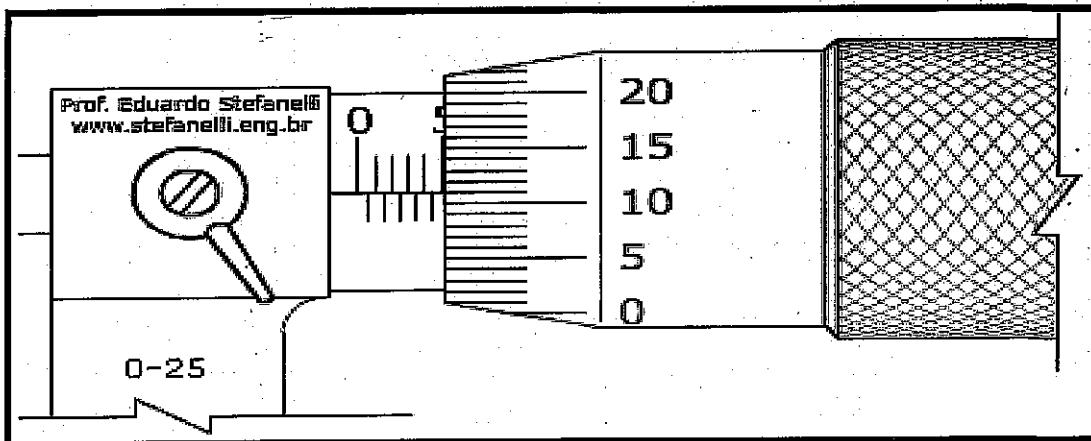
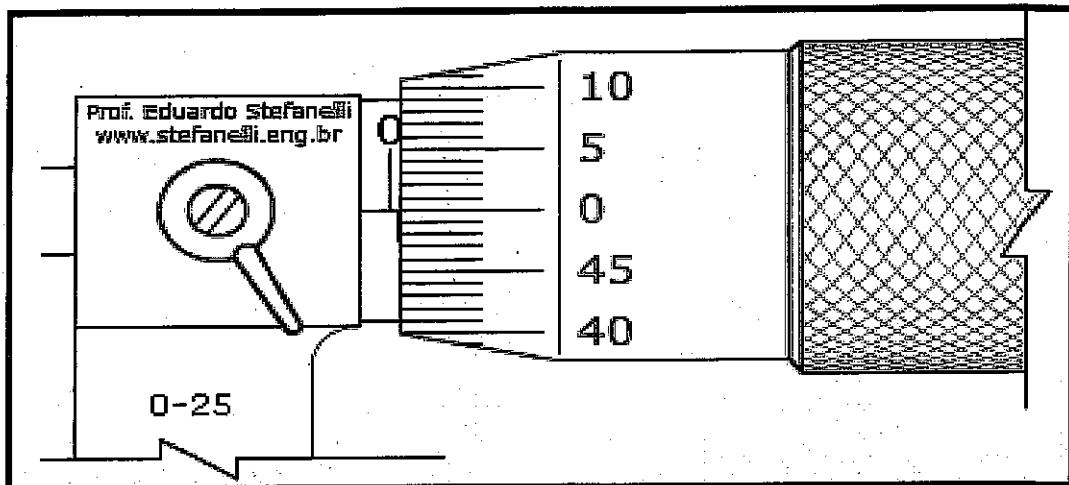


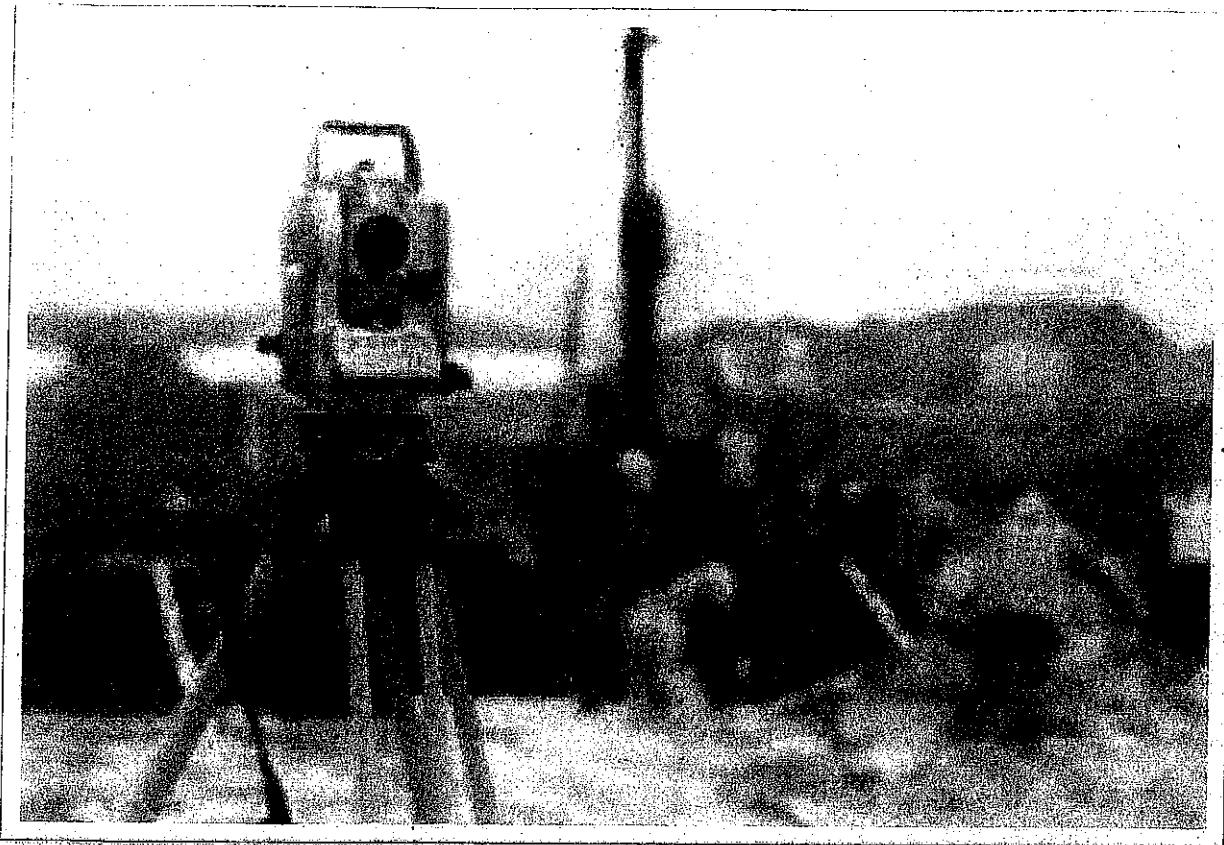
**Ejercicios:**



Resolución 1/1000







**DIBUJO**  
**TOPOGRÁFICO**

**INTRODUCCIÓN:**

En la actualidad es de vital importancia en el estudio de la ingeniería la forma de representación de varios aspectos en las diferentes ramas y especialidades. Es por esta razón que se recurre al dibujo como una forma de lenguaje para llevar a la realidad esa representación de sus ideas para luego ser ejecutadas en su obra.

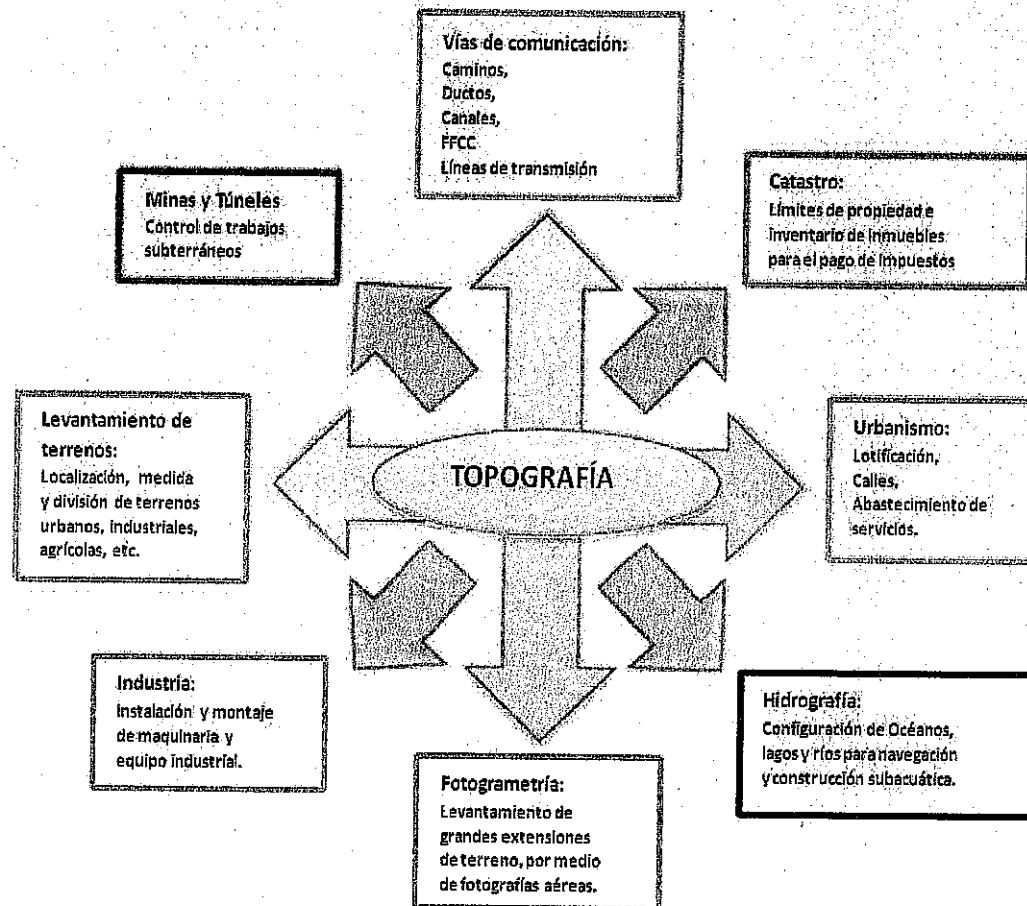
El dibujo topográfico permite conocer en forma gráfica la superficie terrestre las evaluaciones y depresiones que es lo que conocemos como relieve al igual que los demás rasgos del suelo.

El dibujo topográfico constituye el trabajo preliminar en los proyectos de ingeniería, y es conveniente que al ayudante de ingenieros estén familiarizados con los métodos y símbolos usados en esta rama del dibujo. Sin considerar la práctica del levantamiento y de un transporte sobre el dibujo, ni los diversos métodos empleados por los cartógrafos para proyectar la superficie curva de la tierra sobre un plano, estamos interesados en la aplicación de detalles para la ejecución de planos del terreno y mapas topográficos.

El dibujo topográfico consiste en planos, perfiles, reacciones transversales y en cierto número de cálculos gráficos, la utilidad de estos dibujos depende principalmente de la precisión con que los puntos y las líneas se proyecten en el papel. En la mayor parte de ellos se ponen pocas dimensiones y las personas que utilizan los dibujos deben atenerse a las distancias según se tomen a escala. Para mantener una relación compatible entre las medidas del campo y el plano se requiere un gran cuidado en su construcción.

### ➤ OBJETIVOS DE LA TOPOGRAFÍA

Las actividades fundamentales de la topografía son el levantamiento y el trazo. El levantamiento comprende las operaciones necesarias para la obtención de datos de campo útiles para poder representar un terreno por medio de su figura semejante en un plano; el trazo o replanteo es el procedimiento operacional por medio del cual se establecen en el terreno las condiciones establecidas o proyectadas en un plano. En el ejercicio de la topografía, esta se relaciona con distintas disciplinas.



**RELACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA CON OTRAS DISCIPLINAS****GENERALIDADES**

La topografía es la ciencia y arte de efectuar las mediciones necesarias para determinar las posiciones relativas a puntos situados arriba, sobre o debajo de la superficie de la tierra o bien de establecer tales puntos en una posición especificada. Las operaciones topográficas no están limitadas a tierra firme. Se realizan sobre vastas extensiones de agua, así como de espacios extraterrestres. Las mediciones de la topografía son, esencialmente, las de distancia - tanto horizontal como vertical - y las de dirección.

La etapa de obtención de datos topográficos se reconoce como el trabajo de campo, puesto que virtualmente todos esos datos deben ser analizados, reducidos a una forma útil, mediante cálculos matemáticos, ajustados y con frecuencia convertidos a modalidades graficas de expresión, como cartas y planos, es usual hablar de esa actividad conexa como el trabajo de gabinete de la topografía. Ambas etapas constituyen las actividades topográficas.

Pueden efectuarse varias divisiones o agrupamientos de tales estudios, como base en una gran variedad de elementos distintivos. Probablemente la clasificación más sencilla es aquella que identifica tres clases principales de ellos, descritos como sigue:

- **MEDICIONES DE PREDIOS:** Que son aquellas asociadas al establecimiento de linderos, al cálculo de pareas de terrenos, y a la transferencia de propiedad raíz de un propietario a otro. Los levantamientos más antiguos conocidos fueron mediciones de predios.
- **ESTUDIOS DE INGENIERÍA:** Que comprenden las operaciones de recabar los datos necesarios para planear y proyectar una obra de ingeniería y de proporcionar el necesario control de posición y dimensiones en el sitio, de manera que el puente, edificio o carretera sean construidos en el lugar adecuado y como se proyectaron.
- **LEVANTAMIENTOS INFORMATIVOS:** Ejemplificados por aquellos estudios gubernamentales que obtiene datos concernientes a la topografía, drenaje e instalaciones construidas por el hombre, en una gran área. Estos datos se presentan por medio de mapas y cartas.

#### ➤ **EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

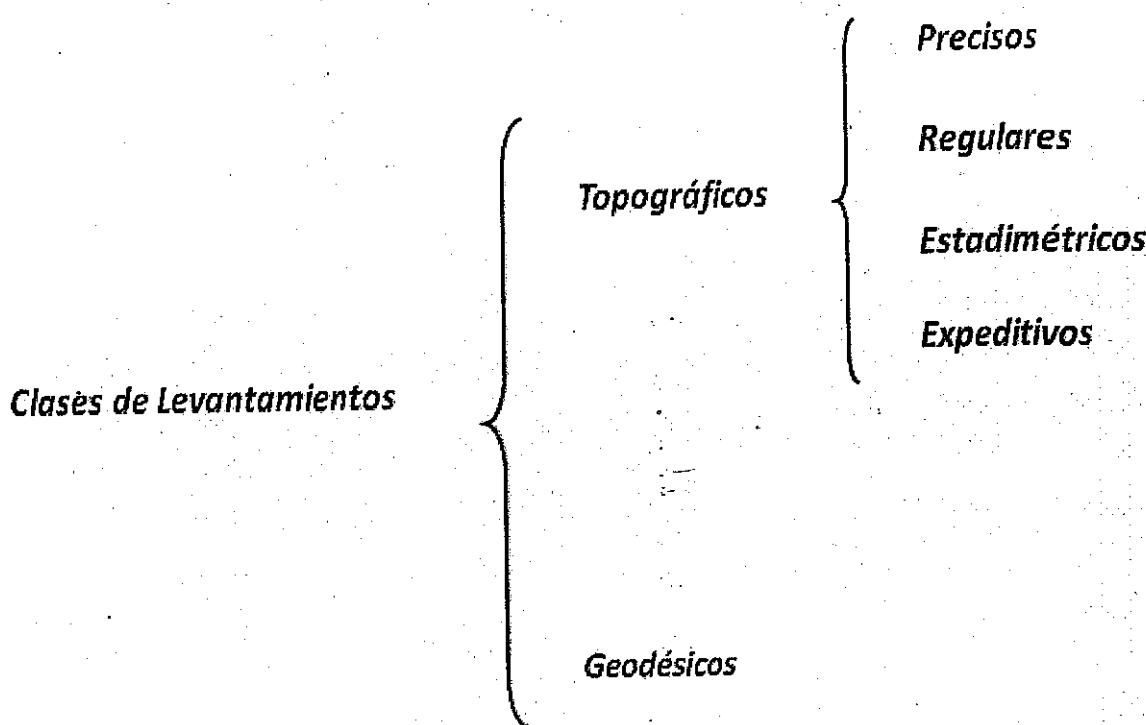
*Concepto de levantamiento topográfico.* Se entiende por levantamiento al conjunto de operaciones que se ejecutan en el campo y de los medios puestos en práctica, para fijar las posiciones de puntos, así como su representación en un plano.

En cuanto a su extensión los levantamientos pueden ser topográficos o geodésicos.

*Levantamiento Topográfico.* Cuando abarca una extensión reducida (menor de 30 Km.) dentro de los cuales se considera despreciable la influencia de la curvatura terrestre.

*Levantamiento Geodésico.* Cuando abarca una gran extensión de terreno (más de 30 Km.) en ellos se considera el efecto de la curvatura terrestre.

Los levantamientos topográficos en cuanto a su calidad pueden ser Precisos, regulares, taquimétricos y expeditivos.



**Precisos.**- Se ejecutan por medio de equipo electrónico y métodos rigurosos de levantamiento y cálculo, para fijar límites y localizaciones exactas; control para grandes obras de infraestructura, trazo de complejos habitacionales o industriales, etc.

**Regulares.**- Se realizan por medio de poligonales levantadas con tránsito y cinta, se usan para levantar linderos de propiedades, en el control de obra, urbanización e introducción de servicios municipales.

**Estadimétricos.**-en los cuales las distancias se miden por procedimientos indirectos, empleando tránsito y estadal, estos levantamientos se aplican en trabajos previos al trazo de vías de comunicación, predios rústicos, de detalle y relleno y configuración.

**Expeditivos.**- se realizan con aparatos portátiles poco precisos, como brújula, podómetro, medición de distancias a pasos, estimación de magnitudes a ojo, etc. Estos levantamientos se emplean en reconocimientos y trabajos de exploración.

**POR SU OBJETIVO O FINALIDAD, LOS LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS SE CLASIFICACIÓN EN:**

- a) Levantamientos topográficos de terrenos en general en donde se tiene que señalar o localizar linderos, medir y dividir superficies, localizar predios en planos generales o ligas con levantamientos anteriores, todo esto para diferentes fines.
- b) Levantamientos topográficos para proyectos de obra civil y construcción con datos específicos.
- c) Levantamientos topográficos para el estudio de vías de comunicación, que serán necesarios para  
planear, localizar y trazar carreteras, ferrocarriles, canales, líneas de transmisión, oleoductos, acueductos, etc.
- d) Levantamientos topográficos de minas, donde se ligan los trabajos topográficos de superficie con los subterráneos.
- e) Levantamientos topográficos fotogramétricos, para realizar mediciones y elaboración de planos mediante fotografías aéreas.
- f) Levantamientos topográficos catastrales, se realizan en zonas urbanas, ciudades y municipios para realizar el inventario de los bienes inmuebles, base de los impuestos prediales y planos reguladores.  
Levantamientos hidrográficos, se realizan para obtener la descripción y estudio de los diferentes cuerpos de agua como océanos, lagos y ríos obteniendo la configuración del terreno subacuático.

## SISTEMA DE UNIDADES

En México para efectos de la topografía se utiliza el Sistema Internacional de Unidades.

Unidades de longitud. La unidad fundamental es el metro, por lo que todas las dimensiones, coordenadas y niveles se expresan en esa unidad, a menos que por alguna práctica en contrario se tenga que recurrir a otras unidades.

**Unidades de superficie.** Se emplea como unidad de medida el metro cuadrado ( m<sup>2</sup> ); para propósitos de deslinde de terrenos, se emplean también las siguientes unidades agrarias:

**Centiárea = 1 m<sup>2</sup>**

**Área = 100 m<sup>2</sup>**

**Hectárea = 10,000 m<sup>2</sup>**

**Miriárea = 1'000,000 m<sup>2</sup>**

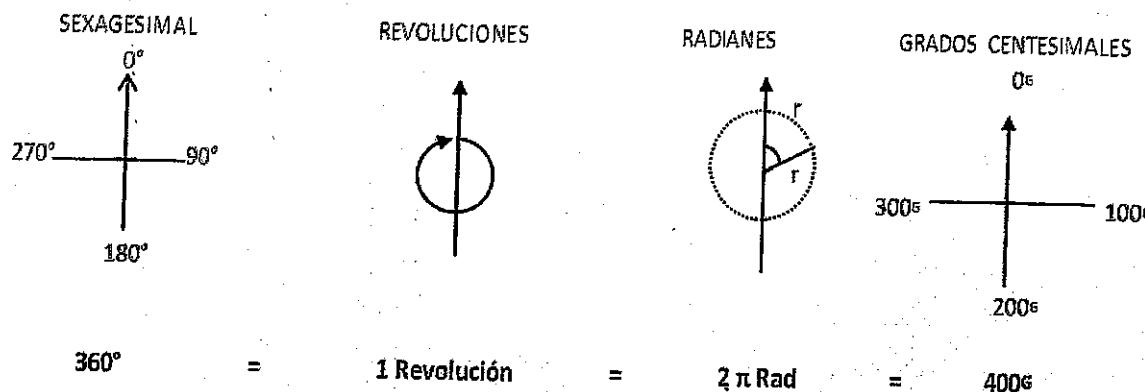
**Km<sup>2</sup> = 1'000,000 m<sup>2</sup>**

Con fines de escrituración la superficie de un predio de 26, 548.625 m<sup>2</sup>, se representaría de la siguiente manera:

2 – 65 – 48.625 Has. ; Se lee como: 2 hectáreas, 65 áreas, 48.625 centiáreas

**Unidades de capacidad.** La unidad de medida es el metro cúbico ( m<sup>3</sup> ), adicionalmente se emplean como unidades derivadas los millares o millones de metros cúbicos, esto sucede a menudo en el movimiento de tierras para la contabilización de los volúmenes de obra, capacidad de presas y vasos de almacenamiento.

**Unidades angulares.** La unidad de medida es el grado sexagesimal, la relación con otros sistemas de unidades es la siguiente:



**Sistema sexagesimal.** La circunferencia es dividida en 360 partes. La unidad básica es el grado ( $^\circ$ ), que se subdivide en 60 minutos ( $60'$ ), y el minuto se subdivide en 60 segundos ( $60''$ ). Este sistema es el empleado casi exclusivamente en la práctica topográfica en México, y predomina sobre todos los demás en el resto del mundo. Su uso es bastante generalizado, las correlaciones de las unidades de tiempo y de arco en astronomía (1 hora = 15 $^\circ$ ), y otras consideraciones, favorecen que continúe empleándose dicho sistema sexagesimal.

**Sistema centesimal.** El uso de grados decimales en varios cálculos de ingeniería tiene ciertas ventajas. Esto condujo a la creación del sistema centesimal, en el cual la circunferencia está dividida en 400 partes, llamadas grados centesimales (g). Por tanto,  $100g = 90^\circ$ . El grado centesimal está dividido en 100 minutos centesimales (100c) y un minuto centesimal, en 100 segundos centesimales (100c). Así, un ángulo puede expresarse como 236.4268g, donde el primer par de dígitos después del punto representan minutos centesimales, y el segundo par de dígitos, segundos centesimales. Sin embargo, la distinción entre minutos y segundos no requiere indicación explícita, como se observa en la siguiente suma de cantidades angulares, en la que puede apreciarse la sencillez del sistema centesimal. Este sistema tiene amplia aceptación en Europa.

**Ejemplo.-** Determina la suma de los tres anotados.

**Solución:**

**Sistema centesimal**

100.4527

251.7590

312.0314

Suma = 664.2431

o bien 264.2431g

**Sistema sexagesimal**

75°15'23"

207°18'41"

340°39'57"

Suma = 623°50'01"

o bien 263°50'01"

Como algunos instrumentos de medición angular tienen sus círculos graduados en unidades centesimales, puede ser necesario efectuar conversiones entre los sistemas centesimal y sexagesimal. Si es necesario convertir un ángulo expresado en grados centesimales a su equivalente en grados sexagesimales, se multiplica aquel valor por 0.9. Para efectuar la transformación inversa, de grados, minutos y segundos a grados centesimales, el valor, en decimales, del ángulo sexagesimal se divide entre 0.9.

**Ejemplo.-** ¿Cuál es el equivalente sexagesimal de 264.2431g?

**Solución:**

$$264.2431 \times 0.9 = 237.81879^\circ$$

$$0.81879^\circ \times 60 = 49.1274'$$

$$0.1274' \times 60 = 7.644''$$

Entonces, el valor sexagesimal es **237°49'07.644"**

**Ejemplo.-** ¿Cuál es el equivalente sexagesimal de 264.2431g?

**Solución:**

$$50' = \frac{50}{60} = 0.83333^\circ$$

$$01'' = \frac{1}{60 \times 60} = 0.00028^\circ$$

$$\frac{263.83361^\circ}{0.9} = 293.1485^\circ$$

### ➤ ELEMENTOS GEOGRÁFICOS

Para determinar la posición de un punto sobre la superficie terrestre, se hace por medio de medidas, que son: dos distancias y una elevación (sistema cartesiano de coordenadas) o, una distancia, una dirección y una elevación (sistema de coordenadas polares).

Los sistemas de referencia empleados en topografía, consideran a los planos del meridiano, del horizonte y el vertical, estos planos se usan para proyectar sobre ellos los objetos geométricos para conocer su posición en dos o en tres dimensiones, formando sistemas de coordenadas:

**Coordenadas en dos dimensiones:** *Cartesianas ( $X, Y$ ) o ( $E, N$ ); polares ( $\theta, d$ )*

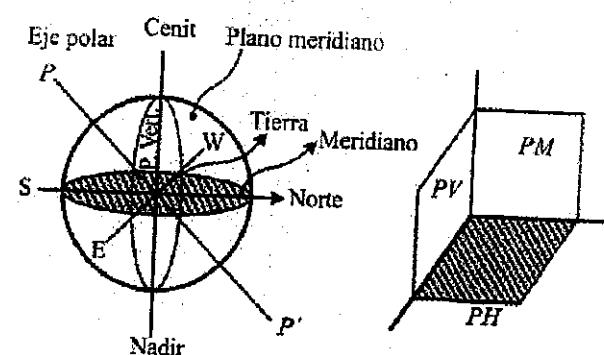
**Coordenadas en tres dimensiones:**

Sistema Cartesiano:  $(X, Y, Z)$  o  $(E, N, Z)$

Sistema Polar:  $(\theta, d, z)$

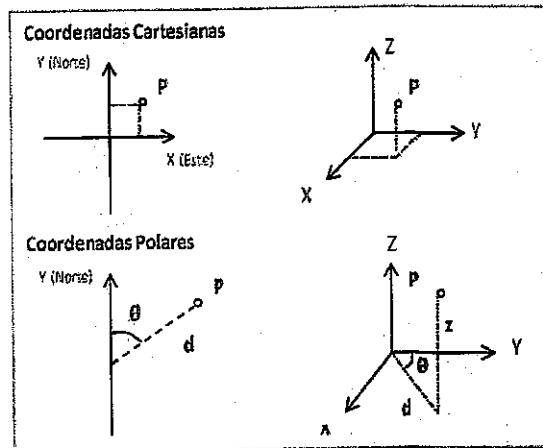
**Plano Meridiano.** Es el que pasa por un punto cualquiera de la tierra y por los polos terrestres, describiendo un círculo máximo por el cual pasa la línea zenit-nadir (vertical del lugar).

**Plano Meridiano.** Es el que pasa por un punto cualquiera de la tierra y por los polos terrestres, describiendo un círculo máximo por el cual pasa la línea zenit-nadir (vertical del lugar).

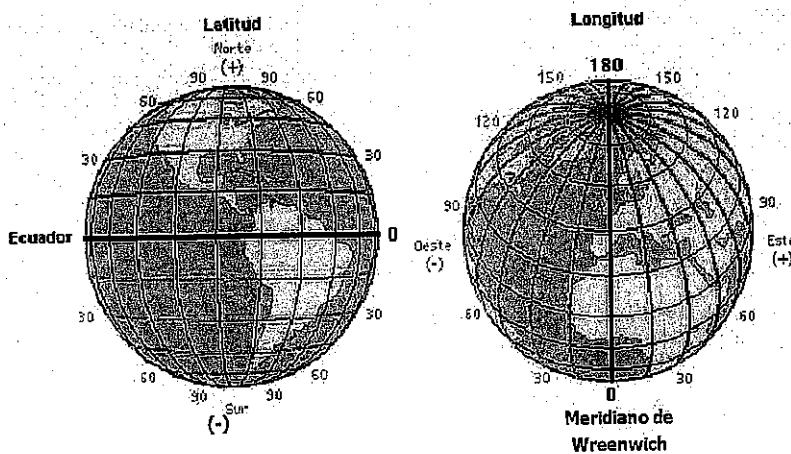


**Meridiano.** Es la línea que resulta de la intersección del plano-meridiano con el Plano del horizonte. Se le conoce como Línea norte-sur o meridiana.

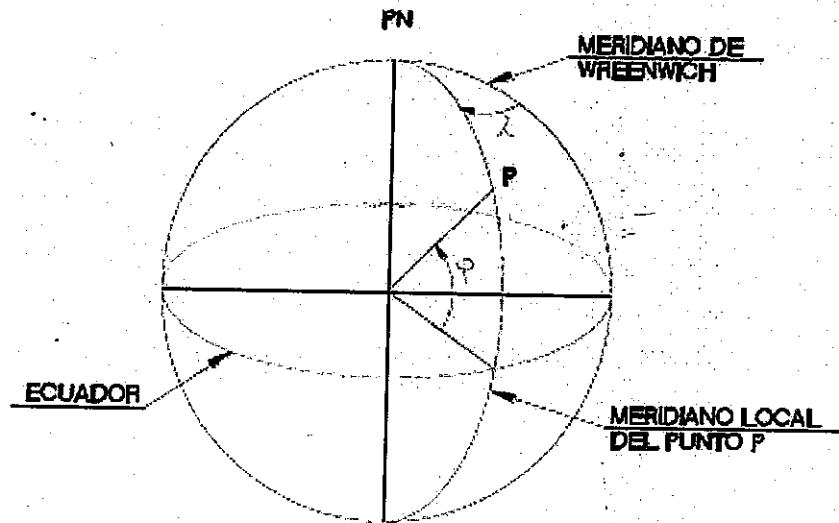
**Plano vertical.** Es un plano perpendicular a los planos del horizonte y del meridiano y contiene la vertical del lugar.



**Las coordenadas geográficas: latitud ( $\phi$ ) y longitud ( $\lambda$ )** se emplean para localizar un punto específico en el globo terrestre. El ecuador es un paralelo desde el que se mide la latitud; equidista de los polos y divide al globo en hemisferio norte y hemisferio sur. La longitud define la localización de un punto al este u oeste de otra línea de referencia, el meridiano de Greenwich. A diferencia de las líneas de latitud, que se van acortando a medida que se acercan a los polos, todas las líneas de longitud o meridianos miden igual de norte a sur y convergen en los polos. Cualquier punto del globo se puede describir en términos de distancia angular desde los puntos de referencia del ecuador (0° de latitud) y del meridiano.



**El Meridiano de Greenwich** es el meridiano que pasa por el antiguo Real Observatorio de Greenwich, al este de Londres. También se conoce como meridiano de origen o meridiano cero, adoptado por un acuerdo internacional, desde el 1 de enero de 1885, como origen para medir la longitud y, también, como la línea base para establecer los husos horarios a nivel mundial.

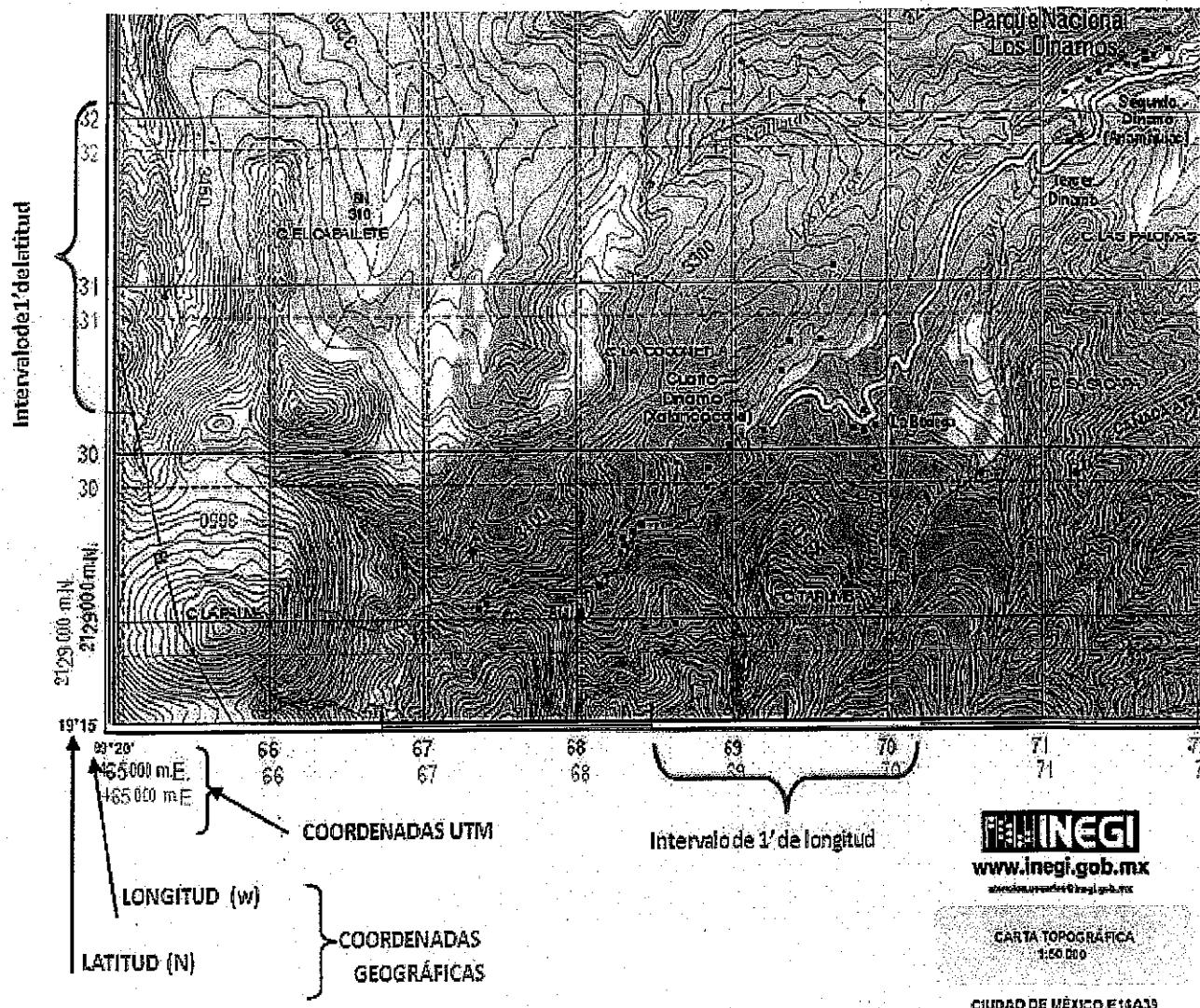


*Localización geográfica de un punto*

Coordenadas Geográficas del punto:

φ Latitud 0° a 90° al norte (N) y al sur (S), λ Longitud de 0° a 180° al este (E) y al oeste (W).

Las coordenadas geográficas se pueden representar en cartas o mapas, en la siguiente figura se representa la porción de una carta topográfica de la Cd. De México escala 1:50,000 publicada por el INEGI, la cual contiene las coordenadas geográficas en los bordes del dibujo en negro alternando con blanco a intervalos de 1' para latitud y longitud; también se incluye una malla reticular en color azul que corresponde a la proyección UTM con dos versiones o Datums de referencia.



Los números de la Retícula Universal Transversa de Mercator están representados por dos dígitos. El número completo aparece en las primeras coordenadas del ángulo inferior izquierdo del mapa. La retícula con línea segmentada representa el Datum ITRF92 época 1988.0 (el oficial para México, e igual que el WGS 84) y con línea continua el Datum NAD27 (Datum anterior o antiguo).

Se define Datum como el origen de un sistema de referencia para la localización de puntos sobre la superficie de la tierra; está definido por un Elipsoide de referencia y un punto llamado fundamental donde la tierra y el elipsoide son coincidentes.

## ➤ MEDICIONES LONGITUDINALES

En topografía, al hablar de distancia entre dos puntos, se sobre entiende que se trata de la distancia horizontal que haya entre ellos. Para medir distancias existen numerosos métodos que dependen de la precisión requerida, del costo y de otras circunstancias.

### ***Métodos generales para medir distancias***

- a) **a pasos.** Se usa en reconocimientos y levantamientos a escala reducida. Su precisión o error relativo es de entre 1/100 a 1/200.
- b) **Con cinta.** Se llama también Medición directa. Las cintas métricas se hacen de diversos materiales con longitud y peso variables. Las más usadas son las de acero. En levantamientos regulares realizados con cinta la precisión o error relativo es de entre 1/3000 a 1/5000.
- c) **Electrónico.** Los progresos científicos han hecho posible la construcción de aparatos electrónicos para medir distancias con toda precisión. Se basan en la medición indirecta del tiempo que tarda un rayo de luz o una onda de radio en recorrer la distancia que separa los dos puntos. Con equipo de medición electrónica es posible obtener precisiones superiores a 1/10,000.

### ***Descripción.***

**Medición a pasos.** La precisión de esta medida depende de la práctica del individuo que la ejecuta como también de la clase de terreno sobre el cual va a medir. Muchos calculan la distancia de su paso a razón de 90 cm/paso, otros de 80 cm/paso. Esta magnitud depende de cada persona; la longitud de paso se puede determinar estableciendo con cinta en el terreno dos marcas a una distancia conocida (digamos 50 m) y contando el número de pasos necesario para cubrir esa

distancia. La longitud del paso será el cociente de la distancia en metros entre el número de pasos contabilizado:

$$\text{Longitud de paso} = \frac{\text{Longitud en metros}}{\text{Número de pasos}}$$

#### **Número de pasos**

La medición a pasos también se puede realizar con "podómetro" que es un aparato portátil que se coloca en la pierna y da automáticamente el número de pasos o la distancia en km ó fracción, cuando se le introduce la longitud de paso.

### **EQUIPO USADO EN LA MEDICIÓN DE DISTANCIAS CON CINTA**

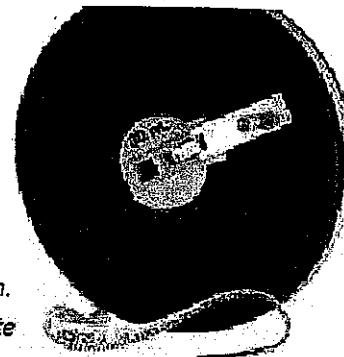
**Cintas.** En la medición de distancias con cinta o longímetro y elementos auxiliares, existen diferentes tipos de cintas, que pueden ser:

- a) Cintas de acero
- b) Cintas de lienzo
- c) Cintas de nylon
- d) Cintas de fibra de vidrio
- e) Cintas de acero cubiertas con polímero
- f) Cintas de acero invar

Las cintas de lienzo y nylon son muy frágiles y tienen grandes deformaciones con la tensión y la temperatura, por lo que se deben utilizar solo en levantamientos preliminares o de baja precisión. Prefiriéndose las cintas de acero por su menor deformación y resistencia para trabajos de mayor precisión.

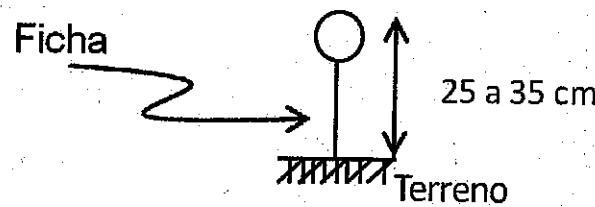


*Cinta de acero cubierta con polímero. Modelo de cruceta*

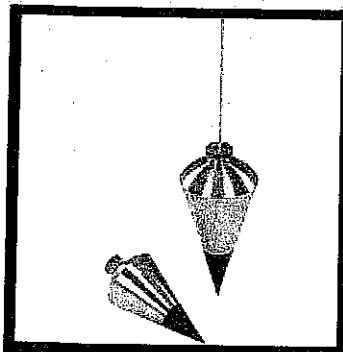


*Cinta de nylon.  
Modelo de carrete*

**Fichas.** Son agujas metálicas de 25 a 35 cm de longitud que se entierran provisionalmente en el terreno para medir; un juego de fichas consiste de 11 piezas, las necesarias para establecer diez intervalos de 20m (200 m).

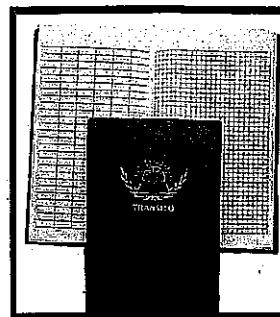


**Balizas.** Son barras de madera, metálicas o fibra de vidrio, de sección circular u octogonal, terminadas en punta en uno de sus extremos (regatón) y que sirven para señalar la posición de puntos en el terreno ó la dirección de las alineaciones. Tienen una longitud de 1.50 a 5.00 m y vienen pintados con trozos alternados de rojo y blanco.



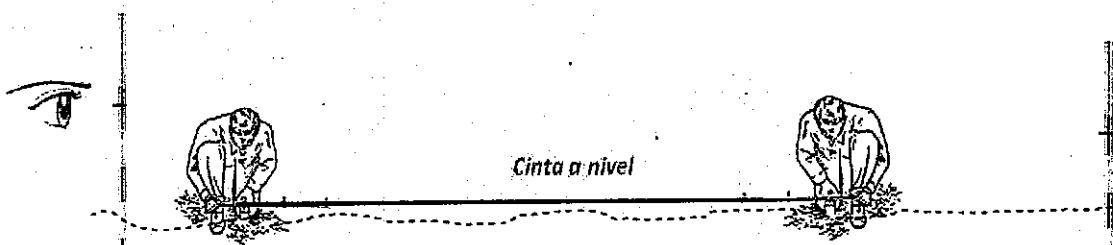
**Pломада.** Es una pesa metálica terminada en punta y suspendida por una cuerda.  
Sirve para definir la vertical que pasa por un punto.

**Material adicional.** Se incluye en este material las libretas de campo (libreta de transito) para anotar los datos, pintura, clavos, maceta o marro, hilo para reventones; machetes y hachas para abrir brecha.



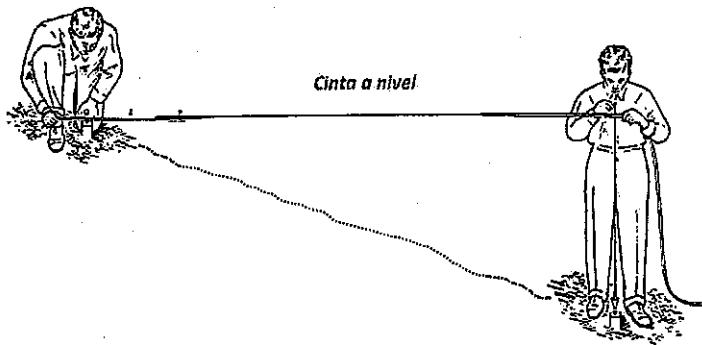
### MEDICIÓN EN TERRENO HORIZONTAL

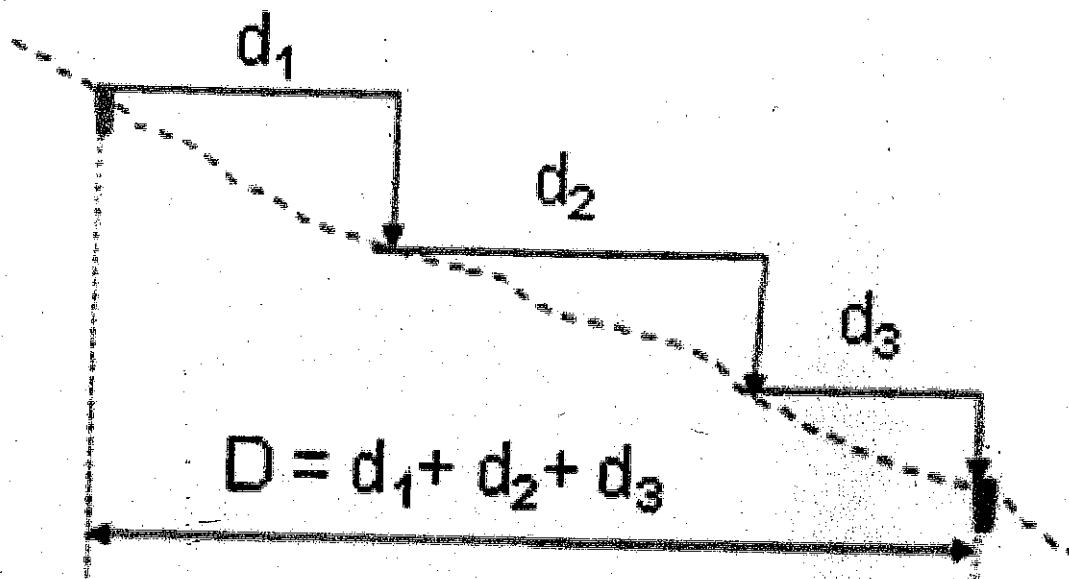
Se requiere de dos operadores llamados cadeneros quienes se auxiliaran de las balizas haciendo punterías con ellas para definir una línea recta y evitar error por mala alineación. El cadenero de atrás es que pone en ceros la cinta, el cadenero de adelante debe ser el más experimentado, es quien lee la cinta, alineándola, poniéndola horizontal y aplicando una tensión constante, para el caso de una cinta de 30 m, esta tensión debe ser de 5 kg para evitar el error por catenaria (columpio).



### MEDICIÓN EN TERRENO INCLINADO

En el caso de un terreno inclinado, es necesario clavar trompos (pequeñas estacas de madera) o fichas a lo largo de la línea por medir, de manera que el desnivel entre dos puntos consecutivos, permita poner horizontal la cinta empleando las plomadas. La suma de las distancias parciales entre puntos de la alineación, dará como resultado la distancia total.





### TOLERANCIAS EN LA MEDICIÓN DE DISTANCIAS CON CINTA

CLASE DE TERRENO	PRECISIÓN O ERROR RELATIVO (ER)	TOLERANCIA EN METROS (T)
PLANO	1 / 5000	$T = D \cdot ER$ Siendo D el valor más probable de la distancia medida
ACCIDENTADO	1 / 3000	

Se compara el error obtenido con la tolerancia, si:

**E < T se acepta la medición**

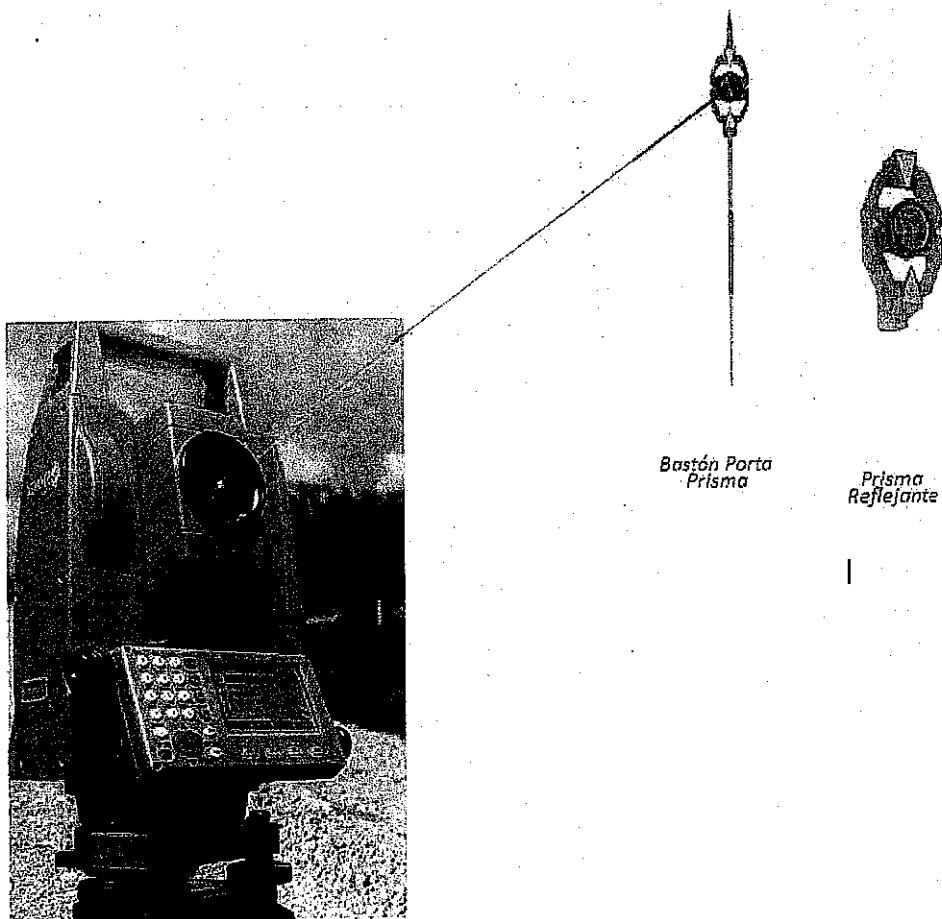
**E > T debe repetirse la medición**

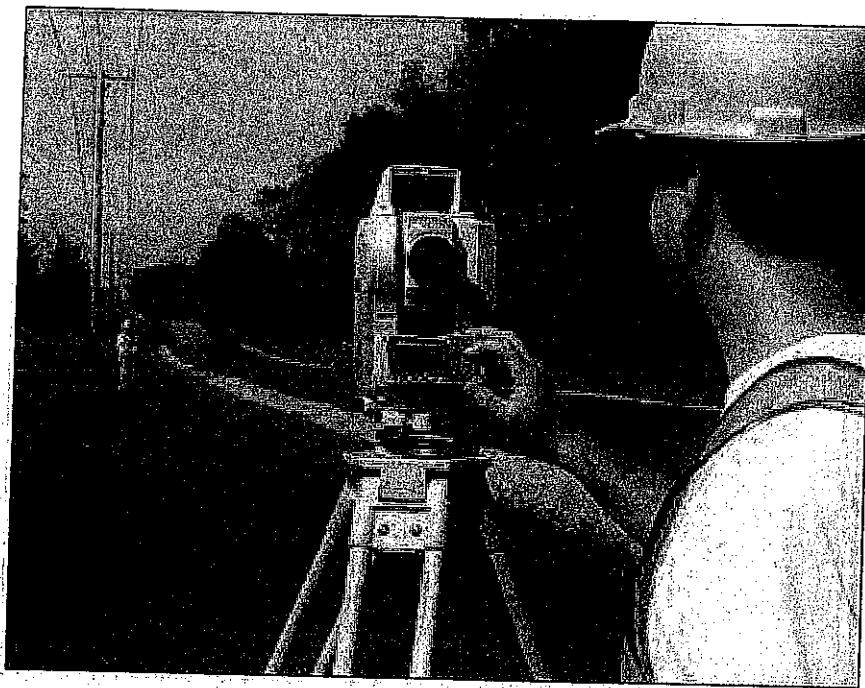
**MEDICIONES ELECTRÓNICAS****Medida electrónica de distancias (MED)**

La medida electrónica de distancias (MED o EDM) está basada en las propiedades de una onda electromagnética propagada en el medio atmosférico, y en la medición de su fase. El instrumento que realiza esta medición es el distanciómetro, que generalmente va acoplado o incorporado dentro de la Estación Total, junto al anteojos.

Para la medición de distancias el distanciómetro mide la longitud de terreno comparando una línea de longitud desconocida (nuestro lado a medir) con la longitud de onda conocida del rayo laser o energía electromagnética con la que trabajan.

La medición electrónica de distancias queda definida entonces como una medición indirecta ya que la magnitud que en realidad medimos es el tiempo de viaje de una señal electromagnética.





Los instrumentos para la medición electrónica de distancias (MED) miden longitudes de terreno comparando una línea de longitud desconocida con la longitud de onda conocida de la energía electromagnética modulada con la que trabajan.

La energía electromagnética se propaga a través de la atmósfera de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$V = f\lambda$$

Dónde:

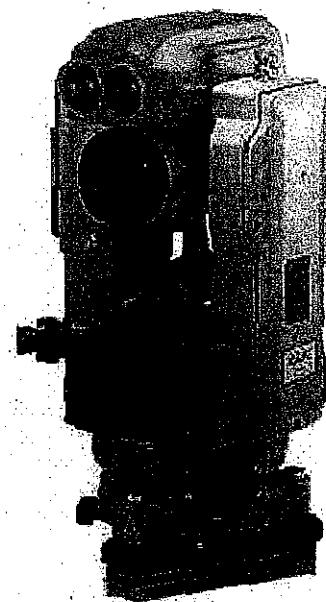
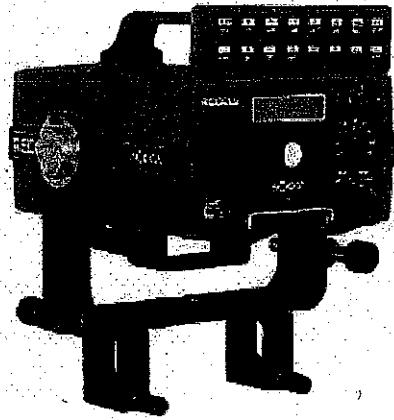
V: Es la velocidad de la energía electromagnética en metros por segundo.

f: La frecuencia de modulación de la energía en Hertz.

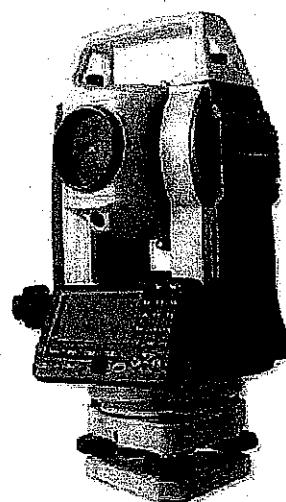
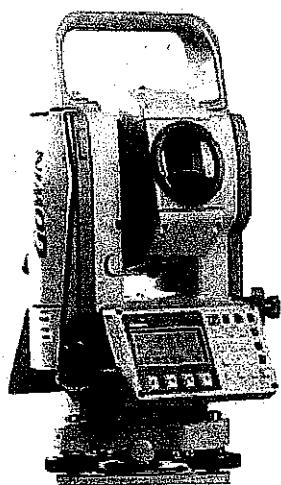
$\lambda$  : La longitud de onda en metros.

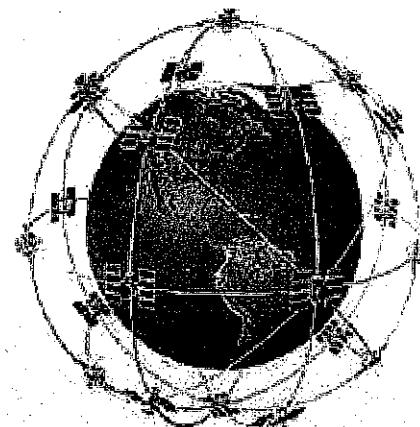
Equipos de Medición Electrónica de Distancias

Distanciómetros

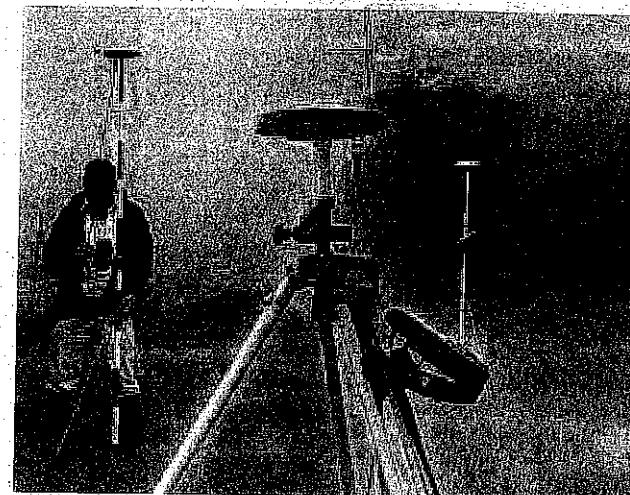
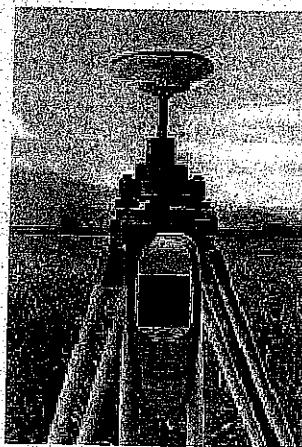


Estaciones Totales





A principios de la década de los noventa, comenzó a aplicarse un sistema de medición por satélite para realizar los levantamientos, el cual se denomina: **SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)**, en la actualidad se está generalizando su uso, ya que estos equipos en forma eficaz y eficiente pueden posicionar puntos sobre la superficie terrestre con gran precisión en la definición de sus coordenadas: **LATITUD, LONGITUD Y ALTITUD.**



## PLANIMETRÍA

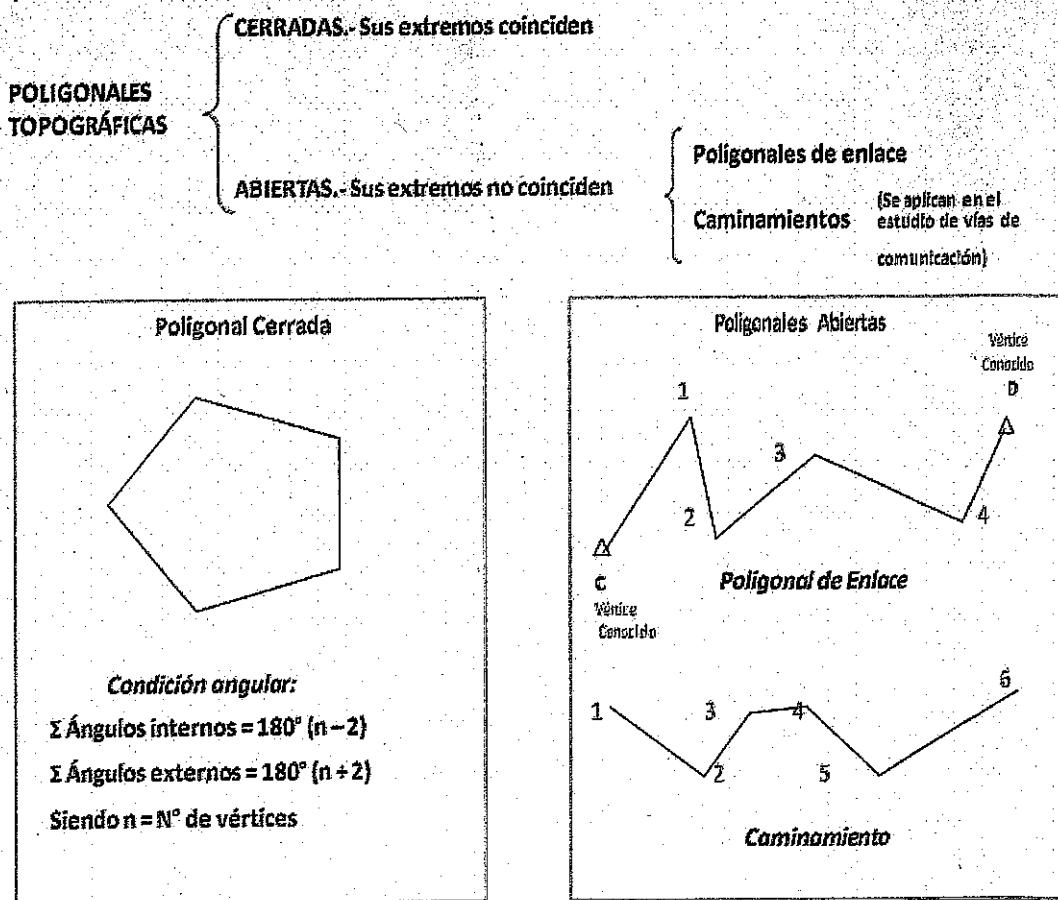
Es la parte de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos que tienden a conseguir la representación a escala de todos los detalles interesantes del terreno sobre una superficie plana (plano geométrico), prescindiendo de su relieve y se representa en una proyección horizontal.

### Concepto de Poligonal Topográfica

**Poligonal topográfica.** La poligonación es uno de los métodos más usados para el establecimiento del control topográfico; consiste en una serie de líneas o lados, cuyas longitudes y direcciones se miden, así van interconectándose puntos cuyas posiciones van a determinarse.

**Control topográfico.** Tiene por objeto establecer una estructura de puntos de apoyo cuyas posiciones se conozcan con exactitud, en base a estas posiciones posteriormente se obtendrá la información de interés objeto del levantamiento.

La poligonación entonces consiste en una serie de lados, cuyas longitudes y direcciones se miden. Por sus características geométricas se clasifican como cerradas y abiertas.



En poligonales abiertas sin enlazar sus extremos no es posible determinar precisión ni efectuar correcciones o ajustes. Por lo que las poligonales deben ser cerradas o ligadas en sus extremos.

### ***Los Levantamientos con Cinta***

**Levantamientos con cinta.** Son aquellos que se ejecutan con el uso de la cinta y equipo auxiliar, se emplean en terrenos sensiblemente planos, despejados y de dimensiones reducidas. Estos levantamientos se efectúan dividiendo en triángulos a la poligonal de apoyo y en medir los lados de dichos triángulos para el posterior cálculo de ángulos y superficies. Debe procurarse que los triángulos formados sean lo más cercanos al equilátero, es decir que el valor de los ángulos sea cercano a 30°.

Un levantamiento comprende dos clases de trabajos: de campo y de gabinete.

***Trabajo de campo.*** - considera las actividades siguientes:

- a) **reconocimiento del terreno** donde se realizará el levantamiento, para ubicar los puntos de interés y definir los vértices del polígono de apoyo.
- b) **localización de los vértices del polígono de apoyo**, por medio de varilla, estacas, mojoneras de concreto, marcas de pintura sobre roca o pavimento, pijas, etc.
- c) **dibujo del croquis en la libreta de campo**, orientando aproximadamente con relación a un norte convencional.
- d) **medición de los lados del polígono** y de las líneas auxiliares (radiaciones, diagonales, lados de liga, etc.)
- e) **levantamiento de detalles**, midiendo las distancias necesarias a partir de la poligonal de apoyo hacia los puntos de interés.

Los datos obtenidos se anotan en forma clara y ordenada en la libreta de campo, dichos datos no deben transcribirse a otro lado, por la posibilidad de errores. Por lo anterior la información recopilada debe ser suficiente para generar el cálculo y el dibujo.

### **Dibujo de planos**

**Concepto de dibujo.** Los planos y mapas topográficos, son representaciones gráficas de porciones de la superficie terrestre. Los accidentes del relieve y los debidos a la mano del hombre se muestran mediante diversas combinaciones de líneas, puntos y símbolos estandarizados. Tradicionalmente los planos se han producido en forma gráfica o copia dura”, esto es impresos en papel o película de poliéster, sin embargo, recientemente con el uso de la computación se ha incrementado su producción en forma digital y pueden almacenarse en unidades de disco, se pueden visualizar en computadora e imprimir en copia dura. En el dibujo tradicional o manual, se hace uso de las herramientas o instrumentos estándar de dibujo como escalímetros, compases, escuadras, reglas, etc.; En los sistemas de diseño asistido por computadora “CAD” por sus siglas en inglés, se emplean computadoras programadas con software especial y en interfaz con dispositivos electrónicos de trazado.

**Escala de un plano.** Se llama escala de un mapa o plano a la relación constante que existe entre las distancias gráficas y sus homólogas del terreno; la elección de la escala de nuestro dibujo, depende del propósito del levantamiento y de consideraciones como el tamaño de la hoja de dibujo, el tipo y la cantidad de símbolos topográficos y los requisitos de precisión al medir distancias a escala en un mapa. La escala se representa comúnmente por medio de una razón representativa, donde el antecedente (numerador) indica el valor del plano o dibujo y el consecuente (denominador) el valor de la realidad o del terreno. Por ejemplo la escala 1 : 2000 ó 1 / 2000 indica que cada unidad de dibujo representa 2000 unidades del terreno.

**Escalas Topográficas**

Generalmente se utilizan las siguientes escalas para topografía:

**Escalas Topográficas Comunes**

1 : 100	1 : 1.000	1 : 10.000
1 : 150	1 : 1.500	1 : 15.000
1 : 200	1 : 2.000	1 : 20.000
1 : 250	1 : 2.500	1 : 25.000
1 : 500	1 : 5.000	1 : 50.000
1 : 750	1 : 7.500	1 : 75.000
1 : 1000	1 : 10.000	1 : 100.000

**Ejercicio.**- A que escala debe dibujarse un plano en el que una distancia en el terreno mide 75 m y el espacio papel o distancia gráfica es de 40 cm.

Datos:

$$L = 75 \text{ m}$$

$$l = 40 \text{ cm}$$

$$E = ?$$

Formula

$$E = \frac{l}{L}$$

Solución: Homologamos unidades

$$40 \text{ cm} = 0.40 \text{ m}$$

Sustituyendo

$$E = \frac{75 \text{ m}}{0.40 \text{ m}} = 187.5 \approx 200$$

El plano debe dibujarse a escala 1:200

## AZIMUT

El azimut de una línea es el ángulo horizontal medido en el sentido de las manecillas del reloj a partir de un meridiano de referencia. Lo más usual es medir el azimut desde el Norte (sea verdadero, magnético o arbitrario), pero a veces se usa el Sur como referencia.

Los azimutes varían desde  $0^\circ$  hasta  $360^\circ$  y no se requiere indicar el cuadrante que ocupa la línea observada. Para el caso de la figura, las mismas líneas para las que se había encontrado el rumbo tienen el siguiente azimut:

Línea	AZIMUT
OA	$30^\circ$
OB	$150^\circ$
OC	$240^\circ$
OD	$315^\circ$

### Mediciones angulares

La dirección de cualquier lado o línea con respecto al norte, puede definirse por el azimut o por el rumbo.

#### Azimut de una línea.

El azimut de una línea es la dirección dada por el ángulo horizontal entre el norte y la línea, se mide a partir del norte en el sentido del movimiento de las manecillas del reloj y su valor varía entre  $0^\circ$  y  $360^\circ$ .

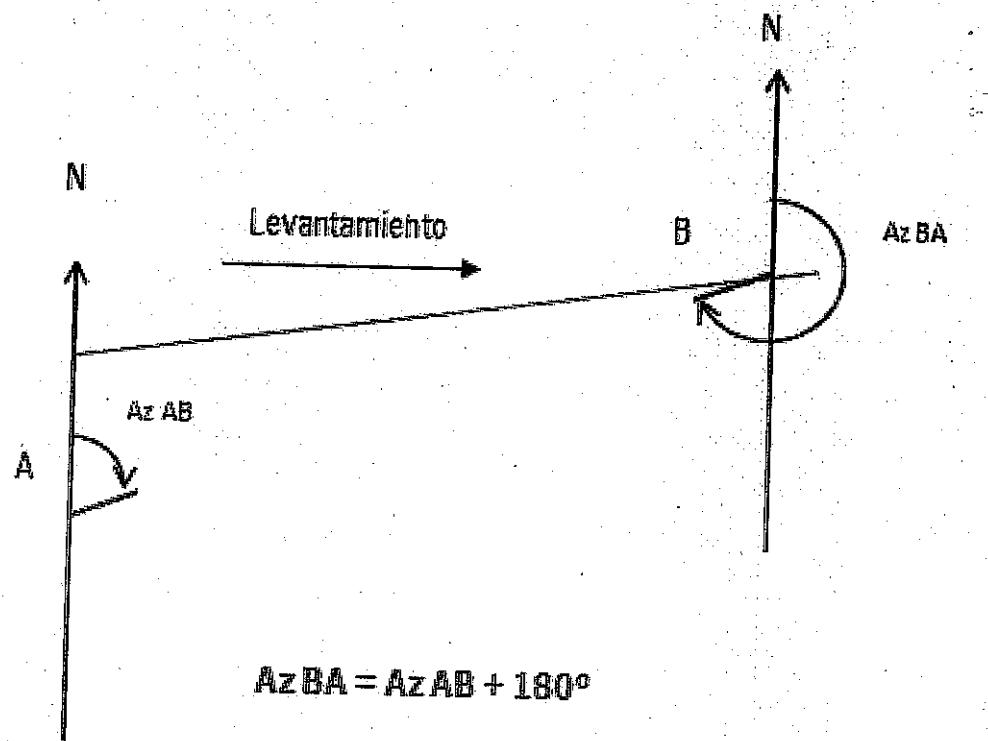
Los azimuts se llaman astronómicos o magnéticos según si el norte de referencia es el astronómico o el magnético.

### Azimut directo

De una línea es el que se toma en el origen de la línea y el Azimut Inverso el tomado en su extremo final.

Entre ambos azimuts, directo e inverso, existe una diferencia de  $180^\circ$ , esto es:

$$\text{Azimut Inverso} = \text{Azimut Directo} \pm 180^\circ$$



Cuando el azimut directo es mayor que  $180^\circ$ , para obtener el azimut inverso, se le restan  $180^\circ$ ; y si el azimut directo es menor que  $180^\circ$  entonces el inverso se obtiene agregándole esa cantidad.

**EJEMPLOS:**

1. Si : Az directo =  $65^\circ 22' 30''$

Entonces: Az inverso =  $65^\circ 22' 30'' + 180^\circ = 245^\circ 22' 30''$

2. Si : Az directo =  $255^\circ 30' 00''$

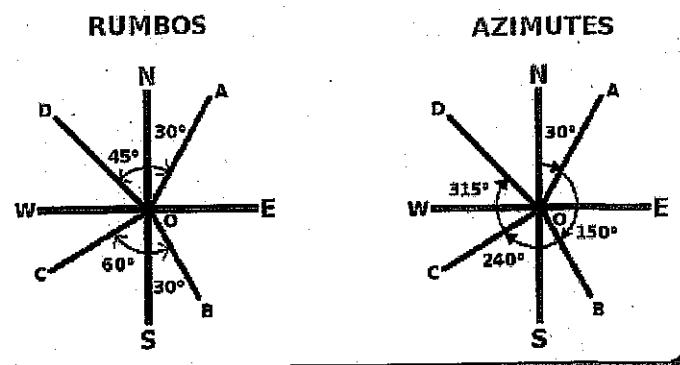
Entonces: Az inverso =  $255^\circ 30' 00'' - 180^\circ = 75^\circ 30' 00''$

**Rumbo**

El rumbo de una línea es el ángulo horizontal agudo ( $<90^\circ$ ) que forma con un meridiano de referencia, generalmente se toma como tal una línea Norte-Sur que puede estar definida por el N geográfico o el N magnético (si no se dispone de información sobre ninguno de los dos se suele trabajar con un meridiano, o línea de Norte arbitraria).

Como se observa en la figura, los rumbos se miden desde el Norte (línea ON) o desde el Sur (línea OS), en el sentido de las manecillas del reloj si la línea a la que se le desea conocer el rumbo se encuentra sobre el cuadrante NOE o el SOW; o en el sentido contrario si corresponde al cuadrante NOW o al SOE.

Como el ángulo que se mide en los rumbos es menor que  $90^\circ$  debe especificarse a qué cuadrante corresponde cada rumbo.



Por ejemplo en la figura las líneas mostradas tienen los siguientes rumbos:

Línea	RUMBO
OA	N30°E
OB	S30°E
OC	S60°W
OD	N45°W

Como se puede observar en la notación del rumbo se escribe primero la componente N o S del cuadrante, seguida de la amplitud del ángulo y por último la componente E o W.

#### **Conversión de Rumbo a Azimut**

Para calcular azimutes a partir de rumbos es necesario tener en cuenta el cuadrante en el que se encuentra la línea. Observando la figura anterior se puede deducir la siguiente tabla:

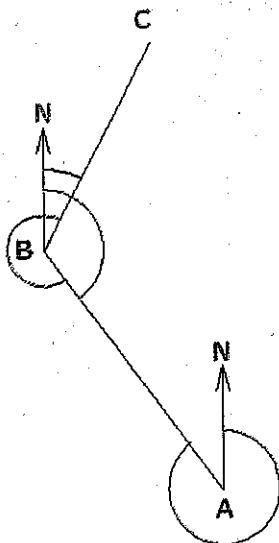
Cuadrante	Azimut a partir del rumbo
NE	Igual al rumbo (sin las letras)
SE	$180^\circ - \text{Rumbo}$
SW	$180^\circ + \text{Rumbo}$
NW	$360^\circ - \text{Rumbo}$

### Conversión de Azimut a Rumbo

Observando también la figura se ve que el cuadrante de la línea depende del valor del azimut así:

Azimut	Cuadrante	Rumbo
0° - 90°	NE	N 'Azimut' E
90° - 180°	SE	S '180° - Azimut' E
180° - 270°	SW	S 'Azimut - 180°' W
270° - 360°	NW	N '360° - Azimut' W

### Cálculo de Azimut en Poligonales



Una poligonal, sea abierta o cerrada, es una sucesión de distancias y direcciones (rumbo o azimut) formadas por la unión de los puntos en los que se armó el instrumento que se usó para medirlas (puntos de estación). Cuando se ubica el instrumento en una estación se puede medir directamente el azimut de la siguiente línea a levantar (si se conoce la dirección del N o si se "sostiene" el contra-azimut de la línea anterior), sin embargo, en ocasiones se mide el ángulo correspondiente entre las dos líneas que se intersectan en el punto de estación (marcando "ceros" en el ángulo horizontal

del instrumento cuando se mira al punto anterior), a este último ángulo se le va a llamar “ángulo observado”.

**Si el ángulo observado se mide hacia la derecha** (en el sentido de las manecillas del reloj, que es el mismo en el que se miden los azimutes) se puede calcular el azimut de la siguiente línea con la siguiente expresión:

$$\text{Azimut línea siguiente} = \text{Contra-azimut de la línea anterior} + \text{Ángulo observado}$$

Se debe aclarar que si el resultado es mayor a  $360^\circ$  simplemente se le resta este valor.

En la figura se observa que si el azimut conocido corresponde al de la línea AB (ángulo NAB en rojo), por lo tanto el contra-azimut es el ángulo NBA (también en rojo). El ángulo observado, medido en el sentido de las manecillas del reloj con el instrumento estacionado en el punto B es el ángulo ABC (en verde). El azimut que se desea conocer es el de la línea BC (ángulo NBC en azul). Por lo tanto se tiene la siguiente expresión:

$$\text{Azimut BC} = \text{Contra-Azimut AB} + \text{Ángulo observado en B}$$

$$\text{Azimut BC} = <\text{NBA} + <\text{ABC}$$

Como es evidente que el resultado será mayor que  $360^\circ$  (en este caso en particular) entonces el azimut de la línea BC será:

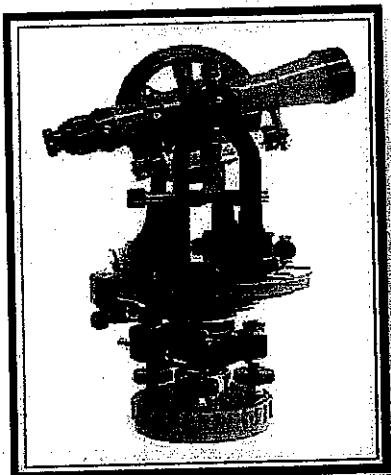
$$\text{Azimut BC} = (<\text{NBA} + <\text{ABC}) - 360^\circ$$

Esta expresión es válida sólo si el ángulo observado está medido en el mismo sentido del azimut (derecha), sin importar si es interno o externo.

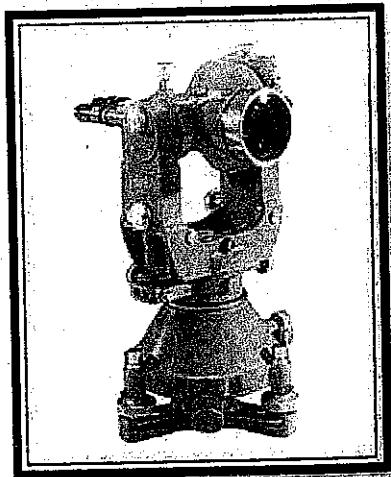
**LEVANTAMIENTOS CON TEODOLITO*****El tránsito y el teodolito topográficos***

El tránsito es un instrumento de origen norteamericano, con las características de que su anteojos puede dar una vuelta completa alrededor de su eje de alturas (vuelta de campana) y sus limbos graduados para ángulos horizontales y verticales son visibles a simple vista.

El teodolito es de origen europeo, se le identifica como un instrumento óptico más preciso. En la actualidad por la fusión de sus características podemos considerar que tránsito y teodolito constituyen en esencia el mismo aparato. El tránsito o teodolito es un goniómetro, es decir un aparato que sirve para medir ángulos; Es el aparato universal de la topografía debido a la gran variedad de usos que se le dan; puede usarse para medir y trazar ángulos horizontales y verticales, medir distancias, determinar diferencias de elevación, medir direcciones y trazar y prolongar alineamientos. Todo esto ya sea para propósitos de diseño, construcción, aspectos legales ó explotación de recursos naturales.

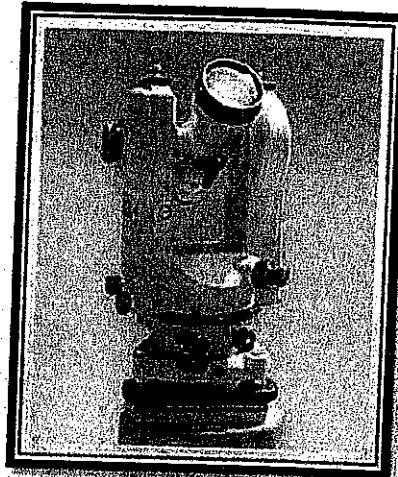


Tránsito de limbo visible



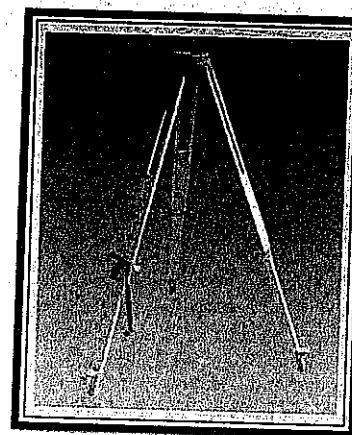
Teodolito óptico

*Los teodolitos modernos han incorporado a su característica Óptica, la de transitar alrededor de su eje de alturas (Vuelta de campana).*

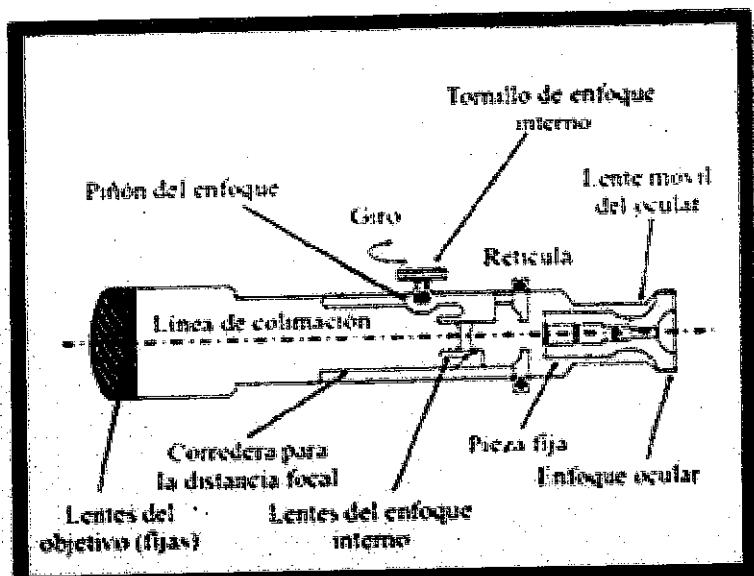
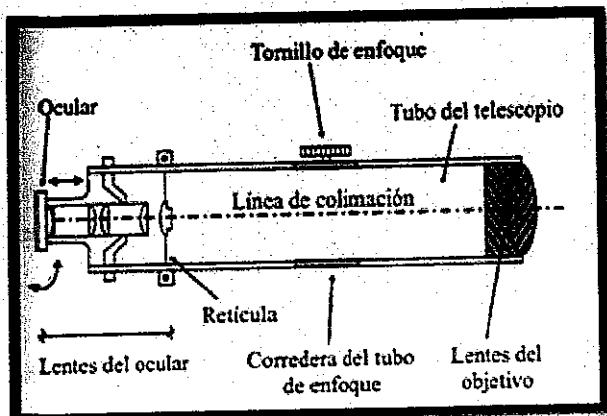
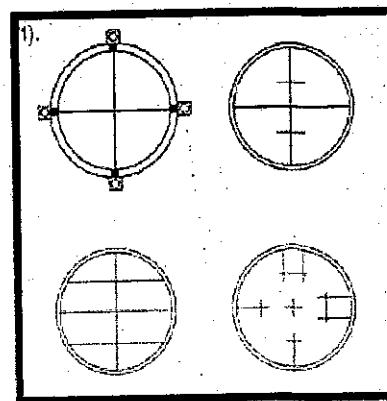


**EL TEODOLITO CONSTA DE LAS PARTES PRINCIPALES SIGUIENTES:**

*Tripie. Sirve de soporte al instrumento se fabrican de aluminio o madera con herrajes metálicos, son de patas extensibles.*



*El telescopio, provisto de una lente objetivo, una lente ocular y la línea de colimación que es una recta que coincide con el eje óptico de las lentes y cruza la intersección de los hilos horizontal y vertical de la retícula, que es una cruz grabada en cristal. Para ver perfectamente definidos tanto los hilos de la retícula como el punto deseado, es necesario realizar el enfoque, tanto del ocular como del objetivo. Existen telescopios de enfoque interno, de hecho toda la línea moderna de aparatos y también los hay de enfoque externo.*


**Telescopio de enfoque interno**

**Telescopio de enfoque externo**


Adherido al anteojos se encuentra el círculo vertical con su vernier. Tanto el anteojos como el círculo vertical se mueven o giran sobre su eje de alturas y para fijarlos, el aparato tiene un tornillo que se denomina tornillo de presión del movimiento vertical; una vez asegurado este movimiento se puede hacer que el anteojos tenga movimientos muy pequeños por medio del tornillo tangencial del movimiento vertical.

El anteojos con su nivel va montado sobre dos soportes que se apoyan sobre la caja en donde se encuentra el círculo horizontal, este círculo esta graduado de 0 a 360 y se encuentra en el interior de la caja, sobre ella está el nivel tubular que sirve para nivelar el instrumento.

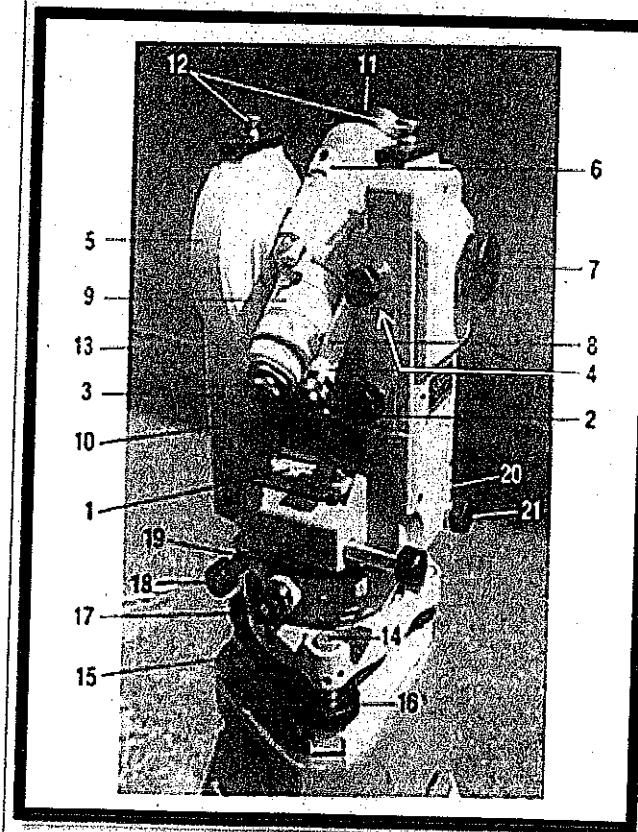
El movimiento superior o particular del aparato, es el empleado para medir ángulos horizontales, se acciona por medio de dos tornillos denominados: tornillo de presión del movimiento particular y tornillo tangencial del movimiento particular.

El movimiento inferior o general, es decir el usado para mover el anteojos sin mover las graduaciones del círculo horizontal, se acciona por medio de dos tornillos que se denominan: tornillo de presión del movimiento general y tornillo tangencial del movimiento general.

Todas las partes descritas se encuentran montadas sobre un vástago o eje vertical que se halla unido a una cruceta que lleva los tornillos niveladores, que sirven para nivelar el aparato y están situados sobre una base que se atornilla al trípode.

*Partes constitutivas de un teodolito óptico:*

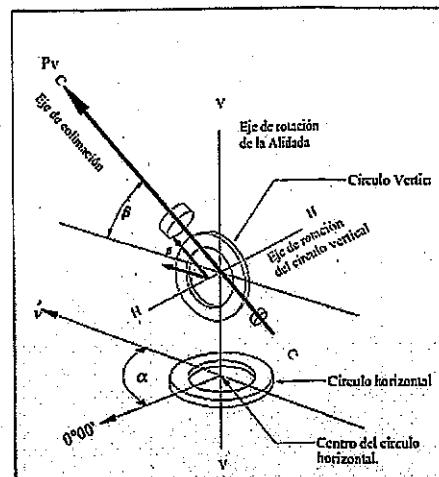
- 1.- nivel tubular del círculo horizontal
- 2.- tornillo tangencial del movimiento vertical
- 3.- lentes del ocular y enfoque de la retícula
- 4.- tornillo de fijación del movimiento vertical
- 5.- círculo vertical (cubierto)
- 6.- nivel de telescopio
- 7.- tornillo del micrómetro
- 8.- tubo micrométrico
- 9.- enfoque del objetivo
- 10.- ocular y enfoque del micrómetro
- 11.- lentes del objetivo
- 12.- soporte para acoplar un distanciómetro
- 13.- entrada de luz y espejo reflector
- 14.- nivel circular de la base
- 15.- base niveladora
- 16.- tornillos niveladores
- 17.- tornillo de fijación del movimiento general
- 18.- tornillo tangencial del movimiento general
- 19.- círculo horizontal
- 20.- plomada óptica
- 21.- tornillos de fijación y tangencial del movimiento particular



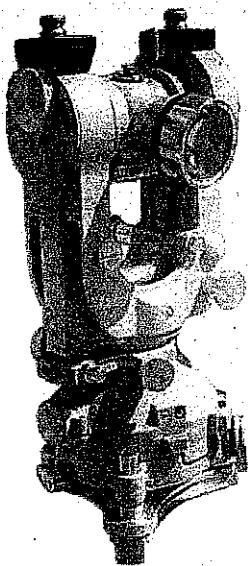
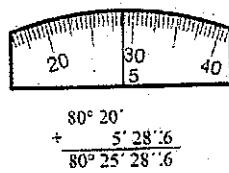
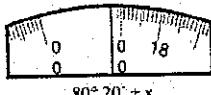
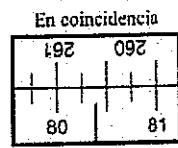
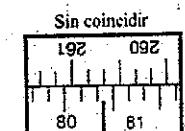
Teodolito Sokkia

**Ejes un teodolito:**

- Eje vertical "V-V" o eje de rotación de la alidadada
- Eje horizontal "H-H" o eje de rotación del círculo vertical
- Eje de colimación "C-C"



De acuerdo a su constitución, los instrumentos pueden ofrecernos para las lecturas angulares diversas precisiones en las lecturas, dependiendo de la marca y modelo. En la actualidad las mediciones angulares en los distintos tipos de tránsitos y teodolitos pueden ir desde un minuto, hasta un segundo de lectura directa en los teodolitos ópticos y electrónicos.


**Teodolito Leica**


Los micrómetros permiten elevar la aproximación en la lectura, antes de anotar cualquier lectura angular es necesario hacer la coincidencia con el tornillo del micrómetro del índice hasta la marca precisa del círculo horizontal o vertical.

**TRABAJO DE CAMPO.**

**Comprende las actividades siguientes:**

- 1. Reconocimiento del terreno.-** Al iniciar los trabajos de campo se hace el reconocimiento del terreno, para identificar los puntos de interés objeto del levantamiento y la planeación del control topográfico.
- 2. Localización de las poligonales de apoyo.-** Localizaremos las estaciones o vértices de nuestras poligonales de apoyo, las cuales buscaremos que sean puntos dominantes o libres de obstáculos para poder posteriormente realizar la localización de los detalles requeridos. Dependiendo de la extensión del predio, una poligonal principal y poligonales auxiliares ligadas en sus extremos a la principal, serían lo ideal. Es práctica común que la nomenclatura de nuestra poligonal principal sea en el sentido contrario al de las manecillas del reloj para trabajar con el procedimiento de ángulos internos.
- 3. Dibujo del croquis.-** Este se elabora al inicio de nuestro registro en la libreta de campo para indicar la representación del predio, sus rasgos característicos y el apoyo topográfico establecido, posteriormente se elaboraran croquis por estación como ayuda en el proceso de dibujo.
- 4. Posicionamiento de un vértice.-** El levantamiento se debe referir a un sistema de coordenadas. Para proyectos de arquitectura e ingeniería el sistema de coordenadas a emplear será la proyección UTM, el cual se puede implantar en el sitio por medio de posicionamiento GPS o por la liga a vértices de coordenadas

conocidas. El posicionamiento de vértices GPS, en caso de no contar con este equipo, se puede subcontratar a empresas que realice posicionamiento GPS, para el propósito de nuestras prácticas utilizaremos un GPS portátil o navegador GPS (no apto en trabajos de precisión por el error inherente a este procedimiento, de cuando menos 3m en posición). La información sobre vértices de coordenadas UTM conocidas se puede consultar en nuestro país en los establecimientos del INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática).

**UTM.**- *El sistema de coordenadas universal transversal de Mercator (en inglés Universal Transverse Mercator, UTM) es un sistema de coordenadas basado en la proyección cartográfica transversa de Mercator, que se construye como la proyección de Mercator normal, pero en vez de hacerla tangente al Ecuador, se la hace secante a un meridiano.*

*A diferencia del sistema de coordenadas geográficas, expresadas en longitud y latitud, las magnitudes en el sistema UTM se expresan en metros únicamente al nivel del mar, que es la base de la proyección del elipsoide de referencia.*

**5. Orientación de un lado del polígono de apoyo.-** El levantamiento debe referirse a la meridiana astronómica o en su caso a la magnética, lo cual se consigue orientando un lado de la poligonal, preferentemente el primer lado.

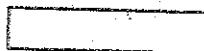
**6. Medición de ángulos y distancias.-** Se utiliza el procedimiento de medida directa de ángulos y distancias, con un mínimo de dos observaciones de ángulo y distancia; Los ángulos se pueden medir utilizando el procedimiento de repeticiones o por reiteraciones, mientras que las distancias pueden ser obtenidas de acuerdo a la precisión requerida por medio de medición directa con cinta, o por métodos taquimétricos (indirectos).

**7. Condición geométrica.**- Antes de retirarse del campo, se verifica el cierre angular, comparando la suma de los ángulos obtenidos con la condición geométrica:

$$Cg = 180(n-2) \text{ Si se observaron los ángulos internos}$$

$$Cg = 180(n+2) \text{ Si se observaron los ángulos externos}$$

La discrepancia que existe entre la condición geométrica y la suma de ángulos representa el error de cierre angular, el cual deberá ser menor o igual que la tolerancia angular definida por la expresión:



$$Ta = \pm a \sqrt{n}$$

Dónde:

$Ta$  = tolerancia angular en segundos.

$a$  = aproximación del aparato empleado ( $10''$  para el TH2-10)

$n$  = número de vértices

Si el error angular es menor o igual a la tolerancia, el trabajo de campo se considera correcto, en caso contrario se tendrá que verificar el trabajo, por lo regular esta verificación se traduce en encontrar el vértice donde se cometió algún error accidental.

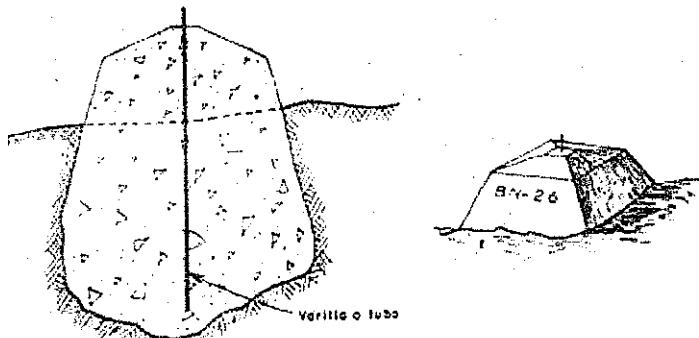
## ALTIMETRÍA

**La altimetría** es la parte de la topografía que tiene por objeto determinar las diferencias de alturas entre puntos del terreno.

Las alturas de los puntos se toman con relación a un plano de comparación, ya sea existente o definido por nosotros, el plano de comparación más común es el nivel medio del mar.

Se llaman cotas, elevaciones y niveles a las alturas de los puntos sobre un plano de comparación.

Para tener puntos de referencia y de control a fin de determinar las cotas de los puntos del terreno, se escogen o construyen puntos fijos, notables e invariables en lugares estratégicos, estos puntos se llaman Bancos de Nivel (BN) y su cota se determina respecto a otros bancos conocidos o se les asigna una cota arbitraria o convencional, según sea el caso.



Debido a los asentamientos diferenciales generados básicamente por la extracción de agua del subsuelo, en la ciudad de México y su zona conurbada, el control vertical de las obras de ingeniería vitales como la obra metro y el sistema de drenaje profundo se controlan mediante Bancos de Nivel Profundos.

Estos bancos consisten en realizar un barreno hasta el estrato resistente, colocar una camisa mediante un tubo de acero y una varilla de pulgada al centro.

Los bancos de nivel que se construyen, son generalmente de concreto, consisten en mojoneras con una varilla al centro que define el punto de elevación y además permite que cuando se use, se pueda colocar una regla graduada (estadal) para tomar lecturas.

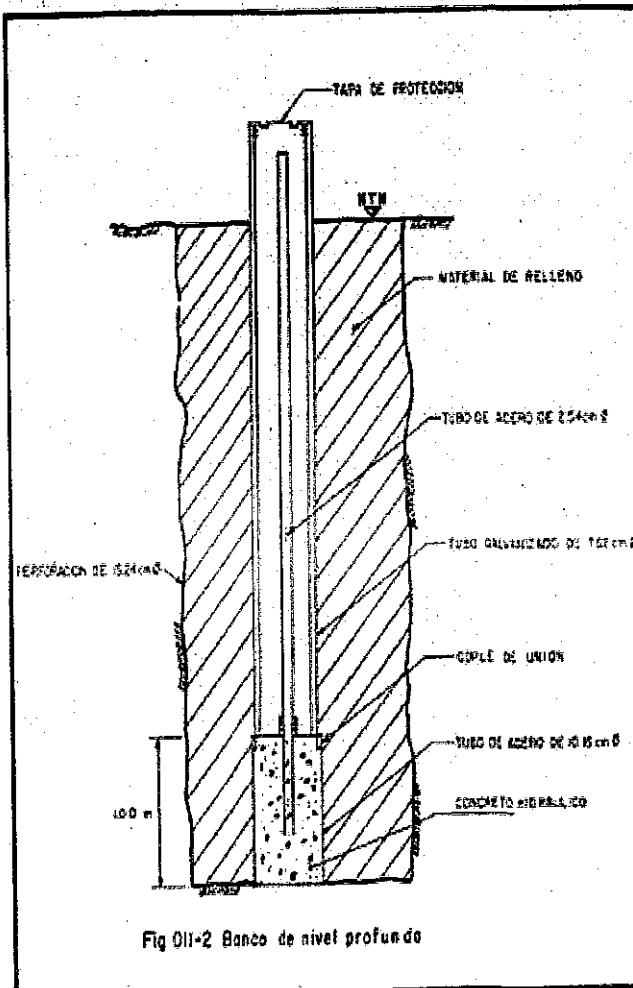


Fig DII-2 Banco de nivel profundo

**EQUIPO TOPOGRÁFICO UTILIZADO EN LEVANTAMIENTOS ALTIMÉTRICOS**

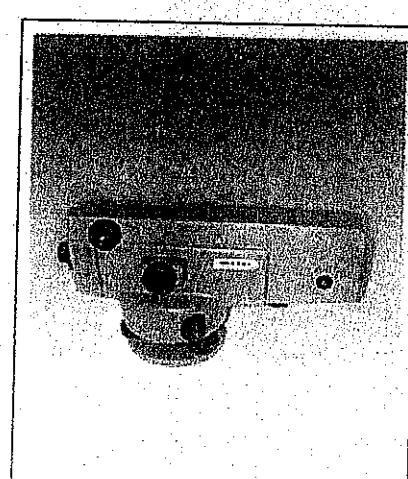
**NIVELES FIJOS O TOPOGRÁFICOS**

Estos aparatos se llaman fijos o "montados" porque se fijan sobre un trípode. Consisten esencialmente de un anteojos y un nivel de burbuja que van unidos a una barra la cual puede girar alrededor de un eje que se coloca en posición vertical por medio de los tornillos niveladores.

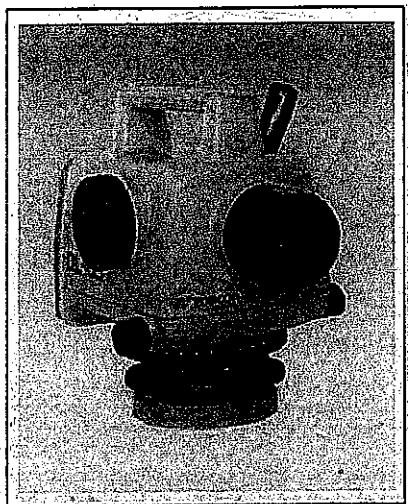
Los niveles tienen un tornillo de presión y otro tangencial. La instalación del nivel es fácil porque se hace en el lugar que convenga al operador y no sobre un determinado punto, razón por la cual las patas de los trípodes de los niveles generalmente no son ajustables.



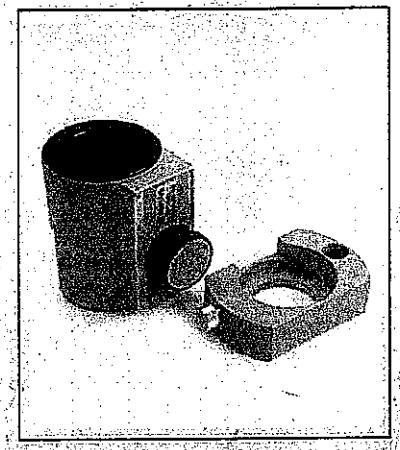
*Nivel tradicional tipo Dumpy*



*Nivel Automático Wild NA2*

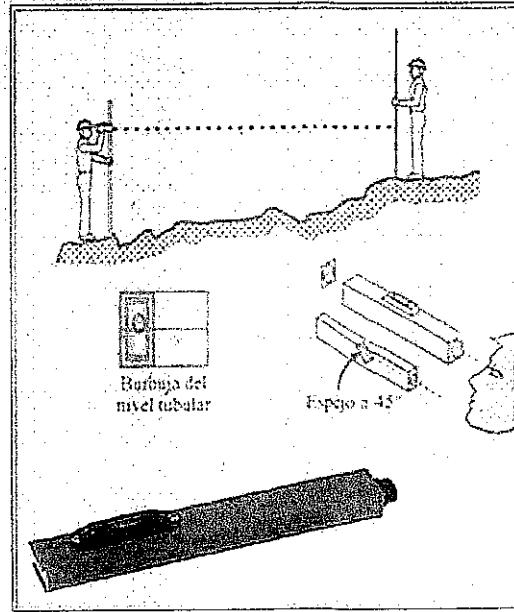


Nivel electrónico Topcon.

Placa micrométrica para nivel automático  
de estima de 0.1 mm de aproximación

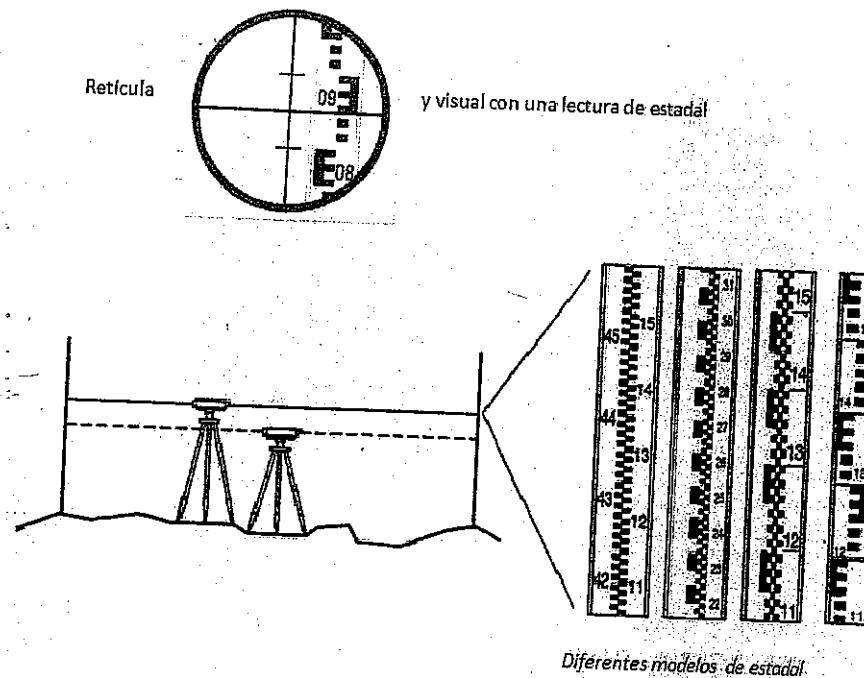
### EL NIVEL DE MANO

Es un instrumento portátil, consistente en un tubo de aproximadamente 15 cm de longitud que sirve de anteojos, donde se encuentra montado un nivel de burbuja para la horizontalidad del tubo. La burbuja se refleja por un prisma dentro del campo visual del anteojos, la burbuja debe estar al centro al momento de hacer la lectura en el estadial, el cual no debe colocarse a grandes distancias (mayores a 20 m) porque el nivel no tiene aumento; se utiliza este instrumento en nivelingas rápidas de poca precisión y en secciones transversales.



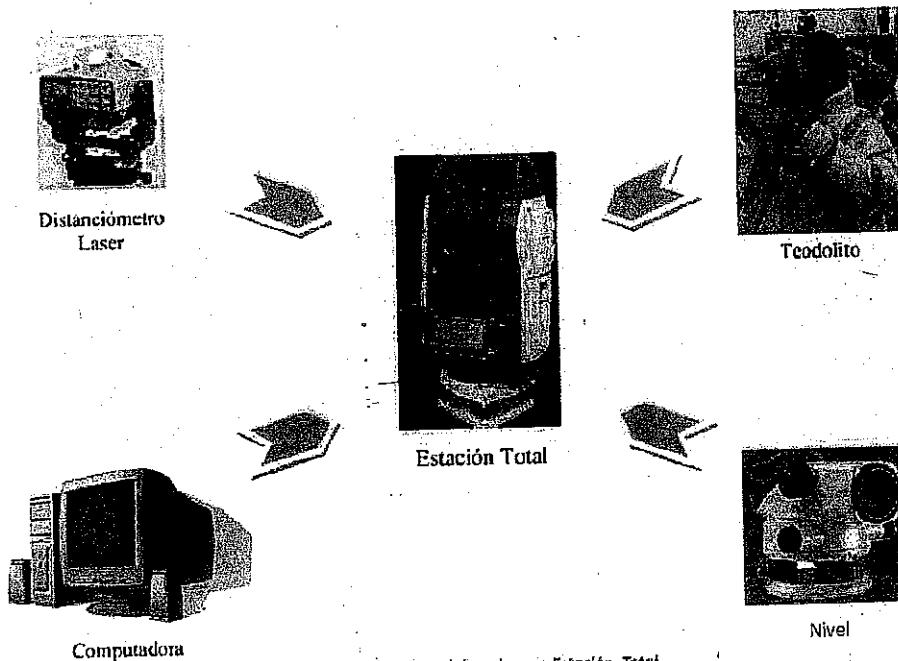
**ESTADALES**

Son reglas graduadas de madera, metal o fibra de vidrio de 2, 3, 4, 5 ó 6 metros de largo. Existen muchos modelos, para diferentes aplicaciones, su uso general es para ser utilizados en la nivelación topográfica, colocándolos verticalmente sobre los puntos a nivelar de tal manera que puedan hacerse lecturas en su superficie.

**LOS LEVANTAMIENTOS CON ESTACIÓN TOTAL**

Los levantamientos taquimétricos permiten la medición rápida de la información de campo, ahora con la precisión y la aplicación de otras funciones como la conectividad a procesadores de cómputo. Estas posibilidades han simplificado algunos métodos de levantamiento, por ejemplo el esquema: Trazo – nivelación – secciones para los trabajos de configuración con equipo convencional: teodolito, cinta, nivel y estadales, se ve superado por la Estación Total y la aplicación del Método de Radiaciones.

Esta ventaja se explica en el hecho que la Estación Total reúne las ventajas de cuatro componentes esenciales: Un teodolito, un distanciómetro, un nivel y una computadora.



### Trabajos en el levantamiento con estación total

La ejecución de un levantamiento con estación total requiere de una secuencia de actividades que consideren el apoyo topográfico, el levantamiento de detalle y la transferencia de datos. A continuación se indican las actividades más relevantes:

**Levantamiento de la poligonal de apoyo.** Esta se puede realizar por el método de medida directa de ángulos (internos o externos), se recomienda emplear el registro electrónico de datos y elaborar el registro de campo para llevar las notas

y croquis correspondientes. El apoyo topográfico puede consistir en una o varias poligonales de apoyo, cerradas o ligadas en sus extremos.

**Calculo de las poligonales de apoyo.** Se efectúa el cálculo de la planilla de cálculo, el objetivo es determinar las coordenadas de los vértices del apoyo topográfico. Este cálculo se realiza con algún software de aplicación o mediante una hoja de Excel.

**Nivelación de las poligonales de apoyo topográfico.** Para fines de configuración se emplean los desniveles geométricos obtenidos del levantamiento con la estación, para cada lado se obtienen desniveles promedio. Se determinan las cotas a partir de la elevación de origen, se determina el error y se determinan las correcciones en función de las distancias.

Otra posibilidad para dar cota a los vértices de las poligonales de apoyo es por nivelación diferencial.

**Precarga de las coordenadas de la poligonal de apoyo a la memoria interna de la estación.** Obtenidas las coordenadas de la poligonal de apoyo, estas se cargan a la memoria interna de la estación con el propósito de utilizarlas durante el levantamiento de detalles, lo cual ahorra tiempo y evita errores en campo.

**Levantamiento de detalles por coordenadas.** Para el levantamiento de detalles, la puesta en estación y orientación del instrumento se emplean las coordenadas del apoyo topográfico previamente introducidas a la memoria. Los detalles se

levantan por radiaciones, aunque los detalles se pueden levantar por ángulo y distancia, lo más recomendable es emplear la función de coordenadas y el registro electrónico del instrumento.

**Volvado de datos a la PC.** Mediante los dispositivos de transferencia (software y hardware) se puede establecer conectividad con el procesador de una PC a fin de exportar los puntos de coordenadas levantados. En México por su extensa aplicación la transferencia se hace hacia AutoCAD y CivilCAD.

**Aplicación de sistemas de diseño asistido por computadora CAD.** El manejo de la información en PC requiere de del software apropiado: por lo general AutoCAD y CivilCAD de esta forma se maximizan las ventajas, procediéndose en forma inmediata al dibujo y diseño, dando por resultado la generación de planos digitales.

**Trazo o replanteo.** En obra para propósitos de construcción apoyados en los vértices de control topográfico, se pueden localizar los puntos de diseño previamente cargados en la memoria interna, de esta forma se realiza el replanteo de las condiciones de proyecto en campo.

### **TOPOGRAFÍA PLANA.**

Es la rama de la topografía que considera a la superficie de la tierra como un plano. Por tanto la curvatura es ignorada y los cálculos se efectúan usando las fórmulas de la trigonometría plana. Todos los meridianos son paralelos, y se

supone que la dirección de la línea de plomada es siempre la misma, o sea perpendicular al plano en todos los puntos, dentro de los límites del levantamiento.

Los principios de la topografía plana se aplican a levantamientos de limitada extensión, o en aquellos casos en que la precisión requerida es tan baja que las correcciones por curvatura resultarían despreciables al compararlas con los errores de las mediciones. Para pequeñas áreas, pueden esperarse que los métodos de la topografía plana, produzcan resultados precisos pero la calidad decrecerá a medida de que se incremente el tamaño del área del proyecto. No es posible especificar en forma absoluta la distancia máxima, desde un origen a la cual puede ser extendido un levantamiento plano, con resultados satisfactorios.

Existe una característica muy importante que es común tanto a la topografía geodésica como a la plana. Ambas ramas de la topografía expresan la posición vertical de los puntos en términos de altura sobre una superficie curva de referencia, usualmente la del nivel medio del mar.

### TIPOS DE LEVANTAMIENTOS.

- **LEVANTAMIENTO DE PROPIEDADES:** Los levantamientos de propiedades incluyen trabajos como la determinación de linderos, la localización de esquinas, la ejecución de levantamientos de derecho de vía para carreteras y ductos, y la adquisición de los datos requeridos para la elaboración de planos oficiales de subdivisión de tierras.

- **LEVANTAMIENTOS CATASTRALES:** Los levantamientos catastrales son aquellos ejecutados por el gobierno federal en relación con la disposición de vastas áreas de terreno conocidas como de propiedad pública.
- **ESTUDIOS DE RUTAS:** Se realizan con objeto de proyectar y construir una amplia variedad de obras de ingeniería asociadas con el transporte y la comunicación. Abarcan carreteras, vías férreas, ductos, canales y líneas de transmisión.
- **LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS:** Se efectúan con el fin de obtener los datos del terreno necesarios para la elaboración de planos o cartas topográficas. Involucran una amplia gama de trabajos de campo y gabinete que culminan en la edición e impresión de cartas multicolores, con curvas de nivel, que representan el terreno, lagos y ríos, así como carreteras, vías férreas, puentes y otras obras construidas por el hombre.
- **ESTUDIOS HIDROGRÁFICOS:** Comprenden las operaciones requeridas para representar las cartas y planos las líneas costeras de cuerpos de agua, para trazar las áreas de fondo de corrientes, lagos, bahías y aguas costeras, para medir el escurrimiento de los ríos, y para valorar otros factores que afectan a la navegación y a los recursos hidráulicos del país.
- **LEVANTAMIENTO DE MINAS:** Resultan indispensables para determinar la posición de las obras subterráneas y estructuras superficiales de las minas, para fijar las posiciones y direcciones de túneles y pozos, y para definir los linderos superficiales de todas las propiedades.
- **LEVANTAMIENTOS AÉREOS:** Hacen uso de fotografías tomadas con cámaras especialmente diseñadas, montadas en aeronaves. Estas fotografías

resultan muy valiosas para complementar la información obtenida mediante otros trabajos topográficos, y sirven para una gran variedad de propósitos. Los resultados del levantamiento aéreo son, por lo regular, mosaicos de fotografías verticales traslapadas, vistas oblicuas del paisaje, y cartas o planos topográficos trazados a partir de fotografías. Los levantamientos aéreos, que utilizan los principios de fotogrametría, tienen varias importantes ventajas en relación con los levantamientos terrestres, y se emplea extensamente.

## MEDICIONES TOPOGRÁFICAS.

Todas las operaciones topográficas están sujetas a las imperfecciones de los instrumentos y a los errores inherentes a su manejo. Por eso, **NINGUNA MEDICIÓN TOPOGRÁFICA ES EXACTA**. En consecuencia, la naturaleza y magnitud de los errores del trabajo topográfico deberán ser bien comprendidas si se desea asegurar buenos resultados.

Obviamente, hay varios grados de precisión posible en cualquier medición. Así la distancia entre dos esquinas de una cerca puede ser estimada a ojo, medida a pasos, con estadía, o con cinta. Cada uno de estos métodos puede ser el mejor para un propósito dado ya que, por lo regular, constituye una pérdida de tiempo y dinero obtener una exactitud innecesariamente elevada.

Por otra parte, si las mediciones no son lo bastante precisas, el resultado es un trabajo defectuoso. El mejor topógrafo no es aquel que realiza las mediciones más precisas, sino el que es capaz de seleccionar y aplicar el grado apropiado de precisión que se requiere para el propósito.

## **POLIGONALES.**

Una poligonal, consiste básicamente en una serie de líneas, cuyas longitudes y direcciones se miden, que conectan puntos cuyas posiciones van a determinarse. Indudablemente, la medición de poligonales o poligonación es la actividad más común en la ejecución de levantamientos locales de control horizontal. El trayecto de una poligonal puede adaptarse a los obstáculos que presente el terreno accidentado, boscoso o pantanoso, así como a edificios grandes y zonas de tránsito pesado que pudieran hallarse en la ruta seleccionada. Los conceptos de la poligonación se emplean en la mayoría de los trabajos topográficos.

El control horizontal se establece con mayor frecuencia mediante poligonales, sobre todo en levantamientos de limitada extensión y cuando los puntos cuyas posiciones se requieren quedan sobre un trayecto accidentado.

Sin embargo, la disponibilidad del equipo electrónico para la medición precisa de distancia ha disminuido considerablemente la superioridad que tenía la triangulación respecto a la poligonación, y ha dado gran ímpetu al desarrollo de la trilateración. Por lo tanto, la elección del método para extender el control horizontal no depende solo de la exactitud requerida. Pueden obtenerse datos satisfactorios mediante varios procedimientos. Las consideraciones económicas siguen siendo importantes en la selección del método.

Las poligonales se clasifican e identifican de varias maneras: por los métodos y equipos empleados, por la calidad de resultados, por el propósito al que sirven y

por la configuración de las líneas de liga. Las mediciones angulares de las poligonales se hacen con teodolitos y tránsitos.

La poligonación con tránsito, constituye el trabajo topográfico más común y fundamental. Sus principios y prácticas se aplican tanto a los estudios topográficos como a los hidrográficos, urbanos y catastrales, así como a los estudios de ruta para la construcción de carreteras, vías férreas y ductos.

### **CONFIGURACIÓN DE POLIGONALES.**

La forma geométrica o configuración de una poligonal es uno de los criterios más comunes, aunque no siempre el más ilustrativo, de clasificarlas. Sin embargo por lo regular, una poligonal se identifica como cerrada o abierta.

- **POLIGONAL CERRADA:** Es la que comienza y termina en el mismo punto o en puntos cuyas posiciones horizontales se conocen. Estos dos tipos de poligonales cerradas se denominan respectivamente poligonales de circuito y poligonales ligadas en sus dos extremos. Una poligonal de circuito, forma un círculo cerrado continuo. Un ejemplo típico de esta clase de poligonal es el perímetro de un terreno. Se ejecuta a fin de obtener los datos requeridos para representar adecuadamente el predio y calcular su área. Una poligonal ligada en ambos extremos comienza y termina en puntos muy separados cuyas posiciones horizontales se han determinado previamente mediante un levantamiento de cuando menos, igual exactitud o, de preferencia, mayor. Las posiciones horizontales de los puntos extremos se conservan fijas en el cálculo y ajuste de la poligonal de liga.

- **POLIGONAL ABIERTA:** Comienza en un punto de posición conocida o supuesta y termina en una estación cuya posición horizontal relativa se desconoce. En tal caso, no es posible calcular el cierre en posición y, por ende, no puede valorarse la verdadera calidad de la poligonacion. Con frecuencia se utilizan poligonales de este tipo en el estudio preliminar de una carretera.

### **SELECCIÓN DE RUTA.**

La ruta de una poligonal depende de si se van a localizar puntos ya existentes o a establecer nuevos puntos de acuerdo con algún plan específico. Todas las poligonales deben formar circuitos cerrados, o bien, comenzar y terminar en puntos cuyas posiciones se han fijado por trabajos de control de orden superior.

Por lo regular, se seguirán las rutas de caminos y vías férreas, para facilitar el transporte y la realización de mediciones precisas. Las rutas habrán de planearse con cuidado para que los datos obtenidos mediante la poligonal cumplan satisfactoria y económicamente los proposititos que motivaron su ejecución. Esto implica, en general, una conveniente distribución de estaciones bien ubicadas, documentadas y descritas.

En el caso de algunas poligonales, sobre todo de aquellas destinadas a fijar los ejes de carreteras y vías férreas, las direcciones generales de las líneas estarán predeterminadas por factores, tales como la necesidad de evitar terrenos difíciles, cementerios, y áreas residenciales. La presencia de obstrucciones diversas - como árboles grandes y valiosos - influirá también sobre la localización de las poligonales.

Con la incorporación de la fotografía aérea a los trabajos cartográficos y a varios tipos de estudios de ingeniería, la poligonación ha venido desempeñando un papel muy importante al proporcionar el control para tales fotografías. De aquí que, en la actualidad, las poligonales medidas con tránsito se empleen cada vez con mayor frecuencia como control para los trabajos fotogramétricos. Por ello es evidente que el ingeniero necesita contar con un juego de fotografías aéreas que lo ayude a seleccionar e identificar sitios convenientes para las estaciones de la poligonal a lo largo de la ruta general que va a seguirse.

## **ESTACIONES.**

Se denomina ESTACIÓN DE POLIGONAL, a cada uno de los puntos en los que se fija un tránsito o teodolito y se mide el cambio de dirección angular. Sin embargo, no todos esos puntos estarán documentados. De la naturaleza de la poligonal dependerá que sus estaciones queden marcadas permanentemente o solo en forma transitoria.

## **PLANO TOPOGRÁFICO DE UN PREDIO.**

El levantamiento predial, se ocupa de los linderos o límites de los predios. Si se emplea el término levantamiento de límites, su uso suele restringirse al levantamiento de líneas limítrofes entre divisiones políticas.

Un límite predial es una línea de demarcación entre predios colindantes. Por lo regular, se marca en el terreno mediante varias clases de monumentos colocados específicamente para tal fin. Un límite entre parcelas de propietarios privados se denomina levantamiento de propiedad. Por tanto, el término levantamiento de

propiedad, (Deslínde) se considera sinónimo de levantamiento predial. Un límite entre terrenos contiguos en una subdivisión de una ciudad, población o localidad se conoce como línea de lotificación.

Un término más amplio y algo clásico, que abarca toda clase de levantamientos prediales es levantamiento catastral. Se deriva del antiguo "catastro" romano, que es un registro oficial de las dimensiones, valor y propiedad de los bienes raíces. Básicamente, los levantamientos catastrales crean, marcan, definen y restablecen límites prediales.

El levantamiento de predios comprende la localización de límites prediales y el dibujo de planos que contengan la subdivisión de áreas en parcelas más pequeñas. Incluyen la elaboración e interpretación de descripciones prediales para su incorporación en contratos de arrendamientos, escrituras y otros instrumentos legales. Ciertos levantamientos como los requeridos para la plantación, proyecto y construcción de carreteras, vías férreas, puentes y otras obras de ingeniería, no se consideran levantamientos prediales. Sin embargo como los límites de edificios y los derechos de vía deben ser cuidadosamente trazados antes de que comiencen los trabajos de construcción, el levantamiento predial se conceptúa como una labor de apoyo importante.

#### **LINDEROS.**

La función de todo lindero es definir áreas de jurisdicción. Sirven como líneas divisorias, ya sean límites internacionales y estatales, o sencillas líneas de

lotificación en un área urbana. Obviamente, solo los linderos bien marcados y descritos pueden satisfacer la finalidad para la que fueron establecidos.

Se requieren los límites de propiedad para definir la extensión en área de derechos patrimoniales y sus obligaciones; son esenciales para la conservación de la buena voluntad y de las relaciones cordiales en la vida de la comunidad. El trazo confiable de tales límites es una función primordial del levantamiento predial. Linderos indefinidos pueden ser fuente de disputa y controversia, especialmente para los residentes de sus propios predios.

### **CLASES DE LEVANTAMIENTOS PREDIALES.**

Los levantamientos prediales, se ocupan de la medición, establecimiento y descripción de los límites de la propiedad raíz.

Se realizan para diversos fines específicos, como localizar sobre el terreno linderos ya descritos, obtener datos para la descripción en una escritura, calcular áreas y recabar información requerida para testamentos, hipotecas, arrendamientos, cálculos de impuestos y expropiaciones. En general, los levantamientos prediales se clasifican en levantamientos originales y replanteos o relocalizaciones a saber:

- **LEVANTAMIENTOS ORIGINALES:** Los levantamientos originales, se ejecutan para definir el tamaño, la forma y la localización relativa de un predio cuyos linderos generales evidenciados por la ocupación y el uso, y definidos por rasgos como ríos, cercas, muros y árboles, han sido generalmente aceptados por los propietarios adyacentes o colindantes. Es necesario marcar o

monumental los vértices de la propiedad y determinar las distancias y rumbos de los linderos, antes de elaborar la descripción. También se ejecutan levantamientos originales con el fin de crear nuevas parcelas (más pequeñas) a partir de un predio mayor. Estos trabajos que suelen denominarse levantamientos de parcelación, se realizan para subdividir un área de terreno conforme a un plan.

- **REPLANTEOS O RELOCALIZACIONES:** Las relocalizaciones se efectúan con el fin de ubicar linderos de predios ya descritos en documentos existentes. Tales relocalizaciones resultan esenciales antes de la transferencia de propiedad de una persona a otra. Son más necesarios en el caso de levantamientos urbanos para determinar si las calles quedan íntegramente entre linderos y si las edificaciones o estructuras de los lotes colindantes no invaden la propiedad. La ejecución de relocalizaciones de buena calidad puede ser difícil y laboriosa. Con frecuencia no abr una solución única. Dos topógrafos titulados e igualmente competentes pueden tener diferencias auténticas al evaluar las mismas evidencias respecto a la localización del lindero, y ello conducirá a conclusiones distintas. El dictamen final es emitido por los tribunales.
- **DIBUJO DE PLANOS TOPOGRÁFICOS:** A veces los levantamientos prediales se clasifican en rurales (rústicos), y urbanos. Las consideraciones legales que afectan a ambos tipos de levantamientos son esencialmente las mismas, aunque hay diferencias en los aspectos técnicos debidas al tamaño del predio, su localización y topografía, el equipo empleado en el levantamiento, métodos de trabajo, material utilizado para fijar los vértices, la exactitud de los resultados y otros factores.

Por lo regular en cualquier levantamiento predial se utilizarán los conceptos y mediciones de un trabajo de poligonación, por que se requieren las distancias y direcciones de las líneas perimetrales del predio. Cuando los linderos están obstruidos, se ejecuta una poligonal de apoyo cercana y se realizan suficientes mediciones de liga a los vértices, de modo que pueden calcularse las distancias y rumbos de los linderos.

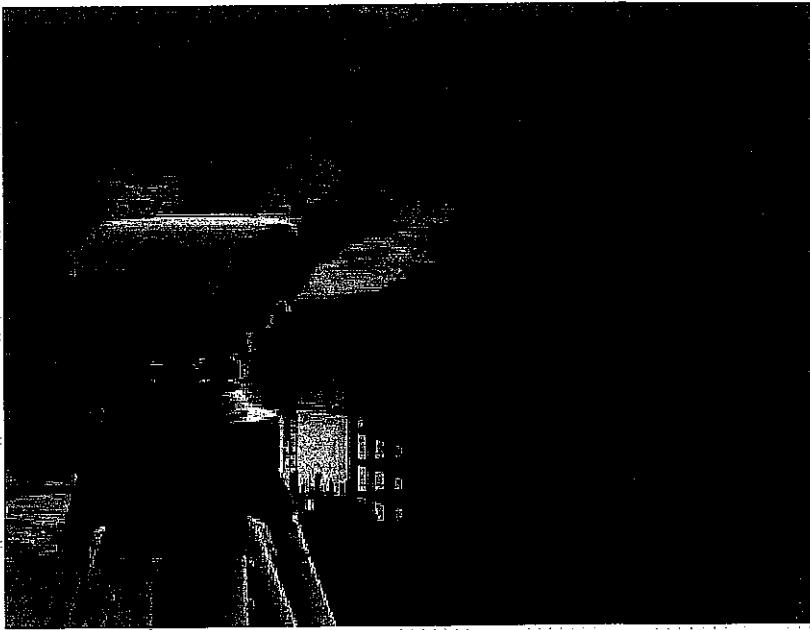
Obviamente abra diferencias drásticas entre los procedimientos de campo para el levantamiento de un predio grande, situado en un área remota con un valor económico incierto, y el de un pequeño lote en el centro de una gran ciudad donde va a construirse un edificio, en el último caso, la búsqueda de placas y monumentos que definen los linderos será más completa; las mediciones, aunque no muchas, serán sumamente precisas, y el establecimiento de los linderos y de las líneas de edificación será muy exacto.

Los términos levantamiento municipal y levantamiento de la ciudad, no suelen tener el mismo significado que el término levantamiento predial urbano. Los primeros que se refieren a amplios programas cartográficos que culminan en la producción de planos topográficos de escalas grandes, que resultan sumamente importantes para la planificación urbana. Estos términos también se emplean para indicar levantamientos de construcción o trazo, como aquellos para nuevas calles o instalaciones públicas. Un aspecto catastral de los levantamientos municipales es la localización de todas las líneas de las calles, en vista del hecho de que tales líneas representan límites de propiedad pública.

**✓ Topografía aplicada para el departamento de Dibujo:****El nivel**

El nivel: se compone de un anteojos giratorio colocado sobre un eje vertical y se emplea para establecer un eje de puntería horizontal.

Cuentan con un círculo horizontal el cual resulta de gran ayuda para replantar ángulos rectos, como son las secciones transversales.

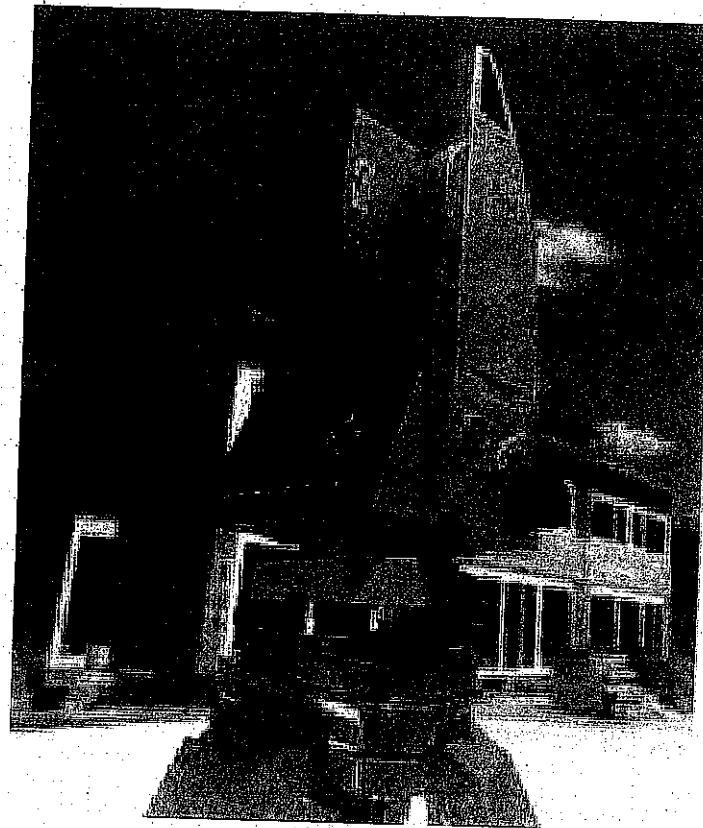
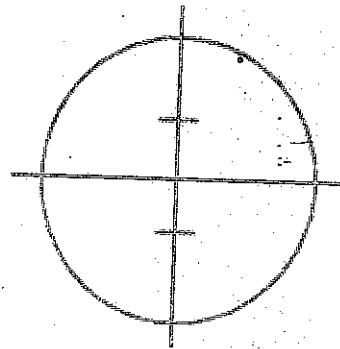


También se emplea para determinar distancias en forma óptica con precisión de 0.1 mts. A 0.30 mts.; determina diferencia de alturas entre dos puntos, proporciona cotas, determina pendientes, para efectuar replanteos.

**La estación total**

Una estación total consiste de un teodolito con un distanciómetro integrado, De tal forma que puede medir ángulos y distancias simultáneamente. Actualmente, todas las estaciones totales electrónicas cuentan con un distanciómetro óptico-electrónico (EDM) y un medidor electrónico de ángulos, de tal manera que se pueden leer electrónicamente los códigos de barras de las escalas de los círculos horizontal y vertical, desplegándose en forma digital los valores de los ángulos y

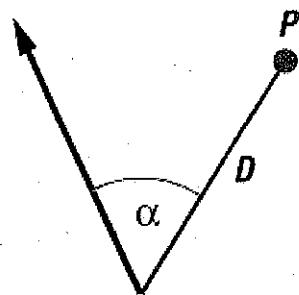
distancias. La distancia horizontal, la diferencia de alturas y las coordenadas se calculan automáticamente. Todas las mediciones e información adicional se pueden grabar. Las estaciones totales se emplean cuando es necesario determinar la posición y altura de un punto, o simplemente la posición del mismo.



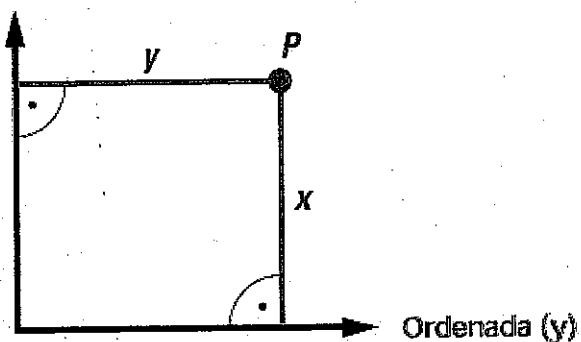
## Coordenadas

La posición de un punto se determina mediante un par de coordenadas. Las coordenadas polares se determinan mediante una línea y un ángulo, mientras que las coordenadas cartesianas requieren de dos líneas en un sistema ortogonal. La estación total mide coordenadas polares, las cuales se pueden convertir a cartesianas bajo un sistema ortogonal determinado, ya sea mediante el propio instrumento o posteriormente en el gabinete.

Dirección de referencia



Abscisa (x)



Coordenadas polares

Coordenadas cartesianas

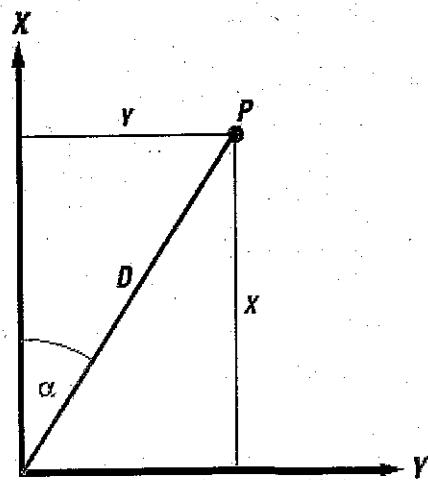
### Conversión

datos conocidos:  $D, \alpha$   
 datos necesarios:  $x, y$

$$y = D \sin \alpha \\ x = D \cos \alpha$$

Datos conocidos:  $x, y$   
 Datos necesarios:  $D, \alpha$

$$D = \sqrt{y^2 + x^2} \\ \sin \alpha = y/D \quad o \\ \cos \alpha = x/D$$



### Medición de Ángulos

Un ángulo representa la diferencia entre dos direcciones. El ángulo horizontal que existe entre las direcciones hacia los puntos P1 y P2 es independiente de la diferencia de altura entre ambos puntos, siempre y cuando el anteojos se mueva sobre un plano estrictamente vertical, sea cual sea su orientación horizontal. Sin embargo esta condición se cumple únicamente bajo condiciones ideales.

El ángulo vertical (también denominado ángulo cenital) es la diferencia que existe entre una dirección preestablecida (conociendo la dirección del cenit) y la dirección del punto en cuestión.

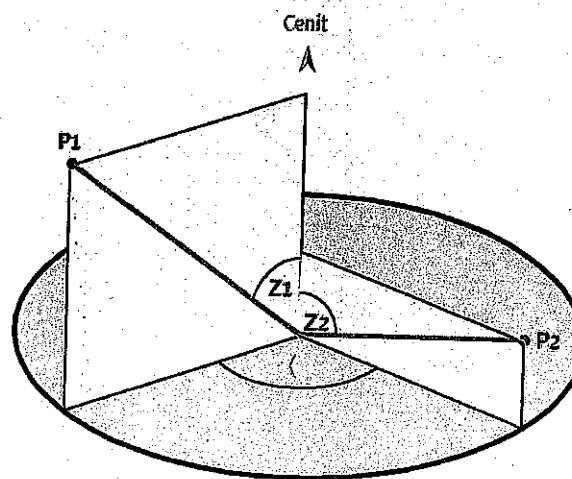
Por lo tanto, el ángulo vertical será correcto únicamente, si la lectura en cero del círculo vertical coincide exactamente con la dirección del cenit, lo cual solo se cumple también bajo condiciones ideales.

Las desviaciones que se presentan se deben a errores en los ejes del instrumento y por una nivelación incorrecta del mismo.

**Z1 = ángulo cenital hacia P1**

**Z2 = ángulo cenital hacia P2**

= ángulo horizontal entre las dos direcciones hacia los puntos P1 y P2, es decir, es el ángulo que existe entre los dos planos verticales que se forman al prolongar la perpendicular de P1 y P2 respectivamente.

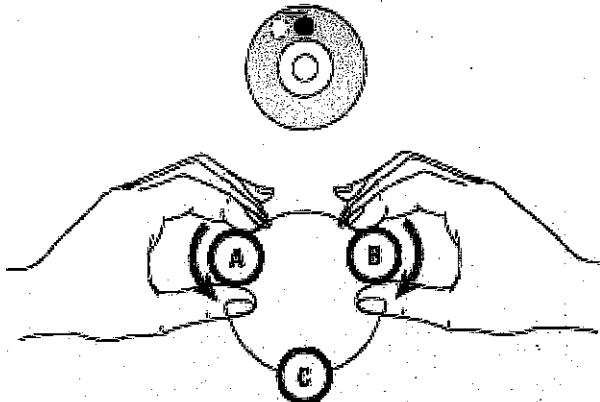


### **Montaje del instrumento**

1. Extienda las patas del trípode tanto como sea necesario y asegure los tornillos del mismo. Coloque el trípode de tal manera que la parte superior quede lo más horizontal posible, asegurando firmemente las patas del mismo.

2. Coloque el trípode de tal manera que la parte superior quede lo más horizontal posible, asegurando firmemente las patas del mismo sobre el terreno.

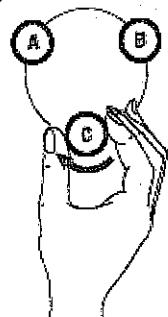
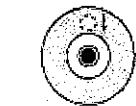
3. Únicamente hasta este momento, coloque el instrumento sobre el trípode y asegúrelo con el tornillo central de fijación.



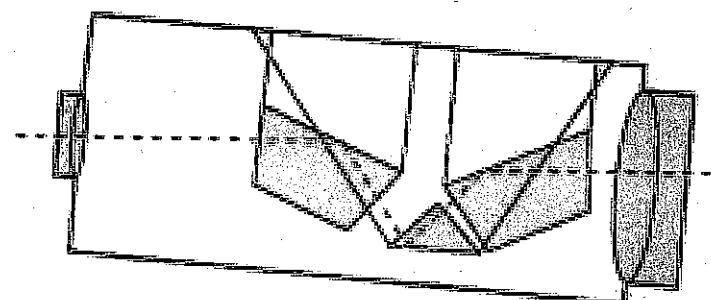
### Nivelación del instrumento

Una vez montado el instrumento, nívélelo guiándose con el nivel de burbuja.

Gire simultáneamente dos de los tornillos en sentido opuesto. El dedo índice de su mano derecha indica la dirección en que debe mover la burbuja del nivel (ilustración superior derecha). Ahora, gire el tercer tornillo para centrar el nivel de burbuja (ilustración inferior izquierda).



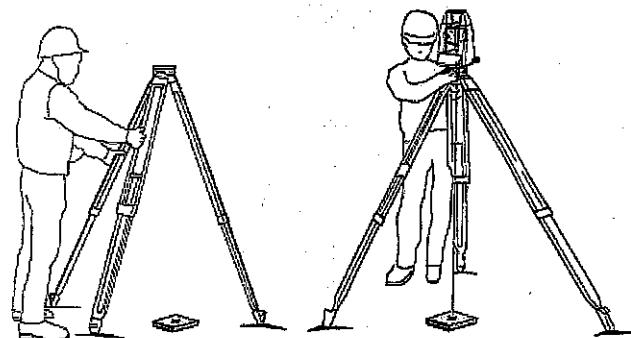
Para revisar la nivelación gire el instrumento  $180^\circ$ . Despues de esto, la burbuja debe permanecer dentro del círculo. En un nivel, el compensador efectúa automáticamente la nivelación final. El compensador consiste básicamente de un espejo suspendido por hilos que dirigen el haz de luz horizontal hacia el centro de la retícula, aún si existe un basculamiento residual en el anteojo (ilustración inferior).



Si golpea ligeramente una de las patas del trípode, (siempre y cuando el nivel de burbuja esté centrado) observará como la línea de puntería oscila alrededor de la lectura y queda fija en el mismo punto. Esta es la forma de comprobar si el compensador puede oscilar libremente o no.

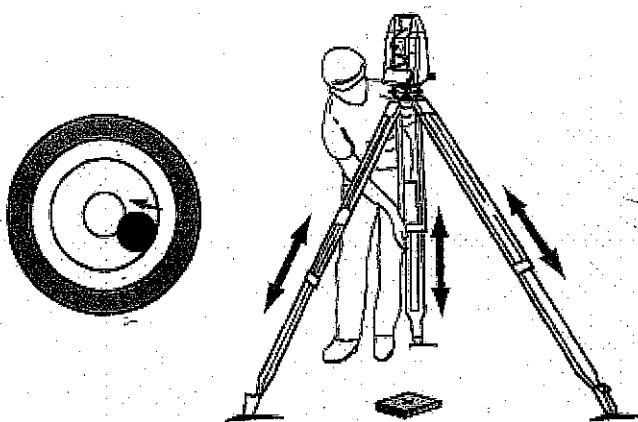
### **Montaje de la estación total sobre un punto en el terreno**

1. Coloque el trípode en forma aproximada sobre el punto en el terreno.
2. Revise el trípode desde varios lados y corrija su posición, de tal forma que el plato del mismo quede más o menos horizontal y sobre el punto en el terreno (ilustración superior izquierda).
3. Encaje firmemente las patas del trípode en el terreno y asegure el instrumento al trípode mediante el tornillo central de fijación.
4. Encienda la plomada láser (en caso de trabajar con instrumentos más antiguos, mire a través del visor de la plomada óptica) y acomode las patas del trípode hasta que el punto del láser o la plomada óptica



quede centrada sobre el punto en el terreno (ilustración derecha).

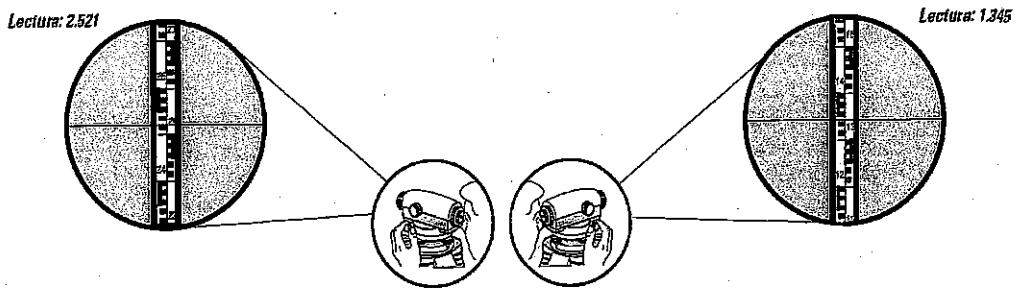
5. Centre el nivel de burbuja, ajustando la altura de las patas del trípode (ilustración inferior).
6. Una vez nivelado el instrumento, libere el tornillo central de fijación y deslice el instrumento sobre el plato del trípode hasta que el punto del láser quede centrado exactamente sobre el punto en el terreno.
7. Por último, ajuste nuevamente el tornillo central de fijación.



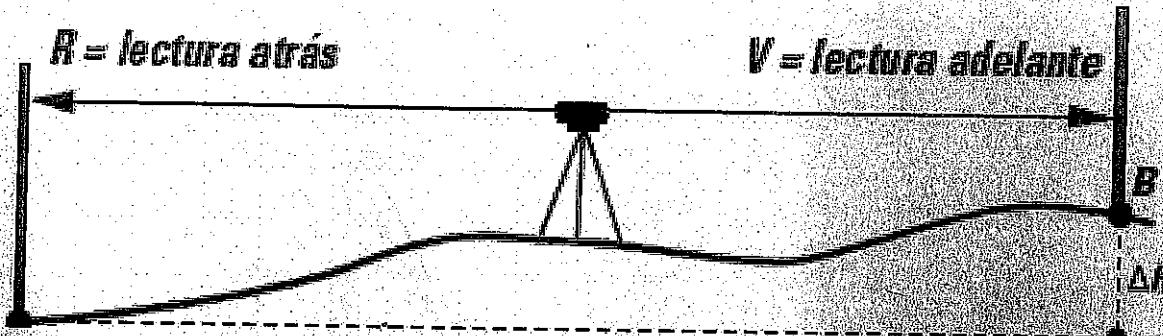
### Diferencia de altura entre dos puntos

El principio básico de la nivelación consiste en determinar la diferencia de altura entre dos puntos.

Para eliminar los errores sistemáticos que se presente por las condiciones atmosféricas o los errores residuales del eje de puntería, el instrumento deberá estar colocado en forma equidistante a los dos puntos.



La diferencia de alturas se calcula a partir de la diferencia que existe entre las dos series de lecturas hacia los puntos A y B respectivamente.



### Mediciones ópticas de distancia con el nivel

La retícula presenta un hilo superior y otro inferior, colocados simétricamente con respecto al hilo medio (cruce de retícula). El espacio entre ambos es tal, que la distancia a un punto se puede calcular multiplicando la serie de lecturas correspondiente por 100. (El diagrama es una representación esquemática).

Precisión de la medición de distancia: 10 – 30 cm.

#### Ejemplo:

Lectura superior del estadal (hilo superior)

$$B = 1.829$$

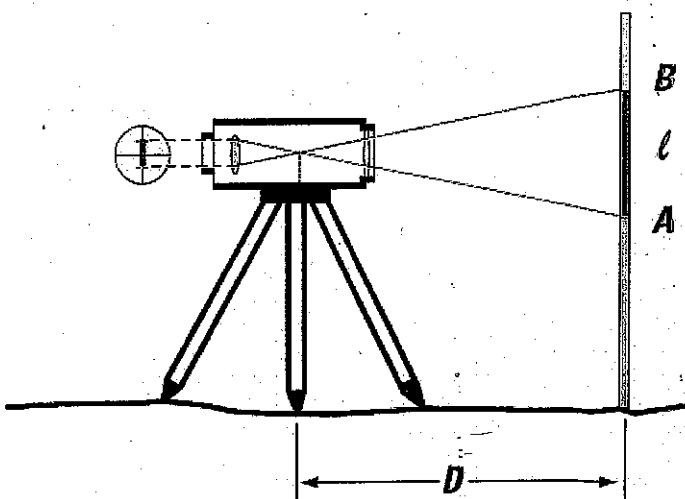
Lectura inferior del estadal (hilo inferior)

$$A = 1.603$$

Lectura del estadal:

$$I = B \times A = 0.226$$

$$\text{Distancia} = 100 \times I = 22.6 \text{ m}$$



### Nivelación de una línea

Si la distancia que se separa a los puntos A y B es considerable, la diferencia de altura entre los mismos se determina nivelando tramos de 30 a 50 metros.

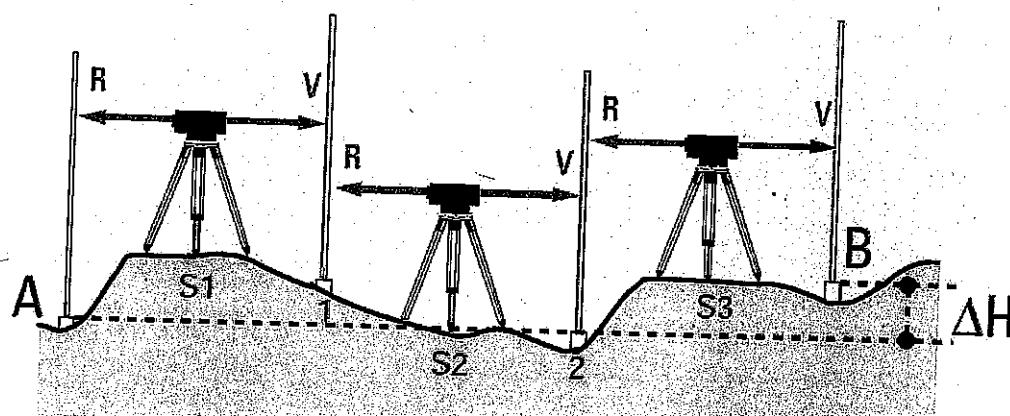
Calcule la distancia entre el instrumento y los dos estadales: esta deberá ser la misma.

1. Coloque el instrumento en el punto S 1.
2. Coloque el estadal completamente vertical en el punto A, tome la lectura de la altura y regístresela (lectura atrás R).
3. Gire el instrumento y coloque el estadal en el punto 1 sobre una placa o marca en el terreno. Tome la lectura de la altura y regístrela (lectura adelante V).
4. Coloque el instrumento en el punto S 2 (el estadal deberá permanecer sobre el punto 1).

5. Gire con cuidado el estadal sobre el punto 1, de manera que mire hacia el instrumento.

6. Tome la lectura del estadal y continúe con el mismo procedimiento.

**La diferencia de altura entre los puntos A y B es igual a la suma de la lectura atrás y de la lectura adelante.**



Est-	Punto #	Lectura atrás R	Lectura adelante V	Altura	Observaciones
	A			420.300	
S1	A	+2.806			
	1		-1.328	421.778	= altura A+R-V
S2	1	+0.919			
	2		-3.376	419.321	
S3	2	+3.415			
	B		-1.623	421.113	
Suma		+7.140	-6.327	+0.813	= altura B - altura A
$\Delta H$		+0.813			= diferencia de altura AB

## Replanteo de alturas de puntos

Suponga que en una excavación se debe replantear el punto B a una altura AH = 1.00 metro por debajo del nivel de la calle (Punto A).

1. Coloque el nivel en un punto casi equidistante hacia A y B.

2. Coloque el estadal en el punto A

y tome la lectura atrás R = 1.305.

3. Coloque el estadal en el punto B

y tome la lectura adelante V =

2.520.

La diferencia h de la altura requerida para B se calcula mediante:

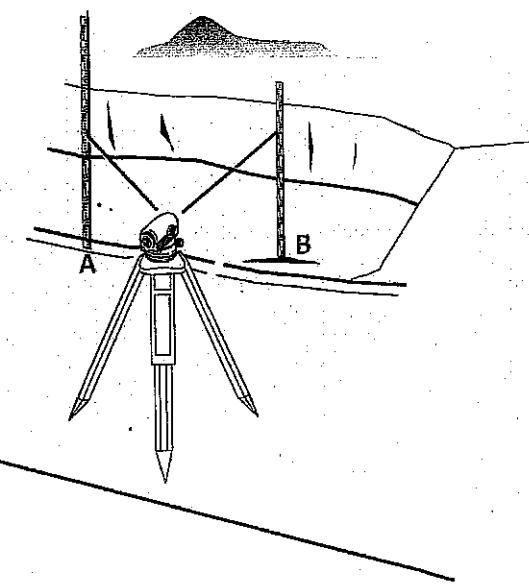
$$h = V - R - AH = 2.520 - 1.305 - 1.00 = 0.215 \text{ m}$$

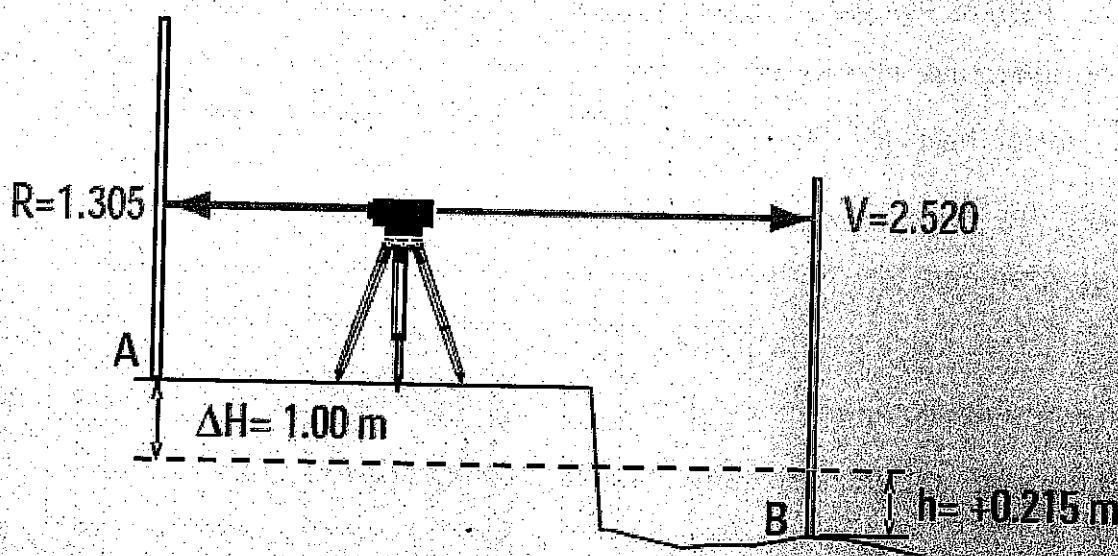
4. Coloque una estaca en B y marque la altura requerida (0.215 metros sobre el nivel de terreno).

Con otro método comúnmente empleado, la lectura del estadal se calcula previamente:

$$V = R - AH = 1.305 - (-1.000) = 2.305$$

El estadal se desplaza hacia arriba o hacia abajo hasta que el nivel tome la lectura necesaria.



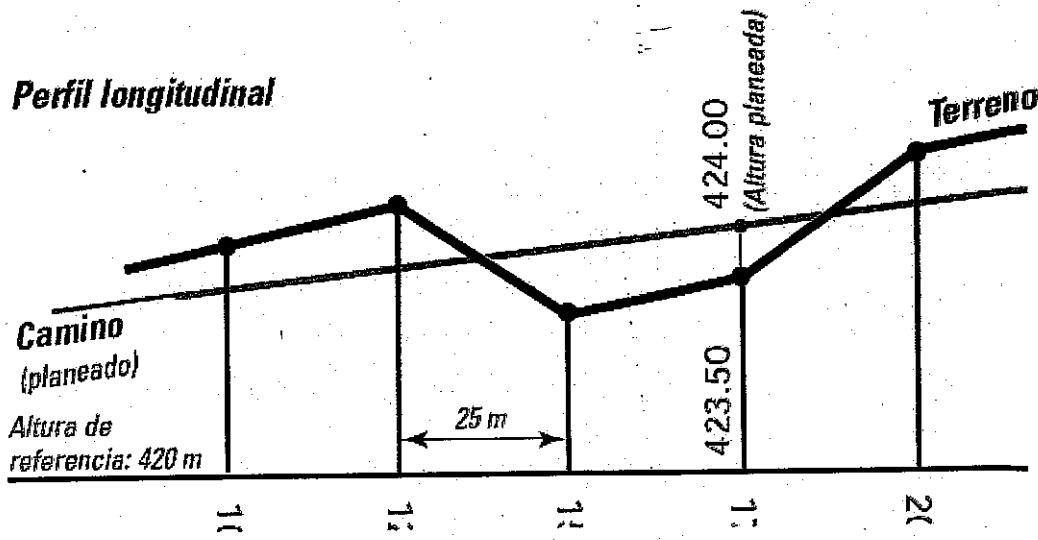


### Perfiles longitudinales y transversales

Los perfiles longitudinales y transversales constituyen el punto de partida para la planeación detallada y el replanteo de vías de comunicación (caminos), así como para el cálculo de rellenos y un trazo óptimo de las rutas con respecto a la topografía. Como primer paso, se replantea y marca el eje longitudinal (eje del camino); lo cual implica establecer los puntos a intervalos regulares. De esta forma, se genera un perfil longitudinal a lo largo del eje del camino, determinando las alturas de los puntos de estación al nivelar dicha línea. Los perfiles longitudinales (en ángulo recto hacia el eje del camino) se miden en los puntos de estación y en las prominencias del terreno. Las alturas de los puntos que forman dicho perfil se determinan auxiliándose de la altura conocida del instrumento. Primero, coloque el estadal sobre un punto de estación conocido. La altura del instrumento se forma por la suma de la lectura del estadal y la altura del punto de estación conocido. Posteriormente, reste las lecturas del estadal (en

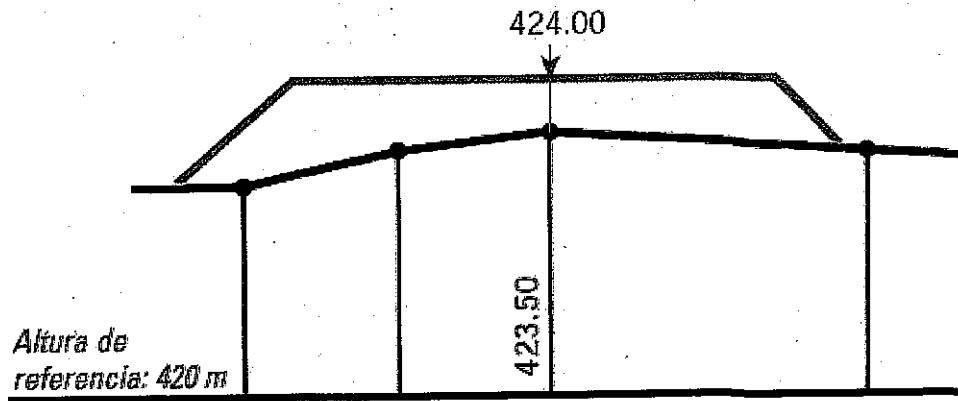
los puntos del perfil transversal) de la altura del instrumento; con lo cual se obtienen las alturas de los puntos en cuestión. Las distancias del punto de estación hacia los diferentes puntos de los perfiles transversales se determinan ya sea mediante cinta o en forma óptica, empleando el nivel. Al representar gráficamente un perfil longitudinal, las alturas de los puntos de estación se muestran a una escala mucho mayor (por ejemplo, a 10x) que aquella a la que se representan los puntos de dirección longitudinal, la cual está relacionada a una altura de referencia en números enteros (ilustración superior).

**Perfil longitudinal**



**Perfil transversal 175**

**Nivel digital**  
 La lectura



del estadal y la distancia se despliegan en forma digital y además se pueden registrar; las alturas del estadal se calculan continuamente, por lo que se eliminan la posibilidad de errores en la lectura, en el registro y el cálculo. Se recomienda emplear un nivel digital en aquellos trabajos en los que se requiere efectuar un número considerable de nivelación.

### Aplomado a partir de una altura

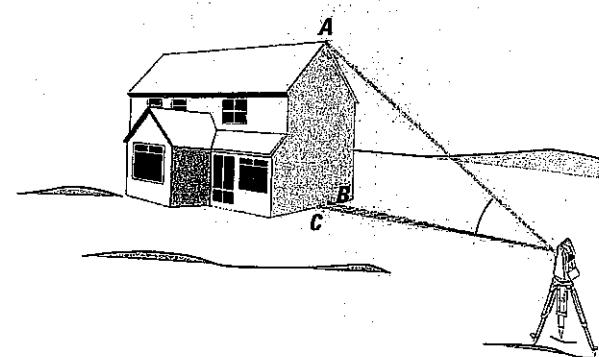
Aplomar a partir de una altura o sobre un punto en el terreno, así como revisar una línea vertical de una estructura se puede efectuar con precisión con una sola cara del anteojos, siempre y cuando este describa un plano completamente vertical al girarlo. Para lograrlo, prosiga como se indica a continuación:

1. Vise el punto elevado A, dirija el anteojos hacia abajo y marque el punto B sobre el terreno.
2. Gire el anteojos y repita el procedimiento con la cara opuesta. Marque el punto C.

El punto medio entre los puntos B y C será el punto exacto para aplomar.

La razón por la que estos dos puntos no coinciden se puede deber a un error de basculamiento del eje y/o a una inclinación del eje vertical.

Para trabajos de esta naturaleza, asegúrese de que la estación total se encuentre bien nivelada, de manera que se reduzca la influencia del basculamiento del eje vertical.

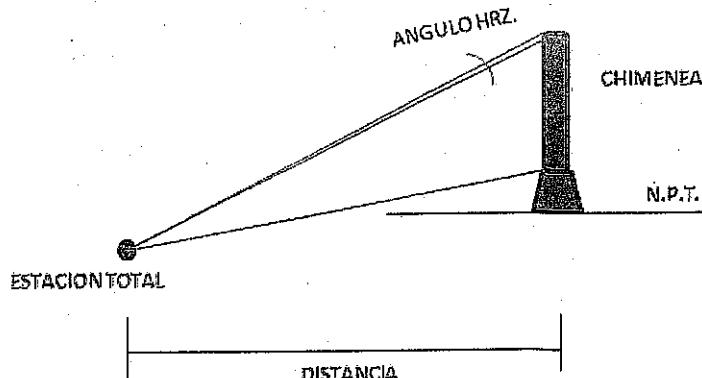


**LA TOPOGRAFÍA APLICA EN LA INDUSTRIA COMO SON: VERTICALIDAD EN TANQUES, EN TORRES, EN CHIMENEAS, TERRENOS DONDE SE TIENE QUE LOCALIZAR LINDEROS, MEDIR Y DIVIDIR SUPERFICIES, LOCALIZAR TERRENOS EN PLANOS GENERALES. PARA REGULARIZAR, ETC.**

**TRAZO Y NIVELACIÓN DE: BOMBAS, TANQUES, REGISTROS Y EQUIPOS EN GRAL. ETC.**

**COMO OBTENER LA VERTICALIDAD EN CHIMENEAS.**

- 1.- SE HACE CROQUIS DE EL EQUIPO A LEVANTAR.
- 2.- SE UBICA EL EQUIPO EN LOS CUADRANTES YA SEA EN EL EJE DE LAS "X" O "Y"
- 3.- SE CENTRA Y NIVELA LA ESTACIÓN TOTAL.
- 4.- SE VISA EL OBJETIVO.
- 5.- SE HACE TANGENCIA EN UNO DE SUS LADOS.
- 6.- SE TOMAN LAS LECTURAS DE LA PARTE INFERIOR COMO DE LA SUPERIOR.
- 7.- EN GABINETE SE CALCULAN:  
DISTANCIAS, ÁNGULOS, CON LO  
CUAL OBTENEMOS LA  
DESVIACIÓN DE LA CHIMENEA Y  
POSTERIORMENTE SE DIBUJA.  
**(VER ILUSTRACIÓN 2).**



**FORMULA:**

**DESVIACIÓN = TANGENTE DEL ANGULO X LA DISTANCIA.**

**COMO SE OBTIENE EL TRAZO Y NIVELACIÓN DE UN EQUIPO.**

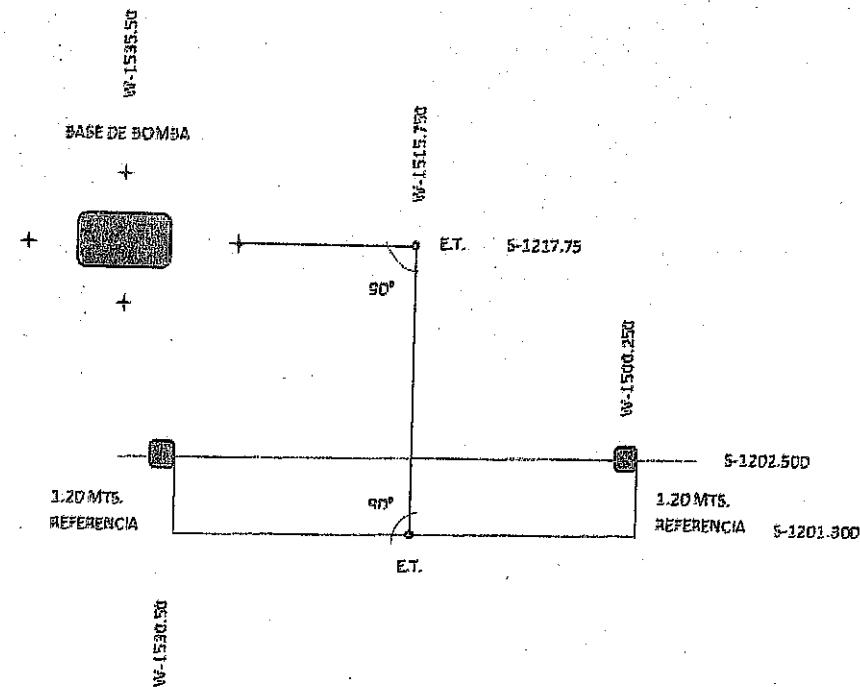
- 1.- SE HACE CROQUIS DEL EQUIPO A LEVANTAR.
- 2.- SE CORREN COORDENADAS DE B.N. CONOCIDAS, O DE MARCOS EN INTERIOR DE PLANTA.
- 3.- SE CENTRA Y NIVELA LA ESTACIÓN TOTAL.
- 4.- SE VISA REFERENCIA DE APOYO Y SE GIRA 90°.
- 5.- SE MARCA EN PISO EJE DE TRAZO EN "X" Y "Y". (VER ILUSTRACIÓN 3)
- 6.- NIVEL, SE TOMA ELEVACIÓN CONOCIDA EN B.N.
- 7.- SE CORRE NIVELACIÓN DE PERFIL A EQUIPO.
- 8.- SE MARCA EN COLUMNAS EL NIVEL CALCULADO.

**9.- EL OPERARIO**

ALBAÑIL SE APOYA EN  
LOS EJES Y B.N.

10.- SE DIBUJA, CON  
LOS DATOS  
LEVANTADOS EN  
CAMPO.

11.- SE IMPRIME.



**NOTA: LA DIFERENCIA DE COORDENADAS NOS DA LA DISTANCIA.**

**LOCALIZACIÓN DE TERRENOS CON AYUDA DE GOOGLE EARTH. DIBUJAR Y CALCULAR CON CIVIL CAD: SUPERFICIES, RUMBOS, COORDENADAS, ÁNGULOS, DISTANCIAS, DIVISIONES, CURVAS DE NIVEL, PERFILES, ETC.**

**COMO OBTENER SUPERFICIE DE POLÍGONOS CON AYUDA DE GOOGLE EARTH.**

**1.- SE LOCALIZA EN GOOGLE EL AREA A DELIMITAR.  
2.- SI SE CONOCE LA LATITUD Y LONGITUD DE UN VÉRTICE, SE PUEDEN TRANSFORMAR A UTM.**

**O VICEVERSA.**

**3.- SE SELECCIONA EN GOOGLE EARTH EL PIN MARCA DE POSICIÓN.**

**4.- SE INTRODUCEN COORDENADAS UTM (PREVIAMENTE CALCULADAS).**

**5.- SE DA NOMBRE A LA MARCA DE POSICIÓN Y SE DA ACEPTAR.**

**6.- SE GUARDA EN IMÁGENES.**

**7.- SE RECLAMA EN IMÁGENES, DANDO COPIAR Y PEGAR EN AUTOCAD.**

**8.- SE DIBUJA CON POLILÍNEA EL PERÍMETRO DEL TERRENO.**

**9.- SE CALCULA: AREA, COORDENADAS, RUMBOS, ÁNGULOS, DISTANCIAS, CON CIVILCAD.**

**10.- SE DA PRESENTACIÓN EN FORMATO AUTOCAD.**

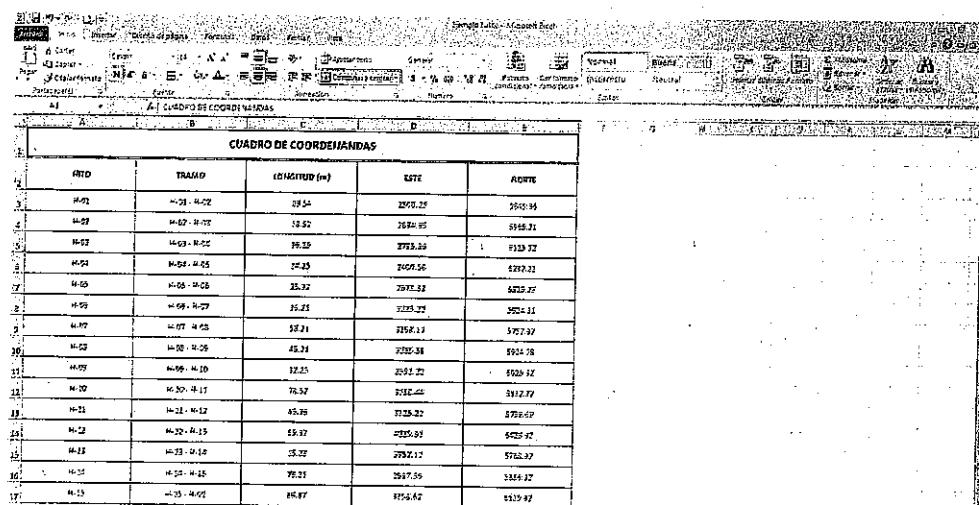
**11.- SE IMPRIME.**

## TOPOGRAFÍA EN AUTOCAD

### TRASFERIR PUNTOS DE TOPOGRAFÍA EN COORDENADAS

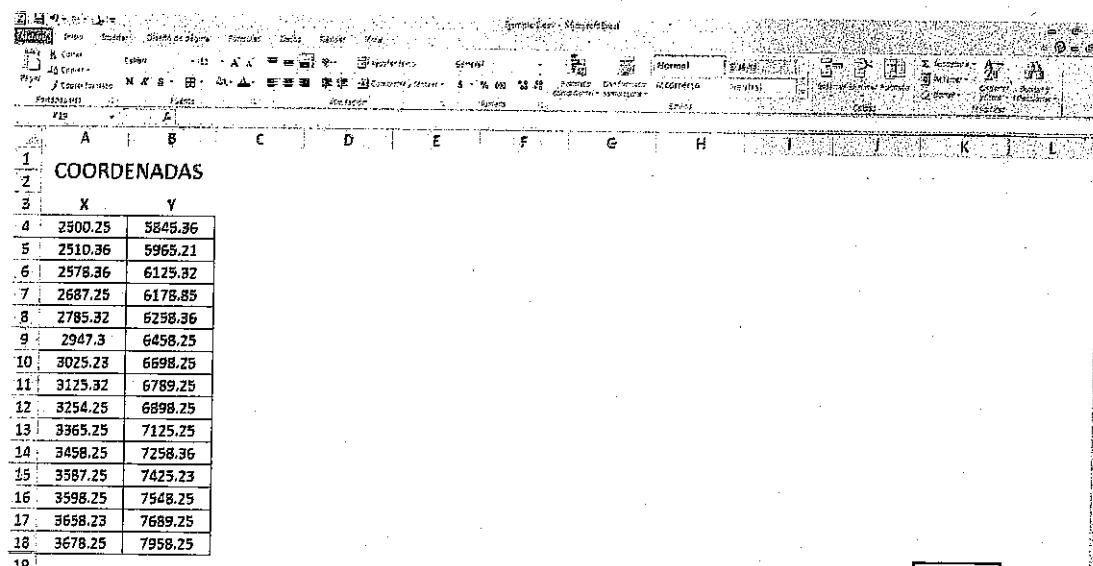
#### MÉTODO No.1

##### 1.- ABRIMOS EL ARCHIVO DE EXCEL.



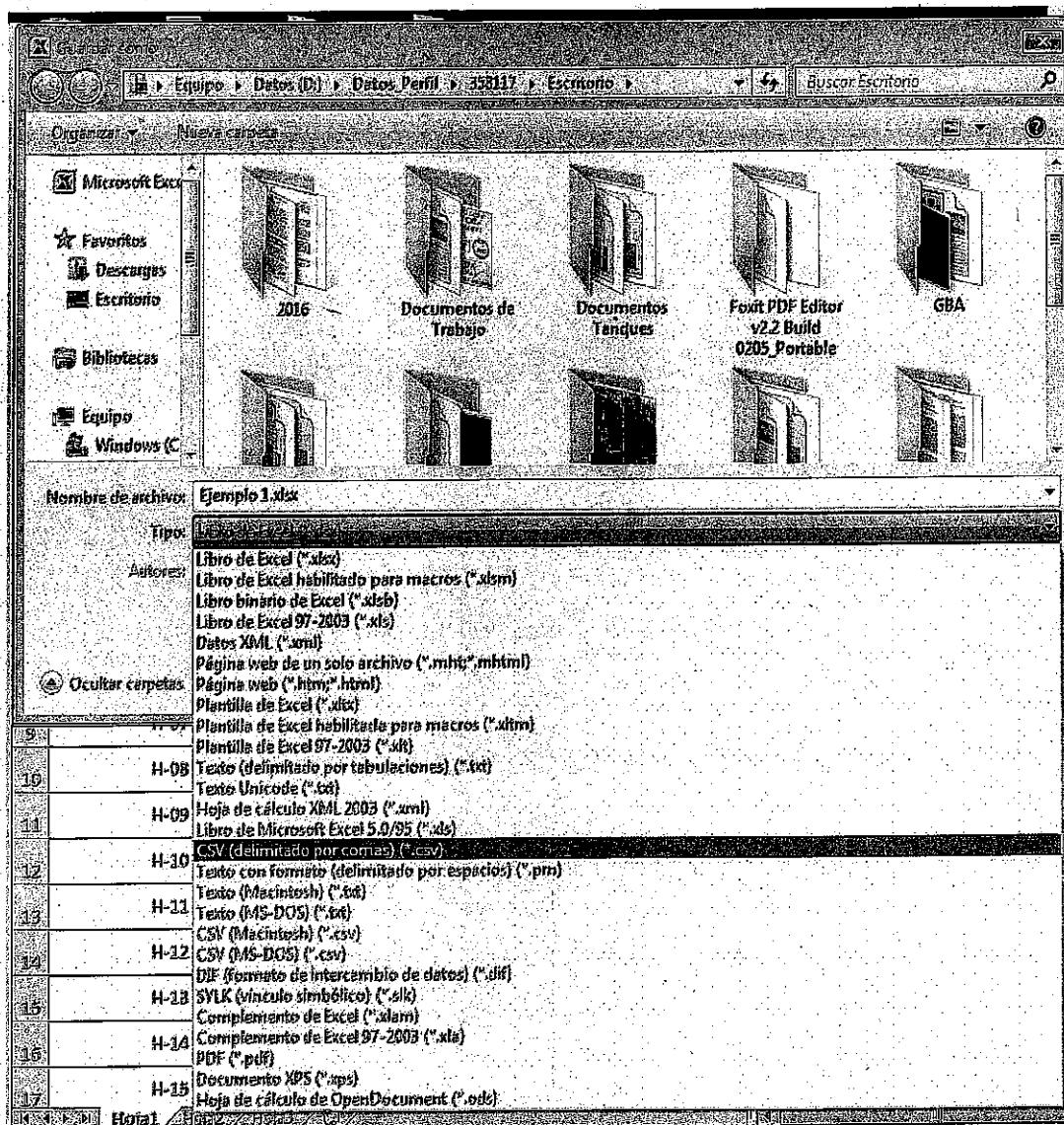
CUADRO DE COORDENADAS				
ID	TRAMO	LONGITUD (m)	ESTE	NORTE
1	H-01 - H-02	28.52	2500.25	5845.36
2	H-02 - H-03	15.52	2520.95	5915.21
3	H-03 - H-04	28.52	2523.25	5913.72
4	H-04 - H-05	27.45	2505.56	5922.22
5	H-05 - H-06	25.72	2502.32	5925.27
6	H-06 - H-07	25.21	2523.25	5924.11
7	H-07 - H-08	25.21	2526.13	5927.37
8	H-08 - H-09	45.24	2526.34	5931.78
9	H-09 - H-10	12.25	2522.22	5928.12
10	H-10 - H-11	25.22	2514.44	5912.77
11	H-11 - H-12	45.79	2513.22	5914.59
12	H-12 - H-13	55.17	2519.24	5925.27
13	H-13 - H-14	35.22	2522.12	5926.37
14	H-14 - H-15	25.21	2517.55	5925.37
15	H-15 - H-01	65.87	2526.67	5929.87

##### 2.- LOS PUNTOS O COORDENADAS DEBERÁN ESTAR EN UNA HOJA DE EXCEL EN SUS COORDENADAS X Y. PARA ESTO EDITAREMOS EL ARCHIVO Y SOLO TENDREMOS LAS COORDENADAS EN 2 COLUMNAS.



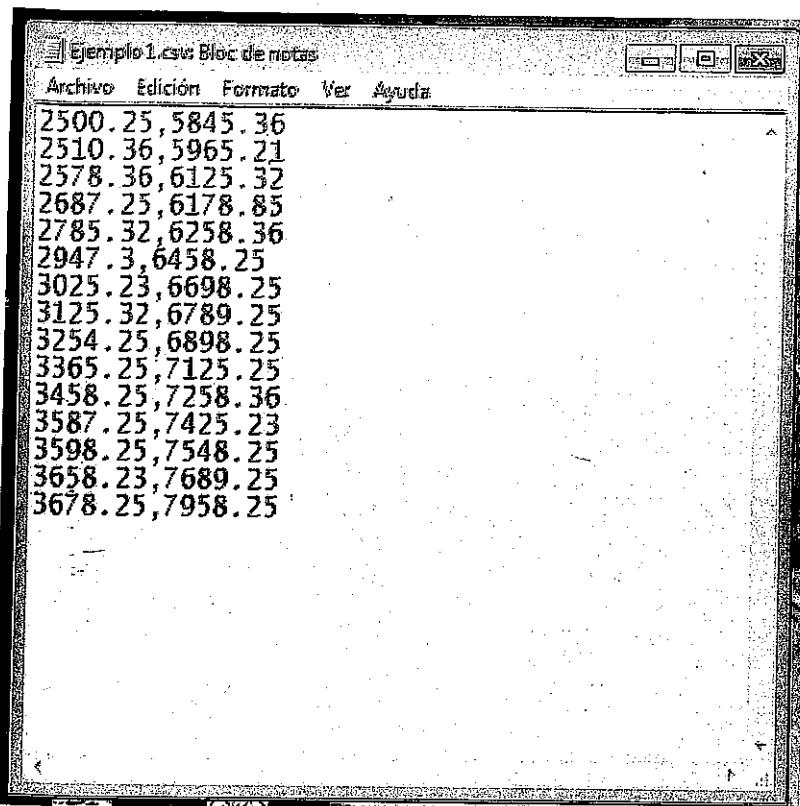
COORDENADAS		
	X	Y
4	2500.25	5845.36
5	2510.36	5965.21
6	2578.36	6125.32
7	2687.25	6178.85
8	2785.32	6258.36
9	2947.3	6458.25
10	3025.23	6698.25
11	3125.32	6789.25
12	3254.25	6898.25
13	3365.25	7125.25
14	3458.25	7258.36
15	3587.25	7425.23
16	3598.25	7548.25
17	3658.23	7689.25
18	3678.25	7958.25

**3.- A CONTINUACIÓN GUARDAREMOS EL ARCHIVO EN GUARDAR COMO Y EN EL TIPO DE ARCHIVO VAMOS A SELECCIONAR CSV (DELIMITADO POR COMAS) (\*.CSV) Y SELECCIONAMOS EL LUGAR DONDE LOS DESEAMOS GUARDAR.**



**4.- UNA VEZ GUARDADO EL ARCHIVO, DEL LUGAR DONDE SE GUARDO PROCEDEMOS A ABRIR EL ARCHIVO CON EL BOTÓN DERECHO DEL MOUSE Y DAREMOS EN LA OPCIÓN ABRIR CON: BLOCK DE NOTAS.**

NOS ABRIRÁ UN BLOC ASÍ:



5.- DE ESTE ARCHIVO VAMOS A SELECCIONAR TODO EL TEXTO (CONTROL "E") Y SEGUIDO COPIAREMOS EL TEXTO (CONTROL "C").

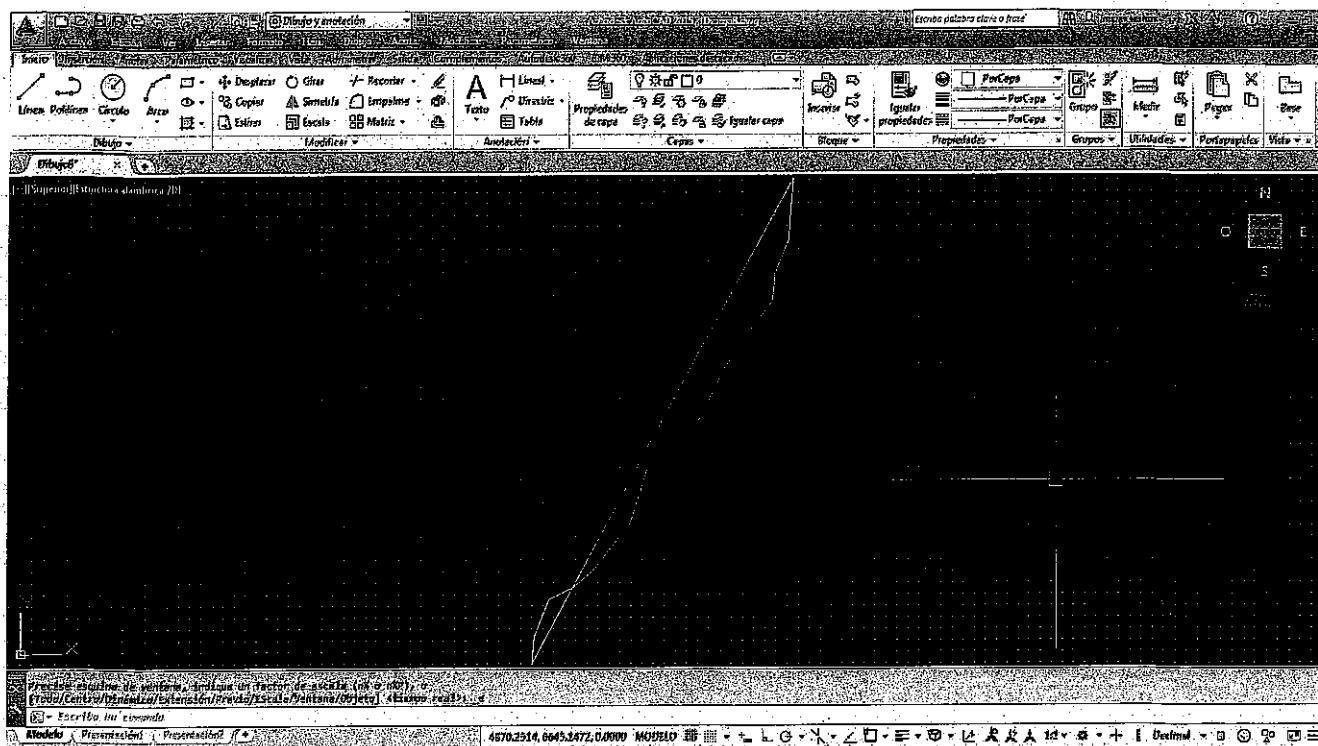
6.-AHORA ABRIREMOS EL PROGRAMA DE AUTOCAD Y DENTRO DE ESTE SELECCIONAMOS EL COMANDO POLILÍNEA Y EN LA LÍNEA DE COMANDO DAREMOS UN CLIC SEGUIDO DE ESTO PEGAREMOS (CONTROL "V") DEL TEXTO COPIADO DEL BLOCK DE NOTAS.



7.- PARA CERRAR LA POLILÍNEA ÚNICAMENTE TECLEAMOS LA

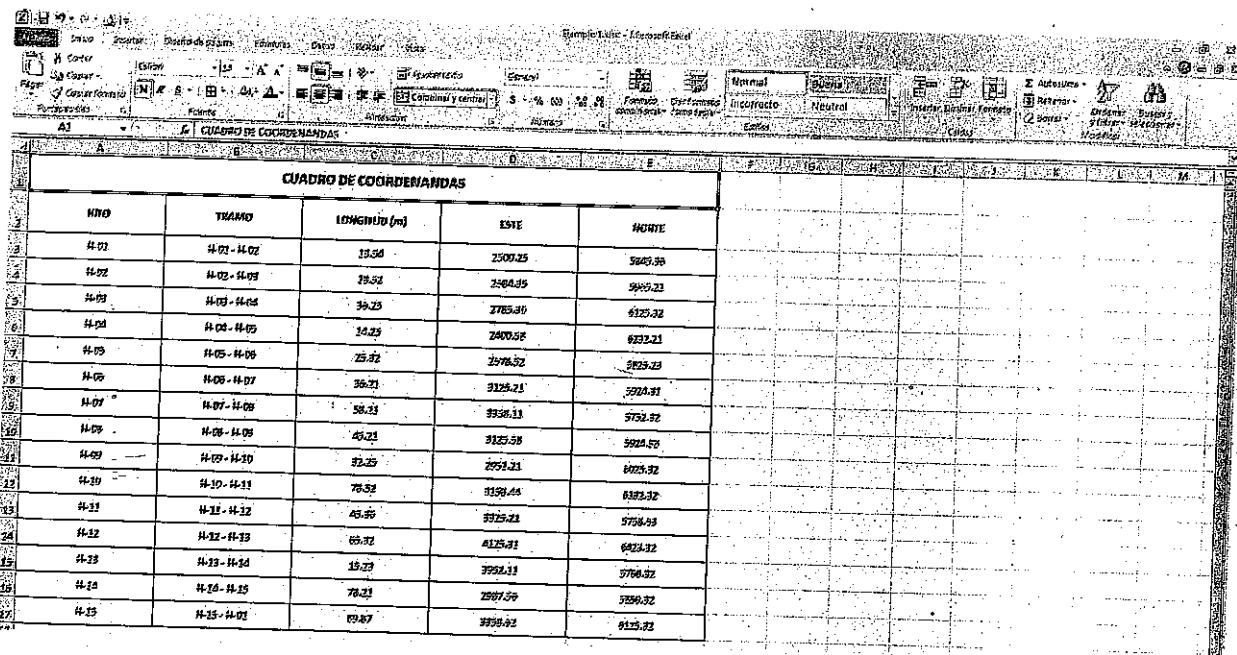
**LETRA "C" Y DAREMOS ENTER PARA EJECUTAR EL COMANDO.**

**8.- BUSCAMOS LA POLILÍNEA PULSANDO DOS VECES EL SCROLL ASÍ PODREMOS LOCALIZAR LA POLILÍNEA.**



**9.- SE DA FORMATO DE PRESENTACIÓN.**

**10.- SE IMPRIME.**

**MÉTODO No.2**
**1.- ABRIMOS EL ARCHIVO DE EXCEL.**


CUADRO DE COORDENADAS				
NRO	TIEMPO	LONGITUD (m)	ESTE	NORTE
4-01	H-01 - H-02	19.50	2300.35	5640.35
4-02	H-02 - H-03	19.50	2404.35	5465.23
4-03	H-03 - H-04	39.25	2785.30	6125.22
4-04	H-04 - H-05	16.25	2400.35	6333.21
4-05	H-05 - H-06	25.25	2576.32	5255.23
4-06	H-06 - H-07	36.25	3125.21	5724.31
4-07	H-07 - H-08	58.25	3326.11	5752.32
4-08	H-08 - H-09	45.25	3125.50	5925.50
4-09	H-09 - H-10	52.25	2555.21	6025.32
4-10	H-10 - H-11	76.50	3150.44	6325.32
4-11	H-11 - H-12	45.50	3325.21	5756.33
4-12	H-12 - H-13	65.75	4125.31	6424.32
4-13	H-13 - H-14	19.25	3950.11	5706.32
4-14	H-14 - H-15	78.25	2987.50	5350.32
4-15	H-15 - H-01	69.87	3325.62	6125.32

2.- EN ESTE NO TENDREMOS QUE ELIMINAR NINGUNA FILA O COLUMNA, ÚNICAMENTE TENDREMOS QUE AGREGAR UNA FORMULAS PARA UNIR LAS COORDENADAS.

FORMULA: =CONCATENAR (TEXTO1,"",TEXTO2)

TEXTO1 = X

TEXTO2 = Y

ESTO NOS AYUDA A GENERAL EN UNA SOLA CELDA LAS DOS COORDENADAS EN UNA SOLA.

3.- AHORA SOLO COPIAMOS TODOS LOS DATOS DE LA COLUMNA DEL RESULTADO Y NOS DIRIGIMOS AL PROGRAMA DE AUTOCAD, SELECCIONAMOS POLILÍNEA COPIAMOS EL TEXTO Y DAMOS CERRAR "C" SEGUITO DE ENTER Y COMO RESULTADO OBTENDREMOS LA POLIGONAL.

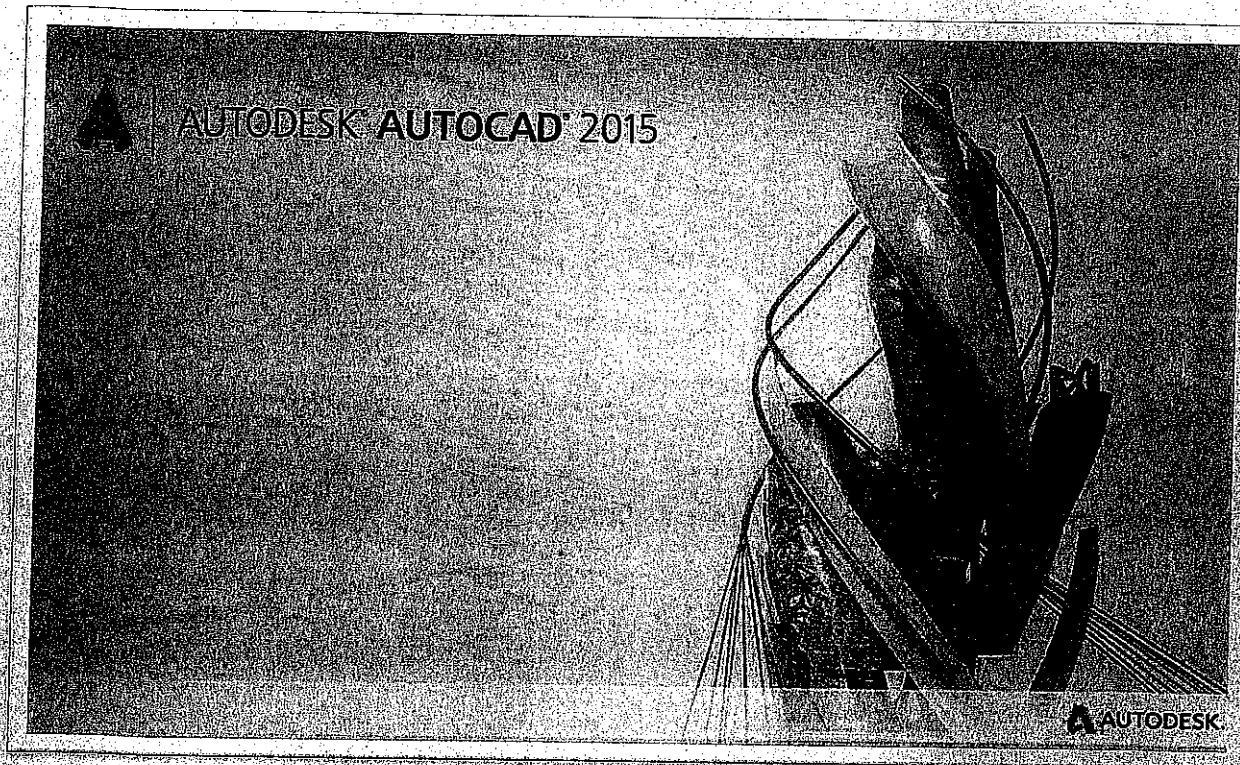
## **UNIDAD III: CONOCIMIENTO SOBRE EL MANEJO Y APLICACIÓN DEL SOFTWARE INSTITUCIONAL.**

**Objetivo particular:** Al término de la unidad el participante:

- ❖ Obtendrá el conocimiento para el manejo y aplicación de técnicas para el uso de Software que es empleado en el departamento, para elaboración de trabajos solicitados que requieren de más presentación.

### **Resultados de Aprendizaje.**

- ✓ El participante obtendrá el conocimiento para efectuar trabajos topográficos en el software dirigido a este rubro.
- ✓ El participante obtendrá el conocimiento sobre el AutoCAD 3D.
- ✓ El participante conocerá como trabajar el entorno de AutoCAD 3D.
- ✓ El participante conocerá las primitivas básicas en el AutoCAD 3D.
- ✓ El participante conocerá el entorno para trabajo en AutoCAD 3D.
- ✓ El participante conocerá el Gizmo como herramienta básica
- ✓ El participante conocerá la sabrá manejar el entorno para visualizar
- ✓ El participante obtendrá sobre el manejo de coordenadas
- ✓ El participante obtendrá el conocimiento de los comandos principales
- ✓ El participante podrá aplicar los comandos para el entorno 3D
- ✓ El participante obtendrá y reforzara el conocimiento sobre el programa MS Project
- ✓ El participante obtendrá el conocimiento para la planificación de un proyecto
- ✓ El participante obtendrá el conocimiento sobre las tablas personalizadas
- ✓ El participante obtendrá el conocimiento de creación de calendario
- ✓ El participante conocerá como definir recursos y costos
- ✓ El participante conocerá e identificara la ruta crítica del proyecto
- ✓ El participante podrá y dará seguimiento a un proyecto.



AutoCAD

3D

## INTRODUCCIÓN A AUTOCAD 3D

Antes de iniciarnos en 3D, se explicará un poco la ventaja principal del modelado en 3D en comparación al dibujo 2D tradicional.

Recordemos que antes de la existencia de programas 3D, el dibujo técnico era una actividad exclusivamente de instrumentos de dibujo (reglas, escuadras, lápices, marcadores, etc.). El proyecto arquitectónico o pieza mecánica se dibujaba en varias vistas (preferentemente en vista de planta, frente y lateral -izquierda o derecha-) y a veces se dibujaba una vista isométrica. Todo esto era una labor tediosa (ya que requería dibujar una vista y realizar proyecciones de líneas para las siguientes) y a la vez muy propensa a cometer errores de medida y de dibujo. Incluso en programas 2D como AutoCAD se debe dibujar de una manera similar pero con la ventaja que no cometemos errores de medida ni tenemos problemas con los trazos:

La gran ventaja del modelado en 3D es que nos permite dibujar el modelo en "3 dimensiones", o sea tal como existe en la realidad y con todos los elementos y detalles necesarios. Ya no se deberá dibujar una vista frontal, superior o lateral, sino que simplemente dibujamos el modelo y para cambiarlo de vista sólo basta con girarlo a lo que necesitemos.

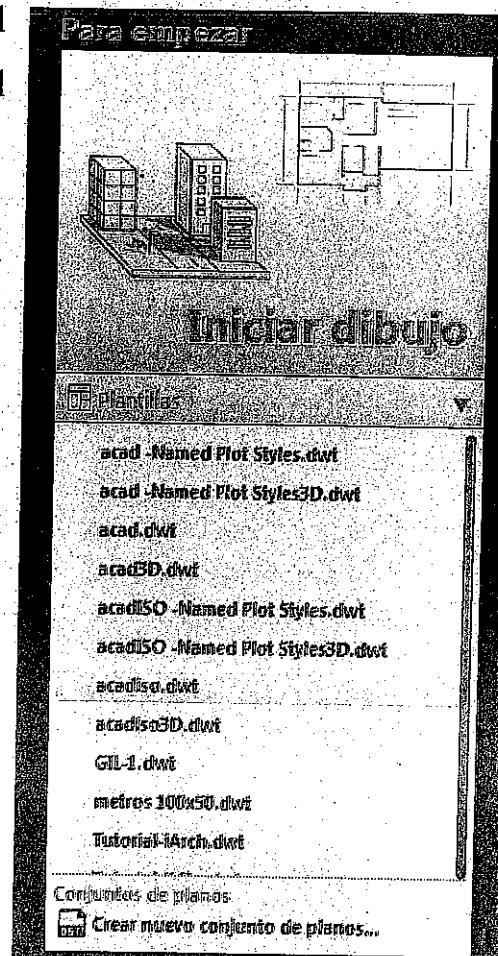
Podemos inferir de esto que la esencia del dibujo tridimensional es entender que la posición de un punto cualquiera en el plano cartesiano se determina por el valor de 3 coordenadas: X, Y y Z. Cada una representa una dimensión del plano tridimensional.

Otra cosa importante en el dibujo 3D es entender lo siguiente:

- Existe un punto de origen (0,0,0).
- En 2D, el eje X se extiende de forma horizontal por la pantalla, su valor será positivo a la derecha del punto de origen y será negativo a la izquierda de este.
- En 2D, el eje Y se extiende de forma vertical por la pantalla, su valor es positivo arriba del punto de origen y negativo debajo de este.
- En 2D, el eje Z se extiende de forma perpendicular a la pantalla y su valor será positivo al apuntar hacia fuera de la pantalla y será negativo dentro de ella.

#### Preparando la interfaz de AutoCAD 3D:

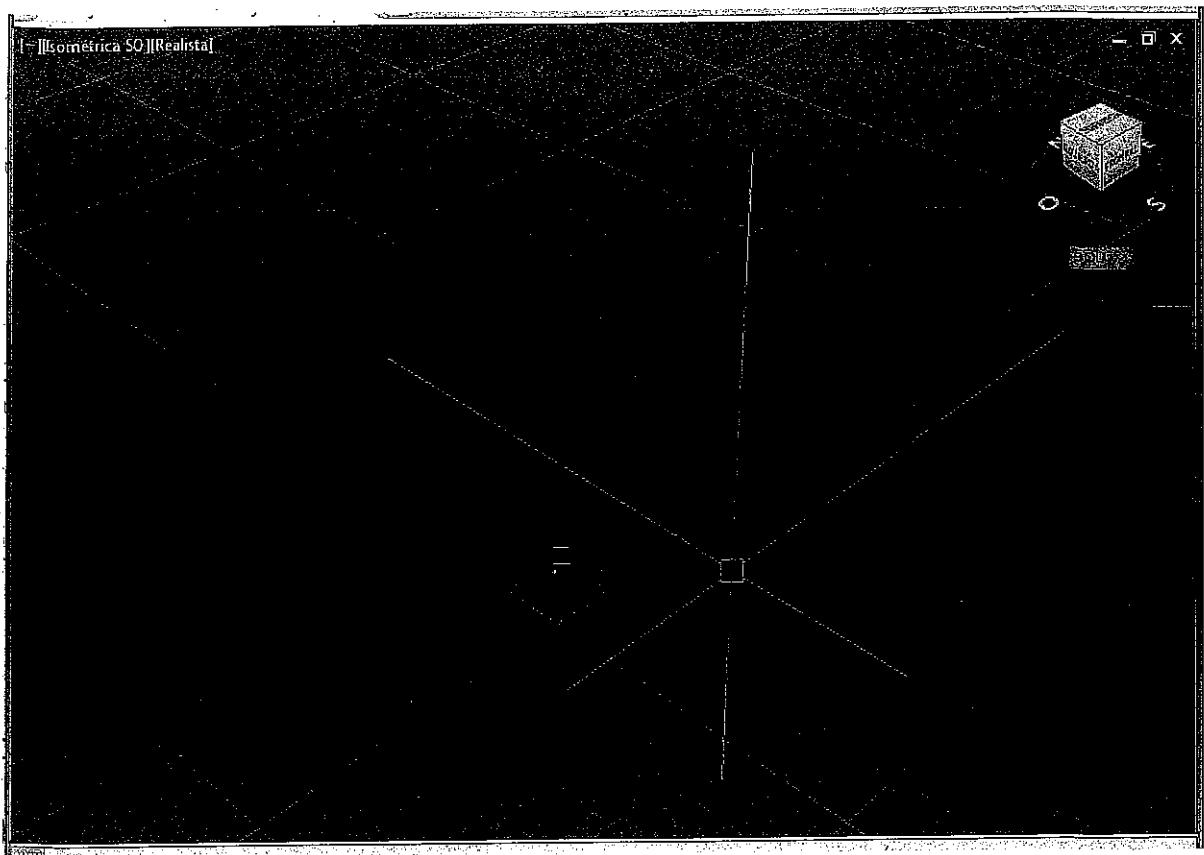
En este tutorial se enseñarán los comandos básicos del modelado 3D en Autocad, así como herramientas y usos del sistema UCS. Para ello debemos abrir un nuevo archivo (file >> new) y seleccionamos como plantilla el archivo acad3D.dwt:



Al seleccionar la plantilla, La pantalla cambia a gris y ahora nos muestra por defecto la vista perspectiva, junto a una grilla de referencia.

## ENTORNO 3D DE AUTOCAD

La pantalla nos queda de la siguiente manera:

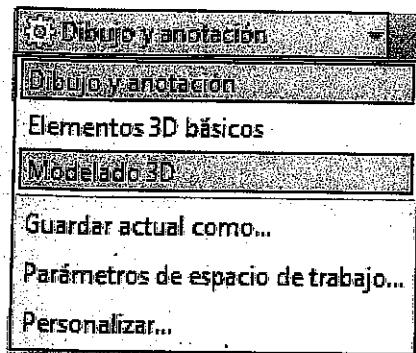
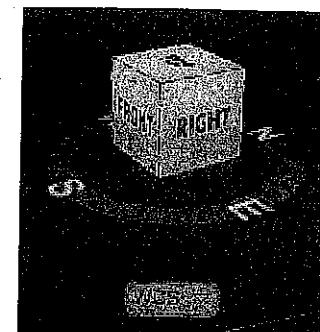


Vemos los 3 ejes cartesianos, los cuales están representados por los siguientes colores:

- **Rojo: eje X.**
- **Verde: eje Y.**
- **Azul: eje Z.**

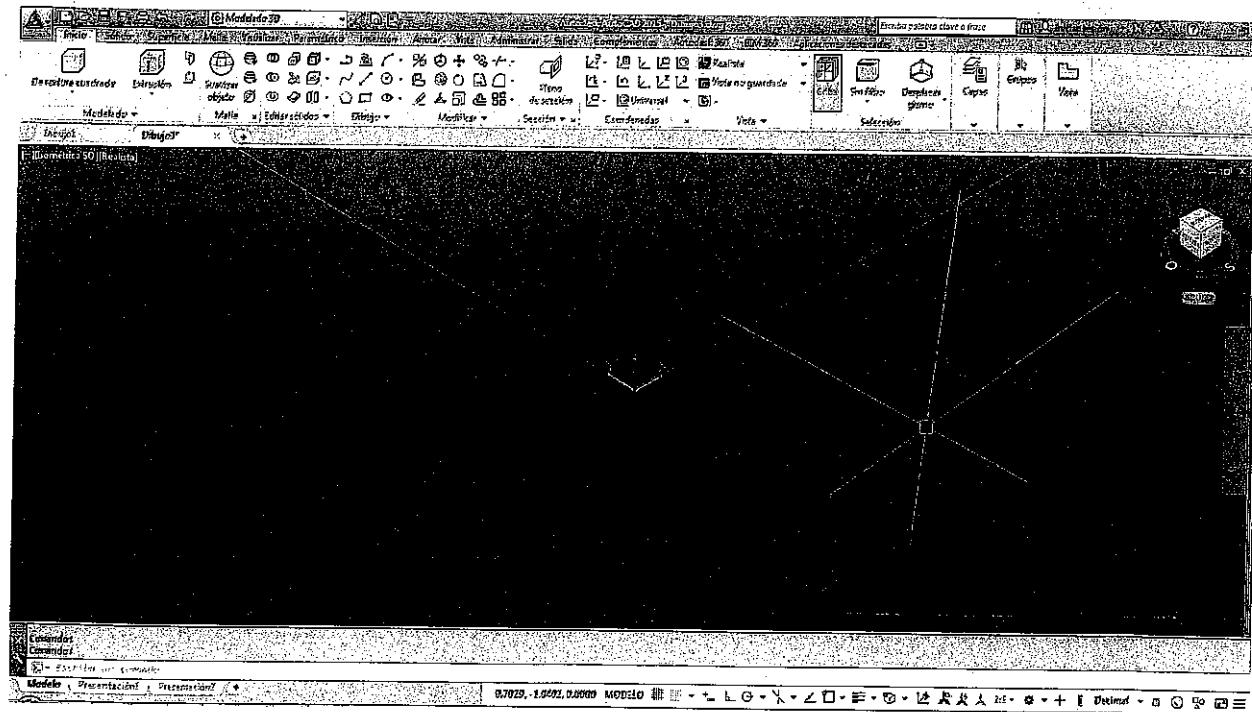
Estos 3 colores son universales para cualquier programa de modelado en 3D sea AutoCAD, Rhinoceros, 3DSMAX, Maya, etc.

Nótese que además de la vista perspectiva creada por defecto, los ejes y la grilla de referencia se agrega una nueva herramienta tomada directamente desde 3DSMAX: el cubo de vistas o también llamado **VIEWCUBE**, que nos permite girar las vistas y por ende nuestro modelo tantas veces como se quiera.

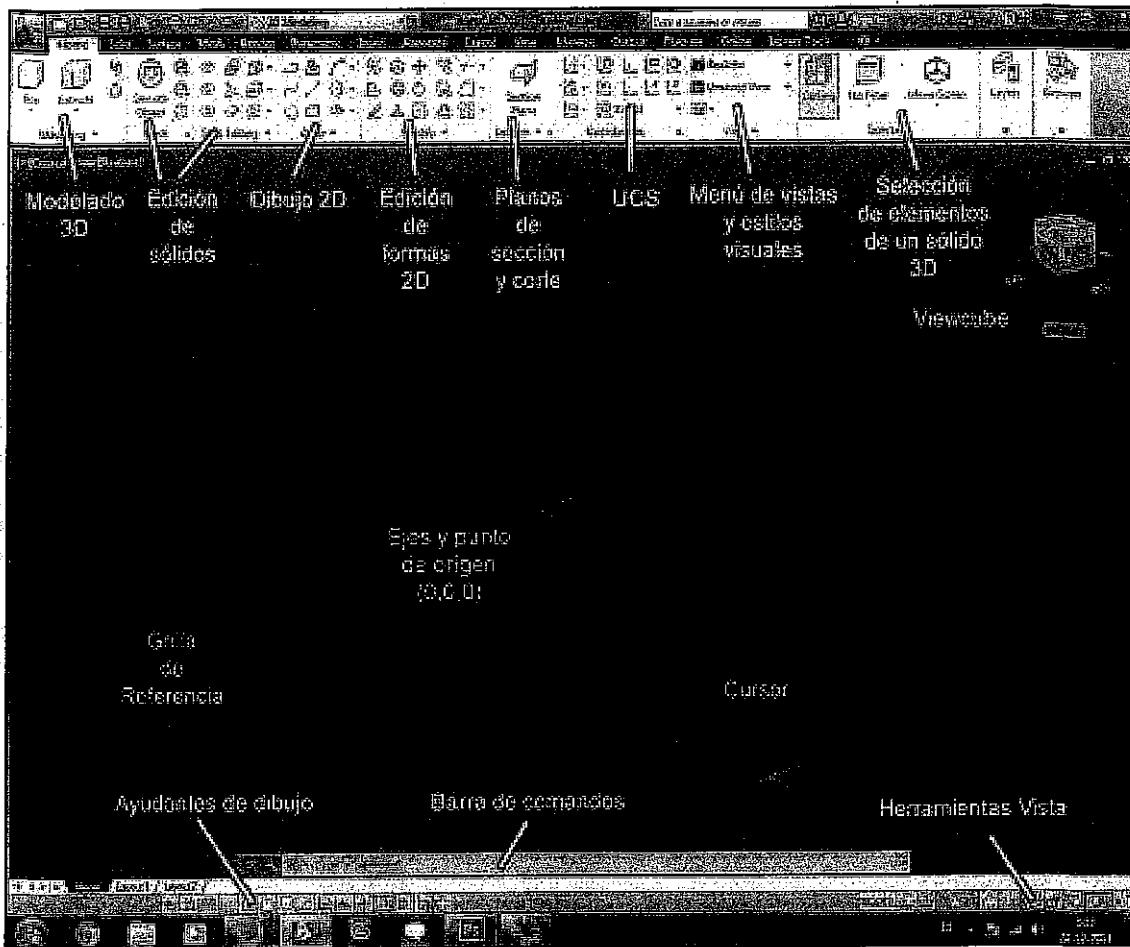


Primero debemos equipar AutoCAD con las herramientas adecuadas para el modelado 3D. Podemos realizar esto al abrir el programa ya que elegiremos el espacio de trabajo llamado **Modelado 3D** en el siguiente menú de AutoCAD:

La pantalla nos queda de la siguiente manera:



El entorno de trabajo de AutoCAD 3D:



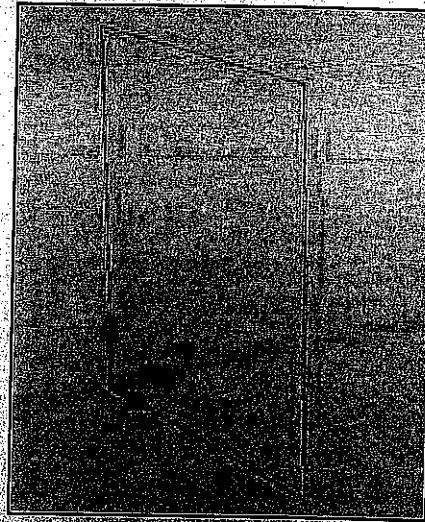
### Dibujando líneas en AutoCAD 3D:

Las herramientas utilizadas para dibujar en 2D de AutoCAD siguen siendo válidas para el modelado 3D. Podemos dibujar cualquier tipo de líneas en el espacio y estas se reflejarán en la vista perspectiva. Si queremos dibujar las líneas en 3 dimensiones, bastará que agreguemos la tercera coordenada, la cual será el eje en Z. Lo mismo en el caso de las coordenadas polares.

Para aclarar un poco más este concepto, podemos dibujar esta forma:

Ejecutamos el Comando line (o letra L, no sirve polilínea puesto que sólo realiza operaciones en 2D) y luego escribimos:

- a) 0,0,0 y luego damos enter.
- b) 400,0,0 y luego damos enter.-
- c) 0,0,400 y luego damos enter.
- d) -400,0,0 y luego damos enter.
- e) 0,0,-400 y luego damos enter.



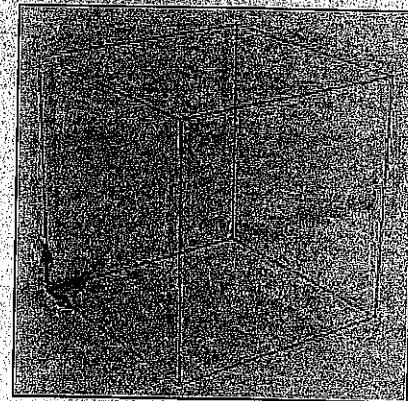
Luego apretamos el botón secundario y cancelamos.

La forma resultante está en el eje XZ, tal como se ve en la imagen de arriba.

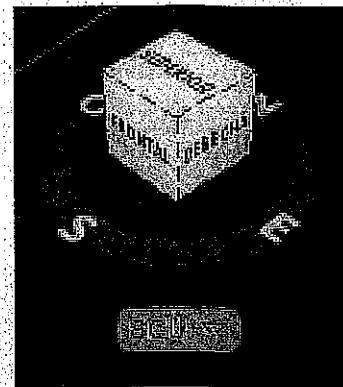
Como se ve en este sencillo ejercicio, para dibujar en 3D basta con agregar la tercera coordenada. AutoCAD nos permite dibujar fácilmente gracias a que los valores se escriben utilizando el formato del plano cartesiano X,Y,Z.

Podemos intentar construir un cubo alámbrico utilizando los mismos parámetros.

Podemos copiar la forma con el comando copiar (CP), seleccionando los objetos y luego escribiendo 0,0,0 para el punto de base, luego escribimos 0,400,0 para la copia y luego cancelamos. Luego activamos los snaps (referencia a objetos) y dibujamos líneas desde las aristas. El resultado es un cubo alámbrico que si bien no es un sólido, está representado en el espacio 3D.



Utilizando esta forma como modelo base, procederemos a girar las vistas mediante el cubo de vistas. Podemos seleccionar cada cara del cubo con el Mouse y dar clic, al hacerlo automáticamente girará a la vista pedida.



Podemos volver a la vista de perspectiva presionando el ícono de home (la casa), si presionamos el botón secundario en ese ícono tendremos acceso a las funciones de Home:

- Definir tipo de perspectiva: paralelo (isométrica), perspectiva o perspectiva con caras ortogonales.
- Definir la vista actual como vista de inicio.
- O cambiar algunos parámetros formales de viewcube.

Si definimos una vista como inicio, al presionar home volverá a esta aunque la vista esté en cualquier orientación.

#### **Otras herramientas para las vistas son las siguientes:**

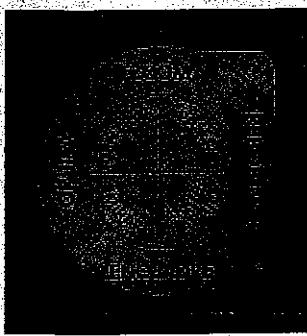
Steering Weel: para activar el comando mantenemos presionado el botón del Mouse y luego lo movemos. Podemos seleccionar una de estas opciones

Encuadre (Pan): encuadra el modelo en la vista (desplazar).

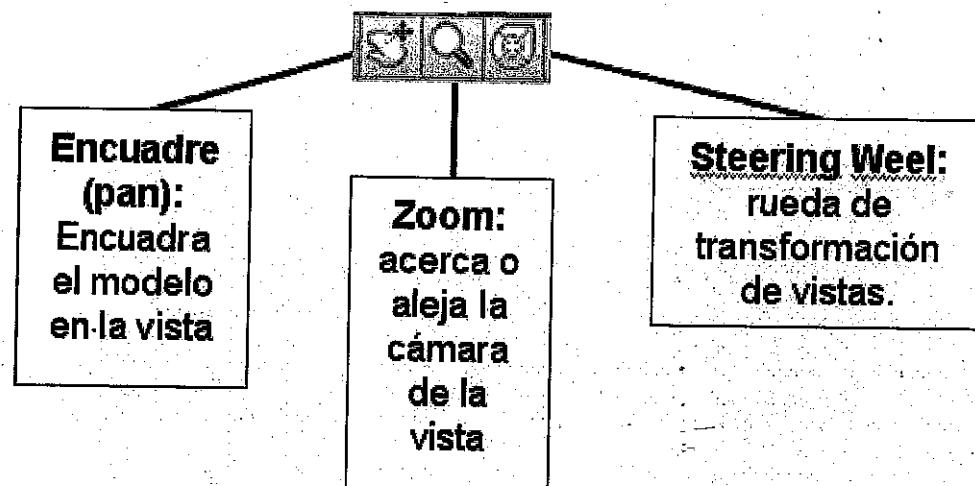
Zoom: aumenta o disminuye el tamaño de la vista.

Orbita (Orbit): mueve la vista en cualquier dirección.

Rebobinar (Rewind): retrocede a través del historial de movimientos.



Herramientas disponibles en la parte inferior derecha de AutoCAD:



### AYUDAS DE DIBUJO:

Existen diversos parámetros que ayudan a la mejor comprensión del espacio 3D y hacernos más fácil la labor de dibujo. Todos los parámetros pueden editarse al presionar el botón secundario sobre el ícono y elegir la opción de parámetros:



- 1- GRIDMODE:** F7 (Mostrar rejilla de dibujo), activa y desactiva la rejilla de la pantalla que sirve de guía para dibujar.

- 2- SNAPMODE:** F9 (Modo Forzar Cursos), fuerza al cursor a seguir la rejilla de referencia y a las subdivisiones definidas de esta.
- 3- ORTHOMODE:** F8 (Restringir cursos ortogonalmete), solo se puede dibujar en angulos rectos.
- 4- RASTREO POLAR:** F10 (Restringir el curso a los ángulos específicos), similar al Ortho pero se puede definir un incremento angular específico, se crean líneas temporales que sirven como guía.
- 5- DIBUJOISO:** F5 (Dibujo Isométrico) Cambio de plano en isométrico izquierda, superior y derecho.
- 6- AUTOSNAP:** F11 (Mostrar el forzado de las líneas de referencia) similar a Rastreo Polar pero en referencia a objetos.
- 7- OSNAP:** F3 (Referencia a objetos) Forzar cursor a puntos de referencia, muestra puntos temporales.

✓ 	Punto final
✓ 	Punto medio
✓ 	Centro
✓ 	Punto
✓ 	Cuadrante
✓ 	Intersección
✓ 	Extensión
✓ 	Inserción
✓ 	Perpendicular
✓ 	Tangente
✓ 	Cercano
✓ 	Intersección ficticia
✓ 	Paralelo

Parámetros de referencia a objetos...

© 2000, PUMA Software, Inc. All rights reserved.

**8- LWDISPLAY:** (Mostrar/Ocultar grosor de línea) muestra u oculta el grosor de las líneas en pantalla.

**9- 3DOSNAP:** F4 (Forzar cursor a puntos de referencia 3D) forza cursor a puntos de referencia en objetos 3D.

- ✓ Vertice
- ✓ Punto medio de arista
- ✓ Centro de cara
- ✓ Nudo
- ✓ Perpendicular
- ✓ Circunferencia

Puntos de referencia en objetos

### Preparando las vistas de trabajo:

Si bien tenemos la vista perspectiva por defecto, necesitaremos configurar más vistas para facilitar las labores del dibujo y no perdernos en el espacio 3D. En Autocad, podemos ir la persiana visualizar y luego a configuración de la ventana gráfica, y seleccionar la disposición que más nos acomode.

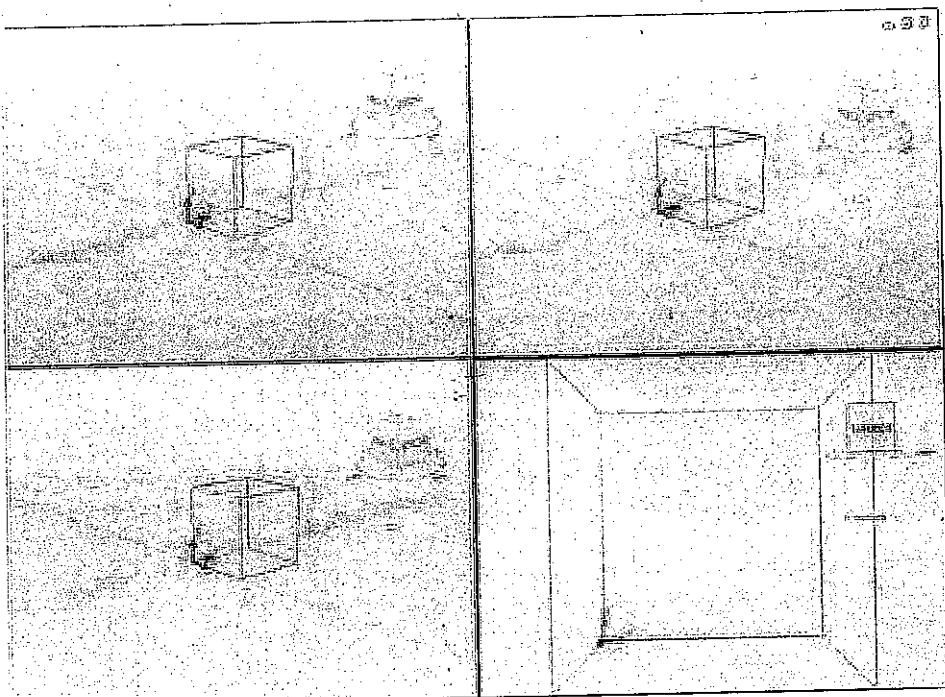
Usualmente las vistas que se configuran en un modelo 3D son:

- Planta
- Frente
- Izquierda y Derecha
- Perspectiva



Podemos elegir la disposición que queramos, en este caso elegimos la opción Cuatro: Igual, para dividir la pantalla en 4 vistas de igual tamaño.

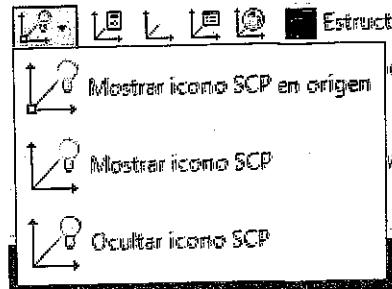
Esta queda de la siguiente forma:



### SISTEMA DE COORDENADAS PERSONALES

El Sistema de Coordenadas Personales nos sirve para ubicar el plano cartesiano XY en cualquier posición del espacio 3D y para modificar el sentido de los ejes, X, Y y Z.

El ícono del Sistema de Coordenadas reflejará el nuevo origen y el sentido de los ejes si el menú “Mostrar ícono SCP en origen” está seleccionado.

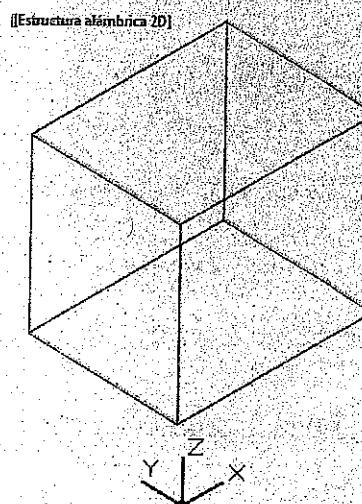


- 3 puntos: crea el UCS alrededor de 3 puntos definidos. Especifica el origen y la dirección del plano XY.
- Rota el plano en torno al eje X. Se debe especificar el ángulo.
- Rota el plano en torno al eje Y. Se debe especificar el ángulo.
- Rota el plano en torno al eje Z. Se debe especificar el ángulo.
- Crea el eje Z a partir de 2 puntos específicos.
- Administra UCS definidos.
- Universal: vuelve al UCS por defecto.
- Vista: establece el UCS con el plano XY paralelo a la pantalla.
- Origen: cambia el punto de origen del UCS.
- Previo: vuelve al último UCS realizado.
- Objeto: alinea el UCS con un objeto seleccionado.
- Cara: alinea el UCS con una cara seleccionada (sólidos).
- Mostrar UCS: muestra u oculta el sistema de ejes.

### Tipos de objetos en 3D:

En AutoCAD tenemos tres tipos de dibujo tridimensional:

Estructura alámbrica: pueden construirse con objetos simples, como líneas y curvas,

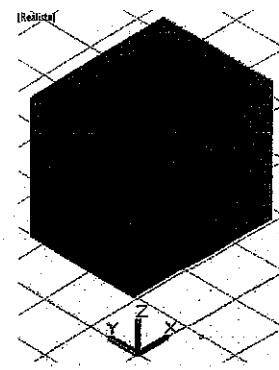


simplemente llevándolas al contexto 3D, es decir, usando coordenadas del eje Z.

Tienen la desventaja de no poder sombrearse ya que sólo muestran la estructura del dibujo.

Modelos sólidos (3D solid): modelos 3D generadas por AutoCAD representado por primitivas básicas (imagen derecha). Estas primitivas son modificadas mediante distintas operaciones y dan forma a cualquier elemento 3D.

Pueden representarse y sombrearse:

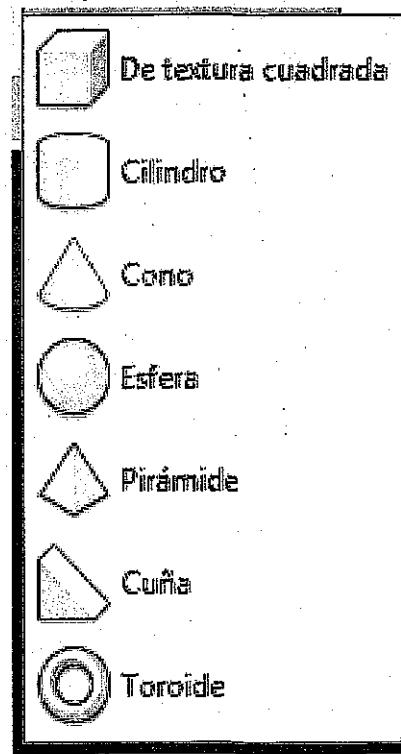


### DIBUJANDO PRIMITIVAS EN 3D:

Dibujar formas 3D en AutoCAD es igual que en 2D, se pueden crear inmediatamente mediante clicks del Mouse o escribiendo los parámetros y luego tecleando Enter.

**De textura cuadrada:** Para dibujarlo, elegimos el primer punto que será nuestra primera esquina. Luego nos pedirá la esquina opuesta que escribiremos como X,Y. Lo escribimos y damos Enter, luego nos pedirá la altura. Se la asignamos y terminamos con Enter para finalizar. Además disponemos de las siguientes opciones:

Cubo (C): sólo nos pedirá una dimensión y creará el cubo.



**Longitud (L):** podremos asignar cada lado por separado, y podremos crearlo.

**Cilindro:** Para dibujarlo, elegimos el primer punto que será nuestra base. Luego nos pedirá el radio (podemos cambiarlo por el diámetro si escribimos D), lo escribimos y damos Enter, luego nos pedirá la altura. Se la asignamos y terminamos con Enter para finalizar.

**Cono:** se dibuja igual que el cilindro.

**Esfera:** Para dibujarla elegimos el primer punto que será nuestra base. Luego nos pedirá el radio (podemos cambiarlo por el diámetro si escribimos D), lo escribimos y damos Enter para finalizar.

**Pirámide:** Para dibujarla elegimos el primer punto que será nuestra base. Luego nos pedirá el radio (si escribimos la letra i, el radio partirá desde una arista de la pirámide) y damos Enter, luego nos pedirá la altura. Se la asignamos y terminamos con Enter para finalizar. Además disponemos de las siguientes opciones:

Arista (A): la creación parte desde una arista de la pirámide, en lugar del centro.

Lados (L): podremos cambiar el número de lados de la pirámide.

**Cuña:** Para dibujarla, elegimos el primer punto que será nuestra primera esquina (si escribimos la letra C, podremos crear la cuña desde el centro de gravedad). Luego nos pedirá la esquina opuesta que escribiremos como X,Y. Lo escribimos y damos Enter, luego nos pedirá la altura. Se la asignamos y terminamos con Enter para finalizar. Además disponemos de las siguientes opciones:

Cubo (C): sólo nos pedirá una dimensión y creará la cuña con dimensiones cúbicas.

Longitud (L): podremos asignar cada lado por separado, y podremos crearlo.

**Toroide:** Para dibujarlo elegimos el primer punto que será nuestra base. Luego nos pedirá el radio (podemos cambiarlo por el diámetro si escribimos D), lo escribimos y damos Enter. Luego se nos pedirá el radio de sección (que es el radio de la tubería del toroide) y damos Enter para finalizar. Además disponemos de las siguientes opciones:

Tres puntos (3P): define 3 puntos en el plano para la creación del círculo.

Dos puntos (2P): define 2 puntos en el plano para la creación del círculo.

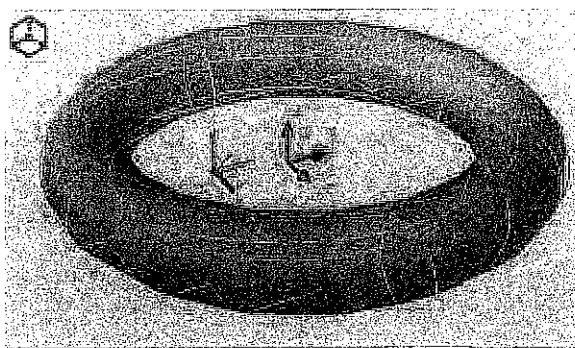
Tangentes (Tgt): define el círculo base entre 2 tangentes de objetos.

## TRANSFORMACIONES BÁSICAS DE OBJETOS EN 3D:

### Mover (Desplazar):

**Desplazar** nos permite mover un objeto 3D en el espacio tridimensional.

Se puede mover el objeto en todas las direcciones posibles, y la herramienta 2D funciona perfectamente en el entorno 3D simplemente agregándole la magnitud del eje Z. Lo ejecutamos con **Desplazar** o la letra (**d**).

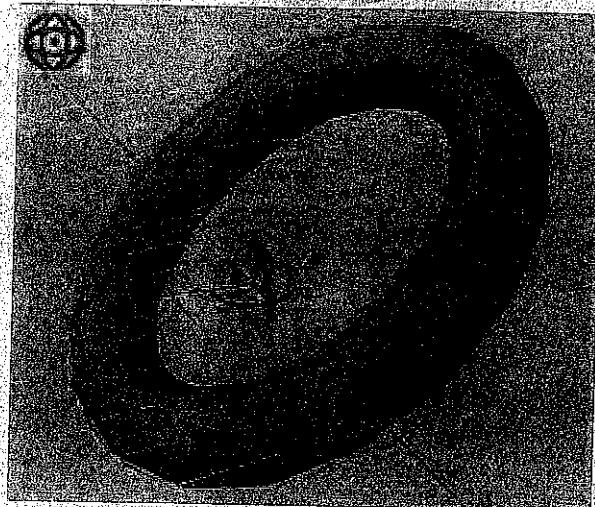


En 3D además disponemos del comando **3Dmove**: a diferencia del desplazamiento tradicional, después de determinar el punto base se forman los ejes de desplazamiento y mediante estos podremos determinar hacia dónde queremos desplazarnos. La zona en amarillo limitará el o los ejes en el cual nos desplazaremos.

**Girar** nos permite rotar un objeto 3D en torno a un eje determinado. Se ejecuta con el comando (**gira**). Antes nos conviene rotar el SCP alrededor del eje en el que queremos efectuar la rotación.

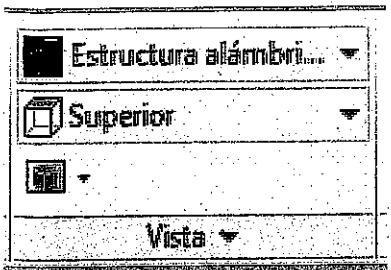
En 3D además disponemos del comando **Girar Gizmodo**: a diferencia de la rotación tradicional que sólo lo hace en el eje Z, después de determinar el punto base se forman los ejes que marcan el sentido de rotación y mediante estos podremos determinar hacia dónde queremos girar nuestro objeto. La zona en amarillo limitará el o los ejes en el cual rotamos.

**Escala**: Nos permite escalar (agrandar o achicar) un objeto 3D. Se ejecuta con el comando (**escala**), luego se selecciona el punto base para finalmente ingresar el factor de escala: 1 es por defecto, la escala real del objeto. Podemos multiplicar o dividir este valor para aumentar o reducir el tamaño.



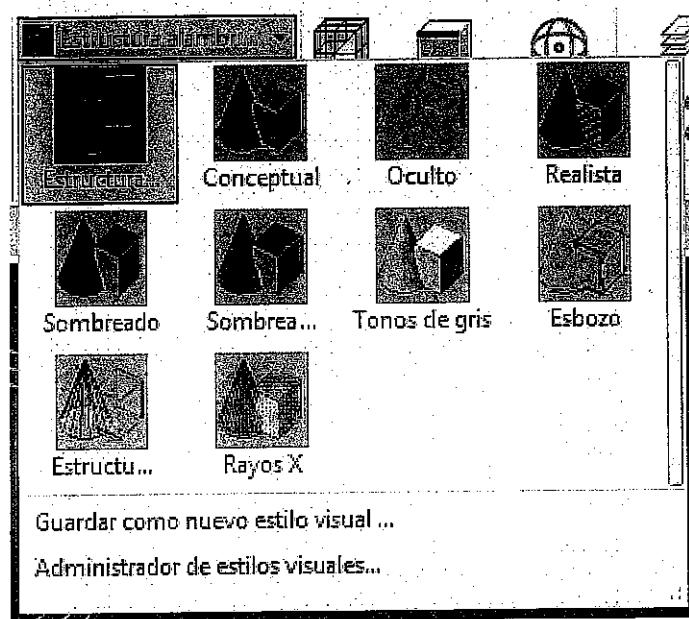
**Copiar:** Nos permite copiar un objeto 3D en el espacio tridimensional. Se puede copiar el objeto en todas las direcciones posibles, y la herramienta 2D funciona perfectamente en el entorno 3D simplemente agregándole la magnitud del eje Z.

## MENÚ DE GRUPOS VISTAS.



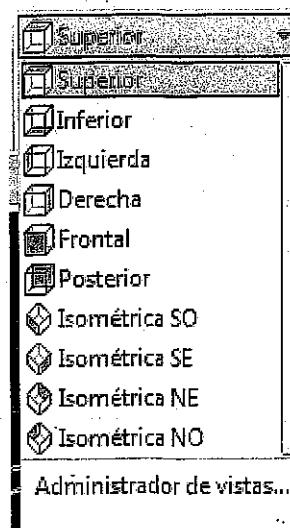
En el menú de Vistas están primordialmente dos contextos los cuales son los estilos visuales y el Administrador de vistas.

El primero es el cual Un estilo visual es un grupo de parámetros que controlan la visualización de aristas y de sombreados en la ventana gráfica. En lugar de



utilizar comandos y de configurar variables de sistema, puede cambiar las propiedades del estilo visual.

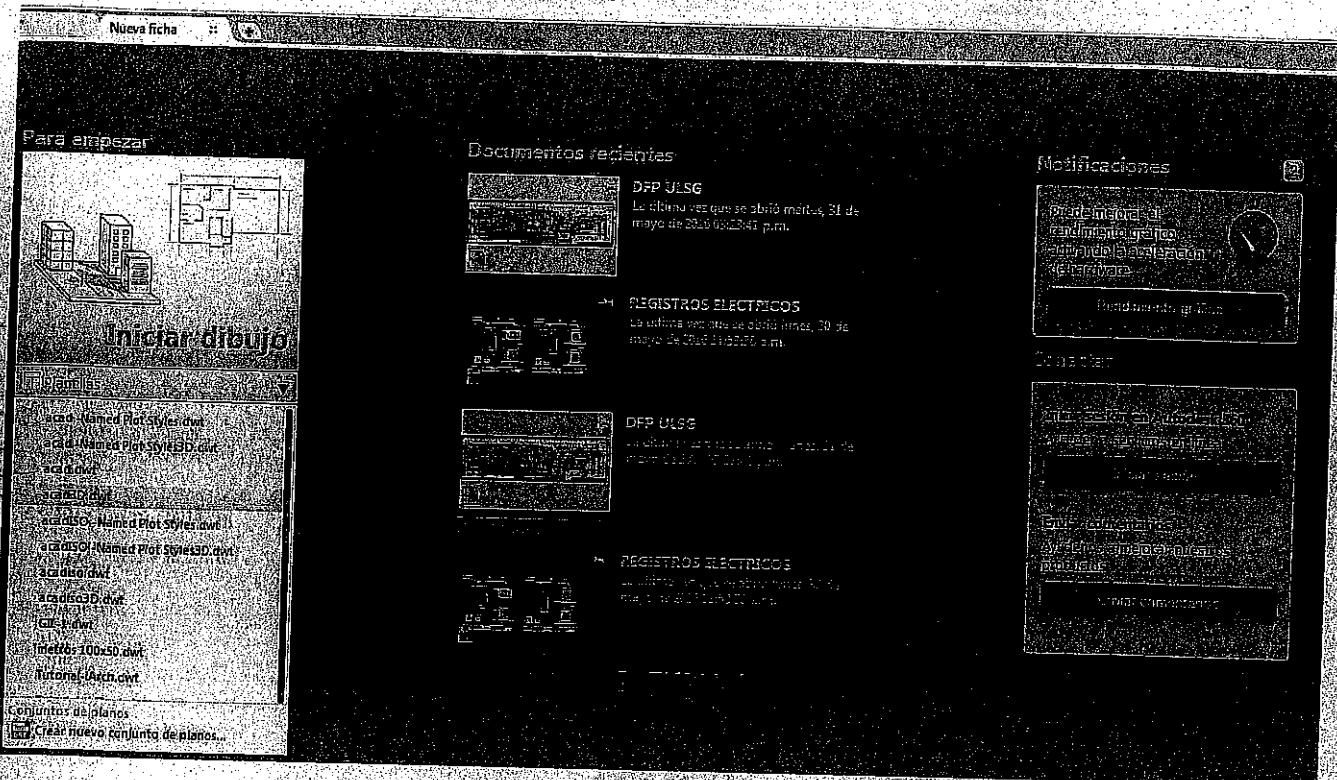
En cuanto aplique un estilo visual o cambie los parámetros, podrá ver el efecto en la ventana gráfica.



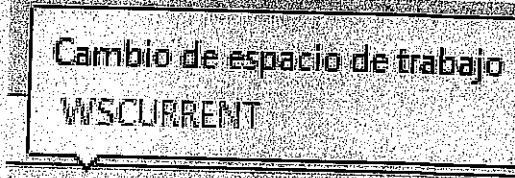
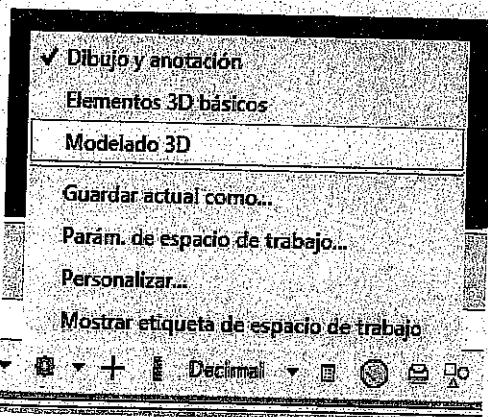
Además el administrador de vistas nos será útil para, seleccionar la vista que más nos sea de utilidad, y nos presente una mejor visibilidad del objeto 3D.

## TRABAJAR CON ENTORNO 3D

Iniciaremos nuestro entorno de trabajo en formato 3D:

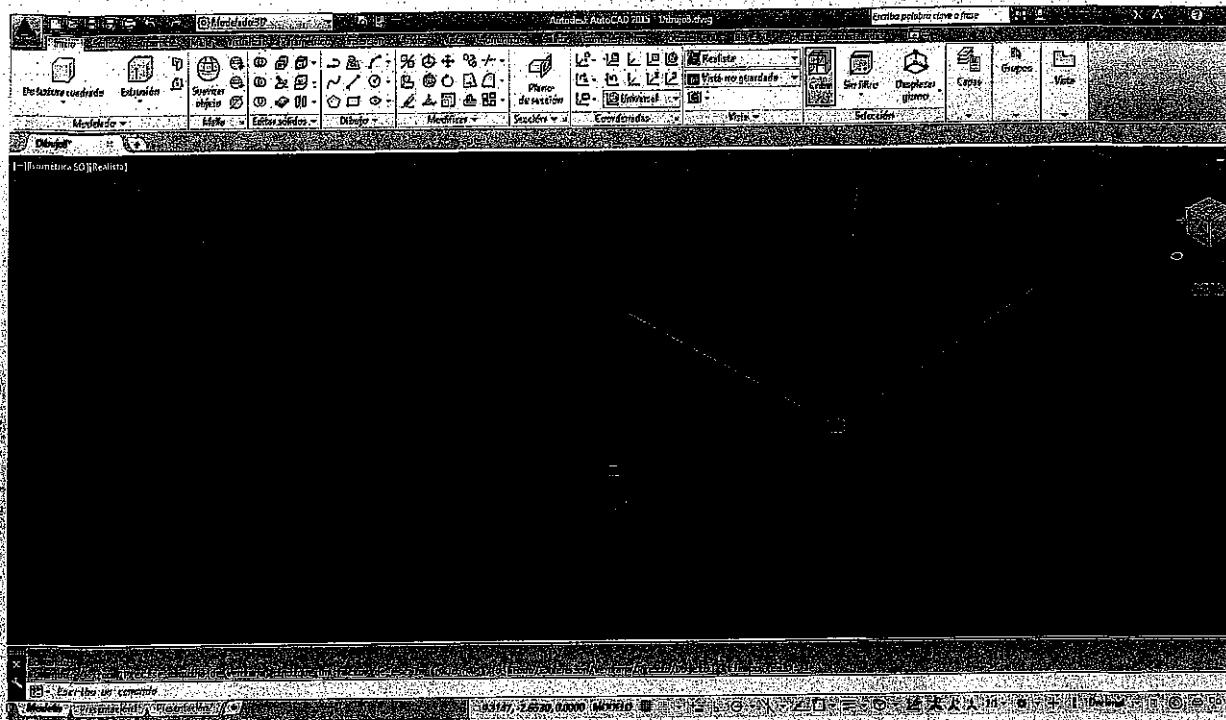


También se puede cambiar el entorno desde las **ayudas de dibujo** en el ícono en forma de engrane llamado (**WSCURRENT**):  
**Cambio de espacio de trabajo:**



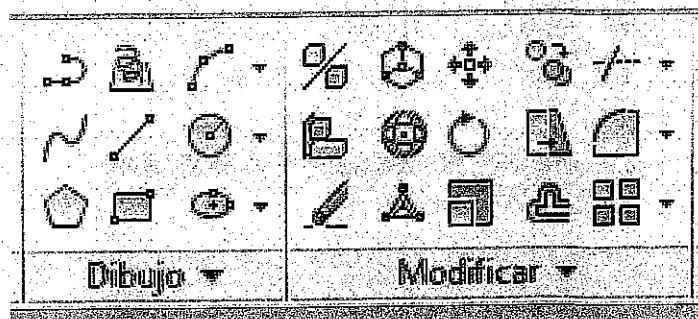
**Cambiar el entorno a Modela 3D:**

**Este sería la interfaz para dibujar en 3D:**



La diferencia en el entorno 2D que ya conocemos y 3D que comenzaremos a trabajar, se encuentra en la barra de edición de AutoCAD:

Son estas dos paletas de edición que serán básicas para poder realizar las creaciones de los dibujos en 2D necesarios para poder modelar en 3D.

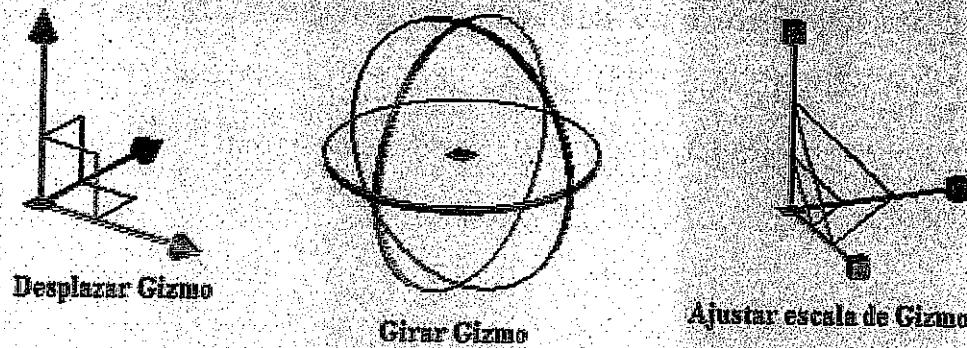


**El 3D se completa del 2D, esto es básicamente porque es primordial crear 2D para poder levantar en 3D.**

## **Cómo se usan los diferentes Gizmos.**

**Hay tres tipos de Gizmos :**

- **3D Desplazar Gizmo:** Reubica objetos seleccionados a lo largo de un eje o plano.
- **3D Girar Gizmo:** Seleccionados alrededor de un eje especificado.
- **3D Ajustar escala de Gizmo:** Escalas objetos seleccionados a lo largo de un plano o eje especificado, o de manera uniforme a lo largo de los 3 ejes.



De forma predeterminada, los Gizmos se muestran automáticamente cuando se selecciona un objeto o sub objeto en una vista que tiene un estilo visual 3D.

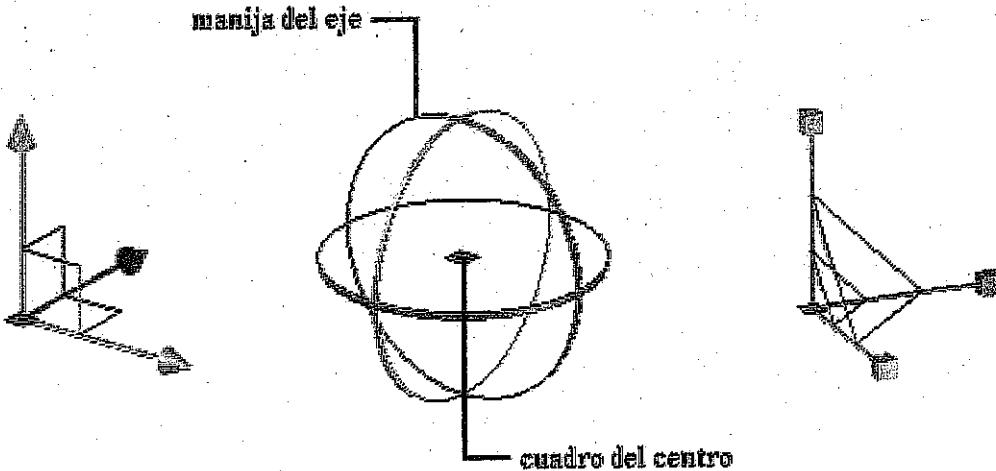
Porque limitan modificaciones a lo largo de planos o ejes específicos, los Gizmos ayudan a asegurar resultados más predecibles.

Puede especificar qué artilugios se visualiza cuando se selecciona un objeto, o puede suprimir su pantalla.

## Mostrar los Gizmos

Los Gizmos sólo están disponibles en las vistas 3D que están configurados para utilizar un estilo visual 3D tales como ocultos. Puede establecer el Gizmo que se mostrará automáticamente cuando se selecciona un objeto 3D o sub objeto. Los Gizmos también se muestran durante el movimiento 3D, Girar 3D, y las operaciones de escala 3D.

Por defecto, el Gizmo es inicialmente colocado en el centro del conjunto de selección. Sin embargo, se puede trasladar a cualquier lugar en el espacio 3D. El cuadro central (o pinzamiento base) del aparatito establece el punto base para la modificación. Este comportamiento es equivalente a cambiar temporalmente la posición de la UCS medida que se mueve o gira los objetos seleccionados. Los mangos de los ejes en el aparatito restringen el movimiento o la rotación de un eje o plano.

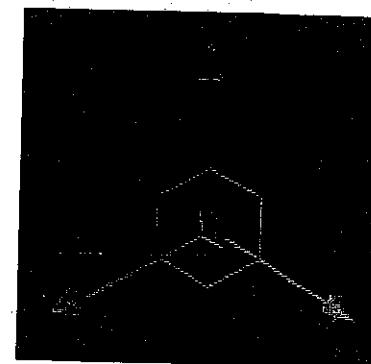
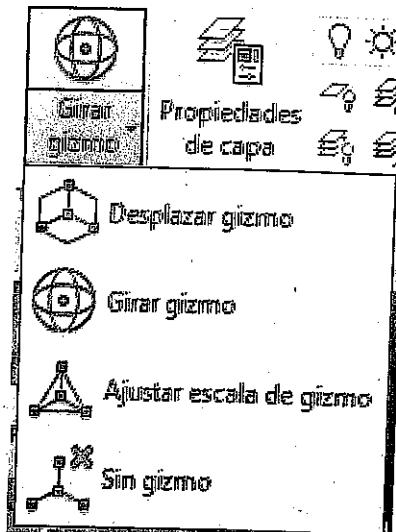


## Cambio entre los Gizmos.

Cada vez que se selecciona un objeto en una vista 3D, se muestra el Gizmo por defecto. Se puede seleccionar un valor predeterminado diferente en las pestaña de selección, o cambiar el valor de la variable de sistema. También puede suprimir la presentación del Gizmo cuando se seleccionan, sin Gizmo.

Después de que el Gizmo está activo, también se puede cambiar a un tipo diferente de Gizmo. El Gizmo difiere, dependiendo de cuando se seleccionan los objetos:

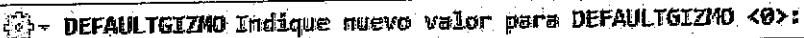
- **Seleccionar objetos en primer lugar.** Si un Gizmo está en curso, puede pulsar la barra espaciadora varias veces para recorrer los otros tipos gizmo. Cuando cambia el Gizmo en este modo, la actividad Gizmo está restringido al eje o plano seleccionado originalmente. Durante una operación el Gizmo, también puede seleccionar un tipo de Gizmo diferente en el menú contextual.
- **Ejecute el comando primero.** Al iniciar el Desplazar gizmo, Girar gizmo o Ajustar escala de gizmo, antes de la selección de objetos 3D, el gizmo se coloca en el centro del conjunto de selección. Utilice el centro del Gizmo, para reubicar en cualquier lugar del espacio 3D.



## Cambiar la configuración de Gizmo

Los siguientes ajustes afectan a la visualización de artilugios:

**Gizmo por defecto.** Especificada por la variable del comando, **DEFAULTGIZMO** el gizmo se muestra por defecto cuando se selecciona un objeto en una vista con un estilo visual 3D.



- 0 = Desplazar gizmo.
- 1 = Girar gizmo.
- 2 = Ajustar escala de gizmo.
- 3 = Sin gizmo.

**Ubicación predeterminada.** El comando **GTLOCATION** establece la ubicación predeterminada del gizmo. Este se puede visualizar en el centro del conjunto de selección (por defecto), o puede ser colocado en los 0,0,0 coordenadas del SCP actual.

- Introduzca 1 para establecer la ubicación en el centro geométrico del conjunto de selección.
- Introduzca 0 para establecer la ubicación para solapar el icono SCP.

**Visualización automática.** El comando **GTAUTO** se muestran automáticamente al seleccionar objetos en una vista 3D que se establece en un estilo visual 3D (por defecto). Si se desactiva con este comando, los gizmos no se muestran hasta que este sea activos.

## **VISUALIZACIÓN DEL ENTORNO**

### **Eje de Coordenadas:**

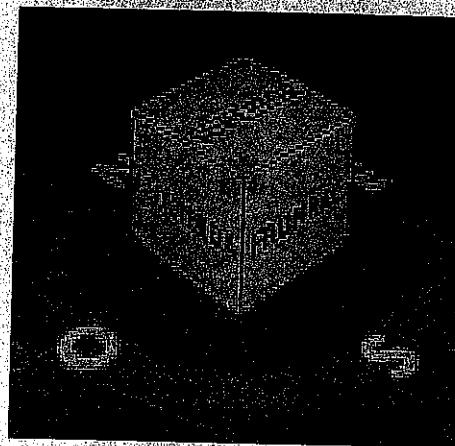
En la interfaz de AutoCAD 3D el eje de coordenadas está caracterizado por manejitas valores en la barra de ayuda de trabajos donde aparece valores tanto en X como en Y, pero para esta interfaz ya debemos contar con un valor en Z.

### **Ejemplo de los 3 valores en los ejes:**



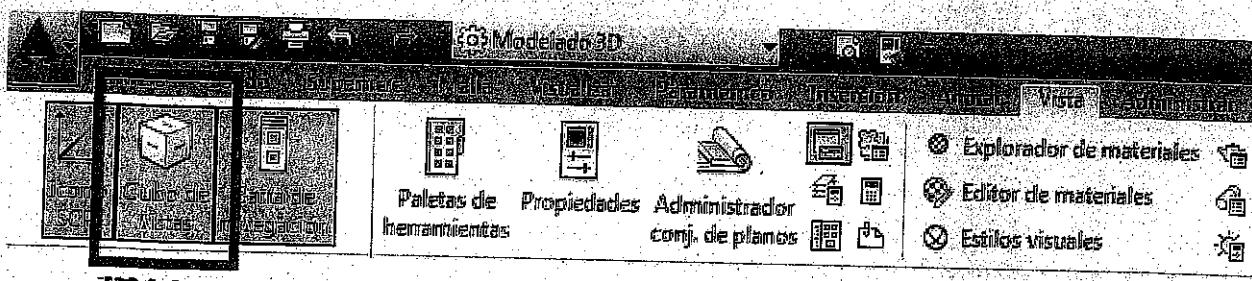
### **ViewCube:**

ViewCube es una herramienta de navegación 3D que aparece cuando está activo el sistema de gráficos 3D y que permite alternar entre las vistas estándar e isométricas.



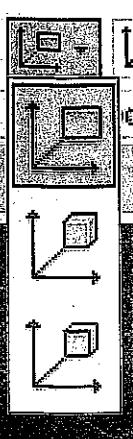
En el Explorador de modelos, ViewCube siempre está visible. Si coloca el cursor encima de ViewCube, pasará a estar activo. Puede pasar a una de las vistas preestablecidas que haya disponible, rotar la vista actual o cambiar a la vista de inicio del modelo.

### **Visualización de ViewCube en el área de trabajo:**

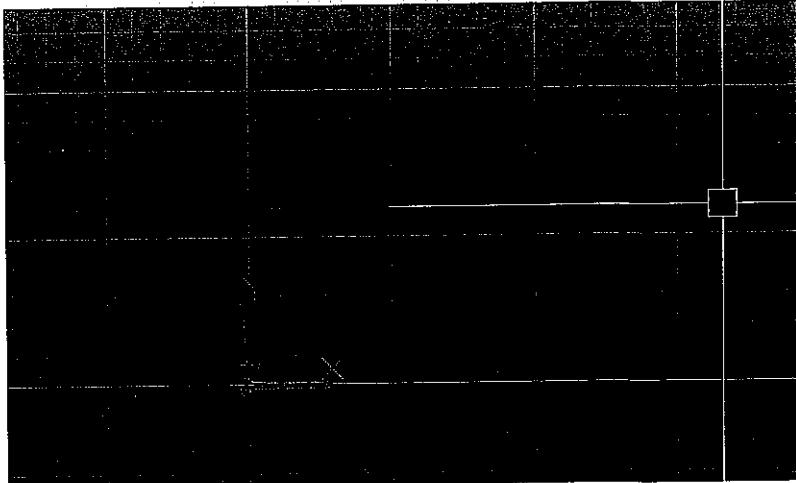


**Manejo de sistema de coordenadas:**

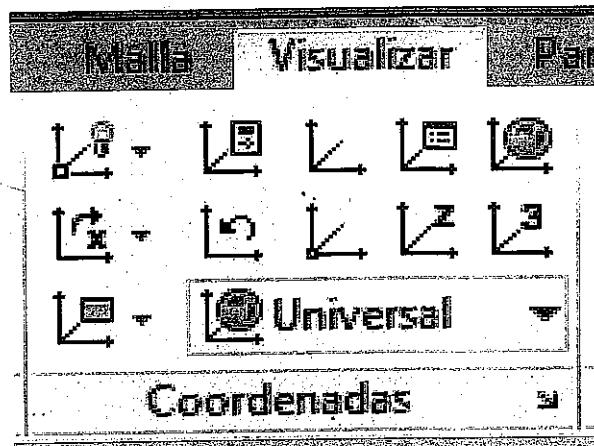
Es importante poder tener una habilidad para poder manejar el sistema de coordenadas, en la forma en que uno se puede desplazar en los planos, esto para poder designar sobre que plano queremos trabajar y realizar la figura.

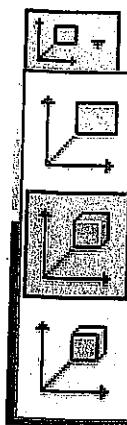

**Vista.**

Alinea el plano X Y del SCP con un plano perpendicular a su dirección de visualización. El punto de origen no cambia, pero los eje X e Y se vuelven horizontales y verticales.



En esta imagen se ve como el Sistema X Y queda alineado con la pantalla.

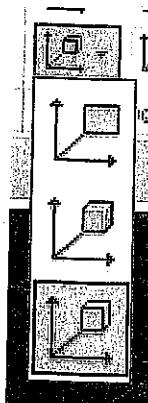
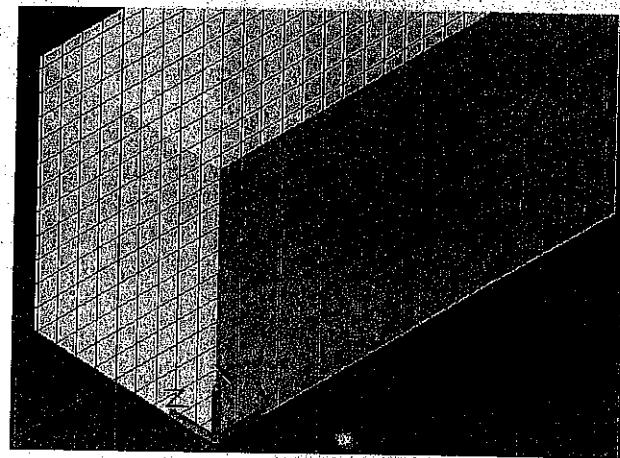


**Objeto.**

Alinea el sistema de coordenadas personal con un objeto seleccionado:

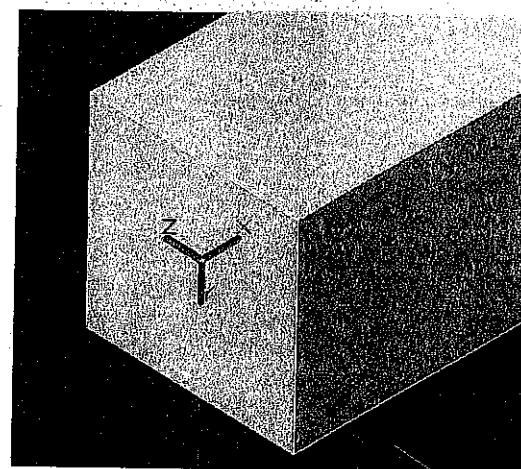
Mueva el cursor sobre un objeto para ver una vista preliminar del modo en que el SCP se alineara y haga clic para colocar el SCP. En la mayoría de los casos, el origen del SCP se encuentra en el punto final más cercano al punto especificado, el eje X se alinea con un arista o tangente de una curva y el eje Z se alinea en perpendicular al objeto.

En esta imagen se ve como el Sistema X Y queda alineado con el objeto en 3D

**Cara:**

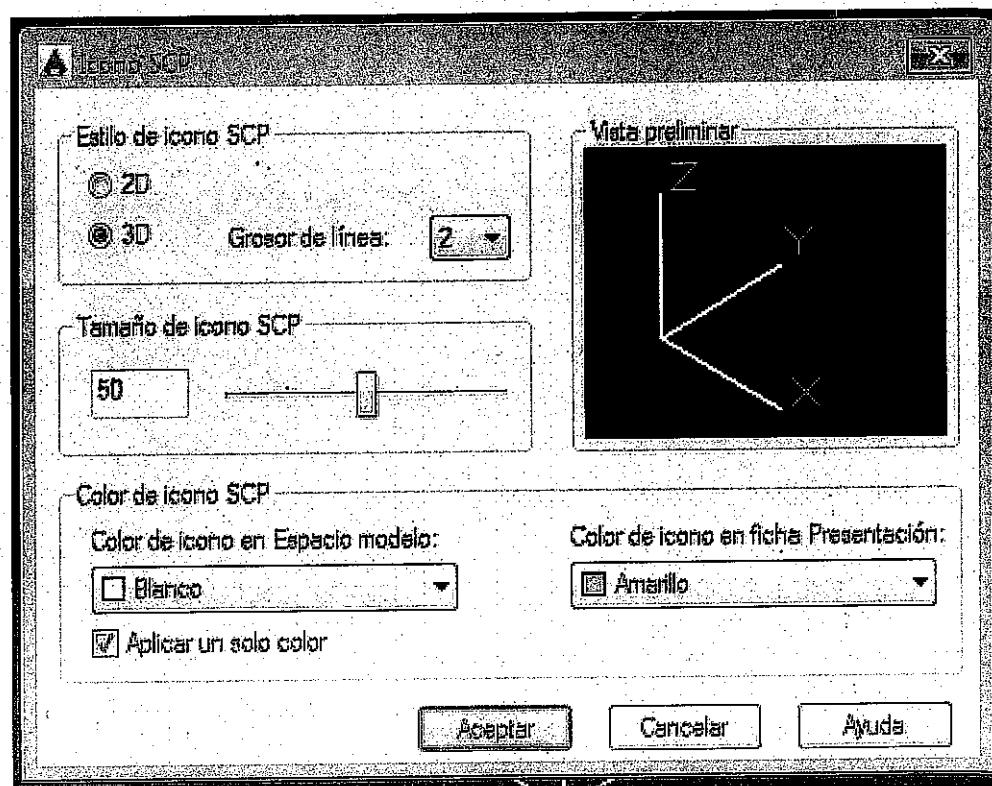
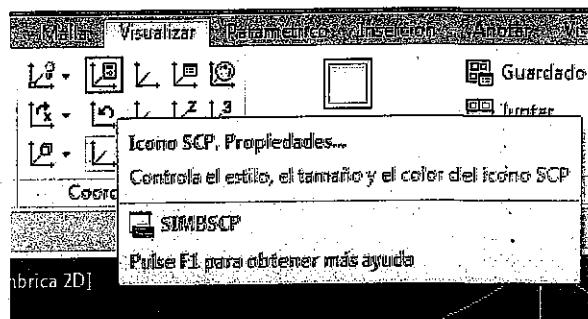
Alinea el sistema de coordenadas personales con una cara de un sólido 3D.

Mueva el cursor sobre una cara para ver una vista preliminar de la forma en que el SCP se alinearán.



### Propiedades del Icono SCP:

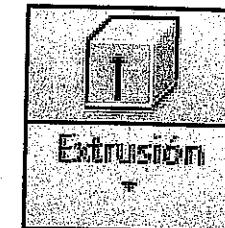
Aquí se puede entrar al menú del ícono SCP, en sus propiedades para poder modificarlo el ícono en color en grosor, etc.



## COMANDOS PRINCIPALES:

### Comando - Extrusión:

Con el comando **EXTRUSIÓN**, se pueden crear sólidos mediante la adición de grosor de los objetos seleccionados. El comando se puede aplicar a objetos cerrados como polilíneas, polígonos, rectángulos, círculos, elipses, donas, y regiones. No se puede aplicar este comando a objetos 3D, objetos que forman parte de un bloque, polilíneas que no son cerradas. La extrusión a un objeto se aplica a lo largo de un camino, o se puede especificar un valor para la altura y un ángulo de reducción de la base.

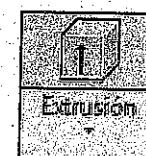


### Extruir en 3D a partir de un objeto de 2D:

Para poder realizar esto nuestro objeto puede ser un objeto cerrado, una polilínea, una figura o una malla creada en el plano X Y, y no debe tener una distancia en Z.

### Para aplicar el comando extrusión:

1. Daremos un clic en el ícono Extrusión.
2. Seleccionamos el objeto, a Extruir.
3. Daremos un valor en Z o simplemente jalamos para poder observar la extrusión.



Objeto Original

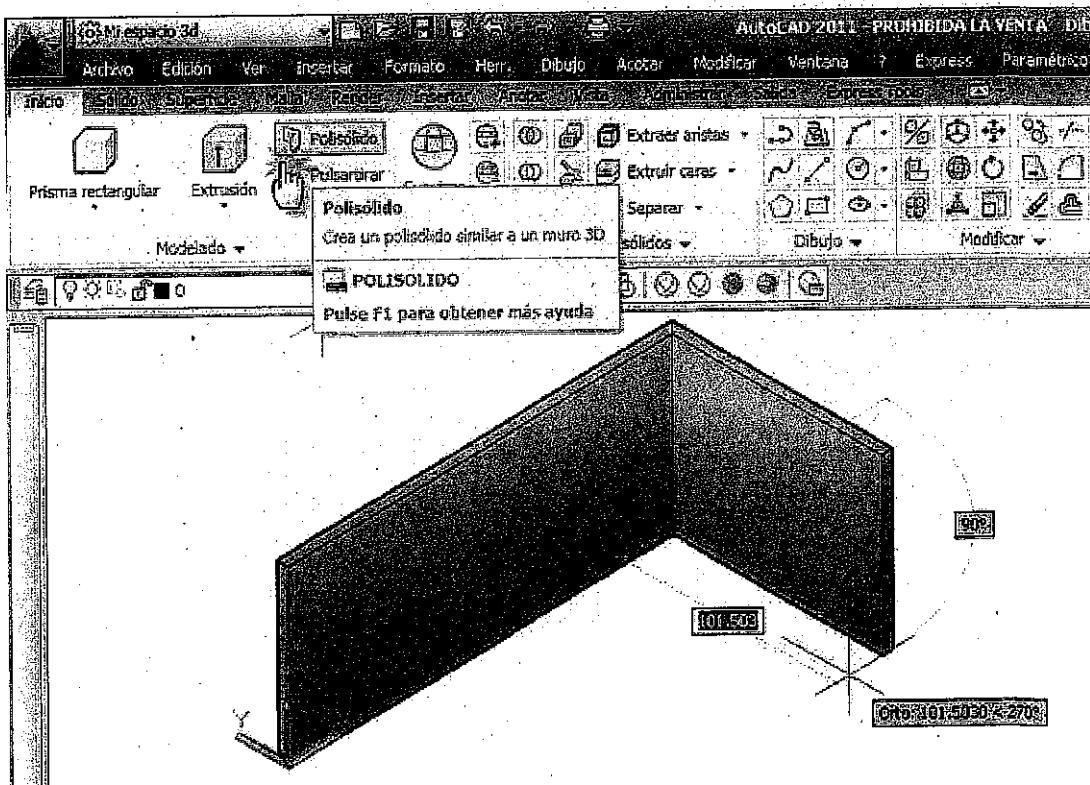
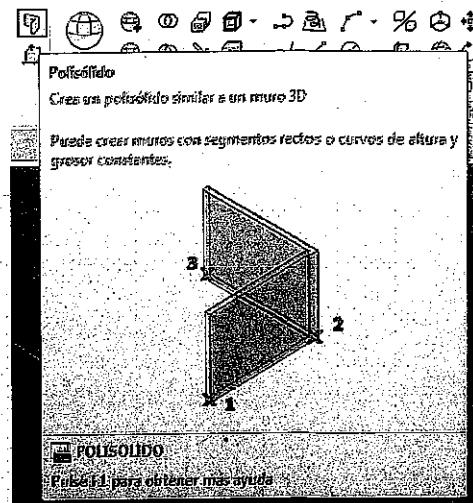


Objeto aplicando  
Extruir

Nota: La figura puedes ser cualquiera que uno desee.

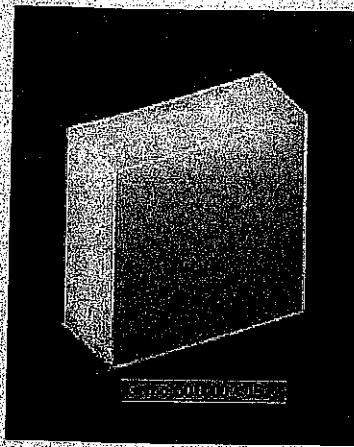
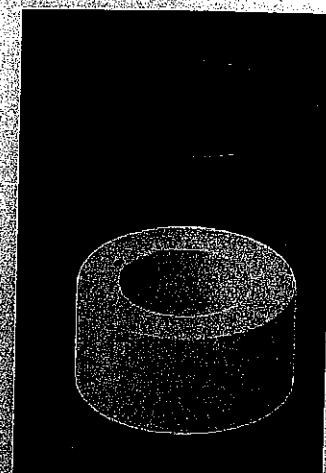
### Comando - Polisólido:

Una herramienta de modelado básico es la llamada **Polisólido**, se asemeja mucho a una polilínea 3D, pero con grosor y con altura. Es posible crear polisólidos desde la nada, o bien transferir sus propiedades a objetos existentes (líneas, arcos, polilíneas, etc.). La mayor aplicación de este comando está en la creación de muros, pero se lo puede usar para crear objetos cuya sección este formada por 4 lados.

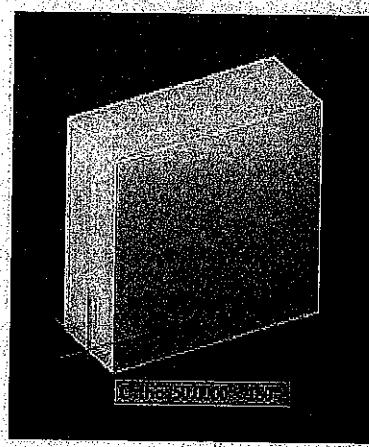


**Las opciones para Polisólido son las siguientes:**

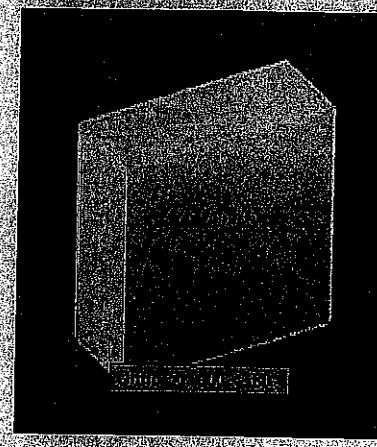
- **Objeto (O):** si elegimos esta opción y elegimos alguna forma 2D, el polisólido tomará este recorrido como forma aunque el comando se cerrará. También es la opción por defecto y dibujará los sólidos si clickeamos en cualquier punto del espacio 3D.
- **Altura (A):** define la altura. Una vez definida volveremos a las opciones del comando.
- **aNchura (N):** define ancho del polisólido. Una vez definida volveremos a las opciones del comando.
- **Justificar (J):** define el punto base del polisólido. Si elegimos Izquierdo el punto estará a la izquierda, Centro define el punto medio del ancho y Derecho la derecha. Ideal para definir la posición de los muros.



(Izquierda)



(Centro)



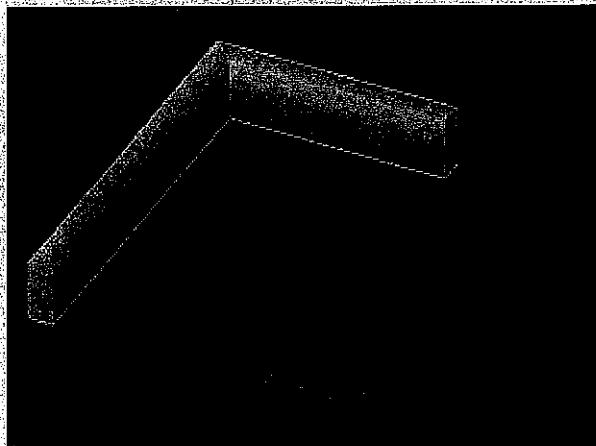
(Derecha)

Al ejecutar polisólidos y colocar el primer punto, podremos elegir la opción de elegir formas curvas (arcos) en lugar de la línea recta, según la siguiente imagen:

 - POLISOLIDO Precise punto siguiente o [Arco Deshacer]:

Donde tenemos las siguientes opciones:

**Arco (A):** permite elegir la opción de dibujar arcos (izquierda).

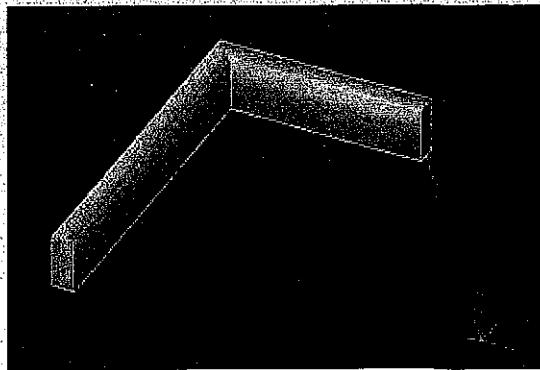


**deshacer (D):** deshacer, deshace el último sólido dibujado de forma similar a Deshacer de Polilínea.

Si elegimos la opción Arco nos aparecerá un nuevo cuadro de opciones:

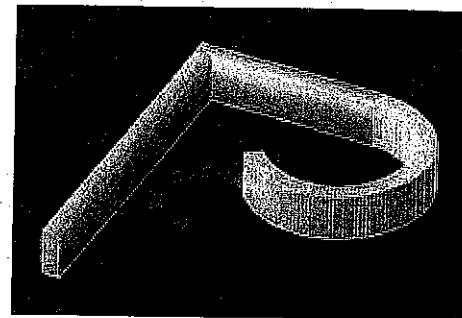
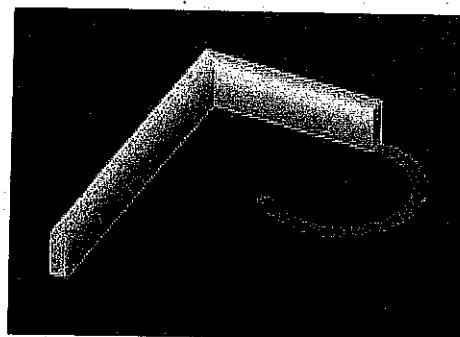
 - POLISOLIDO Precise punto final del arco o [Dirección Línea Segundo punto deshacer]:

**Dirección (D):** con esta opción podemos especificar la dirección en que queremos que se formen los arcos. A partir de esta opción podremos designar puntos específicos para dibujar la curva.



**LíNea (L):** volvemos a las formas rectas.

**Segundo punto:** especifica un segundo punto donde irá nuestro arco.

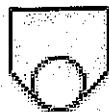


**deshacer (D):** deshacer, deshace el último sólido dibujado de forma similar a deshacer de Polilínea.

Como vemos, este comando es una excelente opción para crear cerramientos de muros y se aplica sobre todo en el modelado de viviendas, ya que al ser sólidos 3D tienen las mismas propiedades de estos además de ser bastante fácil de definir y configurar. Eso sí, debemos configurar el ancho, alto y la justificación antes de proceder a dibujar nuestro Polisólido.

**Comando - Solevar:**

– Otro comando interesante de AutoCAD es el llamado **Solevar**:

**Solevar**

este nos permite construir superficies o sólidos entre los lados de los objetos 2D lo cual nos permitirá crear geometrías complejas. Para probar este comando realizaremos un florero sencillo. Comenzaremos creando 4 círculos para dar la forma:



– Círculo 1: en 0,0,0 y radio 5.

– Círculo 2: en 0,0,10 y radio 7.5.

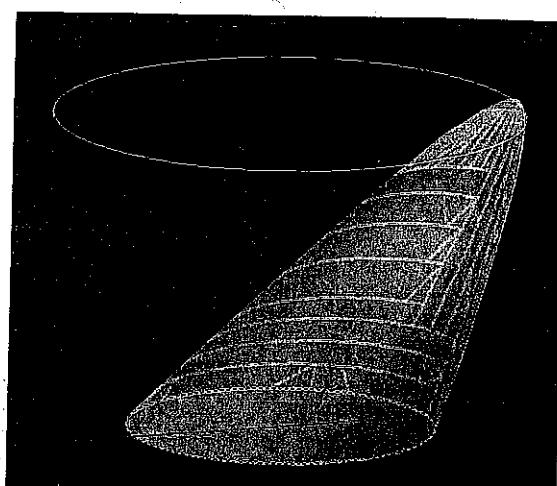
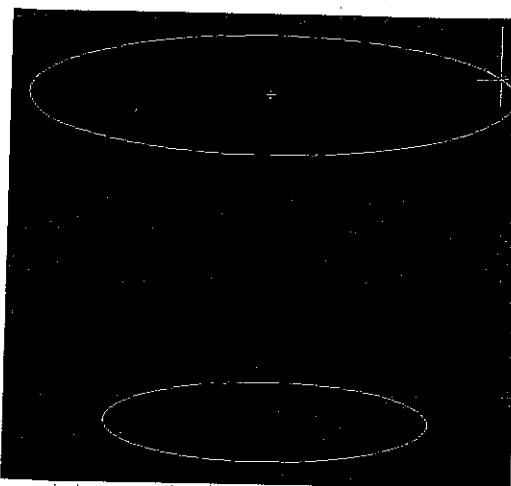
– Círculo 3: en 0,0,15 y radio 4.

– Círculo 4: en 0,0,40 y radio 2.5.

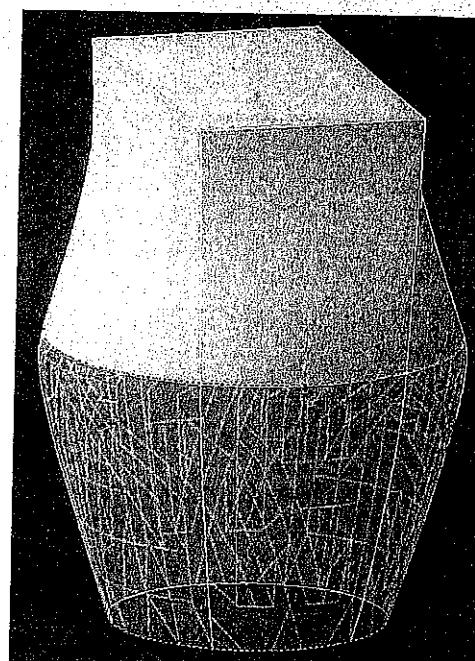
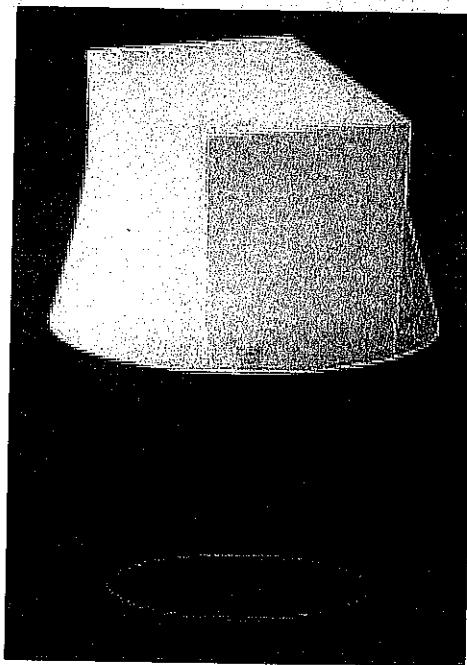
La idea es que el resultado final sea similar al de la imagen del lado. Ahora procedemos a ejecutar el comando escribiendo SOLEVACIÓN en la barra de comandos o eligiendo el ícono SOLEVAR. Nos aparecerá el siguiente menú:

- SOLEVACION Designe secciones transversales en orden de solevado o [Punto Unir varias aristas Modo]:

**Punto (PU):** esta opción permite que la forma resultante converja a un punto definido previamente en lugar de la forma 2D del final. El programa nos pedirá elegir el punto y luego elegimos la forma 2D de inicio para finalizar.



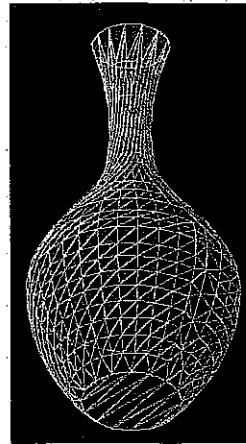
**Unir varias aristas (U):** permite ejecutar Solevar con una forma 2D y los lados de cualquier sólido 3D y/o sólidos creados previamente mediante el comando solevar. Para ello ejecutamos la opción, luego elegimos los lados del sólido 3D y presionamos enter, finalmente elegimos la forma 2D para realizar la solevación.



**Modo (MO):** cambia el modo de solevar, entre sólido (SO) y superficies (SU). Si elegimos sólido la forma será un sólido 3D, y si elegimos superficies la forma serán superficies 2D.

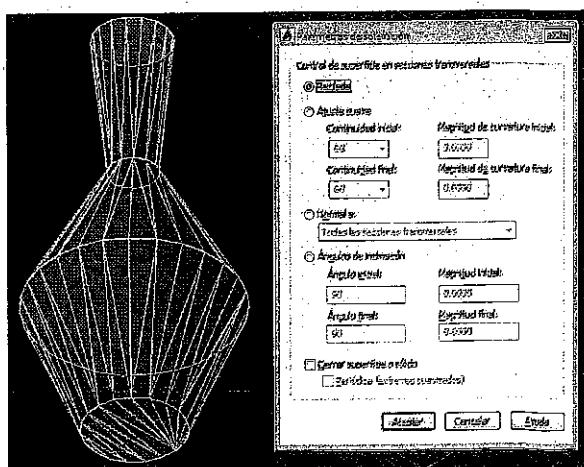
 - SOLEVACION Indique una opción [Guías Trayectoria sólo Secciones transversales Parámetros]

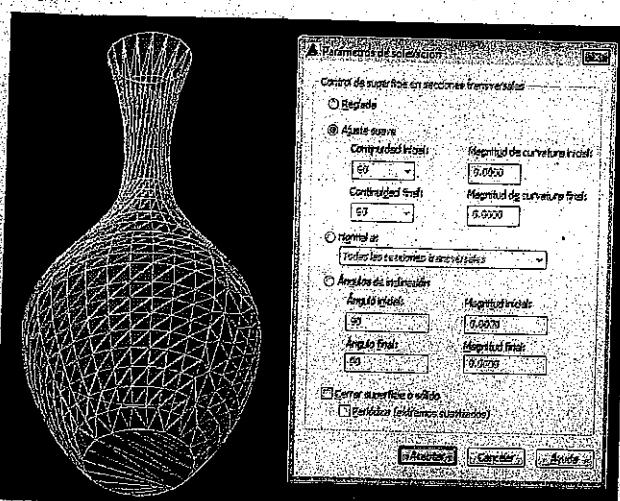
Volviendo a nuestro tutorial, ejecutamos Solevar y elegimos los círculos 2D asegurándonos que elijamos desde el círculo de la base hasta el último de arriba, si lo hacemos bien nos aparecerá algo similar a la imagen de la derecha. Si bien ya hemos formado el florero la forma es un poco extraña, la idea ahora será ajustar un poco las magnitudes y los ángulos de inicio y fin del solevar para dar una forma un poco más realista. Presionamos enter y nos aparece el siguiente menú:



En este caso debemos entrar a la opción de Parámetros (P) para proceder a ajustar nuestro florero (más adelante veremos las otras opciones). Si entramos a la opción nos aparecerá un cuadro donde podremos ajustar las siguientes opciones:

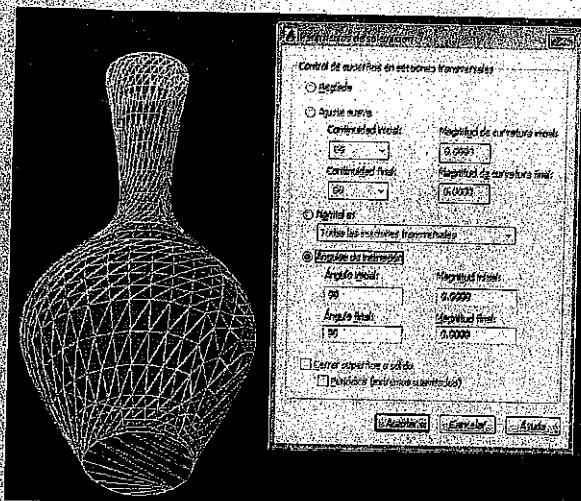
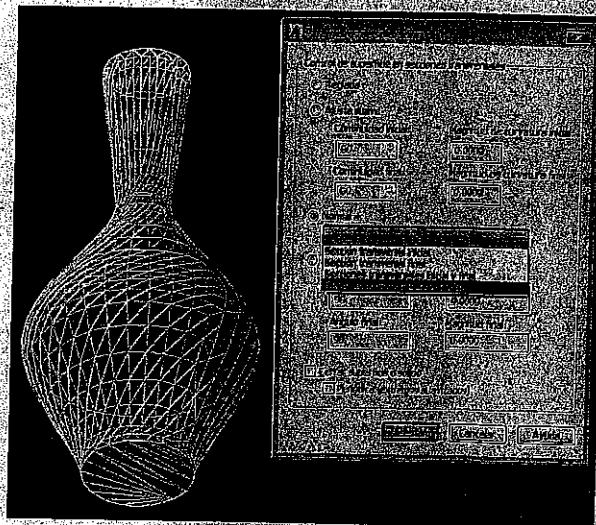
**Reglada:** no genera curvatura en las superficies, por lo tanto todas las superficies o sólidos a solevar serán rectos.





**Normal a:** dependiendo de lo que elijamos definiremos curvaturas entre los elementos y los puntos de inicio, final o todas las secciones cruzadas (las superficies que cruzan un elemento 2D).

**Ajuste suave:** esta es la forma predeterminada que suaviza y genera curvatura predefinida entre los elementos, aunque no podremos cambiarlos.



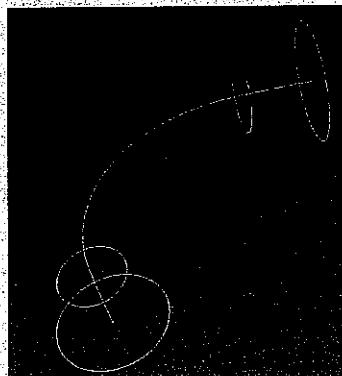
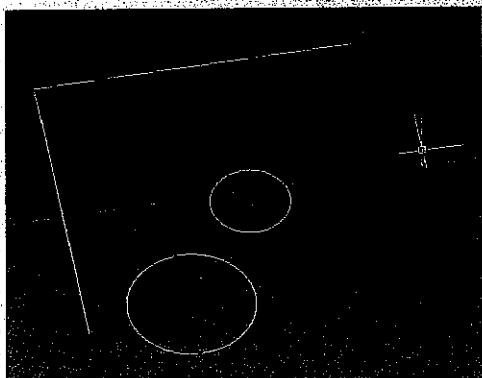
**Ángulos de Inclinación:** permite definir ángulos de curvatura personalizada. Si el ángulo es menor a  $90^\circ$  en los puntos de inicio y final de la solevación, la curva será más redondeada en esos extremos. Por el contrario si es mayor la curva tenderá a estilizar la forma pues se irá hacia adentro.

Ahora veremos la aplicación de las opciones **Guías** y **Trayectoria**:

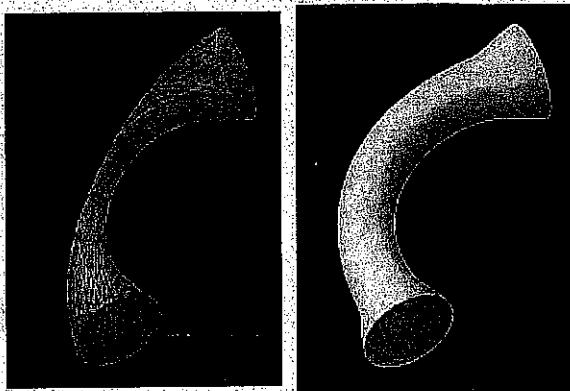


SOLEVARACION Indique una opción [Guías Trayectoria solo Secciones transversales Parámetros]

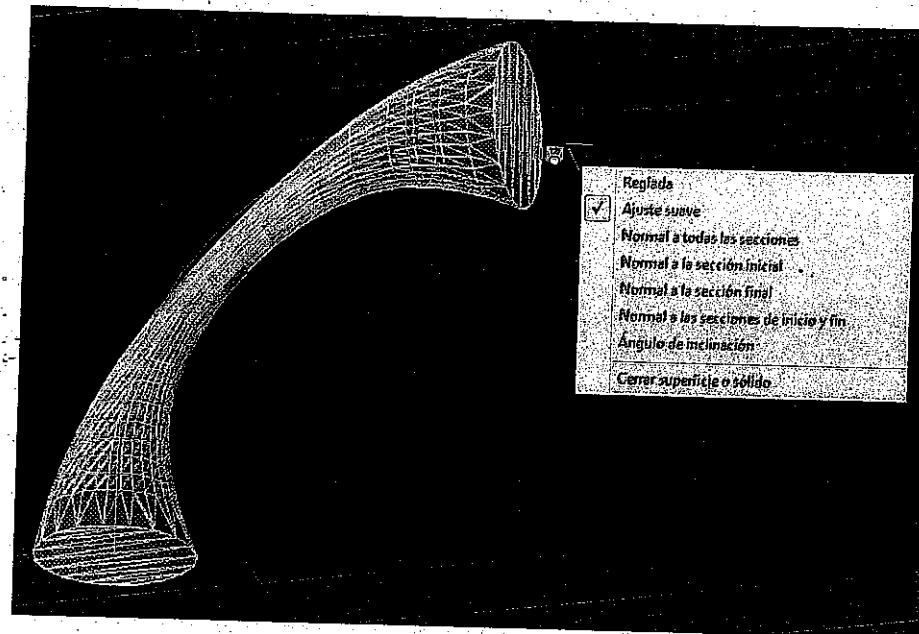
Para esto realizaremos un sencillo ejercicio de **Trayectoria**: dibujaremos líneas de 40 y luego aplicamos un Empalme de 30 y luego unimos todo con Unir. Ahora dibujaremos dos círculos de radio 5 y 8 respectivamente y mediante 3D girar los rotamos 90° en torno al eje X y alineamos el grande en el inicio y el pequeño donde comienza la curva del empalme. Ahora los copiamos y mediante 3D girar, giramos 90° en el eje Y, alineamos pero esta vez en el fin del recorrido de manera cómo lo indican las imágenes.



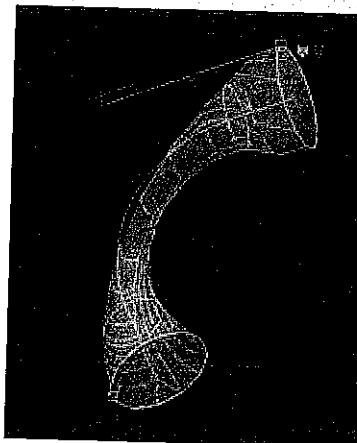
Al ejecutar solevar notamos que este se sale de la línea que habíamos establecido como recorrido pero si elegimos la opción **Trayectoria (T)** y clickeamos en la línea del recorrido, el resultado ahora se ajusta plenamente a este aunque el comando se cerrará.



Otra cosa a destacar es que dentro del comando **Solevar** podremos editar de forma manual los valores de los ángulos y las magnitudes si clickeamos en la flecha azul del lado del ícono Solevar y eligiendo la opción ángulos de inclinación y luego elegimos y movemos los puntos azules, sin necesidad de entrar a Parámetros.

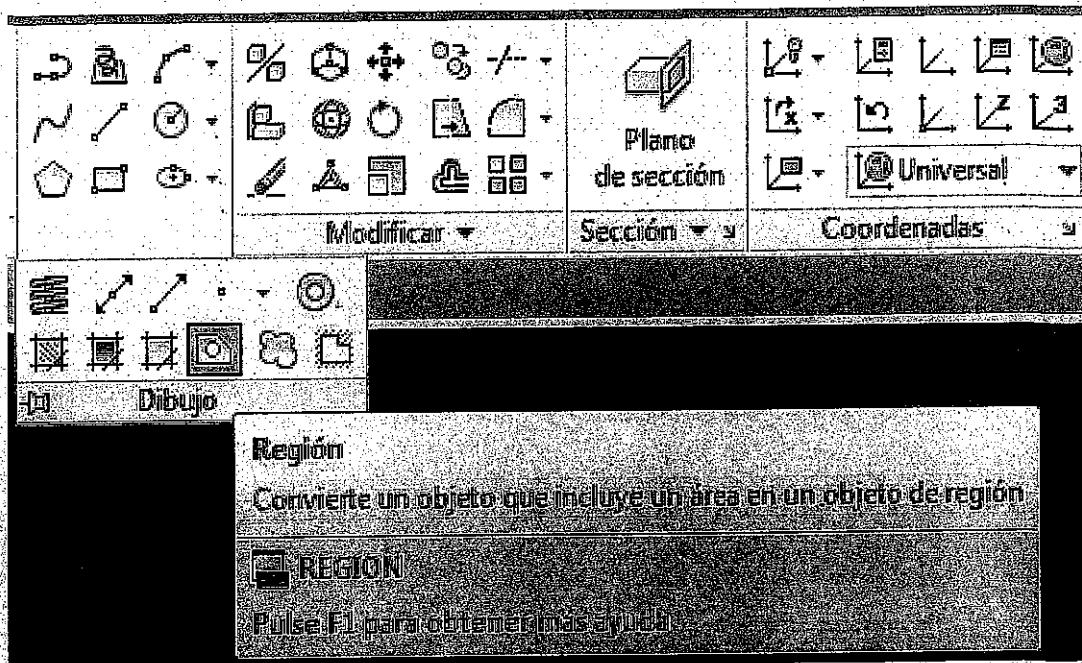


Podemos elegir tanto la magnitud moviendo el punto azul como el ángulo de inclinación tomando la flecha del mismo color. Una vez que tengamos la forma lista nos salimos del modo con enter y se cierra el comando.



*Definiendo magnitud tomando el punto azul.*

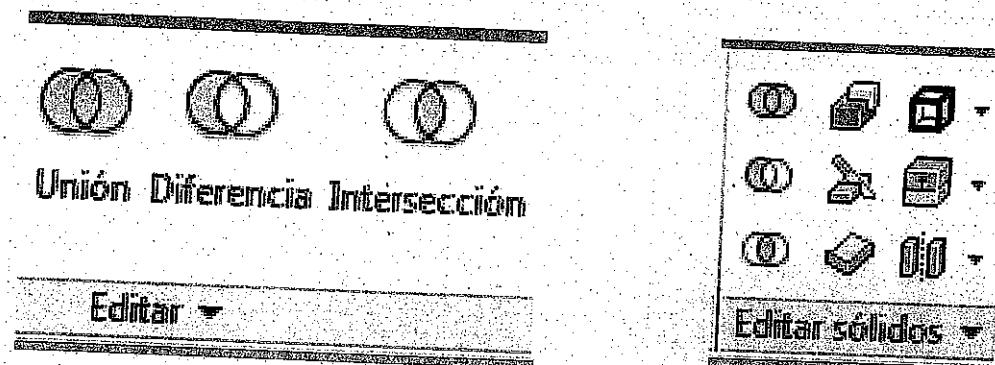
**Comando Región:**



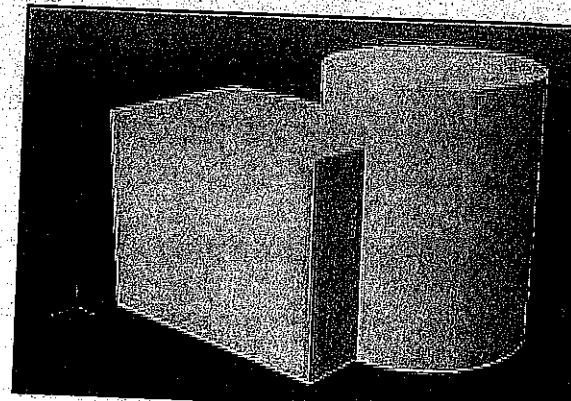
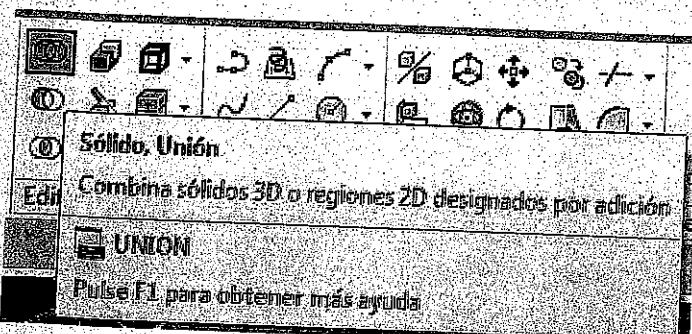
Convierte un objeto que incluye un área en un objeto de región. Las regiones son áreas de dos dimensiones que el usuario crea a partir de formas cerradas. Las polilíneas cerradas, las líneas y las curvas son selecciones válidas. Entre las curvas se incluyen los arcos circulares, los círculos, los arcos elípticos, las elipses y los esplines. Se pueden combinar varias regiones en otra única y compleja.

En esta lección comenzaremos utilizará auténticos comandos para 3-D. Primero deberá crear una región en 2-D, que luego extrudirá para obtener un objeto sólido en 3-D, inicie en el menú Dibujo y en el comando para regiones, REGIÓN (o también REG)  este es el ícono de el comando, elija la polilínea que se convertirá, si la región no pudo ser creada, generalmente se debe a que existe una abertura en el contorno de la figura. Las polilíneas deben cerrarse para poder usarlas con el comando para regiones.

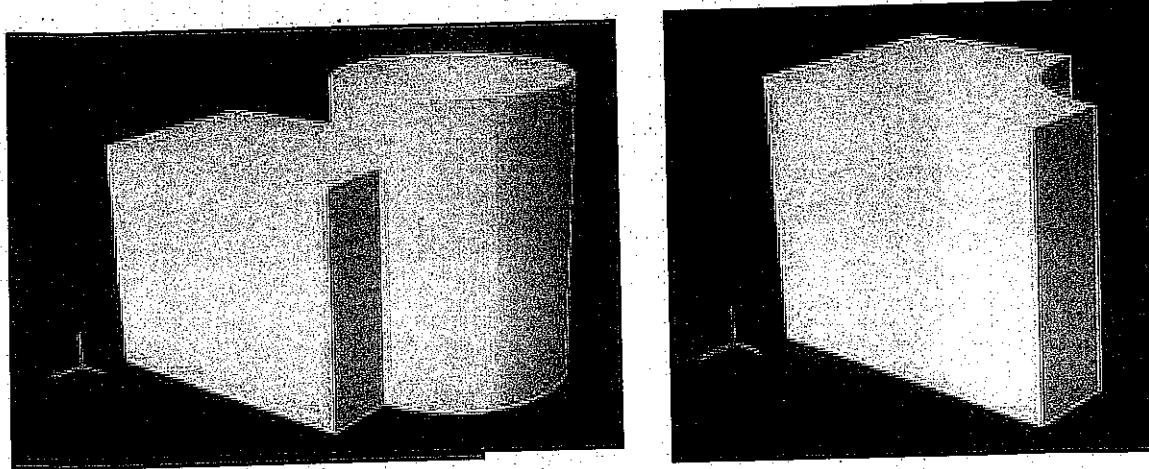
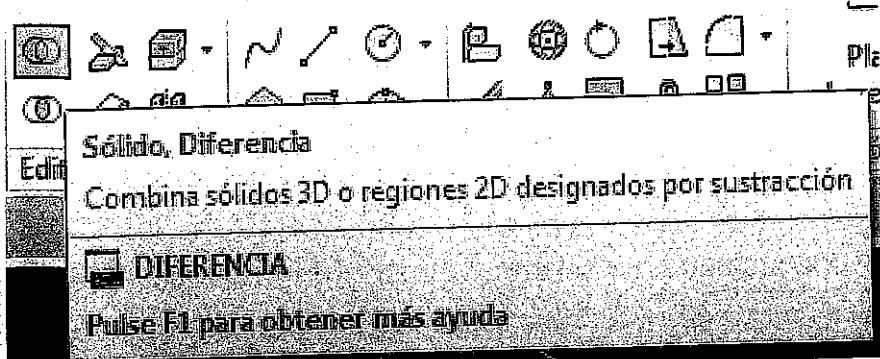
### Comandos de paleta Editar Sólidos:



**Comando Unión:** Une un sólido con otro para formar un solo elemento. Para activarlo ejecutamos el comando y presionamos Enter, luego elegimos las formas a unir y presionamos Enter para finalizar.



**Comando Diferencia:** Resta un sólido respecto a otro. Para activarlo ejecutamos el comando y presionamos Enter, pero en este caso primero seleccionaremos el objeto que se conservará y presionamos Enter, luego elegiremos el o los que serán restados, para finalizar con Enter.



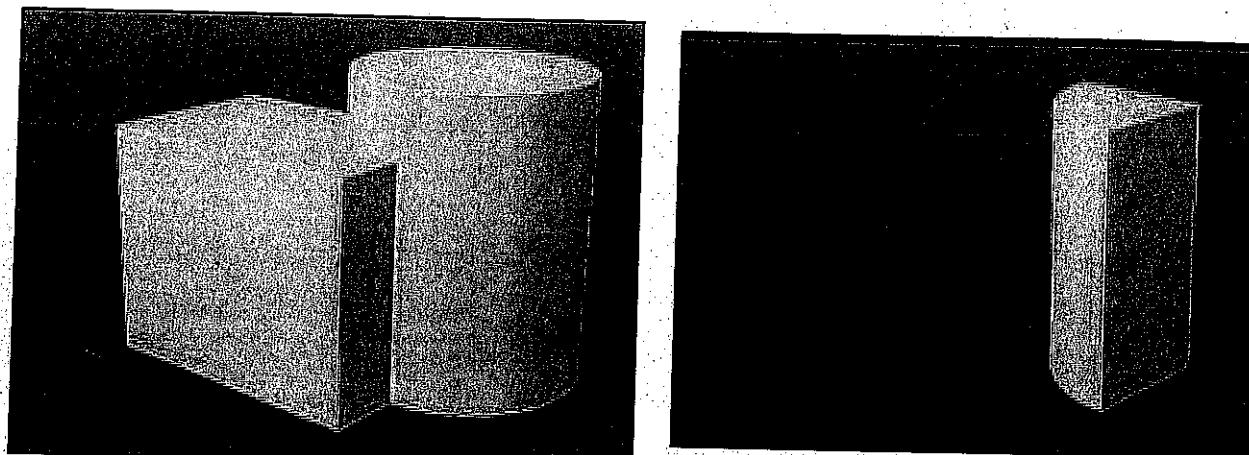
*En el ejemplo se ha sustraído el cilindro a la caja. En el caso de las diferencias, los resultados son diferentes según se elija primero la caja o el cilindro.*

### **Comando Intersección:**

Remueve ambos sólidos pero deja la porción común entre ambos sólidos (derecha).

En este caso elegiremos las formas a intersectar y presionamos Enter para finalizar.

Intersección sólo funciona con dos formas traslapadas.



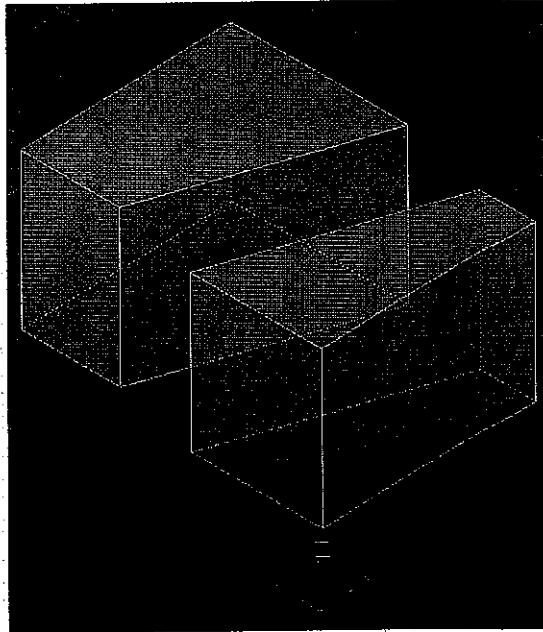
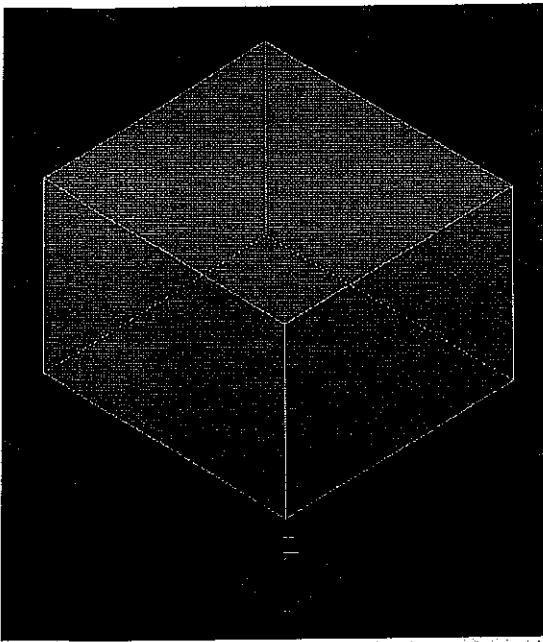
### **Comando Corte:**



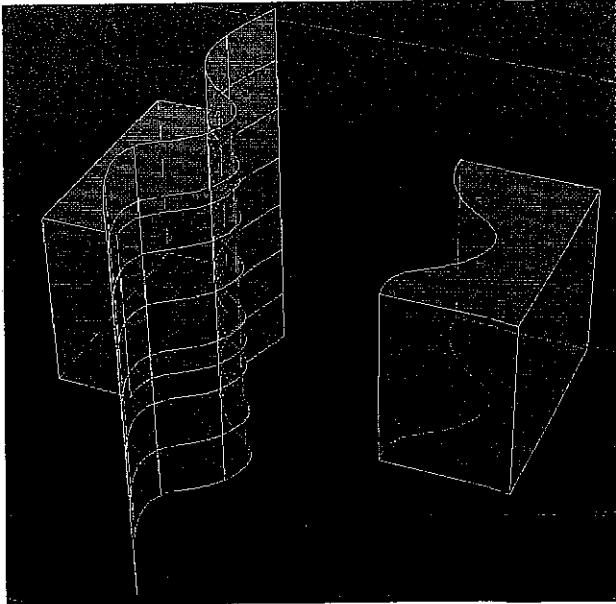
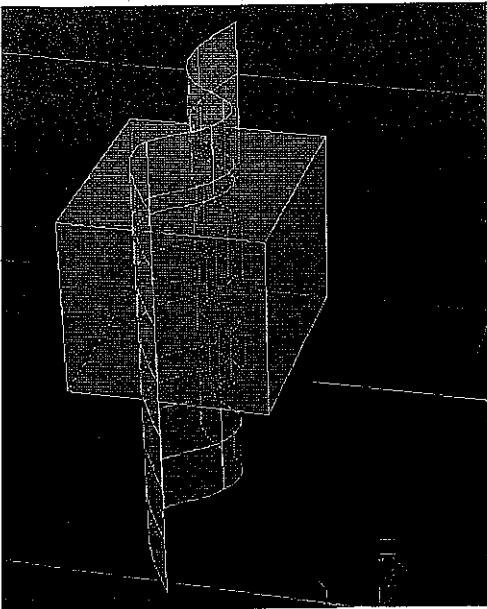
Corte nos permite cortar el sólido en la forma que queramos. Para ejecutar el comando escribimos corte, luego elegimos el sólido y luego presionamos Enter. Nos aparecerá el siguiente menú de opciones:

```
> CORTE Precise punto inicial de plano cortante u [Objeto plano/Superficie/ejeZ/Vista XY/YZ/ZX/3puntos] <3puntos>:
```

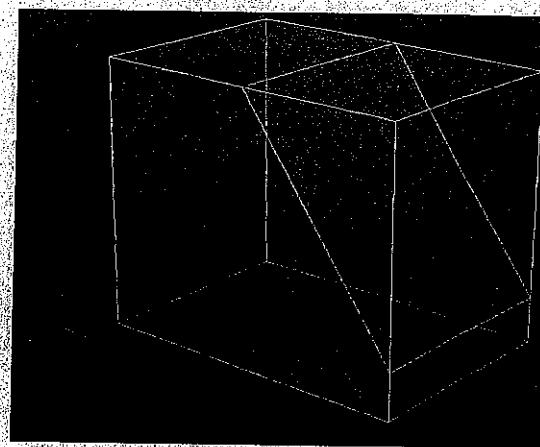
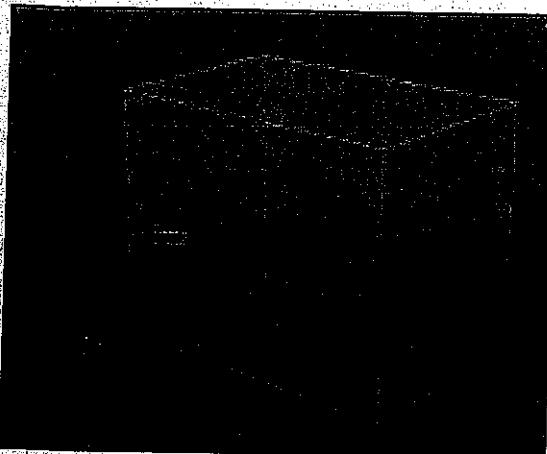
**Objeto plano (O):** Usa una forma 2D rectangular o curva para cortar el sólido a través del área virtual formada entre el sólido y la forma. Por esto es que la forma 2D debe atravesar todo el sólido para que funcione. Al activar la opción, elegimos primero la forma 2D y luego presionamos Enter para finalizar el comando.



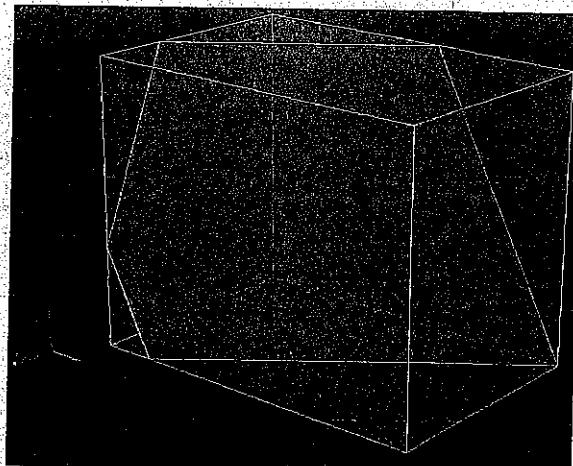
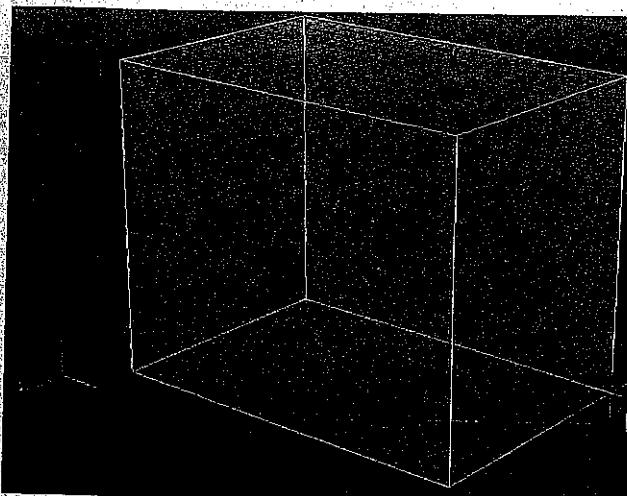
**Superficie (S):** Similar a Objeto Plano, pero en este caso utiliza una superficie 2D que atraviesa el sólido para cortarlo. Al activar la opción, elegimos primero la superficie 2D y luego presionamos Enter para finalizar el comando.



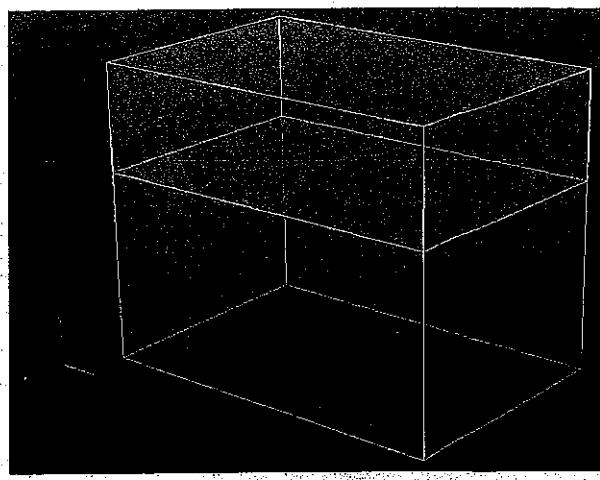
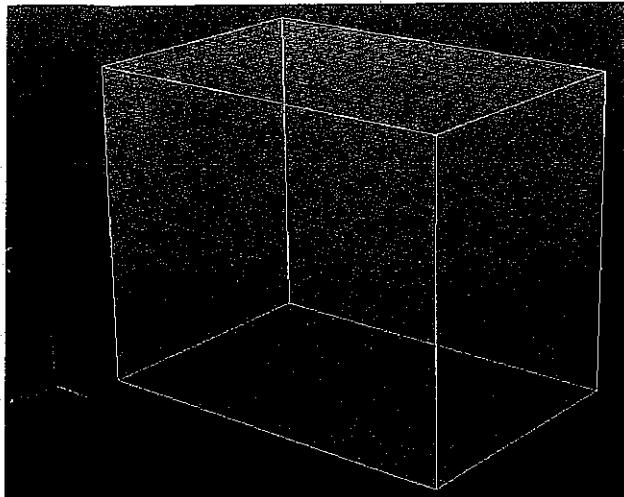
**Eje Z (Z):** esta opción permite cortar el sólido de forma perpendicular a la línea normal del eje. Al activar la opción, debemos elegir el punto desde donde comenzará el corte y después el punto final. El sólido se cortará mediante un plano perpendicular a esta línea.



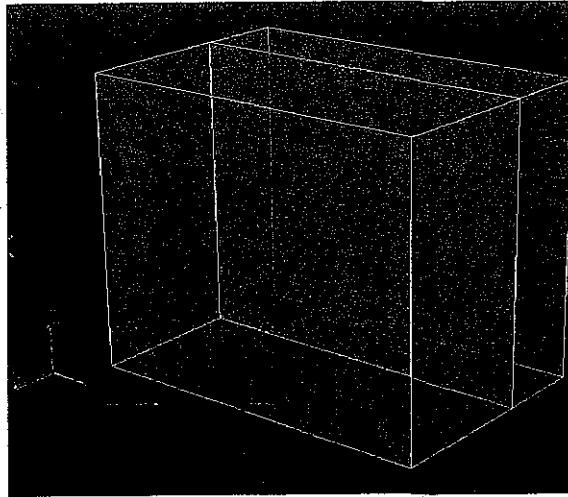
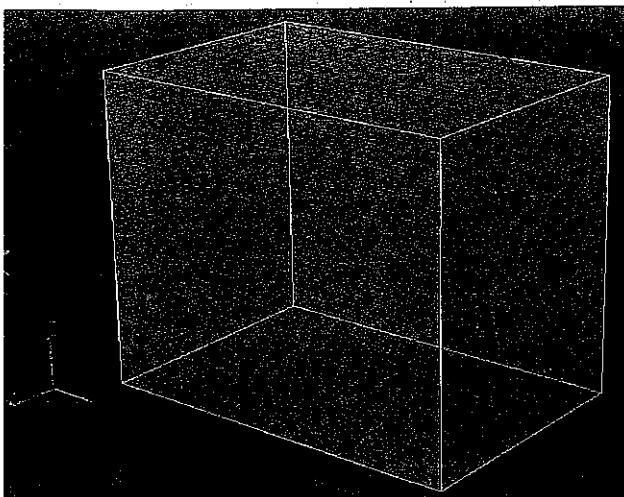
**Vista (V):** esta opción permite cortar el sólido en un plano paralelo a la vista o perspectiva en la que observamos el objeto. Al activar la opción, debemos elegir el punto desde donde comenzará el corte y luego presionamos enter. El sólido se cortará mediante un plano paralelo a la vista.



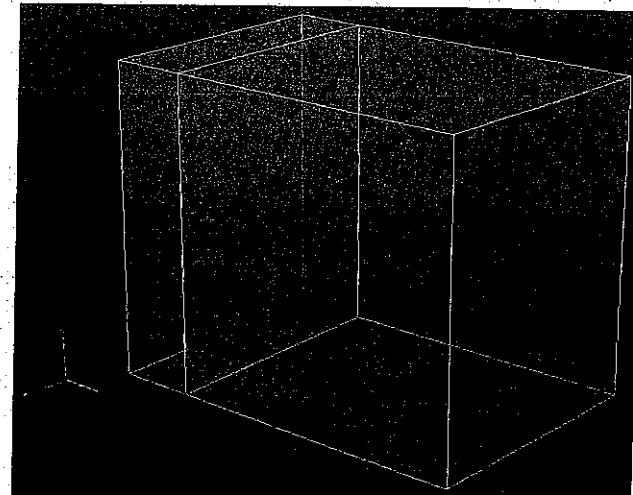
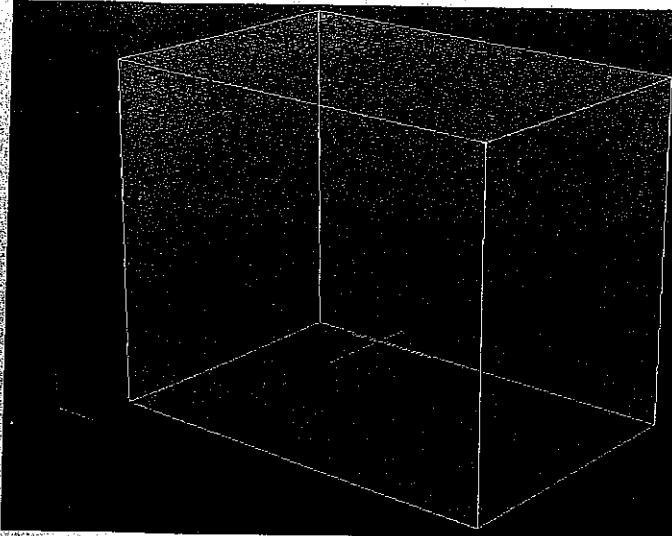
**XY:** corta el sólido aplicando el plano XY en cualquier altura, pero el punto debe estar fuera de este. Al activar la opción, debemos elegir el punto desde donde comenzará el corte y después el punto final.



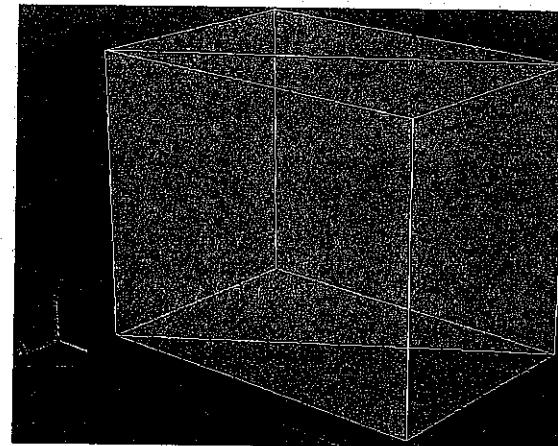
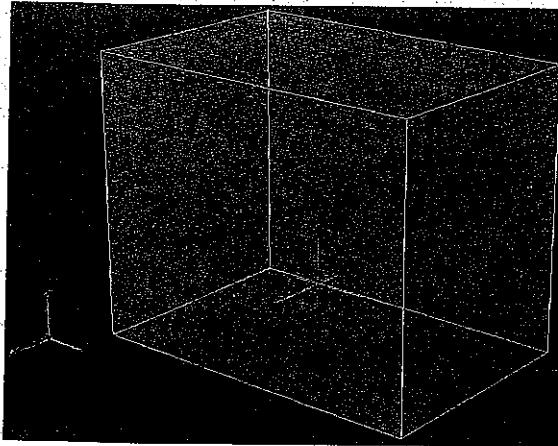
**YZ:** corta el sólido aplicando el plano YZ en cualquier punto dentro o fuera de este, siempre y cuando la cara del sólido no sea paralela a este plano. Al activar la opción, debemos elegir el punto desde donde comenzará el corte y luego presionamos enter para ver el resultado.



**ZX:** corta aplicando el plano ZX en cualquier punto dentro o fuera de este, siempre y cuando la cara del sólido no sea paralela a este plano. Al activar la opción, debemos elegir el punto desde donde comenzará el corte y luego presionamos enter para ver el resultado.



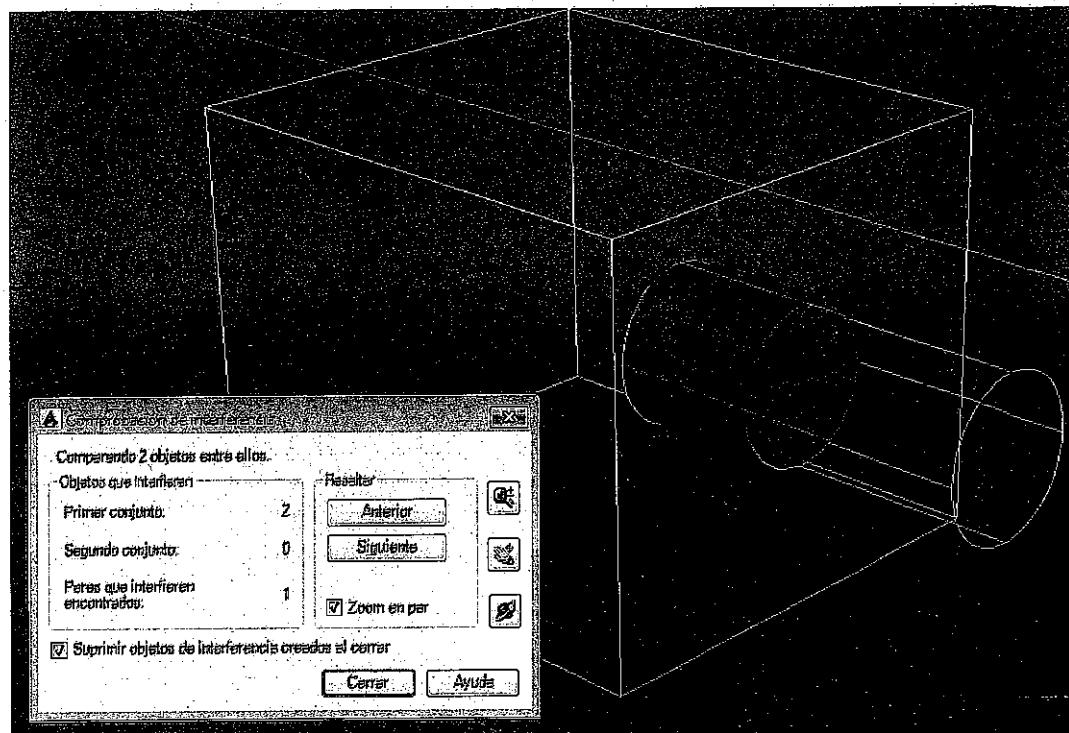
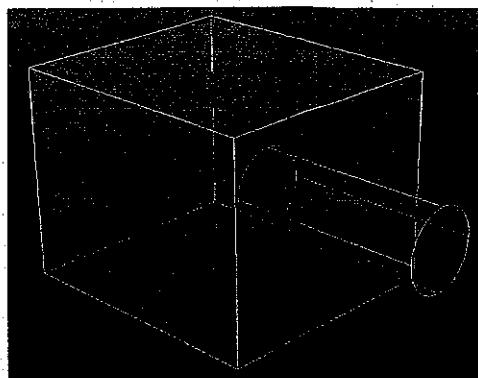
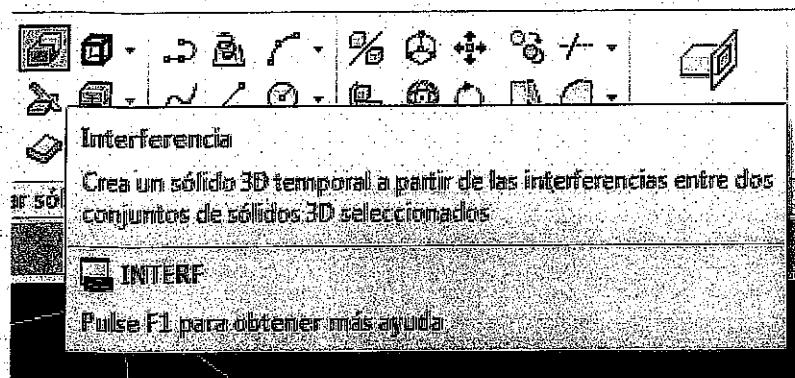
**3 puntos (3):** esta es la opción por defecto y nos permite cortar el sólido mediante 3 puntos cualquiera que elijamos siempre y cuando estos formen un plano virtual. En este caso basta elegir cada punto y luego presionamos enter para ver el resultado.



### Comando Interferencia:

Esta operación crea un sólido temporal el cual es la intersección entre dos sólidos.

Este puede ser visualizado y también extraído formando un nuevo sólido 3D. Para activarlo escribimos **INTERF** y presionamos Enter, luego elegimos los objetos y presionamos Enter para finalizar el comando



Si ejecutamos el comando y no presionamos enter luego de elegir los objetos nos aparecen las siguientes opciones:

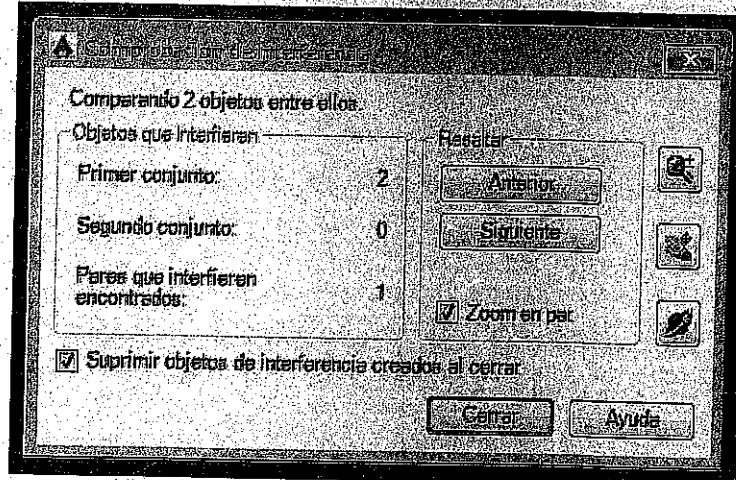
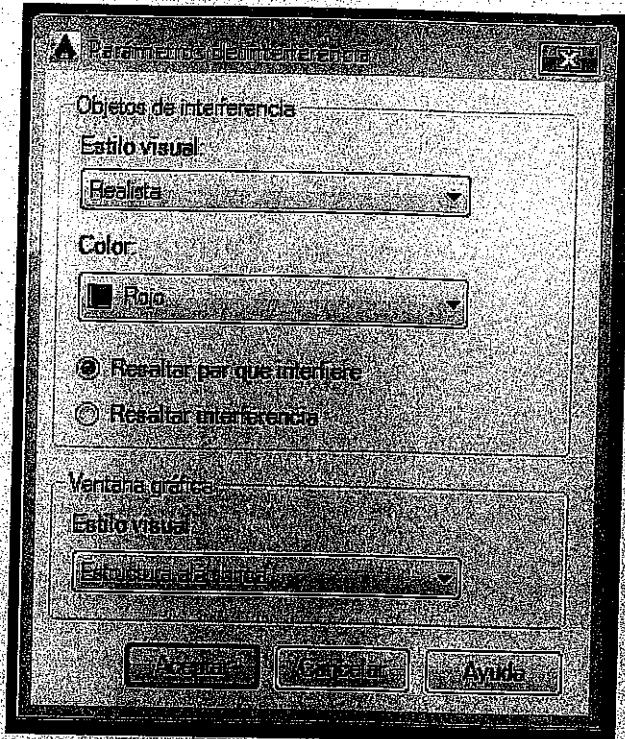
**selección ANidada:** (N): selecciona las formas 3D.

**PArametros (P):** podremos modificar el color del sólido resultante, el estilo visual y destacar la interferencia.

Luego de editar estas opciones aparecen otras que son:

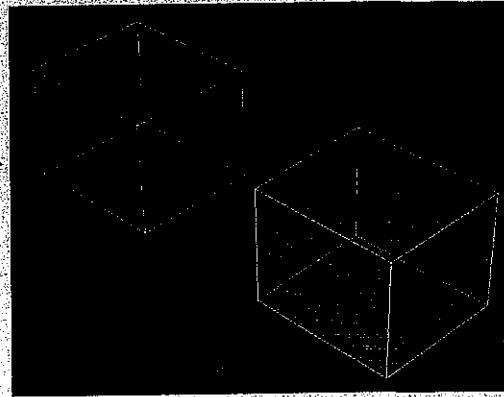
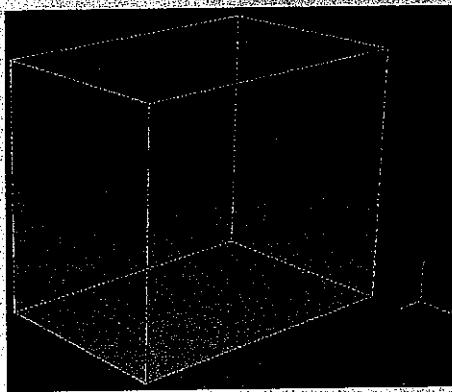
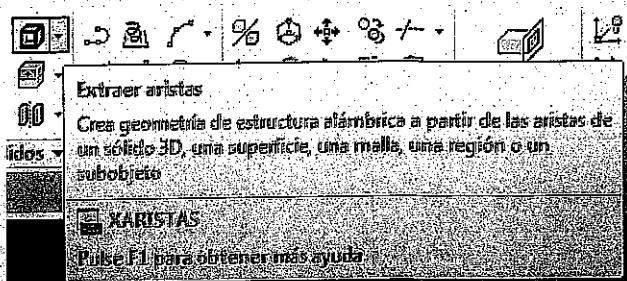
Luego de editar estas opciones aparecen otras que son:

**comprobar primeR conjunto(R):** con esta opción podemos revisar el sólido intersectado. En Anterior veremos la malla del sólido resultante y en el Siguiente la visualización por defecto, además que podremos realizar Zoom, Encuadre y Orbita mediante los botones del lado derecho. Si desmarcamos la opción “Suprimir objetos de interferencia creados al cerrar” se creará en 3D el sólido de la intersección, aunque los objetos 3D originales permanecerán sin cambios.



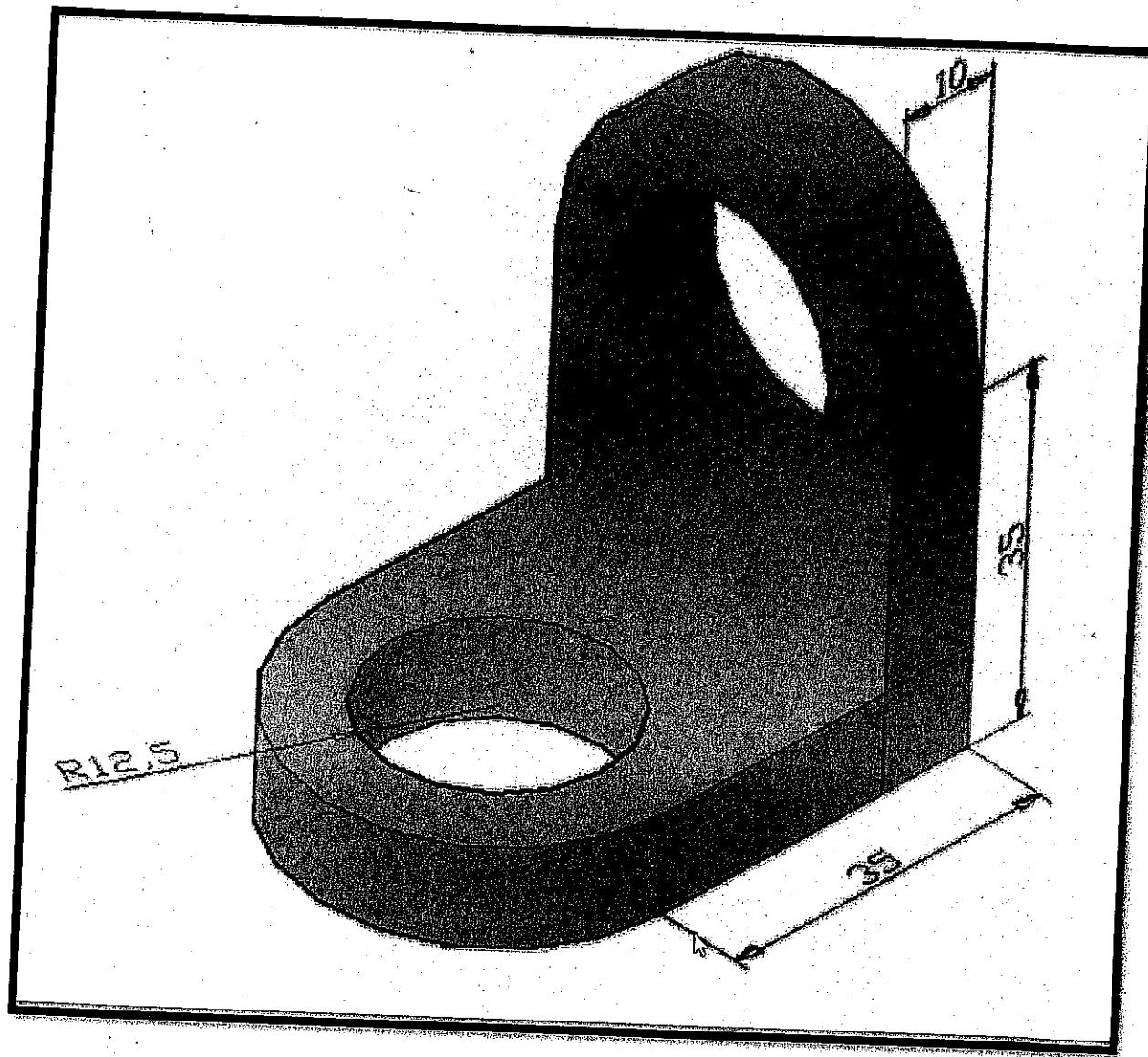
**Comando Extraer aristas:**

Esta operación nos permite extraer los lados de cualquier sólido 3D los cuales se convierten en líneas. Para ejecutarlo primero escribimos **Xaristas** y presionamos enter, luego elegimos el o los objetos 3D y finalizamos el comando con enter. Si lo hacemos correctamente, todos los lados se habrán extraído sin afectar al sólido 3D.

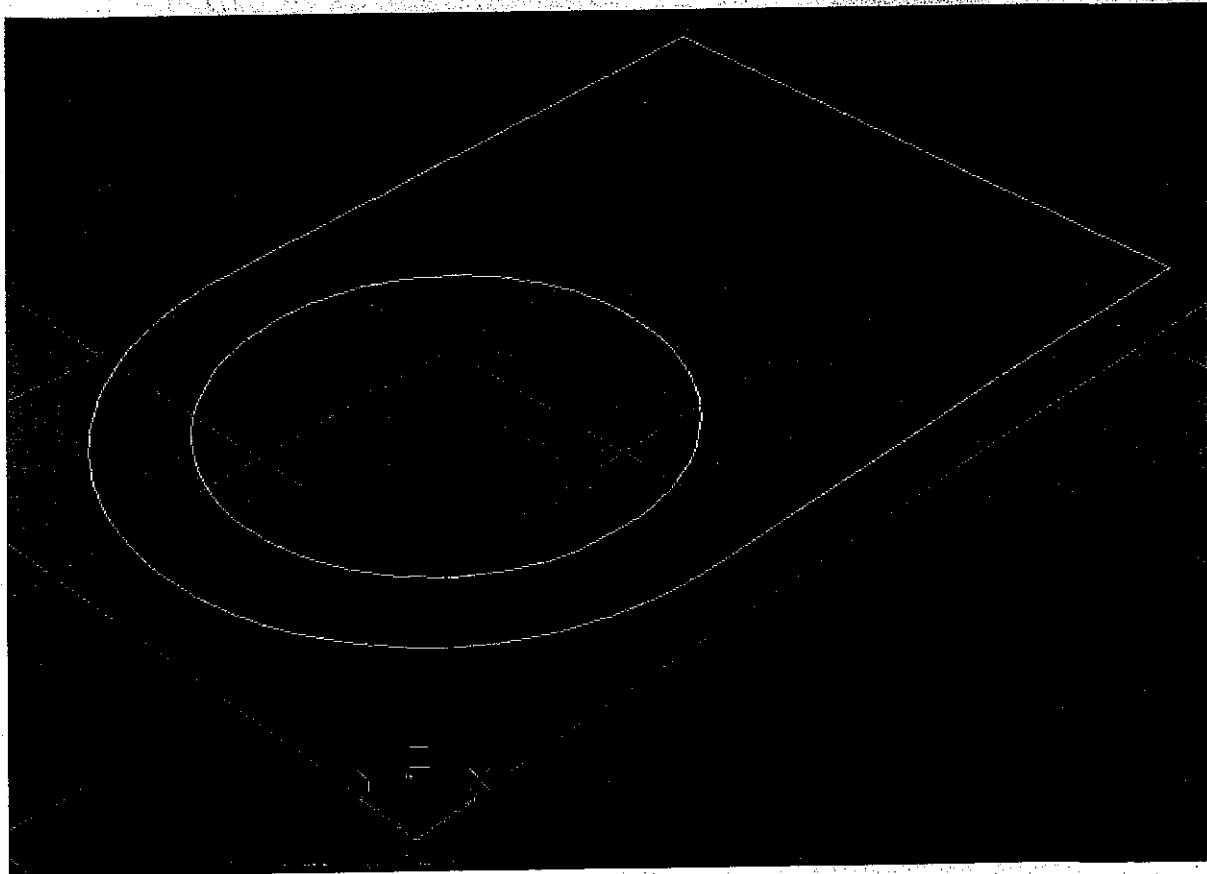


**APLICACIÓN DE COMANDOS EN AUTOCAD 3D  
"EXTRUSIÓN"**

**EJERCICIO No. 1:**



- 1.- Comenzamos dibujando el cuadrado que marca la figura de 35 x 35.
- 2.- Vamos a crear el círculo que va de punto medio de una de las caras del cuadrado a la punta de la misma.
- 3.- Dibujamos el círculo de Radio 12.5 del centro del círculo que fue creado previamente.
- 4.- Vamos a RECORTAR el medio círculo mayor que se encuentra dentro del cuadrado y la línea donde se dibujaron los círculos.
- 5.- Quedara de la siguiente manera:

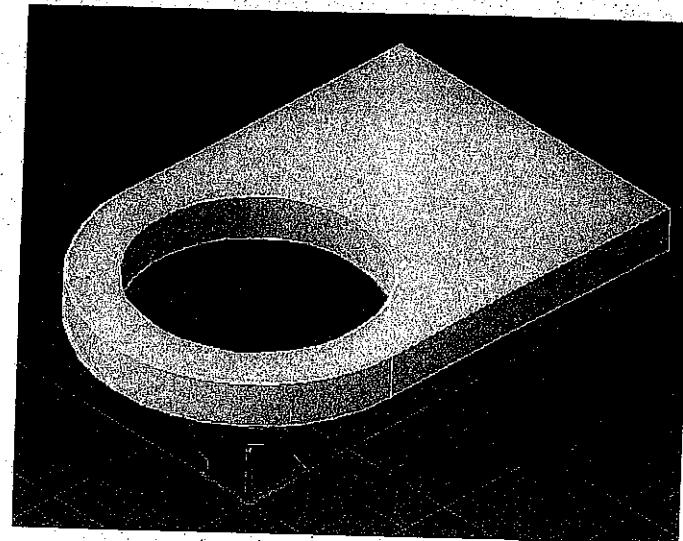
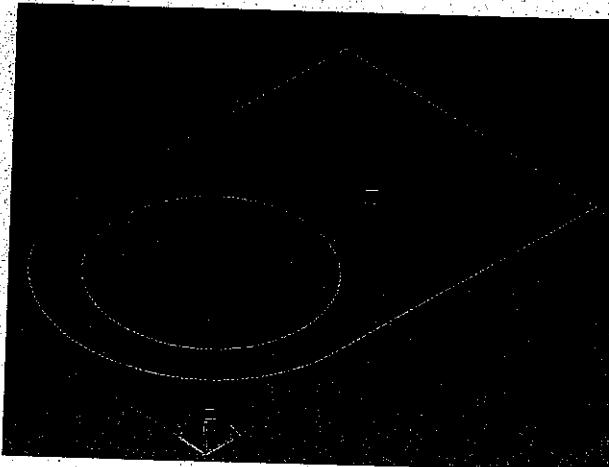


6.- A continuación cambiamos la vista a Conceptual para distinguir el plano 3D.

7.- Vamos a crear la vista en 3D por únicamente se tenían en 2D sobre los ejes X Y, ahora daremos un valor al eje Z para crear el 3D.

Existen 2 maneras de crear el valor en Z:

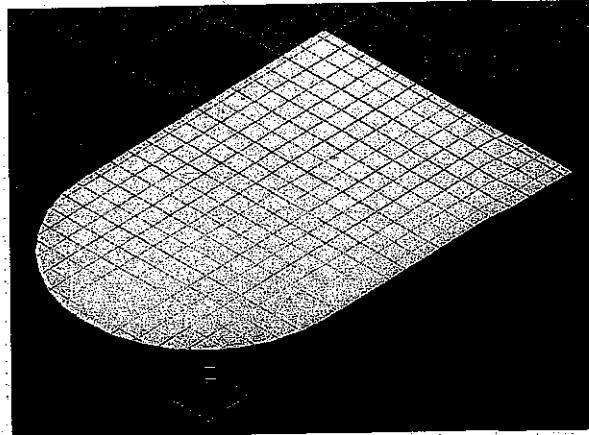
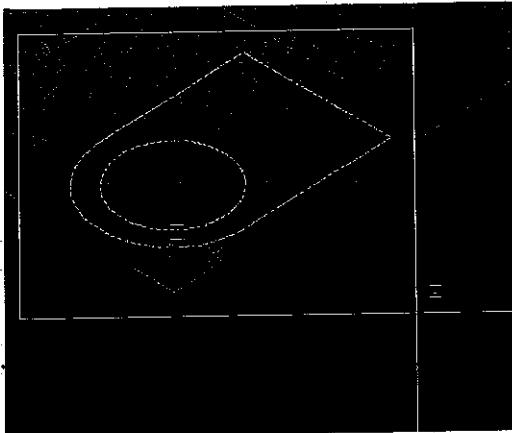
- A) La primer forma seria con el comando (**presionatirar**)  y seleccionamos la figura para darle el valor en Z.



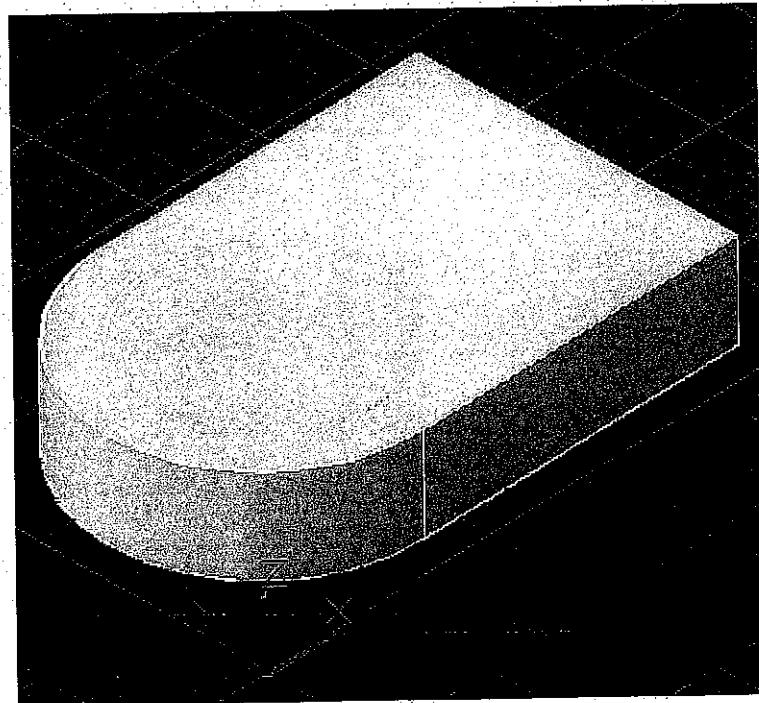
- B) La segunda manera de convertir dibujo 2D a 3D seria de la siguiente manera:

- 1) De la grupo de Dibujo presionamos en el icono  **Región** y seleccionamos todos los objetos y damos Enter, (habrá veces que no todos los casos se puedes “presionatirar” es por eso que habrá que hacer región y luego extrusión).

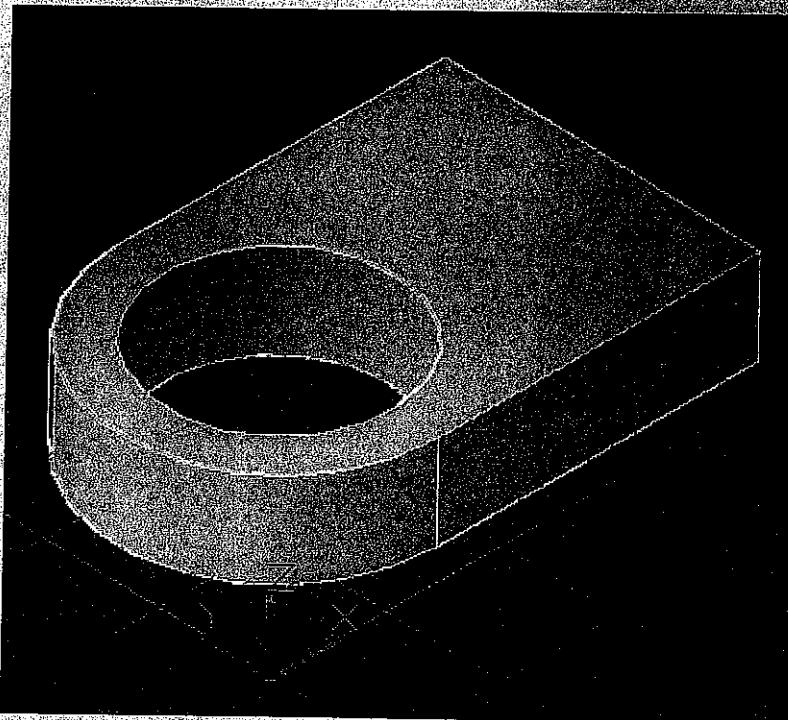
- 2) Habrá que cerciorarse que todas las líneas están haciendo el conjunto de líneas para poder hacer la **región**.



- 3) A continuación le damos **Extrusión** Extrusión y seleccionamos el objeto y tiramos o jalamos hacia arriba para dar un valor en Z.



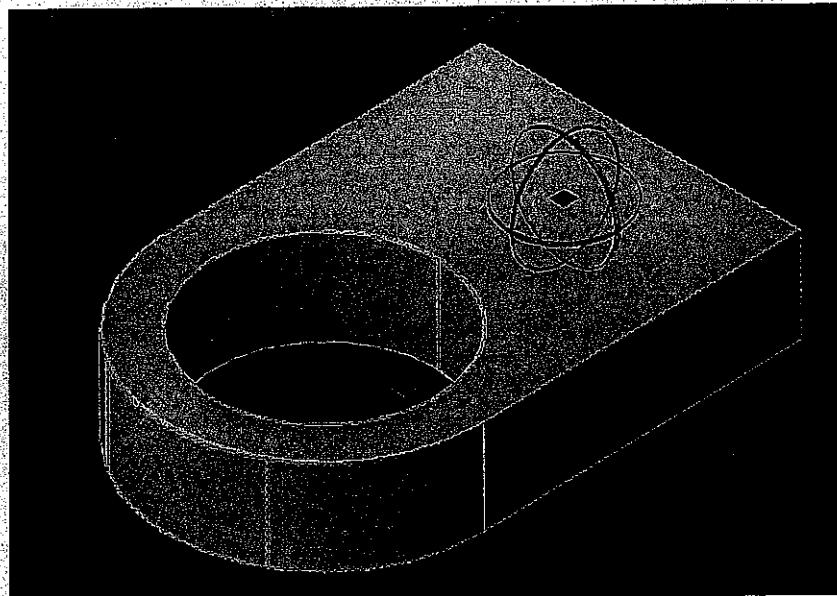
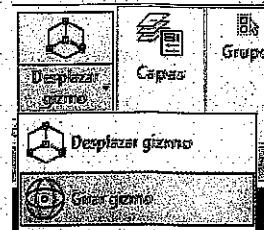
- 4) Continuamos con la eliminación del círculo pequeño del objeto para que tome la forma del ejemplo.
- 5) Vamos hacer una Diferencia  de la siguiente manera; daremos clic en el comando y primero seleccionaremos el objeto que va a pertenecer en el dibujo, seguido daremos clic y Enter, a continuación seleccionamos el dibujo que deseamos retirar o eliminar para dar Enter y hacer la diferencia de objetos, quedando de la siguiente manera:



- Ya tenemos la figura de abajo vamos hacer la siguiente.

- 6) Lo primero que debemos hacer es copiar el objeto 3D que tenemos (la copia que se realice se debe realizar en uno de los ejes X o Y).

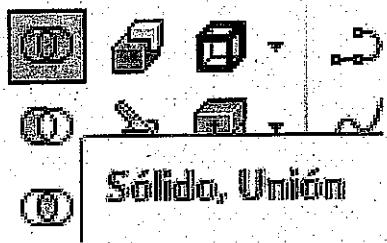
- 7) A continuación giraremos el objeto que copiamos hacia Z. (en vertical) para esto utilizaremos del grupo Selección el comando: **Girar gizmo**



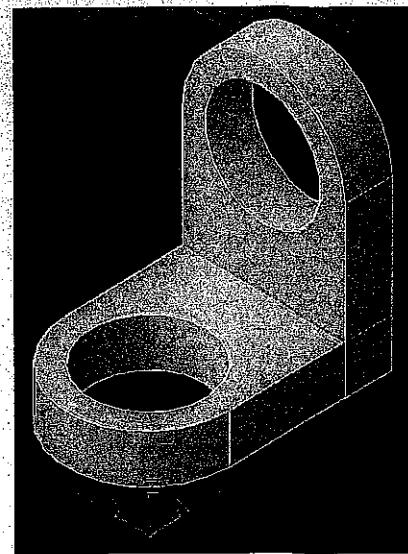
De esta manera podremos utilizar el gizmo y girar la pieza en los ejes que lo deseemos en este caso utilizaremos el color verde para levantar la pieza, como se muestra en la figura original.

- 8) Ahora desplazamos la pieza que giramos y la colocamos como muestra la pieza original, para posteriormente unir las piezas en una sola con el comando

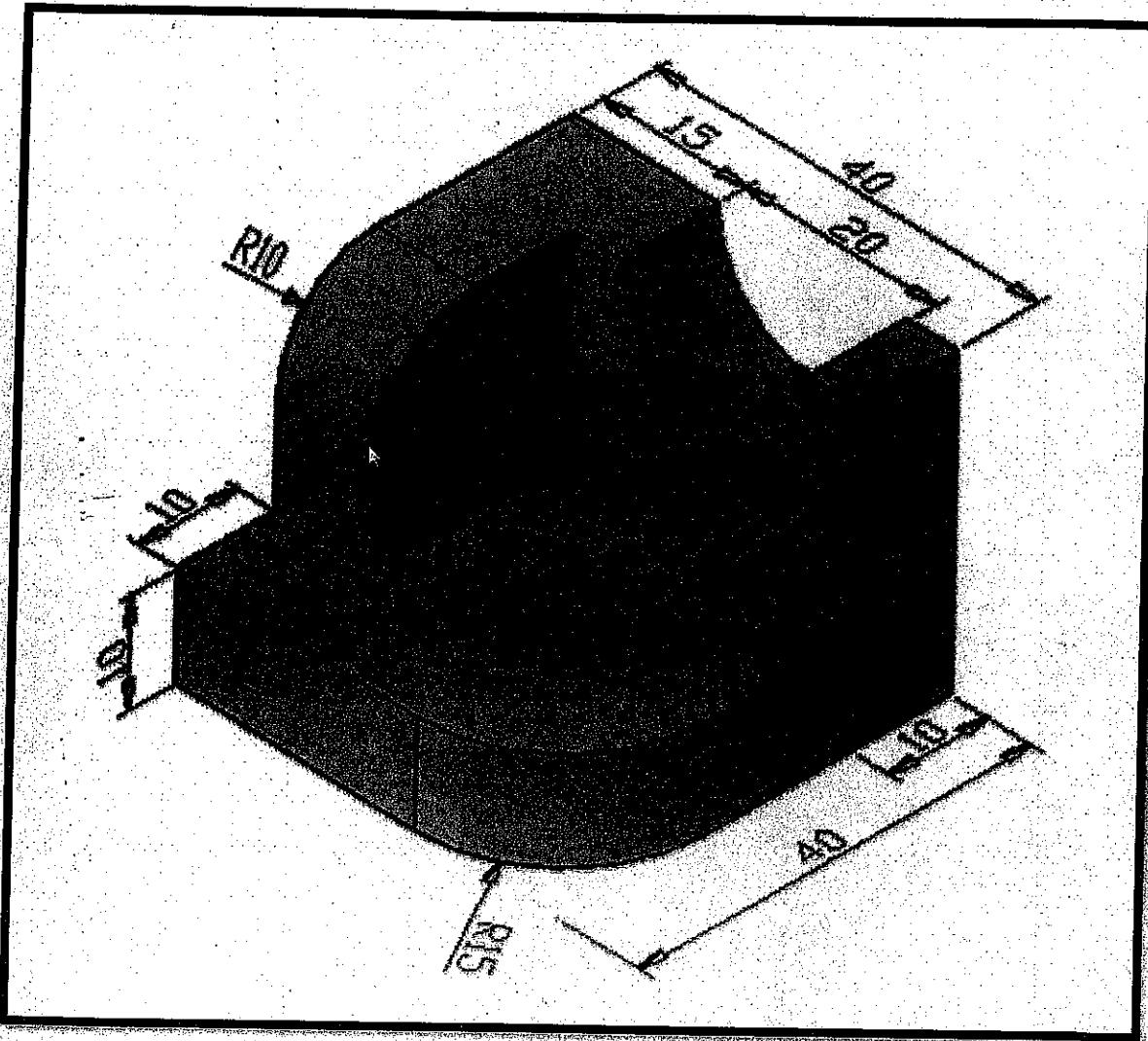
- 9) Activamos el comando **Unión** y



seleccionamos todos los objetos y damos Enter.



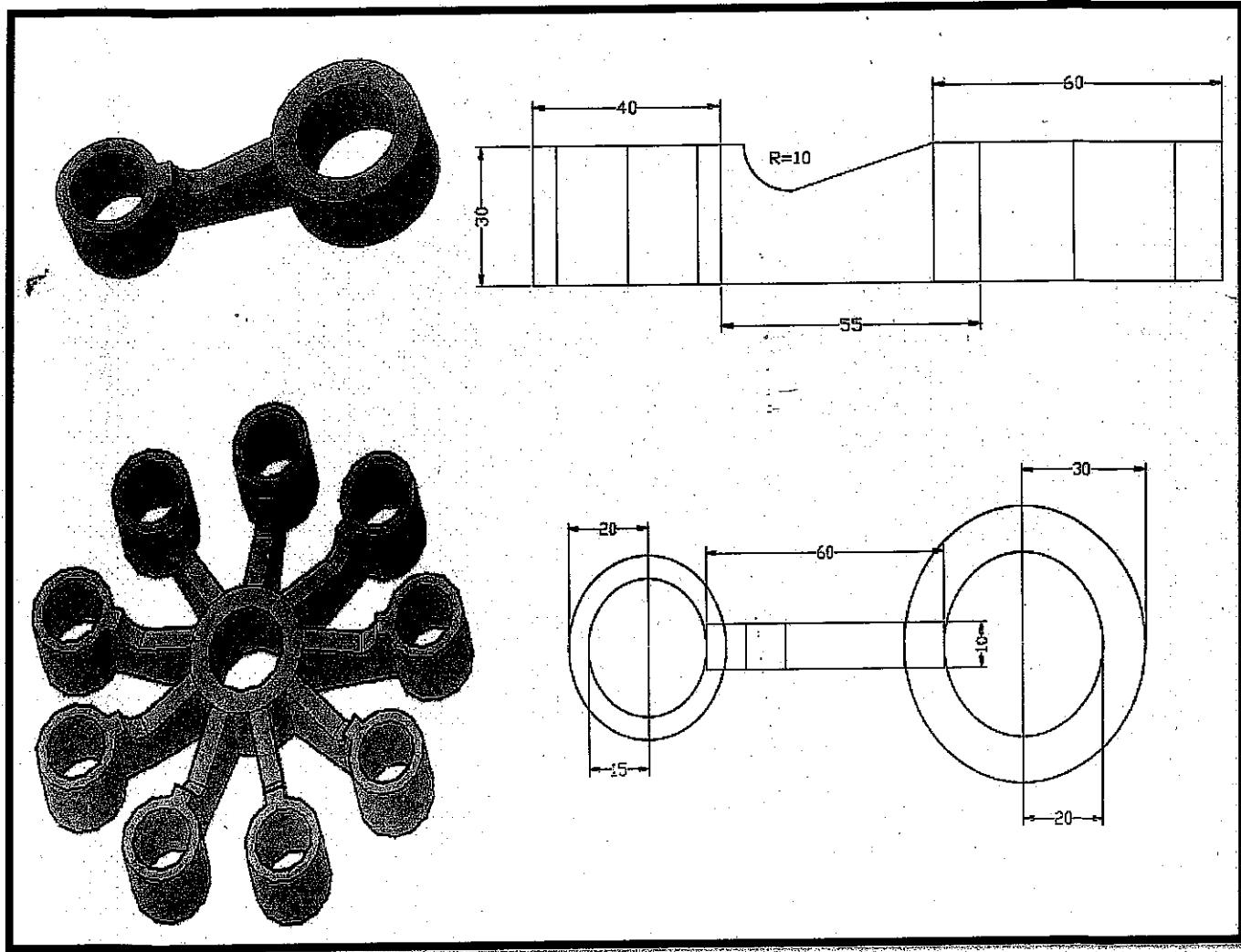
EJERCICIO No. 2:



**REALIZAR EL EJERCICIO DE TAREA**

**"AutoCAD 3d capítulo 1 Tarea"**

**"MATRIZ POLAR EN 3D"**



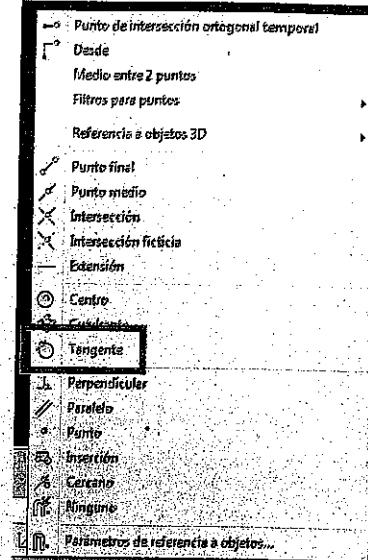
**EJERCICIO No. 1:**

- 1) Vamos a comenzar realizando la figura central de la pieza.

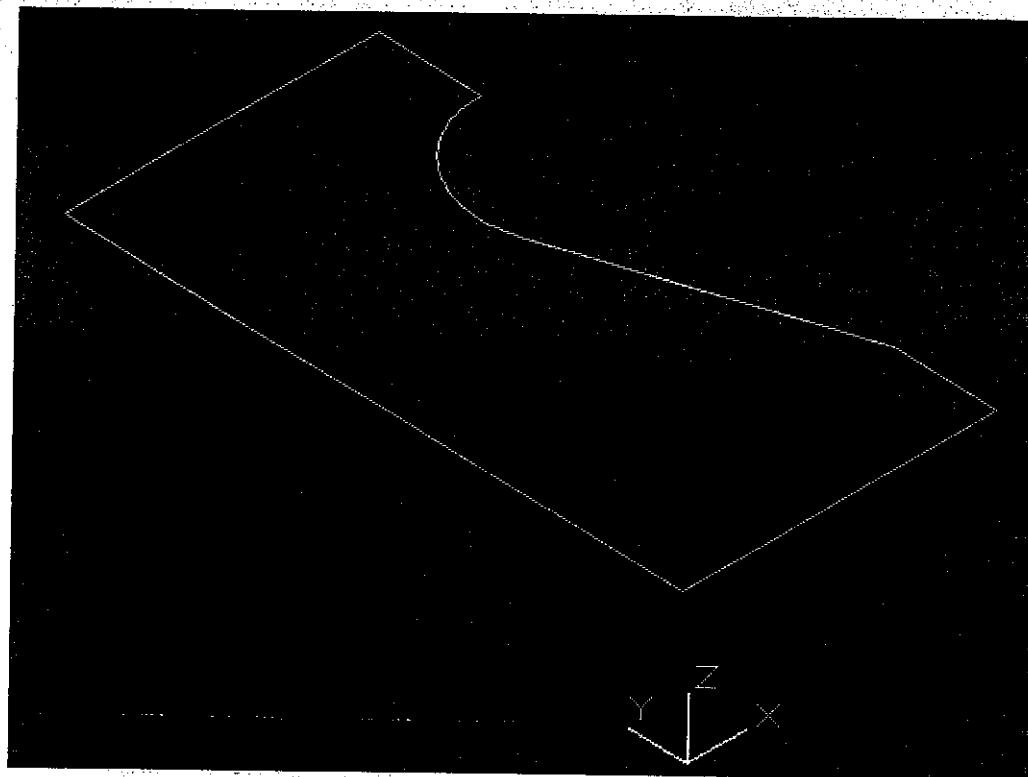
Vamos a dibuja una línea de 60 en uno de los ejes por una altura de 30 y cerramos el rectángulo, esta pieza tiene un radio de 10, vamos a dibujar una línea de diez junto con el un circulo de 10, donde lleva el radio y del

otro extremo una línea de 10, junto con esta línea lleva otra del extremo a la tangente del circulo de 10.

Nota: para que la línea llegue precisamente a la tangente del circulo puede ser con "Control sostenido clic con el botón derecho y abre un menú de referencia de objetos, seleccionamos tangente", ahora si acercamos la línea a la tangente del circulo para que esta llegue al mismo.

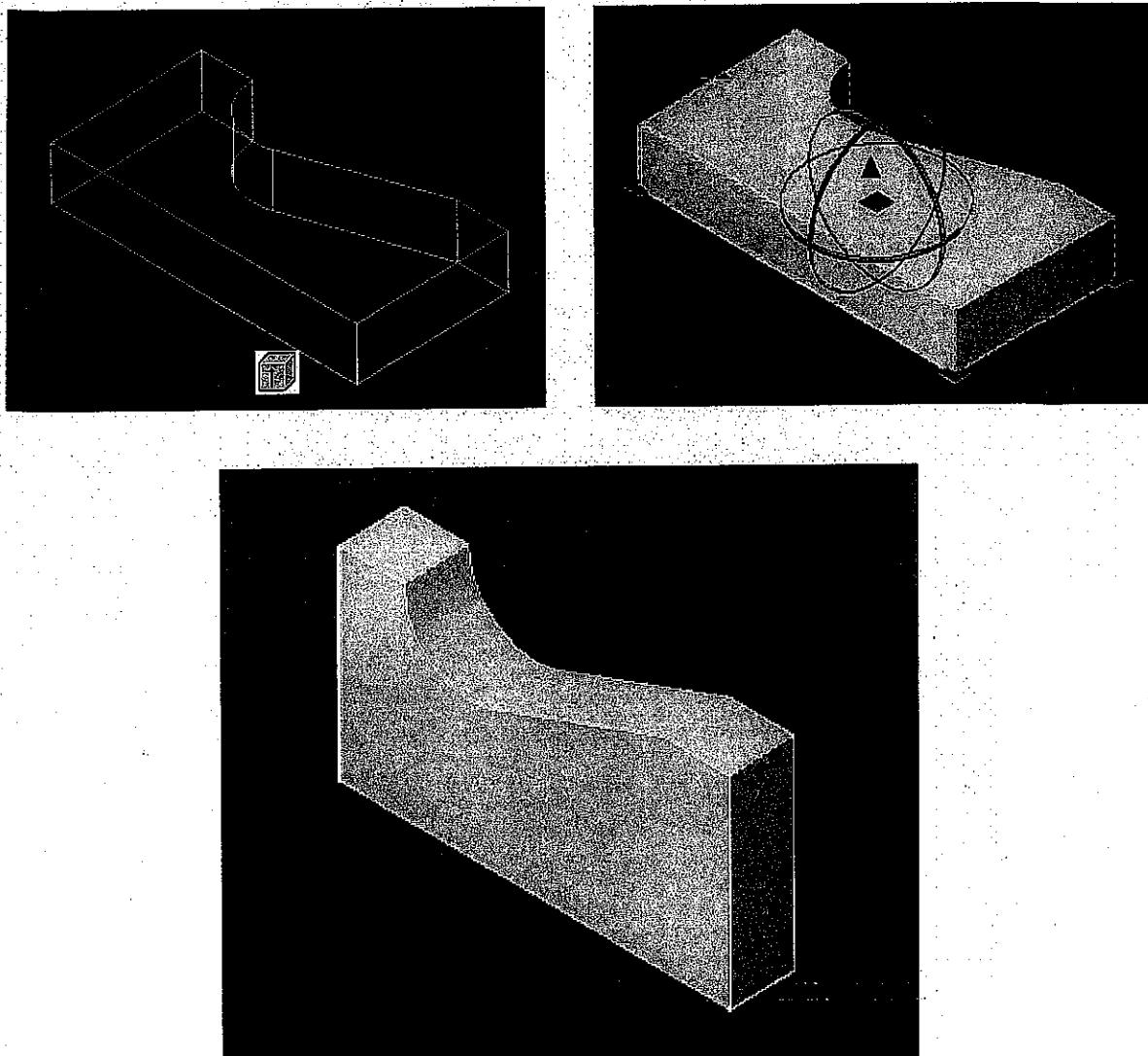


- 2) Con la herramienta Recortar solo quitamos el resto del circulo que no ocuparemos para la pieza. Quedando de la siguiente manera:

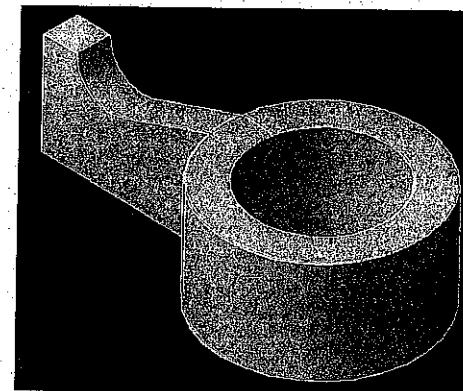
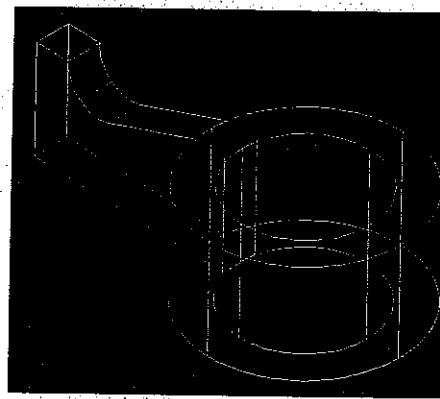


3) Continuamos con crea una **Región**  a lo dibujado y haremos un **Extrusión** de 10 como lo marca la pieza.

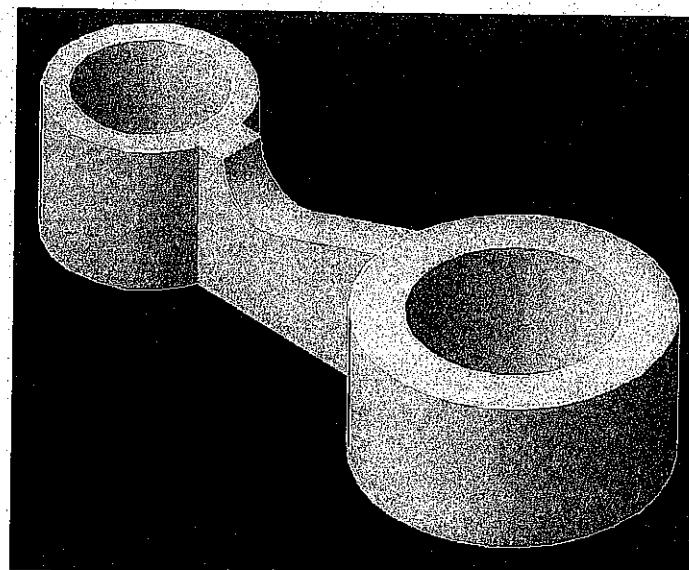
4) En **Vista** cambiaremos el **Estilo Visual**, del dibujo en 3D, de inalámbrica a conceptual, para poder entrar en modo **Gizmo**, Utilizando el comando **Girar Gizmo** daremos el giro de la pieza hacia el eje Z.



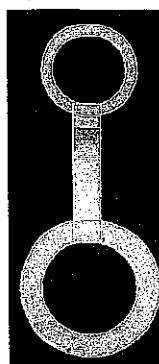
- 5) Continuamos con el dibujo de los dos círculos uno de 20 y uno de 30 que integran a la pieza anterior y lo desplazamos en el lugar que marca el dibujo, le damos una extrusión con la altura marca de 30.
- 6) Aplicamos una Diferencia  en los círculos extruidos para eliminar el interno y solo dejar el círculo de 30.



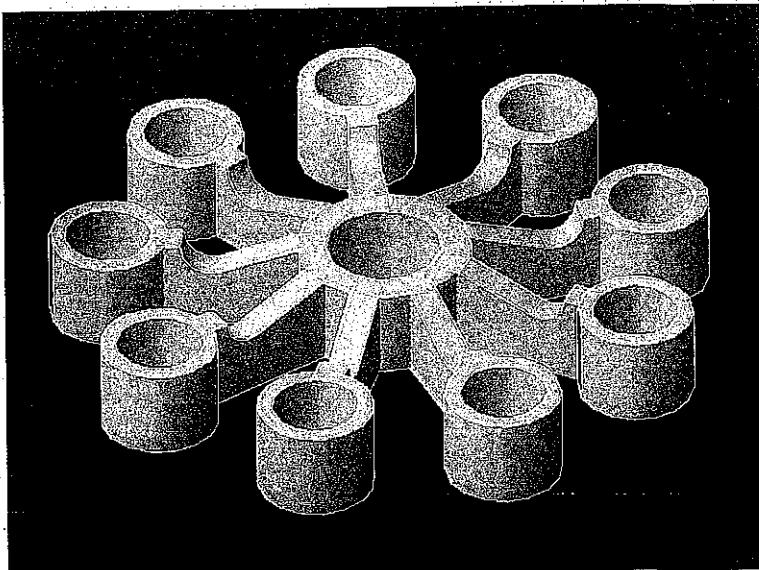
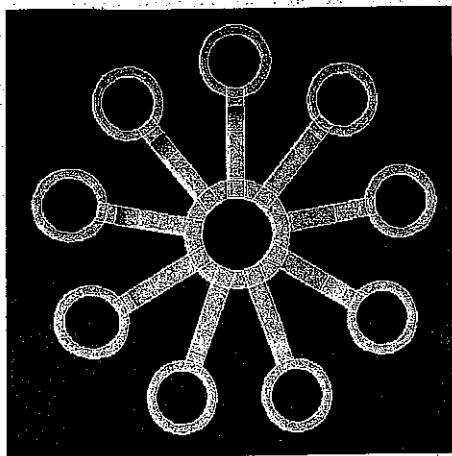
- 7) Ahora repetimos la misma operación pero para el círculo del otro extremo de las siguientes medidas 15 y 20 y los colocamos en donde se indica, aplicando la extrusión de 30.



- 8) Ahora aplicaremos la matriz en 3D, para esto colocaremos el dibujo en una vista, esto para que AutoCAD, no tenga problema en generar la matriz, esto podría ser con la **Vista Superior**.

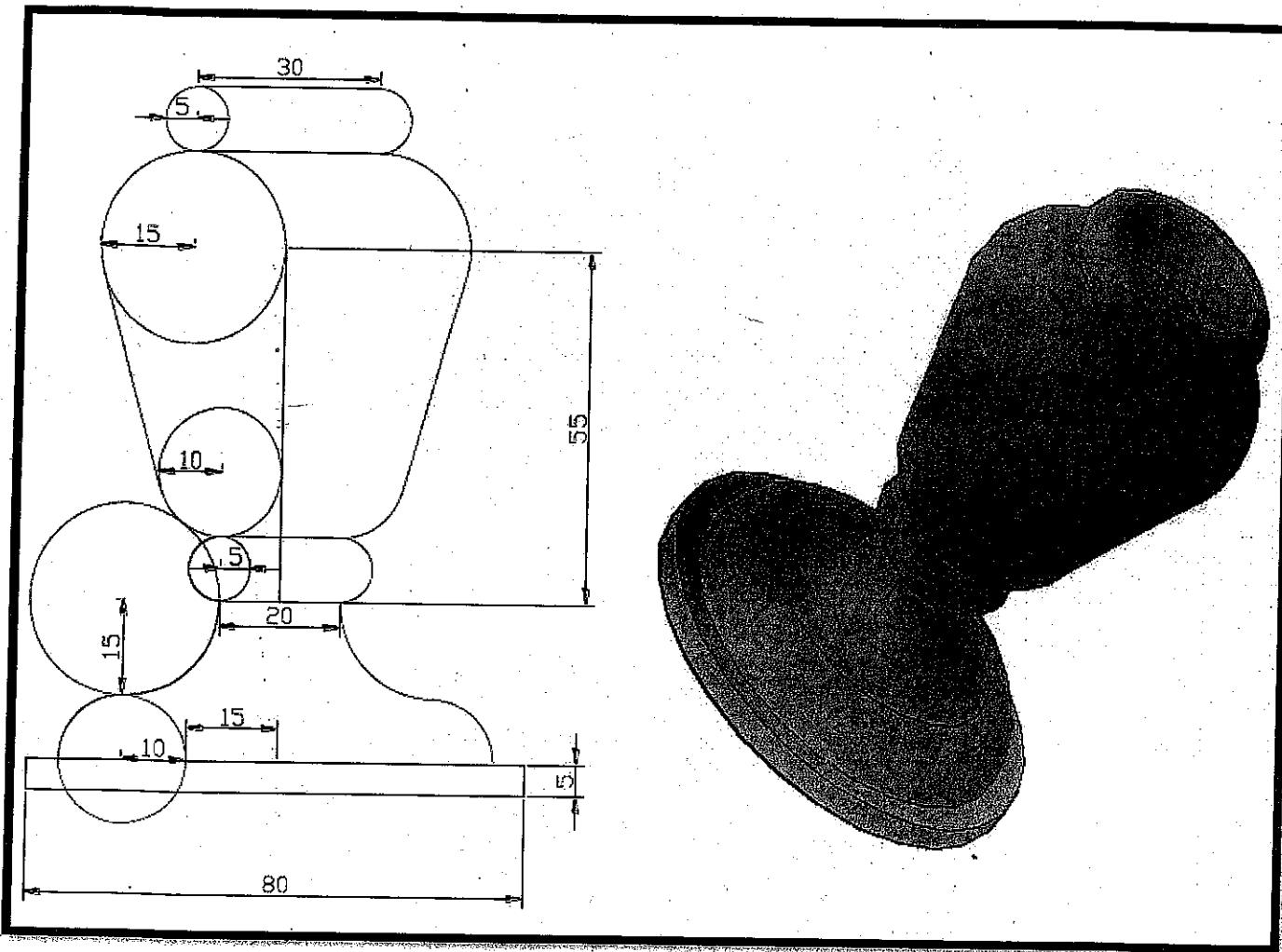


- 9) Aplicaremos la **Matriz Polar**, en Modificar ahora seleccionando el objeto a copiar después especificamos el punto central de la matriz donde se va aplicar la copia de los objetos, una vez aplicado esto solo modificamos la cantidad de **Elementos (E)** en la matriz y son 9.



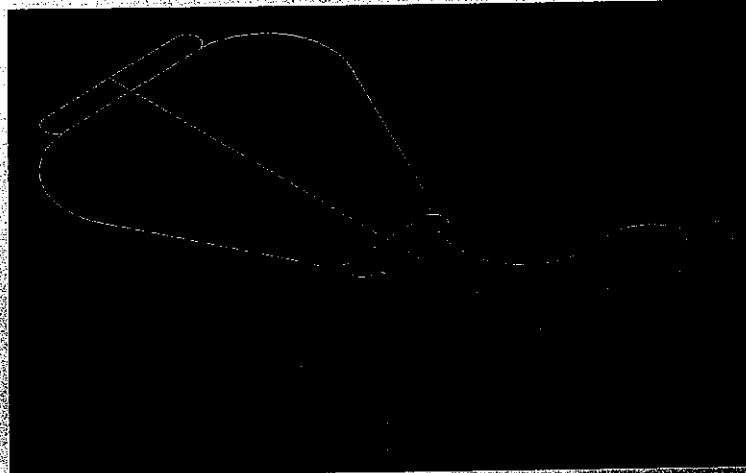
## "REVOLUCIÓN"

### EJERCICIO No. 1:

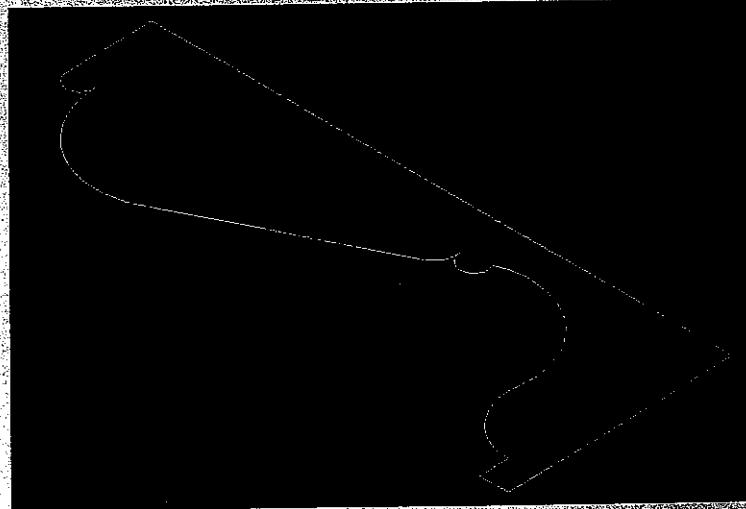


Con el comando **REVOLUCIÓN**, se pueden crear sólidos mediante la rotación de un objeto cerrado alrededor del eje X o Y del UCS corriente, utilizando un ángulo especificado. También se puede utilizar como eje una línea, una polilínea, o dos puntos que se indiquen. Al igual que **EXTRUSIÓN**, **REVOLUCIÓN** es muy útil para crear objetos que contienen biselados u otros detalles que serían muy difíciles de obtener mediante un perfil común.

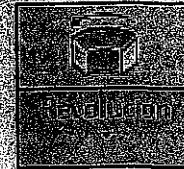
- 1) Una vez creado la pieza del ejercicio, deberemos crear el dibujo para poder realizar la Revolución.
- 2) Vamos a copiar la imagen original a la hoja de trabajo del entorno de 3D.



- 3) A continuación vamos a eliminar la mitad de la pieza.
- 4) Eliminaremos las líneas correspondientes para que la figura pueda hacer la rotación sobre el eje.



- 5) Con el comando **Revolución** vamos a seleccionar las líneas que conforman solo a la pieza a la que se va a aplicar la rotación.



- 6) Continuamos con la selección del eje u objeto donde se realizara la rotación.

 - REVOLUCIÓN Precise punto inicial del eje o defina el eje mediante [Objeto X Y Z] <Objeto>:

- 7) Seleccionamos la opción deseada en el menú y daremos un enter para confirmar la selección.

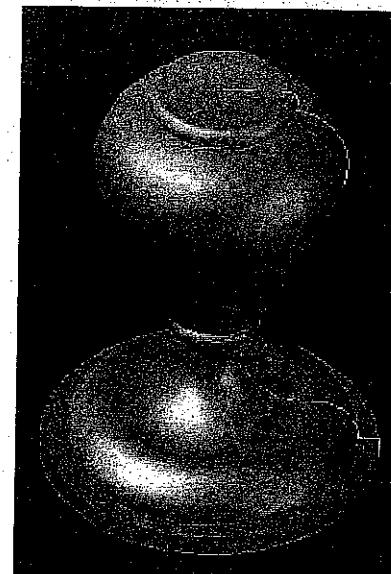
- 8) Ya sea objeto o eje al dar enter veremos como la figura realiza la Revolución del dibujo.



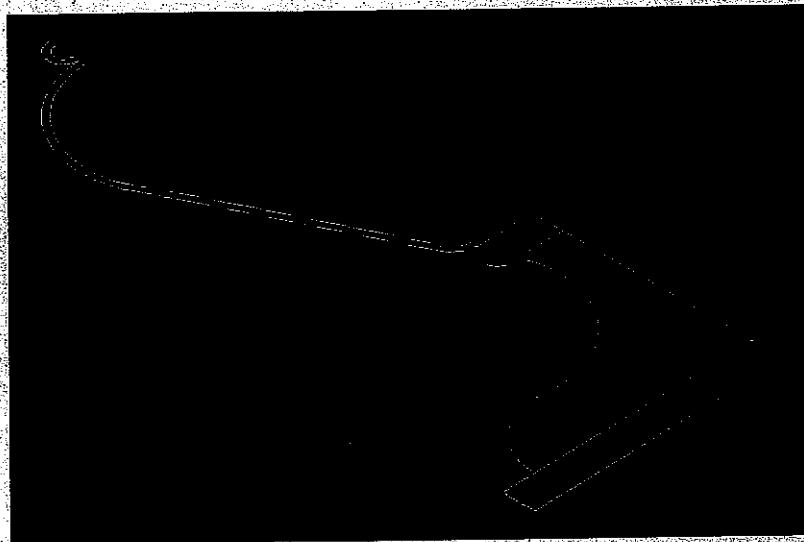
- 9) Para terminar la Revolución tipiamos los grados en los que queremos que cierre la figura, en este caso tipiamos 360 para que terminé la figura donde inicio.

 - REVOLUCIÓN Precise ángulo de revolución o [Ángulo Inicial Invertir] <360>:

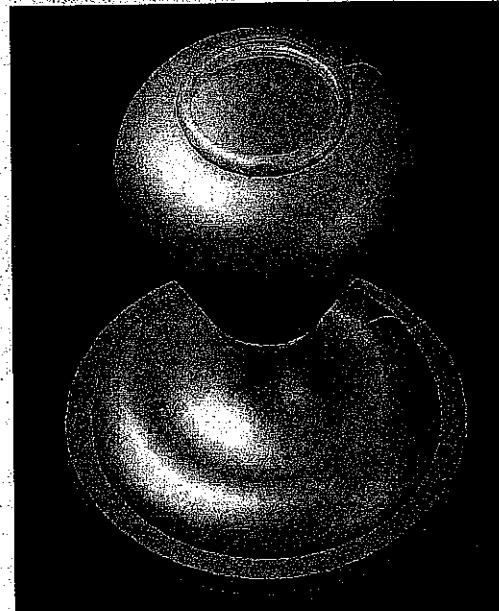
**ASÍ DEBERÁ QUEDAR EL  
OBJETO UNA VEZ  
TERMINADO  
EL COMANDO  
“REVOLUCIÓN”**



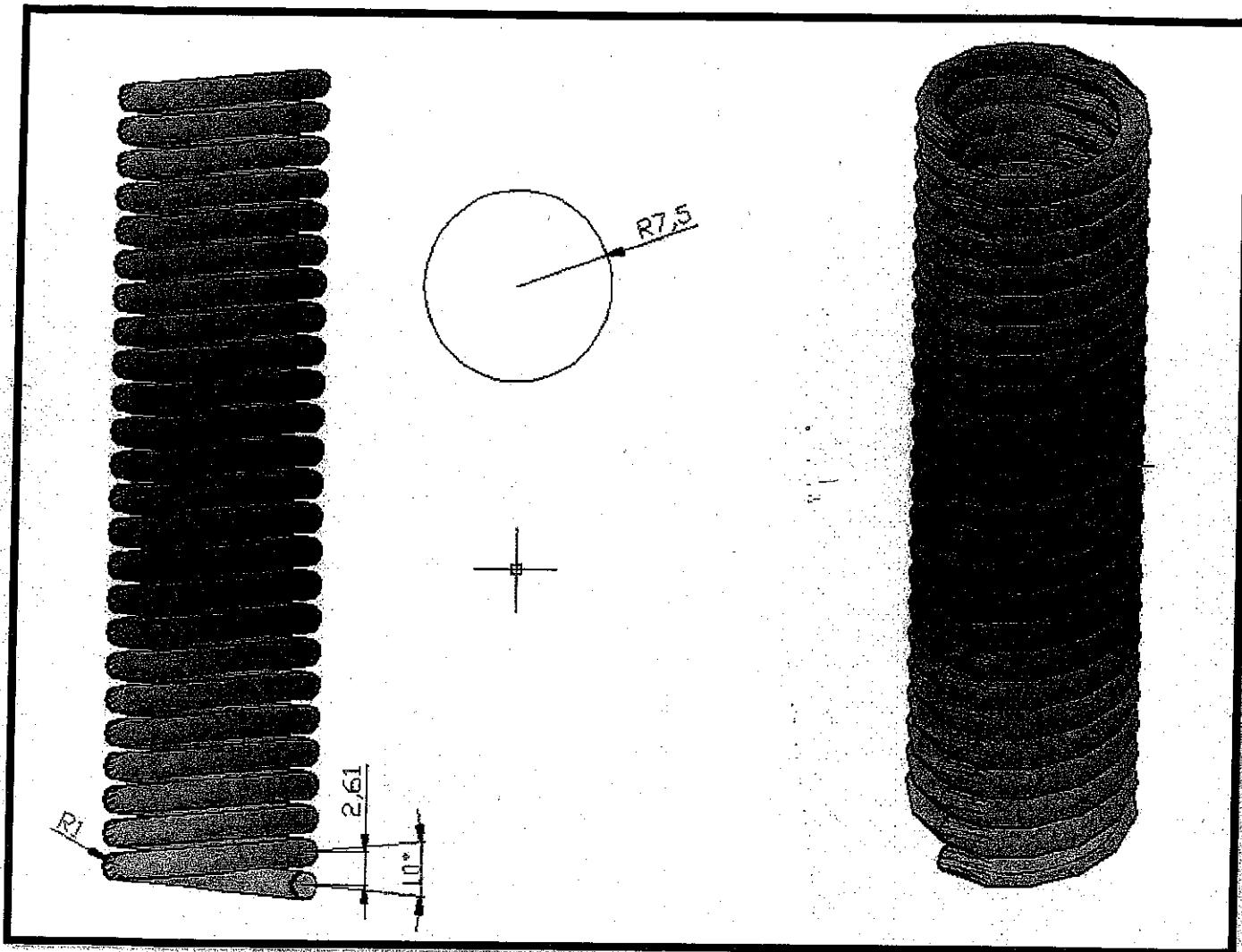
- 10) Ahora vamos a crear, la misma pieza solo que esta vez haremos el hueco que deberá llevar el objeto, como lo indica el ejercicio. Para esto trabajamos con el mismo ejemplo en 2D que ya tenemos. Y eliminaremos las siguientes líneas, la línea de centro hasta la base las líneas de arriba y después daremos un desfase a la parte superior del objeto.



- 11) Ahora solo aplicar el comando  
**Revolución** a toda la pieza para  
que nos dé el resultado final  
como en el ejercicio.

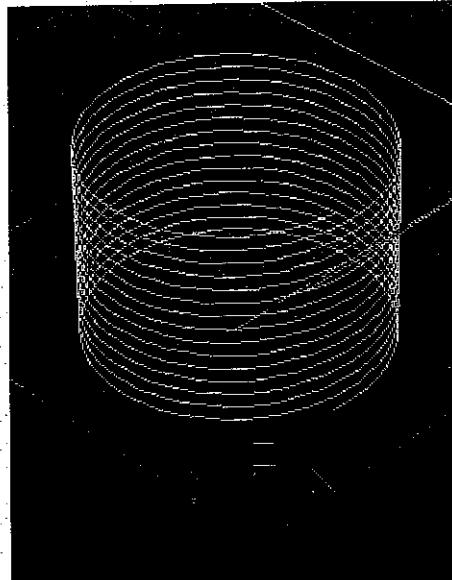


**"HERRAMIENTAS HELICE Y BARRER"**



El comando HÉLICE de AutoCAD permite la representación de espirales, hélices cilíndricas y hélices cónicas precisando el centro y el radio de la base, el radio superior, la altura, el número de giros (espiras) y el sentido de la torsión (sentido del giro). El objeto resultante en el dibujo es de tipo HÉLICE, que internamente está compuesto por una curva con una parametrización de nudos personalizada.

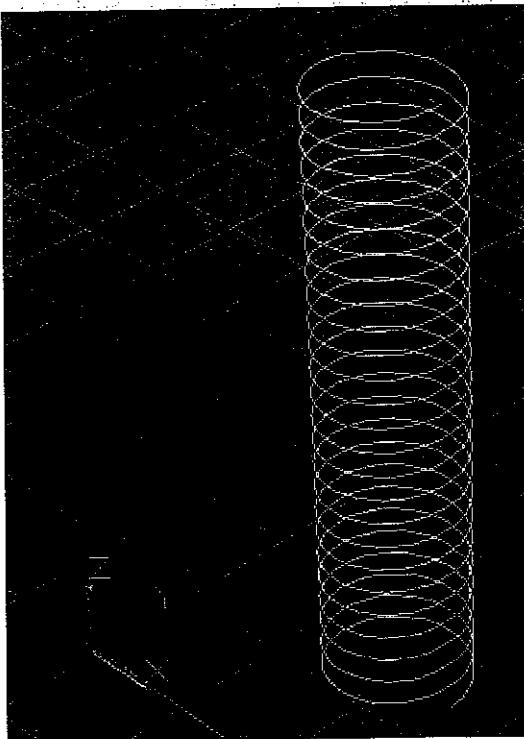
- 1) Vamos a crear una hélice e iniciamos, esta se encuentra en el apartado de **Dibujo** y este sería su ícono comando **Hélice** y a continuación damos el clic en el área de trabajo y lo primero que hay que ingresar es el diámetro base con el radio del dibujo, seguido del diámetro o radio superior.



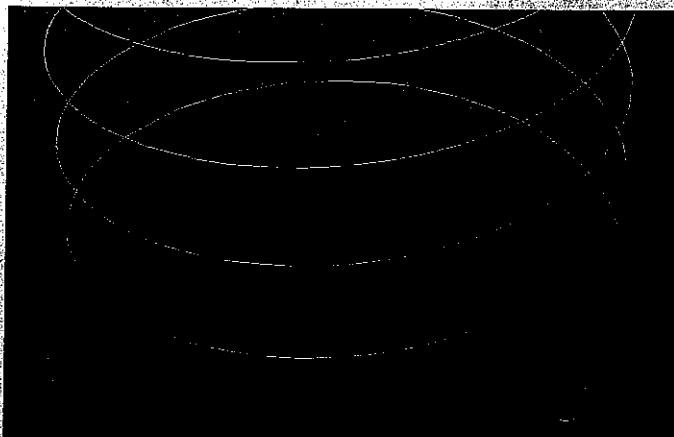
- 2) Ahora seleccionamos alguna de la opción en el menú para darle las propiedades a **Hélice**.

 - HELICE Precise altura de hélice o [Punto final Eje Giros Altura giro Torsion]

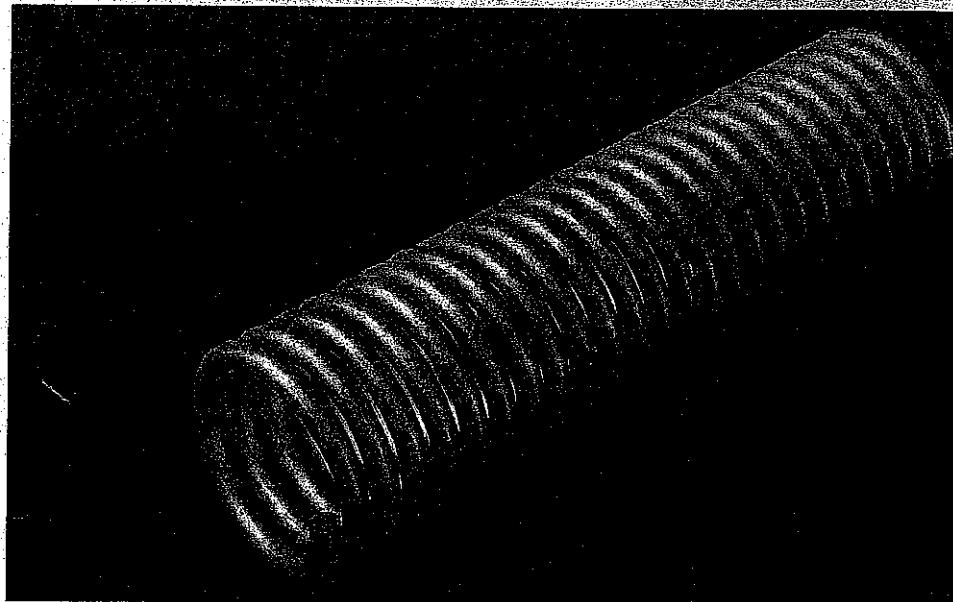
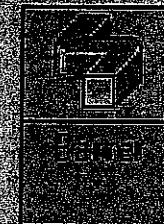
- 3) Con la opción **Giros (G)** manejaremos la cantidad de giros que tiene el dibujo, por ejemplo 25 giros y es el número que tipiamos 25 y damos enter.
- 4) Ahora en la **Altura de giro (A)**, daremos una altura de 2.61 como se indica en el dibujo y enter.



- 5) Para crear el efecto en 3D tendremos que crear un circulo al inicio del resorte, en el caso de que el circulo quede en vista superior, tendremos que usa el Girar Gizmo para que el circulo quede a manera que sea paralelo al resorte, ahora este círculo será de 1.



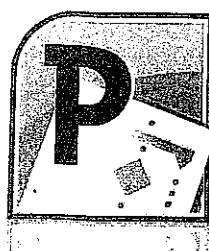
- 6) Usaremos el comando **BARRER** de la sección modelado, seleccionando el circulo damos enter y seleccionamos el resorte y enter. De este modo podremos obtener el resorte en 3D.





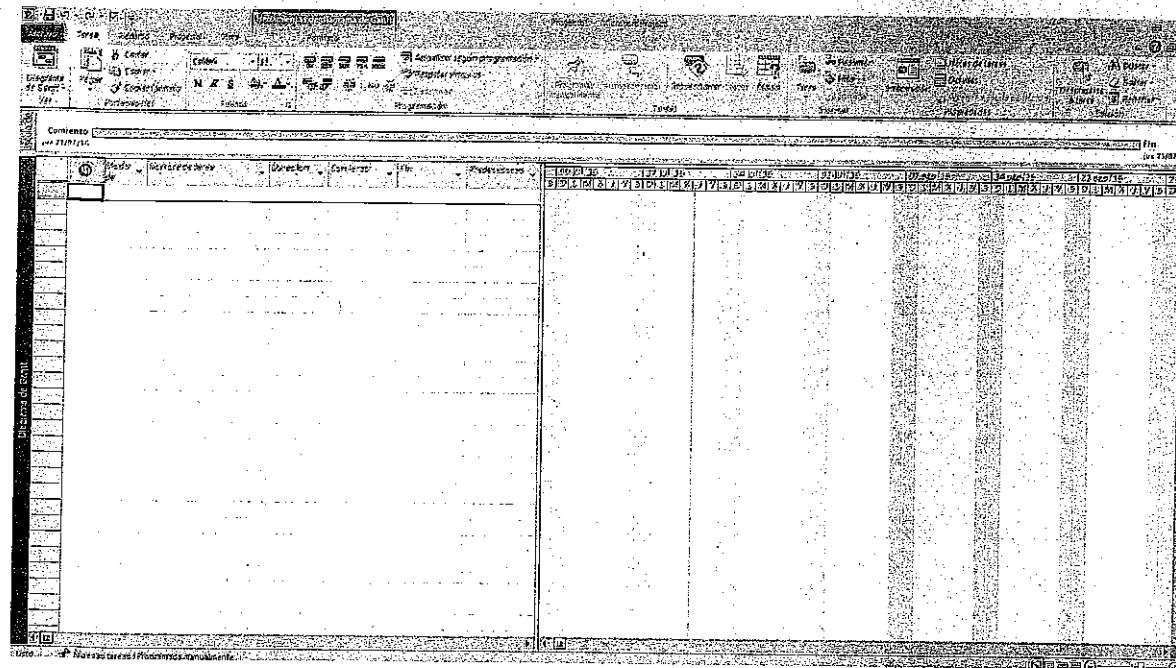
**PAQUETERÍA**  
**INFORMATICA**

### **MICROSOFT PROJECT.**



Es un software de administración de proyectos diseñado, desarrollado y comercializado por Microsoft para asistir a administradores de proyectos en el desarrollo de planes, asignación de recursos a tareas, dar seguimiento al progreso, administrar presupuesto y analizar cargas de trabajo.

La aplicación crea calendarización de rutas críticas, además de cadenas críticas y metodología de eventos en cadena disponibles como add-ons de terceros. Los calendarios pueden ser secuenciados para una disponibilidad limitada de recursos, y las gráficas visualizadas en una Gráfica de Gantt. Adicionalmente, Project puede reconocer diferentes clases de usuarios, los cuales pueden contar con distintos niveles de acceso a proyectos, vistas y otros datos. Los objetos personalizables como calendarios, vistas, tablas, filtros y campos, son almacenados en un servidor que comparte la información con todos los usuarios.



**Para comenzar una planificación debemos tener los siguientes elementos:**

**Proyecto:** Planificación de un conjunto de tareas, durante un periodo de tiempo, a las cuales pueden asignar recursos.

Este periodo de tiempo se basara en un calendario laboral del proyecto y este calendario tendrá una jornada laboral que por defecto lo tiene de ocho horas diarias. Pero aun así se puede configurar depende las necesidades laborales de nuestro proyecto.

**Tarea:** Actividad planificada en un proyecto.

¡Que tenemos que hacer? ¿Qué conjunto de actividades debemos tener para una buena planificación?

**Recurso:** Personas, materiales o costos, que pueden asignarse a una tarea.

Estos elementos nos ayudaran a planificar y dar seguimiento a los proyectos. Estos elementos nos darán mucha información y esto se verá reflejado en los campos:

**En Microsoft Project existe variedad de campos a nivel de proyecto, de tarea y de recursos, pero tendremos 6 campos principales los cuales son:**

- **Comienzos:** Me indica la fecha de comienzo de una tarea o de proyecto.
- **Fin:** Sera la fecha de finalización de una tarea o un proyecto.
- **Duración:** Se refiere al tiempo hábil o tiempo laboral que comienza hasta que finaliza una tarea o un proyecto.

- **Trabajo:** Es el tiempo que los recursos invierten en una tarea o en el proyecto.
- **Unidades:** Es el porcentaje de la jornada laboral que un recurso dedica a una tarea.
- **Costo:** Son los costos de un recurso, de una tarea o de un proyecto.

*La planificación se irá ajustando al calendario base del proyecto que por defecto tiene como no laborables el sábado y el domingo pero lo podemos ajustar al calendario de nuestro proyecto.*

**La planificación de un proyecto transcurre en tiempo y en Microsoft Project también se cuenta con las siguientes unidades de medida.**

**Unidades de tiempo:**

**m = Minutos**

**h = Horas**

**d = Días**

**s = semanas**

**ms = meses**

Tendremos que saber que por defecto la duración se mide en días y el trabajo en horas.

**Un proyecto también puede estar en 3 estados:**

**Previsto: ¿Qué dije?:** Este se crea cuando se guarda la línea base del proyecto.

*Duración Prevista, Costo Prevista*

**Actual ¿Qué digo?:** Este se corresponde lo que se está creando en este momento.

*Duración Actual, Costo Actual*

**Real: ¿Qué realmente digo?:** Este estado se produce cuando los recursos van dar avance al proyecto.

*Duración Real, Costo Real*

**Variación: ¿Qué ha cambiado?:** Este existe porque hay una diferencia entre el previsto y actual en la fase planificación y el previsto y real en la fase de seguimiento.

*Variación de Duración, Variación de Costo.*

## INTRODUCCIÓN AL MS PROJECT.

### Generalidades

En estas secciones, exploraremos el entorno de MS Project 2010, utilizando las cintas de herramientas, navegando por el Diagrama de Gantt y la Escala de Tiempo, que aparecen por defecto.

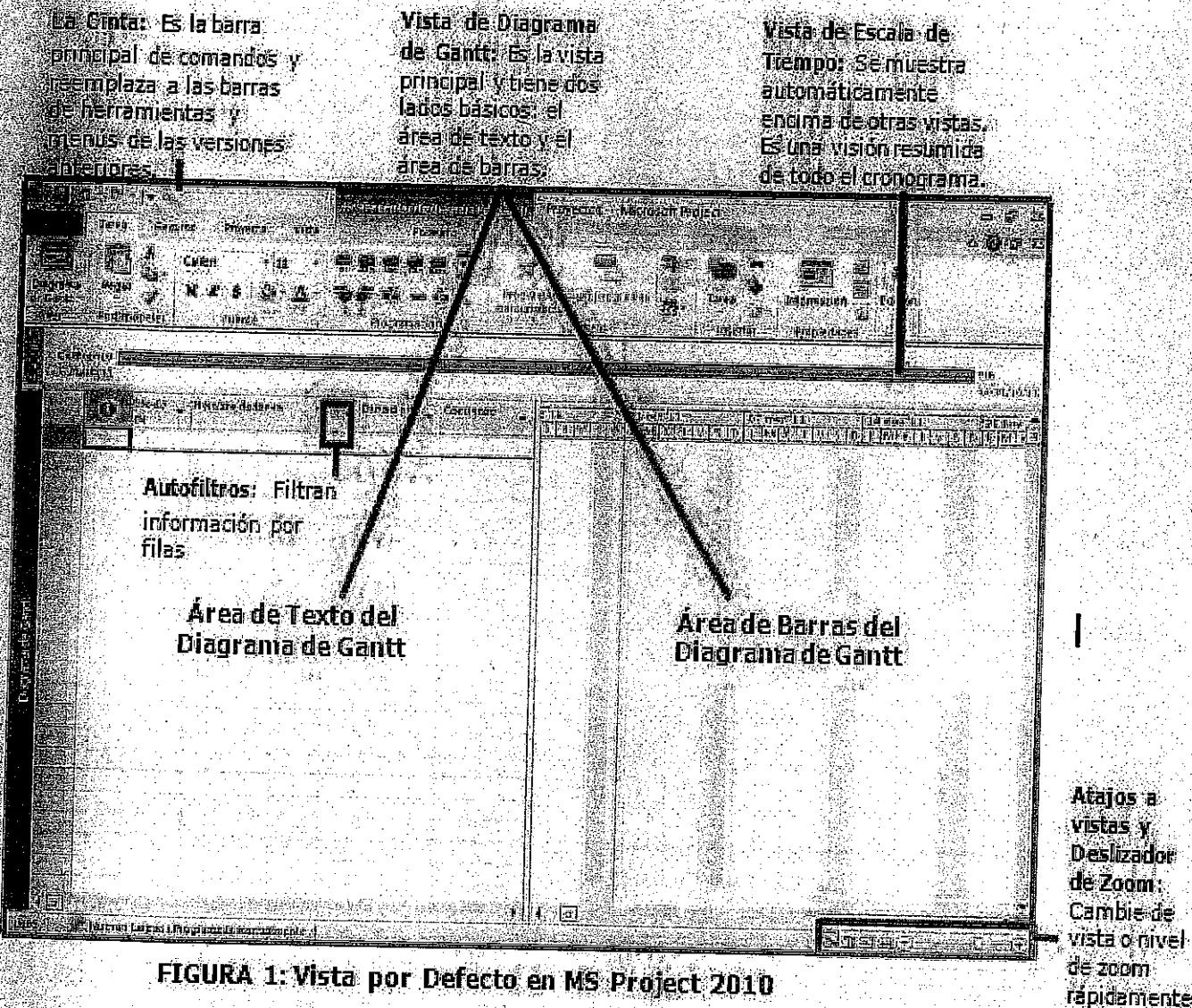


FIGURA 1: Vista por Defecto en MS Project 2010

Al hacer clic en la pestaña Archivo, podrá acceder a la vista Backstage (FIGURA 2), donde podrá abrir, guardar, imprimir y establecer opciones de configuración. Además, encontrará la opción “Administrar Cuentas de Project Server” y la opción “Organizador”, que permite mover elementos como vistas personalizadas, tablas, campos o calendarios de un proyecto a otro al tener ambos archivos abiertos.

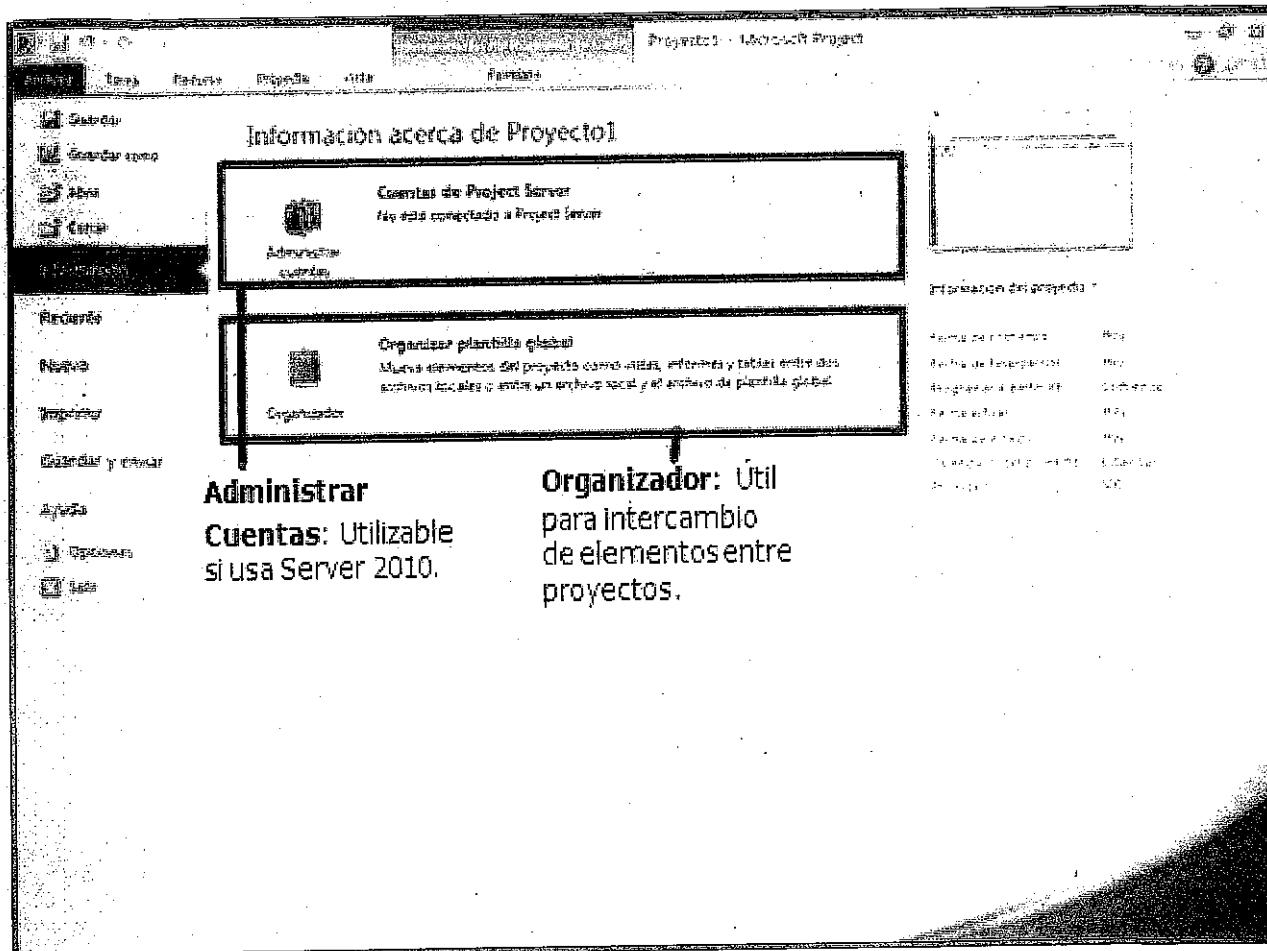


FIGURA 2: Vista Backstage.

## CINTA DE HERRAMIENTAS

Los comandos ahora están colocados en agrupaciones lógicas mediante pestañas en la cinta de herramientas. Los botones hacen que el trabajo sea más fácil que en las versiones anteriores. Tómese un tiempo para explorar los comandos y conocerlos.

### Barra de Herramientas de Acceso Rápido

**Rápido:** Puede añadirle comandos haciendo clic derecho en el comando que desee incluir la barra de acceso rápido. Luego, seleccionar "Aregar a la Barra de Herramientas de Acceso Rápido".

Estas son las pestañas principales que organizan los comandos lógicamente para facilitar la programación.



#### La pestaña Archivo

se utiliza para gestionar los archivos y configuraciones de opciones clave.

Al hacer clic en los botones de comandos, se ejecuta cada comando.

Estos son los grupos que organizan a los comandos lógicamente. Sus nombres siempre aparecerán debajo de los comandos que pertenecen a ellos.

FIGURA 3: Estructura de la cinta de herramientas.

## EXPLORANDO DE VISTAS

En MS Project 2010, el Diagrama de Gantt es la vista que ve automáticamente. Sin embargo, puede cambiar de vista con la parte inferior del botón Diagrama de Gantt, en la pestaña Tarea. Puede elegir una de las vistas de la lista que aparecerá o hacer clic en "Más Vistas" y escoger una vista adicional.

**Botón Diagrama de Gantt:** Si hace clic en la parte inferior, aparecerá la lista de vistas. Si hace clic en la parte superior, podrá regresar al Diagrama Gantt.

**Más vistas:** Haga clic la vista que deseé para usarla (presionando "Aplicar"), modificarla (presionando "Modificar") o exportarla a otro proyecto (presionando "Organizador").

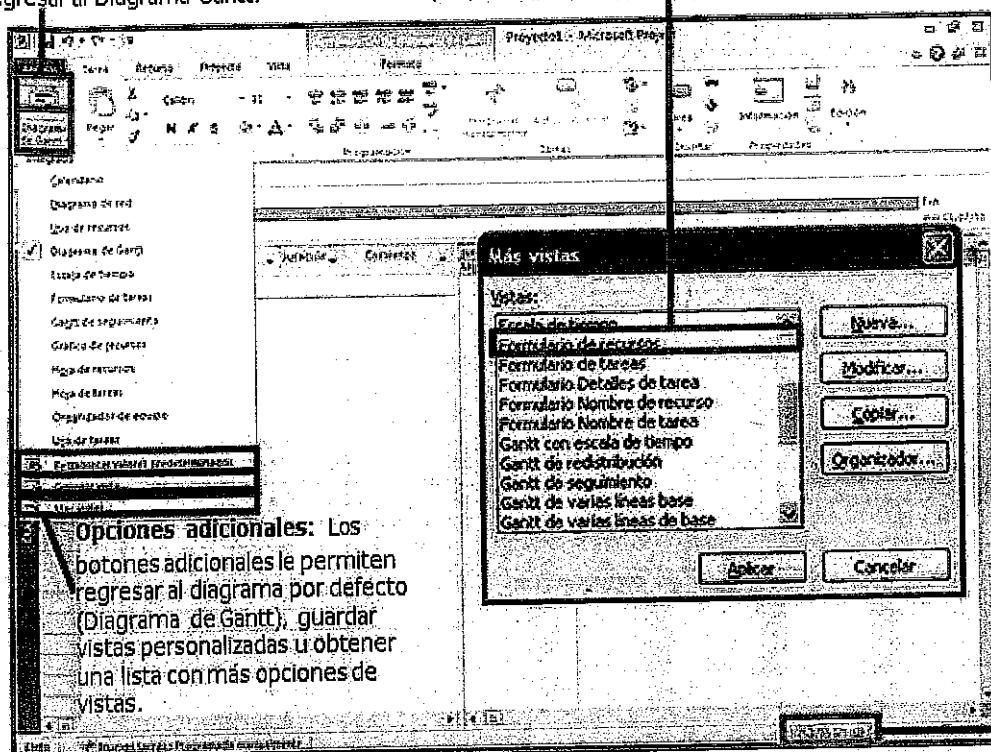


FIGURA 4: Selección de Vistas en pestaña Tarea.

**Atajos a vistas:**  
 Encontrará atajos al Diagrama de Gantt, Uso de Tareas, Hoja de Recursos y el Organizador de Equipo. Puede personalizarse.

También podrá cambiar vistas en la pestaña Vista, donde están divididas por tipo (Tarea y Recurso). Las partes superiores de los botones lo llevan a la vista de tareas o recursos utilizada más recientemente, mientras que la parte inferior muestra la lista de vistas de cada tipo.

#### Vistas de Tareas:

Muestra el Diagrama de Gantt, Uso de Tareas, Diagrama de Red y Calendario.

**Vistas de Recursos:** Muestra el Organizador del Equipo, Uso de Recursos, Hoja de Recursos y Gráfico de Recursos.

#### Vista en dos paneles:

Permite ver al mismo tiempo una vista complementaria a la vista en la que esté trabajando.

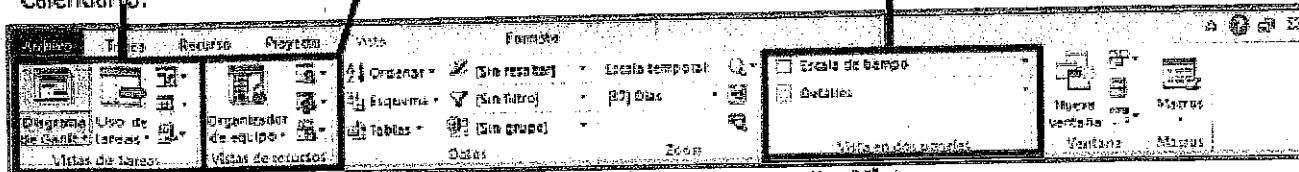


FIGURA 5: Selección de Vistas en pestaña Vista.

Usted puede aplicar Vista en dos paneles, y en la pantalla aparecerán dos vistas al mismo tiempo. Para ello, puede hacer clic a “Detalles”, que se encuentra en el grupo **Vista en dos paneles**, dentro de la pestaña **Vista**. Al costado de Detalles, encontrará la lista de posibles vistas secundarias. También se puede escoger más vistas al hacer clic derecho en la vista secundaria.

Al hacer clic en **Detalles**, se agregará una segunda vista automáticamente.

Con este comando se hace visible o no visible la Escala de Tiempo.

Para cambiar de vista secundaria, escoja la vista que deseé en esta pestaña.

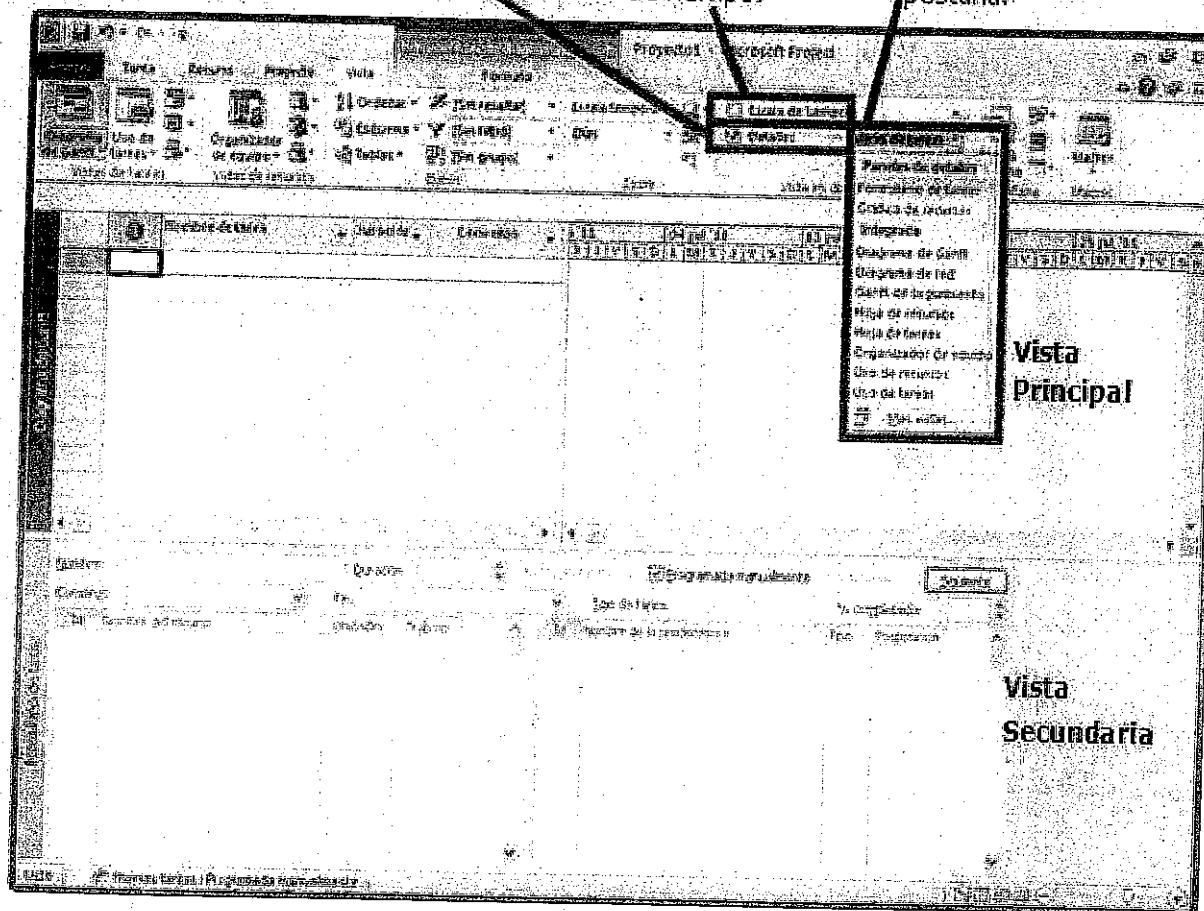


FIGURA 6: Selección de Vista Secundaria en pestaña **Vista**.

## EXPLORANDO TABLAS

Una tabla es la distribución de filas y columnas dentro del área de texto de MS Project donde se puede ingresar datos. MS Project 2010 incluye muchas tablas predefinidas para planificar y monitorear información de proyectos, clasificadas como tablas de tareas y tablas de recursos. Tómese un tiempo para explorarlas y ver si satisfacen sus necesidades inmediatas. Si no lo hacen, puede personalizar las tablas.

La tabla por defecto en el MS Project es la tabla Entrada. Para hacer cambios en las tablas de tareas o recursos, realice los siguientes pasos:

1. Seleccione la pestaña **Vista** » grupo **Datos** » “Tablas”.
2. Seleccione alguna de las tablas de la lista. A medida que personalice tablas, la lista se dividirá en **tablas integradas** (predefinidas en MS Project) y **tablas personalizadas** (que usted creará modificando las tablas predefinidas).
3. Escoja el tipo de tabla que desea: **Tarea** o **Recurso** » Seleccione la vista que desee » “Aplicar”.
4. Para regresar a la tabla por defecto, haga clic en “Entrada” dentro de la lista.

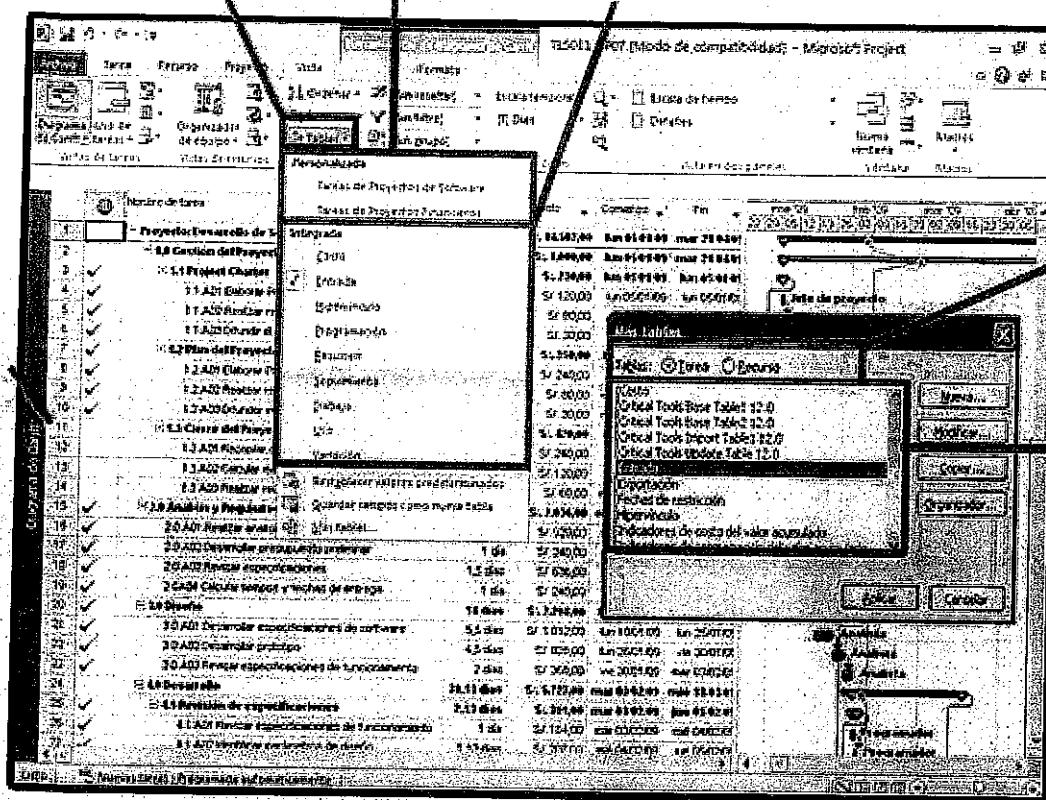
En la parte inferior de la lista, podrá regresar a la tabla por defecto, guardar tablas personalizadas o acceder a más tablas.

Haga clic aquí para ver la lista de tablas.

**Lista de tablas personalizadas.**

**Lista de tablas integradas.**

**Tabla actual.**



Seleccione el tipo de tabla que desea ver.

Seleccione la tabla que desea ver.

**FIGURA 7: Selección de Tablas en pestaña Vista.**



**Nota**

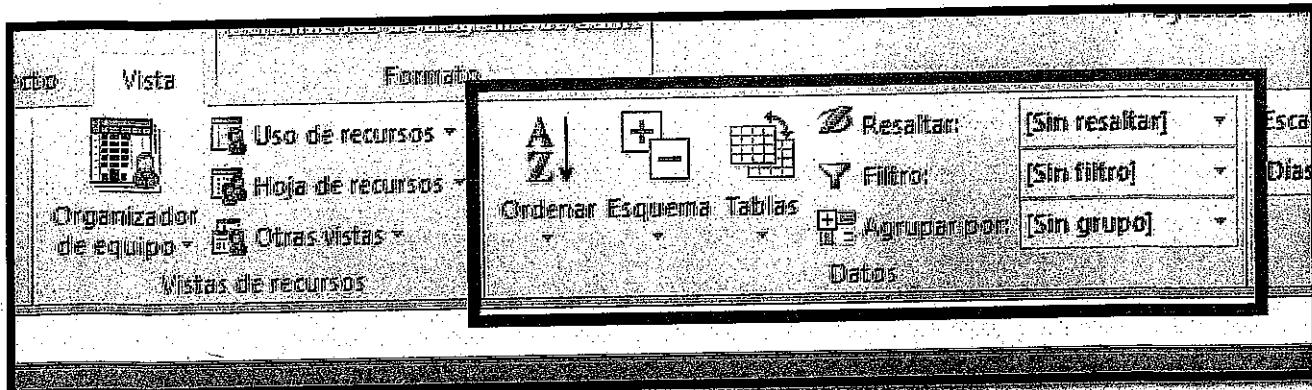
Usted puede aplicar tablas en varios tipos de vista, sin embargo, no son aplicables en las vistas Calendario, Diagrama de Red, Diagrama de Red Descriptivo, Diagrama de Relaciones, Escala de Tiempo, Organizador de Equipo, Gráfico de Recursos, Formulario de Tareas, Formulario Detalles de Tarea, Formulario de Recursos, Formulario Nombre de Recurso ni en Formulario Nombre de Tarea.

## TABLAS PERSONALIZADAS

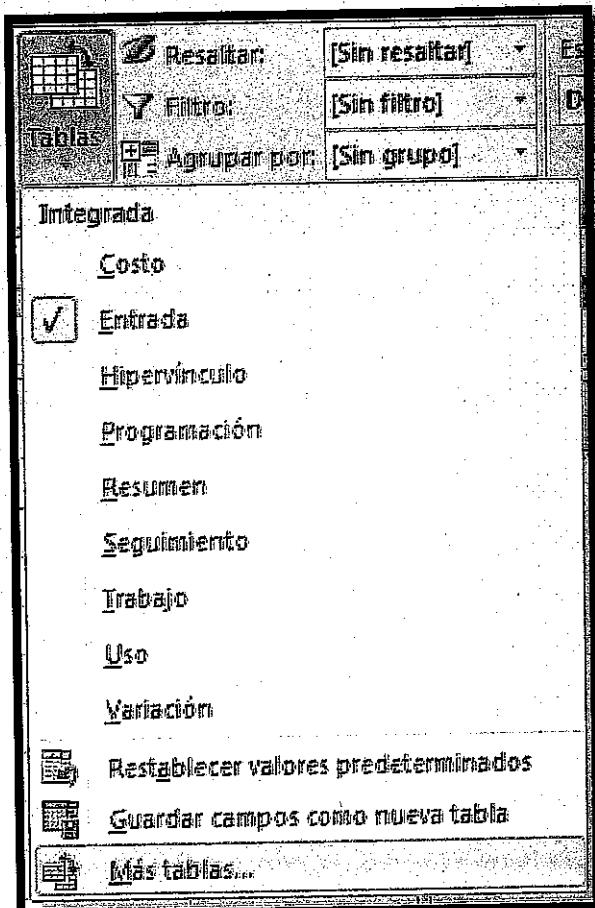
MS Project incluye tablas de tareas y de recursos predefinidas, si ninguna ofrece información necesaria, puede crear una tabla personalizada para mostrar la información requerida en los informes. Las tablas personalizadas pueden crearse a partir de cero o modificando una tabla existente.

Para crear nueva tabla personalizada, realice los siguientes pasos:

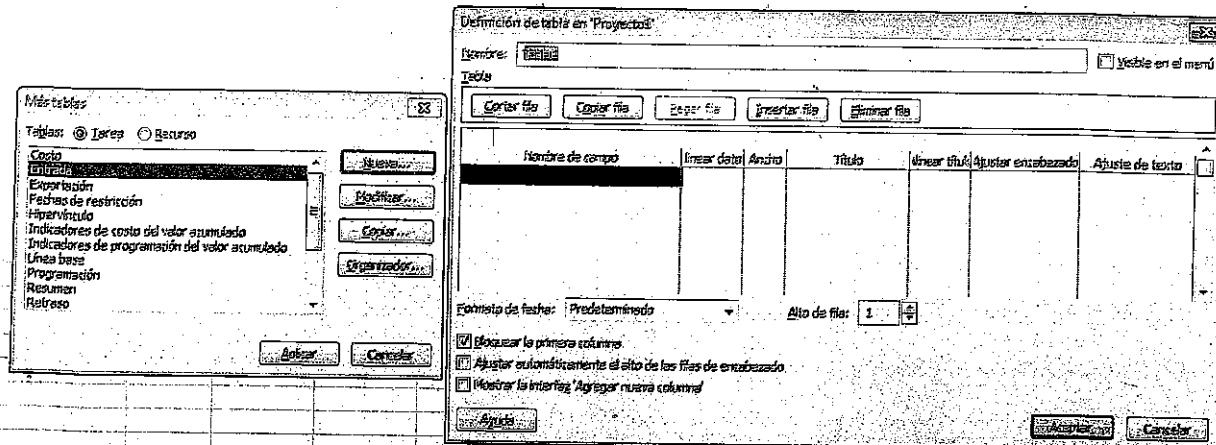
1. Seleccione la pestaña **Vista** » grupo **Datos** » “Tablas”.



2. Seleccione la opción “Más Tablas”.



3. Escoja el tipo de tabla que desea: **Tarea o Recurso** » seleccione la opción “Nueva”.



4. En el campo “Nombre” asigne un nombre de identificación a la Tabla.

5. Se deberá activar la opción “Visible en el menú”, si desea mostrar el nombre de la tabla en la opción “Tabla personalizada”.

6. Se definirá el “Nombre del campo”, “Alineación”, “Ancho de la columna” y “Título de la columna”.

7. En la opción “Nombre de campo” seleccione la información de datos que desea mostrar en la columna de la vista de tareas, luego haga clic en Aceptar.

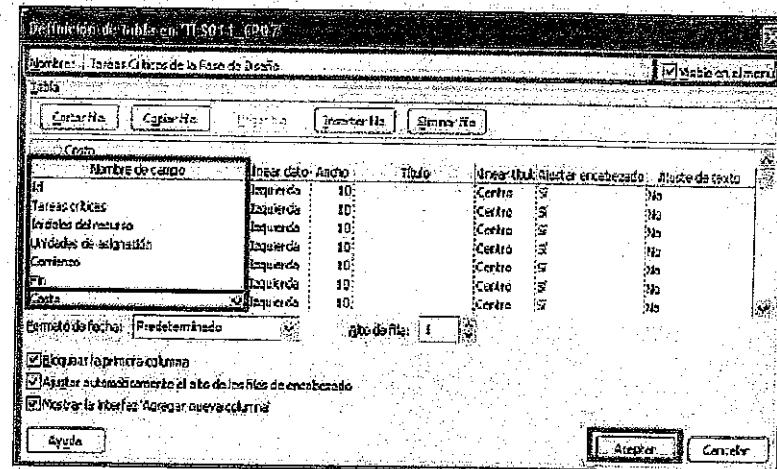


FIGURA 8: Creación de tabla personalizada.

8. Luego en el cuadro de diálogo Más Tablas aparecerá el nombre de la tabla que se ha creado, luego haga clic en Aplicar.
9. Finalmente, se añadirá la tabla en la vista de tareas.

## CONOCIENDO LOS INFORMES

Todos los informes en MS Project 2010 tienen características comunes. Por ejemplo, puede imprimir cualquier informe o revisarlo en la pantalla. Están divididos en categorías según tema. Siga los siguientes pasos para visualizar los informes disponibles en cada categoría:

1. Haga clic en la pestaña **Proyecto** » grupo **Informes** » **Informes**.
2. Seleccione una de las categorías de informes: “Generales”, “Actividades actuales”, “Costos”, “Asignaciones”, “Carga de trabajo” o “Personalizados” » haga clic en “Seleccionar”.
3. Seleccione el informe que desea ver » Haga clic en “Seleccionar”.
4. MS Project lo llevará a la vista Backstage, donde puede ver el informe y configurar sus opciones de impresión.

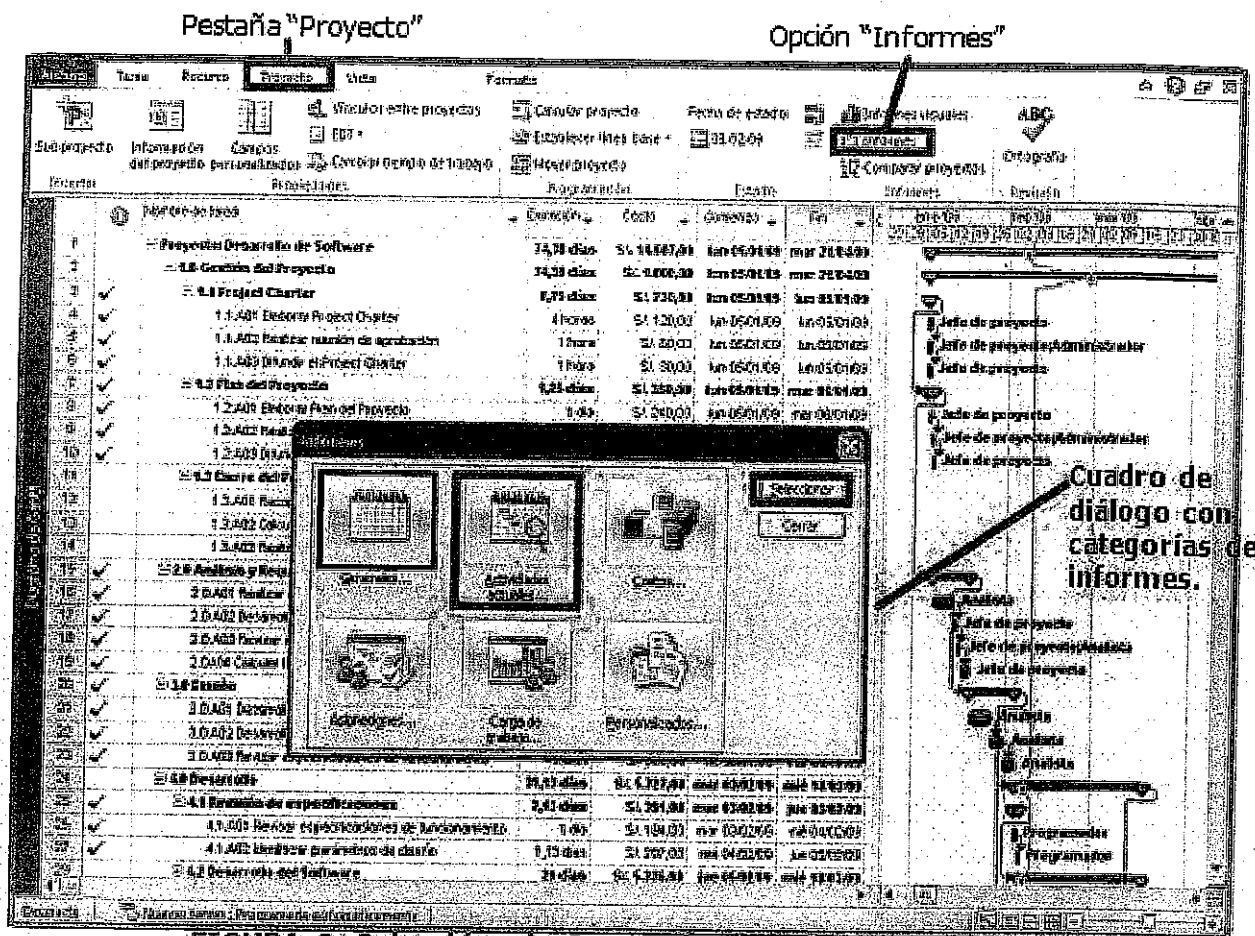


FIGURA 9: Selección de Categoría de Informe.

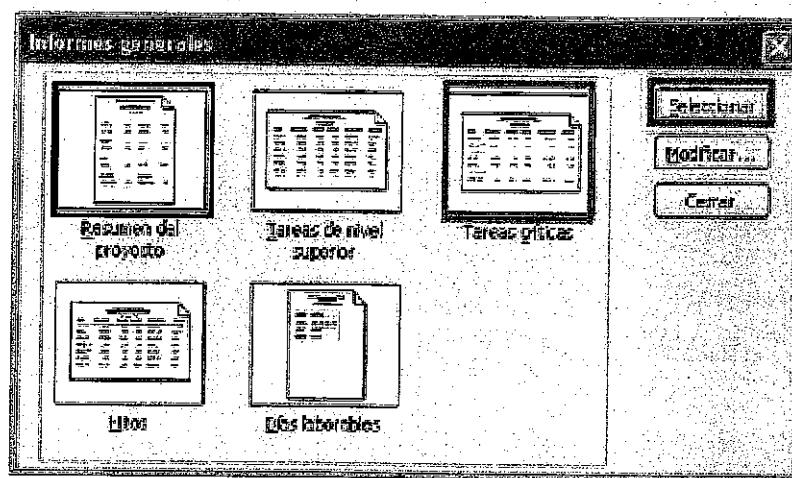


FIGURA 10: Selección de Informe.

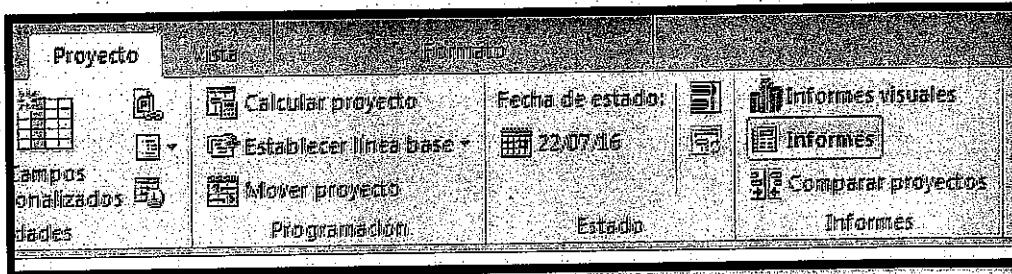
## INFORMES PERSONALIZADOS

Usted seleccionará o personalizará el informe según la información que desee comunicar. Podemos crear los informes a partir de cero, podemos modificar un informe existente, o podemos crear un informe nuevo basándose en un filtro de informe con ciertos parámetros.

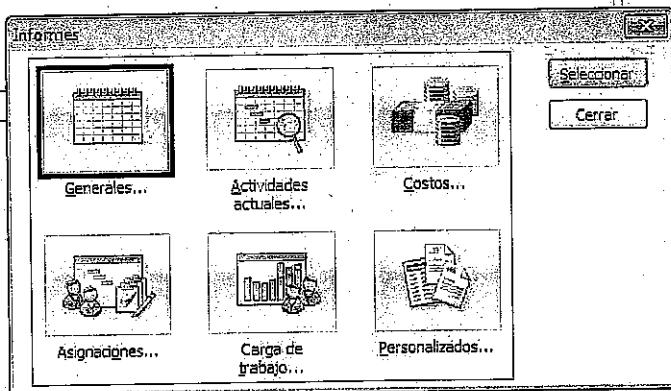
Usted seleccionará o personalizará el informe según la información que desee comunicar. A continuación detallamos las características de cada informe.

Personalice el que más se acerca a sus necesidades si ninguno las satisface. Para crear un nuevo informe, realice lo siguiente:

1. Nos dirigimos a la pestaña **Proyecto** » grupo **Informes** » “**Informes**”.

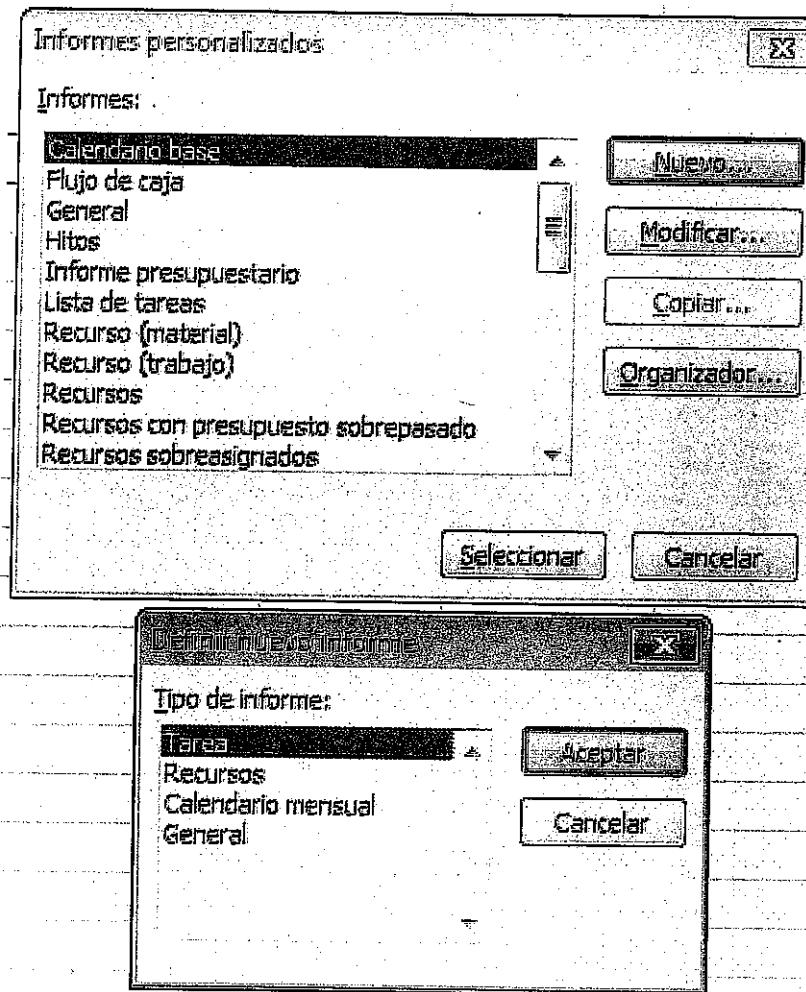


2. En el cuadro de diálogo elegir la opción “Personalizados”, luego clic en “Seleccionar”.

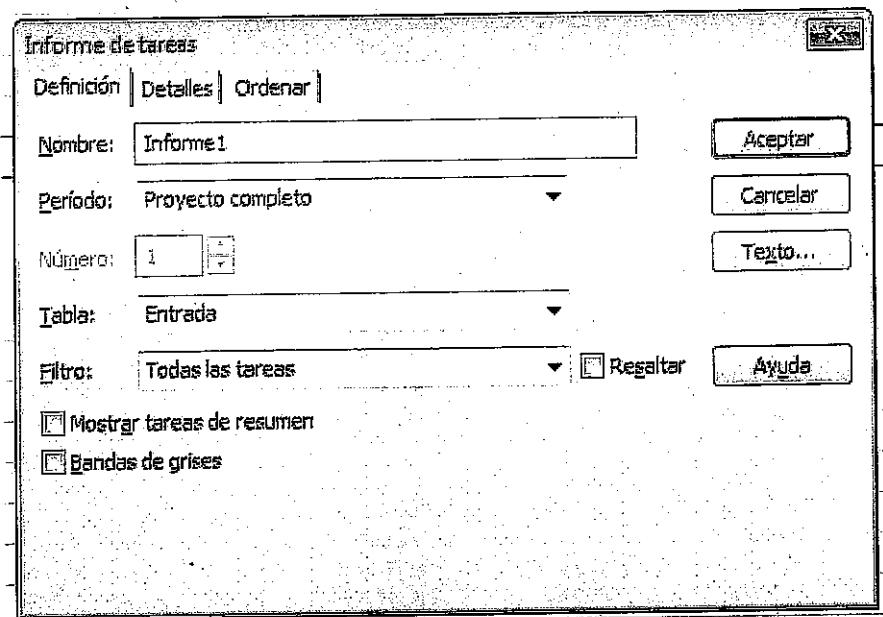


3. En el cuadro de diálogo haga clic en “Nuevo”.

4. Elija un tipo de informe que puede ser: "Tarea", "Recursos", "Calendario Mensual" y "General", luego haga clic en "Aceptar".



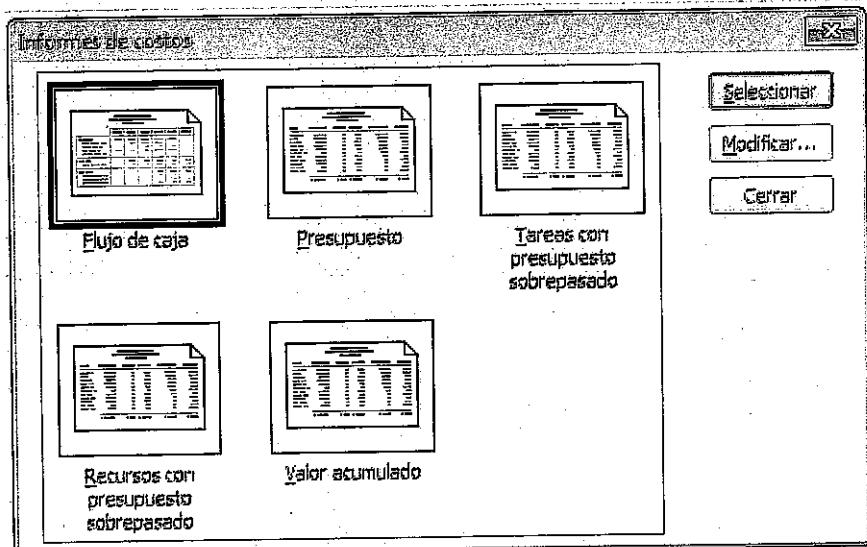
5. En el cuadro de diálogo "Informe de tareas" modificar la información necesaria en las pestañas. En la pestaña "Definición" asignar un nombre al informe y elegir la Tabla que ha creado, en la pestaña "Detalles" seleccionar los datos requeridos y en la pestaña "Ordenar" establecer los niveles de criterios.



**FIGURA 11: Creación de nuevo Informe.**

#### Modificar informes existentes:

1. Nos dirigimos a la pestaña **Proyecto** » grupo **Informes** » “**Informes**”.
2. Haga clic en **Costos** y “**Seleccionar**” en un informe establecido, luego en el nombre y, a continuación clic en “**Modificar**”.



**FIGURA 12: Modificar Informa existente**

4. En el cuadro de diálogo “Informe de tareas” modificar la información necesaria en las pestañas. En la pestaña “Definición” asignar un nombre al informe, en la pestaña “Detalles” seleccionar los datos requeridos y en la pestaña “Ordenar” establecer los niveles de criterios.

## **CREACIÓN DE CALENDARIOS**

### **CALENDARIO BASE**

Es un calendario predefinido en MS Project. Es usado como plantilla para el Calendario del Proyecto, los Calendarios de Recursos y los Calendarios de Tareas. Los tres tipos de Calendarios base son: Estándar: (8 a.m. a 5 p.m., entre semana, con una hora de almuerzo), 24 Horas y Turno Noche.

### **CREAR NUEVO CALENDARIO DEL PROYECTO**

1. Seleccione la pestaña **Proyecto** » grupo **Propiedades** » haga clic en “Cambiar tiempo de trabajo”.
2. Del cuadro de diálogo, seleccione un calendario de la lista “Para calendario” (para adecuarlo a sus necesidades) » Haga clic en el botón “Crear Calendario”.
3. En el cuadro “Crear nuevo calendario base”, escriba el nombre del calendario » asegúrese de seleccionar “hacer una copia del” calendario elegido » Aceptar.
4. En el cuadro “cambiar calendario laboral”, aparecerá elegido “Para calendario” en lista.

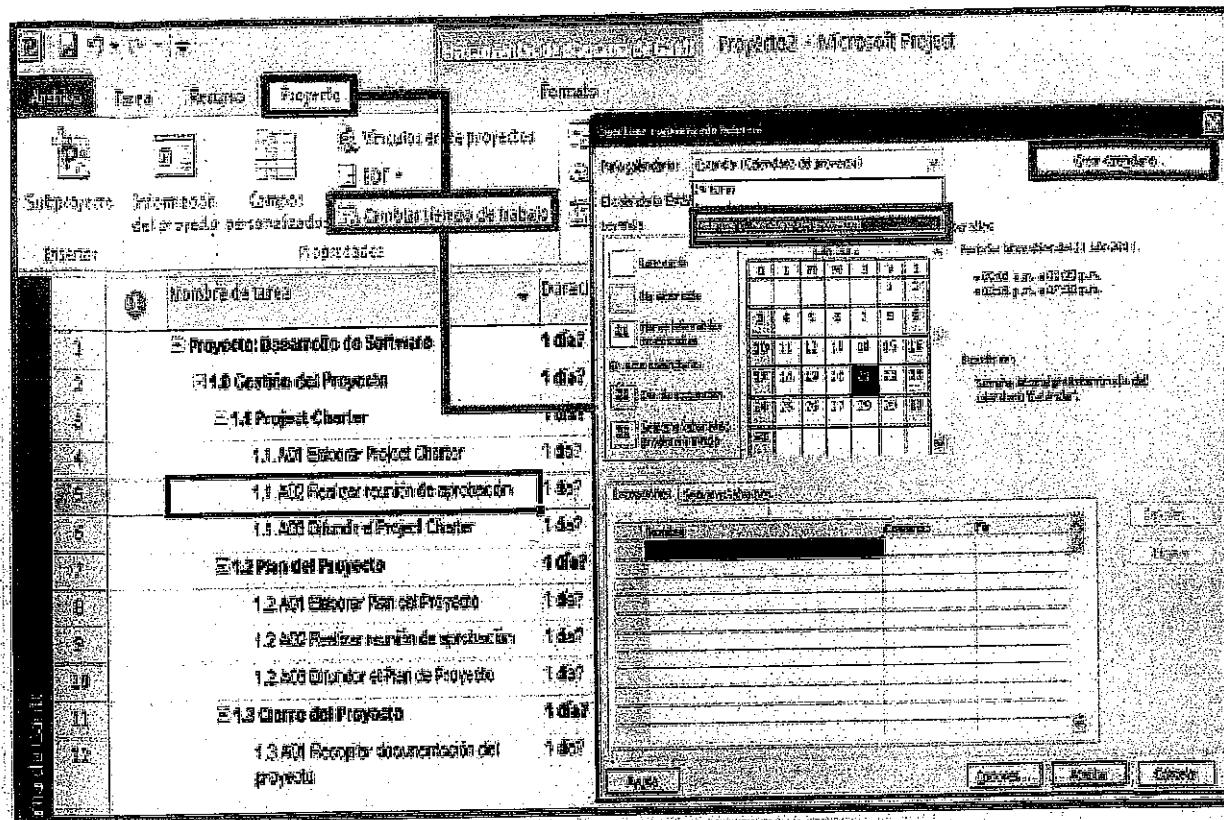


FIGURA 13: Crear nuevo Calendario en MS Project 2010

Para hacer cambios al calendario creado, haga clic en la ficha Excepciones o Semanas laborales, que se encuentra en la mitad inferior del cuadro de diálogo.

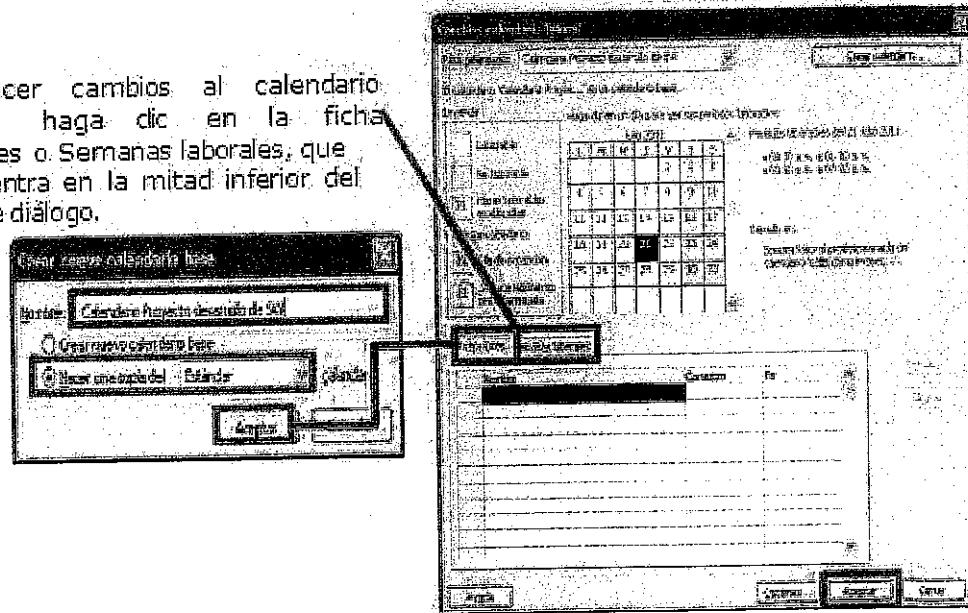


Figura 14: Copiar Calendario base al nuevo calendario creado.

## CREANDO UNA EXCEPCIÓN

Utilice excepciones cuando el periodo a cambiar no sigue un patrón regular. Por ejemplo, para bloquear los periodos cuando todos asisten a una junta el 4 de marzo de 2 p.m. a 5 p.m. Para crear una excepción con horas específicas no laborales, haga lo siguiente:

1. En el cuadro de diálogo **Cambiar calendario laboral**, y teniendo establecido su nuevo calendario del proyecto, haga clic en la fecha de la excepción » y dentro de la pestaña **Excepciones**, haga clic en la columna “Nombre” y escriba un nombre para la excepción. » Haga clic en “Detalles”.
2. En el cuadro de detalles, haga clic en la opción “periodos laborales” » escriba las horas laborales de comienzo y fin (no para la excepción) en los cuadros “Desde” y “Hasta” » haga clic en “Aceptar”.

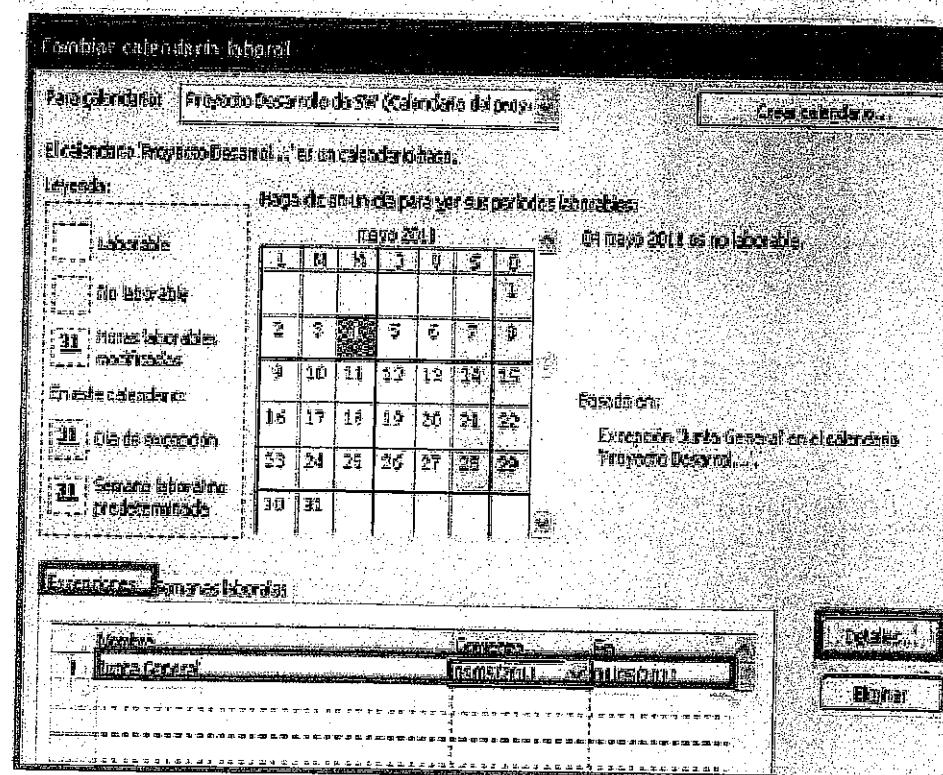
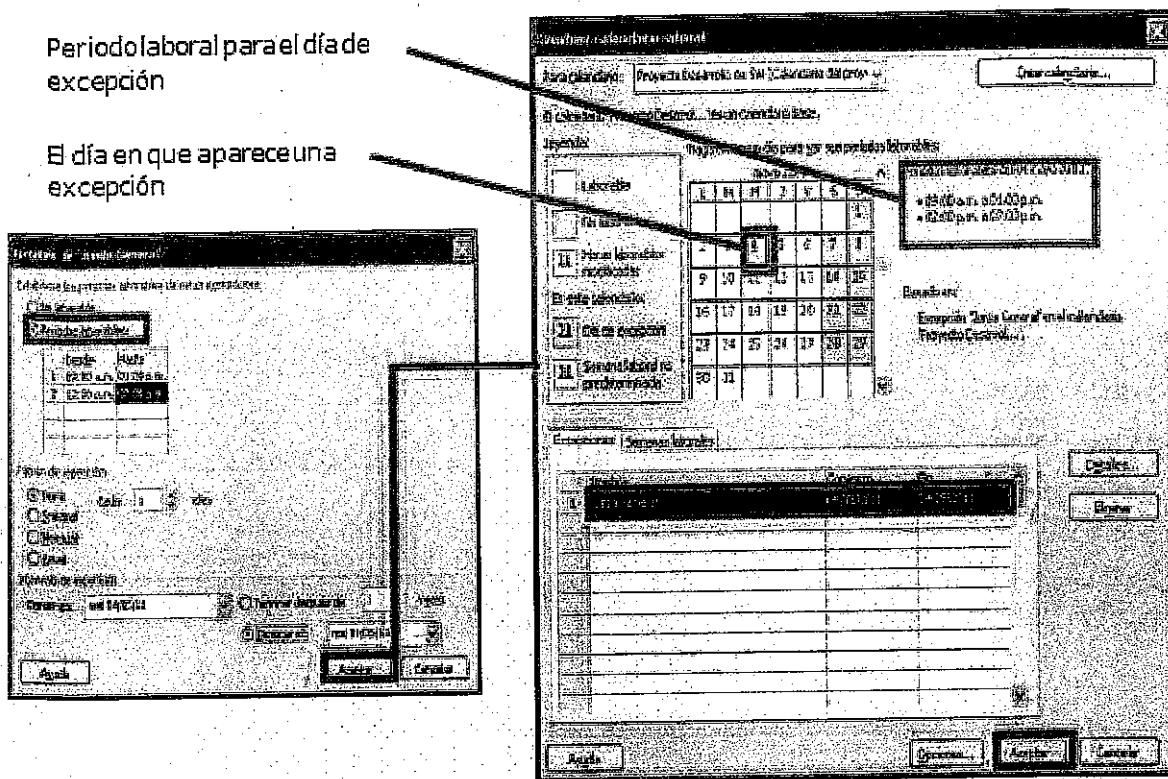


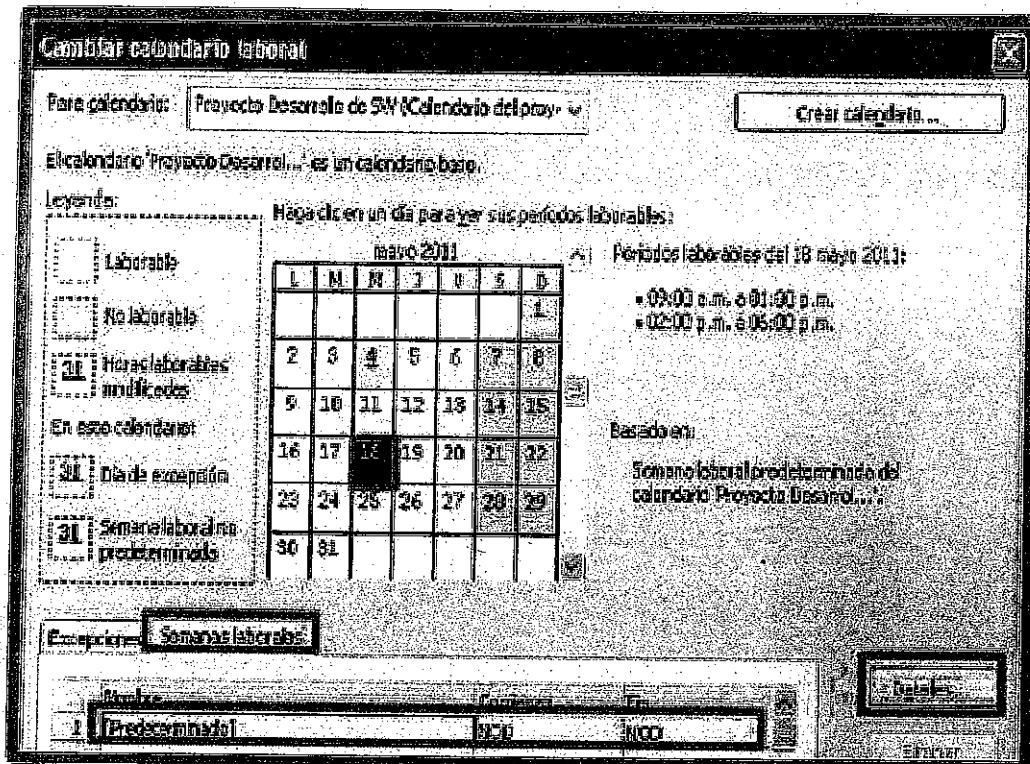
FIGURA 15: Creación de una Excepción



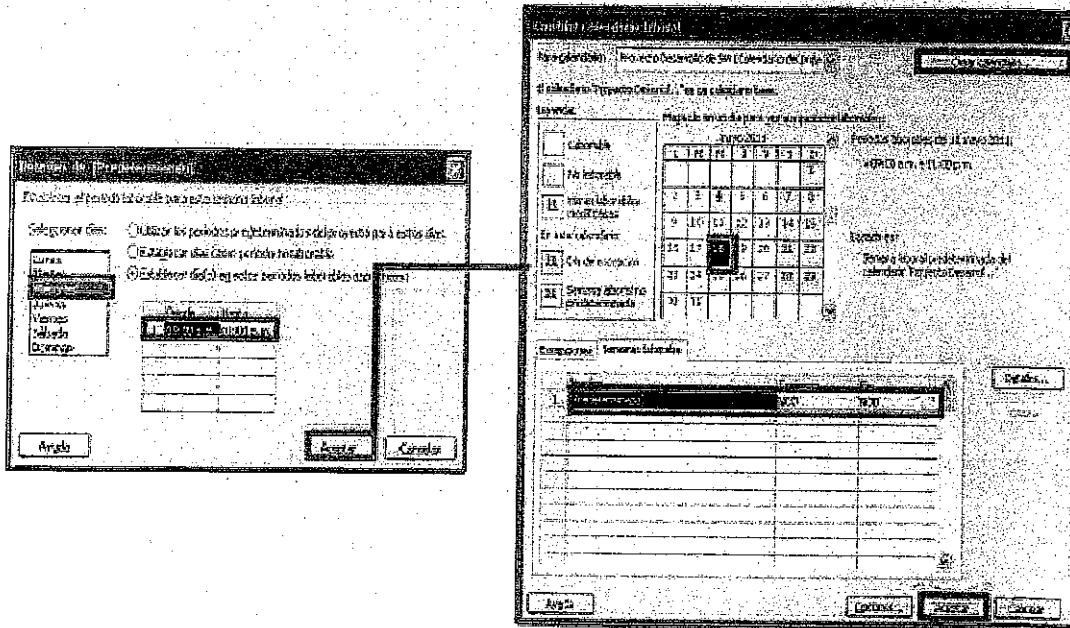
**FIGURA 16: Detallando los períodos laborales para la excepción**

### **CREACIÓN DE UNA SEMANA LABORAL**

1. Teniendo establecido su nuevo calendario, en el cuadro Cambiar Calendario laboral, haga clic en la pestaña “Semanas laborales” » haga clic en el botón “Detalles”, para la semana laboral predeterminada.
2. En el cuadro de diálogo “Detalles de (predeterminado)”, seleccione el día de la semana a modificar » cambie las horas de trabajo » Haga clic en “Aceptar” para ver el cuadro de diálogo “Cambiar Calendario Laboral”.



**FIGURA 17: Creación de una Semana Laboral**

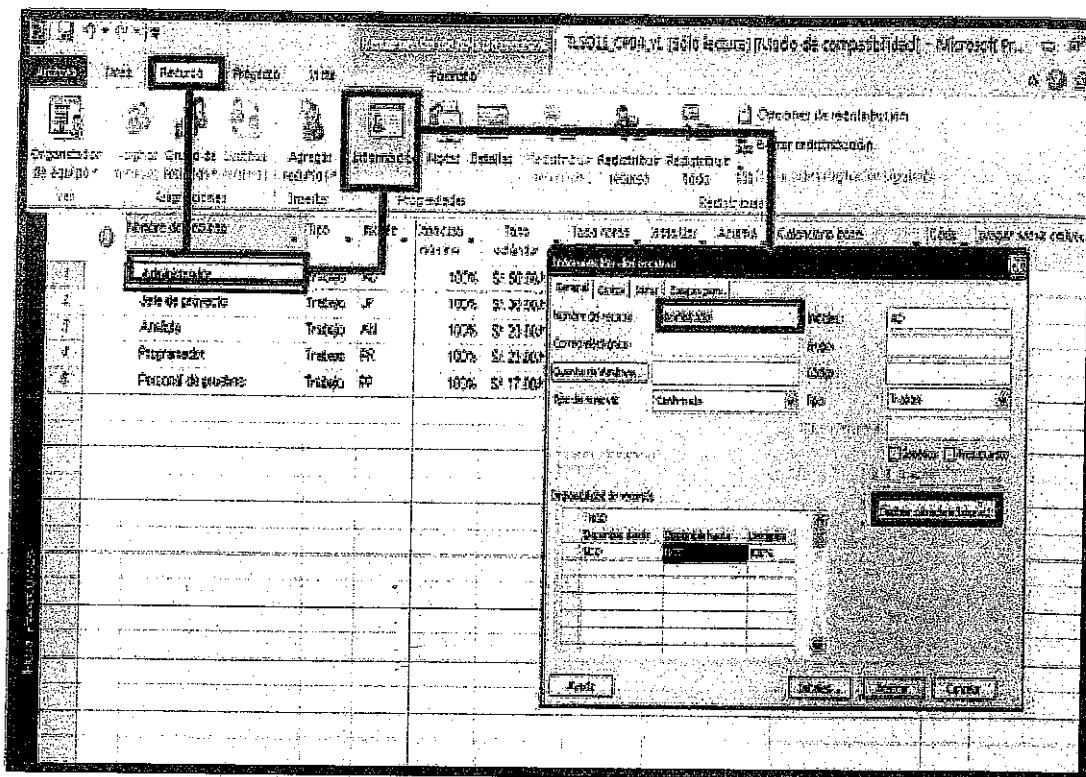


**Figura 18: Detallando los períodos de la semana laboral.**

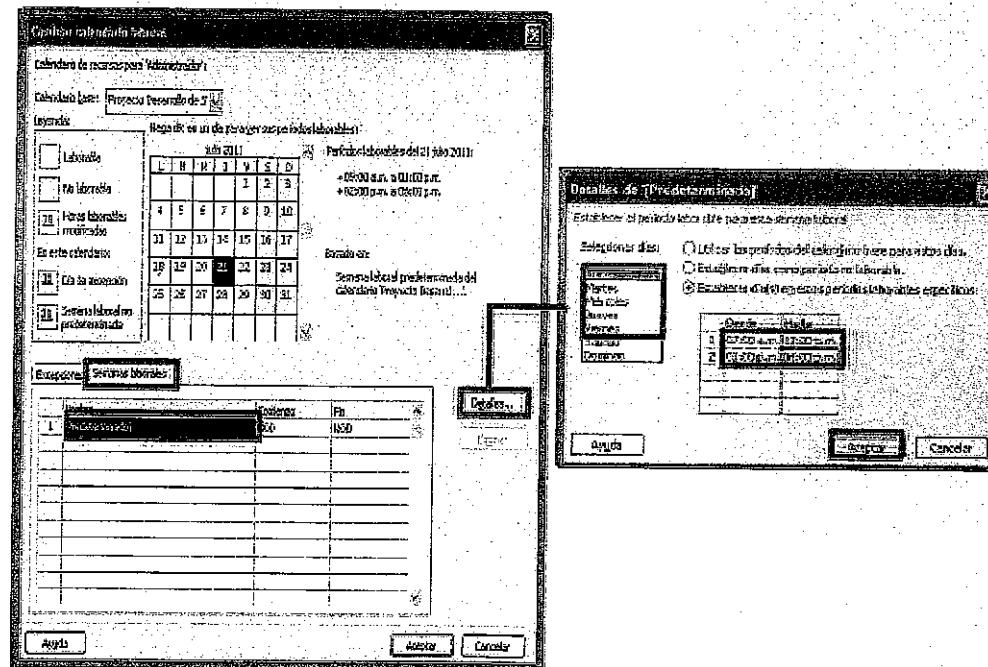
## CREAR CALENDARIO DE RECURSOS

Utilizado para definir la programación de trabajo específica para un recurso determinado. Suponga que su calendario estándar define una semana de 40 horas, de lunes a viernes de 9 a.m. a 7 p.m., con dos horas de refrigerio de 1 p.m. a 3 p.m. El Gerente trabaja 40 horas semanales, pero de 7 a.m. a 6 p.m. de lunes a jueves, tomando una hora de refrigerio de 12 p.m. a 1 p.m. Para crear un calendario de recursos para dicho recurso, siga los siguientes pasos:

1. En la hoja de recursos, seleccione al recurso » seleccione pestaña Recurso » Grupo Propiedades » haga clic en “Información del recurso”.
2. De la pestaña General, haga clic en “Cambiar calendario laboral”.
3. En el cuadro de diálogo “Cambiar calendario laboral”, haga clic en la pestaña Semanas Laborales » seleccione la “entrada [predeterminado]” » haga clic en el botón detalles.
4. Haga clic en “establecer día(s) en estos períodos laborales específicos” » selecciones el día lunes y establezca el horario para el programa del recurso Gerente » repita para martes, miércoles y jueves » selecciones “viernes” y haga clic en “Establecer días como período no laborable” » Haga clic en Aceptar y MS Project volverá a desplegar el cuadro de diálogo “Cambiar calendario Laboral” y mostrará los cambios realizados para dicho recurso.

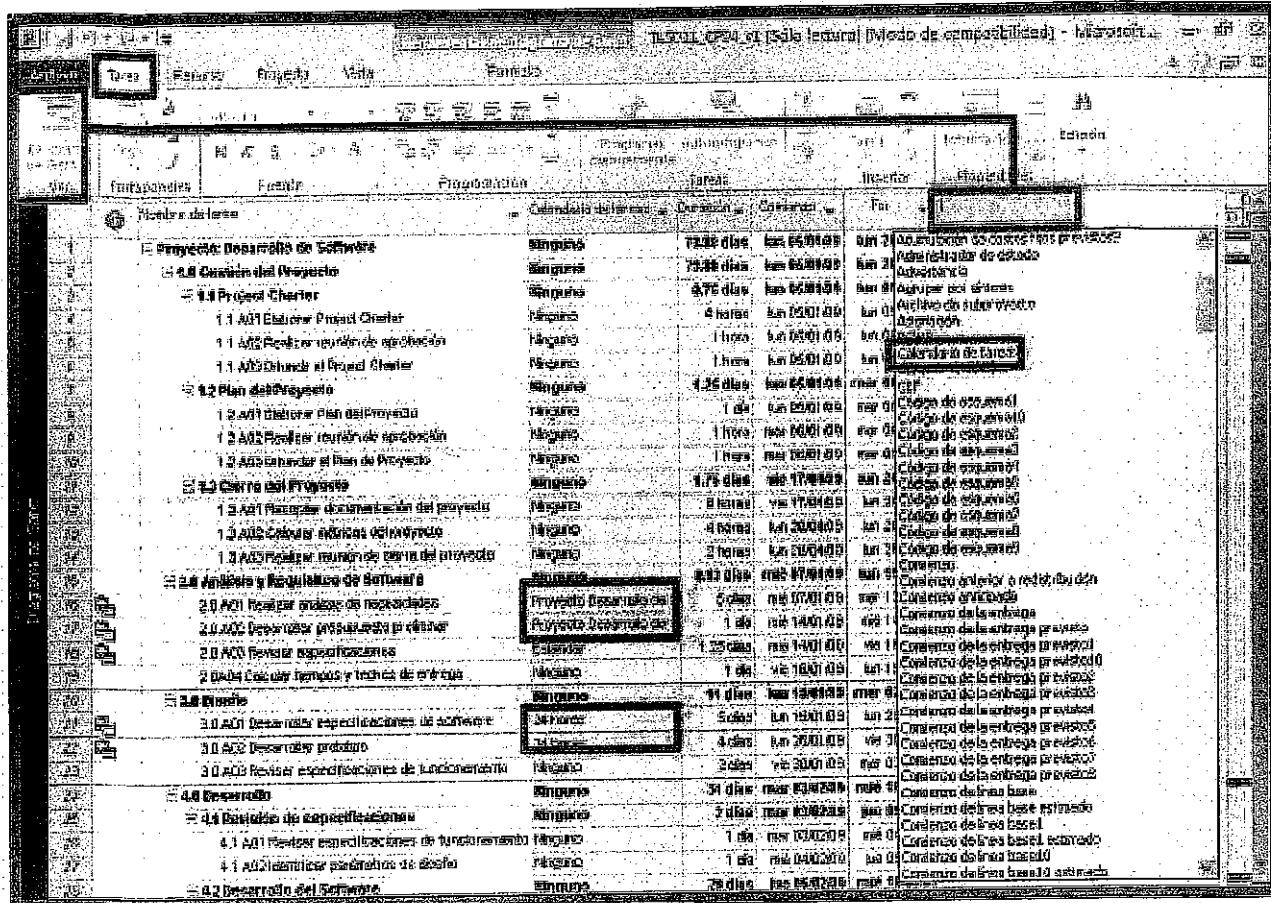


**FIGURA 19: Cambiando Calendario a un recurso**



**FIGURA 20: Detallando los períodos de la semana laboral para el recurso**

## **CREACIÓN DE CALENDARIOS**



**FIGURA 21:** Establecer Calendario de Tarea.

El calendario de tareas se crea cuando deseamos que una tarea se ejecute fuera del tiempo de trabajo del calendario del proyecto y/o del calendario de recursos. Por ejemplo, si desea que una tarea se realice fuera del horario de oficina, debemos crear un nuevo calendario para dicha tarea, tal como se hizo en el tema Crear un Calendario. Luego, se debe definir como Calendario General para todo el proyecto al calendario de 24 horas, y asignar el nuevo calendario para la tarea excepción.

Para asignar el calendario a la tarea excepción, realice los siguientes pasos:

1. Seleccione la pestaña **Tarea** » grupo **Ver** » haga clic en la lista despegable de **Diagrama de Gantt**, y seleccione “Diagrama de Gantt”» **agregar la columna** “Calendario de Tareas”, y aparecerá dicha columna en la vista “Diagrama de Gantt” » Asignar el nuevo calendario a las tarea(s) que serán ejecutada fuera del horario de oficina.



Puede establecer diferentes calendarios para tareas que se realizan en horarios diferentes al horario normal. Siempre y cuando haya un calendario base (general para todo el proyecto).

## **DEFINIR RECURSOS Y COSTOS**

Los recursos desempeñan el trabajo de un proyecto, es por ello, que con las áreas definidas y planificadas, es necesario especificar recursos reales en el Plan del Proyecto.

### **A) TIPOS DE RECURSOS**

#### **Recursos Tipo Trabajo**

Los recursos tipo trabajo se refieren al personal o equipo de trabajo que utilizan el tiempo (horas o días) como medida de su esfuerzo y están limitados por su disponibilidad asociada con el calendario del proyecto. Algunos ejemplos de este recurso pueden ser: jefe de proyecto, arquitecto, analista, programador, etc.

#### **Recursos Tipo Material**

Los recursos tipo material son suministros, existencias u otros artículos consumibles, que utilizan la cantidad como medida del esfuerzo de una tarea. Algunos ejemplos de estos recursos pueden ser: acero (estructura de un edificio), tejas (casa), ladrillos (decoración de exteriores), etc.

### Recursos Tipo Costo

Los recursos tipo costo, son elementos que contribuyen a completar una tarea, pero no afectan la duración o trabajo de la misma. Asimismo, no se tiene en cuenta los períodos laborales para cumplir sus tareas y tampoco están asociados a capacidades máximas, calendarios base o fechas de disponibilidad. Algunos ejemplos de este recurso pueden ser: tarifa aérea, alquiler de vehículo, compra de software, dietas de alojamiento, etc.

### Cómo Agregar Recursos en MS Project.

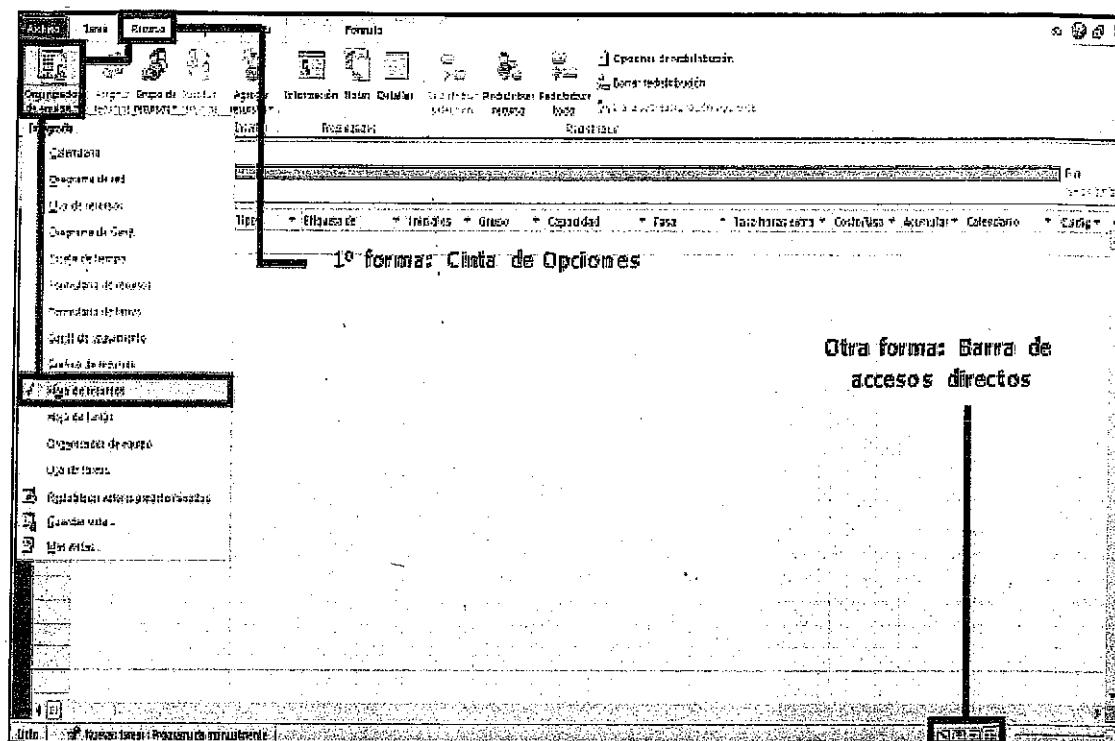
Después de haber creado la lista de recursos, es esencial asignarlos a las tareas. La manera rápida y sencilla de crear el grupo de recursos es en la "Hoja de Recursos". Existen dos formas básicas para agregar recursos en MS Project:

La primera forma de agregar recursos es por la Cinta de opciones:

1. Haga clic en la pestaña **Recurso** » grupo **Ver** » haga clic en la parte inferior del botón **Organizador de Equipo** » **Hoja de recursos**.
2. En la columna "Nombre del recurso", escriba la designación del recurso y pulse "Enter". Introduzca los nombres del resto de recursos de la misma manera.

Otra forma de agregar recursos es por la Barra de accesos directos:

1. Posíóngase en la Barra de accesos directos (parte inferior de la pantalla) y ubique el ícono **Hoja de Recursos**.
2. Este ícono permite cambiar rápidamente una y otra vez, entre la vista de **Diagrama de Gantt** y la vista **Hoja de Recursos**.



**FIGURA 1: Vista Hoja de Recursos.**

## Agregar Recursos Tipo Trabajo

Para agregar un recurso tipo trabajo debe estar en la **Hoja de recursos** y seguir estos pasos:

1. En la columna **Nombre del recurso**, escriba el nombre del recurso tipo trabajo.
  2. En la columna **Tipo**, elija la opción “Trabajo”.

## Agregar Recursos Tipo Material

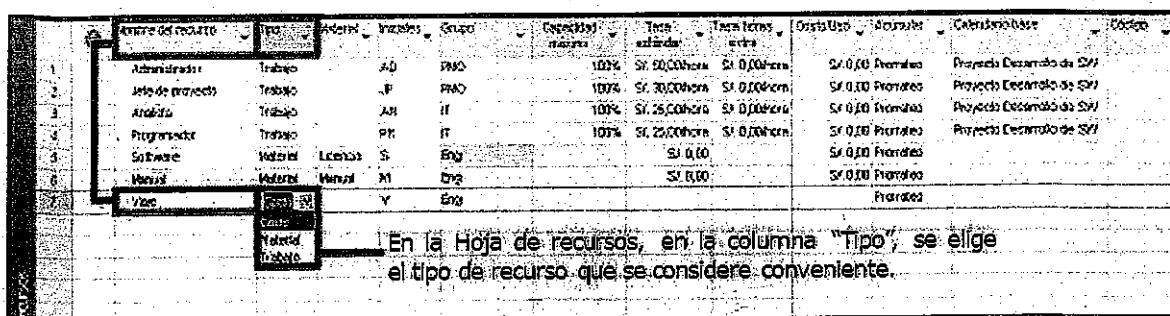
Para agregar un recurso tipo material debe estar en la **Hoja de recursos** y seguir estos pasos:

1. En la columna “Nombre del recurso”, escriba el nombre del recurso tipo material.
  2. En la columna “Tipo”, elija la opción “Material”.
  3. En la columna “Etiqueta de material”, introduzca la unidad de medida para dicho material, tal como: l (litros), mc (metros cúbicos) o u (unidad).

## Agregar Recursos Tipo Costo

En la Hoja de recursos, para agregar un recurso tipo costo, siga estos pasos:

1. En la columna “Nombre del recurso”, escriba el nombre del recurso tipo costo.
2. En la columna “Tipo”, seleccione la opción “Costo”.



Nombre del recurso	Tipo	Initials	Grupo	Disponibilidad	Tasa	Tasa tasa	Otros Usos	Solapas	Calendario base
Administrador	Trabajo	AD	PAQ	100%	\$1.500/Hora	\$1.000/Hora	\$1.00	Avanzado	Proyecto Desarrollo de SIV
Jefe de proyecto	Trabajo	JP	PAQ	100%	\$1.300/Hora	\$1.000/Hora	\$1.00	Promedio	Proyecto Desarrollo de SIV
Análisis	Trabajo	AN	II	100%	\$1.25/Hora	\$1.000/Hora	\$1.00	Promedio	Proyecto Desarrollo de SIV
Programador	Trabajo	PR	II	100%	\$1.20/Hora	\$1.000/Hora	\$1.00	Promedio	Proyecto Desarrollo de SIV
Software	Material	LICENCIAS	SI	EN		\$1.00			
Mano	Materiales	MAN	MI	EN		\$1.00			
Vaca			Y	EN					

En la Hoja de recursos, en la columna “Tipo”, se elige el tipo de recurso que se considere conveniente.

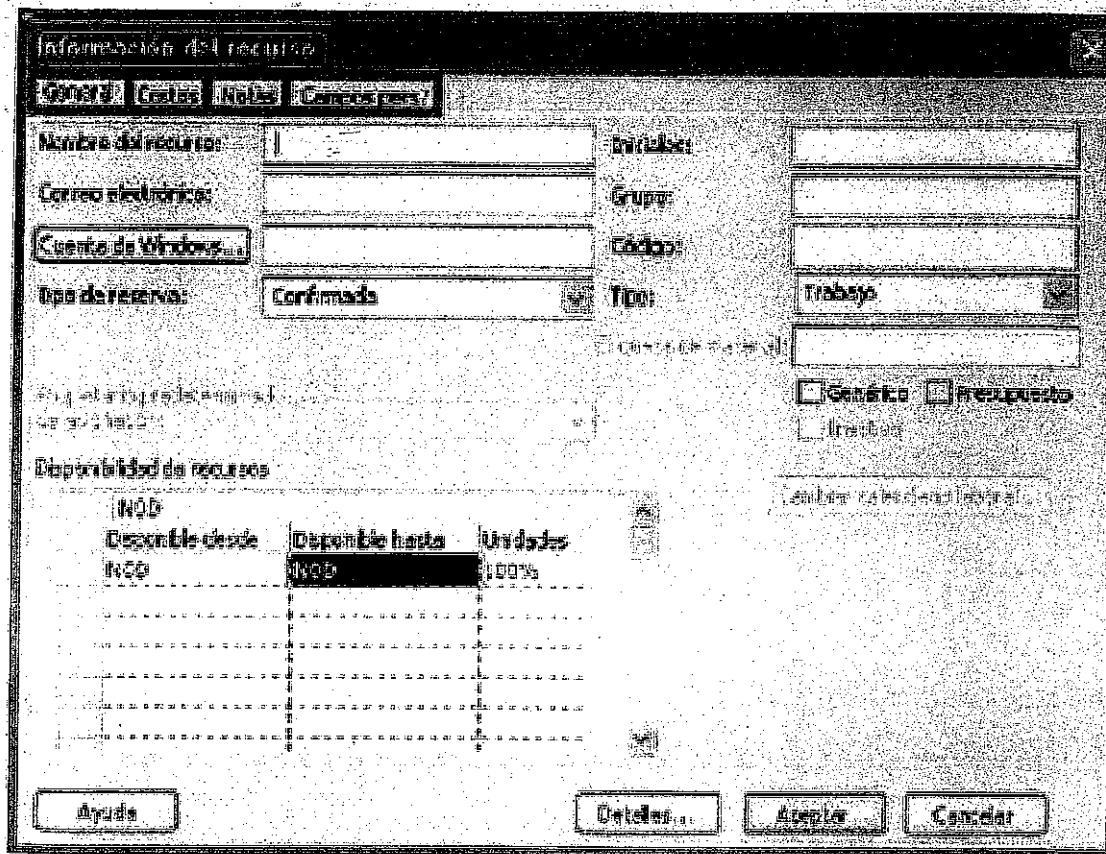
## Selección del tipo de Recursos

### Cuadro de Diálogo Información del Recurso

El cuadro de diálogo Información del recurso proporciona datos detallados de un recurso en particular. Para habilitar el cuadro de diálogo, siga estos pasos:

1. Visualice la vista Hoja de recursos.
2. Haga doble clic en el nombre del recurso cuya información desea visualizar. Seguidamente, aparecerá un cuadro de diálogo.
3. En el cuadro de diálogo, encontrará información específica del recurso, el cual consta de 4 pestañas: General, Costos, Notas y Campos personalizados.
  - **Pestaña General:** Contiene información genérica del recurso y se encuentran los siguientes campos: nombre del recurso, correo electrónico, cuenta de Windows, tipo de reserva, iniciales, grupo, código, tipo, etiqueta de material y disponibilidad de recursos.

- Pestaña Costos: Información relacionada a los costos del recurso y se encuentran los siguientes datos: tablas de tasas de costo, fichas predeterminadas (A, B, C, D y E) para establecer costos en intervalos de tiempo y acumulación de costos.
- Pestaña Notas: En este campo, se puede agregar información adicional para un determinado recurso.
- Pestaña Campos personalizados: Permite extraer información relevante del proyecto, que se desee visualizar en la información de los recursos.



Cuadro de diálogo Información del recurso.

**B) COSTO DE LOS RECURSOS**

Una vez que se hayan definido los tipos de recursos y calculado la cantidad de recursos necesarios para el proyecto, se puede estimar los costos para dichos recursos.

Se puede introducir los costos para los recursos tipo trabajo y tipo material. Sin embargo, para los recursos tipo costo, se asigna un valor de costo diferente de acuerdo a la tarea específica que se le ha asignado. A continuación, se definen los costos de los tipos de recursos:

**Costo de los Recursos Tipo Trabajo**

Para especificar tarifas de costos a los recursos tipo trabajo, se siguen estos pasos:

1. En la vista Hoja de recursos, asegurarse que los recursos tipo trabajo estén configurados en la columna "Tipo".

2. Para especificar valores de costos se utilizan las siguientes columnas:

- **Tasa estándar:** Es la tasa de pago por trabajo en horario normal establecido por la empresa, realizado por un recurso. Por ejemplo: S/.30/hora o S/.40/día.

- **Tasa horas extra:** Es la tasa de pago por trabajo de horas extra (programado fuera del horario laboral). Los costos de este trabajo se calculan multiplicando el trabajo real de horas extra por la tasa de horas extra.

3. Otra columna disponible para introducir costos es **Costo/uso**, que puede ser utilizada en vez de o como complemento de la tasa estándar. Este campo está frecuentemente asociado con el equipamiento y cuando algunos recursos tipo trabajo incurren en costos cada vez que se requieren. El "Costo/uso" nunca depende de la cantidad de trabajo realizado. Ejemplo: El alquiler de un equipo requiere servicio de reparto a domicilio o su instalación. Cada vez que es utilizado, a este costo se le denomina costo/uso.

Nombre del recurso	Tipo	Etiqueta de material	Capacidad medida	Tasa estándar	Tasa horas extra	Costo/uso	Alquiler	Calendario base
Jefe de Proyecto	Trabajo		100%	S/. 70,00/hora	S/. 10,50/hora	S/. 0,00	Priorizado	Estandar
Arquitecto	Trabajo		100%	S/. 55,00/hora	S/. 8,25/hora	S/. 0,00	Prioritario	Estandar
Mezcladora de concreto	Trabajo		100%	S/. 30,00/hora	S/. 0,00/hora	S/. 0,00	Prioritario	Estandar
Cemento	Material	kg		S/. 200,00		S/. 20,00	Prioritario	Estandar
Ladrillos	Material	m			S/. 100,00	S/. 15,00	Prioritario	
Transporte	Costo					S/. 0,00	Prioritario	

### Costo de los Recursos Tipo Material

Para especificar tarifas de costos a los recursos tipo material, se siguen estos pasos:

1. En la vista Hoja de recursos, asegurarse que los recursos tipo material estén configurados en la columna Tipo.
2. Cada recurso material debe tener especificada una unidad de medida en la columna Etiqueta de material.
3. Para especificar un valor de costo se utiliza la columna Tasa estándar. Esta tasa es el costo por unidad del material. Por ejemplo: si se tiene un recurso tipo material que su medida es en kg, y cada kilogramo de ese material cuesta S/.100, se ingresará el valor de S/.100 en esta columna.
4. Si hay un costo por uso de los recursos tipo material, tales como la cuota inicial o cuota de alquiler de equipos asociados al uso del material, ingresar los valores en la columna Costo/uso. El costo/uso es el costo que se acumula cada vez que se utiliza un recurso tipo material, independientemente del número de unidades.

Nombre del recurso	Tipo	Etiqueta de material	Capacidad medida	Tasa	Tasa horas extra	Costo/uso	Alquiler	Calendario base
Gerente	Trabajo		100%	S/. 70,00/hora	S/. 10,50/hora	S/. 0,00	Prioritario	Estandar
Jefe de Proyecto	Trabajo		100%	S/. 50,00/hora	S/. 7,50/hora	S/. 0,00	Prioritario	Estandar
Arquitecto	Trabajo		100%	S/. 30,00/hora	S/. 4,50/hora	S/. 0,00	Prioritario	Estandar
Cemento	Material	kg		S/. 200,00		S/. 20,00	Prioritario	
Ladrillos	Material	m			S/. 100,00	S/. 15,00	Prioritario	
Transporte	Costo					S/. 0,00	Prioritario	

### Agregado Costo a los Recursos Tipo Material

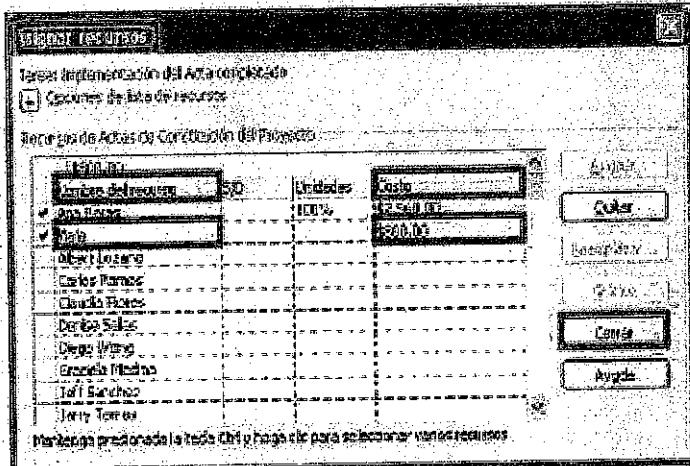
### Costo de los Recursos Tipo Costo

Cuando se identifica un recurso como un recurso tipo costo, ocurre que los campos destinados para los costos (tasa estándar, tasa horas extra y costo/uso) o están disponibles, ni en la Hoja de recursos ni en la pestaña "Costos" del cuadro de diálogo Información del recurso.

Sin embargo, la característica de los recursos tipo costo, es que son signados a diferentes tareas en las que los costos son distintos de una asignación a otra. Es por ello, que la información del costo se introduce en el cuadro de diálogo información de la asignación dentro de la vista uso de tareas o uso de recursos.

Para especificar tarifas de costos a los recursos tipo costo, se siguen estos pasos:

- 1.- En la vista Diagrama de Gantt u otra vista de tareas, seleccione la tarea a la cual desee asignar un valor de costo.
2. Haga clic en la pestaña Recurso » grupo Asignaciones » "Asignar recursos".
3. Aparecerá el cuadro de diálogo Asignar recursos, seleccione el nombre del recurso tipo costo que desee asignar a la tarea y haga clic en "Asignar". Una vez asignado el recurso, posíóngase en el campo "Costo". Asigne un valor y, finalmente haga clic en "Cerrar" para que se guarden los cambios.



Agregando Costo a los Recursos Tipo Costo

- Acumulación de Costos

La columna Acumular dentro de la Hoja de recursos, ofrece opciones para indicar cómo y cuándo van a ser acumulados los costos al costo de una tarea. Las opciones son:

- Comienzo:

El costo del recurso siempre se carga al inicio de la tarea. Este tipo acumulado de costo no es común, se utiliza cuando la participación del recurso no afecta al término de la tarea.

- Prorrateo:

El costo del recurso es distribuido según su carga de trabajo. Por ejemplo: Si el recurso trabaja 10 horas, el costo se distribuye uniformemente en cada hora trabajada.

- Fin:

El costo del recurso siempre se carga al término de la tarea. Este tipo acumulado de costo se utiliza cuando al recurso se le paga solamente al finalizar la tarea.

	Nombre del recurso	Tipo	Inicial	Espacial Iniciar	Tasa estándar	Tasa horas extra	Costo/Uso	Acumular	Calendario Base
1	Administrador	Trabajo	AD	100%	\$1.5000/hora	\$1.5000/hora	\$0.00	Prorrateo	Proyecto Desarrollo de SW
2	Jefe de proyecto	Trabajo	JP	100%	\$1.5000/hora	\$1.5000/hora	\$0.00	Prorrateo	Proyecto Desarrollo de SW
3	Analista	Trabajo	AN	100%	\$1.23.00/hora	\$1.23.00/hora	\$0.00	Prorrateo	Proyecto Desarrollo de SW
4	Especialista	Trabajo	PR	100%	\$1.23.00/hora	\$1.23.00/hora	\$0.00	Prorrateo	Proyecto Desarrollo de SW
5	Personal de apoyo	Trabajo	PP	100%	\$1.17.00/hora	\$1.17.00/hora	\$0.00	Finalizado	Proyecto Desarrollo de SW
								Cierre	
								Finalizado	
								Fin	

Vista Hoja de Recursos – Acumulación de costos fijos.

## IDENTIFICACIÓN DE LA RUTA CRÍTICA DEL PROYECTO

### CONFIGURACIÓN DE LA RUTA CRÍTICA

La ruta crítica es una representación visual que se utiliza para identificar las tareas que deben completarse a tiempo para que el proyecto esté completo en la fecha de término. Cualquier falla al momento de empezar una tarea a tiempo o una tarea que dura más de lo estimado, tiene como efecto que el proyecto termine más tarde de lo planificado.

Conocer la ruta crítica es importante porque ayuda a todos a tener conocimiento de las fechas límites y también le hace comprender todos los factores que están involucrados en la finalización del proyecto.

Para configurar la Ruta Crítica:

1. Seleccione pestaña Formato » grupo Formato, "Estilos de Texto"

Se muestra el cuadro de dialogo de Estilos de Texto.

2. En la opción Cambiar » despliegue la lista de ítems » escoja Tareas Críticas.

También se puede cambiar otros ítems que se muestran en la lista desplegable.

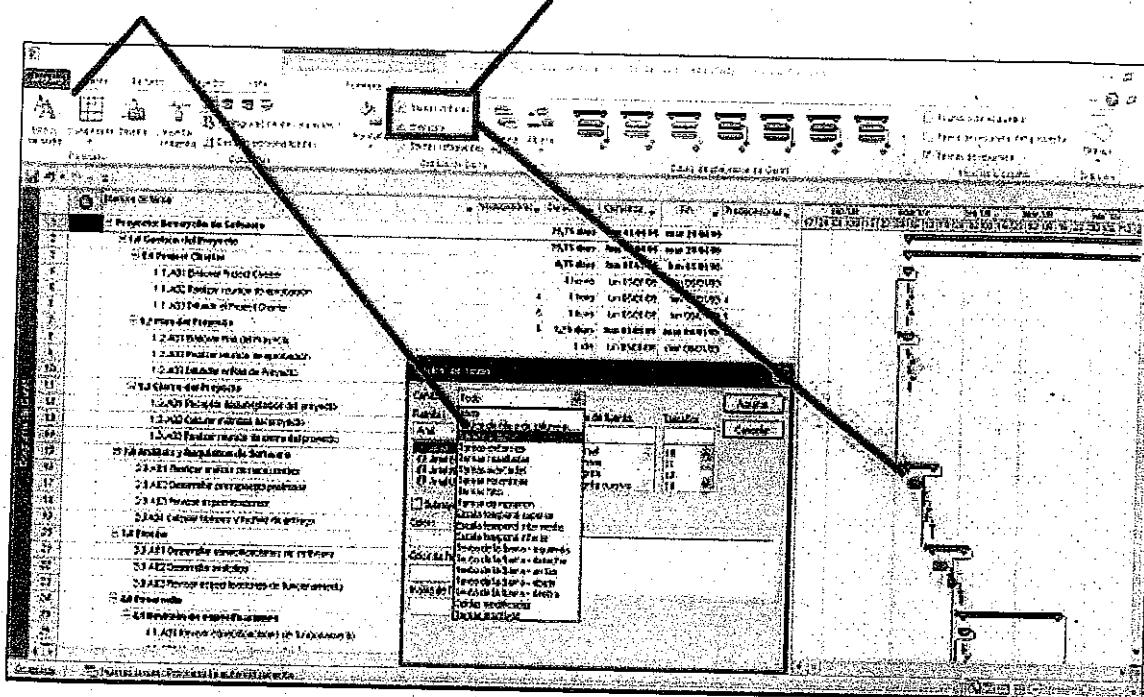
3. En la opción "Color", despliegue la lista » seleccione el color de su preferencia para ver la Ruta Crítica » haga clic en "Aceptar". Usted también puede cambiar Color de fondo, Trama de fondo como se muestra en el cuadro de diálogo.

Otra manera de acceder a la ruta crítica sería la siguiente:

- 1.- Seleccione la pestaña Formato » grupo Estilos de Barra » Marque tareas Críticas.

Seleccione la pestaña Formato, estilo de texto y en la opción cambiar elegir tareas críticas. Especifique el color y el tamaño.

Otra forma de distinguir la ruta crítica es escoger la pestaña Formato. En el grupo de Estilos de Barra, escoger Tareas Críticas. También puede escoger la opción Demora.



### Configuración de la Ruta Crítica

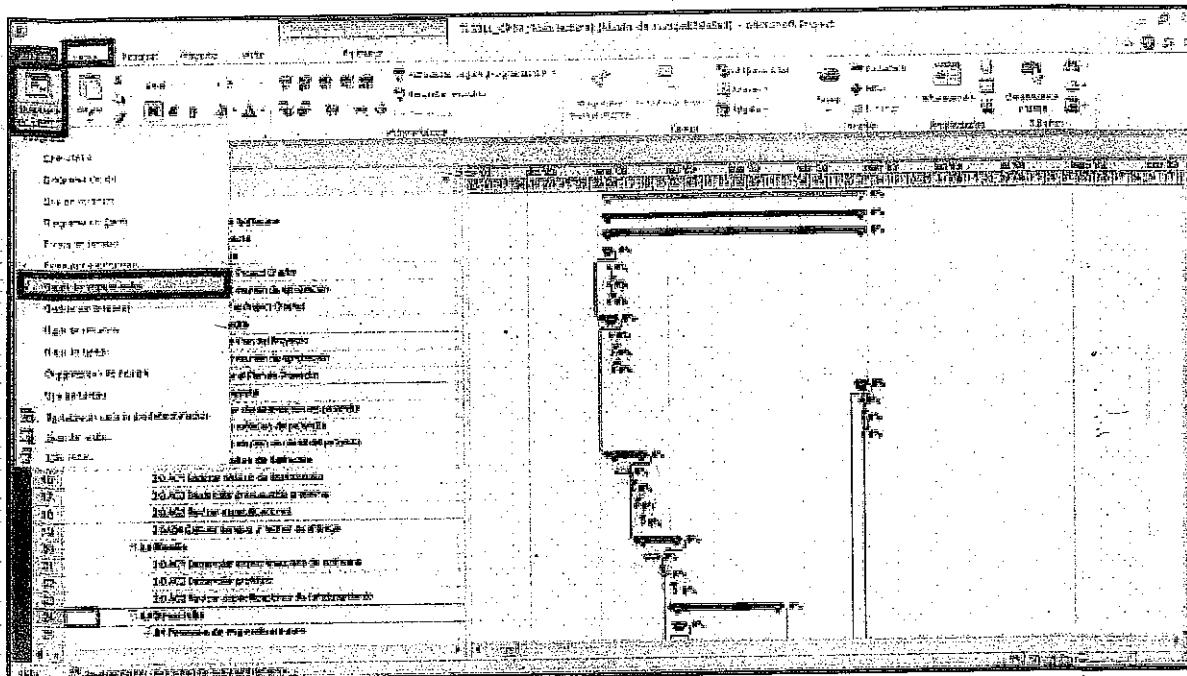


Nota

Cuando haga clic en demora, se colocan las holguras en el Diagrama de Gantt con una raya negra.

## HALLANDO LA RUTA CRÍTICA

- 1.- Diríjase la pestaña **Tarea** » **Grupo Ver** » despliegue la lista de la parte inferior el botón “Diagrama de Gantt” » Seleccione “Gantt de Seguimiento”.



## RUTA CRÍTICA

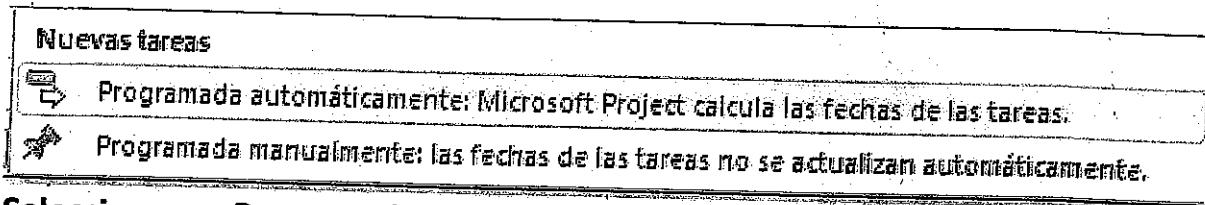


Nota

En la vista Gantt de seguimiento, se verá la ruta crítica en color rojo. Esta característica no se transmite al resto de vistas, es decir, la ruta crítica en el resto de visitas no se verá de color rojo.

## **Creación de un Proyecto**

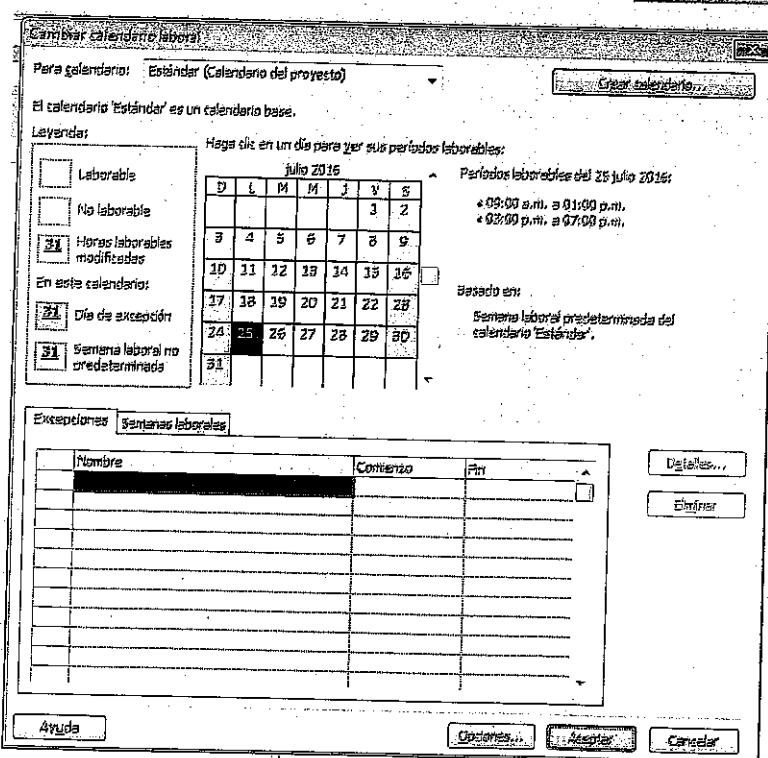
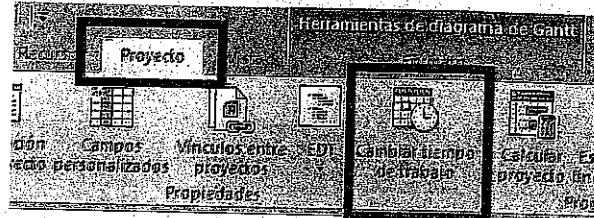
- ## 1.- Definir el tipo de tareas que vamos a ingresar al Proyecto.



**Seleccionamos Programado automáticamente.**

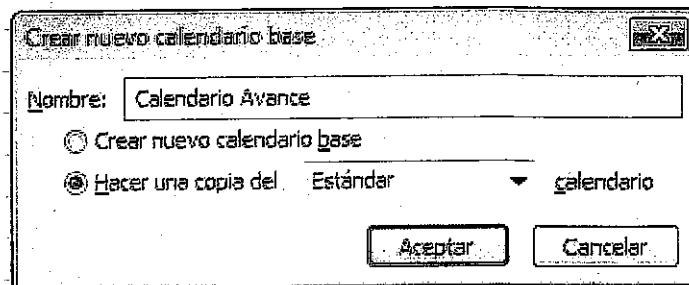
- 2.- Vamos a definir el proyecto, lo principal para esto vamos a cambiar el tiempo de trabajo del calendario.

- Seleccionar la pestaña **Proyecto** y seleccionamos el comando **Cambiar tiempo de trabajo**.

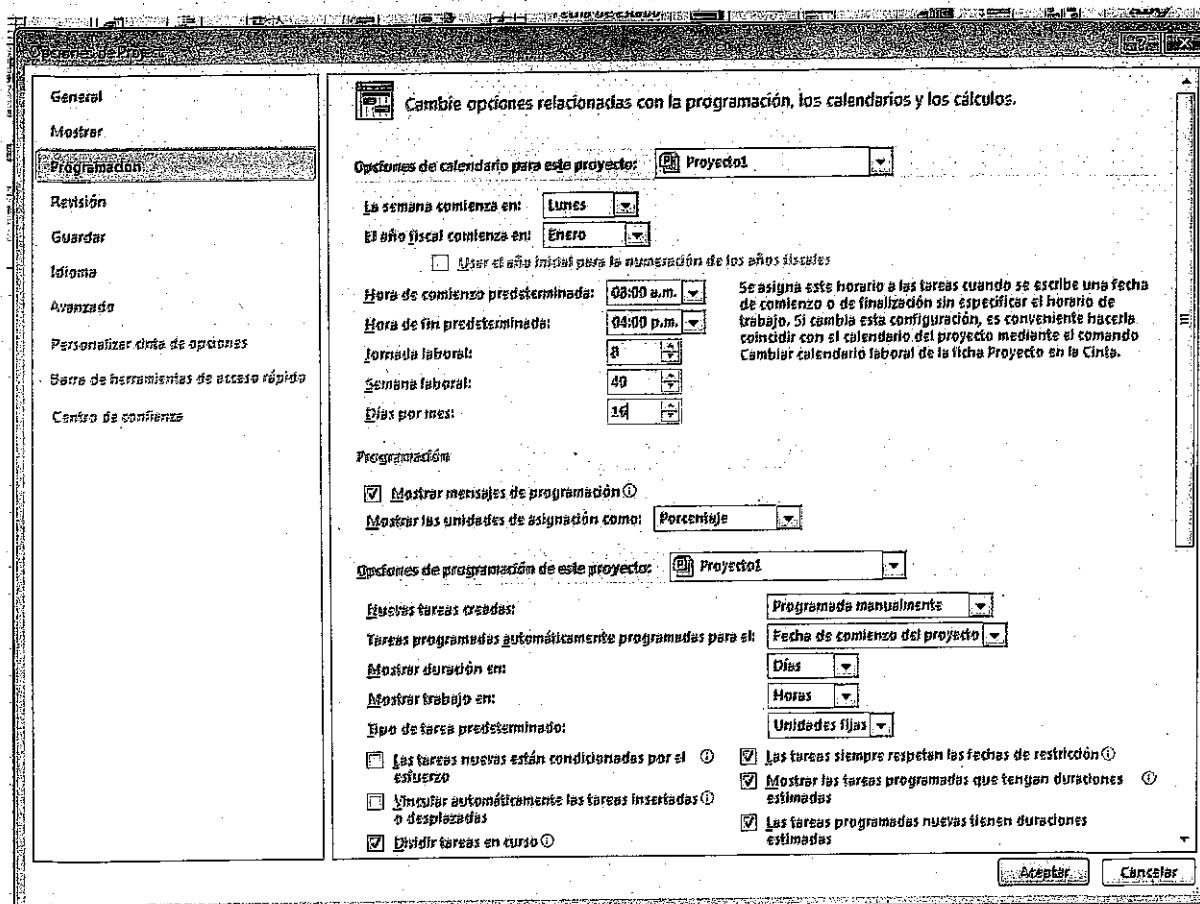


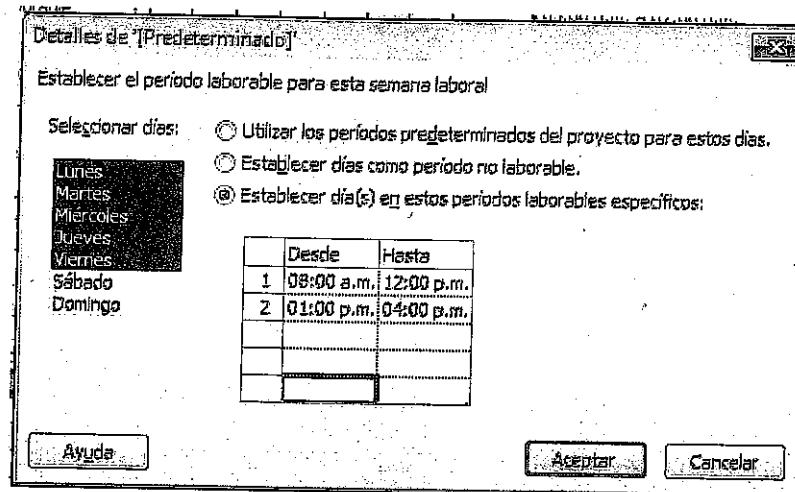
- Continuamos con la opción **Crear Calendario**.

- Creamos una copia del calendario **Estándar** con el Nombre de **Calendario Avance**. Y le damos **Aceptar**.

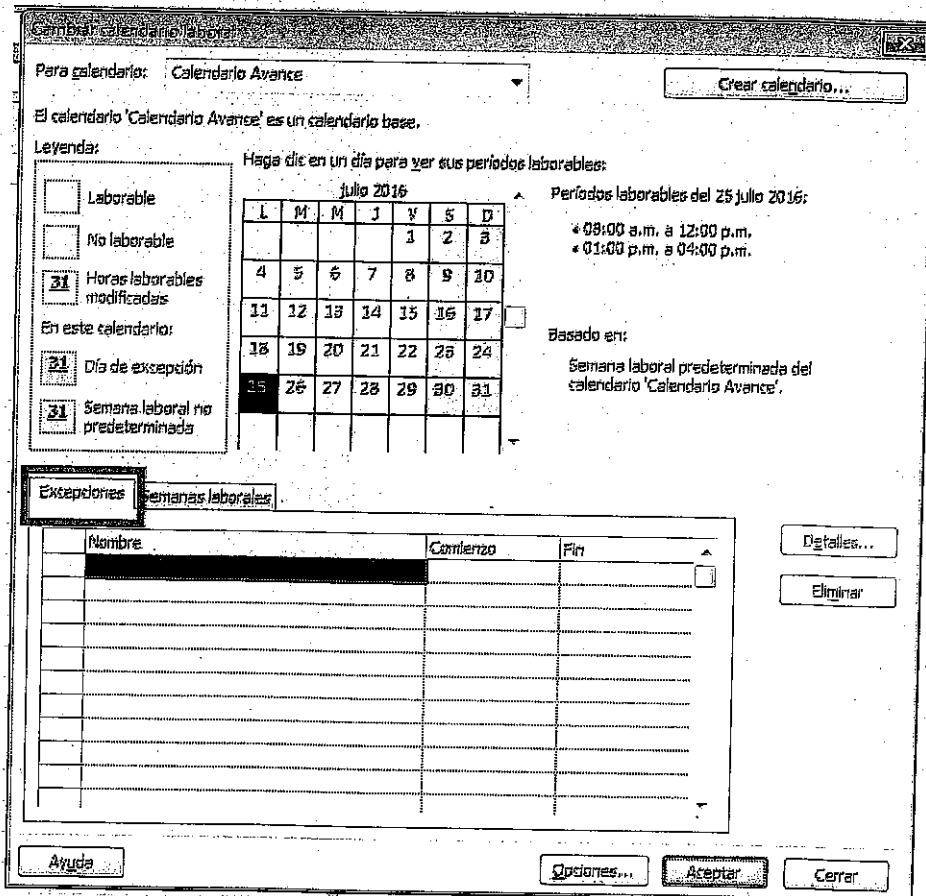


Seguido de esto nos dirigimos a Opciones en el cuadro de Cambiar calendario laboral.





Seleccionamos de lunes a viernes seguido de la opción Establecer día(s) en estos períodos laborales específicos: (la tercera opción). Y cambiamos la opción de los horarios Desde y Hasta.



A continuación vamos a crear la Excepciones, donde colocaremos los días feriados.

La semana comienza en lunes.

El año fiscal comienza en Enero.

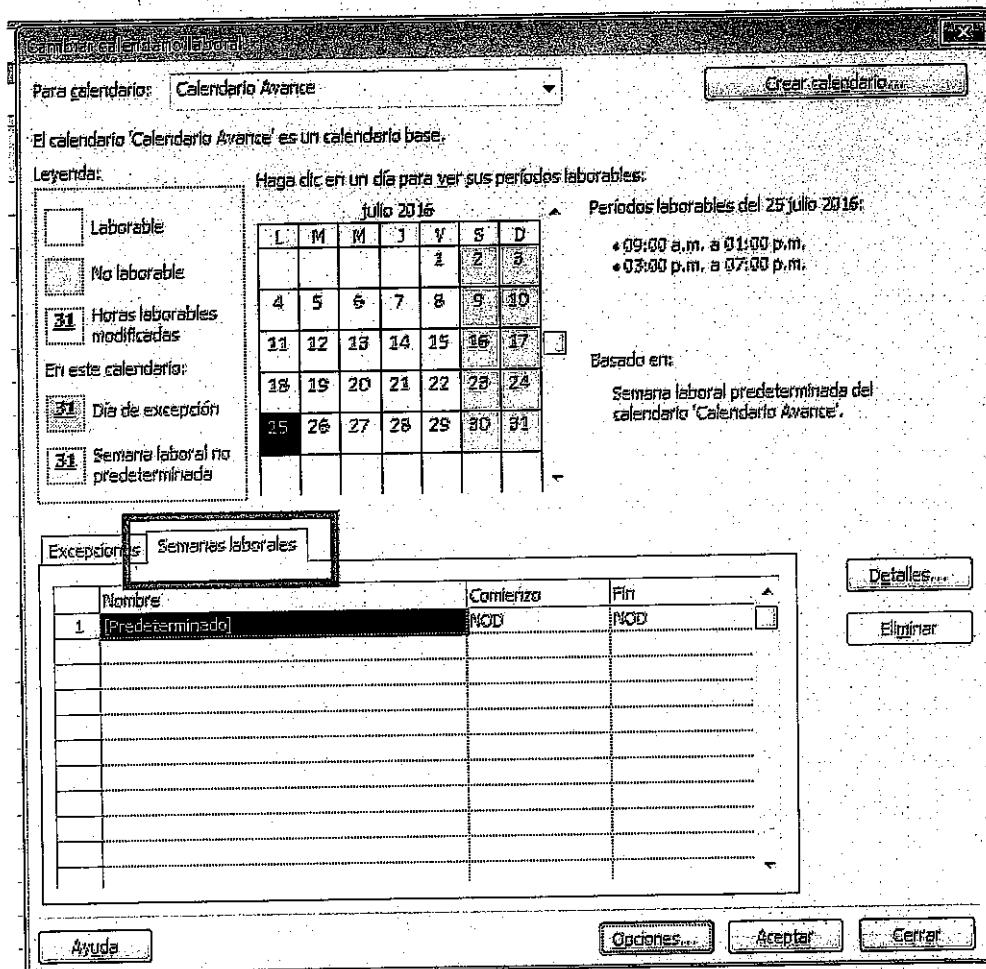
Hora de comienzo 08:00 a.m. y hora de fin 04:00 p.m.

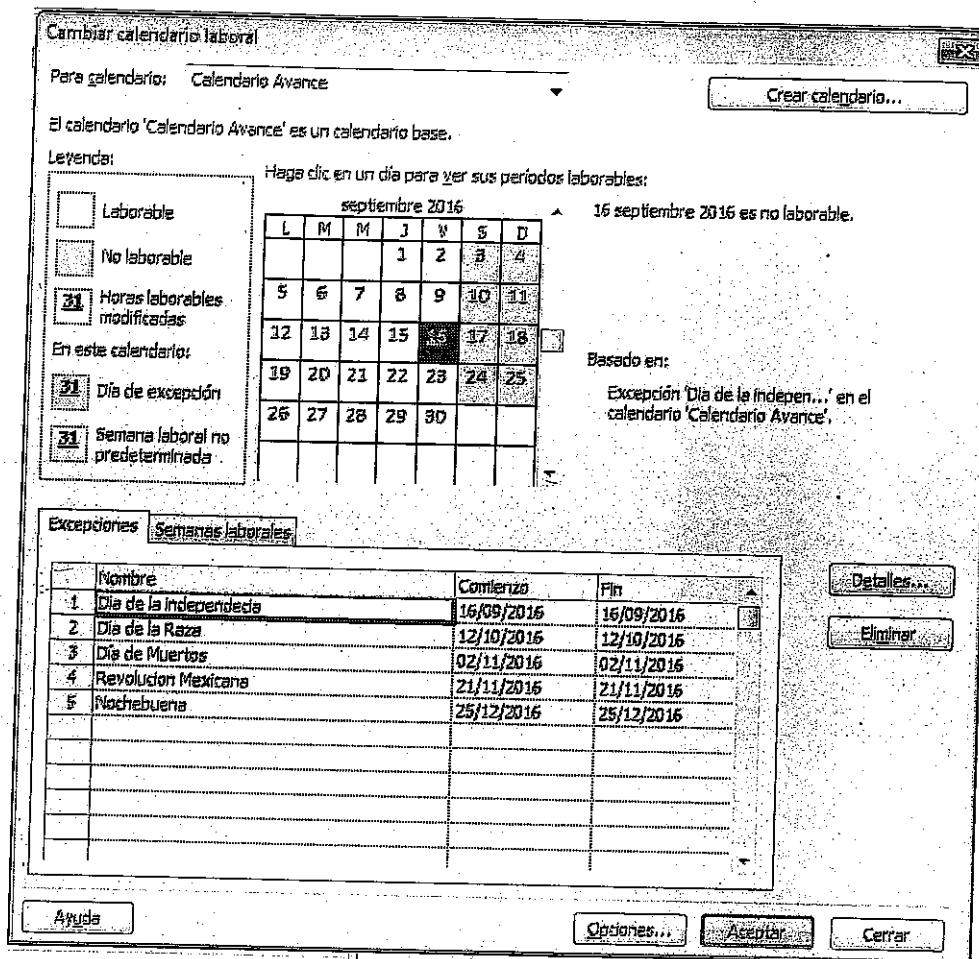
Jornada laboral 8

Semana Laboral 40

Días por mes 16 damos en Aceptar.

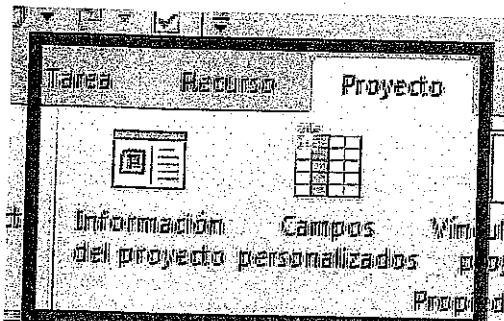
- Los siguiente que vamos a realizar es un a la pestaña Semana Laborables.



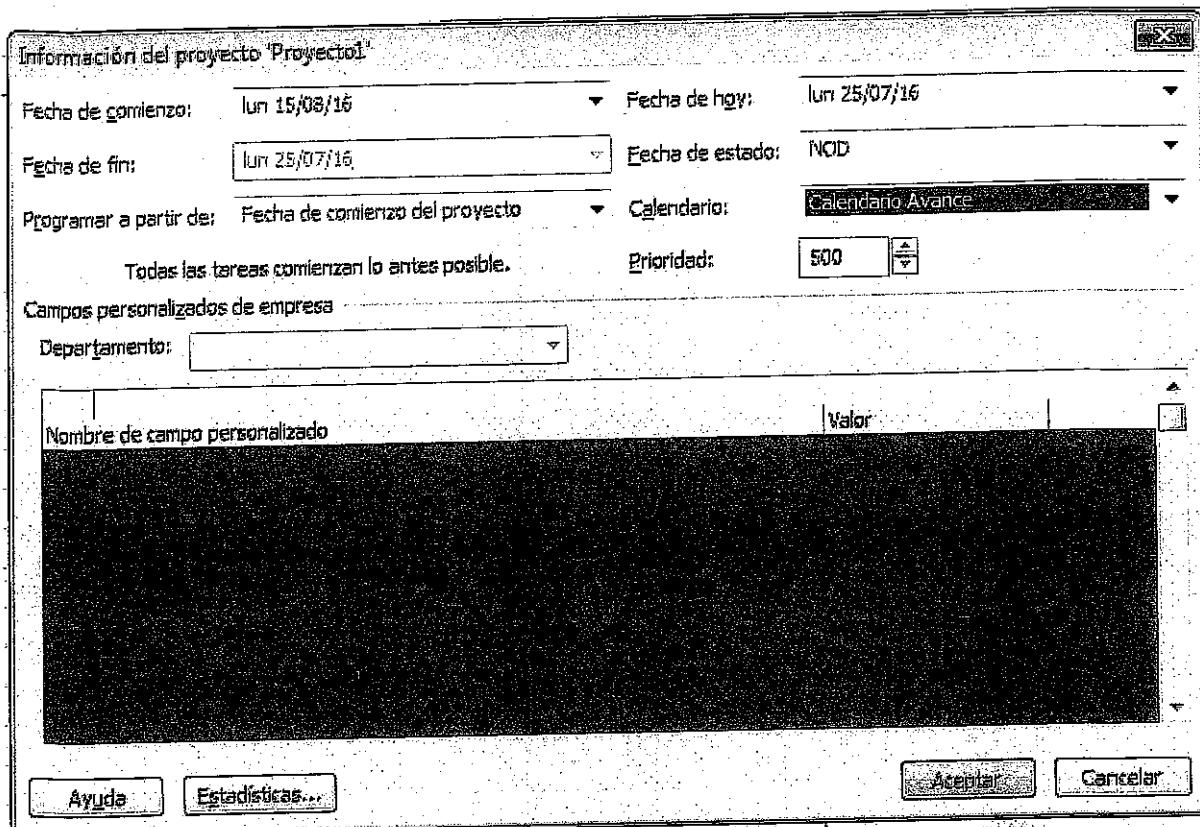


De esta manera quedaría las excepciones para nuestro calendario para nuestro proyecto y le damos **Aceptar**.

- Continuamos con la **Asignación del Proyecto**, para esto nos dirigimos al comando **Información del Proyecto**.



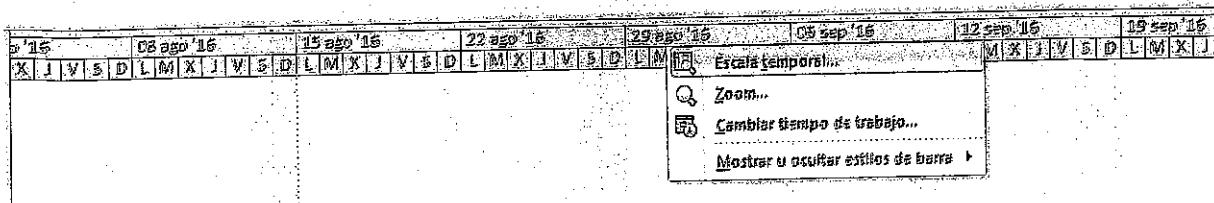
En este cuadro de dialogo le daremos en “Fecha de comienzo” **15 de Agosto del 2016 15/08/16**, y en “Calendario” seleccionamos el **Calendario Avance**. Y a continuación damos en **Aceptar**.



Quedando de la siguiente manera la asignación de calendario al Proyectó.

**Continuamos con la asignación de calendario para las actividades:**

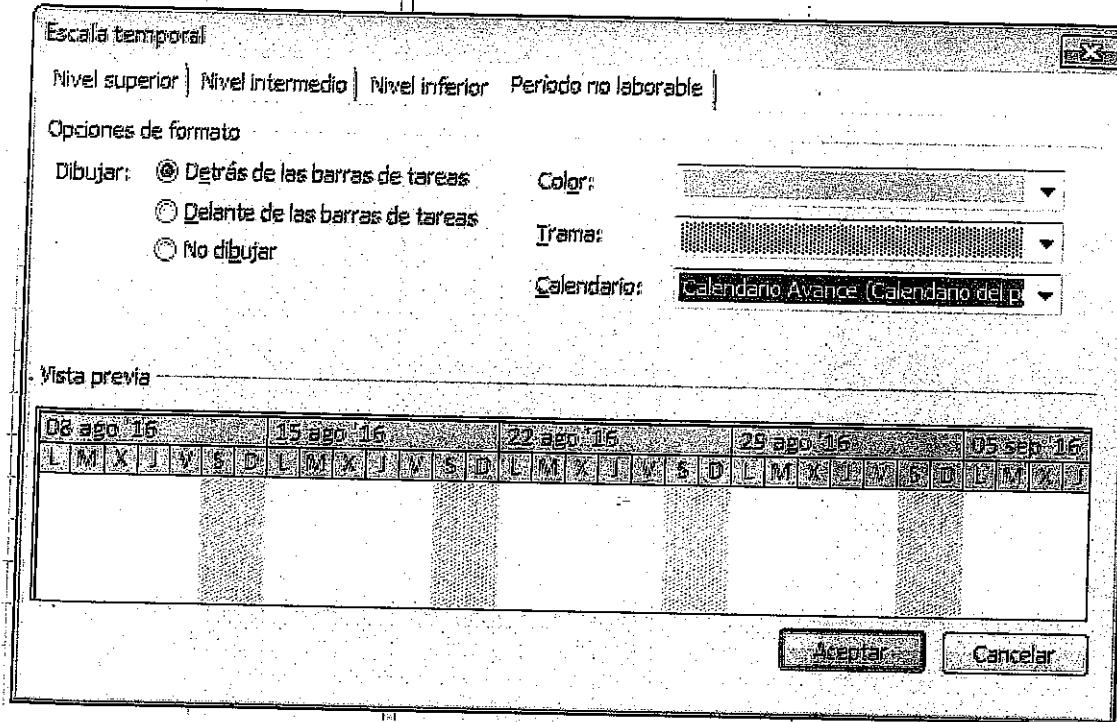
Vamos a dar un clic en la barra de calendarios.



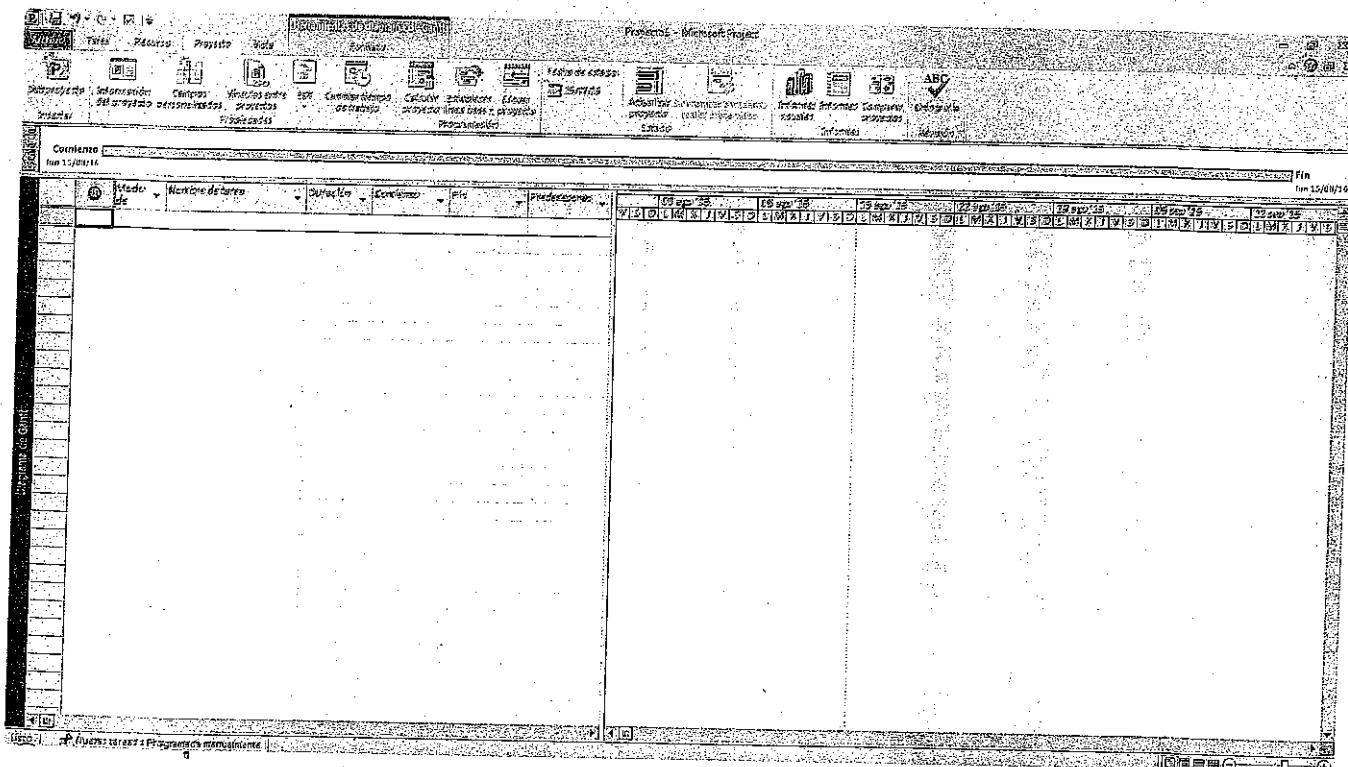
En el cuadro de dialogo de Escala temporal, nos dirigimos a la pestaña de nombre, Periodo no laborable.

Donde cambiaremos el Color, Trama y seleccionaremos el Calendario Avance.

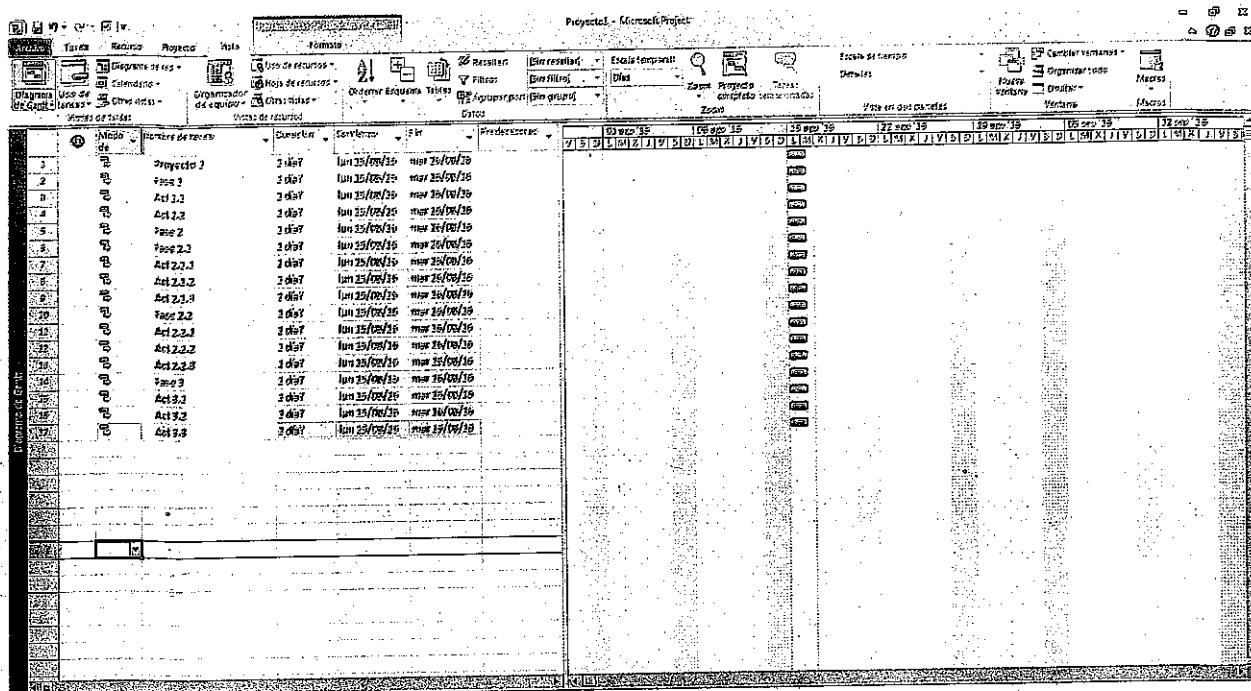
Seleccionamos Aceptar para aplicar el calendario en la escala.



En esta etapa ya tendremos en nuestro Proyecto confirmado el Calendario para las actividades y para la escala de tiempo.



**Continuamos con el ingreso de las actividades para este proyecto.**



Modo de	Nombre de tarea
→	Proyecto 1
→	Fase 1
→	Act 1.1
→	Act 1.2
→	Fase 2
→	Fase 2.1
→	Act 2.1.1
→	Act 2.1.2
→	Act 2.1.3
→	Fase 2.2
→	Act 2.2.1
→	Act 2.2.2
→	Act 2.2.3
→	Fase 3
→	Act 3.1
→	Act 3.2
→	Act 3.3

**Continuamos con la aplicación de una sangría a las actividades para crear niveles en la Tareas.**

**En la barra de Tarea en el icono del comando sangría**

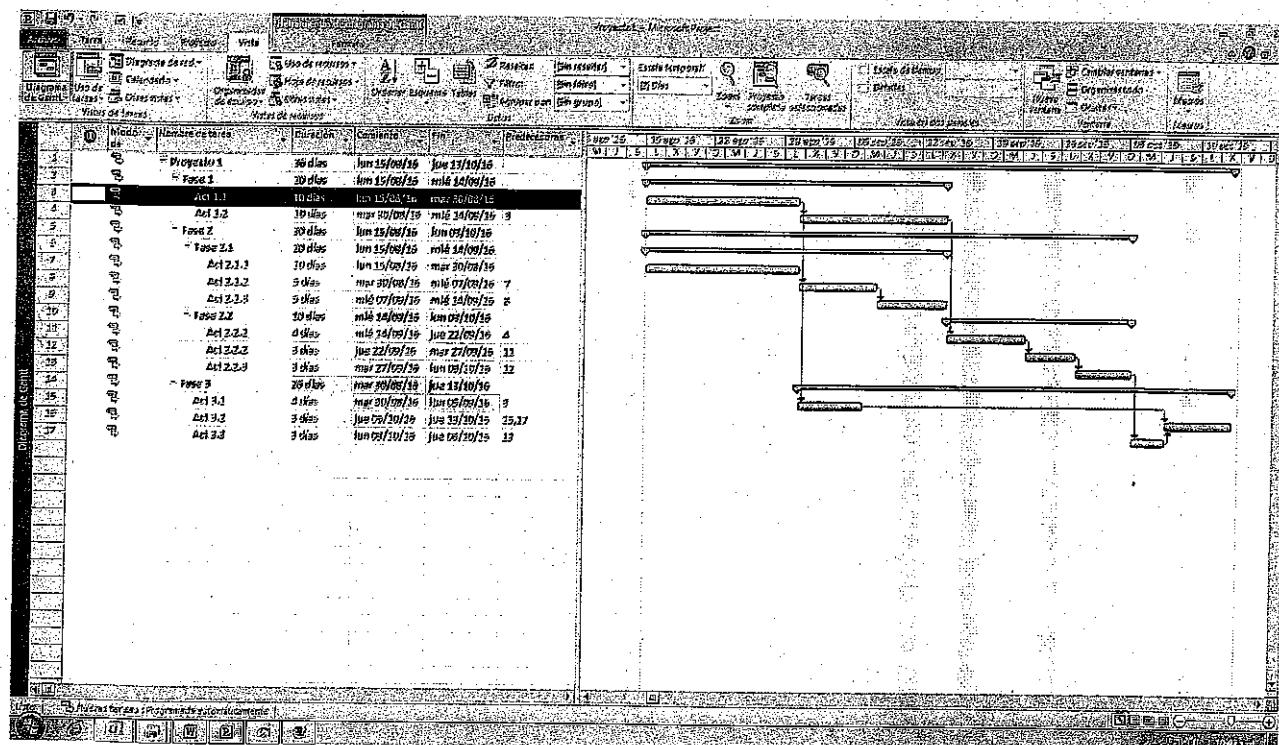
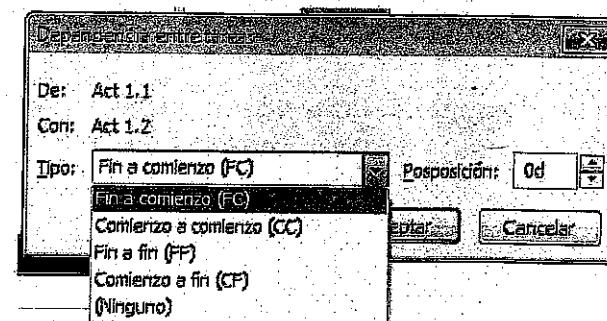
Nombre de tarea
Projecto 1
Fase 1
Act 1.1
Act 1.2
Fase 2
Fase 2.1
Act 2.1.1
Act 2.1.2
Act 2.1.3
Fase 2.2
Act 2.2.1
Act 2.2.2
Act 2.2.3
Fase 3
Act 3.1
Act 3.2
Act 3.3

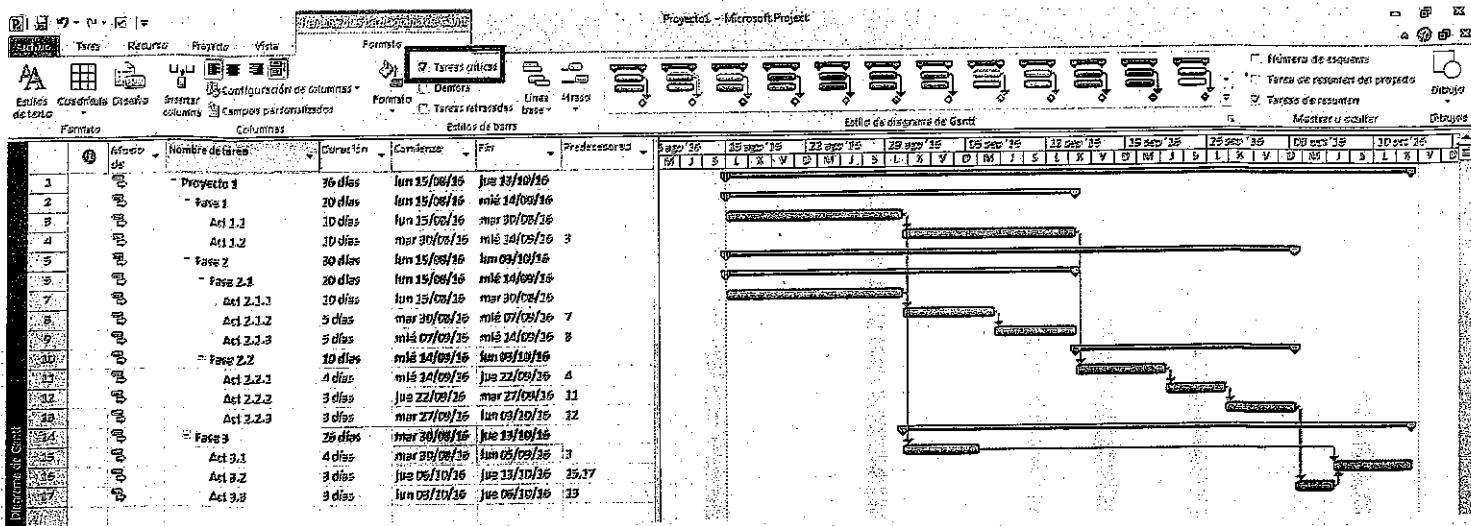
Continuamos con aplicar una Duración a las Actividades.

En este Proyecto daremos tiempo arbitrariamente para poder Vincular las Tareas.

En la barra de Tarea en el icono de vincular se pueden crear los vínculos entre las tareas de manera que una tarea no pueda comenzar antes de que otra termine.

También puede vincular tareas de otra forma, como por ejemplo mediante vínculos de comienzo a comienzo, en los cuales dos tareas deben comenzar al mismo tiempo.





Para poder mirar la Ruta Crítica de nuestro proyecto en la pestaña **Formato** y seleccionamos la casilla que dice **Tareas Críticas**. De este modo la ruta crítica se muestra en el proyecto marcado de color rojo en las actividades críticas.

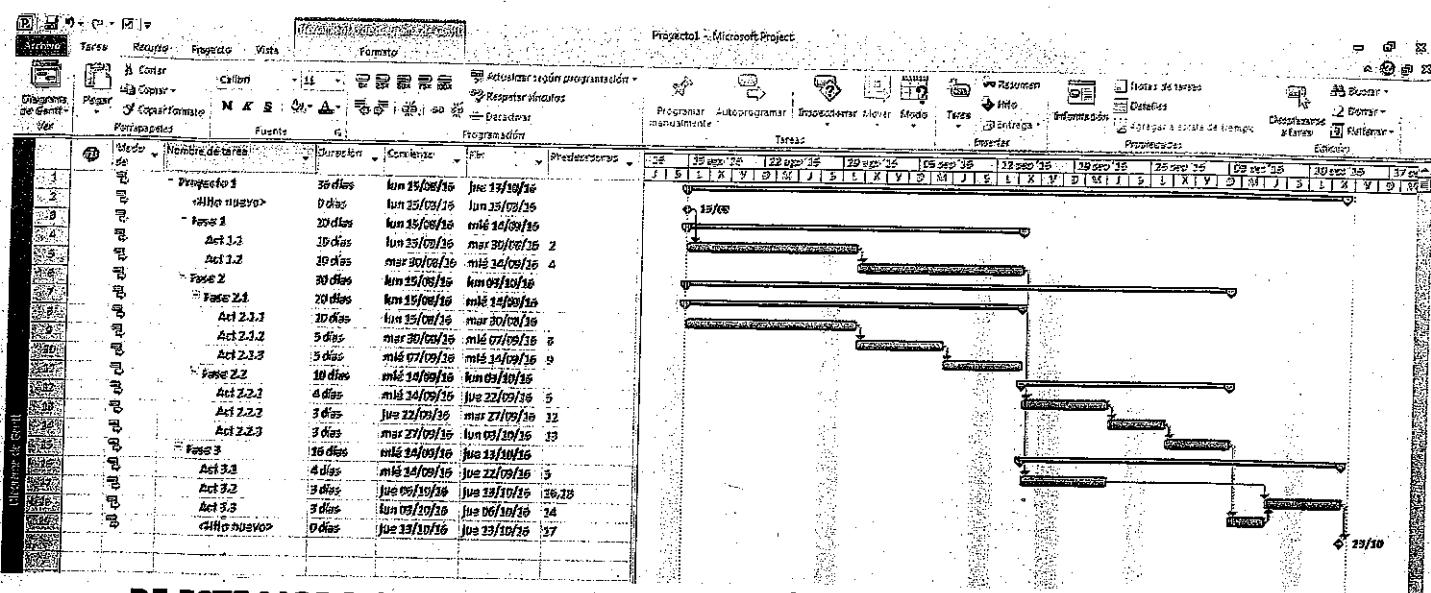
### Crear un hito

Un hito es un punto de referencia que marca un evento importante de un proyecto y se usa para realizar el seguimiento del progreso del proyecto. Todas las tareas que tengan una duración cero se muestran automáticamente como un hito. También puede marcar como hitos otras tareas de cualquier duración.

Puede crear hitos en el proyecto para representar tareas externas. Por ejemplo, una de las tareas del proyecto requiere una aplicación que otra empresa está desarrollando. Puede crear un hito con duración cero en el proyecto para representar la finalización de esa aplicación.

Lo primero que debemos realizar es crear una nueva tarea o un hito en la pestaña **Tarea** en el grupo **Insertar**, seleccionamos el ícono **Hito**, (insertar un hito), y en seleccionamos la tarea **Fase 1** ahí crearemos el Hito al igual modo pero al fin del proyecto creamos otro Hito para finalizar el proyecto.





DE ESTE MODO CREAMOS UN PROYECTO RÁPIDO Y SENCILLO.

## CIERRE DEL PROYECTO

Cerrar el Proyecto o Fase es el proceso que consiste en finalizar todas las actividades a través de todos los grupos de procesos de Dirección de Proyectos para completar formalmente el proyecto o una fase del mismo. Al cierre, el Director del Proyecto (Project Manager) revisará toda la información anterior procedente de los cierres de las fases previas para asegurarse que todo el trabajo esté completo y que haya alcanzado sus objetivos. Puesto que el alcance se mide con relación al Plan para la Dirección del Proyecto, el Director del Proyecto revisará este documento para cerciorarse de su culminación antes de considerar que el proyecto está cerrado. El proceso Cerrar el Proyecto o Fase también establece los procedimientos de análisis y documentación de las razones de las acciones emprendidas en caso que un proyecto se dé por finalizado antes de su fecha de culminación de acuerdo al cronograma establecido.

Esto incluye todas las actividades necesarias para el cierre administrativo, incluyendo metodologías paso a paso relativas a:

- Las acciones y actividades necesarias para satisfacer los criterios de terminación o salida de la fase o del proyecto.
- Las acciones y actividades necesarias para transferir los productos, servicios o resultados del proyecto a la siguiente fase o a la producción y/u operaciones.
- Las actividades necesarias para recopilar los registros del proyecto o fase, auditar el éxito o fracaso del proyecto, reunir las Lecciones Aprendidas y archivar la información del proyecto para su uso futuro por parte de la organización.

Un Proyecto se puede cerrar cuando se acaba con éxito o cuando:

- Los objetivos no se han cumplido y no se puede o quiere volver a intentar.
- Se termina o recorta el presupuesto.
- Se re-asignan los recursos a tareas más prioritarias.
- La organización pierde interés.

Teniendo los documentos de rendimiento del proyecto o fase y toda la información generada a lo largo del mismo, se produce:

**El archivo del Proyecto:** Conjunto de registros indexados que se archivarán para su posterior uso, previa distribución a todos los participantes implicados.

**Cierre Administrativo:** Aprobación por parte del Patrocinador (Sponsor) de la terminación del proyecto o fase.

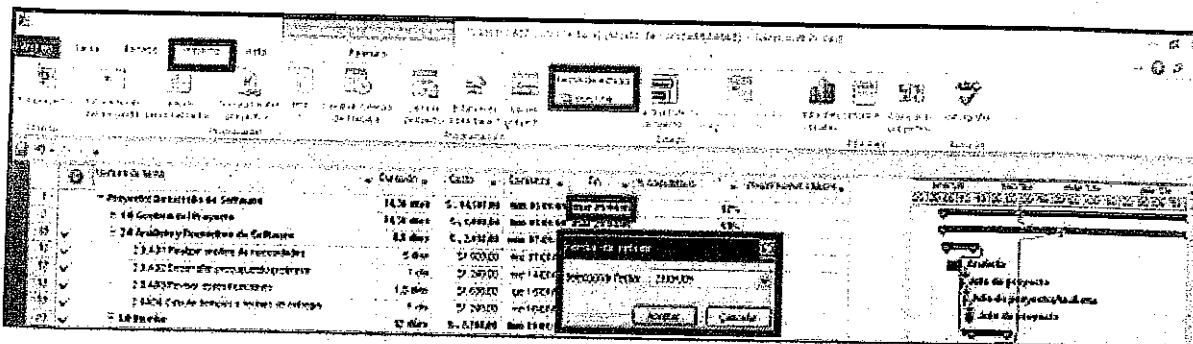
**Lecciones Aprendidas:** Con lo ocurrido en el proyecto, ¿qué se puede mejorar en el futuro?

## **ACTUALIZAR LA INFORMACIÓN DE CIERRE DEL PROYECTO**

**Ingresar la Fecha de Término del Proyecto.**

Cuando se refieren a introducir la fecha de término del proyecto, quiere decir que se debe de establecer la Fecha de estado como la fecha de fin del proyecto. Para

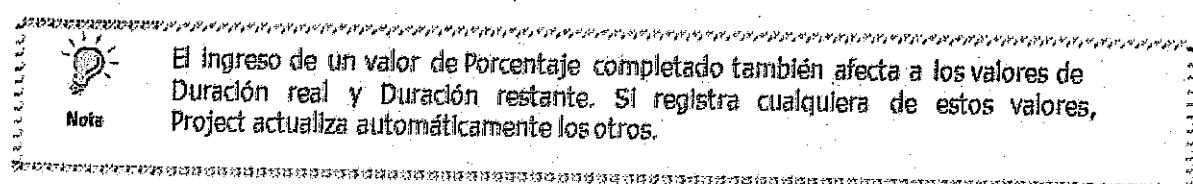
esto siga los pasos a continuación: 1. Diríjase a la pestaña Proyecto » en el grupo Estado, dé clic en la fecha de estado e ingrese la fecha fin de su proyecto.



### Ingresar Fecha de estado del proyecto

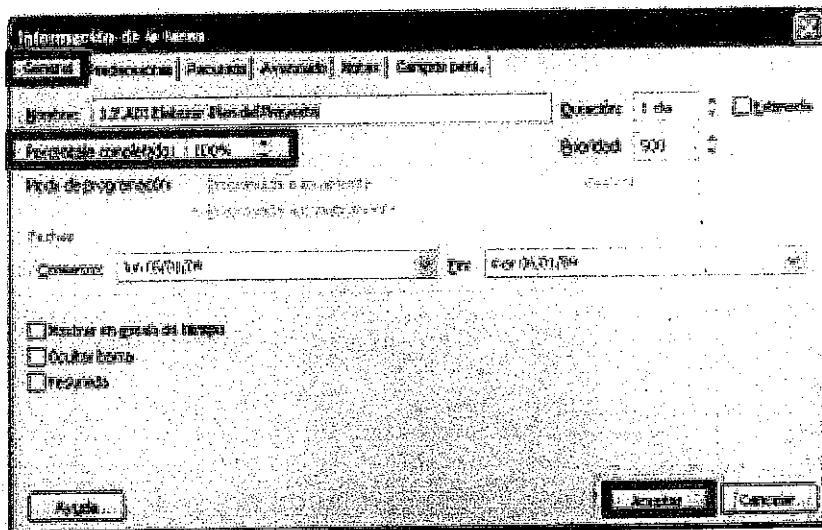
## INTRODUCCIÓN DEL PORCENTAJE COMPLETADO

Uno de los métodos más sencillos para hacer el seguimiento del progreso de las tareas es indicar el Porcentaje completado. Puede asignar un valor de Porcentaje completado a cualquier tarea para registrar el progreso de ésta.



### Ingresando el Porcentaje Completado mediante la tarea

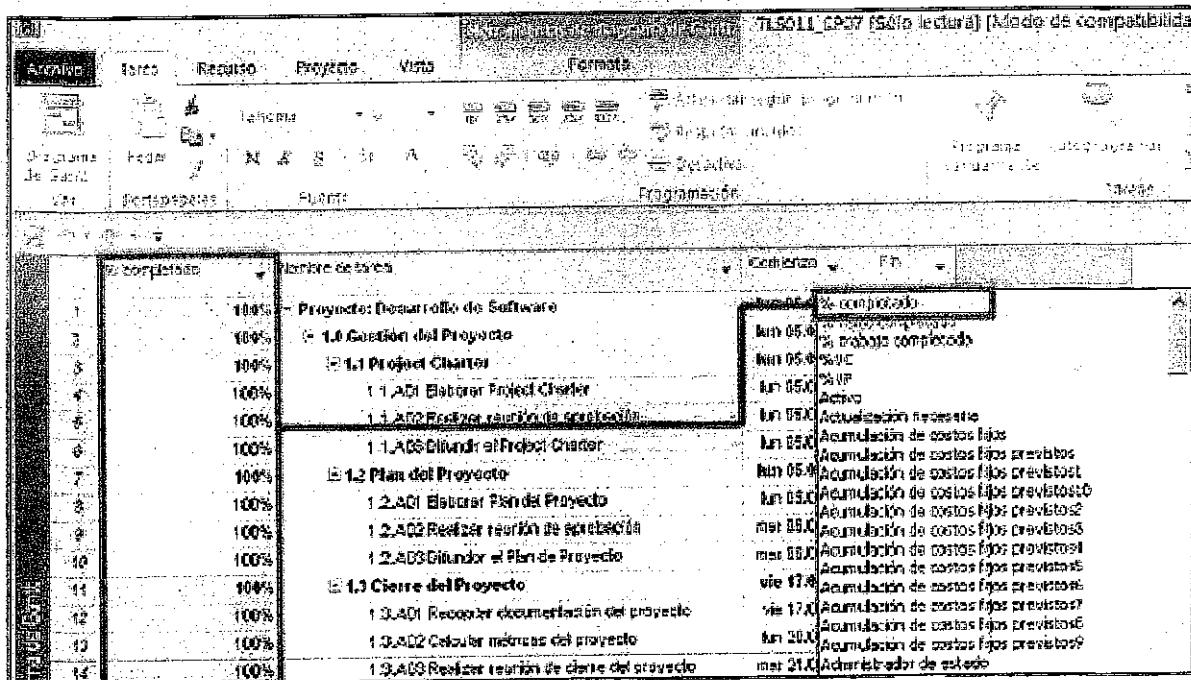
1. Haga doble clic a una tarea cuyo Porcentaje completado desee actualizar.
2. En el cuadro de diálogo Información de la tarea, seleccione la pestaña "General" » ingrese en el campo Porcentaje completado, el Porcentaje de avance de la tarea.



## **Ingreso del Porcentaje Completado mediante tareas.**

#### Adicionando la columna Porcentaje Completado a una Tabla

1. Dentro del Diagrama de Gantt o cualquier otra vista » haga clic en «Aregar nueva Columna» » elegir "% Completado".



**Adicionado la columna Porcentaje completado a una tabla**



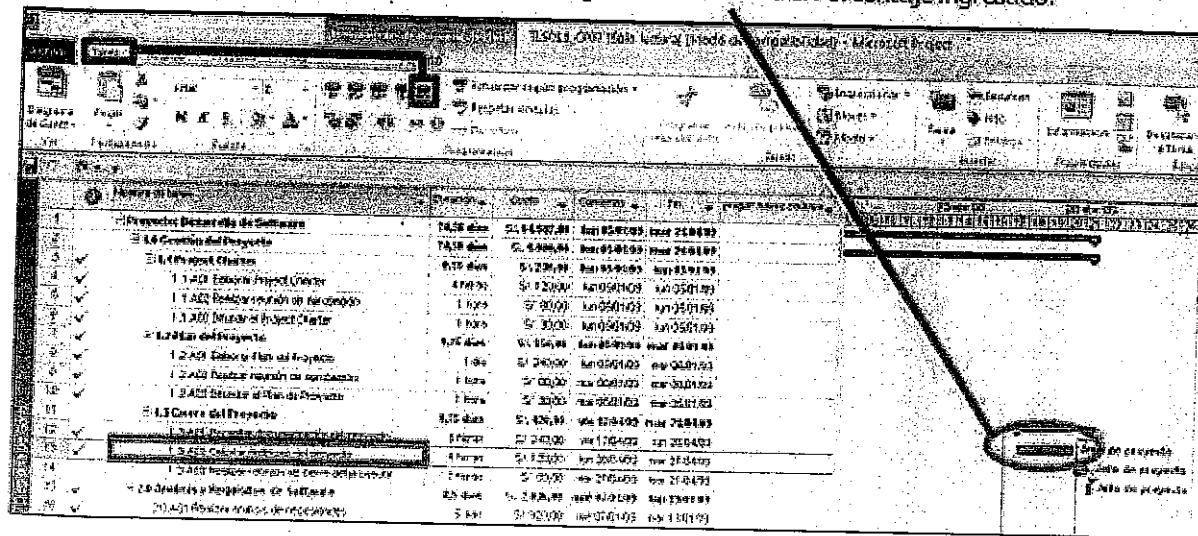
Notes

Cuando ingrese el Porcentaje completado al nivel de la tarea, el promedio ponderado es modificado hacia sus respectivas Tareas resumen, incluyendo al porcentaje de la Tarea resumen de su proyecto. Project también permite ingresar el Porcentaje Completado a nivel de una Tarea resumen y calcula el Porcentaje completado para suhtareas.

## Usando el Botón Porcentaje Completado de la Cinta

1. Seleccione la pestaña Tarea » Grupo Programación » Puede hacer clic en los botones 0%, 25%, 50%, 75% ó 100% para ingresar rápidamente el estado de una tarea o grupo de tareas.

En el diagrama se visualiza el Porcentaje de Ingresario.



**Botón Porcentaje completado de la cinta.**

1. Seleccione la pestaña **Vista** » Grupo Vista en dos paneles » Seleccione "Detalles".
  2. Dentro del Formulario de tareas haga clic derecho y elija "recursos y predecesoras" » puede ingresar el % completado en el formulario de tareas encima del campo Posposición. Recuerde hacer clic en "Aceptar" para grabar el porcentaje.

## ACTUALIZACIÓN DEL PROYECTO

Suponga que un equipo de trabajo ha empezado a ejecutar un proyecto hace unos meses. Ciertas tareas se han completado y otras se encuentran en progreso.

Cuando los esfuerzos del equipo son requeridos en un nuevo proyecto que tiene prioridad alta, dejan el proyecto que estaba en ejecución en espera. Terminado el proyecto con prioridad alta, el equipo tiene que regresar al proyecto inicial.

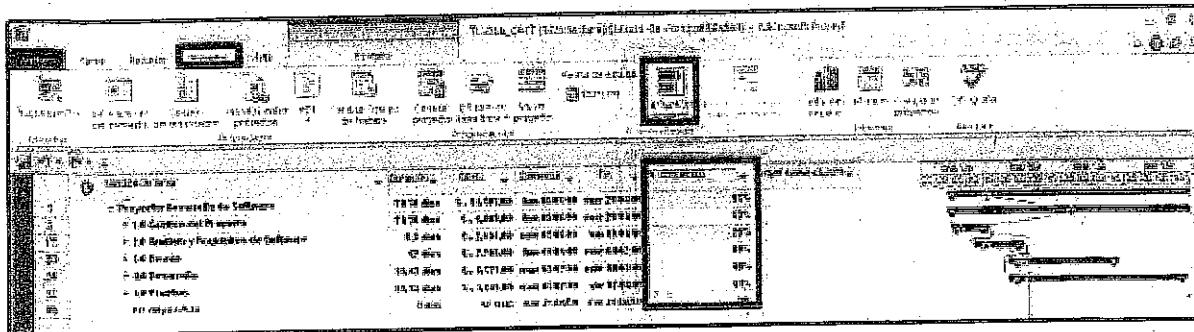
¿Qué se haría con el Plan de Proyecto? Las fechas programadas en las que se estaba trabajando tienen una demora ahora de dos meses. ¿Se tiene que volver a ajustar todas las tareas del proyecto de nuevo para alinearlas con el calendario actual?

Microsoft Project moverá todas las tareas incompletas a partir de la fecha que le indique y se podrá continuar a partir de dicha fecha.

Esto también funciona con períodos de tiempo más cortos, tanto si son unas pocas semanas, como si son unos pocos días de ciertas tareas.

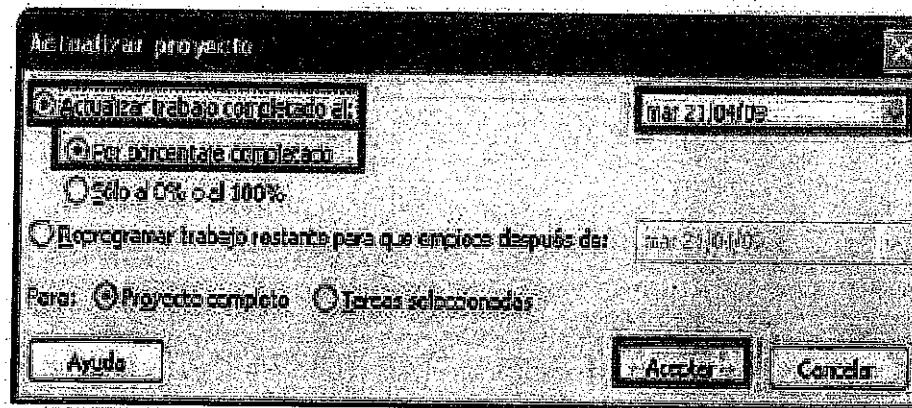
Para actualizar el proyecto, siga los siguientes pasos:

1. Haga clic en la pestaña Proyecto » grupo Estado » haga clic en el ícono "Actualizar proyecto"



Columna % completado

- 2.- Seleccione la opción “Actualizar trabajo completado al” »Introduzca la fecha de fin del proyecto en el cuadro correspondiente. Por defecto, aparece la “Fecha de Estado” » Seleccione la opción “Por porcentaje completado”, finalmente haga clic en “Aceptar”.



**Actualizar el proyecto para tareas no completadas.**

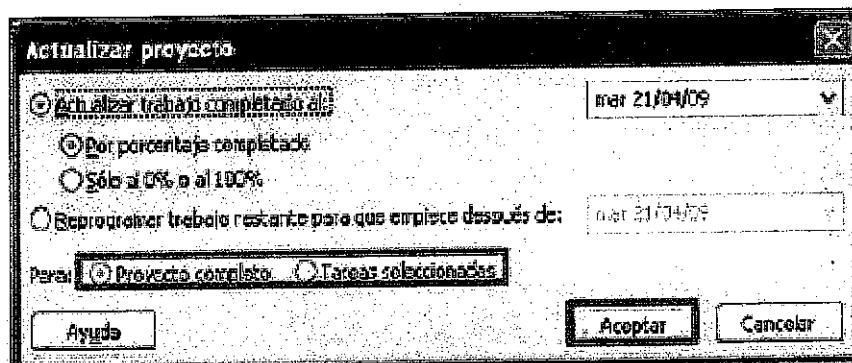


**Nota**

Para poder actualizar el proyecto completo se debe establecer la Fecha de estado con un día extra para así poder obtener el 100% en la columna de % completado.

Se puede utilizar este método (Por porcentaje completado) para actualizar el “proyecto completo” o “sólo las tareas seleccionadas”. Realice los siguientes pasos:

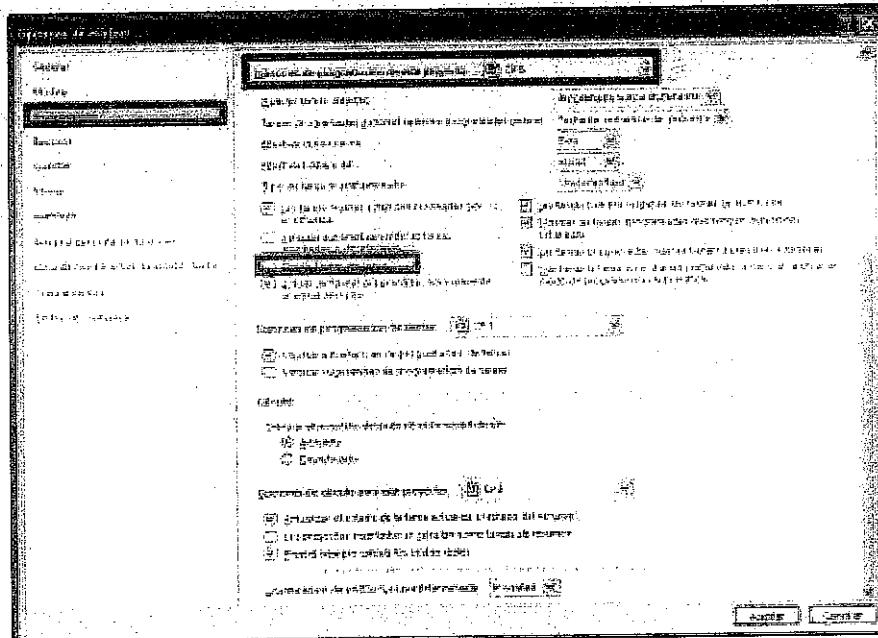
- 1.- En el cuadro de diálogo “Actualizar proyecto”, seleccione la opción “Proyecto completo” o “Tareas seleccionadas”.
2. Por defecto, una tarea que esté en progreso se dividirá de forma que el trabajo restante se programará después de la fecha que se indique.



### Opciones de Actualizar el proyecto.

Si no desea que las tareas en curso queden divididas, siga los siguientes pasos:

1. Haga clic en la pestaña **Archivo** » **Opciones**.
2. Aparecerá un cuadro de diálogo, haga clic en “Programación” y después en el grupo “Opciones de Programación de este Proyecto” » Diríjase al cuadro de selección “Dividir tareas en curso” para desmarcarlo » haga clic en “Aceptar”.



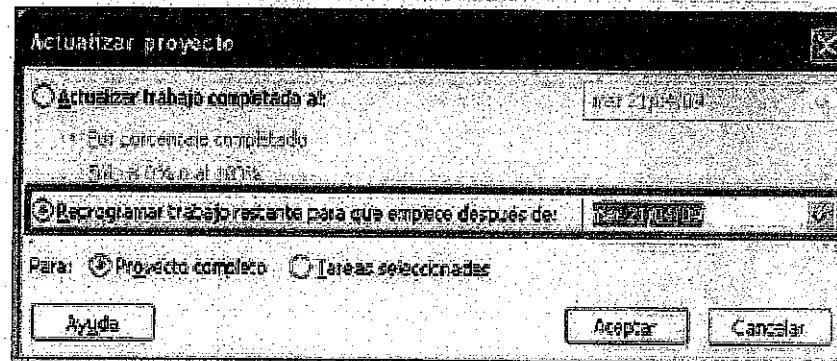
### Programación para no dividir las tareas.

**Nota**

Toda tarea incompleta que tenga una delimitación de fecha como: "No comenzar antes del" o "No comenzar después del", no pueden ser reprogramadas. Lo que prevalece son las delimitaciones y MS Project da la opción de decidir cómo gestionarlas. Se puede introducir cualquier fecha de reprogramación, incluso si está en el pasado. Si una tarea está en curso, los datos no tendrán que estar después de la fecha de fin de la tarea existente o de la fecha de comienzo real.

Para reprogramar las tareas, usando una fecha de referencia para completar, se siguen los siguientes pasos:

1. En el cuadro de diálogo "Actualizar proyecto", haga clic en "Reprogramar trabajo restante para que empiece después de:"
2. Introduzca la fecha a partir de la que se estimará que se complete el trabajo (por defecto, aparece la fecha actual).



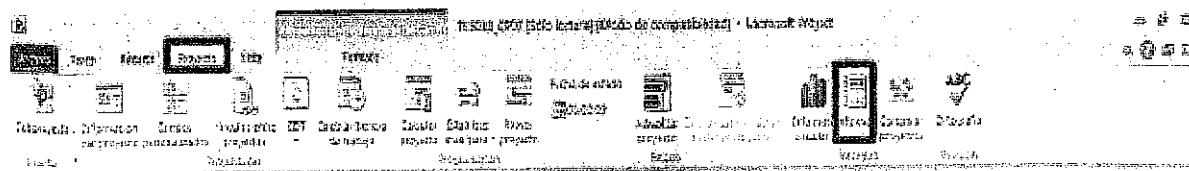
Actualizar el proyecto utilizando una fecha de referencia.

### Emitir el Informe de Resumen del Proyecto

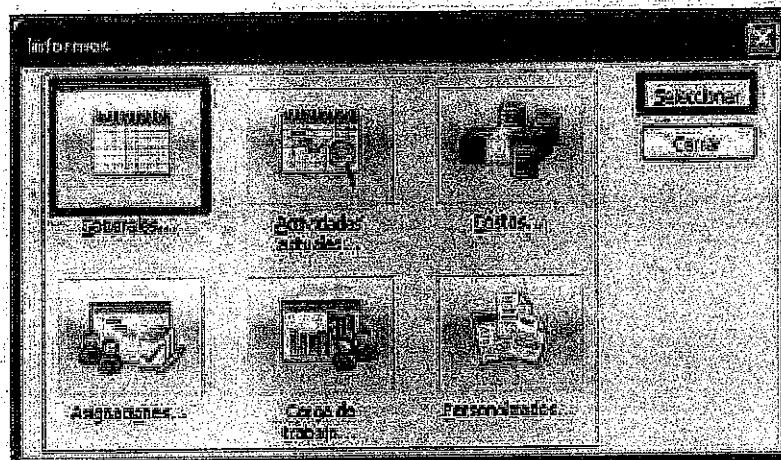
Para emitir el informe Resumen del Proyecto, siga los pasos que se muestran a continuación:

1. Diríjase a la pestaña Proyecto » grupo Informes » seleccione la opción "Informes".
2. En el cuadro de dialogo "Informes", seleccione "Generales", se abre un cuadro de diálogo "Informes generales".

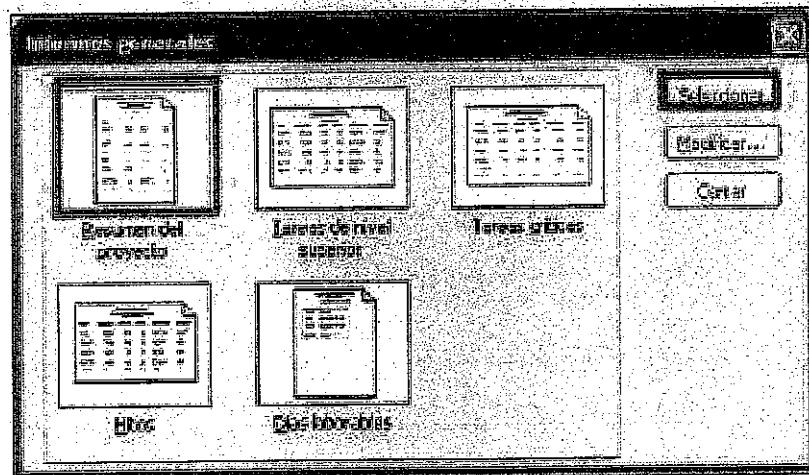
3. Por último, seleccione Resumen del proyecto » haga clic en "Seleccionar".



**Grupo Informes, botón Informes.**

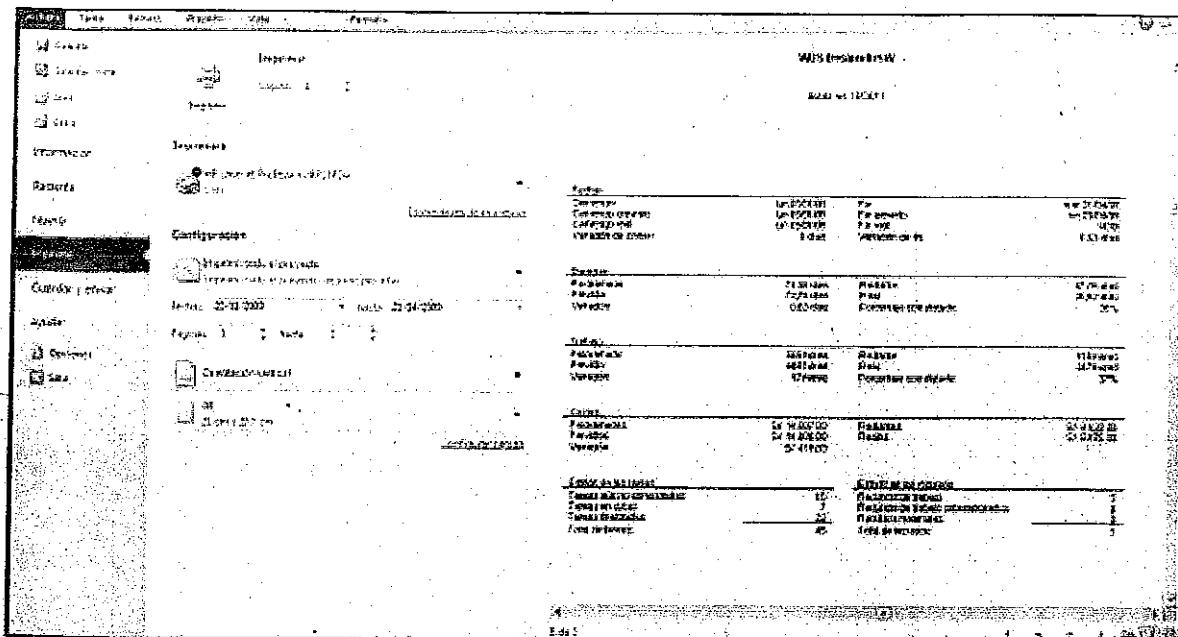


**Informes Generales.**



**Resumen del Proyecto.**

4.- El Informe de Resumen del proyecto se visualiza en una pantalla compartida con una pantalla de impresión:



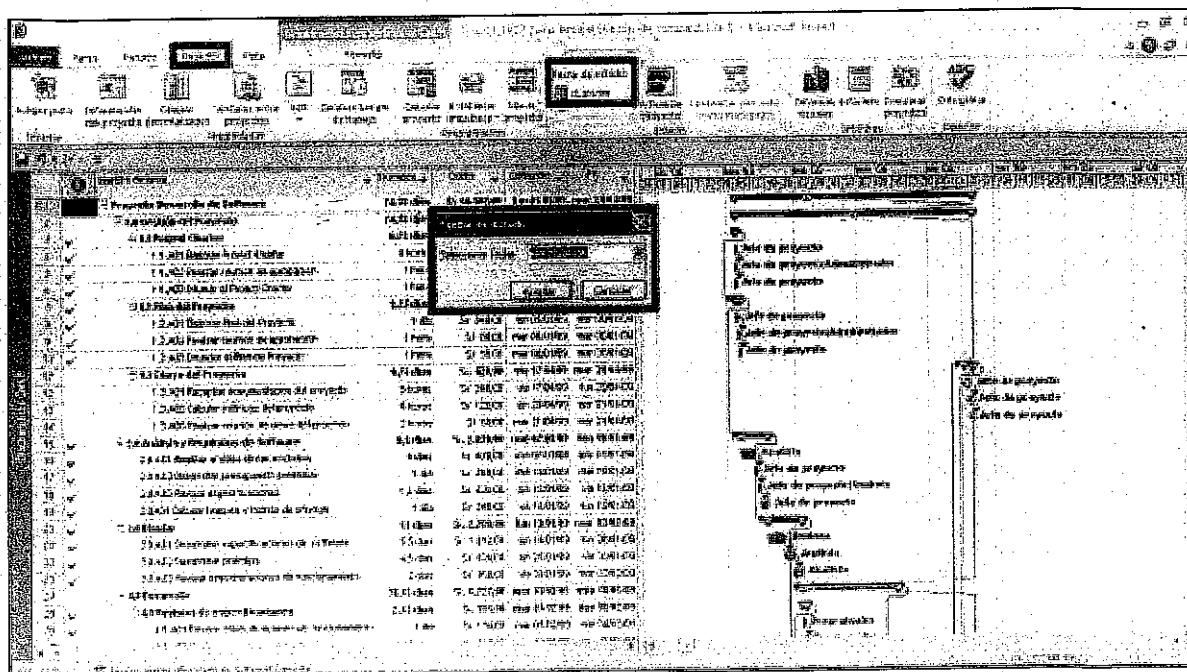
**Informe Resumen del Proyecto**

## EMITIR LA CURVA S FINAL DEL PROYECTO

La curva S es un gráfico que se puede diseñar en Excel utilizando los datos acumulados de fase temporal como Valor Planificado (PV), Valor acumulado (EV), Costo Real (AC); para el informe final del proyecto.

Para emitir la curva S final del proyecto, siga los pasos a continuación:

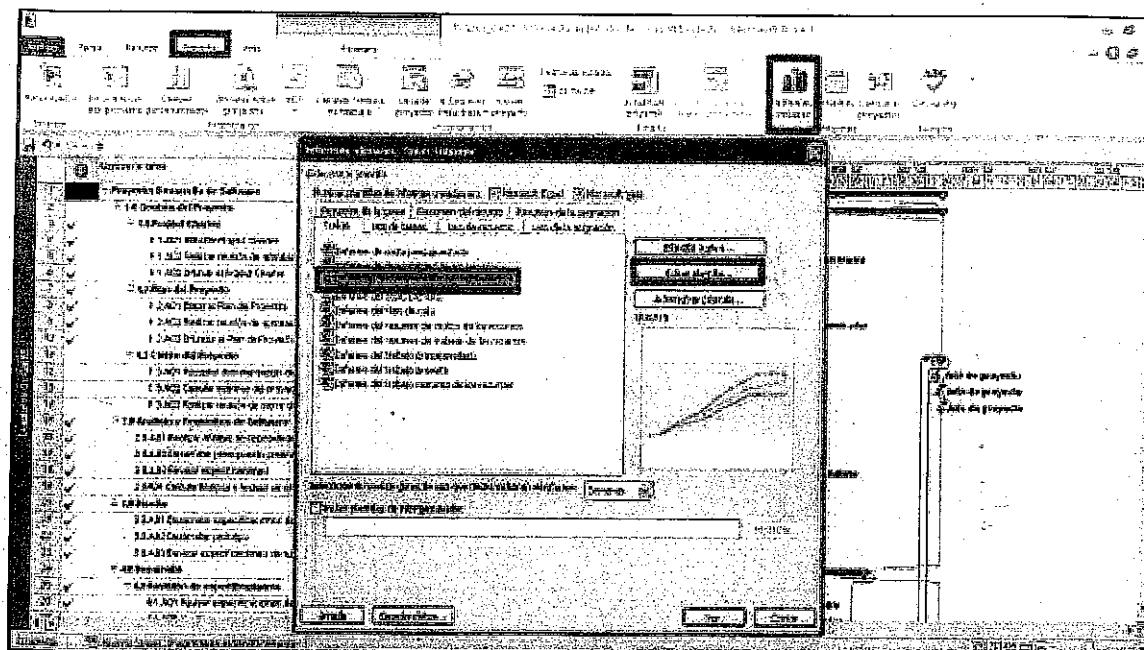
1. Para emitir la **Curva S** final del proyecto, diríjase a la pestaña **Proyecto** » grupo **Estado**, establezca la fecha final de su proyecto.



**Fecha de Estado**

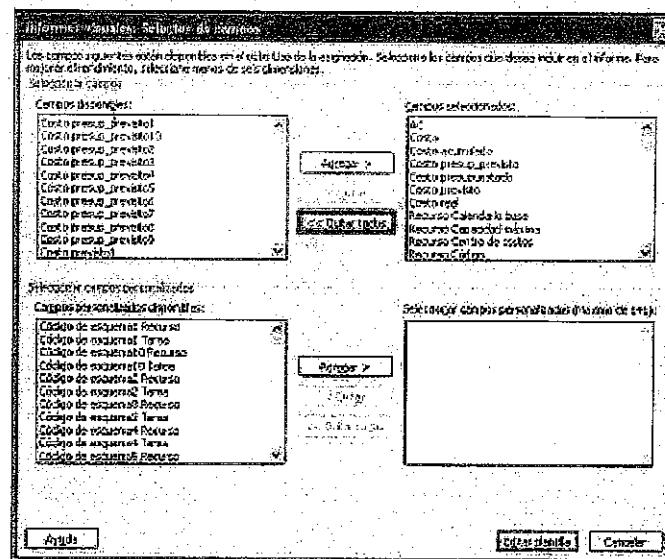
2. Diríjase al grupo **Informes** » dé clic en “**Informes visuales**”.
3. En el cuadro de diálogo “**Informes visuales**”, se muestra Microsoft Excel y Microsoft Visio como plantillas seleccionadas por defecto. En el caso de “**Informe de horas extra del Valor Acumulado**” (**Curva S**) se grafica con la plantilla de “**Microsoft Excel**”.

4. Escoja “Informe de horas extra del Valor Acumulado” (Curva S) de la lista desplegable de la pestaña Todas » dé clic en “Editar plantilla”.



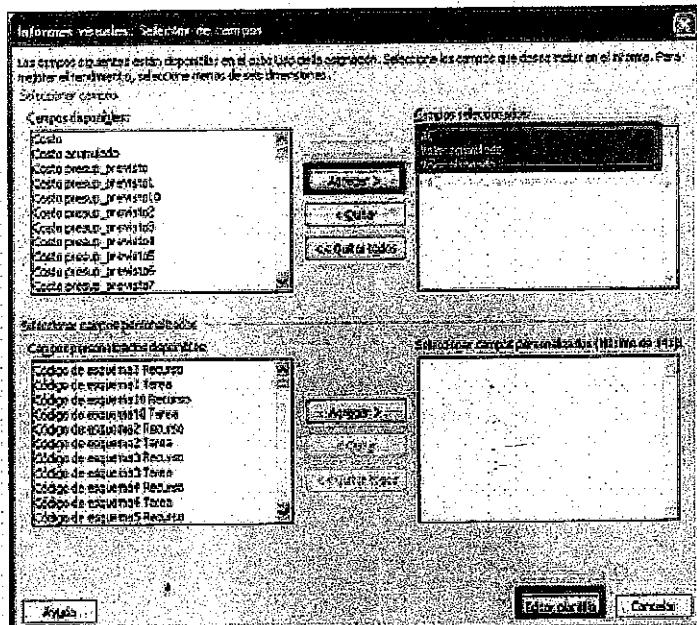
#### Informes visuales

5. La primera opción que se muestra es “Seleccionar campos”, donde se visualiza dos recuadros: “Campos disponibles” y “Campos seleccionados”. Dé clic en el botón “Quitar todos”.

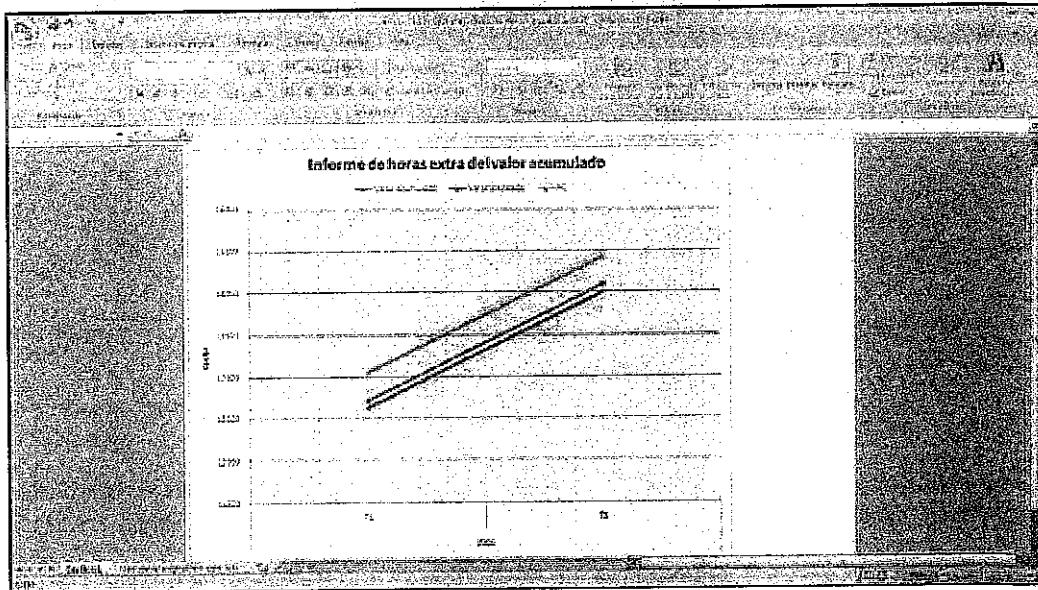


Informes visuales, quitar campos seleccionados.

6. Luego de haber retirado todos los “Campos seleccionados”, del recuadro “Campos disponibles” escoja **Valor acumulado, Valor planeado y AC.** Dé clic en “**Editar plantilla**”.

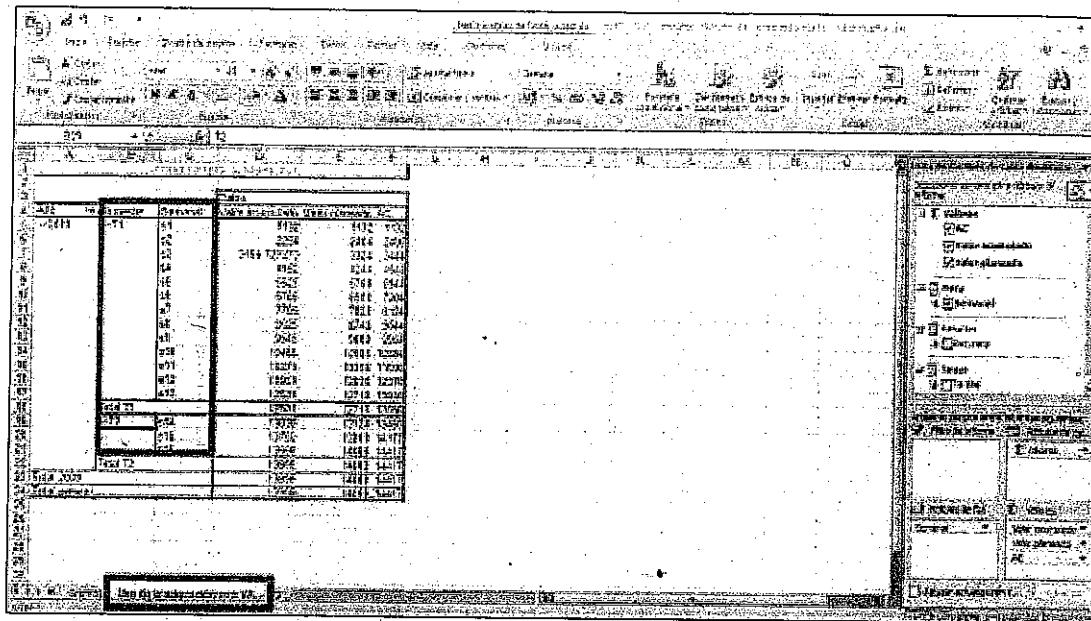

**Seleccionar campos.**

7. Estos pasos, le generaran un documento en Excel, en el cual se muestra la curva S final del proyecto.


**Curva S**

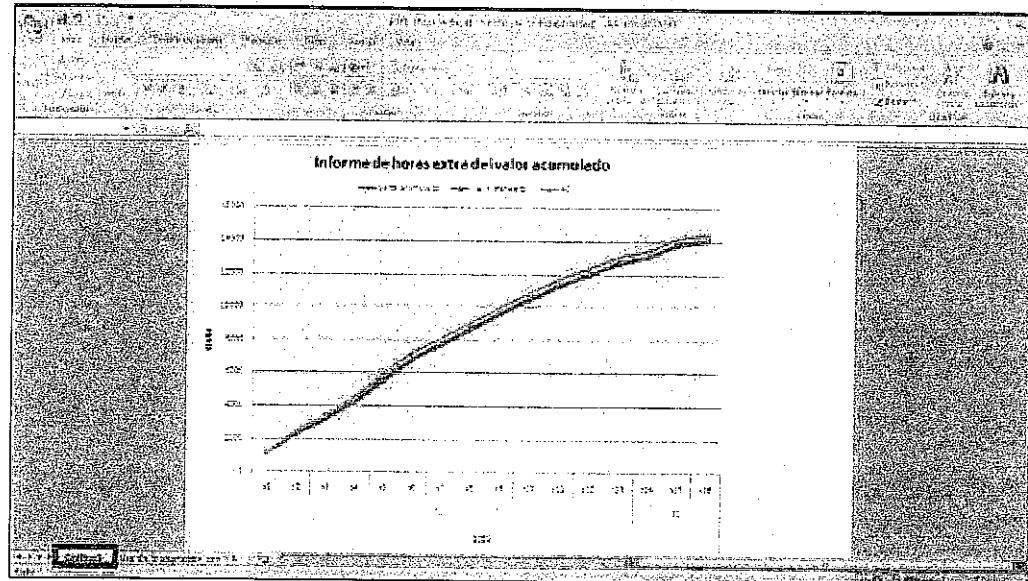
8. Para desplegar la Curva S, diríjase a la hoja de cálculo de Excel “Uso de la asignación con VA” que se encuentra en la parte inferior de la imagen anterior.

En la columna trimestre, despliegue T1.



**Despliegue de la Curva S.**

9. Dé clic en la hoja de cálculo Gráfico 1 que se encuentra en la parte inferior de la imagen y se muestra la Curva S final del proyecto.



**Gráfica de la Curva S final del proyecto.**

**Bibliografía:**

- **Instituto Nacional de Normalización**
- **Norma Mexicana NOM-Z-25-196 Dibujo Técnico Acotaciones**
- **Norma Pemex No. 2.451.03: 1987, "Símbología e identificación de instrumentos"**
- **Norma Pemex No. K-101 "Criterio y recomendaciones de diseño para sistemas de tuberías de proceso, servicios auxiliares e integración".**
- **International Organization for Standardization.**
- **[http://es.wikipedia.org/wiki/Calibre\\_\(instrumento\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Calibre_(instrumento))**
- **<http://es.wikipedia.org/wiki/Nonio>**
- **<http://www.scribd.com/doc/23332658/Pie-de-rey>**
- **<http://www.mvblog.cl/2010/11/29/introducción-a-autocad-3d/>**
- **<http://www.dibujotecnico.com/>**