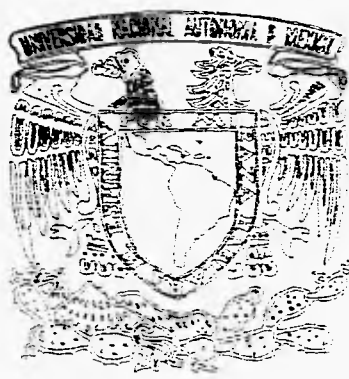
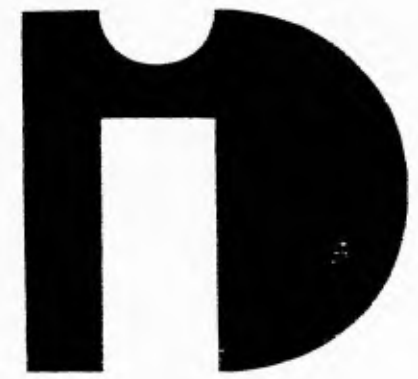


26  
20j



# Manual de AutoCAD™ para Diseñadores Industriales



Tesis profesional que para obtener el  
título de Licenciado en Diseño Industrial  
presenta

**Horacio Guillermo Ponce Ulloa**

Declaro que este proyecto de tesis es totalmente de  
mi autoría y que no ha sido presentado previamente  
en ninguna otra institución educativa.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**1996**

**U.N.A.M. Fac. de Arquitectura Centro de Investigaciones de Diseño Industrial**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE DISEÑO INDUSTRIAL**  
**FACULTAD DE ARQUITECTURA**

Coordinador de Exámenes Profesionales de la  
Facultad de Arquitectura, UNAM  
**PRESENTE**

E P 01 Certificado de Aprobación de  
Impreso

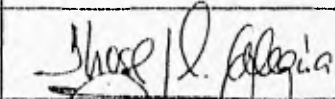
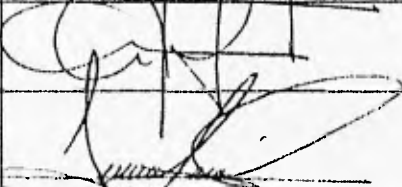
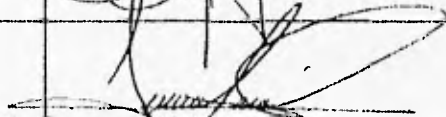
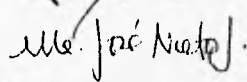
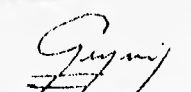
El director de tesis y los cuatro asesores que suscriben, después de revisar la tesis del alumno

NOMBRE PONCE ULLQA HORACIO GUILLERMO No DE CUENTA 8113194-7  
NOMBRE DE LA TESIS Manual de AutoCAD™ para Diseñadores Industriales.

Consideran que el nivel de complejidad y de calidad de la tesis en cuestión, cumple con los requisitos de este Centro, por lo que autorizan su impresión y firman la presente como jurado del

Examen Profesional que se celebrará el día	de	de 199	a las	hrs.
--	----	--------	-------	------

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Ciudad Universitaria, D.F. a 28 Junio 1996

NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE DI. JOSE LUIS ALEGRIA FORMOSO	
VOCAL DI. HECTOR LOPEZ AGUADO AGUILAR	
SECRETARIO DI. LORENZO LOPEZ ZEPEDA	
PRIMER SUPLENTE DI. MARIA JOSE NIETO SANCHEZ	
SEGUNDO SUPLENTE DI. CRISTINA GUZMAN SILLER	

M. EN ARQ. XAVIER CORTES ROCHA  
Vo. Bo del Director de la Facultad

# Gracias...

## A MIS PAPÁS Y MI FAMILIA...

por su apoyo durante toda mi vida , y en específico por haberme inculcado la responsabilidad laboral y académica.

## A MIS MAESTROS Y PROFESORES...

por brindarme sus conocimientos y experiencias, (desde preescolar hasta la licenciatura).

## AL MOVIMIENTO SCOUT...

por ofrecerme un estilo de vida, reforzando una actitud de superación personal.

## A MIS AMIGOS Y CUATES...

por su amistad y por compartir los momentos felices y los no tan felices.

## A MI NOVIA, ANGELICA QUIÑONES...

porque sin su apoyo, comprensión y motivación no hubiera podido lograr esta "reconciliación" con la Carrera.

## Y A LOS PREGUNTONES...

efectivamente, a todas aquellas personas que se encargaron de recordar mi compromiso y en algún momento de su vida me preguntaron...

# ¿¡Y la TESIS, para cuando!?

# INDICE

---

Prólogo.....	5
Introducción.....	7
1.- Conceptos Básicos de Computación.....	9
1.1. Definición y componentes de una Computadora Personal.....	9
1.2. Conceptos relativos al Dibujo asistido por Computadora.....	10
2.- La Computadora como herramienta del Dibujo Técnico.....	15
2.1. Breve historia de la Computación.....	15
2.2. Desarrollo de los Sistemas CAD o Diseño asistido por Computadora.....	17
2.3. Origen y desarrollo del programa AutoCAD.....	19
3.- Referencia rápida de los principales comandos de AutoCAD.....	25
3.1. Descripción.....	25
3.2. Frecuencia de uso.....	31
4.- AutoCAD aplicado a proyectos de Diseño Industrial.....	33
4.1. Ejercicio 1: Estantería colgante de madera.....	37
4.2. Ejercicio 2: Montacargas doméstico.....	55
4.3. Ejercicio 3: Tablero de autobús.....	65
4.4. Ejercicio 4: Carrocería frontal de autobús de pasajeros.....	71
5.- Perspectivas del uso del AutoCAD en proyectos de Diseño Industrial.....	77
5.1. AutoCAD versión 13.....	77
5.2. 3D Studio y otros programas auxiliares.....	79
Conclusiones.....	83
Glosario de términos.....	85
Apéndices.....	87
I: Referencia de trucos y recomendaciones.....	87
II: Lista de distribuidores.....	91
III: Archivo CORTOS.LSP para comandos cortos.....	93
Bibliografía.....	99

# Gracias...

## A MIS PAPÁS Y MI FAMILIA...

por su apoyo durante toda mi vida , y en específico por haberme inculcado la responsabilidad laboral y académica.

## A MIS MAESTROS Y PROFESORES...

por brindarme sus conocimientos y experiencias, (desde preescolar hasta la licenciatura).

## AL MOVIMIENTO SCOUT...

por ofrecerme un estilo de vida, reforzando una actitud de superación personal.

## A MIS AMIGOS Y CUATES...

por su amistad y por compartir los momentos felices y los no tan felices.

## A MI NOVIA, ANGELICA QUIÑONES...

porque sin su apoyo, comprensión y motivación no hubiera podido lograr esta "reconciliación" con la Carrera.

## Y A LOS PREGUNTONES...

efectivamente, a todas aquellas personas que se encargaron de recordar mi compromiso y en algún momento de su vida me preguntaron...

# ¿¡Y la TESIS, para cuando!?



# INDICE

---

Prólogo.....	5
Introducción.....	7
1.- Conceptos Básicos de Computación.....	9
1.1. Definición y componentes de una Computadora Personal.....	9
1.2. Conceptos relativos al Dibujo asistido por Computadora.....	10
2.- La Computadora como herramienta del Dibujo Técnico.....	15
2.1. Breve historia de la Computación.....	15
2.2. Desarrollo de los Sistemas CAD o Diseño asistido por Computadora.....	17
2.3. Origen y desarrollo del programa AutoCAD.....	19
3.- Referencia rápida de los principales comandos de AutoCAD.....	25
3.1. Descripción.....	25
3.2. Frecuencia de uso.....	31
4.- AutoCAD aplicado a proyectos de Diseño Industrial.....	33
4.1. Ejercicio 1: Estantería colgante de madera.....	37
4.2. Ejercicio 2: Montacargas doméstico.....	55
4.3. Ejercicio 3: Tablero de autobús.....	65
4.4. Ejercicio 4: Carrocería frontal de autobús de pasajeros.....	71
5.- Perspectivas del uso del AutoCAD en proyectos de Diseño Industrial.....	77
5.1. AutoCAD versión 13.....	77
5.2. 3D Studio y otros programas auxiliares.....	79
Conclusiones.....	83
Glosario de términos.....	85
Apéndices.....	87
I: Referencia de trucos y recomendaciones.....	87
II: Lista de distribuidores.....	91
III: Archivo CORTOS.LSP para comandos cortos.....	93
Bibliografía.....	99





## Prólogo

---

En 1995 México cuenta con aproximadamente 2.7 millones de Computadoras Personales y se espera que para el año 2000 la base instalada llegue a los 6.3 millones<sup>1</sup>.

En consecuencia, la posibilidad de realizar proyectos de Diseño Industrial apoyados en la Computadora como herramienta es cada vez mayor.

AutoCAD es quizá el programa de dibujo más ampliamente difundido y utilizado en el mundo de las computadoras IBM o compatibles.

Pero, ¿es AutoCAD útil para el nuestra labor como Diseñadores Industriales?. Personalmente considero que sí.

Conocí el programa desde su versión 2.18 cuando trabajaba en el Centro de Desarrollo y Aplicaciones Tecnológicas (CEDAT) de la Secretaría de la Salud. En aquella ocasión lo utilicé para dibujar la regleta de un electrocardiograma.

Conforme fueron saliendo las siguientes versiones fui conociendo más en el programa y con este Manual busco presentar en lo posible mi experiencia en proyectos de Diseño Industrial.

Sin embargo considero importante aclararte lo siguiente: AutoCAD es una herramienta para el desarrollo de productos. Una herramienta poderosa y muy valiosa, pero una herramienta al fin y al cabo. El programa acelera lo rutinario pero no diseña. Esto te corresponde a tí como Diseñador Industrial.

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. *La informática en México. Selección de Gráficas y Cuadros Estadísticos*. México, 1994.



## Introducción

---

El presente Manual incluye cinco capítulos donde busco que tengas una mayor conocimiento del Programa AutoCAD release 12 y su relación con el Diseño Industrial.

En el primer capítulos menciono algunos conceptos que considero indispensables para entender el mundo de la computación.

En el segundo hablo del dibujo técnico y como la computadora es una herramienta para acelerar el proceso de diseño. En este capítulo incluyo la historia del Programa AutoCAD.

El tercer capítulo es esencialmente técnico, ya que es una referencia rápida de los comandos de AutoCAD Release 12 y sus principales características.

El cuarto capítulo es quizá el más importante de todos, ya que presento algunos ejercicios de Diseño Industrial en donde el AutoCAD es utilizado en alguna de las fases del desarrollo del producto. Aquí se insertan algunos trucos y sugerencias para aprovechar aún más el programa.

El quinto capítulo es una proyección a futuro del programa y su relación con nuestro desempeño profesional.

El Manual de AutoCAD para Diseñadores Industriales busca demostrar la utilidad del programa de dibujo en la proyección y desarrollo de productos. En él se encuentran algunas utilerías y trucos como base de la experiencia personal en el manejo de este programa. En consecuencia, este documento complementa la literatura de Autodesk y doy por sentado que conoces el manejo del Programa.



# 1.- Conceptos Básicos de Computación.

---

## 1.1. Definición y componentes de una Computadora Personal

### Definición

Una computadora personal es una computadora basada en un MICROPROCESADOR, un pequeño chip SEMICONDUCTOR que realiza las operaciones de la UNIDAD CENTRAL DE PROCESO. La computadora personal es una microcomputadora.

Las computadoras personales son máquinas de un solo usuario. La primera generación disponía de poca capacidad de memoria, entre los 16 y los 64 kilobytes. Actualmente esta capacidad se mide en Megabytes.

### Estructura básica

Un sistema de cómputo se compone de tres partes: la unidad central de proceso (CPU), dispositivos de entrada y salida, y memoria. La CPU realiza las operaciones aritméticas y lógicas. Los microprocesadores procesan los datos en paquetes de 8, 16 o 32 bits.

Los dispositivos de entrada y salida más comunes son el teclado y el monitor. Existen otros dispositivos entre los que se encuentran: el módem, el mouse o ratón, el joystick o palanca de control, la pluma óptica, las impresoras y los trazadores gráficos o plotters.

La memoria primaria se refiere a aquella que es directamente accesible a la CPU. Los más recientes procesadores pueden manejar más de un megabyte.

La memoria secundaria se refiere a la memoria externa necesaria para guardar los datos. Los discos flexibles o disquetes son los medios más frecuentemente empleados como memoria secundaria.

## 1.2. Conceptos relativos al Diseño Asistido por Computadora.

### Definición

Se denomina CAD o Diseño Asistido por Computadora al conjunto de técnicas gráficas informatizadas utilizadas principalmente para el diseño mecánico, electrónico y arquitectónico.

El Diseño Asistido por Computadora y la Fabricación Asistida por Computadora (CAD/CAM por sus siglas en inglés) han sido llamados la "nueva o segunda revolución industrial". La integración de estas dos tecnologías se denomina Fabricación Integrada a la Computación (CIM). Dentro del CAD, los ingenieros utilizan programas especializados para crear modelos que representen la geometría y otras características de los objetos. Dichos modelos son analizados por la computadora y rediseñados si es necesario. Esto permite estudiar diferentes diseños sin los altos costos de construir y probar prototipos. Dentro del CAM los ingenieros utilizan las computadoras para planear los procesos de manufactura, controlar las operaciones, probar el acabado de las partes y administrar las plantas industriales. El CAD y el CAM se ligan a través de una base de datos compartida por los ingenieros de diseño y manufactura.

Las aplicaciones industriales pueden subdividirse en pasivos e interactivos. El control de la maquinaria industrial es un sistema pasivo. El diseño de un producto requiere un sistema interactivo.

Según John Lewell<sup>2</sup>, el CAD se agrupa en cuatro categorías funcionales:

- \* Modelado geométrico: donde se representa el tamaño y la forma de los objetos. Existen tres tipos de modelado geométrico:
  - \* Estructuras de Alambre, formadas por segmentos de línea interconectados;
  - \* Modelos de superficie, que definen la geometría exterior del objeto; y
  - \* Modelos sólidos, que representan el volumen real del objeto
- \* Análisis de estructuras: donde se estudia el comportamiento de las distintas fuerzas que inciden en el objeto.
- \* Cinemática: donde trata de la dinámica de los objetos como los productos que cuentan con partes móviles.
- \* Dibujo automatizado: donde se elaboran los diferentes planos de presentación y de producción más eficientemente. Gracias al número de usuarios, ésta categoría es la más importante de todas.

2 LEWELL, John. *Aplicaciones Gráficas por Ordenador*. Madrid, Herman Blume, 1a. ed. 1985. 160 p.

## Aplicaciones

El diseño mecánico y electrónico son las principales aplicaciones del CAD/CAM. El Diseño Mecánico asistido por Computadora es frecuentemente realizado por programas de dibujo automatizado que emplean gráficas computarizadas interactivas. La información geométrica se introduce utilizando elementos básicos como puntos, líneas y círculos.

Otra técnica de representación que está ganando terreno es el llamado modelado sólido. Un modelo sólido representa la naturaleza sólida de un objeto y no simplemente su apariencia externa. Una técnica de modelado sólido construye partes complejas por la combinación de formas básicas, llamadas primitivas. La técnica llamada "Análisis de elemento finito" puede ser utilizado para evaluar el desempeño estructural de la parte cuando las fuerzas son aplicadas.

Los modelos geométricos son utilizados para ligar el CAD con el CAM. Un ejemplo es la tecnología del Control Numérico (NC). El uso de ROBOTS para cargar y descargar máquinas de control numérico da como resultado una completa AUTOMATIZACIÓN.

En la siguiente tabla se presenta una lista de las principales disciplinas relacionadas con el CAD/CAM:

<b>inic.</b> _____	<b>descripción</b>	<b>inic.</b> _____	<b>traducción</b>
AI _____	Artificial Intelligence	IA _____	Inteligencia Artificial
AM _____	Autonome Manufacturing	FA _____	Fabricación Autónoma
CAD _____	Computer Aided Design	DAC _____	Diseño Asistido por Computadora
CAE _____	Computer Aided Engineering	IAC _____	Ingeniería Asistida por Computadora
CAI _____	Computer Aided Instruction	EAC _____	Enseñanza Asistida por Computadora
CAL _____	Computer Aided Learning	AAC _____	Aprendizaje Asistido por Computadora
CAM _____	Computer Aided Manufacturing	FAC _____	Fabricación (Manufactura) Asistida por Computadora
CAP _____	Computer Aided Plannings	PAC _____	Planificación Asistida por Computadora
CAS _____	Computer Aided Simulation	SAC _____	Simulación Asistida por Computadora
CAT _____	Computer Aided Test	VAC _____	Verificación Asistida por Computadora
CATVI _____	Computer Aided Time Varying Images	ACIVT _____	Análisis por Computadora de Imágenes Variables en el Tiempo
CIM _____	Computer Integrated Manufacturing	FIC _____	Fabricación Integrada por Computadora
ES _____	Expert System	SE _____	Sistema Experto
FA _____	Full Automation	AT _____	Automatización Total
FMC _____	Flexible Manufacturing Controller	CCFF _____	Controlador de Célula Flexible de Fabricación
FMS _____	Flexible Manufacturing System	SFF _____	Sistema de fabricación Flexible
GT _____	Group Technology	TG _____	Tecnología de Grupo
LAS _____	Laboratory Automation System	SAL _____	Sistema de Automatización de Laboratorio
NC _____	Numerical Control	CN _____	Control Numérico
NL _____	Natural Language	LN _____	Lenguaje Natural
PIS _____	Picture Image System	SII _____	Sistema de Información de Imágenes



## Composición de un sistema CAD

Un sistema CAD está compuesto por varios equipos los cuales pueden catalogarse en alguno de los siguientes tipos:

- \* Proceso
- \* Dispositivos de Entrada
- \* Dispositivos de Salida

La configuración y potencia dependen de las necesidades y posibilidades de la compañía o despacho de diseño.

### EQUIPOS DE PROCESO

A la Unidad Central de Proceso (o CPU por sus siglas en inglés) se le considera como la base del Equipo de Proceso y es la que se encarga del cálculo del sistema. El tamaño del CPU determinará el tipo del sistema CAD. El término *micro* se utiliza para los sistemas pequeños, *mini* para los medianos y *mainframe* para los grandes.

La unidad micro, para pequeñas aplicaciones, tiene una capacidad de memoria convencional entre 128 y los 1024 Kilobytes. Actualmente las microcomputadoras basadas en el microprocesador Pentium™ pueden manejar memoria expandida de más de 64 Megabytes. En la unidad micro donde se combina el CPU con un monitor y un teclado se le conoce con *Computadora de escritorio* o *Desk top*. Estos sistemas se orientaron inicialmente para aplicaciones domésticas y de uso personal.

Un sistema mini tiene una operación autosuficiente o completa. Puede correr aplicaciones mas grandes sin estar dedicados a un solo propósito. Es parecido a un sistema micro pero con mayor potencia. Sin embargo, debido al constante aumento en capacidad y velocidad esta categoría está empezando a desaparecer. Estos sistemas se orientaron inicialmente para aplicaciones industriales independientes del *mainframe*.

Un mainframe consta de una gran CPU (o computadora anfitriona) que no está dedicada a un solo propósito. Estos sistemas se orientaron inicialmente para aplicaciones industriales de uso compartido.

El desarrollo tecnológico y la mercadotecnia ha ocasionado que la separación de estas categorías sea cada vez menos clara pues el rango de capacidades se ha ido traslapando. Actualmente existen Computadoras de Escritorio capaces de soportar una red de computadoras y hacer las funciones de *mainframe*, por lo que los sistemas mini están en vías de extinción.



Para almacenar la información los medios más comúnmente utilizados son la cinta, el disquete y últimamente el disco compacto.

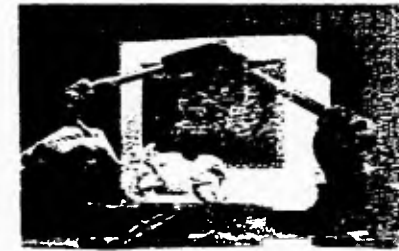
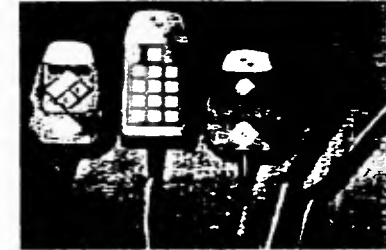
### **DISPOSITIVOS DE ENTRADA**

Los dispositivos de entrada más frecuentemente usados en los sistemas CAD son el teclado, el ratón, la pluma óptica y la tableta digitalizadora.

El teclado presenta una apariencia similar al teclado de una máquina de escribir al que se han añadido algunas funciones.

El ratón o mouse, llamado así por su apariencia, es un dispositivo que refleja posiciones bidimensionales y actualmente es de los dispositivos más utilizados por su versatilidad.

La pluma óptica y la tableta digitalizadora permite ubicar cada punto deseado de un dibujo o croquis.

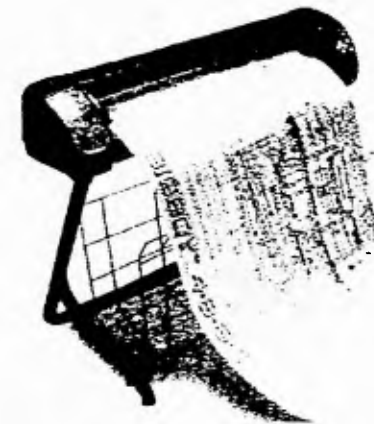


### **DISPOSITIVOS DE SALIDA**

El dispositivo de salida más popular es el monitor el cual trabaja como las televisiones. Actualmente se cuenta con resoluciones de 1024 x 728 píxeles o más.



Las impresoras y los trazadores son otros de los dispositivos de salida que permiten documentar el proyecto. Los tipos de impresoras más comunes son las matriciales, las de tecnología láser y los de inyección de tinta. Los trazadores o, graficadores (plotters) se subdividen en aquellos que utilizan plumillas y los que utilizan inyección de tinta.





## 2.- Desarrollo de la Computadora como herramienta del Dibujo Técnico.

---

### 2.1. Breve historia de la Computación

#### LOS ANTECEDENTES

Históricamente, el instrumento de cómputo más antiguo e importante es el ABACO, el cual era ampliamente conocido y usado hace más de 2,000 años. Otro instrumento importante fue el ASTROLABIO, utilizado para la navegación hace cerca de 2,000 años.

Se considera el año de 1642 como inicio de la historia de las máquinas digitales de computación, cuando Blas Pascal construye una sumadora mecánica. En 1671 Leibnitz adapta la máquina de Pascal para desarrollar operaciones aritméticas. A principios del siglo XIX Charles Babbage inventa la "Máquina de Diferencias" y la "Máquina Analítica" las cuales no pudieron ser construidas por falta de una tecnología lo suficientemente desarrollada.

En 1871 Herman Hollerith utiliza máquinas eléctricas de contabilidad con tarjetas perforadas para completar el censo de población norteamericana.

En 1925, Vannever Bush construye una máquina analógica que se basa en la variación del voltaje. En 1930 J. L. Comrie y W. J. Eckert utilizan equipo de procesamiento comercial para calcular datos astronómicos mientras que G. R. Stibitz diseña una máquina semiautomática con relevadores.

En 1944 Aiken construye en Harvard la primera computadora totalmente automática electromecánica a la que le llamó Mark I. Posteriormente se modifica para incluir tubos electrónicos o bulbos.



## LA COMPUTADORA ELECTRONICA

En 1945 se construye la que se considera la primera computadora moderna. En la Escuela Moore de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Pennsylvania J. Mauchly y J. P. Eckert diseñan y construyen la ENIAC ("Electronic Numeric Integrator and Calculator", Calculador e Integrador Numérico Electrónico) la cual fue utilizada por el Ejército de los Estados Unidos.

Entre 1945 y 1947 J. von Neumann diseña la máquina IAS la cual se convirtió en el prototipo de otras computadoras, como la IBM-701.

En 1948 Williams, Kilborne y Wilkes construyen las máquinas llamadas EDSAC las cuales se consideran las primeras máquinas prácticas de programa almacenado.

### **LA PRIMERA GENERACION (1951-1958).**

Las computadoras de la primera generación utilizaron bulbos como principales componentes electrónicos. Los datos se introducían por tarjetas perforadas.

En la década de los 50 comienza a crecer la industria de las computadoras. La primera de las máquinas comerciales fue la UNIVAC de la Compañía Epery Rand. En 1953 la International Business Machines creó la IBM-650 para uso científico y comercial.

### **LA SEGUNDA GENERACION (1958-1964).**

La tecnología permite en la década de los 60 la incorporación de los transistores para sustituir a los bulbos permitiendo una mayor velocidad y precisión de los cálculos. La incorporación de esta tecnología dio paso a las computadoras de la segunda generación. Las computadoras más representativas de esta generación fueron la máquina "Stretch" de la IBM y la LARC de la Universidad de California construida por la Corporación Sperry-Rand.

### **LA TERCERA GENERACION (1964-1970)**

La constante miniaturización hizo que los transistores fueran sustituidos por circuitos impresos (pastillas de silicio). Las computadoras se hicieron más pequeñas. En 1964 la IBM consolida su posición con la introducción de Sistema/360 (System/360), la primera familia de computadoras compatibles que utiliza esta tecnología. Digital Equipment Corporation introdujo la primer mini computadora, la DPD-1

### **LA CUARTA GENERACION (1971 a la fecha)**

El uso de circuitos integrados utilizando la tecnología LSI ("Large Scale Integrator" o Integración a Gran Escala) dió entrada a la cuarta generación. En 1971 Marcian E. Hoff, un ingeniero de la Corporación Intel, inventó el Microprocesador, un chip que contiene todos los circuitos requeridos para hacerlo programable.

En 1975 se introdujo la primera microcomputadora comercial, la Altair de MIT. La tendencia a la reducción del tamaño continuó con la introducción de computadoras personales fabricadas principalmente por Apple Computer y Radio Shack.

En la década de los 80's la Integración a Muy Grande Escala o VLSI ("Very Large Scale Integrator) permitió que cientos de miles de transistores se ubicaran en una sola pastilla o "chip". A las computadoras que incluyen esta tecnología se les considera como precursores de la quinta generación. En esta década IBM introduce su computadora personal conocida familiarmente como PC desplazando a Radio Shack. IBM y Apple, con la introducción de su línea Macintosh, protagonizan la más fuerte lucha por la supremacía en computadoras de escritorio.

## **2.2. Desarrollo de los Sistemas CAD o Diseño Asistido por Computadora**

Los primeros intentos de diseño de piezas por computadora se dieron en la década de los 60's. Los ingenieros de la General Motors Corporation en E.U. construyeron en 1963 un sistema de Diseño Asistido por Computadora ayudados por especialistas en programación de la IBM, utilizando el programa Sketchpad y una computadora DAC-1. El sistema constaba de un tablero donde un ingeniero de proyectos utilizaba una pluma sensible a la luz para activarlo. El computador estaba preparado para que a partir de los trazos aproximados del diseñador, reconstruyera las piezas siguiendo unas pautas estipuladas.

El diseño asistido por computadora se introdujo comercialmente en 1964 cuando la IBM lo hizo accesible al usuario. La primera rama de la industria que aceptó esta tecnología gráfica fue la ingeniería electrónica.

En la década de los 60's, se empieza a utilizar entonces para almacenar, manipular y visualizar información gráfica de forma interactiva en tiempo real. Se requerían computadoras de gran capacidad de memoria y elevada velocidad de proceso, por lo que solo las grandes empresas podían utilizar estas tecnologías.

El CAD se extendió a otras áreas ya que ofrecía ventajas no solo al diseñador de restirador, sino también a los operadores del proceso industrial.

En 1970 Application Incorporated realizó el primer sistema completo de Diseño asistido por Computadora.

En la década de los setenta, la aparición de potentes minicomputadoras junto a la optimización de los programas de dibujo permitió que se desarrollaran equipos autónomos de diseño por computadora a un precio más accesible.

En 1981 se usaban menos de 5000 sistemas CAD en los E.U. ubicados principalmente en las grandes compañías, y en 1983 este número creció a 12 000<sup>3</sup>.

En la década de los ochenta, se ofrecen sistemas de diseño basados en computadoras personales que aportan una potente herramienta de trabajo a precios aún más accesibles<sup>4</sup>.

A finales de esta década los sistemas CAD se subdividían en dos grandes categorías: Sistemas grandes (minicomputadoras y mainframes), y Sistemas pequeños (microcomputadoras). Los fabricantes más importantes de cada categoría son los siguientes:

▪ SISTEMAS GRANDES

- |                                      |                                  |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| ▪ Applicon                           | Auto-trol Technology Corporation |
| ▪ California Computer Products, Inc. | Calma (G.E.) Company             |
| ▪ Computervision Corporation         | Control Data Corp.               |
| ▪ Evans & Sutherland Computer Corp.  | Gerber System Technology, Inc.   |
| ▪ IBM / CADAM, Inc.                  | Intergraph Corp.                 |
| ▪ McDonnell Douglas Automation Co.   | Megatek Corporation              |
| ▪ Prime Computer, Inc.               | Sperry Corporation               |
| ▪ Vector Automation, Inc.            | Versatec Co.                     |

▪ SISTEMAS PEQUEÑOS

- |   |                   |
|---|-------------------|
| ▪ Autodesk, Inc. (AutoCAD™)                   | Brüning Company   |
| ▪ Summagraphics Corporation                   | T&W Systems, Inc. |
| ▪ Tektronix, Inc.                             | Terak Corporation |
| ▪ Cascade Graphics Development                |                   |
| ▪ Chessell-Robocom Corporation (ROBO Systems) |                   |
| ▪ Hewlett-Packard Company                     |                   |
| ▪ Houston Instruments (Bausch & Lomb)         |                   |
| ▪ Personal CAD Systems, Inc. (p-cad)          |                   |

3 VOISINET, Donald D. *INTRODUCCIÓN AL CAD*. México, McGraw-Hill, 2a. ed., 1991.

4 DUFFY, Tim. *Introducción a la informática*. México, Grupo Editorial Iberoamérica, 1a. ed. 1993.

## 2.3. Origen y desarrollo del programa AutoCAD™

1982

- \* Trece programadores, dirigidos por John Walker y Dan Drake, establecen Autodesk Inc. con un capital de US\$59,000.
- \* El paquete de dibujo AutoCAD™ es introducido a la Exposición de Cómputo COMDEX.
- \* Autodesk™ envía AutoCAD™ 1.0 para las computadoras S-100 Z-80.

1983

- \* Se envían las versiones de AutoCAD™ para las computadoras IBM PC y Víctor 9000.
- \* Se presentan las versiones Francesa y Alemana.
- \* En Abril se presenta la versión 1.2 el cual agrega una utilería para la acotación.
- \* En Agosto se presenta la versión 1.3 con mejoras en la configuración, manejo de capas (layers), textos y ayudas. Se normalizan los colores y se agrega información de cabecera en los archivos DXF.
- \* En Octubre se libera la versión 1.4 con mejoras en los comandos de Line, Zoom, Block y Text. Se agregan los comandos Hatch, Sketch, Axis, Units, Break y Fillet.

1984

- \* Se crea el primer Grupo de Usuarios AutoCAD™.
- \* El número de paquetes AutoCAD™ instalados excede los 10,000.
- \* Después de una año de la última modificación surge la versión 2.0. Se agregan los comandos, Linetype, Qtext, DxfIn, DxfOut, Save, Vslide, Mslide, Isoplane, View, Mirror y Osnap entre otros.

1985

- \* Se liberan las versiones Japonesa, Italiana y Española de AutoCAD™.
- \* El número de aplicaciones complementarias de AutoCAD™ desarrolladas independientemente excede los 150.
- \* En Mayo se libera la versión 2.1. Entre las mejoras incluidas se encuentran:
  - \* Selección interactiva de objetos.
  - \* Revisiones y mejoras en la rutina de impresión
  - \* Se utiliza un Dibujo Prototipo
  - \* Se agregan los comandos Blipmode y Chamfer
  - \* Visualización en Tercera Dimensión (3D nivel 1)

1986

- \* En Enero se presenta la versión 2.18 el cual integra un completo lenguaje de programación denominado AutoLISP™.
- \* Se inicia el envío de la versión de AutoCAD™ para estaciones de trabajo Sun.
- \* Se presenta el paquete AutoSketch™
- \* Se celebra la primera exposición de AutoCAD™ en Chicago.



- \* Los lectores PC World le dan a AutoCAD™ el Premio a la Clase Mundial para sistemas CAD (World Class Award for CAD).
- \* El paquete número 50,000 de AutoCAD™ es vendido.
- \* AutoCAD™ es nombrado "Programa del Año" ("Software of the Year") en ediciones internacionales de Chip Magazine.
- \* En Junio se presenta la versión 2.5. Las principales mejoras de esta versión fueron las siguientes:
  - \* Zoom's y Pan's más rápidos
  - \* Nueva facilidad Deshacer/Rehacer (Undo/Redo).
  - \* Selección de objetos previos y por cruzamiento (Previous y Crossing).
  - \* Nuevo comando de Cambio de Propiedades (Chprop).
  - \* Posibilidad de impresiones en forma de archivo.
  - \* Nuevo comando de Tiempo (Time)
  - \* Mejoras en el tratamiento del Texto.
  - \* Se utilizara la Memoria Extendida.
  - \* El comando Fillet trabaja también con arcos y círculos.
  - \* Mejoras en el tratamiento de acotaciones.
  - \* Se agrega el Zoom Dinámico.
  - \* Se agregan los comandos Dtext, Explode, Trim, Ltext, Stretch, Offset, Rotate, Scale, Polygon, Ellipse, Doughnut, Divide y Measure.

1987

- \* Se envía el paquete número 100,000 de AutoCAD™
- \* Se presenta el programa AutoShade™ el cual gana el Premio a la Excelencia Técnica de PC Magazine.
- \* En Abril se presenta la versión 2.6. Las principales mejoras fueron las siguientes:
  - \* Los comandos Zoom, Pan, View y Redraw pueden ser usados en forma transparente.
  - \* Se agregan los filtros de coordenadas X/Y/Z.
  - \* Se agrega la acotación asociativa.
  - \* Se agrega la posibilidad de líneas y caras en Tercera Dimensión (nivel 2)
  - \* El comando Filmroll para la producción de archivos para ser ambientados o "renderizados" por AutoShade™.
  - \* Se mejora el Lenguaje AutoLISP™.
- \* AutoCAD™ obtiene el Premio a la Clase Mundial de PC World por segundo año consecutivo.
- \* En Septiembre Autodesk™ modifica la nomenclatura de la secuencia y presenta la siguiente versión de AutoCAD™ como release 9, algo así como la 9a. presentación de AutoCAD™. Esta es la primera versión que requiere un coprocesador matemático en las computadoras basadas en la Familia 80x86 de Intel. Otras mejoras incluidas en esta versión son las siguientes:
  - \* Todos los archivos son compatibles en todas las computadoras soportadas.
  - \* Creación de bibliotecas de diapositivas.

- \* Se agrega una Interfaz de Usuario Avanzado (Advanced User Interface) incorporando una barra de menú, menús descendentes, menús de icono y cajas de diálogo.
  - \* Los comandos Ddate, Ddemodes, Ddlmodes y Ddrmodes se agregaron para modificar utilizando cajas de diálogo.
  - \* Se permiten los comandos interconstruidos.
  - \* Se continúa mejorando el Lenguaje AutoLISP™.
- 1988
- \* El número de programas AutoCAD™ instalados alcanza los 150,000
  - \* En Octubre se presenta AutoCAD™ release 10. Las mejoras incluidas fueron las siguientes:
    - \* Se incorpora un formato binario de los archivos DXF
    - \* ADE-1 y ADE-2 fueron incluidos en ADE-3. (ADE: Advanced Drafting Extension).
    - \* Se incluye el comando Viewports (o Vports) para controlar diferentes vistas (o ventanas gráficas) a la vez.
    - \* Se agregan otras capacidades en Tercera Dimensión.
    - \* AutoLISP™ es mejorado para adaptarse a la versión.
- 1989
- \* AutoCAD™ release 10 gana el Premio a la Excelencia Técnica de PC Magazine, el Producto del Año de InfoWorld y el Premio al Producto Más Valioso de PC Magazine.
  - \* Se libera el paquete Autodesk Animator™. Obtiene el Premio a la Excelencia Técnica de PC Magazine, el Premio MVP de PC/Computing y el Premio al Desempeño de Publishing.
- 1990
- \* AutoCAD™ obtiene el Premio a la Clase Mundial de PC World y el Premio V.I.P. de BYTE.
  - \* Se presenta AutoCAD™ release 11. Entre las nuevas características de esta versión se encuentran:
    - \* La nueva variable TILEMODE para visualizar en espacio papel y espacio modelo.
    - \* 13 mejoras para la acotación.
    - \* Un mecanismo de recuperación de archivos de dibujo.
    - \* Advanced Modeling Extension (AME) proporciona las capacidades de modelado sólido de AutoSolid™.
    - \* Se agrega el comando Ddedit y Shade.
    - \* Se incluye el Sistema de Desarrollo de AutoCAD™ (ADS).
  - \* El paquete 3D Studio™ es liberado.
- 1991
- \* AutoCAD™ recibe el Premio a la Clase Mundial de PC World por sexto año consecutivo.
  - \* AutoCAD™ release 11 gana el Premio V.I.P. de BYTE, el Producto del Año de InfoWorld y la Selección del Editor de PC Magazine.
  - \* La División Multimedia de Autodesk™ presenta los paquetes Animator Pro™ y Multimedia Explorer.

1992

- \* Se presenta la Extensión para Windows de AutoCAD™ release 11.
- \* Se presenta AutoCAD™ release 11 para Macintosh.
- \* Se presenta AutoCAD™ release 12 con las siguientes mejoras:
  - \* Interface Gráfica del Usuario (Graphical User Interface o GUI) mejorado.
  - \* Más Cajas de Diálogo.
  - \* Menús en cascada.
  - \* Utilería Autosave para el respaldo periódico del trabajo.
  - \* Selección del dispositivo de impresión.
  - \* Modelador en 2D
  - \* Uso de agarraderas (o grips).
  - \* Se agrega el comando Align para alinear objetos.
  - \* Renderizado en 3D
  - \* Uso de Fuentes y Patrones PostScript
  - \* Liga con Bases de Datos
- \* El número de paquetes AutoCAD™ instalados alcanza los 600,000.
- \* 3D Studio™ gana la Mención Honorífica al Mejor Producto de PC Magazine, la Selección de los Lectores al Mejor Producto de Products and Presentations y el Premio al Programa más Creativo de Computer Shopper.
- \* Animator Pro™ y Generic CADD™ ganan el Premio de la Selección del Editor de PC Magazine.
- \* AutoCAD™ gana los Premios de la Selección de los Lectores de BYTE y Machine Design

1993

- \* Se presenta AutoCAD™ release 12 para Windows.
- \* La División de Mecánica presentan los paquetes Autodesk DesignExpert™ y Autodesk ManufacturingExpert™.
- \* La versión Coreana de AutoCAD™ es liberada; AutoCAD™ es accesible en 17 idiomas y en 80 países.
- \* La División Multimedia presenta Visual Link™.
- \* Se anuncian los programas Aemulus™ y Aemulusmi™.

1994

- \* Se presenta AutoCAD™ release 13 cuyas características más importantes son:
  - \* Barras de herramientas flotantes con iconos desplegable.
  - \* Previsualización de dibujos antes de abrirlos.
  - \* Teclas de aceleración definibles.
  - \* Líneas paralelas múltiples.
  - \* Líneas de construcción.
  - \* Flexibilidad del Sistema de Coordenadas Personal.
  - \* Mejoras en Extend y Trim.
  - \* Uso de Acotación Normalizada y Tolerancia Geométrica.
  - \* Sombreado asociativo y mejora en la delimitación de contornos.

- \* Mejoras en la edición de textos y soporte de fuentes True Type.
  - \* Creación y Edición de Sólidos.
  - \* Renderizados más rápidos y de mayor calidad.
  - \* Biblioteca de materiales y compatibilidad con 3D Studio™.
  - \* Soporte cliente/servidor de OLE (Object Linking and Embedding).
- \* Se presentan los programas AutoVision™, 3D Studio™ release 3, AutoCAD™ Designer, AutoCAD™ LT para Windows, AutoSketch™ release 2 para Windows, AutoCAD™ Data Extension (ADE) y AutoSurf™ release 2.



## 3.- Referencia rápida de los principales comandos de AutoCAD™.

### 3.1. Descripción

A continuación se presenta una sencilla descripción de los comandos de AutoCAD release 12. En el caso de los comandos más comunes se les ha agregado una representación gráfica de su función principal. Aquellos comandos que presentan un apóstrofe (') al principio se les considera "transparentes" ya que pueden activarse dentro de otro comando, como por ejemplo, LINE ' ZOOM.

**3D:** Dibuja figuras simples tridimensionales.  
*Ver también: PEDIT*

**3DFACE:** Dibuja planos tridimensionales.  
*Ver también: PFACE, PEDIT*

**3DMESH:** Crea una malla especificando su tamaño, en términos de M y N, y sus vértices.  
*Ver también: PFACE, PEDIT*

**3DPOLY:** Dibuja polilíneas tridimensionales.  
*Ver también: PLINE, PEDIT*

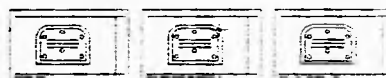


**ALIGN:** Alinea entidades.  
*Ver también: MOVE*

**APPLOAD:** Carga aplicaciones en AutoLISP.



**ARC:** Dibuja un segmento de arco.



**AREA:** Calcula el área de un objeto.  
*Ver también: PLINE, CIRCLE*



**ARRAY:** Obtiene varias copias de una entidad.  
*Ver también: COPY*

**ATTDEF:** Crea una definición de atributos que controla varios aspectos de la información textual asignada a un bloque.  
*Ver también: DDATTDEF, DDATTE, ATTEDIT*

**ATTDISP:** Pasa por alto los valores de visibilidad de todos los atributos.  
*Ver también: ATTDEF*

**ATTEDIT:** Permite editar los atributos.  
*Ver también: DDATTE*

**ATTEXT:** Permite extraer de un dibujo la información acerca de sus atributos.  
*Ver también: ATTDEF, DDATTEXT*

**AUDIT:** Invoca auditoría íntegra del dibujo.  
*Ver también: RECOVER*



**BHATCH:** Rellena un espacio definido por medio de una caja de diálogo.  
*Ver también: HATCH*



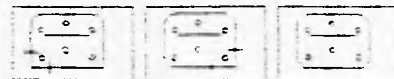
**BLOCK:** Crea un objeto a partir de entidades existentes.  
*Ver también: INSERT, WBLOCK, EXPLODE*

**BPOLY:** Crea una polilínea cerrada como contorno.  
*Ver también: PLINE, BHATCH*



**BREAK:** Elimina partes de una entidad o la separa en segmentos.  
Ver también: *TRIM*

**CAL:** Activa la calculadora.



**CHAMFER:** Recorta o extiende dos líneas hasta alcanzar distancias específicas y luego las conecta con un segmento.  
Ver también: *FILLET*



**CHANGE:** Modifica entidades.  
Ver también: *CHPROP*



**CHPROP:** Modifica las propiedades de las entidades.  
Ver también: *CHANGE, LAYER, COLOR, LINETYPE*



**CIRCLE:** Dibuja un círculo.  
Ver también: *ELLIPSE*

**COLOR:** Establece el color con el que se dibujan las entidades.  
Ver también: *DDCOLOR*

**CONFIG:** Configura los dispositivos y parámetros del programa.



**COPY:** Copia objetos seleccionados.  
Ver también: *MIRROR, OFFSET*

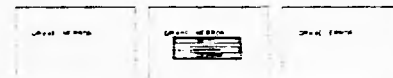
**DBLIST:** Lista información sobre las entidades del dibujo.  
Ver también: *LIST*

**DDATTDEF:** Define y agrega atributos por medio de una caja de diálogo.  
Ver también: *ATTDEF, DDATTE, ATTEDIT*

**DDATTE:** Permite editar atributos por medio de un caja de diálogo.  
Ver también: *ATTEDIT*

**DDATTEXT:** Extrae los datos de un dibujo por medio de una caja de diálogo.  
Ver también: *ATTEXT, ATTDEF*

**DDCHPROP:** Cambia propiedades de una entidad por medio de una caja de diálogo.  
Ver también: *CHPROP*



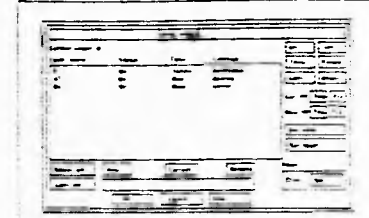
**DDEDIT:** Edita textos por medio de una caja de diálogo.  
Ver también: *TEXT, DTEXT*

**DDEMODES:** Permite hacer cambios a los valores establecidos para las capas por medio de un caja de diálogo.

**DDGRIPS:** Activa y modifica las "agarraderas" por medio de una caja de diálogo.  
Ver también: *GRIPS*

**DDIM:** Activa y modifica las definiciones para acotar por medio de una caja de diálogo.  
Ver también: *DIM, DIM1*

**DDINSERT:** Inserta bloques por medio de una caja de diálogo.  
Ver también: *INSERT, BLOCK*



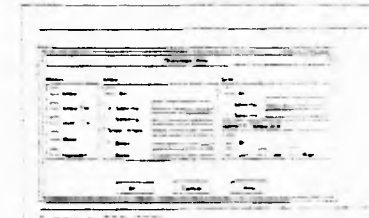
**DDLMODES:** Cambia las propiedades de las capas por medio de una caja de diálogo.

**DDMODIFY:** Modifica entidades por medio de una caja de diálogo.

**DDOSNAP:** Define referencias de modo por medio de una caja de diálogo.  
Ver también: *OSNAP, APERTUR*

**DDPTYPE:** Define el modo y tamaño del punto por medio de una caja de diálogo.  
Ver también: *POINT*

**DDRENAME:** Renombra estilos de texto, capas, tipos de línea, bloques, vistas y estilos de cotas por medio de una caja de diálogo.  
Ver también: *RENAMI*



**DDRMODES:** Pone ayudas de dibujo por medio de una caja de diálogo.

**DDSELECT:** Define modos de selección de entidades por medio de una caja de diálogo.  
Ver también: *SELECT*

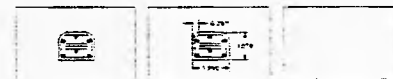
**DDUCSP:** Controla el Sistema de coordenadas del usuario (User Coordinate System) por medio de una caja de diálogo.  
Ver también: *UCS*

**DDUCS:** Nombra, renombra, recupera y enlista Sistemas de Coordenadas de Usuario por medio de una caja de diálogo.  
*Ver también: UCS*

**DDUNITS:** Define las unidades por medio de una caja de diálogo.  
*Ver también: UNITS*

**DDVPOINT:** Define el punto de vista por medio de una caja de diálogo.  
*Ver también: VPOINT*

**DDVIEW:** Crea y recupera "vistas" por medio de una caja de diálogo.  
*Ver también: PAN, ZOOM*



**DIM o DIM1:** Establece el modo de acotación.  
*Ver también: Subcomandos de acotación*

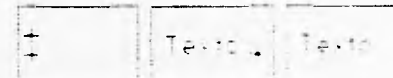


**DIST:** Calcula la distancia entre dos puntos.



**DIVIDE:** Divide la entidad en partes iguales.  
*Ver también: MEASURE, POINT*

**DONUT o DOUGHNUT:** Inserta en el dibujo un anillo sólido relleno.  
*Ver también: CIRCLE*



**DTEXT:** Dibuja texto dinámicamente.  
*Ver también: TEXT, STYLE*

**DVIEW:** Define dinámicamente "vistas" (ventanas gráficas) paralelas o en perspectiva.  
*Ver también: VIEW*

**DXBIN:** Carga archivos binarios comprimidos, como los que produce el programa AutoShade™.  
*Ver también: DXFIN, DXFOUT*

**DXFIN:** Carga archivos de intercambio de dibujos o archivos binarios normales.  
*Ver también: DXFOUT, DXFIN*

**DXFOUT:** Escribe el archivo de dibujo actual en un archivo de intercambio de dibujos o en uno binario.  
*Ver también: DXFIN*

**EDGESURF:** Construye un segmento de superficie, que es una malla limitada en sus cuatro lados por entidades seleccionadas.  
*Ver también: PEDIT*

**ELEV:** Controla el lugar donde se localiza el plano X - Y de construcción actual sobre el eje Z.  
*Ver también: CHANGI*



**ELLIPSE:** Dibuja elipses.  
*Ver también: CIRCLE*

**END:** Graba el dibujo y sale del programa.  
*Ver también: QUIT*



**ERASE:** Elimina entidades del dibujo.  
*Ver también: SELECT*

**EXPLODE:** Separa un bloque en sus entidades originales.  
*Ver también: INSERT*



**EXTEND:** Extiende entidades hasta un límite.  
*Ver también: STRETCH*

**FILES:** Permite realizar algunas operaciones limitadas del sistema mientras se permanece en AutoCAD.

**FILL:** Controla el relleno de polilíneas y sólidos.  
*Ver también: SOLID, TRACE*



**FILLET:** Recorta o extiende dos entidades y coloca un arco entre ellas.  
*Ver también: CHAMFER*



**FILTER:** Selecciona y filtra entidades específicas.  
*Ver también: SELECT*

**GRAPHSCR:** Presenta pantalla gráfica en sistemas de una pantalla.



**GRID:** Establece un arreglo rectangular de puntos de referencia dentro de los límites de trazo.  
*Ver también: SNAP*

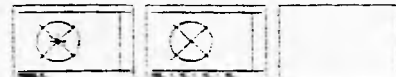
**HATCH:** Dibuja tramas "sombreadas".  
*Ver también: BHATCH*



**HELP o ?:** Proporciona ayuda documentada en línea de los comandos.

**HIDE:** Elimina líneas ocultas.  
*Ver también: SHADE*





**ID:** Devuelve las coordenadas de un punto.  
*Relacionado con POINT, OSNAP*



**INSERT:** Inserta un bloque pre-definido.  
*Ver también: MINSERI, BLOCK, WBLOCK*

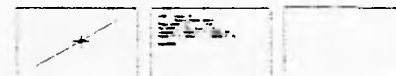
**ISOPLANE:** Cambia la orientación de los ejes isométricos cuando se trabaja en isométricos.

**LAYER:** Crea y modifica capas.  
*Ver también: DDLMODES*

**LIMITS:** Define límites del dibujo

**LINE:** Dibuja una recta.  
*Ver también: PLINE*

**LINETYPE:** Crea, carga y establece tipos de línea.  
*Ver también: LTSCALE*



**LIST:** Lista información de entidades de dibujo.  
*Ver también: DBLIST*

**LOAD:** Carga archivos de formas compiladas y tipo de letra.  
*Ver también: SHAPI*

**LTSCALE:** Cambia la escala de tipos de línea en el dibujo.  
*Ver también: LINETYPE*



**MEASURE:** Mide una distancia, colocando puntos o marcas a intervalos.  
*Ver también: DIVIDE, POINT*

**MENU:** Permite trabajar con menús diferentes del estándar de AutoCAD™.

**MINSERT:** Realiza inserciones múltiples de un bloque.  
*Ver también: INSERT, BLOCK, WBLOCK*



**MIRROR:** Refleja entidades sobre un eje.  
*Ver también: COPY*

**MIRROR3D:** Refleja entidades sobre un plano.  
*Ver también: MIRROR*

**MIRRTXT:** Controla el texto reflejado por el comando MIRROR.  
*Ver también: MIRROR*



**MOVE:** Mueve entidades en el dibujo.  
*Ver también: ALIGN*

**MSLIDE:** Hace una diapositiva de un dibujo o de una parte de él.  
*Ver también: VSLIDE*

**MSPACE:** Activa el Espacio de Modelado.  
*Ver también: PSPACE, VPORTS*

**MULTIPLE:** Repite otra orden hasta que se cancela.

**MVIEW:** Controla las "vistas" (ventanas gráficas)

**NEW:** Abre un nuevo dibujo.  
*Ver también: OPEN, SAVE*



**OFFSET:** Crea una entidad paralela próxima a la original.  
*Ver también: COPY*



**OOPS:** Devuelve el último grupo de entidades borrado.  
*Ver también: UNDO*

**OPEN:** Abre un dibujo existente.  
*Ver también: SAVE, NEW*



**ORTHO:** Restringe al usuario al movimiento horizontal o vertical del cursor.  
*Ver también: GRID*



**OSNAP:** Establece de manera global los modos SNAP (sujeción) para objetos.  
*Ver también: DDOSNAP*

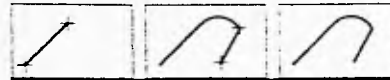


**PAN:** Permite moverse por un dibujo sin cambiar el factor de acercamiento.

**PEDIT:** Permite editar polilíneas o mallas.  
*Ver también: PLINE, 3DMESH, EDGESURF, TABSURF, REVSURF, RULESURF, 3D, 3DPOLY, PFACE*

**PFACE:** Crea malla en 3D  
*Ver también: 3DMESH, 3DFACE*

**PLAN:** Proporciona una vista plana del dibujo relativa al Sistema de coordenadas del usuario (UCS) actual.  
*Ver también: VPOINT*



**PLINE:** Dibuja polilíneas.  
Ver también: *PEDIT*

**PLOT:** Imprime un dibujo en un grafiador o impresora, o crea un archivo de impresión.



**POINT:** Inserta entidades punto en un dibujo.  
Ver también: *ID, DIVIDE, MEASURE*



**POLYGON:** Dibuja polígonos.  
Ver también: *PLINE*

**PSIN:** Importa imágenes PostScript.  
Ver también: *PSOUT*

**PSOUT:** Exporta imágenes en formato EPS (Encapsulated PostScript).  
Ver también: *PSIN*

**PURGE:** Limpia la base de datos de dibujo, eliminando las entidades no utilizadas.

**QTEXT:** Reemplaza texto por una caja.  
Ver también: *TEXT*

**QUIT:** Termina la sesión de edición y sale del programa sin guardar los cambios hechos al dibujo.  
Ver también: *SAVE, FND, NEW*

**RECOVER:** Recupera archivos de dibujo dañados.  
Ver también: *AUDIT*



**RECTANGLE:** Crea rectángulos a partir de las esquinas

**REDEFINE:** Permite a usuarios avanzados definir los órdenes estándar de AutoCAD™ con una nueva definición.  
Ver también: *UNDEFINE*

**REDO:** Invierte un orden UNDO.  
Ver también: *UNDO, U*

**REDRAW:** Dibuja nuevamente las entidades de la ventana gráfica actual.

**REDRAWALL:** Dibuja nuevamente todas las ventanas gráficas al mismo tiempo.

**REGEN:** Regenera el dibujo y traza nuevamente la ventana gráfica actual.  
Ver también: *REGENALL, REGENAUTO*

**REGENALL:** Regenera todas las ventanas gráficas.  
Ver también: *REGEN, REGENAUTO*

**REGENAUTO:** Activa o desactiva la regeneración automática.  
Ver también: *REGEN, REGENALL*

**REINIT:** Reinicia los puertos de entrada/salida.  
Ver también: *SCRIPT*

**RENAME:** Renombra propiedades de entidades.  
Ver también: *DDRENAME*

**RESUMÉ:** Reanuda un archivo de secuencia de diapositivas interrumpido

**REVSURF:** Genera una superficie de revolución mediante la rotación de un contorno alrededor de un eje.  
Ver también: *PEDIT*



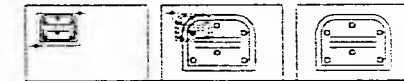
**ROTATE:** Rota las entidades en el dibujo.  
Ver también: *ROTATE3D*

**ROTATE3D:** Rota las entidades en el dibujo en tercera dimensión.  
Ver también: *ROTATE*

**RSCRIPT:** Ejecuta de nuevo un archivo de secuencia de diapositivas.  
Ver también: *RSCRIPT*

**RULESURF:** Crea una superficie graduada entre dos curvas, rectas, puntos, arcos, círculos y polilíneas.  
Ver también: *PEDIT*

**SAVE:** Graba los cambios hechos al dibujo.  
Ver también: *END, QSAVE, OPEN, NEW*



**SCALE:** Aumenta o reduce las entidades elegidas.  
Ver también: *STRETCH*

**SCRIPT:** Ejecuta un archivo de secuencia de diapositivas dentro del Editor de Dibujos.  
Ver también: *DELAY, RSCRIPT, RESUMÉ*

**SELECT:** Crea un conjunto de selección de entidades para órdenes subsecuentes.  
Ver también: *DDSELECT*

**SETVAR:** Da acceso a variables del sistema.

**SH:** Permite un acceso parcial al sistema operativo.  
Ver también: *SHUI*

**SHADE:** Sombrea los modelos situados en la ventana gráfica actual.  
Ver también: *HIDE, comandos AME*

**SHAPE:** Inserta formas en el dibujo.  
Ver también: *LOAD*

**SHELL:** Proporciona acceso completo al nivel del sistema operativo.  
Ver también: *SH*

**SKETCH:** Permite trazar a pulso.  
Ver también: *LINE, PLINE*

**SNAP:** Proporciona una rejilla invisible a la cual se sujetan los trazos.  
Ver también: *GRID*

**SOLID:** Dibuja áreas llenas rectilíneas y triangulares.  
Ver también: *FILL, TRACE*

**STATUS:** Presenta información del dibujo.



**STRETCH:** Cambia entidades mientras se mantienen sus conexiones con otras entidades o puntos.  
Ver también: *SCALE*

**STYLE:** Carga a un dibujo los tipos de texto.  
Ver también: *TEXT*

**TABLET:** Permite activar o desactivar la tableta, calibrarla para digitalizar dibujos o configurarla para un menú.

**TABSURF:** Crea una superficie tabulada con una trayectoria y un vector de dirección.  
Ver también: *PEDIT*

**TEXT:** Coloca texto en el dibujo.  
Ver también: *DTEXT, QTEXT, STYLE*

**TEXTSCR:** En un sistema de una sola pantalla, cambia a la pantalla de texto.

**TIME:** Mantiene un registro del tiempo empleado en un dibujo.

**TRACE:** Traza una línea de ancho específico.  
Ver también: *SOLID, FILL*



**TRIM:** Recorta una entidad hasta un límite.  
Ver también: *BREAK*

**U:** Invierte el efecto de la orden más reciente.  
Ver también: *UNDO, REDO*

**UCS:** Define o modifica el Sistema de coordenadas del usuario (SCU).  
Ver también: *DDUCS, UCSICON*

**UNDEFINE:** Permite devolver a su definición original una orden estándar de AutoCAD™ modificada en una rutina LISP.  
Ver también: *REDEFINE*



**UNDO:** Invierte el efecto de las órdenes más recientes y proporciona control sobre la función de anulación.  
Ver también: *REDO, U*

**UNITS:** Establece el formato y la precisión de las unidades del dibujo.  
Ver también: *DDUNITS*

**VIEW:** Crea vistas (ventanas gráficas) de acercamientos de áreas de trabajo.

**VIEWPORTS** o **VPORTS:** Controla el número de ventanas gráficas que aparecen en la pantalla de manera simultánea.  
Ver también: *PSPACE, MSPACE, VPLAYER*

**VPLAYER:** Define visibilidad de capas en las diferentes ventanas gráficas.  
Ver también: *LAYER, VPORTS*

**VPOINT:** Permite ver el dibujo en tres dimensiones.  
Ver también: *DDVPOINT, PLAN*

**VSLIDE:** Permite ver diapositivas creadas previamente.  
Ver también: *MSLIDE*

**WBLOCK:** Crea bloques que pueden utilizarse en todos los dibujos.  
Ver también: *BLOCK, INSERT, MINsert*

**XBIND:** Agrega permanentemente un subgrupo de símbolos por referencia al dibujo.  
Ver también: *XREF*

**XREF:** Permite trabajar con otros dibujos AutoCAD™ sin adicionarlos al dibujo ni alterar su contenido.  
Ver también: *XBIND, WBLOCK*



**ZOOM:** Permite aumentar o reducir el factor de acercamiento a un dibujo.

### 3.2. Clasificación por frecuencia de uso

En la siguiente tabla presento los comandos clasificados por frecuencia de uso en base a mi experiencia. Recomiendo por lo tanto iniciar en el conocimiento y dominio de los comandos más frecuentemente utilizados. Los comandos que no se encuentran en esta tabla son de uso esporádico, de programación y/o para el control de variables.

ALTA		MEDIA		BAJA		MUY BAJA	
ARC	MOVE	3D	MIRROR3D	APPLOAD	GRID	ABOUT	MVIEW
ARRAY	MULTIPLE	3DFACE	MSPACE	AREA	HIDE	ACADVER	PCXIN
BHATCH	OFFSET	3DMESH	NEW	ATTDEF	LIMITS	AMECONVERT	PSDRAG
BLOCK	OOPS	3DPOLY	PFACE	ATTDISP	LIST	APERTURE	PSHLL
BREAK	OPEN	ALIGN	PLAN	ATTEDIT	LTSCALE	BLIPMODE	PSIN
CHANGE	ORTHO	CAL	PSPACE	ATTEXT	MENU	COLOR	RIDDEFIN
CHPROP	OSNAP	CHAMFER	QSAVE	AUDIT	MINSERT	COMPILE	RTINIT
CIRCLE	PAN	DBLIST	QUIT	BASE	POINT	CONFIG	RESUME
COPY	PEDIT	DDCHPROP	REDRAWALL	BPOLY	QTEXT	DELAY	RSCRIPT
DDEDIT	PLINE	DDMODES	REGENALL	DDATTDEF	RECOVER	DRAGMODE	SCRIPT
DDINSERT	PLOT	DDMODIFY	REGENAUTO	DDATTE	RENAME	DXBIN	SHADE
DDLMODES	POLYGON	DDOSNAP	REVSURF	DDATTEXT	SAVIAS	DXFIN	SHAPE
DDRMODES	PURGE	DDUCS	ROTATE3D	DDCOLOR	SETVAR	DXFOUT	STATUS
DIM1	REDO	DDVIEW	RULESURF	DDGRIPS	SHADE	EDIT	TABLER
DTEXT	REDRAW	DDVPOINT	SHELL	DDIM	TEXTSCR	GHIN	TILEIN
ELLIPSE	REGEN	DIM	SKETCH	DDPTYPE	TIME	ID	TREESTAT
END	ROTATE	DIST	SNAP	DDRENAME	TRACI	LOAD	UNDIPLINE
EXPLODE	SAVE	DIVIDE	SOLID	DDSELECT	UCSICON	MSLIDE	VSLIDE
EXTEND	SCALE	DONUT	TABSURF	DDUNITS	UNITS	PSOUT	XBIND
FILLET	SELECT	DVIEW	TEXT	ERASE	VIEW		
HATCH	SH	EDGESURF	UCS	FILL	VIEWRES		
HELP	STRETCH	ELEV	UNDO	FILTER	VPLAYER		
INSERT	STYLE	FILES	VPOINT	GRAPHSCR	XREF		
LAYER	TRIM	ISOPLANE	VPORTS				
LINE	U	LINETYPE					
MEASURE	WBLOCK						
MIRROR	ZOOM						



## 4.- AutoCAD™ aplicado a proyectos de Diseño Industrial.

El programa AutoCAD™ puede ser utilizado para diferentes representaciones gráficas, tales como:

- \* Bocetos
- \* Planos generales, con vistas y perspectiva isométrica
- \* Planos de detalle
- \* Planos de perspectiva
- \* Planos de despiece explosivo
- \* Fotomontajes
- \* Representación del modelo sólido
- \* Esquemas de funcionamiento, etc.

Estas representaciones se aplican básicamente en las siguientes fases de un proyecto de Diseño Industrial:

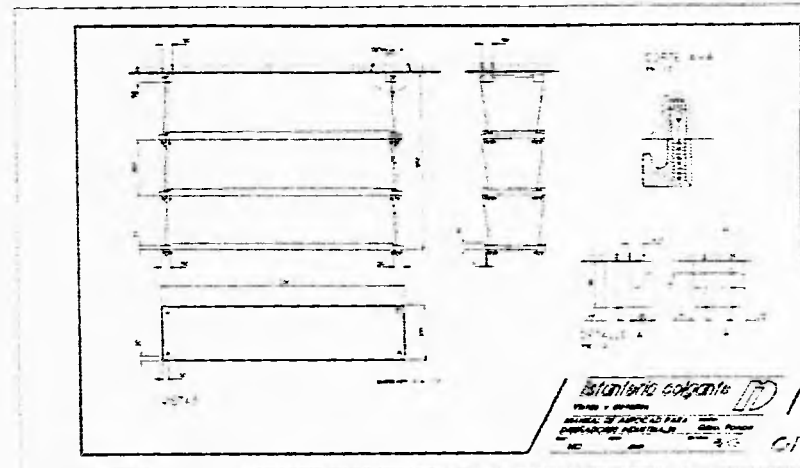
- \* DEFINICIÓN DEL PRODUCTO O PREDISEÑO:
  - \* en los estudios de distribución de espacio.
  - \* en la definición de formas existentes
  - \* en los estudios de apariencia externa e interna
  - \* en los estudios ergonómicos
  - \* en los estudios de campos de visión
  - \* en el estudio de mecanismos
  - \* en el análisis estructural
  - \* en las maquetas y modelos
- \* DISEÑO Y DESARROLLO
  - \* en el diseño estructural
  - \* en los cálculos geométricos
  - \* en los cálculos estructurales
  - \* en el diseño de instalaciones eléctricas, neumáticas e hidráulicas
- \* FABRICACION DE PROTOTIPOS
  - \* al integrarse con un sistema CAM (Fabricación asistida por Computadora).
  - \* al elaborar planos de producción
- \* ENSAYOS Y PRUEBAS
  - \* al integrarse con sistemas CAE (Ingeniería asistida por Computador)
  - \* al elaborar simuladores

A continuación se presentan cuatro ejercicios con creciente grado de complejidad para demostrar la aplicación del programa AutoCAD™ en proyectos de Diseño Industrial.

#### 4.1. Ejercicio 1: Estantería colgante de madera.

Durante el sexto semestre de la licenciatura desarrollé el proyecto "Estantería colgante" el cual, por la sencillez de su trazo, he elegido como primer ejercicio de este Manual. La aplicación del programa AutoCAD en la presentación del proyecto contempla las vistas, detalle, corte y perspectiva isométrica. En este ejercicio busqué aprovechar las ventajas del dibujo en dos dimensiones.

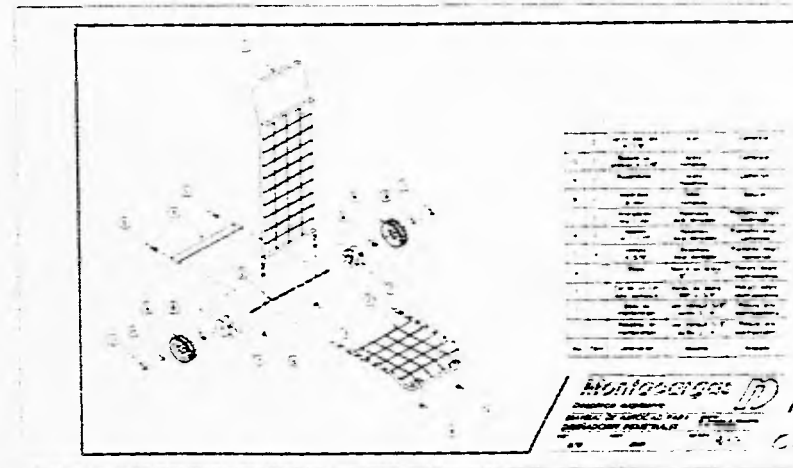
Este ejercicio está ubicado en la fase de DISEÑO Y DESARROLLO, en su diseño estructural



#### 4.2. Ejercicio 2: Montacargas doméstico de tubo doblado.

Este proyecto fue hecho en colaboración con Raymundo Serrano y Gustavo Paredes y contempla vistas, perspectiva isométrica, despiece explosivo, cortes y detalles. A diferencia del ejercicio anterior utilizaré un modelo en tercera dimensión para apoyarme en el despiece explosivo.

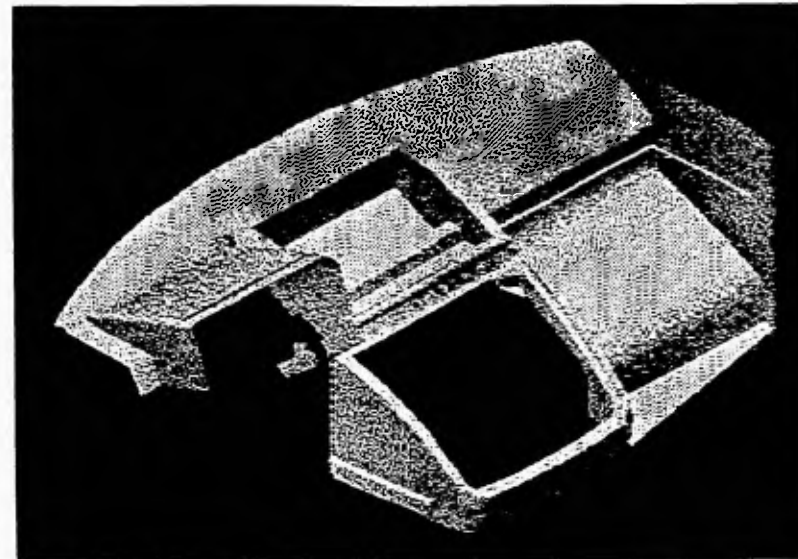
El ejercicio está ubicado en la fase de DEFINICIÓN DEL PRODUCTO O PREDISEÑO, en el estudio de mecanismos y en el análisis estructural, así como en la fase de DISEÑO Y DESARROLLO, en el diseño estructural.



#### 4.3. Ejercicio 3: Tablero de autobús.

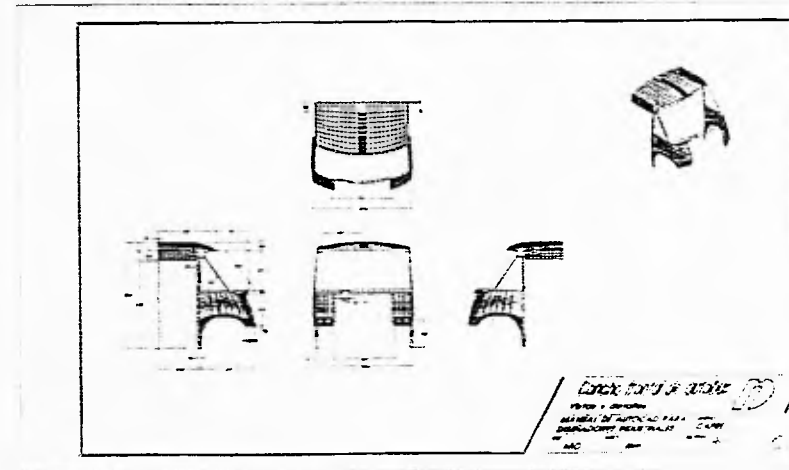
El siguiente proyecto es propiedad de CARROCERIAS PRECONSTRUIDAS S.A. DE C.V. y por sus características lo consideré apropiado para mostrar la tercera dimensión. La presentación incluye vistas, vistas auxiliares, perspectiva (modelo en 3D virtual), cortes y detalles. El objetivo en esta ocasión fue construir un modelo a base de las vistas de la repisa semi-chata para autobús.

El ejercicio está ubicado en la fase de DEFINICION DEL PRODUCTO O PREDISEÑO, en el estudio de distribución de espacio y en el estudio de apariencia externa.



#### 4.4. Ejercicio 4: Carrocería frontal de autobús de pasajeros.

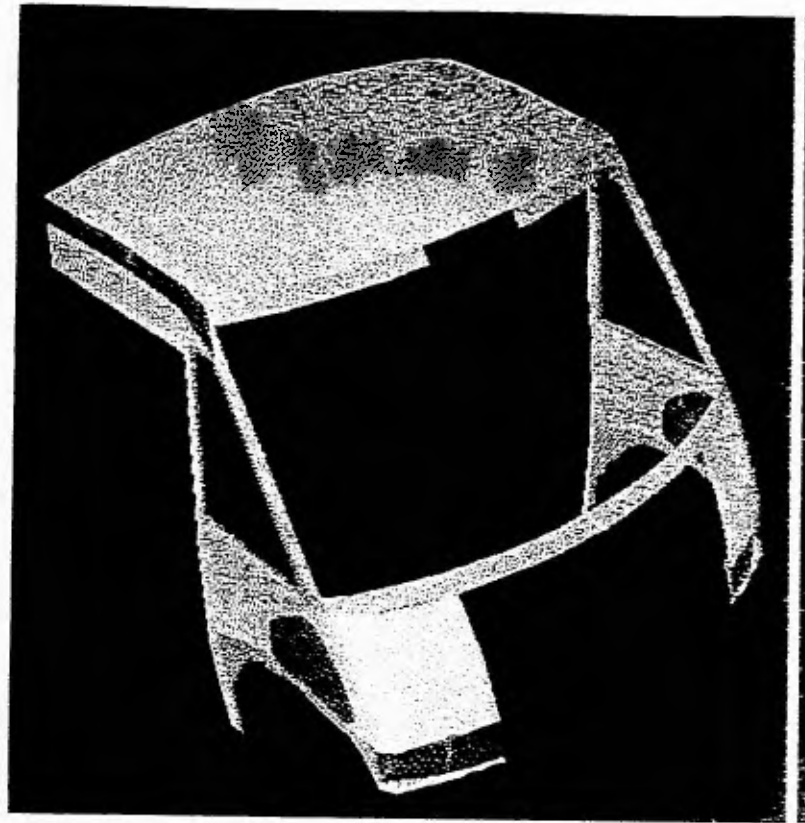
Este es el último ejercicio de aplicación del AutoCAD en proyectos de Diseño Industrial. El proyecto incluye vistas, vistas auxiliares, perspectiva (modelo en 3D virtual) a colores y con iluminación, cortes y detalles. En esta ocasión busco aprovechar las ventajas del Espacio Modelo y el Espacio Papel para obtener las vistas y perspectiva del producto.





El ejercicio consiste en la concha frontal de un autobús cuyo diseño también es propiedad de CARROCE-RIAS PRECONSTRUIDAS S.A. DE C.V. y se ubica en la fase de DEFINICION DEL PRODUCTO O PREDISEÑO, en la apariencia externa y en el modelado, y parcialmente en la fase de FABRICACION DE PROTOTIPOS.

Este Manual es un complemento a la Documentación que ofrece Auto-Desk y busca explotar las características del programa, por lo que es importante que el lector lo conozca. Por lo anterior, se omiten las leyendas que despliega el programa cada vez que se introducen los datos y los comandos. En caso de dudas favor de consultar el Manual de Autocad Release 12 de Autodesk para una información más detallada de los comandos.



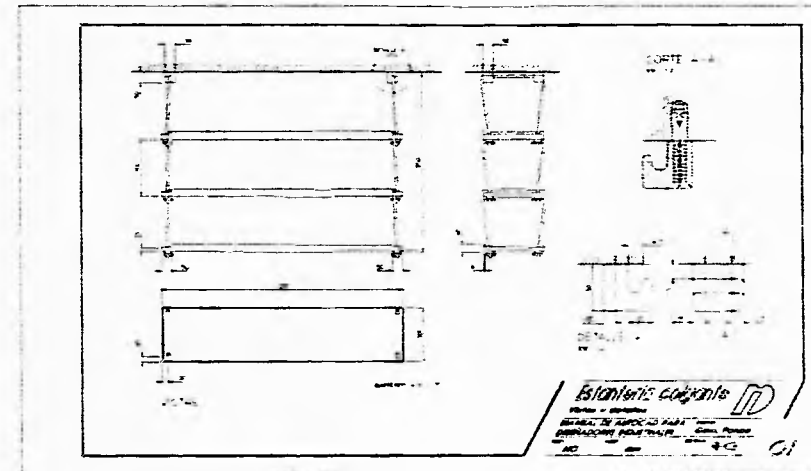
## 4.1. ESTANTERÍA COLGANTE

Durante el sexto semestre de la licenciatura desarrollé el proyecto "Estantería colgante" el cual, por la sencillez de su trazo, he considerado adecuado como primer ejercicio de este Manual.

### **1** Crea una rutina de comandos cortos.

Antes de entrar al programa edita o crea un archivo para definir comandos cortos.

A este archivo lo llamaremos COR-TOS.LSP el cual puede ser cargado con el comando APPLOAD dentro de AutoCAD.



Al final de este Manual se encuentra un ejemplo del archivo escrito en lenguaje AutoLISP

El uso de esta rutina personalizada de AutoLISP te permite una mayor velocidad al dibujar pues te ahorra más del 60% al introducir los comandos

### **2** Abre rápidamente el programa

Si eres un usuario constante de AutoCAD te recomiendo crear un archivo con las mismas líneas de ACADR12.BAT pero con un nombre más corto, por ejemplo A. Esto puedes hacerlo rápidamente escribiendo en la línea de comando del Sistema Operativo (DOS) dentro del directorio ACAD:

```
c:\acad\> copy acadr12.bat a.bat
```

Para abreviar el texto se utilizan los siguientes símbolos

: línea de comando comando:

> pulsar la tecla "intro", la barra espaciadora o el botón derecho del "mouse"

< pulsar el botón izquierdo del "mouse"

[ ] pulsar la tecla de función indicada. P.e. [F6]

() observaciones y comentarios para el usuario

() acciones realizadas en la pantalla

### 3 Ajusta el "mouse" al movimiento de tu mano

Configura el "mouse" de manera que con un solo movimiento de muñeca pueda correr el cursor por toda la pantalla.

Para esto utiliza el comando CONFIG. El ajuste de los parámetros requerirá de algunas pruebas hasta que te sientas cómodo con los valores de sensibilidad del "mouse".

### 4 Usa una mano para el "mouse" y otra para el teclado

Destina la mano izquierda para el teclado alfanumérico y la mano derecha para el "ratón" o "mouse" y el teclado numérico (o viceversa si es que eres zurdo).

### 5 Utiliza el fondo negro

AutoCAD da por sentado el fondo negro para dibujar. Aunque esto puede parecer contradictorio pues estamos acostumbrados al papel blanco es recomendable no modificarlo, principalmente por las siguientes razones.

- a) Tus ojos no se cansan tanto porque se evita la constante emisión de luz, y
- b) El fósforo de tu monitor se desgasta mucho menos aumentando su vida útil

### 6 Aumenta tu velocidad usando comandos cortos

Aunque en un principio puede resultarte difícil aprender los comandos cortos utilizados en este Manual te recomiendo practicarlos antes de empezar.

Para facilitarte su aprendizaje utilizaremos los comandos cortos en los ejemplos expresados en el tipo de letra courier.

Para cargar la rutina CORTOS.LSP teclea lo siguiente:

```
: appload > (activa la opción "FILE") > (busca el archivo CORTOS.LSP) > (señala la opción "OK") > (señala el archivo CORTOS.LSP) > (señala la opción "LOAD") >
```

### 7 Define tus unidades de medida iguales a las unidades de dibujo

Si vas a trabajar en milímetros considera la unidad de dibujo con esa dimensión. Esto es conveniente cuando el producto es pequeño y la mayoría de los datos se reportan en milímetros. Es más rápido introducir "5" que ".005".

```
: uni > 2 > 0 > 1 > 0 > >
```

Otra opción es considerar el metro como base y fijar una precisión de tres decimales. Esto es útil cuando el producto a diseñar es mayor o cuando se requiere ensambles.

## **8** Ajusta el valor de los comandos "snap" y "grid"

Define los límites considerando el tamaño del dibujo; considerando que estamos acostumbrados al sistema métrico decimal, define los valores para "snap" y "grid" en potencias de 10. Inclusive te recomiendo dar al comando "grid" un valor diez veces mayor al valor de "grid".

En este ejercicio se utilizan los valores 100 y 10 para la retícula ("grid") y el paso del cursor ("snap")

```
: lim » 0,0 » 4000,2500 »
: grid » 100
: snap » 10
```

## **9** Asigna nombres cortos a las capas

Debido a que continuamente cambiamos de capa en uso o cambiamos las propiedades de las entidades es conveniente utilizar nombres cortos para las capas, como por ejemplo, TXT para la capa en que se colocarán los textos.

Layer name	State	Color	Linetype
0	on - -	white	continuous
A	on - -	yellow	continuous
B	on - -	blue	continuous
COT	on - -	red	continuous
E	on - -	cyan	dashed
F	on - -	8	dashed
G	on - -	magenta	dashdot
H	on - -	8	dashdotx2
J	on - -	green	dashdot
K	on - -	red	phantom
TXT	on - -	9	continuous

## **10 Aprovecha las Normas Oficiales Mexicanas**

Define las capas siguiendo la nomenclatura de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM-Z-4-1986: DIBUJO TECNICO - LINEAS):

```
: ddmodes »  
(define en la caja de diálogo las siguientes capas utilizando las opciones "New",  
"Color" y "Linetype")
```

Se ha incluido la capa "TXT" para el uso de textos y "COT" para el uso de cotas. Por otro lado se han eliminado los tipos de línea "C" (delgada trazada a pulso) y "D" (delgada con zigzag) porque no se pueden configurar directamente en "DDLMODES".

## **11 Asigna el color de las capas de acuerdo al grosor**

Con el fin de reconocer visualmente las líneas que al imprimirse tendrán mayor calidad aprovecha el color de las capas. Si estamos usando un fondo negro usa los colores blanco, amarillo y cian para las líneas gruesas.

## **12 Utiliza líneas auxiliares**

Si bien AutoCAD puede crear entidades de una medida específica, muchas veces es más rápido utilizar líneas auxiliares ya que estas líneas pueden borrarse, cortarse o extenderse según las necesidades.

Inicia el dibujo de la vista inferior trazando dos líneas perpendiculares entre sí. La línea vertical de más de 300 unidades de dibujo y la horizontal de más de 1200 unidades.



```
: l » [F8] {activa el modo ortogonal si es que no está activo}  
[F9] {para activa el paso si es que no está activo} (señala un  
punto cualquiera en la pantalla) « (señala verticalmente otro  
punto a una distancia mayor a 300 unidades de dibujo hacia  
arriba) « »
```

```
: l » (señala un punto cualquiera en la pantalla a la izquierda del  
extremo inferior de la primera línea) « (señala horizontalmente  
otro punto a una distancia mayor a 1200 unidades de dibujo a la  
derecha) « »
```

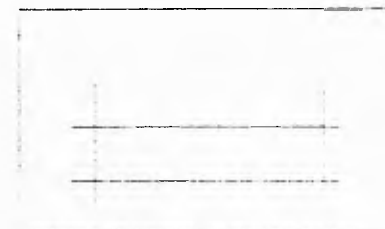
## **13 Minimiza el uso de "@"**

Los teclados configurados en español requieren la presión simultánea de la tecla "AltGr" y la tecla "2" lo que obliga a utilizar las dos manos. Para minimizar el uso de "@" define las distancias con el comando "offset"

Traza líneas paralelas a 300 y 1200 unidades de dibujo como se muestra en la figura.

```
: o » 300 » (elige línea horizontal) « (elige algún punto arriba de la línea horizontal) « »
```

```
: o » 1200 » (elige línea vertical) « (elige algún punto a la derecha de la línea vertical) « »
```



## 14 Elige rápidamente las intersecciones

Muchas de las entidades pueden generarse a través de intersecciones tal como lo hacemos en el restridor. El comando "osnap" te permite "atraer" las intersecciones.

```
: osnap » int »
```

Fija el cuadro de selección (pickbox) y la apertura del cursor en el número de píxeles que te resulte más cómodo. En este caso se utilizarán 6 píxeles.

```
: set » pickbox » 6 »
```

```
: ap » 6 »
```

Cambia la capa en uso por "A" y haz un rectángulo aprovechando las intersecciones formadas por las líneas auxiliares.

```
: ls » a
```

```
: rt » (elige esquina inferior izquierda) « (elige esquina superior derecha) «
```

Con el comando "erase" borra las primeras cuatro líneas auxiliares

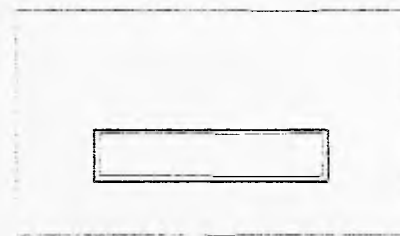
```
: e » (elige de los objetos de derecha a izquierda para activar la opción "crossing") « »  
r » (elige rectángulo) « » »
```

Con el comando "offset" haz dos rectángulos internos, unos a seis unidades y otro a 30.

```
: o » 6 » (elige rectángulo) « (elige un punto dentro del rectángulo) « »
```

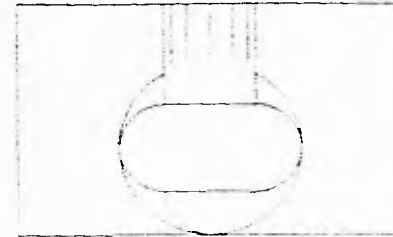
```
: o » 30 » (elige rectángulo externo) « (elige un punto interno) «utiliza el primer rectángulo para representar el remate del estante. Debido a su proximidad le asigné una calidad de línea menor, es decir, la capa B utilizando el comando "chprop".
```

```
: j » (elige primer rectángulo interno) « » la » b
```



Crea un bloque del nudo. Activando la capa 0 haz la representación del nudo visto por abajo inscrito en un diámetro aproximado de 36 unidades.

```
: ls » 0 »
: z » 20 »
: c » (señala un punto) « 18 »
: sk » 1 » (traza la representación del nudo similar al
de la figura)
```



## 15 Genera los bloques 1:1

Haz un bloque con el nombre "nudo" usando como base el círculo de 36 unidades de diámetro. Procura generar los bloques 1:1 para no tener que modificar la escala cada vez que lo insertes.

```
: bl » nudo » (seleccionar líneas del nudo) « cen » (seleccionar círculo de 24 unidades) «
»
```

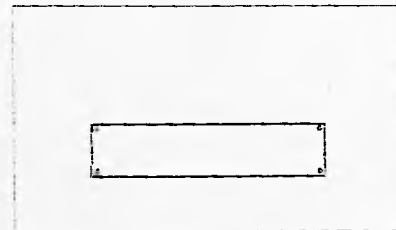
Cambia la capa activa a "B" para insertar los bloques de nudos en las esquinas del rectángulo interno menor.

```
: zp »
: ls » b »
: i » nudo » (señala uno de los vértices del rectángulo menor) « » » » »
```

```
: i » » (señala otro de los vértices del rectángulo menor) « » » » »
```

```
: i » » (señala otro de los vértices del rectángulo menor) « » » » »
```

```
: i » » (señala el último de los vértices del rectángulo menor) « »
» » »
```



Aprovecha las esquinas del segundo rectángulo para insertar la representación de los nudos.

Borra el rectángulo interno menor.

## 16 Aprovecha las vistas generadas

Aprovecha la vista inferior y traza una línea perpendicular a 30 unidades de distancia del rectángulo. Debido a que el rectángulo es una polilínea, el resultado será un rectángulo de mayor tamaño.

: o » 30 » (señala punto fuera del rectángulo) « »

Para dejar únicamente la línea superior, explota el rectángulo y borra las otras líneas.

: x » (señala rectángulo) « »

: e » (señala las líneas sobrantes) « « »

Traza líneas verticales aprovechando las intersecciones de la vista inferior

l » (señala esquina superior izquierda) « (señala punto a una distancia mayor a 40 unidades) « »

: k » l » (señala esquina superior izquierda) « (señala esquina superior derecha) «

Con el comando "offset" traza líneas auxiliares a 25, 40 y 50 unidades.

: o » ... (conforme vayamos avanzando en el ejercicio se irán eliminando líneas de comando que se consideren obvias)

## **17** Utiliza polilíneas

El uso de polilíneas te permite manejarlas como una sola entidad en lugar de una serie de líneas. Utiliza polilíneas cuando la serie de líneas se refieren a un concepto, como una silueta, un contorno o, como en este caso, un perfil.

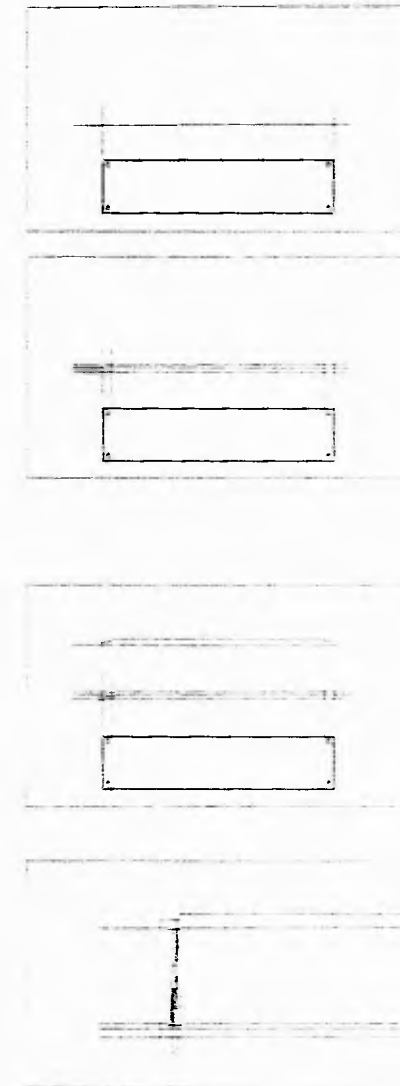
Aprovecha las intersecciones y traza el perfil del estante.

: p » (señala primer punto) « (señala siguiente punto)  
« (señala siguiente punto) « (señala siguiente punto)  
« (señala siguiente punto) « (señala siguiente punto)  
« (señala siguiente punto) « (señala siguiente punto)  
« c »

Copia el perfil del estante 30 unidades hacia arriba.

Acércate al dibujo para trazar la cuerda.

Traza una línea auxiliar a 30 y a 44 unidades (considerando un 12 unidades de diámetro de la cuerda) del extremo izquierdo del estante para calcular la pendiente de la cuerda.





Dibuja la línea central de la cuerda de intersección a intersección.

Con el comando "offset" traza dos líneas perpendiculares a la línea central a 6 unidades de distancia.

Acércate aún más al dibujo para detallar la cuerda.

Con el comando "circle" haz un círculo de 6 unidades de radio tomando como centro el final de la línea central de la cuerda.



### 18 Cambia momentáneamente la variable de "osnap"

Si necesitas cambiar momentáneamente la variable del comando "osnap" pulsa simultáneamente la tecla para mayúsculas y el botón derecho del "mouse"

Mueve el círculo de la intersección de éste con la línea central al centro del primero.

```
: m » l » (elige intersección de círculo y línea central) « cen » (aquí también se puede pulsar "shift" y el botón derecho del "mouse" para elegir la opción "center") (elige círculo) «
```

### 19 Utiliza el modo de selección automática del cursor

Para elegir entidades por ventana o por "cruzamiento" puedes usar el cursor. Señala un punto en la pantalla (que no toque alguna entidad), y si lo mueves a la derecha te seleccionará lo que esté adentro de la pantalla. Si lo mueves a la izquierda seleccionará lo que cruce por la ventana.

Con comando "extend" alargar las líneas hasta tocar el círculo. Corta después el semicírculo inferior y las líneas que quedaría atrás de la cuerda, es decir, que no son visibles.

```
ex » (elige círculo) « (elige cada línea externa de la cuerda) « « »
```

```
: t » (elige líneas externas) « (señala el círculo en su parte inferior) « (señala perfil del estante entre las líneas de corte) « »
```

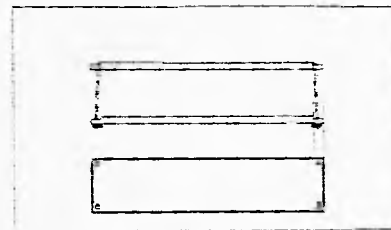
```
: e » (elige línea central) «
```

Haz un bloque de la vista lateral del nudo con el nombre "nlat". Fija el punto de inserción a la mitad de la línea superior. Para su construcción utiliza un cuadrado de 36 por 36 unidades como referencia.



Inserta el bloque a 30 unidades del extremo del estante. Para su inserción utiliza la línea auxiliar correspondiente. Para limpiar el dibujo borra las líneas auxiliares.

Para copiar la cuerda y el nudo al otro extremo del estante utiliza el comando "mirror".



: mr » (elige por ventana la cuerda y el nudo) w » « r (eliminar el extremo izquierdo del estante) {por si fue elegido involuntariamente} « » mid » (elige alguna de las líneas horizontales de la vista inferior) « mid » (seleccionar otra de las líneas horizontales de la vista inferior) « »

Con el comando "array" copia dos veces las cuerdas y los nudos a 30 unidades de los anteriores.

ar » (elige las líneas que representan las cuerdas y los nudos) « » r » 3 » 1 » 30 »

Después copia el estante superior 30 unidades arriba de éste.

Con el comando "explode" explota los bloques de los nudos.

: x » (elige bloques de nudos) « »

Posteriormente corta las líneas que deberían ir ocultas.

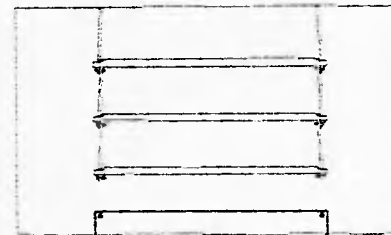
: t » (elige límites de la cuerda) « f » (haz líneas que toquen las líneas a cortar) « » »

Acércate a la cuerda superior izquierda.

Utilizando líneas auxiliares haz el perfil de la vista lateral de la pieza que se fija en el techo.

## 20 Aprovecha la opción "fence"

Algunos comandos para modificar entidades, como "trim" o "extend", cuentan con la opción "fence" que te permite modificar varias entidades a la vez.



Corta las líneas de la pieza fijadora que deberían ir atrás de la cuerda. Con el comando "mirror" copia la pieza fijadora al lado derecho.

Traza una línea mayor a 1200 unidades de dibujo cuya función es representar el techo. Dibuja una línea paralela a 30 unidades.

Con el comando "hatch" haz un sombreado a 45 grados entre las dos líneas. Borra entonces la línea superior que sirvió de límite.

: h » (seleccionar líneas que limitarán el sombreado) «  
» »

e » (elige línea superior)

Con el apoyo de la vista frontal traza líneas auxiliares para dibujar la vista lateral de la estantería.

Traza una polilínea del perfil del estante. También dibuja una paralela a 30 unidades de cada uno de los extremos con el fin de insertar el bloque "rlat".

Traza líneas auxiliares para dibujar la pendiente de la cuerda. Copia el perfil del estante 30 unidades arriba. Con el comando "offset" define el grosor de la cuerda.

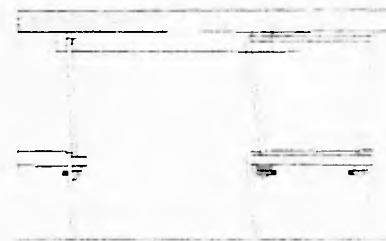
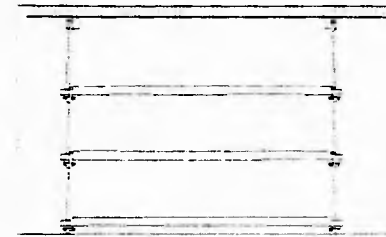
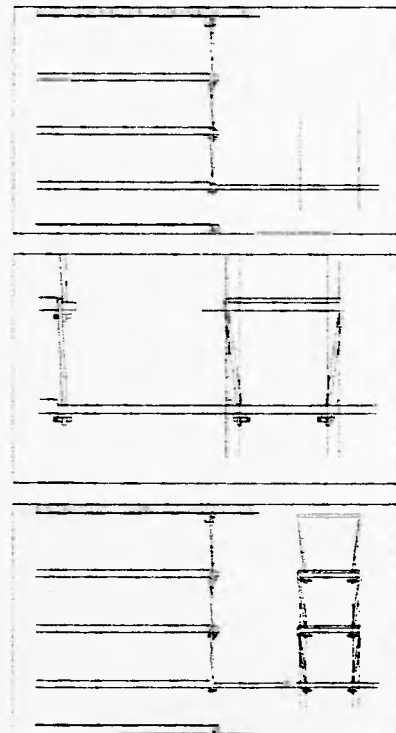
Asigna al comando "fillet" el valor de 12 unidades de dibujo. Con este valor redondea las esquinas para dar la apariencia de la cuerda.

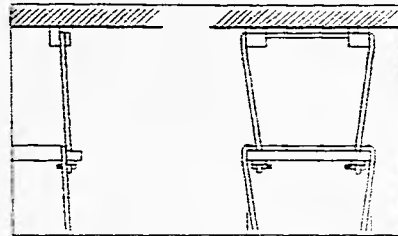
: fr » 12 »

: f » (elige líneas que forman la esquina) « « »

Con el comando "array" copia los estantes, las cuerdas y los nudos tal como se muestra en la figura. Recorta las líneas que deberían ir ocultas.

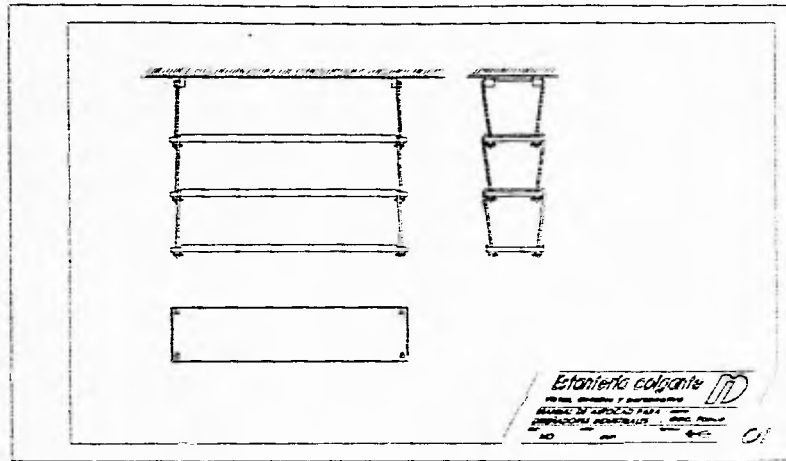
Apoyándote en la vista lateral de la pieza fijadora traza líneas auxiliares para dibujar la vista frontal de la pieza fijadora.





Recorta las líneas que deberían ir ocultas. Con el comando "mirror" copia la pieza fijadora del lado derecho. Traza la representación del techo.

En este punto quedan concluidos las tres vistas del producto.

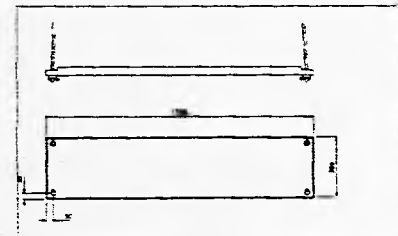


Inserta el bloque previamente elaborado del cuadro de referencias con el fin de distribuir el dibujo. Con el comando "move" acomoda las vistas tal como se muestran en la figura.

## 21 Define las características para acotar

Antes de acotar los dibujos es conveniente definir sus características o aceptar los valores por omisión. Para modificar los valores de las variables de acotación utiliza la opción "DimStyle" del menú "Settings". Muchas veces es necesario hacer algunas pruebas para determinar las características deseadas. En este caso te recomiendo grabar los "Estilos de acotación"

Con la opción "vertical" del comando "dim" acota el largo de la vista inferior.



: dv » (señala la primera intersección) « (señala la segunda intersección) « (señala la distancia donde se colocará la cota) « »

Con la opción "horizontal" del mismo comando "dim" acota el ancho de la vista inferior.

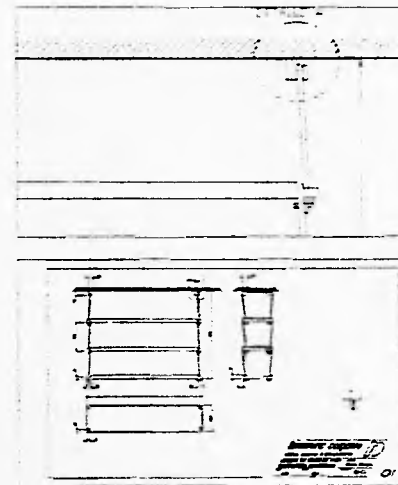
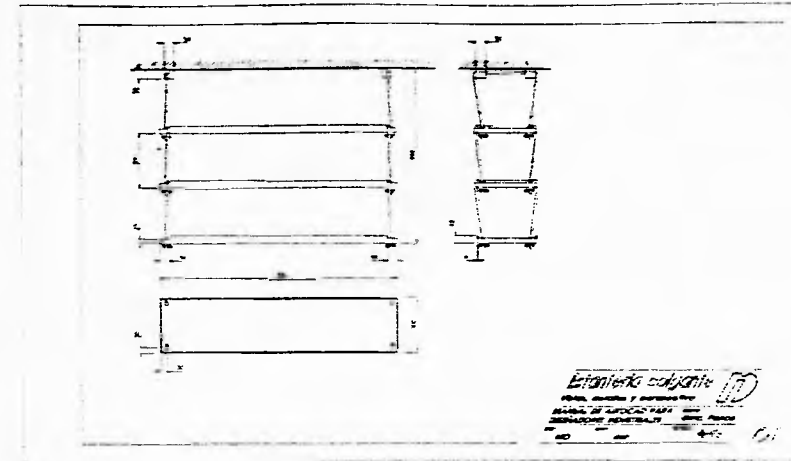
: dh » (señala primera intersección) « (señala la segunda intersección) « (señala distancia) « »

## 22 Mantén las cotas asociativas y actualizable

El tener una cota asociativa te permite manejarla como una sola entidad. Con el comando "stretch" podrás acercarla o alejarla de los puntos de referencia.

Mantener la cota actualizable te garantiza que el valor de la cota aumentará o se reducirá si los puntos de referencia se modifican. Esto también lo puedes hacer con el comando "stretch".

Con las opciones "vertical" y "horizontal" termina de acotar la vista interior y las otras dos vistas.



Acércate a la pieza fijadora de la derecha de la vista frontal. Dibuja un círculo de aproximadamente 100 unidades de diámetro con la capa "H" activada.

## 23 Utiliza nombres cortos para nombrar estilos de texto

Al igual que las capas, por rapidez es recomendable que utilices nombres cortos para los estilos de texto y de acotación. Antes de insertar texto haz el estilo de letra necesario.

: sy » h40 » romans » 40 » » »

Después activa la capa "TXT" para escribir la leyenda "DETALLE A".

: dt » (señala punto de inserción) « (señala altura)

Con la opción "crossing" copia al detalle a una zona libre del dibujo.

Acércate a esta copia para dibujar el detalle. Con el comando "trim" corta las líneas que sobresalen al círculo que marca el detalle.

Borra el círculo y las líneas que definen la cuerda. Usa el comando "extend" para rehacer las líneas que estaban ocultas. Recorta las líneas sobrantes. Traza un círculo en el canal por donde debería pasar la cuerda.

## **24 Convierte a una serie de líneas en polilínea**

Cuando el conjunto de líneas corresponde a un contorno, perfil o silueta es conveniente convertirlas en una polilínea.

Con el comando "pedit" convierte el conjunto de líneas del perfil en una polilínea cerrada.

`: pedit > (elige alguna de las líneas) « y » j > (elige el resto de las líneas) « « »`

Da al comando "fillet" el valor de 3 unidades. Con este valor redondea los vértices del perfil. Utiliza líneas auxiliares para elaborar la vista frontal.

Traza líneas a 12.5 unidades de distancia de los extremos izquierdo y derecho de la vista frontal con el fin de representar los ejes de los tornillos. Para hacer estas líneas activa la capa "E".

En la vista lateral de la pieza fijadora traza una línea vertical a 12.5 unidades de distancia del extremo izquierdo con el fin de representar el eje del tornillo.

Con el comando "mirror" copia la vista lateral de la pieza fijadora con el fin de realizar la representación del corte.

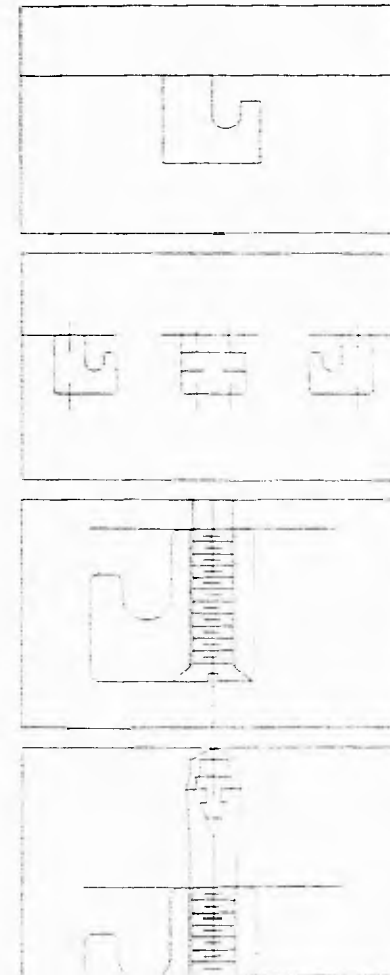
Traza el perfil que representa un barreno pasado avellanado. Corta el perfil de la pieza fijadora donde pasa el barreno.

Elabora la representación de un tornillo de cabeza plana de media pulgada. Con algunas líneas auxiliares haz la representación del taquete de expansión.

En este punto escala las vistas y el corte de la pieza fijadora con el fin de que el detalle sea 5 veces mayor.

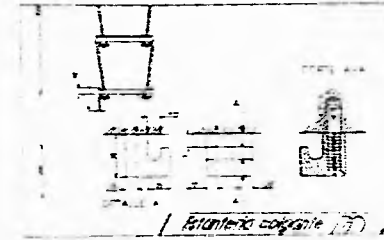
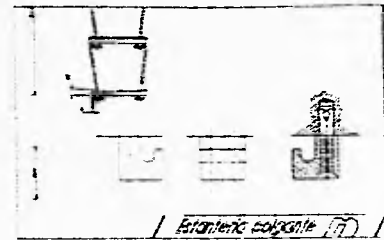
`sc > (elige entidades) « « » (elige punto base) « 5 »`

Con el apoyo de una polilínea traza un sombreado para representar el techo. Utilizando un sombreado distinto sombrea el corte de la pieza fijadora.



Al igual que la vistas de la estantería, haz una representación del techo en la vista lateral y frontal de la pieza fijadora. Acota las vistas de la pieza fijadora.

En este caso crea el estilo de acotación "x5" para el detalle, con 5 como valor en la variable "dimlfac".

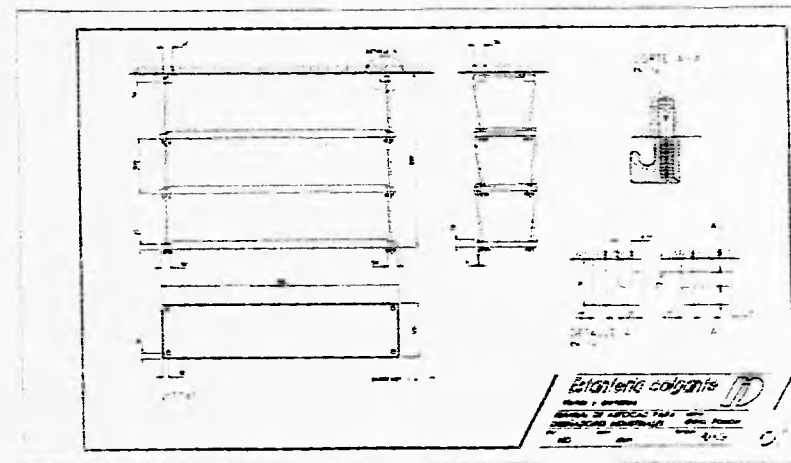
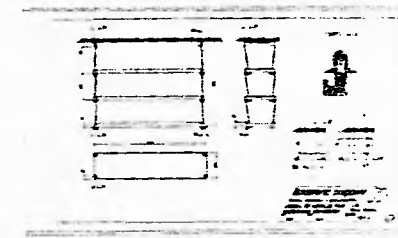


## 25 Evita las preguntas de "STYLE"

Una forma de cambiar el estilo de texto en uso es utilizando el comando "style". Con este comando aparecen una serie de comando que "redefinen" el estilo de texto. Para evitar estas preguntas aprovecha la opción "sty" del comando "dim"

Activando la capa "H" dibuja la línea que especifica el corte A-A'. Inserta los textos "DETALLE A" y "CORTE A-A'".

Reacomoda el corte y las vistas de la pieza fijadora para lograr una mayor distribución.



Para terminar el dibujo de las vistas agrega las leyendas "ESC 1:2", "VISTAS" y "BARRINOS = 1:2" en los lugares correspondientes.

## 26 Graba el dibujo visualizándolo en su totalidad

Con la opción "EXTEND" del comando "ZOOM", visualiza el plano concluido, y grábalo con el comando "SAVE". Esto te permite ver la totalidad del dibujo cada vez que lo vuelvas a abrir. Abre un nuevo dibujo con el comando "NEW".

## **27 Dibuja la perspectiva isométrica**

Para dibujar figuras isométricas AutoCAD cuenta con la opción "Isometric" del comando "DDRMODES". Activa esta opción para dibujar la perspectiva Isométrica de la estantería.

: <r > (señala el cuadro "Isometric" de la caja de diálogo) (señala el cuadro "ok")

Empieza a dibujar 3 líneas que representan una de las esquinas de uno de los estantes. Aprovecha el dibujo ortogonal y el cambio de planos virtuales.

## **28 Cambia rápidamente los planos virtuales**

Para cambiar el plano virtual en un dibujo isométrico basta apretar simultáneamente las teclas "Control" y "E"

Copia algunas de las líneas que te permitieron definir la envolvente del estante.

## **29 Define distancias en isométrico con círculos auxiliares**

Dada las características de la representación en Isométrico no se puede aprovechar el comando "OFFSET" para definir distancias. Para lograr esta separación haz un círculo con un radio de 3 unidades y copia las líneas correspondientes.

Con esta misma técnica dibuja el escalón del remate.

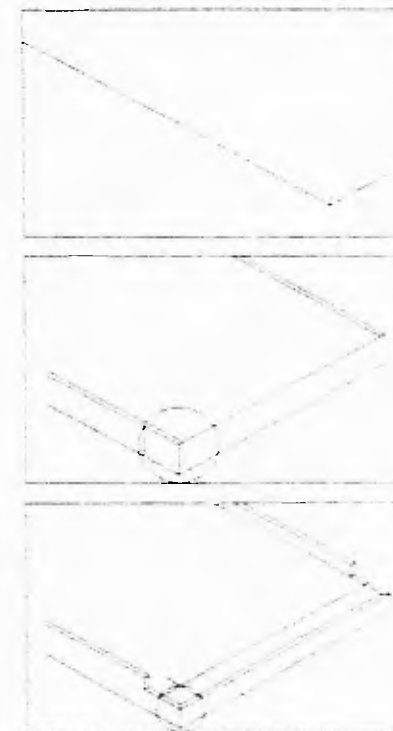
Para dibujar los barrenos donde pasa la cuerda dibuja un círculo de 25 unidades de radio y traza 2 líneas auxiliares de intersección a intersección.

## **30 Genera círculos en isométrico**

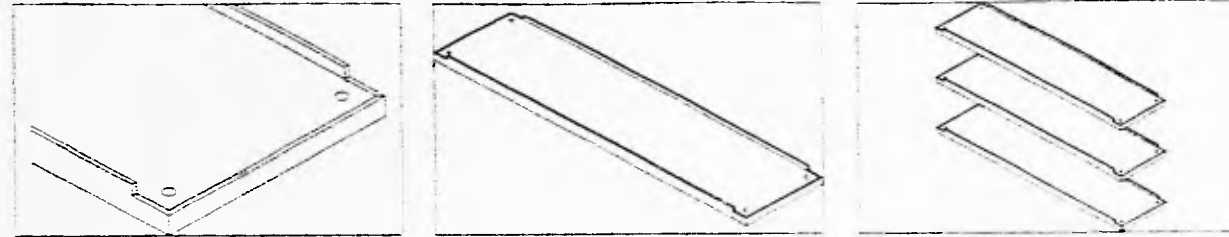
Tomando como centro la intersección de estas 2 líneas auxiliares traza un círculo Isométrico de 6 unidades de radio. Esto se logra con la opción "ISO" del comando "ELLIPSE". Posteriormente borra las líneas auxiliares.

: ei > c > (señala la intersección que será el centro) « (señala "radio" del círculo) «

Utiliza el mismo procedimiento para detallar el otro extremo del estante.

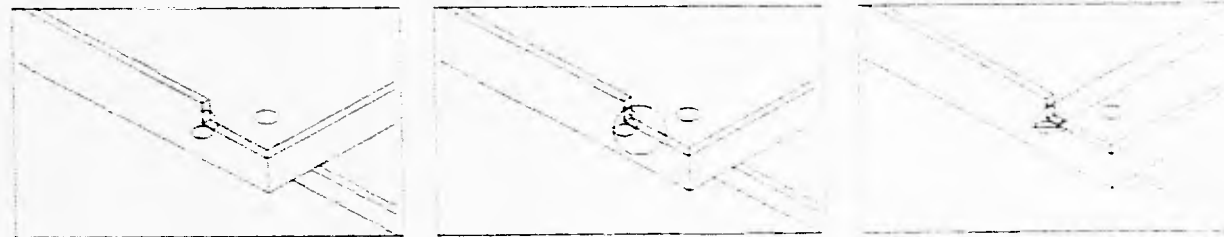






Con el comando "ARRAY" copia el estante 2 veces a 30 cm. de distancia. Posteriormente corta las líneas que irán ocultas. Acércate al extremo del segundo estante para dibujar la cuerda.

Apoyándote en 2 círculos isométricos de 12 unidades de diámetro calcula el comportamiento de la cuerda y traza las líneas resultantes. Posteriormente borra las líneas auxiliares y corta las líneas que irán ocultas.

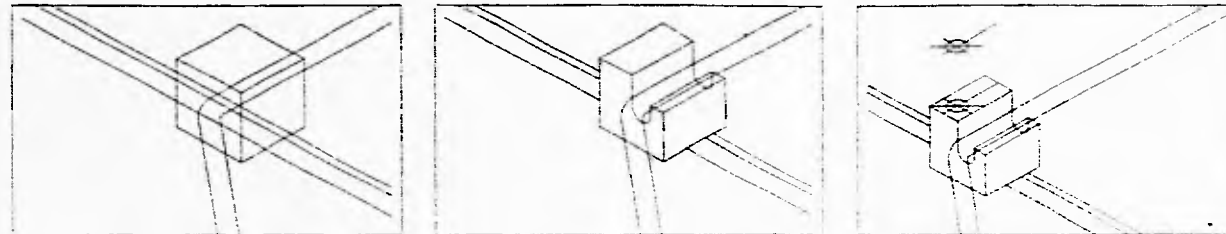


Al igual que los estantes copia la cuerda 2 veces a 30 unidades de distancia y corta las líneas que irán ocultas.

Para trazar la cuerda que irá al otro extremo acércate al estante superior. Calcula la envolvente de la cuerda apoyándote en círculos Isométricos. Nuevamente copia y corta líneas ocultas.

Para dibujar los tacones de expansión acércate a una de las cuerdas. Dibuja la envolvente del tacón de fijación con un cubo Isométrico de 50 unidades por lado. Con líneas y un círculo isométrico traza el perfil del tacón, copia líneas y corta los sobrantes para definir el tacón.

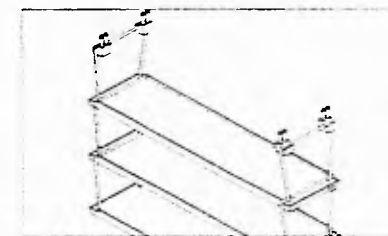
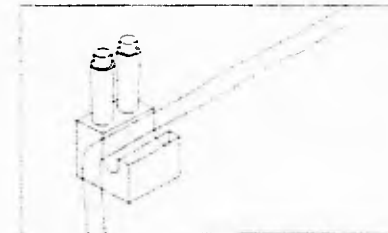




Con círculos isométricos dibuja el taquete de expansión. Copia el taquete de expansión y el tacón de fijación las veces necesarias para representar al segundo tacón de fijación.

Para dibujar el otro par de tacones copia el primero de ellos para ubicarlo en la cuerda del otro extremo.

Moviendo líneas y círculos define el tacón de fijación y cópialo al otro lado de la cuerda. Corta las líneas ocultas.

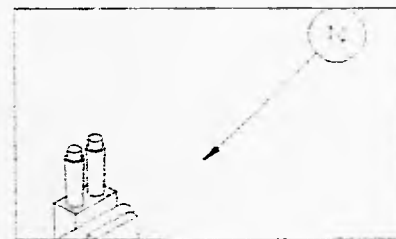


### 31 Utiliza bloques con atributos

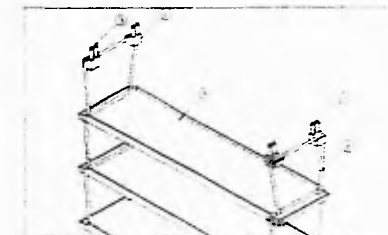
El siguiente paso es crear un bloque con atributos para indicar el número de pieza. Para esto utiliza una línea un círculo una polilínea de anchura variable y el comando "ATTDEF". Dale al bloque generado el nombre de "NUMPZA". El punto de inserción defínelo al final de la flecha.

```
: ad » » j » mc » (señala el centro del círculo) « N »
numero de pieza » 1 »
```

Inserta los bloques necesarios para cada una de las piezas especificando su respectivo número.



Inserta el cuadro de referencias cambiando el nombre y número de plano. Elimina la escala, unidades de acotación y sistema por no ser aplicables a la perspectiva isométrica.



Con los comandos "LINE", "DTEXT", "ARRAY" forma el cuadro para la lista de materiales.

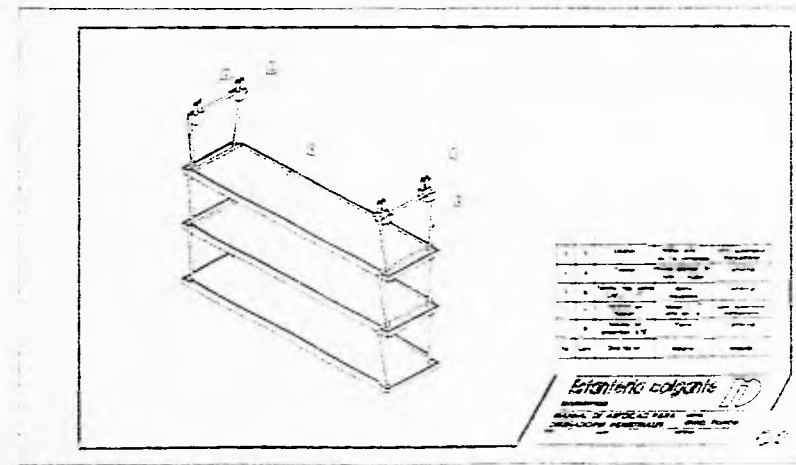
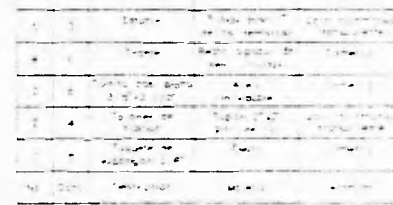
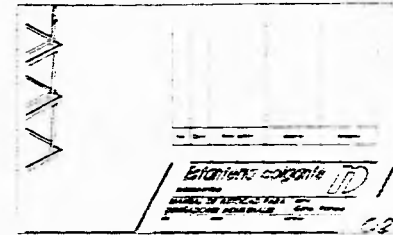
Con "DDEDIT" edita los textos para definir los materiales.

: ed > (señala textos) (edita en la caja de diálogo)  
(señala "ok" en la caja de diálogo)

Con la opción "EXTEND" del comando "ZOOM", visualiza y graba el plano concluido.

### 32 Evita el uso de "QUIT"

Aún cuando el comando "QUIT" presenta mensajes de advertencia si el archivo ha sido modificado, es conveniente salirse del programa con el comando "END". Este comando graba el dibujo al salir y genera un archivo de respaldo con la extensión BAK. Si se necesitara la versión anterior del dibujo basta renombrar el archivo agregando la extensión DWG.



## 4.2. MONTACARGAS DOMESTICO.

Este proyecto fue hecho en colaboración con Raymundo Serrano y Gustavo Paredes.

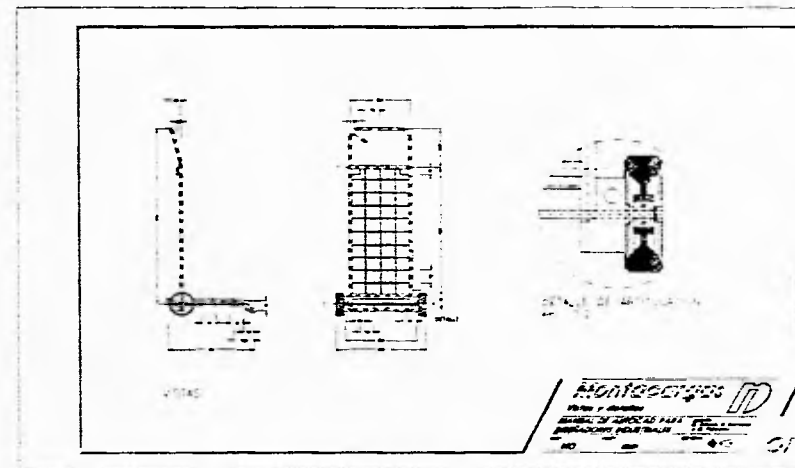
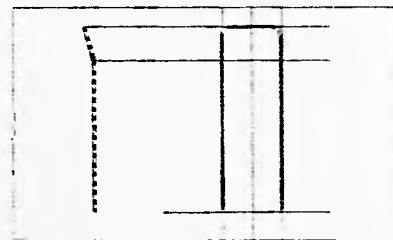
A diferencia del ejercicio anterior utilizaras un modelo en tercera dimensión para apoyarte en el despiece explosivo.

Para iniciar el dibujo utiliza las mismas características para su preparación usadas en el ejercicio anterior.

### 33 Aprovecha los ejes de simetría

Dibuja las vistas frontal y lateral. Debido a que el montacargas está principalmente construido por varillas y tubos basa la construcción en sus respectivos ejes de simetría.

Para la vista frontal dibuja líneas auxiliares que definan los ejes del tubo del respaldo y el eje de la pieza (Este eje de simetría es equivalente al eje de simetría de todo el producto en su vista frontal).



Traza una polilínea apoyándote en las líneas auxiliares en torno de U invertida. Con "FILLET" define el eje de los dobles y con "OFFSET" define los límites del tubo.

Traza el eje del tubo en su vista lateral a la izquierda de la vista frontal. a 200 unidades del eje superior traza una línea que represente el eje del dobléz del respaldo. con una línea a 105 grados define el dobléz lateral del tubo que forma el respaldo.

Con el comando "OFFSET" y un arco define el contorno del tubo en su vista lateral.

: a » s » (señala fin de línea) « e » (señala fin de la otra línea) « r » 8 »

### 34 Utiliza la rutina DLINE.LSP para líneas dobles

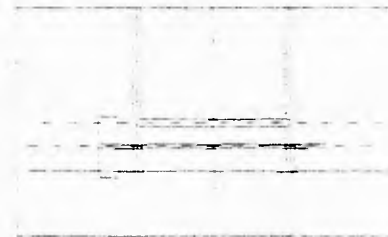
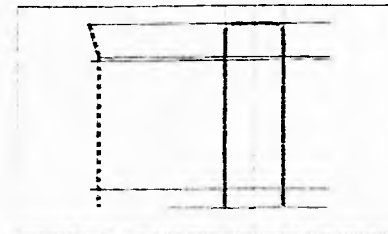
AutoCAD incluye una rutina para crear líneas dobles llamado DLINE.LSP el cual puede ser cargado con "APpload". En este momento es sumamente útil para dibujar los tubos y las varillas.



En la vista frontal traza los tubos travesaños a 200 y 900 unidades del eje superior.

: dline » w » 16 » (señala primera intersección) « (señala la otra intersección) « »

A continuación dibuja el eje del montacargas el cuál tiene un largo de 450 unidades.

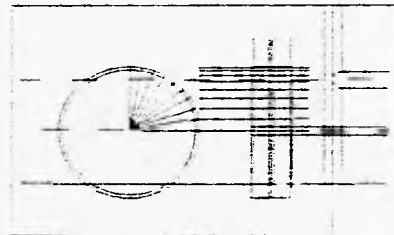


Con un rectángulo traza la envolvente del rodamiento en el extremo izquierdo del eje.

: rt » (señala primera intersección) « (señala segunda intersección) «

Para trazar la huella del rodamiento es necesario auxiliarte de un círculo que represente la vista frontal del rodamiento.

Con la opción "polar" del comando "ARRAY" traza 10 líneas radiales. Los puntos donde interceptan estas radiales con el círculo indican las distancias de la huella de rodamiento.



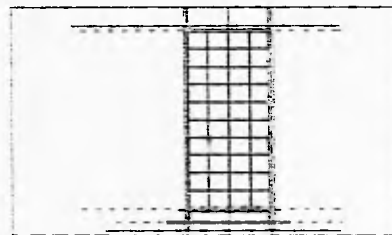
Haciendo los cortes necesarios define la mitad del rodamiento. Para copiar este dibujo al resto de rodamiento vuelve a utilizar la opción "polar" del comando "ARRAY".



En la vista frontal de rodamiento traza una polilínea que indique el perfil de la huella de rodamiento. Posteriormente borra las líneas radiales.

Dibuja el resto de la rueda a base de círculos.

Haz un bloque para la vista frontal del rodamiento y un bloque para la vista lateral con los nombre "RODFRN" Y "RODLAT" respectivamente.

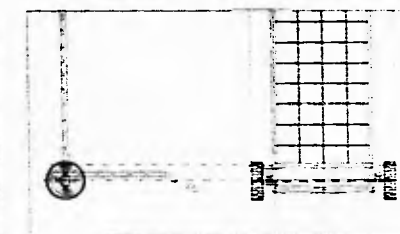
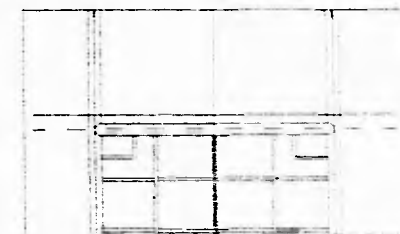
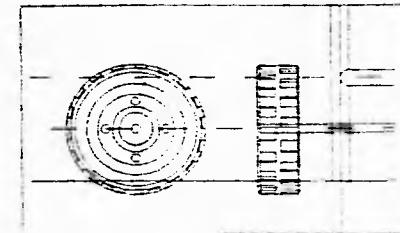
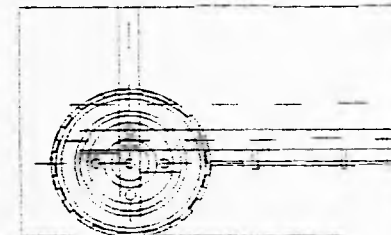
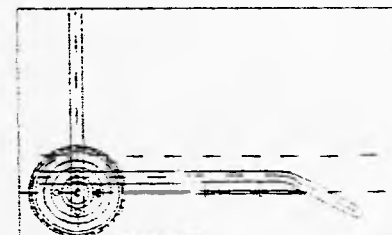
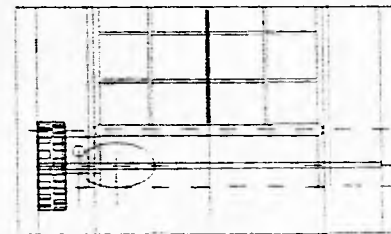


Dibuja las varillas que forman la rejilla del respaldo.

A continuación dibuja los ganchos del respaldo. Para definir la base apóyate en la vista lateral con el fin de reflejar los ejes de los tubos en la vista frontal.

Apoyándote en una elipse representa el dobléz del tubo de la base ya que esté no es paralelo a la vista. Posteriormente copia el rodamiento y corta las líneas que deban ir ocultas.

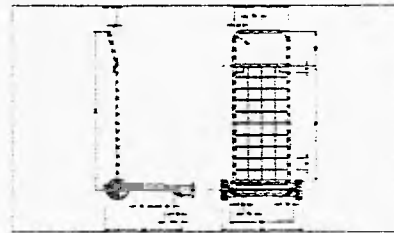
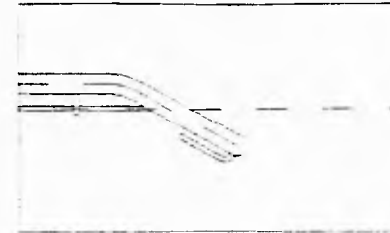
En la vista lateral inserta la vista frontal del rodamiento. A continuación dibuja las varillas que componen la rejilla de la base.



Explota el bloque de la vista frontal del rodamiento para cortar las líneas que deban ir ocultas.

Dibuja los ganchos del respaldo y la base. Dibuja el pedal, regatones y remates de los tubos en ambas vistas.

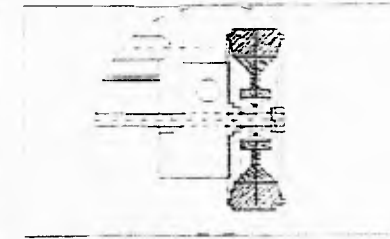
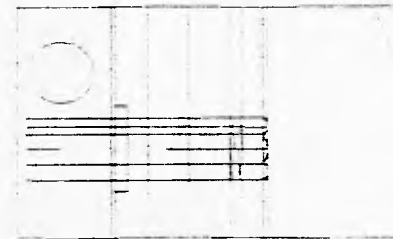
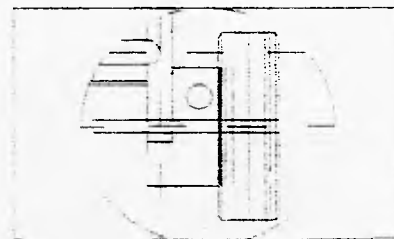
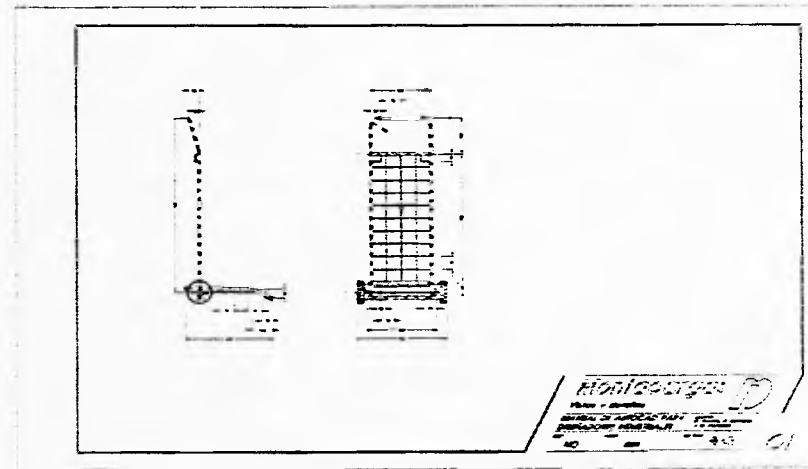
Acota las vistas e inserta el cuadro de referencia para ubicar las vistas. Copia el área de articulación del montacargas para dibujar el detalle.

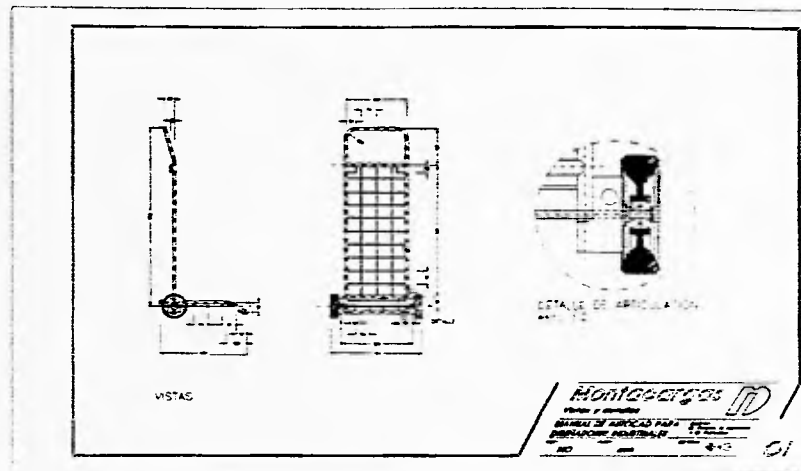


Haciendo un corte al rodamiento especifica el detalle constructivo a la fijación de la llanta.

Aumenta el tamaño de este detalle 5 veces y colócalo a la derecha de las vistas.

Por último agrega las leyendas correspondientes a las vistas y al detalle de articulación.





### **35 Crea un modelo en tercera dimensión (alambre)**

Para la generación del despiece explosivo usarás un modelo en tercera dimensión. Más adelante utilizarás el comando "VPOINT" y la rutina "PROJECT.LSP" para aprovechar el modelo.

Genera un nuevo dibujo para trabajar el modelo en tercera dimensión

### **36 Activa el icono del UCS al trabajar en 3a. dimensión**

Al trabajar en dos dimensiones el icono del Sistema de Coordenadas puede resultar interferente. Sin embargo, al trabajar en 3a. dimensión el ícono nos informa sobre el plano en que estamos trabajando.

### **37 Define el Punto de Vista para trabajar en perspectiva isométrica**

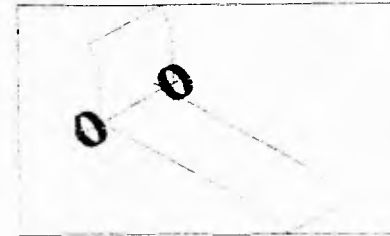
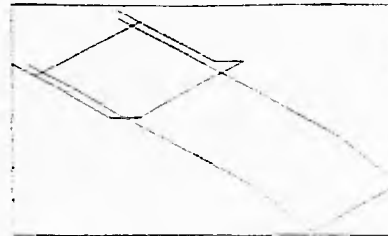
Como primer paso para elaborar el modelo activa el icono del sistema de coordenadas y mueve el punto de vista a (1,1,1).

Traza una polilínea en tercera dimensión que represente el eje de los tubos tanto de la base como del respaldo. Gira 90 grados la polilínea que representa a la base.



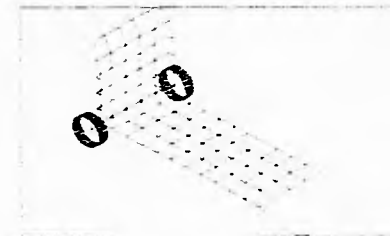
### **38 Aprovecha los Sistemas de Coordenadas predefinidos**

En tercera dimensión se trabaja con diferentes Sistemas de Coordenadas. Usa los Sistemas de Coordenadas predefinidos.



Cambiando el sistema de coordenadas haz un círculo con un espesor de 38 unidades y una elevación de 22.5 unidades para representar los rodamientos.

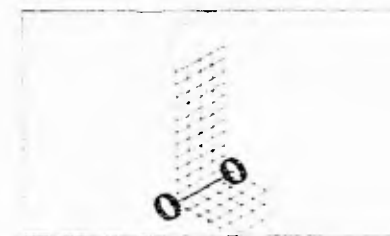
Traza líneas paralelas para indicar la rejilla del respaldo. De igual modo traza líneas correspondientes para representar la rejilla de la base.



### **39 Genera Sistemas de Coordenadas Personalizados**

Con el comando "UCS" crea un Sistema de Coordenadas paralelo al dobléz del tubo y así poder representar los dobleces del tubo. Repite el procedimiento para el dobléz del respaldo.

Gira las entidades dibujadas de manera de que el modelo sea visto desde arriba en su posición normal de trabajo.



### **40 Haz proyecciones del modelo desde la vista en uso**

Define el sistema de coordenadas ajustándola a la vista actual y así poder aprovechar la rutina "PROJECT.LSP" que viene incluido en el subdirectorio "SAMPLE" del directorio "ACAD".

Con esta rutina crea el bloque "MCISO" el cuál te ayudará a hacer el despiece explosivo estableciendo como punto de inserción la mitad de la línea que representa al eje.

Graba el dibujo del modelo como "MCMOD".

### **41 Genera archivos de dibujo con WBLOCK**

Con "WBLOCK" graba el bloque "MCISO" generando un archivo con el mismo nombre. Este archivo podrá ser insertado en otros dibujos.

## 42 Prepara el despiece explosivo

Abre el archivo "MCISO". Con el comando "OFFSET" indica el grosor de los tubos y graba el dibujo.

Abre un nuevo dibujo al que llamaremos "MC02".

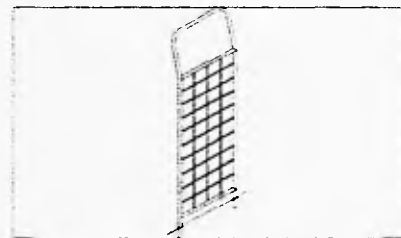
## 43 En un despiece explosivo, graba cada pieza en un bloque.

Inicia dibujando la base del montacargas. Inserta el dibujo "MCISO" en el punto de inserción (0,0).

Explotando el bloque deja únicamente las líneas que necesitas para crear la base del montacargas.

Con círculos isométricos define los límites del tubo y el dobléz de las varillas. Posteriormente da el grosor a las varillas y corta las líneas ocultas.

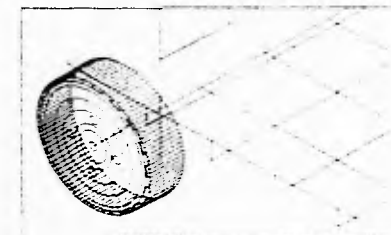
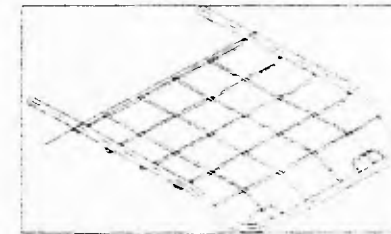
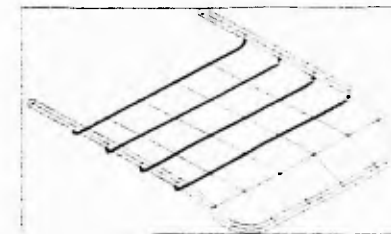
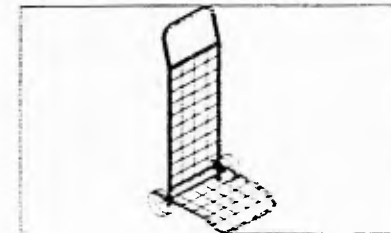
Elabora los ganchos de la base y guarda el dibujo en un bloque con el nombre de "BASE".



Dibuja el respaldo. Inserta el bloque "MCISO" en el punto base (0,0), explótalo y elimina las líneas que no necesitas para dibujar el respaldo. Utiliza el mismo procedimiento que usaste en la base. Genera el bloque "RESPALDO".

Dibuja el rodamiento. Para generar el bloque del rodamiento salva el archivo "MCISO" y vuelve abrir el archivo "MCMOD" (el archivo que contiene el modelo en tercera dimensión) y acércate a los círculos que representan los rodamientos.

Con un sistema de coordenadas paralelas al círculo inserta el bloque de la vista frontal del rodamiento generado en las vistas.



Asigna a la polilínea que representa la huella del rodamiento un grosor de menos 17 unidades y cópialo con una elevación menor con el fin de representar la huella del rodamiento.

Explota el bloque y ajusta las elevaciones de los círculos.

Haz una polilínea en tercera dimensión apoyándote en los cuadrantes de los círculos. Con esa polilínea genera una superficie revolucionada.

Vuelve a utilizar la rutina "PROJECT.LSP" para generar el bloque "RODISO" del rodamiento en isométrico utilizando "WBLOCK".

Abre nuevamente el archivo "MC02".

Inserta el bloque "MCISO" y el bloque "RODISO" en el lugar correspondiente de "MCISO". Elimina el bloque "MCISO" y explota el bloque "RODISO".



Borra y corta las líneas necesarias para representación en Isométrico del rodamiento.

Genera el bloque "RODAM", inserta "MCISO" e impórtalo para generar el eje de rodamiento.

Genera el bloque "EJE". Con círculos isométricos simula la cuerda de cada uno de los extremos.

Apoyándote de nuevo en el punto base genera los bloques "REGATON" y "REMATE".

Dibuja el pedal. Inserta el bloque "BASE" para generar el pedal y crear el bloque correspondiente.

Tomando como referencia el bloque "EJE" genera los bloques "TUERCA" Y "RONDPRES" para la tuerca y rondana de presión respectivamente.

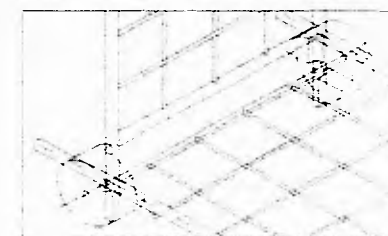
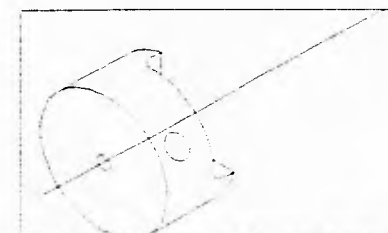
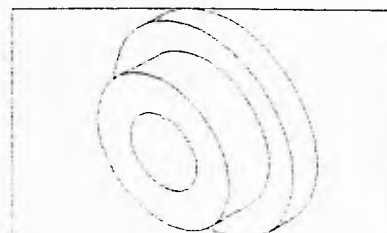


Con los bloques "EJE" y "RODAM" genera el bloque correspondiente al separador dándole el nombre de "SEPARIZQ".

Usa "SEPARIZQ" para generar el separador derecho a cuyo bloque se le asignara el nombre "SEPARDER".

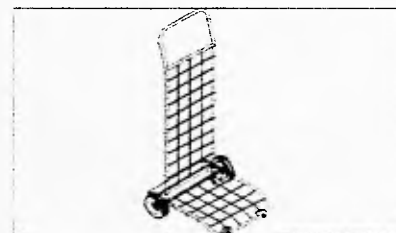
Con los bloques "RESPALDO", "EJE" y "SEPARIZ" dibuja la articulación izquierda generando el bloque "ARTICIZQ".

Utiliza "ARTICIZQ" para generar el bloque "ARTICDER" para la articulación derecha.



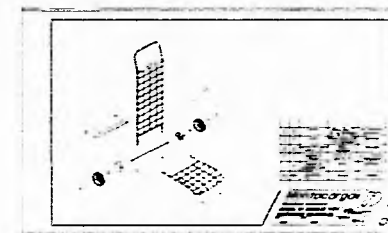
#### **44 Distribuye las piezas generadas**

Inserta todos los bloques generados y copia los bloques correspondientes al rodamiento, remates, regatones, tuerca y rondana de presión para colocarlos en su lugar definitivo.



Inserta el bloque correspondiente al cuadro de referencias y explótalo para cambiar los datos necesarios.

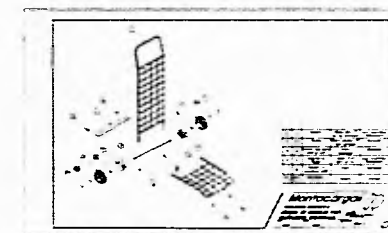
Con el modo ortogonal distribuye las piezas para crear el despiece explosivo.



#### **45 Edita los atributos de un bloque**

Aprovechando el bloque con atributos "NUMPZA" del ejercicio anterior, asigna número a las piezas del montacargas.

: <ae « (señala bloque "numpza") » (cambia el valor en la caja de diálogo) (señala "ok" en la caja de diálogo) »

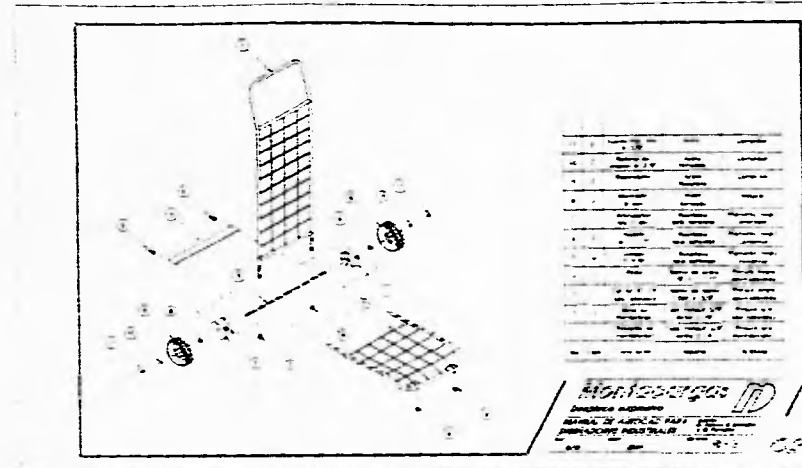


Del ejercicio anterior aprovecha también la lista de materiales insertándolo en el dibujo.

Con la capa "C" dibuja las líneas de desplazamiento.

Por último edita la lista de materiales con los datos correspondientes del montacargas.

Graba el dibujo.



### 4.3. REPISA SEMICHATA PARA AUTOBÚS

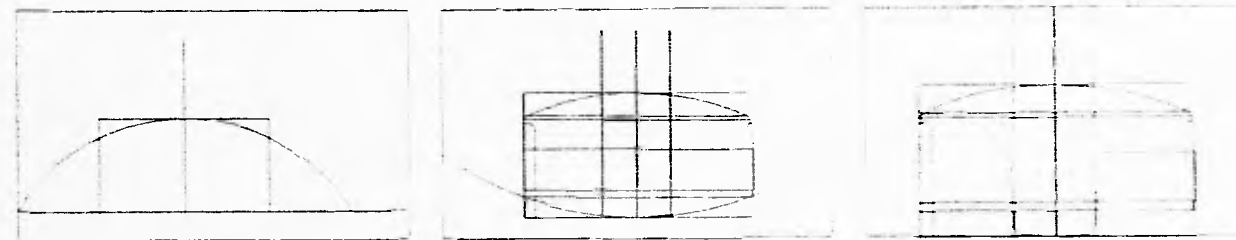
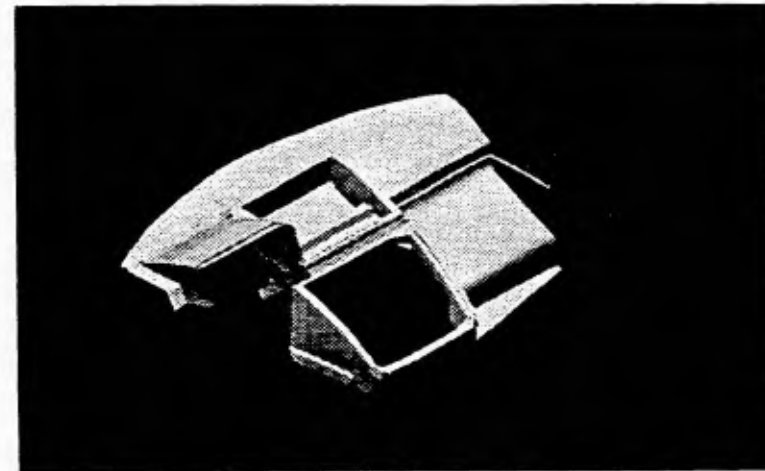
El siguiente proyecto es propiedad de CARROCERAS PRECONSTRUIDAS S.A. DE C.V. y por sus características lo consideré apropiado para mostrar la tercera dimensión.

El objetivo en esta ocasión es construir un modelo a base de las vistas de la repisa semichata para autobús.

#### 46 Usa las vistas para generar el modelo

En ocasiones solo se cuenta con la información de las vistas y los cortes. La repisa semichata cuenta con las vistas superior, lateral izquierda, lateral derecha, corte A-A y sección B-B.

Inicia el modelado dibujando la vista superior de la pieza. Utiliza arcos, líneas y círculos como en los ejercicios anteriores en una capa que llamaremos "SUP"



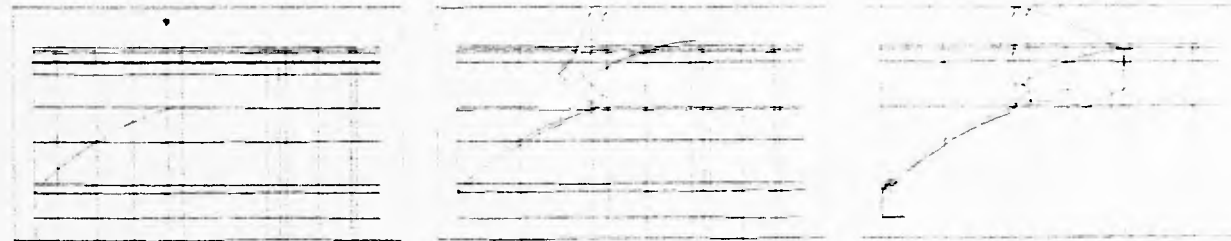
Genera las capas "CAA", "LTI", "LTD", y "SBB" para utilizarlas en forma similar en el corte A-A, vista lateral izquierda, vista lateral derecha y sección B-B respectivamente.

#### 47 Crea comandos cortos para girar el sistema 90°

Con el comando "UCS" gira el sistema de coordenadas 90 grados con relación al eje Y. Graba ese sistema de coordenadas como "CAA". También puedes generar comando cortos para girar el sistema 90°, 180° o 270° agregando el siguiente texto en el comando "CORTOS.LSP":

```
(defun c:ux0 () (command "ucs" "x" "90" ""))  
(defun c:uy0 () (command "ucs" "y" "90" ""))  
(defun c:uz0 () (command "ucs" "z" "90" ""))  
(defun c:ux1 () (command "ucs" "x" "180" ""))  
(defun c:uy1 () (command "ucs" "y" "180" ""))  
(defun c:uz1 () (command "ucs" "z" "180" ""))  
(defun c:ux2 () (command "ucs" "x" "270" ""))  
(defun c:uy2 () (command "ucs" "y" "270" ""))  
(defun c:uz2 () (command "ucs" "z" "270" ""))
```

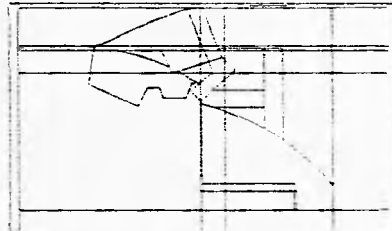
Posteriormente dibuja el corte "A-A" el cual pasa por el centro de la pieza



Dibuja la vista frontal. Girando el eje X 90 grados obtén un nuevo sistema de coordenadas al que llamaremos "LRN" para recordarnos que será la vista frontal.

Con ese sistema de coordenadas dibuja la vista frontal.

Dibuja la vista lateral izquierda. Llama al sistema de coordenadas "CAA" y fija el punto de origen en (0,0,1183). Nombra a este sistema de coordenadas "LTI".



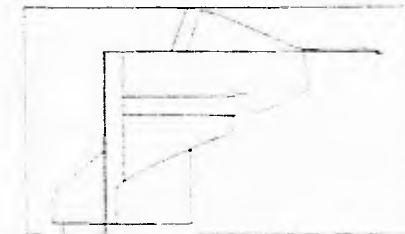
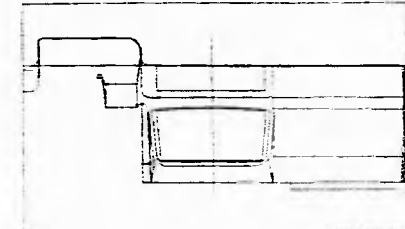
Con este sistema de coordenadas genera la vista lateral izquierda.

Dibujando la vista lateral derecha. Coloca el sistema de coordenadas en el punto (0,0,-2368).

En este sistema genera la vista lateral derecha.

Salva el sistema de coordenadas como "LTD".

Dibujando la sección B-B. Coloca el punto de origen en (0, 0, 70), genera la sección B y graba el sistema de coordenadas como "SBB".

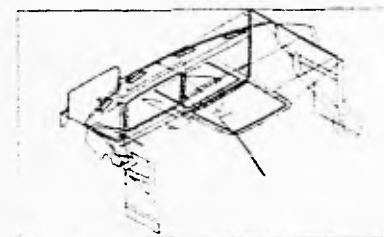


## **48** Trabaja en perspectiva

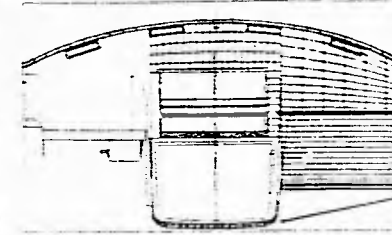
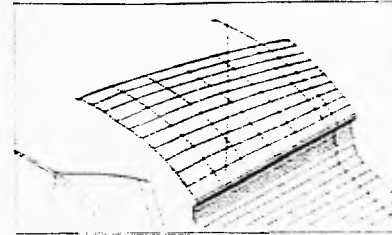
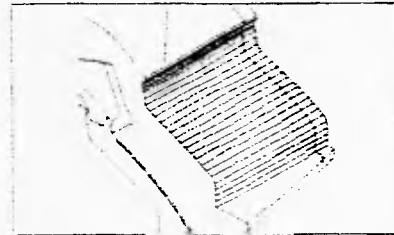
Con el comando "VPOINT" coloca el punto de vista de manera que puedas ver el objeto en perspectiva y tengas una mejor concepción del objeto. Graba esa vista como "ISO".

Utilizando líneas auxiliares y copiando entidades de las vistas, genera las primeras caras en tercera dimensión para darle cuerpo a la ceja.

Con el comando "TABSURF" genera la pendiente que va junto a la ceja.







Con el comando "RULESURF" genera la superficie superior.

El comando "3DFACE" te permite dibujar las caras en tercera dimensión de difícil generación por los comandos "RULESURF", "REVSURF" o "TABSURF".

: 3D » (señala primera esquina aprovechando las intersecciones) « (señala la segunda esquina) « (señala la tercera) « (señala la cuarta)

Con estos 3 comandos genera el resto de las superficies.

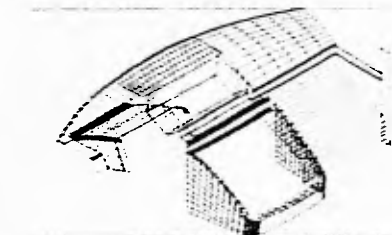
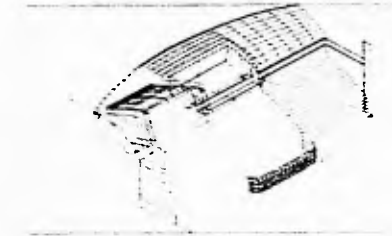
#### **49 "Modifica" las superficies regladas**

Cuando es necesario edita los vértices de estas superficies en tercera dimensión.

Para editar las superficies regladas, simplemente elige la superficie con el cursor y aparecerán las "agarraderas". Al señalar cada agarradera podrás "estirar" la superficie como lo necesites.

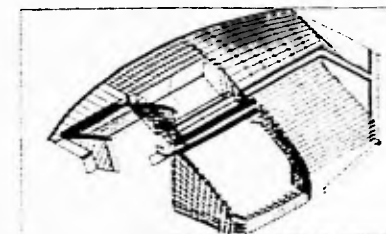
#### **50 Elimina las caras sobrantes**

En ocasiones es necesario explotar las superficies y borrar las caras sobrantes. Para hacerlo deberás "explotar" la entidad con el comando "EXPLODE" y borrar las caras necesarias. Usa esta opción solo cuando sea necesario pues tiene la desventaja de que la superficie original se descompone en muchas superficies pequeñas.



### **51 Asigna una capa a las superficies**

El asignar un nombre a la capa referida a entidades con características similares (en este caso las superficies) te permite filtrar más rápidamente y jugar con la visualización de dicha capa. Esta filtración y visualización de capas se puede realizar a través del comando "DDLMODES".



Otra ventaja de asignar capas a las superficies es el de definirle un color (o colores si son varias superficies) para que al aplicar el comando "RENDER" tengamos una idea más aproximada del producto.

Genera la capa "MODELO" y asígnala a todas las superficies.

### **52 Utiliza entidades de las vistas como líneas auxiliares**

La creación del modelo puede generarse a partir de las vistas utilizando las entidades como líneas auxiliares. Copiar arcos, polilíneas y líneas creadas en las vistas y moverlas a la elevación necesaria se utilizan para generar intersección y otros puntos de referencia para generar polilíneas y superficies.

Para crear las superficies de la parte del tablero que cubre los controles copia la polilínea que la representa en su vista lateral izquierda a las elevaciones correspondientes. Haz una polilínea en tercera dimensión valiéndote de las intersecciones para definir el contorno.

```
: 3p » (señala primer punto) « (señala segundo punto) « (señala tercer punto) « (señala cuarto punto) « »
```

### **53 Genera un Sistema de Coordenadas a partir de una entidad bi-dimensional**

Una manera fácil y rápida de crear un Sistema de Coordenadas sin especificar giros es apoyándose en entidades bi-dimensionales. Este método es sumamente útil cuando no conocemos el ángulo del nuevo Sistema de Coordenadas o cuando queremos ver una entidad en su real forma y magnitud, utilizando el comando "PLAN"

Con el comando "UCS" alinea el sistema de coordenadas con la opción "e" (entidad).

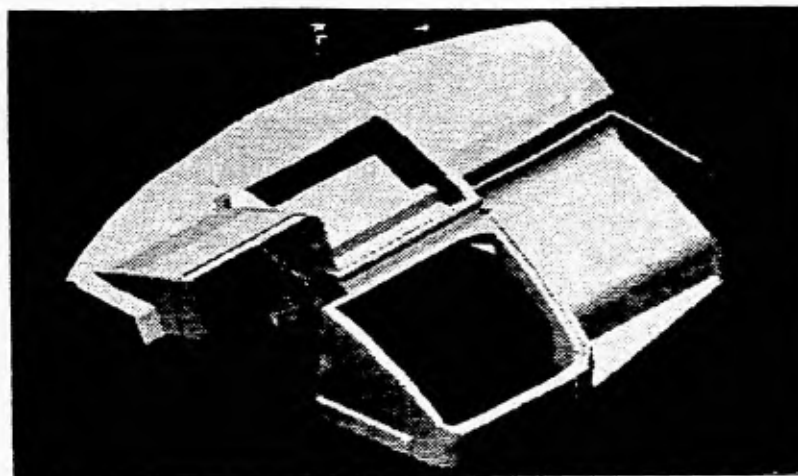
```
: uc » e » (señala polilínea en 3a. dimensión) «
```

Redondea los vértices de la polilínea con "FILLET". Posteriormente explota la polilínea y vuelve a crear una con la línea superior y las curvas generadas en el redondeo de vértices. Esta polilínea te permite generar la superficie superior de la parte del tablero que cubre los controles.

### **54** Resalta el volumen con el menú "RENDER"

Por último utiliza las opciones del menú "RENDER" para visualizar el modelo general. Aunque el comando "RENDER" cuenta con varias opciones utiliza por el momento los valores por omisión.

Graba el archivo.



## 4.4. CONCHA FRONTAL DE AUTOBUS

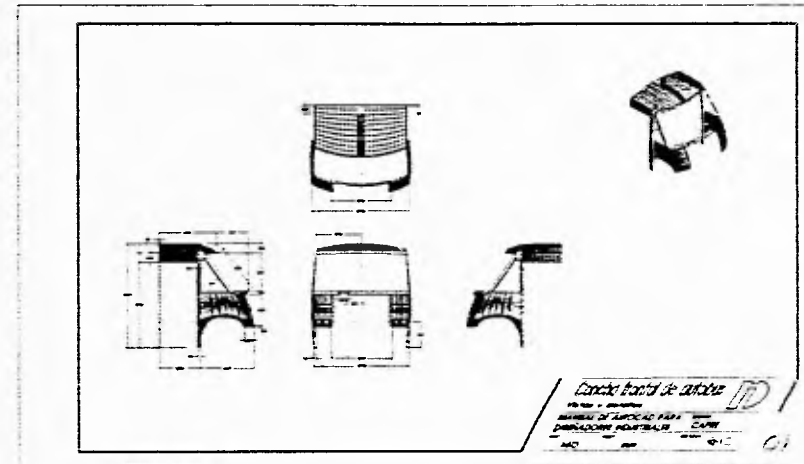
Este es el último ejercicio de aplicación del AutoCAD en proyectos de Diseño Industrial.

En esta ocasión se busca aprovechar las ventajas del Espacio Modelo y el Espacio Papel para obtener las vistas y perspectiva del producto.

El ejercicio consiste en la concha frontal de un autobus cuyo diseño también es propiedad de CAPRE S.A.

### **55** Elabora el modelo en tercera dimensión (superficie)

Empieza trazando líneas auxiliares en los diferentes sistemas de coordenadas.

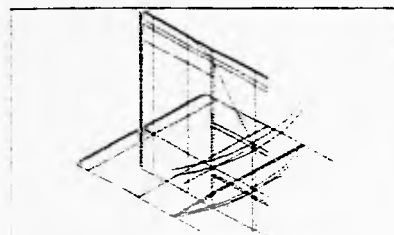


### **56** Crea comandos cortos para cambiar los Sistemas de Coordenadas

Nombra los sistemas de coordenadas de la siguiente forma: "sup" para la vista superior, "fron" para la vista frontal, "vli" para la vista lateral izquierda y "vld" para la vista lateral derecha. Con esto puedes crear los comandos cortos "us", "uf", "uli" y "uld" respectivamente agregando las siguientes líneas en tu archivo "CORTOS.LSP".

```
(defun c:us () (command "ucs" "r" "s" ""))  
(defun c:uf () (command "ucs" "r" "f" ""))  
(defun c:uld () (command "ucs" "r" "ld" ""))  
(defun c:uli () (command "ucs" "r" "li" ""))
```

Con la variable "tilemode" activa elige la disposición de cuatro ventanas, una más grande que las otras tres, para dibujar el modelo.



En las ventanas pequeñas visualiza tres de las vistas principales: frontal, superior y lateral izquierda usando el comando "plan" (o "pn").

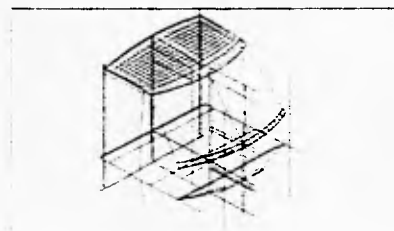
: pn >>>

En la cuarta ventana modifica el punto de vista de manera que puedas trabajar en perspectiva.

: vp > 1000,1000,1000 >

Graba esta vista con el fin de referirte a ella posteriormente.

vs > 150 >



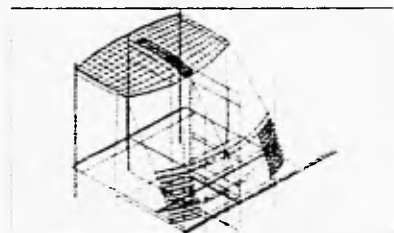
Con las curvas resultantes haz las mallas para representar el techo y el frente.

En las pared lateral y en la mitad del frente genera dos superficies a través del comando "EDGESURF".

: s > (señala primera curva generadora) < (señala la segunda curva)  
< (señala la tercera curva) < (señala la cuarta curva) <

Aprovechando las intersecciones de ambas mallas genera una tercera malla de de 4x10 caras utilizando el comando "3DMESH".

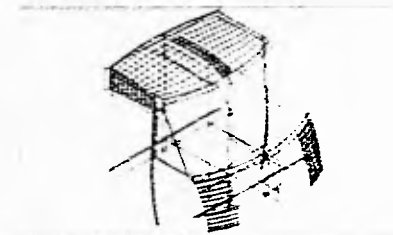
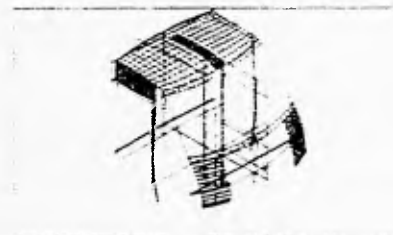
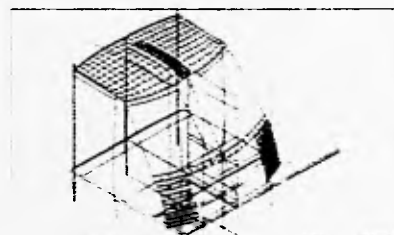
: 3m > 4 > 10 > (señala el vertice 0,0) < (señala el vertice 0,1  
... y así sucesivamente hasta llegar al vertice 4,10) <



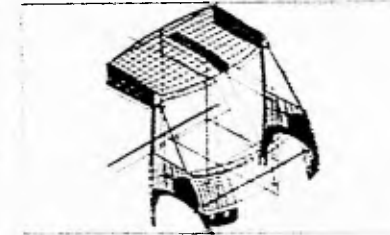
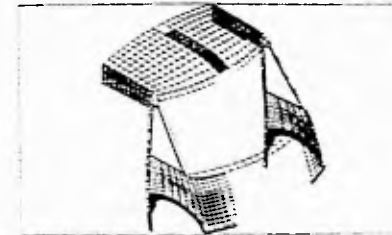
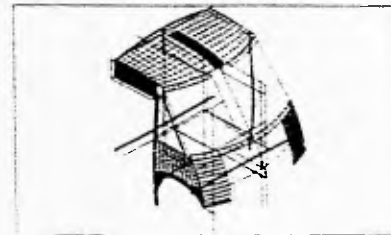
Edita la malla resultante con la opción "s" (smooth) del comando "pedit".

: pe > (señala la malla) < s <<<

Debido a la simetría de la pieza, muchas veces es suficiente hacer una de las mallas para reflejarla en el otro lado con el comando "MIRROR".



Con los comandos de tercera dimensión define el resto de las superficies.

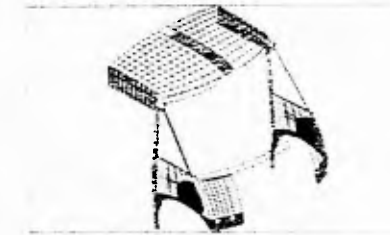


Para tener una visión más clara, utiliza el comando "HIDE" para ver la pieza ocultando aquellas líneas ubicadas atrás de las superficies.

: HI »

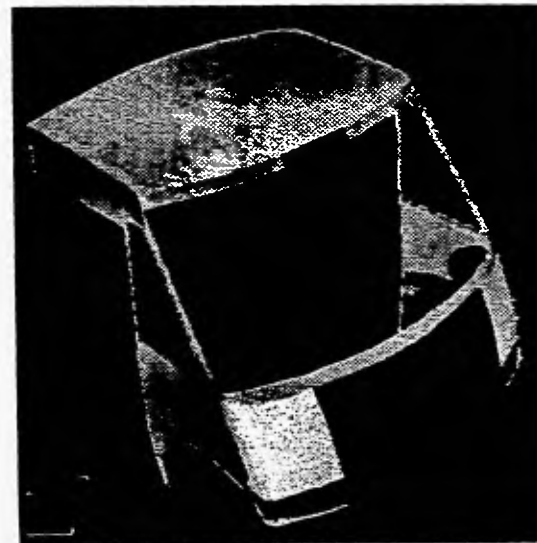
En las figuras se muestra el desarrollo del modelo.

Para representar las tapas laterales utiliza el comando "sol" para solidificar la polilínea que las representa. Posteriormente refléjala al otro lado de la pieza.



: so » (señala la línea que representa la tapa) « »

Para dar un mayor énfasis a la pieza utiliza tres diferentes capas a las que llamaremos "malla", "malla1" y "malla2". Asigna a cada capa un color distinto y cambia las propiedades de las superficies a las diferentes capas.



## 57 Interpreta las superficies con "RENDER"

Concluido el modelo usa la opción "Render" del menú del mismo nombre para ver la concha frontal del autobús de una manera más real.

Experimenta diferentes configuraciones usando la opción "preferences".

### **58** Obtén una perspectiva real

Para obtener una visión aún más real, utiliza la opción "distance" del comando "dview" para obtener una perspectiva tal como la verías a cinco metros de distancia.

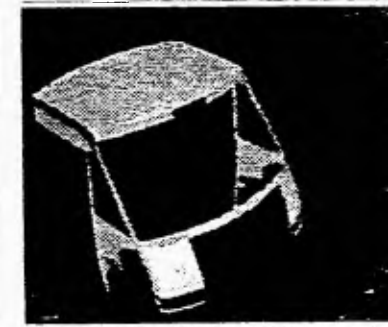
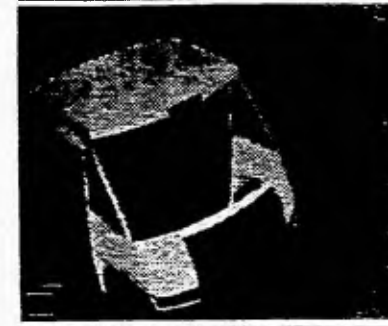
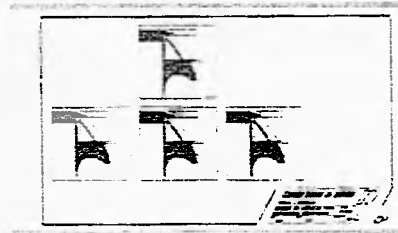
### **59** Modifica la apariencia del modelo

Con la opción "finishes" experimenta algunos acabados del modelo. Si no cuentas con el programa "Render-Man" estos acabados serán muy sencillos.

Con la opción "lights" prueba diferentes iluminaciones.

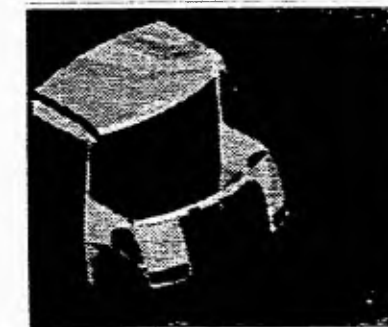
Graba el archivo.

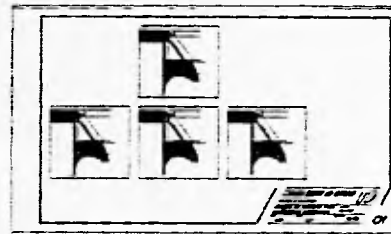
### **60** Utiliza el comando "PLAN" para dibujar las vistas, cortes y secciones



Desactiva el modo mosaico (tilemode) para poder crear las vistas a tu conveniencia.

Crea cinco "ventanas gráficas" (view ports) para poder generar las cuatro vistas principales y la perspectiva.





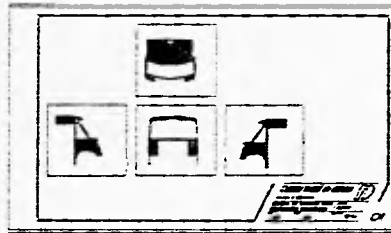
Cambiando al espacio modelo (mspace) señala cada una de las "ventanas gráficas".

En cada caso activa el Sistema de coordenadas correspondiente y con el comando "PLAN" presenta cada una de las vistas. Recuerda que ya "boceteaste" las vistas, corte y sección y de esta forma podrás afinarlas.

Con la opción XP del comando "zoom" ajusta las vistas de las ventanas a 1/50 de la escala del papel (0.02xp)

: z > 0.02xp >

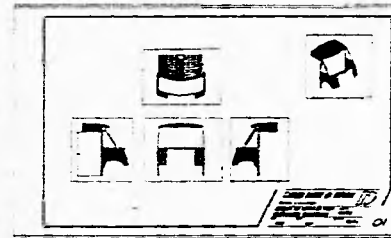
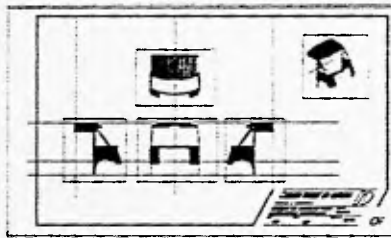
En la ventana de la perspectiva utiliza la vista (view) que salvaste como "iso".



Con el comando "dview" genera la perspectiva vista a cinco metros.

Cambia al espacio papel. Aprovechando las líneas de eje que hiciste en el modelo a partir del punto 0,0,0 alinea las "ventanas" de manera de que se presentaran en el sistema americano.

Genera una capa con el nombre "vent". Asigna a las "ventanas" esta capa con el fin de poder apagarla y no se vean en el dibujo ni se impriman.



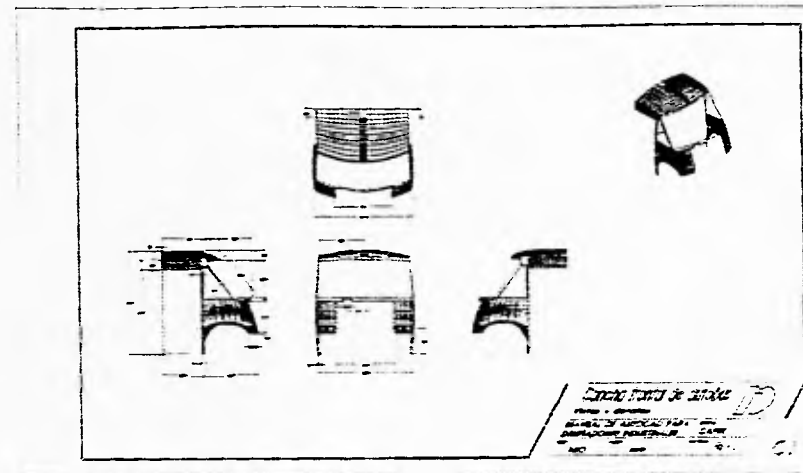
## **61** Acota el dibujo en base al modelo

El siguiente paso es acotar las vistas. Con el subcomando "dimlfac" del comando "dim" ajusta el factor de la acotación en base a la "ventana gráfica" activa



Concluye el dibujo poniendo títulos  
y las notas respectivas.

Graba el archivo.



## 5.- Perspectivas del uso del AutoCAD™ en proyectos de Diseño Industrial.

---

### 5.1. AutoCAD™ release 13

Al momento de la elaboración de este manual, Autodesk Inc. iniciaba la comercialización de la última versión de su programa base, AutoCAD™ release 13.

En esta versión Autodesk™ agrega una serie de características que buscan reducir su principal desventaja: su fría interfaz con el usuario. Aún cuando AutoCAD™ R11 y AutoCAD™ R12 ya podían visualizarse en el ambiente Windows™, AutoCAD™ R13 aprovecha mejor el ambiente gráfico que le ofrece este entorno. El precio que se paga es el de un mayor consumo de recursos de la computadora, lo que hace pensar que AutoCAD™ R12 seguirá presente en el mercado por uno o dos años más.

Entre las innovaciones de AutoCAD™ R13 se encuentran las siguientes:

#### *Facilidad de Uso*

El CD-ROM incluye tutoriales para usarse con el programa. Los comandos más utilizados están agrupados en barras de iconos flotantes. Cuando se necesita ayuda AutoCAD™ R13 la proporciona a través de sugerencias, ayuda sensitiva al contexto, en la barra de estado y en línea. Es posible definir teclas de aceleración, similar a los comandos cortos utilizados en este Manual. Se puede alcanzar una mayor personalización. Los dibujos guardan una imagen en mapa de bits para una previsualización antes de abrirlos.

AutoCAD™ R13 cuenta en esta ocasión con un mayor paquete de herramientas. Se pueden acomodar varias ventanas en el modo papel (Paper Space) o verificar el trazado impreso con la característica de previsualización.

La interfaz apoyada en el entorno Windows™ ha sido rediseñada para hacerla más amistosa. La reorganización de la pantalla facilita el encontrar y aplicar la herramienta necesaria. Se aprovecha la flexibilidad de "arrastrar y soltar" y los aceleradores de teclado de las barras de herramienta definidas por el usuario.

### **Mejores opciones de Dibujo**

Se integran nuevas entidades como líneas auxiliares, líneas múltiples (un comando que mejora la rutina DLINE.LSP), elipses y arcos elípticos verdaderos y curvas *splines* basadas en la tecnología NURBS, sumamente útil para diseños donde la suavidad de las curvas es importante, como en el asiento de un automóvil.

Los tipos de línea pueden incluir formas, usado en las instalaciones y croquis topográficos. Pueden insertarse párrafos con las características de un procesador de palabras, incluyendo un corrector ortográfico y el soporte de fuentes *TrueType* y *PostScript* tipo 1.

Los sombreados son asociativos y detectan "islas" lo cual se utiliza para señalar cortes y secciones. Existen más opciones para la acotación y los comandos son directos (no se requieren dos o más comandos para trabajar con ellos). Las referencias externas puede "cortarse" visualmente y se permite una mejor liga entre dibujos y bloques con el dibujo principal. El "renderizado" incluye un editor y una librería de materiales mejorando la compatibilidad con 3DStudio.

### **Características adicionales**

Otras de las características de AutoCAD™ R13 son las siguientes:

- \* Avanzado diseño, dibujo y detallado en dos y tres dimensiones.
- \* Modelado sólido en 3D integrado.
- \* Licencia Multiplataformas para DOS, Windows™ y Windows NT
- \* Soporte para UNIX.
- \* Interoperabilidad. La capacidad OLE de Windows™ permite la liga de datos con otras aplicaciones como una hoja de datos o un procesador de palabras, con AutoCAD™ R13 y viceversa. En forma similar, se puede guardar los archivos de manera que sean compatibles con AutoCAD™ R11 y AutoCAD™ R12. El formato .DWG permite el intercambio con otros productos de la familia AutoCAD™, como por ejemplo AutoCAD LT.
- \* Amplia compatibilidad de archivos. El intercambio de archivos de dibujo a través de diversas plataformas es fácil con los formatos .DWG y DXF™.

### **Perpectivas de la versión 13**

Ralph Grabowski, en el número de marzo de 1995 de la revista *CADence* presenta un análisis de AutoCAD™ R13 y lo que sugiere mejorar para un eventual AutoCAD™ release 14. En su veredicto, Ralph dice que AutoCAD™ release 13 quizá sea el "AutoCAD™ más poderoso" también podría ser el AutoCAD™ más inconcluso.

Entre las características más acabadas están:

- \* El manejo de texto
- \* La acotación
- \* La organización de dibujo
- \* El modelado sólido
- \* La documentación electrónica
- \* El manejo de Bases de Datos externo
- \* La integración de aplicaciones
- \* El apoyo de periféricos, y
- \* La distribución por CD-ROM

Las características que necesitarán otra versión de AutoCAD™ para ser concluidas son:

- \* Los tipos de línea
- \* Los comandos de construcción y edición
- \* El apoyo geométrico
- \* El intérprete de superficies o "Renderizado"
- \* La interfaz con el usuario y la personalización
- \* La tecnología OLE (Object Linking and Embedding)

Las características que tienen todavía camino por recorrer son las siguientes:

- \* El sombreado o "achurado" asociativo
- \* La compatibilidad con versiones anteriores.
- \* La licencia

## 5.2. 3D Studio™ y otros programas auxiliares.

La creciente demanda del programa AutoCAD™ ha obligado a Autodesk Inc. al desarrollo de programas auxiliares y complementarios. A continuación se presentan brevemente dichos programas.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

### **Productos CAD**

#### **AutoSketch para Windows.**

Es un paquete de dibujo de bajo costo en dos dimensiones. Compatible con AutoCAD™ y AutoCAD LT™.

#### **Generic CADD**

Es un paquete económico de dos dimensiones para DOS. útil para bocetos iniciales y diseños conceptuales

#### **AutoCAD LT para Windows.**

Es una versión adelgazada del programa principal AutoCAD™. fácil de usar y de bajo costo. El formato .DWG le da una perfecta compatibilidad con AutoCAD™.

### **Mejoras de AutoCAD™**

#### **AutoCAD™ IGES Translator**

El Traductor IGES de AutoCAD™ permite intercambiar, usar, y reutilizar dibujos creados por otros sistemas CAD. IGES es la norma de intercambio de datos del gobierno de Estados Unidos.

#### **Aemulus™ y Aemulusmf™**

Es un programa que hace compatibles AutoCAD™ y CADAM.

#### **Advanced Modeling Extension (AME)**

La Extensión de Modelado Avanzado (AME) mejora el boceteado en dos dimensiones y el modelado en tres dimensiones. Trabaja dentro de AutoCAD™ y hace más sencillo el modelado rápido de estructuras, los estudios de masa y el cálculo de áreas y volúmenes.

#### **AutoCAD™ Data Extension (ADE)**

Este programa permite el acceso simultáneo de dibujos, características y demás información contenida en la base de datos de los dibujos de AutoCAD™ R11 o R12. También permite un acceso a una interfaz intuitiva a la base de datos SQL.

#### **AutoVision™**

Es una aplicación fotorrealística compatible con 3D Studio, AutoCAD™ Designer y AutoSurf™. Incluye un editor de materiales y una mayor capacidad de iluminación.

### **Productos de Diseño Mecánico**

#### **AutoCAD™ Designer**

El programa brinda el poder del modelado para sólidos basado en AutoCAD™.

#### **AutoSURF™**

El programa integra la tecnología de superficies del NURBS al AutoCAD™ para el diseño de partes complejas en tercera dimensión. Incluye capacidades de CAD/CAM con características de 2D y 3D, modelado libre de forma y preparación para aplicaciones en maquinaria.

### **Autodesk Manufacturing Expert.**

El Experto de Manufactura Autodesk combina los programas AutoCAD™, AutoSURf™, AutoMill y Traductor IGES para obtener la tecnología del modelado de superficies y la programación de partes de 2 a 5 ejes para maquinaria de control numérico.

### **Productos Multimedia y de Visualización**

#### **3D Studio**

Es un paquete gráfico de calidad profesional para crear modelos en tercera dimensión de alta resolución, renderizados y animaciones. til para la simulación en la operación de los productos.

#### **Animator Pro**

Paquete de animación y pintura en dos dimensiones para crear imágenes fijas de alta resolución y animaciones. Continúa el 3D Studio al transformar archivos .SLD en presentaciones animadas.

La arquitectura abierta de AutoCAD y su integración al sistema operativo Windows™ ha permitido la participación de terceras partes quienes han enriquecido el programa de dibujo. El desarrollo de utilerías y programas complementarios y la construcción de dispositivos periféricos permiten la personalización y la especialización del programa. Para apoyar al usuario, Autodesk Inc. edita periódicamente su "Guía de Recursos AutoCAD™" (The AutoCAD™ Resource Guide).



## Conclusiones

---

El Programa AutoCAD™ se ha desarrollado a tal punto que se le considera líder en el Diseño asistido por Computadora basado en las PC's o Computadoras Personales. Si consideramos la enorme capacidad instalada las PC's, el programa AutoCAD™ se ha vuelto en una referencia obligada en el CAD y ha generado que a otros programas tomen el formato .DWG como un estandar de la industria.

Adicionalmente a la mercadotecnia y el capital invertido por Autodesk, Inc., considero los siguientes factores técnicos como la base de su crecimiento y aceptación mundial:

- La orientación del programa a las microcomputadoras, y en especial, a las Computadoras Personales o PC's, la plataforma más ampliamente difundida en el mundo;
- En consecuencia, la adaptación del programa al MS-DOS, el sistema operativo más conocido y utilizado;
- Su migración paulatina al sistema operativo Windows™ (a pesar de las altas exigencias de equipo y memoria); y
- La conservación de su característica de arquitectura abierta, esto es, su posibilidad de personalizar el programa.

El Diseño Industrial es un área que puede y debe aprovechar el enorme potencial de esta característica, como por ejemplo:

- Tablas antropométricas y ergonómicas pueden ser incluidas a través un menú personalizado y unas cuantas diapositivas ("slides").
- Una base de datos que incluya las presentaciones estandarizadas y/o comerciales de los diferentes materiales y su costo.
- Una lista con las características y propiedades de los diferentes plásticos.
- Una base de datos con los principales procesos industriales y acabados de los materiales más utilizados.
- Animaciones para la presentación del producto y/o descripción del funcionamiento.
- Bloques con sistemas y criterios de proporcionalidad, tales como la Región Aurea o el Nephualtzinzin.

Mientras que otros programas están orientados a la Arquitectura, la Ingeniería, la Geografía o el Dibujo Técnico, AutoCAD™ puede ser adaptado a las necesidades del Diseñador Industrial y de su area de trabajo.

La computación y el conocimiento de un programa CAD es ya una necesidad del Diseñador Industrial. Si tarde o temprano debemos conocer uno, ¿porqué no AutoCAD™?





## Glosario de términos

---

**ADI:** Iniciales de Autodesk Device Interface. Especificación de interfaz que permite a fabricantes, distribuidores y usuarios desarrollar manejadores de dispositivos para periféricos que trabajen en AutoCAD.

**Atributo:** Información textual asociada con la geometría de CAD.

**Automatización:** Proceso que incrementa la productividad sin gasto de energía humana.

**Binario:** Sistema numérico de base 2 que solo utiliza los dígitos 0 y 1.

**Bit:** Contracción de "Binary Digit" (dígito binario), es una señal de 0 o 1.

**Byte:** Secuencia de ocho dígitos binario (bits) que definen un carácter de memoria.

**Chip:** Elemento electrónico, generalmente de silicio, que integra dispositivos electrónicos (transmisores, diodos, resistencias y/o capacitores).

**Coprocésador:** Microprocesador complementario al principal que se destina al cálculo numérico.

**Cotas asociativas:** Cotas que automáticamente actualizan sus valores cuando la geometría asociada es modificada.

**Curva B-Spline:** Curva polinomial suavizada que pasa cerca de una serie de puntos de control.

**Espacio modelo:** Espacio donde se crea y se mantiene el modelo geométrico, complementario al espacio papel.

**Espacio papel:** Espacio donde se documentan los gráficos, como el cuadro de datos.

**Estación de trabajo:** Computadora que incluye un monitor y un teclado, dependiente de una computadora principal.

**Hardware:** Cualquier pieza física en la computación. Equipo.

**Interactividad:** Necesidad humana de comunicarse con un sistema de cómputo.

**Kilobyte:** Unidad de memoria equivalente a 1024 bytes.

**Mainframe:** CPU que posee muchas terminales usado para múltiples propósitos.

**Mapa de bits:** Representación digital de una imagen cuyos bits son referidos ("mapeados") en píxeles.

**Megabyte:** Unidad de memoria equivalente a 1024 Kilobytes.

**Microcomputadora:** Unidad dedicada que usan las computadoras para el hogar.

**Minicomputadora:** Situada entre las Microcomputadoras y los Mainframes, unidades dedicadas a un solo propósito.

**Modelo de alambre:** Representación bi o tridimensional de un objeto a través de los vértices de un objeto.

**Modelo de superficie:** Representación tridimensional de un objeto que incluye una descripción de la superficie del objeto.

**Modelo sólido:** Representación en computadora de una figura tridimensional totalmente cerrada.

**Periférico:** Equipo adicional que trabaja en conjunción con la computadora pero sin ser parte de ella.

**Pixel:** Elemento de dibujo ("Picture element"). Puntos que conforman la pantalla.

**Polilínea:** Entidad geométrica de AutoCAD compuesta por uno o más segmentos controlados como una sola entidad.

**Primitiva:** Modelo geométrico base a partir del cual se construyen modelos más complejos. Los modelos primitivos son puntos y líneas en modelo de alambre, y formas simples como hexaedros, conos y cilindros en modelos sólidos.

**Software:** Programas que se introducen en la computadora.

**Superficie tabulada:** Superficie reglada generada por una línea recta que se mueve paralela a través de una curva.

**Ventana gráfica:** Área delimitada en una pantalla que puede contener una "vista".

**Vista:** Representación gráfica de un dibujo bidimensional o un modelo tridimensional desde un lugar específico (punto de vista).



## Apéndice I: Referencia de trucos y recomendaciones.

Para aumentar la velocidad...

Nº.....	RECOMENDACION.....	Pag.....
2.....	Abre rápidamente el programa.....	37
6.....	Aumenta tu velocidad usando comandos cortos.....	38
9.....	Asigna nombres cortos a las capas.....	39
13.....	Minimiza el uso de "@".....	40
14.....	Elige rápidamente las intersecciones.....	41
19.....	Utiliza el modo de selección automática del cursor.....	44
20.....	Aprovecha la opción "fence".....	45
23.....	Utiliza nombres cortos para nombrar estilos de texto.....	48
25.....	Evita las preguntas de "STYLE".....	50
28.....	Cambia rápidamente los planos virtuales.....	51
47.....	Crea comandos cortos para girar el sistema 90°.....	66
56.....	Crea comandos cortos para cambiar los Sistemas de Coordenadas.....	71

Para aumentar la precisión...

Nº.....	RECOMENDACION.....	Pag.....
7.....	Define tus unidades de medida iguales a las unidades de dibujo.....	38
8.....	Ajusta el valor de los comandos "snap" y "grid".....	39
12.....	Utiliza líneas auxiliares.....	40
16.....	Aprovecha las vistas generadas.....	42
18.....	Cambia momentáneamente la variable de "osnap".....	44
19.....	Utiliza el modo de selección automática del cursor.....	44
29.....	Define distancias en isométrico con círculos auxiliares.....	51
33.....	Aprovecha los ejes de simetría.....	55
46.....	Usa las vistas para generar el modelo.....	65
48.....	Trabaja en perspectiva.....	67
52.....	Utiliza entidades de las vistas como líneas auxiliares.....	69
53.....	Genera un Sistema de Coordenadas a partir de una entidad bi-dimensional.....	69
60.....	Utiliza el comando "PLAN" para dibujar las vistas, cortes y secciones.....	74

Para personalizar AutoCAD...

Nº	RECOMENDACION	Pag.
1	Crea una rutina de comandos cortos	37
3	Ajusta el "mouse" al movimiento de tu mano	38
5	Utiliza el fondo negro	38
10	Aprovecha las Normas Oficiales Mexicanas	40
11	Asigna el color de las capas de acuerdo al grosor	40
21	Define las características para acotar	47
22	Mantén las cotas asociativas y actualizable	48
25	Evita las preguntas de STYLE	50
39	Genera Sistemas de Coordenadas Personalizados	60
47	Crea comandos cortos para girar el sistema 90°	66
56	Crea comandos cortos para cambiar los Sistemas de Coordenadas	71

Para mejorar la ergonomía...

Nº	RECOMENDACION	Pag.
3	Ajusta el "mouse" al movimiento de tu mano	38
4	Usa una mano para el "mouse" y otra para el teclado	38
5	Utiliza el fondo negro	38
11	Asigna el color de las capas de acuerdo al grosor	40
36	Activa el icono del UCS al trabajar en 3a. dimensión	59

Para aprovechar los "bloques"...

Nº	RECOMENDACION	Pag.
15	Genera los bloques 1:1	15
31	Utiliza bloques con atributos	53
35	Crea un modelo en tercera dimensión (alambre)	59
40	Haz proyecciones del modelo desde la vista en uso	60
41	Genera archivos de dibujo con WBLOCK	60
43	En un despiece explosivo, graba cada pieza en un bloque	61
45	Edita los atributos de un bloque	45
55	Elabora el modelo en tercera dimensión (superficie)	71

Para trabajar con polilíneas

Nº.....	RECOMENDACION.....	Pag.
17.....	Utiliza polilíneas.....	43
24.....	Convierte a una serie de líneas en polilínea.....	49

Para trabajar en isométrico...

Nº.....	RECOMENDACION.....	Pag.
27.....	Dibuja la perspectiva isométrica.....	51
28.....	Cambia rápidamente los planos virtuales.....	51
29.....	Define distancias en isométrico con círculos auxiliares.....	51
30.....	Genera círculos en isométrico.....	51
35.....	Crea un modelo en tercera dimensión.....	59
40.....	Haz proyecciones del modelo desde la vista en uso.....	60
41.....	WBLOCK genera archivos de dibujo.....	60
42.....	Prepara el despiece explosivo.....	61
44.....	Distribuye las piezas generadas.....	63
45.....	Edita los atributos de un bloque.....	63

Para trabajar con modelos en tercera dimensión...

Nº.....	RECOMENDACION.....	Pag.
35.....	Crea un modelo en tercera dimensión (alambres).....	59
36.....	Activa el icono del UCS al trabajar en 3a. dimensión.....	59
37.....	Define el Punto de Vista para trabajar en perspectiva isométrica.....	59
38.....	Aprovecha los Sistemas de Coordenadas predefinidos.....	60
39.....	Genera Sistemas de Coordenadas Personalizados.....	60
46.....	Usa las vistas para generar el modelo.....	65
47.....	Crea comandos cortos para girar el sistema 90°.....	66
48.....	Trabaja en perspectiva.....	67
49.....	"Modifica" las superficies regladas.....	68
50.....	Elimina las caras sobrantes.....	68
51.....	Asigna una capa a las superficies.....	69
52.....	Utiliza entidades de las vistas como líneas auxiliares.....	69
53.....	Genera un Sistema de Coordenadas a partir de una entidad bi-dimensional.....	69

55	Elabora el modelo en tercera dimensión (superficies).....	71
56	Crea comandos cortos para cambiar los Sistemas de Coordenadas.....	71
60	Utiliza el comando "PLAN" para dibujar las vistas, cortes y secciones.....	74

Para mejorar la apariencia...

Nº	RECOMENDACION.....	Pag.
54	Resalta el volumen con el menú "RENDER" .....	69
57	Interpreta las superficies con "RENDER".....	73
58	Obtén una perspectiva real.....	74
59	Modifica la apariencia del modelo .....	74

Para acotar...

Nº	RECOMENDACION.....	Pag.
21	Define las características para acotar .....	47
22	Mantén las cotas asociativas y actualizable .....	48
61	Acota el dibujo en base al modelo.....	75

Otras recomendaciones...

Nº	RECOMENDACION.....	Pag.
26	Graba el dibujo visualizándolo en su totalidad.....	50
32	Evita el uso de "QUIT".....	54
34	Utiliza la rutina DLINE.LSP para líneas dobles.....	56

## Apéndice II: Listado de distribuidores

A.G. SISTEMAS CAD, S.A. DE C.V.  
Sanchez Azcona 1567 local 3  
Col. del Valle  
México, D.F. 03100  
688-4521

AUTOTRAZO  
Mariano Escobedo 724 Desp. 503  
Col. Anzures  
México, D.F. 11590  
533-1187

BAI DIVISION COMPUTACION  
Av. Lomas Verdes 750 - 601  
Col. Lomas Verdes  
Naucalpan, Estado de México 53120  
343-9020

C+C ARQUITECTOS  
Lamartine 145-202  
Col. Polanco  
México, D.F. 11570  
531-8645

CADCAM DEL NORESTE  
Calzada Norwak 29  
col. del Razo  
Hermosillo, Sonora 83070  
916-213-1772

CENTRAL DE SOFTWARE  
Av. Revolución 1134 2º piso  
Col. San José Insurgentes  
México, D.F. 03900  
664-4980

ASICE  
Fuego 501 int. 101  
Col. Jardines del Moral  
León, Guanajuato 37160  
91-47-17-2800

AVANCE SISTEMAS  
Amsterdam 124-602  
Col. Hipódromo Condesa  
México, D.F. 07350  
211-6544

BITS & BYTES  
Piura 706  
Col. Lindavista  
México, D.F. 53390  
754-1669

CAD-CAM  
Blvd. Avila Camacho 700 1er. piso  
Col. Lomas de Sotelo  
México, D.F. 53390  
395-0628

CALCOMP MEXICO  
Plateros 7 2º piso  
Col. San José Insurgentes  
México, D.F. 03900  
598-5855

CIESA  
Puebla 218-203  
Col. Roma  
México, D.F. 06700  
514-7840

CIM CONCEPT  
Vía Gustavo Baz 281 B  
Fracc. Industrial San Nicolas  
Estado de México 54030  
310-8246

COMPLICAD  
Aurelio I. Callardo 427  
Col. Ladrón de Guevara  
Guadalajara, Jalisco 44680  
913-630-1591

COMPUDEC  
Local 2 ext. Futurama Tec. Mall  
Cd. Juárez, Chihuahua 32460  
91-16-17-9665

DATEC  
Llano 163  
Col. Fracc. Rincón de San Juan  
México, D.F. 14370  
671-9891

DIGIMAP DE MEXICO  
Misión de San Diego 1511-103  
Col. Zona Rio  
Tijuana, Baja California 22320  
91-66-84-0200

GDS DE MEXICO, S.A. DE C.V.  
Almendros 220  
Fracc. Lago Ilusiones  
Villahermosa, Tab. 80040  
91-93-12-7559

CNC DE MEXICO  
Av. Rio Churubusco 886  
San juab Aculco  
México, D.F. 09410  
633-9331

COMPUTACION ESPECIALIZADA  
Insurgentes Sur 1228-103  
Col. del Valle  
México D.F. 03210  
559-5555

DASOFT  
Tuxpan 60-B  
Col. Roma Sur  
México, D.F. 06760  
574-8357



DDEMESIS  
Gral. Antonio León 8  
Col. San Miguel Chapultepec  
México, D.F. 11850  
272-1585

ECCE-CAD  
Vía Asinaria 305  
Col. Fuentes del Valle  
Garza García, N.L. 66220  
918-378-4582

GRUPO ECI S.A. DE C.V.  
Tenancingo 319  
Col. Miras Centro  
Monterrey, N.L. 64460  
352-0594

INFOMEX  
Bivd. Avila Camacho 1305  
Col. Fracc. Florida  
Naucalpan Edo. de Méx. 53160  
360-3247

LOGICA E INFORMACION  
Santander 4008  
Col. Las Torres  
Monterrey, N.L. 64930  
91-83-57-2101

LOGOS, CAPACITACION Y ASESORIA  
Niños Heroes 3012-5  
Col. Jardines del Bosque  
Guadalajara, Jalisco 44520  
91-31-21-4235

MANUFACTURING SUPPORT  
Ejercito Nacional 533-501  
Col. Granada  
México, D.F. 11520  
250-2779

MEGAPLAN  
1ª Cda. de Xola 28  
Col. del Valle  
México, D.F. 03100  
687-7688

INFORMATICA PARA EL DISEÑO  
Av. San Antonio 100 F  
Col. Nápoles  
México, D.F. 03810  
682-8042

IR CAD  
Bivd. A. Lopez M. 1016 I. 106 Pte.  
Cto. Comercial Metroplaza  
Celaya, Gto. 38040  
91-46-13-4976

M. DISEÑO Y COMPUTACION  
Aniceto Ortega 1347-A  
Col. del Valle  
México, D.F. 03100  
534-6628

MCS  
Torres Adalid 707-201  
Col. del Valle  
México, D.F. 03100  
543-5365

MICRO 20 DE MONTERREY  
Jerónimo Siller 215  
Col. del Valle  
Monterrey, N.L. 66250  
918-335-0055

OPENIX  
Av. Nuevo Leon 253 Desp. 604  
Col. Escandón  
México, D.F. 11800  
277-6125

SISTEMARS  
Av. México 449  
Col. Sta Cruz Atoyac  
México, D.F. 03310  
605-8095

VECTORCAD  
Jaime Balmes 11 Edif. A  
Col. Los Morales  
México, D.F. 11510  
580-4207

PROSEC  
Perseo 38  
Col. Prado Churubusco  
México, D.F. 04230  
670-1998

VERTEX 2000  
Miguel Angel de Quevedo 17-11  
Condominio Zetas  
Col. La Granja  
Querétaro, Qro. 71180  
91-42-18-7000

## Apéndice III: Archivo CORTOS.LSP para comandos cortos

### Rutina en AutoLISP

En el desarrollo del presente Manual utilicé el archivo CORTOS.LSP donde generé comandos cortos para la mayoría de los comandos de AutoCAD. Transcribo a continuación la rutina en lenguaje AutoLISP para que pueda ser utilizado por el usuario.

```

(defun c:+ () (command "chprop" "previous" ""
"Layer"))
(defun c:- () (command "layer" "s"))
(defun c:< () (command "zoom" "d"))
(defun c:<ae () (command "ddatte"))
(defun c:<e () (command "ddemodes"))
(defun c:<ed () (command "ddedit"))
(defun c:<l () (command "ddlmodos"))
(defun c:<r () (command "ddrmodos"))
(defun c:<u () (command "dducs"))
(defun c:<z () (command "dormodes"))
(defun c:> () (command "open"))
(defun c:00 () (command "chprop" "previous"
"Layer" "0"))
(defun c:3d () (command "3dface"))
(defun c:3l () (command "3dline"))
(defun c:3m () (command "3dimesh"))
(defun c:3p () (command "3dpoly"))
(defun c:a () (command "arc"))
(defun c:ad () (command "attdef"))
(defun c:ads () (command "attdsp"))
(defun c:ae () (command "area" "e"))
(defun c:aed () (command "attedit"))
(defun c:aeX () (command "attext"))
(defun c:ap () (command "aperture"))
(defun c:ar () (command "array"))
(defun c:au () (command "audit"))
(defun c:b () (command "break"))
(defun c:ba () (command "base"))
(defun c:bl () (command "block"))
(defun c:bm () (command "blipmode"))
(defun c:c () (command "circle"))
(defun c:cf () (command "chamfer"))
(defun c:ch () (command "change" "auto"))
(defun c:e () (command "ellipse" "1"))
(defun c:cl () (command "color"))
(defun c:cm () (command "compile"))
(defun c:cn () (command "config"))
(defun c:d () (command "dim1"))
(defun c:da () (command "dim1" "ali"))
(defun c:db () (command "dim" "baseline"))
(defun c:dc () (command "dim1" "con"))
(defun c:dd () (command "ddimodes"))
(defun c:dh () (command "dim1" "horizontal"))
(defun c:di () (command "divide"))
(defun c:di () (command "dim1" "lea"))
(defun c:dl () (command "dolist"))
(defun c:dm () (command "dragmode"))
(defun c:dn () (command "dim1" "ang"))
(defun c:dnt () (command "dim1" "newtext"))
(defun c:do () (command "donut"))
(defun c:dr () (command "dim1" "rad"))
(defun c:ds () (command "dist"))
(defun c:dt () (command "dtext"))
(defun c:du () (command "dducs"))
(defun c:dv () (command "dim1" "vertical"))
(defun c:dW () (command "dview"))
(defun c:dx () (command "dxf"))
(defun c:dx () (command "dxf"))
(defun c:dxo () (command "dxfout"))
(defun c:e () (command "erase" "auto"))
(defun c:ec () (command "erase" "c"))
(defun c:ed () (command "ddedit"))
(defun c:el () (command "ellipse"))
(defun c:el () (command "erase" "T"))
(defun c:en () (command "end"))
(defun c:ep () (command "erase" "p"))
(defun c:es () (command "edgesurf"))
(defun c:ev () (command "elev"))
(defun c:ew () (command "erase" "w"))
(defun c:ex () (command "extend" "auto"))

```

```
(defun cfi () (command "fillet"))
(defun cfi () (command "fill"))
(defun cfo () (command "fillet" "r" "0"))
(defun cfi () (command "fillet" "r"))
(defun cig () (command "grid"))
(defun ch () (command "hatch"))
(defun chn () (command "handles"))
(defun chn () (command "hide"))
(defun chi () (command "insert"))
(defun chi () (command "igesin"))
(defun chgo () (command "igesout"))
(defun chd () (command "isodraw"))
(defun ch () (command "chprop" "auto"))
(defun ch () (command "chprop" "crossing"))
(defun ch () (command "chprop" "T"))
(defun ch () (command "chprop" "previous"))
(defun chw () (command "chprop" "window"))
(defun cik () (command "copy" "auto"))
(defun cik () (command "copy" "c"))
(defun cik () (command "copy" "T"))
(defun cik () (command "copy" "p"))
(defun ikw () (command "copy" "w"))
(defun cil () (command "line"))
(defun c? () (command "layer" "? " "T"))
(defun cla () (command "layer" "auto"))
(defun cla () (command "layer" "c"))
(defun cla () (command "layer" "d"))
(defun cln () (command "layer" "f"))
(defun cli () (command "list" "auto"))
(defun cli () (command "lins"))
(defun clm () (command "layer" "m"))
(defun cln () (command "layer" "n"))
(defun clo () (command "layer" "on"))
(defun clo () (command "layer" "off"))
(defun cls () (command "layer" "s"))
(defun clt () (command "layer" "T"))
(defun clts () (command "ltscale"))
(defun clty () (command "linetype"))
```

```
(defun clty () (command "layer"))
(defun clm () (command "move" "auto"))
(defun clm () (command "move" "c"))
(defun clm () (command "insert"))
(defun clm () (command "move" "T"))
(defun clm () (command "menu"))
(defun clmp () (command "move" "p"))
(defun clm () (command "mirror" "auto"))
(defun clms () (command "measure"))
(defun clms () (command "msk"))
(defun clmv () (command "move" "multiple"))
(defun clmw () (command "move" "w"))
(defun cln () (command "chprop" "previous" "Layer"))
(defun clw () (command "new"))
(defun clo () (command "offset" "auto"))
(defun clo () (command "ops"))
(defun clo () (command "ortho"))
(defun clo () (command "osnap"))
(defun clo () (command "pline"))
(defun clo () (command "pol"))
(defun clo () (command "pedit"))
(defun clo () (command "place"))
(defun clo () (command "plot"))
(defun clo () (command "plot"))
(defun clo () (command "point"))
(defun clo () (command "point"))
(defun clo () (command "purge" "all"))
(defun clo () (command "quit"))
(defun clo () (command "text"))
(defun clo () (command "rotate" "auto"))
(defun clo () (command "regenauto"))
(defun clo () (command "rotate" "c"))
(defun clo () (command "redo"))
(defun clo () (command "recrawl"))
(defun clo () (command "redraw"))
(defun clo () (command "regen"))
(defun clo () (command "regenall"))
(defun clo () (command "reinit"))
```

```
(defun clo () (command "rotate" "f"))
(defun clo () (command "resurf"))
(defun clo () (command "rename"))
(defun clo () (command "rotate" "c"))
(defun clo () (command "rset"))
(defun clo () (command "revsurf"))
(defun clo () (command "rotate" "w"))
(defun clo () (command "select" "auto"))
(defun clo () (command "scale" "auto"))
(defun clo () (command "sketch"))
(defun clo () (command "shade"))
(defun clo () (command "save"))
(defun clo () (command "save" "sketch" "sketch"))
(defun clo () (command "save" "T"))
(defun clo () (command "save"))
(defun clo () (command "shape"))
(defun clo () (command "short" "small"))
(defun clo () (command "stretch" "c"))
(defun clo () (command "status"))
(defun clo () (command "save"))
(defun clo () (command "style"))
(defun clo () (command "trim" "auto"))
(defun clo () (command "tablet"))
(defun clo () (command "tabset"))
(defun clo () (command "time"))
(defun clo () (command "time"))
(defun clo () (command "trace"))
(defun clo () (command "treatat"))
(defun clo () (command "text"))
(defun clo () (command "ucs" "2"))
(defun clo () (command "ucs" "3"))
(defun clo () (command "ucs" "c"))
(defun clo () (command "undefine" "end"))
(defun clo () (command "undefine"))
(defun clo () (command "undo" "T"))
(defun clo () (command "unpedit" "auto"))
(defun clo () (command "ucs" "w"))
(defun clo () (command "ucs" "x"))
(defun clo () (command "ucs" "y"))
```



## Descripción de los comandos cortos

La siguiente tabla incluye las equivalencias de los comandos cortos y en algunos casos una pequeña descripción.

<b>+</b> = 'chprop' 'previous' "Layer"	<b>bl</b> = 'block'	<b>e</b> = 'erase' 'auto' 'contiene' 'en modo automático'
cambia las capas de las entidades previamente elegidas	<b>bm</b> = 'blockmode'	<b>ec</b> = 'erase' 'o' 'borra' 'entidades' 'por cruzamiento'
<b>-</b> = 'layer' 's' 'define' 'la' 'capa' 'en' 'uso'	<b>c</b> = 'circle'	<b>ed</b> = 'ededit'
<b>&lt;</b> = 'zoom' 'd' 'abercamiento' o 'ajustamiento' 'dinámico'	<b>cf</b> = 'chamfer'	<b>ei</b> = 'ellipse'
<b>&lt;ae</b> = 'ltsite'	<b>ch</b> = 'change' 'auto'	<b>el</b> = 'erase' 'l' 'borra' 'la' 'última' 'entidad'
<b>&lt;e</b> = 'edemodes'	<b>ci</b> = 'ellipse' 'l' 'Crea' 'círculo' 'en' 'isométrico'	<b>en</b> = 'end'
<b>&lt;ed</b> = 'ededit'	<b>cl</b> = 'color'	<b>ep</b> = 'erase' 'o' 'borra' 'entidades' 'previamente' 'elegidas'
<b>&lt;l</b> = 'edimodes'	<b>cm</b> = 'command'	<b>es</b> = 'edgesurf'
<b>&lt;r</b> = 'edrmodes'	<b>cn</b> = 'config'	<b>ev</b> = 'elev'
<b>&lt;u</b> = 'educs'	<b>d</b> = 'dim' 'l'	<b>ew</b> = 'erase' 'w' 'borra' 'entidades' 'por ventana'
<b>&lt;z</b> = 'edrmodes'	<b>da</b> = 'dim' 'l' 'ali'	<b>ex</b> = 'extend' 'auto' 'extiende' 'insertar' 'modo' 'automático'
<b>&gt;</b> = 'open'	<b>db</b> = 'dim' 'l' 'base'	<b>f</b> = 'filter'
<b>00</b> = 'chprop' 'previous' "Layer" '0'	<b>dc</b> = 'dim' 'l' 'con'	<b>fi</b> = 'file'
cambia a la capa 0 las entidades previamente elegidas	<b>dd</b> = 'edimodes'	<b>fl</b> = 'fil'
<b>3d</b> = '3dface'	<b>dh</b> = 'dim' 'l' 'horizontal'	<b>fo</b> = 'filter' 'l' 'O' 'prepara' 'para' 'hacer' 'equivalencia' 'con' 'líneas' 'es' 'dejar' 'prepara' 'un' 'redondeo' 'por' 'un' 'radio' 'de' '0' 'unidades'
<b>3l</b> = '3dline'	<b>di</b> = 'divide'	<b>fr</b> = 'fillet' 'l' 'define' 'radio' 'para' 'redondeo'
<b>3m</b> = '3dmasch'	<b>dl</b> = 'dim' 'l' 'lea'	<b>g</b> = 'grid'
<b>3p</b> = '3dpoly'	<b>dli</b> = 'dolist'	<b>h</b> = 'hatch'
<b>a</b> = 'arc'	<b>dm</b> = 'dragmode'	<b>ha</b> = 'handles'
<b>ad</b> = 'arcdef'	<b>dn</b> = 'dim' 'l' 'ang'	<b>hi</b> = 'hide'
<b>ads</b> = 'arcdisp'	<b>dnt</b> = 'dim' 'l' 'newtext'	<b>i</b> = 'insert'
<b>ae</b> = 'area' 'e' 'calcula' 'el' 'área' 'de' 'una' 'entidad'	<b>do</b> = 'donut'	<b>igi</b> = 'igedit'
<b>aed</b> = 'areedit'	<b>dr</b> = 'dim' 'l' 'rad'	<b>igo</b> = 'igeditout'
<b>aex</b> = 'arextr'	<b>ds</b> = 'dist'	<b>ip</b> = 'isoplan'
<b>ap</b> = 'aperture'	<b>dt</b> = 'dtext'	<b>j</b> = 'chprop' 'auto' 'cambia' 'propiedades' 'en' 'modo' 'sustituir'
<b>ar</b> = 'array'	<b>du</b> = 'educs'	
<b>au</b> = 'audit'	<b>dv</b> = 'dim' 'l' 'vertical'	
<b>b</b> = 'break'	<b>dw</b> = 'dview'	
<b>ba</b> = 'base'	<b>dx</b> = 'dxbin'	
	<b>dxl</b> = 'dxlin'	
	<b>dxo</b> = 'dxout'	

<b>jc</b> = 'chprop' 'crossing': cambia propiedades por cruzamiento	<b>mi</b> = 'minsert'	<b>rga</b> = 'regenall'
<b>jl</b> = 'chprop' 'l': cambia propiedades de última entidad	<b>ml</b> = 'move' 'l': mueve última entidad	<b>ri</b> = 'reinit'
<b>jp</b> = 'chprop' 'previous': cambia propiedades de entidades previamente elegidas	<b>mn</b> = 'menu'	<b>rl</b> = 'rotate' 'l': gira la última entidad
<b>jw</b> = 'chprop' 'window': cambia propiedades por ventana	<b>mp</b> = 'move' 'p': mueve entidades previamente elegidas	<b>rls</b> = 'rulesurf'
<b>k</b> = 'copy' 'auto': copia entidades en modo automático	<b>mr</b> = 'mirror' 'auto': copia entidades por simetría en modo automático	<b>rn</b> = 'rename'
<b>kc</b> = 'copy' 'c': copia entidades por cruzamiento	<b>ms</b> = 'measure'	<b>rp</b> = 'rotate' 'p': gira entidades previamente elegidas
<b>kl</b> = 'copy' 'l': copia última entidad	<b>msl</b> = 'mslide'	<b>rsc</b> = 'rscript'
<b>kp</b> = 'copy' 'p': copia entidades previamente elegidas	<b>mu</b> = 'multiple'	<b>rvs</b> = 'revsurf'
<b>kww</b> = 'copy' 'w': copia entidades por ventana	<b>mv</b> = 'mview'	<b>rw</b> = 'rotate' 'w': gira entidades por ventana
<b>l</b> = 'line'	<b>mw</b> = 'move' 'w': mueve por ventana	<b>s</b> = 'select' 'auto': elige entidades en modo automático
<b>l?</b> = 'layer' '? *': enlista las capas existentes	<b>n</b> = 'chprop' 'previous' 'Layer': cambia propiedades de entidades previamente elegidas	<b>sc</b> = 'scale' 'auto' escala entidades en modo automático
<b>la</b> = 'layer' 'auto': modifica capas en modo automático	<b>nw</b> = 'new'	<b>scr</b> = 'script'
<b>lc</b> = 'layer' 'c': modifica el color de las capas	<b>o</b> = 'offset' 'auto'	<b>sd</b> = 'shade'
<b>ld</b> = 'load'	<b>op</b> = 'oops'	<b>set</b> = 'setvar'
<b>lf</b> = 'layer' 'f': congela capas	<b>or</b> = 'ortho'	<b>sk</b> = 'setvar' 'skpoly' '1' 'sketch': traza a mano a intervalos de una unidad
<b>li</b> = 'list' 'auto': enlista entidades en modo automático	<b>os</b> = 'osnap'	<b>sn</b> = 'snap'
<b>lim</b> = 'limits'	<b>p</b> = 'pline'	<b>so</b> = 'solid'
<b>lm</b> = 'layer' 'm': crea capas y las activa	<b>pa</b> = 'pan'	<b>sp</b> = 'shape'
<b>ln</b> = 'layer' 'n': crea nuevas capas	<b>pe</b> = 'pedit'	<b>ss</b> = 'script' 'small'
<b>lo</b> = 'layer' 'on': prende capas	<b>pf</b> = 'pface'	<b>st</b> = 'stretch'
<b>lof</b> = 'layer' 'off': apaga capas	<b>pl</b> = 'plot'	<b>stt</b> = 'status'
<b>ls</b> = 'layer' 's': define capa en uso	<b>pn</b> = 'plan'	<b>sv</b> = 'save'
<b>lt</b> = 'layer' 't': descongela capas	<b>po</b> = 'point'	<b>sy</b> = 'style'
<b>lts</b> = 'ltscale'	<b>ps</b> = 'psfill'	<b>t</b> = 'trim' 'auto': corta en modo automático
<b>lty</b> = 'linetype'	<b>pu</b> = 'purge' 'all': purga todas las entidades no utilizadas en el dibujo	<b>ta</b> = 'tablet'
<b>ly</b> = 'layer'	<b>q</b> = 'quit'	<b>tbs</b> = 'tbsurf'
<b>m</b> = 'move' 'auto': mueve entidades en modo automático	<b>qt</b> = 'qtext'	<b>ti</b> = 'time'
<b>mc</b> = 'move' 'c': mueve entidades por cruzamiento	<b>r</b> = 'rotate' 'auto': gira entidades en modo automático	<b>tr</b> = 'trace'
	<b>ra</b> = 'regenauto'	<b>ts</b> = 'trestat'
	<b>rc</b> = 'rotate' 'c': gira entidades por cruzamiento	<b>tx</b> = 'text'
	<b>rd</b> = 'redo'	<b>u3</b> = 'ucs' '3': define el sistema de coordenadas por tres puntos
	<b>re</b> = 'redraw'	<b>uc</b> = 'ucs'
	<b>red</b> = 'reddefine'	<b>ui</b> = 'uicursor'
	<b>rg</b> = 'regen'	<b>und</b> = 'undefine'

<b>uni</b>	= 'units'	<b>uz1</b>	= 'ucs' 'z' '180': gira 180° el sistema de coordenadas por el eje z	<b>x</b>	= 'explode'
<b>uw</b>	= 'ucs' 'w': restablece el sistema universal de coordenadas	<b>uz2</b>	= 'ucs' 'z' '270': gira 270° el sistema de coordenadas por el eje z	<b>xbi</b>	= 'xbind'
<b>ux</b>	= 'ucs' 'x': gira el sistema de coordenadas por el eje x	<b>uy2</b>	= 'ucs' 'y' '270': gira 270° el sistema de coordenadas por el eje y	<b>xr</b>	= 'xref'
<b>uy</b>	= 'ucs' 'y': gira el sistema de coordenadas por el eje y	<b>uz2</b>	= 'ucs' 'z' '270': gira 270° el sistema de coordenadas por el eje z	<b>z</b>	= 'zoom'
<b>uz</b>	= 'ucs' 'z': gira el sistema de coordenadas por el eje z	<b>v</b>	= 'view' 'r': recupera alguna vista específica	<b>za</b>	= 'zoom' 'a': acercamiento o alejamiento total
<b>ux0</b>	= 'ucs' 'x' '90': gira 90° el sistema de coordenadas por el eje x	<b>v?</b>	= 'view' '?': lista las vistas	<b>zd</b>	= 'zoom' 'd': acercamiento o alejamiento dinámico
<b>uy0</b>	= 'ucs' 'y' '90': gira 90° el sistema de coordenadas por el eje y	<b>vi</b>	= 'viewports'	<b>ze</b>	= 'zoom' 'e': acercamiento o alejamiento por extensión de dibujo
<b>uz0</b>	= 'ucs' 'z' '90': gira 90° el sistema de coordenadas por el eje z	<b>vir</b>	= 'viewres'	<b>zp</b>	= 'zoom' 'p': acercamiento o alejamiento breve
<b>ux1</b>	= 'ucs' 'x' '180': gira 180° el sistema de coordenadas por el eje x	<b>vp</b>	= 'viewport'	<b>zv</b>	= 'zoom' 'v': acerca o aleja por pantalla única
<b>uy1</b>	= 'ucs' 'y' '180': gira 180° el sistema de coordenadas por el eje y	<b>vpl</b>	= 'viewport'	<b>zw</b>	= 'zoom' 'w': acerca o aleja por ventana
		<b>vs</b>	= 'view' 's': salva vista	<b>rt</b>	= 'rectángulo'
		<b>vsl</b>	= 'vslide'	<b>GR</b>	= 'grasor de polilínea'
		<b>vw</b>	= 'view' 'w'	<b>plt</b>	= 'polilínea total'
		<b>w</b>	= 'wblock'		

## Bibliografía

---

- AUTODESK. *Un perfil de la Familia de Productos de Autodesk*. Folleto informativo.
- AUTODESK. *AutoCAD™ release 13. The most powerful AutoCAD™ ever*. Folleto informativo.
- AUTODESK. *AutoCAD release 11 Reference Manual*. 1990. 640 p.
- AUTODESK. *The AutoCAD™ Resource Guide. Fall / Winter 1993*. 1993. 332 p.
- DUFFY, Tim. *Introducción a la informática*. México, Grupo Editorial Iberoamérica, 1a. ed. 1993. 305 p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. *La informática en México. Selección de Gráficas y Cuadros Estadísticos*. México, 1994
- LEWELL, John. *Aplicaciones Gráficas por Ordenador*. Madrid, Herman Blume, 1a. ed. 1985. 160 p.
- *Diseño Industrial por Computador*. Madrid,
- *Sistemas CAD/CAM/CAE*. Madrid,
- LOPEZ F. y TAJADURA Z., *AutoCAD Avanzado Versión 13 para Windows y MS-DOS. Vol. I*. España, McGraw Hill, 1995. 599 p.
- THE SOFTWARE TOOLWORKS. *MULTIMEDIA ENCYCLOPEDIA VERSION 1.5*. CD-ROM
- ROSE, J. *La revolución cibemética*. México, Fondo de Cultura Económica. 1978. 280 p.
- VOISINET, Donald D. *INTRODUCCIÓN AL CAD*. México, McGraw-Hill, 2a. ed., 1991. 284 p.