

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

E.A.P DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Creación de estándares para planos mediante el software CAD Autodesk Inventor Professional 2012: caso: diseño de una matriz de corte y embutido

Tesina

Para optar el Título de Ingeniero Industrial

AUTOR

Jorge Luis Saldaña Pomazunco

LIMA – PERÚ

2012

Dedico este trabajo a mis padres que siempre me aconsejaron y apoyaron incondicionalmente, a mi esposa María Lourdes por su dedicación y comprensión y a mis hijos Jorge y María.

Y un reconocimiento y agradecimiento a los profesores de la facultad que contribuyen en la formación profesional de la comunidad estudiantil de nuestra querida facultad.

RESUMEN

El objetivo principal de este informe es resaltar el proceso de creación de estándares para la elaboración de planos de fabricación en el contexto del diseño de un prototipo digital como se muestra en el caso específico de una matriz de corte y embutido logrando de esta manera un incremento de la productividad, en función a la precisión, claridad y tiempos minimizados en la producción de los planos de fabricación.

Mediante el *software CAD Autodesk Inventor* v. 2011 se diseñó el prototipo digital, una matriz de corte y embutido, se modeló todos los componentes de la herramienta de alta producción, se procedió a crear asimismo los subensambles y el ensamble general. Asimismo se realizó el modelado de los mismos componentes en *Autocad* realizándose un cuadro comparativo de tiempos de modelado entre ambos *software CADs* que confirmó al primero como una alternativa de *software CAD* para la creación de estándares, no obstante un tercer *software CAD* como *Solidworks* se presentaba como una alternativa de características muy similares a las de *Autodesk Inventor,* sin embargo, factores determinantes como costos de licencia, mantenimiento, soporte técnico, herramientas complementarias entre otros, señalaron al producto de *Autodesk* la alternativa *CAD* ideal.

En el presente trabajo se explica detalladamente los procedimientos para la creación de cada estilo relacionado a las normas *ISO* correspondientes a las anotaciones propias de un plano de fabricación.

Índice general

Introducción

Pág.

Capítulo 1

1. Planteamiento del problema ……..……. 01
   1.1. Formulación ……..……. 01
   1.2. Justificación ……..……. 01

Capítulo 2

2. Soporte Informático en el Diseño de Ingeniería
   2.1. Diseño Asistido por Computadora: *CAD* …..…… 04
   2.2. Clasificación de los *software CADs* ……..…… 05
   2.3. *Autocad* ……... 06
   2.4. *Autodesk Inventor* …… 09
      2.4.1. *Caracteristicas del software* …….. 11
      2.4.2. Requerimientos de *software* y *hardware* …….. 13
   2.5. Otros *software CAD* ……..……. 13
      2.5.1. *SolidWorks* ……..……. 14
      2.5.2. *Tekla Structures* …… 17
      2.5.3. *Solid Edge* ……... 19

Capítulo 3

3. Normas para el dibujo técnico ……..……..……... 20
   3.1. Normas ……... 20
   3.2. Normalización …… 21

3.3. Normas *DIN* en el dibujo técnico …… 22
3.4. Normas *ISO* en el dibujo técnico …….. 22

Capítulo 4

4. Matrices, herramientas para la producción en serie …… 24
4.1. Matriz …… 24
4.2. Clasificación de las matrices …….. 25
4.2.1. Matrices de corte ……..…… 25
4.2.2. Matrices de conformar ……. 26
4.2.3. Matrices de embutido …… 26
4.2.4. Matrices de doblar …… 26
4.2.5. Matrices de rebordear ……. 26
4.2.6. Matrices progresivas …… 27
4.3. Aceros usados para la clasificación de las matrices …….. 27
4.4. Cualidades requeridas en los aceros para las matrices … 28
4.5. Tratamientos térmicos para los aceros ……. 28
4.6. La chapa metálica …… 29
4.6.1. Clasificación de las chapas ……..… 29
4.6.2. Operaciones de trabajo en chapa metálica …… 30
4.6.2.a. Operaciones de troquelado …….. 30
4.6.2.b. Operaciones de formado …….. 32
4.6.2.c. Operaciones de embutido ……. 32
4.6.2.d. Embutido de simple efecto ……... 33
4.6.2.e. Embutido de doble efecto ……. 35
4.7. La prensa y sus accesorios …… 37
4.7.1. Prensa mecánica de simple efecto ……. 38
4.7.2. Prensa mecánica de doble efecto ……... 39
4.7.3. Prensa hidráulica de simple y doble efecto …… 40
4.8. Elección de la prensa más conveniente ……... 41

Capítulo 5

5. Selección del *software CAD* ideal 43
5.1. Factores importantes para elegir el *CAD* ideal 43
5.2. Las alternativas *Autodesk Inventor* y *Solidworks Premium..* 44
5.3. Costo beneficio de la solución encontrada 44
5.4. Cuadro comparativo entre *Autocad* y *Autodesk Inventor* … 46

Capítulo 6

6. Creación de estándares mediante *Autodesk Inventor* 48
6.1. Estructura de carpetas del proyecto 48
6.2. Creación del proyecto 49
6.3. Configuración del proyecto 52
6.4. Creación de estándares de formato 54
6.5. Creación de una librería de estándares 67
6.5.1. Creación de estándares de líneas 71
6.5.2. Creación de estándares de texto 72
6.5.3. Creación de estándares de dimensionado 74
6.5.4. Creación de estándares de acabado superficial 76
6.5.5. Creación de estándares para la simbología de Soldadura 78

Capítulo 7

7. Aplicación: Matriz de corte y embutido 79
7.1. Partes de la matriz de corte y embutido 80

7.1.1. Parte Inferior …… 80
7.1.2. Parte Superior …… 81
7.1.3. Colchón Neumático …… 82
7.2. El producto …… 83
7.3. Desarrollo de la chapa …… 84
7.4. Listado de planos de fabricación …… 85

I. Conclusiones y Recomendaciones
II. Bibliografía
III. Anexos
a. Proforma de *software CADs Autocad, Autodesk Inventor y Solidworks,* versiones 2012*.*
b. Cuadro de producción comparativos entre *Autocad* y *Autodesk inventor.*
c. Glosario de términos técnicos.
d. Planos de fabricación de la matriz de corte y embutido.

INTRODUCCION

El presente trabajo se ha desarrollado para crear mediante el *software CAD Autodesk Inventor Professional v.2011,* estándares para el dibujo industrial, para su aplicación en la elaboración de los planos de fabricación; se presenta el caso del diseño de una matriz de corte y embutido, aplicando estándares de dibujo en los planos de montaje y despiece.

Siendo el objetivo de este trabajo la aplicación de estándares de dibujo mediante un *software CAD*, en base a normas (*ISO*, *DIN*, *ANSI*) que enmarquen una representación clara y precisa para su interpretación que facilitará una representación en el dibujo mecánico, estructural, eléctrico, civil, hidráulico, neumático, naval.

Empresas certificadas en *ISO 9001* han desarrollado el tema de estandarización del dibujo técnico mediante los *software CADs* de acuerdo a las normas para el dibujo técnico que emplean y más aún aquellas involucradas a clientes en el servicio de ingeniería básica y de detalle, proyectos industriales y electromecánicos. De ésta manera las empresas logran una alta productividad, en base a buen uso integrado de las herramientas *CADCAMCAE,* evitando la redundancia en el uso del *software CAD.*

En el *software CAD Autodesk Inventor* se desarrolla el prototipo digital así como se aplicarán estándares sobre planos de fabricación y estos se actualizarán de forma automática ante una modificación del prototipo digital.


Capítulo
1
Planteamiento del Problema

Capitulo 1

1. Planteamiento del problema

El crecimiento económico sostenido ha provocado en el sector metal mecánica la demanda no sólo del recurso máquina con tecnología de punta sino también de los sistemas CAD, CAM, CAE y del cadista capacitado en el uso de éstas tecnologías de manejo de la información, posibilitando el soporte de la estandarización del dibujo técnico desde la interface del software CAD. La necesidad del software CAD y más aun de cadistas sigue siendo una demanda insatisfecha debido a la falta de personal capacitado, que provoca una tendencia de manejo indebido del software CAD, por consiguiente el desarrollo de un modelado poco coherente y dibujos (planos de fabricación) poco claros, imprecisos, no estandarizados con entregas fuera de tiempo, es decir procesos con muy baja productividad.

1.1. Formulación

¿En qué consiste, como se aplica y cuál es la influencia de la aplicación de la estandarización desde el programa *CAD* en los planos de ingeniería?

1.2. Justificación

El trabajo de investigación emprendido consiste en la creación de estándares mediante el *software CAD Autodesk Inventor Professional v. 2011* para la elaboración de planos de fabricación, la ingeniería básica y de detalle en el ámbito de la industria del sector metal mecánica de modo tal que sirva como referencia para estudios similares. En ese sentido constituirá un aporte a la Ingeniería Industrial

en el campo del diseño y fabricación de máquinas, dispositivos y herramientas para la producción y alta producción.

La aplicación de estándares creados desde el *software CAD Autodesk Inventor* 2012 se realiza desde el entorno de dibujo del programa, quien muestra una interface de fácil interacción, muy flexible, teniendo en consideración que la aplicación de estándares tiene el propósito de presentar los planos de fabricación con rapidez, claridad y precisión en la información adjunta en los formatos normalizados.

La influencia de la aplicación de los estándares desde un *software CAD* en los planos de ingeniería radica en la mejora de la productividad en las oficinas y talleres involucrados en los procesos *CAD* y *CAM* asimismo a una mejora en la interrelación de los mismos, dentro del ámbito de la empresa. La influencia de la aplicación de estándares se extiende fuera de la empresa y se transmite a los clientes en la consolidación de un esquema normativo en base al dibujo técnico como un idioma universal y el *CAD* como un medio de soporte.

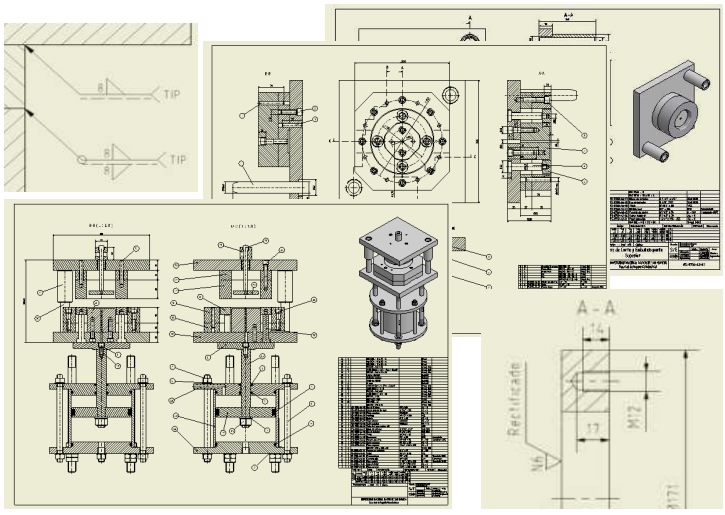


Fig. 1.1. Aplicación de estándares en planos de fabricación

Este trabajo de investigación permitirá en el futuro la realización de proyectos similares para facilitar a partir de los programas CADs estándares que se apliquen a una producción de planos de fabricación de pequeña, mediana y gran escala.

Cabe recalcar que cada vez el software CAD muestra herramientas más intuitivas, flexibles, versátiles y diversas para realizar procesos con alta productividad, el ingeniero industrial tiene la oportunidad de liderar un comité de estandarización que conlleve al logro de objetivos del departamento de ingeniería del producto.

Capítulo 2

Técnicas y Teoría de la Ingeniería Industrial

Capitulo 2

2. Soporte Informático en el Diseño de Ingeniería

2.1. Diseño Asistido por Computadora: *CAD* (*Computer Aided Design*)

El diseño asistido por computadora es un proceso conocido por las siglas *CAD*, (*Computer Aided Design*), que mejora la fabricación, desarrollo y diseño de los productos con la ayuda de la computadora. Con este proceso se pretende la fabricación de los productos con mayor precisión, a un menor costo y mejorando tiempos estándares de producción.

El diseño asistido por computadora nos muestra el proceso completo de fabricación de un determinado producto con todas y cada una de sus características como tamaño, contorno, etc. Todo esto se guarda en la computadora en dibujos bidimensionales o tridimensionales. Estos dibujos o diseños se guardan en la computadora para una mejora posterior perfeccionando su diseño. La fabricación de productos por medio del diseño asistido por computadora tiene muchas ventajas respecto a la fabricación con operarios humanos. Entre estas están la reducción de costos de mano de obra o la eliminación de errores humanos.

Así mismo la tecnología *CAM* (*Computer Aided Manufactury*) consiste en la manufactura asistida por computador y tiene el soporte relevante en la tecnología *CAD* en el proceso integral en la industria metal mecánica; es importante reconocer que estas tecnologías apuntan a una dirección cuyo objetivo está fundamentalmente en función a tres

variables: productividad, rapidez y precisión sobre la base de la aplicación adecuada de tecnología informática *CADCAM* como sistemas integrados en el diseño y manufactura en la industria metal mecánica.

Las características de los sistemas *CADCAM* son aprovechadas por los diseñadores, ingenieros y fabricantes para adaptarlas a las necesidades específicas de sus situaciones. Por ejemplo, un diseñador industrial puede utilizar el sistema para crear rápidamente un primer prototipo y analizar la viabilidad de un producto, mientras que un fabricante quizá emplee el sistema porque es el único modo de poder fabricar con precisión un componente complejo.

2.2. Clasificación del *software CAD*

El *software CAD* se clasifica en los niveles siguientes:

2.2.1. Nivel Bajo (Ej. *Autocad*)
2.2.2. Nivel Intermedio (Ej. *Autodesk Inventor, Solidworks, Solidedge*)
2.2.3. Nivel Alto (Ej. *Catia, Pro-Engineer, Ideas*)

Un *software CAD* de nivel bajo presenta recursos limitados para realizar un trabajo de diseño en 2D y 3D, es decir es un *software* vectorial como por ejemplo *Autocad*. Un *software CAD* de nivel intermedio es aquel que presenta mayores recursos para el diseño así como herramientas complementarias de validación y análisis; un ejemplo muy representativo es el *software CAD Autodesk Inventor*. Un *software CAD* de nivel alto es aplicable para grandes proyectos de diseño que constituyen sistemas integrados *CADCAMCAE*.

2.3. Autocad

Autocad es un programa de diseño asistido por computadora para dibujo en dos y tres dimensiones. Actualmente es desarrollado y comercializado por la empresa *Autodesk*. El término *Autocad* surge como creación de la compañía *Autodesk*, teniendo su primera aparición en noviembre del año 1982. *Autocad* es un *software* reconocido a nivel internacional por sus amplias capacidades de edición, que hacen posible el dibujo digital de planos de edificios o la recreación de imágenes en 3D.

Autocad es uno de los programas más usados, elegido por arquitectos, Ingenieros y diseñadores industriales. Desglosando su nombre, se encuentra que *Auto* hace referencia a la empresa creadora del *software*, *Autodesk* y *CAD* a Diseño Asistido por Computadora (por sus siglas en inglés).

Autocad gestiona una base de datos de entidades geométricas (puntos, líneas, arcos, etc.) con la que se puede operar a través de una pantalla gráfica en la que se muestran éstas, el llamado editor de dibujo. La interacción del usuario se realiza a través de comandos, de edición o dibujo, desde la línea de órdenes, a la que el programa está fundamentalmente orientado. Las versiones modernas del programa permiten la introducción de éstas mediante una interfaz gráfica de usuario o en inglés *GUI*, que automatiza el proceso.

Parte del programa *Autocad* está orientado a la producción de planos, empleando para ello los recursos tradicionales de grafismo en el dibujo, como color, grosor de líneas y texturas tramadas, (ver fig. 2.1.). *Autocad*, a partir de la versión 11, utiliza el concepto de espacio modelo y espacio papel para separar las fases de diseño y dibujo en 2D y 3D, de las específicas para obtener planos trazados en papel a su correspondiente escala. La extensión del archivo de *Autocad* es *.dwg*, aunque permite exportar en otros formatos (el más conocido es el *.dxf*). Maneja también los formatos *IGES* y *STEP* para manejar compatibilidad con otro *software* de dibujo.

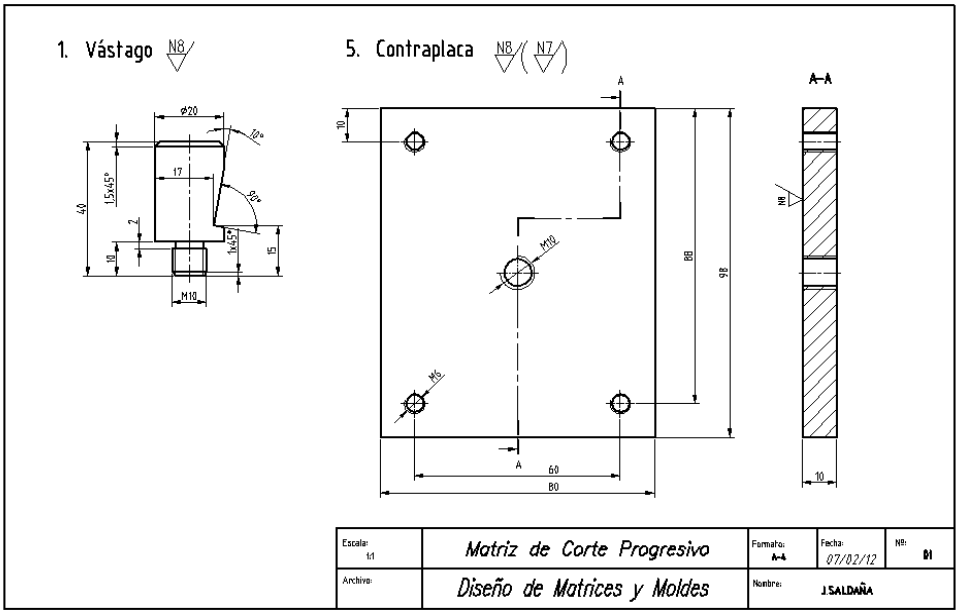


Fig. 2.1. Plano elaborado en *Autocad*

El formato *.dxf* permite compartir dibujos con otras plataformas de dibujo *CAD*, reservándose *Autocad* el formato *.dwg* para sí mismo. Es en la versión 11, donde aparece el concepto de modelado sólido, ver fig. 2.2., a partir de operaciones de extrusión, revolución y las

booleanas de unión, intersección y sustracción. Éste módulo de sólidos se comercializó como un módulo anexo que debía de adquirirse aparte. Este módulo sólido se mantuvo hasta la versión 12, luego de la cual, *AutoDesk*, adquirió una licencia a la empresa *Spatial*, para su sistema de sólidos *ACIS*.

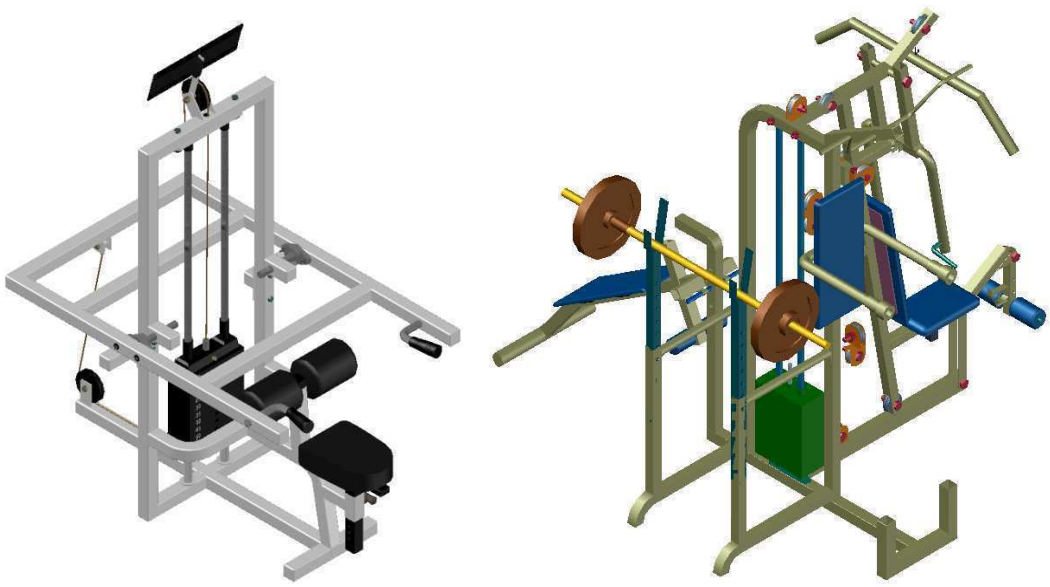


Fig. 2.2. Modelado 3D en *Autocad*

El formato *.dwg* ha sufrido cambios al evolucionar en el tiempo, lo que impide que formatos más nuevos *.dwg* puedan ser abiertos por versiones antiguas de *Autocad* u otros *CADs* que admitan ese formato (cualquiera). La última versión de *Autocad* hasta la fecha es el *Autocad* 2012.

2.4. Autodesk Inventor

Autodesk Inventor Professional v. 2011 es la base de los prototipos digitales, porque produce modelos 3D exactos que validan la forma, el ajuste y la función de un diseño antes de construirlo.

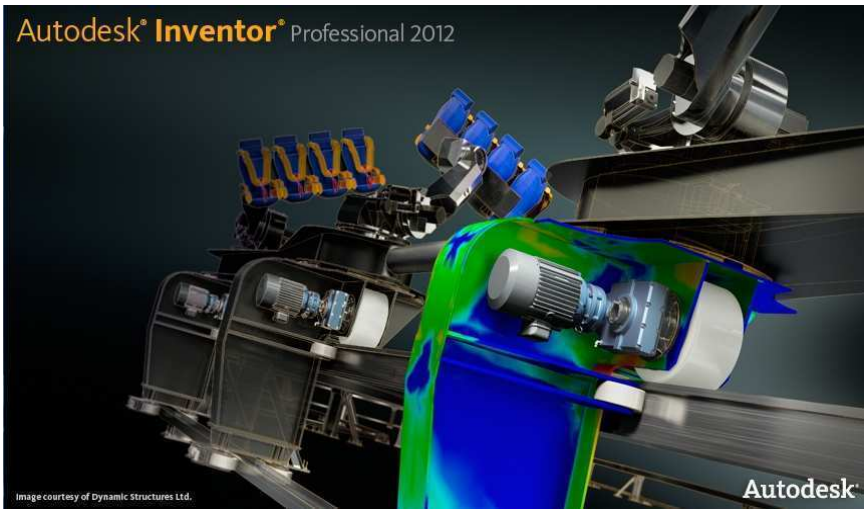


Fig. 2.3. *Software CAD Autodesk Inventor*

La línea de productos *Autodesk Inventor* proporciona un conjunto integrado de herramientas para la documentación y el diseño mecánico 3D, la creación de sistemas enrutados y la validación digital de los datos de diseño, que minimiza la necesidad de prototipos físicos. Las múltiples herramientas del producto incluyen módulos para la colaboración asociativa en el modelado 3D (ver fig. 2.4.), así como *software* de gestión de datos para gestionar y realizar un seguimiento de todos los componentes de diseño de un prototipo digital (ver fig. 2.5.), así mismo en la elaboración de planos 2D (ver fig. 2.6).



Fig. 2.4. Modelado 3D en *Autodesk Inventor*

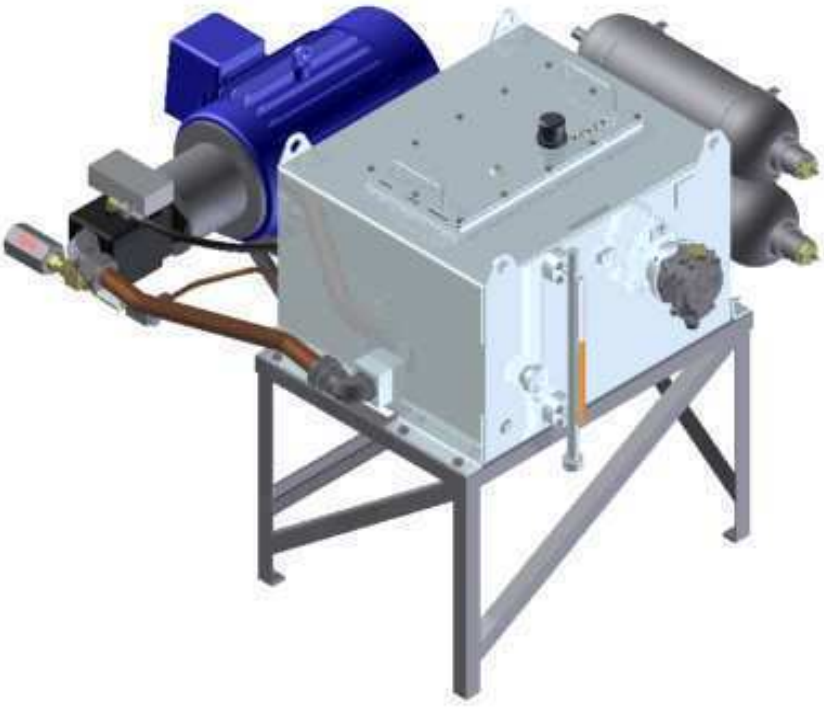
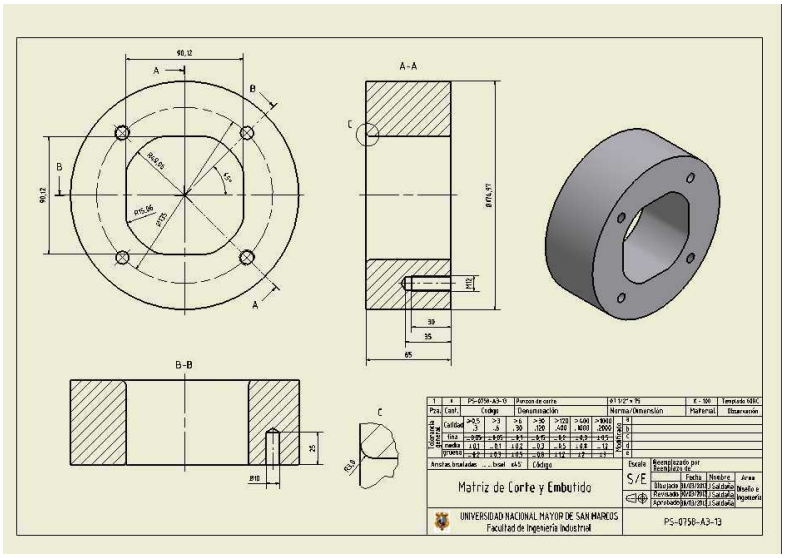


Fig. 2.5. Diseño de Prototipo digital en *Autodesk Inventor*



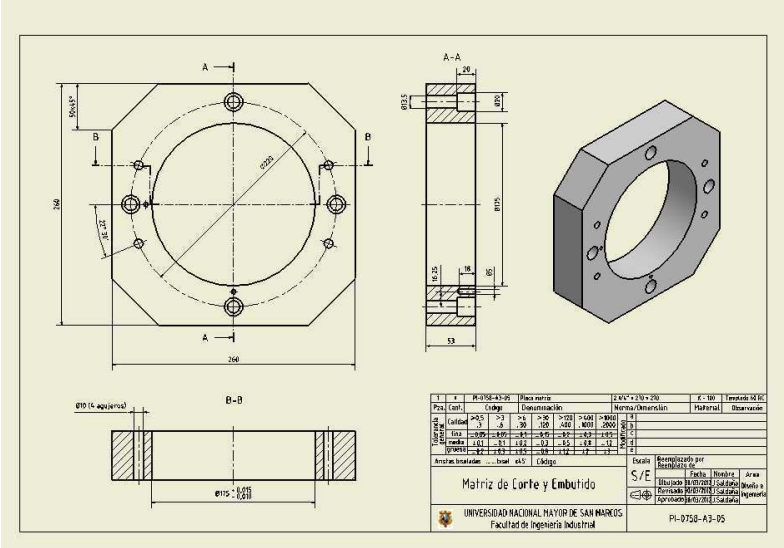


Fig. 2.6. Planos de partes creados en *Autodesk Inventor*

2.4.1. CARACTERISTICAS:

2.4.1.a. Gran productividad

Facilidad de uso gracias a un sistema de ayuda y aprendizaje, que permite ser productivos desde el primer día.

2.4.1.b. Alto rendimiento

En grandes y complejos ensambles, puede manejar conjuntos 3D de decenas de miles de piezas, a una velocidad y eficacia excelente.

2.4.1.c. Metodologías de diseño adaptativo

Centrado en el conjunto, permite construir y modificar ensamblajes definiendo las relaciones de posición y tamaño de piezas sin preocuparse de interdependencias jerárquicas.

2.4.1.d. Modelado de Formas Complejas

Gracias a la poderosa tecnología *Autodesk Inventor ShapeManager*, se podrá crear geometrías y formas complejas. Además posee Herramientas de diseño con soldaduras y chapa metálica.

2.4.1.e. Diseño conceptual y de esbozos

Resuelve el problema de función antes de la forma, sustituyendo componentes por representaciones alternativas para validar los conceptos de diseño.

2.4.1.f. Generación de planos de producción

Soporta los formatos de dibujo *ANSI, BSI, DIN, ISO* y *JIS*, además de poder generar estándares personalizados.

2.4.1.g. Gestión de la información

Permite hacer un seguimiento de los archivos de ensambles, planos o piezas de *Autodesk Inventor* desde el propio programa o desde el sistema operativo con *Design Assistant*, aportando un eslabón más en el proceso de homologación *ISO 9000*.

2.4.2. Requerimientos de *Hardware* y *Software*

2.4.2.a. Requerimientos de *Software*

- Sistemas operativos de 32 *bits*
  - *Windows Xp Professional*
  - *Windows Seven (Home Premium, Enterprice, Ultimate)*
- Sistemas operativos de 64 *bits*
  - *Windows Seven* (*Home Premium*, *Enterprice, Ultimate*)

2.4.2.b. Requerimientos de *Hardware*

- ***CPU*****:** *INTEL Corel5 -2400 3.4Ghz*.
- ***RAM*****:** 6*Gb – 8Gb.* (8Gb. Recomendable).
- **Video:** *Direct3D*, *OpenGL***.**
- **Tarjeta de video:** *NVidia*/*ATI*.

  Modelo*: NVIDIA Quadro4000 Graphic Cards* 2 *Gb.* ó

  Modelo: *NVIDIA GTX 580* 2 *Gb*. (Recomendable).
- **Espacio en disco:** 50 *Gb.* (Recomendable).
- **Pantalla:** 22”**.**

2.5. Otros *software CAD*

Otros importantes programas *CADs* utilizados en nuestro medio lo conforman:

- *Solidworks*
- *Tekla Structures*
- *Solid Edge*

2.5.1. *Solidworks*:

SolidWorks es un *software CAD* que en nuestro medio junto a *Autodesk Inventor Professional* representan los programas *CADs* de nivel intermedio de mayor uso, *Solidworks,* (ver fig. 2.7.) es un programa de diseño mecánico en 3D que utiliza un entorno gráfico basado en *Microsoft Windows*, intuitivo y fácil de manejar.



Fig. 2.7. *Software CAD SolidWorks*

Su filosofía de trabajo permite plasmar sus ideas de forma rápida sin necesidad de realizar operaciones complejas y lentas.

Las principales características que hace de *Solidworks* una herramienta versátil y precisa es su capacidad de ser asociativo, variacional y paramétrico de forma bidireccional con todas sus aplicaciones. Además utiliza un gestor de diseño (*FeatureManager*) que facilita enormemente la modificación rápida de operaciones tridimensionales y de croquis de operación sin tener que rehacer los diseños ya plasmados en el resto de sus documentos asociados.

Junto con las herramientas de diseño de Pieza, Ensambles y Dibujo (ver figs. 2.8 y 2.9), *Solidworks* incluye Herramientas de productividad, de Gestión de Proyectos, de Presentación y de Análisis y Simulación que lo hacen uno de los estándares de diseño mecánico competitivo del mercado.

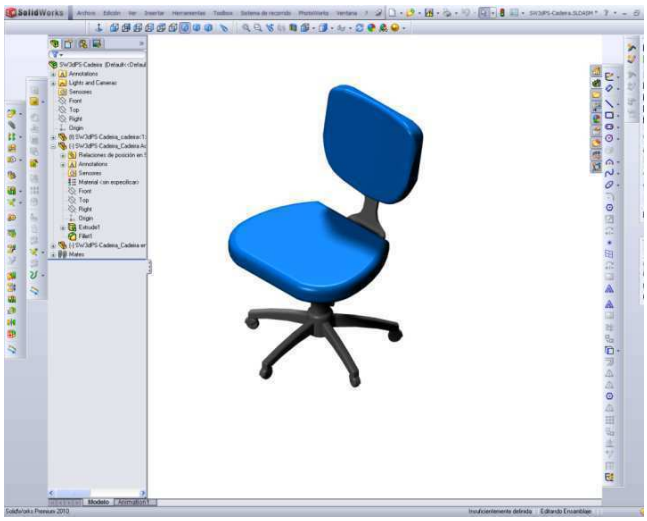


Fig. 2.8. Diseño de prototipo digital en *Solidworks*



Fig. 2.9. Plano elaborado en *SolidWorks*

2.5.1.a. Contenido

Módulos incluidos en *Solidworks*: Pieza, Ensamblaje, Dibujo, *DWGeditor*, Simulación/Movimiento, Análisis de interferencia, 2D a 3D, Traductores *IDF* y *CAD*, Lista de Materiales, Chapa Metálica, Superficies, Estructuras, Soldadura, Moldes.

Herramientas de productividad: *Toolsbox*, *Utilities*, *FeatureWorks*, *DesigneCheker*, *Scan to 3D*, *Routing*, *Administrator of Task*, *Rhino to Solidworks*, *Edrawing*, *PhotoWorks*, *SolidWorks Animator*, *3D Instant Website*, entre otros.

Herramientas de validación de diseño: con *Solidworks Simulation* se podrá validar (realizar análisis de elemento finito) cualquier producto con cualquier tipo de restricciones contactos y condiciones que generan resultados tales como esfuerzos deformaciones o tensiones factores de seguridad etc.

2.5.2. *Tekla Structures*:

Tekla Structures es una herramienta para ingenieros estructurales, delineantes y fabricantes. Se trata de una solución 3D integrada, basada en modelos para gestionar bases de datos de varios materiales (acero, hormigón, pernos, etc.). *Tekla Structures* (ver fig. 2.10) ofrece modelado interactivo, análisis y diseño estructurales, así como la creación de dibujos automática.

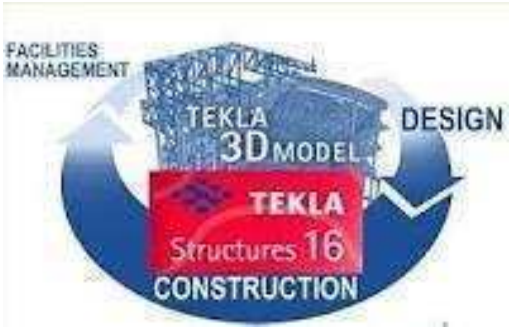


Fig. 2.10. *Software CAD Tekla Structures*

Se pueden generar dibujos e informes automáticamente a partir del modelo 3D (ver fig. 2.11.) en cualquier momento. Los dibujos y los informes reaccionan a las modificaciones del modelo y siempre están actualizados. (Ver fig. 2.12.)

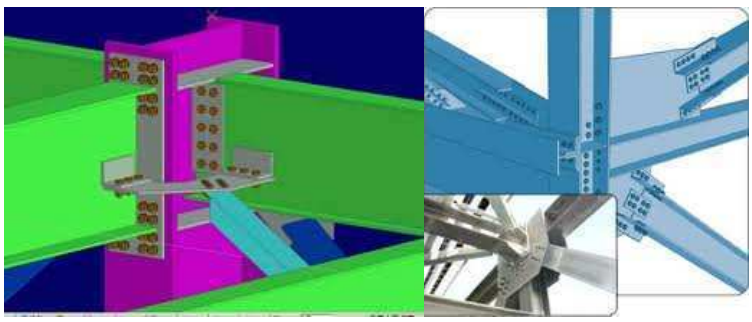


Fig. 2.11. Modelado de estructuras mediante *Tekla Structures*

Tekla Structures incluye una amplia variedad de cuadros o plantillas de dibujo e informe estándar. Con el Editor de Cuadros también se puede crear cuadros personalizados, estandarizados.

Tekla Structures permite que varios usuarios trabajen en el mismo proyecto. Se puede trabajar con los socios en el mismo modelo y a la vez, incluso en ubicaciones distintas. De este modo se incrementa la precisión y la calidad, porque siempre se utiliza la información más actualizada.

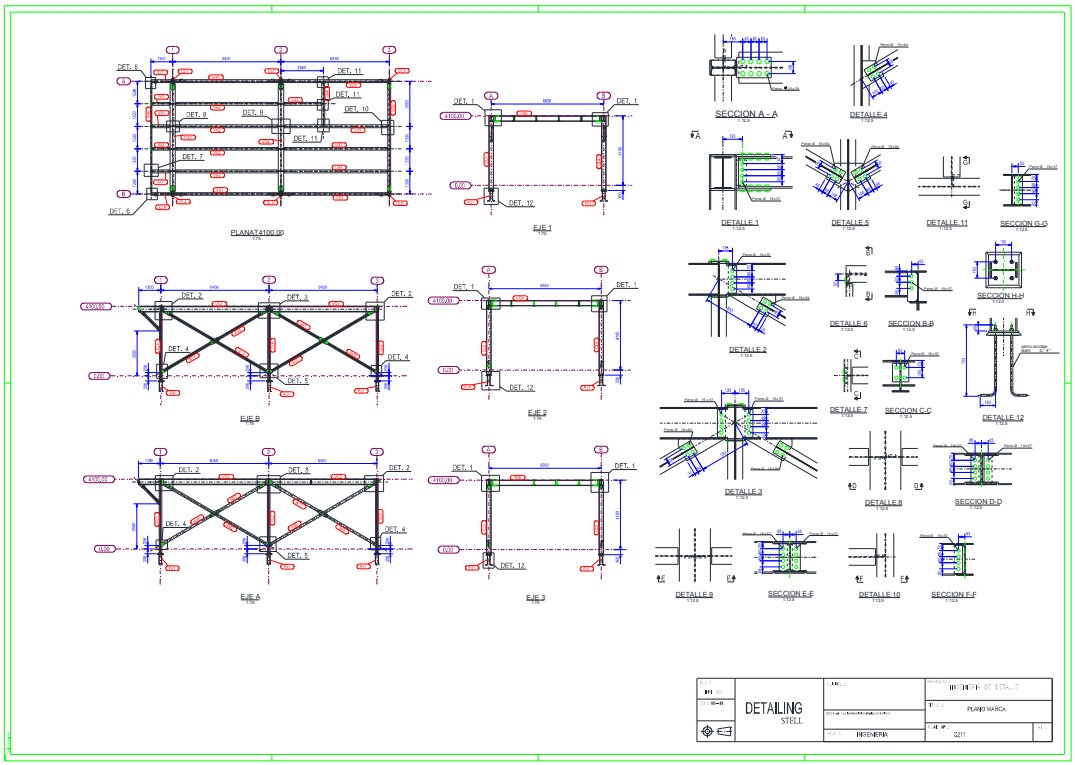


Fig. 2.12. Plano de arreglo general, elaborado en *Tekla Structures*

2.5.3. *Solid Edge*:

Solid Edge es un programa parametrizado de diseño asistido por computadora de piezas tridimensionales. Permite el modelado de piezas de distintos materiales, doblado de chapas, ensamblaje de conjuntos, soldadura, funciones de dibujo en plano para ingenieros.

Este es uno de los paquetes que ha permitido acentuar más los procesos de modelado 3D, (ver fig. 2.13.) con excelentes características y ventajas en todos los niveles del trabajo con el software. No obstante cabe señalar que en nuestro medio a pesar de ser un excelente *CAD* no tuvo la acogida que si tienen los dos *CAD* descritos, *Autodesk Inventor* y *Solidworks*, más aun el primero.

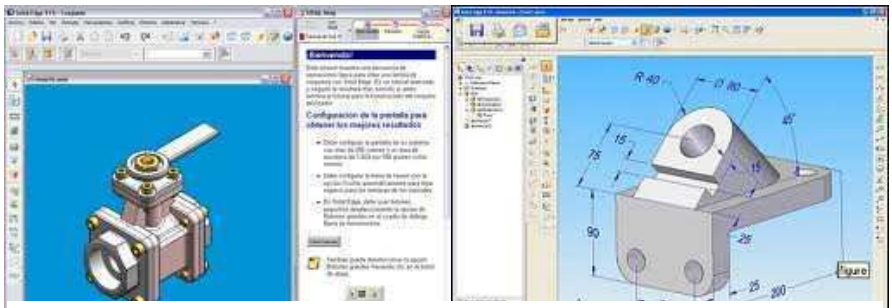


Fig. 2.13. Modelado mediante *Solid Edge.*

Presentado en 1996, inicialmente fue desarrollado por *Intergraph* como uno de los primeros entornos basados en *CAD* para *Windows NT*, ahora pertenece y es desarrollado por *Siemens AG*. Su *nucleo* de modelado geométrico era originalmente *ACIS*, pero fue cambiado a *Parasolid*, el núcleo *Parasolid* es desarrollado actualmente por *Siemens PLM software.*

Capítulo 3

Normas para el Dibujo Técnico

Capítulo 3

3. Normas para el dibujo técnico

El dibujo técnico es el medio principal de expresar las ideas en un mundo técnico. El dibujo es un lenguaje grafico, la historia industrial de Estados Unidos se ha escrito en términos del lenguaje grafico, es esencial tener conocimiento del lenguaje gráfico para que se puedan leer los bocetos y planos.

A lo largo de la historia del dibujo muchos convencionalismos, términos, abreviaturas y prácticas del dibujo se han hecho comunes. Es esencial que los dibujantes apliquen las mismas técnicas si el dibujo ha de convertirse en un medio confiable para comunicar teorías e ideas de naturaleza técnica, ya que los archivos se transfieren electrónicamente a todo el mundo.

El dibujo técnico debe ser claro y preciso, los requisitos de la industria son estrictos y los dibujantes deben aplicar precisión y criterio normativo en todo lo que hacen, el éxito de la industria depende de dibujos técnicos elaborados con la precisión, rapidez, técnica, y nitidez necesaria dentro del contexto normativo.

3.1. Normas

La palabra norma del latín "*normun*", significa etimológicamente: ”Regla a seguir para llegar a un fin determinado". Este concepto fue más concretamente definido por el Comité Alemán de Normalización en

1940, como: “Las reglas que unifican y ordenan lógicamente una serie de fenómenos".

Las normas son documentos técnicos que contienen especificaciones técnicas de aplicación voluntaria.

Las normas ofrecen un lenguaje común de comunicación entre las empresas, la Administración y los usuarios y consumidores, establecen un equilibrio socioeconómico entre los distintos agentes que participan en las transacciones comerciales y son un patrón necesario de confianza entre cliente y proveedor. Están basadas en los resultados de la experiencia y el desarrollo tecnológico.

Son aprobados por un organismo nacional, regional o internacional de normalización reconocido y finalmente están disponibles al público.

3.2. Normalización

La normalización es una actividad colectiva encaminada a establecer soluciones a situaciones repetitivas. En particular, esta actividad consiste en la elaboración, difusión y aplicación de normas.

La normalización ofrece a la sociedad importantes beneficios, al facilitar la adaptación de los productos, procesos y servicios a los fines a los que se destinan, protegiendo la salud y el medio ambiente, previniéndolos obstáculos al comercio y facilitando la cooperación tecnológica. La normalización tiene una influencia determinante, en el desarrollo industrial de un país (ver fig. 3.1. y 3.2.) al potenciar las relaciones e intercambios tecnológicos con otros países.

3.3. Normas *DIN* en el dibujo técnico

La normalización con base sistemática y científica nace a finales del siglo XIX, sin embargo fue en 1917 cuando los ingenieros alemanes constituyen el primer organismo dedicado a la normalización, *DIN*, que significa *Deustcher Industrie Normen* (Normas de la industria Alemana), el año 1975 cambio su denominación por *Deutsches Institut fur Normung* (Instituto Alemán de Normalización). En el Perú, en el sector metal mecánica se ha utilizado las normas *DIN*, así como también las instituciones de formación y capacitación técnica.

3.4. Normas *ISO* en el dibujo técnico

Con el interés de posibilitar la comunicación en todo el mundo mediante el dibujo, en 1946 se fundó la Organización Internacional de Normalización (*ISO*, *Organization of Standardization*). Uno de los comités (*ISO TCIO*) se formó con el fin de abordar el tema del dibujo técnico. Su objetivo era formular un conjunto de normas de dibujo que fueran aceptadas universalmente. Hoy la mayoría de países han adoptado en su totalidad o con pequeñas modificaciones las normas establecidas por este comité lo cual ha convertido al dibujo en un verdadero lenguaje universal.

A continuación algunas de las normas *ISO* para el dibujo técnico:

- *ISO* 3098: Escritura normalizada
- *ISO* 128-1982: Líneas normalizadas

- *ISO* 126: Formatos de papel
- *ISO* 5455-1979: Escalas normalizadas
- *ISO* 2553-1984: Simbología de soldadura.
- *ISO* 1302- 1978: Acabados superficial.
- *ISO* 1101-1983: Tolerancias geométricas de forma y posición.
- *ISO* 7573-1983: Lista de materiales

El Perú, es miembro de la *ISO* (*International Organization for Standardization*) a través del Instituto de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (*INDECOPI*), institución encargada de las normas y estándares. En esta institución se puede adquirir las normas oficiales vigentes para el dibujo técnico.

ISI.

en el Perú

Capítulo

4

Matrices, Herramientas para la Producción en Serie

Capítulo 4

4. Matrices, herramientas para la producción en serie

El trabajo en frio de la chapa ocupa un lugar importante en el sector industrial en el mundo, puesto que permite obtener mediante una matriz y una chapa, piezas y objetos ligeros, resistentes y económicos. Aunque el plástico ha reemplazado en parte al metal, todavía hay una necesidad latente en la industria, la cual hay que atender con mejores herramientas.

4.1. Matriz

La palabra matriz es muy general y habrá que definir el significado en base a como la empleamos en nuestro trabajo. En la industria metal mecánica, una matriz (ver fig. 4.1.) es una herramienta que se emplea en la fabricación en serie de los distintos productos que deseamos obtener. Así también se llama matricería a la rama de la Mecánica que se ocupa de la fabricación de herramientas como las matrices.



Fig. 4.1. Matriz de corte progresivo montado en una prensa

De acuerdo a la figura 4.2., una matriz está compuesta de:

Punzón (P) cuya sección tiene la forma de la pieza a recortar

Matriz (M) provista de una plataforma perforada que permite el paso del punzón y de las piezas recortadas.

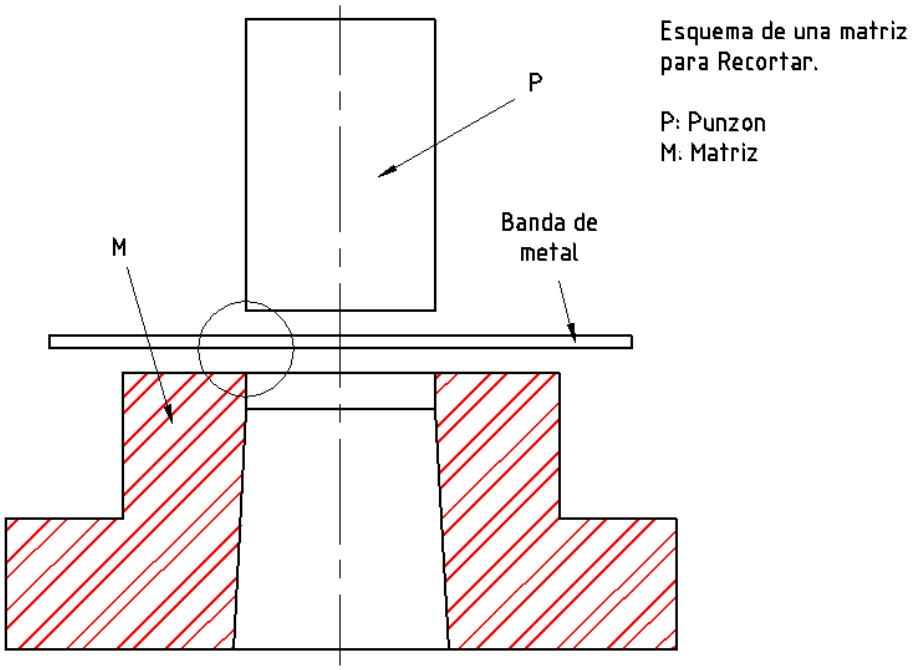


Fig. 4.2. Principio de la operación de troquelado

4.2. Clasificación de las matrices

Las matrices pueden clasificarse en función al tipo de operación a efectuar según las mismas podemos distinguir:

4.2.1. Matrices de Corte:

La operación fundamental de toda matriz de corte consiste en separar tiras de cortas longitudes para producir piezas planas.

La línea de corte puede ser recta o curva, y agujeros o entallas en ambos, pueden ser aplicados en las operaciones previas.

4.2.2. Matrices de conformar:

La operación de conformar es análoga a la de doblar excepto que la línea de dobladura es curva en lugar de recta y la deformación plástica que se produce en el material es más intensa.

4.2.3. Matrices de embutido:

La operación de embutido es similar a la de conformar, aunque implica una deformación plástica de material más enérgica. La diferencia entre ambas radica en la extensión de la forma.

4.2.4. Matrices de doblar

Una matriz de doblar deforma parte de las piezas recortadas para que ocupen una posición angular. La línea de dobladura es recta a lo largo de toda su longitud a diferencia de una matriz de conformar que produce piezas con una línea curva de dobladura.

4.2.5. Matrices de rebordear

Una matriz de rebordear configura el borde de una pieza dándole una forma circular o de anillo hueco. Las piezas planas pueden ser rebordeadas, una aplicación corriente es una bisagra constituida por dos placas cada una de las cuales es rebordeada en un lado para acoplar el pasador de la bisagra.

4.2.6. Matrices progresivas

En una matriz progresiva la tira es trasladada por pasos o etapas desde una estación a otra. En cada estación son realizadas operaciones diferentes excepto en una estación que solo sirve para dejar espacio a los componentes. En la estación final es extraída de la tira una pieza terminada.

4.3. Aceros usados para la fabricación de las matrices

Recordar que los aceros se clasifican según su resistencia a la tracción.

Tabla 4.1. Tabla de resistencia de los aceros a la tracción

Designación	**Resistencia a la tracción**	**Contenido de carbono**
	Kg/mm^2	**%**
Acero extradulce	32 a 38	0.05 a 0.15
Acero dulce	38 a 46	0.15 a 0.25
Acero semidulce	46 a 55	0.25 a 0.40
Acero semiduro	55 a 65	0.40 a 0.60
Acero duro	65 a 75	0.60 a 0.80
Acero extraduro	75 a 100	0.80

4.4. Cualidades requeridas en los aceros para las matrices

Debemos fijar especialmente nuestra atención en los aceros utilizados para la fabricación de punzones y matrices. Estos aceros deben ser:

a. Indeformables, incluso con el temple.

b. De gran dureza:

b.1. 60 a 64 *HRc* en general.

b.2. 57 a 60 *HRc* para punzones pequeños.

c. Sin contracción.

d. Resistentes al desgaste y a los golpes.

e. Fáciles de trabajar en lo posible.

f. De templado fácil a una temperatura de temple inferior a 1100°C.

Todas las cualidades citadas no pueden obtenerse simultáneamente en un acero ordinario. Esta es la razón por la cual en la fabricación de punzones y matrices se emplean generalmente los aceros aleados o especiales.

4.5. Tratamientos térmicos para los aceros

Templado: Tratamiento térmico que consiste en calentar la pieza y enfriarla bruscamente, la finalidad es endurecer el metal. Solo pueden ser templados los aceros con un contenido en carbono mayor del 0.3%.

Revenido: Tratamiento térmico que se le aplica a las piezas templadas. Consiste en recalentar el metal para permitir un retorno más o menos pronunciado hacia el estado estable en frio.

Recocido: este tratamiento térmico consiste en calentar la pieza y dejarla enfriar lo más lentamente posible. La finalidad es suprimir los efectos indeseables del templado, regenerar un metal sobrecalentado y suprimir las tensiones internas. Es por esto que la palabra recocido nunca se empleará sola sino seguida del término que especifica sus efectos: recocido para suavizar, recocido de normalización, recocido de eliminación de tensiones. El enfriamiento se efectúa en ceniza, arena fina o dentro del mismo horno apagado.

Cementación: tratamiento térmico que consiste en provocar una carburación superficial del acero, de menos de 0.2%C, para permitir un temple superficial.

Nitruración: tratamiento térmico que consiste en el endurecimiento superficial que permite conseguir durezas más elevadas que con la cementación. Consiste en calentar el metal a unos 500-525°C, en presencia de nitrógeno (gas amoniaco) durante el tiempo necesario para obtener el espesor de nitruración requerido (0.01mm por hora).

4.6. La chapa metálica

Se entiende por trabajo de la chapa metálica al conjunto de operaciones a las que se la somete hasta transformarla en un objeto determinado.

4.6.1. Clasificación de las chapas

Las principales chapas metálicas se clasifican de la siguiente manera:

- Chapa de acero
- Chapa de latón
- Chapa de aluminio
- Aleaciones de níquel

4.6.2. Operaciones de trabajo en chapa metálica

Existen 3 operaciones de trabajo en las chapas metálicas las cuales se clasifican en:

- Operaciones de troquelado
- Operaciones de formado
- Operaciones de embutido

4.6.2.a Operaciones de troquelado

Se denomina troquelado a las siguientes operaciones: (ver fig. 4.3.)

1. **Recortado:** consiste en sacar de una tira de material una pieza plana de contorno cualquiera llamada disco o recorte, este recorte plano deberá sufrir una o varias operaciones posteriores.
2. **Punzonado redondo:** consiste en el recortado de agujeros redondos de pequeñas dimensiones.
3. **Punzonado de forma:** consiste en el troquelado de agujeros de formas cualesquiera y de grandes dimensiones.

4. **Entallado:** consiste en el recortado de una forma que termina en el contorno de una pieza.
5. **Perforado:** consiste en el recortado incompleto que deja el recorte enganchado.
6. **Canteado:** consiste en la eliminación por recortado del material sobrante sobre una pieza a la que se le ha dado forma.
7. **Repasado:** consiste en un segundo recortado que permite obtener una pieza de dimensiones más precisas.

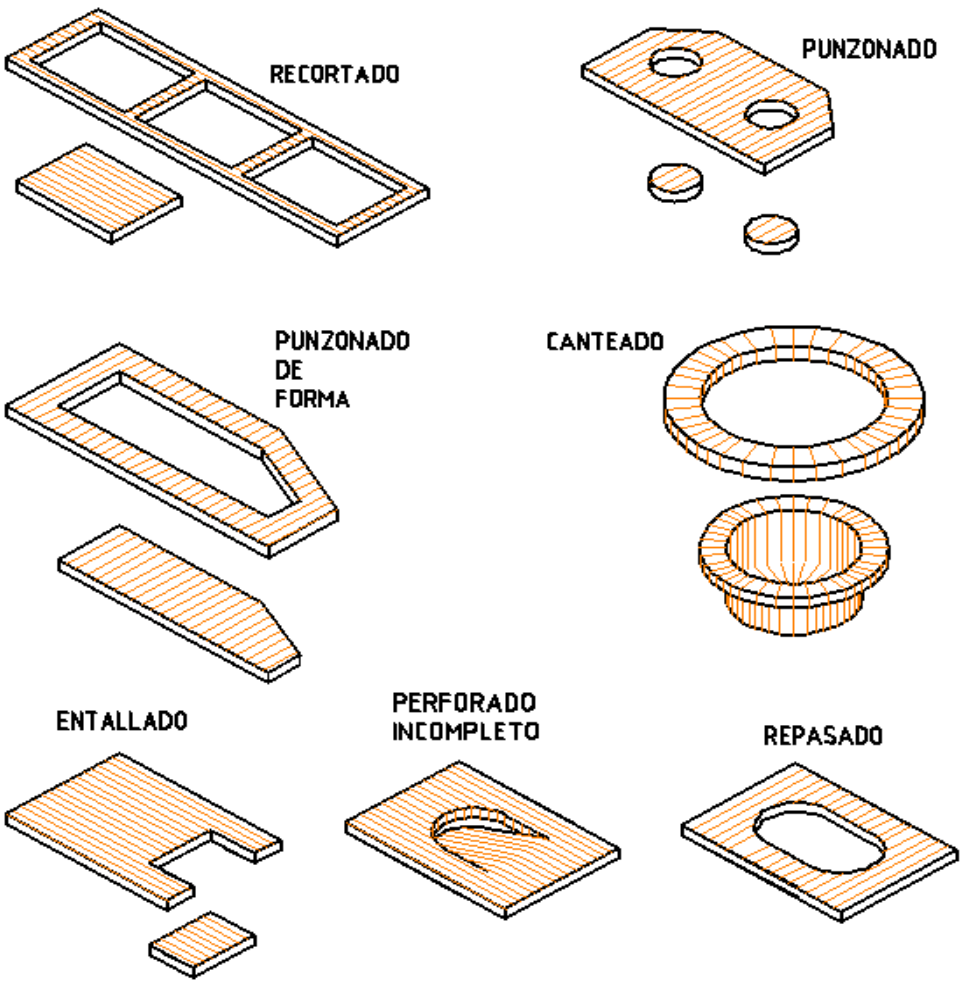


Fig. 4.3. Operaciones de troquelado

4.6.2.b Operaciones de formado

Se les denomina operaciones de dar forma a todas las siguientes operaciones:

1. **Doblado:** operación de formación que permite obtener una pieza de forma desarrollable, partiendo de una pieza plana, aunque en unos casos no lo sea.
2. **Rebordeado:** consiste en arrollar el borde una pieza
3. **Arrollado:** consiste en arrollar una pieza plana para formar un tubo.
4. **Estampado:** consiste en formar unos salientes y entrantes sobre una pieza.

4.6.2.c Operaciones de embutido

La embutición (ver fig. 4.4.) es una operación que consiste, partiendo de una pieza denominada recorte (ver fig. 4.5.) en obtener una pieza hueca de superficie no desarrollable del mismo espesor que el recorte.

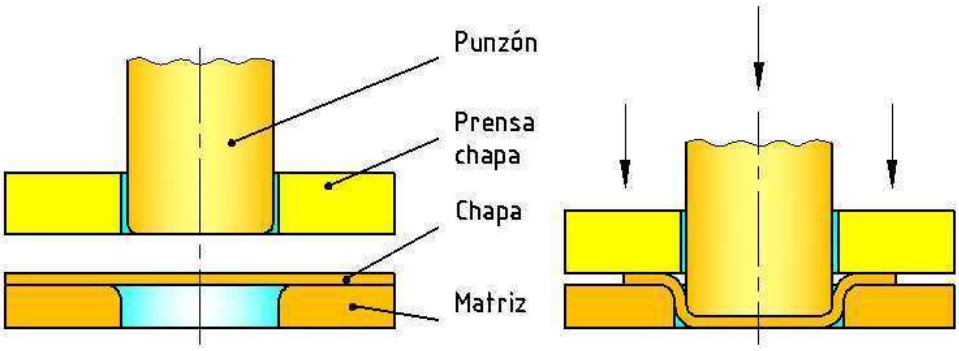


Fig. 4.4. Embutido con prensa chapa

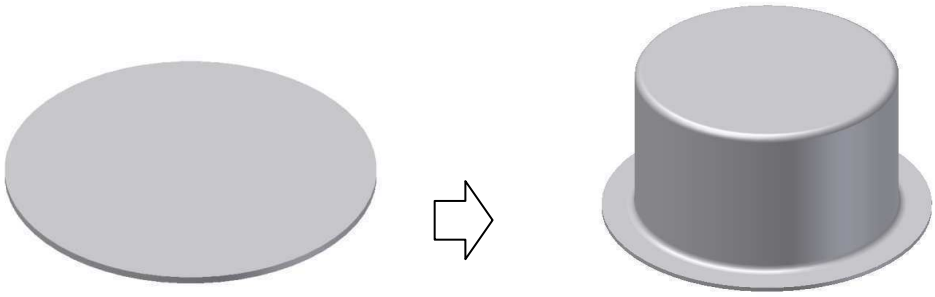


Fig. 4.5. Disco o recorte en el embutido

La embutición es una transformación de superficie por desplazamiento molecular. Si ha habido estirado se puede constatar una disminución del espesor del metal. La embutición puede efectuarse de dos maneras:

- Embutición de simple efecto
- Embutición de doble efecto.

4.6.2.d Embutición de simple efecto

Sin dispositivo de retención del recorte, conocida como embutición de simple efecto. La herramienta se compone de Punzón (P) cuya sección tiene la forma de la embutición a realizar y la Matriz (M) de embutición provista de un agujero que permite el paso del punzón disponiendo de un espacio igual al espesor del material.

Coloquemos un recorte sobre la matriz

Cuando el punzón (P) desciende se tiene sucesivamente:

El recorte, presionado por el punzón (P), tiende a penetrar en la matriz; la chapa se arrolla sobre AB apoyándose en C (ver fig. 4.6, paso 1). Un punto cualquiera D del recorte ocupa entonces una posición sobre una circunferencia de diámetro más pequeño.

Para conservar la superficie inicial, la chapa formara pliegues o aumentara de espesor. Se tiene:

En AB, un aumento de espesor, ya que la chapa está sujeta y no puede hacer pliegues.

En BD, una formación de pliegues, porque la chapa puede deformarse libremente.

En esta posición, al tener la chapa en E más espesor, se produce un laminaje entre el punzón y la matriz, para devolver a la chapa su espesor inicial. En el exterior los pliegues aumentan.

En un punto cualquiera de la carrera del punzón, tendremos: de A a E (ver fig. 4.6 paso 2), aumento de espesor, de E a F (ver fig. 4.6, paso 3), parte laminada de espesor constante, de F a D, formación de pliegues que deben desaparecer por laminado introduciéndose en la matriz. Al caer el punto D sobre circunferencias cada vez más pequeñas.

Los pliegues van aumentando y acaban por recubrirse. El laminado necesario para devolver a estos pliegues al espesor primitivo originaria una acritud demasiada grande, lo que haría que las piezas deberían considerarse defectuosas.

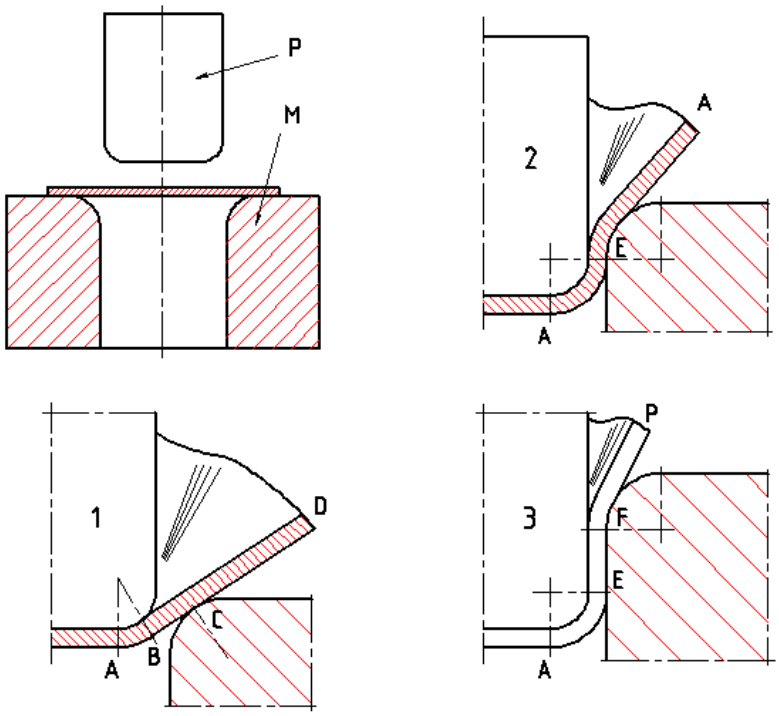


Fig. 4.6. Embutición de simple efecto

4.6.2.e Embutición de doble efecto

Para evitar la formación de pliegues, se dispone sobre la chapa, alrededor del punzón una pieza anular *SF (ver fig. 4.7)*, llamada sujetador. Este sujetador se aplica antes del principio de la operación y se mantiene a una presión apropiada a lo largo de toda la operación.

En un momento cualquiera de la carrera descendente del punzón se tiene:

Entre la matriz *M* y el sujetador *SF* el recorte se desliza, quedando plano.

El aumento de espesor o la formación de pliegues se evitan por la presión del sujetador. Se produce una compresión lateral de las moléculas con lo que estas solo pueden desplazarse radialmente.

De *B* a *C (ver fig. 4.7)*, la formación de pliegues se evita por la tensión de la chapa resultante del apretado del sujetador *SF*.

Observación: en este método de embutición, la parte *AB* presenta un adelgazamiento, lo que es debido a la inercia de la chapa cuando el punzón actúa.

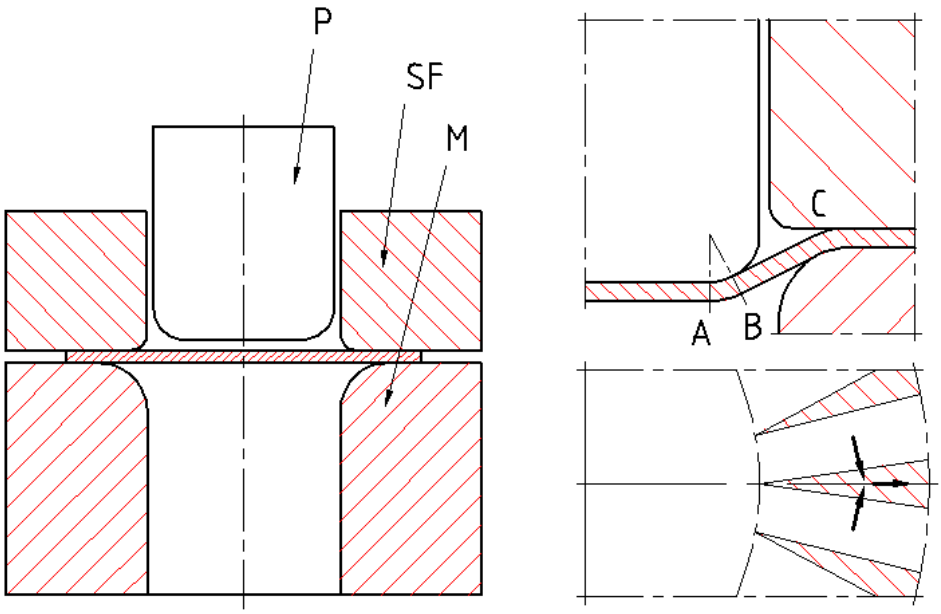


Fig. 4.7. Embutición de doble efecto

4.7. Las prensa y sus accesorios

Se ha visto cuales son los fines de una matriz como herramienta necesaria para la producción en serie sin embargo éstas operan relacionadas a otras máquinas denominadas prensas (ver fig. 4.8) y la clasificación de estas máquinas utilizadas para el trabajo de la chapa se basa en sus principios por el funcionamiento y los movimientos que realizan.



Fig. 4.8. Prensa mecánica

Se distinguen dos tipos de prensas:

- Prensas Mecánicas
- Prensas Hidráulicas

Dentro de cada una de estas categorías, los movimientos con los cuales están animadas las prensas, permiten diferenciar:

- Prensas de simple efecto
- Prensas de doble efecto
- Prensas de triple efecto

4.7.1. Prensa mecánica de simple efecto

Dentro de este tipo de prensa pueden distinguirse:

4.7.1.a. Según su función: prensas para troquelar y para embutir, prensas para doblar y para punzonar, prensas para acuñar.

4.7.1.b. Según su mando: prensas de balancín, (a mano, por fricción), prensas excéntricas, prensas de manivela, prensas de palanca articulada.



Fig. 4.9. Prensa mecánica de simple efecto

4.7.2. Prensa mecánica de doble efecto

Estas prensas solo se utilizan para los trabajos de embutición. Están animadas de 2 movimientos.

El primero está animado a la sujeción del disco, utilizándose el segundo para la embutición.

Deben considerarse dos tipos de prensas, se diferencian según el órgano de la prensa que permite la sujeción del disco. Se distinguen:

4.7.2.a. Prensa con sujetador móvil: prensa con leva, prensa con mando por palanca articulada.

4.7.2.b. Prensa con mesa móvil: estas prensas son del tipo de puente.



Fig. 4.10. Prensa de palanca articulada

4.7.3. Prensa hidráulica de simple y doble efecto

Estas prensas no difieren de las anteriores más que en el accionamiento del cabezal. Pueden ser de puente o “cuello de cisne”, llevando bastidor de fundición o de acero soldado.

El cabezal es presionado y movido por un pistón que se desplaza bajo la acción de un fluido en un cilindro.

Los aditamentos para estas prensas son:

La bomba, las conducciones, las válvulas de mando para aceite.

La ventaja de estas prensas estribas en la facilidad de ajuste de la presión de aceite, que permite utilizar solamente el esfuerzo necesario y controlarlo.



Fig. 4.11. Prensa hidráulica de simple efecto

4.8. Elección de la prensa más conveniente

Al escoger la prensa apta para un trabajo determinado, deben antes conocerse las características de las máquinas de que se dispone. Para las matrices consideradas, puede determinarse.

- Esfuerzo necesario (en toneladas)
- Trabajo necesario (en kgm)
- Medidas de las matrices
- Carrera necesaria
- Tipo de trabajo que se considera (golpe a golpe o continuo)

Estos datos ayudarán a facilitar la elección. El primero permite determinar el esfuerzo necesario en la prensa. El segundo, la elección sobre una prensa de accionamiento directo o por transmisión. El tercero permite asegurar la posibilidad de montaje de las herramientas.

En la elección de una prensa debe tenerse en cuenta, evidentemente, el tipo de trabajo que debe llevarse a cabo.

Los troquelados podrán hacerse en todos los tipos de prensa de efecto simple.

Los doblados se efectúan sobre prensas excéntricas, prensas de fricción o en prensas especiales de doblado.

La elección es más compleja para los trabajos de embutición.

Las prensas de doble efecto con mesa móvil serán utilizadas para embuticiones cilíndricas, profundas en chapa delgada.

Las prensas de doble efecto con sujetador móvil, con mando por rodillo, se utilizarán en trabajos que requieran fuertes presiones al final de la carrera.

Las prensas hidráulicas permiten obtener fuertes presiones a grandes profundidades.

Las prensas de efecto simple, provistas de un amortiguador neumático, pueden utilizarse como prensas de embutir. Estas prensas permiten ejercer presiones de formación elevadas, con lo que se logran producciones más elevadas.


Capítulo
5
Selección del software
CAD ideal

Capitulo 5

5. Selección del software *CAD* ideal

En nuestro medio cada vez hay más empresas que adquieren una o más licencias de *software CADs* de acuerdo a sus necesidades, la exigencia del mercado y la competitividad; optan por una tecnología que les permita desarrollar un proyecto minimizando tiempos, costos, con el propósito de elevar la productividad y la calidad. Hoy en día las inversiones dinamizan cada vez más los mercados y la industria metal mecánica necesita de estas tecnologías *CADs* para lograr alta productividad y calidad.

5.1. Factores importantes para elegir el *software CAD* ideal

El software a elegir para el desarrollo de diseños de prototipos digitales va a depender de diversos factores.

- Necesidades de la empresa.
- Versatilidad, flexibilidad, compatibilidad.
- Costo del software.
- Soporte técnico.
- Formato de intercambio de archivos.
- Posibilidades de conectar el sistema *CAD* con otras aplicaciones *PDMs* y *ERPs*.
- Posibilidad de generar librerías de estándares así también generar rutinas, programas en un lenguaje estándar (*VBA*) que permita automatizar tareas repetitivas.

5.2. Las alternativas Autodesk Inventor y Solidworks Premium

La alternativa *CAD Autodesk Inventor* representa un costo de inversión relativamente menor a la alternativa basada en *Solidworks*, el costo de la licencia de *Autodesk Inventor* 2012 es $7.841,10 *USD* dólares americanos (ver anexo) incluido el costo de mantenimiento. *CAD Solution SA*, distribuidora de licencias de *software CADCAM* comercializa la licencia de *Solidworks Premium* a un costo de $9.430.56 *USD* dólares americanos.

CAD Solution SA, es hasta ahora la única distribuidora del *software Solidworks* en el Perú, no existe el soporte técnico necesario que demanda el mercado local, y comercializa la licencia del *software* conjuntamente con un servicio de ingeniería básica hacia la inducción en el manejo del *software,* cuyo costo se suma al de la licencia, provocando un incremento en el mismo. (Ver anexo a: Proforma de *software CADs Autocad*, *Autodesk* y *Solidworks Premium*)

Las licencias de Autodesk Inventor se distribuyen aquí en nuestro medio por siete distribuidoras entre ellas *SEMCO CAD*, quien actualmente provee de licencias al *SENATI*, institución que imparte instrucción en *software CAD*, es decir, existe soporte técnico para la demanda del mercado.

5.3. Costo beneficio de la solución encontrada

La empresa en consideración se dedica al diseño y la construcción de matrices de corte y embutido, moldes de soplado y de inyección. Como

toda empresa del sector metal mecánica existe la posibilidad de desarrollar algunos proyectos inherentes al área de diseño e ingeniería.

Tabla 5.1. Costo Beneficio de la solución encontrada

Costos US$		**Beneficios US$**	
- 01 Licencias del *software Autodesk Inventor Professional*	7,841.10	- Más proyectos industriales atendidos en el mismo periodo.	48,000.00
- Mantenimiento y actualización de licencia.	935.00	- Elaboración de prototipos digitales.	96,000.00
- Actualización del *hardware* de las computadoras.	500.00	- Migración a interfaces *CAM* con posibilidad de rediseño.	4000.00
- Capacitación en el uso del *Software* de usuarios directos (Cadistas) y usuarios indirectos (*Checker*).	900.00		
- Sueldo del cadista y del *Checker* anual.	41,481.50		
Costo Totales	**51,657.60**	**Beneficios Totales**	**148,000.00**

La relación Beneficio/Costo expresa la viabilidad de la alternativa para adquirir la licencia del *software CAD Autodesk Inventor v.2012* en función a los factores ya mencionados. Si: B/C >0 Se acepta la alternativa.

B/C = 148.000,00/51657.60 = 2,87

B/C >0; Entonces se acepta la alternativa.

5.4. Cuadro comparativo de producción entre *Autodesk Inventor* y *Autocad*.

El cuadro comparativo de producción de resumen está en relación a los programas *Autocad* y *Autodesk Inventor*, *Autocad* es el *software CAD* tradicional que sigue aún vigente y *Autodesk Inventor*, un *software* relativamente nuevo, inteligente y de alta productividad.

Tabla 5.2. Resumen de tiempos observados de producción

RESUMEN CUADRO COMPARATIVO DE PRODUCCION						
Formatos	*AUTOCAD*			*AUTODESK INVENTOR*		
	CANT. FORMATOS	**TIEMPO MODELADO**	**TIEMPO PLANOS**	**CANT. FORMATOS**	**TIEMPO MODELADO**	**TIEMPO PLANOS**
A4	14	156	243	14	106	159
A3	10	219	292	10	134	152
A2	1	56	68	1	15	32
A1	1	68	76	1	15	35
A0	1	28	85	1	10	42
SUB.TOT.:		527	764	27	280	420
Total Tiempo (MIN.)		**1291**			**700**	

Se muestra en el cuadro la cantidad de formatos por tamaño de formato, además el tiempo de modelado por formato así como también el tiempo total por formato de elaboración de planos.

El tiempo total de producción, tiempo efectivo usando *Autocad* es de 1291 minutos y el tiempo total de producción utilizando *Autodesk Inventor* es de 700 minutos. Una diferencia de 591min. (9.85hrs.); cabe mencionar que para el diseño de prototipos digitales más complejos esta diferencia aumenta considerablemente. El caso que se presenta

incluye un total de 41 partes sin embargo es frecuente los casos donde el número de partes es superior a 500 o 1000.

La tabla 5.2, *resumen* de tiempos observados de producción utilizando los *software CADs Autocad* y *Autodesk Inventor Professional v. 2011* se presentan en mayores detalles en la sección *b* del anexo del informe.

Capítulo

6

Creación de estándares mediante Autodesk Inventor v. 2012

Capitulo 6

6. Creación de estándares mediante *Autodesk Inventor*

Los estándares para dibujos en *Autodesk Inventor Professional* v. *2011* están relacionados a los estilos que se establecen desde el *Panel Manage*, los mismos están relacionados con las normas *ISO*, *DIN*, *ANSI* entre otras y están contenidos en una carpeta llamada *Design Data* la cual se vincula al proyecto activo, que por cierto deberá estar configurado para que se reconozca los estándares definidos por el usuario.

6.1. Estructura de carpetas del proyecto

Autodesk Inventor administra los componentes del prototipo digital a través de un proyecto, que al igual que los componentes están contenidos en una estructura de carpetas, también definidas por el usuario, que en función a éstas se deberá definir la configuración del proyecto.

El proyecto matriz de corte y embutido presentado está contenido en la siguiente estructura de carpetas (ver fig. 6.1.), las carpetas se han creado desde el *Explorador de Windows* a excepción de la carpeta *OldVersion* que automáticamente se crea en la interacción con el prototipo digital durante la creación de archivos de aplicación.



Fig. 6.1. Estructura de carpetas del proyecto

Matriz corte y embutido: es la carpeta principal

***Content Center*:** ésta carpeta contiene la base de datos referida a los elementos normalizados.

***Designe Data*:** ésta carpeta contiene los estilos usados en el proyecto.

***Mis Plantillas*:** en esta carpeta encontramos las plantillas para crear partes, dibujos, ensambles, presentaciones, videos etc.

***OldVersions*:** ésta carpeta guarda una copia de seguridad de los componentes de proyecto.

Esta estructura de carpetas se puede crear desde el entorno del *Explorador de Windows.*

6.2. Creación del proyecto

Desde el entorno de *Autodesk Inventor Professional v. 2011*, hacer clic desde la herramienta *Projects* del panel *Get Started* (ver fig. 6.2.).



Fig. 6.2. Entorno de *Autodesk Inventor*

La ventana de diálogo muestra en la parte superior una lista de proyectos y su ubicación correspondiente, el *check* que se visualiza a la izquierda indica el proyecto por defecto o activo (ver fig. 6.3.). En la parte inferior se presenta el estado de la configuración del proyecto. Hacer un clic en el botón *New*.

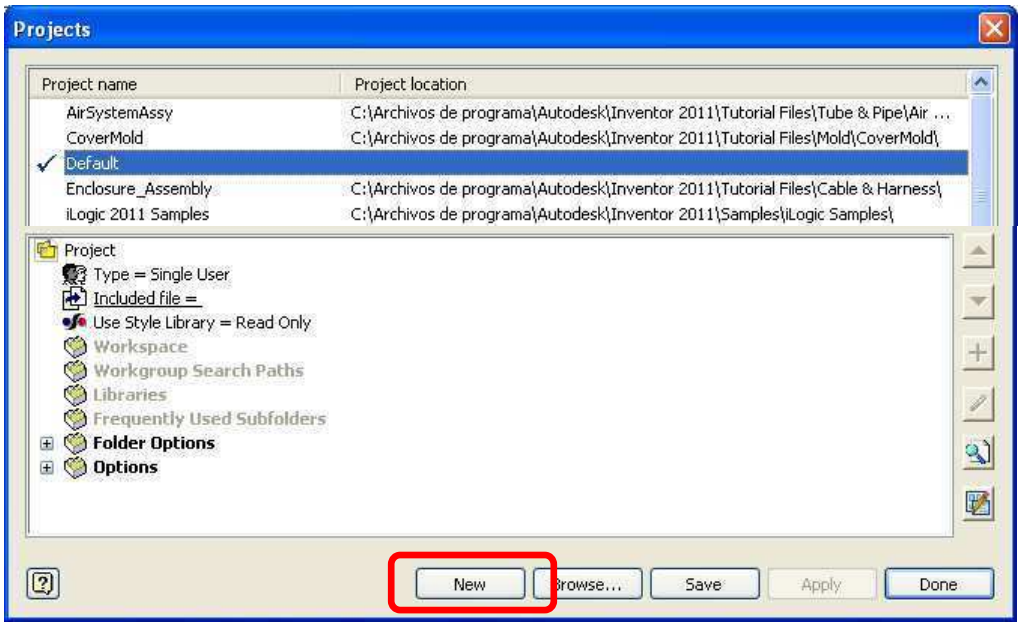


Fig. 6.3. Ventana de diálogo *Projects.*

En la siguiente ventana de diálogo, hacer clic en la segunda opción, para crear un proyecto de usuario único y enseguida hacer clic en el botón *Next*.

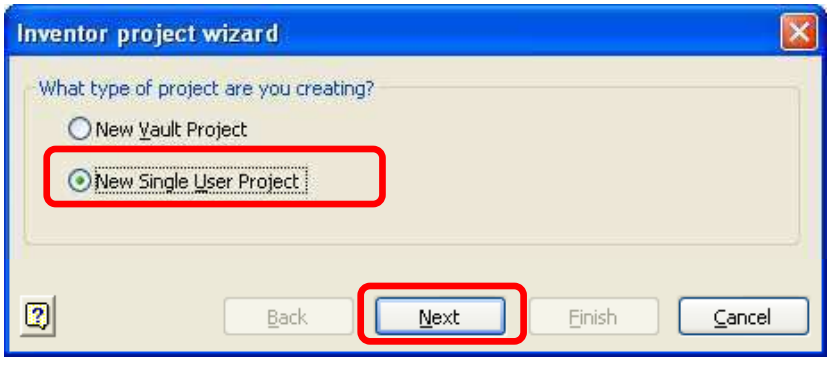


Fig. 6.4. Opciones para crear un nuevo proyecto.

En la ventana de diálogo *Inventor Project Wizard*, (ver fig. 6.5.) se ingresará el nombre del proyecto, hacer clic en el botón tres puntos, se muestra la ventana *Buscar carpeta,* desde ahí se seleccionará la carpeta Matriz corte y embutido luego hacer clic en los botones Aceptar y enseguida en el botón *Finish*.

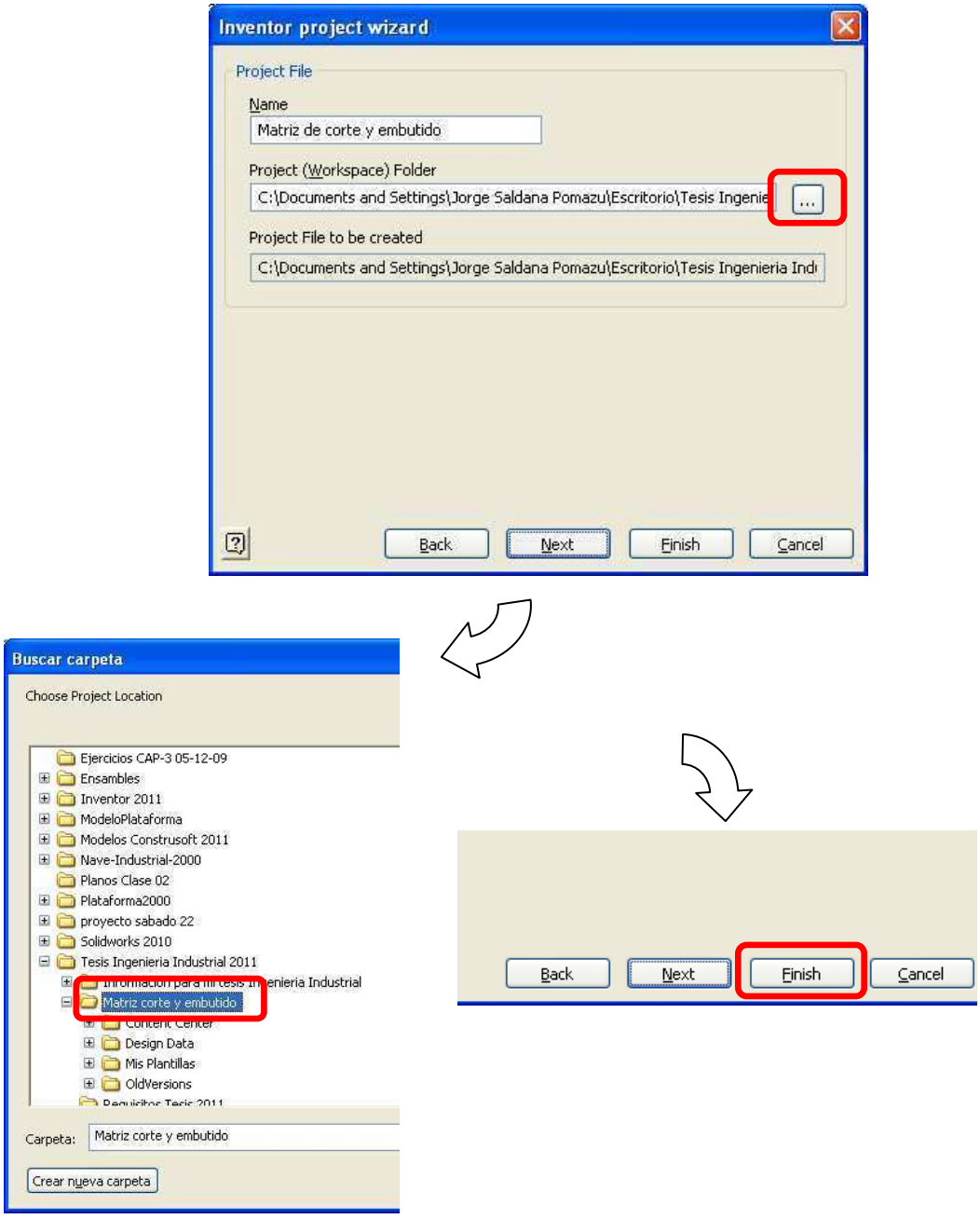


Fig. 6.5. Definiendo el nombre y ubicación de un proyecto.

En la ventana de diálogo *Project*, hacer clic en el botón *Done*. Este procedimiento ha permitido crear el proyecto. El siguiente paso consiste en configurar el proyecto desde esta ventana de diálogo. (Ver fig. 6.6.)

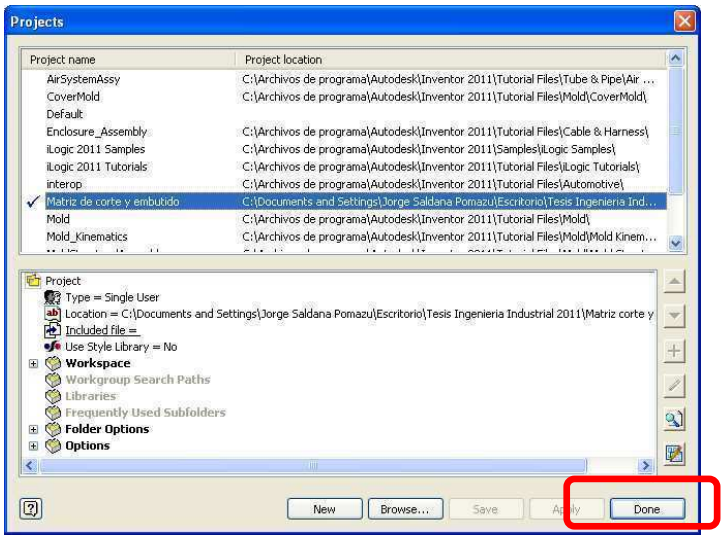


Fig. 6.6. El proyecto creado se encuentra activo.

6.3. Configuración del proyecto

Desde la ventana de dialogo *Projects* se configura el proyecto, establecer las rutas para cada carpeta: (Ver fig. 6.7.)

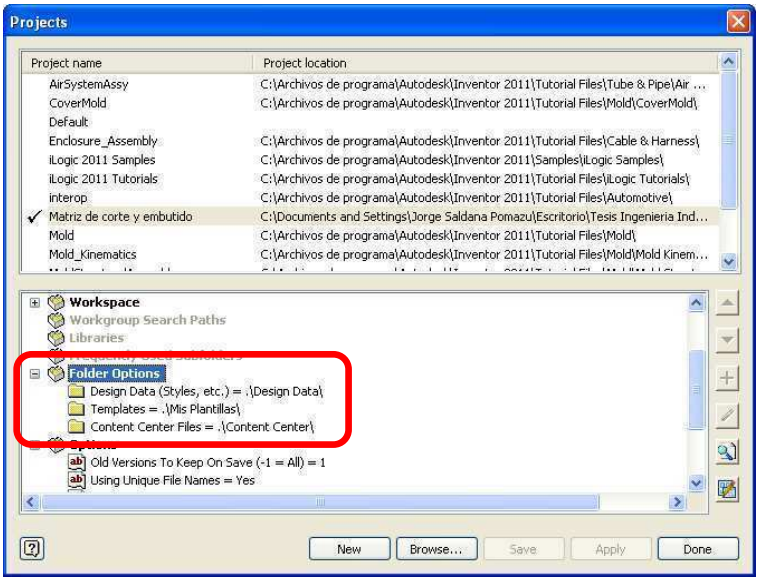


Fig. 6.7. Configuración del proyecto.

Para establecer las rutas de cada una de las carpetas, desde el menú contextual en cada carpeta, seleccionar la opción *Edit* para definir la ruta correspondiente. (Ver fig. 6.8.).

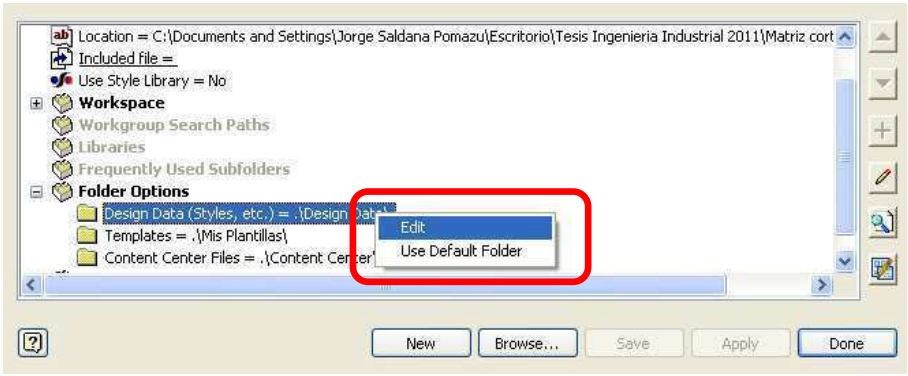


Fig. 6.8. La opción *Edit* definirá la ruta de los componentes del proyecto.

Hacer clic en el botón *Examinar* (1), luego seleccionar la carpeta *Design Data* (2). (Ver fig. 6.9.)

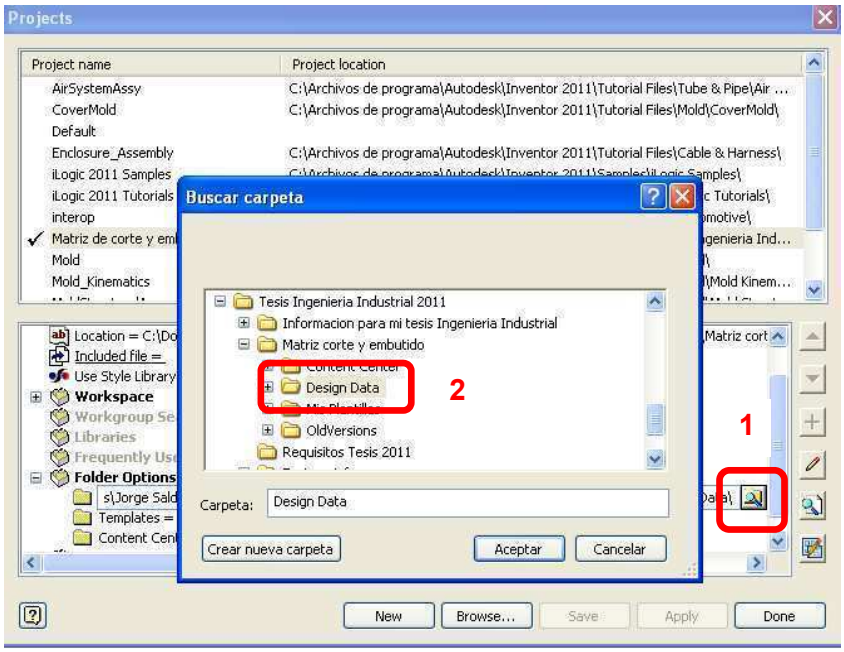


Fig. 6.9. Definiendo la ruta de la carpeta *Design Data*.

6.4. Creación de estándares de formatos

El siguiente procedimiento permitirá establecer los formatos estandarizados como *A0*, *A1*, *A2*, *A3* y *A4*. Al abrir *Autodesk Inventor Professional v. 2011* nos muestra la siguiente pantalla, la interface del *software CAD*, hacer un clic en el botón *New* para crear un archivo nuevo.

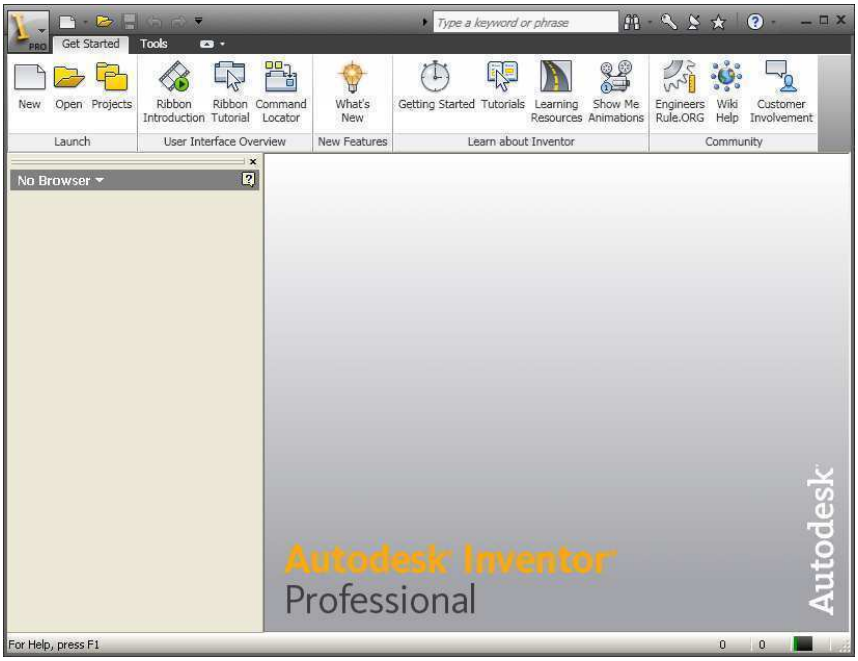


Fig. 6.10. Pantalla de inicio de *Autodesk Inventor*

Enseguida se presenta una ventana que muestra las plantillas (*template*) como base para la creación del nuevo archivo. Así tenemos:

- ***Sheet Metal.ipt***: plantilla para crear una aplicación basada en chapa metálica.
- ***Standard.dwg***: plantilla para crear una aplicación con formato *DWG*.

- ***Standard.iam***: plantilla para crear una aplicación del tipo ensamble o sub ensamble.
- ***Standard.idw***: plantilla para crear una aplicación de dibujo, plano, la misma que permitirá la aplicación de los estándares que crearemos más adelante.
- ***Standard.ipn*****:** plantilla para crear una aplicación basada en una presentación animada.
- ***Standard.ipt***: plantilla para crear partes o piezas en 3D.
- ***Weldment.iam***: plantilla para crear un ensamble basado en soldadura.

Seleccionar la plantilla *Standar.idw* (plantilla de dibujo) y hacer clic en el botón *OK*.



Fig. 6.11. Plantillas para crear una nueva aplicación

Al crear una aplicación (parte, dibujo, ensamble, presentación) esta presenta una interface distinta, una aplicación de dibujo nos muestra un formato con bordes y cajetín (ver fig. 6.12), por defecto basado en las normas en que fue instalado el *software*, por lo general estos no se ajustan a los estándares que se necesita y definitivamente surge la necesidad de crear estilos basados en estándares para obtener planos de fabricación.

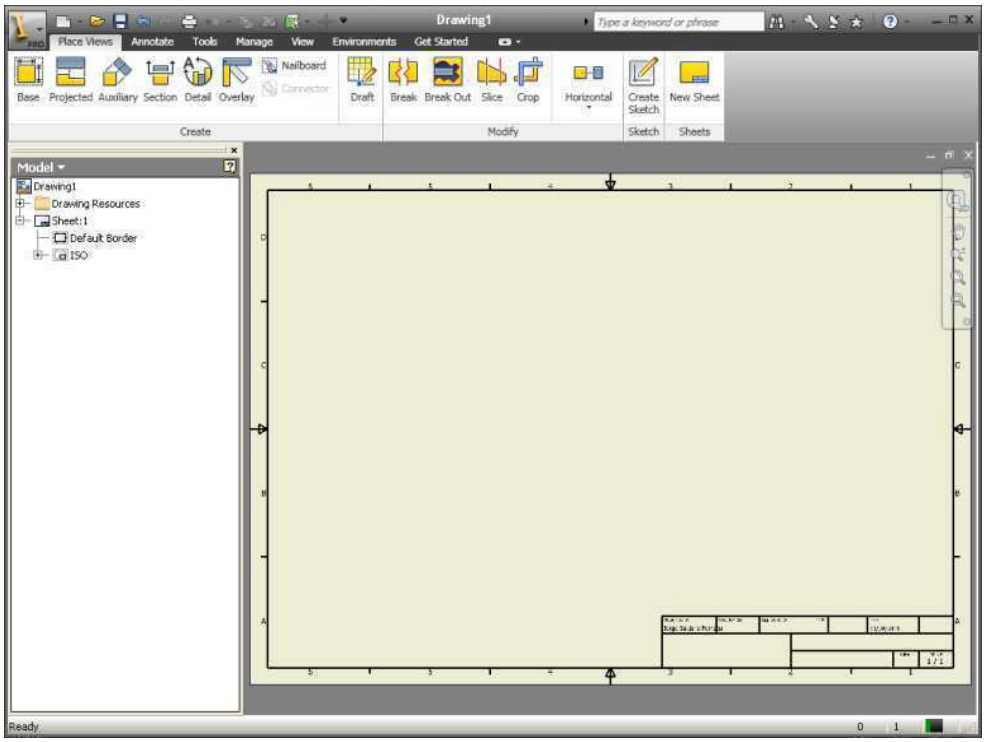


Fig. 6.12. Interface de un archivo de dibujo

Desde el panel *Model*, la carpeta *Drawing Resources* se presenta como un contenedor de los recursos de dibujos, formatos de hojas (*Sheet Format*), bordes (*Borders*), cajetines (*Title blocks*), símbolos (*sketch symbol*). El usuario podrá organizarse para darle mayor versatilidad y productividad a este contenedor de recursos aportando complementos adecuados.

Se eliminará tanto el borde (*Default Border*) como el cajetín (*ISO*), desde el menú contextual (ver fig. 6.15).

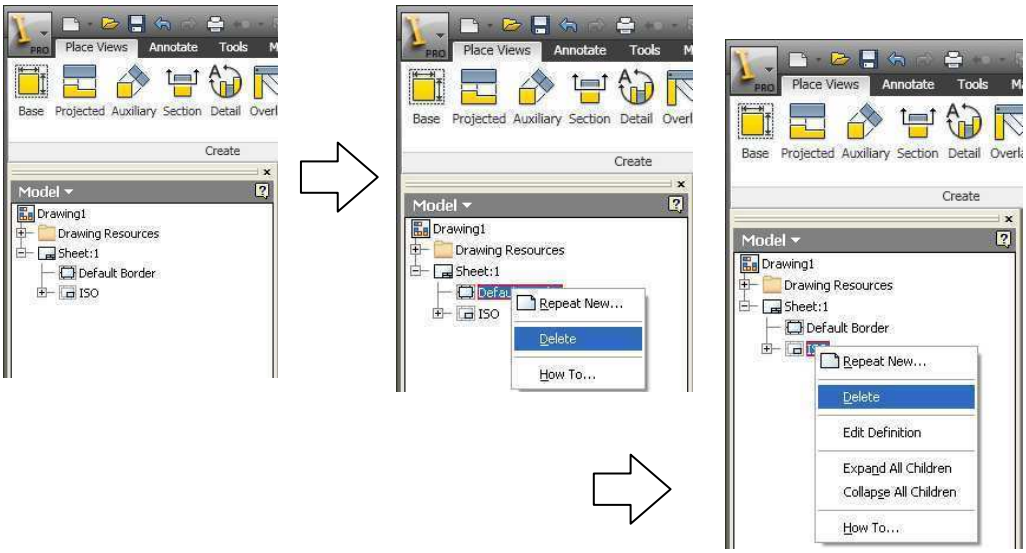


Fig. 6.13. Eliminando el borde y el cajetín de la hoja de dibujo (*sheet1*).

La hoja (*Sheet1*) quedará sin borde y sin cajetín. (Ver fig. 6.14)

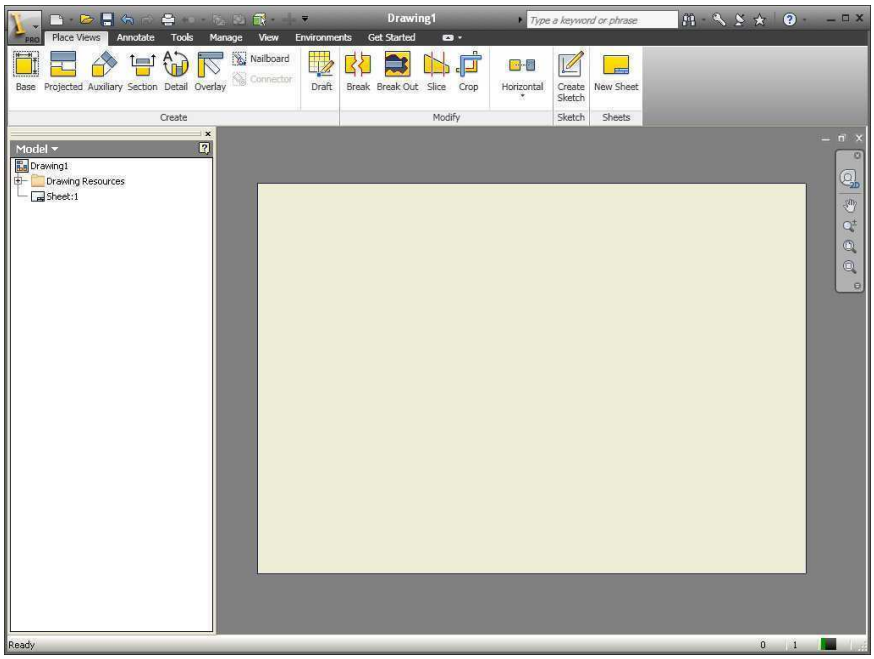


Fig. 6.14. Hoja (*Sheet*) en blanco, sin borde y cajetín

Configurar el tamaño de la hoja (*Sheet1*), cambiar al tamaño *A4*.

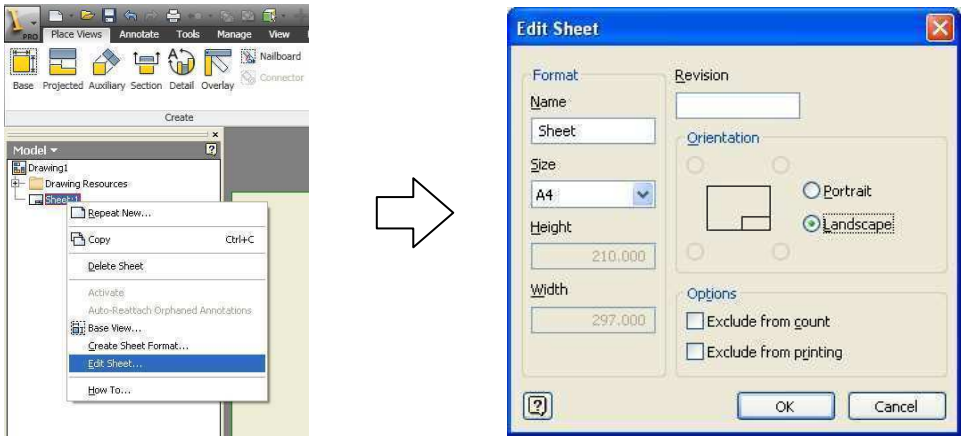


Fig. 6.15. Ventana de diálogo *Edith Sheet*

Enseguida desde la carpeta *Drawing Resources*, definir un nuevo borde, desde el menú contextual seleccionar la opción *Define New Border*.

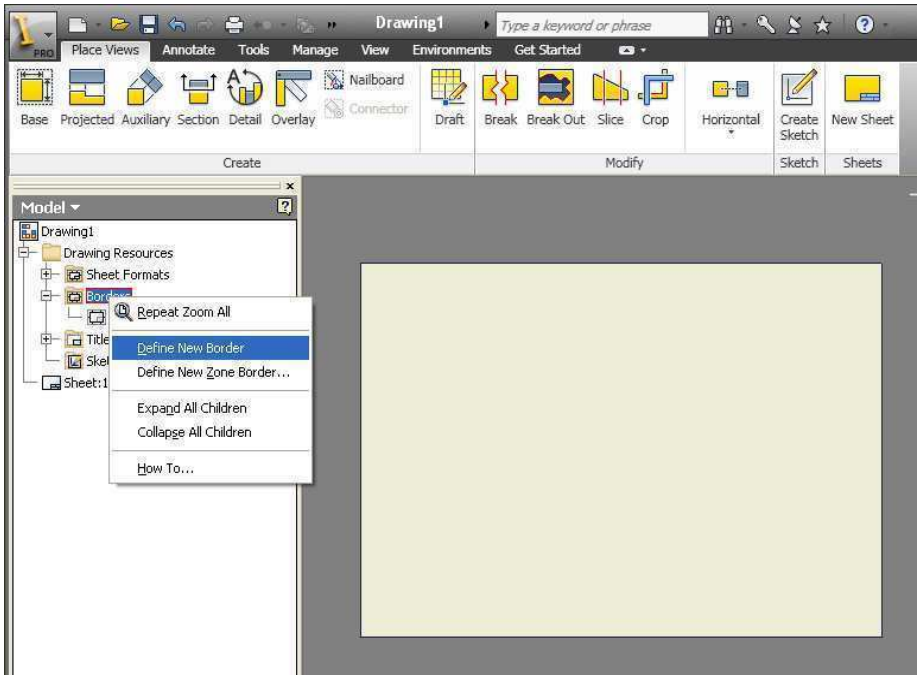


Fig. 6.16. Definir un nuevo borde de la hoja de dibujo (*Sheet1*).

La selección anterior activa el modo *2D* (*Sketch*), trazar el borde (ver fig. 6.17) y acotar según la norma *ISO*, cerrar el *Sketch*, guardar el borde con el nombre *Borde Horizontal*, tener en cuenta que el margen mayor se aprecia en una posición horizontal.

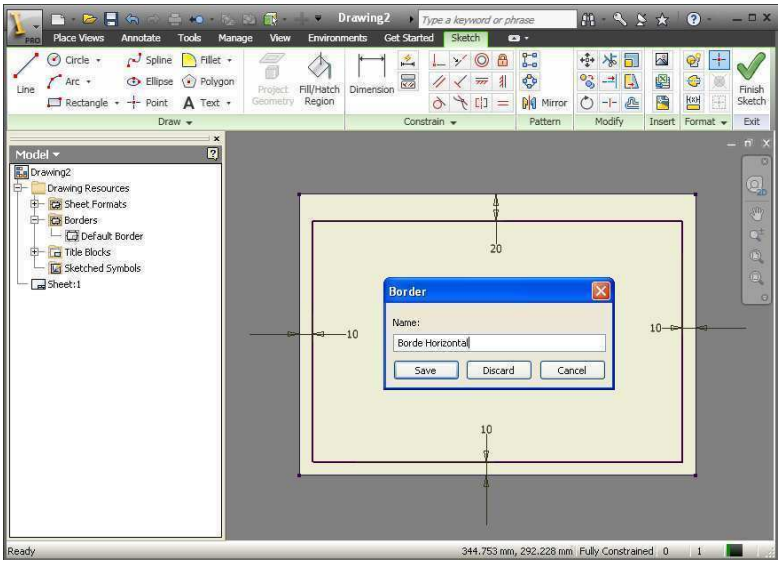


Fig. 6.17. Guardando el borde creado.

Definir un nuevo Cajetín, desde el menú contextual seleccionar la opción *Define New Title Block* (ver fig. 6.18)

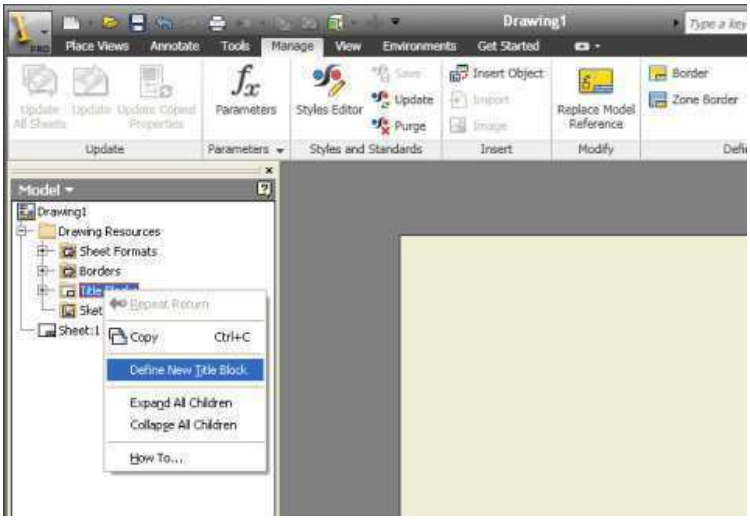


Fig. 6.18. Definir un nuevo cajetín (*Title Block*).

Si se tiene un cajetín normalizado, dibujado en *Autocad,* la siguiente secuencia permitirá insertarlo en el *Sketch* de *Title Block* como un cajetín. Hacer clic en el botón *ACAD*, ver fig. 6.19, enseguida hacer clic en la opción *Insert Autocad File* (insertar un archivo de *Autocad*).



Fig. 6.19. Insertando un dibujo de *Autocad* en la hoja de dibujo *(Sheet1).*

Luego examinar y ubicar el archivo de *Autocad* que se va a insertar. Considerar que el formato del archivo de *Autocad* deberá ser de la misma versión de *Autodesk Inventor* o anterior.

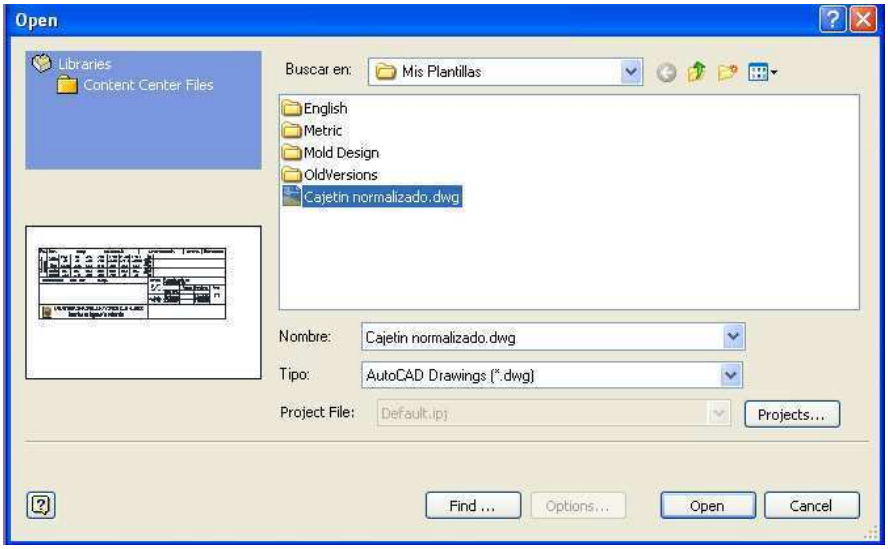


Fig. 6.20. Seleccionar el archivo que contendrá el cajetín normalizado.

Desde la ventana opciones de objetos y capas importados (*Layers and objects import options*) se define la información a transferir, seleccionar las capas (casillas de verificación) y objetos. Hacer un clic en *Finalizar*.

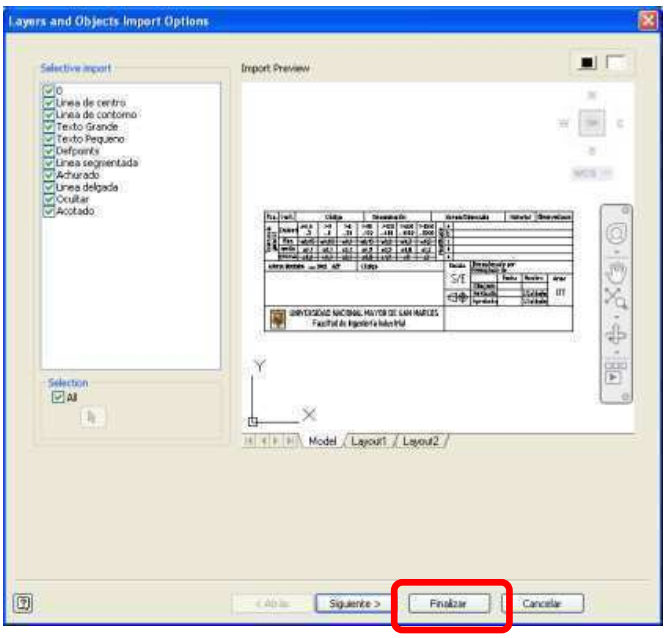


Fig. 6.21. Seleccionar el archivo que contendrá el cajetín normalizado.

El cajetín se inserta automáticamente fuera de la hoja (*Sheet*) se tendrá que mover hacia la hoja y enseguida finalizar el *Sketch*, se mostrará una ventana donde se ingresará el nombre del cajetín, luego hacer clic en el botón guardar.

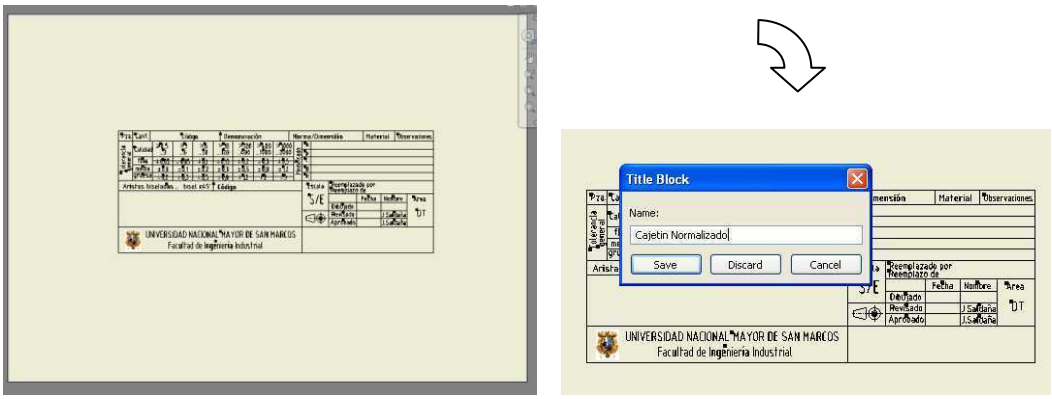


Fig. 6.22. Guardando el cajetín (*Title Block*).

El cajetín guardado en el paso anterior estará disponible en la carpeta de recursos como se muestra en la figura siguiente.

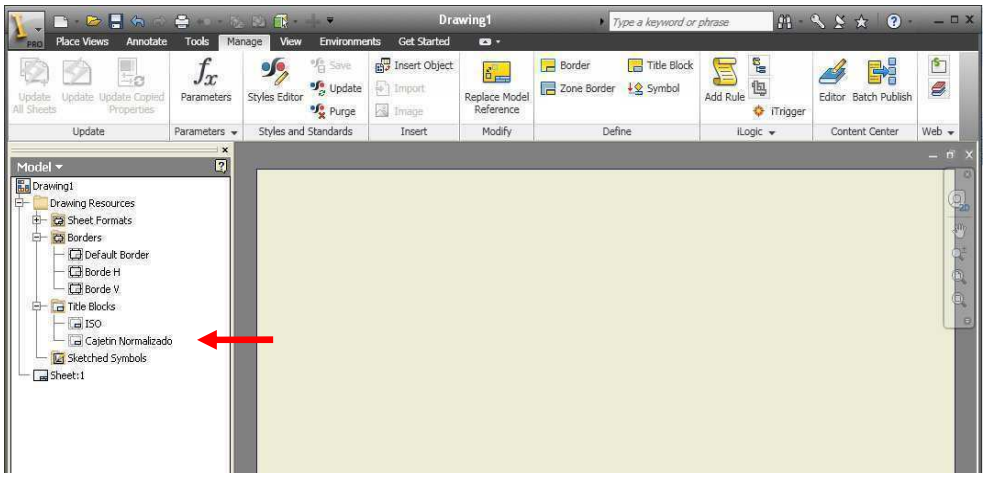


Fig. 6.23. La carpeta de recursos contiene el cajetín creado.

Desde el menú contextual aplicado al recurso requerido, hacer clic en la opción *Insert*, así se estará insertando el borde (ver fig. 6.24).

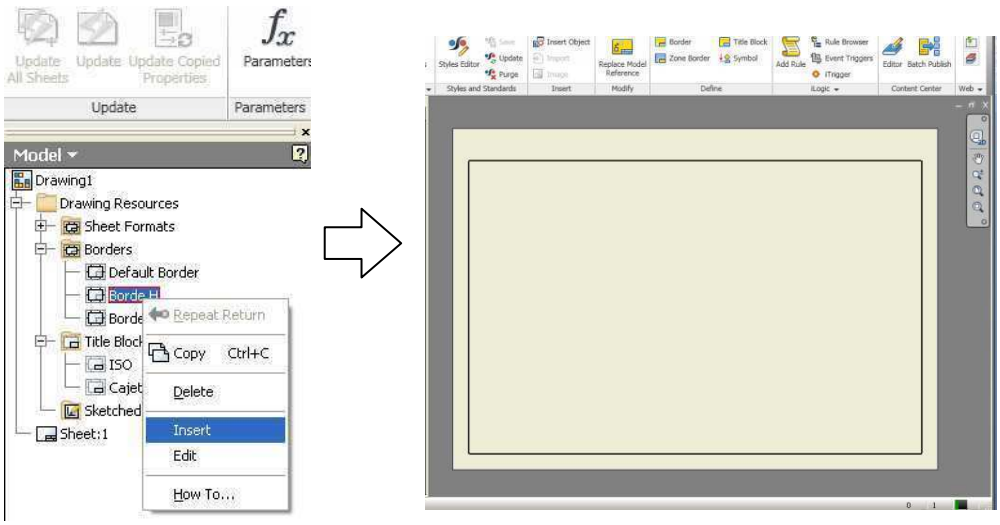


Fig. 6.24. Insertando el borde “Borde H” en la hoja de dibujo (*Sheet1*).

Asimismo se insertará el cajetín conveniente desde el menú contextual, (ver fig. 6.25), el formato A4 muestra el borde aplicado, *Borde Horizontal*, el cajetín (*Title block*), cajetín personalizado.

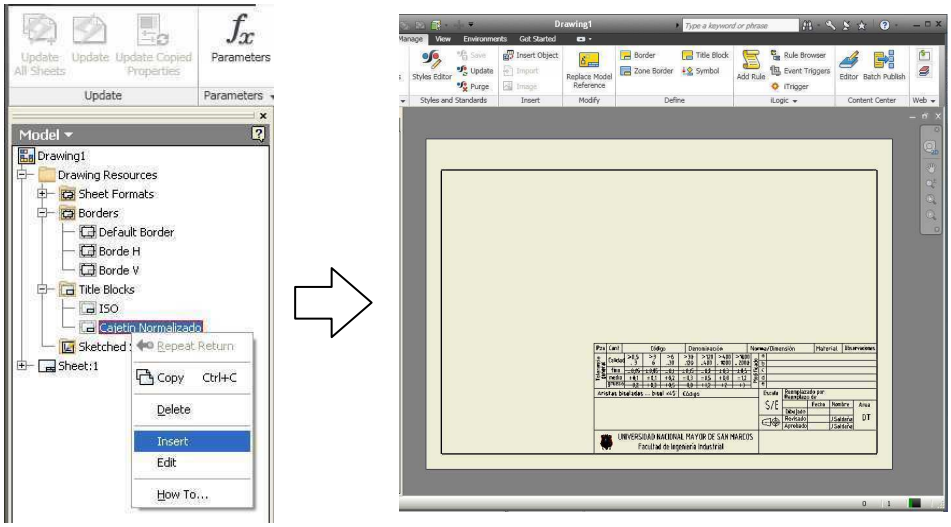


Fig. 6.25. Insertando el cajetín (*Title Block*) en la hoja de dibujo (*Sheet1*).

Desde luego el usuario tendrá la necesidad de utilizar tamaños distintos de formato normalizados, desde el menú contextual seleccionar la opción *Edit Sheet* como se muestra en la fig. 6.26.

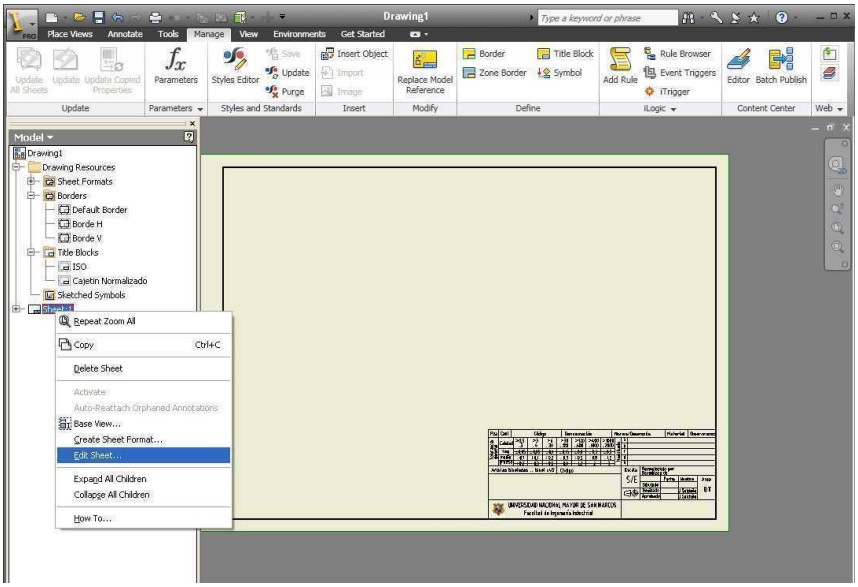


Fig. 6.26. *Edit Sheet* permitirá modificar el tamaño de la hoja de dibujo

Desde la ventana de diálogo *Edith Sheet* se establece los diferentes tamaños de formato (*Sheet*), ver en las siguientes figuras los formatos A3, A2, A2, A1 y A0.

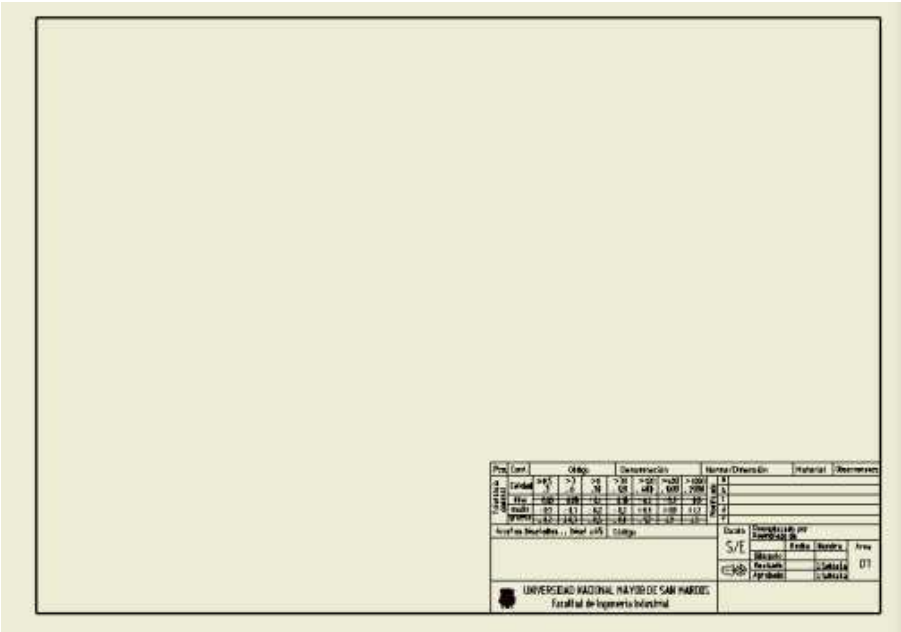


Fig. 6.27. Hoja de dibujo tamaño A3.

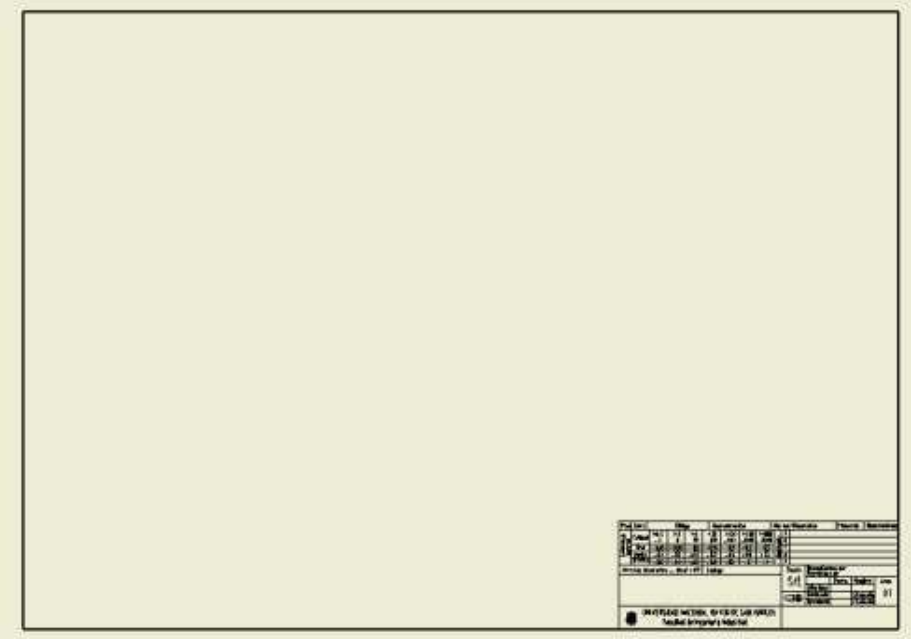


Fig. 6.28. Hoja de dibujo tamaño A2.

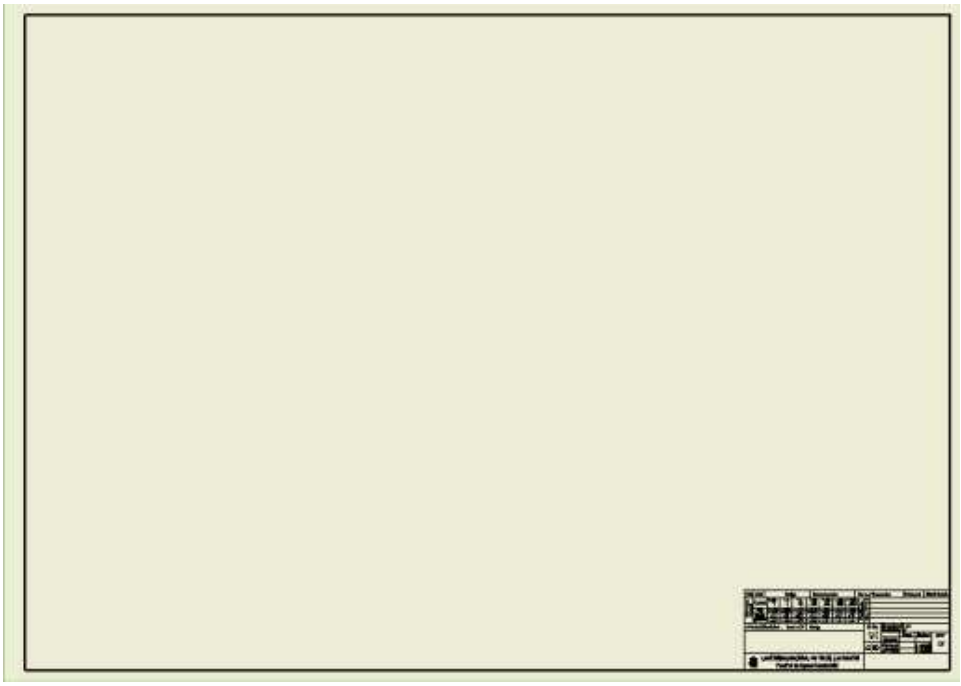


Fig. 6.29. Hoja de dibujo tamaño A1.

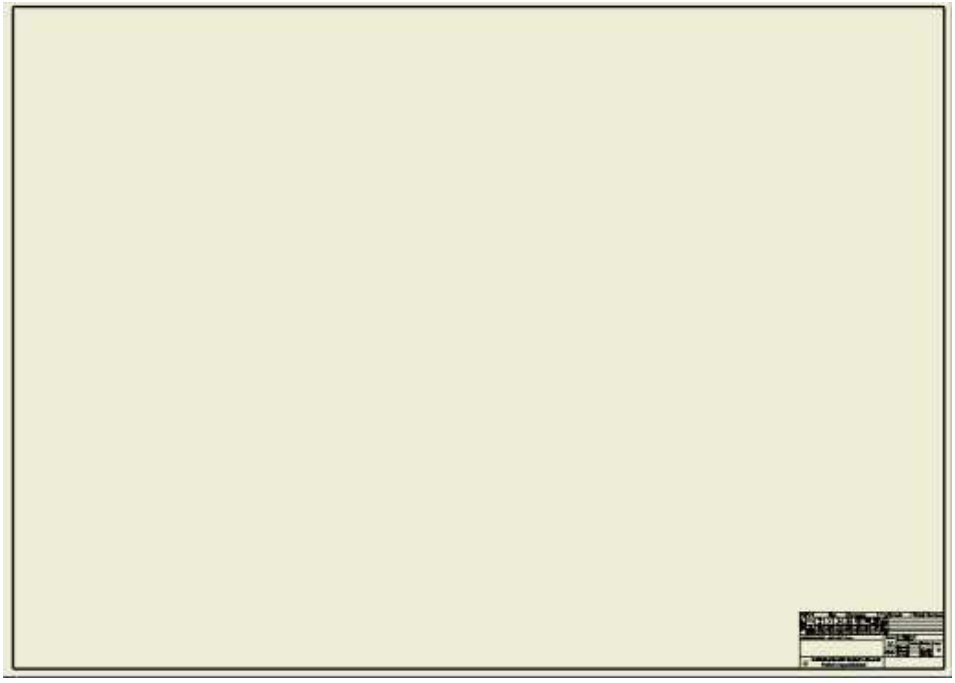


Fig. 6.30. Hoja de dibujo tamaño A0.

Los cajetines tienen características propias para cada empresa, sin embargo los elementos que se consignan deben ajustarse a las normas, líneas, texto, datos (escala, fechas, marcas, etc.).

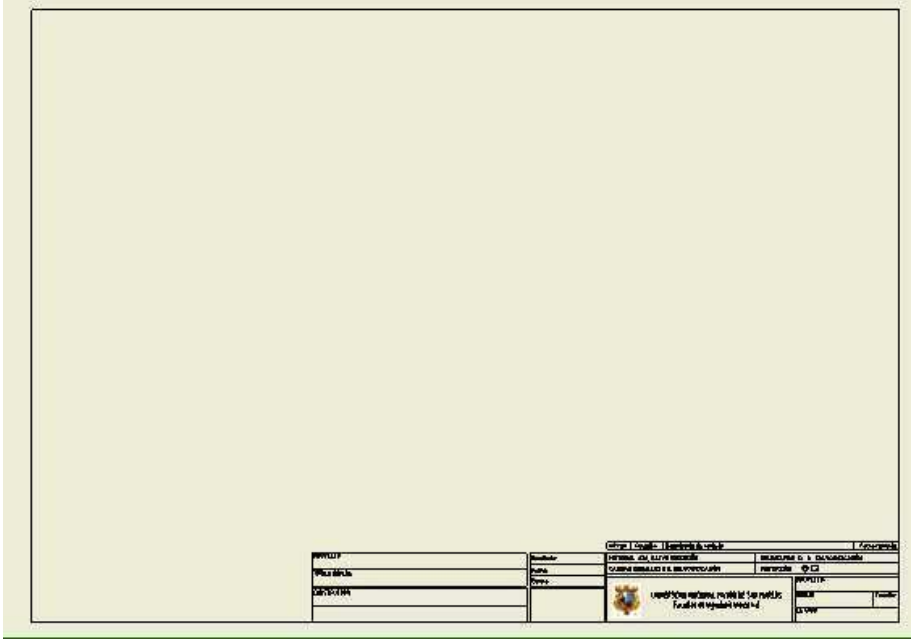


Fig. 6.31. Otros cajetines para la hoja de dibujo.

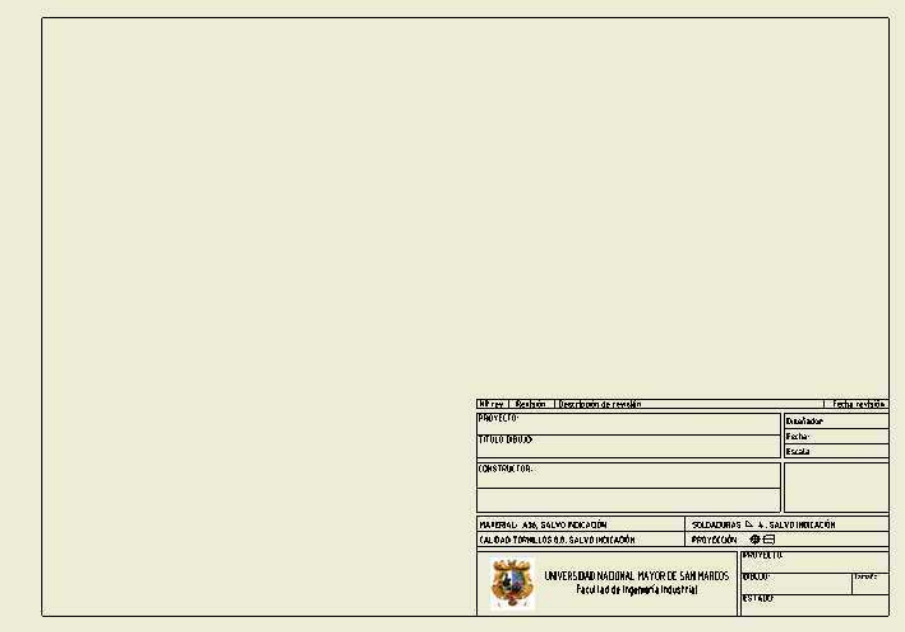


Fig. 6.32. Otros cajetines para la hoja de dibujo.

6.5. Creación de una librería de estándares

Abrir el archivo "*Mi Plantilla de dibujo"*, desde el *Panel Manage* hacer clic en el botón *Styles Editor* (ver fig. 6.33).

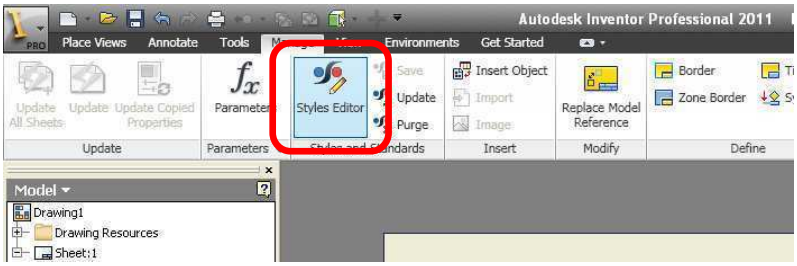


Fig. 6.33. El editor de estilos (*Style Editor*).

Se abrirá la ventana de diálogo *Style and Standard Editor*, esta ventana presenta estilos de anotaciones para dibujos basados en la norma *ISO*, norma asumida por defecto durante la instalación del *software*, seleccionar el estándar por defecto y enseguida hacer clic en el botón *New* (ver fig. 6.34).

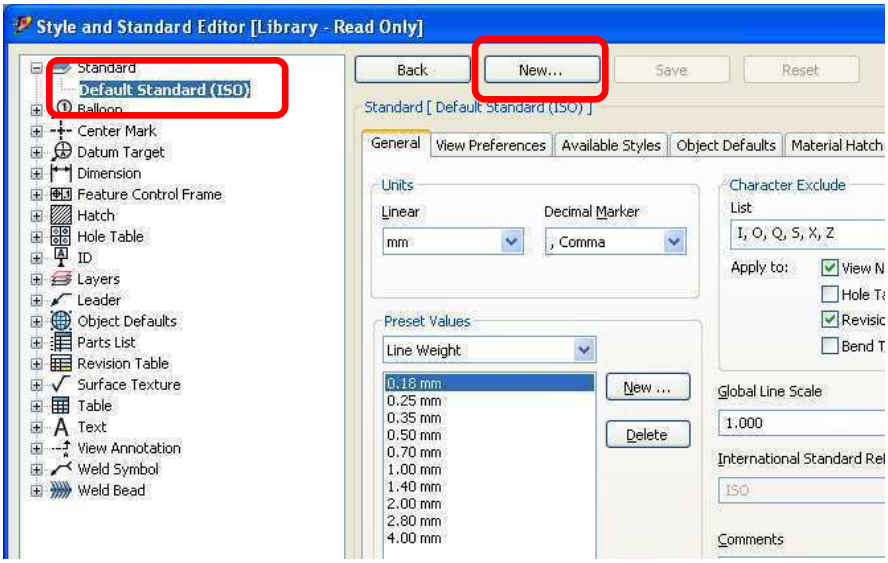


Fig. 6.34. Ventana de diálogo Style and Standard Editor

Ingresar el nombre del nuevo estándar, luego hacer clic en el botón *OK*.

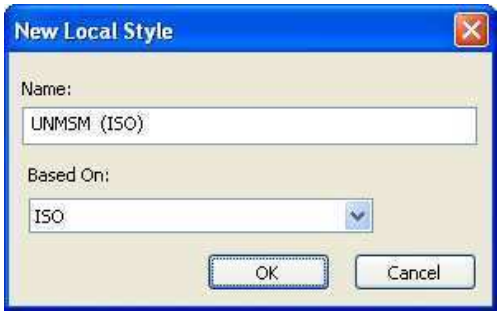


Fig. 6.35. Creando el estándar UNMSM (ISO).

Activar el nuevo estándar mediante el menú contextual desde la opción *Active* (ver fig. 6.36).

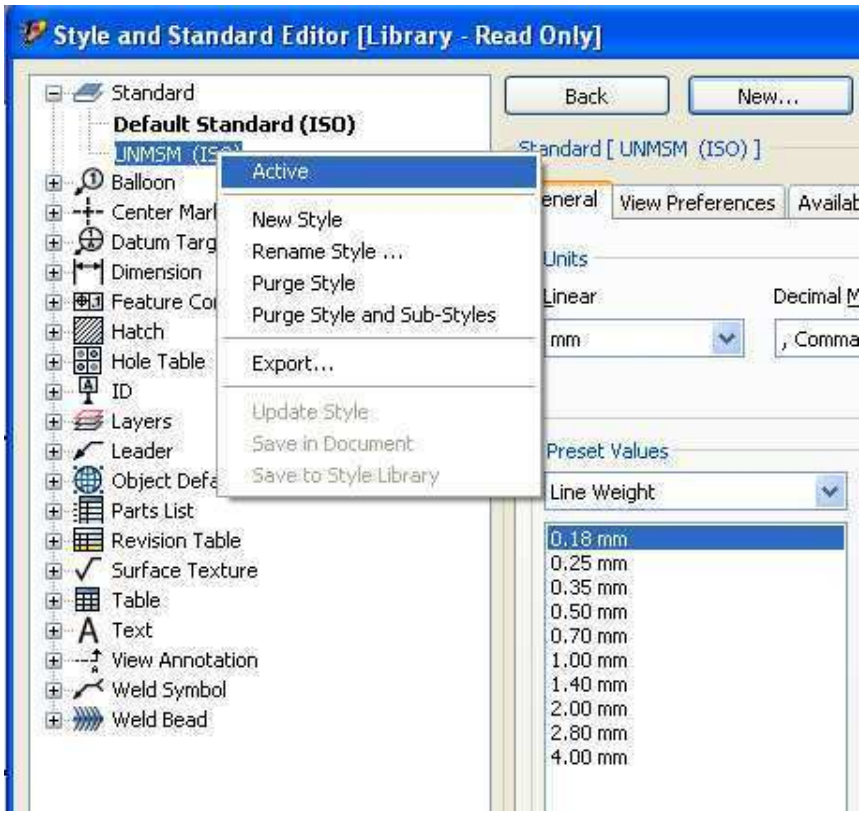


Fig. 6.36. Activando el nuevo estándar *UNMSM* (*ISO*).

La ventana que se muestra a continuación presenta una lista de anotaciones basadas en las normas *ISO* para el dibujo técnico, con valores por defecto, el estándar *UNMSM* (*ISO*) se muestra activo, ver fig. 6.37.

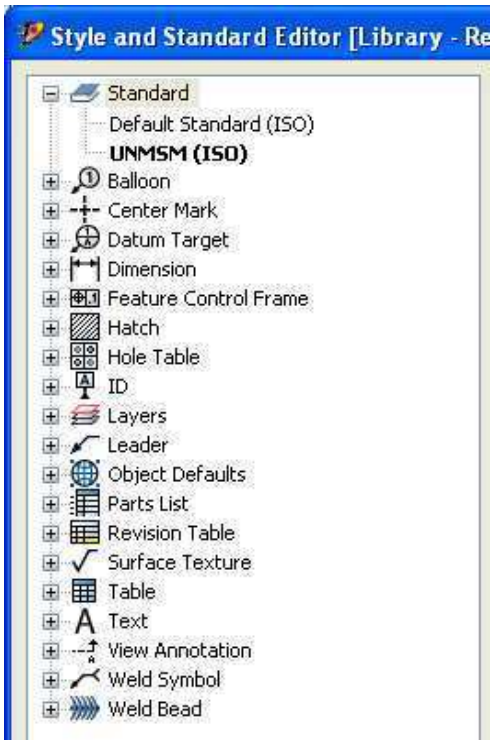


Fig. 6.37. Estándar *UNMSM* (*ISO*) activo.

***Ballon*:** establece estilos de numeración de partes.

***Center Mark*:** establece estilos de marcas de centro.

***Datum Target*:** establece simbología para indicador de detalle.

***Dimension*:** establece estilos de dimensionamiento.

***Feature Control Frame*:** establece tolerancia geométrica.

***Hatch*:** establece estilos de rayado para secciones.

***Hole Table*:** establece una tabla de indicación de agujeros

***ID*:** conexión para tolerancias geométricas.

***Layers*:** establece las capas, tipos, colores y espesores de líneas

***Leader*:** establece las líneas de indicación.

***Object Default*:** valores por defecto de objetos

***Part List*:** establece el estilo de la lista de materiales

***Revision Table*:** establece estilo de tabla de revisión

***Surface Texture*:** establece simbología de acabado superficial

***Table*:** establece estilos de tablas.

***Text*:** establece estilo de texto.

***View Annotation*:** establece anotaciones de secciones.

***Weld Symbol*:** establece estilos para símbolos de soldadura.

***Weld Bead*:** establece anotaciones de simbología de soldadura.

6.5.1. Creación de estándares de líneas

Cada capa (*Layers*) contiene un tipo de línea con un espesor según la norma *ISO* para líneas normalizadas. En la siguiente tabla se establece la relación de las líneas normalizadas y las capas que las contienen en *Autodesk inventor Professional v. 2011*.

Tabla 6.1. Líneas normalizadas según normas *ISO*

Líneas normalizadas según *ISO*	Capas según *Autodek Inventor*
Línea llena gruesa	*Visible* (*ISO*)
Línea llena delgada	*Visible Narrow* (ISO)
Línea de rayado	*Hatch* (*ISO*)
Línea de trazo	*Hidden* (*ISO*)
Línea de centro	*Centerline* (*ISO*)
Línea de acotado	*Dimension* (*ISO*)

Desde el *panel Manage* hacer clic en el botón *Styles Editor* (ver fig. 6.38.), para abrir el editor de estilos desde el cual se seleccionará el estilo *Layers* para establecer según las normas *ISO* los tipos de líneas, espesores y colores de líneas.

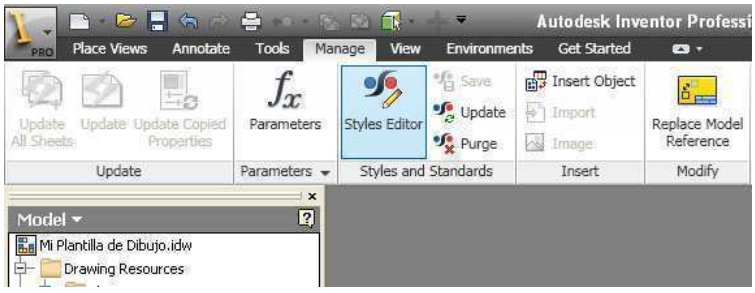


Fig. 6.38. El editor de estilos permitirá establecer los estándares para líneas.

Desde la siguiente ventana de diálogo se muestra los estilos de capas, *Layers,* que define los tipos de líneas disponibles a usar, seleccionar la capa *Visible* (*ISO*) y establecer los valores según norma para la capa actual. Se establecerá el color, tipo y espesor de línea en cada capa a usar.

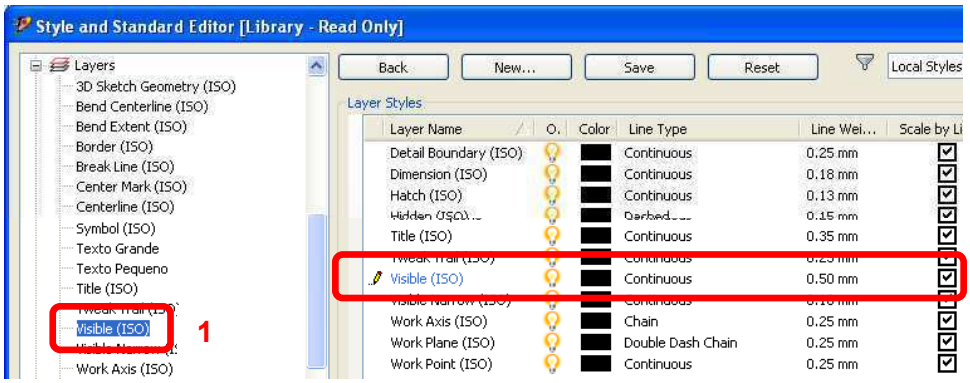


Fig. 6.39. La capa Visible (ISO) y sus valores según las normas *ISO*.

6.5.2. Creación de estándares texto

Para crear un estilo de texto, seleccionar el estilo *Text* luego hacer clic en el botón *New* e ingresar el nombre del estilo nuevo (ver fig. 6.40).

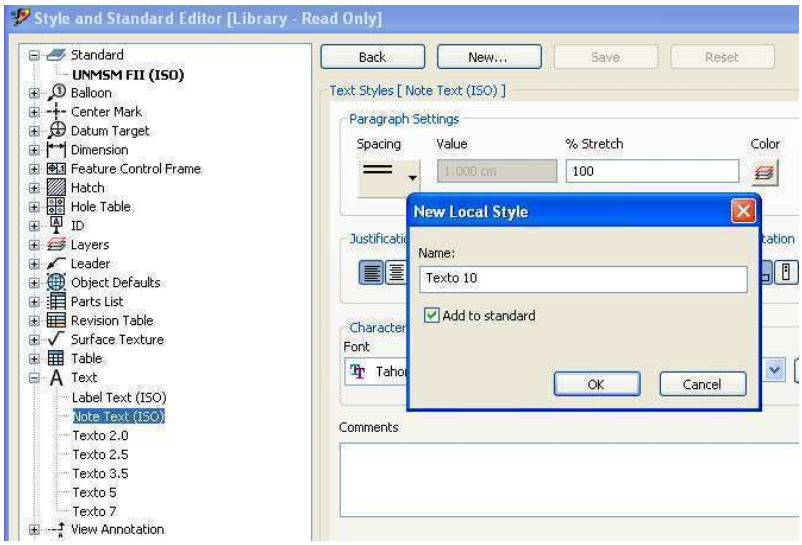


Fig. 6.40. Creación de un estilo de texto, “Texto 10” basado en las normas *ISO*.

Seleccionar la fuente *ISOCP* (1), así también ingresar la altura de la fuente (2), enseguida hacer clic en el botón *Save* (ver fig. 6.41).

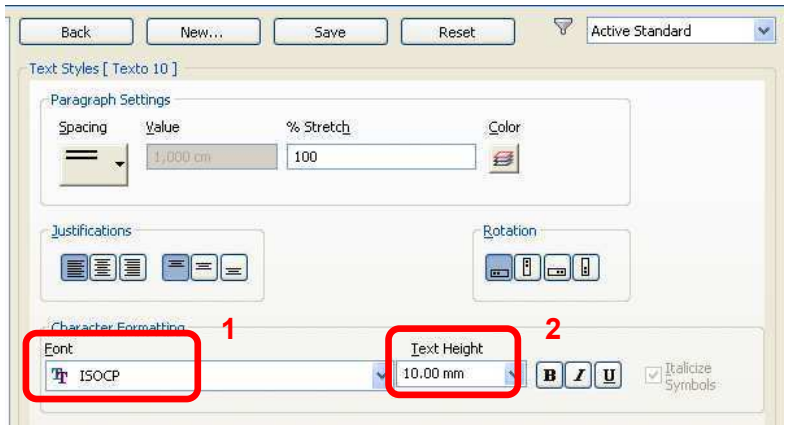


Fig. 6.41. Fuente y altura normalizada de texto.

Se muestra enseguida los estilos de texto, creados en base a las normas *ISO* para la escritura normalizada de números y letras.

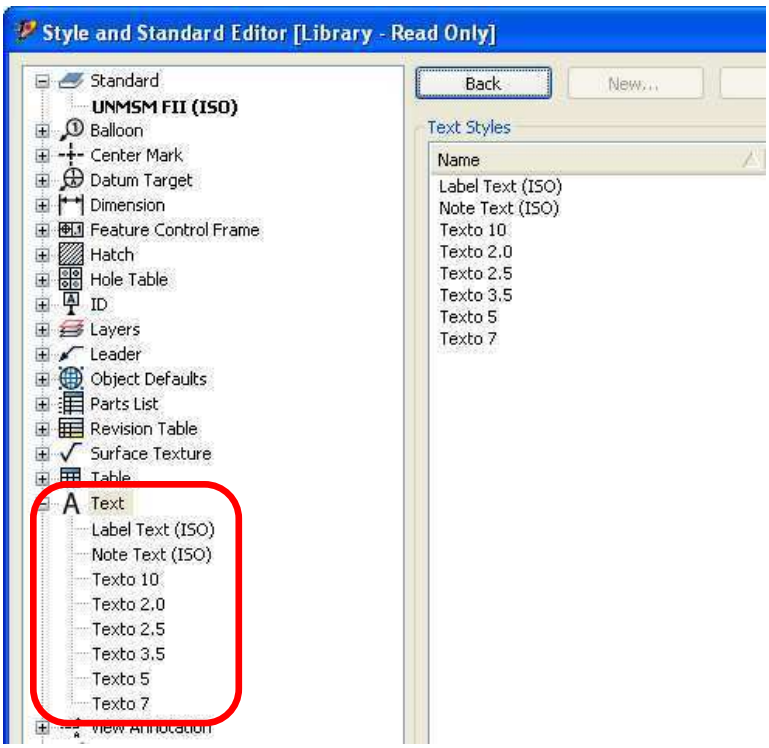


Fig. 6.42. Estilos de textos normalizados.

6.5.3. Creación de estándares de dimensionado

Desde el estilo *Dimension* se creará los estilos de acotado en función al tamaño de fuente a utilizar.

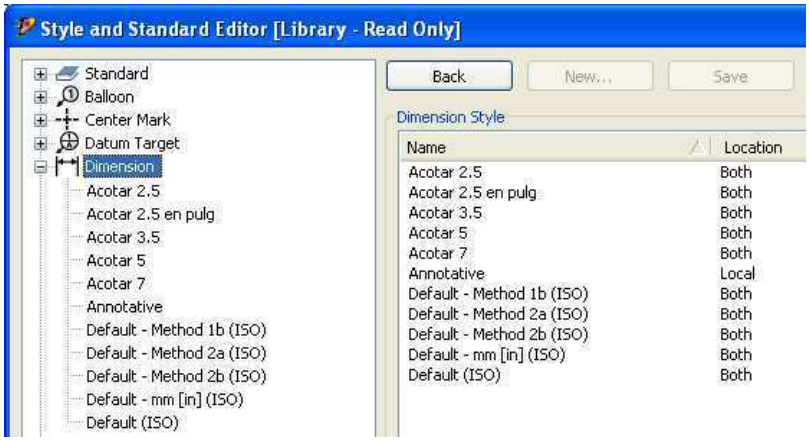


Fig. 6.43. Estándares de dimensionamiento.

El estilo de dimensionado se crea en base al estilo *Default* (*ISO*), modificando los valores de las páginas *Units*, *Alternate* Units, *Display*, *Text*, *Tolerance*, *Option*, *Notes and Leaders*, del marco de páginas de la ventana de diálogo. En la página *Units* establecer las unidades (1), precisión (2), mostrar (3), y formato de ángulo (4).

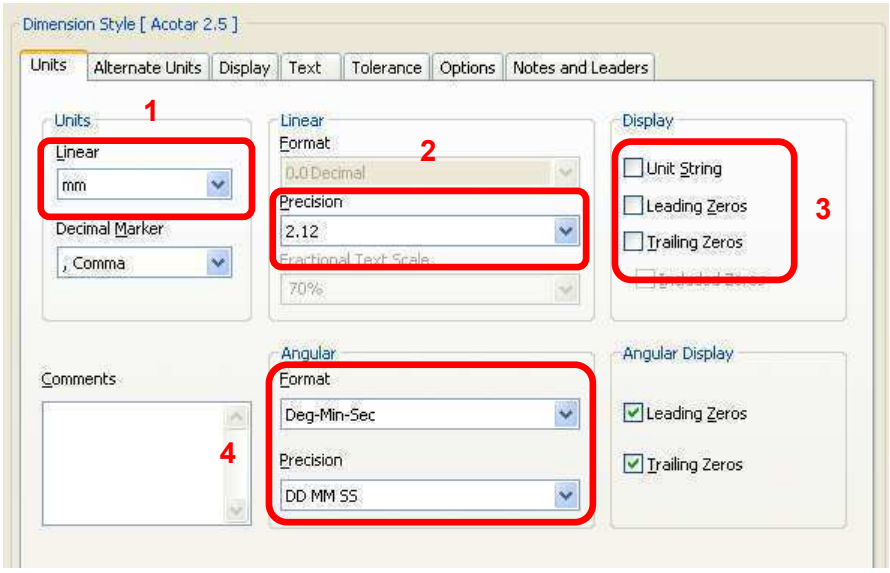


Fig. 6.44. Ventana de diálogo *Dimension Style*, panel *Units*.

En la página *Alternate Units* establecer en pulgadas (*in*) como la unidad alterna (1), formato (2) y mostrar (3).

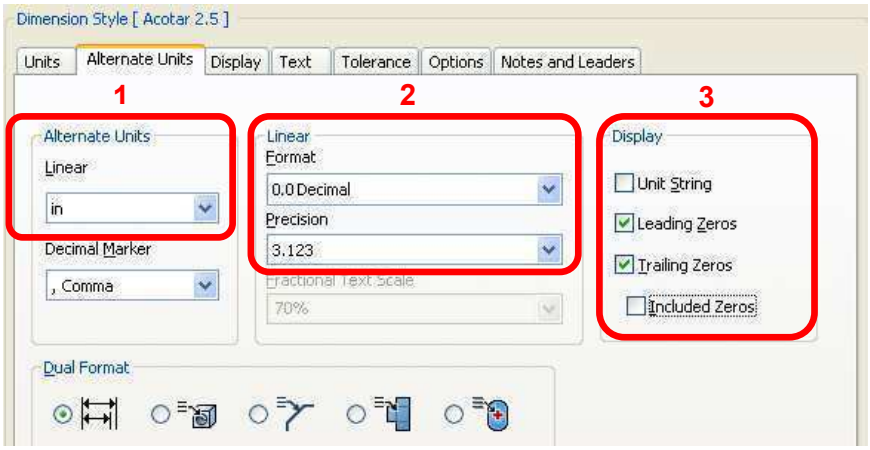


Fig. 6.45. Ventana de diálogo *Dimension Style*, panel *Alternate Units*.

Establecer desde esta ventana de diálogo el tipo de línea y espesor a utilizar según la norma *ISO,* así mismo el color (1), la terminación de línea de cota (2) y valores relacionados a la línea auxiliar de cota, líneas de cota y de contorno (3).

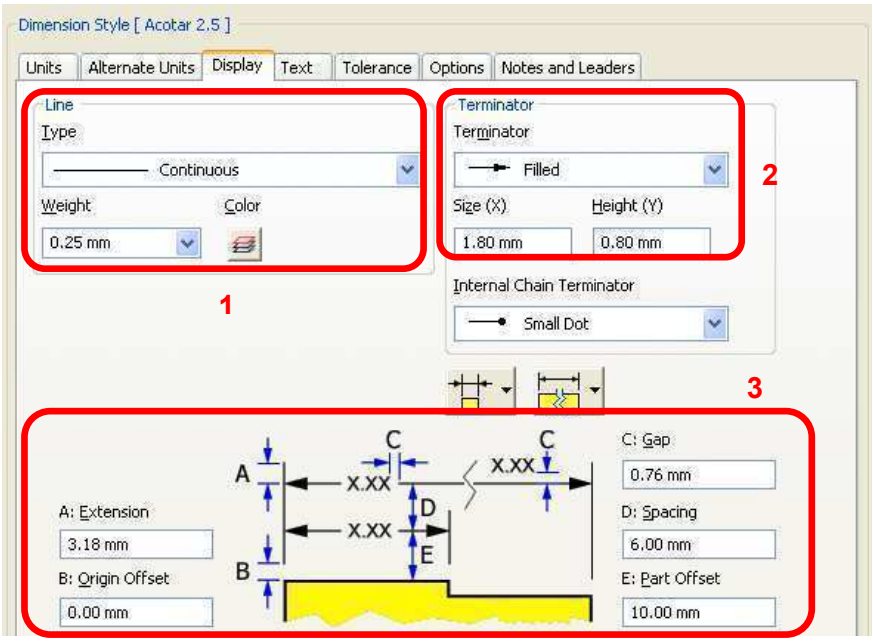


Fig. 6.46. Ventana de diálogo *Dimension Style*, panel *Display*.

Establecer el estilo de texto para la cota (1), la tolerancia (2) y la orientación (3).

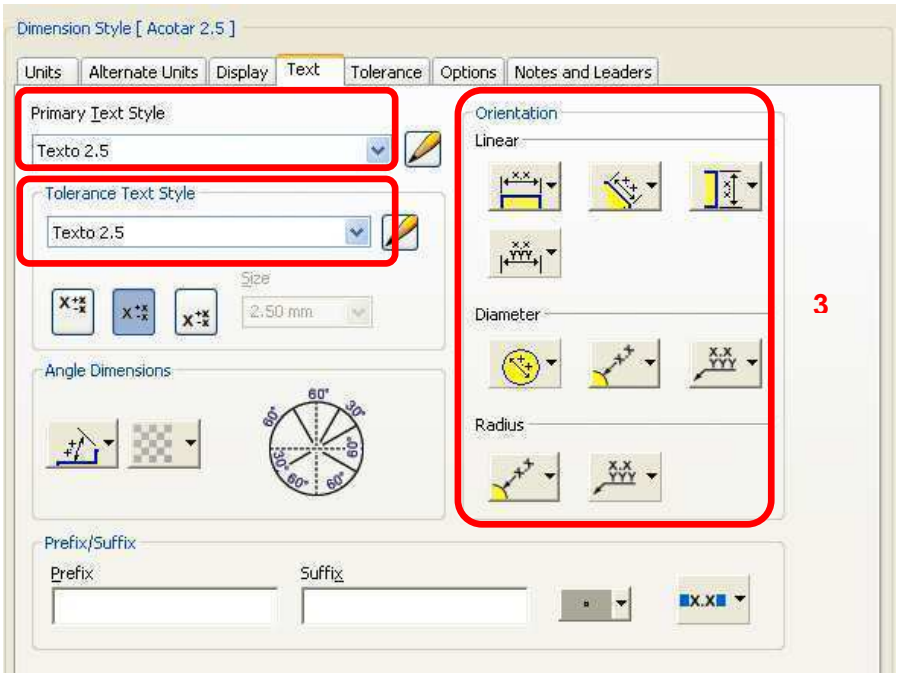


Fig. 6.47. Ventana de diálogo *Dimension Style*, panel *Text*.

6.5.4. Creación de estándares de acabado superficial

El acabado superficial se establece desde el estilo *Surface Texture*.

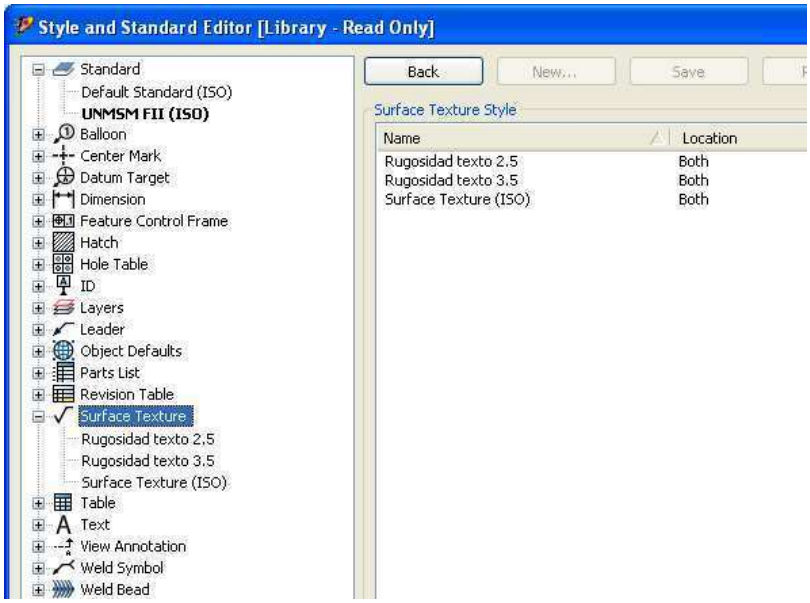


Fig. 6.48. Acabado superficial (*Surface Texture*).

El acabado superficial se establece desde el estilo *Surface Texture*, se establecen en base al estilo *Surface Texture* (*ISO*), desde la lista se crearán *Rugosidad texto 2.5* y *Rugosidad texto 3.5*.

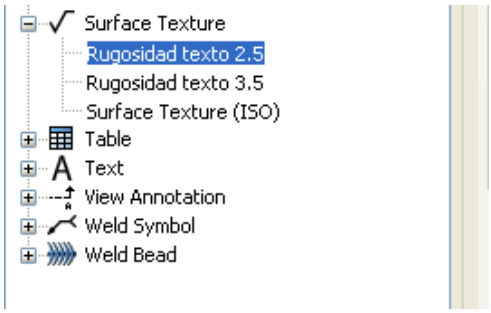


Fig. 6.49. Estilo creado “Rugosidad texto 2.5”

El estilo *Rugosidad texto 2.5*, acabado superficial, se establece desde la ventana de diálogo *Surface Texture Style*, ver fig. 6.50:

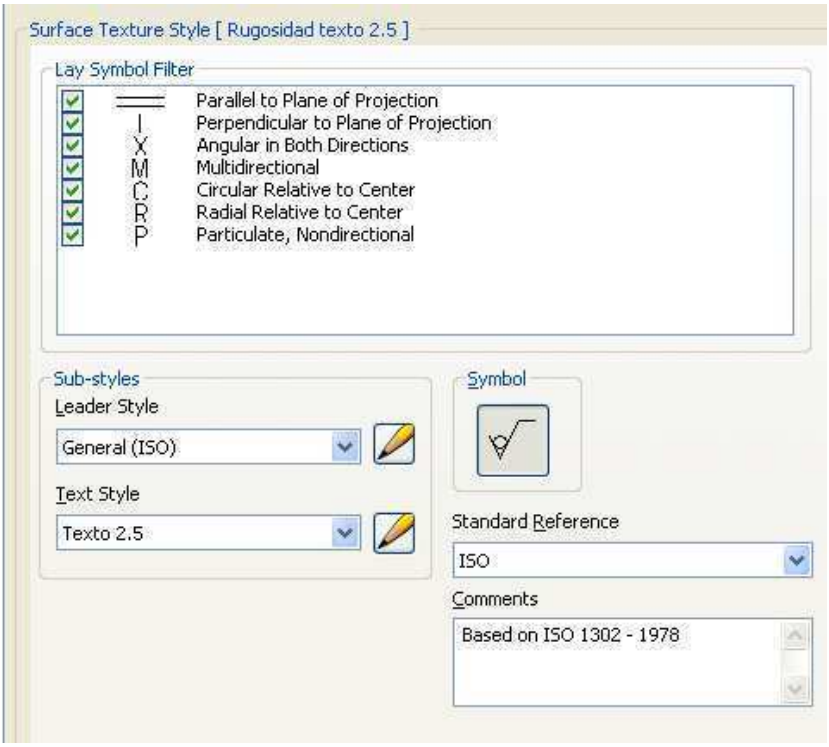


Fig. 6.50. Características del estilo acabado superficial.

6.5.5. Creación de estándares para la simbología de soldadura

En cuanto a soldadura se utiliza la norma *ISO* europeo, cabe mencionar que las normas *AWS* son de uso frecuente en nuestro medio, aun más en el campo de las estructuras metálicas.

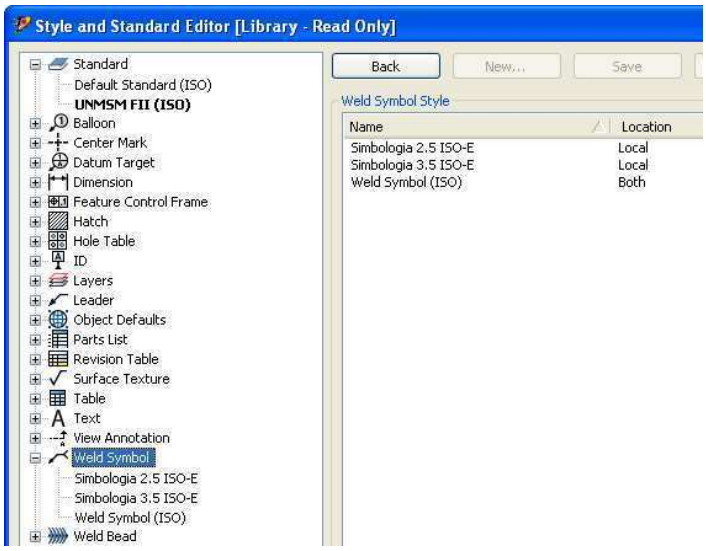


Fig. 6.51. Ventana de diálogo *Style and Standard Editor*

Se establece el estilo *simbología 2.5 ISO-E,* se basa en una fuente de altura 2.5mm.

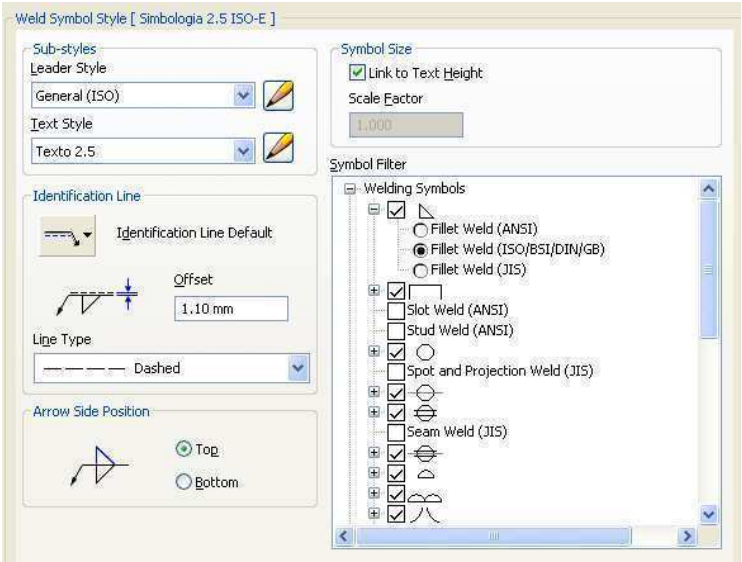


Fig. 6.52. Ventana de diálogo *Weld Symbol Style*

Capítulo

7

Matriz de corte y embutido

Capitulo 7

7. Aplicación: Matriz de corte y embutido

La matriz de corte y embutido presentada como aplicación permite producir una caja de luz octogonal de acero galvanizado obtenido en un proceso de corte y embutido a través de una prensa excéntrica. Será necesario sólo una matriz, una prensa y un operario para la producción. El colchón neumático es un complemento que se presenta como parte del conjunto. La matriz de corte y embutido se muestra en la figura 7.1.

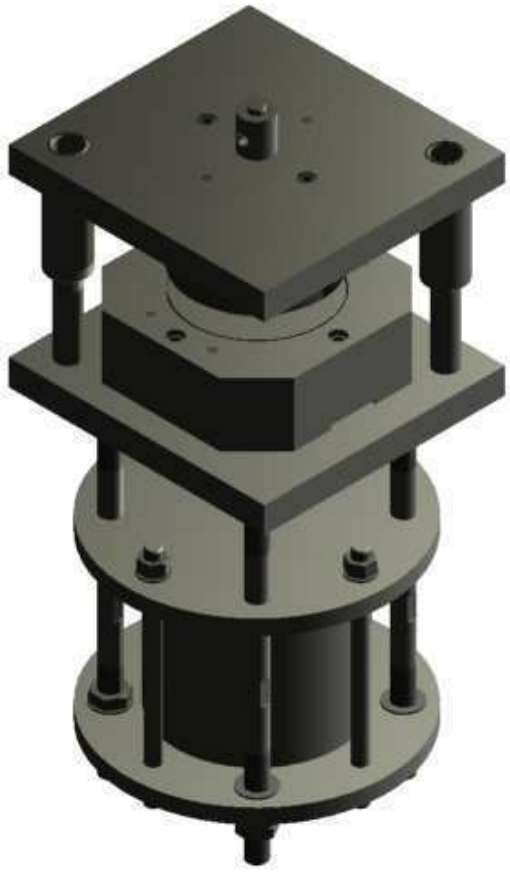


Fig. 7.1. Matriz de Corte y Embutido

7.1. Partes de la matriz de corte y embutido

La matriz de corte y embutido para obtener una caja de luz octogonal está compuesta por dos partes:

7.1.1. Parte Inferior: está compuesta por una placa inferior, suple inferior, placa matriz, columnas guías, prensa chapa, punzón de embutido. Esta parte de la matriz corresponde a un subensamble compuesto de partes y elementos normalizados como tornillos, arandelas de presión, pasadores según las normas *ISO* y *DIN*. Así también el material de las partes, resalta el acero *K100*, un acero para herramientas de buena performance utilizado para las partes punzón de embutido, prensa chapa y placa matriz, ver fig. 7.2.

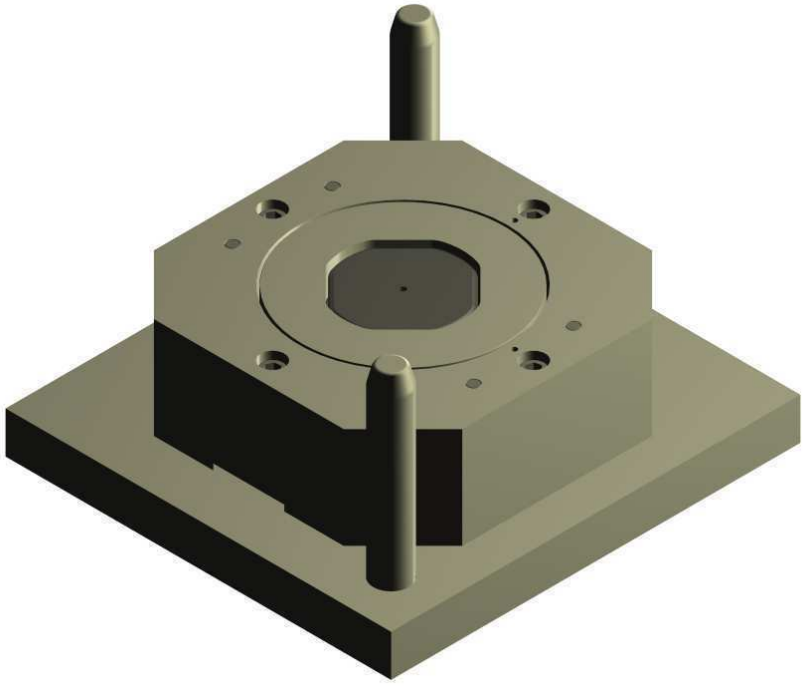


Fig. 7.2. Matriz de Corte y Embutido Parte Inferior

7.1.2. Parte Superior: del mismo modo esta parte está compuesta de una placa superior, suple superior, punzón de corte, bocinas guías, eje botador, disco botador. Este subensamble está compuesto de partes y elementos normalizados según *ISO* y *DIN* como tornillos, arandelas de presión y pasadores. Las bocinas guías de material *ECN* son sometidas a tratamiento termoquímico de cementado, asimismo el punzón de corte de material *K100* es sometido a tratamiento térmico de templado, ver fig. 7.3.

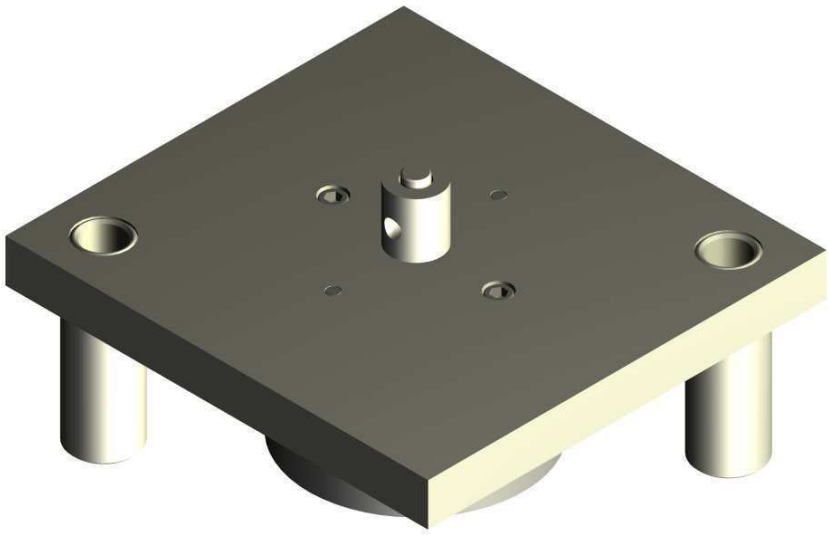


Fig. 7.3. Matriz de Corte y Embutido Parte Superior

7.1.3. El Colchón Neumático es un complemento en este tipo de matriz de corte y embutido, está compuesto de una tapa inferior, tapa superior, vástago, émbolo, eje de fijación, eje de amarre de tapa, también elementos normalizados como tornillos, arandelas planas, tuercas hexagonales, sellos de vástago y émbolo entre otros componentes. Ver la figura 7.4.

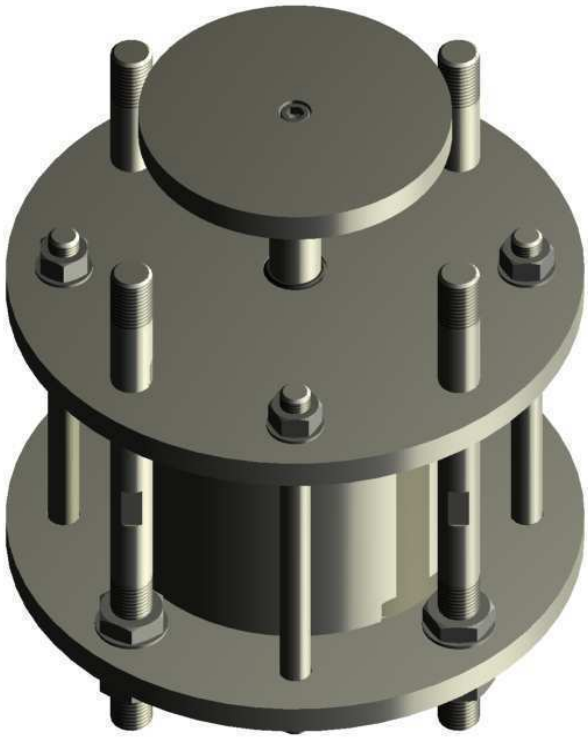


Fig. 7.4. Colchón Neumático

7.2. El producto

El producto de la matriz de corte y embutido es una caja octogonal de luz de acero galvanizado (ver fig. 7.5). Cabe señalar que el desarrollo del disco de chapa metálica a embutir para obtener la caja octogonal de espesor 0.3mm tiene un diámetro de 175mm., este disco se colocará sobre la parte inferior para el procedimiento del embutido y corte.

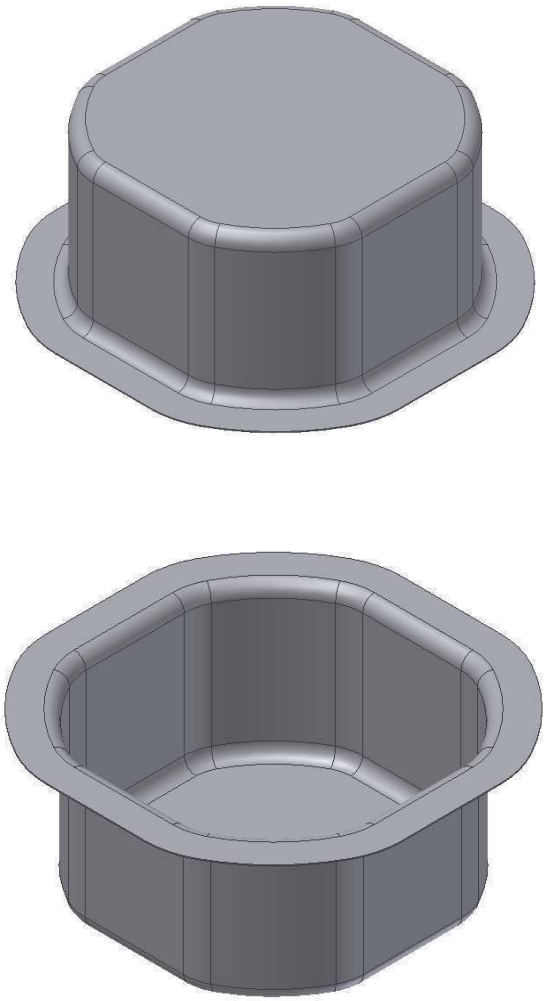
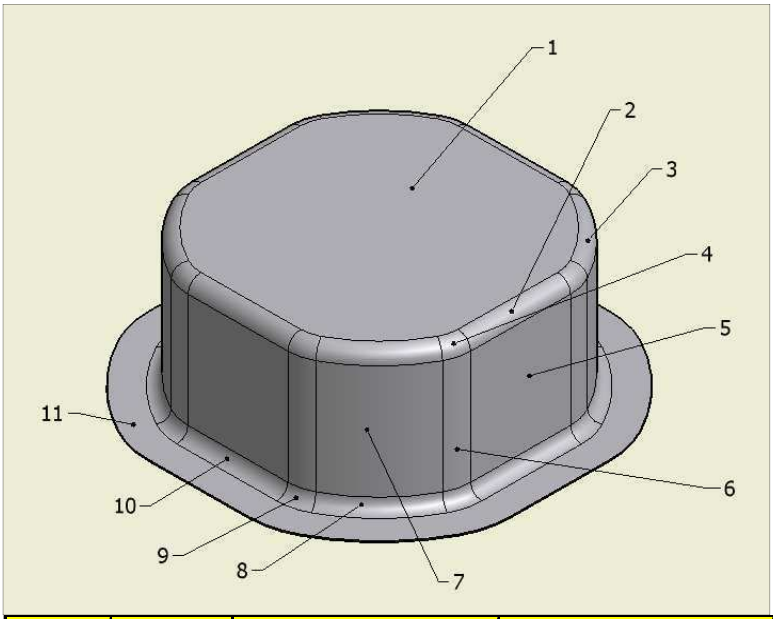


Fig. 7.5. Producto de la matriz de corte y embutido

7.2.1. El desarrollo de la chapa

El desarrollo de la chapa a recortar requerida para el embutido se determinará desde la interface de *Autodesk Inventor*, mediante la herramienta *Measure area* del panel *Inspect*, se logrará calcular las áreas indicadas en la figura.



Area	Cant.	(mm2)	Total (mm2)
1	1	6013.831	6013.83
2	4	206.088	824.35
3	4	181.938	727.75
4	8	43.577	348.62
5	4	1179.52	4718.08
6	8	276.315	2210.52
7	4	1073.749	4295.00
8	4	164.285	657.14
9	8	44.639	357.11
10	4	175.929	703.72
11	1	3192.823	3192.82
$A = \frac{\prod x\phi^2}{4}$		$A_{total} = \Sigma_{Area}$	**24048.94**
		Ø	**175.0**

Fig. 7.6. Calculo del desarrollo de la chapa del producto

La sumatoria de las áreas indicadas será igual al área del desarrollo de la chapa (24048.94mm2), el diámetro de la chapa será 175mm.

7.2. Listado de planos de fabricación

El trabajo de investigación comprende la aplicación de estándares creados mediante el software *CAD Autodesk Inventor v. 2011* para la obtención de planos de fabricación. La matriz de corte y embutido cuenta con una variedad de planos entre planos de ensambles, subensambles y de despieces.

a. Lista de planos según tamaño normalizado de formato

Según el tamaño del formato normalizado se tiene la siguiente lista de planos en formato A4, A3, A2, A1, A0. Cada plano tiene un código correspondiente creado en función al proyecto, tamaño de formato seguido de un número correlativo.

Tabla 7.1. Listado de planos

No.	NOMBRE DE ARCHIVO	CODIGO	FORMATO
01	COLUMNA GUIA	PI-0758-A4-06	A4
02	PRENSA CHAPA	PI-0758-A4-07	
03	VELA	PI-0758-A4-08	
04	BOCINA GUIA	PS-0758-A4-14	
05	TOPE DE CENTRAJE	PI-0758-A4-10	
06	TOMA	PS-0758-A4-15	
07	EJE DE BOTADOR	PS-0758-A4-16	
08	DISCO DE BOTADOR	PS-0758-A4-17	
09	TUBO 8PULG CEDULA	CN-0758-A4-01	
10	EMBOLO	CN-0758-A4-04	
11	VASTAGO	CN-0758-A4-05	
12	PLATO EXPULSOR	CN-0758-A4-06	
13	EJE DE FIJACION	CN-0758-A4-07	
14	EJE DE ARRASTRE DE TAPA	CN-0758-A4-08	

No.	NOMBRE DE ARCHIVO	CODIGO	FORMATO
15	PLACA INFERIOR	PI-0758-A3-03	A3
16	SUPLE INFERIOR	PI-0758-A3-04	
17	PLACA MATRIZ	PI-0758-A3-05	
18	PUNZON DE EMBUTIDO	PI-0758-A3-09	
19	PLACA SUPERIOR	PS-0758-A3-11	
20	SUPLE SUPERIOR	PS-0758-A3-12	
21	PUNZON DE CORTE	PS-0758-A3-13	
22	TAPA SUPERIOR	CN-0758-A3-02	
23	TAPA INFERIOR	CN-0758-A3-03	

No.	NOMBRE DE ARCHIVO	CODIGO	FORMATO
24	Ensamble Colchon Neumatico	CN-0758-A3-00	A3

No.	NOMBRE DE ARCHIVO	CODIGO	FORMATO
25	Ensamble Parte Superior	PS-0758-A2-02	A2

No.	NOMBRE DE ARCHIVO	CODIGO	FORMATO
26	Ensamble Parte Inferior	PI-8705-A1-01	A1

No.	NOMBRE DE ARCHIVO	CODIGO	FORMATO
27	Ensamble General	EG-0758-A0-00	A0

Planos de despiece ……..……. 23

Planos de ensamble general y subensambles…….. 04

Los planos de fabricación podrán verse en la sección *d* del anexo del informe.

El desarrollo del prototipo digital haciendo uso del *software CAD Autodesk Inventor v. 2011* deberá realizarse bajo un planeamiento y control de los procesos 2D y 3D, establecidos en la misma oficina de diseño del producto, en coordinación con departamentos como logística (disponibilidad de materiales), maestranza o manufactura (disponibilidad de recursos hombre-máquina). Una labor para el ingeniero industrial con fines de lograr productividad con eficiencia y eficacia.

En la matriz de corte y embutido se tiene una aplicación basada en 41 piezas, modelamiento, ensambles, subensambles y planos de fabricación procedimientos desarrollados por un equipo de profesionales, ingenieros, cadistas y técnicos mecánicos de producción.

Con la aplicación de estándares en este caso práctico se logro:

- Elevar la productividad.
- Eficiencia y eficacia en los procesos 2D y 3D.
- Minimizar tiempos de producción.
- Minimizar costos.
- Más integración de los sistemas CAD y CAM.
- Integración de los sistemas PDM y ERP.
- Establecer estándares para futuros prototipos digitales.


Conclusiones y
Recomendaciones

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

1.1. El *CAD* asume desde hace casi 15 años una posición muy importante entre los recursos de la ingeniería para el desarrollo de proyectos de prototipos digitales, hoy en día ha logrado una integración más efectiva con los sistemas CAM y CAE siendo una tecnología de fácil aprendizaje.

1.2. *Autodesk Inventor Professional* es un *software CAD* versátil, flexible, funcional, e ideal como una alternativa importante en el desarrollo de prototipos digitales.

1.3. *Autodesk Inventor* es un *software CAD* compuesto por múltiples módulos, poli funcional, de nivel intermedio, es paramétrico. *Autocad* es un *software CAD* de bajo nivel, es vectorial por lo tanto resulta Autodesk Inventor Professional un software de alta productividad en relación al software Autocad.

1.4. La creación de estándares de dibujo mediante la herramienta Style Editor (editor de estilos) de *Autodesk Inventor* Professional permitirá realizar un trabajo bajo lineamientos normativos en la obtención de planos de fabricación para lograr expresar bajo un mismo lenguaje las exigencias de la oficina de ingeniería.

1.5. El uso de estándares creados en *Autodesk Inventor Professional* permitirá minimizar tiempos operativos en todos los procesos relacionados a obtener desde el prototipo digital hasta los planos finales de fabricación.

1.6. Cualquier modificación que se realice en el prototipo digital desarrollado en *Autodesk Inventor* permitirá automáticamente una

actualización de los archivos de planos creados, lo que no ocurriría si utilizamos el *software Autocad*.

1.7. El costo de este *software* de nivel intermedio *Autodesk Inventor* resulta muy bajo en comparación a los costos del software CAD de nivel alto.

Recomendaciones

2.1. El *software CAD Autodesk Inventor Professional v. 2011* presenta un entorno muy amigable al usuario directo e indirecto, es fácil de aprender por lo que una capacitación efectiva resultaría muy importante en el aseguramiento de la alta productividad.

2.2. Es importante establecer un comité de estandarización precedente a la elaboración del diseño de prototipos digitales, con el objetivo de uniformizar criterios técnicos de acuerdo a normas vigentes *ISO*, *DIN*, *ANSI* entre otras.

2.3. Una matriz de corte y embutido representa un dispositivo de alta producción cuyo prototipo digital debe de elaborarse en un *software CAD* y su manufactura en un software *CAM*, por las exigencias de precisión rapidez y calidad en el resultado.

2.4. Utilizar *software* original con licencia y así evitar las sanciones o penalizaciones económicas por la falta, se deberá tener en cuenta la intención de las empresas desarrolladoras de *software* en la detección

discreta de copia ilegales mediante la red (internet) en procesos o rutinas en segundo plano.

2.5. Utilizar el *software CAD Autodesk Inventor Professional v. 2012*, que es una suite que incluye además los componentes *Autocad 2012*, *Autocad Mechanical 2012* y herramientas complementarias para el diseño y validación de prototipos digitales y la elaboración de planos finales de fabricación, considerandose ésta la última versión, presentándose cada año una nueva versión.



Bibliografía

Bibliografía

Fischer U., Heinzler M. (2005) Tabellenbush Metall, 1ª Ed. Edit. Verlag Europa-Lehrmittel, 2005

Gómez S. (2008) Solidworks, 1ª Ed. Edit. Marcombo S.A., Barcelona-España

Jensen C., Helsel J., Short Dennis (2004) Dibujo y diseño en ingeniería, 6ª Ed. Edit. McGraw-Hill, México

Mata J., Álvarez C., Vidondo T. (1977) Dibujo Común 1, 1ª Ed. Edit. Edebe. Barcelona-España.

Paquín J.R. (1962) Diseño de Matrices, 2ª Ed. Edit. Montaner y Simón S.A., Barcelona-España

Rosi M. (1979) Estampado en frio de la chapa, 9ª Ed. Edit. Dossat S.A. Madrid España.

Spencer H.C., Dygdon J.T., Novak J.E. (2003) Dibujo Técnico, 7ª Ed. Edit. Alfaomega Grupo Editor S.A. de C.V.

Tajadura Zapirain J.A. (2010) Autocad 2010 Avanzado, 1ra. Ed. Edit. McGraw-Hill / Interamericana de España, S.A.U.

VSM, Sociedad Suiza de Construccion de Maquinas (2006) Extrait de Normes, 9ª Ed. Edit. SNV Shop. Zurich 2006.

Zavaleta J., Trujillo P., Huapaya O. (1984) Diseño Mecánico vol. 1., 1ª Ed. Edit. 1984 Lima-Perú.

Páginas Web consultadas:

Autocad, consultado el 05/03/12

http://es.wikipedia.org/wiki/Autodesk_AutoCAD

Autodesk Inventor, consultada el 12/03/12

http://gfx.programasfull.com/autodesk-inventor-professional-2008-diseno-productos-simulacion.html

Diseño asistido por PC, consultada el 19/03/12

http://www.larevistainformatica.com/diseno-asistido-computadora.html

El dibujo técnico, consultada el 26/03/12

http://ing-gaspanello.com.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=54&Itemid=56

Materiales de fabricación aceros bohler k100, consultada el 09/04/12

http://www.bohlerperu.com/2886.php

Matriceria, consultada el 16/04/12

http://www.matriceriaonline.com/mol-2011/lecciones.php?id_ficha=23

Normas, consultada el 30/04/12

http://www.dibujotecnico.com/saladeestudios/teoria/normalizacion/Introduccion/introduccion.php

SolidEdge, consultada el 18/03/12

http://es.wikipedia.org/wiki/Solid_Edge

Solidworks, consultada el 15/03/12

http://www.marcombo.com/Descargas/9788426714589-SolidWorks/descarga_primer_capitulo_libro_solidworks.pdf


iii
Anexos

Proforma de los productos *CAD*
Autocad y *Autodesk Inventor* v. 2012

			Valores en US$	
Item	**Nombre/Descripción**	**Cant**	**Valor Normal Unitario US$**	**Valor Total US$**
1	*Autodesk Inventor Professional* 2012	1	5,710.00	5,710.00
2	Mantenimiento Anual de *Autodesk Inventor Professional* 2012	1	935.00	935.00
			Sub Total US$	6,645.00
			I.G.V. 18%	1,196.10
			Total US$	7,841.10

			Valores en US$	
Item	**Nombre/Descripción**	**Cant**	**Valor Normal Unitario US$**	**Valor Total US$**
1	*Autocad* 2012	1	3,990.00	3,990.00
2	Mantenimiento Anual de **Autocad** 2012	1	480.00	480.00
			Sub Total US$	4,470.00
			I.G.V. 18%	804.60
			Total US$	5,274.60

semcoCAD
Soluciones y Capacitación CAD
Autodesk
Gold Partner
Manufacturing

MARIBEL RAMÍREZ PAREDES
Asistente de Ventas
maribel.ramirez@semco.com.pe
Teléfono: 566-3980 Anexo: 109
Av. Caminos del Inca 2670, Santiago de Surco
Av. Brígida Silva de Ochoa 398, Of. 507, San Miguel
Lima - Perú
Mapa ubicación

Proforma del producto *CAD SolidWorks* v. 2012

"Nuestra Tecnología, Su Éxito"
Av. Primavera 480 Of. 103
Chacarilla, Surco Lima – Perú
Telf.: +51 (1) 719 9192
Fax: +51 (1) 718 7751
ventas@cadsolutions.pe
www.cadsolutions.pe

Señores:

SENATI

Atención: **Sr. Jorge Saldaña**

De nuestra mayor consideración en respuesta a su solicitud le hacemos llegar la cotización de los productos requeridos:

Item	Cant.	Descripción	Entrega	Precio Total
01	01	*Software CAD* 3D *Solidworks* 2012 Licencia limitada Suscripción por un año	Inmediata	$ 7992.00

Incluye:

- *Solidworks Premium*
- *Solidworks Simulation Desing Analysis*
- *Solidworks Simulation Premium*
- *Solidworks Motion*
- *Solidworks Flow Simulation*
- Soporte técnico

Condiciones de Venta:
Los precios son en dólares y no incluyen IGV
Forma de pago: Contado – Contra entrega

A la espera de su amable respuesta y agradeciendo anticipadamente su gentilmente preferencia quedo de usted.

Atentamente,

Evelyn Ortiz

Consultor Senior

CAD Solution S.A.

CUADRO DE PRODUCCION: DISEÑO UTILIZANDO AUTOCAD

No.	NOMBRE DE ARCHIVO	CODIGO	TIEMPO (Min.)		FORMATO
			Modelado (*.dwg)	Dibujo (*.dwg)	
01	COLUMNA GUIA	PI-0758-A4-06	10	18	A4
02	PRENSA CHAPA	PI-0758-A4-07	14	24	
03	VELA	PI-0758-A4-08	10	18	
04	BOCINA GUIA	PS-0758-A4-14	11	18	
05	TOPE DE CENTRAJE	PI-0758-A4-10	10	10	
06	TOMA	PS-0758-A4-15	12	18	
07	EJE DE BOTADOR	PS-0758-A4-16	11	18	
08	DISCO DE BOTADOR	PS-0758-A4-17	12	18	
09	TUBO 8PULG CEDULA	CN-0758-A4-01	12	16	
10	EMBOLO	CN-0758-A4-04	12	18	
11	VASTAGO	CN-0758-A4-05	12	18	
12	PLATO EXPULSOR	CN-0758-A4-06	12	18	
13	EJE DE FIJACION	CN-0758-A4-07	8	16	
14	EJE DE ARRASTRE DE TAPA	CN-0758-A4-08	10	15	
		Total:	156	243	

No.	NOMBRE DE ARCHIVO	CODIGO	TIEMPO (Min.)		FORMATO
			Modelado (*.dwg)	Dibujo (*.dwg)	
15	PLACA INFERIOR	PI-0758-A3-03	22	25	A3
16	SUPLE INFERIOR	PI-0758-A3-04	15	22	
17	PLACA MATRIZ	PI-0758-A3-05	20	24	
18	PUNZON DE EMBUTIDO	PI-0758-A3-09	16	22	
19	PLACA SUPERIOR	PS-0758-A3-11	16	22	
20	SUPLE SUPERIOR	PS-0758-A3-12	14	24	
21	PUNZON DE CORTE	PS-0758-A3-13	14	22	
22	TAPA SUPERIOR	CN-0758-A3-02	20	28	
23	TAPA INFERIOR	CN-0758-A3-03	16	25	
		Total:	153	214	

No.	NOMBRE DE ARCHIVO	CODIGO	TIEMPO (Min.)		FORMATO
			Ensamble (*.dwg)	Dibujo (*.dwg)	
24	Ensamble Colchon Neumatico	CN-0758-A3-00	66	78	A3
		Total:	66	78	

No.	NOMBRE DE ARCHIVO	CODIGO	TIEMPO (Min.)		FORMATO
			Ensamble (*.dwg)	Dibujo (*.dwg)	
25	Ensamble Parte Superior	PS-0758-A2-02	56	68	A2
		Total:	56	68	

No.	NOMBRE DE ARCHIVO	CODIGO	TIEMPO (Min.)		FORMATO
			Ensamble (*.dwg)	Dibujo (*.dwg)	
26	Ensamble Parte Inferior	PI-8705-A1-01	68	76	A1
		Total:	68	76	

No.	NOMBRE DE ARCHIVO	CODIGO	TIEMPO (Min.)		FORMATO
			Ensamble (*.dwg)	Dibujo (*.dwg)	
27	Ensamble General	EG-0758-A0-00	28	85	A0
		Total:	28	85	

DISEÑO UTILIZANDO AUTOCAD

ARCHIVOS	TOTAL DESARROLLO EN MINUTOS	TOTAL DESARROLLO EN HORAS	%	TOTAL ARCHIVOS	TIEMPO PROMEDIO x ARCHIVO (Min.)
PIEZA/COMPONENTE (*.dwg)	309	05.2	23.9%	22	14.0
DIBUJO/PLANO (*.dwg)	764	12.7	59.2%	26	29.4
ENSAMBLE/SUBENSAMBLE (*.dwg)	218	03.6	16.9%	04	54.5
Tiempo total efectivo	1291	21.5		52	

Nota :

Se ha considerado trabajar en el espacio papel todos los dibujos (planos), asi como tambien en el espacio modelo realizar

las piezas en 3D.

CUADRO DE PRODUCCION: DISEÑO UTILIZANDO AUTODESK INVENTOR

No.	NOMBRE DE ARCHIVO	CODIGO	TIEMPO (Min.)		FORMATO
			Modelado (*.ipt)	Dibujo (*.idw)	
01	COLUMNA GUIA	PI-0758-A4-06	6	10	A4
02	PRENSA CHAPA	PI-0758-A4-07	8	13	
03	VELA	PI-0758-A4-08	8	12	
04	BOCINA GUIA	PS-0758-A4-14	7	8	
05	TOPE DE CENTRAJE	PI-0758-A4-10	6	6	
06	TOMA	PS-0758-A4-15	10	10	
07	EJE DE BOTADOR	PS-0758-A4-16	7	14	
08	DISCO DE BOTADOR	PS-0758-A4-17	6	13	
09	TUBO 8PULG CEDULA	CN-0758-A4-01	6	12	
10	EMBOLO	CN-0758-A4-04	8	13	
11	VASTAGO	CN-0758-A4-05	9	13	
12	PLATO EXPULSOR	CN-0758-A4-06	9	12	
13	EJE DE FIJACION	CN-0758-A4-07	7	11	
14	EJE DE ARRASTRE DE TAPA	CN-0758-A4-08	9	12	
		Total:	106	159	

No.	NOMBRE DE ARCHIVO	CODIGO	TIEMPO (Min.)		FORMATO
			Modelado (*.ipt)	Dibujo (*.idw)	
15	PLACA INFERIOR	PI-0758-A3-03	16	14	A3
16	SUPLE INFERIOR	PI-0758-A3-04	9	12	
17	PLACA MATRIZ	PI-0758-A3-05	12	14	
18	PUNZON DE EMBUTIDO	PI-0758-A3-09	12	14	
19	PLACA SUPERIOR	PS-0758-A3-11	12	15	
20	SUPLE SUPERIOR	PS-0758-A3-12	11	12	
21	PUNZON DE CORTE	PS-0758-A3-13	11	12	
22	TAPA SUPERIOR	CN-0758-A3-02	13	14	
23	TAPA INFERIOR	CN-0758-A3-03	13	14	
		Total:	109	121	

No.	NOMBRE DE ARCHIVO	CODIGO	TIEMPO (Min.)		FORMATO
			Ensamble (*.iam)	Dibujo (*.idw)	
24	Ensamble Colchon Neumatico	CN-0758-A3-00	25	31	A3
		Total:	25	31	

No.	NOMBRE DE ARCHIVO	CODIGO	TIEMPO (Min.)		FORMATO
			Ensamble (*.iam)	Dibujo (*.idw)	
25	Ensamble Parte Superior	PS-0758-A2-02	15	32	A2
		Total:	15	32	

No.	NOMBRE DE ARCHIVO	CODIGO	TIEMPO (Min.)		FORMATO
			Ensamble (*.iam)	Dibujo (*.idw)	
26	Ensamble Parte Inferior	PI-8705-A1-01	15	35	A1
		Total:	15	35	

No.	NOMBRE DE ARCHIVO	CODIGO	TIEMPO (Min.)		FORMATO
			Ensamble (*.iam)	Dibujo (*.idw)	
27	Ensamble General	EG-0758-A0-00	10	42	A0
		Total:	10	42	

DISEÑO UTILIZANDO AUTODESK INVENTOR

ARCHIVOS	TOTAL DESARROLLO EN MINUTOS	TOTAL DESARROLLO EN HORAS	%	TOTAL ARCHIVOS	TIEMPO PROMEDIO x ARCHIVO (Min.)
PIEZA/COMPONENTE (*.ipt)	215	3.6	30.7%	22	9.8
DIBUJO/PLANO (*.idw)	420	7.0	60.0%	26	16.2
ENSAMBLE/SUBENSAMBLE (*.iam)	65	1.1	9.3%	4	16.3
Tiempo total efectivo	700	11.7			

GLOSARIO

ACIS	*3D ACIS MODELER* es un modelador geométrico tridimensional de sólidos basado en objetos usado en 32 y 64 bits propiedad de Spatial Technologies que hoy fue adquirida por *Dassault Systemes*
AEC	*Architecture Engineering Construction* ó Arquitectura Ingeniería Construcción. Se refiere a todo el software y aplicaciones relacionadas con estas áreas.
AENOR	Asociación Española de Normalización y Certificación.
AFNOR	*Association Française* de *Normalisation*, Asociación Francesa de Normalizacion.
ANSI	*American National Standard Institute*, Instituto Nacional Americano de Normas.
ASME	*American Society of Mechanical Engineers*. Asociación Americana de Ingenieros Mecánicos.
AWS	*American Welding Societ*, Asociación Americana de Soldadura.
BSI	*British Standards Institution*, *BSI* es un organismo colaborador de *ISO* y proveedor de estas normas, son destacables la *ISO 9001*, *ISO 14001.*
CAD	*Computer Aided Design*. Disenio Asistido por Computadora.
CAE	*Computer Aided* Engineering. Ingenieria Asistida por Computadora.
CAM	*Computer Aided Manufacturing*. Manufactura Asistida por Computadora.
CATIA	*Computer Aided Three-dimensional Interactive Application*, Aplicación Interactiva tridimensional Asistida por Computadora.
CFD	*Computational Fluids Dynamics*, Hablando de diseño por computadora, *CFD* es una técnica computacional que permite realizar estos estudios usando modelos matemáticos de cómputo en tres dimensiones que representan el problema en cuestión
CGI	*Computer Generated Imagery* ó Imágenes Generadas por Computadora, este término se aplica para referirse a los programas para animación 3D por computadora.
CIM	*Computer Integrated Manufacturing* , Manufactura integrada por computadora.

CNC	Control Numérico Computarizado.
DAC	Diseño Asistido por Computadora
DIN	*Deutches Institut für Normung. I*nstituto Alemán de Normalización.
DIRECT3D	Es parte de *DirectX* (conjunto de bibliotecas para multimedia), propiedad de *Microsoft*.
DWG	Es un formato de archivo informático de dibujo computarizado, utilizado principalmente por el programa *AutoCAD*.
DWF	*Design Web Format*, formato para publicación en web de archivos *CAD* en 2D y 3D, permite proteger los datos de los dibujos publicados contra cualquier modificación, creado por *Autodesk*.
DWT	*Drawing Template File*, Archivo de Plantilla, extensión que *AutoCAD* utiliza para sus archivos de plantillas o *Templates*, permiten elegir entre varias configuraciones definidas.
DXF	*Drawing Exchange Format*, formato de archivo informático para dibujo.
ERP	*Enterprise Resource Planning*, Planificación de Recursos Empresariales
FEA	*Finite Element Analysis,* el análisis de elementos finitos (*FEA*) permite la predicción, a través de modelos numéricos, del comportamiento de una estructura que soporta una cierta carga.
GUI	*Graphical User Interface*, es un programa informático que actúa de interfaz de usuario, utilizando un conjunto de imágenes y objetos gráficos.
HPC	*High Performance Computer* ó Cómputo de Alto Rendimiento. Para aplicaciones de análisis *CAE* como *CFD*, *FEA*, simulación de datos para grandes ensamblajes que requieren alto poder de computo.
IDEAS	I-*deas*, es un sistema de diseño 3D de alta perfomance.
IGES	*Initial Graphics Exchange Specification*, Especificación para el intercambio de datos gráficos. Estándar de la industria para intercambio de datos entre sistemas *CAD*
INDECOPI	Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual.
IRONCAD	*Software CAD* paramétrico para modelado de piezas en 3D.

ISO	*International Organization* for *Standardization*, Organización Internacional para Estandarización.
ISO 14001	Establece, documenta, implementa para mantener y mejorar continuamente un sistema de gestión ambiental.
ISO 9001	Especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad.
ISO TCIO	Comité formado por *ISO* para el tema del dibujo técnico.
JIS	*Japanese Industrial Standards*, Asociación Japonesa de Normas.
NURBS	*non-uniform rational B-spline*, modelo matemático muy utilizado en la computación gráfica para generar y representar curvas y superficies.
OPENGL	*Open Graphics Library*, interfase de programación *API* para aplicaciones de rendering, muy usada por los programas de *CADCAMCAE*
PARASOLID	Motor ó algoritmo de modelado geométrico 3D de sólidos y superficies de forma libre orientado a objetos desarrollado por *ShapeData* y hoy mantenido por Sie*m*ens *PLM Software*.
PDM	*Product Data Management*, Manejo de datos de producto, permite básicamente digitalizar el proceso de ingeniería.
PLM	*Product Lifecycle* Manage*m*ent, o Administración de Ciclo de Vida de Productos; que precisamente permite gestionar desde la concepción de un producto, hasta el final de su vida económica.
PLOTTER	O graficador es un equipo de impresión para un formato grande de papel conocido en ingles como *Wide format*.
PROENGINEER	*PRO ENGINEER* es una solución de software para diseño mecánico de alto nivel 3D, es usado principalmente por ingenieros mecánicos y diseñadores industriales, con aplicaciones completas para *CADCAMCAE* y *PLM*.
RASTERIZAR	Convertir una imagen de vectorial a *bitmap* (mapa de *bits*).
RENDER	proceso de cálculo complejo de generar una imagen foto realista desde un modelo 3D
SKETCH	Croquis, bosquejo trazo en 2D desde el entorno de un *software CAD*.

SMARTMATES	Tecnología Inteligente, Herramientas de productividad y de presentación-colaboración.
STEP	*Standard for the Exchange of Product model data*, estándar de intercambio de datos de digitales de modelado de producto, basado en el estándar *ISO 10303* es un formato neutral para intercambio de datos técnicos entre programas *CAD* y *CAM*
UNE	Normas Españolas
UNI	Ente Nacional Italiano de Normalizacion

Anexo:

d. Planos de fabricación de la Matriz de Corte y Embutido

En este apartado se presenta los planos de fabricación de la matriz de corte y embutido en los cuales se aplicó los estándares creados desde el software CAD Autodesk Inventor Professional v. 2012.

Los planos se muestran por orden de código. El código del plano está compuesto por las iniciales que distingue el subensamble, el código de matrícula de estudiante así como también el orden correlativo del plano.

Verificar la versión impresa