



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

---

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

**“DESARROLLO DE UN MECANISMO DE LEVA  
CRUZ DE MALTA UTILIZANDO  
EL PROGRAMA INVENTOR V10”**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
P R E S E N T A:  
RAMIREZ SANCHEZ JAVIER**

**ASESOR: M.I. FELIPE DIAZ DEL CASTILLO RODRIGUEZ**

CUAUTITLAN IZCALLI EDO. MEX

2008



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

## **DEDICATORIA**

Llegar a ésta instancia fue posible gracias a mi padre DIOS y a su hijo y mi hermano JESUCRISTO, al esfuerzo que mis padres dedicaron y siguen dedicando para que yo únicamente me enfocara en el estudio y en mi superación, mis profesores que me aportaron todas sus enseñanzas y experiencia y por supuesto, al apoyo de miles de personas que aportan los recursos para el programa de becas PRONABES y que confiaron en darme una oportunidad ...

**GRACIAS**

<b>INDICE</b>	
INTRODUCCION.....	1
OBJETIVOS.....	3

**CAPITULO 1  
EL CAD COMO HERRAMIENTA EN INGENIERIA  
Y SU IMPORTANCIA**

1.1.- EL CAD.....	4
1.2.- MORFOLOGIA DEL DISEÑO.....	7
1.3.- DISEÑO DEL PRODUCTO.....	9
1.4.- DISEÑO DE DETALLE.....	10
1.5.- REDISEÑO.....	12
1.6.- INGENIERIA CONCURRENTE.....	12
1.7.- ASPECTOS CRITICOS EN LA SELECCIÓN DE UNA APLICACIÓN CAD.....	15
1.7.1.- Comparación de precios y compatibilidad en software.....	20

**CAPITULO 2  
CARACTERISTICAS BASICAS DE AUTODESK INVENTOR V.10**

2.1 AREA DE TRABAJO.....	21
2.2 MODEL NAVIGATOR (Navegador del modelo) .....	26
2.3 TOOLBARS (Barras de herramientas) .....	28
2.4 GRAPHIC WINDOW MENU (Menú de ventana gráfico).....	29
2.5 STANDARD EDITOR AND STYLES (Editor de normas y estilos).....	33

**CAPITULO 3  
COMANDOS BASICOS DE INVENTOR V.10**

3.1.- COMANDOS BASICOS.....	35
3.2.- GENERACION DE LINEAS.....	36

3.2.1 Crear una línea a través de dos puntos.....	36
3.2.2 Crear una línea SPLINE a través de tres puntos.....	36
3.3.-GENERACION DE CIRCULOS.....	37
3.3.1 Crear un círculo por medio de CENTER POINT CIRCLE (centro y un punto en el círculo).....	37
3.3.2 Crear un círculo por medio de TANGENT CIRCLE (Círculo tangente).....	38
3.3.3 Crear una ELLIPSE (Elipse) a través de tres puntos.....	39
3.4.- GENERACION DE ARCOS.....	39
3.4.1 Crear un THREE POINT ARC (arco por 3 puntos).....	39
3.4.2 Crear un CENTER POINT ARC (centro y arco).....	40
3.4.3 Crear un TANGENT ARC (arco tangente).....	40
3.5.- GENERACION DE RECTANGULOS.....	39
3.5.1 Crear un TWO POINT RECTANGLE (rectángulo por medio de 2 puntos).....	41
3.5.2 Crear un TRHEE POINT RECTANGLE (rectángulo por medio de 3 puntos).....	41
3.6.- GENERACION DE FILETEADOS Y ACHAFLANADOS.....	42
3.6.1 Crear un FILLET (fileteado).....	42
3.6.2 Crear un CHAMFER (achaflanado) con distancias iguales.....	42
3.6.3 Crear un CHAMFER (achaflanado) con 2 distancias diferentes.....	43
3.6.4 Crear un CHAMFER (achaflanado) por medio de una distancia y un ángulo.....	43

3.7.- GENERACION DE POINT, HOLE CENTER (punto, centro de agujero).....	44
3.8.- GENERACION DE UN POLYGON (polígono).....	44
3.9.- METODO DE ACOTACION EN INVENTOR.....	45
3.10.- COMANDO TRIM (cortar).....	47
3.11.- DESARROLLO DE MODELOS 3-D. BARRA DE HERRAMIENTAS PART FEATURES (elementos característicos).....	47
3.12.- CONSTRUYENDO BLOQUES.....	48
3.12.1 COMANDO EXTRUDE JOIN (unir).....	48
3.12.2 GENERACION DE CILINDROS.....	51
3.12.3 GENERACION DE UN SOLIDO A PARTIR DE DOS; JOIN (unir).....	51
3.12.4 COMANDO EXTRUDE CUT (cortar).....	52
3.12.5 COMANDO EXTRUDE INTERSECT (interceptar).....	54
3.13.-COMANDO REVOLVE (revolución).....	55
3.13.1 GENERACION DE UNA ESFERA.....	55
3.14.- COMANDO HOLE (agujero).....	56
3.14.1 CREACION DE UN AGUJERO ROSCADO Y ESCARIADO Ó BARRENO CON CAJA.....	58
3.14.2 CREACION DE UN AGUJERO ROSCADO CON CABEZA AVELLANADA.....	59
3.15.- COMANDO SHELL (vaciado) .....	60
3.16.- WORK PLANES (planos de trabajo).....	61

3.16.1 Creación y manipulación de WORK PLANES.....	62
3.16.2 Generación de un plano tangente a un cilindro.....	64
3.17.- COMANDO RIB (nervio ó apoyos) .....	66
3.18.- COMANDO LOFT (solevación).....	68
3.19.-COMANDO SWEEP (operación de barrido).....	70
3.20.- COMANDO THREAD (cuerda).....	70
3.21.- COMANDO FILLET (empalmes o redondeos).....	71
3.22.- COMANDO CHAMFER (chaflán).....	73
3.23.- COMANDO MOVE FACE (mover cara).....	73
3.24.- COMANDO FACE DRAFT (proyección de un plano) .....	76
3.24.1 FIXED EDGE.....	76
3.24.2 FIXED PLANE.....	77
3.25.- COMANDO SPLIT (DIVIDIR).....	78
3.25.1 SPLIT FACE (DIVIDIR CARA).....	78
3.25.2 SPLIT PART (SEGMENTAR UNA PARTE).....	80
3.26 COMANDOS COMPLEMENTARIOS DEL MENU PART FEATURES. DELETE FACE (eliminar cara).....	81
3.27 BOUNDARY PATCH (parche de frontera).....	81
3.28 THICKEN / OFFSET (ENGROSAR / DESPLAZAR).....	83
3.29 EMBOSS (Formado por estirado).....	84

3.29.1 EMBOSS FROM FACE (Estirado normal a la superficie).....	84
3.29.2 ENGRAVE FROM FACE (Embutido normal a la superficie ).....	85
3.30.- RECTANGULAR PATTERN (patrón rectangular).....	86
3.31.- CIRCULAR PATTERN (patrón circular).....	89
3.32.- MIRROR (espejo).....	91
3.33 .-CONTENT CENTER (centro de contenido).....	93

#### **CAPITULO 4**

#### **DIBUJO DE DETALLE DEL MECANISMO DE LEVA CRUZ DE MALTA A PARTIR DEL MODELO 3-D**

4.1.- DISEÑO DEL MECANISMO DE LEVA CRUZ DE MALTA.....	96
4.2.- DISEÑO DEL INDICE PASO A PASO.....	99
4.3 .-CREACION DE VISTAS DEL PLANO.....	111
4.4.- TIPOS DE VISTAS DEL PLANO.....	111
4.5.- CREACION DE VISTAS DEL PLANO PARA EL INDICE.....	113
4.6.- ACOTACION DE VISTAS.....	117
4.6.1 RETRIEVE DIMENSIONS (recuperar dimensiones).....	117
4.6.2 GENERAL DIMENSION (acotación general).....	118
4.7.- MODIFICACION DE LOS ESTILOS DE ACOTACION (DIMENSION DISPLAY).....	119
4.7.1 MODIFICACION DEL AREA DE ACOTACION.....	119



**CAPITULO 5**  
**ENSAMBLE Y ANIMACION DEL MECANISMO LEVA CRUZ DE MALTA**  
**POR MEDIO DEL PROGRAMA INVENTOR V10.**

5.1.- ENSAMBLAJE DE COMPONENTES.....	131
5.2.- RESTRICCION DE COMPONENTES.....	135
5.2.1 RESTRICCIONES DE COINCIDENCIA. (CONSTRAIN).....	135
5.2.2 RESTRICCIONES ANGULARES (ANGLE).....	136
5.2.3 RESTRICCIONES DE TANGENCIA (TANGENT).....	136
5.2.4 RESTRICCIONES DE INSERCIÓN. (INSERT).....	137
5.2.5 RESTRICCIONES DE MOVIMIENTO (MOTION AND TRASITIONAL).....	138
5.3.- ENSAMBLE DEL MECANISMO LEVA CRUZ DE MALTA.....	138
5.4.- ANIMACION DEL ENSAMBLAJE.....	143
5.4.1 MOVIMIENTO LINEAL.....	145
5.4.2 MOVIMIENTO ROTACIONAL.....	147
5.4.3 MOVIMIENTO TRASLACIONAL.....	148
5.5.- ANIMACION TIPO EXPLOSION.....	149
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>154</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>155</b>

# INTRODUCCIÓN

¿Qué es el diseño?

Si se busca en la literatura la respuesta a ésta pregunta, encontraremos tantas definiciones como diseños existentes, debido principalmente a que el diseño es una experiencia humana muy común. El diseño es la esencia de la Ingeniería, diseñar es crear, generar algo nuevo, mejorar objetos existentes en una nueva forma ó función para satisfacer la necesidad creciente de la sociedad.

En la actualidad, la comunicación gráfica utiliza los dibujos de ingeniería y los modelos como un lenguaje claro y preciso, con reglas bien definidas que es necesario dominar si se desea tener éxito en el diseño en ingeniería.

El diseño establece y define soluciones a estructuras pertinentes de problemas aun no resueltos ó soluciones nuevas a problemas que ya han sido resueltos de una forma distinta.

En la ingeniería el 92% del proceso de diseño se basa en las gráficas, el 8% restante se divide entre las matemáticas y la comunicación escrita y verbal, y esto es porque las gráficas constituyen el medio principal de comunicación en el proceso de diseño.

El diseñador tiene que pensar en muchas de las características de un objeto que no se pueden comunicar verbalmente. Estas ideas aparecen en la mente del diseñador mediante un proceso visual, no verbal.

El diseño dicta, en gran medida, las posibilidades del proceso y por tanto el costo de la futura producción.

Ahora bien, la computadora ha tenido un impacto muy importante sobre los métodos utilizados para diseñar y crear dibujos técnicos

Las técnicas de diseño, análisis y comunicación modernas están cambiando el papel tradicional del ingeniero. El proceso de diseño en la industria se ha desplazado de una actividad lineal, a una actividad conjunta, la cual involucra todas las áreas de una empresa y emplea computadoras como herramienta principal.

Esta nueva forma de diseño, con su enfoque de equipo integrado, recibe el nombre de ingeniería concurrente, la cual involucra la coordinación de funciones técnicas y no técnicas de diseño y la manufactura dentro de la empresa.

Los ingenieros y técnicos deben ser capaces de trabajar en equipo y de diseñar, analizar y comunicarse mediante sistemas poderosos de CAD para poder crear el modelado geométrico.

Este modelado geométrico es el proceso de crear gráficas por computadora para comunicar, documentar, analizar y visualizar el proceso de diseño.

La documentación puede estar en forma de modelos de computadora en 3-D y enviarse directamente a producción para generar el control numérico por computadora (CNC) necesario para el maquinado de la pieza.

Una vez que el lector de esta tesis, tenga el conocimiento de este software, tendrá una nueva visión de como resolver sus problemas al diseñar un componente o dispositivo, este nuevo conocimiento tendrá cierta influencia en su manera de razonar porque al pensar en este tipo de lenguaje en gráficas técnicas, el lector tendrá una claridad mayor al hacer uso de ellas.

Así finalmente todo este proceso depende de la raíz más importante que es el diseño CAD (Diseño Asistido por Computadora), el cual simplifica en gran medida el número de pasos para finalizar un proceso en un tiempo muy reducido, lo cual beneficia en gran medida al desarrollo de un producto.

## **OBJETIVOS**

- Brindar las herramientas básicas del CAD mediante el uso de Inventor versión 10.
- Mostrar el programa Inventor como una alternativa al CAD.
- Dar los conocimientos básicos para resolver problemas de diseño en Ingeniería.
- Diseñar un dispositivo mecánico con la ayuda de este software.

# CAPITULO 1

## EL CAD COMO HERRAMIENTA EN INGENIERIA Y SU IMPORTANCIA

### 1.1 EL CAD

El CAD (Diseño Asistido por Computadora) se ha convertido hoy en día en una herramienta básica para ingeniería debido al avance tecnológico en la computación que ha facilitado el dibujo de piezas complicadas y reduce considerablemente el tiempo de diseño de la pieza ya sea una sola o en conjunto.

Una de las principales ventajas del diseño en CAD es que se puede tener una referencia visual muy clara de las piezas que se desean diseñar ya que el software nos permite renderizar las piezas con texturas y materiales diversos y mostrarlas como un sólido para poder visualizar una vista previa del producto final.

Esta tesis presenta las herramientas para el diseño de piezas sencillas y complicadas que pueden presentarse al momento de diseñar y se ha creado con el fin de brindarle al alumno interesado en el diseño por CAD, una herramienta más para su desarrollo académico, figura 1.1.

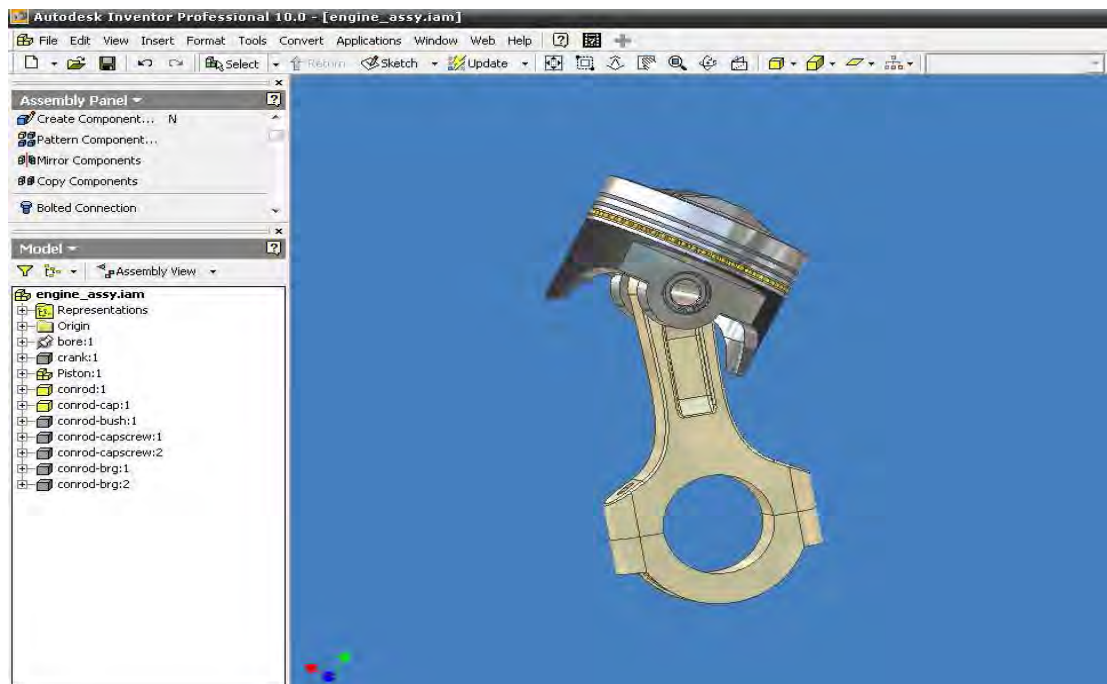
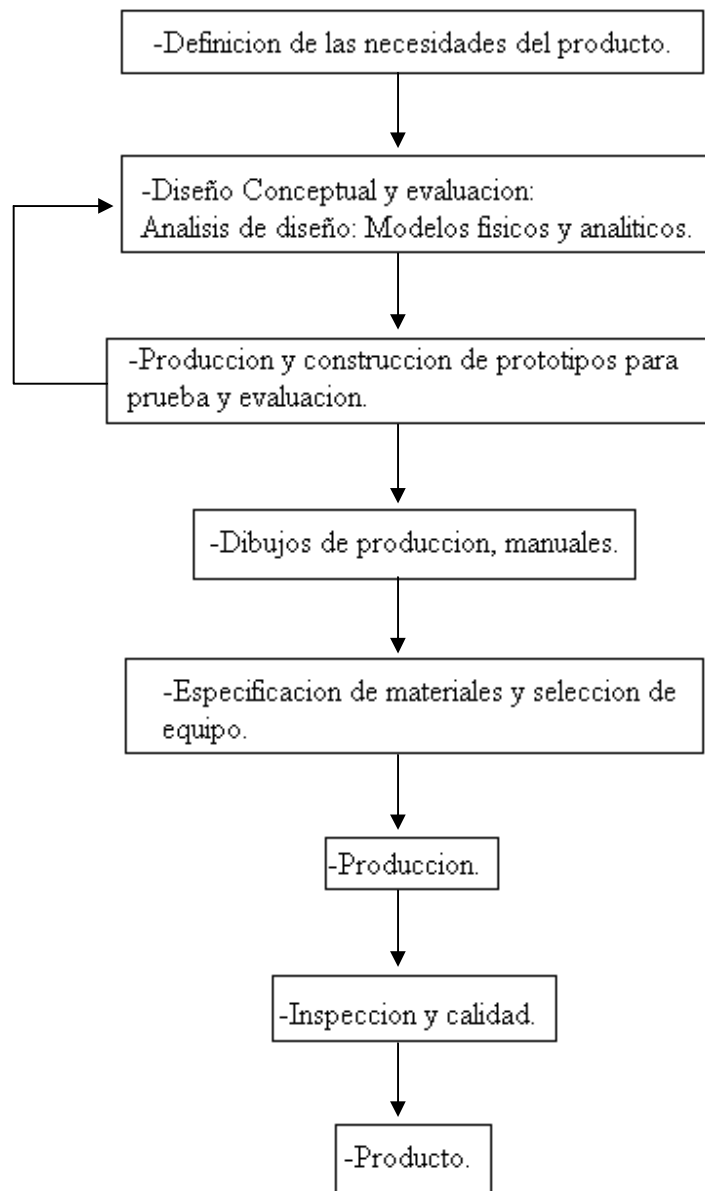


Figura 1.1 Área de trabajo de un software de CAD

Diseñar, es formular un plan para la satisfacción de una necesidad específica o resolver un problema. La metodología de la solución se limita a lo que el diseñador sabe o puede hacer; la solución, además de ser funcional, segura, confiable, competitiva, útil, que se pueda fabricar y comercializar, también debe ser legal y adecuarse a los códigos y normas aplicables. El diseño en ingeniería es un proceso para resolver problemas que utilizan conocimiento, recursos y productos existentes para crear bienes y procesos nuevos.

El siguiente diagrama de flujo muestra las varias etapas en que esta integrado el proceso del diseño.



El diseño en ingeniería abarca tanto el proceso como al producto. Un **proceso** es una serie de acciones continuas que terminan en un resultado particular. El **producto** es cualquier cosa producida como resultado de un proceso. Es importante que el diseñador comience por identificar exactamente como reconoce una alternativa satisfactoria y como distingue entre 2 alternativas satisfactorias, con objeto de identificar la mejor.

El diseño establece y define soluciones hacia problemas no resueltos anteriormente, o nuevas soluciones a problemas que ya han sido resueltos de una manera distinta. La habilidad de diseñar es un arte y una ciencia a la vez. La ciencia puede aprenderse a través de técnicas y métodos de ingeniería, el arte de diseñar se aprende mejor al practicar el diseño. Es por esta razón que la experiencia en diseño debe envolver alguna experiencia en proyectos realistas. La ciencia explica lo que es, la ingeniería crea lo que no existía.

El convertirse en un profesional en el diseño es una meta con solución para un estudiante en ingeniería, esta meta requiere práctica y conocimiento el cual se le pretende proveer en esta tesis.

Existen cuatro puntos en la actividad del diseño, a saber:

**I) Creatividad:** Requiere la creación de algo que no ha existido antes o que sea el mejoramiento de un proceso o un producto ya creado.

**II) Complejidad:** Requiere tomar decisiones que involucran variables y parámetros que pueden afectar el diseño.

**III) Decisión:** Requiere el elegir entre muchas soluciones posibles a cualquier nivel del diseño, desde conceptos básicos hasta detalles pequeños de forma y figura.

**IV) Compromiso:** Requiere balancear requerimientos múltiples y a veces conflictivos debido a que se arriesgan grandes cantidades de dinero al momento de traer un nuevo diseño al mercado.

Hay que estar conscientes de que la tecnología puede ser frágil y debemos estar en guardia. Nuestra preocupación es la tecnología de la ingeniería y la tecnología de la computación.

Actualmente hay muchas herramientas de cómputo para ayudar al diseñador a terminar las tareas. Hay información espacial (geométrica), procesadores de números y mezclas de estas funciones.

Hay muchos programas: Matlab, MathCad, Excel, Quattro-Pro, ESS, Maple, TKsolver, ANSYS, I-DEAS, Pro/E, Inventor, Unigraphics y AutoCad.

Ahora bien el gran impacto de la ingeniería asistida por computadora se ha dado en mayor parte en el diseño. La habilidad de hacer cambios y usar dibujos de partes de antiguos diseños en nuevos dibujos. Actualmente el modelado en 3-D se ha convertido en la herramienta que ha prevalecido más, así como se ha vuelto viable en las computadoras personales. Las graficas son una parte muy importante del proceso de diseño en ingeniería, el cual las utiliza para visualizar soluciones posibles y documentar el diseño para fines de comunicación. Las graficas o el modelado geométrico que usa el CAD se emplea para visualizar, analizar, documentar, optimizar el diseño, simular y producir un proceso o producto.

El modelado en sólido tridimensional provee una geometría completa y una descripción matemática del diseño. Así pues los modelos pueden ser seccionados para revelar detalles interiores, o pueden ser convertidos rápidamente en el convencional dibujo de ingeniería en dos dimensiones.

En estos días la computadora extiende las capacidades de ingeniero en diseño en varias maneras. Primero en la organización del tiempo consumido en las operaciones repetitivas, lo que libera al diseñador para concentrarse en operaciones más complejas. Segundo, le permite al diseñador el analizar con mayor rapidez problemas complejos más a fondo. Estos dos factores hace posible realizar más iteraciones al momento de diseñar. Finalmente el sistema de información de la computadora puede ser compartida más rápidamente con otras personas de la misma compañía, como ingenieros en manufactura, planeadores de proceso, diseñadores de herramientas y troqueles. El vínculo entre el CAD y el CAM es particularmente importante en este proceso.

## **1.2 MORFOLOGIA DEL DISEÑO**

La morfología del diseño le brinda la descripción detallada del proceso de diseño. Existen 6 fases en el diseño, las cuales veremos a continuación:

**I) Identificar las necesidades del cliente:** El éxito de esta actividad es el de entender completamente las especificaciones y requerimientos del cliente, lo cual significa interactuar con el equipo de diseño.



**II) Definición del problema:** El éxito de esta actividad es el de crear un informe que describa lo que deberá ser logrado para satisfacer las necesidades del cliente. Esto envuelve el análisis de los productos de competencia y una lista de los requerimientos del producto lo que es especificación de diseño en un producto.

**III) Reunir información:** La ingeniería del diseño presenta requerimientos especiales sobre las necesidades de adquirir un amplio espectro de información, lo cual significa que se debe adquirir el mayor número de información para que el producto pueda quedar dentro de las especificaciones deseadas, que se obtenga la mayor calidad posible y al mismo tiempo el bajo costo del producto para que al final es cliente este satisfecho por el trabajo ya que como podrá ver el punto principal en estas actividades es el que el cliente vuelva.

**IV) Conceptualización:** Esta actividad entra dentro de las más importantes en estas actividades ya que en este punto el equipo de diseño y creatividad se reúnen para crear varios conceptos que pueden satisfacer potencialmente el problema, además de que en este punto se presenta toda la información ya reunida para analizar de una manera más real el concepto final.

**V) Refinamiento de especificaciones del diseño en el producto:** Las especificaciones del diseño del producto deben ser revisadas nuevamente antes de que el concepto haya sido seleccionado ya que en esta etapa el equipo de diseño deberá entregar algunos valores críticos en lo que se refiere al parámetro de diseño además de lidiar con el problema entre costo y desempeño, problema que es muy importante ya que baja calidad = menor costo = alto riesgo de falla en el producto.

**VI) Revisión del diseño:** Antes de comprometer los fondos y moverse a la siguiente fase de diseño, una revisión del diseño debe ser sostenida. La revisión del diseño asegurará que el diseño es físicamente realizable y económicamente beneficioso. Debe dar un vistazo al itinerario de creación del producto. Esto es necesario como un dispositivo de estrategia para minimizar los tiempos de ciclos del producto, recursos humanos, equipo, y capacidad económica para sostener el proyecto.

### 1.3 DISEÑO DEL PRODUCTO

La meta del diseño de productos es producir un bien que satisfaga los deseos y las necesidades del consumidor, con un costo de producción bajo, que sea seguro para el cliente y el medio ambiente y que sea rentable para la compañía. Es en esta fase donde las decisiones en resistencia, selección de material, tamaño, forma y compatibilidad espacial son tomadas. Más allá de esta fase los cambios en diseño se vuelven muy caros, esta fase es también llamada diseño preliminar y dentro de ella existen tres puntos básicos a seguir que son:

**I) Arquitectura de producto:** En esta etapa se decide los componentes físicos del diseño para realizar el trabajo requerido

**II) Diseño y configuración de partes y componentes:** Es donde a las partes se les agregan dispositivos lo que significa que se determina como van a ir situadas en el espacio relativo entre ellas, además los detalles de materiales y manufactura se dan en este paso como se muestra en la figura 1.2.

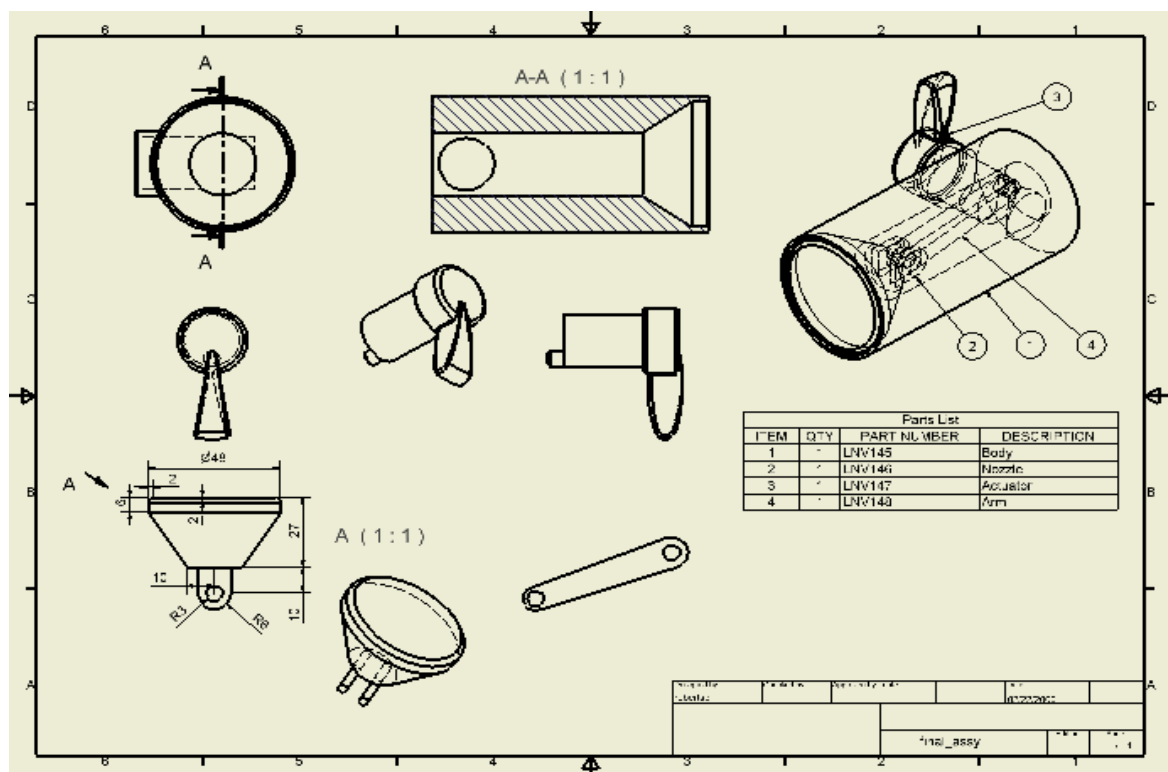


Figura 1.2 Dibujo de detalle, configuración de partes y componentes.

**III) Diseño paramétrico de las partes y componentes:** El diseño paramétrico inicia con la recopilación de la información en la configuración de las partes esto apunta a establecer las dimensiones exactas y tolerancias de cada parte a diseñar

## **DISEÑO DE DETALLE**

El logro histórico del diseño de detalle ha sido el producir dibujos que contengan información necesaria para manufacturar un producto. Estos dibujos deberán ser tan completos que no deberán dejar lugar para la mal interpretación. La información en un dibujo de detalle incluye:

- Vistas Standard de proyecciones ortogonales que son superior, frontal y las vistas laterales.
- Vistas auxiliares como secciones, vistas de acercamiento o vistas isométricas que añadan un componente visual que clarifique los detalles.
- Dimensiones.
- Tolerancias
- Especificación de materiales e instrucciones especiales de proceso
- Detalles de manufactura.

Algunas veces se añaden hojas de especificación que reemplazan las notas en un dibujo.

Los dibujos de ensamble son parte del diseño de detalle. Estos son de dos tipos:

1. *Hojas de diseño*, los cuales son los modelos sólidos en CAD. Esto nos sirve para visualizar la funcionalidad del producto además de asegurar que existe un espacio físico de todos los componentes.
2. *Dibujos de ensamble*, son creados en el dibujo de detalle como herramientas para poder pasar del departamento de diseño al departamento de producción.

En esta fase el diseño es dirigido a una etapa en la que la información faltante se añade, como son: forma, dimensiones, tolerancias, propiedades de superficie, materiales, y procesos de manufactura para cada parte.

Los dibujos de ingeniería de detalle, en la actualidad, como ya se ha mencionado son dibujos asistidos por computadora (CAD) son los que intervienen en este proceso siendo parte vital de todo el proceso ya que es donde se muestra el diseño ya creado, los dibujos de ensamblado y las instrucciones para hacerlo deben ser proporcionados igualmente.

En el diseño de detalle frecuentemente incluye la construcción y prueba de varias versiones de reproducción o prototipos, figura 1.3.

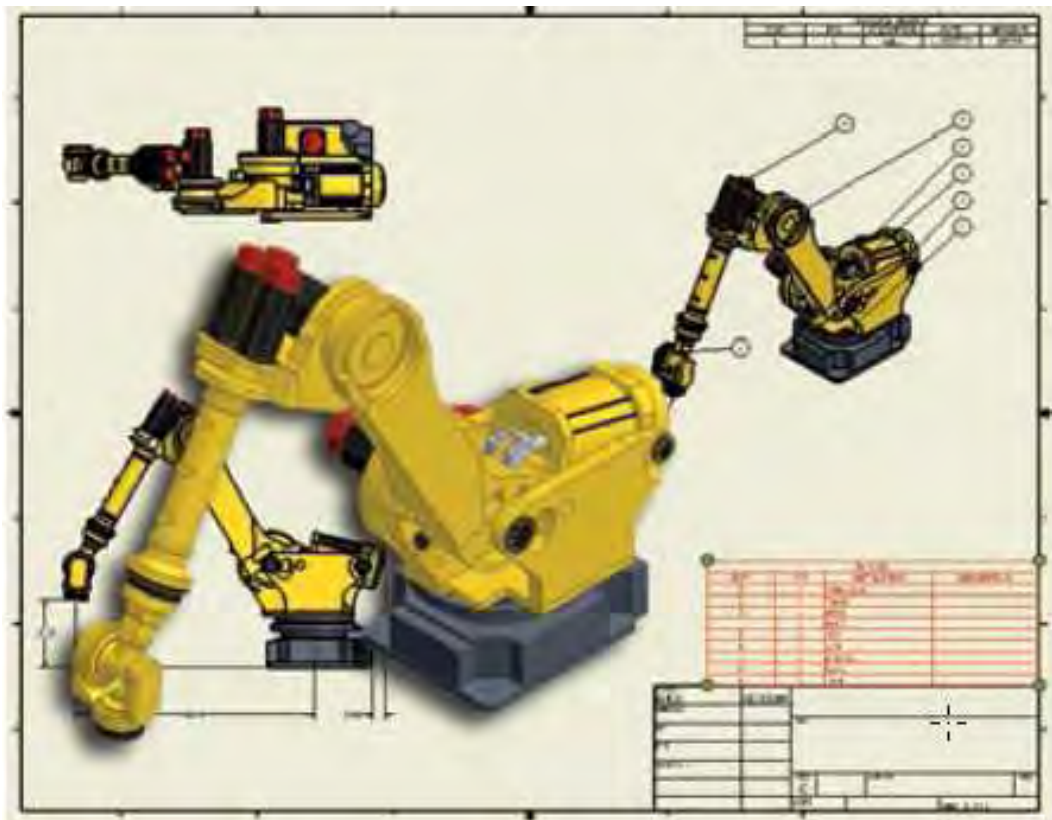


Figura 1.3 Prototipo de un brazo robótico para una línea de ensamblaje

## **1.5 REDISEÑO**

Una situación muy común es el rediseño. Los detalles del diseño se someten a cambios muchas veces cuándo aún el dispositivo se encuentra en la etapa de prototipos, mejoras y pruebas. Existen dos tipos de categorías en rediseño: *arreglos* y *actualizaciones*. Un arreglo es una modificación de diseño que es requerida debido al bajo desempeño una vez que el producto a sido introducido al mercado, es cuándo el diseño en CAD es muy importante ya que se pueden hacer las correcciones pertinentes en un tiempo muy reducido ya que si no existiera el diseño asistido por computadoras se perdería nuevamente demasiado tiempo en volver a dibujar a mano todo y esto retrasaría completamente la producción.

Por otro lado, las actualizaciones se planean usualmente como parte del ciclo de vida del producto antes de que el producto sea introducido al mercado. Una actualización puede añadir la capacidad y mejoramiento del desempeño en el producto o bien mejorar la apariencia para mantenerlo en el mercado.

## **1.6 INGENIERIA CONCURRENTES**

La situación mas frecuente y común en el diseño de ingeniería es el trabajo en equipo, la razón por la que este tema entra dentro de esta tesis es porque el diseño en CAD está muy enfocado al trabajo en equipo.

Un equipo es un grupo de personas con habilidades complementarias asignados a un propósito en común. En general existen 2 tipos de equipos: los que se dedican a realizar el trabajo real como los equipos de diseño, y los equipos que hacen recomendaciones. Ambos son igualmente importantes. Mucha gente trabaja en grupos, pero un grupo de trabajo no necesariamente es un equipo, y es por eso que muchos grupos no alcanzan este nivel y el trabajo se complica.

Ciertamente, el diseño en ingeniería se complica debido a la variedad de problemas, así que es necesario fomentar el trabajo en equipo. Una sola persona no posee todos los conocimientos y habilidades necesarias para una solución exitosa, y una sola persona trabajando 20 horas al día no puede completar las tareas necesarias para finalizar un trabajo.

La ingeniería concurrente es un enfoque de equipo no lineal de diseño que conjunta los elementos de entrada, de proceso y de salida necesarios para elaborar un producto. Las personas y los procesos se conjuntan desde el inicio del diseño, algo que normalmente no se hace en el enfoque lineal. Esta formado por ingenieros de diseño y de producción, técnicos, personal de mercadotecnia, planificadores y gerentes, todos ellos trabajan de manera conjunta para resolver un problema y generar un producto.

El diseño en CAD consiste básicamente en trabajo en equipo ya que todos deben complementar sus ideas y seguir un fin común, deben compartir información específica, así que deberán estar de acuerdo con las especificaciones para poder lograr el objetivo deseado que es de un conjunto de piezas formar un componente o mecanismo, figura 1.4.

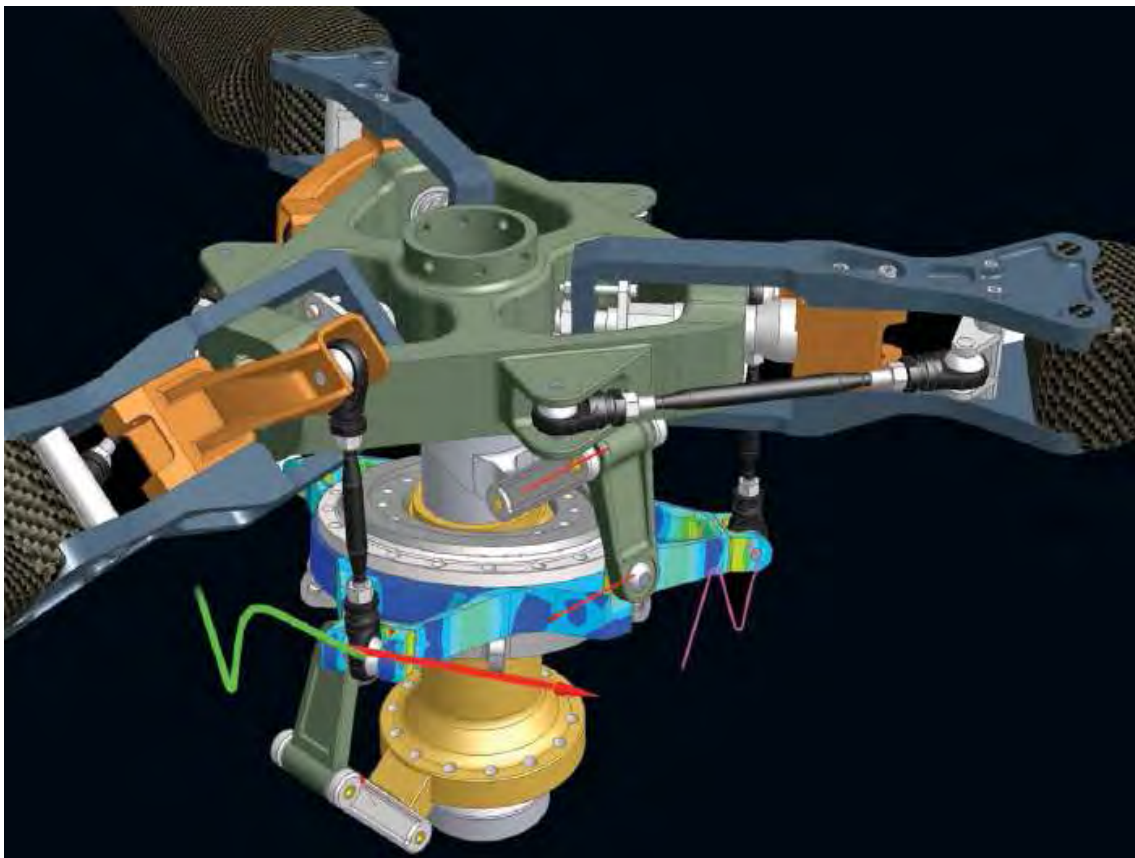


Figura 1.4 *Diseño de un rotor de helicóptero.*

Además, desde el punto de vista de la integración de todas las fases del proceso de diseño y fabricación, es decir, desde el enfoque de la *Ingeniería Concurrente*, resulta obvio que el uso de modelos aporta grandes beneficios.

Por ejemplo, el uso de los prototipos virtuales creados a partir de estas aplicaciones, permite el posterior análisis con otras aplicaciones CAE, simulando ciertos comportamientos que son imposibles de prever sin la creación de prototipos físicos o virtuales. Por tanto, sustituyendo la delineación por el modelado se reduce el tiempo de lanzamiento al mercado, con el consiguiente ahorro de los costes y aumento de la competitividad que esto supone. Pero no siempre está claro si la inversión que se realiza al adquirir una aplicación CAD de modelado es rentable. Tampoco es trivial seleccionar la aplicación más adecuada.

Para elegir bien, se deben analizar aspectos clave que nos puedan ayudar a decidir según determinadas necesidades. En esta tesis vamos a justificar los aspectos críticos que nos parecen más interesantes para evaluar este tipo de aplicaciones.

Los aspectos considerados son, fundamentalmente, los siguientes:

- Compatibilidad
- Amigabilidad de la interacción acceso a la información
- Visualización
- Dominio de los modelos
- Entorno de esbozo (intención de diseño)
- Asociatividad 2D a 3D
- Funciones definidas por el usuario (FDU)
- Esqueleto del producto (Diseño conceptual)

### **1.7.1 Aspectos críticos en la selección de una aplicación CAD de modelado**

La *compatibilidad* es un aspecto crítico porque, no existen traductores específicos de una aplicación a otra, por cuestiones de competencia y mercado. Tampoco existe todavía un traductor con formato neutro estándar perfectamente establecido que asegure el intercambio íntegro de los datos, aunque cada vez se realizan más esfuerzos en este sentido. Desde algunas aplicaciones CAD la información relativa a elementos característicos (*features*) e información paramétrica del modelo se conserva hasta cierto punto.

Existen actualmente algunos estándares de intercambio entre aplicaciones CAD, entre los cuales destacan el IGES y STEP (ISO 10303) entre los más conocidos, siendo éste último el más avanzado, aunque no se ha adoptado hasta el momento debido a que solo se implementan determinados subconjuntos del protocolo establecido (lo que se conoce como variantes). El estándar ISO 10303, como principal formato neutro de intercambio en la industria, asegura soluciones a medio plazo, proporcionando un correcto intercambio de información entre modelos paramétricos previsto para finales de 2003.

Actualmente, este estándar proporciona intercambio “estático” de la información del producto, perdiéndose toda la información paramétrica, de restricciones y relativa a *features* del modelo.

Con respecto a la *amigabilidad* de la interacción con el usuario, no todos los sistemas presentan las mismas facilidades a la hora de manejar dicho modelo en pantalla. Mientras I-DEAS la cual es una versión mas completa de Unigraphics, permiten movimientos intuitivos y funcionales (desplazamientos, zooms y orientaciones dinámicas con simples combinaciones de teclas y botones del ratón) que facilitan las tareas de comprensión y modificación, otros como AutoCAD o MicroStation Modeler, Mechanical Desktop, impiden el manejo accesible del modelo, provocando pérdidas de tiempo innecesario en idas y venidas repetitivas a menús, más o menos accesibles, lo que implica una inversión temporal mayor en la realización de ciertas tareas. Un ejemplo claro es la orientación dinámica mediante menús (figura 1.5)



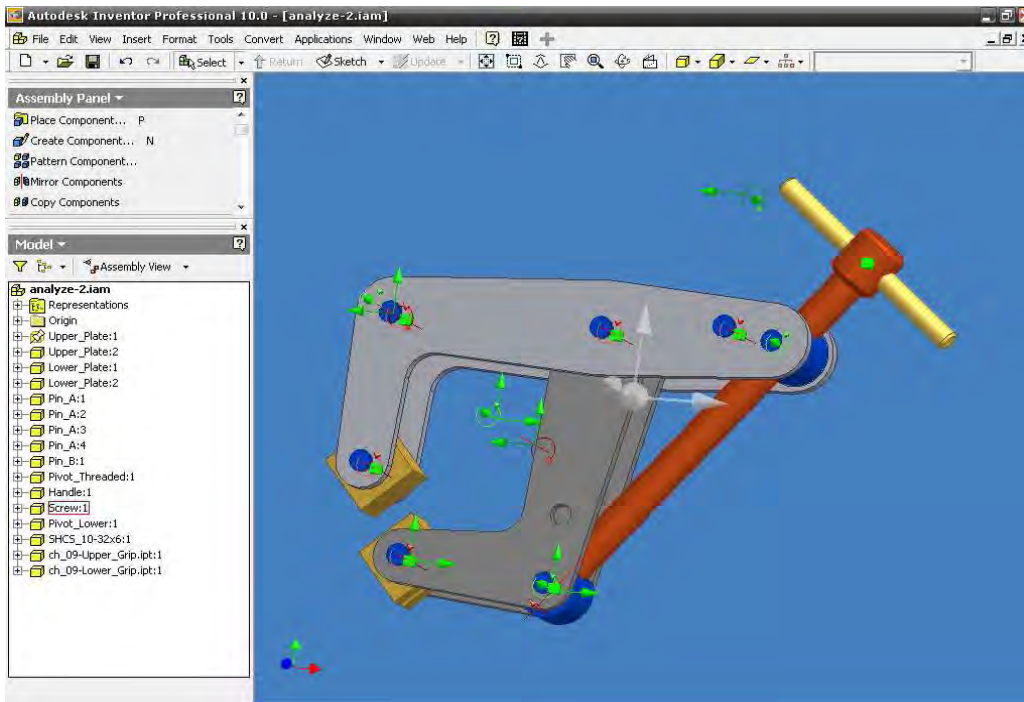


Figura 1.5 Orientación dinámica y ángulos de libertad en Inventor V10

En el *acceso a la información*. Actualmente, cada vez más aplicaciones optan por tener toda la información relativa al modelo accesible desde cualquier punto del programa, esto es, se pueden realizar modificaciones en *features* accediendo, tanto desde el menú (con posterior selección de geometría por pantalla), como desde el árbol del modelo (situándose sobre la *feature* correspondiente), como desde la misma pantalla gráfica simplemente situándose sobre la geometría en cuestión y pulsando un botón del ratón. Lo que está únicamente disponible solo en las últimas versiones de ciertas aplicaciones más avanzadas (figura 1.6).

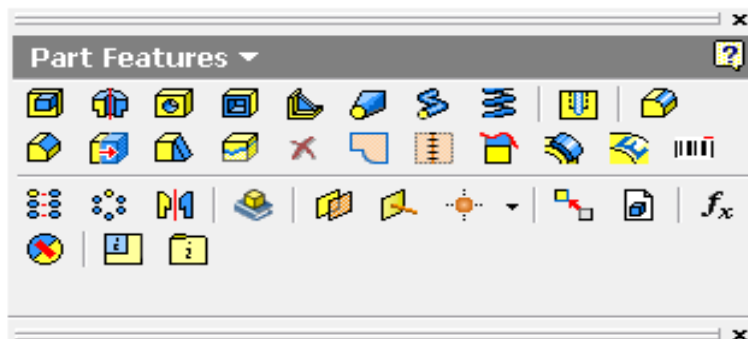


Figura 1.6: Selección de herramientas en ambiente gráfico Inventor V10

Respecto a la *visualización*, solamente las aplicaciones de gama media y alta proporcionan visualizaciones realistas con algoritmos de ocultación de líneas y robustos (figura 1.7).

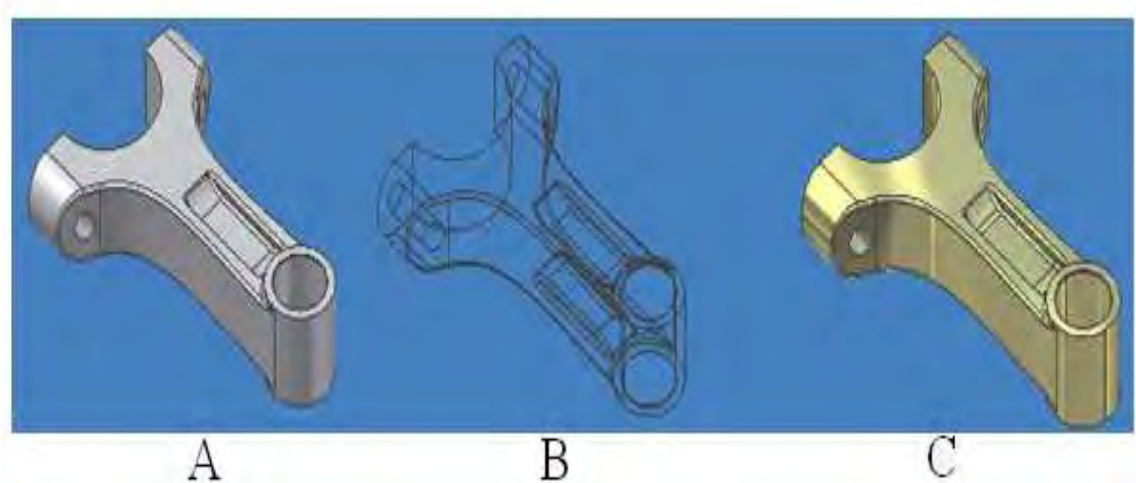


Figura 1.7: Visualización de un modelo a) sombreado, b) con líneas ocultas, c) con técnicas de renderizado (Inventor V10).

En el *dominio de los modelos*, donde son puntos clave el número de primitivas que incorpora la aplicación y la flexibilidad para generar geometrías complejas. Resulta evidente que una aplicación CAD de altas prestaciones representará más modelos y será capaz de crear geometrías variadas y complejas; que no es posible generar con aplicaciones simples, y que no son robustas en aplicaciones de prestaciones inferiores.

Sin duda, también es interesante el entorno de esbozo o *sketching* que presentan este tipo de aplicaciones. Puesto que muchos usuarios tenemos una educación previa en aplicaciones de delineación, el salto a las de modelado es aún más difícil. Todo lo que hacemos en una aplicación de delineación (delinear capturando puntos clave, utilizando coordenadas relativas, etc.), pensamos poder hacerlo, obviamente, cuando modelemos.

Para generar la geometría, previamente se han de esbozar las secciones y trayectorias en el espacio que nos permitirán la creación del modelo. Esta tarea de “esbozar” o “delinear” secciones o perfiles puede representar muchas veces un duro trabajo.

Algunas aplicaciones permiten crear estos esbozos bidimensionales con cierta facilidad, como por ejemplo MicroStation Modeler, que utiliza la herramienta *Accudraw* (o dibujo con precisión) y sus modos de *snap* (o captura de puntos clave de referencia a entidades) para obtener de una manera rápida y simple una sección (aparte de apoyarse en otras herramientas para la aplicación de restricciones geométricas que definan la intención de diseño, por el contrario, pueden dificultar la tarea de creación de secciones como es el caso de Catia, que se hacen menos amigables a la hora, tanto de crear como de establecer restricciones en las secciones).

La asociatividad 3D a 2D es también un aspecto crítico importante, ya que permite modificaciones en los dos sentidos, esto es, del modelo al plano de ingeniería y del plano al modelo tridimensional. Normalmente, la totalidad de las aplicaciones simples y muchas de gama media aseguran, únicamente, el sentido de 3D a 2D, pero no al contrario.

Las aplicaciones más completas, sí que aseguran la asociatividad plena. Otro aspecto a considerar es la posibilidad de incorporar información crítica del producto en la fase de diseño conceptual, que es la fase más temprana del diseño.

Actualmente, la mayoría de los programas CAD, cuentan con bibliotecas y herramientas de análisis para los distintos diseños generados en estas plataformas, donde encontraremos:

- Simulación dinámica
- Análisis de tensión (figura 1.8).
- Diseño de tubos, tuberías y cables
- Una mejorada sección de documentación de diseño y fabricación, compatible con las principales normas de dibujo

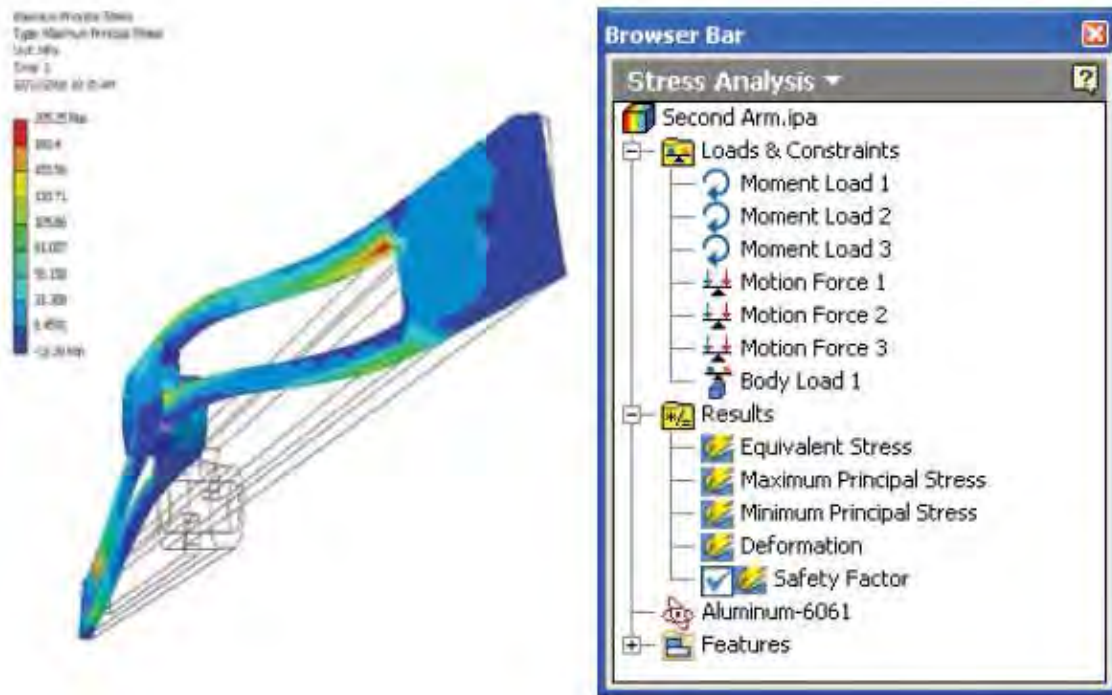
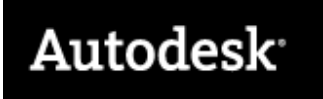





Figura 1.8: Análisis de un modelo sometido a esfuerzos

Ambas estructuras tienen almacenados los parámetros críticos del proyecto y la intención de diseño del ingeniero, de modo que las modificaciones que afectan a estos parámetros críticos, repercuten automáticamente en el resto del diseño, facilitando y flexibilizando las modificaciones y posibles rediseños futuros, e incluso permitiendo el control de diferentes productos compartiendo dicha estructura.

### 1.7.2 Comparación de precios y compatibilidad en software

SOFTWARE	PRECIO	COMPATIBILIDAD DESDE:
AutoDesk Inventor V10 	\$5000 dólares licencia por 1 año	Windows 2000 professional SP4, Windows XP Professional/Home SP1 & SP2 512MB ó 1GB + RAM (para menos de 1000 partes) Pentium IV, Xeon , AMD Athlon Tarjeta Grafica VGA de 128 MB Open GL
Solid Works 	\$10000 dólares licencia por 1 año	Windows XP Professional/Home SP1 & SP2 1GB de RAM Pentium Pentium IV Tarjeta gráfica VGA
CATIA 	\$10000 dólares, licencia por un año	Windows XP Professional/Home SP1 & SP2, Vista 1 GB de RAM Pentium IV Tarjeta VGA
Unigraphics NX 	Licenciamiento Unigraphics NX educativo 50 usuarios 10,000 dólares	Windows XP y Vista/ Unix/ Linux/ Mac OS X 1 GB de RAM Pentium IV 2.8 Ghz. Tarjeta Gráfica Nvidia o RADEON

## CAPITULO 2

### CARACTERISTICAS BASICAS DE AUTODESK INVENTOR V10

#### 2.1 AREA DE TRABAJO

El área de trabajo es la zona donde se desarrollaran todos los diseños que usted tenga planeados. Esta zona no es muy distinta a los sistemas CAD que quizás ya usted haya manejado anteriormente como AutoCad y Mechanical Desktop, o incluso programas más sofisticados tales como I-DEAS ó UNIGRAPHICS, dado que todos poseen interfaces mucho mas accesibles actualmente. El nombre **plano de trabajo** sugiere que usted puede mover herramientas de software dentro la pantalla y ahorrarse tiempo al momento de crear una pieza.

Como una de nuestras primeras directrices dentro de Inventor V.10, es escoger el tipo de acción que vamos a realizar al momento de iniciar el programa, para ello el cuadro de dialogo de inicio de Inventor V.10 nos proporciona 4 opciones (figura 2.1):

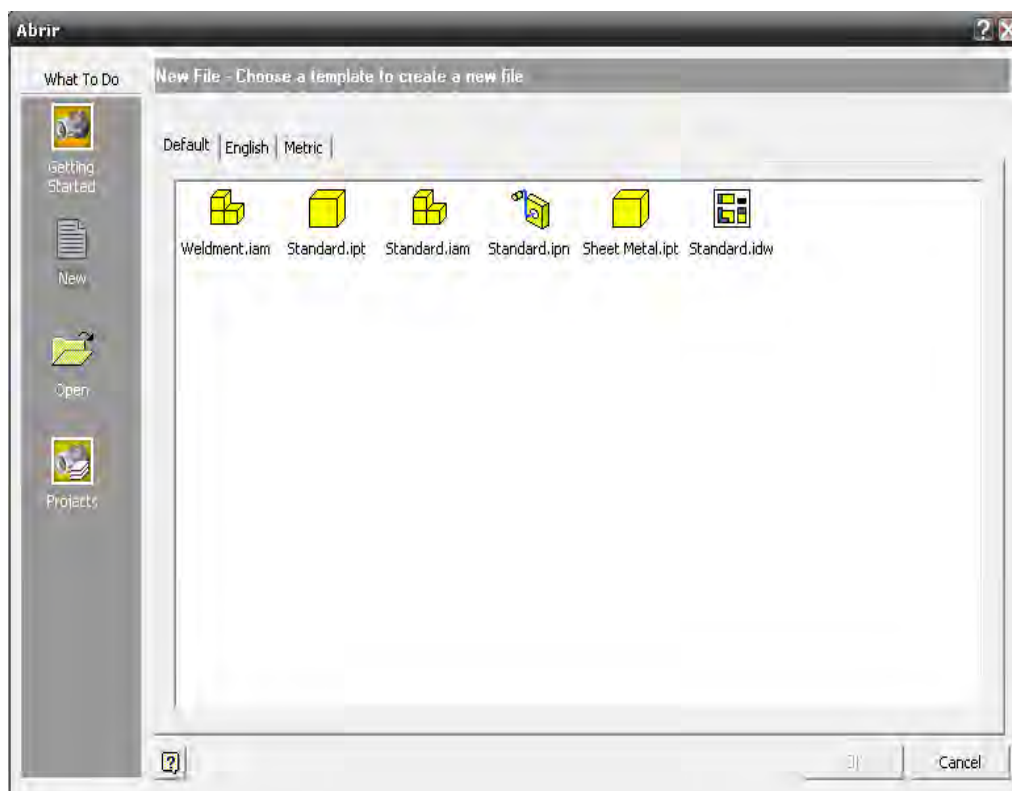


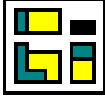




Figura 2.1 Cuadro de dialogo de inicio de Inventor V.10

Tabla 2.1 *Opciones de inicio de trabajo en INVENTOR V.10*


<p><b>GETTING STARTED</b> ( Para empezar)</p>	<p>Esta opción muestra a través de documentos PDF las características nuevas que posee el programa Inventor V.10, así como manuales de ayuda al usuario, animaciones una área de contacto directa con la empresa proveedora del software por medio de su página de internet.</p>
<p><b>NEW</b> (Nuevo)</p>	<p>Este menú muestra las diversas plantillas que tiene el usuario para iniciar un dibujo nuevo de acuerdo al sistema de unidades, ya sea métrico o ingles, que desee utilizar y al tipo de ambiente que desee ingresar, como puede ser el dibujo de una pieza, archivos de presentación, conjuntos soldados, ensamble de un componente ó incluso el dibujo de vistas ortogonales del mismo de acuerdo a las normas ANSI ó ISO.</p>
<p><b>OPEN</b> (abrir)</p>	<p>Este menú muestra el directorio ya preestablecido por el programa, en donde son almacenados los archivos ya existentes ó los archivos que el usuario haya creado con anterioridad de sus piezas, ensambles ó dibujos de vistas ortogonales.</p>
<p><b>PROJECTS</b> (Proyectos)</p>	<p>Autodesk Inventor utiliza proyectos para representar una agrupación lógica de un proyecto de diseño completo. Un proyecto organiza los datos guardando información sobre dónde se almacenan los datos de diseño y dónde se pueden editar los archivos, y además mantiene enlaces válidos entre ellos. Los proyectos se utilizan cuando se trabaja en equipo, se colabora en varios proyectos de diseño y se comparten bibliotecas entre distintos proyectos de diseño.</p>

Dentro de la opción NEW (nuevo), existe una gran diversidad de plantillas para iniciar un nuevo proyecto, las cuales están divididas primeramente en 2 sistemas de unidades; el sistema métrico decimal, el cual usa como unidad base los milímetros y el sistema ingles el cual a su vez usa como unidad base las pulgadas. Además encontraremos una pestaña más, la plantilla predeterminada de sistema de unidades, la cual fue asignada por el administrador al momento de la instalación así como el sistema de normas ANSI ó ISO. El siguiente cuadro mostrara las diversas plantillas usando el sistema ingles dentro de Inventor V.10 así como la descripción de cada una de ellas.

Tabla 2.2 *Tabla descriptiva de plantillas en INVENTOR V.10*

 <p>ANSI (in).idw</p>	<p>En esta plantilla cree automáticamente vistas de perfil, isométricas, de detalle, secciones y auxiliares. Cuenta además con una paleta de acotado, anotaciones y símbolos 2D para reducir el tiempo que supone elaborar planos con métodos 2D tradicionales.</p>
 <p>Sheet Metal (in).ipt</p>	<p>En esta de plantilla se presenta un entorno integrado para el diseño de planchas metálicas, con este entorno de trabajo lograra doblar, cortar, hacer agujeros, obtener el desarrollo de sus diseños de forma automática.</p>
 <p>Standard (in).iam</p>	<p>Autodesk Inventor le ofrece la facilidad de ensamblar cada una de las piezas de sus proyectos no importando la complejidad que estos presenten, logrando ponerlos a prueba sus diseños y evitando errores en sus proyectos.</p>
 <p>Standard (in).ipt</p>	<p>Esta plantilla es la base del programa y es donde se encuentra el área principal de trabajo, donde podremos realizar todas nuestras operaciones de boceto y operaciones con sólidos, también es esta área donde podemos usar las técnicas de renderizado y escoger el material adecuado para nuestro diseño.</p>
 <p>Standard (in).ipn</p>	<p>Esta platilla esta creada para la animación de nuestros diseños en los cuales podremos darle un sentido dinámico a nuestros proyectos observando la forma en que opera en conjunto el ensamble.</p>



 Weldment (ANSI).iam	<b>Esta plantilla cuenta con un entorno integrado para diseño de conjuntos soldados en 3D. Clasifique y modele cordones de soldadura de empalmes, huecos, etc. Cree automáticamente anotaciones 3D basadas en las normas y genere automáticamente símbolos de soldadura asociativa 2D para documentación.</b>
--	---

En la presente tesis, enfocaremos nuestro estudio principalmente a la plantilla STANDARD.IPT, la cual como ya se había dicho antes, es donde realizaremos nuestros bocetos y las diferentes ediciones a los sólidos que generemos.

Una vez seleccionada esta plantilla encontremos en nuestra área de trabajo una barra de herramientas principal, figura 2.2 en la que se encuentran todas las opciones del software, en ella puede ver que se tienen 11 opciones que son: archivo, editar, ver, insertar, formato, herramientas, transformar, aplicaciones, ventana, red y ayuda.

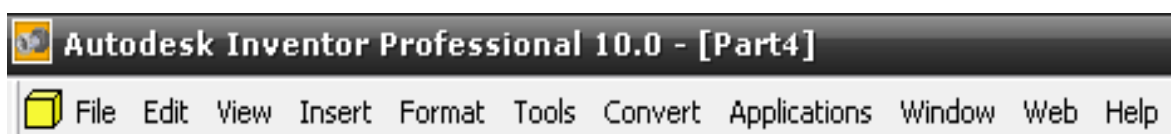


Figura 2.2 Barra de herramientas principal

Tabal 2.3 Descripción de comandos de la barra principal en INVENTOR V.10

<b>FILE</b> (Archivo)	En este icono se presentan las opciones básicas para crear, abrir, cerrar, salvar e imprimir.
<b>EDIT</b> (Editar)	En este icono se presentan las herramientas como cortar, copiar, pegar, eliminar, las cuales son necesarias cuando se está desarrollando un modelo.
<b>VIEW</b> (Ver)	En este menú encontraremos una gran diversidad de comandos para observar nuestro diseño desde distintas perspectivas, ya sea rotarlo, realizar un paneo, acercamientos, generar la vista isométrica e incluso obtener el centro de gravedad de nuestro modelo.

<b>INSERT</b> (Insertar)	En este menú el usuario podrá insertar documentos PDF, diapositivas, documentos de texto, hojas de cálculo, clips de videos e imágenes.
<b>FORMAT</b> (Formato)	En este menú podrá hacer los cambios necesarios al sistema de unidades que este manejando, así como modificar el área grafica de Inventor reduciendo o ampliando el espaciamiento de la rejilla o GRID, de igual forma tenemos acceso a la lista de materiales disponibles y a sus características.
<b>TOOLS</b> (Herramientas)	Dentro de herramientas encontrara elementos que proporcionaran información acerca del boceto, longitud de un segmento, ángulos, áreas, una biblioteca de elementos mecánicos tales como tornillos, arandelas, tuercas, tuberías y vigas, además de una sección en la cual se encuentran los conocimientos teóricos para el diseño de elementos mecánicos.
<b>CONVERT</b> (Transformar)	La utilidad de este menú es llevarlo de un modo de trabajo de modelado de una pieza a trabajar con las herramientas de planchas metálicas, sin necesidad de cerrar el archivo y abrir la plantilla de SHEET METAL (planchas metálicas).
<b>APPLICATIONS</b> (Aplicaciones)	<b>APPLICATIONS</b> (aplicaciones) lleva al usuario del modelado de la pieza a <b>INVENTOR STUDIO</b> , que corresponde al área de animaciones donde podrá darle efectos de luz y animar el diseño.
<b>WINDOW</b> (Ventana)	Cuando debe tener varias ventanas abiertas para insertar un ensamble u otro tipo de acción esta opción le permite cambiar de dibujo inmediatamente
<b>WEB</b> (Red)	En este menú, usted tiene la posibilidad de contactar directamente a la empresa distribuidora del software a través de la red y así encontrar información útil respecto al programa ó trabajar en equipo a través del mundo del internet.
<b>HELP</b> (Ayuda)	Tenemos que en esta parte de ayuda usted puede buscar cualquier tipo de información de la cual usted necesite ampliar su conocimiento o obtener información en línea

## 2.2 MODEL NAVIGATOR (Navegador del modelo)

El navegador del modelo es una parte primordial cuando se está construyendo un modelo de una pieza ya que es en esta parte donde se encuentra toda la información de las instrucciones que usted está realizando para construir dicho modelo, figura 2.3.

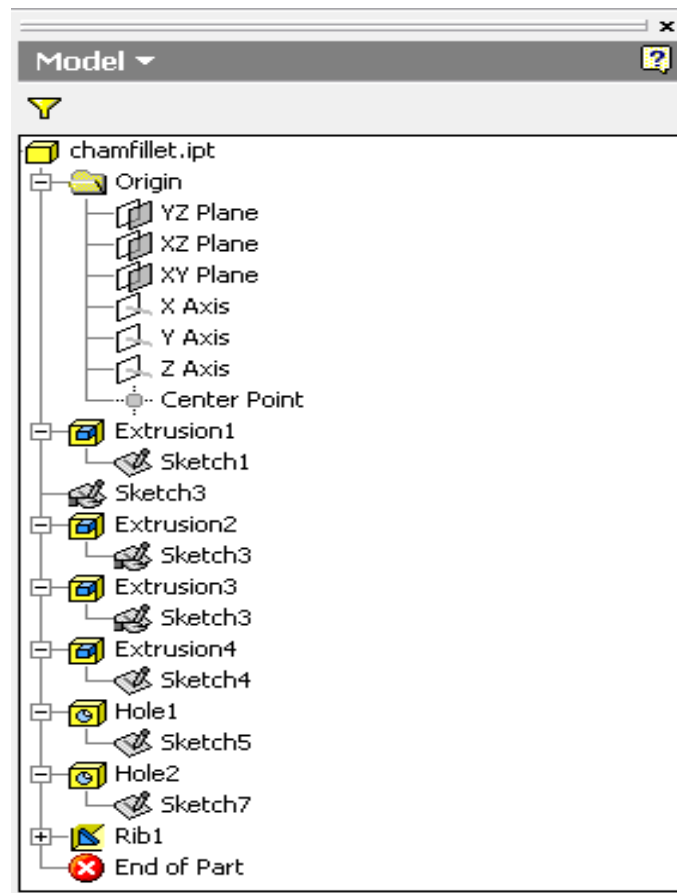


Figura 2.3 Cuadro de dialogo del navegador del modelo.

Como puede apreciar en la figura 2.3 el navegador del modelo le muestra una lista de las instrucciones las cuales están enumeradas tal y como usted fue construyendo su modelo, existen opciones dentro de las cuales usted puede hacer no visible algún componente de su diseño o editar el mismo si es que presenta un error o simplemente desea modificarlo. Deberá tener cuidado al eliminar instrucciones ya que una instrucción dependerá de otra y provocará un error de secuencia en el modelo, en Inventor V.10, si usted desea eliminar una secuencia, el programa le indicara gráficamente toda la posible información que usted

perderá si procede con la acción esto podrá revertirse simplemente invirtiendo la selección, por ejemplo si usted construye un bloque y lo une con otra parte una dependerá de la otra, así si usted elimina el bloque se provocará un error de secuencia ya que la unión de dos sólidos no existirá debido a que uno de ellos no existe.

Como ya se dijo anteriormente el navegador del modelo alberga cada una de las instrucciones que usted realiza durante la creación de su modelo así que cada instrucción albergará de igual manera los parámetros como son distancias, tolerancias, así por ejemplo, si se requiere editar una distancia de un sólido simplemente deberá dar click al boceto que desea editar en su navegador del modelo, seleccionar la instrucción con el botón derecho del ratón en el área del navegador del modelo EDIT SKETCH (editar boceto) y seleccionar la dimensión que usted desea modificar dando 2 clicks a la misma en su área de trabajo, inmediatamente surgirá un cuadro de dialogo donde el usuario ingresara la nueva acotación tal y como se muestra en la figura 2.4.

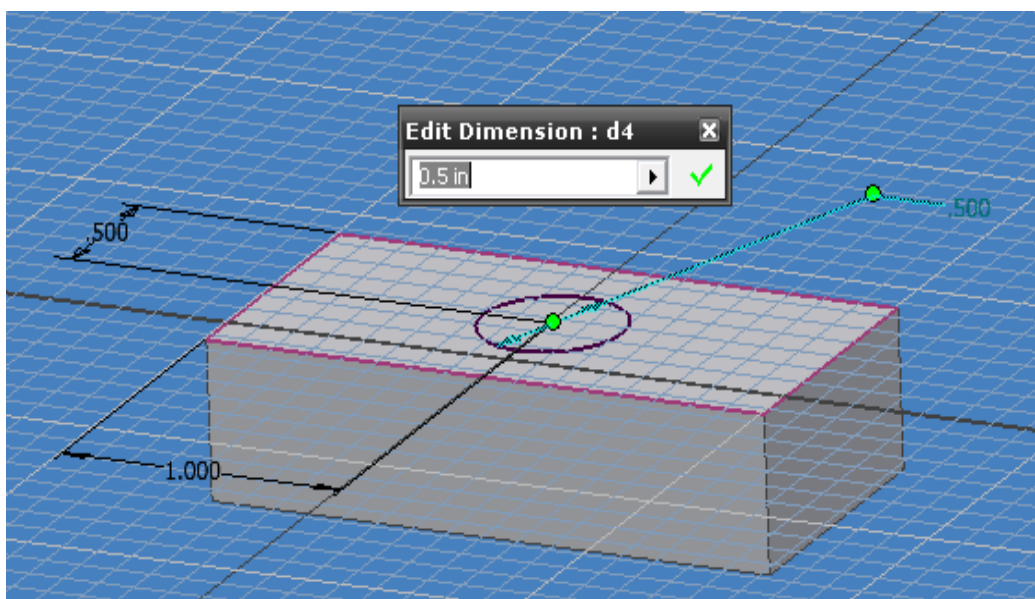


Figura 2.4 Edición de parámetros de una instrucción.

Como se puede ver el navegador del modelo es una parte vital e importante del dibujo ya que nos permite reconocer cada una de las instrucciones, editarlas si es necesario, cambiar colores si lo desea o borrar algo si es necesario.

Tenga en cuenta que el navegador del modelo es otra manera de cortar caminos para algunas instrucciones, mostrar información necesaria en caso de que se tenga alguna duda. Como se puede apreciar en la figura 2.4, cuando se edita un parámetro la instrucción misma le permite visualizar el lugar que se está editando, esto se hace con el fin de que usted pueda visualizar los cambios pertinentes dentro del plano de trabajo así como en el cuadro de diálogo.

### 2.3 TOOLBARS (Barras de herramientas)

Las barras de herramientas son una parte muy importante dentro del modelado en CAD ya que nos facilita el estar buscando la instrucción por otros medios, solo debe buscar la instrucción y ejecutarla, esto será explicado más a fondo en el capítulo 3.

Las barras de herramientas pueden se encuentran localizadas en la parte izquierda de su pantalla y se encuentran divididas en 2 secciones, figura 2.5.

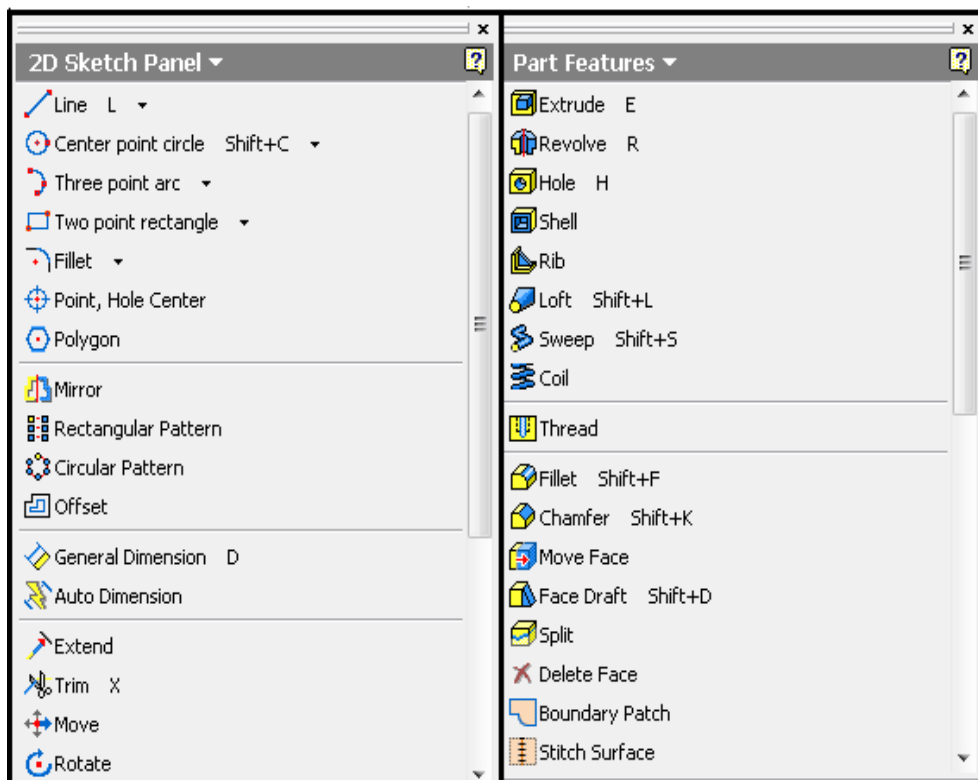


Figura 2.5A

Figura 2.5B

Figura 2.5 Barra de herramientas de diseño 2.5A) Herramientas para diseño de bocetos, 2.5B) Herramientas para edición de sólidos.

Como puede ver en la figura 2.5 tenemos 2 opciones de trabajo, primeramente usaremos el panel de herramientas para bocetos en 2D y una vez que hayamos terminado el mismo las herramientas de edición de sólidos aparecerán automáticamente, lo cual lo veremos en capítulos posteriores. Respecto al formato y al numero de herramientas Inventor V.10 posee una opción denominada EXPERT (experto) en donde podremos encontrar cada una de las operaciones en un modo mas abreviado, únicamente aparecerán los iconos de boceto o edición de sólidos, la descripción de cada icono no aparece mas, dando como resultado una ampliación de nuestro campo de trabajo. Este modo puede ser usado una vez que el usuario se haya familiarizado completamente con el entorno grafico de Inventor.

## 2.4 GRAPHIC WINDOW MENU (Menú de ventana gráfico)

El menú mostrado en la figura 2.6 aparece únicamente cuando usted esté trabajando en un ambiente de bocetos en 2D, este menú auxiliar le proporcionara las herramientas necesarias para que continúe con su diseño, debe dar clic al botón derecho del ratón mientras el cursor se encuentra en la pantalla gráfica, esto es la parte del software donde usted está creando su modelo.

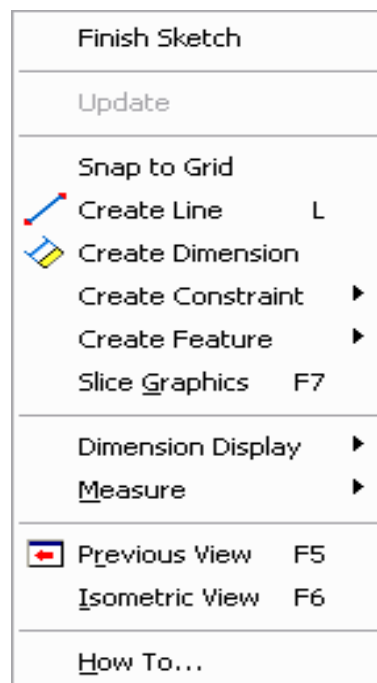


Figura 2.6 Cuadro de dialogo de ventana grafica en 2D.

Tabla 2.4 Tabla descriptiva del cuadro de dialogo de ventana grafica en 2D.

<p><b>FINISH SKETCH</b> (Terminar boceto)</p>	<p>Esta opción es muy importante, ya que el usuario una vez que haya terminado de realizar su boceto en 2D, deberá dar esta orden para poder continuar con el diseño de su pieza en 3D.</p>
<p><b>SNAP TO GRID</b> (Rejilla automática)</p>	<p>Para usar este comando es necesario que el usuario conozca el espaciamiento que existe entre cada rejilla, la cual usted puede modificarla usando el comando <b>FORMAT</b> (formato) como ya se había indicado anteriormente, posteriormente <b>SKETCH</b> (boceto). Haciendo ello, el puntero brincara la distancia dictada por el usuario de un punto hacia otro ó de una rejilla a otra.</p>
<p><b>CREATE LINE</b> (Crear línea)</p>	<p>Este comando le dará el poder para crear una línea de manera automática, sin necesidad de dirigirse a la barra de herramientas para bocetos.</p>
<p><b>CREATE CONSTRAINT</b> (Cree una restricción)</p>	<p>En este ambiente el usuario puede crear restricciones, por ejemplo puede hacer que 2 líneas sean paralelas ó perpendiculares, puede crear líneas tangentes a un círculo, círculos concéntricos, similitud y simetría.</p>
<p><b>CREATE FEATURE</b> (Cree elementos característicos)</p>	<p>Este menú le proporcionara las herramientas necesarias para la creación de modelos tridimensionales.</p>
<p><b>SLICE GRAPHICS</b> (Separe su modelo 3D)</p>	<p>Esta opción le permite separar temporalmente una parte de su diseño en 3D usando un plano de división, que quizás no le permita ver un detalle de su solido, éste comando le dará la visión de la zona que el usuario requiera en cualquier instante.</p>
<p><b>DIMENSION DISPLAY</b> (Desplegar dimensión)</p>	<p>Este menú despliega varias formas de representar una acotación, usando una letra, un valor, un valor con mayor precisión de hasta 5 decimales ó indicar que unidades se están usando como pulgadas o milímetros.</p>

<b>MEASURE</b> ( Medida)	Este menú es bastante completo ya que podemos obtener distancias de una línea a otra, coordenadas de un círculo en un rectángulo, ángulos, longitud total de un boceto y área del mismo.
<b>PREVIOUS VIEW</b> (Vista previa)	Esta función esta diseñada para volver a la vista anterior de nuestra pieza, por ejemplo, si esta fue posicionada en isométrico, al usar esta orden, Inventor mostrara la vista que estábamos usando con anterioridad.
<b>ISOMETRIC VIEW</b> (Vista isométrica)	Usando este comando instantáneamente el usuario colocara su boceto ó solido en modo isométrico.
<b>HOW TO</b> (Como hacer)	Esta opción desplegara un tutorial de ayuda, donde el usuario podrá buscar cualquier comando por medio de un índice y así resolver sus dudas al diseñar.

Existe un segundo menú de ventana grafico el cual se desplegara cuando usted trabaje con sólidos en un ambiente en 3D, figura 2.7, el cual se detallara a continuación.

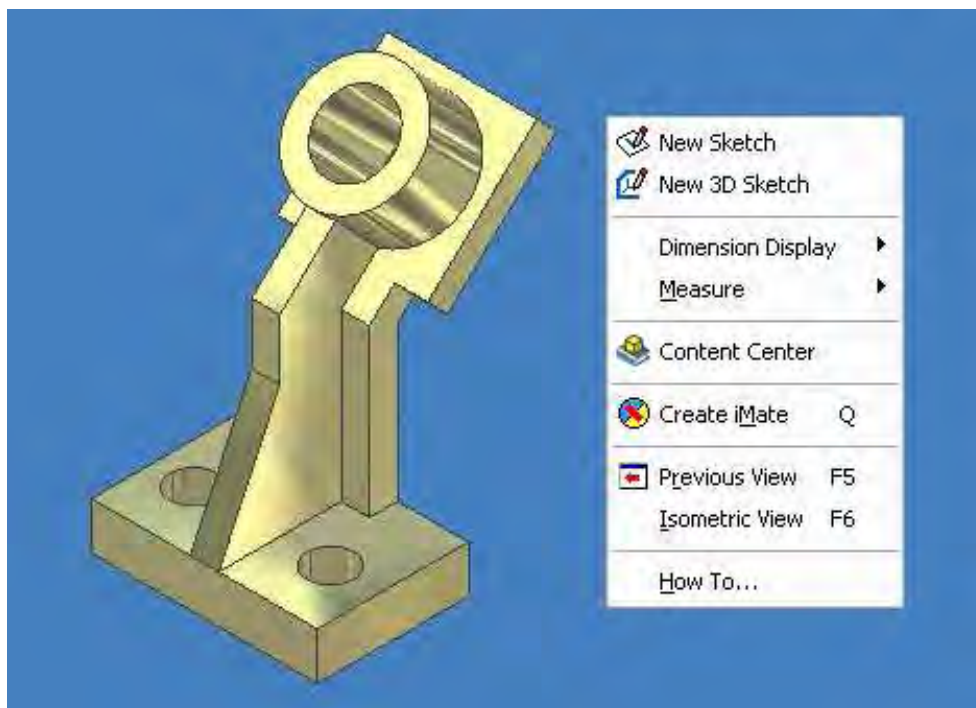


Figura 2.7 Cuadro de dialogo de ventana grafica en 3D.



Tabla 2.5 Tabla descriptiva del cuadro de dialogo de ventana grafica en 3D.

<p><b>NEW SKETCH</b> (Nuevo boceto)</p>	<p>Al usar este comando el usuario será capaz de dibujar bocetos en 2D sobre su solido en cualquier cara del mismo para después editarlos.</p>
<p><b>NEW 3D SKETCH</b> (Nuevo boceto en 3D)</p>	<p>Este comando dará al usuario la capacidad de crear bocetos 2D en un ambiente grafico en 3D, sin necesidad de seleccionar una cara de la pieza.</p>
<p><b>DIMENSION DISPLAY</b> (Desplegar dimensión)</p>	<p>Este menú despliega varias formas de representar una acotación, usando letras, valores numéricos, un valor con mayor precisión de hasta 5 decimales ó indicar que unidades se están usando como pulgadas o milímetros.</p>
<p><b>MEASURE</b> ( Medida)</p>	<p>El comando desplegara los valores de medida de sólidos tales como volúmenes, distancias entre puntos en distintos planos y ángulos.</p>
<p><b>CONTENT CENTER</b> (Centro de contenido)</p>	<p>Este centro despliega una serie de bibliotecas adoptadas por Inventor, donde el usuario puede encontrar todo tipo de elementos mecánicos, los cuales están normalizados y clasificados de acuerdo a cada sistema de unidades.</p>
<p><b>CREATE MATE</b> (Crear acoplamientos)</p>	<p>En esta zona Inventor proporciona una serie de acoplamientos que el usuario puede usar para unir 2 objetos teniendo diversas opciones a su favor.</p>
<p><b>PREVIOUS VIEW</b> (Vista previa)</p>	<p>Esta función esta diseñada para volver a la vista anterior de nuestra pieza, por ejemplo, si esta fue posicionada en isométrico, al usar esta orden, Inventor nos mostrara la vista que estábamos usando con anterioridad.</p>
<p><b>ISOMETRIC VIEW</b> (Vista isométrica)</p>	<p>Usando este comando instantáneamente colocaremos nuestro boceto ó solido en modo isométrico</p>
<p><b>HOW TO</b> (Como hacer)</p>	<p>Esta opción desplegara un tutorial de ayuda, donde el usuario podrá buscar cualquier comando por medio de un índice y así resolver sus dudas al diseñar.</p>

## 2.5 STANDARD EDITOR AND STYLES (Editor de normas y estilos)

Inventor V.10 selecciona una norma de dibujo que incluye un conjunto de estilos por defecto para controlar la mayoría de los objetos utilizados en los documentos, como pueden ser referencias numéricas, cotas, texto, capas, listas de piezas, símbolos y directrices, materiales e iluminación.

Si el usuario desea cambiar los estilos, lo puede realizar usando el STANDARD EDITOR (editor de normas) y STYLES (estilos) figura 2.8 del menú FORMAT (formato) para crear, modificar y limpiar los estilos no utilizados, aunque estos cambios solo afectarían al archivo en uso.

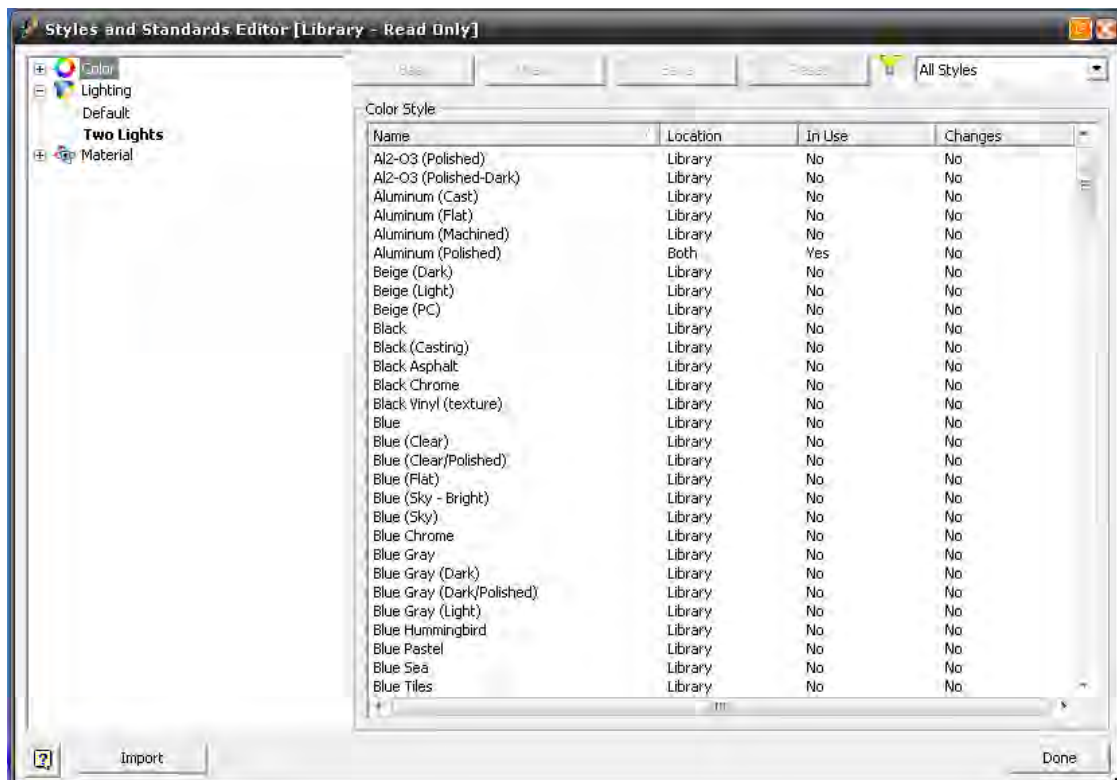


Figura 2.8 Editor de Estilos y Normas en Inventor V.10.

Esta librería proporcionará al usuario toda la información acerca de la lista de materiales con la que cuenta Inventor, donde podrá el usuario modificar las características que desee de las librerías, aunque se invita al usuario a que mantenga intactas las mismas.

Dentro de ellas puede modificar desde el color y los efectos de luz, además de proporcionar información específica sobre las propiedades de los materiales, tales como densidad, modulo de Young, punto de fluencia, la relación de poisson, conductividad térmica, expansión lineal y calor específico de todos los materiales disponibles en esta biblioteca como se muestra en la figura 2.9.

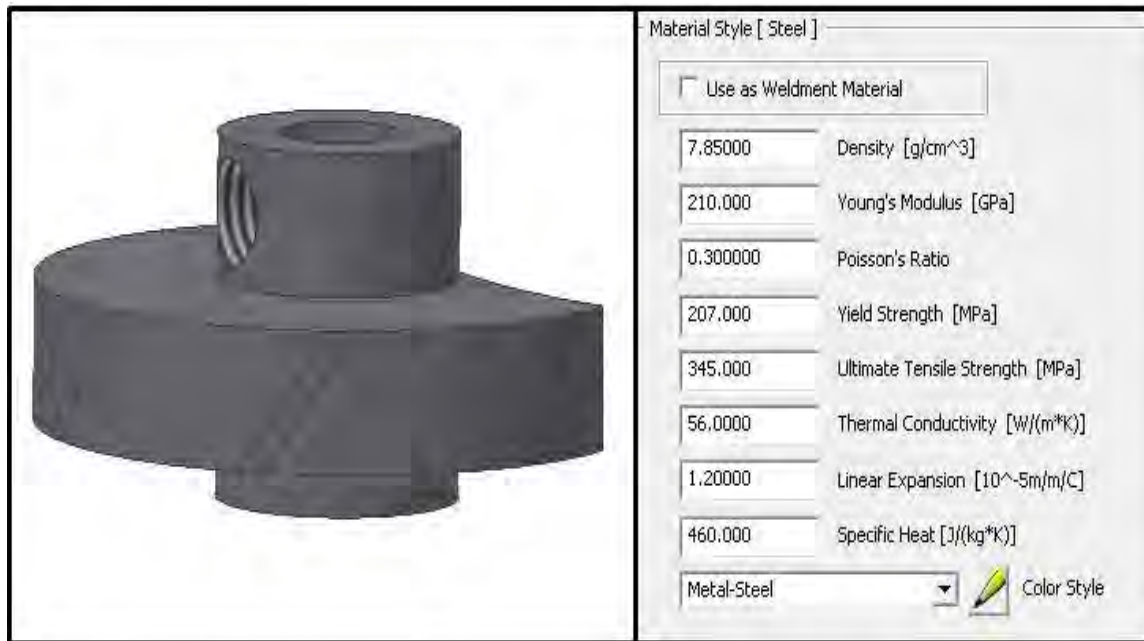


Figura 2.9 Librería de materiales, propiedades mecánicas.

## CAPITULO 3

### COMANDOS BASICOS DE INVENTOR V.10

Para poder desarrollar un diseño en Inventor es necesario tener la habilidad de controlar los diferentes comandos que este ofrece como son las formas geométricas básicas, saber utilizar los planos que son una parte importante en el diseño y saber utilizar atajos para facilitar y reducir a la vez el tiempo que invertimos para diseñar una pieza como son el crear un hole (agujero) sin la necesidad de insertar un cilindro y sustraerlo al sólido deseado. El diseño en Inventor es en realidad muy interesante y además es sencillo ya que el ambiente grafico es bastante amigable hacia el usuario ya que nos brinda una infinidad de métodos por cada opción para enfrentar cualquier tipo de problema que se presenta al momento de diseñar una pieza, así que solo resta decir que la práctica y la perseverancia será lo que lo convierta a usted en un buen diseñador en Inventor.

#### 3.1 COMANDOS BASICOS.

En el cuadro de dialogo de 2D SKETCH PANEL (panel de bocetos en 2D) de la figura 3.1, se tiene 7 comandos para crear las figuras básicas con las que el usuario podrá comenzar a diseñar. Un boceto consiste en el perfil de una operación y cualquier geometría (como un camino de barrido o un eje de rotación). Toda la geometría del boceto se crea y se edita en el entorno de boceto mediante las herramientas de 2D SKETCH PANEL.

El usuario notará que estas instrucciones no han cambiado a lo largo de todos los programas CAD que haya utilizado con anterioridad.

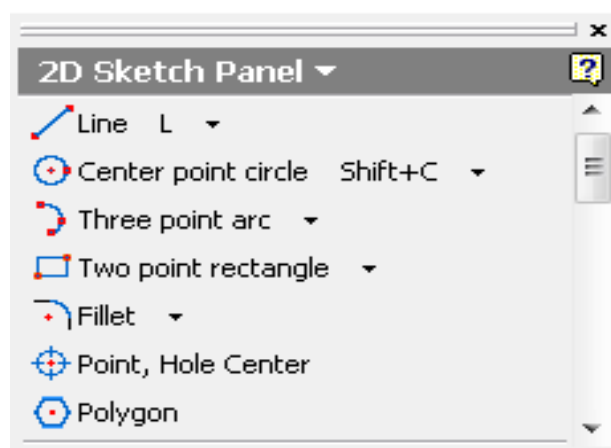


Figura 3.1 Panel de bocetos en 2D.

Dentro de los comandos básicos encontraremos instrucciones para crear líneas, círculos, arcos, rectángulos, fileteados, puntos para generar agujeros y polígonos.

### 3.2 GENERACION DE LINEAS.

A continuación se proporcionaran las instrucciones necesarias para generar geometrías básicas a través de estos comandos. Finalice todos los comandos presionando la tecla ESC.

#### 3.2.1 Crear una línea a través de dos puntos.

- Seleccione el icono de LINE (línea).
- Coloque el puntero sobre el área de trabajo donde va a realizar su boceto.
- Pulse sobre el botón izquierdo del ratón, para colocar el punto de inicio de su línea, posteriormente deje de presionarlo.
- Desplace el ratón la distancia necesaria para generar la línea ó generar su boceto.
- Pulse nuevamente el botón izquierdo del ratón para finalizar, el usuario debe notar que se generara una segunda línea inmediatamente en la dirección que desee, si desea continuar generando líneas repita el mismo procedimiento hasta que obtenga el boceto deseado.
- Ponga fin al comando pulsando sobre el botón derecho del ratón y seleccionando DONE (terminar) y use la tecla ESC, figura 3.2.

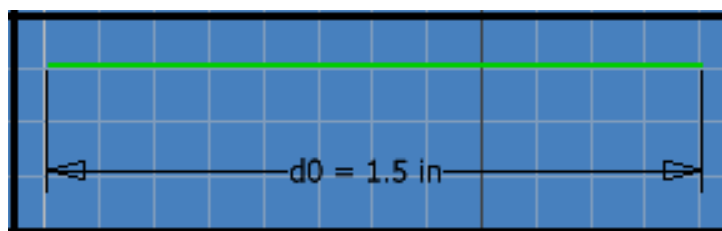


Figura 3.2 Creación de línea a través de 2 puntos.

#### 3.2.2 Crear una SPLINE a través de 3 puntos.

- Utilice la flecha del comando línea para desplegar el menú y seleccione SPLINE.
- Coloque el puntero sobre el área de trabajo donde va a realizar su trazo.
- Pulse sobre el botón izquierdo del ratón, para colocar el punto de inicio de su spline, posteriormente deje de presionarlo.

- Desplace el ratón la distancia necesaria y pulse nuevamente el botón izquierdo del ratón. Se generara una línea curva inmediatamente después de realizada la acción.
- Nuevamente coloque otro punto a otra distancia como en el paso anterior y se generara otra línea curva.
- El usuario puede utilizar más puntos para seguir creando splines.
- Finalice dando doble click al botón izquierdo del ratón, figura 3.3.

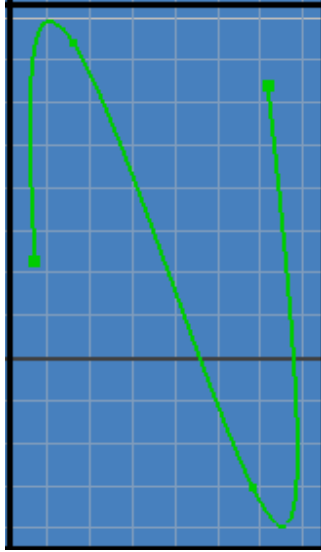


Figura 3.2 *Generación de una SPLINE.*

### **3.3 GENERACION DE CIRCULOS.**

#### **3.3.1 Crear un círculo por medio de CENTER POINT CIRCLE (centro y un punto en el círculo)**

- Seleccione el icono de centro y un punto en el círculo.
- Coloque el cursor sobre el área de trabajo.
- Especifique el centro del círculo pulsando con el botón izquierdo del ratón su ubicación.
- Desplace el cursor sobre el área de trabajo para determinar el tamaño del círculo.
- Presione nuevamente el botón izquierdo y termine el comando con ESC.

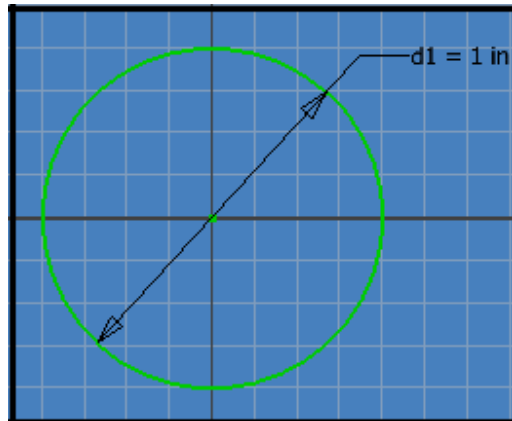


Figura 3.3 Creación de un círculo por centro y un punto del círculo.

### 3.3.2 Crear un círculo por medio de TANGENT CIRCLE (círculo tangente)

- Coloque su cursor sobre el área de trabajo.
- Trace tres líneas en distintas direcciones como la indica la figura 3.4A
- Abra el menú de círculo para desplegar la opción de círculo tangente.
- Pulse sobre el icono de círculo tangente y seleccione las tres líneas, para generar la figura geométrica.
- Finalice con el botón izquierdo del ratón y pulse ESC, para obtener la figura 3.4B

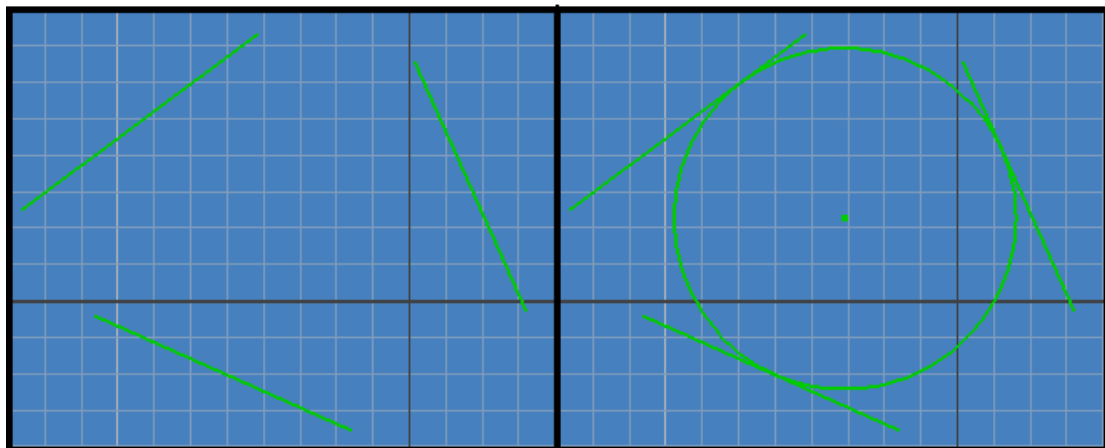


Figura 3.4A

Figura 3.4 B

Figura 3.4A Tres líneas en distintas direcciones. Figura 3.4B Generación de un círculo tangente a tres líneas.

### 3.3.3 Crear una ELLIPSE (elipse) a través de 3 puntos

- Abra el menú de círculo y seleccione elipse.
- Coloque su cursor sobre el área de trabajo y especifique el centro de la elipse.
- Desplace su cursor a través del área de trabajo para especificar la longitud de la elipse y el eje de orientación.
- Desplace el cursor perpendicularmente al eje trazado para generar la elipse.
- Finalice con el botón izquierdo del ratón y pulse ESC, figura 3.5

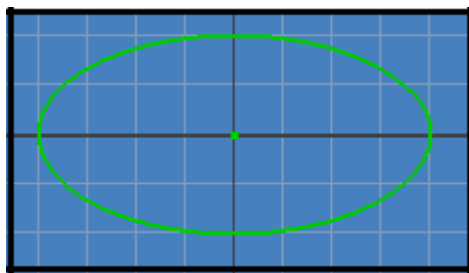


Figura 3.5 Generación de una elipse a través de 3 puntos.

### 3.4 GENERACION DE ARCOS.

#### 3.4.1 Crear un THREE POINT ARC (arco por 3 puntos)

- Seleccione el comando arco por tres puntos y coloque su cursor sobre el área de trabajo.
- Indique el punto de inicio del arco.
- Seleccione el punto final del arco.
- Seleccione el punto intermedio del arco y termine el comando, figura 3.6

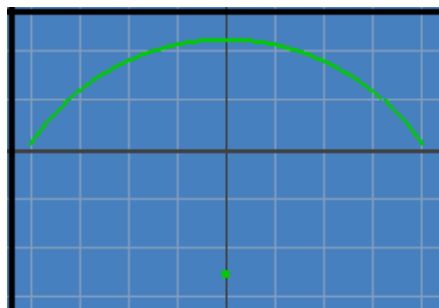


Figura 3.6 Generación de arco por tres puntos.



### 3.4.2 Crear un CENTER POINT ARC (centro y arco)

- Seleccione el comando centro y arco y coloque su cursor sobre el área grafica.
- Indique el centro del arco y desplace el cursor sobre la pantalla generando un círculo
- Seleccione el tamaño final del círculo y pulse el botón izquierdo del ratón.
- Desplace nuevamente su cursor para generar el arco.
- Finalice con el botón izquierdo del ratón, figura 3.7

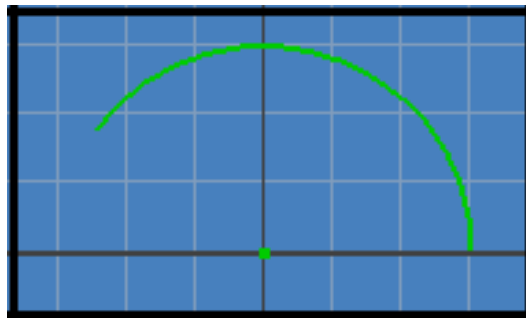


Figura 3.7 Generación de arco por centro y arco.

### 3.4.3 Crear un TANGENT ARC (arco tangente)

- Trace primeramente una línea en su área grafica.
- Seleccione el comando de arco tangente.
- Coloque su cursor sobre el punto inicial o final de su línea.
- Desplace el cursor sobre el área de trabajo para generar el arco, figura 3.8

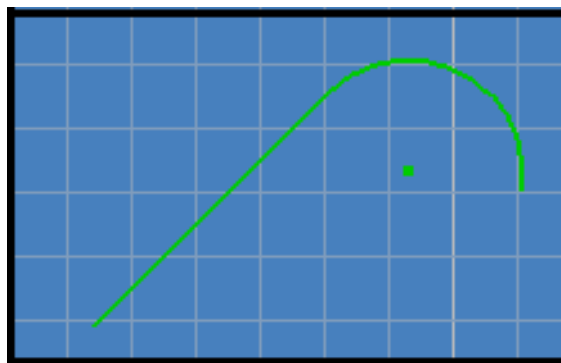


Figura 3.8 Generación de un arco tangente a una línea.

### 3.5 GENERACION DE RECTANGULOS.

#### 3.5.1 Crear un TWO POINT RECTANGLE (rectángulo por medio de 2 puntos)

- Seleccione el comando y desplace el cursor sobre el área de trabajo.
- Seleccione la primera esquina del rectángulo.
- Desplace el cursor y determine la segunda esquina, figura 3.9

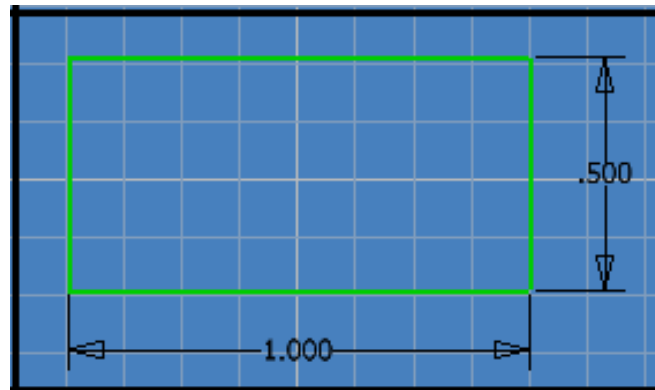


Figura 3.9 Generación de un rectángulo por medio de 2 puntos.

#### 3.5.2 Crear un TRHEE POINT RECTANGLE (rectángulo por medio de 3 puntos)

- Seleccione el comando y desplace el cursor sobre el área de trabajo.
- Especifique la primera esquina del rectángulo.
- Especifique la segunda esquina.
- Termine el comando seleccionando la última esquina del rectángulo.

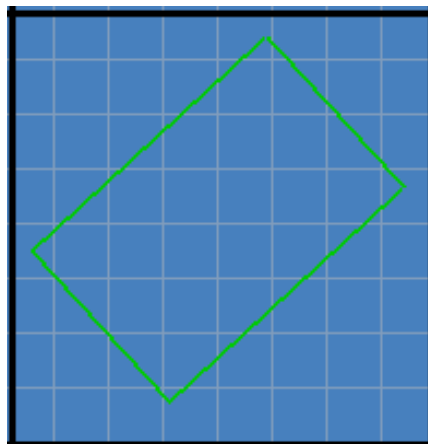


Figura 3.10 Generación de un rectángulo por medio de 3 puntos.

### 3.6 GENERACION DE FILETEADOS Y ACHAFLANADOS

#### 3.6.1 Crear un FILLET (fileteado)

- Trace primeramente un rectángulo.
- Pulse sobre el comando de fileteado.
- A continuación aparecerá un cuadro de dialogo indicando el radio del filete, el usuario puede modificar el valor predeterminado.
- Seleccione 2 líneas del rectángulo para crear el filete, figura 3.11.

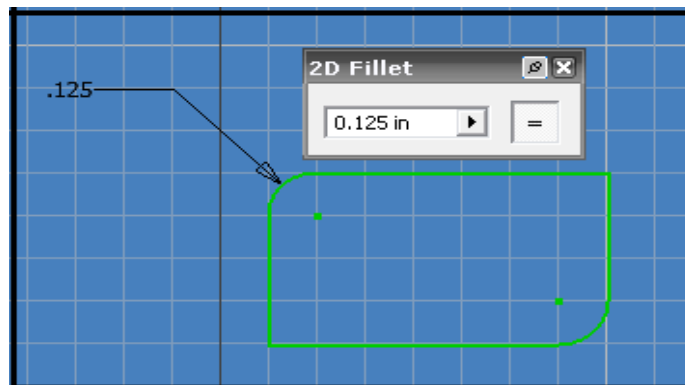


Figura 3.11 Fileteado de un rectángulo.

#### 3.6.2 Crear un CHAMFER (achaflando) con distancias iguales

- Trace un rectángulo en el área grafica de trabajo.
- Seleccione el comando achaflonado, el usuario observara que un cuadro de dialogo es desplegado indicando el tipo de achaflano y la distancia del mismo.
- Seleccione 2 líneas del rectángulo para realizar la operación, figura 3.12

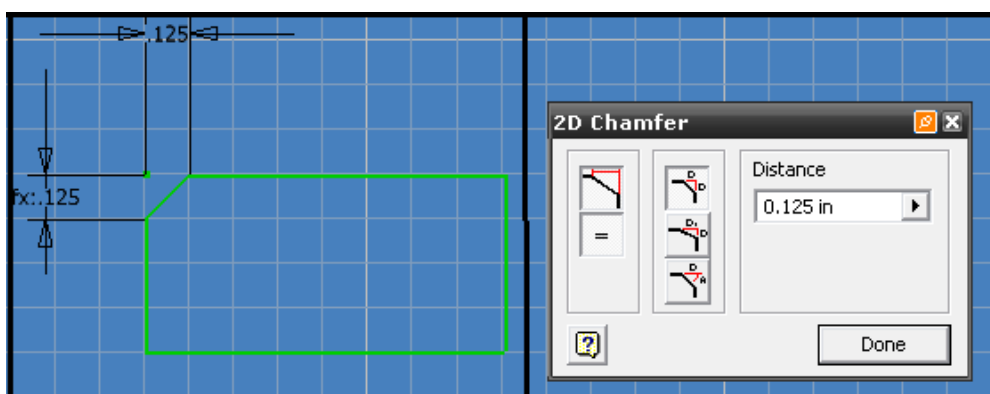


Figura 3.12 Achaflando con distancias iguales.

### 3.6.3 Crear un CHAMFER (achaflanado) con 2 distancias diferentes

- Trace un rectángulo en el área grafica de trabajo.
- Seleccione el comando achaflanado, seleccionando en esta ocasión la opción de dos distancias distintas.
- En el cuadro de dialogo, introduzca valores numéricos distintos para la operación.
- Seleccione 2 líneas del rectángulo para realizar la operación, figura 3.13

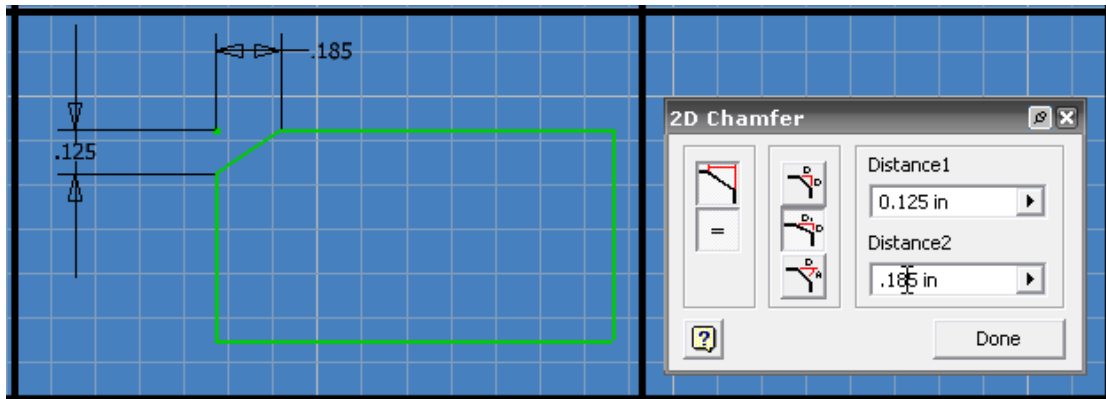


Figura 3.13 Achaflando con distancias diferentes.

### 3.6.4 Crear un CHAMFER (achaflanado) por medio de una distancia y un ángulo

- Trace un rectángulo en el área grafica de trabajo.
- Seleccione el comando achaflanado, seleccionando la opción distancia y un ángulo.
- En el cuadro de dialogo, introduzca el valor de distancia y un ángulo.
- Seleccione 2 líneas del rectángulo para realizar la operación, figura 3.14

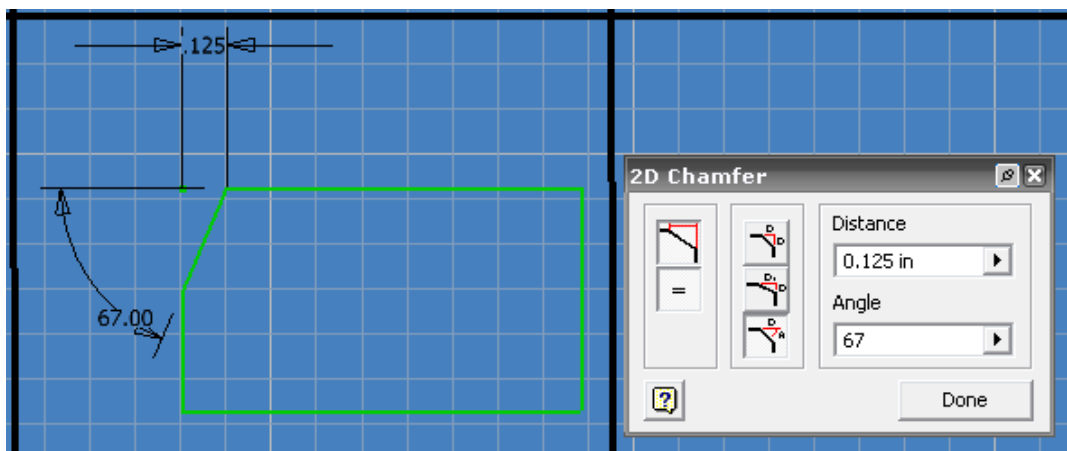


Figura 3.13 Achaflando con una distancia y un angulo.

### 3.7 GENERACION DE POINT, HOLE CENTER (punto, centro de agujero)

Este comando le proporcionara la ubicación exacta de un punto en el centro de su boceto, el usuario debe notar que este punto quedara en el centro de solo de geometrías regulares.

- Inicie dibujando un rectángulo en el área de trabajo
- Seleccione el comando punto, centro de agujero y coloque el puntero cerca de una línea del rectángulo
- Cuando una línea aparezca, sin dejar de presionar el botón izquierdo del ratón desplácese a la otra línea del rectángulo.
- Cuando ambas líneas sean visibles diríjase al posible centro de la pieza y el programa le marcara el mismo de manera automática.
- Inventor marcara el centro de la pieza con un punto, donde el usuario posteriormente podrá trazar un círculo o generar un agujero, sin que el usuario tenga la necesidad de calcular el mismo, figura 3.14

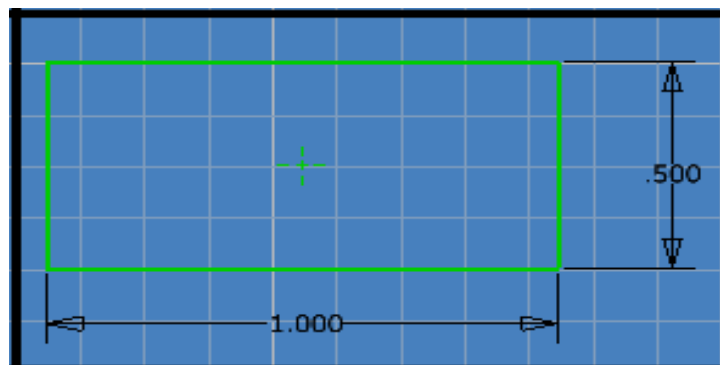


Figura 3.14 Generación de un punto central para agujero.

### 3.8 GENERACION DE UN POLYGON (polígono)

- Inicie dibujando un círculo en su área de trabajo.
- Seleccione el icono de polígono e inmediatamente un cuadro de dialogo aparecerá en la pantalla.
- El usuario tiene dos opciones, generar un polígono inscrito figura 3.15A ó circunscrito figura 3.15B, así que podrá elegir cualquiera de esas dos opciones, así mismo, indicara el número de lados del polígono en el cuadro de dialogo.

- Desplace el cursor en la pantalla y genere la geometría deseada.
- Finalice el polígono y pulse ESC.

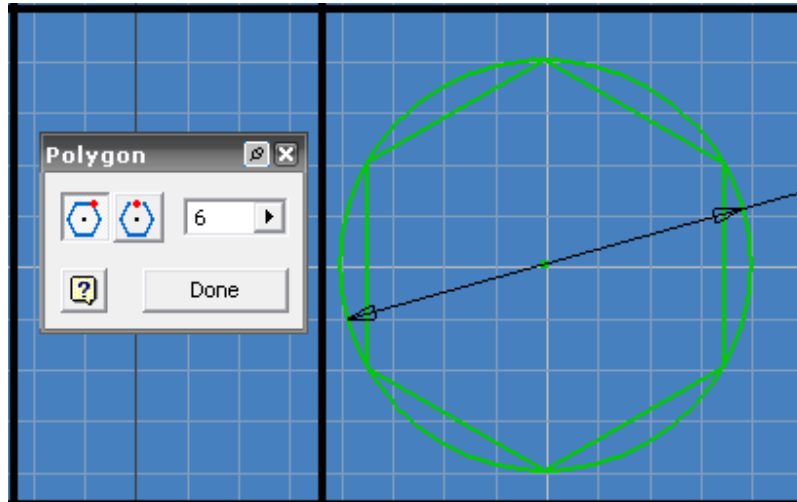


Figura 3.15A *Generación de un polígono inscrito.*

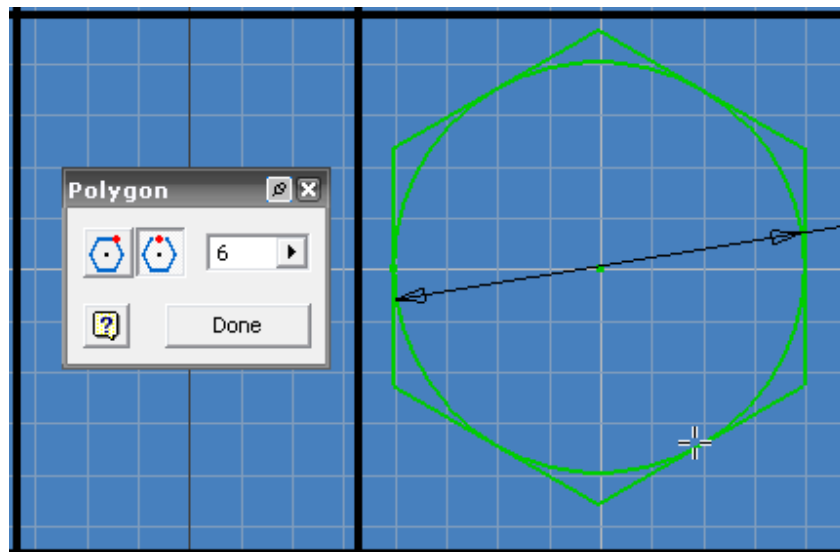


Figura 3.15B *Generación de un polígono circunscrito.*

### 3.9 METODO DE ACOTACION EN INVENTOR

La forma en que se puede acotar un dibujo en Inventor es relativamente sencilla, ya que el programa guía de manera muy eficiente al usuario para crear y generar las restricciones que considere pertinentes en sus bocetos antes de generar el modelo tridimensional.

- Genere un boceto en su área de trabajo, por ejemplo un rectángulo.
- Coloque el ratón sobre el área de trabajo y pulse el botón derecho del mismo para abrir el cuadro de dialogo de ventana grafica en 2D.
- Seleccione el comando CREATE DIMENSION (crear dimensión).
- Inmediatamente seleccione una de las líneas que conforman su boceto, la cota surgirá automáticamente.
- Desplace la cota en dirección paralela a la línea seleccionada.
- Coloque la cota donde considere mas pertinente y presione el botón izquierdo del ratón y pulse ESC para finalizar, figura 3.16A
- Si desea modificar el valor de la cota, presione en dos ocasiones encima de la misma con el botón izquierdo del ratón y un cuadro de dialogo surgirá pidiendo el nuevo valor numérico del mismo, modifique y presione ENTER ó de click sobre la palomita del cuadro de dialogo, para que la modificación sea efectiva, figura 3.16B

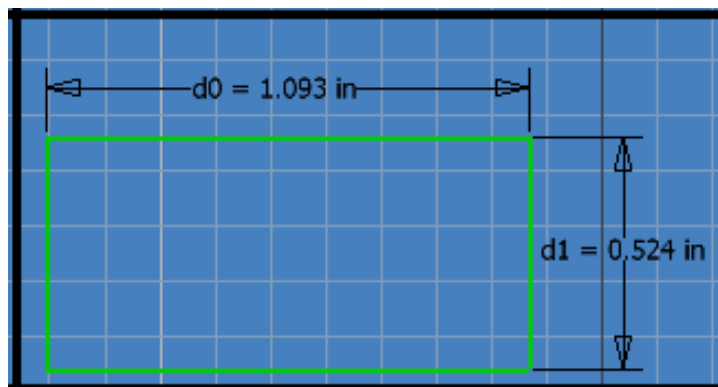


Figura 3.16A Acotación de un boceto en 2D.

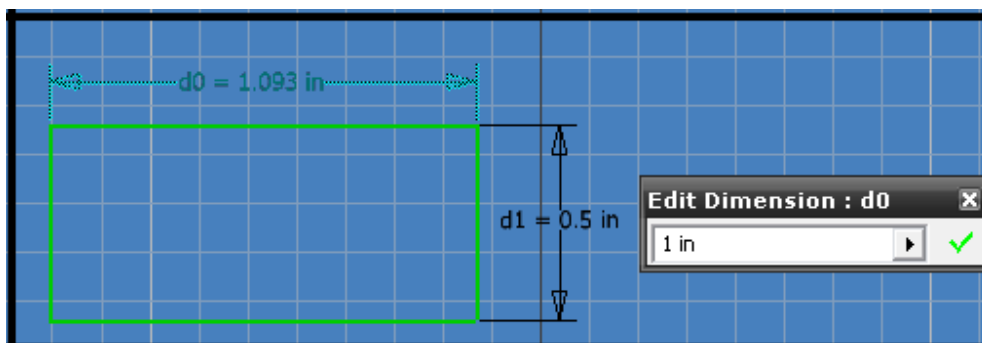


Figura 3.16B Modificación del valor numérico de una cota.

### 3.10 COMANDO TRIM (cortar)

Este comando le permitirá al usuario poder recortar partes de un boceto en 2D que no entren en el diseño del prototipo. Los pasos para generar esta operación son:

- Dibuje un círculo en su área de trabajo grafica, mantenga el modo SKETCH una vez terminada la generación del círculo.
- Dibuje una línea secante que cruce por la mitad del círculo.
- Seleccione el comando TRIM del boceto 2D.
- Seleccione la mitad del círculo, la cual esta dividida por la línea.
- Presione DONE y FINISH SKETCH en la ventana de menú auxiliar para finalizar, figura 3.17.

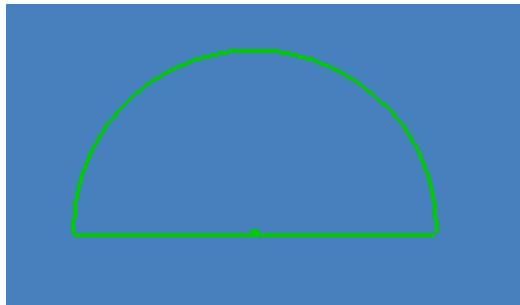


Figura 3.17 *Uso del comando TRIM para generar un medio círculo.*

### 3.10 PLANOS DE TRABAJO

Ahora que el usuario conoce los comandos básicos de Inventor V.10 para el diseño de bocetos en 2D, y la forma de acotarlos, nos trasladaremos al desarrollo de los modelos en un espacio tridimensional. El plano de trabajo es un aspecto fundamental en cualquier programa CAD y debe dominar este tema antes de que comience un diseño en 3D.

Un plano de trabajo es un plano recto que se extiende infinitamente en todas direcciones a lo largo de un plano. Un plano de trabajo es similar al origen por defecto de los planos YZ, XZ y XY. No obstante, puede crear el plano de trabajo, según lo requiera, utilizando operaciones, planos, ejes o puntos existentes para situar el mismo.



Utilice un plano de trabajo para:

- Crear un plano de boceto cuando ninguna cara de la pieza este disponible para crear operaciones de boceto 2D.
- Crear ejes de trabajo y puntos de trabajo.
- Editar una referencia de terminación para una extrusión.
- Proporcionar una referencia para restricciones de ensamble.
- Proporcionar una referencia para cotas del plano.
- Proporcionar una referencia para un boceto en 3D.

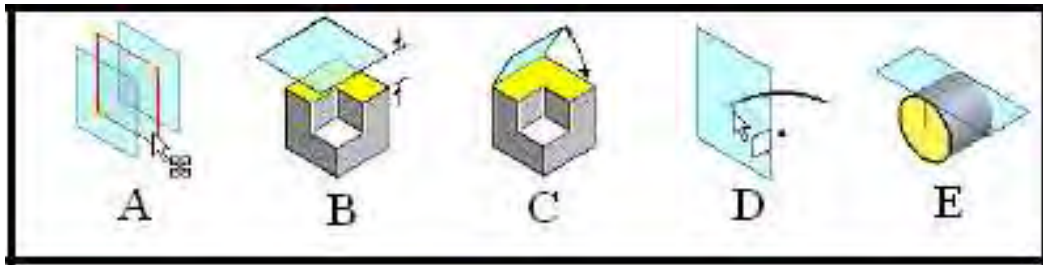


Figura 3.18 A) Bisección de dos planos paralelos, B) Desfase de una cara, C) Desfase a un ángulo con respecto a una cara o plano, D) Plano normal a una curva, E) Plano tangente a una curva.

En posteriores incisos se explicara el uso de estos planos de trabajo y la estrecha relación con los modelos sólidos tridimensionales.

### 3.11 DESARROLLO DE MODELOS 3-D.

#### **BARRA DE HERRAMIENTAS PART FEATURES (elementos característicos).**

Esta barra de herramientas es únicamente viable una vez que el usuario ha finalizado la creación de su boceto en 2D. Para obtener esta barra de herramientas, presione el botón derecho del ratón y seleccione el comando FINISH SKETCH (terminar boceto), observará que la rejilla ha desaparecido por completo de su área de trabajo y la barra de herramientas 2D ha sido intercambiada por la de PART FEATURES dándonos la pauta para generar sólidos.

A continuación se describirá el proceso de generación de elementos característicos de sólidos por medio del cuadro de dialogo PART FEATURES, figura 3.19.

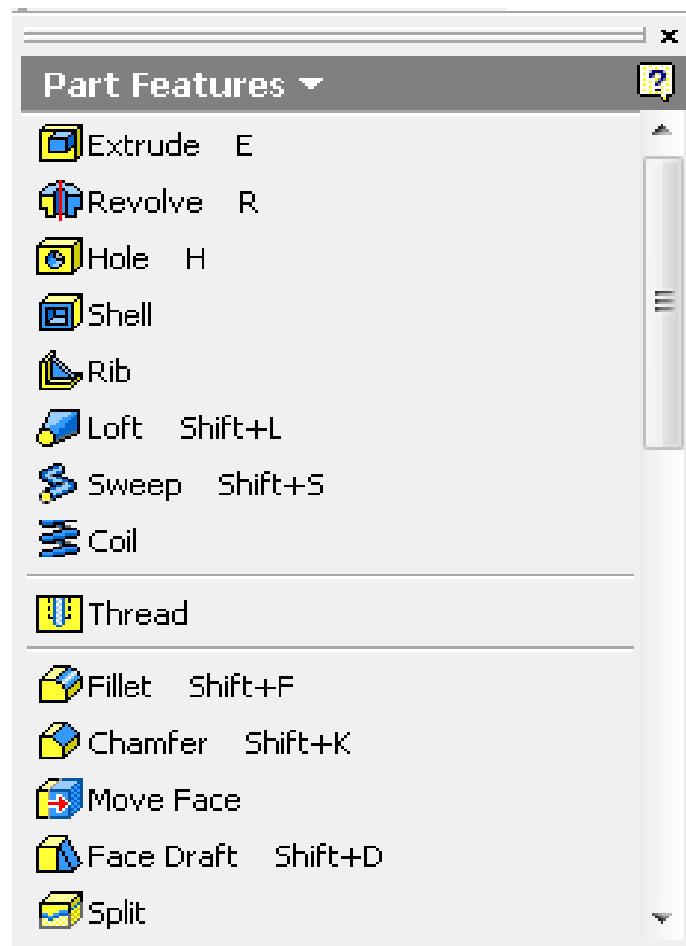


Figura 3.19 Cuadro de dialogo PART FEATURES.

### 3.12 CONSTRUYENDO BLOQUES.

#### 3.12.1 COMANDO EXTRUDE JOIN (unir)

- Genere un rectángulo, acóteló y termine el boceto 2D.
- Posteriormente transpórtese a la vista isométrica de su boceto, a fin de tener una mejor perspectiva del proceso de extrusión.
- Seleccione el comando EXTRUDE (extruir), inmediatamente una ventana grafica le proporcionara todas las operaciones disponibles, en esta ocasión la operación predeterminada será JOIN (unir)
- Introduzca un valor distinto para generar el solido y presione ENTER, figura 3.20

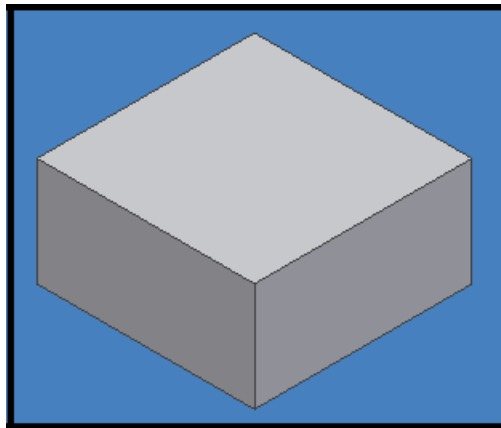


Figura 3.20 Solido generado en 3-D.

La ventana grafica figura 3.21, proporciona varias características del proceso de extrusión, las cuales se describirán a continuación:

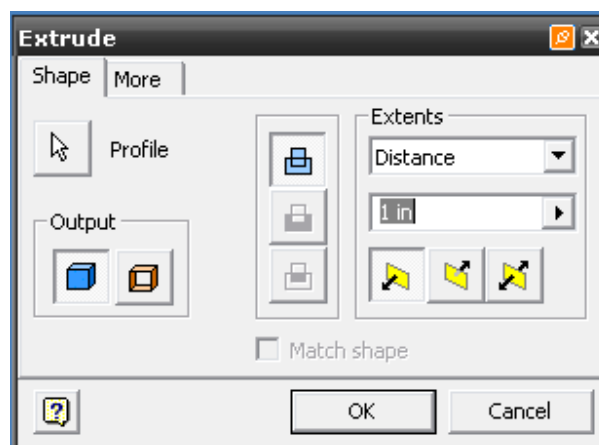


Figura 3.21 Ventana grafica EXTRUDE.

Cuando el usuario trabaja únicamente con un boceto, al momento de extruir, el único elemento presente en el área grafica será el que se modifique, ahora, si existiesen más elementos, es necesario que el usuario seleccione el boceto deseado para generar la extrusión, lo cual lo hará utilizando la flecha PROFILE (perfil) de la ventana grafica, INVENTOR resaltara por medio de otro color el boceto seleccionado por el usuario al cual se le aplicara el comando.

Al momento de extruir la ventana grafica pide al usuario indicar la altura total de extrusión, a lo cual le proporciona 5 opciones:

Tabla 3.1 *Tabla descriptiva de ventana grafica EXTRUDE.*

<b>DISTANCE</b> <b>(Distancia)</b>	A través de éste comando, la distancia que el usuario ingrese en el cuadro de dialogo, será la altura de extrusión del boceto.
<b>TO NEXT</b> <b>(Hacia la siguiente)</b>	En este comando el boceto seleccionado será extrudido en su totalidad hacia la siguiente pieza más cercana.
<b>TO</b> <b>(Hacia)</b>	La extrusión del boceto se realizara hasta el plano que el usuario indique de la pieza más cercana.
<b>FROM TO</b> <b>(Desde, hasta)</b>	Esta orden da el poder de seleccionar desde que plano queremos que inicie la extrusión y hasta que segundo plano queremos que finalice la misma.
<b>ALL</b> <b>(Todo)</b>	Si el usuario realiza una operación de corte al momento de extruir y utiliza esta orden, la operación será realizada a través de toda la pieza o las piezas presentes en el ensamble.

Únicamente en la opción distancia, el usuario podrá ingresar un valor numérico para realizar la operación de extrusión, cabe hacer notar al usuario que las demás opciones desplegadas en este menú serán únicamente viables cuando esté trabajando con 2 o más piezas en su entorno de trabajo y un boceto sobre el plano de cualquiera de las 2 piezas al cual se le aplicara la operación de extrusión, ya sea de unión, corte o intersección, como se muestra en la figura 3.22.

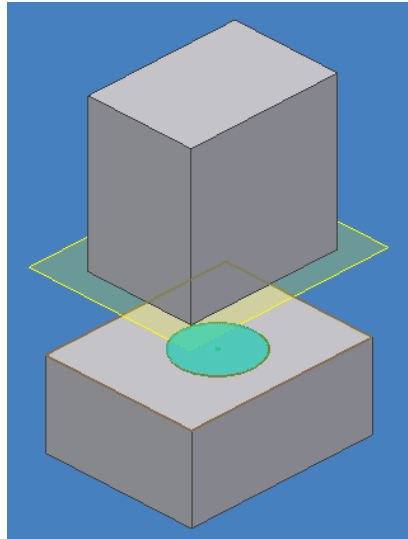


Figura 3.22 Operación de extrusión utilizando comandos distintos al de distancia.

### 3.12.2 GENERACION DE CILINDROS

- Dibuje el boceto de un círculo en su área de trabajo.
- Posiciónelo en vista isométrica
- Seleccione el comando EXTRUDE y la opción JOIN, inserte un valor numérico en extensión.
- Finalice presionando OK, figura 3.23.

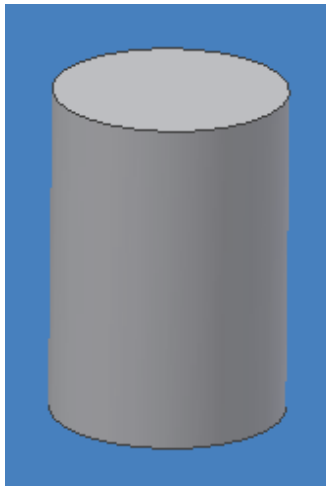


Figura 3.23 Creación de un cilindro mediante EXTRUDE.

### 3.12.2 COMANDO EXTRUDE CUT (cortar)

Para realizar una operación de corte en Inventor así como en cualquier programa CAD es necesario primero que el usuario dibuje un boceto sobre cualquiera de las caras de su sólido creado anteriormente. Para realizar esta operación el usuario deberá seguir estos pasos:

- Cree un sólido en su área de trabajo y coloque el mismo en modo isométrico.
- Seleccione un plano del sólido, notará que INVENTOR V.10 cambia el color del plano estipulado por el usuario.
- Selecciónelo dando con el botón izquierdo del ratón, un pequeño cuadro de diálogo aparecerá indicando si el usuario está de acuerdo con el plano seleccionado, si es así, pulse el botón verde del cuadro de diálogo, si desea seleccionar otro plano, seleccione las flechas para cambiar el plano de trabajo y pulse el recuadro verde cuando este conforme.
- Abra el menú auxiliar del ratón y seleccione NEW SKETCH (nuevo boceto), todo dibujo que sea realizado, se hará sobre el plano seleccionado.
- Dibuje un círculo sobre el plano, acótelo para que quede directamente en el centro ó utilice el comando POINT, HOLE CENTER explicado con anterioridad, de manera que obtenga algo parecido a la figura 3.24.

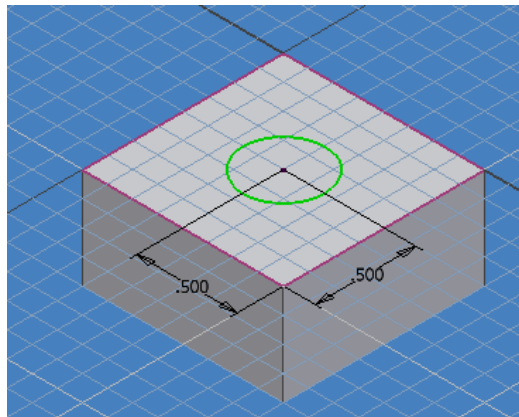


Figura 3.24 Creación de un boceto en un plano del sólido.

- Finalice abriendo nuevamente el menú auxiliar del área grafica presionando DONE realice la misma operación y seleccione FINISH SKETCH.

- Seleccione del menú PART FEATURES la orden EXTRUDE, ahora seleccione la opción CUT (cortar) y seleccione el boceto creado.
- Introduzca el valor establecido ó introduzca uno nuevo, cambia el sentido de dirección de el corte para crear el agujero y presione OK, figura 3.25.

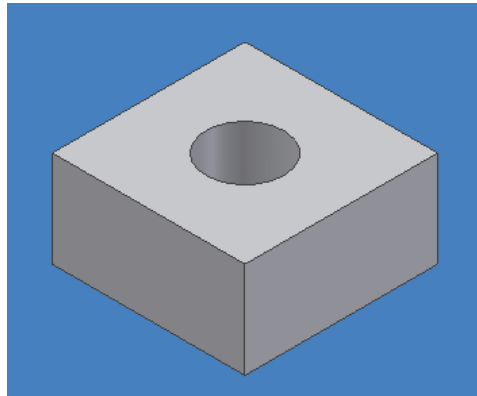


Figura 3.25 *Creación de un agujero utilizando la opción CUT.*

### **3.12.3 COMANDO EXTRUDE INTERSECT (interceptar)**

- Genere un solido y dibuje un boceto sobre una de las caras o planos del solido.
- Seleccione el comando extrude.
- Seleccione el boceto a aplicar el comando.
- Pulse sobre la opción INTERSECT
- Realice la operación de extrusión, el usuario debe recordar que solo la parte que intercepte con el segundo solido, será lo único que permanecerá en el área de trabajo, tal y como se muestran en las figuras 3.26A y 3.26B.

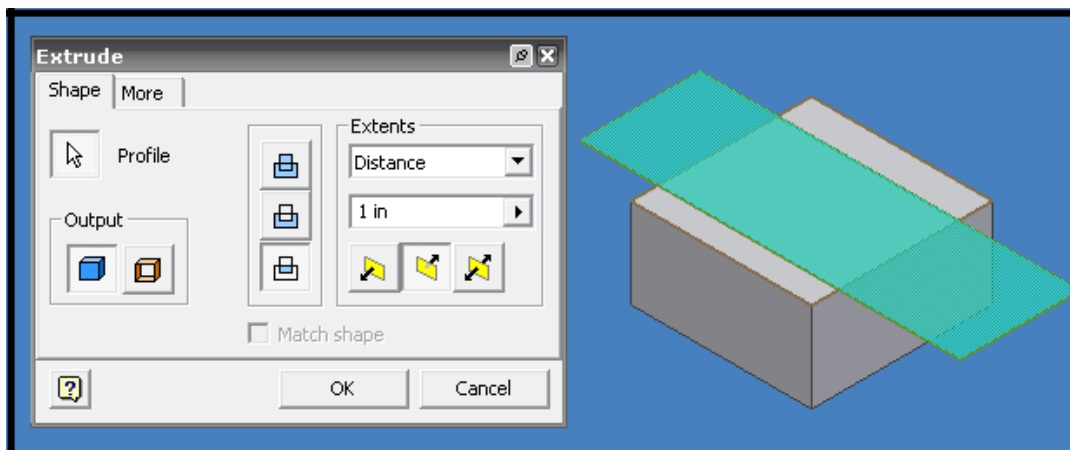


Figura 3.26A Comando *INTERSECT* aplicado al segundo solido.

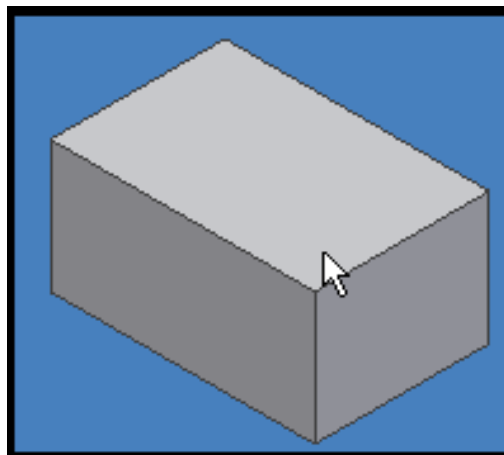


Figura 3.26B Resultado de la acción *INTERSECT*.

*Como se puede notar el solido se ha reducido en su volumen.*

### 3.13 COMANDO REVOLVE (revolución)

- Trace un rectángulo como su boceto original, acótelo y colóquelo en isométrico.
- Seleccione el comando REVOLVE.
- Inmediatamente su boceto será seleccionado por Inventor.
- Seleccione el eje en donde se dará la revolución, inmediatamente su boceto generara un giro de 360 grados ya que se encuentra predeterminado en modo FULL (completo), si desea cambiarlo, cambie la pestaña del menú EXTENS (extensión) por la de ANGLE (ángulo) e indique el ángulo de revolución, como se muestra en la figura 3.27.



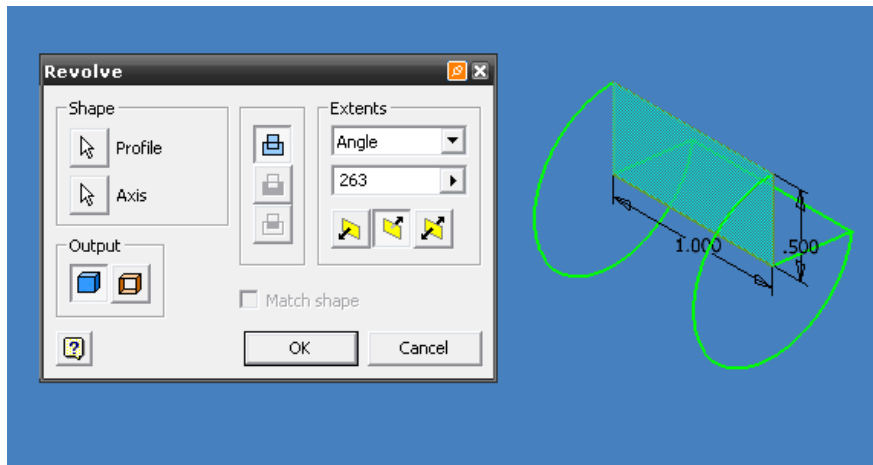


Figura 3.27 *Solido generado por revolución.*

### 3.13.1 GENERACION DE UNA ESFERA.

A través de la opción REVOLVE podemos crear una esfera, los pasos a seguir son:

- En su área grafica dibuje la mitad de un círculo en 2D por medio del comando TRIM, como se había visto en el inciso 3.10
- Seleccione el comando REVOLVE y como eje de rotación señale la línea recta que posee el boceto.
- Seleccione la opción FULL para dar un giro de 360° y generar la esfera, posteriormente pulse OK, figura 3.28.



Figura 3.28 *Esfera generada por revolución.*

### 3.14 COMANDO HOLE (agujero)

A diferencia del comando extruir y mas específicamente la acción cortar, con la cual podíamos crear agujeros, el uso de HOLE, es mucho más completo, además de que proporciona al usuario características más definidas sobre el proceso mismo, el cual describiremos a continuación, por medio de la ventana grafica de HOLE, figura 3.26.

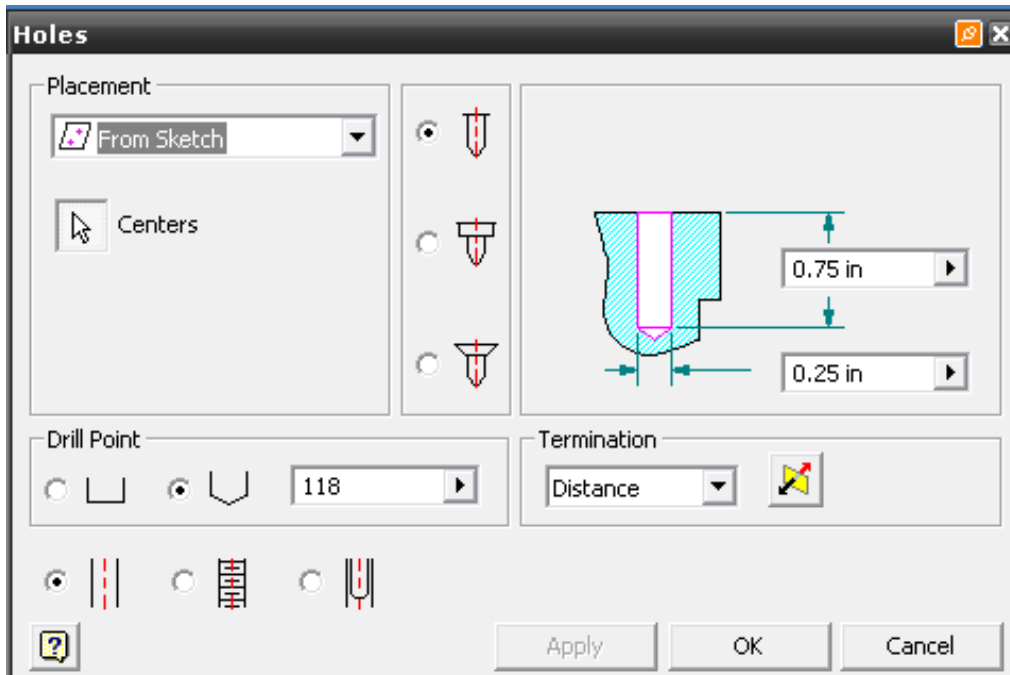


Figura 3.29 Cuadro de dialogo de HOLES.

Tabla 3.2 Tabla descriptiva de ventana grafica HOLES.

<p><b>PLACEMENT</b> (Ubicación)</p>	<p>Le muestra las opciones posibles de ubicación, las cuales pueden ser en un boceto, ubicación linear, concéntrica o en un punto determinado.</p>
<p><b>DRILL POINT</b> (Tipo de perforación)</p>	<p>El tipo de perforación, nos indica si es simple ó fue realizada por medio de una broca con ángulo de filo 118°.</p>
<p><b>TERMINATION</b> (Terminación)</p>	<p>Al igual que en EXTRUDE, HOLES pide una distancia del agujero, es decir, profundidad, la cual el usuario la puede determinar por medio de esta opción ó puede elegir entre</p>

	THROUGH ALL (atraviase todo) o TO (hacia).
<b>SIMPLE HOLE</b> (agujero simple)	Por medio de esta orden se generara un agujero normal, esta orden viene predeterminada por Inventor.
<b>TAPPED HOLE</b> ( Agujero roscado)	Este comando es mucho mas completo, ya que si se elige, el programa le pedirá los datos del tipo de cuerda que desea crear el usuario, donde proporcionara datos como THREAD TYPE (tipo de cuerda), SIZE (tamaño), CLASS (clasificación) y DESIGNATION (designación) y la dirección de la misma.
<b>CLEARANCE HOLE</b> ( )	

Además nos proporciona 3 tipos de acabados, como son DRILLED (taladrado), COUNTERBORE (escariado) y COUNTERSINK (avellanado).

### **3.14.1 CREACION DE UN AGUJERO ROSCADO Y ESCARIADO Ó BARRENO CON CABEZA.**

El proceso de creación de un agujero roscado con un escariado ó también conocido como barreno con cabeza se resume a continuación.

- Genere un volumen rectangular y posicónelo en vista isométrica.
- Seleccione un plano del volumen y utilice el comando POINT, HOLE CENTER.
- Seleccione el comando HOLE y seleccione las opciones TAPPED HOLE y COUNTERBORE. Una vez hecho esto, automáticamente se generara un agujero previo en su solido.
- Proporcione todos los datos necesarios para la ventana grafica de la figura 3.30 y pulse OK, para obtener la figura 3.31.

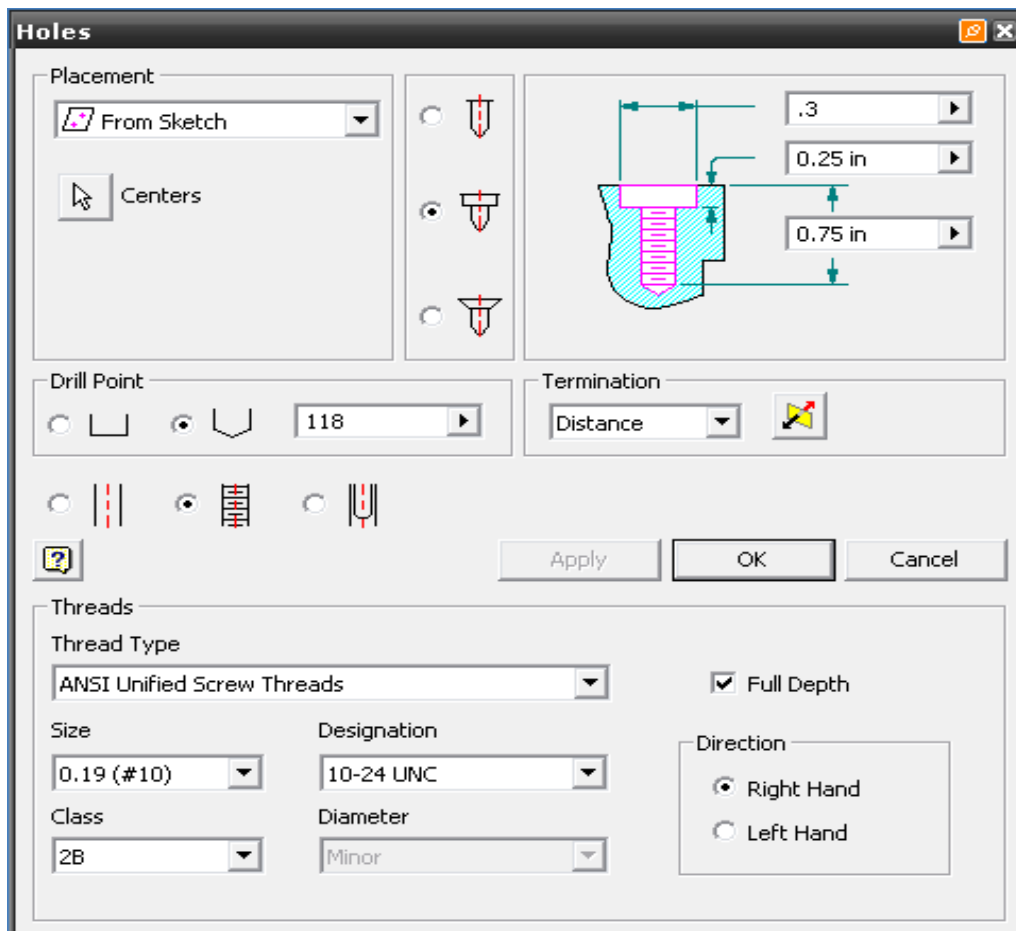


Figura 3.30 Ejemplo de generación de un agujero roscado de cabeza plana.

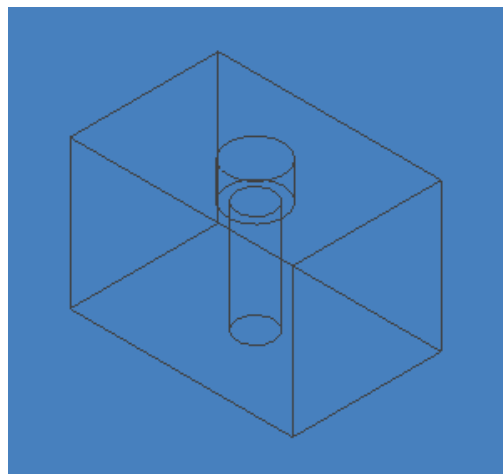


Figura 3.31 Se muestra vista previa del barreno con cabeza.

### 3.14.1 CREACION DE UN AGUJERO ROSCADO CON CABEZA AVELLANADA.

- Genere un volumen rectangular y posicónelo en vista isométrica.
- Seleccione un plano del volumen y utilice el comando POINT, HOLE CENTER.
- Seleccione el comando HOLE y seleccione las opciones TAPPED HOLE y COUNTERSINK.
- Una vez hecho esto, automáticamente se generara un agujero previo en su solido, cambie los datos del avellanado si es necesario, tales como el ángulo del barreno, longitud de la cabeza y profundidad del barreno, figura 3.32.
- Proporcione todos los datos necesarios para la ventana grafica de la figura 3.33, como son tipo de cuerda, clasificación, tamaño, designación y dirección.

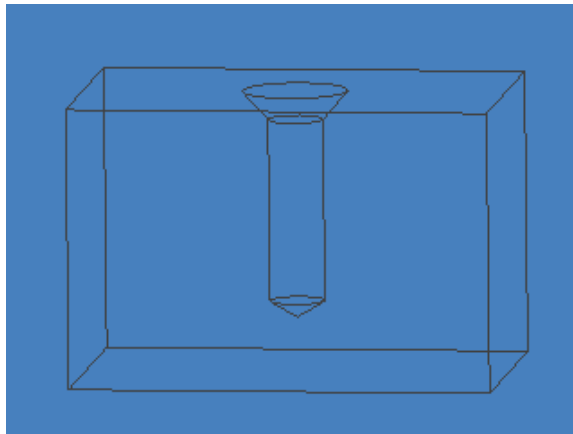


Figura 3.32 Se muestra vista previa del barreno con cabeza avellanada.

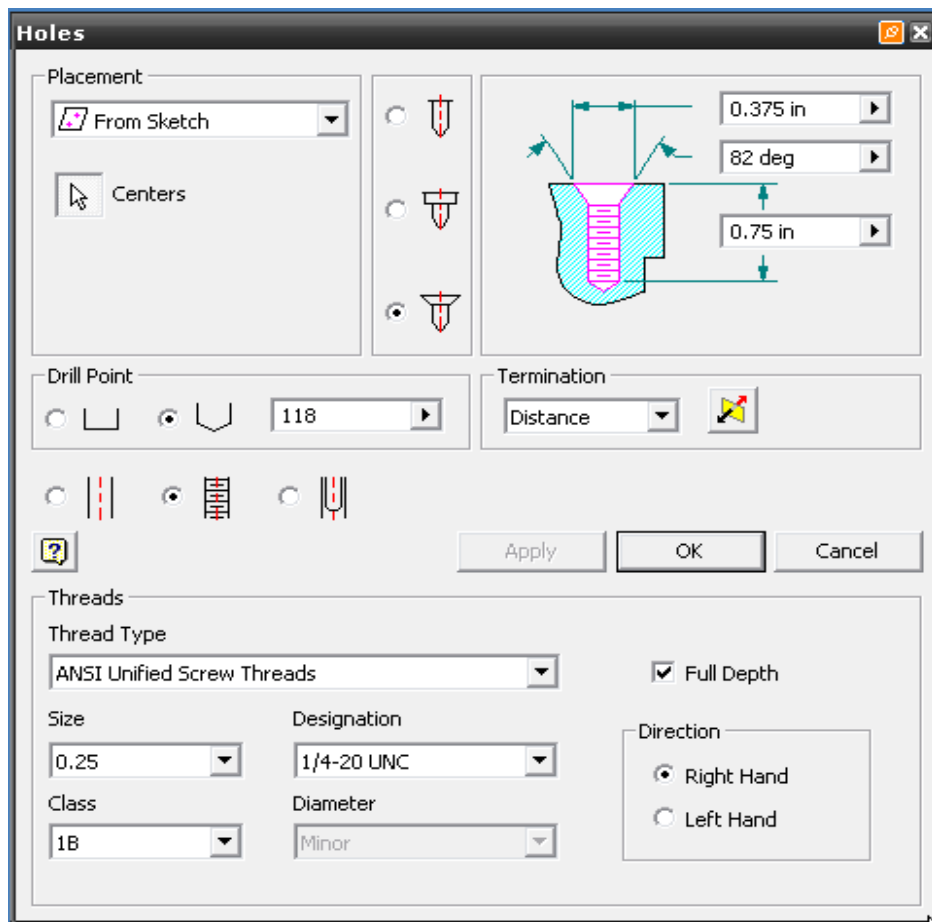


Figura 3.30 Ejemplo de generación de un agujero roscado de cabeza avellanada.

### 3.15 COMANDO SHELL (vaciado)

Este comando permite al usuario producir una pieza hueca con un espesor de pared que se puede definir y el cual el usuario puede modificar. Los pasos para realizar un vaciado son muy sencillos y son los siguientes:

- Genere un volumen rectangular en su área de trabajo y posicione en vista isométrica
- Seleccione el comando SHELL y un cuadro de dialogo surgirá pidiéndole el espesor de la pared, mantenga el valor predeterminado ó cámbielo.
- Seleccione la cara donde piensa realizar el vaciado.
- Termine el comando presionando OK, figura 3.34.

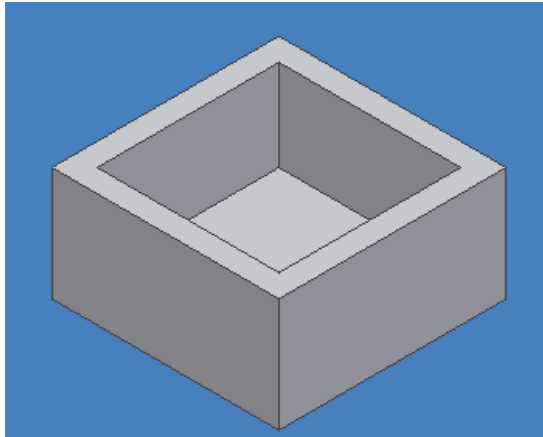


Figura 3.34 Resultado del proceso de vaciado.

### 3.16 COMANDO RIB (nervio ó apoyos)

Este comando le proporcionara al usuario una herramienta para crear nervios que son formas de apoyo cerradas de paredes delgadas.

- Primero genere un boceto de perfil abierto, trate de generar un perfil de una L por medio de líneas y acótelo, tal como se muestra en la figura 3.35.

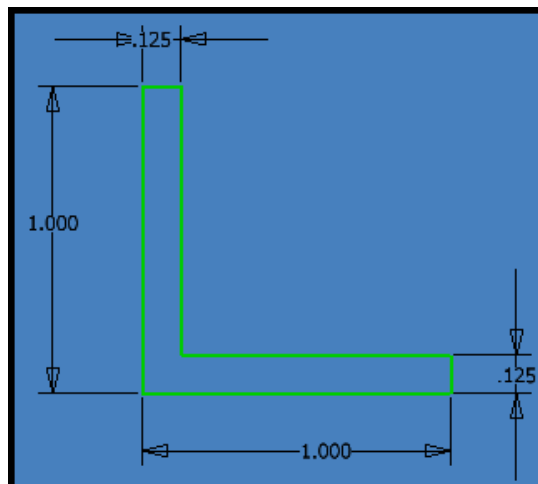


Figura 3.35 Perfil abierto en L.

- Extruya el boceto para generar un solido y obtenga la vista isométrica.
- Utilice el icono WORK PLANE (plano de trabajo) del panel PART FEATURES.

- Una vez seleccionado **WORK PLANE**, seleccione la cara frontal de su boceto abierto y presione **ENTER** de tal forma que el plano creado sea paralelo al mismo. Esta será su primera interacción con los planos de trabajo.
- Seleccione su plano de trabajo creado tomando una de las líneas del mismo y arrástrelo hacia el centro del sólido de tal forma que quede en medio, observará en el cuadro de diálogo el **OFFSET** que surgirá un valor negativo, introduzca un valor, obtenga un resultado como se muestra en la figura 3.36.

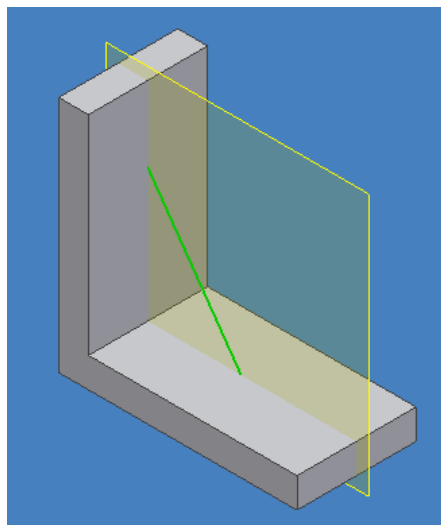


Figura 3.36 *OFFSET del plano de trabajo.*

- Seleccione una de las líneas de su nuevo plano de trabajo de forma que le indique que está tocando ese plano.
- Selecciónelo con el ratón y abra su menú auxiliar seleccionando **NEW SKETCH**.
- Trace ahora una línea inclinada sobre ese plano y finalice el boceto con la orden **DONE** y **FINISH SKETCH** de su menú auxiliar, de modo que obtenga un resultado como la figura 3.31.
- Use el comando **RIB** y seleccione la línea creada e indique el espesor del soporte ó nervio.
- Indique la dirección del soporte y finalice presionando **ENTER**, figura 3.37.



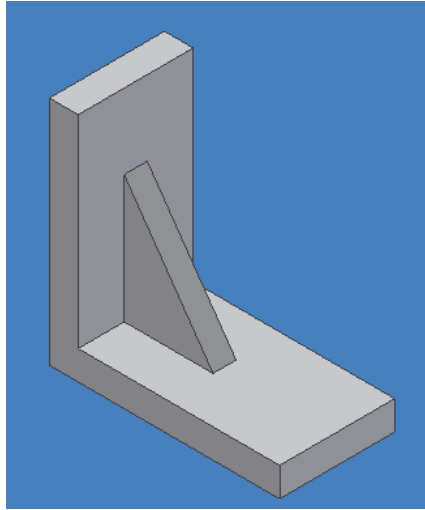


Figura 3.37 *Generación de un nervio o soporte.*

### **3.17 COMANDO LOFT (solevación)**

Esta operación permite al usuario la construcción de una operación con 2 o más perfiles de boceto sobre múltiples caras o planos de trabajo de la pieza. El modelo cambia de una forma a la siguiente y puede seguir ya sea un camino curvo o recto.

- Genere un boceto básico, en este caso un círculo y extruyalo.
- A continuación seleccione WORK PLANE y seleccione la cara superior de su sólido.
- Mueva su plano de trabajo hacia arriba por medio de OFFSET introduciendo un valor numérico.
- Ahora, trabaje sobre ese nuevo plano y genere un círculo más pequeño y finalice el boceto.
- Utilice el comando LOFT, una ventana gráfica surgirá como en la figura 3.38, seleccione CLICK TO ADD (click para añadir) en SECTIONS (secciones) y le pedirá que seleccione la primera cara, seleccione la cara superior de su sólido, posteriormente presione nuevamente click to add y seleccione el segundo círculo.

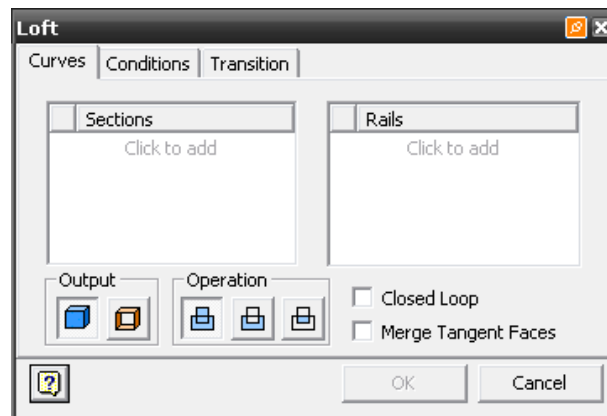


Figura 3.38 Ventana grafica del comando LOFT.

- Como resultado obtendrá un cono, pero si desea que el camino a seguir sea curvo en lugar de recto como el mostrado en la figura 3.39A, entonces diríjase a CONDITIONS (condiciones) y cambie la pestaña de FREE CONDITION (condición libre) a TANGENT CONDITION (condición tangente) para obtener la figura 3.39B.

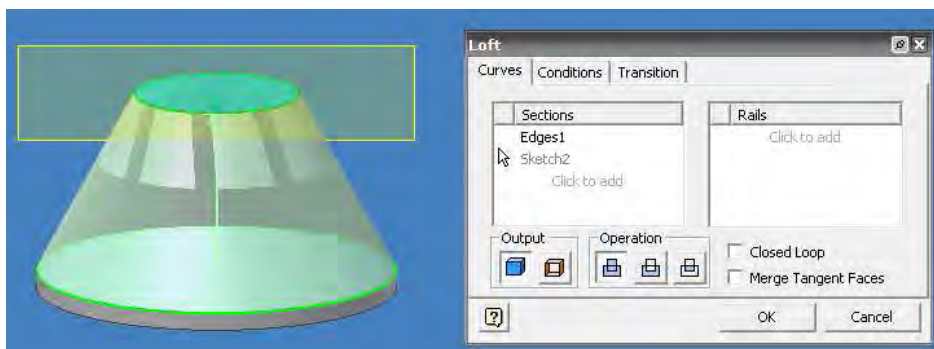


Figura 3.39A Uso del comando LOFT usando un camino recto.

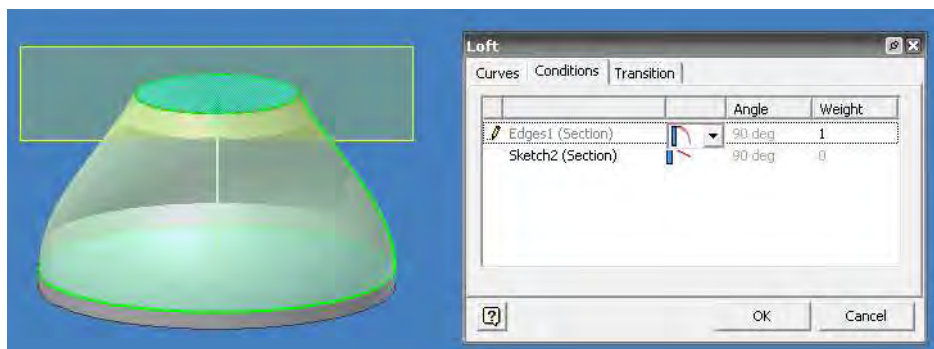


Figura 3.39B Uso del comando LOFT usando un camino curvo.

El usuario puede utilizar varios planos, en este caso se usaron 2 planos de trabajo, pero usted puede usar cuantos crea necesarios para generar el solido requerido.

### **3.17 COMANDO SWEEP (operación de barrido)**

Utilice la herramienta barrido o SWEEP para crear una operación desplazando un perfil de boceto a lo largo de un camino plano. Excepto en el caso de superficies, los perfiles deben ser contornos cerrados.

- Cree un boceto en 2D y coloque en posición de vista isométrica
- Genere un plano de trabajo perpendicular al boceto y dibuje una línea en el centro del boceto.
- Seleccione el comando SWEEP e indique el boceto y el PATH (camino), diríjase a la pestaña MORE (mas) y introduzca un ángulo para el barrido por ejemplo 25 grados, se generara un barrido como el de la figura 3.40.

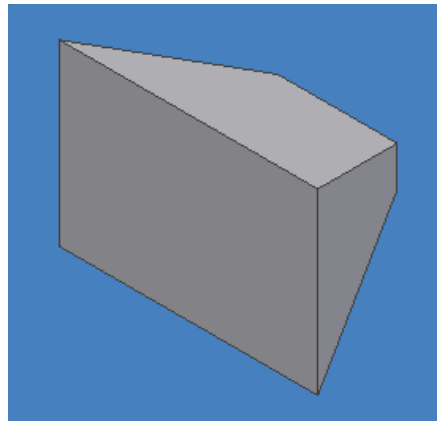


Figura 3.40 *Barrido de un rectángulo a un ángulo de 45°.*

### **3.18 COMANDO THREAD (cuerda)**

Este comando le dará la oportunidad al usuario de generar una cuerda a un agujero que haya creado mediante el comando EXTRUDE y CUT. Los pasos para generar la misma son:

- Genere un cubo y cree un agujero por medio de los comando EXTRUDE y CUT.
- Seleccione el comando THREAD.

- Aparecerá un cuadro de dialogo que le indica que seleccione primeramente la parte donde desea generar la cuerda, seleccione el agujero.
- La opción predeterminada le indica que Inventor generara una cuerda completa, pero el usuario puede indicar la longitud de la misma y la altura a la que desea que esta comience. Mantenga las opciones predeterminadas sin cambios por el momento.
- Seleccione la pestaña SPECIFICATION (especificaciones) y seleccione que tipo de cuerda va a usar, tamaño, clasificación, designación y el sentido de la cuerda.
- Presione OK una vez que haya ingresado sus valores correspondientes para finalizar, figura 3.41.

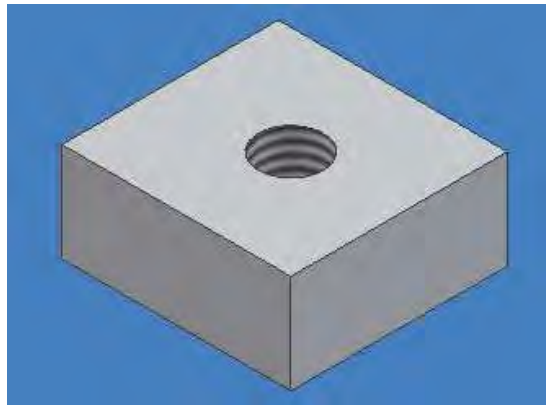


Figura 3.41 Creación de una cuerda ANSI 5/16-18UNC.

### 3.18 COMANDO FILLET (empalmes o redondeos)

Esta orden permitirá al usuario generar redondeos o empalmes en las aristas designadas. Actualmente todos los diseños poseen empalmes dado que reduce la concentración de esfuerzos en esas zonas del material, como pueden ser moldes ó en troqueles, todo esto desde el punto de vista de la ingeniería y representa un mejor diseño desde el punto de vista mercadotecnia y diseño grafico.

Los pasos para generar un FILLET son:

- Genere un solido, para este caso un prisma rectangular.
- Una ventana grafica le dará varias opciones, primeramente SELECT MODE (seleccione modo), el cual posee 3 opciones, EDGE (filo), LOOP ( lazo) y FEATURE (boceto en 3D), los cuales se explicaran en la siguiente tabla:

Tabla 3.3 *Tabla descriptiva de ventana grafica FILLET, SELECT MODES.*

<b>EDGE</b> <b>(Filo)</b>	<b>Inventor generara un redondeo solamente en el filo seleccionado por el usuario.</b>
<b>LOOP</b> <b>(Lazo)</b>	<b>Para este caso, se seleccionara todo un lazo cerrado de fillos, ó en otras palabras un plano.</b>
<b>FEATURE</b> <b>(Boceto 3d)</b>	<b>Inventor redondeara toda la pieza solida presente en el área de trabajo.</b>

- Seleccione EDGE y modifique el valor de radio en la ventana grafica.
- Seleccione un filo de su solido y pulse OK.

En la figura 3.42, observará los resultados usando los 3 distintos modos de redondeo.

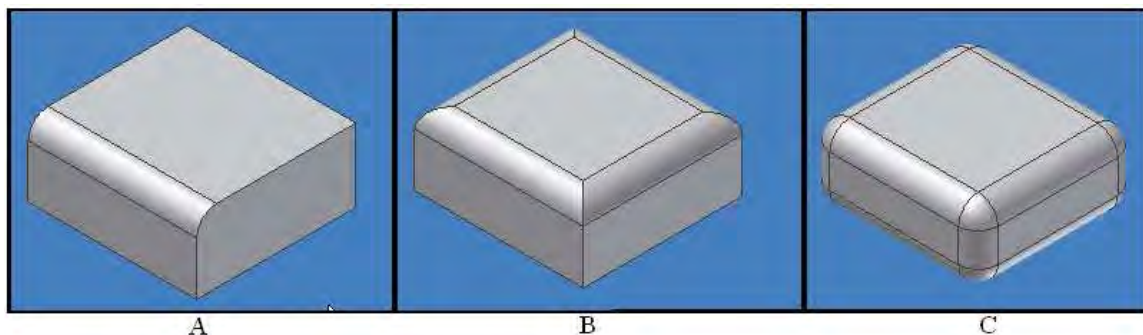


Figura 3.42 A) *Empalme de un filo*, B) *Empalme de un lazo cerrado*, C) *Empalme de todo el solido.*

### 3.18 COMANDO CHAMFER (chaflán)

Este comando le permitirá al usuario romper las aristas rectas. Elimina el material a partir de una arista exterior y puede añadir material a partir de una arista interior.

Los pasos para generar este comando son:

- Genere un volumen rectangular.
- Seleccione el comando CHAMFER y el tipo de chaflán que quiere que realice el programa, proporcionando una distancia, 2 distancias ó una distancia y un ángulo.

- Seleccione un filo de su solido y presione OK.

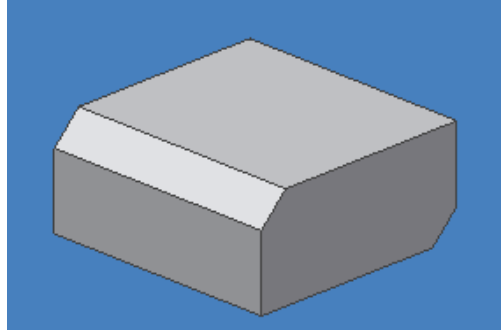


Figura 3.43 *Chañlan generado en un solido.*

**CAPITULO 4**  
**DIBUJO DE DETALLE DEL**  
**MECANISMO DE LEVA CRUZ DE MALTA**  
**A PARTIR DEL MODELO 3-D**

**4.1 DISEÑO DEL MECANISMO DE LEVA CRUZ DE MALTA**

En este capítulo, se mostrará la manera de aplicar algunos de estos conocimientos adquiridos de los capítulos anteriores en el desarrollo de un mecanismo de leva cruz de Malta.

Se explicará paso a paso la manera de crear una pieza completa del dispositivo que para el caso será el índice del mecanismo de leva cruz de Malta, esto para ilustrar de manera completa los pasos a seguir dentro del software INVENTOR versión 10 y así finalizar con el dibujo de detalle de cada una de las piezas ensambladas.

Se procede a hacer un bosquejo del dispositivo a mano alzada para poder imaginar de alguna manera el mecanismo de leva cruz de Malta, figura 4.1.

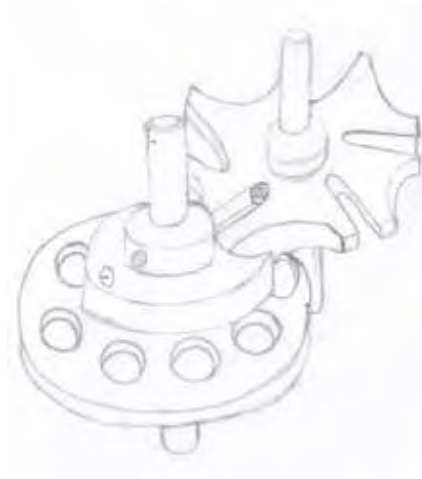


Figura 4.1: *Bosquejo a mano alzada del indice*

Dadas las condiciones del diseño se ha previsto que el mecanismo esté compuesto por 11 piezas las cuales son:

Tabla 4.1 *Lista de materiales del mecanismo Leva cruz de Malta.*

<b>No.</b>	<b>Ct.</b>	<b>NOMBRE DE LA PIEZA</b>	<b>MATERIAL</b>
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>INDICE</b>	<b>ACERO 1018 C.R.</b>
<b>2</b>	<b>1</b>	<b>PLACA INDICE</b>	<b>ACERO 1018 C.R.</b>
<b>3</b>	<b>1</b>	<b>LEVA CRUZ DE MALTA</b>	<b>ACERO 1018 C.R.</b>
<b>4</b>	<b>1</b>	<b>BUJE</b>	<b>LATON</b>
<b>5</b>	<b>2</b>	<b>ARANDELA</b>	<b>ACERO 1018 C.R.</b>
<b>6</b>	<b>1</b>	<b>TUERCA HEXAGONAL PLANA</b>	<b>ACERO 1018 C.R.</b>
<b>7</b>	<b>1</b>	<b>PRISIONERO DE CABEZA</b>	<b>#3 SC. HD</b>
<b>8</b>	<b>2</b>	<b>EJE</b>	<b>ACERO 1045 C.R.</b>
<b>9</b>	<b>1</b>	<b>PRISIONERO</b>	<b>ACERO 1018 C.R.</b>

Una vez que se ha establecido el número de piezas y el material del que se fabricarán las piezas, se le ha mostrado un previo de lo que será el “El mecanismo de leva cruz de Malta” y una vez que esté aprobado el proyecto proceder a hacer el dibujo de detalle de cada pieza, Figura 4.2.



## 5.2 DISEÑO DEL INDICE PASO A PASO.

1.-Para iniciar con el diseño del índice del mecanismo leva cruz de Malta, se procede a iniciar el software INVENTOR V.10 usando al sistema ingles como base de todas nuestras operaciones. Usaremos la plantilla STANDARD (in).ipt para iniciar con el diseño del índice, figura 4.3.

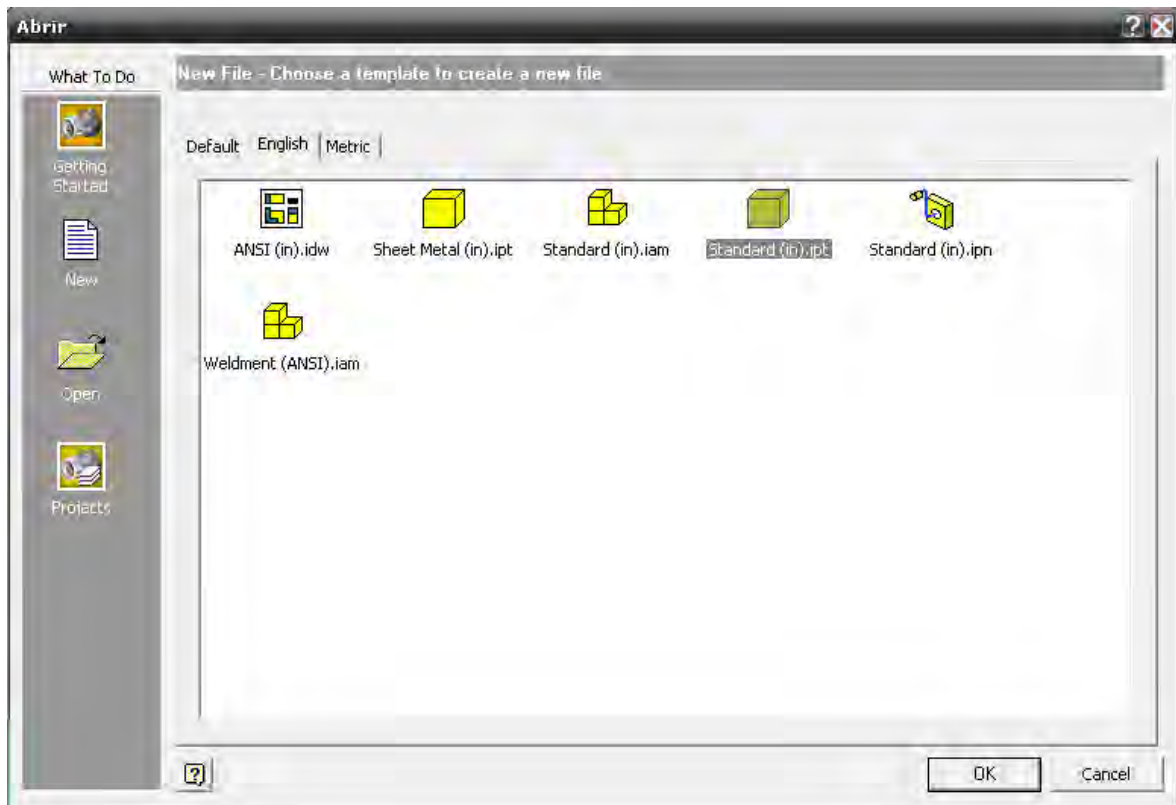


Figura 4.3 Cuadro de diálogo para iniciar un nuevo archivo.

2.-Una vez que se ha seleccionado la plantilla STANDARD (in).ipt, en nuestra área de trabajo aparece la rejilla o GRID para la creación de nuestros bocetos en 2D. En la zona lateral izquierda contamos con nuestras herramientas para bocetos.

3.- Para iniciar el diseño del índice, seleccione el comando círculo y cree el boceto del mismo en el área de trabajo y finalice. A continuación acote el círculo de tal manera que el diámetro de la circunferencia sea de 2.47 pulgadas, figura 4.4.

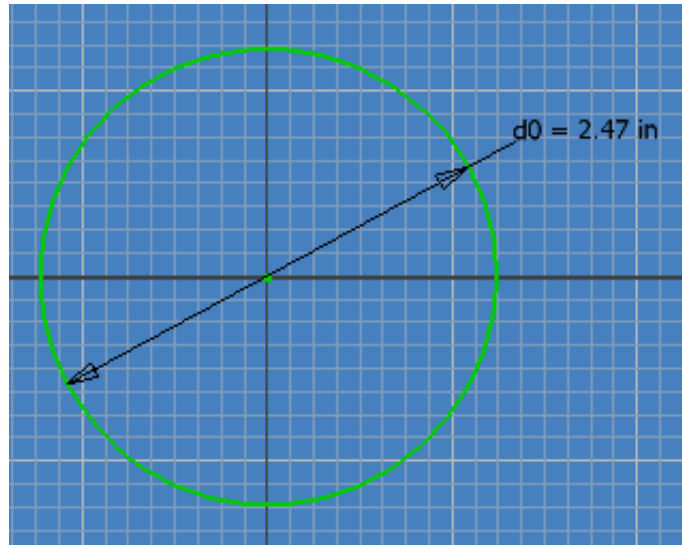


Figura 4.4 Acotación de la circunferencia base.

4.-A continuación finalice su boceto 2D por medio de la ventana grafica auxiliar de su ratón y seleccione DONE y FINISH SKETCH, figura 4.5.

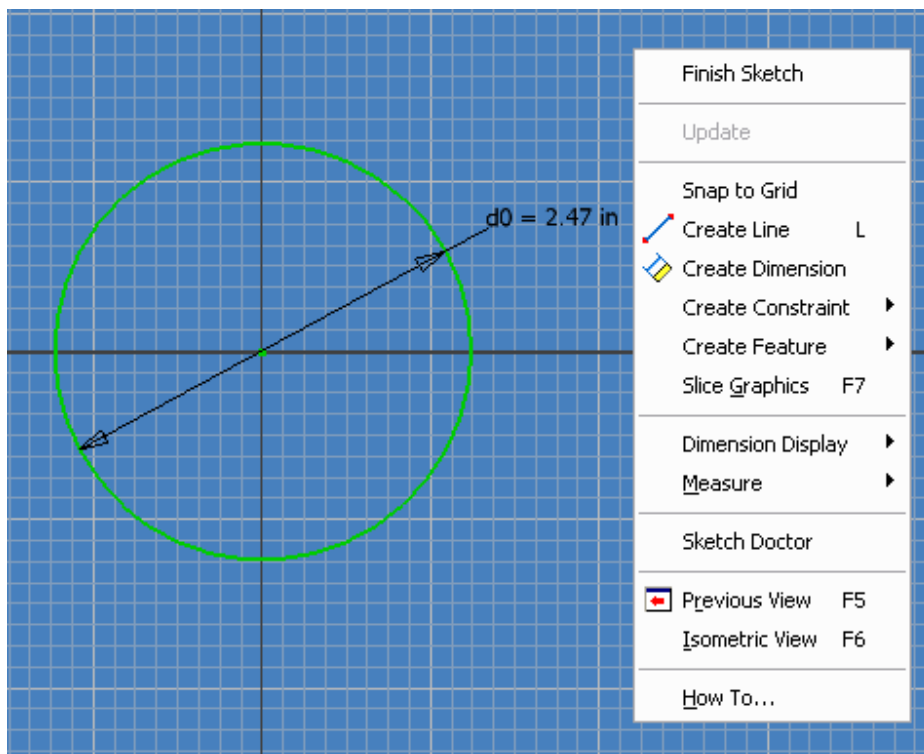


Figura 4.5 Finalización del boceto 2D por medio de ventana auxiliar.

5.-Las herramientas para modelado de sólidos surgirán automáticamente en la misma zona donde se ubican las de bocetos 2D, posicione su boceto en vista isométrica de forma que obtenga una clara referencia visual del objeto.

6.-Seleccione el comando EXTRUDE del menú PART FEATURES, inmediatamente su boceto 2D será seleccionado por el software, ingrese el valor numérico mostrado en la figura 4.6.

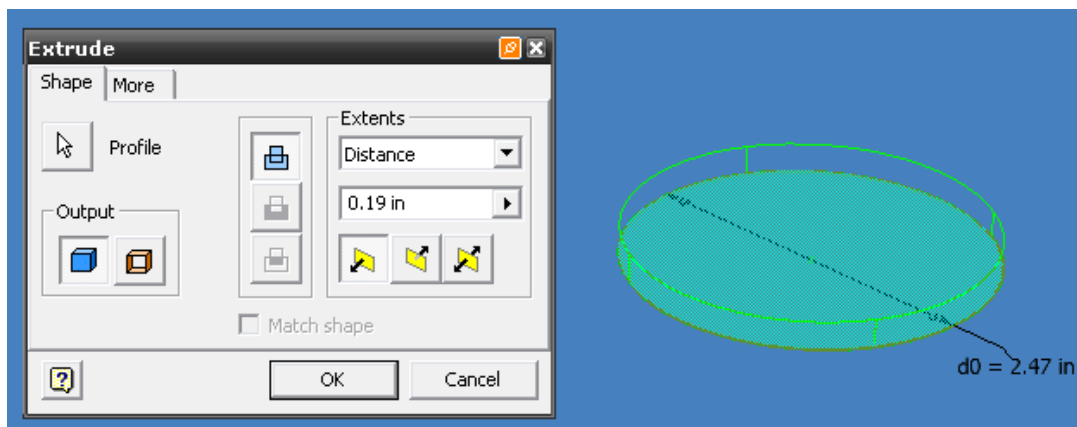


Figura 4.6 Extrusión del boceto para conversión a solido.

7.-Una vez que se ha extruido, seleccionaremos la cara superior de nuestro solido de forma que podamos crear un boceto 2D sobre su superficie. Seleccione esa cara presionando con el ratón sobre la misma y abriendo el menú auxiliar, de forma que seleccionemos la instrucción NEW SKETCH, mostrada en la figura 4.7.

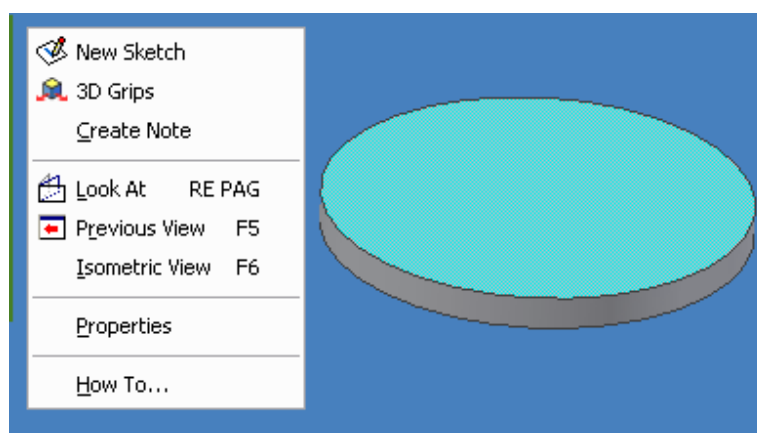


Figura 4.7 Selección de un plano para la creación de un nuevo boceto.

8.-Nuevamente surgirá en nuestra área de trabajo la rejilla ó GRID que indica que estamos trabajando en un ambiente 2D.

9.-Dibuje una circunferencia en el centro del solido, acótela de forma que la circunferencia posea un diámetro de 0.50 pulgadas y finalice con el comando FINISH SKETCH, figura 4.8.

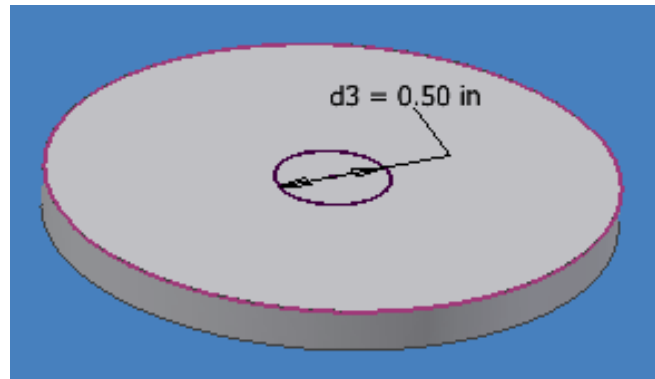


Figura 4.8 Generación de un boceto 2D sobre la superficie de un solido.

10.-A continuación extruya ese nuevo boceto seleccionando la circunferencia 2D por medio de la flecha PROFILE de su menú EXTRUDE. El boceto cambiara de color de forma que éste le indicara que boceto ha seleccionado para realizar la operación de JOIN. Introduzca el valor numérico mostrado en la figura 4.9.

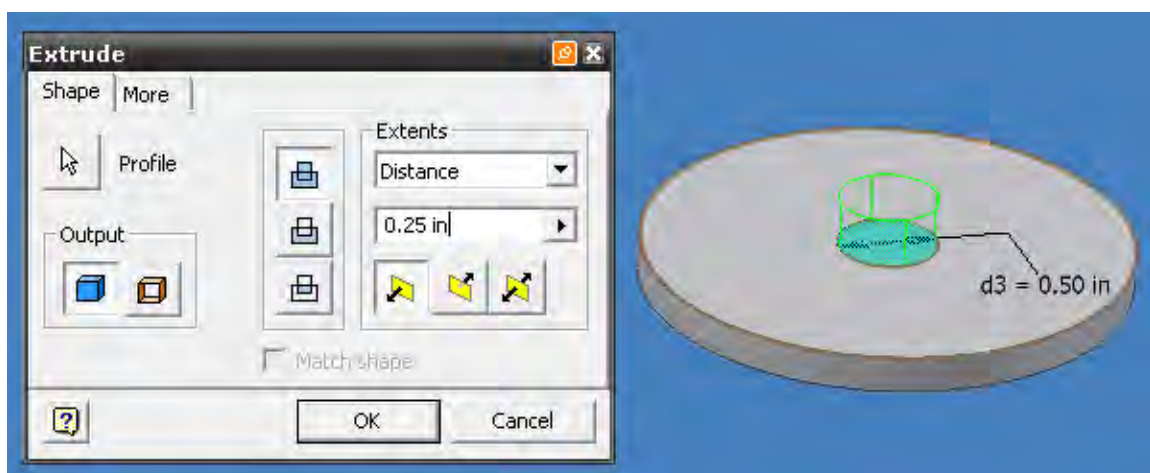


Figura 4.9 Extrusión por medio del comando JOIN.

11.-Ahora seleccione la cara superior del nuevo cilindro creado de forma que podamos crear ahora un agujero sobre su superficie. Selecciónela por medio del ratón y abra su menú auxiliar y seleccione NEW SKETCH, figura 4.10.

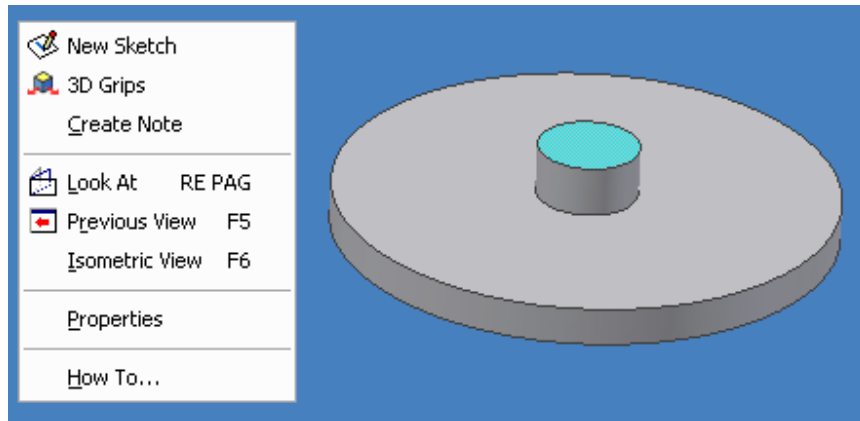


Figura 4.10 Selección de un nuevo plano para boceto 2D.

12.-Dibuje nuevamente una circunferencia en el centro del solido, acótelo de forma que el diámetro sea de 0.25 pulgadas, figura 4.11.

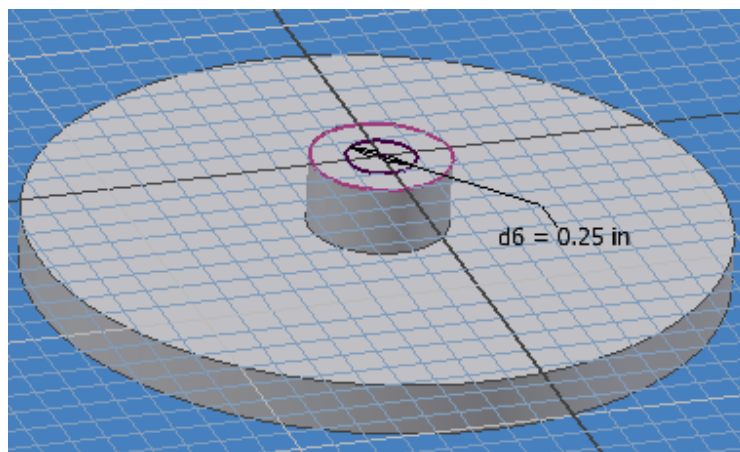


Figura 4.11 Creación de una circunferencia 2D para la generación de un agujero.

13.- A continuación finalice su boceto por medio del comando FINISH SKETCH y seleccione la operación EXTRUDE.

14.-Seleccione el boceto 2D por medio de la flecha PROFILE, a continuación utilice la operación CUT y en la pestaña EXTENTS seleccione la opción ALL, figura 4.12, de forma que al realizar la operación de corte, esta se hará a través de todo el sólido.

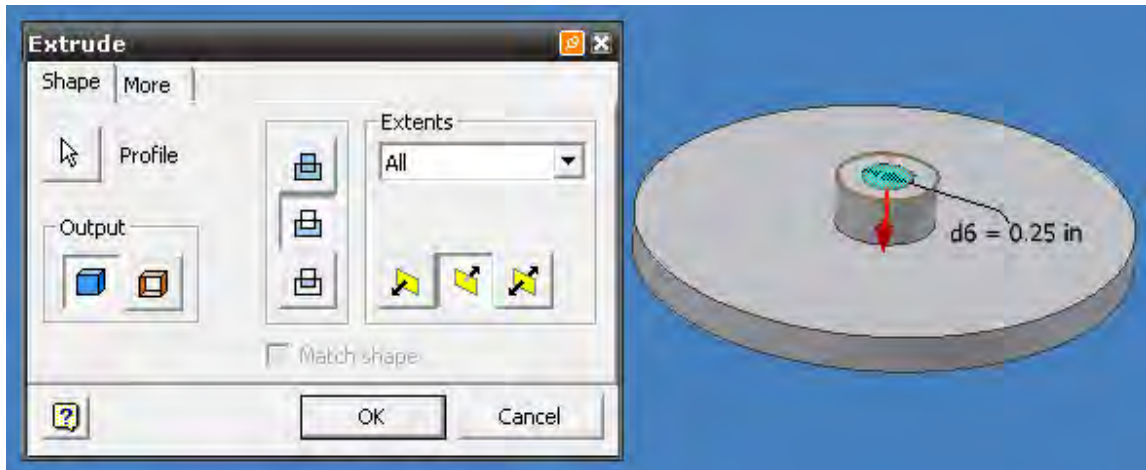


Figura 4.12 *Uso del comando CUT y EXTENTS para la operación EXTRUDE.*

15.-Como resultado de la operación CUT se obtiene la figura 4.13.

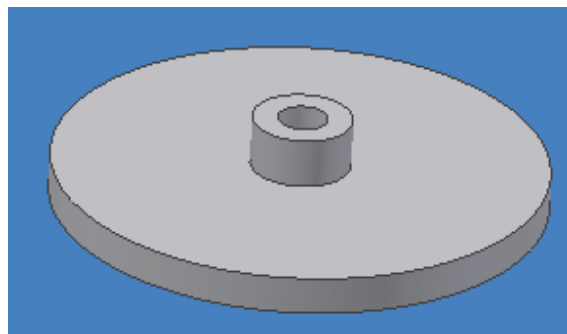


Figura 4.13 *Vista final del agujero.*

16.- A continuación seleccione la cara superior del primer sólido creado al inicio del diseño, seleccione la opción NEW SKETCH y dibuje una circunferencia en el centro de toda la pieza, INVENTOR le ayudara indicando cual es el centro de la misma para que crear esa circunferencia.

17.-Acotela de forma que tenga un diámetro de 1.25 pulgadas y finalice el boceto 2D, figura 4.14.

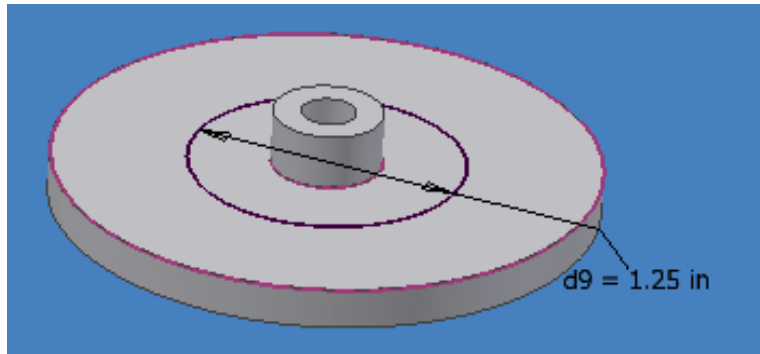


Figura 4.14 Boceto final sobre la superficie del solido.

18.- Ahora de su barra de herramientas secundaria que se encuentra debajo de la barra de herramientas principal seleccione la opción LOOK AT, figura 4.15, seleccione el boceto creado e inmediatamente cambiara la posición del solido a una vista superior dando una mejor perspectiva para continuar con el diseño.



Figura 4.15 Barra de herramientas secundaria.

19.-Una vez que está posicionado en la vista superior seleccione nuevamente ese plano de trabajo y cree un NEW SKETCH con el fin de crear un patrón circular, figura 4.16.

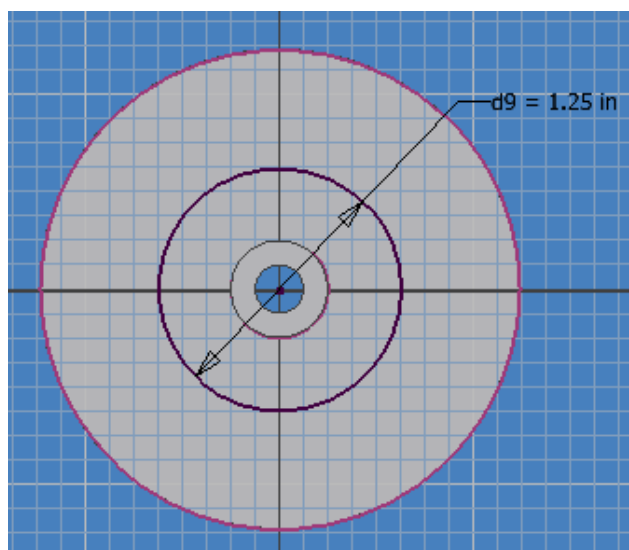


Figura 4.16 Reposicionamiento del solido para la creación de bocetos 2D.

20.-A continuación, sobre uno de los ejes que pasan a través del boceto 2D, crearemos una nueva circunferencia de forma que tenga un diámetro de 0.2 pulgadas y agregaremos 2 líneas tangentes al círculo y que sean paralelas al eje de la circunferencia y las extenderemos hasta que sobresalgan de la circunferencia del solido creando un perfil cerrado como se muestra en la figura 4.17.

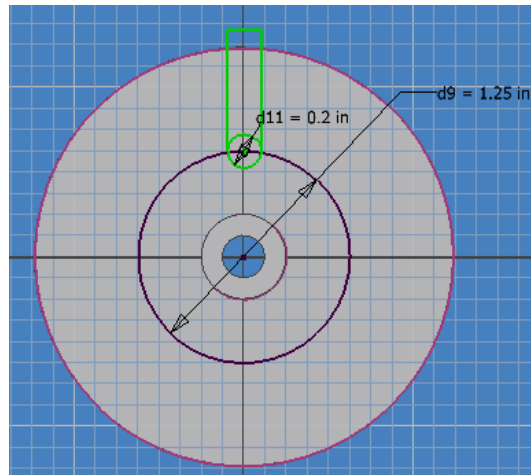


Figura 4.17 Boceto cerrado creado sobre el solido.

21.- Ahora usando el comando TRIM cortaremos la mitad del círculo que no necesitamos de modo que pasemos de la figura 4.18A al boceto de la figura 4.18B.

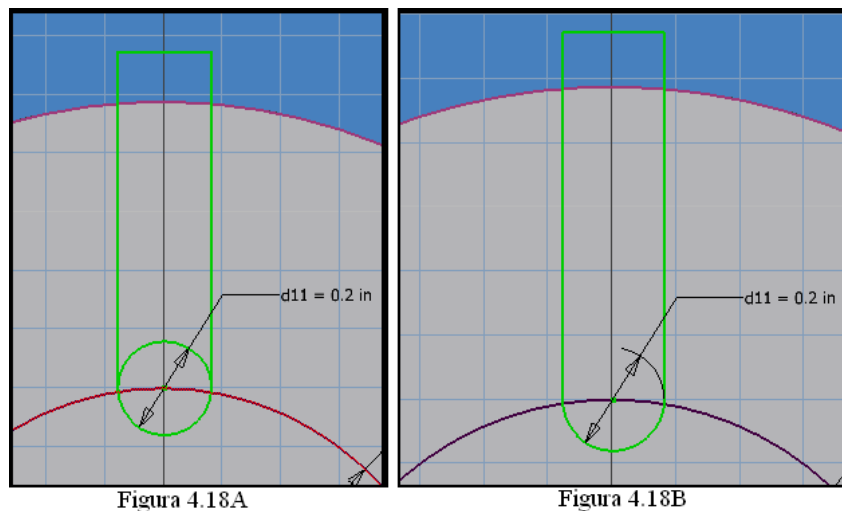


Figura 4.18 A) Boceto cerrado creado sobre el solido. B) Uso de la operación TRIM para eliminar la mitad del círculo.



22.- Seleccionemos la opción CIRCULAR PATTERN. Siga trabajando en el entorno de bocetos 2D.

23.- Seleccione la geometría a reproducir por medio de este comando, en este caso, el boceto creado, el cual lo seleccionará línea por línea hasta que esté completo, figura 4.19.

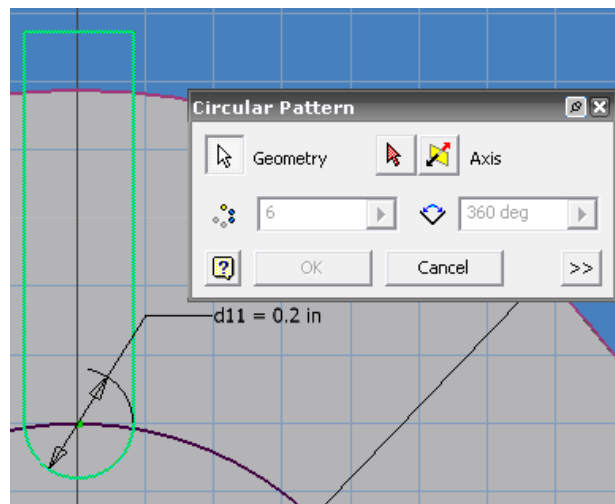


Figura 4.19 Selección del boceto.

24.- Ahora seleccione AXIS y seleccione el centro de su pieza de forma que la distribución de los bocetos sea de forma adecuada, para este caso modifique el valor numérico del cuadro de dialogo e ingrese 5, figura 4.20. Presione OK para finalizar.

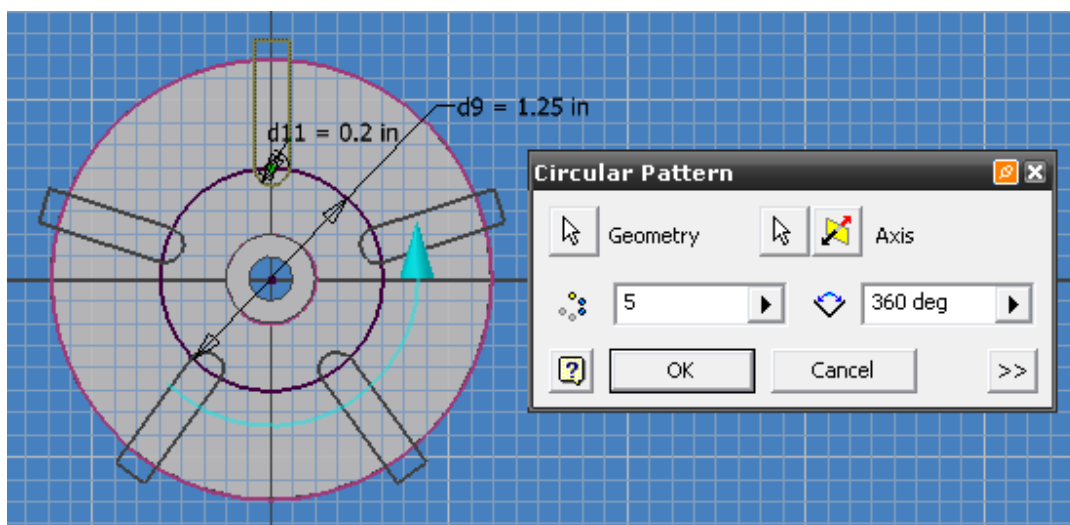


Figura 4.20 Vista previa del CIRCULAR PATTERN.

25.-Finalice de trabajar en el entorno de bocetos 2D. A continuación seleccione EXTRUDE de su menú PART FEATURES y seleccione la opción CUT y de la pestaña EXTENTS seleccione ALL y seleccione los 5 perfiles creados por medio del CIRCULAR PATTERN, de modo que obtenga la figura 4.21. Presione OK para finalizar.

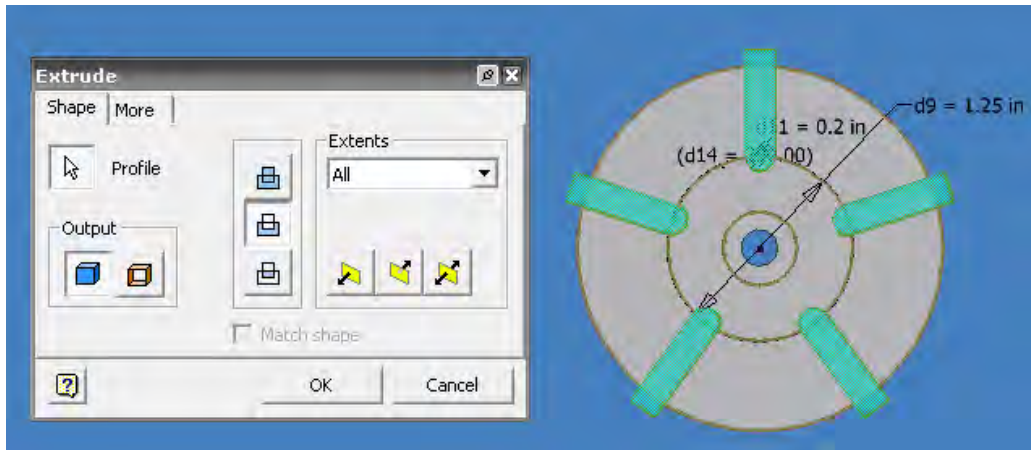


Figura 4.21 Vista previa de la operación CUT.

26.- Nuevamente seleccione el mismo plano donde hemos estado trabajando y de su menú auxiliar use NEW SKETCH. Seleccione el comando LINE y cree una línea a 54 grados de tal forma que quede en el centro del arco del solido, figura 4.22

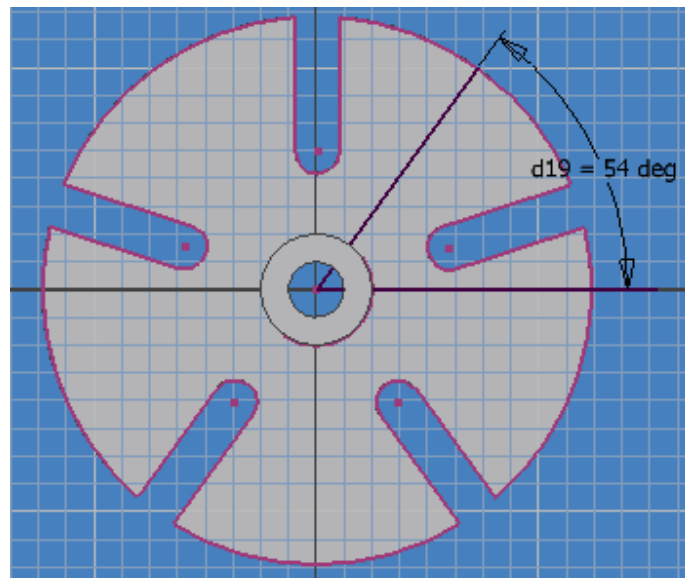


Figura 4.22 Línea a 54° respecto al eje horizontal.

31.- Asegúrese de que la longitud de la línea creada sea de 1.5287 pulgadas, acótela de tal forma que posea ese valor numérico, figura 4.23.

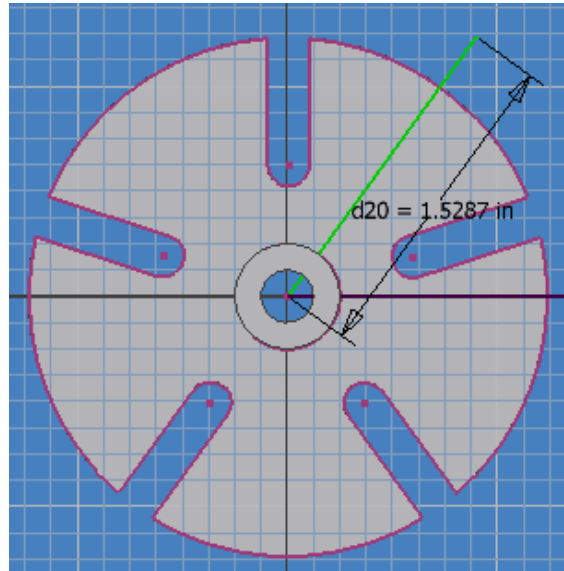


Figura 4.23 Acotación de la línea de 54°.

32.-Trace una circunferencia en el punto final de esa línea con un diámetro de 1.26 pulgadas, figura 4.24.

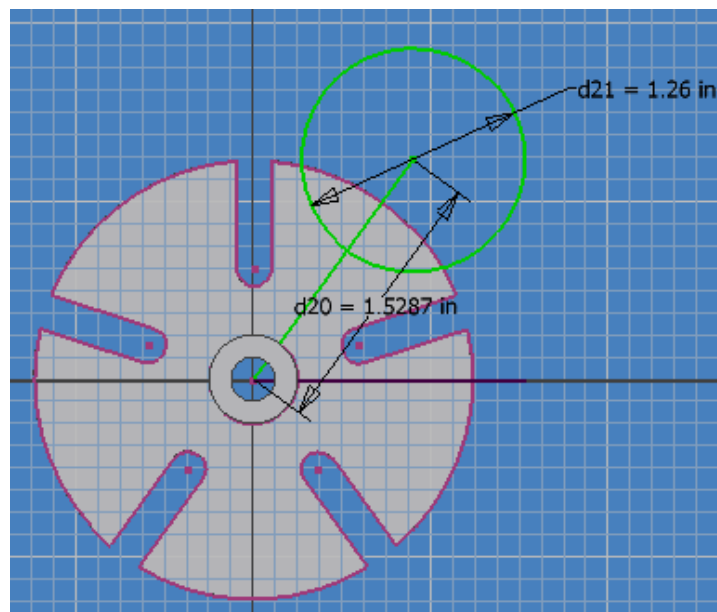


Figura 4.24 Generación de la circunferencia a la línea de 54°.

33.- Use el comando CIRCULAR PATTERN y seleccione como geometría el círculo creado, tal y como se muestra en la figura 4.25.

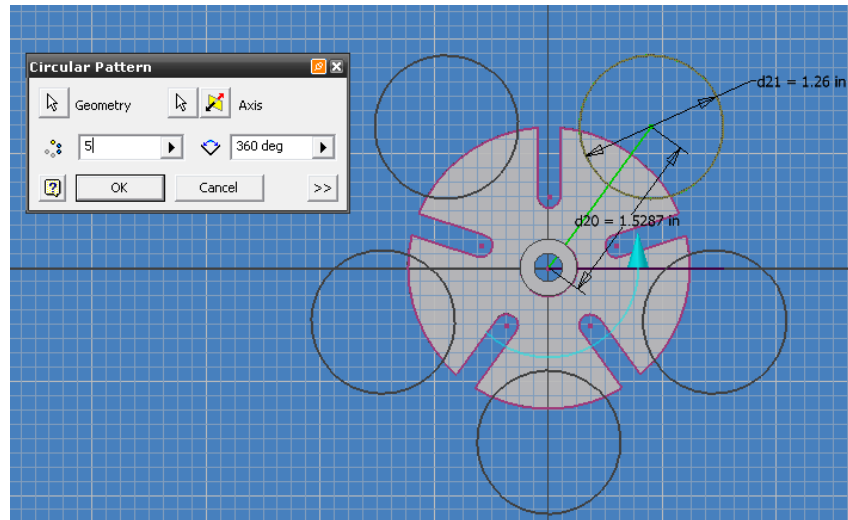


Figura 4.25 Vista previa del comando CIRCULAR PATTERN.

34.-Presione OK para finalizar. Como ultimo paso seleccione el comando EXTRUDE y las opciones CUT y en la pestaña EXTENTS seleccione ALL y realice la operación de corte. Seleccione el material que desee de la lista de AS MATERIAL para darle un renderizado a la pieza en este caso se uso NICKEL BRIGHT y finalizar figura 4.26.



Figura 4.26 Resultado final, INDICE.

**CAPITULO 5**  
**ENSAMBLE Y ANIMACION DEL MECANISMO LEVA CRUZ DE MALTA**  
**POR MEDIO DE INVENTOR V10.**

Dentro del diseño, siempre la visualización del proyecto en un ambiente tridimensional y especialmente si el programa que se este utilizando nos lo permite, una visualización dinámica y en movimiento, nos otorgaría una gran cantidad de información y permitiría la franca visualización del funcionamiento de nuestro proyecto. Actualmente muchos de los diseños son animados dinámicamente para comprobar el funcionamiento que posee, eso permite inclusive agregar más componentes al mismo o solucionar problemas que surjan de ellos.

Inventor V10 permite al usuario ello, analizar su proyecto mediante animación, efectos de luz, y una gran cantidad de opciones para dar vida a su proyecto, sin embargo, antes de continuar, es indispensable ensamblar cada una de las partes del proyecto. Para ello inventor cuenta con plantillas especializadas para cada trabajo.

## CONCLUSIONES

Después del trabajo realizado en la presente tesis se pueden establecer las siguientes conclusiones:

1.- El dibujo asistido por computadora es una herramienta vital dentro de la vida diaria de un ingeniero y más importante aun es tener conocimiento de una diversidad de paquetería relacionados con el diseño en CAD y esta tesis tiene la finalidad de brindar una porción de dicha diversidad.

2.-AutoDesk Inventor V.10, es un software muy poderoso, amigable y completo, que contiene no solo las herramientas graficas para el diseño, si no además, lo combina con la teoría del diseño de maquinas y mecanismos, facilitando el diseño y ahorrando tiempo.

3.-Se cumplieron los objetivos de mostrar los conocimientos básicos para poder hacer uso del software AutoDesk Inventor versión 10.

4.- Se brindó una referencia didáctica más para complementar la formación del Ingeniero Mecánico Electricista y así brindarle una herramienta más para su superación e involucrarle dentro del ambiente de trabajo.

5.-Se logró exitosamente el diseño de un mecanismo Leva cruz de Malta con la ayuda del software AutoDesk Inventor versión 10, el cual, proporciono las herramientas necesarias para su diseño y también para las modificaciones necesarias ahorrando así tiempo.

## BIBLIOGRAFIA

-Dibujo técnico básico

Henry Cecil Spencer y John Thomas Dygdon

Ed. CECSA, México 2003

-Dibujo de ingeniería básica

Thomas E. Irench

Ed. McGraw Hill

-Principles of engineering graphics

Frederick e. Giesecke

Macmillan Publishing Company, U.S.A. 1990

-CAD systems in mechanical and production engineering

Peter Ingham

Library of Congress Catalog in publication Data, 1990

-CAD-CAM: gráfico, animación y simulación por computador

Julio Blanco Fernández

Ed. Paraninfo 2002

-CAD-CAM

Jimmie Brown

Ed. Adisson wesley. 2000

-Computer-aided Drafting

David I. Goetsch

Prentice Hall, U.s.a. 1985

-Diseño asistido CAD

Joseph Pages

Ed, síntesis S.A.

-Dibujo en ingeniería y comunicación gráfica

Gary R. Bertoline

Ed. McGraw Hill