



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN**

**DESARROLLO DE SOFTWARE PARA DISEÑO, SIMULACIÓN  
Y MODELACIÓN CON IMPACTO  
EN LAS CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS**

**TRABAJO PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**PRESENTA:**

**JESÚS ALEJANDRO VELÁZQUEZ GARCÍA**

**ASESOR ING. EDUARDO SALAS CORDOVA**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
 UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
 DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.  
 FACULTAD DE ESTUDIOS  
 SUPERIORES CUAUTITLAN

ASUNTO: EVALUACION DEL INFORME  
 DEL DESEMPEÑO PROFESIONAL



DRA. SUEMI RODRIGUEZ ROMO  
 DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
 P R E S E N T E

ATN: L. A. ARACELI HERRERA HERNANDEZ  
 Jefe del Departamento de Exámenes  
 Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 26 del Reglamento General de Exámenes y el art. 66 del Reglamento de Exámenes Profesionales de FESC, nos permitimos comunicar a usted que revisamos EL TRABAJO PROFESIONAL:

"Desarrollo de software para diseño, simulación y modelación con impacto en las ciencias exactas e ingenierías".

que presenta el pasante: Jesús Alejandro Velázquez García  
 con número de cuenta: 09960720-0 para obtener el título de:  
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios, otorgamos nuestra ACEPTACION

ATENTAMENTE  
 "POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
 Cuautitlán Izcalli, Méx. a 02 de marzo de 2007

PRESIDENTE	<u>Ing. Eduardo Salas Córdova</u>	
VOCAL	<u>Ing. Rosa Emilia Rivera Ramos</u>	
SECRETARIO	<u>Ing. Margarita López López</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>MtI. Pedro Guzmán Tinajero</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>Ing. Raymundo Morales Márquez</u>	

## **DEDICATORIAS**

- A mis padres y hermana por el apoyo brindado durante la carrera y a mi Jessy**
- A mis abuelos y familia por haber puesto en mi sus esperanzas e ilusiones que ahora he venido a materializar al convertirme en un profesional del ramo en el cual laboro**
- A mi asesor de Tesis y profesor Ing. Eduardo Salas Córdova por ser un ejemplo ético y moral para mí, así como por su incondicional apoyo para poder finalizar este importante ciclo de mi vida profesional**
- A Domenica Lagana y Regina Chorné por ser un gran apoyo durante mi estancia en la FES y por haber hecho posible que el día de hoy tenga un dominio sustancial en la lengua francesa e italiana respectivamente**
- A la Doctora Suemi Rodríguez Romo por su apoyo en la realización de mi servicio social así como por sus valiosas sugerencias en materia didáctica y profesional**
- Agradezco a Sulzer Chemtech y a todos los grandes hombres con los cuales he tenido la oportunidad de laborar y que gracias a ellos me he realizado satisfactoriamente como ser humano y profesionalista**

**- Deseo destacar al Ing. José Orozco por su apoyo dentro de la organización y por haberme dado la oportunidad de entrenarme en las otras plantas de Sulzer Chemtech para ahora poder transmitir mis conocimientos a nivel mundial**

**- A Kent R. Grove y Bob E. McMillen por todo el apoyo que ha hecho posible que ahora me encuentre en este momento escribiendo estas líneas**

## INDICE

A.- Reporte de Experiencia profesional (Sulzer Chemtech)...	Pág. 6
B. Manual de SolidWorks 2006.....	Pág. 49
1.- Interfase de usuario en SolidWorks 2006.....	Pág. 50
2.- Como crear un archivo de parte.....	Pág. 80
3.- Como crear un archivo de ensamble.....	Pág. 130
4.- Como crear un archivo de dibujo.....	Pág. 170
5.- Configuraciones para partes y ensamblés (Automatización con M. Excel).....	Pág. 203
6.- Entidades en pailería (Sheet metal).....	Pág. 241
7.- CosmosXpress y validación de diseños con análisis de elemento finito.....	Pág. 292

## Introducción:

**Sulzer Chemtech** es una empresa suiza que se encarga de la manufactura y venta de equipos para la industria metal-mecánica y de la petroquímica.



Dentro de la extensa gama de productos que **Sulzer Chemtech** ofrece al mercado se pueden destacar aquellos destinados a la destilación y transferencia de masa (platos válvulados de bajantes laterales), así como aquellos enfocados a la mezcla y reacción de diversos compuestos (mezcladores estáticos, reactores-intercambiadores de calor).



**Destilación y Transferencia de Masa**



**Mezcla y reacción**

En el tiempo que he pasado dentro de **Sulzer Chemtech** he trabajado en diferentes posiciones y en diferentes regiones del mundo en donde dicha empresa tiene sus oficinas centrales,

sus talleres de fabricación y sus institutos encargados del desarrollo de nuevas tecnologías.

En la siguiente lista muestro mi trayectoria dentro de la empresa en los casi ya tres años que he estado laborando para la misma.

### **Trayectoria en SULZER CTMX, CTNL y CTUS**

**CTMX-MEXICO** (Dibujante proyectista)

**Dic-1-2003 a Jun-12-2004**

**CTNL-HOLANDA** (Entrenamiento en **SolidWorks** y Diseño de equipos para torres de destilación)

**Jun-13-2004 a Ago-27-2004**

**CTMX-MEXICO** (Diseñador)

**Ago-28-2004 a Jun-16-2005**

**CTUS-ESTADOS UNIDOS** (Instructor de **SolidWorks** e Ingeniero de diseño)

**Jun-17-2005 a Sep-9-2005**

**CTMX-MEXICO** (Instructor de **SolidWorks** e Ingeniero de diseño)

**Sep-10-2005 a Feb-11-2006**

**CTUS-ESTADOS UNIDOS** (Ingeniero de Proyecto y Especialista/Consultor en **SolidWorks**)

**Feb-12-2006 a la fecha**

**Sulzer Chemtech** ofrece sus productos al mercado en dos diferentes divisiones las cuales son **MTT** y **MRT**.

A continuación explicaré un poco los conceptos básicos con los que estoy en contacto dentro de mis labores dentro de las dos divisiones de **Sulzer Chemtech**.

### ***MTT - Mass Transfer Technology:***

Primeramente daré una pequeña introducción de lo que es la destilación así como las torres de platos que se encargan de la destilación de sustancias.

La destilación es un método para separar los componentes de una solución; depende de la distribución de las sustancias entre una fase gaseosa y una líquida, y se aplica a los casos en que todos los componentes están presentes en las dos fases. En vez de introducir una nueva sustancia en la mezcla, con el fin de obtener la segunda fase (como se hace en la

absorción o desorción de gases) la nueva fase se crea por evaporación o condensación a partir de la solución original.

La destilación se refiere a separar soluciones en que todos los componentes son apreciablemente volátiles. Mediante la manipulación adecuada de las fases, o mediante evaporaciones y condensaciones repetidas, es generalmente posible lograr una separación tan completa como se requiera y recobrar, en consecuencia, los dos componentes de la mezcla con la pureza deseada. En la destilación, la nueva fase difiere de la original por su contenido calorífico, pero el calor se incrementa o se elimina sin dificultad; por supuesto, debe considerarse inevitablemente el costo de aumentarlo o eliminarlo.

Al mismo tiempo, la destilación posee ciertas limitaciones como proceso de separación. El gas que puede crearse a partir de un líquido mediante la aplicación de calor, consta, inevitablemente, solo de los componentes que se encuentran en el líquido. Por lo tanto, ya que el gas es químicamente muy similar al líquido, el cambio de composición resultante por distribuir los componentes entre las dos fases generalmente no es muy grande. Es más, en algunos casos el cambio de composición es tan pequeño que el proceso no es práctico; más aún, puede suceder que no haya ningún cambio en la composición.

No obstante la separación directa que comúnmente es posible por destilación, en productos puros que no requieren procesamiento posterior, tal vez ha hecho de ésta la más importante de todas las operaciones de transferencia de masa.

## **Torres de platos**

La columna consiste de varios platos en los cuales se lleva a cabo el contacto entre las fases de líquido y de vapor. El vapor es generado por medio de calentamiento del líquido de fondos que se compone básicamente de la sustancia menos volátil del sistema y por tanto está a la mayor temperatura de la torre, mientras que el líquido que va descendiendo a través de la torre desde el primer plato, el cual es más rico en el componente más volátil y está con la menor temperatura de la torre, es obtenido del condensado del vapor más ligero. La alimentación de la torre puede consistir desde líquido subenfriado hasta vapor sobrecalentado, lo cual modifica el número de platos necesarios para la separación deseada. La sección por encima del plato de alimentación se denomina sección de absorción, enriquecimiento o rectificadora; mientras que la que se encuentra debajo de éste se denomina como desorberdora, o de agotamiento. Estos términos se vuelven bastante indefinidos en columnas con alimentaciones múltiples y en aquellas en que se retira una corriente lateral de producto

en algún punto a lo largo de la columna, además de las dos corrientes de productos de los extremos.

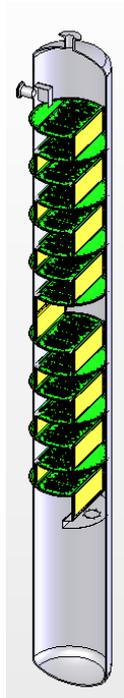
Las torres de platos son cilindros verticales en los que un líquido y un vapor se ponen en contacto en forma de pasos sobre platos. El líquido entra en la parte superior de la torre y fluye en forma descendente por gravedad. El vapor pasa hacia arriba, a través de orificios en el plato; burbujea en el líquido para formar una espuma y pasa al plato superior. El efecto es un contacto múltiple a contracorriente entre el vapor y el líquido. Cada plato en la torre es una etapa al ponerse en contacto los fluidos, al realizar un cambio en la concentración de los componentes de cada fluido.

El número de platos teóricos en una columna sólo depende de lo complejo de la separación, que se va a utilizar y únicamente esta determinado por el balance de materia y las consideraciones de equilibrio. La eficiencia de la etapa se determina por el diseño mecánico utilizado y las condiciones de operación. Por otra parte, el diámetro de la columna depende de las cantidades de líquido y vapor que fluyen a través de la torre por unidad de tiempo. El número de platos utilizados en la torre será mayor al calculado teóricamente, y estos tienen eficiencias que varían entre el 40 al 90%, dependiendo de la hidrodinámica del equipo, características del sistema y condiciones de operación.

Dentro de la división MTT he tenido la oportunidad de trabajar el de desarrollo de proyectos que ostentan algunos de los siguientes equipos:

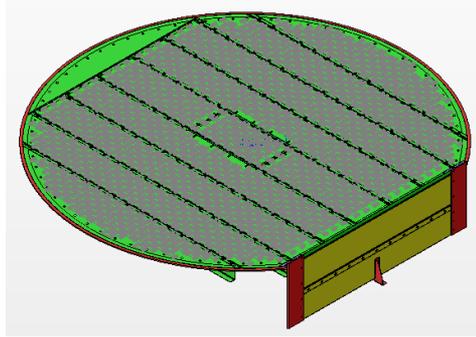
### **TORRE DE PLATOS VALVULADOS DE BAJANTE LATERAL:**

En la siguiente imagen se muestra una torre completa de platos válvulados de bajantes laterales. Este modelo pertenece a un proyecto totalmente desarrollado dentro de **SolidWorks**.



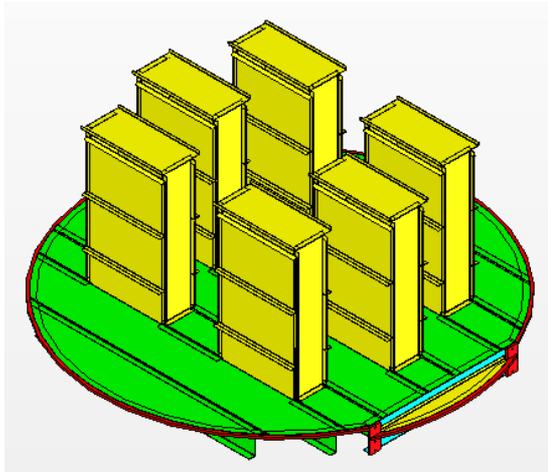
### **PLATO VALVULADO DE BAJANTE LATERAL:**

El plato que se muestra a continuación se denomina de “Un paso” visto que solo tiene una descarga o bajante. El área en color gris muestra el are activa del plato (válvulas).



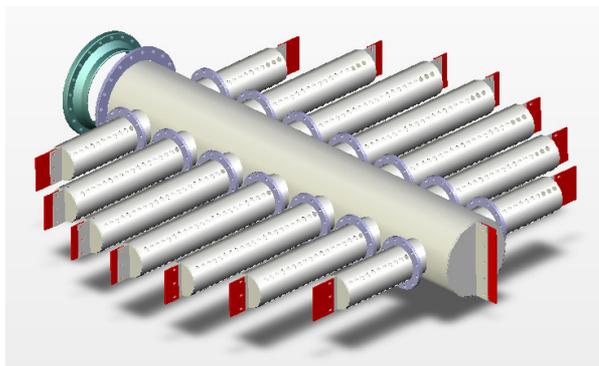
### **PLATO TIPO CHIMENEA:**

El plato tipo chimenea consiste en un plato que colecta el líquido que viene cayendo de un nivel superior de la torre mientras que las chimeneas con sus sombreros dejan pasar el vapor que viene subiendo. Dichos sombreros evitan el paso del líquido a través de la chimenea.



### **DISTRIBUIDOR DE VAPOR:**

El distribuidor que se muestra consta simplemente de un ramal principal con brazos laterales, los cuales tienen barrenos para permitir la salida del vapor.



De esta forma he mostrado un poco acerca de los productos con los cuales he estado trabajando en Sulzer Chemtech dentro de la división **MTT (*Mass Transfer Technology*)**.

### **MRT - *Mixing and Reaction Technology*:**

Primeramente daré una pequeña introducción de lo que es una mezcla así como los mezcladores estáticos que se encargan de la mezcla de diversas sustancias.

Una mezcla es la unión de dos o más sustancias en proporciones variables que conservan sus propiedades; sus componentes pueden separarse por medios físicos, generalmente no hay absorción o desprendimiento de energía al hacerlo (interacción química). Las mezclas son aquellas en las que sus componentes se encuentran distribuidos uniformemente.

**Homogéneas:** Presentan iguales propiedades en todos sus puntos. Se separan por cristalización, extracción, destilación y cromatografía. Estas mezclas se conocen más genéricamente como soluciones. Una solución está constituida por un “solvente”, que es el componente que se halla en mayor cantidad o proporción y uno o más “solutos”, que son las

sustancias que se hallan dispersas homogéneamente en el solvente.

**Heterogéneas:** Presentan un aspecto no uniforme. Se separan por filtración, decantación y por separación magnética. Están formadas por dos o mas sustancias puras que se combinan, conservando cada una sus propiedades particulares, de tal manera que podemos distinguir las sustancias que la componen.

En las Mezclas heterogéneas se distinguen cuatro tipos de mezclas:

**Coloides:** son aquellas formadas por dos fases sin la posibilidad de mezclarse los componentes (Fase Sol y Gel)

**Sol:** Estado diluido de la mezcla, pero no llega a ser liquido, tal es el caso de la mayonesa, las cremas, espumas, etc.

**Gel:** Estado con mayor cohesión que la fase Sol, pero esta mezcla no alcanza a ser un estado sólido como por ejemplo la jalea.

**Suspensiones:** Mezclas heterogéneas formadas por un sólido que se dispersan en un medio líquido.

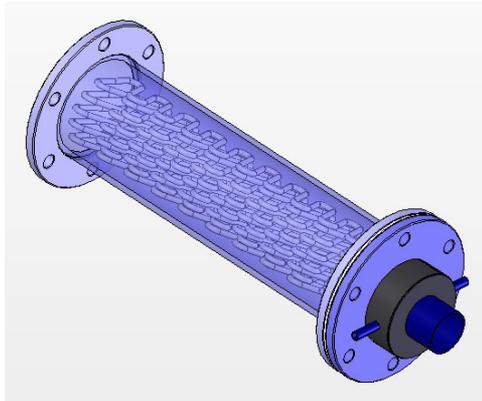
## **Mezcladores estáticos**

Un mezclador estático es un dispositivo que contiene diversas partes no-móviles (planos en forma de paredes u obstáculos) y que es capaz de realizar una mezcla de diferentes sustancias haciendo uso de la misma energía cinética de las partículas de las sustancias en cuestión; dicha energía al hacer contacto con los contornos del mezclador propicia la interacción de las partículas de las sustancias dando por resultado la unión-mezcla de las mismas.

Dentro de la división MRT he tenido la oportunidad de trabajar el de desarrollo de programas en **SolidWorks** para los siguientes equipos:

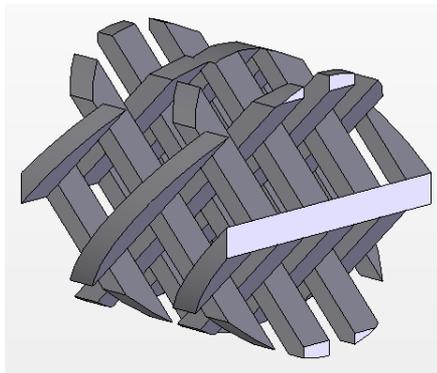
### **REACTOR-INTERCAMBIADOR DE CALOR:**

El mezclador de la imagen es capaz de incrementar o disminuir la temperatura del fluido que pasa a través de la tubería principal gracias a los serpentines que se encuentran en su interior. Dichos serpentines pueden conducir líquido caliente ó frío según se requiera.



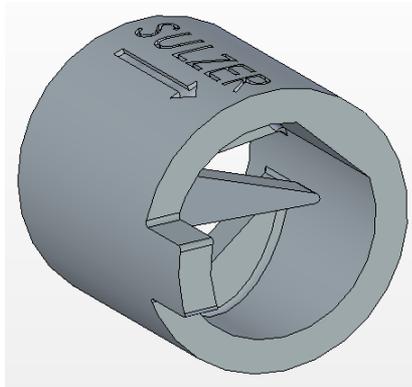
### **MEZCLADOR ESTATICO TIPO “X”:**

La construcción del mezclador tipo “X” le permite realizar mezclas de sustancias viscosas (polímeros). Estos mezcladores son usados en las maquinas de inyección de plásticos (por ejemplo para mezclar un plástico base con algún colorante).



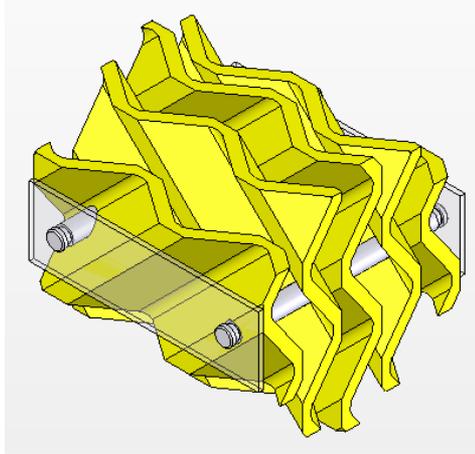
### **MEZCLADOR ESTÁTICO TIPO “F”:**

Para aplicaciones en las que se manejan mezclas de líquidos con partículas insolubles o partículas sólidas con partículas sólidas la mejor opción es utilizar un mezclador de tipo “F” ya que su geometría le permite realizar la mezcla in el riesgo de estancamientos u obstrucciones.



### **MEZCLADOR ESTÁTICO TIPO “V”:**

El mezclador tipo “V” es el óptimo en aplicaciones que requieren que un líquido entre en contacto con algún tipo de gas o para mezclas líquido-líquido.



De esta forma he mostrado un poco acerca de los productos con los cuales he estado trabajando en Sulzer Chemtech dentro de la división **MRT (*Mixing and Reaction Technology*)**.

### **Descripción del desempeño profesional:**

Como ya se explico anteriormente en la introducción de este reporte he ocupado varios puestos dentro de **Sulzer Chemtech** los cuales detallaré a continuación de manera cronológica.

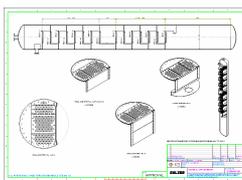
#### **1.- CTMX-MEXICO (Dibujante proyectista)**

**Dic-1-2003 a Jun-12-2004**

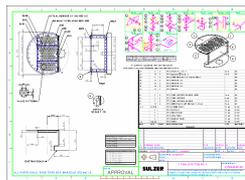
En mi primera etapa dentro de **Sulzer Chemtech** en la sucursal CTMX pertencí al grupo de dibujantes proyectistas del departamento de ingeniería, en ese tiempo me fui familiarizando con los productos de la empresa realizando dibujos de fabricación o taller usando el programa llamado AutoCAD 2002, también en algunos proyectos estuve a cargo de la realización de dibujos de ensamble haciendo uso de la herramienta de diseño tridimensional que lleva por nombre Autodesk Inventor 6.

Durante esta etapa pude poner a prueba mis habilidades de diseño CAD y de igual forma apliqué los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera con lo que al dibujo mecánico se refiere.

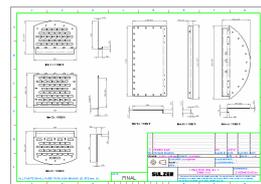
Dentro de los productos que estuvieron a mi cargo pueden destacarse aquellos que se encuentran en torres de destilación con platos válvulados de bajantes laterales.



**Arreglo General**



**Ensamble**



**Taller**

Mi etapa como dibujante proyectista fue importante desde el punto de vista de iniciarme como profesional y aún cuando no estuve propiamente realizando las tareas del cargo de Ingeniero Mecánico de todas formas en esta primera etapa pude aplicar y desarrollar de igual manera muchos de los conceptos que me fueron enseñados durante la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista para satisfacer los requerimientos del puesto de dibujante proyectista.

## **2.- CTNL-HOLANDA** (Entrenamiento en Holanda)

**Jun-13-2004 a Ago-27-2004**

Al poco tiempo de haber comenzado a trabajar en Sulzer CTMX tuve la oportunidad de viajar a nuestra sucursal en Holanda (CTNL) en la ciudad de **Tiel** con el propósito de ser entrenado en el uso de la herramienta CAD que lleva por nombre **SolidWorks** así como también en el diseño de equipos para torres de destilación (Platos válvulados de bajantes laterales).



A lo largo del entrenamiento recibido pude aplicar los nuevos conocimientos al estar a cargo del diseño de una decena de

torres de destilación las cuales contenían desde platos válvulados de bajantes laterales hasta dispositivos especiales para distribución de vapor así como elementos integrantes de un reactor-intercambiador de calor (rompedor de vortice y directores de flujo).

Para llevar a cabo dichos proyectos me vi en la posición de aplicar ciertos conocimientos aprendidos de los ingenieros holandeses en materia del diseño mecánico para platos de bajantes laterales, haciendo uso de ciertos programas encargados de la resolución de dichas tareas. Y desde el punto de vista del diseño CAD hice uso de las herramientas AutoCAD 2002 y **SolidWorks 2004**.

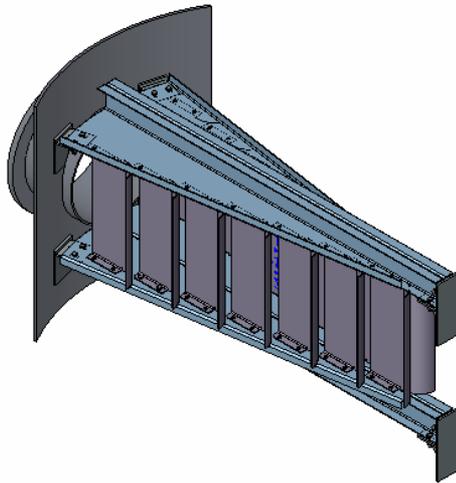
Durante mi estancia en la sucursal CTNL me encargué de desarrollar varios procedimientos para el uso de **SolidWorks** para con los productos de Sulzer Chemtech ya que en esos momentos me di cuenta del gran potencial que dicha herramienta habría de brindarnos.

Esta etapa dentro de Sulzer Chemtech fue un punto crucial para poder desarrollarme de la forma en la que lo estoy haciendo visto que fue en Europa en donde comencé a integrarme más a fondo con las personas que me han apoyado a lo largo de mi carrera en la empresa y que ahora son mis jefes inmediatos.

### 3.- CTMX-MEXICO (Diseñador)

**Ago-28-2004 a Jun-16-2005**

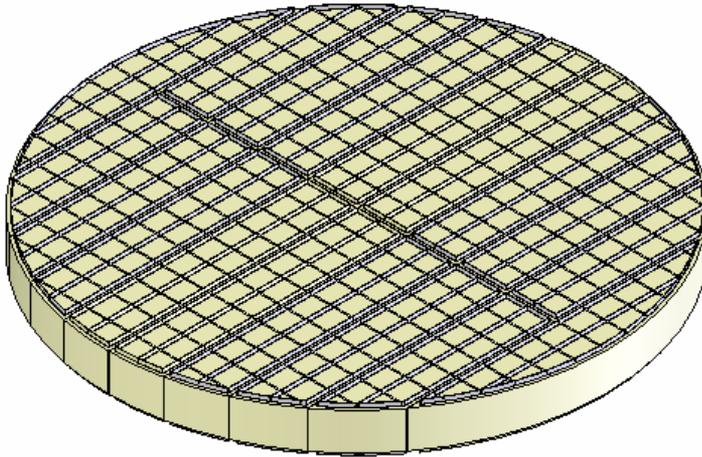
En mi etapa de diseñador en México (CTMX) estuve a cargo de desarrollar algunas de mis primeras herramientas automatizadas dentro de **SolidWorks**, dichas herramientas fueron usadas en proyectos reales, fabricando a partir de ellas ciertos elementos de equipos para torres de destilación.



**GAS DISTRIBUTOR**

Tuve también la oportunidad de realizar algunos proyectos de torres completas conjuntamente con CTUS. Para finalizar los diseños de dichas torres hice uso del programa **SolidWorks** para crear los modelos necesarios así como los dibujos para aprobación del cliente y en una etapa posterior los dibujos de

taller para la fabricación de los elementos integrantes de dichas torres.



### **ELIMINADOR DE NIEBLA**

Desarrollé también mis habilidades dentro del programa **SolidWorks** para poder estar en la posición de ofrecer entrenamiento en toda la región de América (***NSA-North and South America***). Para esto estuve generando una importante cantidad de información dentro de **SolidWorks** con respecto a toda la gama de productos que Sulzer ofrece al mercado de la petroquímica, esto sin duda fue un punto crucial en mi plan de trabajo como instructor de **SolidWorks** ya que ofrecí un curso hecho a la medida para los ingenieros y diseñadores de toda nuestra región.

**4.1.- CTUS-ESTADOS UNIDOS** (Instructor de **SolidWorks** e Ingeniero de diseño)

**Jun-17-2005 a Sep-9-2005**

**4.2.- CTMX-MEXICO** (Instructor de **SolidWorks** e Ingeniero de diseño)

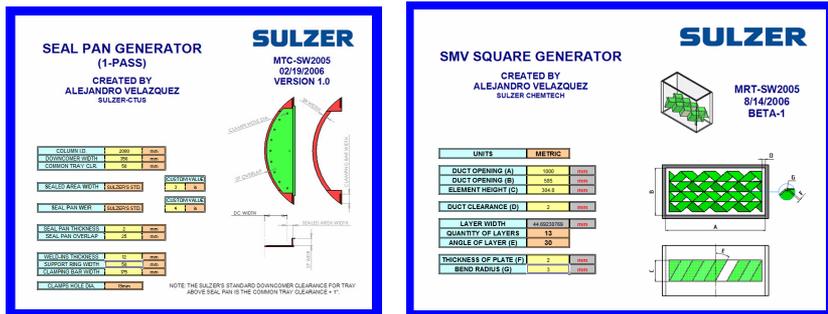
**Sep-10-2005 a Feb-11-2006**

Al ofrecer mis servicios como instructor de **SolidWorks** a las sucursales de CTMX y CTUS desarrollé algunas lecciones para mostrar las capacidades del programa y poder así transmitir mis habilidades en el uso del mismo, dichas lecciones las estoy utilizando en el manual de **SolidWorks 2006** que se encuentra adjunto a este reporte de mi experiencia profesional. Dicho manual es un excelente punto de partida para poder ser productivo en el uso del programa; en él he plasmado mucha de la experiencia que he desarrollado dentro de **SolidWorks** y en el presente manual no solo muestro como usarlo como mera herramienta CAD sino también como usarlo para resolver algunas situaciones que se le presentarían a un Ingeniero o diseñador dentro de la industria metal-mecánica.

En el ámbito de la ingeniería de diseño estuve a cargo de una extensa variedad de proyectos de torres de destilación en los cuales hice uso intensivo de **SolidWorks** y para lo cual fui creando también las herramientas necesarias para hacer de la

etapa del diseño CAD una tarea más sencilla y con obtención de resultados en un tiempo menor.

Dichas herramientas paramétricas significaron mis primeros pasos dentro de la programación de herramientas automatizadas dentro de SolidWorks. Al comenzar a desarrollar algunas herramientas para la división **MTT** algunas personas de la división **MRT** se dieron cuenta del potencial de las ventajas que conlleva la automatización de diseños dentro de **SolidWorks**, por lo que me vi en la posición de programar herramientas para ambas divisiones.



En mi primera etapa como instructor de **SolidWorks** realice un viaje a nuestra sucursal de Estados Unidos (Tulsa,OK) en la cual impartí un curso de 18 lecciones con una duración de 4 horas por lección a dos grupos de tres personas cada uno. Dentro de dicho curso mostré las capacidades del programa así

como las herramientas que yo había creado así como aquellas que ya habían sido desarrolladas en CTNL y que en conjunto nos permitieron finalizar satisfactoriamente nuestros proyectos de torres de destilación con platos válvulados de bajantes laterales. Una vez terminado el curso me dediqué a apoyar a los nuevos usuarios para el desarrollo de sus proyectos.

De igual manera realicé algunos otros proyectos algo más complejos que requirieron de un conocimiento avanzado en el diseño de modelos dentro de **SolidWorks**. En esta etapa presente dos de mis primeras herramientas para la división **MRT**.

A mi regreso a la sucursal CTMX repetí el curso que impartí en CTUS agregando algunos nuevos ejemplos y procedimientos que desarrollé en mi estancia en CTUS. De igual manera que en CTUS en CTMX me metí de lleno en la ingeniería de diseño así como en el diseño de programas mas eficientes dentro de **SolidWorks**.

**5.- CTUS-ESTADOS UNIDOS** (Ingeniero de Proyecto y Especialista/Consultor en **SolidWorks**)  
**Feb-12-2006 a la fecha**

En los primeros meses del presente año fui transferido a nuestra filial CTUS para continuar con el desarrollo de mis programas dentro de **SolidWorks** así como también para iniciarme en la ingeniería de proyectos. Como Ingeniero de proyecto he estado a cargo de varios proyectos en los cuales he desarrollado principalmente las tareas que se muestran en la siguiente lista:

- ✚ Recepción de la carpeta del proyecto
- ✚ Analizar la orden de compra y las especificaciones del cliente
- ✚ Diseñar los equipos pertenecientes al proyecto
- ✚ Realización de cálculos mecánicos e hidráulicos
- ✚ Asignar la carpeta al área de diseñadores para la creación de los de dibujos
- ✚ Interacción con nuestros clientes
- ✚ Interacción con nuestros gerentes de proyecto
- ✚ Interacción con nuestros diseñadores
- ✚ Dar seguimiento al proyecto para cumplir con las fechas inherentes del proyecto

A continuación se muestra un ejemplo de un proyecto real, en el cual hice uso de varias herramientas y formatos de Sulzer así como del programa de diseño SolidWorks.

1. Este primer formato es en el cual todas las especificaciones del proyecto en cuestión son escritas para tenerlos como una referencia dentro de nuestra carpeta del proyecto.

**SULZER CHEMTECH**  
**SECTIONAL TRAYED COLUMN DESIGN SHEET** N-13

**DESIGN** \_\_\_\_\_ **TRAY DECKS** \_\_\_\_\_

COLUMN IS NEW / OLD  
 DUPLICATE / REVISE / REPLACE  
 NUTTER JOB NO. \_\_\_\_\_  
 ( 25 ) 1 -PASS ( 54" ) TRAY #s 1 THRU 25  
 ( ) -PASS ( ) TRAY #s \_\_\_\_\_  
 TRAYS NUMBERED TOP TO BOTTOM  
 MANWAY ( 16" ) I.D. \_\_\_\_\_

TRAY DECKS  
 PARTIAL / TOTAL DRAW-OFF / TRAY # \_\_\_\_\_  
 QUICK OPENING MANWAYS  
 ( ) \_\_\_\_\_ GA \_\_\_\_\_  
 ( ) \_\_\_\_\_ GA \_\_\_\_\_

**WEIRS** \_\_\_\_\_ **ORIFICE** \_\_\_\_\_

INLET WEIRS - HEIGHT ( ) \_\_\_\_\_  
 TOP TRAY ONLY \_\_\_\_\_  
 ALL TRAYS \_\_\_\_\_  
 TRAY #s \_\_\_\_\_  
 PICKET FENCE-WEIRS OPEN LENGTH ( ) \_\_\_\_\_  
 ADJUSTABLE \_\_\_\_\_

14 / 16 GA 304L TYPE BDH  
 ( 80 ) - 0.4375" TRAY #s 1 THRU 25  
 ( ) - \_\_\_\_\_ TRAY #s \_\_\_\_\_  
 ( ) - \_\_\_\_\_ TRAY #s \_\_\_\_\_  
 TRIANGULAR PITCH \_\_\_\_\_

**DOWNCOMERS** \_\_\_\_\_ **BOLTING & HARDWARE** \_\_\_\_\_

THRU-BOLTED / WELD-IN \_\_\_\_\_  
 Z-BARS \_\_\_\_\_ GA \_\_\_\_\_  
 ANTI-JUMP BAFFLES \_\_\_\_\_  
 VAPOR EQUALIZERS - TRAY #s \_\_\_\_\_  
 FLOW EQUALIZERS \_\_\_\_\_  
 RADIUS TIP DOWNCOMER

BOLTS 304L NUTS 304L  
 HDW 304L SLIDE FASTENERS \_\_\_\_\_  
 TOP REMOVABLE \_\_\_\_\_  
 TACK-WELDED / DOUBLE NUTS \_\_\_\_\_  
 EXCESS ( 10 ) % \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**GASKETING** \_\_\_\_\_ **CHIMNEY TRAYS** \_\_\_\_\_

MATERIAL \_\_\_\_\_  
 DOWNCOMER \_\_\_\_\_  
 TRAY PERIMETER \_\_\_\_\_  
 TRAY DECK \_\_\_\_\_  
 CHIMNEY TRAY \_\_\_\_\_  
 DOWNCOMER SEAL AREA \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ GA \_\_\_\_\_  
 SEAL-WELD / BOLTED \_\_\_\_\_  
 RISER HEIGHT \_\_\_\_\_ OPEN AREA \_\_\_\_\_ %  
 TRUSS DEPTH \_\_\_\_\_  
 SUMP DEPTH \_\_\_\_\_  
 TOTAL / PARTIAL DRAW \_\_\_\_\_  
 TRUSS LUGS / ROUND RISERS / DIAMETER \_\_\_\_\_  
 MAJOR BEAM \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**RECESSED PANS** \_\_\_\_\_ **STRUCTURAL** \_\_\_\_\_

BY SULZER / OTHERS \_\_\_\_\_  
 WELD-IN / GASKETED / METAL-METAL \_\_\_\_\_  
 WIDTH ( ) \_\_\_\_\_ DEPTH ( ) \_\_\_\_\_

DOWNCOMER TRUSS \_\_\_\_\_ GA \_\_\_\_\_  
 BEAM \_\_\_\_\_  
 LATTICE TRUSSES \_\_\_\_\_  
 DESCRIPTION & SIZE INTEGRAL TRUSS  
3" BY 1.5"

**SPECIFICATIONS** \_\_\_\_\_ **WELD-IN-SUPPORTS** \_\_\_\_\_

UNITS METRIC / ENGLISH  
 STEAM CLEANED / PLASTIC WRAP \_\_\_\_\_  
 METAL STAMPED PARTS \_\_\_\_\_  
 LAYERED / INDIVIDUAL CRATING \_\_\_\_\_  
 RUST-BAN / EXPORT CRATING \_\_\_\_\_  
 FEED PIPING PER CUSTOMER SPEC.: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 BY OTHERS / SULZER / EXISTING  
 4/2" THICK C.S. A-36  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 MODIFY EXISTING WELD-INS \_\_\_\_\_

NOTES: TWO AMINE CONTACTORS WILL BE BUILT.

ITEM: \_\_\_\_\_ ORDER NO. \_\_\_\_\_

SECTIONAL TRAYED COLUMN DESIGN SHEET DATE: 5/22/06 BY: ALEJANDRO VELAZQUEZ



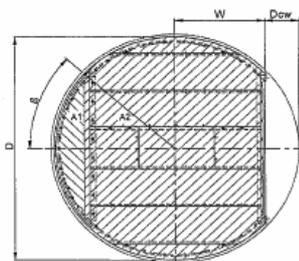
muestran a continuación. Dichos cálculos son realizados a partir de hojas de Excel especialmente diseñadas para tal fin.

DESIGN DATA			
<b>DESIGN CONDITIONS</b>			
<b>Temperature conditions:</b>			
Td	Design temperature	= 150 °C	302 °F
<b>Loading conditions: (design temperature)</b>			
Ptro	Design load tray (operating conditions) * (Owh + 50 mm liquid level above Owh)	=	Outlet weir height + 50 mm liquid level above Owh
Pdco	Design load DC area (operating conditions) Or a head of water 1/2 x TS	=	3000 N/m <sup>2</sup>
	Or a head of water 2/3 x TS	=	Y
Pdtru	Heavy load downwards (upset conditions) *	=	N 5000 N/m <sup>2</sup>
	Concentrated load (room temperature)	1000 N	(Maintenance load)
<b>Approximate weight</b>			
	Material weight 2 mm DC tray	=	175 N/m <sup>2</sup>
	Material weight 3 mm DC tray	=	255 N/m <sup>2</sup>
	Material weight 3.5 mm DC tray	=	290 N/m <sup>2</sup>
	Material weight 6 mm area tray panel	=	475 N/m <sup>2</sup>
<b>Stiffness requirements:</b>			
fmax	Maximum deflection tray - upset conditions		
	ID Column	=	1371 mm
	1 / n (standard 1/900)	n	= 900
	fmax = ID Column / n	fmax	= 1.52 mm
	fmax. for beams or tray ribs = beam length or rib length / n		
<b>Corrosion conditions:</b>			
tc	Corrosion allowance for all parts mm per exposed side.	=	1.5 mm (supports only)
<b>MATERIAL DATA</b>			
	Material Internals	AISI 304L	
Ert	E-modulus at Room temperature	=	195 KN/mm <sup>2</sup>
Edt	E-modulus at Design temperature	=	186 KN/mm <sup>2</sup>
σrt	Yield Strength at Room temperature	=	172 N/mm <sup>2</sup>
σdt	Yield Strength at Design temperature	=	132 N/mm <sup>2</sup>
σmax,up	Max Allowable Stress (slight plastic deformation allowed) (Upset conditions = 0.9 σdt)	=	119 N/mm <sup>2</sup>
σmax,op	Max Allowable Stress (fully elastic behavior) (Operating conditions = 2/3 σdt)	=	88 N/mm <sup>2</sup>
Note!	* Under normal operating conditions the tray shall be assessed against deflection considerations.		
	* Under upset and maintenance conditions the tray shall be assessed against strength.		
	Specified design loads are excluding dead weight of tray.		

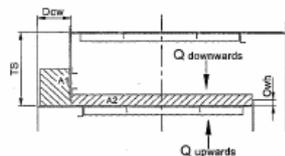
Load calculation for support ring 1-pass tray

Load support ring

ID column	ID	=	1371	mm
Downcomer width	Dcw	=	419	mm
Diameter tray	D	=	1320	mm
Outlet weir height	Owh	=	76	mm
Tray spacing	TS	=	609	mm
Tray thickness	T	=	2.0	mm
Width load area	W	=	266.5	mm
Angle	$\beta$	=	1.16	Rad
$A1=(D/2)^2 \times (\beta - \sin\beta \times \cos\beta)$	A1	=	0.34	m <sup>2</sup>
$A2=Atot-2 \times A1$	A2	=	0.68	m <sup>2</sup>



Outline=2 x $\beta$ x D/2	Lout 1	=	1525	mm
Outline= $\pi$ x D - (2 x $\beta$ x D/2)	Lout 2	=	1097	mm



Uniform load on tray area A2		=	1260	N/m <sup>2</sup>
Load area A2		=	175	N/m <sup>2</sup>
Material weight panel		=	175	N/m <sup>2</sup>
Downwards load	q2down	=	1435	N/m <sup>2</sup>
Upwards load	q2up	=	0	N/m <sup>2</sup>
Uniform load on tray area A1		=	4060	N/m <sup>2</sup>
Load area A1		=	175	N/m <sup>2</sup>
Material weight panel		=	175	N/m <sup>2</sup>
Downwards load	q1down	=	4235	N/m <sup>2</sup>
Upwards load	q1up	=	0	N/m <sup>2</sup>

Load on the support ring area A1

$Q1=q1 \times A1$	Q1down	=	1449	N	Q1up	=	0	N
	Q1	=	1449	N				

Load on 1mm support ring

$F1=Q1 / Lout 1$	F1	=	0.95	N (per mm)
------------------	----	---	------	------------

Load on the support ring area A2

$Q2=q2 \times A2$	Q2down	=	981	N	Q2up	=	0	N
	Q2	=	981	N				

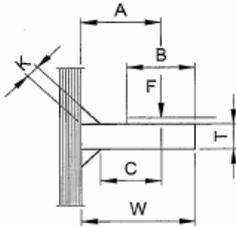
Load on 1mm support ring

$F2=Q2 / Lout 2$	F2	=	0.89	N (per mm)
------------------	----	---	------	------------

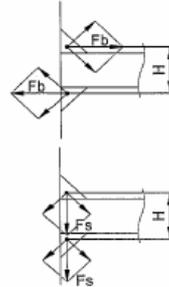
## SUPPORT RING

### Load on the support ring

Area A1 (F1)	=	0.95 N per mm
Area A2 (F2)	=	0.89 N per mm



	Nominal	Corroded	
F1 =	0.95		N per mm
F2 =	0.89		N per mm
B =	25.0	22.0	mm
W =	51.0	49.5	mm
T =	12.7	9.7	mm
K =	6.0	4.5	mm
A =	38.5	38.5	mm
C =	30.0	32.1	mm
H =	16.94	12.88	mm
tc =	1.5		mm



### Stress in support ring

Bending

$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{F \times C}{0.1667 \times 1 \times T^2}$	=	1.06	1.95	N/mm <sup>2</sup>	1.00	1.83	N/mm <sup>2</sup>
--	---	------	------	-------------------	------	------	-------------------

Shear

$\tau = \frac{F}{T}$	=	0.07	0.10	N/mm <sup>2</sup>	0.07	0.09	N/mm <sup>2</sup>
----------------------	---	------	------	-------------------	------	------	-------------------

$\sigma_1 = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$	=	1.07	1.96	N/mm <sup>2</sup>	1.01	1.84	N/mm <sup>2</sup>
		Ok	Ok		Ok	Ok	

### Stress in weldconnection

$F_b = \frac{F \times A}{H}$	=	2.16	2.84	N	2.03	2.67	N
------------------------------	---	------	------	---	------	------	---

$F_s = \frac{F}{2}$	=	0.48	0.48	N	0.45	0.45	N
---------------------	---	------	------	---	------	------	---

$\sigma_1 = 0.5 \times \frac{\sqrt{2} \times F_b}{K}$	=	0.25	0.45	N/mm <sup>2</sup>	0.24	0.42	N/mm <sup>2</sup>
---	---	------	------	-------------------	------	------	-------------------

$\sigma_2 = 0.5 \times \frac{\sqrt{2} \times F_s}{K}$	=	0.06	0.07	N/mm <sup>2</sup>	0.05	0.07	N/mm <sup>2</sup>
---	---	------	------	-------------------	------	------	-------------------

$\sigma = \sigma_1 + \sigma_2$	=	0.31	0.52	N/mm <sup>2</sup>	0.29	0.49	N/mm <sup>2</sup>
--------------------------------	---	------	------	-------------------	------	------	-------------------

$\tau_1 = 0.5 \times \frac{\sqrt{2} \times F_b}{K}$	=	0.25	0.45	N/mm <sup>2</sup>	0.24	0.42	N/mm <sup>2</sup>
---	---	------	------	-------------------	------	------	-------------------

$\tau_2 = 0.5 \times \frac{\sqrt{2} \times F_s}{K}$	=	-0.06	-0.07	N/mm <sup>2</sup>	-0.05	-0.07	N/mm <sup>2</sup>
---	---	-------	-------	-------------------	-------	-------	-------------------

$\tau = \tau_1 + \tau_2$	=	0.20	0.37	N/mm <sup>2</sup>	0.19	0.35	N/mm <sup>2</sup>
--------------------------	---	------	------	-------------------	------	------	-------------------

$\sigma_1 = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$	=	0.46	0.83	N/mm <sup>2</sup>	0.44	0.78	N/mm <sup>2</sup>
		Ok	Ok		Ok	Ok	

Load calculation for 1-pass tray (panel rib)

**Load tray panel rib**

ID column	ID	=	1371	mm
Outlet weir height	Owh	=	76	mm
Diameter tray	D	=	1320	mm
Length load area	L	=	527	mm
Panel width	a	=	175	mm
Panel width	b	=	155	mm
Tray thickness	T	=	2.0	mm
Area $= (a+b) \times L$	A	=	0.17	m <sup>2</sup>

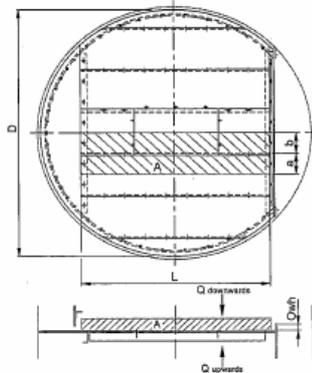
Uniform distr. load on panel rib (area A)

Load area A	=	1260	N/m <sup>2</sup>	
Material weight panel	=	175	N/m <sup>2</sup>	
Downwards load	q <sub>down</sub>	=	1435	N/m <sup>2</sup>
Upwards load	q <sub>up</sub>	=	0	N/m <sup>2</sup>
Total load				
Q = q x A	Q <sub>down</sub>	=	250	N
	Q <sub>up</sub>	=	0	N

**Q<sub>r</sub>** = 250 N

Concentrated load on panel rib

Concentrated load	Q <sub>m</sub>	=	1000	N
(Maintenance load)				

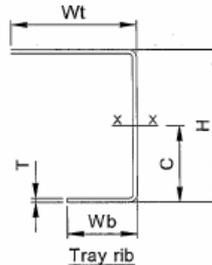


**Panel rib**

Rib height	H	=	76	mm
Rib width topside	W <sub>t</sub>	=	45	mm
Rib width bottomside	W <sub>b</sub>	=	38	mm
Plate thk.	T	=	2	mm
Rib length between supports	L <sub>s</sub>	=	527	mm
Rib length maintenance	L <sub>m</sub>	=	527	mm

$f_{max} = \frac{1}{n} L_s = 0.6$  mm

$f_{max} = \frac{1}{n} L_m = 0.6$  mm



Determination axis of gravity

$$\frac{(W_t \times T \times (H - T/2)) + (T \times (H - 2T) \times (H/2)) + (W_b \times T \times T/2)}{(W_t \times T) + (T \times (H - 2T)) + (W_b \times T)}$$

C = ~39.67 mm

**Moment of inertia (uniform load)**

$$I_{x,x} = \left( \frac{1}{12} \times Wt \times T^3 + Wt \times T \times (H - C - T/2)^2 \right) + \left( \frac{1}{12} \times T \times (H - 2T)^3 + T \times (H - 2T) \times (C - H/2)^2 \right) + \left( \frac{1}{12} \times Wb \times T^3 + Wb \times T \times (C - T/2)^2 \right) = 288652 \text{ mm}^4$$

$$W_{x,x} = \frac{I_{x,x}}{C} = 7276 \text{ mm}^3$$

**Maximum moment (uniform load)**

$$M_{b,max} = \frac{Qt \times Ls}{8} = 16440 \text{ Nmm}$$

**Bending stress (uniform load)**

$$\sigma_b = \frac{M_{b,max}}{W_{x,x}} = 2.3 \text{ N/mm}^2 \quad \text{Ok}$$

**Deflection (uniform load)**

$$f = \frac{5 \times Qt \times Ls^3}{384 \times E \times I_{x,x}} = 0.01 \text{ mm} \quad \text{Ok}$$

**Maximum moment (maintenance load)**

$$M_{b,max} = \frac{Qm \times Lm}{4} = 131750 \text{ Nmm}$$

**Bending stress (maintenance load)**

$$\sigma_b = \frac{M_{b,max}}{W_{x,x}} = 18.1 \text{ N/mm}^2 \quad \text{Ok}$$

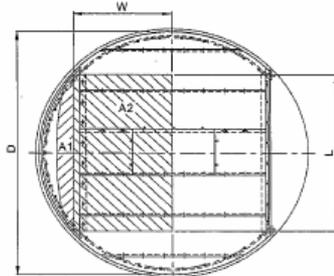
**Deflection (maintenance load)**

$$f = \frac{Qm \times Lm^3}{48 \times E \times I_{x,x}} = 0.05 \text{ mm} \quad \text{Ok}$$

Load calculation for 1-pass tray (rib inlet area)

**Load inlet side tray**

ID column	ID	=	1371	mm
Downcomer width	Dcw	=	419	mm
Tray spacing	TS	=	609	mm
Outlet weir height	Owh	=	76	mm
Diameter tray	D	=	1320	mm
Length load area	L	=	1019	mm
Tray thickness	T	=	2.0	mm
Width load area	W	=	266.5	mm
Area	A1	=	0.16	m <sup>2</sup>
Area	A2	=	0.27	m <sup>2</sup>



Uniform distr. load on panel rib (area A1)

Load area A1	=	4060	N/m <sup>2</sup>	
Material weight panel	=	175	N/m <sup>2</sup>	
Downwards load	q1down	=	4235	N/m <sup>2</sup>
Upwards load	q1up	=	0	N/m <sup>2</sup>

Uniform distr. load on panel rib (area A2)

Load area A2	=	1260	N/m <sup>2</sup>	
Material weight panel	=	175	N/m <sup>2</sup>	
Downwards load	q2down	=	1435	N/m <sup>2</sup>
Upwards load	q2up	=	0	N/m <sup>2</sup>

Uniform load on rib area A1

Q1=q1 x A1       $Q1_{down}$  = 667 N       $Q1_{up}$  = 0 N

Uniform load on rib area A2

Q2=q2 x A2       $Q2_{down}$  = 390 N       $Q2_{up}$  = 0 N

$Q1$  = 667 N

$Q2$  = 390 N

Qt=Q1+Q2      Qt = 1057 N

Concentrated load on panel rib

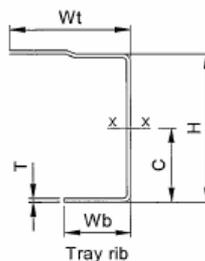
Concentrated load      Qm = 1000 N (Maintenance load)

Rib inlet area

Rib height	H	=	76	mm
Rib width topside	Wt	=	45	mm
Rib width bottomside	Wb	=	38	mm
Plate thk.	T	=	2	mm
Rib length between supports	Ls	=	1019	mm
Rib length maintenance	Lm	=	1019	mm

$f_{max} = \frac{1}{n} L_s = 1.1$  mm

$f_{max} = \frac{1}{n} L_m = 1.1$  mm



Determination axis of gravity

$$C = \frac{(W_1 \times T \times (H - T/2)) + (T \times (H - 2T) \times (H/2)) + (W_b \times T \times T/2)}{(W_1 \times T) + (T \times (H - 2T)) + (W_b \times T)} = -39.67 \text{ mm}$$

Moment of inertia (uniform load)

$$I_{x,x} = \left( \frac{1}{12} \times W_1 \times T^3 + W_1 \times T \times (H - C - T/2)^2 \right) + \left( \frac{1}{12} \times T \times (H - 2T)^3 + T \times (H - 2T) \times (C - H/2)^2 \right) + \left( \frac{1}{12} \times W_b \times T^3 + W_b \times T \times (C - T/2)^2 \right) = 288652 \text{ mm}^4$$

$$W_{x,x} = \frac{I_{x,x}}{C} = 7276 \text{ mm}^3$$

Maximum moment (uniform load)

$$M_{b,max} = \frac{Q_t \times L_s}{8} = 134578 \text{ Nmm}$$

Bending stress (uniform load)

$$\sigma_b = \frac{M_{b,max}}{W_{x,x}} = 18.5 \text{ N/m}^2 \quad \text{Ok}$$

Deflection (uniform load)

$$f = \frac{5 \times Q_t \times L_s^3}{384 \times E \times I_{x,x}} = 0.27 \text{ mm} \quad \text{Ok}$$

Maximum moment (maintenance load)

$$M_{b,max} = \frac{Q_m \times L_m}{4} = 254750 \text{ Nmm}$$

Bending stress (maintenance load)

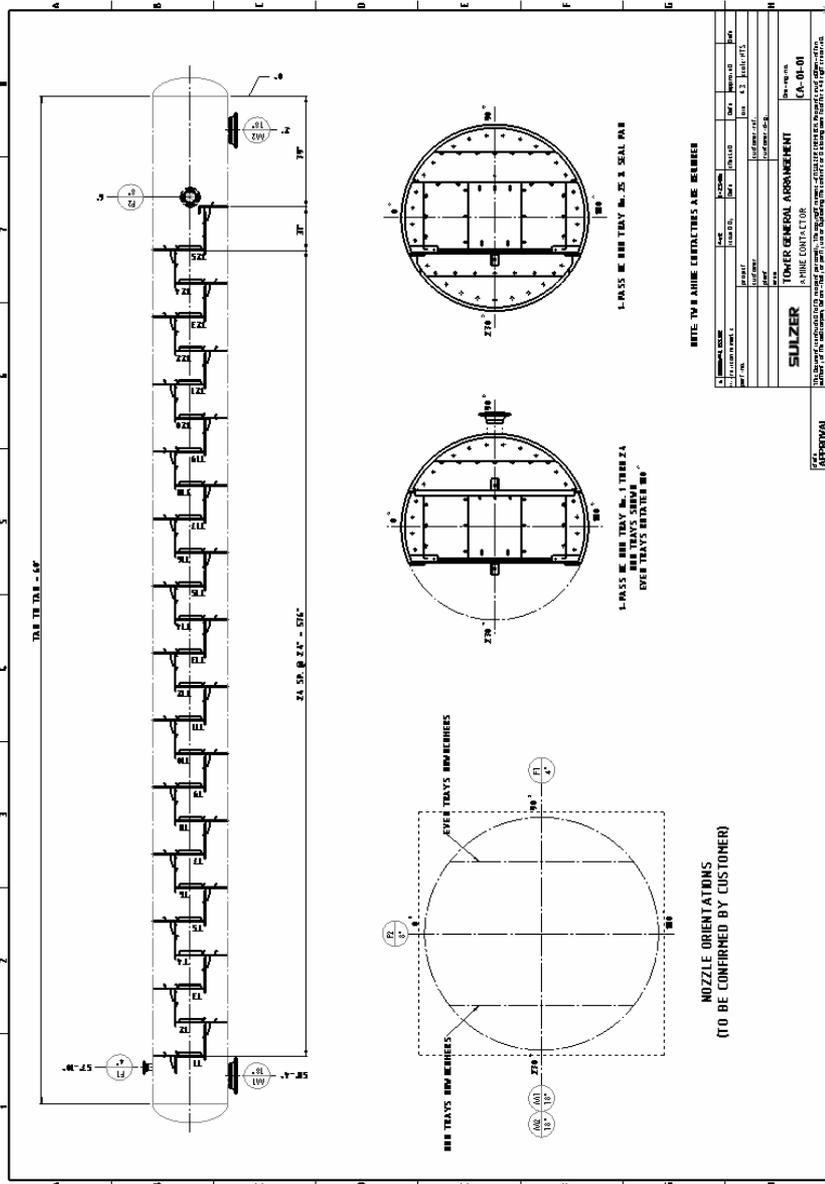
$$\sigma_b = \frac{M_{b,max}}{W_{x,x}} = 35.0 \text{ N/m}^2 \quad \text{Ok}$$

Deflection (maintenance load)

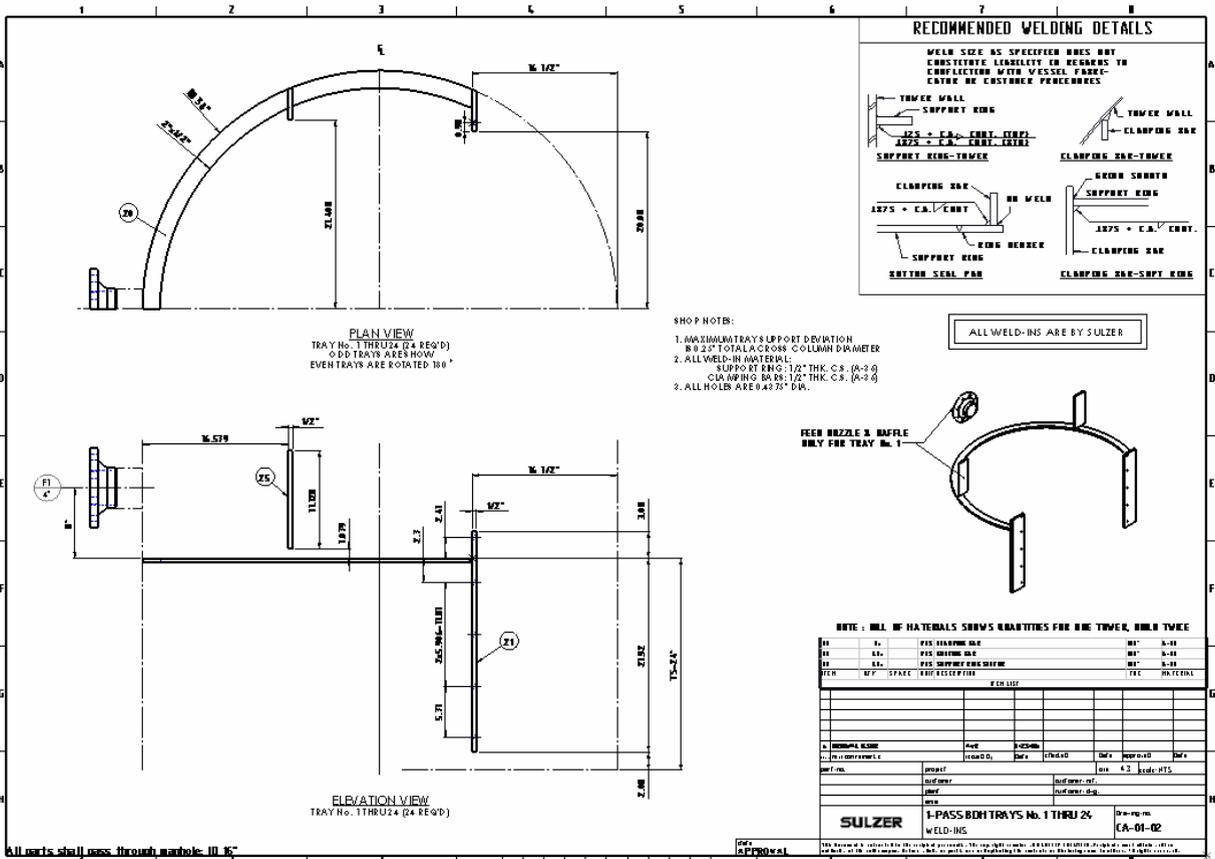
$$f = \frac{Q_m \times L_m^3}{48 \times E \times I_{x,x}} = 0.39 \text{ mm} \quad \text{Ok}$$

3. Cuando ya se conocen todas las dimensiones requeridas para el diseño del plato es posible el continuar con el siguiente

paso dentro del proyecto que es la creación de los dibujos que se enviarán al cliente. El primer dibujo es el Arreglo General de la Torre.

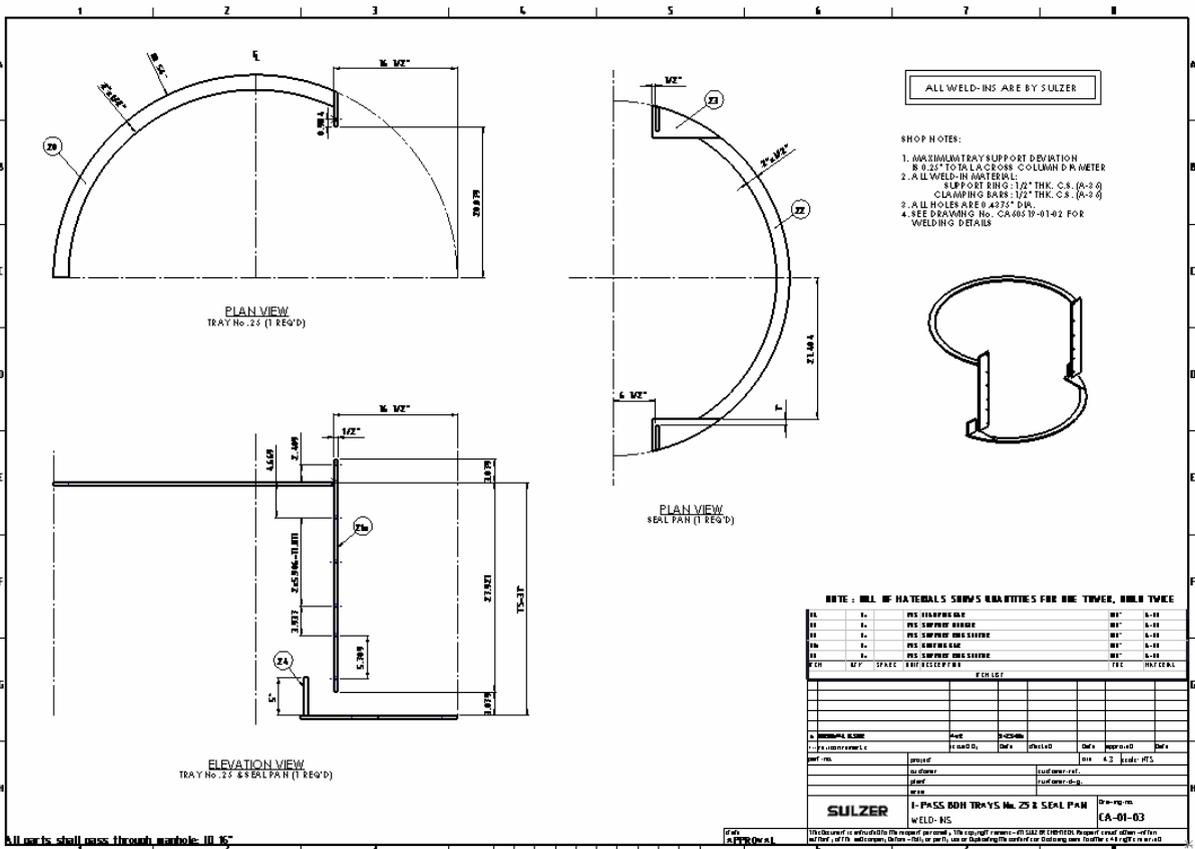


Este es un dibujo que presenta los Elementos Soldados a la Torre (Weld-Ins)

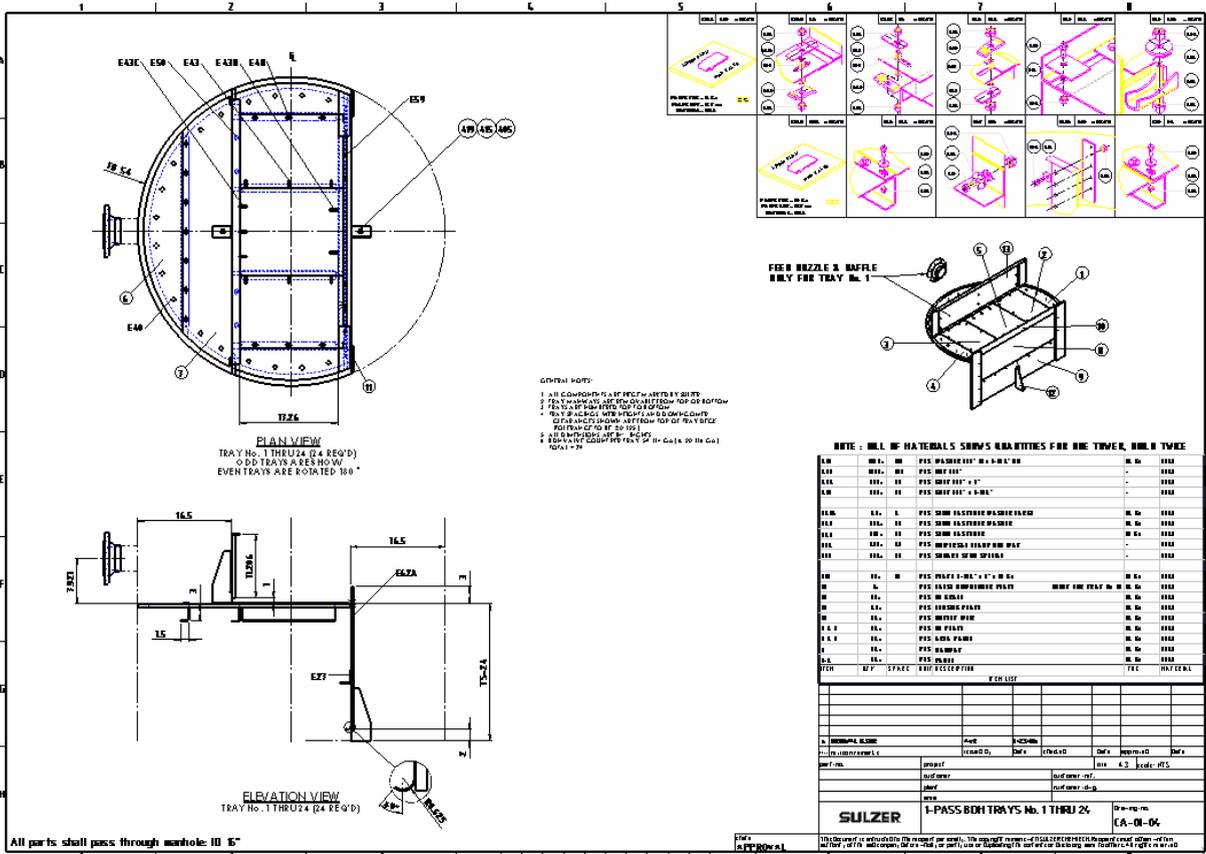


All units shall pass through manhole ID 16"

Este es un dibujo que presenta los Elementos Soldados a la Torre (Weld-Ins)



Este es un dibujo que presenta el Ensamble del Plato.





Este es un dibujo que presenta el Ensamble del Plato.

**PLAN VIEW**  
TRAY No. 25 (1 REQ'D)

**PLAN VIEW**  
SEAL PAN (1 REQ'D)

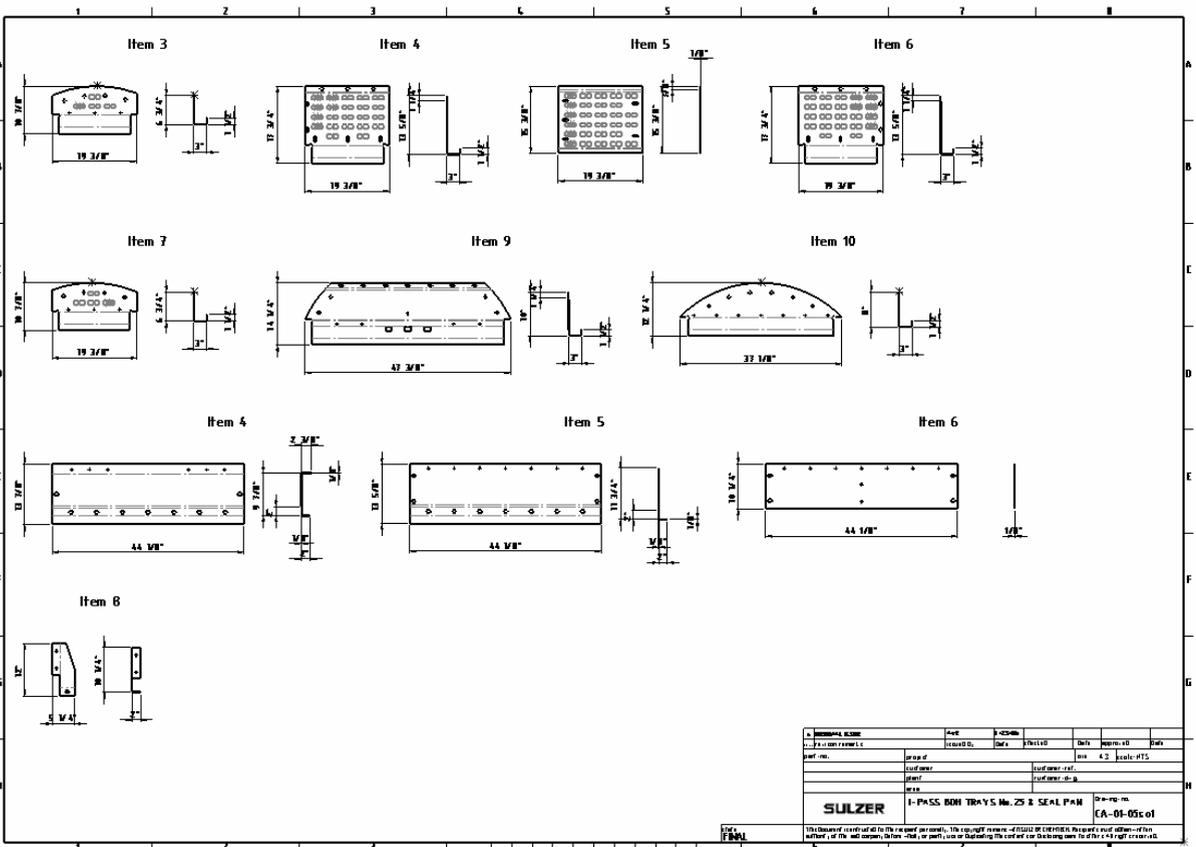
**ELEVATION VIEW**  
TRAY No. 25 & SEAL PAN (1 REQ'D)

**NOTE: BILL OF MATERIALS SHOWS QUANTITIES FOR ONE TRAY, BUILD THREE**

QTY	UOM	DESCRIPTION	QTY	UOM	DESCRIPTION
1	EA	TRAY	3	EA	TRAY
1	EA	SEAL PAN	3	EA	SEAL PAN
1	EA	...	...	...	...

**ALL PARTS SHALL PASS THROUGH MANHO TO 10 6"**

Este es un dibujo que presenta los Desarrollos de lámina para la Fabricación del Plato.



Dentro de mis tareas como Especialista/Consultor en **SolidWorks** están las de desarrollar herramientas automatizadas y estándares de **SolidWorks** para las dos divisiones de **Sulzer Chemtech** en Estados Unidos las cuales son **MTT** (*Mass Transfer Technology*) y **MRT** (*Mixing & Reaction Technology*). En general he estado creando una cantidad importante de herramientas paramétricas para satisfacer los requerimientos de proyectos “estándar” así como también he trabajado con el personal del área de diseñadores al momento de afrontar tareas que requieren de mi apoyo en materia de diseño paramétrico dentro de **SolidWorks**.

### **Análisis y discusión:**

Dentro de mi estancia en **Sulzer Chemtech** he desarrollado una cantidad importante de conceptos adquiridos dentro de la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista y en la mayoría de los casos he estado en la posición de desarrollar herramientas y estándares para la empresa que son propiamente una combinación de dichos conceptos previamente adquiridos con los nuevos conceptos que se me han presentado en el ambiente laboral.

**Sulzer Chemtech** me ha otorgado un sinnúmero de oportunidades para desarrollarme apropiadamente como profesional así como persona ya que en este corto periodo de

tiempo en el cual he pertenecido a esta corporación he finalizado satisfactoriamente varias de las metas que me había ya trazado en mi etapa de estudiante en la Universidad y veo con gusto que en el futuro próximo se avecinan nuevos retos y oportunidades los cuales afrontaré como el profesional en el cual me estoy convirtiendo.

### **Conclusiones:**

En este corto tiempo dentro de **Sulzer Chemtech** he podido desarrollarme de una forma satisfactoria en el ámbito profesional teniendo la oportunidad de ser parte de varios proyectos importantes dentro de la organización. Veo con satisfacción que todos los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista fueron de vital importancia para el desarrollo de la experiencia que ahora poseo.

Deseo agradecer a la institución por todo el apoyo recibido a lo largo de los cinco años que estuve dentro de la misma y especialmente al Ing. Eduardo Salas Córdova quien me brindó su apoyo como asesor para este reporte de mi experiencia profesional. De igual manera deseo agradecerle por su gran apoyo desde el punto de vista didáctico así como moral a lo largo de nuestra relación profesor-estudiante dentro de la carrera.

Ya ha pasado algo de tiempo desde que termine mi etapa de estudiante dentro de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán y pienso que ya es tiempo de finalizar apropiadamente mi ciclo dentro de la institución al obtener finalmente mi título así como mi grado de Ingeniero Mecánico Electricista, que si para efectos prácticos podría considerarme ya como un ingeniero es importante para mi el tener mi cedula profesional y título para efectos en materia burocrática.

Como egresado de la Universidad Nacional Autónoma de México es un orgullo para mi el poner en alto el nombre de nuestra institución dentro de nuestro país así como en otras regiones del mundo que si bien tenemos diferente cultura, idioma y forma de pensar al fin y al cabo es el conocimiento puro el que nos une y nos hace fuertes.

“Por mi raza hablará el espíritu”

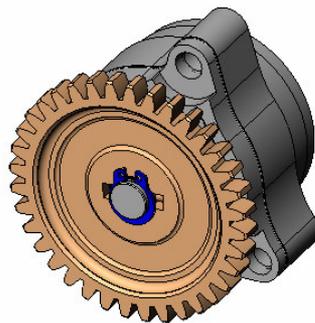
# MANUAL DE SOLIDWORKS 2006

Por Jesús Alejandro Velázquez García



La importancia de utilizar herramientas de alto nivel tecnológico es vital para el desarrollo de la industria así como para incrementar las capacidades de los diseñadores que están interesados en mejorar sus procedimientos de diseño así como para incrementar su productividad y calidad de su trabajo.

El manual que se presenta a continuación esta destinado a ser usado como base para iniciarse en el uso de SolidWorks 2006. Paso seguido el lector tendrá que incrementar sus cualidades a base de la práctica y la experiencia al usar día con día esta importante herramienta de diseño a nivel mundial.



## 1.-INTERFASE DE USUARIO EN SOLIDWORKS 2006:

### 1.1.-Introducción:

Dentro de la extensa gama de programas dedicados al diseño por computadora uno de los que más éxito ha tenido por sus excelentes prestaciones y ambiente tridimensional es sin duda SolidWorks 2006.

La manera en que SolidWorks administra la información es relativamente simple y en la mayoría de los casos este respeta un orden jerárquico con respecto a sus tres tipos de archivos que este puede crear, los cuales son:

Parte (**PART**)



Part

Ensamble (**ASSEMBLY**)



Assembly

Dibujo (**DRAWING**)



Drawing

Cada uno de estos archivos tiene una función y un lugar dentro de nuestro proyecto, visto que para poder ir avanzando en el desarrollo de nuestro diseño será necesario el respetar una serie de reglas simples que gobiernan el ambiente SolidWorks y que serán explicadas en los capítulos subsecuentes del presente manual.

Las industrias que ya gozan de los beneficios de los sistemas CAD de cuarta generación son aquellas en las que se requieren resultados y productos de alta calidad y exactitud, caso concreto son la industria automotriz, aeronáutica, metalmecánica, de inyección de plásticos, del troquel, etc.

Una de las razones principales por la cual estos sistemas integrales tienen un lugar especial dentro de la industria es por su capacidad de crear **ENSAMBLES** tridimensionales que están compuestos por cierto número de **PARTES** que son en realidad archivos independientes que asemejan en gran medida al resultado final (Pieza o producto en la vida real). De esta manera se ahorra tiempo a la hora de crear los **DIBUJOS** de detalle y de fabricación de las piezas integrantes de nuestro producto (Ensamble)

## 1.2.- Tipos de archivo:

Un punto medular del ambiente SolidWorks es su peculiar modo de organizar la información que en él se ingresa. Esto es extremadamente importante, ya que si se tiene un entendimiento amplio en la construcción y creación de **ENSAMBLES**, **PARTES** y **DIBUJOS**, es posible crear herramientas paramétricamente automatizadas de muy alto nivel.

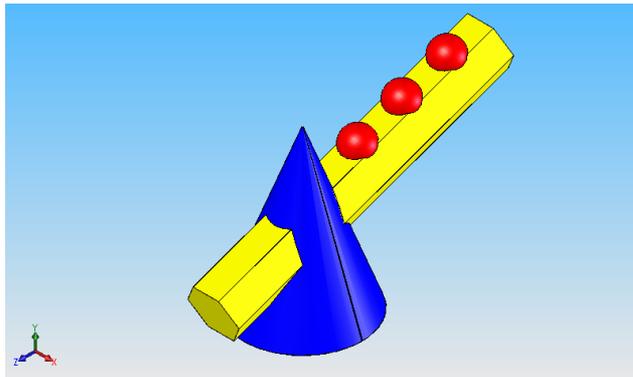
A continuación se explicaran los tres tipos de archivos que se pueden crear dentro de SW2006 así como una pequeña introducción a las técnicas utilizadas para poder crear modelos 3D que gocen de flexibilidad y estabilidad al ser reconstruidos.

### 1.2.1.- ENSAMBLE (*ASSEMBLY*):

Como ya se ha mencionado en repetidas ocasiones el archivo que tiene más importancia dentro de nuestro proyecto es el **ENSAMBLE** (*ASSEMBLY*). Bajo estas líneas es posible apreciar un pequeño ensamble que muestra la forma en la cual SW2006 muestra la información 3D del modelo en cuestión.

En este caso en particular podemos ver que este **ENSAMBLE** esta compuesto por las siguientes **PARTES**:

- A.- CONO (x1)
- B.- TAPA INFERIOR DEL CONO (x1)
- C.- CUERPO DE PRISMA HEXAGONAL (x1)
- D.- TAPA DEL PRISMA HEXAGONAL (x2)
- E.- ESFERA (x3)



Como puede verse en nuestro ensamble podemos insertar un sinnúmero de entidades y dichas entidades (**PARTES**) pueden ser insertadas repetidas veces dentro del mismo **ENSAMBLE**. Cuando se habla de **ENSAMBLES** dentro de SW2006 debemos de tener siempre en mente que dicho ensamble no se trata que de una “Lista del mercado” y que en cierta forma podríamos concebir a nuestro **ENSAMBLE** como un carrito en donde nosotros vamos agregando elementos (**PARTES**) que se encuentran en librería o que nosotros creamos en el contexto del ENSAMBLE. Así pues nuestro ENSAMBLE es un archivo

independiente en la carpeta de nuestro proyecto y dicho archivo “llama” o tiene referencias internas con archivos independientes de PARTES que pueden encontrarse en la misma carpeta del proyecto o en una librería central de modelos estándar.

Hasta este momento todo parece sencillo pero de la misma manera en la que debemos organizar los productos en nuestro carrito para no dañarlos es importante el usar las REFERENCIAS adecuadas y un método organizacional que nos pueda garantizar que todas las PARTES de nuestro ENSAMBLE trabajen de manera adecuada y que la estabilidad en nuestro Sistema 3D (ASSEMBLY) se mantenga dentro de los lineamientos de SW2006. Ya que siempre desearemos que no aparezcan mensajes de error y marcas en rojo dentro de nuestro árbol de diseño (DESIGN TREE / BROWSER).

Algo importante es saber que dentro de SW2006 es muy sencillo DESTRUIR pero muy complicado CREAR, es por eso que para lograr un nivel alto en el uso de SW2006 primeramente es necesario tener el deseo de CREAR modelos complejos (Herramientas automatizadas / Piezas de gran complejidad geométrica) y de ENFRENTAR el gran RETO de dominar el programa. Parece difícil pero en este momento ya hay 50,000 clientes y empresas transnacionales con más de 500,000 usuarios de SW en todo el mundo. De tal forma que si el mundo y la industria de nuestro interés esta en busca de

usuarios capacitados en el uso de SW es una sabia idea entonces iniciarnos y continuar entrenándonos en el uso de esta poderosa herramienta.

Volviendo un poco a lo que a los ENSAMBLES se refiere nosotros debemos de imponernos ciertas reglas a seguir al diseñar nuestros modelos de tal forma que si nos encontramos en la necesidad de hacer algún cambio en una herramienta o modelo que creamos hace un año podamos hacerlo sin mayores complicaciones visto que nuestro método de diseño puede ser mantenido sin cambios a través del tiempo.

Un método que he implementado y que me ha dado buenos resultados es aquel del diseño de “esqueleto” (SKELETON DESIGN INTENT). Dicho método de diseño será explicado más a detalle en la sección de este manual que esta dedicada a la creación de ENSAMBLES, pero una explicación muy sencilla a propósito del diseño de “esqueleto” se obtiene al comparar el diseño del cuerpo humano con aquel de nuestro diseño o proyecto.

Por ejemplo, podemos considerar que los huesos del esqueleto podrían ser nuestras REFERENCIAS, SKETCHES, PLANOS, EJES, etc. Y que las partes que componen al CUERPO serian nuestras PARTES, SUBENSAMBLES, ARREGLOS CIRCULARES, etc. Y de igual forma que el cuerpo esta diseñado para mover los miembros en ciertas direcciones con

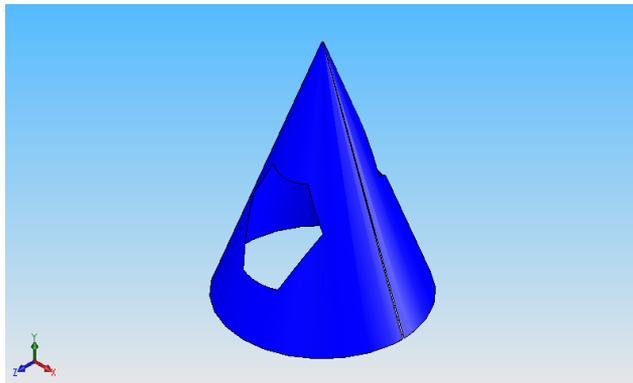
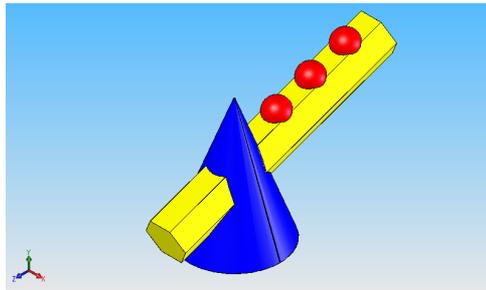
ciertos rangos de movimiento así también nuestros modelos paramétricos tendrán ciertos rangos de acción. Sin embargo esto no quiere decir que las herramientas que crearemos en el futuro no podrán gozar de una alta versatilidad y flexibilidad, todo depende simplemente de la creatividad individual del usuario de SW2006.

Dicho diseño de “esqueleto” será explicado con más detalle en las siguientes secciones del tutorial.

### 1.2.2.- PARTE (*PART*):

Al momento de comenzar un proyecto dentro del ambiente SW es importante decidir que método de diseño habremos de seguir, por un lado nosotros podemos crear **PARTES** dentro de un **ENSAMBLE** haciendo referencia a todas las entidades y geometrías de referencia previamente creadas dentro de dicho **ENSAMBLE**, en lo que podríamos llamar **PARTES CREADAS EN EL CONTEXTO DEL ENSAMBLE**. El segundo método que es el más común al tratarse de **PARTES** únicas lo usaremos cuando la **PARTE** que estamos creando será usada posteriormente dentro de un **ENSAMBLE**, pero dicha **PARTE** no tendrá relaciones internas con el **ENSAMBLE** en cuestión (por ejemplo el modelo de un tornillo, una tuerca o una roldana). En este segundo caso podemos denominar a las nuevas entidades como **PARTES INDEPENDIENTES**.

Bajo estas líneas podemos apreciar el archivo de PARTE del CONO que fue creado en el contexto del ENSAMBLE del pequeño arreglo de entidades 3D.



Es fácil apreciar que el archivo del CONO es archivo independiente pero que es una PARTE creada en contexto, visto que el PRISMA HEXAGONAL ha modificado al CONO al atravesarlo por la mitad.

Cuando nosotros creamos PARTES en contexto del ENSAMBLE generalmente utilizaremos el “esqueleto” que

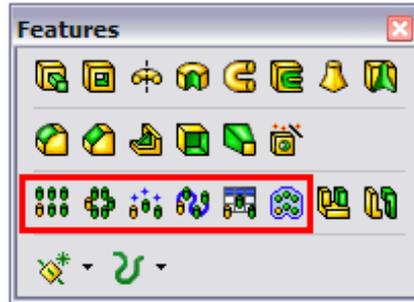
previamente diseñamos en él, por lo que el ENSAMBLE gobernará y dirigirá todas las partes que se creen usando dicho “esqueleto”. La manera en que nosotros crearemos nuestra PARTE será haciendo uso de BOSQUEJOS 2D (2D SKETCHES), dichos SKETCHES serán en su gran mayoría perfiles o contornos cerrados, por ejemplo un rectángulo, un triángulo, un círculo, etc.



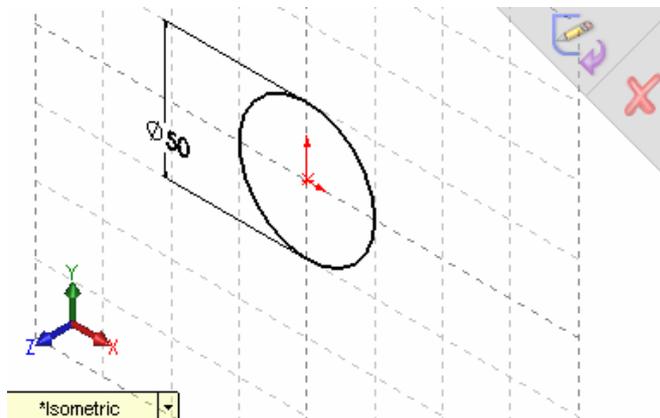
Una vez creado el SKETCH base podemos crear a partir del mismo alguna forma geométrica tridimensional y esto se hará con el uso de ciertas herramientas o FEATURES. Las FEATURES no son más que comandos que nos ayudarán a convertir nuestras entidades 2D en 3D.



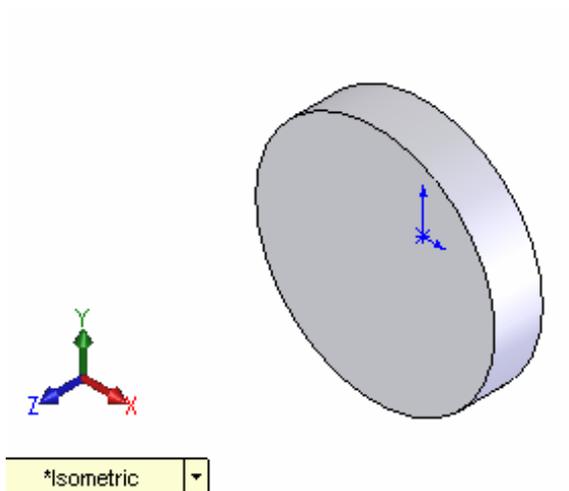
Finalmente podemos llevar a nuestras PARTES a un nivel superior de sofisticación al agregar algunos arreglos o patrones geométricos.



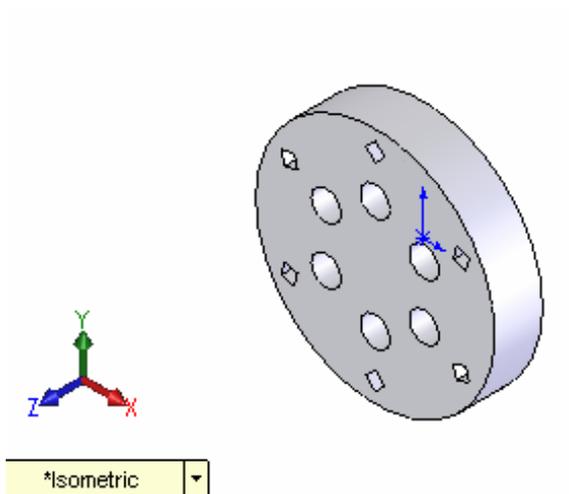
A continuación se muestran los pasos para crear una PARTE INDEPENDIENTE la cual no tiene relación alguna con ningún ENSAMBLE. Sin embargo el método de “esqueleto” puede ser también usado en el ambiente de PARTE siendo la única diferencia que en el “ASSEMBLY” agregamos “PARTS” pero en la “PART” nosotros agregamos “FEATURES & PATTERNS”.



**SKETCH**



**EXTRUDED BASE FEATURE**

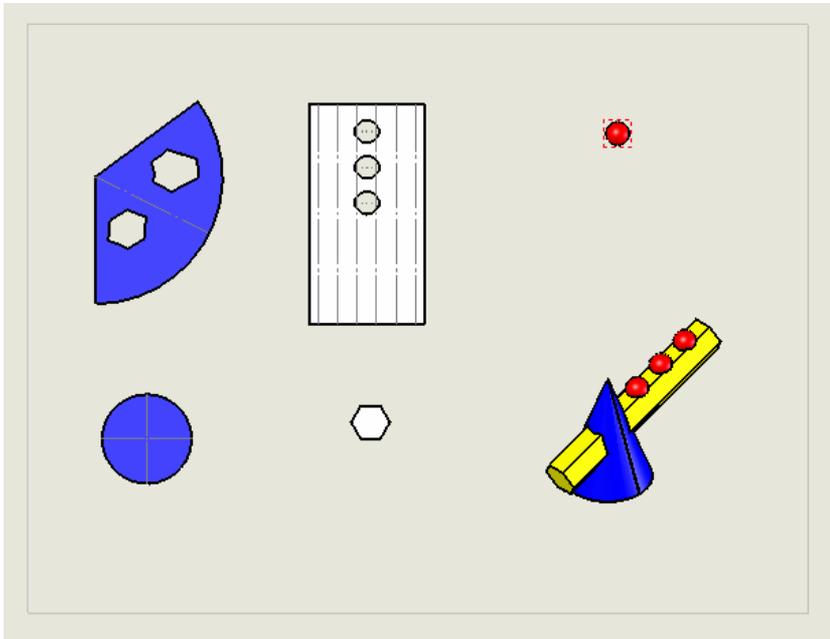


**EXTRUDED CUT FEATURE + CIRCULAR PATTERN**

### 1.2.3.- DIBUJO (*DRAWING*):

El modulo de **DIBUJO** en SW2006 nos permite hacer una representación bidimensional a partir de nuestros modelos tridimensionales, ya sean **PARTES**, **ENSAMBLES** o una combinación de ellos.

La imagen bajo estas líneas muestra el **DIBUJO** del arreglo de entidades geométricas que hemos estado analizando en esta etapa del tutorial.



Como puede apreciarse, en este DIBUJO se muestra la vista (VIEWPORT) del ENSAMBLE completo así como de todas las PARTES que lo componen. Algo importante a resaltar que

desde SW2006 es posible obtener el desarrollo de piezas con dobleces afilados (prisma hexagonal) así como de piezas roladas (cono).

La mayor ventaja de utilizar SW2006 para el desarrollo de proyectos de ingeniería estriba en la capacidad de la actualización automática de las vistas “VIEWPORTS” dentro de nuestro DIBUJO. Esto quiere decir que no importa que cambios nosotros le apliquemos a nuestras PARTES o ENSAMBLES al final nuestro DIBUJO se actualizará y reflejara los cambios de forma inmediata, lo que podríamos comparar a una cámara de vídeo que siempre esta enfocando la PARTE o ENSAMBLE que se encuentra en nuestro “VIEWPORT”.

### **1.3.- Ventanas, comandos y barras de herramientas:**

Como todo programa SW2006 cuenta con una extensa librería de herramientas que nos permitirán desde hacer pequeños modelos paramétricos (PART) hasta extremadamente complejas herramientas automatizadas (ASSEMBLY). Obviamente a la hora de crear nuestro DIBUJO (DRAWING) también tendremos a la mano las herramientas que para este módulo apliquen.

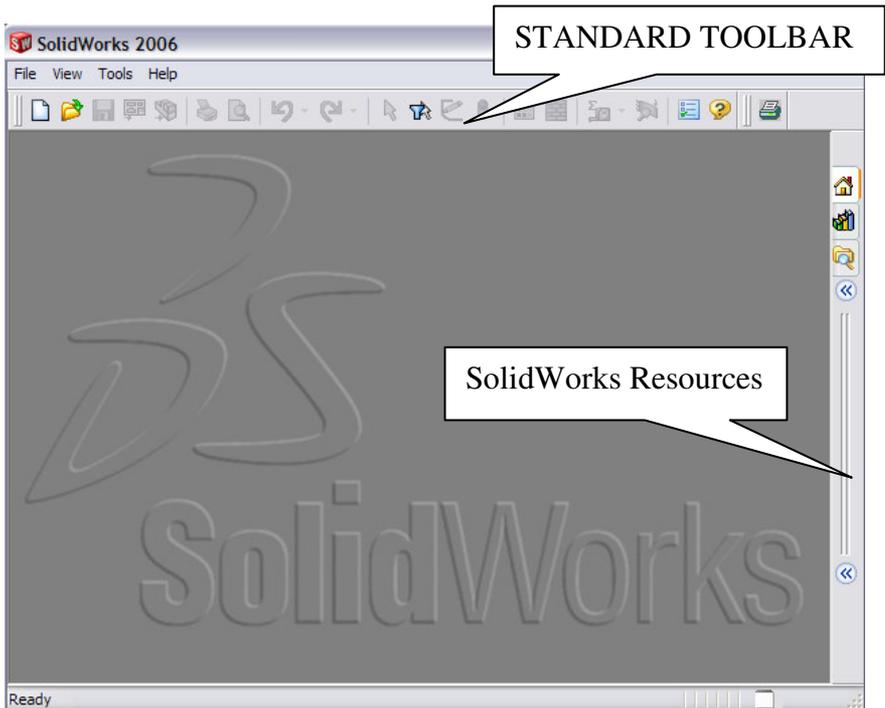
Primeramente debemos iniciar el programa:

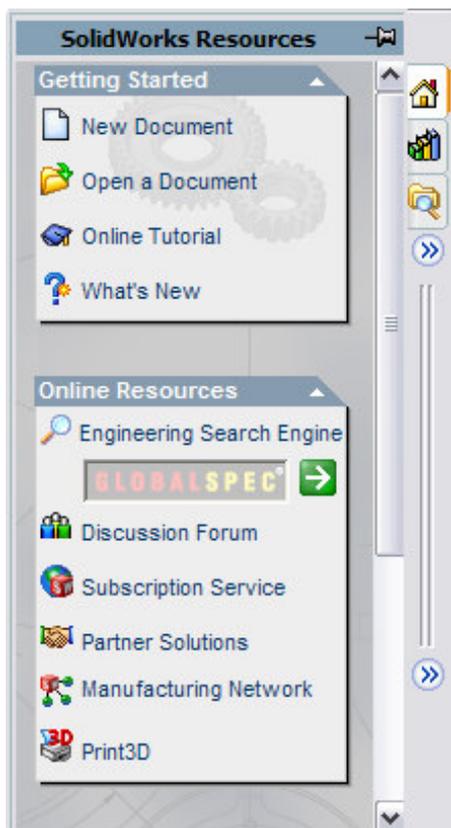


Una vez dentro de la ventana de SW2006 veremos la pantalla de inicio. La cual generalmente solo mostrará la barra de herramientas “STANDARD” y la ventana deslizable de “SolidWorks Resources”, dicha ventana puede mostrarse u ocultarse al hacer clic sobre el área que muestra dos líneas verticales con los signos (<<). La ventana de “SolidWorks Resources” se trata de una librería de accesos directos a varios RECURSOS que nos facilitarán las tareas cotidianas y/o repetitivas en nuestra sesión de diseño en SW2006.

Algo muy importante a la hora de aprender esta clase de programas de diseño de última generación es el continuar con el aprendizaje de comandos y técnicas que generalmente no usamos por ignorar que existen por lo que a veces una pequeña inversión en tiempo nos puede dotar de habilidades y conocimiento ilimitado, un caso concreto es checar los recursos SW que se encuentran en la pagina de SolidWorks, [www.solidworks.com](http://www.solidworks.com) , así como el realizar el tutorial en línea que se muestra en la ventana deslizable de “SolidWorks Resources” (  Online Tutorial). Uno de los objetivos de este tutorial es el de ayudar al lector a realizar modelos 3D así como sus respectivos dibujos, esto, utilizando las técnicas que he

aplicado a lo largo de mi experiencia, aun así estoy consiente que diferentes áreas de la industria requerirán otro tipo de técnicas y/o modelos, sin embargo el método que utilizo será un excelente punto de partida para desarrollar una extensa gama de herramientas.

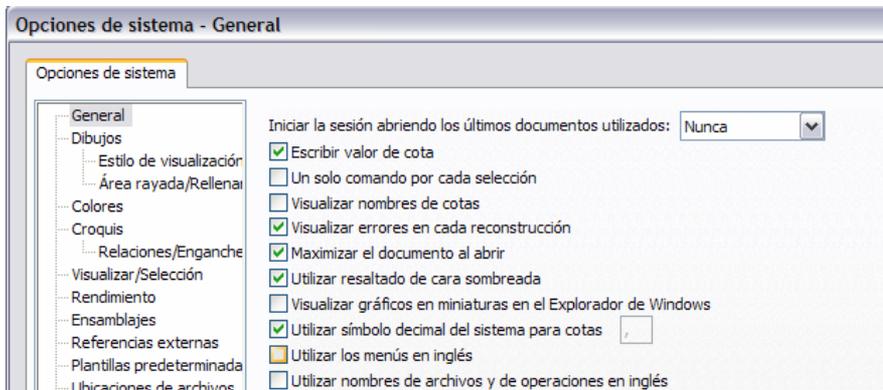




**¡IMPORTANTE!**: Antes de continuar debemos de cambiar un poco la manera en que SW2006 nos muestra los comandos, ya que es posible que los comandos y demás información estén en español. Para cambiar el idioma a INGLES se debe hacer lo siguiente:



Iniciar el comando “Opciones”



En la pestaña “Opciones de sistema” en el renglón “General”

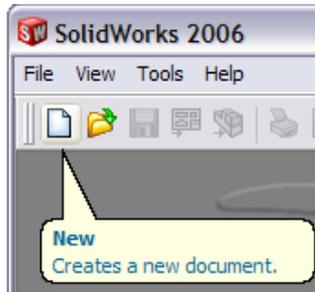
Verificar la casilla “Utilizar los menús en inglés”



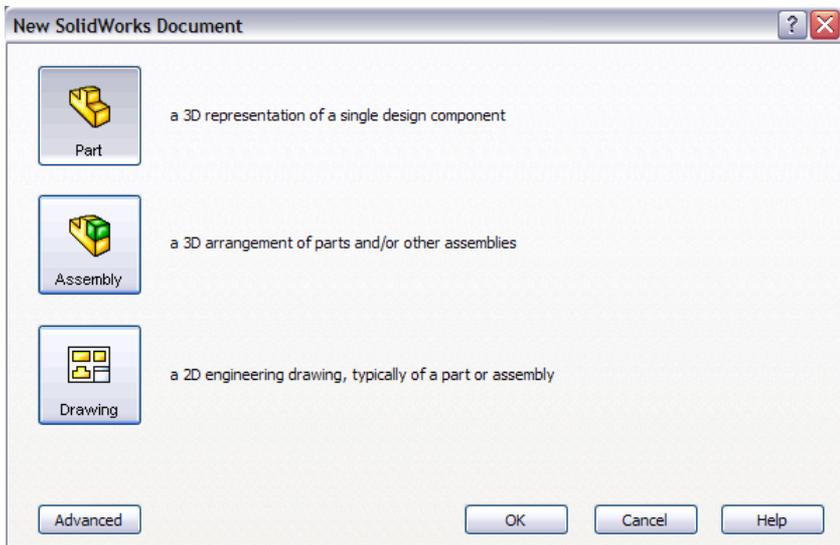
Para que los cambios tengan efecto se tendrá que reiniciar

SW2006

Para iniciar la creación de cualquiera de nuestros tres tipos de archivos (PART, ASSEMBLY & DRAWING) dentro de SW2006 debemos hacer clic sobre el comando “NEW”.



El comando “NEW”, iniciará la siguiente ventana (bajo estas líneas). Ahí podemos ver una vez más los tres tipos de archivos en SW2006 así como una pequeña descripción de las plantillas (TEMPLATES) mostradas.

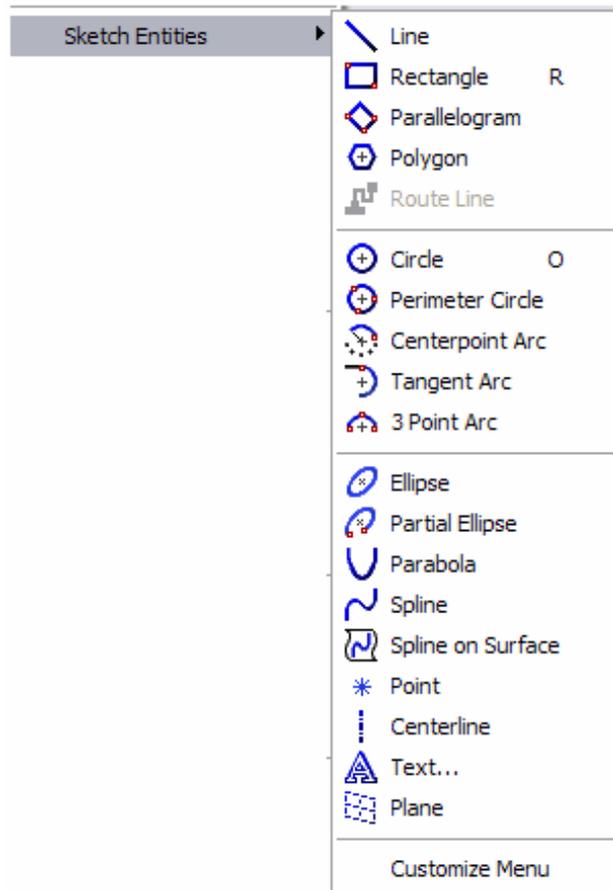


La vista de la ventana “NEW” puede diferir un poco a la que se muestra y eso puede ser causado por el botón “Advanced / Novice”. El lector puede experimentar un poco viendo que cambios se obtienen al activar esa opción.

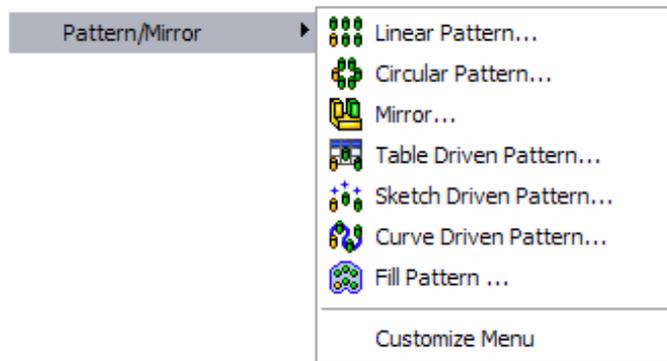
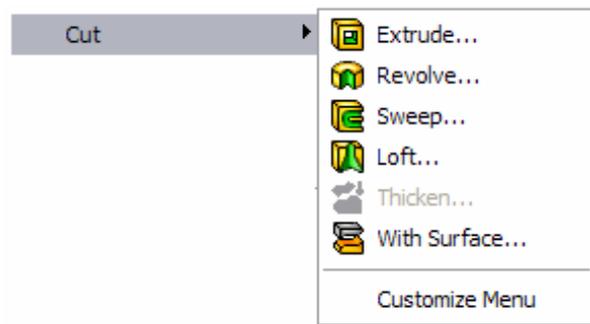
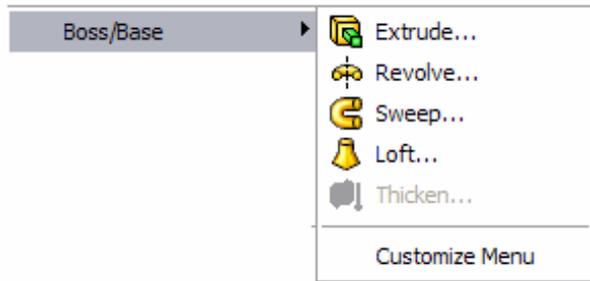
### Comandos mas usados para el modulo PART:

Los comandos a utilizar durante la sesión de creación de un archivo de PARTE se dividirán en comandos de SKETCH y comandos de FEATURE.

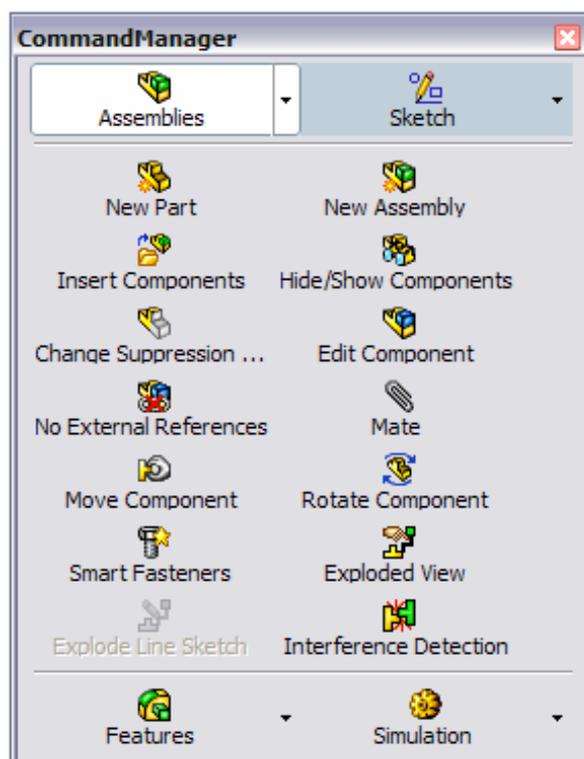
La siguiente imagen muestra algunos de los comandos para la creación de entidades geométricas dentro de nuestros SKETCHES.



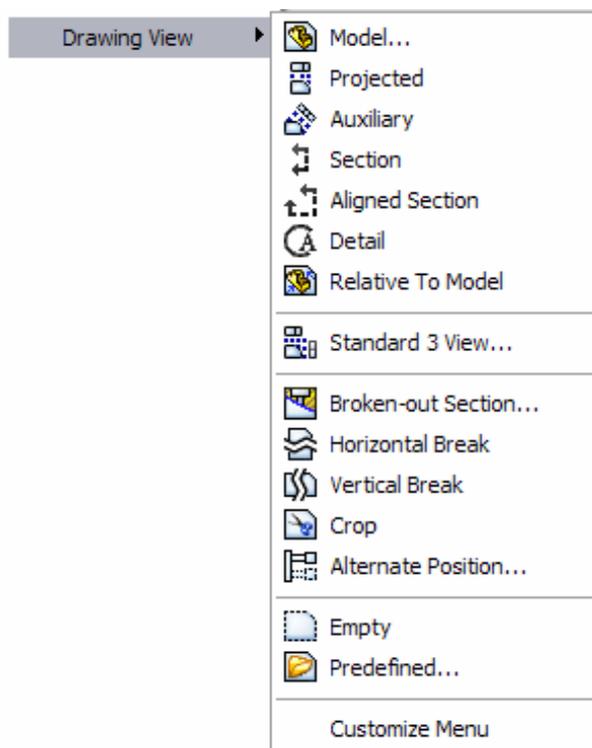
Como ya se ha explicado, para poder crear una PARTE primero necesitamos una geometría de referencia que puede ser un PLANO o una SUPERFICIE PLANA en la cual se crea un SKETCH. Dicho SKETCH puede contener tantas entidades como sea necesario, esas entidades se pueden encontrar dentro de nuestras "TOOLBARS" o en los menús que se encuentran en la parte superior del área de diseño (Tools => Sketch Entities).

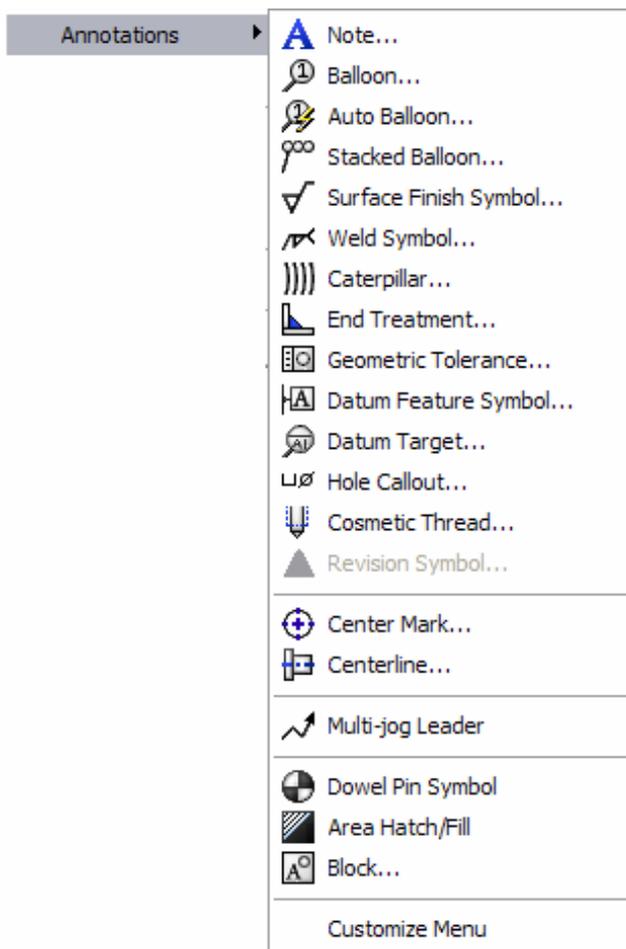


## Comandos mas usados para el modulo ASSEMBLY:



## Comandos mas usados para el modulo DRAWING:



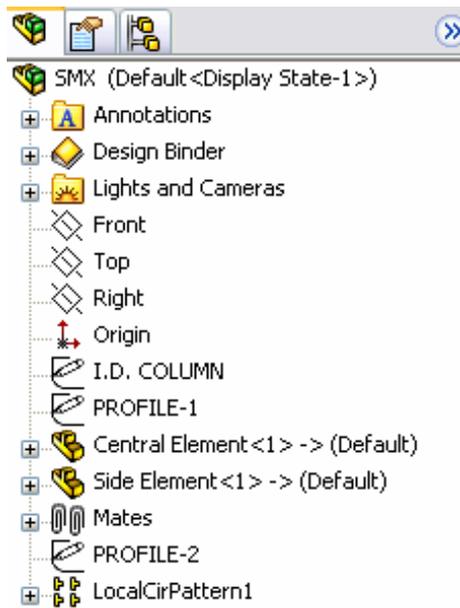


#### 1.4.- Árbol de diseño (DESIGN TREE):

El árbol de diseño es un concepto que debe de ser bien definido desde el principio para poder obtener el mayor provecho de esta herramienta de SW2006 que tiene como principal función la de organizar nuestra información del

proyecto así como para poder dar un correcto seguimiento a todas las etapas de diseño en una PARTE, ENSAMBLE o DIBUJO.

En la siguiente imagen podemos ver el árbol de diseño de un ENSAMBLE y por el momento se puede resaltar la forma en la que todos los elementos del árbol son creados de arriba hacia abajo y que tenemos la posibilidad de tener, SKETCHES, PARTS, MATES (referencias de posición) y PATTERNS dentro de nuestro ENSAMBLE. Los signos de “+” significan que podemos expandir esa “rama” del árbol y ver cual es su contenido; esto, de la misma manera como lo haríamos dentro del ambiente jerárquico de carpetas en el explorador de Windows®.



## 1.5.- Administración de archivos:

Cuando organizamos la información dentro de SW2006 el orden en el que creamos nuestras carpetas es importante ya que los archivos de SW siguen un orden jerárquico y por lo tanto si deseamos modificar dicho orden tendremos por resultado algunos problemas al abrir archivos. Esto en los tres niveles, PART, ASSEMBLY & DRAWING.

Para ejemplificar de una forma sencilla la manera en la se puede manejar la información de manera segura, utilizaré la siguiente sencilla nomenclatura:

A = Subensamble A

B = Subensamble B

C = Subensamble C

a1, a2 & a3 = Partes dentro del ensamble A

b1, b2 & b3 = Partes dentro del ensamble B

c1, c2 & c3 = Partes dentro del ensamble C

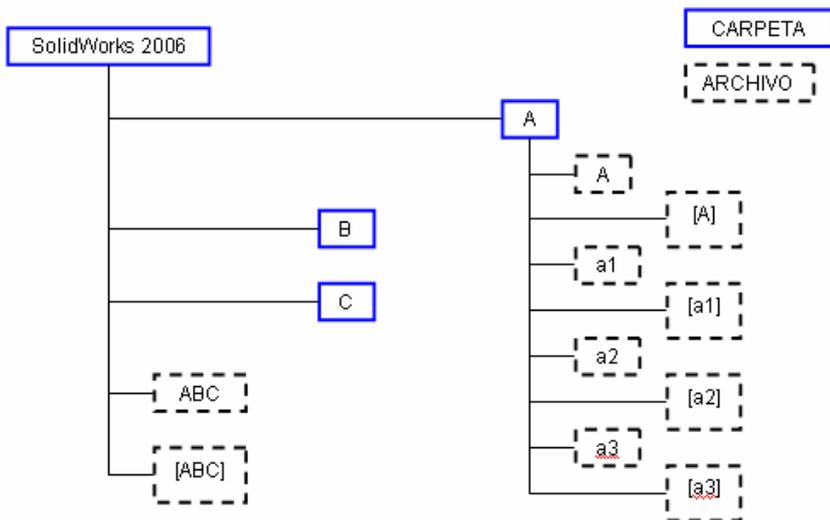
De tal forma que en un hipotético caso en el que tuviéramos un ENSMABLE formado por los SUBENSAMBLES A, B & C, el resultado sería como sigue:

ABC = Ensamble Principal

Dicho ENSAMBLE PRINCIPAL tendrá un archivo de DIBUJO el cual será denominado [ABC]. Siguiendo este sistema los DIBUJOS para los SUBENSAMBLES, A, B & C, serán [A], [B], [C]. Y como ya sabemos es también posible crear DIBUJOS de archivos de PARTES, así pues tendremos los archivos de DIBUJO, [a1], [a2], [a3], [b1], [b2], [b3], [c1], [c2], [c3].

Ahora que ya sabemos la nomenclatura a utilizar podemos ver la forma en la que debemos acomodar todos esos archivos:

Dentro de la carpeta de nuestro proyecto crearemos una carpeta llamada “SolidWorks 2006” y en esta carpeta vamos a insertar/crear todos los archivos de SW que vayamos a necesitar para el proyecto en cuestión.



El diagrama muestra un ejemplo de cómo se puede organizar de manera segura nuestros archivos. Como podemos ver, los Archivos “PADRE” ABC & [ABC] están guardados en la carpeta SolidWorks 2006 directamente ya que en jerarquía son los más importantes, puesto que todos los SUBENSAMBLES están contenidos en el ENSAMBLE “PADRE” ABC.

Los SUBENSAMBLES que crearemos deben de estar confinados dentro de una carpeta que los caracterice y los aisle del resto de los SUBENSAMBLES, para cada SUBENSAMBLE tenemos una carpeta por separado “A”, “B” & “C”. Dentro de las cuales construiremos los SUBENSAMBLES como corresponda, de igual manera crearemos también los dibujos “[ ]”.

Finalmente todas las PARTES con sus respectivos DIBUJOS deberán de ser guardadas en la carpeta que les corresponda, A's en A, B's en B y C's en C.

En este momento no se esta tomando en cuenta la posibilidad de tener librerías de PARTES o ENSAMBLES en la RED local pero mas adelante en la sección del tutorial destinada a la creación de ensambles ese procedimiento será explicado.

**¡IMPORTANTE!:** Al momento de crear archivos de PART, ASSEMBLY & DRAWING debemos de asegurarnos que entre archivos del mismo tipo no se tengan los mismos nombres de

archivo, por ejemplo, debemos evitar a toda costa que una PARTE que se encuentra en una carpeta no tenga el mismo nombre de otra PARTE que este contenida en otra locación en nuestro archivo general de proyectos. El problema es que aunque los dos archivos se encuentren en carpetas separadas si por casualidad desde SW nosotros abrimos un dibujo que haga referencia a una de esas PARTES existe la posibilidad de que al actualizar o reconstruir el modelo SW intercambie las partes en cuestión dando por resultado que la información que se muestra en los ENSAMBLES y DIBUJOS ya no este correcta. La importancia de evitar la duplicidad en los nombres radica en que una vez que SW hace una referencia errónea es muy complicado regresar las referencias a su estado original. Y en estos casos es mejor eliminar ese riesgo potencial al aplicar esa simple regla.

## 2.-COMO CREAR UN ARCHIVO DE PARTE:

### 2.1.- introducción:

Cuando nosotros creamos una PARTE esta puede ser desarrollada dentro del contexto de una PARTE independiente o dentro del contexto de un ENSAMBLE. En este caso se explicará un ejemplo de cómo crear una PARTE de tipo independiente.

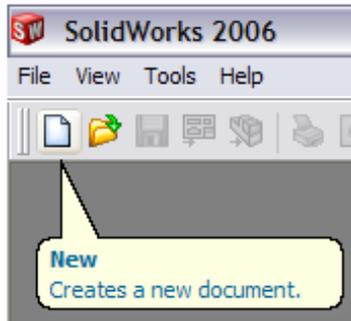
Dentro de esta etapa del tutorial se mostrará el método a seguir para modelar una PARTE usando la mayoría de los comandos y técnicas que SW2006 nos ofrece.

Primeramente es importante saber la lógica con la cual trabaja SW2006 en el módulo de PARTE puesto que en muchas ocasiones es posible el resolver complejas situaciones de diseño simplemente aplicando una serie de conceptos básicos.

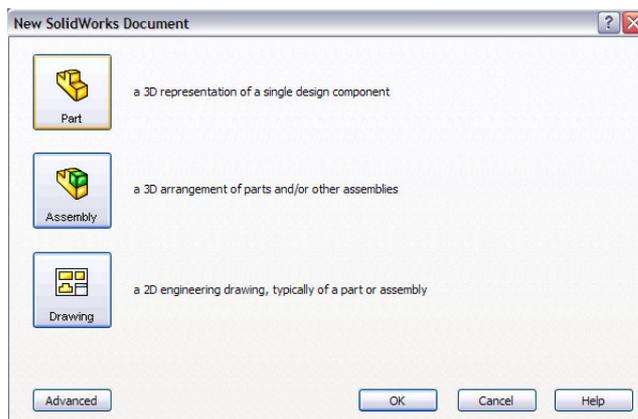


## 2.2.- Modulo de parte en SW2006:

Primeramente debemos de iniciar el programa SW2006, una vez dentro del programa tendremos que activar el comando “NEW”. El cual abrirá la ventana de selección de plantilla.

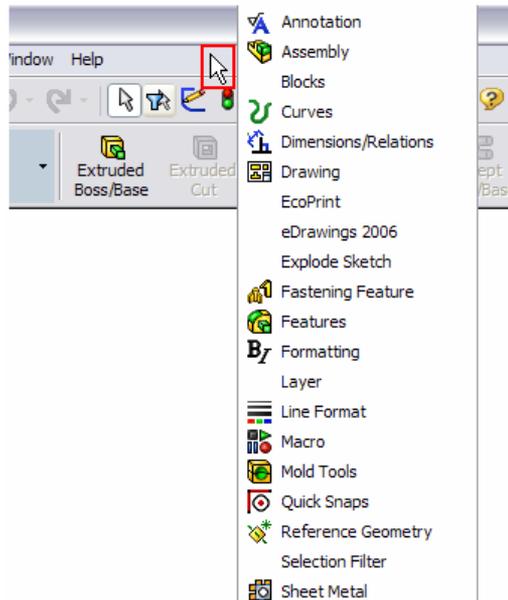


En la ventana de plantillas seleccionaremos aquella que corresponde al módulo “PART”. Y haciendo doble clic sobre el icono PART haremos que el módulo para creación de PARTES sea mostrado en el área de diseño.

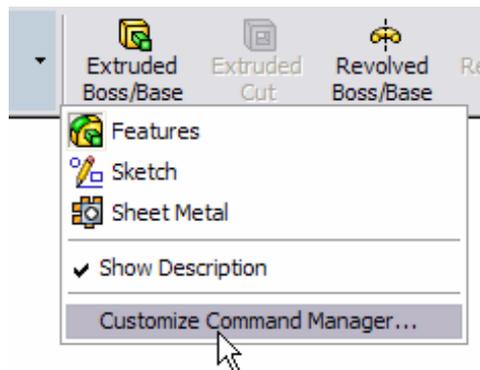


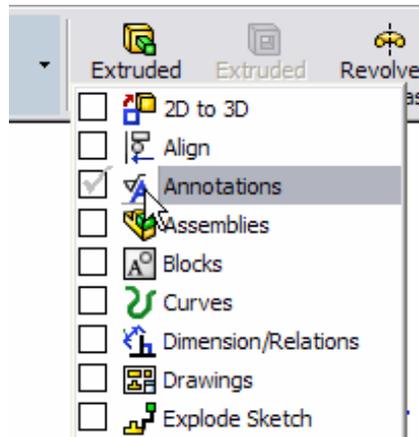
Dentro de la plantilla de PARTE veremos que en SW2006 como en varias aplicaciones de Windows ® en la parte superior izquierda tenemos los menús a manera de pestañas que albergan todos los comandos que tenemos a nuestra disposición dentro de este modulo de PARTE.

En el caso de las barras de herramientas estándar nosotros podemos encenderlas o apagarlas en cualquier momento simplemente al hacer clic derecho sobre la barra que alberga a los menús de Windows ® (ver figura) y posteriormente hacer clic izquierdo sobre el icono de la barra de herramientas que deseamos tener presente durante nuestra sesión de diseño en el modulo de PARTE. Por nuestra parte podemos encender tantas barras de herramientas como sea necesario.

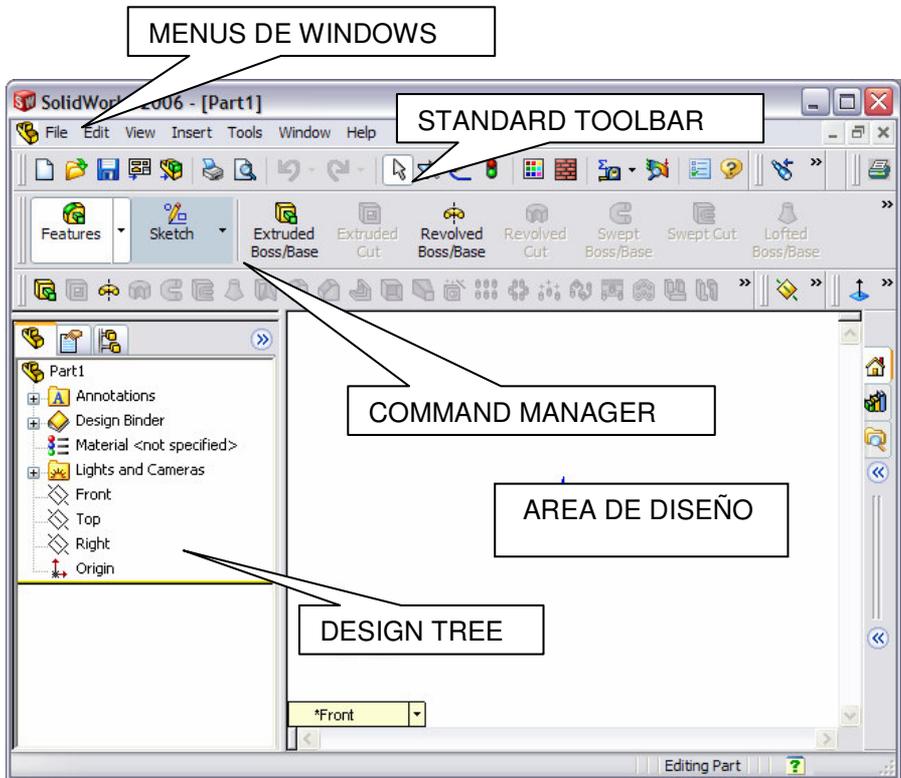


Al momento de utilizar nuestras barras de herramientas podemos apreciar que contamos con una barra de herramientas “Inteligente” que se adaptará de forma automática a las necesidades de nuestra sesión de diseño en SW2006. Dicha barra de herramientas lleva por nombre el de “Command Manager” la cual mostrará solamente los comandos que puedan ser aplicados en la etapa específica en la cual estamos trabajando, por ejemplo si estamos realizando un SKETCH el “Command Manager” solo mostrará las herramientas de SKETCH mas si estamos creando algunas FEATURES nuestra barra de herramientas “Inteligente” hará visibles solamente los comandos que se encuentren en nuestra barra de herramientas “FEATURES”.

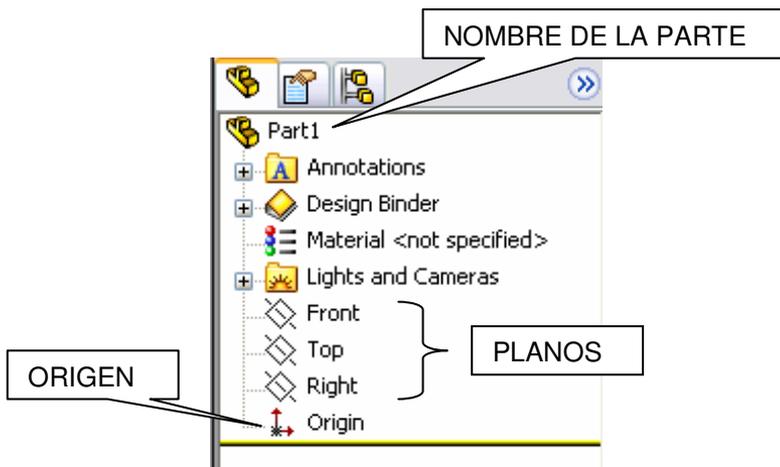




Para el caso de las barras de herramientas a utilizar será a gusto del diseñador la cantidad de barras a ser mostradas en cualquier zona alrededor del área de diseño, puesto que en este tutorial usaremos los comandos que se encuentran en las pestañas de los menús de Windows ®.



Al iniciarnos en el uso de SW2006 será necesario que nos acostumbremos a la forma en la cual toda la información será manejada y almacenada. En nuestro caso específico con el módulo de PARTE el “fólder” en donde nuestra información se guardará es en el Árbol de diseño “DESIGN TREE”.

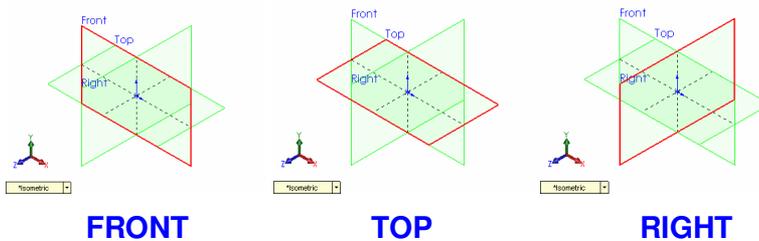


Por lo pronto será suficiente con destacar algunos puntos importantes en el **Árbol de diseño**, los cuales se explican a continuación:

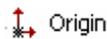
En la parte superior del **Árbol de diseño** podemos ver varias pestañas pero en ese momento la que nos interesa es la que ostenta el siguiente icono . En esta pestaña que tiene por nombre “**FeatureManager design tree**” encontraremos toda la información relevante acerca de nuestra **PARTE**. Podremos encontrar por ejemplo las geometrías de referencia que vayamos creando a lo largo del diseño, las **FEATURES**, **SKETCHES & PATTERNS** necesarios para completar el diseño de nuestra **PARTE**. El nombre de la **PARTE** será utilizado para caracterizar dicho archivo como una unidad independiente.

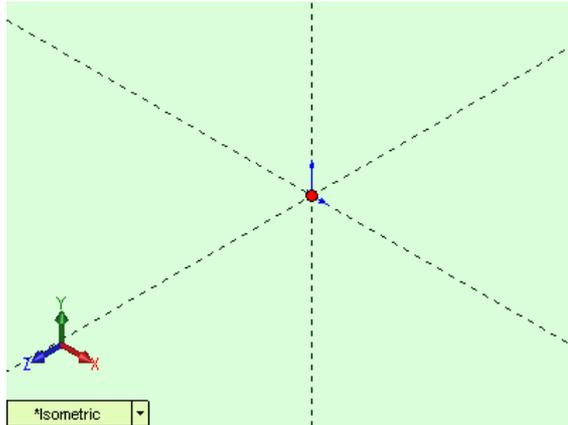
Dentro del módulo de parte siempre tendremos a nuestra disposición tres **PLANOS PRIMARIOS** los cuales son **FRONT**,

TOP & RIGHT. Como habría de esperarse es posible que dichos planos pudieran estar denominados en algún otro idioma, sin embargo estos planos siempre estarán organizados de esta forma. Así que al hacer una comparación con las imágenes que se muestran a continuación es fácil saber como están designados nuestros PLANOS dentro del universo tridimensional.



Nuestro origen o coordenada (0, 0, 0) estará localizado en la intersección de nuestros tres PLANOS PRIMARIOS.





De esta forma hemos visto cuatro geometrías de referencia que pueden ser ya utilizadas para empezar la construcción de nuestra primer PARTE en SW2006.

### 2.3.- Creación de geometrías de referencia (REFERENCE GEOMETRIES):

La creación de geometrías de referencia nos ayudará a crear mejores y más flexibles “esqueletos” que serán la base apropiada para desarrollar nuestras PARTES y ENSAMBLES.



## 2.4.- “SKETCHES & RELATIONS”, “FEATURES & PATTERNS”:

Para el desarrollo de “esqueletos” más complejos y que nos den mejores resultados tendremos que ser capaces de mezclar diferentes procedimientos y comandos para resolver tareas específicas y los comandos a utilizar serán encontrados en las herramientas que se aplican a los SKETCHES & RELATIONS así como lo que será construido sobre el “esqueleto” mismo las FEATURES & PATTERNS.



<b>Relación</b>	<b>Entidades a seleccionar</b>	<b>Relaciones resultantes</b>
<b>Horizontal o Vertical</b>	Una o más líneas ó dos o más puntos.	Las líneas se hacen horizontales ó verticales. Los puntos son alineados horizontalmente o verticalmente.
<b>Collinear</b>	Dos o más líneas.	Las entidades se colocan en línea recta una con respecto a la/las otras.
<b>Coradial</b>	Dos o más arcos.	Las entidades comparten el mismo punto de centro y dimensión de radio.

<b>Perpendicular</b>	Dos líneas.	Las entidades están perpendiculares una con respecto a la otra.
<b>Parallel</b>	Dos o más líneas.	Las entidades están paralelas una con respecto a la otra.



## 2.5.- “THE SPHERE”:

Para poder crear esta PARTE tendremos que seguir los siguientes pasos es importante apegarse lo más posible al método que se explica a continuación puesto que la presente PARTE será insertada en un ENSAMBLE que desarrollaremos posteriormente y en dicho caso se dará por hecho que la parte “THE SPHERE” fue creada tal y como aquí se muestra.

La siguiente lista es simplemente informativa, lo que significa que cada rubro será explicado apropiadamente en una etapa posterior pero es importante conocer el resultado final antes de comenzar la sesión de diseño. Esta es una buena técnica para los principiantes y también para aquellos diseñadores que

deseen incrementar sus conocimientos en modelado tridimensional, la lista que creamos será nuestro “PLAN DE ACCION” y como en él reflejaremos toda la información posible acerca de las etapas a seguir para poder finalizar nuestra PARTE sin contratiempos.

- 1.- Crear el fólder del proyecto.
- 2.- Crear un archivo de PARTE nuevo.
- 3.- Salvar el archivo con el nombre “SPHERE”.
- 4.- Crear un SKETCH sobre el plano TOP y aplicar una FEATURE de revolución para obtener una esfera de radio R250 mm.
- 5.- Crear un PLANO auxiliar a una distancia de 200 mm.
- 6.- En el nuevo PLANO insertaremos el SKETCH de un círculo con diámetro de 500 mm.
- 7.- A partir del SKETCH del círculo aplicaremos una FEATURE de corte extruido.
- 8.- Crear un SKETCH de un CÍRCULO de 25 mm de diámetro sobre la superficie que se creo al hacer el corte del paso No. 7.

9.- Usando el SKETCH del paso No. 8 haremos un corte extruido con una profundidad de 100 mm.

10.- En esta etapa repetiremos los pasos del 5 al 9, con la diferencia de que en el paso No. 8 crearemos un TRIANGULO circunscrito en un círculo con diámetro de 25 mm.

11.- En esta etapa repetiremos los pasos del 5 al 9, con la diferencia de que en el paso No. 8 crearemos un CUADRADO circunscrito en un círculo con diámetro de 25 mm.

12.- En esta etapa repetiremos los pasos del 5 al 9, con la diferencia de que en el paso No. 8 crearemos un PENTAGONO circunscrito en un círculo con diámetro de 25 mm.

13.- En esta etapa repetiremos los pasos del 5 al 9, con la diferencia de que en el paso No. 8 crearemos un HEXAGONO circunscrito en un círculo con diámetro de 25 mm.

14.- En esta etapa repetiremos los pasos del 5 al 9, con la diferencia de que en el paso No. 8 crearemos un OCTAGONO circunscrito en un círculo con diámetro de 25 mm.

15.- Salvar la PARTE y cerrar la sesión de SW2006.

Recapitulando un poco los pasos a seguir para poder terminar de manera exitosa nuestro modelo de PARTE en SW2006 podemos comenzar por crear una carpeta (fólder) en el escritorio de Windows. El nombre que le daremos a dicho fólder será "THE SPHERE".

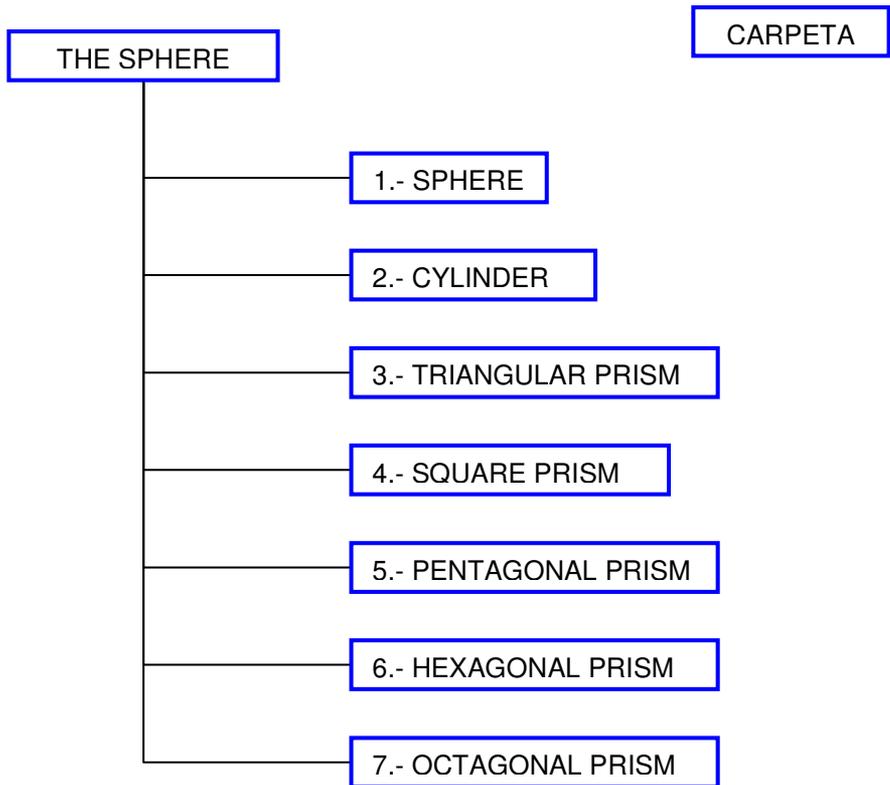


Como ya se ha mencionado con anterioridad debemos de analizar el proyecto que vamos a desarrollar desde el punto de vista del diseño pero también será necesario el analizarlo desde el lado de la organización - administración de archivos, de tal forma que tengamos una mejor experiencia al tratar, modificar o crear archivos en SW2006 los cuales serán nuestras PARTES, ENSAMBLES y DIBUJOS.

Aunque en esta sección del tutorial solo veremos como crear un archivo de PARTE desde ahora crearemos todas las

carpetas que usaremos también en las secciones de creación de ENSAMBLES y DIBUJOS.

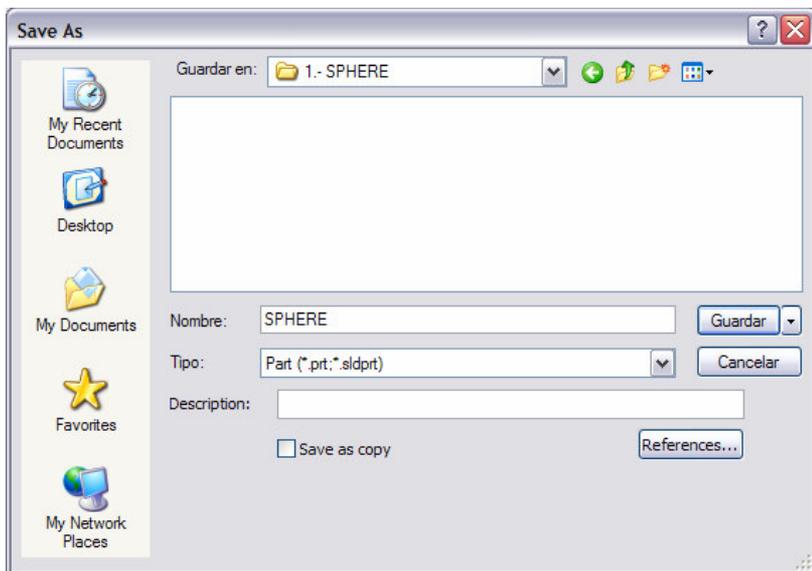
A continuación se muestran las carpetas que se deben de crear dentro de la CARPETA PRINCIPAL “THE SPHERE”.



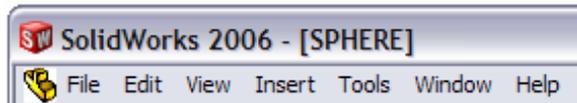
Una vez que tengamos el conjunto de carpetas previamente mostrado es fácil darnos cuenta que en este caso tenemos varios recipientes (carpetas) en los cuales podemos colocar PARTES, ENSAMBLES y DIBUJOS pero también podemos apreciar que las subcarpetas solo contendrán elementos

subordinados a aquellos que pudieran ser creados directamente en la CARPETA PRINCIPAL.

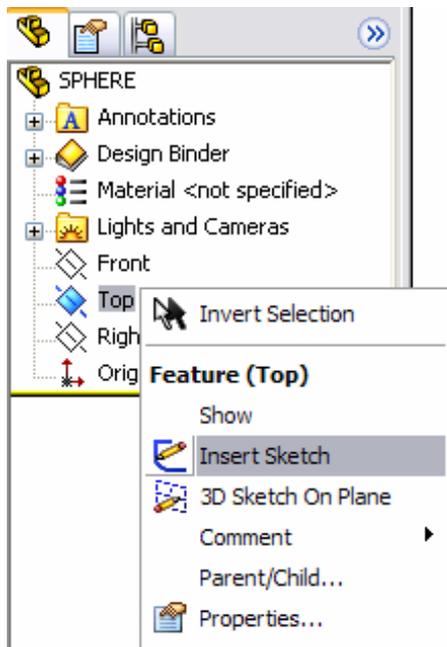
Como siguiente paso iniciaremos una sesión de SW2006 en el modulo de PARTE. Inmediatamente después salvaremos nuestra PARTE nueva con el nombre de “SPHERE” dentro de la carpeta que lleva el mismo nombre.



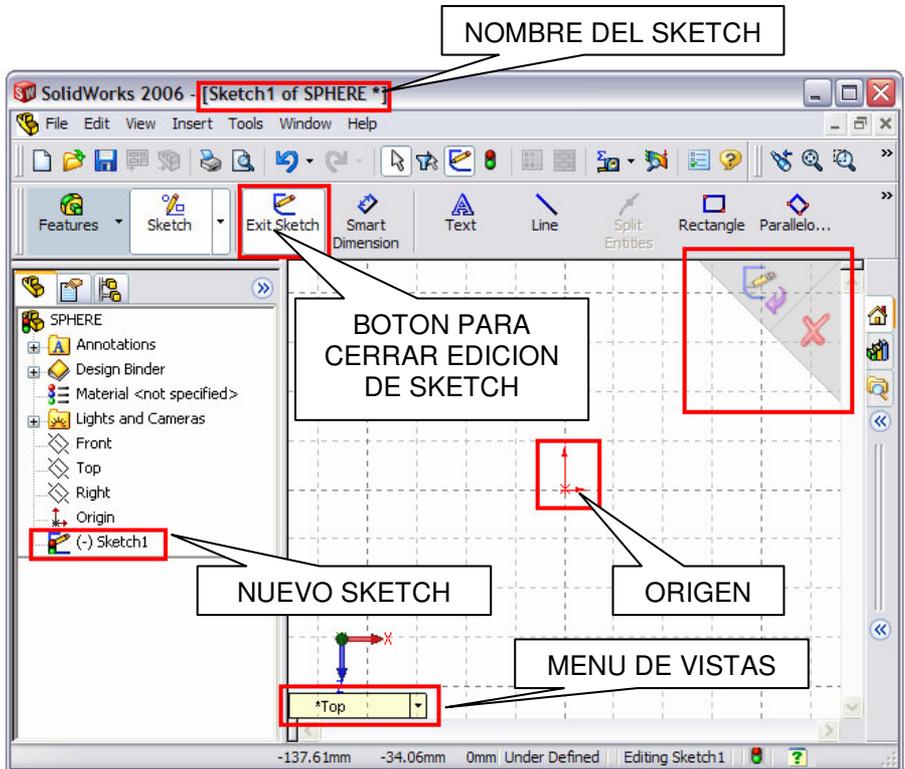
Una vez que nuestra parte ha sido salvada, el nombre que le dimos aparecerá entre corchetes ([ ]) en la esquina superior izquierda de la ventana de SW2006.



A la hora de crear nuestro primer SKETCH usaremos el plano “TOP” para tal efecto deberemos de hacer clic derecho sobre el icono del plano en cuestión. Al hacer esto un menú contextual se abrirá junto al puntero de Windows, ahí seleccionaremos el comando “Insert Sketch”.



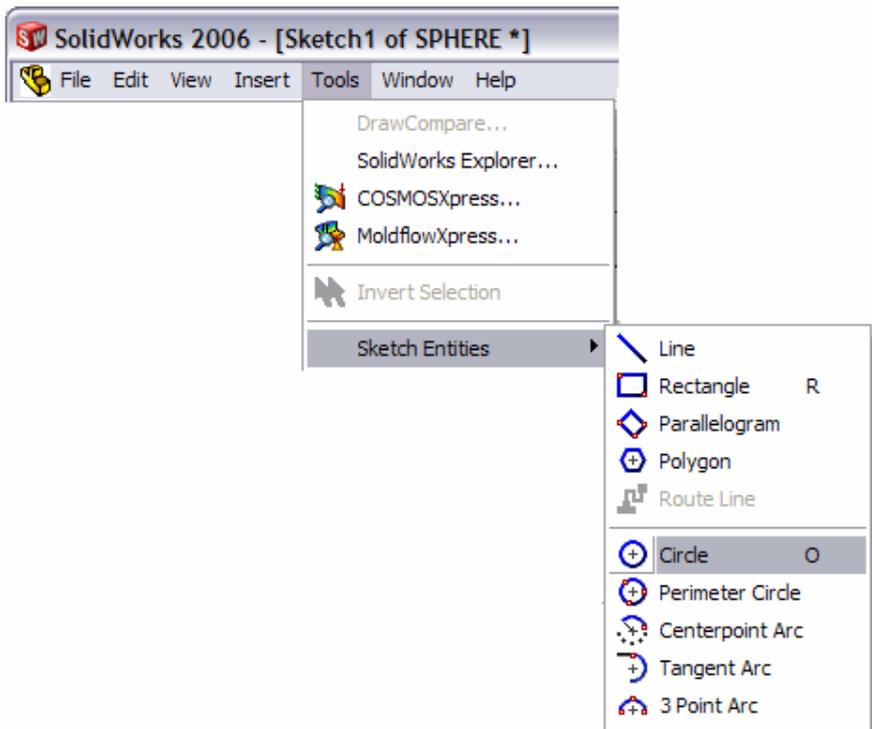
En la siguiente imagen podemos apreciar varios puntos importantes en la ventana de SW2006 cuando iniciamos el modulo de SKETCH dentro de una PARTE.



En la imagen precedente solo será necesario hacer énfasis en los botones que nos sirven para finalizar la edición de un SKETCH lo cual es como cerrar el modulo de SKETCH temporalmente y darle paso a la inserción de FEATURES. Si nos fijamos en la esquina superior derecha del área de diseño podremos ver que desde esos iconos también se puede dar por terminada la edición de SKETCH (salvando los cambios

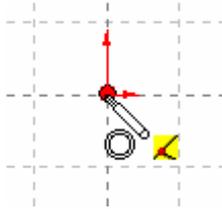
realizados) así como también cerrar el SKETCH descartando los cambios que se hayan hecho (signo rojo de una “X”).

Nuestro SKETCH es ahora como una hoja en blanco donde podemos empezar a dibujar y para tal efecto crearemos un círculo. A continuación podemos ver como acceder al comando “CIRCLE”. En futuras referencias a comandos utilizare la siguiente nomenclatura “Tools/Sketch Entities/**Circle**”.

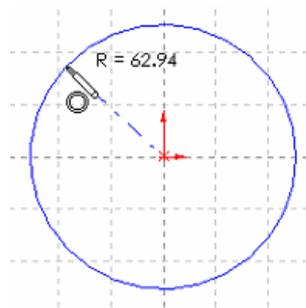


Tools/Sketch Entities/**Circle**

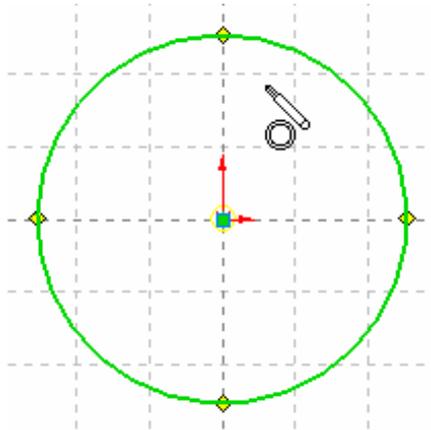
Como se muestra en la siguiente figura el puntero del cambiará de forma mostrando un plumón con un círculo debajo y a la derecha podemos observar que se va a aplicar una MATE (relación) de coincidencia. Para tal efecto una vez que el comando CIRCLE este activo deberemos de mover el puntero cerca del origen “L” con flechas en los extremos para que aparezca el icono de la MATE y posteriormente haremos clic izquierdo sobre el origen para iniciar el bosquejo del círculo.



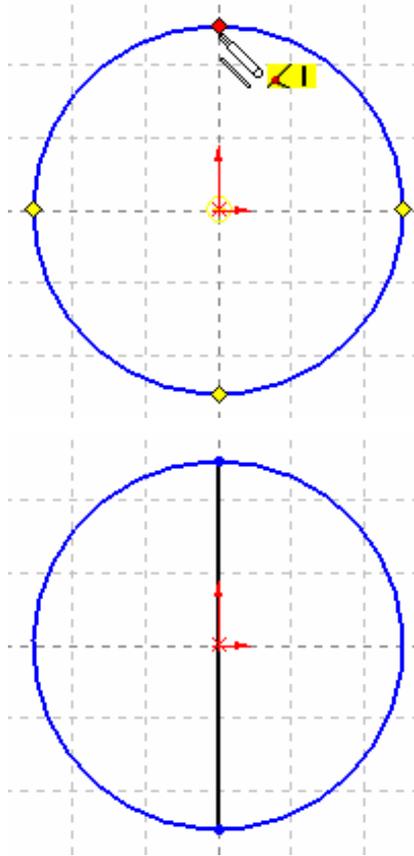
Una vez que iniciamos el bosquejo del círculo una imagen previa del mismo se mostrará en la pantalla al alejar el puntero de la posición de origen. Por el momento la dimensión del círculo no es importante ya que esta puede ser aplicada en una etapa posterior.



Para terminar nuestro círculo solo tendremos que hacer clic izquierdo cuando se tenga un tamaño adecuado como en la figura que sigue. Aquí podemos notar que en los cuadrantes del círculo se muestran unos pequeños rombos color amarillo y como veremos después es posible usar dichas geometrías de referencia para crear relaciones dentro del SKETCH.

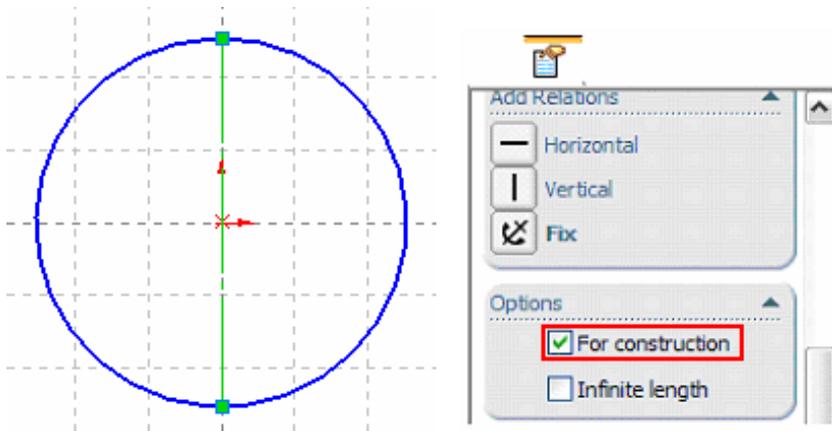


Dentro de este SKETCH crearemos una línea recta entre los cuadrantes SUR y NORTE de nuestro círculo, para esto tendremos que iniciar el comando LINE “Tools/Sketch Entities/**Line**”. De igual forma que con el origen-centro del círculo, aquí también veremos que se puede crear una MATE de coincidencia entre el punto inicial de la línea y el cuadrante NORTE del círculo (hacemos clic izquierdo sobre dicho cuadrante). Para finalizar la línea simplemente tendremos que hacer clic izquierdo sobre el cuadrante SUR del círculo.



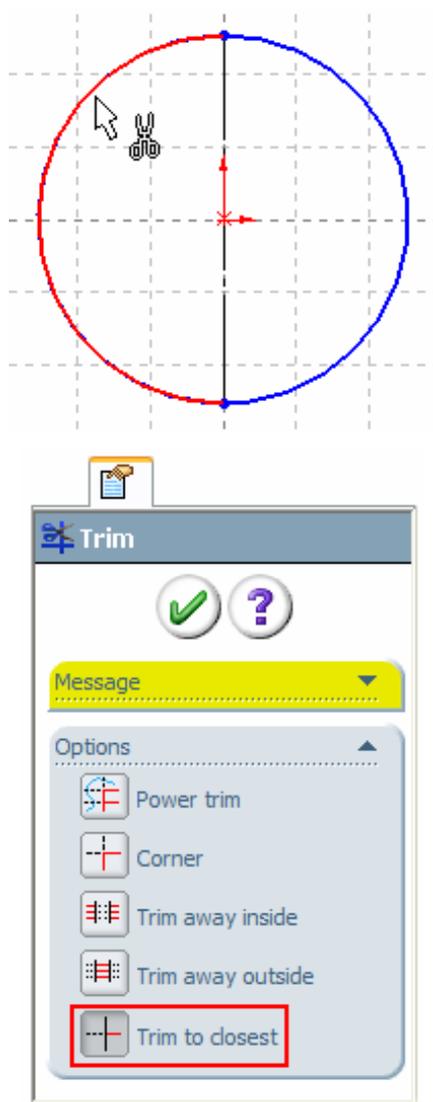
Las entidades que son creadas dentro de un SKETCH tendrán un color diferente dependiendo si están TOTALMENTE DEFINIDAS o no, eso quiere decir que sus grados de libertad han sido restringidos y las geometrías del SKETCH se mantendrán estáticas. En mi caso las entidades **AZULES** no están TOTALMENTE DEFINIDAS y las de color **NEGRO** si lo están.

Para efectos de diseño convertiremos la línea que acabamos de crear en una línea “For construction”, lo que significa que dicha entidad no será tomada en cuenta por las FEATURES que crearemos en el futuro y que simplemente nos servirá como una parte integrante de nuestro “esqueleto” de diseño. Y para poder hacer la conversión simplemente tendremos que seleccionar la línea haciendo clic izquierdo sobre ella y posteriormente a la izquierda en la pestaña de propiedades tendremos que checar la casilla que se muestra a continuación.

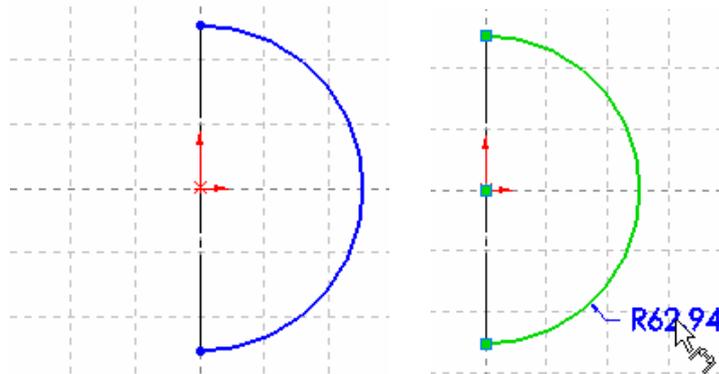


En nuestro SKETCH solo necesitamos una mitad del círculo por lo cual eliminaremos dicha mitad haciendo uso del comando TRIM, “Tools/Sketch Tools/Trim”. Al activarlo simplemente debemos pasar el puntero sobre el círculo para iluminar el sector de línea que será eliminado, en nuestro caso, el sector izquierdo del círculo. Es importante verificar que dentro de las propiedades del comando la opción “Trim to

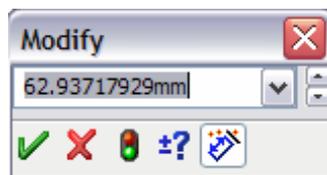
closest” esté seleccionada. Finalmente bastará con hacer clic izquierdo sobre la entidad iluminada para borrarla.



En este momento solo necesitamos dimensionar el radio de este sector circular para definir totalmente nuestro SKETCH y para hacerlo usaremos el comando SMART DIMENSION, “Tools/Dimensions/Smart”.

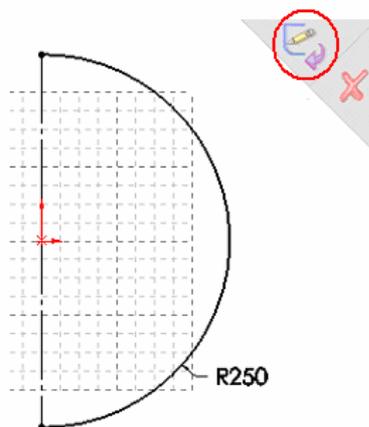


En este momento ya tenemos un SKETCH totalmente definido y simplemente nos resta el darle una dimensión de 250 mm al radio en cuestión. Para hacerlo solo tenemos que aplicar la dimensión al sector curvo del SKETCH y a continuación se abrirá la siguiente ventana, en caso contrario ó para hacer futuras revisiones simplemente debemos de hacer doble clic izquierdo sobre la dimensión (número) que deseamos editar.

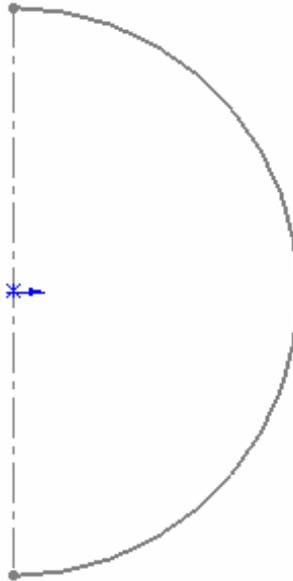


Como regla general debemos de saber que en SW es posible usar varios sistemas de unidades a la vez lo que significa que si en la ventana de edición de dimensiones nosotros escribimos 1" ó 1in este valor será inmediatamente convertido a 25.4mm. Esto dependiendo en que sistema nuestra plantilla de PARTE haya sido dada de alta. Los prefijos [‘ ó ft – pies], [“ ó in – pulgadas], [mm – milímetros] y [m – metros] están disponibles dentro de SW2006, por lo que las tediosas conversiones a mano serán cosa del pasado.

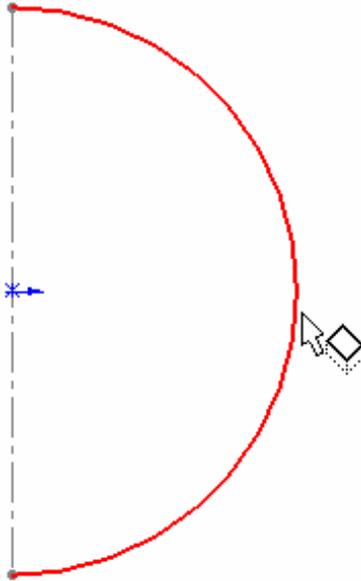
El SKETCH que acabamos de crear está ya TOTALMENTE DEFINIDO y podemos finalizar la sesión de edición de SKETCH haciendo clic izquierdo sobre el icono que se muestra en la esquina superior derecha del área de diseño. Es importante hacer notar que si seleccionamos la “X” para salir del SKETCH los cambios hechos dentro del mismo no serán salvados.



Al salir de la edición de SKETCH las geometrías del mismo cambiarán a un color gris.

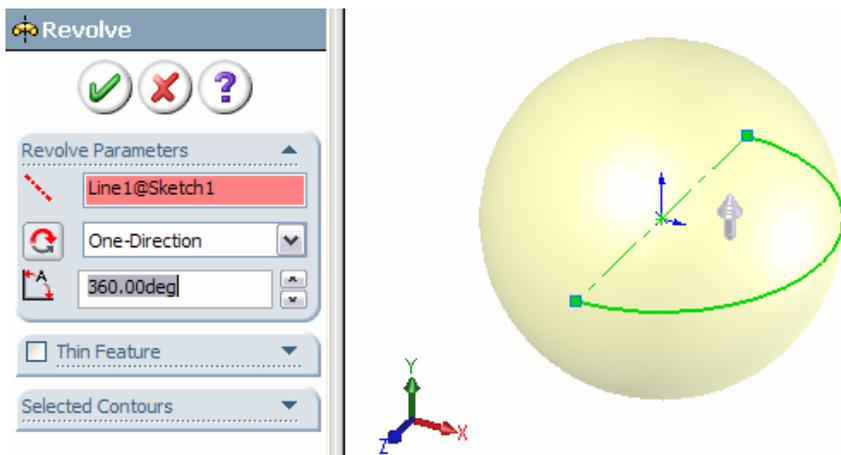


Una vez que tenemos nuestro SKETCH terminado podemos dar paso a la creación de una FEATURE utilizando el comando REVOLVE, “Insert/Boss/Base/**Revolve**”. Al iniciar el comando veremos que debajo del cursor aparecerá la imagen de un pequeño SKETCH rectangular lo que significa que tenemos que seleccionar un SKETCH dentro de nuestra área de diseño para poder aplicar en este caso el comando REVOLVE, bastará con hacer clic izquierdo sobre uno de los sectores del semicírculo (como se muestra).

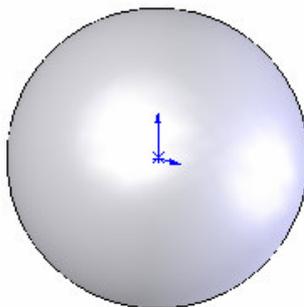


Al seleccionar el SKETCH es muy probable que SW nos pregunte si deseamos que el SKETCH sea convertido en un contorno cerrado y en este caso aceptaremos dicha propuesta del programa para poder continuar con el comando REVOLVE.

En nuestro caso como la línea recta es una entidad “For construction” SW la utilizará automáticamente como eje de rotación. Finalmente solo tendremos que seleccionar las opciones que se muestran en la siguiente figura para obtener nuestra esfera. No olviden hacer clic izquierdo sobre la paloma verde para aplicar el comando en cuestión.



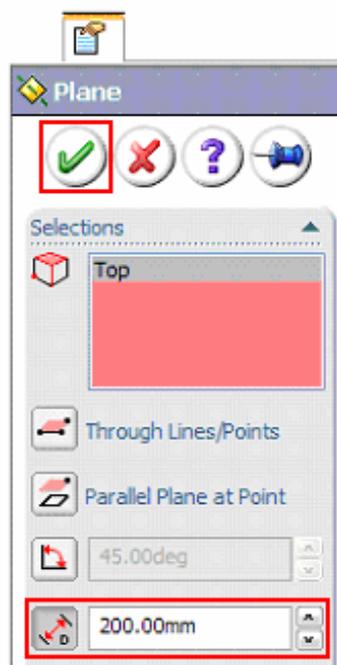
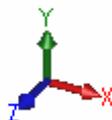
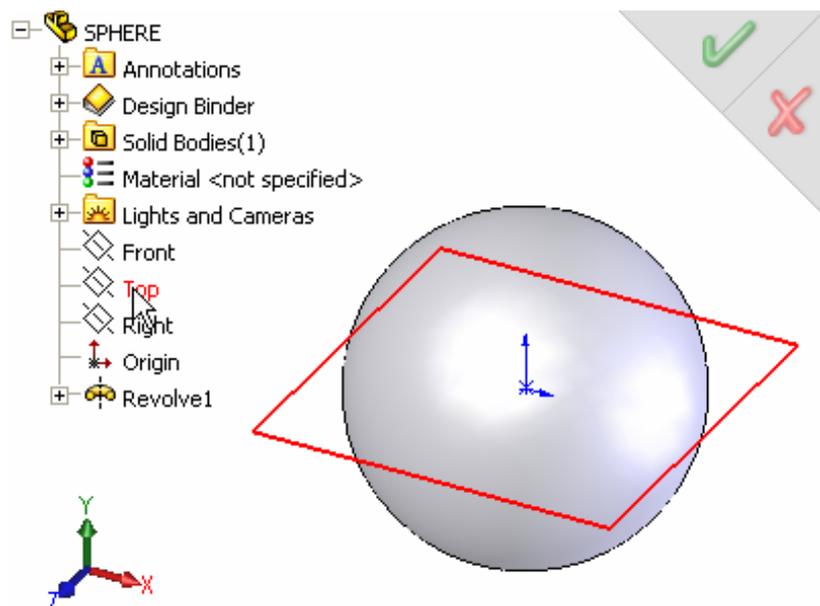
Aquí tenemos ya nuestro primer sólido en SW2006.



En muchas ocasiones tendremos que habilitar algunos planos auxiliares dentro de nuestro modelo para satisfacer ciertos requerimientos de diseño y este caso no será la excepción. Como ya sabemos desde el inicio de una sesión de PARTE tendremos nuestros tres PLANOS PRINCIPALES, los cuales son FRONT, TOP & RIGHT y para crear nuestro primer plano auxiliar utilizaremos como base a nuestro plano TOP. En este

momento aplicaremos el comando PLANE, “Insert/Reference Geometry/**Plane**”. El comando PLANE nos ofrece diferentes variantes para crear un plano auxiliar pero la más común y la que será usada en nuestro modelo es la de plano paralelo a un plano existente (TOP en nuestro caso). Los pasos a seguir para obtener nuestro plano serán los siguientes:

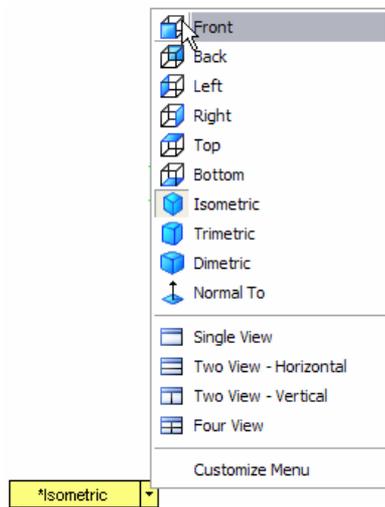
- 1.- Seleccionar el plano TOP (haciendo clic sobre el icono del plano TOP en el árbol de diseño.
- 2.- Activar el comando PLANE, “Insert/Reference Geometry/**Plane**”.
- 3.- Aplicar una distancia de 200 mm.
- 4.- Aceptar.



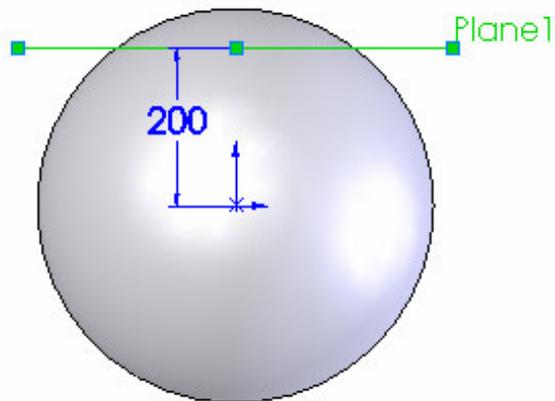
Como regla general para poder aceptar o descartar los cambios hechos en cualquier comando de SW2006 simplemente tendremos que hacer clic izquierdo sobre uno de los iconos que se muestran a continuación según corresponda.



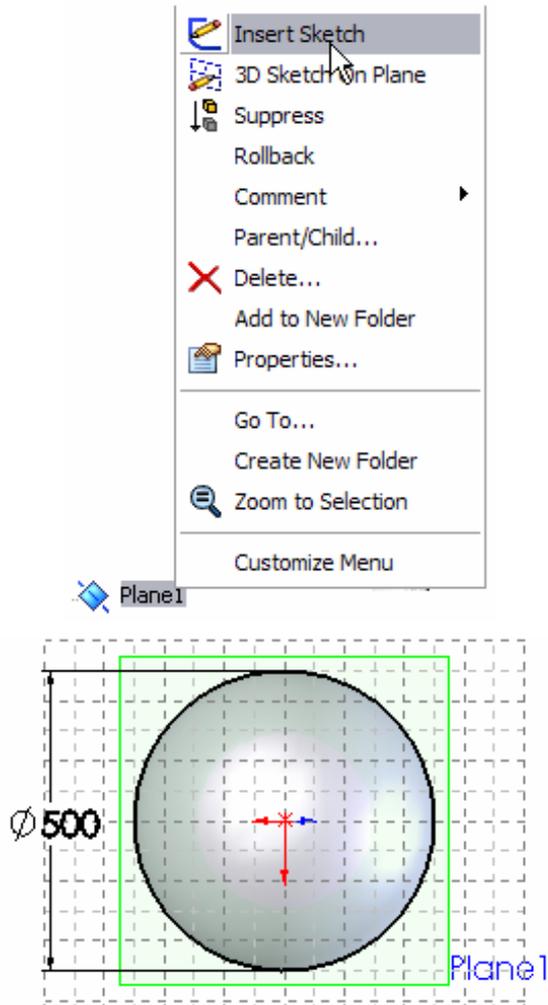
En este momento podemos ir cambiando las vistas en las cuales nuestro modelo en SW2006 puede ser mostrado. Para hacerlo basta con hacer clic izquierdo sobre el botón de vistas que se encuentra en la esquina inferior izquierda del área de diseño para desplegar el menú de selección y escoger a continuación la vista deseada. En este caso seleccionaremos la vista FRONT.



En la vista FRONT es fácil ver que el Plane1 está intersectando una sección sólida de la esfera.

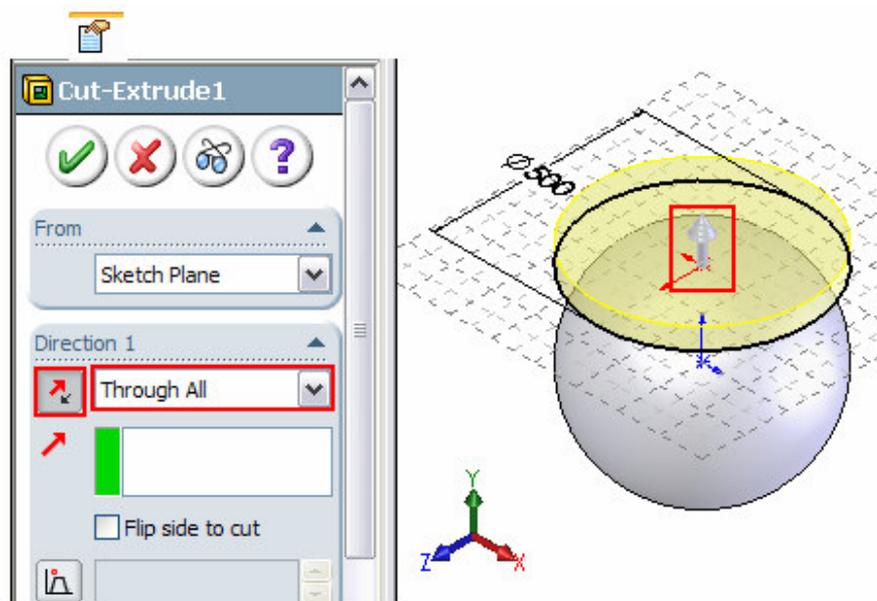


Como ya hemos visto es posible crear SKETCHES 2D sobre planos y en este caso insertaremos un SKETCH sobre el Plane1. Simplemente tenemos que hacer clic derecho sobre el plano en cuestión y posteriormente debemos seleccionar la opción "Insert Sketch". En dicho SKETCH crearemos un círculo con diámetro de 500 mm con su centro sobre el origen.

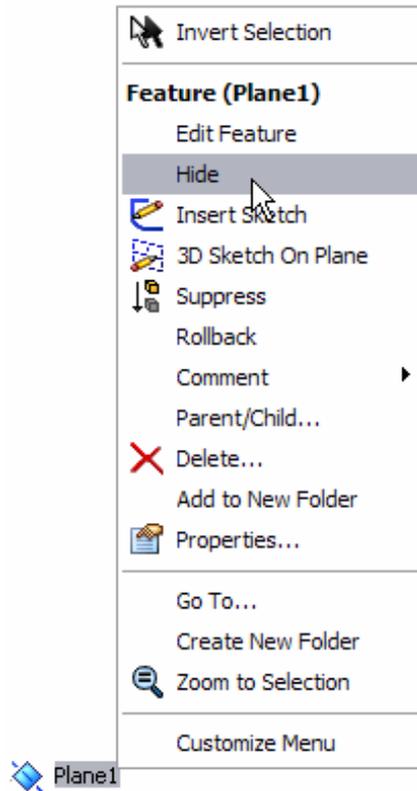


Una vez creado el SKETCH cerraremos la sesión de edición de SKETCH. Para luego insertar una FEATURE de corte de la misma forma como creamos la esfera con el comando Revolve. Para este caso en particular usaremos el comando CUT/EXTRUDE, “Insert/Cut/**Extrude**”. Para obtener los mismos resultados que se muestran en pantalla tendremos que

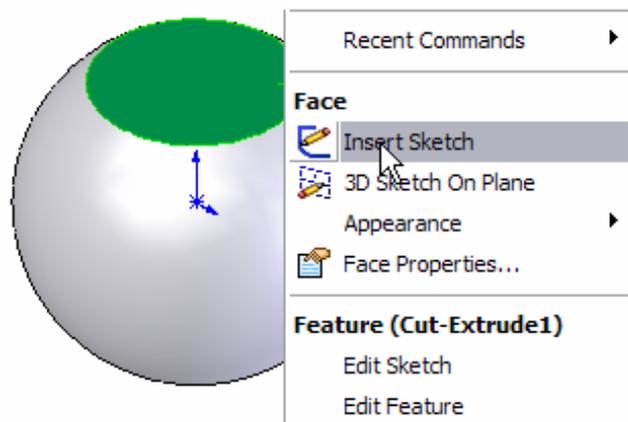
asegurarnos que el corte se hará “Through All” y que la dirección en la cual se creará el corte sea hacia fuera de la esfera.



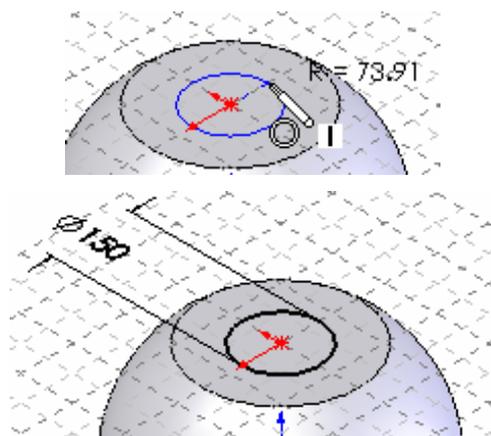
Ya que hemos completado el corte en la esfera necesitaremos ocultar el plano en el cual creamos el círculo (Plane1). Para hacerlo debemos hacer clic derecho sobre el plano en cuestión y a continuación seleccionar la opción “Hide”.



Para poder insertar un SKETCH 2D necesitamos un Plano o una Superficie Plana y en este momento podemos utilizar la superficie que se creó en la esfera para poder bosquejar otro SKETCH. Solo tenemos que hacer clic derecho sobre la superficie plana y después seleccionar “Insert Sketch”.

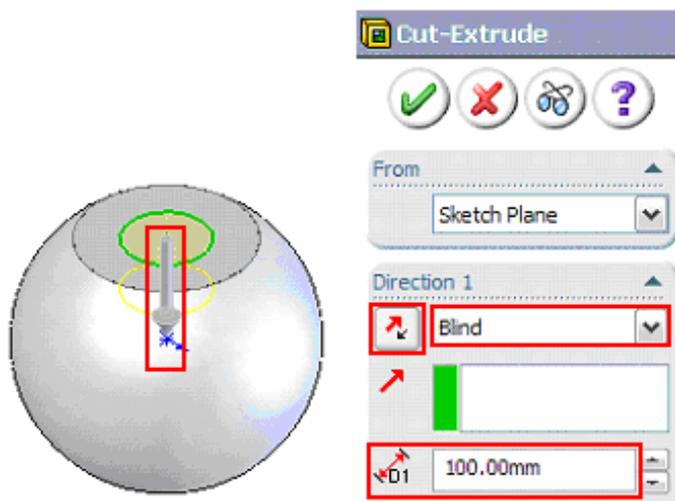


En el SKETCH dibujaremos un círculo con un diámetro de 150 mm con su centro sobre el origen.

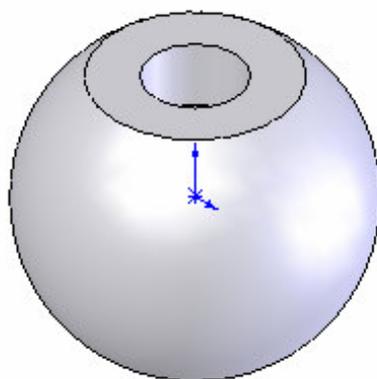


Como lo hicimos para hacer el primer corte en la esfera esta vez haremos un corte ciego hacia adentro de la esfera con una profundidad de 100 mm. Como ya sabemos tenemos que cerrar el SKETCH, iniciar el comando CUT/EXTRUDE,

“Insert/Cut/**Extrude**” y finalmente debemos checar que se hayan utilizado las mismas opciones que se muestran en la siguiente figura.

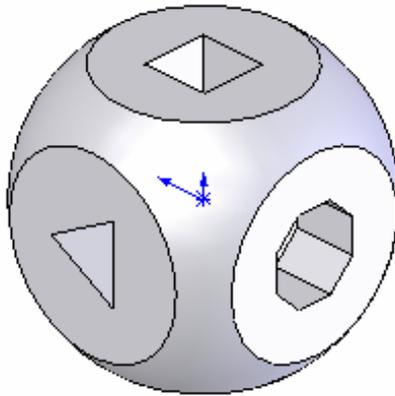


La siguiente figura muestra el resultado final del Corte Extruido.



Para poder finalizar completamente nuestra PARTE "SPHERE" tendremos que repetir 5 veces más lo siguiente:

- 1.- Crear un plano auxiliar a partir de alguno de nuestros planos principales
- 2.- Hacer el corte del círculo de 500 mm sobre el plano auxiliar
- 3.- Esconder el plano auxiliar (Hide)
- 4.- Realizar el corte ciego extruido a una profundidad de 100 mm (Las figuras a utilizar para este corte serán todas diferentes)

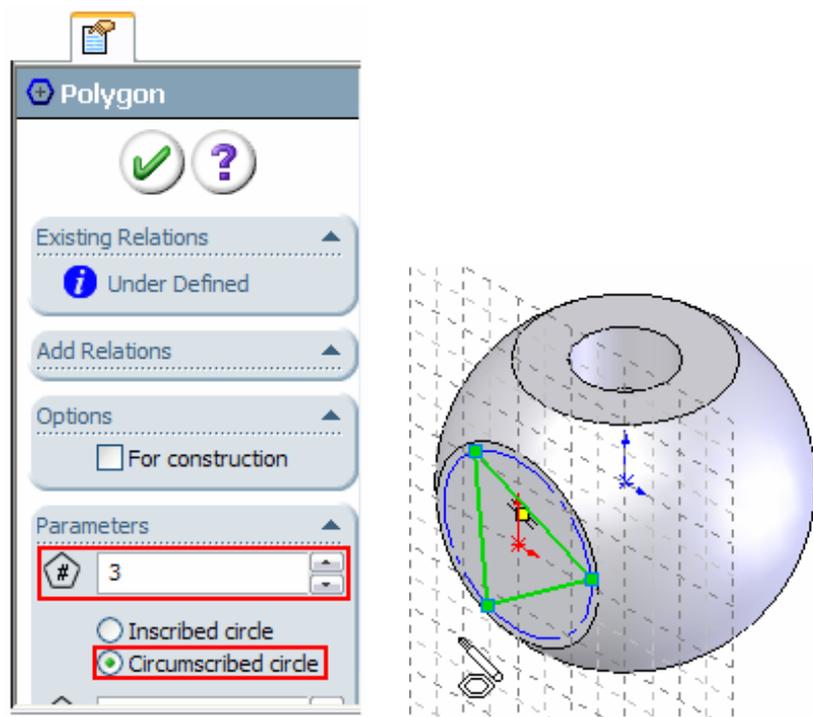


**RESULTADO FINAL**

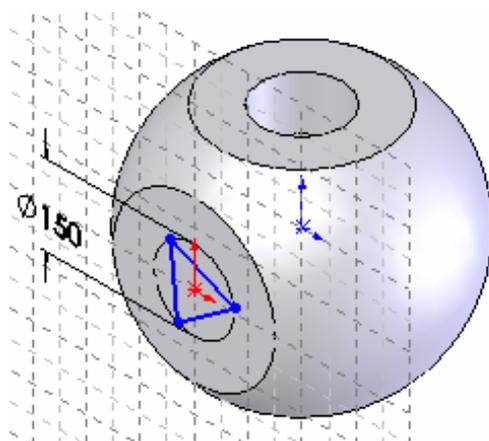
Al momento de crear los nuevos planos auxiliares debemos recordar que es posible cambiar la dirección hacia la cual el plano será dirigido.



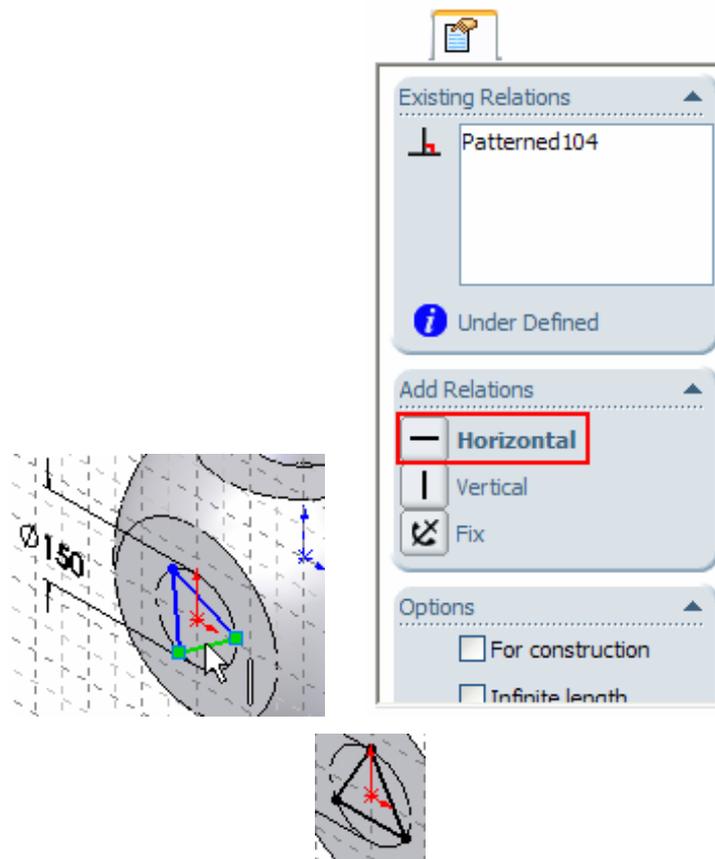
El siguiente corte ciego con profundidad de 100 mm será un triángulo circunscrito en un círculo con diámetro de 150 mm y para ello utilizaremos el comando POLYGON, Tools/Sketch Entities/**Polygon**. Al crear nuestro SKETCH sobre nuestra nueva superficie plana insertaremos un polígono de tres lados circunscrito (Triángulo). El centro del círculo de referencia estará sobre el origen.



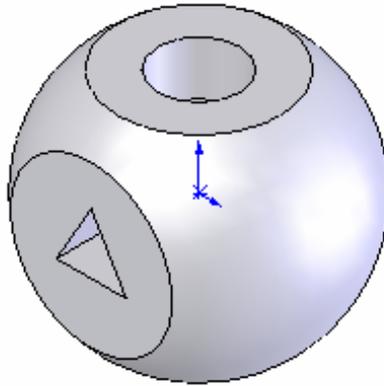
A continuación dimensionaremos el círculo con un valor de 150 mm.



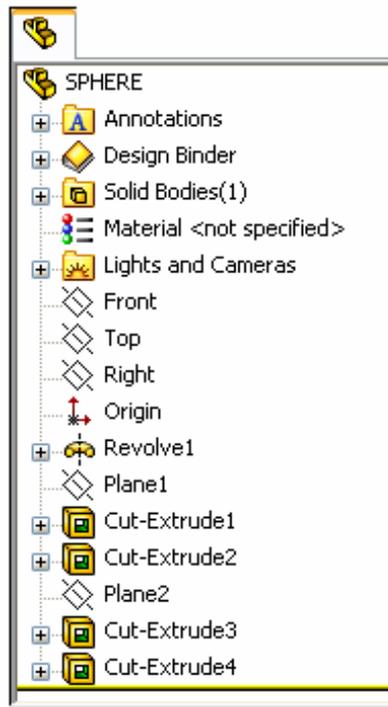
Para poder DEFINIR TOTALMENTE nuestro SKETCH necesitaremos adicionar una MATE de tipo horizontal para evitar que nuestro polígono gire alrededor del origen del círculo. Para hacer esto solo necesitamos seleccionar una de las líneas que componen al triángulo, al hacer esto veremos que en la pestaña de propiedades se mostrarán las relaciones que rigen a dicha línea pero también es posible agregar más relaciones para poder DEFINIR TOTALMENTE a nuestro SKETCH. En la pestaña de propiedades seleccionaremos la relación **Horizontal**.



De esta forma hemos creado nuestra segunda superficie plana con corte ciego extruido.

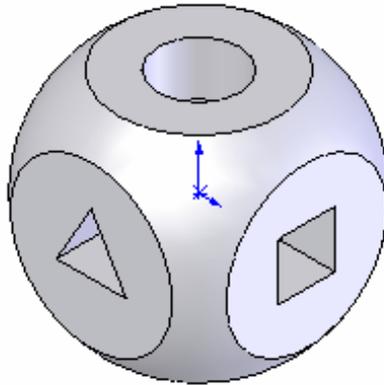


Como se aprecia en la siguiente imagen todos los PLANOS, FEATURES & SKETCHES se irán guardando en el árbol de diseño en el mismo orden jerárquico en el que fueron creados de tal modo que si al final del diseño tenemos que cambiar alguna dimensión simplemente tendremos que editar el elemento que corresponda para poder hacer cambios rápidos. Los SKETCHES que fueron usados para crear una FEATURE se encuentran debajo de dicha FEATURE, para mostrarlos solo debemos de hacer clic izquierdo sobre el signo “+” que se encuentra a la izquierda de la FEATURE en cuestión.



El tercer corte ciego con profundidad de 100 mm será un cuadrado circunscrito en un círculo con diámetro de 150 mm y para ello utilizaremos el comando POLYGON, Tools/Sketch Entities/**Polygon**. Al crear nuestro SKETCH sobre nuestra nueva superficie plana insertaremos un polígono de cuatro lados circunscrito (Cuadrado). El centro del círculo de referencia estará sobre el origen.

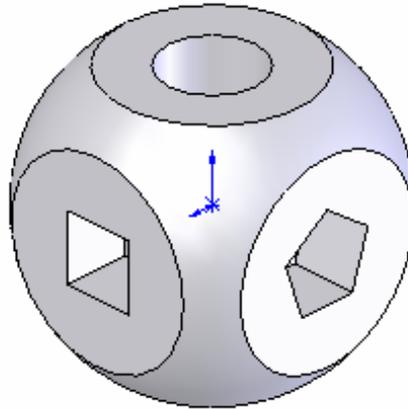
Como es de esperarse repetiremos los pasos que sean necesarios para obtener una imagen semejante a la que se muestra a continuación.



**NOTA:** El orden o posición de nuestros planos auxiliares no es una restricción para nuestro ejemplo de PARTE por lo tanto no será un problema que se use otro plano principal diferente al crear el plano auxiliar paralelo a 200 mm de espaciamiento. Ya que al final tendremos un resultado de 6 caras planas sobre nuestra esfera con 6 diferentes cortes ciegos extruidos.

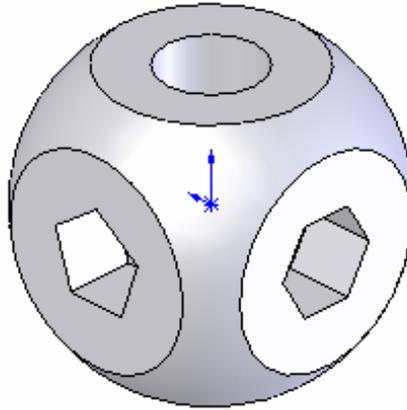
El cuarto corte ciego con profundidad de 100 mm será un pentágono circunscrito en un círculo con diámetro de 150 mm y para ello utilizaremos el comando POLYGON, Tools/Sketch Entities/**Polygon**. Al crear nuestro SKETCH sobre nuestra nueva superficie plana insertaremos un polígono de cinco lados circunscrito (Pentágono). El centro del círculo de referencia estará sobre el origen.

Como es de esperarse repetiremos los pasos que sean necesarios para obtener una imagen semejante a la que se muestra a continuación.



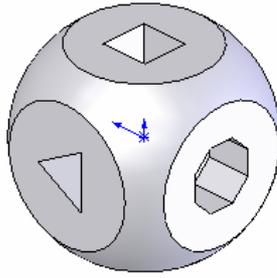
El quinto corte ciego con profundidad de 100 mm será un hexágono circunscrito en un círculo con diámetro de 150 mm y para ello utilizaremos el comando POLYGON, Tools/Sketch Entities/**Polygon**. Al crear nuestro SKETCH sobre nuestra nueva superficie plana insertaremos un polígono de seis lados circunscrito (Hexágono). El centro del círculo de referencia estará sobre el origen.

Como es de esperarse repetiremos los pasos que sean necesarios para obtener una imagen semejante a la que se muestra a continuación.



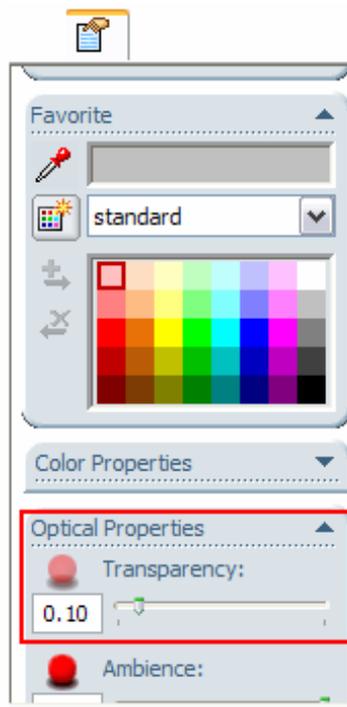
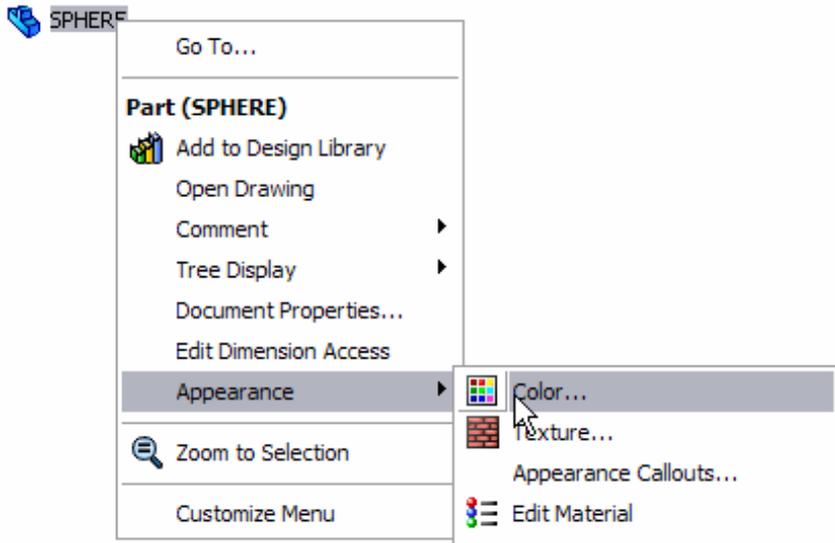
El sexto y último corte ciego con profundidad de 100 mm será un octágono circunscrito en un círculo con diámetro de 150 mm y para ello utilizaremos el comando POLYGON, Tools/Sketch Entities/**Polygon**. Al crear nuestro SKETCH sobre nuestra nueva superficie plana insertaremos un polígono de ocho lados circunscrito (Octágono). El centro del círculo de referencia estará sobre el origen.

Como es de esperarse repetiremos los pasos que sean necesarios para obtener una imagen semejante a la que se muestra a continuación.

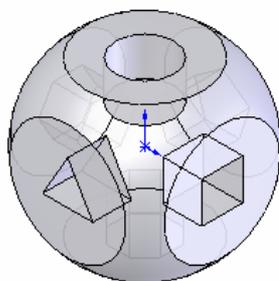


Una vez que se tengan todas los cortes extruidos sobre nuestra esfera podemos entonces cambiar un poco la apariencia de nuestra PARTE puesto que dicho cambio nos será de gran ayuda para la siguiente sección de este manual, en donde usaremos esta PARTE “SPHERE” en el contexto de un nuevo ENSAMBLE.

Para obtener una imagen semitransparente como la que se muestra a continuación simplemente tenemos que hacer clic derecho sobre el icono de la PARTE en la parte más alta de nuestro árbol de diseño y luego seleccionar la opción “Color”.



De este modo hemos terminado exitosamente una PARTE tridimensional.

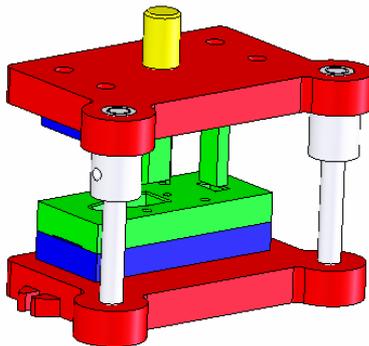


### 3.- COMO CREAR UN ARCHIVO DE ENSAMBLE:

#### 3.1.- Introducción:

Como se vio en la etapa previa de este tutorial cuando nosotros creamos una PARTE esta ultima estará siempre compuesta de SKETCHES, FEATURES & PATTERNS; y toda esa información será almacenada en nuestro árbol de diseño. De tal suerte que nuestros ENSAMBLES se comportarán de una forma parecida a nuestras PARTES, solo que aparte de tener algunos SKETCHES de referencia la mayor parte de la información contenida en un árbol de diseño de un ENSAMBLE serán PARTES y/o SUBENSAMBLES.

Como ya se ha mencionado con anterioridad nuestro ENSAMBLE será un archivo independiente a aquel de las PARTES de las cuales este estará compuesto.



### **3.2.- Modulo de ensamble en SW2006:**

Visto que ya se explico en la sección que nos mostró como crear un archivo de PARTE como se almacena la información en el árbol de diseño, los tipos de planos y referencias estándar, ahora podemos simplemente explicar cuales son las diferencias más notorias entre los módulos de PARTE y ENSAMBLE ya que estos se comportan de manera similar.

En el caso del ambiente de ENSAMBLE podemos ver que en nuestro “Command Manager” se encontrarán otras barras de herramientas características del modulo de ENSAMBLE, las cuales nos ayudarán a modificar nuestro ENSAMBLE de forma más sencilla.

Una vez que nos sintamos a gusto con la manera en la cual SW2006 nos presenta el ambiente de ENSAMBLE podremos entonces crear nuestro primer ENSAMBLE.

Primeramente como ya sabemos debemos de realizar un análisis previo acerca de nuestro ENSAMBLE antes de dar por iniciada nuestra sesión de diseño dentro de SW2006. El método sugerido en la sección anterior es el de la “Lista de chequeo” en la cual podremos plasmar la ruta a seguir para poder terminar nuestro ENSAMBLE sin problemas.

Así pues esta es la lista que se creará para nuestro ENSAMBLE en cuestión:

- 1.- Iniciar el modulo de ENSAMBLE dentro de SW2006
- 2.- Salvar nuestro ensamble directamente en la carpeta “THE SPHERE” bajo el nombre de “THE SPHERE”
- 3.- Insertar nuestra PARTE que se llama “SPHERE” (La cual se encuentra en el fólder “SPHERE” dentro de nuestro nuevo ENSAMBLE
- 4.- Aplicar las relaciones que correspondan para poder eliminar todos los grados de libertad de la parte “SPHERE”
- 5.- En este paso crearemos una PARTE INDEPENDIENTE fuera del contexto del ENSAMBLE para lo cual iniciaremos una sesión de PARTE. Dicha parte no será más que un prisma triangular con altura de 500 mm y el perfil del triángulo estará basado en un **triángulo** circunscrito en un círculo con un diámetro de 150 mm
- 6.- En este paso repetiremos el paso No. 5 con la diferencia de que el perfil a extruir será un **cuadrado** circunscrito en un círculo con diámetro de 150 mm

7.- En este paso repetiremos el paso No. 5 con la diferencia de que el perfil a extruir será un **pentágono** circunscrito en un círculo con diámetro de 150 mm

8.- En este paso repetiremos el paso No. 5 con la diferencia de que el perfil a extruir será un **hexágono** circunscrito en un círculo con diámetro de 150 mm

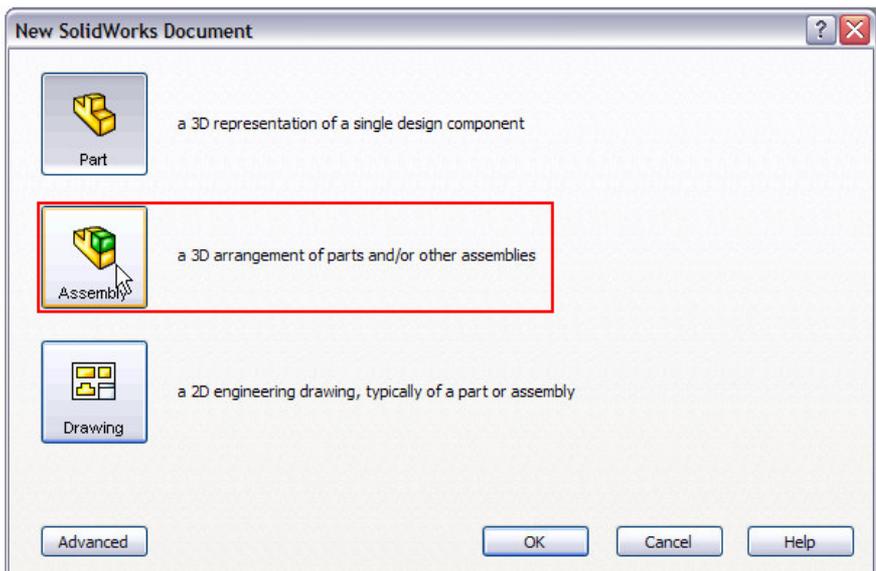
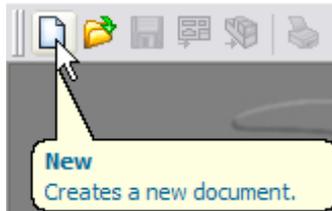
9.- En este paso repetiremos el paso No. 5 con la diferencia de que el perfil a extruir será un **octágono** circunscrito en un círculo con diámetro de 150 mm

10.- Como podemos sospechar en este momento el prisma que nos falta es aquel de perfil **circular** con un diámetro de 150 mm. El cual será creado en el contexto del ENSAMBLE en el cual insertaremos una PARTE nueva y luego reutilizaremos la geometría del corte circular que se encuentra en la esfera proyectando dicho perfil. Una vez proyectado pasaremos a realizar la extrusión de 500 mm

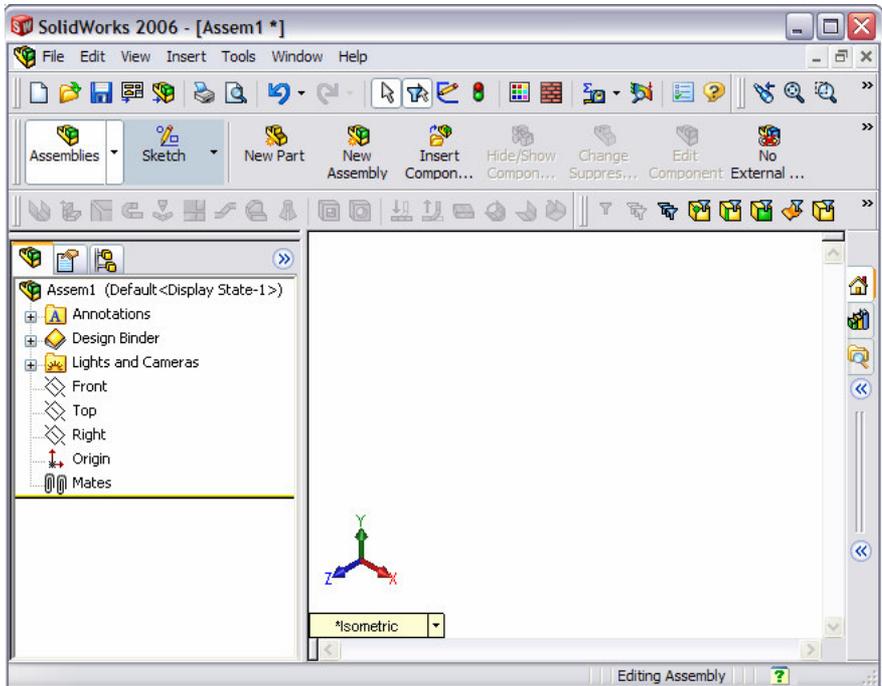
11.- Para poder finalizar nuestro ENSAMBLE practicaremos de nueva cuenta el método de eliminación de grados de libertad para lo cual insertaremos nuestros prismas en el ENSAMBLE "THE SPHERE" y por cada prisma insertado eliminaremos sus grado de libertad antes de continuar con el siguiente prisma.

De este modo podemos comenzar la creación de nuestro primer ENSAMBLE dentro de SW2006.

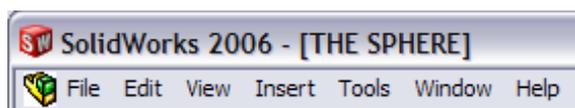
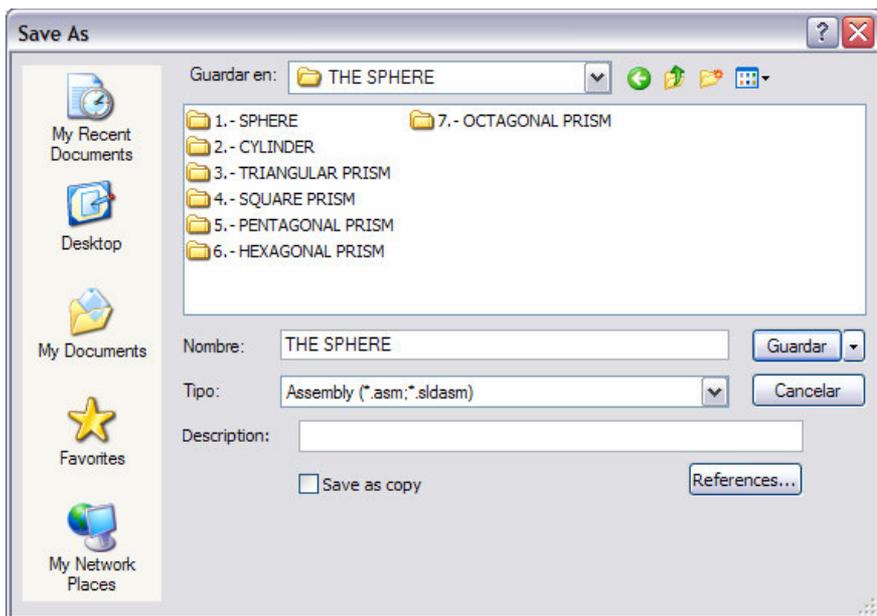
Siguiendo los pasos de nuestra lista de diseño primero debemos abrir SW2006 y a continuación iniciaremos el módulo de ENSAMBLE (ASSEMBLY).



En la siguiente figura vemos las diferencias en el “Command Manager” y el árbol de diseño. Más adelante se explicarán con más detalle las características de módulo de ENSAMBLE.



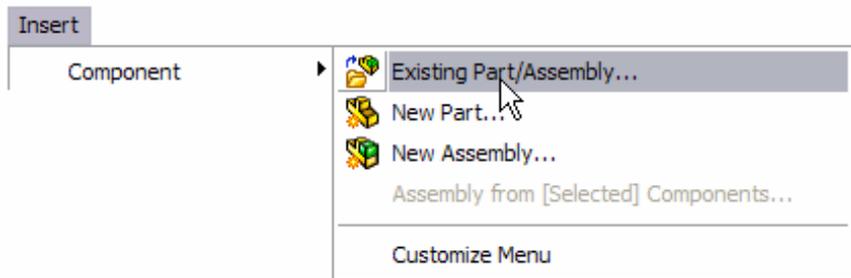
El ENSAMBLE será guardado bajo el nombre de “THE SPHERE” dentro del fólдер que lleva el mismo nombre y que se encuentra en nuestro escritorio de Windows ®.



### 3.3.- Crear partes en el contexto del ensamble:

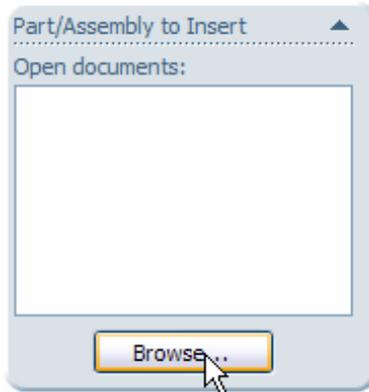
En todo ENSAMBLE siempre iniciaremos con una plantilla vacía en la cual el programa nos preguntará si deseamos insertar una PARTE o ENSAMBLE existente o crear una PARTE o ENSAMBLE en el contexto del presente ENSAMBLE. Para el inicio solo cancelaremos la primera acción del módulo de ENSAMBLE haciendo clic izquierdo sobre el símbolo (X).

Siguiendo la técnica usada en el tutorial de PARTE en este momento para la localización del siguiente comando se utilizará la siguiente convención: Insert/Component/**Existing Part Assembly**.

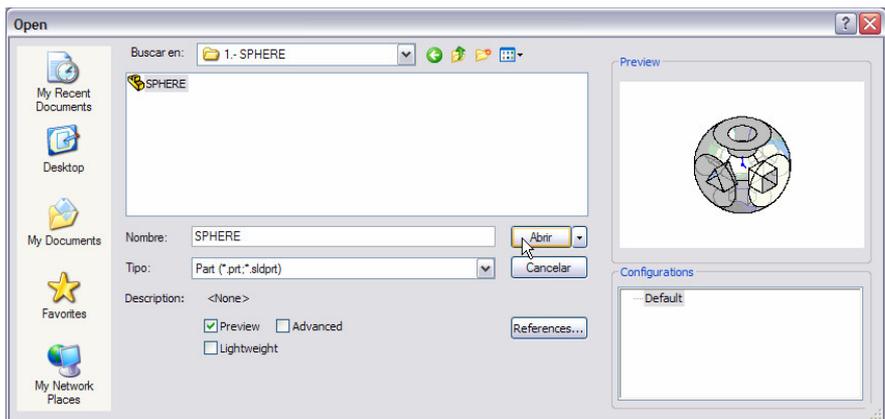


Al iniciar el comando EXISTING PART/ASSEMBLY veremos que a nuestra izquierda tendremos que utilizar el botón “Browse” para “Buscar” la PARTE o ENSAMBLE que deseamos insertar en nuestro nuevo ENSAMBLE.

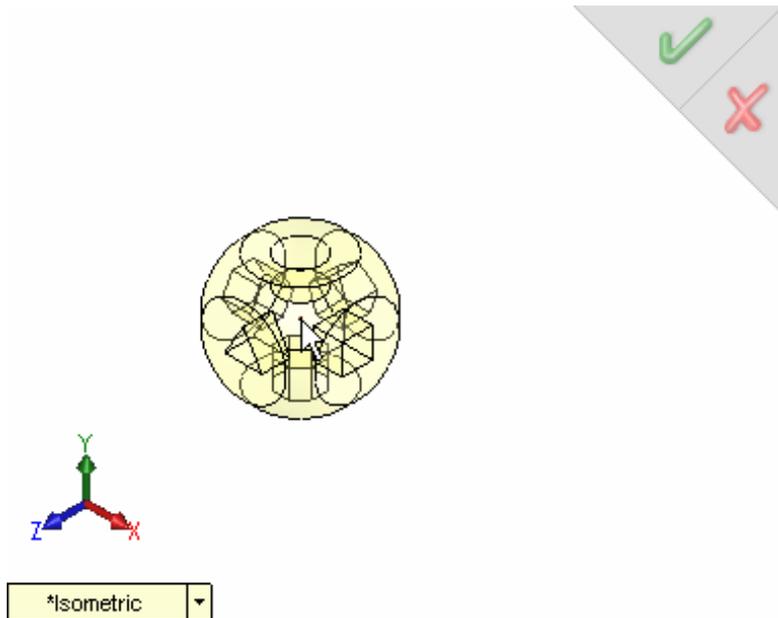




Para nuestro caso particular buscaremos la PARTE “SPHERE” que se encuentra en el f6lder del mismo nombre. Bastar6 con abrir dicha PARTE para que sea insertada en el ENSAMBLE.



Cuando se muestra nuestra PARTE en el 6rea de dise1o del m6dulo de ENSAMBLE simplemente tendremos que hacer clic izquierdo sobre dicha 6rea para que la PARTE SPHERE sea insertada.

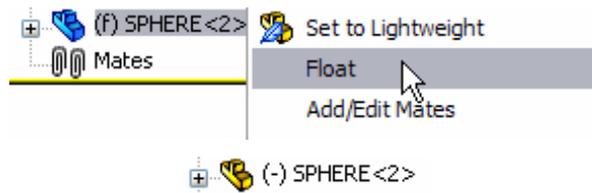


Como regla general toda primera entidad que sea insertada en un ENSAMBLE será automáticamente “fijada” en la posición o zona en la cual hicimos clic izquierdo sobre el área de diseño.

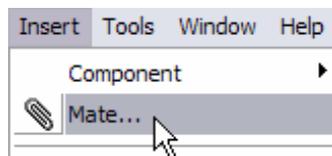
En la siguiente figura vemos que al lado del icono de la PARTE “SPHERE” se tiene lo siguiente: (f). Esto significa “fixed”, en este caso nuestra PARTE no se encuentra en un lugar propicio para la creación de nuestro ENSAMBLE, visto que los planos principales de la PARTE y del ENSAMBLE no concuerdan del todo.

Para poder modificar la posición de la PARTE SPHERE tendremos que hacer clic derecho sobre el icono de dicha parte

en el árbol de diseño para después escoger la opción “Float”. Al hacer esto el símbolo (f) se cambiará por el de (-), lo cual quiere decir que esta entidad no esta totalmente definida y que esta tiene todavía grados de libertad que deben de ser restringidos.

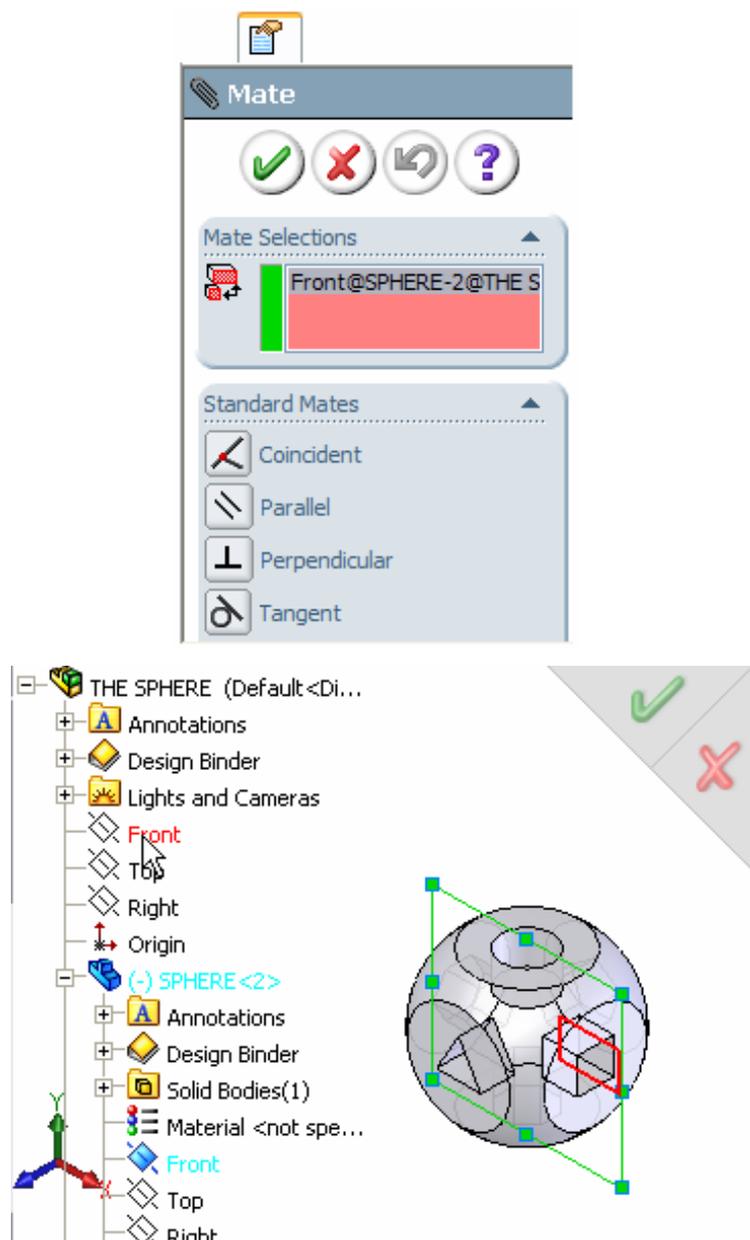


Dentro del módulo de ENSAMBLE la herramienta a utilizar para eliminar o restringir los grados de libertad de una PARTE o un ENSAMBLE se llama “Mate” y se activa usando el comando Insert/**Mate**.

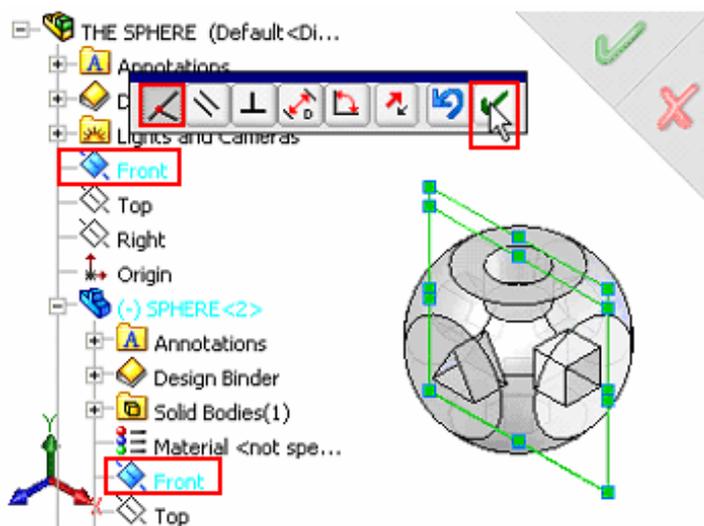


Al iniciar el comando MATE veremos a la izquierda un pequeño campo color rosa y es ahí en donde se irán guardando las selecciones que hagamos. En el ejemplo de la siguiente imagen escogeremos los planos “FRONT” del ENSAMBLE “THE SPHERE” y de la PARTE “SPHERE” (**FRONT-FRONT**). Para hacer la selección tendremos que expandir el árbol de

diseño que se encuentra en la parte superior izquierda del área de diseño.

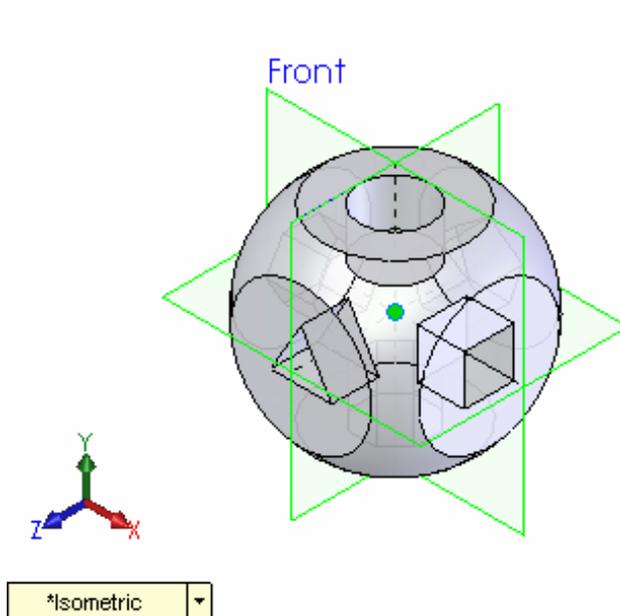


Una vez que se haya aplicado la “MATE” de coincidencia entre los dos planos bastará con hacer clic izquierdo sobre la paloma verde para finalizar el comando y aceptar los cambios realizados.



Como podemos apreciar la PARTE “SPHERE” aún posee 2 grados de libertad que deben ser restringidos y ellos son los movimientos que dicha PARTE podría tener sobre el plano TOP y RIGHT. Por eso deberemos de aplicar el comando MATE dos veces más, de la misma manera que lo hicimos en el procedimiento anterior pero en estos casos lo haremos con los planos **TOP-TOP** y **RIGHT-RIGHT**.

Al haber hecho las relaciones de coincidencia entre los planos **FRONT-FRONT**, **TOP-TOP** y **RIGHT-RIGHT** tendremos un modelo idóneo que nos permita, de una forma más sencilla, el construir nuevas PARTES sobre él ó para relacionar PARTES existentes con respecto al modelo en cuestión. Y es exactamente lo que se realizará durante el resto de este tutorial para poder terminar nuestro ENSAMBLE.

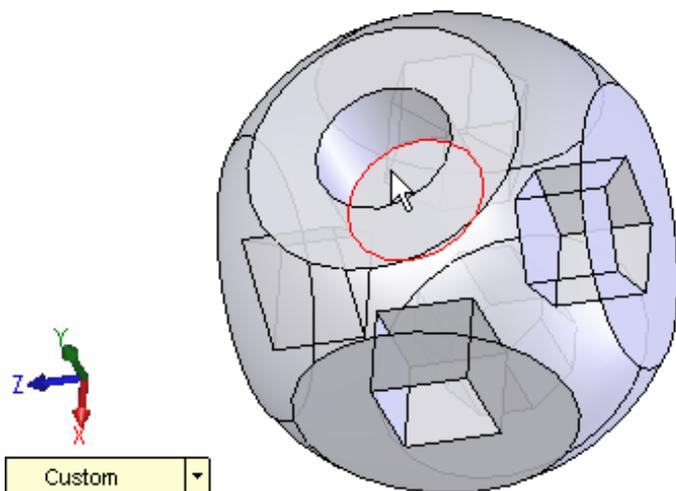
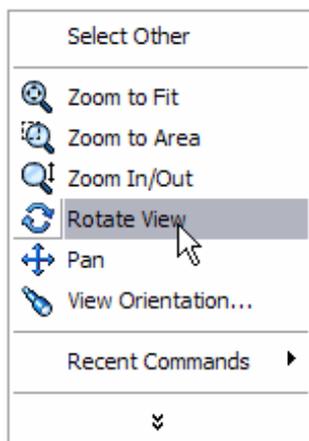


Como se ve en la siguiente figura el símbolo (-) ha desaparecido, ya que la PARTE “SPHERE” se encuentra totalmente definida dentro del contexto del ENSAMBLE “THE SPHERE”.



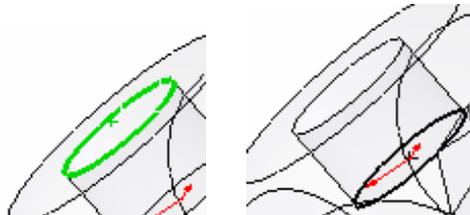
En este momento crearemos una nueva PARTE dentro del contexto del ENSAMBLE y para ello nos serviremos del comando Insert/Component/**New part**. Como lo hemos estado haciendo para la creación de nuestra PARTE y ENSAMBLE en este caso al aplicar el comando NEW PART tendremos que guardar nuestra nueva parte bajo el nombre de CYLINDER dentro del f6lder que ostenta el mismo nombre. Una vez que nuestra PARTE "CYLINDER" ha sido guardada SW nos preguntará en que plano 6 SUPERFICIE deseamos comenzar nuestra nueva PARTE para lo cual escogeremos la superficie que se muestra en la siguiente figura (corte cil6ndrico). De ser necesario el rotar el modelo para escoger la SUPERFICIE en cuesti6n solo debemos hacer clic derecho sobre alguna zona vacía del 6rea de diseño y luego escoger la opci6n Rotate View. (Se recomienda el experimentar con los dem6s comandos que se encuentran en el men6 contextual que alberga al comando "Rotate View").

Al activar el comando Rotate View solo debemos hacer clic izquierdo sobre el 6rea de diseño y mover el rat6n en alguna direcci6n para poder rotar el modelo con respecto a la direcci6n en la cual movimos al rat6n.

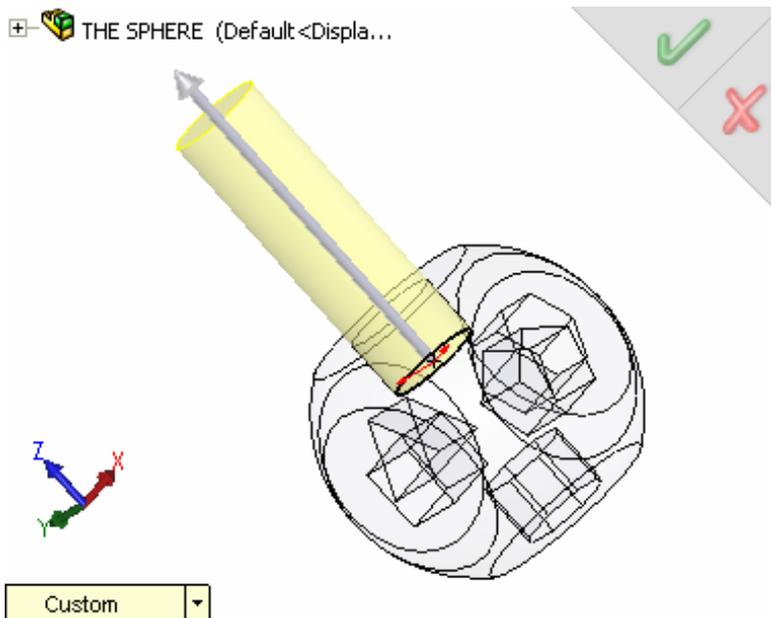


Al seleccionar la SUPERFICIE base de nuestra nueva PARTE una sesión de SKETCH se iniciará y dentro de la misma PROYECTAREMOS el perfil circular exterior de la PARTE “SPHERE”. Para hacerlo simplemente debemos seleccionar la

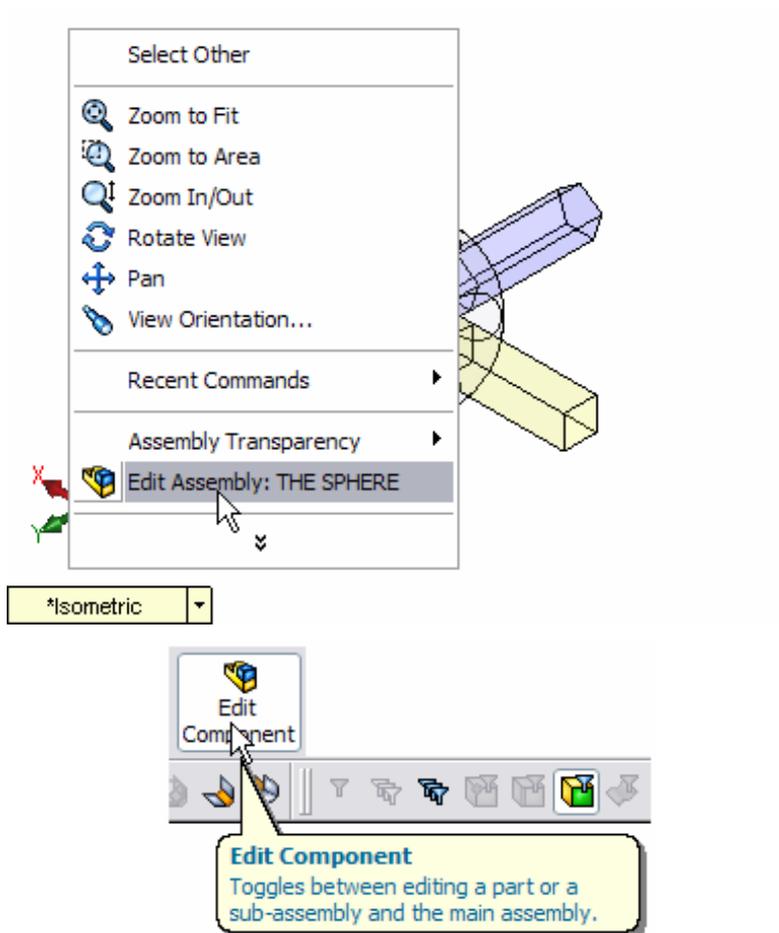
orilla (corte circular) y después aplicar el comando CONVERT ENTITIES (Tools/Sketch Tools/**Convert Entities**).



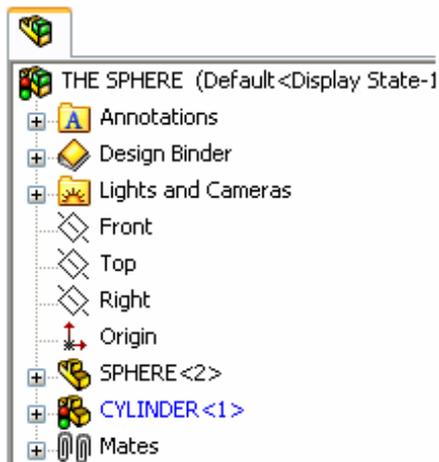
A partir de nuestro nuevo SKETCH crearemos una extrusión con altura de 500 mm hacia fuera de la PARTE “SPHERE” (ver figura). Para hacer esto tendremos que escoger nuestro SKETCH desde nuestro árbol de diseño y posteriormente aplicar el comando Insert/Boss/Base/**Extrude**.



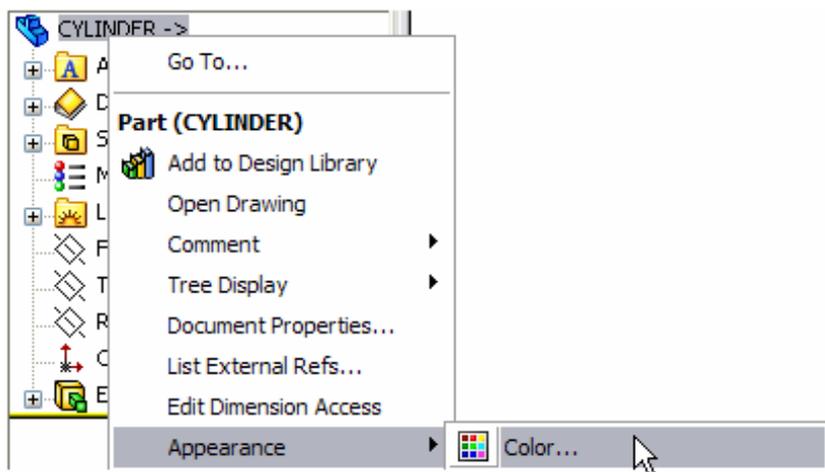
Al finalizar la extrusión daremos por terminado nuestra sesión de modificación de PARTE para poder regresar a la edición de nuestro ENSAMBLE “THE SPHERE”. Para ello hay dos posibilidades, la primera es hacer clic derecho en alguna zona vacía de nuestra área de diseño y escoger la opción “Edit Assembly: THE SPHERE” y la segunda es hacer clic izquierdo sobre el botón “Edit Component” que se encuentra en nuestro “Command Manager”.



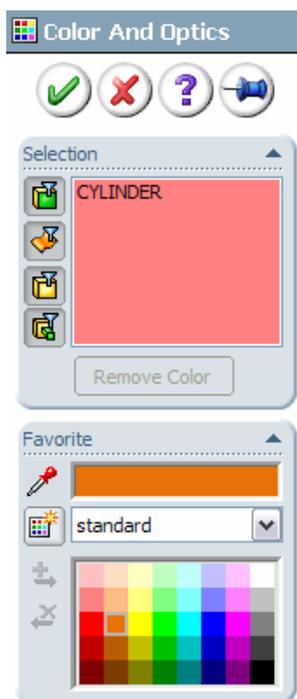
Solo para hacer notar una pequeña diferencia en el árbol de diseño, cuando estamos editando/modificando una PARTE dentro de un ENSAMBLE el nombre de dicha PARTE dentro del árbol de diseño estará en color azul. El pequeño semáforo que se encuentra en la siguiente imagen nos indica que la PARTE en cuestión necesita ser reconstruida para lo cual podemos aplicar la siguiente combinación de teclas para realizar la reconstrucción, CONTROL+Q.



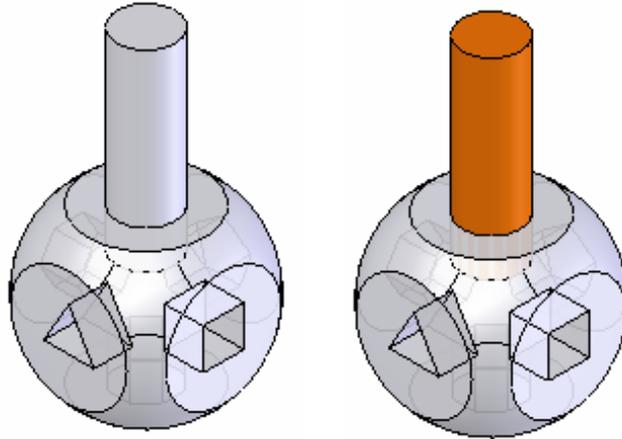
Finalmente cambiaremos el color del cilindro a un tono de naranja. Para hacerlo debemos hacer clic derecho sobre la PARTE en cuestión y escoger “Open Part”. Una vez en el ambiente de la PARTE “CYLINDER” haremos clic derecho sobre el pequeño icono amarillo que se encuentra en la parte superior del árbol de diseño y después escogeremos la opción Appearance/**Color**.



El color a utilizar será el de color naranja que se encuentra en la tercera posición de arriba hacia abajo.



Al cerrar nuestra sesión de edición de PARTE SW nos regresará a nuestro ENSAMBLE y ahí podremos ver que nuestra PARTE “CYLINDER” tiene ahora el color que aplicamos en el paso anterior.

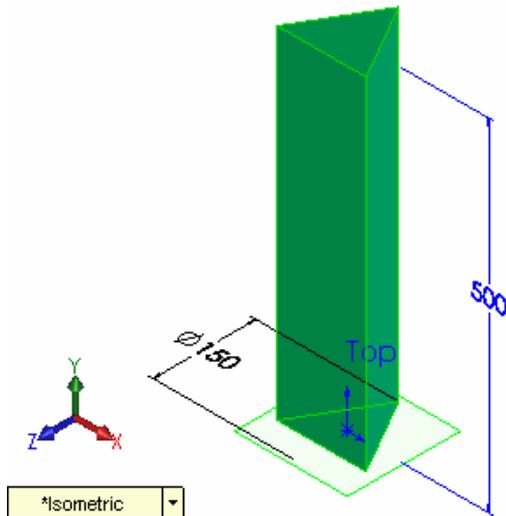
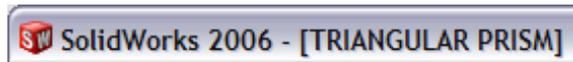


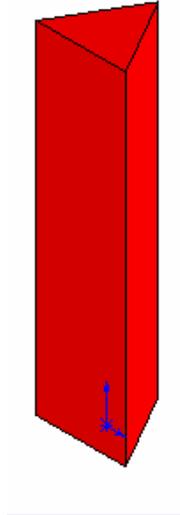
### 3.4.- Insertar partes en el ensamble:

Como ya se hizo anteriormente en este momento crearemos algunas PARTES fuera de contexto, las cuales serán agregadas a nuestro ENSAMBLE posteriormente.

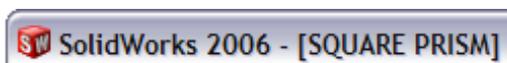
La primera PARTE que crearemos se llamará “**TRIANGULAR PRISM**” la cual será guardada en el folder del mismo nombre. Dicha PARTE será una extrusión de 500 mm a partir de un

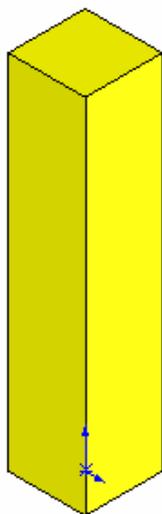
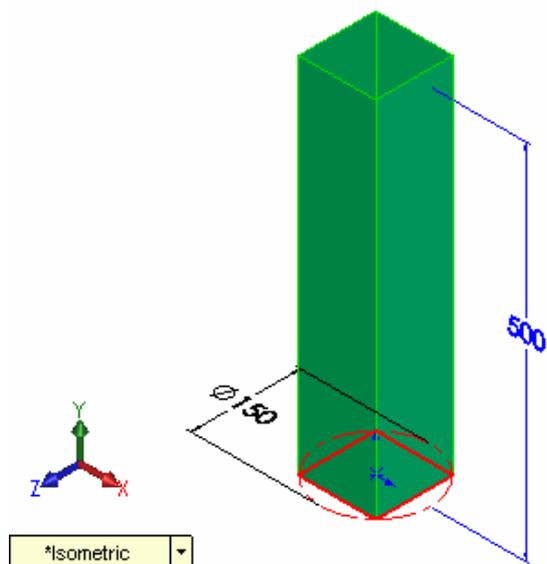
SKETCH creado en el plano TOP. El SKETCH será un triángulo circunscrito dentro de un círculo con un diámetro de 150 mm (ver figura). El origen de la PARTE será utilizado como centro del círculo, una relación "HORIZONTAL" definirá totalmente a nuestro SKETCH. Cambiar el color de la PARTE como en figura.





La segunda PARTE que crearemos se llamará **“SQUARE PRISM”** la cual será guardada en el fólder del mismo nombre. Dicha PARTE será una extrusión de 500 mm a partir de un SKETCH creado en el plano TOP. El SKETCH será un cuadrado circunscrito dentro de un círculo con un diámetro de 150 mm (ver figura). El origen de la PARTE será utilizado como centro del círculo, una relación “HORIZONTAL” definirá totalmente a nuestro SKETCH. Cambiar el color de la PARTE como en figura.

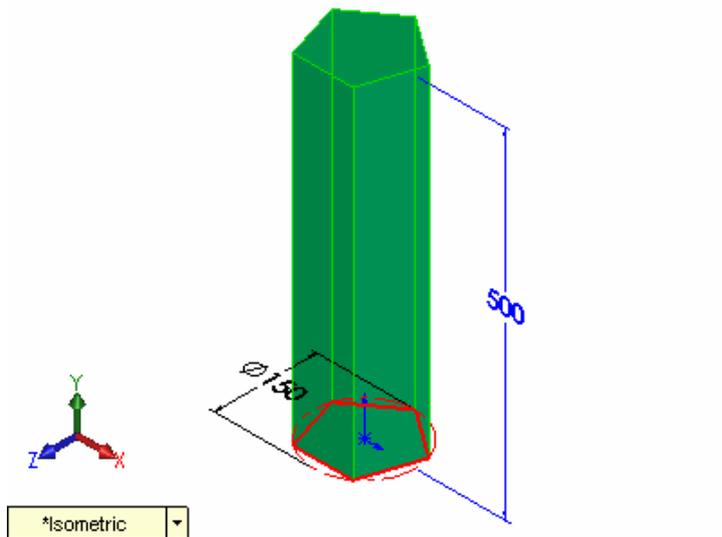


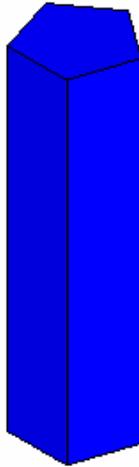


La tercera PARTE que crearemos se llamará “**PENTAGONAL PRISM**” la cual será guardada en el fólder del mismo nombre.

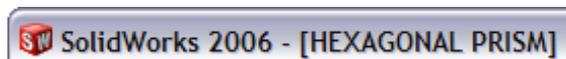
Dicha PARTE será una extrusión de 500 mm a partir de un SKETCH creado en el plano TOP. El SKETCH será un pentágono circunscrito dentro de un círculo con un diámetro de 150 mm (ver figura). El origen de la PARTE será utilizado como centro del círculo, una relación “HORIZONTAL” definirá totalmente a nuestro SKETCH. Cambiar el color de la PARTE como en figura.

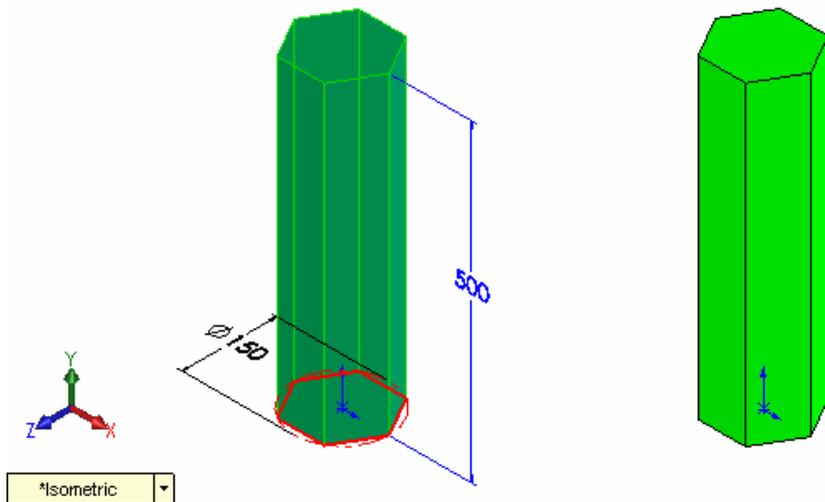
 SolidWorks 2006 - [PENTAGONAL PRISM \*]



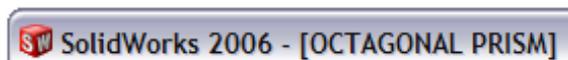


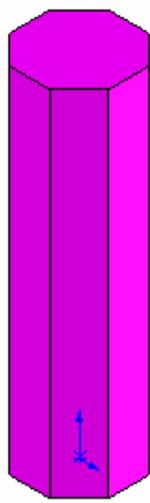
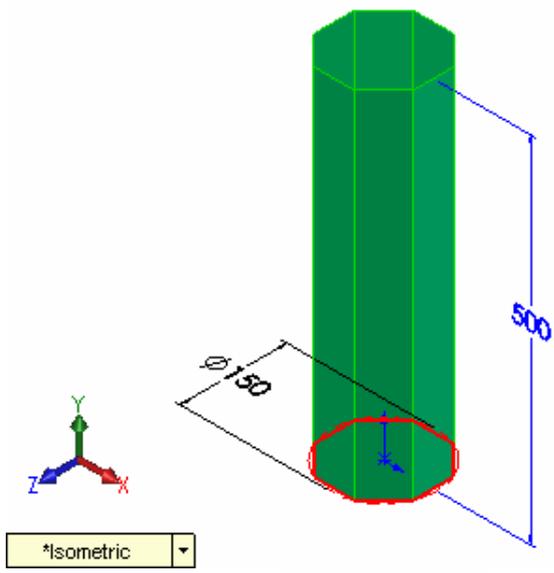
La cuarta PARTE que crearemos se llamará **“HEXAGONAL PRISM”** la cual será guardada en el fólдер del mismo nombre. Dicha PARTE será una extrusión de 500 mm a partir de un SKETCH creado en el plano TOP. El SKETCH será un hexágono circunscrito dentro de un círculo con un diámetro de 150 mm (ver figura). El origen de la PARTE será utilizado como centro del círculo, una relación “HORIZONTAL” definirá totalmente a nuestro SKETCH. Cambiar el color de la PARTE como en figura.



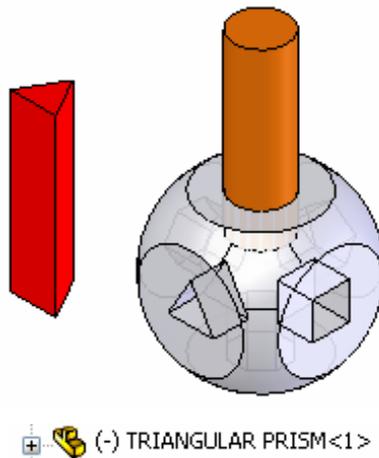


La quinta PARTE que crearemos se llamará **"OCTAGONAL PRISM"** la cual será guardada en el fólder del mismo nombre. Dicha PARTE será una extrusión de 500 mm a partir de un SKETCH creado en el plano TOP. El SKETCH será un octágono circunscrito dentro de un círculo con un diámetro de 150 mm (ver figura). El origen de la PARTE será utilizado como centro del círculo, una relación "HORIZONTAL" definirá totalmente a nuestro SKETCH. Cambiar el color de la PARTE como en figura.

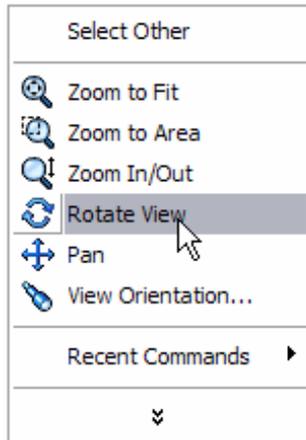




Al tener ya todas nuestras PARTES en sus respectivas carpetas, podemos entonces agregar todos los prismas a nuestro ENSAMBLE “THE SPHERE” y siguiendo el mismo orden en el cual creamos nuestros prismas insertaremos primeramente el “TRIANGULAR PRISM”. Para lo cual utilizaremos el comando EXISTING PART/ASSEMBLY, como lo hicimos con la PARTE “SPHERE” (Insert/Component/**Existing Part Assembly**).



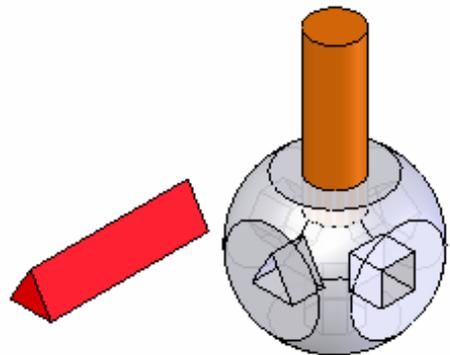
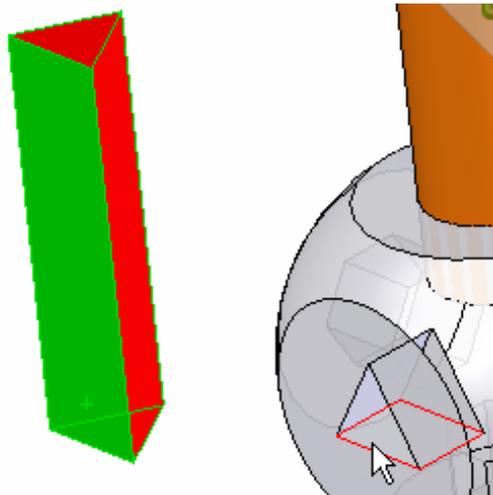
En esta etapa del tutorial seguramente tendremos que modificar la forma en la cual SW2006 nos muestra el modelo 3D para lo cual se recomienda usar el comando ROTATE VIEW y para activarlo solo tenemos que hacer clic derecho sobre el área de diseño y se mostrará el menú contextual de la siguiente imagen.



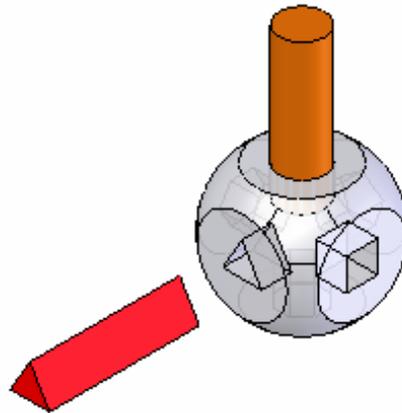
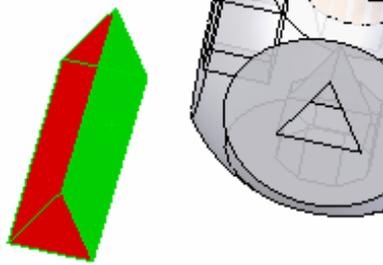
Al activar el comando solo debemos hacer clic izquierdo sobre el área de diseño y arrastrar el ratón y veremos como se rota la vista del modelo.

Para poder eliminar todos los grados de libertad que posee nuestro "TRIANGULAR PRISM" tendremos que aplicar el comando MATE (Insert/**Mate**). Repetiremos el procedimiento aplicado para "aterrizar" a la PARTE "SPHERE" pero en lugar de usar planos utilizaremos superficies planas.

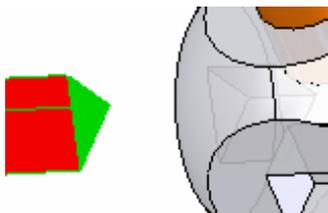
Para la primer MATE, usaremos las superficies que se muestran resaltadas a continuación:



La segunda MATE será entre la superficie resaltada en color verde y aquella que se encuentra paralela a esta. De ese modo el prisma quedará perfectamente alineado con el corte triangular de la PARTE "SPHERE".

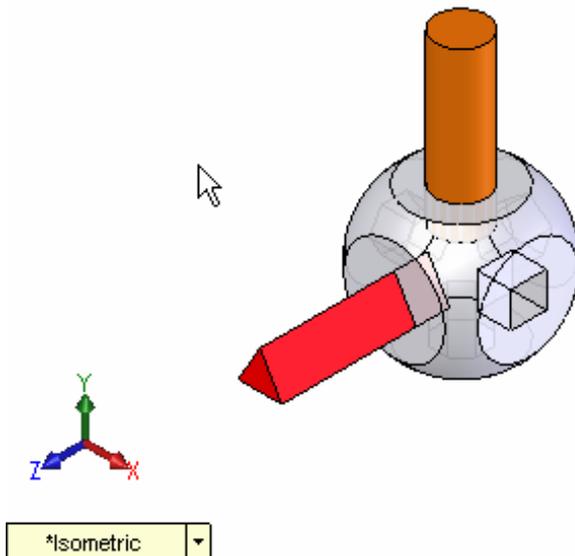


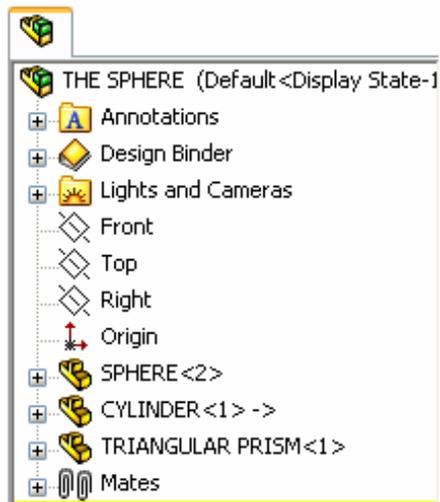
La tercera y última MATE consistirá en una relación de coincidencia entre la superficie resaltada del prisma y la superficie de fondo del corte triangular en la PARTE “SPHERE”.



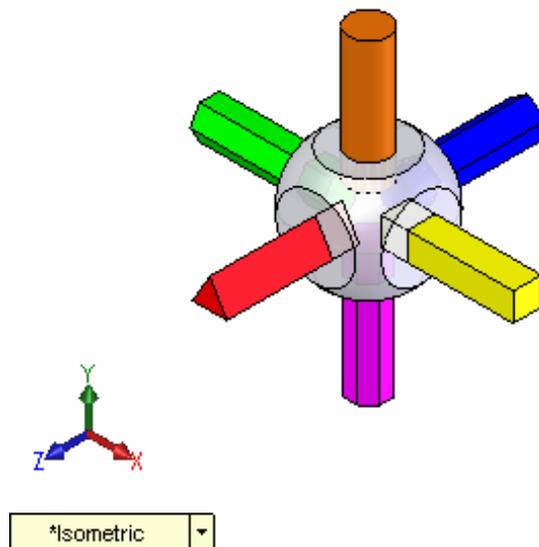
Es importante recordar que al aplicar relaciones con el comando MATE nosotros podemos mover el modelo al seleccionar con clic izquierdo una orilla o un punto de alguna PARTE y después arrastrar el ratón para poder moverla y así facilitarnos la tarea de agregar MATES; puesto que en algunas ocasiones el cambio de posición del modelo nos bloqueará la visibilidad para aplicar alguna otra MATE.

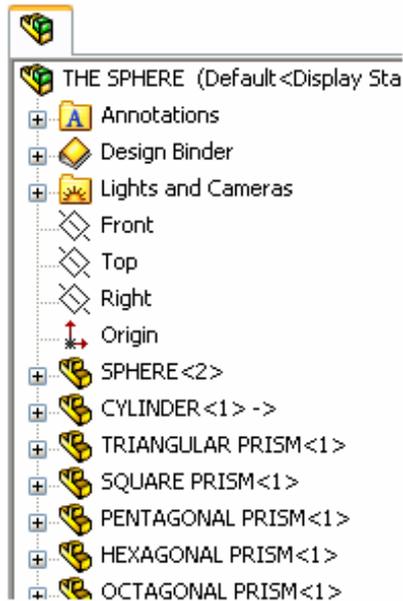
En la siguiente imagen vemos el resultado final en el cual nuestra PARTE “TRIANGULAR PRISM” esta totalmente definida en el contexto del ENSAMBLE “THE SPHERE”.





Para finalizar nuestro ENSAMBLE “THE SPHERE” repetiremos el procedimiento anterior de aplicación de MATES para obtener el resultado que se muestra en la siguiente figura.





### 3.5.- “SKELETON DESIGN INTENT” = REFERENCE GEOMETRIES + SKETCHES + MATES:

Para poder crear ENSAMBLES mas flexibles y productivos tendremos que saber utilizar el método de creación de “esqueletos” y como se muestra en el titulo de esta sección es importante conocer que entidades han de estar presentes en nuestro “esqueleto”.

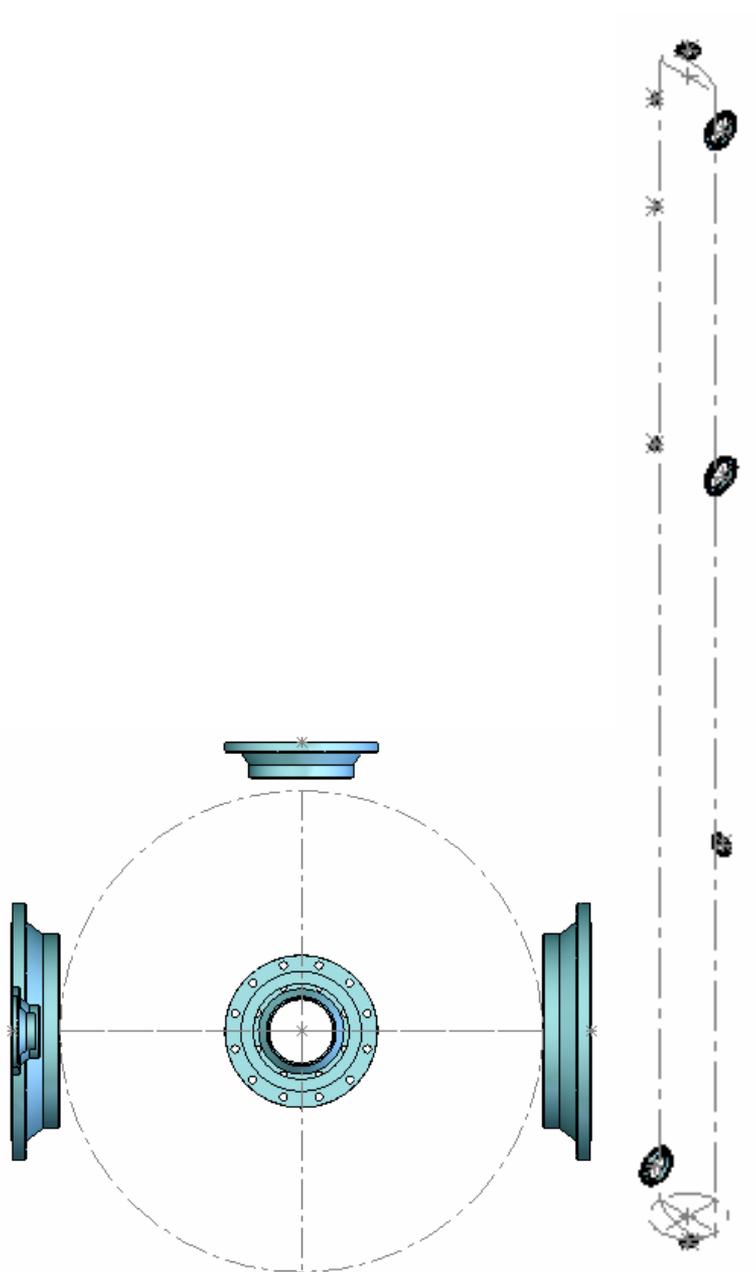
La primera regla para este tipo de diseños es que no hay reglas ya que cada problema siempre requerirá de diferentes combinaciones de REFERENCE GEOMETRIES + SKETCHES

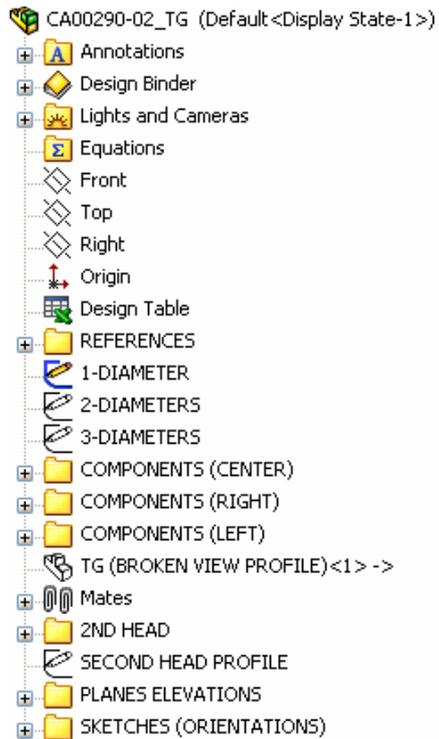
+ MATES por lo que no es posible crear un método que satisfaga todas las situaciones de diseño a las cuales nos enfrentaremos, más sin embargo será el diseñador (con sus conocimientos en SW2006 y su imaginación) el que podrá hacer de lo que se crea imposible una realidad.

Simplemente traten de tener siempre en la mente que el esqueleto (REFERENCE GEOMETRIES + SKETCHES + MATES) mueve al cuerpo (FEATURE, PARTS & ASSEMBLIES). De este modo una vez que hayan creado su primer ENSAMBLE con estas características ustedes serán capaces de crear modelos verdaderamente complejos, tanto como sus propias capacidades e inventiva se los permita.

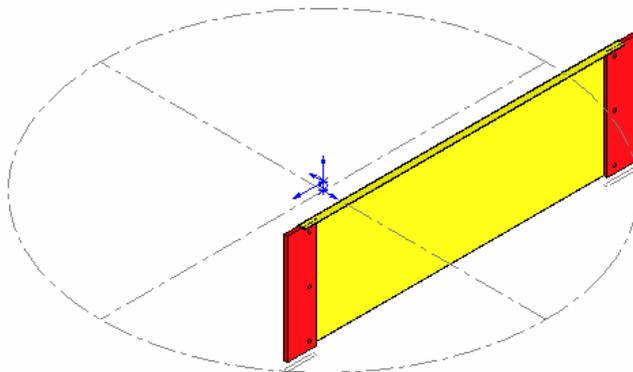
En el resto de esta sección del tutorial de ENSAMBLE mostraré algunos ejemplos de ENSAMBLES que fueron creados haciendo uso de “esqueletos”. Y como ya es sabido que “una imagen vale más que mil palabras”, queda de ustedes el darle una correcta explicación-percepción a los siguientes ejemplos.

## RECIPIENTE A PRESION:



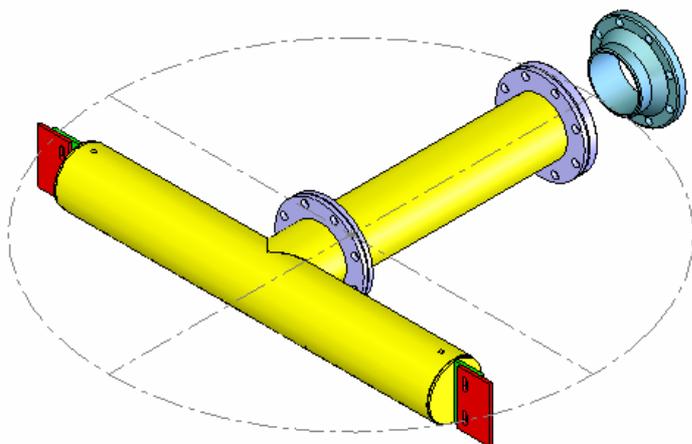


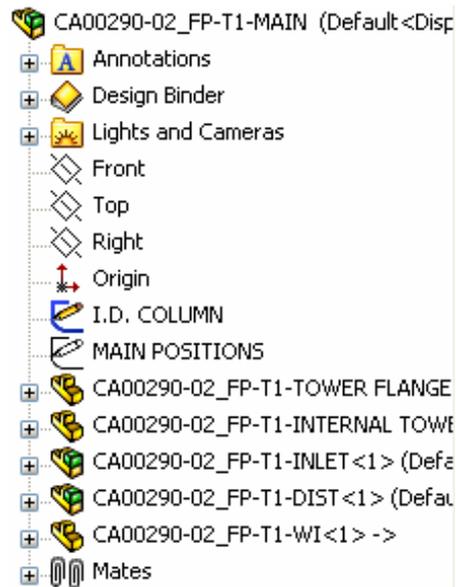
## BAFLE DE ALIMENTACION:





## TUBERIA DE ALIMENTACION:



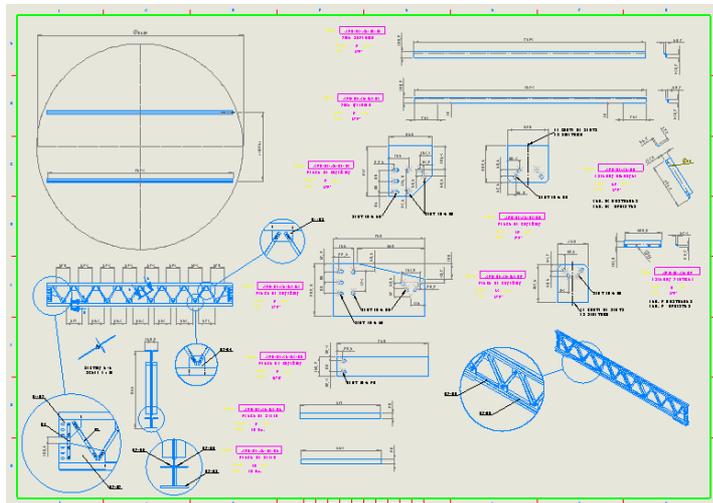


## 4.- COMO CREAR UN ARCHIVO DE DIBUJO:

### 4.1.- Introducción:

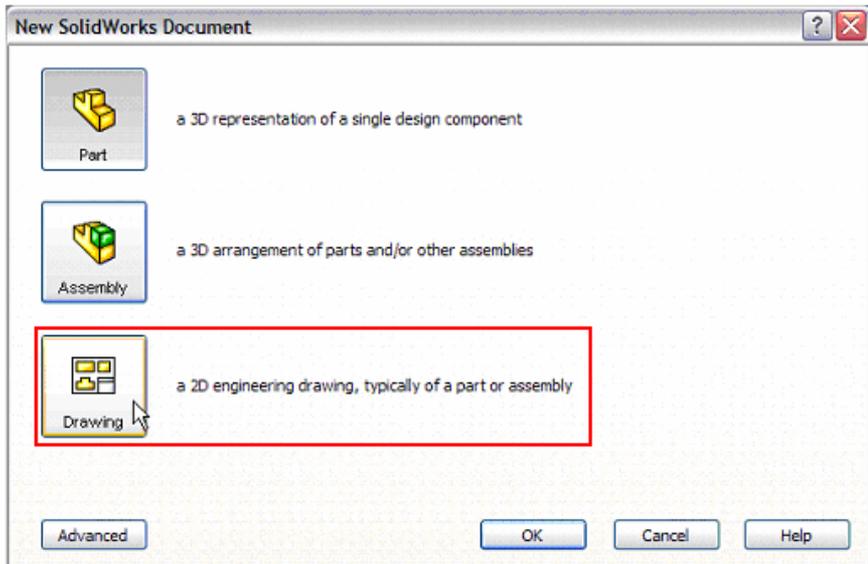
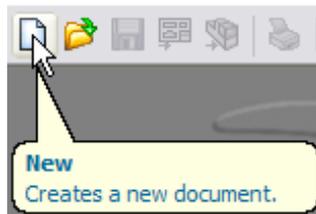
Los DIBUJOS que podemos crear dentro de SW2006 serán (como ya se ha mencionado anteriormente) la representación bidimensional de nuestras PARTES y/o ESAMBLES tridimensionales.

Dentro de los tipos de archivos que SW2006 nos ofrece el que menos importancia tiene desde el punto de vista del diseño es el archivo de DIBUJO puesto que como ya se sabe todo cambio hecho a nuestros ENSAMBLES y/o partes será inmediatamente reflejado en nuestros "Viewports" que a su vez están incluidos en nuestro DIBUJO.



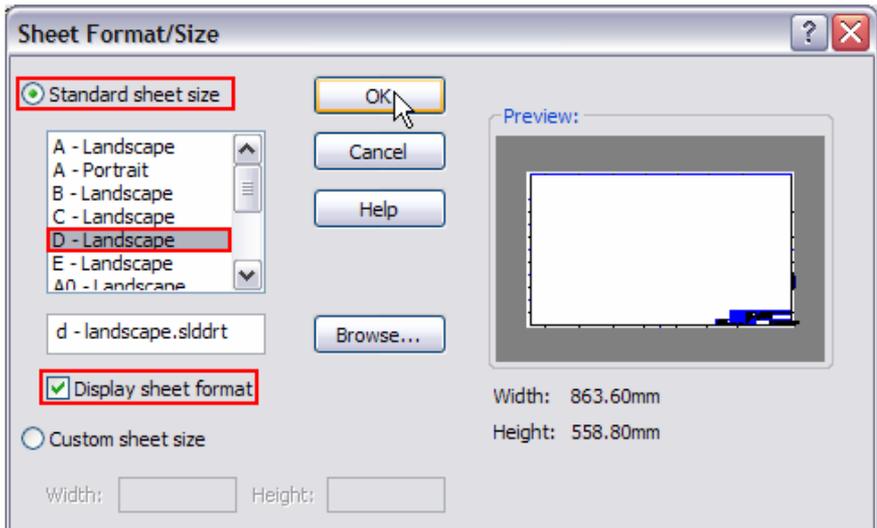
## 4.2.- Modulo de dibujo en SW2006:

Para poder apreciar las características del modulo de DIBUJO de SW2006 simplemente tendremos que iniciar una nueva sesión de SW2006 y posteriormente crearemos un archivo nuevo usando la opción que abre el ambiente de DIBUJO.

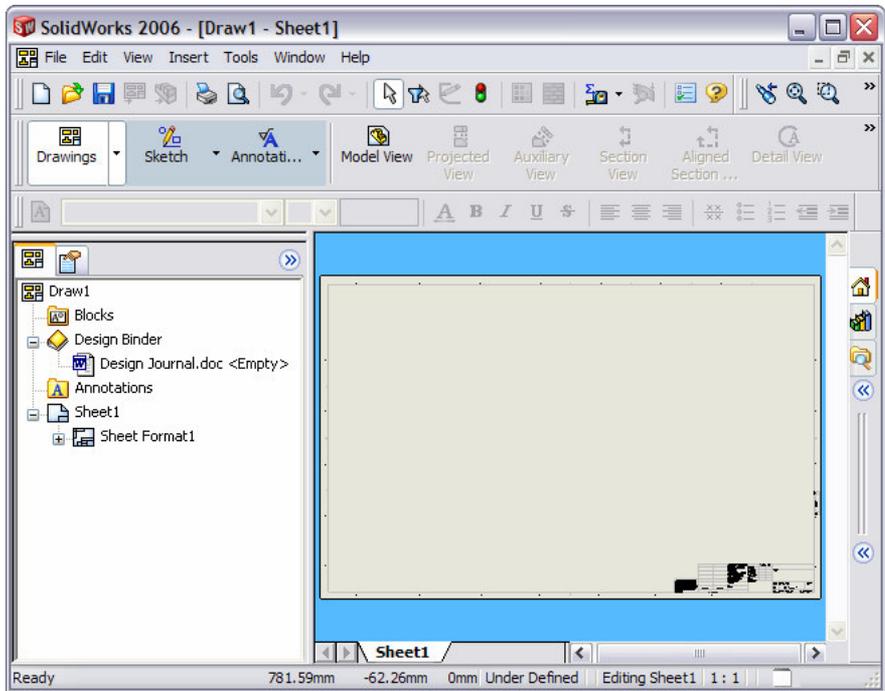


Antes de entrar de lleno al modulo de DIBUJO SW2006, nos preguntará con que tamaño de hoja y con que tipo de cuadro

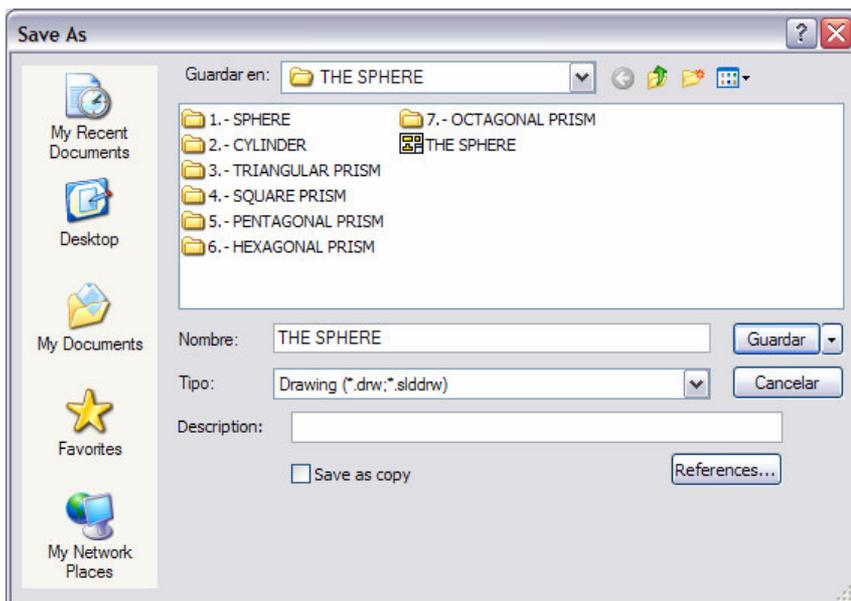
de referencia deseamos trabajar. Para el caso de este ejemplo haremos las selecciones que se muestran en la siguiente figura.



Como se mencionó en el tutorial de creación de ENSAMBLE las únicas diferencias que deben de mencionarse son aquellas que corresponden a las barras de herramientas y comandos que aplican al modulo de DIBUJO. Con respecto al árbol de diseño, en él se irán guardando todos los “Viewports” que iremos añadiendo en nuestra hoja de trabajo (Área de diseño).

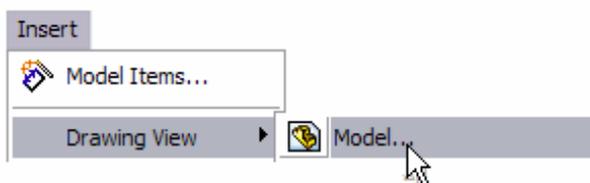


El nuevo archivo de DIBUJO que acabamos de iniciar lo guardaremos en la carpeta que tiene el nombre "THE SPHERE" y lo haremos bajo el mismo nombre que ostenta dicha carpeta (ver figura).

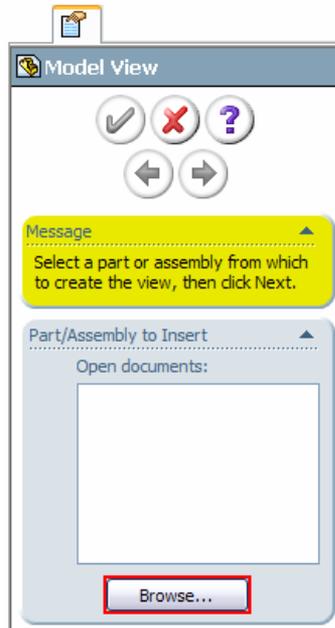


### 4.3.- Insertar vistas en nuestro dibujo:

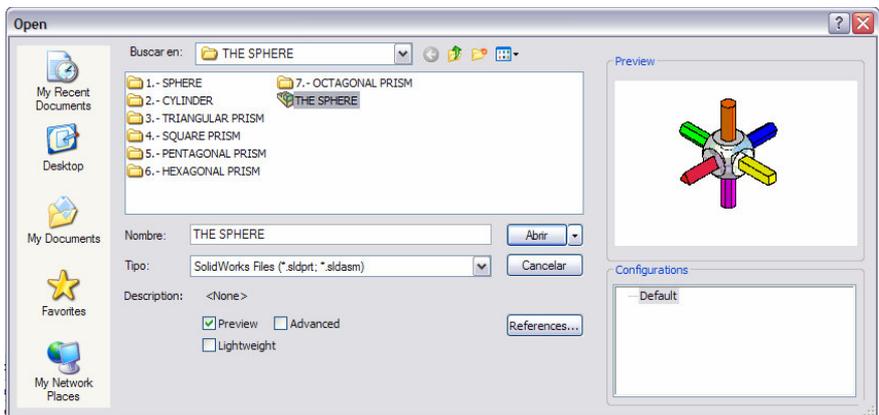
Una vez que nuestro archivo ya ha sido guardado podremos iniciar la inserción de nuestro primer “Viewport”. Para hacerlo utilizaremos el comando MODEL (Insert/Drawing View/**Model**).



Al lado izquierdo junto a nuestra área de diseño veremos la siguiente imagen y ahí deberemos hacer clic izquierdo sobre el botón que ostenta el nombre “Browse”.

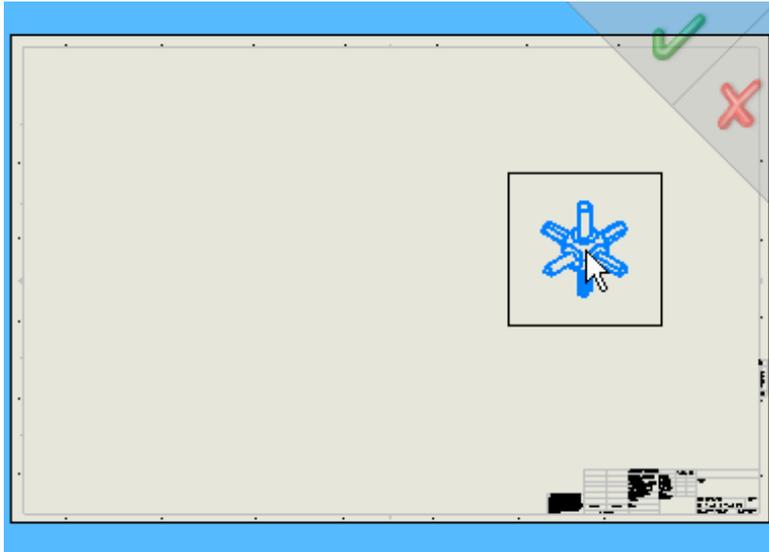


El archivo que insertaremos es el ENSAMBLE es el que se llama “THE SPHERE”.



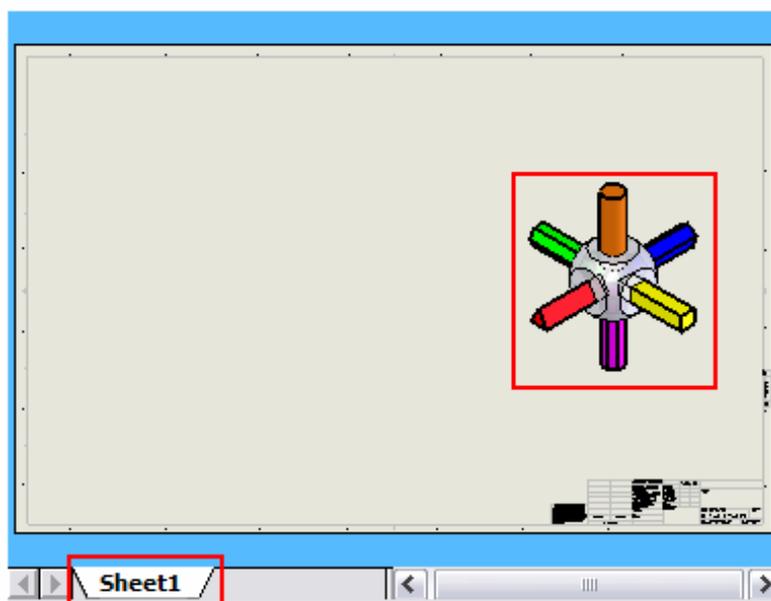
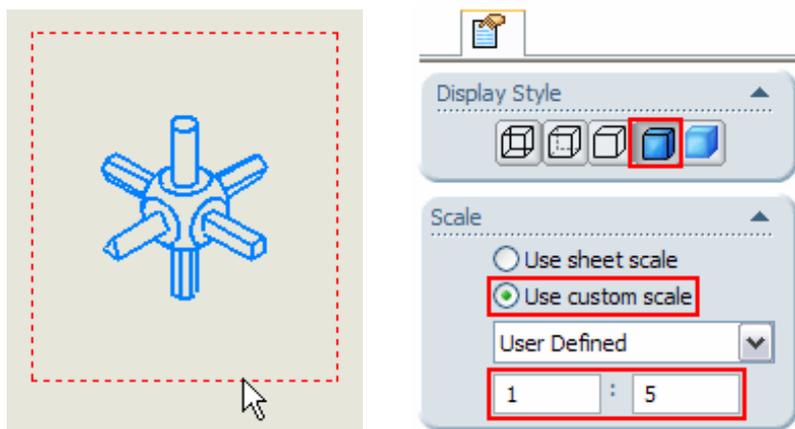
Las siguientes imágenes explican perfectamente los pasos a seguir para insertar nuestro “Viewport”. La imagen de la izquierda muestra las opciones del comando MODEL VIEW a seleccionar y la de la derecha simplemente la zona en la cual haremos clic izquierdo para finalizar la inserción del “Viewport”, una vez hecho esto teclearemos el botón ESC (del teclado).





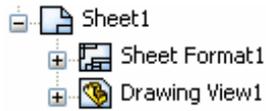
De la misma manera en que nosotros podemos editar entidades en nuestros árboles de diseño en nuestras PARTES y ENSAMBLES también en los DIBUJOS nosotros podemos hacer ciertas modificaciones para satisfacer nuestros requerimientos de diseño ó visuales.

En este caso solo debemos seleccionar el “Viewport” (ver figura) y de inmediato las propiedades del “Viewport en cuestión” serán mostradas a la izquierda del área de diseño. Favor de hacer los cambios que se muestran en los pequeños rectángulos rojos para obtener el resultado que se muestra más adelante.



En la imagen que se muestra sobre estas líneas podemos ver el nombre de la hoja en la que estamos trabajando y en la que esta bajo estas líneas vemos que cada nuevo "Viewport" se ira

guardando dentro de nuestro árbol de diseño, de la misma forma que en nuestras PARTES y ENSAMBLES.



#### **4.4.- Crear vistas auxiliares y de sección:**

Para obtener los siguientes dos “Viewports” simplemente debemos repetir el procedimiento anterior para insertar la vista que se encuentra en la parte superior de la imagen de en medio (usando las características de la imagen de la izquierda). Para crear la vista inferior simplemente debemos arrastrar el puntero del ratón hacia abajo una vez que la primera vista haya sido ya fijada sobre nuestra área de diseño. En la figura de la derecha podemos ver las características de la segunda vista proyectada.

 Drawing View2



Orientation

View orientation

Annotation view

Standard views:



More views:

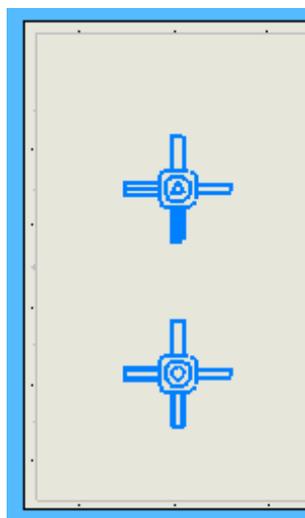
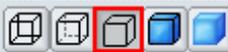
\*Trimetric

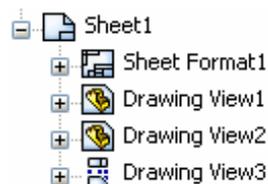
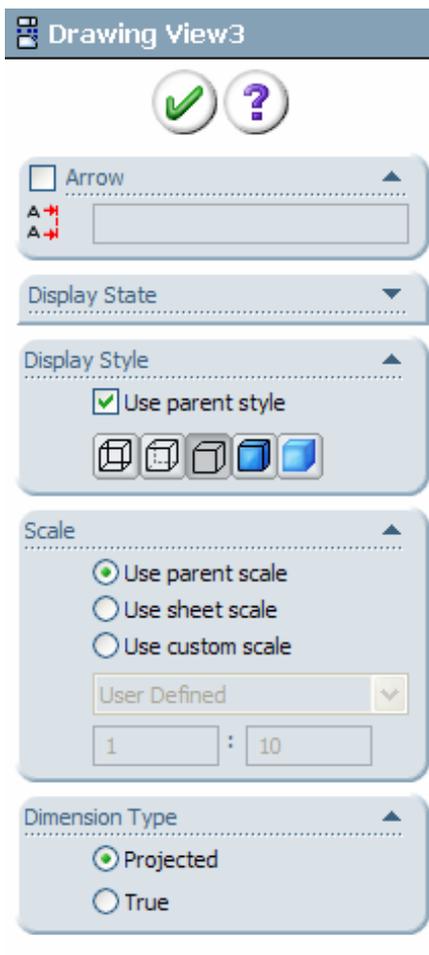
\*Dimetric

Display State

 Display State-1

Display Style

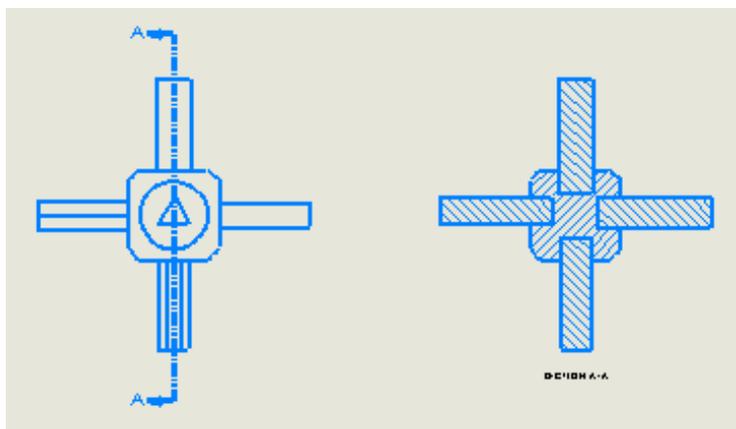
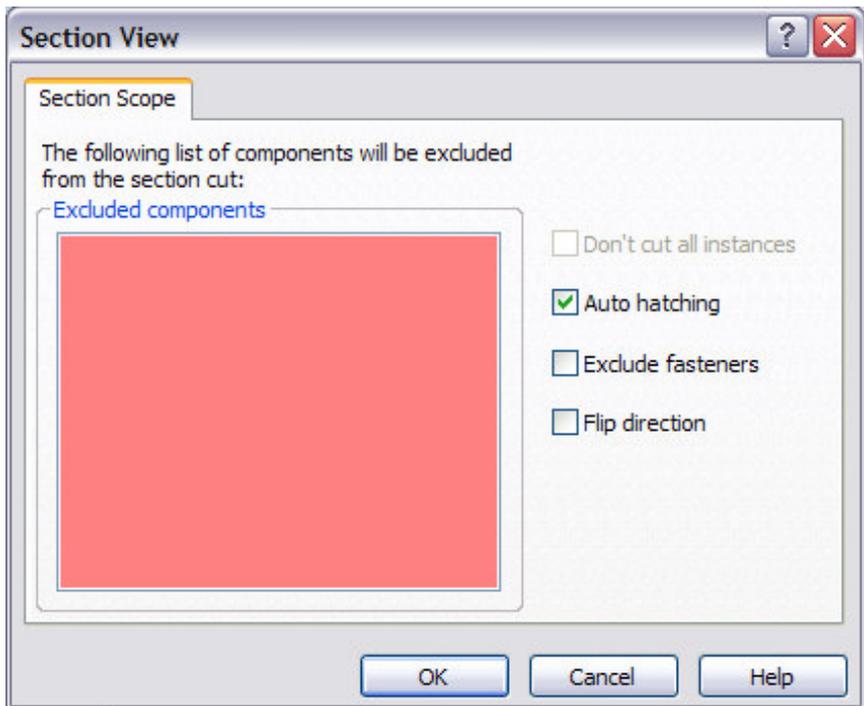




Solo en caso que se deseara agregar alguna otra vista proyectada a alguna vista existente simplemente debemos aplicar el comando **PROJECTED** (Insert/Drawing View/**Projected**) seleccionando primero la vista base y luego arrastrando el puntero del ratón hacia alguna dirección fuera de la vista base (para apreciar la vista previa) y finalmente se hace clic izquierdo para “Aterrizar” nuestro “Viewport”. Recuerden

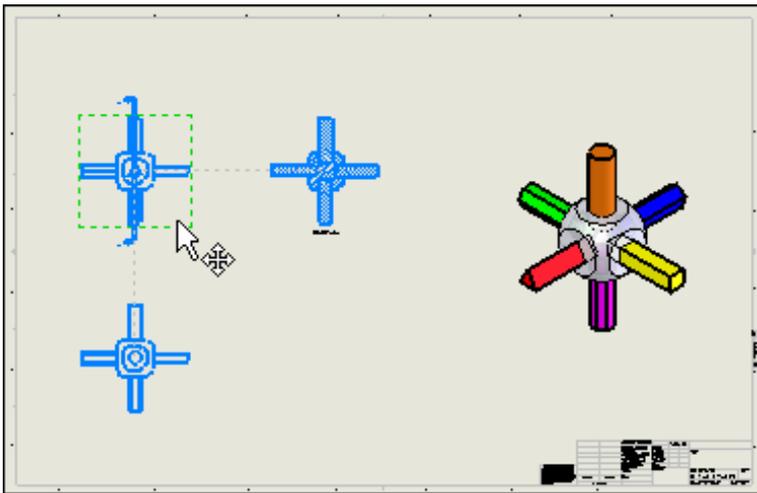
que todo "Viewport" puede ser movido de su posición actual, para hacerlo solo debemos de seleccionar (con clic izquierdo) el "Viewport" dentro de nuestra área de diseño y sin soltar el botón izquierdo del ratón moveremos el puntero del ratón hasta que el "Viewport" se encuentre en la posición deseada, finalmente soltamos el botón izquierdo del ratón y listo.

Para la siguiente vista auxiliar utilizaremos el comando SECTION (Insert/Drawing View/**Section**). Al iniciar este comando SW2006 nos pedirá que dibujemos una línea para lo cual el comando LINE se iniciará de forma automática. Las siguientes imágenes muestran la vista en la cual nosotros debemos de dibujar nuestra línea (Una línea vertical a todo lo largo del modelo) la cual deberá de sobresalir un poco de nuestro modelo y tendremos que tratar que su posición sea lo mas cercana al centro de la PARTE SPHERE como sea posible. También podemos ver las opciones que se deben de aplicar una vez que nuestra línea ha sido finalizada.

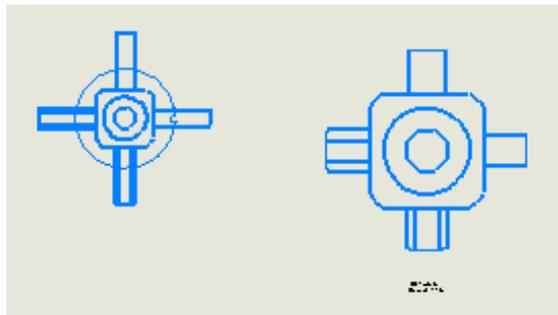


La vista de sección será posicionada a la derecha de la vista base

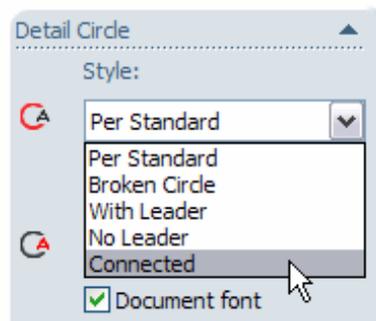
En la siguiente imagen vemos que si movemos la vista que se encuentra en la parte superior izquierda de nuestra hoja las demás vistas la seguirán puesto que están alineadas ya que estas últimas son vistas “Hijas” de la vista base o “Padre”.



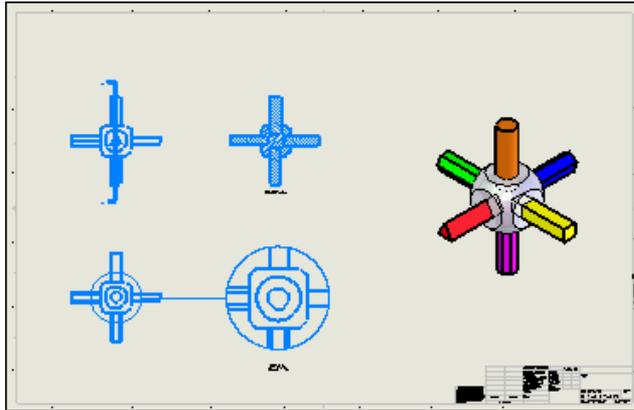
Otra vista que podemos utilizar para enriquecer la información que mostramos en nuestro DIBUJO es la que se obtiene al utilizar el comando DETAIL (Insert/Drawing View/**Detail**). Este comando nos pedirá que dibujemos un círculo y una vez que lo hayamos terminado podremos mover la nueva vista a la posición deseada. Debemos de recordar que el círculo que dibujamos contendrá toda la información visual que será incluida en la vista de detalle. La segunda imagen es una buena opción a ser seleccionada posteriormente a la creación de la vista de detalle.



 Detail View C



Finalmente tenemos todas nuestras vistas (Viewports) que necesitamos y como podemos apreciar solo debemos de reposicionar la vista de detalle para que nuestro dibujo sea uno muy parecido al que se muestra en la siguiente imagen.

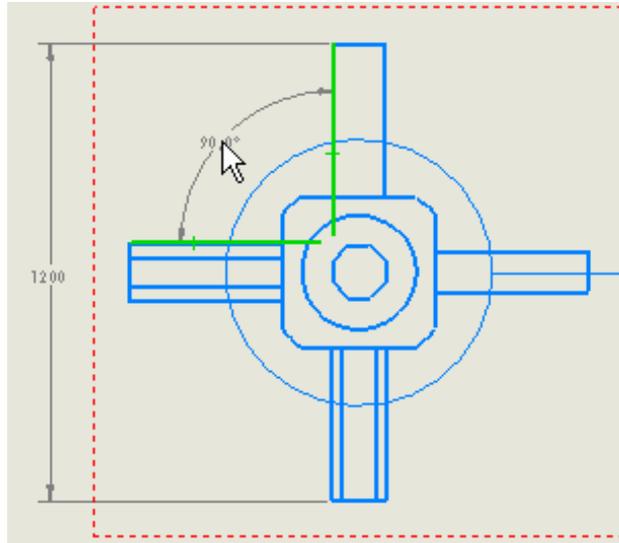


#### 4.5.- Aplicar dimensiones a las vistas:

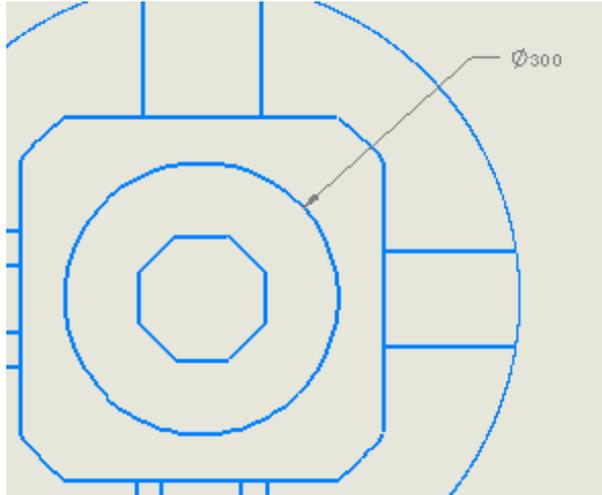
A la hora de aplicar dimensiones a nuestros “Viewports” utilizaremos el comando SMART DIMENSION (Tools/Dimensions/**Smart**). Con este comando podremos aplicar una extensa gama de dimensiones sin tener que hacer uso de los otros comandos de dimensionado. Su flexibilidad radica en que dependiendo en la selecciones de geometrías que hagamos el comando SMART DIEMSION nos mostrará una vista previa de la dimensión que se aplicará en nuestro DIBUJO luego solo debemos hacer clic izquierdo sobre el área de diseño para colocar la dimensión en su posición final.

La siguiente imagen muestra las dimensiones ha ser aplicadas. Las selecciones a realizar son la línea superior e inferior de los prismas que sobresalen de la PARTE “SPHERE”. La segunda dimensión es una de tipo angular por lo que tendremos que

seleccionar las líneas que forman un ángulo de 90 grados (como en figura).

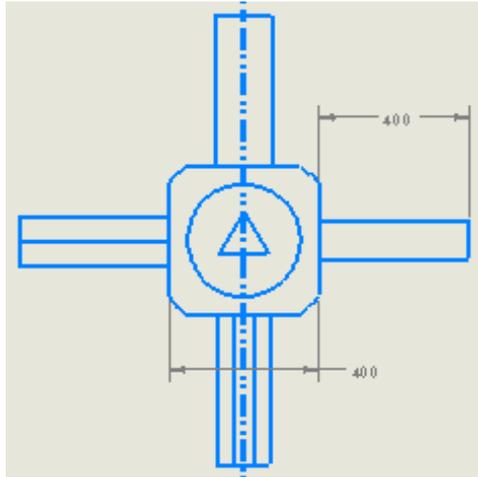


Usando el mismo comando SMART DIMENSION aplicaremos una dimensión de tipo diametral. Esto lo haremos simplemente seleccionando el sector circular que se muestra en la siguiente figura (Vista de detalle). Noten que el símbolo “Ø” es agregado de forma automática.

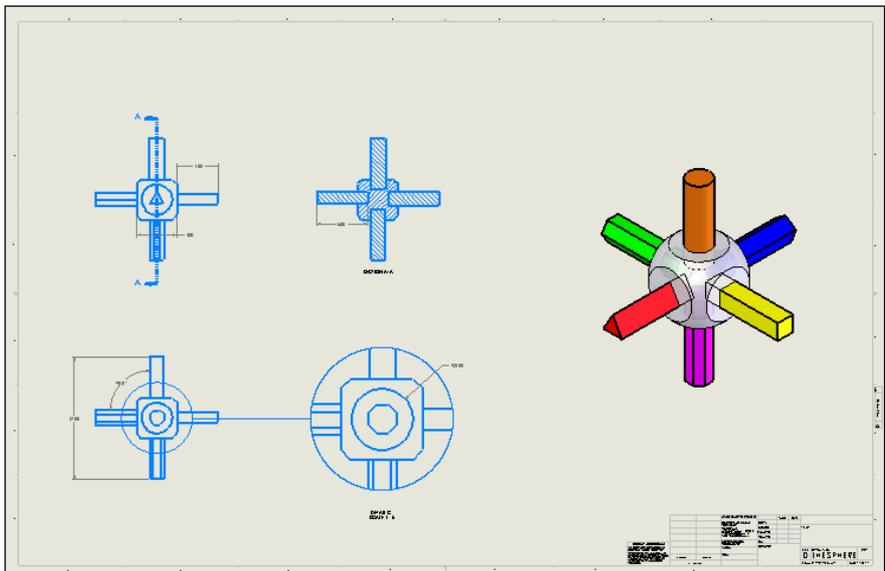


Cuando nos enfrentemos a un proyecto real de ingeniería es obvio que nosotros sabremos que dimensiones son las necesarias para el cliente, el taller u otros. En el caso de este tutorial solo se explica como usar el comando de dimensionado.

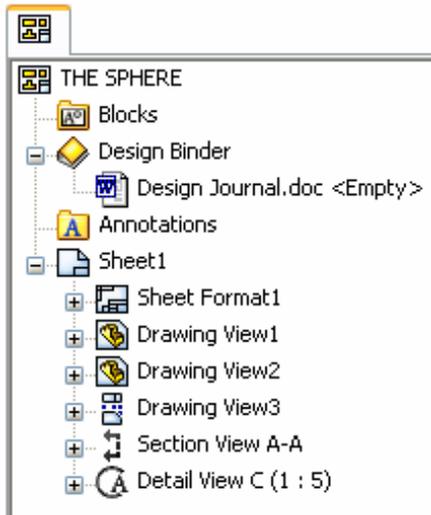
Para practicar un poco más con el comando SMART DIMENSION aplicaremos las dimensiones de la siguiente figura.



Para el caso de nuestro ejemplo podemos dar por terminado nuestro primer DIBUJO en SW2006.

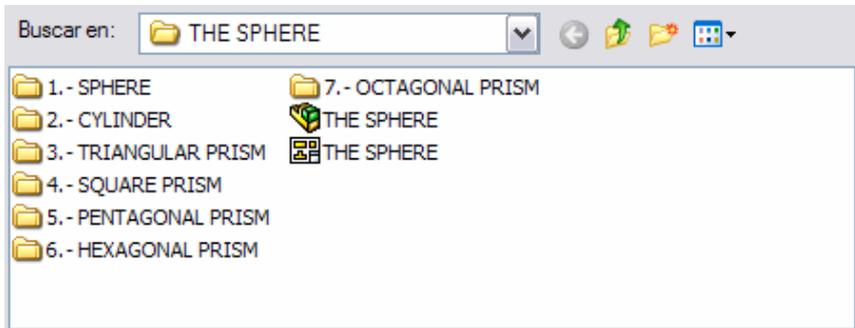


Como en todos los archivos de SW2006 vemos que es posible hacer modificaciones a nuestros elementos del árbol de diseño en todo momento por lo tanto nosotros podemos hacer modificaciones a nuestro archivo de DIBUJO cuando sea necesario.

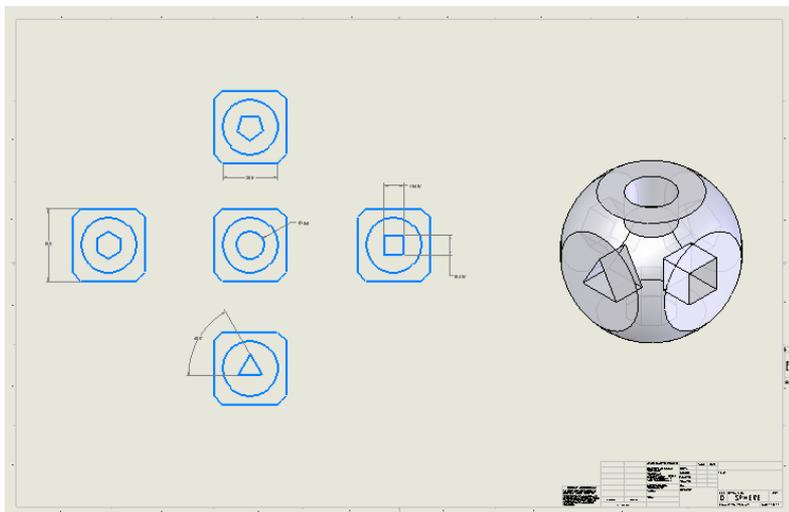


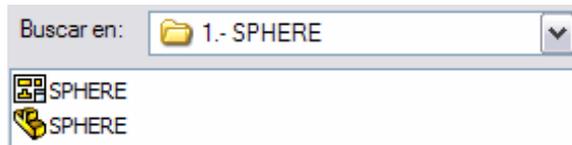
Recordando un poco acerca de la forma en la cual hemos estado acomodando nuestros archivos de SolidWorks en nuestras carpetas, podemos ver en la siguiente imagen que nuestro dibujo siempre estará en la misma localización que nuestro ensamble o parte. Esto es importante ya que para poder finalizar totalmente este tutorial de DIBUJO crearemos los DIBUJOS de las demás PARTES que componen al ENSAMBLE “THE SPHERE”; y será necesario que guardemos

los DIBUJOS de cada PARTE en la misma carpeta en la cual esta fue creada.

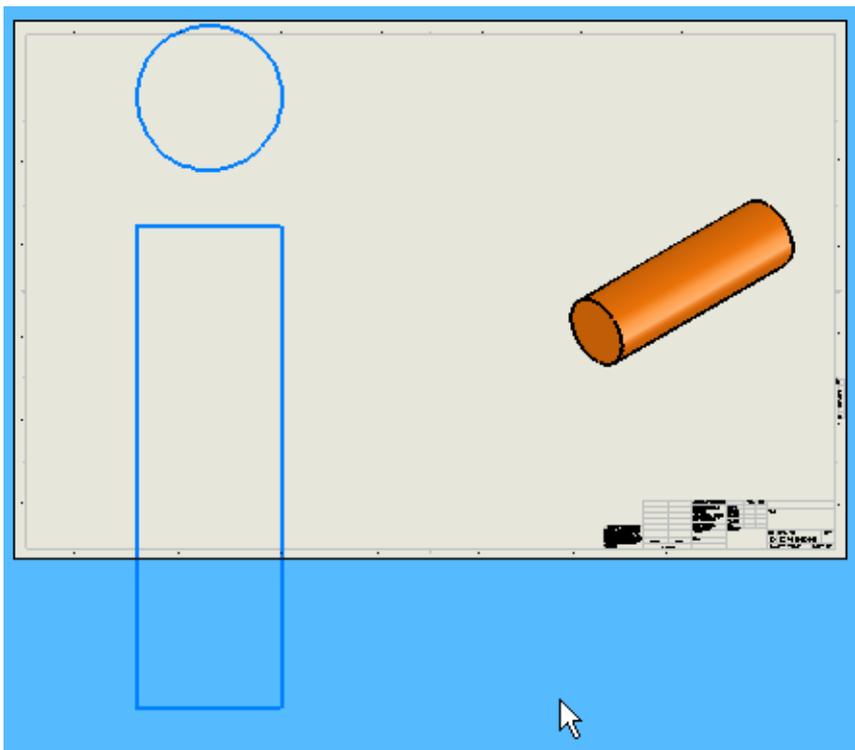


El segundo DIBUJO que haremos será el de la PARTE “SPHERE”, la siguiente imagen nos muestra el resultado final a ser obtenido, para lograrlo simplemente debemos de repetir algunos de los pasos que ya se practicaron al crear el DIBUJO del ENASMBLE “THE SPHERE”.

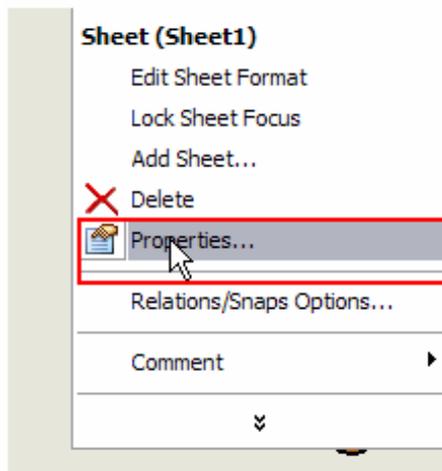
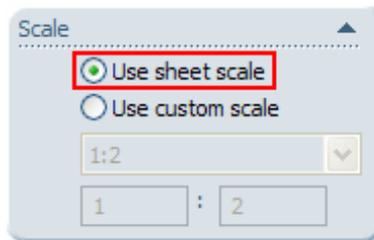




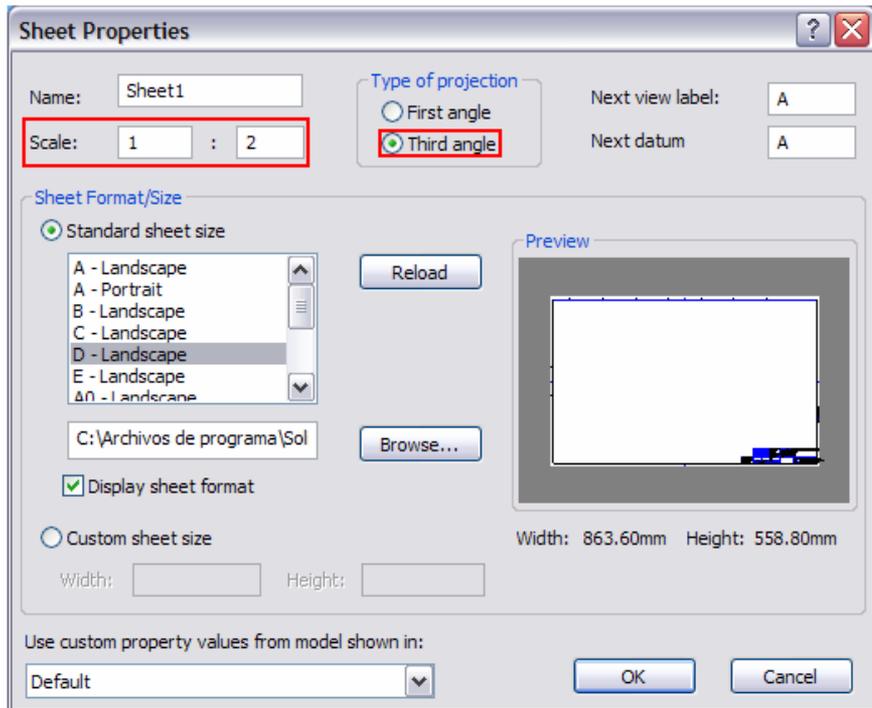
El tercer DIBUJO será el que corresponde a la PARTE que se llama "CYLINDER". En este caso veremos que en algunas ocasiones las vistas son insertadas en una escala un poco más grande que la del tamaño de la hoja, pero para el presente ejemplo simplemente colocaremos los tres "Viewports" exactamente como se muestran en la siguiente figura.



Como hemos visto nosotros podemos escoger el tipo de escala que gobernará el tamaño de las entidades que se muestran dentro de nuestros “Viewports” y para este ejemplo las vistas que se encuentran a la izquierda deberán de estar utilizando la escala de la hoja (Use sheet scale). Para cambiar la escala de la hoja y así hacer que las vistas se vean mejor dentro de nuestro DIBUJO solo debemos de hacer clic derecho sobre alguna zona vacía del área de diseño y luego escoger la opción “Properties” (haciendo clic izquierdo).



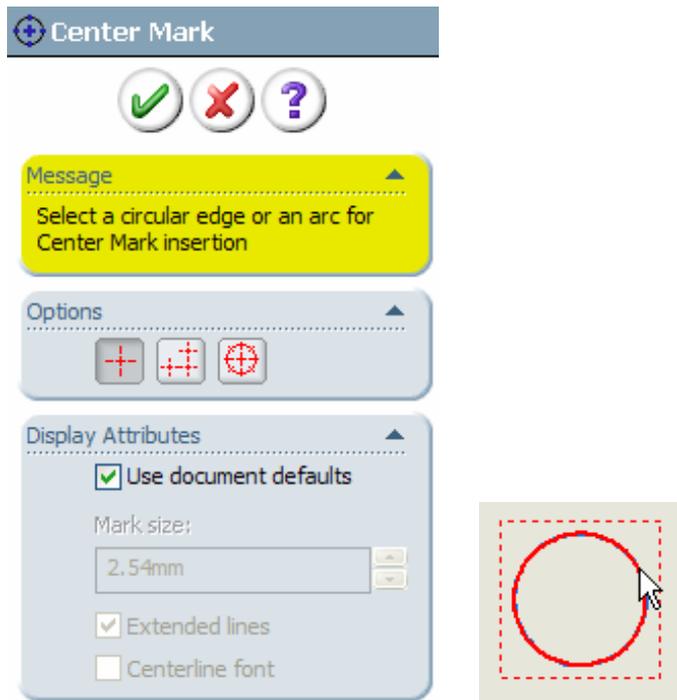
En la ventana de las propiedades de la hoja escogeremos las opciones que se muestran en los rectángulos rojos y luego haremos clic izquierdo sobre el botón “OK”:



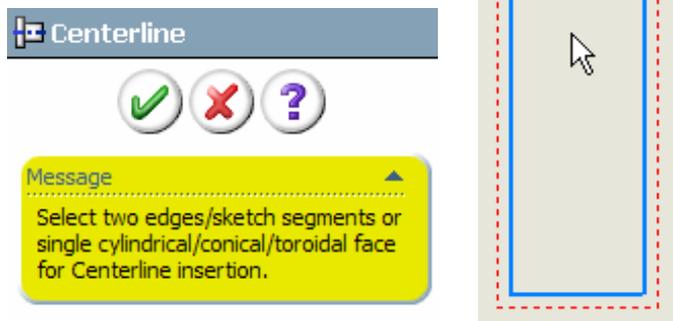
De esta forma haremos que todas las vistas que tengan la opción de “Use sheet scale” activada cambien de tamaño en un solo paso al cambiar dicha escala en la ventana de propiedades de la hoja.

SW2006 tiene un comando que aplica una marca de centro para entidades que tienen radio (sectores circulares). El

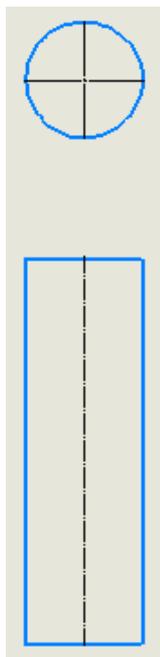
comando en cuestión se llama CENTER MARK (Insert/Annotations/**Center Mark**). En este ejemplo solo debemos de activar el comando CENTER MARK, luego escoger las opciones que se muestran a continuación y finalmente debemos de hacer clic izquierdo sobre el elemento circular en cuestión (ver figura de la derecha).



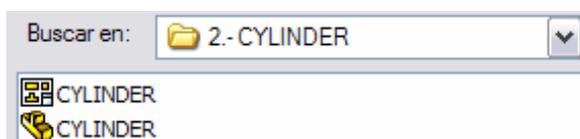
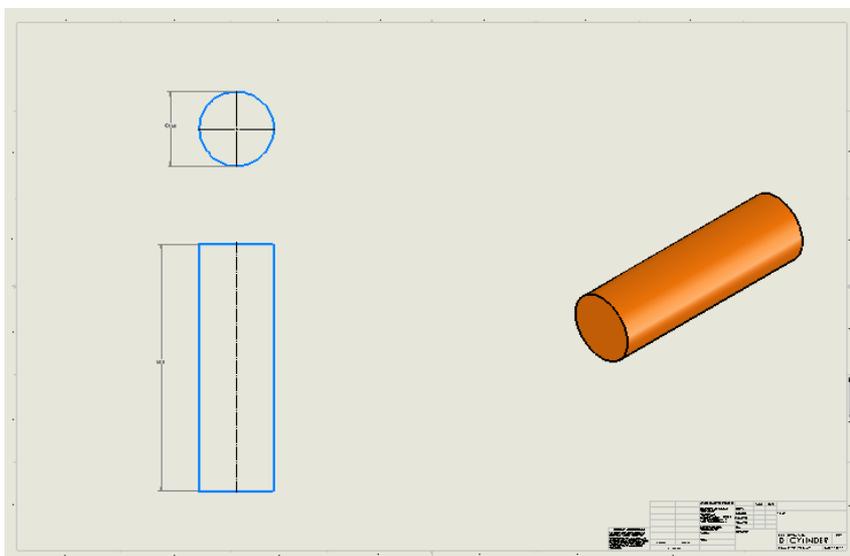
De forma parecida a la aplicación del comando anterior en este momento aplicaremos el comando CENTERLINE (Insert/Annotations/**Centerline**). Para este comando solo tenemos que escoger algún sólido que contenga alguna superficie curva (en este ejemplo, nuestro cilindro).



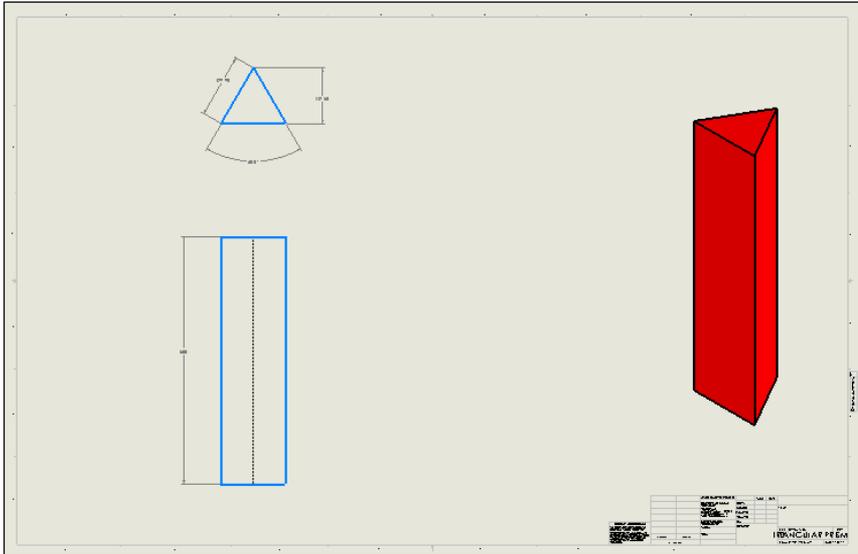
En la siguiente imagen vemos el resultado de la aplicación de los dos anteriores comandos.



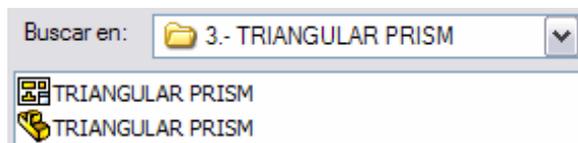
Así hemos terminado nuestro DIBUJO de la PARTE “CYLINDER”.



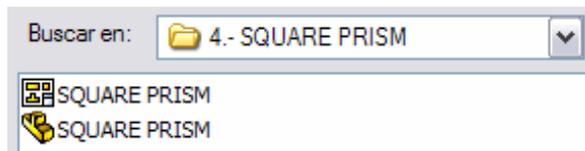
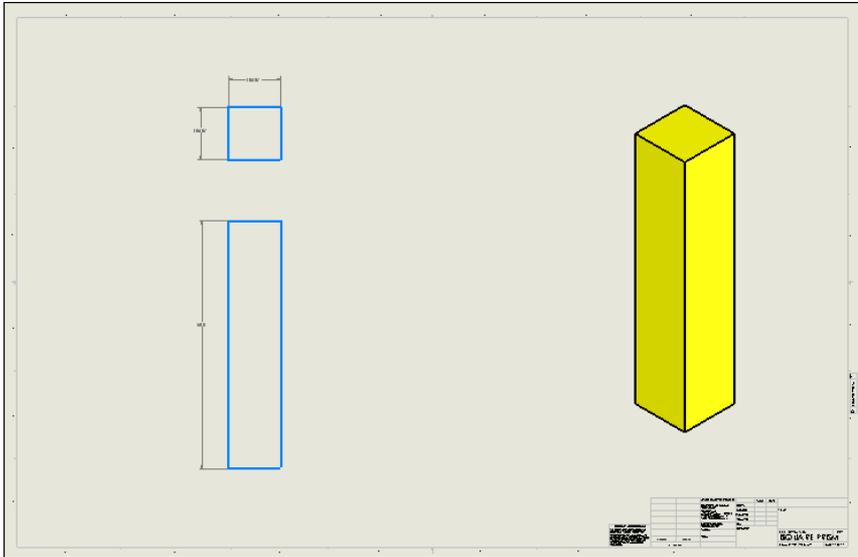
El cuarto DIBUJO será el de la PARTE “TRIANGULAR PRISM” y el resultado final es el que se muestra en la siguiente figura.



Para este DIBUJO y todos los que sigan deberemos de escoger la siguiente característica de visualización solo en los “Viewports” de la izquierda ya que la vista isométrica tendrá la visualización en color así como una escala diferente a aquella de la hoja.

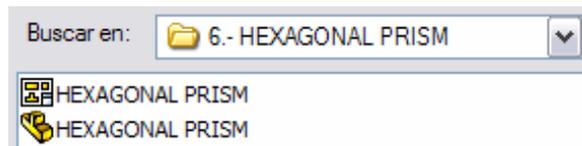
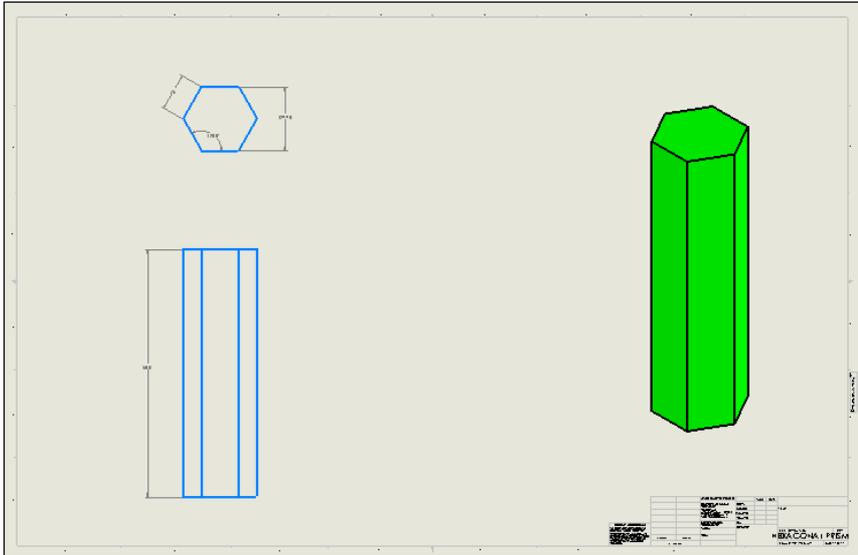


El quinto DIBUJO será el de la PARTE “SQUARE PRISM” y el resultado final es el que se muestra en la siguiente figura.

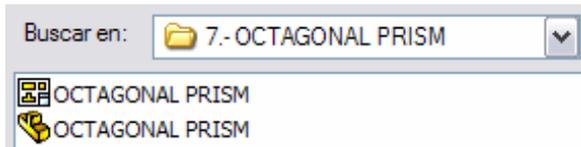
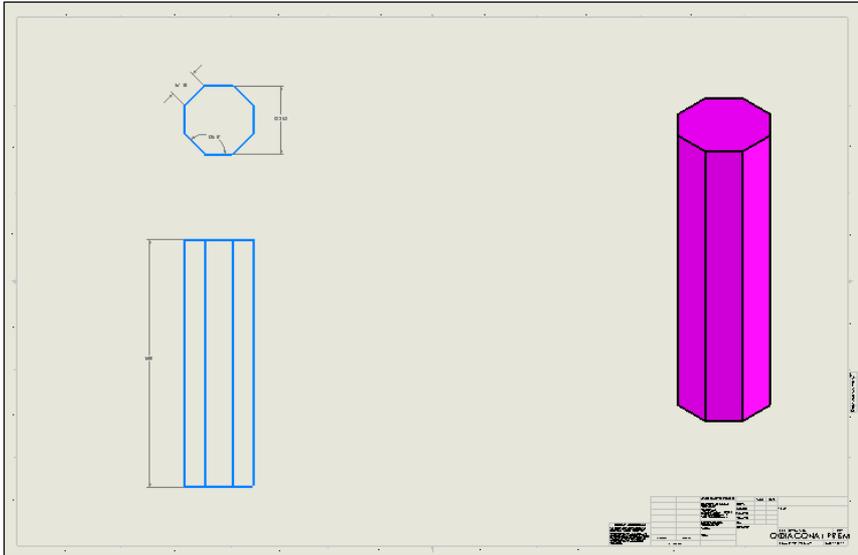


El sexto DIBUJO será el de la PARTE “PENTAGONAL PRISM” y el resultado final es el que se muestra en la siguiente figura.





El octavo y último DIBUJO será el de la PARTE “OCTAGONAL PRISM” y el resultado final es el que se muestra en la siguiente figura.



## **5.- CONFIGURACIONES PARA PARTES Y ENSAMBLES**

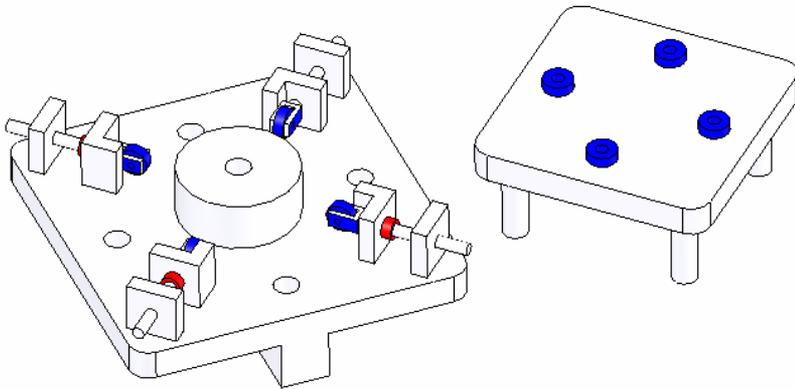
### **5.1.- Introducción:**

Una vez que ya hemos alcanzado un cierto nivel en el uso de SW2006 en el rubro de la productividad, exactitud en el diseño (modelado en 3D) y conocimiento de las reglas que rigen el comportamiento del programa, es posible entonces acceder al siguiente nivel de sofisticación que es sin duda alguna la creación de modelos (PARTES & ENSAMBLES) paramétricos los cuales podrán formar parte de una librería general de modelos que serán usados posteriormente en otros proyectos.

Una buena técnica es la de analizar en profundidad el producto que se desea automatizar puesto que en muchas ocasiones dichos modelos deberán de interactuar con otras PARTES y/o ENSAMBLES, por lo tanto, la ínterconectividad tendrá que ser la idónea para satisfacer los requerimientos de nuestro diseño.

De nueva cuenta y aunque parezca algo repetitivo, nosotros debemos de comprender totalmente que los cimientos de un buen diseño paramétrico serán el “esqueleto” que diseñemos a partir de los SKETCHES y geometrías de referencia que sean creadas en nuestras PARTES o ENSAMBLES visto que al final una tabla de Excel ® estará a cargo de modificar las posiciones

de nuestro “esqueleto” de formas tan complejas como la imaginación del diseñador se lo permita.



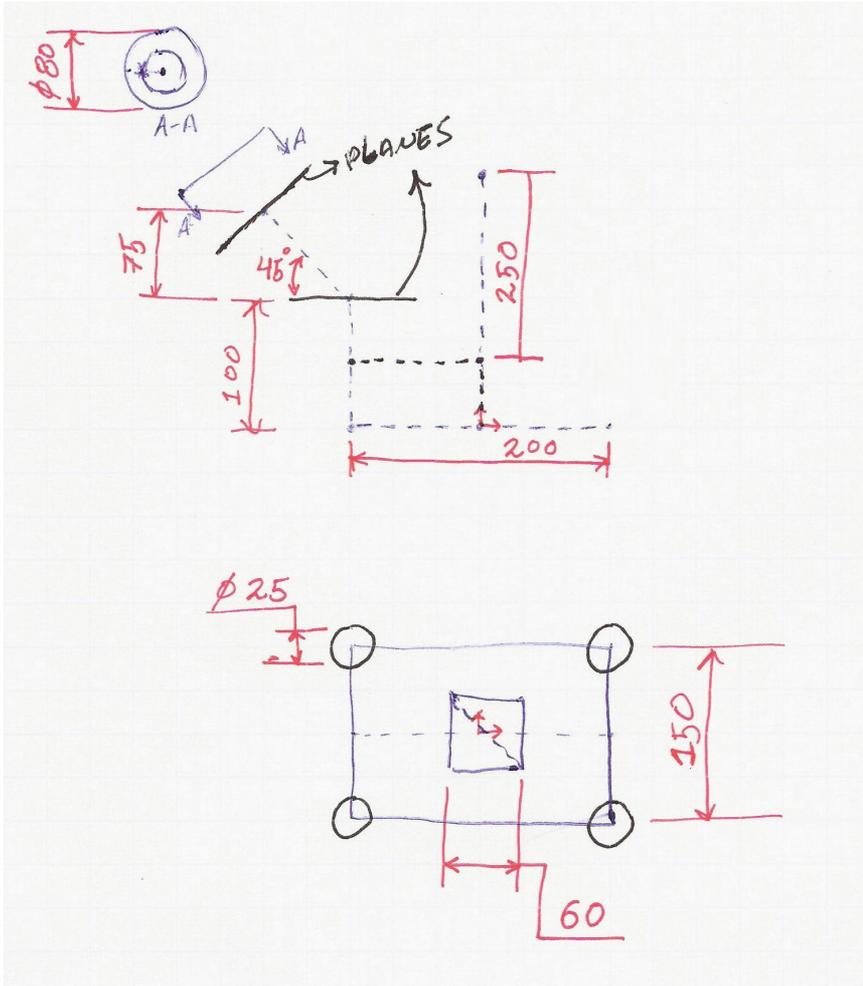
## 5.2.- Análisis del diseño:

En una etapa previa a la creación de cualquier entidad dentro de SW debemos de realizar un análisis acerca del diseño que vamos a crear y en ese caso lo primero que hay que hacer es el crear una lista de las características que están presentes en el producto que deseamos automatizar así como también tendremos que realizar una pequeña lista con bosquejos que nos den una idea previa de lo que será el resultado final. En esta etapa del tutorial analizaremos un caso sencillo en el cual podremos modificar las dimensiones, posiciones, escalas y geometrías. Todo esto a partir de una tabla de diseño que será creada dentro de nuestro ENSAMBLE paramétrico.

El “esqueleto” de nuestro ejemplo estará compuesto de lo siguiente:

- 1.- SKETCH sobre el plano FRONT
- 2.- Planos de referencia creados sobre el SKETCH anterior
- 3.- SKETCH sobre el plano TOP
- 4.- SKETCHES sobre los planos de referencia

En la siguiente imagen podemos ver unos bosquejos previos del diseño del “esqueleto”.

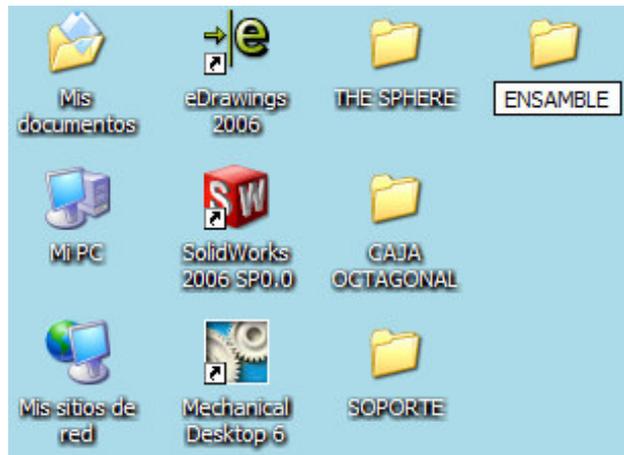


### 5.3.- Crear la estructura paramétrica (SKELETON):

Para esta etapa del tutorial el lector cuenta ya con los conocimientos suficientes para poder crear el siguiente “esqueleto” sin problemas. De esta forma simplemente se

indicará el comando a utilizar así como una imagen del estado inicial en SW previo a la aplicación del comando y una imagen que muestre el resultado que se obtenga al aplicar el comando en cuestión.

Primeramente crearemos una carpeta bajo el nombre de “ENSAMBLE”.

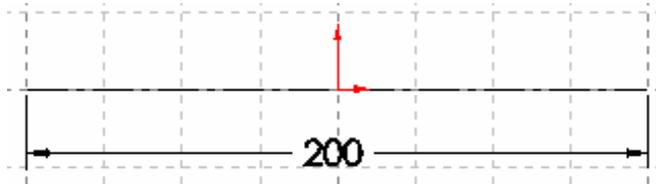


Iniciaremos una sesión de ENSAMBLE y guardaremos nuestro archivo en la carpeta que acabamos de crear dándole el mismo nombre de la carpeta.

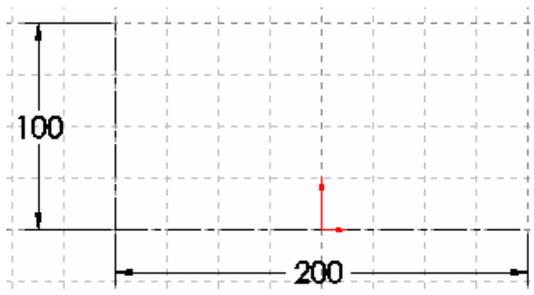


En el plano FRONT crearemos el siguiente SKETCH.

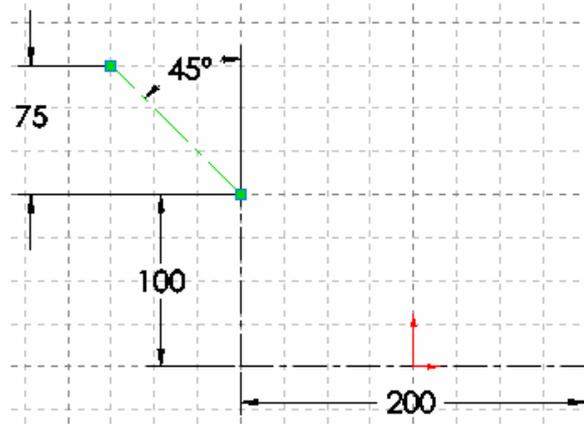
1.- La primera entidad será una CENTERLINE horizontal de 200 mm con su punto medio en el origen (seleccionen la línea y el origen manteniendo presionada la tecla CTRL apliquen luego la relación “Midpoint”).



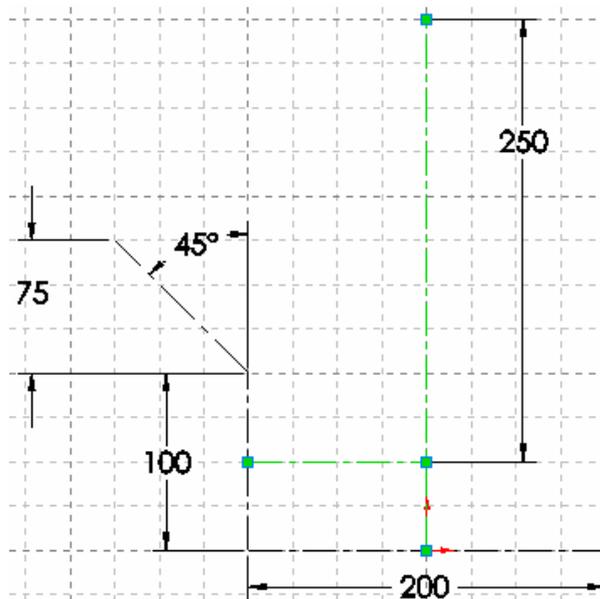
2.- Dibujaremos una CENTERLINE vertical de 100 mm como se muestra a continuación.



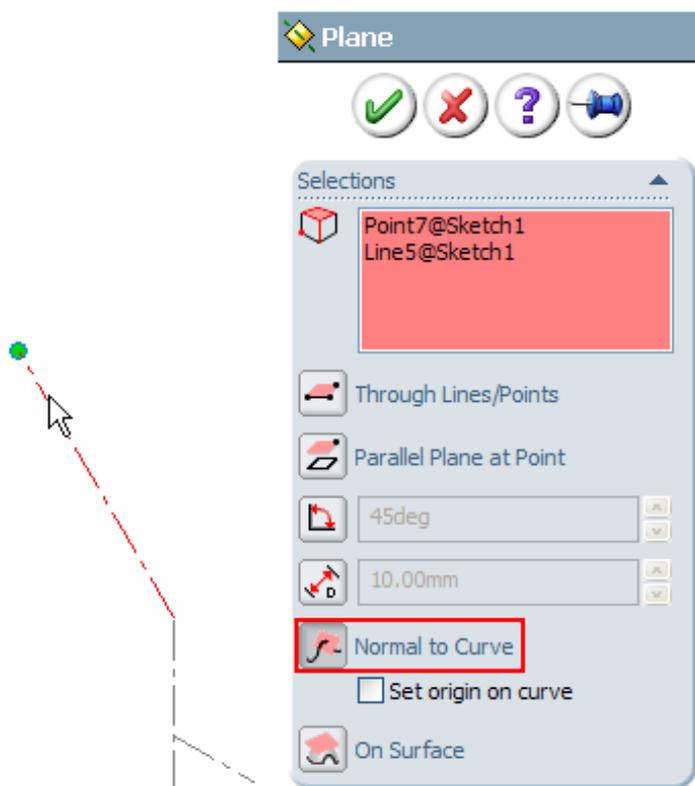
3.- La tercera entidad será una CENTERLINE en diagonal dimensionada como se muestra en la siguiente imagen.

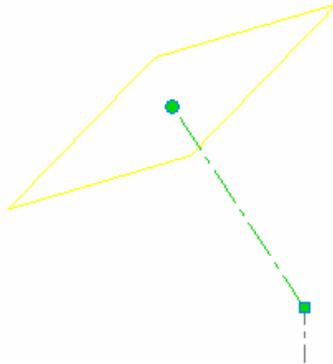


4.- Finalmente dibujaremos unas CENTERLINES para obtener el resultado de la siguiente imagen (Noten que se está aplicando una relación de “Midpoint” entre la CENTERLINE horizontal y la línea vertical de 100 mm).

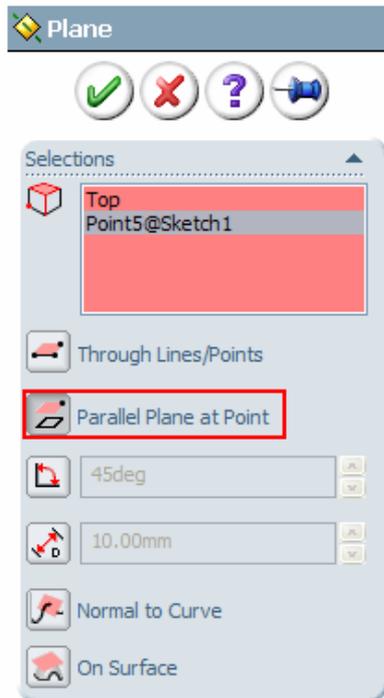


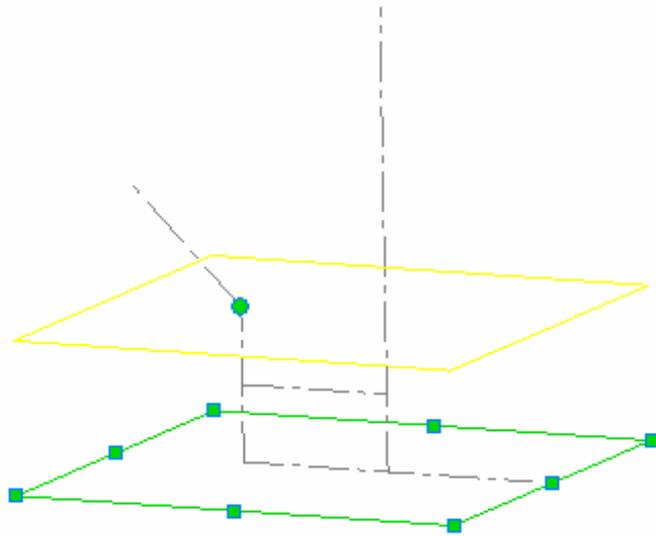
Al cerrar la sesión del SKETCH del plano FRONT nosotros crearemos dos planos de referencia, el primero se hará seleccionando el punto final y la línea que se muestran en la primer imagen, aplicando posteriormente el comando PLANE (Insert/Reference Geometry/ **Plane**).



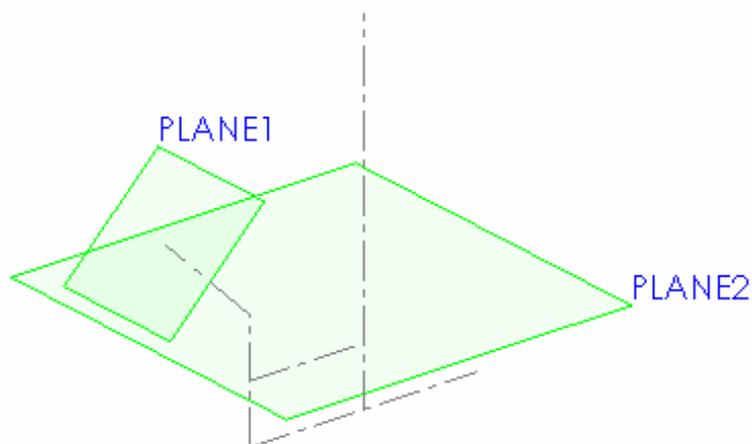
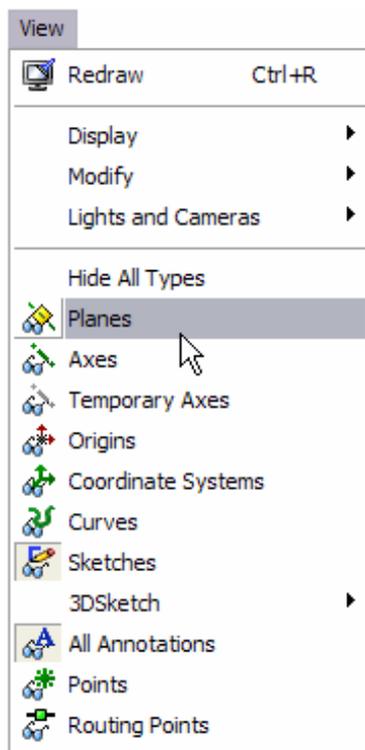


Para insertar nuestro segundo plano de referencia usaremos el plano TOP de nuestro ENSAMBLE así como el punto que se muestra en la segunda imagen.

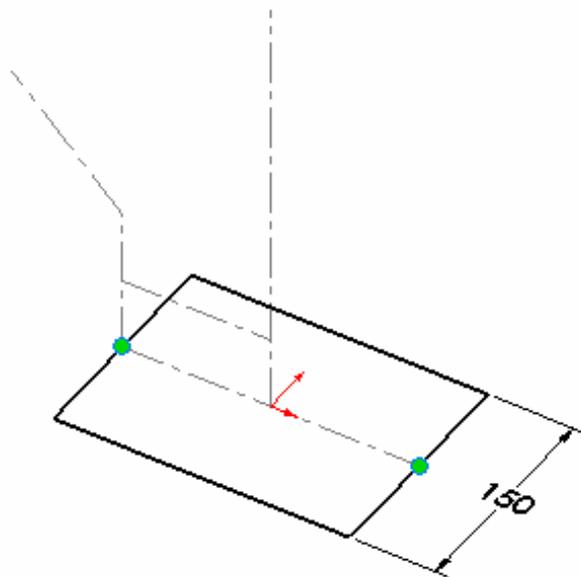




Dentro de SW2006 nosotros podemos aplicar ciertos filtros par mostrar o esconder entidades, tal es el caso del menú “View” desde el cual nosotros vamos a seleccionar la opción “Planes” para obtener los resultados de la segunda imagen (El lector podrá en un futuro experimentar con las demás opciones de este menú).

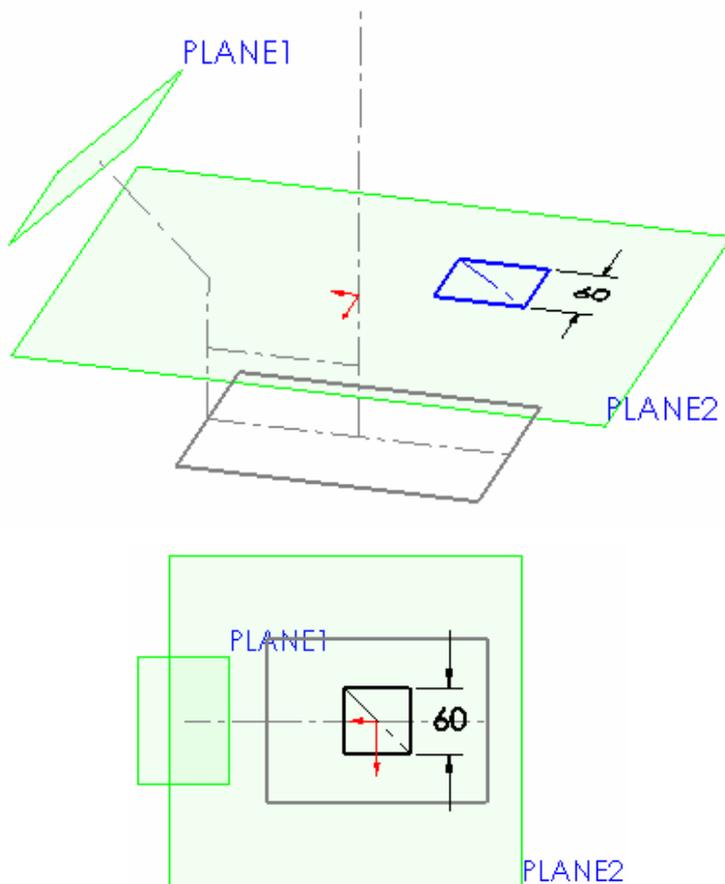


En este momento insertaremos un SKETCH sobre el plano TOP el cual como se aprecia en la segunda figura el rectángulo tiene relaciones de "Midpoint" con el SKETCH que habíamos creado sobre el plano FRONT. Posteriormente aplicaremos la dimensión de 150 mm para poder definir totalmente nuestro SKETCH.



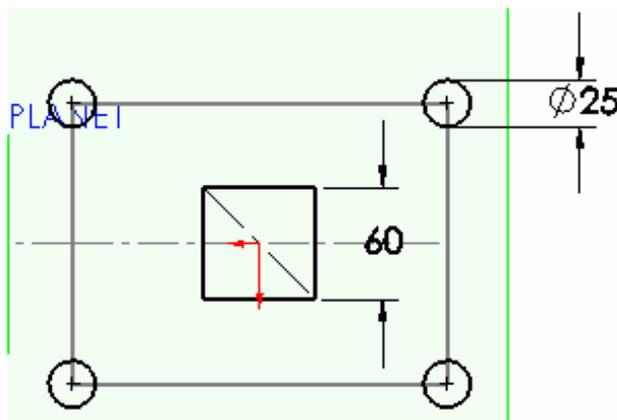
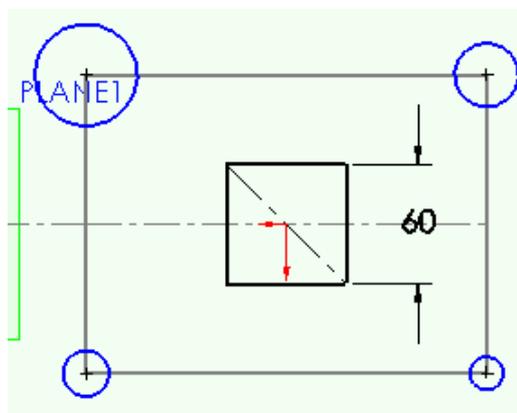
Sobre el plano que está paralelo al plano TOP nosotros crearemos el siguiente SKETCH. Dentro de este SKETCH crearemos un rectángulo al cual le aplicaremos una relación de igualdad a dos de sus lados (los que formen un vértice) y dimensionaremos uno de sus lados con 60 mm, luego dibujaremos una CENTERLINE diagonal entre dos de sus

vértices opuestos. Finalmente crearemos una relación de “Midpoint” entre la CENTERLINE que acabamos de dibujar y el origen. Todo esto para obtener el resultado que se muestra en la segunda imagen.

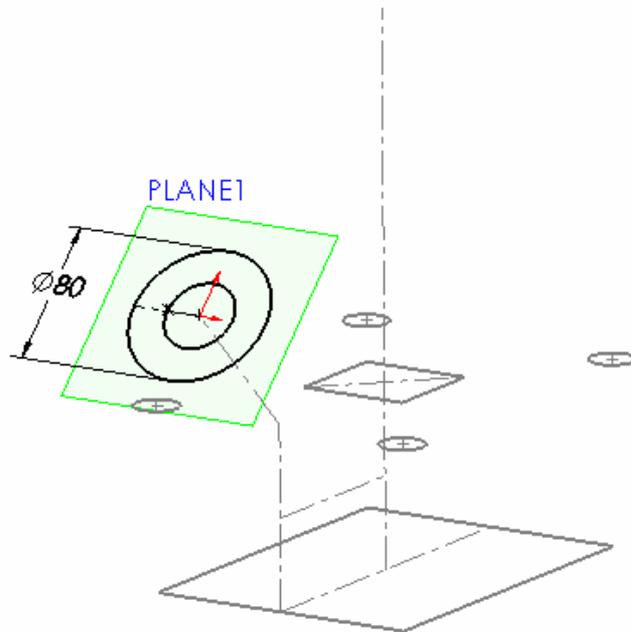


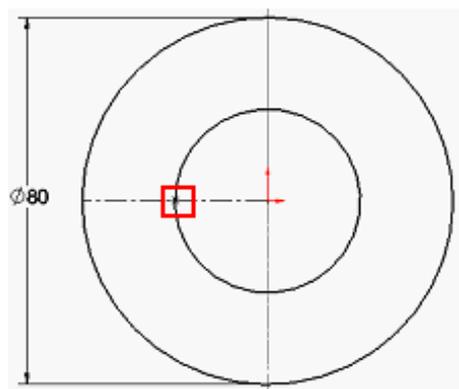
Es importante tener en mente que es posible realizar relaciones entre diferentes SKETCHES, visto que para este ejemplo haremos unas relaciones de coincidencia. Dentro del mismo

SKETCH en el cual creamos nuestro cuadrado nosotros dibujaremos cuatro círculos que tendrán sus centros en los cuatro vértices del rectángulo inferior, paso seguido aplicaremos una relación igualdad a todos los círculos (escogiéndolos presionando la tecla CTRL). Finalmente dimensionaremos solo uno de los círculos con un diámetro de 25 mm. Una vez terminados los círculos cerraremos la sesión de SKETCH.

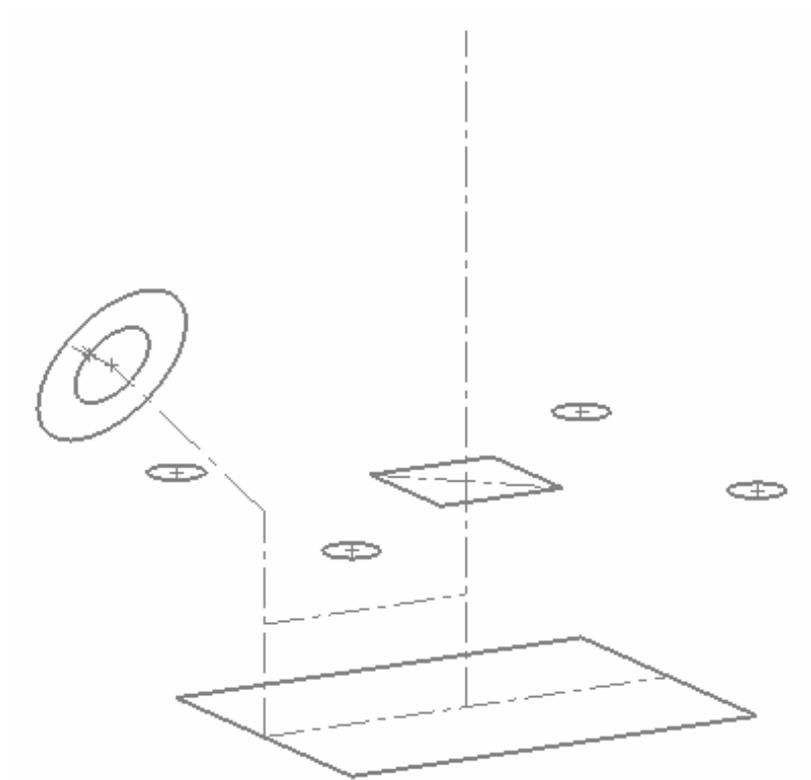


Para dar por terminado nuestro “esqueleto” solo debemos de insertar un SKETCH sobre el plano inclinado (ver imagen). Dicho SKETCH constará simplemente de un círculo con diámetro de 80 mm, dentro del cual dibujaremos una línea de construcción entre el centro del círculo hasta uno de sus cuadrantes, paso seguido insertaremos un “PUNTO” en el punto medio de la línea de construcción (Tools/Sketch Entities/**Point**). Finalmente dibujaremos un segundo círculo como se muestra en la segunda imagen (apicaremos una relación de coincidencia entre el “PUNTO” y uno de los cuadrantes del círculo en cuestión).





La siguiente imagen muestra nuestro “esqueleto” ya terminado.

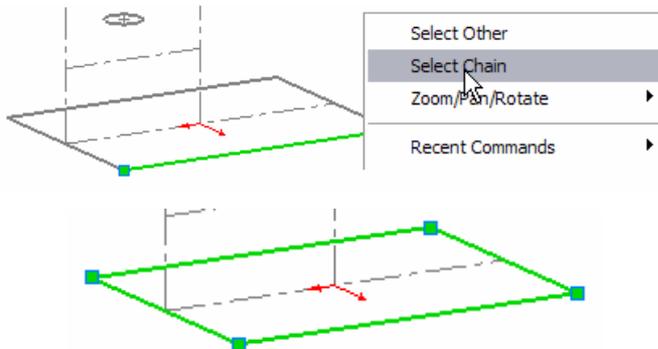


#### 5.4.- Crear la parte o el ensamble:

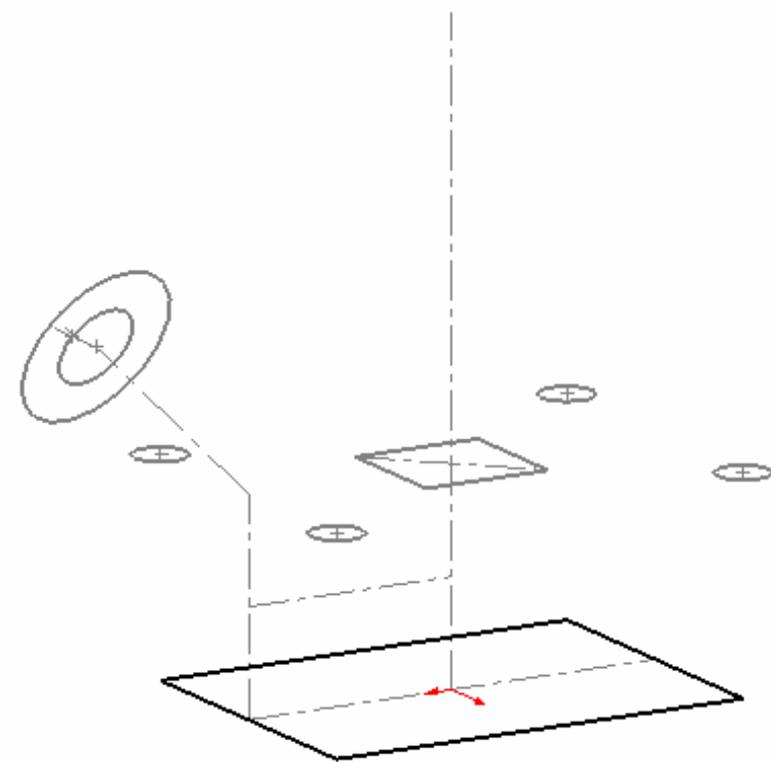
Dentro del ENSAMBLE que ya tenemos insertaremos tres PARTES nuevas las cuales iremos guardando dentro de la misma carpeta “ENSAMBLE”.

La primera PARTE que crearemos (Insert/Component/**New Part**) la llamaremos “BLOQUE” y cuando SW2006 nos pregunte por el plano desde el cual iniciaremos nuestra nueva PARTE nosotros escogeremos el TOP.

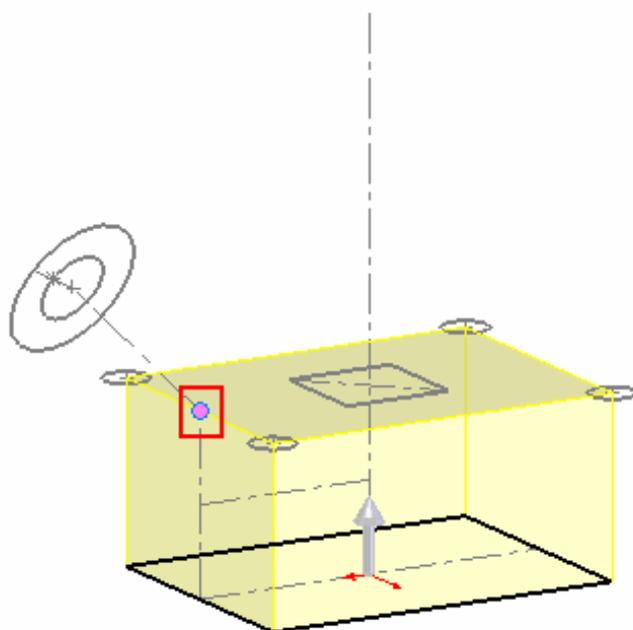
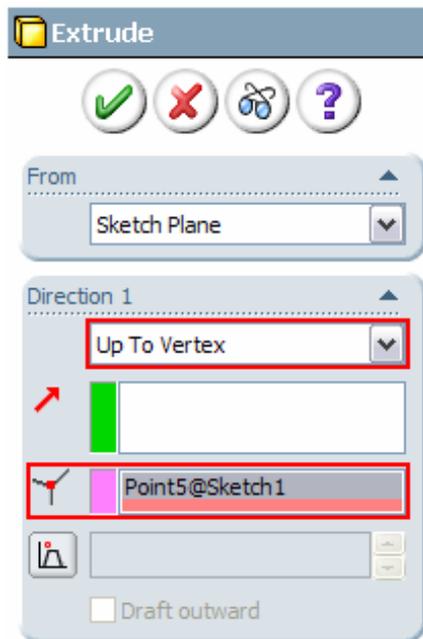
Al iniciarse nuestro SKETCH dentro de la PARTE “BLOQUE” seleccionaremos uno de los lados del rectángulo inferior y haciendo clic derecho y seleccionando “Select Chain” veremos que todo el contorno del rectángulo será iluminado/seleccionado.



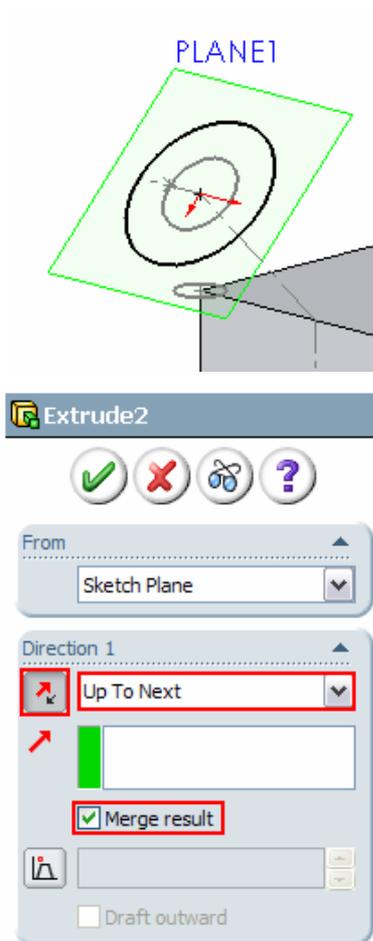
Al tener seleccionado el rectángulo solo tendremos que aplicar el comando CONVERT ENTITIES (Tools/Sketch Tools/**Convert Entities**).

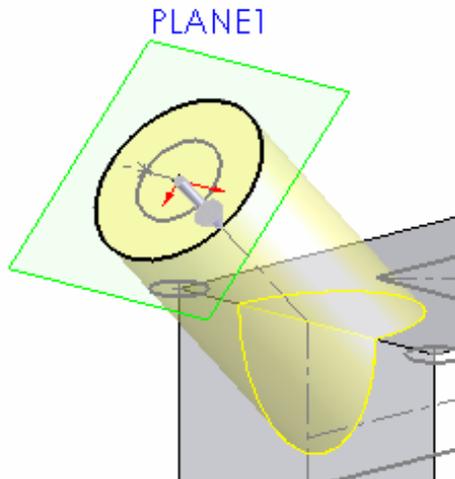


A partir de nuestro SKETCH crearemos una extrusión de tipo “UP TO VERTEX” (Insert/Boss/Base/**Extrude**). En la primera imagen vemos que tenemos que escoger la opción “Up To Vertex” en la caja de selección y dentro del área de diseño escogeremos el punto que se muestra en el rectángulo rojo.



Dentro de nuestra misma PARTE “BLOQUE” insertaremos un SKETCH sobre el plano inclinado (ver imagen). Paso seguido aplicaremos de nueva cuenta el comando EXTRUDE (Insert/Boss/Base/**Extrude**). Para nuestro ejemplo usaremos el tipo “Up To Next”, deberemos también fijarnos en la dirección en la cual la extrusión será hecha (hacia el cuerpo rectangular).

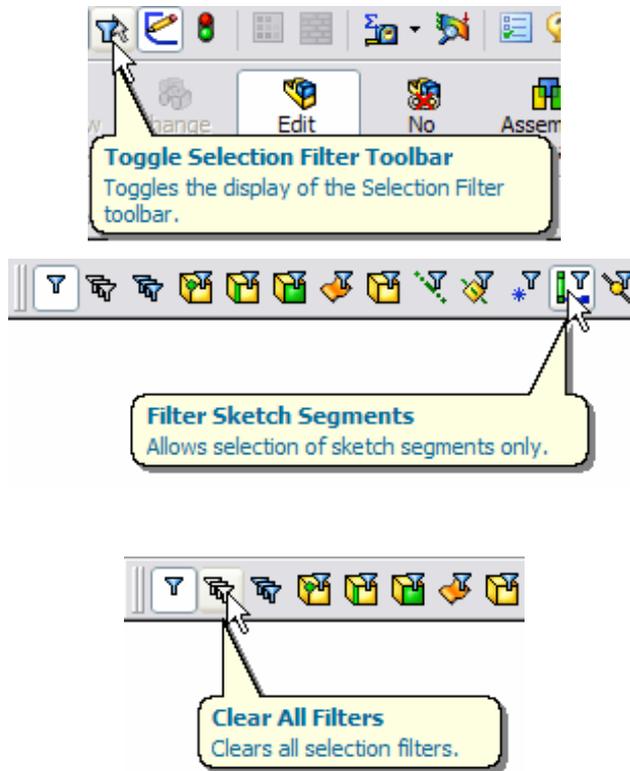




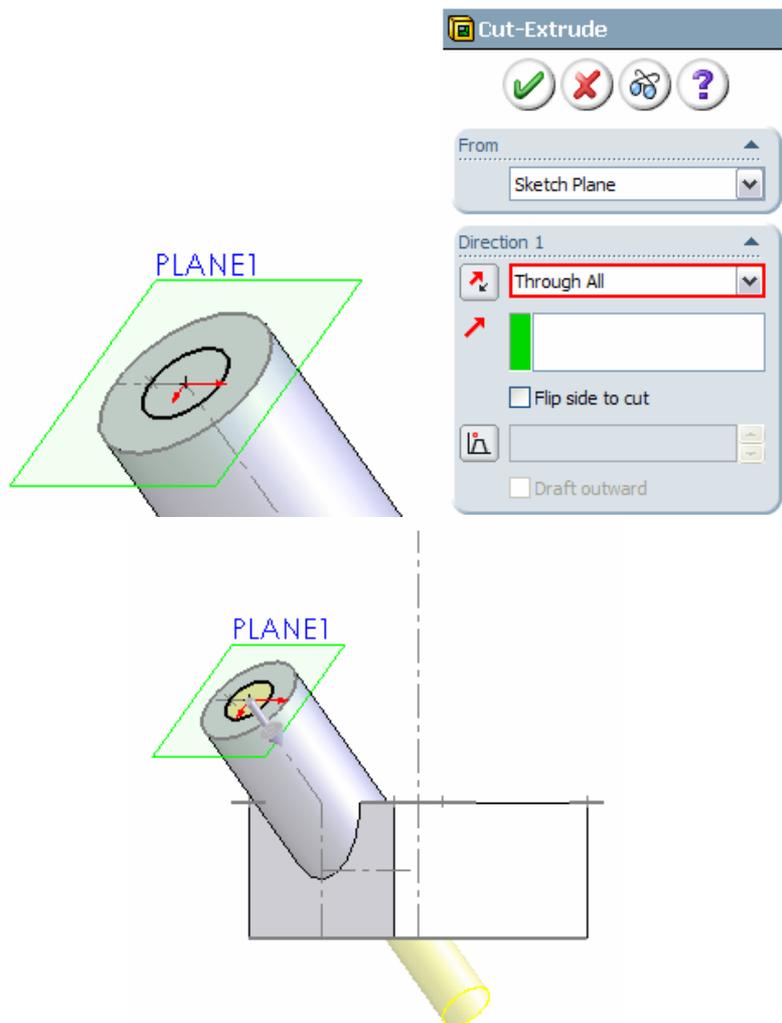
Sobre el mismo plano inclinado crearemos un corte extruido del tipo “Through All” (Insert/Cut/Extrude). Primeramente insertaremos un SKETCH nuevo en el plano en cuestión y del “esqueleto” convertiremos el pequeño círculo que se muestra en la figura.

Dentro de nuestros diseños habrá veces que nos será difícil el escoger alguna entidad del área de diseño (en nuestro caso, el círculo de diámetro menor) por lo que deberemos usar la barra de herramientas “Selection Filter Toolbar”, esto se logra haciendo clic izquierdo sobre el botón que se muestra en la primera imagen o al presionar la tecla “F5”. Volviendo a nuestro ejemplo, usaremos el comando “Filter Sketch Segments” para poder seleccionar nuestro círculo. No olvidemos al final el

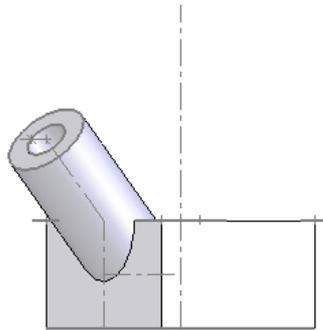
desactivar el filtro (haciendo clic izquierdo sobre el botón “Clear All Filters”).



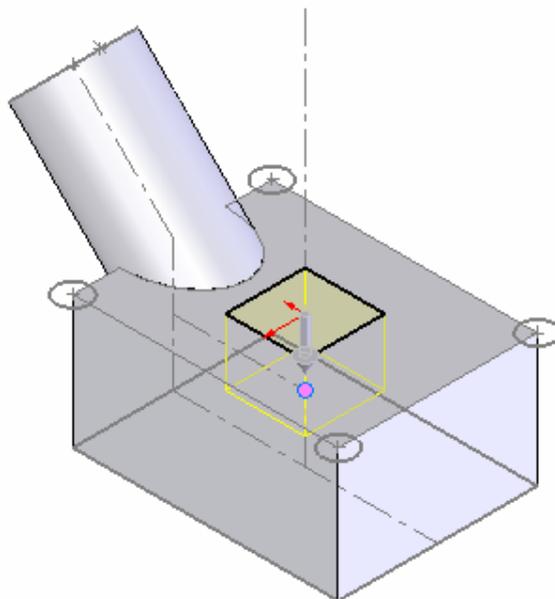
Para nuestro corte extruido convertiremos nuestra entidad (Tools/Sketch Tools/**Convert Entities**) y luego realizaremos el corte con las opciones que se muestran en la segunda imagen.

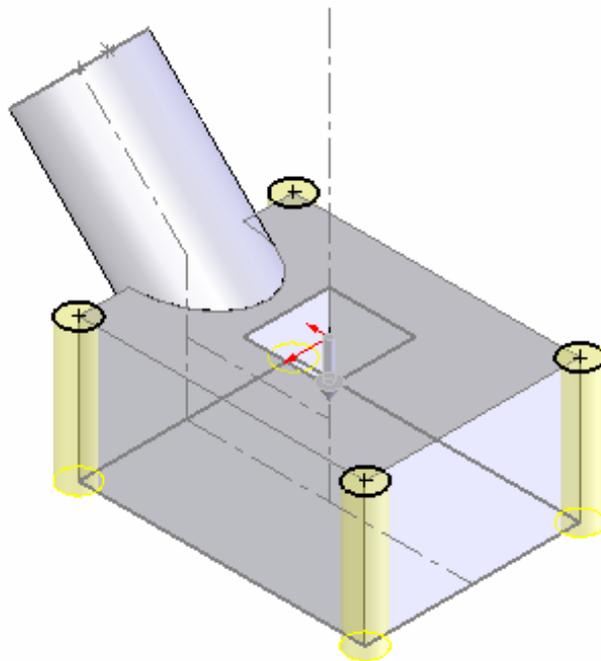


En la siguiente imagen vemos el resultado de nuestro corte extruido.

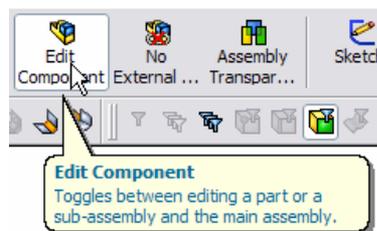


Para finalizar la PARTE “BLOQUE” realizaremos dos cortes, para lo cual se tendrán que practicar las técnicas que ya fueron explicadas anteriormente en esta sección del tutorial, el primer corte se muestra en la primera imagen y el segundo corte se muestra en la segunda imagen.

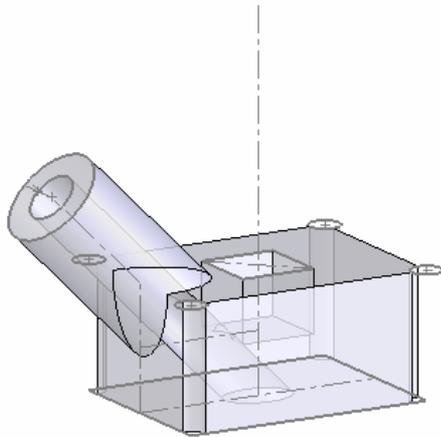




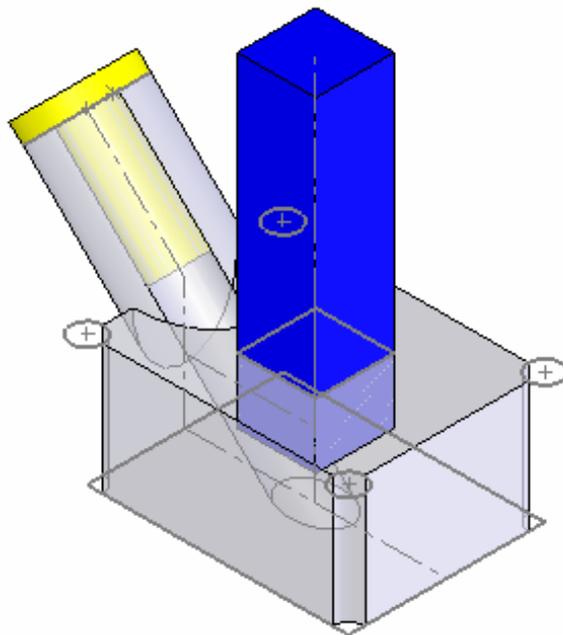
Para finalizar la edición de esta PARTE haremos clic izquierdo sobre el botón “Edit Component”.



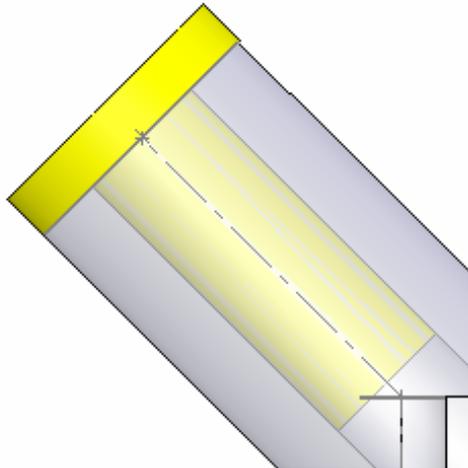
Como ya se hizo en el tutorial de ENSAMBLES en la PARTE “SPHERE” en este caso cambiaremos un poco la transparencia de nuestra PARTE BLOQUE.



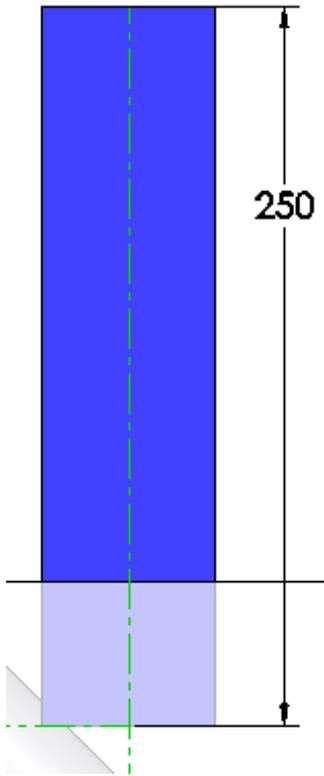
El resultado a obtener dentro de nuestro ENSAMBLE se muestra en la siguiente imagen en la cual se encuentran ya las dos PARTES que nosotros crearemos en el contexto del ENSAMBLE.



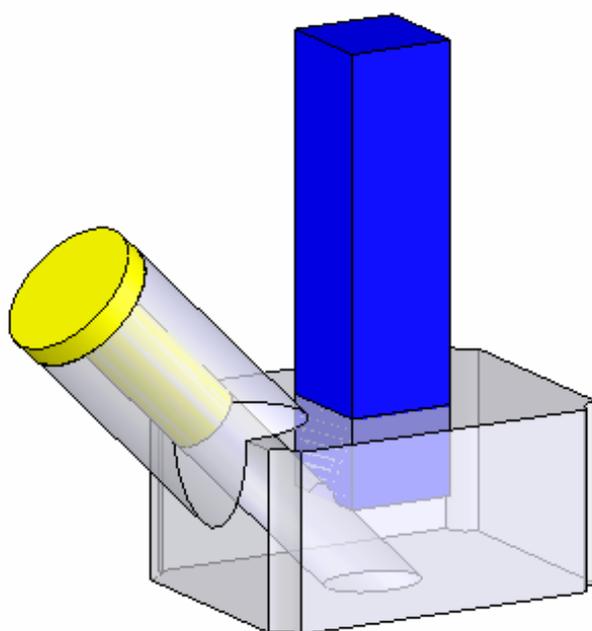
La primera en color amarillo se llamará “TAPA” y como se ve en la figura es un cuerpo 3D hecho de dos extrusiones, la interior será de 100 mm (círculo de menor diámetro) y la exterior será de 15 mm (círculo de mayor diámetro).



La segunda y última, en color azul, se trata de un prisma cuadrado con el nombre de “EJE”. En esta PARTE la extrusión comienza en la base del corte extruido de la PARTE “BLOQUE” y se extiende hasta el vértice superior del SKETCH hecho en el plano FRONT (como se ve en la imagen).



Finalmente esconderemos los SKETCHES en el árbol de diseño (clic derecho sobre un SKETCH y seleccionar "HIDE"). Vemos ahora nuestro ENSAMBLE paramétrico totalmente terminado.



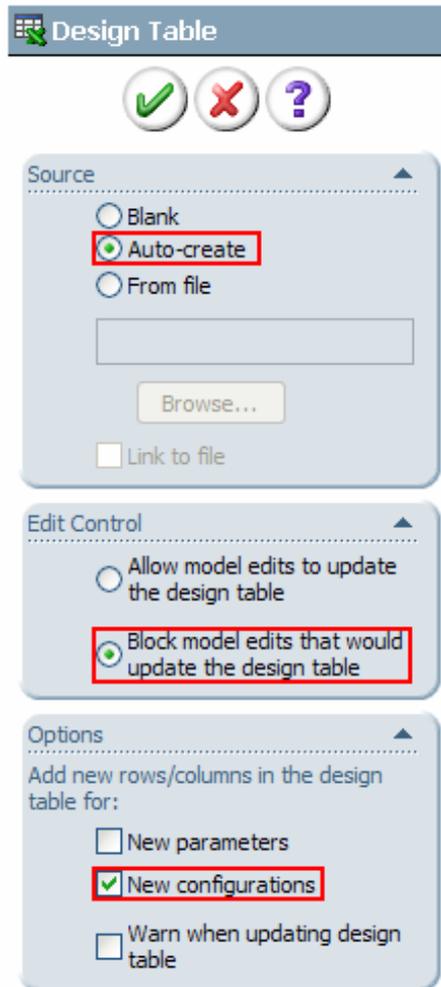
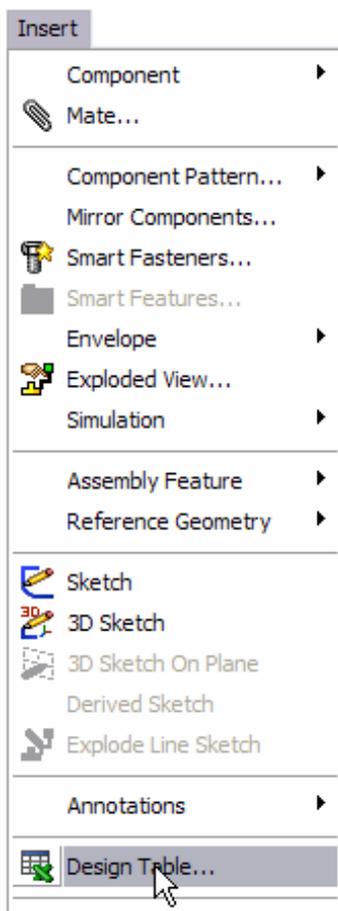
- ENSAMBLE (Default <Display State-1 >)
- + Annotations
- + Design Binder
- + Lights and Cameras
- Front
- Top
- Right
- Origin
- Sketch1
- PLANE1
- PLANE2
- Sketch2
- Sketch3
- Sketch4
- + BLOQUE<1> ->
- + TAPA<1> ->
- + EJE<1> ->
- + Mates

## 5.5.- Insertar la tabla de diseño y automatizar el ensamble o la parte:

El paso final para automatizar nuestro ENSAMBLE paramétrico es la adición de una “Tabla de diseño” de EXCEL dentro de nuestro archivo de SW2006 (ENSAMBLE).

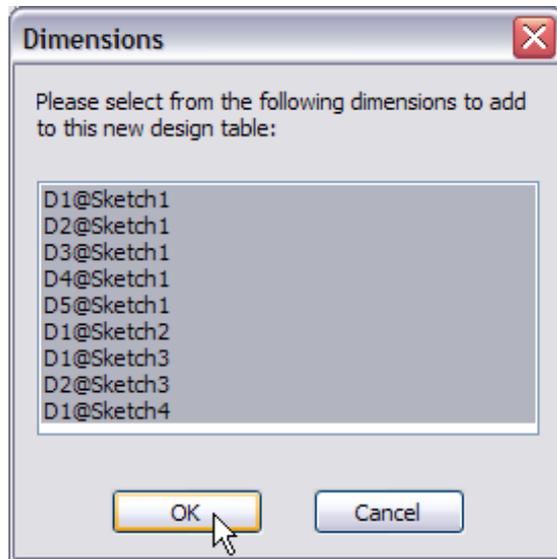
Dentro de nuestro ENSAMBLE tendremos que activar el comando DESIGN TABLE (Insert/**Design Table**) para poder crear nuestra “Tabla de diseño”. En la imagen de la derecha podemos ver las opciones que debemos de seleccionar para el presente ejemplo.

Una vez que aceptamos las condiciones del comando, SW2006 recolectará todas las dimensiones que se encuentren en el ENSAMBLE, de tal suerte que todas las dimensiones de los SKETCHES que realizamos en la creación de nuestro “esqueleto” serán automáticamente agregadas a nuestra tabla.



En la ventana “Dimensions” tendremos que escoger todas las dimensiones que ahí se muestren, para hacerlo simplemente debemos de escoger la primera dimensión y después manteniendo presionada la tecla SHIFT seleccionaremos la ultima dimensión de la lista, paso seguido hacemos clic

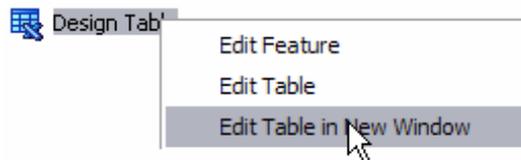
izquierdo sobre el botón “OK” para que todas las dimensiones sean agregadas a nuestra tabla de EXCEL ®.



En la siguiente imagen vemos la tabla de EXCEL ® dentro del área de diseño de SW2006. Para cerrar la tabla solo debemos hacer clic izquierdo sobre alguna zona vacía de nuestra área de diseño.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
1	Design Table for: ENSAMBLE											
2		D1@Sketch1	D2@Sketch1	D3@Sketch1	D4@Sketch1	D5@Sketch1	D1@Sketch2	D1@Sketch3	D2@Sketch3	D1@Sketch4		
3	Default	200	100	75	45	250	150	60	25	80		
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												

Para poder editar nuestra tabla de una forma mas confortable tendremos que abrir una nueva ventana de EXCEL®. Para hacerlo solo debemos hacer clic derecho sobre el icono de “Design Table” en nuestro árbol de diseño y luego escoger la opción “Edit Table in New Window”.



Una vez que hayamos iniciado nuestra sesión de EXCEL®, llenaremos entonces las celdas con la información requerida (como se muestra en la siguiente imagen).

Microsoft Excel - Hoja de cálculo en ENSAMBLE

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana ?

Arial 10

K11 fx

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Design Table for: ENSAMBLE											
2		D1@Sketch1	D2@Sketch1	D3@Sketch1	D4@Sketch1	D5@Sketch1	D1@Sketch2	D1@Sketch3	D2@Sketch3	D1@Sketch4		
3	Default	200	100	75	45	250	150	60	25	80		
4	A	500	200	150	48	500	300	120	50	160		
5	B	300	100	30	50	125	75	30	10	40		
6	C	700	200	175	54	400	275	180	75	200		
7												
8												

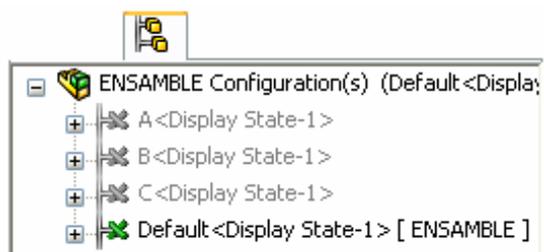
Hoja1

Listo NUM

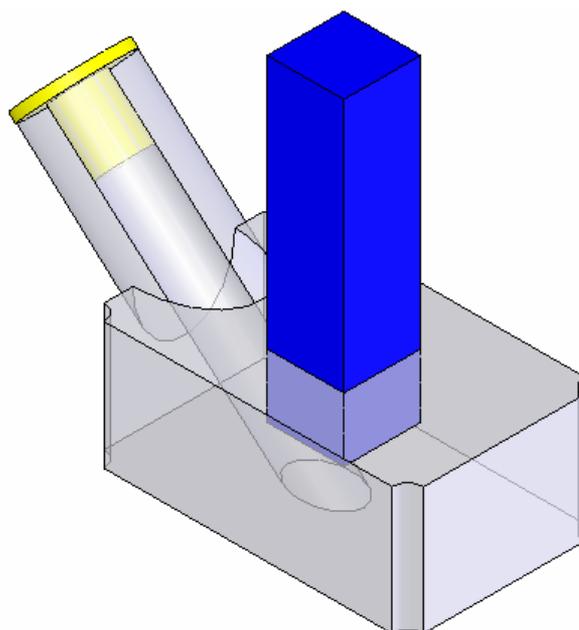
Para que los cambios sean aplicados a nuestro ENSAMBLE solo debemos de cerrar completamente la hoja de EXCEL ®. En ese momento veremos que SW2006 ha creado tres nuevas configuraciones la A, la B y la C.



Al lado izquierdo del área de diseño en la pestaña de configuraciones veremos que las nuevas configuraciones ya están presentes. Bastará con hacer doble clic izquierdo sobre el pequeño icono verde (X) para que la configuración en cuestión sea mostrada.

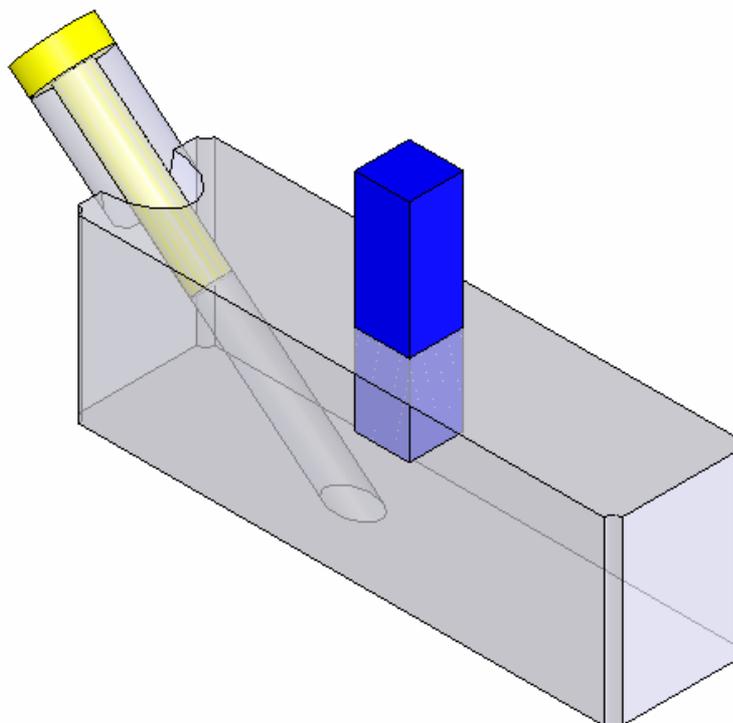


A continuación se muestra el resultado de la configuración “A”.



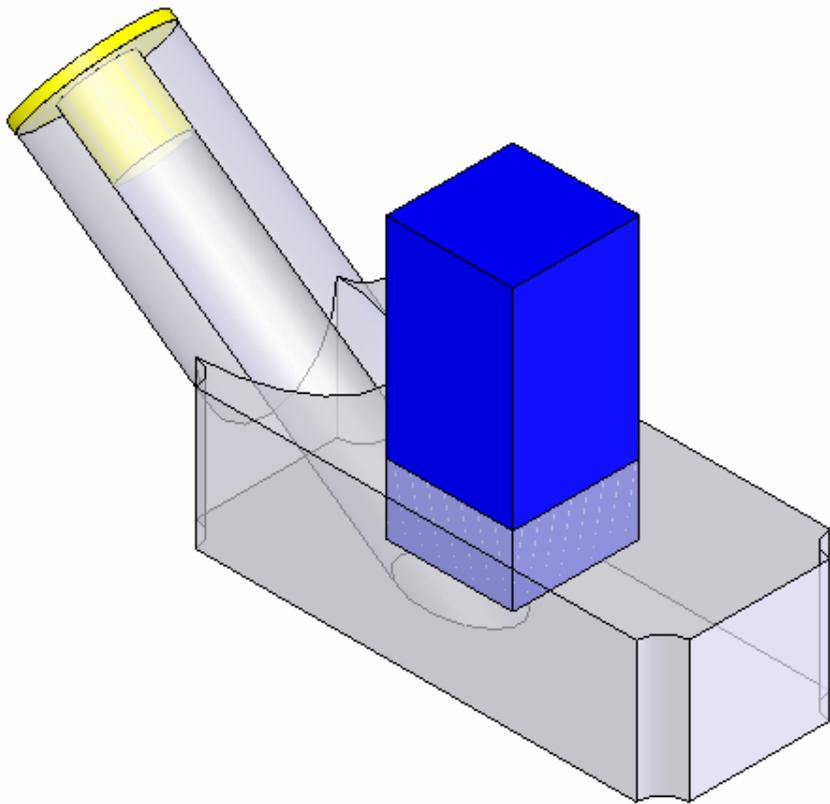
 A<Display State-1>

A continuación se muestra el resultado de la configuración “B”.



 B<Display State-1>

A continuación se muestra el resultado de la configuración “C”.



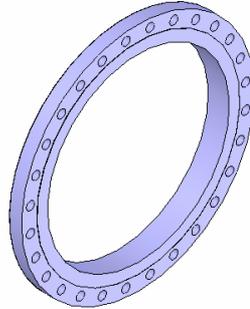
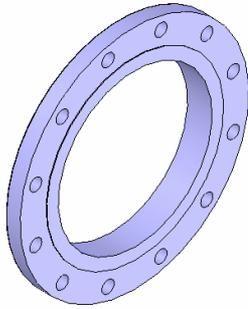
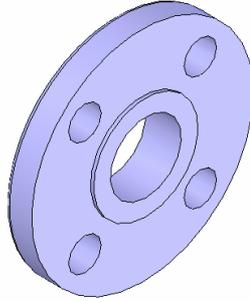
 C<Display State-1>

De la misma forma en la que acabamos de insertar una “Tabla de Diseño” en un ENSAMBLE también lo podemos hacer en una PARTE siguiendo el mismo método que se explicó en el pasado ejercicio.

Las siguientes imágenes nos muestran un ejemplo de una BRIDA con sus diferentes configuraciones.

BRIDA Configuration(s) (NPS 01")

- NPS 01"
- NPS 02"
- NPS 03"
- NPS 04"
- NPS 05"
- NPS 06"
- NPS 08"
- NPS 10"
- NPS 12"
- NPS 14"
- NPS 16"
- NPS 18"
- NPS 20"
- NPS 22"
- NPS 24"
- NPS 26"
- NPS 28"
- NPS 30"



## **6.- ENTIDADES EN PAILERIA (TRABAJOS EN LÁMINA – SHEET METAL)**

### **6.1.- Introducción:**

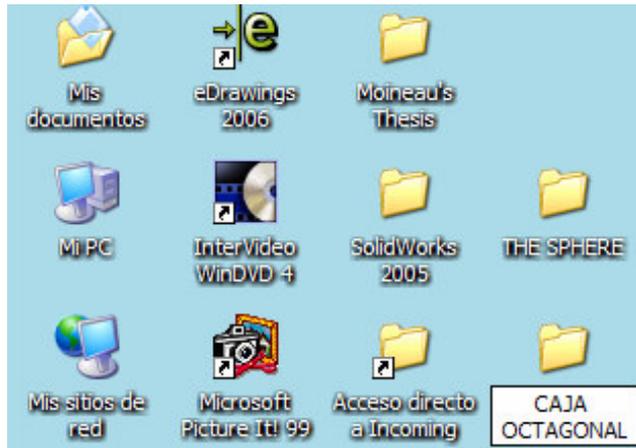
Muchas veces dentro de la industria metalmecánica nos encontraremos en situaciones donde la compra de piezas de dimensiones estándar no es una opción viable, por el simple hecho de que dichas piezas no existen en el mercado. Un caso concreto es aquel de los perfiles para la construcción de estructuras metálicas y de elementos-estructuras de pailería. Las medidas estándar que encontramos en el mercado tienen ciertas medidas en longitud, altura, espesor, etc., que en ciertas ocasiones no satisfacen los requerimientos de nuestro diseño ya sea por restricciones de materiales y dimensiones o por el diseño mecánico previamente realizado.

Las entidades de SHEET METAL son también archivos de PARTE mas sin embargo deben de ser consideradas como elementos “ESPECIALES” que son creados de forma diferente a las PARTES convencionales de cuerpos sólidos con diferencias en espesores, alturas, longitudes, etc. Una PARTE de SHEET METAL es un modelo 3D que siempre tendrá un espesor constante a lo largo de todos sus dobleces (BENDS) y/o contornos curvos.

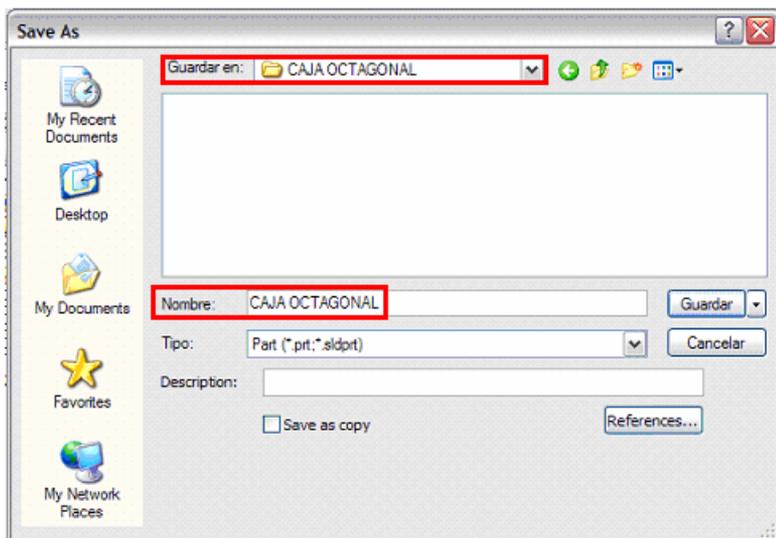
## 6.2.- Creación de entidades de lámina a partir de “Lámina BASE”:

Este método es el más común para la creación de entidades en paillería pero en este caso aunque se trate de un procedimiento de primera línea no es necesariamente el mejor en ciertos casos y aplicaciones sin embargo es importante saberlo para tener más opciones a la hora de realizar nuestros diseños.

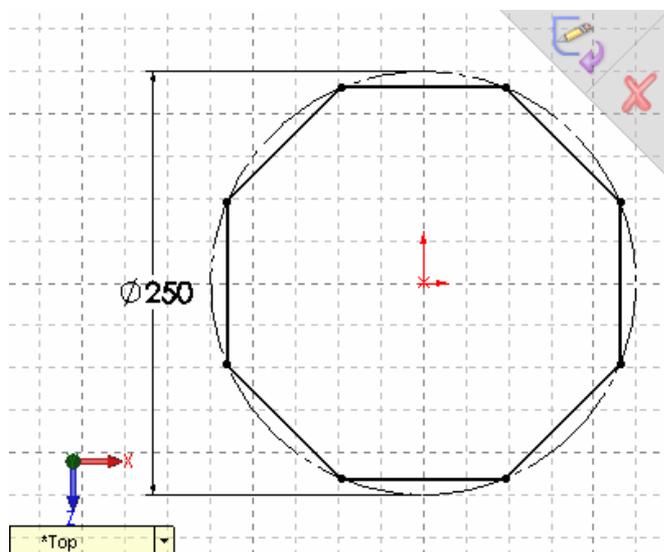
Para comenzar lo primero que haremos será crear un folder en nuestro escritorio bajo el nombre de “CAJA OCTAGONAL”



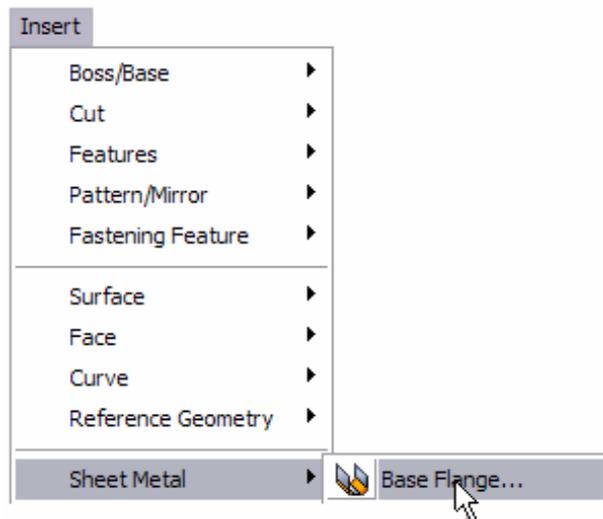
Iniciaremos luego una sesión de PARTE, la cual salvaremos en el folder que acabamos de crear bajo el mismo nombre que le pusimos al folder en cuestión.



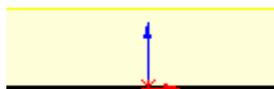
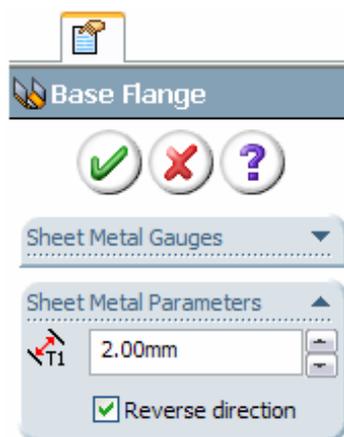
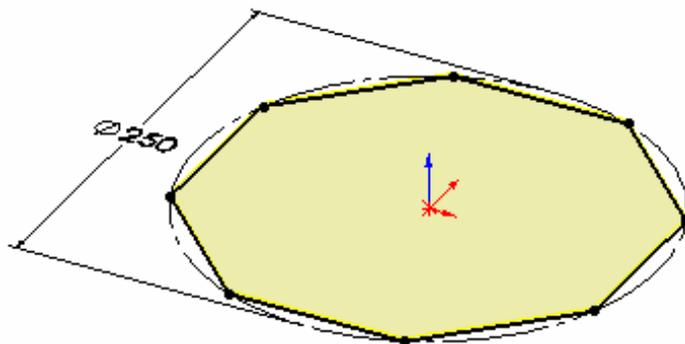
Visto que el lector es ya un experto en la creación de PARTES en SW2006 en este momento crearemos un SKETCH sobre el plano TOP que contendrá un octágono circunscrito en un círculo con un diámetro de 250 mm.



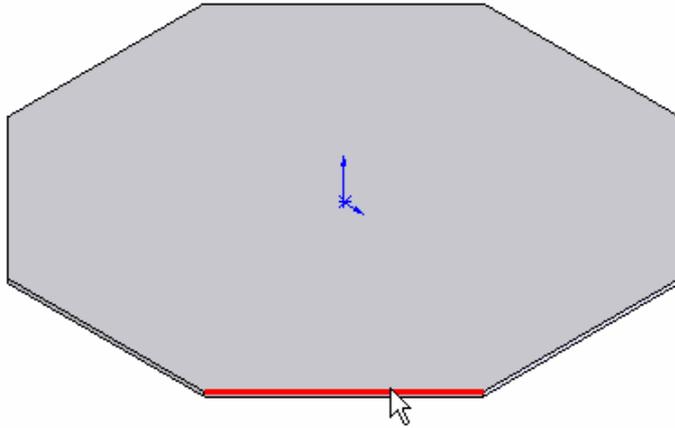
A partir del SKETCH anterior usaremos el comando BASE FLANGE para crear nuestra entidad de pailería (Insert/Sheet Metal/**Base Flange**). Este comando simplemente agregará un espesor específico a nuestra PARTE y dicho espesor será utilizado en toda nueva “FEATURE SHEET METAL” que nosotros agreguemos a la lámina base.



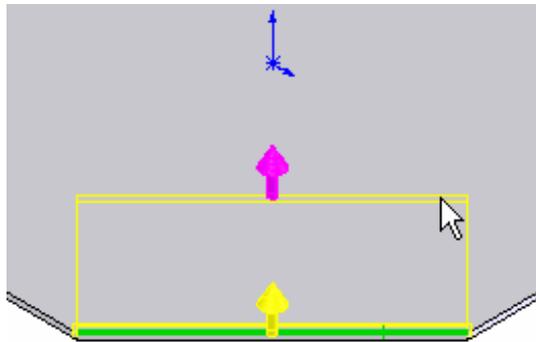
Las opciones a escoger para aplicar el comando BASE FLANGE serán el aplicar un espesor de 2 mm y seleccionar la dirección hacia la cual el espesor será proyectado (A partir del plano TOP hacia arriba).

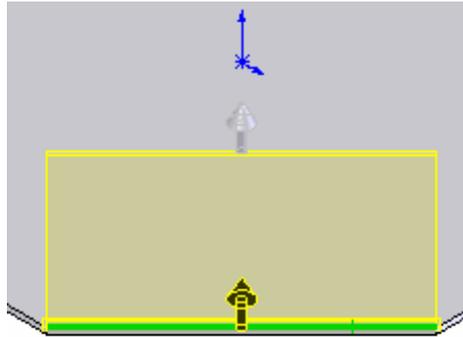


En la orilla superior que se muestra en la siguiente figura aplicaremos el comando **EDGE FLANGE** (Insert/Sheet Metal/**Edge Flange**).

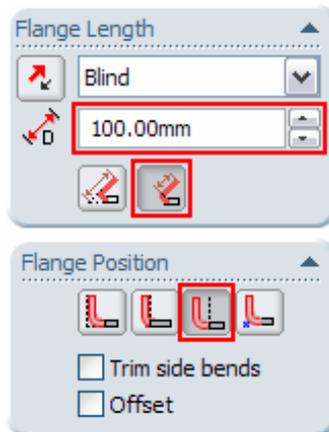


Al iniciarse el comando EDGE FLANGE podemos ver que SW muestra una vista previa del doblé que se va a crear. Al mover el puntero hacia arriba veremos que el doblé crece siguiendo al puntero, haremos clic izquierdo en alguna zona como se muestra en la figura (Checar el color de las flechas antes y después de hacer clic izquierdo sobre el área de diseño).



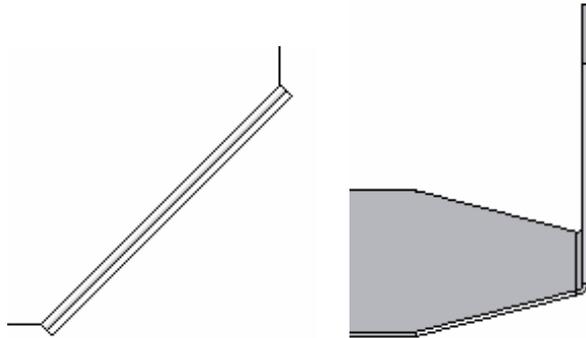


Las selecciones a realizar en el menú que se encuentra a la izquierda del área de diseño se muestran en la siguiente figura:

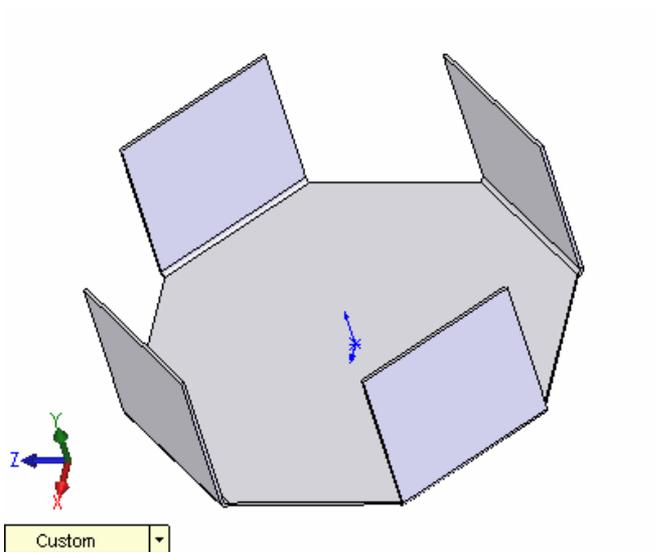


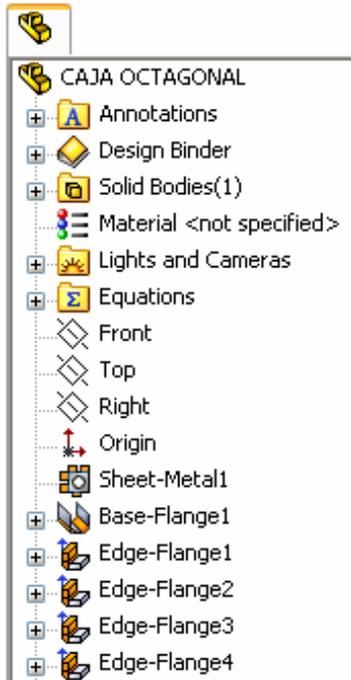
Será solo necesario cerciorarnos que el resultado obtenido sea el que tenemos en la siguiente figura. Es importante recordar que nosotros podemos modificar cualquier entidad que se encuentre en el árbol de diseño en cualquier momento simplemente al hacer clic derecho sobre esta y posteriormente

seleccionar la opción que se encargue de la edición de dicha entidad, por ejemplo “Edit Feature” ó “Edit Sketch”.

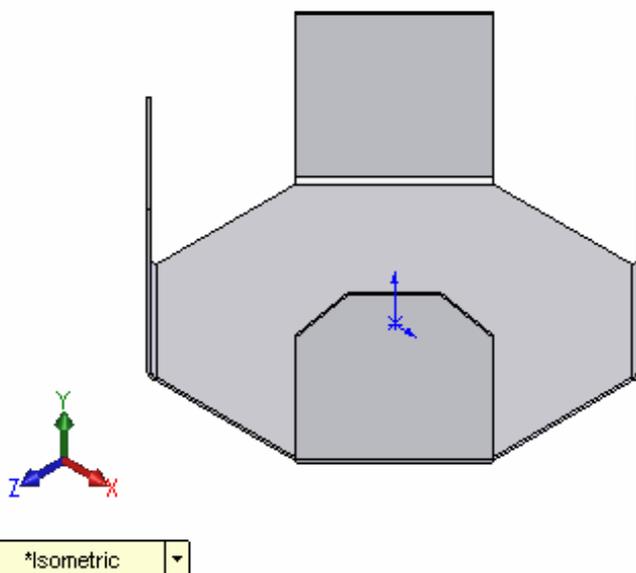
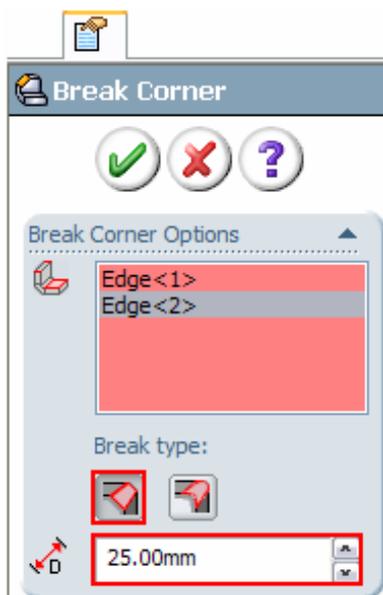


Para proseguir con nuestra PARTE en “SHEET METAL” repetiremos el procedimiento anterior tres veces para obtener la siguiente figura que tiene 4 dobleces, los cuales se pueden apreciar en nuestro árbol de diseño.

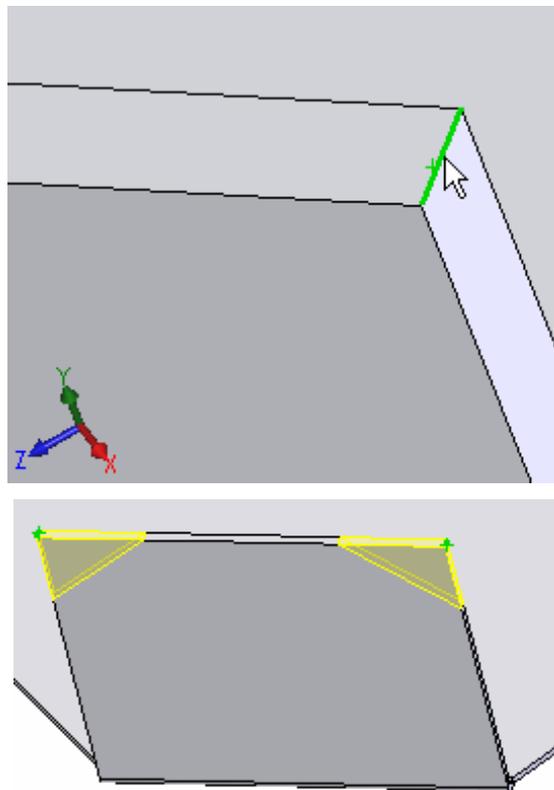




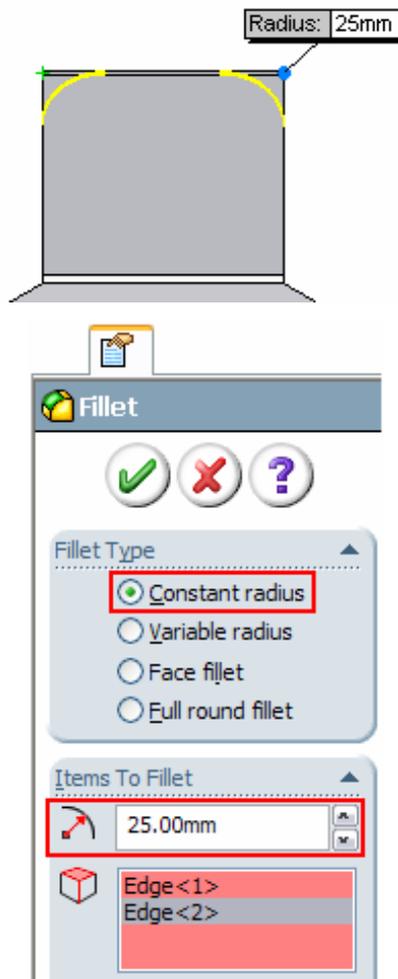
En el doblez que se indica en la siguiente figura aplicaremos el comando BREAK CORNER (Insert/Sheet Metal/**Break Corner**). En esta instancia utilizaremos las opciones mostradas.

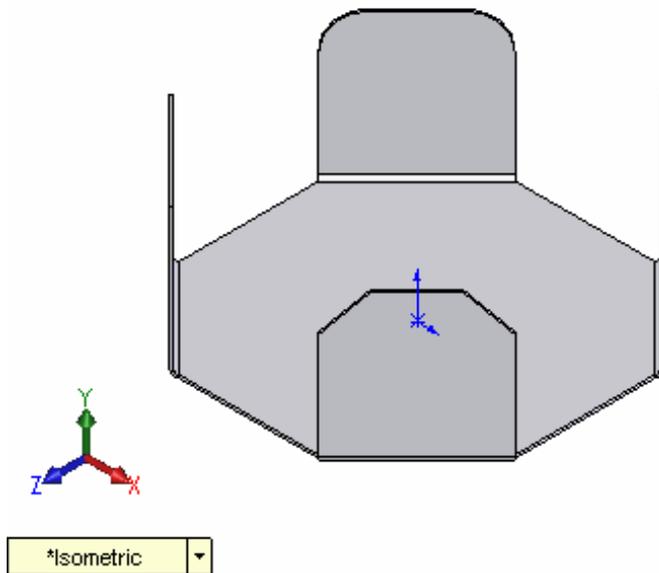


Escogeremos las dos orillas superiores para crear nuestros chaflanes. Notemos que las orillas (EDGES) fueron agregadas al campo rosa del menú del comando BREAK CORNER, lo que nos muestra que podemos aplicar el mismo chaflán a varias orillas al mismo tiempo. Esto podría significar un ahorro sustancial de tiempo, ya que si el diseño requiriera que cambiáramos la dimensión de nuestro chaflán solo deberíamos hacer un cambio al editar nuestra entidad y eso sería todo.

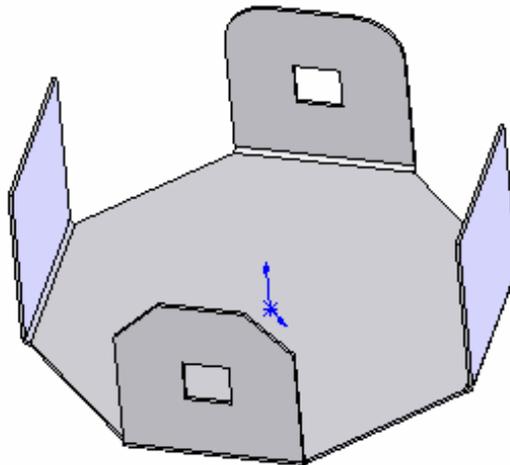
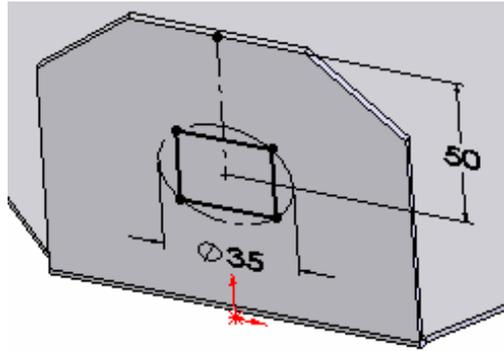


De manera similar en la cual nosotros hicimos nuestros chaflanes en este momento aplicaremos el comando FILLET/ROUND (Insert/Features/**Fillet/Round**) para realizar unos filetes con radio de 25 mm en el dobléz opuesto a aquel que tiene ya los chaflanes. Las siguientes figuras muestran las opciones a escoger y el resultado a obtener.





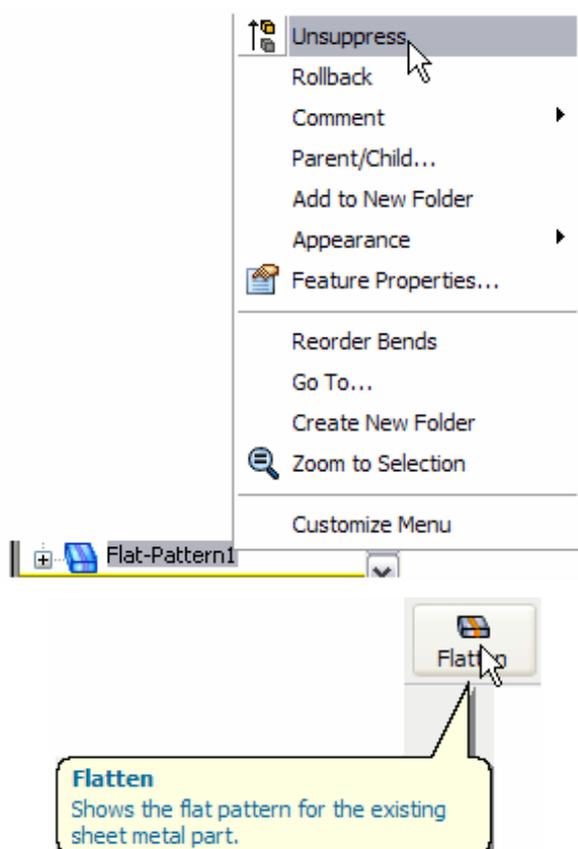
Como las entidades en SHEET METAL son al fin y al cabo PARTES en ellas también podemos aplicar algunas FEATURES que son aplicadas en el ambiente de PARTE. Tal es el caso del corte extruido y para este caso crearemos el SKETCH que se muestra en la siguiente figura y posteriormente aplicaremos el comando Insert/Cut/**Extrude**. Para el comando de corte escogeremos la opción “Through All”.

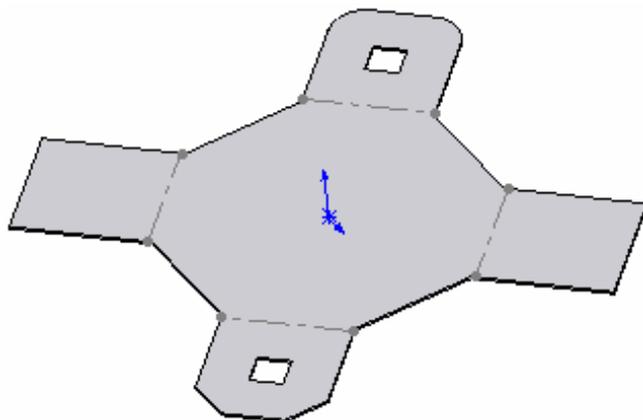


Para poder apreciar como se verá el desarrollo de nuestras PARTES en SHEET METAL simplemente debemos escoger uno de los siguientes métodos para hacerlo. El primero es hacer clic derecho sobre el icono “Flat-Pattern1” que se encuentra en la parte inferior de nuestro árbol de diseño y posteriormente escoger la opción “Unsuppress”. El segundo método es seleccionando el botón “Flatten” que se encuentra en el “Command Manager”.

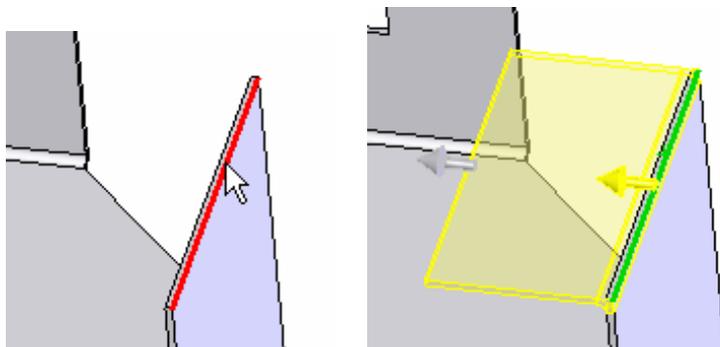
Para regresar a nuestra parte a su estado “DOBLADO” solo debemos repetir los pasos anteriores solo que para el caso “Unsuppress” tendremos que escoger “Suppress”.

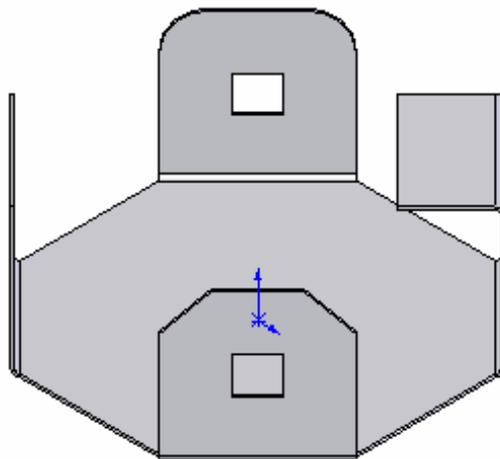
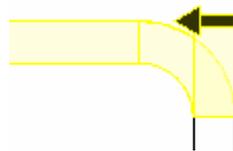
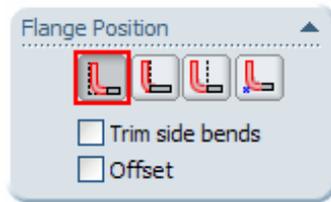
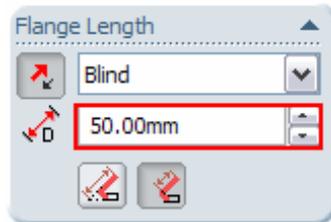
Este comando suprime o desuprime los dobleces de nuestras PARTES SHEET METAL.

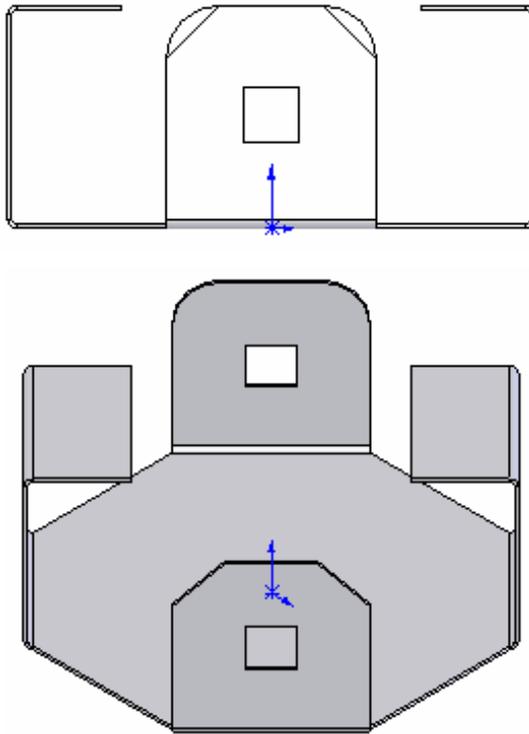




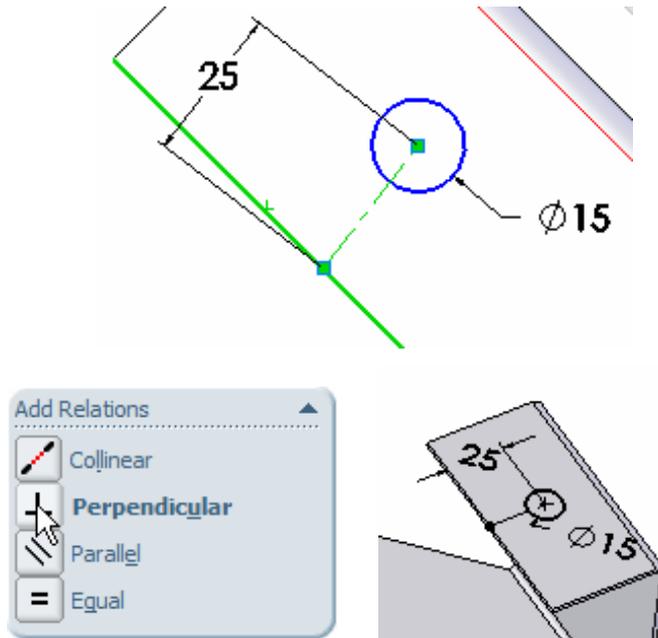
Repetiendo la técnica usada para la elaboración de los primeros cuatro dobleces hechos sobre el octágono en esta ocasión crearemos dos nuevos dobleces. Esto se logrará escogiendo las opciones y obteniendo los resultados que se muestran en las siguientes imágenes.



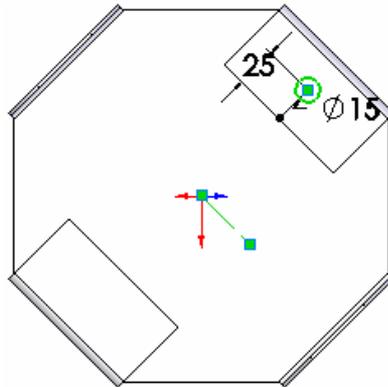
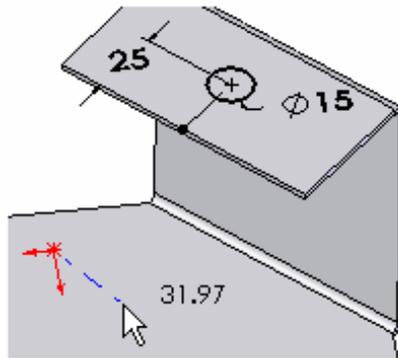




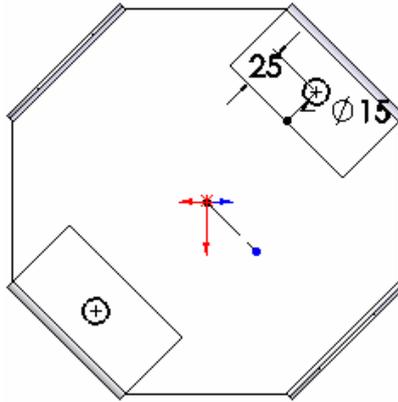
Sobre el dobléz de la derecha insertaremos un SKETCH el cual consistirá en su primera etapa de un círculo con un diámetro de 15 mm del cual su centro está ligado a una línea de 25 mm. Dicha línea tiene dos relaciones con la orilla superior del dobléz, la primera es de coincidencia del punto inicial de la línea de construcción con el punto medio de la orilla del dobléz y la segunda es una relación perpendicular entre las dos entidades en color verde que se muestran en la siguiente imagen.



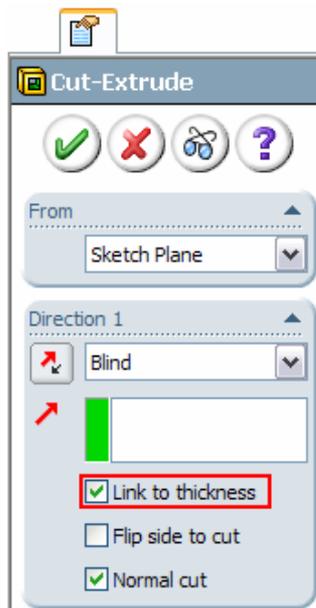
En la segunda etapa de nuestro SKETCH dibujaremos una línea recta de construcción usando el comando CENTERLINE (Tools/Sketch Entities/**Centerline**), primero escogeremos como punto inicial de la línea el origen de nuestro sistema coordenado (**L**) y luego al arrastrar el puntero del ratón hacia fuera presionaremos la tecla CTRL y así la mantendremos hasta hacer clic izquierdo para finalizar la creación de nuestra línea de referencia. Una vez creada aplicaremos una relación perpendicular entra la línea que acabamos de crear y aquella que esta ligada al circulo con diámetro de 15 mm.

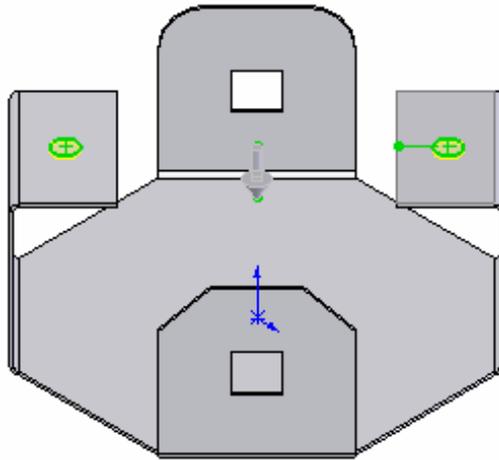


Para terminar nuestro SKETCH tendremos que aplicar el comando MIRROR (Tools/Sketch Tools/**Mirror**). Solamente debemos de seleccionar la línea de construcción que acabamos de crear y manteniendo la tecla CTRL presionada seleccionaremos el círculo con diámetro de 15 mm, al tener las dos geometrías ya seleccionadas solo debemos de activar el comando MIRROR para que se cree una nueva instancia “espejo” del círculo en cuestión.

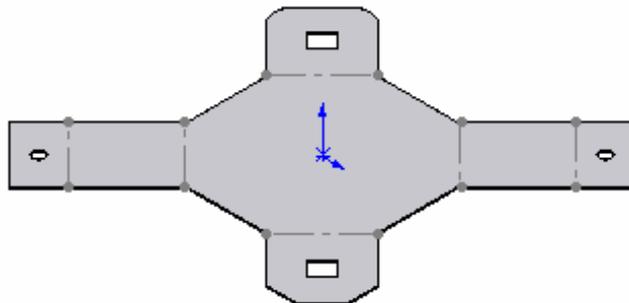


Usando el SKETCH que acabamos de crear realizaremos un corte extruido usando el comando CUT EXTRUDE (Insert/Cut/**Extrude**). Al activarlo solamente tendremos que escoger las opciones que se muestran en la siguiente figura.

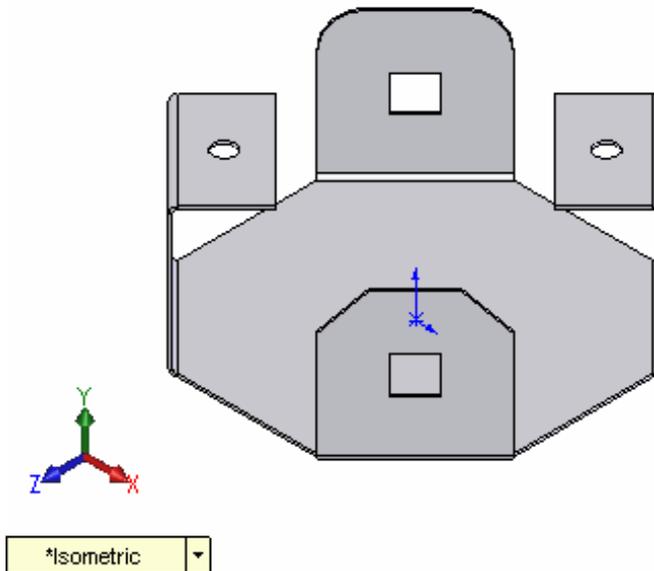




Finalmente podemos ver el desarrollo de nuestra PARTE “CAJA OCTAGONAL”.



En la siguiente figura tenemos la vista isométrica de la PARTE terminada.

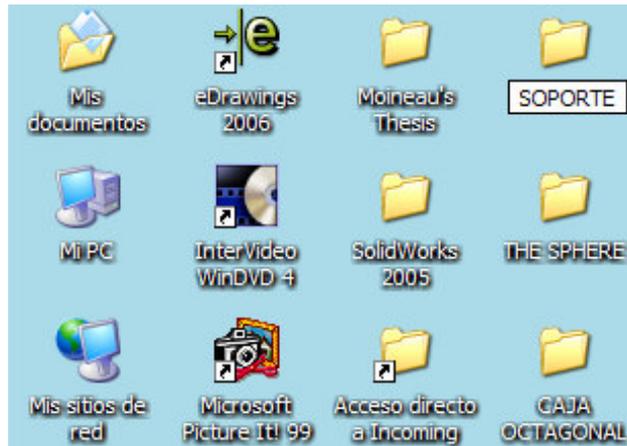


### 6.3.- Creación de entidades de lámina a partir de “Sólidos de espesor constante”:

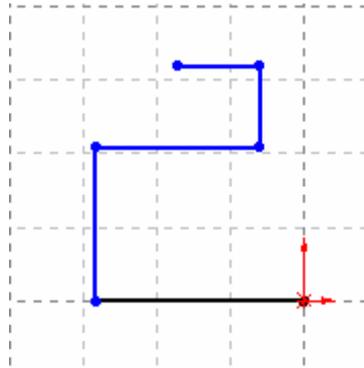
A la hora de crear modelos de SHEET METAL el método que se explicará a continuación es el que prefiero por su alta eficiencia a la hora de desarrollar modelos paramétricos (herramientas automatizadas). Esto se logra al aplicar todas las técnicas de diseño de “esqueleto” que pueden ser aplicadas a un archivo de PARTE que esta compuesto por un cuerpo sólido de dimensiones y configuración irregulares, pero en el caso de

los cuerpos en SHEET METAL es el diseñador el responsable de estabilizar a la PARTE y mantenerla dentro de un rango de diseño aceptable.

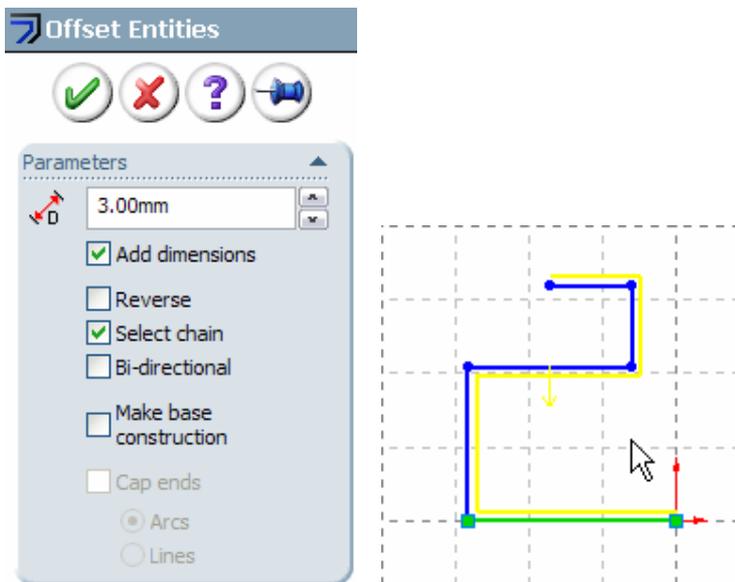
Para nuestro siguiente ejemplo crearemos una nueva carpeta en nuestro escritorio bajo el nombre de “SOPORTE”.

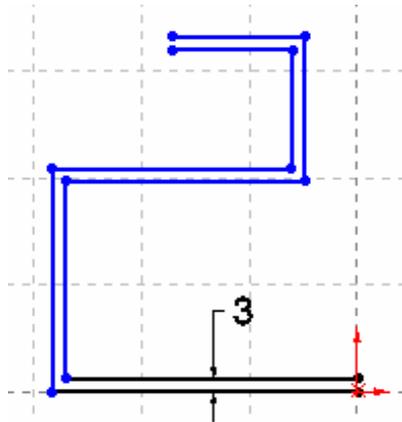


Crearemos una nueva PARTE con el nombre de “SOPORTE” esta será guardada en la carpeta que acabamos de crear. Al iniciar la edición de la PARTE “SOPORTE” dibujaremos un SKETCH sobre el plano FRONT (ver figura). Noten que el punto inicial de la línea horizontal inferior esta relacionado con el origen.

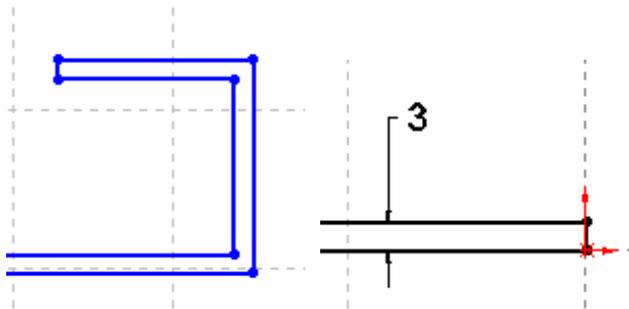


Al perfil que acabamos de hacer le aplicaremos el comando OFFSET ENTITIES (Tools/Sketch Tools/Offset Entities). Para el cual escogeremos las opciones de la siguiente imagen. Notar que la dirección en la cual se realizará el Offset será la necesaria para obtener el resultado de la tercera imagen.

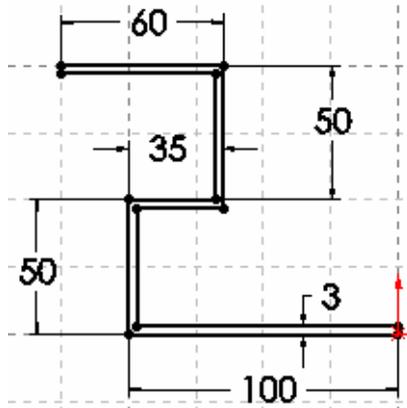




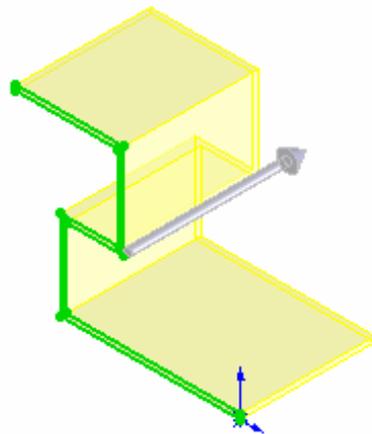
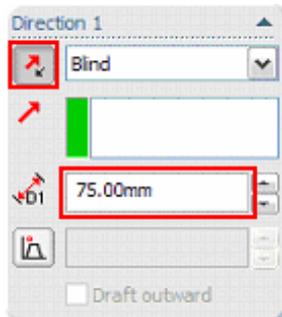
Usando el comando **LINE** (Tools/Sketch Entities/**Line**) cerraremos los dos extremos “abiertos” de nuestro perfil.



La siguiente imagen nos muestra las dimensiones que debemos aplicar para definir totalmente a nuestro SKETCH. Para crear nuestras dimensiones usaremos el comando **SMART DIMENSION** (Tools/Dimensions/**Smart**).

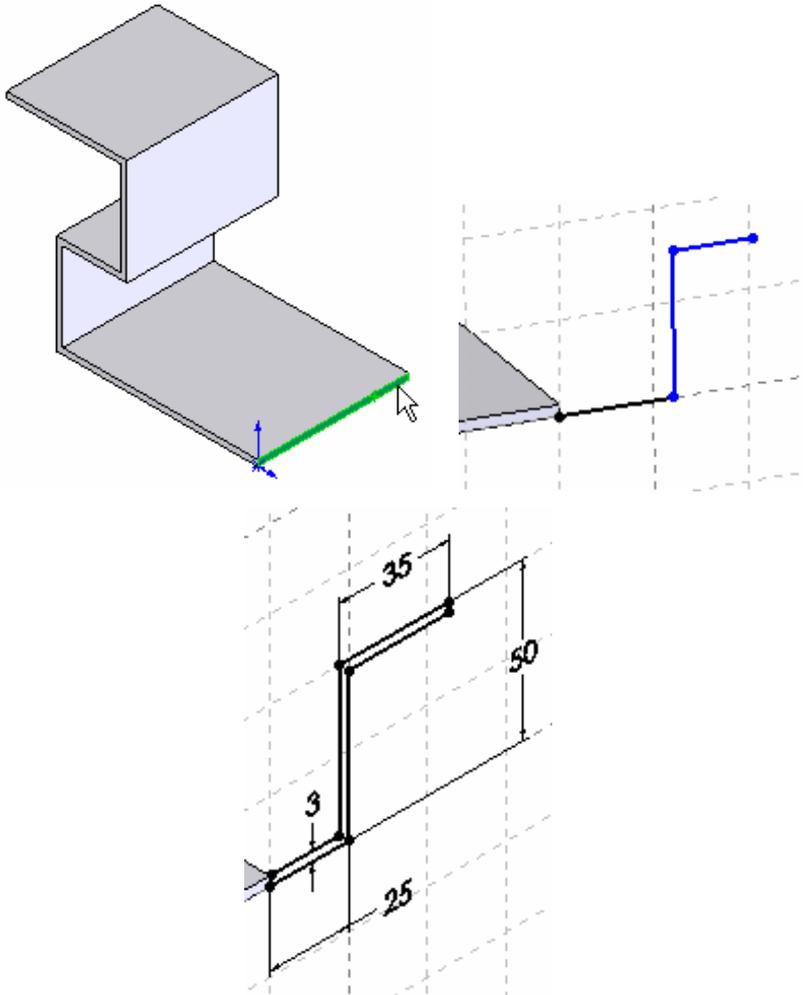


Usando el SKETCH anterior crearemos el perfil extruido en la dirección y con las condiciones mostradas. Usaremos entonces el comando EXTRUDE (Insert/Boss/Base/**EXTRUDE**).



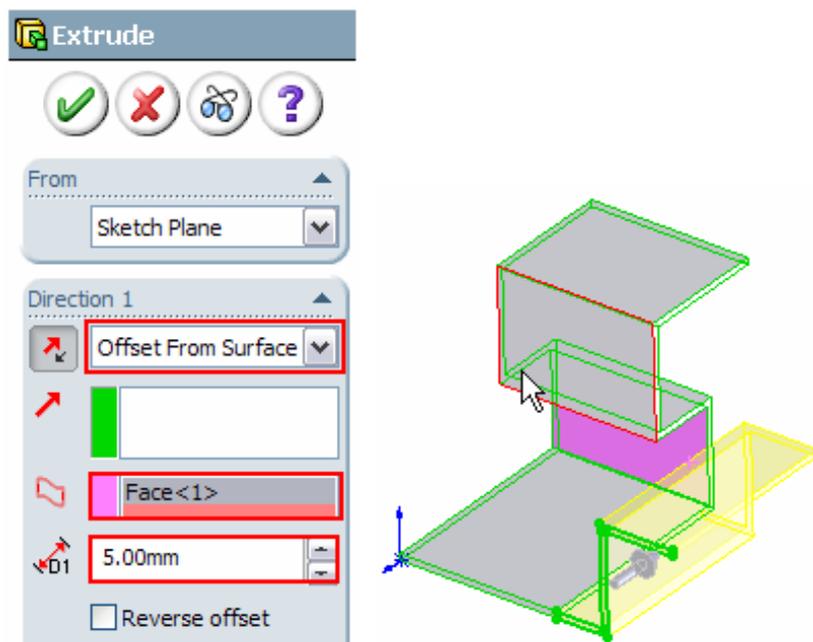
Par obtener nuestro siguiente SKETCH usaremos la superficie de la primera imagen en donde dibujaremos el perfil mostrado en la segunda imagen y finalmente repetiremos los pasos

finales de nuestro SKETCH anterior, OFFSET, cerrar perfil y dimensionar.

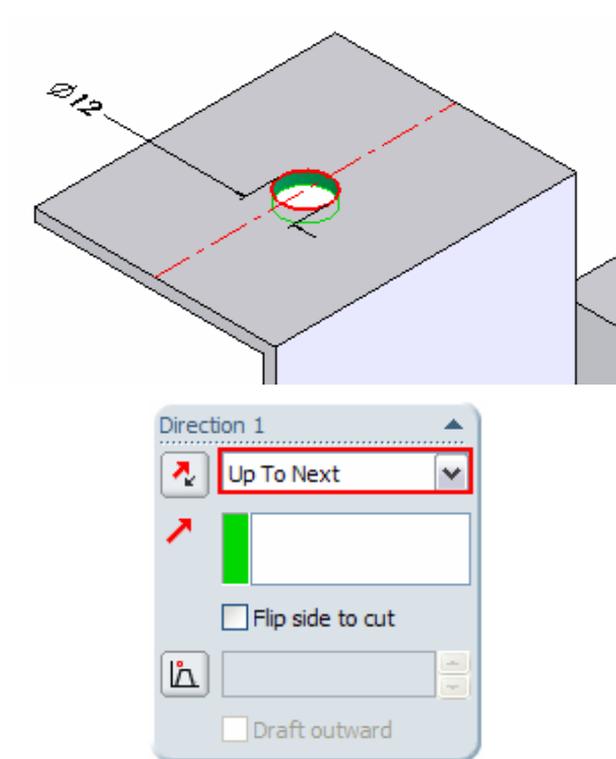


En este momento usaremos de nueva cuenta el comando EXTRUDE (Insert/Boss/Base/**EXTRUDE**). Solo que esta vez usaremos una nueva opción que se llama “Offset From

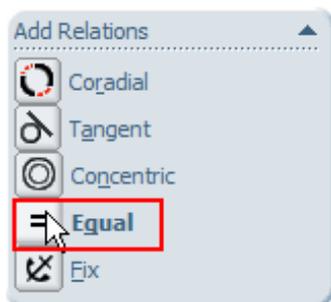
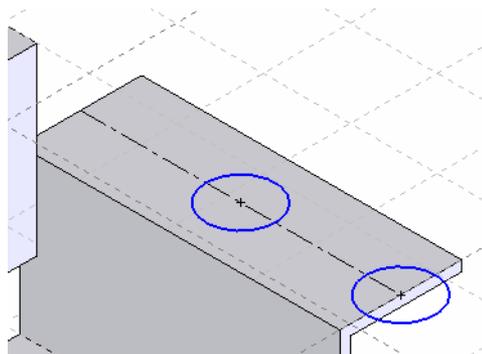
Surface” y la superficie a seleccionar es la de color rosa en la segunda imagen.



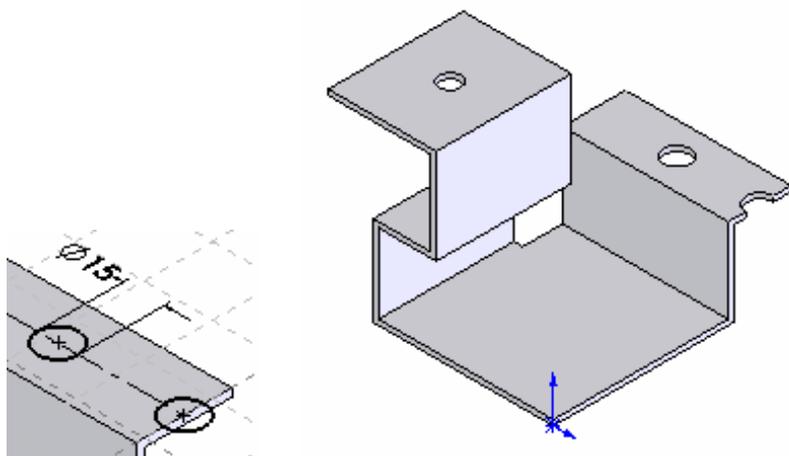
En el dobléz superior crearemos el siguiente SKETCH y haremos un corte extruido con la opción que se muestra en la segunda imagen.



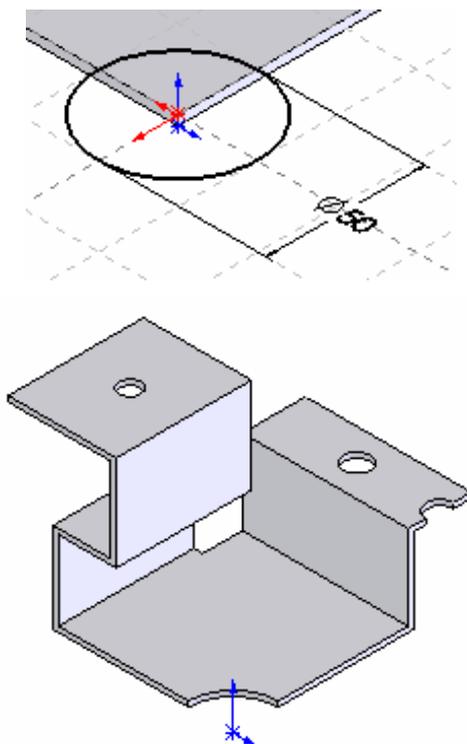
Sobre el dobléz inferior se realizará el siguiente SKETCH en el cual aparte de usar la CENTERLINE como base para nuestros círculos (inicio de la línea y punto medio) nosotros aplicaremos una relación de igualdad a nuestros círculos.



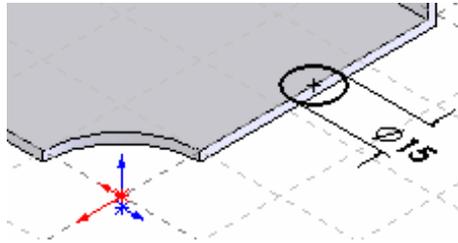
Finalmente dimensionaremos solo uno de los círculos y haremos un corte extruido con las mismas características que el corte anterior (Up To Next).



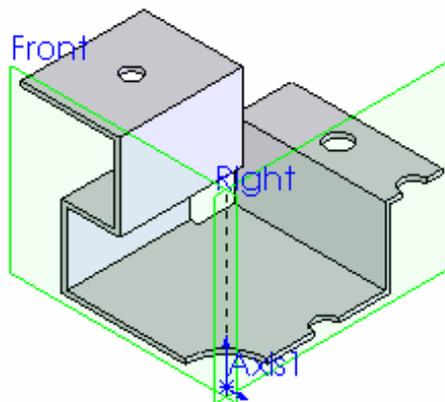
En la superficie central de nuestro SOPORTE insertaremos un nuevo SKETCH en el cual dibujaremos un círculo con diámetro de 50 mm con su centro coincidente en el origen. El corte a realizar será de tipo “Up To Next” para obtener el resultado de la segunda imagen.



Haremos un último corte “Up To Next” como se muestra en la siguiente imagen. El centro del círculo estará en el punto medio de la orilla que se extiende desde el cuadrante del corte circular hasta el vértice de la esquina de la derecha.

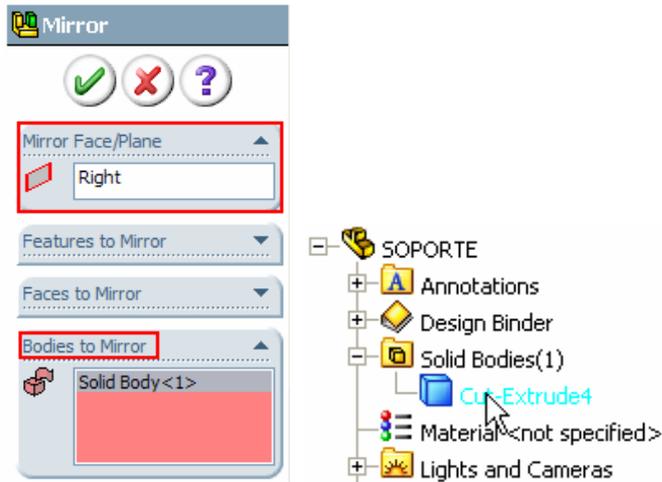


Para el próximo comando usaremos los planos RIGHT y FRONT respectivamente.

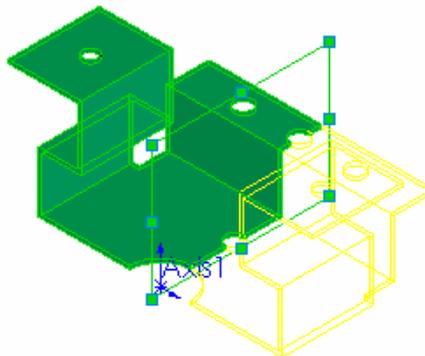


En este momento usaremos el comando MIRROR (Insert/Pattern/Mirror/**Mirror**). Las opciones a escoger están mostradas en la primera imagen y ahí podemos resaltar que

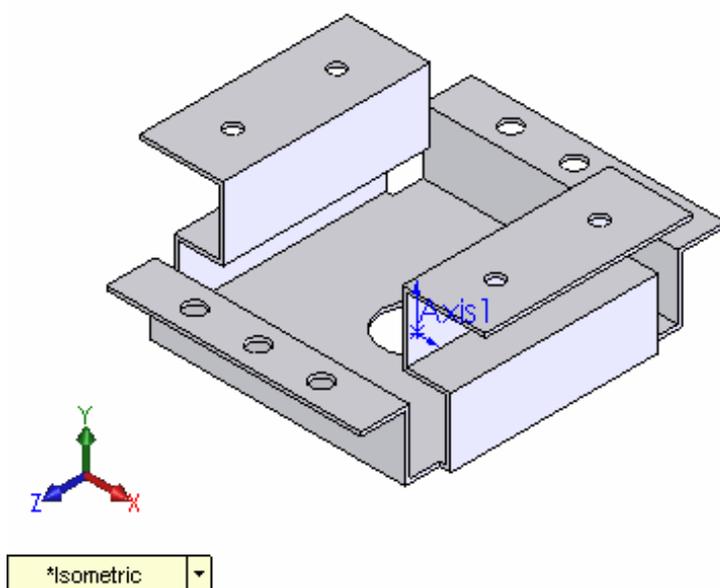
nosotros vamos a “Espejar” cuerpos (Bodies) y para poder seleccionar el único cuerpo que esta en nuestra área de diseño tendremos que expandir el árbol que se encuentra en la esquina superior izquierda del área de diseño y ahí dentro de la carpeta “Solid Bodies” encontraremos el cuerpo en cuestión.



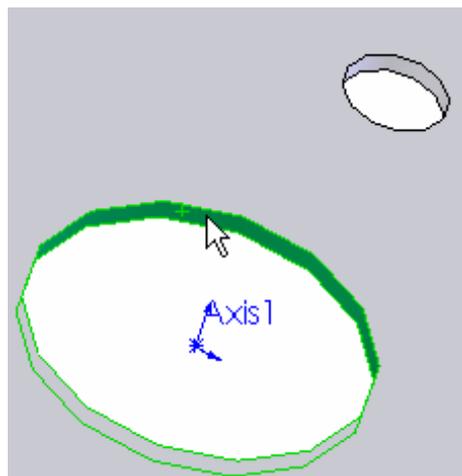
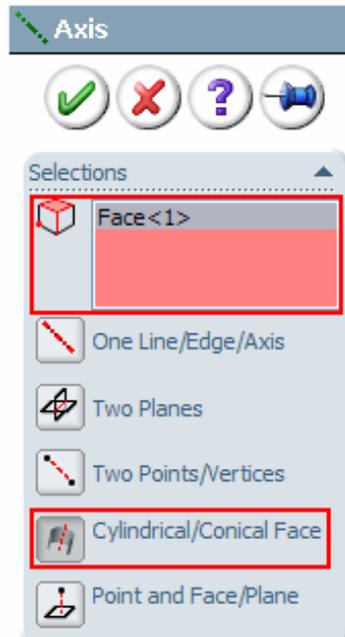
En la siguiente imagen vemos una vista previa del resultado a obtener aplicando el comando MIRROR.



Repetiremos el procedimiento anterior con el comando MIRROR, solo que esta vez usaremos el plano FRONT para obtener los resultados de la siguiente imagen.



En nuestro modelo 3D crearemos ahora un eje de referencia que usaremos posteriormente para insertar un arreglo de tipo circular. Para hacerlo usaremos el comando **AXIS** (Insert/Reference Geometry/**Axis**). Al activarlo solo deberemos de seleccionar la superficie cilíndrica que esta en el centro de nuestra PARTE “SOPORTE”.



En este momento crearemos un arreglo circular de 8 elementos para lo cual usaremos el comando CIRCULAR PATTERN (Insert/Pattern/Mirror/**Circular Pattern**). Al activar el comando

tendremos que escoger las opciones de la primera imagen y para poder escoger el eje que creamos y el corte del cual desarrollaremos el arreglo circular necesitaremos expandir el árbol de diseño que se encuentra en la sección superior izquierda de nuestra área de diseño.

## CirPattern5



Parameters

 Axis 1

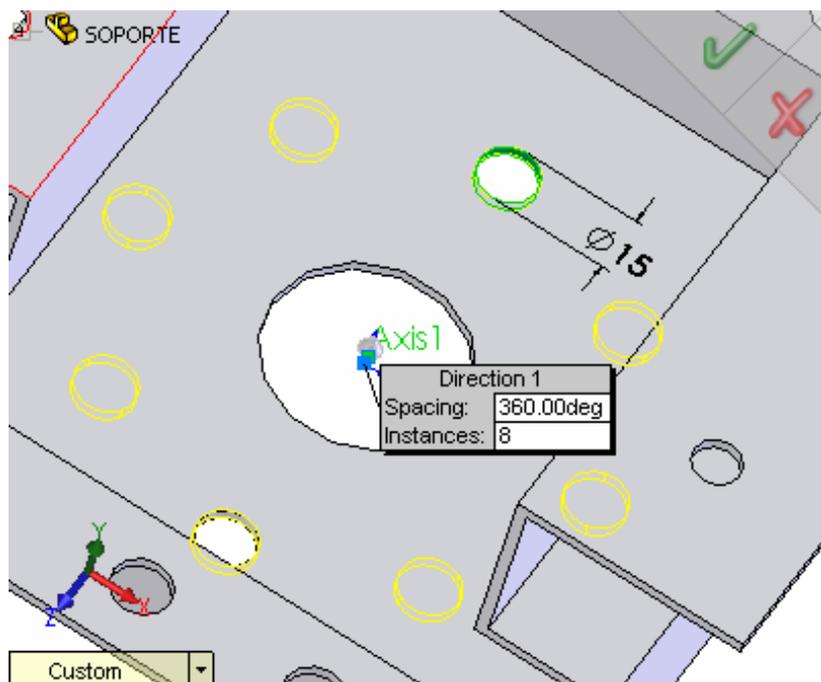
 360.00deg

 8

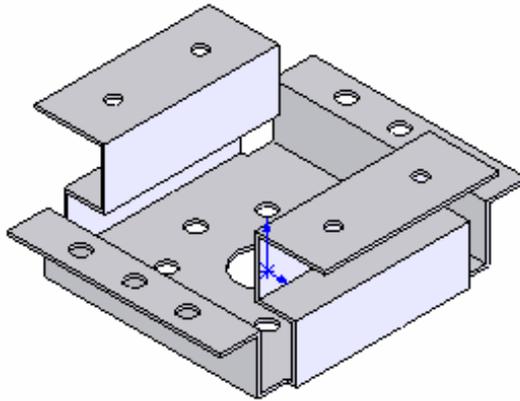
Equal spacing

Features to Pattern

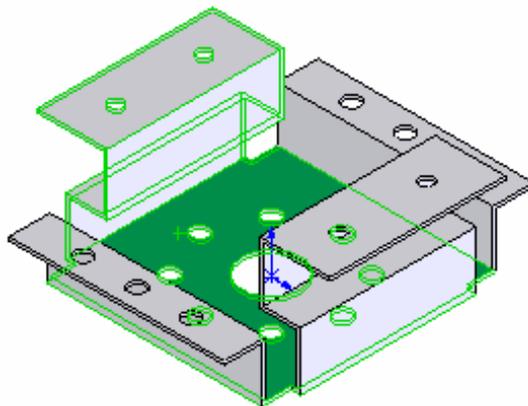
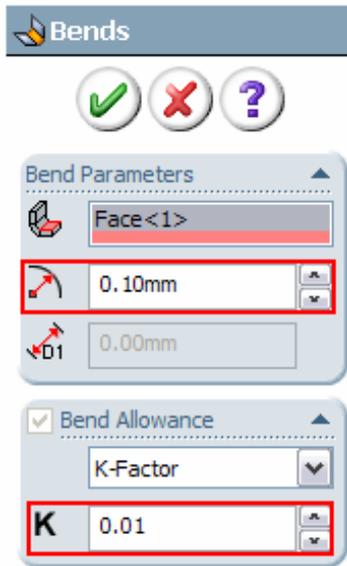
 Cut-Extrude4



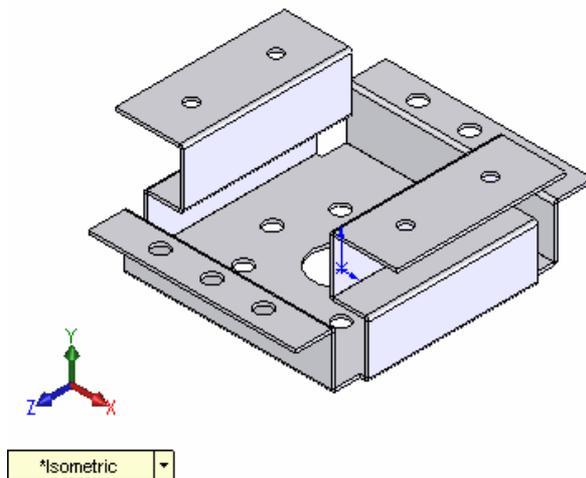
La siguiente imagen muestra el resultado final el cual es un sólido de espesor constante.



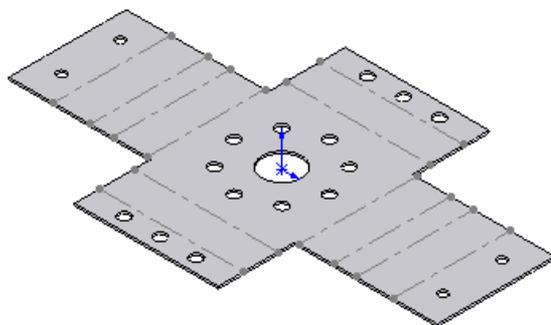
Llegando al punto en el cual nuestro modelo está completado viene entonces el momento de convertir nuestro sólido en una entidad “SHEET METAL”. Y para hacerlo usaremos el comando BENDS (Insert/Sheet Metal/**Bends**). Las siguientes imágenes muestran las opciones y selecciones a realizar para completar la aplicación del comando BENDS. Es importante seleccionar cuidadosamente la superficie a usar en este comando puesto que todos los dobleces se “desdoblaran” con respecto a esta superficie.



El resultado final se muestra en la siguiente imagen. Podemos notar que las orillas base de nuestros dobleces muestran ahora una superficie redondeada.



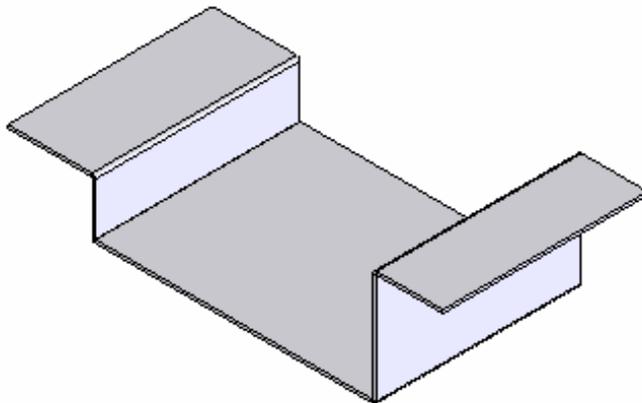
En la siguiente imagen vemos el desarrollo de nuestra PARTE “SOPORTE” así como también vemos que la superficie que escogimos al usar el comando BENDS es la superficie que se mantendrá como base inicial de todos los demás dobleces.



#### 6.4.- Creación de DIBUJOS para PARTES tipo “SHEET METAL”:

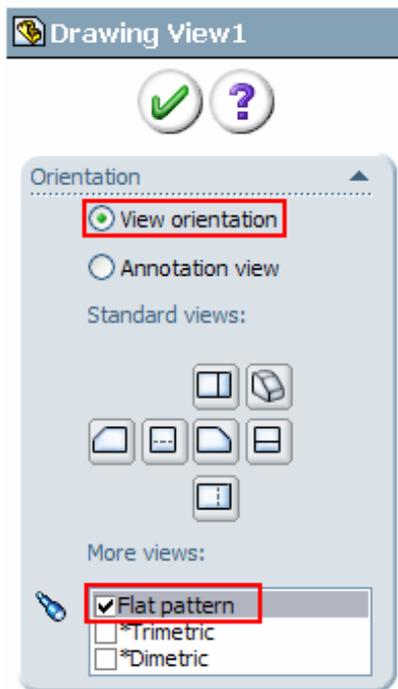
Esta sección del tutorial tiene que ver con la forma en la cual nosotros insertaremos nuestros modelos “SHEET METAL” dentro de nuestro DIBUJO. El procedimiento para inserción de vistas en un DIBUJO ya fue explicado en la respectiva sección de este manual por lo que simplemente se mostrará el método para dar de alta “Viewports” que contengan entidades “SHEET METAL”.

El siguiente ejemplo es simplemente un perfil del cual deseamos obtener el dibujo de fabricación.

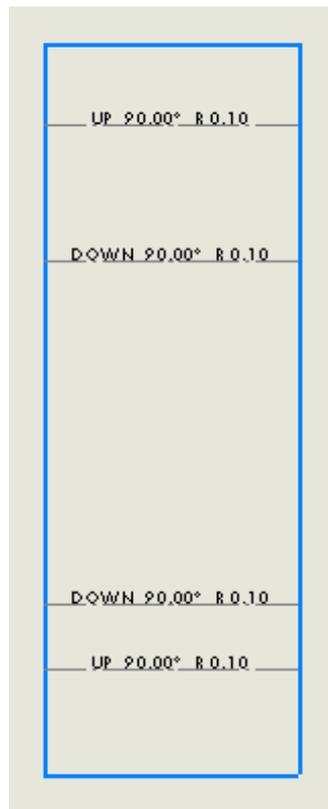


ENTIDAD “SHEET METAL”

El método a seguir es simplemente el de añadir un “Viewport” dentro de nuestro DIBUJO pero con la diferencia que en este caso nosotros escogeremos la opción “Flat pattern”.

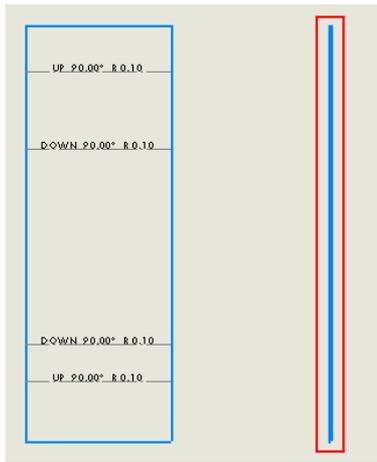


OPCIONES A SELECCIONAR

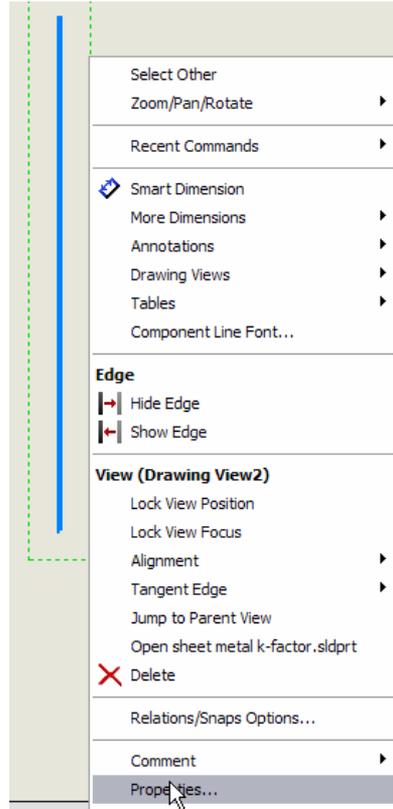


RESULTADO

A partir de nuestra primera vista nosotros agregaremos una vista proyectada hacia uno de los lados para el cual nosotros deseamos mostrar el perfil de doblez. Una vez que tengamos dicha vista proyectada solamente tendremos que acceder a las propiedades de la vista haciendo clic derecho sobre la vista (recuadro rojo con línea discontinua) y seleccionar después la opción “Properties”.

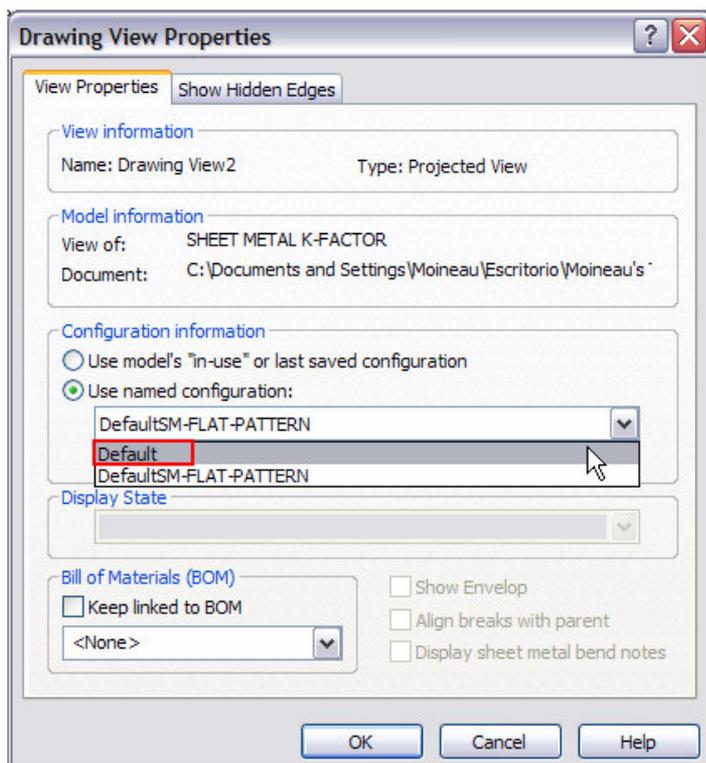


VISTA PROYECTADA



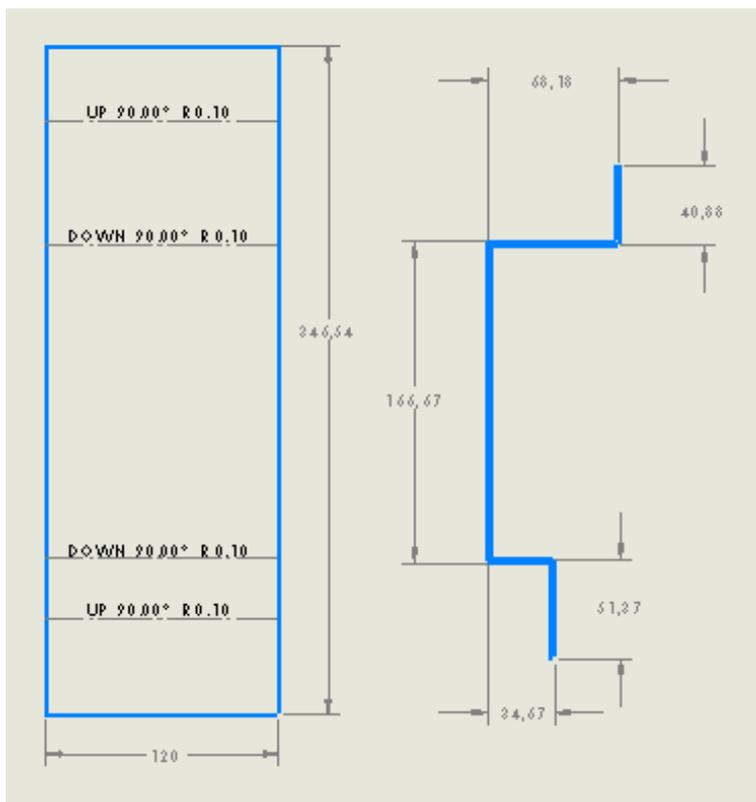
PROPIEDADES DE LA VISTA

Dentro de la ventana de propiedades tendremos que escoger la opción “DEFAULT” para obtener el perfil de doblez deseado.



### SELECCIÓN DE LA CONFIGUACION “DEFAULT”

Una vez hecho esto solo nos resta añadir las dimensiones necesarias para que nuestra entidad de “SHEET METAL” pueda pasar de la computadora a la vida real, cuando sea construida.

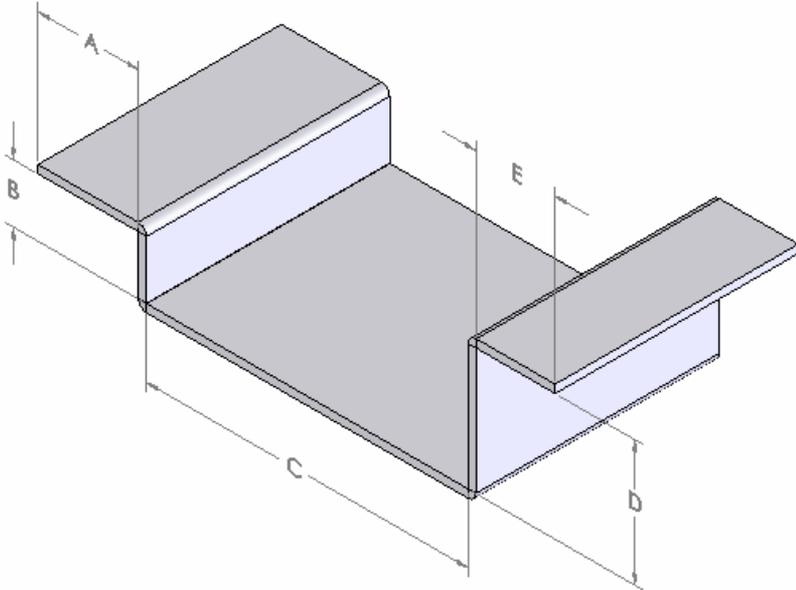


**RESULTADO FINAL CON PERFIL DE DOBLEZ  
DIMENSIONADO**

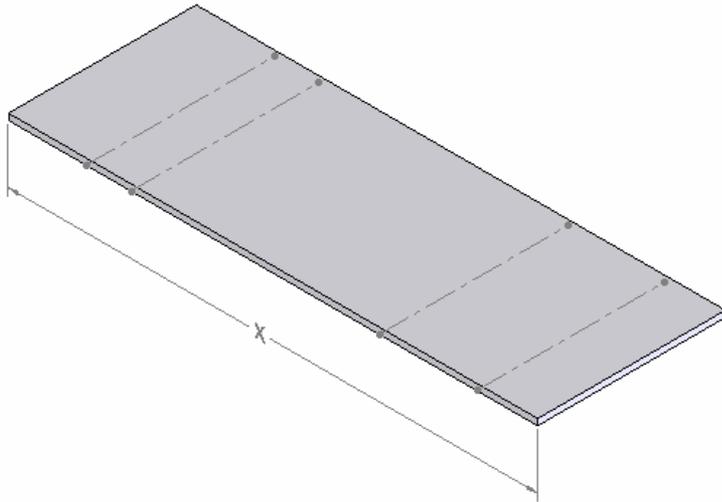
### **6.5.- Radio de doblez y factor K:**

En la práctica es muy común el utilizar la siguiente regla para determinar el “Desarrollo” de una entidad de lámina. Como podemos apreciar en la siguiente imagen es fácil el determinar cuales son las dimensiones que debemos de tomar para saber

cual será la longitud final/inicial de nuestra parte de SHEET METAL.



**PERFIL EN ESTADO “DOBLADO”**

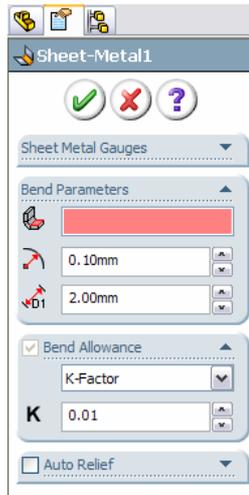
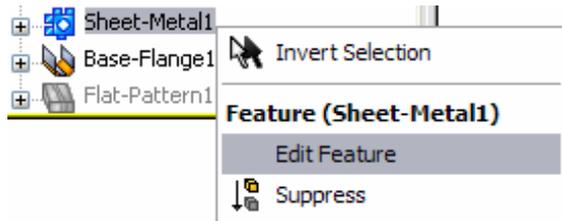


## DESARROLLO

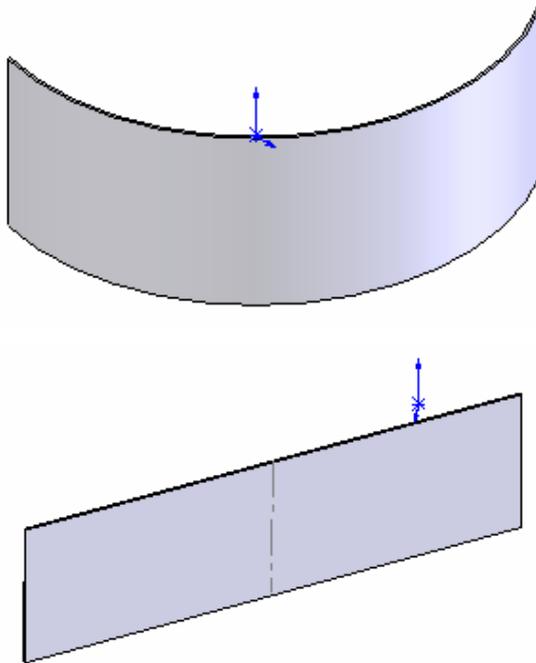
Finalmente solo debemos de hacer la sumatoria de todas las “DIMENSIONES INTERIORES” para poder obtener la longitud buscada.

$$X = A + B + C + D + E$$

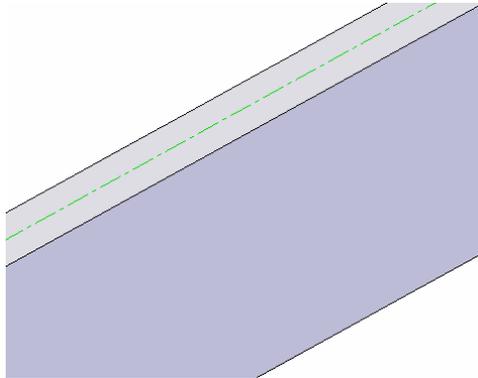
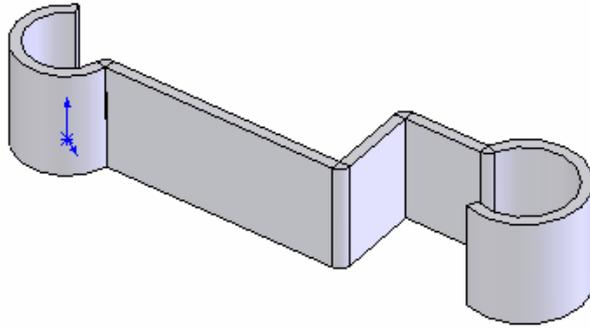
Dentro de SW2006 para poder ver y/o modificar nuestro factor K tendremos que hacer clic derecho sobre el icono que se muestra en la siguiente imagen y luego escoger la opción “Edit Feature”. Como regla general para el caso de entidades compuestas solo por “dobleses” nuestro factor K será de 0.01 y nuestro radio de doblado será de 0.1 mm.



Para el caso de entidades de “SHEET METAL” que sean cilíndricas el factor K será de 0.5 y nuestro radio de doblez será de 0.1 mm.



Quando se tengan perfiles en los cuales se tengan dobleces y entidades roladas el factor  $K$  tendrá que ser determinado de forma experimental dentro de SW. Para determinarlo simplemente tendremos que calcular cual es la longitud total de la “fibra neutra” y compararla con la longitud total del desarrollo que obtenemos de SW2006, en el caso en que estas medidas no coincidan tendremos que ir modificando el factor  $K$  hasta que ambas longitudes se encuentren dentro de una tolerancia de  $\pm 0.01$  mm y nuestro radio de doblez será de 0.1 mm.



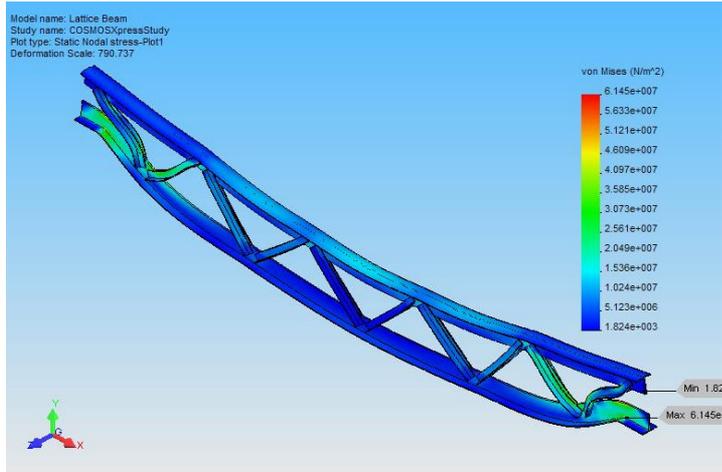
FIBRA NEUTRA

## **7.- COSMOSXPRESS Y VALIDACION DE DISEÑOS CON ANALISIS DE ELEMENTO FINITO**

### **7.1.- Introducción:**

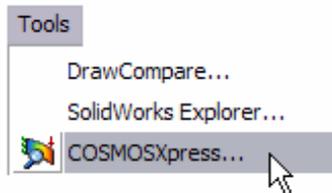
Cuando nos enfrentamos al diseño de un producto-dispositivo cualquiera es muy posible que tengamos que aplicar ciertos cálculos mecánicos para validar y asegurar que el resultado final será satisfactorio.

Comúnmente podemos realizar dichos cálculos a partir de ecuaciones previamente establecidas y analizar los resultados obtenidos pero algo que está sucediendo cada vez con más frecuencia en la industria es que los diseños están alcanzando elevados grados de sofisticación que generalmente no pueden ser cubiertos por las herramientas o procedimientos estándares por lo que herramientas para análisis de elemento finito vienen a solventar nuestros requerimientos en materia de validación de diseños mecánicos.

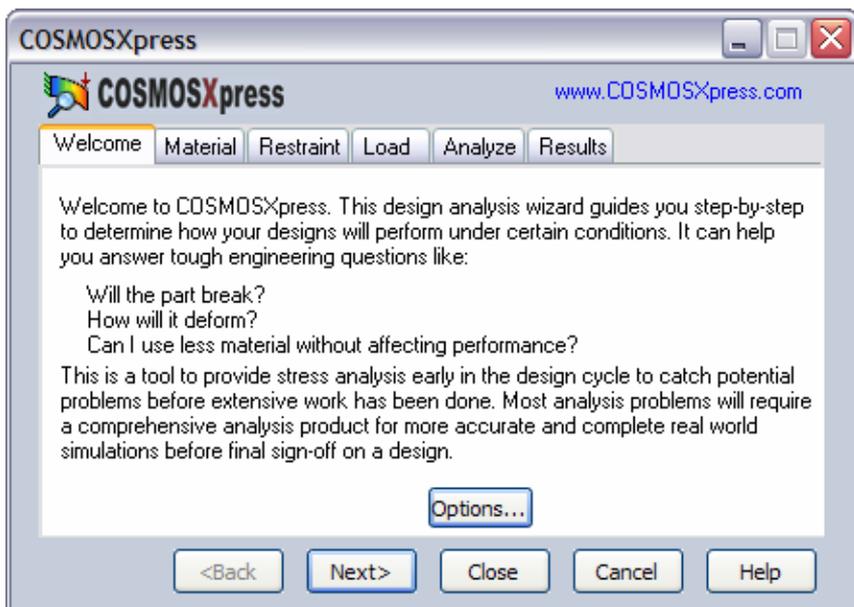


## 7.2.- Modulo de COSMOSXPRESS en SW2006:

El subprograma para análisis de elemento finito que se encuentra dentro de SW2006 se puede acceder usando la ruta “Tools/COSMOSXpress”.



Una vez que hayamos iniciado COSMOSXpress veremos la ventana de la siguiente imagen.



Dentro de la ventana de COSMOSXpress encontraremos las siguientes pestañas, las cuales se explican a continuación.

**WELCOME (Bienvenido):** En esta sección se nos explica un poco como funciona COSMOSXpress así como también nosotros podemos escoger algunas opciones al presionar el botón “Options...” (Clic izquierdo).

**MATERIAL:** En esta pestaña será donde le aplicaremos un material de la base de datos a nuestra PARTE 3D.

**RESTRAINT (Restricción de movimiento):** Aquí será donde se aplicarán ciertas relaciones de fijación (a superficies o puntos)

para eliminar los grados de libertad innecesarios en nuestro análisis.

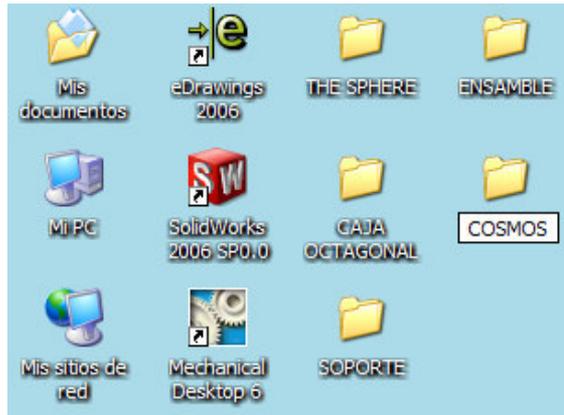
**LOAD (Carga):** En esta sección se aplicarán las cargas (de presión o fuerza) actuantes en nuestro análisis.

**ANALYZE (Análisis):** En esta pestaña será en la cual nosotros correremos el análisis.

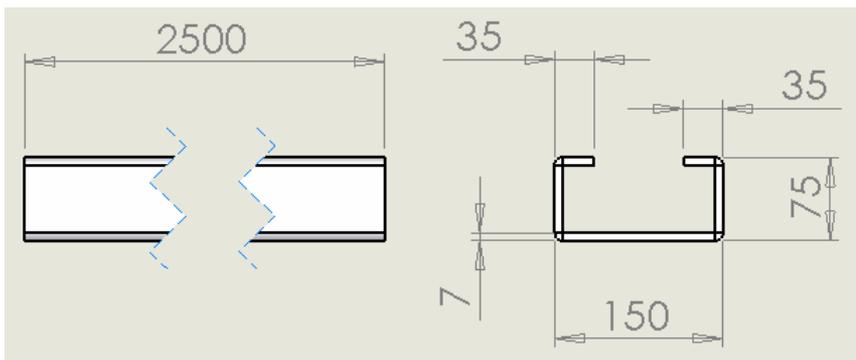
**RESULTS (Resultados):** Aquí será donde veremos nuestros resultados en diferentes variantes (Esfuerzos, desplazamientos, etc.).

### **7.3.- Crear una PARTE:**

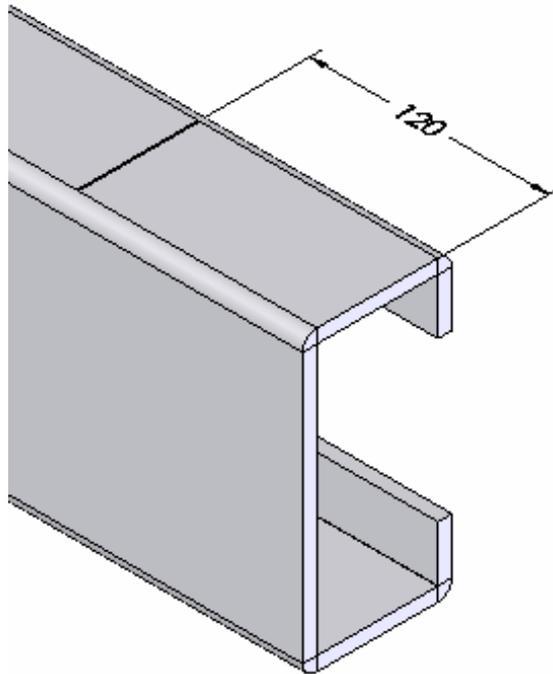
La PARTE que analizaremos dentro de COSMOSXpress la llamaremos "COSMOS" y la guardaremos dentro de una carpeta que ostente el mismo nombre, dicha carpeta la crearemos en nuestro escritorio de Windows ®.



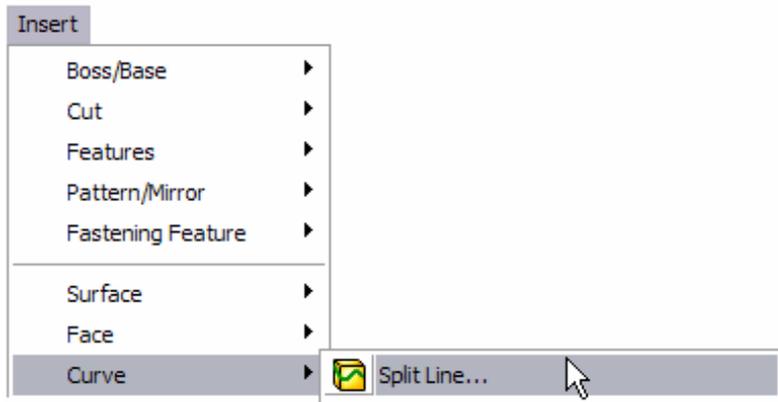
La PARTE “COSMOS” deberá de crearse exactamente como se muestra en la siguiente imagen. Como se puede apreciar no se trata más que de un perfil “C” con las dimensiones mostradas extruido a una longitud de 2500 mm. Dicha extrusión deberá de realizarse sobre el eje “X”, lo que significa que nuestro SKETCH del perfil “C” se creará sobre el plano RIGHT.



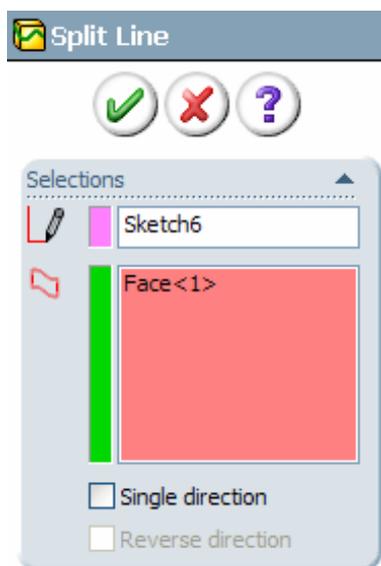
Dentro de nuestra PARTE haremos una pequeña modificación para que podamos realizar nuestro análisis de elemento finito de forma satisfactoria. Para hacer dicho cambio insertaremos un SKETCH en la parte superior de nuestra viga, el cual solo dibujaremos una línea vertical a 120 mm de la orilla de la extrema derecha.

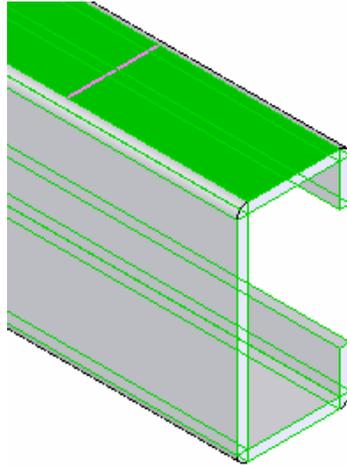


Al cerrar nuestra sesión de edición de SKETCH solo tendremos que activar el comando SPLIT LINE (Insert/Curve/**Split Line**).

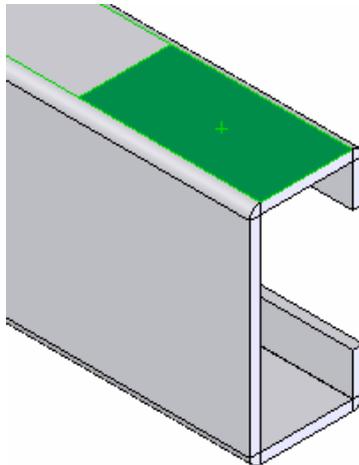


Dentro de las opciones a escoger para la aplicación del comando SPLIT LINE se muestran en la primera imagen. Se requerirá que escojamos un SKETCH (color rosa) y una superficie (color verde).





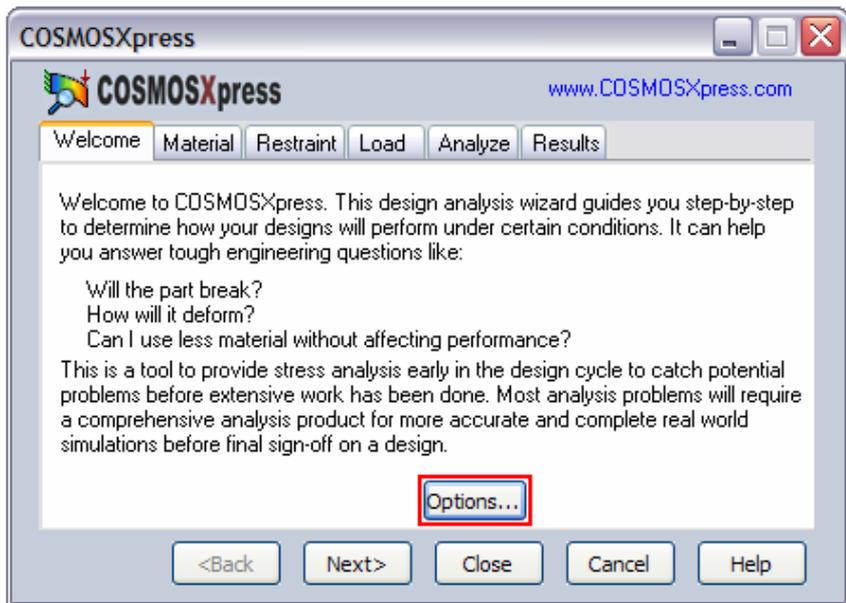
El resultado final será que en la parte superior de nuestra viga tendremos dos superficies en lugar de una. Esta superficie con largo de 120 mm será la zona (superficie) en la cual aplicaremos nuestra carga dentro del análisis en COSMOSXpress.



## 7.4.- Aplicación de material, restricciones de movimiento y fuerzas actuantes:

Dentro de nuestra sesión de diseño de PARTE iniciaremos el subprograma COSMOSXpress (Tools/COSMOSXpress).

Dentro de la primera pestaña presionaremos el botón “Options...”).



Dentro de las opciones escogeremos el sistema de unidades Internacional y también que dentro de los resultados se nos muestren los valores máximos y mínimos. Paso seguido presionaremos el botón “Next”.

Options

System of units: SI

Results location: C:\DOCUME~1\Moineau\CONFIG~1\Temp

Show annotation for maximum and minimum in the result plots

En la pestaña “Material” expandiremos la lista que muestra el material “Steel” escogeremos entonces el material AISI 304 el cual es un acero inoxidable presionando el botón “Apply”. Paso seguido presionaremos el botón “Next”.

Material

No material has been specified.

Select a material from the list and click the Apply button.

Note that this change will get reflected in the SolidWorks part document.

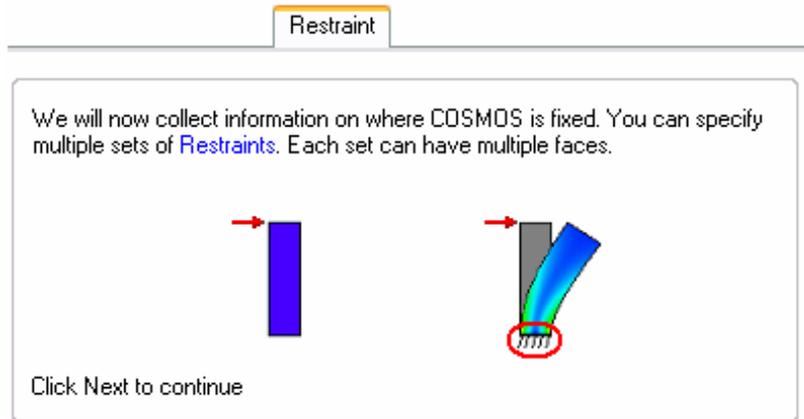
Steel

- AISI 304
- AISI 1020
- Alloy Steel
- Cast Alloy Steel

Apply

Current material : **AISI 304**

La siguiente pestaña muestra las características de la aplicación de las restricciones movimiento. Paso seguido presionaremos el botón “Next”.



En la siguiente imagen tendremos que deseleccionar la opción “Show symbol” esto para facilitarnos la selección de las superficies que se muestran en la tercer figura. Dicha selección será en el extremo izquierdo de la viga (lado opuesto de donde insertamos la SPLIT LINE”. Paso seguido presionaremos el botón “Next”.

Enter a name for the restraint set:

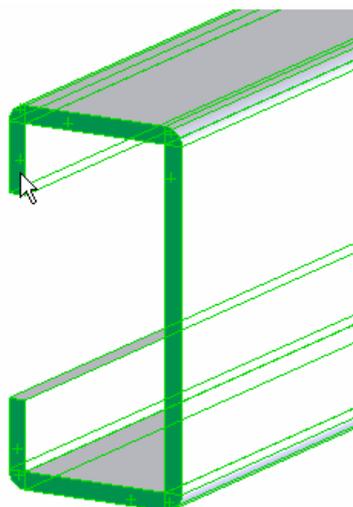
Select one or more faces to be restrained for this set:



Show symbol

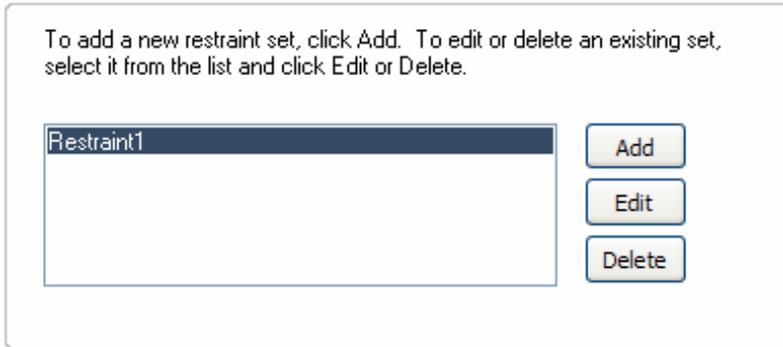
Select one or more faces to be restrained for this set:

Face< 7 >	▲
Face< 8 >	
Face< 9 >	▼

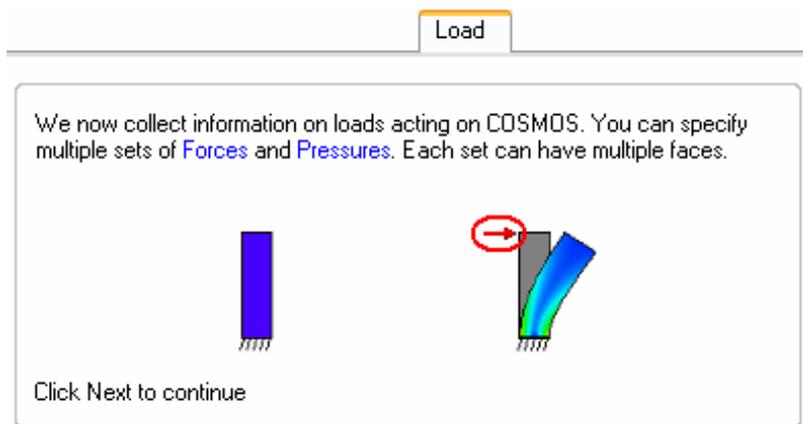


COSMOSXpress nos preguntará si deseamos agregar alguna otra restricción de movimiento pero en nuestro caso solo

necesitaremos la que hemos aplicado en el paso anterior. Paso seguido presionaremos el botón “Next”.



La siguiente pestaña muestra las características de la aplicación de las cargas. Paso seguido presionaremos el botón “Next”.



En la siguiente imagen escogeremos la opción “Force”. Paso seguido presionaremos el botón “Next”.

Select the type of load acting on COSMOS.

- Force
- Pressure

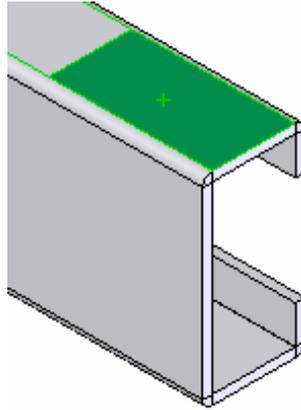
En el siguiente paso de la aplicación de cargas tendremos que escoger la superficie en la cual habíamos aplicado el comando SPLIT LINE. Paso seguido presionaremos el botón “Next”.

Enter a name for the load set:

Load1

Select one or more faces to apply load for this set:

Face< 1 >



En la siguiente etapa tendremos que seleccionar las opciones que se muestran en la primera imagen para poder obtener los resultados mostrados en la segunda imagen. Paso seguido presionaremos el botón “Next”.

Select the direction for Load1

Normal to each selected face

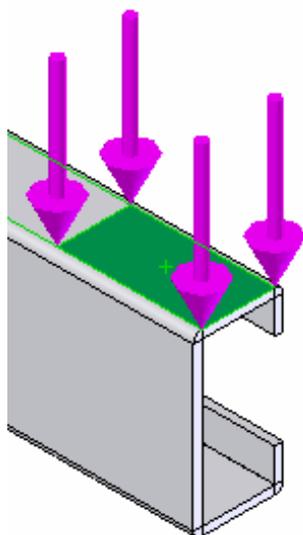
Normal to a reference plane

Specify the force value to be applied to each face in the set:

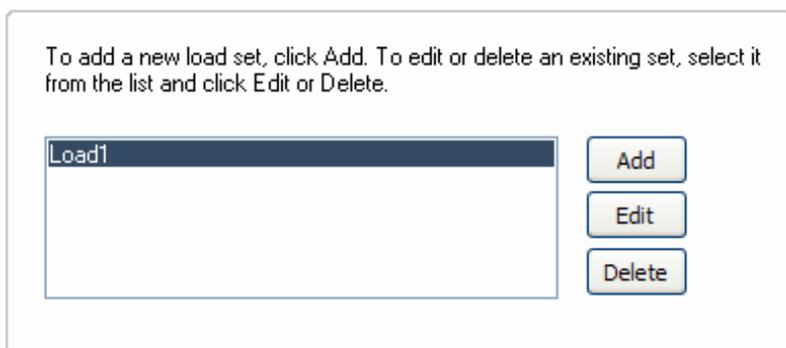
3000 N

Flip direction

Show symbol

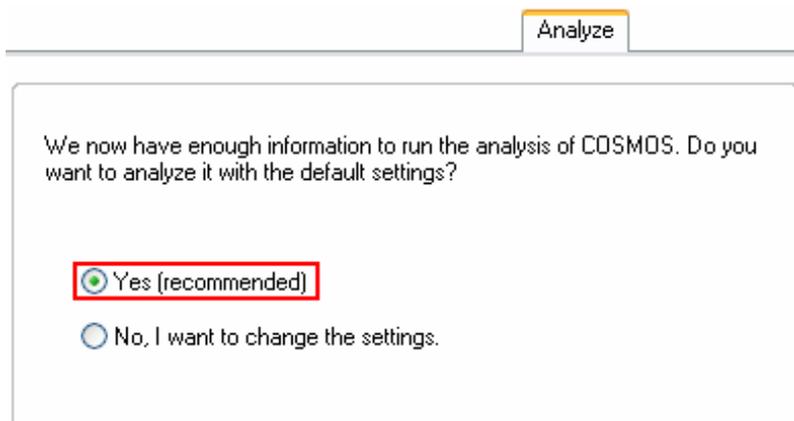


COSMOSXpress nos preguntará si deseamos agregar alguna otra carga pero en nuestro caso solo necesitaremos la que hemos aplicado en el paso anterior. Paso seguido presionaremos el botón “Next”.

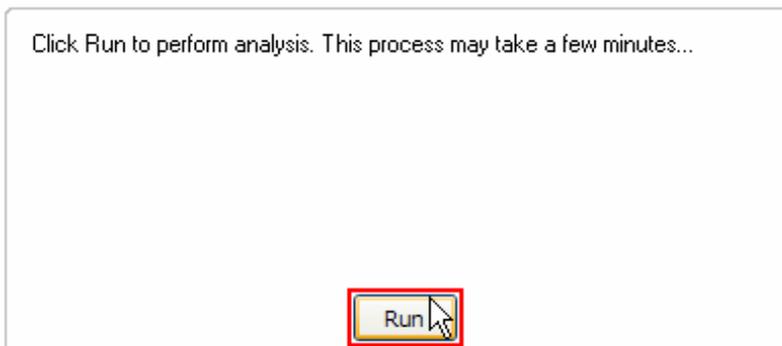


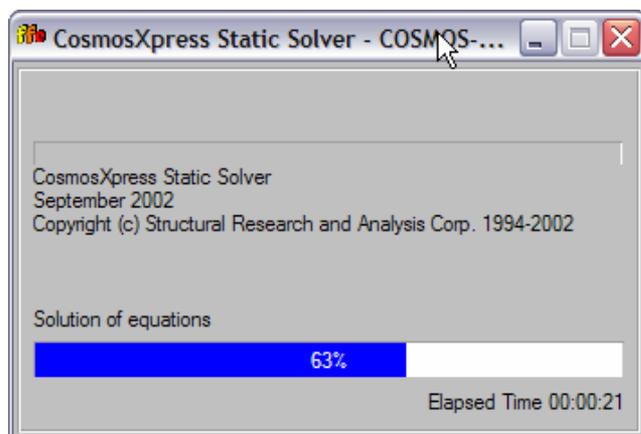
## 7.5.- Correr el análisis e interpretar los resultados:

Dentro de la pestaña “Analyze” seleccionaremos la opción que se muestra en la siguiente imagen. Paso seguido presionaremos el botón “Next”.



Al hacer clic izquierdo sobre el botón “Run” COSMOSXpress iniciara los cálculos necesarios para darnos los resultados que necesitamos.





Al obtener nuestros resultados podemos ver que nuestro “FOS” (Factor Of Safety) está arriba de 1.0 lo que significa que nuestro diseño es seguro y por lo tanto es posible realizar algunas modificaciones al modelo para acercarlo lo mas posible nuestro “FOS” a la unidad (por ejemplo escoger un espesor de viga un poco mas delgado).

✔ Results

Congratulations. The analysis is complete.

**Based on the specified parameters, the lowest factor of safety (FOS) found in your design is 1.71962**

Show me critical areas of the model where FOS is below:

Click Next to further review the results or click Close to exit the Wizard.

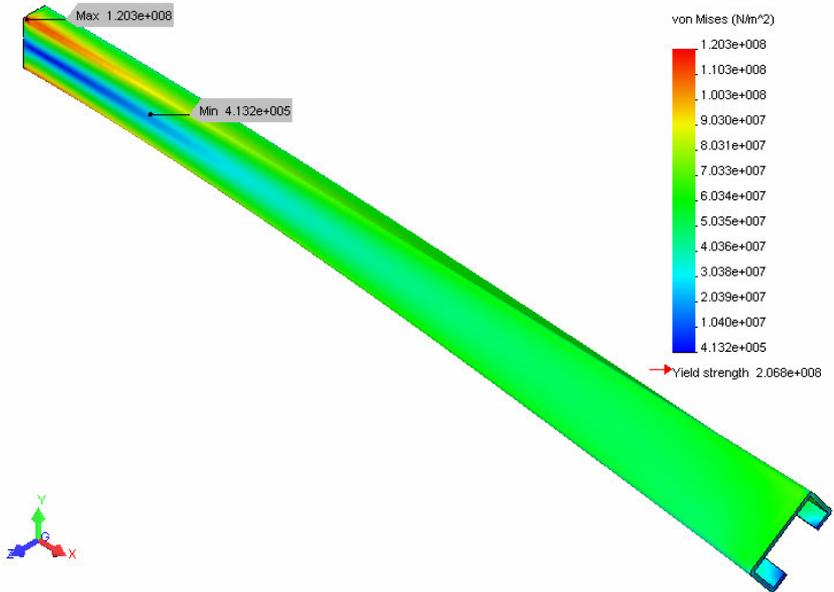
Al hacer clic izquierdo sobre el botón “Next” veremos algunas posibilidades en las cuales podemos mostrar nuestros resultados.

Select one of the following result types and then click Next

- Show me the stress distribution in the model
- Show me the displacement distribution in the model
- Show me the deformed shape of the model
- Generate an HTML report
- Generate eDrawings of the analysis results

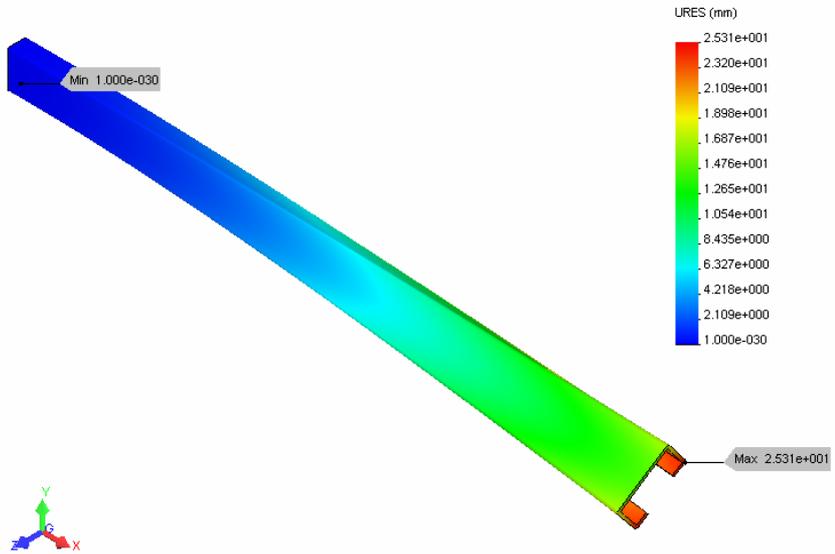
La siguiente imagen nos muestra los resultado de la primera opción que es la de “Stress distribution”.

Model name COSMOS  
Study name COSMOSXpressStudy  
Plot type Static nodal stress Plot1  
Deformation scale 10.4725



La siguiente imagen nos muestra los resultado de la segunda opción que es la de “Displacement distribution”.

Model name COSMOS  
Study name COSMOSXpressStudy  
Plot type Static displacement Plot2  
Deformation scale 10.4725



La demás opciones serán usadas solo cuando se requieran hacer reportes acerca de los resultados de nuestro análisis, pero en este caso eso dependerá del diseñador para incrementar sus capacidades de respuesta ante algún diseño mecánico en particular.