

S01t.- Introducción a la asignatura de  
Ingeniería de Producto Asistido por Ordenador  
(IPAO)  
con  
Catia v5  
y  
SolidWorks.

Mejora 1415

## • Presentación Asignatura



PERSONA CIENCIA EMPRESA  
Universitat Ramon Llull

### ASIGNATURA: INGENIERÍA PRODUCTO INDUSTRIAL ASISTIDA POR ORDENADOR

**MATERIA:** Optatividad

**MÓDULO:** Módulo Complementos Profesionales (M4)

**ESTUDIOS:** GRADO ING. EN TECN. INDUSTRIALES

#### CARACTERÍSTICAS GENERALES\*

**Tipo:**  Formación básica,  Obligatoria,  Optativa

Trabajo de fin de grado,  Prácticas externas

**Duración:** Semestral

**Semestre/s:** 8

**Número de créditos ECTS:** 6

**Idioma/s:** Castellano, Catalán, Inglés

## • Descripción

La asignatura de ingeniería de producto industrial asistida por ordenador pretende mostrar al alumno las herramientas informáticas actuales que permiten verificar el correcto funcionamiento y optimizar un diseño de algún tipo de producto industrial. La asignatura es transversal enfocando los casos de estudio de cada alumno en función de su optatividad elegida de cara a la intensificación del máster.

Para los eléctricos se analizarán módulos que permiten diseñar el cableado, colocar motores, interruptores y todo tipo de circuitería.

Para los energéticos los casos de estudio se centraran en el estudio de temperaturas, dilataciones, transferencia de calor y eficiencia energética. Además se abordará el cálculo del consumo energético en la fabricación del producto.

Para los mecánicos los casos prácticos evaluarán el correcto dimensionamiento de las piezas para evitar su fractura, para evitar resonancias, analizar las cargas aerodinámicas, permitir el ensamblaje y diseñar la maquinaria adecuada.

Para los de intensificación de materiales se analizará la posibilidad de definir diferentes leyes de material a la hora de simular y se analizará el coste de compra de materiales en función del proceso de fabricación elegido llegando a dimensionar los moldes y la inyección de plástico como un ejemplo práctico.

La asignatura pretende dar a conocer al alumno los diferentes módulos disponibles con software disponible en el aula y software libre y educacional para descarga del alumno en su portátil.

## • Carga Académica

Teoría y prácticas en sala IPAO.

Distribución de la asignatura:

- ~ 20 [h.] en 20 sesiones teóricas de 1 hora.
- ~ 40 [h.] en 20 sesiones prácticas de 2 horas.
- ~3 [h.] de Examen de Marzo.

Para instalar Catia:

["\\sdoc2\Asignaturas\Exp Grafica\DAO\CatiaV5R20 32 Y 64bits\instrucciones.txt"](#)

Para conseguir SOLIDWORKS seguir las indicaciones de:

["\\sdoc1\Software\Exp Grafica\SolidWorks 2013 64bits\sldim\sldIM.exe"](#)

# • Contenidos

- 1.- Introducción a software disponible.
- 2.- Configuración e infraestructura.
- 3.- Tablas de diseño y parametrización.
- 4.- Macros y powercopies.
- 5.- Superficies.
- 6.- Digitalización y sketch tracing para diseño.
- 7.- Doblado de chapa.
- 8.- Moldes y matrices.
- 9.- Inyección plástico (SW) y FDM (Axon)
- 10.- Optimización geométrica.
- 11.- Rigidez estática
- 12.- Vibraciones
- 13.- Cinética (SW)
- 14.- Dilataciones y transferencia de calor
- 15.- Fluidodinámica interna y externa (SW)
- 16.- Estudios ergonómicos (Catia)
- 17.- Costes de fabricación (SW)
- 18.- Impacto mediambiental y análisis de ciclo de vida (SW)
- 19.- Repaso y ejercicios
- 20.- Repaso y ejercicios

## • Evaluación

- Examen-Marzo **4.00p. (NOTA MÍNIMA 5.00)**
  - ✓ **4.00p.** (1.0 x 4.00) Ejercicio Catia y SolidWorks.
- Controles **2.00p. (NOTA MÍNIMA 5.00)**
  - ✓ **2.00p.** (1.0 x 4.00) Controles de clase.
- Trabajos (2) en grupo a entregar el penúltimo día de laboratorios y defender el último **2.00p. (NOTA MÍNIMA 5.00)**
  - ✓ **1.50p.** (0.75 x 2.00) Documento del proyecto incluyendo justificación, despieces, planos y croquis a mano alzada. El documento debe llevar un CD adjunto con toda la documentación.
  - ✓ **0.50p.** (0.25 x 2.00) Póster en tamaño A3 del proyecto.
- Trabajos con Catia y SolidWorks realizados en laboratorios **2.00p. (NOTA MÍNIMA 5.00)**
  - ✓ **2.00p.** (1.00 x 2.00) Entregar ejercicios de laboratorio.

## • Normativa

- La asistencia a clase es obligatoria. Se aceptan 3 ausencias de las sesiones programadas.
- Otras normativas se irán recogiendo y publicando durante el desarrollo del curso.

University Copy For Library Use

# Planificació

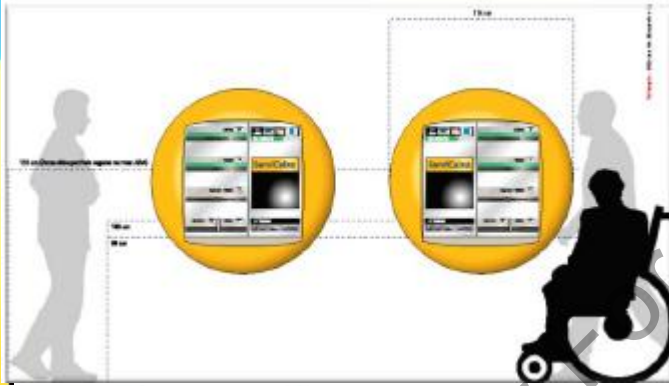
		Primer dia				Semana 1y3		Semana 2y4	
inicio	fin	grA-B	grC-D	inicio	fin	grA-B	grC-D	grA-B	grC-D
8.00am	8.15am	Barberà-automàtica		8.00am	8.15am	Barberà-automàtica N3		Barberà-automàtica N3	
8.15am	8.30am			8.15am	8.30am				
8.30am	8.45am	García-IPAO		8.30am	8.45am				
8.45am	9.00am			8.45am	9.00am				
9.00am	9.15am	Barberà-automàtica		9.00am	9.15am	Barberà-automàtica N3		García-IPAO Odenadores	
9.15am	9.30am			9.15am	9.30am				
9.30am	9.45am	Barberà-automàtica		9.30am	9.45am	Barberà-automàtica N3		García-IPAO Odenadores	
9.45am	10.00am			9.45am	10.00am				
10.00am	10.15am	García-IPAO		10.00am	10.15am				
10.15am	10.30am			10.15am	10.30am				
10.30am	10.45am			10.30am	10.45am				
10.45am	11.00am			10.45am	11.00am				
11.00am	11.15am			11.00am	11.15am				
11.15am	11.30am			11.15am	11.30am				
11.30am	11.45am	García-IPAO		11.30am	11.45am	García-IPAO Odenadores		Barberà-automàtica N3	
11.45am	12.00am	Barberà-automàtica		11.45am	12.00am	Barberà-automàtica N3		García-IPAO Odenadores	
12.00am	12.15am			12.00am	12.15am				
12.15am	12.30am			12.15am	12.30am				
12.30am	12.45am			12.30am	12.45am				
12.45am	13.00am			12.45am	13.00am				
13.00am	13.15am			13.00am	13.15am				
13.15am	13.30am			13.15am	13.30am				
13.30am	13.45am	Decanato		13.30am	13.45am	García-IPAO-PRY N3		García-IPAO-PRY N3	
13.45am	14.00am			13.45am	14.00am				
14.00am	14.15am			14.00am	14.15am				
14.15am	14.30am			14.15am	14.30am				



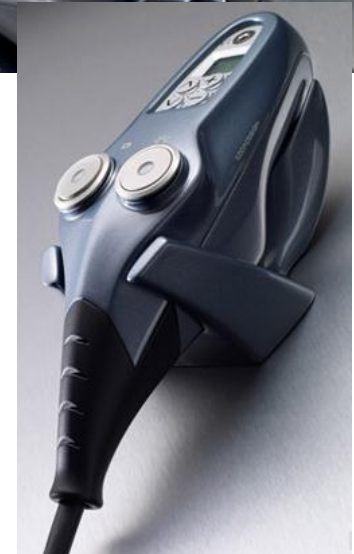
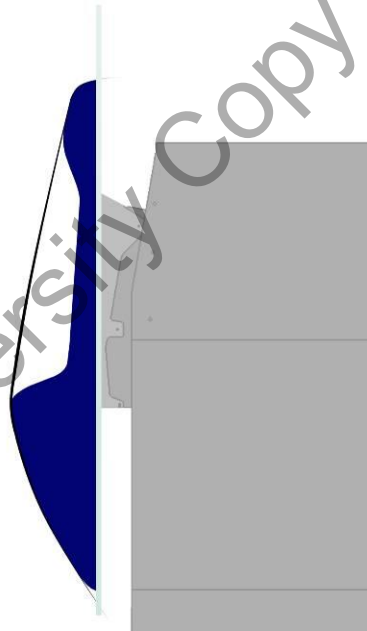
# • Proyectos anteriores

Proyecto MAZEL - Cajero.

Proyecto EDDADesign - Mando minusvalidos.



@ Carlos Carrasco



## • Definición DAO

DAO son las siglas de diseño asistido por ordenador. Es muy común usar las siglas en inglés CAD para Computer Aided Design.

Definición en “<http://www.ascad.es>”:

Conjunto de herramientas informáticas que asisten a ingenieros, arquitectos y a otros profesionales del diseño en sus respectivas actividades. El diseño asistido por computadora es, además, la herramienta principal para la creación de entidades geométricas enmarcadas dentro de procesos de administración del ciclo de vida de productos (Product Lifecycle Management), y que involucra software y algunas veces hardware especiales. Los paquetes actuales varían desde aplicaciones basadas en vectores y sistemas de dibujo en 2 dimensiones (2D) hasta modeladores en 3 dimensiones (3D) a través del uso de modeladores de sólidos y superficies paramétricas. Se trata básicamente de una base de datos de entidades geométricas (puntos, líneas, arcos, etc.) con la que se puede operar a través de una interfaz gráfica.

(sigue página siguiente)

## • Definición DAO

(proviene de página anterior)

Permite diseñar en dos o tres dimensiones mediante geometría alámbrica, esto es, puntos, líneas, arcos, splines, superficies y sólidos para obtener un modelo numérico de un objeto o conjunto de ellos. La base de datos asocia a cada entidad una serie de propiedades como color, capa, estilo de línea, nombre, definición geométrica, etc., que permiten manejar la información de forma lógica. Además pueden asociarse a las entidades o conjuntos de estas otro tipo de propiedades como el coste, material, etc., que permiten enlazar el CAD a los sistemas de gestión y producción. De los modelos pueden obtenerse planos con cotas y anotaciones para generar la documentación técnica específica de cada proyecto.

## • Otros sistemas asistidos por ordenador

- CAx (Computer Aided x) Es el nombre que se le da a todo el conjunto de disciplinas asistidas por ordenador CAD, CAE, CAS, CAM, etc.
- CAS (Computer Aided Styling) Conjunto de herramientas informáticas orientadas al diseño conceptual de producto. Sirven para sacar el primer esbozo de lo que acabará siendo el producto fabricado, haciendo hincapié en el diseño.
- CAE (Computer Aided Engineering) Conjunto de herramientas informáticas que ayudan a los ingenieros en tareas como análisis, simulación, etc.... para ver si el producto se ajusta a los requerimientos de dureza, o de seguridad en caso de colisión de un vehículo (por ejemplo). También hay software para la simulación de la inyección de plástico en el diseño de un molde, o la simulación de estampación de chapa ...
- CAPE (Computer Aided Production Engineering) Las soluciones CAPE son herramientas informáticas para la simulación de los procesos de fabricación. Contemplan aspectos como la disposición de la maquinaria y el flujo de la materia prima.

## • Otros sistemas asistidos por ordenador

- CAM (computer Aided manufacturing) Las soluciones CAM son sistemas de programación para máquinas herramientas a partir de los datos CAD
- CAMS (Computer Aided measure system). Las soluciones CAMS son sistemas de programación para máquinas de medición tridimensional a partir de los datos CAD.
- DMU (Digital MockUp) Es una tecnología o conjunto de herramientas que permiten a los ingenieros visualizar un prototipo virtual antes de tener el prototipo físico para su validación.
- PDQ (Product Data Quality) Herramientas informáticas utilizadas para la validación de la calidad de los modelos generados en el software CAD. Dentro del sector de la automoción, cada grupo obliga a las ingenierías que trabajan para ellos un estándar de calidad que han de cumplir, y los softwares que han de utilizar para cumplirlos, como podrían ser VALIDAT, Q-Checker, Endcheck...

## • Otros sistemas asistidos por ordenador

➤ PLM Product Lifecycle Management (PLM), es el proceso que administra el ciclo de vida completo de un producto desde su concepción, pasando por su diseño y fabricación, hasta su servicio y eliminación. PLM es una serie de capacidades que permiten a una empresa administrar e innovar efectivamente sus productos y servicios relacionados a lo largo de su vida económica. Es uno de los cuatro pilares de la estructura "TI" de una corporación. Todas las empresas necesitan administrar la comunicación y la información con sus clientes (Administración de la Relación con Clientes o 'Customer Relationship Management' - CRM), con sus proveedores (Administración de la Relación con Proveedores o 'Supply Chain Management' - SCM) y de los recursos de la empresa (Planificación de los Recursos Empresariales o 'Enterprise Resource Planning' - ERP). Además, empresas ingenieriles de manufactura deben desarrollar, describir, administrar y comunicar información acerca de sus productos.

- Otros sistemas asistidos por ordenador

➤ PDM (Product Data Management): Conjunto de herramientas informáticas destinadas a crear y manejar relaciones entre los conjuntos de datos que componen un producto, y las almacena en una base de datos. Estos conjuntos de datos están formados principalmente por la geometría, diseño, BOM (conjunto de materiales) y todos los cálculos asociados a las fases de desarrollo del producto. Las herramientas PDM mas importantes utilizadas actualmente son Smarteam (de Dassault Systemes) y Winchild (de PTC)

Para más información sobre sistemas CAx visitar “<http://www.ascad.es/>”.

University Copy For Library Use

## • Justificación estudio CAD.

Existe una demanda creciente de ingenieros con conocimientos CAD.

Si hacemos una búsqueda de empleo para Ingenieros en Barcelona en La Vanguardia “<http://www.servijob.com/>” encontramos lo siguiente (búsqueda 28.09.2007):

- 892 ofertas de ingenieros.
- 870 con la palabra CAD !!
- 2 especifican que sea Catia.
- 11 AutoCAD.
- 3 Solidworks.

El 20 de Septiembre de 2010 en plena crisis hay 1 oferta CAD, 1 Catia y 1 SolidWorks ed las 12 plazas de ingeniero en Barcelona. Consulta:

"[http://www.yaencontre.com/empleo/trabajo/filtros\\_q.catia](http://www.yaencontre.com/empleo/trabajo/filtros_q.catia)"



## • Justificación estudio Catia v5.

Muchas de las grandes empresas usan Catia v5 y fuerzan a los pequeños proveedores e ingenierías a usar dicho sistema. Es conocido que una de las razones por las que Serra Soladura “<http://www.serrasold.com/>” consiguió los contratos de Airbus es por el uso que hace de Catia v5.

Empresas que piden uso de Catia v5:

- SEAT (Grupo VW) ⇒ EDAG, ITALDESIGN, BERTRANDT, RUECKER . . .
- AIRBUS ⇒ SERRASOLDAURA
- JJUAN
- Mazel

En UPC el curso no está incluido y se paga aparte fundamento 420€, y el básico y el avanzado de 32 horas por 375€.

Consulta 2.10.201 en <http://catedraseat.upc.edu/formacion/cursos/>

## • Justificación estudio SolidWorks.

SolidWorks ha vendido el Software a más de 300 empresas en la península ibérica de las cuales un alto porcentaje está en Cataluña. Además la razón por la que las empresas eligen SolidWorks es por su capacidad de aportar decisiones de ingeniería en diseño vendiendo la licencia de Simulation y Flow a un 66% de las empresas.

Ejemplo de empresas que piden uso de SolidWorks:

- FAINSA
- HENKEL
- EDDADesign
- LLEAL

## • Comparativa sistemas CAD.

Definiciones de “<http://www.ascad.es/>”.

- CATIA Software CAD de alto nivel. La versión actual es la 5, refiriéndonos a ella como Catia5. A diferencia de la versión anterior (Catia4), Catia5 funciona sobre plataforma windows, mientras que Catia4 solo funcionaba sobre estaciones UNIX. Pertenece a Dassault Technologies.
- Pro/ENGINEER Software CAD de alto nivel. La versión actual es la “Wildfire”, la versión anterior se llamaba “2001”. Pertenece a PTC (Parametrics Technologies)
- AutoCAD Software de diseño CAD de la casa Autodesk, muy extendido en arquitectura, permite desarrollo tanto 2D como 3D, orientado a desarrollos con una exigencia media. El formato de sus archivos es DWG o DXF.
- Microstation Software de diseño CAD de la casa Bentley Systems, utilizado en desarrollos de exigencia media o baja. Su formato nativo es el DGN aunque puede leer y escribir en formato AutoCAD (DWG/DXF)

(sigue página siguiente)

## • Comparativa sistemas CAD.

(proviene página anterior)

- Inventor Software de diseño CAD orientado a la generación de sólidos parametrizados. Utilizado para niveles de exigencia media.
- SolidWorks Software CAD para diseño de sólidos en 3D, para niveles de exigencia medio/bajo.
- VOBES Sistema CAD de diseño eléctrico que permite la gestión integral del desarrollo de cableado.
- ICEM/Surf Sistema utilizado en diseño de superficies.

El número de programas CAD disponibles es cada día más extenso y con más posibilidades de trabajo.

Por ejemplo Dassault Systems posee dos programas potentes CAD (Catia y SolidWorks y ha comprado un programa puntero de cálculo CAE llamado ABAQUS y otro más accesible COSMOS).

## • Comparativa sistemas CAD.

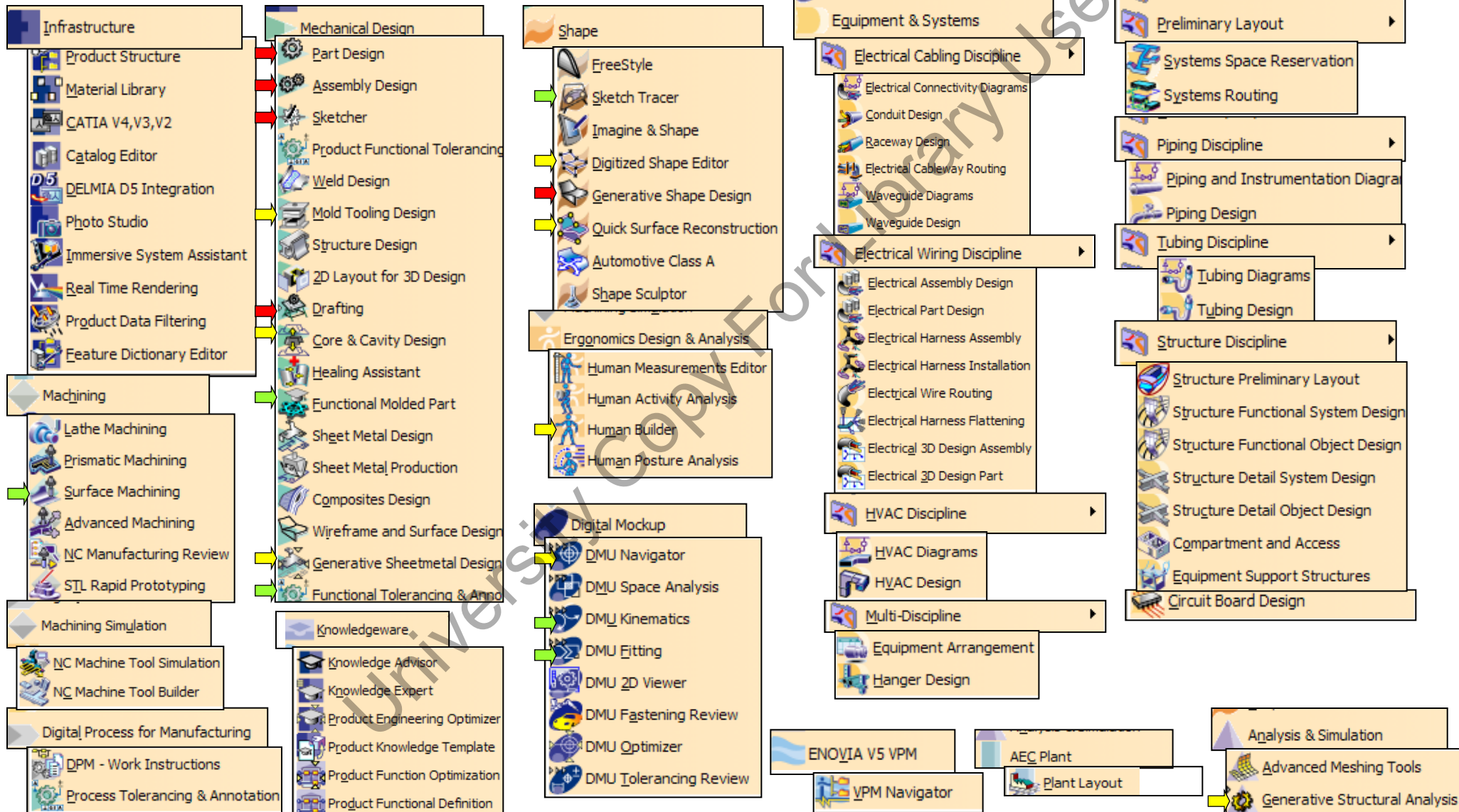
Para poder comparar sistemas CAD se suele crear una matriz por temas como en “<https://www.alibre.com/AlibreLibraries/ftp/inforequest/comparison-checklist-sw.xls>” que compara Alibre con SolidWorks por temas (ya no está disponible en la web):

- Precio.
- Modelado de partes.
- Esquemas 2D y 3D.
- Formación de piezas metálicas.
- Ensamblaje de piezas en conjuntos.
- Planos.
- Historial de procesos.
- Documentación
- Intercambio de datos CAD . . .

## • Objetivo asignatura IPAO.

- Aprender a usar Catia v5 para el diseño de piezas, ensamblajes y creación de planos para fabricación de las mismas.
- Conocer la filosofía de trabajo de un programa paramétrico para optimizar el rendimiento en el uso de dichas herramientas.
- Aprender a trabajar con ficheros de otros estudiantes para simular el entorno de trabajo real en el que se trabaja con otros proveedores. Este objetivo se llevará a cabo mediante el proyecto.
- Aprender a estimar los tiempos de realización de trabajos CAD para poder dirigir un equipo de delineantes o aceptar un presupuesto adecuado en el caso de contratar el diseño fuera.

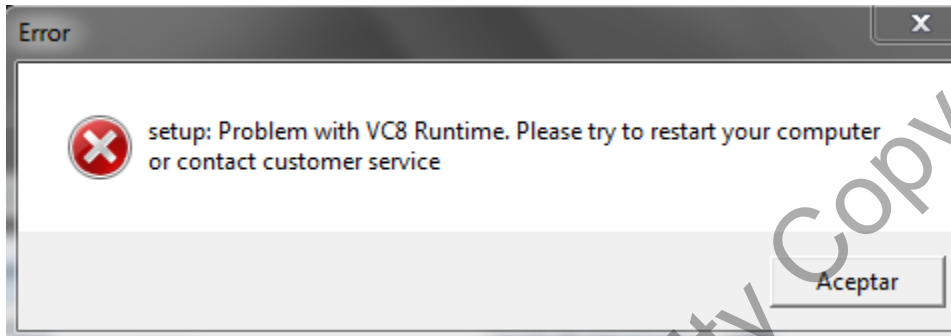
• Workbenches curso en Catia v5 R19 ( 5+8+6=19 de 99).



- Instalación Catia v5 R22 SP4 en SALA DAO.

Comenzar instalando los prerequisites desde:

“InstallDSSoftwareVC9Prerequisites\_x86\_x64.msi”





# • Instalación Catia v5 R19 SP5 en SALA DAO.

Comenzar instalando el servidor de licencias desde:

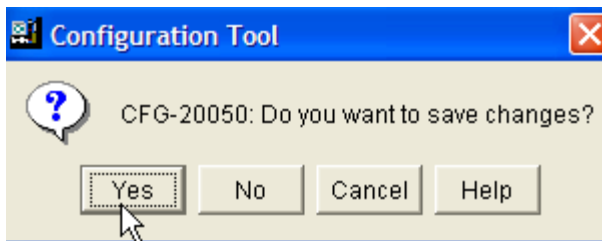
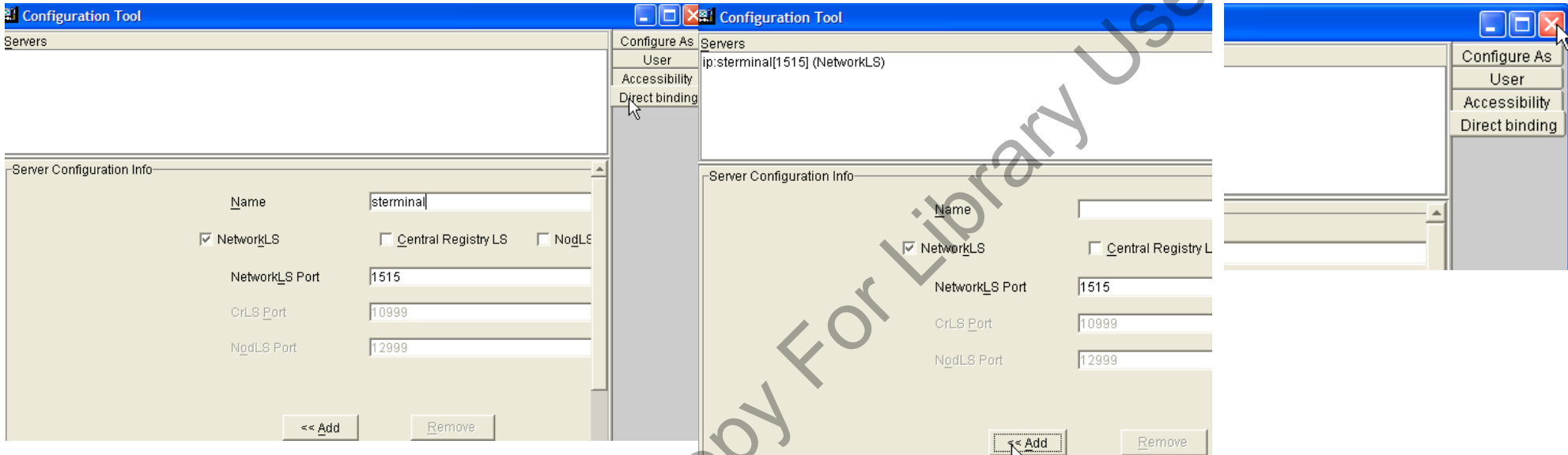
"[\\sdoc\software\PUBLIC\Exp\\_Grafica\Catia\\_V5\\_R19\\_sp5\LUM\winintel\arkwin468.exe](#)".

The screenshot shows the 'License Use Management Runtime - InstallShield Wizard' with three panes:

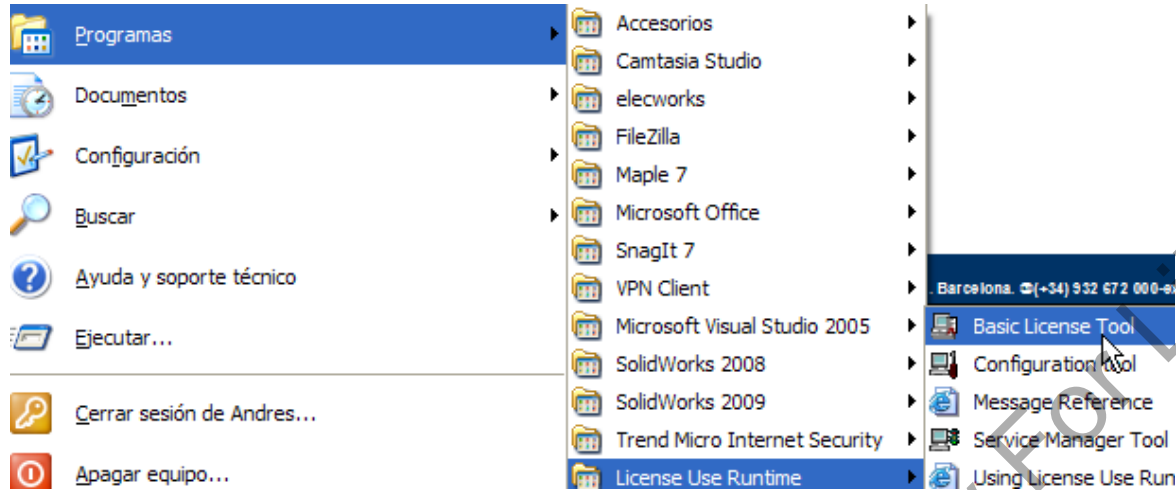
- Welcome to the InstallShield Wizard for License Use Management Runtime:** Contains a warning: "WARNING: This program is protected by copyright law and international treaties."
- License Agreement:** Displays the "International Program License Agreement" with "Part 1 - General Terms". It includes the text: "PLEASE READ THIS AGREEMENT CAREFULLY BEFORE USING THE PROGRAM. IBM WILL LICENSE THE PROGRAM TO YOU ONLY IF YOU FIRST ACCEPT THE TERMS OF THIS AGREEMENT..." and radio buttons for "I accept the terms in the license agreement" (selected) and "I do not accept the terms in the license agreement".
- Setup Type:** Offers two options: "Complete" (selected) and "Custom". "Complete" is described as "All program features will be installed. (Requires the most disk space.)".

At the bottom, a Windows Explorer window shows the file structure of the installation, with "License Use Runtime" selected. A "Configure As" dialog box is open, showing "Network License Client" checked and "NodeLocked License Server (NodLS)" unchecked.

# • Instalación Catia v5 R19 SP5.



# • Instalación Catia v5 R19 SP5.



Basic License Tool

Products Selected Edit Servers View Options Help

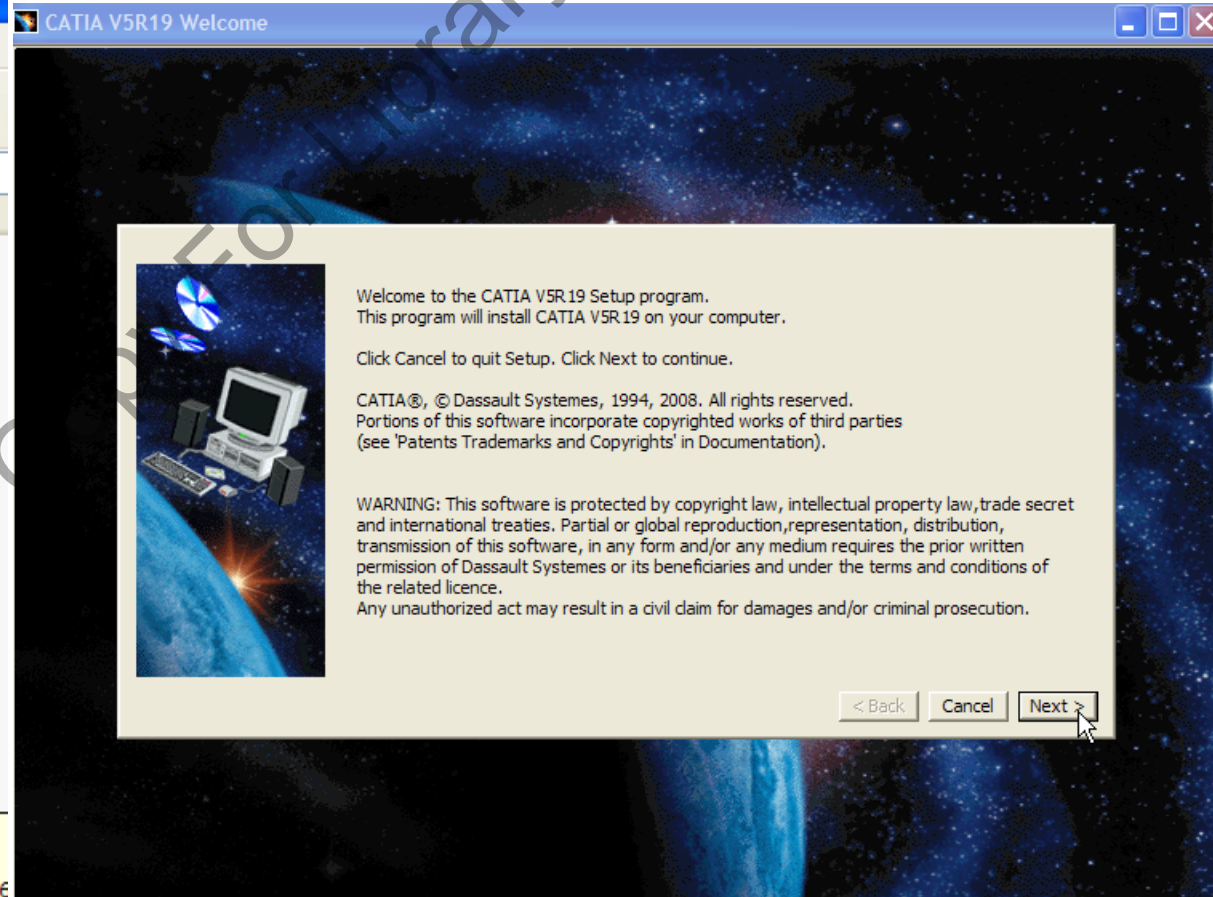
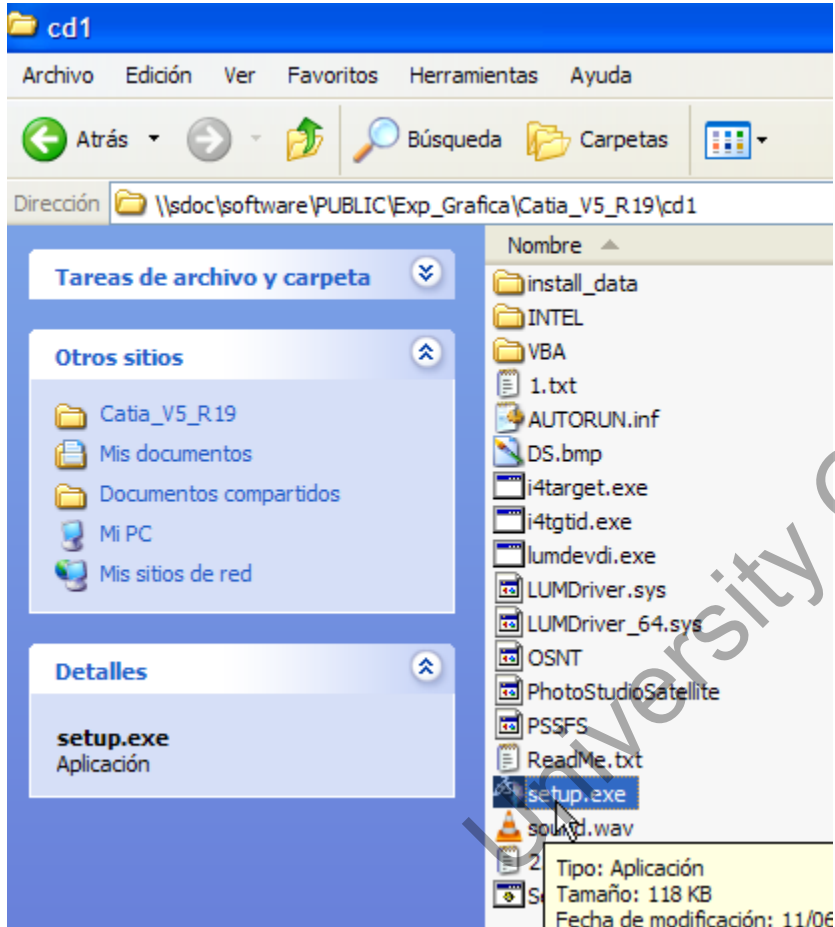
Local node: andresgarcia.iqs.local Products:4

Product	Version	Vendor	Licenses	In Use Licenses	Bundle Components
EX2	DY0GFIW	CATIADBS	7	0	No
EX2	EX2 DY0GFIZ	CATIADBS	3	0	No
LicensePower/iFOR Test Pr...	1.0	LicensePower/iFOR Test Vendor	10000	0	No
LLC	R1	CATIADBS	10	0	No

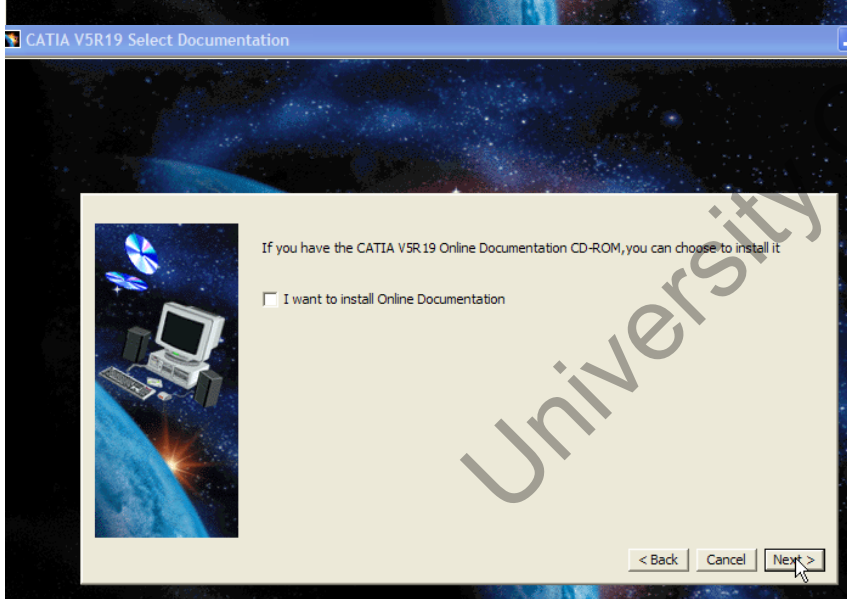
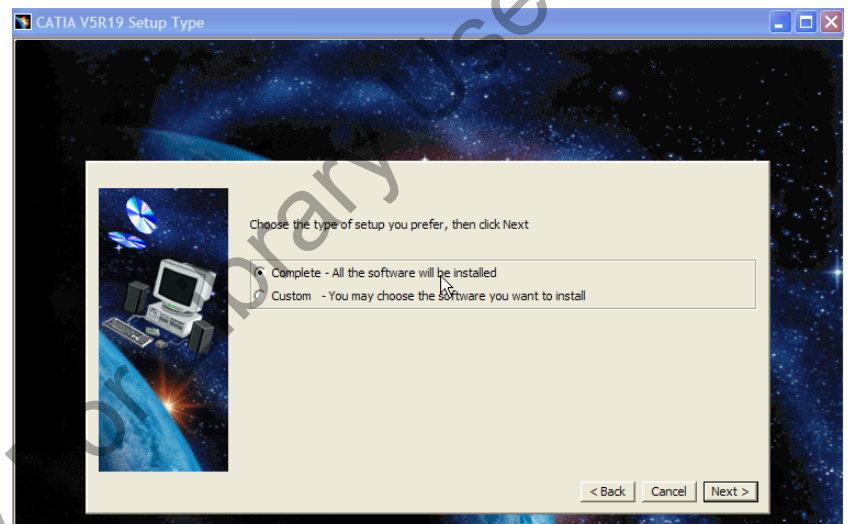
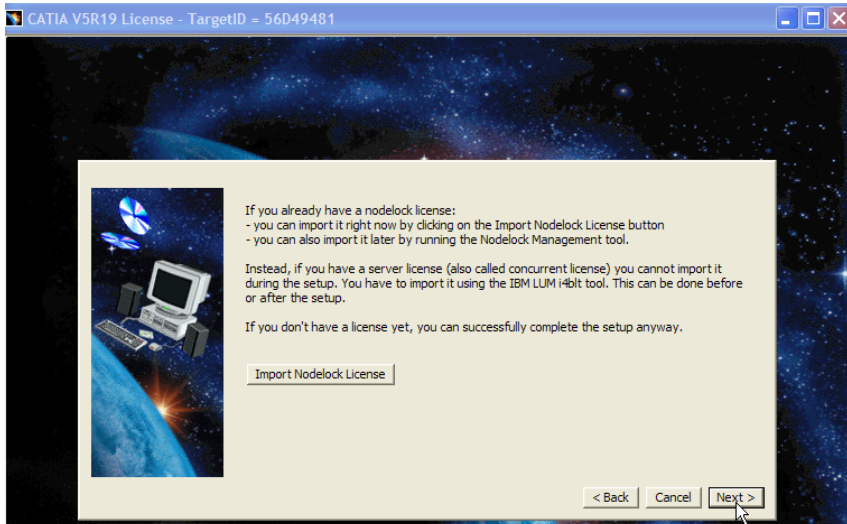
# • Instalación Catia v5 R19 SP5.

Accedemos a instalación de Catia desde

"[\\sdoc\software\PUBLIC\Exp\\_Grafica\Catia\\_V5\\_R19\cd\setup.exe](#)"



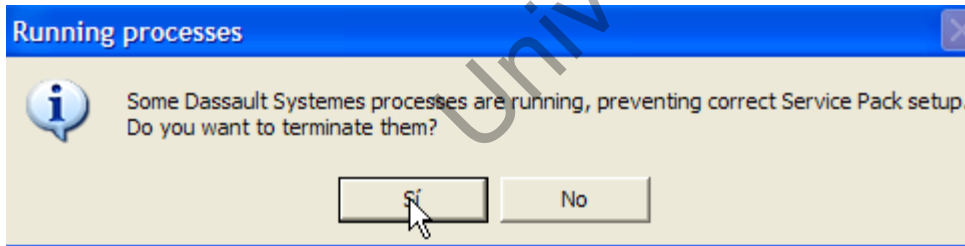
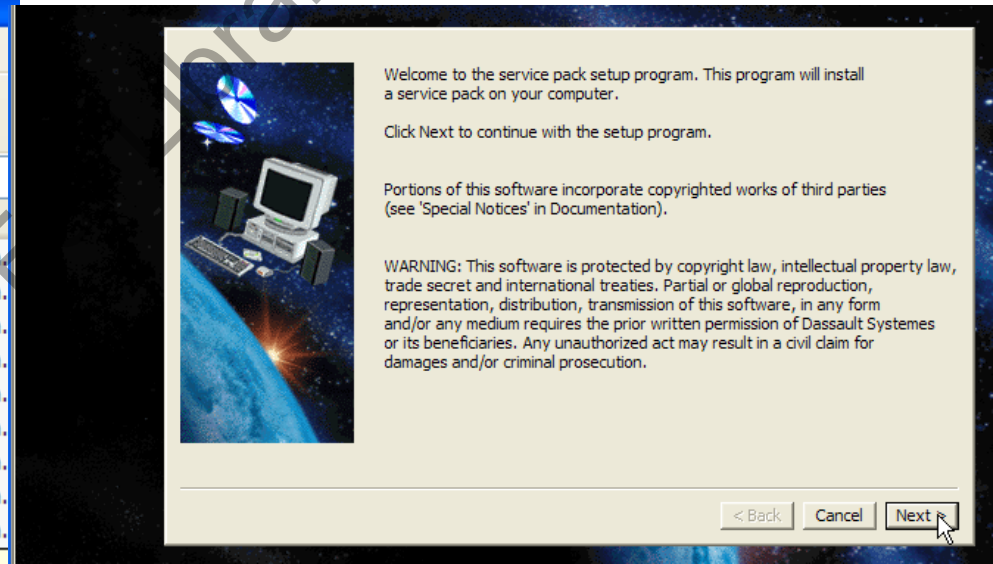
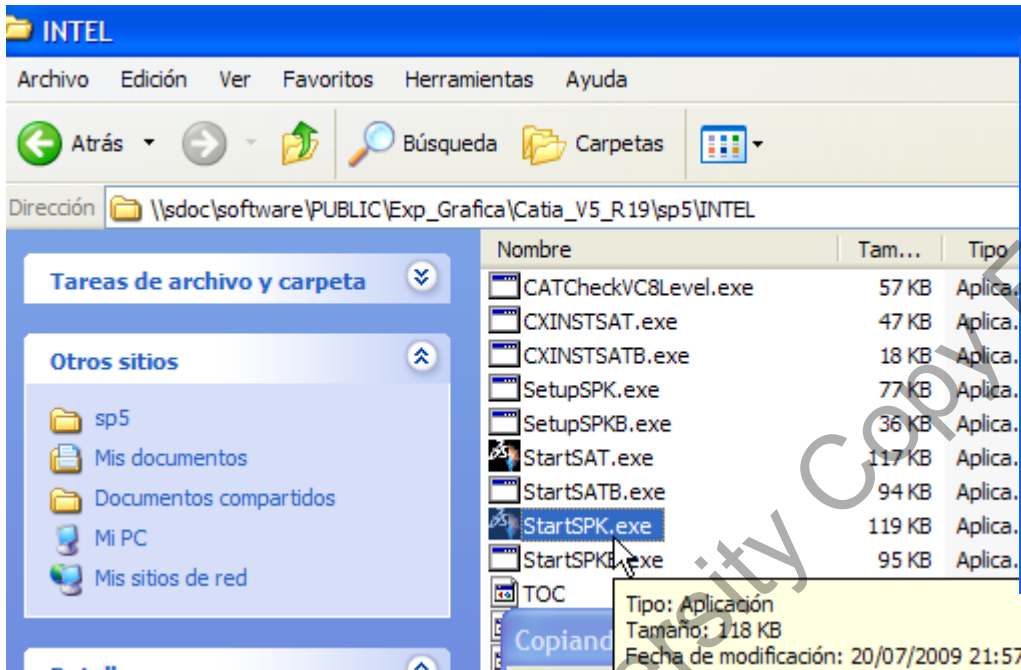
# • Instalación Catia v5 R19 SP5.



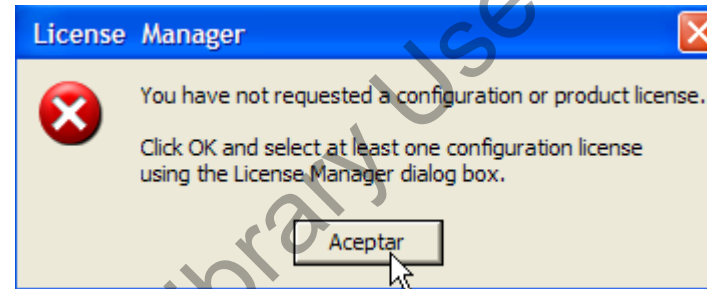
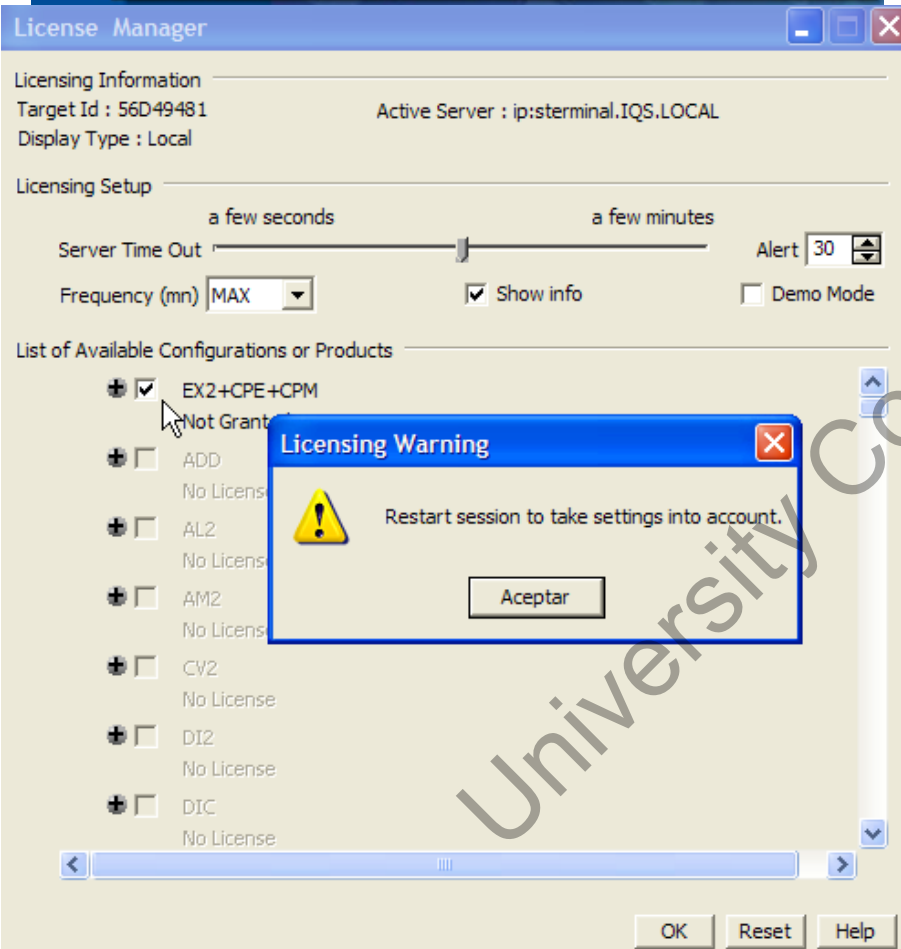
# • Instalación Catia v5 R19 SP5.

Actualizar el Catia a Service Pack 5 desde:

"[\\sdoc\software\PUBLIC\Exp\\_Grafica\Catia\\_V5\\_R19\sp5\INTEL\startspk.exe](\\sdoc\software\PUBLIC\Exp_Grafica\Catia_V5_R19\sp5\INTEL\startspk.exe)"



# • Instalación Catia v5 R19 SP5.



Aceptar, OK, cerrar Catia y volver a abrir.

## EJEMPLO DEFINICIÓN RETROVISOR: MOTIVACIÓN





## EJEMPLO DEFINICIÓN RETROVISOR: ESTUDIO MERCADO



## DESPIECE PROPUESTO

1.- Varilla con esfera y rosca de M8 (experiencia muestra mejor métrica fina izquierda y derechas).

2.- Pieza de goma cubre varilla.

3y4.- Carcasas de plástico (experiencia dice mejor PA-GF para stress cracking).

5.- Tornillo de presión

6.- Espejo

7.- Tuerca

PIEZAS A ELIMINAR

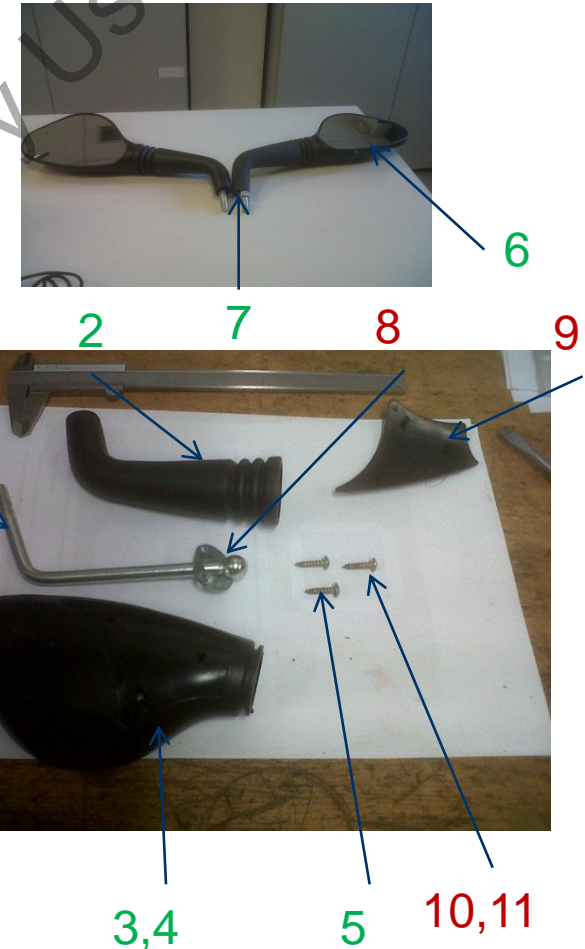
8.- Plaqueta de apriete.

9.- Tapeta.

10,11.- Dos de los tres tornillos originales

NUEVA

8.- Chapa doblada similar a plaqueta apriete



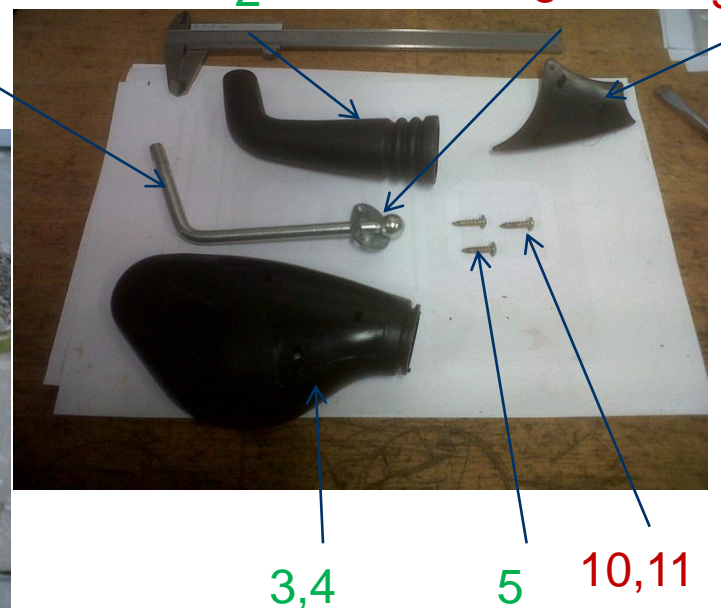
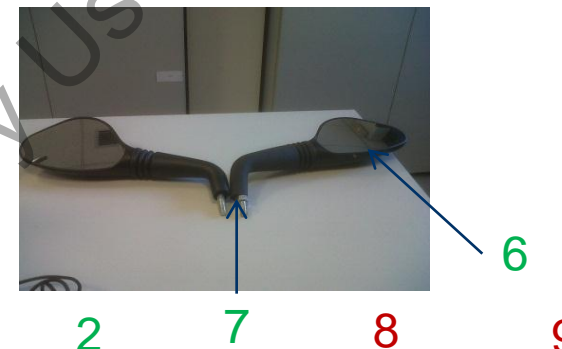
## PLIEGUE DE CONDICIONES SIMPLIFICADO

1. El retrovisor ha de pesar menos que el mostrado como referencia para un espejo de iguales dimensiones.
2. El retrovisor se ha de ajustar a diseños en papel de espejo (Parámetro C) y modelos a escala (Parámetro D) realizados por el diseñador de la empresa.
3. El retrovisor se ha de desmontar y montar para reparación de algún componente.
4. El retrovisor se ha de poder doblar con una fuerza de 100[N] (Parametro F).
5. El retrovisor se ha de mantener estable con desplazamiento inferiores a 1mm a velocidades de 120 [km/h] (Parámetro V).
6. El retrovisor ha de tener frecuencias propias por encima de 40 [Hz] para evitar acoplamientos por resonancia.
7. Las piezas de plástico se han de poder inyectar en menos de 1 segundo con espesor 2mm (Parámetro E).

# PESOS DE REFERENCIA

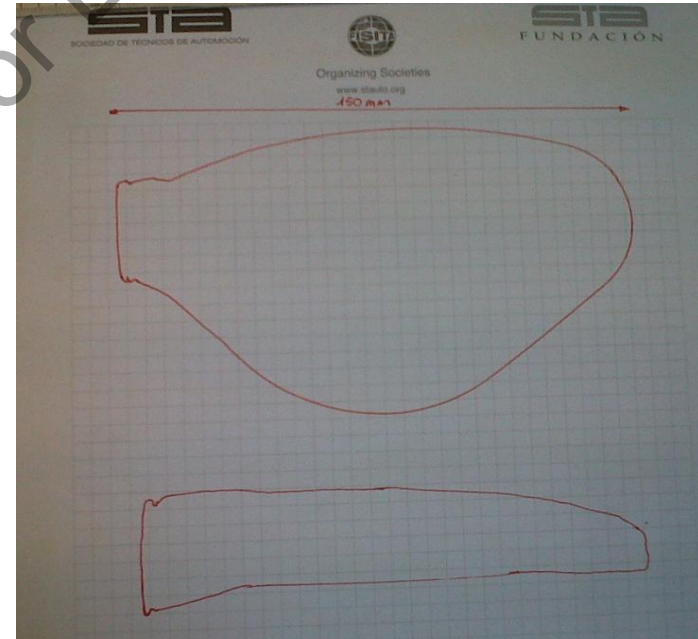
TOTAL: 202.76 gr.

- 1.- 69.21 gr.
- 2.- 21.98 gr.
- 3,4,6.- 90.72 gr.
- 5,10,11.- 3.93 gr. (3x1.31)
- 7.- 4.70 gr.
- 8.- 6.10 gr.
- 9.- 6.12 gr.
- Suma: 202.76 gr.

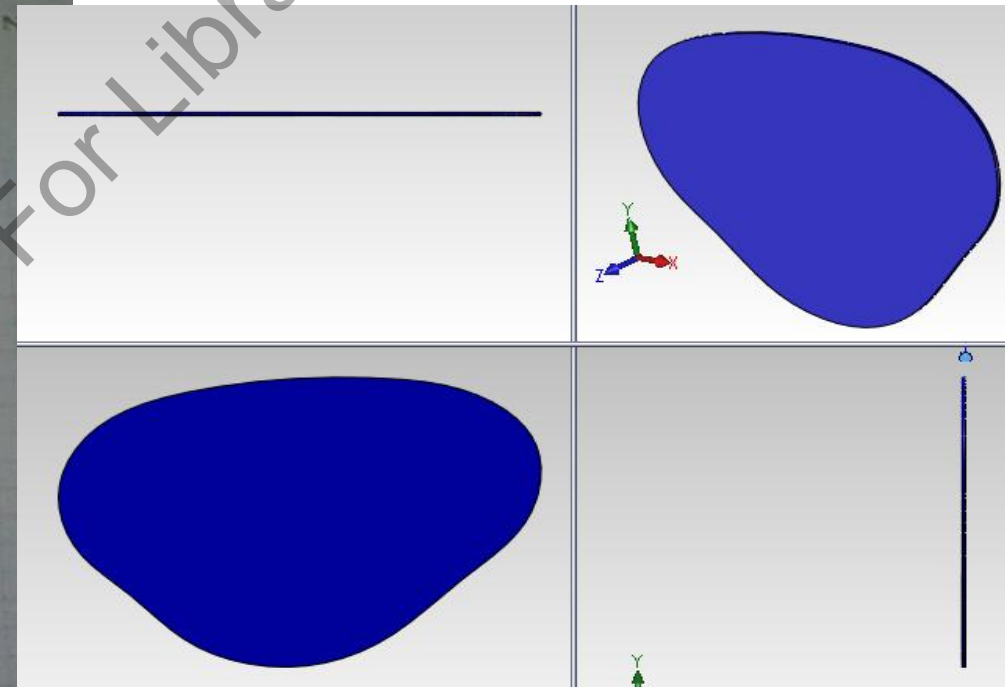
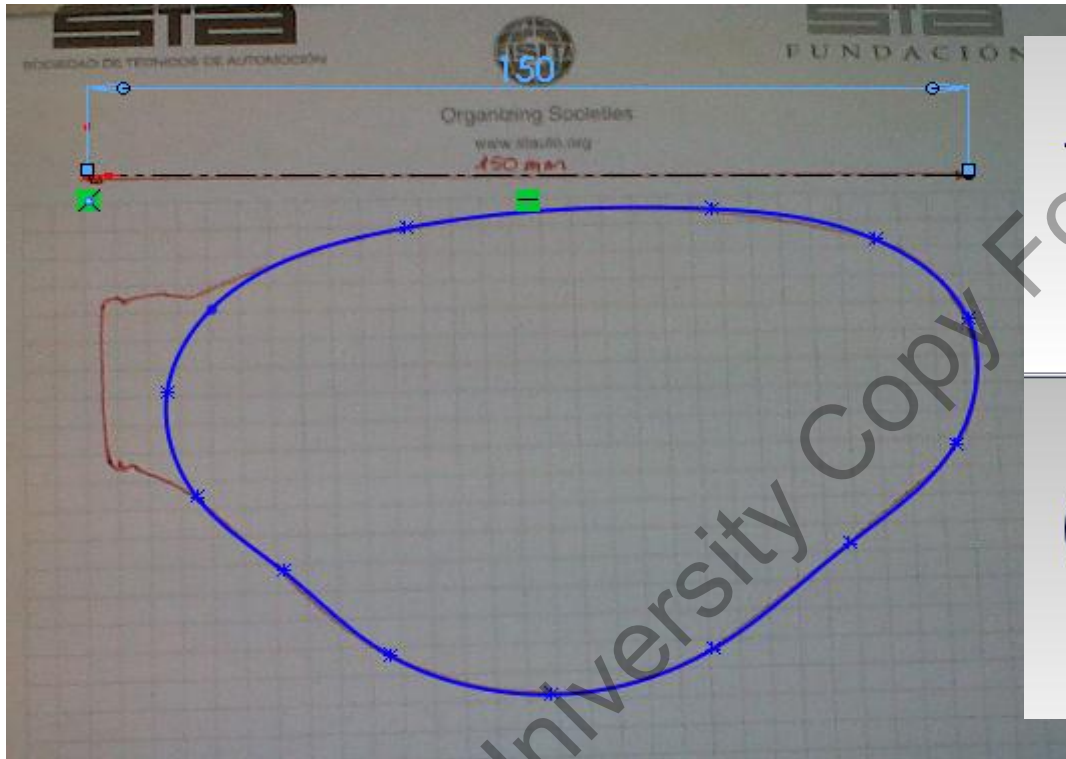


# DISEÑOS

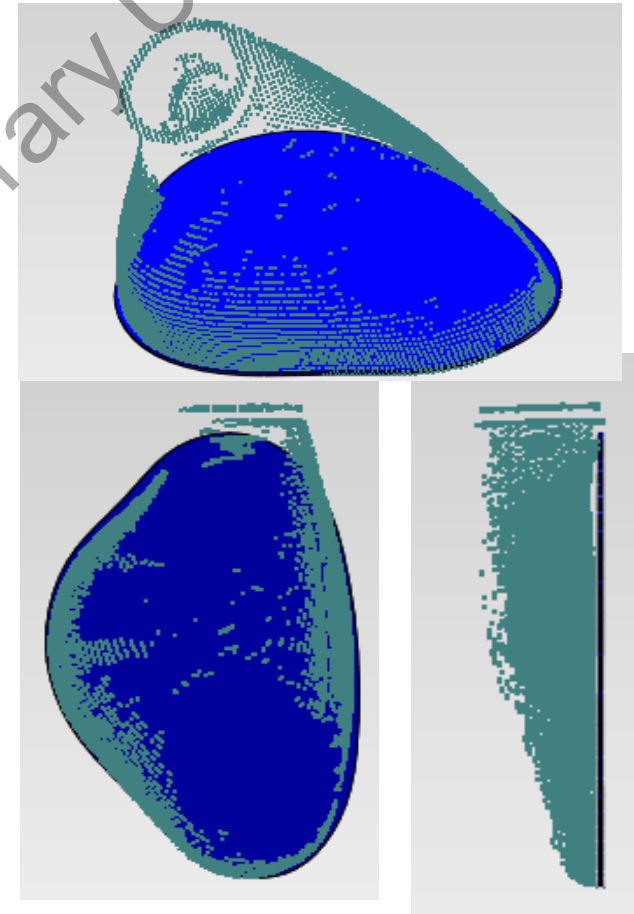
A la hora de diseñar el conjunto hay partes que necesitan incorporar un cierto diseño atractivo y otras que se pueden medir con pie de rey y se pueden obtener de tablas de elementos normalizados. Por ejemplo de la tuerca M8 vemos que la barra es de  $d=8\text{mm}$ .



Dibujamos encima de los Croquis del diseñador para ir definiendo nuestras piezas. Esta tarea es fácil para piezas planas o sencillas en 3D. Como ejemplo copiaremos el espejo.

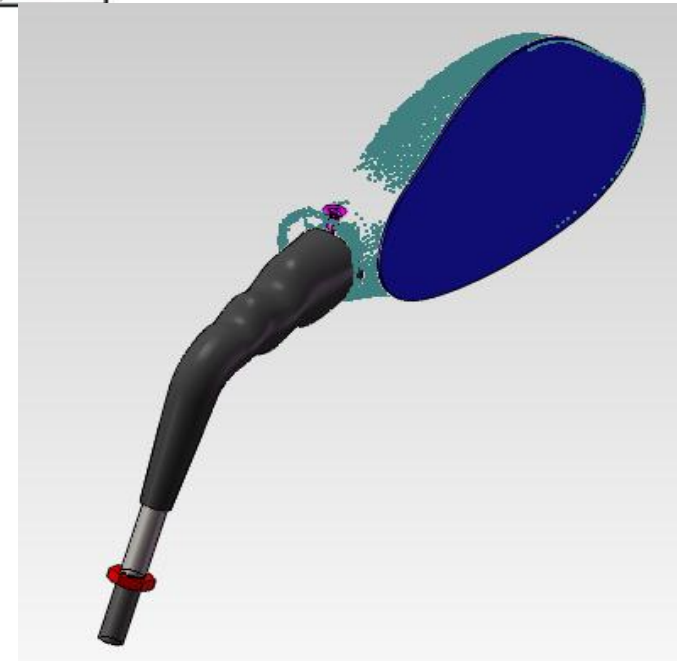
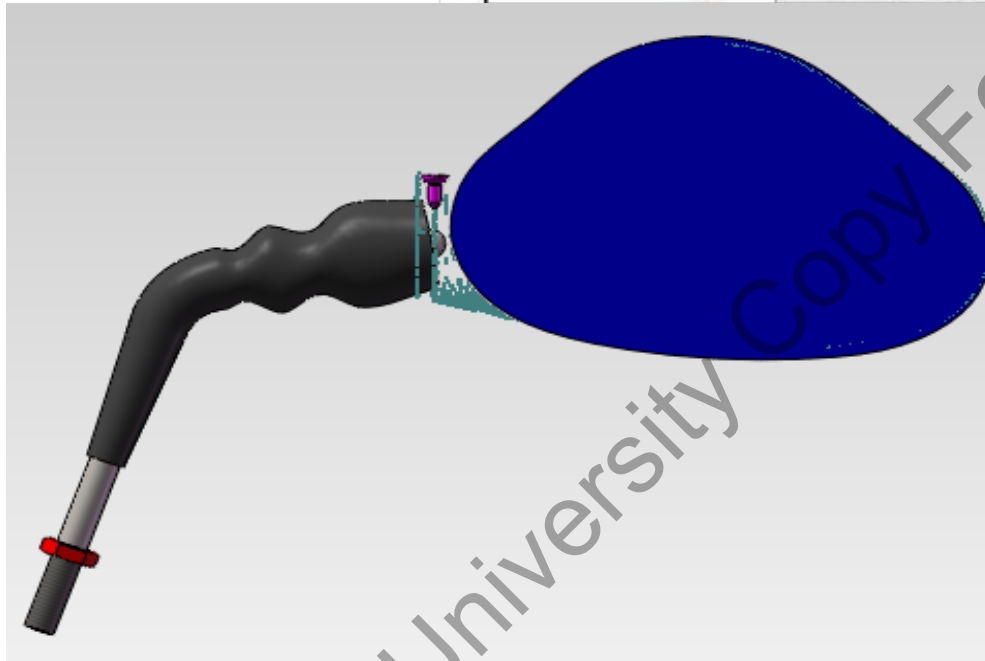
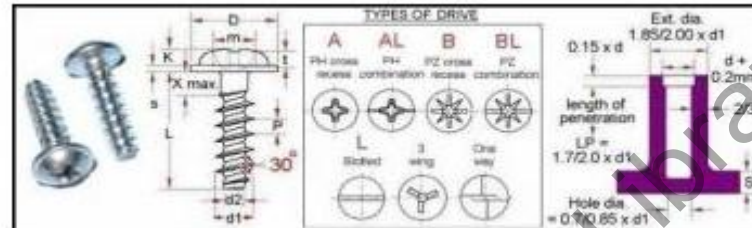


Para la carcasa del espejo necesitamos usar un escáner 3D para intentar copiar la geometría que requiere el diseñador.



Finalmente cogemos un elemento normalizado de tornillería y tuerca.

**Series 20210 Type : 1411**  
Genuine Polyplast 30° Thread forming screw for Thermoplastic





A la hora de definir el apriete del plástico con la cabeza esférica consultamos la documentación.

• **Clipajes esférico.**

Si tenemos una bola a entrar en cavidad esférica:

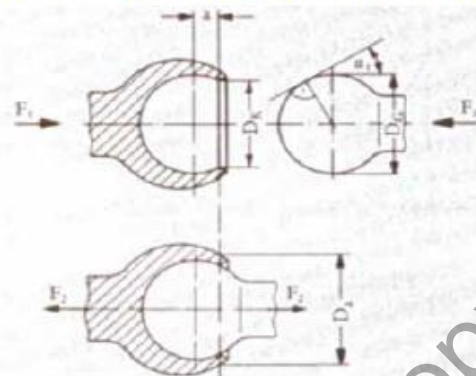


Table 5

$\epsilon = \frac{H}{D_K} \cdot 100\%$	Assembly angle $\alpha_1$ Retaining angle $\alpha_2$	$\frac{a}{D_G}$
1	9°	0.07
2	11.4°	0.10
3	13.9°	0.12
4	15.9°	0.14

To estimate assembly or pull-out force, the formulae for cylindrical snap-fits are used:

$$F_1 = F_2 = p \cdot \pi \cdot D_G^2 \cdot \frac{a}{D_G} \cdot \frac{\mu + \tan \alpha}{1 - \mu \cdot \tan \alpha} \quad [N] \quad (25)$$

- p joint pressure [N/mm<sup>2</sup>]
- D<sub>G</sub> ball diameter [mm]
- $\frac{a}{D_G}$  deformation length divided by the ball diameter (table 5)
- $\mu$  coefficient of friction (table 2)
- $\alpha$  assembly or retaining angle [°] (table 5)

The relationship between undercut depth H and joint pressure p can be described by the following formula (23):

$$p = \frac{H}{D_K} \cdot E_S \cdot \frac{1}{K} \quad [N/mm^2]$$

- H undercut depth [mm]
- D<sub>K</sub> socket opening diameter [mm]
- E<sub>S</sub> secant modulus [N/mm<sup>2</sup>] (fig. 17)
- K geometry factor

$$K = \frac{\left(\frac{D_L}{D_K}\right)^2 + 1}{\left(\frac{D_L}{D_K}\right)^2 - 1} + 1 \quad (26)$$

# CÁLCULOS FLUIDOS

Antes de iniciar el cálculo de fluidos vamos a hacer una estimación de las fuerzas considerando el conjunto similar a un cilindro de radio 50mm y longitud 200mm.

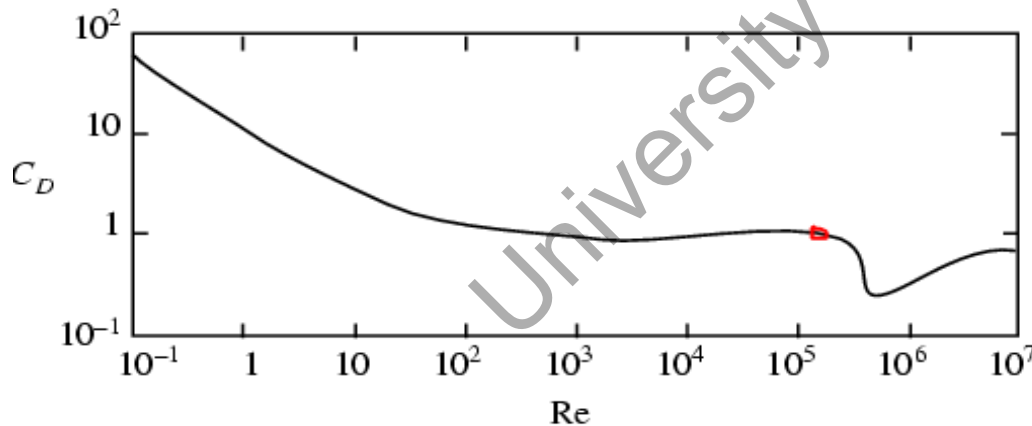
Primero calculamos el número de Reynolds

$$Re = \delta v d / \mu = 1.2 * 33.33 * 0.1 / (1.827e-5) = 2.1e5$$

Con este número estima el coeficiente de Drag  $C_D = 1$

Finalmente calculamos la fuerza como:

$$F_D = C_D * 0.5 * \delta * v^2 * A = 1 * 0.5 * 1.2 * 33.33^2 * (0.1 * 0.2) = 13.33 [N]$$



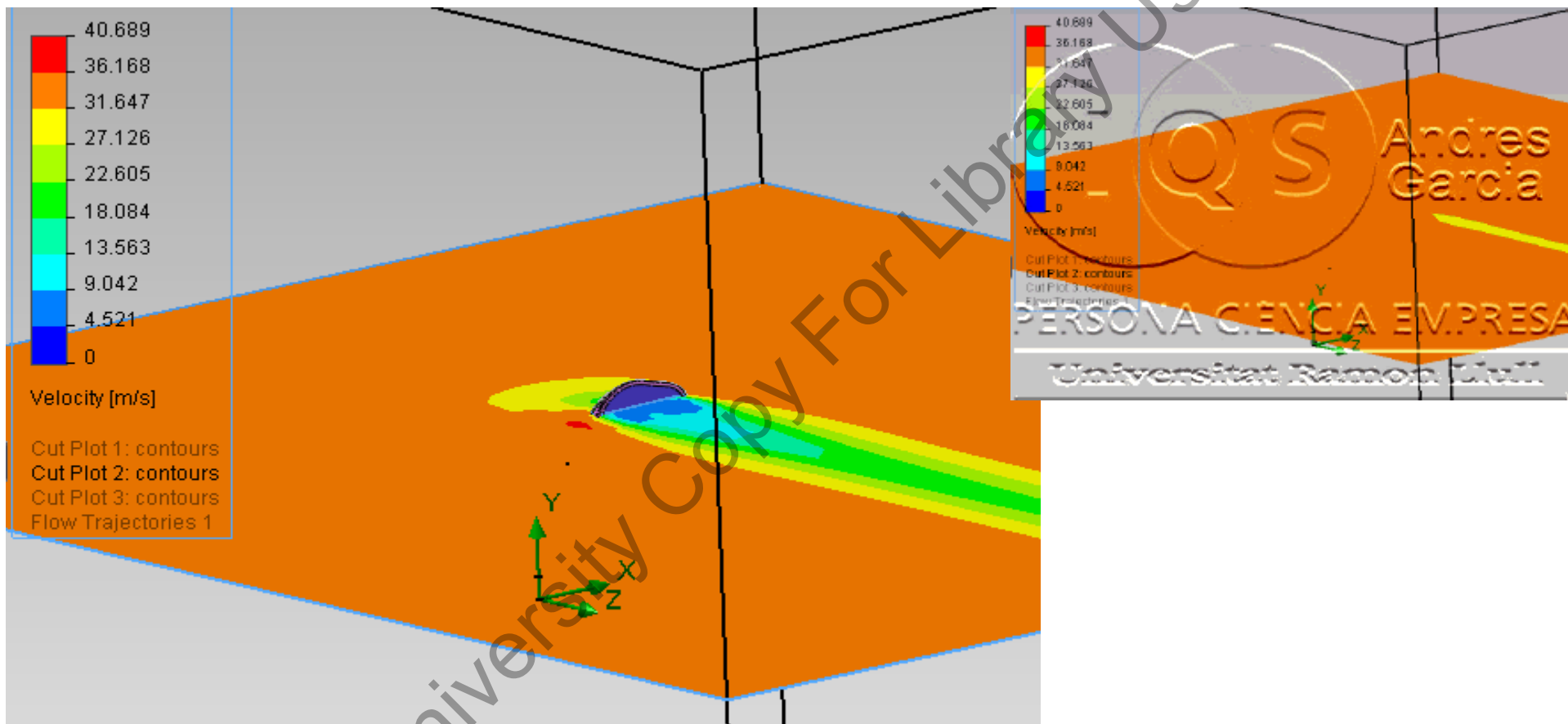
Shape	Drag Coefficient
Sphere	0.47
Half-sphere	0.42
Cone	0.50
Cube	1.05
Angled Cube	0.80
Long Cylinder	0.82
Short Cylinder	1.15
Streamlined Body	0.04
Streamlined Half-body	0.09

Measured Drag Coefficients

# CÁLCULOS FLUIDOS



El coeficiente aerodinámico conseguido mejora el de un cilindro.



# CÁLCULO RESISTENCIA Y DILATACIONES

Antes de comenzar con el cálculo de conjunto se suele comenzar por analizar las piezas de manera individual para ver si están bien dimensionadas.

Para comenzar se somete la barra a 100[N] en la rótula esférica empotrando en la zona roscada.

El resultado teórico es:

$$M_{\text{Flexión}}: 100 \cdot 0.11 = 11 [\text{N.m}], \quad \sigma_{\text{max}_f} = Mr/l = 4M_f / (\pi r^3)$$

$$M_{\text{Torsión}}: 100 \cdot 0.06 = 6 [\text{N.m}], \quad \sigma_{\text{max}_t} = Mr/l = 2M_t / (\pi r^3)$$

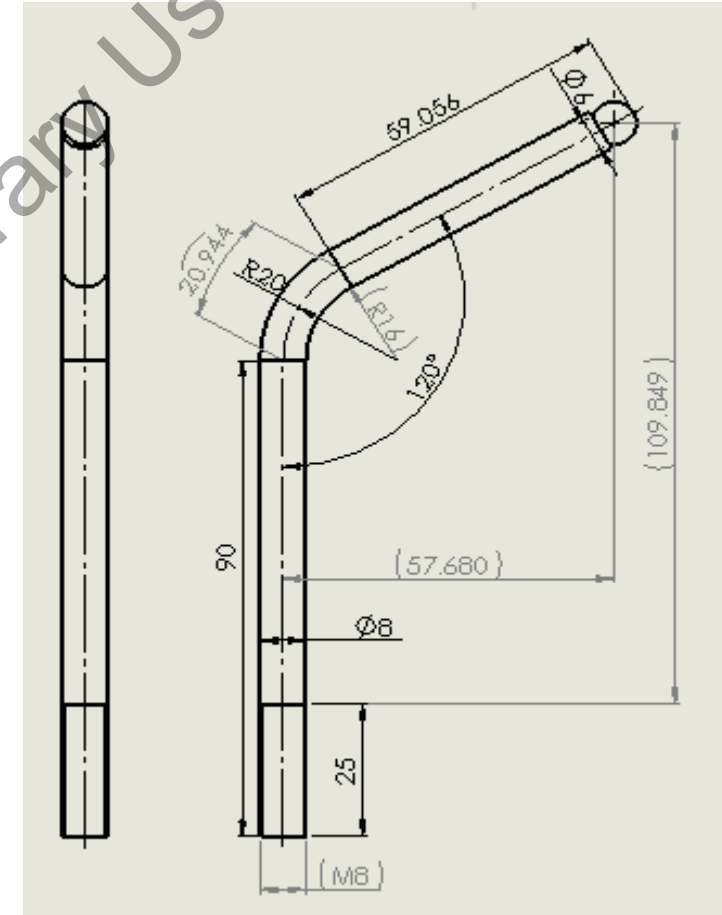
$$\text{Total: } \sigma_{\text{max}} = 2 / (\pi r^3) \sqrt{((2M_f)^2 + (M_t)^2)} = 14.5 / r^3.$$

Para  $r=4[\text{mm}]$  estamos al límite  $\sigma_{\text{max}}=226.5[\text{MPa}]$

En cuanto a la fabricación se requiere:

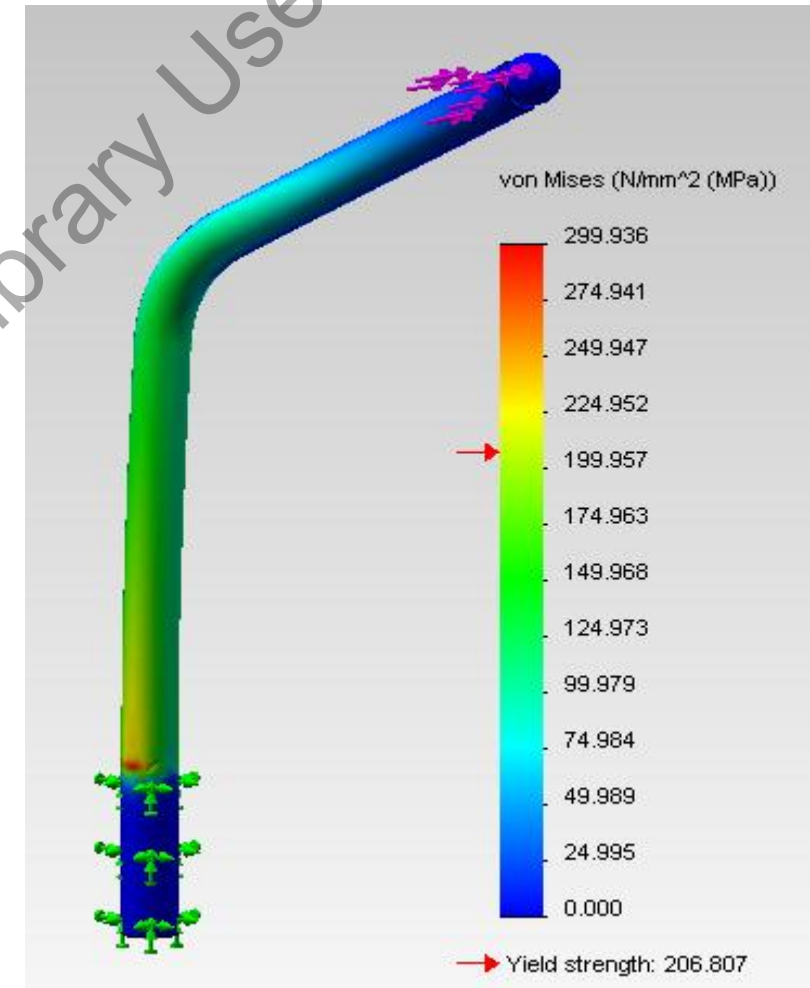
$$R > r(1/\varepsilon_{\text{max}} - 1),$$

$$\text{para } \varepsilon_{\text{max}}=10\% \quad R > 9r, \quad \text{para } \varepsilon_{\text{max}}=20\% \quad R > 4r,$$



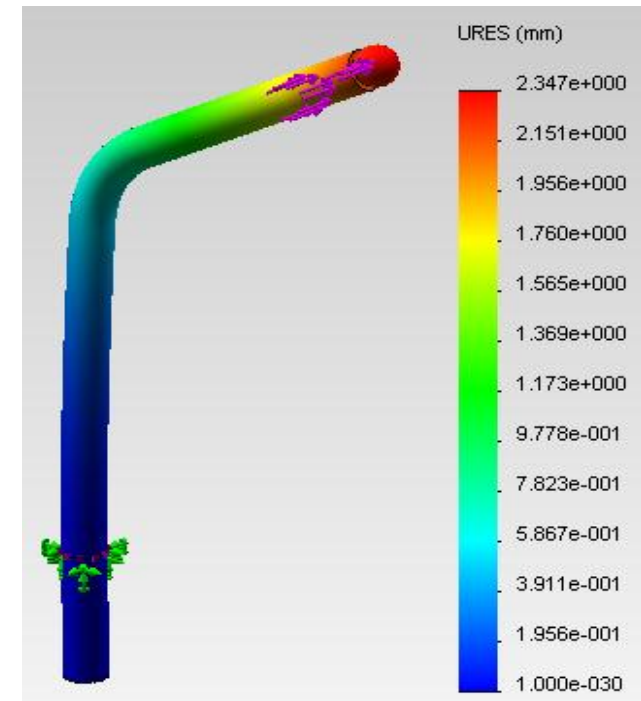
Realizando un primer cálculo se comprueba que hay zonas muy tensionadas en el empotramiento con los que la pieza ya está bastante optimizada en peso.

Los valores superan ligeramente a los valores teóricos debido a las concentraciones de tensiones en el empotramiento.



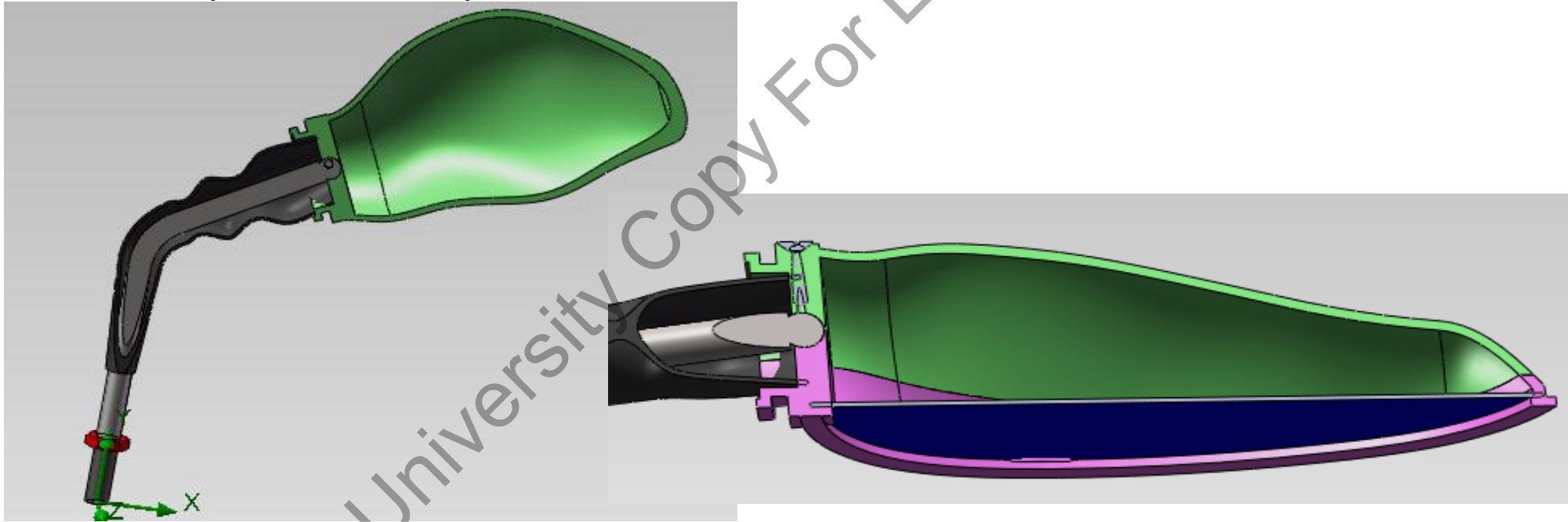
Continuamos analizando la barra con mejor malla y mirando también los desplazamientos. Tras analizar los resultados se continúa con el acero actual que soporta 206[MPa] sin necesidad de encarecer con otro acero o tratamientos superficiales o térmicos. Nos aseguraremos que la rótula dobla con 100[N] para evitar roturas.

En el caso de elegir un acero más resistente hay que aumentar el radio de doblado.



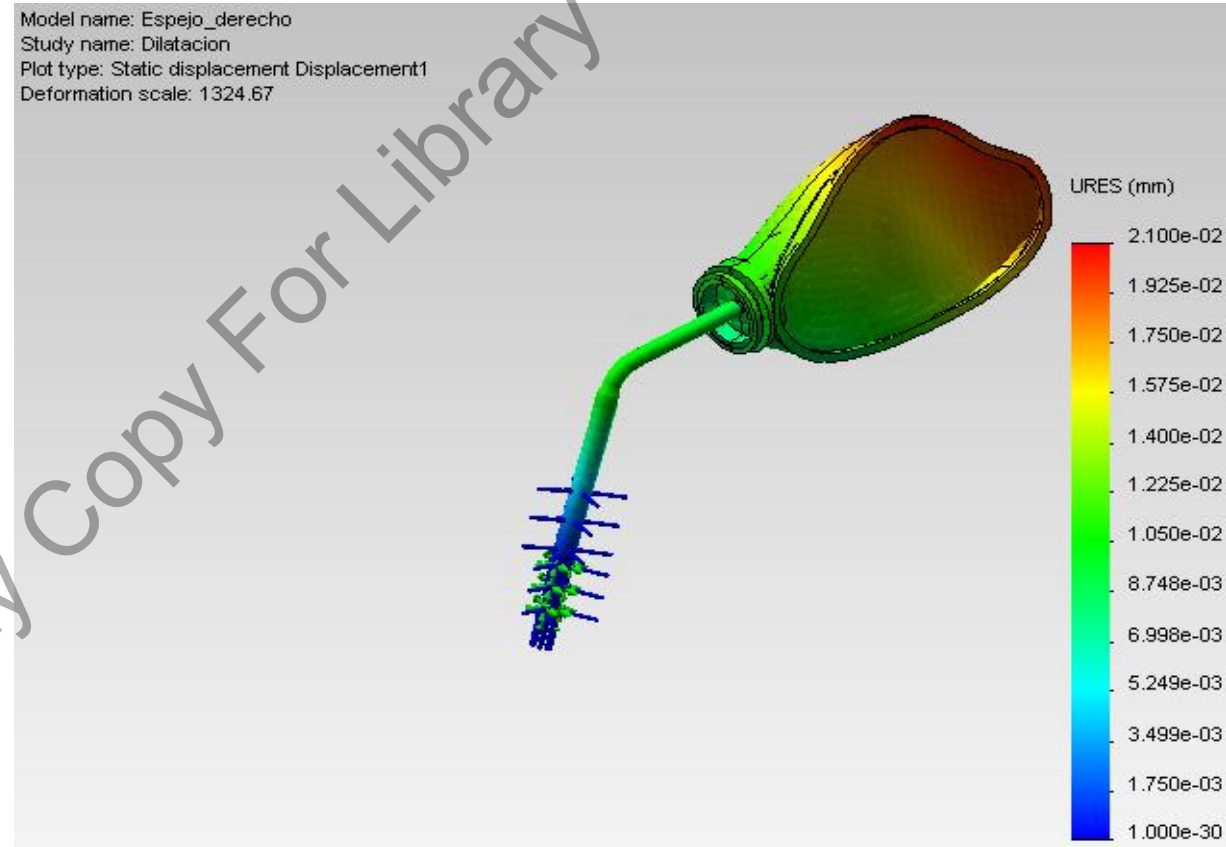
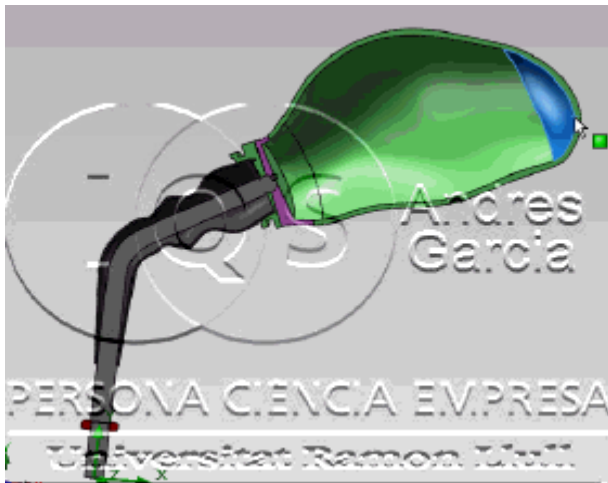
## CÁLCULO RESISTENCIA Y DILATACIONES

Con el fin de comprobar que se mantiene el apriete cuando el calor implica que el plástico se dilata más que el acero se pasa a realizar una simulación de dilataciones térmicas.

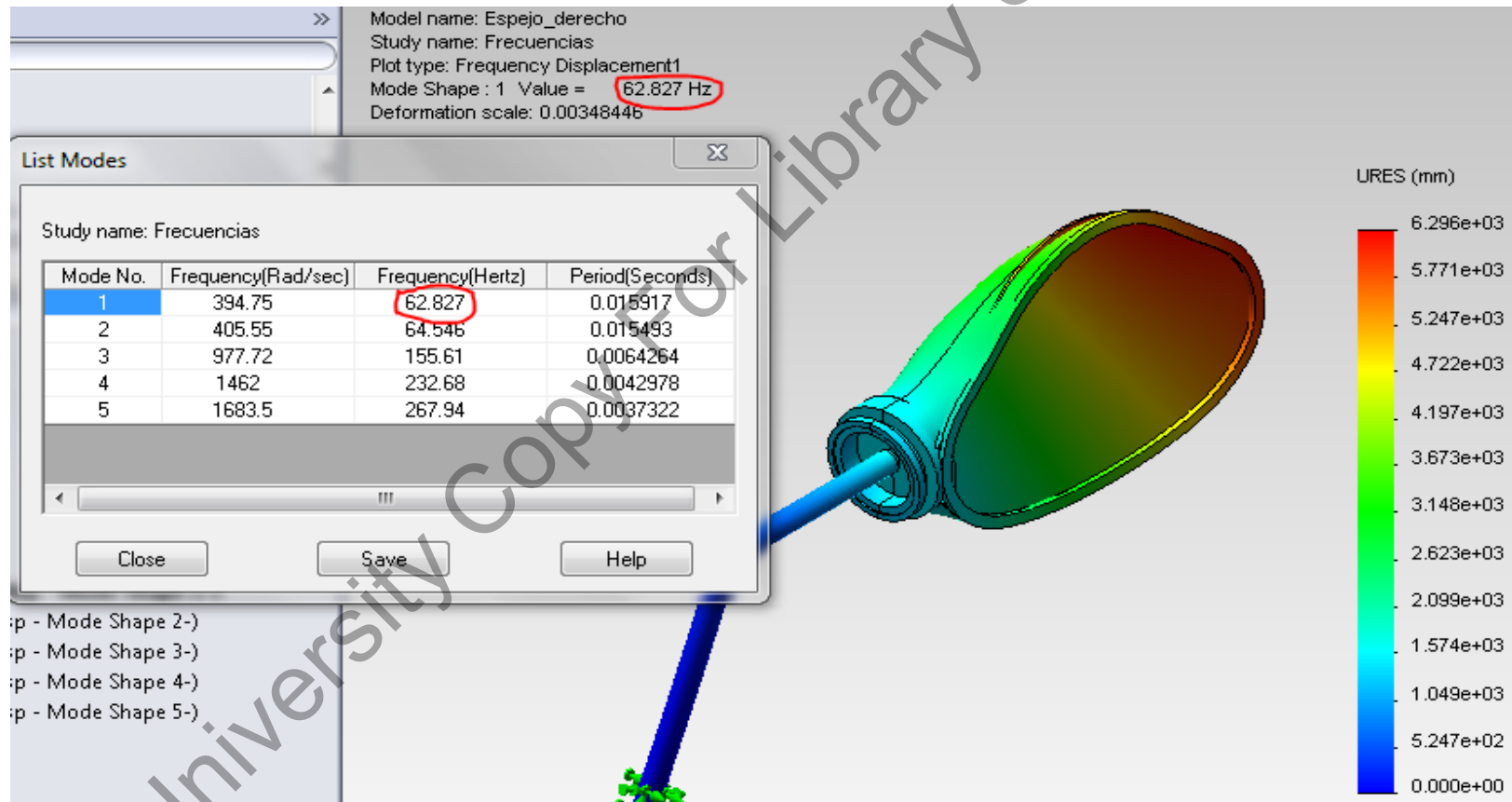




El desplazamiento máximo debido a la dilatación se produce en la punta con un valor de 21 micras. No se prevén problemas de pérdida de interferencia en rótula.

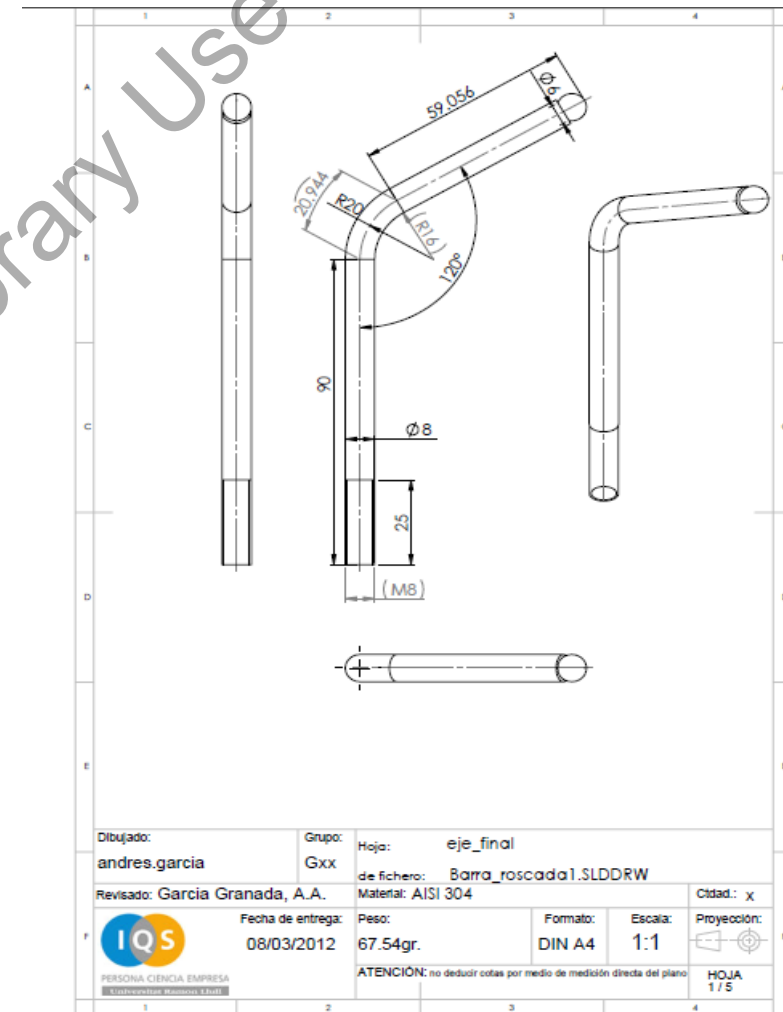


# CÁLCULO VIBRACIONES



# MOLDES Y FABRICACIÓN

Para comenzar el proceso de definir los moldes y otros procesos de fabricación utilizaremos de inicio la barra roscada definiendo un plano final y plano industrial paso a paso.



# MOLDES Y FABRICACIÓN

En el paso a paso definimos etapa inicial y final de cada máquina.

**Experiencia dice es barato estampar forma bola**

**eje\_roscado**

**eje\_doblado**

Dibujado: andres.garcia	Grupo: Gxx	Hoja: eje_corte			
Revisado: Garcia Granada, A.A.	de fichero: Barra_rosca	Materia: AISI 304			
	Fecha de entrega: 08/03/2012	Peso: 67.54gr.	Fo Dif		
PERSONA CIENCIA EMPRESA					
ATENCIÓN: no deducir cotas por medio de medición directa del plano					
HOJA 3 / 5					

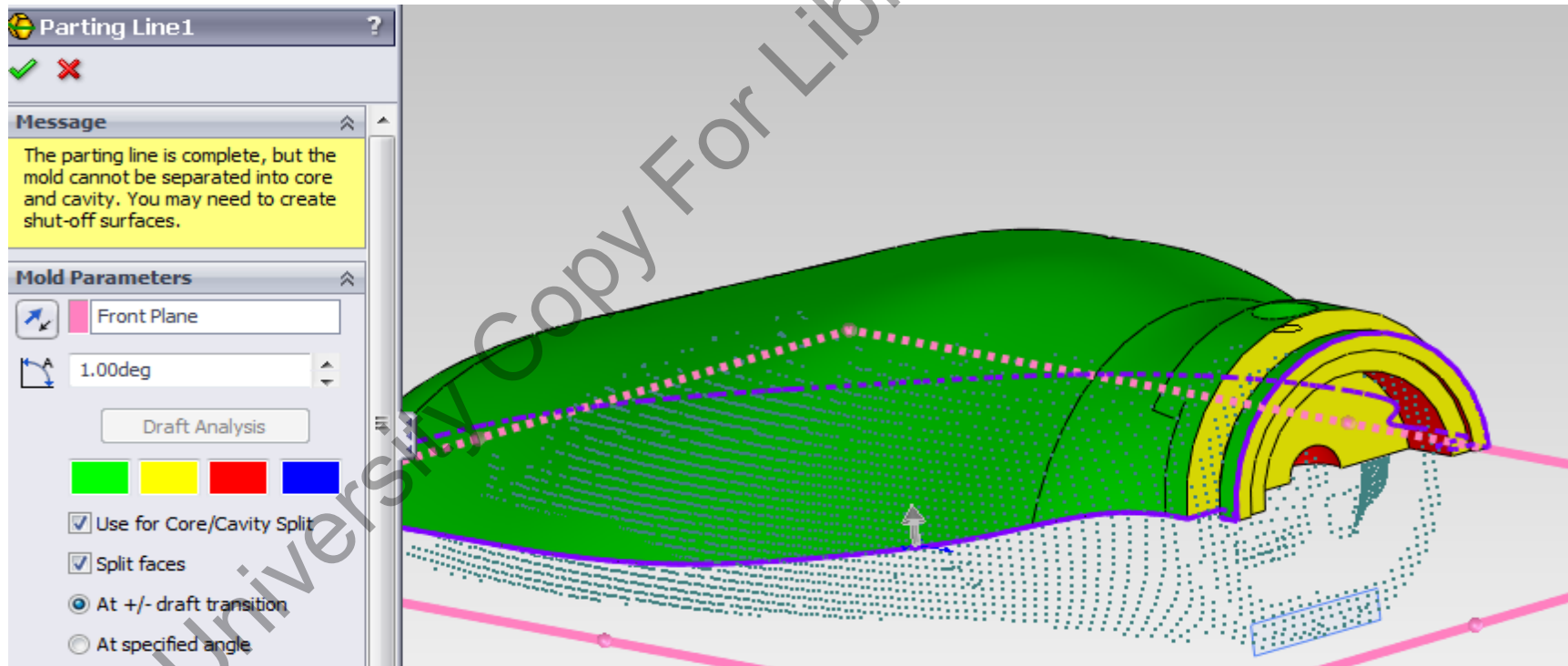
Dibujado: andres.garcia	Grupo: Gxx	Hoja: eje_torneado_bola			
Revisado: Garcia Granada, A.A.	de fichero: Barra_rosca	Materia: AISI 304			
	Fecha de entrega: 08/03/2012	Peso: 67.54gr.	Formato: DIN A4	Escala: 1:1	Proyección: x
PERSONA CIENCIA EMPRESA					
ATENCIÓN: no deducir cotas por medio de medición directa del plano					
HOJA 3 / 5					

Dibujado: andres.garcia	Grupo: Gxx	Hoja: eje_roscado			
Revisado: Garcia Granada, A.A.	de fichero: Barra_rosca	Materia: AISI 304			
	Fecha de entrega: 08/03/2012	Peso: 67.54gr.	Formato: DIN A4	Escala: 1:1	Proyección: x
PERSONA CIENCIA EMPRESA					
ATENCIÓN: no deducir cotas por medio de medición directa del plano					
HOJA 4 / 5					

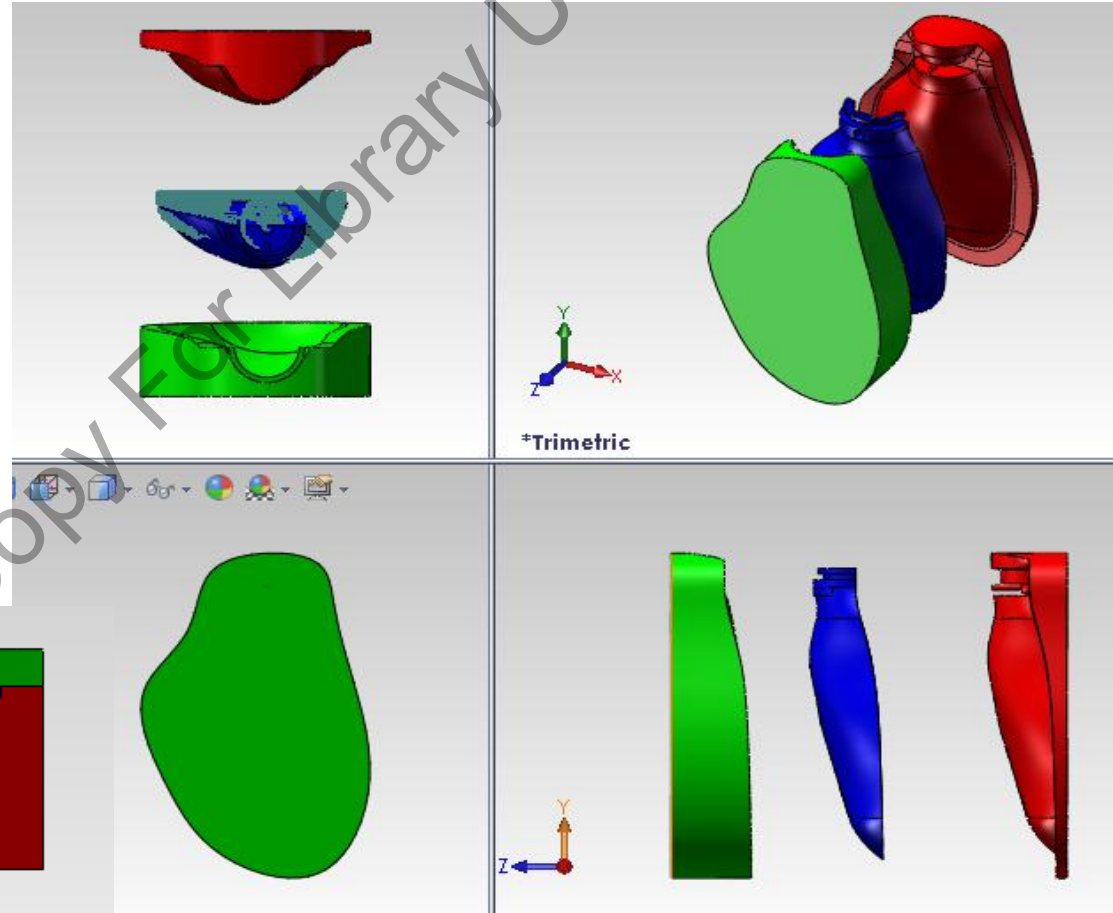
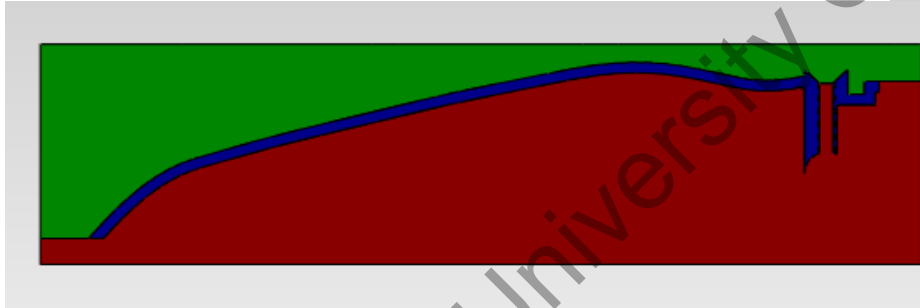
Dibujado: andres.garcia	Grupo: Gxx	Hoja: eje_doblado			
Revisado: Garcia Granada, A.A.	de fichero: Barra_rosca	Materia: AISI 304			
	Fecha de entrega: 08/03/2012	Peso: 67.54gr.	Formato: DIN A4	Escala: 1:1	Proyección: x
PERSONA CIENCIA EMPRESA					
ATENCIÓN: no deducir cotas por medio de medición directa del plano					
HOJA 5 / 5					

# MOLDES Y FABRICACIÓN

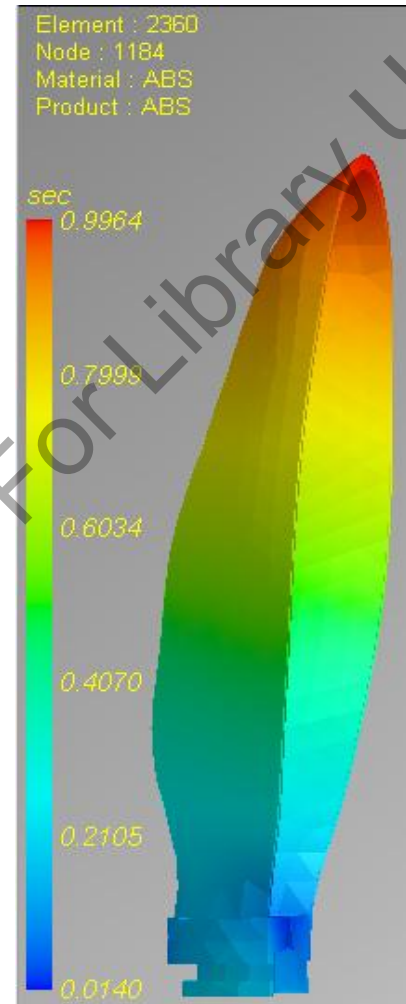
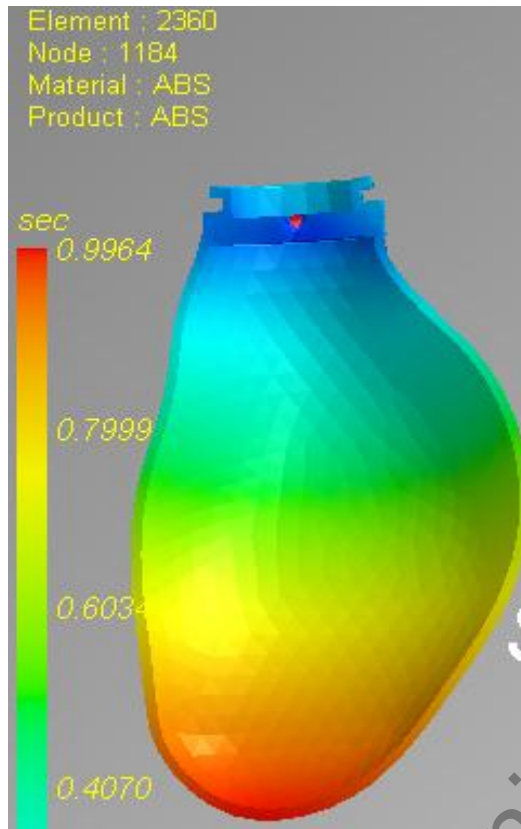
Para definir los moldes es necesario incluir ángulo de desmoldeo.



# MOLDES Y FABRICACIÓN

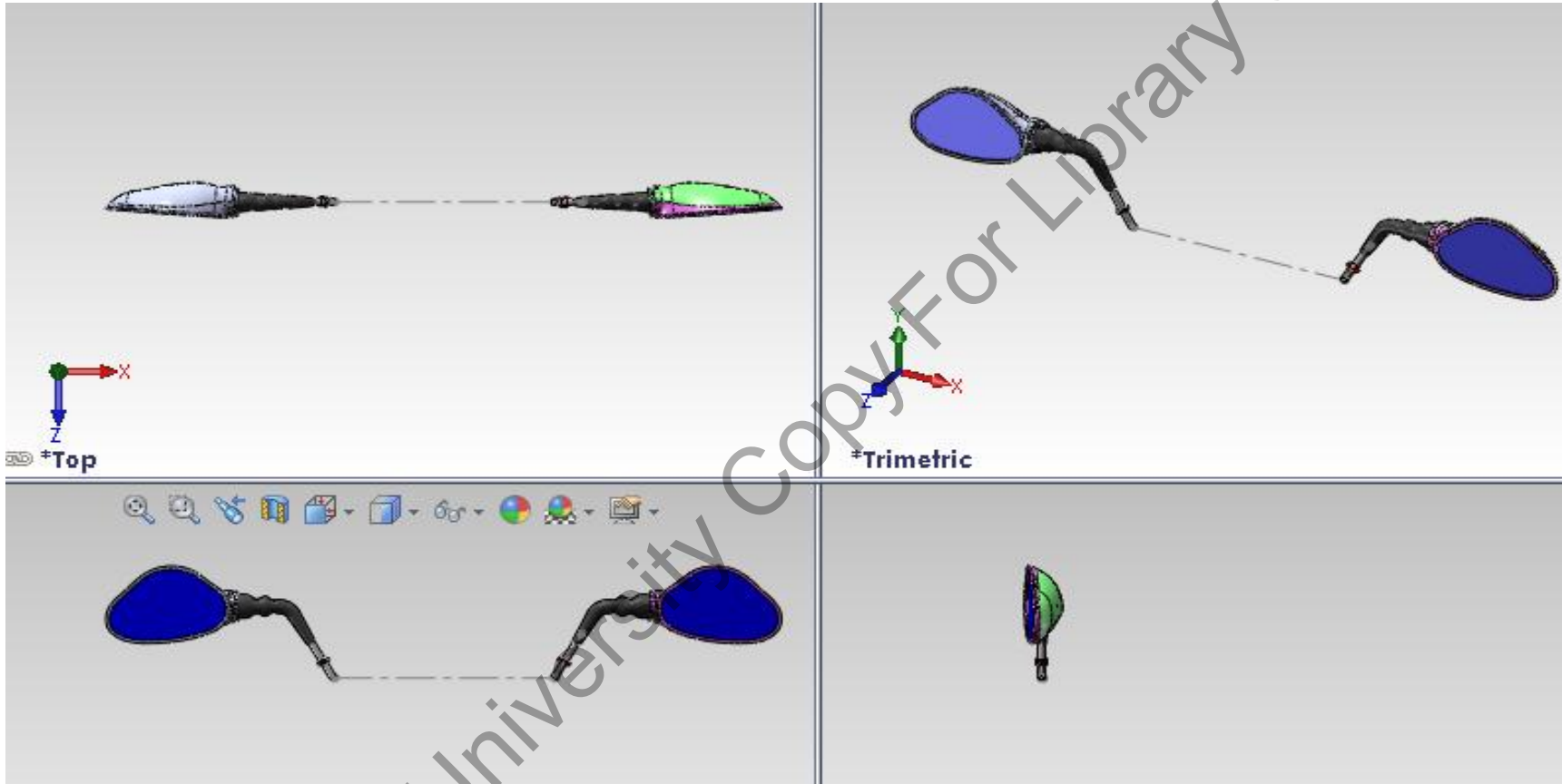


# MOLDES Y FABRICACIÓN



University Copy For Library Use

# PROYECTO FINAL





Uno de los objetivos del proyecto era bajar el peso de 202.7 gr. El diseño actual es de 142.7gramos.

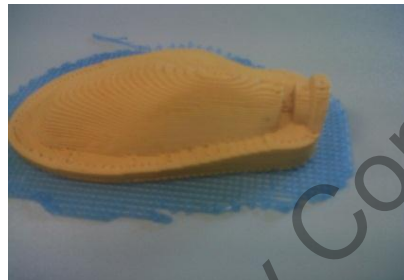
Por supuesto la falta de experiencia implica la necesaria realización de algún prototipo para comprobar que todo funciona correctamente.

NO.	NAME	Material	Weight	Q	Sheet
1	Espejo	Glass	22.88	2	
2	Carcasa_posterior	ABS	13.701629	1	
3	Carcasa_anterior	ABS	27.583339	1	
4	Hexagon_Thin_Nut_B_0.4035-1/8-C	AB1304	3.435	2	
5	Barranoscada1	AB1304	67.54	1	
6	Fuelle_goma	Rubber	6.13	2	
7	Tapping_screw DIN 7982-S13.5x1.6-C-H-C	AB1304	1.375	2	
8	Mir_Carcasa_posterior	ABS	13.68	1	
9	Mir_Carcasa_anterior	ABS	27.57	1	
10	Mir_barranoscada1	AB1304	67.54	1	

Dibuja: andres.garcia      Grupo: Gxx      hoja: Espejo\_completo  
 ae: numero: Proyecto\_espejo\_retrovisor.SLD.DRW  
 Realizado: Garcia Granada, A.A.      Material: (Check Assembly)      Cantidad: x

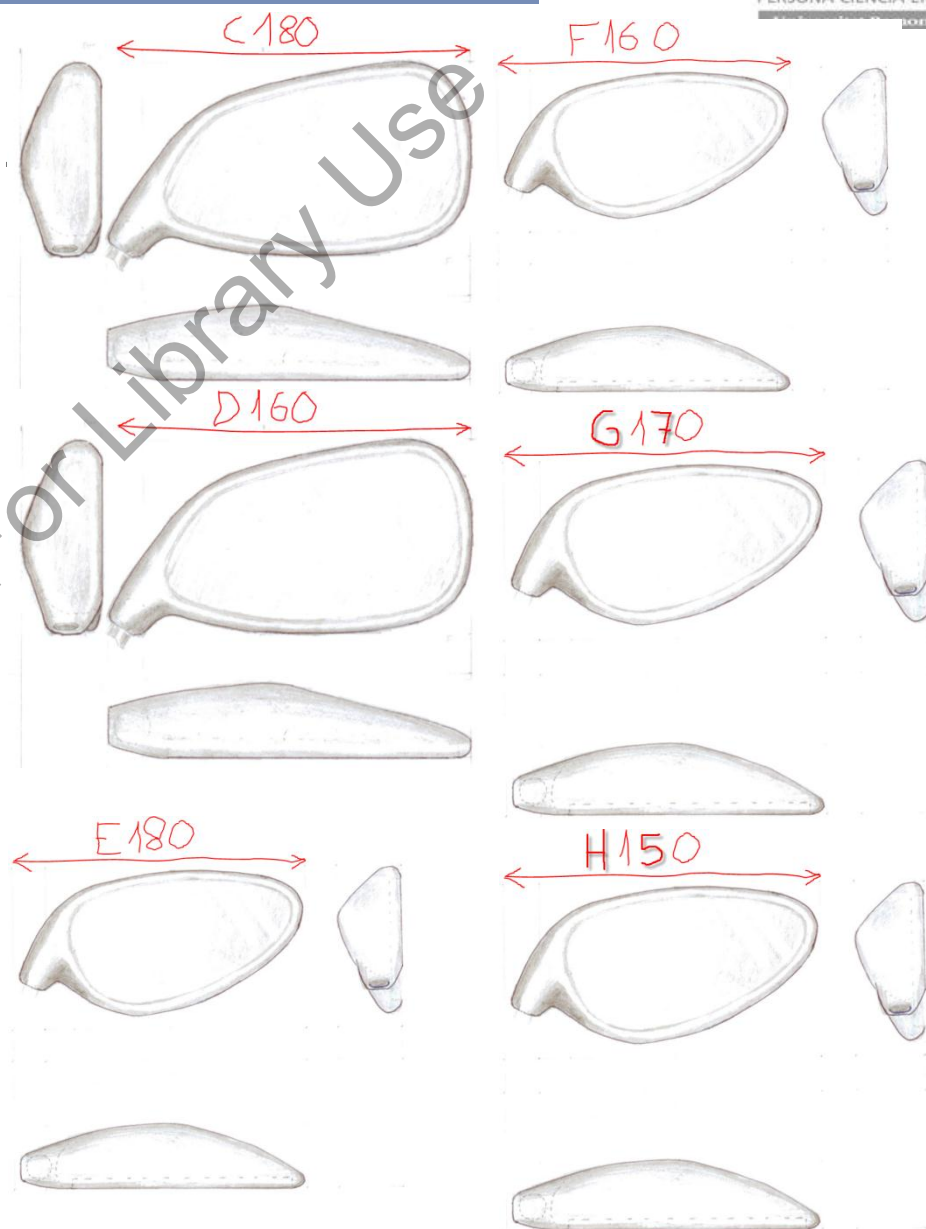
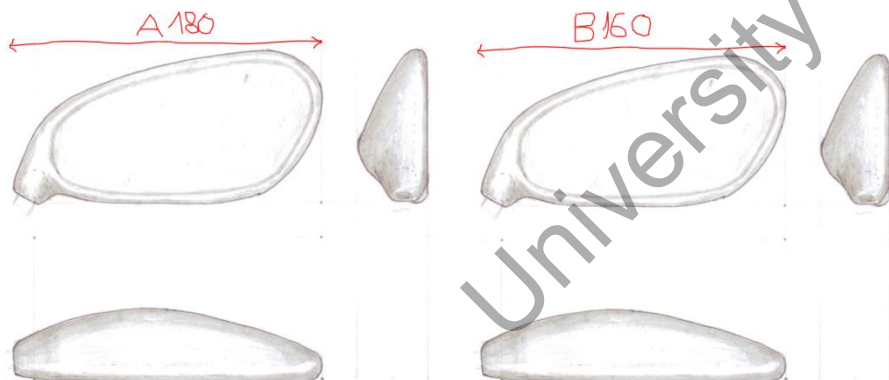
IQS      Fecha de entrega: 17/03/2012      Peso: 285.28 gr.      Formato: DIN A3      Escala: 1:5      Proyección:

Fotos de moldes prototipo.

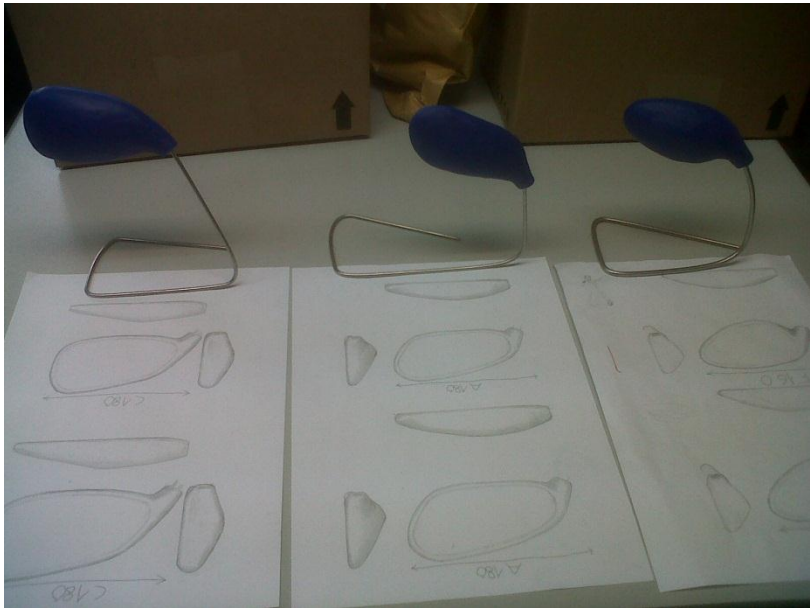


# • Grupos.

Grupo	F[N]	V[km/h]	E[mm]	Croq.[-]	Dig.
1	160	110	2.4	A180	A
2	150	105	2.3	B160	B
3	140	100	2.2	C180	C
4	130	95	2.1	D160	D
5	120	90	2.0	E180	E
6	110	85	1.9	F160	F
7	100	80	1.8	G170	G
8	90	75	1.7	H150	H



- Modelos 3D.



# • Grupos teoría.

9 a 11 Barberà

gr A y B semana 1 y 3

gr C y D semana 2 y 4

12.30 a 14.30 Barberà

gr A y B semana 2 y 4

gr C y D semana 1 y 3

grA_1	Alsina Puertas, Alex
grA_1	Andreu de Beascoa, Mari
grA_2	Aparicio Corbella, Jordi
grB_5	Banzo Vila, Ignasi
grA_2	Blanch Fernández, France
grA_2	Comas Barceló, Nil
grB_6	Cortiñas Villazon, Ignaci
grA_1	Duran Colls, Cristina
grA_3	Esteban Brugarolas, Lore
grB_6	Fernández Martínez, Guil
grB_6	Gassó Querol, Guillem
grA_3	López Espinós, Jan
grB_7	Muñoz Payán, Raúl
grB_7	Murias Closas, Aser
grB_7	Pastor Montellà, Sergi
grA_4	Planasdemunt Hospital, I
grB_8	Pont i Farré, Xavier
grB_5	Ramos Ferrer, Xavier
grA_4	Riera Golobart, Sergio
grB_8	Ros Matas, Luis
grB_8	Socías Alemany, Concepc
grA_4	Soldevila Aguado, Ignaci

grC_1	Aróstegui González, Carl
grD_5	Batlle Sánchez, Borja
grC_1	Boquera Viñals, Salvador
grD_5	Calderón Romero, Eduard
grD_5	Carroggio Cabestany, Gui
grD_6	Esplugas Miró, Enric
grC_2	Farré Valentí, David
grC_2	Molinas Moya, Santiago
grD_6	Murcia Hernández de He
grC_3	Noguera Oliach, José Ma
grC_2	Oriol Segura, Josep
grC_3	Pintó Batista, Camila
grC_3	Ponjoan Serra, Jordi
grD_7	Rodríguez Rodríguez, Pab
grD_7	Rull Trinidad, Josep
grD_8	Simón Sanz, José Antoni
grC_4	Solà Roca, Martí
grC_4	Torres Solanilla, Irene
grD_8	Valls Serra, Oriol
grD_8	Vives Sanjuan, Marc

# • Grupos proyecto retrovisor.

grD_1	Carroggio Cabestany, Gui
grC_1	Farré Valentí, David
grC_1	Pintó Batista, Camila
grD_1	Simón Sanz, José Antonio
grC_1	Torres Solanilla, Irene

grA_5	Aparicio Corbella, Jordi
grA_5	Duran Colls, Cristina
grA_5	Esteban Brugarolas, Lore
grB_5	Muñoz Payán, Raúl
grA_5	Planasdemunt Hospital, I

grA_2	Alsina Puertas, Alex
grB_2	Banzo Vila, Ignasi
grA_2	Comas Barceló, Nil
grB_2	Gassó Querol, Guillem
grB_2	Pont i Farré, Xavier
grB_2	Ramos Ferrer, Xavier

grA_6	Blanch Fernández, Franc
grB_6	Cortiñas Villazon, Ignacio
grB_6	Fernández Martínez, Guil
grA_6	López Espinós, Jan
grB_6	Ros Matas, Luis

grC_3	Aróstegui González, Carl
grC_3	Molinas Moya, Santiago
grB_3	Murias Closas, Aser
grC_3	Oriol Segura, Josep
grC_3	Ponjoan Serra, Jordi
grC_3	Solà Roca, Martí

grC_7	Boquera Viñals, Salvador
grD_7	Calderón Romero, Eduar
grD_7	Esplugas Miró, Enric
grC_7	Noguera Oliach, José Ma
grD_7	Rull Trinidad, Josep

grD_4	Batlle Sánchez, Borja
grD_4	Murcia Hernández de He
grD_4	Rodríguez Rodríguez, Pab
grD_4	Valls Serra, Oriol
grD_4	Vives Sanjuan, Marc

grA_8	Andreu de Beascoa, Mari
grB_8	Pastor Montellà, Sergi
grA_8	Riera Golobart, Sergio
grB_8	Socías Alemany, Concepc
grA_8	Soldevila Aguado, Ignaci

# • EVALUACION

## 13.00 NOTA

- 1.00 CD y papel presentación del documento con poster en A3.
- 0.50 Espejo como croquis.
- 0.50 0.2 Varilla con 0.15 proceso mecanizado y 0.15 cálculo fuerza en la punta.
- 1.00 0.5 Goma tipo fuelle + 0.5 estudio medioambiental(S).
- 1.00 0.5 Carcasa espejo con desmoldeo + 0.5 inyección(extra).
- 1.00 0.5 Carcasa anterior + 0.5 como nube de puntos y desmoldeo
- 1.00 0.5 Moldes de carcasa anterior + 0.5 costing (S).
- 1.00 0.5 Chapa doblada y desdoblada + 0.5 costing (S).
- 0.50 Ergonomía (C)
- 0.50 Tornillos, tuercas y piezas normalizadas para las uniones.
- 1.50 Cálculo 0.5 aerodinámica, 0.5 vibraciones y 0.5 dilataciones.
- 0.50 Logo empresa moto pegado en carcasa.
- 0.50 Ensamblaje sin interferencias excepto elementos deformables/rosca cosméticas.
- 1.00 0.5 Planos de todas las piezas, 0.25 lista materiales y 0.25 explosionado.
- 0.50 Módulo extra no explicado en clase
- 0.50 Módulo extra no explicado en clase
- 0.50 Módulo extra no explicado en clase

- Resumen.

- Presentación de la asignatura y el profesor.
- Presentación de la documentación existente.
- Introducción a CAx.
- Petición de instalación de SolidWorks2012 en portátiles.
- Instalación de Catia v5 R19 y R20.

University Copy For Library Use



## S02t.- Configuración Catia y SW.

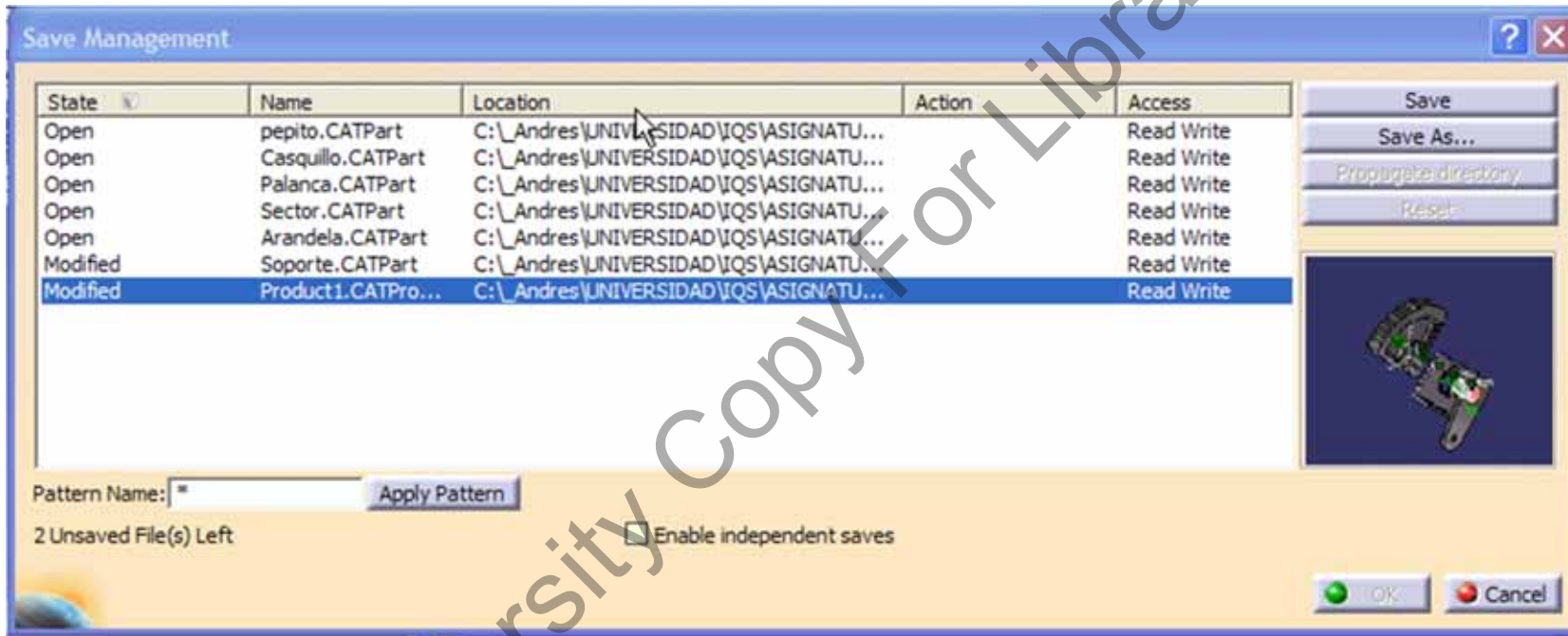
Mejora 14:15 ...

- Resumen.
- Definición de proyecto para el curso actual y tareas

University Copy For Library Use

## • Gestión de menús “File”.

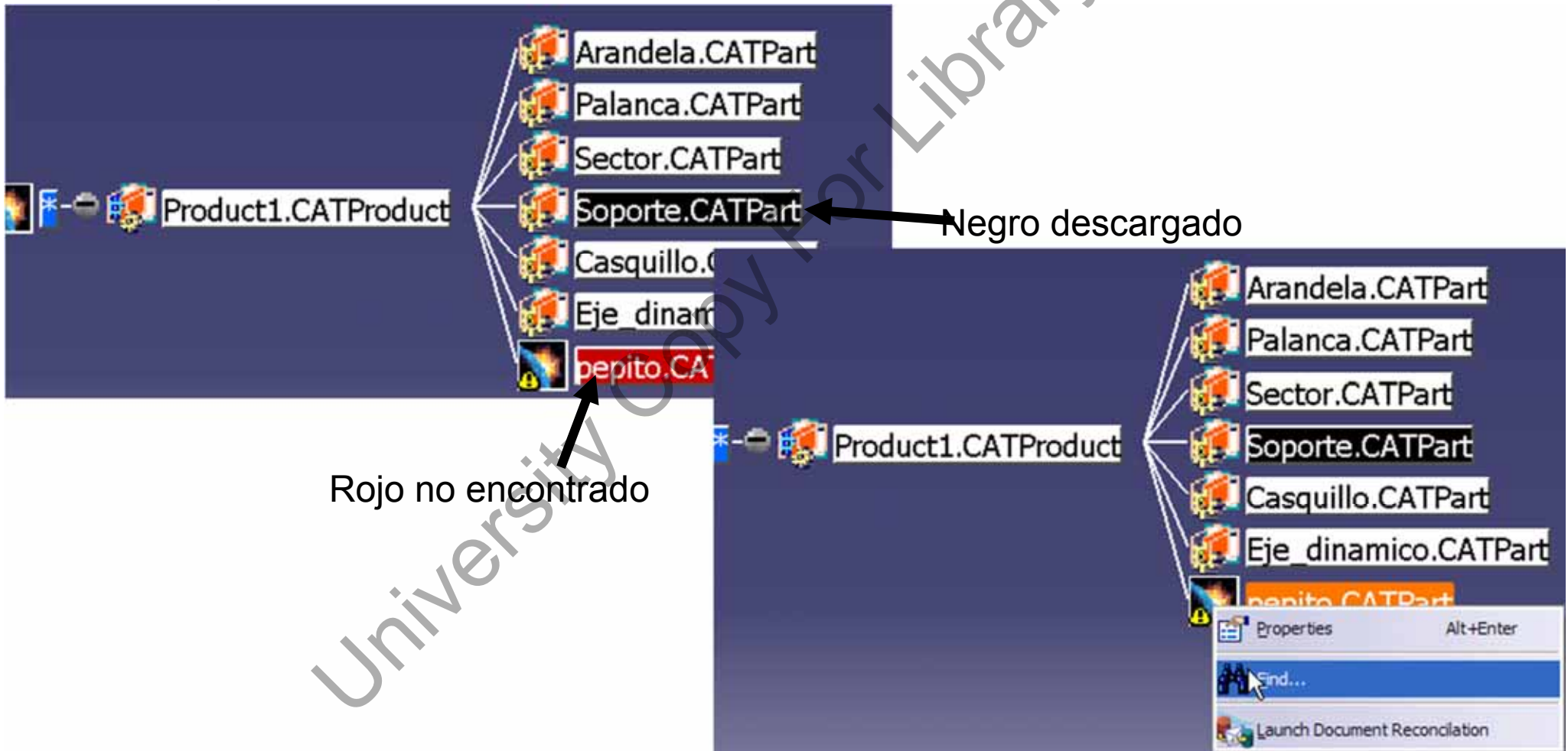
- “File -> Save Management”: Para visualizar que ficheros se han modificado y decidir que queremos guardar.



- “File -> Send to -> Directory”: Para asegurarnos que guardamos toda nuestra información necesaria en un único directorio. **MUY IMPORTANTE** a la hora de entregar los ejercicios. Si me llega el plano sin la pieza no podré visualizarlo.

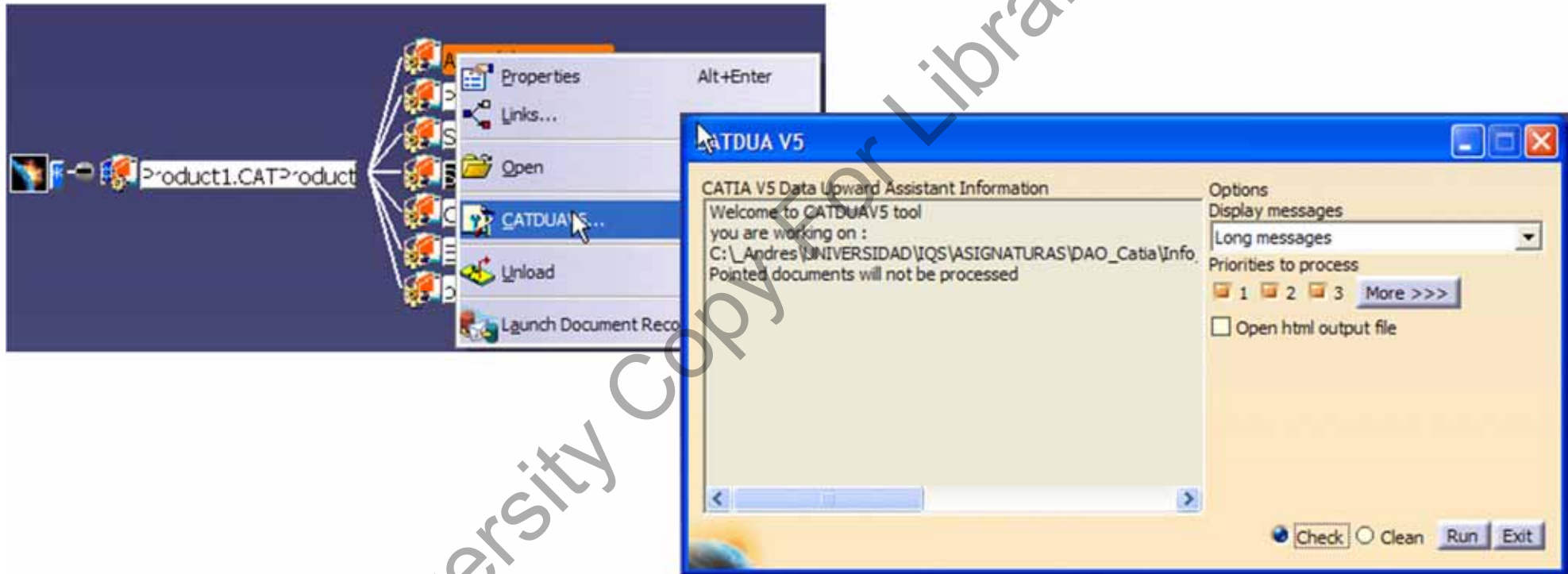
• Gestión de menús “File”.

- “File -> Desk”: Para visualizar si los ficheros se han cargado correctamente y poder arreglar los cambios.



## • Gestión de menús “File”.

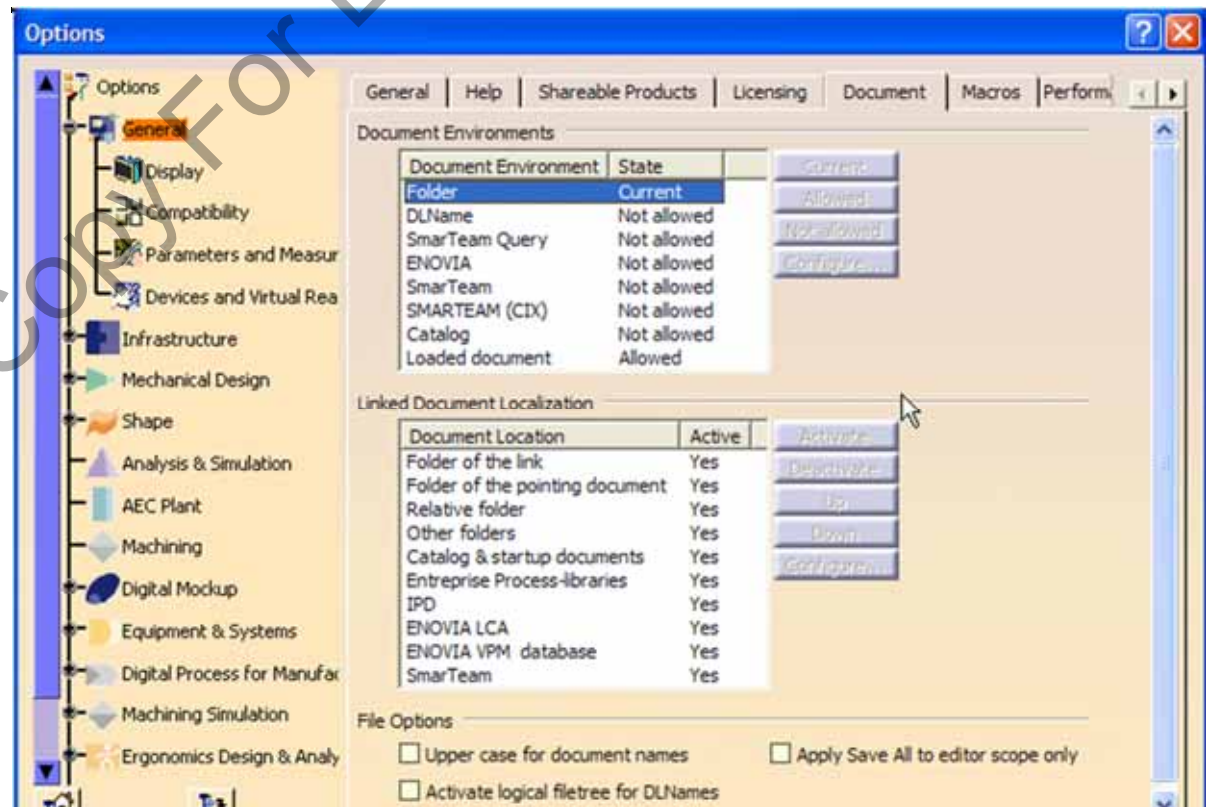
- “File -> Desk”: Para arreglar ficheros importados se les puede pasar un chequeo e intentar limpiar desde “Desk -> CATDUAV5”.



Esta opción se puede hacer para toda una serie de ficheros en “Background” desde “Tools -> Options -> Utility -> CATDUAV5”. Nota: El “Batch Monitor” puede tardar unos segundos en aparecer.

## • Gestión de menús “File”. Directorios.

Es importante establecer la configuración de Catia para que permita usar directorios. En las grandes empresas no se usan directorios. Se usan nombres de proyecto que se asignan como DLNames. Por ejemplo en SEAT existen un DLName SE250 para el Ibiza, AU416 para el Audi Q5 ... Para el curso trabajemos con directorios desde “Tools -> Options -> General -> Document -> Folder”

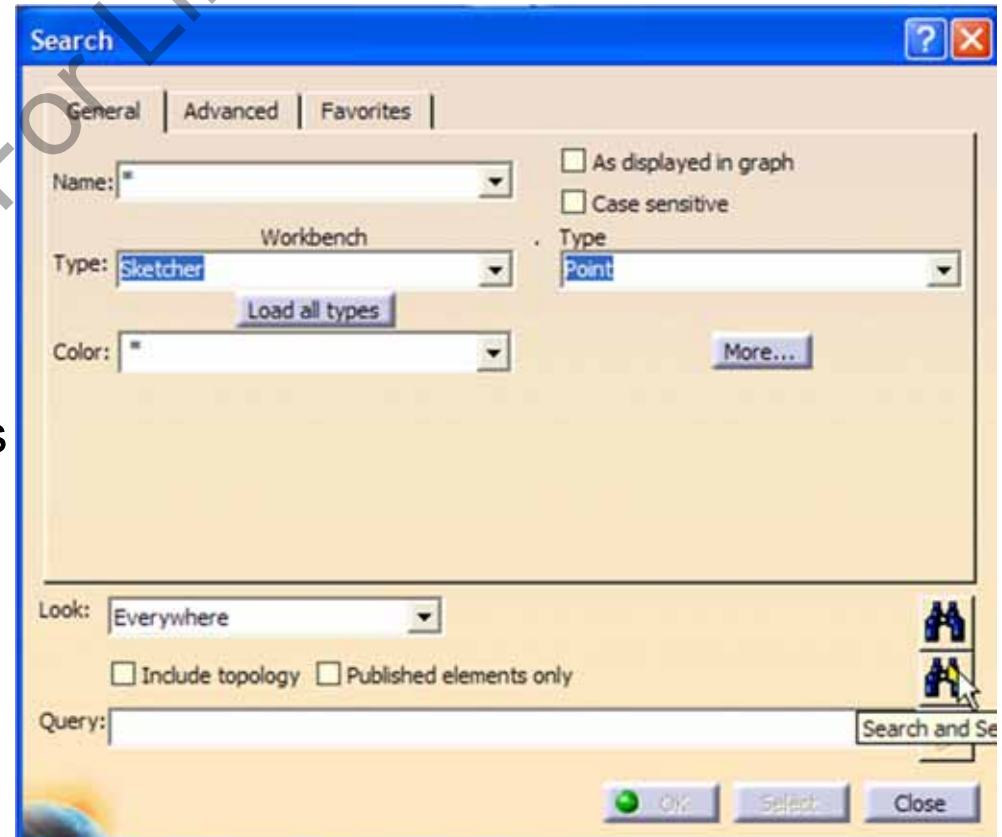


## • Gestión de menús “Edit”.

A parte de las opciones comunes de copiar (Ctrl+C) y pegar (Ctrl+V), deshacer (Ctrl+Z) y rehacer (Ctrl+Y) hay que destacar las siguientes opciones:

➤ “Paste special” Permite muchas opciones dependiendo del Workbench en el que nos encontremos. Si estamos en “Assembly” permite insertar componentes como resultado con lo que se pierde toda la información del árbol.

➤ “Search” para buscar elementos u operaciones dentro del árbol. Se usa por ejemplo para esconder todos los elementos determinados.



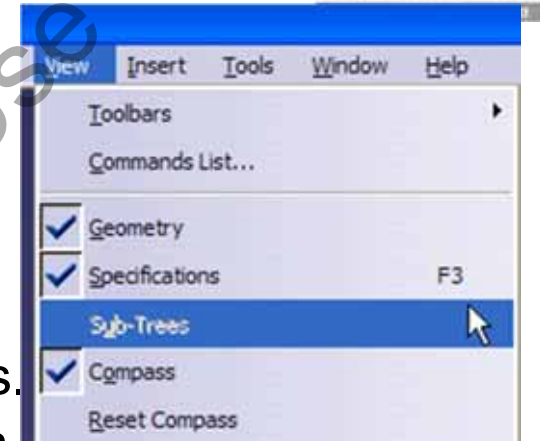
## • Gestión de menús “View”.

El menú básico de vistas activa el árbol, la geometría y el compás tal y como vemos en la figura. La expansión del árbol la podemos controlar desde este menú.

Además podemos controlar el zoom, rotaciones y movimientos. Estas opciones de vista también están en la barra inferior. Con el ratón estos movimientos se consiguen:

- Rotación: Apretar Ratón Central, Apretar Ratón Izquierdo, Girar pieza con los dos apretados. El centro de la rotación se elige con el botón central del ratón.
- Zoom: Apretar Ratón Central, Apretar Ratón Izquierdo, Soltar Ratón Izquierdo, Mover arriba y abajo con central apretado.
- Pan – Movimiento: Apretar Ratón Central, Mover con central apretado.

Es útil definir las vistas y usar la vista normal a la superficie seleccionada.





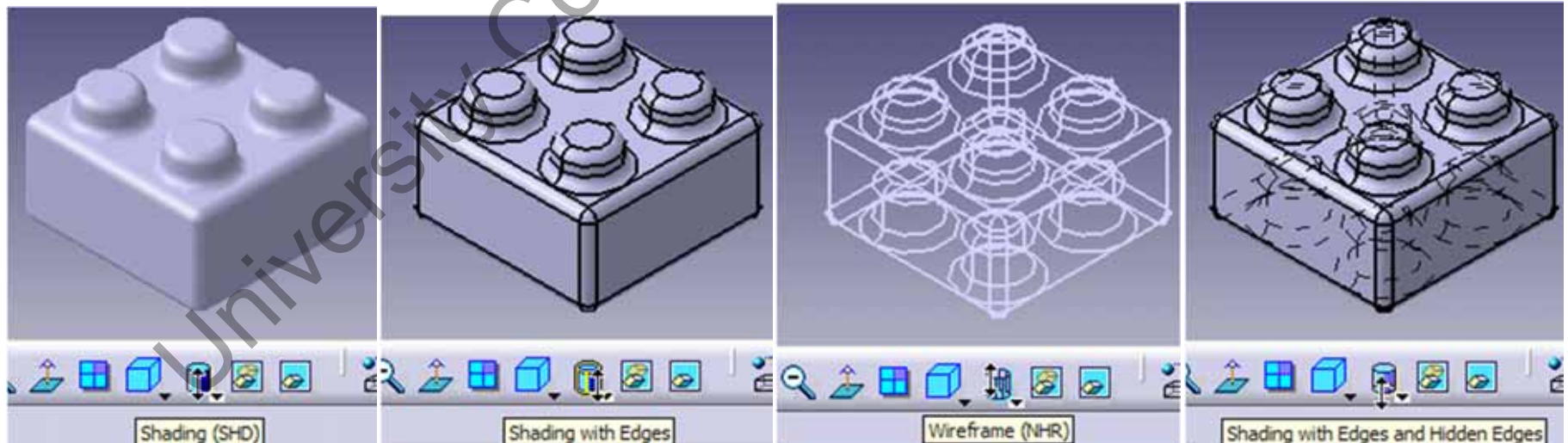
## • Gestión de menús “View” 2.

Con la opción “View” -> “Render Style” -> “Perspective” hay varias formas de moverse por el modelo con “View” -> “Navigation”

➤ Se aconseja el uso de “View” -> “Render Style” “Parallel” que sólo permite “Examine” para navegación. El resto de opciones necesitan de habilidad del usuario para no perderse dentro de la pieza.

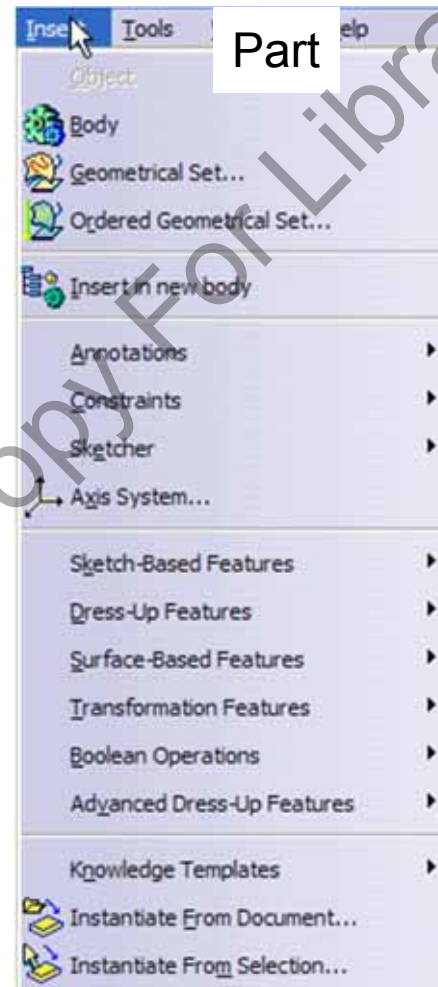
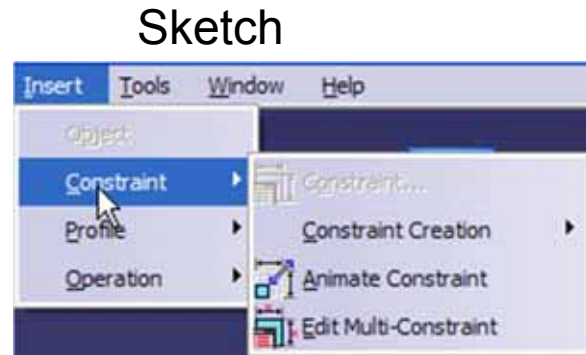


➤ Para los estilos se puede pasar de sólido a alámbrico con el “View” -> “Render Style”.



- Gestión de menús “Insert”.

El menú “Insert” depende del Workbench activo.

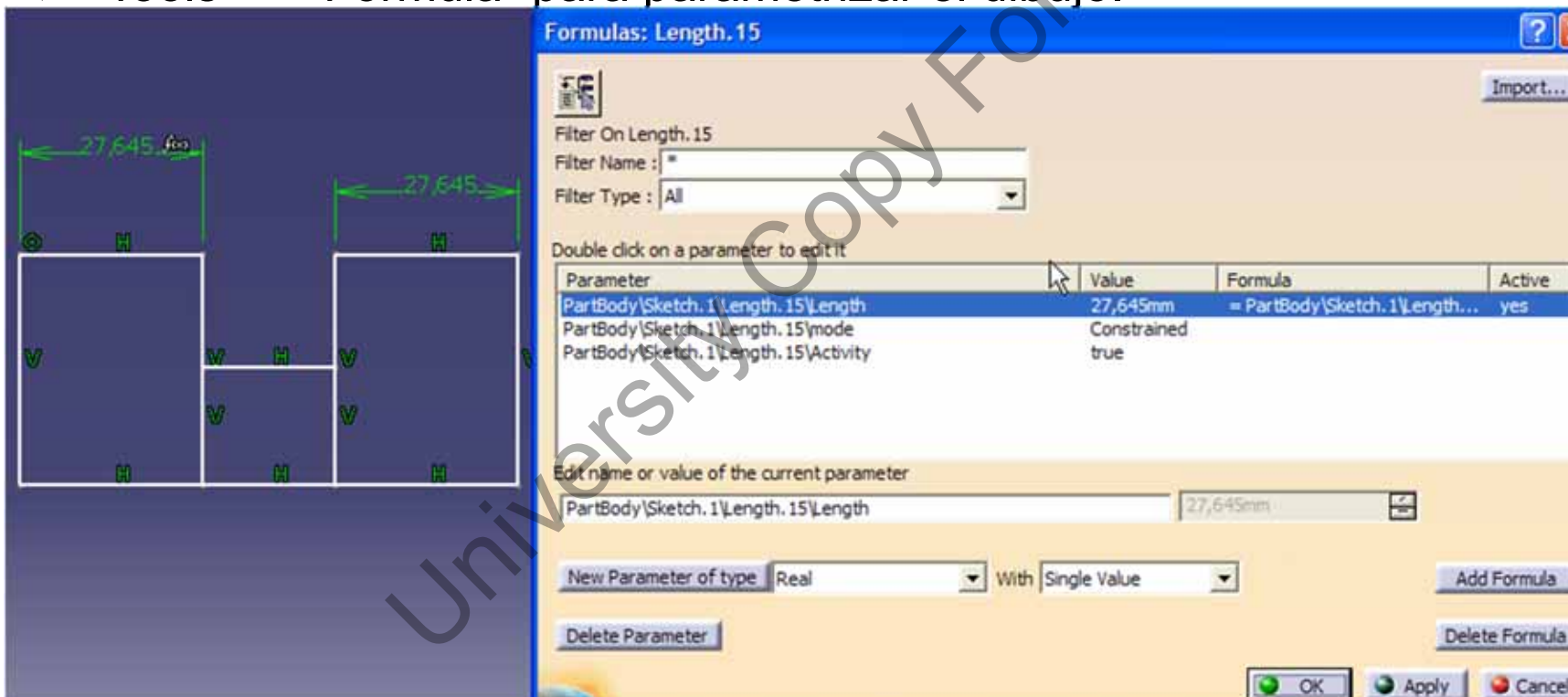


## • Gestión de menús “Tools”.

➤ “Tools” -> “Image” -> “Capture” para guardar imágenes que podemos ir insertando en el proyecto. Para imágenes 3D se recomienda usar pixelado mientras que para secciones es mejor usar formato vectorial pues se puede escalar sin empeorar.



➤ “Tools” -> “Formulas” para parametrizar el dibujo.



Formulas: Length.15

Filter On Length.15  
 Filter Name : \*  
 Filter Type : All

Double click on a parameter to edit it

Parameter	Value	Formula	Active
PartBody\Sketch.1\Length.15\Length	27,645mm	= PartBody\Sketch.1\length...	yes
PartBody\Sketch.1\Length.15\mode	Constrained		
PartBody\Sketch.1\Length.15\Activity	true		

Edit name or value of the current parameter  
 PartBody\Sketch.1\Length.15\Length 27,645mm

New Parameter of type Real With Single Value

Delete Parameter

Add Formula

Delete Formula

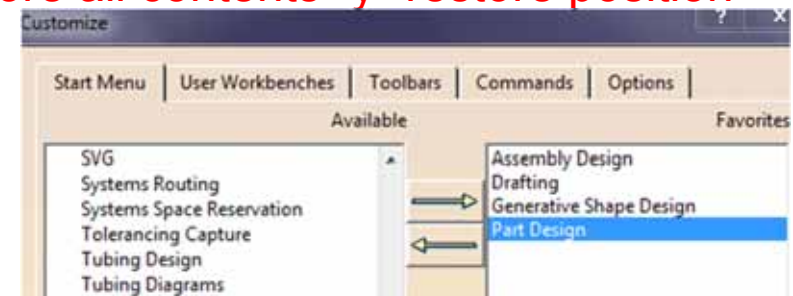
OK Apply Cancel

## • Gestión de menús “Tools” 2.

- “Tools” -> “Macros” para definir acciones que podemos repetir y editar con Visual Basic.

Para ejecutar comandos sobre muchos ficheros en el “Background”:

- “Tools” -> “Utility” -> “CatDuaV5” para arreglar errores del modelo.
- “Tools” -> “Utility” -> “Downward Compatibility” para poder grabar en formatos de Catia v5 anteriores al nuestro hasta Catia v5R6.
- “Tools” -> “Utility” -> “Batch-dxf-igs-step” para pasar a formato standard. Recomendado “iges” para 3D y “dxf/dwg” para planos.
- “Tools” -> “Customize” -> “Toolbars” -> y elegir “restore all contents” y “restore position”
- “Tools” -> “Customize” -> Definir favoritos:  
Part Design, Assembly Design, Drafting,  
Generative Shape Design.

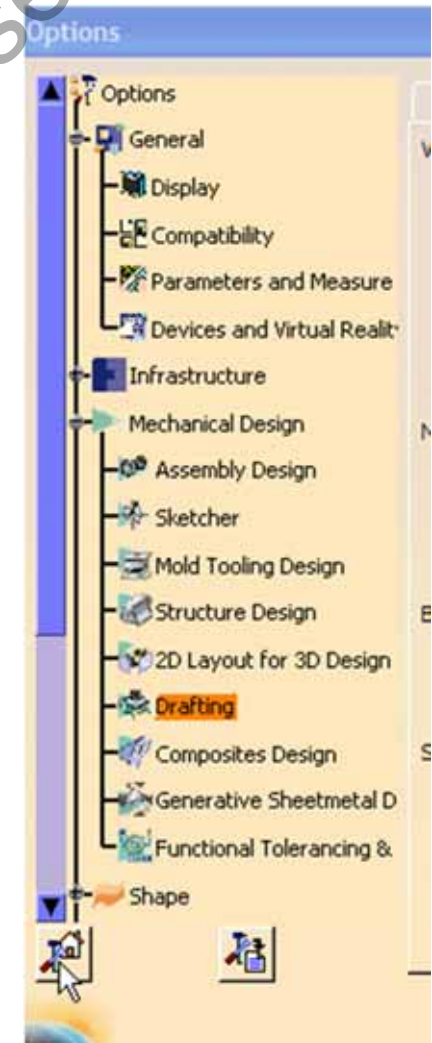
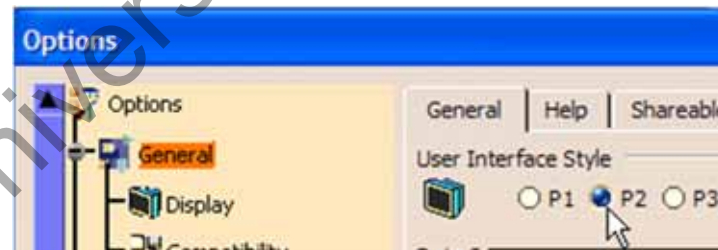
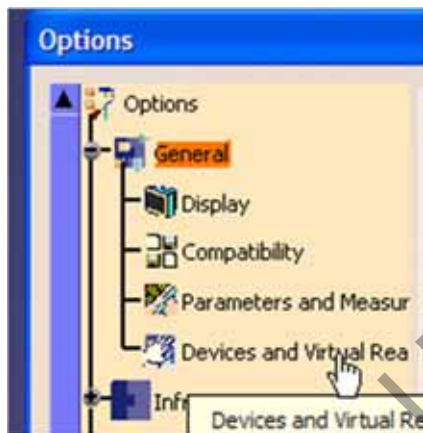


## • Gestión de menús “Tools” 3.

Para las opciones hay muchos submenús.

Lo más interesante es saber hacer reset y luego configurar todo lo marcado en rojo:

➤ “Tools” -> “Options” -> “General” Todo es interesante excepto “Devices”. Comprobar tenemos P2. P1 es un básico como SolidWorks y P3 es un avanzado no a la venta para Airbus.

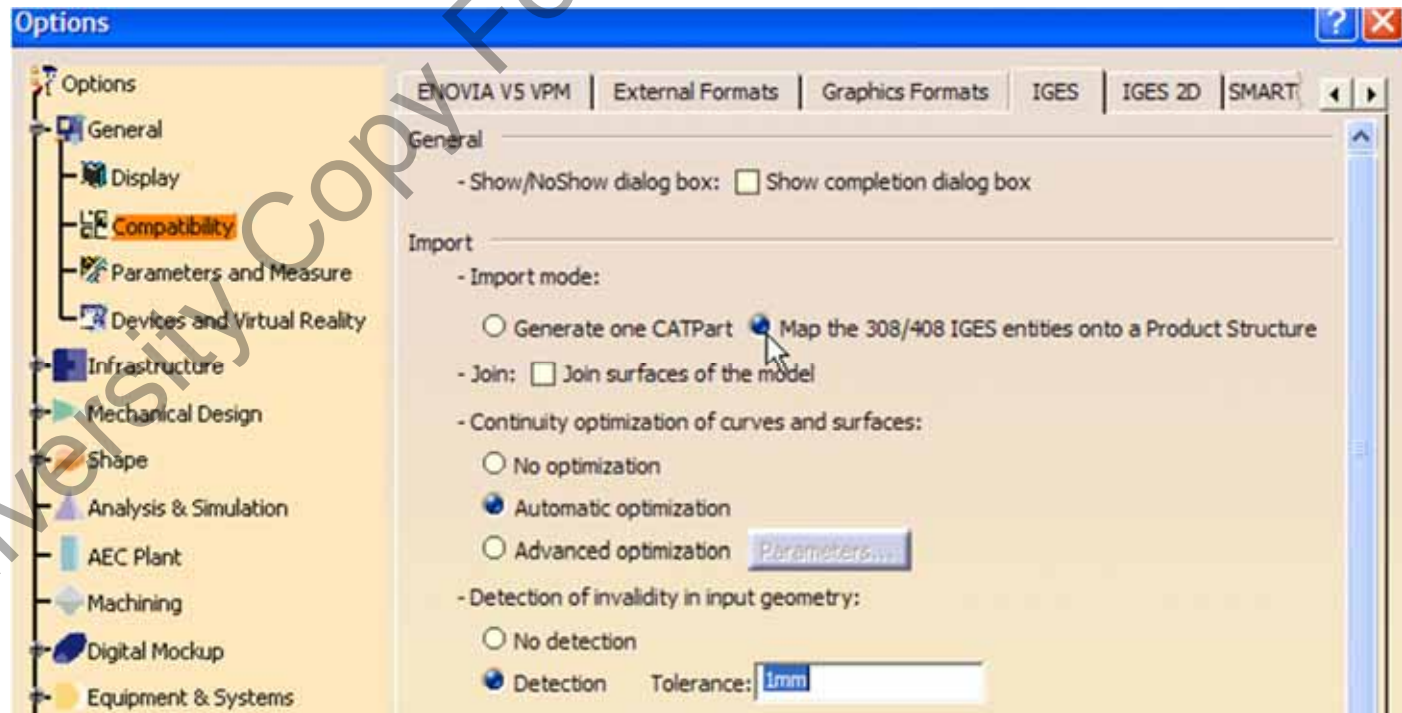


## • Gestión de menús “Tools” 4.

- “Tools” -> “Options” -> “General” -> “General”. Cambiar a “No automatic Backup” para que Catia no consuma recursos.
- “Tools” -> “Options” -> “General” -> “General”. Desactivar “Drag and Drop for Copy and Paste”.
- “Tools” -> “Options” -> “General” -> “Help”. Definir la ruta de los fichero del help [“\\sdoc\software\PUBLIC\Exp Grafica\DAO\Help Catia Online”](#). 2011 no disponible. SE puede ver en intranet [//sdoc2/Asignaturas/Exp Grafica/Catia v5 R19doc/B19doc/English/online/CATIA P3 default.htm](#)
- “Tools” -> “Options” -> “General” -> “Document” -> “linked document location”. Sólo las 4 primeras opciones “Yes” y resto desactivado.
- “Tools” -> “Options” -> “General” -> “PCS”. Cambiar a número de “undo” que queremos que guarde Catia por ejemplo a 10 pasos.
- “Tools” -> “Options” -> “General” -> “Display”. Activar el “tree show/no show”

## • Gestión de menús “Tools” 5.

- “Tools” -> “Options” -> “General” -> “Display” -> “Performance” 3D a 0,2mm por segmento y 2D 0,02mm por segmento, “level of detail” -> “static” puesto a cero.
- “Tools” -> “Options” -> “General” -> “Display” -> “Visualisation”. Poner el color de fondo oscuro si no lo está.
- “Tools” -> “Options” -> “General” -> “Compatibility”. Para pasar ficheros a otros formatos.



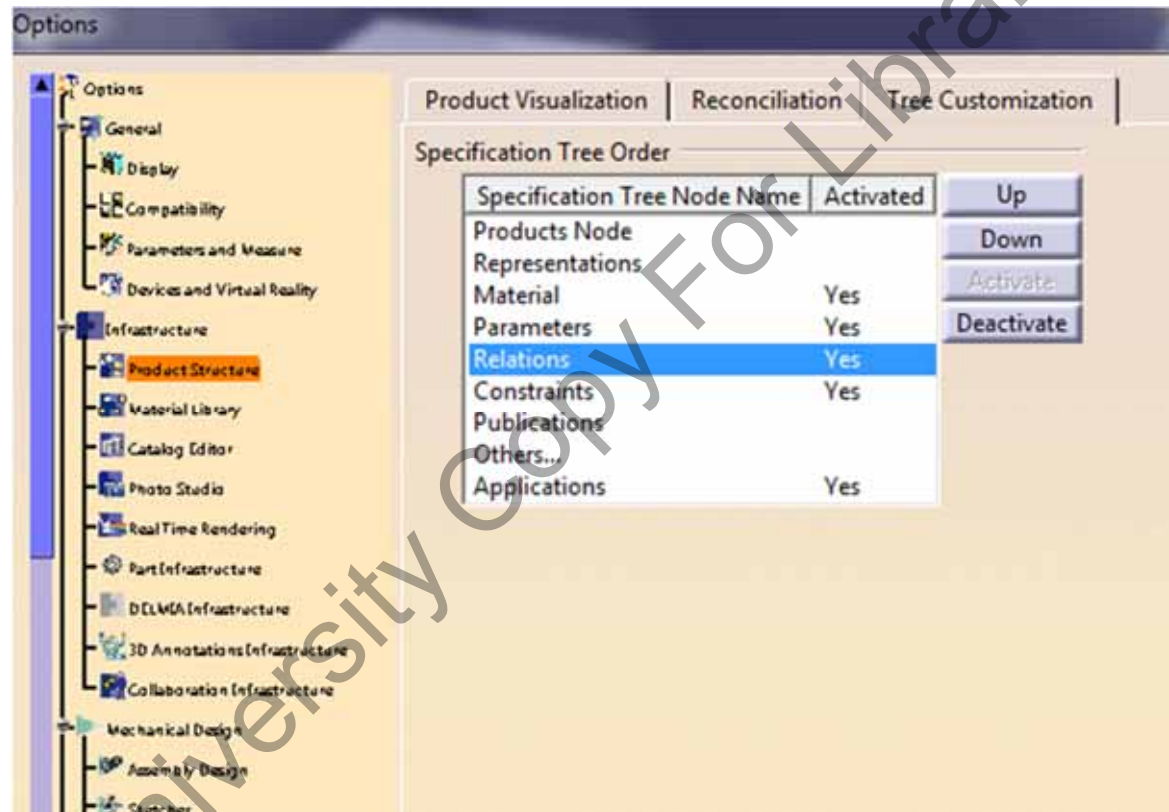
## • Gestión de menús “Tools” 6.

- “Tools” -> “Options” -> “General” -> “Parameters” -> “Knowledge”. Activar “with value” and “with formula”.
- “Tools” -> “Options” -> “General” -> “Parameters” -> “Units”. Comprobar “mm”.
- “Tools” -> “Options” -> “General” -> “Parameters” -> “Meas.Tools” -> “Aut.Update”. Activar “Part” y “Product”.



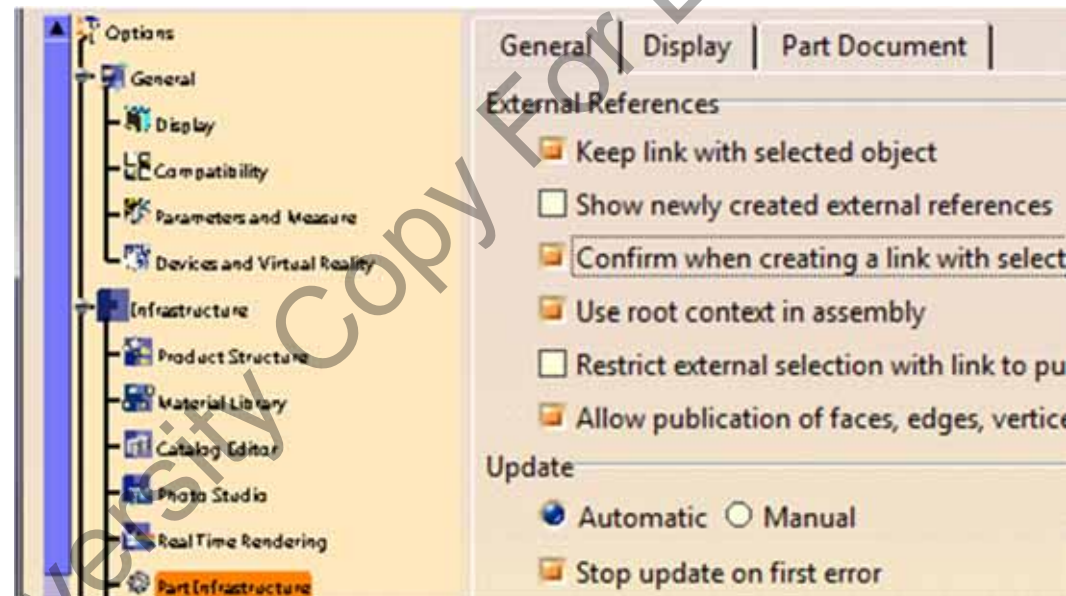
## • Gestión de menús “Tools” 7.

- “Tools” -> “Options” -> “Infrastructure” -> “Product Structure” -> “Tree Customisation”. Cambiar “Parameters” y “Relations” a “Yes”.



- Gestión de menús “Tools” 8.

- “Tools” -> “Options” -> “Infrastructure” -> “Part infrastructure” -> “General”.  
Activar “Keep link with selected objects” y “Confirm when creating a link”.



## • Gestión de menús “Tools” 9.

- “Tools” -> “Options” -> “Infrastructure” -> "Part infrastructure" -> "Display". Marcar todas las opciones en "Display in specification tree" y "checking operations when renaming" elegir "Under the same tree node".
- “Tools” -> “Options” -> “Infrastructure” -> "Part infrastructure" -> "Part Document". Desactivar "Enable Hybrid Design".
- "Tools -> Options -> Mechanical Design -> Drafting -> Layout tab" para definir lugar de macros de planos. Por defecto: "C:\Archivos de programa\Dassault Systemes\B19\intel\_a\VBScript\FrametitleBlock\" sustituir por [\\sdoc2\Asignaturas\Exp\\_Grafica\DAO\CATDrawing-formatos\](#) o un directorio local en que copiemos este de sdoc2.

- Gestión de menús “Window”.

Con el menú “Window” podemos pasar de un modelo a otro.

University Copy For Library Use

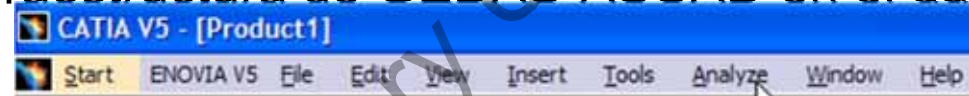
- Gestión de menús “Help”.

“Help” no está instalada en la sala DAO. Se disponen de varias configuraciones de ayuda:

- El “Help” básico son 4 CD que se activan desde Catia con F1. Ahora el help está copiado y accesible desde "[\\sdoc\software\PUBLIC\Exp\\_Grafica\DAO\Help\\_Catia\\_Online](\\sdoc\software\PUBLIC\Exp_Grafica\DAO\Help_Catia_Online)"
- Existe un Help más potente llamado “Companion”.

## • Menú Superior.

Se repasa en clase el documento de infraestructura de GEDAS-ASCAD en el que se vuelven a repasar todos los menús.



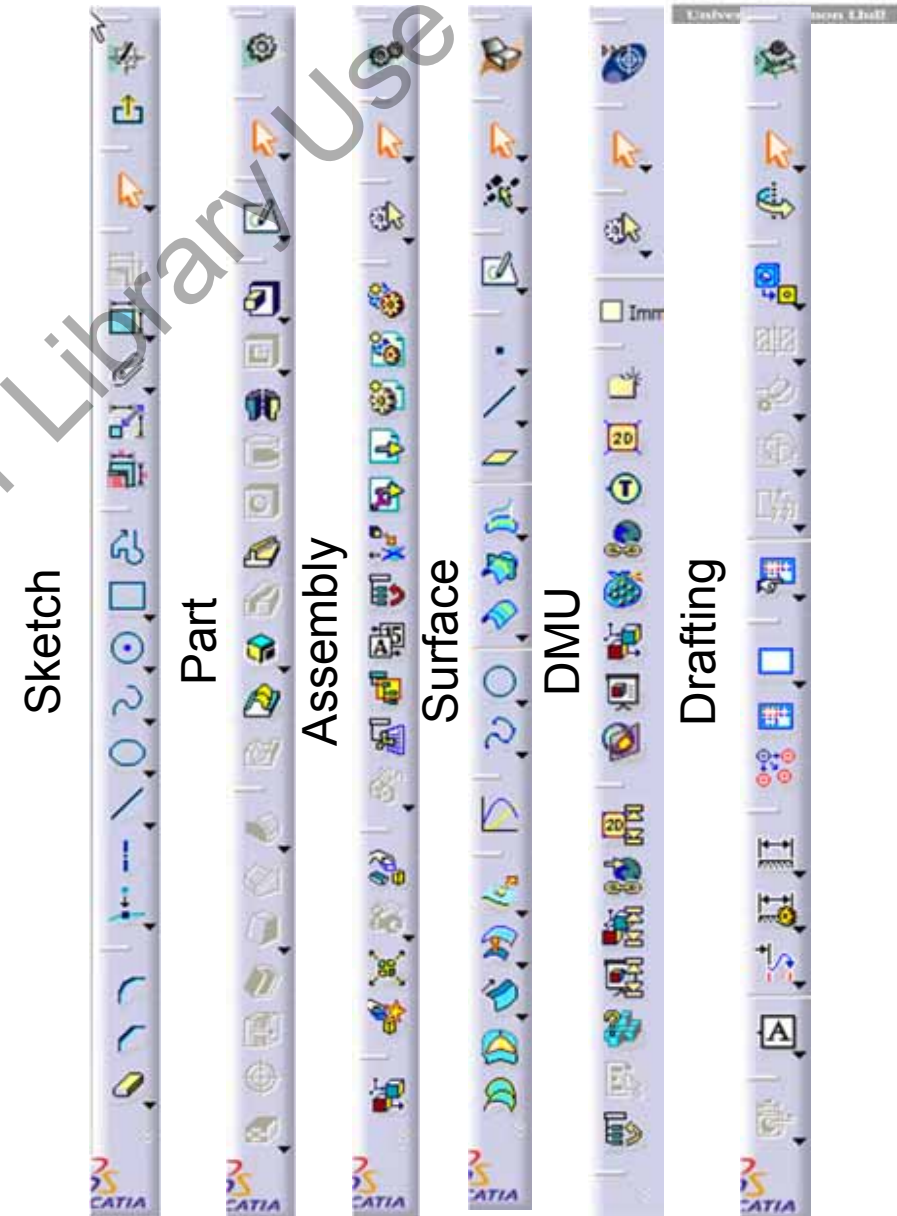
- Start: Selección del workbench o taller de trabajo (sólidos, superficies, análisis, planos, etc...).
- EnoviaV5: Para acceder a bases de datos.
- File: Selección y clasificación del archivo de trabajo (new, open, save, ...).
- Edit: Herramientas de uso común en todos los entornos de trabajo (undo, copy-paste, links, ...).
- View: Herramientas de visualización (render style, hide-show, ...).
- Insert: Herramientas comunes y propias de cada entorno de trabajo.
- Tools: Herramientas de configuración y personalización del entorno de trabajo (customize, options, search order, ...).
- Analyze: Herramientas de análisis y medición (a nivel de **product**).
- Window: Organización y visualización de los diferentes archivos con los que estamos trabajando.
- Help: Arranque de la ayuda y documentación adjunta.

- Barras de herramientas.

Las barras de herramientas colocadas a la derecha dependen de cada Workbench.

- Comandos por teclado.

Ubicada en la parte inferior derecha de la pantalla, permite la introducción por teclado de las diferentes funciones, estas deben ir precedidas por "c:". Los comandos disponibles se pueden consultar desde "Tools" -> "Customize" -> "Commands".

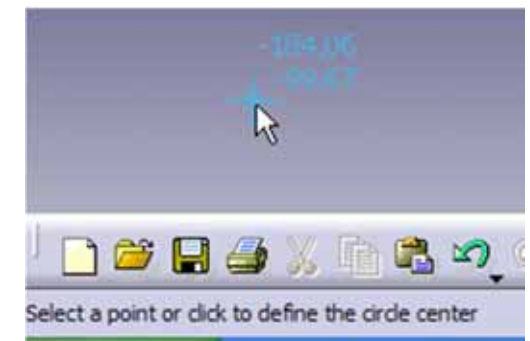


- Mensajes de ayuda.

En la parte inferior izquierda de la pantalla aparece un mensaje que indica la acción, aparentemente más lógica, que a continuación se debe ejecutar, o aquella que una función determinada requiere.

Situándose con el puntero, sobre cualquier icono, se puede saber de qué herramienta se trata. De la misma manera situándose sobre cualquier función o elemento del árbol muestra información sobre ésta.

En la foto nos indica que para hacer un círculo basándonos en el centro espera que escojamos un punto para definir dicho centro.





- **Área Geométrica.**

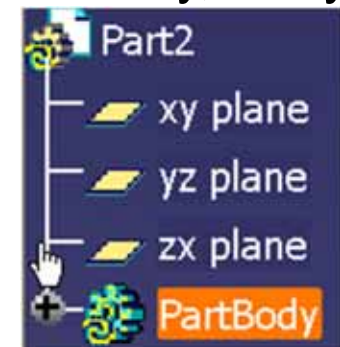
Área de desarrollo del trabajo, donde se encuentra, a parte del modelo y todos los elementos de referencia creados, el árbol de especificaciones, el compás y los planos XY, YZ y ZX que definen los ejes de coordenadas en el punto (0,0,0) y que aparecen en todo archivo por defecto.

- **Árbol de especificaciones.**

Situado por defecto en la parte izquierda de nuestra pantalla, presenta una estructura ramificada en la que se reflejan todas las operaciones realizadas en el diseño. Esta ramificación responde a la dependencia de los diferentes componentes.

Se organiza en diferentes grupos según la información contenida: Partbody, Body, Geometrical set, Constraints, Applications, Parameters y Relations.

Para cambiar de manipular Árbol a Geometría basta con clickar con el ratón en la rama del árbol.



- **Compás.**

Situado en la parte superior derecha del área geométrica, representa los tres ejes de coordenadas.

Su orientación por defecto es la de los ejes del modelo. Esta orientación puede ser editada, así como el plano de privilegio, XY por defecto.

Conocimiento de la orientación de nuestro trabajo en cualquier momento. Nos ayuda a controlar la visualización del modelo por pantalla y al desplazamiento de estos.

Al ajustar el compás a una figura podemos moverla y rotarla. Para actualizar la posición considerando las restricciones hay que actualizar (Ctrl+U).



Si queremos mover la pieza considerando las restricciones mantener apretado "Shift".

## • Uso del ratón.



Botón central: desplazamiento dinámico.



Botón central + izquierdo: rotación dinámica. El centro de rotación se define con un clic del botón central sobre cualquier elemento.



Botón central +/- izquierdo: zoom dinámico.

## • Menú contextual.

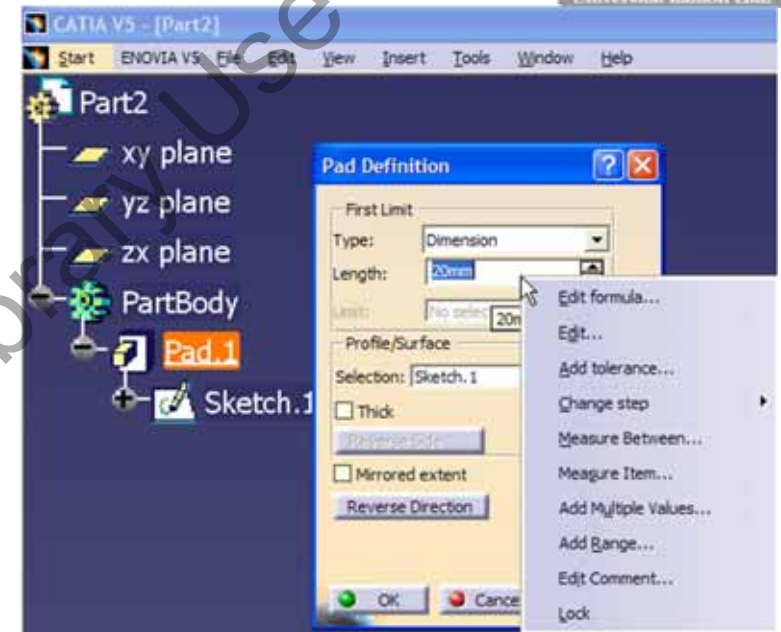
Herramientas para tratar los diferentes elementos o funciones del documento:

Botón derecho sobre los elementos del árbol o sobre una entidad bidimensional o tridimensional del área de geométrica.



- Menú contextual de introducción de datos.

Botón derecho sobre algunas celdas que requieren la introducción de datos. (Cuadros de diálogo de funciones, constraints, selección de elementos de referencia, ...) Ofrece diversas opciones que facilitan la introducción o creación de datos.

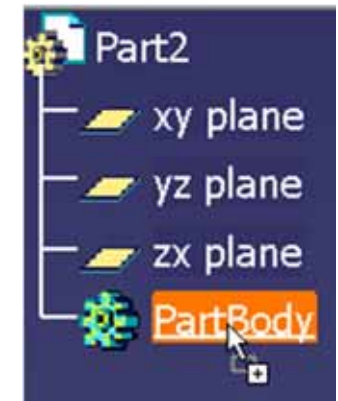


- Copiar o desplazar elementos.

Se pueden cortar o copiar 'products', 'parts' y funciones, tanto desde el árbol como seleccionando la propia entidad.

Seleccionar y arrastrar elemento con el botón izquierdo → cut/paste.

Seleccionar + Ctrl y arrastrar elemento con el botón izquierdo → copy/paste..



- Manipulación del compás.

Rotación o desplazamiento dinámico del documento sobre un determinado eje o plano.









Desplazar o rotar elementos o funciones determinadas. Situar compás sobre elemento, seleccionar elementos a desplazar y mover compás en la dirección necesaria.

Del mismo modo se pueden copiar elementos, si se mantiene apretada la tecla Ctrl.

Hay que tener en cuenta la historia del elemento que se quiere desplazar o copiar, al hacerlo se pueden perder vínculos o relaciones necesarias para reproducir la geometría.

El compás se puede editar para manipular sus movimientos de forma controlada a través de “Edit” sobre el compás con el botón derecho del ratón.

- Iconos - Componentes.

Componentes	
 <b>Product.</b> Ensamblaje conjunto.	 El engranaje de color violeta indica un ensamblaje debil. Las restricciones pueden ser variadas, no tienen prioridad.
 <b>Sub-product.</b> Subensamblaje, premontaje o subconjunto.	
 <b>Part.</b> Pieza de diseño ensamblada.	 El engranaje de color verde indica que contiene enlaces con otra Part, referencias externas.
 <b>Part.</b> Pieza de diseño, contiene el Partbody y Geometrical sets.	 El engranaje de color marrón indica que existe algún problema con las referencias externas. Insertado en otro Product.
 <b>Model.</b> Representa a un modelo de formato externo a V5, con representación geométrica. (*.model, *.cgr,...).	






- Iconos – Elementos de referencia.

### Elementos de referencia

	<b>Plane.</b> Representación de un plano.		Plano aislado, sin historia de su generación.
	<b>Line.</b> Representación de una línea.		Línea aislada, sin historia de su generación.
	<b>Point.</b> Representación de una línea.		Punto aislado, sin historia de su generación.






• Iconos – Organización Geometría 3D.

Organización de la geometría 3D

	<b>Partbody.</b> Ubicación de sólidos. Parte madre.		Sólido aislado, sin historia de su generación.
	<b>Body.</b> Ubicación de sólidos.		Superficie aislada, sin historia de su generación.
	<b>Geometrical set.</b> Ubicación de superficies y alámbrico.		

• Iconos – Organización Geometría 2D.

Organización de la geometría 2D

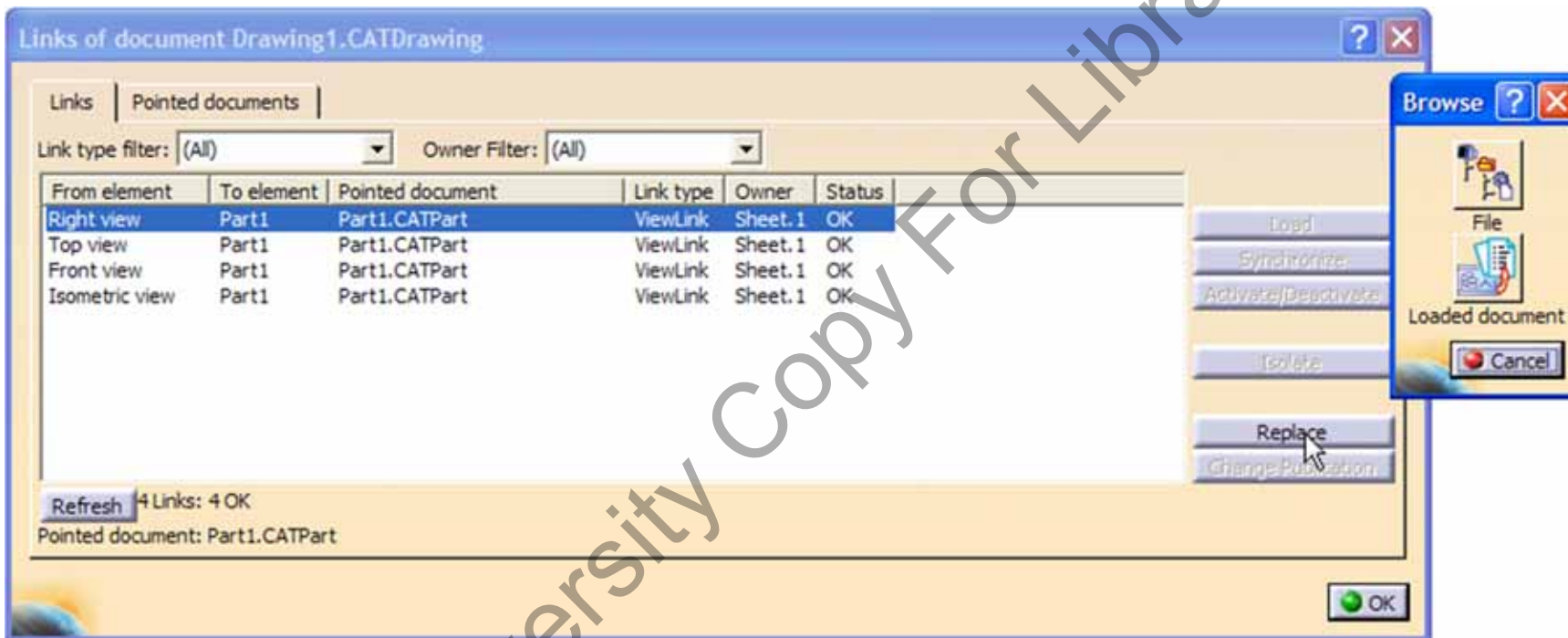
	<b>Sketch.</b> Geometría 2D.		Sistema coordenadas 2D.		Geometría 2D.
			Vector de dirección.(V y H)		<b>Constraint.</b> Restricciones 2D y 3D.



## • Gestión de documentos

Hay varias opciones para ver los documentos relacionados.

➤ “Edit” -> “Links”



➤ “File” -> “Desk”: Color blanco: Ficheros cargados correctamente, Color negro: Ficheros no cargados en la sesión, pero relacionados con los ficheros cargados o o Color rojo: Ficheros no encontrados.

## • Tipos de vínculos

### ➤ Vínculos de Posición:

Los vínculos de posición definen el posicionamiento de piezas o subensamblajes dentro de un ensamblaje.

- ✓ Instance: Un Product o un Part esta insertado dentro de otro Product, también entre un Process y el Product o Part a mecanizar.
- ✓ Shape : Cuando se inserta un fichero de tipo Model o CGR, que son ficheros solo de visualización.
- ✓ Document: Se crea entre un Process y el Product o el Part a mecanizar.

## • Tipos de vínculos-2

### ➤ Vínculos de Diseño en Contexto:

Los vínculos de contexto definen qué relaciones se establecen entre una pieza y un contexto (conjunto donde se encuentra insertada). Este tipo de vínculos se almacena y actúa hacia niveles superiores (desde la part hacia otra part o product).

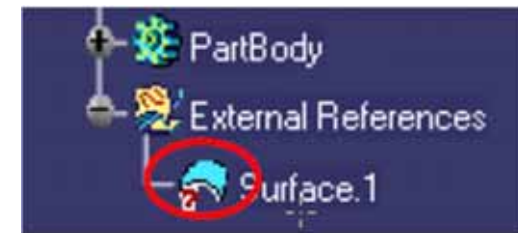
- ✓ Import: Este tipo de vínculo almacena la información de qué elemento/Part se está usando como referencia externa al fichero Part activo.
- ✓ Context: Un vínculo de tipo Import siempre debe llevar implícito en qué Product root se ha creado el mismo. Un vínculo de tipo context almacena en qué Product se ha creado este vínculo Import.

Al trabajar en contexto (Import, Context), el vínculo sólo existirá dentro del Product donde ha sido creado, con lo cual solo se actualizará en el Product. Si se abre el documento fuera del contexto no se puede actualizar el archivo.

## • Tipos de vínculos-3

- ✓ CCP: El vínculo de tipo CCP es el resultado de hacer un Copy + Paste Special / As Result with link desde una Part “referencia” a una Part “destino”. Se crea cuando las dos Parts no están insertadas dentro de un Product.

Al establecer un vínculo del tipo CCP, al abrir el modelo donde hemos hecho el “Paste”, nos encontraremos con la siguiente situación:



Esto nos indica que el documento donde se ha hecho el “Copy” no está cargado. Desde “Edit” -> “Links” observamos que el documento no está cargado y lo podemos solucionar cargándolo. Se puede cargar correctamente o necesitar una sincronización y actualización (Ctrl+U).



## • Tipos de vínculos-4

### ➤ Vínculos de plano.

En esta sección se define los tipos de link que se pueden establecer entre un plano o Drawing y otros elementos.

- ✓ Viewlink: Son los que se establecen entre un Drawing y un Product / Part / Model (proyectado en el plano). Esta información se almacena en el Drawing.
- ✓ MML: El vínculo de tipo MML se puede crear si se realiza un Copy / Paste de un ditto (o instancia de un detail) entre dos Drawings.

## • Modificación de ubicación de documentos

Hay varias opciones de cambiar la ubicación de documentos.

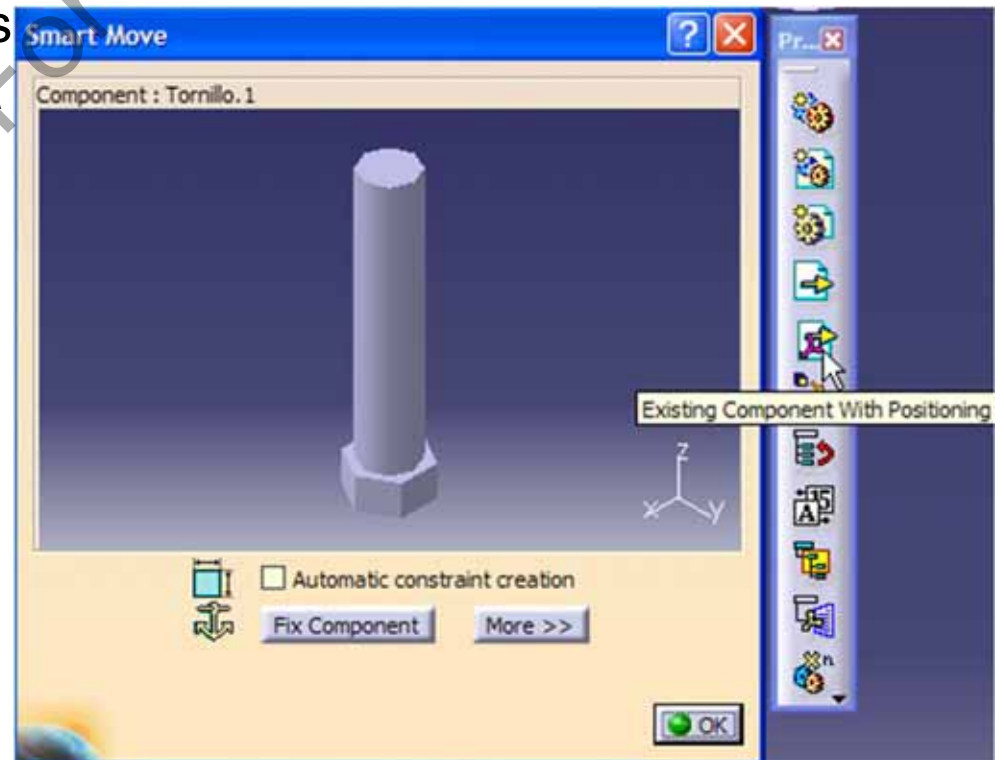
- “Save As”: Cuando se trata de una única pieza, no contenida en ningún conjunto ni vinculada con otras piezas, se modificará su ubicación con la herramienta.
- “Save Management”: Cuando se trate de un documento Part que contenga cualquier tipo de enlace, no se modificará su ubicación de forma aislada, deberá ser modificada desde el Product, es decir, abriendo el conjunto en el que fue creado dicho enlace, para que CATIA pueda redireccionarlos. Lo mismo sucederá con un documento Product que contenga enlaces con otro Product superior.
- “File” -> “Send To”: Esta opción está especialmente creada para la creación de copias de seguridad de proyectos completos. Empaquetando todos aquellos documentos vinculados al proyecto dentro de un directorio.

- Ensamblajes con posicionamiento.

Hasta ahora hemos visto la posibilidad de ir insertando objetos (Parts o Products) en un ensamblaje y luego definir la posición mediante “inserte” -> “Existing Component”. Ahora miraremos otras opciones.

“Insert” -> “Existing component With Position”

Esta opción no nos aporta muchas ventajas respecto a la definición de restricciones una vez insertados los componentes.



- Ensamblajes por repetición.

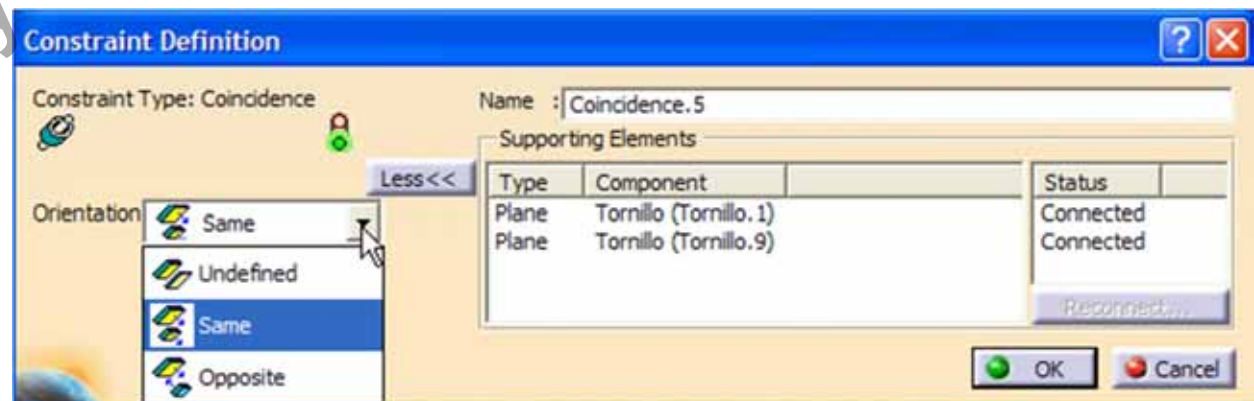
Podemos repetir componentes y posicionarlos usando “Insert” -> “Fast Multi Instantation” (Ctrl+D). Por defecto nos hace copias separadas 25mm. Para cambiar el perfil o patrón de las copias hay que editar “Insert” -> “Define Multi Instantation” (Ctrl+E).



Esta herramienta no permite hacer otras operaciones como matricial.

- Cambios de dirección en alineaciones “Coincidence”.

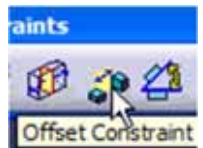
La herramienta más común a usar es la de alinear. Si al alinear dos objetos la orientación no es la deseada se puede editar el “Constraint” para cambiar la orientación. Este cambio no es posible si se usa “Contact”.





## • Otras restricciones en ensamblajes.

- Contact : Es un acceso directo de la restricción “Coincidence”.
- Offset : Coloca los dos elementos seleccionados a la distancia offset que se define.
- Angle : Coloca los dos elementos seleccionados con una orientación que cumpe el ángulo que se define.
- Fix : Fija la posición de la pieza seleccionada.
- Fix together : Fija las piezas que se seleccionan, en la posición que estén relativa que estén entre ellas.
- Quick constraint : Crea la primera restricción que es posible (según la lista de prioridades definida en el smart move) con las geometrías que se han seleccionado.



• Otras restricciones en ensamblajes.

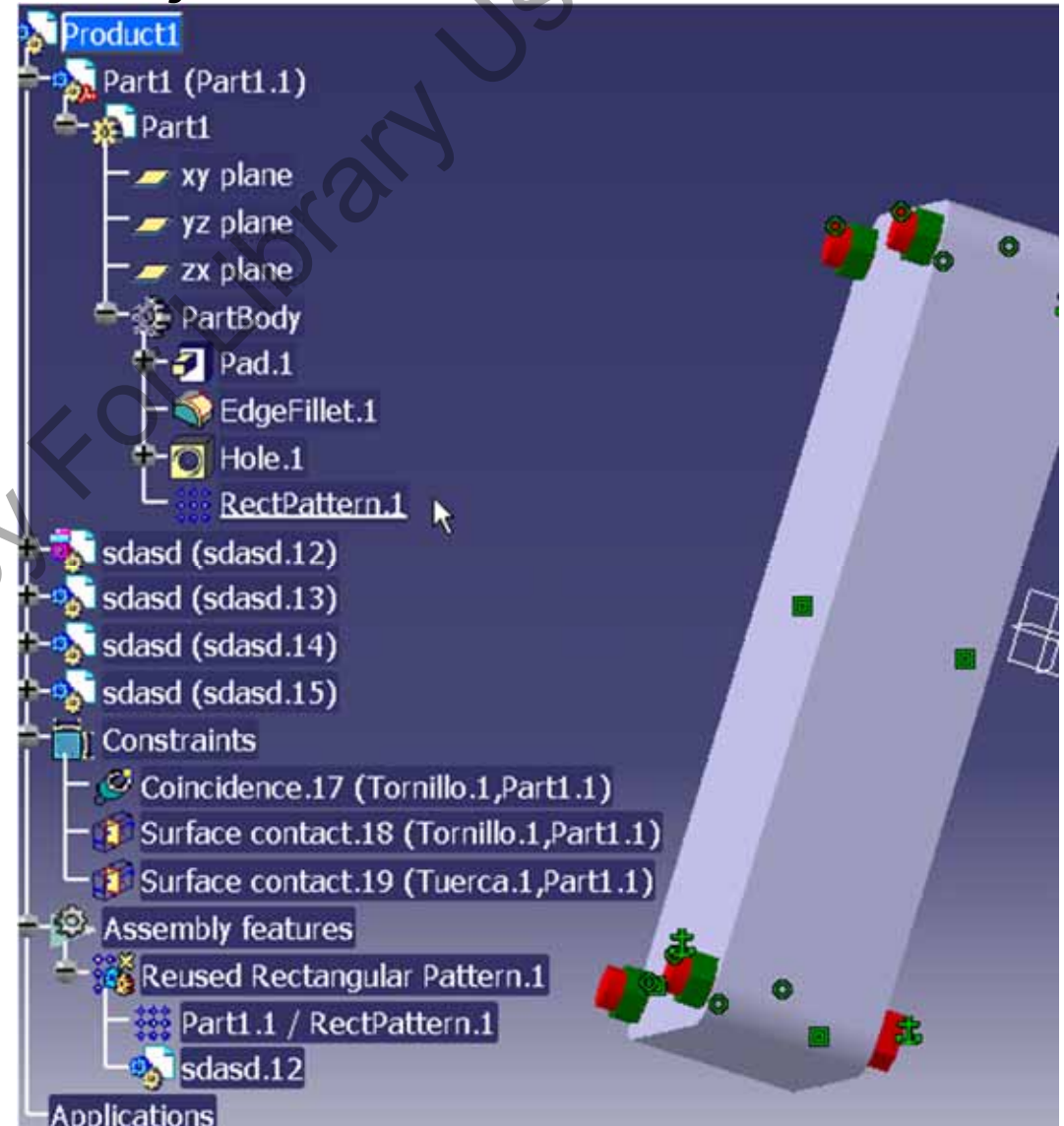
➤ Flexible / Rigid : Por defecto los subconjuntos son rígidos, es decir, las parts que lo forman se mueven en bloque si se está a un nivel superior distinto al subconjunto. En el caso que se quieran mover separadamente se tiene que hacer este subconjunto flexible.



➤ Change constraint: Para cambiar el tipo de restricción.



➤ Reuse Pattern: Para repetir las piezas con restricciones usando una operación matricial usada en la parte.



# • Desplazamiento de componentes.

Se pueden mover componentes sin modificar restricciones.

➤ Manipulate: Desplazamiento y rotación respecto a los ejes de coordenadas del ensamblaje. (Respetando restricciones/sin respetar restricciones).

➤ Snap: Desplazamiento y rotación tomando como referencia entidades de los mismos componentes.

➤ Explode: Explosión de componentes.



## • Desplazamiento de componentes sin interferir.

- Manipulation on clash: Al manipular cualquier elemento detecta la colisión entre componentes.



## • Análisis.

Permite analizar el ensamblaje y extraer información del mismo:

- Bill of material: Listado de materiales. Saca el listado de piezas ensambladas.
- Constraints: Análisis de restricciones aplicadas.
- Degrees of Freedom: Análisis de dependencias de componentes y restricciones.
- Análisis de dependencias.



- Ensamblaje de un motor.

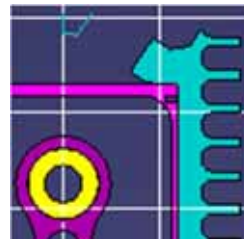
Durante esta sesión se pretende aplicar lo aprendido en ensamblajes para montar las restricciones necesarias para conseguir el movimiento de un motor.



- Colocar la el pistón en posición más alta.

Para colocar el pistón en posición más alta lo podemos intentar de varias formas.

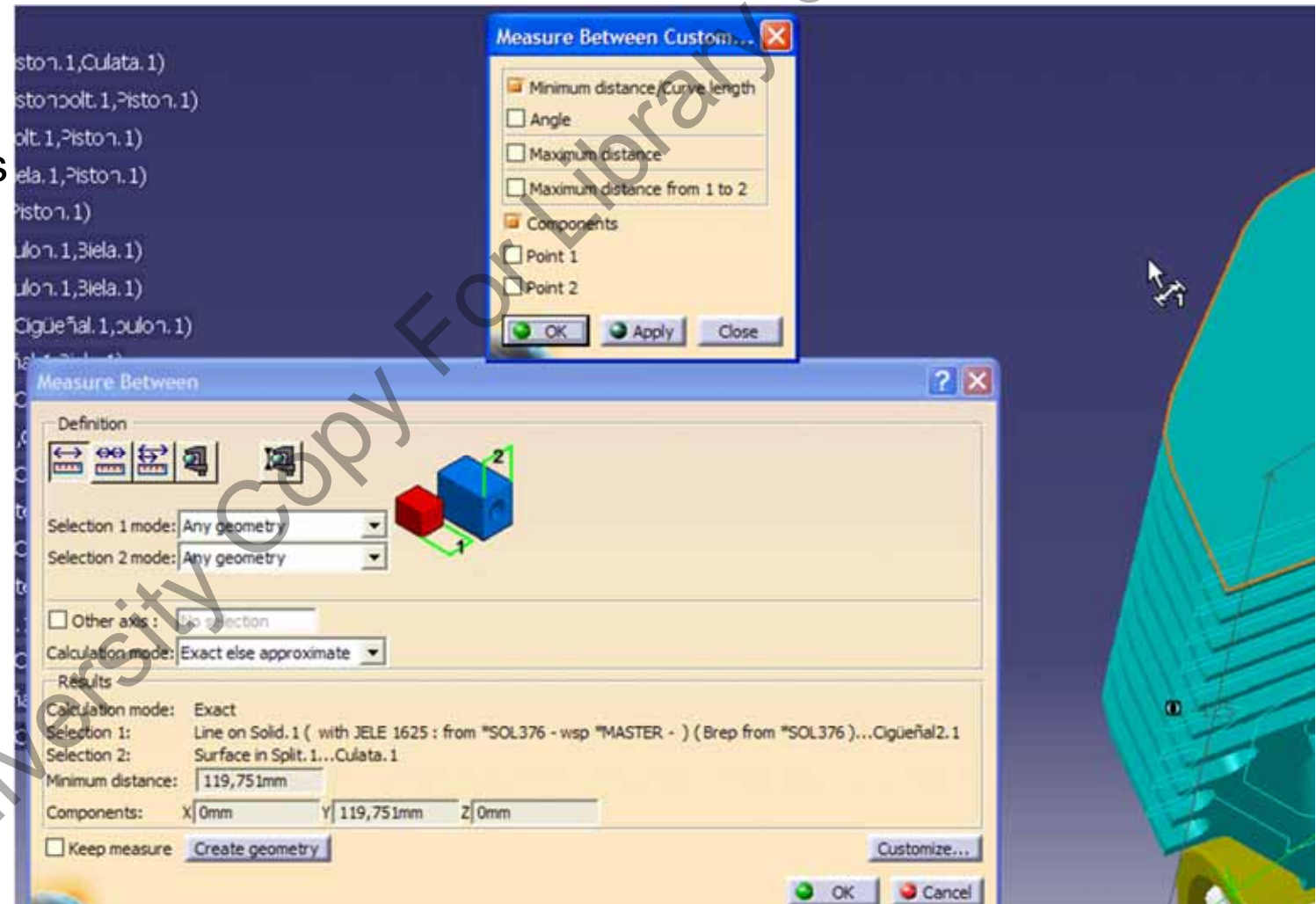
- Primero hay que colocar el pistón aproximadamente en la posición más alta.
- Luego podemos hacer que el pistón esté en la posición más alta por ejemplo a base de alinear el eje cigüeñal-biela con la superficie media de culata.
- Para poder mover el pistón hacia arriba primero hay que desactivar el Offset entre eje cigüeñal y culata.
- Para acercarnos al tope de culata podemos usar el movimiento detectando interferencias “Clash”. Podemos mover el pistón respetando las restricciones hasta que se detecte el contacto con la culata.



- Medir distancias para saber distancia cigüeñal-culata mínima.

Una vez tenemos el pistón en contacto con la culata podemos mirar la distancia mínima a la que tiene que estar la culata del cigüeñal.

A esa distancia hay que añadirle aprox. 1mm para permitir la dilatación del pistón sin golpear culata.



- Restablecer la distancia cigüeñal-culata.

Una vez hemos medido la distancia cigüeñal-culata la podemos activar para posteriormente ajustar al valor que deseamos.

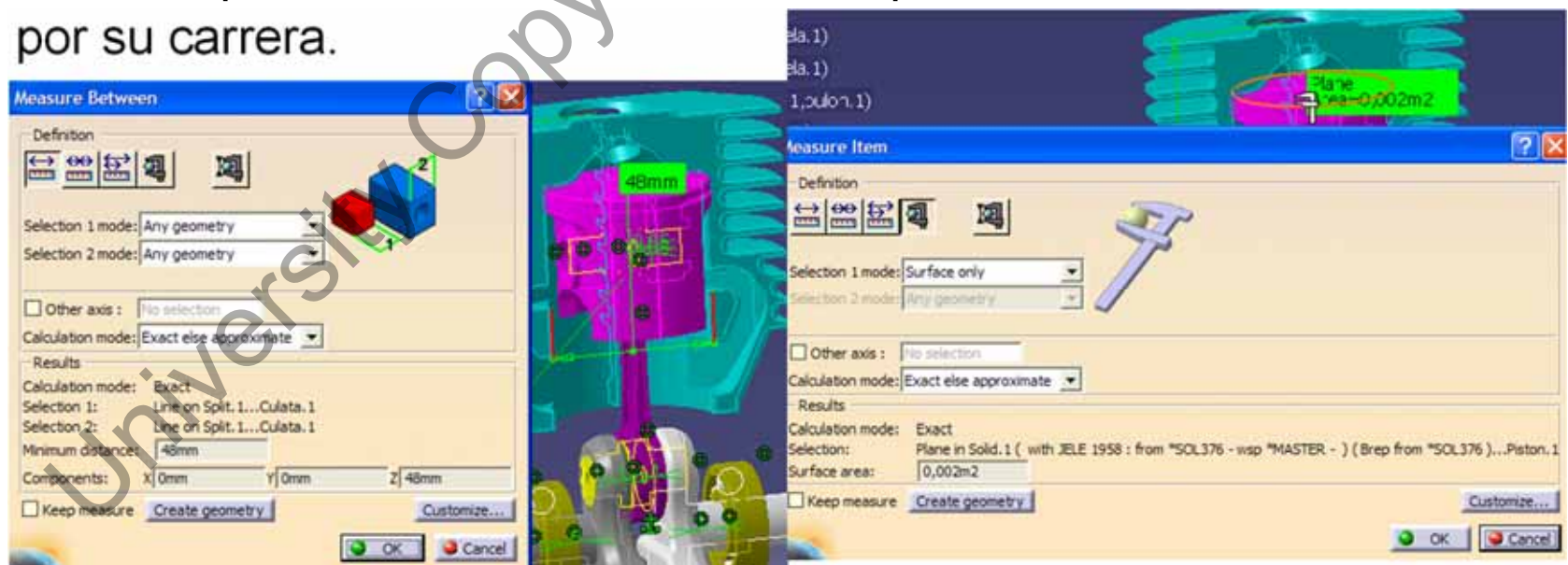
Pasamos también a desactivar el “Constraint” entre eje de cigüeñal y plano medio de culata para que el motor pueda seguir girando.

- Cálculo del volumen desplazado.

Calcular el volumen desplazado es relativamente fácil pues se calcula como el área de pistón por su carrera.

Primero  
hallamos  
el área

$$A = \pi 24^2 = 1809.6 \text{ mm}^2.$$

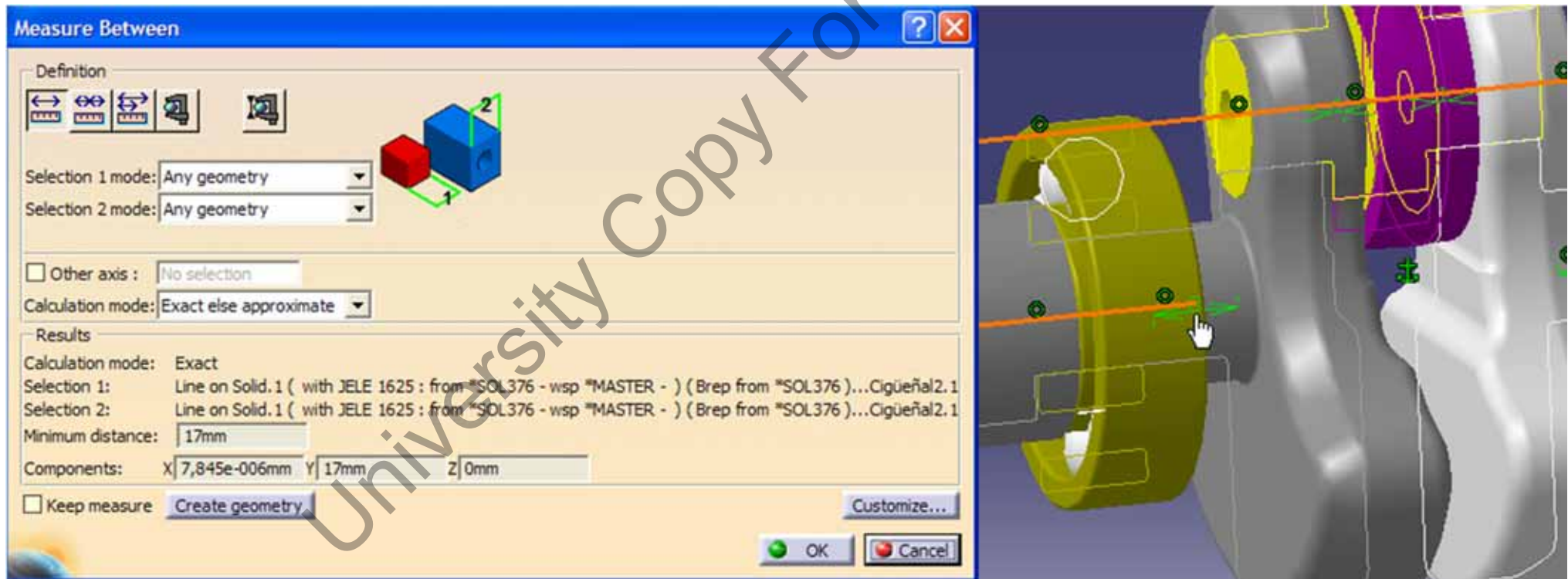




- Cálculo carrera.

Para calcular la carrera lo más fácil es medir la distancia entre eje de cigüeñal y eje de biela-cigüeñal. Como la distancia es de 17 mm el recorrido o carrera es de  $2 \times 17 = 34$  mm.

El volumen por tanto es de  $1809,6 \times 34 = 61525 \text{ mm}^3$ . (0,061 litros, 61  $\text{cm}^3$ )



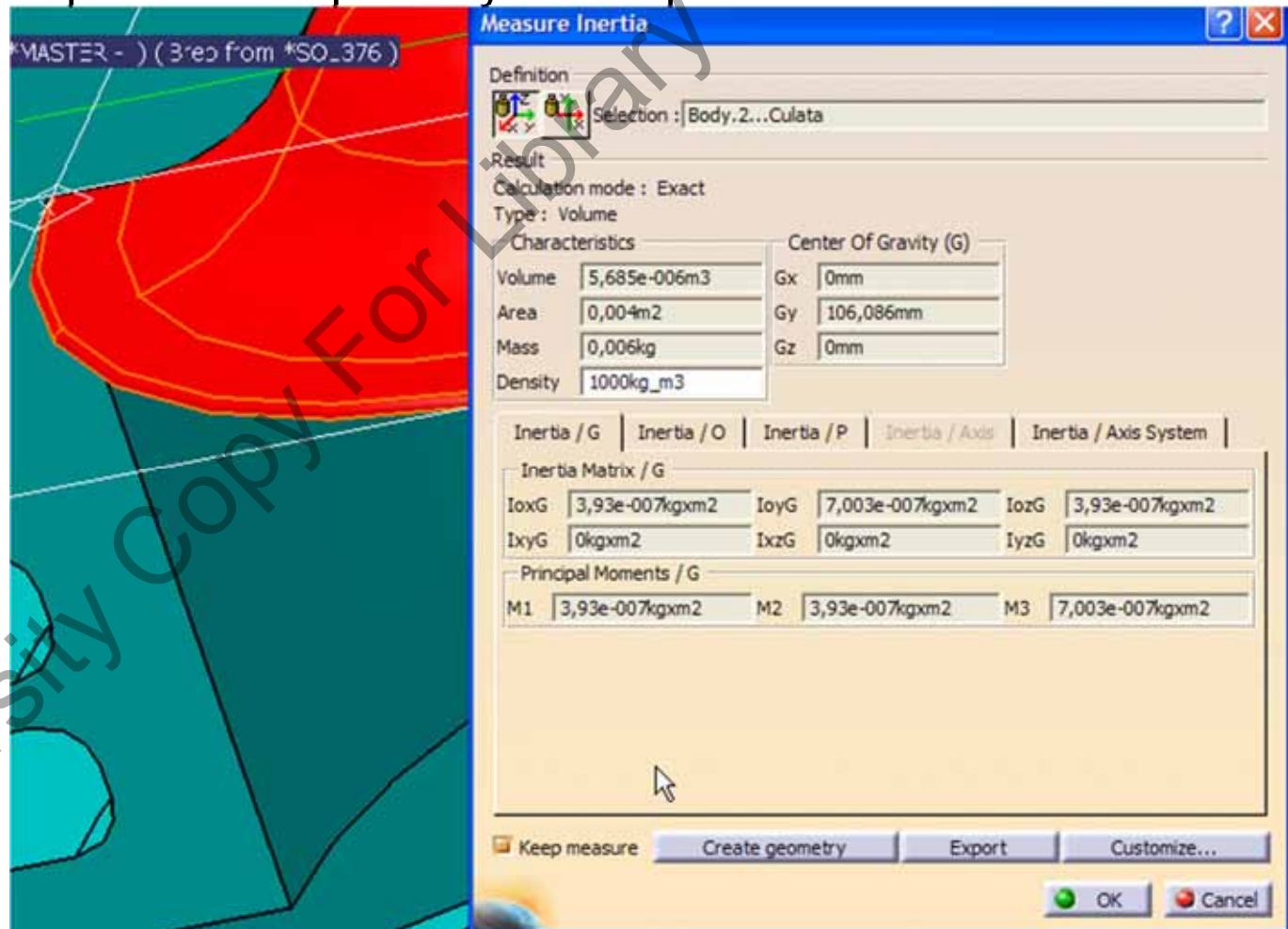
- Cálculo volumen no compresible.

Para calcular el volumen que queda entre pistón y culata podemos hacer otro “Body” en la culata y proyectar las líneas sobre un Croquis para hacer una revolución.

Con dicho volumen generado comprobamos que se trata de 5685 mm<sup>3</sup>.

Con el pistón arriba el ratio de compresión es:  
 $(5685+61525) / 5685 = 11.8$

A partir de aquí se puede jugar con la posición del cigüeñal respecto a culata para tener el ratio de compresión necesario.

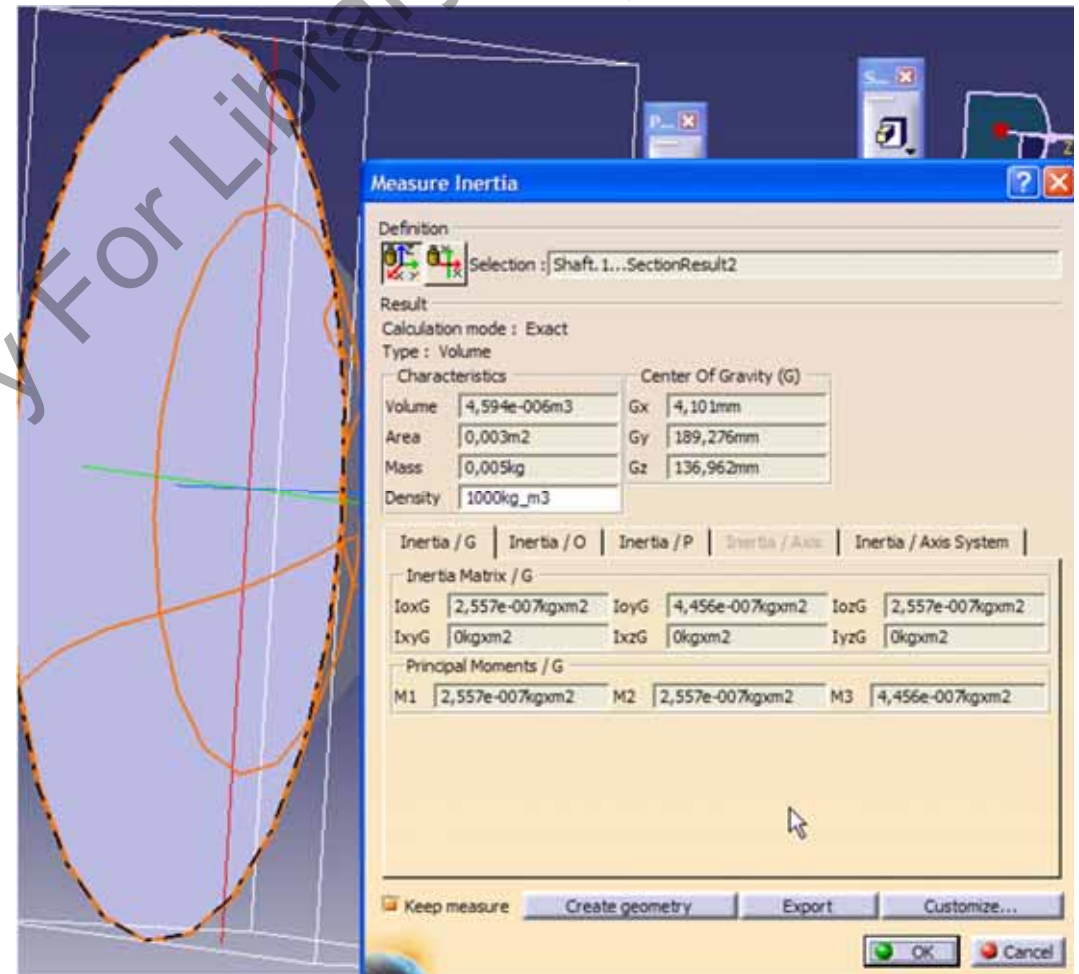
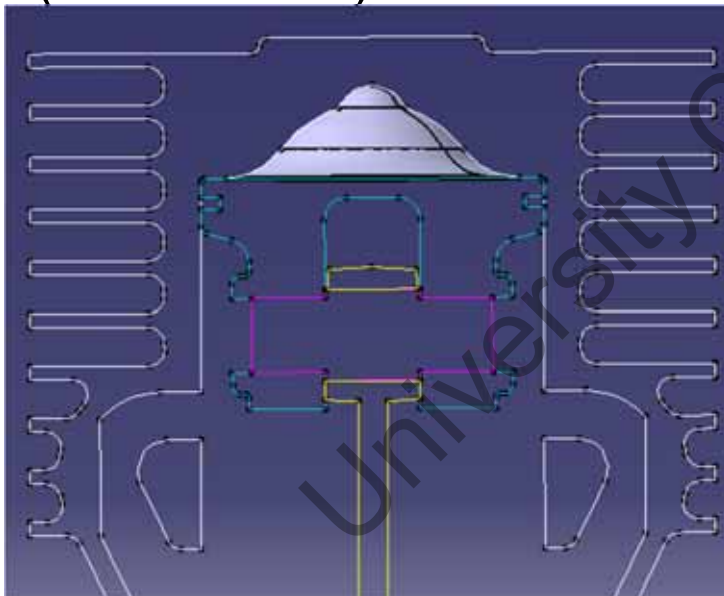


- Cálculo volumen no compresible considerando culata y pistón.

Una opción para calcular el volumen es usar las secciones del conjunto montado.

Para ello guardamos la sección como CATPART para trabajar en ella.

Comprobamos que el volumen es  $4594\text{mm}^3$  en lugar de  $5685\text{mm}^3$  y el ratio  $(4594+61525)/4594 = 14.5$



- Crítica a los números calculados.

Siempre se ha de ser crítico con los números que calculamos.

Podemos buscar información sobre ratios de compresión en motores y comprobar los siguiente:

- Ratio diesel aprox. 20.
- Ratio gasolina aprox. 11
- Ratio efectivo de motor de 2 tiempos es inferior al teórico ya que una parte del volumen escapa por las lumbreras. Por lo tanto podemos pensar que el diseño puede hacerse a un ratio aprox. de 14.

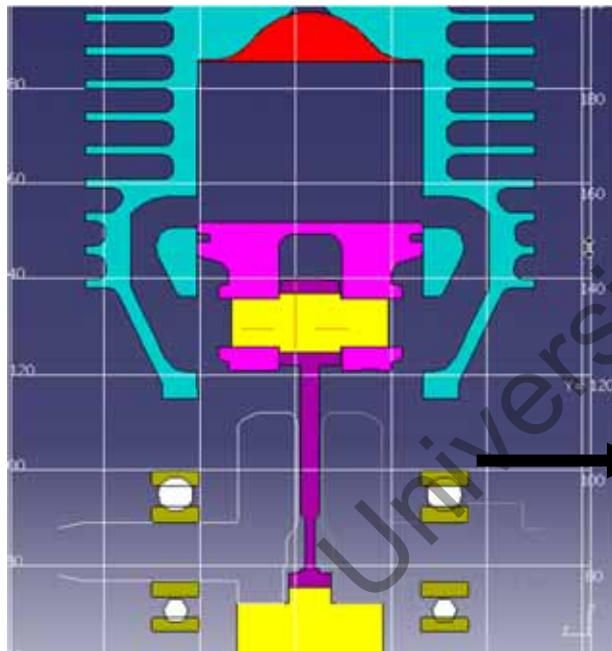
Nosotros hemos obtenido un ratio de 11.8 sin considerar el pistón y de 14.5 considerando el pistón a contacto con la culata. Parece ser que no vamos mal encaminados.

- Posición de pistón para tener ratio “r”.

Para conseguir un ratio “r” debemos bajar el pistón una distancia “d” tal que:  
 $r = (4594 + 61525 + d \cdot 1809.6) / (4594 + d \cdot 1809.6) \Rightarrow d = (61525 + 4594 \cdot (1 - r)) / (1809.6 \cdot (r - 1))$ .

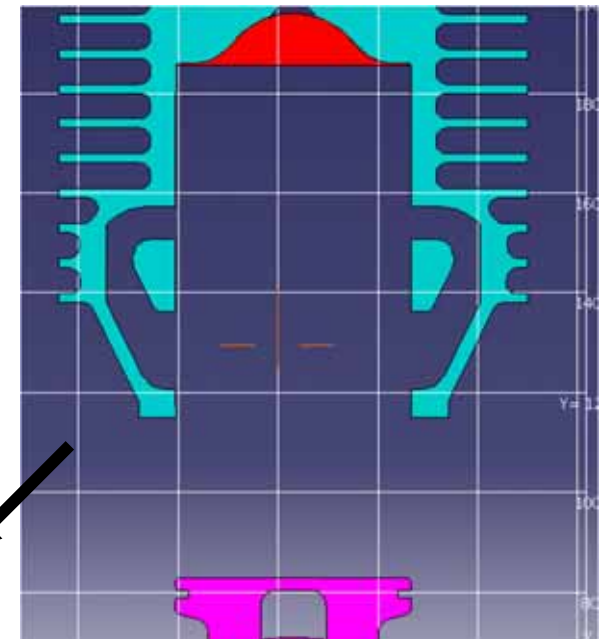
Para tener un ratio de 1.47 hay que desplazar el eje del cigüeñal 69mm hacia abajo.

Falta comprobar que el pistón en su posición baja no se salga de la culata.



No se puede bajar tanto.  
 Es posible calcular ratio máximo (14.5) y mínimo con la distancia inferior.

Posición inferior con contacto superior  
 Posición inferior para  $r = 1.47$



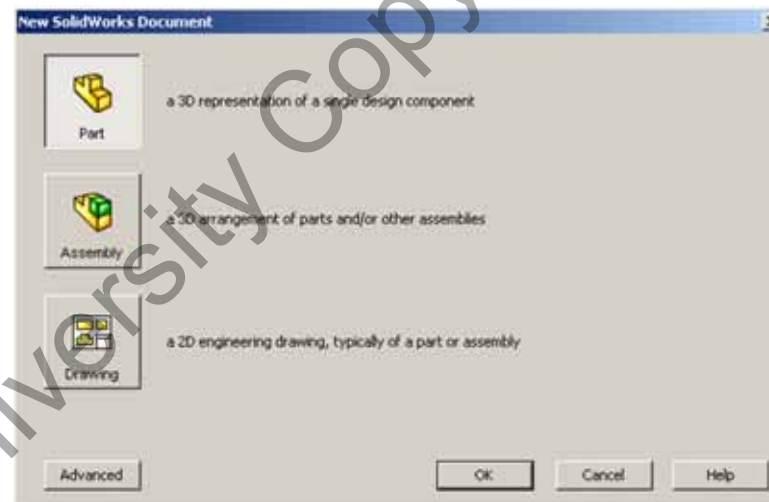
SOLIDWORKS

University Copy For Library Use

- Entorno de SW comparado con Catia.

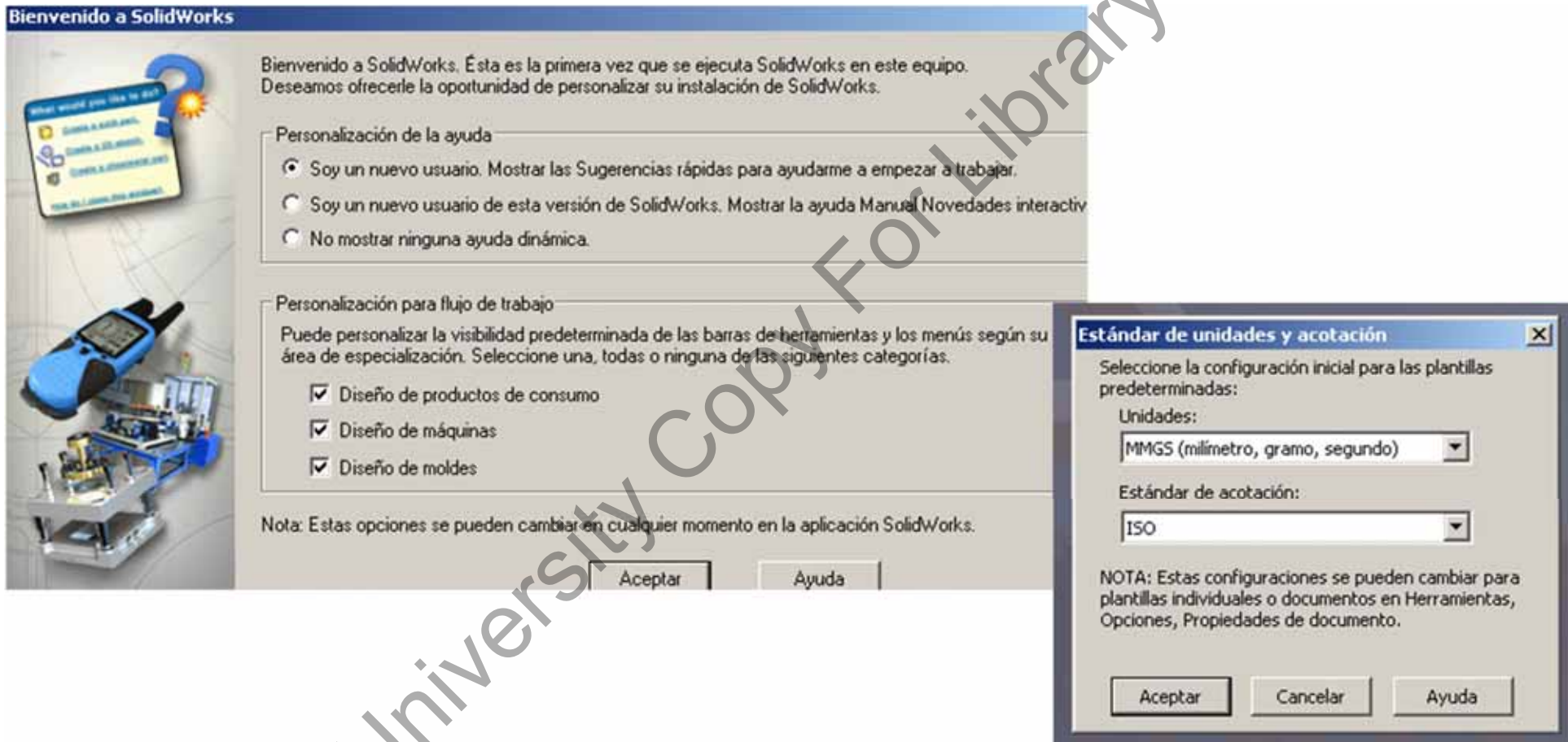
SolidWorks plantea de inicio tres tareas básicas en lugar de las muchas que plantea Catia. Realizar una pieza, un ensamblaje o un plano.

Tarea	Catia	SolidWorks
Pieza	*.CATPart	*.SLDPRT
Ensamblaje	*.CATProduct	*.SLDASM
Plano	*.CATDrawing	*.SLDRW



# • Configuración SolidWorks

Ejecutar SW por primera vez.



**Bienvenido a SolidWorks**

Bienvenido a SolidWorks. Ésta es la primera vez que se ejecuta SolidWorks en este equipo. Deseamos ofrecerle la oportunidad de personalizar su instalación de SolidWorks.

**Personalización de la ayuda**

- Soy un nuevo usuario. Mostrar las Sugerencias rápidas para ayudarme a empezar a trabajar.
- Soy un nuevo usuario de esta versión de SolidWorks. Mostrar la ayuda Manual Novedades interactiva.
- No mostrar ninguna ayuda dinámica.

**Personalización para flujo de trabajo**

Puede personalizar la visibilidad predeterminada de las barras de herramientas y los menús según su área de especialización. Seleccione una, todas o ninguna de las siguientes categorías.

- Diseño de productos de consumo
- Diseño de máquinas
- Diseño de moldes

Nota: Estas opciones se pueden cambiar en cualquier momento en la aplicación SolidWorks.

Aceptar Ayuda

**Estándar de unidades y acotación**

Seleccione la configuración inicial para las plantillas predeterminadas:

Unidades:  
MMGS (milímetro, gramo, segundo)

Estándar de acotación:  
ISO

NOTA: Estas configuraciones se pueden cambiar para plantillas individuales o documentos en Herramientas, Opciones, Propiedades de documento.

Aceptar Cancelar Ayuda

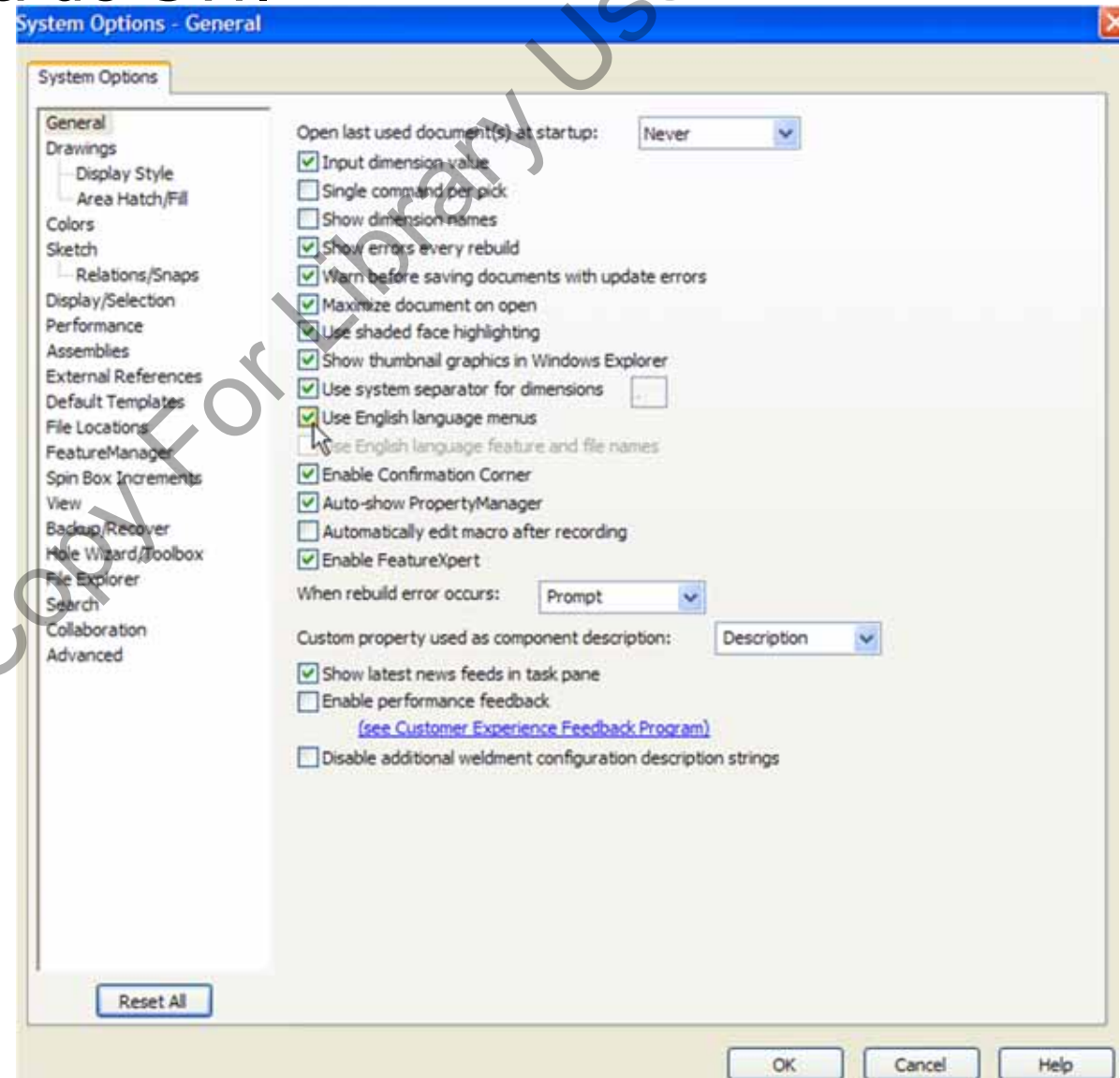


## • Configuración de idioma de SW.

Para evitar confusiones vamos a pedir a SW que todos tengamos los menús en inglés. De esta manera se facilita mucho el uso ya que, por ejemplo, los iconos están ordenados en orden alfabético inglés y cuesta más encontrarlos en castellano.

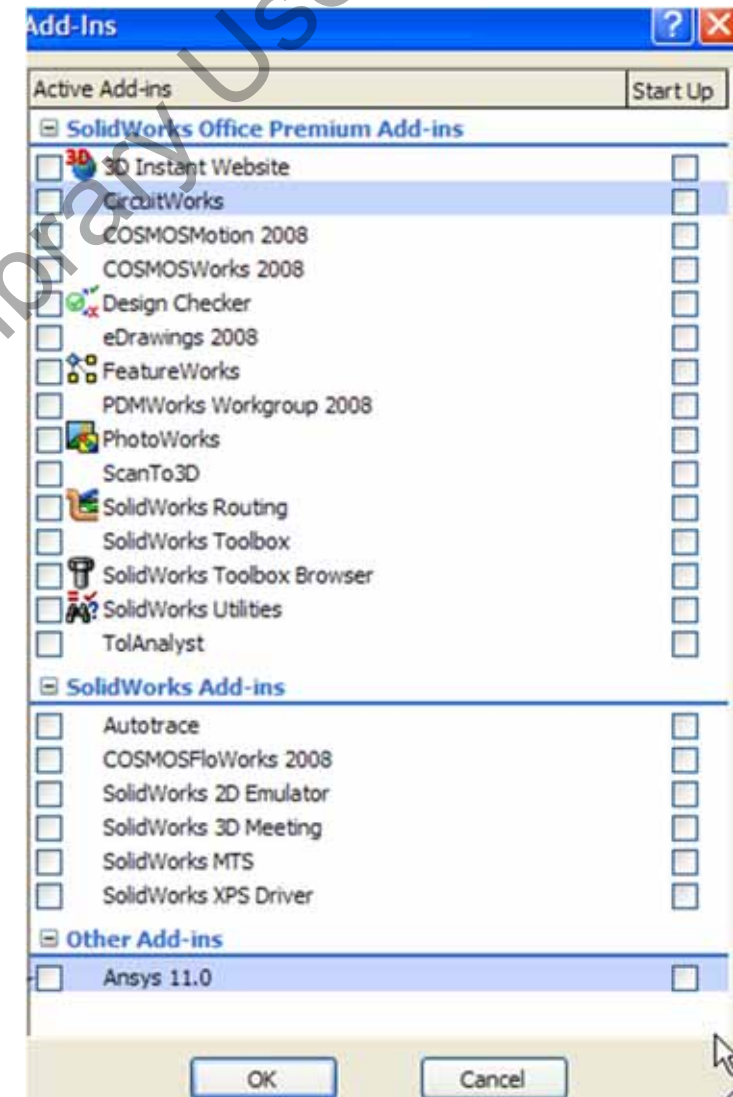
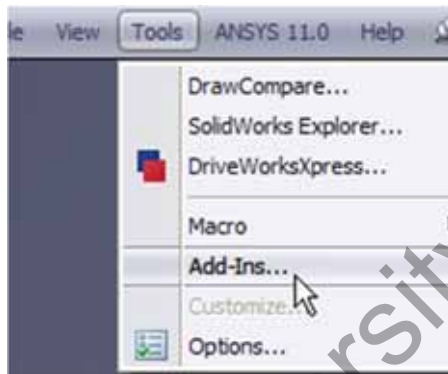
Para ello ir a "herramientas" -> "opciones" y seleccionar menús en inglés.

Hay que reiniciar para que el cambio tenga efecto.



- Activar otros complementos.

Para activar otros complementos que nos permitan hacer cálculos, rutas de cables . . . hay que activarlos. Se recomienda desactivar todos por defecto para iniciar SW cargando el mínimo la memoria. Cuando sea necesario utilizarlos ya se activaran.

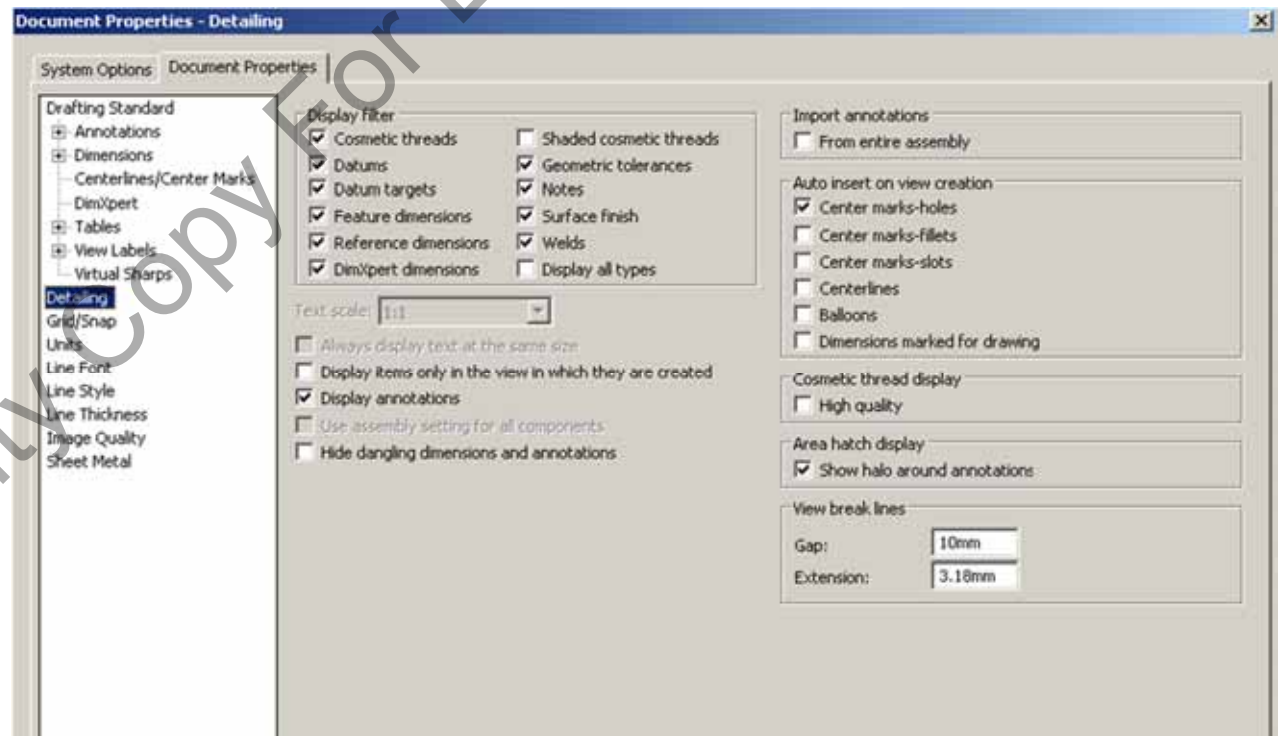


## • Configuración de propiedades de documento.

Cuando se trabaja con / para una empresa se nos puede pedir que trabajemos con una cierta configuración de documento. Por ejemplo que se vean las roscas sombreadas o las líneas de cambio de tangencia. Para configurar un documento concreto hay que abrir un documento y editar las "tools" -> "options" -> "document properties".

Si no hay un documento abierto tan sólo accedemos a "System Options".

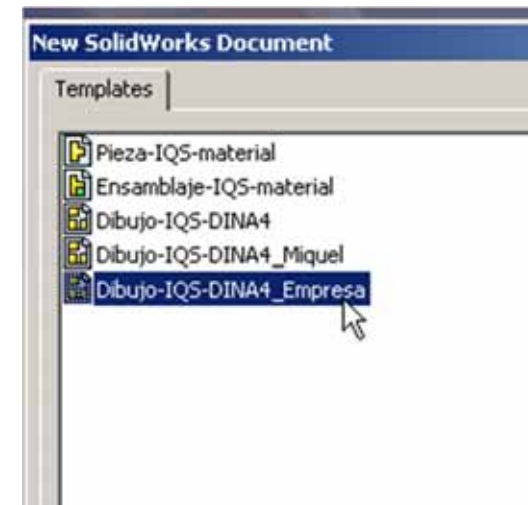
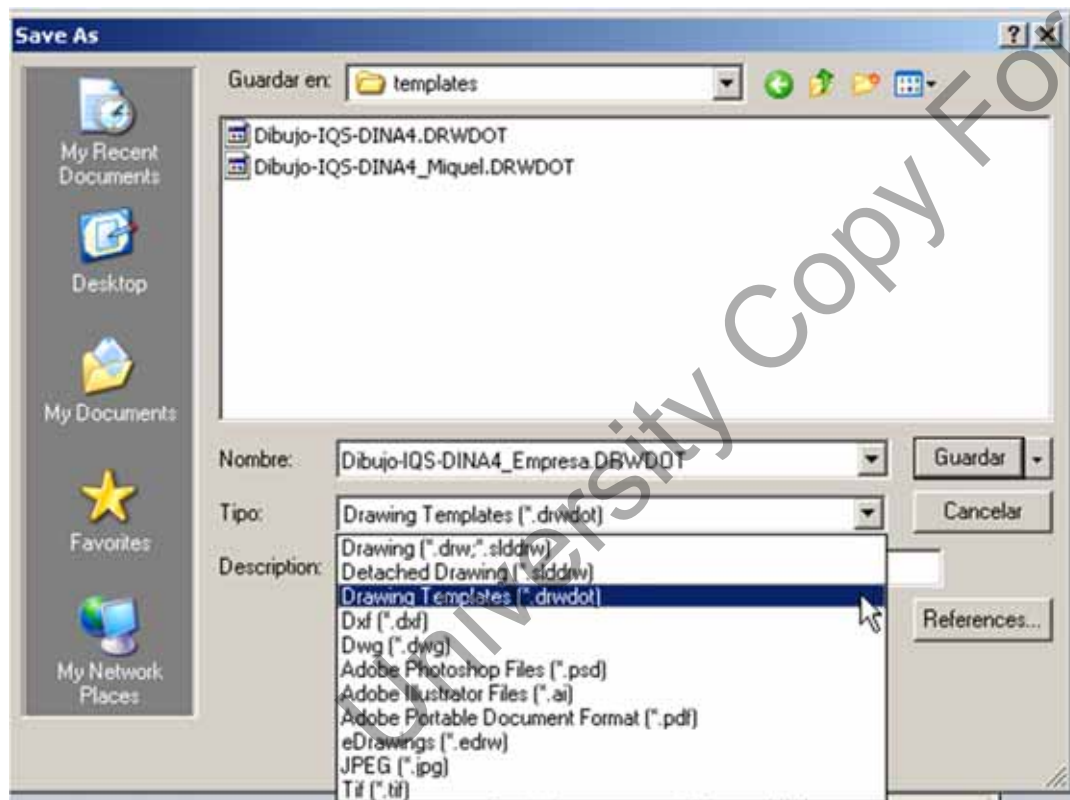
Abrir por ejemplo un plano.



- Guardar diferentes configuraciones.

Una vez hemos introducido todos los cambios de configuración requeridos por nuestro cliente guardamos el fichero como "template". Cerramos el fichero y abrimos uno nuevo si activamos "advanced" nos saldrá nuestra configuración.

Se recomienda guardar todos los archivos "template" en la misma carpeta



- Configuraciones existentes.

En la carpeta de \\sdoc hay las distintas configuraciones que utilizaremos durante el curso.

[\\sdoc\software\PUBLIC\Exp\\_Grafica\DI\Configuracion-SW](\\sdoc\software\PUBLIC\Exp_Grafica\DI\Configuracion-SW)

Copiar estos ficheros y directorios en el directorio en que tengáis instalado SolidWorks que puede ser algo como:

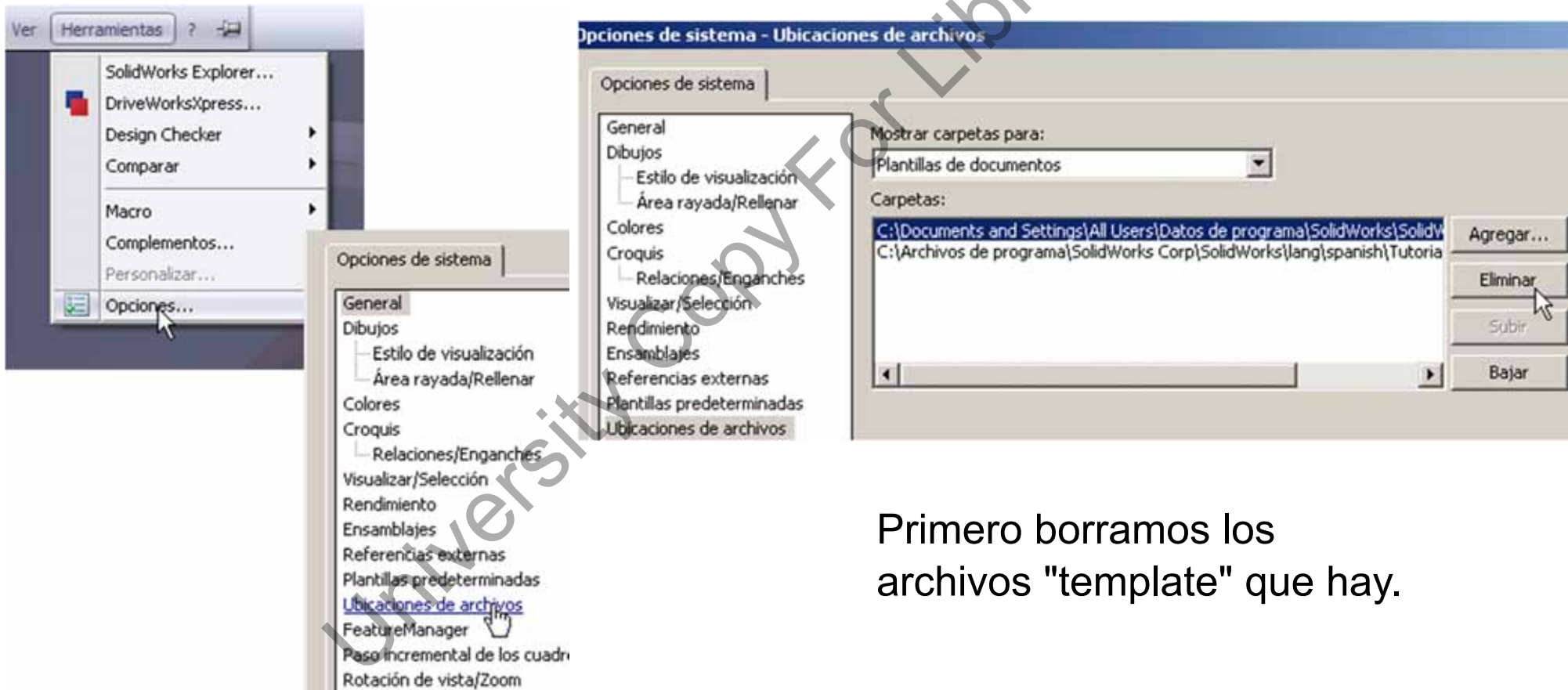
"C:\Archivos de programa\SolidWorks"

Alternativamente los podéis colocar en un directorio diferente que tengáis controlado no va a cambiar.



- Cambiar directorios de configuraciones existentes.

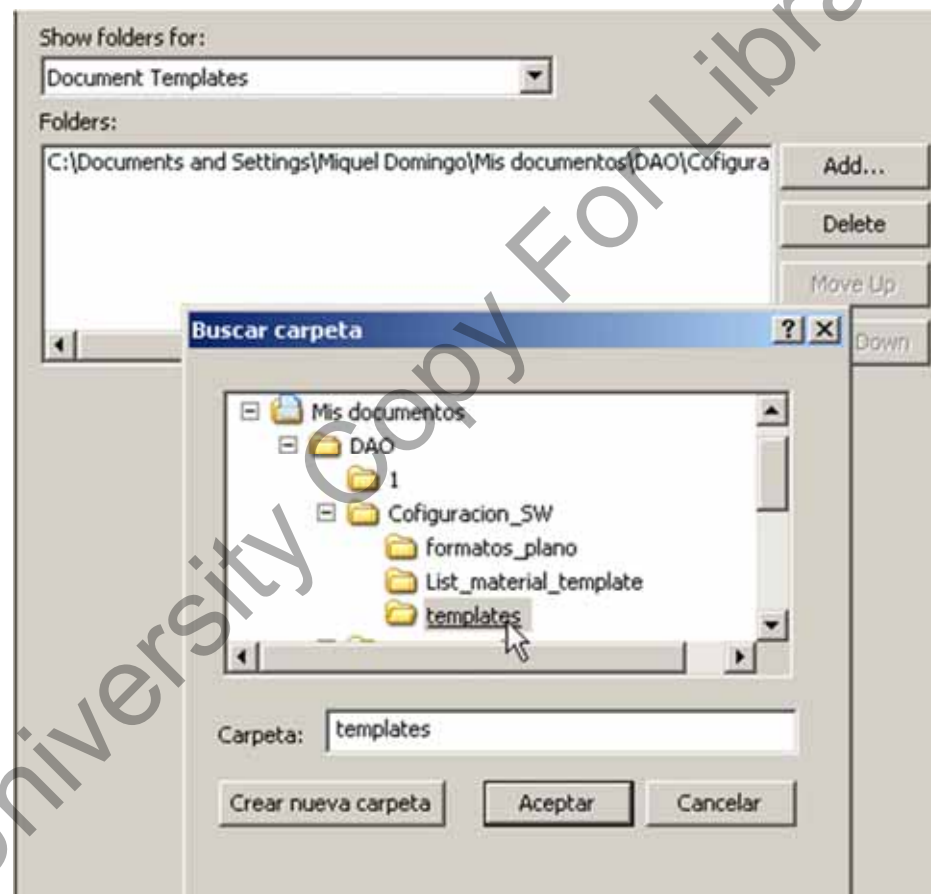
Podemos definir SolidWorks para cargar las configuraciones desde un lugar común. Para ello hacer "Tools" -> "Options" -> "System Options" -> "File locations" y añadir el directorio desde donde queremos cargar nuestros templates.



Primero borramos los archivos "template" que hay.

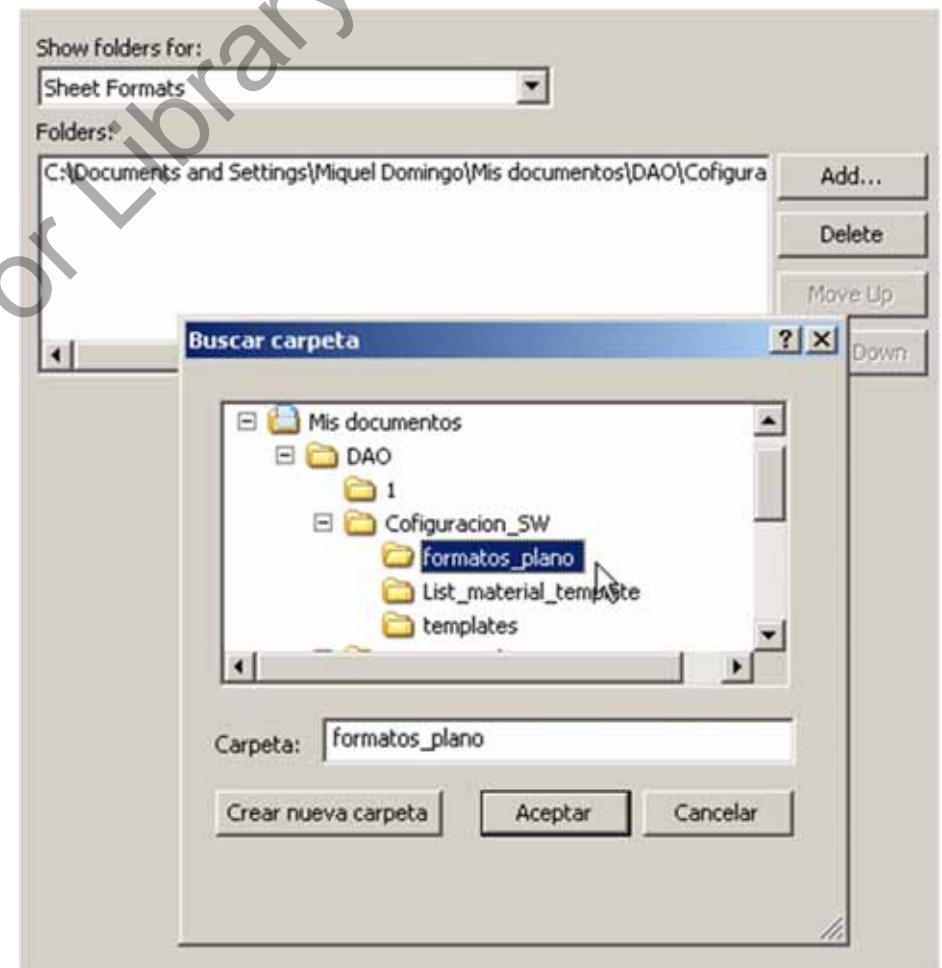
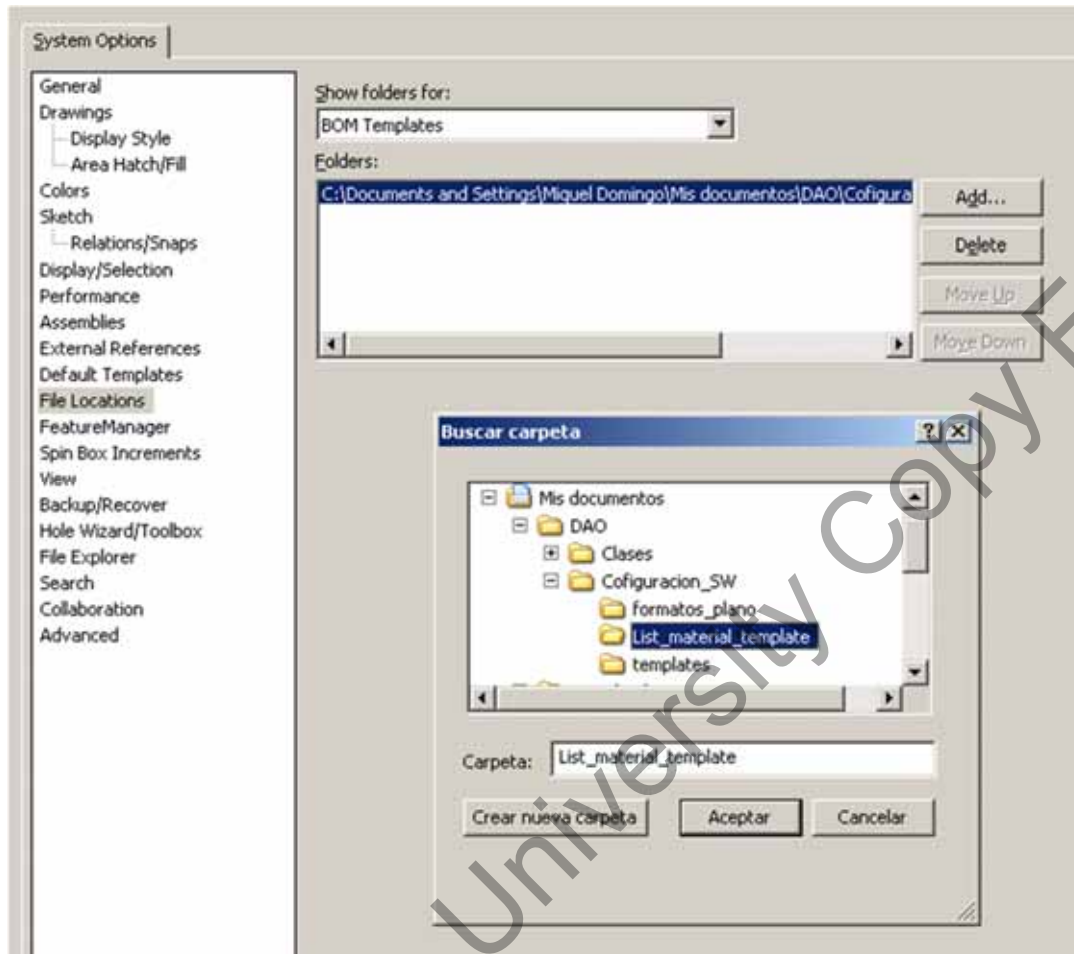
- Cambiar directorios de configuraciones existentes.

Los distintos tipos de documentos que utilizaremos (Part, Assembly, Drawing) los guardamos en la pestaña de "Document Templates".



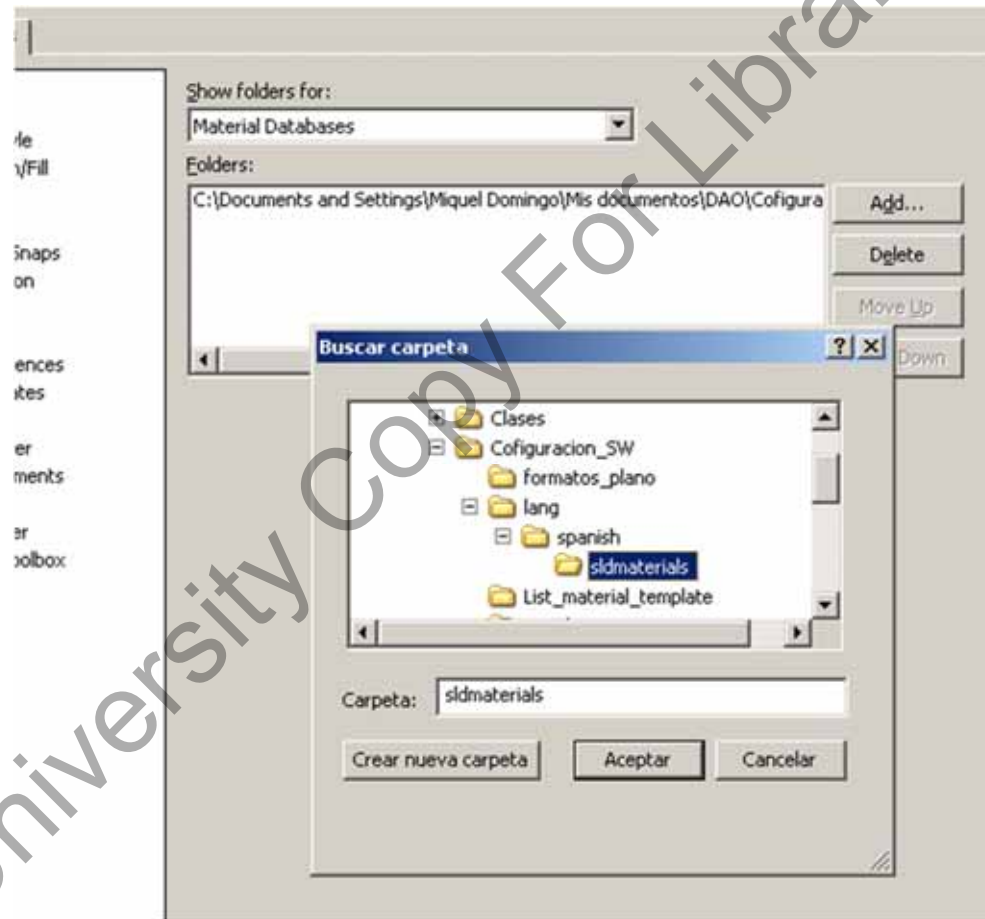
- Cambiar directorios de configuraciones existentes.

Ponemos nuestras configuraciones en BOM Templates y en Sheet Formats





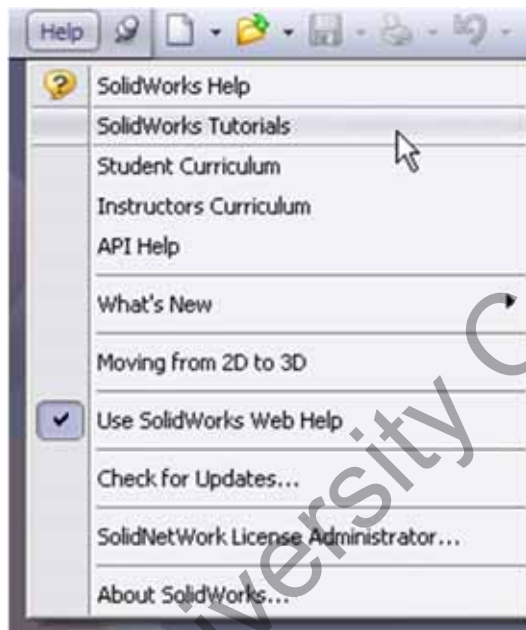
- Cambiar directorios de configuraciones existentes.  
Finalmente ponemos el Material Databases.



## • Ayuda en SolidWorks.

Una manera muy práctica de aprender SW es hacerlos tutoriales guiados. Se acceden desde "Help" -> "SolidWorks Tutoriales".

Además tenemos siempre la posibilidad de acceder al "Help" desde cualquier comando.



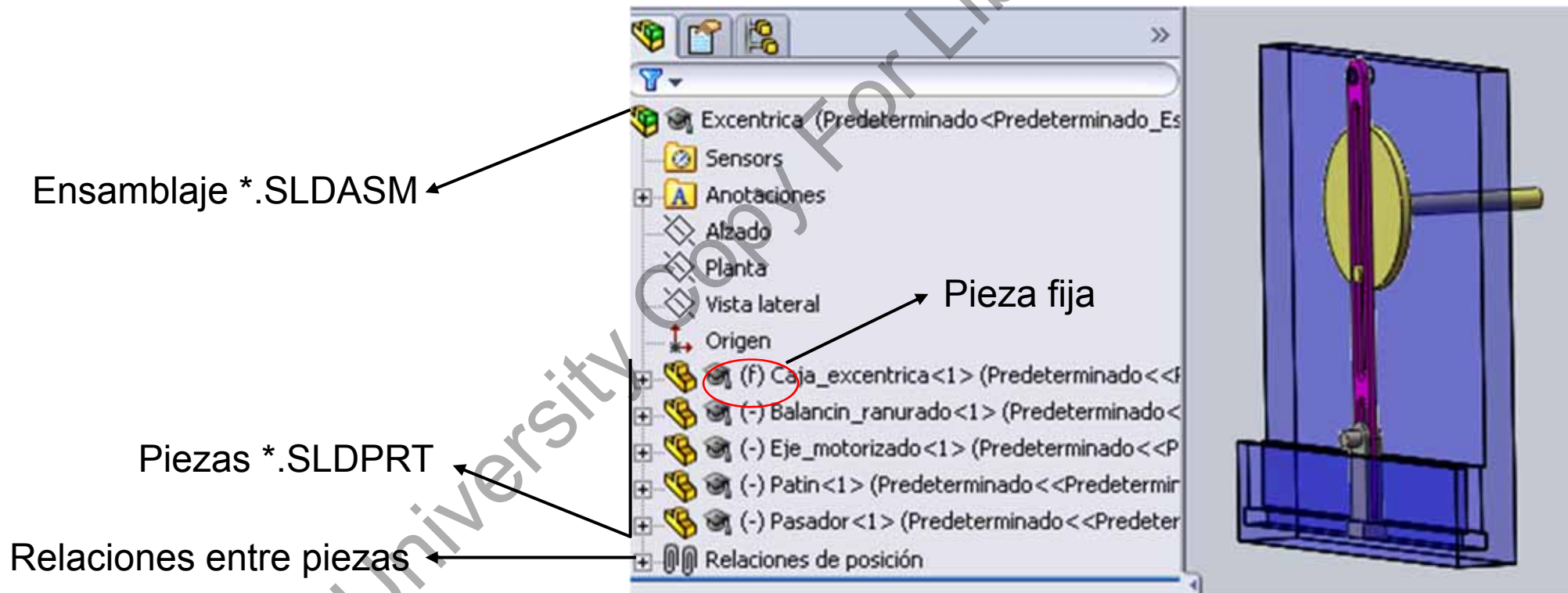
Tutorials by Category	
Getting Started	Special Types of Models
Building Models	Productivity Enhancements
Working with Models	Design Analysis
All SolidWorks Tutorials (Set 1)	
All SolidWorks Tutorials (Set 2)	
What's New Tutorials	

Tutorials by Focus/Industry	
CSWP/CSWA Preparation	Consumer Product Design
Machine Design	Mold Design

• Ejemplo de Ensamblaje SW.

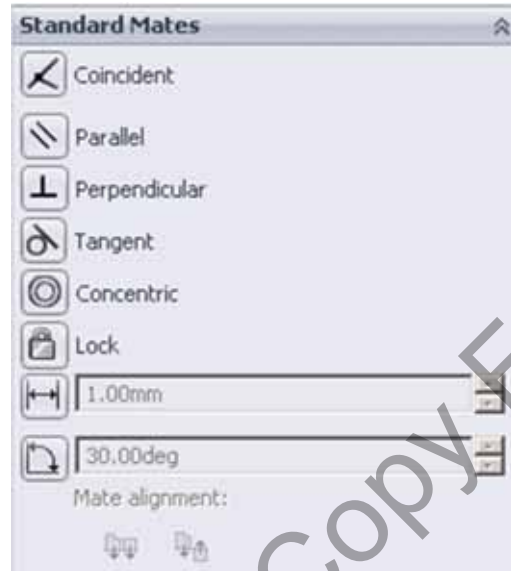
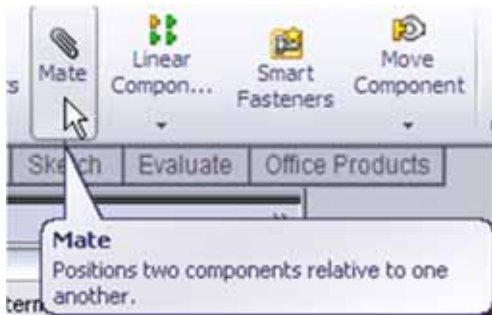
Abrimos un ejemplo de un ensamblaje "Excentrica.SLDASM" podemos examinar como está montado.

\\sdoc\software\PUBLIC\Exp\_Grafica\DAO\S06t\S06\_ejercicio

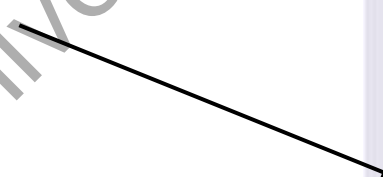


• Análisis de relaciones.

Analizamos las relaciones existentes.



Relación  
suprimida



- Movimiento de piezas.

Podemos mover la pieza de dos formas, una libremente y la otra en un movimiento de rotación.

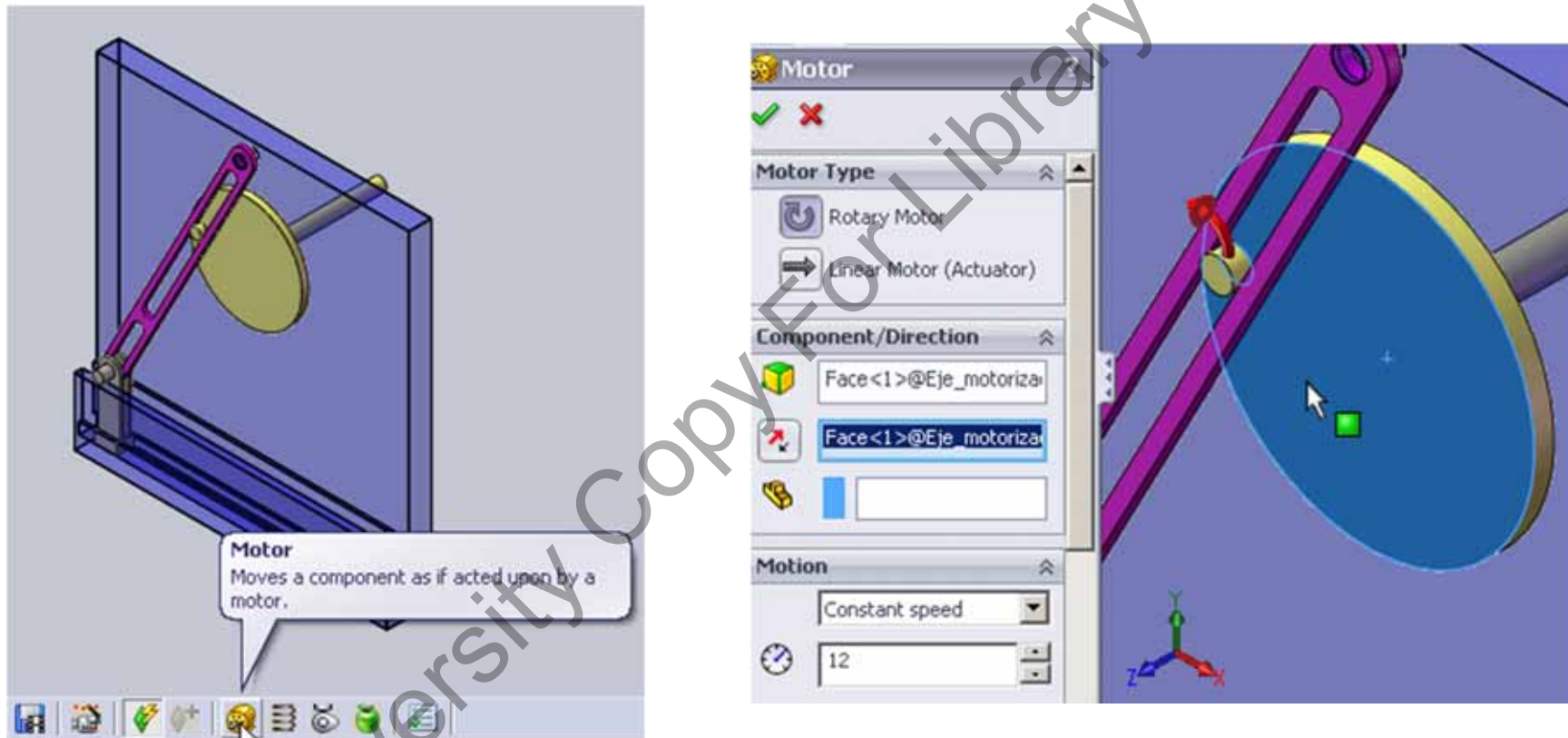


Sin embargo si hacemos "Move Component" con "Physical Dynamics" entre las piezas que nos interesa al mover se detectan los contactos y las piezas se arrastran.



- Estudio de movimiento

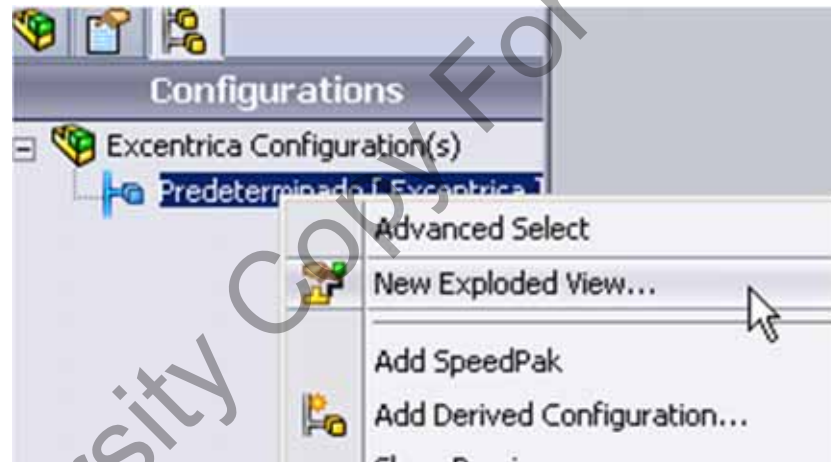
Podemos realizar una simulación de como se mueve el mecanismo.



Finalmente clicamos sobre el botón play. Se puede guardar como película la animación.

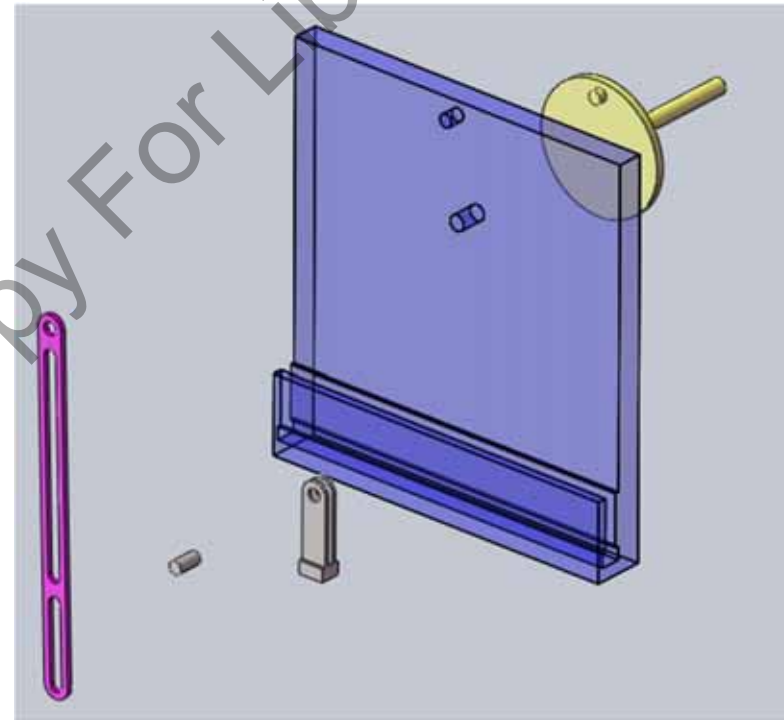
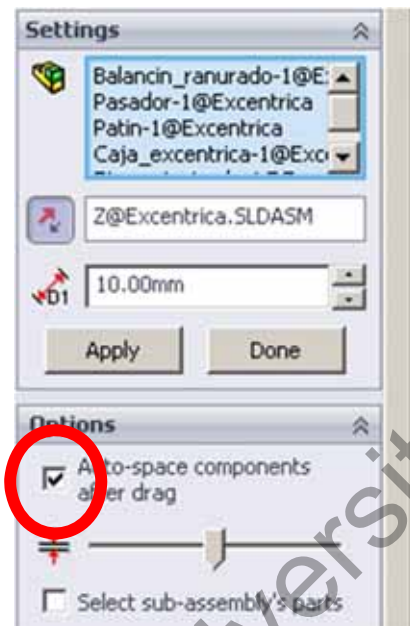
## • Planos

Para poder realizar un plano del explosionado es necesario hacer primero una configuración de explosionado. Vamos al ConfigurationManager y con el botón secundario apretamos sobre la configuración Predeterminada.



## • Planos

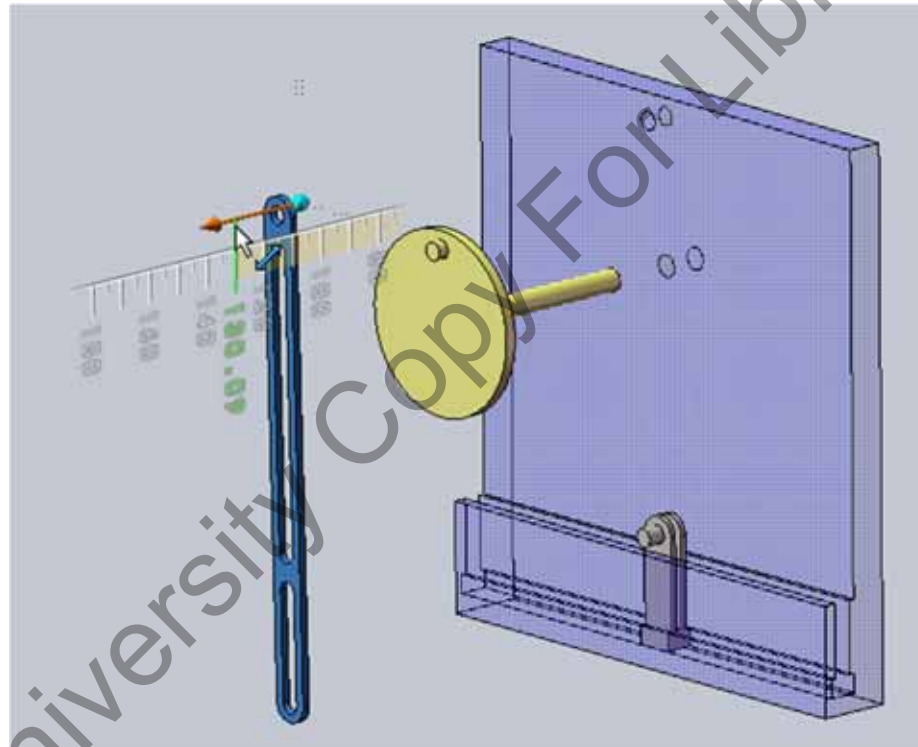
Se puede realizar el explosionado de dos maneras distintas. La primera es dejar que SW realice el explosionado solo.





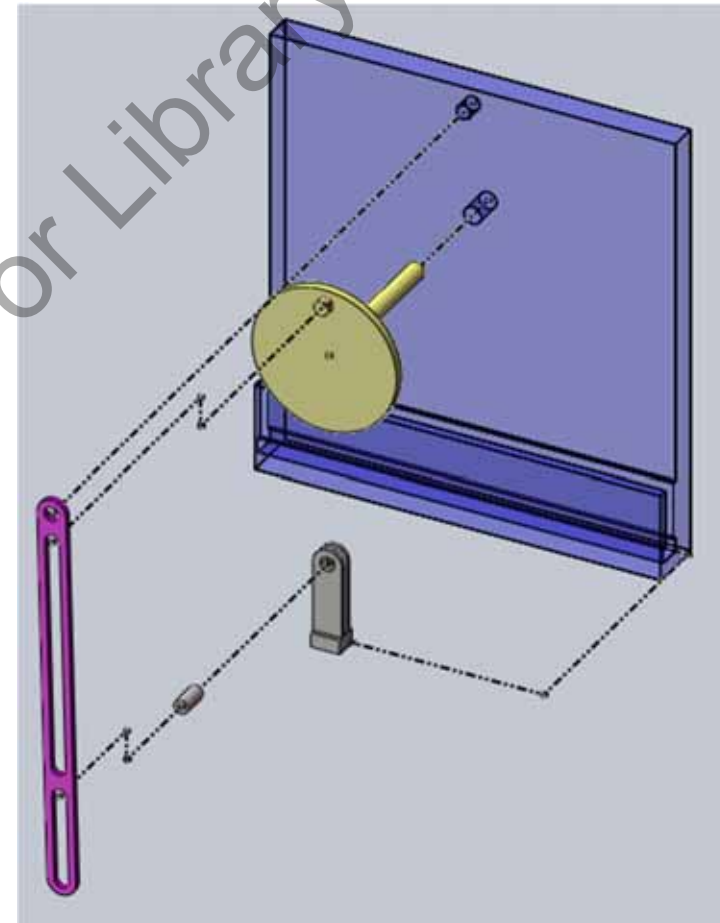
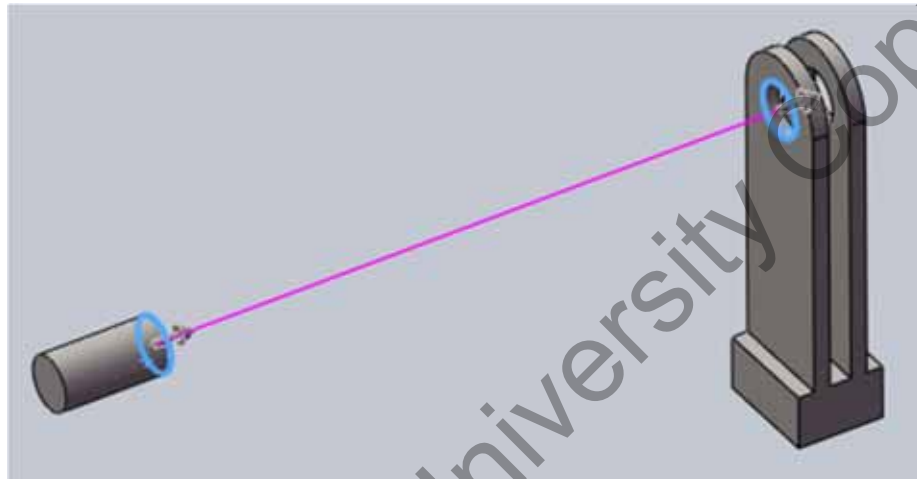
- Planos

La segunda opción es mover cada componente por separado y conseguimos la posiciones que mas nos gusten.



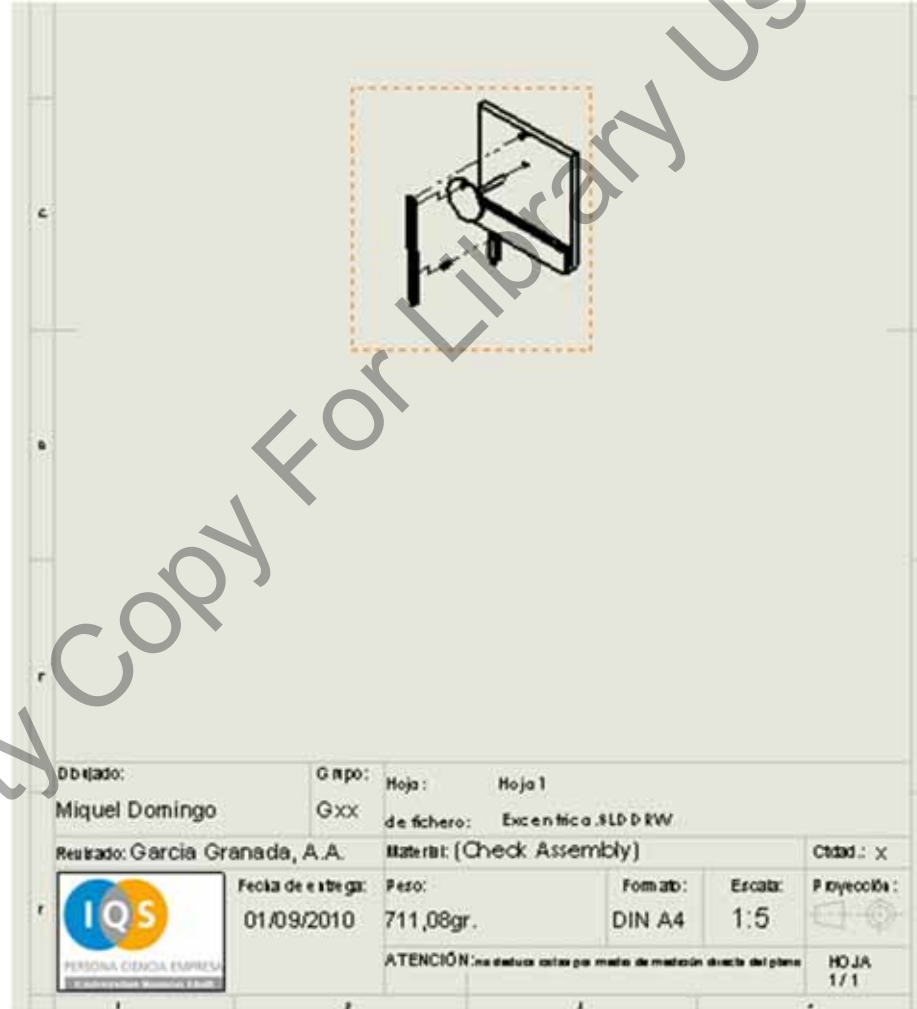
## • Planos

Tenemos que poner las líneas del explotado para cada uno de los componentes montados juntos.



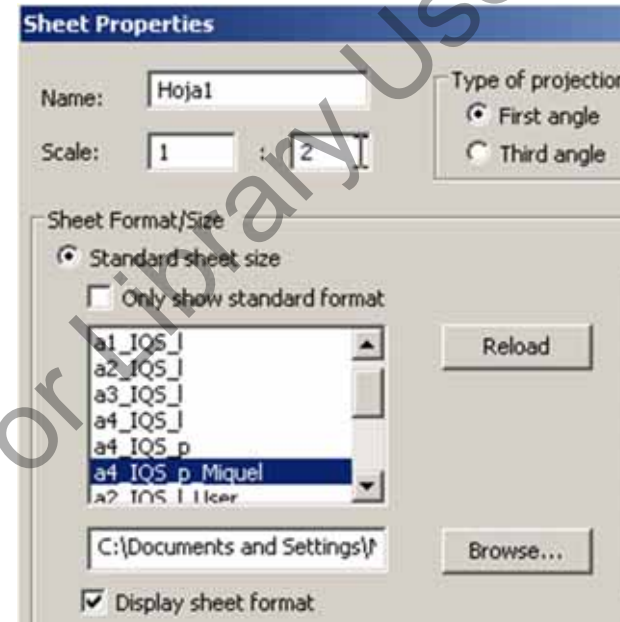
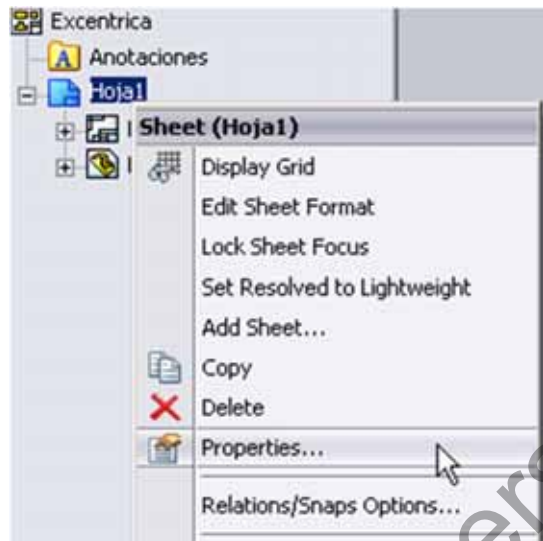
# • Planos

Creamos un nuevo documento de dibujo e insertamos la vista explosionada.



# • Planos

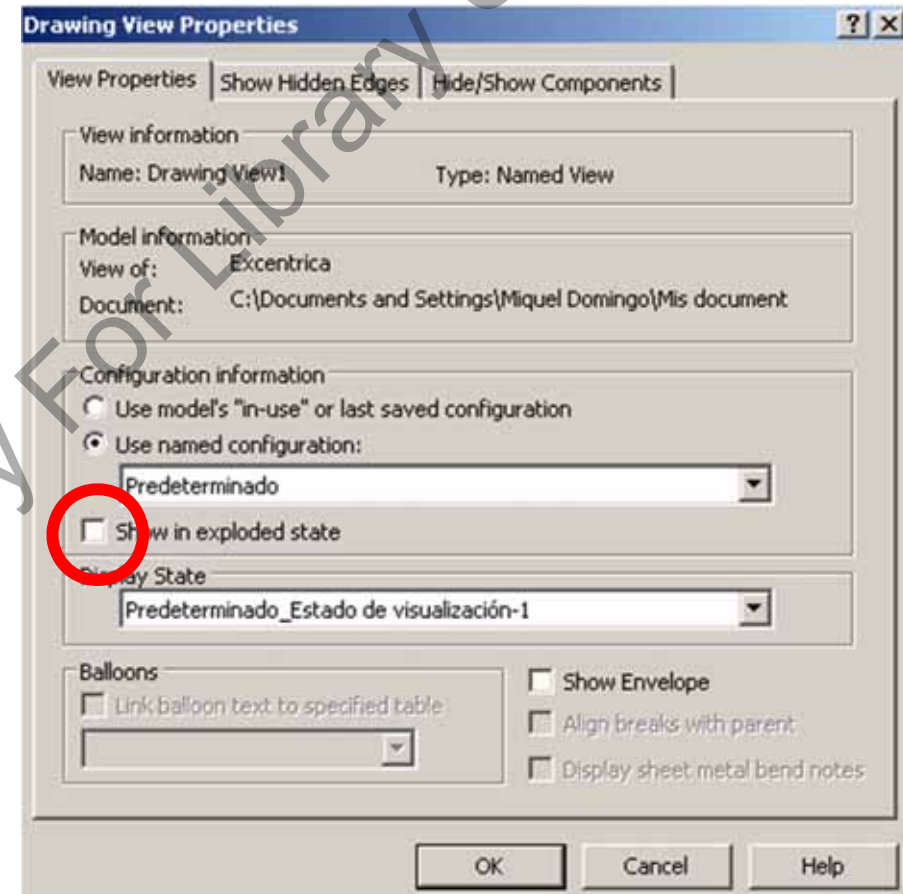
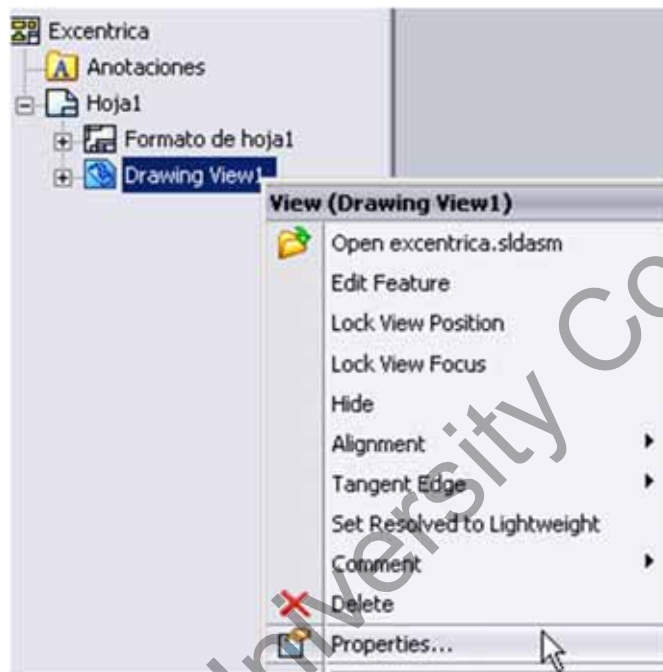
Si queremos cambiar la escala del dibujo vamos a propiedades del documento.



También cambia la escala en el cajetín

## • Planos

Si no queremos que hacer un plano de la vista explosionada vamos a las propiedades del "Drawing View".



# • Planos

Agregamos la tabla de materiales.



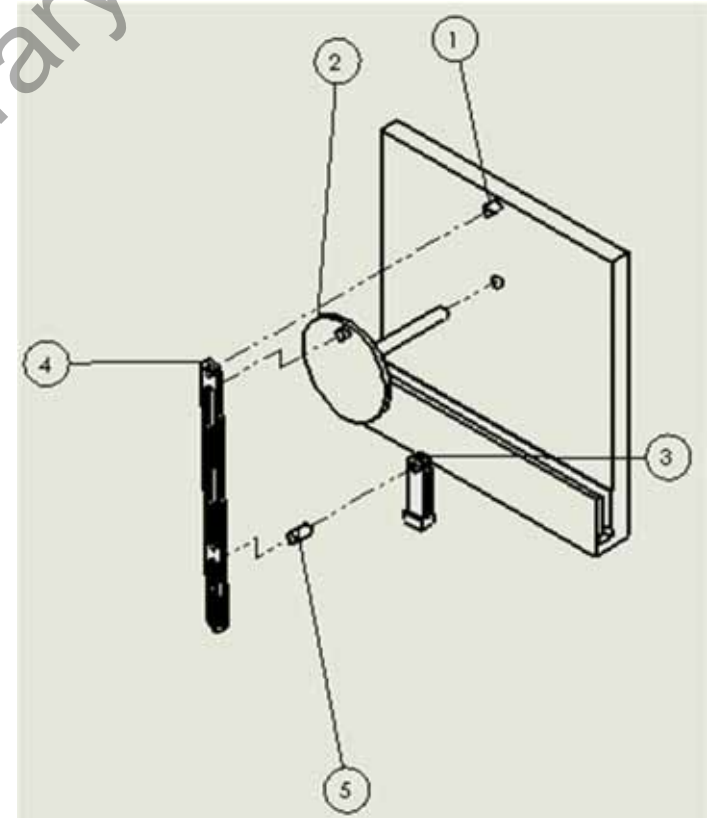
NO.	NAME	Material	Weight	Q
1	Caja_excentrica	1060 Alloy	627,03	1
2	Eje_motorizado	AISI 304	60,49	1
3	Patin	AISI 304	9,67	1
4	Balancin_ranurado	AISI 304	12,31	1
5	Patador	AISI 304	1,57	1

Dibujado:	Grupo:	Hoja:	Explosionado	
Miguel Domingo	GXX	de fichero:	Excentrica.SLDDRW	
Revisado:	Material (Check Assembly)		Cidad.: X	
Garcia Granada, A.A.	Fecha de entrega:	Peso:	Formato:	Escala:
	01/09/2010	711,08gr.	DIN A4	1:2
				Proyección:
ATENCIÓN: no deducir cables por modo de medición directa del plano				HOJA 1/2

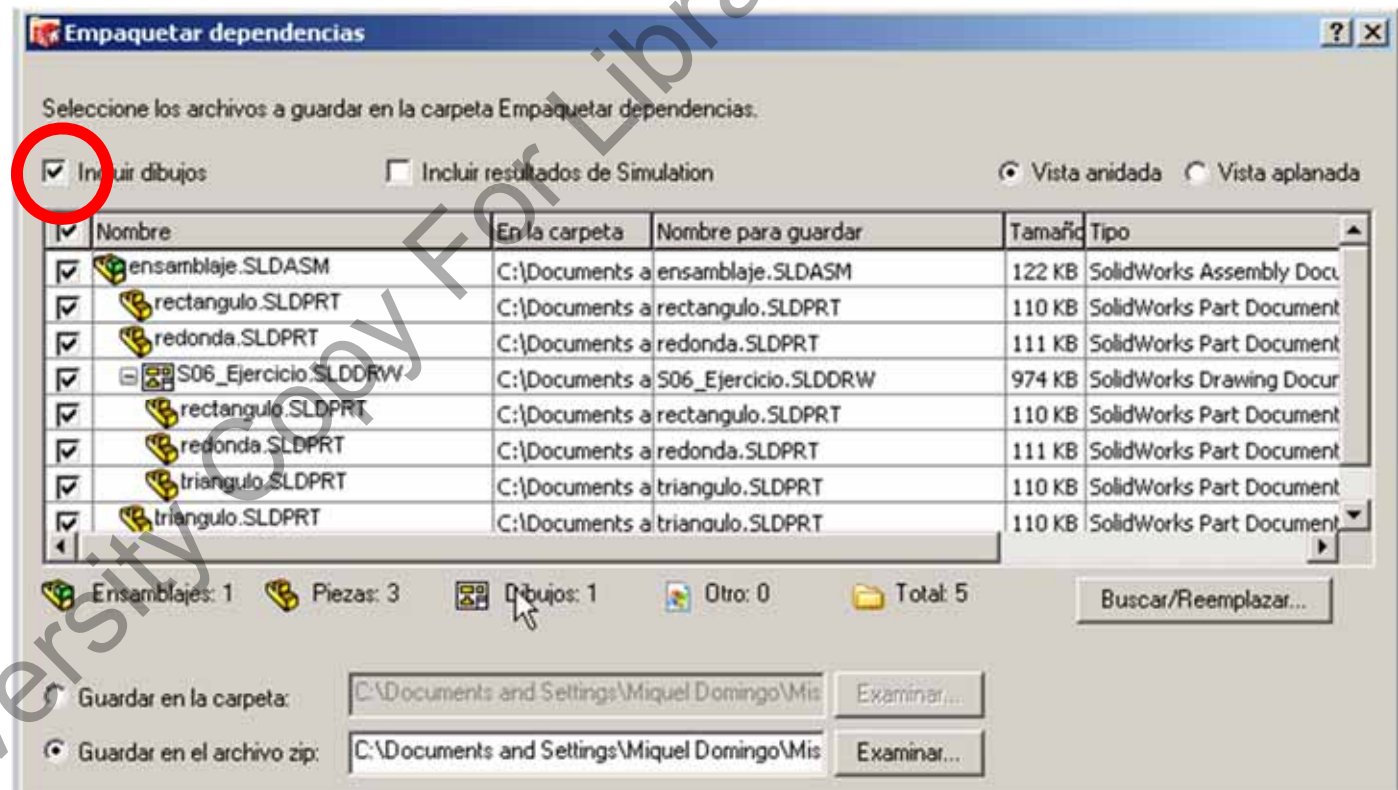
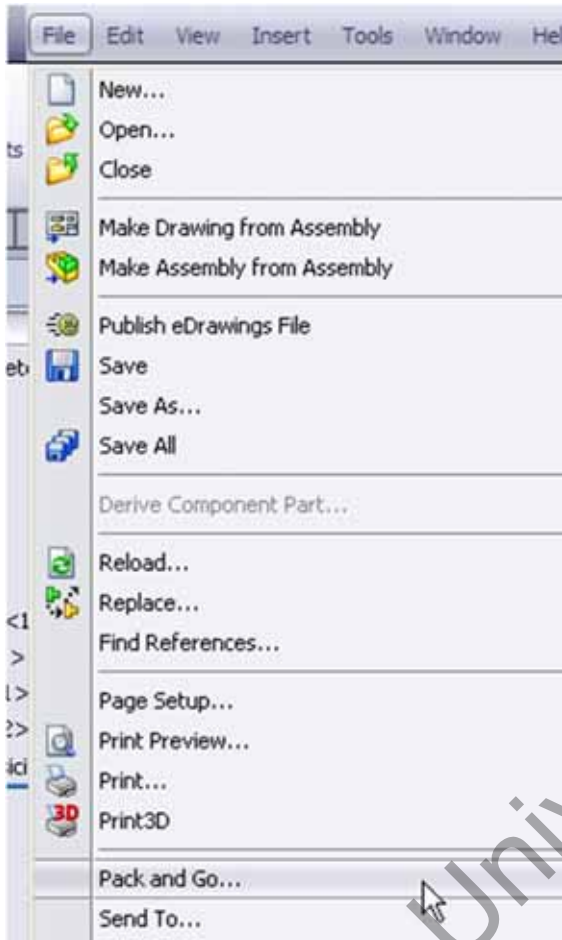
# • Planos

Finalmente numeramos cada "Part".



# • Guardar

El mejor método para guardar es el "Pack and Go...".





## • Menú Superior.

Dependiendo de que tarea o archivo tengamos abierto los menús varían pero en general:

- File: crear un nuevo archivo, abrir alguno existente, guardar o imprimir.
- View: diferentes opciones de visualización.
- Tools: herramientas para dibujar, ensamblar, hacer cálculos, etc.
- Help: ayuda y tutoriales.



- **Barras de herramientas.**

Las barras de herramientas dependen de. Se pueden poner en la área de trabajo: "View->Toolbars" y las podemos colocar donde queramos.

- **Comandos por teclado.**

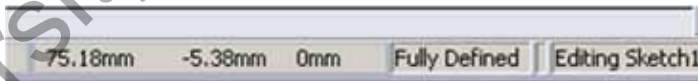
Para conocer los comandos disponibles e incluso crear nuevos en el menú: Tools->Customize... "keyboard"



- Mensajes de ayuda.

En la parte inferior izquierda de la pantalla aparece un mensaje que indica la acción que se realiza en ese momento. Si se está diseñando una "Part" te indica si ésta esta completamente definida o no, igual cuando se hace un "Assembly" y un "Drawings".

Situándose con el puntero, sobre cualquier icono, se puede saber de qué herramienta se trata. De la misma manera situándose sobre cualquier función o elemento del árbol muestra información sobre ésta.



- Área de trabajo.

Área de desarrollo del trabajo, donde se encuentra, a parte del modelo y todos los elementos de referencia creados, el árbol de especificaciones, los ejes de coordenadas, y el punto (0,0,0).

- FeatureManager design tree.

Situado por defecto en la parte izquierda de nuestra pantalla, presenta una estructura ramificada en la que se reflejan todas las operaciones realizadas en el diseño. Esta ramificación responde a la dependencia de los diferentes componentes.

Sigue el orden con el que realizamos las operaciones.



- **PropertyManager.**

Esta área es la que aparece al apretar la segunda pestaña en el panel a la izquierda de el área de trabajo. Se abre cuando se seleccionan entidades u operaciones ya definidas o cuando estamos realizando alguna operación.

- **ConfigurationManager.**

Se encuentra en la tercera pestaña del panel izquierdo. Su utilidad es crear, seleccionar y ver las configuraciones múltiples de piezas y ensamblajes en un documento.



- **Uso del ratón.**

Rueda central: zoom dinámico.

Botón central: rotación dinámico.

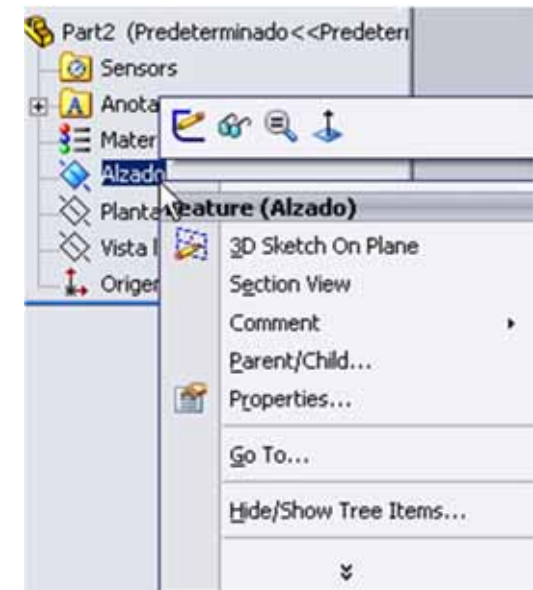
Control + Botón central: desplazamiento dinámico.

Botón derecho + desplazamiento: comandos rápidos. Para configurarlo "Tools->Customize...->Mouse gestures".

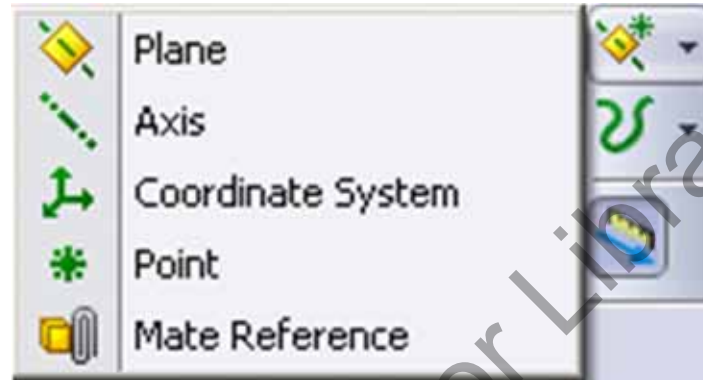


- **Menú contextual.**

Herramientas para tratar los diferentes elementos o funciones del documento: botón derecho sobre los elementos del árbol o sobre una entidad bidimensional o tridimensional del área de geométrica.



- Iconos – Geometría de referencia.

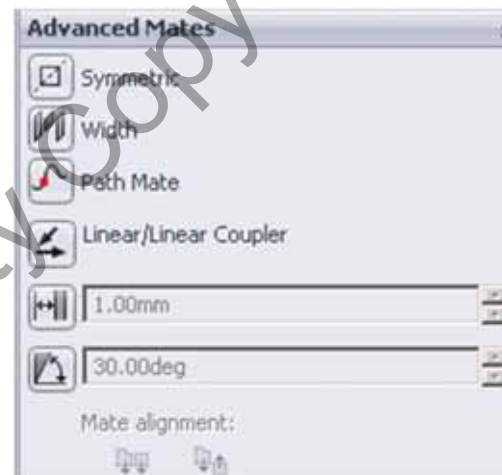
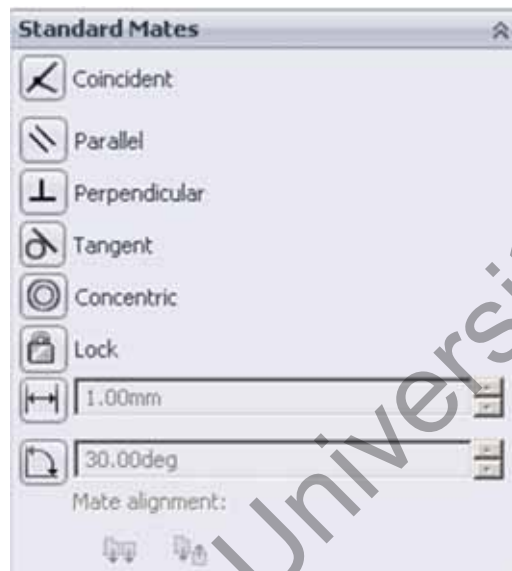


- Plane: representación de un plano.
- Axis: representación de un eje.
- Coordinate System: representación de un sistema de coordenadas.
- Point: representación de un punto.
- Mate Reference: relaciones de referencia, utilizadas si se utilizan componentes similares que se reemplazan regularmente

## • Standard Mates.

Los vínculos de posición definen el posicionamiento de piezas o subensamblajes dentro de un ensamblaje. Existen tres:

- Standard mates
- Advanced mates
- Mechanical Mates





## • Standard mates.

- Coincident: posiciona las caras, planos, bordes u combinaciones de éstos, para que compartan el mismo plano infinito.
- Paralel: posiciona las piezas seleccionadas para que permanezcan a una distancia constante separadas la una de la otra.
- Perpendicular: posiciona las entidades seleccionadas a un ángulo de  $90^\circ$  la una de la otra.
- Tangent: posiciona las piezas seleccionadas tangentes el uno del otro (al menos un elemento debe ser cilíndrico, cónico o esférico).

## • Standard mates

- Concentric: posiciona las piezas seleccionadas compartiendo el mismo línea central.
- Lock: bloquea la posición del elemento.
- Distance: posiciona los elementos seleccionados la distancia especificada.
- Angle: posiciona los elementos seleccionados formando el ángulo especificado.
- Mate alignment: para que los elementos estén alineados o anti-alineados.

## • Advanced mates

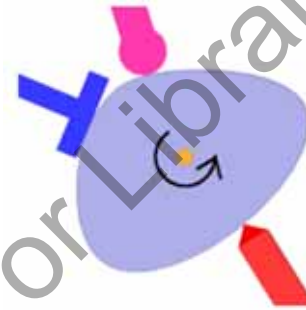
- Symetric: fuerza dos elementos similares a ser simétricos a una cara o plano.
- Width: centra un elemento en una cavidad.



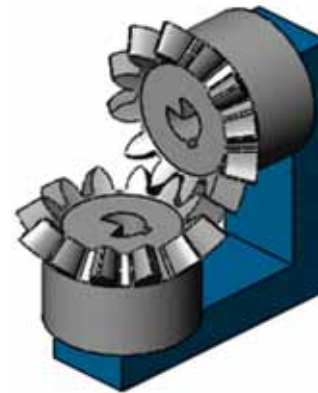
- Path Mate: posiciona un punto de un componente en una trayectoria.
- Linear/Linear Coupler: establece una relación entre la movimiento de un componente con el movimiento de otro.
- Limit: permite mover componentes entre un rango de valores de distancia o ángulo.

## • Mechanical mates

- Cam (leva): fuerza un cilindro, plano o punto a ser coincidente o tangente a una serie de caras tangentes.

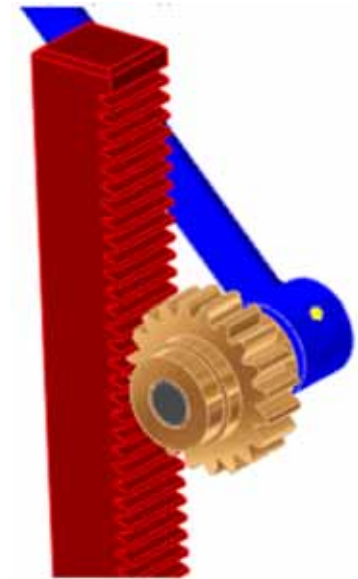
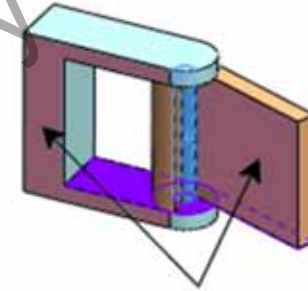


- Gear (engranaje): fuerza dos componentes a rotar relativamente uno al otro con los ejes seleccionados.



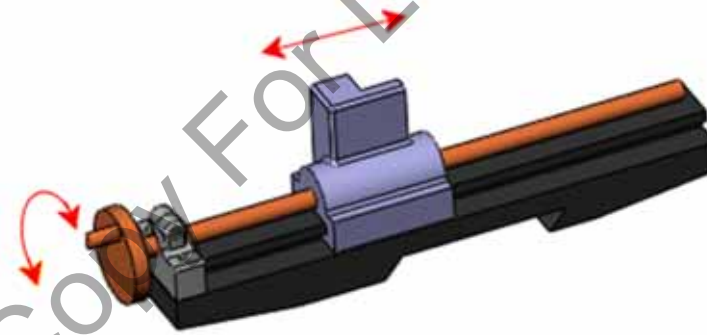
## • Mechanical mates

- Hinge (bisagra): limita el movimiento entre dos componentes a un grado de libertad de rotación.
- Rack and Pinion (piñón i cremallera): el movimiento linear de un elemento (rack) causa un movimiento rotatorio a el otro elemento y viceversa.



## • Mechanical mates

- Screw (tornillo): obliga dos componentes a ser concéntricos y además añade una relación de movimiento entre la rotación de un elemento y la translación del otro, pitch (paso).



- Universal Joint: la rotación de un componente (el eje de salida) respecto su eje es realizado por la rotación de otro componente (el eje de entrada) respecto su eje.

## • Insertar componentes con patrón

Estas opciones sirven para copiar componentes que ya están en el ensamblaje con relaciones de posición.

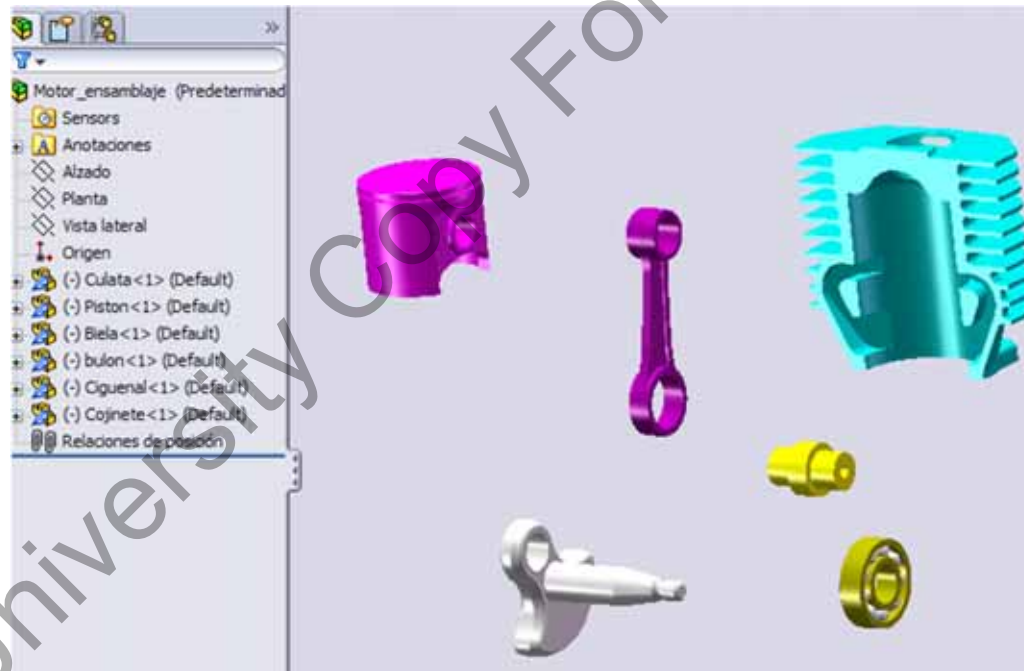
- Linear Component Pattern: sirve para copiar componentes que deben estar colocados siguiendo una matriz lineal.
- Circular Component Pattern: para copiar componentes que están posicionados en una matriz circular.
- Feature Driven Component Pattern: para copiar elementos cuya posición siguen una operación hecha anteriormente.
- Mirror Components: sirve para copiar elementos que son simétricos respecto un plano.



- Ensamblaje de un motor.

Durante esta sesión se pretende aplicar lo aprendido en ensamblajes para montar con las restricciones necesarias motor para conseguir que se mueva correctamente. Las partes se pueden sacar de [\\sdoc](#):

\\sdoc\software\PUBLIC\Exp\_Grafica\DAO\S08t\S08t\_ejercicio



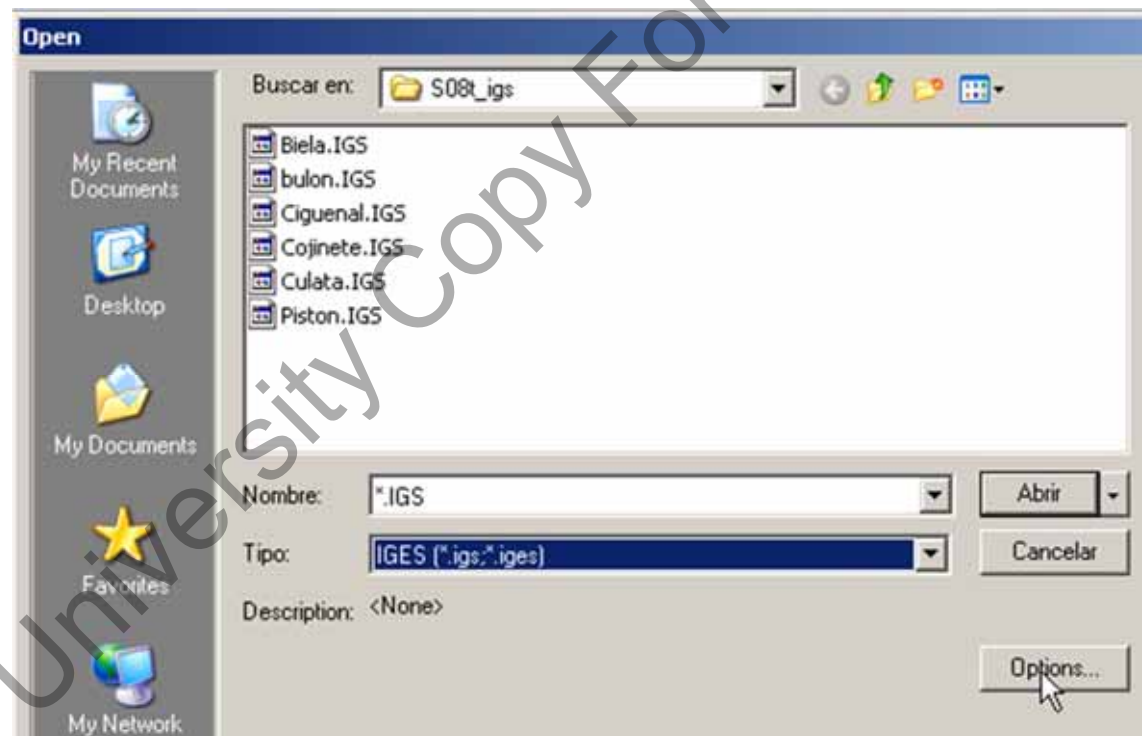


- Ensamblaje de un motor.

Si utilizáis la versión de SW anterior no se pueden abrir estas piezas. Entonces se deben importar de la carpeta:

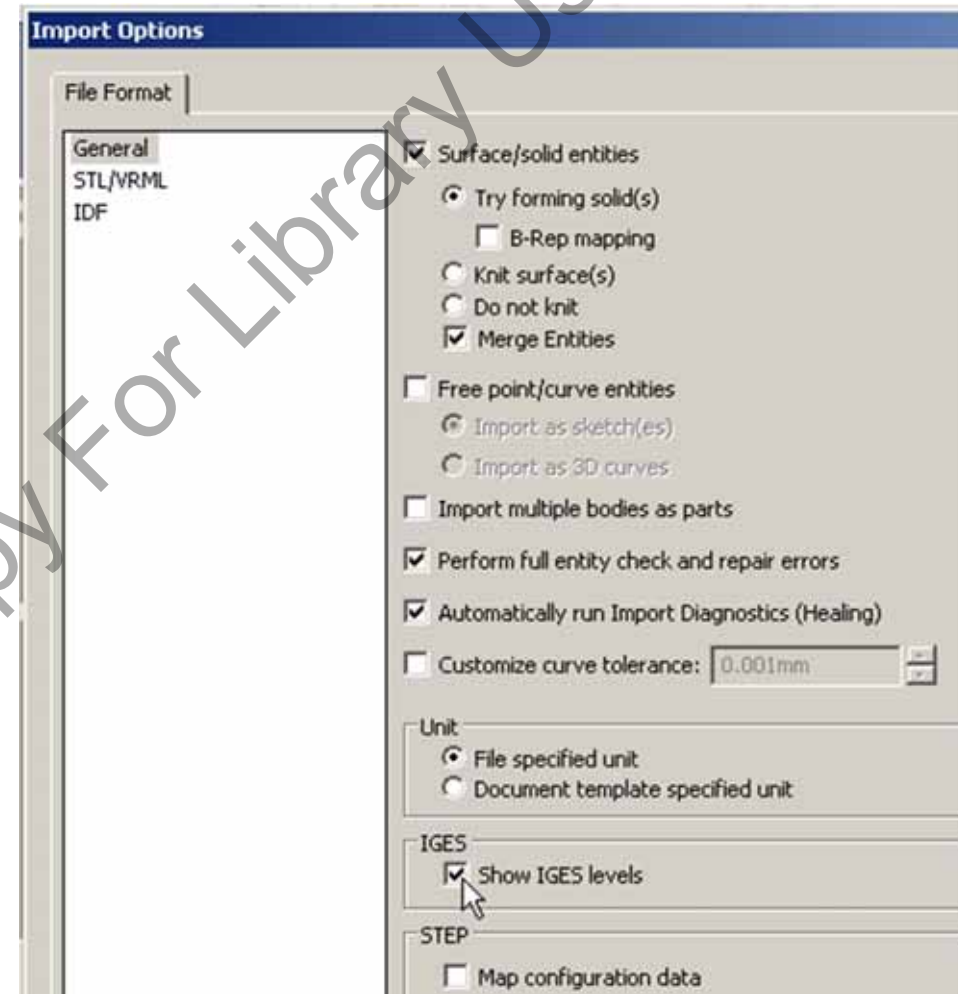
[\\sdoc\software\PUBLIC\Exp\\_Grafica\DAO\S08t\S08t\\_igs](\\sdoc\software\PUBLIC\Exp_Grafica\DAO\S08t\S08t_igs)

Antes de importar se deben modificar las opciones de importación.



- Ensamblaje de un motor.

Se debe seleccionar "Show IGES levels" para que se vean en estructura de árbol.

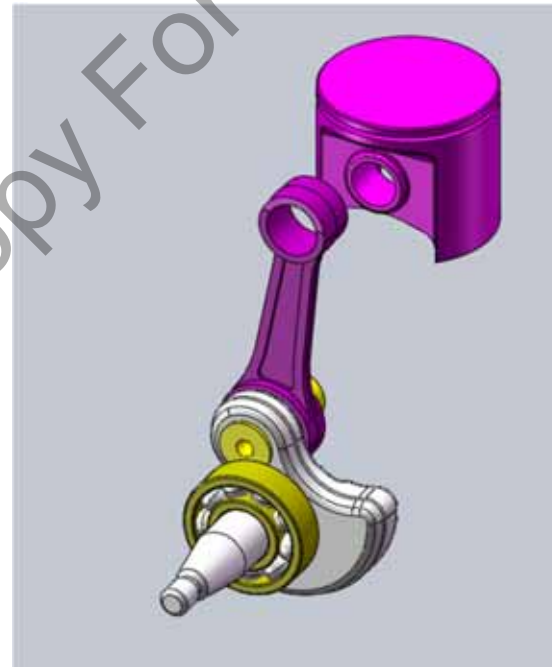


- Ensamblaje de los componentes.

Primero tenemos que fijar uno de los componentes, lo más lógico es que sea la culata ya que es el único componente que no se mueve.

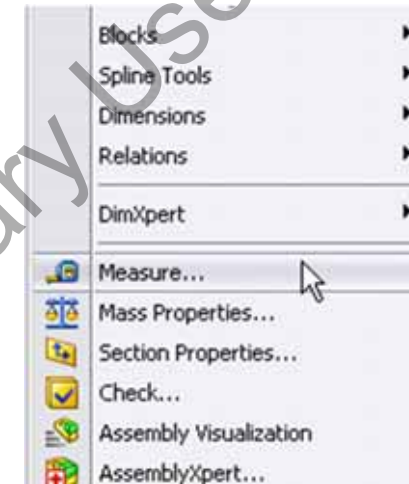
Seguidamente vamos ensamblando todos los componentes.

Al querer ensamblar la biela con el pistón vemos que nos falta un bulón para unirlos. Por lo tanto se va a crear.

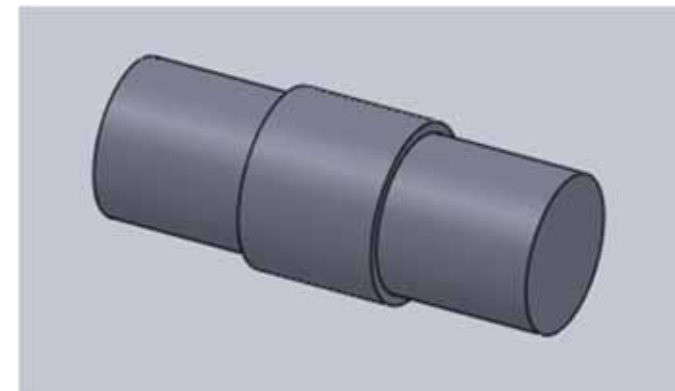


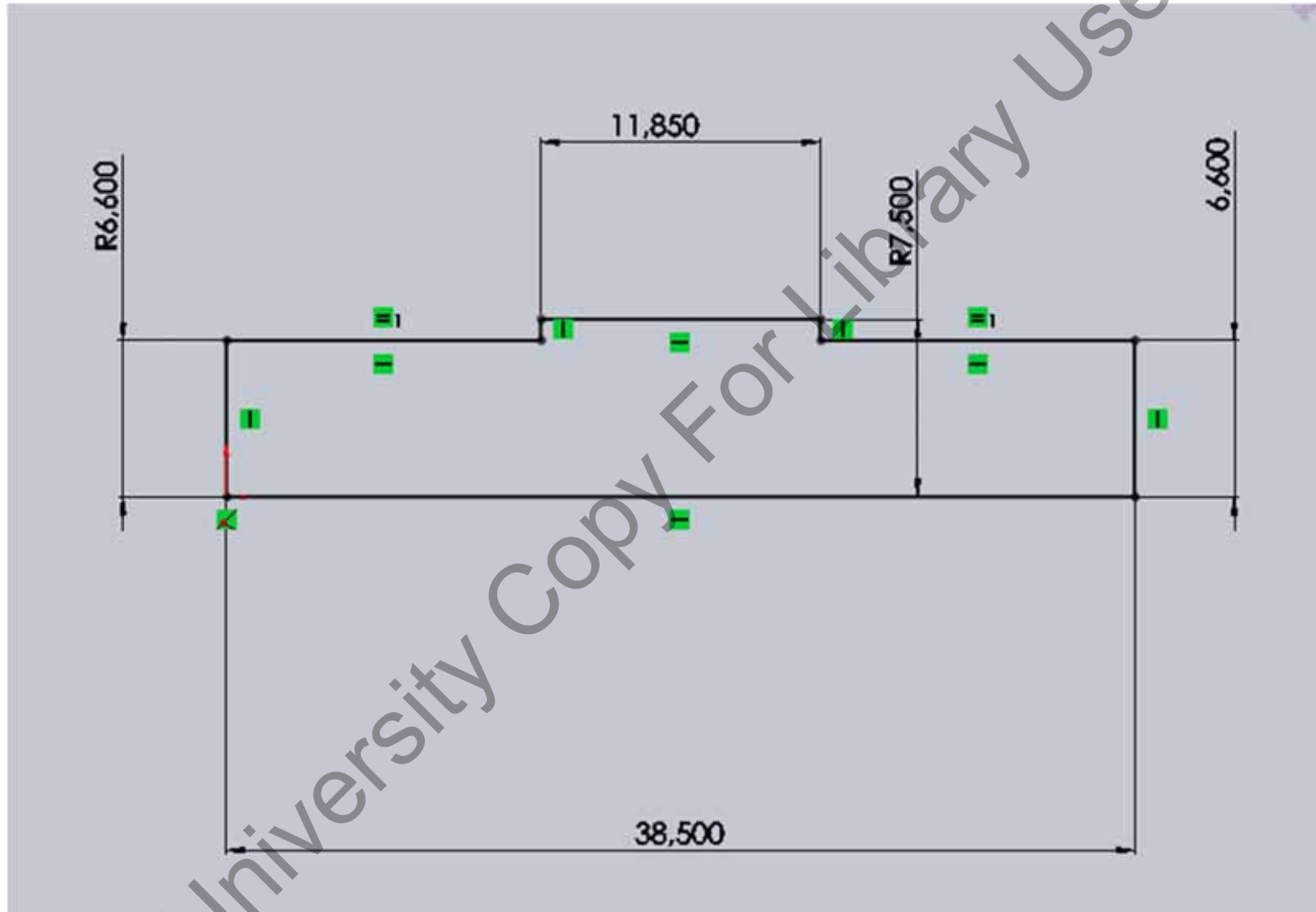
- Diseño del bulón.

Para empezar debemos saber cuanto miden los agujeros por donde tiene que pasar. En el menú de "Tools" encontramos la herramienta de medir. Con ella medimos las dimensiones que debe tener y lo creamos.



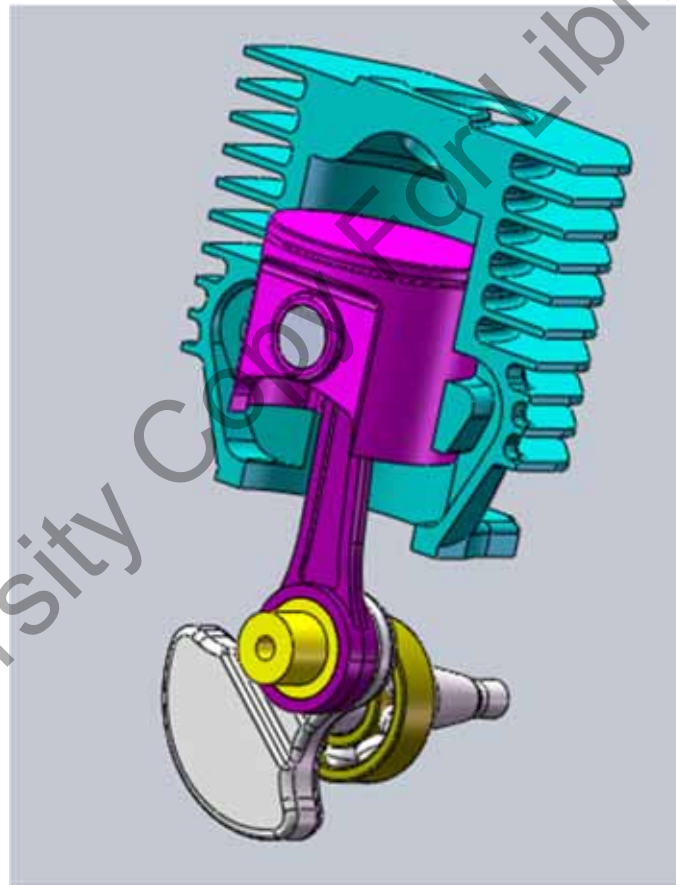
Podemos crear una Part directamente en el Assembly o podemos crear una Part y luego insertarla.





- Ensamblaje.

Ahora ya podemos acabar de hacer el ensamblaje de las piezas. Para ello necesitamos saber la distancia entre el eje del cigüeñal i la culata.

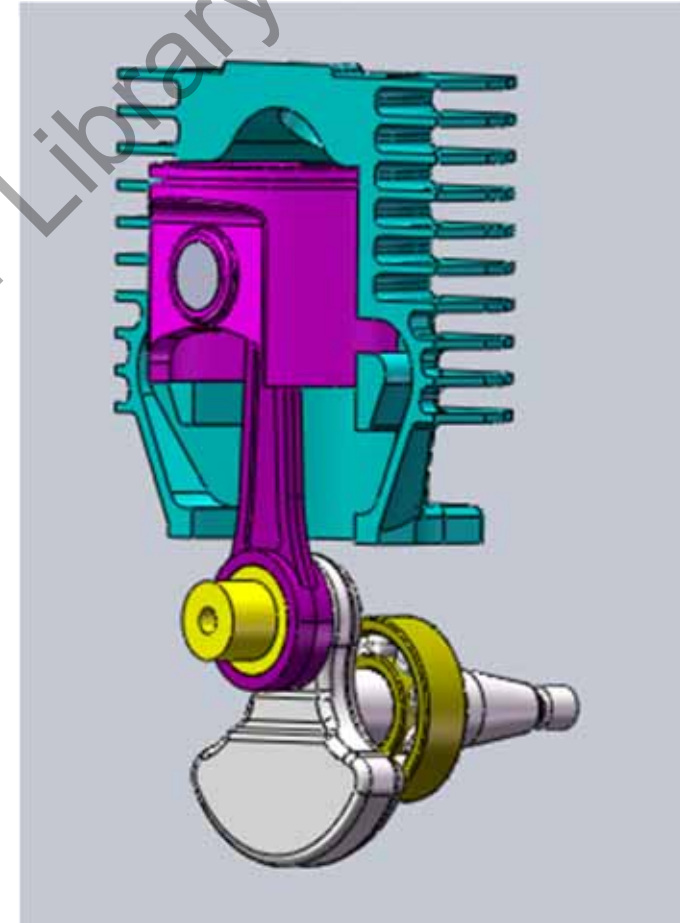


- Ensamblaje.

Pondremos la parte superior del pistón en contacto con la parte inferior de la cámara de combustión.

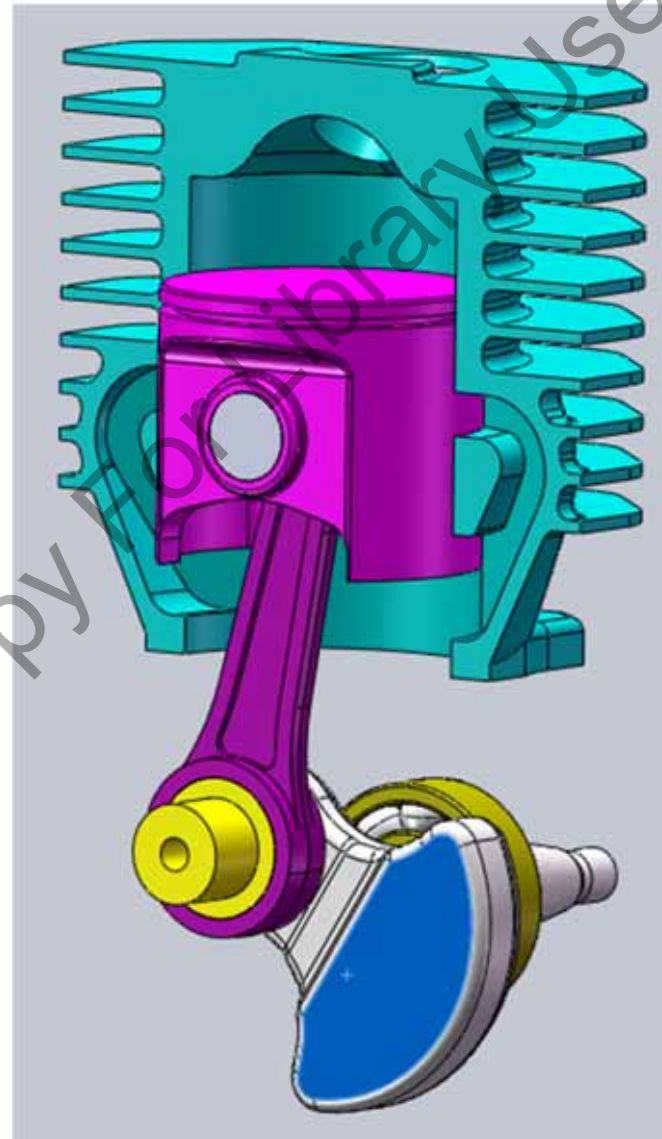
Luego alinearemos la biela y el cigüeñal.  
Éste es el PMI.

Ahora suprimimos las dos restricciones anteriores, que no nos sirven y colocamos la distancia entre los planos del cojinete y la culata.



- Ensamblaje.

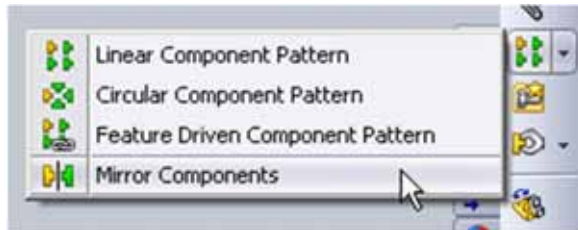
Si movemos el cigüeñal veremos que el motor se mueve correctamente.



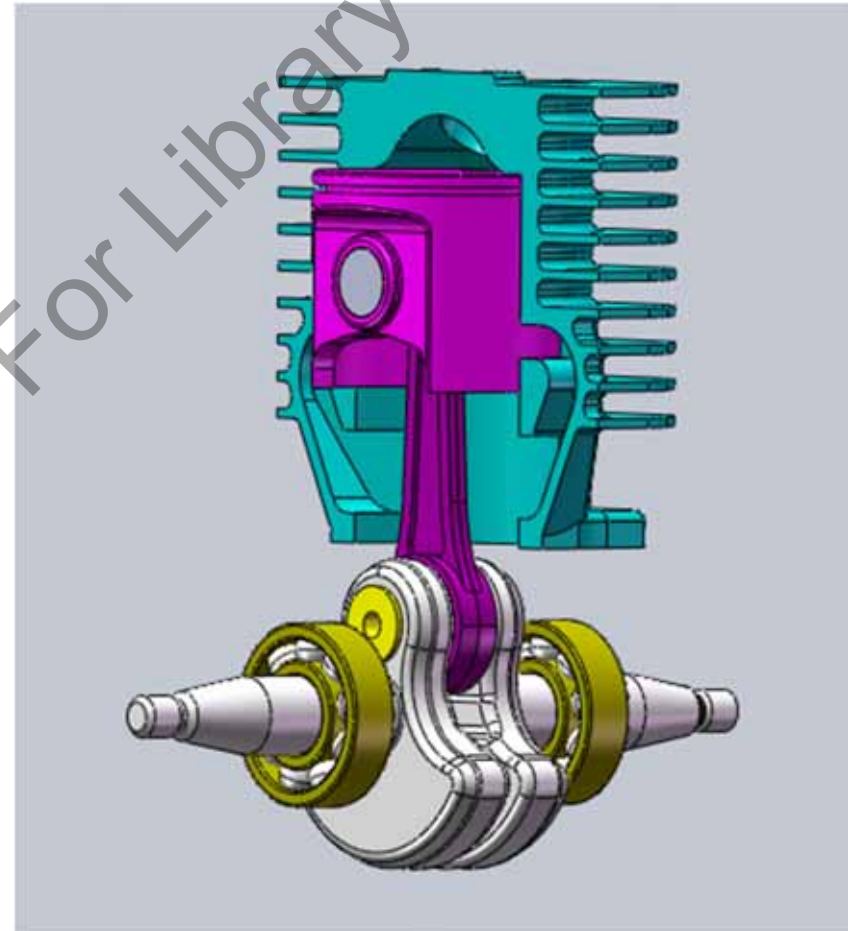


- Ensamblaje.

Ahora vamos a colocar la otra cigüeñal y el cojinete.

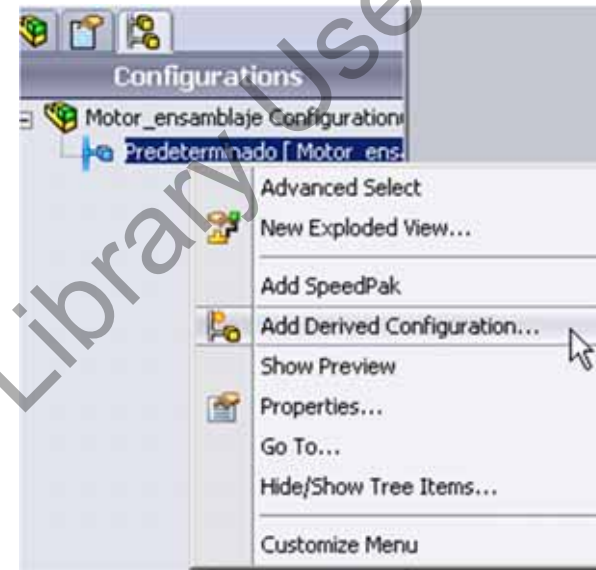


Los posicionaremos simétricos a los otros dos utilizando el plano de la biela.

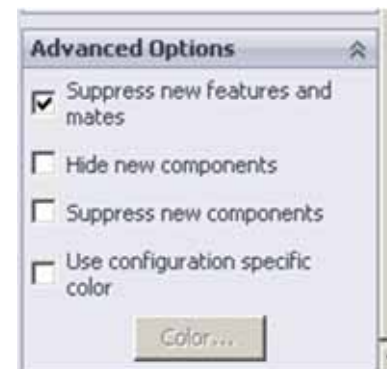


- Ensamblaje.

Añadimos una configuración que será el punto muerto superior.



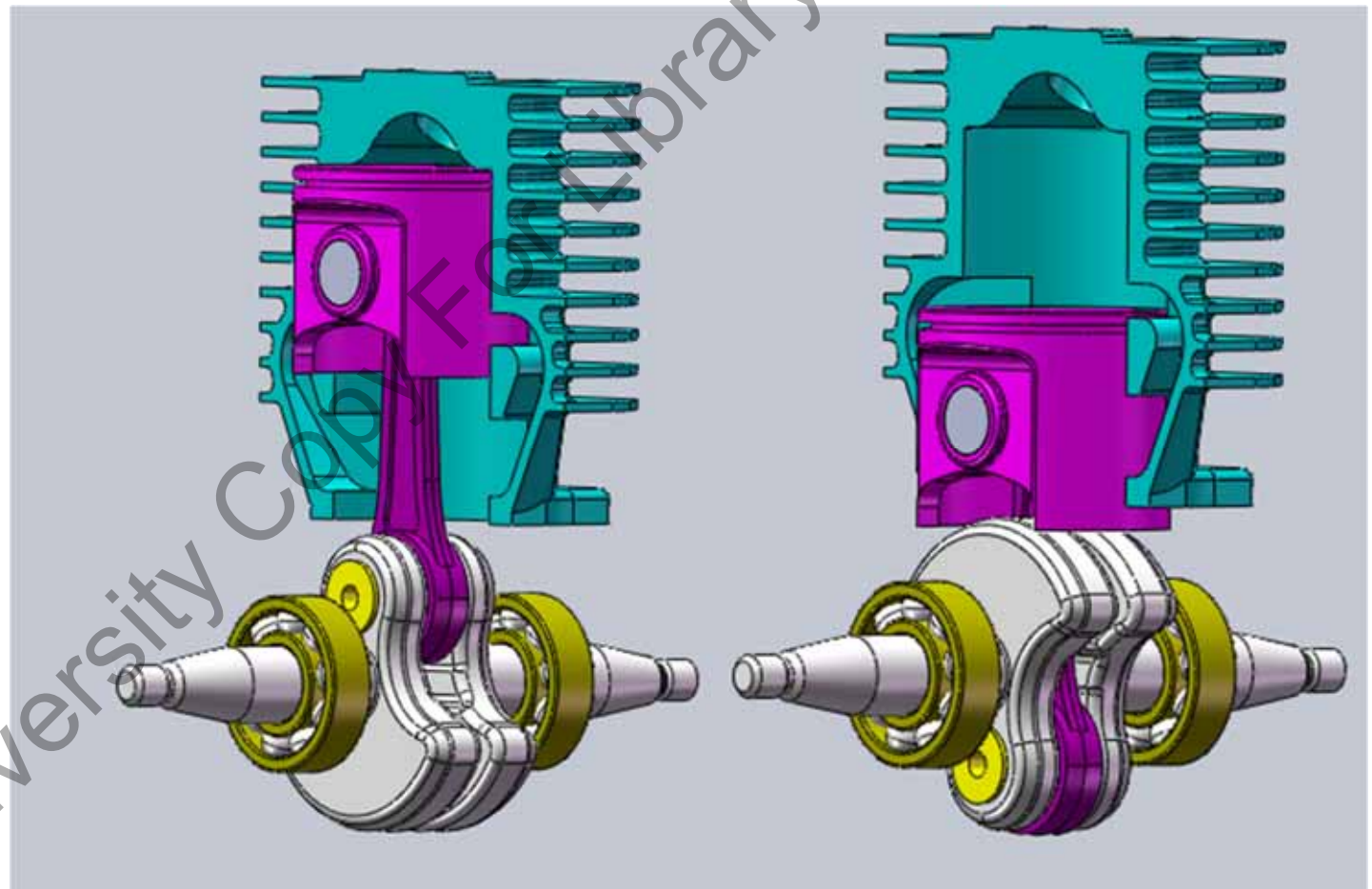
Es importante marcar la casilla de suprimir nuevas relaciones y operaciones ya que no queremos que lo que hagamos sea permanente en el modelo principal



- Ensamblaje.

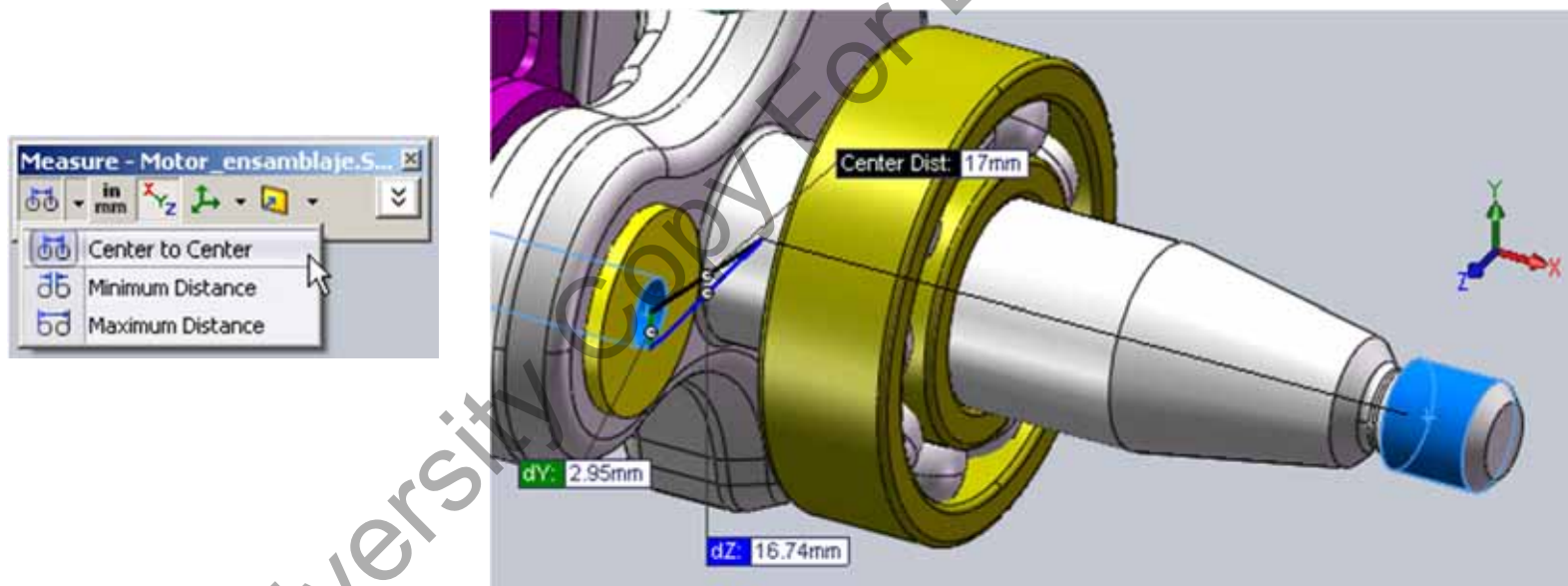
El punto muerto superior lo hacemos poniendo la biela y el cigüeñal alineados.

Haremos otra configuración para el punto muerto inferior.



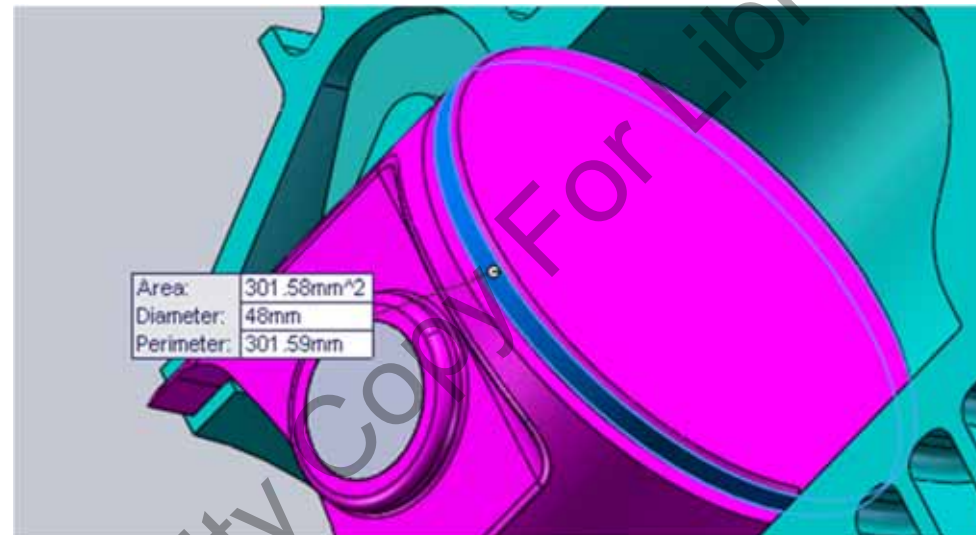
- Cálculos.

Para calcular la carrera lo más fácil es medir la distancia entre eje de cigüeñal y eje de biela-cigüeñal. Como la distancia es de 17 mm el recorrido o carrera es de  $2 \times 17 = 34$  mm.



- Cálculos.

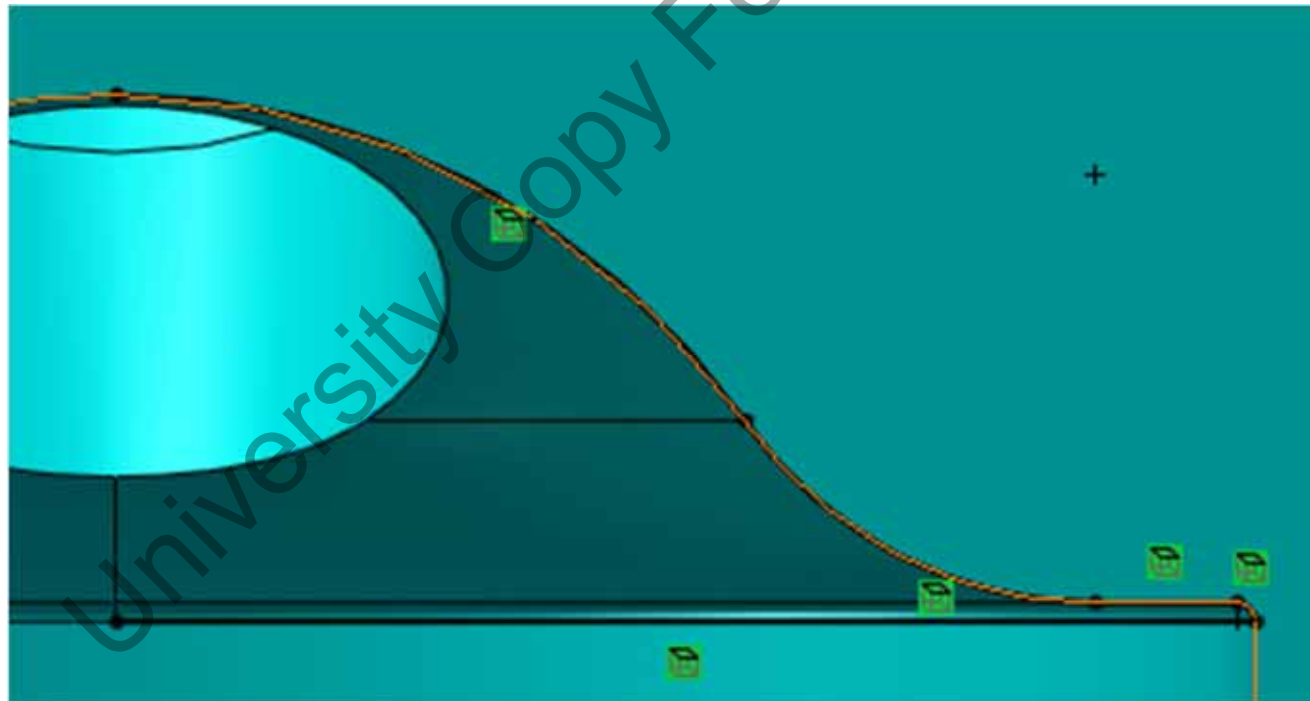
Para calcular el volumen se puede medir el área de la cabeza del cilindro y multiplicarlo por la carrera.



El volumen por tanto es de  $1809,6 \times 34 = 61525 \text{ mm}^3$ . (0,061 litros, 61 cm<sup>3</sup>)

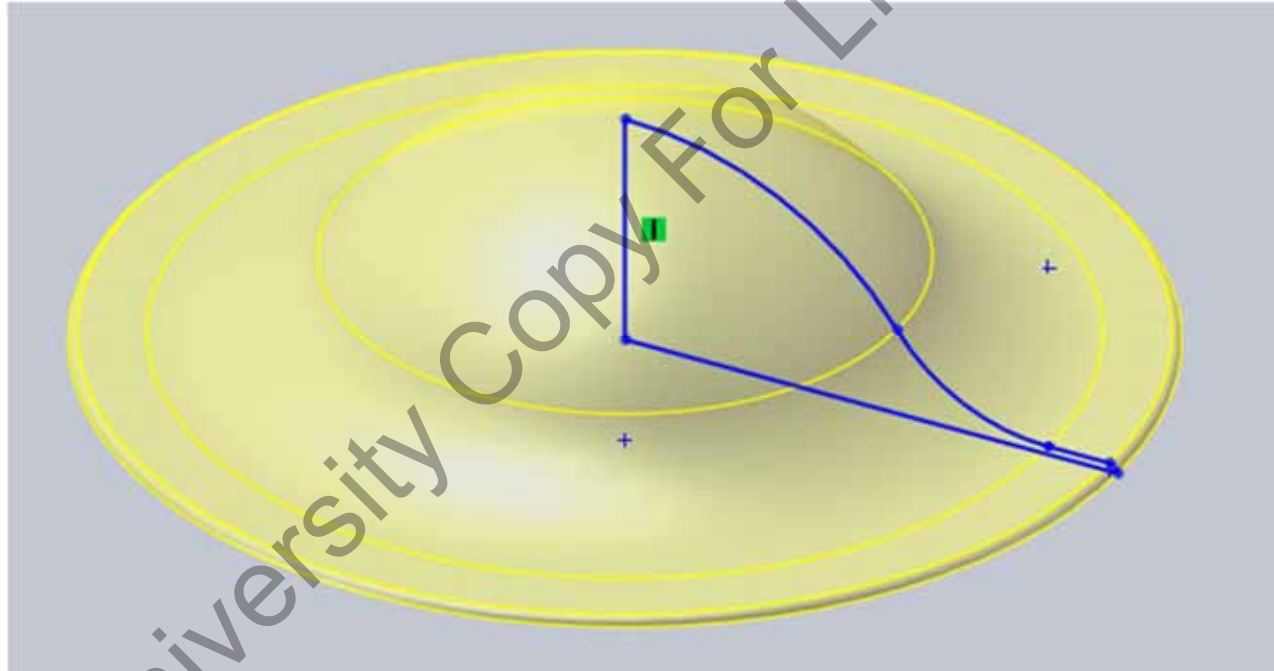
- Cálculo volumen no compresible considerando culata.

Para calcular el volumen que queda entre pistón y culata podemos hacer un "Sketch" en la cara de la culata proyectando las líneas.



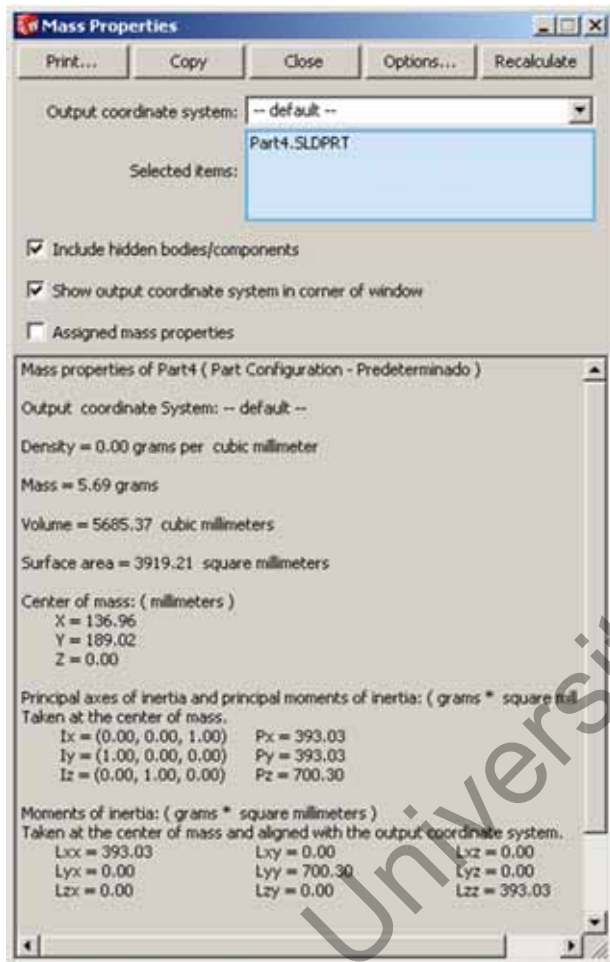
- Cálculo volumen no compresible considerando culata.

Creamos una nueva "Part" y copiamos y pegamos el nuevo "Sketch". Lo editamos para poder realizar un extrusión con revolución.



- Cálculo volumen no compresible considerando culata.

Finalmente medimos el volumen del nuevo sólido con Tools->Mass properties...



Con dicho volumen generado comprobamos que se trata de  $5685\text{mm}^3$ .

Con el pistón arriba el ratio de compresión es:

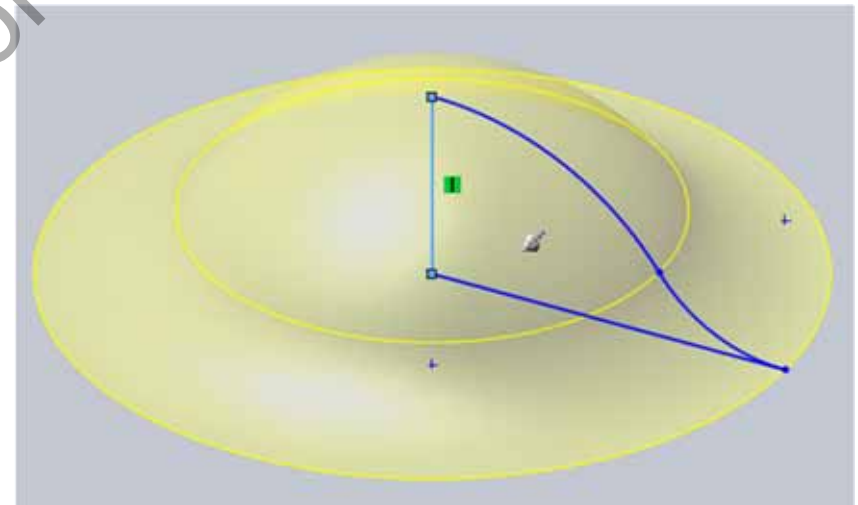
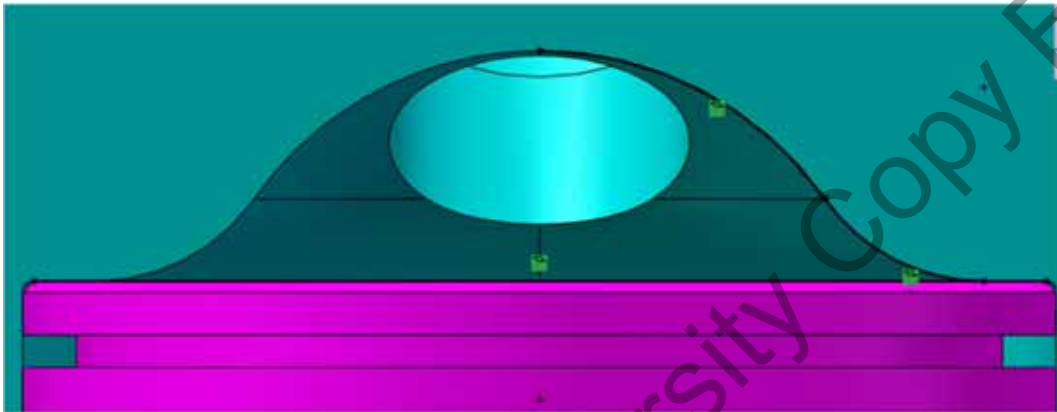
$$(5685+61525)/ 5685 = 11.8$$

A partir de aquí se puede jugar con la posición del cigüeñal respecto a culata para tener el ratio de compresión necesario.



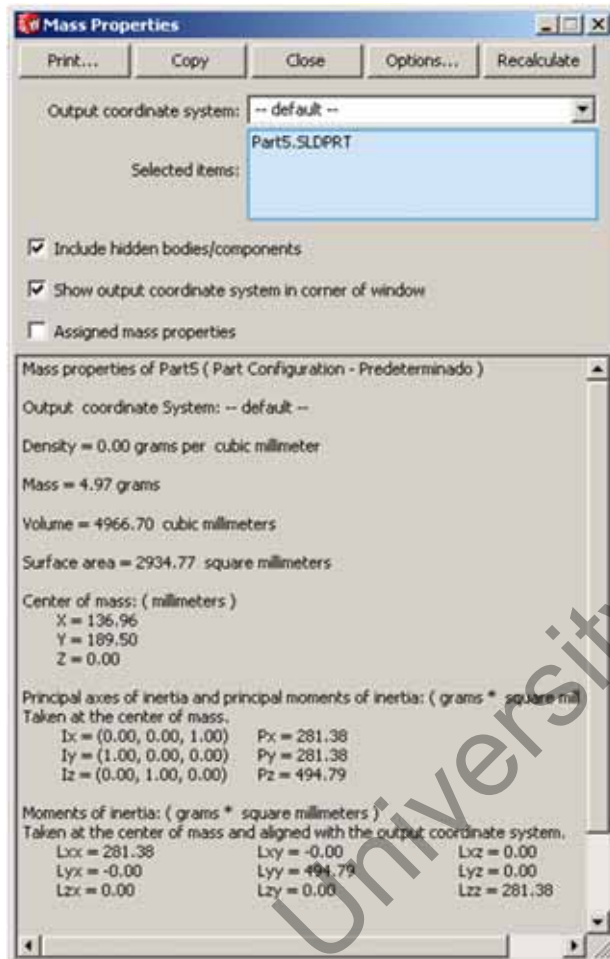
- Cálculo volumen no compresible considerando culata y pistón.

En vez de hacer el "Sketch" sólo con la culata haremos lo mismo con culata y pistón en el punto muerto superior.



- Cálculo volumen no compresible considerando culata.

Calculamos el volumen.



El volumen que ocupa es de  $4966\text{mm}^3$ . Vemos que hay una diferencia entre este y el otro,  $5685\text{mm}^3$

Con el pistón arriba el ratio de compresión es de 13.3.

- Crítica a los números calculados.

Siempre se ha de ser crítico con los números que calculamos.

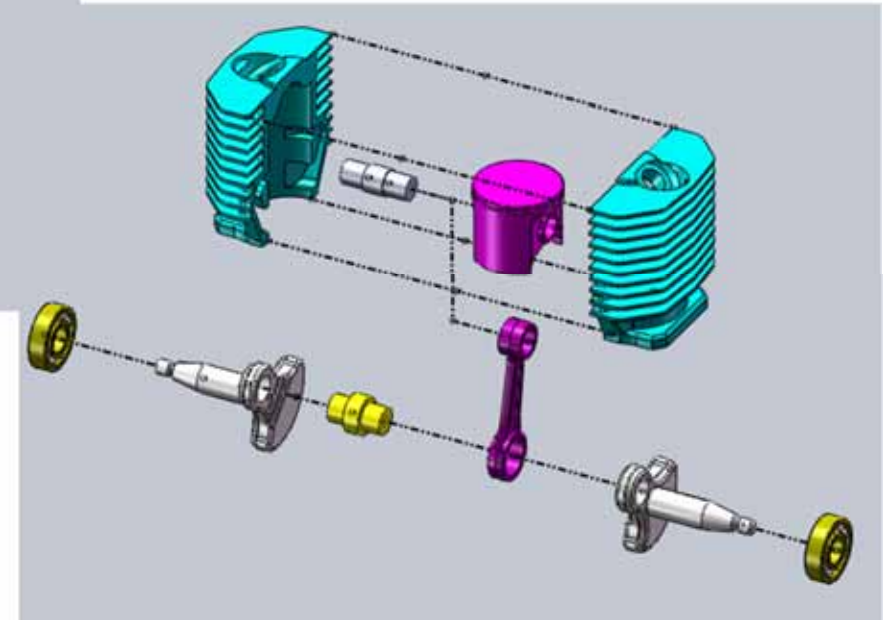
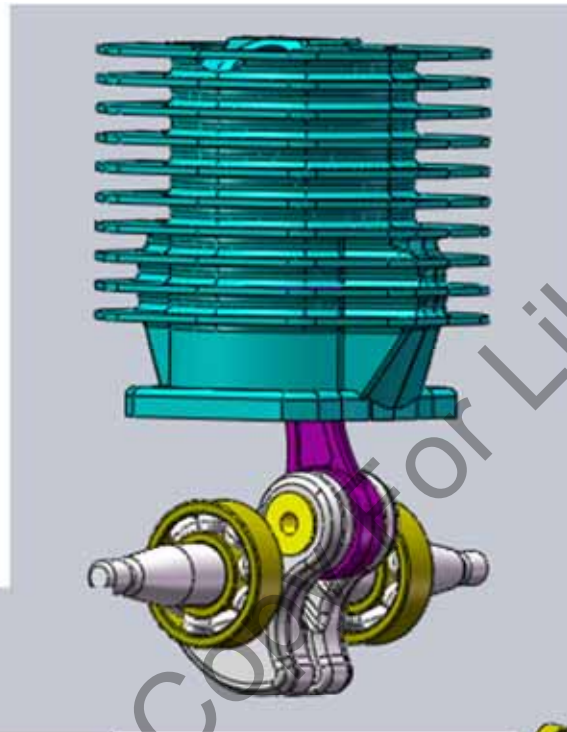
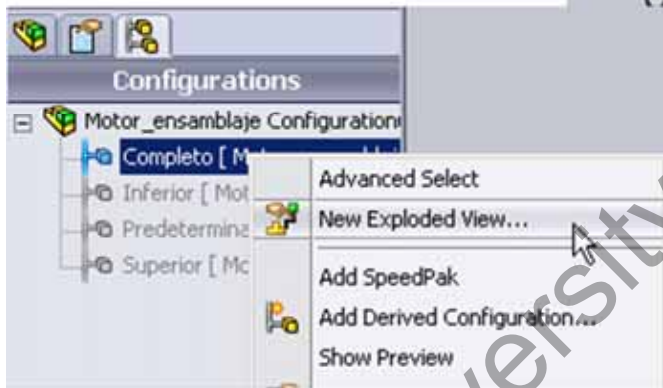
Podemos buscar información sobre ratios de compresión en motores y comprobar los siguiente:

- Ratio diesel aprox. 20.
- Ratio gasolina aprox. 11
- Ratio efectivo de motor de 2 tiempos es inferior al teórico ya que una parte del volumen escapa por las lumbreras. Por lo tanto podemos pensar que el diseño puede hacerse a un ratio aprox. de 14.

Nosotros hemos obtenido un ratio de 11.8 sin considerar el pistón y de 14.5 considerando el pistón a contacto con la culata. Podemos decir que los cálculos realizados son suficientemente buenos.

- **Explosionado.**

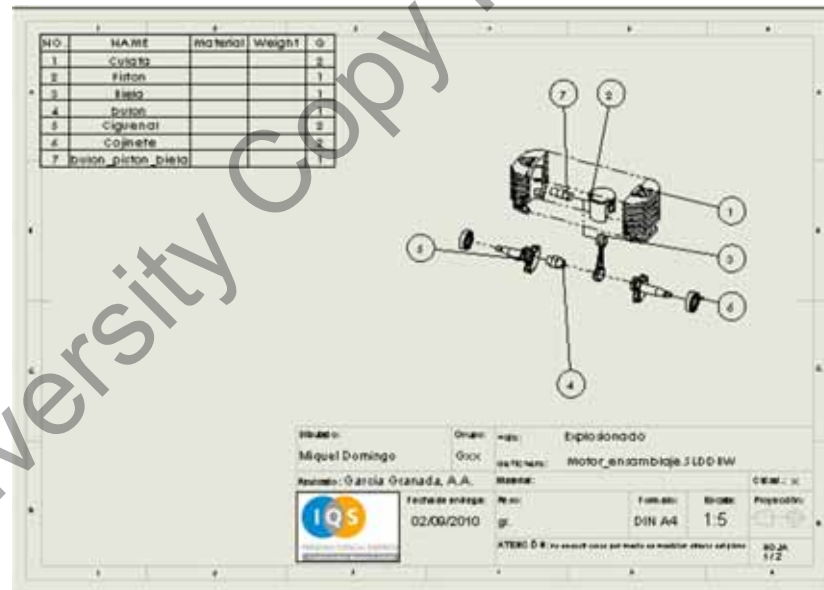
Otra configuración que haremos será poniendo la otra culata para así tener el motor completo y luego haremos un explosionado de ésta.



## • Planos.

El primer plano será el explosionado con la lista de piezas. Podemos escoger que configuración queremos en el cuadro de dialogo al insertar un modelo.

Se puede ver que no hay peso en la casilla del plano debido a que los componentes no tienen asignado ningún material ya que están importados con un iges.

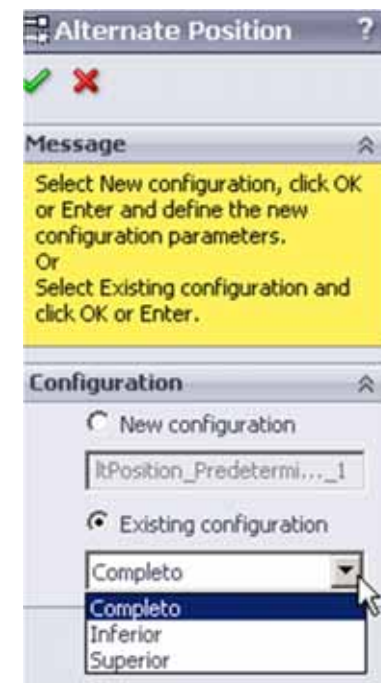
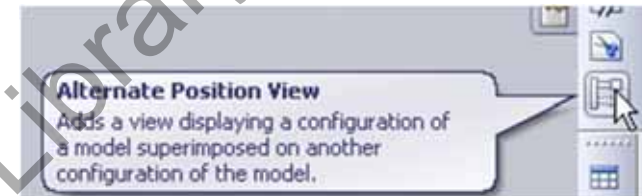


- Planos.

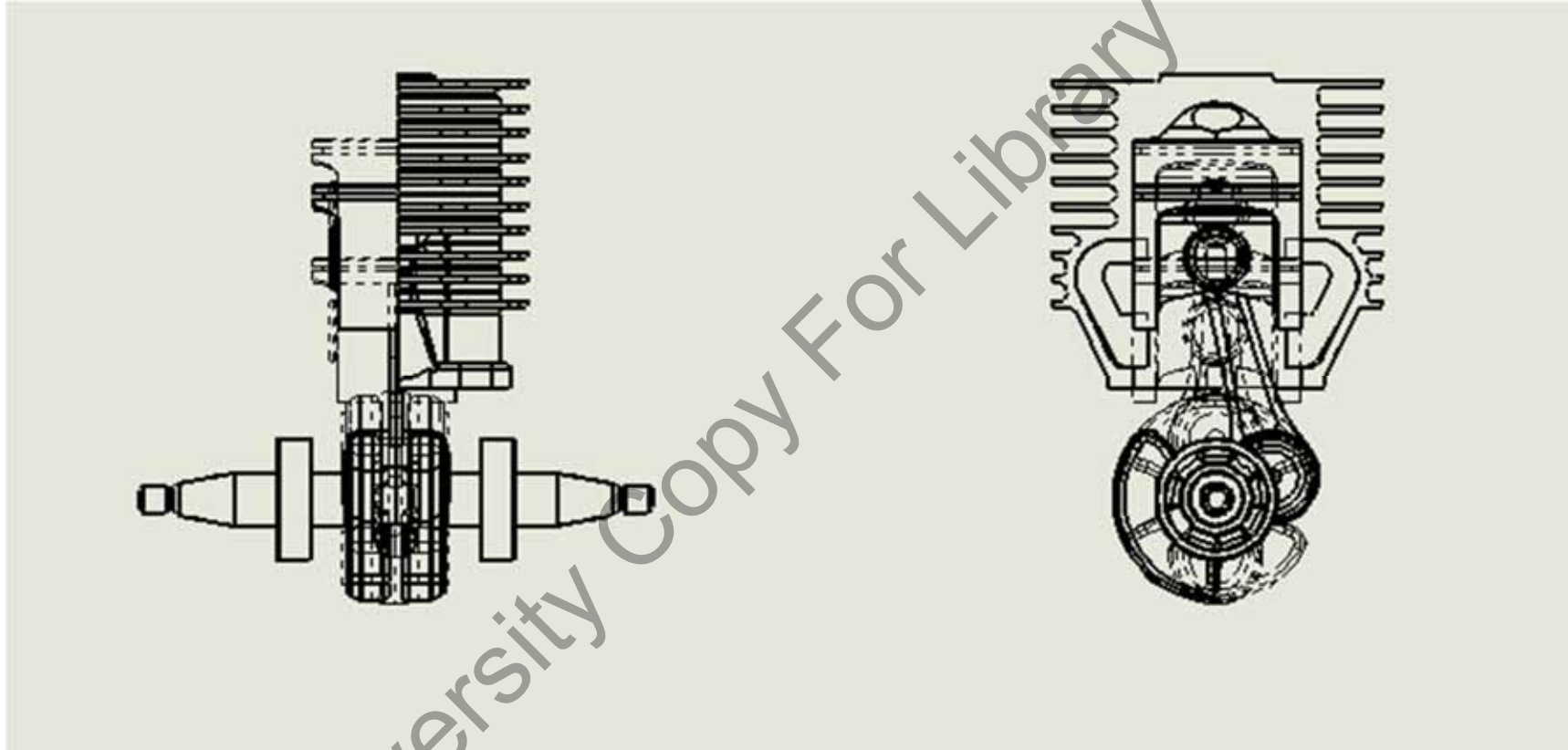
Haremos otro plano en el que pondremos las posiciones inferior y superior junto a la predeterminada.

Primero insertamos la vista general.

Elegimos una vista y luego de las configuraciones ya existentes ponemos la inferior y la superior



- Planos.



COMENZAR EL PROYECTO

University Copy For Library Use



- Creación de estructura de ficheros de proyecto.
  - Definir dónde se van a guardar los ficheros de proyecto y los nombres a utilizar.
  - Comenzar pieza, ensamblaje y plano de proyecto poniendo en la misma carpeta el croquis y digitalizado del grupo de proyecto.
  - Intentar dibujar la pieza eje doblado y roscado

University Copy For Library Use

## • Resumen.

- Pinceladas de cada Workbench disponible en Catia que vamos a usar en este curso.
- Durante este proceso se muestra la organización de los ficheros de croquis -> extrusiones -> partes -> montajes -> restricciones -> planos.
- Inicializar las configuraciones en el caso de desajustes de configuración.
- Entender la importancia de la gestión de ficheros y nombres.
- Menú “Edit”, “View”, “Insert”, “Tools”, “Window”, “Help”.
- Introducción a problemática de Croquis y relación con colores blanco, verde y magenta.
- Entorno y configuración de SW.
- Principios básicos de ensamblajes y planos en SolidWorks.

## • Resumen.

- Repaso infraestructura de Catia v5.
- Comentarios a los vínculos y a como se reemplazan.
- Análisis diferentes iconos que nos podemos encontrar en Catia v5.
- Restricciones en ensamblajes.
- Repeticiones de restricciones en ensamblajes.
- Ensamblajes de sub-productos como flexibles.
- Manipulación de ensamblajes.
- Análisis de interferencias y distancias.
- Posicionamiento de piezas hasta conseguir contacto.
- Generación de volúmenes a partir de piezas existentes.
- Redimensionamiento de posiciones para conseguir características especificadas.

## • Resumen.

- Repaso infraestructura de SW.
- Comentarios a los vínculos y a como se reemplazan.
- Análisis diferentes iconos que nos podemos encontrar en SW.
- Restricciones en ensamblajes.
- Repeticiones de restricciones en ensamblajes.
- Ensamblajes de sub-productos como flexibles.
- Manipulación de ensamblajes.
- Análisis de interferencias y distancias.
- Posicionamiento de piezas hasta conseguir contacto.
- Generación de volúmenes a partir de piezas existentes.
- Redimensionamiento de posiciones para conseguir características especificadas.

S03t.- Tabla diseño con Catia y SolidWorks.

University Copy For Library Use

Mejora 1314 ....

- Repaso última sesión.
- Infraestructura y montaje de un motor.

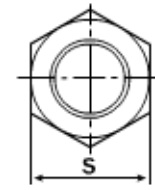
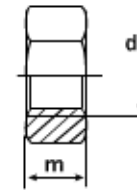
University Copy For Library Use

# Ejercicio práctico.

Como ejercicio práctico se puede hacer un tornillo y tuerca de los que si sabemos sus parámetros.

## DIN 934

ISO 4032 EN 24032



### Tuercas hexagonales 1/4

d	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M10	M12	M14
P	0,5	0,7	0,8	1	1	1,25	1,5	1,75	2
m	2,4	3,2	4	5	5,5	6,5	8	10	11
s	5,5	7	8	10	11	13	17/16*	19/18*	22/21*



EMPRESA  
CATÁLOGO

Índice por familias

- 1 Tornillos con cabeza hexagonal
- 2 Tornillos con hexagono interior
- 3 Tornillos para metales
- 4 Otros tornillos metálicos
- 5 Tuercas
- 6 Arandelas
- 7 Tornillos para chapa y madera
- 8 Anclajes
- 9 Pernos y abarcones
- 10 Pasadores y remaches
- 11 Varios

Índice por normas

Descarga del catálogo (PDF)

Especificaciones técnicas

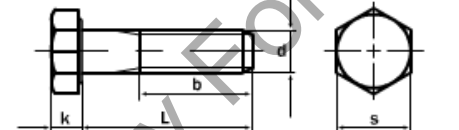
Condiciones de venta

AGENDA

CONTACTAR

## 1 DIN 931

DESCARGAR LA REFERENCIA



### Tornillos de cabeza hexagonal, parcialmente roscados 1/3

d	M4	M5	M6	M7	M8	M10	M12	M14
P	0,7	0,8	1	1	1,25	1,5	1,75	2
b (1)	14	16	18	20	22	26	30	34
(2)	-	22	24	26	28	32	36	40
(3)	-	-	-	-	-	45	49	53
k	2,8	3,5	4	4,8	5,3	6,4	7,5	8,8
s	7	8	10	11	13	17/16,*	19/18,*	22/21,*

L\d: Peso 1000 ud. kg

25	3,120	4,680						
28	3,320	5,250						
30	3,610	5,640	8,060	12,70				
35	4,040	6,420	9,130	13,80	18,20			
40	4,530	7,200	10,20	15,10	20,30	35,00		
45		7,980	11,30	16,80	22,20	38,00	53,60	
50		8,760	12,30	18,10	24,20	41,10	58,10	82,00
55			13,40	19,50	25,80	43,80	62,60	88,10
60			14,40	21,00	27,80	46,90	67,00	94,10
65				22,50	29,80	50,00	70,30	98,80
70				24,00	31,80	53,10	74,70	105,00
75					33,70	56,20	79,10	111,00
80					35,70	59,30	83,60	117,00

~0.15\*M  
~6+2\*M  
~0.7\*M  
~1.73\*M

- Realizar las piezas de la figura curso 2012-2013.

Empezaremos con parametrización.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	d (mm)	k (mm)	L (mm)	b (mm)	s (mm)	p (mm)	m (mm)	x (mm)	y (mm)	zi (mm)	f (mm)	a (mm)	Nombre	
2	4	2.8	25	14	7	0.7	3.2	400	200	15	20	4.5	Small	
3	4	2.8	40	14	7	0.7	3.2	400	200	15	20	4.5	Medium	
4	6	4	60	18	10	1	5	500	300	20	30	6.5	Large	

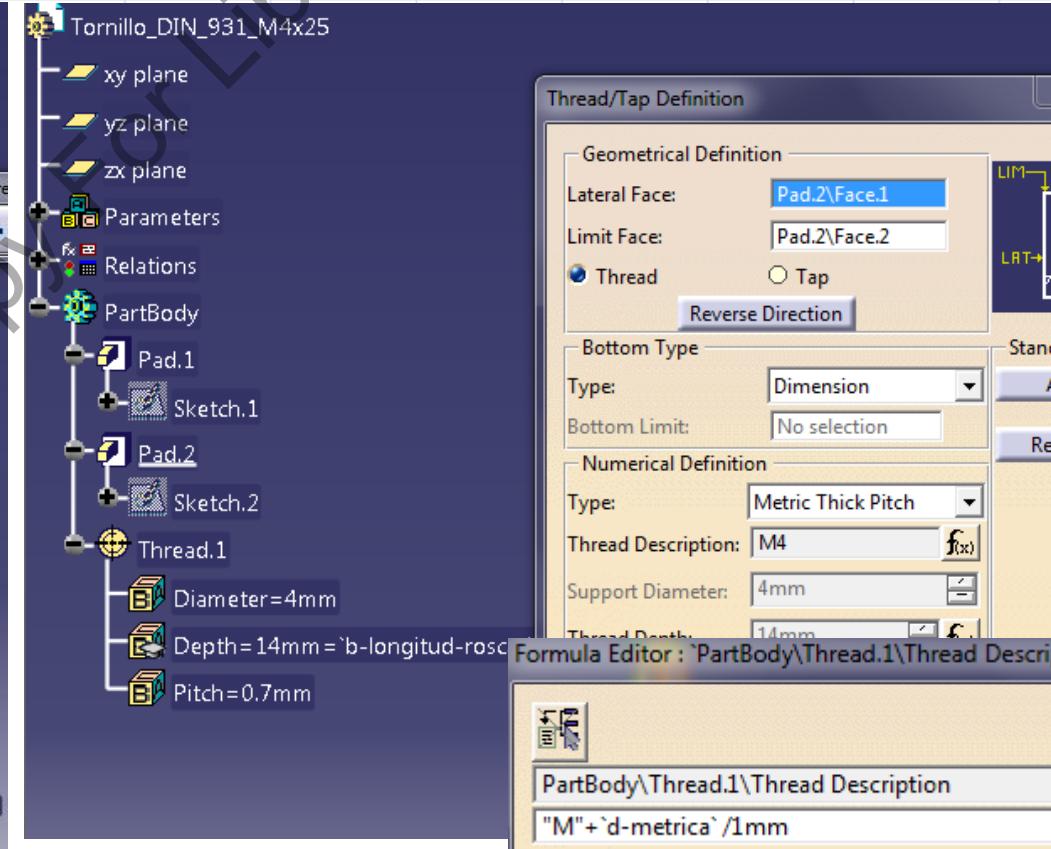


Parameters:

- d-metrica = 4mm
- k-altura-cabeza-tornillo = 2.8mm
- L-longitud-tornillo = 25mm
- b-longitud-roscada = 14mm
- s-ancho-cabeza-tornillo = 7mm
- p-paso-roscá = 0.7mm
- m-altura-cabeza-tuerca = 3.2mm
- x-ancho-placa = 400mm
- y-profundidad-placa = 200mm
- zi-altura-placa-jefe = 15mm
- z-altura-placa = 10mm = min(zi-altura-placa-jefe, int((L-longitud-tornillo - m-altura-cabeza-tuerca)/10mm)\*5mm)
- f-redondeo-placa = 20mm
- a-diametro-agujero-pasante = 4.5mm
- nombre\_variante = Small
- num.variante = 1

Relations:

- Formula.1: z-altura-placa = min(zi-altura-placa-jefe, int((L-longitud-tornillo - m-altura-cabeza-tuerca)/10mm)\*5mm)
- Formula.4: Tornillo\_DIN\_931\_M4x25/Part Number = "Tornillo\_DIN\_931\_M" + `d-metrica`/1mm + `x` + `L-longitud-tornillo`/1mm
- Formula.6: PartBody\Sketch.1\Offset.27\Offset = `s-ancho-cabeza-tornillo`



Thread/Tap Definition

Geometrical Definition

- Lateral Face: Pad.2\Face.1
- Limit Face: Pad.2\Face.2
- Thread  Tap
- Reverse Direction

Bottom Type

- Type: Dimension
- Bottom Limit: No selection

Numerical Definition

- Type: Metric Thick Pitch
- Thread Description: M4
- Support Diameter: 4mm
- Thread Depth: 14mm

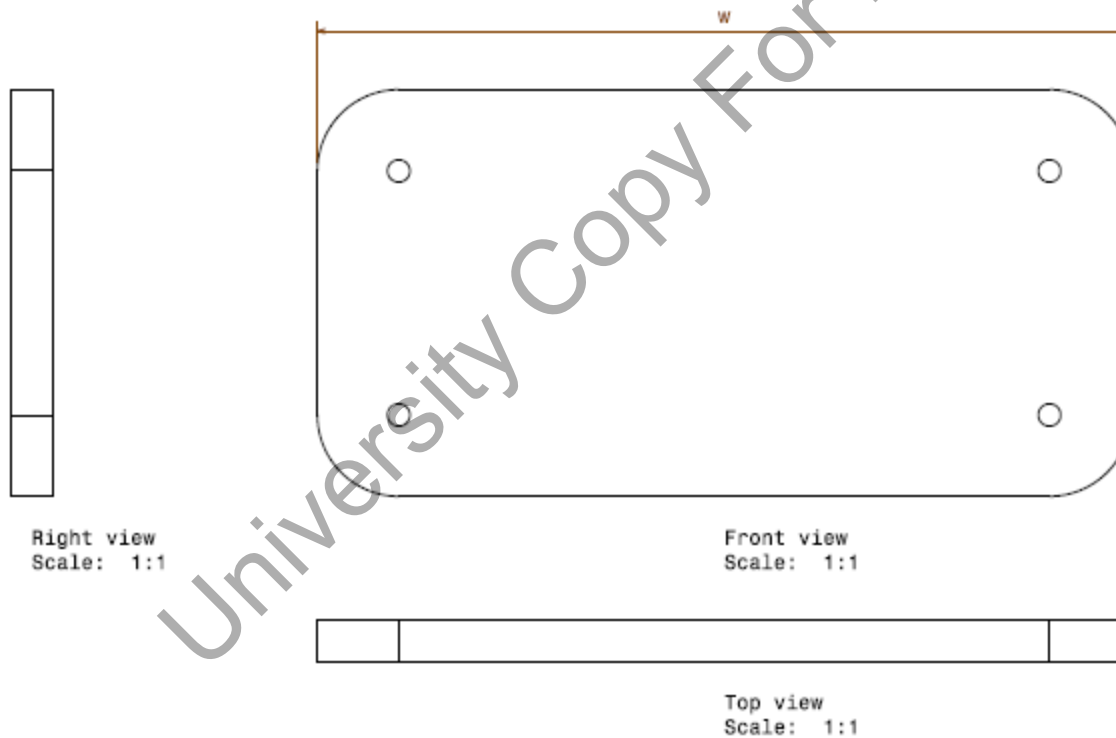
Formula Editor: PartBody\Thread.1\Thread Description

"M" + `d-metrica` /1mm



- Realizar las piezas de la figura curso 2010-2011.  
Empezaremos con parametrización.

d (mm)	b (mm)	k (mm)	s (mm)	L (mm)	m (mm)	ag (mm)	esp_i (mm)	w (mm)	h (mm)	R (mm)	`chapa\Part Number`	Long (mm)	Peso (g)
5	16	3.5	8	25	4	5.5	10	200	100	20	chapa 5.1	L1	g1
5	22	3.5	8	50	4	5.5	10	220	120	20	chapa 5.2	L2	g2
6	18	4.0	10	30	5	6.5	10	240	140	20	chapa 6.1	L3	g3
6	24	4.0	10	60	5	6.5	10	260	160	20	chapa 6.2	L4	g4



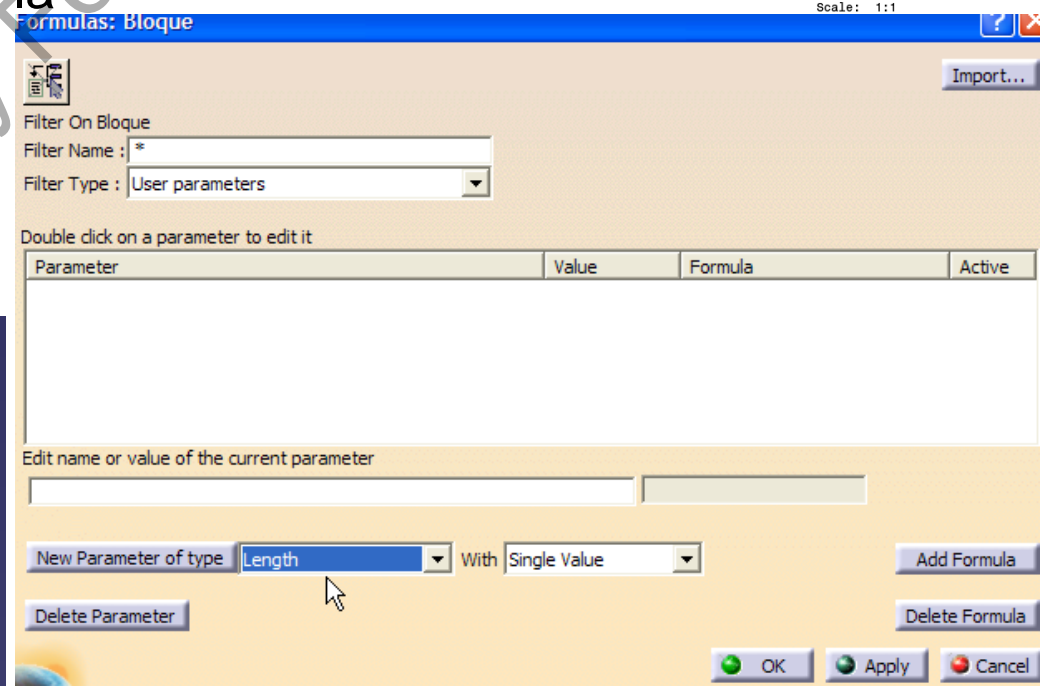
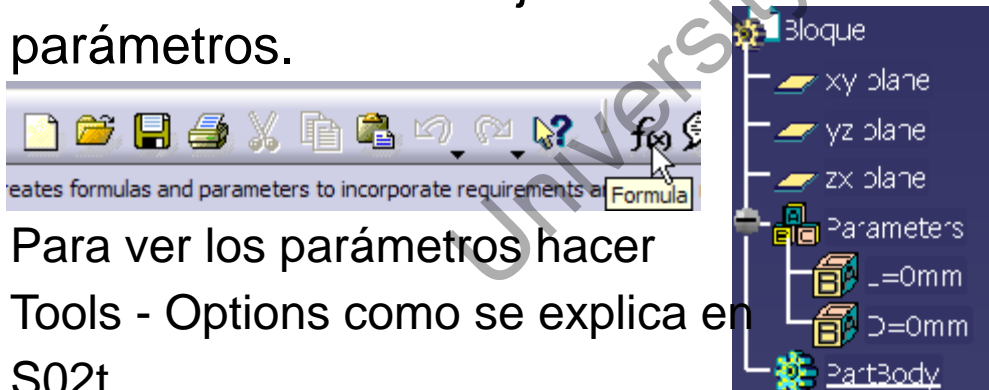
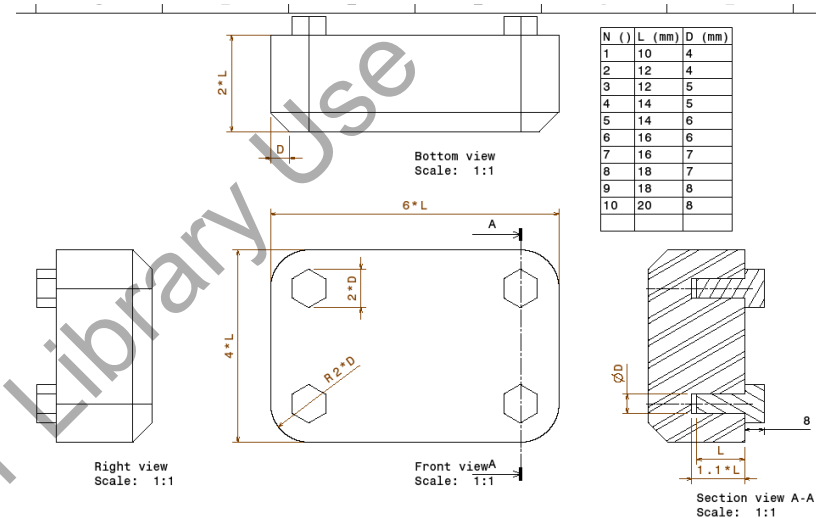
• Realizar las piezas de la figura.

Para iniciar el trabajo vamos a crear las siguientes piezas tal y como indica la figura. Realizaremos el ensamblaje de dichas piezas.

Primero hacemos la pieza bloque y luego la pieza centrador.

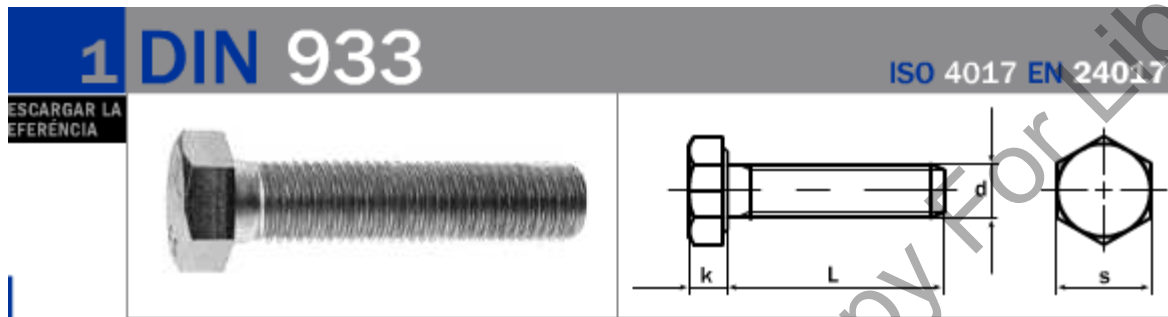
Al empezar las piezas definimos los parámetros L y D y cada vez que demos una cota le vamos adjudicando los parámetros.

Para ver los parámetros hacer Tools - Options como se explica en S02t



# • Comprobación tornillo.

Antes de continuar vemos si hay tornillos de estas medidas a nuestra disposición.



N ( )	L (mm)	D (mm)
1	10	4
2	12	4
3	12	5
4	14	5
5	14	6
6	16	6
7	16	7
8	18	7
9	18	8
10	20	8

Tornillos de cabeza hexagonal, totalmente roscados

d	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M10	M12
P	0,5	0,7	0,8	1	1	1,25	1,5	1,75
k	2	2,8	4	4	4,8	5,3	6,4	7,5
s	5,5	7	8	10	11	13	17/18*	19/18*

L\d: Peso 1000 ud. kg

4	0,480							
5	0,530	1,260						
6	0,570	1,330	2,180	3,400				
7	0,610	1,410	2,280	3,570	5,600			
8	0,660	1,490	2,380	3,740	5,850	8,500	15,20	
10	0,750	1,640	2,630	4,080	6,350	9,100	16,20	23,30
12	0,840	1,800	2,870	4,420	6,850	9,800	17,20	25,00
14	0,920	1,950	3,120	4,780	7,350	10,50	18,20	26,40
16	1,000	2,100	3,370	5,110	7,850	11,10	19,20	27,70
18	1,090	2,250	3,620	5,450	8,350	11,70	20,20	29,10
20	1,180	2,410	3,870	5,800	8,850	12,30	21,20	31,00

~0.15\*M  
 ~0.7\*M  
 ~1.73\*M

# • Comprobación taladro.

Antes de continuar vemos si el agujero a taladrar cumple.

## 31.4 Longitud de los roscados interiores

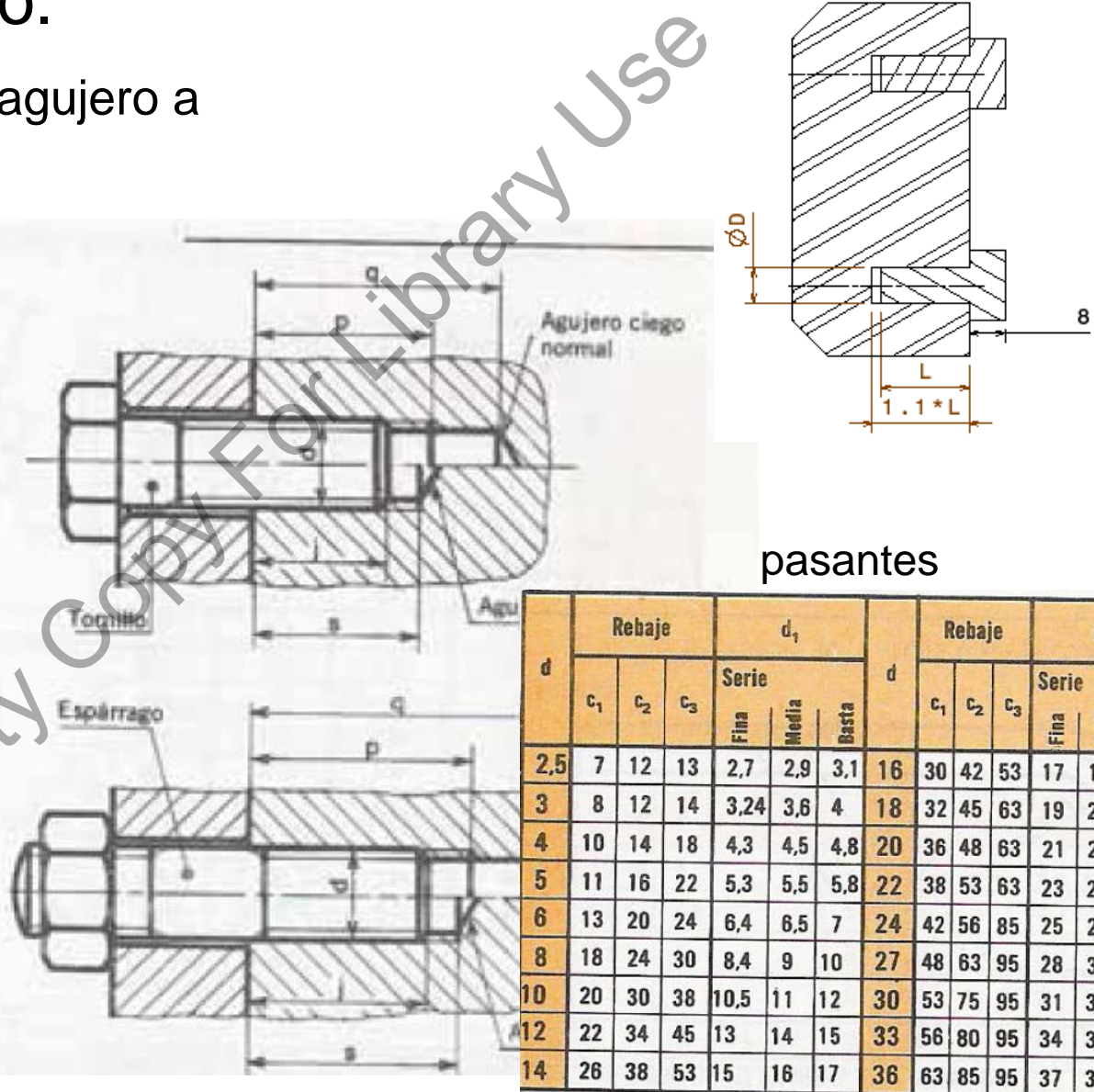
Para un tornillo la dimensión  $j$  debe ser por lo menos igual a los valores siguientes:

metales duros:  $j \geq d$   
metales blandos:  $j \geq 1,5 d$ .

Para un espárrago (ver § 33-2), la dimensión  $j$  debe respetar los valores siguientes:

metales duros:  $j = 1,5 d$   
metales blandos:  $j = 2 d$

d	p	r	s	d	p	r	s
2,5	j+1,5	j+4	j+1,5	16	j+8	j+20	j+6
3	j+2	j+5	j+2	18	j+10	j+22	j+7
4	j+2,5	j+6	j+2,5	20	j+10	j+25	j+7,5
5	j+3	j+6	j+3	22	j+10	j+25	j+7,5
6	j+4	j+10	j+3,5	24	j+12	j+25	j+8,5
8	j+5	j+12	j+4	27	j+12	j+27	j+9
10	j+6	j+14	j+4,5	30	j+14	j+30	j+10
12	j+7	j+16	j+5	33	j+14	j+33	j+11
14	j+8	j+18	j+6	36	j+16	j+36	j+11

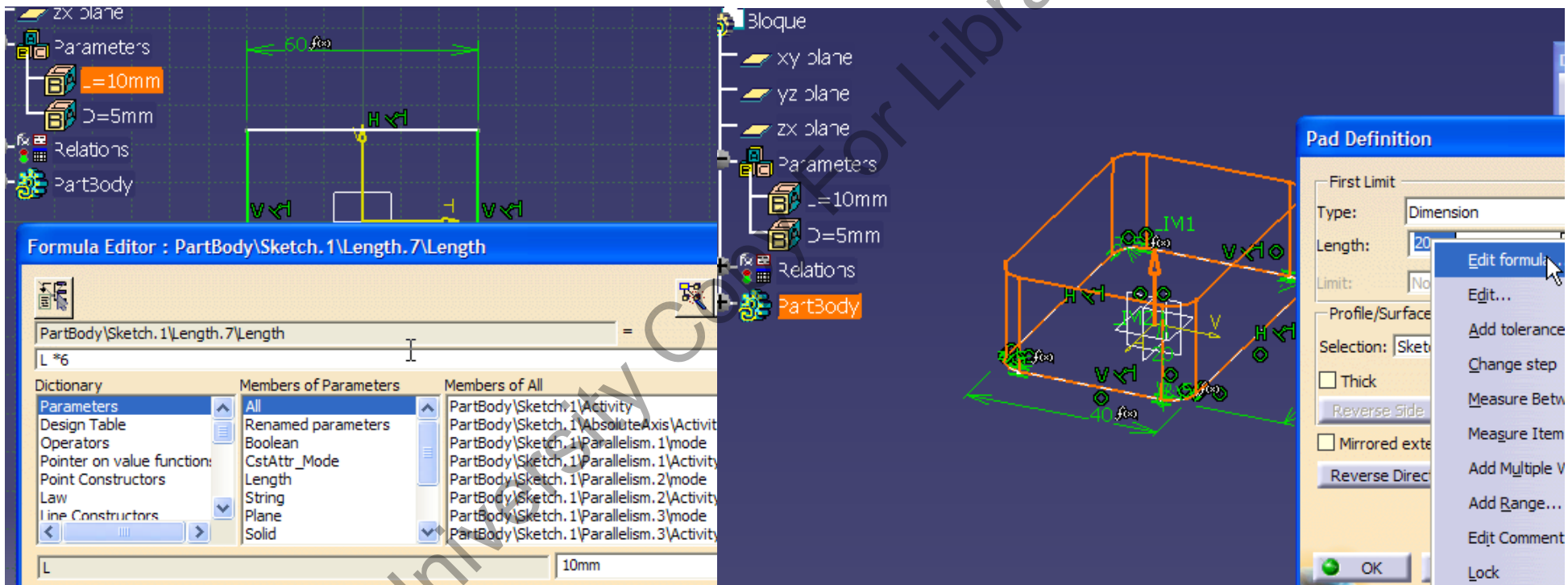


pasantes

d	Rebaje			d <sub>1</sub>			d	Rebaje			d <sub>1</sub>		
	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	c <sub>3</sub>	Serie				c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	c <sub>3</sub>	Serie		
				Fina	Media	Basta					Fina	Media	Basta
2,5	7	12	13	2,7	2,9	3,1	16	30	42	53	17	18	19
3	8	12	14	3,24	3,6	4	18	32	45	63	19	20	21
4	10	14	18	4,3	4,5	4,8	20	36	48	63	21	22	24
5	11	16	22	5,3	5,5	5,8	22	38	53	63	23	24	26
6	13	20	24	6,4	6,5	7	24	42	56	85	25	26	38
8	18	24	30	8,4	9	10	27	48	63	95	28	30	32
10	20	30	38	10,5	11	12	30	53	75	95	31	33	35
12	22	34	45	13	14	15	33	56	80	95	34	36	38
14	26	38	53	15	16	17	36	63	85	95	37	39	42

## • Comenzar con parámetros.

Empezamos a poner los parámetros editando ecuaciones para cada cota u operación. Cuidado con las unidades. Si se suma un número hay que dar unidades.



The screenshot displays the SolidWorks interface. On the left, the 'Parameters' tree shows a dimension 'L=10mm' highlighted in orange. The central 3D view shows a rectangular block with dimensions and coordinate axes. On the right, the 'Pad Definition' dialog box is open, showing 'Type: Dimension' and 'Length: 20'. A context menu is visible over the 'Length' field, with 'Edit formula...' selected. The 'Formula Editor' window at the bottom left shows the formula 'PartBody\Sketch.1\Length.7\Length' and a dictionary of parameters and functions.

**Formula Editor : PartBody\Sketch.1\Length.7\Length**

PartBody\Sketch.1\Length.7\Length =

L \* 6

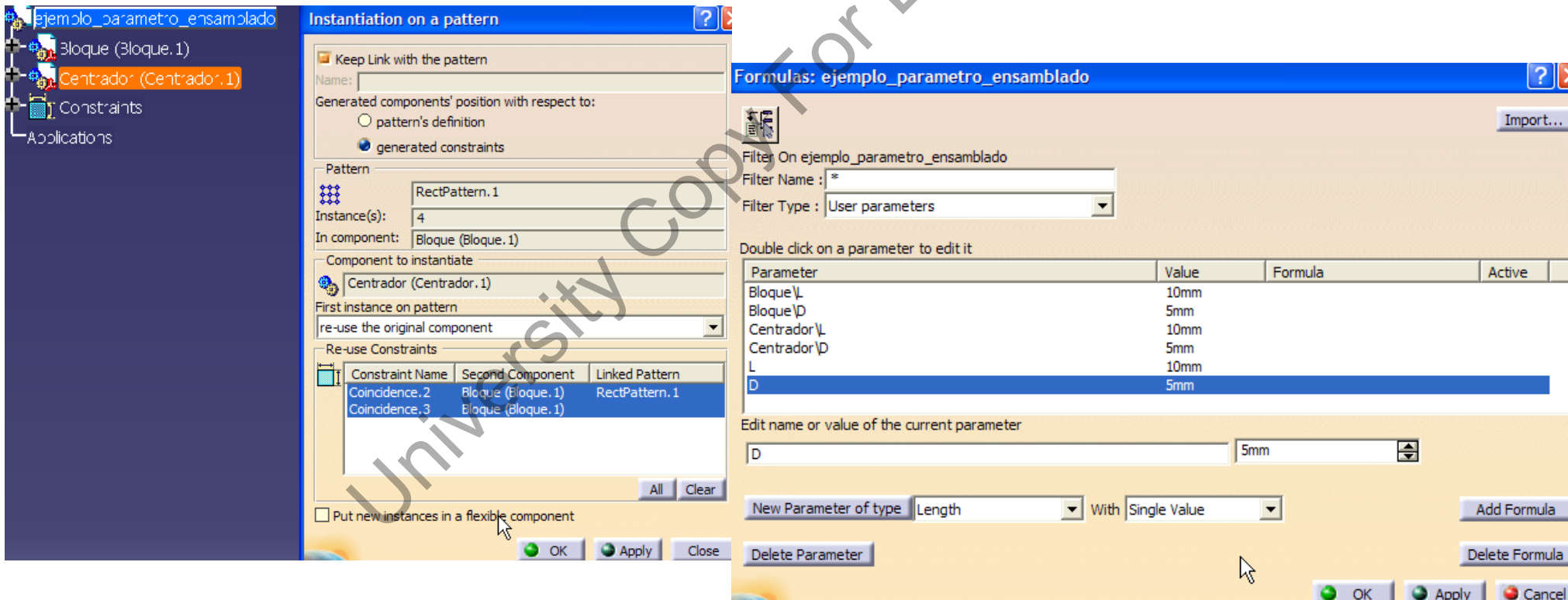
Dictionary	Members of Parameters	Members of All
Parameters	All	PartBody\Sketch.1\Activity
Design Table	Renamed parameters	PartBody\Sketch.1\AbsoluteAxis\Activit
Operators	Boolean	PartBody\Sketch.1\Parallelism.1\mode
Pointer on value function:	CstAttr_Mode	PartBody\Sketch.1\Parallelism.1\Activit
Point Constructors	Length	PartBody\Sketch.1\Parallelism.2\mode
Law	String	PartBody\Sketch.1\Parallelism.2\Activit
Line Constructors	Plane	PartBody\Sketch.1\Parallelism.3\mode
	Solid	PartBody\Sketch.1\Parallelism.3\Activit

L 10mm

- Ensamblaje de todas las piezas.

Realizamos el ensamblaje de todas las piezas usando la matriz para los centradores y fijando el bloque.

Una vez definido el ensamblaje añadimos parámetros a nivel del producto.



The screenshot shows two windows from a CAD application. The left window, titled "ejemplo\_parametro\_ensamblado", displays the assembly tree with components "Bloque (Bloque.1)", "Centrador (Centrador.1)", "Constraints", and "Applications". The "Instantiation on a pattern" dialog is open, showing settings for a "RectPattern.1" with 4 instances in the "Bloque (Bloque.1)" component. The "Component to instantiate" is "Centrador (Centrador.1)", and the "First instance on pattern" is set to "re-use the original component". A table of "Re-use Constraints" is shown below:

Constraint Name	Second Component	Linked Pattern
Coincidence.2	Bloque (Bloque.1)	RectPattern.1
Coincidence.3	Bloque (Bloque.1)	RectPattern.1

The right window, titled "Formulas: ejemplo\_parametro\_ensamblado", shows a list of parameters with their values and formulas:

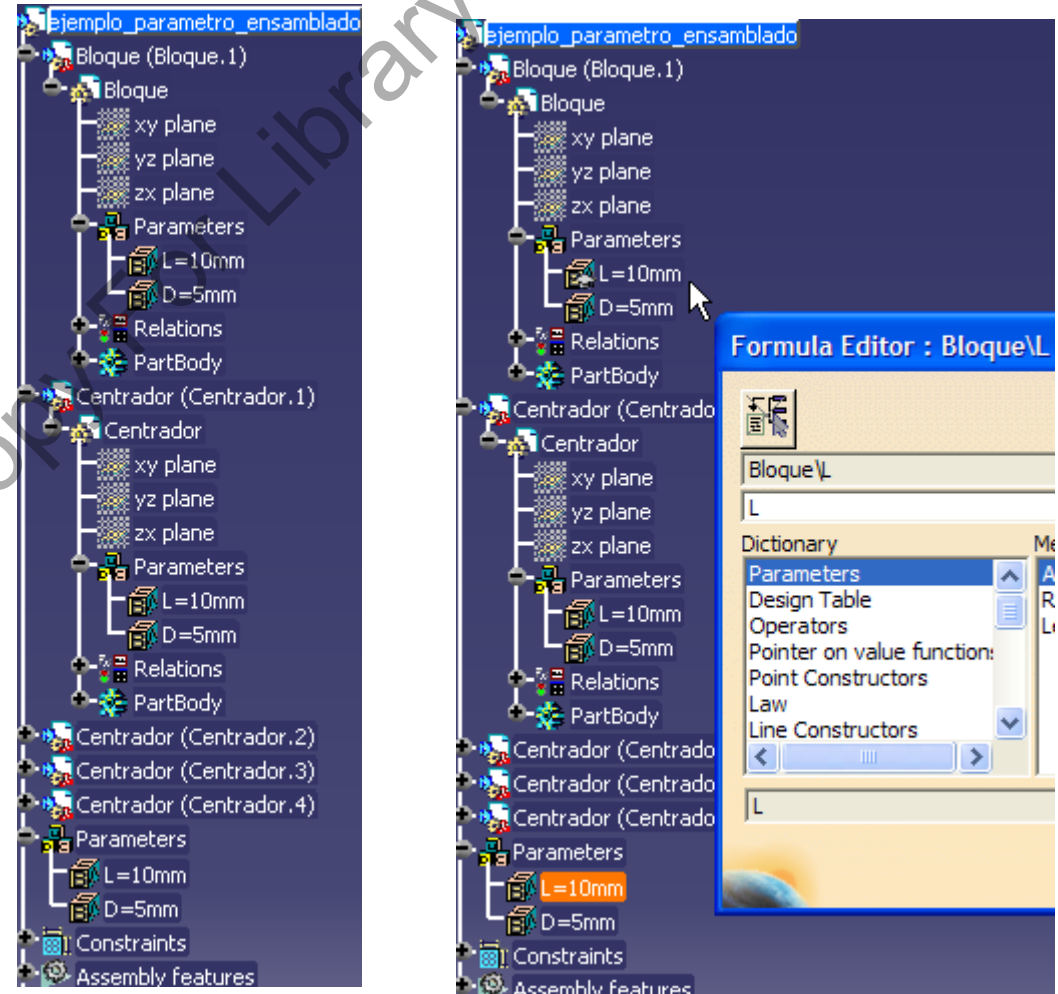
Parameter	Value	Formula	Active
Bloque\L	10mm		
Bloque\D	5mm		
Centrador\L	10mm		
Centrador\D	5mm		
L	10mm		
D	5mm		

The "D" parameter is currently selected, and its value is being edited in the "Edit name or value of the current parameter" field, showing "D" and "5mm". Below the table, there are options to define a "New Parameter of type" (Length) with a "Single Value".

## • Parámetros de pieza como ensamblaje.

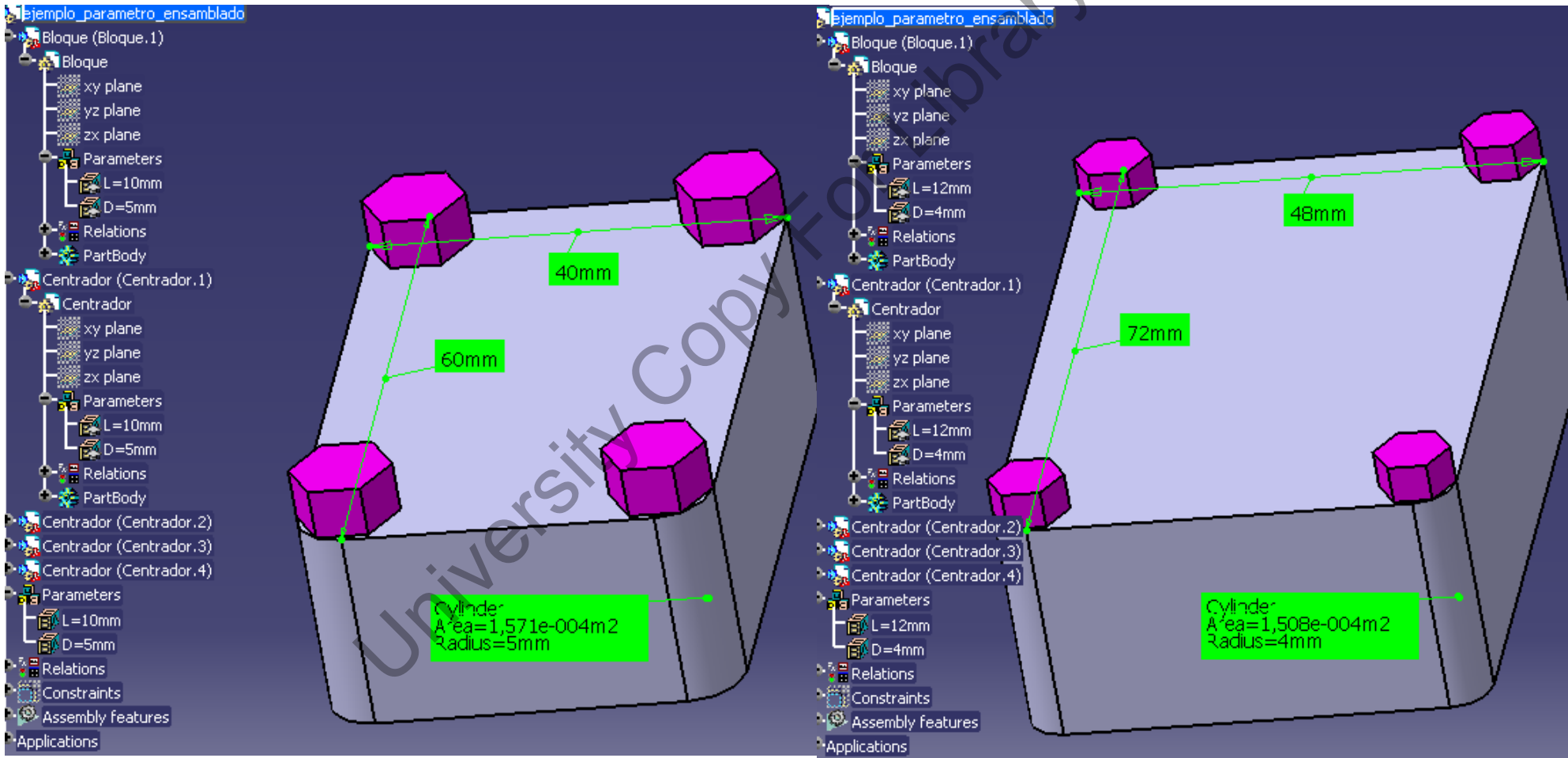
Hacemos que los parámetros de la pieza sean los mismos que el ensamblaje con lo que sincronizaremos piezas.

Al hacerlo los parámetros asociados aparecen con un birrete que indica que están dominados por otro parámetro.



# • Cambiar parámetro.

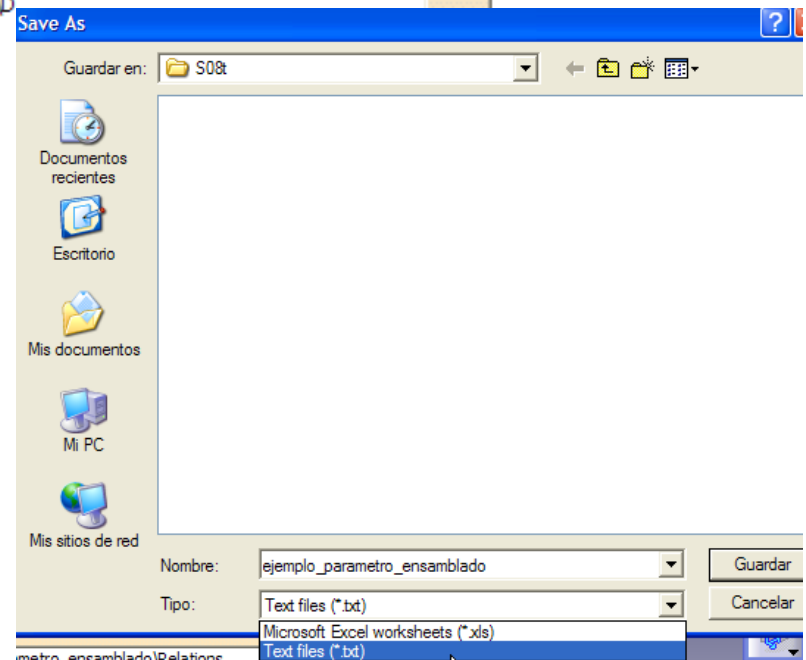
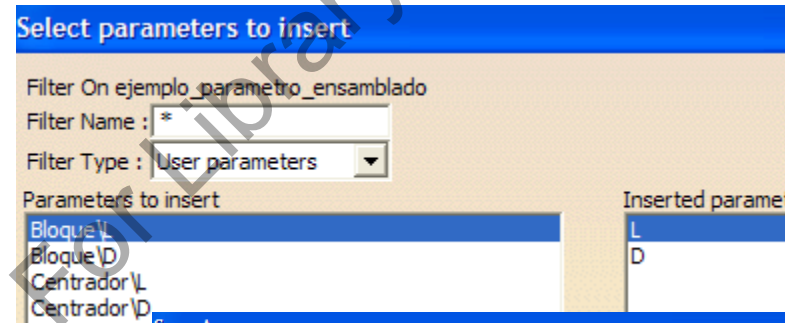
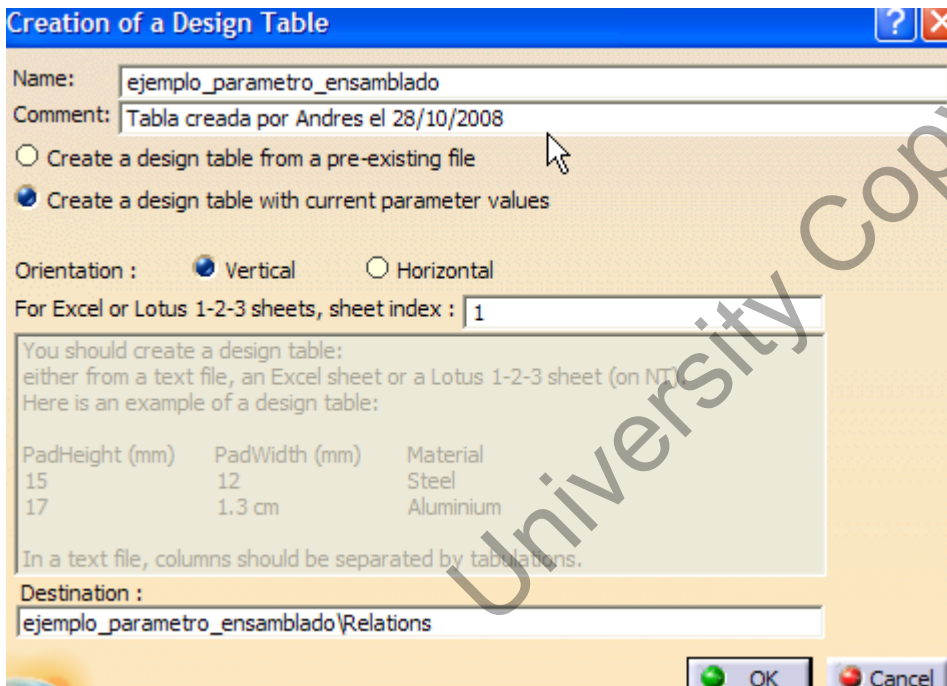
Si cambiamos un parámetro podemos ver como cambian todas las cotas al hacer un "update - Ctrl-U".





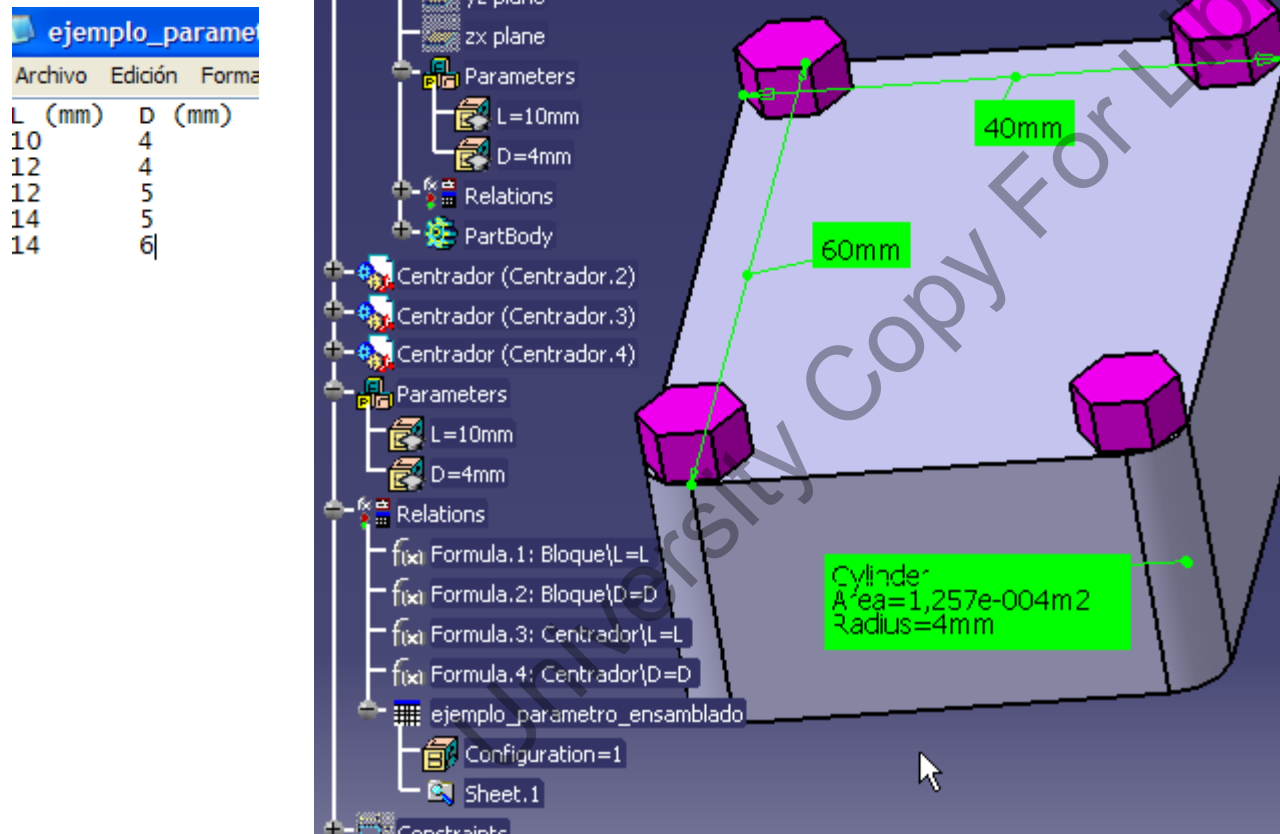
- Crear tabla con nuestros parámetros.

Creamos la tabla de todos los parámetros que nos interesen para hacer configuraciones: "User parameters" L y D más algún parámetro "string" como nombre de fichero.



## • Añadir variables desde editor de texto.

Podemos ir añadiendo variables desde el editor de texto. Al crear la tabla de diseño los parámetros D y L del ensamblaje también tienen el birrete ya que están dominados por la tabla.



L (mm)	D (mm)
10	4
12	4
12	5
14	5
14	6

Tree View Parameters:

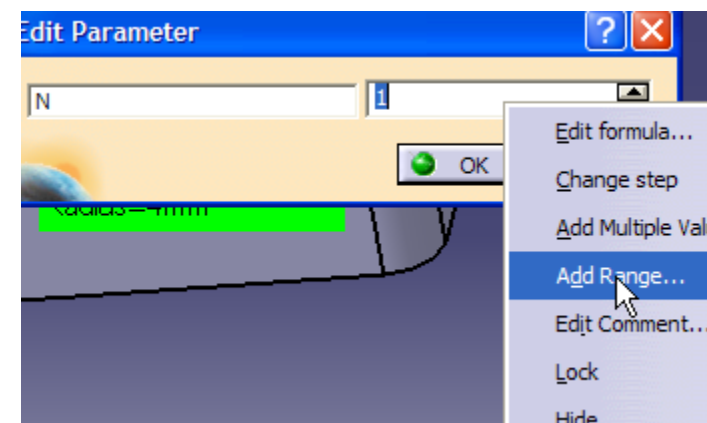
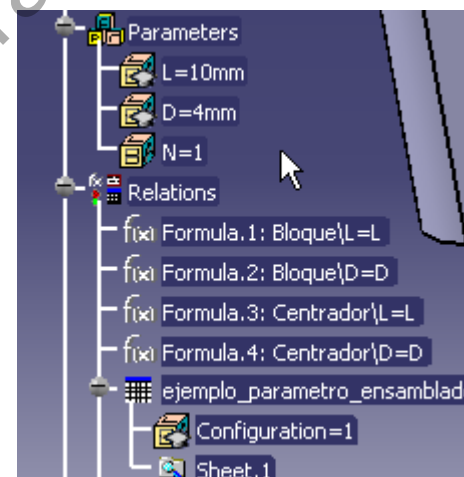
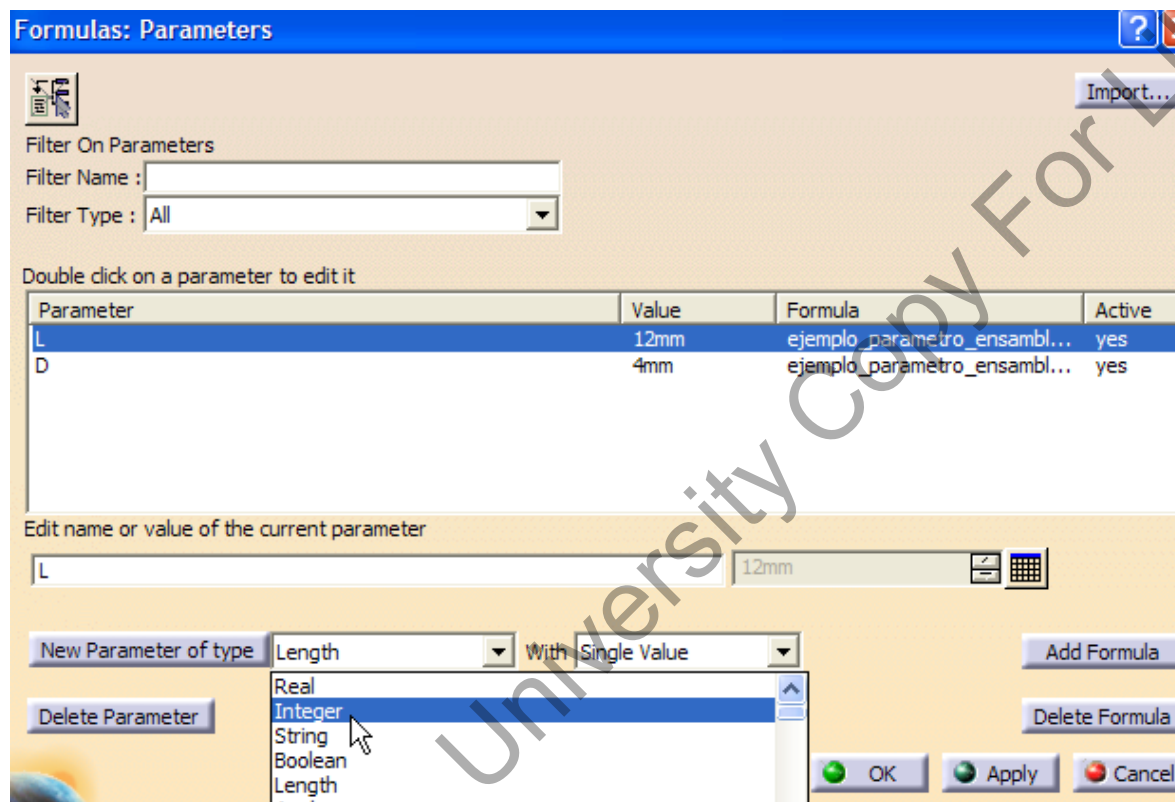
- Parameters
  - L=10mm
  - D=4mm
- Relations
  - Formula.1: Bloque\L=L
  - Formula.2: Bloque\D=D
  - Formula.3: Centrador\L=L
  - Formula.4: Centrador\D=D

3D Model Annotations:

- 40mm (Hole Diameter)
- 60mm (Hole Spacing)
- Cylinder: Area=1,257e-004m<sup>2</sup>, Radius=4mm

## • Dominio de la tabla.

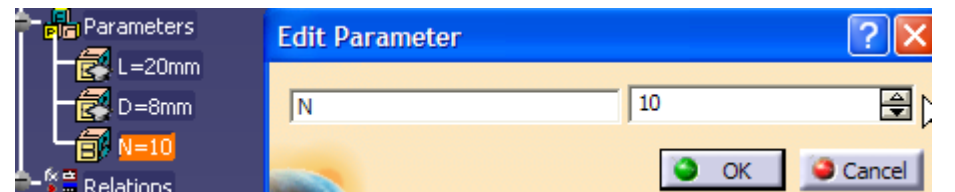
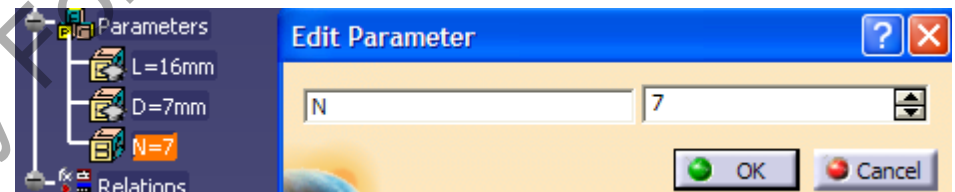
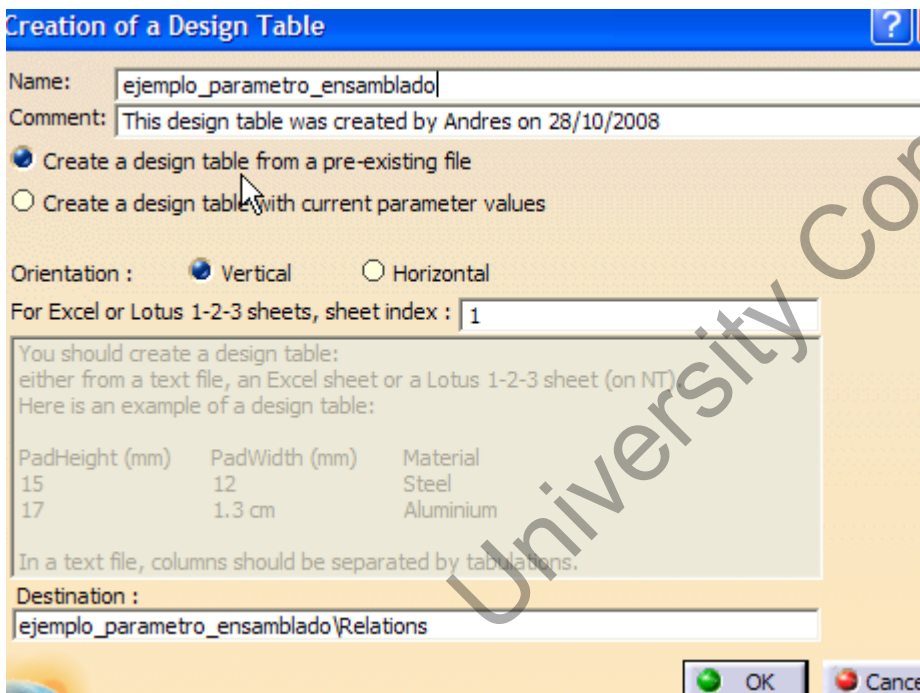
Se puede añadir un parámetro del tipo "integer" para dominar la tabla y asignarlo a la configuración de tabla. podemos decir que "N" tenga un rango entre "1" y el máximo de variantes.



## • Pasar tabla de "txt" a "excel".

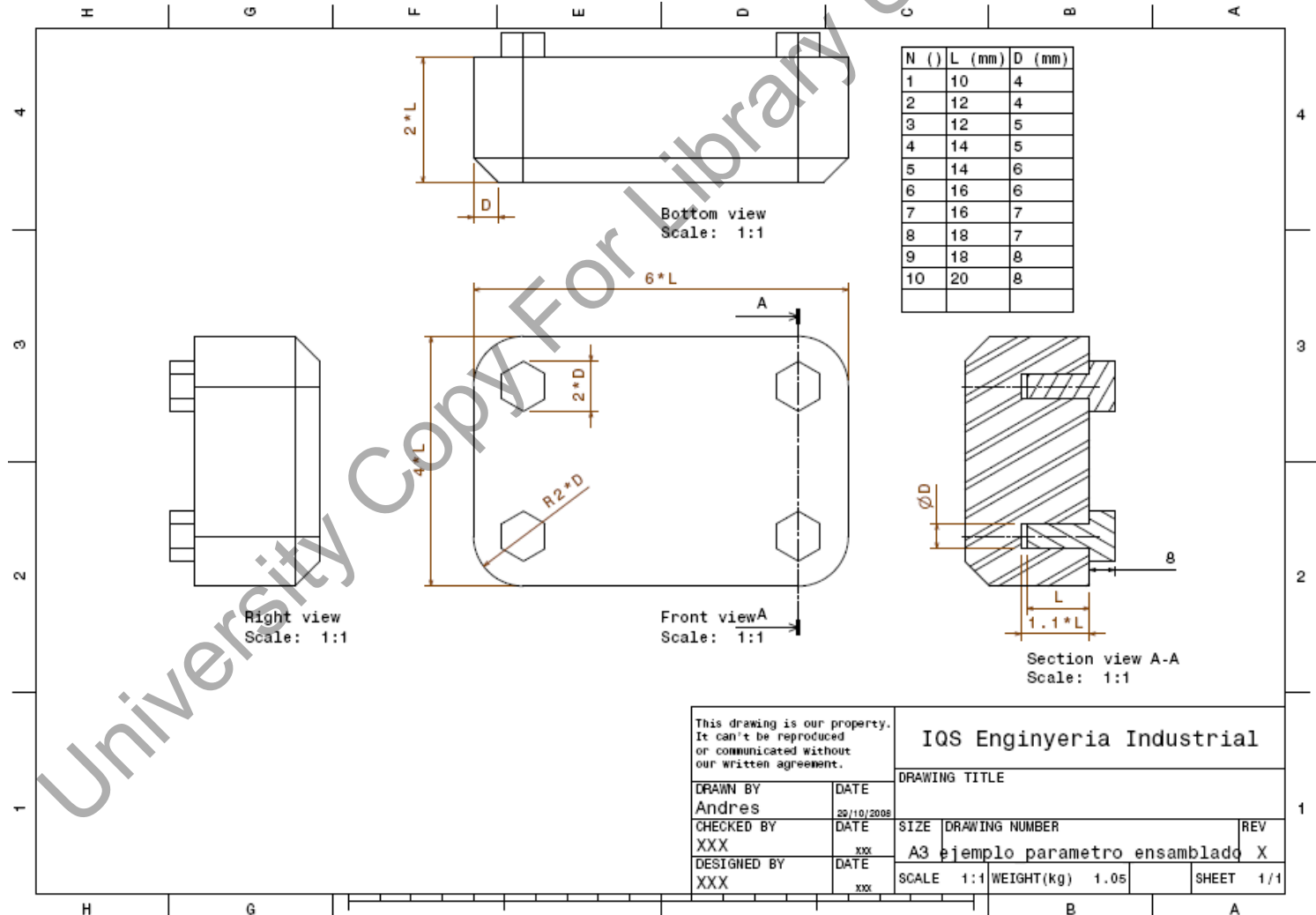
Una manera cómoda de trabajar con nuestras variantes es hacerlo con tablas Excel. Copiamos el contenido del "txt" en el Excel. Podemos poner marcos, colores, notas, ecuaciones . . . una vez acabado leemos la tabla excel.

Lo más rápido es trabajar con ficheros de texto ya que Catia no intenta abrir Excel para leer filas y columnas.



• Información en el plano.

Finalmente podemos crear el plano para una variante y añadir la tabla de variantes en el plano.



SolidWorks

University Copy For Library Use

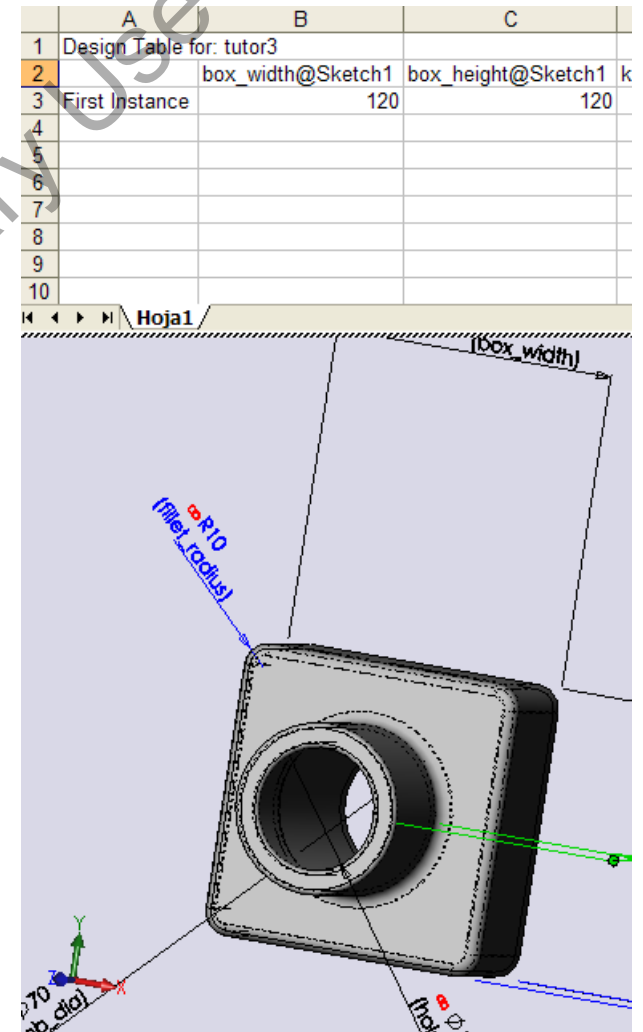
## • Tutorial SW.

Las tablas de diseño son muy útiles para crear bibliotecas de piezas que tienen la misma forma pero que sus dimensiones no, por ejemplo tornillos.

En SW hay un tutorial que explica como hacer tablas de diseño.

Es recomendable hacerlo.

Introduction to SolidWorks
3D Sketching
3D Sketching with Planes
Lesson 1 - Parts
Lesson 2 - Assemblies
Lesson 3 - Drawings
Advanced Design
Advanced Drawings
Animation
Assembly Mates
AutoCAD and SolidWorks
Blocks
Customizing SolidWorks
Design Checker
Design Tables
DimXpert Tutorials
DriveWorksXpress
FeatureWorks
Fillets
Import/Export
Lofts
All SolidWorks Tutorials (Set 2)



- Tablas de diseño.

Vamos a crear dos tablas de diseño den SW. Crearemos dos piezas: bloque y centrador.

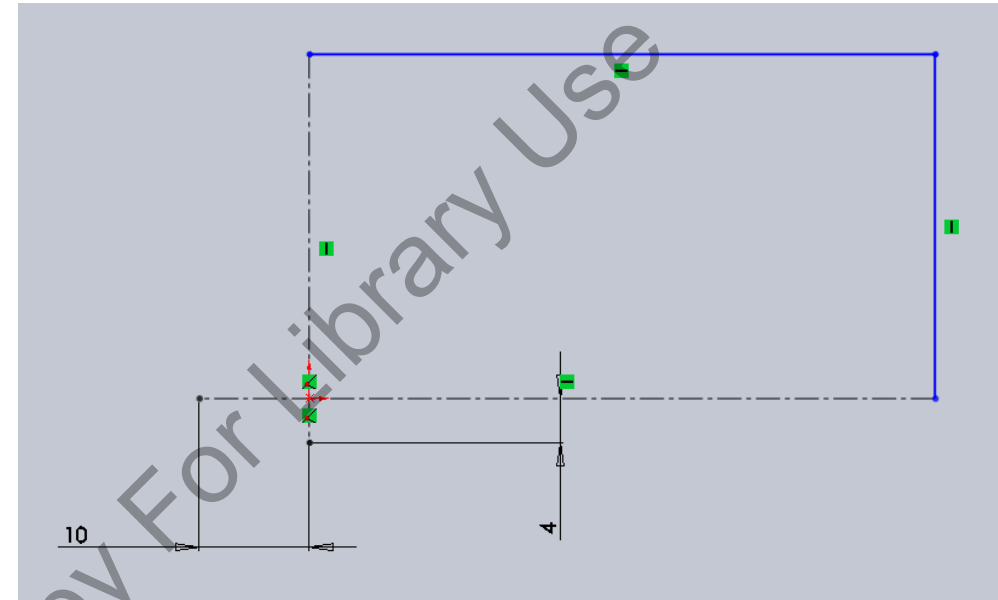
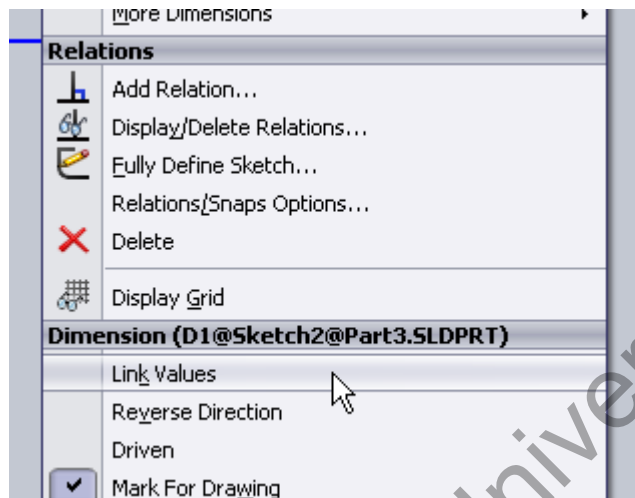
University Copy For Library Use



## •Bloque.

Aquí ya definiremos las variables.

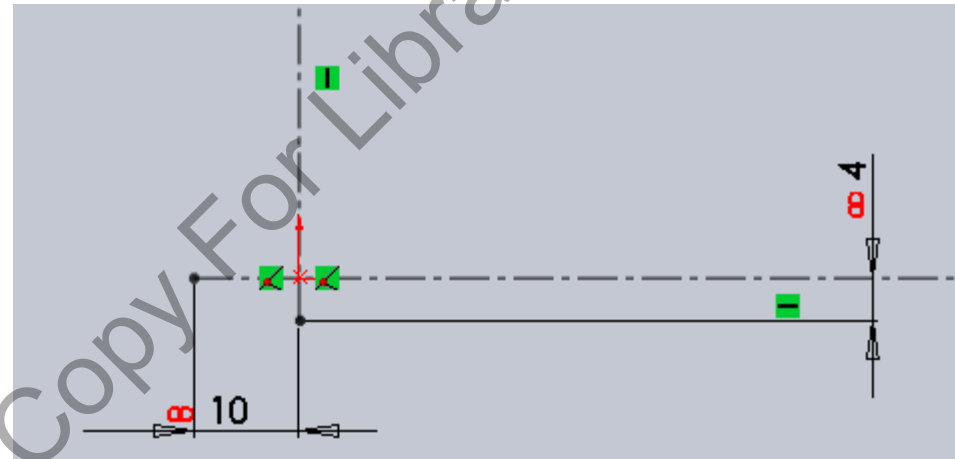
Realizamos el Sketch y, una vez puestas éstas dos cotas con el botón secundario clicamos Link Values.





A la cota de 4 le ponemos D y a la de 10 L

## •Bloque.

En el FeatureManager se puede ver que se ha añadido una carpeta llamada Equations y en el Sketch se puede ver un símbolo de relación al lado de las cotas.

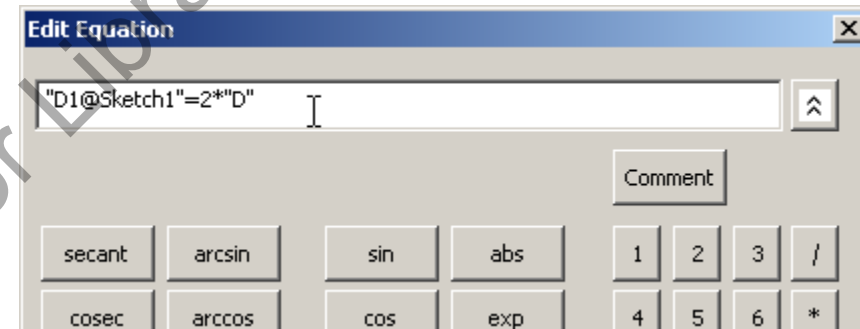
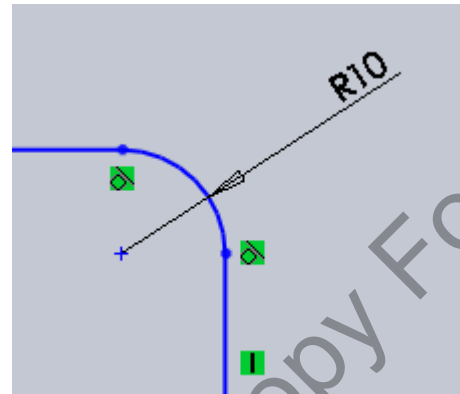
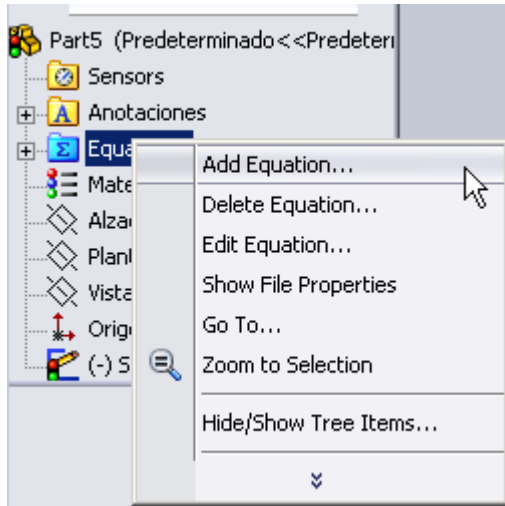


Si clicamos en Edit Equation podemos ver las dos relaciones/variables que hemos creado.

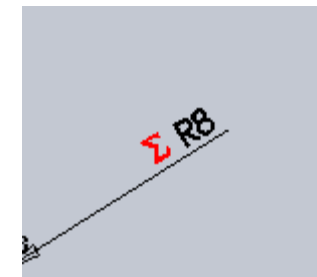
Active	Equation	Evaluates To	Comment
<input checked="" type="checkbox"/>	1 "D"	 4mm	
<input checked="" type="checkbox"/>	2 "L"	 10mm	

## •Bloque.

Añadimos un Fillet al cual le ponemos una ecuación como cota.

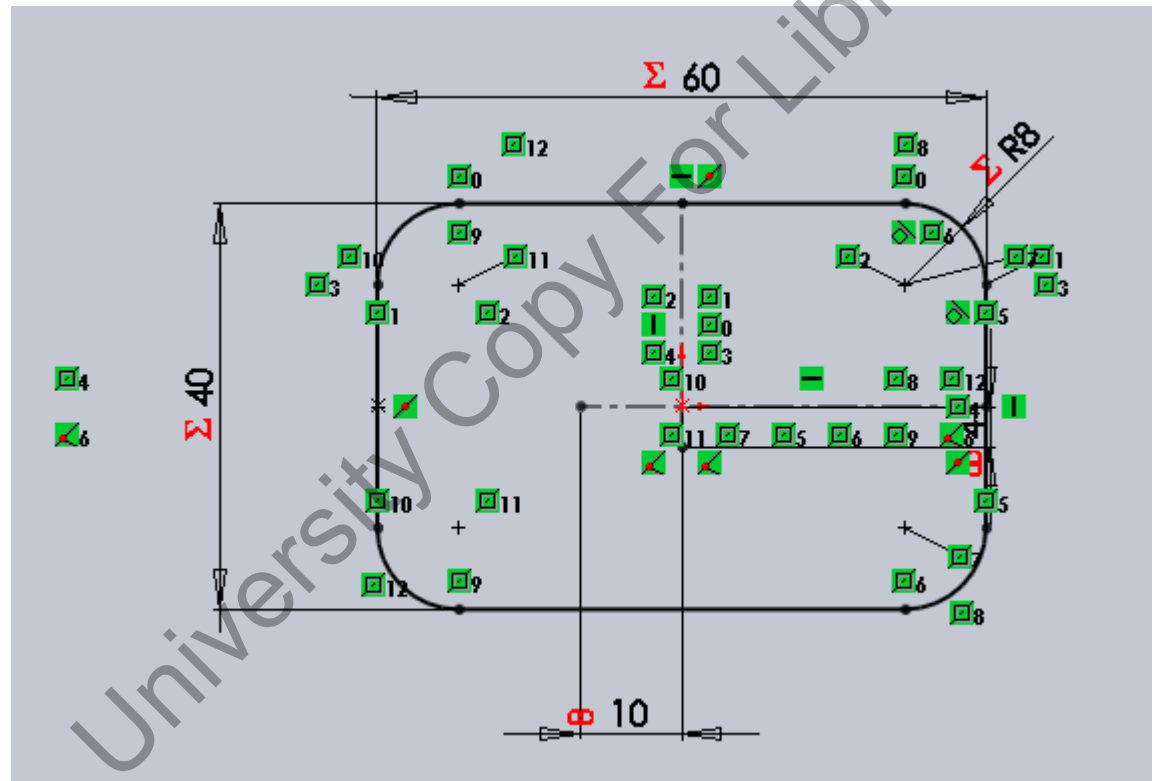


Podemos ver que además de modificarse la dimensión de la cota aparece un símbolo de ecuación que nos indica que esta cota viene dada por una ecuación.



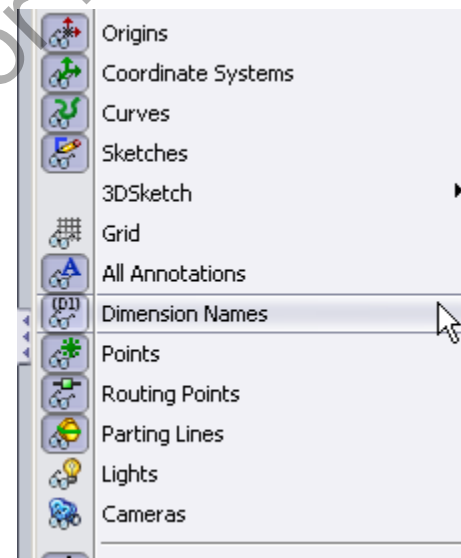
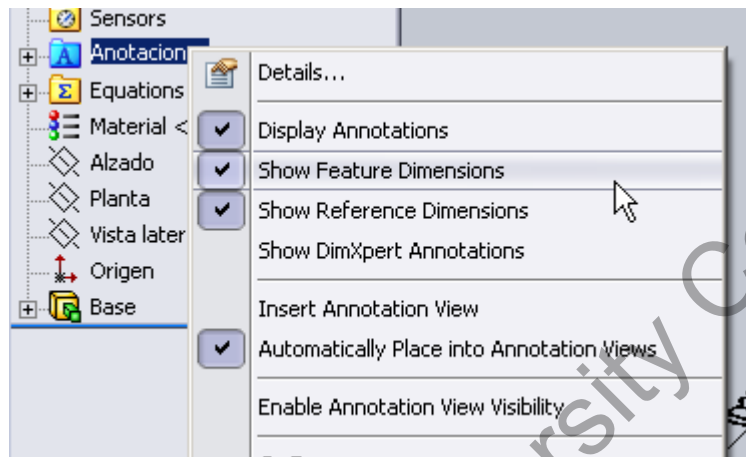
## •Bloque.

Se hacen dos simetrías para obtener el cuerpo completo y se añaden dos ecuaciones. La longitud horizontal es de  $6 \cdot L$  y la vertical es de  $4 \cdot L$ . Finalmente se realiza una extrusión.



## •Bloque.

Para poder visualizar las cotas en todo momento debemos activar el Show Feature Dimensions en el la carpeta de Anotaciones den el Feature Manager y el View activar el All Annotations y Dimensions Names en el menú de View.

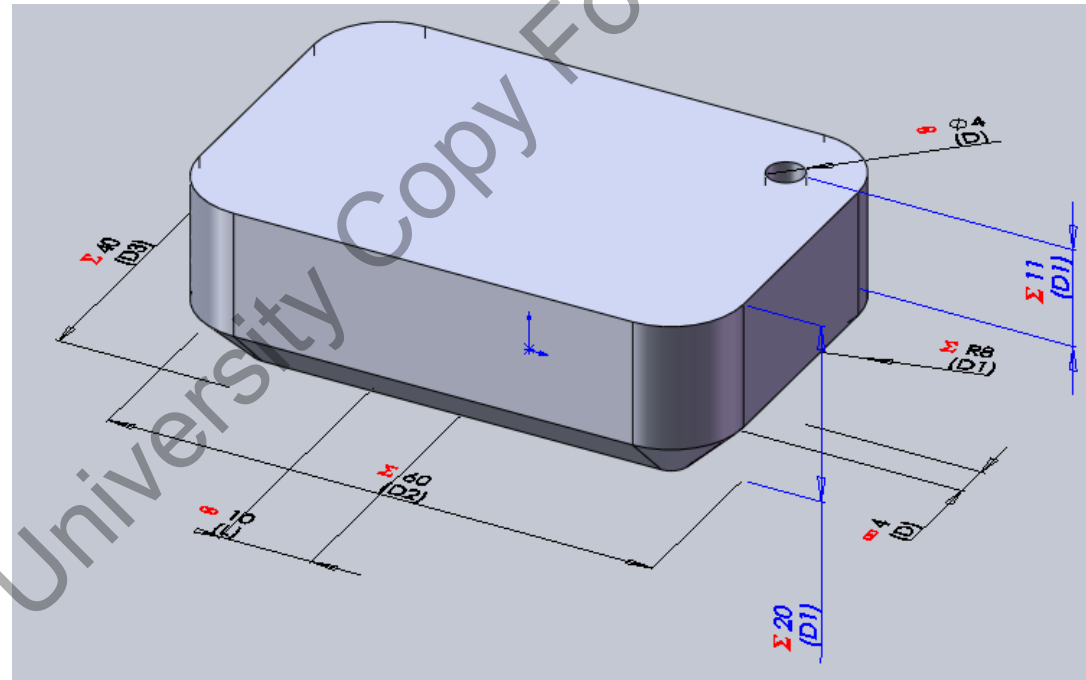


## •Bloque.

Extruimos la base. La dimensión de la extrusión también le ponemos una ecuación ( $2*L$ ).

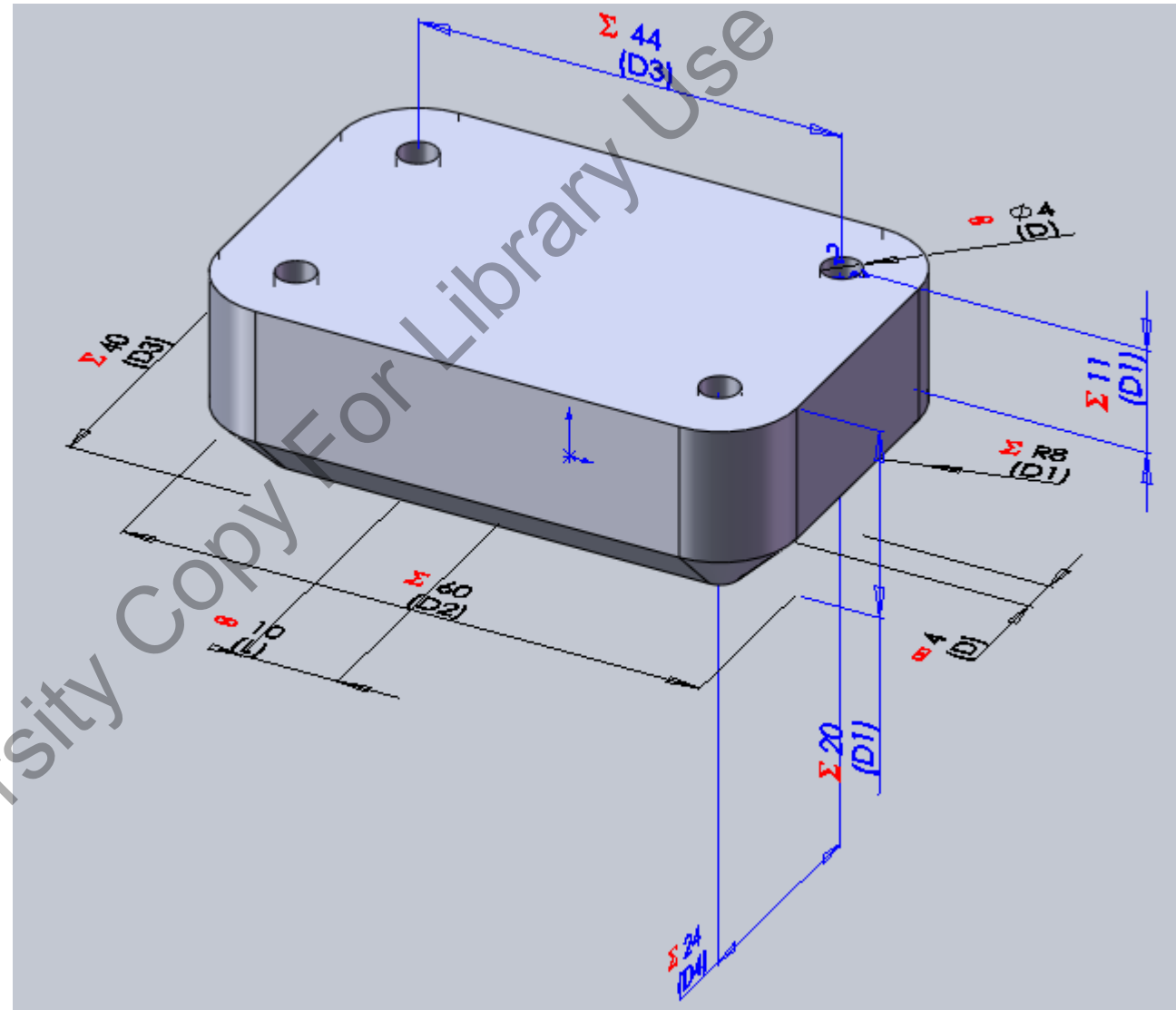
También realizamos un Chamfer en la base de 6 mm a  $45^\circ$ .

Perforamos un agujero redondo con una profundidad de  $1.1*L$  concéntrico con el radio de fillet.



## •Bloque.

Finalmente realizamos los otros tres agujeros con un Linear Pattern. Dónde la dirección en el lado largo es  $6 \cdot L - 4 \cdot D$  y en el corto es  $4 \cdot (L - D)$ .



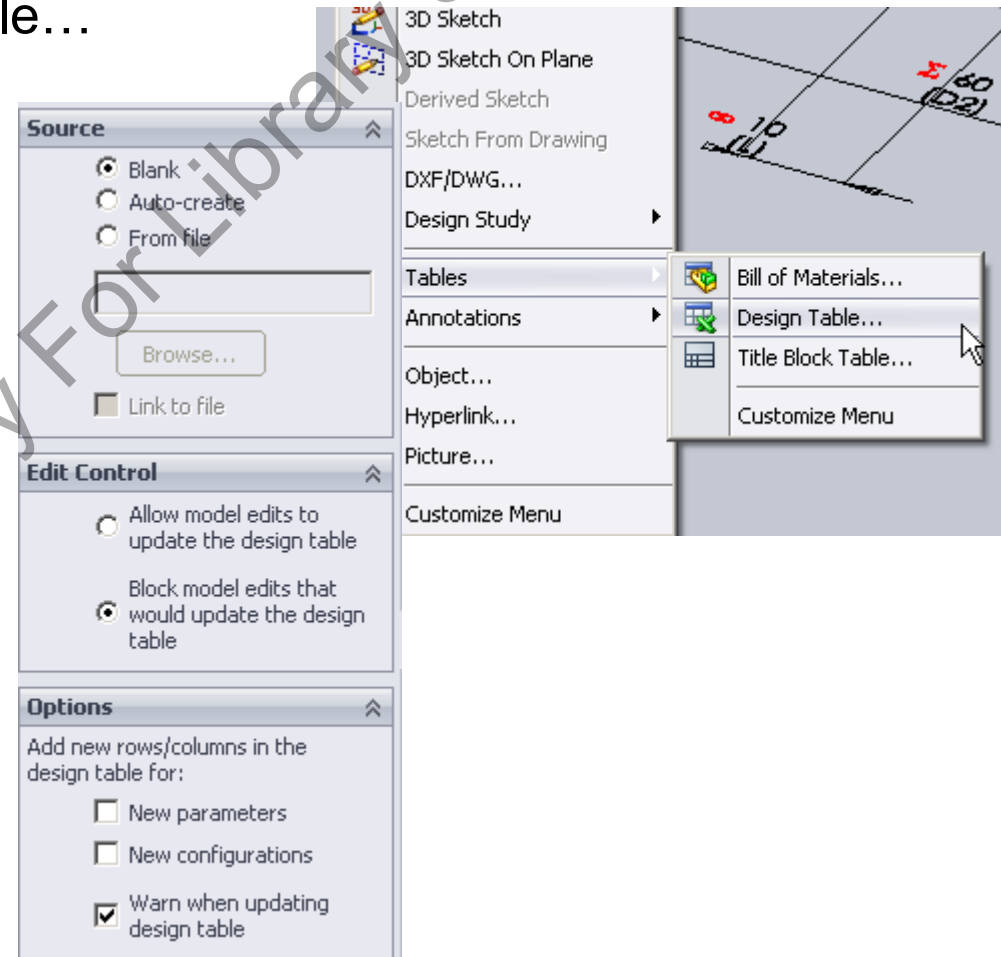
## •Tabla de diseño.

Añadimos una tabla de diseño. Situados en el Configuration Manager la añadimos en Insert>Tables->Design Table...

Debajo de Source, seleccionar "Blank" para insertar una tabla vacía.

En Edit Control, seleccionar "Block model edits that would update the design table" para que así no esté permitido cambiar el modelo si se cambia la tabla de diseño.

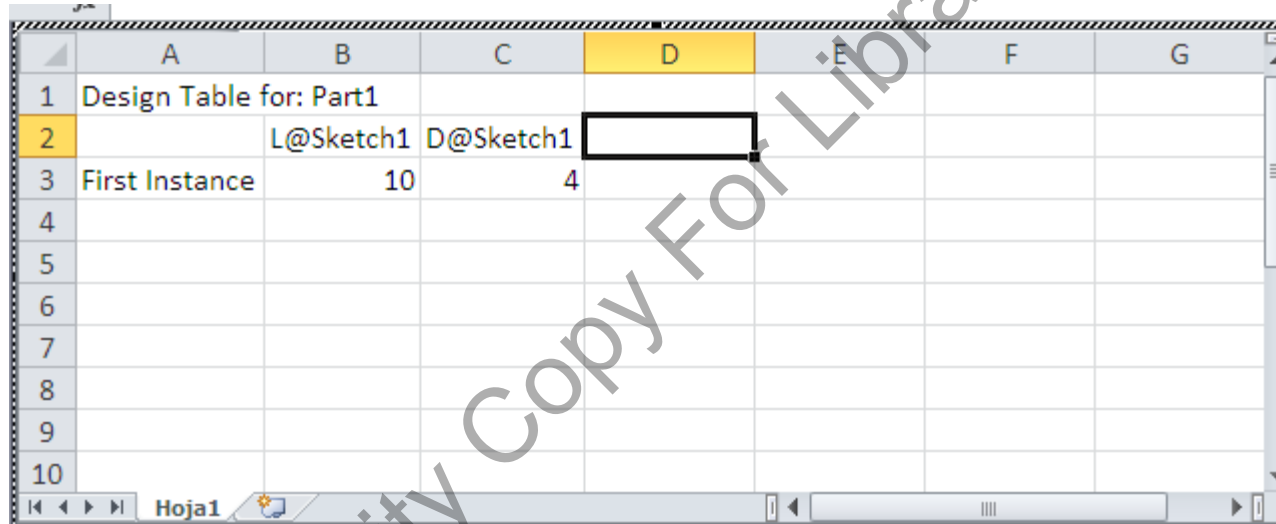
En Options solo tener activado "Warn when updating design table" para que así si cambiamos el modelo no cambie la tabla y que nos avise cuando ésta se actualice.





## •Tabla de diseño.

Se abre una hoja de Excel. Con la celda B2 seleccionada hacemos doble click en la cota L y seguidamente con la celda C2 seleccionada hacemos lo mismo con la cota D.

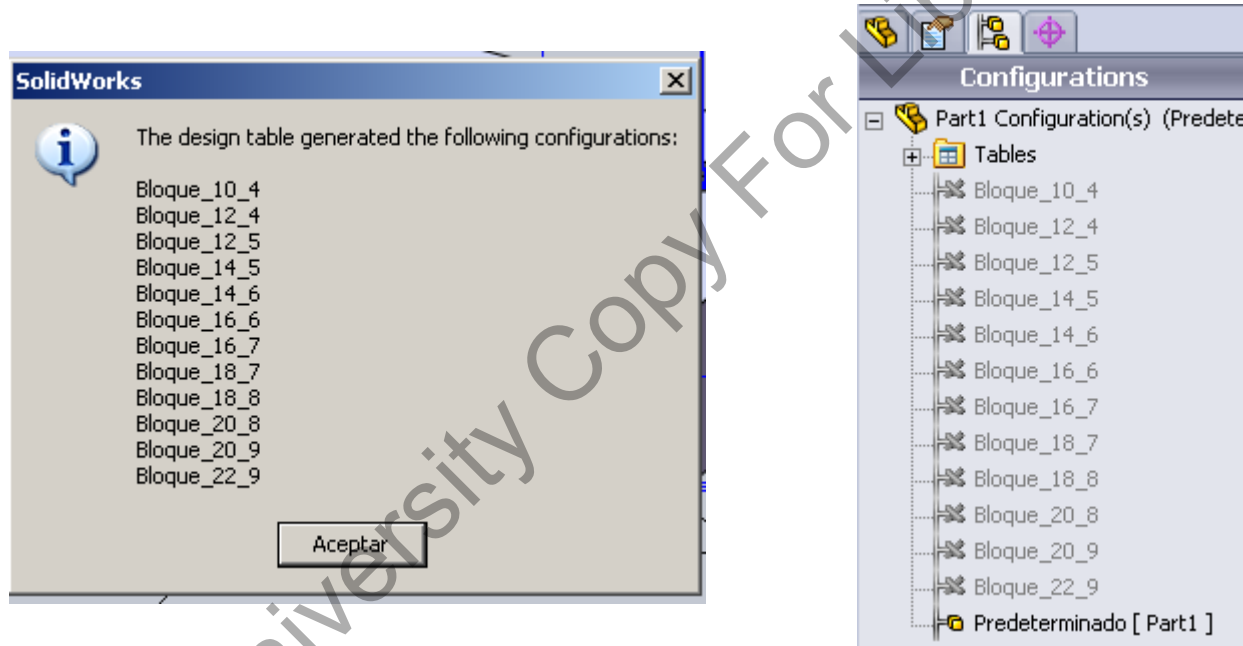


	A	B	C	D	E	F	G
1	Design Table for: Part1						
2		L@Sketch1	D@Sketch1				
3	First Instance	10	4				
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

Ahora podemos copiar el contenido de el fichero Tabla\_bloque.txt en la hoja de Excel.

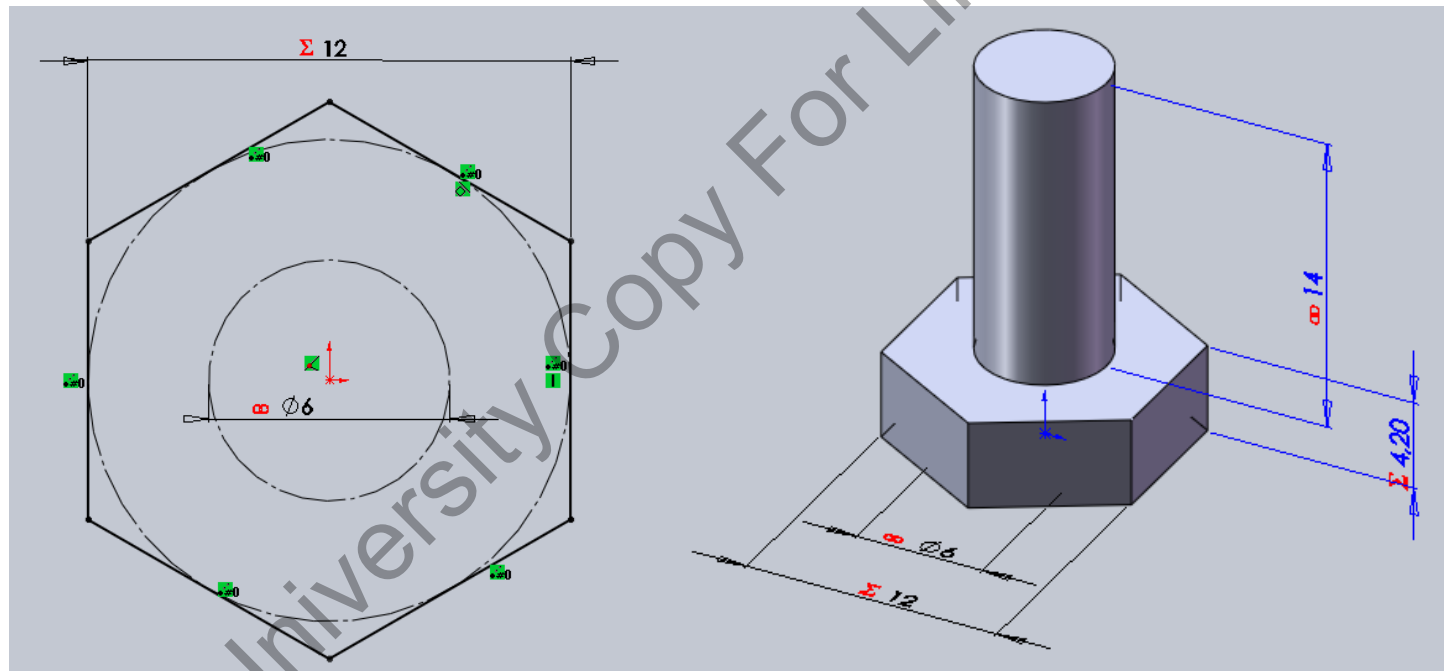
## •Tabla de diseño.

Finalmente apretamos fuera de la tabla de Excel y nos aparece un aviso de que se ha creado una tabla de diseño con las diferentes configuraciones. Todas ellas estan en la pestaña de configuraciones.



## •Tornillo.

Ahora dibujaremos el dibujo. También aquí definiremos dos variables L (10 mm) y D (4 mm). Para el diámetro de la circunferencia del hexágono la fórmula es  $2 \cdot D$  y para la altura es  $0.7 \cdot D$ .



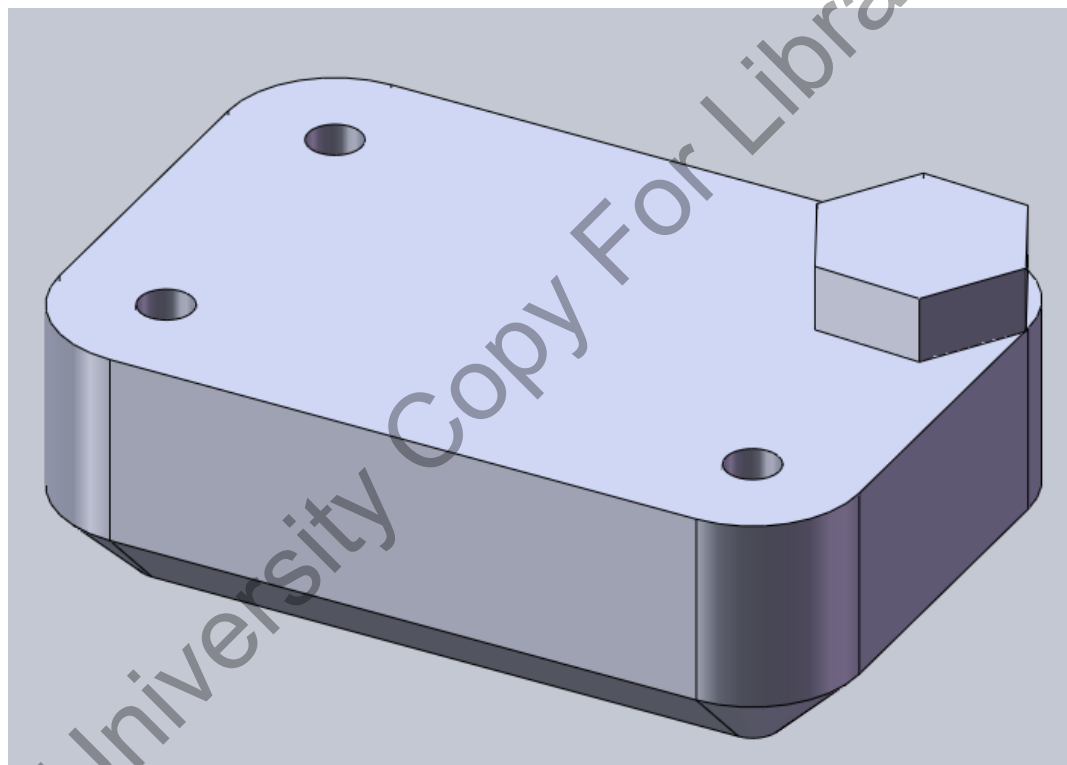
## •Tornillo.

Creamos una tabla de diseño con estos valores. Los valores están en el archivo "Tabla\_tornillo.txt".

	L@Extrude2	D@Sketch1
Torn_10_4	10	4
Torn_12_4	12	4
Torn_12_5	12	5
Torn_14_5	14	5
Torn_14_6	14	6
Torn_16_6	16	6
Torn_16_7	16	7
Torn_18_7	18	7
Torn_18_8	18	8
Torn_20_8	20	8
Torn_20_9	20	9
Torn_22_9	22	9

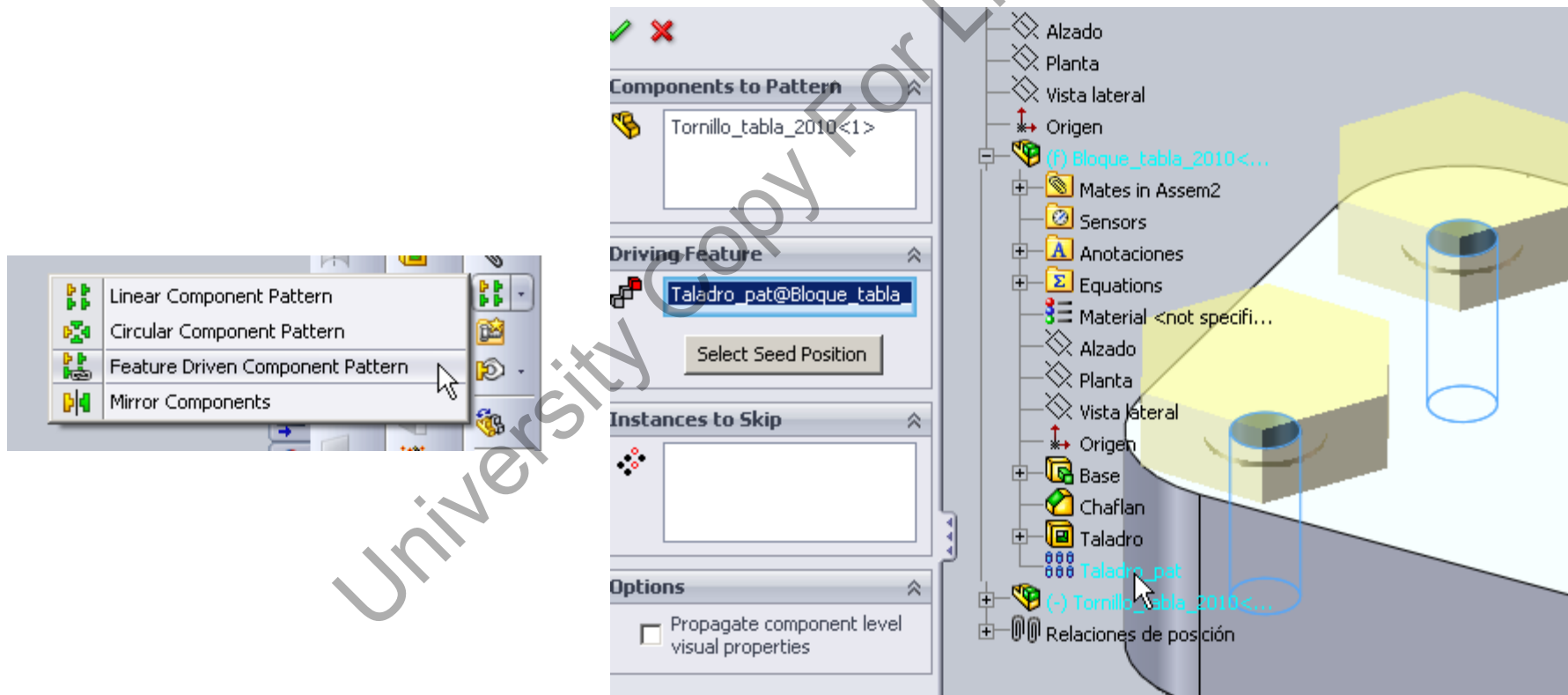
## •Ensamblaje.

Vamos a realizar el ensamblaje. Primero ponemos el bloque y después un tornillo. El tornillo.



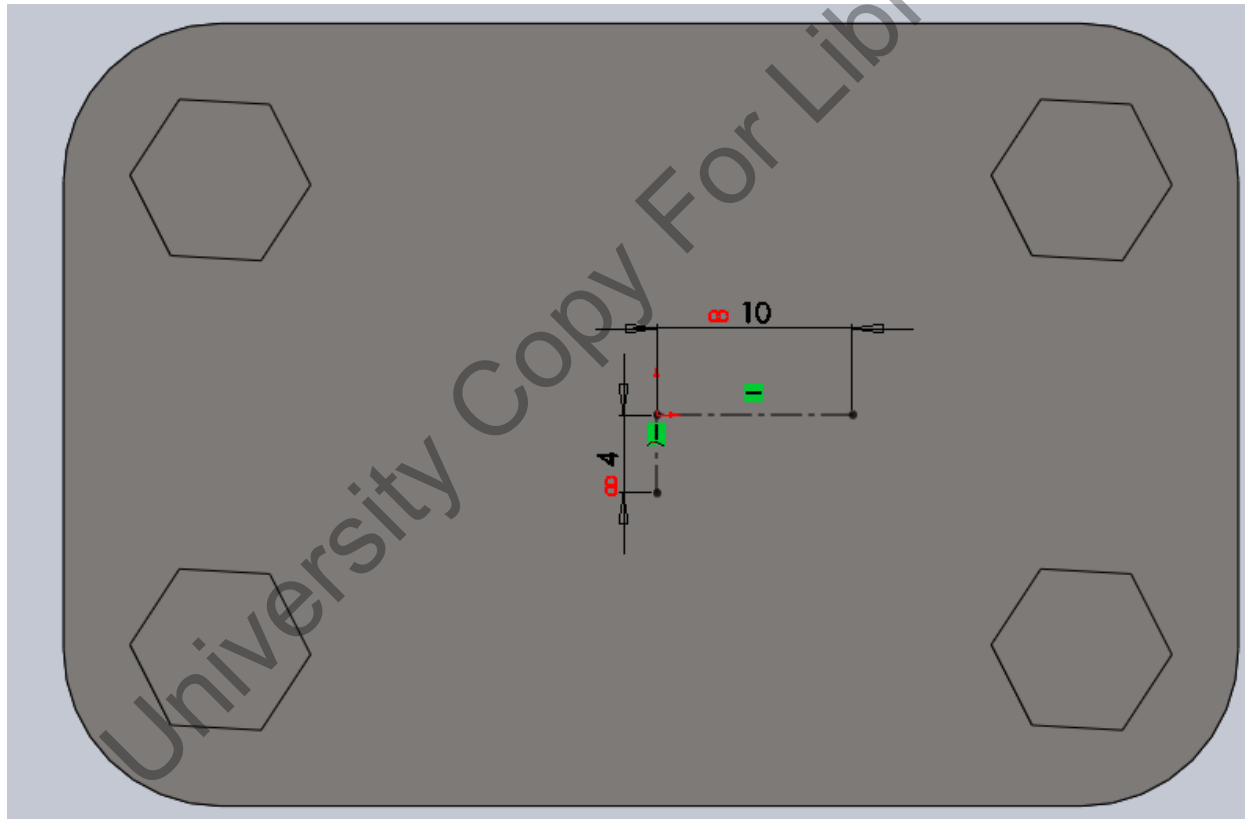
## •Ensamblaje.

Para ensamblar los otros tornillos vamos a utilizar la herramienta de ensamblaje Feature Driven Component Pattern. Sirve para posicionar elementos si hemos hecho alguna Feature Driven. La única condición es que debemos poner el primer componente con la Feature que hemos copiado con el Pattern.



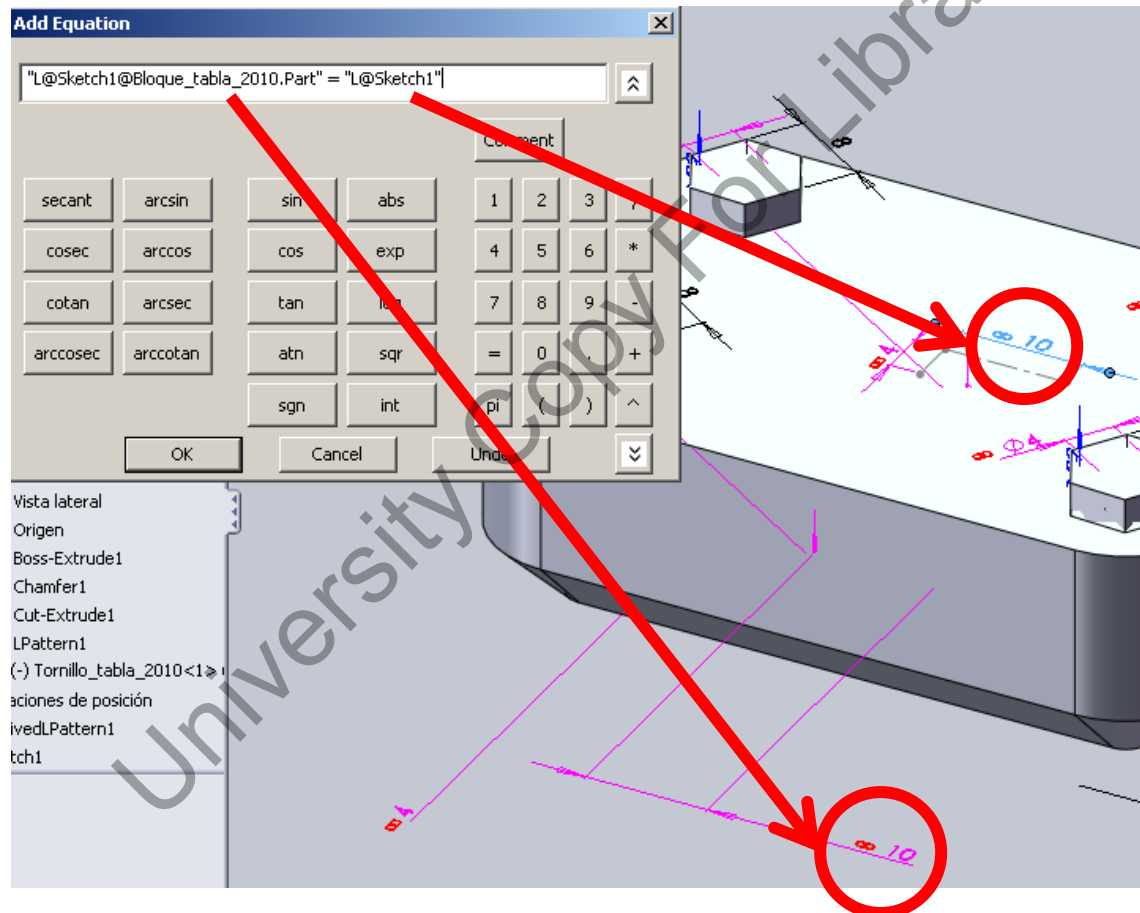
- Tabla de diseño.

Primero realizamos un Sketch dónde vamos a dibujar dos líneas donde vamos a crear las variables L y D.



- Tabla de diseño.

Tenemos que relacionar las dimensiones L y D creadas con las de las piezas. Crearemos 4 ecuaciones de igualdad en el Assembly.





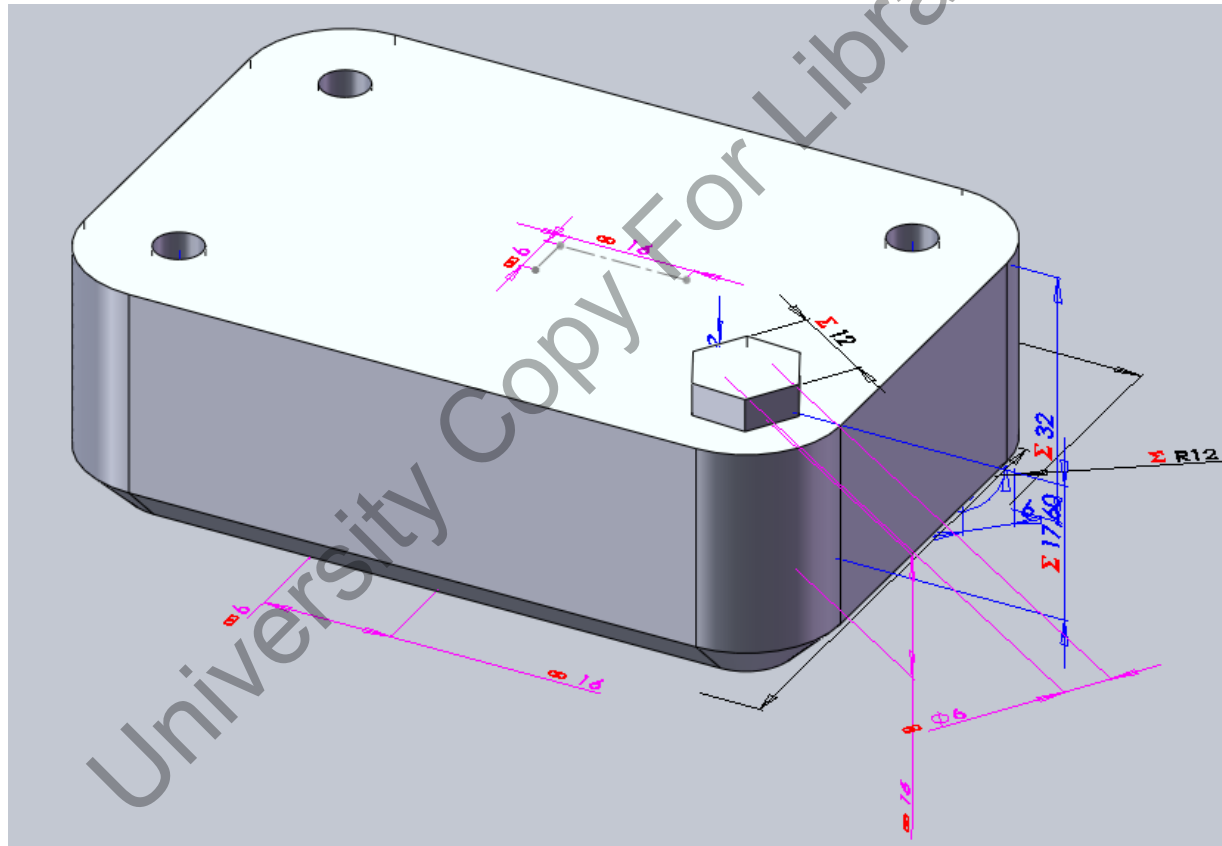
- Tabla de diseño.

Creamos una tabla de diseño donde los dos parámetros sean la L y la D del Sketch creado anteriormente.

	L@Sketch1	D@Sketch1
Tabla_10_4	10	4
Tabla_12_4	12	4
Tabla_12_5	12	5
Tabla_14_5	14	5
Tabla_14_6	14	6
Tabla_16_6	16	6
Tabla_16_7	16	7
Tabla_18_7	18	7
Tabla_18_8	18	8
Tabla_20_8	20	8
Tabla_20_9	20	9
Tabla_22_9	22	9

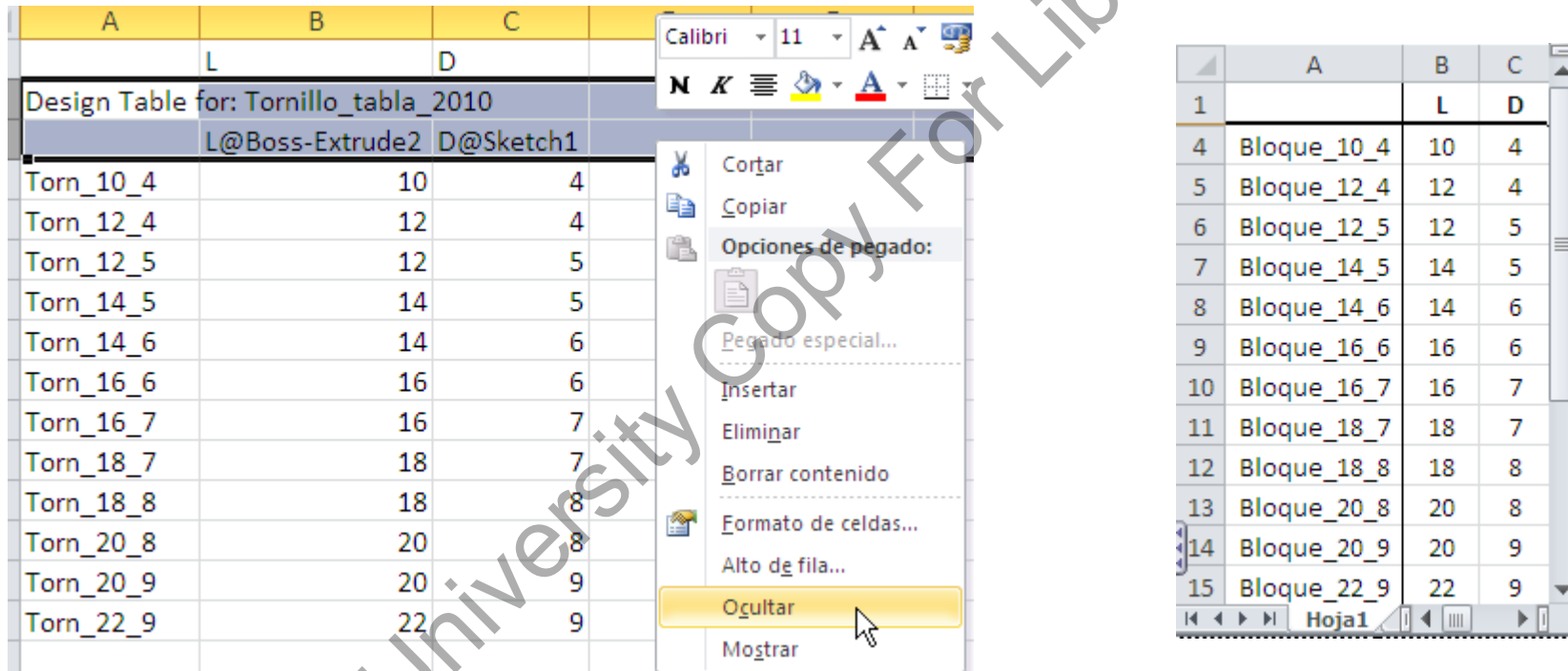
- Tabla de diseño.

Si probamos las distintas configuraciones podemos ver que varían tanto el tornillo como el bloque.



## • Planos.

Vamos a realizar los planos de las piezas. Primero vamos a editar la tabla de diseño. Insertamos una fila en la parte superior, ocultamos las filas y columnas que no queremos que se vean y editamos las que si.



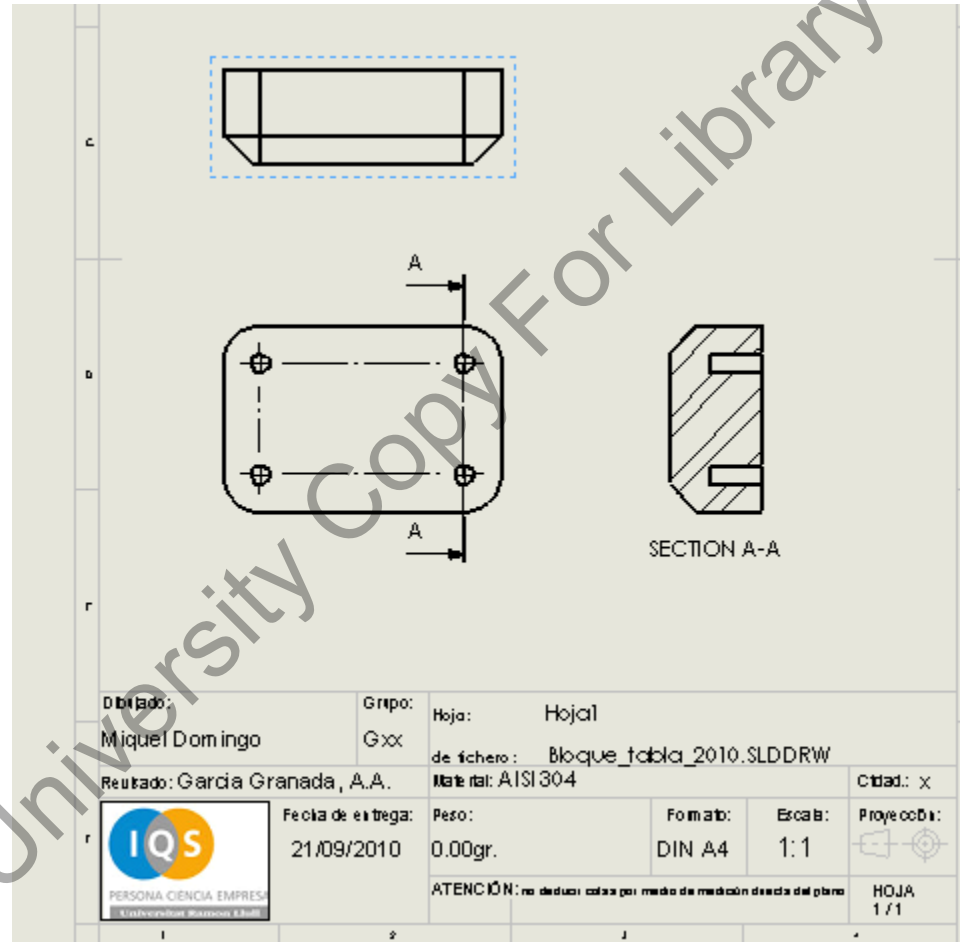
	A	B	C
	L		D
Design Table for: Tornillo_tabla_2010			
	L@Boss-Extrude2	D@Sketch1	
Torn_10_4		10	4
Torn_12_4		12	4
Torn_12_5		12	5
Torn_14_5		14	5
Torn_14_6		14	6
Torn_16_6		16	6
Torn_16_7		16	7
Torn_18_7		18	7
Torn_18_8		18	8
Torn_20_8		20	8
Torn_20_9		20	9
Torn_22_9		22	9

	A	B	C
1		L	D
4	Bloque_10_4	10	4
5	Bloque_12_4	12	4
6	Bloque_12_5	12	5
7	Bloque_14_5	14	5
8	Bloque_14_6	14	6
9	Bloque_16_6	16	6
10	Bloque_16_7	16	7
11	Bloque_18_7	18	7
12	Bloque_18_8	18	8
13	Bloque_20_8	20	8
14	Bloque_20_9	20	9
15	Bloque_22_9	22	9

- Planos.

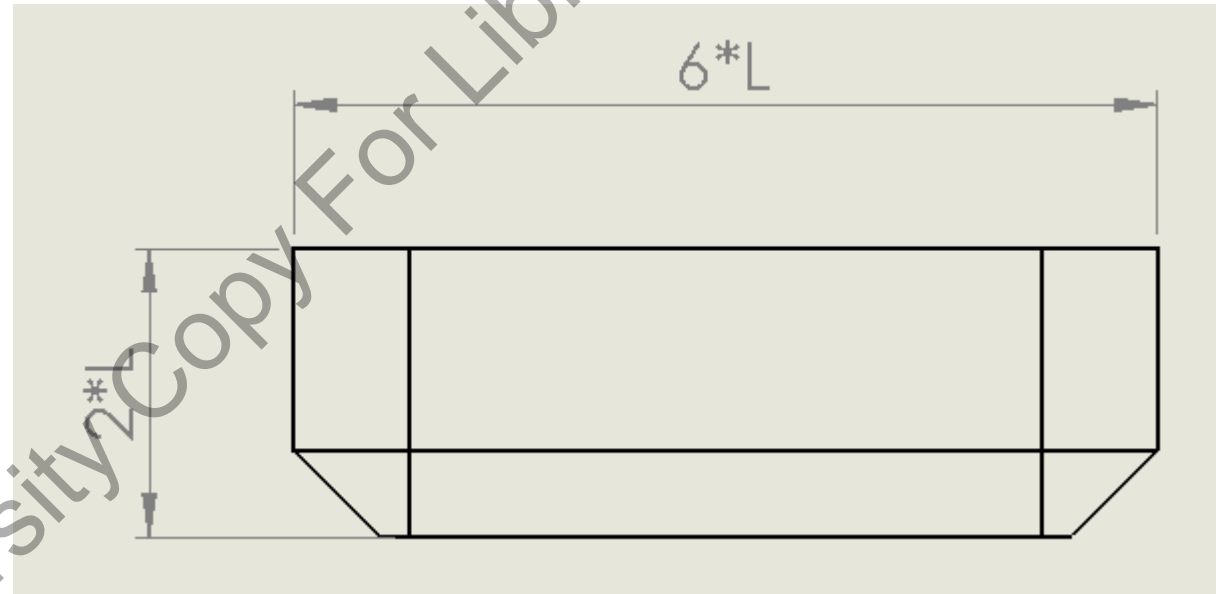
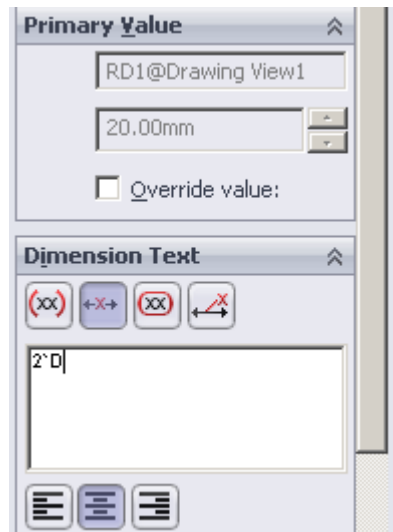
Abrimos un plano y ponemos las vistas que creamos necesarias.



Dibujado: Miquel Domingo	Grupo: Gxx	Hoja: Hojal			
Resultado: García Granada, A.A.		de fichero: Bloque_tabla_2010.SLDDRW	Ciudad: x		
	Fecha de entrega: 21/09/2010	Peso: 0.00gr.	Formato: DIN A4	Escala: 1:1	Proyección: 
	ATENCIÓN: no deducir cotas por medio de medición directa del plano				HOJA 1/1

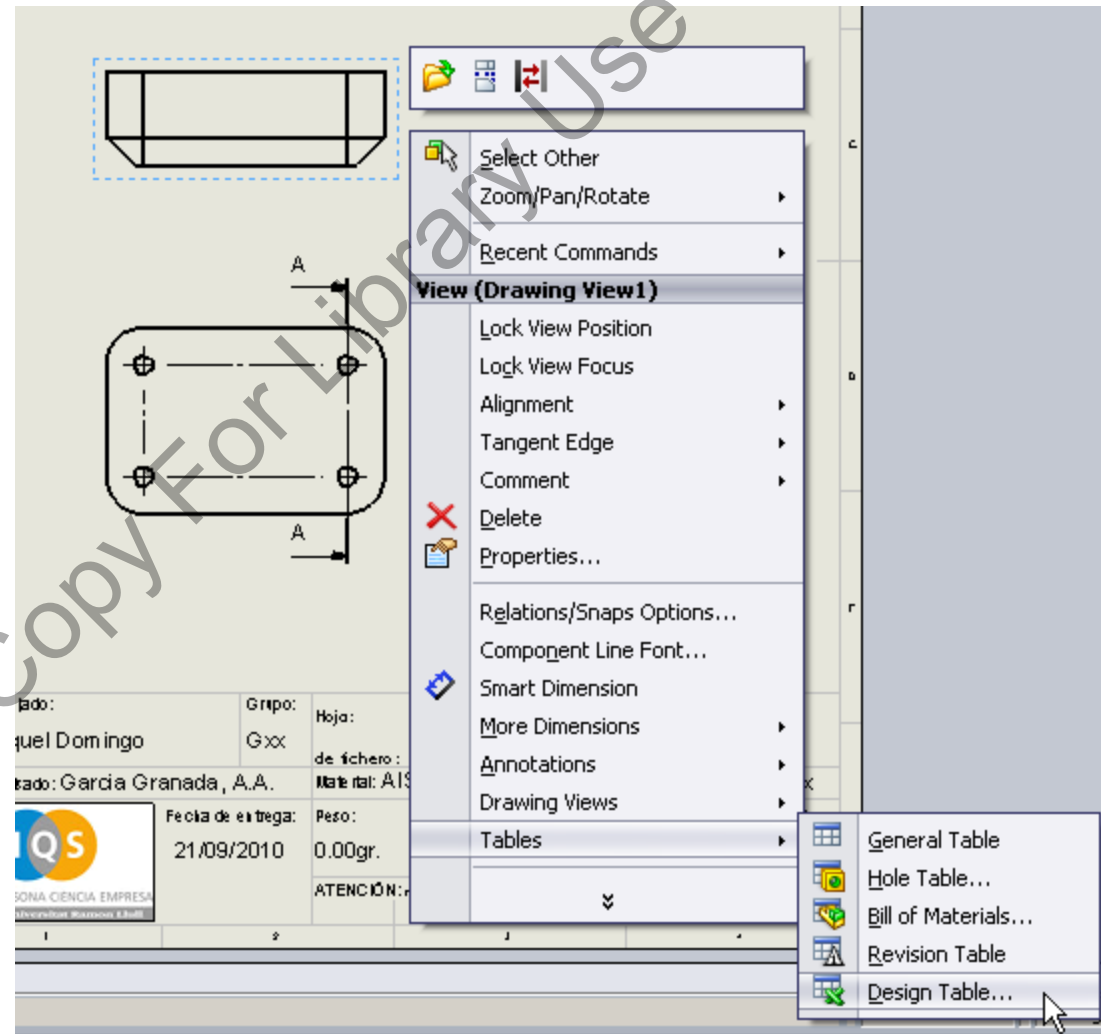
## • Planos.

Vamos a colocar las medidas. Para ello colocamos las cotas normalmente y en el cuadro de diálogo del PropertyManager en Dimension Text ponemos manualmente la cota con las variables.



## • Planos.

Insertamos la tabla de diseño.  
Para ello seleccionamos una vista  
y con el botón secundario  
insertamos la tabla. Luego la  
colocamos donde queramos.



• Planos.

Realizamos los planos del tornillo el bloque y del conjunto.

**Sheet 1: Bloque\_tabla\_2010**

NO.	NAME	Material	Weight	Q
1	Bloque_tabla_2010	AISI 304	345.77	1
2	Tomillo_tabla_2010	AISI 304	2.25	4

Dibujado: Miquel Domingo  
 Grupo: Gxx  
 Hoja: Tabla  
 de fichero: Bloque\_tabla\_2010.SLDDRW  
 Revisado: Garcia Granada, A.A.  
 Material: (Check Assembly)  
 Ciudad: x  
 Fecha de entrega: 21/09/2010  
 Peso: 354.76gr.  
 Formato: DIN A4  
 Escala: 1:1  
 Proyección:   
 ATENCIÓN: no deducir cotas por medio de medicion de esta del plano  
 HOJA 1/3

**Sheet 2: Bloque**

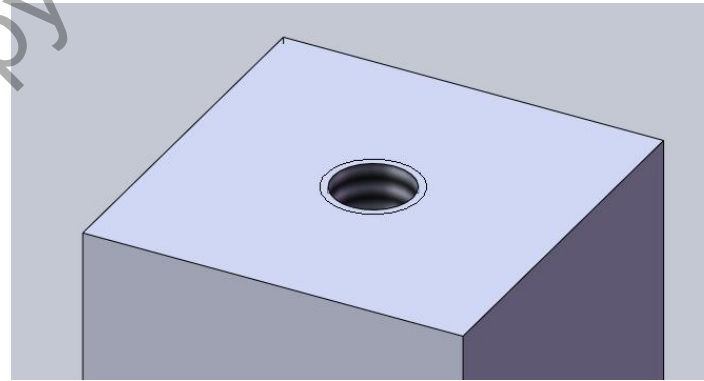
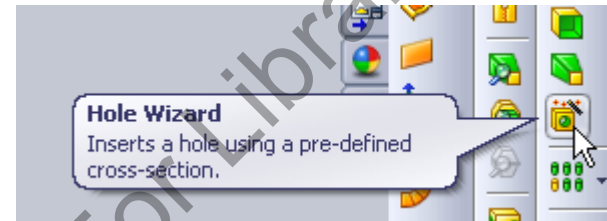
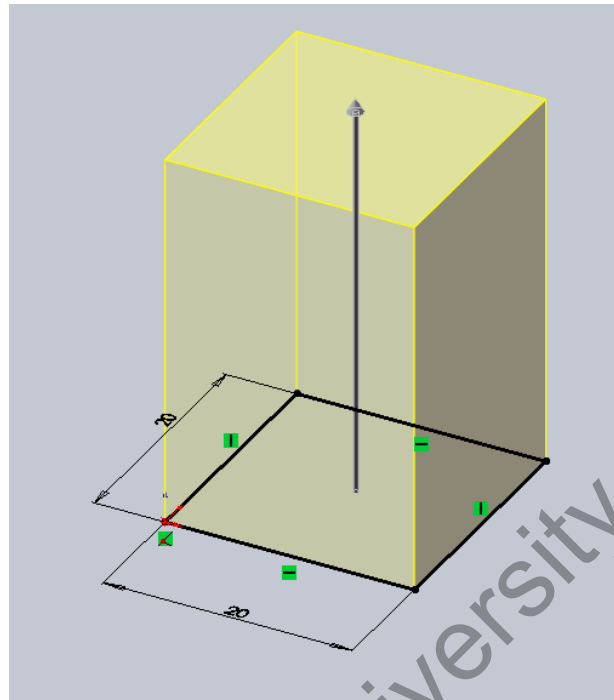
Dibujado: Miquel Domingo  
 Grupo: Gxx  
 Hoja: Bloque  
 de fichero: Bloque\_tabla\_2010.SLDDRW  
 Revisado: Garcia Granada, A.A.  
 Material: AISI 304  
 Ciudad: x  
 Fecha de entrega: 21/09/2010  
 Peso: 345.77gr.  
 Formato: DIN A4  
 Escala: 1:1  
 Proyección:   
 ATENCIÓN: no deducir cotas por medio de medicion de esta del plano  
 HOJA 2/3

**Sheet 3: Tornillo**

Dibujado: Miquel Domingo  
 Grupo: Gxx  
 Hoja: Tornillo  
 de fichero: Bloque\_tabla\_2010.SLDDRW  
 Revisado: Garcia Granada, A.A.  
 Material: AISI 304  
 Ciudad: x  
 Fecha de entrega: 21/09/2010  
 Peso: 2.25gr.  
 Formato: DIN A4  
 Escala: 5:1  
 Proyección:   
 ATENCIÓN: no deducir cotas por medio de medicion de esta del plano  
 HOJA 3/3

- Roscas métricas.

Para acabar vamos ver la parametrización de un agujero roscado de M5.

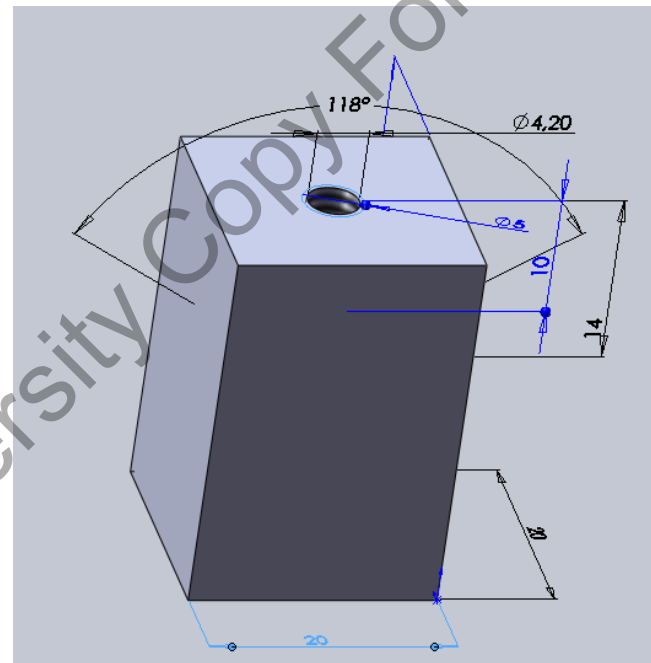




- Roscas métricas.

Al ver todas las dimensiones comprobamos que parametrizar un agujero roscado es una tarea mucho mas elaborada. Si se quiere hacer se pueden mirar las ecuaciones en los apuntes de Diseño industrial de segundo.

[\\sdoc\software\PUBLIC\Exp\\_Grafica\DI\di\\_09102c.ppt.pdf](\\sdoc\software\PUBLIC\Exp_Grafica\DI\di_09102c.ppt.pdf)



Práctica

University Copy For Library Use

• Trabajo en clase.

Se solicita la creación de piezas para ensamblar tipo Lego.

Se pide iniciar el trabajo pensando en los requisitos de la construcción.

**Parameters**

- h1 = 15,000mm
- h2 = 30,000mm
- w = 25,000mm
- s = 12,000mm = min(h1 - t, h2 - t)
- t = 3,000mm
- f = 0,900mm
- n = 2
- m = 2
- r = 7,700mm = w / 2 - 2\*f - t
- d = 22,000mm = w - t

**Technical Drawing Labels:**

- Right view Scale: 2:1
- Front view Scale: 2:1
- Top view Scale: 2:1
- Section view A-A Scale: 2:1
- Isometric view Scale: 2:1

**Lego\_table.txt - Bloc de notas**

h1 (mm)	h2 (mm)	w (mm)	t (mm)	f (mm)
15	30	25	3	0.9

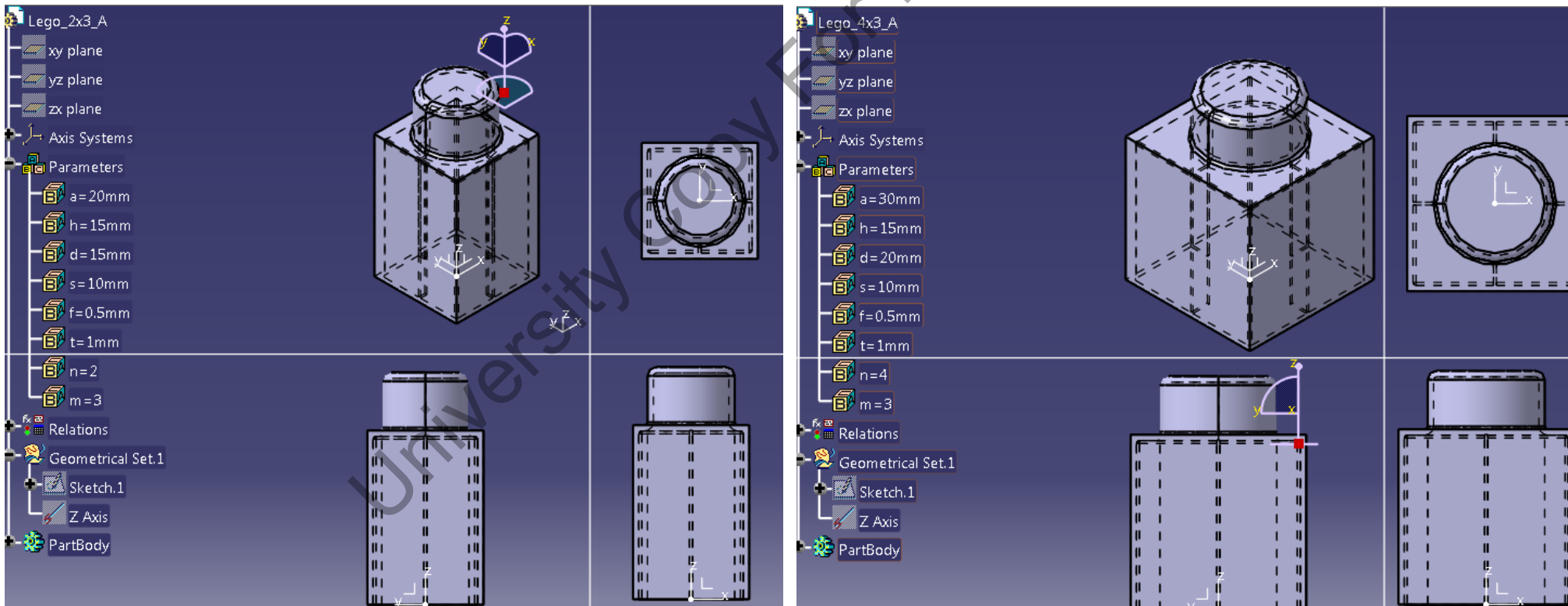
Marca	Cantidad	Denominación	Norma	Material y medidas
		XXXXXXX		
Modificaciones		Escala 1:1	Unidades mm	Título del plano XXXXXXXXXXXX
		Fecha	Nombre	ESCOLA TECNICA SUPERIOR INGENIERIA INDUSTRIAL IQS
		Dibujado		
		Comprobado		
		Aprobado		
Archivo de ref. CAD:				Nº de hojas Modificaciones
Plano nº:				

## • Trabajo en clase.

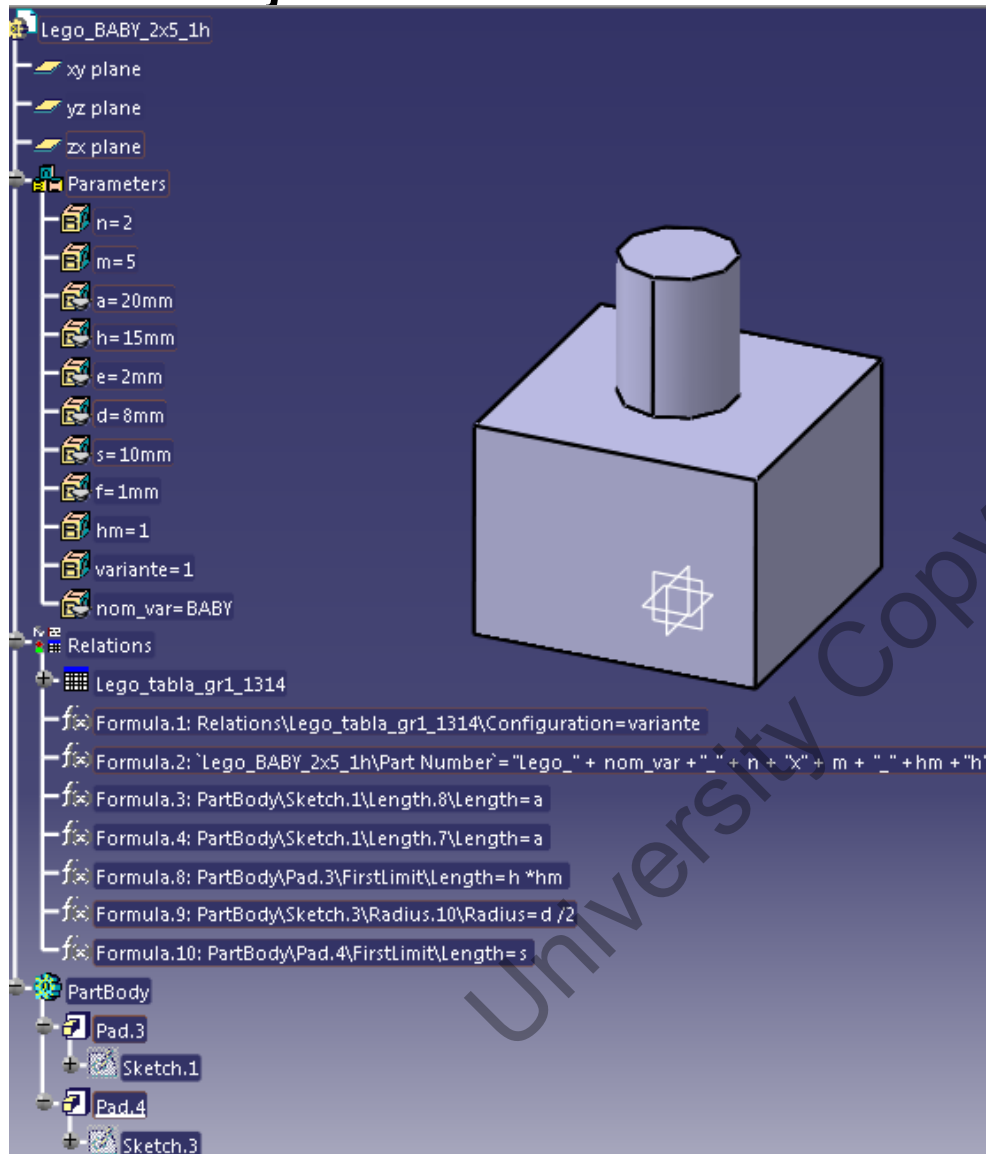
Crear los parámetros para definir la operación base que se repetirá luego matricialmente.

Poner los nombres de manera automática.

Comprobar que cambiando los parámetros cambia la forma básica.



# • Trabajo en clase curso 2013-2014 grupo1.



Lego\_tabla\_gr1\_1314 active, configuration row : 1

Design Table Properties

Name : Lego\_tabla\_gr1\_1314

Comment : Design Table created by andres.garcia 12/02/2014

Configurations Associations

Filter :

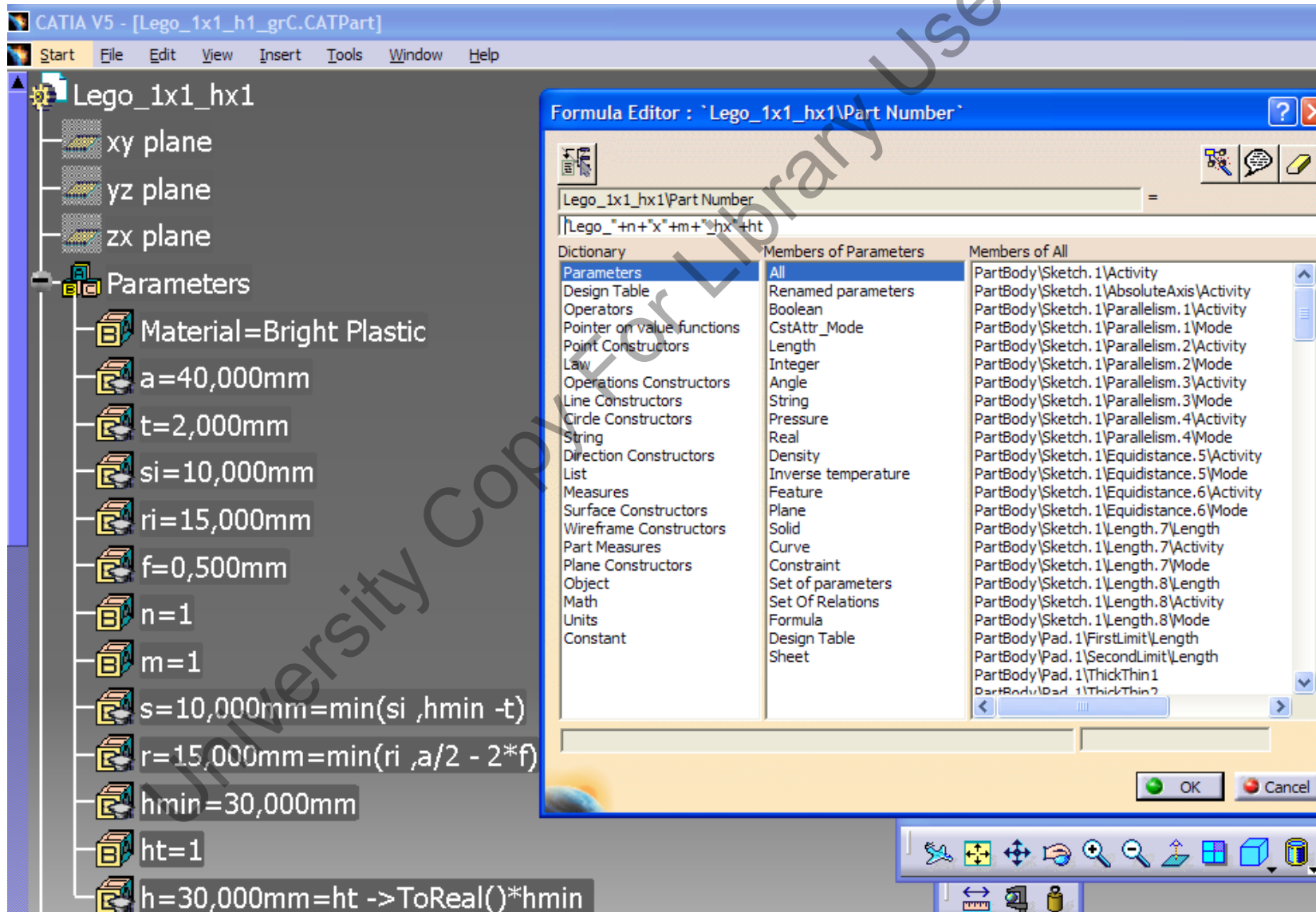
Line	a	h	e	d	s	f	nom_var
1	20mm	15mm	2mm	8mm	10mm	1mm	BABY
2	15mm	10mm	1.5mm	6mm	7mm	0.7mm	BOY
3	10mm	5mm	1mm	4mm	4mm	0.4mm	TEEN

BACK UP  
ANTIGUO

University Copy For Library Use

• Trabajo en clase.

Colocar nombres automáticamente.



The screenshot shows the CATIA V5 interface. On the left, the CAD model tree for 'Lego\_1x1\_hx1' is visible, containing planes (xy, yz, zx) and a list of parameters. The parameters list includes:

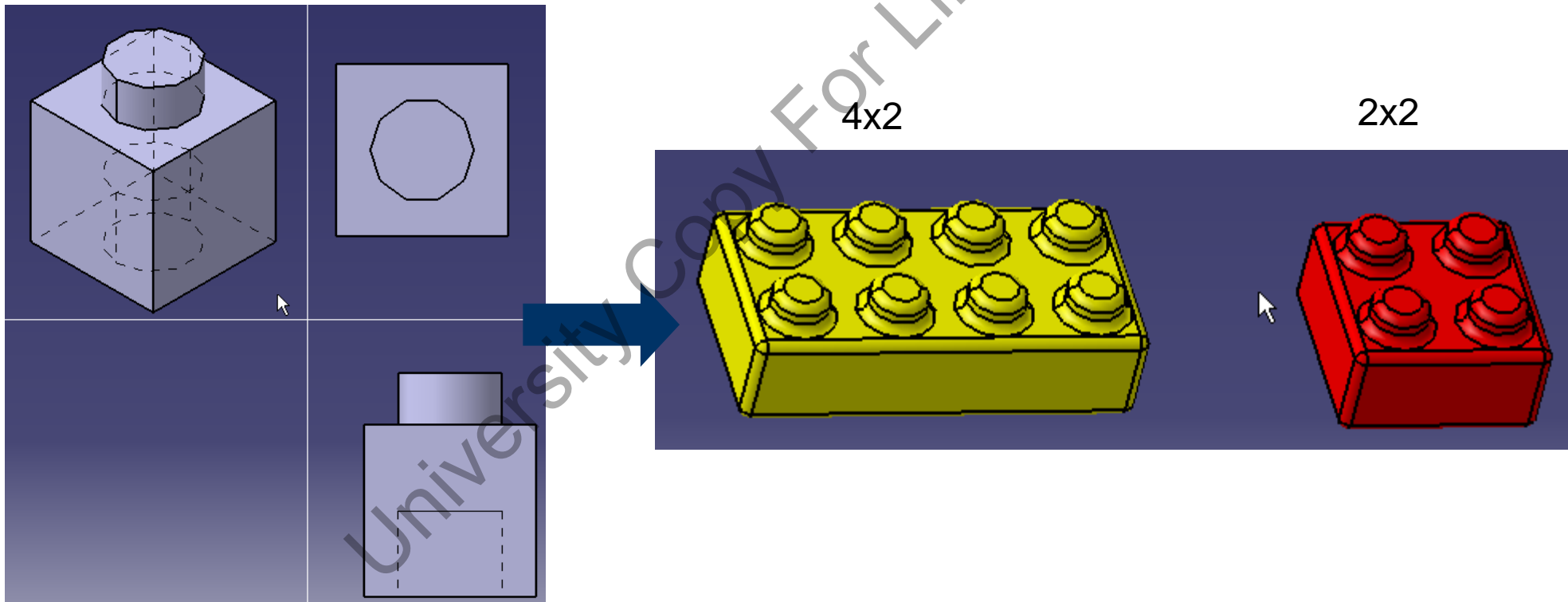
- Material=Bright Plastic
- a=40,000mm
- t=2,000mm
- si=10,000mm
- ri=15,000mm
- f=0,500mm
- n=1
- m=1
- s=10,000mm=min(si ,hmin -t)
- r=15,000mm=min(ri ,a/2 -2\*f)
- hmin=30,000mm
- ht=1
- h=30,000mm=ht ->ToReal()\*hmin

On the right, the 'Formula Editor' dialog box is open for the 'Part Number' parameter. The formula entered is:  $|\text{Lego\_}n+x|m+hx+ht$ . Below the formula, there are three columns: 'Dictionary', 'Members of Parameters', and 'Members of All'. The 'Members of Parameters' column lists various data types and functions available for use in the formula.

Dictionary	Members of Parameters	Members of All
Parameters	All	PartBody\Sketch.1\Activity
Design Table	Renamed parameters	PartBody\Sketch.1\AbsoluteAxis\Activity
Operators	Boolean	PartBody\Sketch.1\Parallelism.1\Activity
Pointer on value functions	CstAttr_Mode	PartBody\Sketch.1\Parallelism.1\Mode
Point Constructors	Length	PartBody\Sketch.1\Parallelism.2\Activity
Law	Integer	PartBody\Sketch.1\Parallelism.2\Mode
Operations Constructors	Angle	PartBody\Sketch.1\Parallelism.3\Activity
Line Constructors	String	PartBody\Sketch.1\Parallelism.3\Mode
Circle Constructors	Pressure	PartBody\Sketch.1\Parallelism.4\Activity
String	Real	PartBody\Sketch.1\Parallelism.4\Mode
Direction Constructors	Density	PartBody\Sketch.1\Equidistance.5\Activity
List	Inverse temperature	PartBody\Sketch.1\Equidistance.5\Mode
Measures	Feature	PartBody\Sketch.1\Equidistance.6\Activity
Surface Constructors	Plane	PartBody\Sketch.1\Equidistance.6\Mode
Wireframe Constructors	Solid	PartBody\Sketch.1\Length.7\Length
Part Measures	Curve	PartBody\Sketch.1\Length.7\Activity
Plane Constructors	Constraint	PartBody\Sketch.1\Length.7\Mode
Object	Set of parameters	PartBody\Sketch.1\Length.8\Length
Math	Set Of Relations	PartBody\Sketch.1\Length.8\Activity
Units	Formula	PartBody\Sketch.1\Length.8\Mode
Constant	Design Table	PartBody\Pad.1\FirstLimit\Length
	Sheet	PartBody\Pad.1\SecondLimit\Length
		PartBody\Pad.1\ThickThin1
		PartBody\Pad.1\ThickThin2

- Figura base.

Para crear la pieza una posibilidad es pensar en una unidad de un pin que se repite un número de veces e una dirección y otro número de veces en otra dirección.





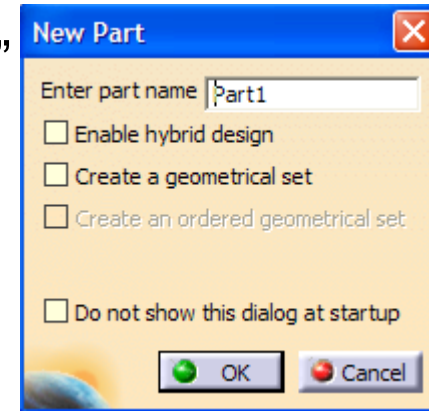
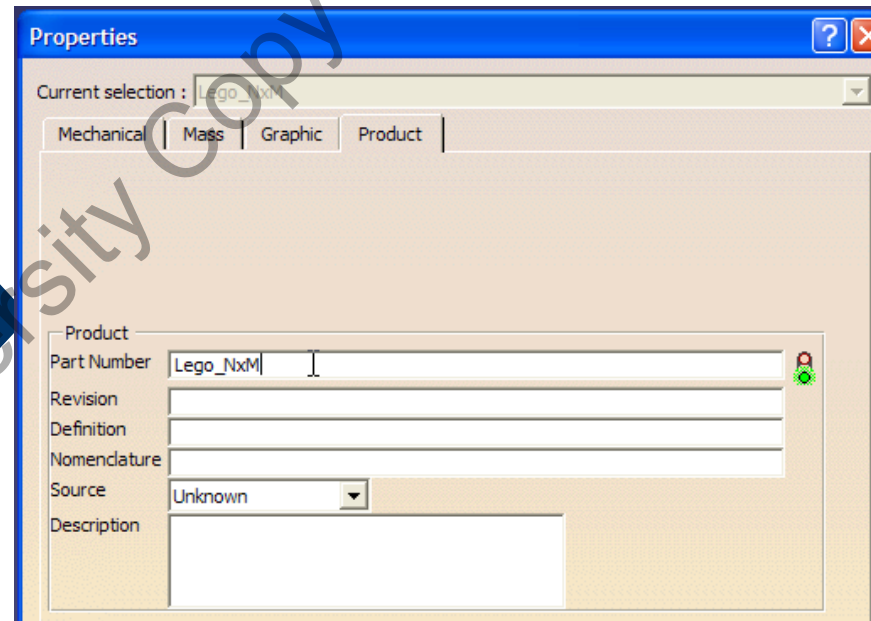
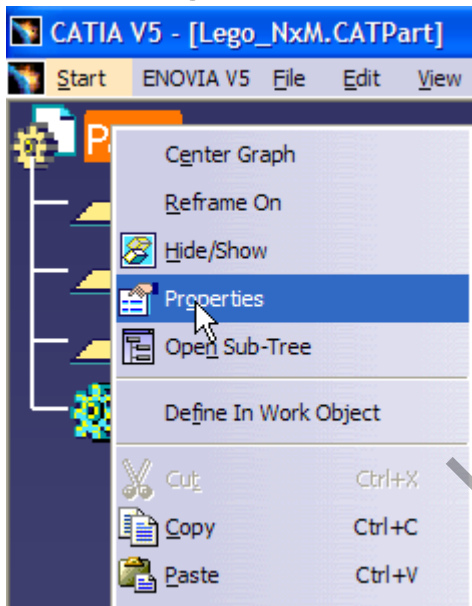
## • Empezar con Fichero inicial.

Hay que preparar el fichero inicial.

1.- “Start” -> “Mechanical Design” -> “Part Design” \*Nota: Desactivar “Enable Hybrid Design” para no mezclar Workbenches de sólidos y superficies.

2.- Guardar el fichero con “File” -> “Save” -> “Lego\_NxM.CATPart”

3.- Colocarse en el nombre de la Part para editarlo y cambiarlo por “Lego\_NxM”.



## • Croquis para cubo.

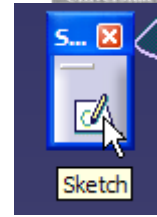
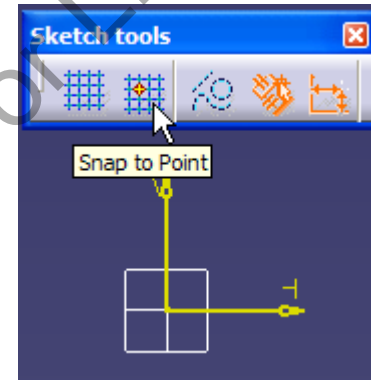
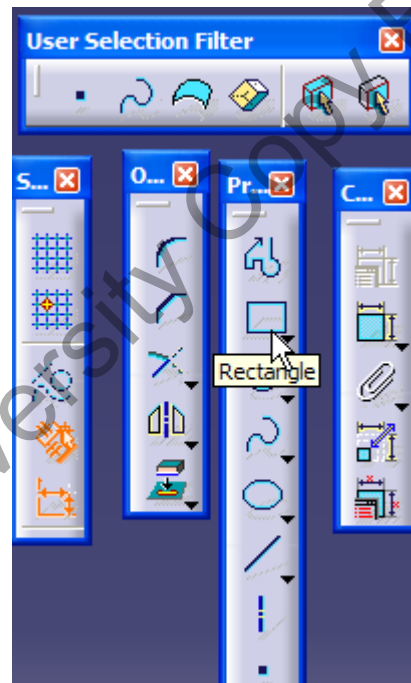
Para empezar la figura haremos la base cuadrada.

1.- Ir al menú de Croquis “Sketch”.

2.- Seleccionar un plano un plano para trabajar el Croquis (en el árbol o en el 3D).

3.- Revisar las opciones de “Sketch”.

4.- Dibujar el cuadrado usando el botón específico de rectángulo.

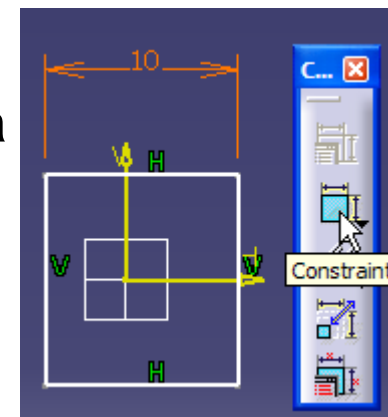
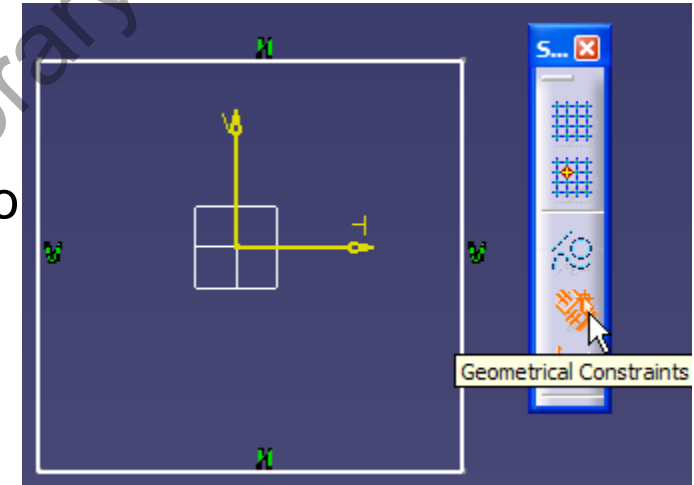


## • Croquis para cubo 2.

Como tenemos activadas las restricciones geométricas el rectángulo se ha impuesto las condiciones de dos lados horizontales (H) y dos verticales (V). Estas restricciones se pueden seleccionar y eliminar.

El rectángulo inicial es de color blanco pues no está definido-restringido. Si seleccionamos el cuadrado lo podemos mover y cambiar de tamaño pero no dejará de ser un rectángulo pues se mantiene la restricción de paralelismo.

5.- Usamos las herramientas de acotación para fijar el rectángulo. Hay que delimitar los lados y la posición del rectángulo respecto al centro para conseguir que esté definido y pase de color blanco a verde.

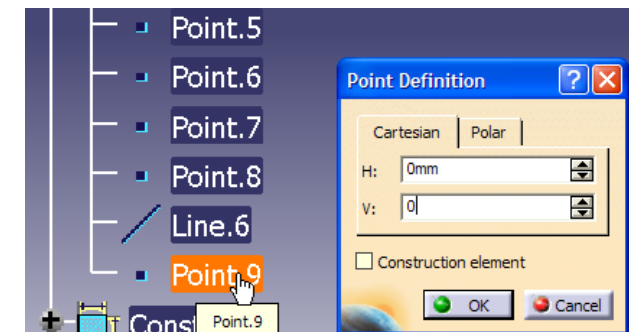
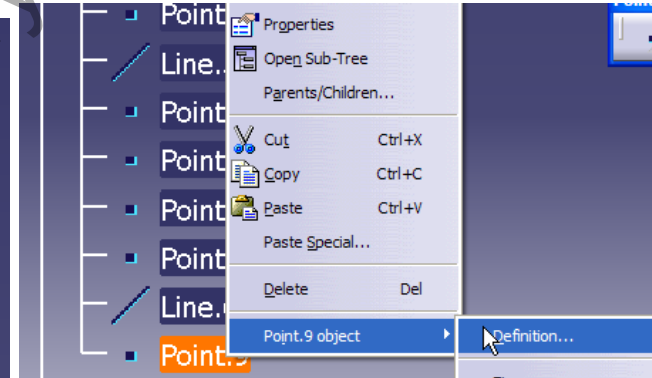


# • Croquis para cubo 3.

6.- Para ayudarnos en la creación nos creamos unos ejes que dejamos se ajusten a los centros de los lados del rectángulo (Muestran un color azul cuando pueden engancharse).

7.- Hacemos un punto como la intersección de los dos ejes que nos servirá para referenciar otros componentes.

8.- Definimos el punto por el árbol para que tenga coordenadas (0,0)



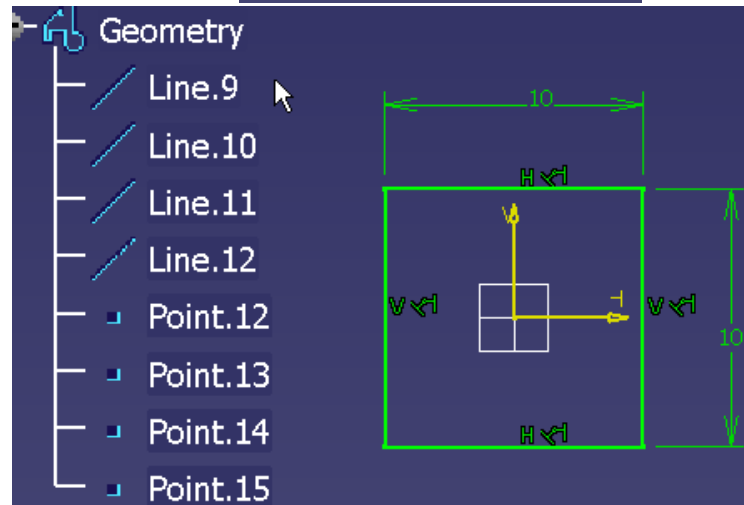
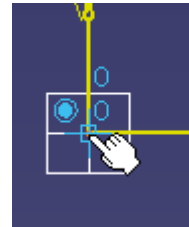
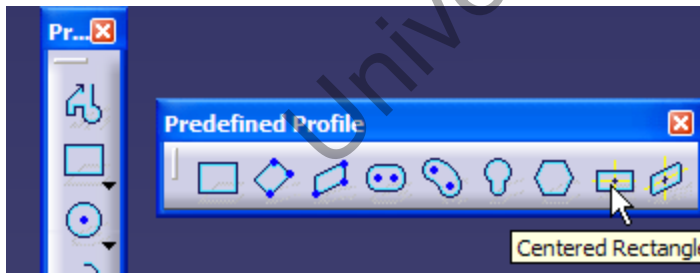
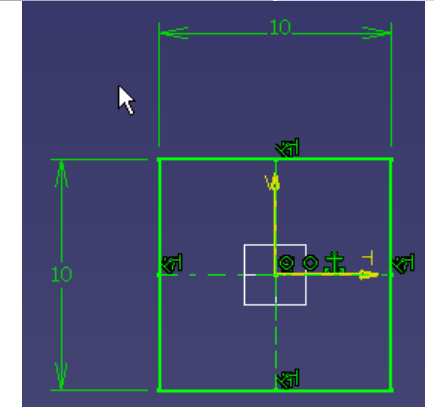
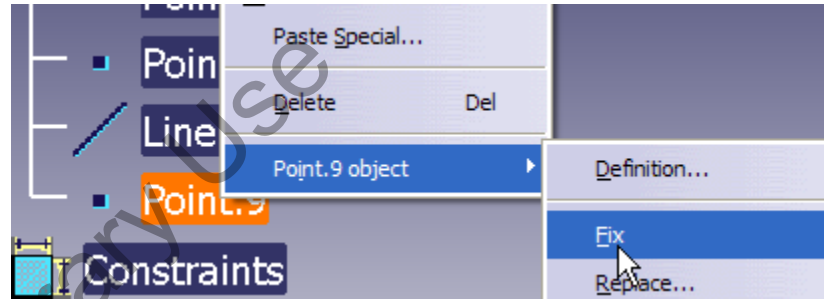
# • Croquis para cubo 3.

9.- Finalmente le decimos a este punto que esté fijo (Fix) y comprobamos nuestro Croquis pasa a estar de color verde.

Todos estos pasos son más fáciles si el rectángulo lo hacemos con su centro y fijamos dicho centro. Borrar toda la geometría anterior y probar esta variante.

1.- Escoger “centered rectangle” y dejar que el centro se enganche al (0,0).

2.- Poner dos cotas y comprobar que hemos hecho menos operaciones.

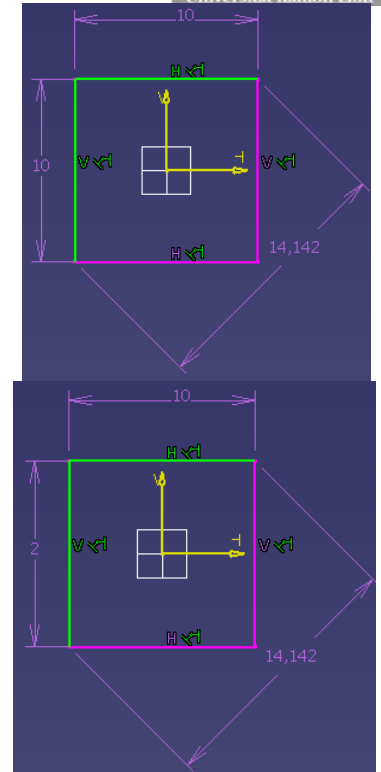
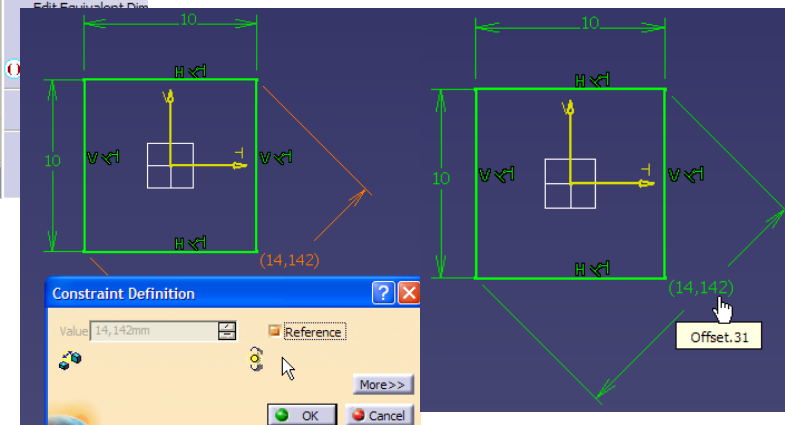
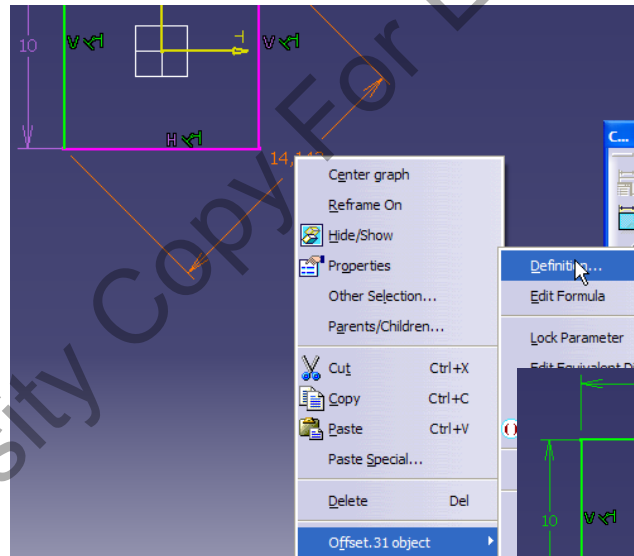


## • Croquis para cubo 4.

Podemos añadir más cotas para comprobar que a Catia no le gusta definir en exceso pues luego ante una modificación se ha de determinar que cota se ha de respetar.

Catia muestra esta problemática poniendo la cota y elementos afectados de color magenta.

Las cotas las podemos editar haciendo doble click sobre ellas. Si cambiamos una cota ahora Catia no podrá reconstruir el Sketch. Es necesario eliminar las cotas definidas en exceso o definir la cota como de referencia que aparecerá entre paréntesis.



# • Salir de Croquis para Extruir.

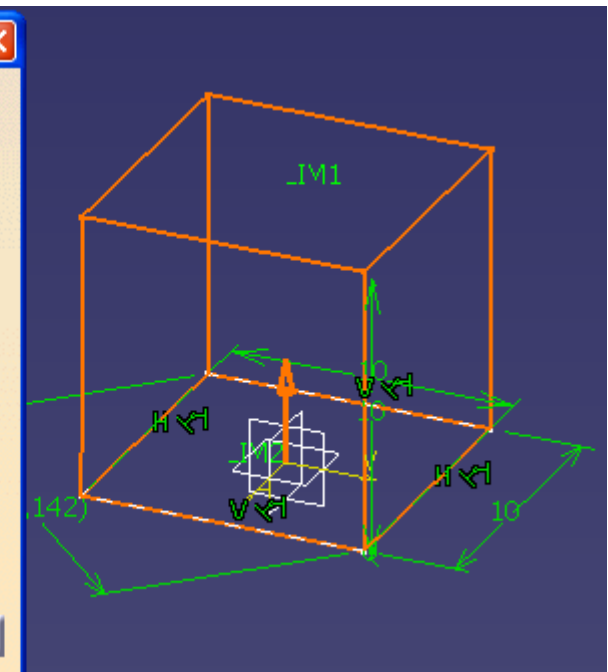
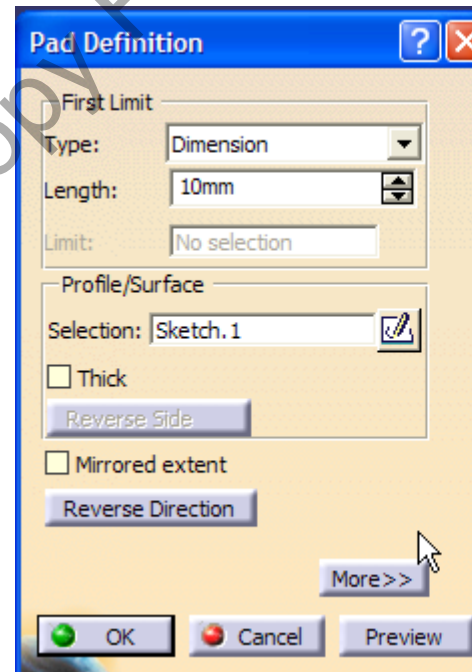
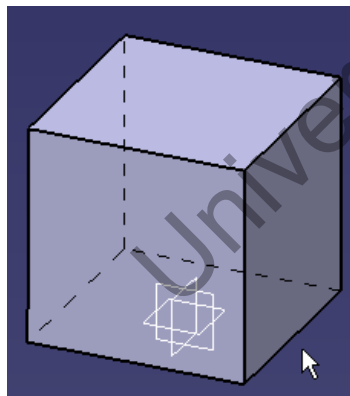
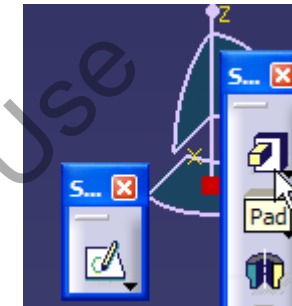
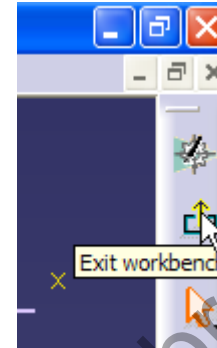
Para hacer el 3D hay que salir del Croquis.

Una vez hemos salido comprobamos que estamos de vuelta en el Workbench de

“Part Design” y buscamos la opción PAD para extruir nuestro 2D y hacer un 3D.

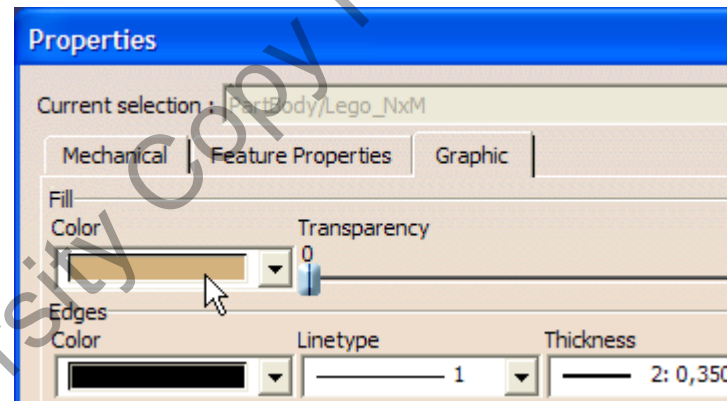
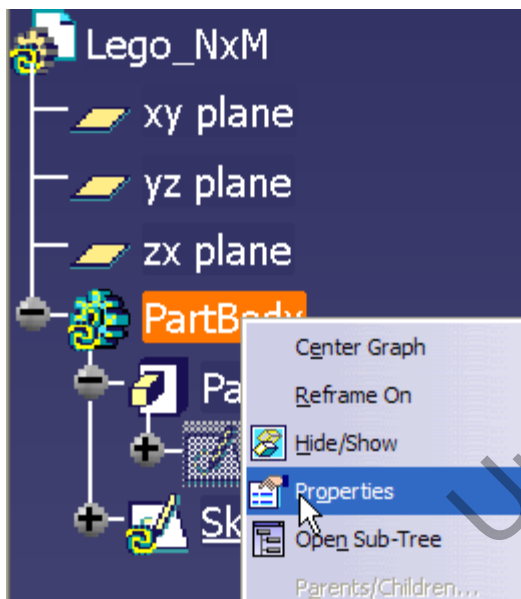
Editamos la altura que queremos extruir y si el Croquis no está seleccionado lo seleccionamos del árbol.

De esta forma tenemos nuestro primer sólido. Podemos proceder a guardar el fichero con “File” -> “Save”.



- Modificación del color.

Si el color grisáceo que tiene la pieza por defecto nos hace confundir con colores blancos, verdes, azules, magenta o naranjas usados durante las selecciones podemos cambiarlo seleccionado en el “Part Body” -> “Propiedades” y escogiendo un color tipo marrón.



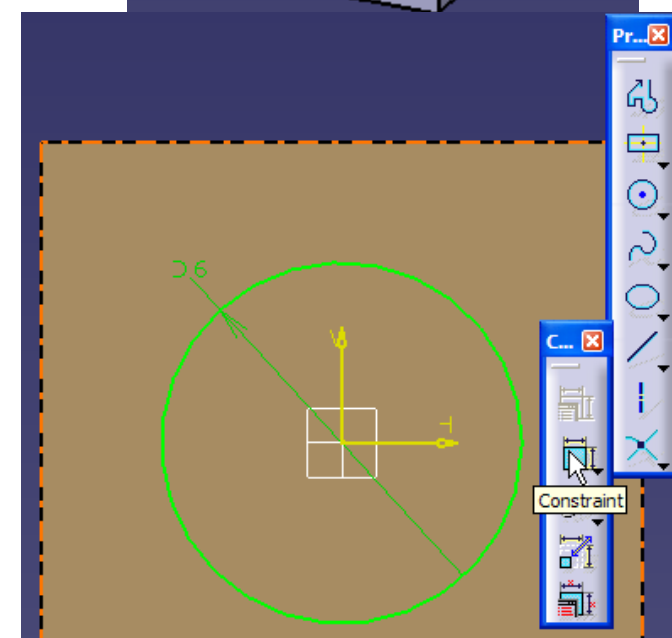
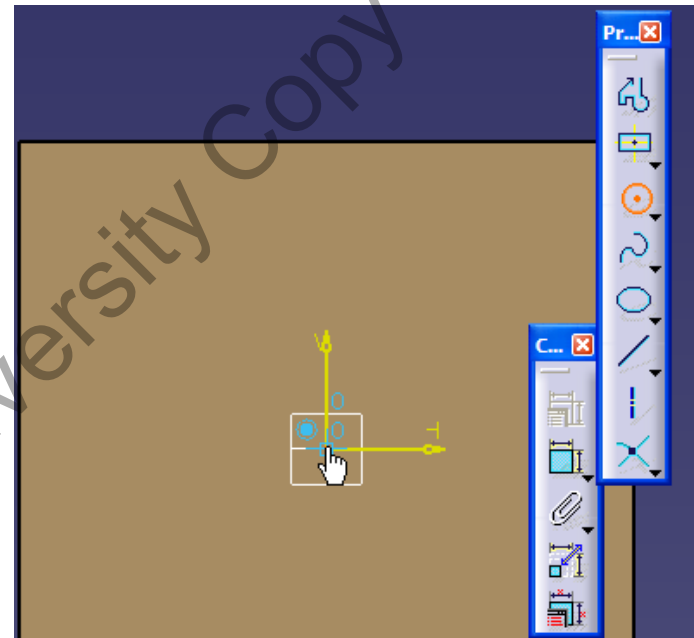
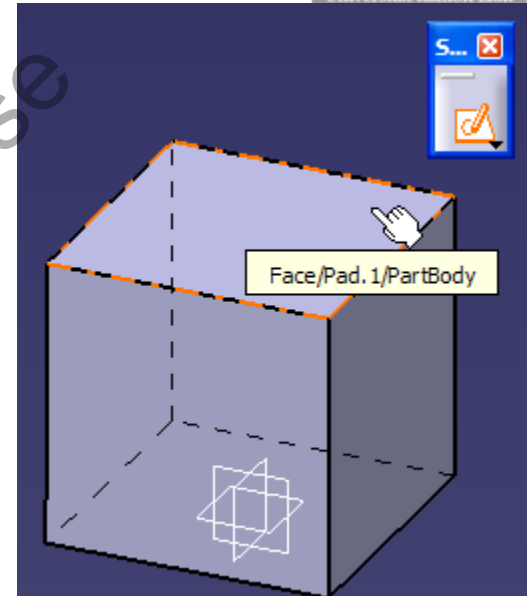


- Croquis saliente superior.

1.- Para hacer el saliente superior hay que entrar de nuevo en croquis y seleccionar la cara superior del cubo para trabajar en ella.

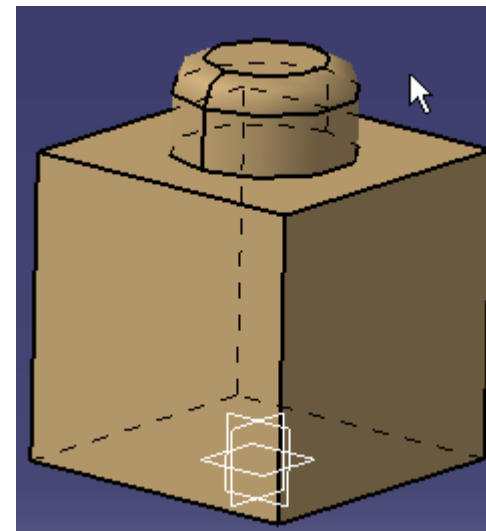
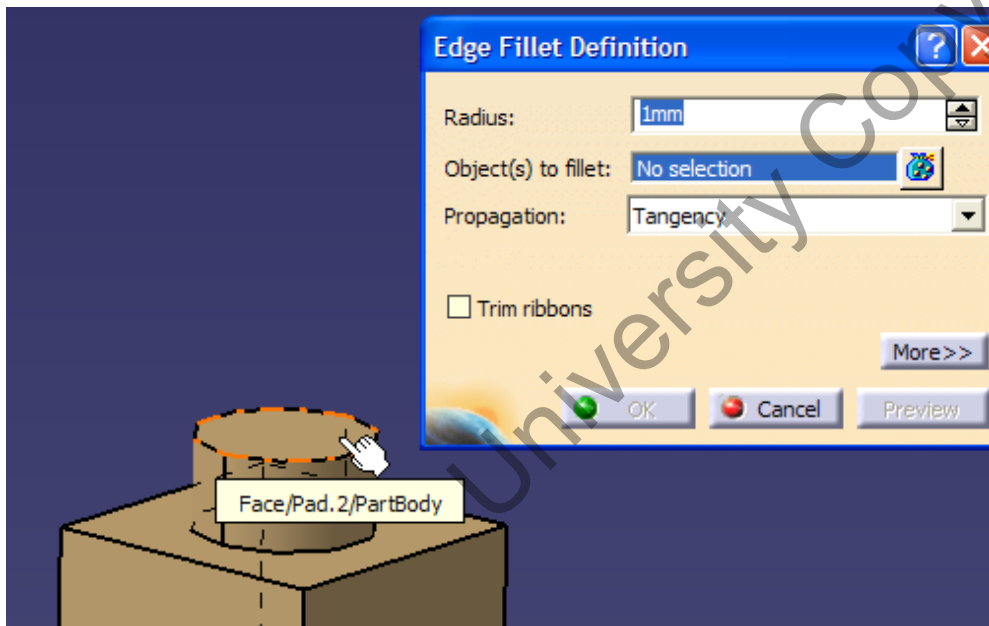
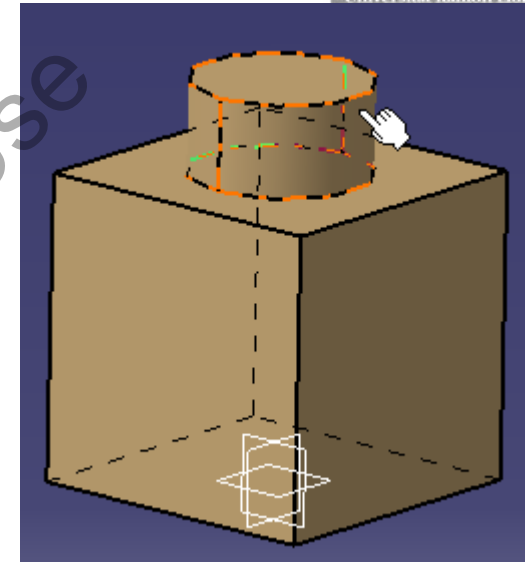
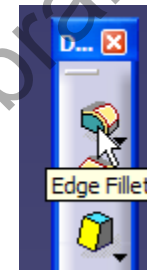
2.- Seleccionamos el círculo con centro y dejamos que se enganche en el (0,0).

3.- Al dar dimensión al diámetro del círculo ya queda perfectamente definido (color verde).



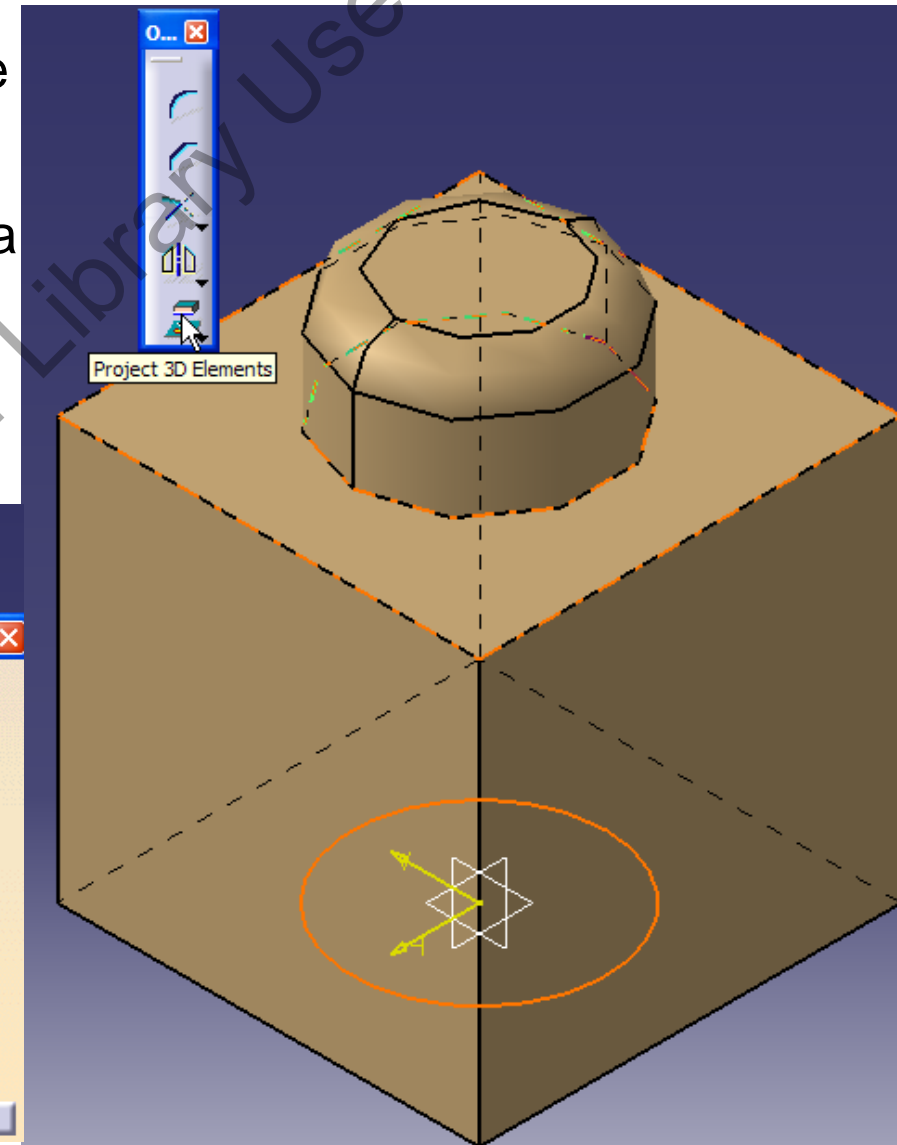
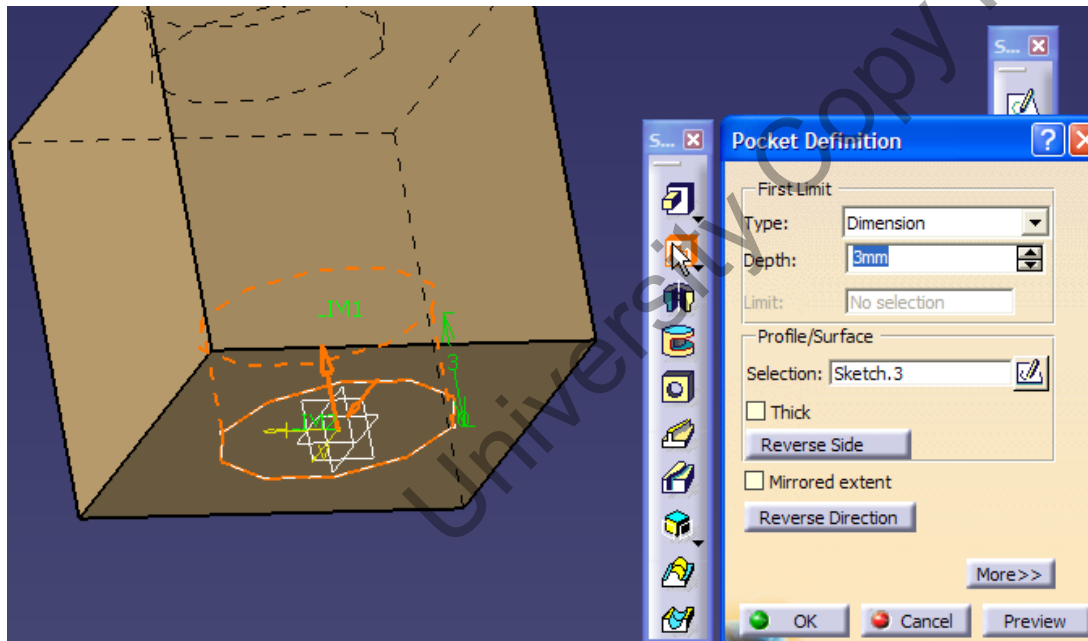
## • Extrusión saliente superior y redondeo.

- 1.- Salimos del Croquis.
- 2.- Hacemos el PAD como hicimos para el cubo.
- 3.- Aprovechamos para redondear las aristas del saliente con la opción "Fillet".
- 4.- Seleccionamos las aristas a redondear con el radio deseado.



## • Vaciado entrante inferior.

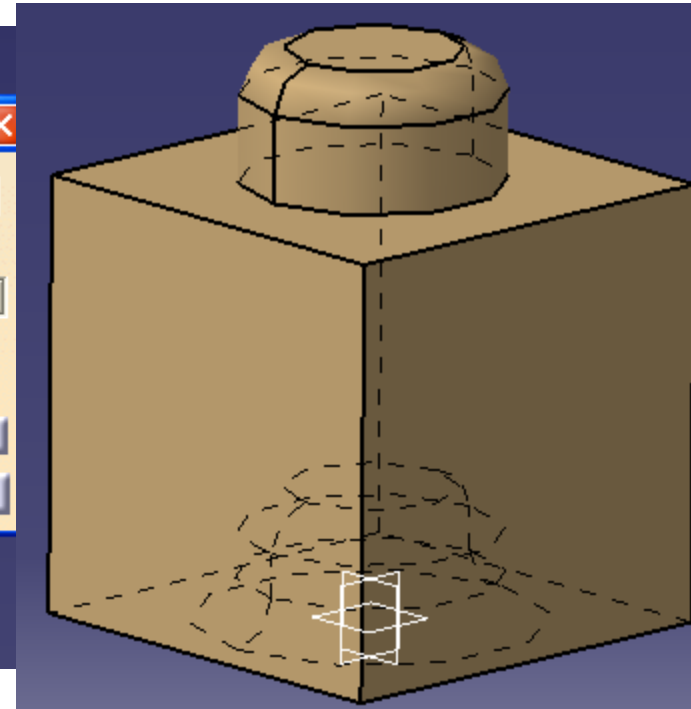
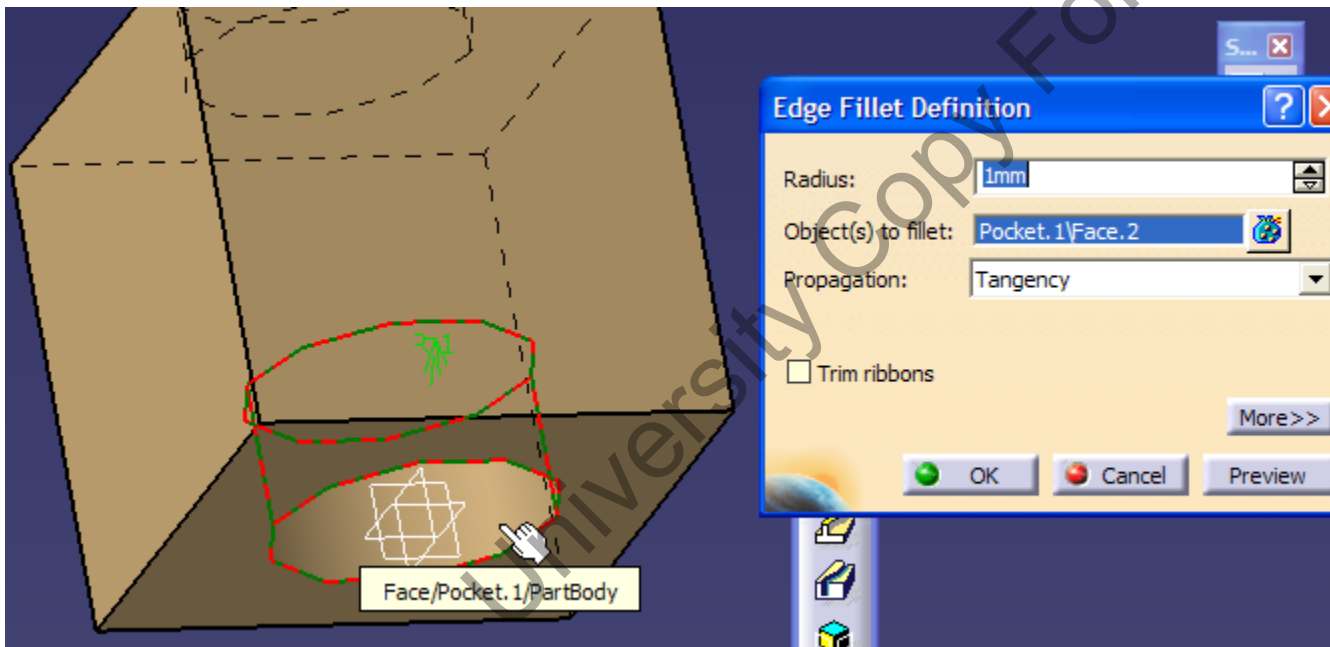
- 1.- Entramos en Croquis seleccionando la base del cubo.
- 2.- En lugar de hacer el Croquis proyectamos la arista de la parte superior.
- 3.- Salimos de Croquis y hacemos un Vaciado (Pocket) de la parte inferior.



- Redondeo aristas vaciado inferior.

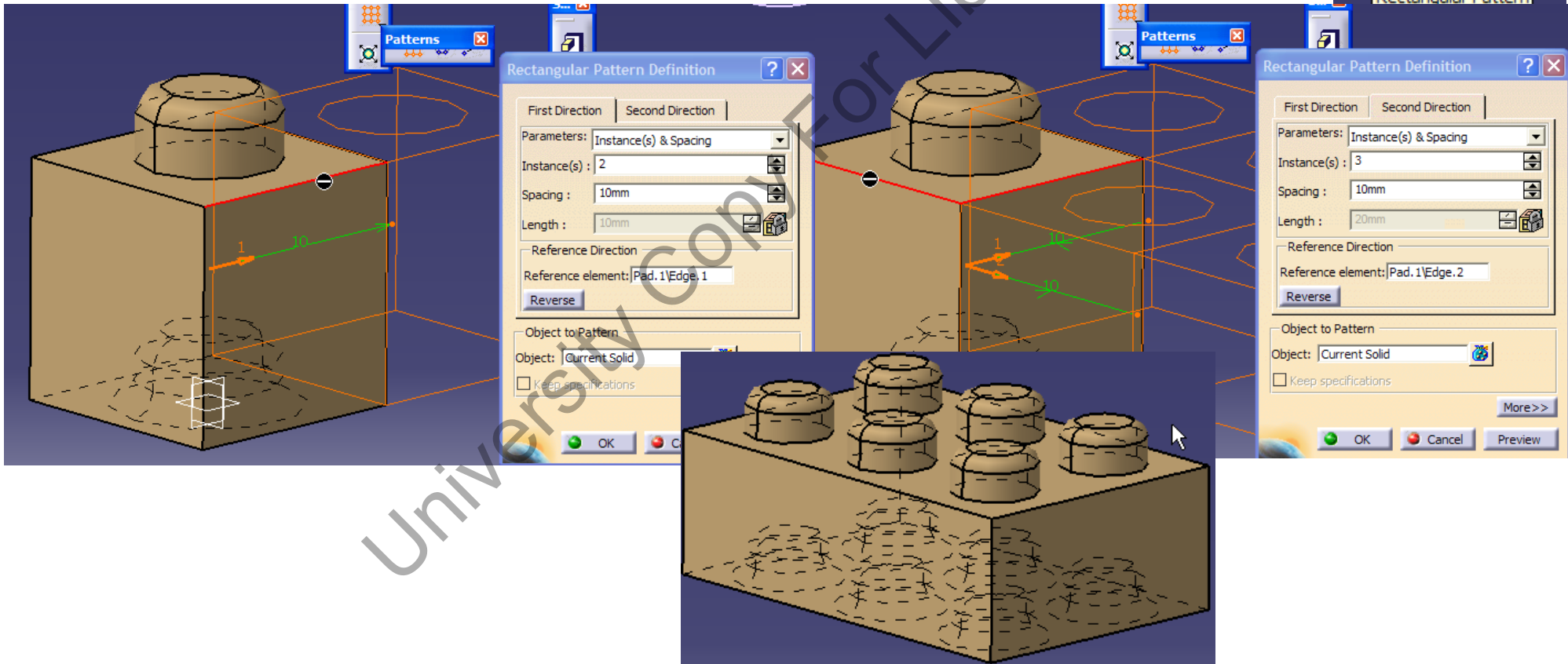
1.- Entramos en la opción de redondeo para las aristas del Pocket inferior para finalizar nuestra unidad repetitiva.

2.- Volver a hacer “File” -> “Save” (En curso 2010-2011 se supe por opción SHELL)



# • Operación repetición matricial.

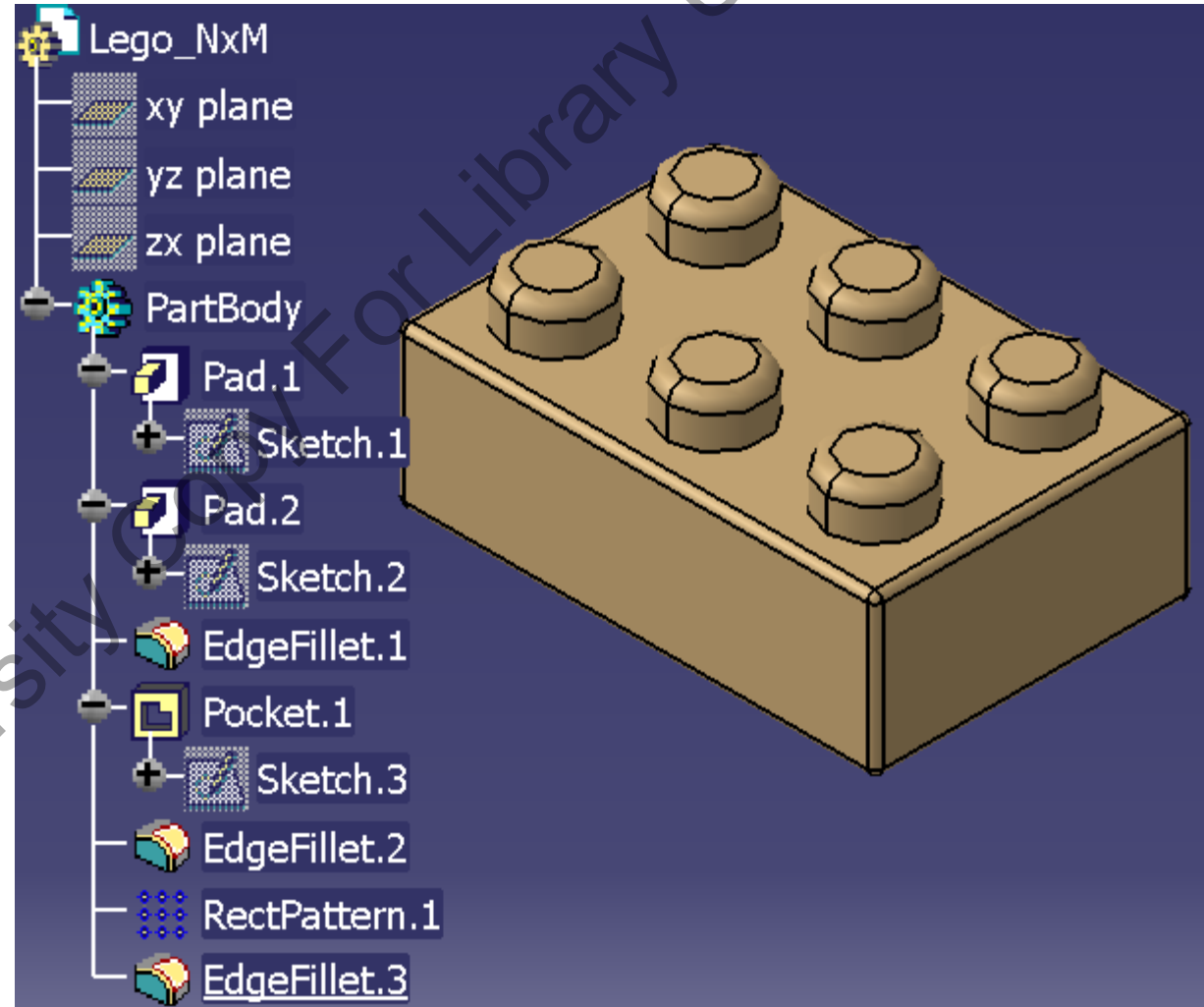
1.- Entramos en la operación de repeticiones matriciales para repetir en N columnas y M filas nuestra unidad funcional que hemos llamado PIN. Primero escogeremos las repeticiones en una dirección y luego en la otra dirección.



## • Redondeo final.

1.- Entramos en la operación redondeo y seleccionamos tan sólo las cuatro caras laterales.

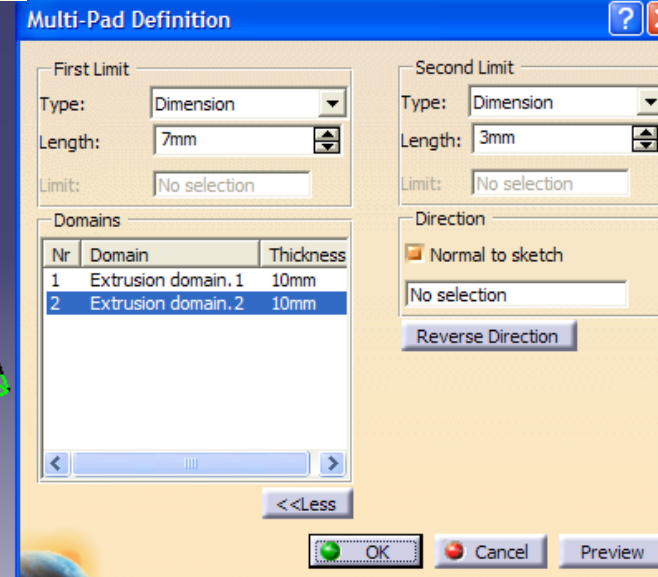
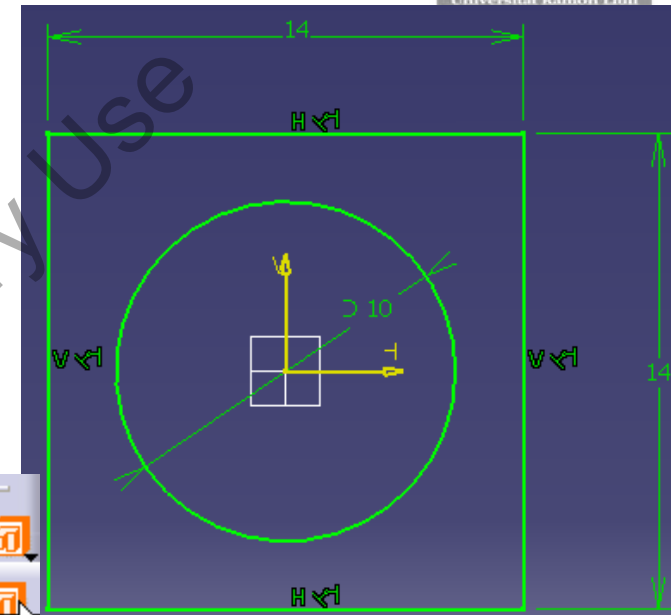
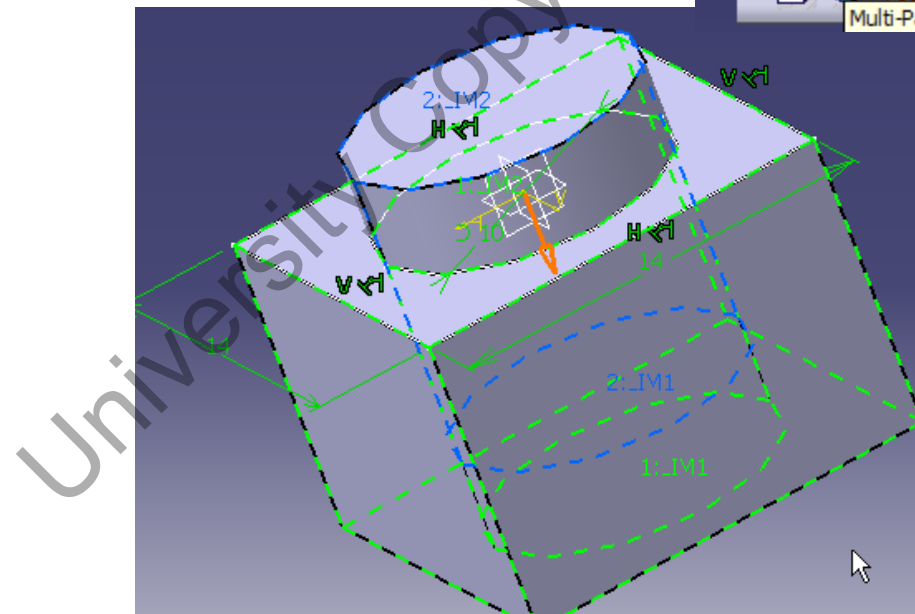
Comprobamos en el árbol las operaciones que hemos realizado y finalmente guardamos el fichero.



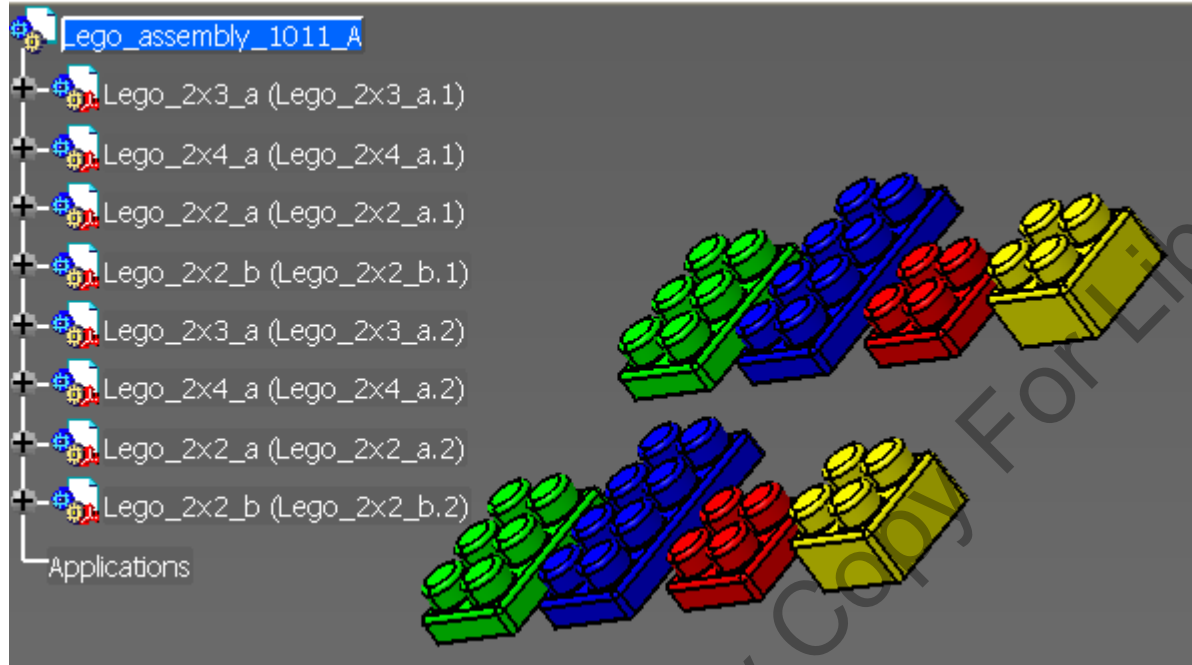
## • Opción Multi-pad.

La manera más rápida de hacer este proceso es usar una extrusión múltiple. Para ello hacemos en un mismo Croquis el cuadrado y el círculo y al salir de Croquis elegimos el Multi-pad.

Esta opción reconoce las diferentes regiones a extruir dentro de Croquis pudiendo dar diferentes alturas.

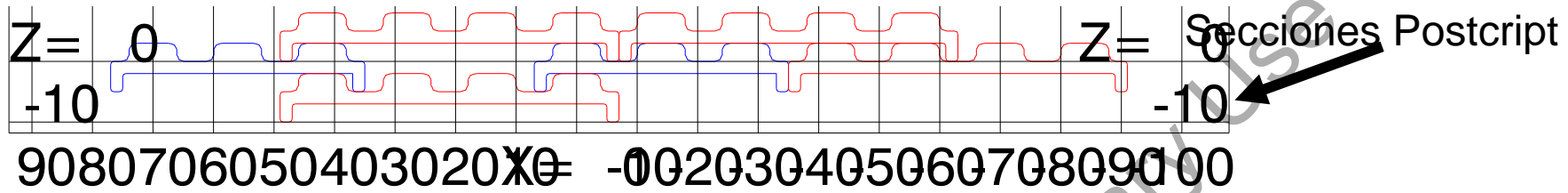


- Resultado 2010-2011.



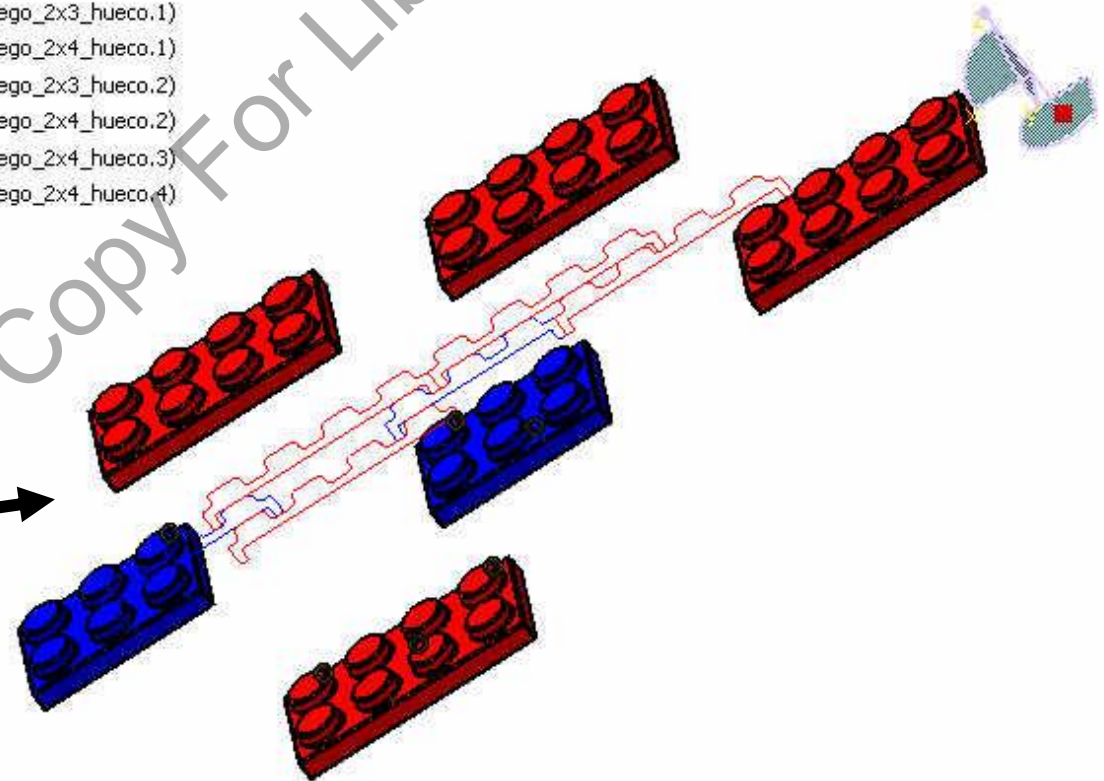
Send To Directory			
Can be Copied			
File Name	File Type	Location	Found
Lego_2x2_a	CATPart	C:\_Andres\UNIVERSI...	Found
Lego_2x2_b	CATPart	C:\_Andres\UNIVERSI...	Found
Lego_2x3_a	CATPart	C:\_Andres\UNIVERSI...	Found
Lego_2x4_a	CATPart	C:\_Andres\UNIVERSI...	Found
Lego_assembly_1011_A	CATProduct	C:\_Andres\UNIVERSI...	Found
Lego_table	txt	C:\_Andres\UNIVERSI...	Found





- lego\_construction\_hueco
- ├── Lego\_2x3\_hueco (Lego\_2x3\_hueco.1)
- ├── Lego\_2x4\_hueco (Lego\_2x4\_hueco.1)
- ├── Lego\_2x3\_hueco (Lego\_2x3\_hueco.2)
- ├── Lego\_2x4\_hueco (Lego\_2x4\_hueco.2)
- ├── Lego\_2x4\_hueco (Lego\_2x4\_hueco.3)
- ├── Lego\_2x4\_hueco (Lego\_2x4\_hueco.4)
- ├── Constraints
- ├── Applications
- ├── Interference
- ├── Sections
  - └── Section.1

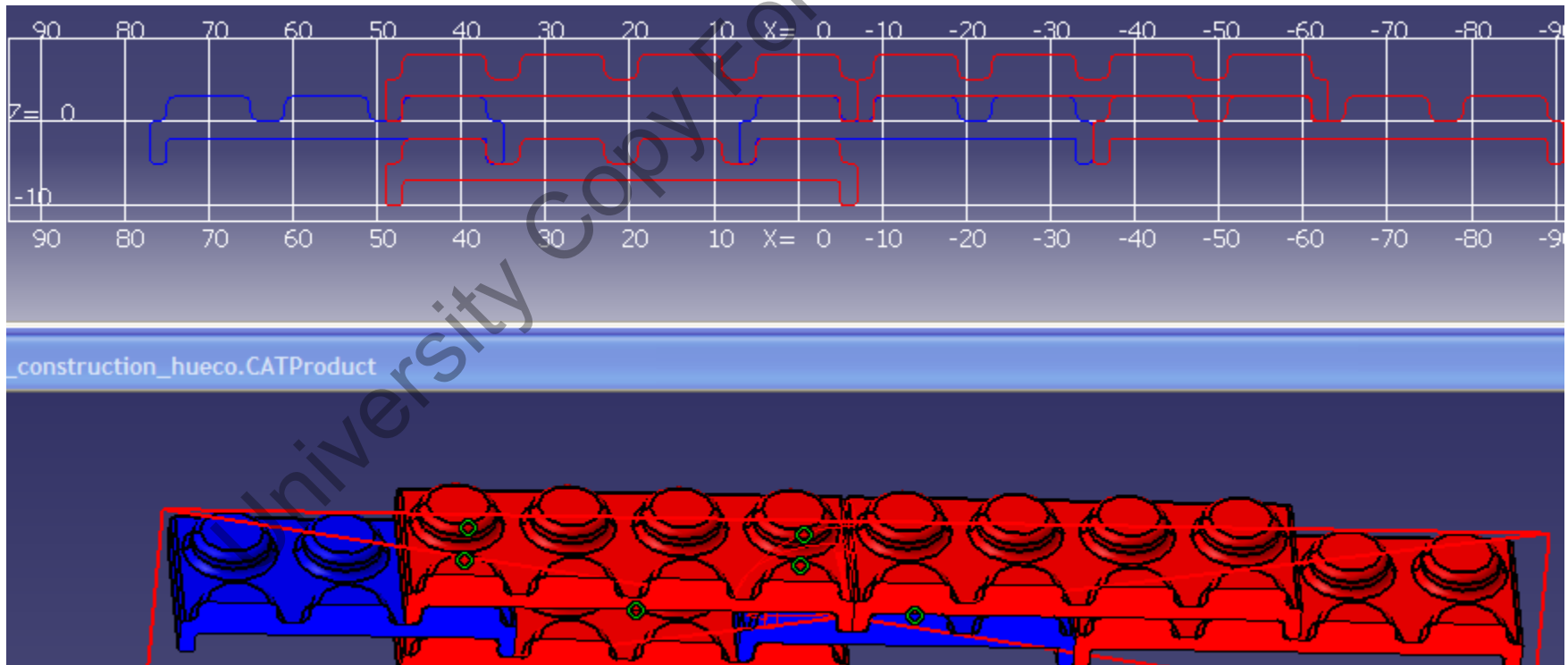
Imágenes de bitmap



Z  
X

- Opción piezas sin agujeros inferiores.

Otra posibilidad de pieza Lego es la que contempla que la parte inferior sea hueca y las piezas se mantengan por la presión de las paredes laterales.



## • Introducción a Assembly.

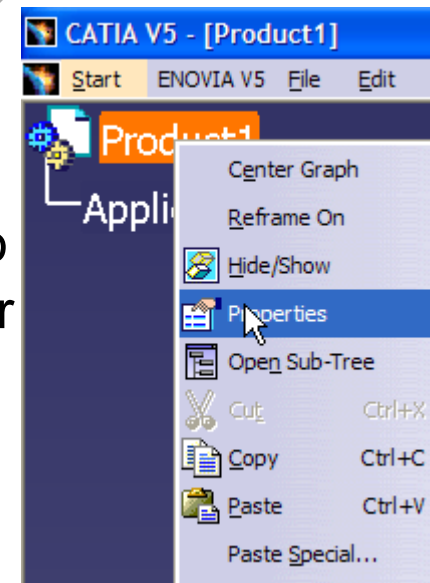
Para iniciar el montaje de las piezas hay que iniciar el módulo de ensamblaje e ir montando las diferentes piezas en éste.

1.- “Start” -> “Assembly Dessign”

2.- “Cambiar el nombre del producto de “Product1” a “Lego\_ensamblaje” editando las propiedades del product con el botón derecho del ratón.

3.- Guardar el fichero con “File” -> “Save” con nombre “Lego\_ensamblaje.CATProduct”.

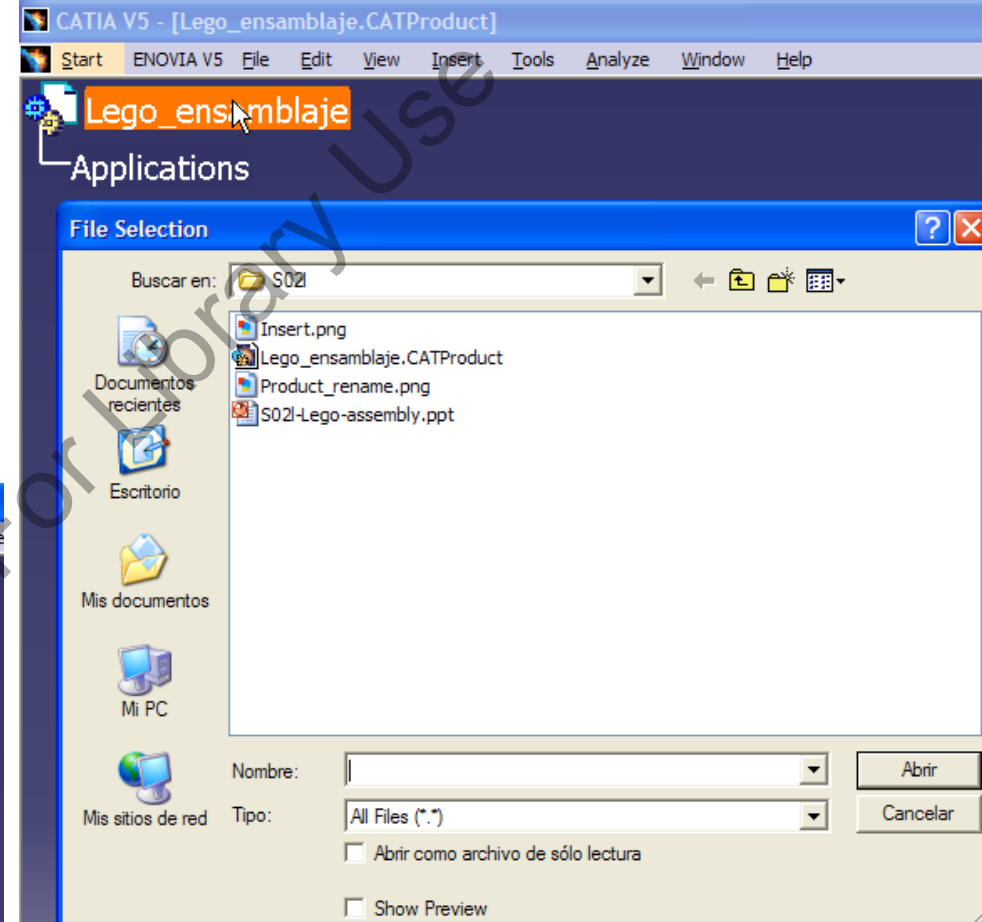
4.- Introducir piezas en el ensamblaje haciendo “Insert” -> “Exising component”. Para completar la acción hay que seleccionar el Product en el que queremos insertar nuestro componente.



## • Insertar componentes.

Una vez que ya hemos seleccionado el Product nos saldrá la ventana para elegir componentes.

5.- Seleccionar la pieza que queremos insertar. Repetir la operación con las otras piezas.



## • Duplicar componentes.

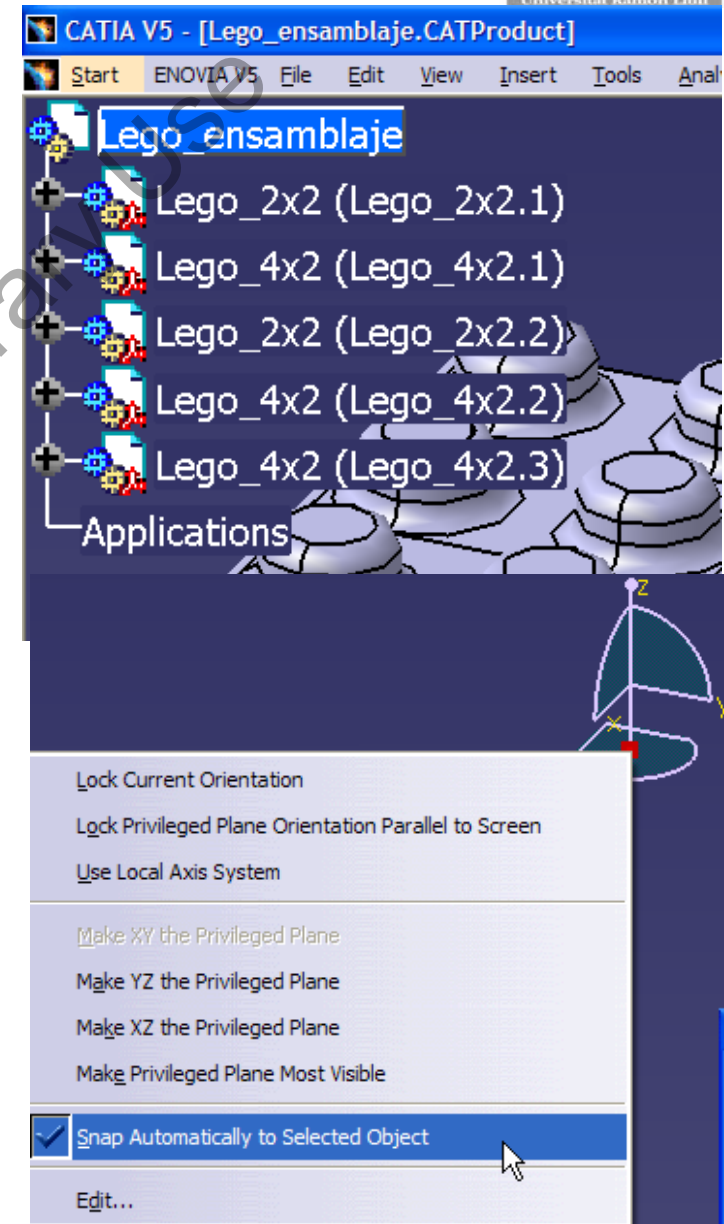
Una vez que ya hemos insertado los componentes que deseamos los podemos ir duplicando haciendo copiar y pegar (copy-paste).

1.- Seleccionar componente y hacer “Ctrl+C” ó “Edit” -> “Copy”.

2.- Seleccionar el “Product” y hacer “Ctrl+V” ó “Edit” -> “Paste”.

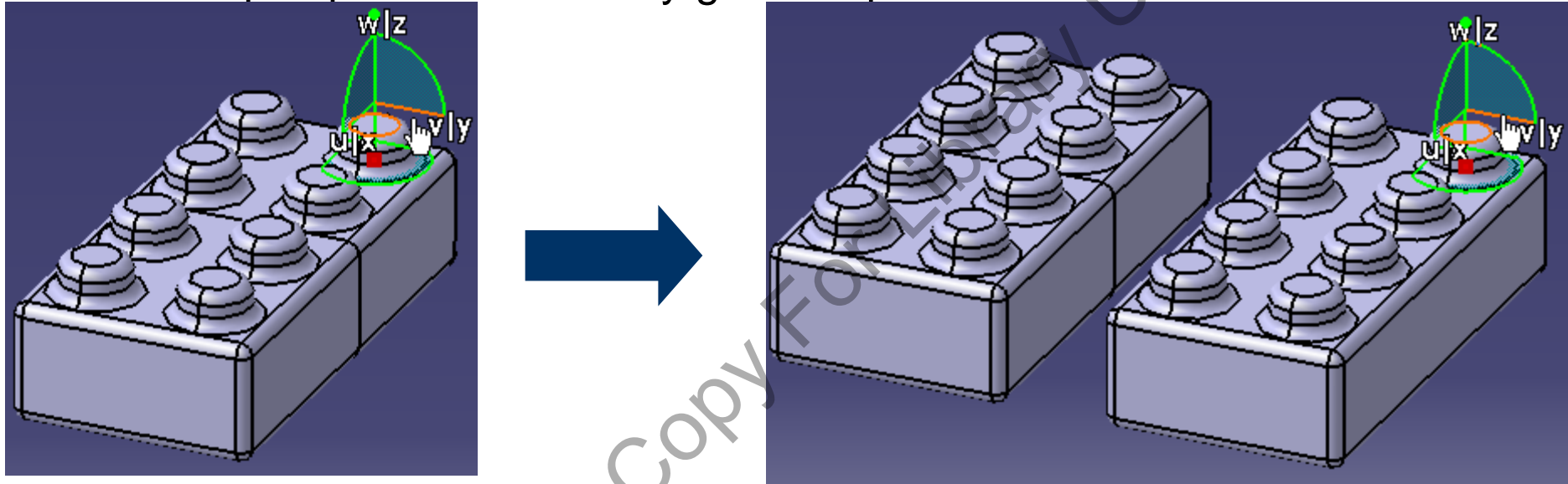
En la figura apreciamos que hay dos piezas (la 2x2 y la 4x2). De la 2x2 hay dos copia 2x2.1 y 2x2.2 y de la 4x2 hay 3 la 4x2.1, 4x2.2 y 4x2.3.

Para poder ver las piezas podemos hacer un explosionado. Sin embargo la mejor manera es usar el compás. Podemos hacer que el compás se enganche a los objetos seleccionando de manera automática.

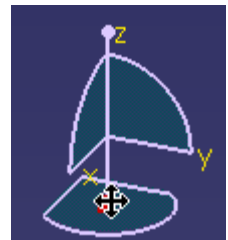


## • Mover componentes.

Usando el compás podemos mover y girar las piezas.



Si no usamos el “Snap Automatically” hay que mover el compás sobre la pieza. Para poder mover el compás hay que colocar el ratón sobre el punto rojo del compás. Una vez que se está sobre la pieza hay que seleccionar una cara o la pieza por el árbol.



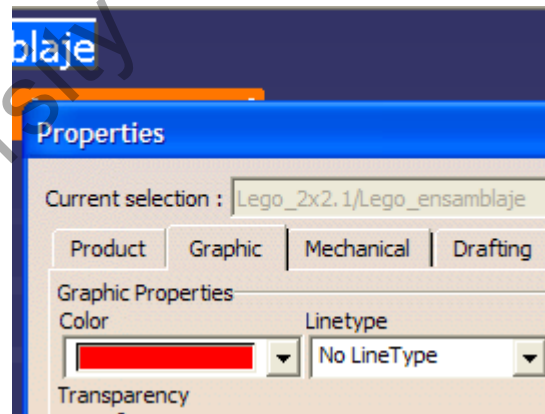
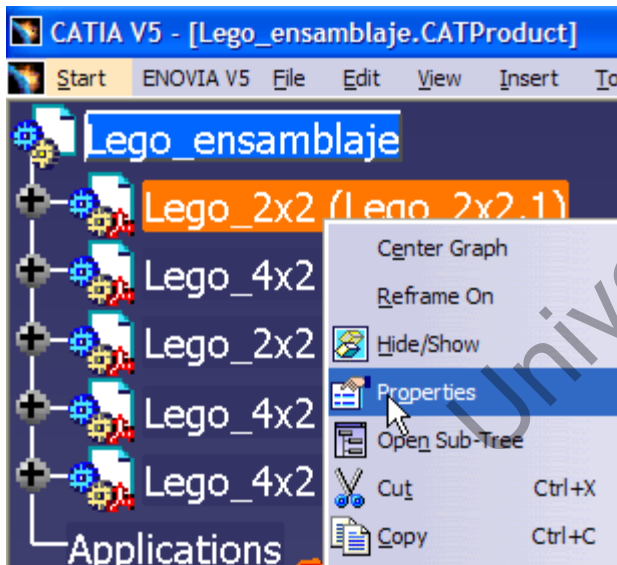
- Cambiar colores para facilitar visibilidad.

Para facilitar la comprensión del conjunto podemos cambiar los colores de las piezas ensambladas.

Para cambiar los colores:

1.- Colocarse sobre la pieza ensamblada en el árbol y con el botón derecho del ratón abrir las propiedades.

2.- Dentro del menú "Graphic" podemos cambiar el color.

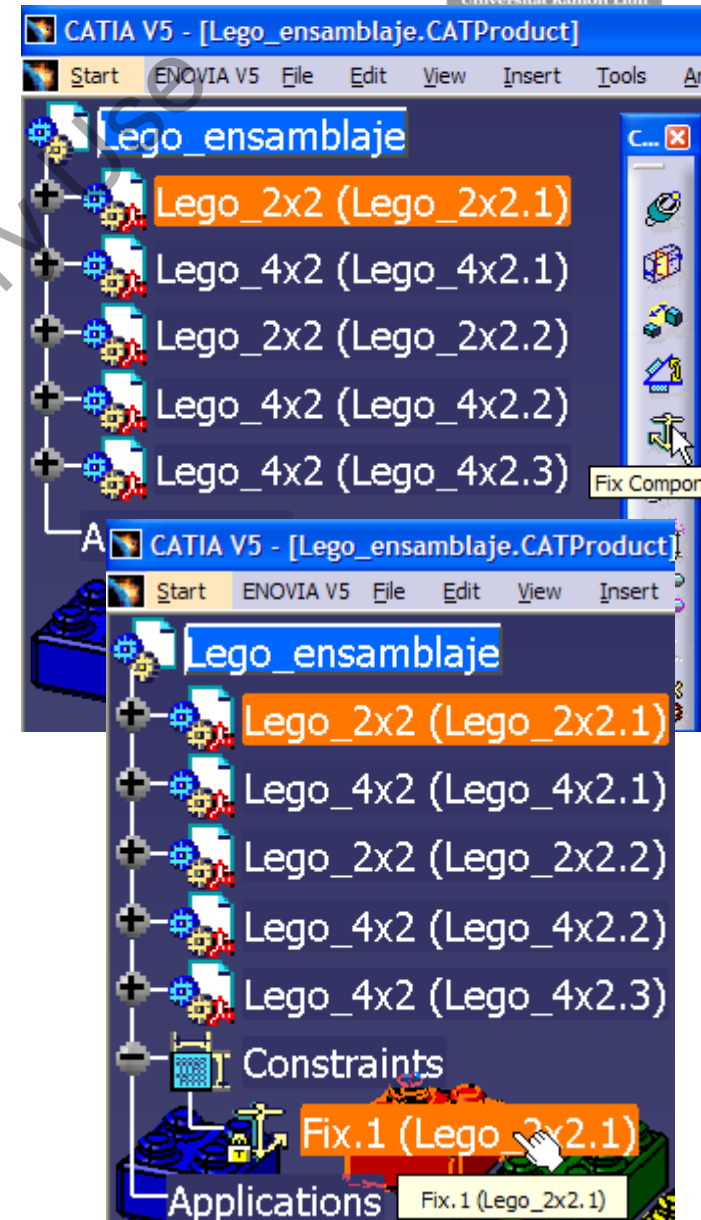


- Fijar posición primera pieza.

Para facilitar la comprensión del conjunto podemos cambiar los colores de las piezas ensambladas. Para ello siempre hemos de comenzar por fijar una pieza de manera que las otras las iremos posicionando respecto a ésta.

Para fijar usamos el menú “Insert” -> “Fix” ó desde el componente con el botón derecho.

Al haber introducido una restricción ya aparece en el árbol el apartado de “Constraints”.





## • Fijar piezas inferiores.

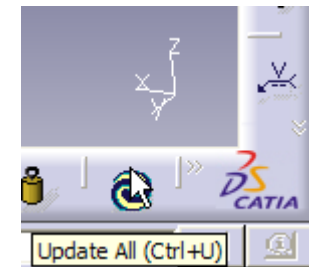
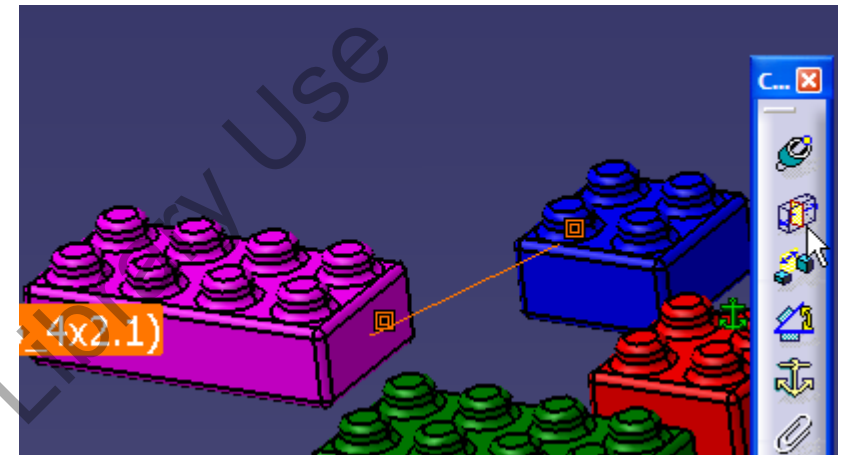
Para ajustar las piezas empezamos por definir un contacto entre dos paredes.

1.- Seleccionar el “contacto” y las dos caras que queremos que estén en contacto.

Cuando se ha definido una restricción el modelo no se actualiza automáticamente. Para actualizar posiciones hay que usar el botón con forma de espiral que ha aparecido en la parte inferior derecha.

Como esta función es muy habitual tenemos el acelerador (Ctrl+U).

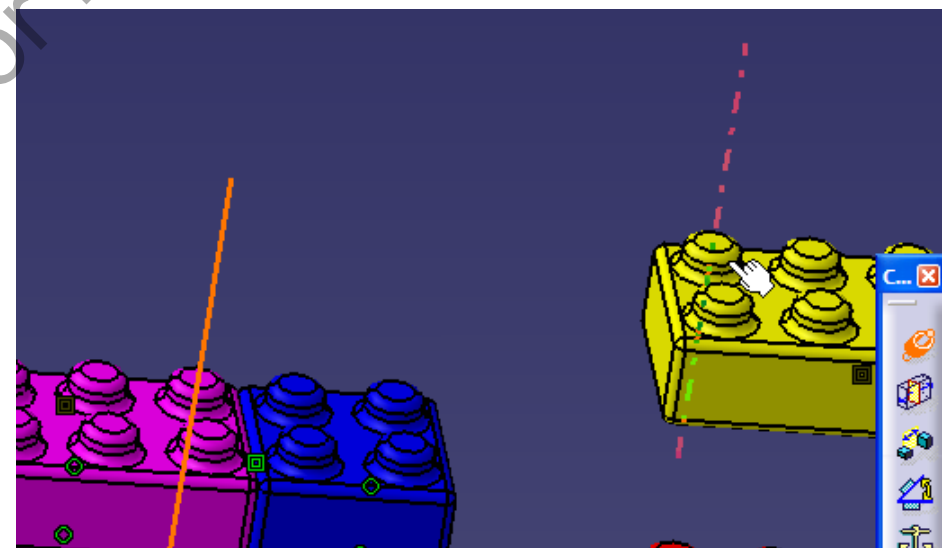
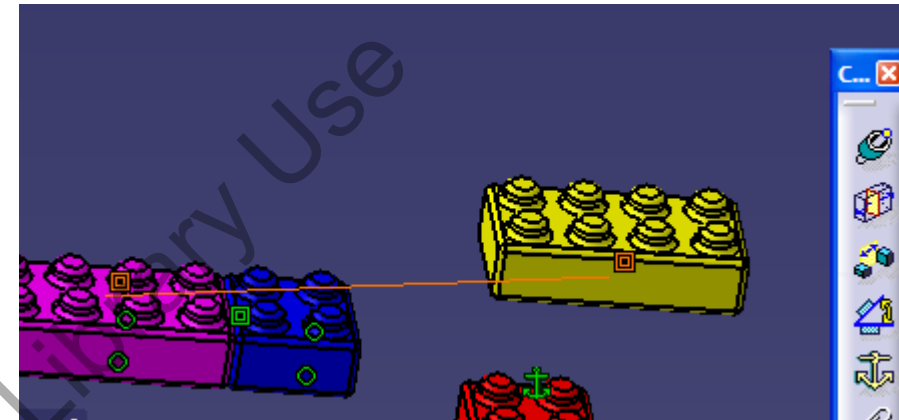
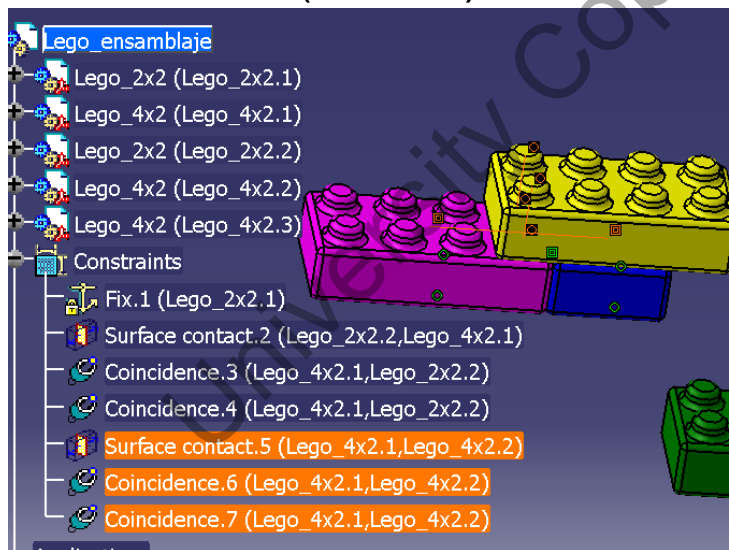
2.- Seleccionamos “alinear” para acabar de ajustar las dos primeras piezas inferiores.



## • Fijar piezas superiores.

Para ajustar las piezas empezamos por definir un contacto entre base y parte superior.

- 1.- Seleccionar el “contacto” y las dos caras que queremos que estén en contacto.
- 2.- Alinear los ejes de los salientes (pins).  
Hacen falta dos pares.
- 3.- Actualizar el modelo (Ctrl+U).

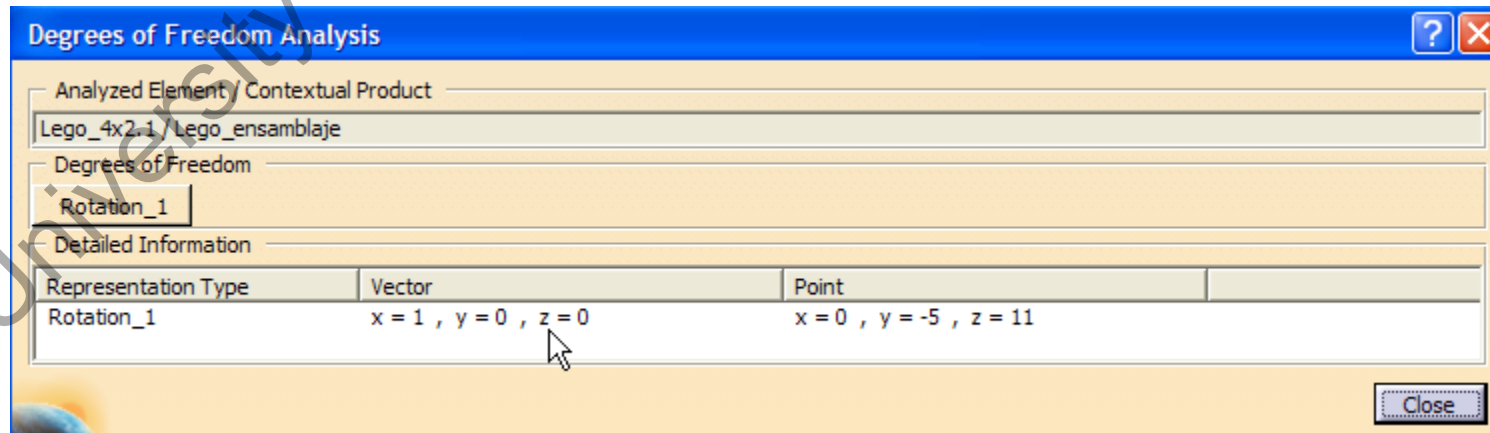
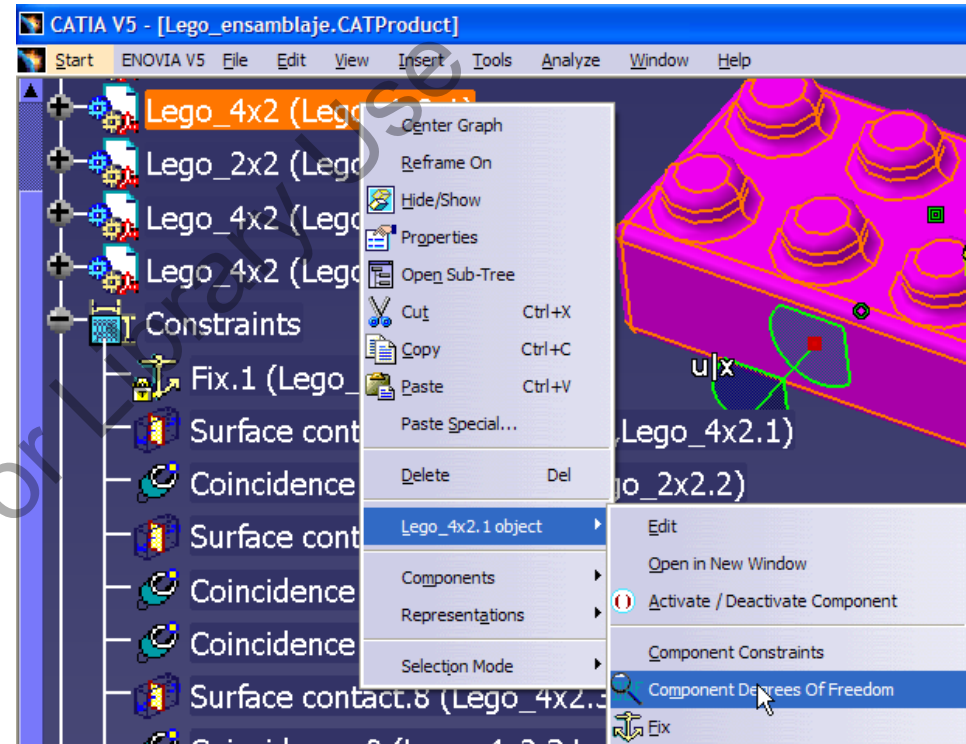


# • Comprobar grados libertad.

Para comprobar si nuestro modelo está bien ligado podemos hacer varias cosas.

1.- Con el botón derecho del ratón sobre el componente editar los grados de libertad de dicho componente.

2.- Con el Compás sobre el componente moverlo con el “Shift” apretado. Si no lo podemos mover es que está fijo. De esta manera podemos animar mecanismos.



## • Comprobar interferencias.

Para comprobar si tenemos interferencias podemos usar herramientas de análisis.

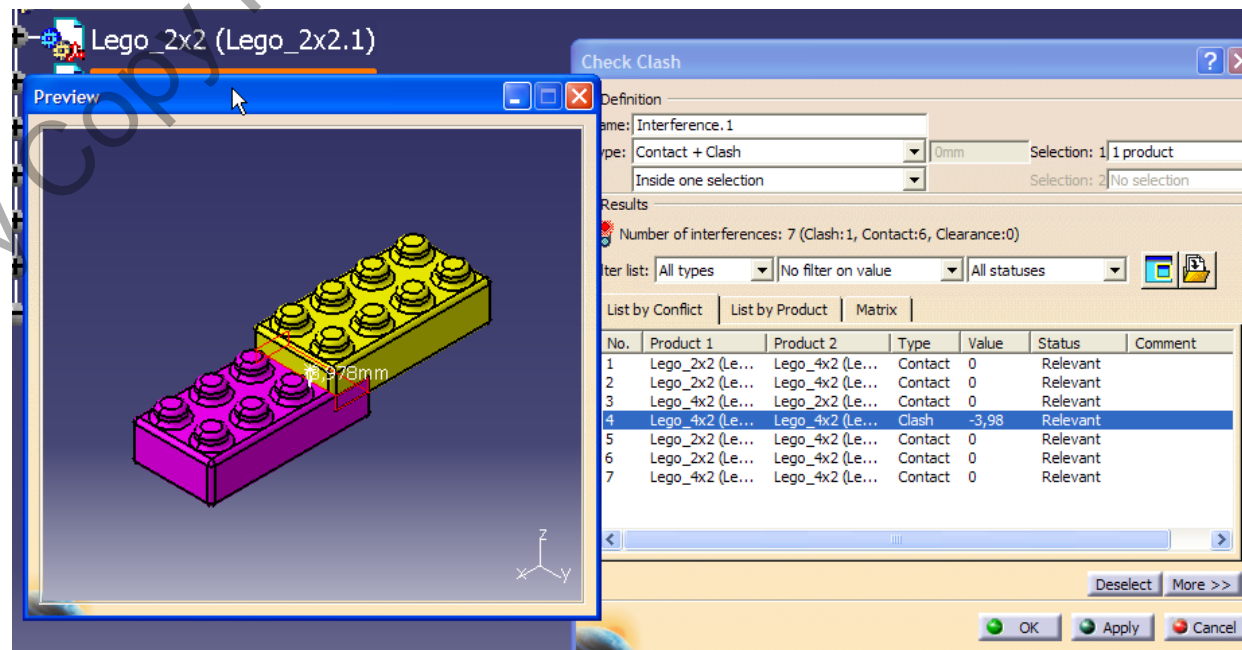
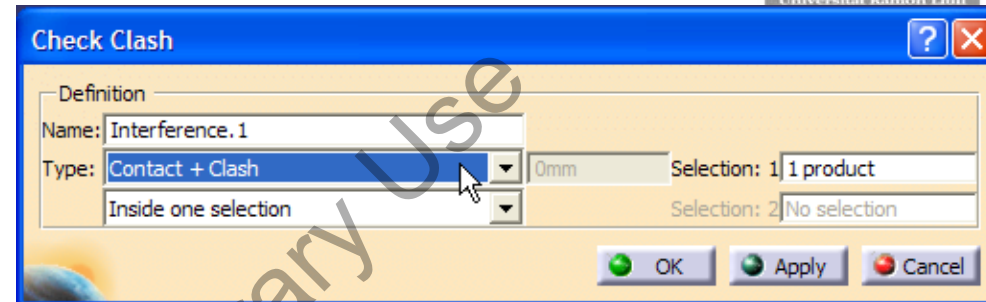
1.- Seleccionar el “Product”

2.- Abrir “Analyze” -> “Clash”

3.- Elegir “Contact+Clash” para ver contactos y penetraciones.

4.- Hacer “Apply” para investigar los resultados.

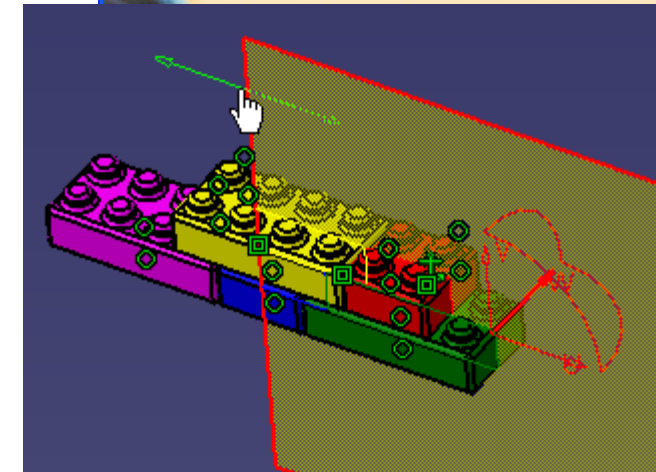
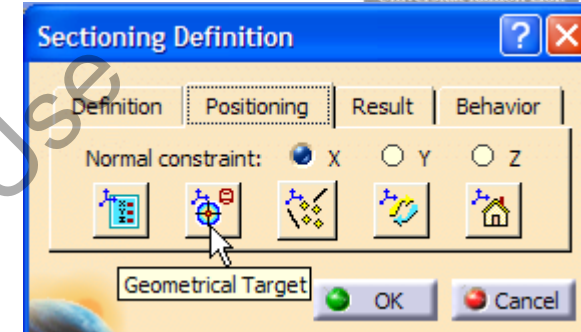
5.- Acabar con “OK” para que los resultados cuelguen del árbol.



## • Hacer secciones.

Otra herramienta muy utilizada para visualizar el ensamblaje es el ir moviendo una sección.

- 1.- Seleccionar el "Product"
- 2.- Abrir "Analyze" -> "Sectioning"
- 3.- Hacer la sección usando un "Geometrical Target".
- 4.- Adaptar el tamaño de la sección a la zona que nos interesa.
- 5.- El resultado de la sección colgará del árbol y se podrá exportar para informes.



## • Introducción a planos

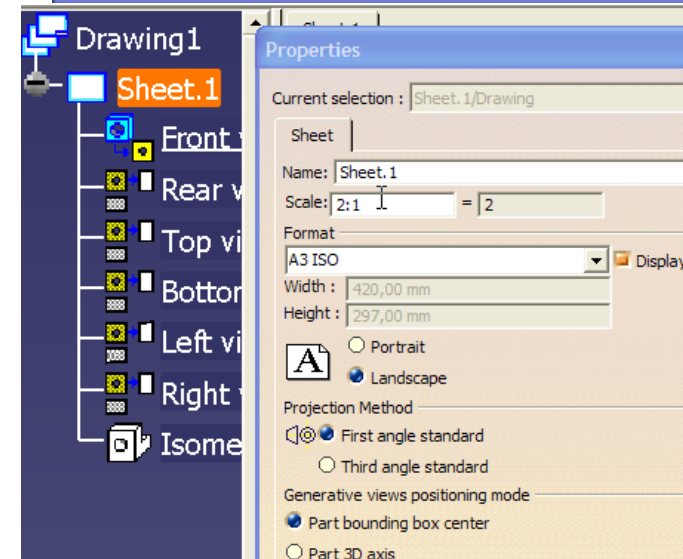
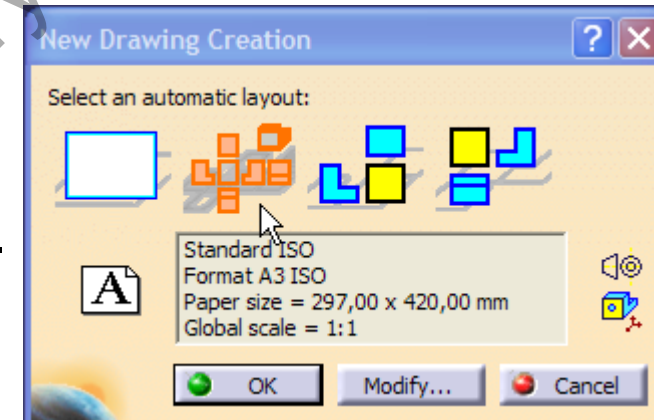
El objetivo de la práctica es introducir el tema de creación de planos. Para ello usaremos las piezas que hemos ido creando y el montaje que hemos hecho con ellas.

1.- Abrir una pieza.

2.- Abrir el Workbench Drafting para creación de planos.

3.- Seleccionar el formato de hoja que queremos usar y el número de vistas que queremos crear. Por defecto se aconseja crear las seis proyecciones diédricas más el isométrico.

4.- Modificamos la escala desde la hoja creada con el botón derecho del ratón sobre "Sheet.1".



- Mover las vistas y copiar cajetín

1.- Podemos mover las vistas arrastrándolas con el ratón. Hay una vista principal que en el caso por defecto es la vista frontal que domina-arrastra al resto de vistas.

2.- Podemos borrar las vistas que no consideremos necesarias.

3.- Para insertar el cajetín podemos abrir un documento que con el marco y los elementos de cajetín que nos interesen y colgarlo del árbol de nuestro plano.

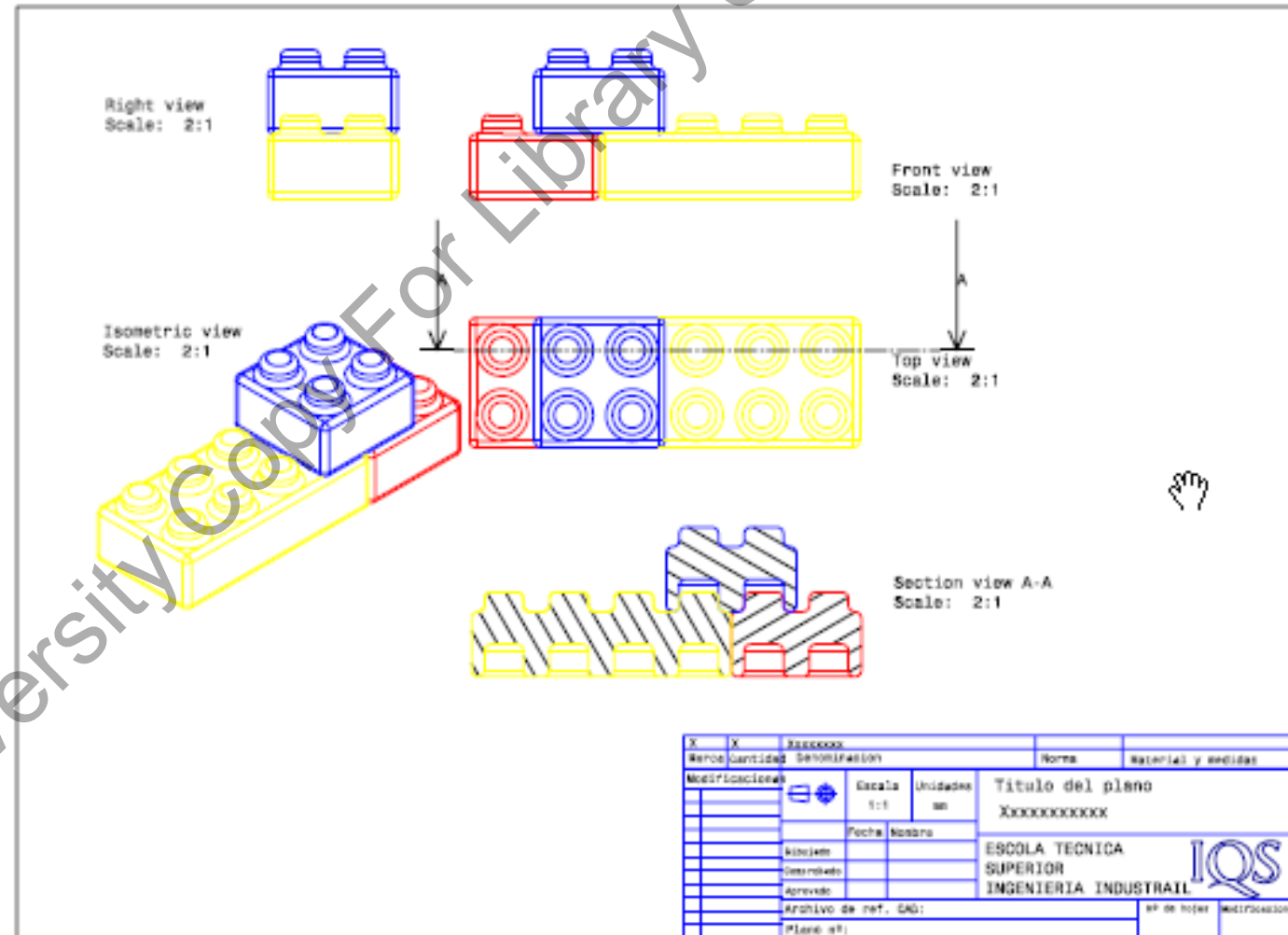
University Copy For Library Use





# • Plano Montaje

El plano de montaje ha de incluir información para entender el montaje.



• Trabajo en

F	(mm)	Material	Nombre
0.5		Plastic	BABY
0.5		PVC	BOY
0.5		Gold	TEEN

- Resumen.

- Introducción la problemática de los Croquis para que queden bien definidos.
- Operaciones de extrusión (Pad), vaciado (Pocket), copiado matricial (rectangular pattern) y redondeo (Fillet).
- Primera pieza.
- Parametrización y ecuaciones de nombre.

University Copy For Library Use

Proyecto

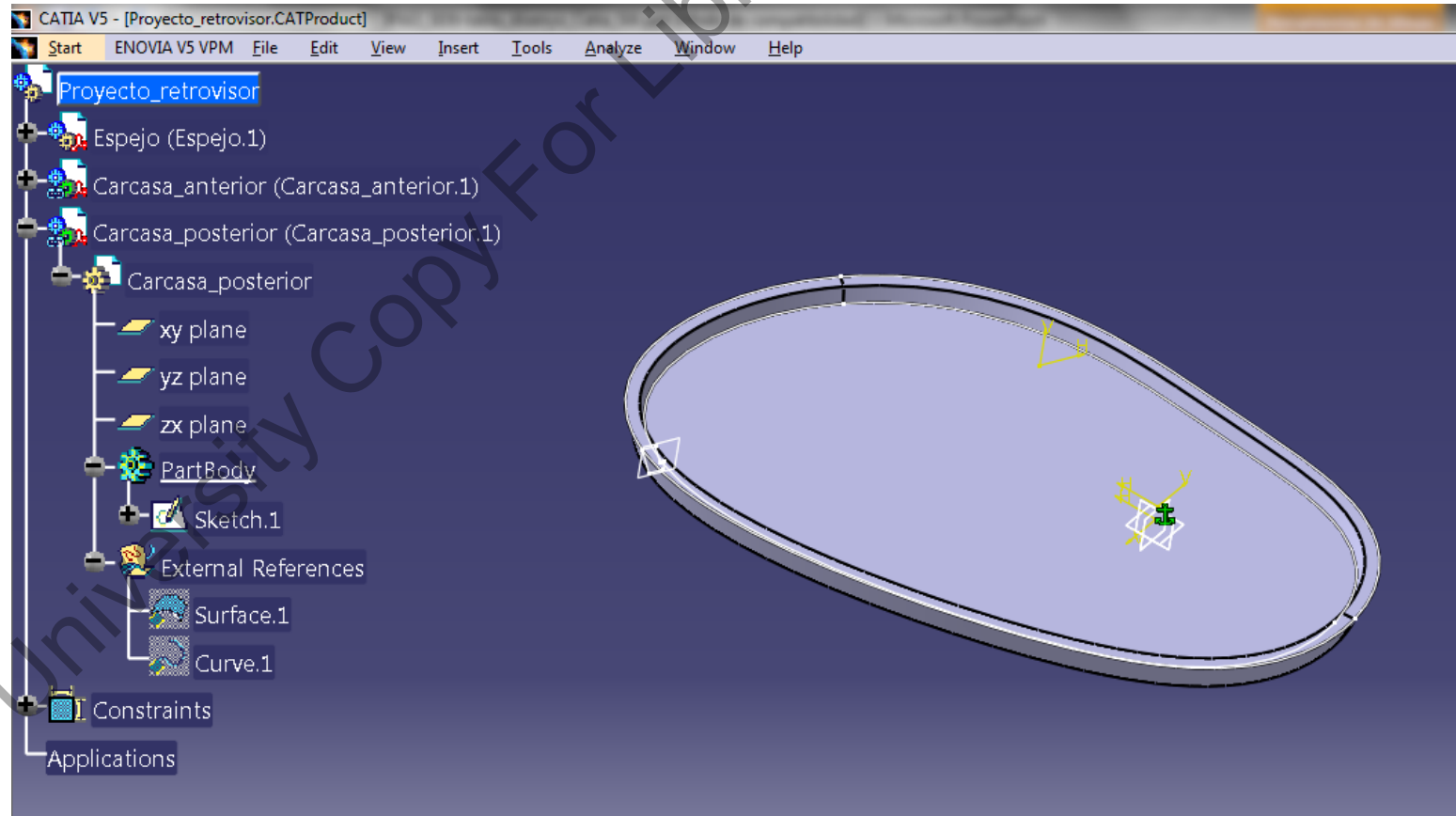
University Copy For Library Use

- Espejo.

Creamos el espejo y montamos la estructura de proyecto.

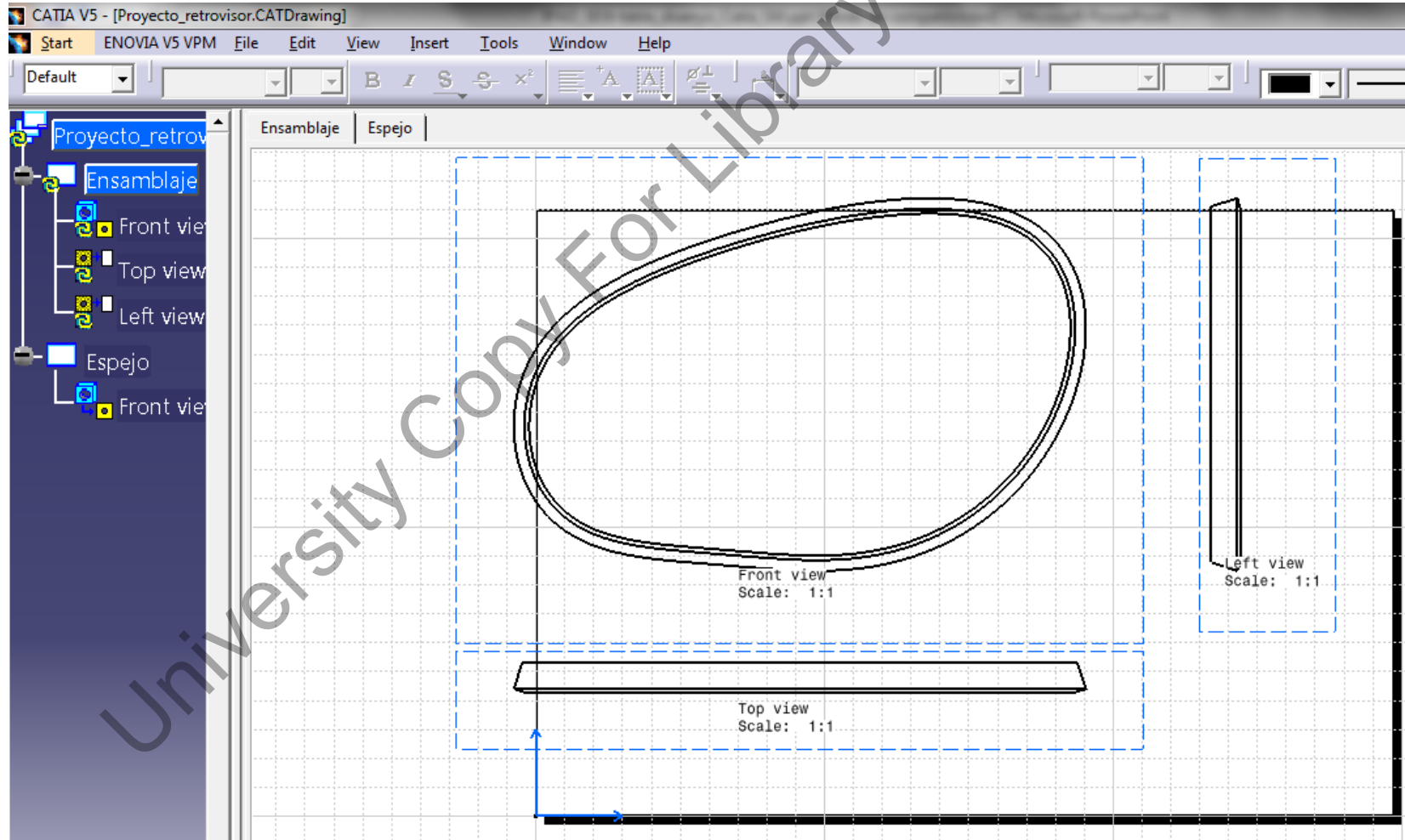
Creamos una pieza vacía para la carcasa que ensamblamos y dentro del ensamblaje creamos un sketch creando links al espejo.

Lo mismo con la carcasa superior.



- Inicio proyecto.

Creamos los planos de proyecto y guardamos la estructura de plano, ensamblaje y piezas.



## • Resumen de puntuación alcanzada.

0.10 de 1.00	CD y papel presentación del documento con poster en A3.
0.50 de 0.50	Espejo como croquis.
0.00 de 0.50	0.2 Varilla con 0.15 proceso mecanizado y 0.15 cálculo fuerza en la punta.
0.00 de 1.00	0.5 Goma tipo fuele + 0.5 estudio medioambiental(S).
0.10 de 1.00	0.5 Carcasa espejo con desmoldeo + 0.5 inyección(extra).
0.00 de 1.00	0.5 Carcasa anterior + 0.5 como nube de puntos y desmoldeo
0.00 de 1.00	0.5 Moldes de carcasa anterior + 0.5 costing (S).
0.50 de 1.00	0.5 Chapa doblada y desdoblada + 0.5 costing (S).
0.00 de 0.50	Ergonomía (C)
0.00 de 0.50	Tornillos, tuercas y piezas normalizadas para las uniones.
0.00 de 1.50	Cálculo 0.5 aerodinámica, 0.5 vibraciones y 0.5 dilataciones.
0.00 de 0.50	Logo empresa moto pegado en carcasa.
0.20 de 0.50	Ensamblaje sin interferencias excepto elementos deformables/rosca cosméticas.
0.10 de 1.00	0.5 Planos de todas las piezas, 0.25 lista materiales y 0.25 explosionado.
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
<b>2.00 de 13.00</b>	<b>Total</b>
<b>0.8 horas de dedicación</b>	

- Resumen.

- Realización de tablas de diseño con Catia y parámetros dentro de un ensamblaje.
- Realización de tablas de diseño con SolidWorks y utilización de parámetros en Parts y Assembly

University Copy For Library Use



## S04t.- Macros y PowerCopies.

University Copy For Library Use

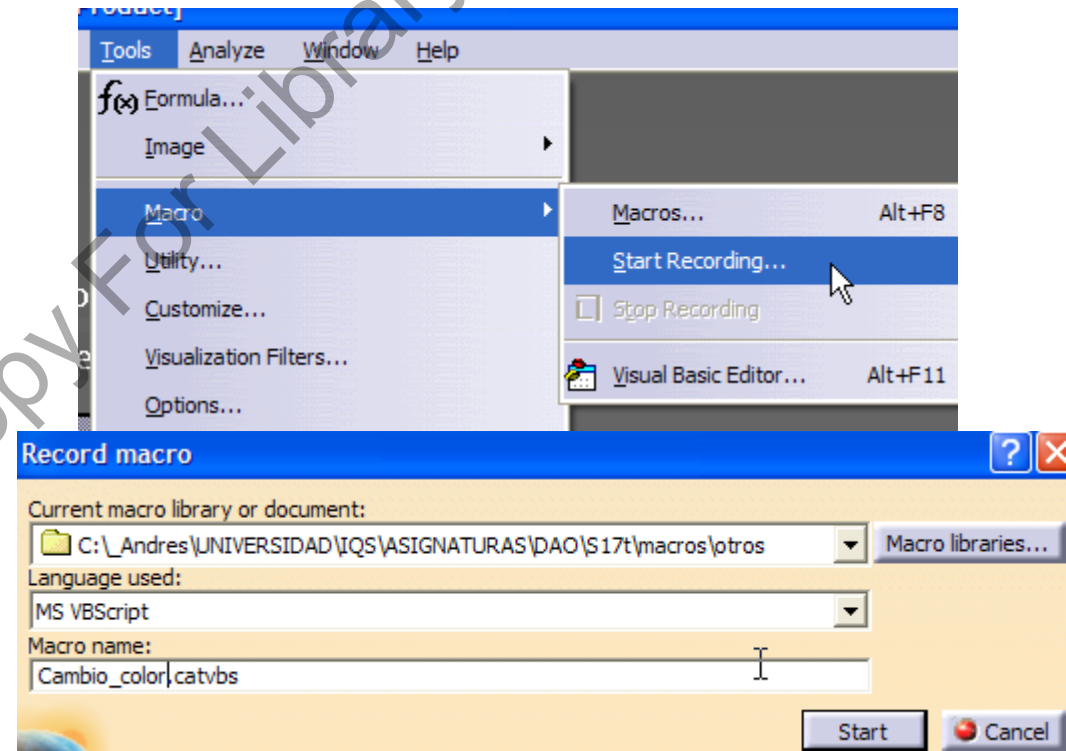
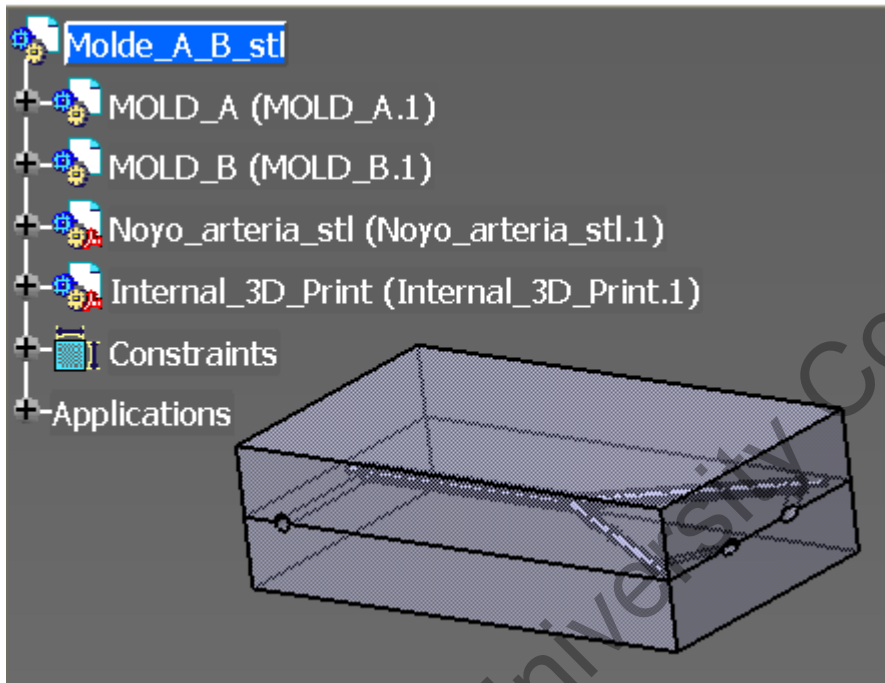
Mejora 1415 ....

- Repaso última sesión.
- Tablas de diseño.

University Copy For Library Use

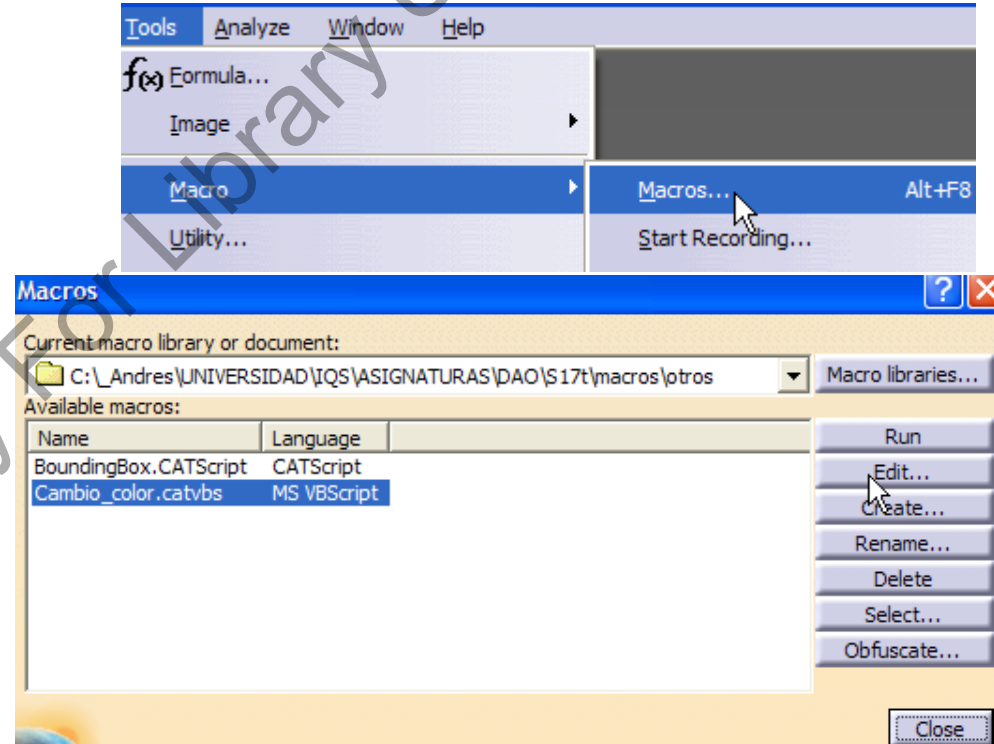
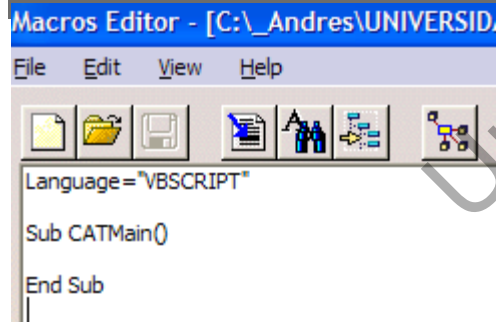
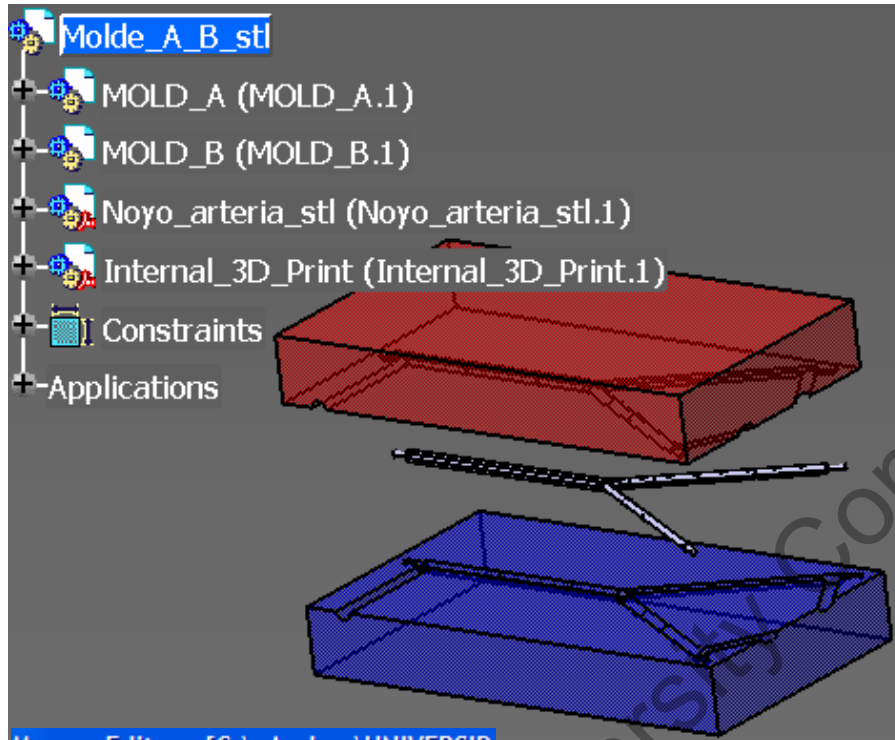
## • Grabar una macro.

Si empezamos a grabar una macro luego podemos editarla para ver los comandos utilizados. A modo de ejemplo abrimos un producto cualquiera y vamos a mover y cambiar los colores de las dos primeras piezas.



## • Editar una macro.

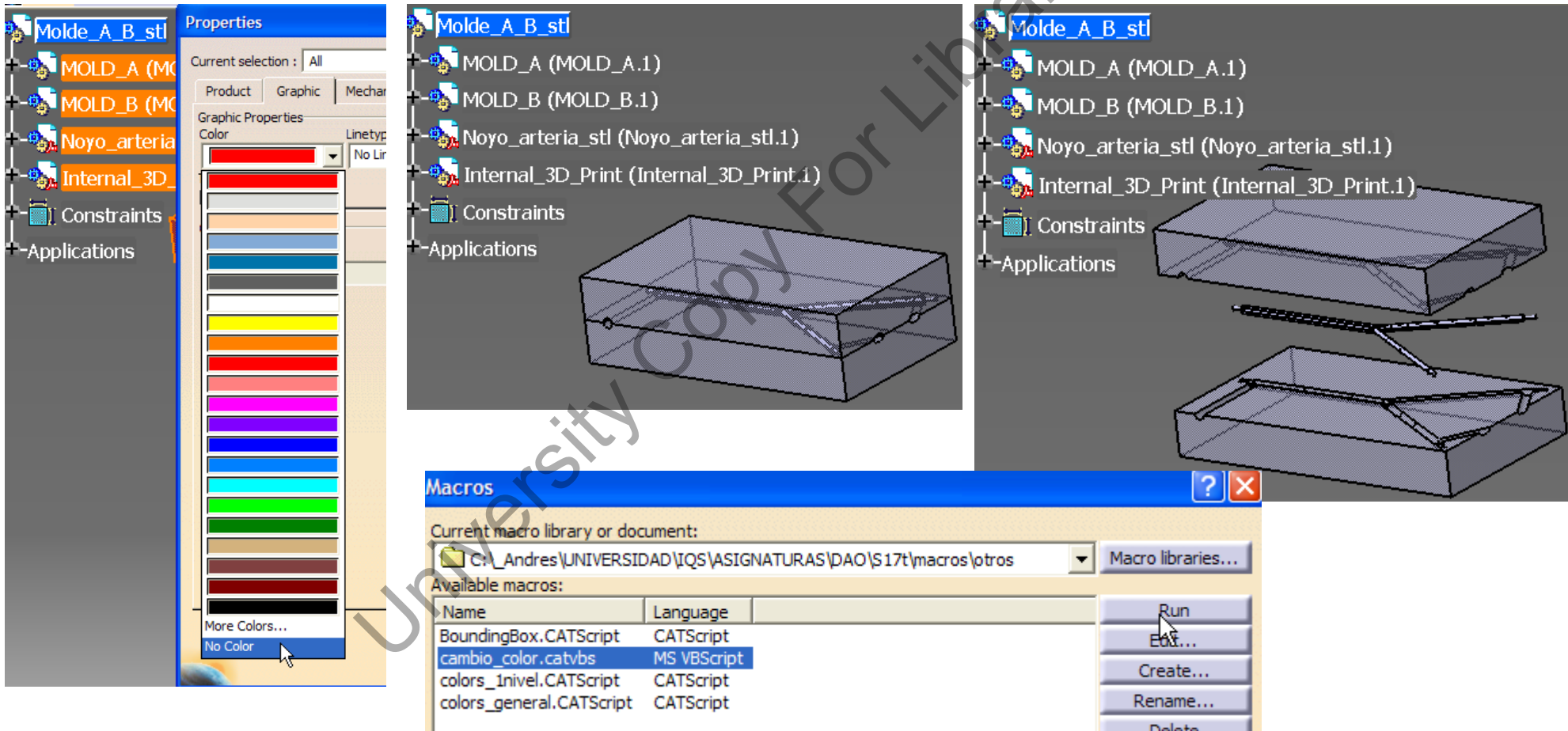
Una vez se han cambiado los colores paramos la macro y la editamos.



Comprobamos que se ha escrito una serie de datos pero falta precisamente el cambio de color.

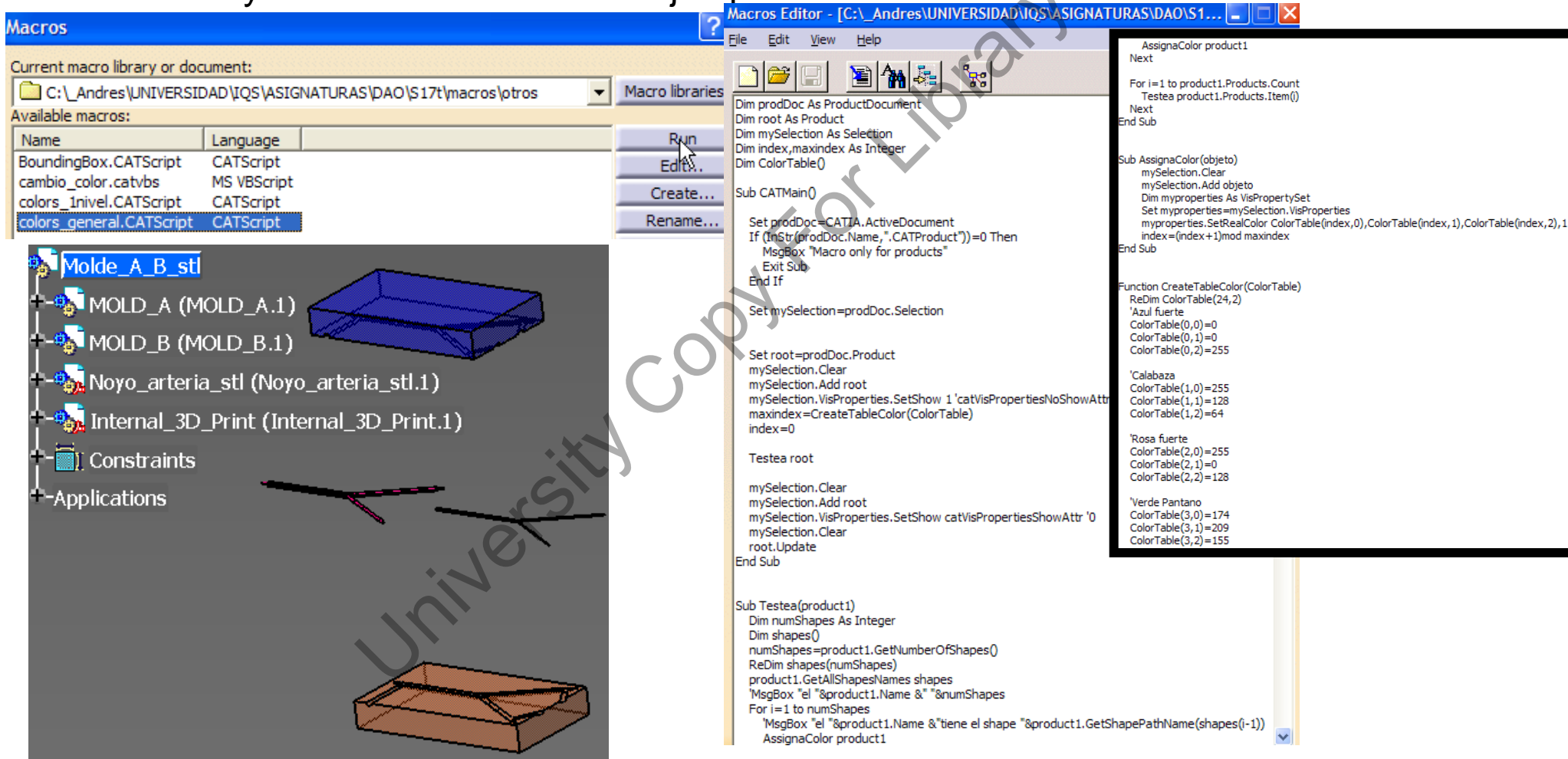
## • Ejecutar una macro.

Volvemos a quitar los colores y actualizamos el modelo a la posición inicial. Ejecutamos la macro y comprobamos que no cambian los colores pero si mueve las piezas.



# • Ejemplo de cambio de colores.

Una vez que vemos que algunas cosas no somos capaces de hacerlas grabando la macro directamente y otras sí analizamos un ejemplo de cambio de colores.



The screenshot shows the 'Macros Editor' window with the following components:

- Macros Editor - [C:\\_Andres\UNIVERSIDAD\IQS\ASIGNATURAS\DAO\S17t\DAO\S17t\macros\lptros]**
  - File Edit View Help
  - Macro libraries: C:\\_Andres\UNIVERSIDAD\IQS\ASIGNATURAS\DAO\S17t\macros\lptros
  - Available macros table:

Name	Language
BoundingBox.CATScript	CATScript
cambio_color.catvbs	MS VBScript
colors_inivel.CATScript	CATScript
colors_general.CATScript	CATScript
  - Buttons: Run, Edit..., Create..., Rename...
- Product Tree (Left):**
  - Molde\_A\_B.stl
  - MOLD\_A (MOLD\_A.1)
  - MOLD\_B (MOLD\_B.1)
  - Noyo\_arteria\_stl (Noyo\_arteria\_stl.1)
  - Internal\_3D\_Print (Internal\_3D\_Print.1)
  - Constraints
  - Applications
- 3D Model (Center):** Shows a blue rectangular mold and a brown rectangular mold.
- Macro Code (Right):**

```

AssignaColor product1
Next
For i=1 to product1.Products.Count
  Testea product1.Products.Item(i)
  Next
End Sub

Sub AssignaColor(objeto)
  mySelection.Clear
  mySelection.Add objeto
  Dim myproperties As VisPropertySet
  Set myproperties=mySelection.VisProperties
  myproperties.SetRealColor ColorTable(index,0),ColorTable(index,1),ColorTable(index,2)
  index=(index+1)mod maxindex
End Sub

Function CreateTableColor(ColorTable)
  ReDim ColorTable(24,2)
  'Azul fuerte
  ColorTable(0,0)=0
  ColorTable(0,1)=0
  ColorTable(0,2)=255
  'Calabaza
  ColorTable(1,0)=255
  ColorTable(1,1)=128
  ColorTable(1,2)=64
  'Rosa fuerte
  ColorTable(2,0)=255
  ColorTable(2,1)=0
  ColorTable(2,2)=128
  'Verde Pantano
  ColorTable(3,0)=174
  ColorTable(3,1)=209
  ColorTable(3,2)=155
End Function

Sub CATMain()
  Set prodDoc=CATIA.ActiveDocument
  If (InStr(prodDoc.Name, ".CATProduct")=0) Then
    MsgBox "Macro only for products"
    Exit Sub
  End If

  Set mySelection=prodDoc.Selection

  Set root=prodDoc.Product
  mySelection.Clear
  mySelection.Add root
  mySelection.VisProperties.SetShow 1 'catVisPropertiesNoShowAttr
  maxindex=CreateTableColor(ColorTable)
  index=0

  Testea root

  mySelection.Clear
  mySelection.Add root
  mySelection.VisProperties.SetShow catVisPropertiesShowAttr '0
  mySelection.Clear
  root.Update
End Sub

Sub Testea(product1)
  Dim numShapes As Integer
  Dim shapes()
  numShapes=product1.GetNumberOfShapes()
  ReDim shapes(numShapes)
  product1.GetAllShapesNames shapes
  MsgBox "el "&product1.Name &" tiene &numShapes
  For i=1 to numShapes
    MsgBox "el "&product1.Name &" tiene el shape "&product1.GetShapePathName(shapes(i-1))
    AssignaColor product1
  Next
End Sub

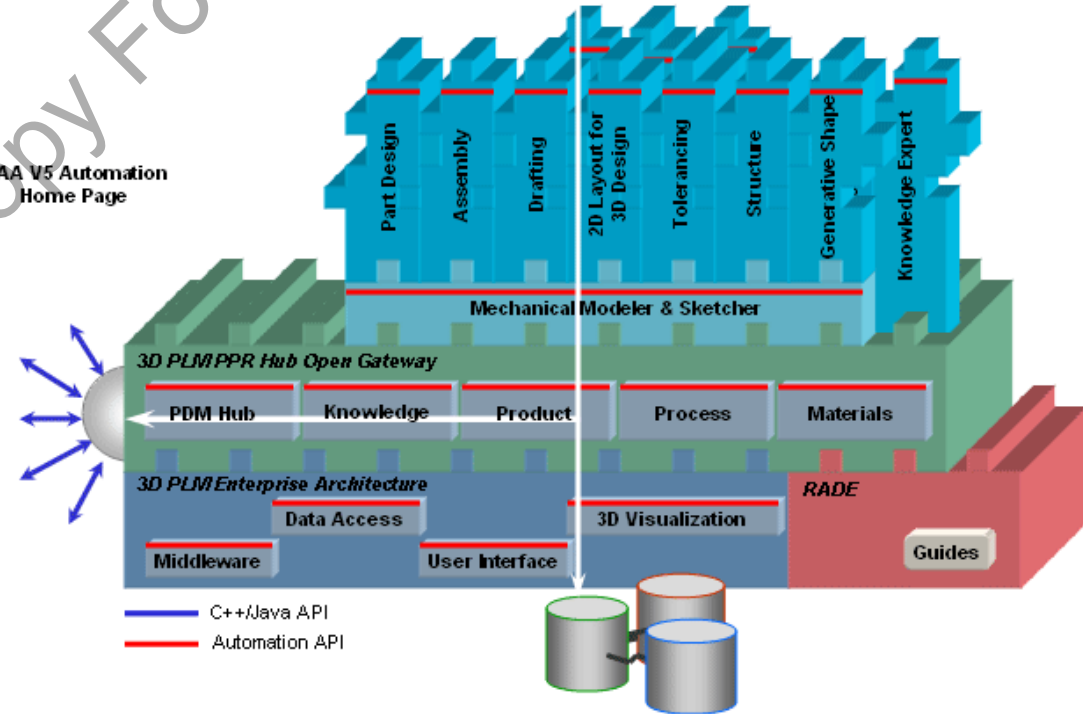
```

- Ayuda sobre funciones de macros.

Para ver las órdenes a usar en las macros hay que acceder a menús según temática.



CAA V5 Automation Home Page



# • Ayuda sobre funciones de macros.

Una vez dentro de la ayuda se pueden consultar ejemplos para ver como se puede hacer el script con variables.

## Automation

### Technical Articles

- What's New
- Shape Automation Objects
- Repartition Automation Objects

### Use Cases

- Creating a Simplified Camshaft
- Creating Edge Fillets on a Rectangular Pad
- Creating Pad
- Creating Pocket
- Changing the Hole Parameters
- Changing the Hole Parameters (catvba version)
- Changing the Pattern Parameters

### Quick Reference

Part Design Reference

### History

Version: 1 [Oct 2000]

## Shape Automation Objects





## • Ejemplos de macros facilitadas por Ferran López .

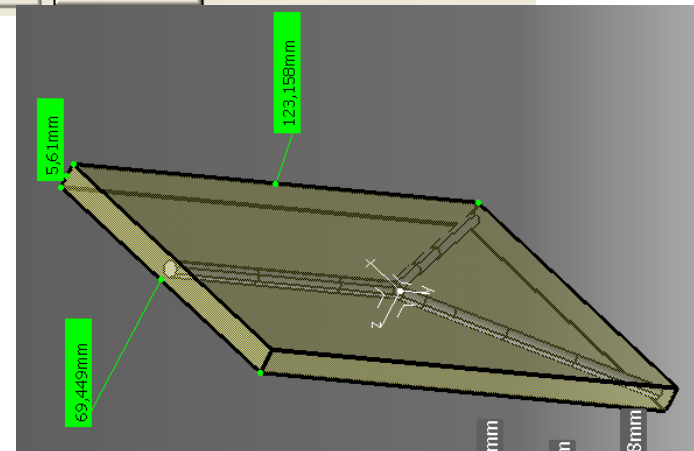
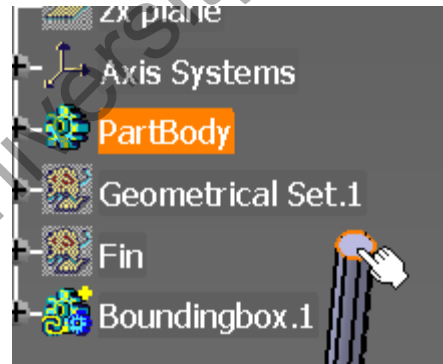
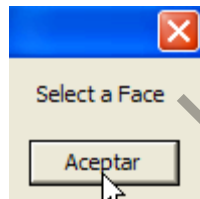
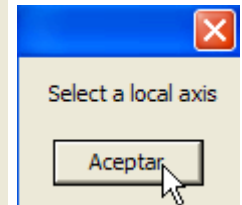
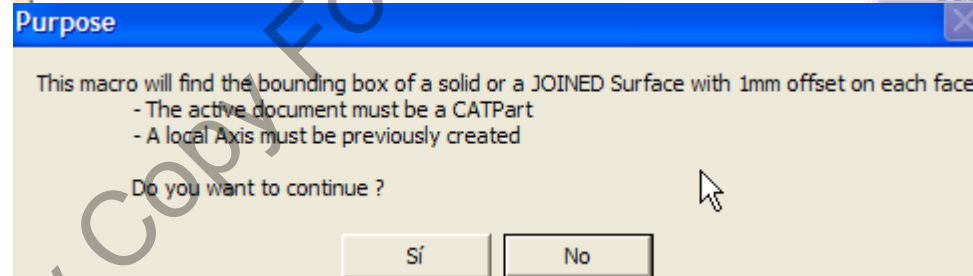
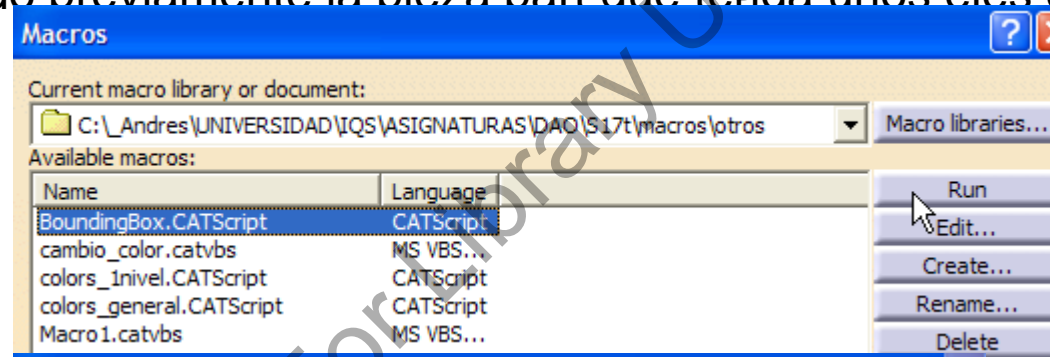
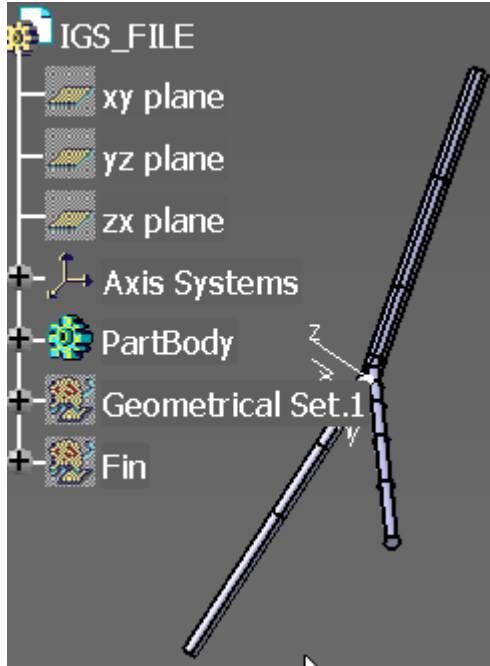
Se han entregado una serie de macros que permiten:

### ➤ Otros

- BoundingBox.CATScript      Para calcular volumen prismático de caja en la que colocar una pieza.
  - colors\_general.CATScript: Para cambiar los colores de todos los niveles de un ensamblaje.
  - colors\_1nivel.CATScript: Para cambiar colores tan sólo de las piezas de primer nivel.
- Hide-show: muchas macros para ocultar una serie de entidades.
- Puntos-Excel: Macros para insertar puntos de Excel o exportarlos de Catia a Excel.
- Simetrías: para hacer simetrías de todas las piezas y dar nombres.
- TIFF: para pasar todos los planos a tiff.
- v4-v5: para pasar todos los ficheros de Catia v4 a v5.

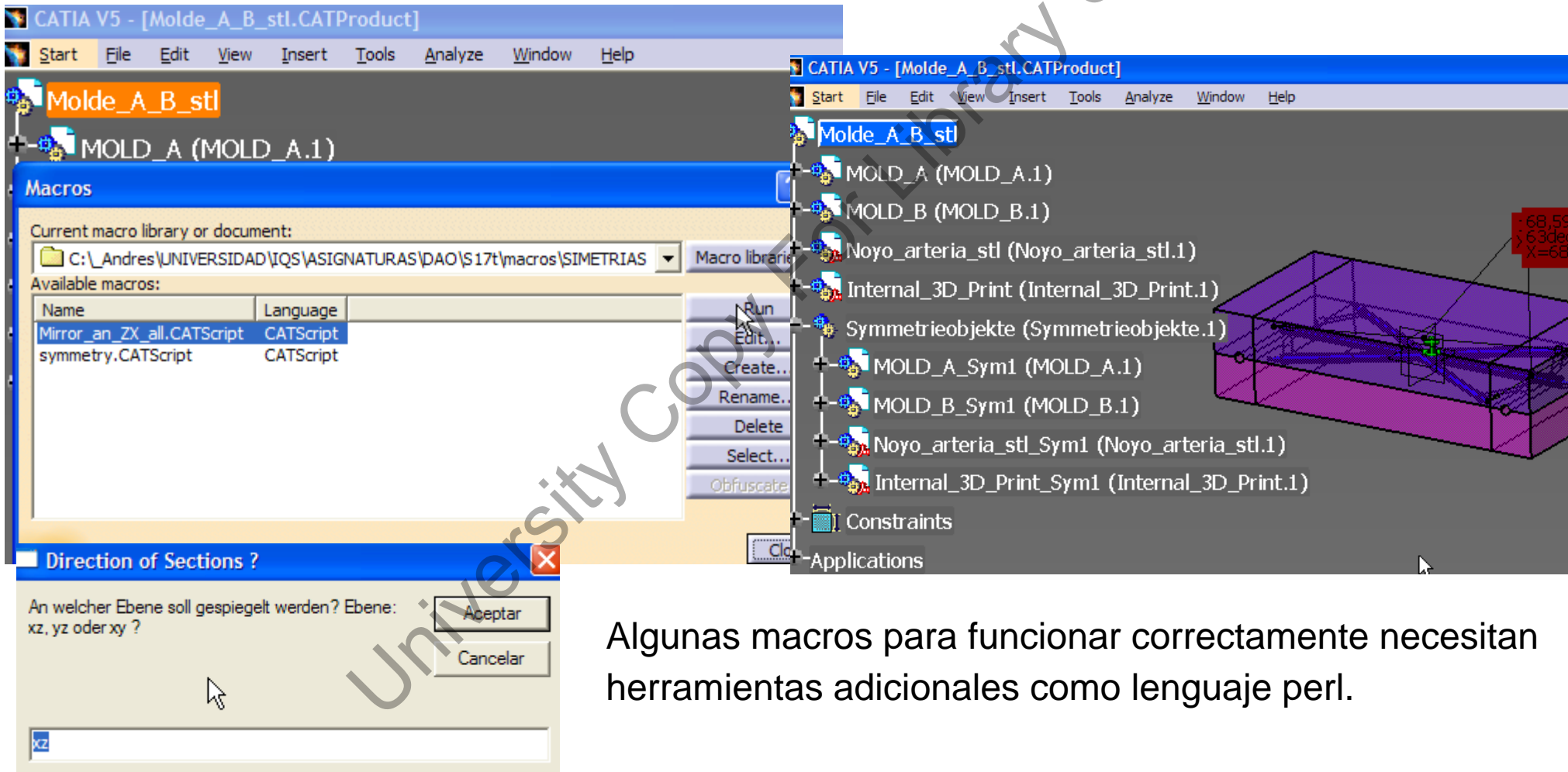
# Ejemplos de caja contorno.

Se ejecuta la macro seleccionando previamente la pieza part que tenga unos ejes de referencia (insert - axis).



## • Ejemplos de simetría .

Se ejecuta la macro seleccionando previamente el product.



The image shows two screenshots of the CATIA V5 interface. The left screenshot displays the 'Macros' dialog box with the 'Available macros' list containing 'Mirror\_an\_ZX\_all.CATScript' and 'symmetry.CATScript'. The right screenshot shows the 'Product' tree with 'Molde\_A\_B\_stl' selected, and a 3D model of a mold with a coordinate system. A dialog box titled 'Direction of Sections ?' is open, asking 'An welcher Ebene soll gespiegelt werden? Ebene: xz, yz oder xy ?' with 'xz' entered in the input field.

Macros

Current macro library or document:  
C:\\_Andres\UNIVERSIDAD\IQS\ASIGNATURAS\DAO\S17t\macros\SIMETRIAS

Available macros:

Name	Language
Mirror_an_ZX_all.CATScript	CATScript
symmetry.CATScript	CATScript

Direction of Sections ?

An welcher Ebene soll gespiegelt werden? Ebene:  
xz, yz oder xy ?

Aceptar  
Cancelar

xz

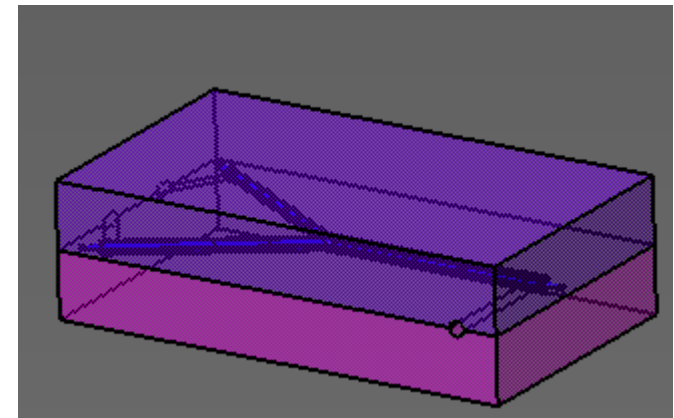
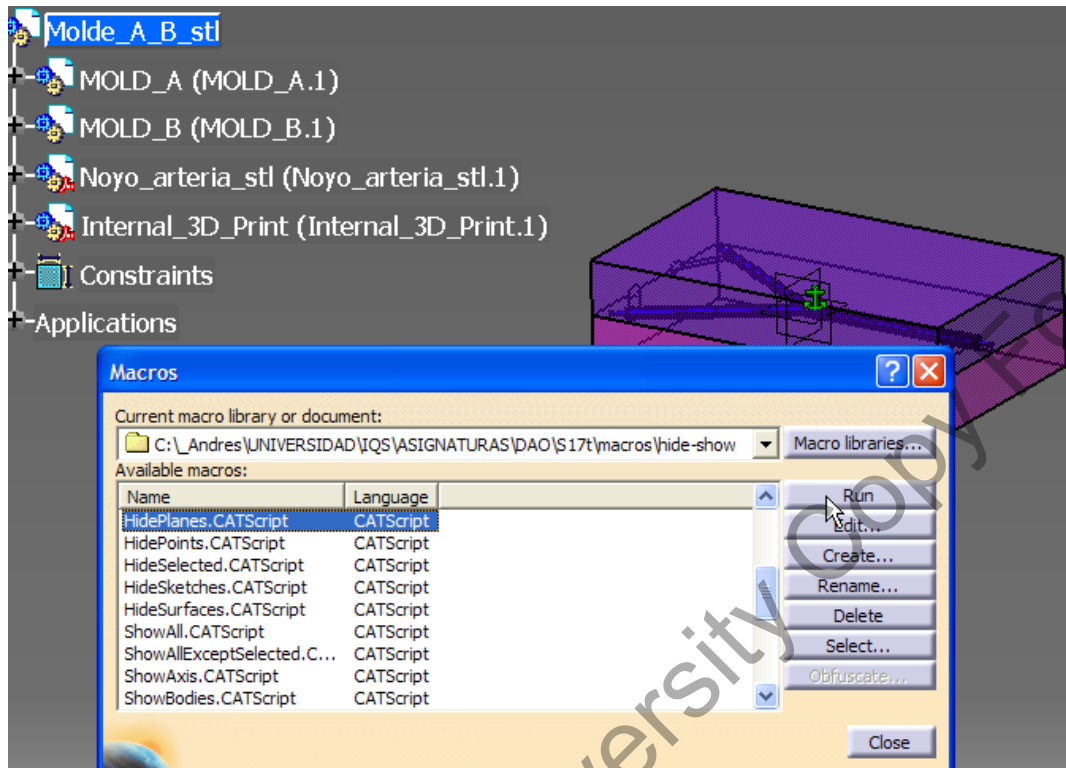
Product Tree:

- Molde\_A\_B\_stl
  - MOLD\_A (MOLD\_A.1)
  - MOLD\_B (MOLD\_B.1)
  - Noyo\_arteria\_stl (Noyo\_arteria\_stl.1)
  - Internal\_3D\_Print (Internal\_3D\_Print.1)
  - Symmetrieobjekte (Symmetrieobjekte.1)
    - MOLD\_A\_Sym1 (MOLD\_A.1)
    - MOLD\_B\_Sym1 (MOLD\_B.1)
    - Noyo\_arteria\_stl\_Sym1 (Noyo\_arteria\_stl.1)
    - Internal\_3D\_Print\_Sym1 (Internal\_3D\_Print.1)
  - Constraints
  - Applications

Algunas macros para funcionar correctamente necesitan herramientas adicionales como lenguaje perl.

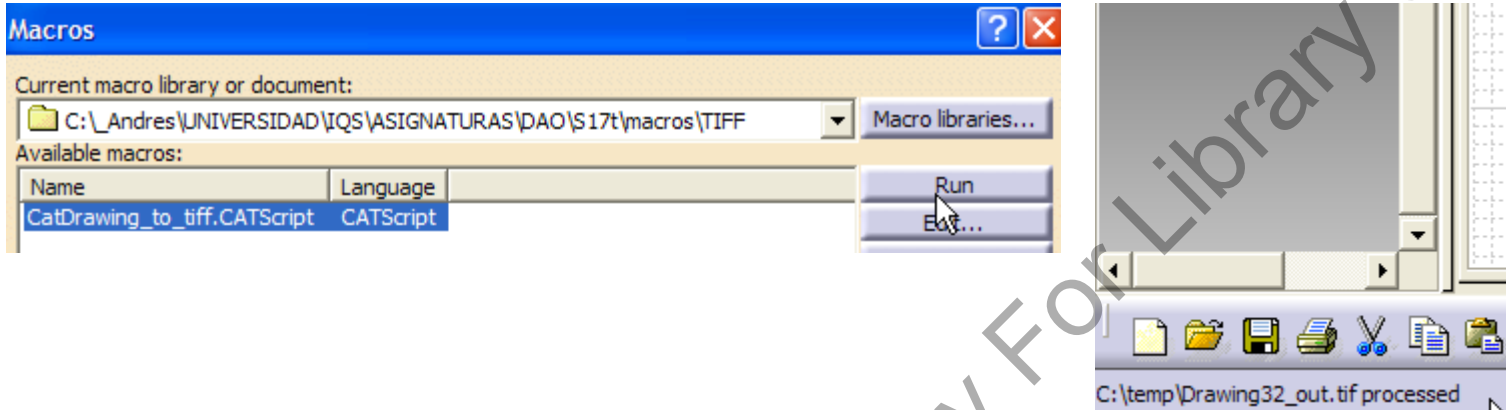
## • Ejemplos de hide-show.

Se ejecuta la macro seleccionando previamente el product.



- Ejemplos de tiff.

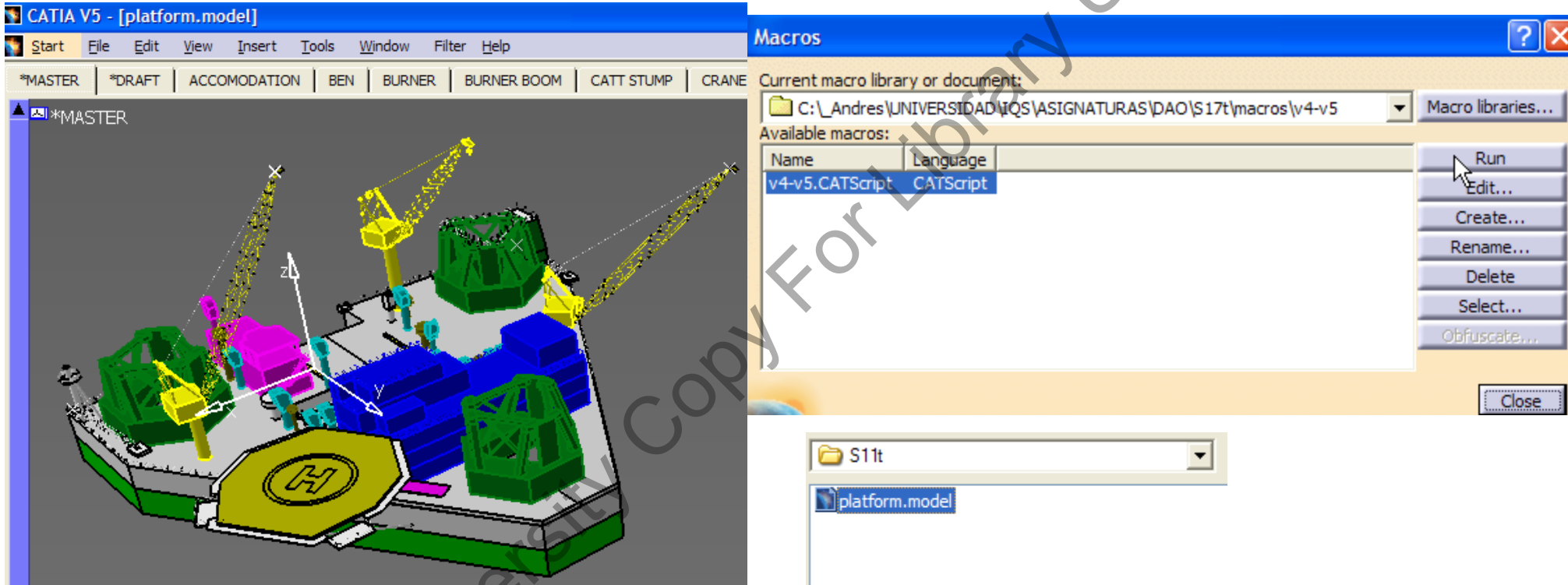
Abrimos un plano con varias hojas y se ejecuta la macro.



Se comprueba que tan sólo ha creado una página y no todas las hojas como era de esperar.

- Ejemplos de v4 a v5.

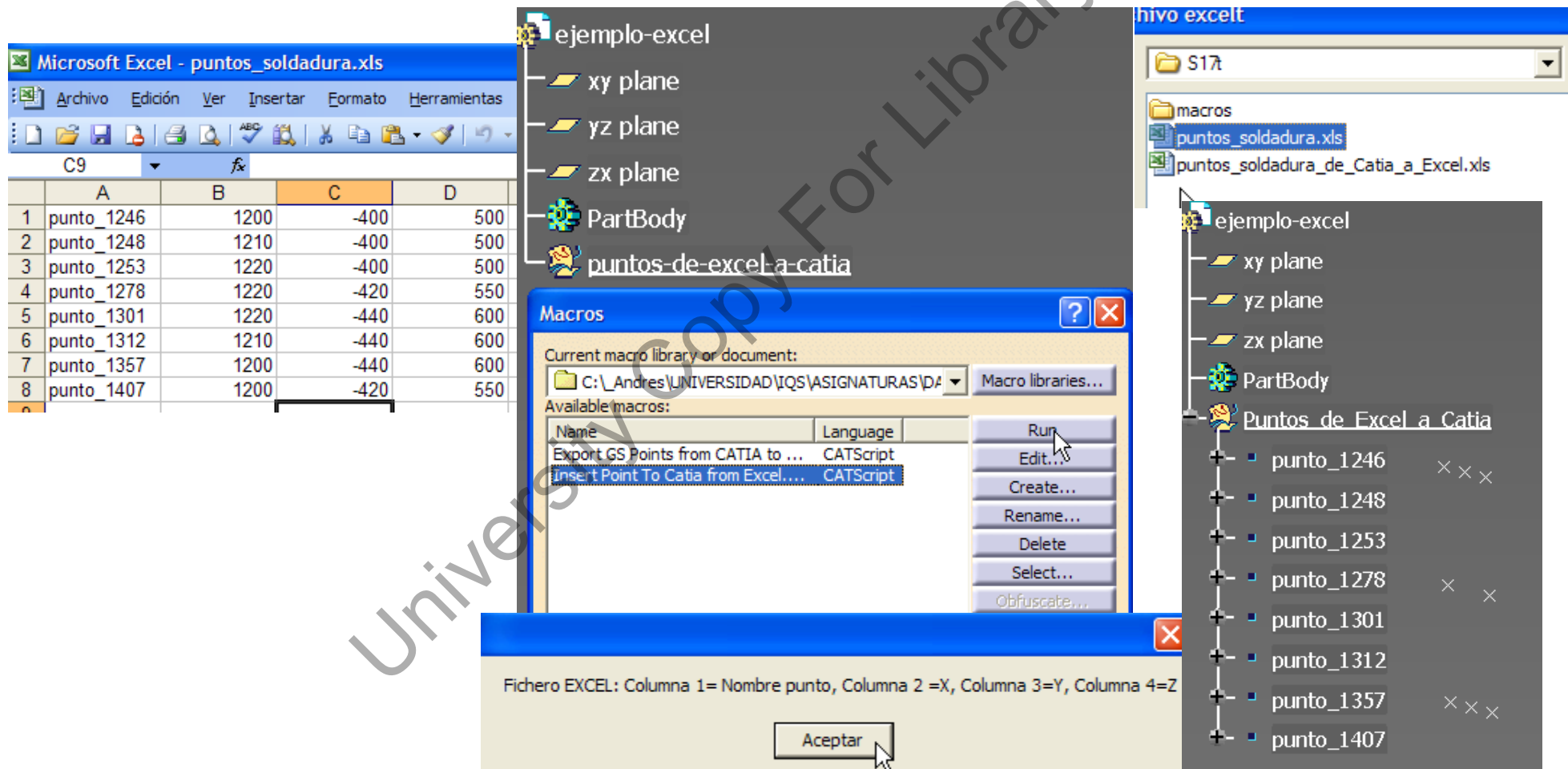
En la sesión de DMU hay un ejemplo en Catia v4. Con el script lo traducimos a Catia v5.



Este script ha quedado anticuado pues con la R19 se puede abrir directamente el \*.model de v4.

## • Ejemplos de hoja Excel a Catia.

Colocamos un fichero Excel con nombres de puntos y coordenadas x,y,z. Creamos una pieza. Entonces ejecutamos la macro.



Microsoft Excel - puntos\_soldadura.xls

	A	B	C	D
1	punto_1246	1200	-400	500
2	punto_1248	1210	-400	500
3	punto_1253	1220	-400	500
4	punto_1278	1220	-420	550
5	punto_1301	1220	-440	600
6	punto_1312	1210	-440	600
7	punto_1357	1200	-440	600
8	punto_1407	1200	-420	550

Macros

Current macro library or document:  
 C:\Andres\UNIVERSIDAD\IQS\ASIGNATURAS\DA\... Macro libraries...

Available macros:

Name	Language	Run	Edit...	Create...	Rename...	Delete	Select...	Obfuscate...
Export GS Points from CATIA to ...	CATScript							
Insert Point To Catia from Excel....	CATScript							

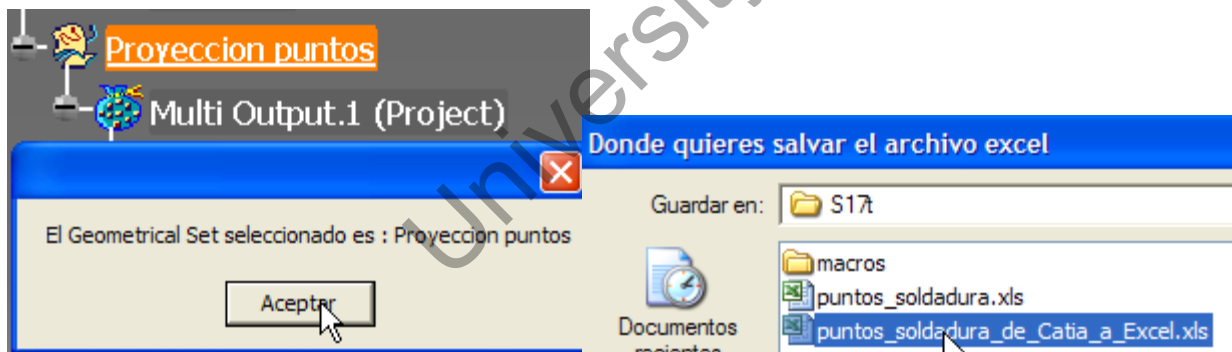
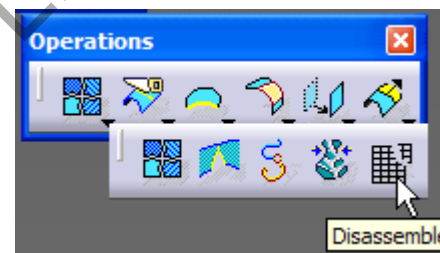
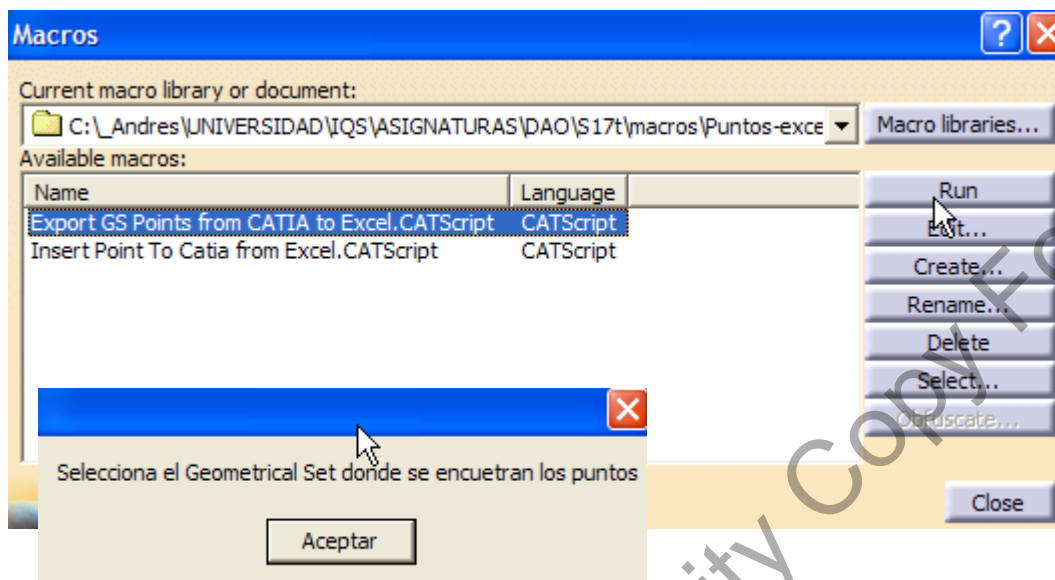
Fichero EXCEL: Columna 1= Nombre punto, Columna 2 =X, Columna 3=Y, Columna 4=Z

Aceptar

# Ejemplos de hoja Catia a Excel.

Movemos los puntos en Catia y exportamos el set geométrico que contenga los puntos a Excel.

Con Project no funciona y por tanto hay que pasarlos a puntos.

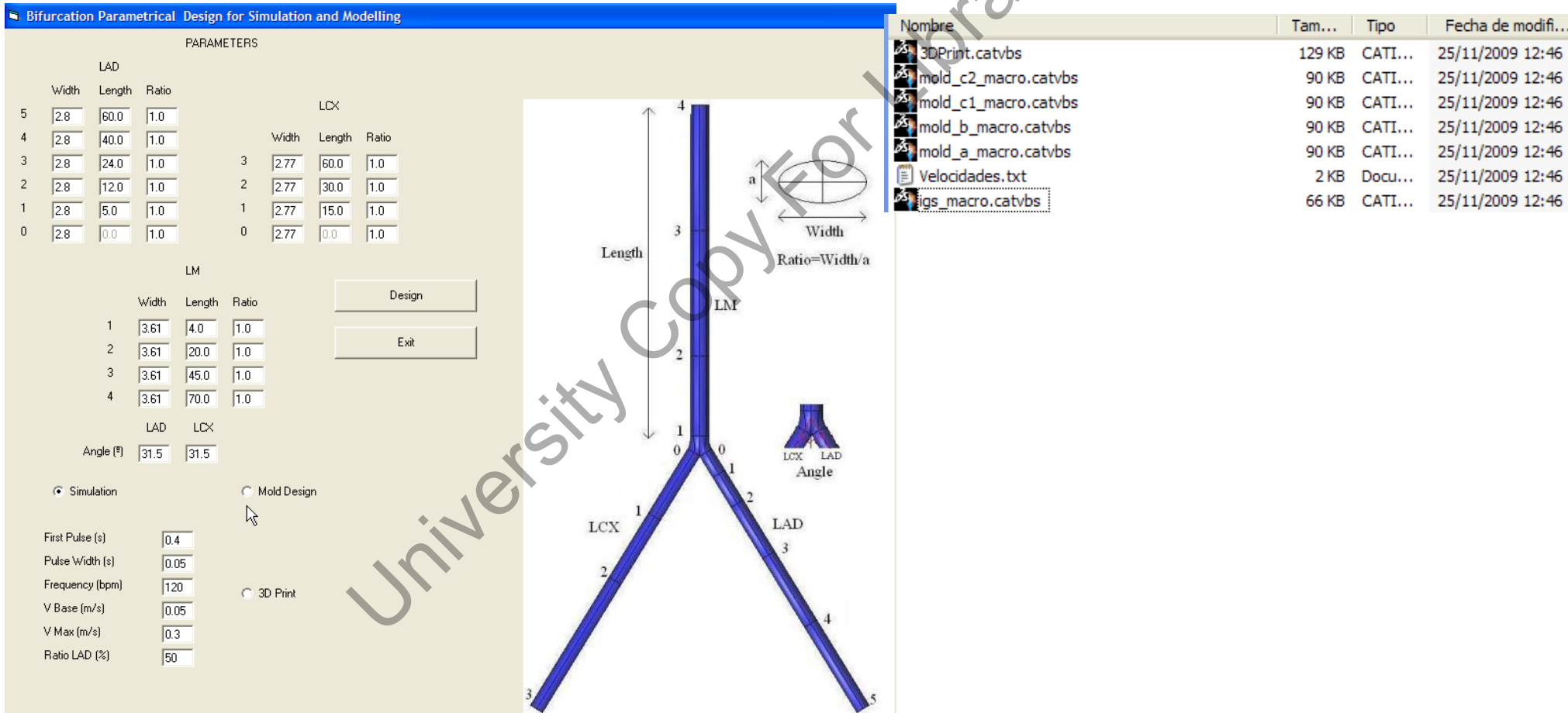


	A	B	C	D	
1	Extraccion de Puntos de ejemplo-excel(CATIA Model) a				
2					
3	Geometrical Set Seleccionado : Proyeccion puntos				
4					
5	Nombre Punt	X	Y	Z	
6					
7	Point.9		1200	-400.166713	500
8	Point.10		1210	-400.166713	500
9	Point.11		1220	-400.166713	500
10	Point.12		1220	-402.678625	550
11	Point.13		1220	-413.81824	600
12	Point.14		1210	-413.81824	600
13	Point.15		1200	-413.81824	600
14	Point.16		1200	-402.678625	550



# • Ejemplo de Macro de Jordi Martorell.

Como ejemplo de marcos se adjunta unas fotos del programa que genera los ficheros para hacer en Catia una arteria, sus moldes incluyendo el CNC, ficheros para impresoras 3D y ficheros para cálculo.



**PARAMETERS**

**LAD**

	Width	Length	Ratio
5	2.8	60.0	1.0
4	2.8	40.0	1.0
3	2.8	24.0	1.0
2	2.8	12.0	1.0
1	2.8	5.0	1.0
0	2.8	0.0	1.0

**LCX**

	Width	Length	Ratio
3	2.77	60.0	1.0
2	2.77	30.0	1.0
1	2.77	15.0	1.0
0	2.77	0.0	1.0

**LM**

	Width	Length	Ratio
1	3.61	4.0	1.0
2	3.61	20.0	1.0
3	3.61	45.0	1.0
4	3.61	70.0	1.0

**Angle (°)**

LAD	LCX
31.5	31.5

Simulation  
 Mold Design  
 3D Print

First Pulse (s): 0.4  
 Pulse Width (s): 0.05  
 Frequency (bpm): 120  
 V Base (m/s): 0.05  
 V Max (m/s): 0.3  
 Ratio LAD (%): 50

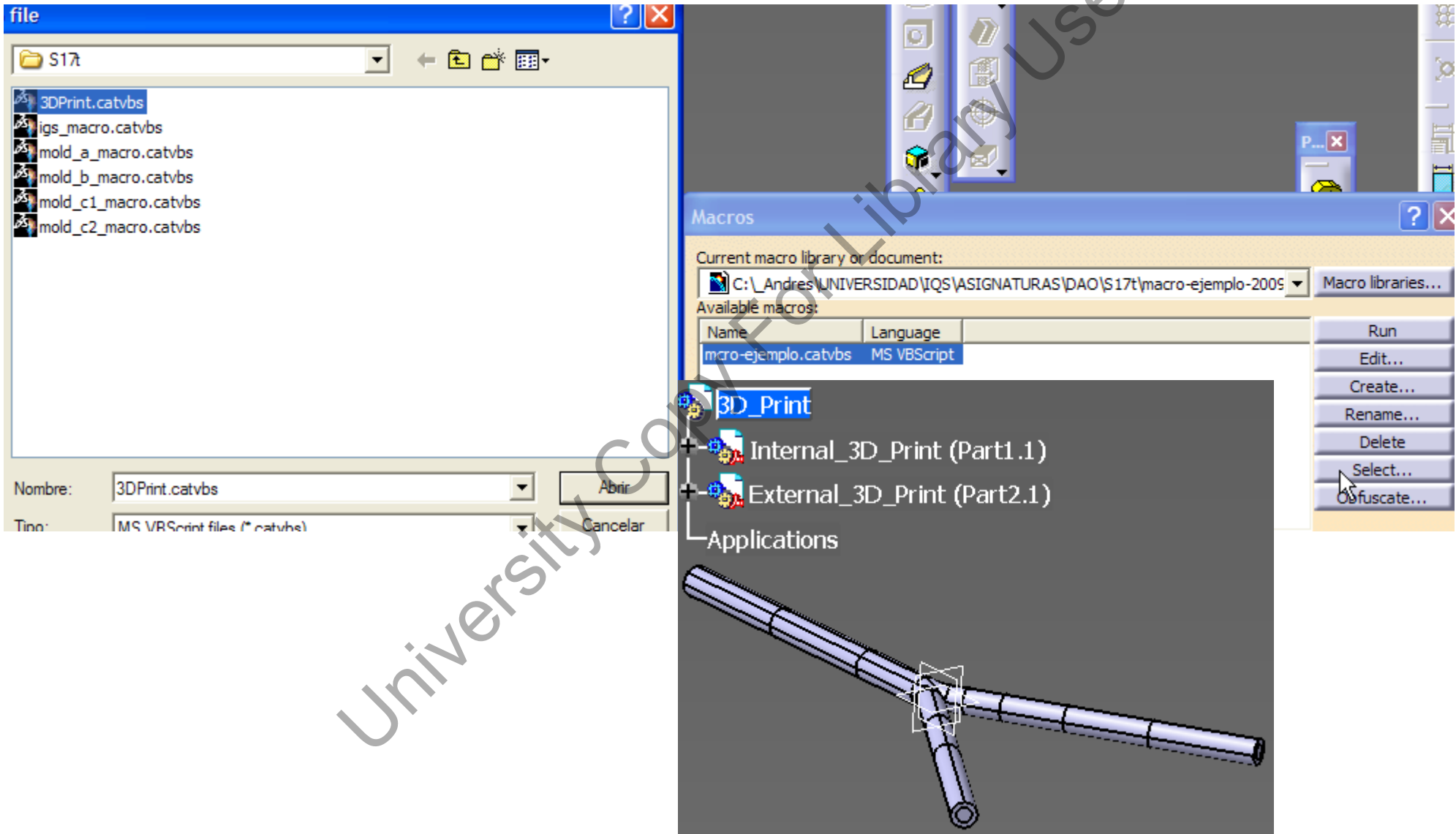
**File List:**

Nombre	Tam...	Tipo	Fecha de modifi...
3DPrint.catvbs	129 KB	CATI...	25/11/2009 12:46
mold_c2_macro.catvbs	90 KB	CATI...	25/11/2009 12:46
mold_c1_macro.catvbs	90 KB	CATI...	25/11/2009 12:46
mold_b_macro.catvbs	90 KB	CATI...	25/11/2009 12:46
mold_a_macro.catvbs	90 KB	CATI...	25/11/2009 12:46
Velocidades.txt	2 KB	Docu...	25/11/2009 12:46
igs_macro.catvbs	66 KB	CATI...	25/11/2009 12:46

**3D Model Diagram:**

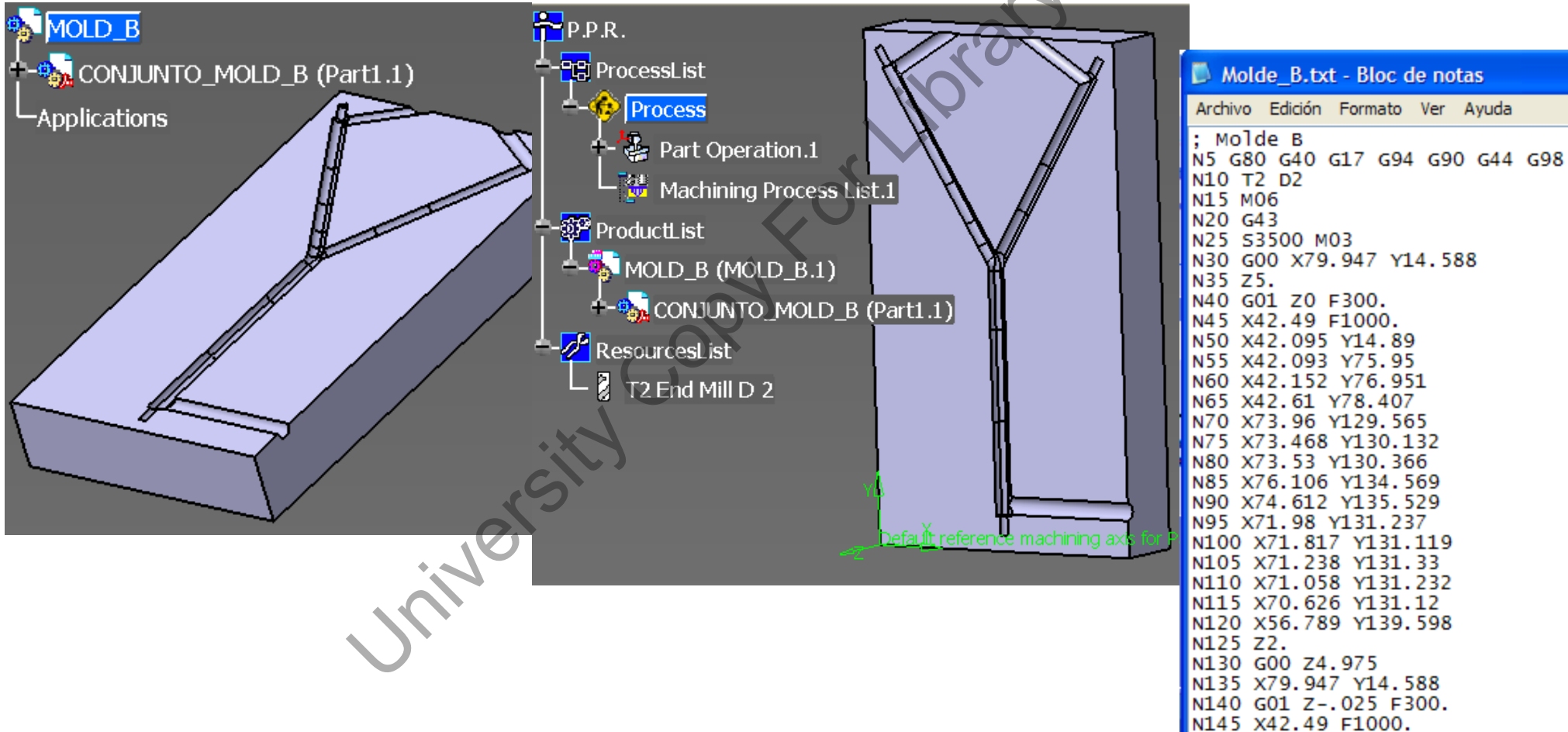
The diagram shows a bifurcated vessel structure with segments labeled 0 through 5. The main vertical segment is labeled 'LM' and 'Length'. The two branching segments are labeled 'LCX' and 'LAD'. A cross-section of the vessel is shown with 'Width' and 'Ratio=Width/a'.

- Ejemplo de Macro de Jordi Martorell.



## • Ejemplo de Macro de Jordi Martorell.

La macro creada por Jordi Martorell dentro de su PFC genera los ficheros Catia de geometría pero también los moldes y su mecanizado.



The screenshot displays a CAD environment with a 3D model of a mold assembly on the left. The tree view on the right shows a hierarchy starting with 'P.P.R.' (Product Part Representation), followed by 'ProcessList' containing 'Process' and 'Machining Process List.1'. Below this is 'ProductList' containing 'MOLD\_B (MOLD\_B.1)' and 'CONJUNTO\_MOLD\_B (Part1.1)'. The 'ResourcesList' folder contains 'T2 End Mill D 2'. A 3D model of the mold is shown in the center, with a green arrow pointing to the 'Default reference machining axis for P'.

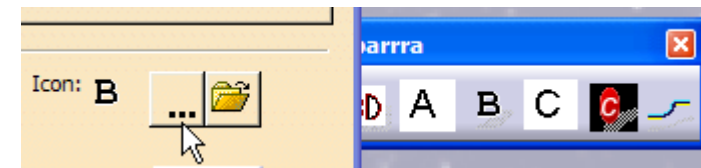
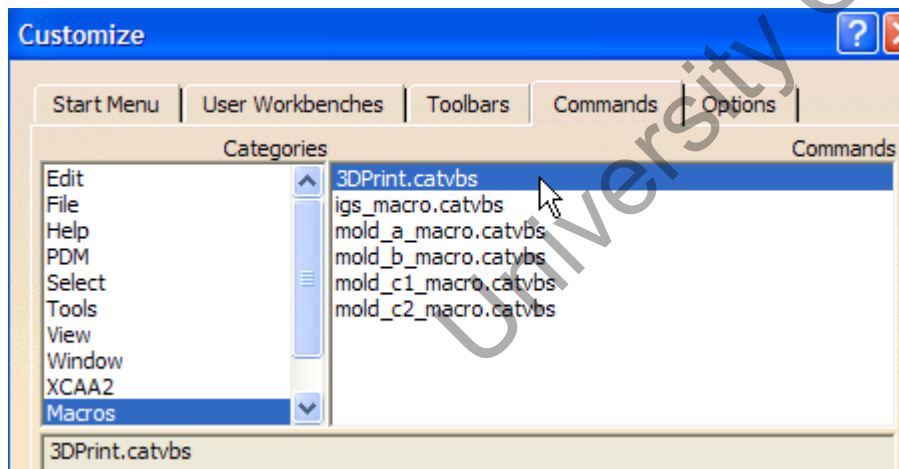
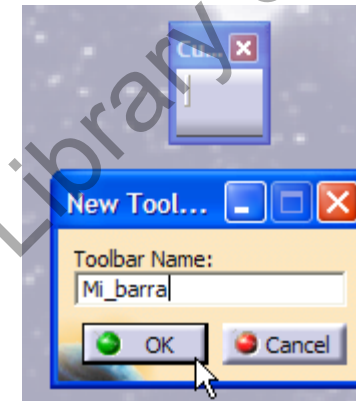
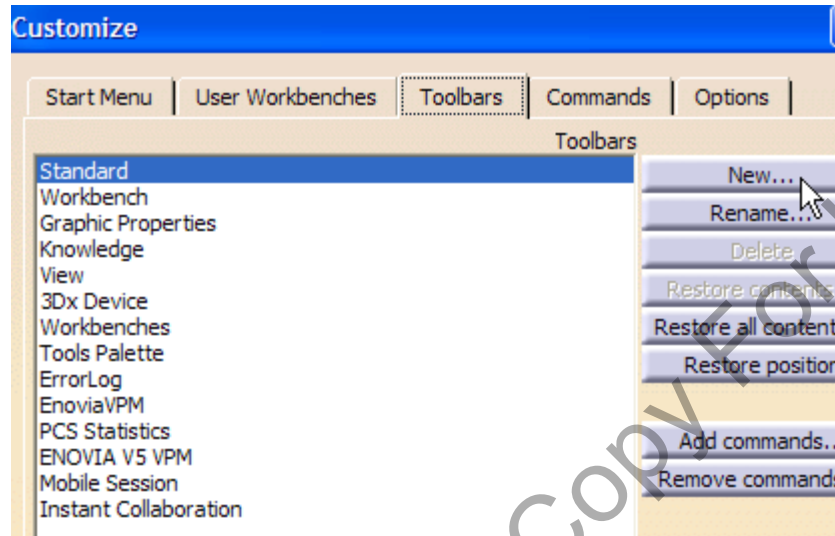
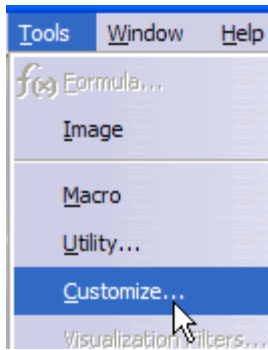
On the right, a text editor window titled 'Molde\_B.txt - Bloc de notas' displays the following G-code:

```

; Molde B
N5 G80 G40 G17 G94 G90 G44 G98
N10 T2 D2
N15 M06
N20 G43
N25 S3500 M03
N30 G00 X79.947 Y14.588
N35 Z5.
N40 G01 Z0 F300.
N45 X42.49 F1000.
N50 X42.095 Y14.89
N55 X42.093 Y75.95
N60 X42.152 Y76.951
N65 X42.61 Y78.407
N70 X73.96 Y129.565
N75 X73.468 Y130.132
N80 X73.53 Y130.366
N85 X76.106 Y134.569
N90 X74.612 Y135.529
N95 X71.98 Y131.237
N100 X71.817 Y131.119
N105 X71.238 Y131.33
N110 X71.058 Y131.232
N115 X70.626 Y131.12
N120 X56.789 Y139.598
N125 Z2.
N130 G00 Z4.975
N135 X79.947 Y14.588
N140 G01 Z-.025 F300.
N145 X42.49 F1000.
  
```

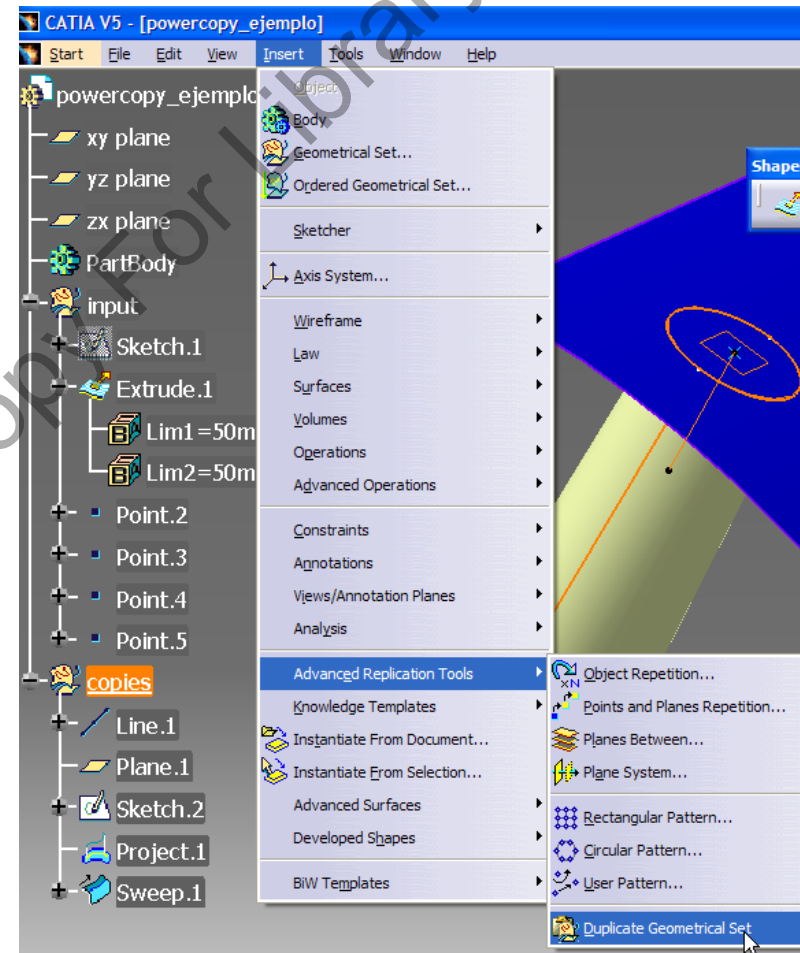
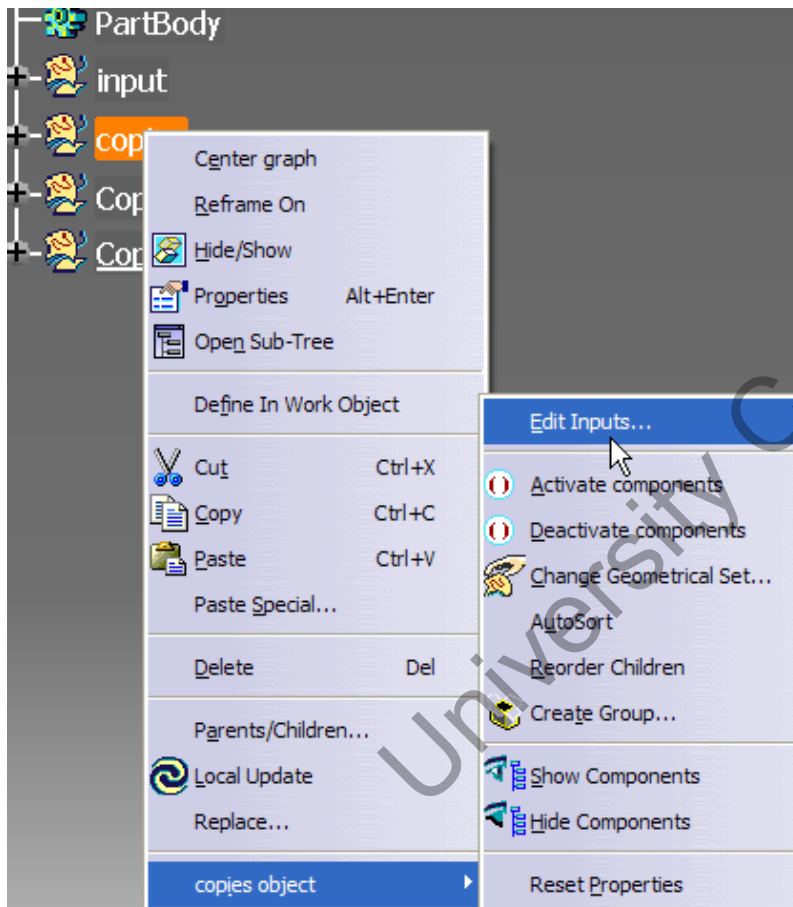
# • Crear botón para una macro.

Primero creamos una barra y luego el botón.



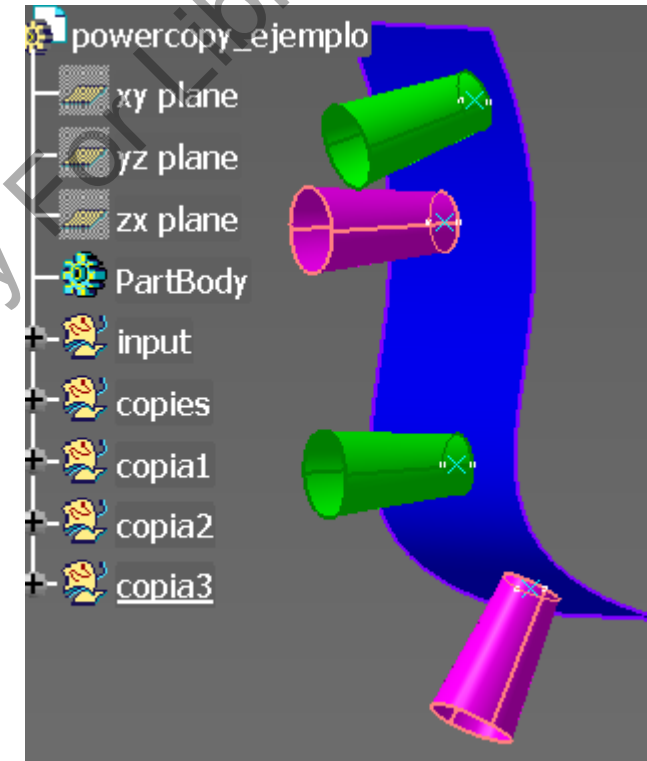
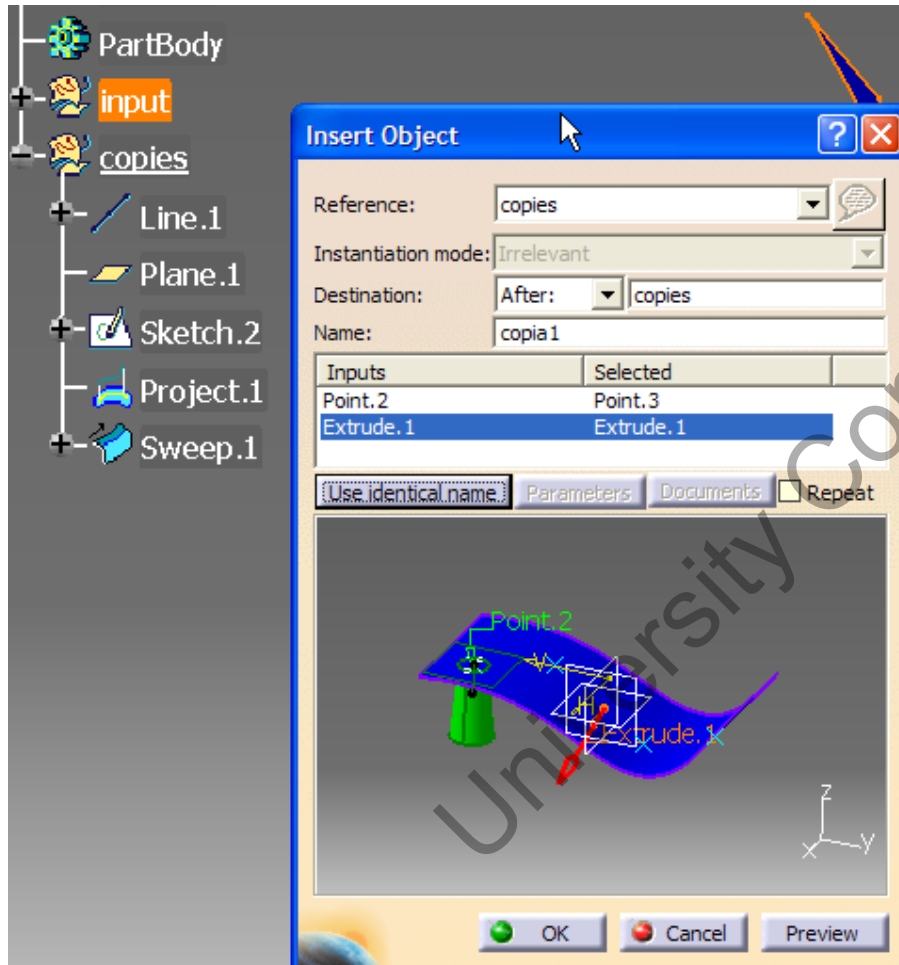
## • Duplicate geometrical set.

Al hacer un powercopy de un set geométrico nos pedirá todos los inputs de los que depende. Creamos un set para lo que queremos copiar en las posiciones de los inputs necesarios para ese input.



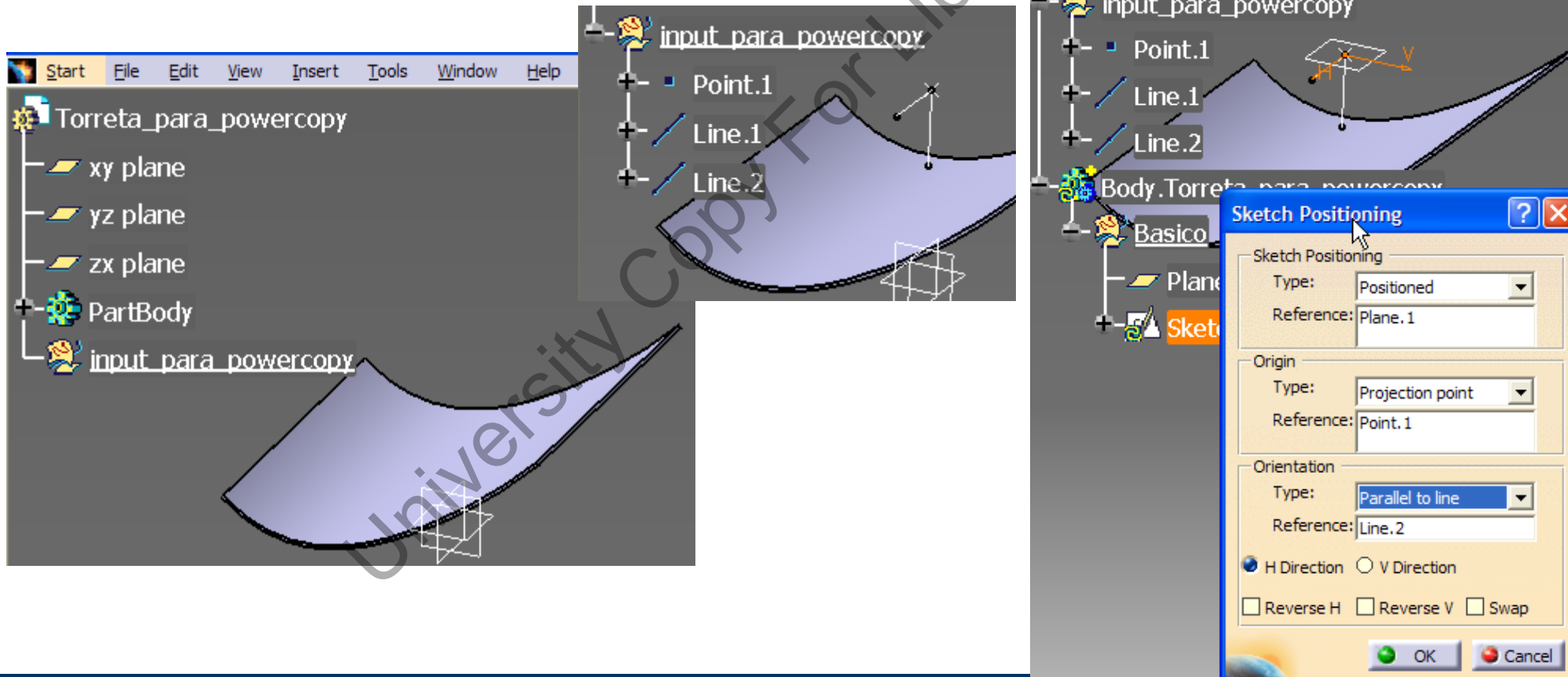
# • Duplicate geometrical set.

Como primer ejemplo copiamos sets geométricos en las posiciones nuevas.



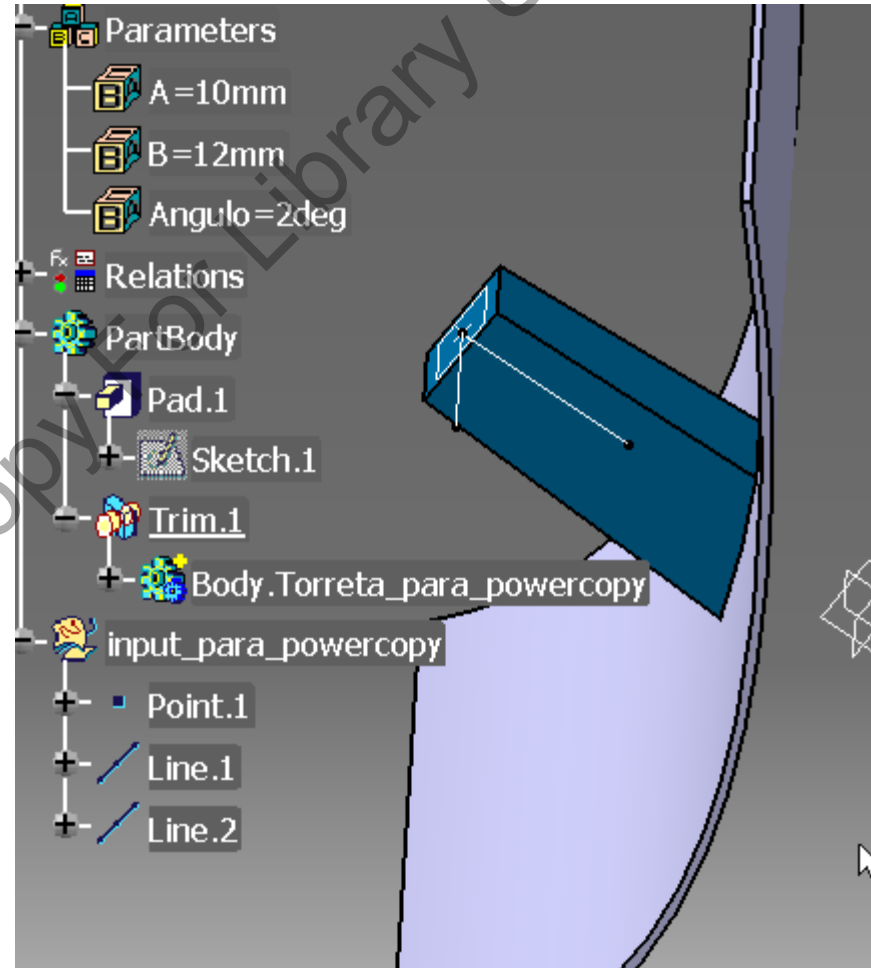
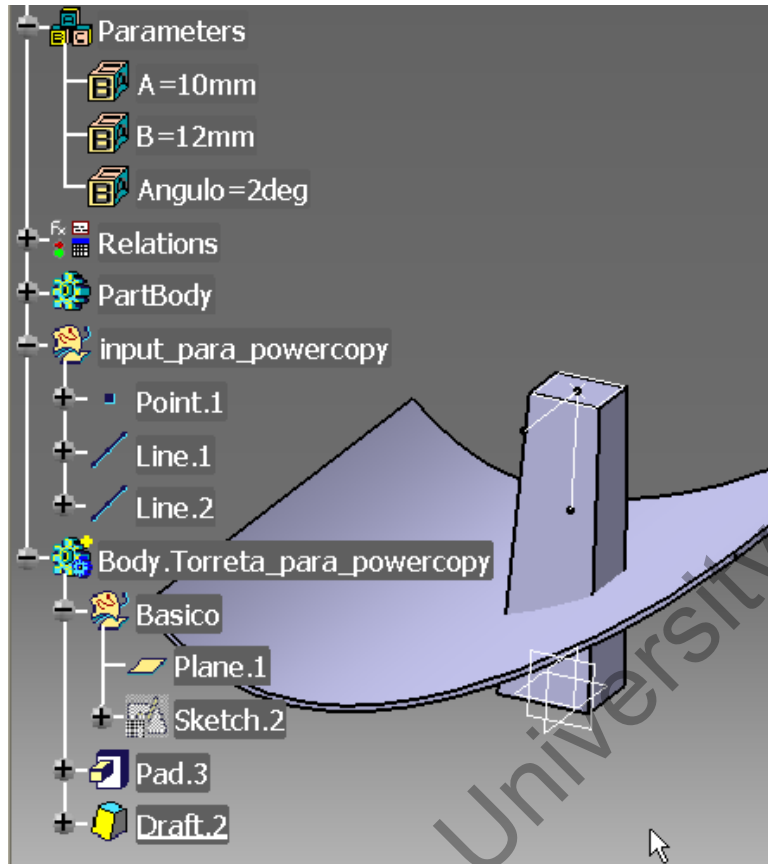
# • Powercopies.

Una manera más interesante de trabajar es hacer copias de un fichero o body usando una plantilla definida. Vamos a hacer un ejemplo para mostrar las ventajas. Creamos una pieza que tenga un sólido de diseño y creamos un set geométrico para el input necesario para el powercopy.



## • Powercopies.

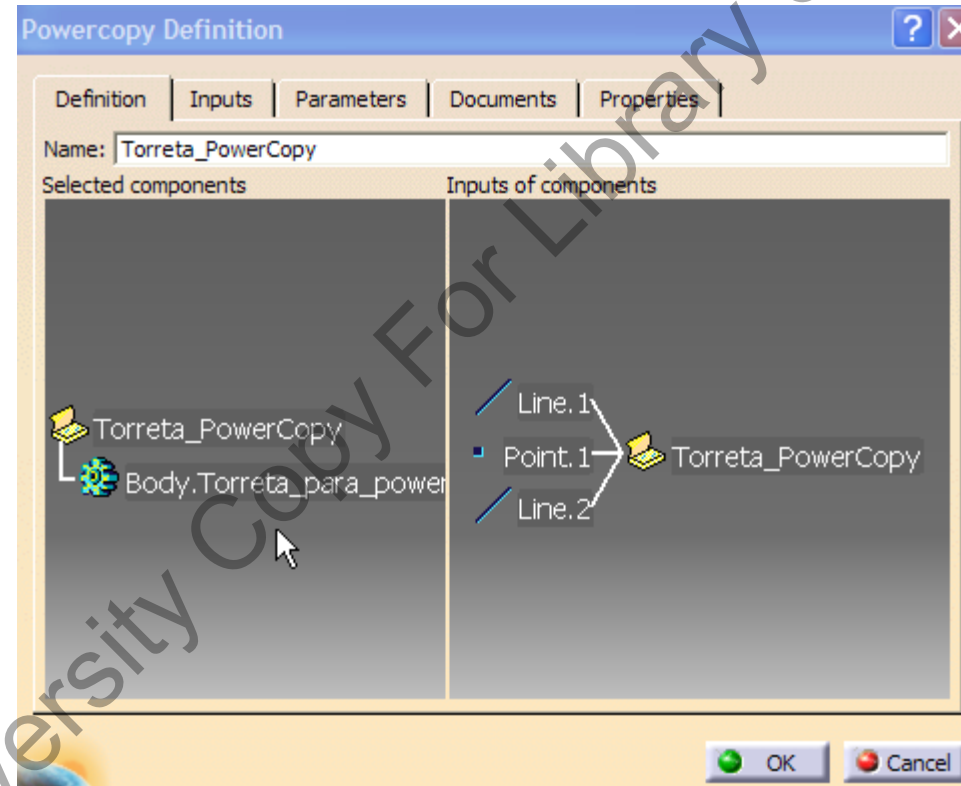
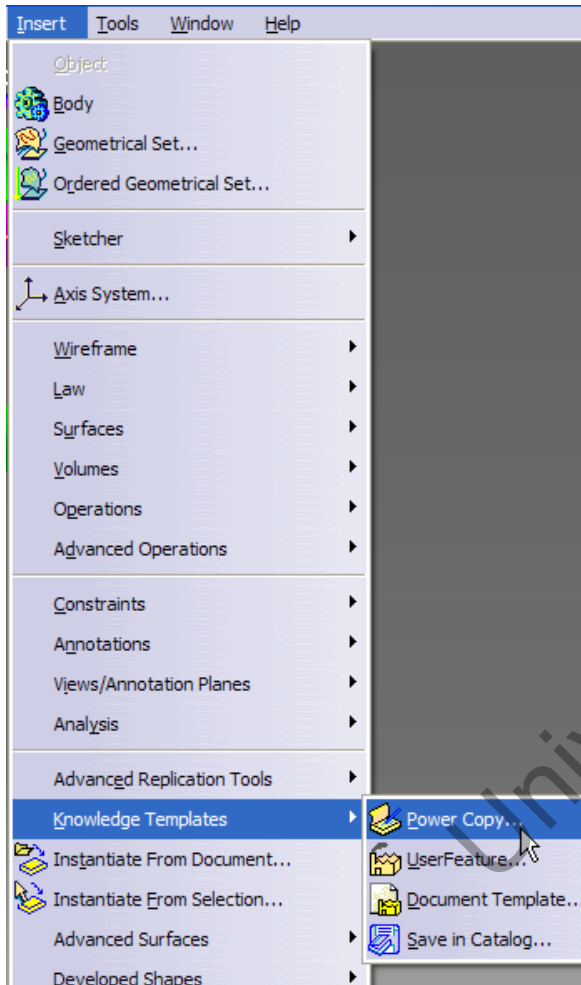
Una vez acabado se recorta con operación booleana y el documento se guarda.





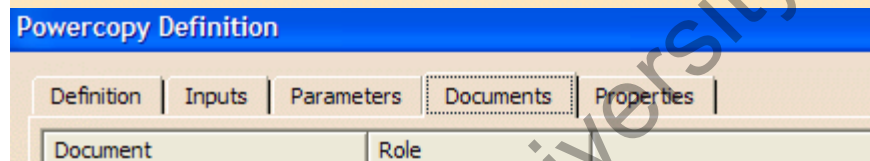
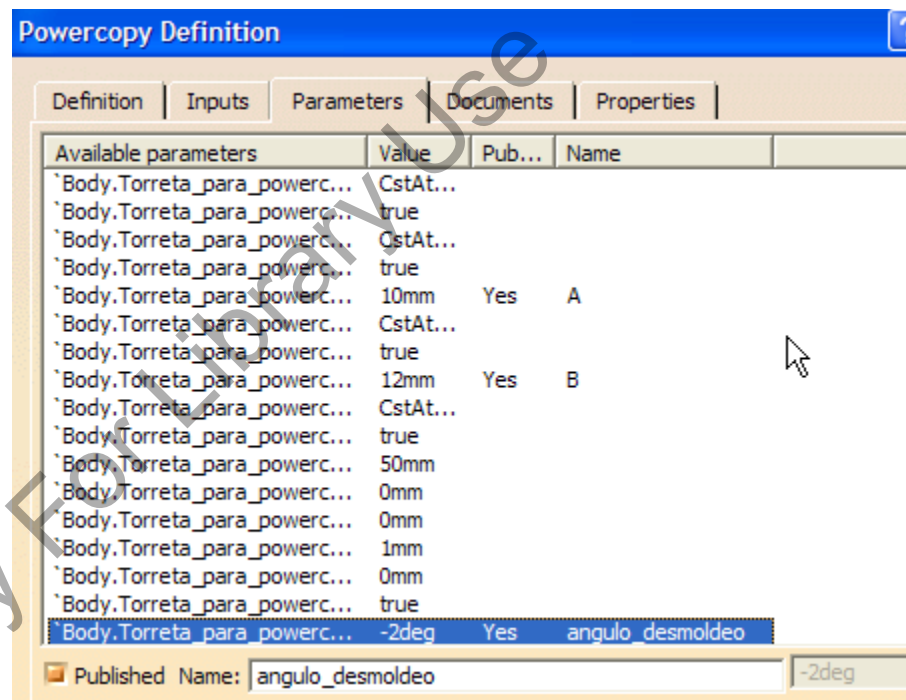
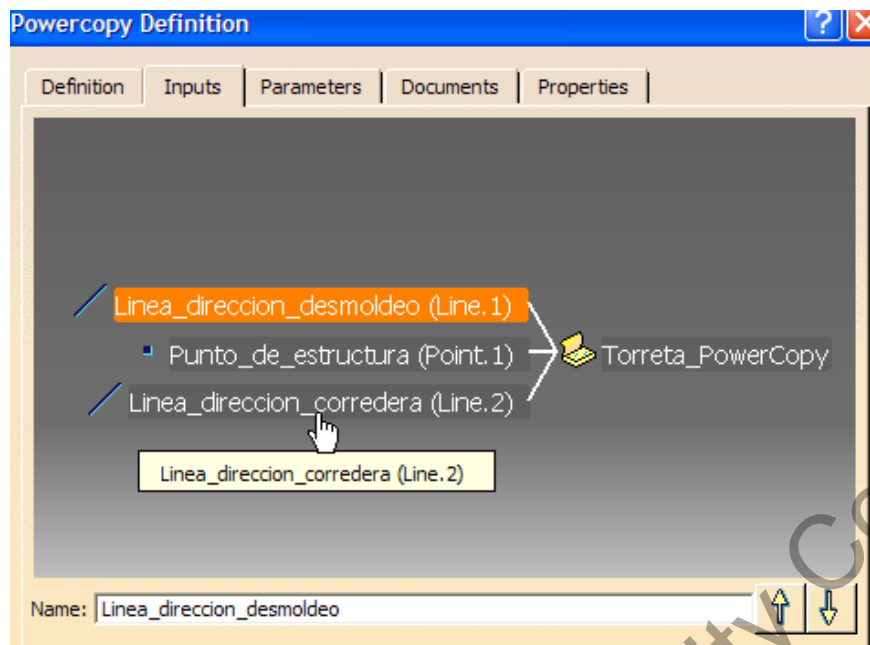
## • Powercopies.

Una manera más interesante de trabajar es hacer copias de un fichero o body usando una plantilla definida.

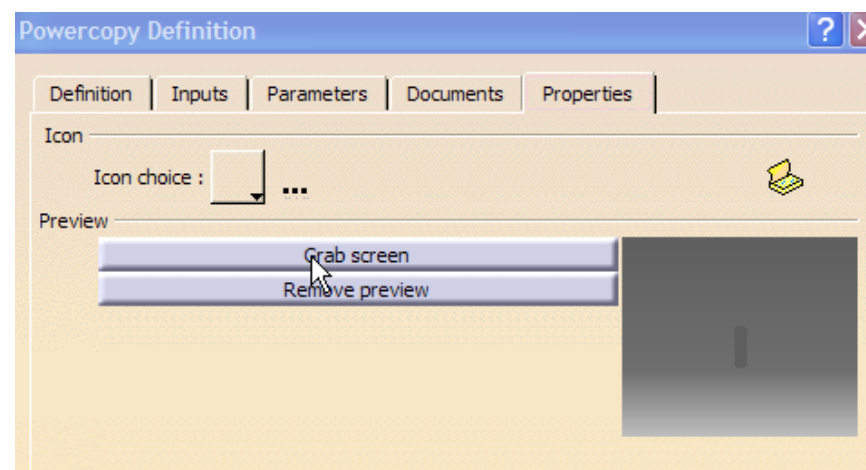


# • Powercopies.

Continuamos definiendo propiedades.

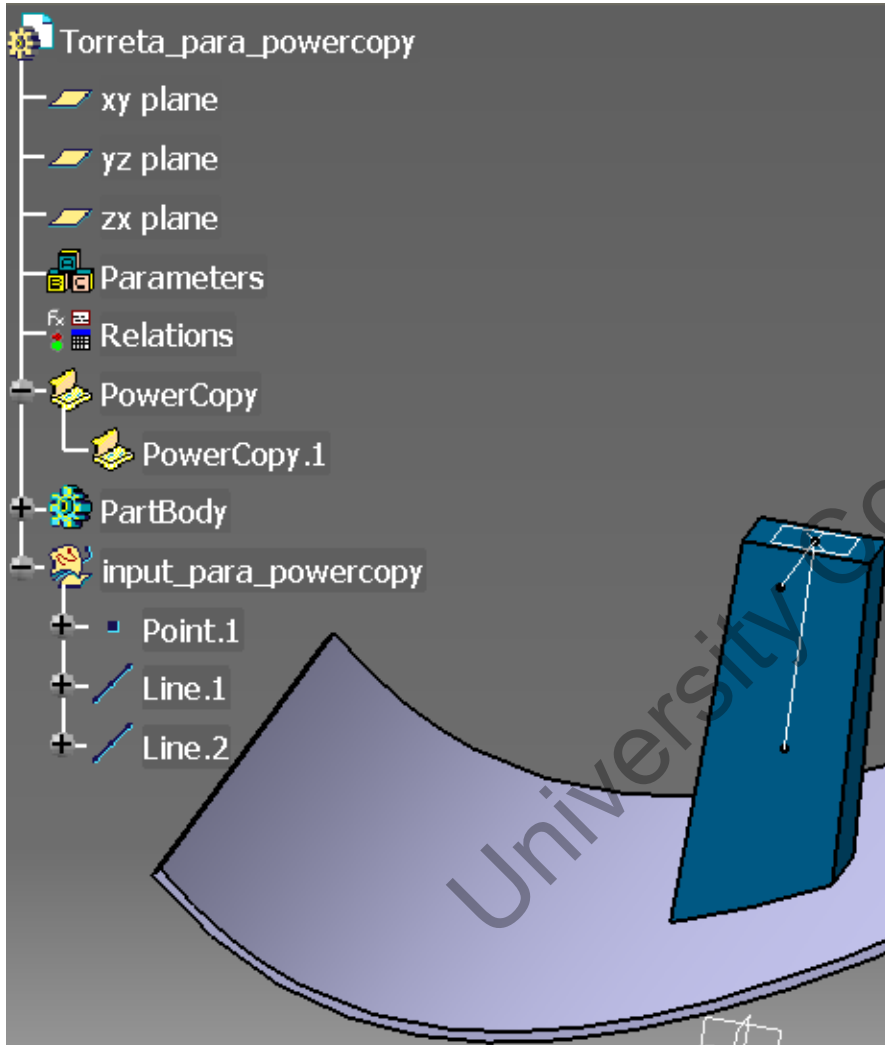


Vacío pero se puede ligar tabla de diseño por ejemplo.



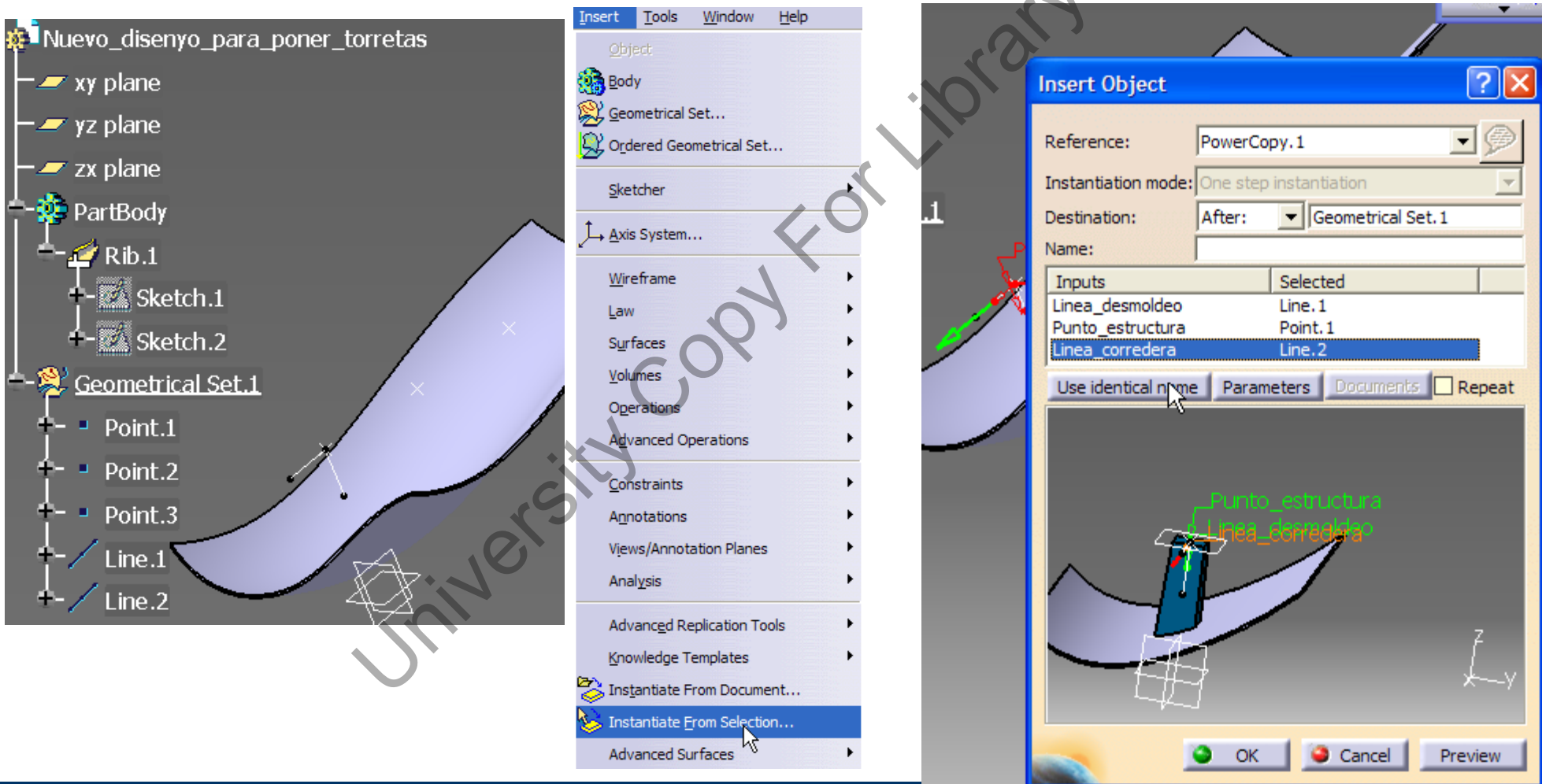
## • Powercopies.

Después de completar el proceso en el árbol aparece el powercopy.



## • Powercopies.

Una vez definido el powercopy tan sólo hay que colocarlo en posiciones nuevas. En un nuevo fichero necesitamos el body y los puntos y direcciones para insertar.



The screenshot illustrates the steps to insert a PowerCopy into a new file. On the left, the CAD tree shows a 'PartBody' with a 'Geometrical Set.1' containing several points and lines. The middle panel shows the 'Insert' menu with 'Instantiate From Selection...' highlighted. The right panel shows the 'Insert Object' dialog box with the following settings:

- Reference: PowerCopy.1
- Instantiation mode: One step instantiation
- Destination: After: Geometrical Set.1
- Name: (empty)

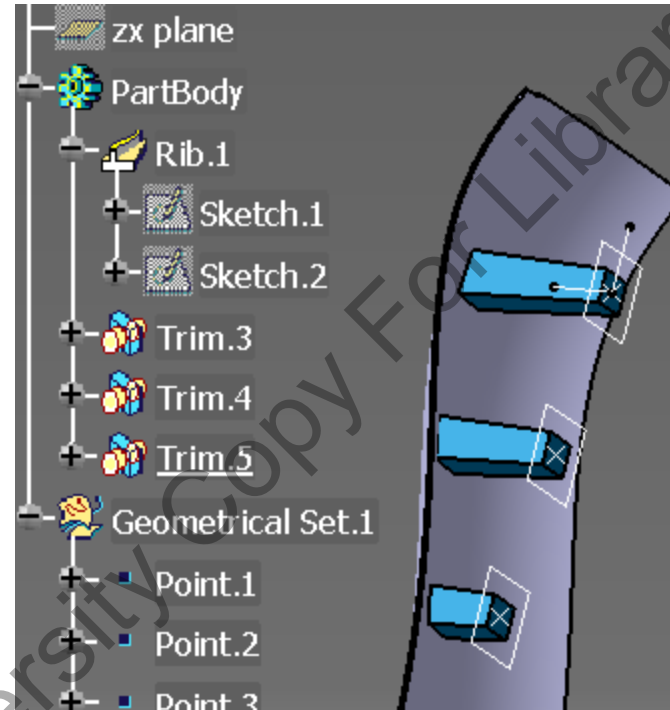
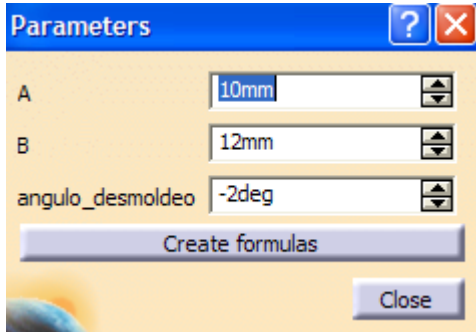
The dialog also displays a table of inputs and a preview of the object being inserted:

Inputs	Selected
Linea_desmoldeo	Line.1
Punto_estructura	Point.1
Linea_corredera	Line.2

The preview shows a 3D model of a part with a grid and labels for 'Punto\_estructura' and 'Linea\_corredera'.

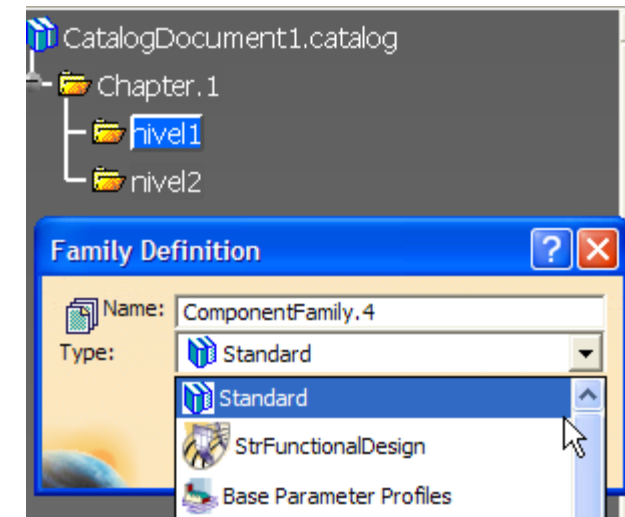
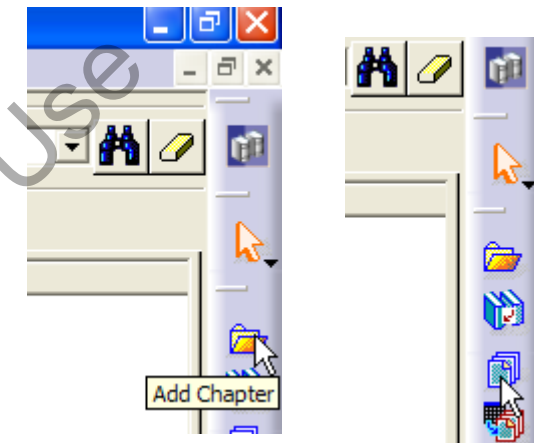
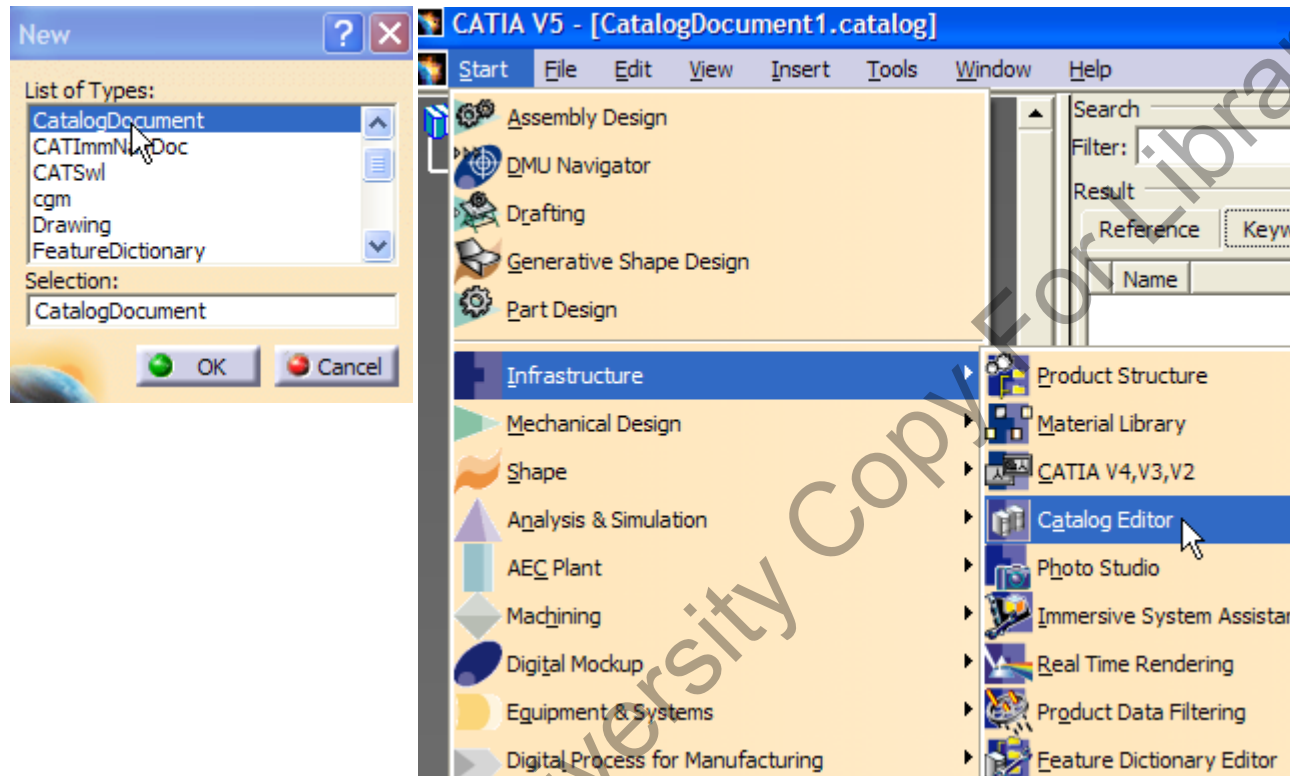
## • Powercopies.

Cuando se ha elegido la posición se puede elegir cambiar los parámetros.



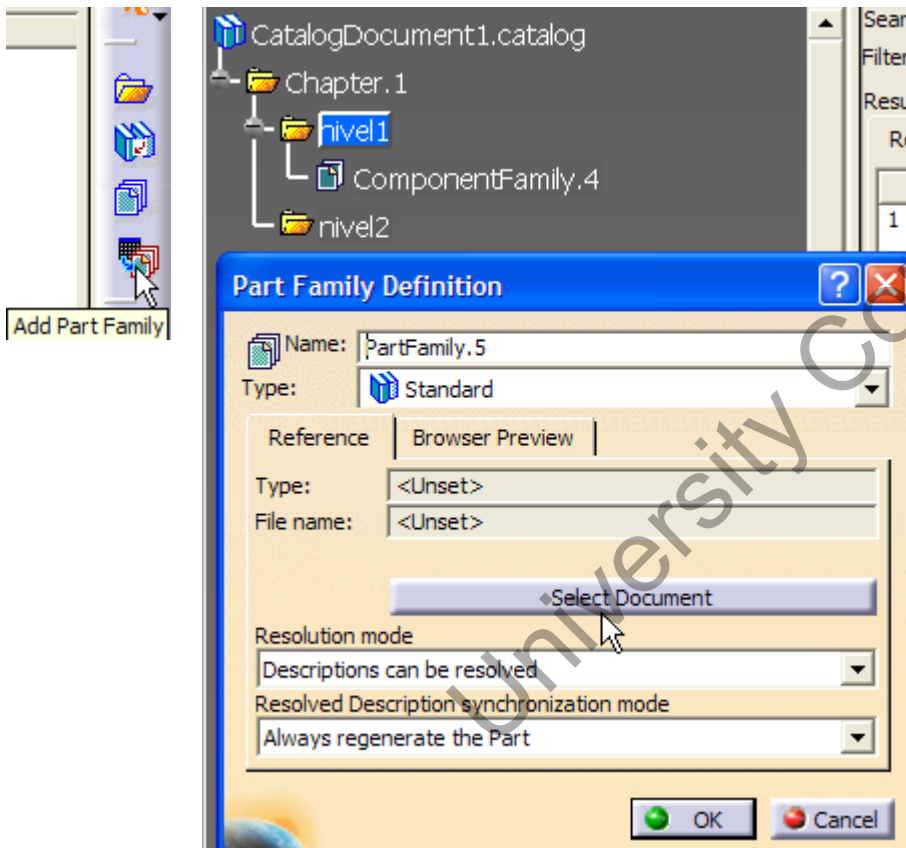
# • Estructura catálogos.

Podemos crear una estructura de catálogo.



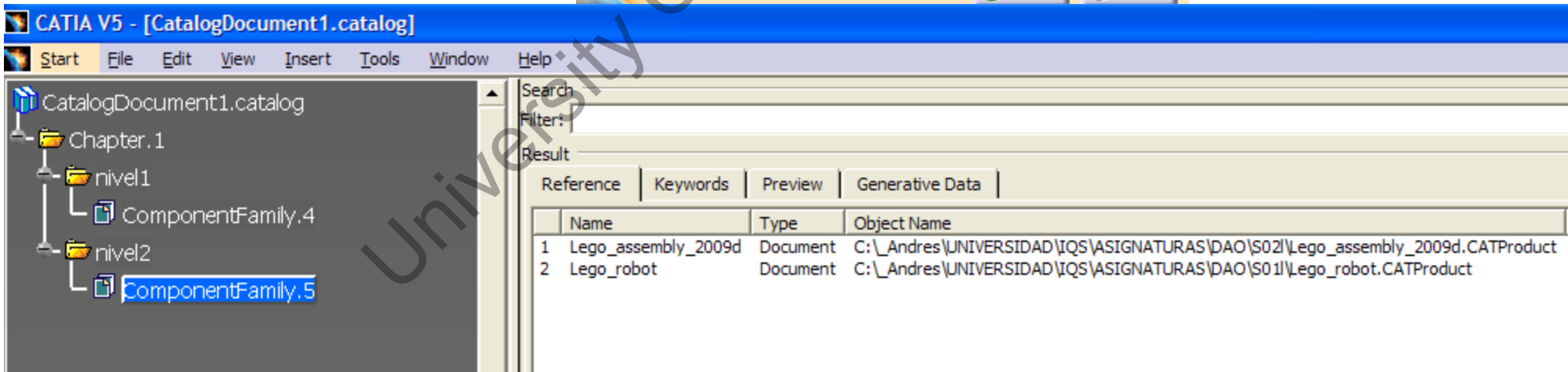
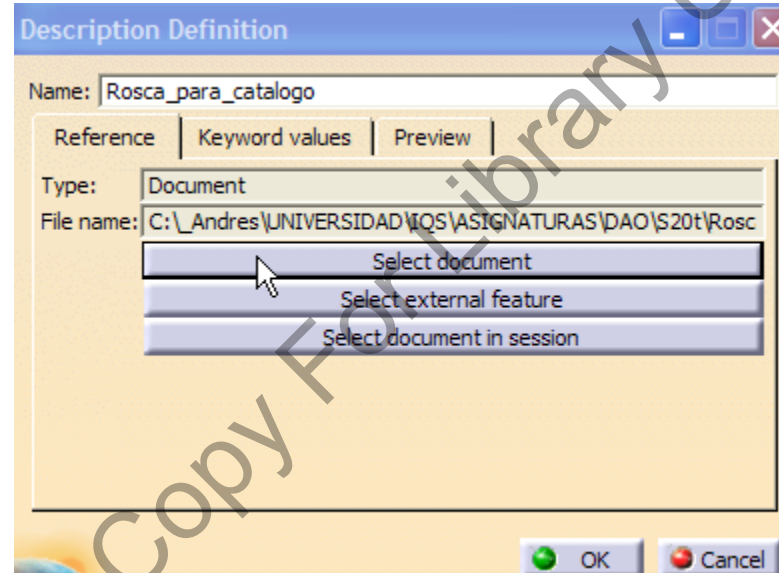
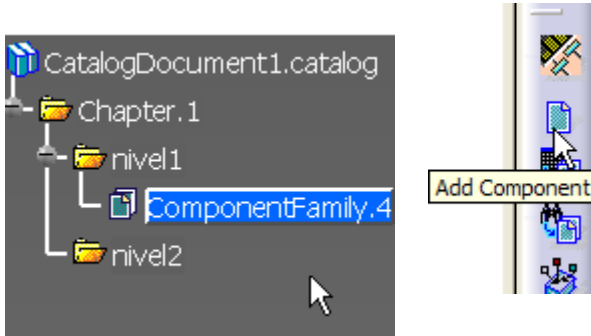
- Catálogo como tabla de diseño.

También se pueden poner catálogos como tablas de diseño. La primera columna se ha de llamar "PartNumber" y ha de incluir el nombre del fichero para generar desde el catálogo.



- Insertar piezas en un catálogo.

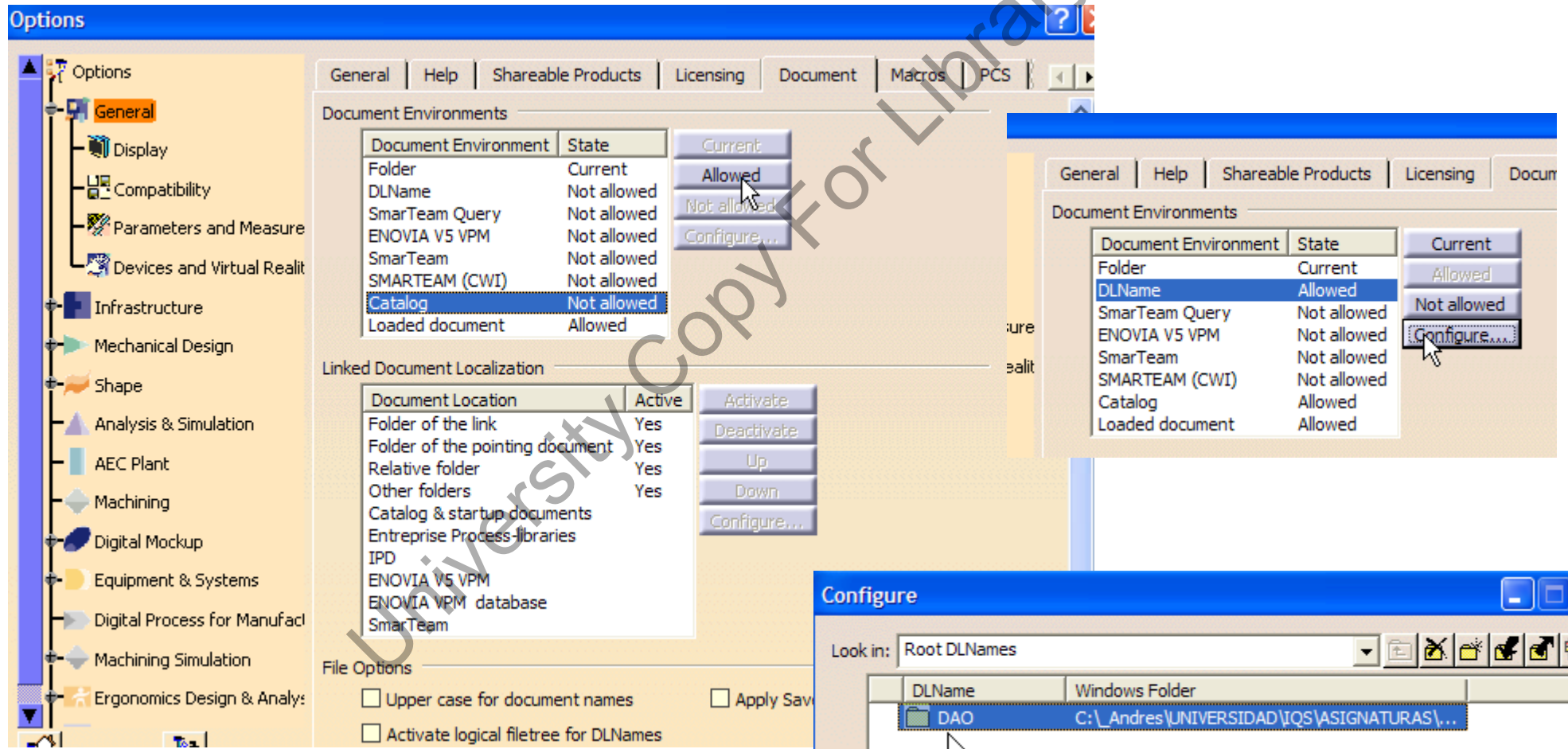
Vamos insertando piezas o ensamblajes en un catálogo.





## • Búsqueda de ficheros.

Para encontrar los ficheros de catálogos hay que jugar con las carpetas de las opciones.



The screenshot shows the 'Options' dialog box with the 'General' tab selected. The 'Document Environments' section contains the following table:

Document Environment	State	Buttons
Folder	Current	Current
DLName	Not allowed	Allowed
SmarTeam Query	Not allowed	Not allowed
ENOVIA V5 VPM	Not allowed	Configure...
SmarTeam	Not allowed	
SMARTEAM (CWI)	Not allowed	
Catalog	Not allowed	
Loaded document	Allowed	

The 'Linked Document Localization' section contains the following table:

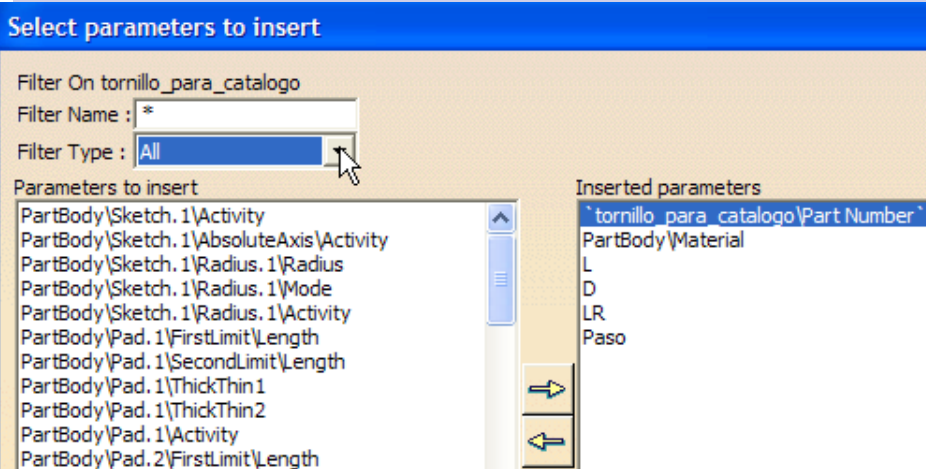
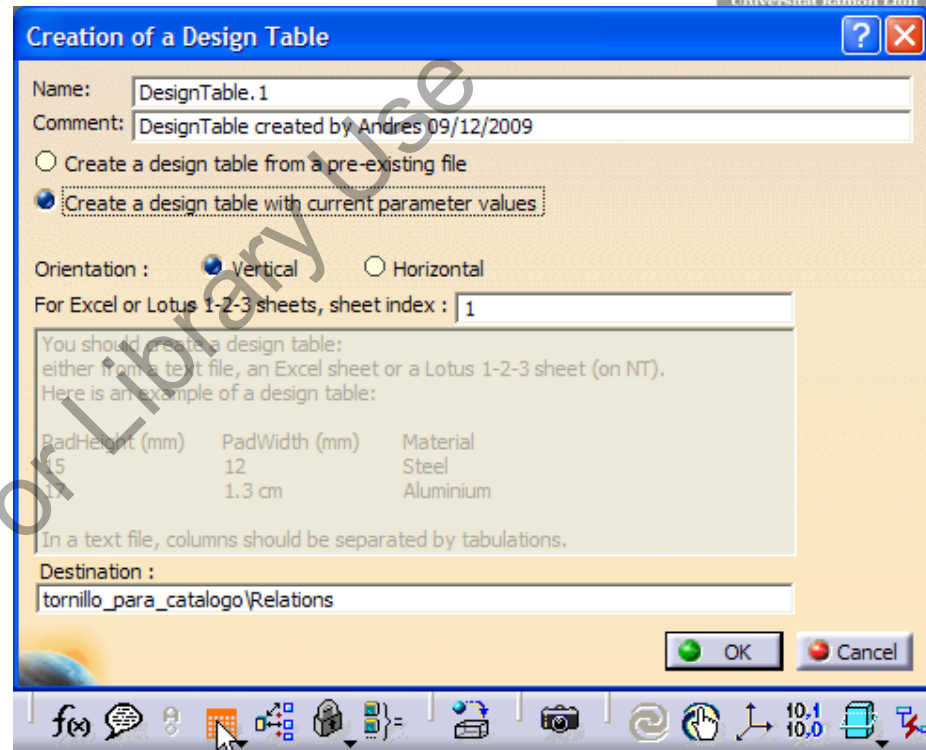
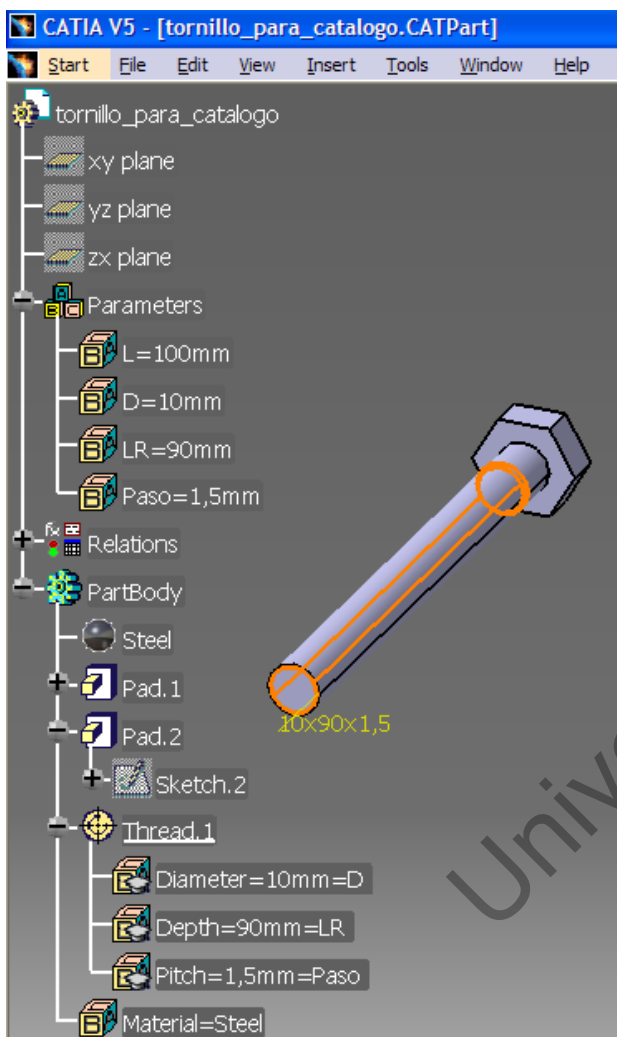
Document Location	Active	Buttons
Folder of the link	Yes	Activate
Folder of the pointing document	Yes	Deactivate
Relative folder	Yes	Up
Other folders	Yes	Down
Catalog & startup documents		Configure...
Enterprise Process libraries		
IPD		
ENOVIA V5 VPM		
ENOVIA VPM database		
SmarTeam		

The 'Configure' dialog box shows the 'Look in' field set to 'Root DLNames' and a file list with the following entries:

DLName	Windows Folder
DAO	C:\Andres\UNIVERSIDAD\IQS\ASIGNATURAS\...

# • Ejemplo de tornillo.

Creamos el tornillo con parámetros.

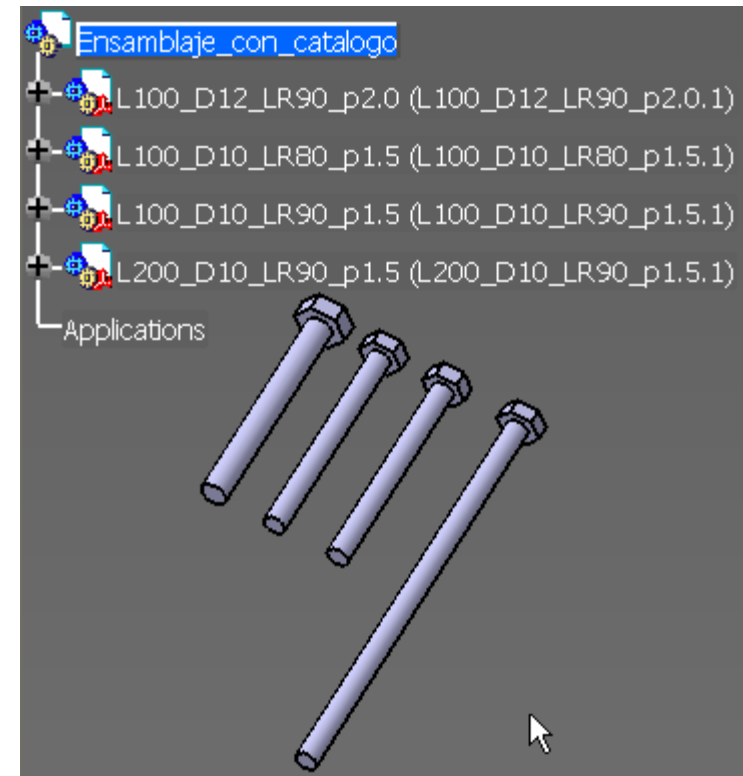
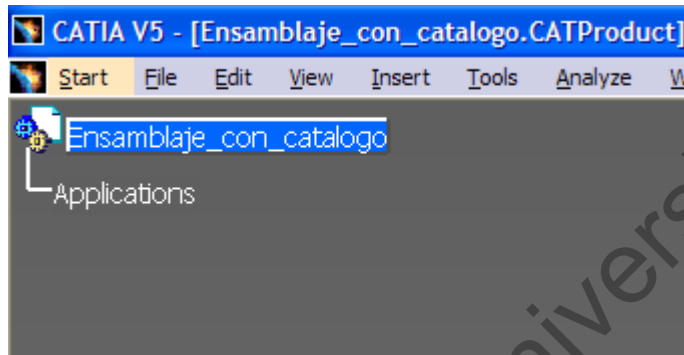
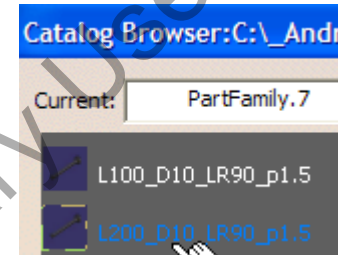


• Insertamos el tornillo en el catálogo.

Una vez generados se insertan.

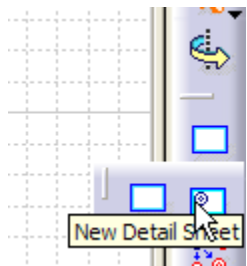
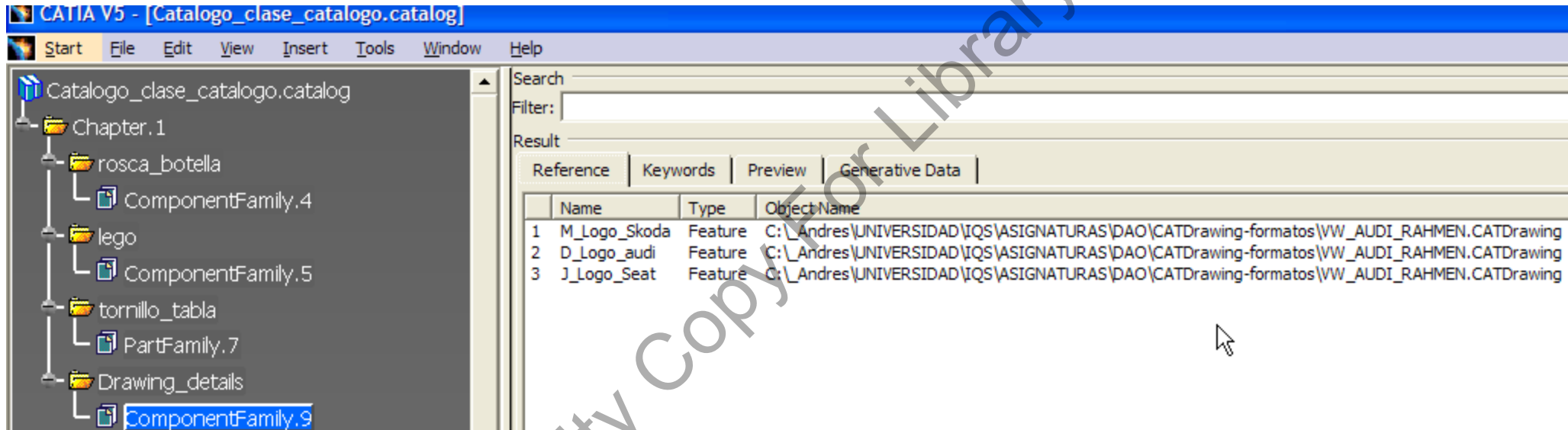
search \_\_\_\_\_  
filter: \_\_\_\_\_  
result \_\_\_\_\_

Reference	Keywords	Preview	Generative Data
1	Rosca_para_catalogo		
2	L100_D10_LR90_p1.5	L100_D10_LR90_p1.5	Steel 100mm 10mm 90mm 1,5mm
3	L200_D10_LR90_p1.5	L200_D10_LR90_p1.5	Steel 200mm 10mm 90mm 1,5mm
4	L100_D12_LR90_p2.0	L100_D12_LR90_p2.0	Steel 100mm 12mm 90mm 2mm
5	L100_D10_LR90_p2.0	L100_D10_LR90_p2.0	Steel 100mm 10mm 90mm 2mm
6	L100_D10_LR80_p1.5	L100_D10_LR80_p1.5	Steel 100mm 10mm 80mm 1,5mm



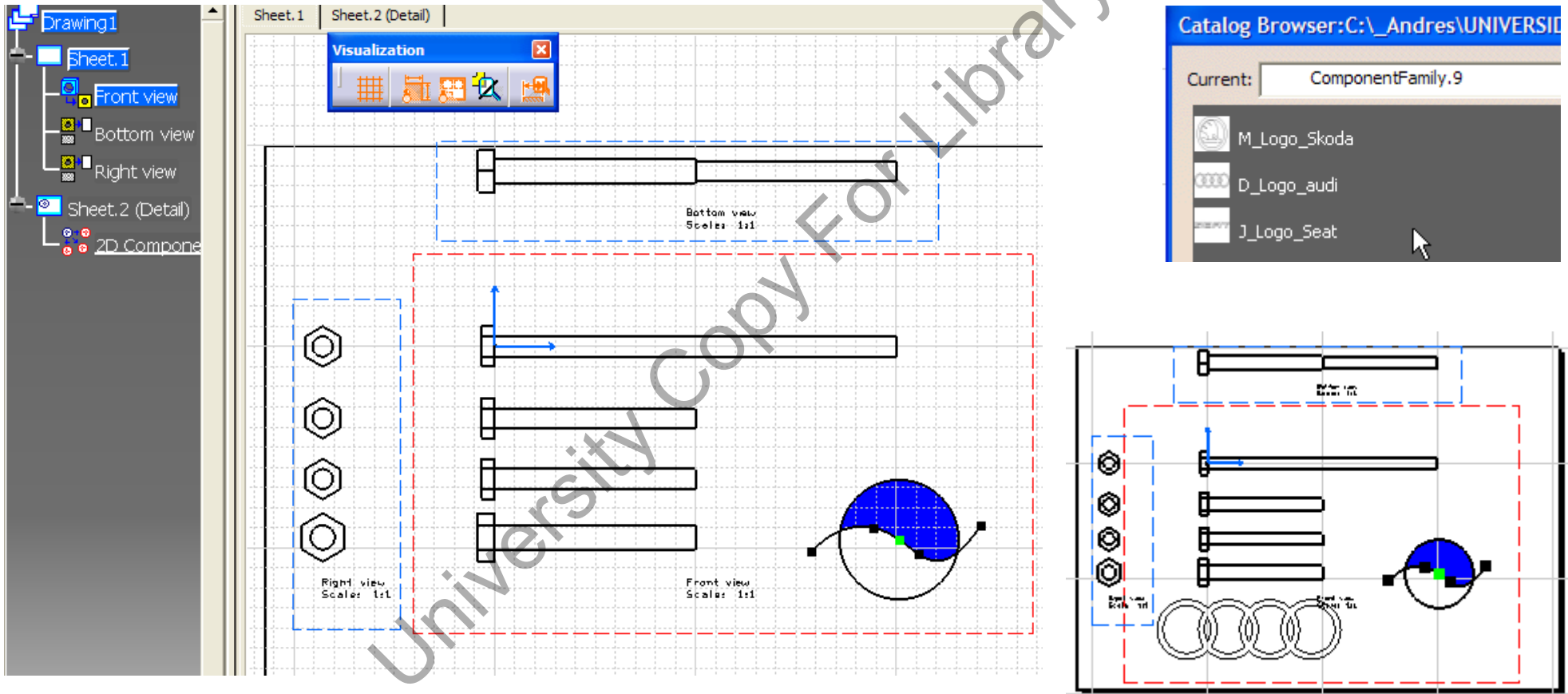
- Insertamos vistas de detalle en catálogo.

Si creamos un logo en un plano lo podemos hacer como vista de detalle en un catálogo.



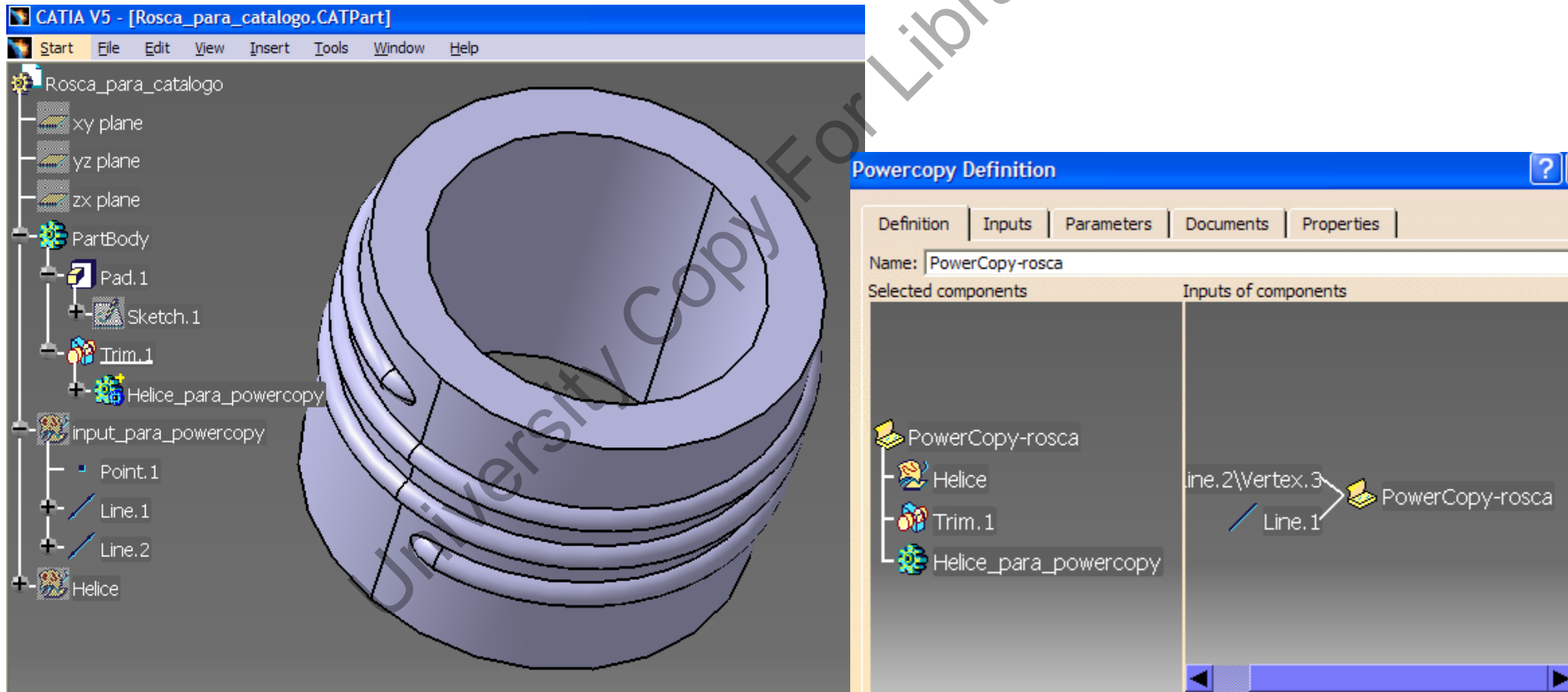
## • Copiar detalles en planos.

Una vez tenemos los detalles en el catálogo se pueden insertar en los planos.



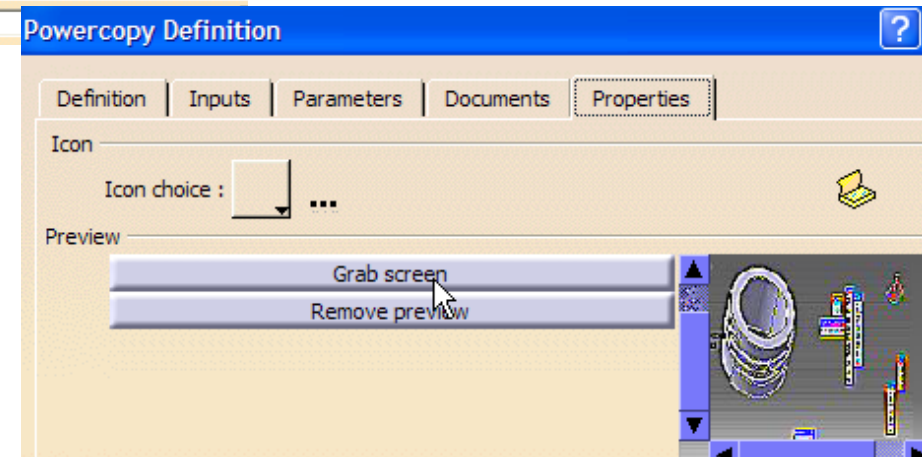
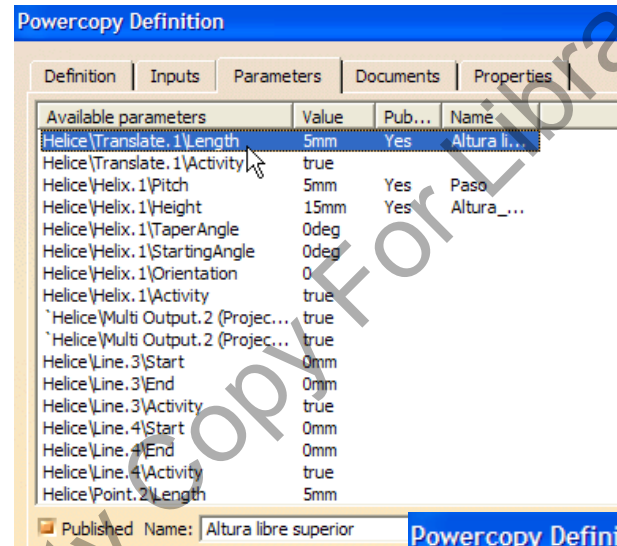
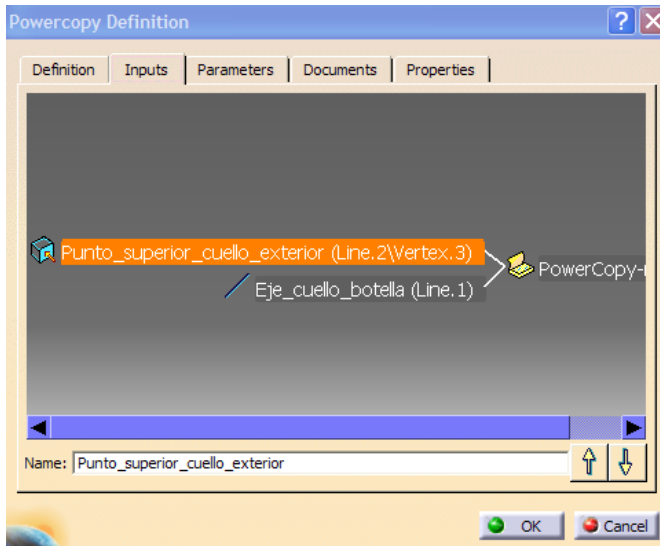
## • Inicio powercopy de rosca.

Creamos un ejercicio de un powercopy de roscas para convertirlo en catálogo. Creamos una rosca en un fichero y creamos el powercopy con la información necesaria para realizarla. Como ejemplo rápido: "Rosca\_para\_catalogo.CATPart"



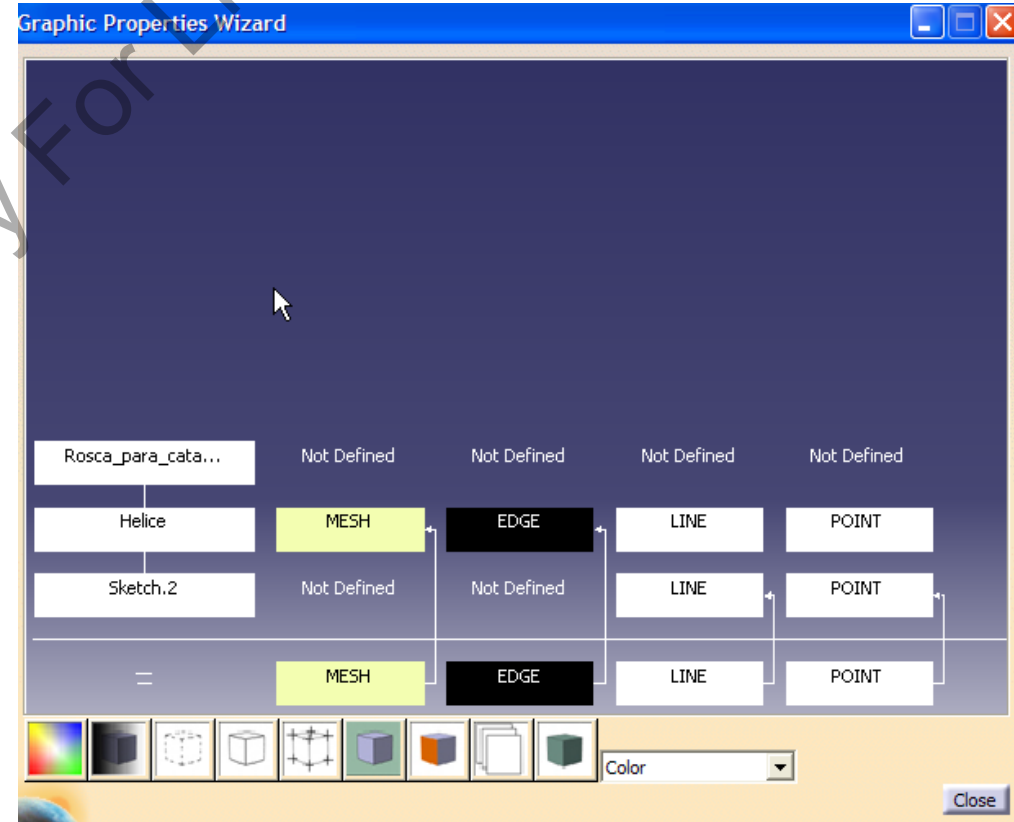
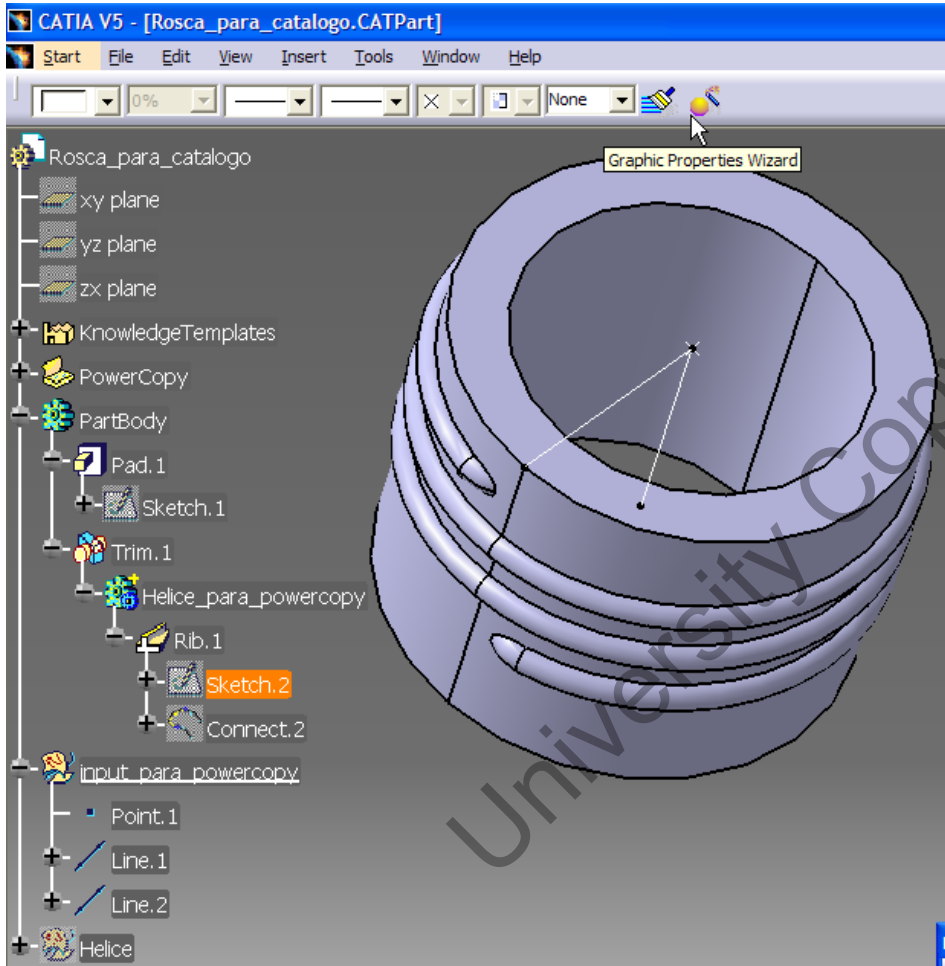
## • Continuamos con la definición de parámetros .

Además de los parámetros de entrada podemos colocar nombres a dichos parámetros y publicar otros para hacer la copia interactiva.



- Estudiar el fichero.

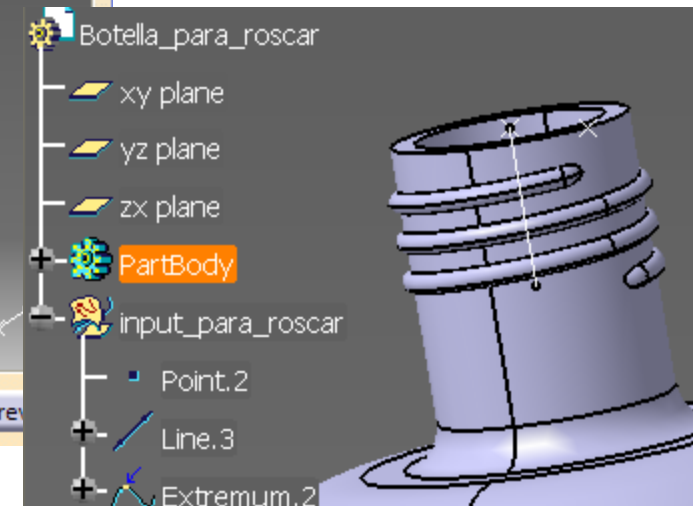
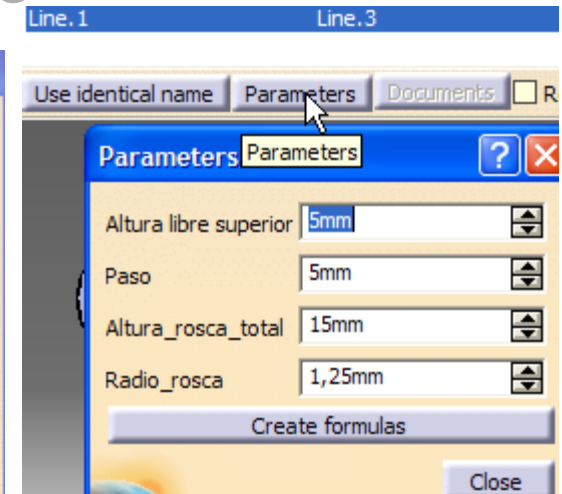
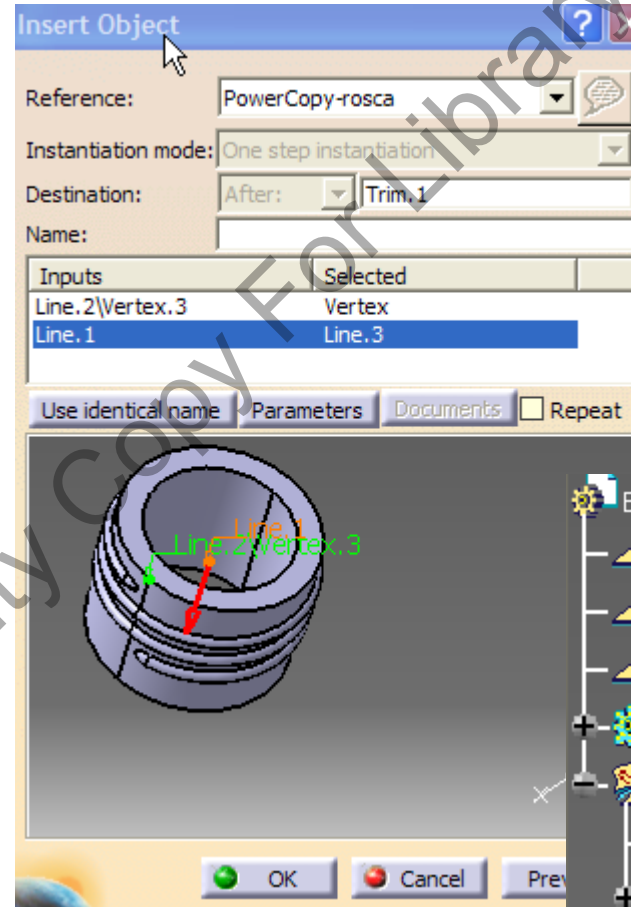
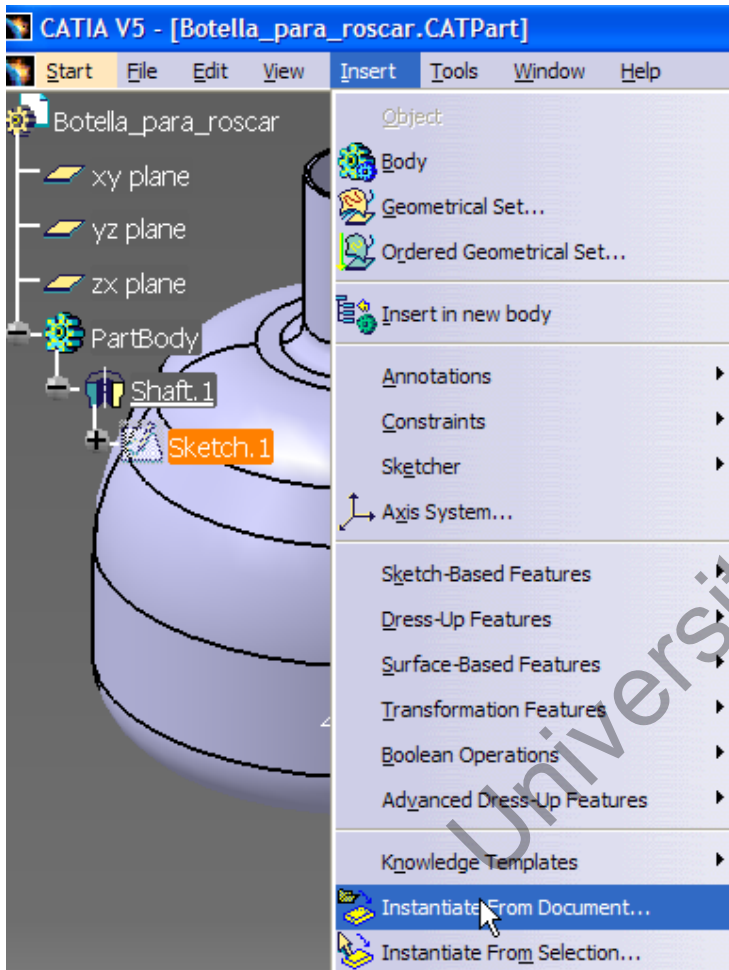
Se aconseja estudiar el fichero y mirar la visibilidad de curvas.





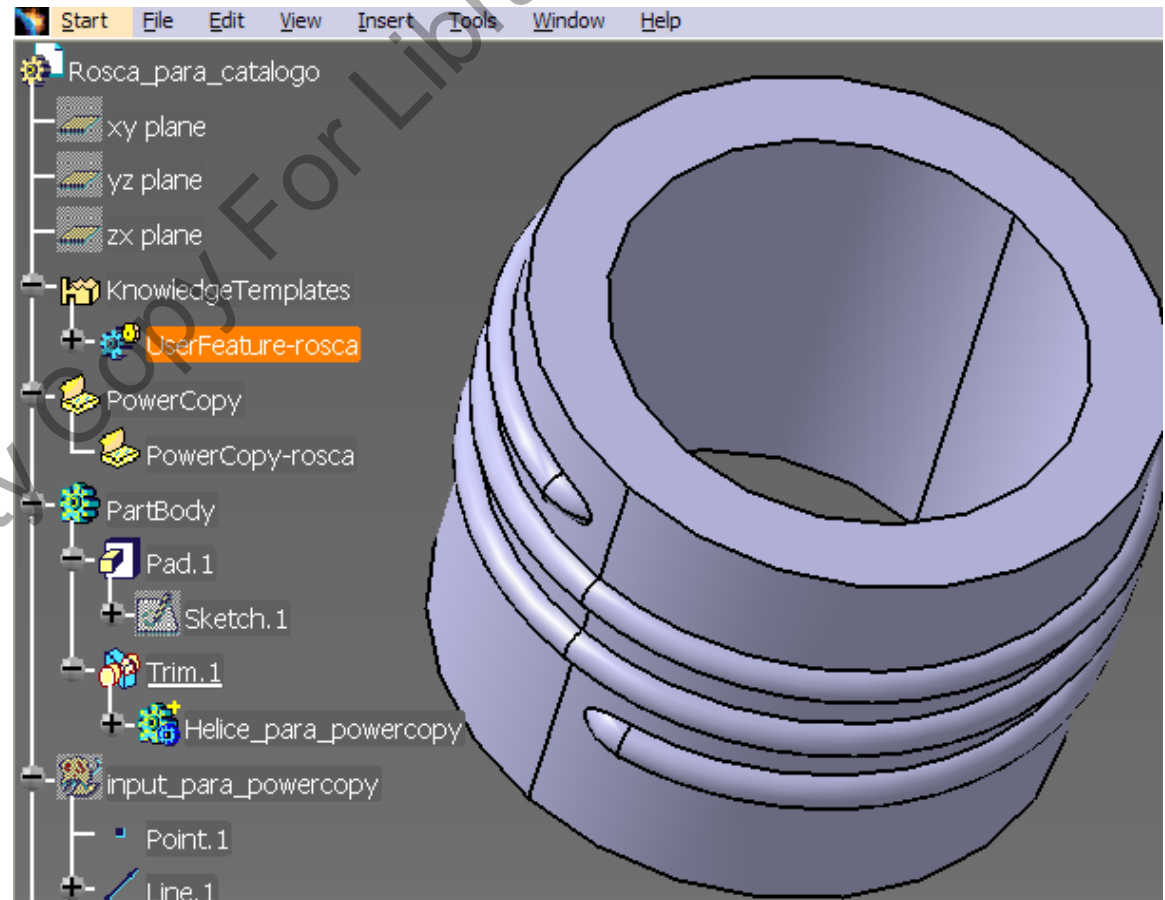
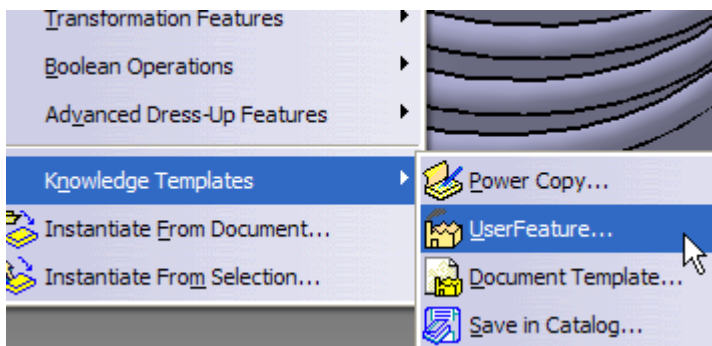
## • Colocar la rosca como powercopy.

Si abrimos la "Botella\_para\_rosca.CATPart" le podemos insertar el powercopy de rosca. Ejemplo acabado "Botella\_rosca\_powercopy.CATPart".



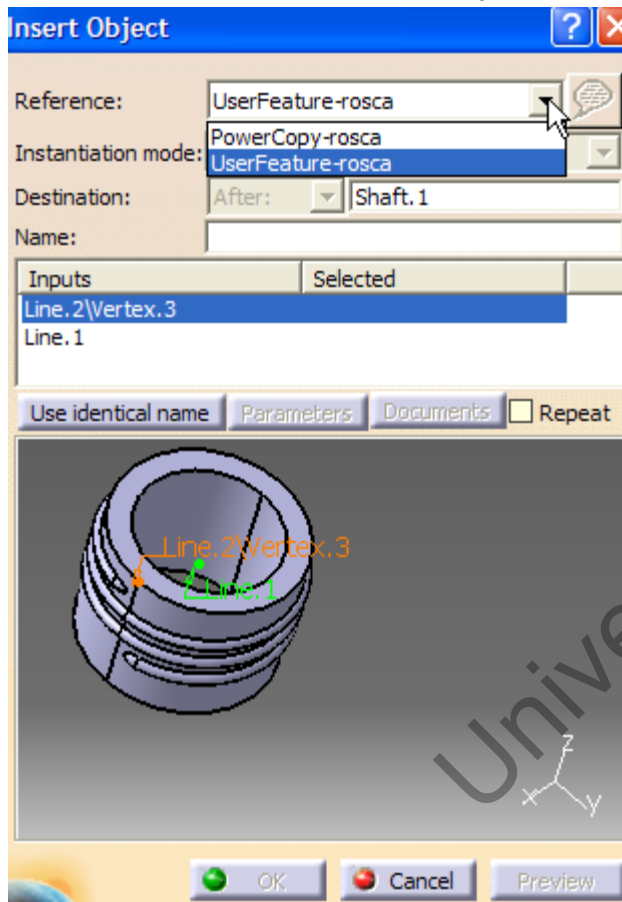
## • User features.

Si no queremos dar la posibilidad a nuestro cliente de que modifique nuestra geometría en lugar de darles un powercopy le podemos dar un user-feature. Realiza las mismas preguntas que el powercopy y alguna más referente a documentación.



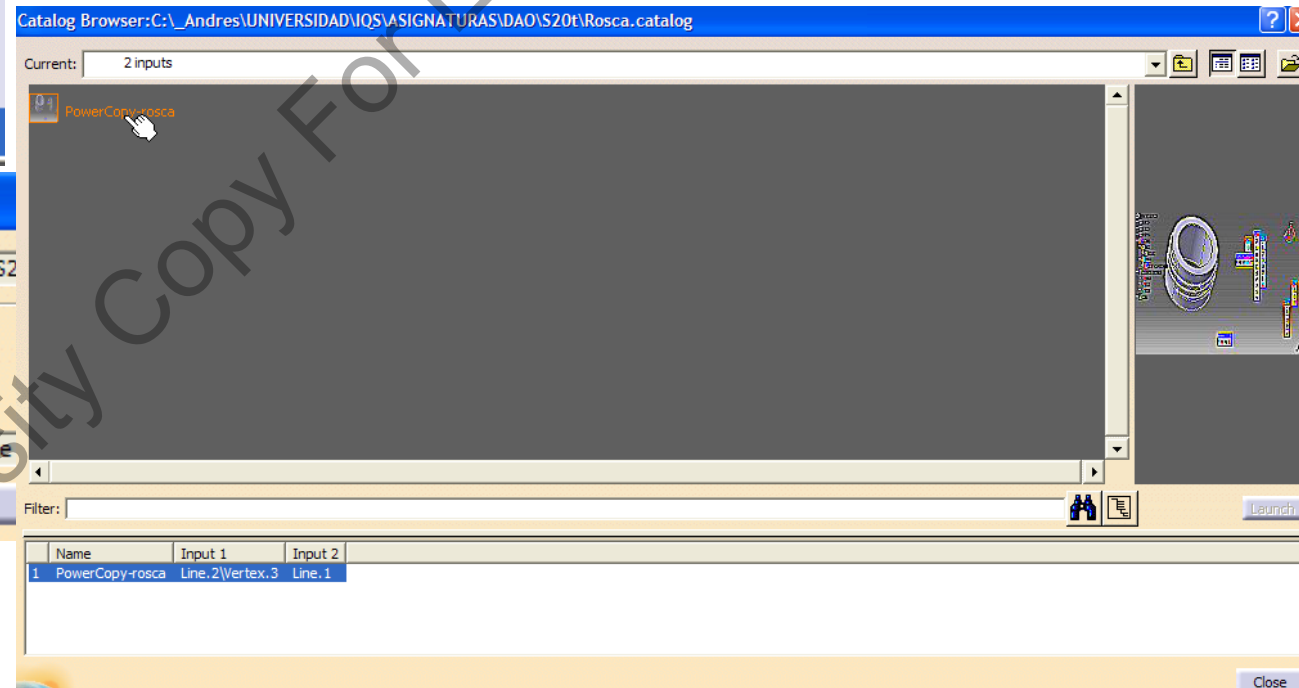
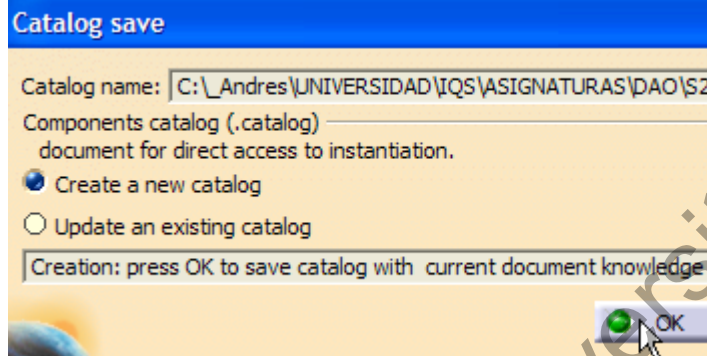
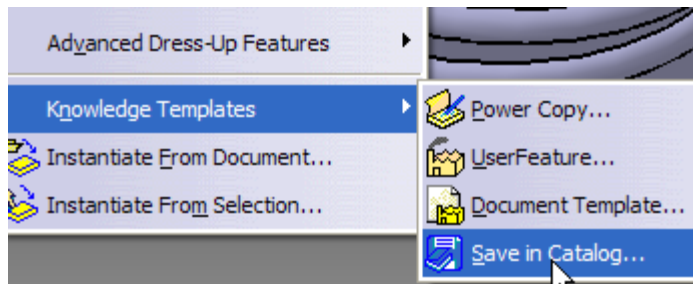
## • Resultado de User-feature.

El resultado de copia cuelga de la botella "Botella\_rosca\_user\_feature.CATPart". Ahora tan sólo se pueden cambiar los parámetros que publiquemos y no se puede ver como se construye la rosca.



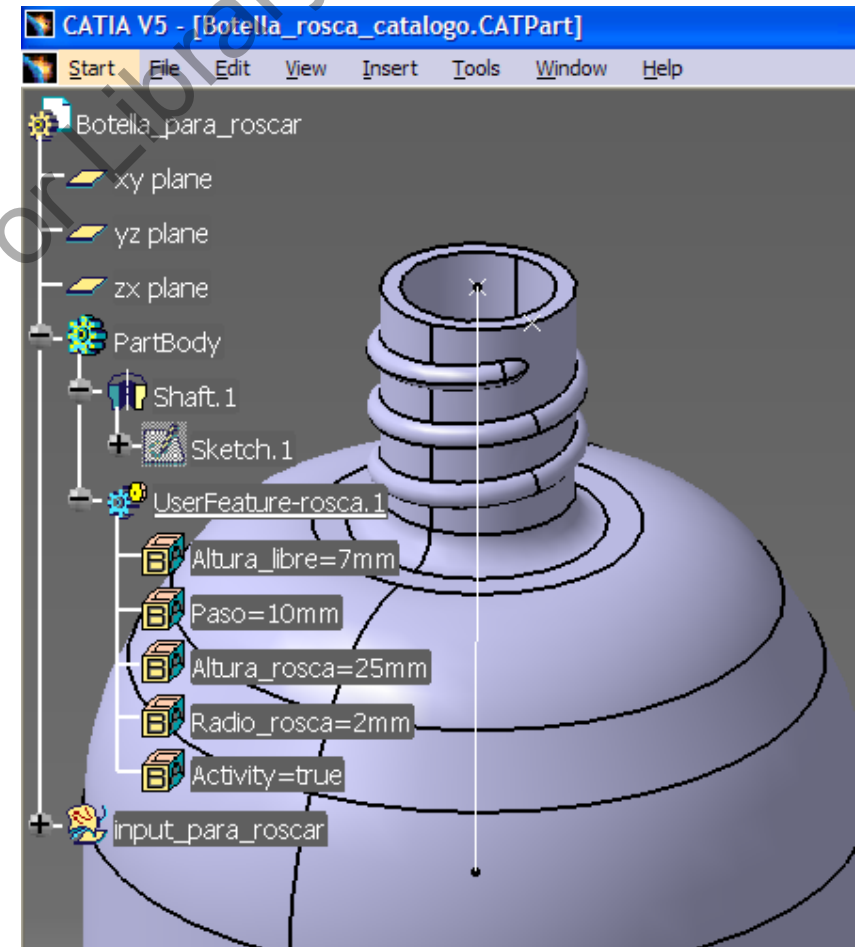
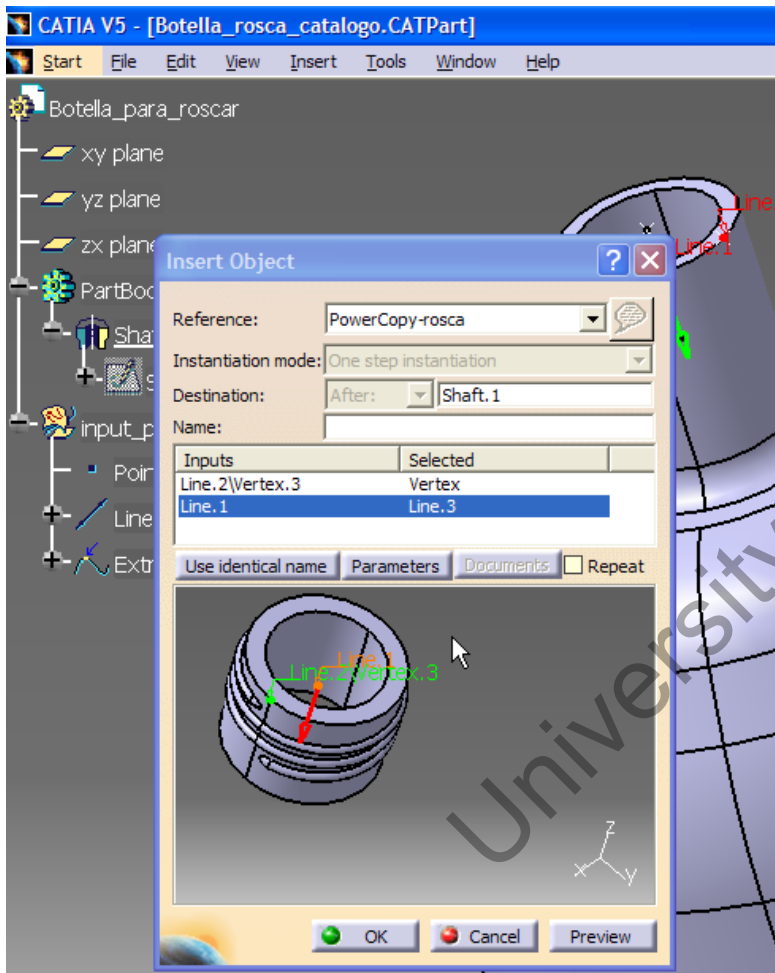
## • Catálogos.

Una vez definido el powercopy o user-feature se puede colocar en un catálogo.  
 Una vez guardado en un catálogo se pueden insertar roscas desde el catálogo.



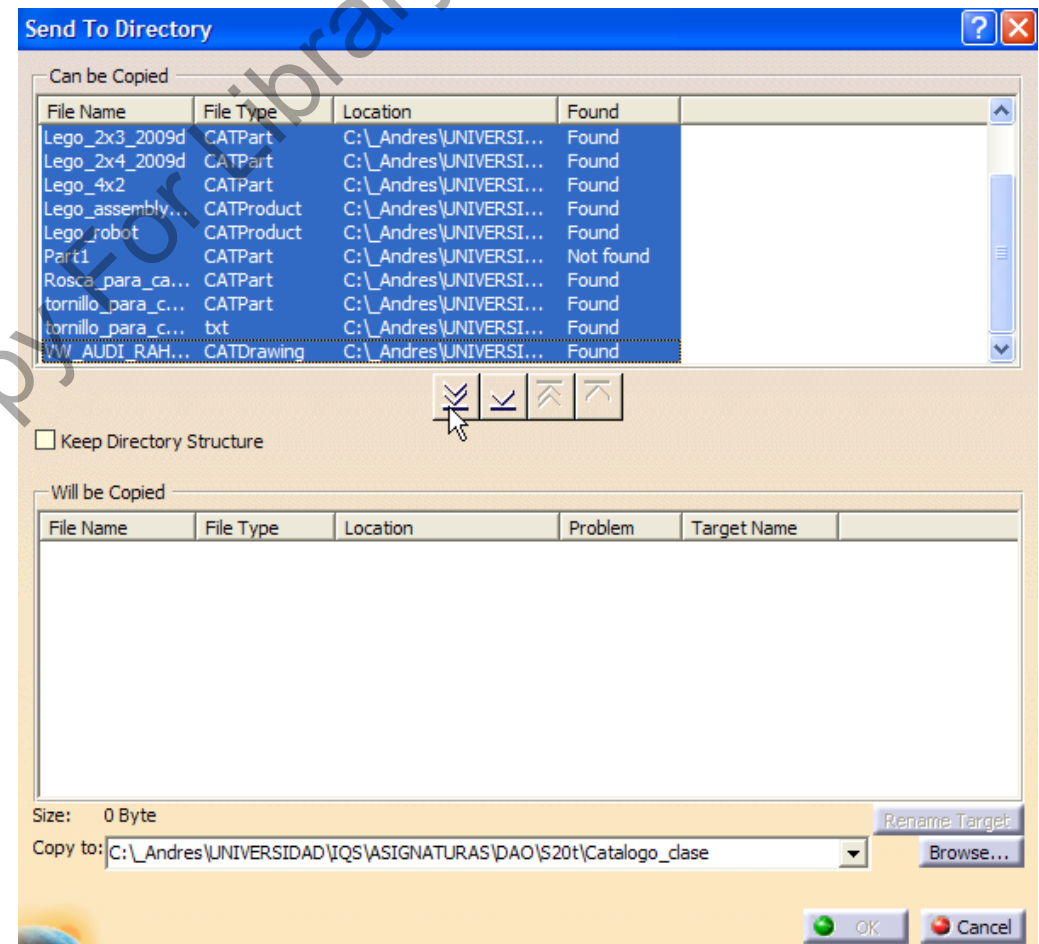
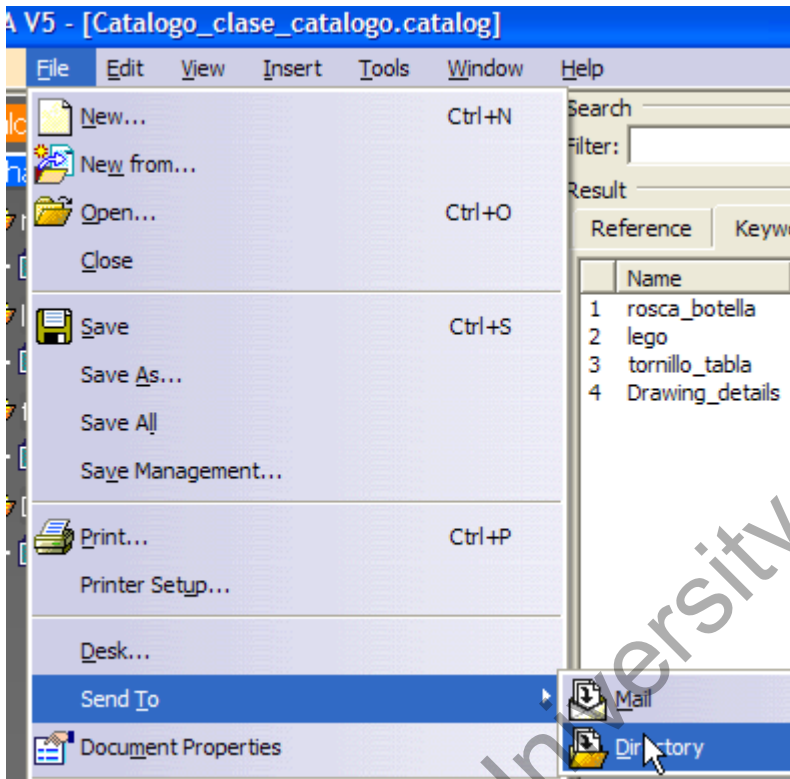
## • Catálogos.

Desde el catálogo las operaciones son las mismas. Un ejemplo rápido se encuentra en "Botella\_rosca\_catalogo.CATPart".



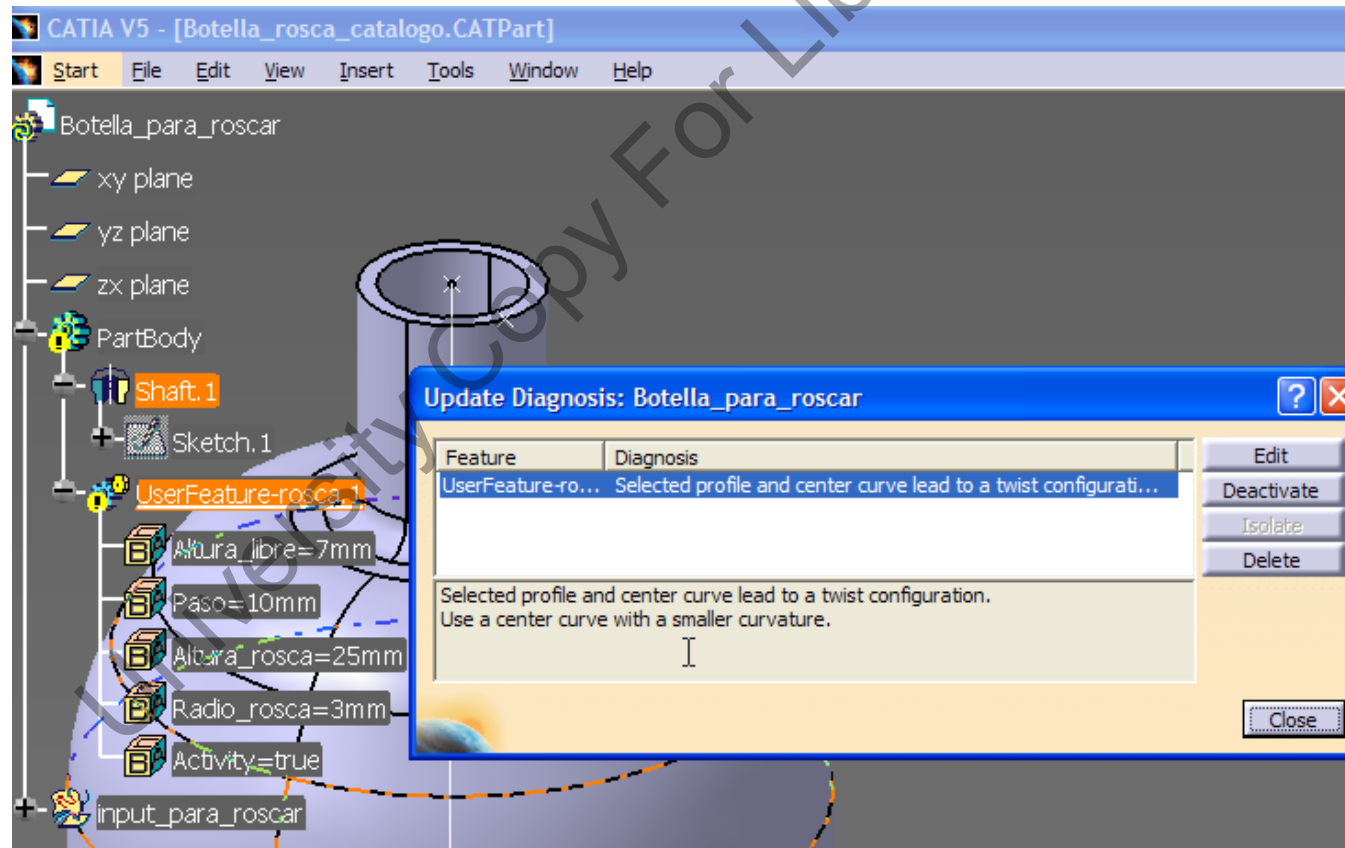
# • Copiar toda la información para proveedor.

Si queremos que el catálogo funcione en otro ordenador se necesita la misma estructura.



## • Ejercicio para casa.

Incluir ecuaciones en el Powercopy y User\_feature para poder hacer radios mayores. Ahora el radio de 3mm falla ya que la hélice está redondeada con radios de 5mm y este parámetro no se ha pasado en el Powercopy. Este fichero será necesario para el examen.



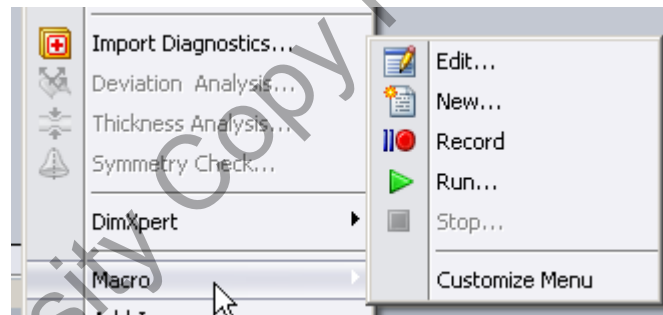
University Copy For Library Use  
SolidWorks



## • Macros.

Una macro es un conjunto de comandos que se pueden aplicar con un único clic. Pueden automatizar casi todas las tareas que se puedan realizar en el programa que se esté utilizando. Principalmente sirven para realizar acciones muy repetitivas.

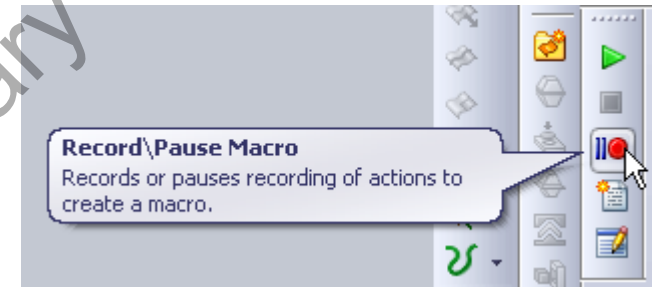
Las macros se encuentran en el menú: Tools -> Macro



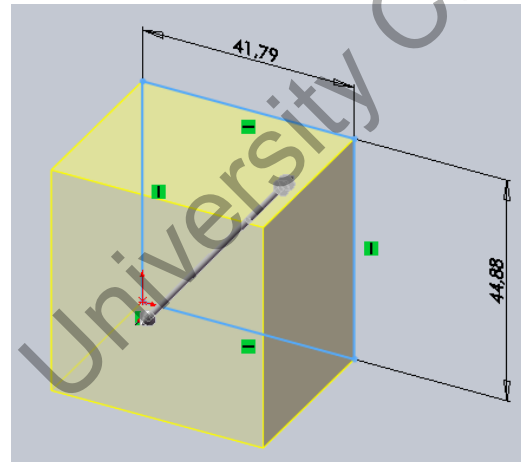
- Grabar una macro.

Si empezamos a grabar una macro luego podemos editarla para ver los comandos utilizados.

Primero apretamos el botón "Record/Pause Macro".



Realizamos una extrusión de un cuadrado cualquiera, dejando el Sketch totalmente definido. Una vez acabado apretamos el botón de "Stop Macro".



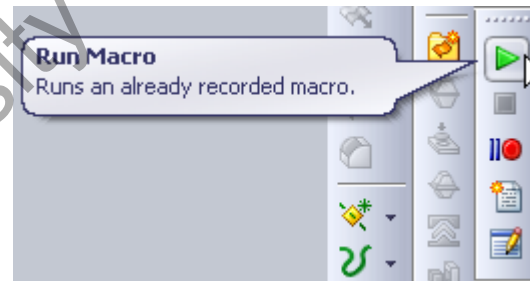
- Grabar una macro.

Ahora nos pide guardar la macro. Es recomendable que se guarden todas las macros en una misma carpeta.

Se pone el nombre Extrusión01\_S12t, la extensión es \*.swp.

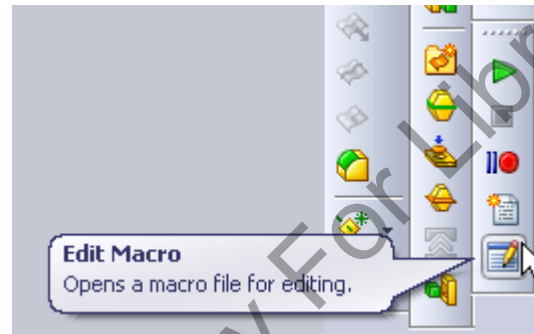
Ahora abrimos una nueva pieza, clicamos en el botón de "Run Macro" y escogemos la macro creada antes.

Se puede ver como se realizan las acciones anteriores automáticamente. Se ponen las cotas que se quieran.



- Editar una macro.

Apretamos el botón "Edit Macro" y se abre Microsoft Visual Basic, con el código que corresponde a la macro editada.



Aquí podemos editar la macro. Cambiaremos las dimensiones del cuadrado extruido y la dimensión de la extrusión.

- Editar una macro.

En la línea debajo de Set myDimension = Part.Parameter("D2@Sketch1"), dónde pone: "myDimension.SystemValue = 0.08252888887653", cambiamos el número por 0.05 .

Hacemos lo mismo con la línea de debajo de: "D2@Sketch1" y ponemos 0.05.

Finalmente en el sexto parámetro del FeatureExtrusion, ponemos 0.05.

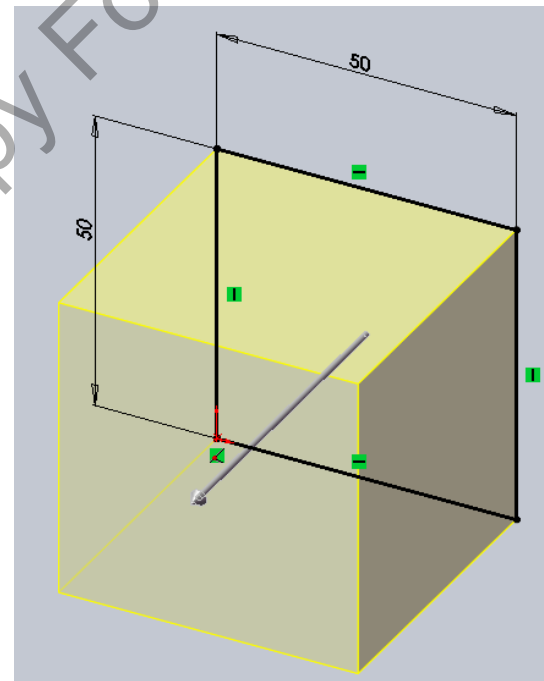
```

Dim myDimension As Object
Set myDimension = Part.Parameter("D1@Sketch1")
myDimension.SystemValue = 0.04487815418742
boolstatus = Part.Extension.SelectByID2("Line3", "SKETCHSEGMENT", 0.02208290126683, 0.04440325308491, 0, False
Set myDisplayDim = Part.AddDimension2(0.02232035181808, 0.0553259784427, 0)
Part.ClearSelection2 True
boolstatus = Part.Extension.SelectByID2("D1@Sketch1@Part4.SLDPRT", "DIMENSION", 0, 0, 0, False, 0, Nothing, 0)
Part.ClearSelection2 True
Set myDimension = Part.Parameter("D2@Sketch1")
myDimension.SystemValue = 0.04179129702109
Part.ClearSelection2 True
Part.SketchManager.InsertSketch True
Part.ShowNamedView2 ""Trimetric", 8
Part.SketchManager.InsertSketch True
Part.ClearSelection2 True
boolstatus = Part.Extension.SelectByID2("Sketch1", "SKETCH", 0, 0, 0, False, 0, Nothing, 0)
Dim myFeature As Object
Set myFeature = Part.FeatureManager.FeatureExtrusion2(True, False, False, 0, 0, 0.034, 0.01, False, False, Fal:
Part.SelectionManager.EnableContourSelection = False
End Sub
  
```

- Editar una macro.

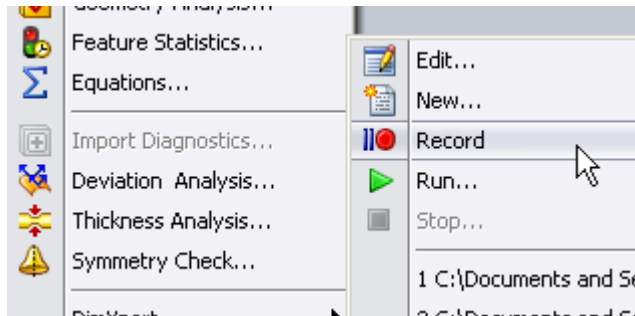
Hay que tener en cuenta que las dimensiones que escribimos al editar una macro, están en metros. Por lo tanto si tenemos configurado el SW en milímetros hay que ponerlo concorde.

Ahora si abrimos una nueva pieza y ejecutamos la macro automáticamente creara un cubo de 50x50x50 milímetros (cuando pide las dimensiones presionar directamente la tecla Enter).

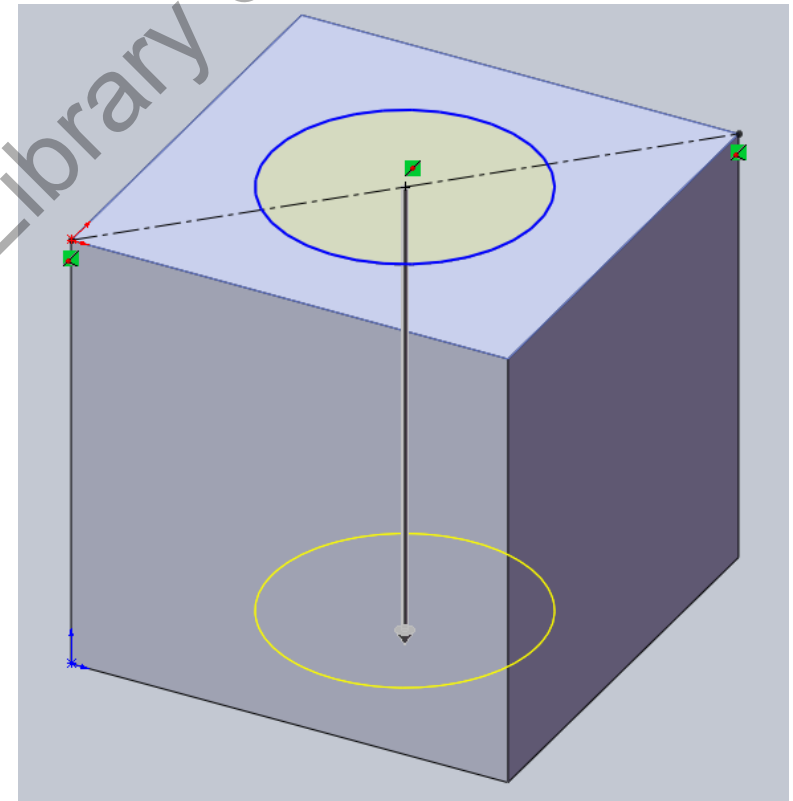
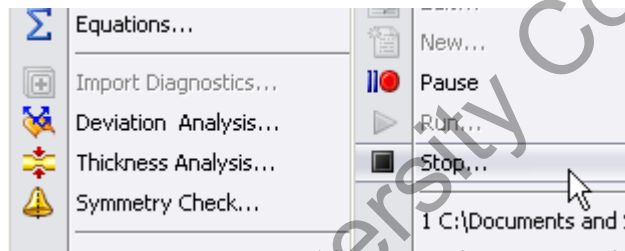


## • Grabar una macro.

Seleccionamos una cara del cubo y apretamos el botón Record y realizamos un agujero.



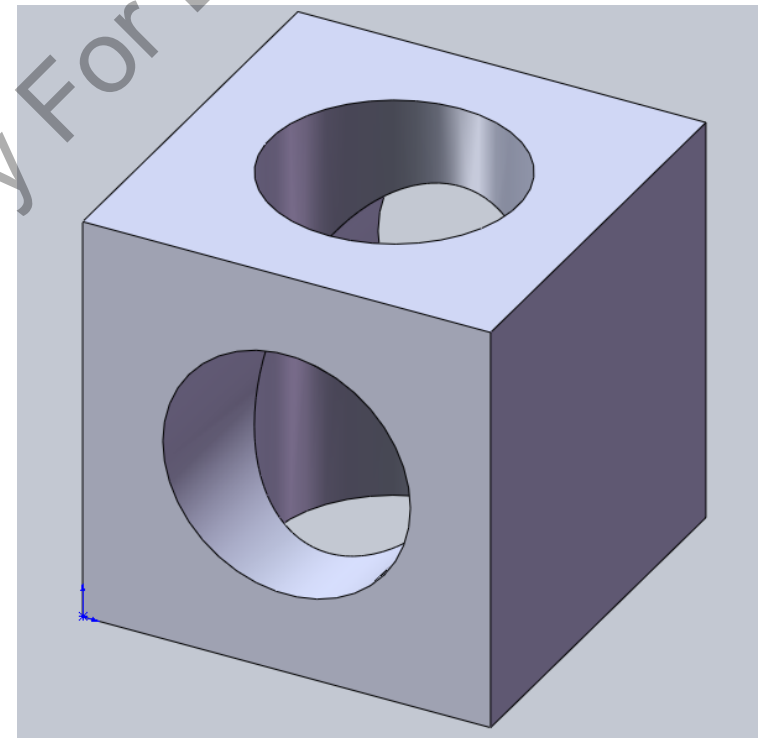
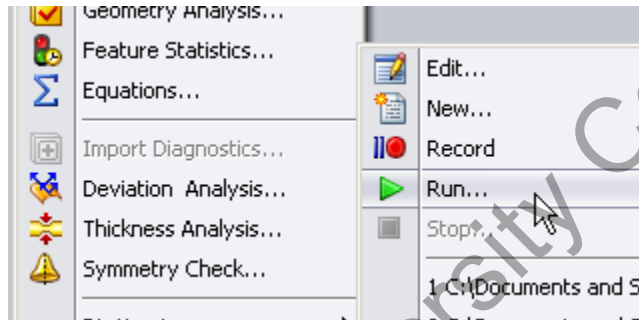
Una vez hecho apretamos el botón Stop.



**ADVERTENCIA:** al hacer Skech para una macro hay que tener en cuenta el origen de coordenadas ya que cuando se repita la acción va a utilizar el miso.

- Grabar una macro.

Finalmente nos pide guardar la macro, le ponemos Agujero\_redondo y lo guardamos en una carpeta que tengamos controlada. Ahora seleccionamos una cara del cubo y apretamos el botón de ejecutar macro. Automáticamente realiza el agujero programado en la cara seleccionada.





- Ejemplos: muelle.

Dibujamos un círculo cualquiera en un Sketch y ejecutamos la macro "macro\_spring.swp".



- Macros ya existentes.

Existen un montón de macros ya existentes que se pueden bajar de internet. Vamos a ver algunas que se encuentran en:

<http://www.3dcontentcentral.es/macros.aspx>

{ } **Categorías**



Complementos



Ensamblajes



COSMOS



Dibujos



Piezas



Croquis



Interfaz de usuario



Otro

- Macros ya existentes.

Existen un montón de macros ya existentes que se pueden bajar de internet. Vamos a ver algunas que se encuentran en:

<http://www.3dcontentcentral.es/macros.aspx>

{ } **Categorías**



Complementos



Ensamblajes



COSMOS



Dibujos



Piezas



Croquis



Interfaz de usuario



Otro

- Macros ya existentes.

Existen un montón de macros ya existentes que se pueden bajar de internet. Vamos a ver una de SKF (hay que registrarse para poderlas bajar).

The image shows a screenshot of the SKF website homepage. The top navigation bar includes the SKF logo and a search bar. Below the navigation bar, there are several menu items: Products, Industries, Services, Library, About SKF, News & Events, Investors, Sustainability, Career, and Group Sites. The main content area features a large banner with the text "Welcome to the SKF Group" and "Sailing under a clearer blue sky" over an image of a ship. To the right of the banner, there is a section titled "Online catalogues" with several links: "CAD drawings" (circled in red), "SKF Housing Select", "SKF LubeSelect", "Calculations", and "SKF @ptitude". Below the "Online catalogues" section, there is a "My SKF.com" section with a "Logout" button and links for "Aerospace", "Wind Energy", "Electric Motors for Consumer Goods", and "Customize profile". There is also a "Select language" dropdown menu set to "English" and a "Go to location" dropdown menu. At the bottom right, there is a "Group news" section with a link to "Green innovations supporting the automotive industry".

• Macros ya existentes.

Escogemos un cojinete.



**Rolling bearings**

Deep groove ball bearings

- single row
- single row, with a snap ring groove
- ICOS oil sealed bearing units
- single row, SKF Energy Efficient (E2) bearings
- single row, with filling slots
- single row, with filling slots and a snap ring groove
- single row, with filling slots, without cage
- single row, stainless steel
- single row, stainless steel, with flanged outer ring
- single row, hybrid bearings
- single row, INSOCOAT
- single row, for high temperatures
- single row, with Solid Oil
- double row

Motor encoder units

Y-bearings

- with grub screws
- with an eccentric locking collar
- on an adapter sleeve
- with a standard inner ring
- for high temperatures
- with Solid Oil
- with a hexagonal or square bore
- rubber seat rings

Angular contact ball bearings

- single row
- single row, with Solid Oil

**Cylindrical roller bearings, single row**

Product information

Tolerances , see also text  
 Radial internal clearance, cylindrical  
 Recommended fits  
 Shaft and housing tolerances

Principal dimensions			Basic load ratings		Fatigue load limit	Speed ratings		Mass	Designation
d	D	B	C <sub>d</sub>	C <sub>0</sub>	P <sub>u</sub>	Reference speed	Limiting speed		
mm			kN		kN	r/min		kg	
15	35	11	12,5	10,2	1,22	22000	26000	0,049	HJ 202 ECP
15	35	11	12,5	10,2	1,22	22000	26000	0,047	HU 202 ECP
15	35	11	12,5	10,2	1,22	22000	34000	0,047	HU 202 ECPHA
17	40	12	17,2	14,3	1,73	19000	22000	0,066	H 203 ECP
17	40	12	17,2	14,3	1,73	19000	34000	0,070	HJ 203 ECML
17	40	12	17,2	14,3	1,73	19000	22000	0,070	HJ 203 ECP
17	40	12	17,2	14,3	1,73	19000	34000	0,068	HU 203 ECML
17	40	12	17,2	14,3	1,73	19000	22000	0,068	HU 203 ECP
17	40	12	17,2	14,3	1,73	19000	22000	0,073	HUP 203 ECP
17	40	16	23,8	21,6	2,65	19000	22000	0,095	HJ 2203 ECP
17	40	16	23,8	21,6	2,65	19000	22000	0,092	HU 2203 ECP
17	40	16	23,8	21,6	2,65	19000	22000	0,097	HUP 2203 ECP
17	47	14	24,6	20,4	2,55	15000	20000	0,12	H 303 ECP
17	47	14	24,6	20,4	2,55	15000	20000	0,12	HJ 303 ECP
17	47	14	24,6	20,4	2,55	15000	20000	0,12	HU 303 ECP
20	47	14	25,1	22	2,75	16000	19000	0,11	H 204 ECP
20	47	14	25,1	22	2,75	16000	19000	0,12	HF 204 ECP
20	47	14	25,1	22	2,75	16000	30000	0,11	HJ 204 ECML
20	47	14	25,1	22	2,75	16000	19000	0,11	HJ 204 ECP
20	47	14	25,1	22	2,75	16000	30000	0,11	HU 204 ECML
20	47	14	25,1	22	2,75	16000	19000	0,11	HU 204 ECP
20	47	14	25,1	22	2,75	16000	24000	0,11	HU 204 ECPHA
20	47	14	25,1	22	2,75	16000	30000	0,12	HUP 204 ECML
20	47	14	25,1	22	2,75	16000	19000	0,12	HUP 204 ECP
20	47	14	25,1	22	2,75	16000	24000	0,12	HUP 204 ECPHA

- Macros ya existentes.

Escogemos para qué programa queremos bajar el archivo.

v4.4		
<input type="radio"/>	Catia	>=V5 R8 <b>i</b>
<input type="radio"/>	Catia IUA	V4 <b>i</b>
<input type="radio"/>	EMS	
<input type="radio"/>	Inventor	>=R10
<input type="radio"/>	Inventor	>=R5.3 <b>i</b>
<input type="radio"/>	Mechanical Desktop	>=V5 <b>i</b>
<input type="radio"/>	MegaCAD	SAT-V2.0
<input type="radio"/>	Nupas / Cadmatic	
<input type="radio"/>	One Space Modeling	>=2007 <b>i</b>
<input type="radio"/>	Pro/E Wildfire	>= 1
<input type="radio"/>	PRO-Desktop	
<input type="radio"/>	SolidEdge	>=V17
<input checked="" type="radio"/>	SolidWorks	>=2001+ <b>i</b>
<input type="radio"/>	Think3	>=2006.2 <b>i</b>
<input type="radio"/>	Tribon M3	
<input type="radio"/>	Unigraphics	>=NX3
<input type="radio"/>	VX (Varimetrix)	>=V5.0

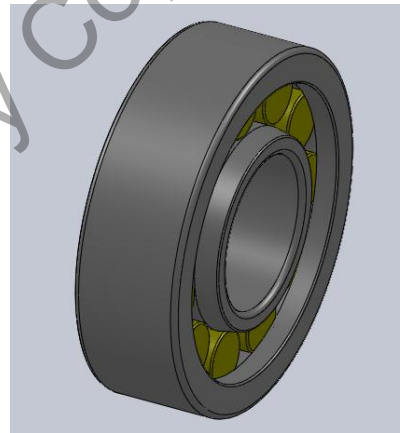
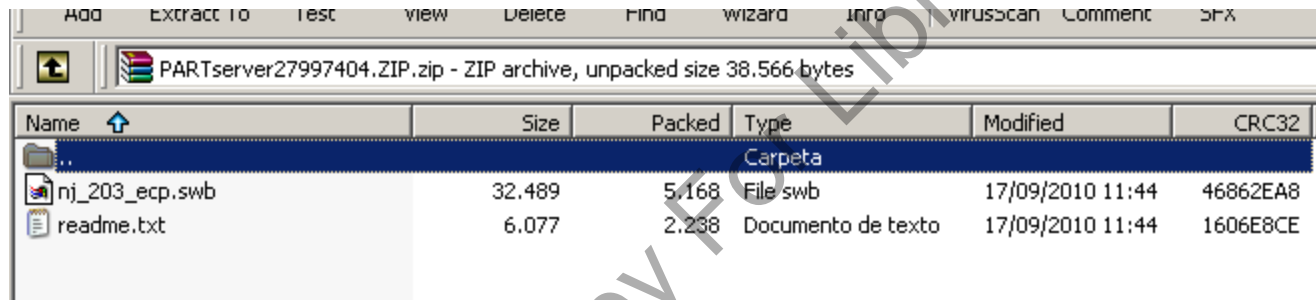
  

<input type="radio"/>	Parasolid	Text V15
<input type="radio"/>	PDF 3D	7.01
<input type="radio"/>	SAT	V2.0
<input type="radio"/>	SAT	V2.1
<input type="radio"/>	SAT	V3.0
<input type="radio"/>	SAT	V4.0
<input type="radio"/>	SAT	V5.0
<input type="radio"/>	SAT	V5.3
<input type="radio"/>	SAT	V6.0
<input type="radio"/>	STEP	AP203
<input type="radio"/>	STEP	AP214a
<input type="radio"/>	STEP	AP214b
<input type="radio"/>	STL	
<input type="radio"/>	U3D (universal 3d)	
<input type="radio"/>	VRML	>= V1.0
<input type="radio"/>	XGL	

Request email Download 3D view

- Macros ya existentes.

El archivo que hemos bajado es un \*.swb. En solidworks con una Part en blanco abierta ejecutamos esta macro. Debemos especificar donde queremos que guarde esta pieza.



- Macros ya existentes.

Si vamos a editar la macro podemos ver la complejidad que pueden llegar a tener.

```
(General)
mulMat4x4Vec3d = createVec3d(res(0), res(1), res(2))
End Function
Function mulMat4x4Mat4x4(mat1, mat2)
mulMat4x4Mat4x4 = multMatMat(mat1, 4, 4, mat2, 4, 4)
End Function
' create a 4x4 matrix
Function createMat4x4()
Dim res(0 To 15) As Double
For i = 0 To 15
res(i) = 0
Next
createMat4x4 = res
End Function
Function createMat4x4Ident()
Dim res(0 To 15) As Double
res(0) = 1
res(5) = 1
res(10) = 1
res(15) = 1
res(1) = 0
res(2) = 0
res(3) = 0
res(4) = 0
res(6) = 0
res(7) = 0
res(8) = 0
res(9) = 0
res(11) = 0
res(12) = 0
res(13) = 0
res(14) = 0
createMat4x4Ident = res
End Function
' this function create a new vector
Function createVec3d(x, y, z)
Dim res(0 To 2) As Double
res(0) = x
res(1) = y
res(2) = z
createVec3d = res
```



- Resumen.

- Creación de macros en Catia v5 y SolidWorks.
- Creación de Powercopies.
- Creación de catálogos.

University Copy For Library Use

University Copy For Library Use  
Trabajo en clase

- Lego.

Continuamos con las piezas de lego.

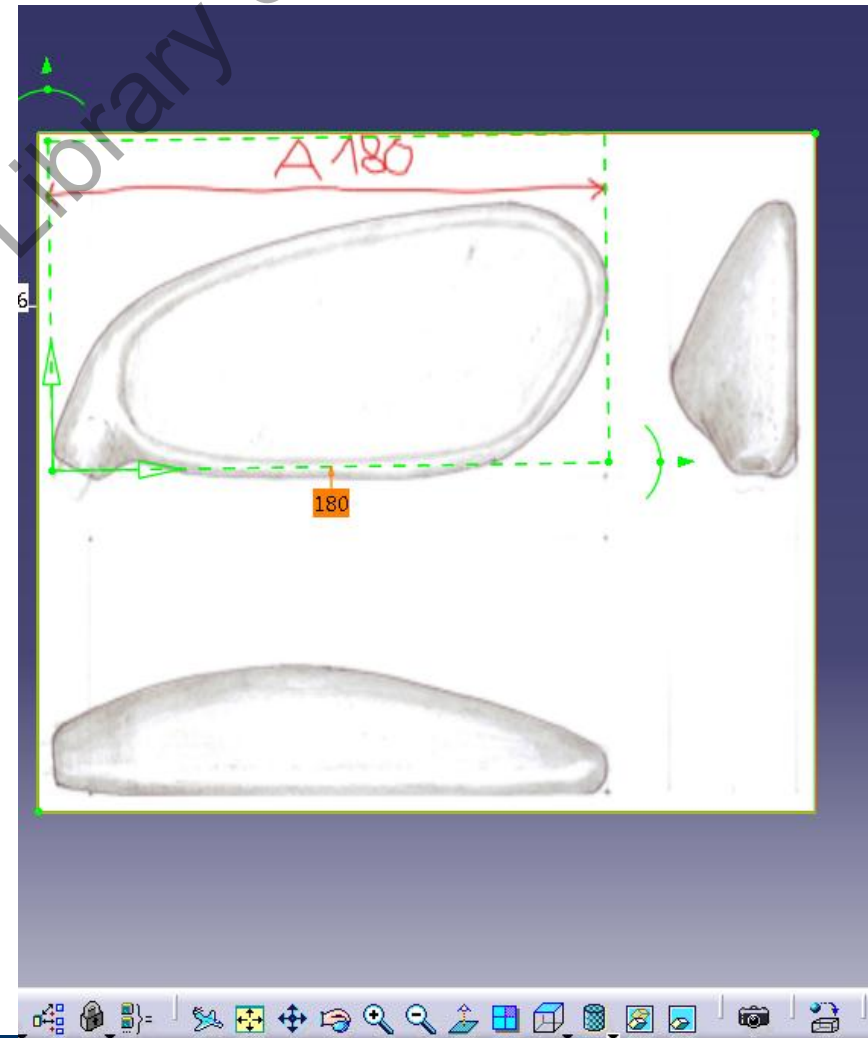
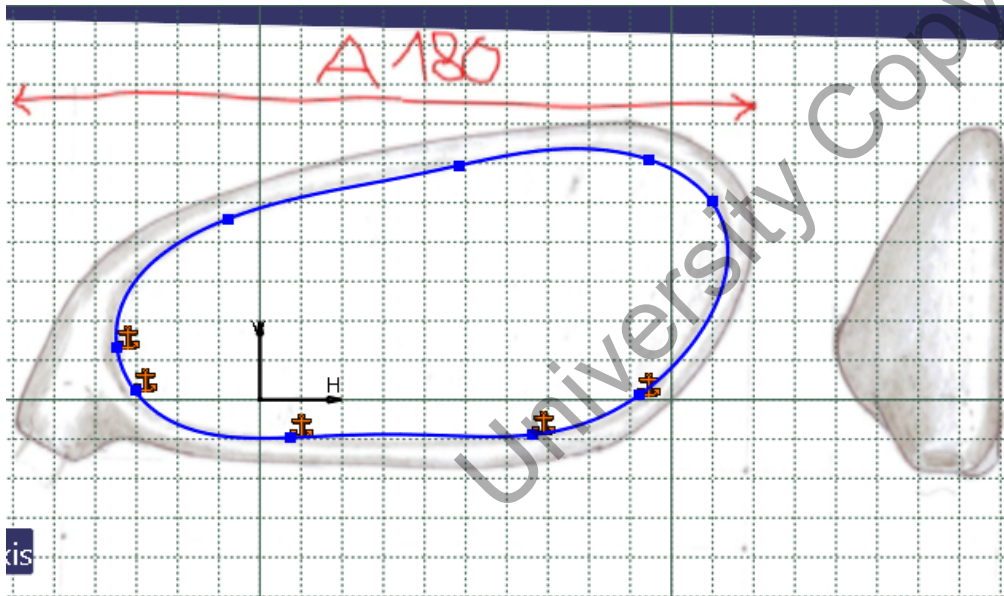
No ha dado tiempo pues la clase es muy densa.

University Copy For Library Use

University Copy For Library Use  
Proyecto

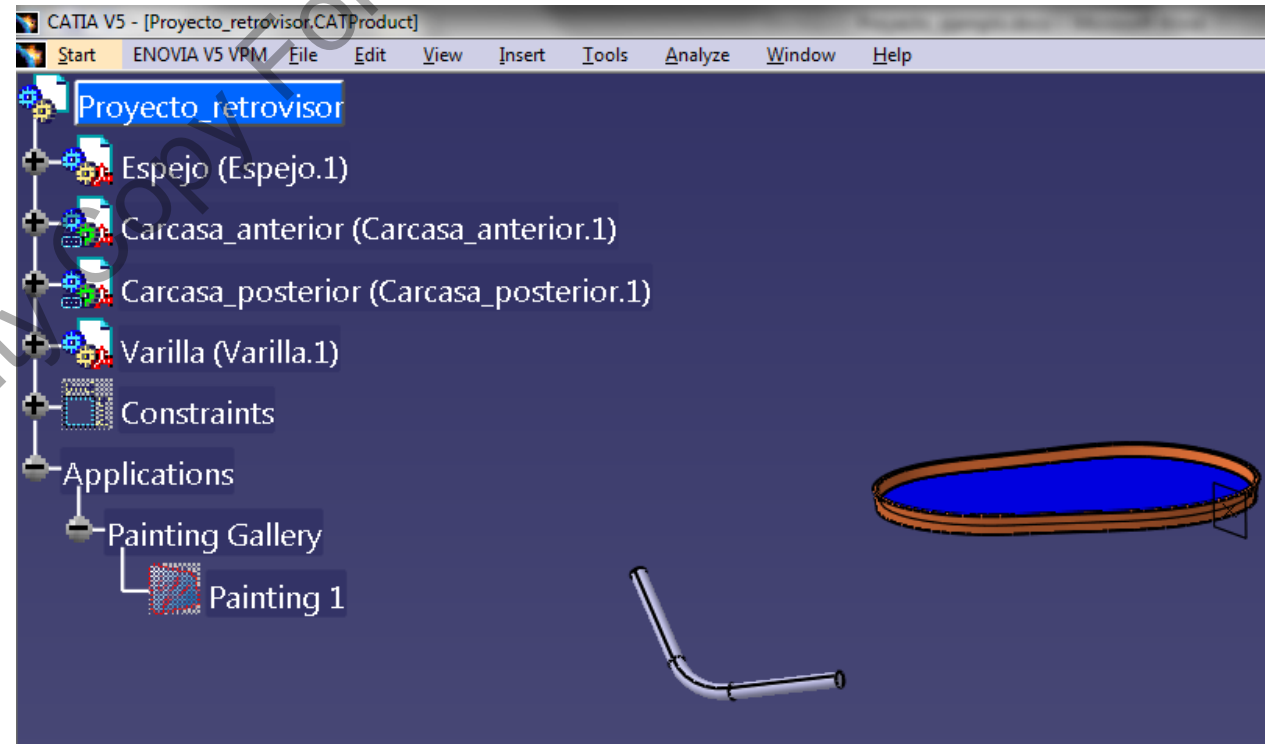
## • Proyecto.

Continuamos con el proyecto creando el marco inferior del espejo usando links y pensando en el desmoldeo. Para el espejo enseñamos usamos el módulo “Shape” → “Sketch tracer” desde un ensamblaje. Para ello tenemos una foto en formato jpg, nos colocamos en una vista como la “top”, con visualización de materiales y nos preocupamos de tener la escala correcta.



- Proyecto.

Comenzamos la varilla y la colocamos en el ensamblaje.



## • Resumen de puntuación alcanzada.

0.10 de 1.00	CD y papel presentación del documento con poster en A3.
0.50 de 0.50	Espejo como croquis.
0.10 de 0.50	0.2 Varilla con 0.15 proceso mecanizado y 0.15 cálculo fuerza en la punta.
0.00 de 1.00	0.5 Goma tipo fuele + 0.5 estudio medioambiental(S).
0.30 de 1.00	0.5 Carcasa espejo con desmoldeo + 0.5 inyección(extra).
0.00 de 1.00	0.5 Carcasa anterior + 0.5 como nube de puntos y desmoldeo
0.00 de 1.00	0.5 Moldes de carcasa anterior + 0.5 costing (S).
0.50 de 1.00	0.5 Chapa doblada y desdoblada + 0.5 costing (S).
0.00 de 0.50	Ergonomía (C)
0.20 de 0.50	Tornillos, tuercas y piezas normalizadas para las uniones.
0.00 de 1.50	Cálculo 0.5 aerodinámica, 0.5 vibraciones y 0.5 dilataciones.
0.00 de 0.50	Logo empresa moto pegado en carcasa.
0.20 de 0.50	Ensamblaje sin interferencias excepto elementos deformables/rosca cosméticas.
0.10 de 1.00	0.5 Planos de todas las piezas, 0.25 lista materiales y 0.25 explosionado.
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
<b>2.00 de 13.00</b>	<b>Total</b>
<b>0.8 horas de dedicación</b>	

S05t.- Surface Catia y SolidWorks.

University Copy For Library Use

Mejora 1314 . . . .



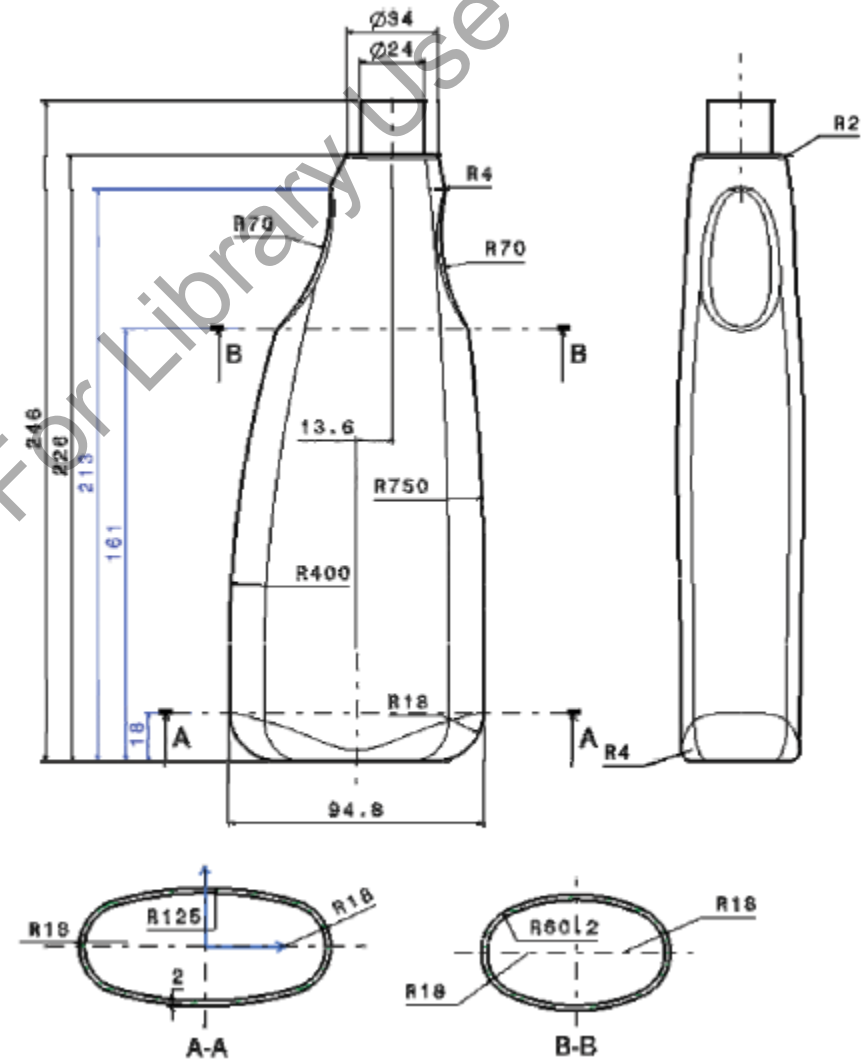
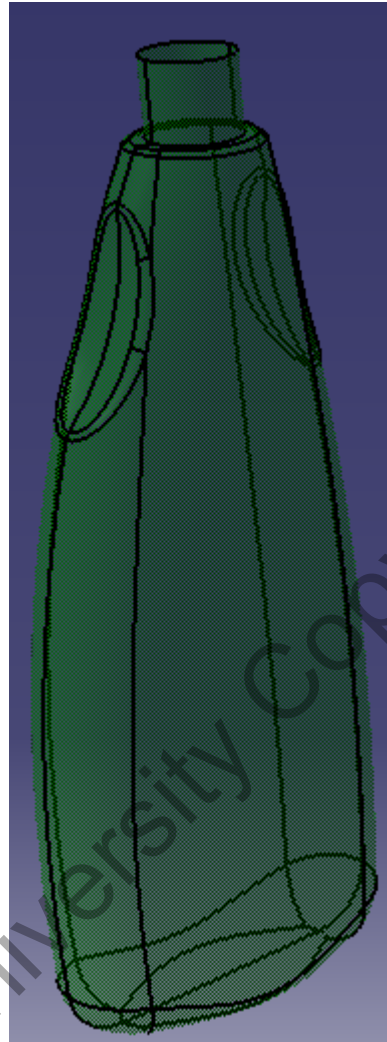
- Repaso última sesión.
- Macros.

University Copy For Library Use

## • Botella.

Como ejemplo de la metodología de trabajo con superficies vamos a trabajar haciendo la siguiente botella.

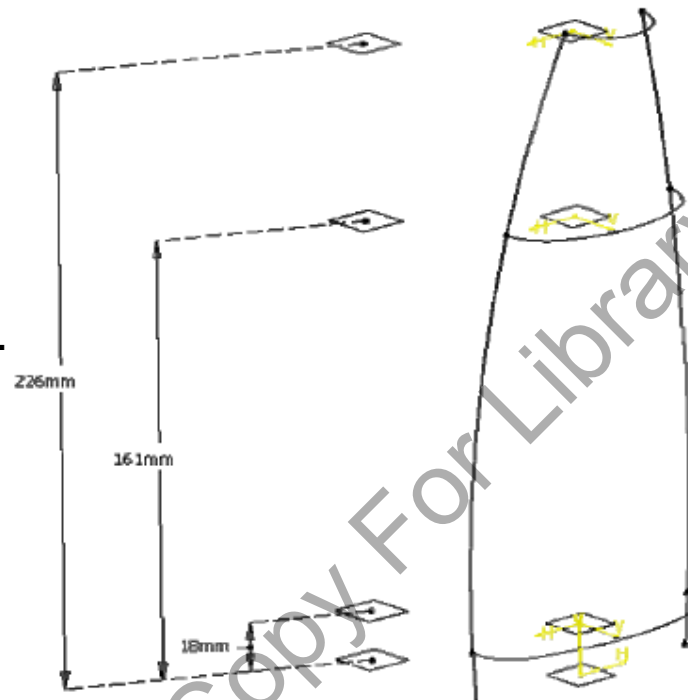
Primero hemos de empezar por definir las dimensiones para crear las curvas en las que nos vamos a apoyar para ir trabajando.



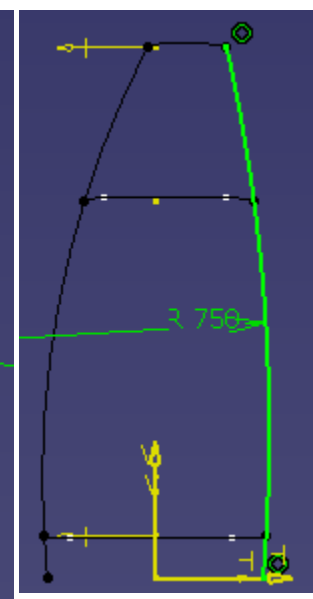
# • Planos y curvas.

Creamos tres planos paralelos a la base y realizamos tres secciones de paso y un par de curvas guía.

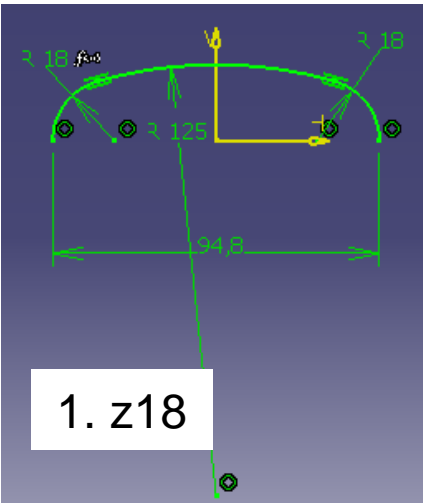
Por facilidad se entregan los Croquis.



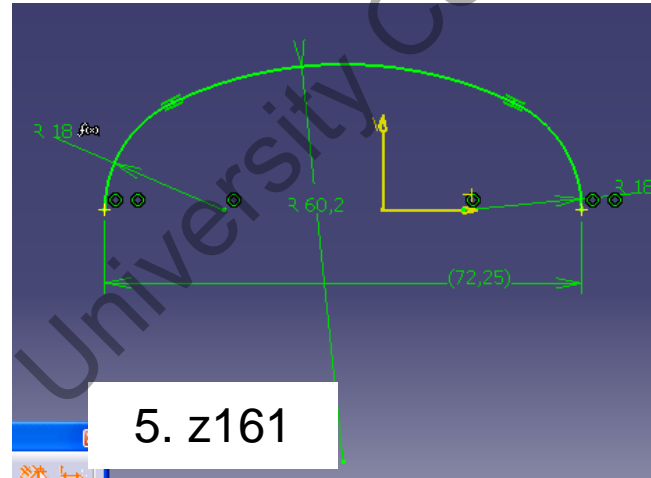
3. Guía izq.



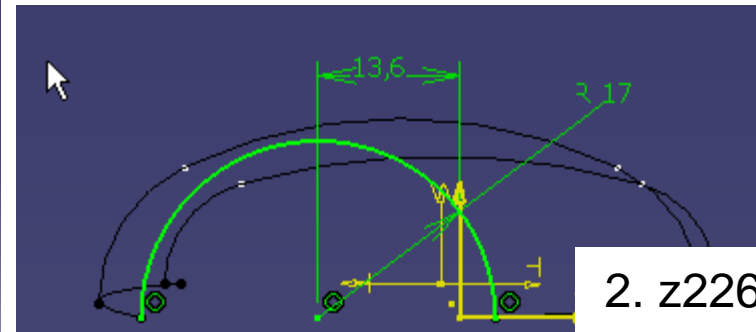
4. Guía der.



1. z18



5. z161

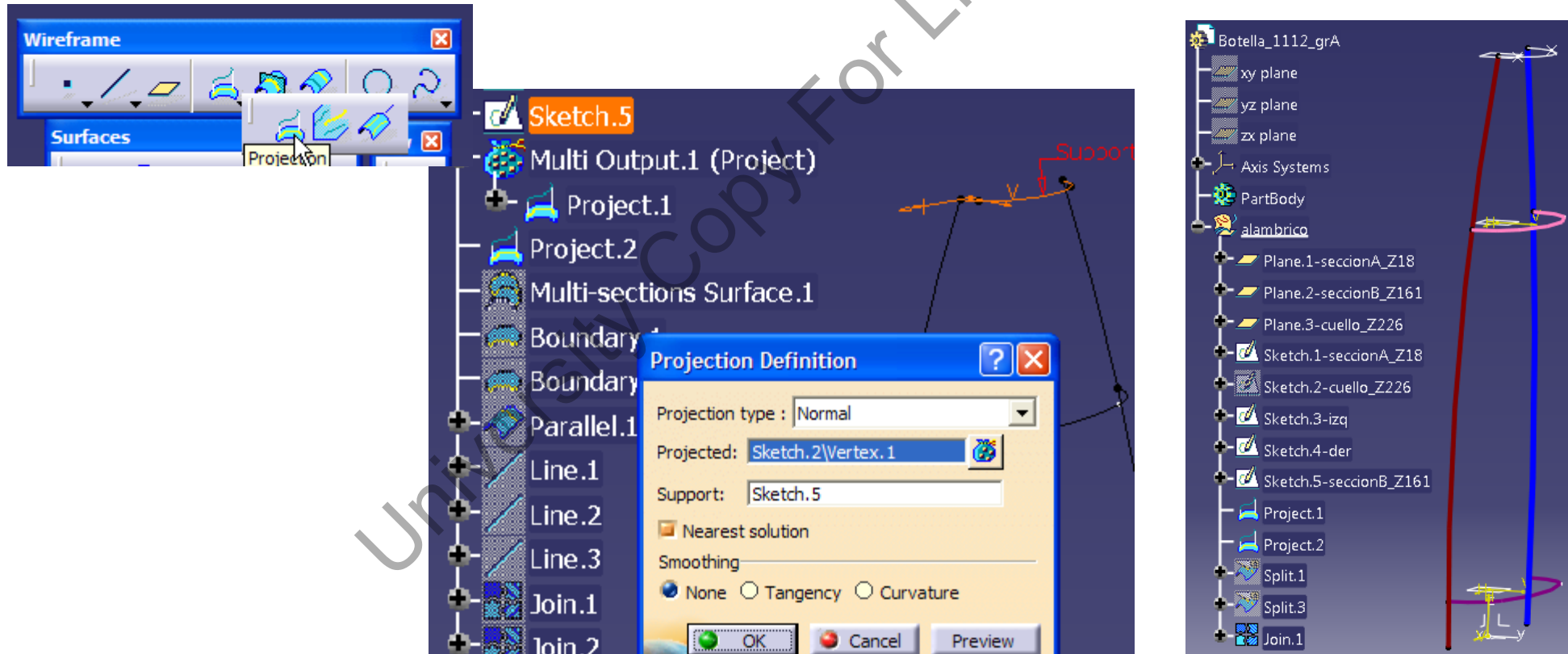


2. z226

## • Preparación secciones para “Multisection”.

Antes de intentar juntar las secciones tenemos que trabajar con ellas para que todas tengan el mismo número de puntos. Para ello usamos la proyección de puntos.

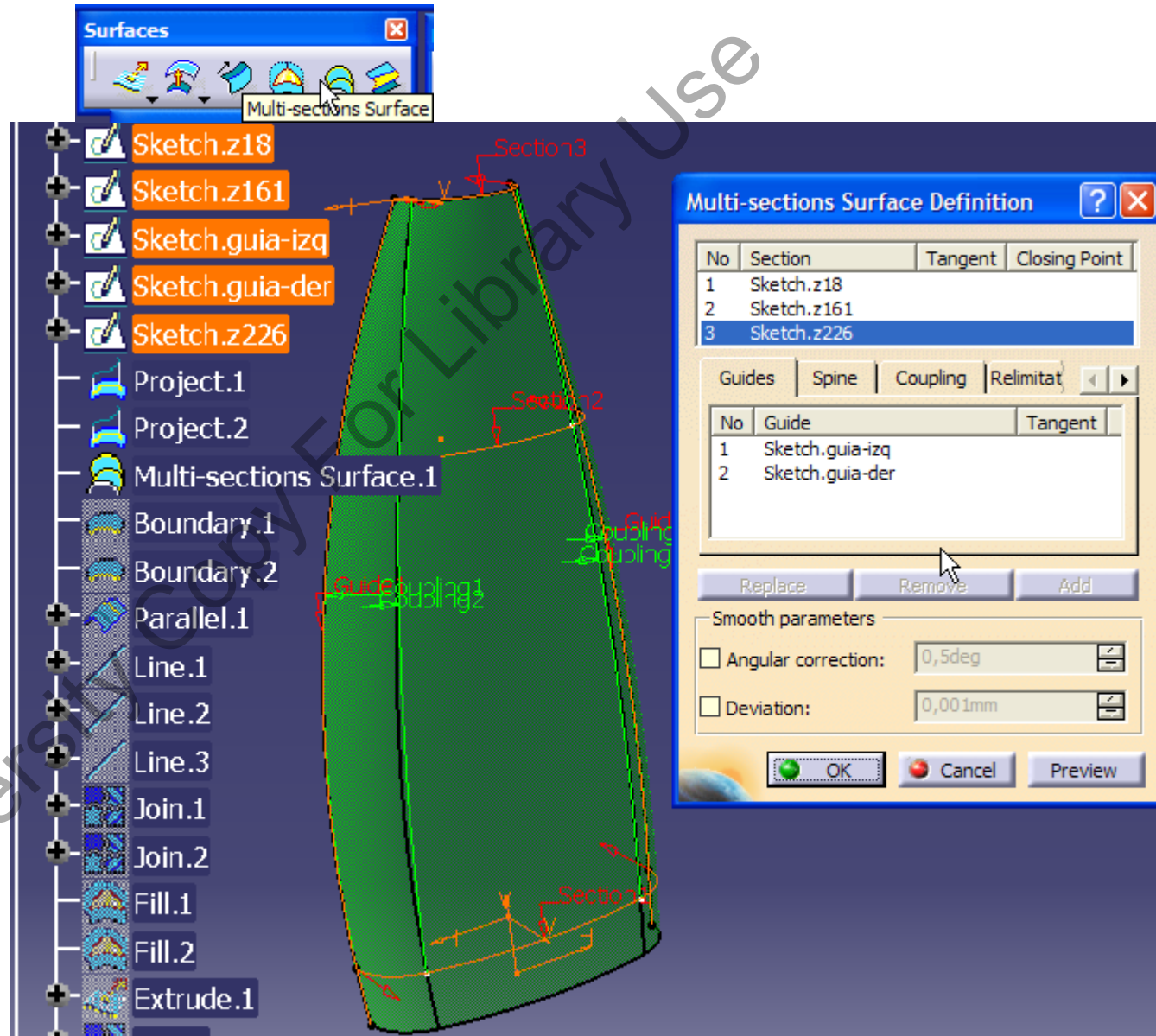
La parte superior tiene sólo dos puntos mientras las otras dos secciones tienen cuatro puntos. Le añadimos pues dos puntos como proyección a esta parte superior.



# •“Multisection”.

Una vez tengamos las secciones de paso y las guías preparadas podemos crear nuestra primera superficie.

Al finalizar la superficie le pedimos que nos cree curvas en los límites inferior y superior con “Boundary”.

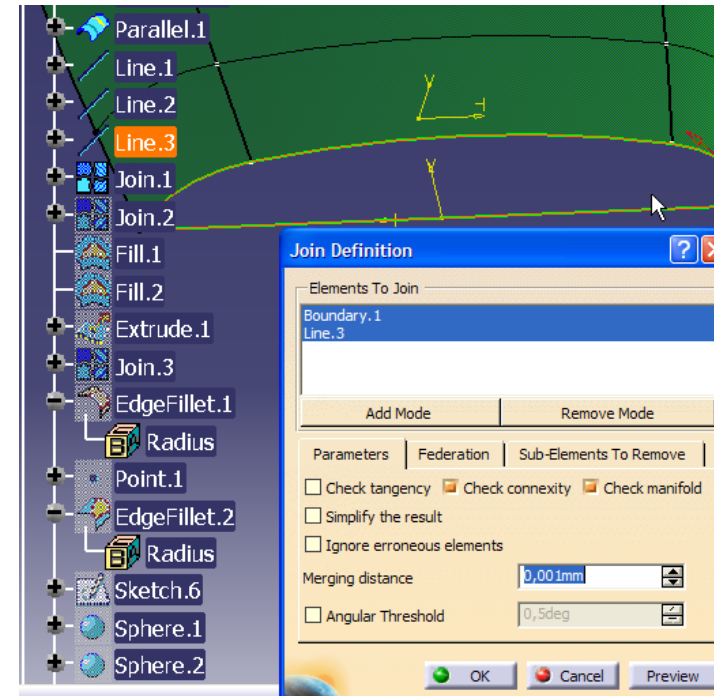
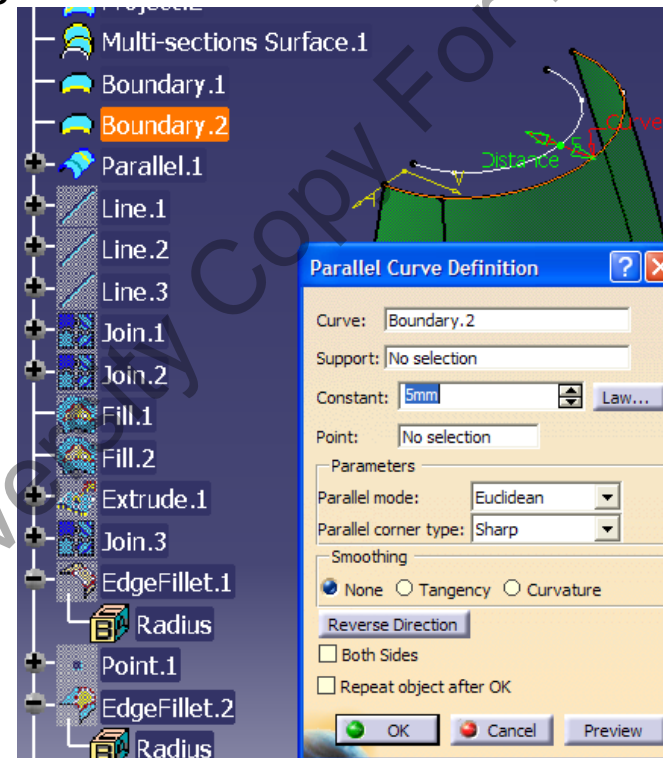
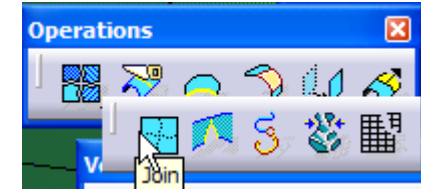


# • Curvas paralelas

Podemos crear la curva paralela a los límites de nuestra superficie usando "Parallel curve".

Luego podremos rellenar las paralelas.

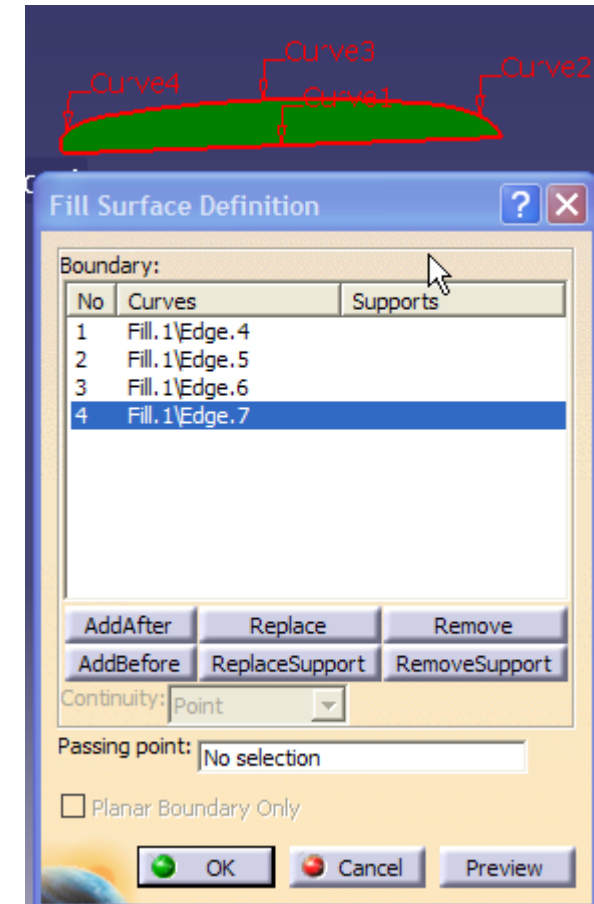
Antes cerramos las secciones creando líneas y usando el comando "Join".



## • Rellenar con “Fill”

Rellenamos la curva cerrada creada con el comando “Fill”.

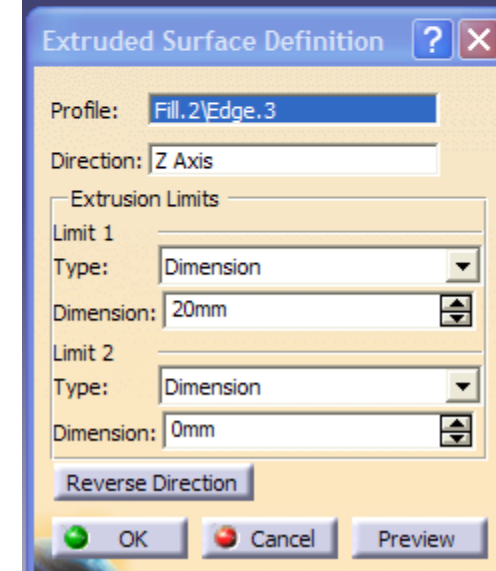
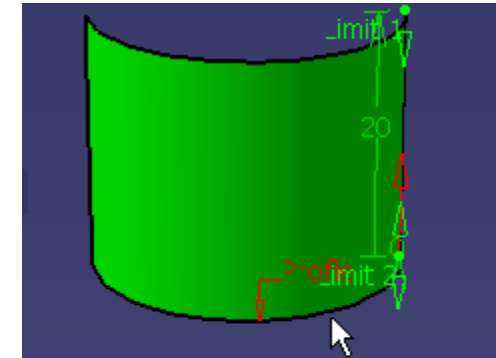
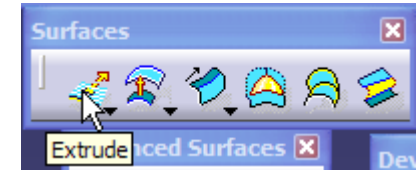
Para rellenar usamos las curvas límite de las superficies y las líneas que hemos creado para cerrar.



- Parte del cuello del tapón con “Extrude”

Para hacer la parte del cuello podemos usar una extrusión.

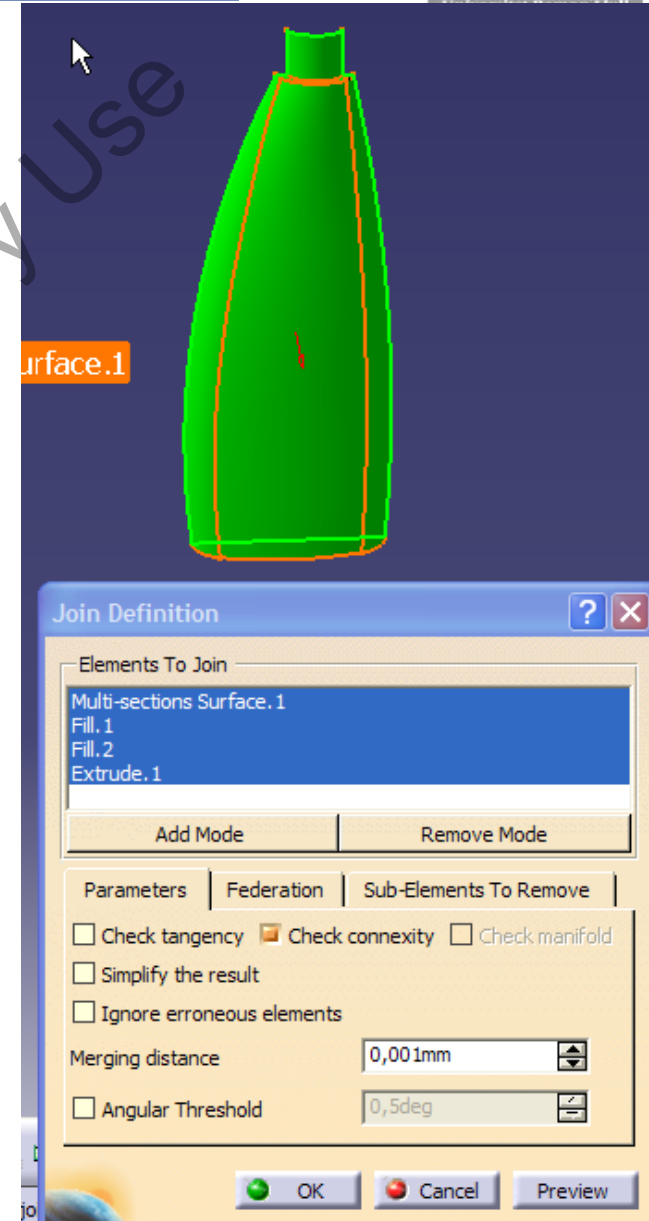
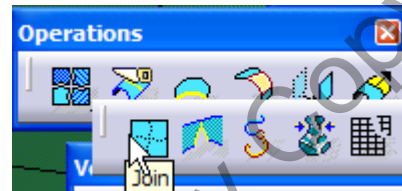
Al hacer la extrusión nos pedirá una dirección de extrusión. Cuando usábamos “Sketch” 2D la dirección de extrusión por defecto era la normal al plano del “Sketch”.





- Juntar todas las superficies con el comando “Join”

Para facilitar el trabajo posterior juntaremos todas las superficies creadas hasta el momento con el comando “Join”. Ahora elegimos superficies mientras que en operaciones pasadas habíamos juntado curvas.



# • Redondeo de cantos con “Edge-Fillet”

Una vez definida la forma básica ya podemos hacer redondeos de las aristas que nos interesen.

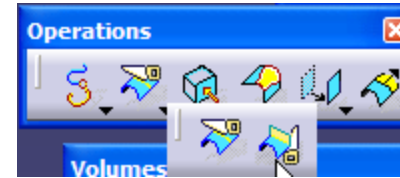
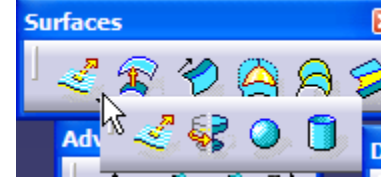
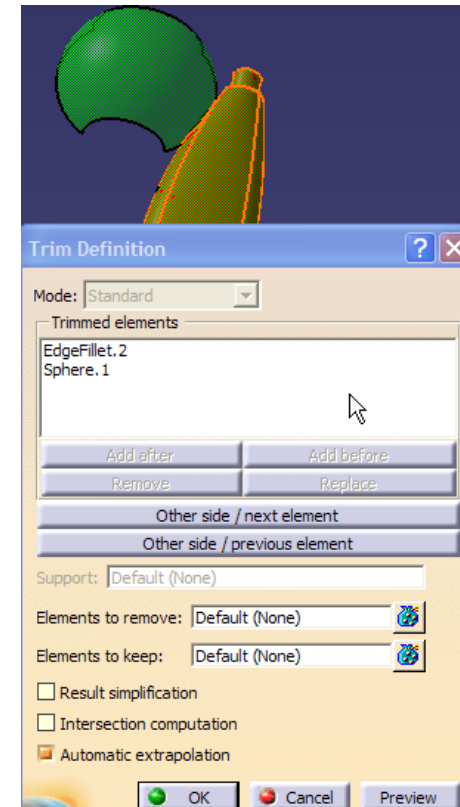
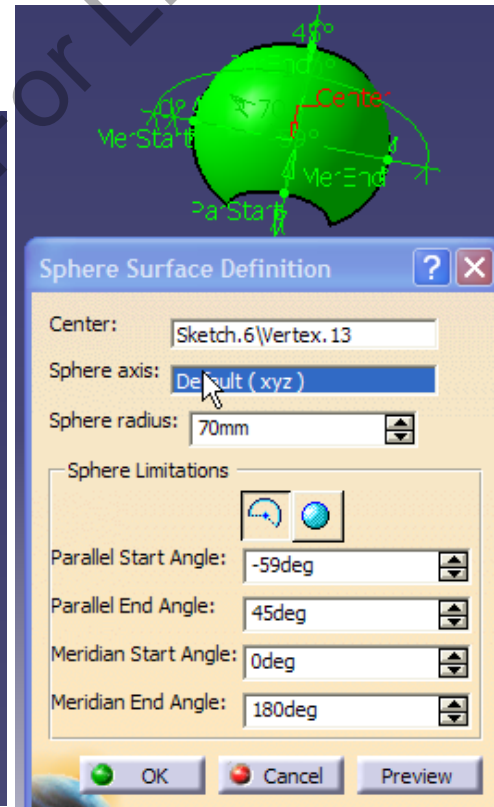
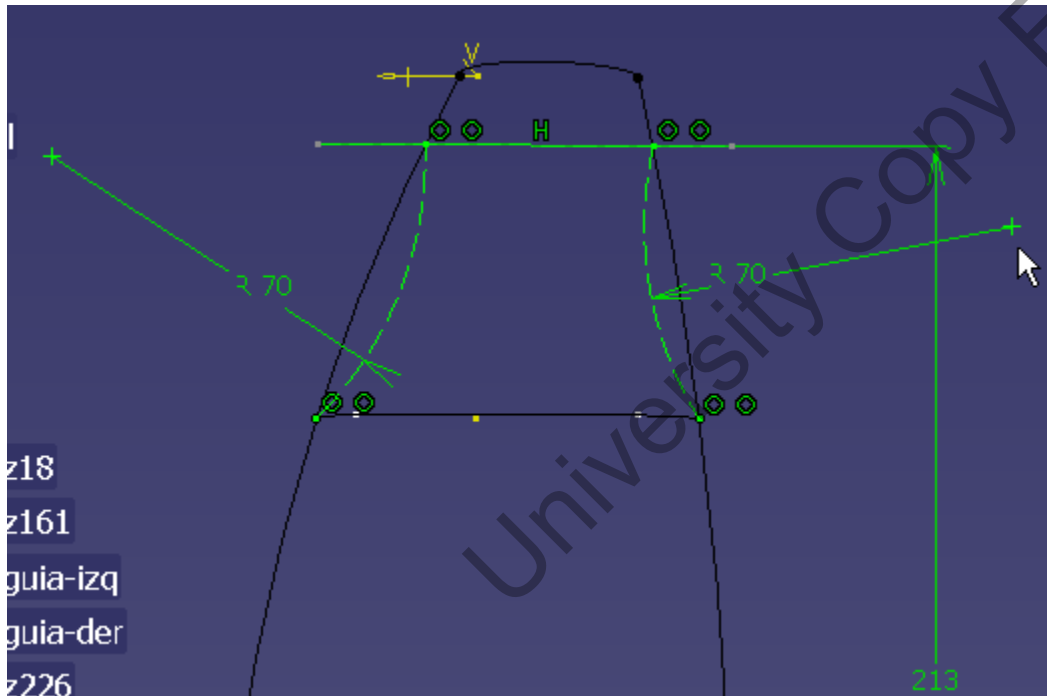
El redondeo de la parte inferior lo haremos definiendo un punto en el centro de la arista y seleccionando junto a los extremos los tres puntos.



## • Recortes mediante “Sphere” + “Trim”.

Para poder hacer los entrantes definimos un croquis para fijar los centros.

Realizamos una esfera con este centro y pasamos a recortar nuestra superficie con esta esfera usando “Trim” y al acabar redondeamos las aristas surgidas.

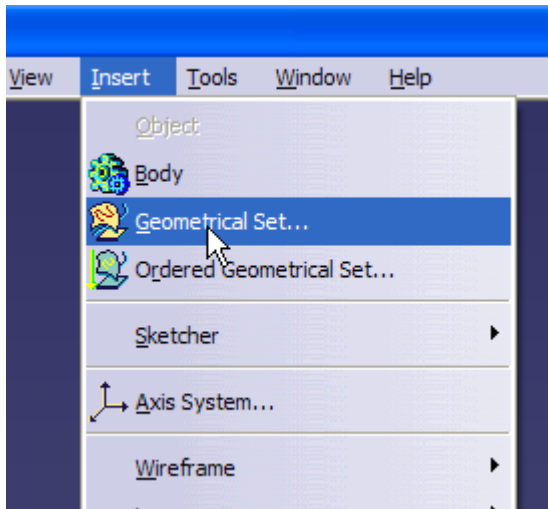


- Completar la simetría con “Symmetry”

Para completar las superficies usamos el comando “symmetry”.



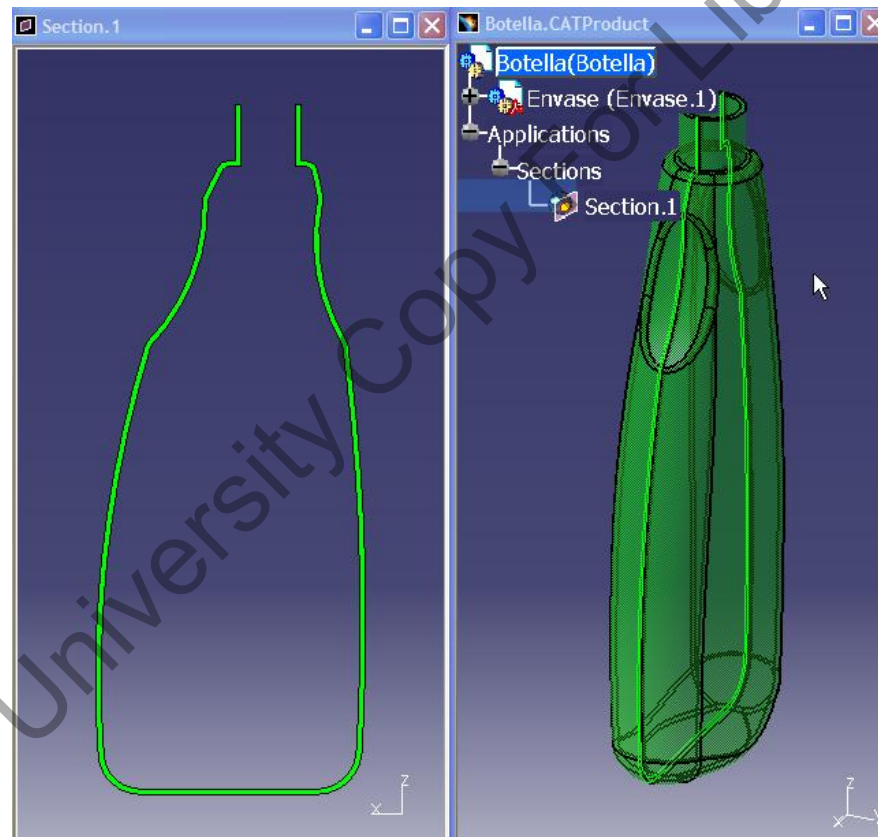
Una vez realizada la simetría hacemos un “set” geométrico nuevo. En ese “set” juntamos las dos mitades mediante el comando “Join”.



## • Añadir el espesor

Finalmente pasamos de “Generative Shape Design” a “Part Design” para añadir el espesor a nuestra pieza.

Como comprobación podemos mover una sección en “DMU” o hacer el plano.



# • Plano

Al crear el plano en lugar de rallar la sección le podemos dar un color de relleno.

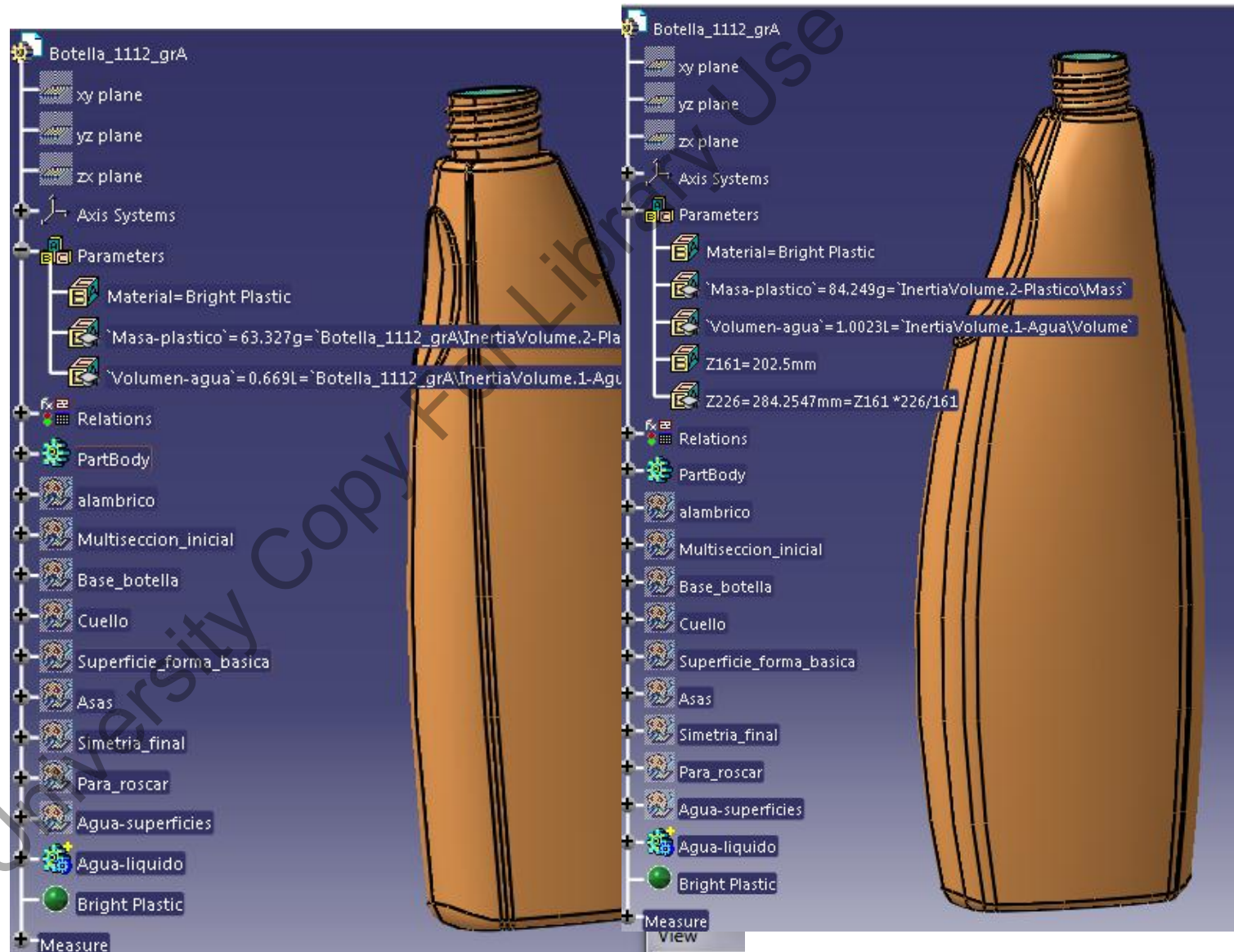
Technical drawing of a bottle (Botella) showing various views and section views:

- Bottom view:** Scale: 1:2. Shows a diameter of  $\varnothing 24$  at the neck.
- Isometric view:** Scale: 1:2.
- Section view A-A:** Scale: 1:2.
- Section view B-B:** Scale: 1:2.
- Front view:** Scale: 1:2.
- Left view:** Scale: 1:2.
- Rear view:** Scale: 1:2.

BKT	1000	Botella	ISO-9334	PS
Marca	Cantidad	Denominación	Norma	Material y medidas
Modificaciones		Escala 1:1 Unidades mm	Titulo del plano Botella	
		Fecha 12.11.07 Nombre Andres Garcia	ESCOLA TECNICA SUPERIOR INGENIERIA INDUSTRIAL	
		Dibujado Comprobado Aprobado	IQS	
Archivo de ref. CAD:			Nº de hojas	Modificaciones
Plano nº:				

## • Optimización

Como optimización se permite jugar con las cotas de los planos para intentar cuadrar el volumen a 1 litro.



ANTIGUO

University Copy for Library Use

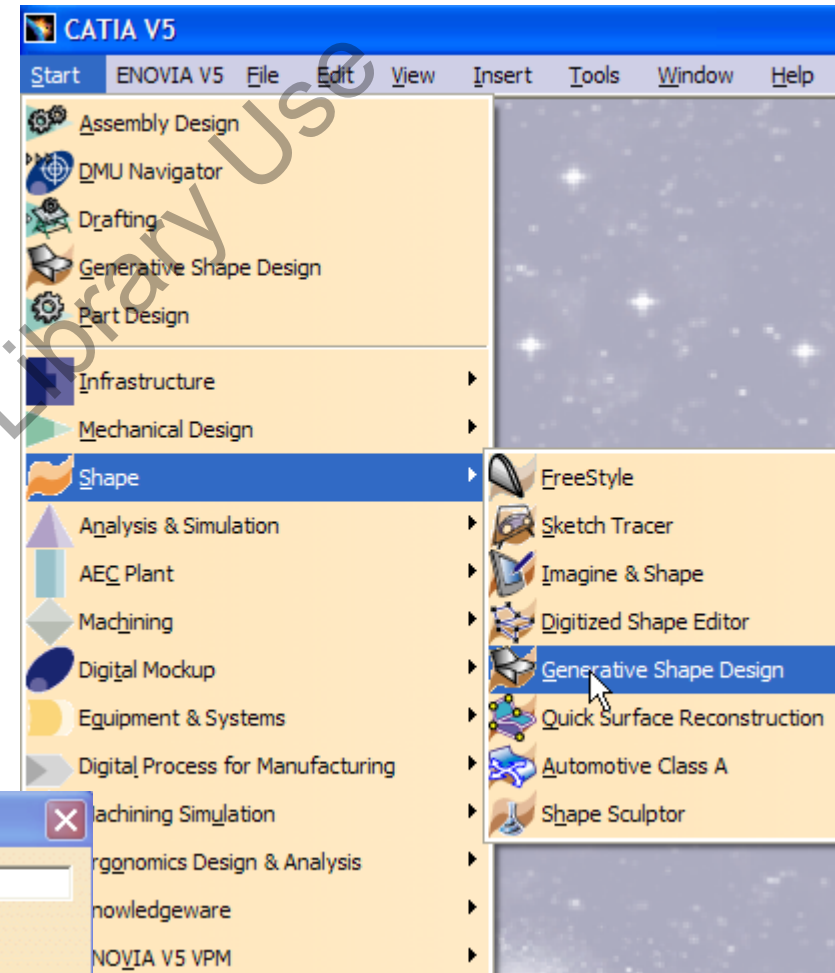
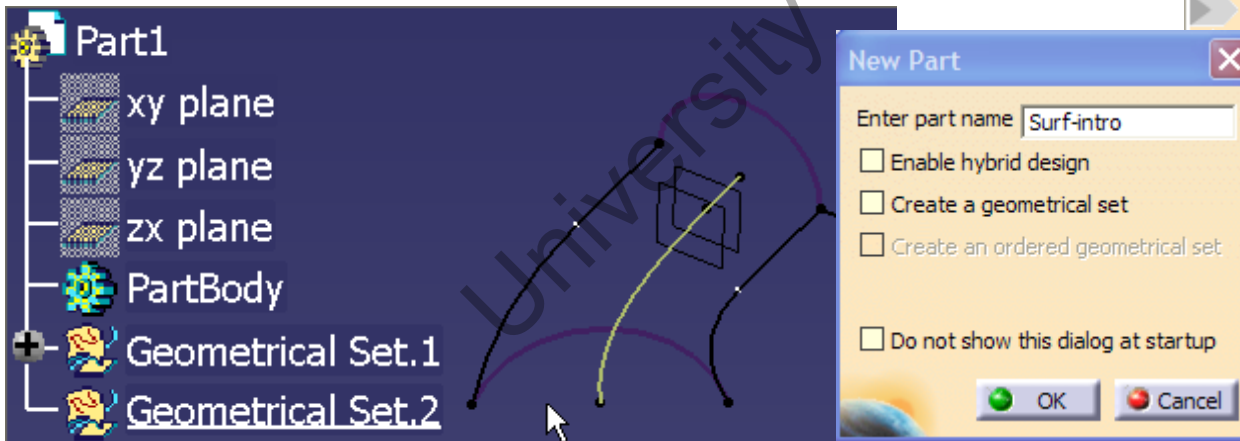


## • Introducción a superficies.

Para completar las presentaciones de “workbenches” realizada en la sesión S01t tan sólo quedaba pendiente introducir el tema de superficies.

Para entrar a superficies comenzaremos por: “Shape” -> “Generative Shape Design”.

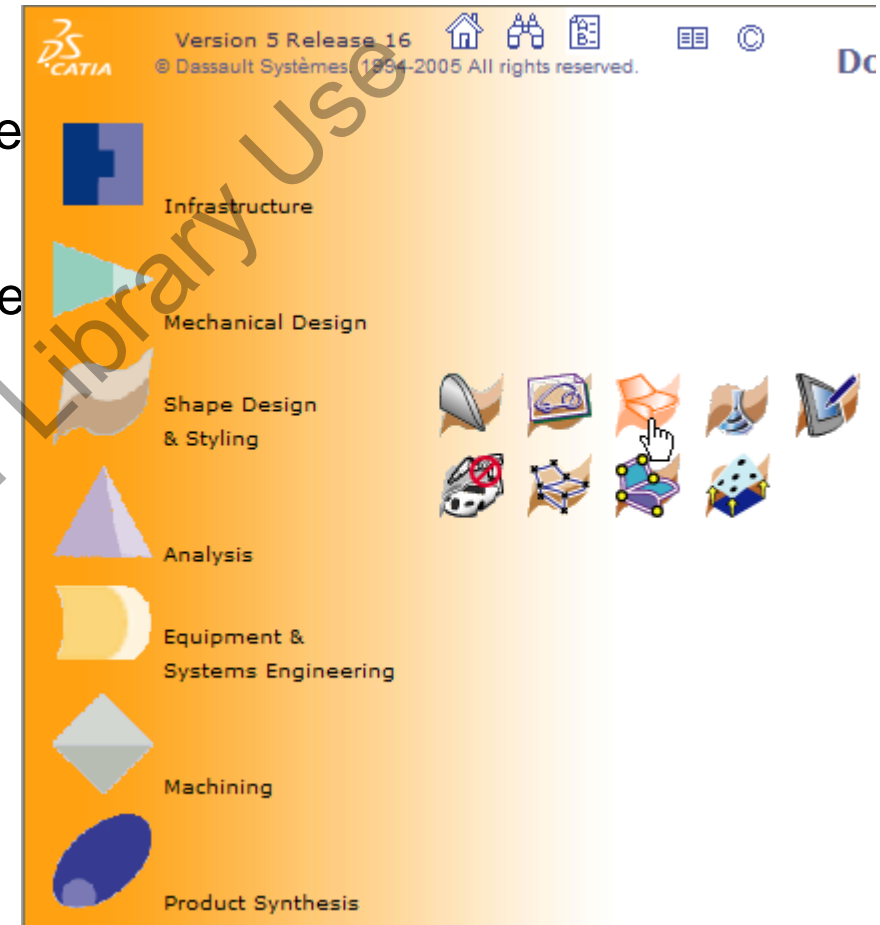
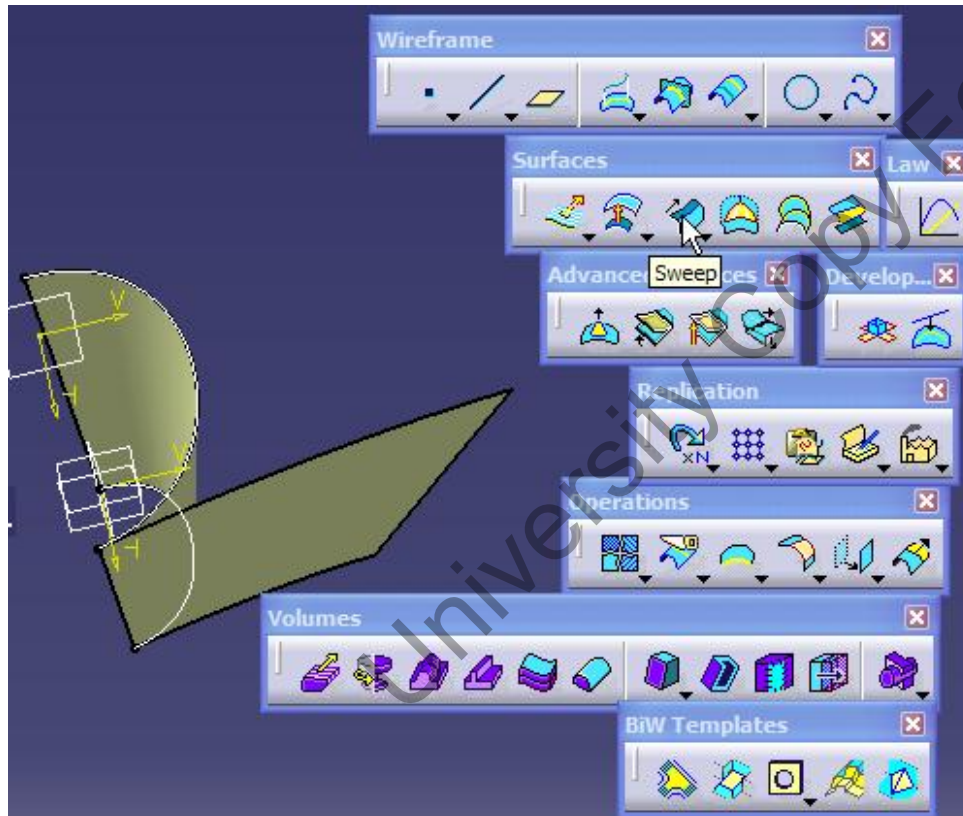
De esta forma se crea una “Part” y por tanto la extensión de los ficheros será “CATPart” pero no hay nada en PartBody, sólo Geometrical Set.



## • Help de superficies.

Si entramos al Help de superficies veremos que el tema es muy amplio.

También podemos comprobar que el número de iconos de superficies es muy grande.



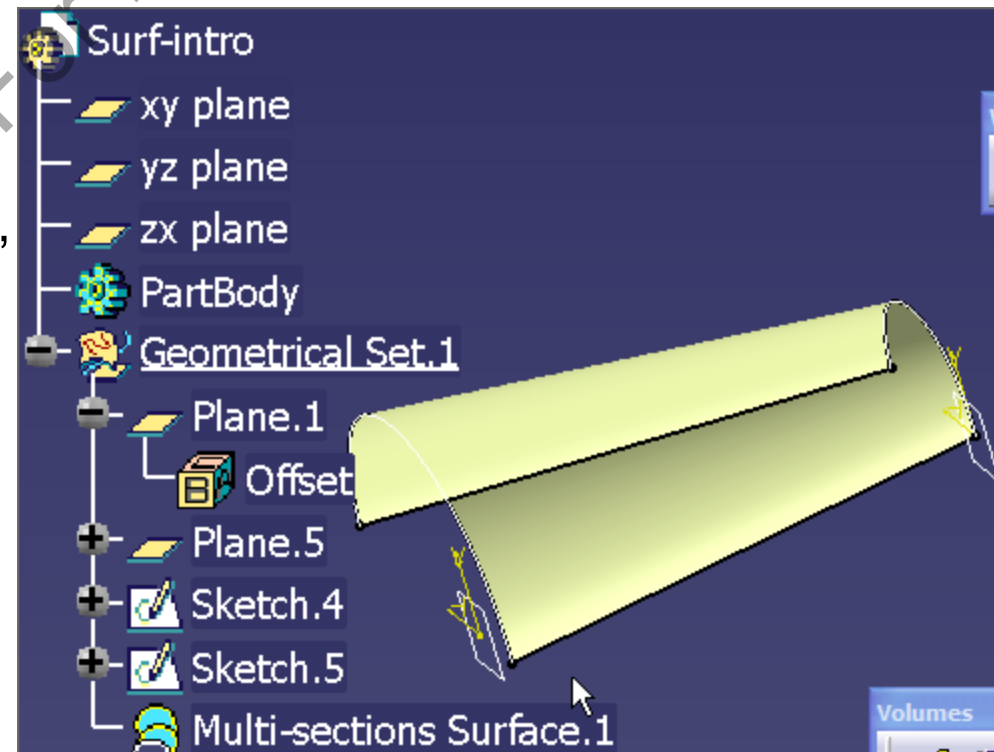
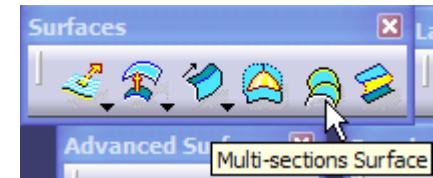
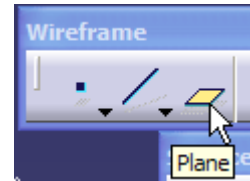
## • Ejercicio de introducción.

Hacer dos planos para trabajar en ellos.

Hacer un croquis en cada plano. (Por ejemplo que el segundo croquis sea un “offset” del primero)

Hacer una “multisección” entre ambos planos.

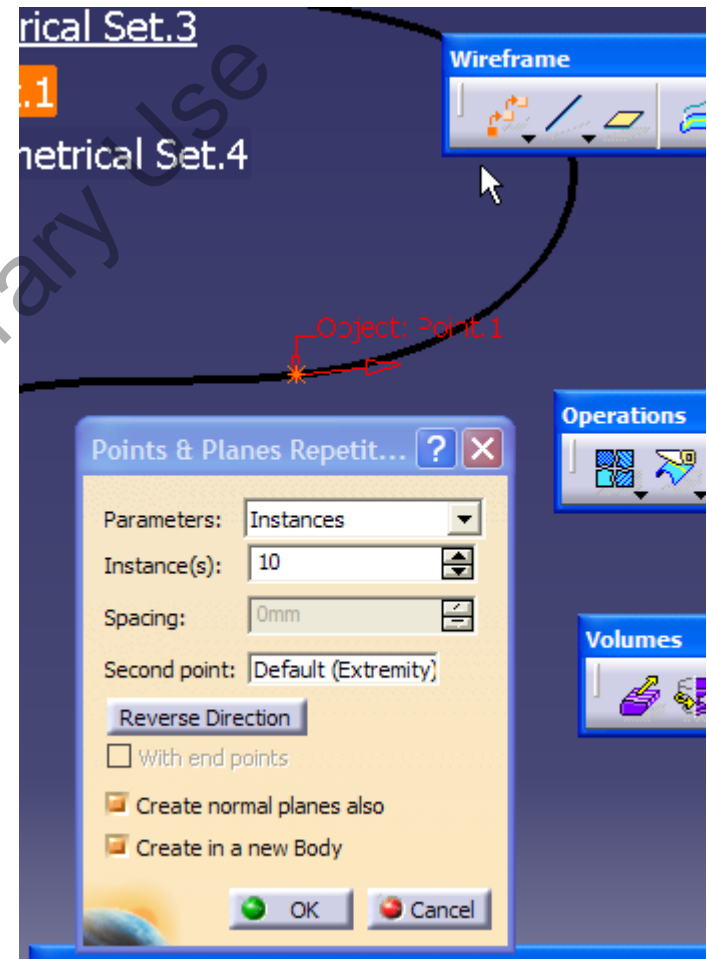
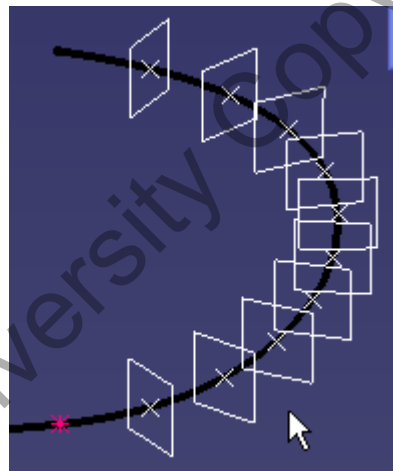
Comprobamos que en el árbol toda la geometría está dentro de “Geometrical Set”



- Ejercicio de introducción.

Para crear los planos podemos usar la opción de “multi-point&planes”.

De esta forma con un “sketch o curva” inicial tenemos varios planos para ir trabajando.



## • Ejercicio de introducción.

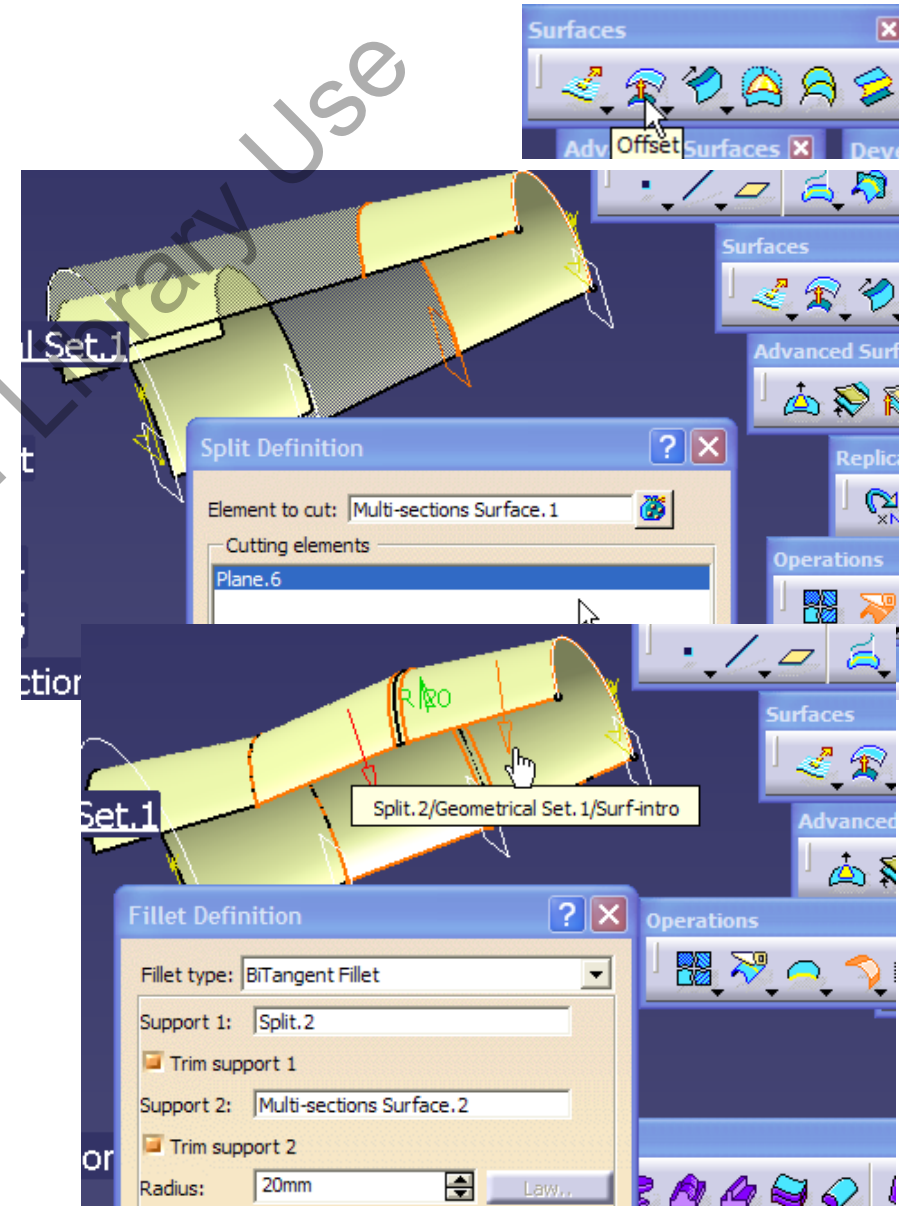
Crear un “Offset” de la superficie creada.

Crear un tercer y cuarto plano entre los dos anteriores.

Partir las superficies con “Split”.

Juntar las superficies de nuevo con “Multi-section”.

Redondear las nuevas aristas con “Fillet”.



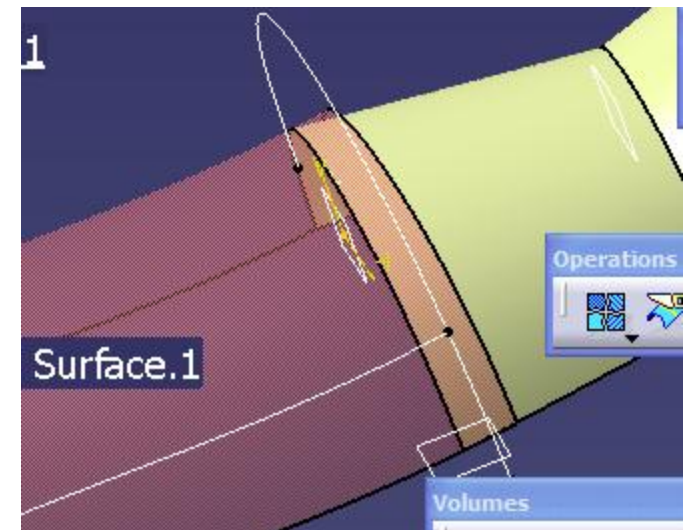
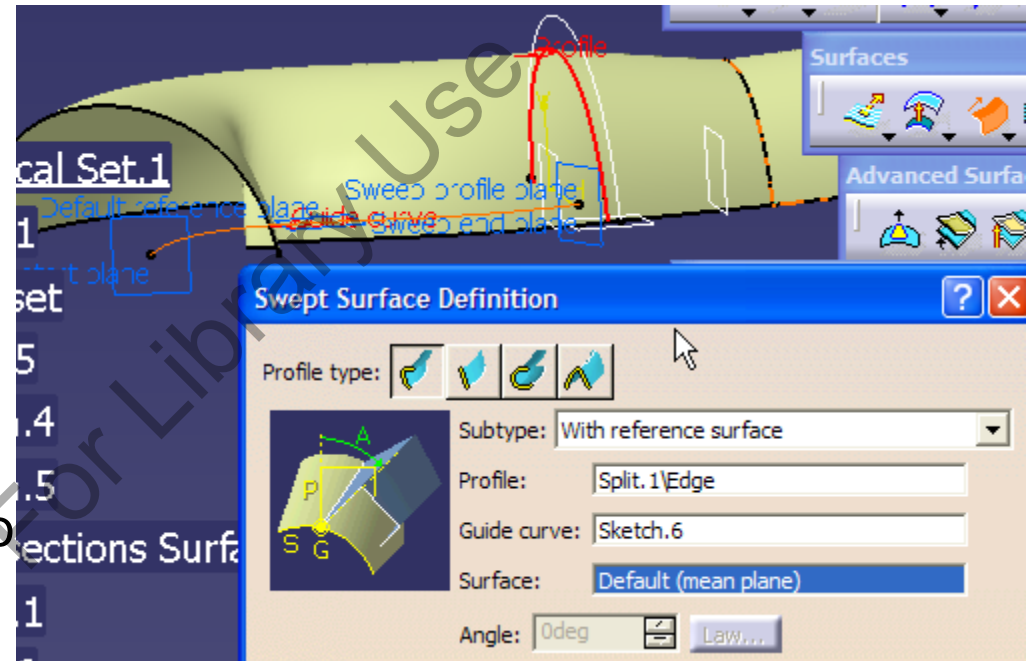
## • Ejercicio de introducción.

Crear una curva suave en la base en la que creamos un plano de apoyo. Esta curva se usará como guía.

Crear un barrido con “Sweep” -> “Explicit” cogiendo un extremo y la curva guía.

Si no hemos tenido cuidado con la guía no coincidirán los extremos.

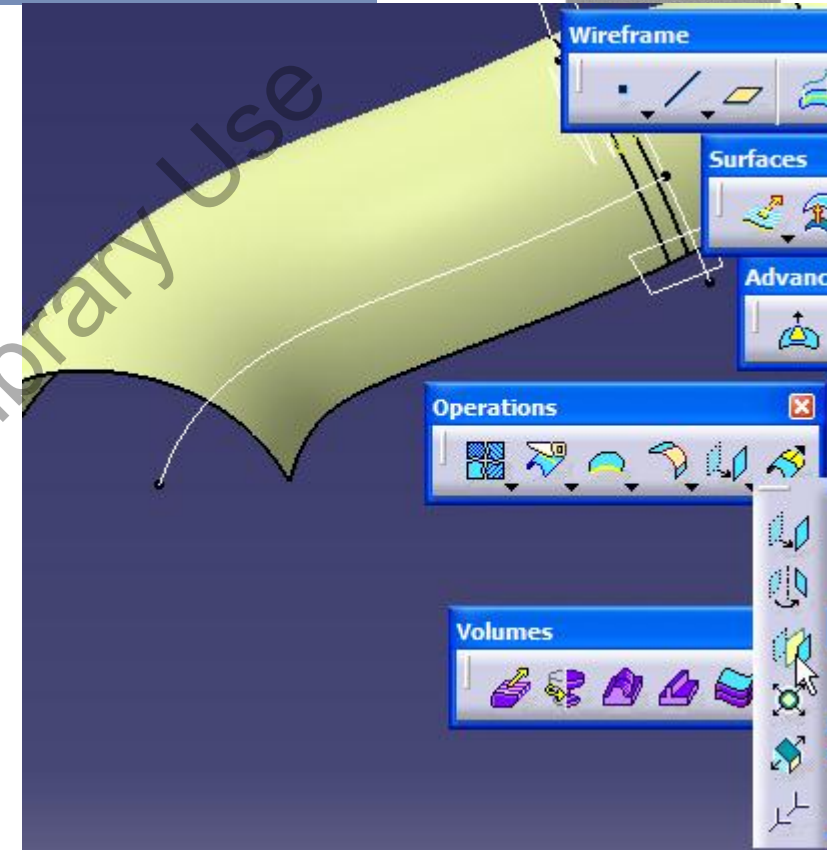
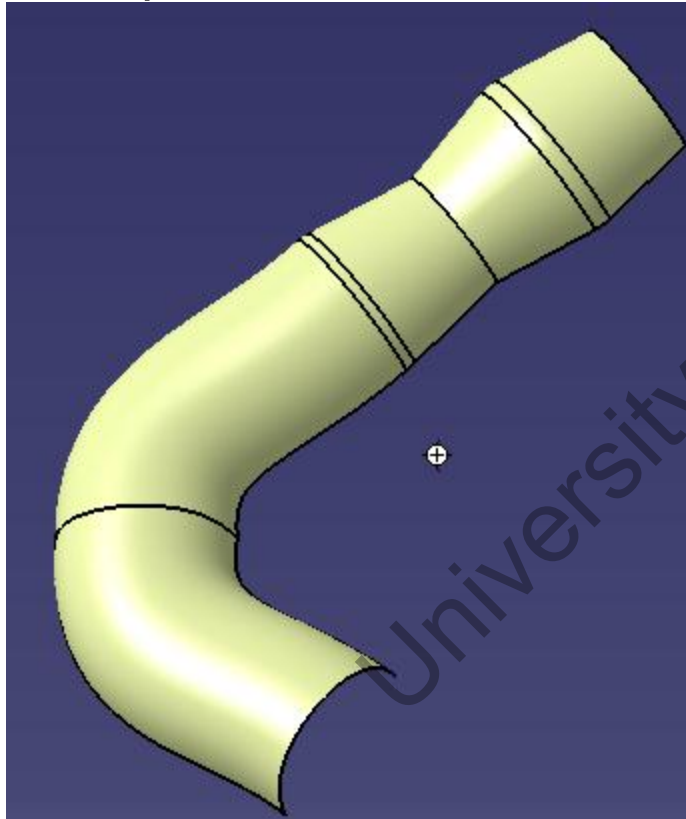
Por lo tanto lo que podemos hacer es cortar y volver a unir superficies.



- Ejercicio de introducción.

Crear una simetría de la superficie creada.

Para ello tendremos que recortar el final de tubo para que sea plano y que la simetría quede bien unida.

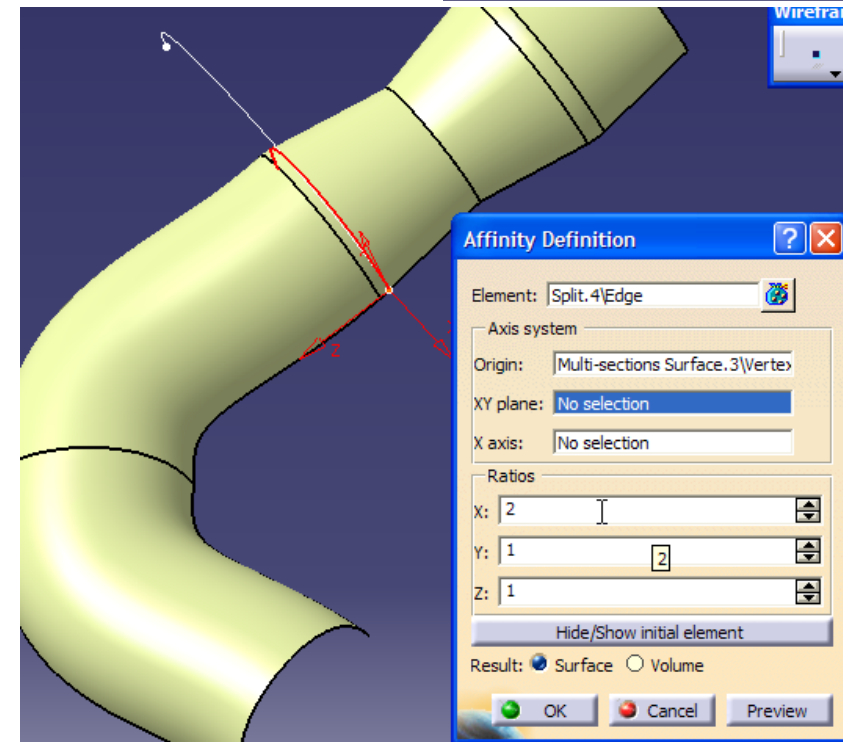
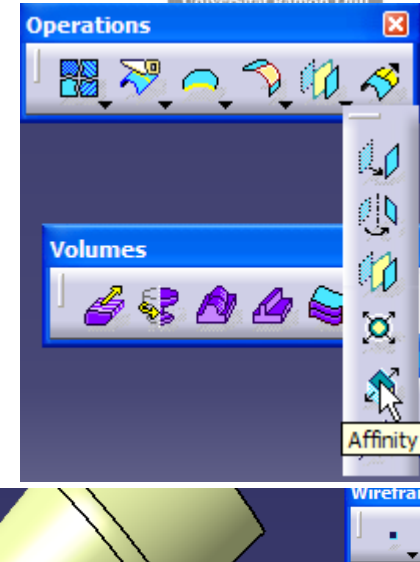


## • Modificación con “Affinity”.

Podemos modificar una perfil aplicando un escalado con diferentes escalas en los tres ejes.

Una vez cambiado el perfil hay que editar la operación de superficie y reemplazar el perfil utilizado.

Hay que tener cuidado con el orden de las operaciones. Al elegir los puntos de origen en el perfil hay que seleccionar puntos del perfil para no caer en problemas de dependencia al escoger puntos de la superficie que queremos modificar.



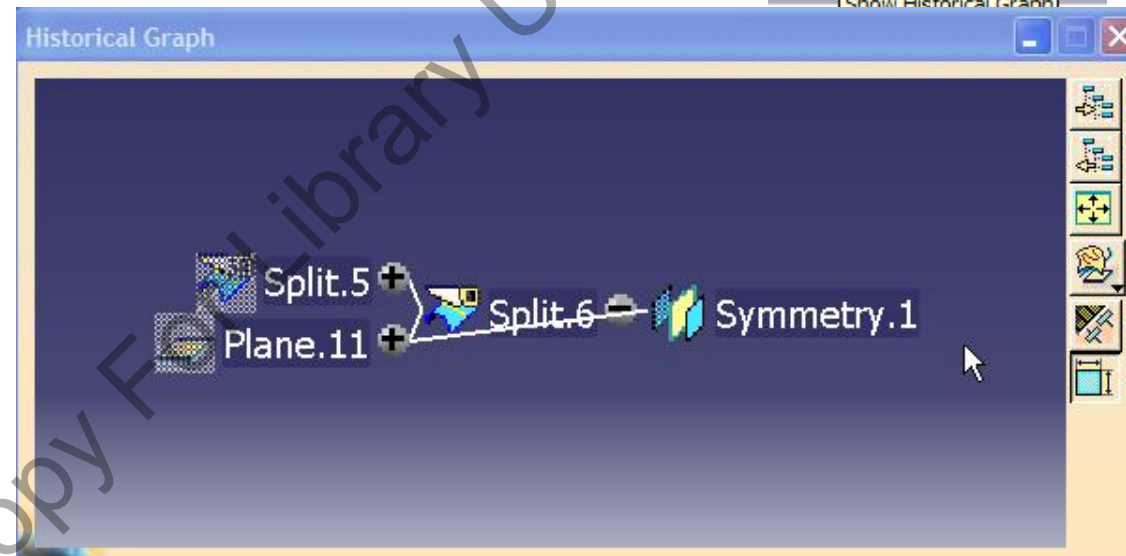


- Histórico de construcción.

Para ver un árbol de la historia de la geometría existe un icono específico.

Con este icono podemos investigar la historia de un elemento concreto.

De esta manera podemos ir viendo las dependencias de una zona concreta e ir modificando el gráfico para añadir otras zonas.



## • Resumen.

- Ejemplo práctico del método de trabajo usado en superficies.
- Operación “Join”.
- Operación “Project”.
- Operación “Parallel curve”.
- Operación “Fill”.
- Operación “Extrude”.
- Operación “Sphere”.
- Operación “Trim”.

University Copy For Library Use

University Copy For Library Use

SolidWorks

# • Introducción a superficies.

## Tutorial de superficies.

SolidWorks Tutorials

Mostrar Atrás Inicio Imprimir

### All SolidWorks Tutorials (Set 2)

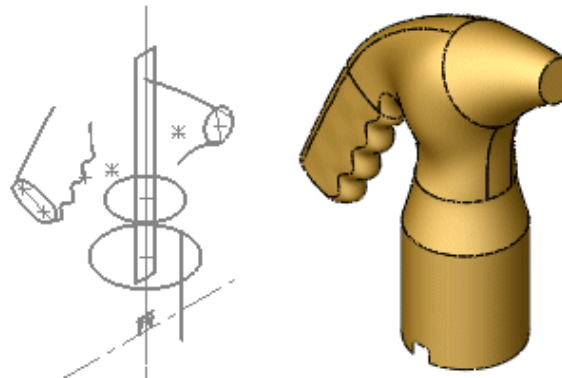
Mold Design
Molded Product Design - Advanced
Multibody Parts
Pattern Features
PhotoWorks
Revolves and Sweeps
Routing - Electrical
Routing - Pipes and Tubes
Sheet Metal
Smart Components
SolidWorks API Tutorials
SolidWorks eDrawings
SolidWorks FloXpress
SolidWorks Motion
SolidWorks SimulationXpress
SolidWorks Utilities
SolidWorks Workgroup PDM
<b>Surfaces</b>
Sustainability *
TolAnalyst Tutorials
Toolbox
Weldments
All SolidWorks Tutorials (Set 1)

Surfaces are a type of geometry with zero thickness. To create surfaces, you use many of the same methods used to create solids, such as extrudes, revolves, and sweeps. Surfaces also use other functions or features such as trim, untrim, extend, and knit.

Surfaces have advantages over solids. They are more flexible than solids because you do not have to define the boundaries between the surfaces until the final steps of the design. This flexibility helps product designers work with smooth, extended curves such as those used in automobile fenders or telephone housings.

In this lesson, you start with an existing sketch composed of lines, arcs, splines, and sketch points. Then you apply the following surface features to create a nozzle:

- lofts
- planar
- trim
- sweeps
- revolve
- extend
- knits
- move/copy
- untrim
- fills
- thicken

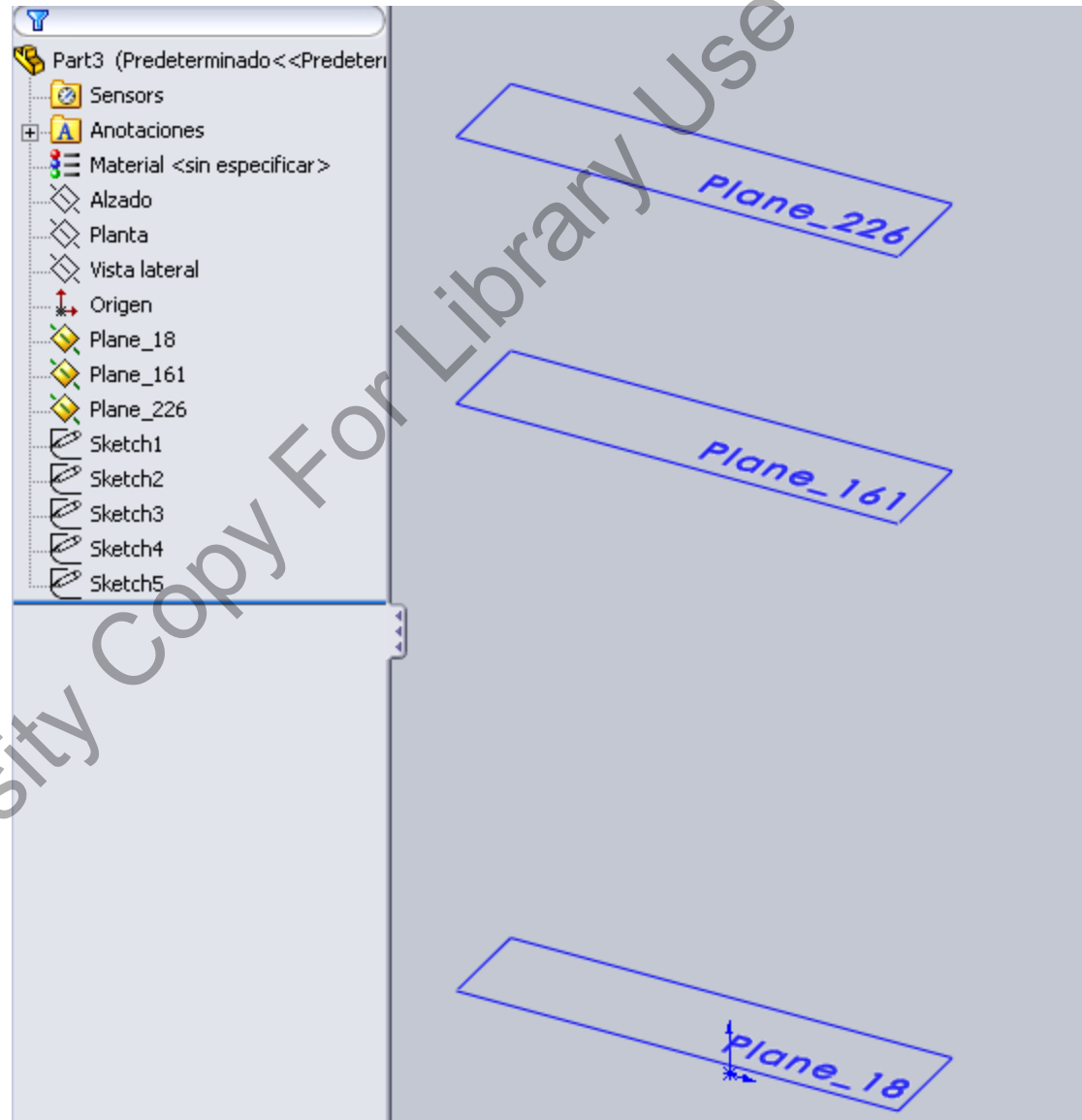




## • Planos.

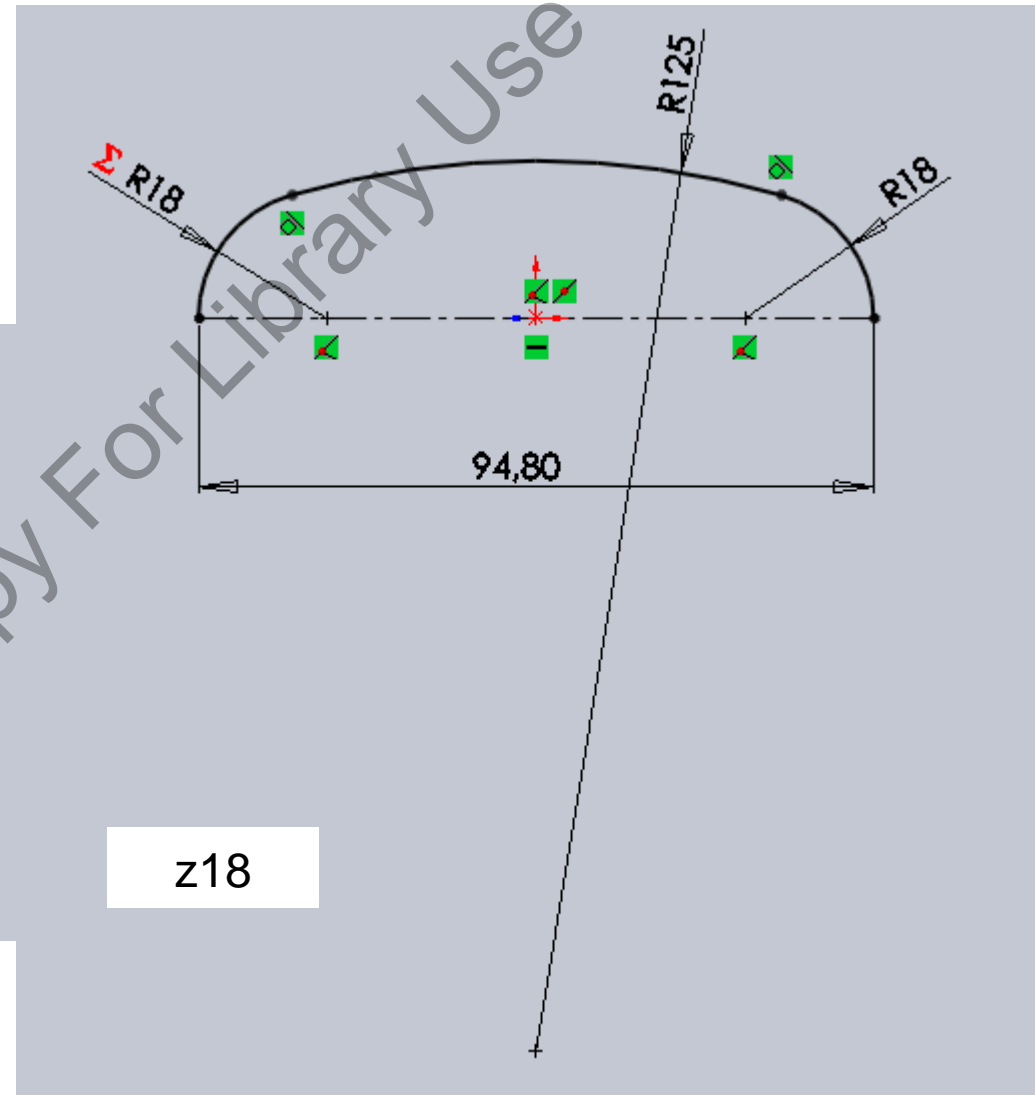
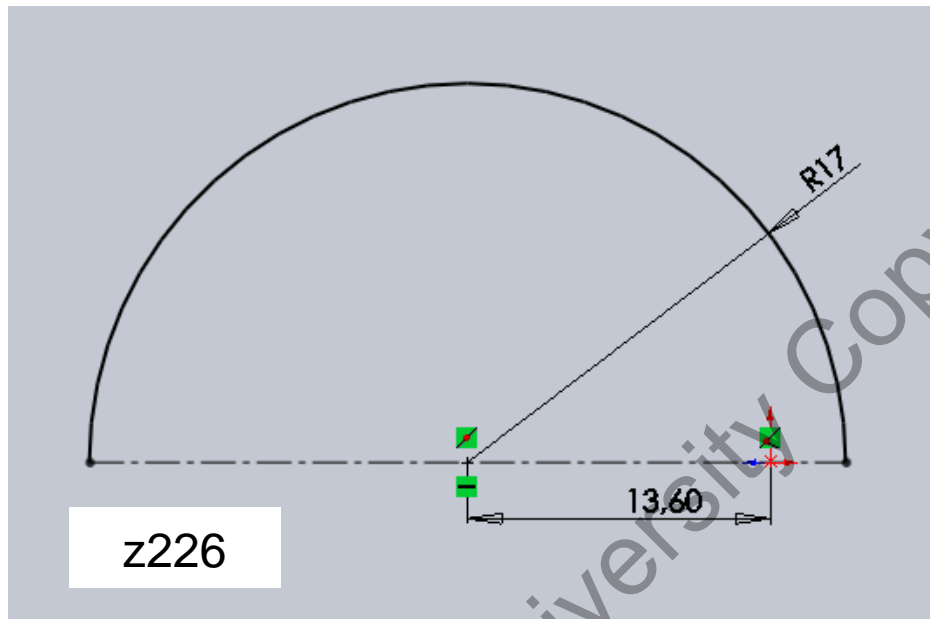
Creamos tres planos paralelos a la Planta a las siguientes distancias:

- 18 mm
- 161 mm
- 226 mm



## • Secciones.

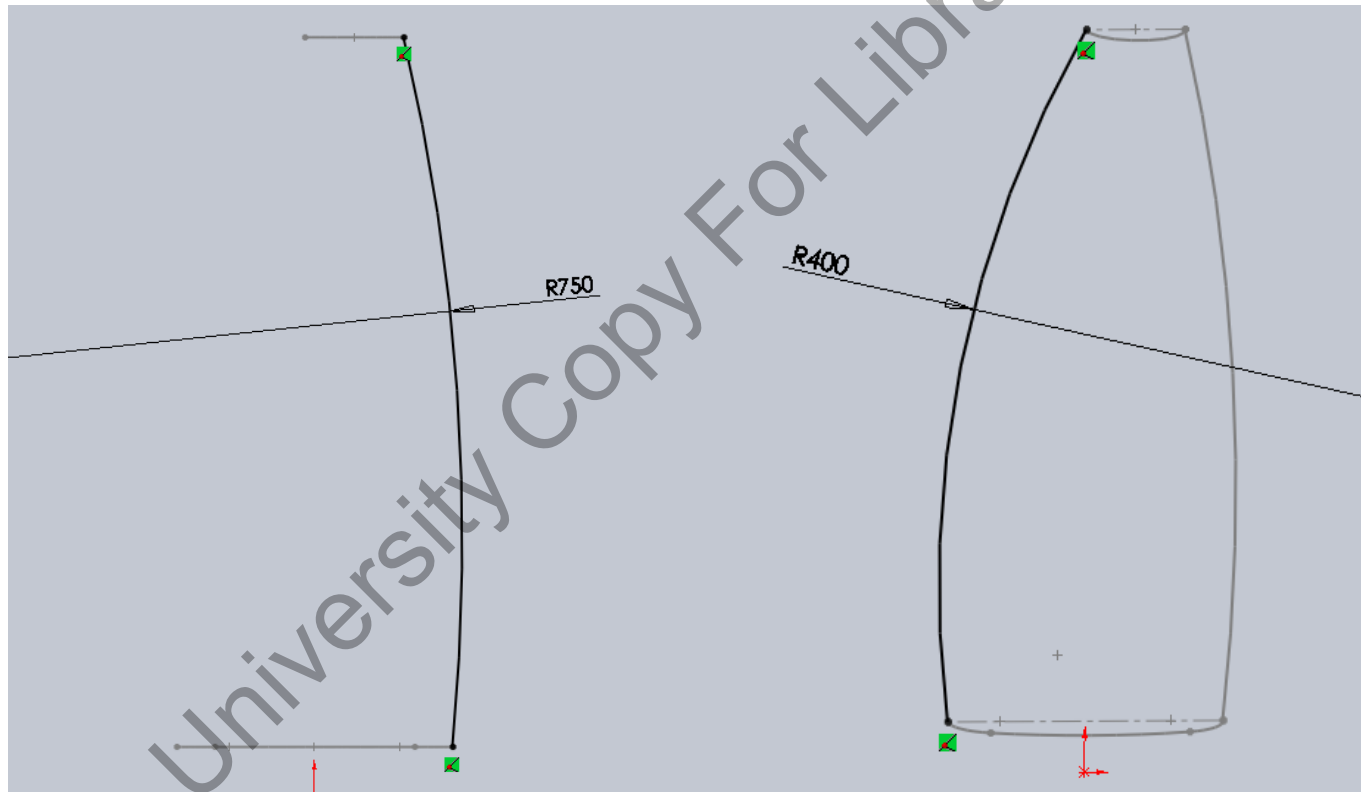
Dibujamos estos Sketches en el plano indicado



- Curvas.

Creamos dos curvas en dos Sketch distintos en el plano Alzado.

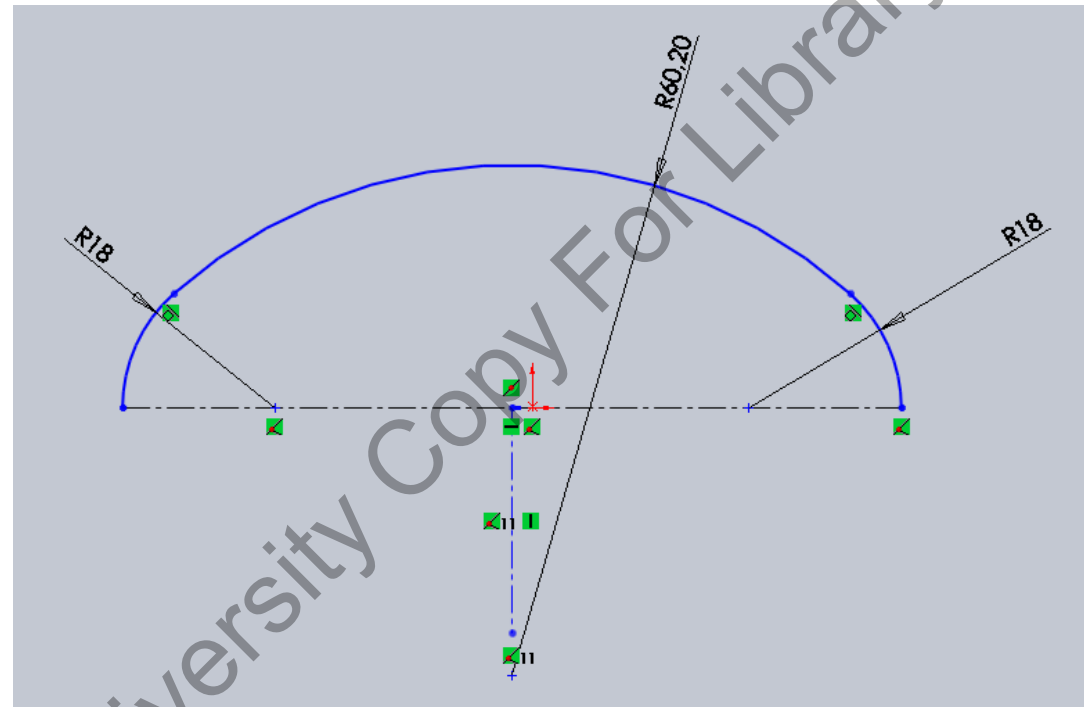
Tienen que ser coincidentes con los extremos de los dos Sketch dibujados.





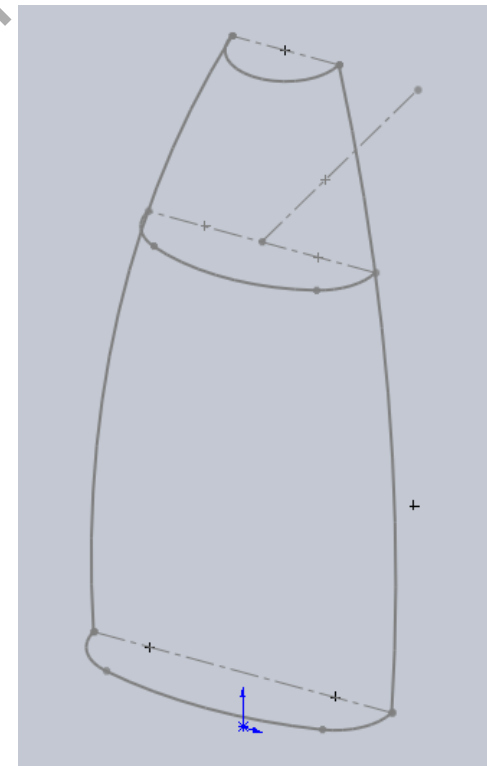
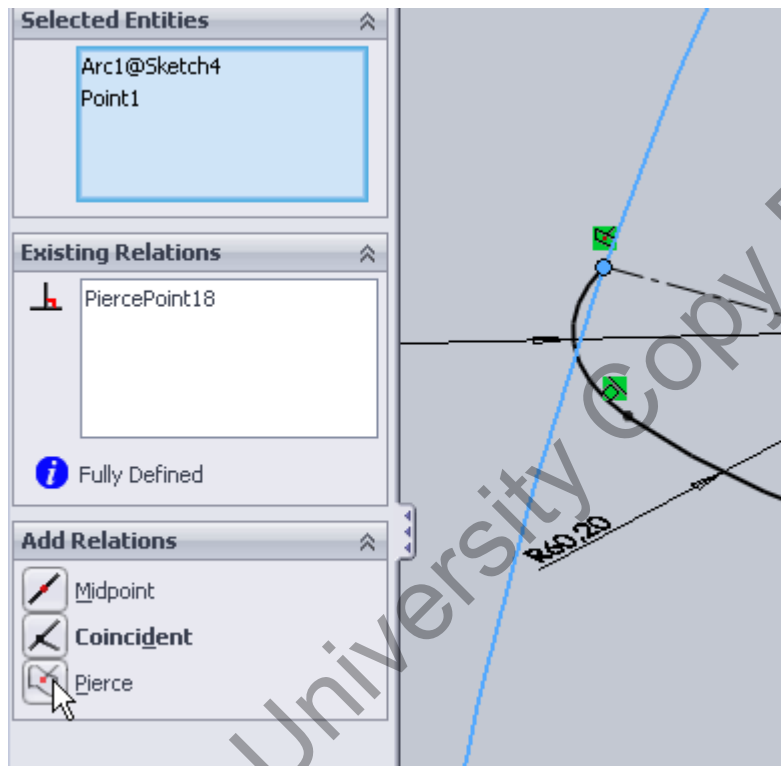
- Sección central.

Realizamos este Sketch en el plano z161



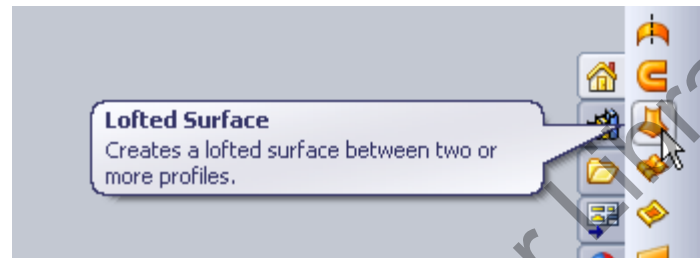
## • Sección central.

Para definirla completamente tenemos que hacer coincidir los extremos con las curvas, para hacerlo utilizamos Pierce.

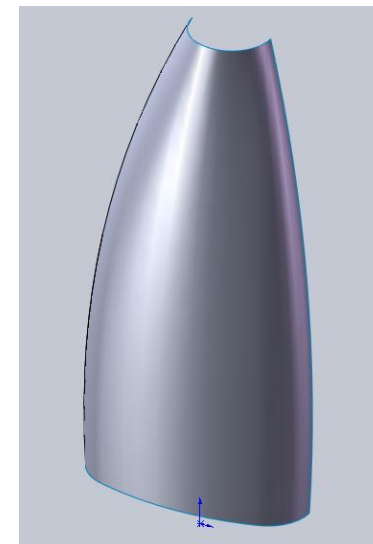
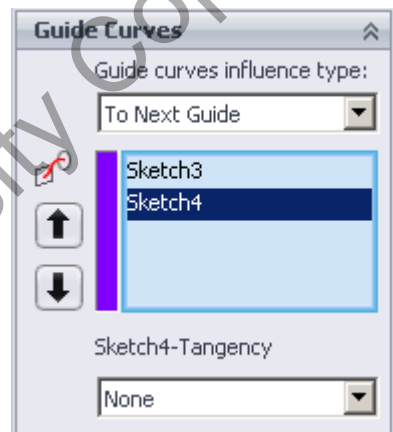
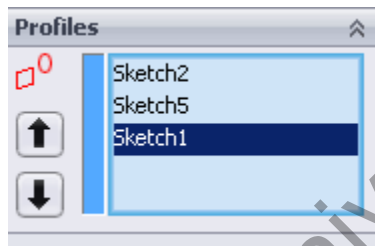


## • Multisection.

Para crear una superficie que se adapte a todos los perfiles hechos utilizamos Lofted Surface.

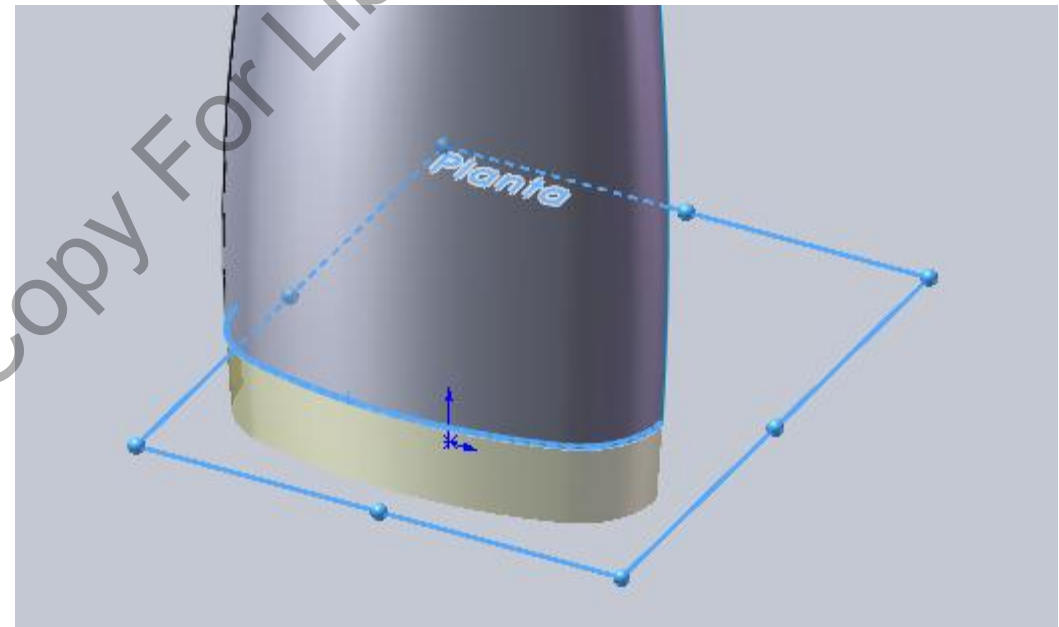
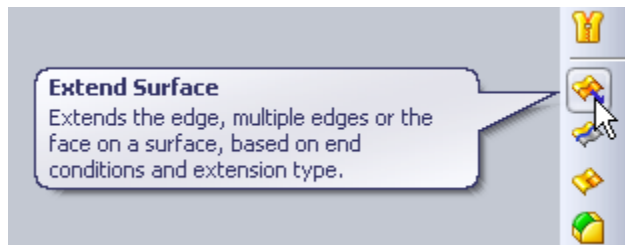


En profile seleccionamos los Sketch hechos en los planos paralelos a la Planta y en Guide Curves los hechos en el plano Alzado.



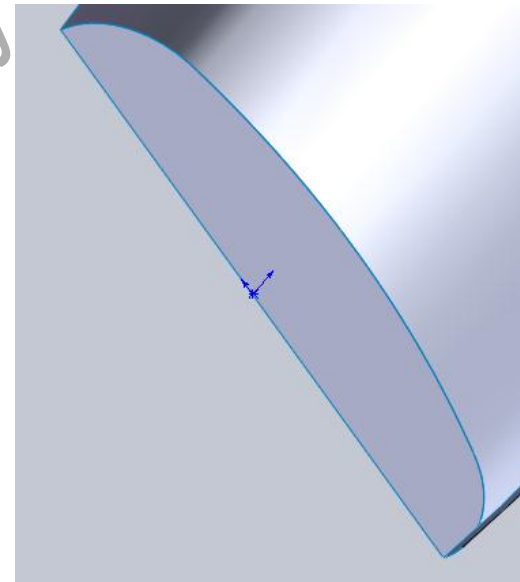
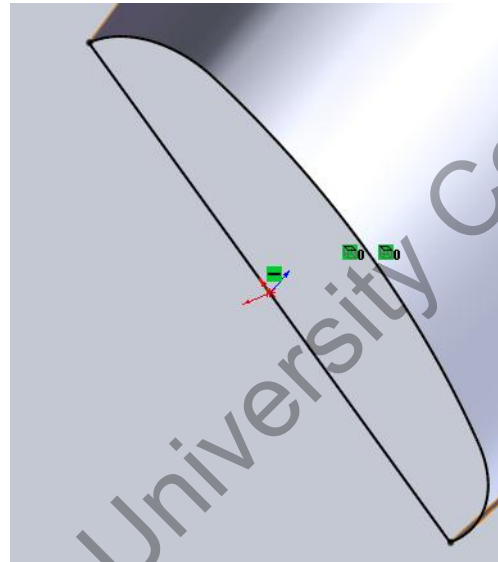
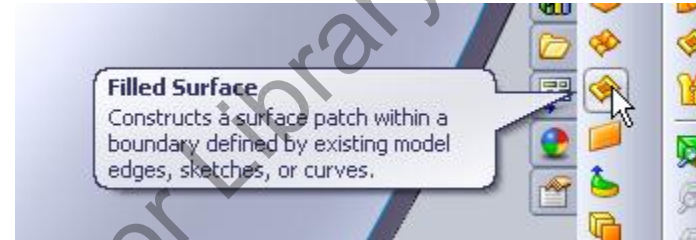
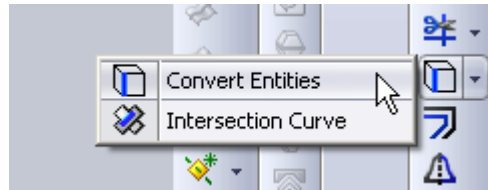
- Extensión.

Extendemos el fondo de la botella con Extend Surface hasta el plano de la Planta.



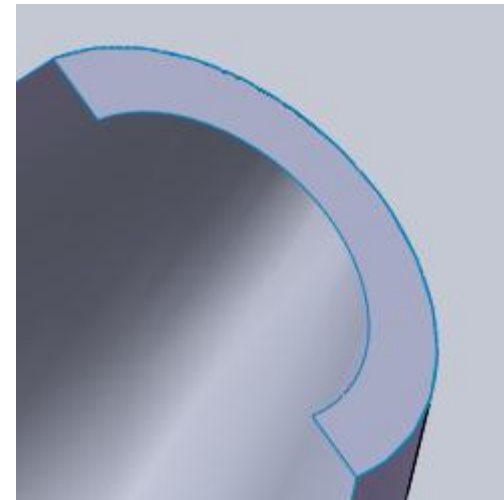
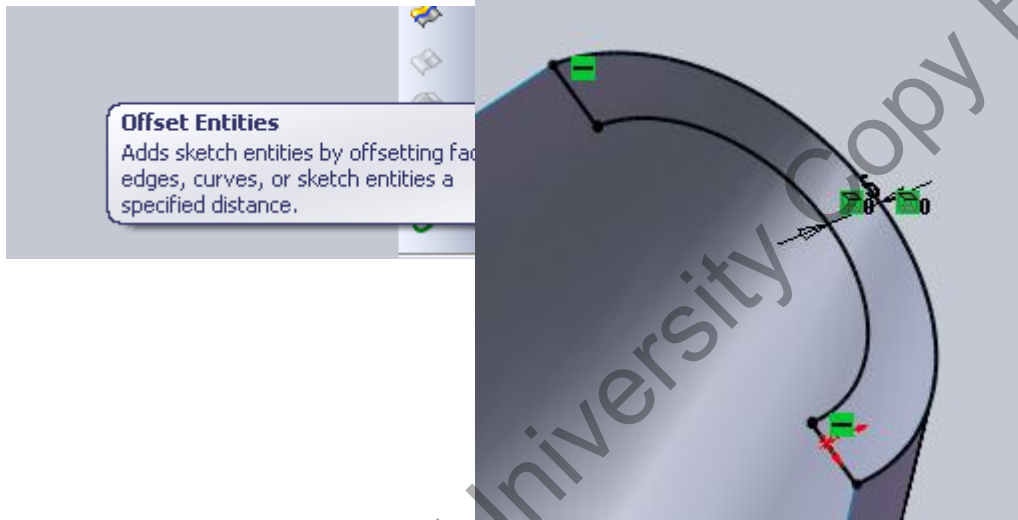
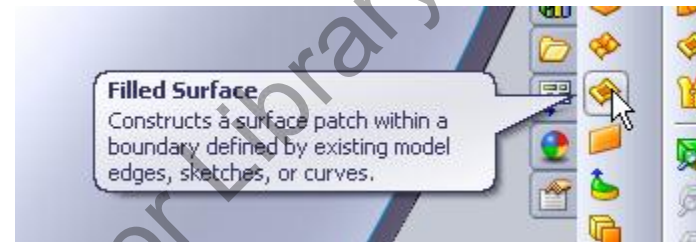
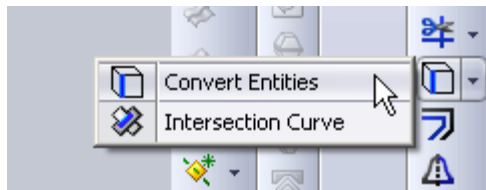
- Relleno de superficie.

Cerraremos la parte inferior de la botella Para ello primero realizaremos un Sketch en la parte inferior con la misma forma que el culo de la botella..



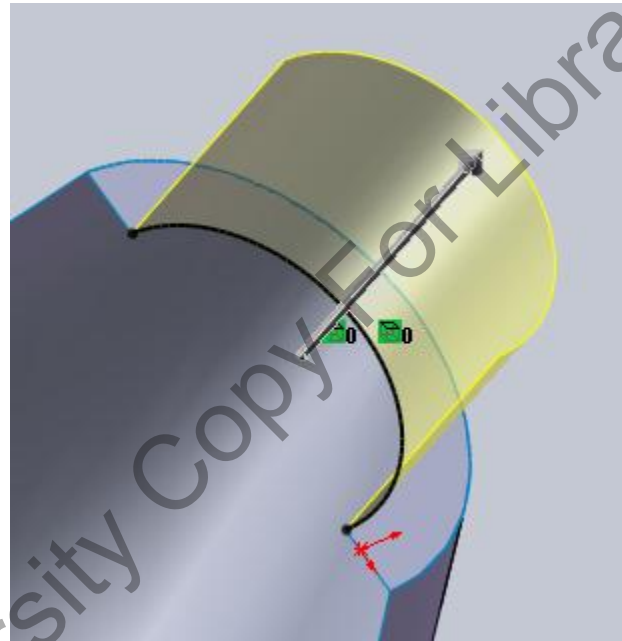
- Relleno de superficie.

Haremos la primera parte del cuello de la botella.



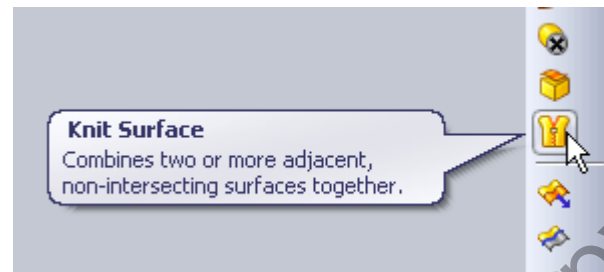
- Extrusión de superficie.

Para hacer la parte del tapón extruiremos una superficie. Para ello realizaremos un Sketch en la parte superior y extruiremos la superficie.

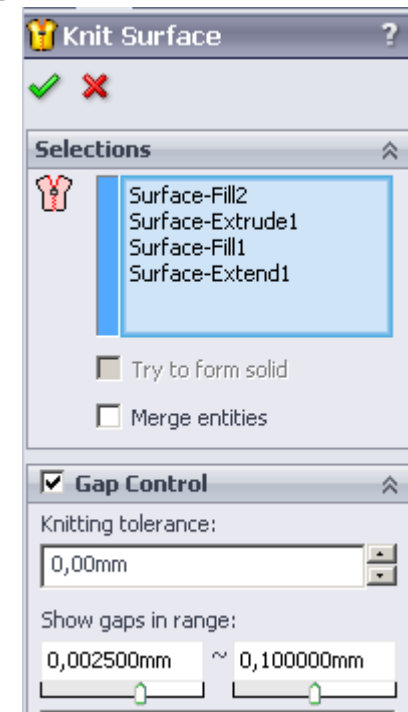


## • Knit Surfaces.

Debemos unir todas las superficies para así facilitar las operaciones posteriores. Para eso utilizaremos la herramienta Knit Surface.



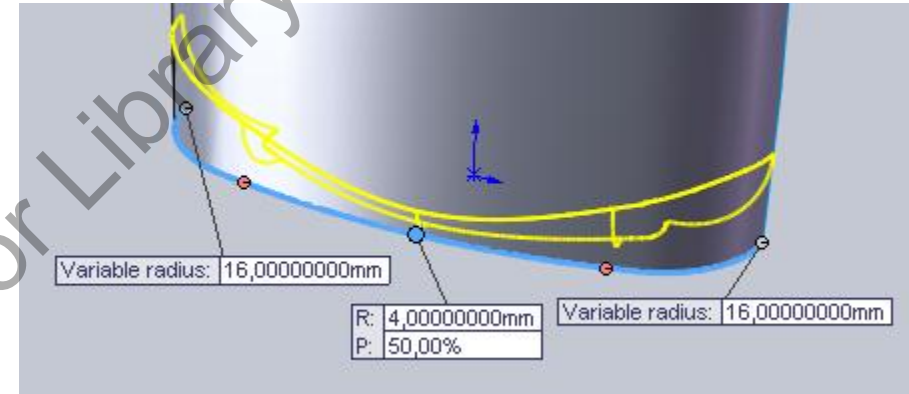
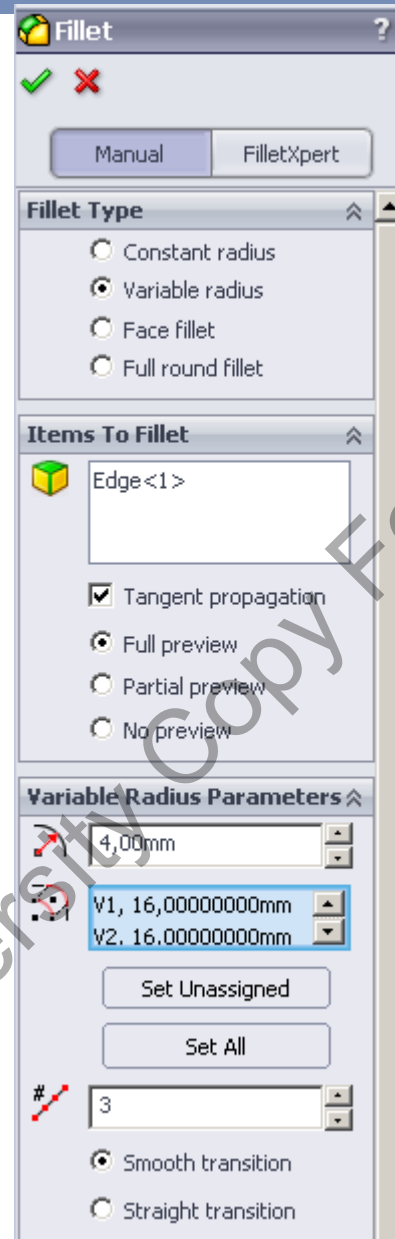
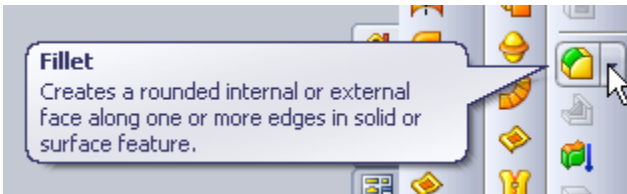
Cuando unimos superficies debemos tener en cuenta la Knitting Tolerance ya que esta marca cuando se pueden unir superficies o no.





## • Fillet.

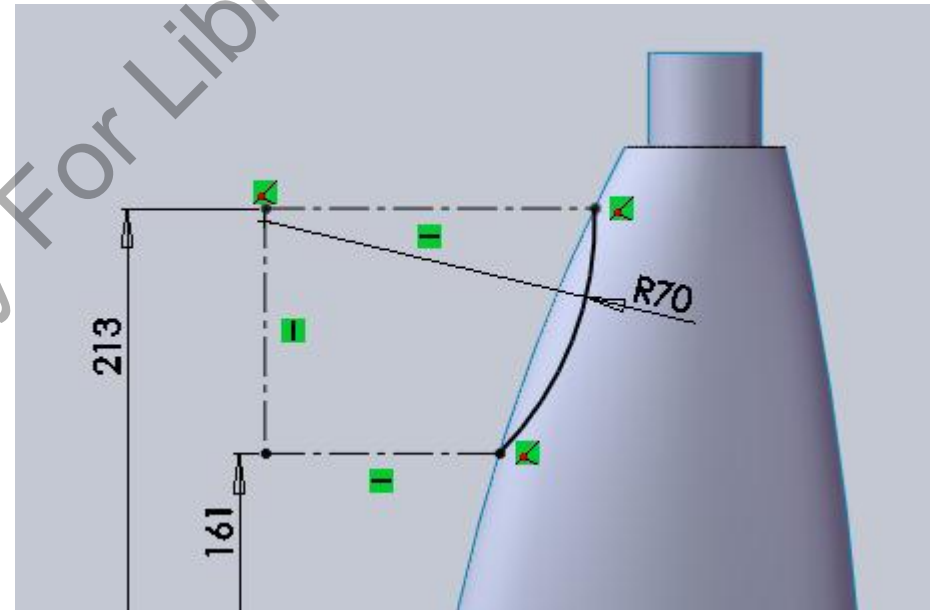
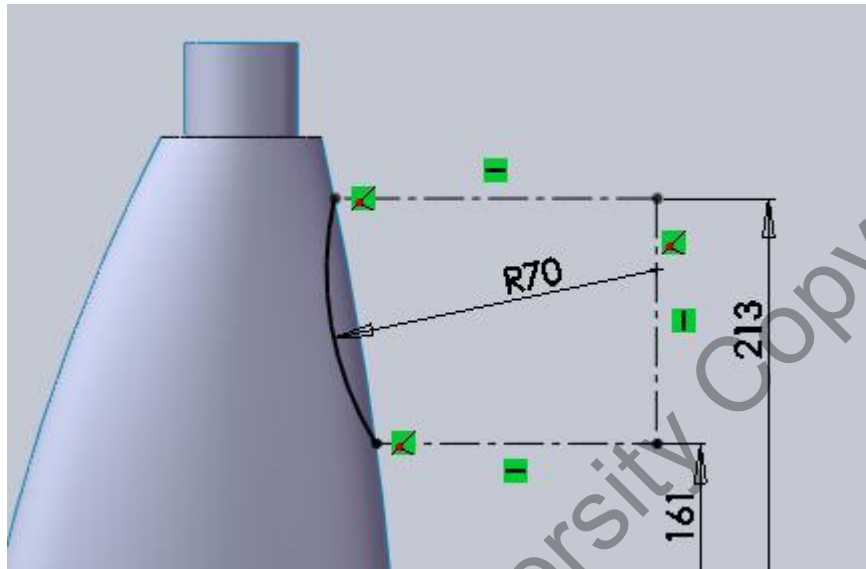
Vamos a realizar un Fillet de radio variable en la parte inferior de la botella..



Los radios son de 16 mm en los extremos y de 4 mm en la parte central, se deben poner a mano sobre la zona grafica.

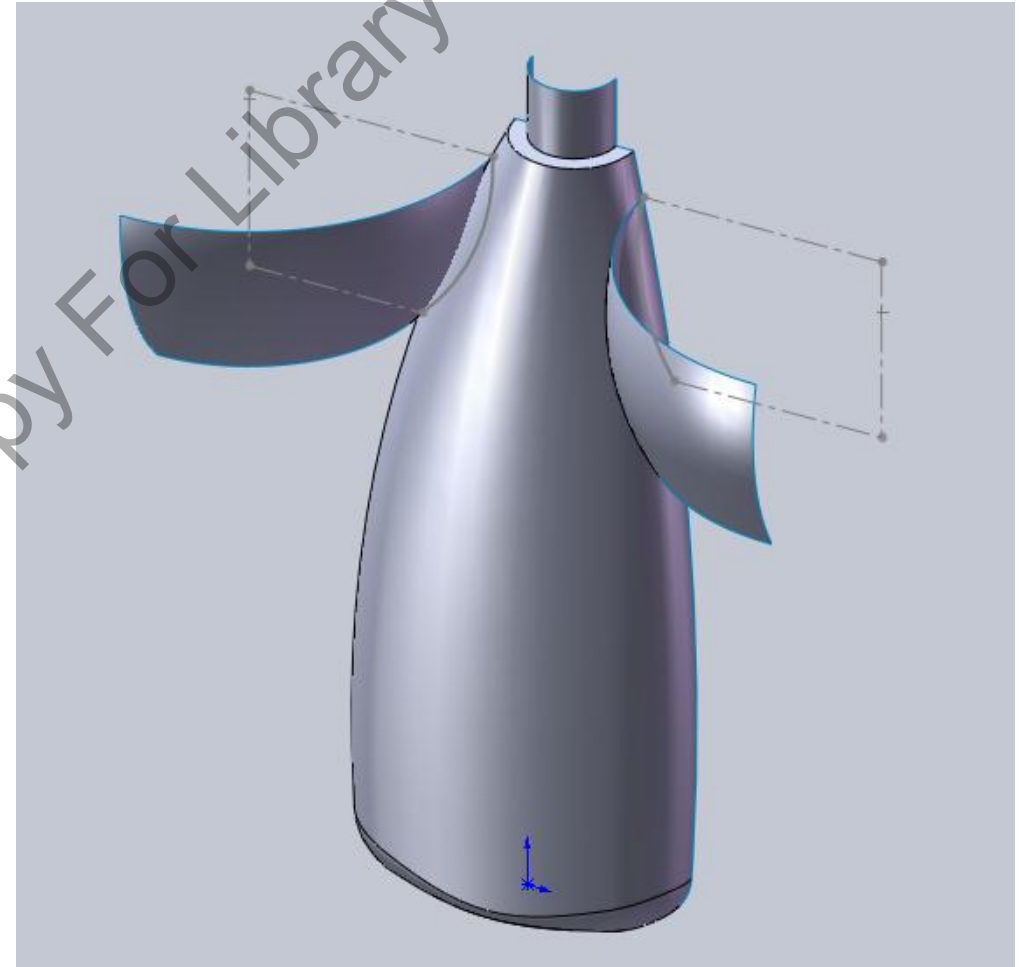
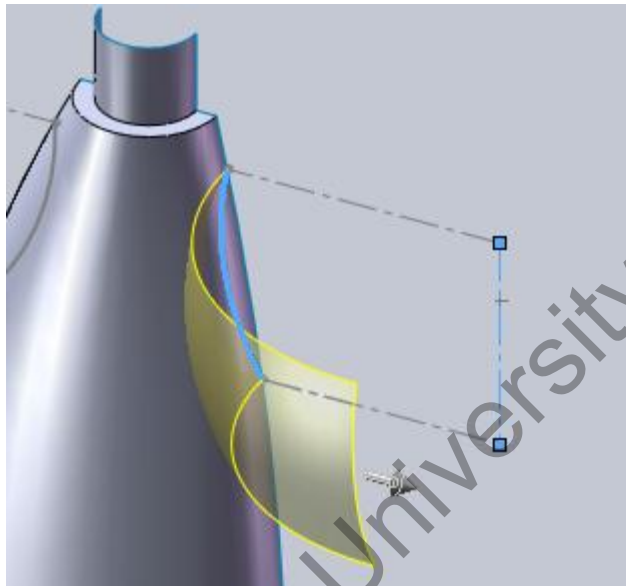
- Recortes.

Para realizar los entrantes primero definimos dos Sketch en el plano Alzado.



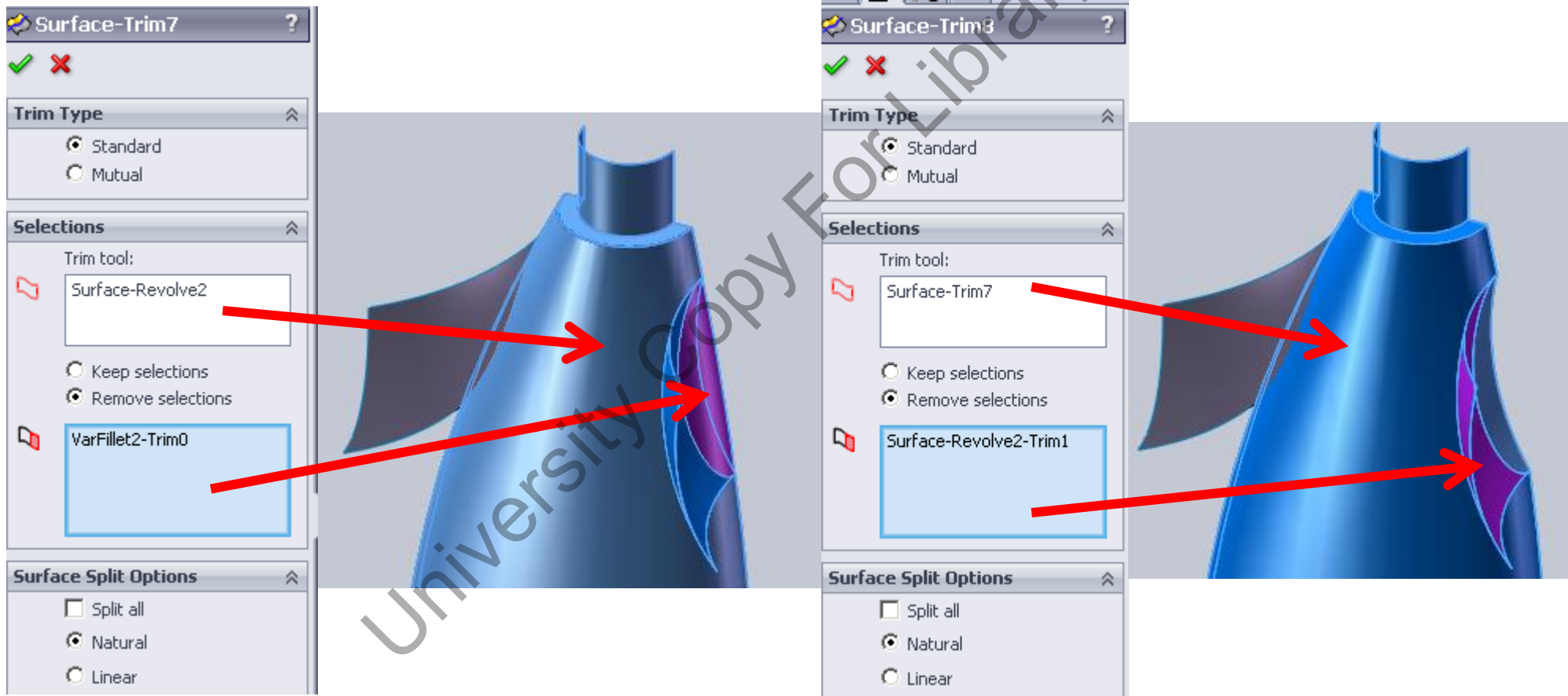
- **Revolución.**

Ahora realizamos una revolución de los Sketch.



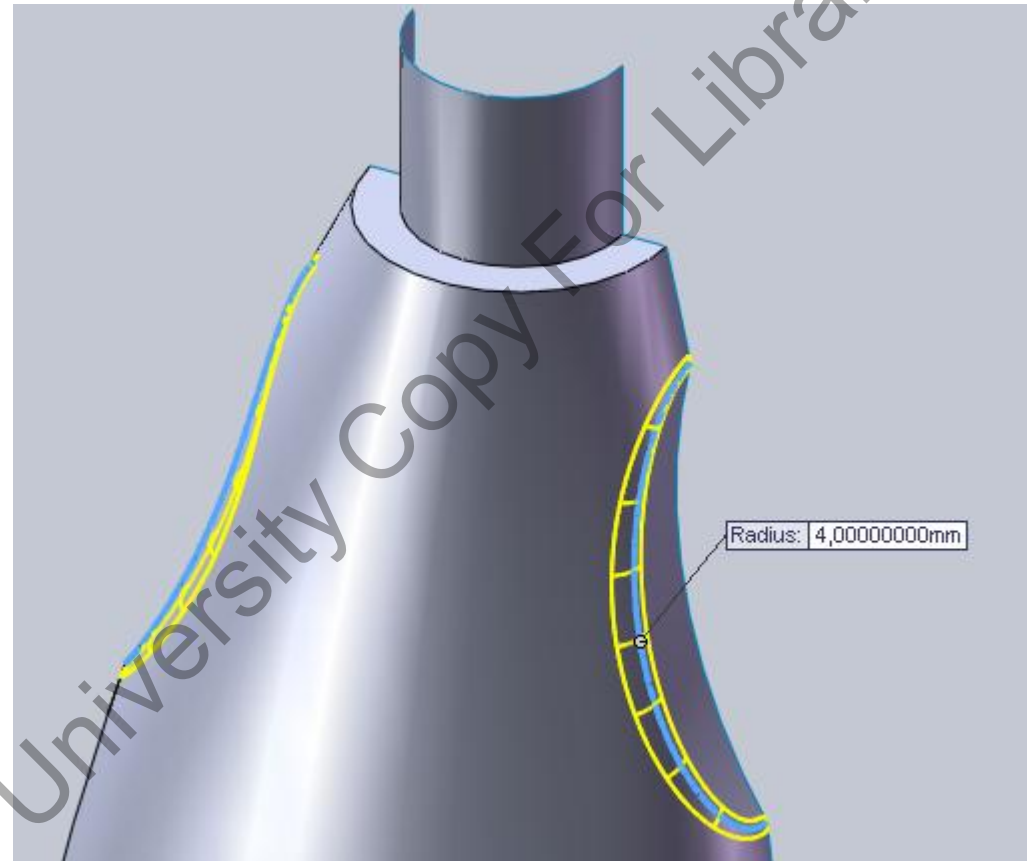
## • Recortes.

Restaremos la dos superficies hechas a la botella. Para ello tendremos que realizar dos Trims.



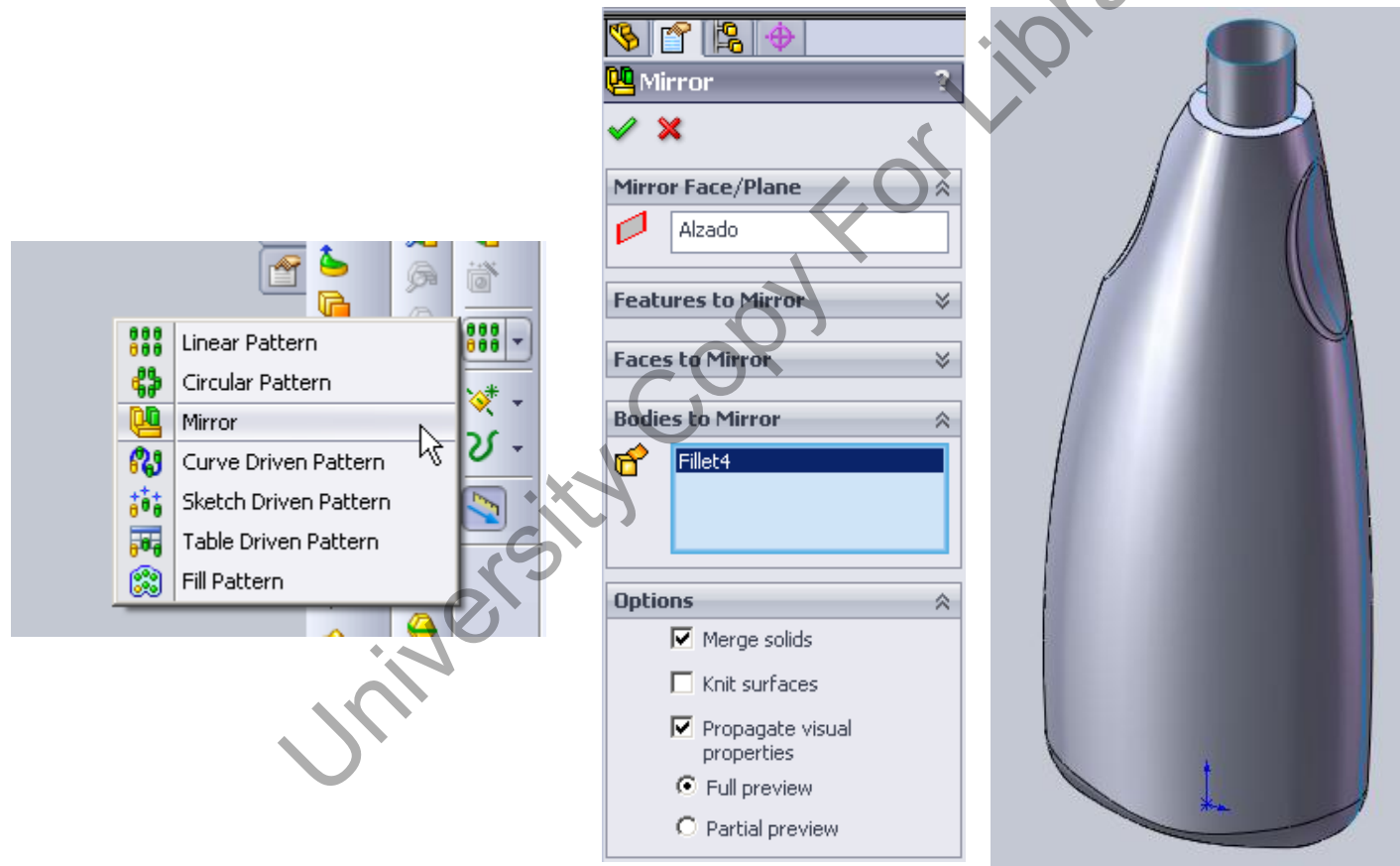
- Fillet.

Vamos a realizar un Fillet de radio constante (4 mm) en los entrantes. Primero hay que realizar un Knit surface con todas las superficies.



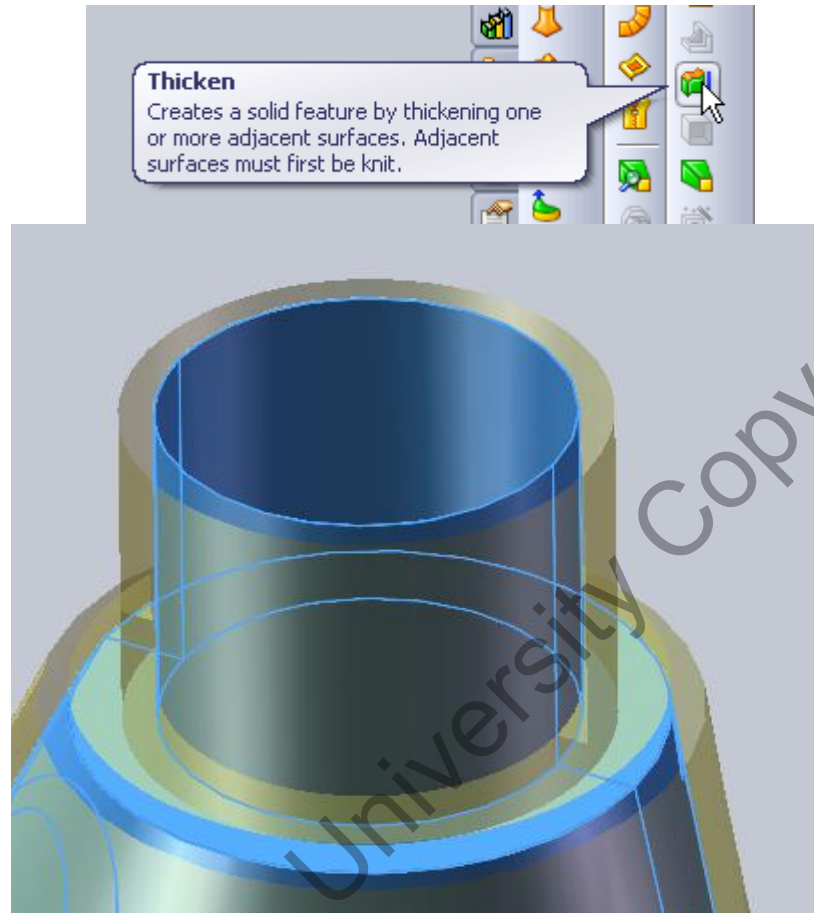
## • Mirror.

Realizamos la otra parte de la botella con la herramienta Mirror. Como plano de cogemos el alzado y en Bodies to Mirror seleccionamos todas las superficies realizadas.



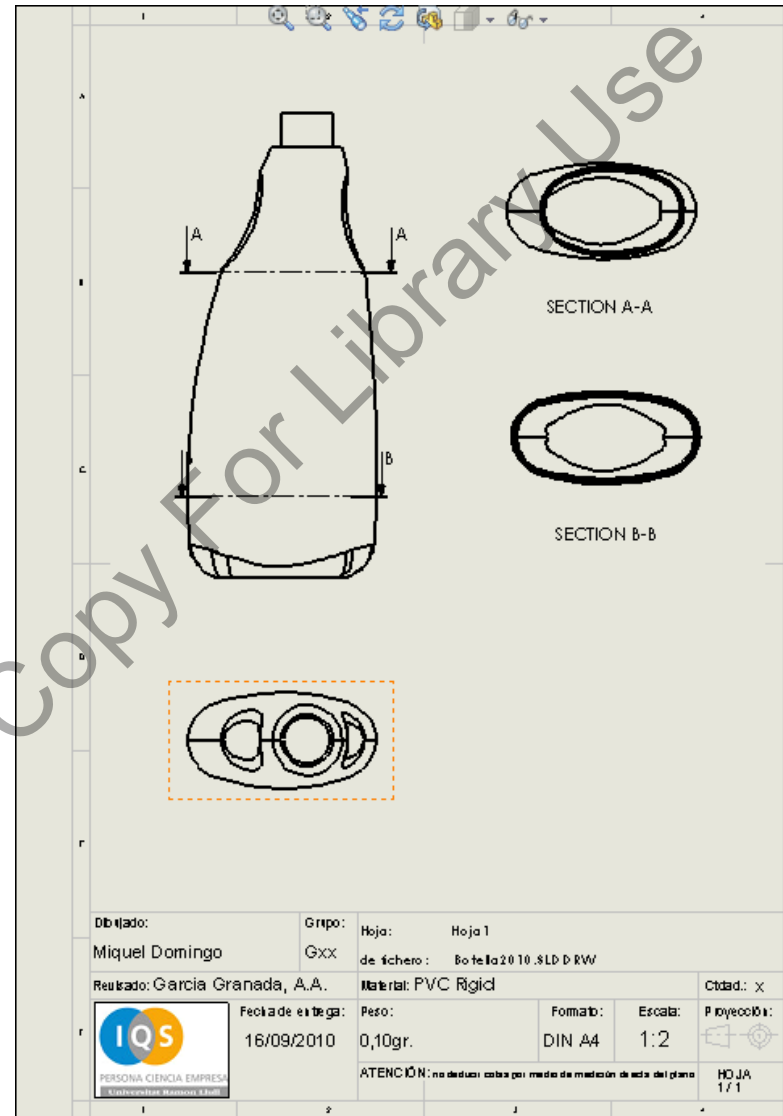
- Thicken.

Le vamos a dar un grosor de 2 mm hacia el exterior.



- Plano

Al crear el plano en lugar de rallar la sección le podemos dar un color de relleno.





## • Sustainability

Vamos a realizar el estudio de sostenibilidad de la botella. Para más información se puede realizar el tutorial que hay en la ayuda de SW.



Mold Design
Molded Product Design - Advanced
Multibody Parts
Pattern Features
PhotoWorks
Revolves and Sweeps
Routing - Electrical
Routing - Pipes and Tubes
Sheet Metal
Smart Components
SolidWorks API Tutorials
SolidWorks eDrawings
SolidWorks FloXpress
SolidWorks Motion
SolidWorks SimulationXpress
SolidWorks Utilities
SolidWorks Workgroup PDM
Surfaces
<b>Sustainability</b> *
TolAnalyst Tutorials
Toolbox
Weldments
All SolidWorks Tutorials (Set 1)

## • Sustainability

Este complemento evalúa el impacto ambiental y la sostenibilidad del modelo en éstas áreas:

- Huella de carbono.
- Consumo de energía.
- Acidificación del aire.
- Eutrofización de las aguas.

Se calcula basándose en éstos parámetros:

- Material.
- Proceso y lugar de fabricación.
- Transporte y uso.
- Vida del producto.

## • Sustainability

Activamos la herramienta de sustainability en el menú Tools, "Sustainability...".

Lo primero que haremos es establecer unas condiciones básicas de fabricación:

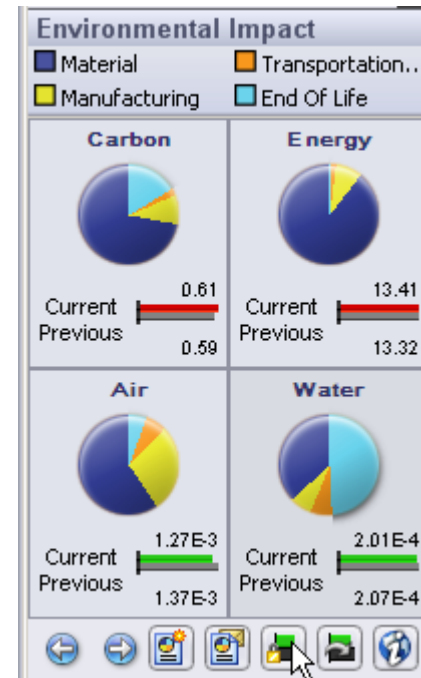
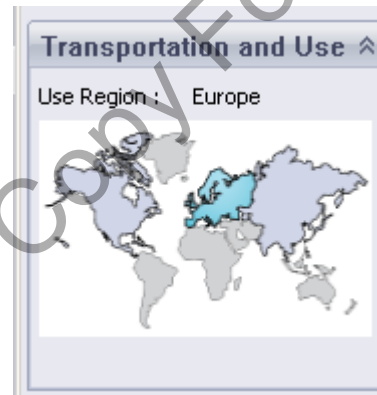
- Material: Seleccionamos el material del que está fabricado, PET. (apretamos Set Material).
- Manufacturing: Seleccionamos el proceso de fabricación y dónde se produce, Injection Molded, Europe.



# • Sustainability

- Transportation and Use: Seleccionamos dónde se exporta el producto y dónde se utiliza.
- Finalmente clicamos sobre el botón de Set "Baseline".

Volvemos al apartado Materia



## • Sustainability

Ahora, en el apartado de Material, seleccionamos "Find Similar". Buscamos un material con una densidad parecida y un módulo elástico superior.

Property	Con...	Value	Units
Material Class	=	-any-	
Specific Heat	-any	1140	J/(kg...
Mass Density	~	1420	kg/m <sup>3</sup>
Elastic Modulus in X	>	2.96e+009	N/m <sup>2</sup>
Thermal Conductivity in X	-any	0.261	W/(m...
Poisson's Ration in XY	-any	0.37	
Compressive Strength in X	-any	9.29e+007	N/m <sup>2</sup>
Tensile Strength in X	-any	5.73e+007	N/m <sup>2</sup>

Select search criteria.  
 Set the condition(s) and  
 value(s)

Seleccionamos un material, un proceso de fabricación y aceptamos.

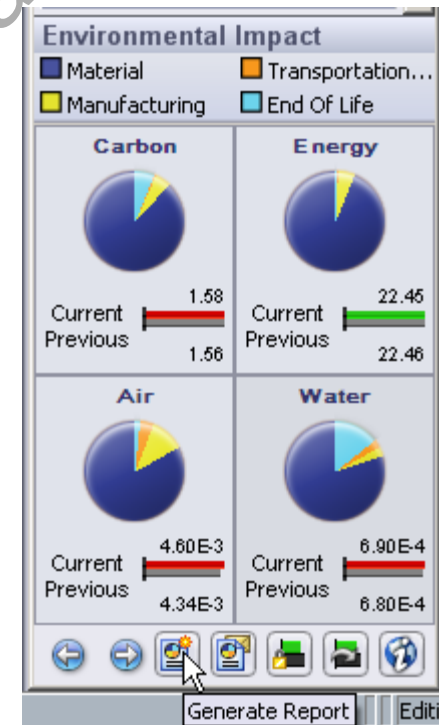
Observamos que los gráficos de la parte inferior del panel varían. En gris se encuentra graficado el PET y encima el nuevo material.

## • Sustainability

Podemos variar las distintas opciones que tenemos, como la región de fabricación y la de uso. Vemos como los gráficos se van actualizando.

Una vez realizados todos los cambios, se puede generar un informe automático clicando sobre el botón "Generate Report".

Nos generará un informe con los datos de sustentabilidad.



## • Resumen.

- Ejemplo práctico del método de trabajo usado en superficies.
- Operación “Lofted Surface”.
- Operación “Extend Surface”.
- Operación “Filled Surface”.
- Operación “Extruded Surface”.
- Operación “Knit Surface”.
- Operación “Revolved Surface”.
- Operación “Trim Surface”.
- Operación “Mirror”.
- Módulo Sustainability.

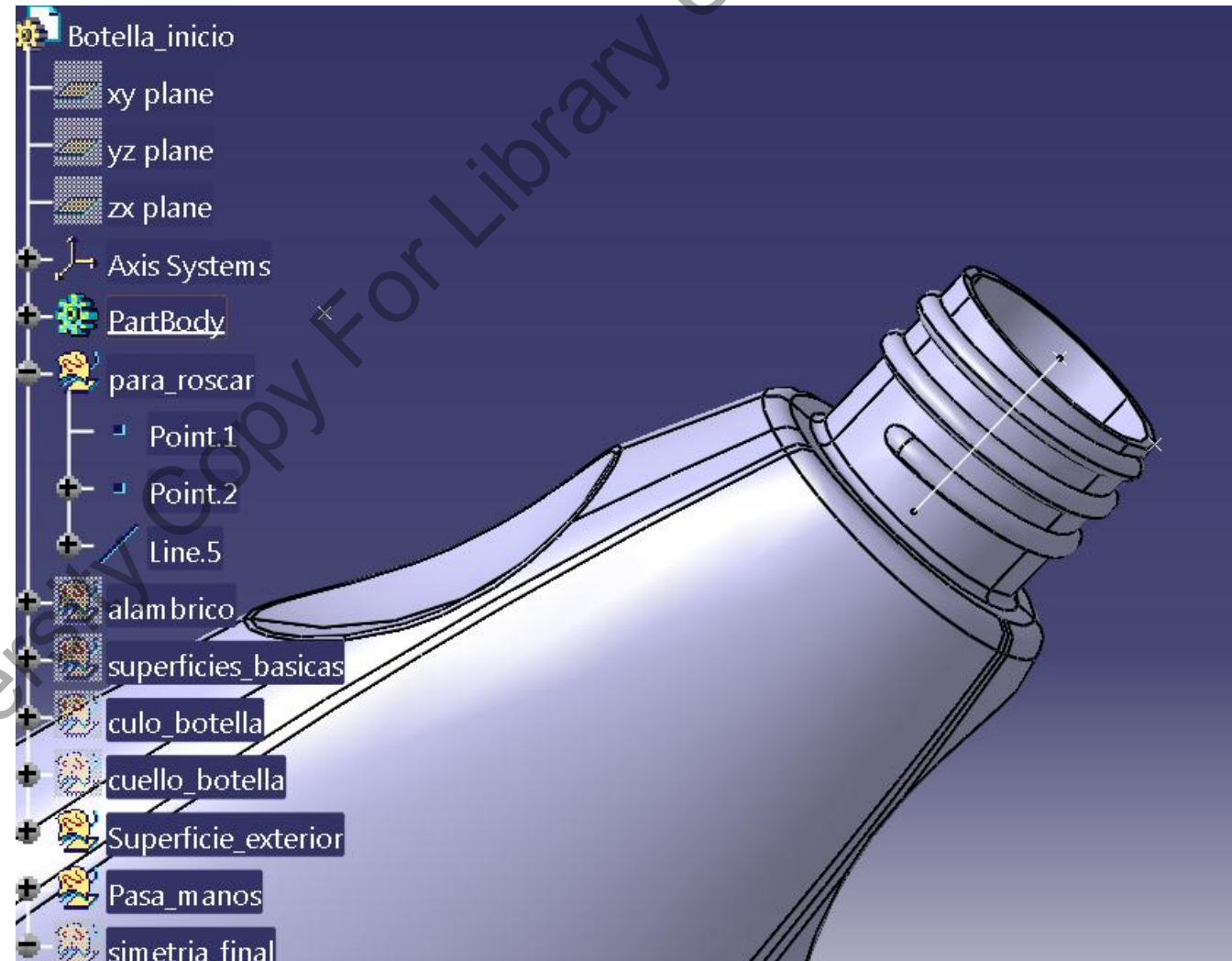
Entregable

University Copy For Library Use



- Entregable.

Se pide a los alumno la botella sólida con la rosca de la clase anterior.



University Copy For Library Use

Proyecto

- Proyecto.

Se continuará el proyecto creando la tuerca en SolidWorks, exportando y montando en Catia.

University Copy For Library Use

## • Resumen de puntuación alcanzada.

0.10 de 1.00	CD y papel presentación del documento con poster en A3.
0.50 de 0.50	Espejo como croquis.
0.10 de 0.50	0.2 Varilla con 0.15 proceso mecanizado y 0.15 cálculo fuerza en la punta.
0.00 de 1.00	0.5 Goma tipo fuele + 0.5 estudio medioambiental(S).
0.30 de 1.00	0.5 Carcasa espejo con desmoldeo + 0.5 inyección(extra).
0.30 de 1.00	0.5 Carcasa anterior + 0.5 como nube de puntos y desmoldeo
0.00 de 1.00	0.5 Moldes de carcasa anterior + 0.5 costing (S).
0.50 de 1.00	0.5 Chapa doblada y desdoblada + 0.5 costing (S).
0.00 de 0.50	Ergonomía (C)
0.20 de 0.50	Tornillos, tuercas y piezas normalizadas para las uniones.
0.00 de 1.50	Cálculo 0.5 aerodinámica, 0.5 vibraciones y 0.5 dilataciones.
0.00 de 0.50	Logo empresa moto pegado en carcasa.
0.20 de 0.50	Ensamblaje sin interferencias excepto elementos deformables/rosca cosméticas.
0.10 de 1.00	0.5 Planos de todas las piezas, 0.25 lista materiales y 0.25 explosionado.
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
<b>2.30 de 13.00</b>	<b>Total</b>
<b>1.4 horas de dedicación</b>	

## S06t.- Digitalización Catia y SW.

University Copy For Library Use

Mejora 1415 ....

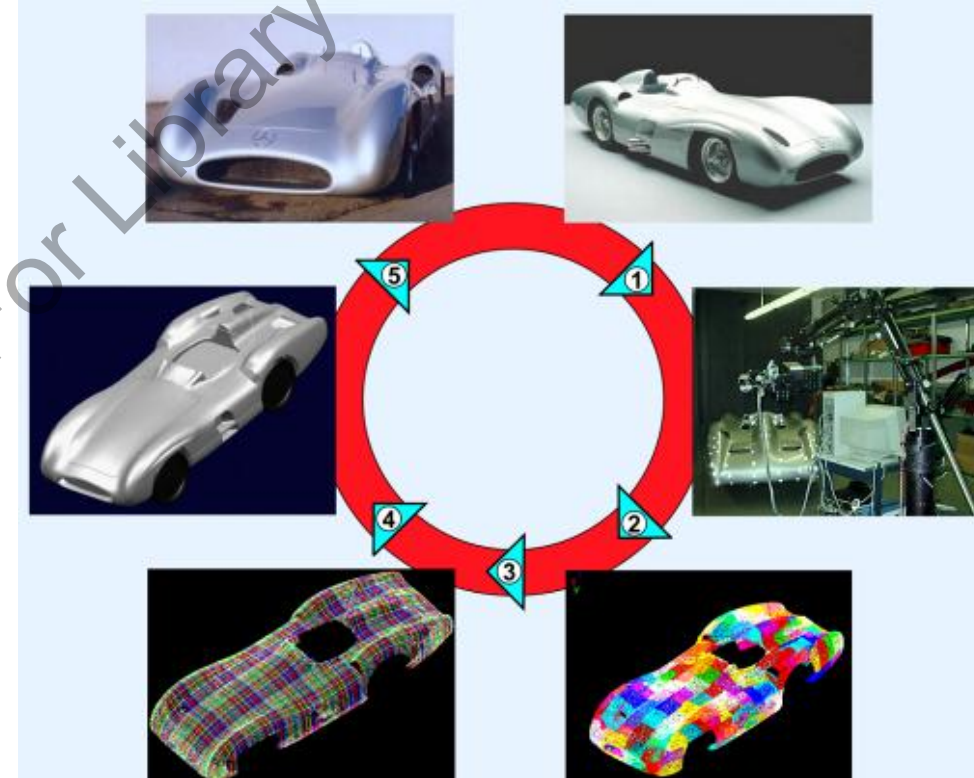
- Repaso última sesión.
- Trabajo con superficies y creación de una botella.

University Copy For Library Use

# La digitalización se utiliza básicamente para Ingeniería Inversa

**Ingeniería Inversa:** Utilizada para digitalizar productos y transformarlos en modelos CAD 3D con las siguientes operaciones:

- **Digitalizado:** Obtener una nube de puntos del modelo físico.
- **Procesado de la información digitalizada:**
  - Generar malla triangular o tetraédrica a partir de la nube de puntos.
  - Optimizar y corregir manual y/o automáticamente esta malla.
- **Generar curvas y/o superficies a partir de la malla.**



## Técnicas de digitalizado:

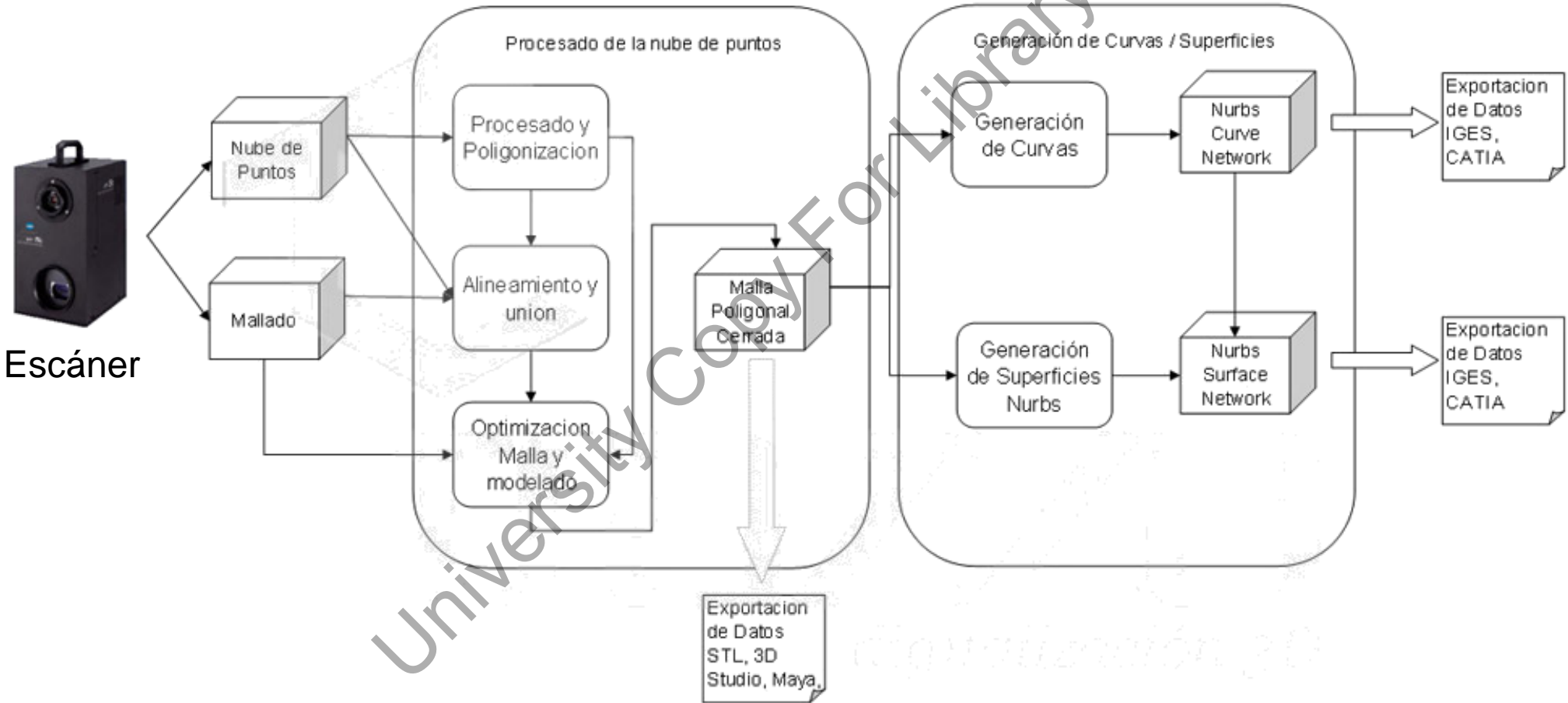
De contacto físico

Ópticas

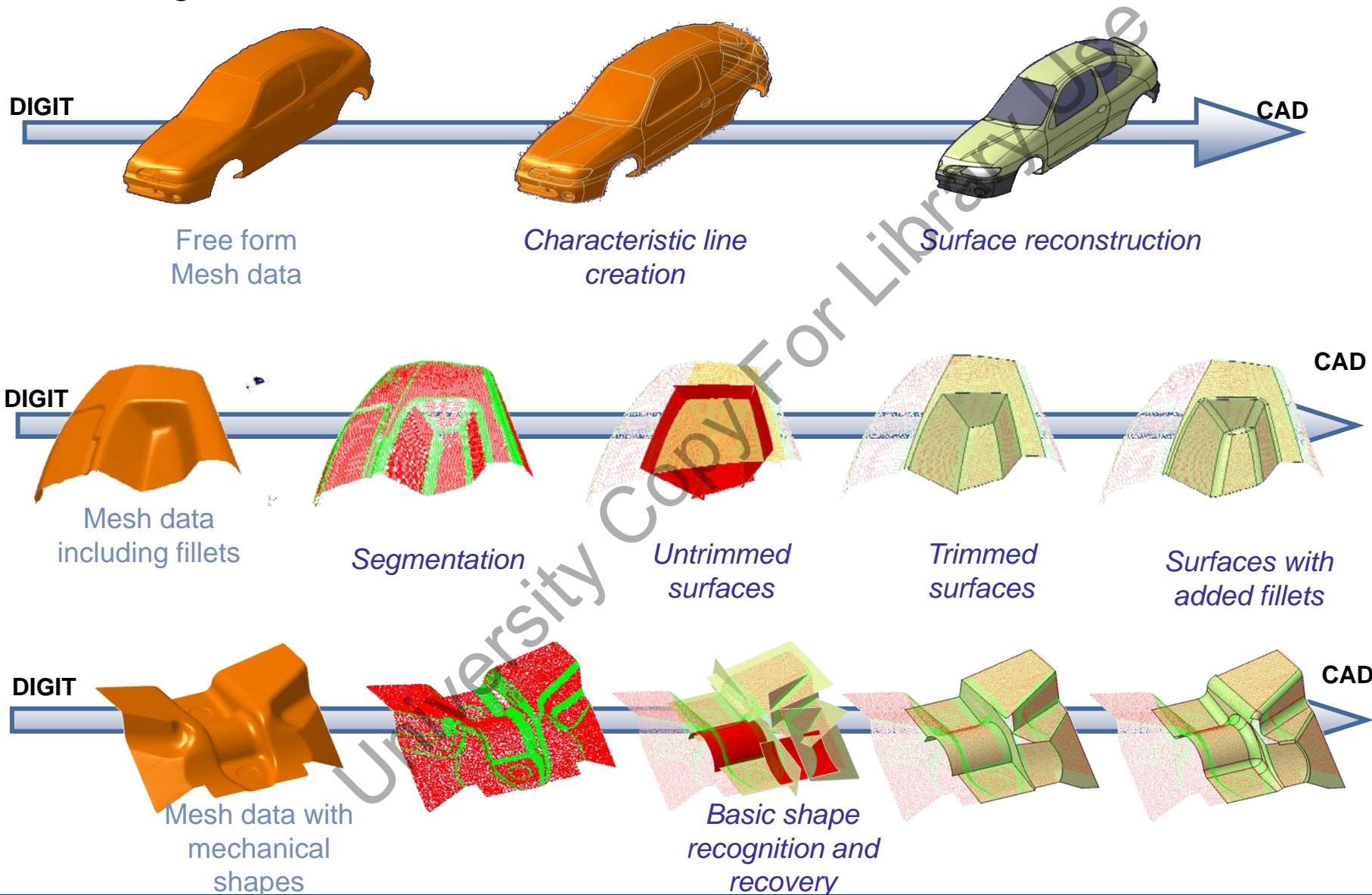




# Esquema típico de trabajo:

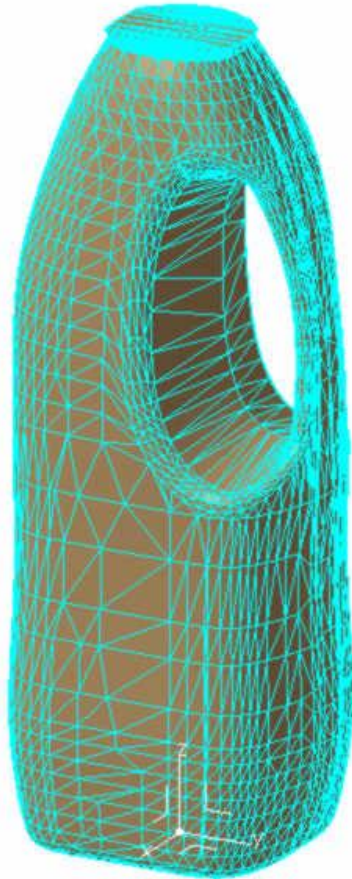


# Estrategias

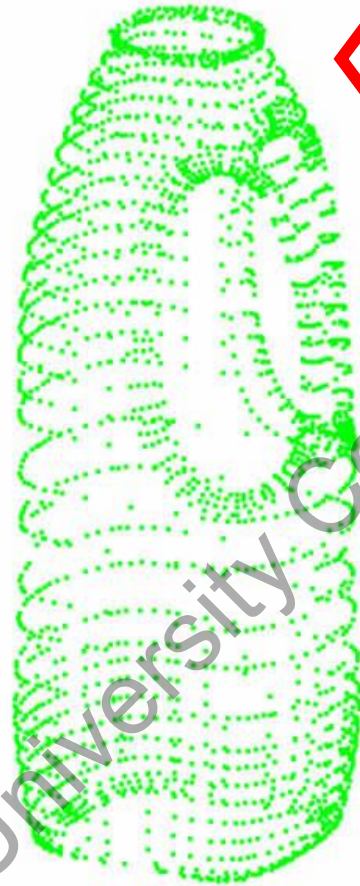


## Estrategia de trabajo en CATIA

**Malla**



**Nube de puntos**

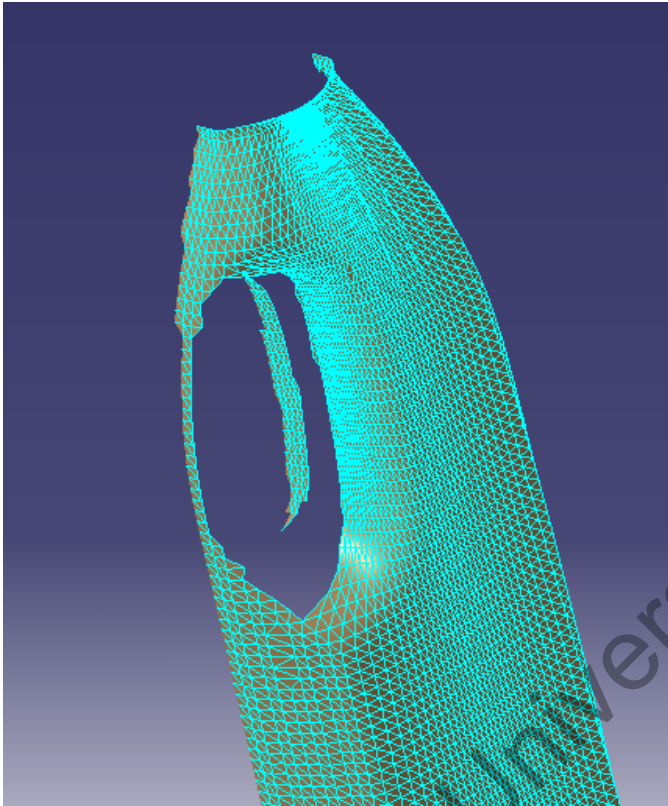


Lista de puntos  
independientes  
desde digitalizado

**Pieza real**



Tratamiento de la información digitalizada. Nube de puntos, o archivo **stl** en bruto, que debemos tratar

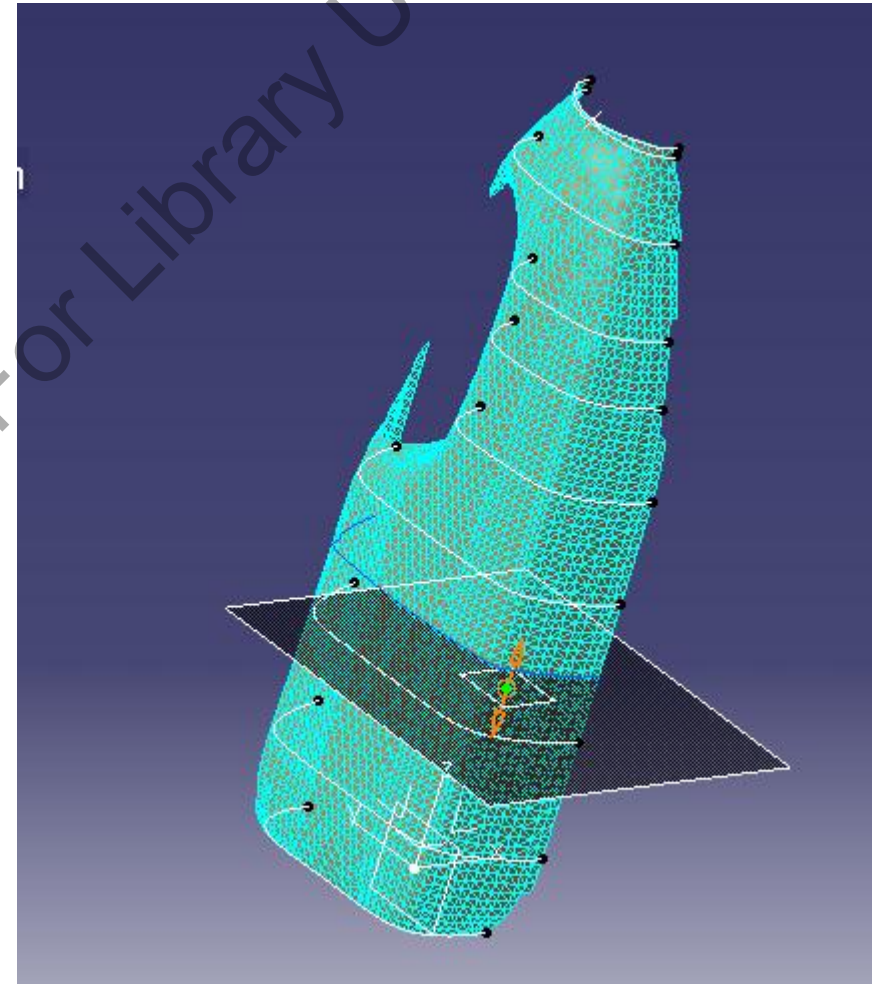


Información parcial típica por la cantidad de puntos adquiridos durante la digitalización. Puede ser necesario filtrar y corregir la información recibida:

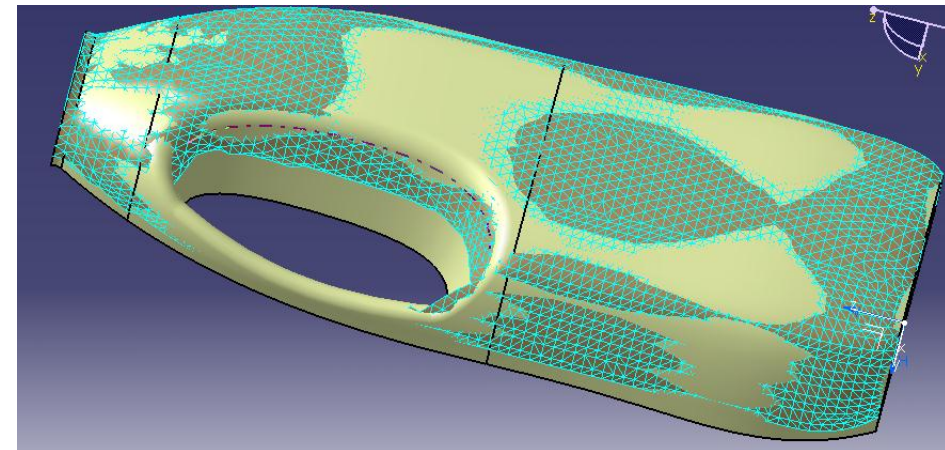
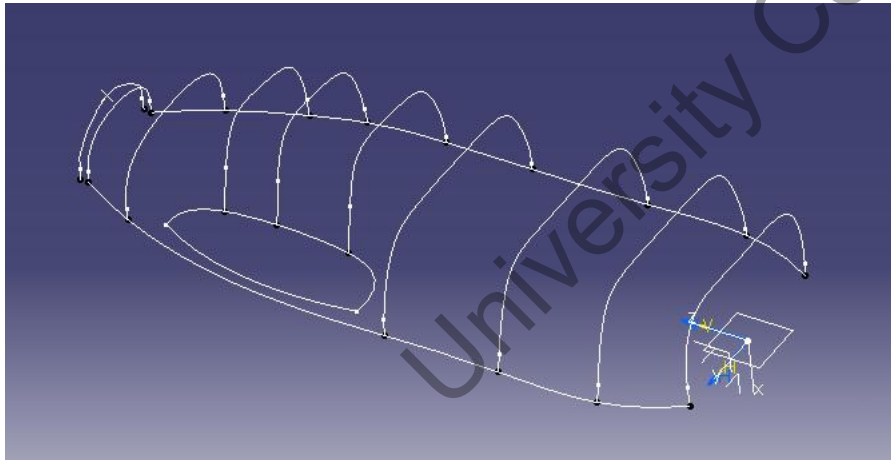
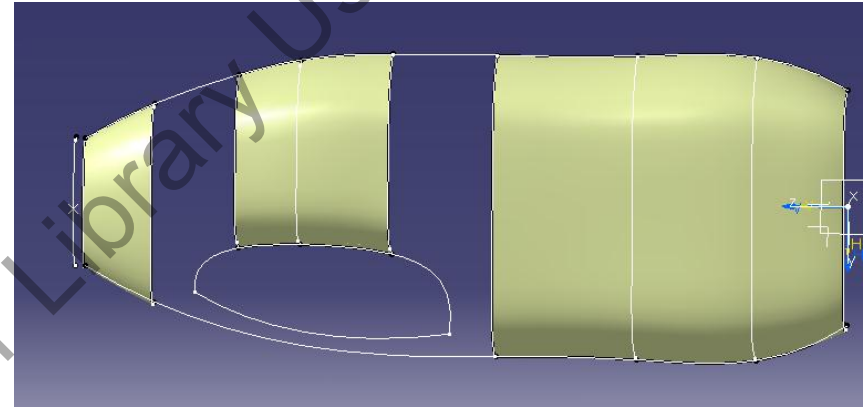
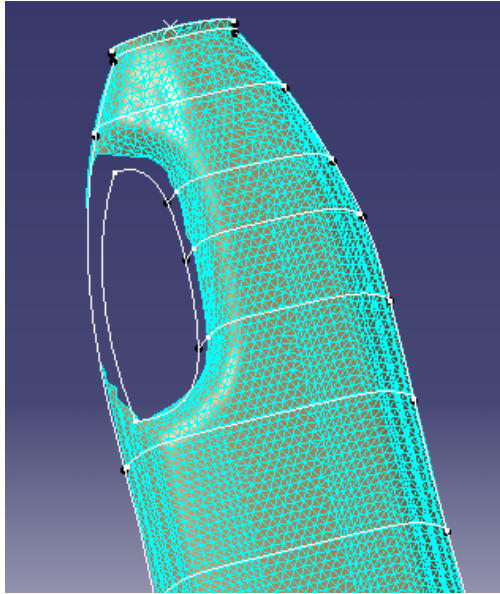
- Filtrar los puntos
- Generar la malla
- Corregir la malla

## Acciones complementarias para corregir la malla:

- Podemos “sacar” geometría alámbrica a partir de seccionar la malla o de dibujar curvas de apoyo o de guía.
- Debemos rehacer aquellas zonas que no se han captado bien si no tenemos la opción de obtener un digitalizado de mejor calidad.

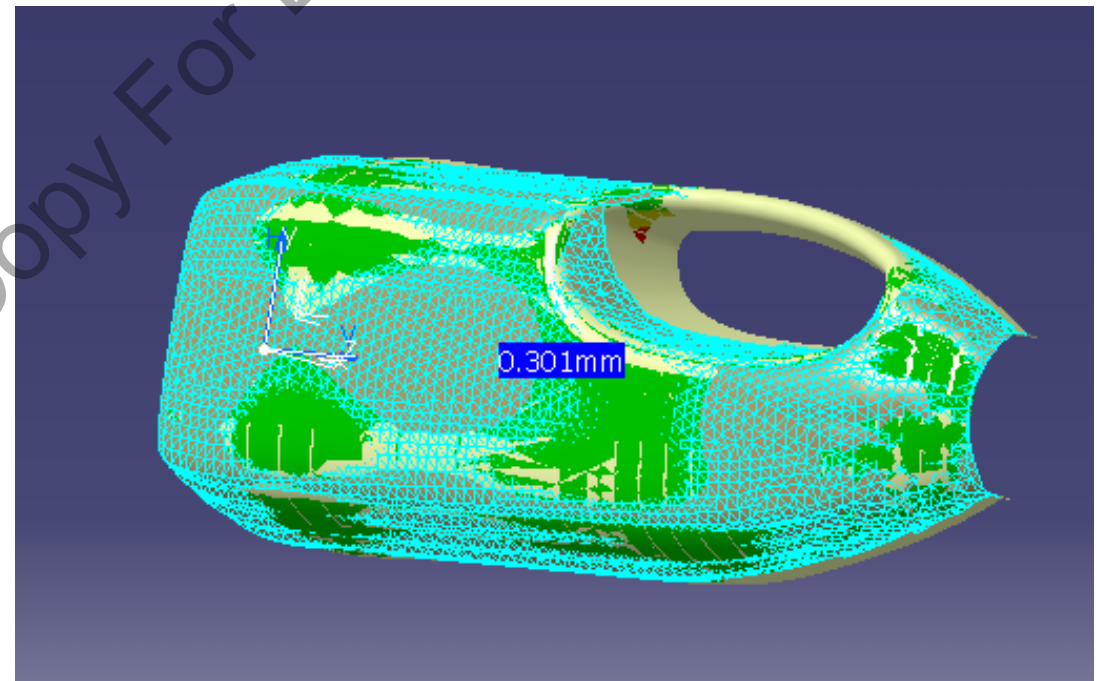
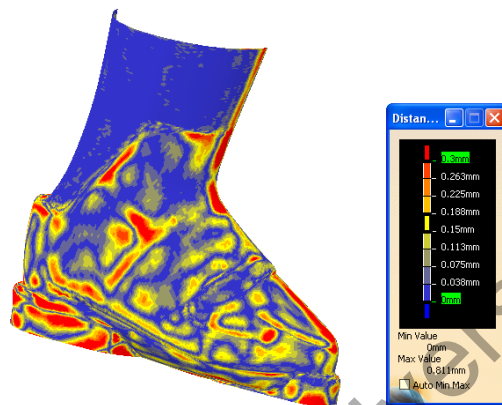


## Caso práctico de generación de superficies a partir de digitalizado



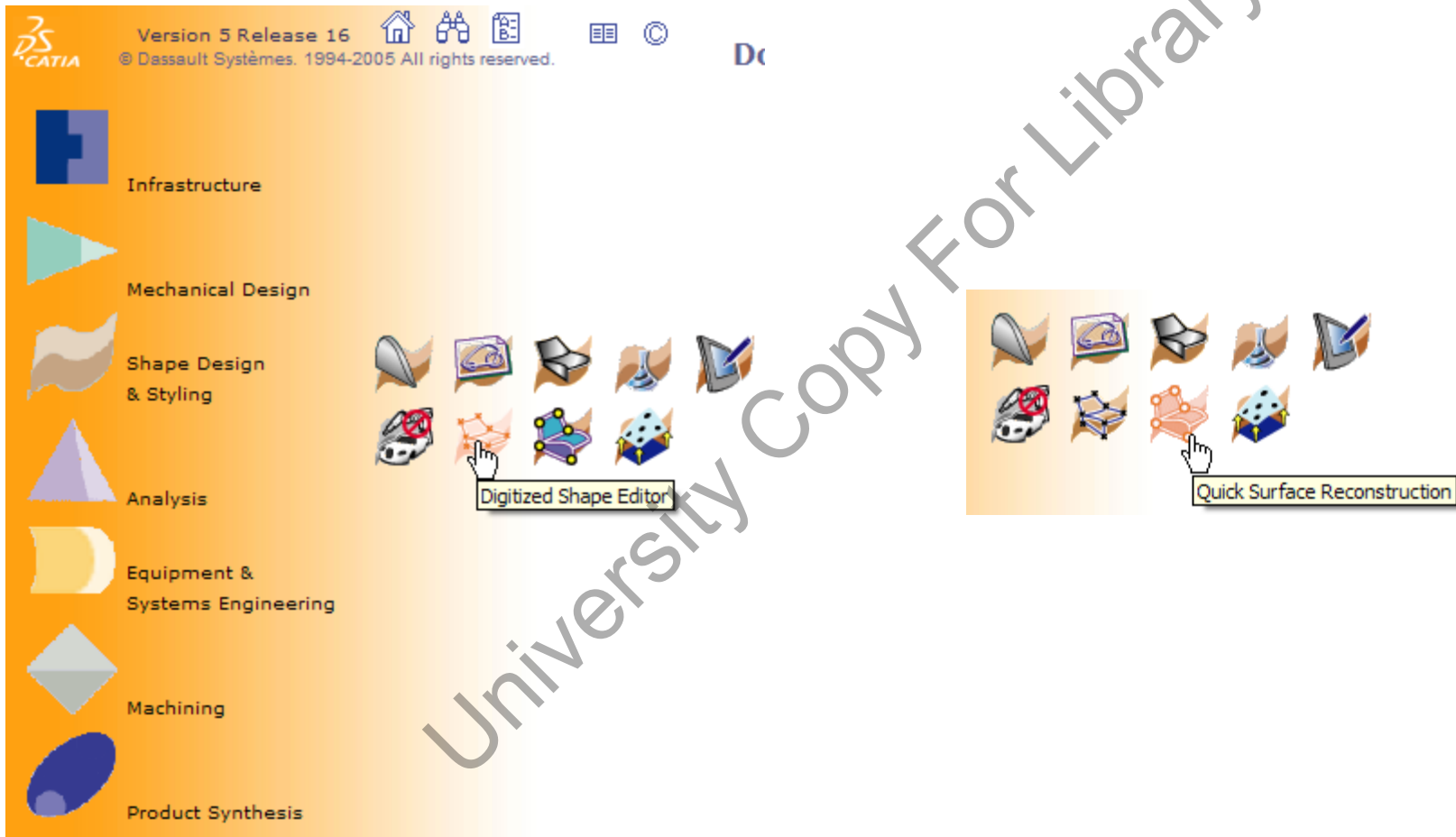
## Control de calidad – Comparativa CAD

- Se compara la superficie versus el digitalizado para evaluar el nivel de corrección de la reconstrucción.
- También sirve para comparar la pieza real fabricada versus el modelo CAD.



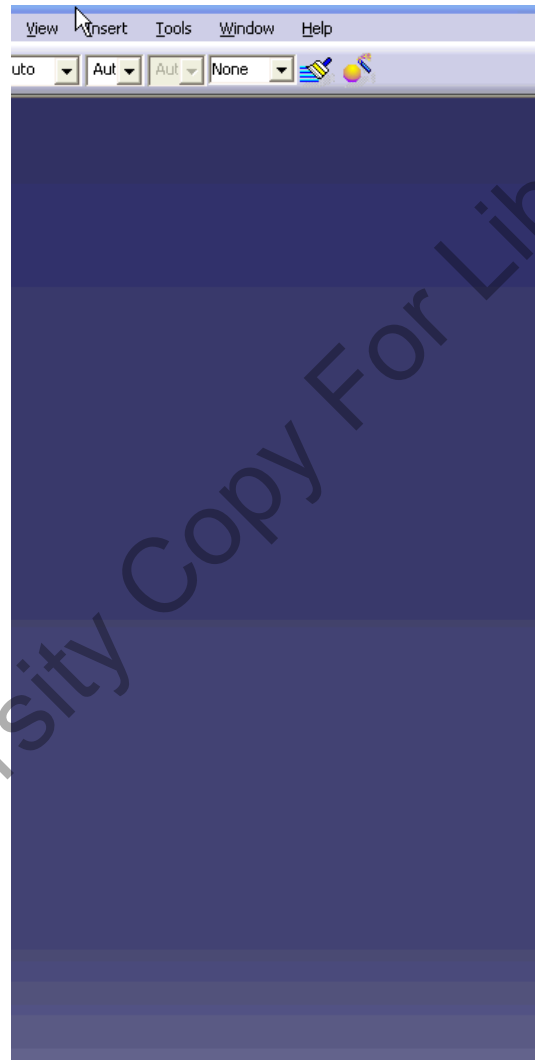
# • Edición de digitalización y reconstrucción de superficies

Para trabajar con información proveniente de digitalización de superficies, en CATIA, se utilizan los workbenches: Digitized Shape Editor y Quick Surface Reconstruction



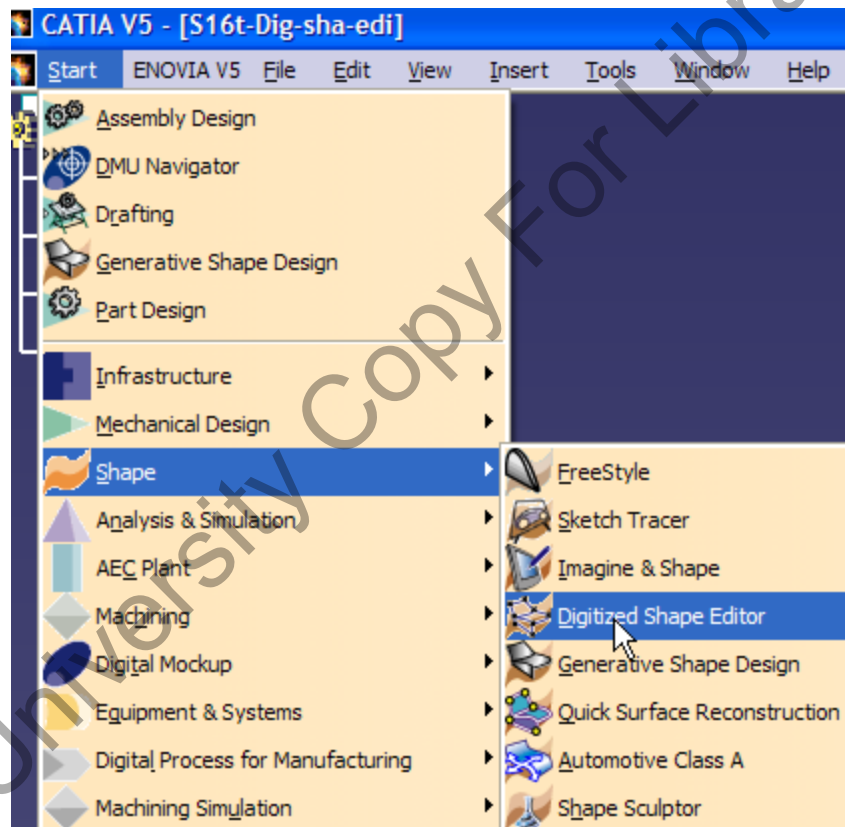


En el Workbench Digitized Shape Editor la organización de las herramientas sigue la secuencia propuesta en las estrategias de trabajo típicas



- Digitized Shape Editor.

Iniciamos el Workbench “Digitized Shape Editor” y comprobamos que el fichero a generar será un CATPart.



## • Importando geometría.

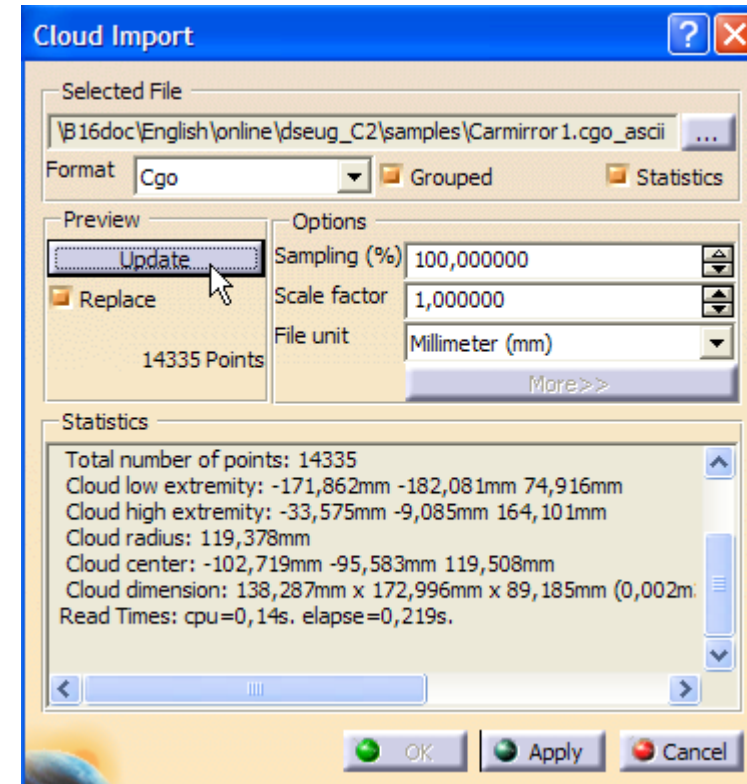
Primero vamos a importar la geometría digitalizada.

Para ello usamos el icono de importar y seleccionamos el fichero del Help:

[\\Sdoc\software\PUBLIC\Exp\\_Grafica\DAO\Help\\_Catia\\_Online\online\dseug\\_C2\samples\Carmirror1.cgo\\_ascii](\\Sdoc\software\PUBLIC\Exp_Grafica\DAO\Help_Catia_Online\online\dseug_C2\samples\Carmirror1.cgo_ascii)

El formato de este ejemplo es ASCII-CGO.

Seleccionar estadísticas y hacer un “Update” con lo que se nos informará del número de puntos de la nube que estamos leyendo y una estimación del tiempo de lectura de tantos puntos.

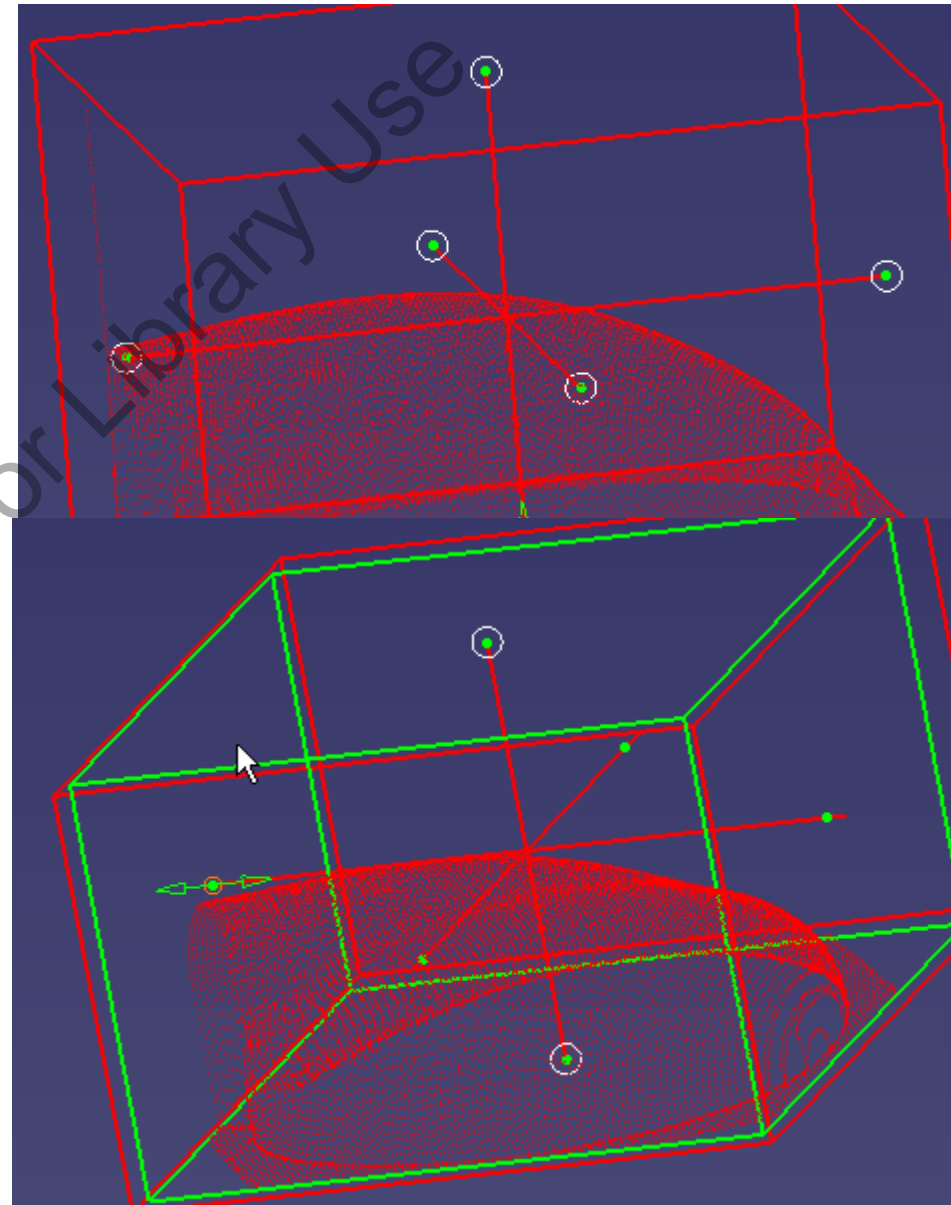


- Eliminar puntos error.

Como resultado de la digitalización hay una serie de puntos que son erróneos. Podemos cambiar el tamaño de la caja a importar moviendo las flechas de cada cara.

Finalmente hacemos “Apply” y “OK” para importar la nube de puntos en nuestro modelo.

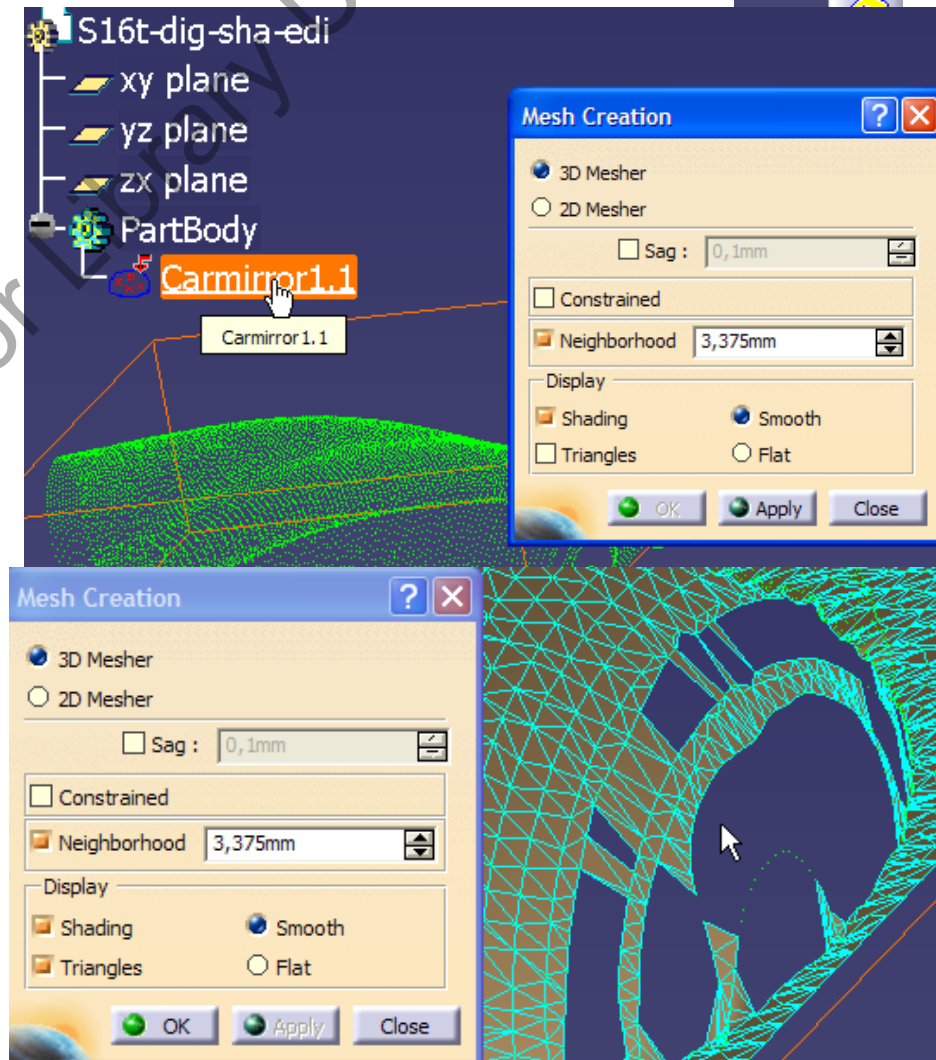
Comprobamos que tenemos un set geométrico en el árbol de nuestra Part del que cuelga la nube de puntos.



- Crear una malla de la nube de puntos.

Una manera de ver una superficie es ir haciendo triángulos d la nube de puntos digitalizados. Para ello seleccionamos “Mesh Creation” en 3D de la nube importada. Automáticamente se calcula una distancia para determinar que puntos son vecinos entre sí. Al hacer “Apply” se crea una malla inicial de triángulos.

Sin embargo algunas zonas han quedado con huecos.

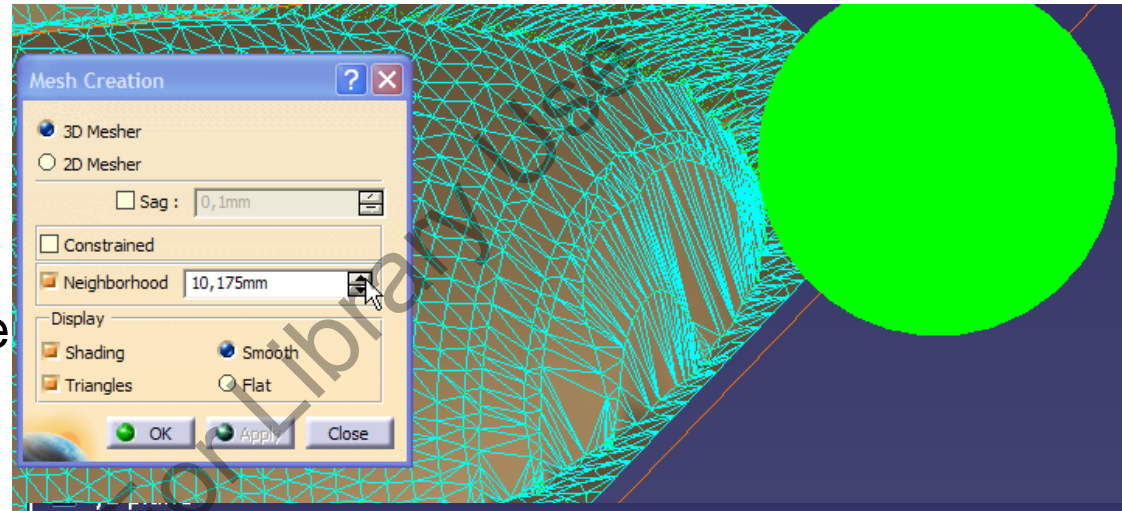
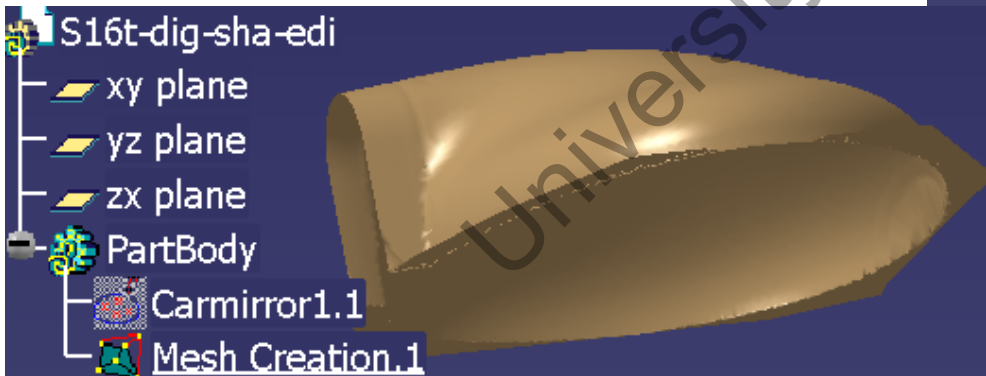


- Rellenar vacíos aumentando distancia entre vecinos.

Para corregir el error de huecos vamos aumentando la distancia entre puntos para formar más triángulos.

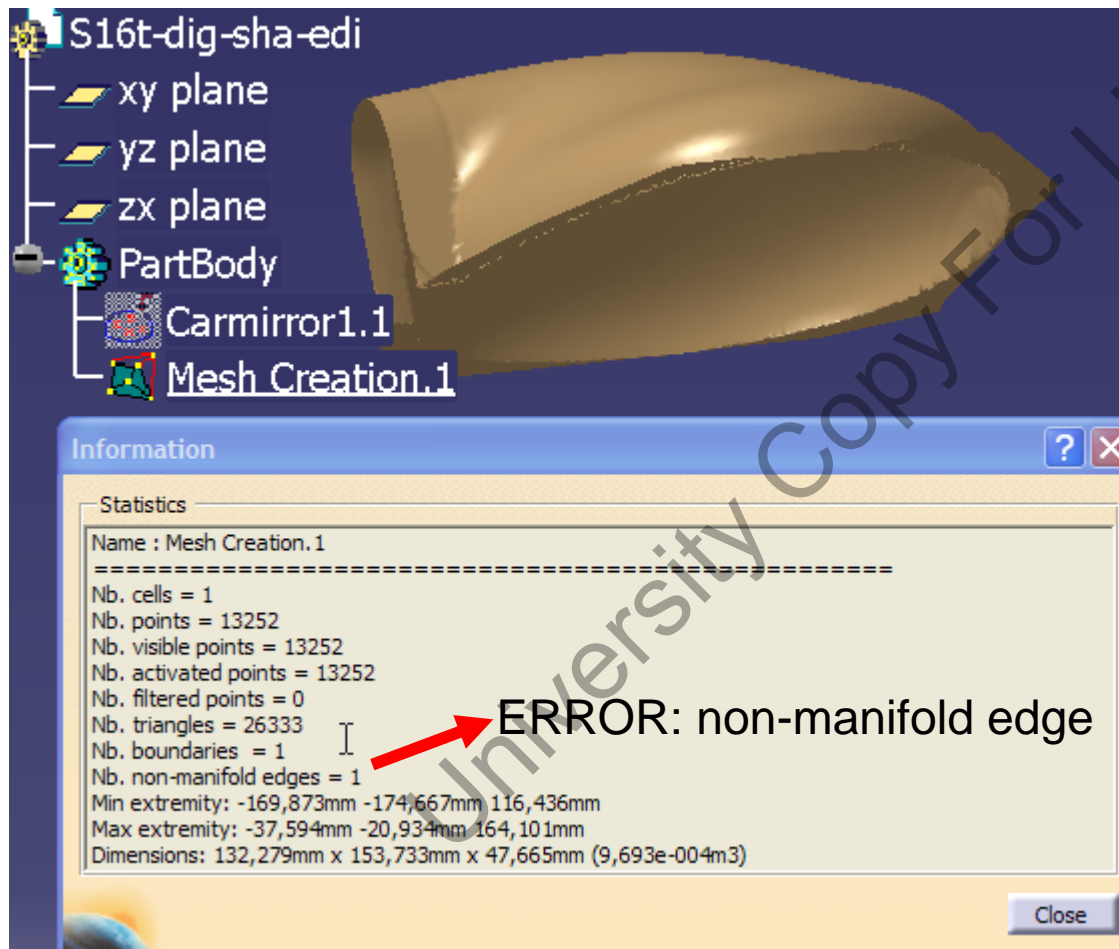
Si deseccionamos los triángulos, cambiamos a “Flat” y escondemos los puntos tendremos una mejor visualización.

Para finalizar hacer “OK”.



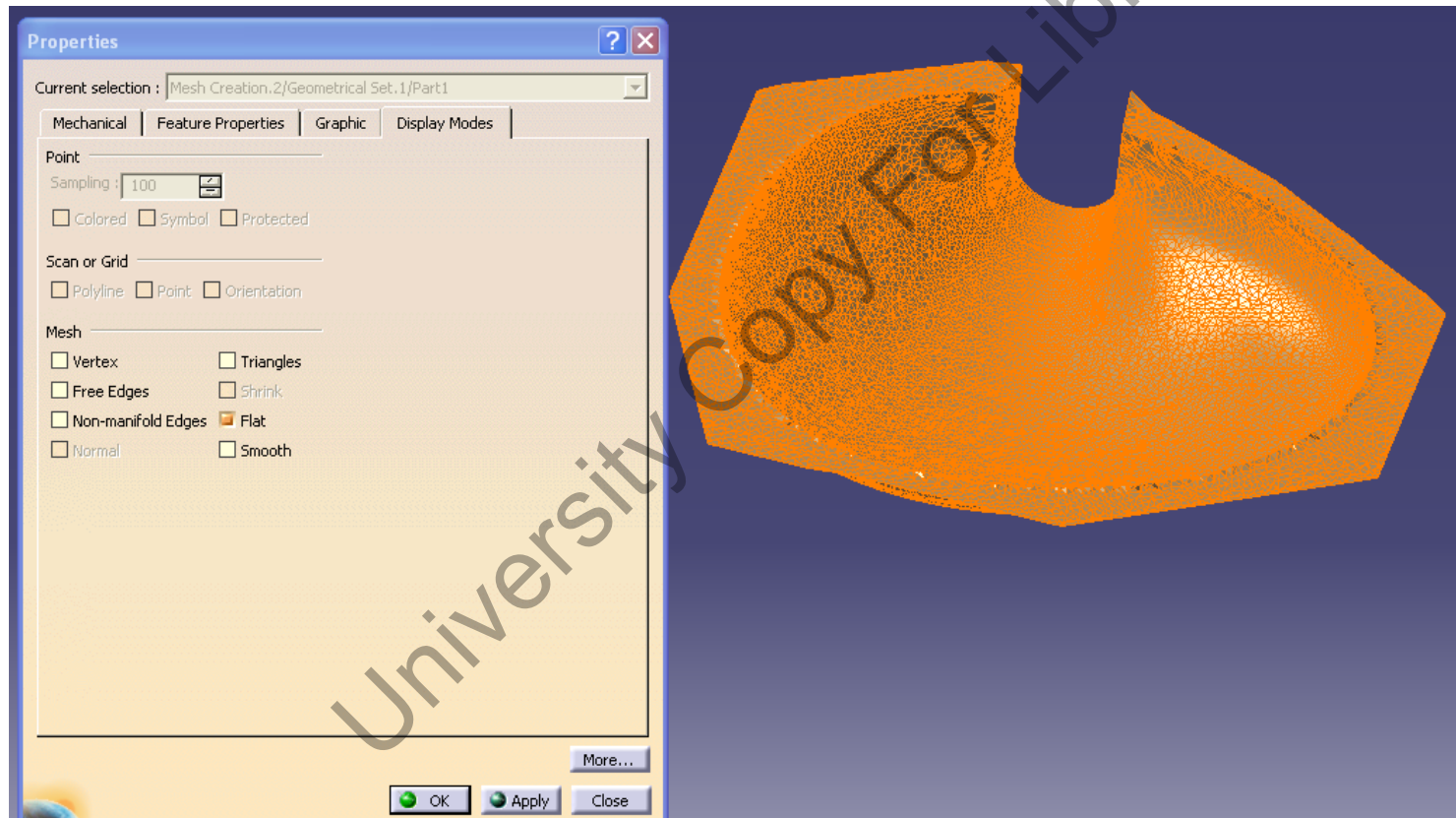
## • Chequear la malla.

Para corregir los posibles errores partimos de un pequeño informe inicial. (El icono está muy abajo, escondido.)



- Búsqueda errores de manera visual.

Podemos buscar los errores de manera visual. Para ello seleccionamos la malla que nos interese y con el click derecho desplegamos el menú en el que escogemos “properties”

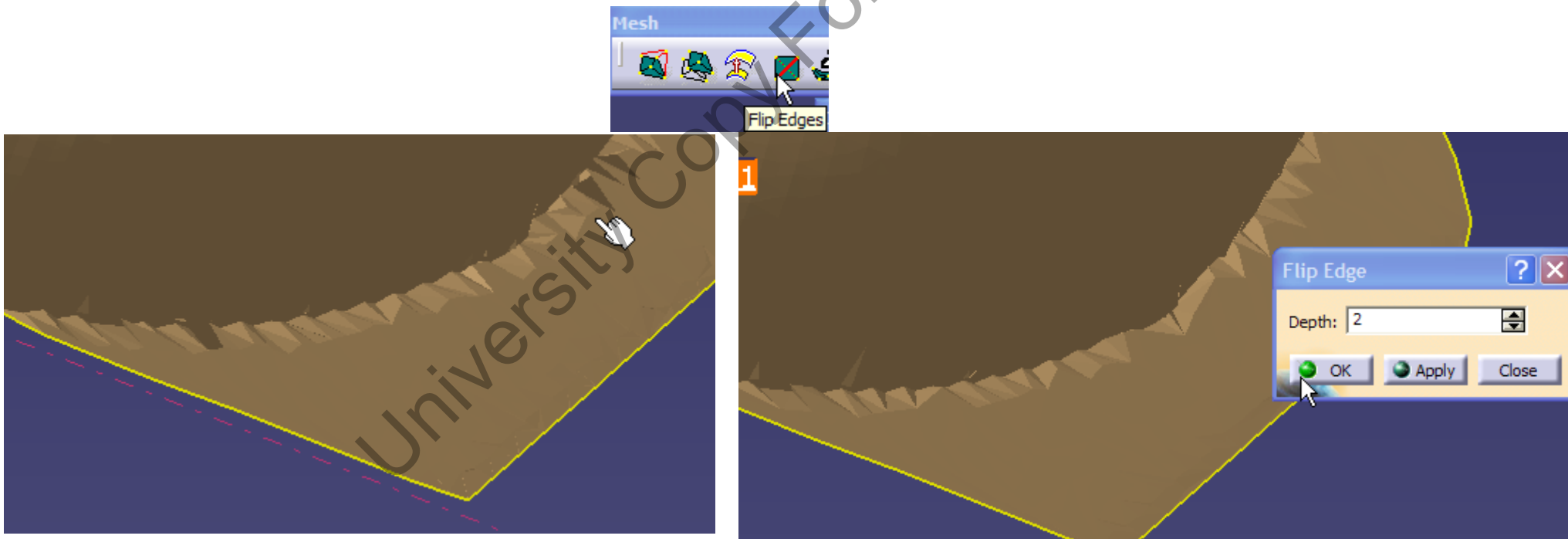




- Triángulos en aristas.

En algunos cambios de curvatura los triángulos producen un efecto no deseado.

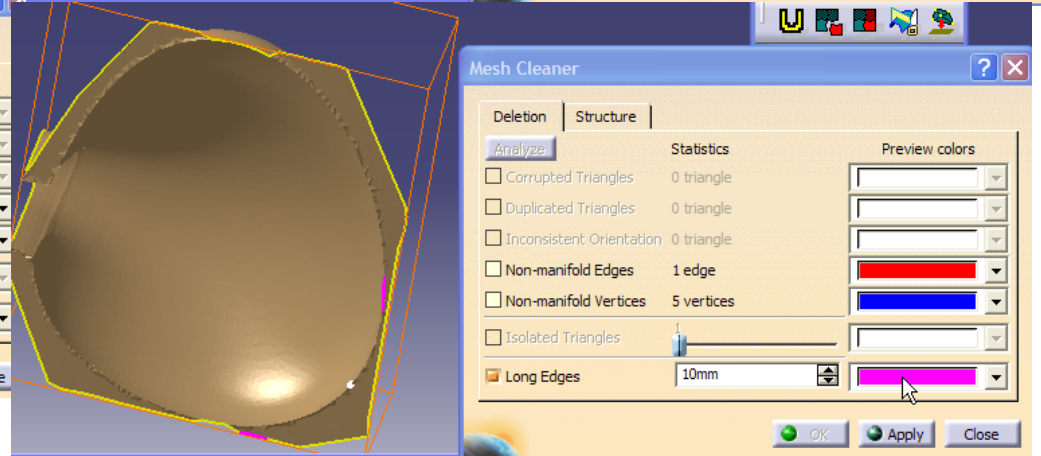
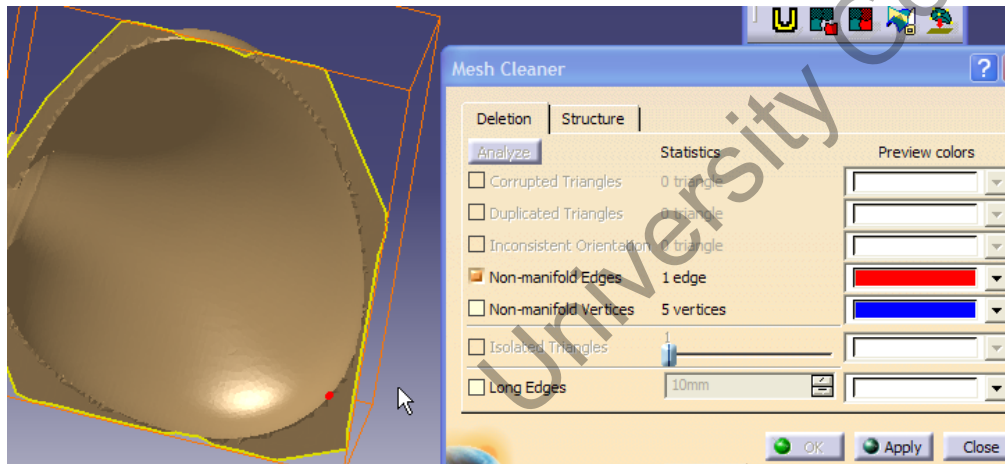
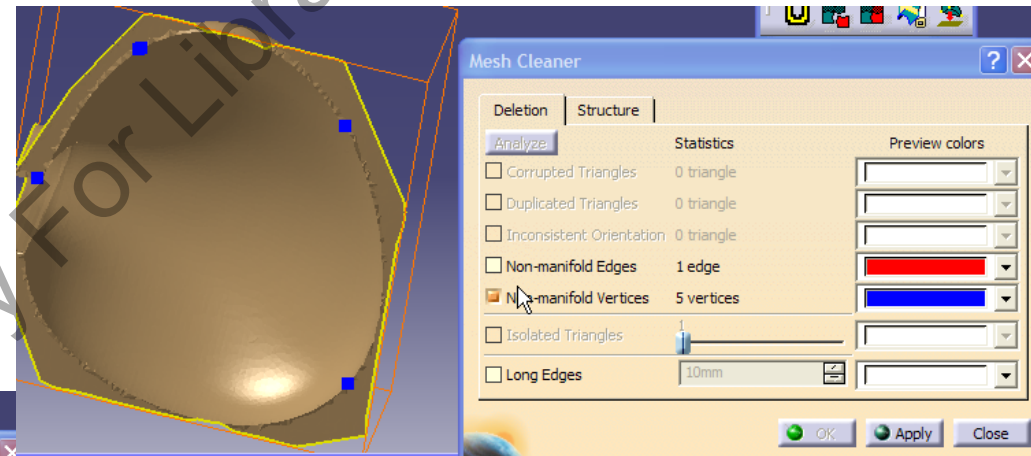
Para solucionarlo cambiamos la manera de ir haciendo triángulos. Conseguimos mejorar algo el canto pero el límite está en los puntos digitalizados.



- Limpiar triángulos defectuosos.

Para resolver los problemas detectados con triángulos defectuosos usamos el “Mesh Cleaner”. Seleccionamos nuestra superficie y hacemos “Analyze”. De esta forma se detectan cinco vértices y una arista colapsada.

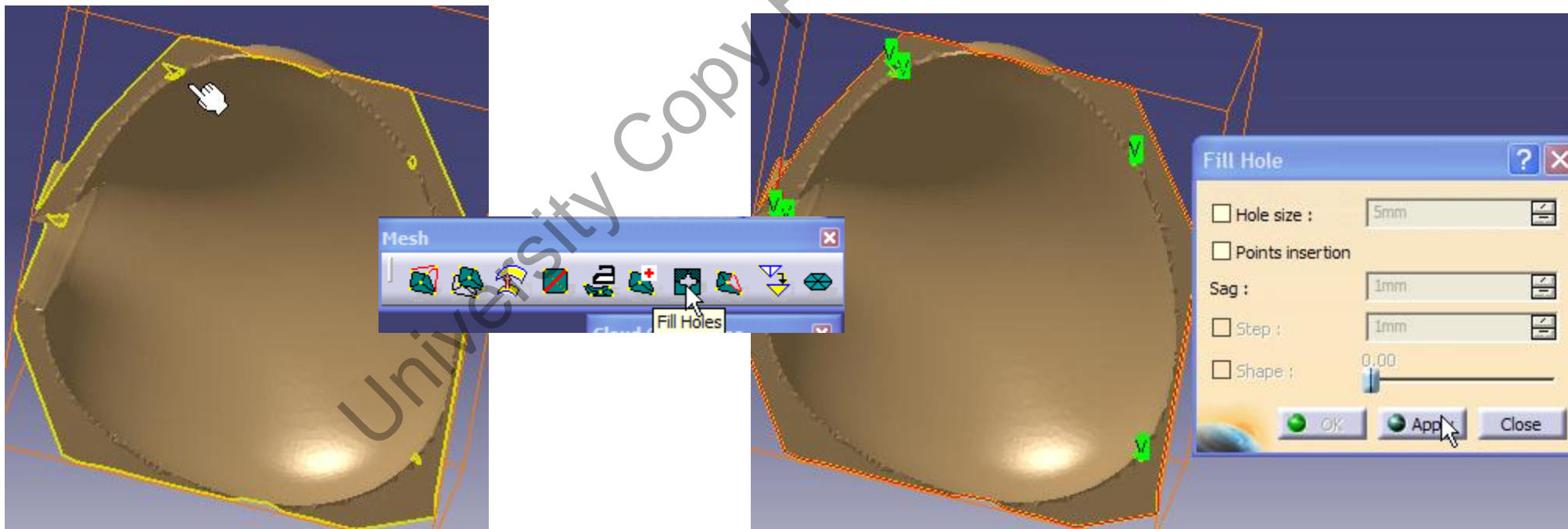
También inspeccionamos lados de triángulo muy largos.



- **Borrar triángulos defectuosos y rellenar.**

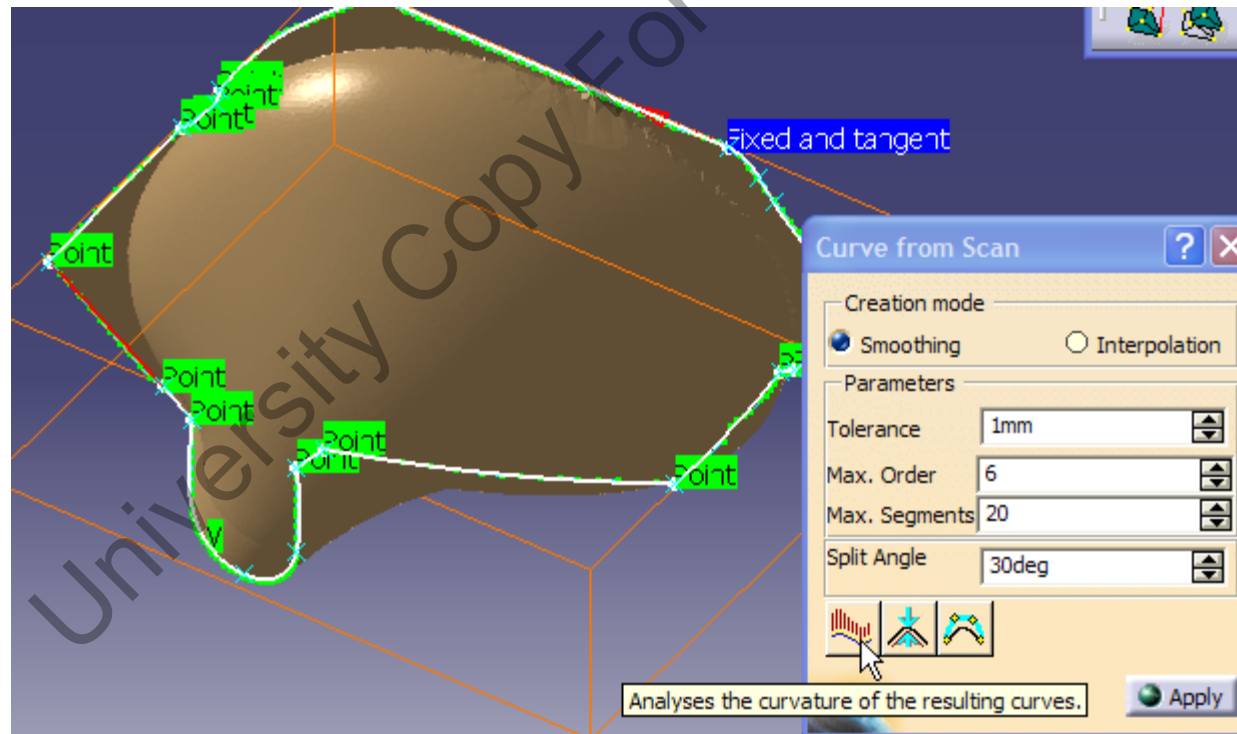
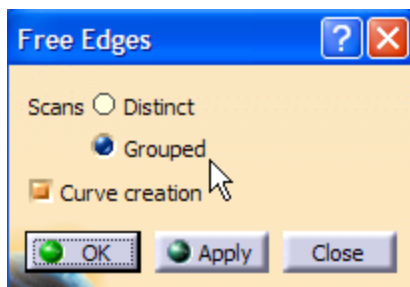
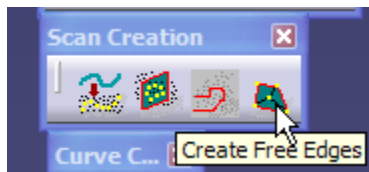
Al hacer “Apply” sobre cada defecto nos va borrando los triángulos que lo formaban y por tanto la superficie queda claramente agujereada.

Para rellenar usamos “Fill Hole”. En principio el tamaño del agujero a rellenar ha de ser suficiente para rellenar los huecos entre triángulo pero no muy grande como para que llene agujeros de la pieza. En el caso de error ir limpiando y rellenando hasta cerrar todos los huecos.



- Crear curvas en aristas libres.

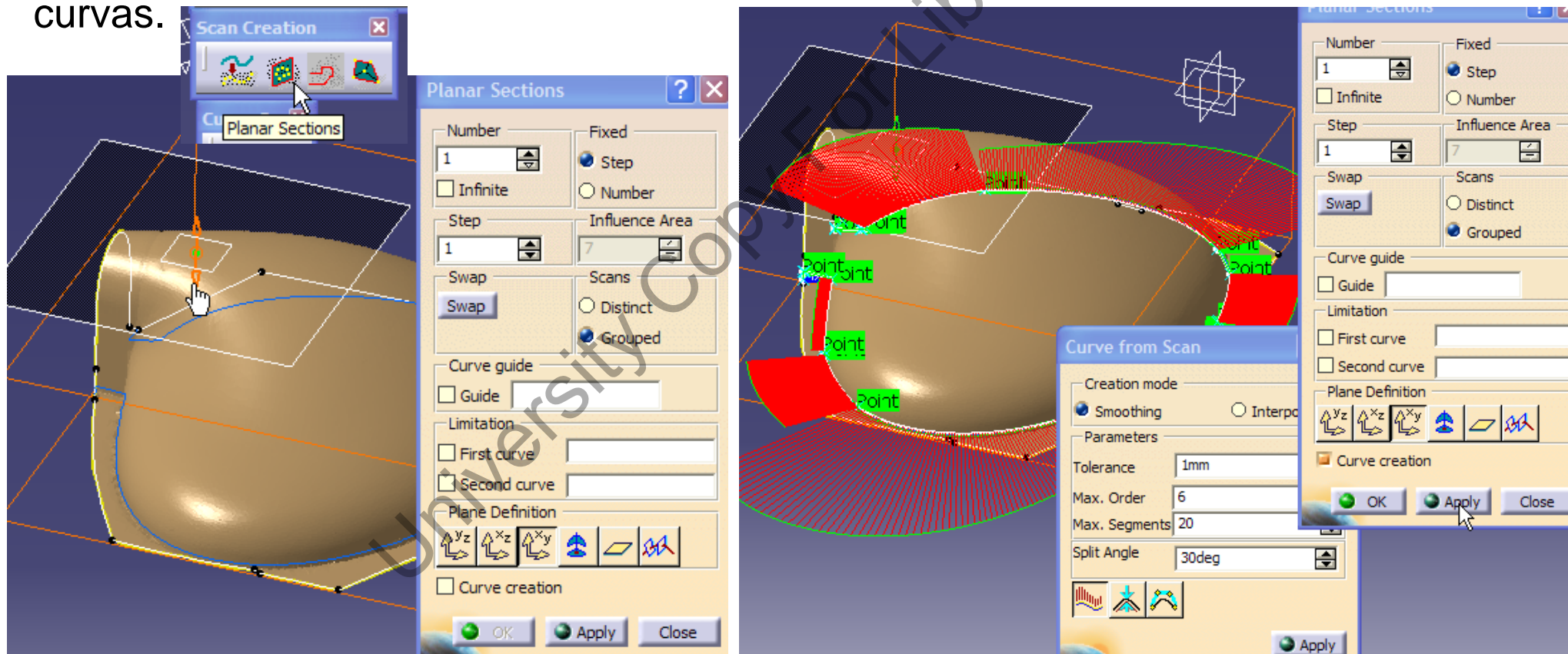
A partir de los triángulos podemos ir creando curvas que nos servirán para hacer las superficies. Primero buscamos los límites de la figura escaneada.



## • Crear curvas en superficies.

Al igual que hemos creado curvas para los límites el escaneado podemos hacer lo propio para los límites de una zona plana.

Mover el plano para crear la curva en la zona de interés. Activar la creación de curvas.



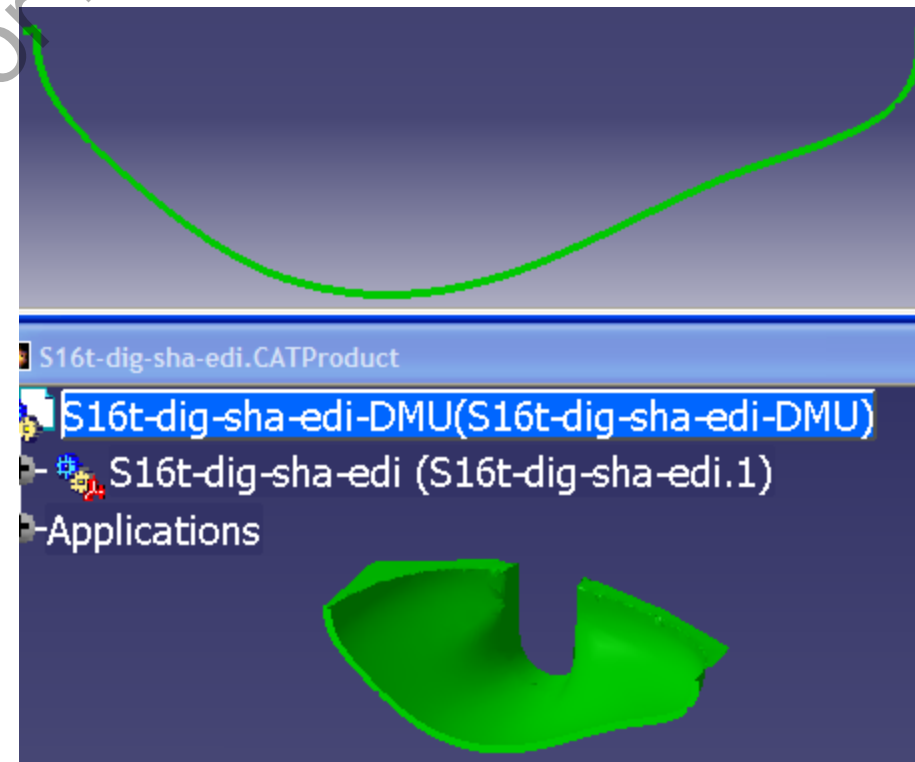
- **Mallado con programa exterior.**

Generalmente los programas de digitalización ya nos dan un mallado y por tanto no es necesario este primer paso de ir creando la malla.

Como ejemplo del formato que nos da el digitalizador que disponemos guardamos nuestro documento con formato “stl” usando “Save as”.

Cerramos el fichero y empezamos “Start” -> “DMU Navigation” para insertar el fichero “stl”.

Una vez insertado lo podemos seccionar pero todavía no es posible trabajar con él para hacer superficies y modificaciones.

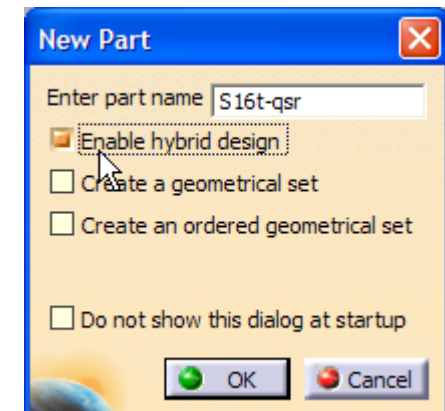
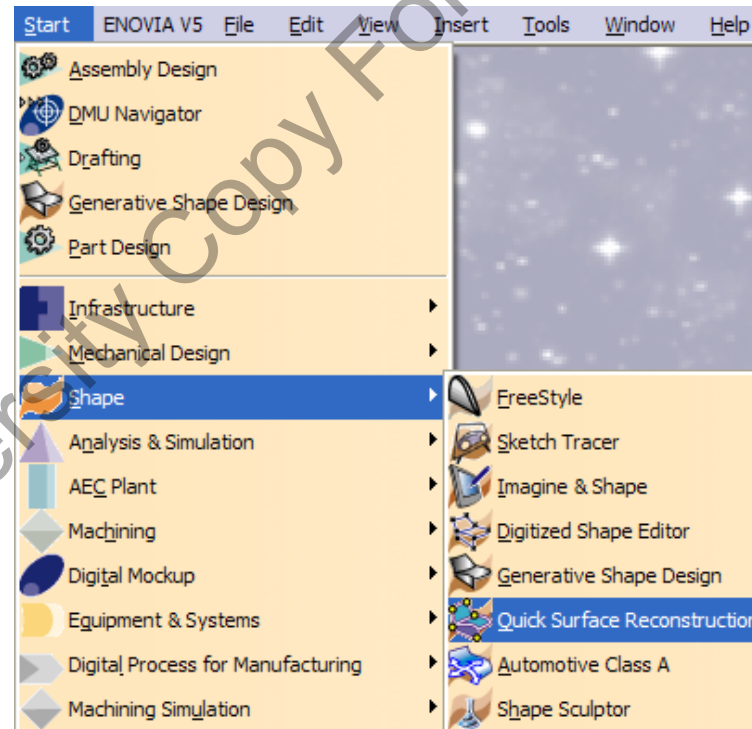


## • Generación de superficies.

Para la generación rápida de superficies vamos a hacer el tutorial “Quick Surface Reconstruction”. Para ello empezamos este “Workbench” y usamos de nuevo el “Hybrid Design”. Comprobamos que generamos un “CATPart”.

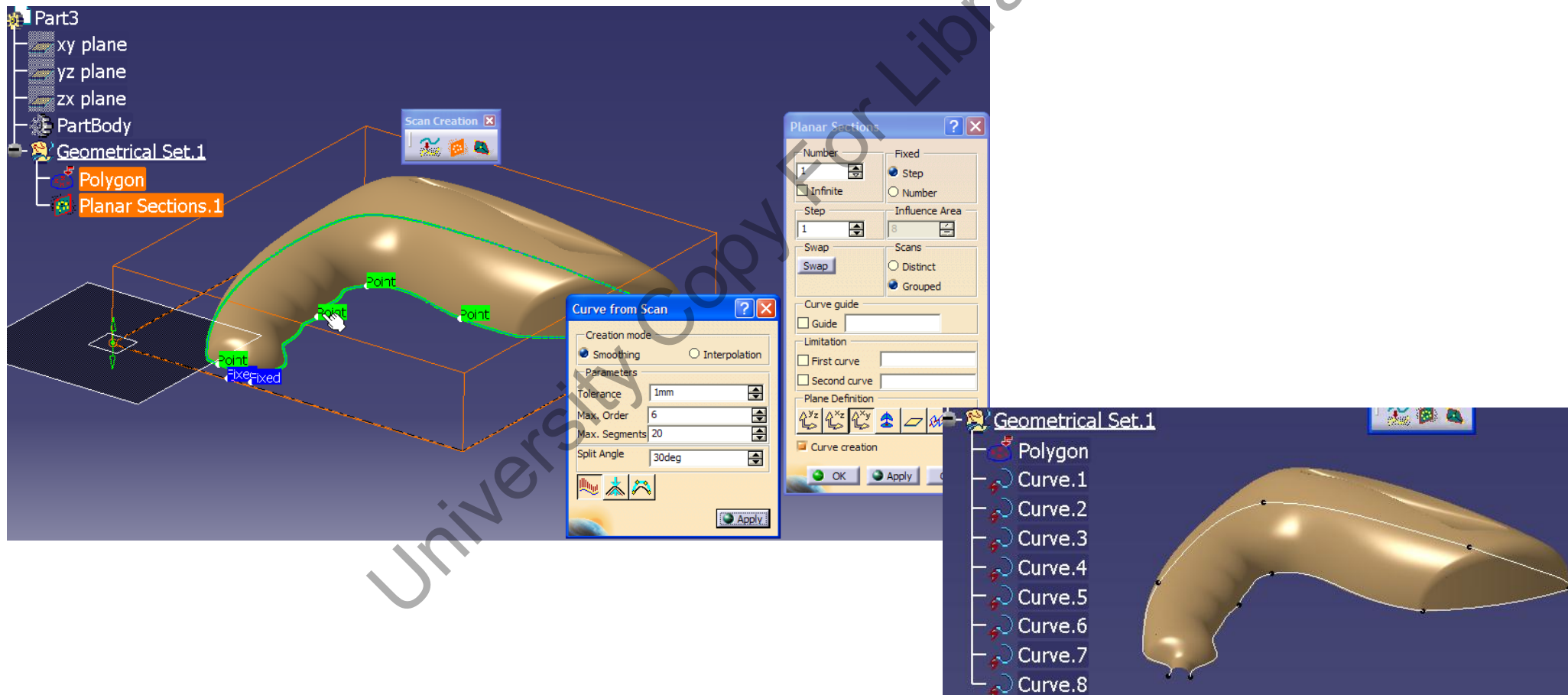
Abrir el fichero

[\\Sdoc\software\PUBLIC\Exp\\_Grafica\DAO\Help\\_Catia\\_Online\online\qsrug\\_C2\samples\GettingStarted01.CATPart](\\Sdoc\software\PUBLIC\Exp_Grafica\DAO\Help_Catia_Online\online\qsrug_C2\samples\GettingStarted01.CATPart)



## • Crear curva para extender pieza.

Primero creamos una curva para poder hacer la simetría al igual que hacíamos con el “Workbench” anterior. Después de hacer “Apply” podemos introducir puntos para ir dividiendo la curva en trozos picando sobre ella.

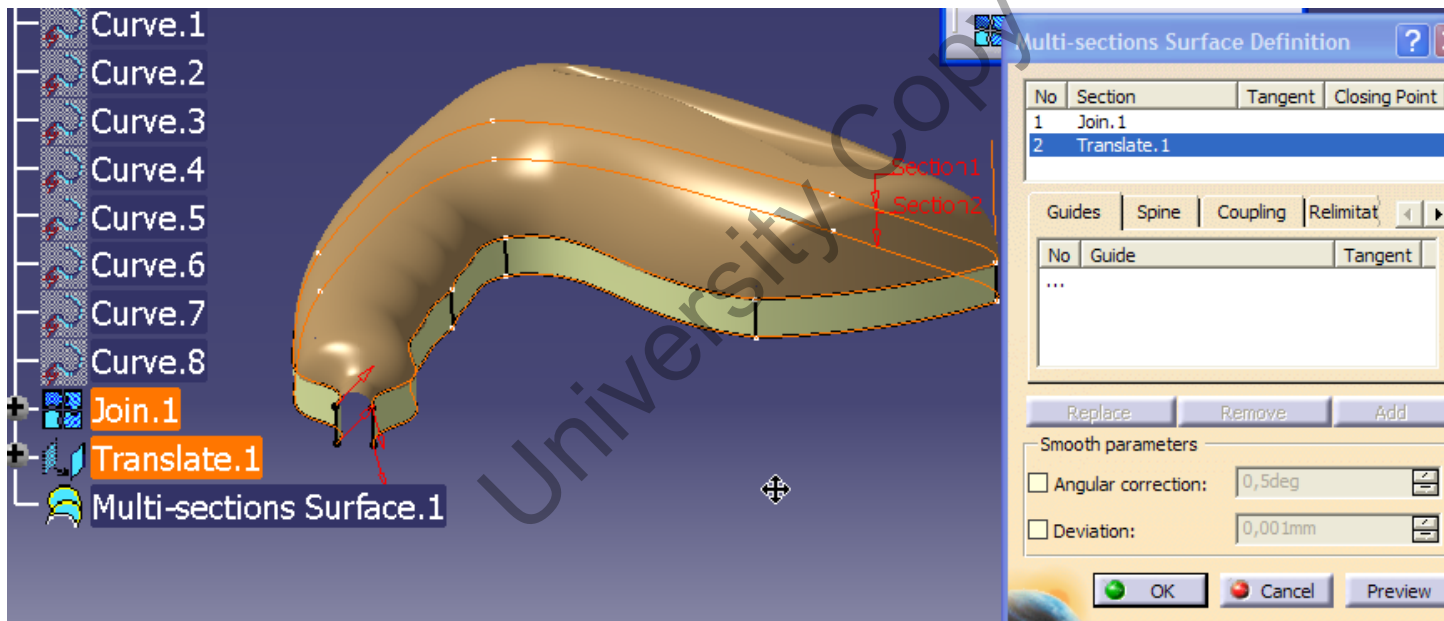
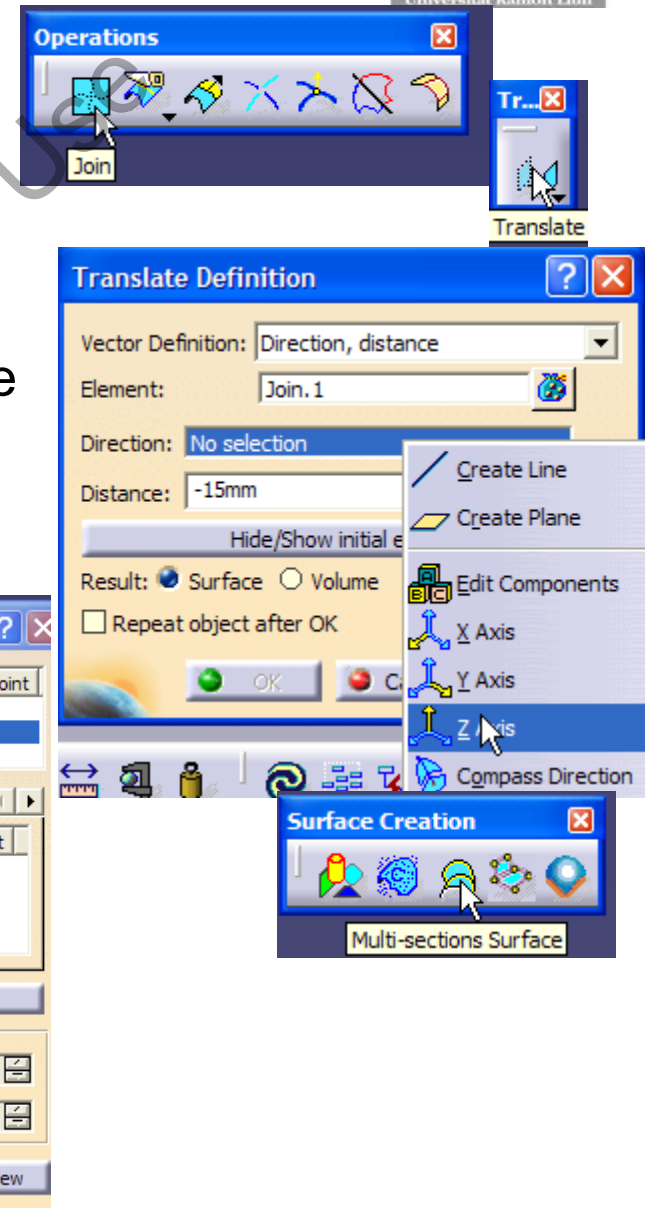




## • Crear superficie extendida.

Juntamos las curvas en una sola con “Join” y el resultado lo movemos con “Translate” 15mm en Z hacia abajo.

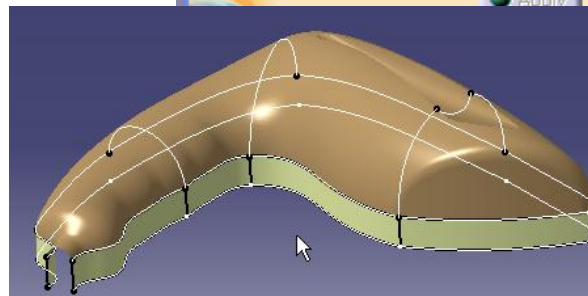
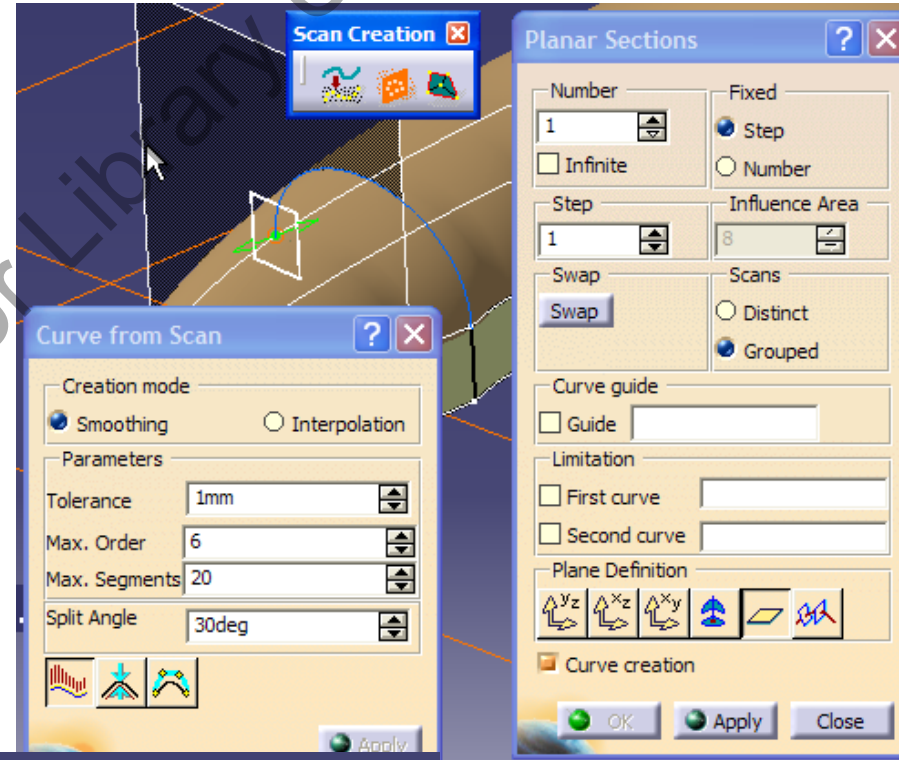
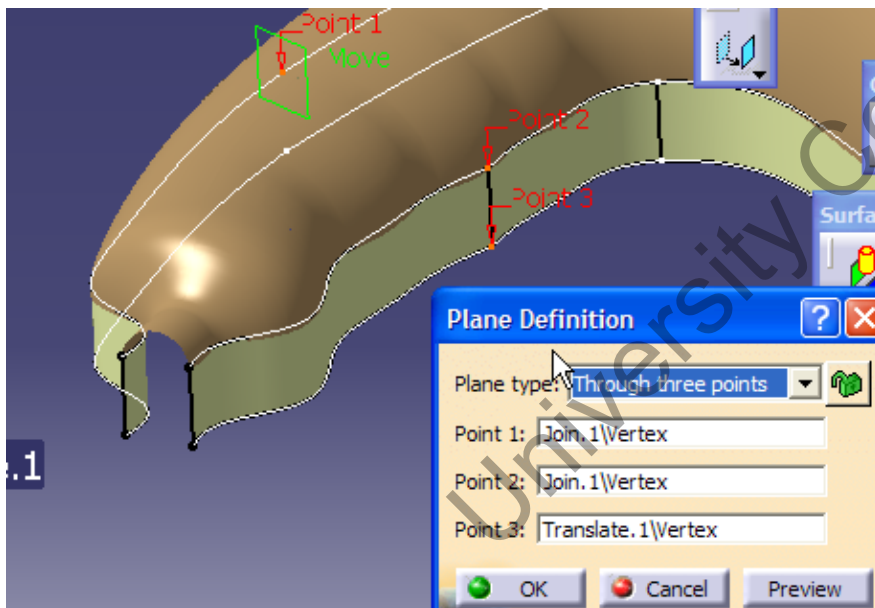
Unimos las curvas para crear una superficie intermedia usando el “Multi-section”. Ya tenemos la primera superficie creada.



## • Reconstruir la malla .

Primero vamos a crear planos usando tres puntos existentes. Para ver los iconos de geometría de referencia hacer “View” -> “Tools” -> “Wireframe” y seleccionar el plano.

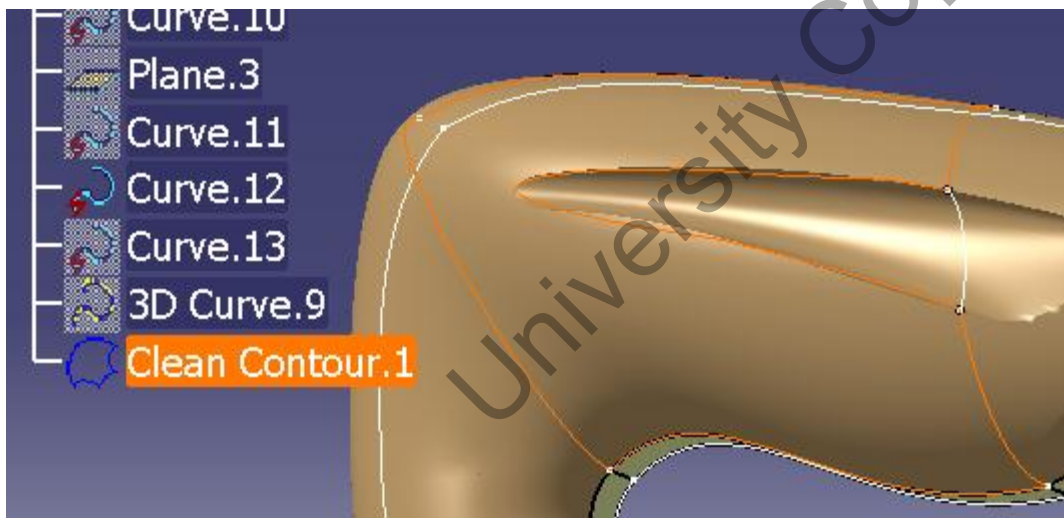
Ir creando arcos de paso para varias secciones.



## • Curva 3D.

Para curvas especiales podemos usar la creación de curvas 3D.  
Por ejemplo para la huella de la zona superior.

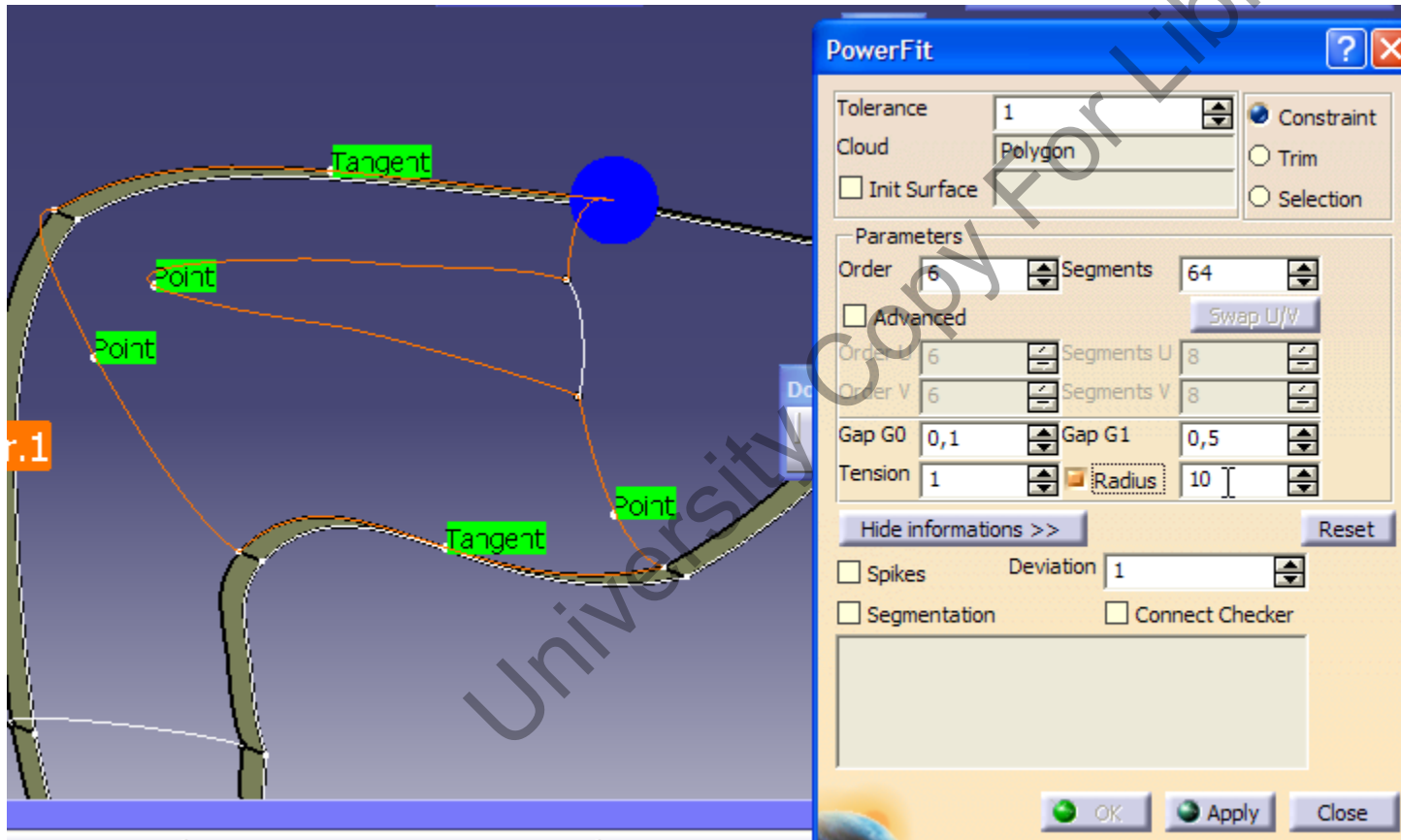
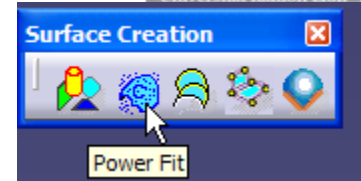
Hacemos una curva que busque los contornos con “Clean Contour”.



- Reconstruir superficie.

Hacemos "Power-fit" de la malla con la curva límite creada y ponemos el radio a 10mm.

Así podemos hacer todas las superficies.



## • Ayuda a digitalización con Dr.Picza.

- 1.- Colocar la pieza bien fijada en la máquina de escaneo.
- 2.- Abrir Dr.Picza3.
- 3.- Encender la máquina.
- 4.- Ejecutar SCAN
- 5.- Hacer vista previa de la pieza.
- 6.- Cambiar los parámetros de valores por milímetro. Elegir entre rotatorio o por planos. Hacer una estimación del tamaño del fichero y del tiempo de escaneo.
- 7.- Escanear la pieza.
- 8.- Chequear resultado de escaneo. Primero cambiar visualización: puntos -> estructura -> sombreado -> bordes.
- 9.- Redigitalización: escaneado fino de una zona, línea o puntos.

## • Ayuda a digitalización con Dr.Picza.

10.- Crear malla con Dr. Picza. Existe la posibilidad de ir rellenando agujeros como en Catia pero con menos control. Mejor lo hacemos en Catia.

11.- Si hay agujeros rellenos que no han de estar se pueden vaciar desde el botón con forma de asa de una taza.

12.- Exportar los resultados a ficheros para CATIA. Podemos exportar desde tan sólo la nube de puntos hasta el fichero arreglado con triángulos. Un formato usado en SEAT es el “stl”.

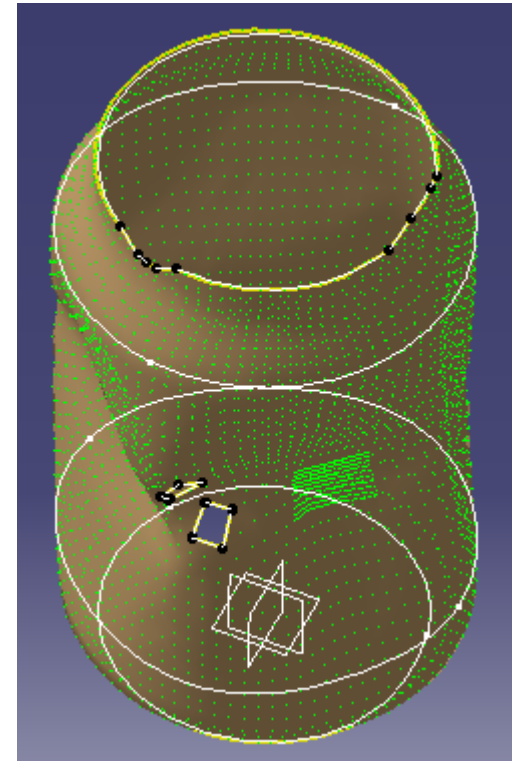
13.- Abrir el fichero desde “3D Editor” en que aparecen 4 vistas de la pieza. Antes de pasar a “3D Editor” escaneamos la figura por planos pues dura más tiempo y lo dejamos escaneando mientras trabajamos con “3D Editor”. Primero hacemos un corte-sección. Con esta operación se hace un “split” de Catia de la superficie por un plano y por tanto la superficie queda dividida en 2 superficies.

14.- Mover superficies. Las superficies se pueden mover, girar y escalar modificando la pieza original. Las superficies también se pueden seleccionar y borrar.

- Ayuda a digitalización con Dr.Picza.

Practicamos en clase la digitalización de una lata o cualquier otro objeto opaco pero no negro.

University Copy For Library Use




- Automatic Surface: Car body rapid prototype surfacing.

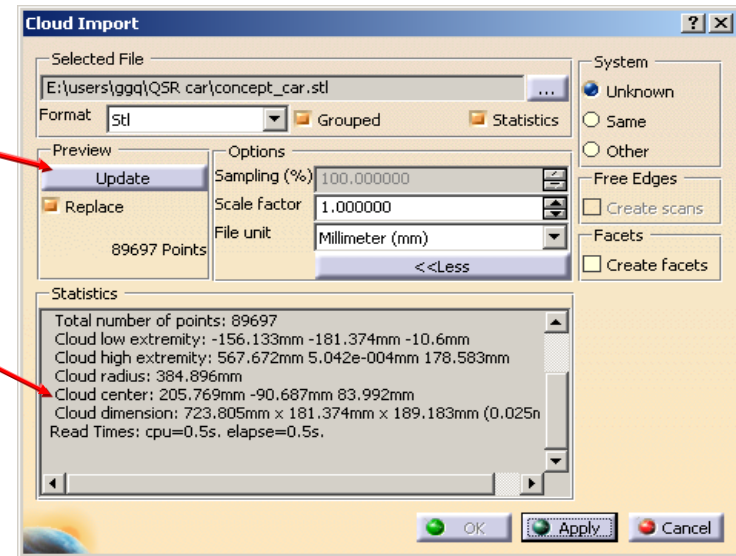
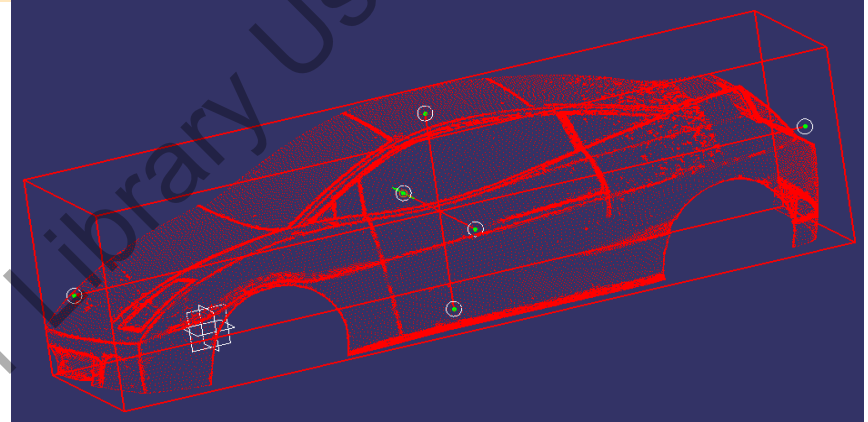




# • Step 1: Digit Import & Editing.


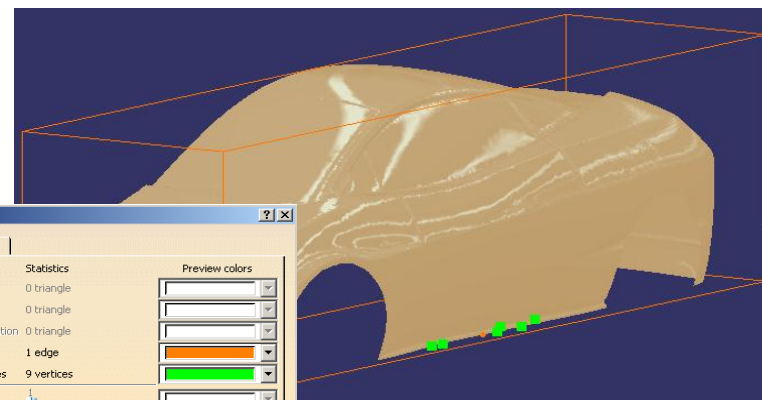
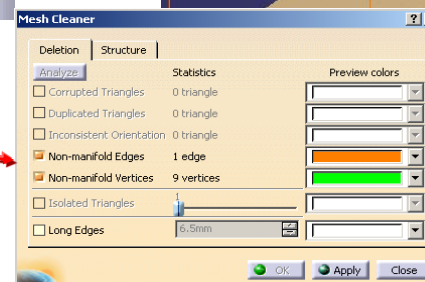
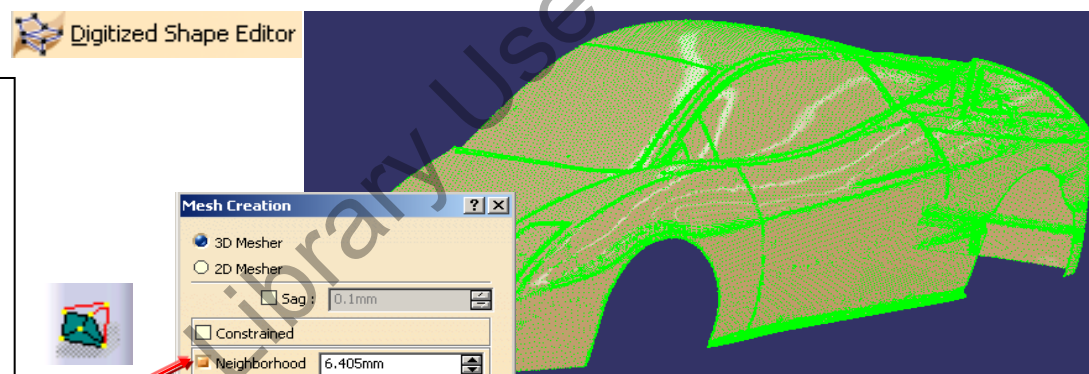
- Open: **Automatic\_Surface.CATProduct**
- Import the digit data
  - Navigate to Digitized Shape Editor workbench
  - Right click over the geometrical set named 'digit data import' and select Define In Work Object from the contextual menu.
  - Select Import from the Cloud Import toolbar.
  - Select the concept\_car.stl file from standard Windows Dialog box. Catia recognizes automatically the file format as .stl
  - Select Update Update to display the cloud of points along with its bounding box.
  - Selecting the Statistics check box will allow you to get information in the statistics window (number of points, dimensions...note: 1/5 scale model)
  - Use Apply then OK to create the Cloud Import entity

 Digitized Shape Editor



## • Step 2: Mesh Creation.

- Create the mesh
  - Create facets on the cloud of points using the active points
    - Select the `concept_car.1` entity that you have just created.
    - From the Mesh Toolbar choose Mesh Creation icon
    - Type the Neighborhood value of 6.405mm. This was found as the optimal value for this mesh to close unwanted holes. Although it creates some unwanted non manifold edges that can be deleted in the following steps.
    - Click Apply then Ok to create the mesh.
    - Select the `Mesh_creation.1` entity that has just been created then select the Mesh Cleaner icon
    - Select Analyze to displays the stats on defects of the mesh
    - Select the defects type you want to erase, and eventually the color you want to display it with
    - Click Apply to erase the defects. Catia fixes the defects that it found. However there may be some imperfections that need to be resolved by hand.

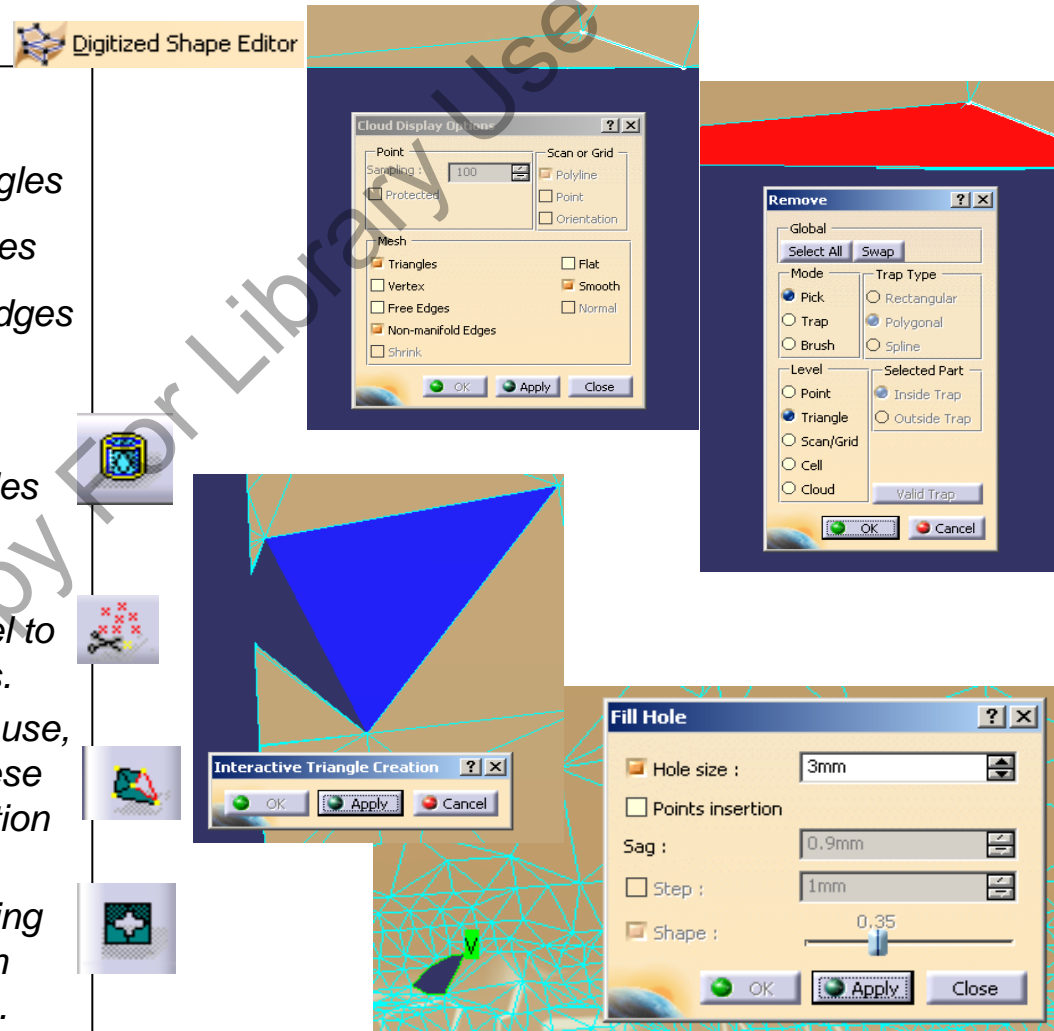

 Digitized Shape Editor


## • Step 3: Cleaning Mesh.

### Cleaning the mesh

- *Deletion of corrupted /duplicated triangles, triangles with inconsistent orientations, non manifold edges vertices, isolated triangles, triangles with long edges and filling of holes.*

- *Select the Mesh\_creation.1 then select the Cloud Display icon. Select to display Triangles and Non-manifold edges.*
- *Click the Remove icon on the Cloud Edition toolbar. Select Pick Mode and Triangle Level to select and delete the non manifold elements.*
- *The Removal and Mesh Cleaner process cause, in turn, holes to be created in the mesh. These can be filled using Interactive Triangle Creation & .....*
- *Fill Hole commands. After each mesh cleaning process, we can come back to use the Mesh Cleaner function to check the integrity again.*



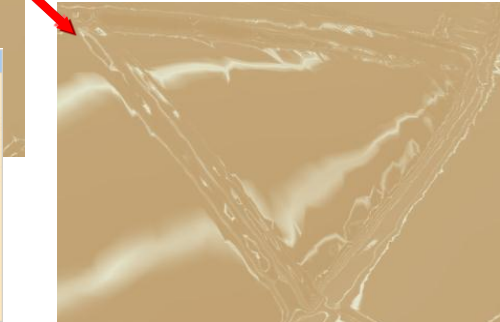
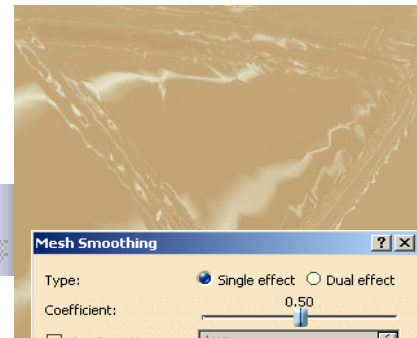
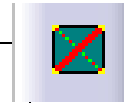
## • Step 4: Improving Edges.

### Improve the quality

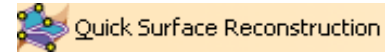
#### - Flip Edge & Mesh Smoothing

- Select the Flip Edges icon and the mesh
- Enter 2 as the value of Depth
- Click Apply then OK to validate.
- Select the Mesh smoothing icon
- Select single effect and leave the default value of 0.5 Coefficient,
- Click Apply then OK. The cumulative deviation statistic is displayed

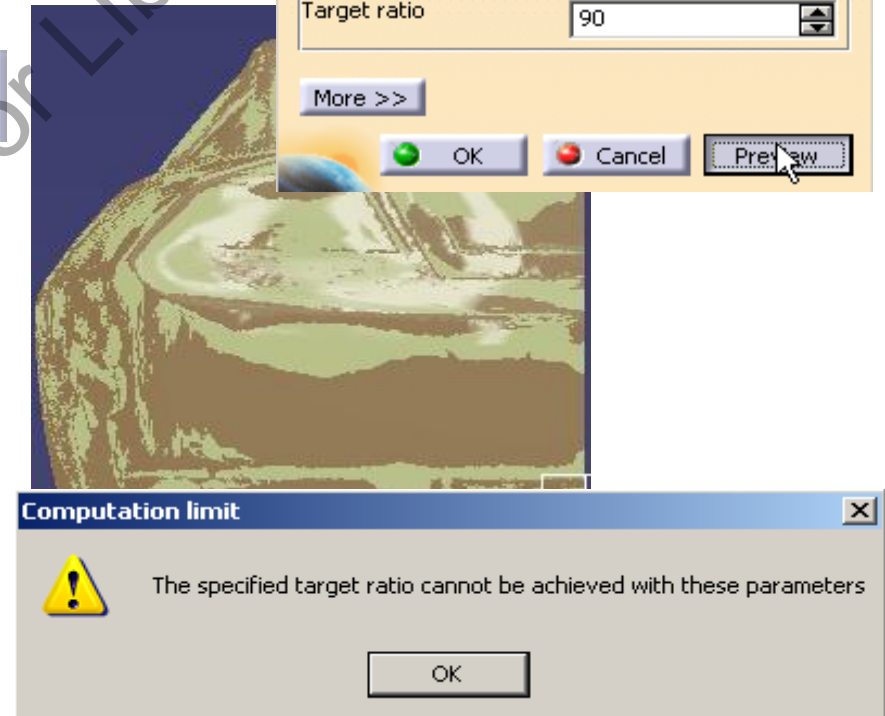
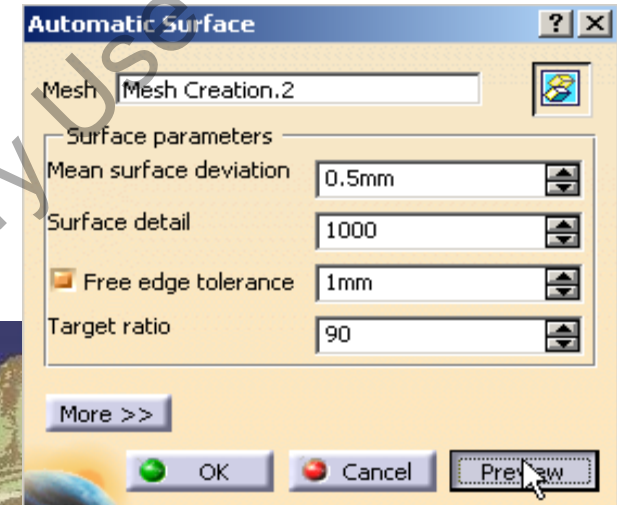
Digitized Shape Editor



## • Step 5: Automatic Surface.



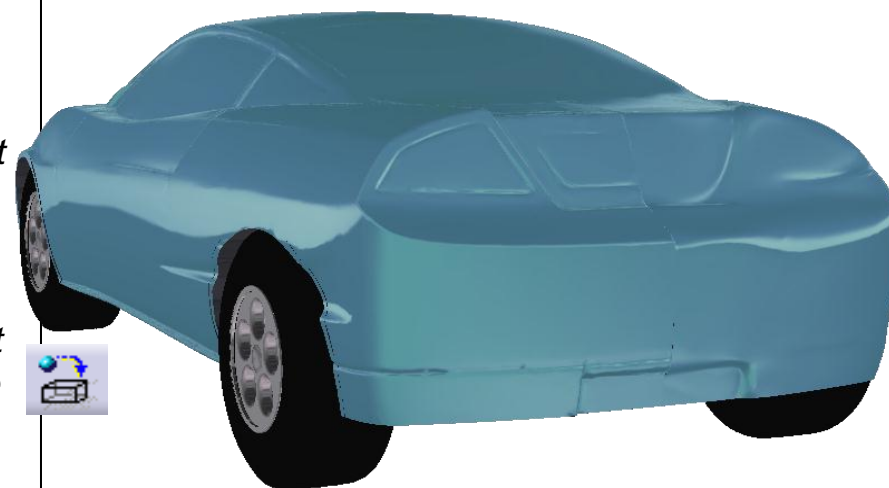
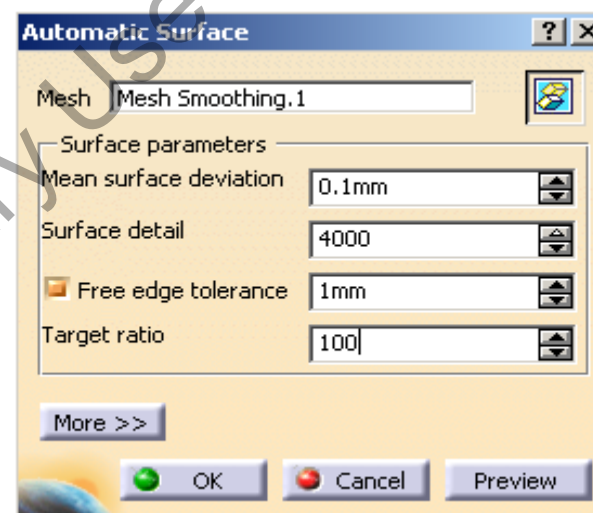
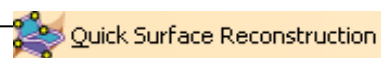
- Creation of the Automatic Surface
  - Rapidly Surface the mesh in one shot with a class B finish.
    - Change Workshop to Quick Surface Reconstruction and select the Mesh Smoothing.1 entity that you have just created.
    - Select the Automatic Surface icon from the Surface Creation toolbar.
    - Use setting of:
      - Mean Surface Deviation (0.5mm)
      - Adjust Surface Detail to 1000
      - Enable Free Edge Tolerance of 1 mm
      - Default Target Ratio of 90%
    - and select Preview
  - Accept the computation limit warning notifying you that the combination of parameters could not be calculated. This does not mean the computation failed but the Target ratio of measured points with a surface deviation under the Mean surface deviation value could not be obtained.
  - Selecting the More button displays; details of the process and options to control the display of surface deviations.
  - Click OK to accept the surface or input new parameters to adjust the result.



## • Step 6: Modify Surface.

Modify input parameters adapted to required precision.

- Hide the *Mesh Smoothing.1* entity to display only the *Automatic Surface*.
- The *Symmetry* of this surface is created using the command from the *Transformations Toolbar*.
- Returning to select the *Mesh Smoothing.1* entity, again select the *Automatic Surface* icon Use settings of:
  - Mean Surface Deviation 0.1mm
  - Adjust Surface Detail to 4000
  - Enable Free Edge Tolerance of 1 mm
  - Default Target Ratio of 100%
  - and select *Preview*.
- Accept the computation limit warning again and select *OK* to compute the result.
- Applying a Material to the surface, such as the *DS Light Blue* paint scheme allows us to pick out the definition and compare the shape detail enhancement around detailed objects. The increased of the *Surface Detail* value from 500 to 4000 can be noticed in the resulting surface's respect of mesh details, such as around the light cluster and door post.



- Resumen.

- Hemos visto como arreglar puntos digitalizados y crear malla a partir de ellos.
- Hemos visto las bases para reconstruir superficies a partir de malla digitalizada.
- Se ha intentado reproducir el trabajo de digitalización de una pieza con Pizca.

University Copy For Library Use

University Copy For Library Use

SolidWorks



- Scan to 3D.

Como esta función de SW se pueden utilizar datos cualquier scanner 3D (puntos de malla o nube de puntos) para convertirlos en una superficie o sólido.

El procedimiento es simple:

1. Abrir el archivo con los datos (malla o nube de puntos).
2. Preparar la malla utilizando la herramienta "Mesh Prep Wizard".
3. Seccionar la malla utilizando la herramienta de "Section View".
4. Dibujar curvas en 2D Sketch o 3D Sketch que sigan la forma de la malla.
5. Crear superficies utilizando las curvas.
6. Utilizar las herramientas Trim y Knit en las superficies creadas.
7. Crear el modelo sólido.

# • Ayuda módulo.

## ScanTo3D Overview

Using the SolidWorks software's ScanTo3D functionality, you can open scan data from any scanner (mesh or point cloud files) or curve data from mathematics software, prepare the data, then convert it into a surface or solid model.



When you open the scan data, you can open it as a new part document or import it into the currently active part document. Click **Options** in the **Open** dialog box and set the options.

ScanTo3D significantly reduces the time required to build complex 3D models from non-digital data. Designers can use ScanTo3D for various purposes:

- Medical designers - Create anatomical objects for reference.




Example of a solid created from scanned data of a hand, using the Surface Wizard's **Automatic creation**.

- Consumer product designers - Create quick representations of physical components made from clay, foam, etc.
- Machine designers - Create quick references to OEM parts.



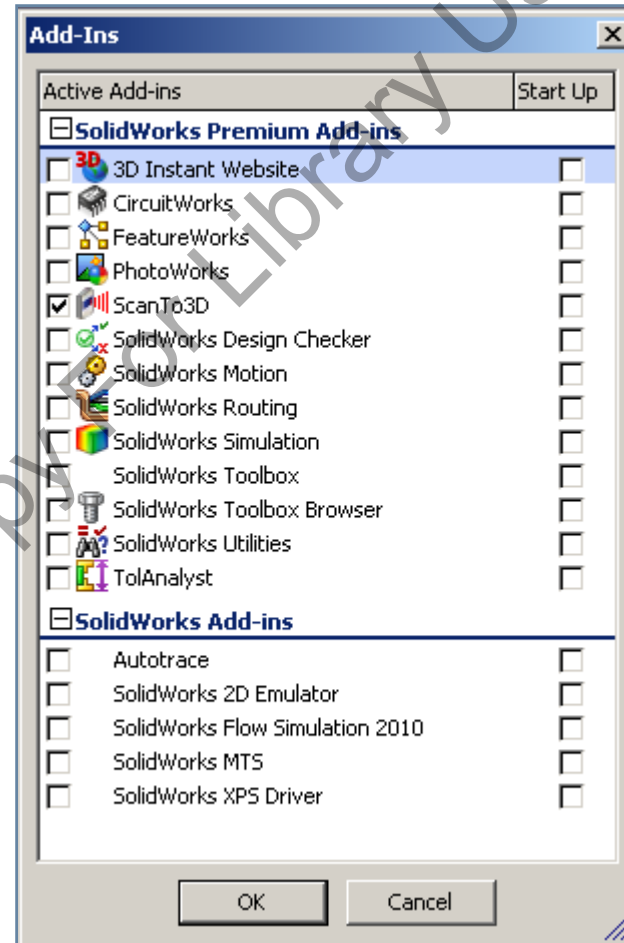
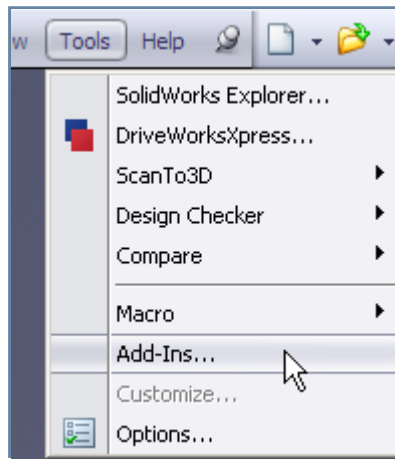
ScanTo3D is available only in SolidWorks Premium. To activate ScanTo3D, click **Tools, Add-Ins**, and select **ScanTo3D**.



If you have a NextEngine scanner, click **NextEngine Scan**  (ScanTo3D toolbar) or **Tools, ScanTo3D, NextEngine Scan** to start NextEngine scanning.

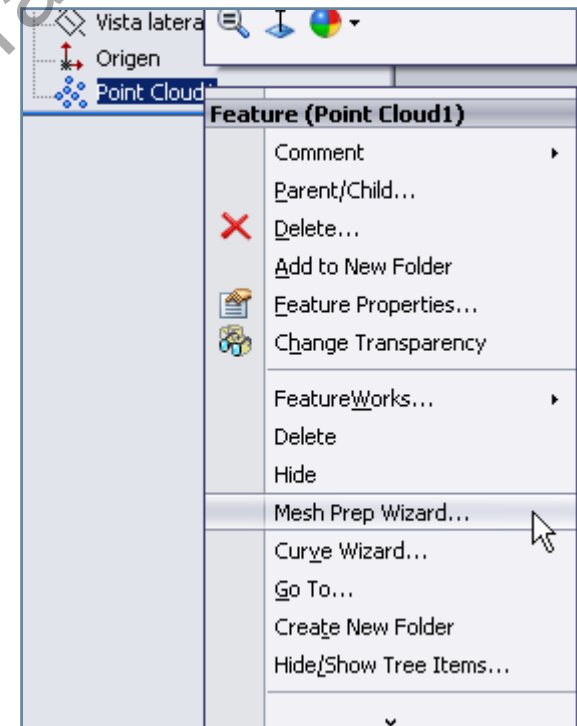
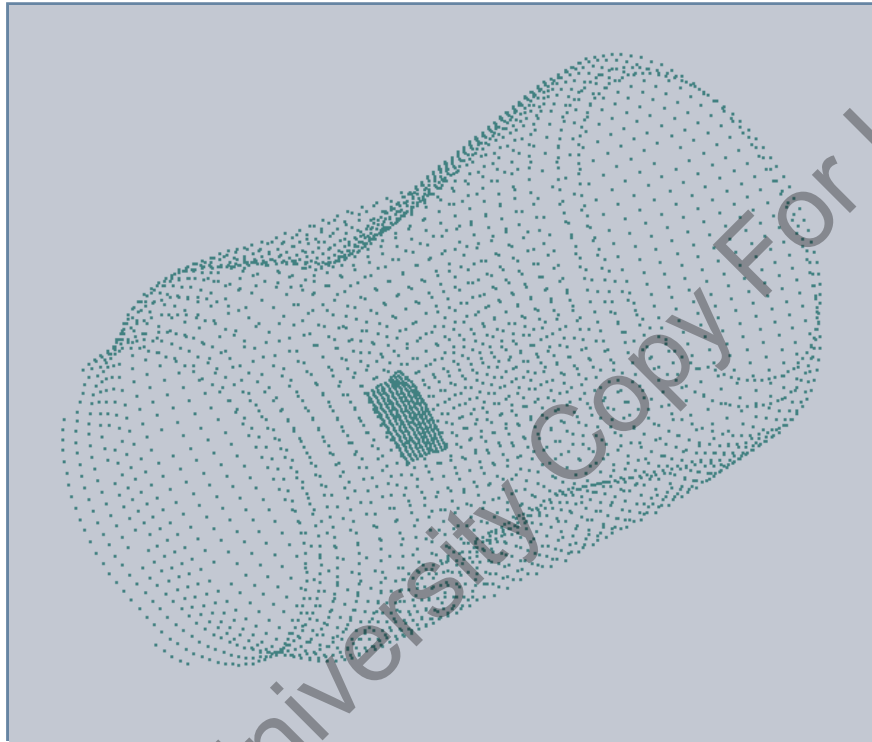
## • Activación módulo.

Activar el módulo de ScanTo3D



- Ejercicio lata.

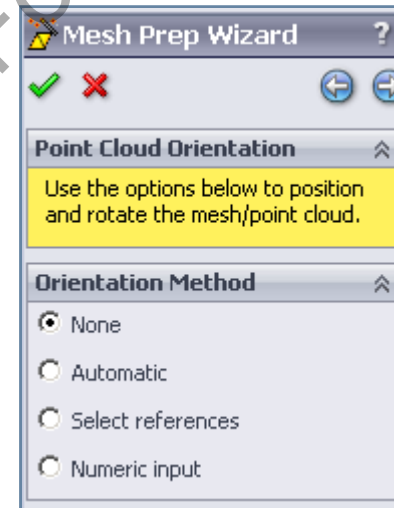
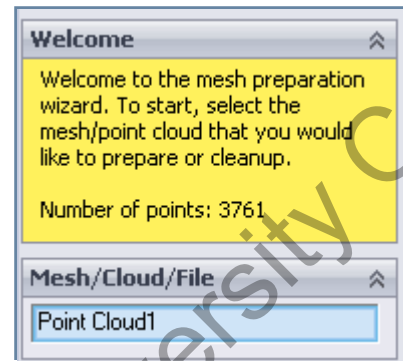
Abrimos directamente el archivo "lata\_vertical.txt" y seleccionamos el Mesh Prep Wizard...



## • Ejercicio lata.

En la primera pantalla se selecciona la nube de puntos de la que queremos realizar la malla.

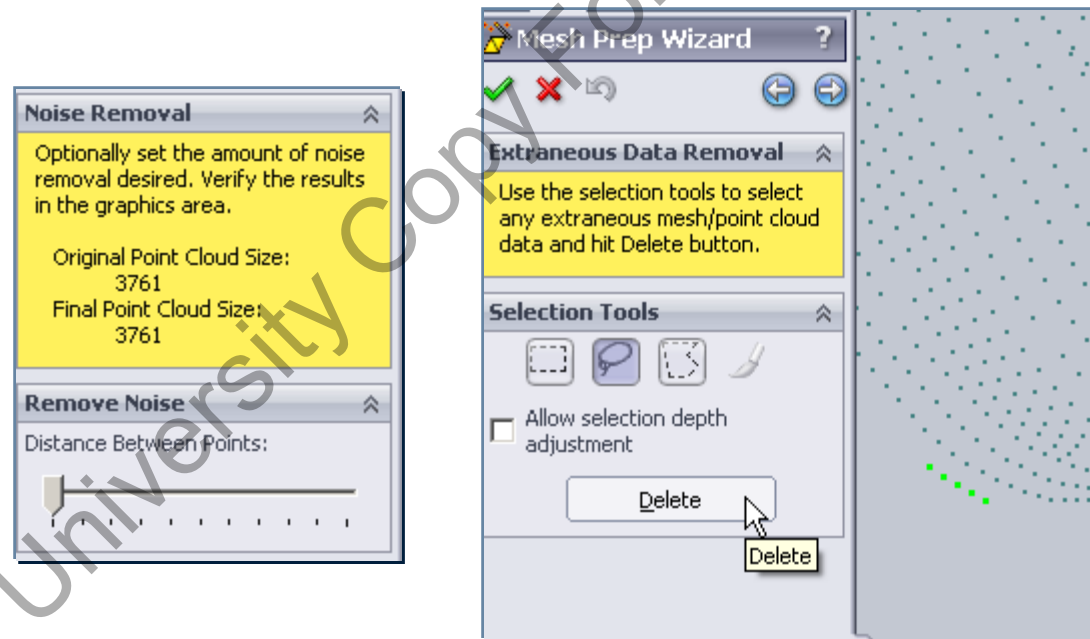
En la segunda Point Cloud Orientation se puede escoger el origen de coordenadas de la malla.



## • Ejercicio lata.

En la siguiente pantalla se puede escoger la cantidad de puntos anómalos que se quieren quitar automáticamente, si movemos la barra podemos ver en la zona grafica los puntos que quitan.

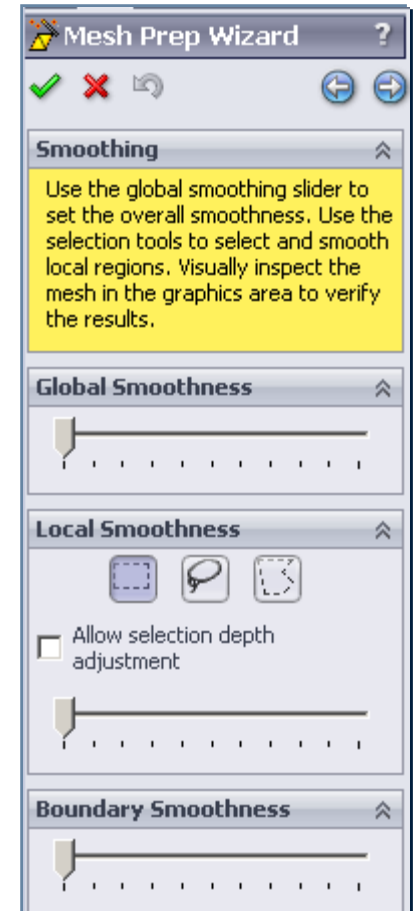
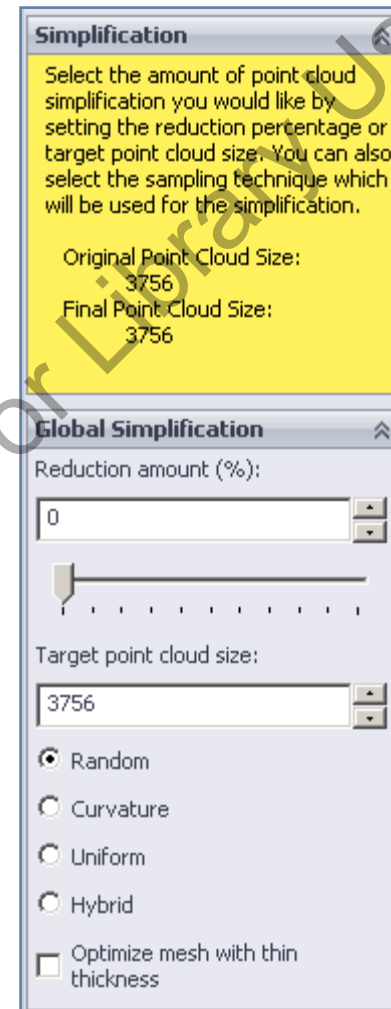
Arreglamos la malla. Para ello en Extraneous Data Removal borramos los puntos anómalos.



## • Ejercicio lata.

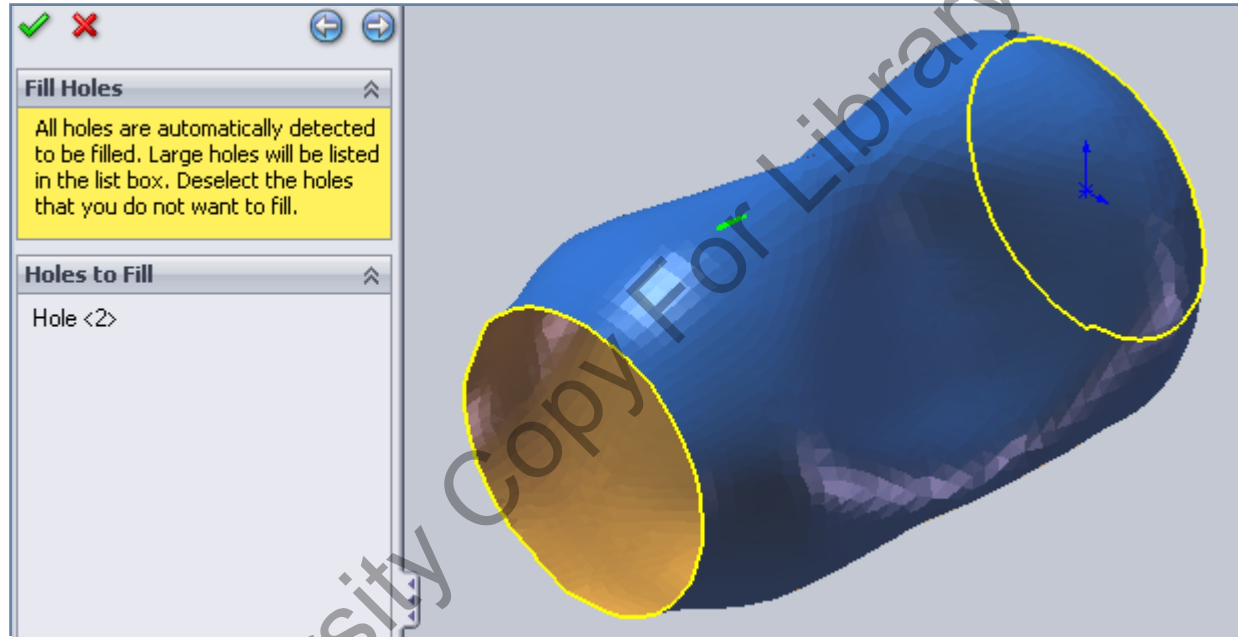
En Simplification se establece la simplificación que se quiere reduciendo el número de puntos de la malla. Si movemos la barra vemos que el número de puntos varía.

En la pantalla Smoothing se establece la suavidad que tendrá la malla. Moviendo la barra podemos ver el efecto. La suavidad se puede modificar de una forma global o localizada.



- Ejercicio lata.

En la pantalla Fill holes se rellenan los agujeros que hay en la malla, en nuestro caso sólo rellenaremos el pequeño.

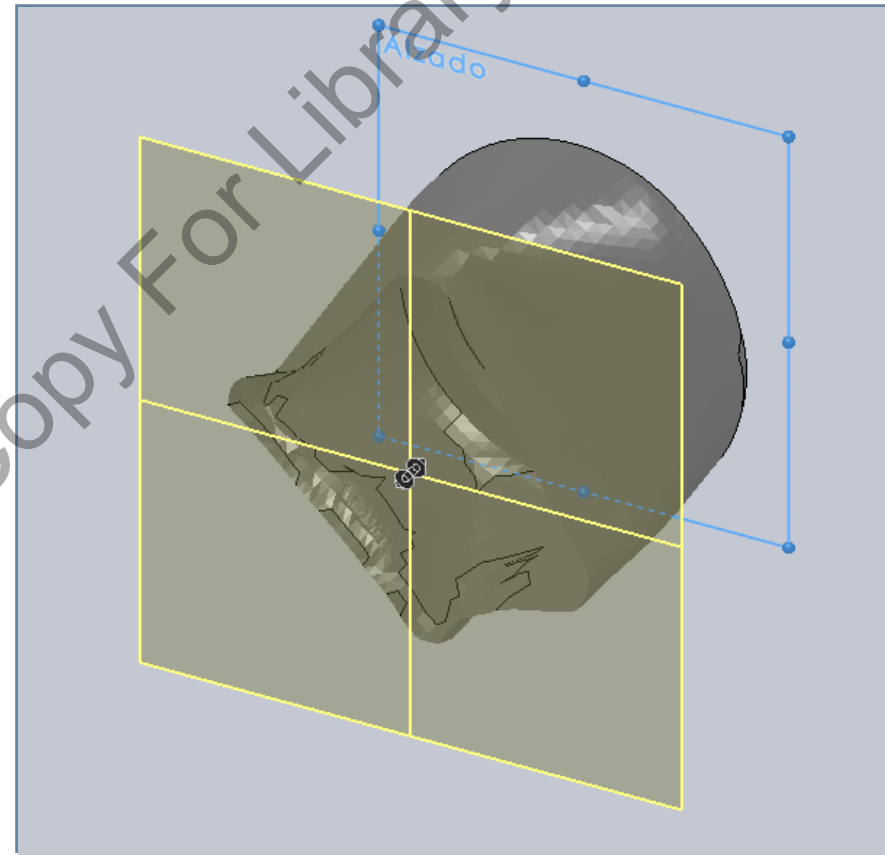
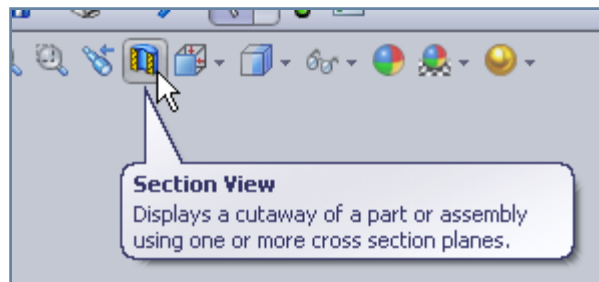


Con esto ya hemos acabado de crear la malla. Podemos presionar el tick y tendremos la malla hecha o siguiente para empezar con el Surface Wizard. La herramienta surface Wizard es útil cuando el modelo es sencillo y simétrico en algunos planos, no es nuestro caso.



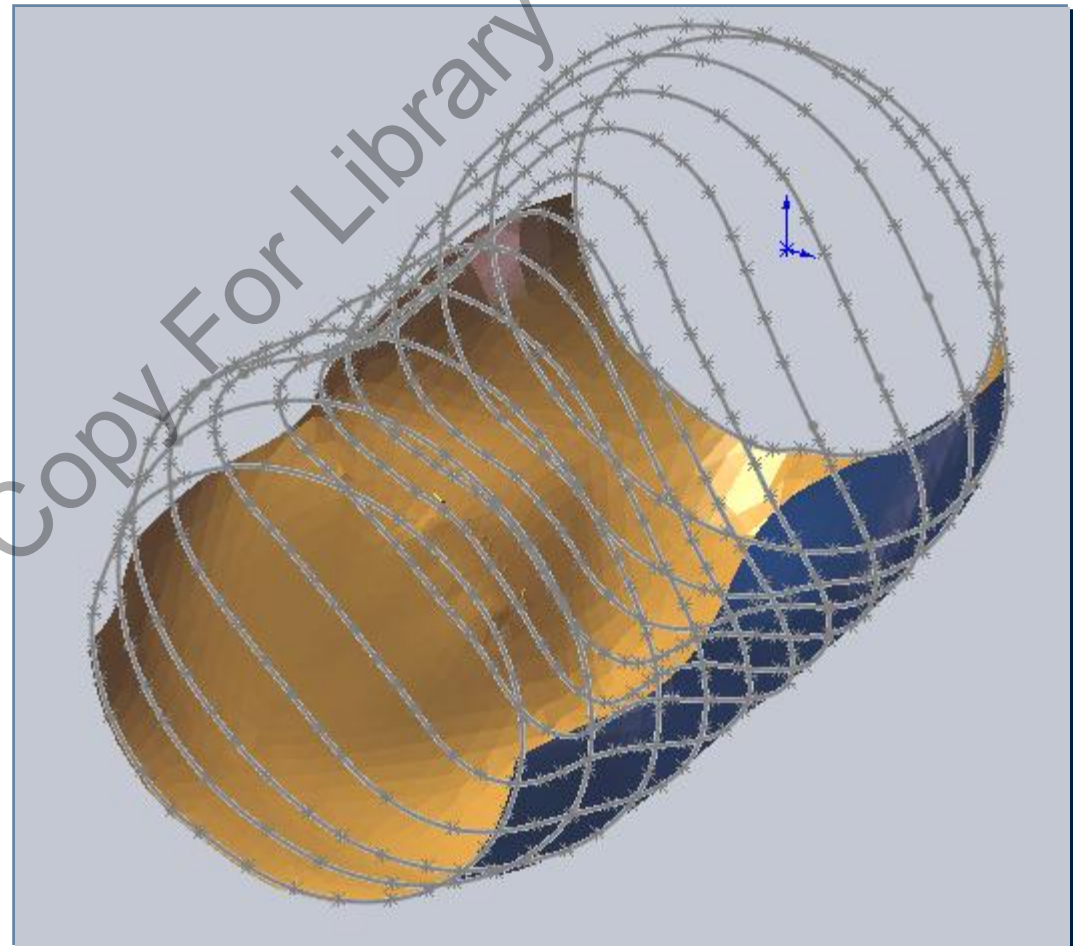
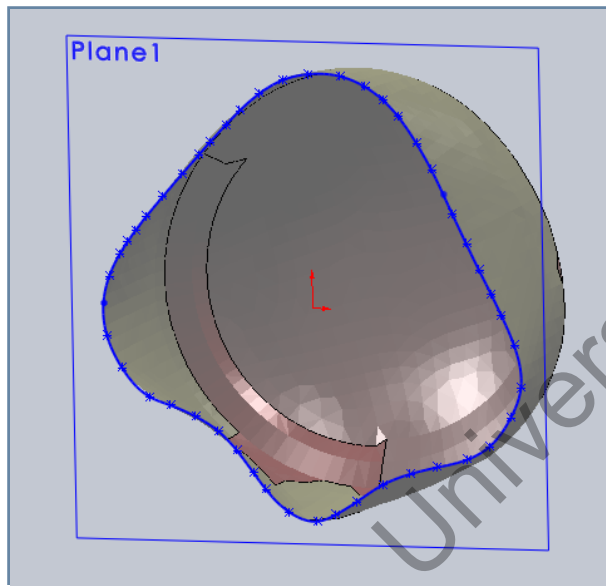
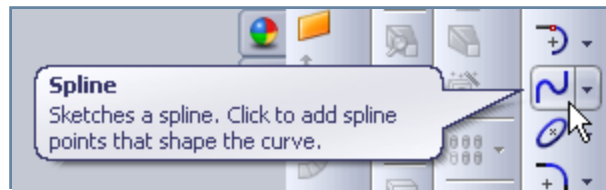
- Ejercicio lata.

Ahora seccionamos la lata como creamos, creamos planos dónde queramos dibujar un Skecth dónde seguiremos la forma de la lata.



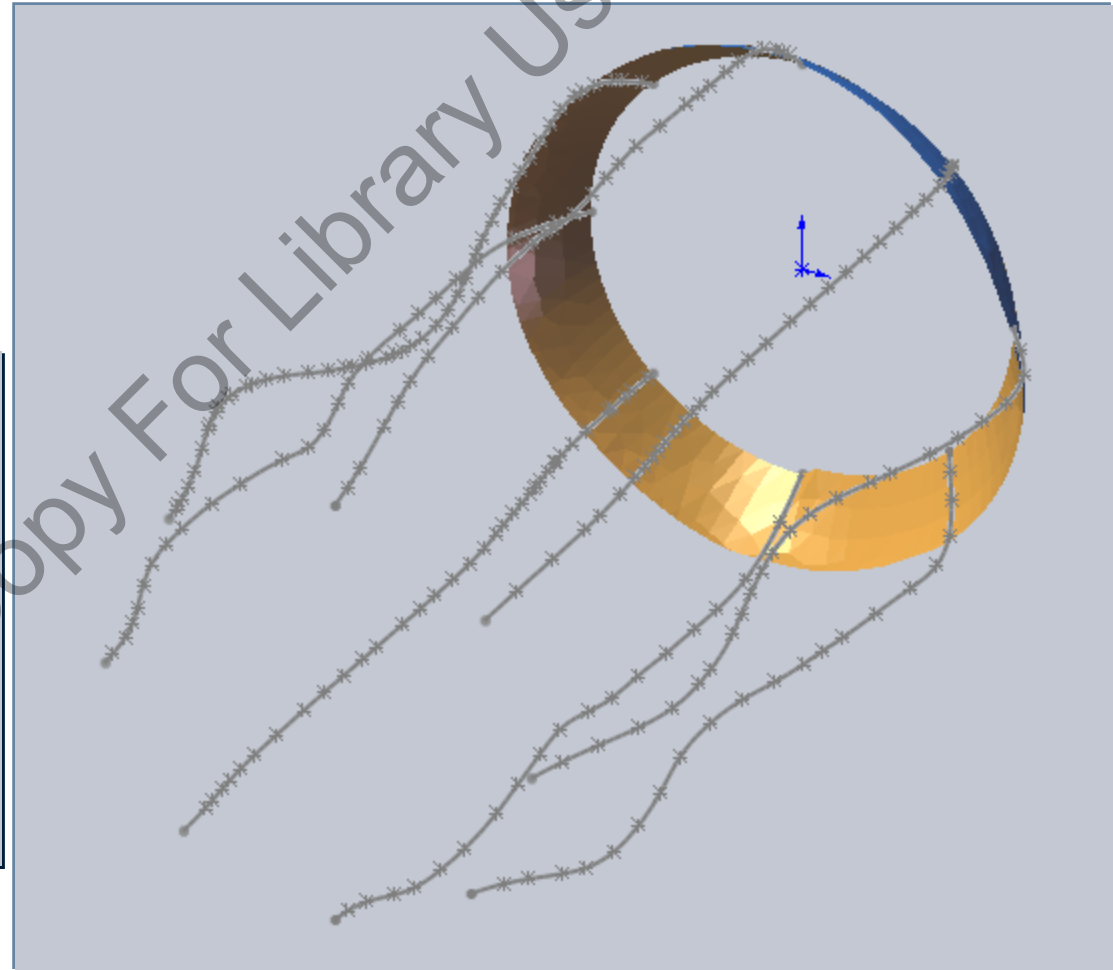
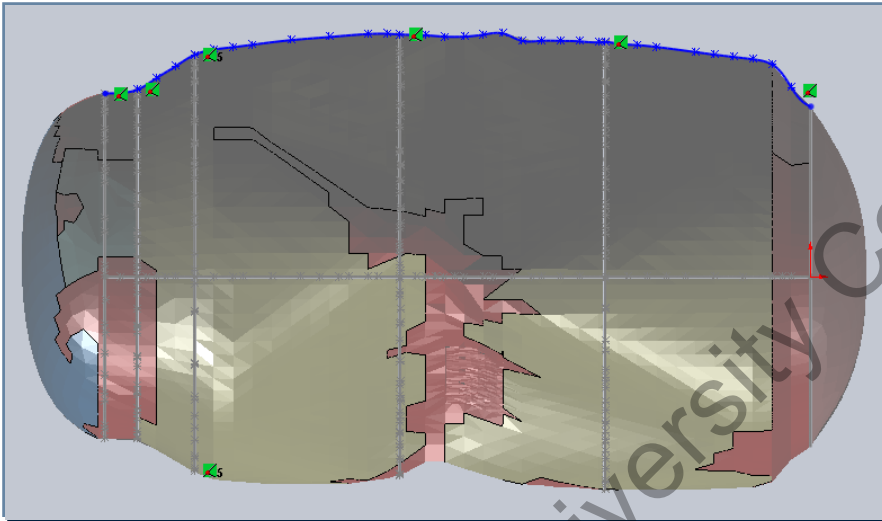
- Ejercicio lata.

Para conseguir la forma mas parecida posible con la de la lata utilizamos la herramienta de Spline.



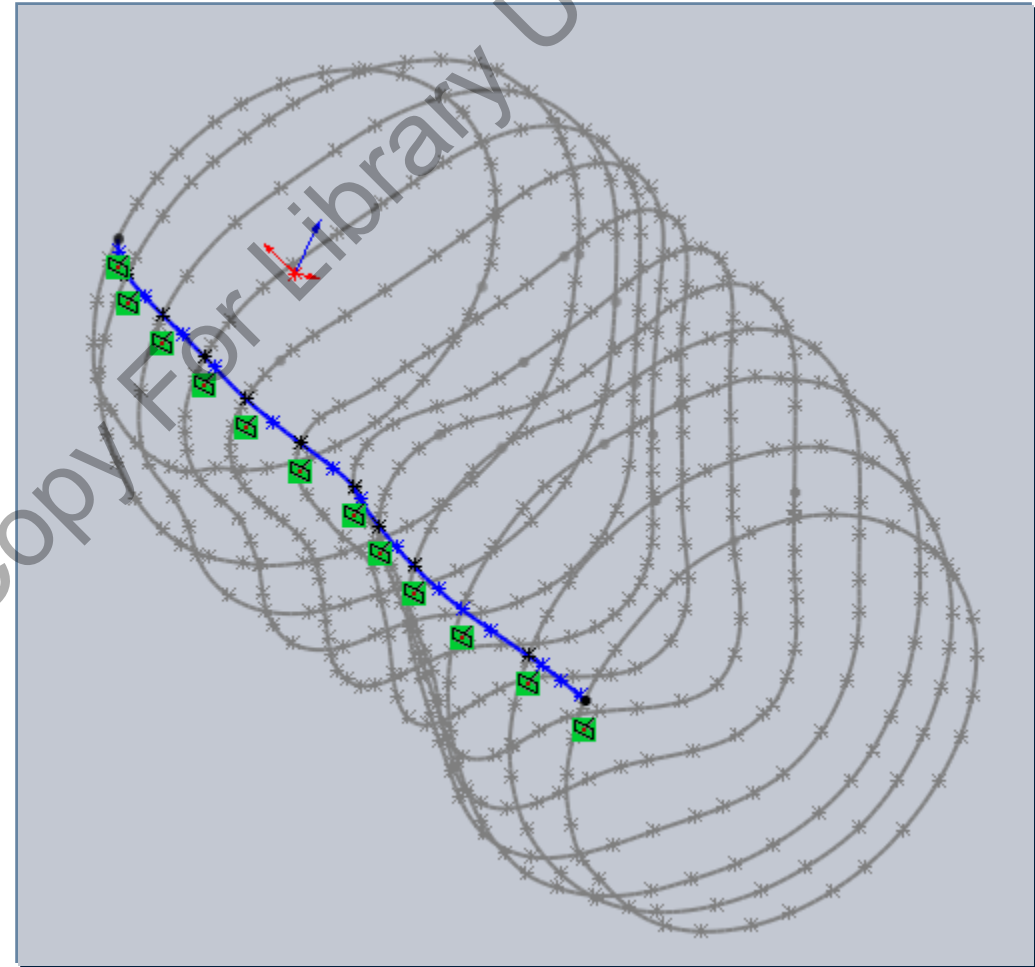
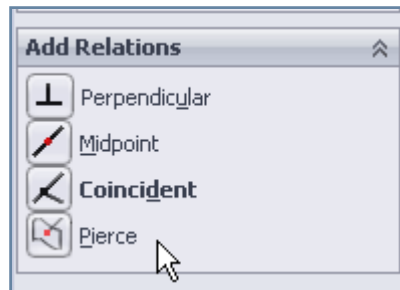
- Ejercicio lata.

Lo mejor es realizar varios Skech perpendiculars al plano alzado que servirán como curvas guía.



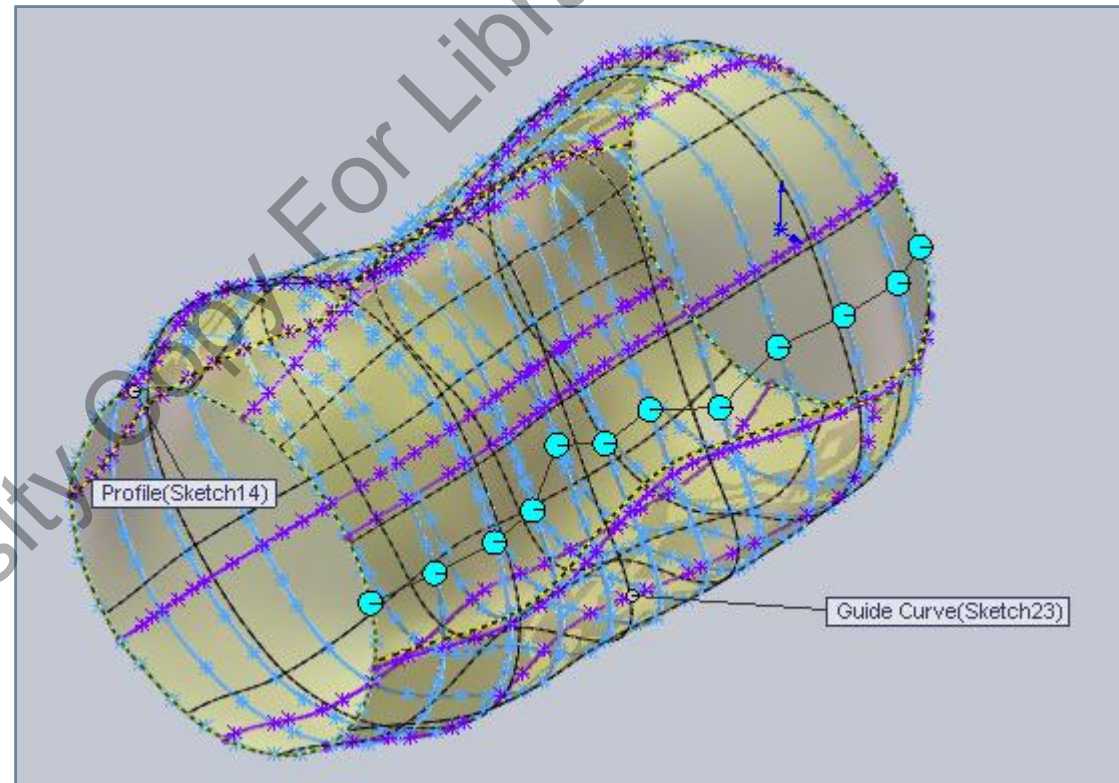
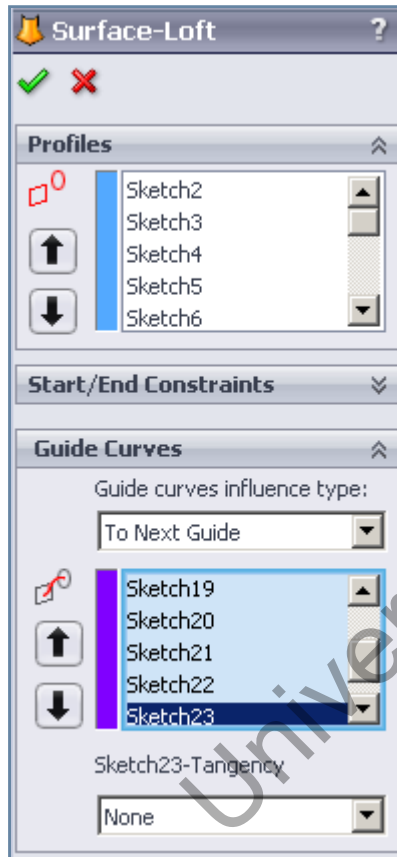
## • Ejercicio lata.

Tenemos que hacer coincidir las secciones con las curvas guía utilizando la herramienta Pierce.



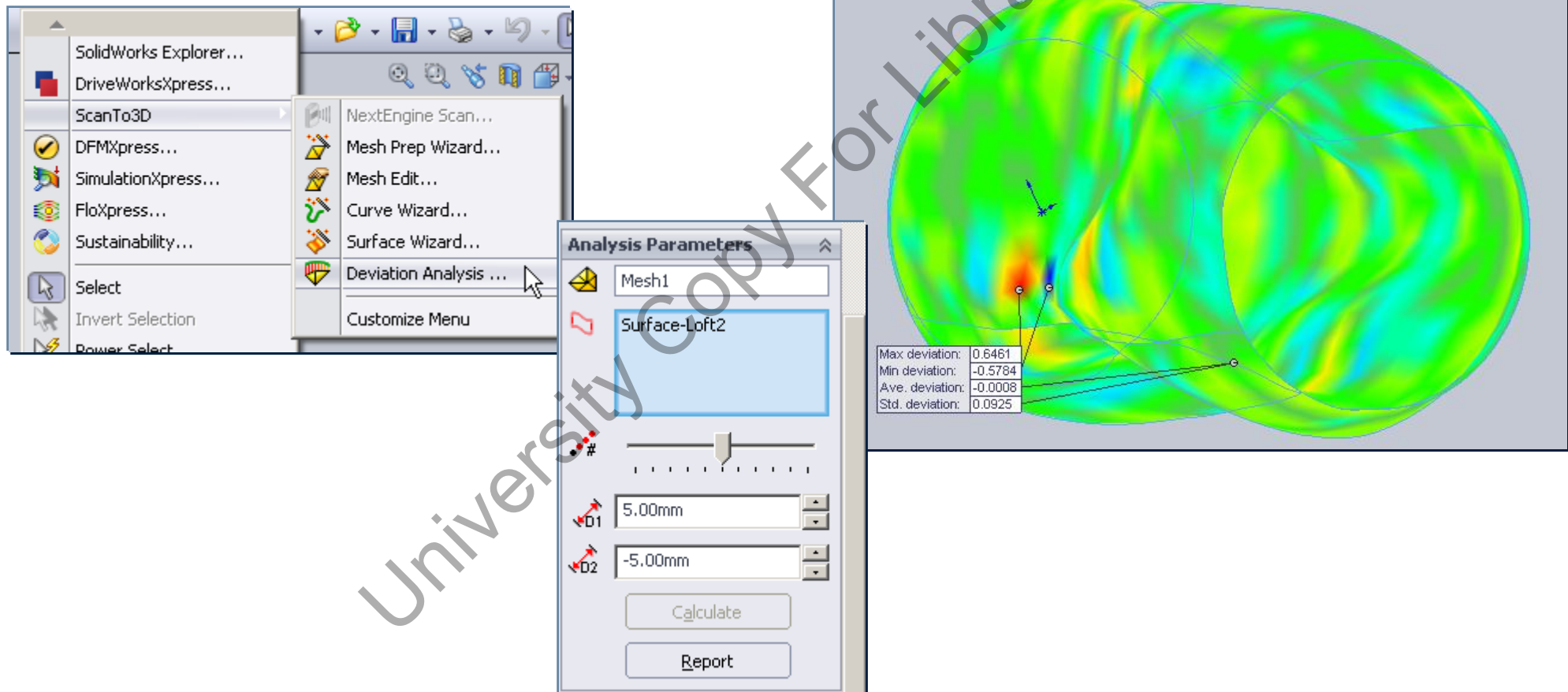
## • Ejercicio lata.

Con la herramienta Surface Loft. En Profiles seleccionamos la secciones paralelas al plano Alzado y el Guide curbes las otras cuatro.



## • Ejercicio lata.

Utilizamos el Deviation Analysis que calcula el ángulo entre caras creadas y la nube de puntos. Una vez realizado el cálculo se puede generar un informe.



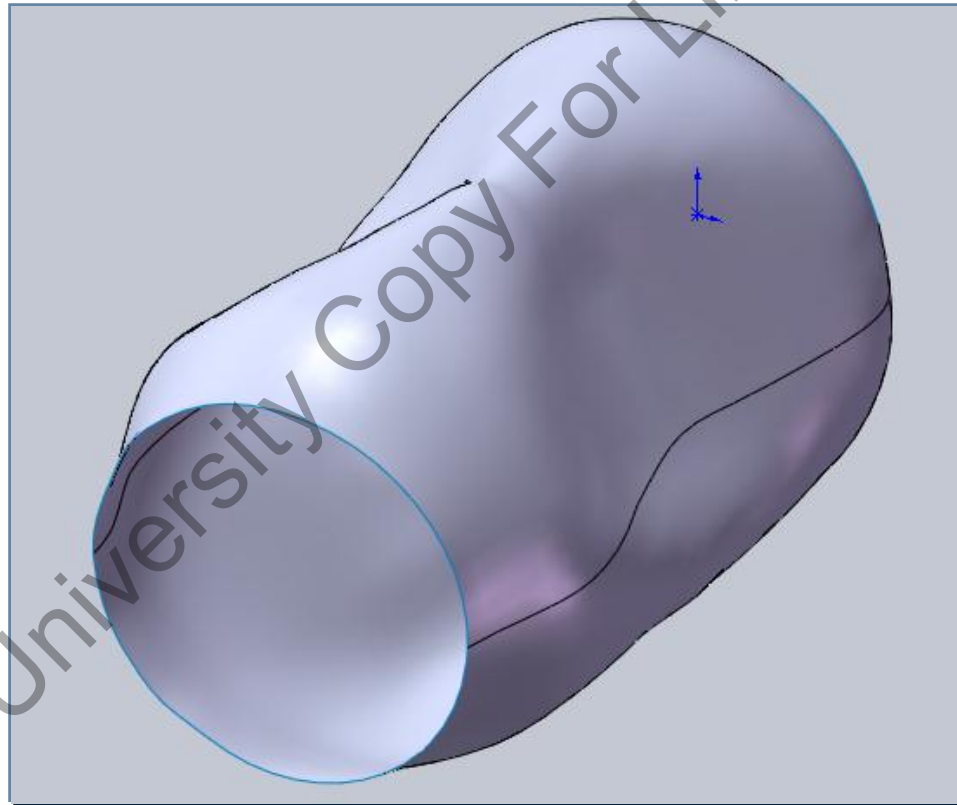
The image displays the SolidWorks software interface for performing a Deviation Analysis. On the left, the 'Deviation Analysis' option is highlighted in the 'ScanTo3D' menu. The central 'Analysis Parameters' dialog box is open, showing 'Mesh1' and 'Surface-Loft2' as the selected entities. The 'D1' and 'D2' deviation values are set to 5.00mm and -5.00mm, respectively. The 'Calculate' and 'Report' buttons are visible at the bottom of the dialog. On the right, a 3D model of a can is shown with a color-coded deviation analysis heatmap. A data table provides the following statistics:

Max. deviation:	0.6461
Min. deviation:	-0.5784
Ave. deviation:	-0.0008
Std. deviation:	0.0925

- Ejercicio lata.

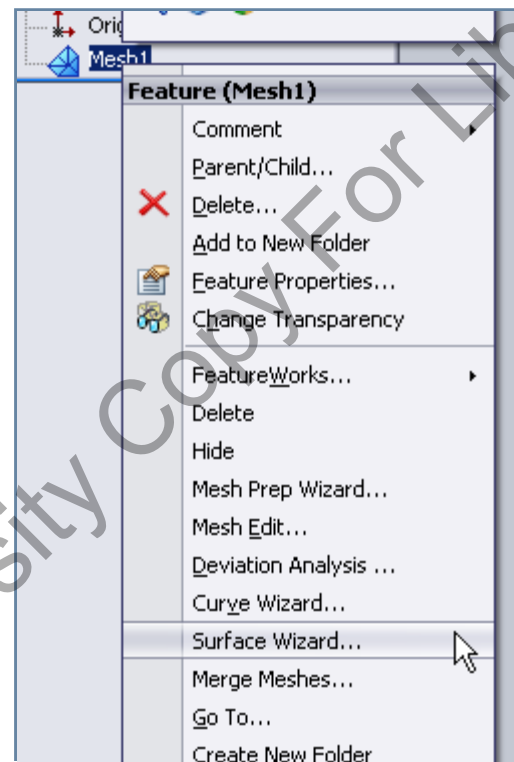
Si el análisis de desviación no sale satisfactorio se pueden modificar los Sketch pertinentes hasta que los resultados sean los deseados.

Finalmente eliminamos la nube de puntos y nos quedamos sólo con la superficie creada.



- Ejercicio lata.

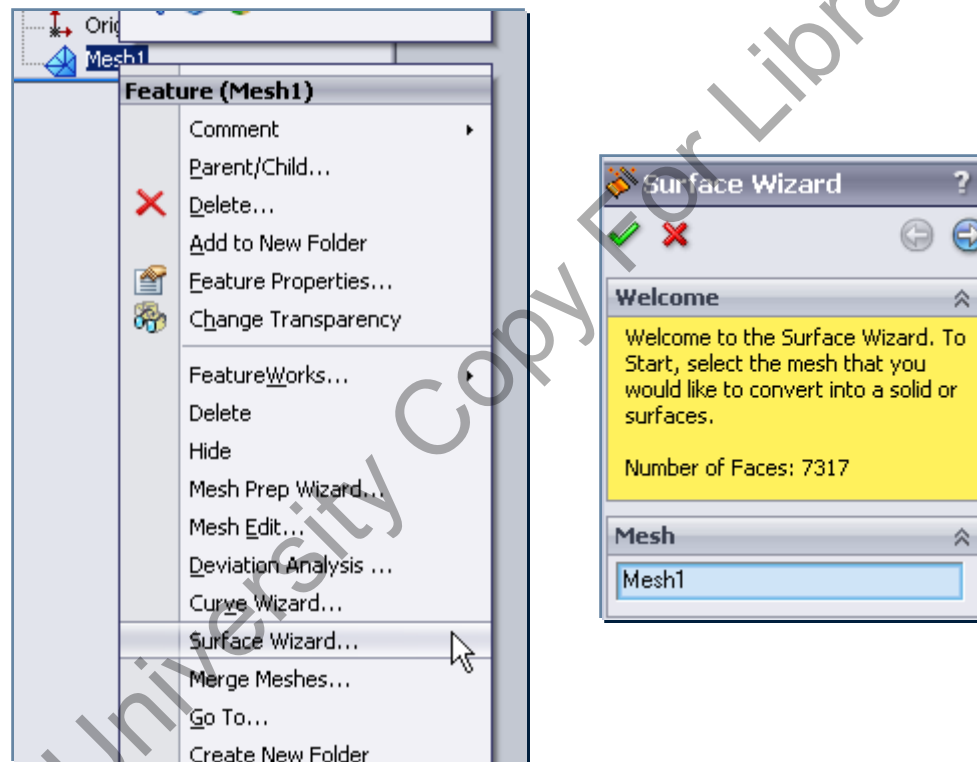
Se pueden generar las superficies de forma automática. Para ello cuando se finaliza el Mesh Prep Wizard... Se utiliza la herramienta Surface Wizard...





## • Ejercicio lata.

Se pueden generar las superficies de forma automática. Para ello cuando se finaliza el Mesh Prep Wizard... Se utiliza la herramienta Surface Wizard...

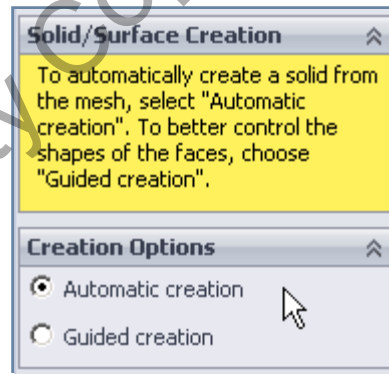


## • Ejercicio lata.

En la siguiente paso se pueden seleccionar dos opciones:

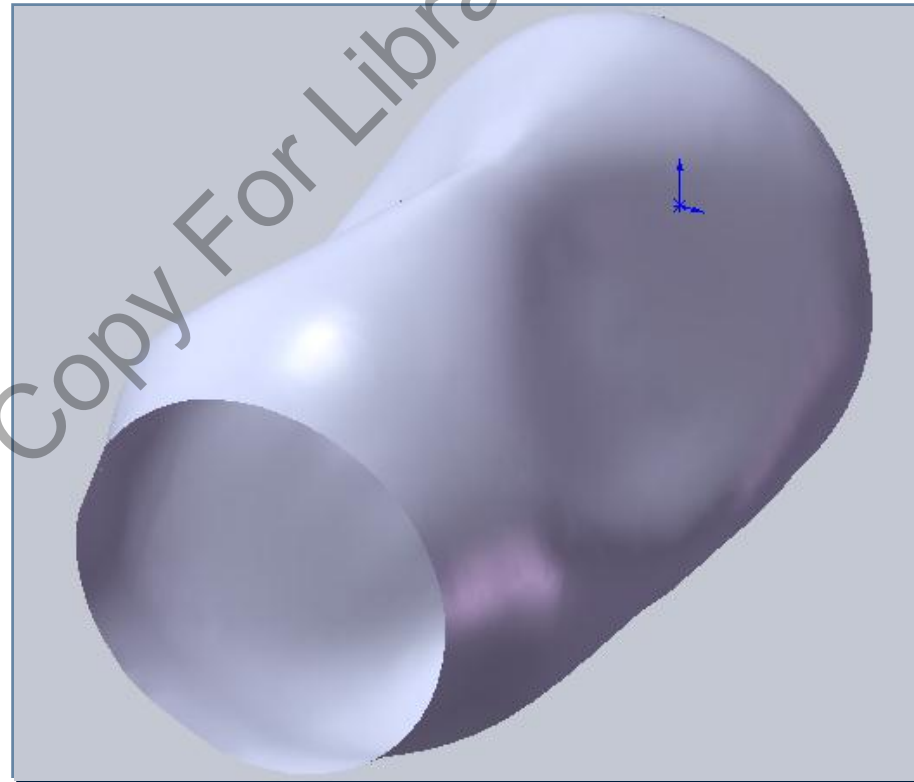
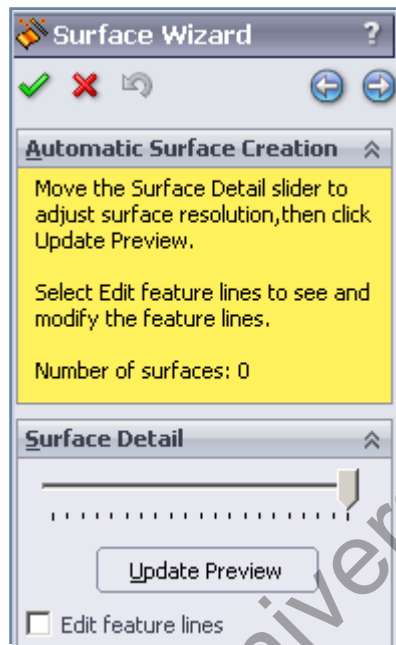
- Automatic creation: realiza un proceso de un solo paso para crear un modelo solido.
- Guided creation: realiza un proceso de varios pasos para crear superficies, permite mas control sobre éstas. Ésta opción es buena cuando se tienen superficies analíticas o cuando se tiene mas control sobre superficies.

Escogemos la Automatic creation.



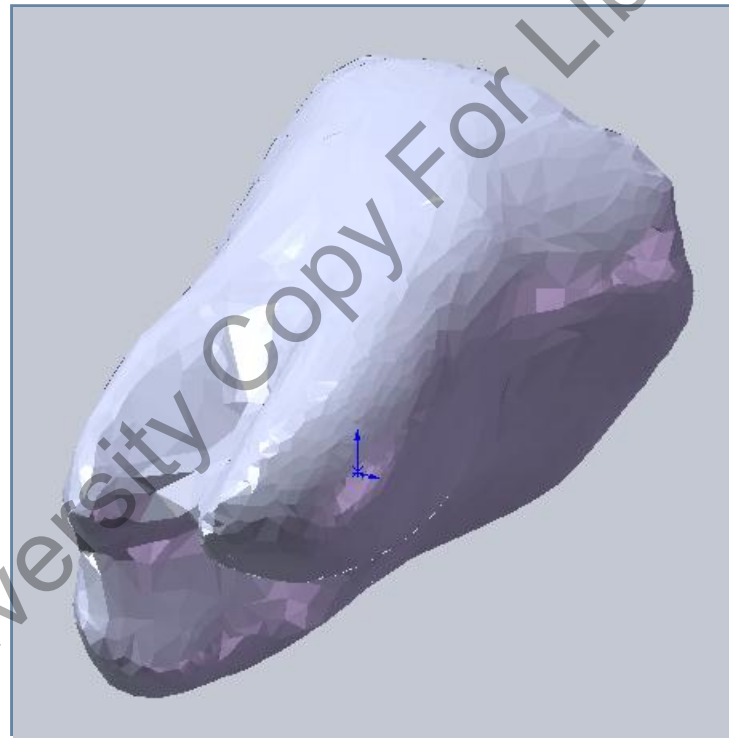
- Ejercicio lata.

Finalmente ajustamos la resolución de la superficie. A mayor detalle más parecido será el detalle de la superficie creada.



- Ejercicio Muela.

Podemos realizar los mismos pasos con el digitalizado de una muela. La única diferencia es que se abre directamente un archivo \*.stl. Éstos archivos utilizan una malla de pequeños triángulos sobre las superficies para definir la forma del objeto.



- Resumen.

- Hemos visto como arreglar puntos digitalizados y crear malla a partir de ellos.
- Hemos trabajado con superficies para reproducir el objeto digitalizado.
- Hemos analizado la diferencia entre el sólido/superficie creado y el digitalizado.

University Copy For Library Use

University Copy For Library Use

Lego

- Lego.

Continuamos con el juego de lego ensamblando las piezas.

University Copy For Library Use

University Copy For Library Use

Proyecto



- Proyecto.

Para el proyecto construyo la goma como la varilla.

University Copy For Library Use

## • Resumen de puntuación alcanzada.

0.10 de 1.00	CD y papel presentación del documento con poster en A3.
0.50 de 0.50	Espejo como croquis.
0.10 de 0.50	0.2 Varilla con 0.15 proceso mecanizado y 0.15 cálculo fuerza en la punta.
0.20 de 1.00	0.5 Goma tipo fuele + 0.5 estudio medioambiental(S).
0.30 de 1.00	0.5 Carcasa espejo con desmoldeo + 0.5 inyección(extra).
0.30 de 1.00	0.5 Carcasa anterior + 0.5 como nube de puntos y desmoldeo
0.00 de 1.00	0.5 Moldes de carcasa anterior + 0.5 costing (S).
0.50 de 1.00	0.5 Chapa doblada y desdoblada + 0.5 costing (S).
0.00 de 0.50	Ergonomía (C)
0.20 de 0.50	Tornillos, tuercas y piezas normalizadas para las uniones.
0.00 de 1.50	Cálculo 0.5 aerodinámica, 0.5 vibraciones y 0.5 dilataciones.
0.00 de 0.50	Logo empresa moto pegado en carcasa.
0.20 de 0.50	Ensamblaje sin interferencias excepto elementos deformables/rosca cosméticas.
0.10 de 1.00	0.5 Planos de todas las piezas, 0.25 lista materiales y 0.25 explosionado.
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
<b>2.50 de 13.00</b>	<b>Total</b>
<b>1.8 horas de dedicación</b>	

S07t.- Doblado Chapa Catia y SW.

University Copy For Library Use

Mejora 1415 ...

- Repaso última sesión.
- Digitalización e ingeniería inversa.

University Copy For Library Use

# • Doblado de piezas de chapa.

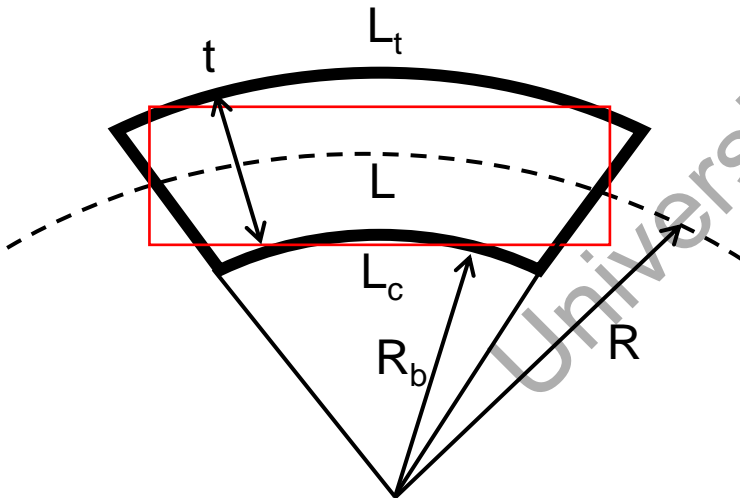
Una posibilidad de fabricación de piezas es usar el doblado. Para entender las limitaciones de este proceso hay que tener en cuenta el material a doblar. En Catia estos parámetros los introducimos como espesor de pieza y radio mínimo a doblar.

Para un material que rompe al 20% podemos hacer un Radio según las ecuaciones de deformación  $R > t/0,4 = 2,5t$ .

\*En producción el radio es el interior ( $R_b = R - t/2$ )

$$\epsilon_f > \epsilon = \frac{L_t - L}{L} = \frac{\left(R + \frac{t}{2}\right)\phi - R\phi}{R\phi} = \frac{t}{2R}$$

$$\Rightarrow R > \frac{t}{2\epsilon_f} \Rightarrow R_b > \frac{t}{2\epsilon_f} - \frac{t}{2}$$

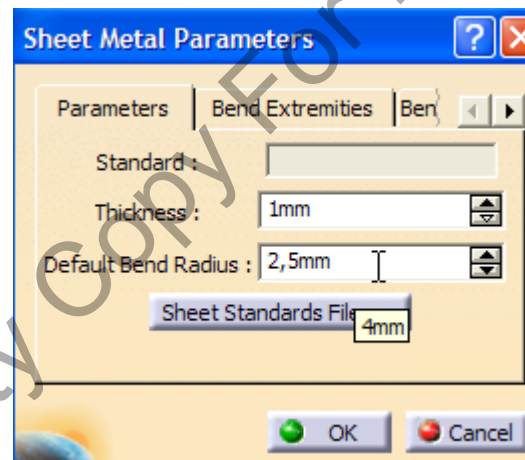
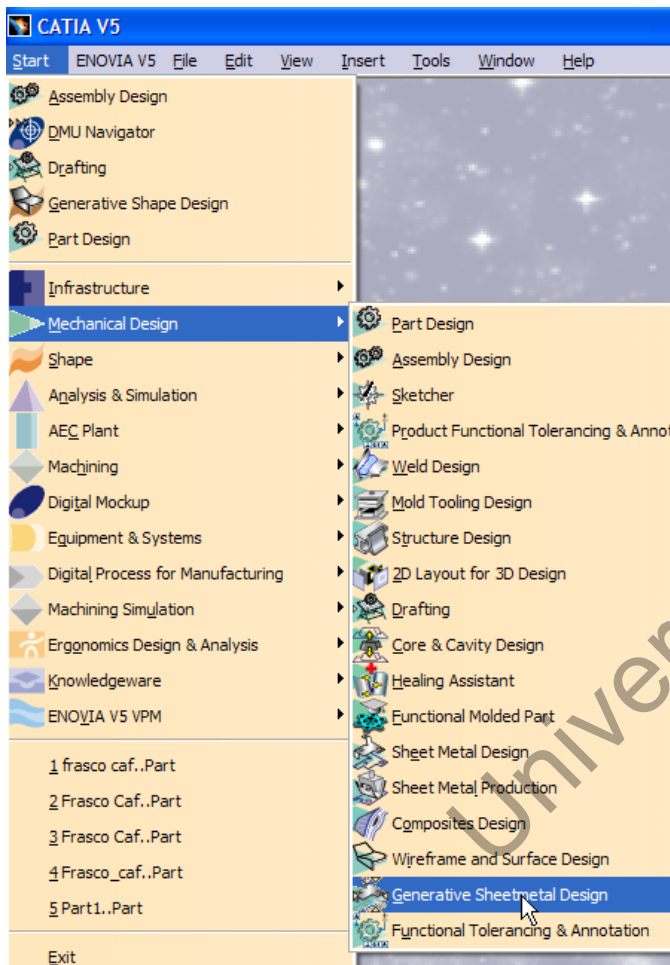


Fracture Strain	R	R <sub>b</sub>
5%	10t	9.5t
10%	5t	4.5t
20%	2,5t	2,0t
50%	1t	0.5t

Material	Soft	Hard
Aluminium	0	6t
Beryllium copper	0	4t
Brass, low-leaded	0	2t
Magnesium	5t	13t
Austenitic steel	0,5t	6t
Low-alloy steel	0,5t	4t
Titanium	0,7t	3t
Titanium alloys	2,6t	4t

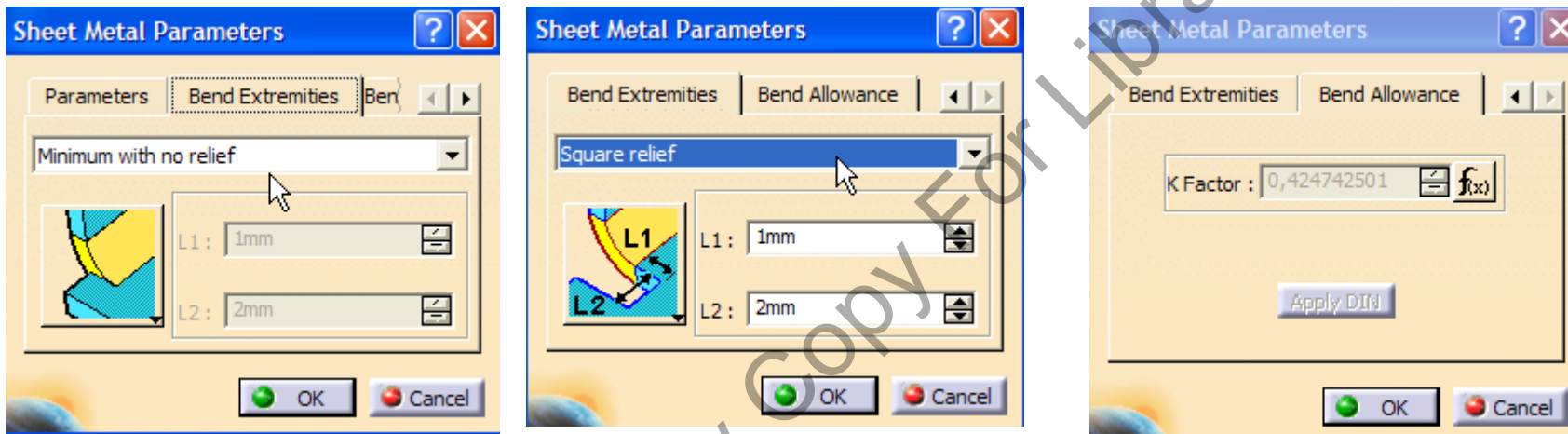
- Doblado de piezas de chapa.

Estos parámetros, radio y espesor, se han de introducir en el módulo de Catia de doblado de chapa.



## • Doblado de piezas de chapa.

Además de la relación entre espesor y radio de doblado hay que definir como se cortan las paredes para evitar que estén en contacto evitando así puntos de inicio de corrosión.



$$\log(\min(100, \max(20 * \text{Sheet Metal Parameter.1\Bend Radius}, \text{Sheet Metal Parameter.1\Thickness})) / \text{Sheet Metal Parameter.1\Thickness}) / \log(100) / 2$$

- Doblado de piezas de chapa.

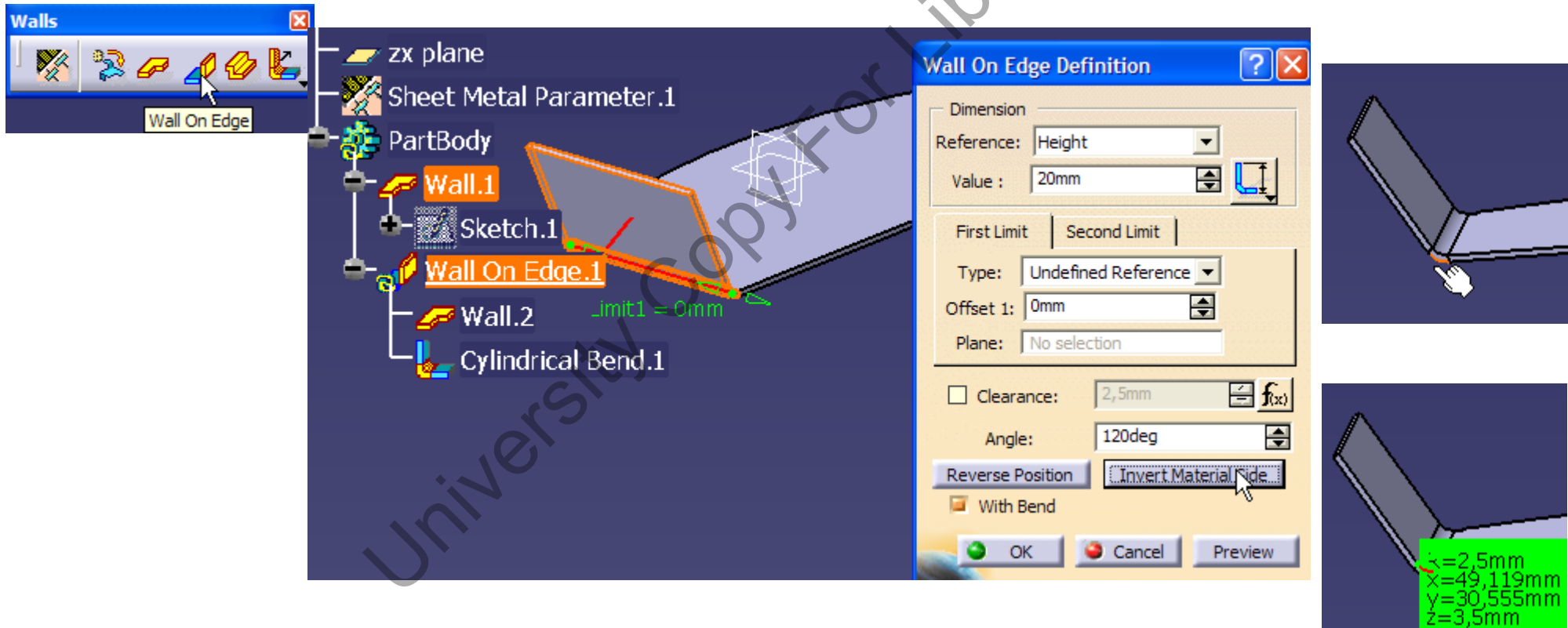
Con los parámetros definidos ya podemos empezar a crear una pieza empezando por un “Sketch” y crear la primera pared de la pieza.





## • Doblado de piezas de chapa.

Una vez se ha definido la primera pared podemos ir levantando las paredes laterales. Al hacerlos podemos decir que la pared quede levantada con el ángulo de doblado.



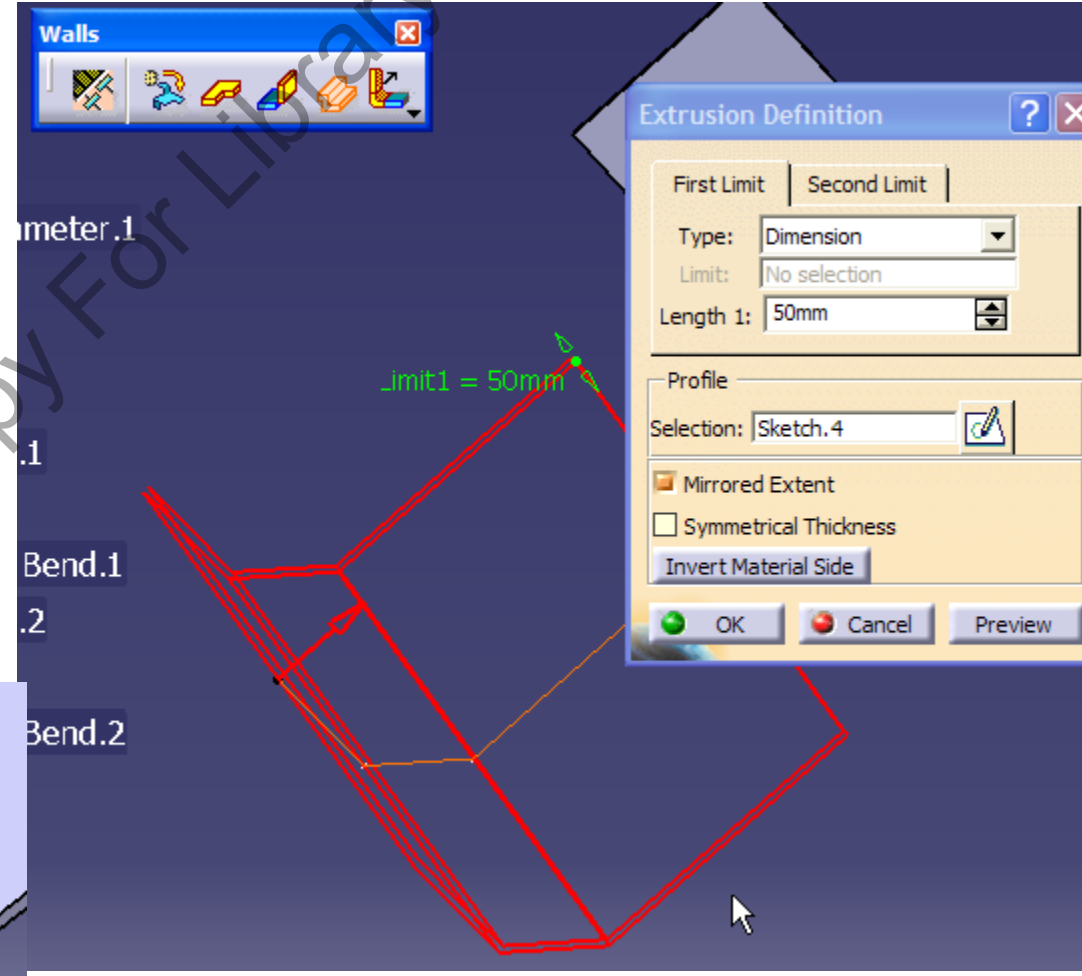
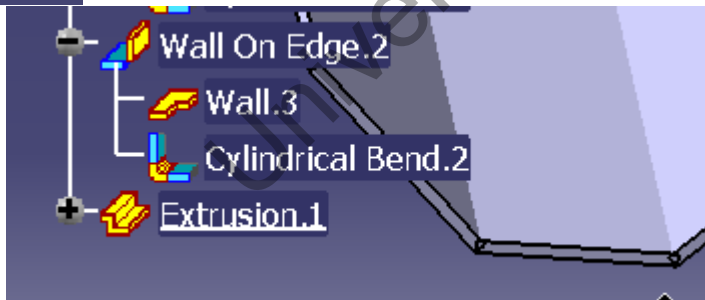
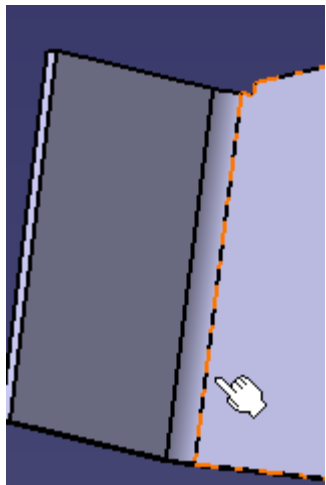
The image shows a CAD software interface with the following elements:

- Walls toolbar:** Located at the top left, it contains icons for creating walls. The 'Wall On Edge' icon is highlighted.
- Feature Tree:** On the left, it lists the following features:
  - zx plane
  - Sheet Metal Parameter.1
  - PartBody
  - Wall.1
  - Sketch.1
  - Wall On Edge.1 (highlighted in orange)
  - Wall.2
  - Cylindrical Bend.1
- Wall On Edge Definition dialog box:** Opened on the right, it contains the following settings:
  - Dimension: Reference: Height, Value: 20mm
  - First Limit: Type: Undefined Reference, Offset 1: 0mm, Plane: No selection
  - Second Limit: (empty)
  - Clearance:  Clearance: 2,5mm
  - Angle: 120deg
  - Reverse Position:  Reverse Position
  - Invert Material Side:  Invert Material Side
  - With Bend:  With Bend
  - Buttons: OK, Cancel, Preview
- 3D Model:** A 3D view of a sheet metal part with a bend. The bend is highlighted in orange. A green box at the bottom right of the model displays the following coordinates:
  - r=2,5mm
  - x=49,119mm
  - y=30,555mm
  - z=3,5mm

## • Doblado de piezas de chapa.

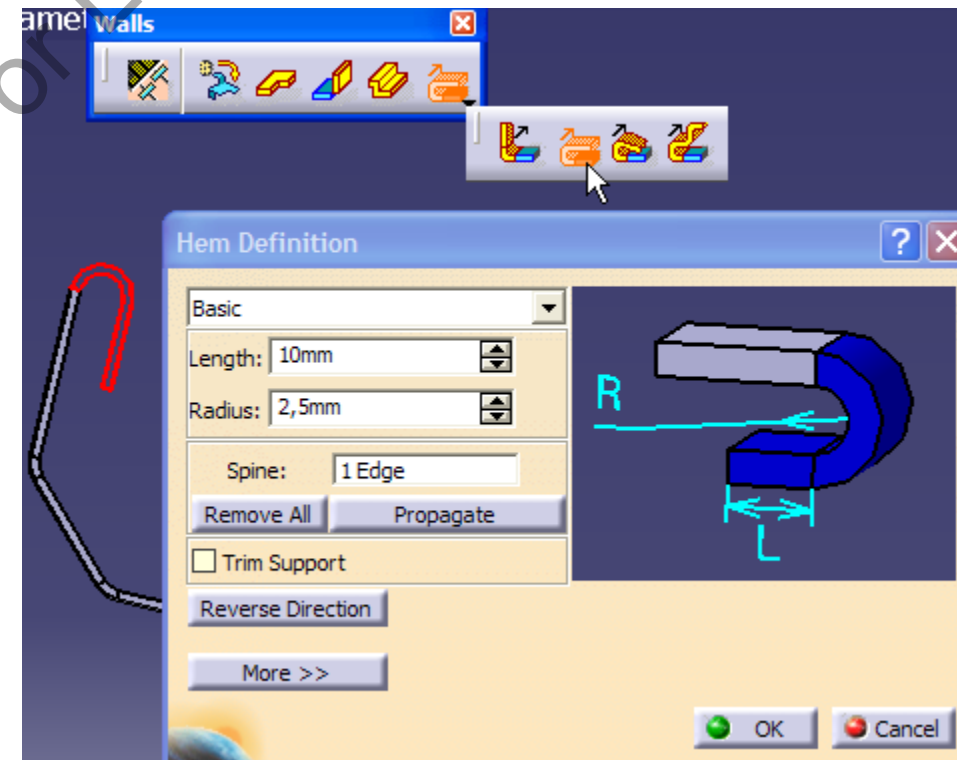
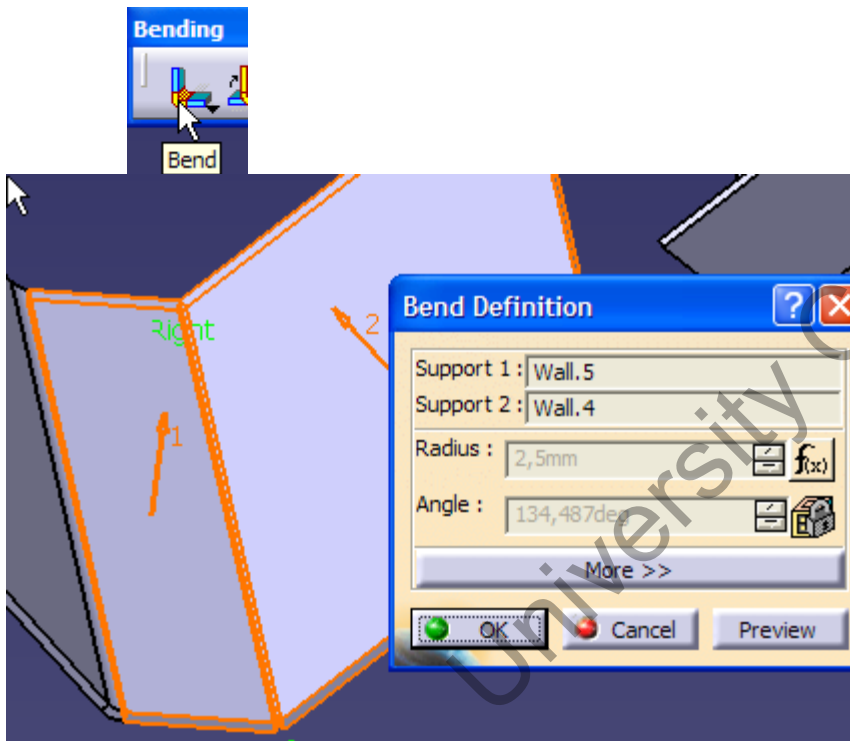
Como resultado de la limitación entre paredes a doblar puede que la geometría cambie sin que sea nuestro propósito. Hay que vigilar estos cambios.

También podemos hacer extrusiones de perfiles abiertos.



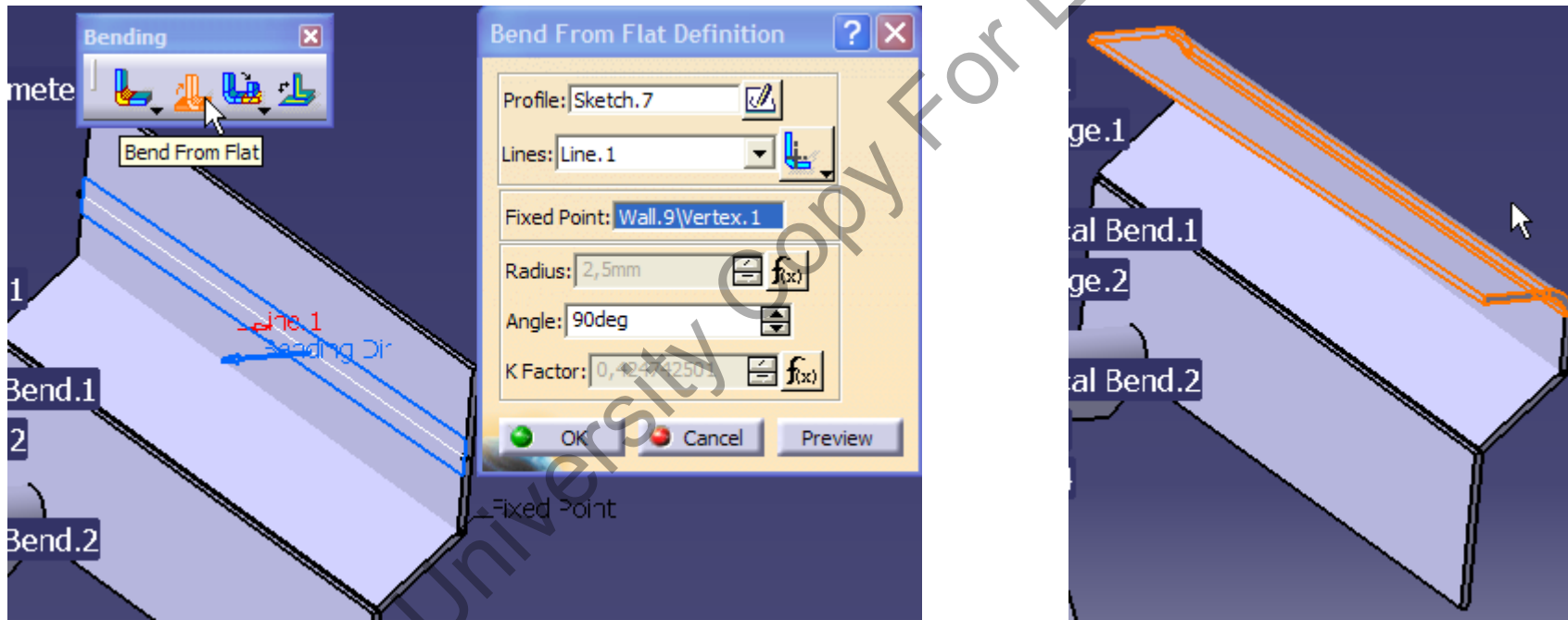
- Doblado de piezas de chapa.

En el caso de tener paredes sin el radio de doblado podemos añadir dicho radio a posteriori. Para final de pieza se pueden elegir varias formas de acabar como por ejemplo el engrapado (Hem) de a figura.



## • Doblado de piezas de chapa.

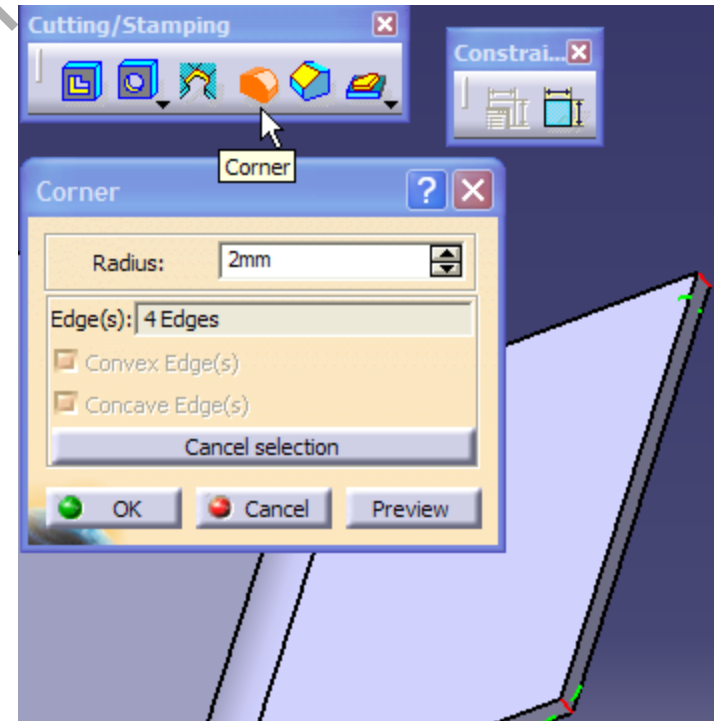
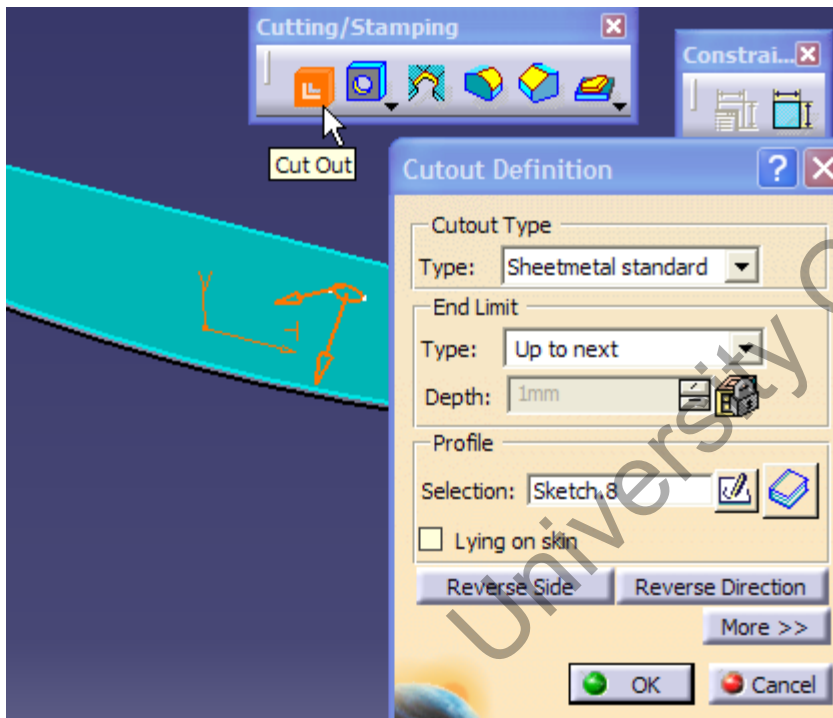
Otra posibilidad de trabajar es hacer la pieza plana y reproducir los doblados usando “sketch” con líneas que definen la posición del elemento que fuerza la pieza a ser doblada.



- Doblado de piezas de chapa.

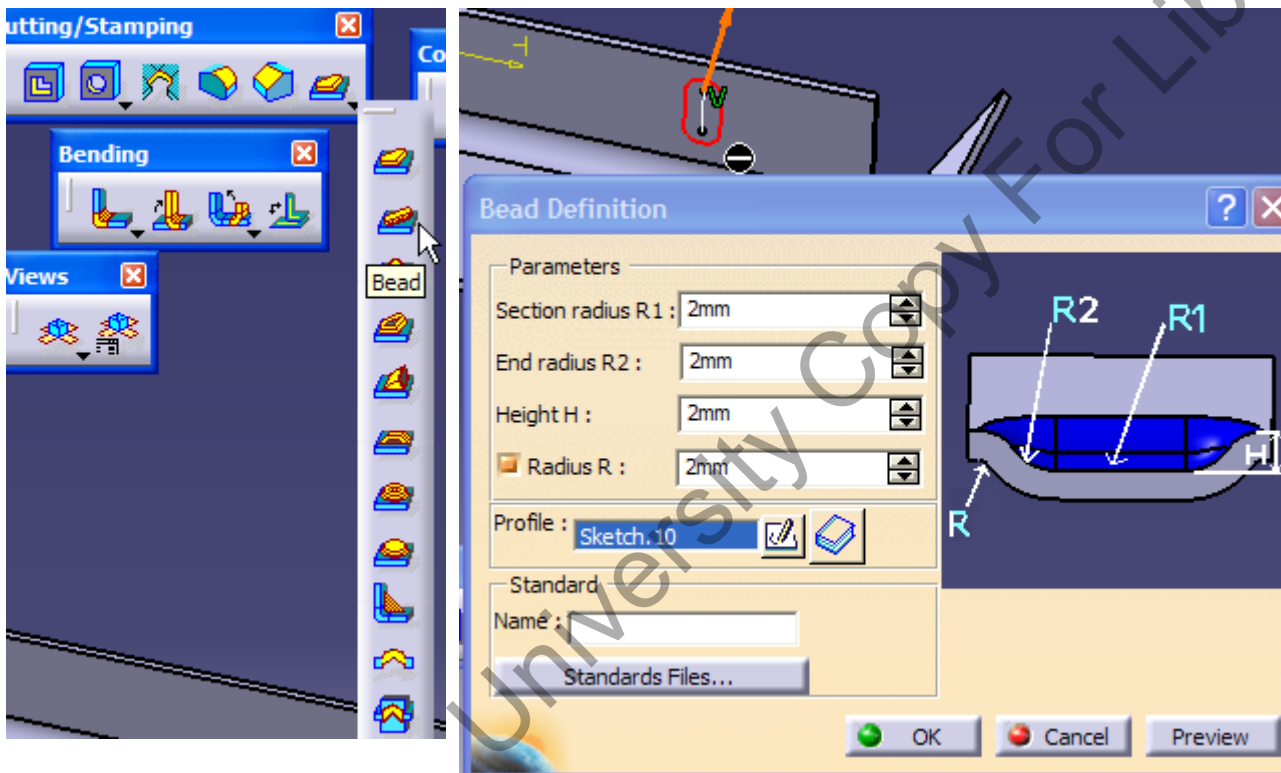
Dentro de este módulo podemos introducir también las operaciones en las que se introducen agujeros.

Las aristas no dobladas se pueden redondear dentro de este “workbench”.



- Doblado de piezas de chapa.

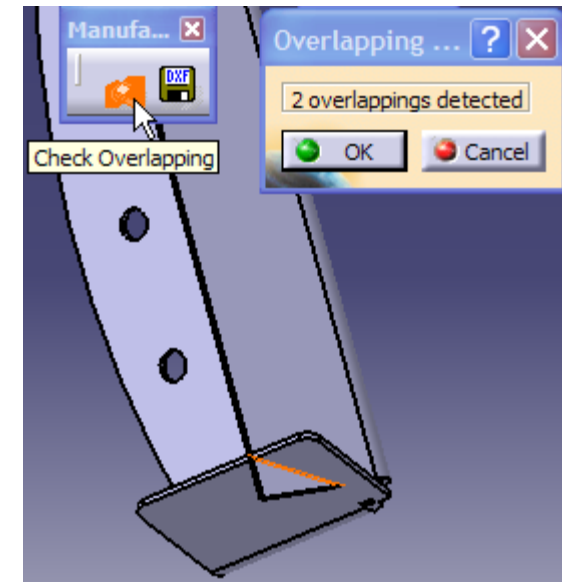
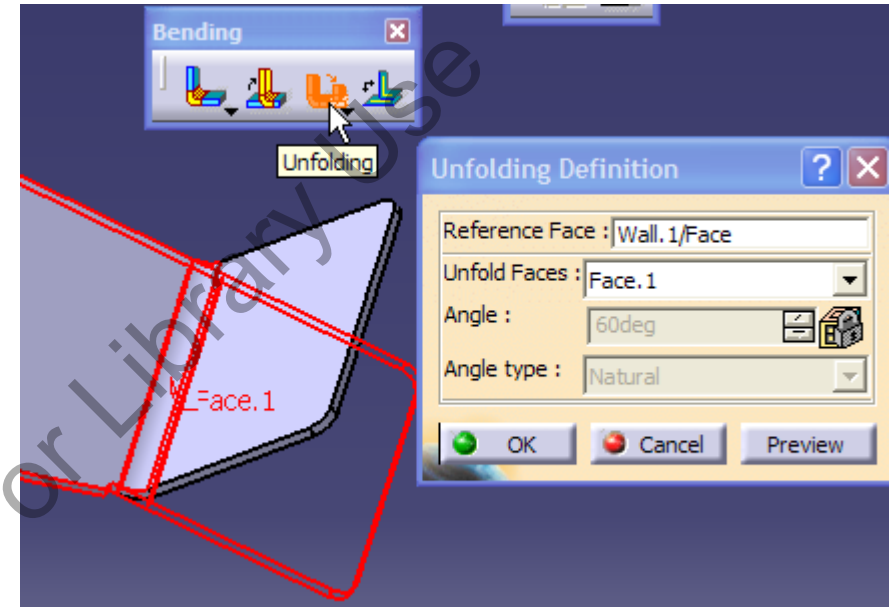
En este módulo se reconoce la posibilidad de que algunas zonas no sean dobladas e incluyan una pequeña “buña” para aportar rigidez.



- Doblado de piezas de chapa.

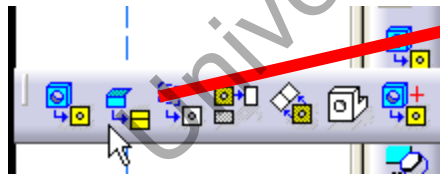
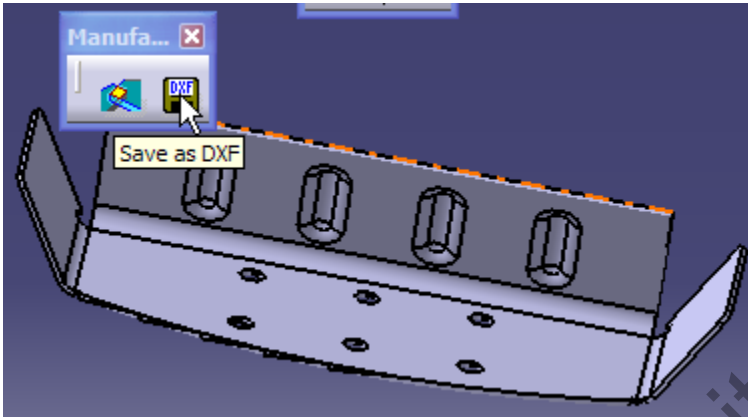
Podemos ir desdoblando caras para ver la pieza plana de una en una, o de golpe poniendo la pieza entera plana.

También podemos comprobar si hay un problema de interferencias en el doblado con “check overlapping”.



# • Doblado de piezas de chapa.

Si la pieza se ha creado desde este “workbench” podemos hacer el plano de la pieza y que una de las vistas sea la pieza original a recortar para posteriormente doblar. Otra forma es pasar la información de la pieza desdoblada (plana) como DXF.

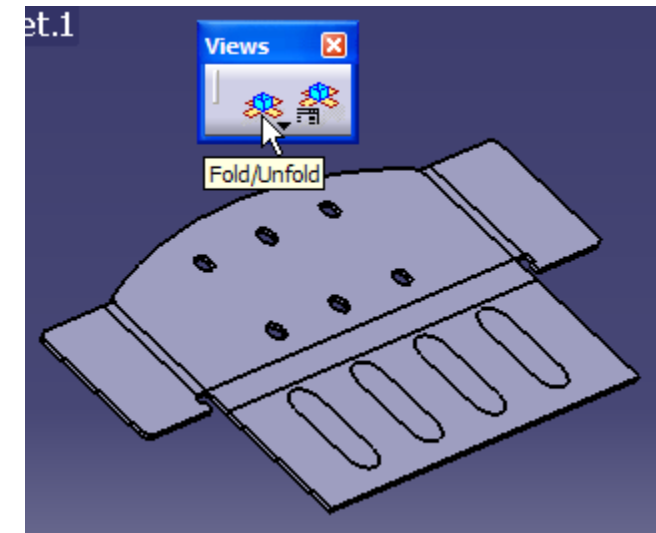
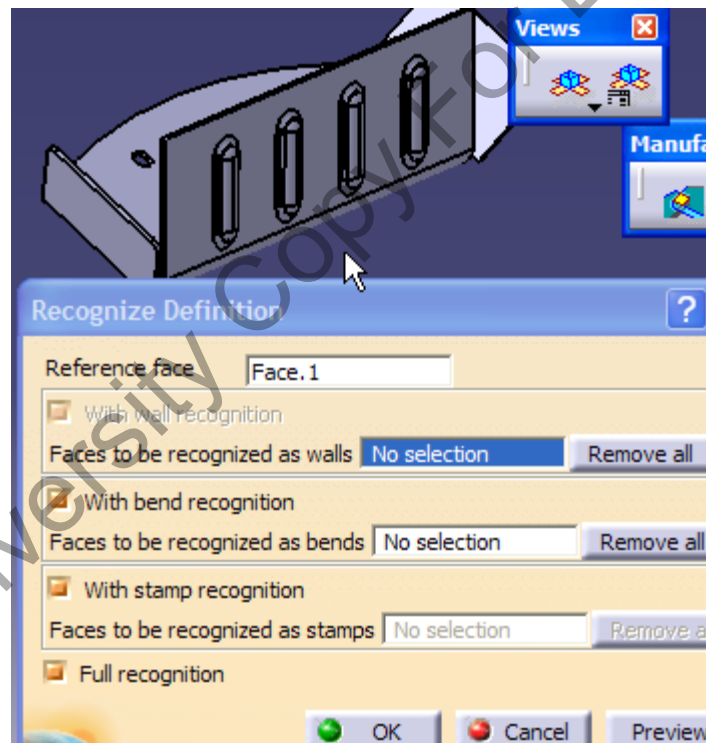


Nº	1000000	Chapa doblada	ISO 9xcx	St05
Marca	Cantidad	Denominación	Norma	Material y medidas
Modificaciones		Escala 1:1	Unidades mm	Título del plano Chapa doblada
		Fecha	Nombre	ESCOLA TECNICA SUPERIOR INGENIERIA INDUSTRIAL
		Dibujado	03.12.07 GARCIA GONZALEZ, A.A.	
		Aprobado		
Archivo de ref. CAD:				Nº de hojas
Plano nº:				Modificaciones



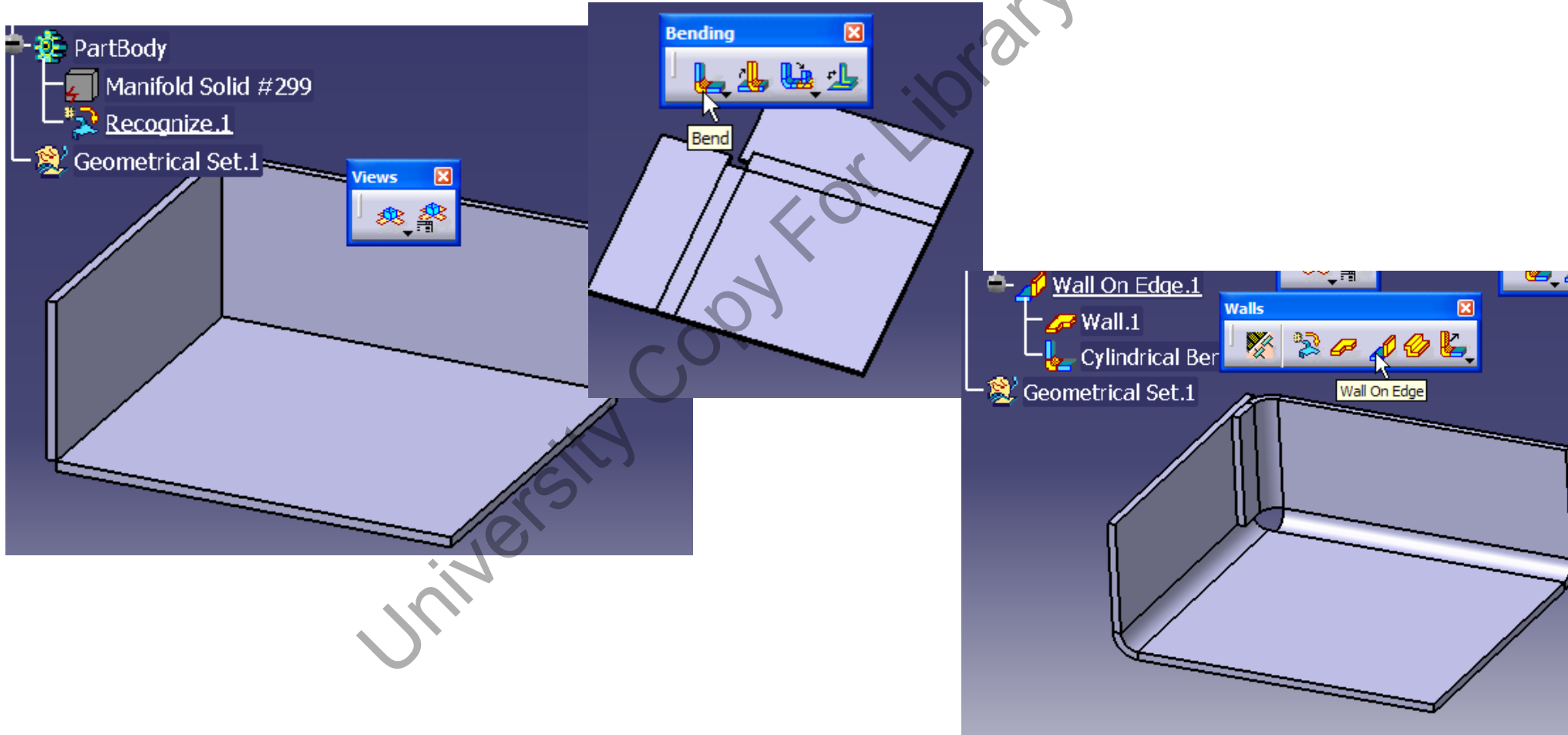
## • Doblado de piezas de chapa.

Si la pieza **no** se ha creado desde este “workbench” podemos abrirla e intentar reconocer las caras. Como ejemplo guardamos la pieza como “stp” y la cerramos. Abrimos un nuevo “Generative Sheetmetal Design” y hacemos “file” -> “open” del “stp” creado. Una vez reconocidas las paredes se puede desplegar.



## • Doblado de piezas de chapa.

Si la pieza no está bien diseñada para ser trabajada como doblada no podremos desdoblarla.



University Copy For Library Use

SolidWorks

# • Doblado de piezas de chapa en SolidWorks.

## Tutorial de doblado de chapa.

SolidWorks Tutorials

Mostrar Atrás Inicio Imprimir

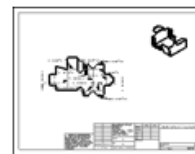
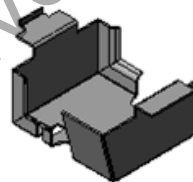
All SolidWorks Tutorials (Set 2)

- Mold Design
- Molded Product Design - Advanced
- Multibody Parts
- Pattern Features
- PhotoWorks
- Revolves and Sweeps
- Routing - Electrical
- Routing - Pipes and Tubes
- Sheet Metal
- Smart Components
- SolidWorks API Tutorials
- SolidWorks eDrawings
- SolidWorks FloXpress
- SolidWorks Motion
- SolidWorks SimulationXpress
- SolidWorks Utilities
- SolidWorks Workgroup PDM
- Surfaces
- Sustainability \*
- TolAnalyst Tutorials
- Toolbox
- Weldments

All SolidWorks Tutorials (Set 1)

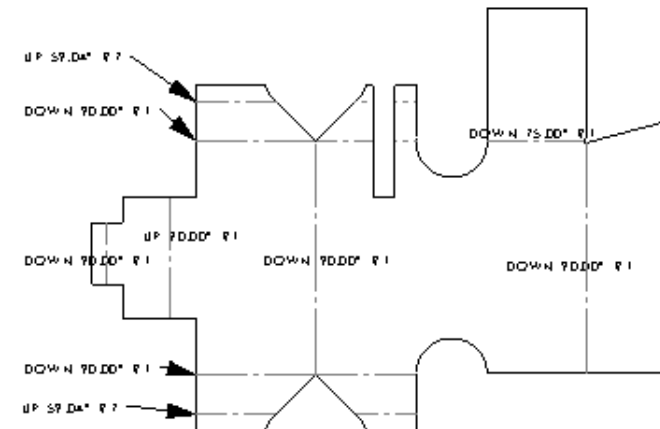
In this lesson, you create the sheet metal part. This lesson demonstrates:

- Creating a base flange
- Adding a miter flange
- Mirroring the part and creating new bends
- Adding an edge flange and editing its sketch profile
- Mirroring a feature
- Adding and bending a tab
- Adding a cut across a bend
- Folding and unfolding bends
- Creating a closed corner
- Creating a sheet metal drawing
- Adding bend line notes



Next >

6. Repeat steps 4 and 5 with the three remaining miter flange notes.
7. Click to close the PropertyManager.
8. Press **Ctrl** and select the five vertical instances of **UP 90° R1** and **DOWN 90° R1** along the center of the drawing.
9. In the PropertyManager, under **Text Format**, set **Angle** to 0.
10. Click to place the bend notes so the drawing view approximately resembles the image below.



11. Save the drawing.

Congratulations! You have completed this tutorial.

# • Doblado de piezas de chapa.

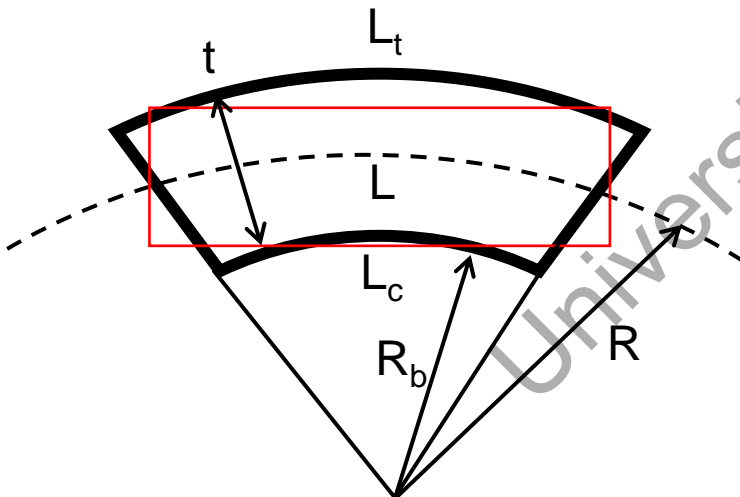
Una posibilidad de fabricación de piezas es usar el doblado. Para entender las limitaciones de este proceso hay que tener en cuenta el material a doblar. En Catia estos parámetros los introducimos como espesor de pieza y radio mínimo a doblar.

Para un material que rompe al 20% podemos hacer un Radio según las ecuaciones de deformación  $R > t/0,4 = 2,5t$ .

\*En producción el radio es el interior ( $R_b = R - t/2$ )

$$\epsilon_f > \epsilon = \frac{L_t - L}{L} = \frac{\left(R + \frac{t}{2}\right)\phi - R\phi}{R\phi} = \frac{t}{2R}$$

$$\Rightarrow R > \frac{t}{2\epsilon_f} \Rightarrow R_b > \frac{t}{2\epsilon_f} - \frac{t}{2}$$



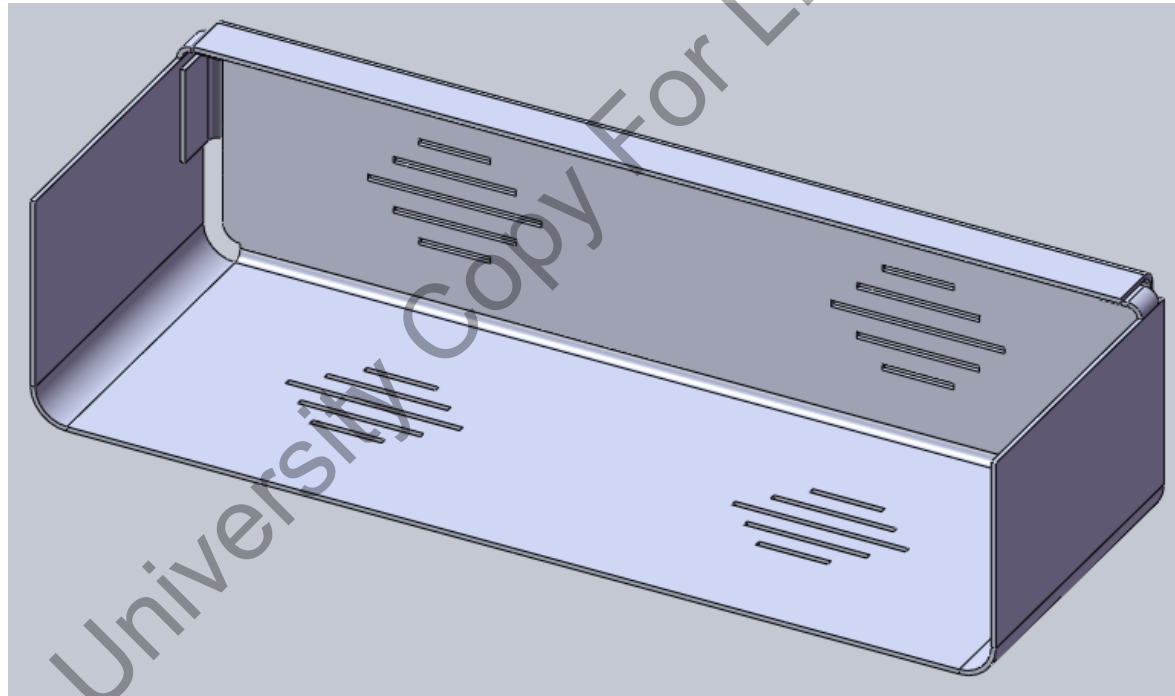
Fracture Strain	R	$R_b$
5%	10t	9.5t
10%	5t	4.5t
20%	2,5t	2,0t
50%	1t	0.5t

Material	Hard	Soft
Aluminium	0	6t
Beryllium copper	0	4t
Brass, low-leaded	0	2t
Magnesium	5t	13t
Austenitic steel	0,5t	6t
Low-alloy steel	0,5t	4t
Titanium	0,7t	3t
Titanium alloys	2,6t	4t

- Chapa doblada.

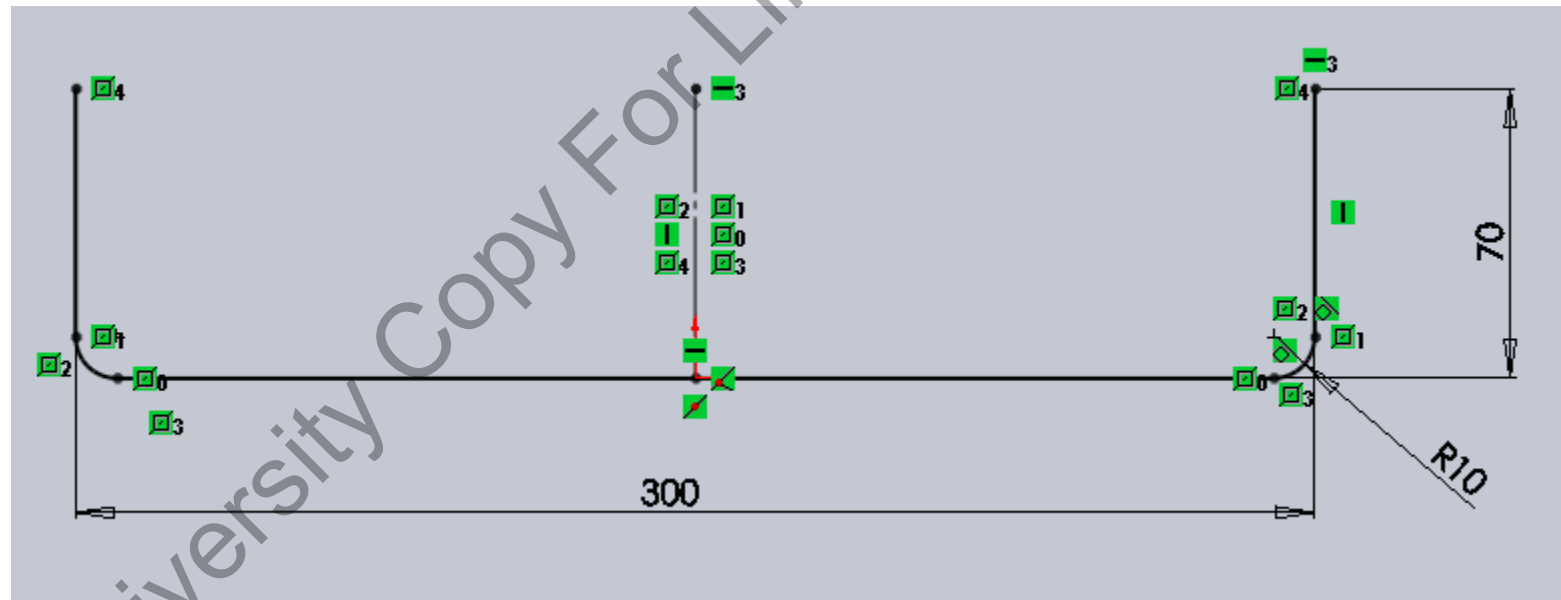
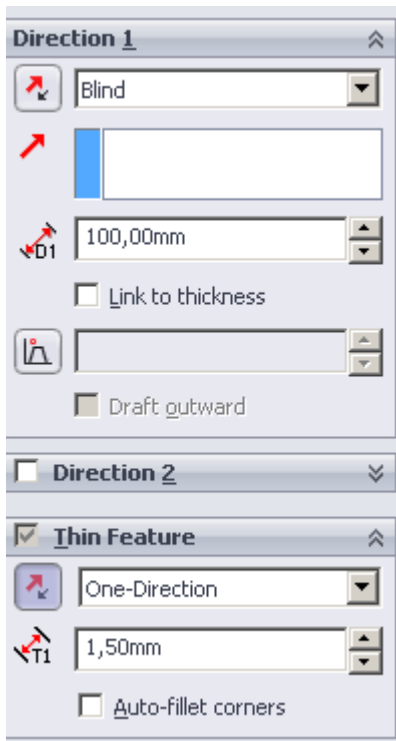
Para hacer el ejercicio vamos a utilizar un material que tiene un espesor de 1.5 mm y una Fracture Strain del 20%,

Esto implica que el radio de doblado  $R$  es de 3.75 y el radio interior  $R_b$  es de 3 mm.



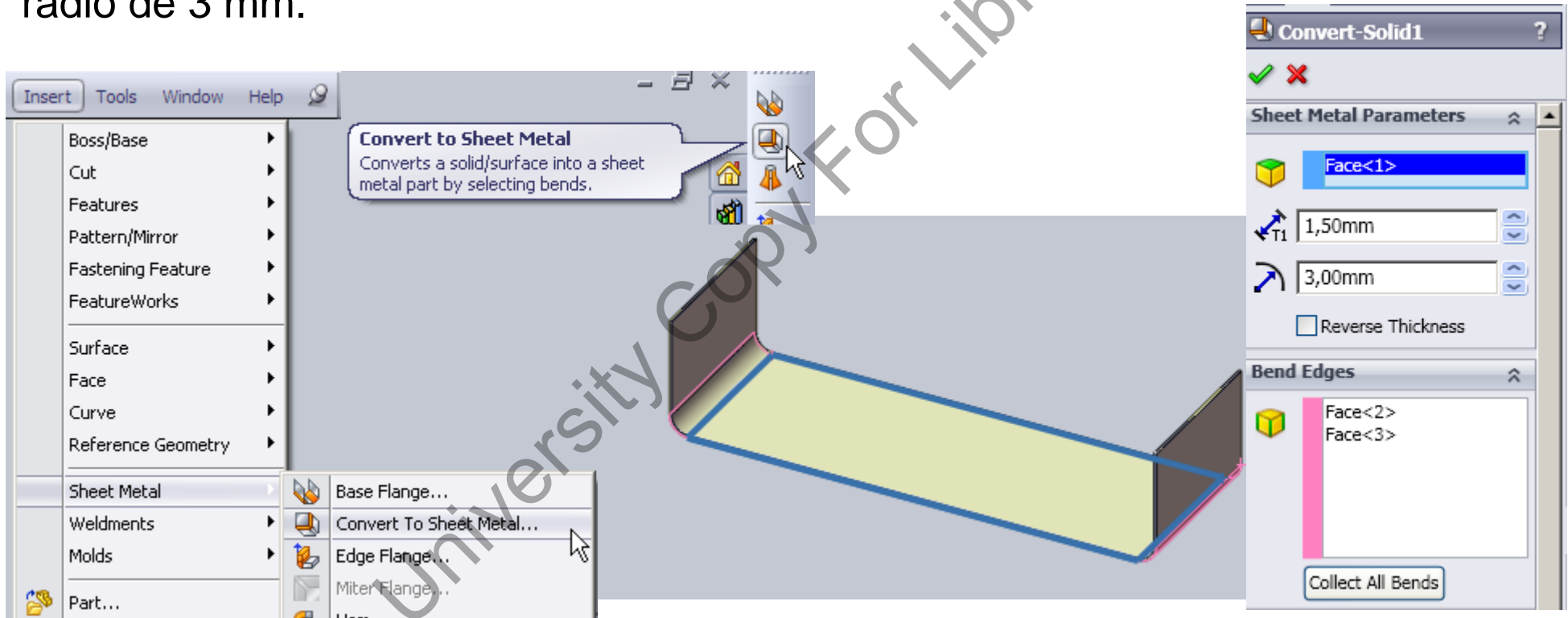
## • Chapa doblada.

Primero realizamos este Sketch y lo extruimos 100mm con la Thin Feature activada a 1.5 mm.



## • Chapa doblada.

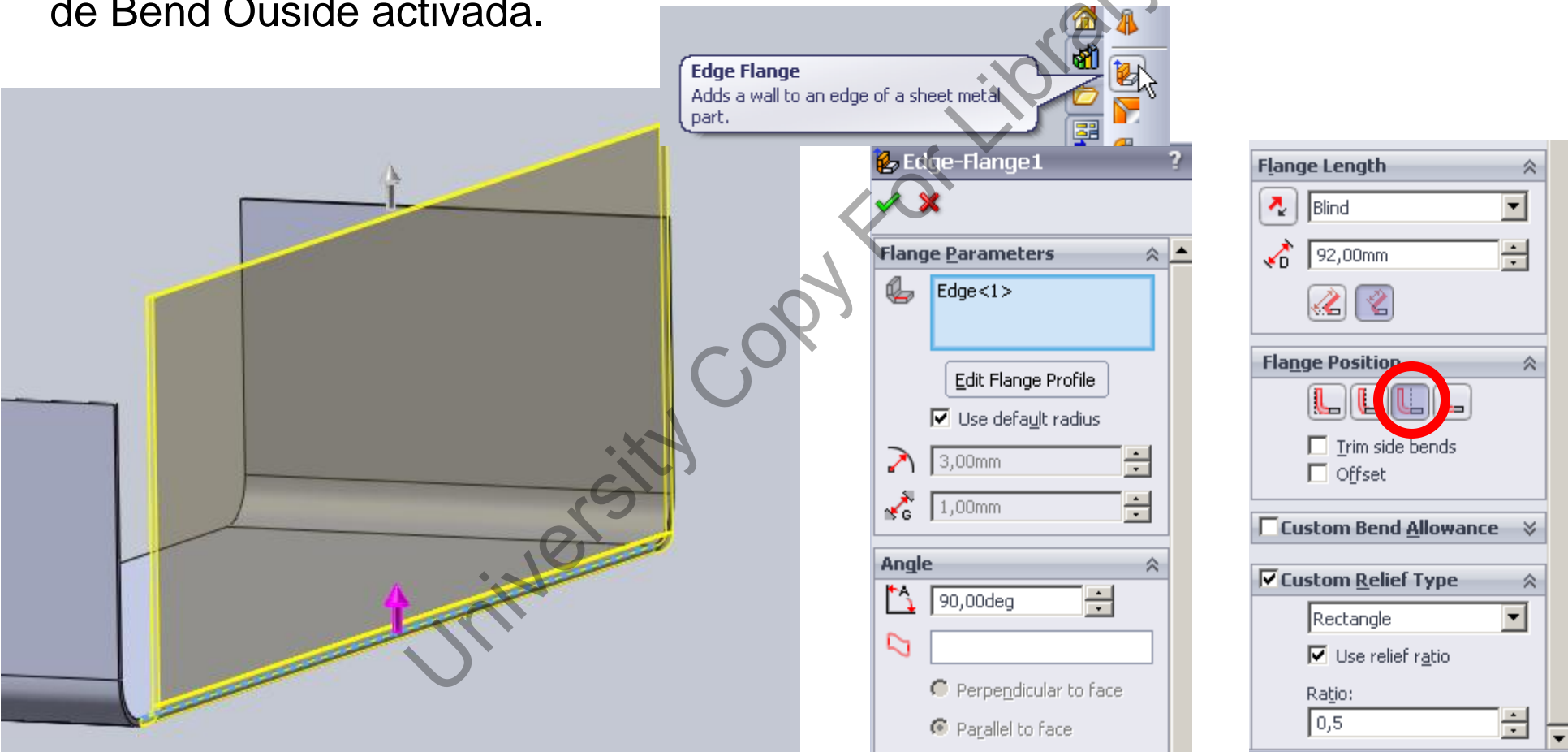
Convertimos el sólido en chapa doblada. Seleccionamos la cara que queda fija y luego apretamos sobre Collect all bends, que selecciona todos los doblados automáticamente. Hay que modificar las opciones a un espesor de 1.5 mm y un radio de 3 mm.





## • Chapa doblada.

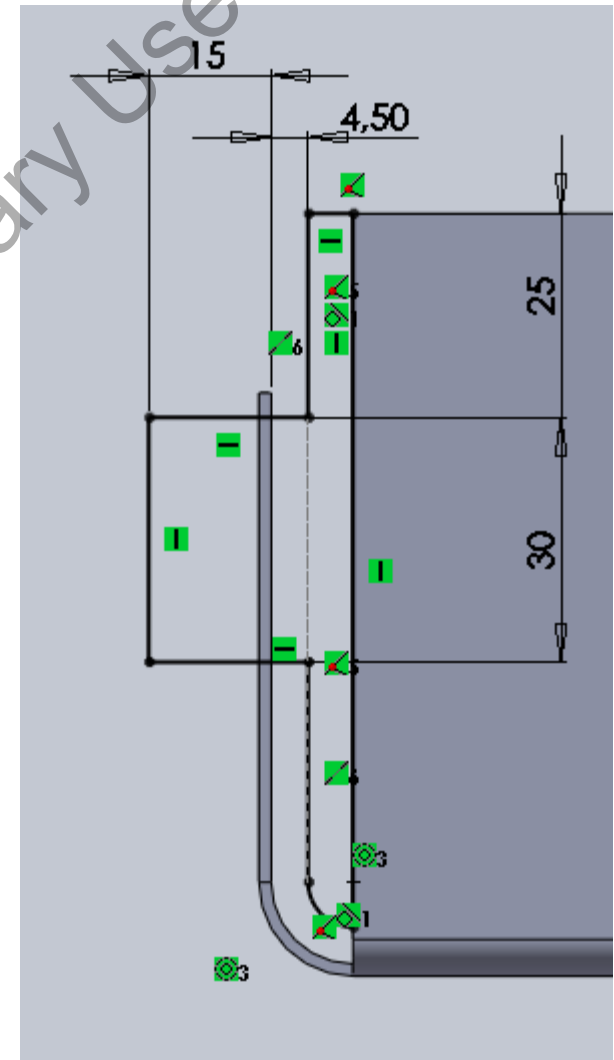
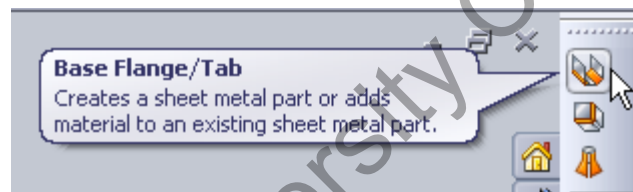
Insertamos una pestaña con la herramienta Edge Flange. Seleccionando la arista superior de la parte trasera de la base. De una longitud de 92mm y con la opción de Bend Outside activada.



## • Chapa doblada.

Insertamos una pestaña otra pestaña, con otra herramienta: Base Flange/Tab. Con esta opción la tenemos que dibujar un Sketch.

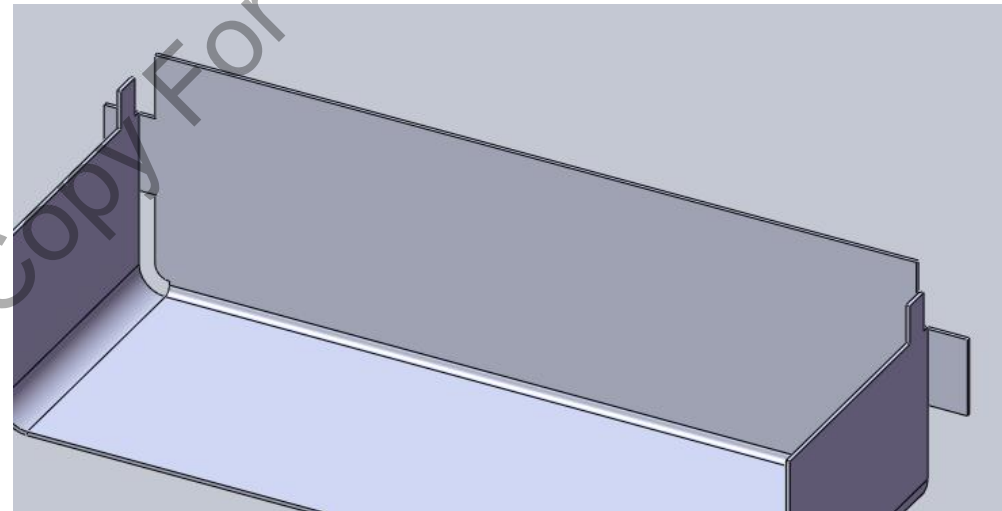
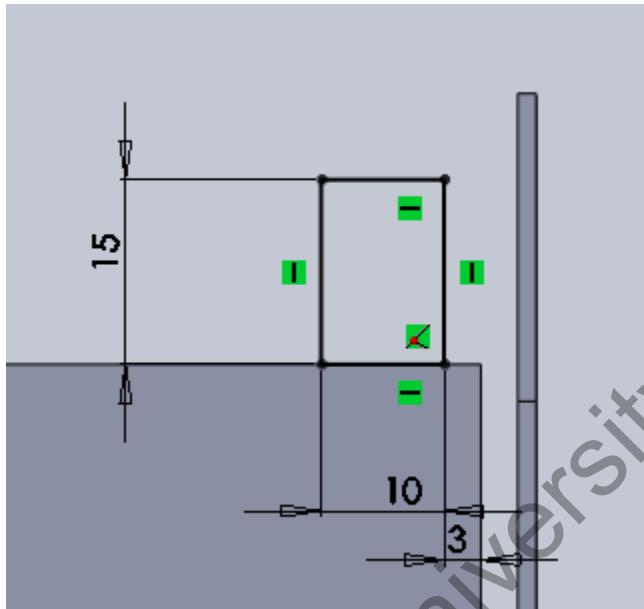
Fijaros que deajo una distancia de 4.5 mm entre la pestaña lateral y el Sketch. Ésta distancia es la necesaria para el doblado de la pestaña y que ésta entre en contacto con la pestaña lateral.



- Chapa doblada.

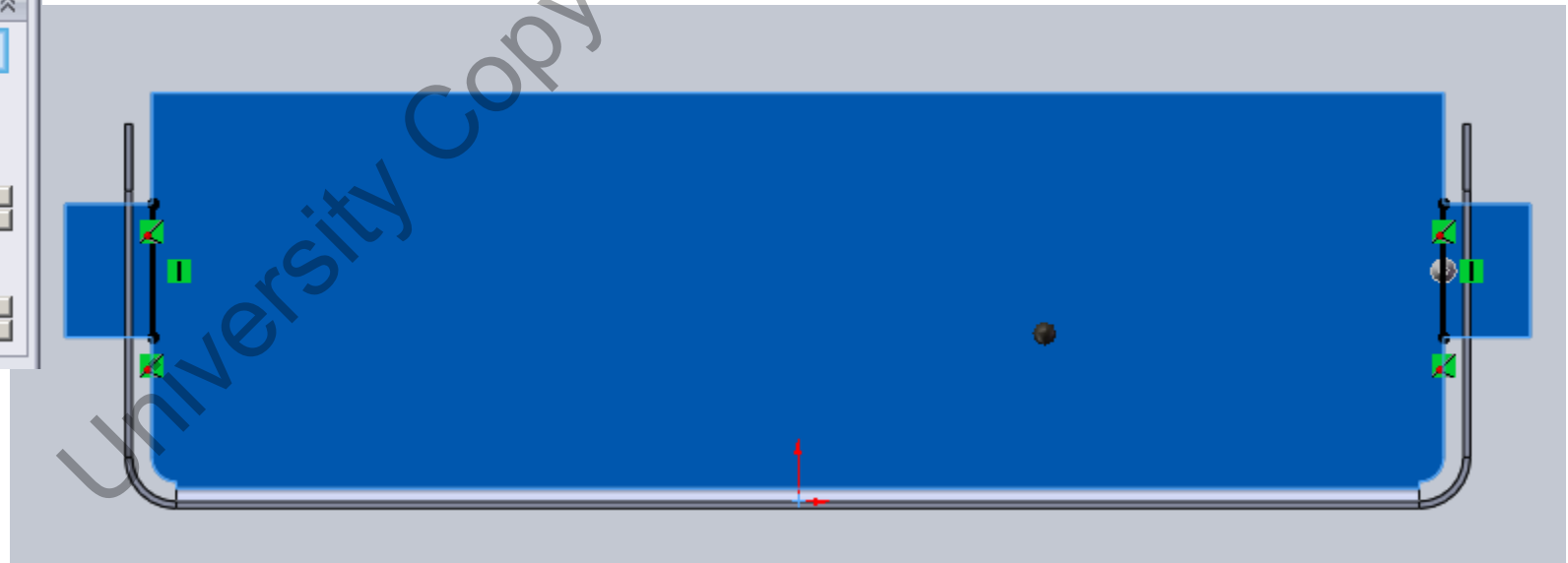
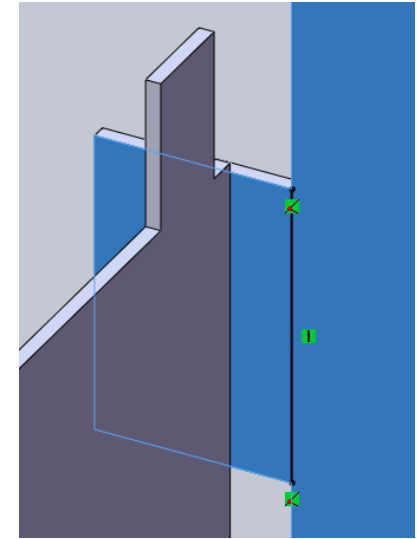
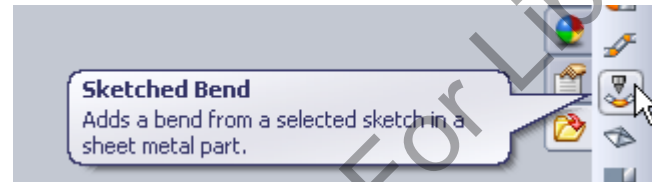
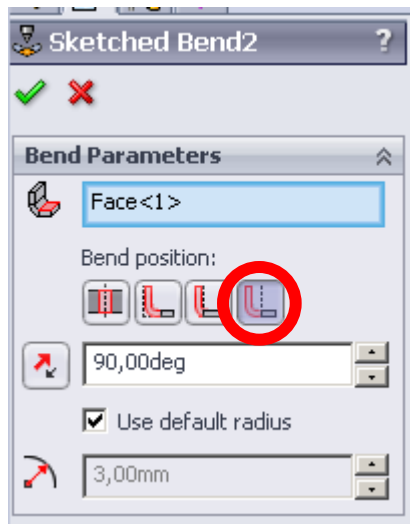
Insertamos otra pestaña con la misma herramienta en la pestaña lateral.

Finalmente copiamos las dos pestañas utilizando un Mirror Entities.



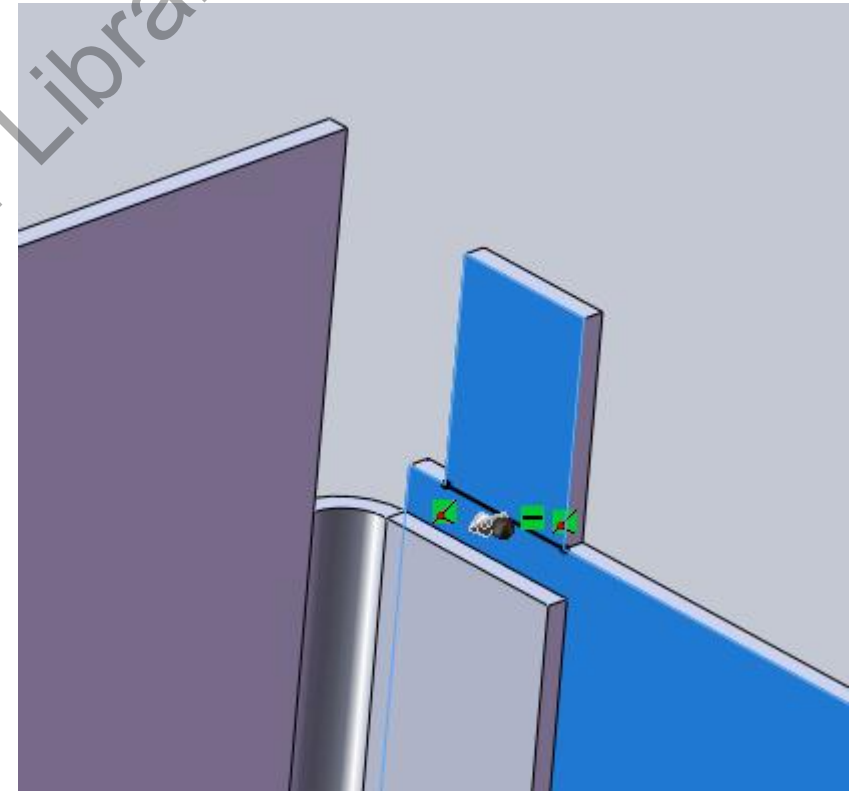
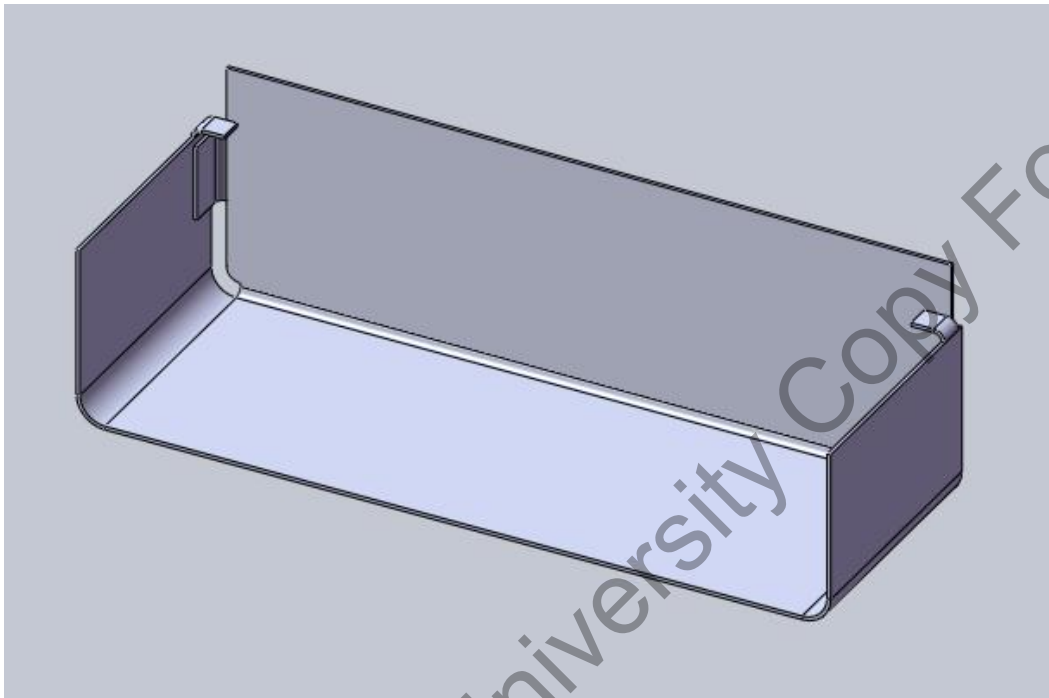
## • Chapa doblada.

Doblamos las dos pestañas de la pestaña inferior con la herramienta Sketched Bend, en la que hemos de realizar una línea por donde queremos doblar. El doblad se hace hacia afuera.



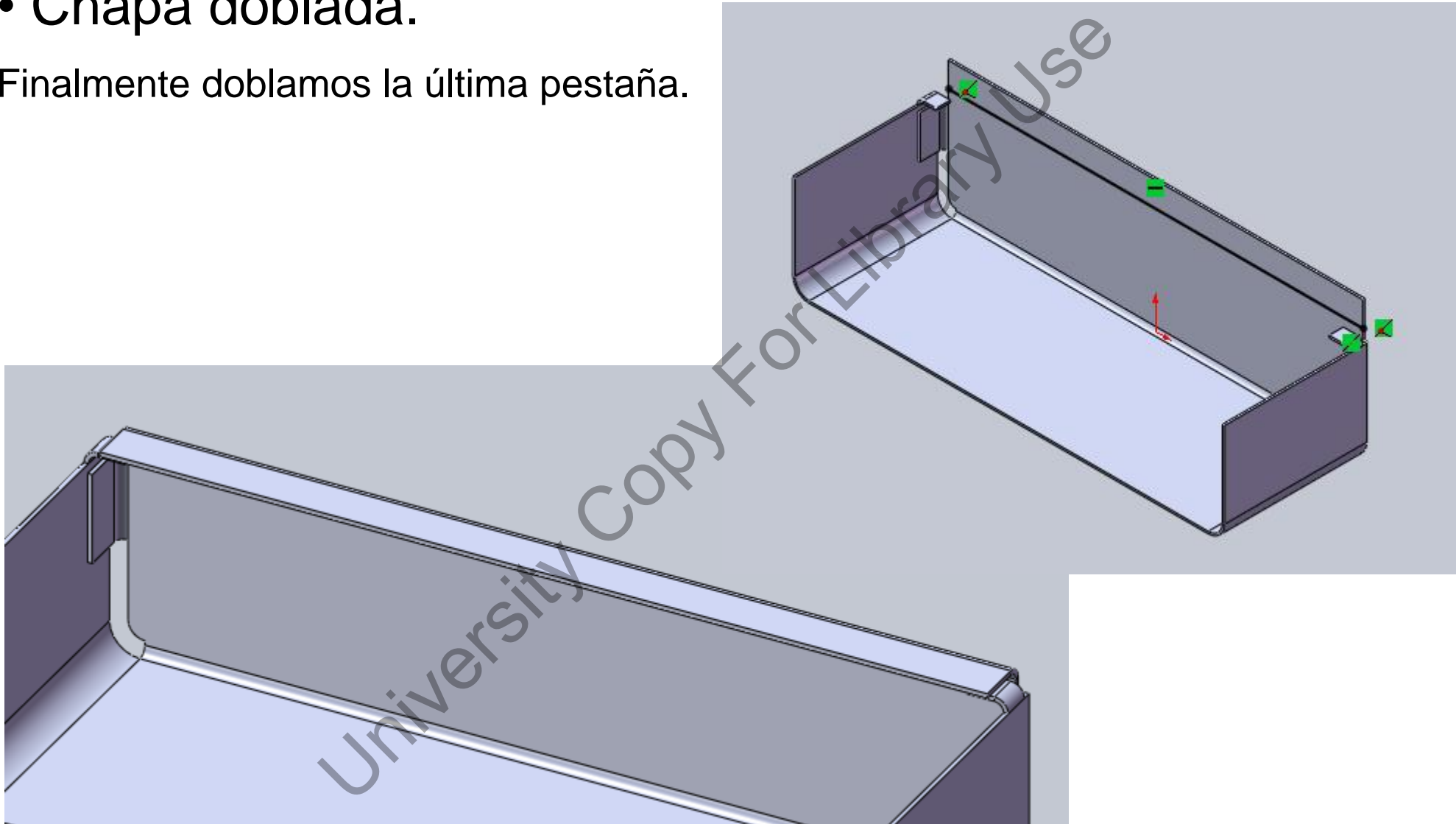
- Chapa doblada.

Doblamos las dos pestañas que nos quedan del mismo modo.



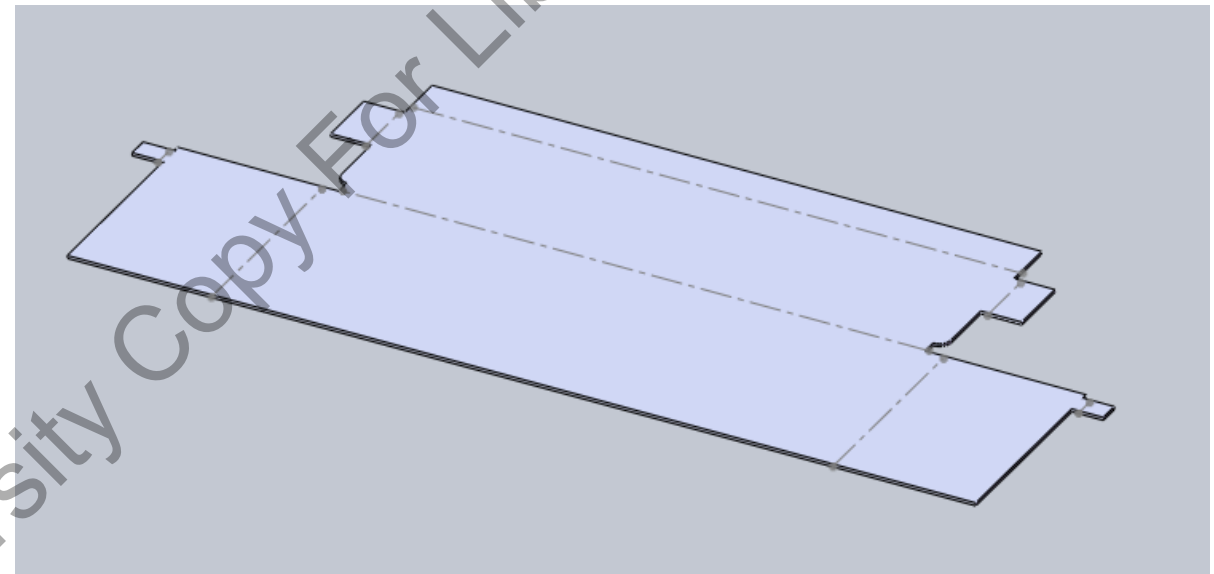
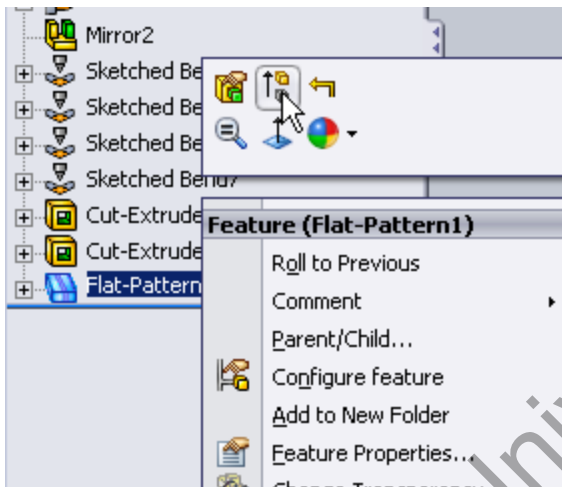
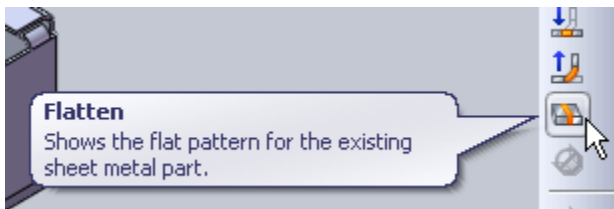
- Chapa doblada.

Finalmente doblamos la última pestaña.



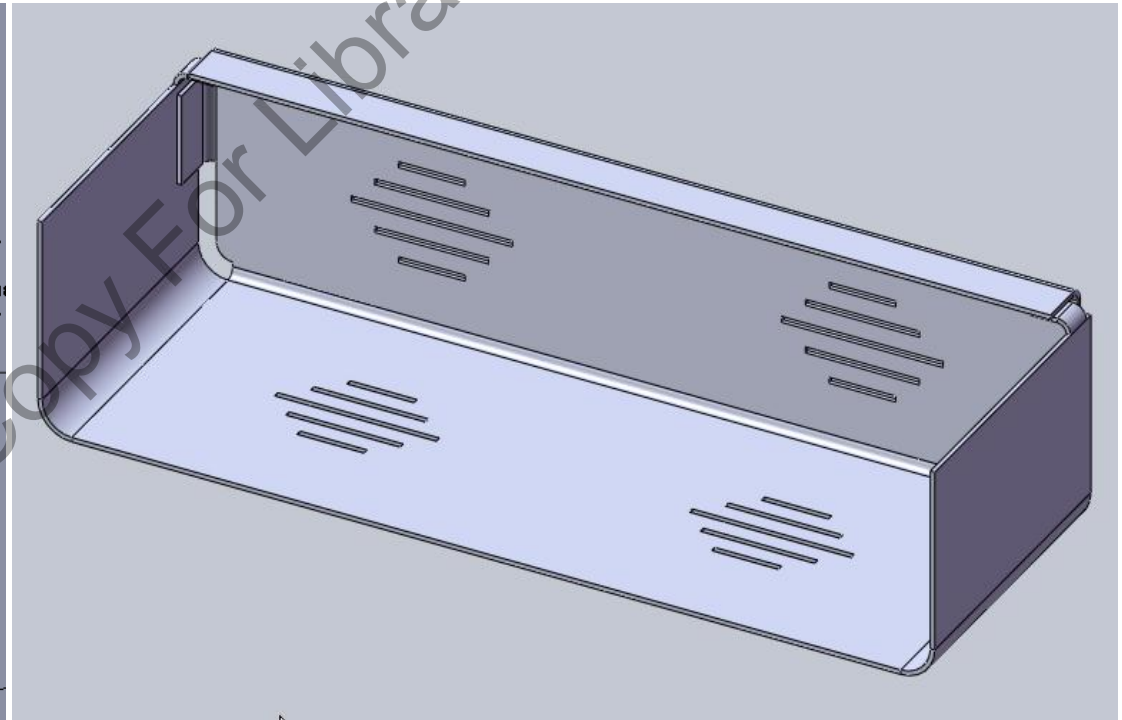
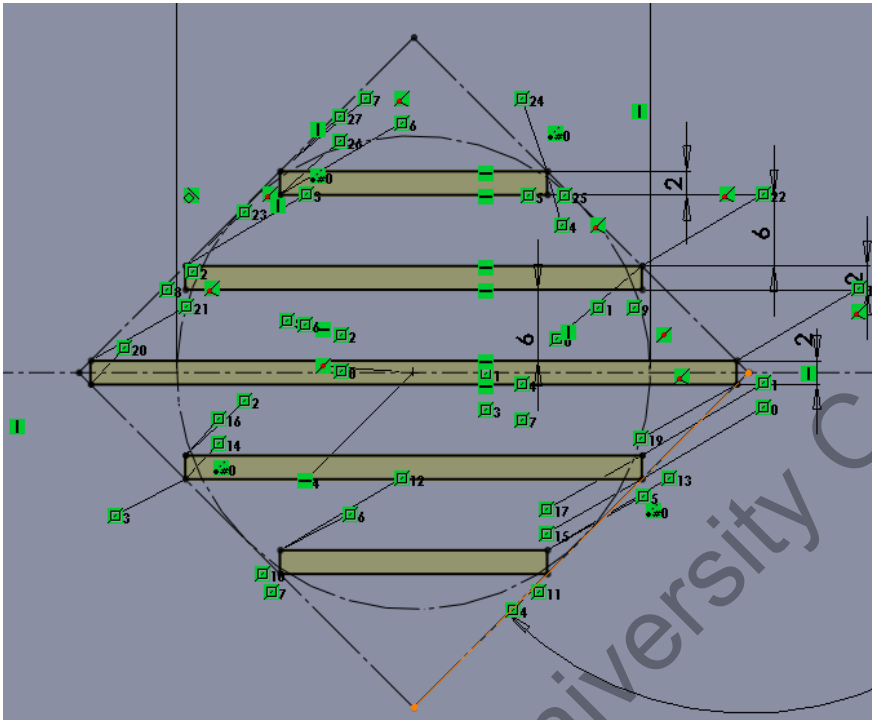
## • Chapa doblada.

Si se ha realizado bien el doblado se puede comprobar como queda la chapa cuando no esta doblada utilizando la herramienta Flatten.



- Chapa doblada.

Finalmente realizamos los agujeros de ventilación.

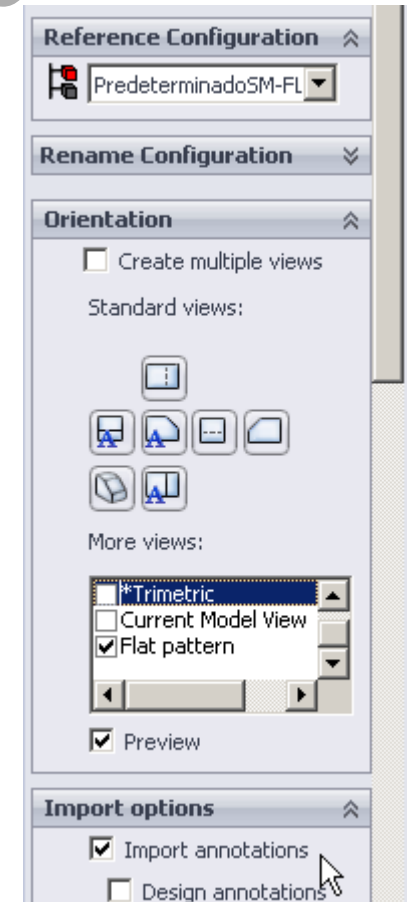
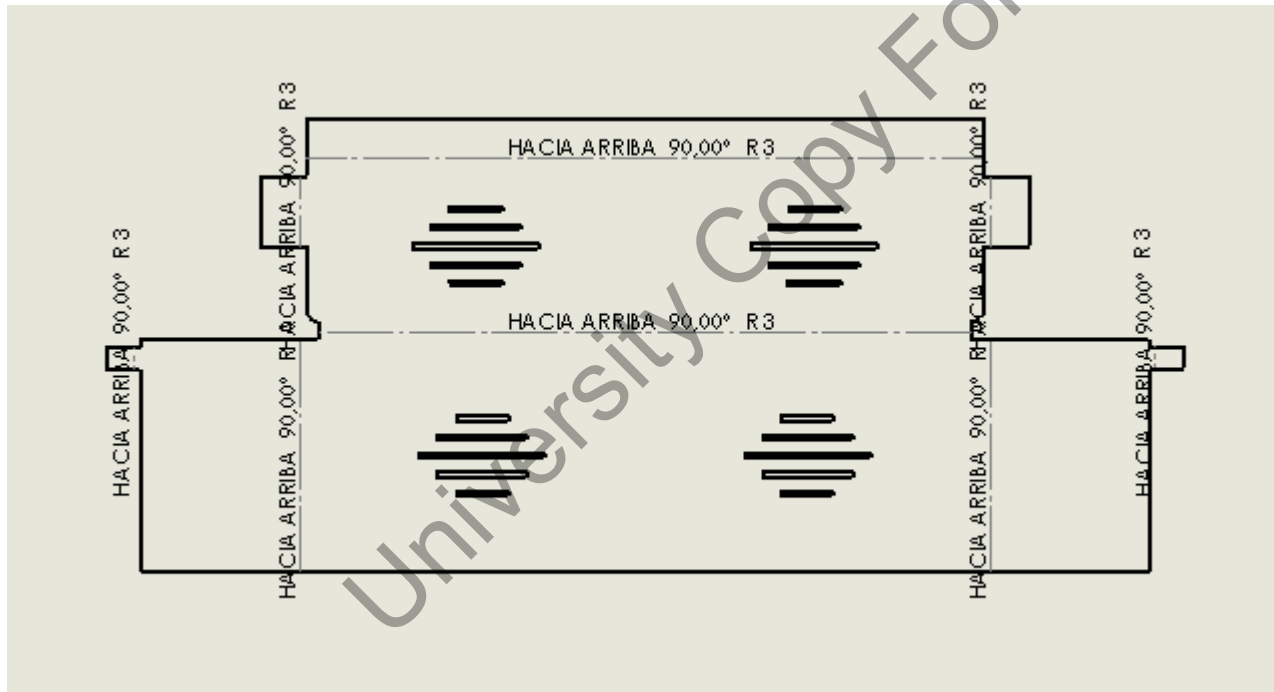




## • Chapa doblada.

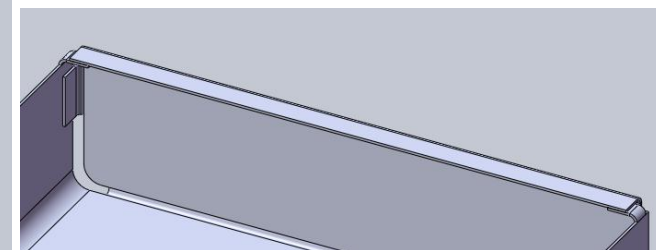
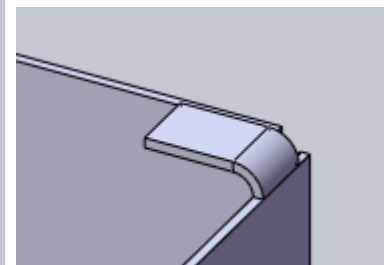
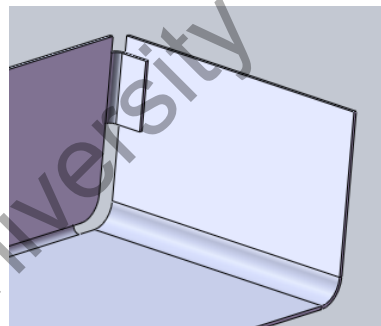
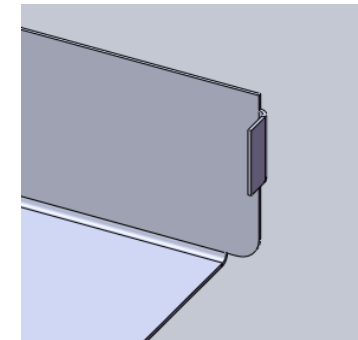
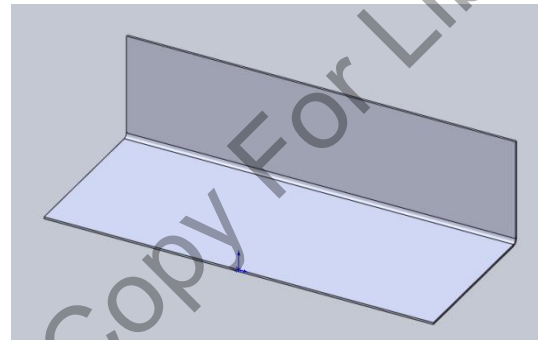
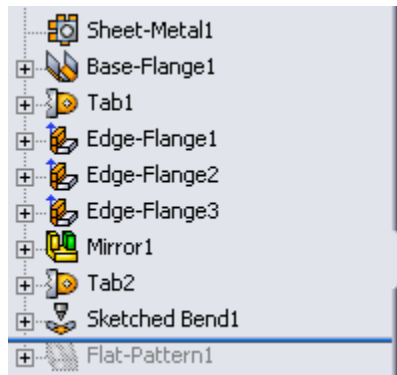
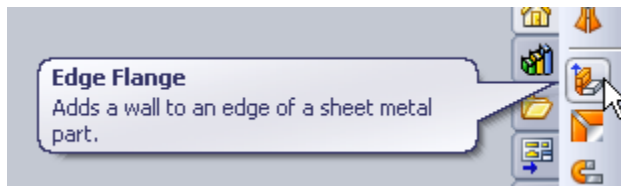
Ahora realizamos el plano. Para insertar la chapa sin doblar, seleccionar Flat pattern en la Orientation. También hay que clicar en la opción de Import annotations.

Finalmente se editan las anotaciones de doblado y se acota el plano.



## • Chapa doblada.

También se puede realizar todo el ejercicio con la herramienta Edge Flange pero hay que ir en cuenta con el orden en el que se realizan los pliegues. El orden debe ser el mismo que haríamos nosotros para doblar la chapa.



- Resumen.

- Introducción al módulo de doblado de chapa.
- Creación de planos de chapa antes de doblado.

University Copy For Library Use

University Copy For Library Use

Lego

- Lego.

Continuamos con los planos.

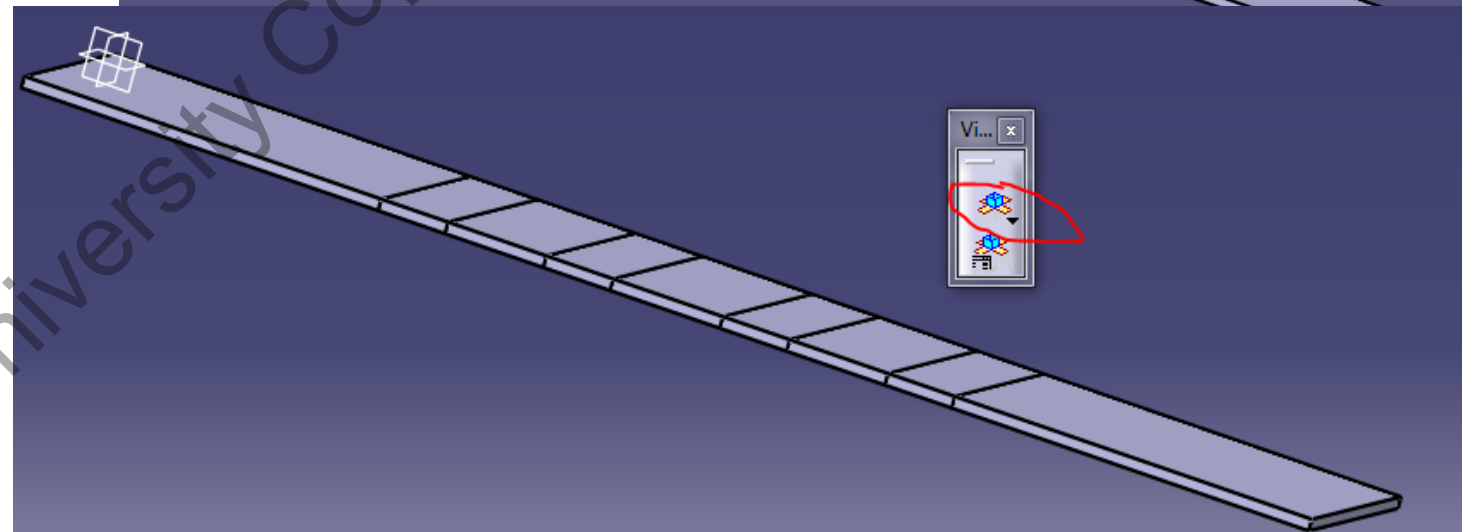
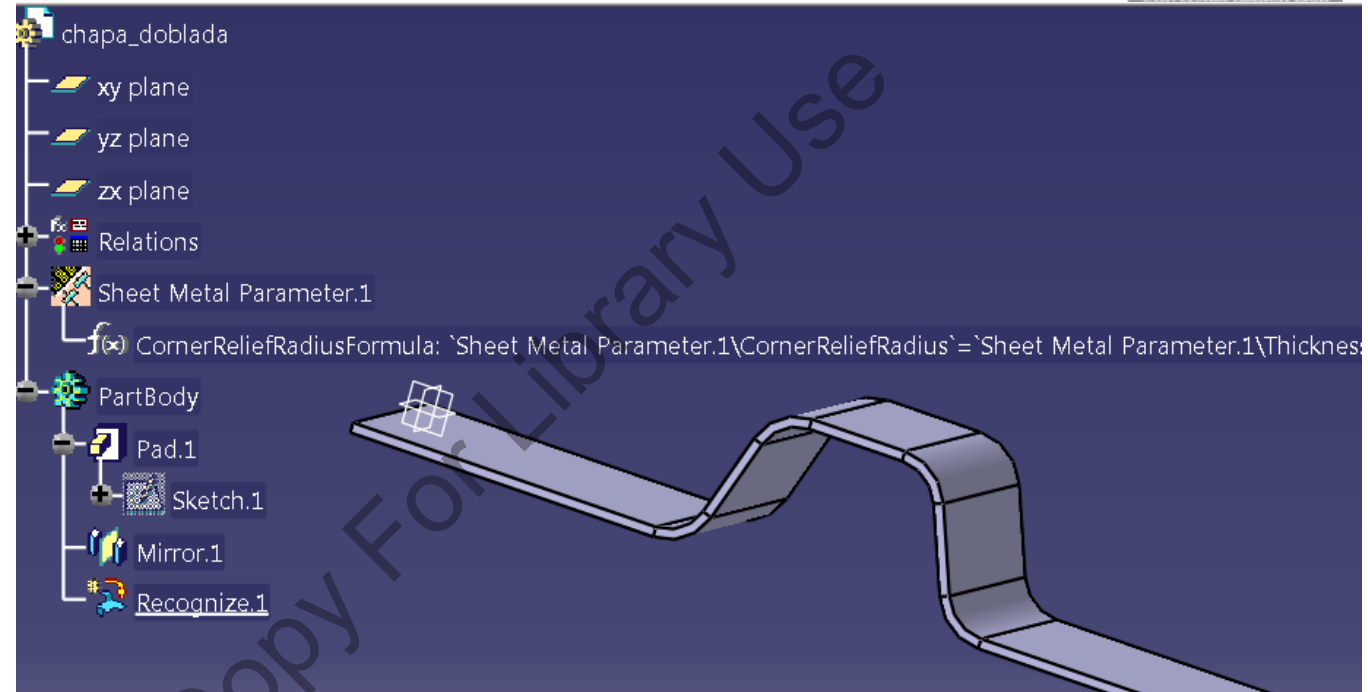
University Copy For Library Use

University Copy For Library Use

Proyecto

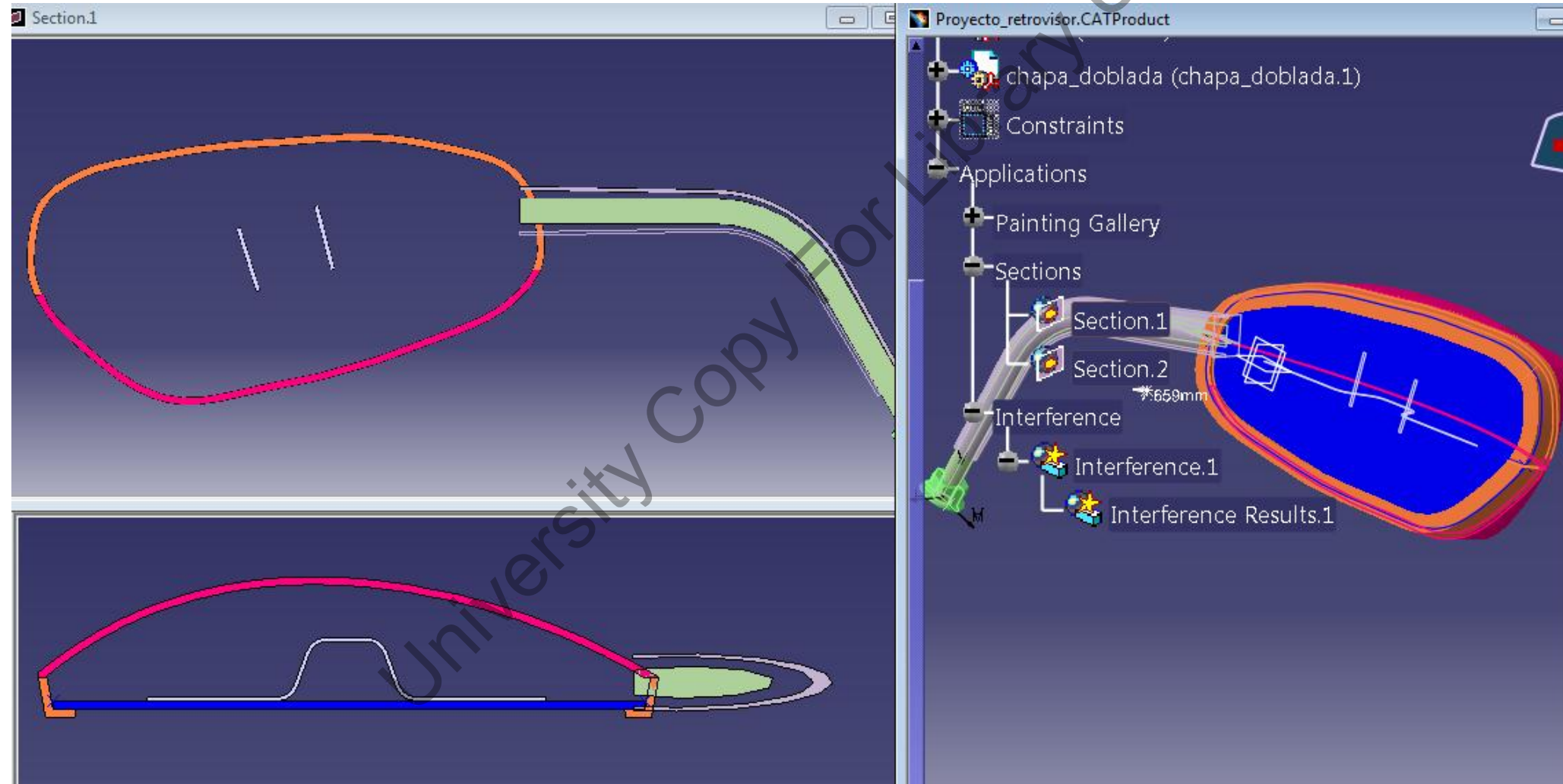
- Proyecto.

Realizamos la chapa doblada para el proyecto.



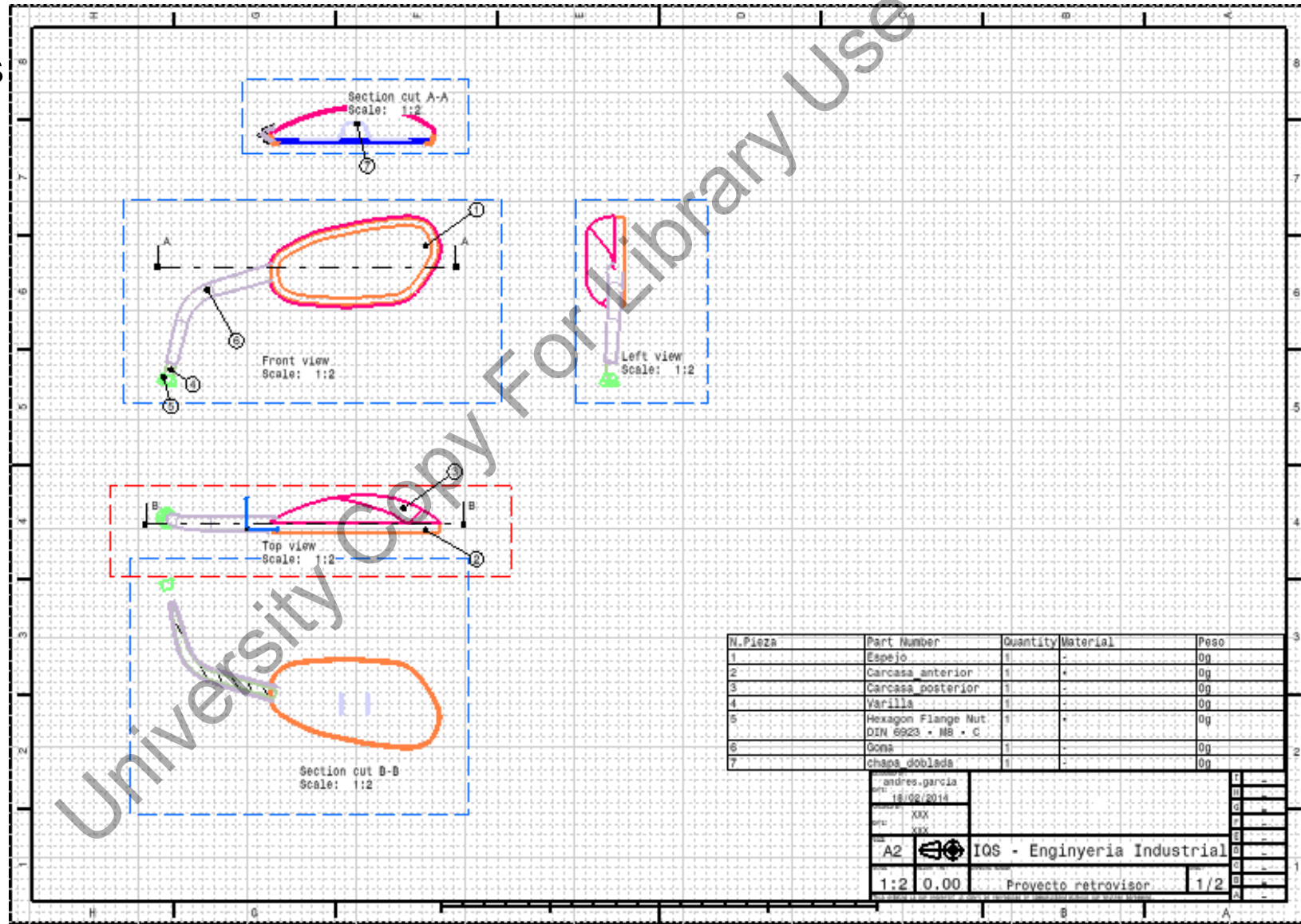
- Proyecto.

Realizamos la chapa doblada para el proyecto.





- Proyecto.
- Documentamos



## • Resumen de puntuación alcanzada.

0.10 de 1.00	CD y papel presentación del documento con poster en A3.
0.50 de 0.50	Espejo como croquis.
0.10 de 0.50	0.2 Varilla con 0.15 proceso mecanizado y 0.15 cálculo fuerza en la punta.
0.40 de 1.00	0.5 Goma tipo fuelle + 0.5 estudio medioambiental(S).
0.30 de 1.00	0.5 Carcasa espejo con desmoldeo + 0.5 inyección(extra).
0.30 de 1.00	0.5 Carcasa anterior + 0.5 como nube de puntos y desmoldeo
0.00 de 1.00	0.5 Moldes de carcasa anterior + 0.5 costing (S).
0.50 de 1.00	0.5 Chapa doblada y desdoblada + 0.5 costing (S).
0.00 de 0.50	Ergonomía (C)
0.20 de 0.50	Tornillos, tuercas y piezas normalizadas para las uniones.
0.00 de 1.50	Cálculo 0.5 aerodinámica, 0.5 vibraciones y 0.5 dilataciones.
0.00 de 0.50	Logo empresa moto pegado en carcasa.
0.20 de 0.50	Ensamblaje sin interferencias excepto elementos deformables/rosca cosméticas.
0.10 de 1.00	0.5 Planos de todas las piezas, 0.25 lista materiales y 0.25 explosionado.
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
<b>2.70 de 13.00</b>	<b>Total</b>
<b>2.0 horas de dedicación</b>	

S08t.- Moldes y matrices en Catia y SW.

Mejora 1415 ....

University Copy For Library Use

- Repaso última sesión.

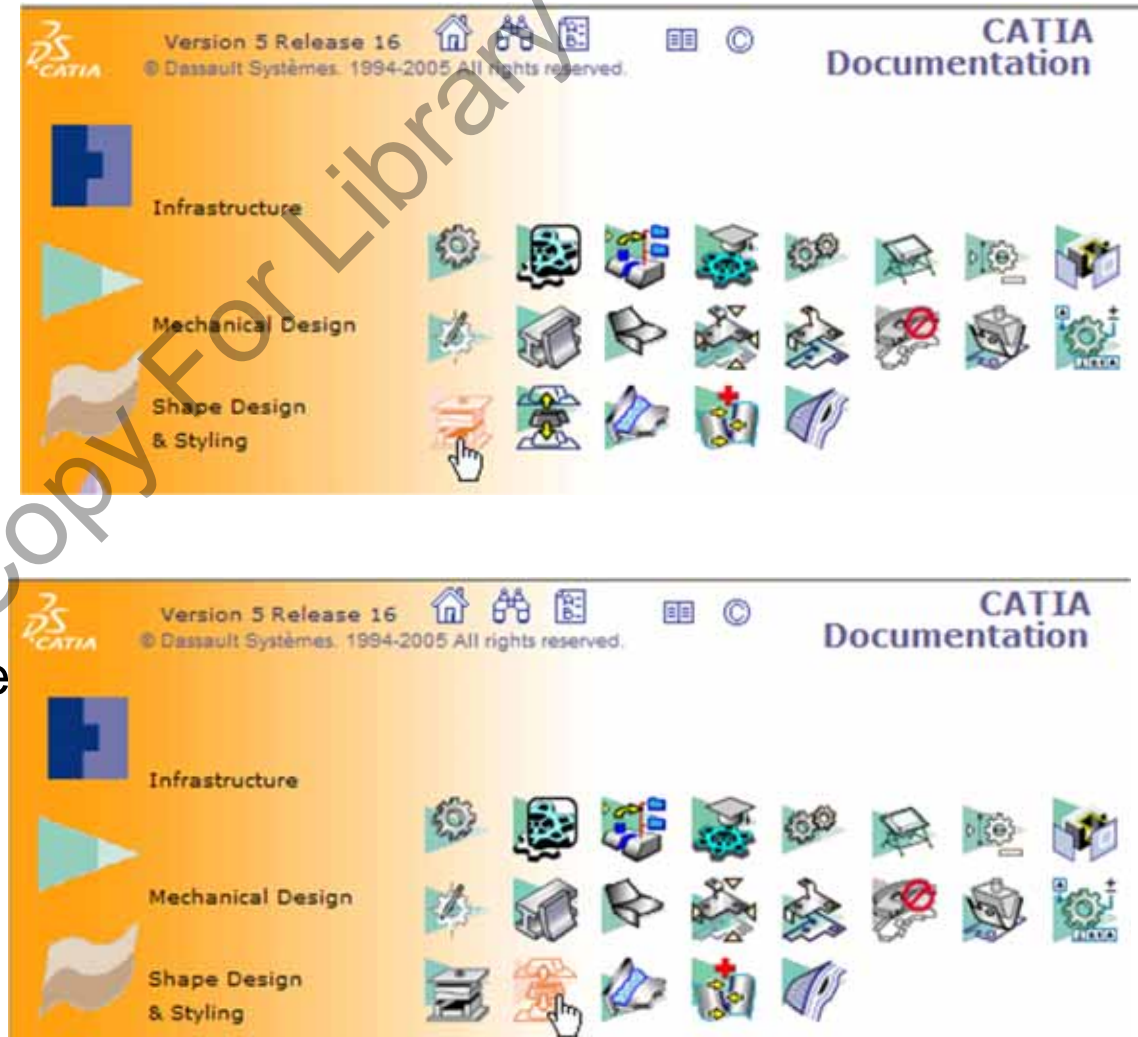
- Doblado de chapa.

University Copy For Library Use

- Help sobre Moldes y matrices.

En esta sesión vamos a ver unas pinceladas de los módulos de moldes y matrices disponibles “Mold Tooling” y “Core and Cavity”, ambos dentro de “Mechanical Design”.

Primero empezamos por el módulo de cavidades que nos permite analizar una pieza para ver que zonas se pueden desmoldear y que zonas necesitan una deslizadera.

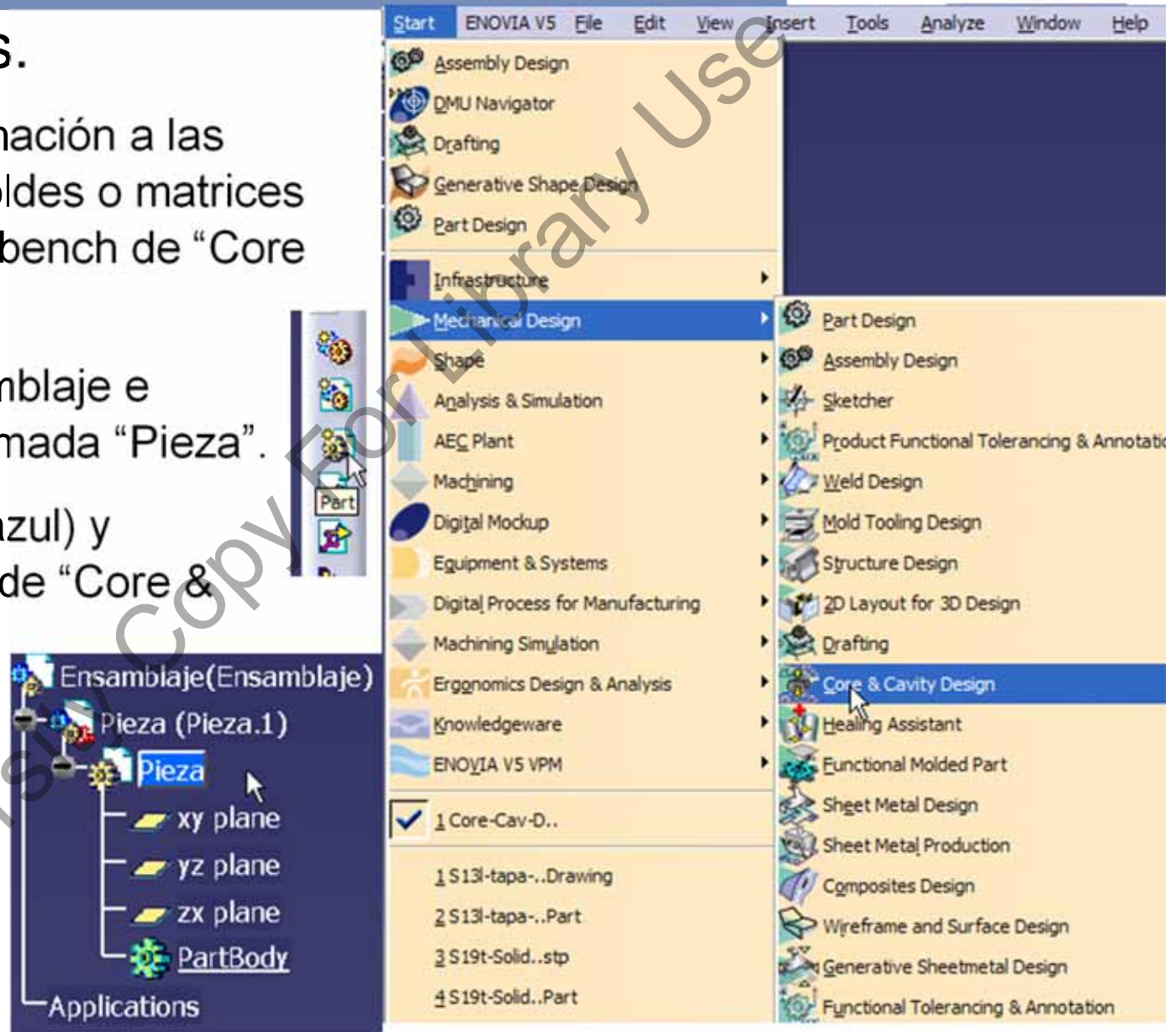


- Moldes y matrices.

Como una primera aproximación a las piezas creadas usando moldes o matrices vamos a introducir el Workbench de “Core & Cavity Design”.

Primero creamos un ensamblaje e introducimos una “Part” llamada “Pieza”.

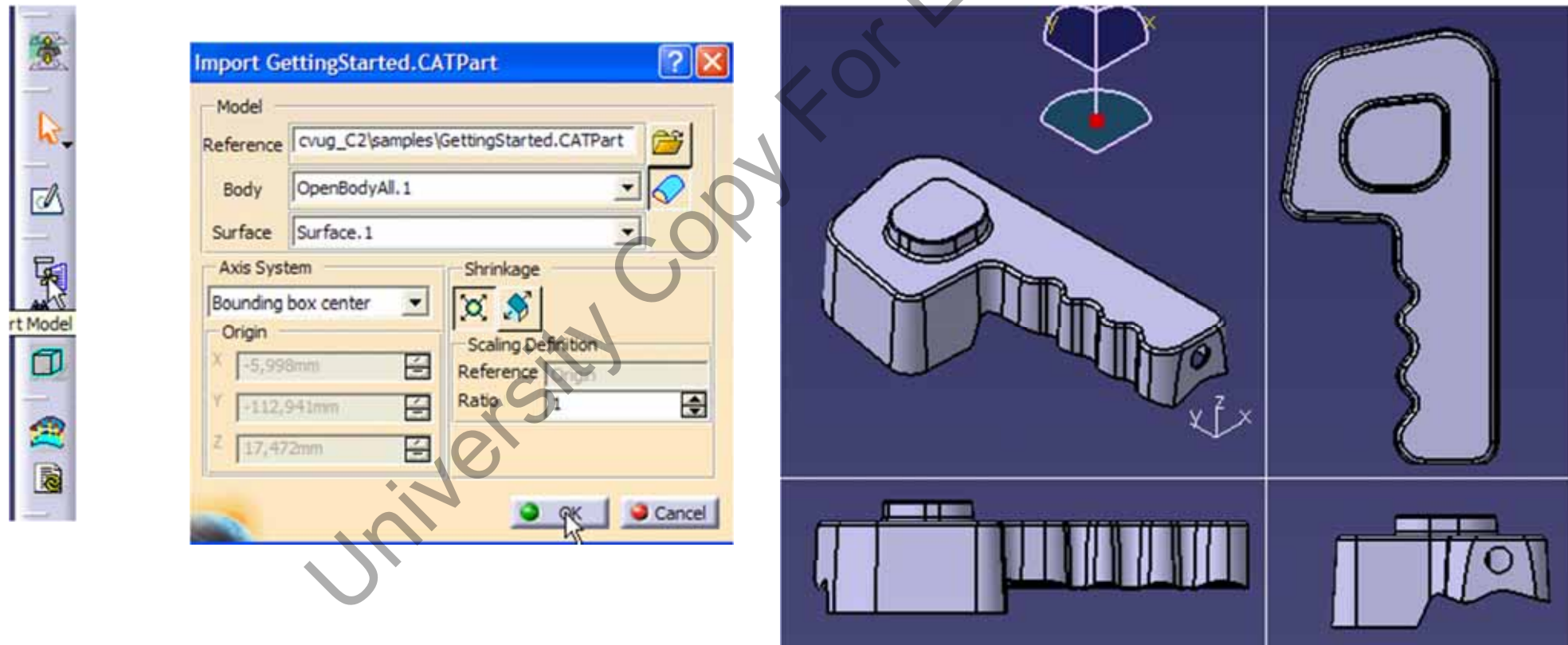
Hacemos activa la pieza (azul) y activamos el “Workbench” de “Core & Cavity Design”.



- Importar pieza.

La geometría de la pieza se supone que se ha hecho con el módulo más apropiado para la pieza, por ejemplo, “Part Design”. Ahora lo que haremos es importar la geometría en nuestra “pieza”. Como ejemplo usamos la del tutorial:

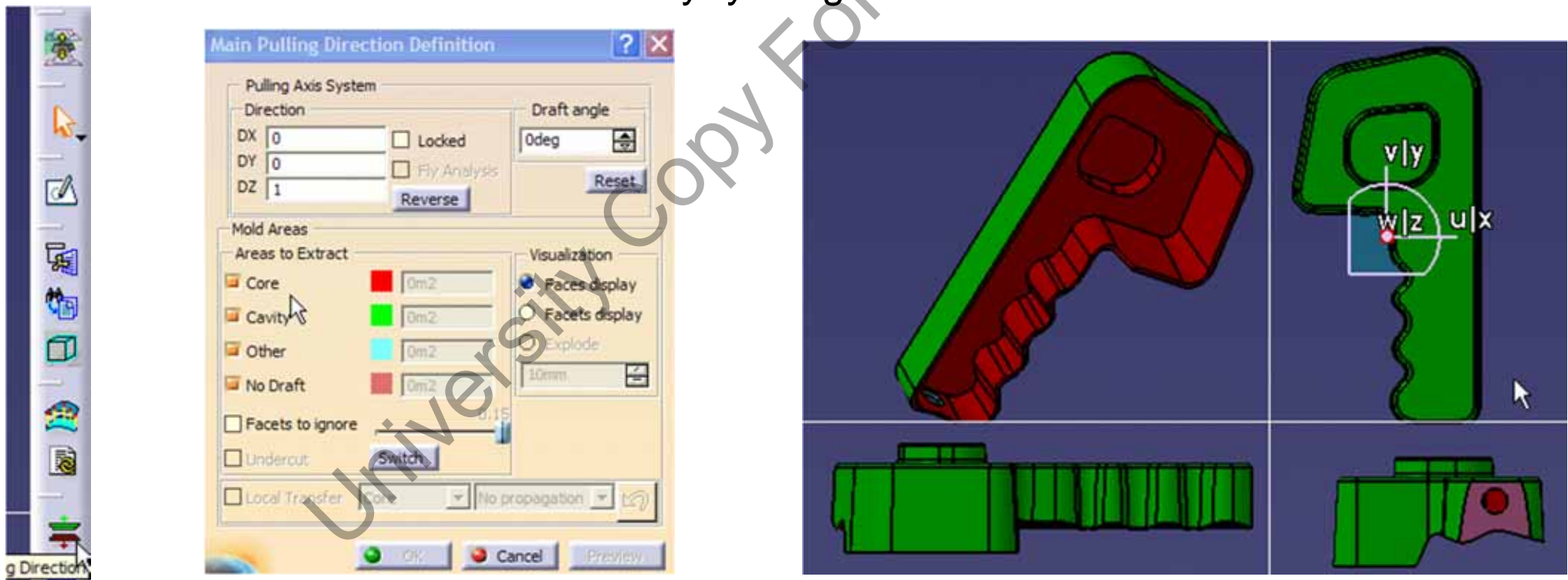
[\\Sdoc\software\PUBLIC\Exp\\_Grafica\DAO\Help\\_Catia\\_Online\online\ccvug\\_C2\samples\GettingStarted.CATPart](\\Sdoc\software\PUBLIC\Exp_Grafica\DAO\Help_Catia_Online\online\ccvug_C2\samples\GettingStarted.CATPart)



- Definir dirección de desmoldeo.

Para poder hacer el molde es necesario definir en que dirección vamos a cerrar y abrir dichos moldes o matrices. Esta dirección se le conoce como dirección de desmoldeo o “pulling direction”.

Se despliega un menú que se autocompleta al seleccionar la “pieza”. A partir de ahora las caras verdes tocan a “cavity” y las granates a “core”.

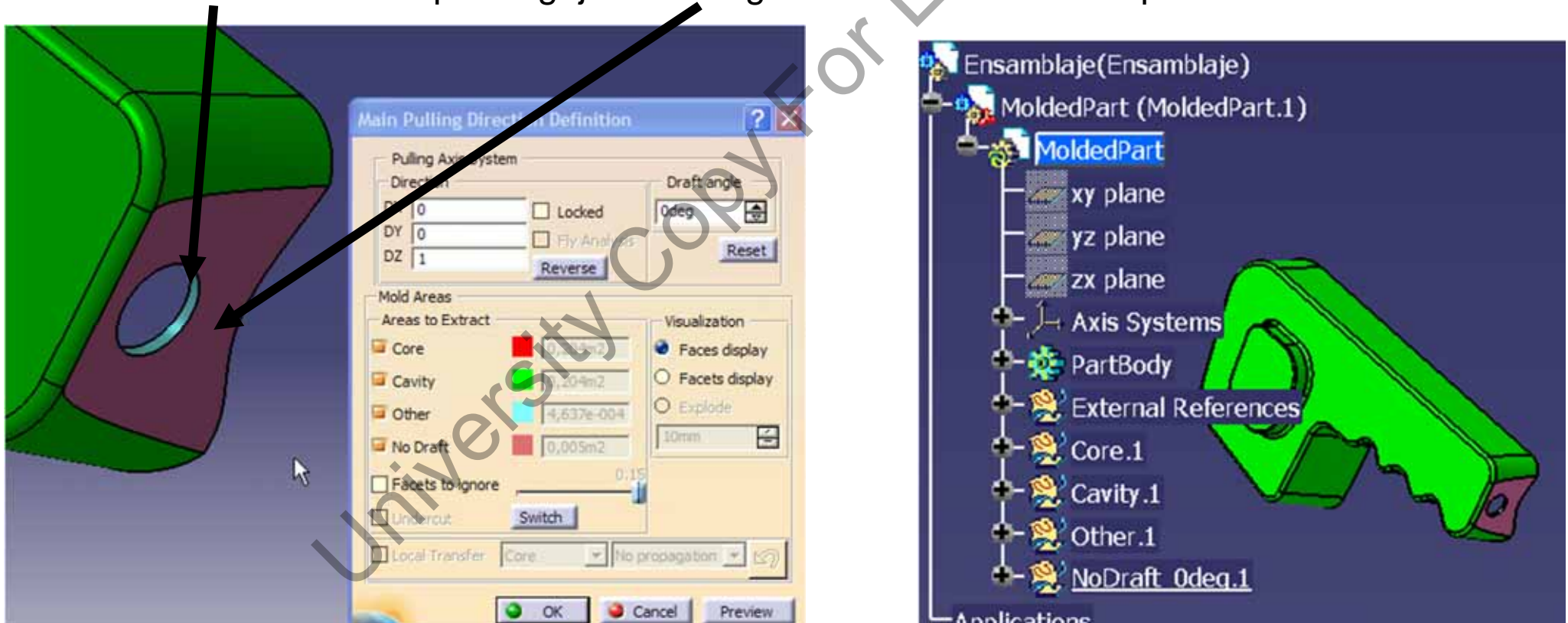




- Partes con otra dirección (deslizaderas).

Si nos fijamos en la pieza veremos que hay zonas que no son ni verdes ni granates. Estas zonas necesitan otra dirección de desmoldeo y por tanto la introducción de correderas u otros artilugios en el molde.

Necesidad de corredera para agujero. Ángulo demasiado vertical para desmoldear

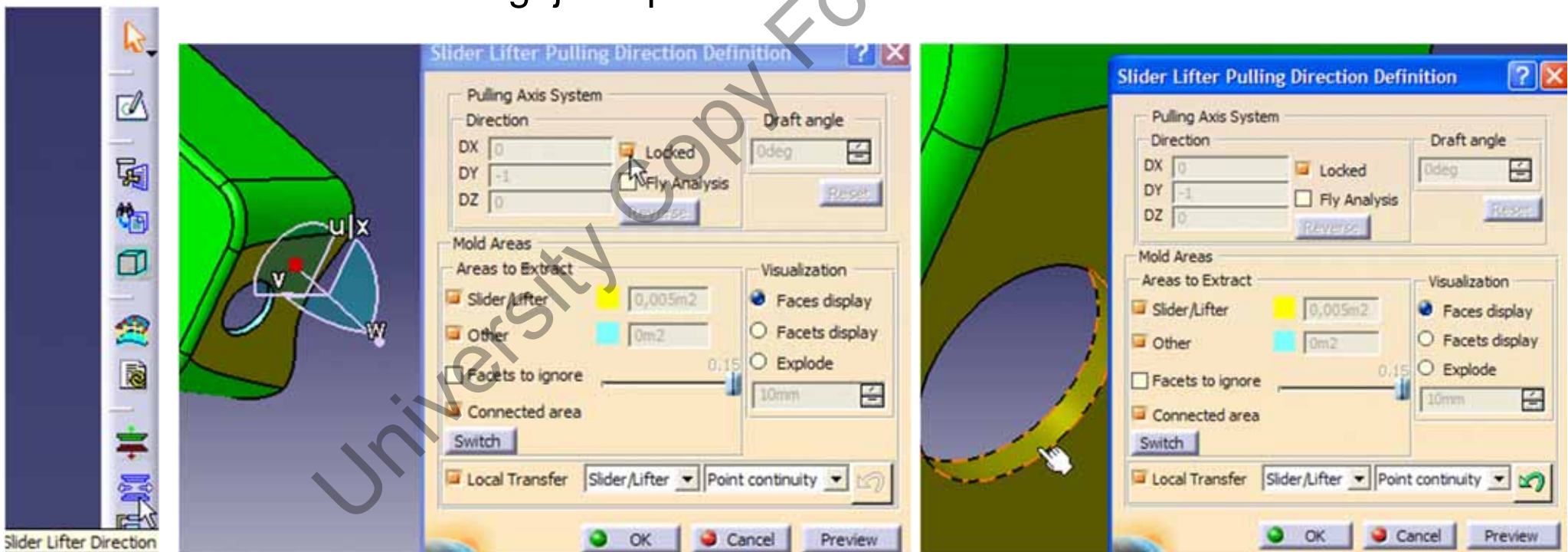


- Definición de correderas.

Para poder desmoldear puede ser que necesitemos correderas. Hay que definir por tanto como mover dichas correderas (slider).

Para tener la dirección arrastrar el compás sobre la pared en la que está el agujero y una vez la pared pasa de violeta a ocre bloquearla.

Seleccionar las caras del agujero que todavía están de color cian.



- Explosionado de las caras.

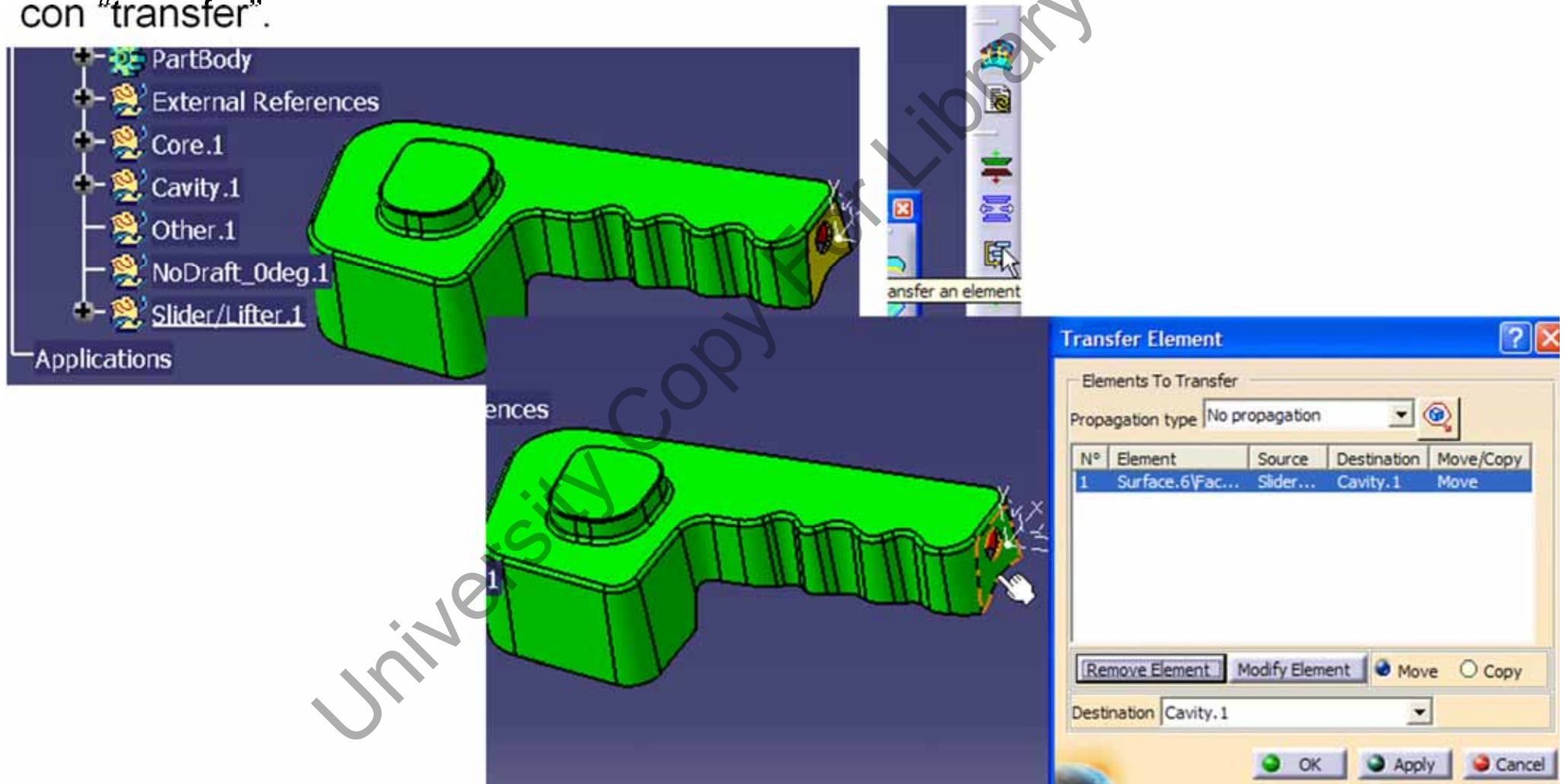
Para visualizar mejor como ha ido eligiendo caras para cada dirección de desmoldeo podemos hacer un “explode”.

Comprobamos que las direcciones han quedado guardadas en el árbol.



- Cambiar caras de zona.

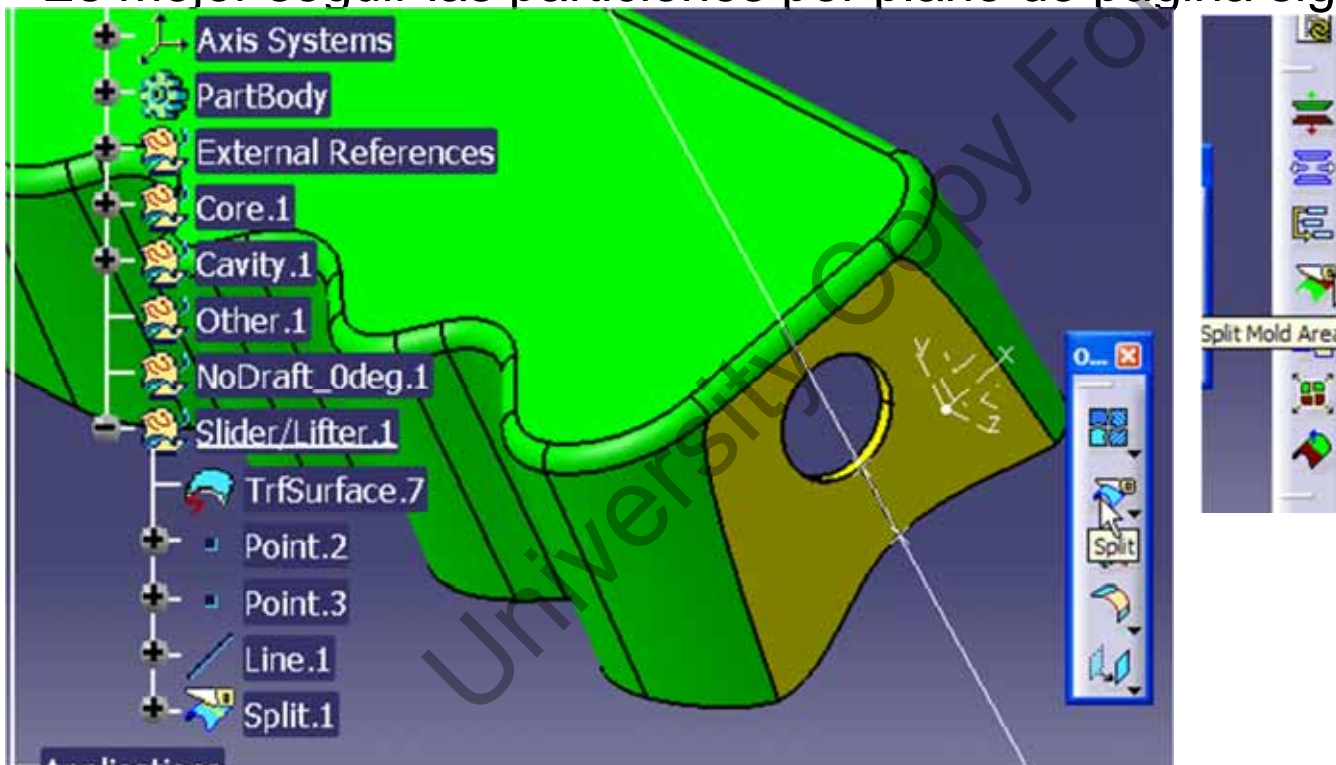
Si por alguna razón nos interesa que una cara esté en otra zona se puede cambiar con "transfer".



- Dividir caras para facilitar división molde.

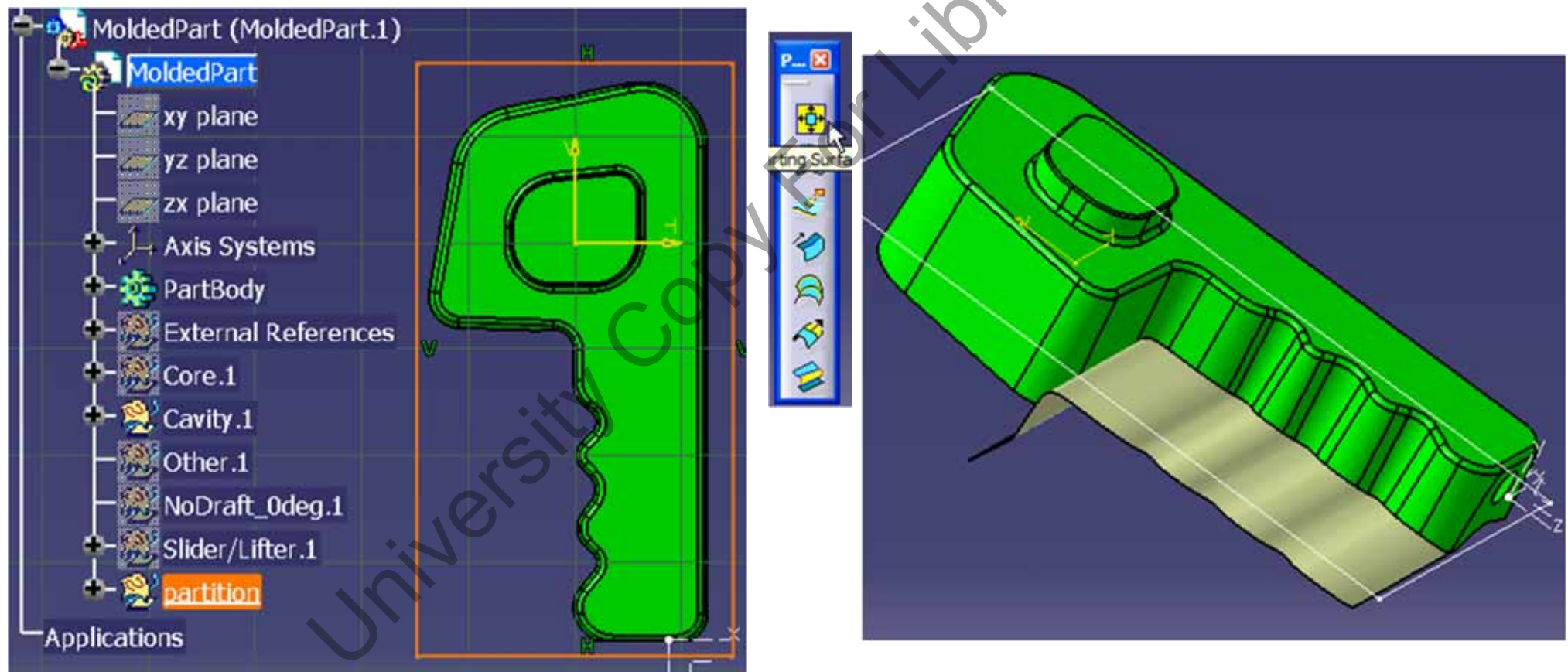
Puede ser de nuestro interés el dividir caras para facilitar el trabajo con las dos partes del molde (línea de partición). Para ello tenemos funciones que ya hemos visto trabajando con superficies como creación de curvas y “split”. Para el molde existe “Split Mold”.

Es mejor seguir las particiones por plano de página siguiente.



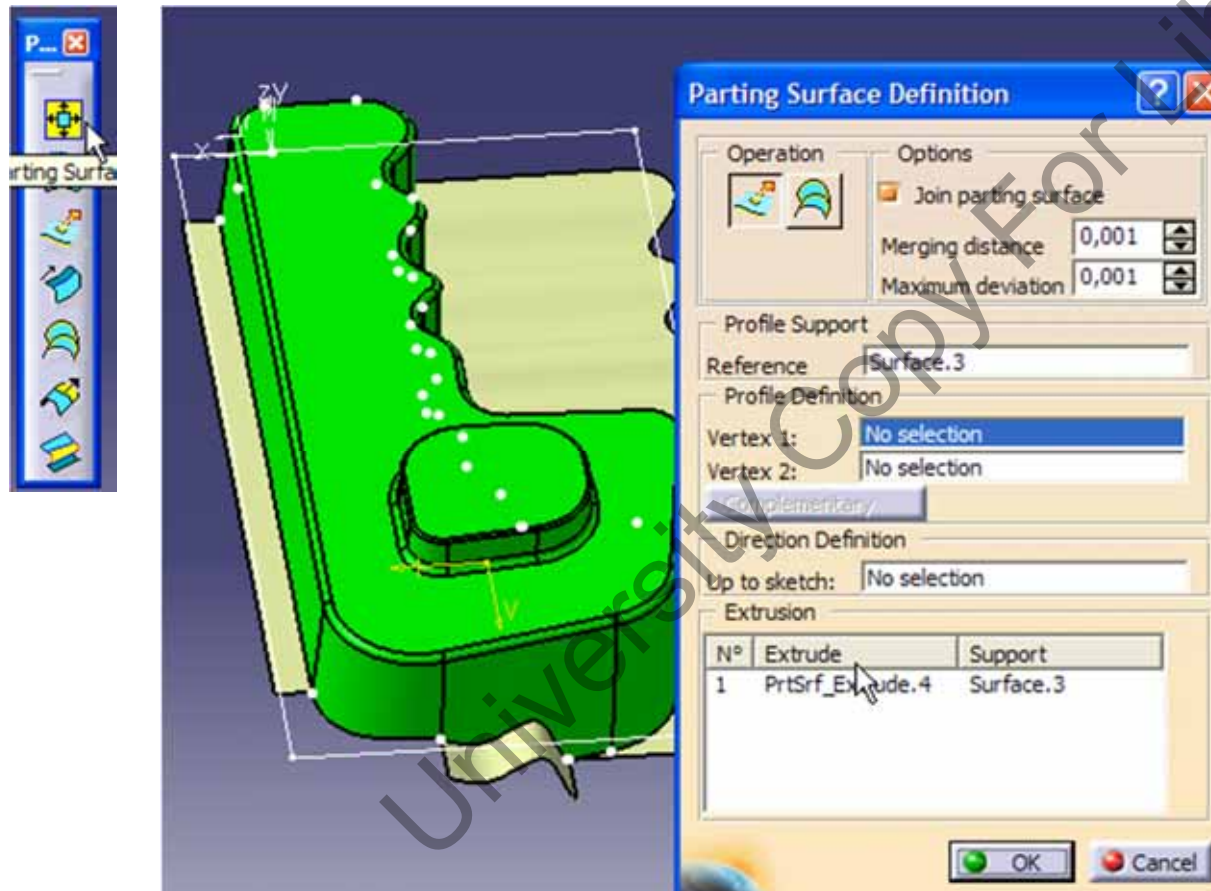
- Dividir caras por plano.

Para crear un plano hacemos un sketch en un plano perpendicular a la dirección de desmoldeo. Es aconsejable trabajar dentro del “Set” “Other.1”.



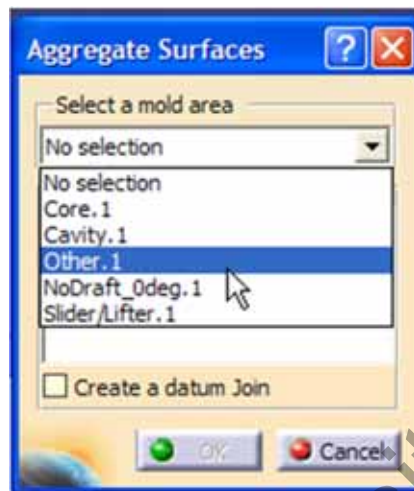
- Completar división.

Podemos ir completando superficies hasta cerrar la superficie de división. Para ello dentro de “Parting” nos permite hacer extrusiones y “multisection”.



- Juntar superficies con “aggregate”.

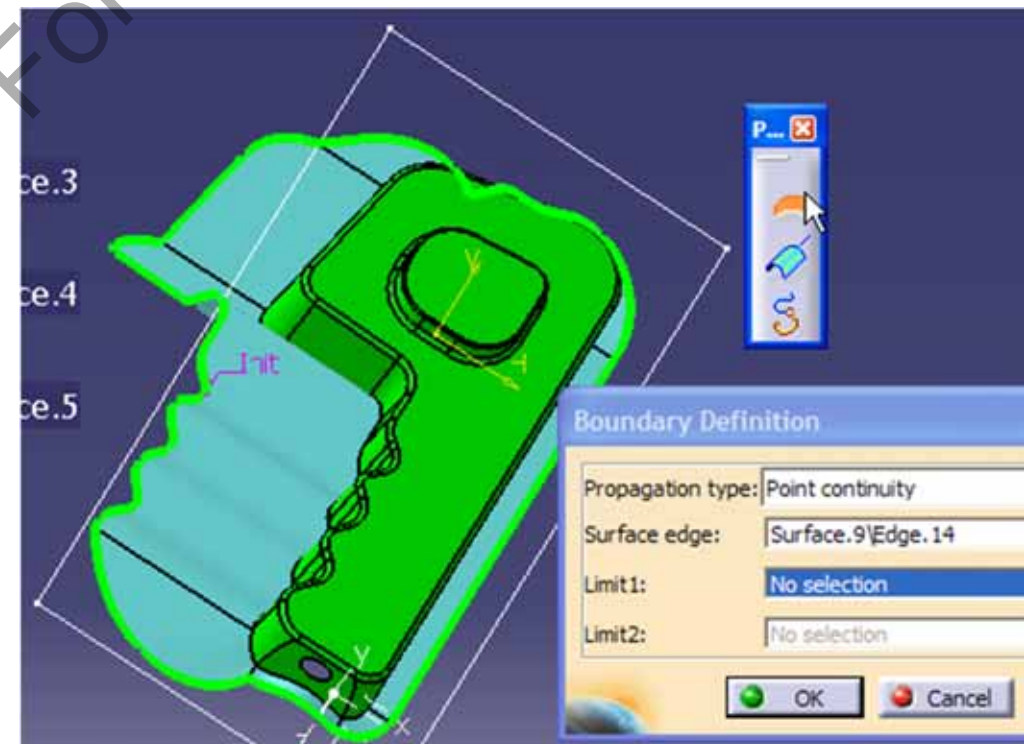
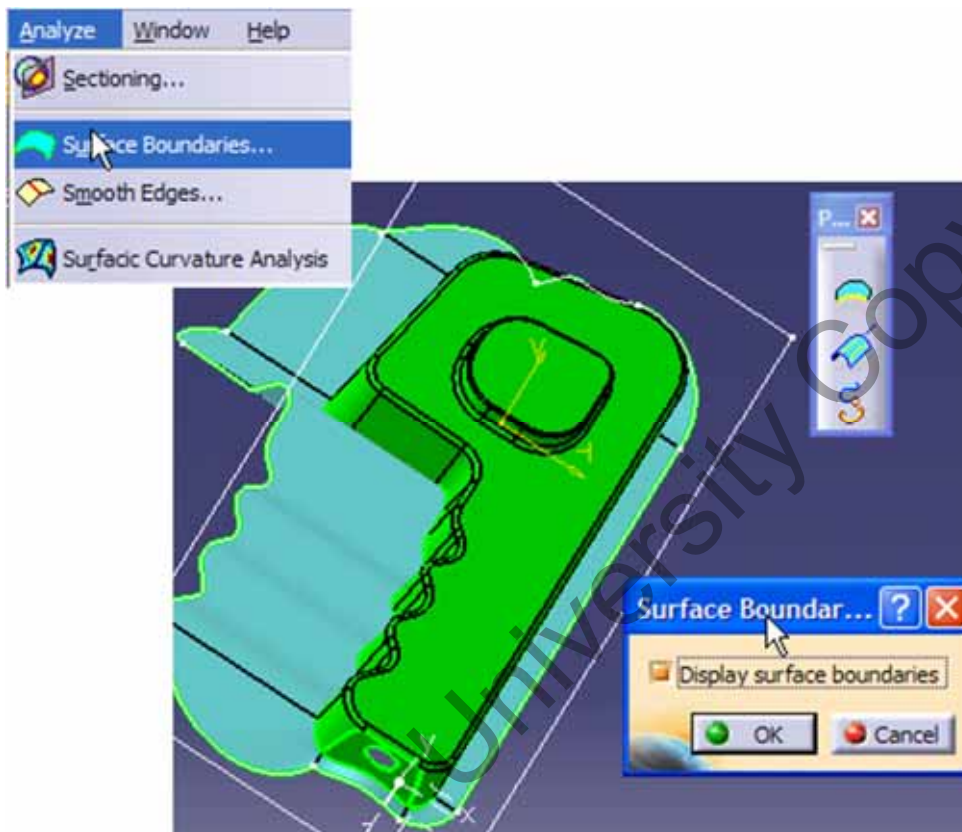
Podemos juntar las superficies generadas y que no forman parte de “core”, “cavity” ni “slider”.





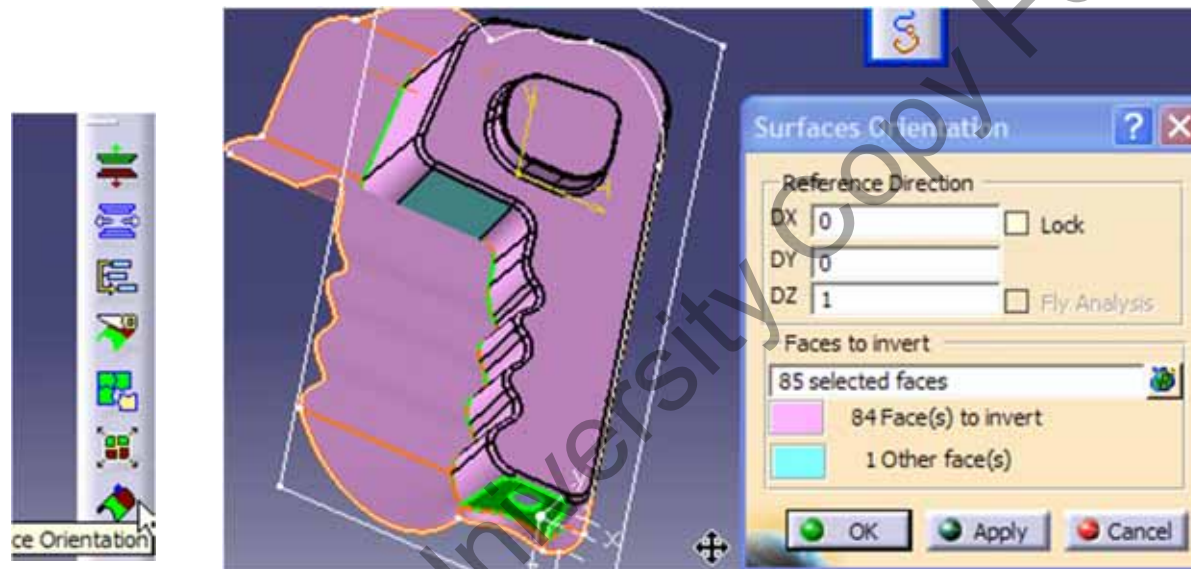
- Comprobar las aristas libres.

Para comprobar la partición y todas las partes analizamos las aristas libres “boundary”. Podemos hacer una arista al elegir la superficie que ha salido del “aggregate-join” o la arista. Si escogemos la superficie nos creará dos curvas, la interior y la exterior.



- Comprobar orientación de caras.

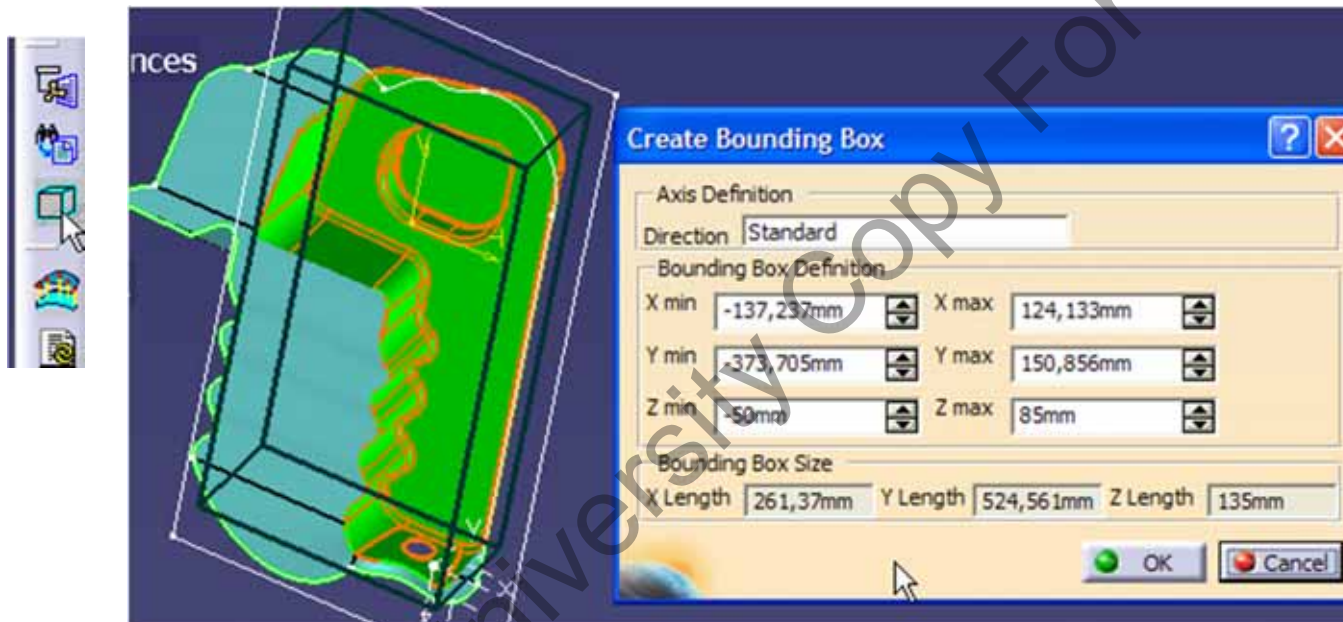
Para comprobar la orientación de las caras disponemos de un icono que las puede ir invirtiendo. Este proceso **se ha de hacer antes de diseñar las cavidades** pues ahora cambiaría las zonas.



- Crear caja que encierra a pieza.

Para crear el molde o matriz empezamos por crear la caja que encierra a la pieza.

Conviene dar más tamaño que no el exacto de buscar los límites.

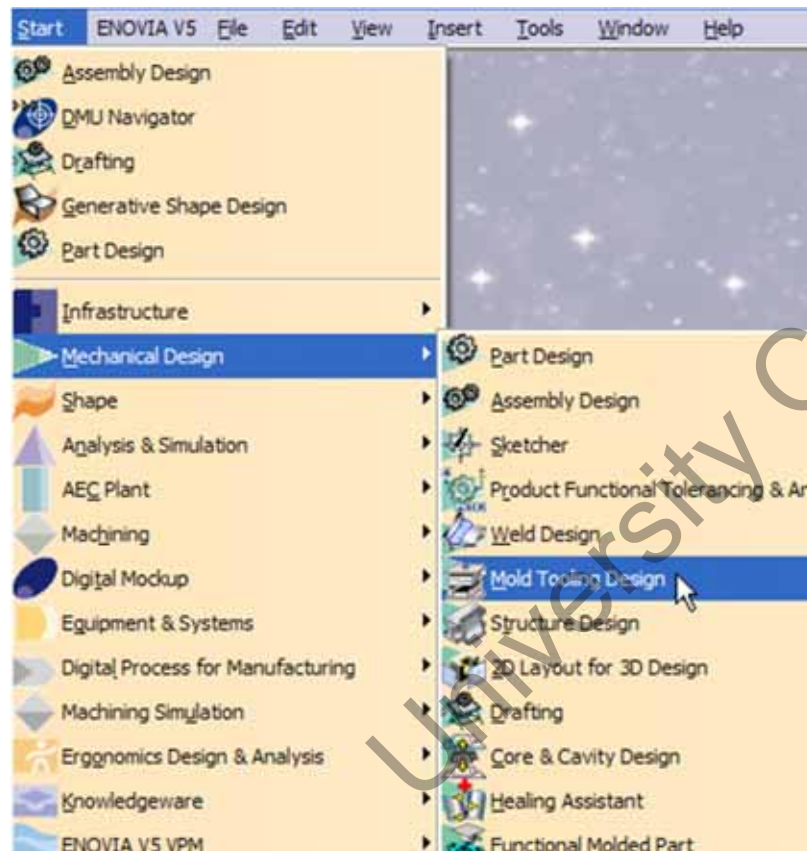


## • Diseño de moldes.

Una vez hemos hecho el análisis y decidido que hemos minimizado el número de deslizaderas pasamos a introducir el módulo de creación de moldes.

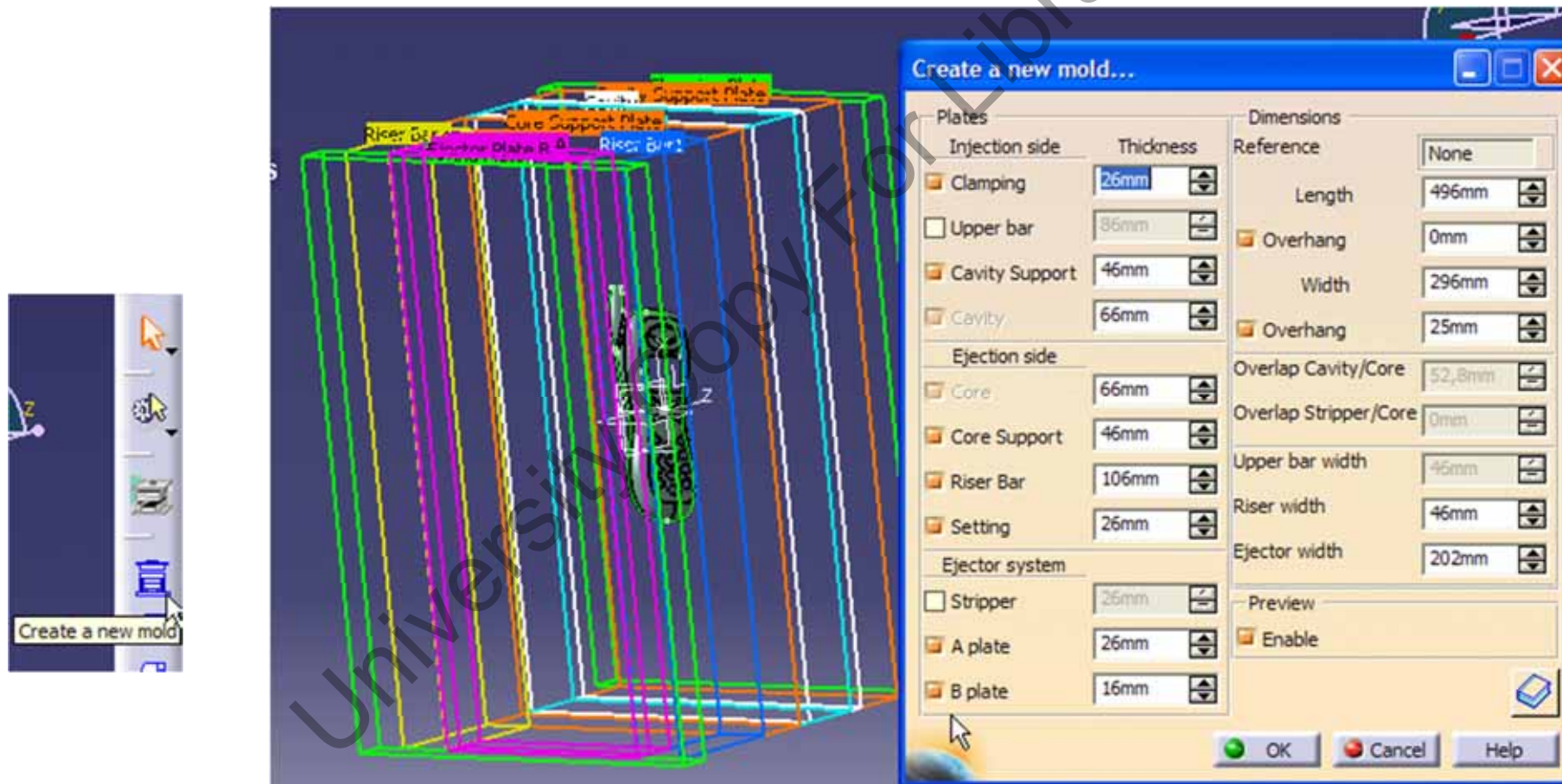
En el Product insertar la pieza:

[\\Sdoc\software\PUBLIC\Exp\\_Grafica\DAO\Help\\_Catia\\_Online\online\molduc\\_C2\samples\Split\GettingStarted01.CATPart](\\Sdoc\software\PUBLIC\Exp_Grafica\DAO\Help_Catia_Online\online\molduc_C2\samples\Split\GettingStarted01.CATPart)



- Crear el molde.

Para crear el molde disponemos de un menú de varias placas. Las placas tienen funciones diversas, desde fijación hasta eyección.



• Molde de catálogo.

Los parámetros de molde los podemos tener guardados en catálogos. En este caso escogemos el catálogo de moldes de la figura. Dentro de l catálogo podemos editar parámetros.

**Edit Mold**

Plates	Thickness	Dimensions Reference
Injection side		N3035
Clamping	27mm	Length 27mm
Upper bar	0mm	Overhang 0mm
Cavity Support	0mm	Width 296mm
Cavity	26mm	

**Catalog Browser: C:**  
Current: MoldBase

**Catalog Browser:**  
Current: Dme

**PlateChoice , configuration row : 1319**

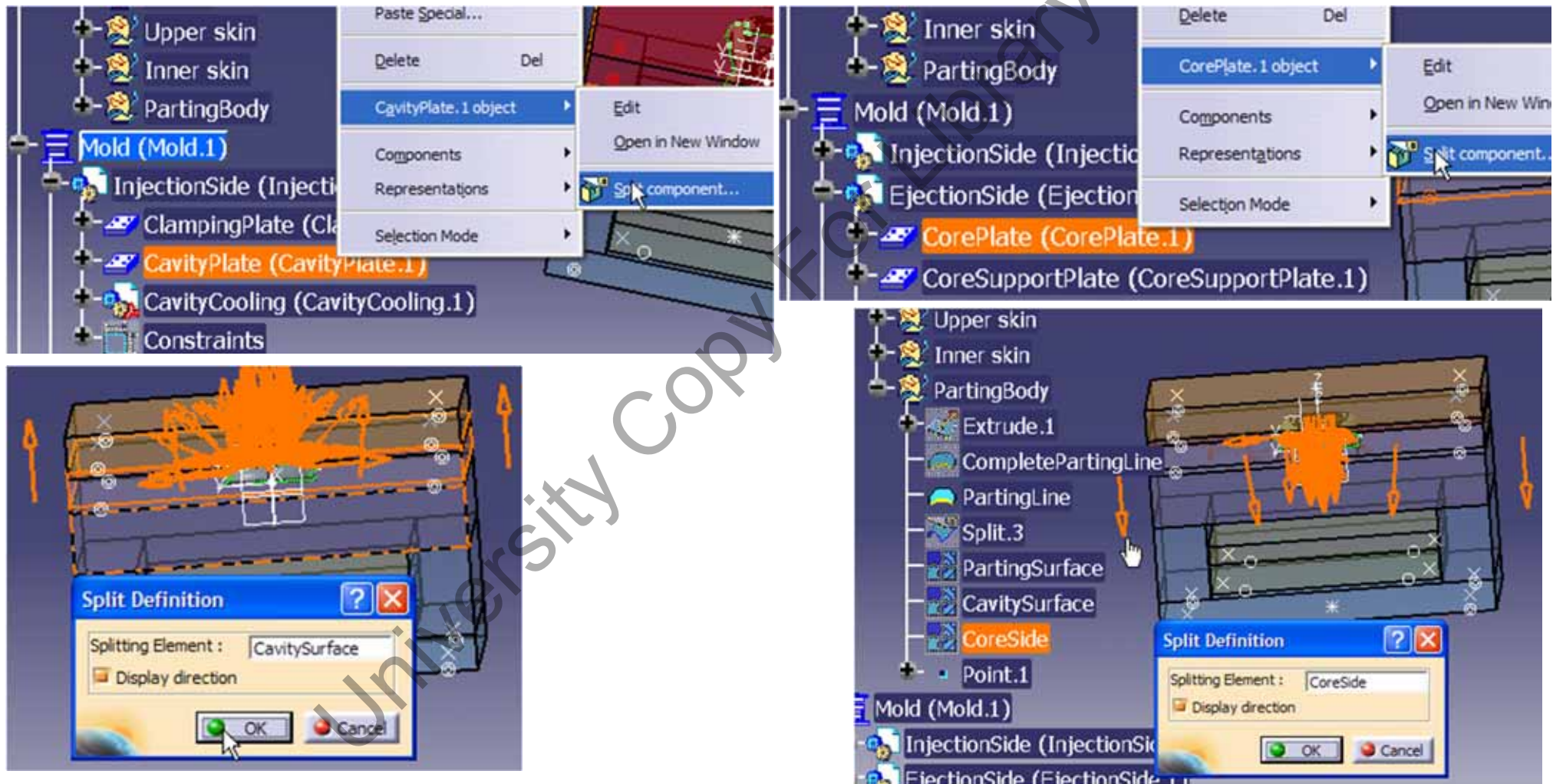
Line	Ref	RefMold	H	Mat	HeatTreat
<1315>	N10-3035-26/1	N3035	26mm	1730	
1316	N10-3035-36/1	N3035	36mm	1730	
1317	N10-3035-46/1	N3035	46mm	1730	
1318	N10-3035-56/1	N3035	56mm	1730	
1319	N10-3035-66/1	N3035	66mm	1730	
1320	N10-3035-76/1	N3035	76mm	1730	
1321	N10-3035-86/1	N3035	86mm	1730	
1322	N10-3035-96/1	N3035	96mm	1730	
1323	N10-3035-106/1	N3035	106mm	1730	
1324	N10-3035-126/1	N3035	126mm	1730	
1325	N10-3035-146/1	N3035	146mm	1730	

**3D Model Tree:**

- Axis Systems
- PartBody
- Ellipse
- Upper skin
- Inner skin
- PartingBody
- Mold (Mold.1)**
  - InjectionSide (InjectionSide.1)
  - EjectionSide (EjectionSide.1)
  - EjectorSystem (EjectorSystem.1)
  - Constraints
  - Constraints
  - Applications

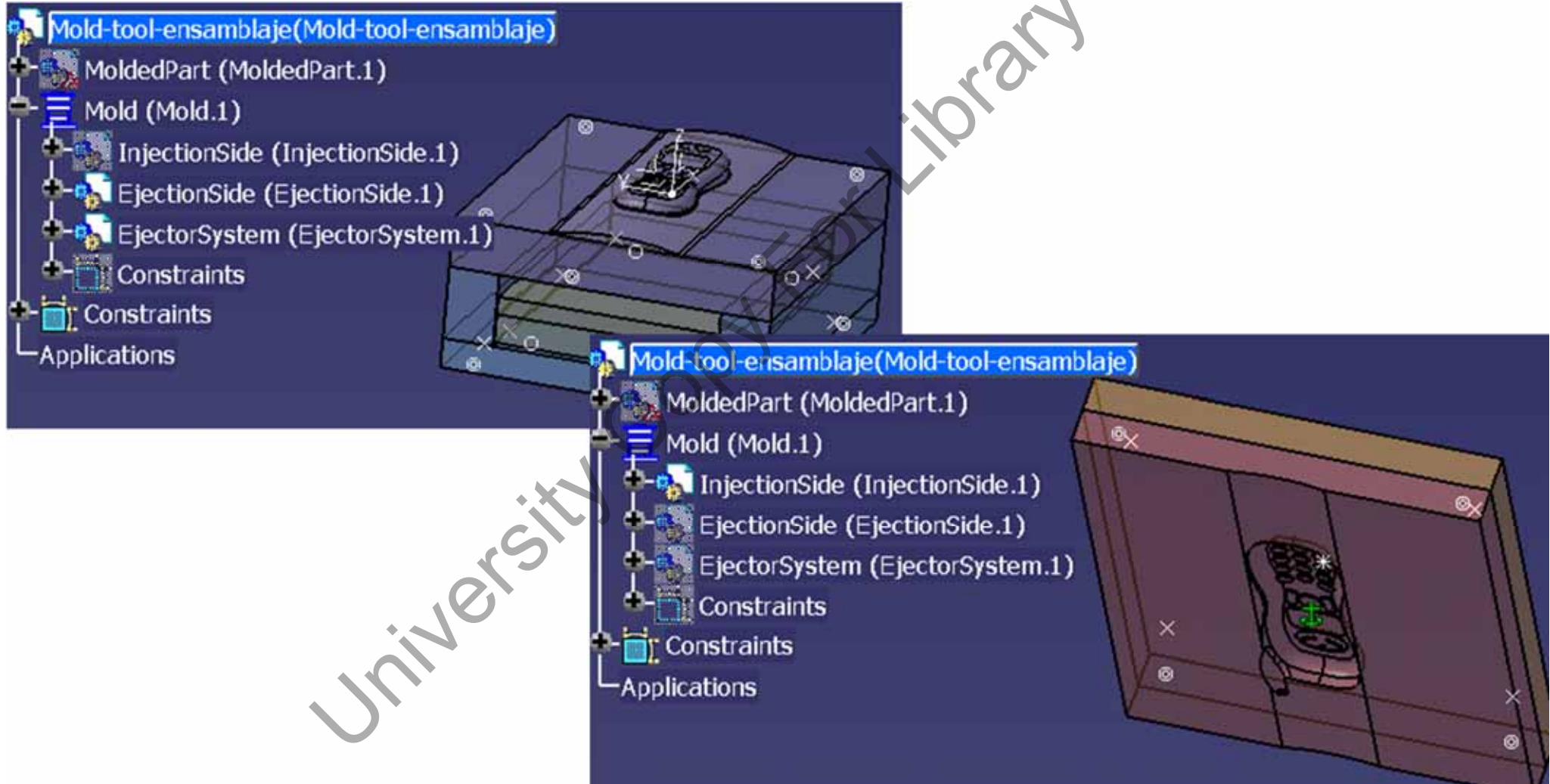
- Separar “Cavity” y “Core”.

Primero separamos los moldes para “core” y para “cavity”.



- Visualizar división realizada.

Si jugamos con “hide/show” veremos el molde realizado hasta el momento.

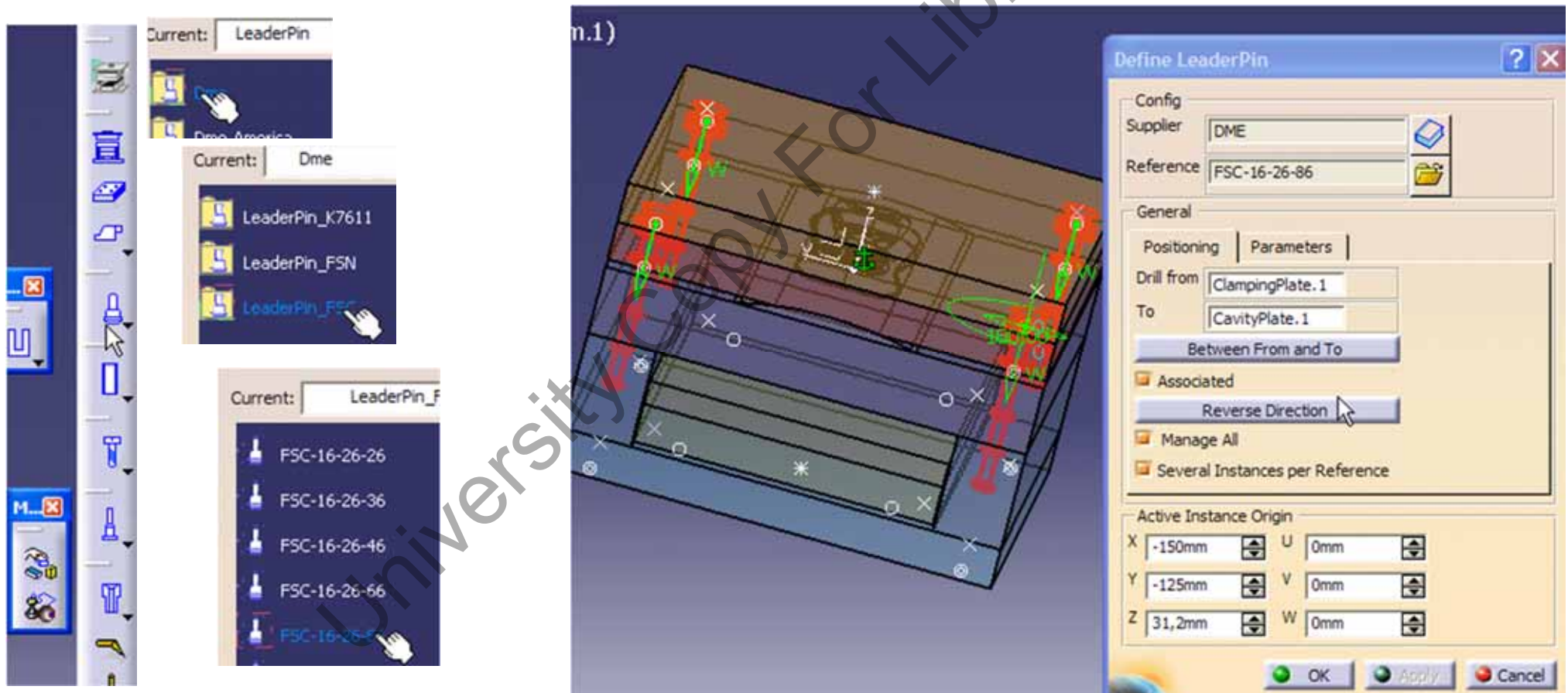




- Insertar componentes en molde.

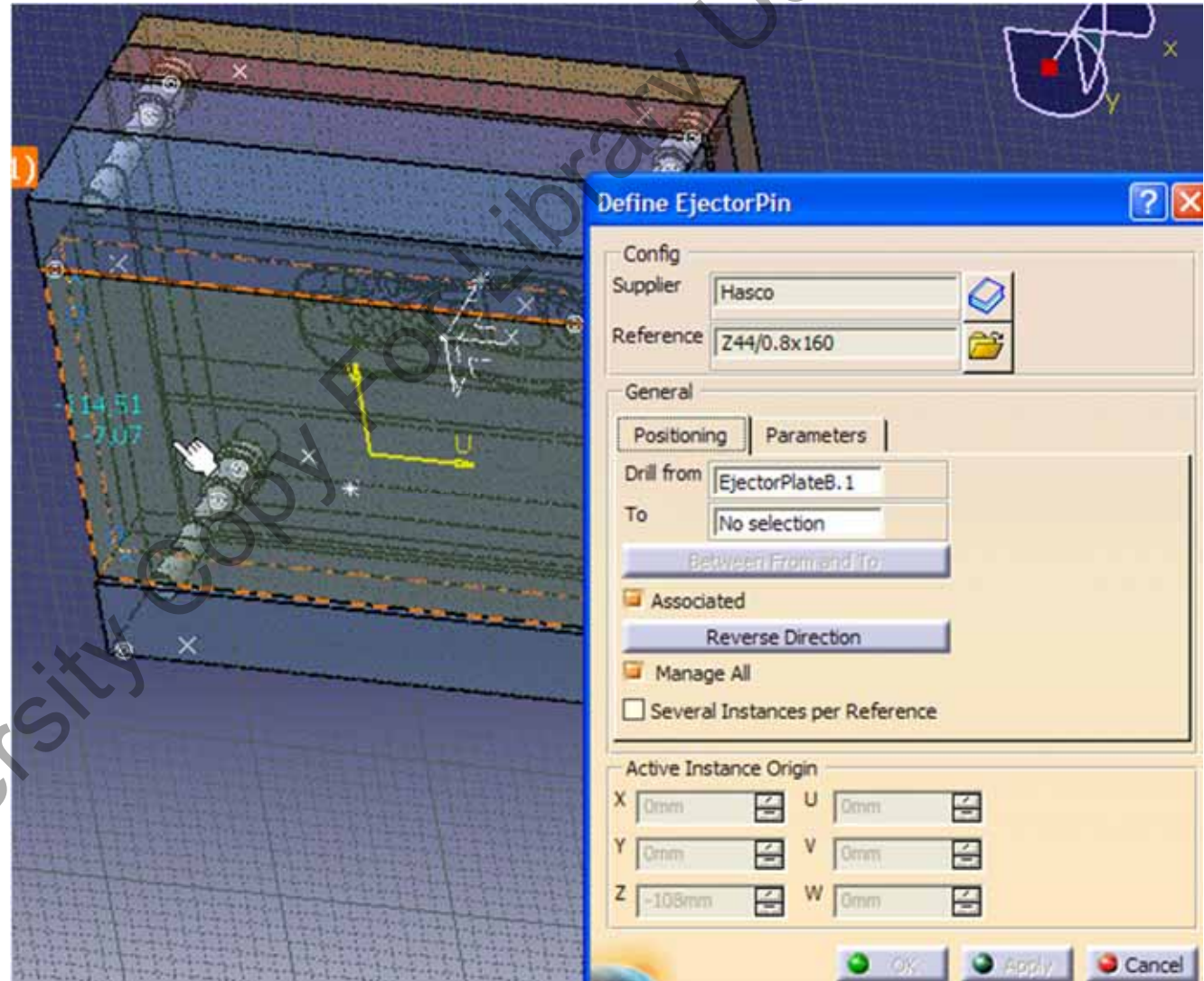
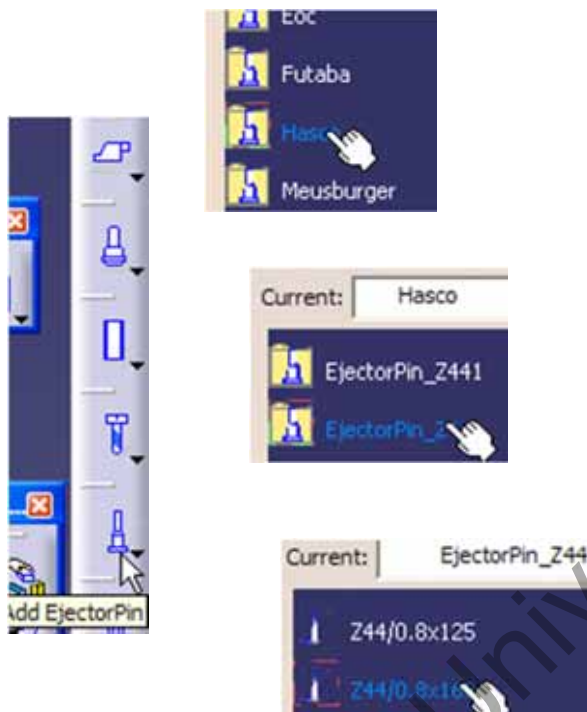
Para completar el molde hay que insertar componentes como inyectores, canales de refrigeración, resistencias de calentamiento . . .

Para ello tenemos diversos iconos.



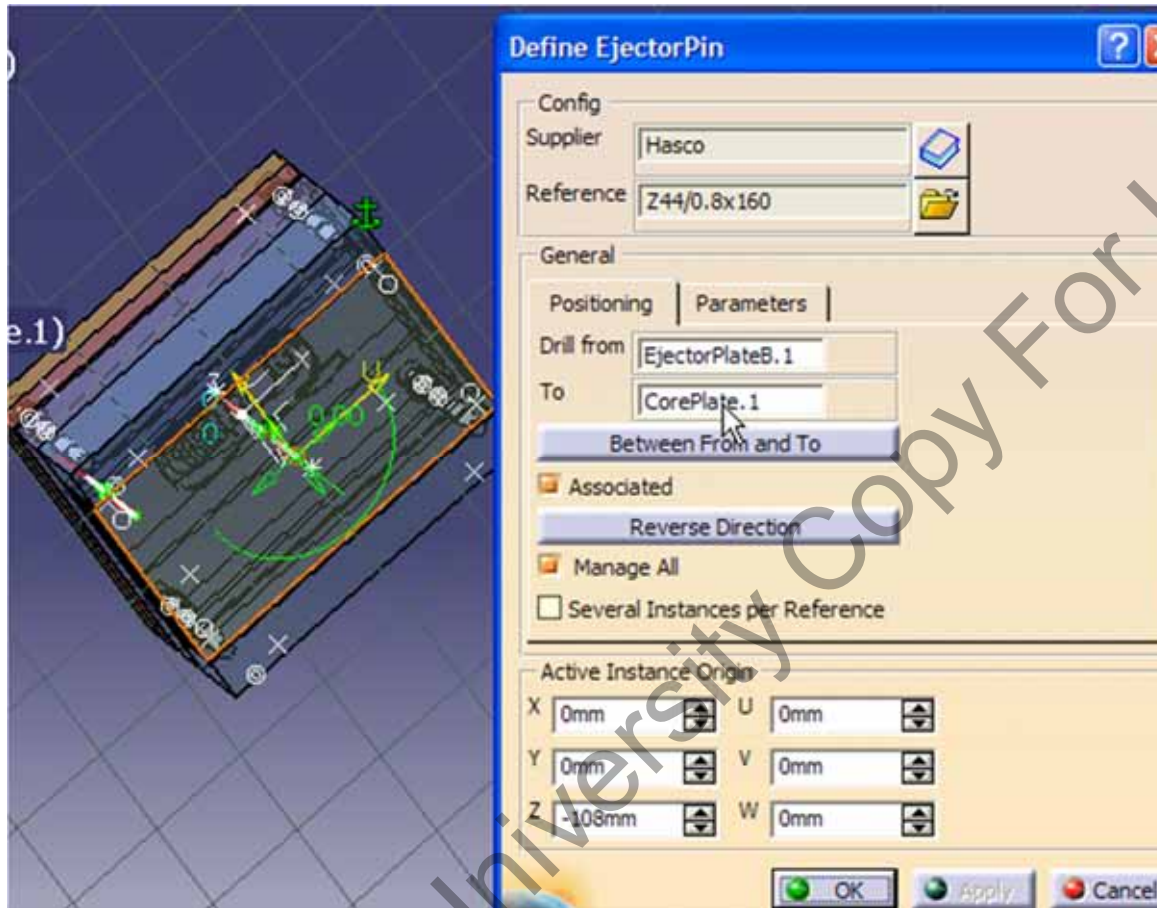
- Añadir pin eyector.

Al igual que las guías podemos añadir un pin eyector.



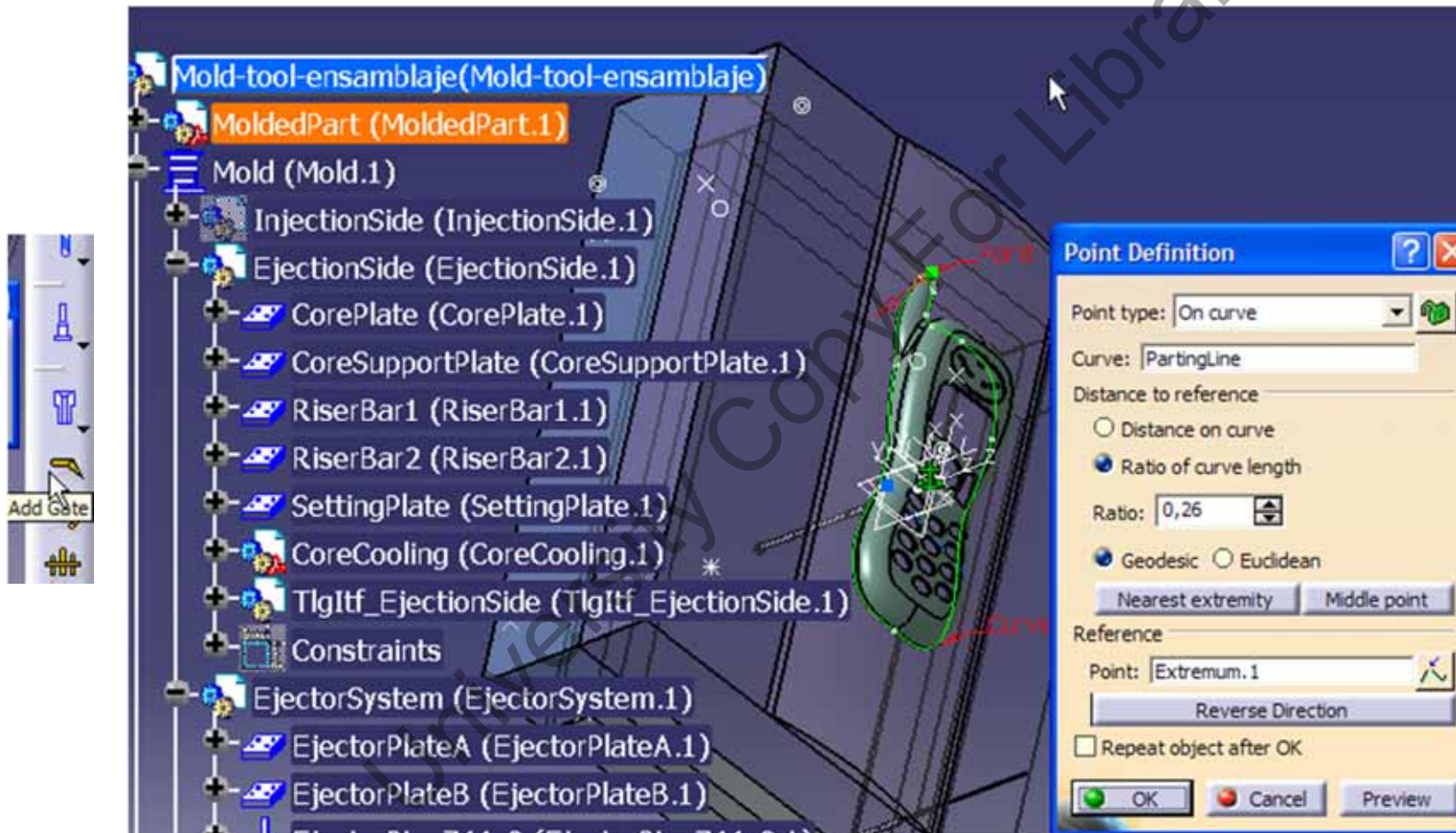
- Añadir pin eyector.

Acabamos diciendo hasta donde tiene que llegar el pin eyector.



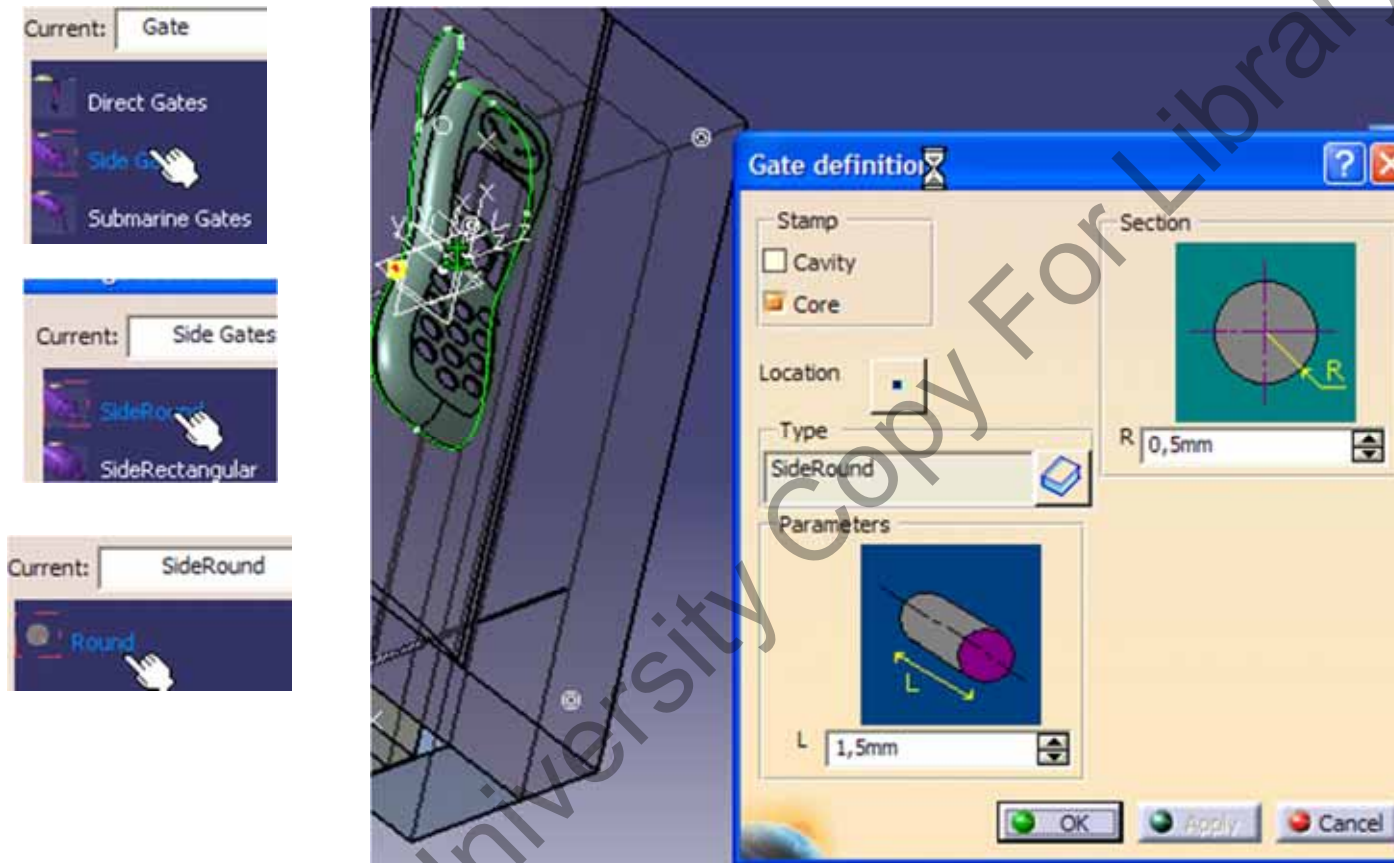
- Crear punto de inyección “Gate”.

Para crear la pieza hay que inyectar a través de una puerta “Gate”.



- Definir entrada a molde.

Definimos los parámetros de boca de inyección.

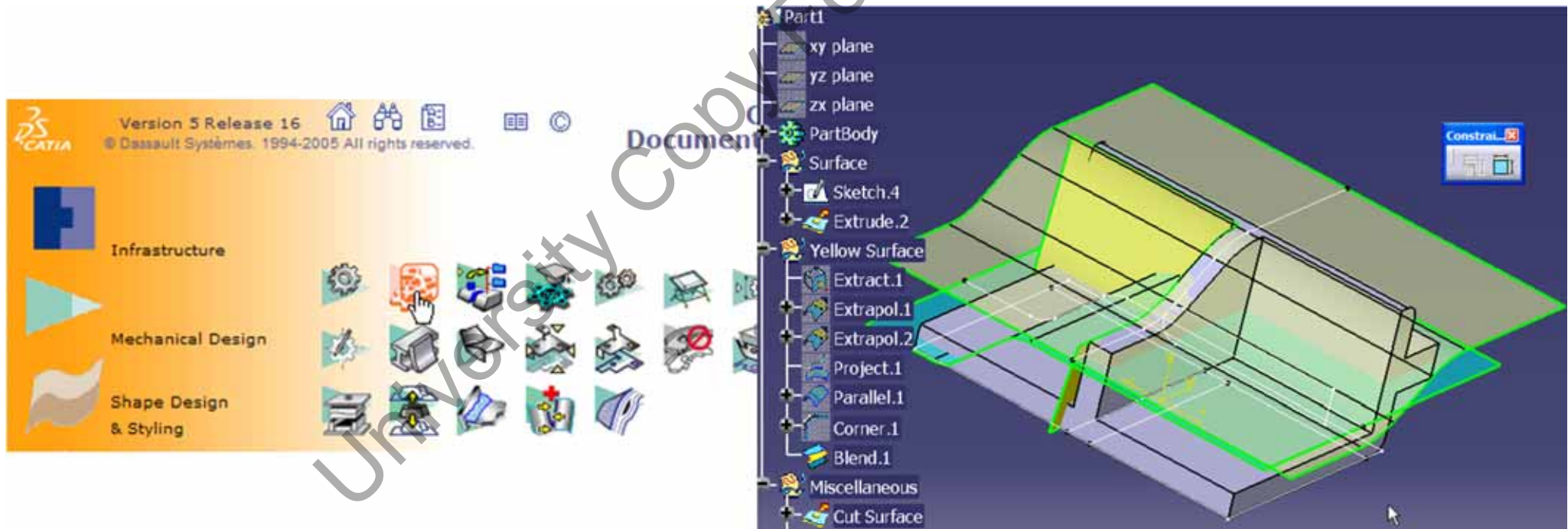


- Optimización de forja y fundición.

Muy parecido a los procesos de inyección que vimos en la semana pasada tenemos los procesos de fundición y forja en que también hay que definir moldes/matrices.

Usaremos la pieza del tutorial:

[\\Sdoc\software\PUBLIC\Exp\\_Grafica\DAO\Help\\_Catia\\_Online\online\cfoug\\_C2\samples\GettingStarted.CATPart](\\Sdoc\software\PUBLIC\Exp_Grafica\DAO\Help_Catia_Online\online\cfoug_C2\samples\GettingStarted.CATPart).

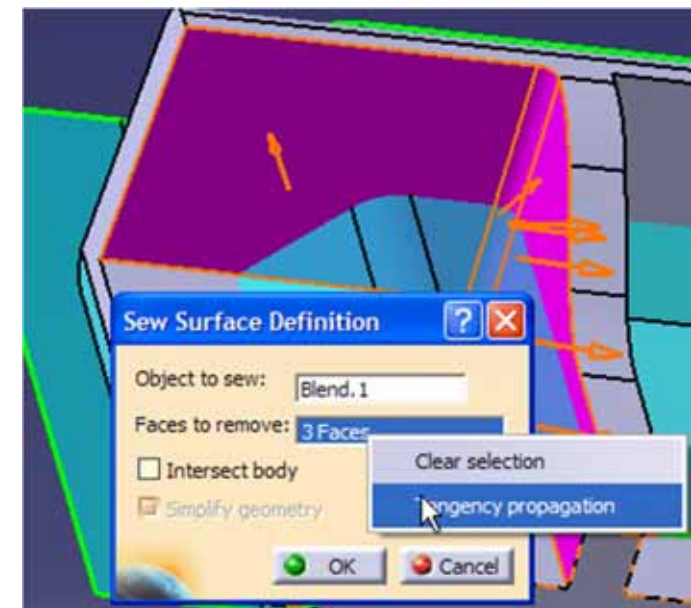
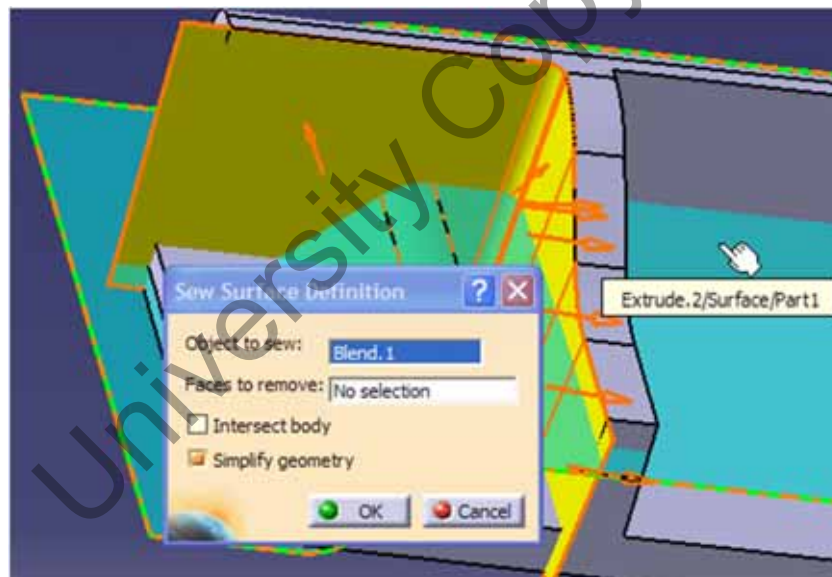


## • Optimización de forja y fundición.

Primero vemos que ya se han hecho una serie de superficies para definir:

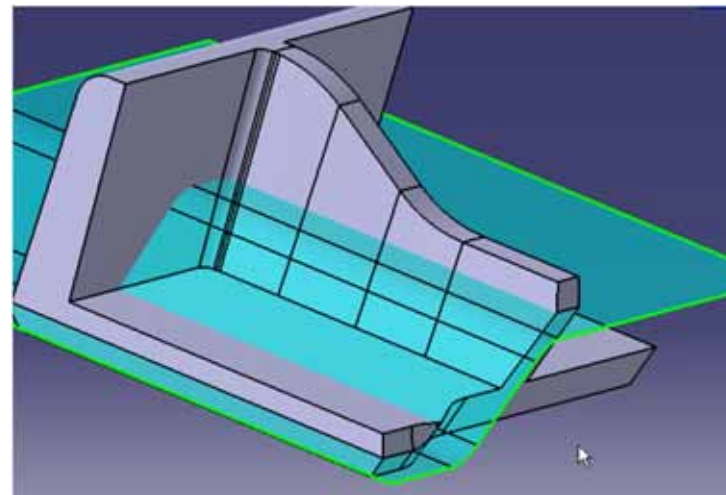
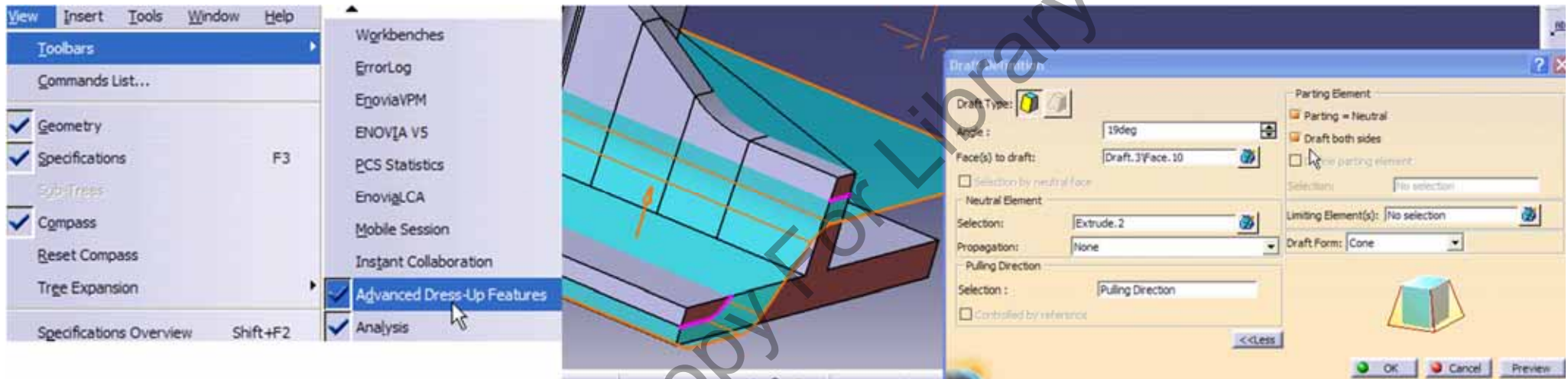
- Límite entre superior e inferior: "Surface" ->
- Límite superior: "Miscellaneous" -> "Sketch" + "Extrude"
- Ángulo: "Yellow surface" -> "Extract" + "Blend".

A estas superficies le vamos a añadir otras que sellen el conjunto añadiendo el ángulo de desmoldeo necesario.



- Ángulo de desmoldeo con Draft.

Para facilitar el trabajo de creación de ángulo de desmoldeo existe el icono “Draft”.

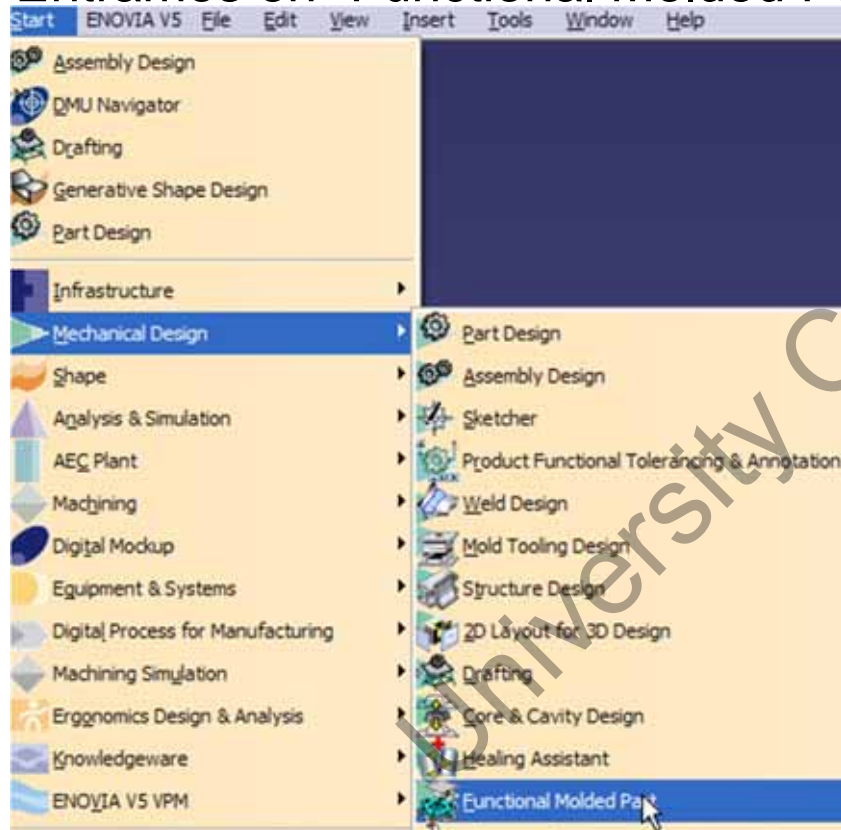




- “Functional molded part”.

Ya que la información de forja y fundición es escasa vamos a continuar con más módulos de inyección de los que se puede aplicar el conocimiento a fundición.

Entramos en “Functional Molded Part”.

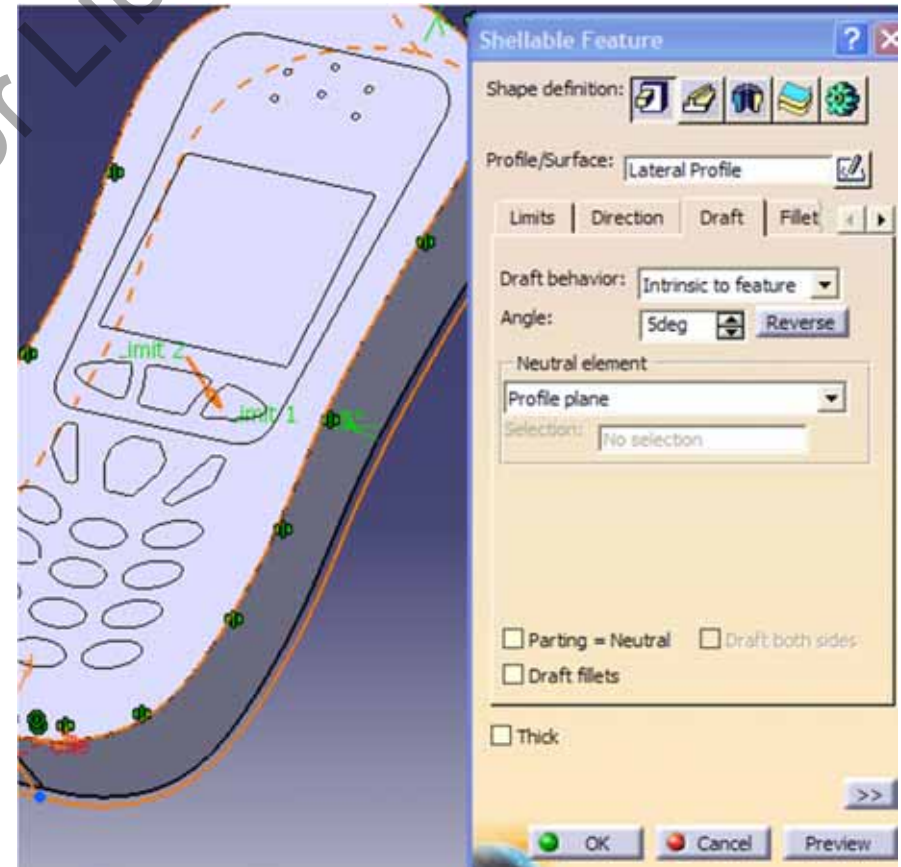
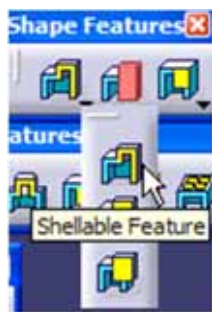


- Creación de sólido inyectado.

Para este ejemplo usaremos el teléfono del tutorial:

[\\Sdoc\software\PUBLIC\Exp\\_Grafica\DAO\Help\\_Catia\\_Online\online\fm1ug\\_C2\samples\Phone.CATPart](\\Sdoc\software\PUBLIC\Exp_Grafica\DAO\Help_Catia_Online\online\fm1ug_C2\samples\Phone.CATPart) .

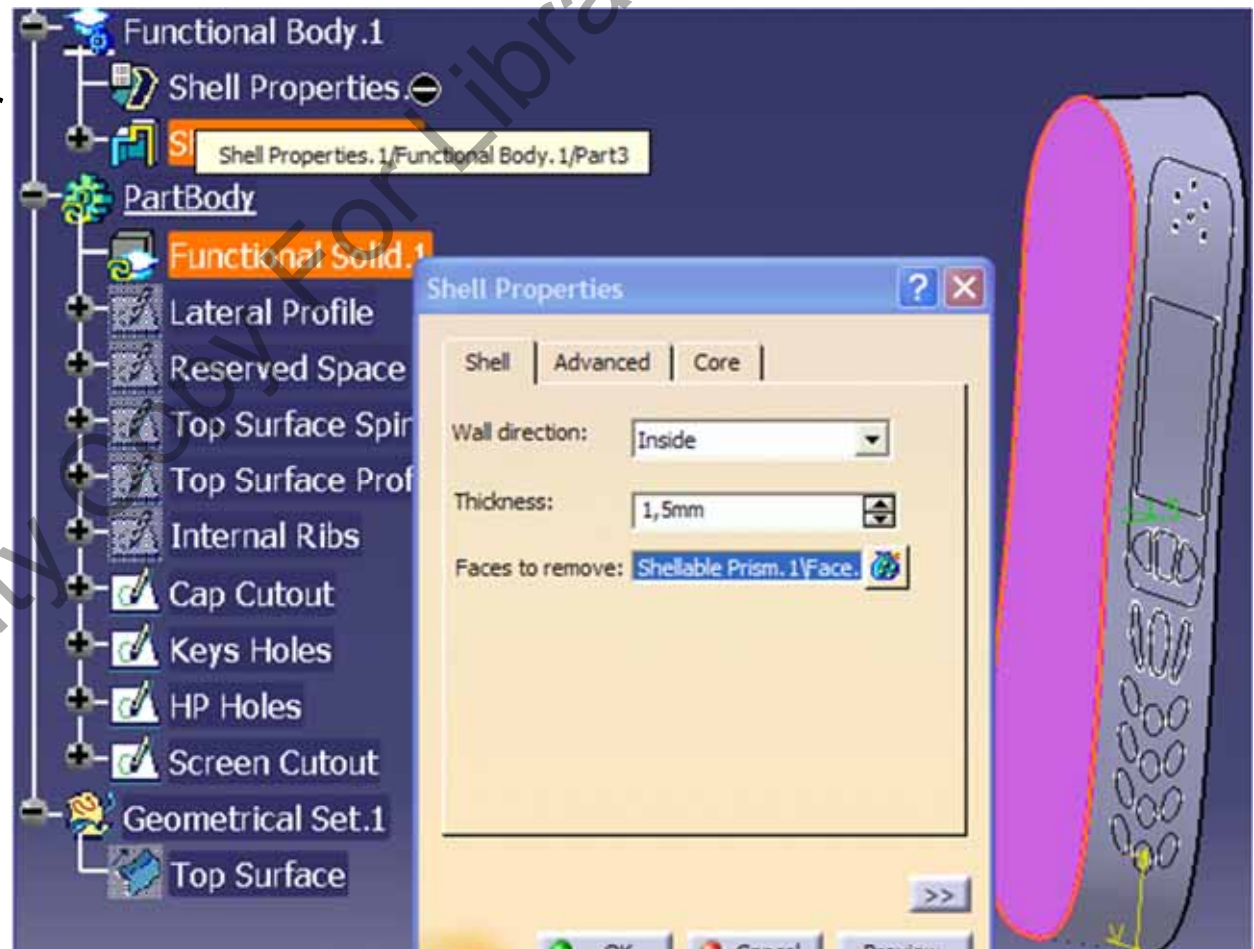
Al abrir el fichero vemos las curvas del diseño a partir del cual vamos a hacer la pieza con este nuevo “Workbench”.



- Edición de propiedades.

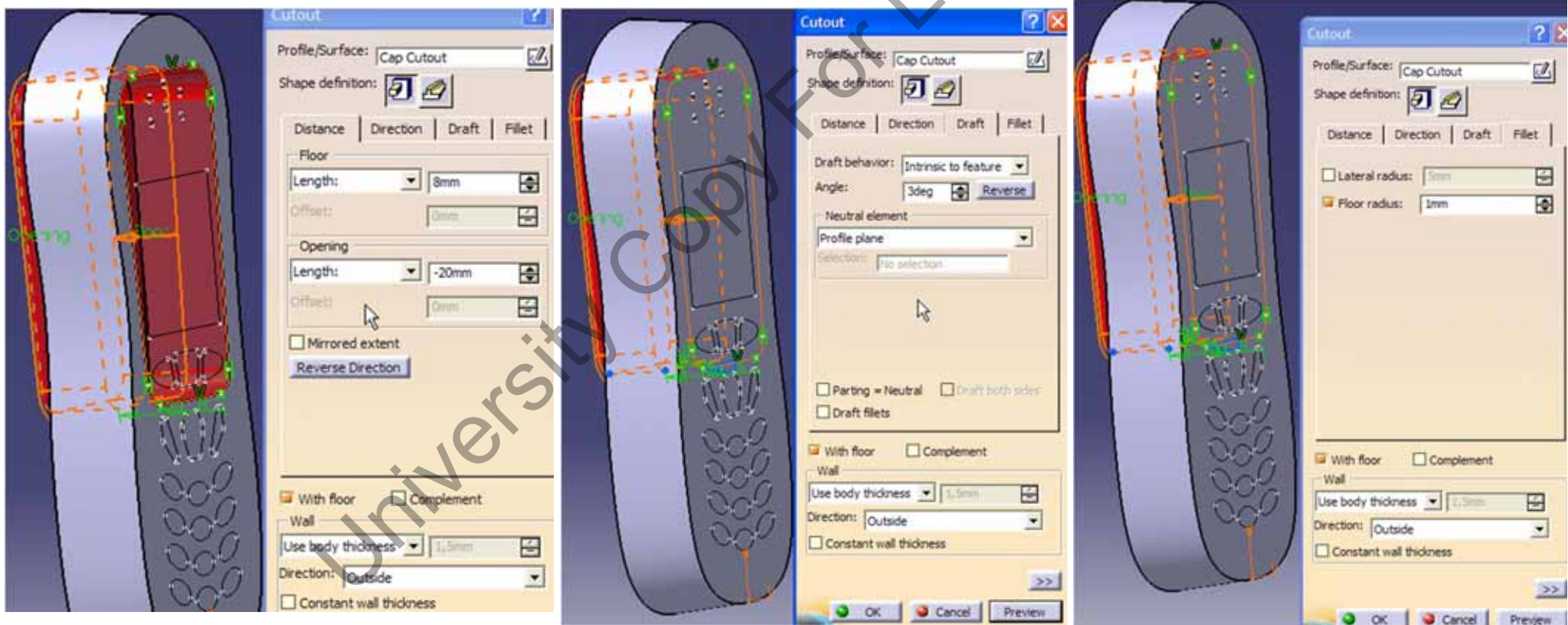
Al crear la pieza sólida se han ido creando propiedades en el árbol que podemos editar. Empezamos por el espesor de lámina (shell). Editamos las propiedades con “doble click”.

Seleccionamos la cara inferior para quitar.



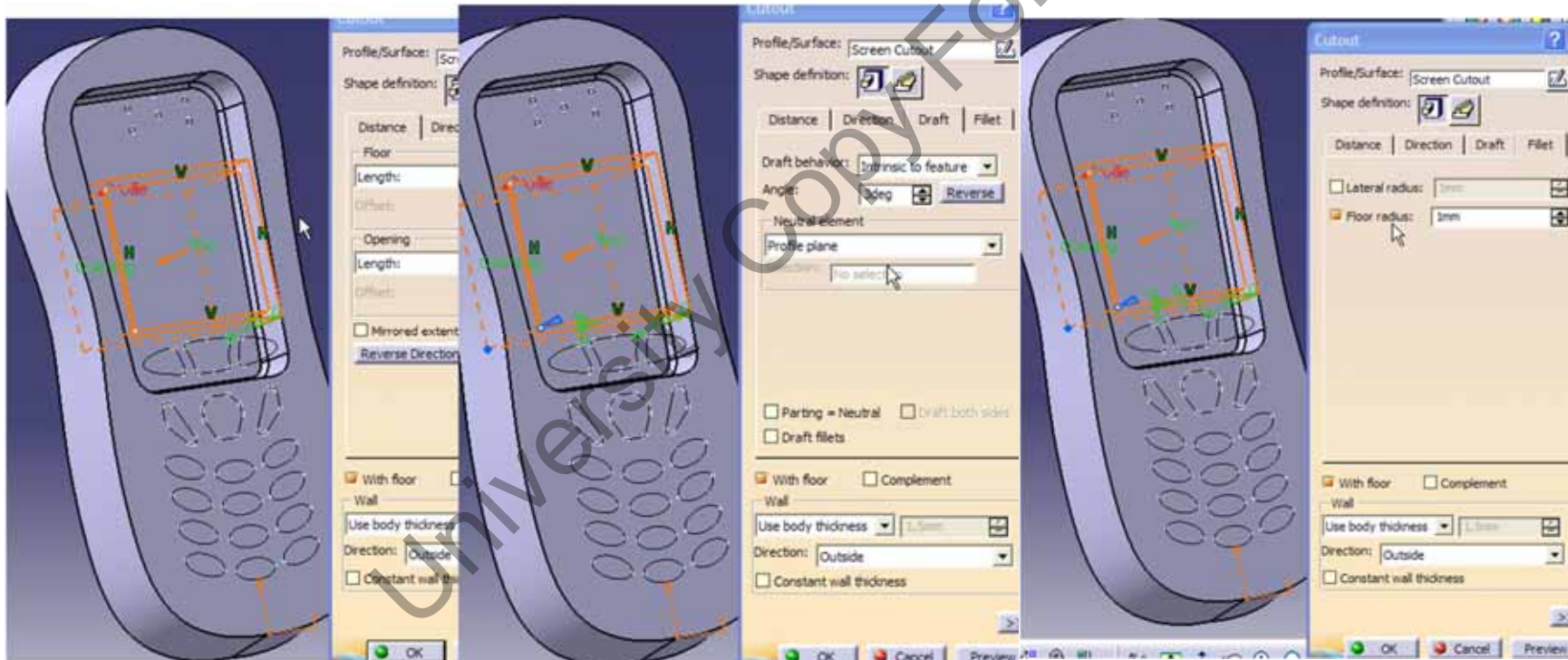
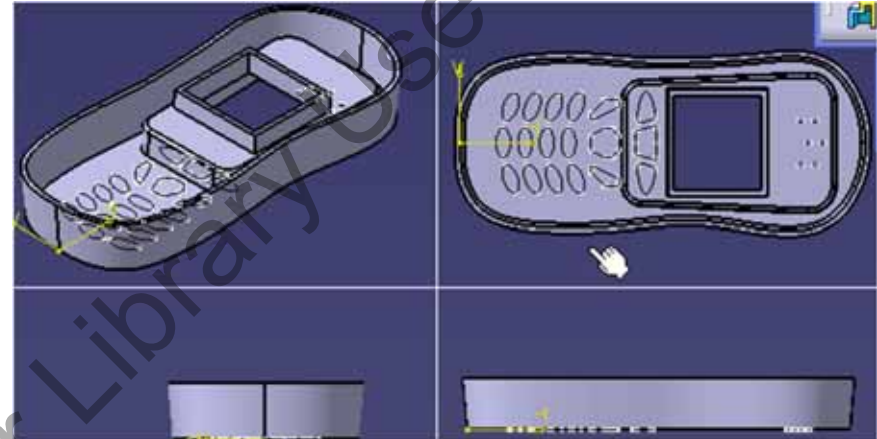
- Vaciar-hundir pieza.

Para hacer las teclas y pantalla hay que vaciar la pieza. Lo haremos en dos partes. Primero la zona de pantalla más botones de menú.



- Continuar vaciando-hundiendo.

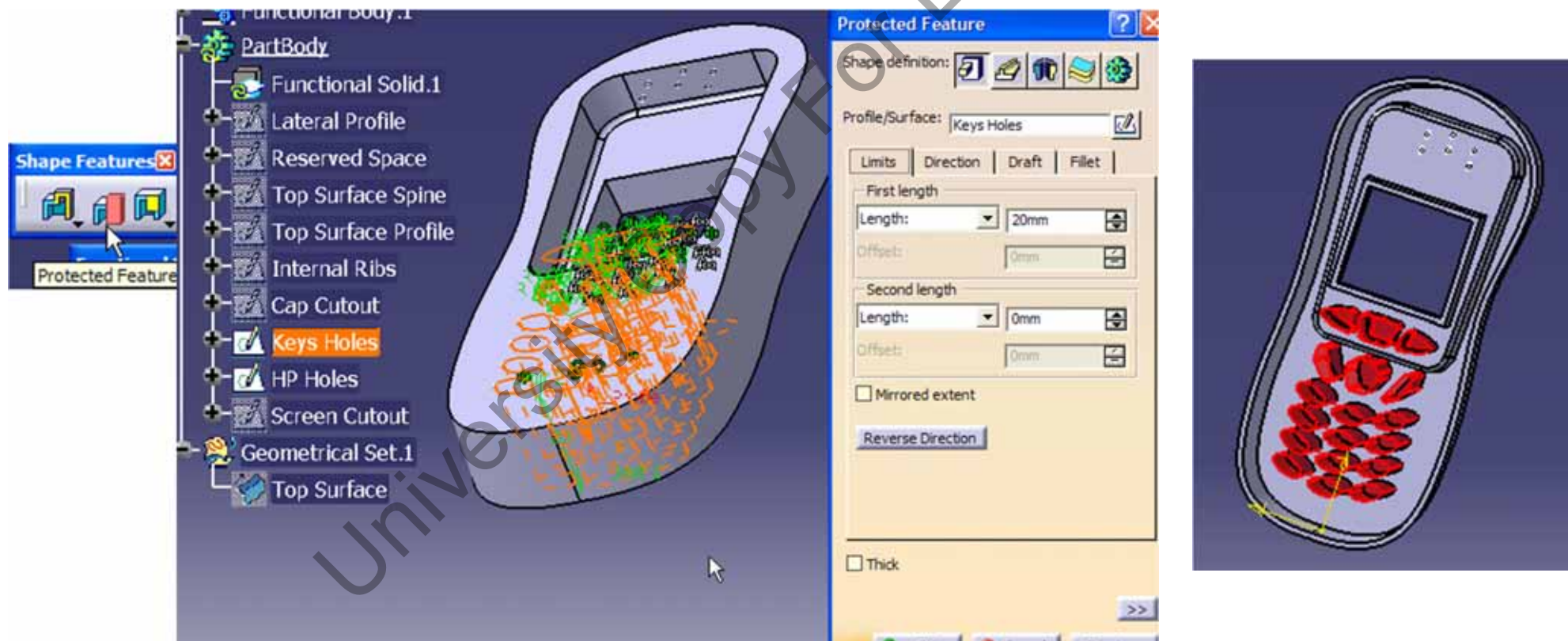
Continuamos hundiendo la pieza para alojar la pantalla.



- Perforar la pieza.

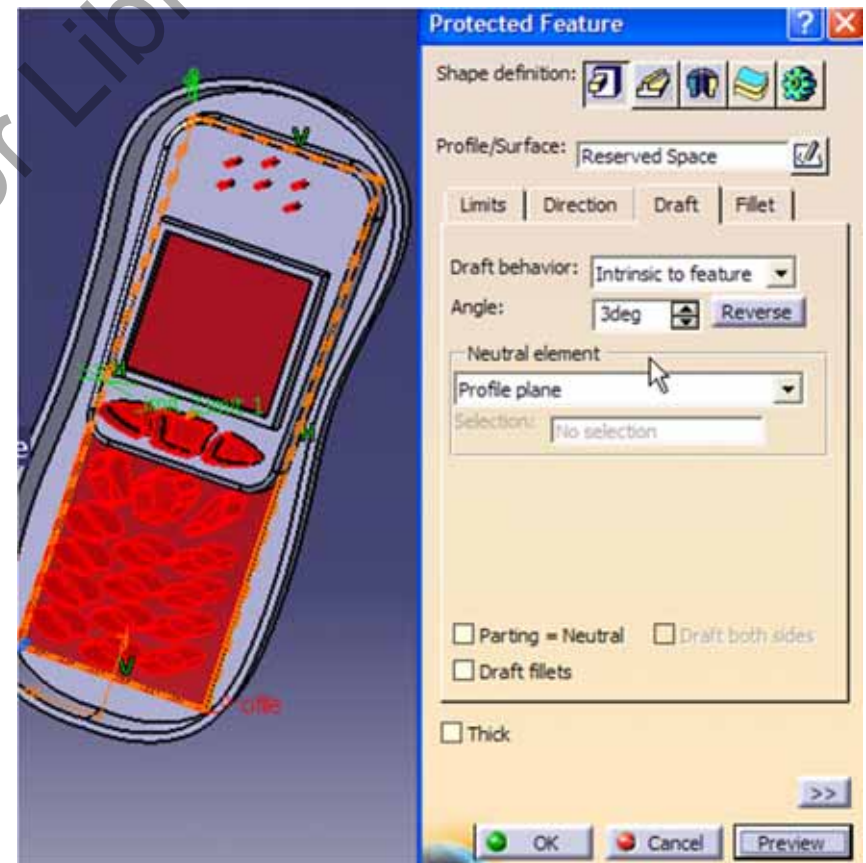
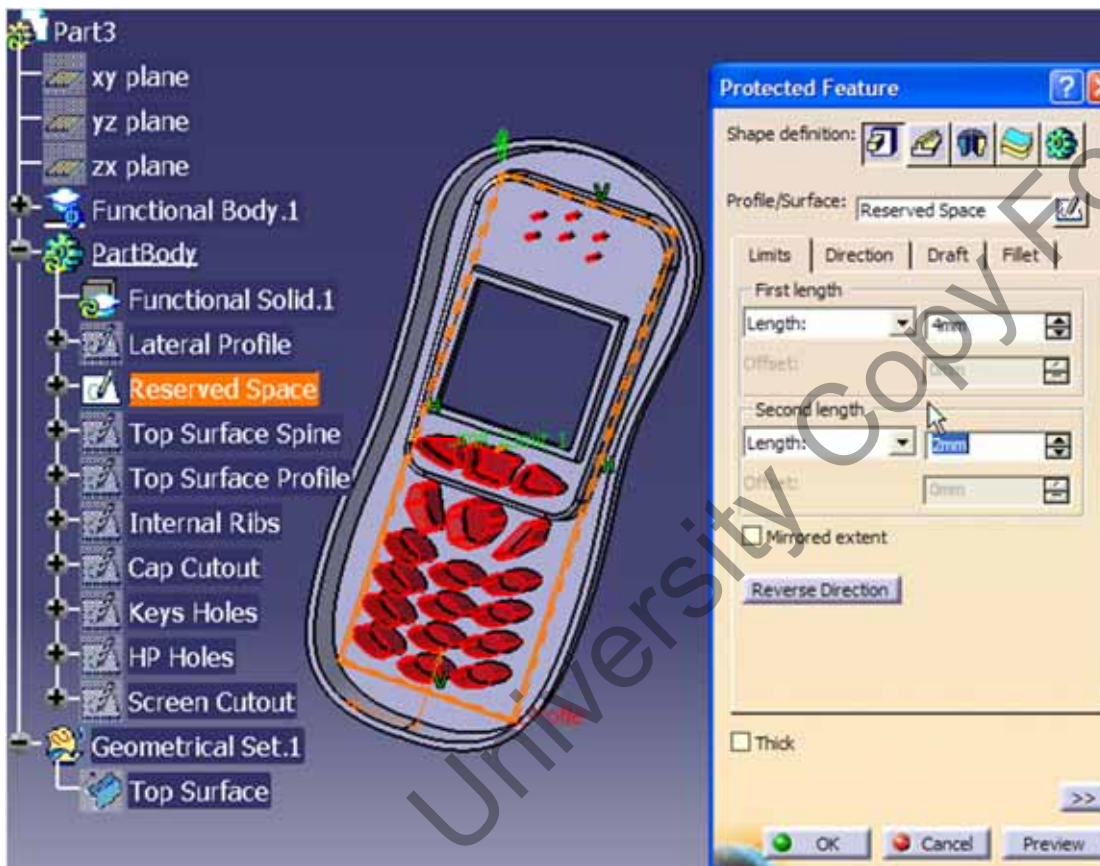
Para hacer los vaciados sin creación de paredes (Piercing) se usa el icono de definición de zonas protegidas. El resultado son prismas que definen zonas a no invadir por costillas u otros elementos.

Repetir con agujeros altavoz “HP Holes”



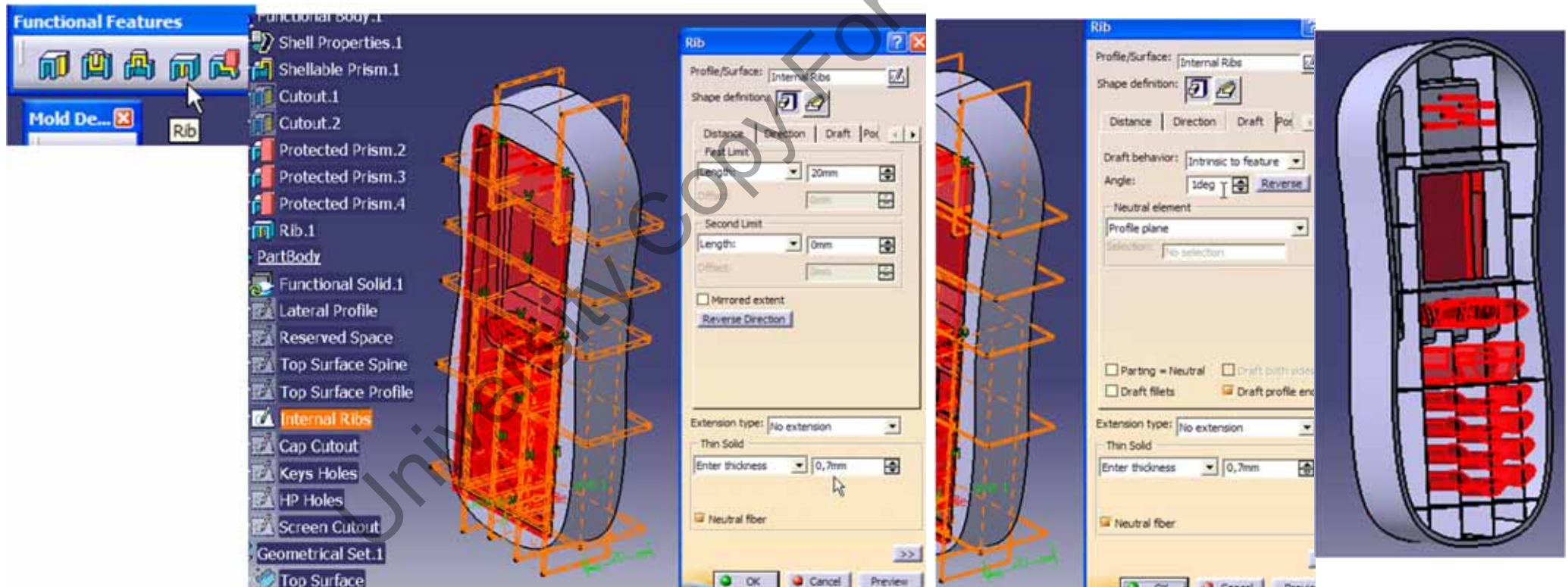
- Reserva espacio para mecanismo.

Repetimos las operaciones anteriores para reservar 2mm para el mecanismo.  
 Ahora si consideramos ángulo de desmoldeo para este espacio.



- Rigidificar con costillas sin invadir espacios reservados.

Para que la pieza de plástico sea rígida se pueden añadir costillas en la dirección de desmoldeo sin invadir las zonas protegidas reservadas para otros elementos. Para los costillajes hay que tener en cuenta que no queremos que se marquen en la cara vista. Para ello hay que hacerlos de la mitad del espeso de la pieza (por lo menos en la base) y así evitar “rechupes”.





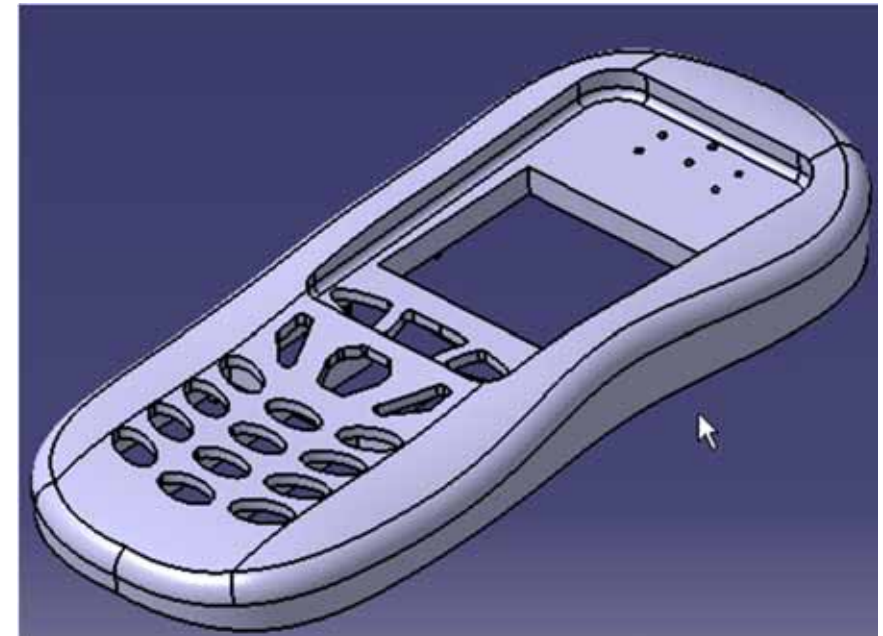
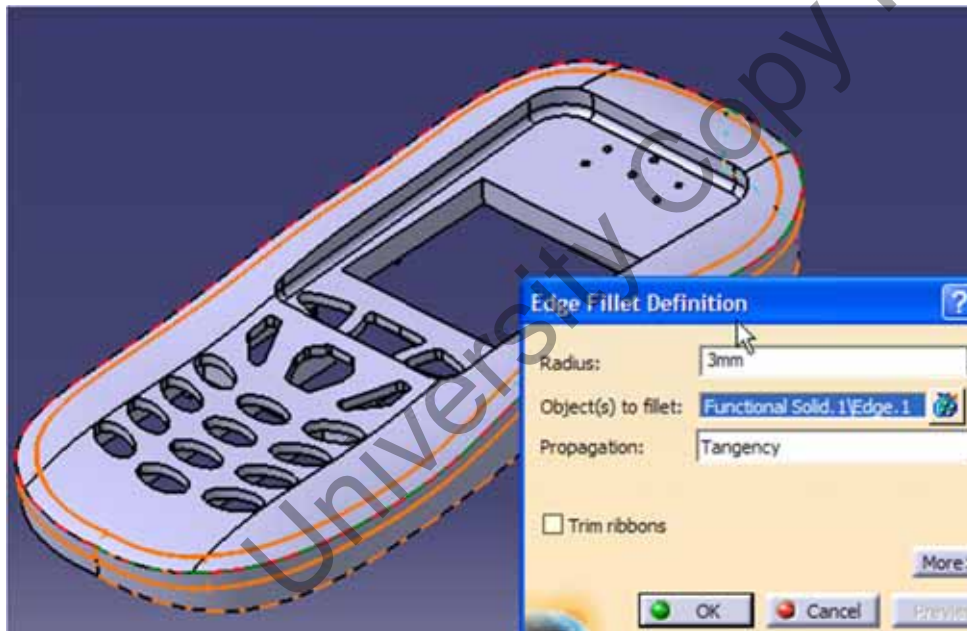
- Aplicar superficie de diseño a resultado plano.

Tal y como hemos realizado la pieza la superficie superior ha quedado plana y ahora la podemos modificar para que se ajuste a una superficie de diseño.



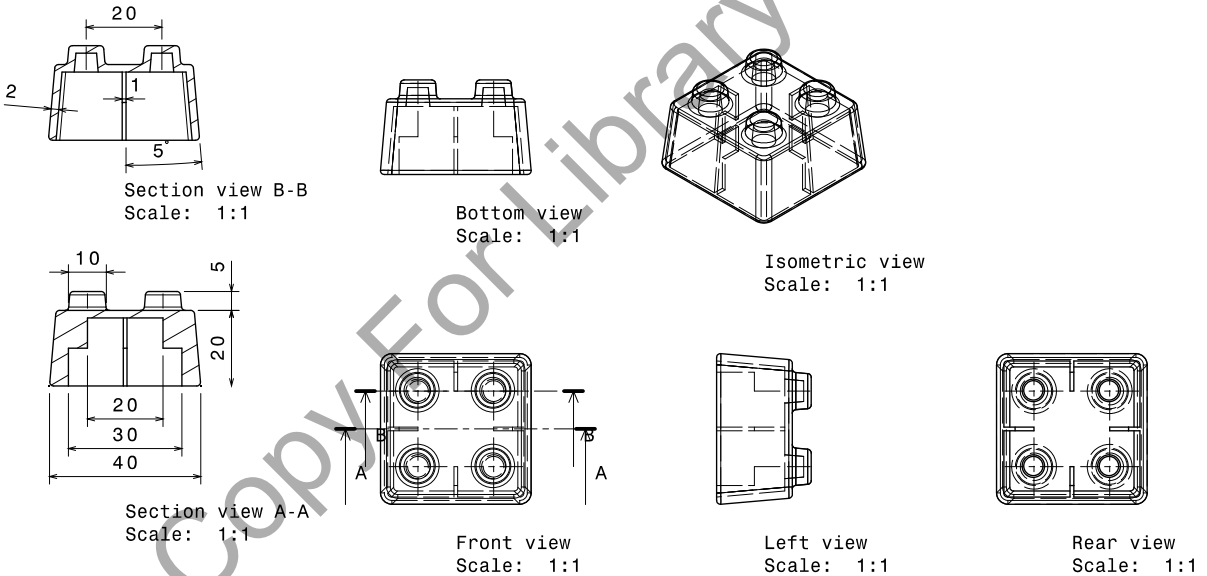
- Acabar la pieza con redondeos.

Para acabar la pieza hacemos los redondeos oportunos.



- Hacer pieza Lego pensando en molde.

Para acabar haremos la pieza Lego pensando en molde.



Section view B-B  
Scale: 1:1

Bottom view  
Scale: 1:1


Isometric view  
Scale: 1:1

Section view A-A  
Scale: 1:1

Front view  
Scale: 1:1

Left view  
Scale: 1:1

Rear view  
Scale: 1:1

x	x	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
Marca	Cantidad	Denominacion	Norma	Material y medidas
Modificaciones		 Escala 1:1	Unidades mm	Titulo del plano XXXXXXXXXXXX
		Fecha	Nombre	
		Dibujado	xx.xx.07 Apellido1 Apellido2	
		Comprobado		
		Aprovado		
		Archivo de ref. CAD:		Nº de hojas
		Plano nº:		Modificaciones

- Resumen.

- Introducción al módulo de definición de zonas para moldes y matrices con definición de zonas en las que es necesaria una deslizadera.
- Definición del tamaño mínimo de molde/matriz.
- Introducción a la creación de partes de molde con guías, placas de fijación, eyectores, puntos de inyección . . .
- Hemos visto como sellar “sew” una superficie a un sólido.
- Hemos introducido una forma de hacer piezas pensando en el molde.

SolidWorks

University Copy For Library Use

• Help sobre Moldes y matrices.

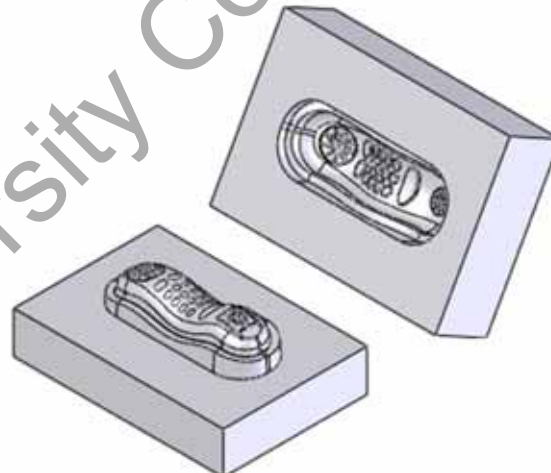
En SW2010 hay dos tutoriales.

Mold Design
<u>Molded Product Design - Advanced</u>
Multibody Parts
Pattern Features
PhotoWorks
Revolves and Sweeps
Routing - Electrical
Routing - Pipes and Tubes
Sheet Metal
Smart Components
SolidWorks API Tutorials
SolidWorks eDrawings
SolidWorks FloXpress
SolidWorks Motion
SolidWorks SimulationXpress
SolidWorks Utilities
SolidWorks Workgroup PDM
Surfaces
Sustainability *
TolAnalyst Tutorials
Toolbox
Weldments
All SolidWorks Tutorials (Set 1)

Parting Lines

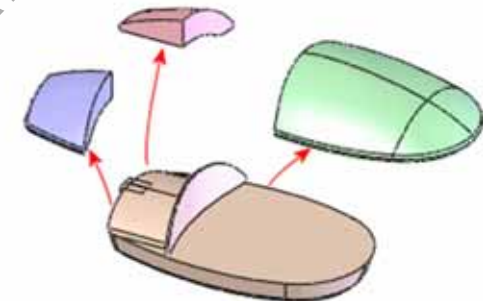


Starting model - courtesy of Marcelo Nicosia Isometrix Design, Inc.



Core and Cavity

Break out individual parts or bodies from the master part. In this tutorial, you break out four parts: right and left mouse buttons plus an upper and lower housing.

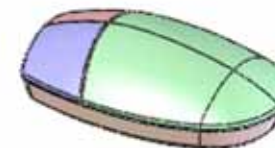


Add features to the individual parts (Not included in this tutorial)

For example, you could add a shell feature to the lower housing

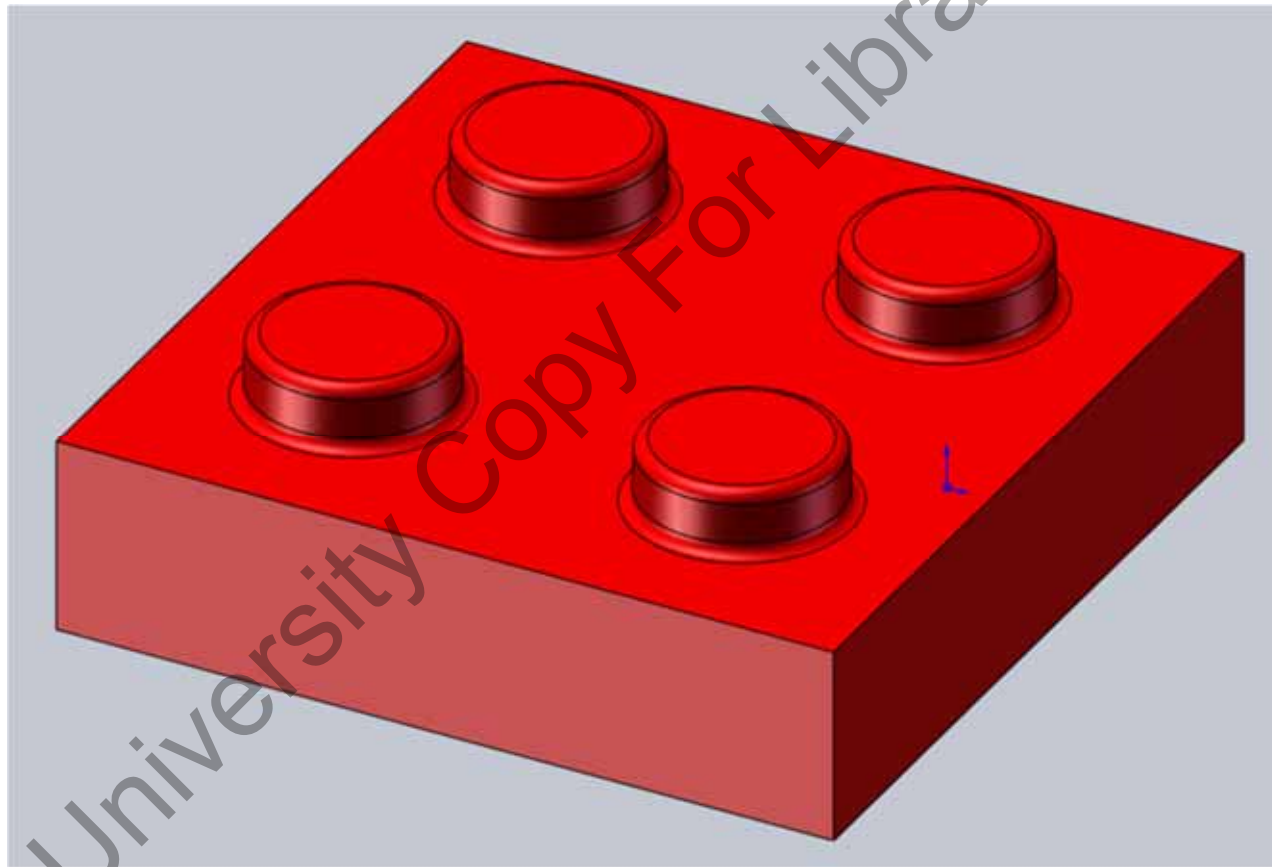


Create an assembly from the individual parts



- Ejercicio Molde.

Vamos a realizar el molde de una pieza de lego 2x2.

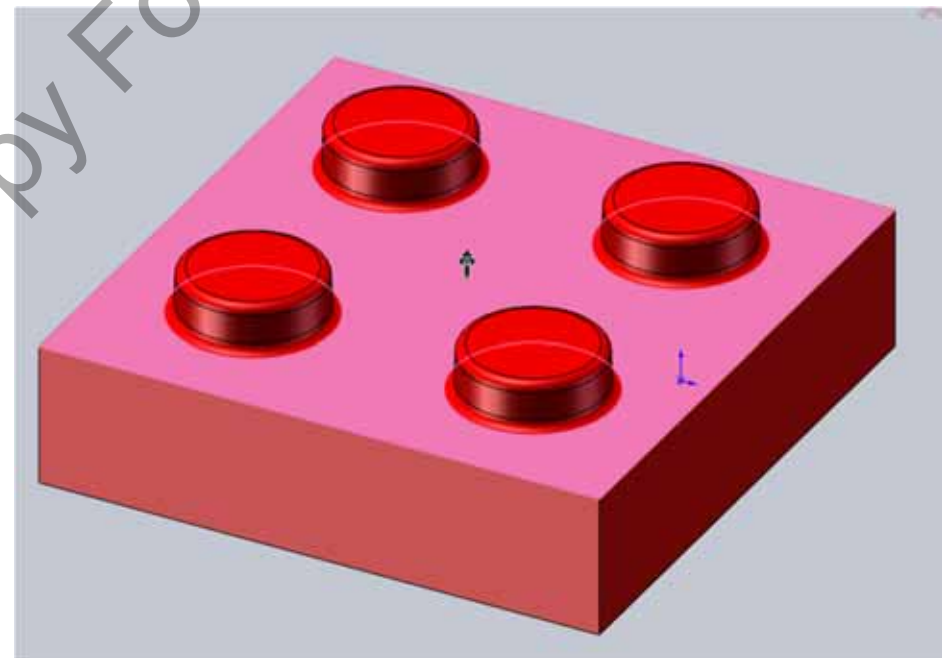


- Ángulo de desmolde.

Primero vamos a realizar un análisis de ángulo de desmoldeo. Utilizamos la herramienta Draft Analysis.

Seleccionamos la cara superior y la dirección de desmoldeo hacia arriba.

Ponemos el ángulo de desmoldeo de 1°.





- Ángulo de desmolde.

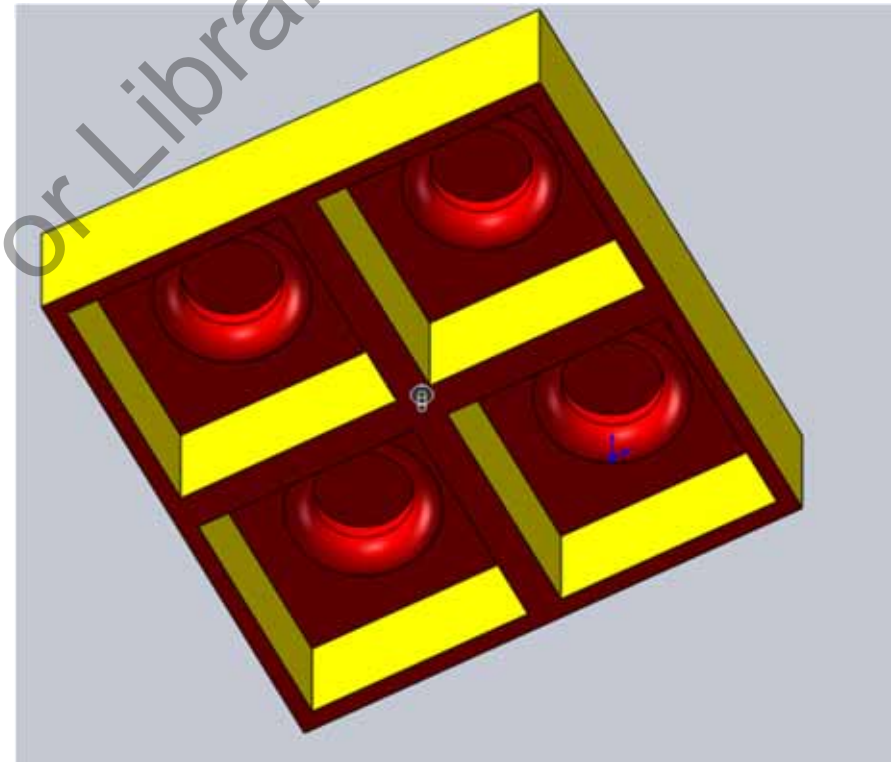
Con el mapa de colores podemos ver las caras que necesitan modificaciones.

Verde: Ángulo positivo

Amarillo: Requiere modificación

Rojo: Ángulo negativo

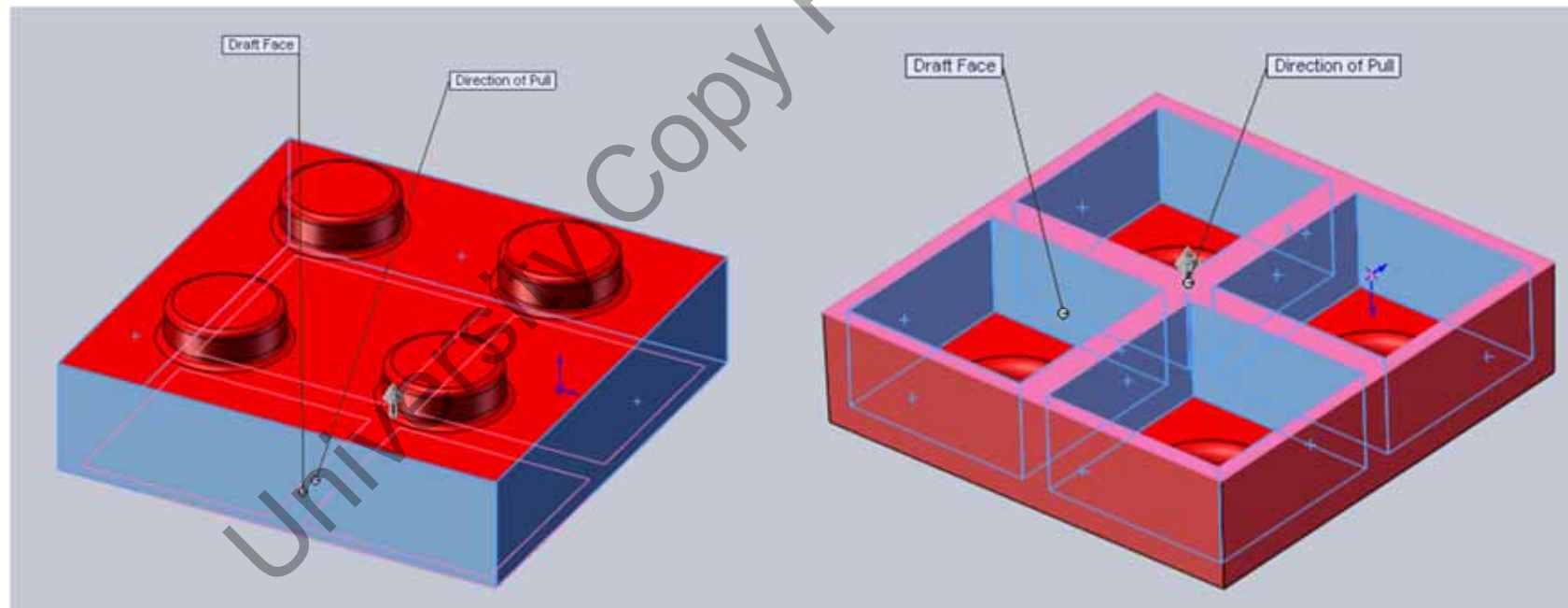
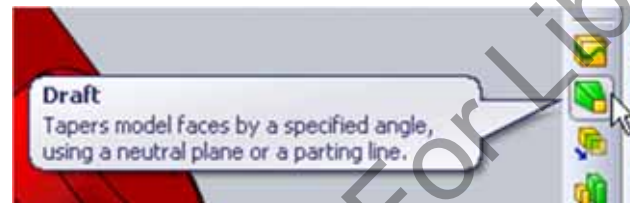
Azul: Straddle Faces.



Las Straddle faces son las caras que contienen tanto ángulo positivo como negativo. Es necesario separarlas en dos para prevenir que la pieza se quede atrapada en el molde

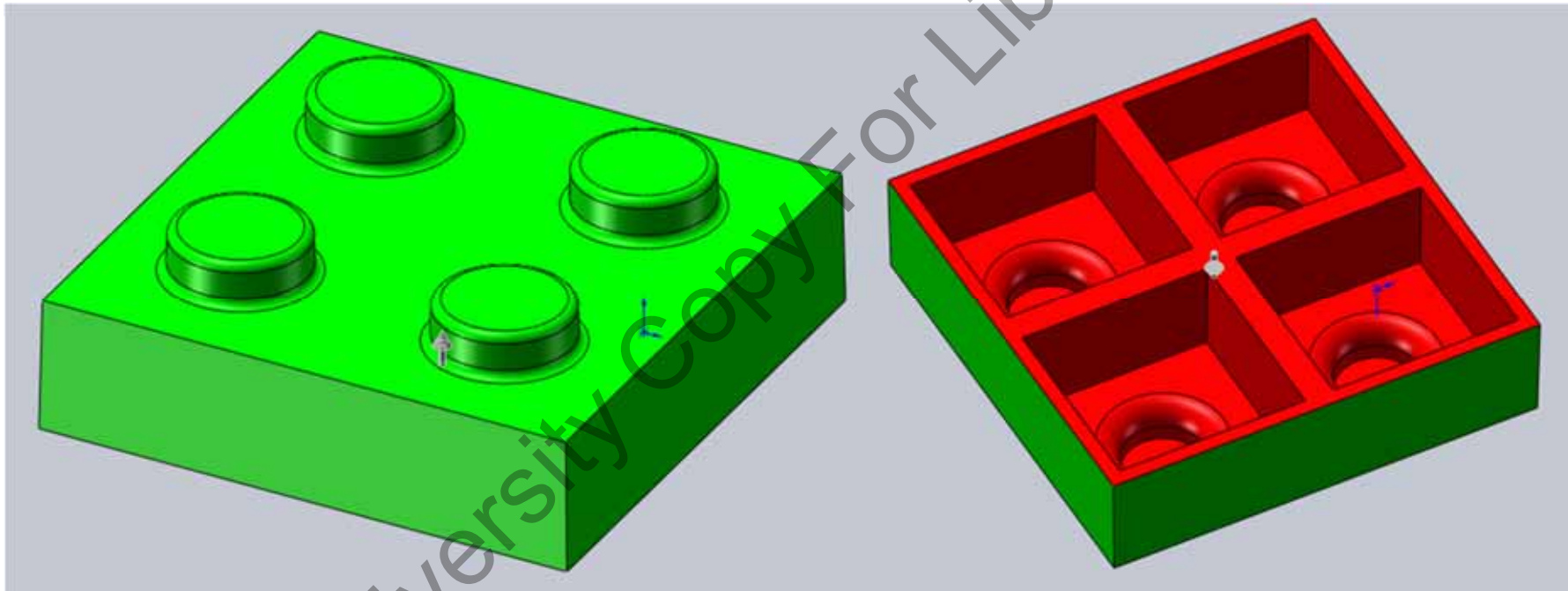
- Ángulo de desmolde.

Se les aplica un ángulo de desmoldeo a las caras que lo necesitan utilizando la herramienta Draft. Hay que tener en cuenta como va a desmoldearse la pieza para poner los ángulos correctamente.



- Ángulo de desmolde.

Si realizamos es análisis de ángulo de desmolde se puede ver que no tenemos ninguna cara que requiera alguna modificación.



- Escalado.

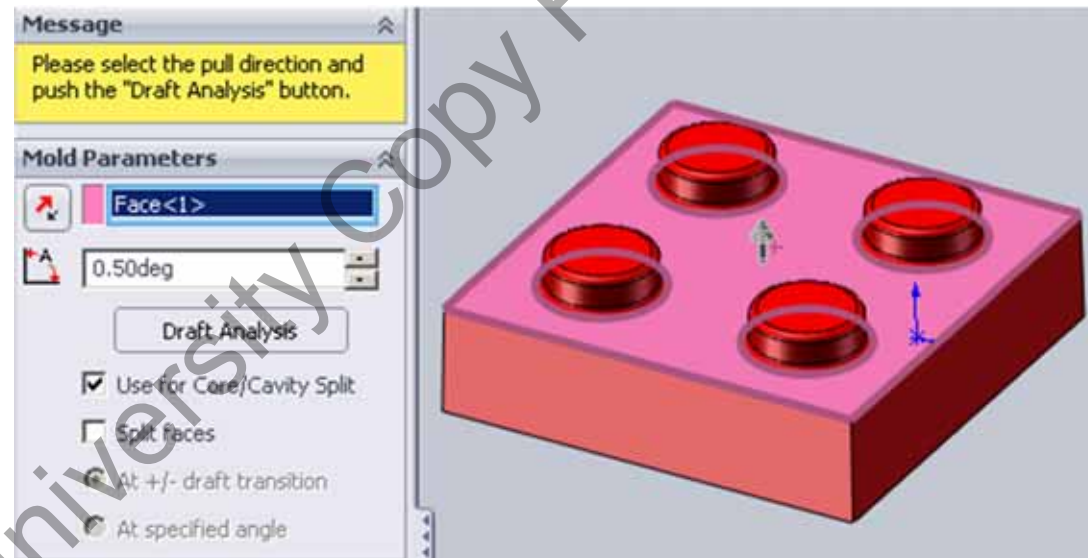
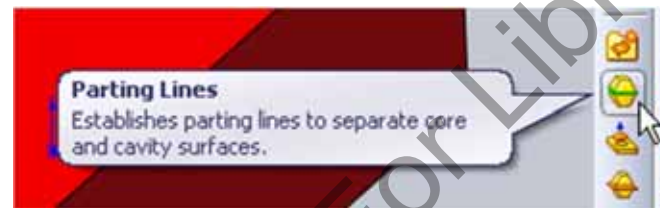
El escalado se utiliza para aplicar un factor de reducción para acomodar la cantidad de material que se va a contraer al enfriarse.

Realizamos escalado uniforme de 1.05 desde el centro de la figura.



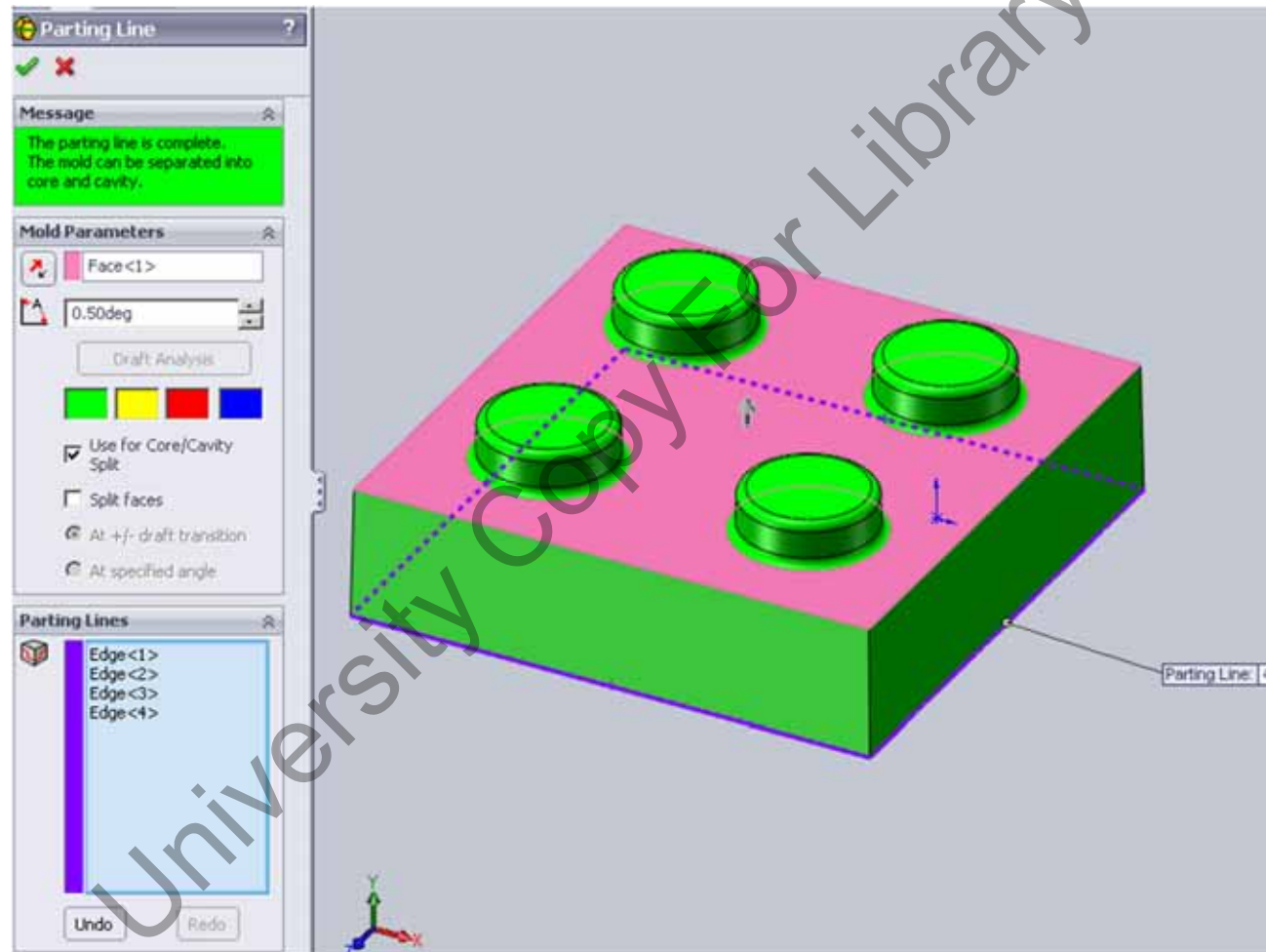
- Parting Line.

Ésta herramienta analiza el ángulo de desmolde y añade las líneas que separan las dos partes del molde, core y cavity.



- Parting Line.

Realizamos el Draft Analysis y aceptamos.



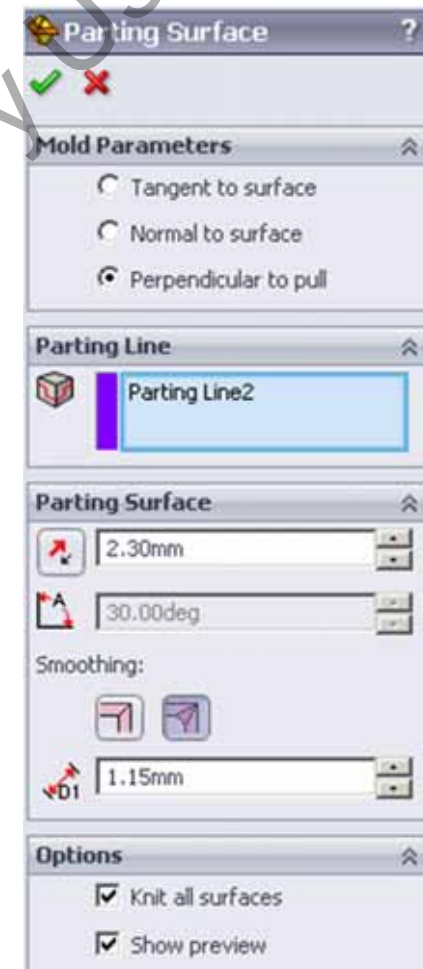
## • Parting Surfaces.

Esta herramienta crea una superficie a partir de las Parting Lines que servirá para separar el core y la cavity.

En Mold Parameters seleccionamos la opción de Perpendicular to pull ya que la superficie que separa las dos mitades del molde es perpendicular a la dirección de desmolde.

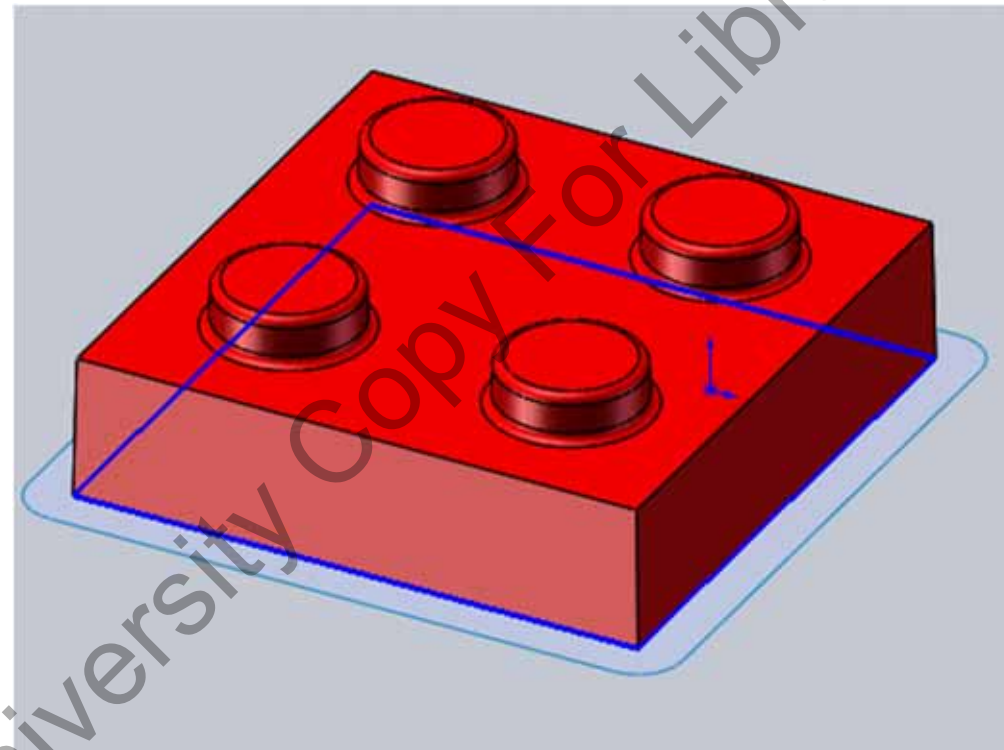
La distancia que podemos modificar en Parting Surface es el ancho de la superficie.

En Smoothing podemos escoger entre si queremos una transición angulosa o suave. Seleccionamos la transición suave y ponemos una distancia de 2.5mm. A mas distancia la transición entre los bordes será mas suave.



- Parting Surfaces.

Podemos ver la superficie creada.



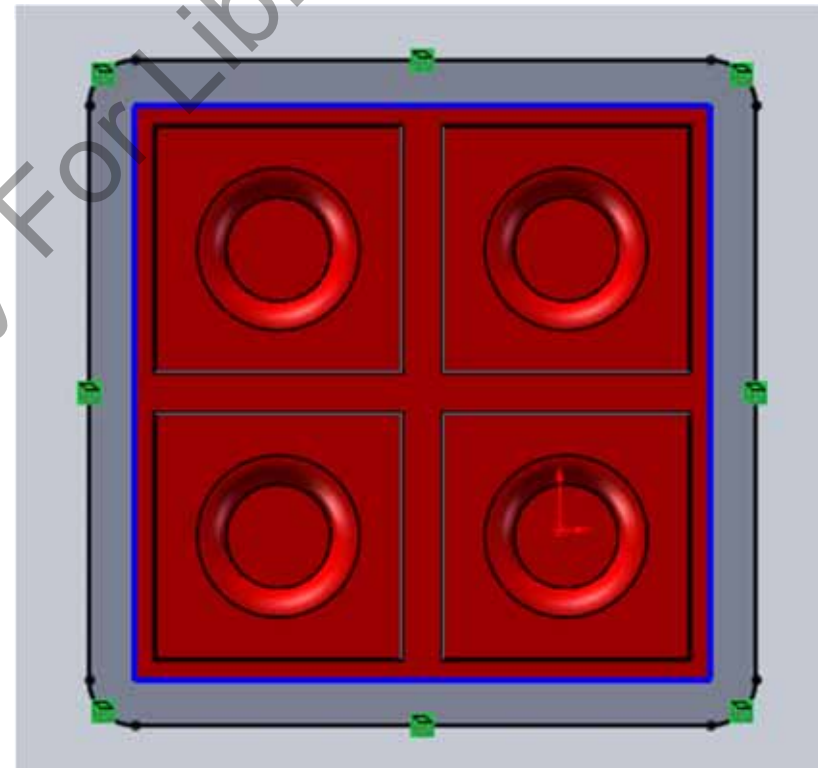


- Tooling Split.

Utilizaremos esta herramienta para crear el molde

Lo primero que se debe hacer es crear una Sketch en el plano dónde hemos realizado la Parting Surface.

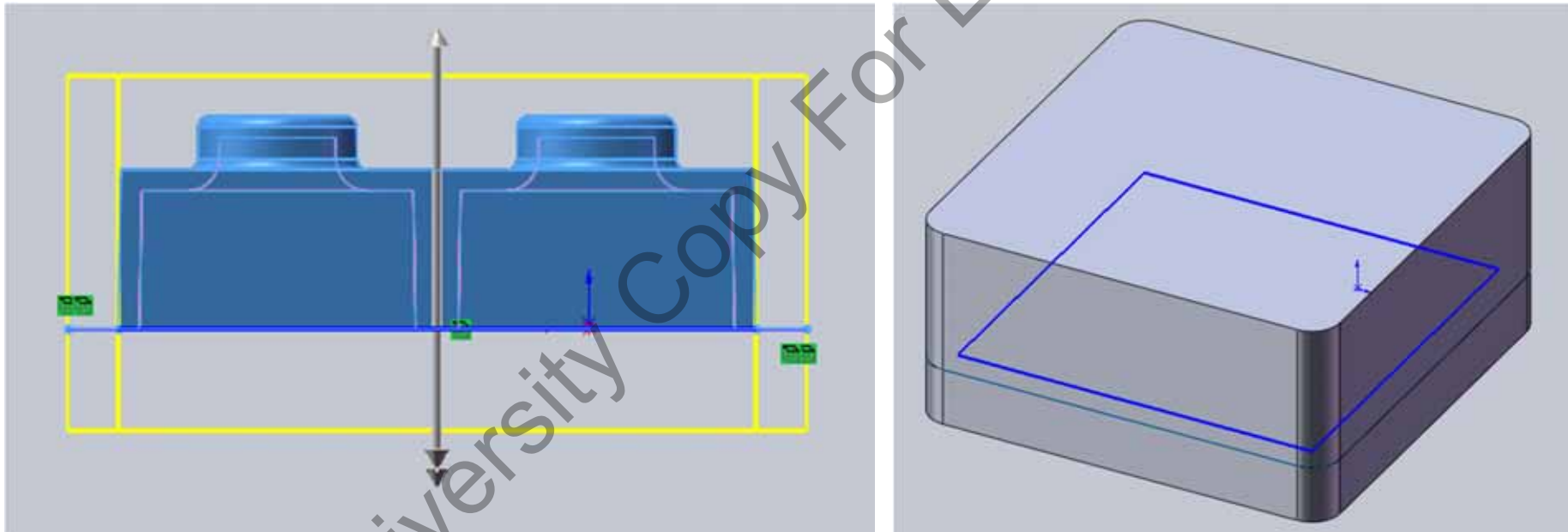
Realizamos un Convert Entities de la Parting Surface.



- Tooling Split.

Cerramos el Sketch y se abre el Property Manager de Tooling Split.

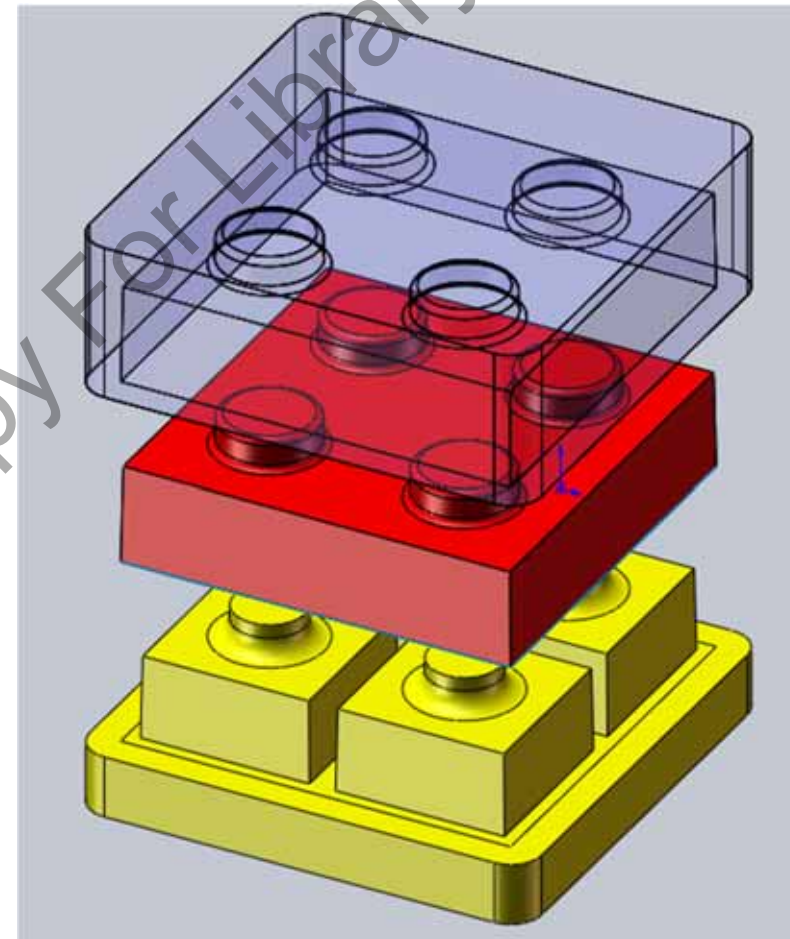
Tenemos que poner las alturas que tendrán la Cavity y el Core del molde.



- Mover molde y apariencia.

Movemos las dos partes del molde con la opción Move/Copy... (Insert ->Features).

Cambiamos la apariencia.



## • Guardar Molde

En la carpeta Bodies del Feature Manager podemos ver que existen tres cuerpos: La pieza original y otros dos que son las dos partes del molde.

Para guardarlas por separado con el botón secundario escogemos la opción Insert into New Part...



- **Modificaciones**

Si modificamos las medidas del Sketch1 (donde hay los valores de las variables), se modifica la pieza de lego.

Si miramos alguna de las dos partes guardadas por separado vemos que también se modifican.

University Copy For Library Use

- Resumen.

- Realización de moldes con SW.
- Ángulos de demoldeo.

University Copy For Library Use

University Copy For Library Use

Lego

- Lego.

Creamos el molde de una pieza de lego.

University Copy For Library Use

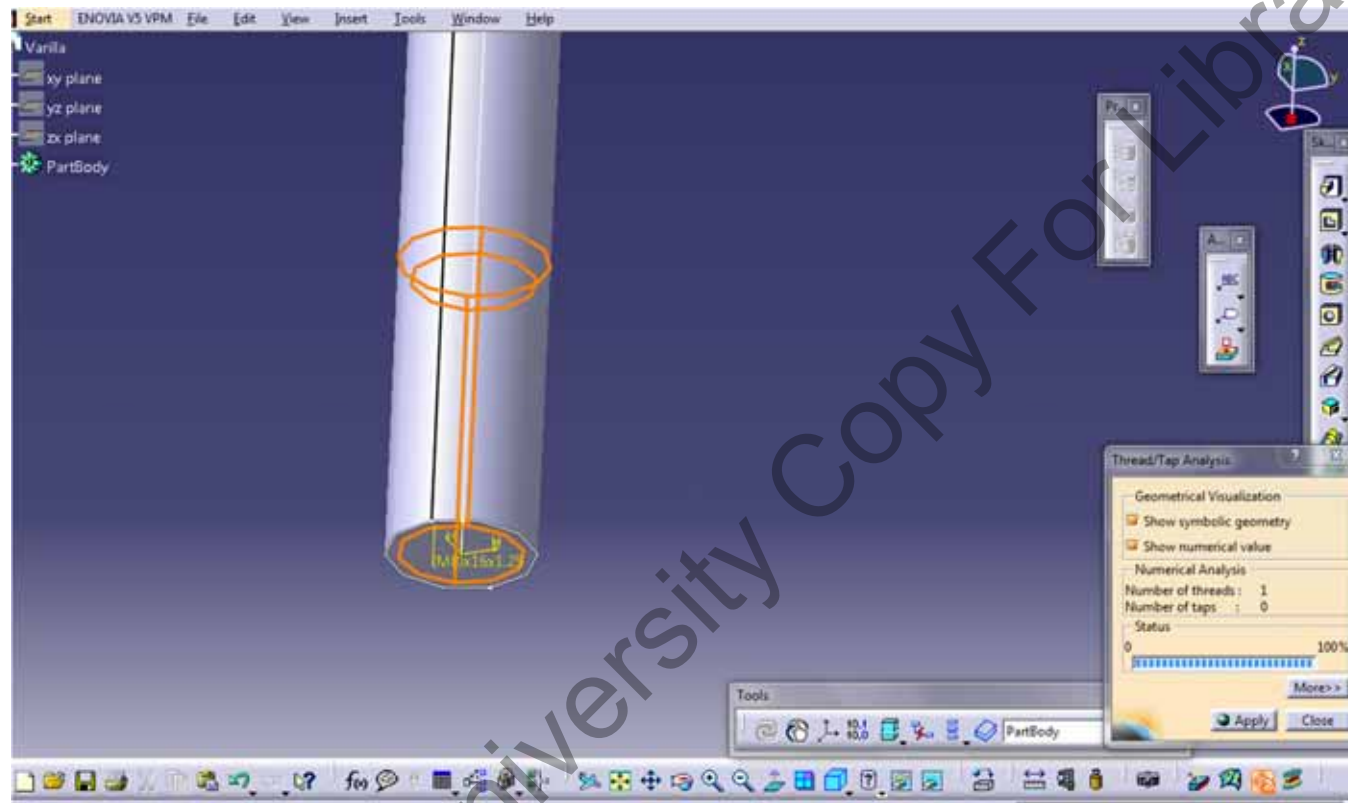


Proyecto

University Copy For Library Use

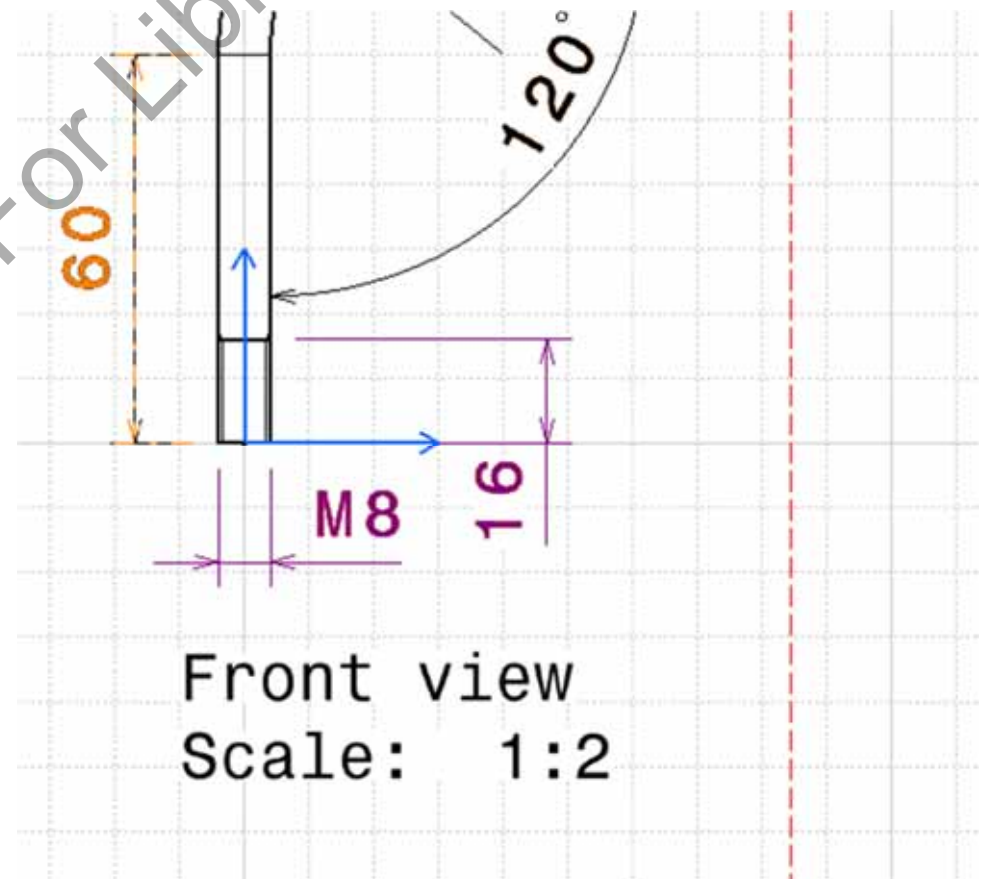
- Proyecto.

Continuamos trabajando en el proyecto con roscas y revisando la documentación



- Proyecto.

Activamos las roscas en los planos



## • Resumen de puntuación alcanzada.

0.10 de 1.00	CD y papel presentación del documento con poster en A3.
0.50 de 0.50	Espejo como croquis.
0.20 de 0.50	0.2 Varilla con 0.15 proceso mecanizado y 0.15 cálculo fuerza en la punta.
0.40 de 1.00	0.5 Goma tipo fuelle + 0.5 estudio medioambiental(S).
0.30 de 1.00	0.5 Carcasa espejo con desmoldeo + 0.5 inyección(S)..
0.30 de 1.00	0.5 Carcasa anterior + 0.5 como nube de puntos y desmoldeo
0.00 de 1.00	0.5 Moldes de carcasa anterior + 0.5 costing (S).
0.50 de 1.00	0.5 Chapa doblada y desdoblada + 0.5 costing (S).
0.00 de 0.50	Ergonomía (C)
0.20 de 0.50	Tornillos, tuercas y piezas normalizadas para las uniones.
0.00 de 1.50	Cálculo 0.5 aerodinámica, 0.5 vibraciones y 0.5 dilataciones.
0.00 de 0.50	Logo empresa moto pegado en carcasa.
0.20 de 0.50	Ensamblaje sin interferencias excepto elementos deformables/rosca cosméticas.
0.10 de 1.00	0.5 Planos de todas las piezas, 0.25 lista materiales y 0.25 explosionado.
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
<b>2.30 de 13.00</b>	<b>Total</b>

S09t.- Inyeccion plastico con SW  
y FDM con Axon.

Mejora 1213....

University Copy For Library Use

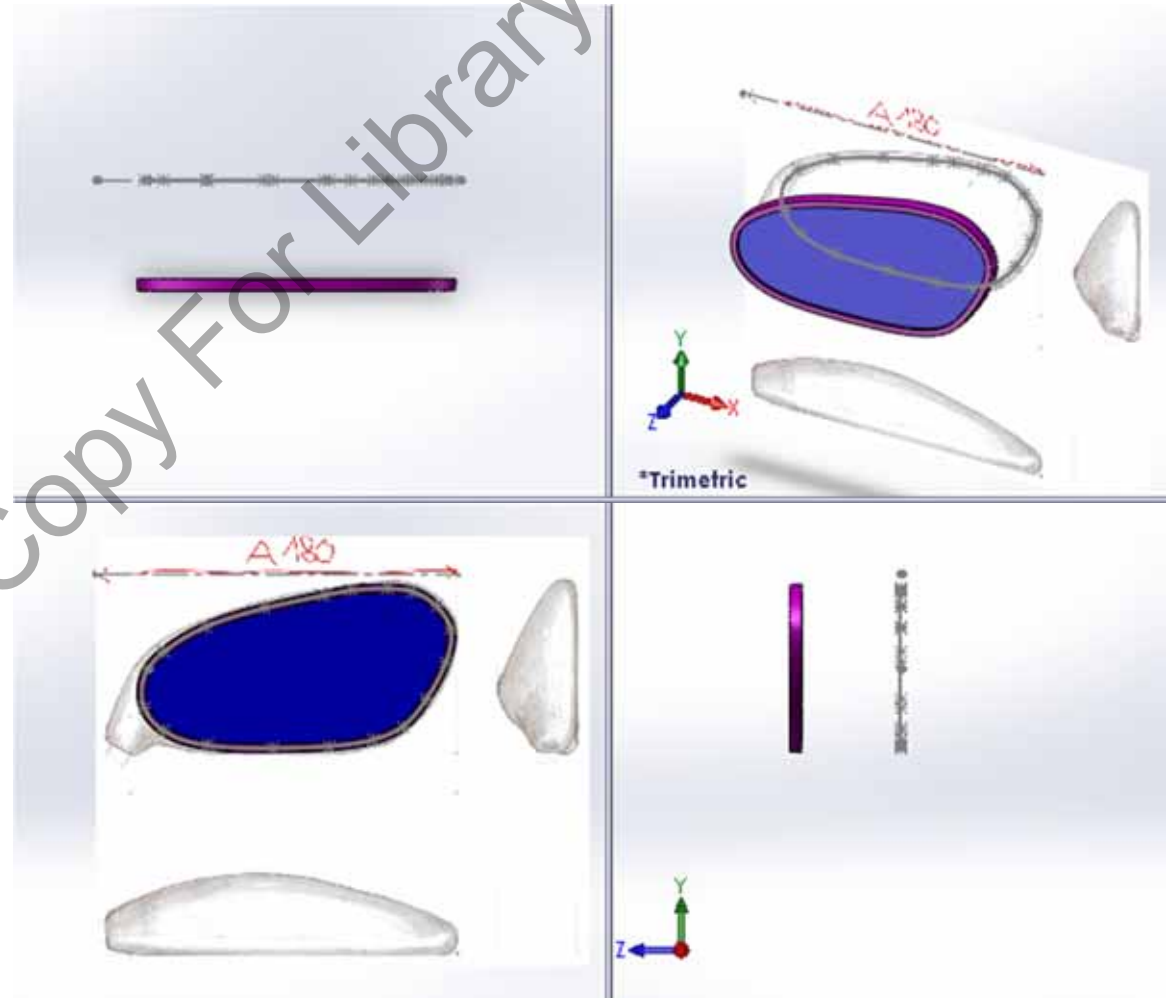
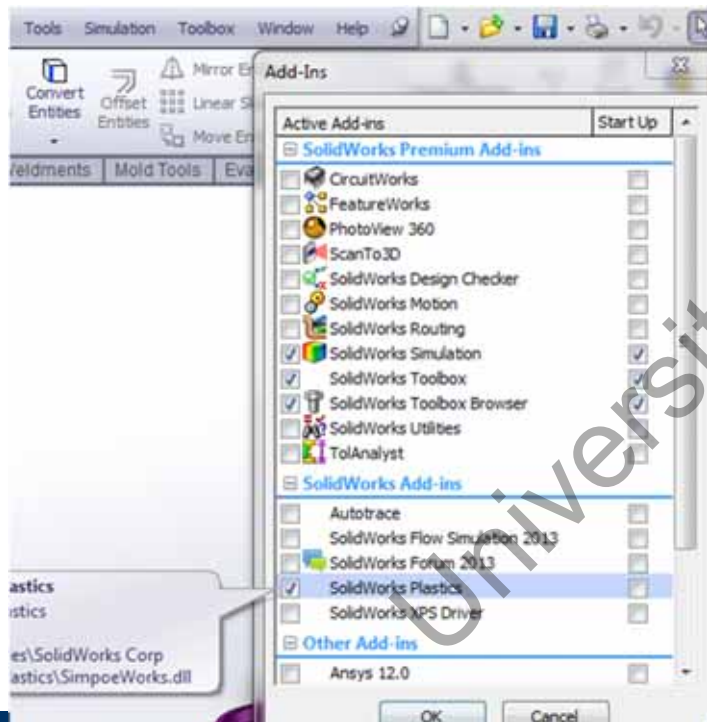
- Repaso última sesión.
  - Construcción de moldes y matrices.
  - Detección de zonas con problemas de desmoldeo.

University Copy For Library Use

- Inyección de plástico.

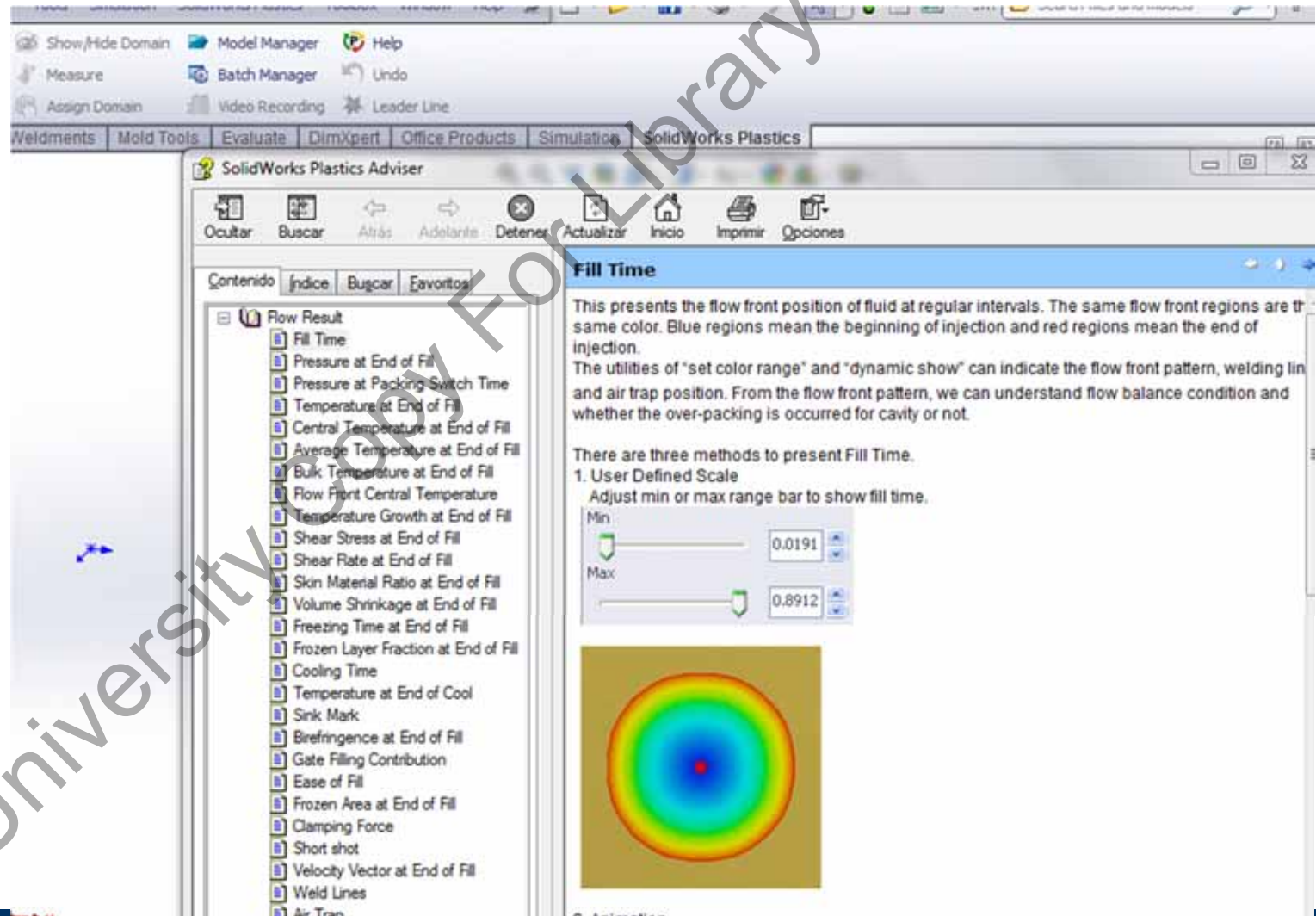
Desde SolidWorks para cualquier pieza podemos hacer la simulación de la inyección de plástico.

Vamos a usar de ejemplo la carcasa de espejo del proyecto activando el complemento de SolidWorks Plastics.



- Help.

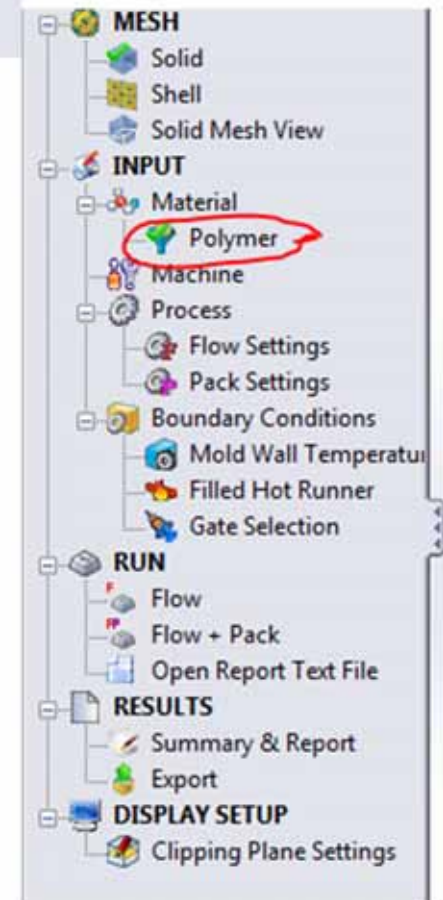
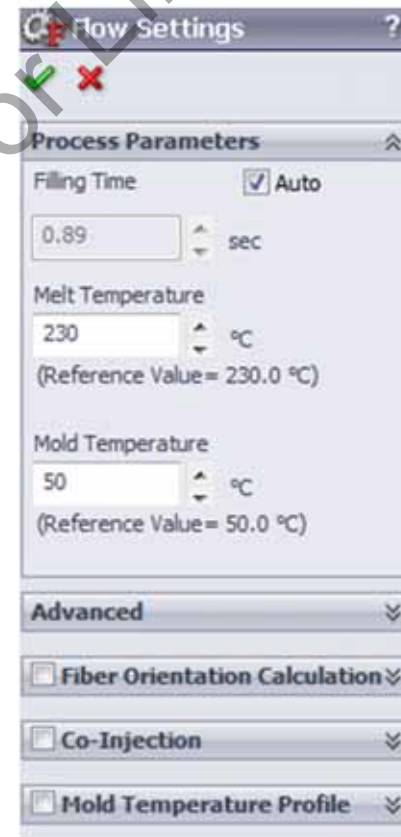
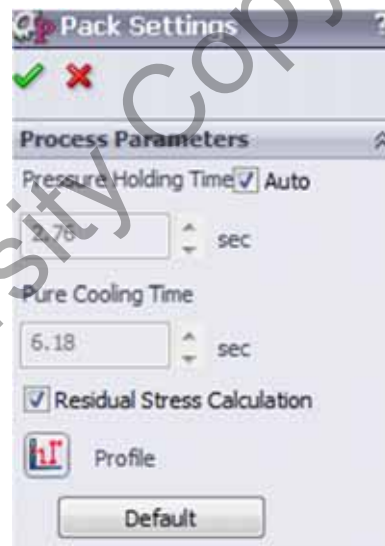
Al activar la licencia accedemos a un menú de ayuda que nos puede guiar.



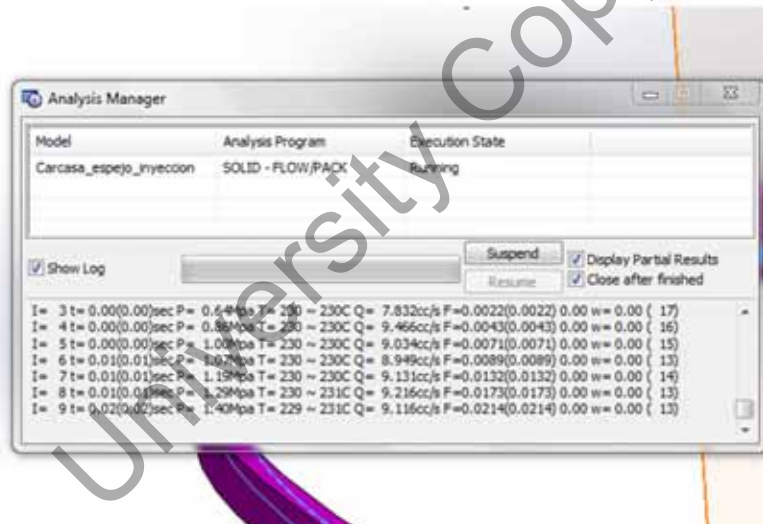
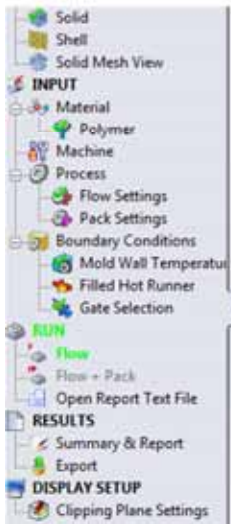
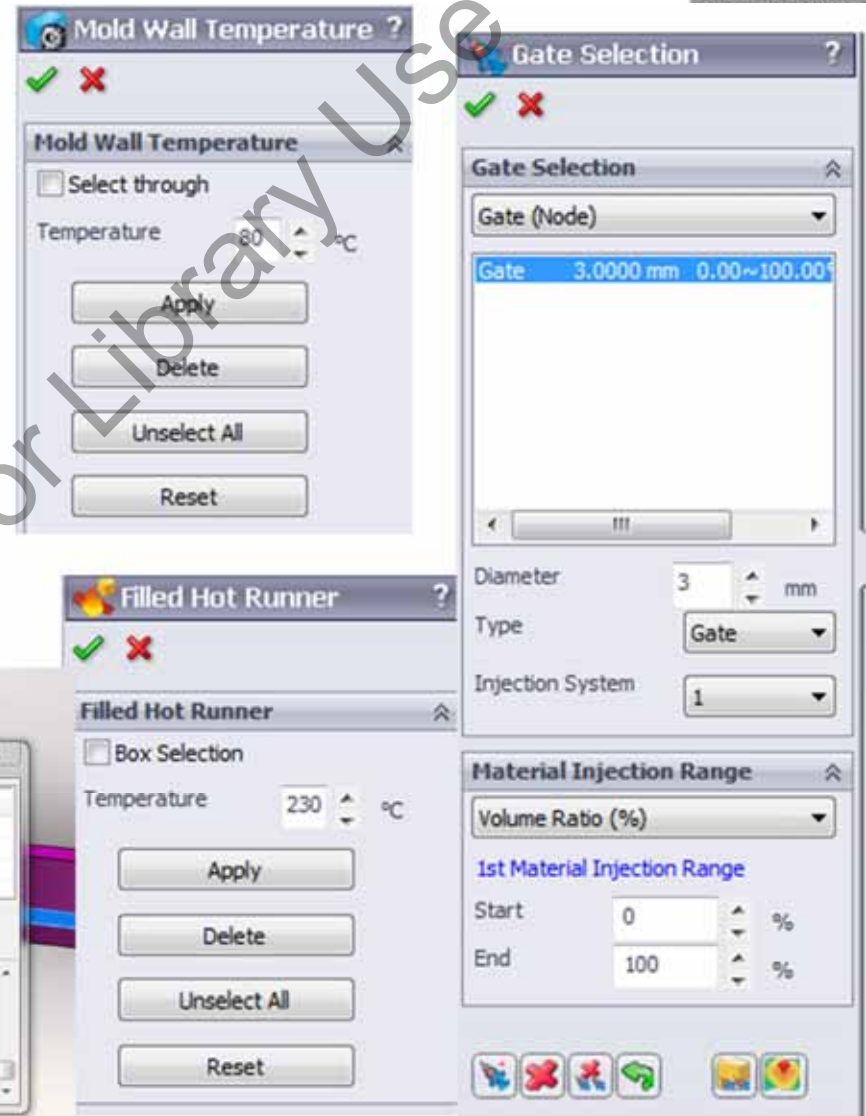


- Simular inyección.

- 1.- Definir el sólido a simular en auto.
- 2.- Definir el polímero de la base de datos.
- 3.- Definir la máquina de inyección si la sabemos.
- 4.- Definir las temperaturas de flow.
- 5.- Definir los tiempos de presiones.

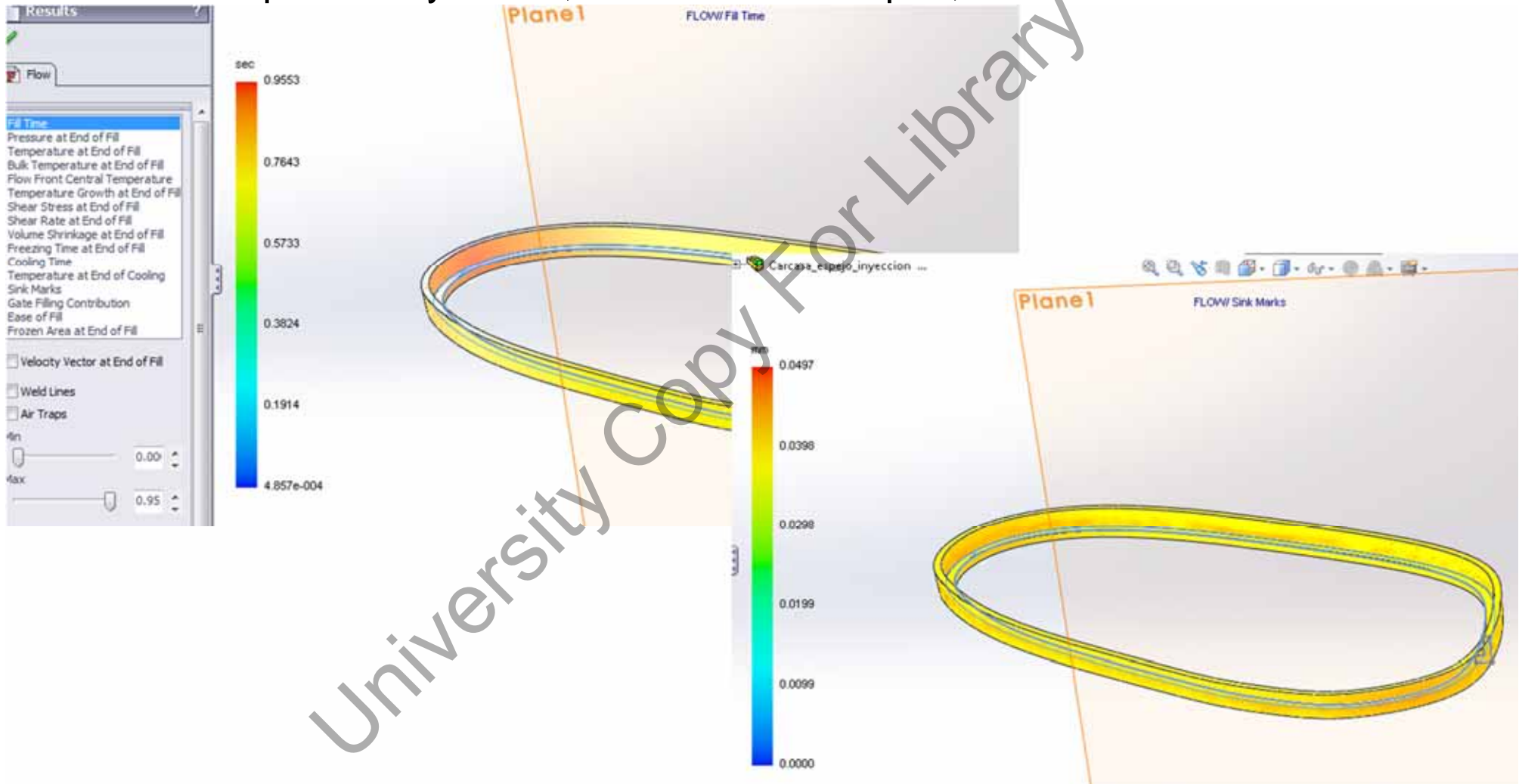


- Simular inyección.
- 6.- Definir temperaturas de paredes.
- 7.- Definir zona calefactada.
- 8.- Añadir entrada de inyección.
- 9.- Ejecutar Flow



- Postprocesar.

Mirar los tiempos de inyección, marcas de rechupes,...



FDM con Axon

University Copy For Library Use

- Imprimir con la impresora BFB 3000+. Dibujar 3D

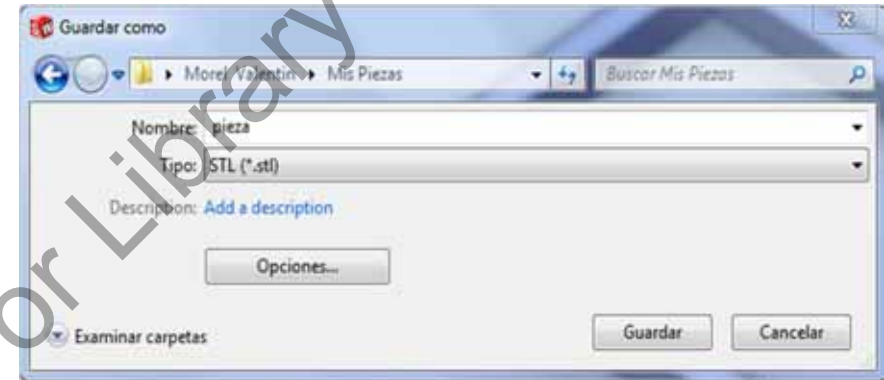
**Dibujar** pieza con un programa de CAD

Guardar esta pieza en **formato STL**

Archivo -> Guardar Como... -> Tipo : **\*.stl**

Asegurarse exportar en ASCII:

ir a “Opciones” y seleccionar “**ASCII**” y tolerancia



Aceptar y Guardar.

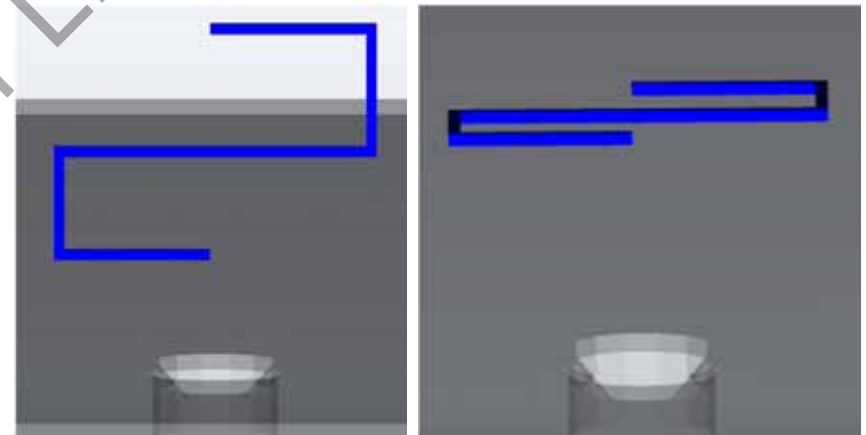


- Preparar pieza con Axon.

Iniciar la programa “**Axon 2**” y abrir el fichero “**pieza.stl**”. Para instalar Axon:

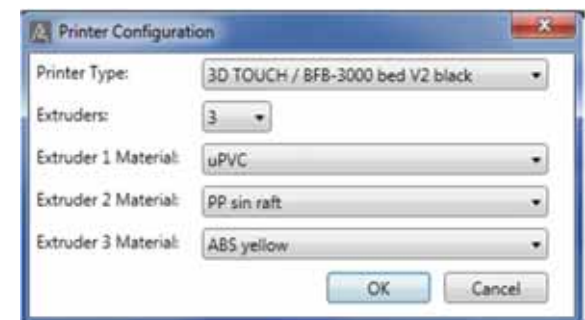
[\\sdoc2\Asignaturas\Exp\\_Grafica\3DPrint\Impresora3D\BitsFromBytes\PC-Software\Axon 2.0.1 Setup.msi](\\sdoc2\Asignaturas\Exp_Grafica\3DPrint\Impresora3D\BitsFromBytes\PC-Software\Axon 2.0.1 Setup.msi)

Posicionar bien la pieza para que se puede imprimir correctamente dentro de las zonas de la base y pensar en la orientación y escalado



Comprobar que los cabezales están configurados con los **materiales** que están montados en la impresora

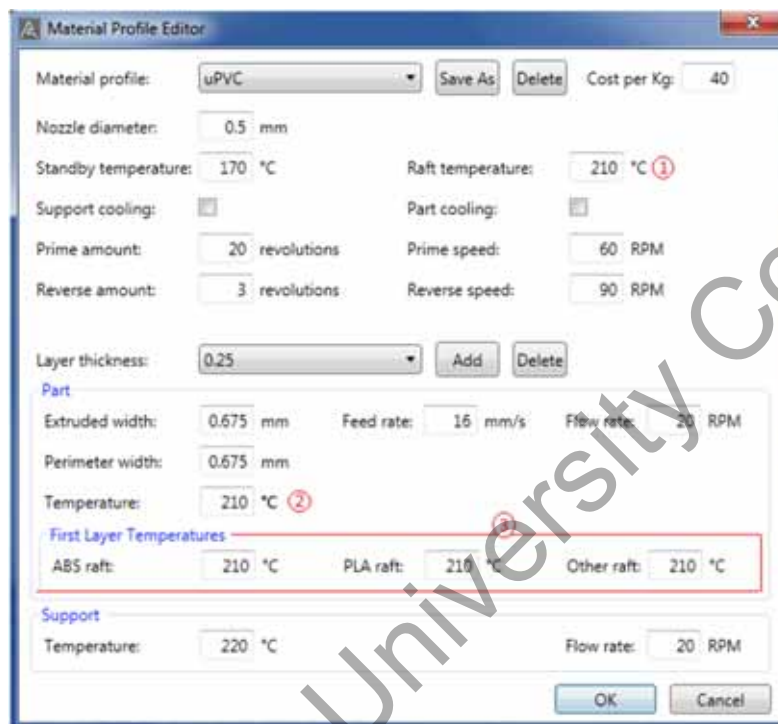
Settings -> Printer Configuration



Comprobar que los materiales están configurados con los parámetros correctos de impresión

Settings -> Material Profile Editor

(1, 2 y 3 se presentan luego en tabla parámetros FDM)



## Build

Escoger el grosor de capa

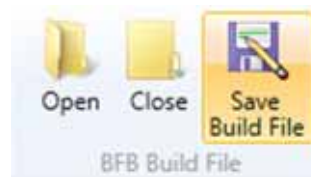
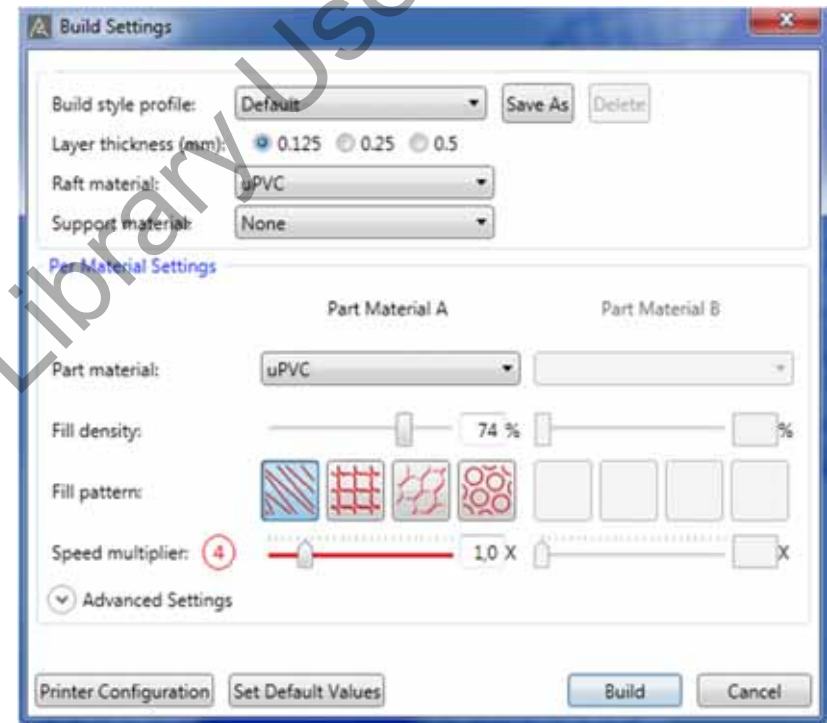
Seleccionar materiales de Raft / Support / Part  
 (“Support = None” si no quieres soporte)

Seleccionar “Fill density”, “Fill pattern” según el acabado deseado

Seleccionar “Speed multiplier” (4 = Velocidad en tabla parámetros FDM)

Build y comprobar tiempos y costes

Guardar pieza en formato BFB





## • Imprimir sin Raft

Si no hace falta imprimir con raft, se puede usar la programa Chylld's Derafter para quitarlo.

Abrir el programa, seleccionar la pieza y pulsar **De-raft**.

[\\sdoc2\Asignaturas\Exp\\_Grafica\3DPrint\Impresora3D\\_BitsFromBytes\PC-Software\Derap.zip](\\sdoc2\Asignaturas\Exp_Grafica\3DPrint\Impresora3D_BitsFromBytes\PC-Software\Derap.zip)



- Imprimir con cama calefactable.

Introducir la tarjeta en la BFB

Si es necesario **calentar** la base entonces:

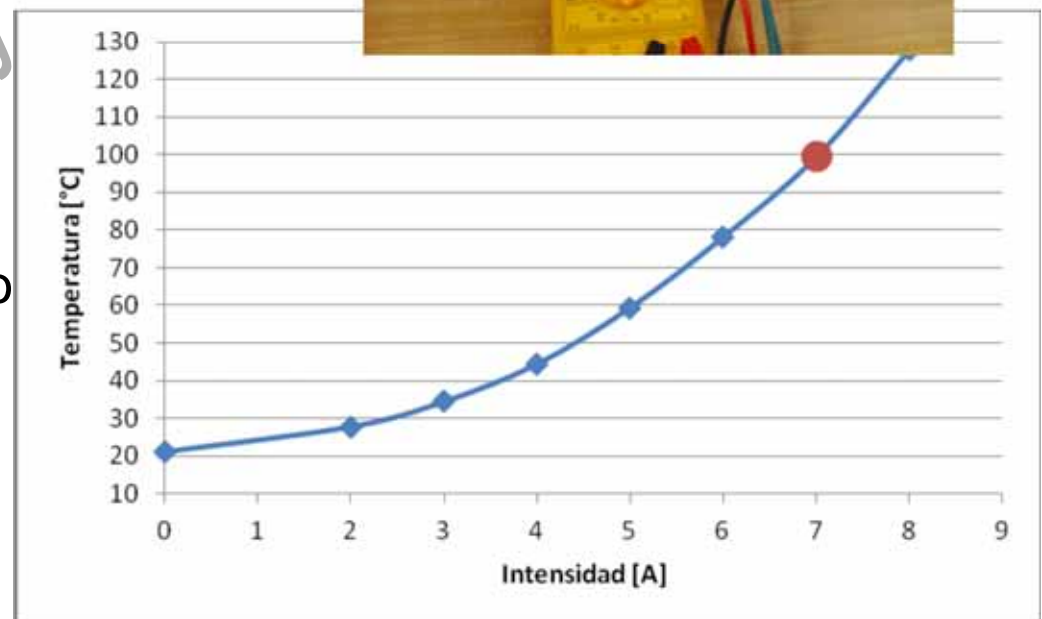
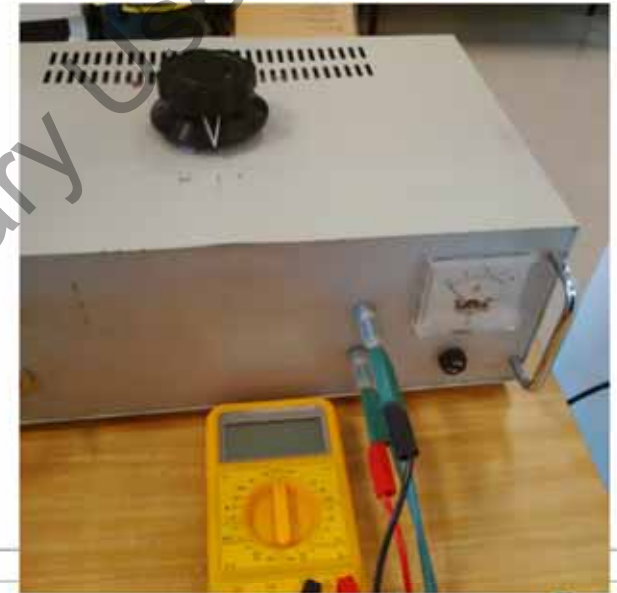
Poner la rueda en la raya

Encender el transformador-potenciómetro.

Encender el tester para controlar los amperios (opcional)

Ajustar la intensidad moviendo la rueda y mirando el amperímetro de potenciómetro para tener la temperatura deseada.

Con 7 amperios se suelen conseguir 100°C



- Ajustar base.

## Z-height y Tornillos

La **distancia** entre la base y las boquillas se puede cambiar directamente en el menú “Set Z-height” de la impresora.

En el caso de que la base no esté totalmente **plana**, se puede aplanar mediante los 3 tornillos que la sujetan.

## Kapton

En el caso de que la base esté sucia o rota sustituir el kapton (especie de celo). En algunos casos para mejorar la adherencia se recomienda aplicar laca al kapton.

## Imprimir

Desde el menú de la BFB ejecutar RUN FILE -> pieza



• Tabla de parámetros de FDM.

Raft \ Part	ABS		PLA		PP	uPVC		LDPE
	sin HB	con HB	sin HB	con HB	con HB	sin HB	con HB	con HB
ABS	Traft = 260	Traft = 200	Traft = 260	Traft = 200	Traft = 200	Traft = 260	Traft = 200	Traft = 180 <sup>1</sup>
	Tpart = 260	Tpart = 200	Tpart = 195	Tpart = 195	Tpart = 185	Tpart = 220	Tpart = 210	Tpart = 210 <sup>2</sup>
	Tloaca = 260	Tloaca = 200	Tloaca = 220	Tloaca = 220	Tloaca = 275	Tloaca = 220	Tloaca = 210	Tloaca = 210 <sup>3</sup>
	Thb = 0	Thb = 100	Thb = 100	Thb = 100	Thb = 100	Thb = 100	Thb = 100	Thb = 100
	Velocidad = 1	Velocidad = 1	Velocidad = 1	Velocidad = 1	Velocidad = 1	Velocidad = 1	Velocidad = 1	Velocidad = 1 <sup>4</sup>
Laca = no	Laca = no	Laca = no	Laca = no	Laca = no	Laca = no	Laca = no	Laca = no	
PLA	Traft = 195	Traft = 195	Traft = 195	Traft = 195	Traft = 195	Traft = 195	Traft = 195	Traft = 195
	Tpart = 260	Tpart = 200	Tpart = 195	Tpart = 195	Tpart = 185	Tpart = 210	Tpart = 210	Tpart = 210
	Tloaca = 260	Tloaca = 260	Tloaca = 190	Tloaca = 190	Tloaca = 275	Tloaca = 210	Tloaca = 210	Tloaca = 210
	Thb = 50	Thb = 100	Thb = 100	Thb = 100	Thb = 100	Thb = 100	Thb = 100	Thb = 100
	Velocidad = 1	Velocidad = 1	Velocidad = 1	Velocidad = 1	Velocidad = 1	Velocidad = 1	Velocidad = 1	Velocidad = 1
Laca = no	Laca = no	Laca = no	Laca = no	Laca = no	Laca = no	Laca = no	Laca = no	
PP	Traft = 275	Traft = 200	Traft = 275	Traft = 200	Traft = 200	Traft = 275	Traft = 200	Traft = 200
	Tpart = 260	Tpart = 200	Tpart = 195	Tpart = 195	Tpart = 185	Tpart = 230	Tpart = 210	Tpart = 210
	Tloaca = 260	Tloaca = 260	Tloaca = 240	Tloaca = 230	Tloaca = 275	Tloaca = 230	Tloaca = 210	Tloaca = 210
	Thb = 100	Thb = 100	Thb = 100	Thb = 100	Thb = 100	Thb = 100	Thb = 100	Thb = 100
	Velocidad = 1	Velocidad = 1	Velocidad = 0,5	Velocidad = 0,5	Velocidad = 1	Velocidad = 0,5	Velocidad = 0,5	Velocidad = 0,5
Laca = si	Laca = si	Laca = si	Laca = si	Laca = si	Laca = si	Laca = si	Laca = si	
uPVC	Traft = 210	Traft = 210	Traft = 210	Traft = 210	Traft = 210	Traft = 210	Traft = 210	Traft = 210
	Tpart = 260	Tpart = 200	Tpart = 195	Tpart = 195	Tpart = 275	Tpart = 210	Tpart = 210	Tpart = 210
	Tloaca = 260	Tloaca = 260	Tloaca = 195	Tloaca = 195	Tloaca = 185	Tloaca = 210	Tloaca = 210	Tloaca = 210
	Thb = 100	Thb = 100	Thb = 100	Thb = 100	Thb = 100	Thb = 100	Thb = 100	Thb = 100
	Velocidad = 1	Velocidad = 1	Velocidad = 1	Velocidad = 1	Velocidad = 1	Velocidad = 1	Velocidad = 1	Velocidad = 1
Laca = no	Laca = no	Laca = no	Laca = no	Laca = no	Laca = no	Laca = no	Laca = no	
LDPE	Traft =	Traft =	Traft =	Traft =	Traft =	Traft =	Traft =	Traft =
	Tpart =	Tpart =	Tpart =	Tpart =	Tpart =	Tpart =	Tpart =	Tpart =
	Tloaca =	Tloaca =	Tloaca =	Tloaca =	Tloaca =	Tloaca =	Tloaca =	Tloaca =
	Thb =	Thb =	Thb =	Thb =	Thb =	Thb =	Thb =	Thb =
	Velocidad =	Velocidad =	Velocidad =	Velocidad =	Velocidad =	Velocidad =	Velocidad =	Velocidad =
Laca =	Laca =	Laca =	Laca =	Laca =	Laca =	Laca =	Laca =	
sin Raft	Tpart = 260	Tpart = 200	Tpart = 195	Tpart = 195	Tpart = 185	Tpart = 210	Tpart = 210	Tpart = 210
	Tloaca = 260	Tloaca = 200	Tloaca = 190	Tloaca = 190	Tloaca = 185	Tloaca = 210	Tloaca = 210	Tloaca = 210
	Thb = 0	Thb = 100	Thb = 0	Thb = 100	Thb = 100	Thb = 0	Thb = 100	Thb = 100
	Velocidad = 1	Velocidad = 1	Velocidad = 1	Velocidad = 1	Velocidad = 1	Velocidad = 1	Velocidad = 1	Velocidad = 1
	Laca = no	Laca = no	Laca = no	Laca = no	Laca = si	Laca = no	Laca = no	Laca = no

Proyecto

University Copy For Library Use

- Proyecto.

Continuar trabajando en el proyecto.

Los diez minutos de trabajo del día los dedico a trabajo de los planos.

University Copy For Library Use

## • Resumen de puntuación alcanzada.

0.10 de 1.00	CD y papel presentación del documento con poster en A3.
0.50 de 0.50	Espejo como croquis.
0.20 de 0.50	0.2 Varilla con 0.15 proceso mecanizado y 0.15 cálculo fuerza en la punta.
0.40 de 1.00	0.5 Goma tipo fuelle + 0.5 estudio medioambiental(S).
0.30 de 1.00	0.5 Carcasa espejo con desmoldeo + 0.5 inyección(S)..
0.30 de 1.00	0.5 Carcasa anterior + 0.5 como nube de puntos y desmoldeo
0.00 de 1.00	0.5 Moldes de carcasa anterior + 0.5 costing (S).
0.50 de 1.00	0.5 Chapa doblada y desdoblada + 0.5 costing (S).
0.00 de 0.50	Ergonomía (C)
0.20 de 0.50	Tornillos, tuercas y piezas normalizadas para las uniones.
0.00 de 1.50	Cálculo 0.5 aerodinámica, 0.5 vibraciones y 0.5 dilataciones.
0.00 de 0.50	Logo empresa moto pegado en carcasa.
0.20 de 0.50	Ensamblaje sin interferencias excepto elementos deformables/roscas cosméticas.
0.60 de 1.00	0.5 Planos de todas las piezas, 0.25 lista materiales y 0.25 explosionado.
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
<b>3.30 de 13.00</b>	<b>Total</b>
<b>2.5 horas de dedicación</b>	

- Resumen.

- Inyección de plástico con SolidWorks
- Impresión en 3D con técnica FDM usando Axon, Derafter e impresora BFB.

University Copy For Library Use



## S10t.- Optimización Catia y SW.

Mejora 14:15 ...

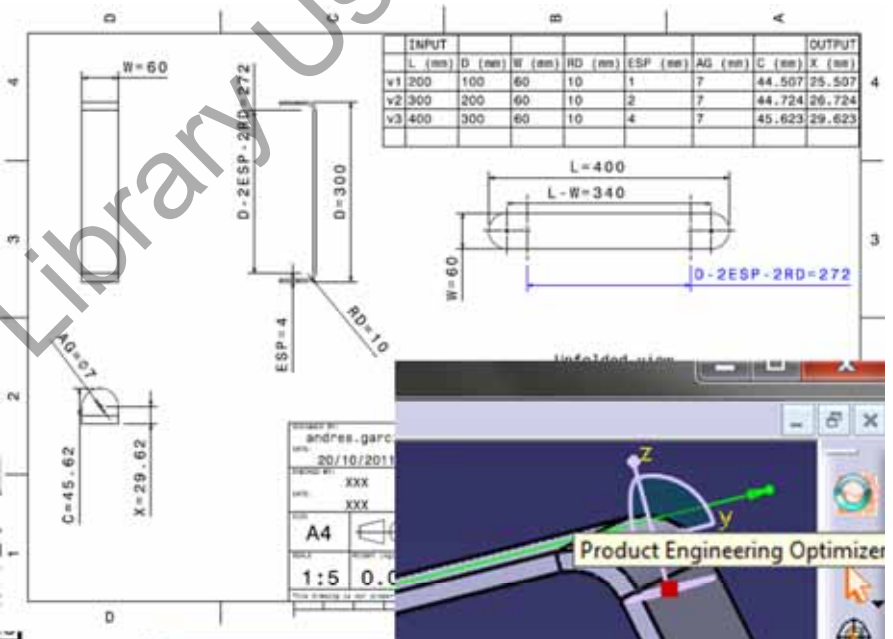
- Repaso última sesión.
- Chapa doblada.

University Copy For Library Use

• Realizar chapa doblada y optimizar.

Realizar una pieza en U para unir dos paredes y en chapa doblada y optimizar para que el software calcule la distancia necesaria C.

Una vez se corren las optimizaciones dar el valor de X que es la distancia a la que se ha de hacer el agujero en la pared.



	INPUT							OUTPUT
	L (mm)	D (mm)	W (mm)	RD (mm)	ESP (mm)	AG (mm)	C (mm)	X (mm)
v1	200	100	60	10	1	7	44.507	25.50
v2	300	200	60	10	2	7	44.724	26.72
v3	400	300	60	10	4	7	45.623	29.62



d	Rebaje			c <sub>1</sub>			d	Rebaje			d <sub>1</sub>		
	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	c <sub>3</sub>	Flux	Media	Besta		c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	c <sub>3</sub>	Flux	Media	Besta
2,5	7	12	13	2,7	2,8	3,1	16	30	42	53	17	18	19
3	8	12	14	3,24	3,6	4	18	32	45	63	19	20	21
4	10	14	18	4,3	4,5	4,8	20	36	48	63	21	22	24
5	11	16	22	5,3	5,5	5,8	22	38	53	63	23	24	26
6	13	20	24	6,4	6,5	7	24	42	56	85	25	26	38
8	18	24	30	8,4	9	10	27	48	63	95	28	30	32
10	20	30	38	10,5	11	12	30	53	75	95	31	33	35
12	22	34	45	13	14	15	33	56	80	95	34	36	38
14	26	38	53	15	16	17	36	63	85	95	37	39	42

SOLIDWORKS

University Copy For Library Use

- Realizar chapa doblada y optimizar.

Repetir el proceso con SolidWorks.

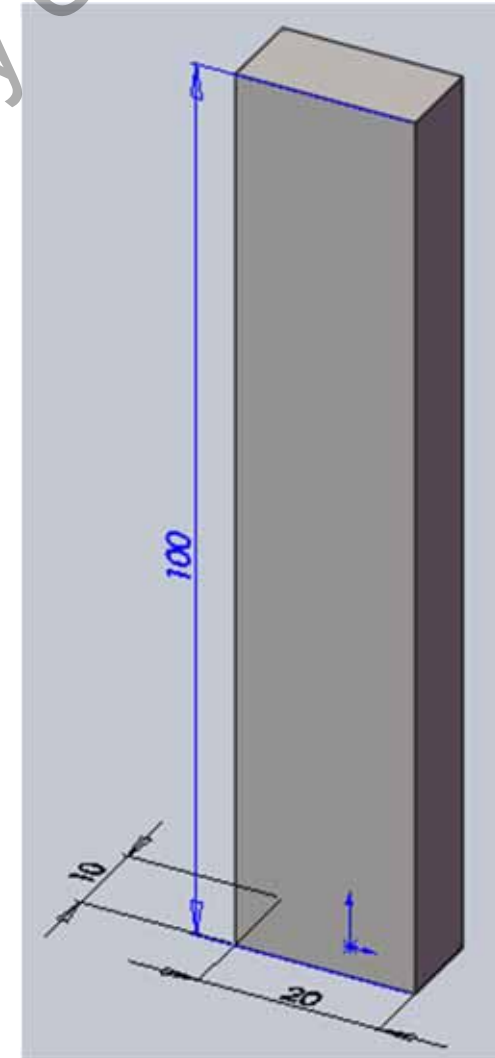
The image displays the SolidWorks CAD environment. On the left, the Property Tree shows the model's configuration with parameters like length (L), diameter (D), width (W), radius (RD), edge thickness (ESP), and angle (AG). The main view shows a 3D perspective of the bent plate with a dimension D=100 (RD1). Below this, a Design Table is visible, which is used for optimization. The table lists various configurations (v200 to v400) and their corresponding parameter values. A Design Study window at the bottom right shows the results of an optimization process, indicating that 5 out of 5 scenarios ran successfully with a high design study quality.

	A	B	C	D	E	F	G	H	
1	Design Table for: Chapa_doblada								
2		L@Sketch1	D@Sketch1	RD@Sketch1	W@Sketch1	ESP@Sketch1	AG@Sketch1	C@Sketch1	
3	Predeterminado	200	100	10	60	1	6.5	60.50334167	
4	v200	200	100	10	60	1	6.5	55.507	
5	v300	300	200	10	60	1.5	6.5	56.114	
6	v400	400	300	10	60	2.5	6.5	57.424	

- Optimización de geometría para un parámetro.

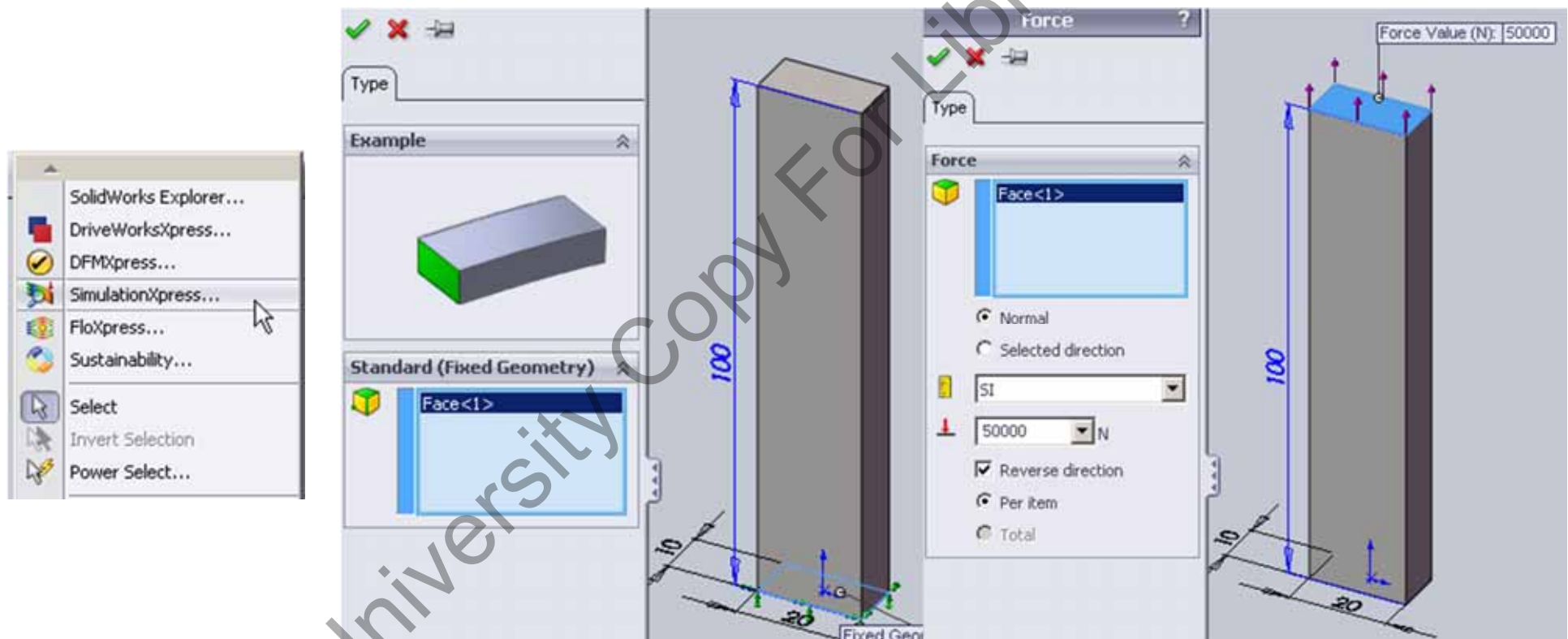
Con la versión más simple de SolidWorks se entrega el módulo de cálculo de piezas CosmosExpress. Este módulo permite cálculos lineales y la optimización de un parámetro. Creamos una biga y le aplicamos el material AISI 304.

Property	Value	Units
Elastic Modulus	1.9e+011	N/m <sup>2</sup>
Poissons Ratio	0.29	N/A
Shear Modulus	7.5e+010	N/m <sup>2</sup>
Density	8000	kg/m <sup>3</sup>
Tensile Strength	517017000	N/m <sup>2</sup>
Compressive Strength in X		N/m <sup>2</sup>
Yield Strength	206807000	N/m <sup>2</sup>
Thermal Expansion Coefficient	1.8e-005	/K
Thermal Conductivity	16	W/(m·K)
Specific Heat	500	J/(kg·K)
Material Damping Ratio		N/A



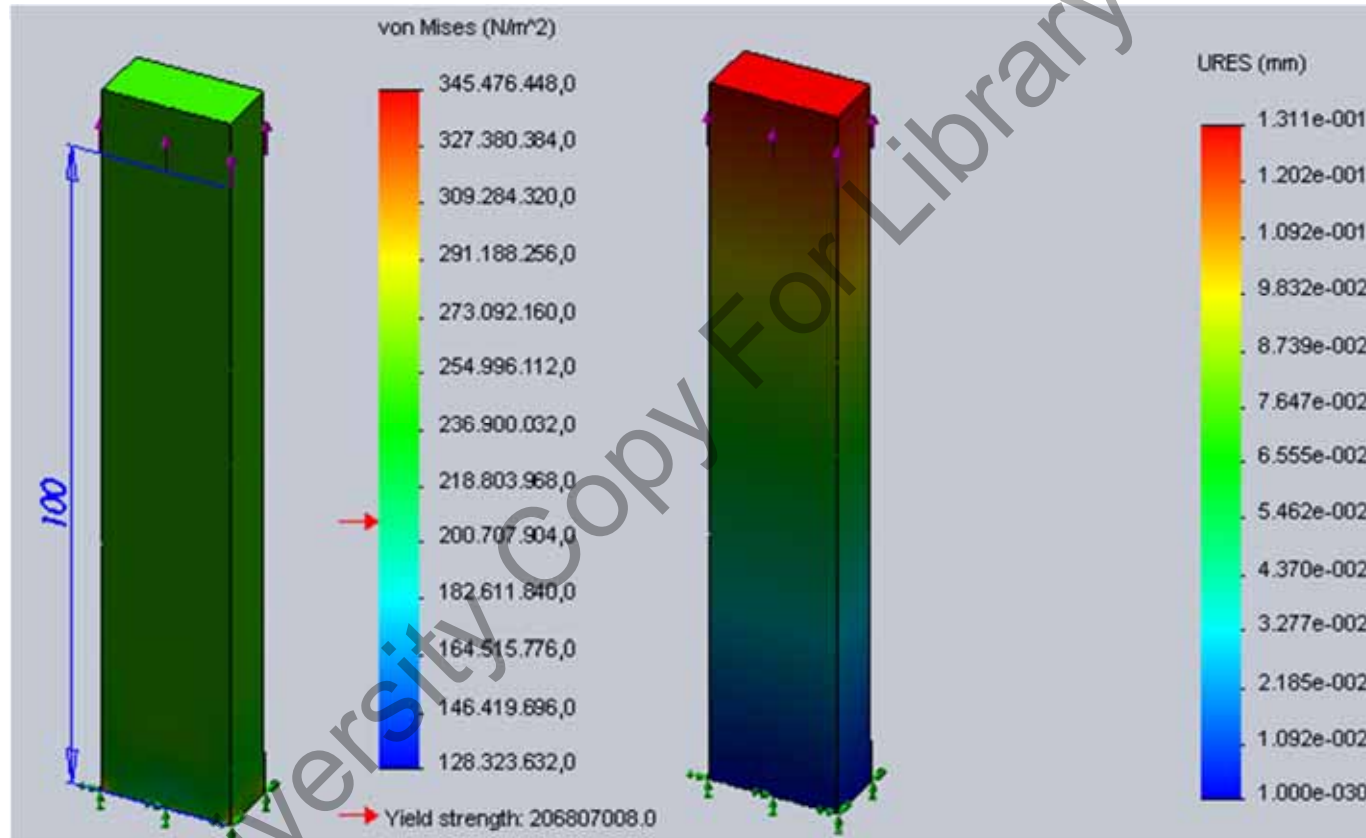
- Cálculo.

Abrimos la aplicación SimluationXpress... Y seguimos los pasos, aplicamos una fuerza a tracción de 50000N.



- Cálculo rápido.

Nos debería dar una tensión de 250[N/mm<sup>2</sup>] y un alargamiento de 0.13[mm].

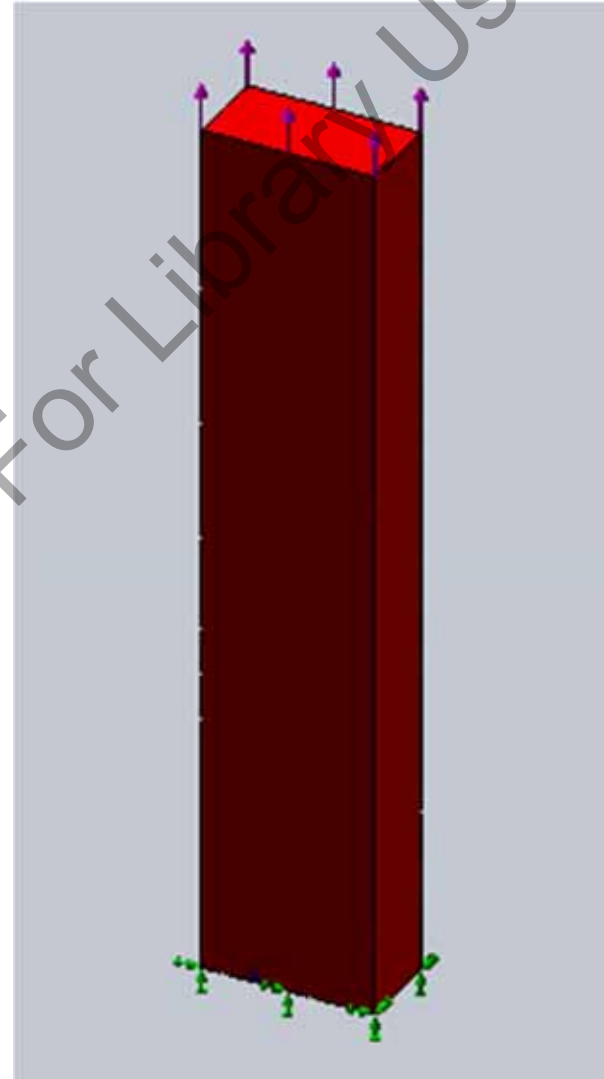


No ha dado 250 ya que no dejamos encoger la sección.



- Cálculo rápido.

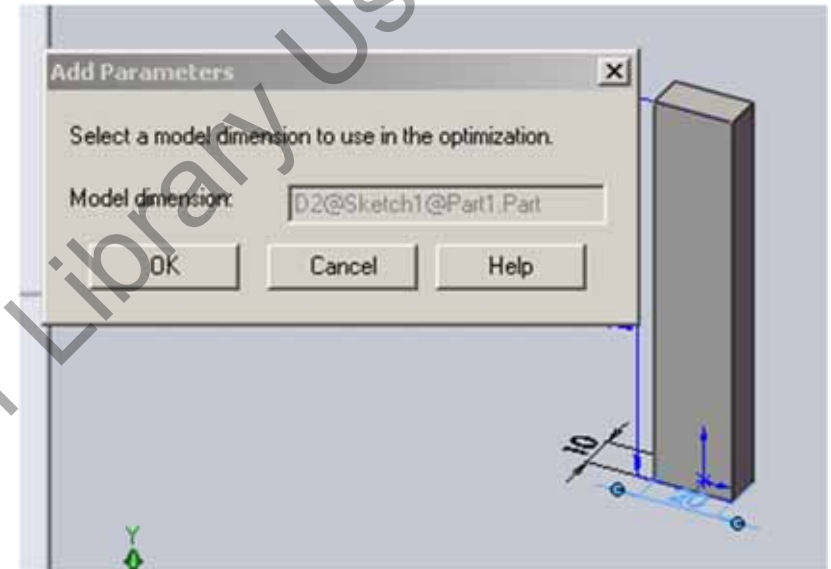
El factor de seguridad nos da 0.598 (206/347) que es muy bajo.



- Parámetros de optimización.

Vamos a optimizar el diseño para un parámetro. Ponemos los límites inferior a 10mm y el superior a 50mm.

Después debemos editar la constraint, que es el factor que queremos cumplir, en este caso que el factor de seguridad sea mayor a 1.



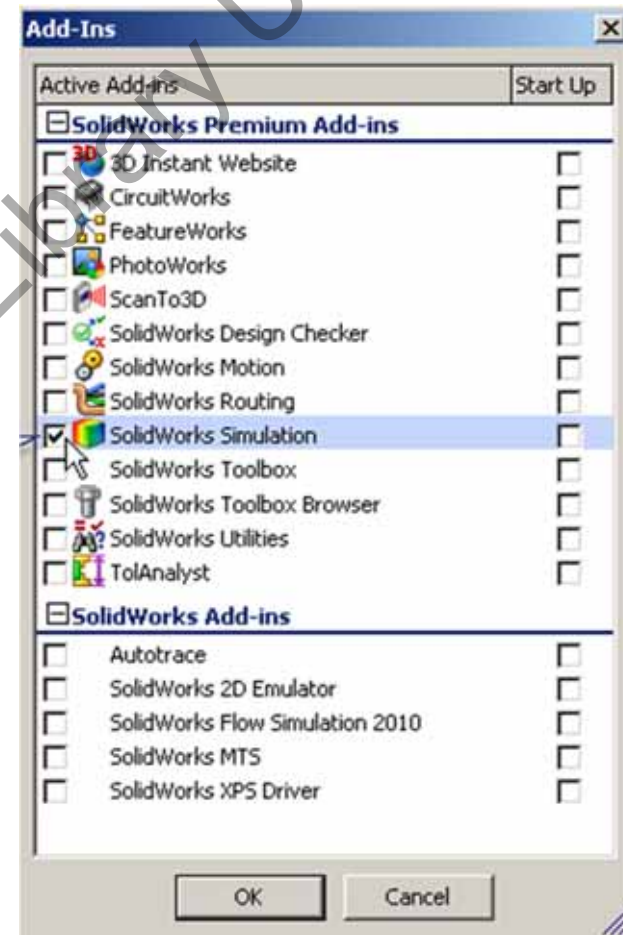
- Parámetros de optimización.

Nos encuentra la solución de 42.5mm. Hay que tener en cuenta, como era de esperar, que el peso también ha aumentado.

	Initial	Optimal
D1Sketch1	20mm	42.5592mm
Factor of Safety	0.598614	1.082156
Mass	0.16 kg	0.340474 kg

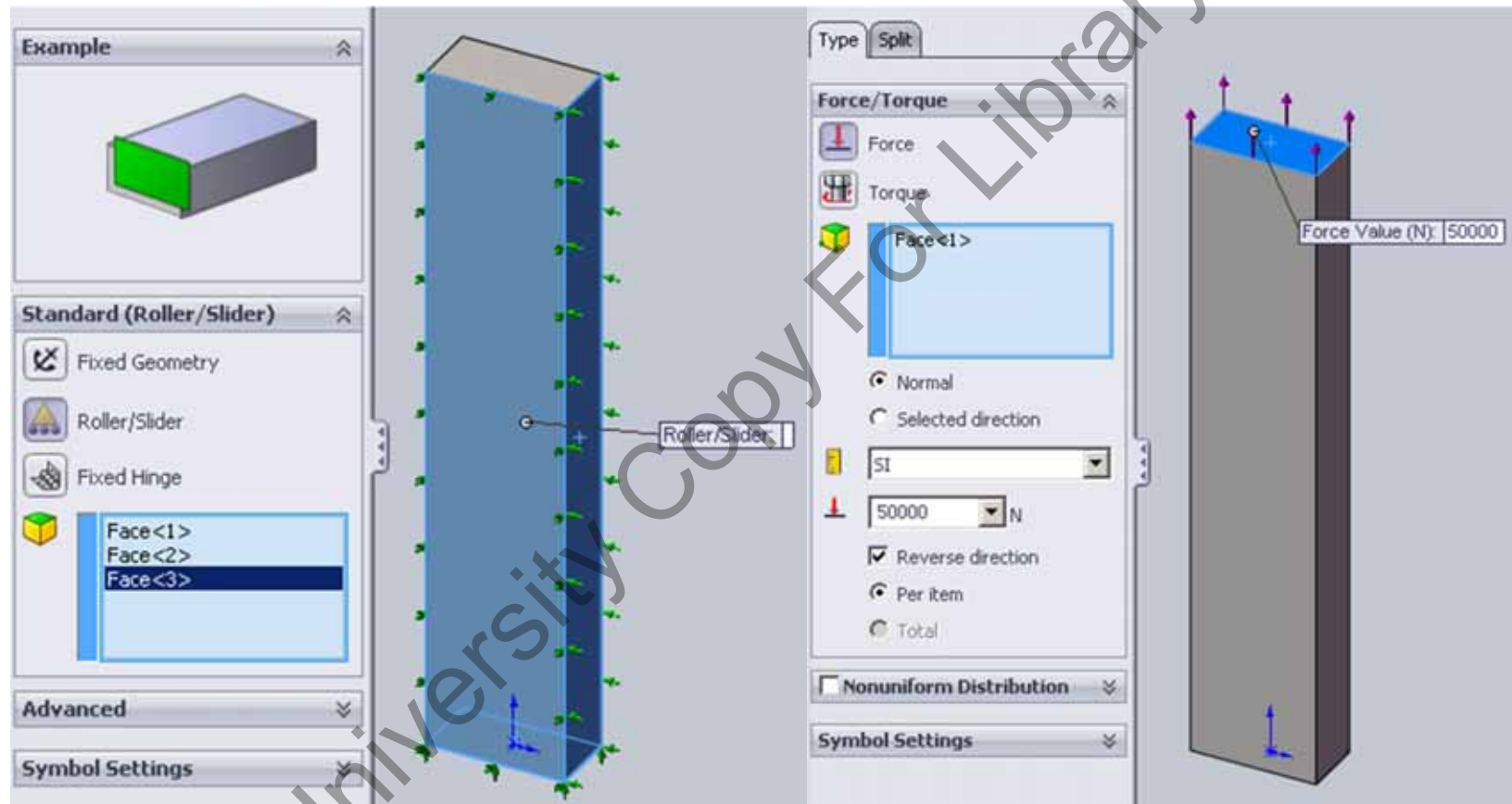
- Optimización en SolidWorks simulation.

Para hacer una optimización de geometría más completa hay que correr SolidWorks Simulation activando desde complementos.



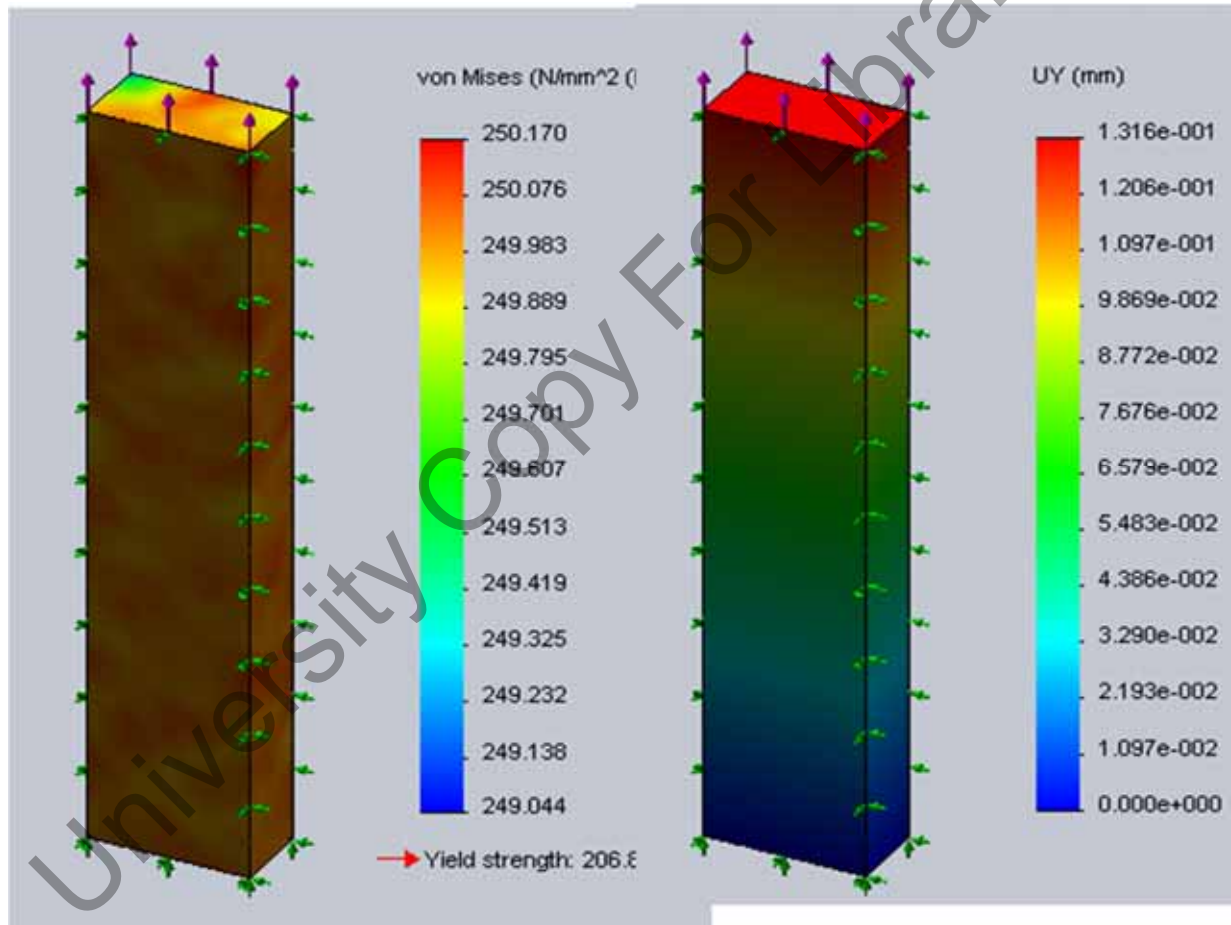
- Añadimos estudio.

Primero vamos a añadir un estudio estático para hacer una tracción pura.



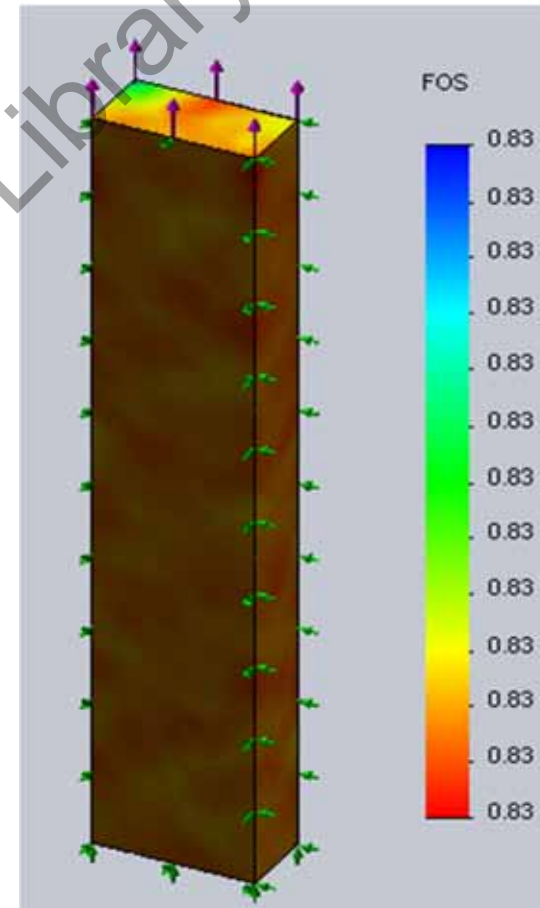
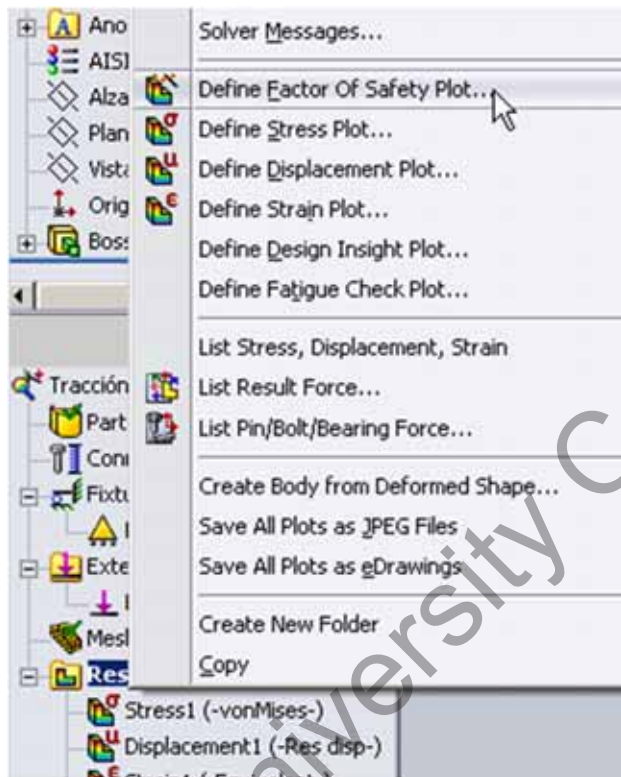
- Comprobamos resultados.

Primero comprobamos los resultados obtenidos en tensión  $2.5e8$  [N/mm<sup>2</sup>] y desplazamiento 0.13[mm].



- Factor de seguridad.

Dentro de resultados creamos el plot para comprobar el modelo (Factor de seguridad). Vemos que el factor es de 0.83.

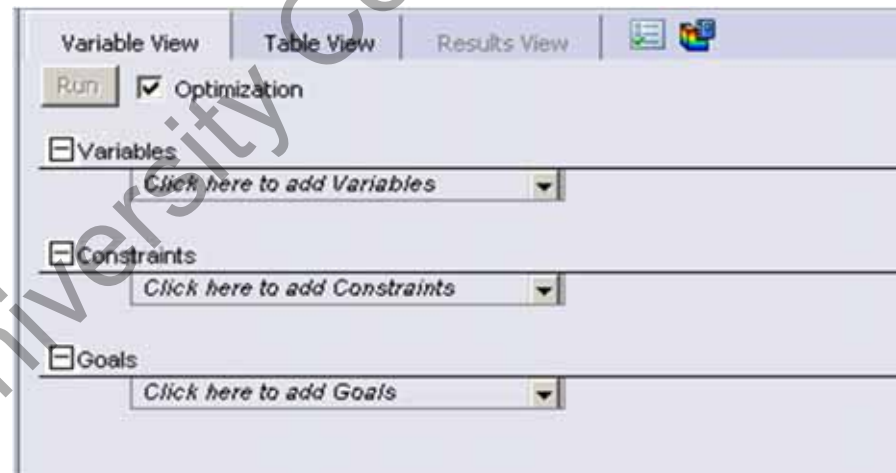


- Creamos optimización.

Añadimos el estudio de optimización con el menú Insert -> Desing Study -> Add...

Tenemos tres elementos a seleccionar:

1. Variables: los parámetros que variaremos para así conseguir un óptimo.
2. Restricciones: los parámetros que no queremos que varíen o que sólo varíen dentro de un rango determinado.
3. Objetivos: los parámetros que queremos optimizar.



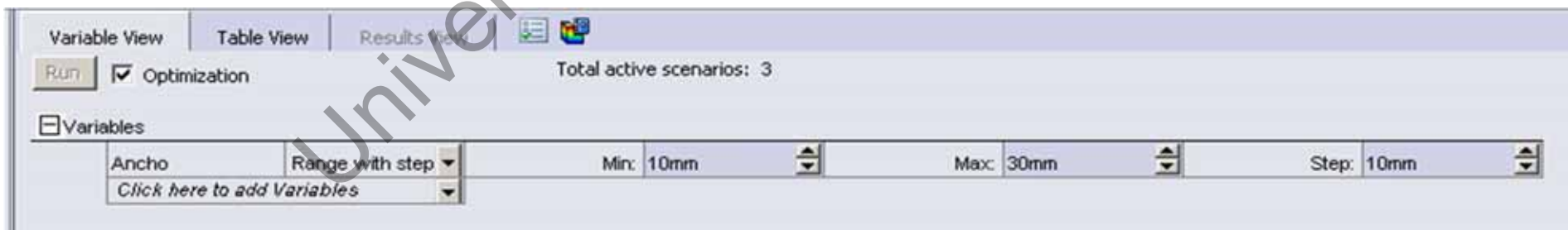
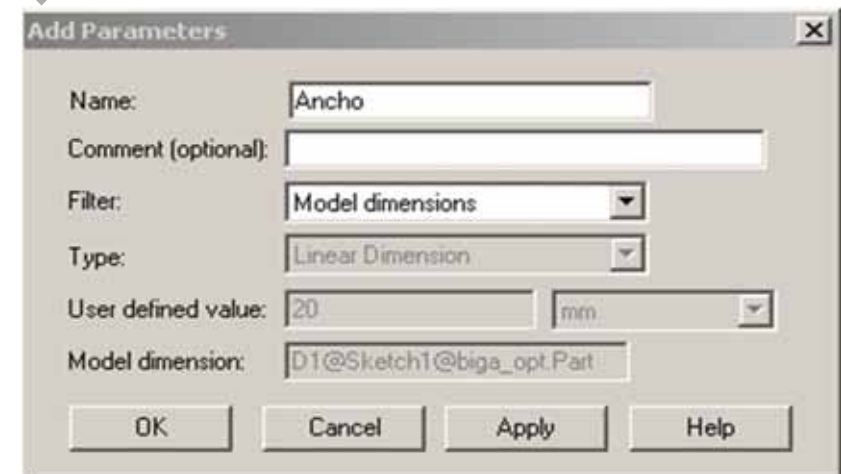


## • Variables.

Vamos a realizar una optimización de la biga variando los dos parámetros de la sección.

Añadimos un parámetro al que le llamamos Ancho y seleccionamos la longitud de 20 mm.

Finalmente escogemos un valor mínimo, uno máximo y el intervalo de la optimización. Esto determina el número de estudios a realizar. Ponemos un Step de 5mm.



- Variables.

Hacemos lo mismo para la longitud de 10, le ponemos de nombre Largo.



The screenshot shows a 'Variables' panel with two rows of settings. The first row is for 'Ancho' with a minimum of 10mm, a maximum of 30mm, and a step of 5mm. The second row is for 'Largo' with a minimum of 5mm, a maximum of 15mm, and a step of 5mm. Each setting is adjustable via a dropdown menu and a spinner control.

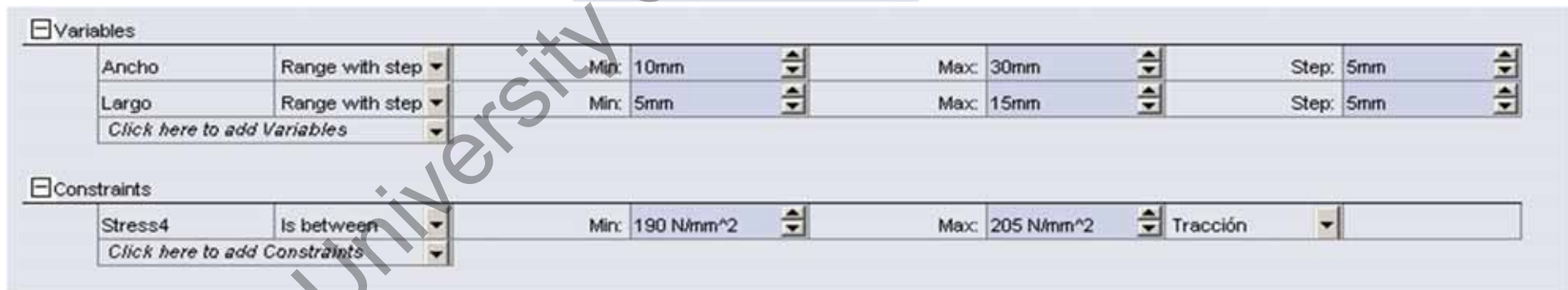
Variable	Range with step	Min	Max	Step
Ancho	Range with step	10mm	30mm	5mm
Largo	Range with step	5mm	15mm	5mm

[Click here to add Variables](#)

Observamos que ahora en total tenemos 15 escenarios, como se puede intuir a mayor número de escenarios mayor tiempo de cálculo.

- Restricciones.

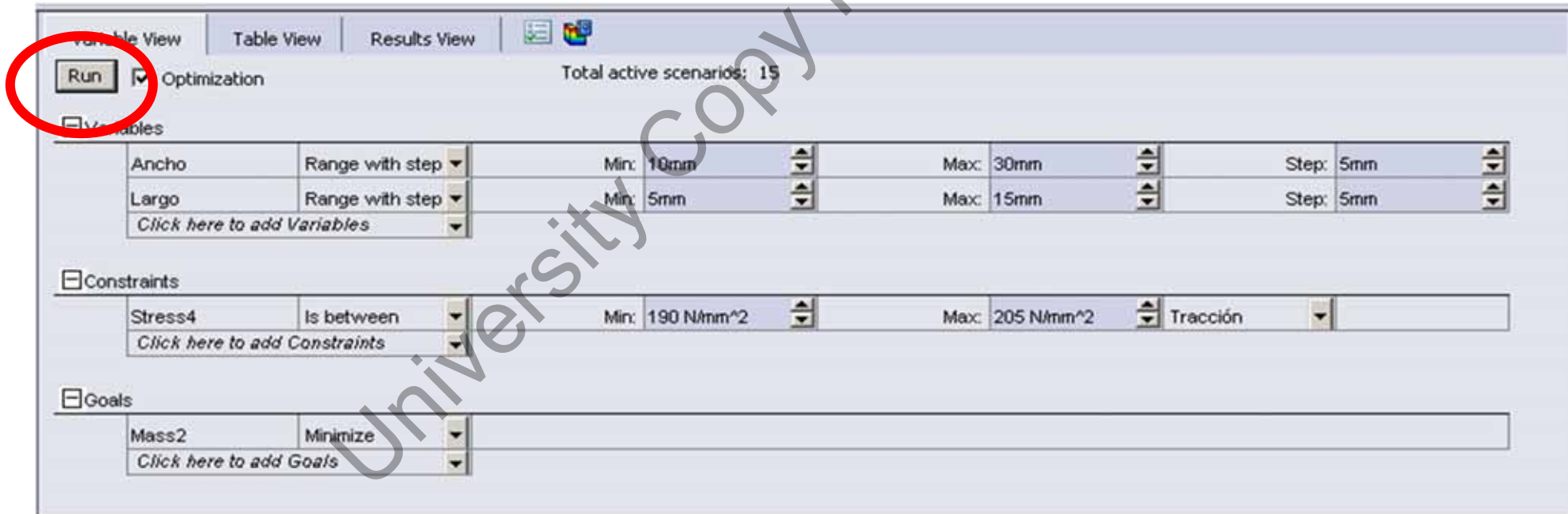
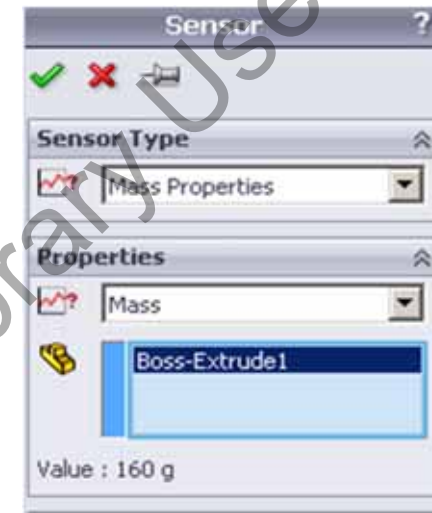
Añadimos una restricción, en este caso es la tensión de von misses (VON) que queremos que esté comprendido entre 190 y 205 MPa.



- Objetivo.

Finalmente pondremos que nuestro objetivo es minimizar la masa de la biga.

Clicamos en Run para que ejecute la optimización.



- Resultados.

Nos ha encontrado un óptimo y pero el modelo tiene las dimensiones de el último estudio. Las deberíamos de modificar manualmente.

Variable View | Table View | Results View

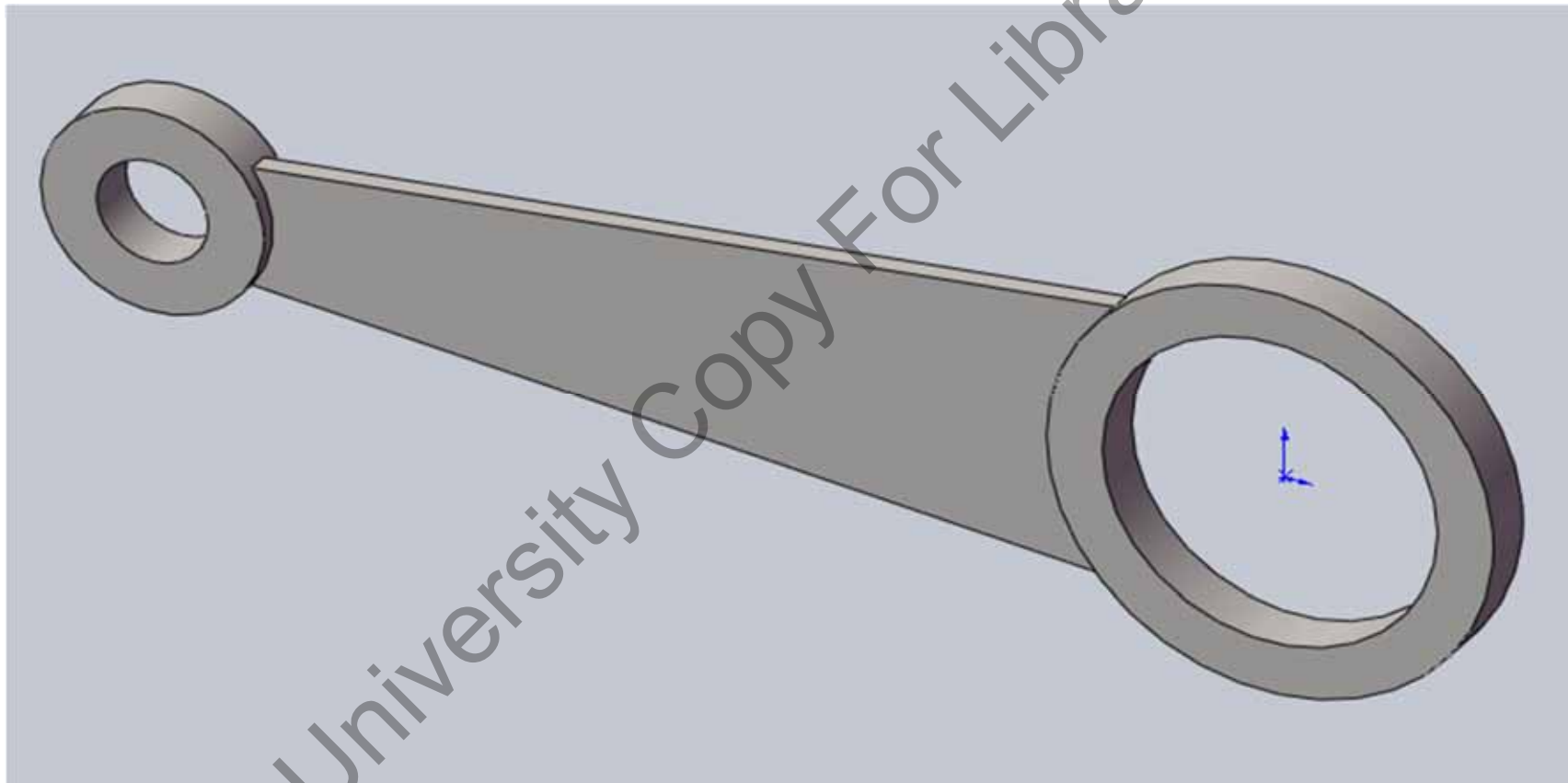
16 of 17 scenarios ran successfully. Design Study Quality: High

		Current	Initial	Optimal (9)	Scenario 7	Scenario 8	Scenario 9	Scenario 10	Scen
Ancho		30mm	30mm	25mm	15mm	20mm	25mm	30mm	10mm
Largo		20mm	20mm	10mm	10mm	10mm	10mm	10mm	15mm
Stress4	(190 N/mm <sup>2</sup> ~ 205 N/mm <sup>2</sup> )	83.356 N/mm <sup>2</sup>	83.356 N/mm <sup>2</sup>	200.03 N/mm <sup>2</sup>	333.37 N/mm <sup>2</sup>	250.09 N/mm <sup>2</sup>	200.03 N/mm <sup>2</sup>	166.7 N/mm <sup>2</sup>	333.43 N
Mass2	Minimize	480 g	480 g	200 g	120 g	160 g	200 g	240 g	120 g

Podemos generar un informe sobre la optimización si lo deseamos.

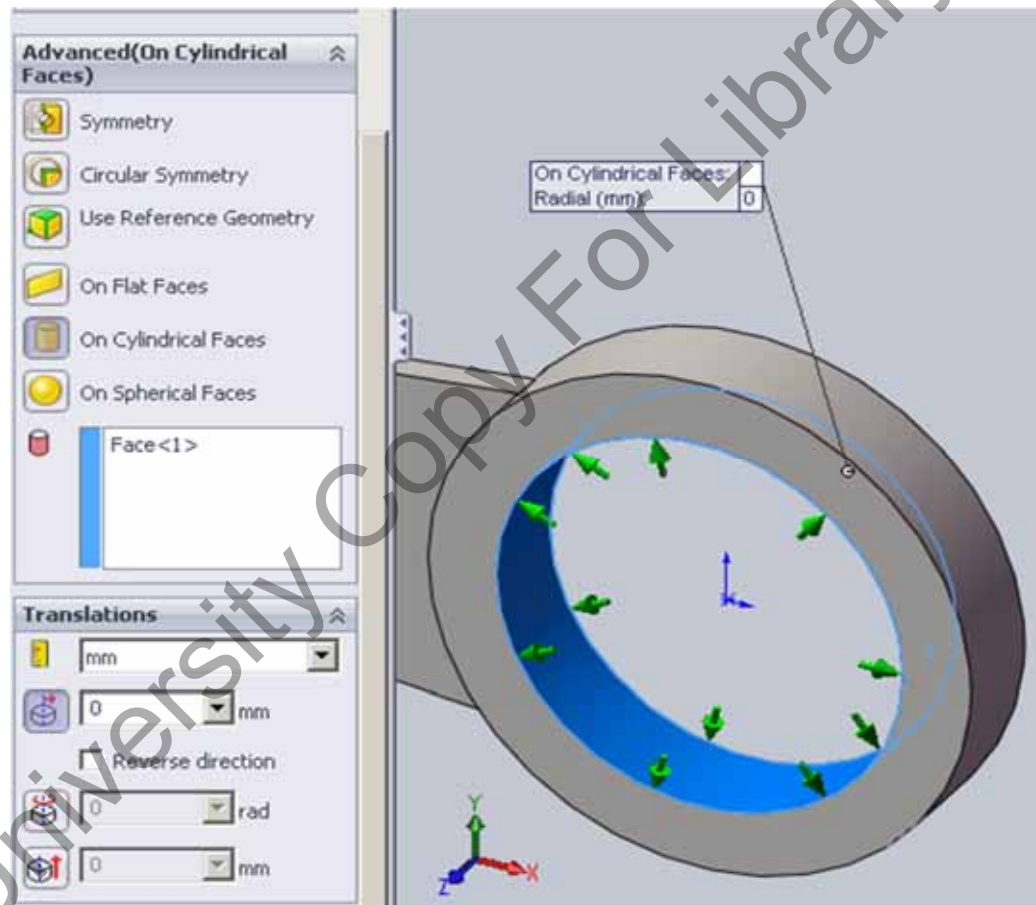
- Ejemplo optimización biela.

Como ejemplo se puede intentar optimizar una biela. Vamos al estudio estático y lanzamos el cálculo.



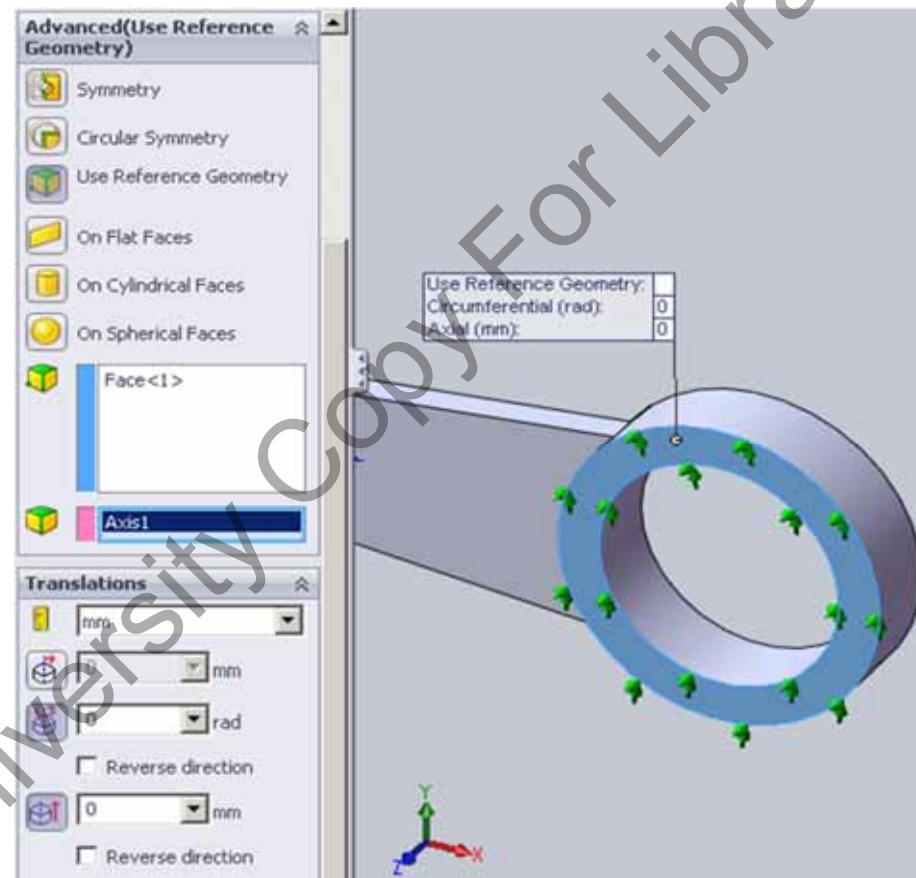
- Restricciones.

Una restricción avanzada en la cara cilíndrica con restricción en movimiento radial.



- Restricciones.

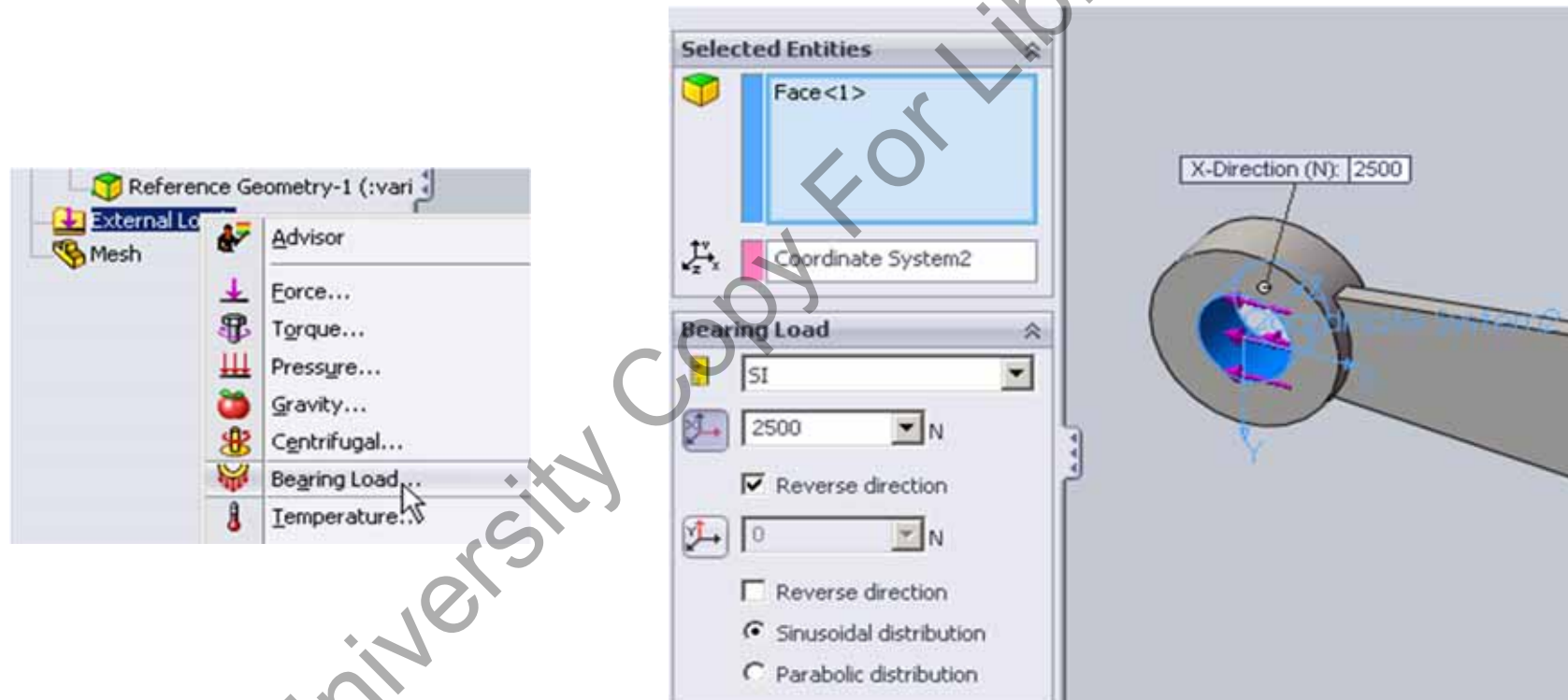
Una restricción avanzada con geometría de referencia utilizando el Axis1 que ya está creado. La rotación y el movimiento axial lo restringimos a 0.





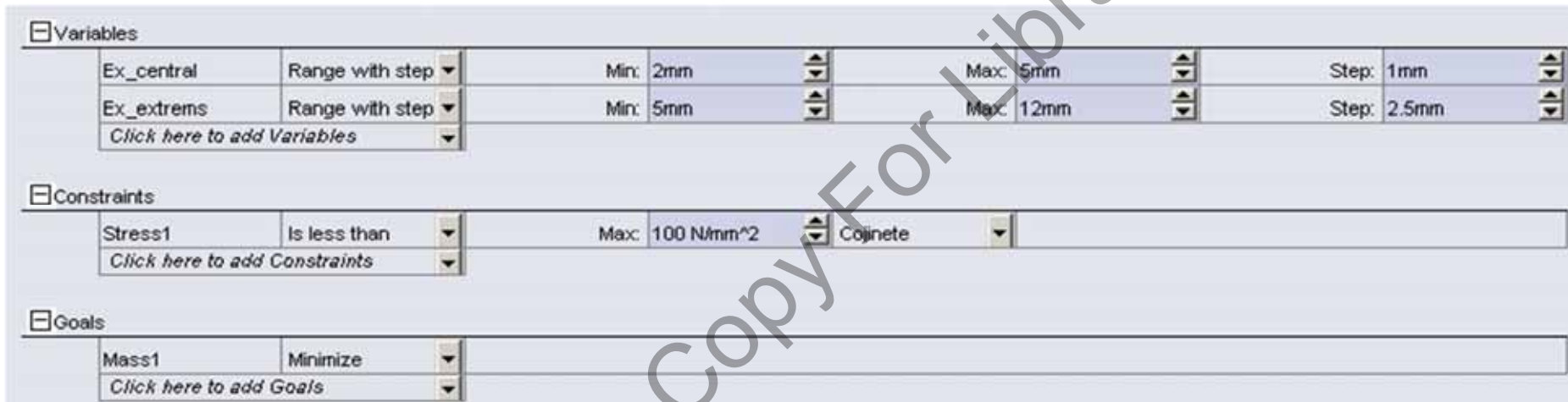
## • Cargas.

La carga es de 2500 N que viene de un cojinete, utilizamos el Coordinate System que ya esta creado. Definimos el material (AISI 304), mallamos y lanzamos el cálculo.



## • Optimización.

Vamos a realizar una optimización como antes. Las variables en este caso son las longitudes de extrusión: La de la parte central y la de los extremos.



The screenshot shows the optimization setup interface with three sections: Variables, Constraints, and Goals.

Variables						
Ex_central	Range with step	Min:	2mm	Max:	5mm	Step: 1mm
Ex_extrens	Range with step	Min:	5mm	Max:	12mm	Step: 2.5mm
<a href="#">Click here to add Variables</a>						

Constraints			
Stress1	Is less than	Max:	100 N/mm <sup>2</sup>
<a href="#">Click here to add Constraints</a>		Cojinete	

Goals	
Mass1	Minimize
<a href="#">Click here to add Goals</a>	

Como antes la restricción será la VON (menor de 100 MPa) e intentaremos minimizar la masa.

- Resultados.

SW ha encontrado un óptimo para nuestras condiciones con una extrusión central de 4 mm y una de los extremos de 10 mm.

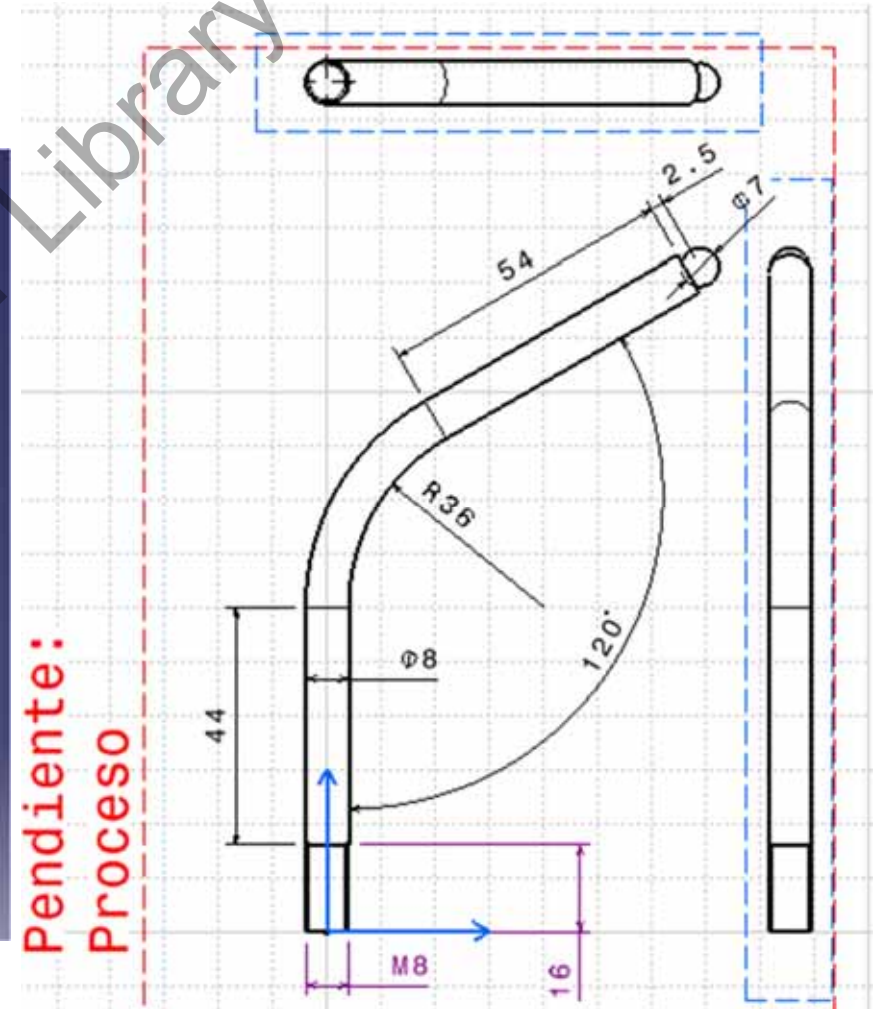
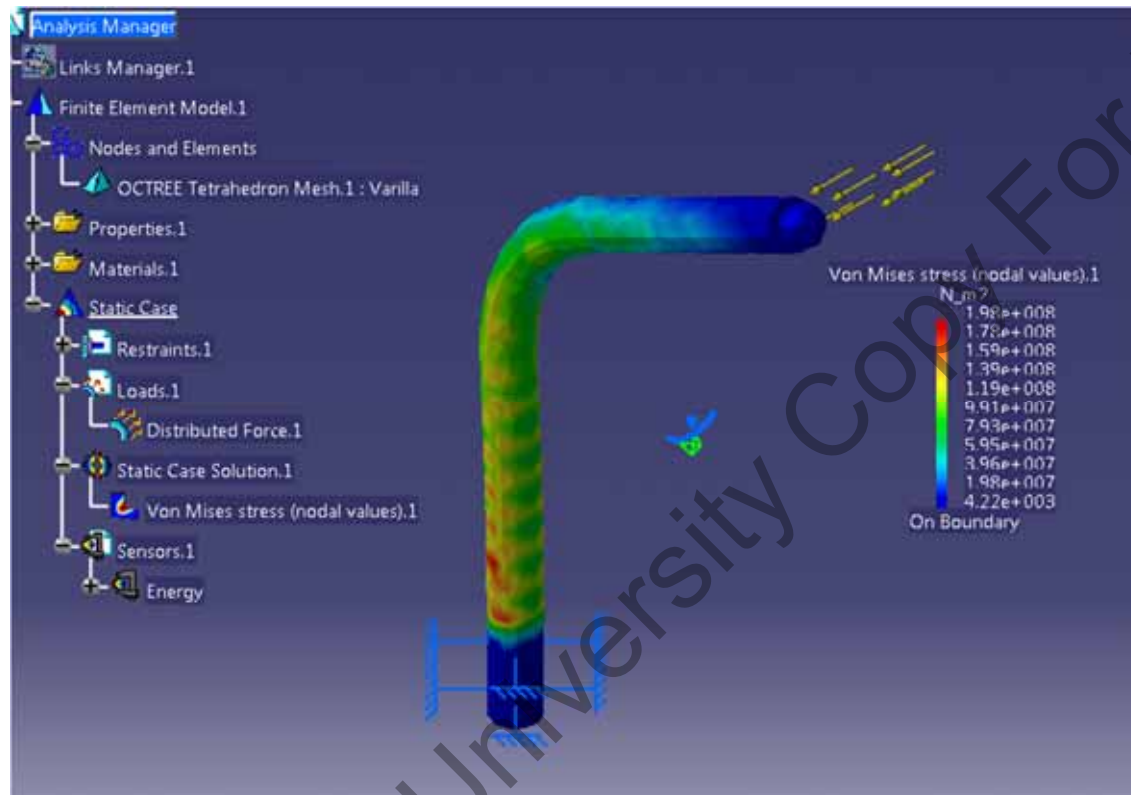
Initial	Optimal (11)	Scenario 1
3mm	4mm	2mm
8mm	10mm	5mm
122.19 N/mm <sup>2</sup>	95.641 N/mm <sup>2</sup>	190.06 N/mm <sup>2</sup>
83.5465 g	107.207 g	53.6033 g

PROYECTO

University Copy For Library Use

- Proyecto.

Continuar con el proyecto con bola y cálculo varilla.



## • Resumen de puntuación alcanzada.

0.10 de 1.00	CD y papel presentación del documento con poster en A3.
0.50 de 0.50	Espejo como croquis.
<b>0.35</b> de 0.50	0.2 Varilla con 0.15 proceso mecanizado y 0.15 cálculo fuerza en la punta.
0.40 de 1.00	0.5 Goma tipo fuelle + 0.5 estudio medioambiental(S).
0.30 de 1.00	0.5 Carcasa espejo con desmoldeo + 0.5 inyección(S)..
0.30 de 1.00	0.5 Carcasa anterior + 0.5 como nube de puntos y desmoldeo
0.00 de 1.00	0.5 Moldes de carcasa anterior + 0.5 costing (S).
0.50 de 1.00	0.5 Chapa doblada y desdoblada + 0.5 costing (S).
0.00 de 0.50	Ergonomía (C)
0.20 de 0.50	Tornillos, tuercas y piezas normalizadas para las uniones.
0.00 de 1.50	Cálculo 0.5 aerodinámica, 0.5 vibraciones y 0.5 dilataciones.
0.00 de 0.50	Logo empresa moto pegado en carcasa.
0.20 de 0.50	Ensamblaje sin interferencias excepto elementos deformables/rosca cosméticas.
<b>0.70</b> de 1.00	0.5 Planos de todas las piezas, 0.25 lista materiales y 0.25 explosionado.
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
<b>3.55 de 13.00</b>	<b>Total</b>
<b>2.7 horas de dedicación</b>	

- Resumen.
  - Pieza chapa doblada y optimización.

University Copy For Library Use

S11t.- Rigidez estática con Catia y SW.

Mejora 1415....

University Copy For Library Use



- Repaso última sesión.
  - Construcción de moldes y matrices.
  - Detección de zonas con problemas de desmoldeo.

University Copy For Library Use

- **Análisis inicial básico de estructuras con Catia.**

Como complemento al diseño y fabricación que hemos visto hasta ahora vamos a ver que Catia nos permite hacer un primer acercamiento al comportamiento estructural. En esta sesión veremos el análisis estático de nuestras piezas ante cargas aplicadas.

Para empezar seguiremos los pasos del tutorial “Generative Structural Analysis”.

La manera clásica de trabajar es a partir del CAD de Catia exportar la geometría para que un programa genere la malla y otro genere el cálculo. Luego las mejoras que requiera el cálculo se han de introducir en el CAD en otro proceso de pasar información de CAE a CAD.



- Modelos de referencia para comprobar nuestro procedimiento.

Para comprobar que hacemos bien un cálculo podemos comparar nuestros resultados con ejercicios de referencia. El tutorial de Catia dispone de una sección para comprobar los cálculos de cada tipo. Por ejemplo el primer caso que se encuentra es el de barras (1D) y luego sigue con otros ejemplos de cargas aplicadas.



Space Structure on Elastic Supports  
Cylindrical Roof Under its Own Weight  
Hemispherical Shell under Concentrated Load  
Morley's Problem  
Pinched Cylinder  
Simply-supported Square Plate  
Thick Beam  
Twisted Beam  
Bending of a Beam  
Thick Cylinder

## • Casos de carga aceptados por esta versión de Catia.

Como podemos comprobar en el manual los casos de carga están limitados a los de la figura adjunta. Además en el manual ya deja claro que tan sólo resuelve cálculos bajo las siguientes hipótesis:

### What Type of Hypotheses are Used for Analysis?

You will find here below **three types of hypotheses** used when working in A

1. Small displacement (translation and rotation)
2. Small strain
3. Linear constitutive law: linear elasticity

#### Inserting Analysis Cases



##### Insert a New Static Case

Generate a Static Analysis Case objects set.



##### Insert a New Static Constrained Case

Generate a Static Constrained Analysis Case objects set.



##### Insert a New Frequency Case

Generate a Frequency Analysis Case objects set.



##### Insert a New Buckling Case:

Generate a Buckling Analysis Case objects set.



##### Insert a New Combined Case

Generate a Combined Analysis Case objects set.



##### Insert a Preprocessing Case

Generate a preprocessing case objects set. 



##### Insert a Solution Case

Generate an solution case objects set. 



##### Insert a New Envelop Case

Generate an Envelop Analysis Case objects set. 



##### Insert a Harmonic Dynamic Response Case

Generate a Harmonic Dynamic Response Analysis Case objects set.

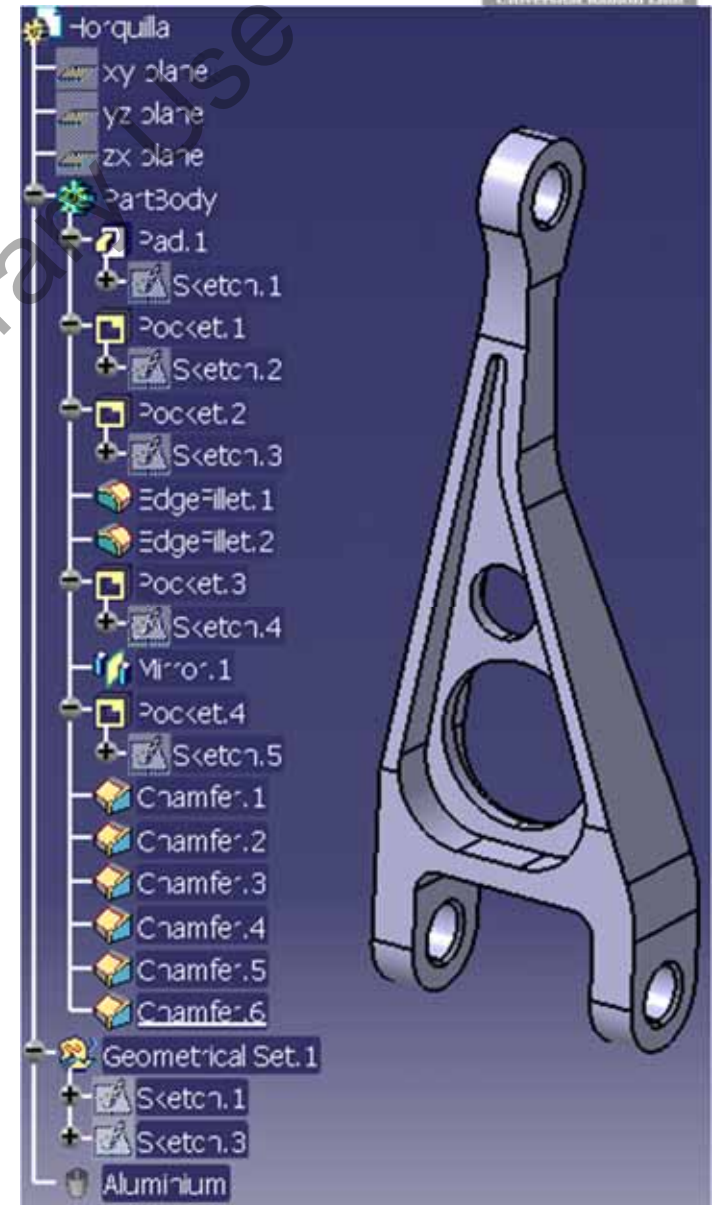
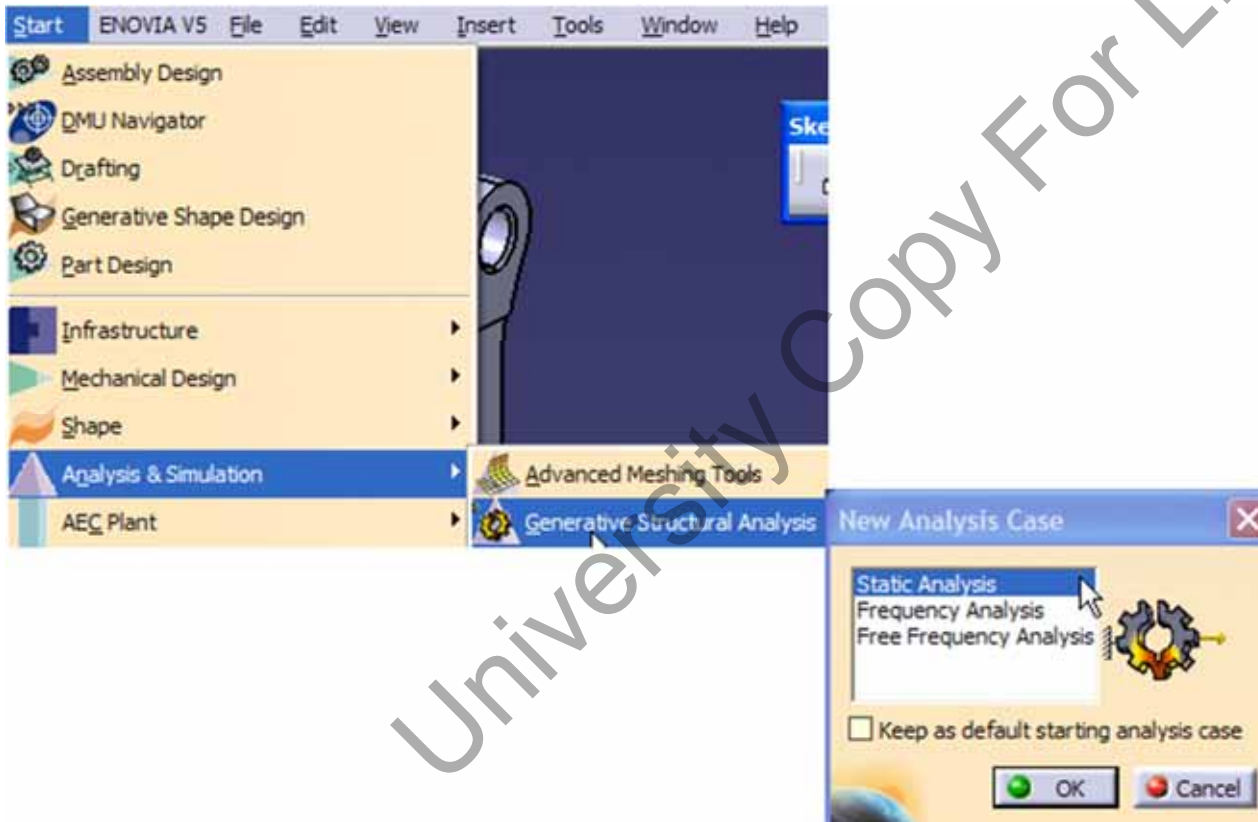


##### Insert a Transient Dynamic Response Case

Generate a Transient Dynamic Response Analysis Case objects set.

- Abrir fichero ejemplo.

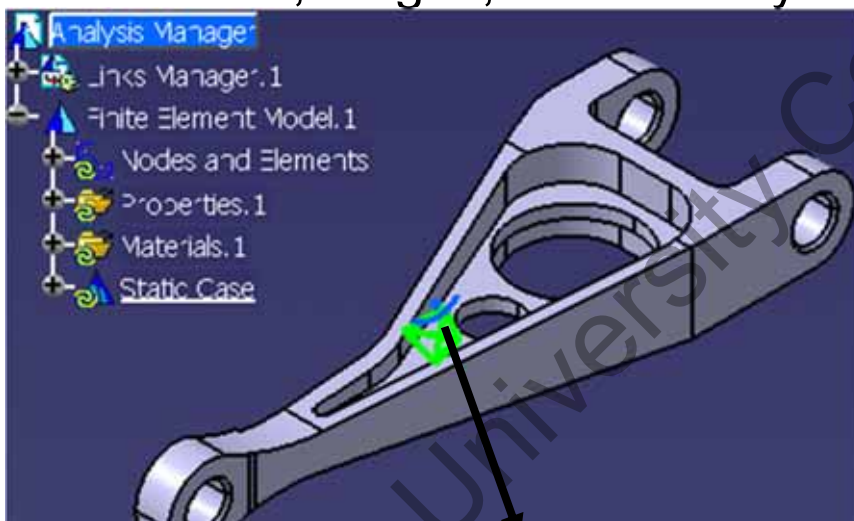
Vamos a usar como ejemplo el fichero “Horquilla” copiándolo en nuestra carpeta de trabajo. Una vez tenemos nuestra geometría con su material (en este caso aluminio) iniciamos la parte de análisis.



## • Fichero CATAnalysis.

Cerrar el fichero con el CAD (CATPart) y desde “Save Management” guardar el análisis con el nombre que queramos. Vemos en el árbol del análisis que se han creado cuatro partes:

- Nodos y elementos para discretizar el CAD en elementos finitos.
- Propiedades relacionados con las piezas.
- Materiales para añadir las variables de material necesarias para el cálculo.
- Caso de carga estático pues hemos elegido este tipo de análisis con condiciones de contorno, cargas, resultados y sensores de resultados.



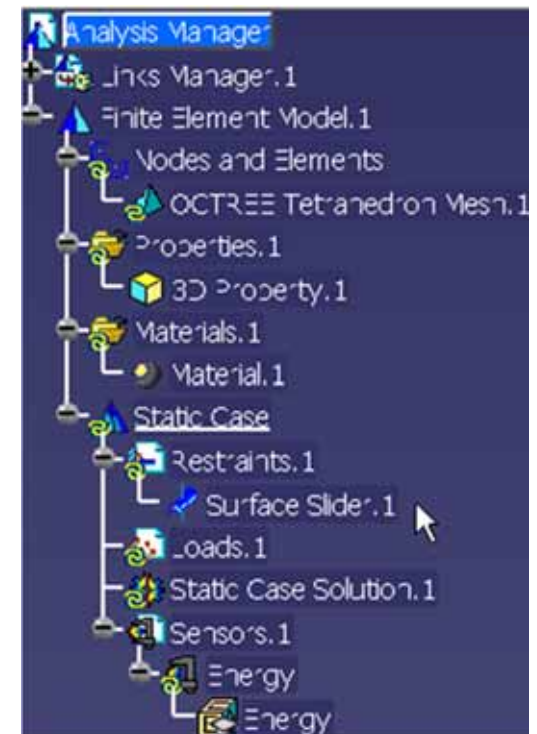
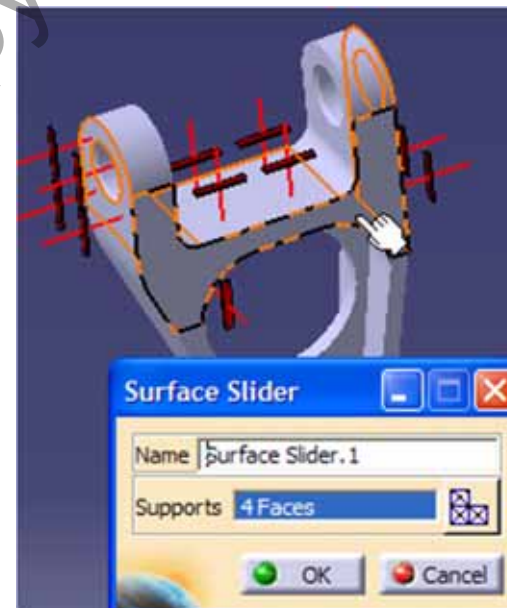
Doble-click para ver tamaño malla.



- Condiciones de contorno “boundary conditions”.

Una de las tareas más difíciles a la hora de definir cómo calcular una pieza es saber como se fija la pieza y cómo se aplican las cargas. Para simplificar el problema podemos simular tan sólo una parte de nuestro conjunto suponiendo que hay unos puntos fijos. Por ejemplo para simular el comportamiento de una puerta suponemos que nos se mueven los puntos de unión de las bisagras a la carrocería.

Comenzamos por definir condiciones de contorno de superficies que sólo pueden deslizar (similar a contacto).



- Crear carga distribuida.

Una vez sabemos que nuestra pieza está sujeta pasamos a definir las cargas aplicadas. Como ejemplo vamos a aplicar una carga distribuida en una superficie.

En los ejemplos teóricos se suele definir cargas puntuales pero en la realidad la carga hay que distribuirla sobre una superficie aunque esta sea pequeña. En los pliegos de condiciones de automoción se suele escribir la fuerza a aplicar y la superficie sobre la que se aplica.

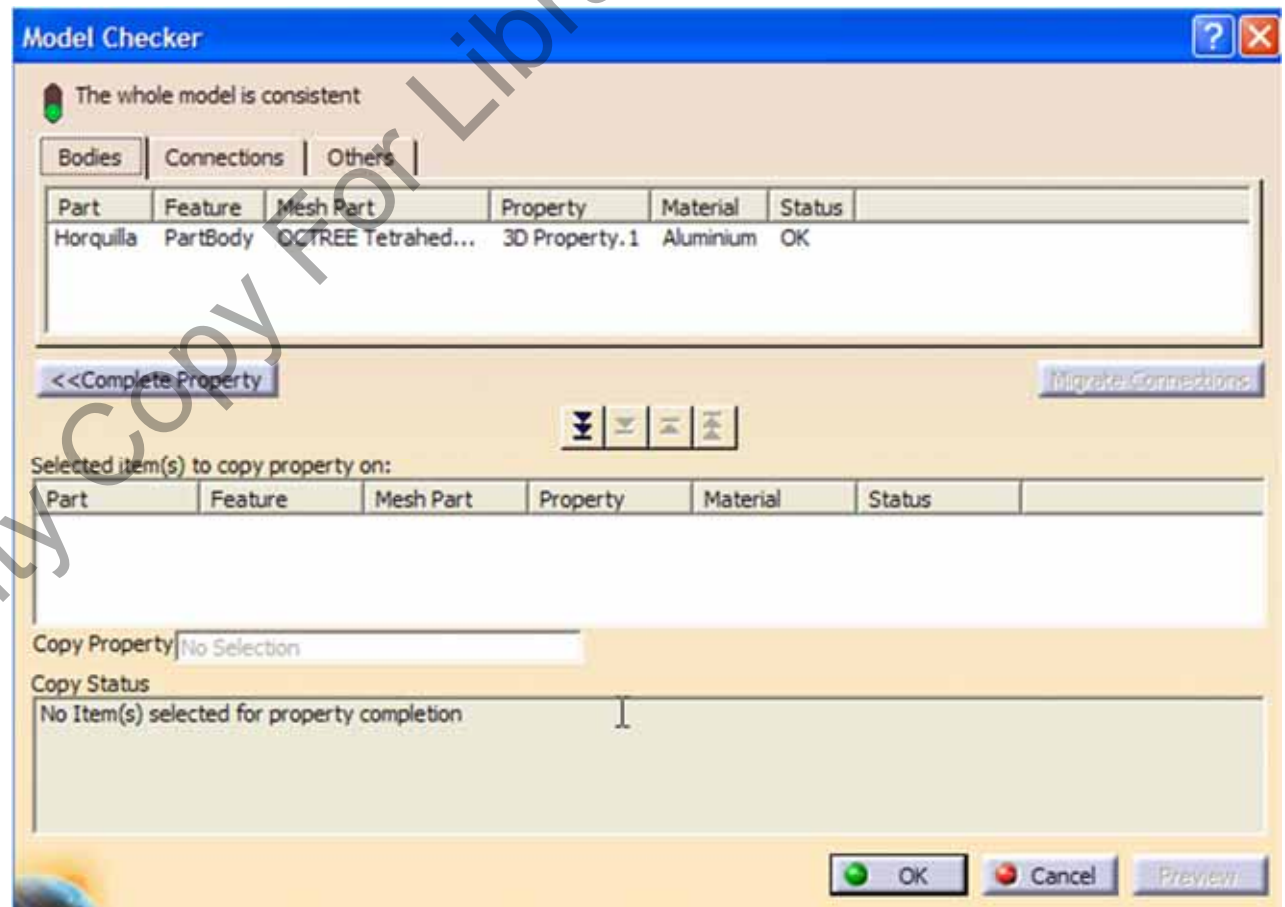




- Calcular la carga estática.

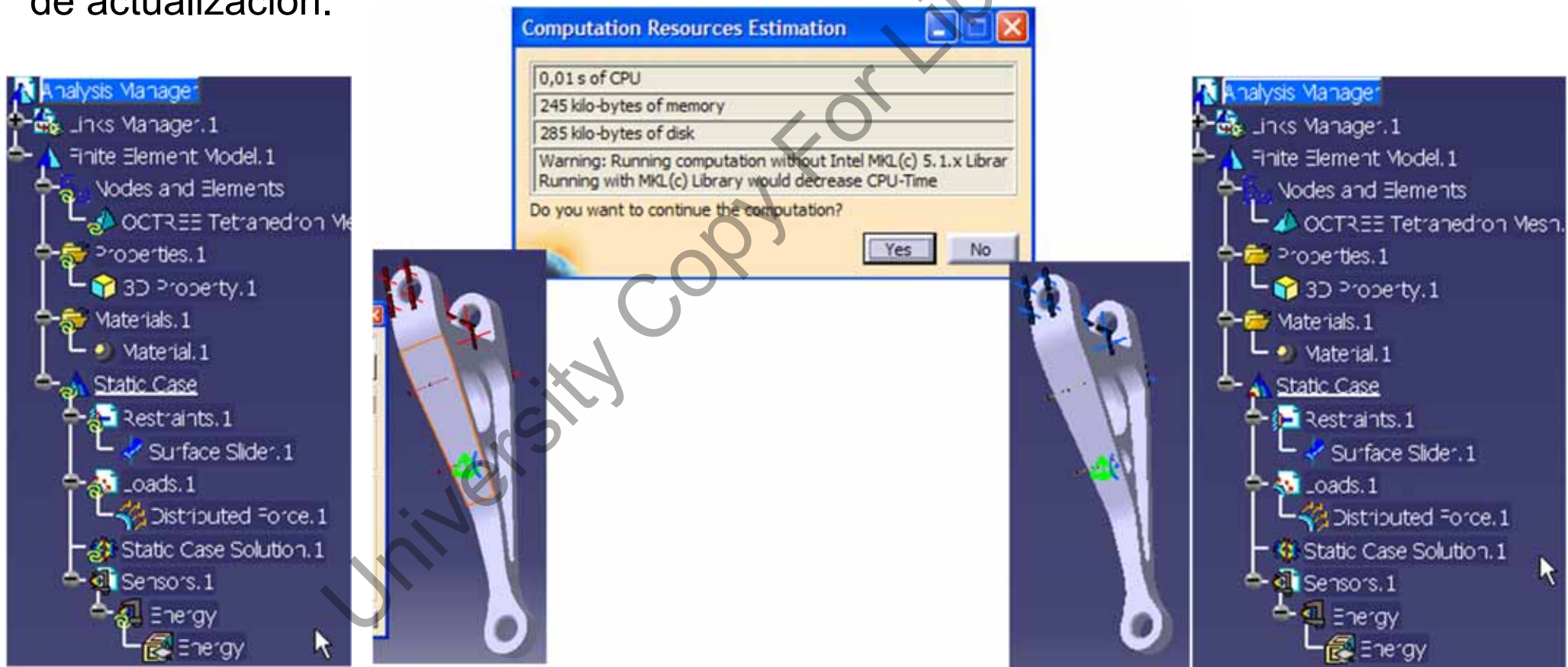
Primero comprobamos que el modelo está correcto y es consistente.

Si no hay errores podemos pasar a calcular.



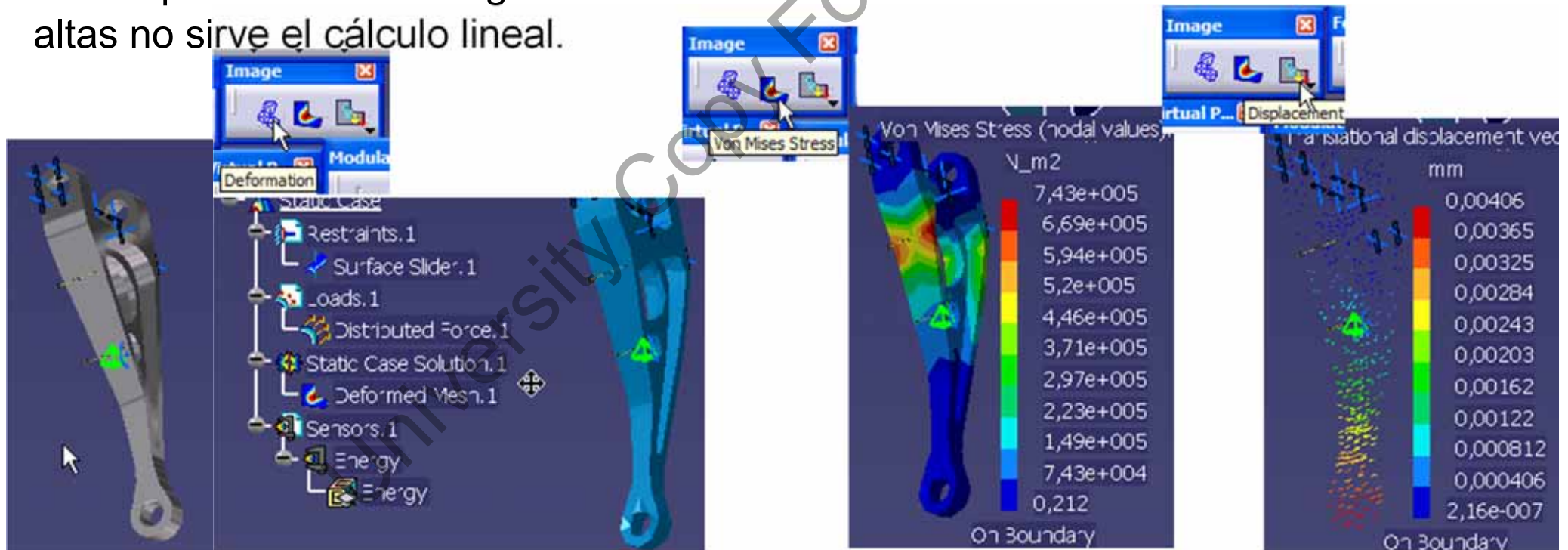
- Evolución de creación de malla y cálculo.

Podemos ver la evolución del cálculo. Tras un primer proceso nos da una estimación del tiempo de cálculo que será función del número de nodos y elementos generados. Finalmente el árbol aparece sin los símbolos de necesidad de actualización.



• Visualización de desplazamientos y Von Mises.

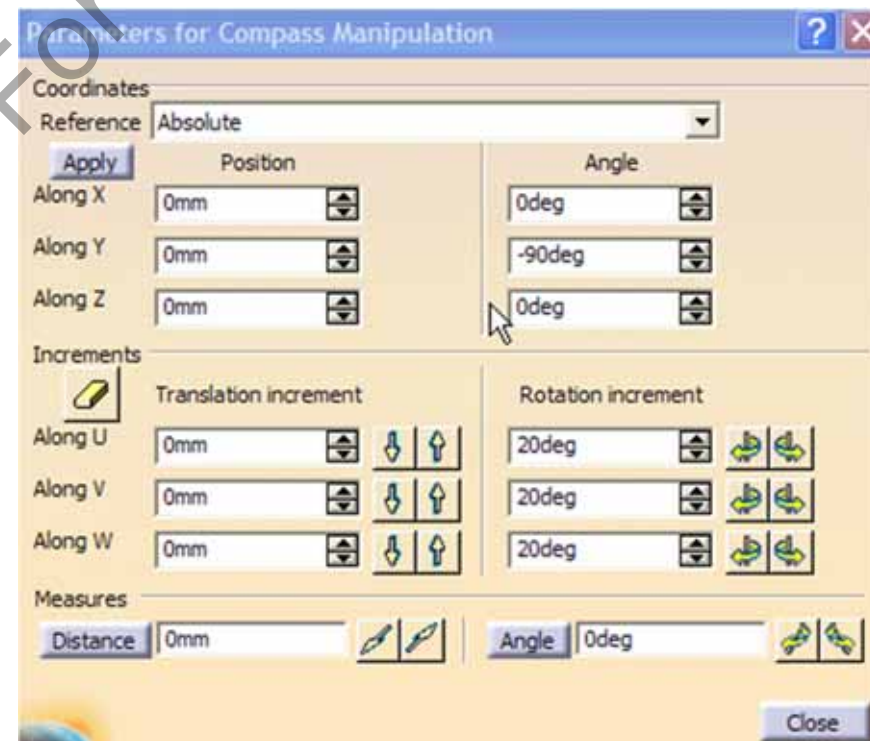
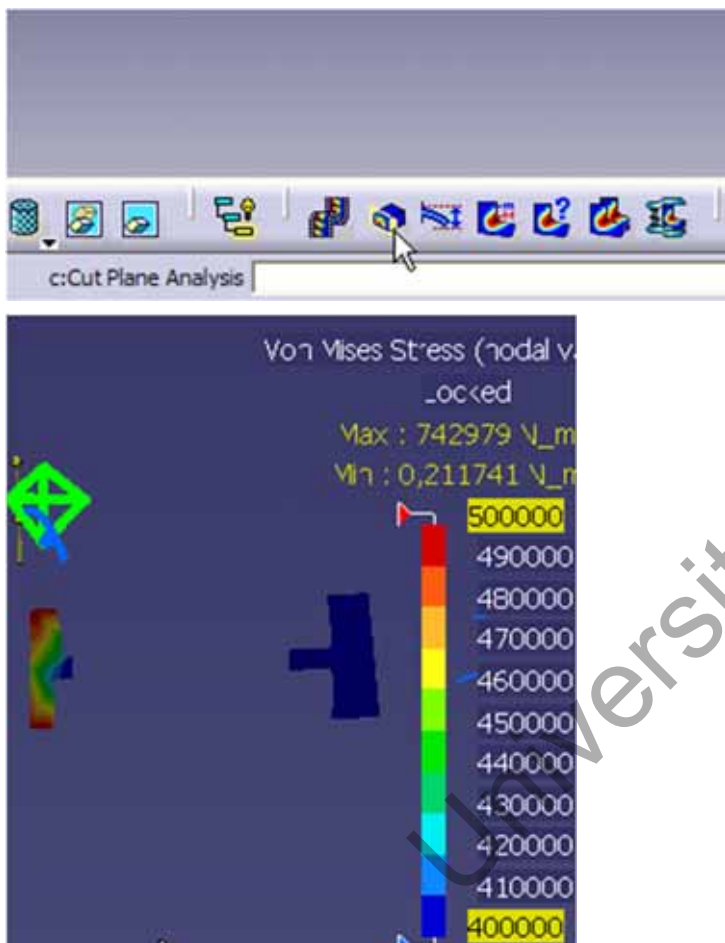
Al finalizar el cálculo hay que hacer el postproceso en el que se pretende inicialmente saber si lo que hemos calculado es correcto. Lo primero es ver la pieza deformada. Si vemos que algún punto que no se debería mover se está moviendo tendremos que redefinir las “Boundary conditions”. Una vez nos parece correcto podemos pasar a evaluar la magnitud de desplazamientos y tensiones. Si los desplazamientos son grandes no sirve el cálculo lineal. Si las tensiones son altas no sirve el cálculo lineal.





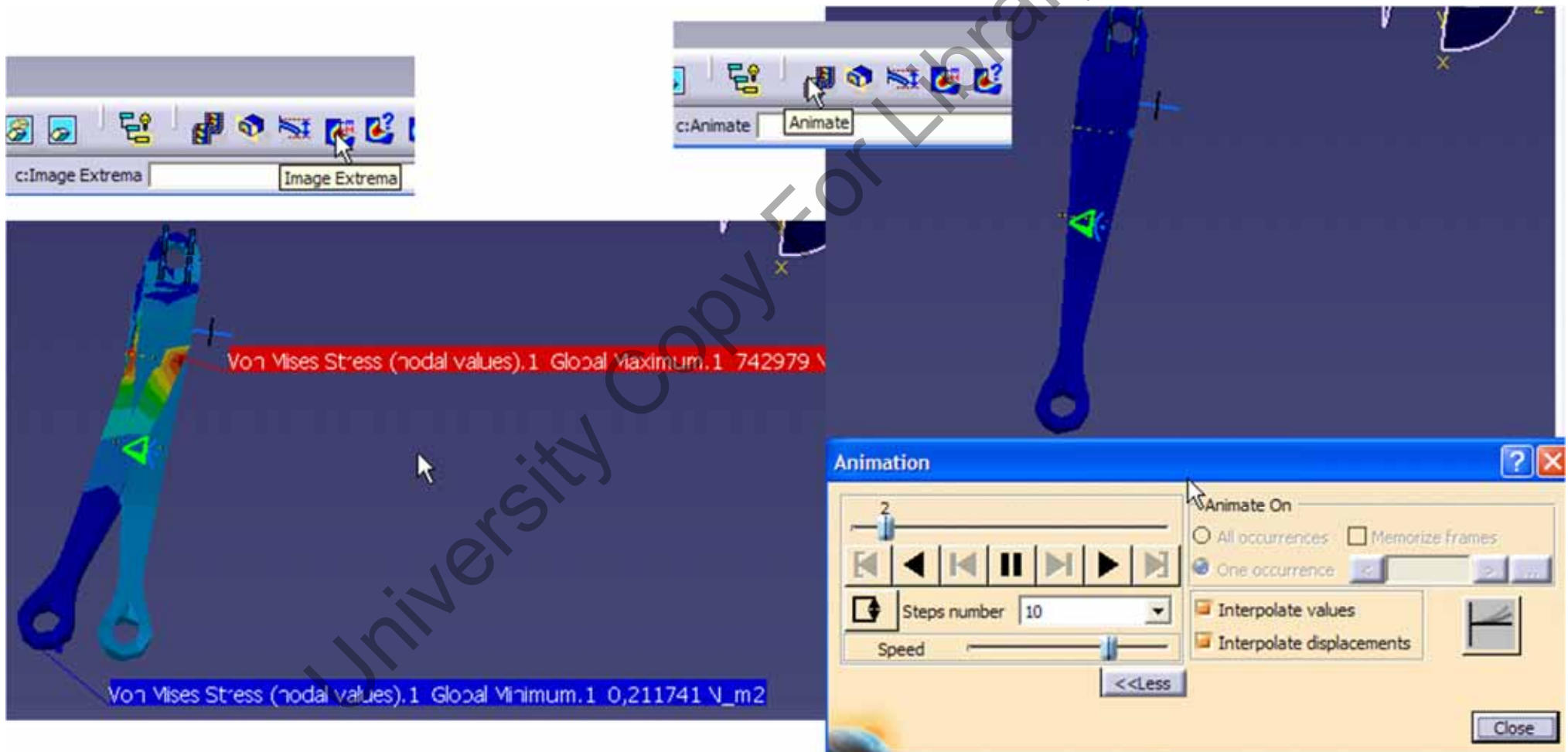
- Resultados en una sección.

Si en lugar de ver todo el 3D nos interesa ver los resultados en una sección en concreto. Podemos ajustar la posición del compás editándolo.



- Buscar mínimos y máximos.

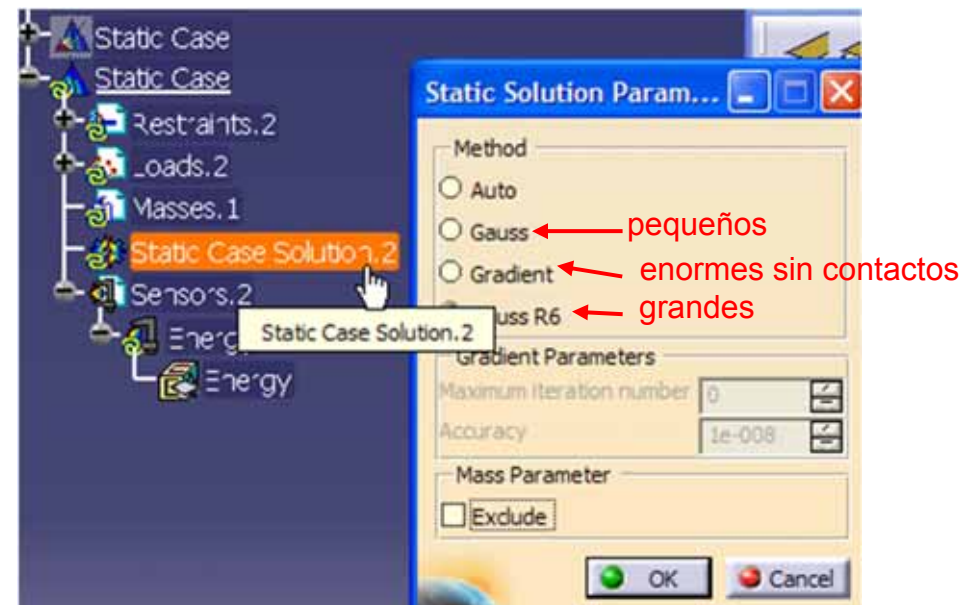
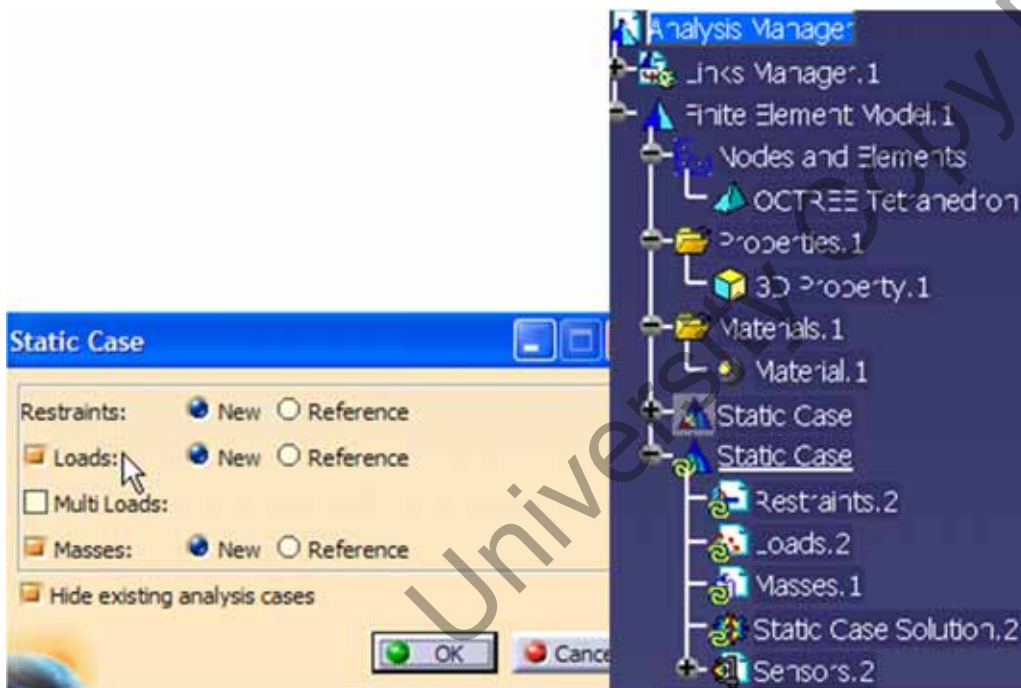
Para localizar el valor mínimo y máximo tenemos otra herramienta de análisis. Para los presentar podemos crear películas animando las deformaciones.



- Insertar nuevos casos de carga.

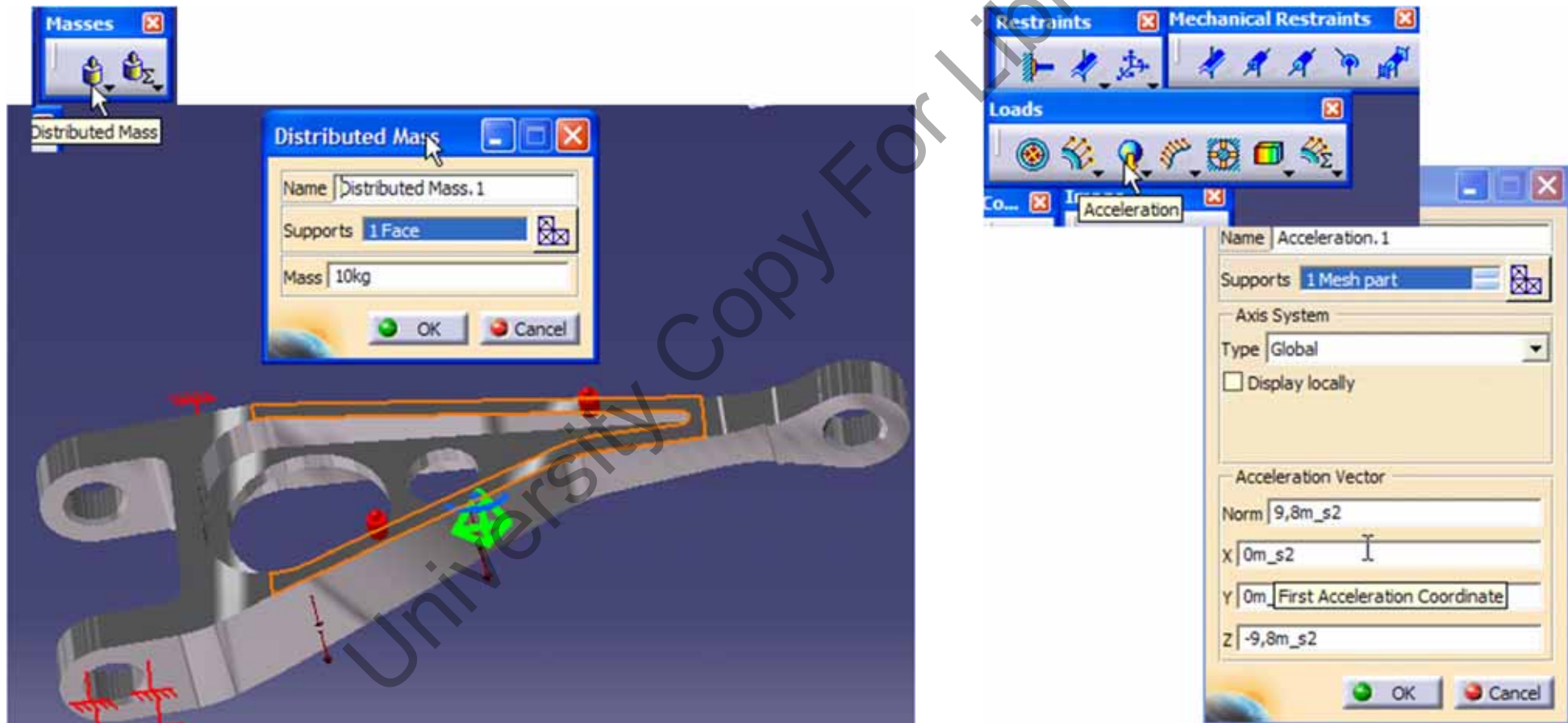
Podemos ir insertando nuevos análisis. Para organizarse deberíamos poner nombre a cada análisis (-50N en Z cara interior por ejemplo).

Podemos ver el método de análisis usado para resolver los elementos finitos haciendo doble-click en “Static Case Solution”



- Añadir masas.

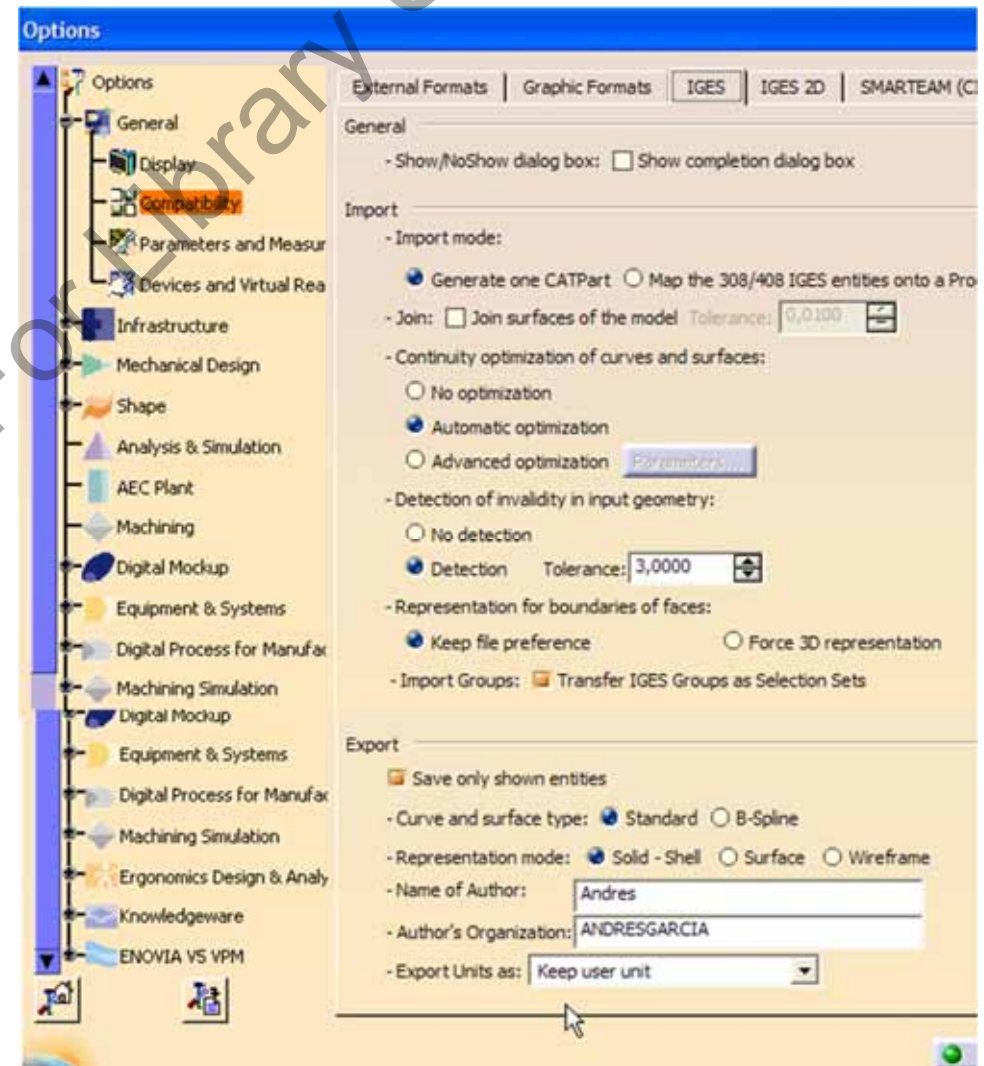
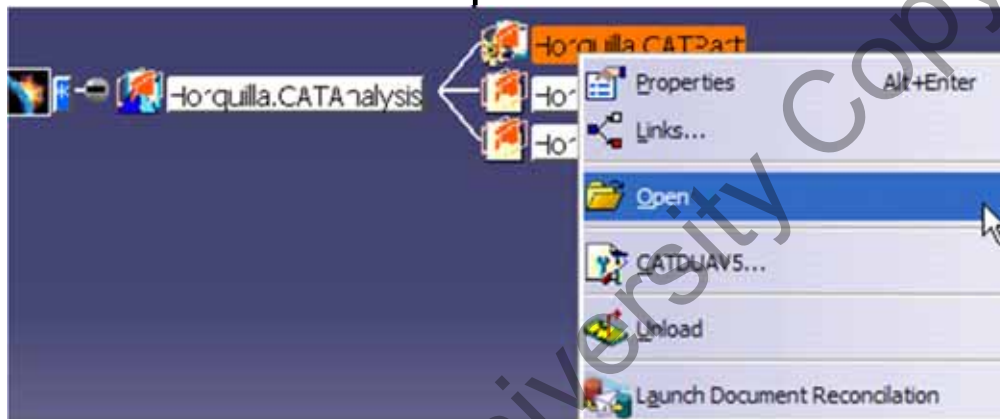
Al haber activado las masas al crear el análisis vemos que podemos añadir masas en zonas, cosa que antes no era posible. Esta opción será muy importante para el tema de vibraciones y para los casos de carga gravitatoria.





- Exportar geometría para otros programas .

Una vez hemos hecho una primera aproximación de nuestra geometría con Catia podemos exportarla para que otros programas comprueben de una manera más ajustada los pliegos de condiciones. Para exportar podemos ajustar parámetros desde “Tools” -> “Options”.



## • Tracción.

Como ejemplo sencillo y fácil de hacer analíticamente vamos a hacer la tracción de un barra rectangular de base “ $b$ ”, altura “ $h$ ” y longitud “ $l$ ”. La barra la estiraremos con una fuerza “ $F$ ”.

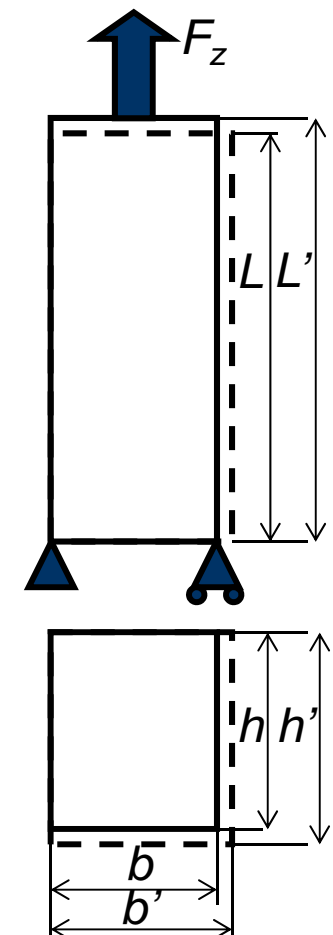
En principio si dejamos que la pieza “adelgace” tan sólo esperamos tensiones en la dirección de aplicación de la fuerza, digamos “ $z$ ”.

Comprobaremos si  $\sigma_z = F_z / bh$

Comprobaremos si el desplazamiento es  $L' - L = L \varepsilon_z = LF_z / bhE$ .

Comprobaremos si el adelgazamiento es  $b' - b = b \varepsilon_x = -\nu LF_z / bhE$ .

Comprobaremos si la energía es  $En = LF_z^2 / bhE$

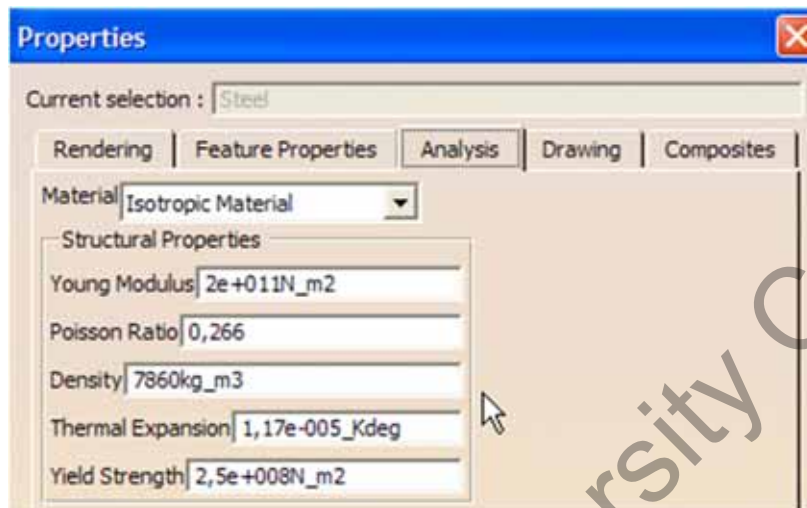


$$\begin{pmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \varepsilon_z \end{pmatrix} = \frac{1}{E} \begin{pmatrix} 1 & -\nu & -\nu \\ -\nu & 1 & -\nu \\ -\nu & -\nu & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \sigma_z \end{pmatrix}$$

- Creación de barra y aplicación de material.

Primero creamos la geometría de la barra y le aplicamos las propiedades de material y anotamos  $b$ ,  $h$ ,  $L$ ,  $E$  y  $\nu$  que necesitamos para nuestras comprobaciones.

Al aplicar el material podemos editar las propiedades si accedemos a la parte de análisis.

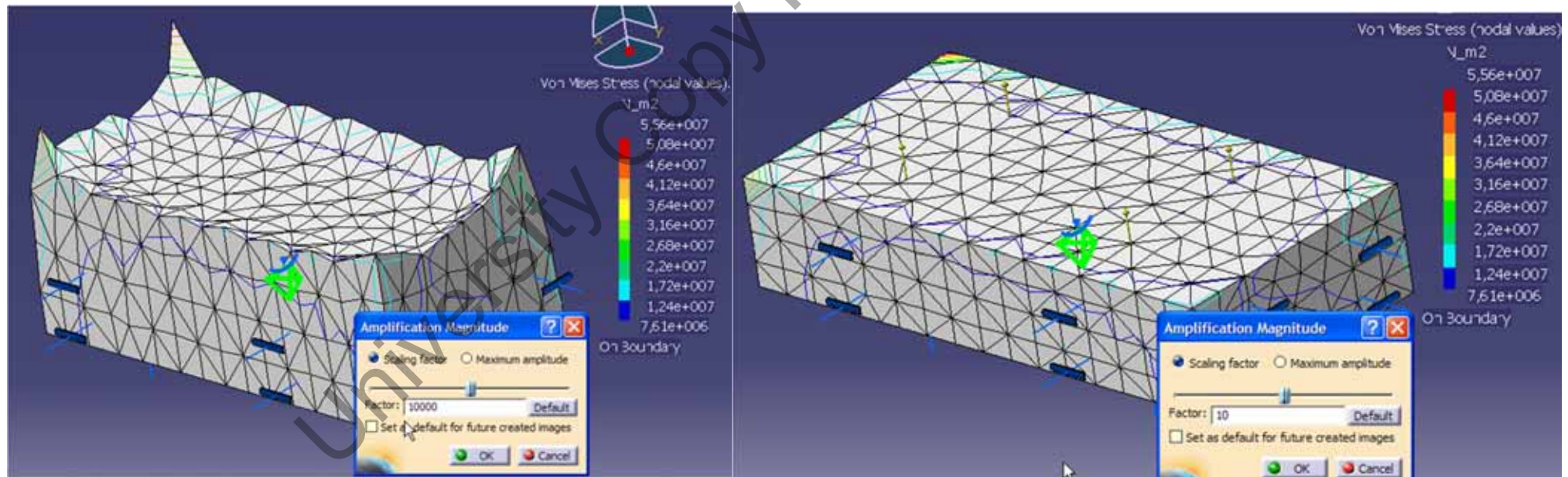


• Análisis resultados.

Los resultados de estas figuras son para dimensiones de la tabla siguiente:

Lo primero que hacemos es cambiar la escala de la deformación para que los errores no se vean tan exagerados.

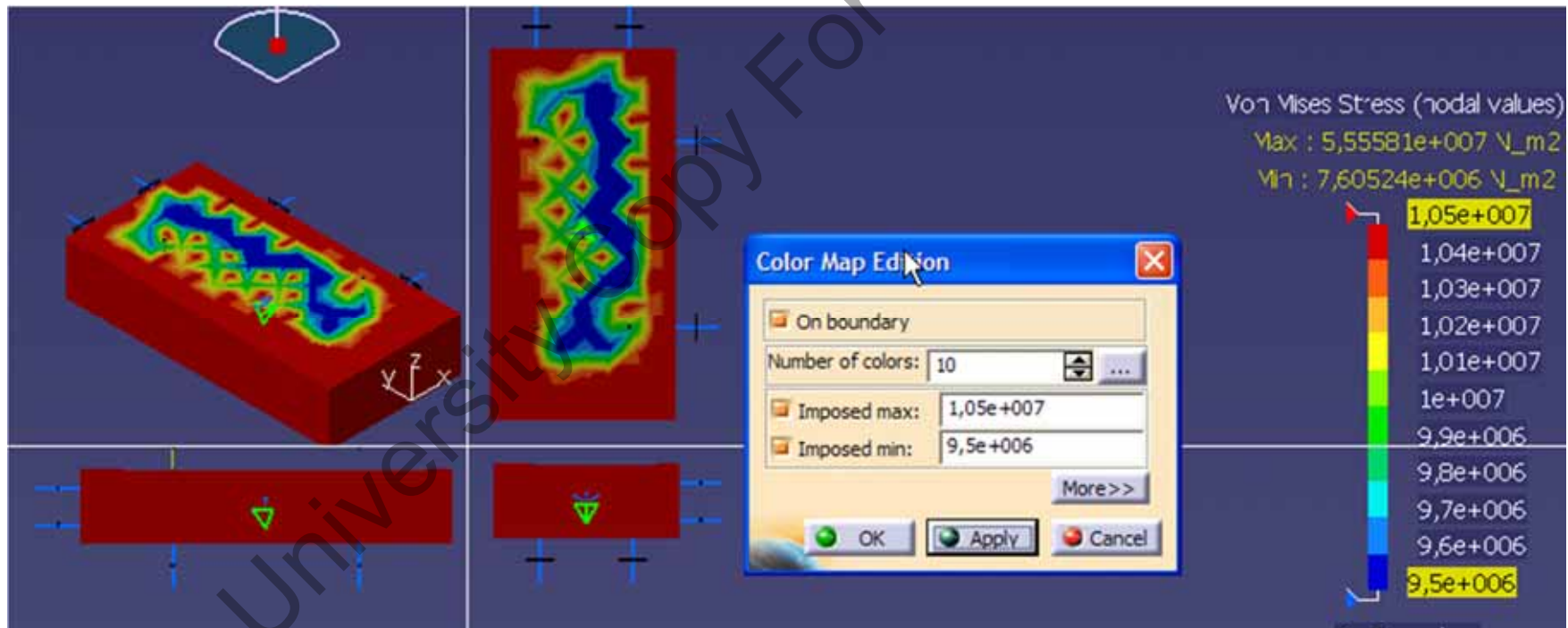
b	mm	50
h	mm	100
L	mm	20
E	N/mm <sup>2</sup>	200000
$\nu$	-	0.26
Fz	N	50000
$\sigma_z = F_z / bh$	N/mm <sup>2</sup>	10
$L^*L = LF_z / bhE$	mm	0.001
$b^*b = -\nu b F_z / bhE$	mm	-0.00065
$En = LF_z^2 / bhE^2$	Nmm	25



- Comprobación tensiones.

Como podemos comprobar hay zonas (esquinas) en que el cálculo ha dado valores de tensiones 5 veces por encima del valor esperado. Podemos cambiar los valores de nuestra paleta para suavizar los resultados respecto al valor esperado.

A pesar de ello vemos que las tensiones no son las esperadas.



- Comprobación deformaciones.

Si miramos las deformaciones tampoco cuadran ya que esperamos tener un desplazamiento constante de 0,001 mm en dirección "z".

Tampoco se cumple el adelgazamiento en que esperábamos un desplazamiento de 0,00065mm.

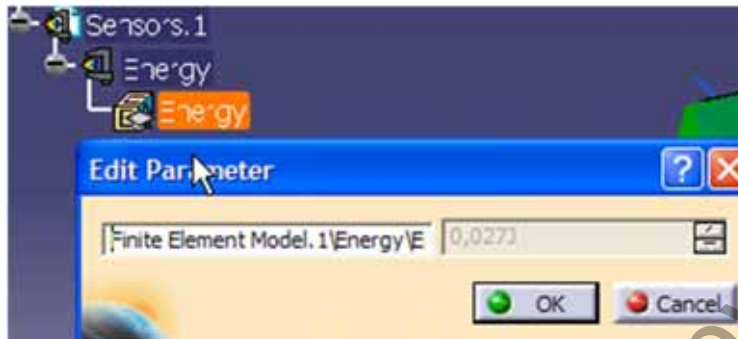
Para ver la deformación en la esquina podemos añadir un sensor local.



- Comprobación de energía.

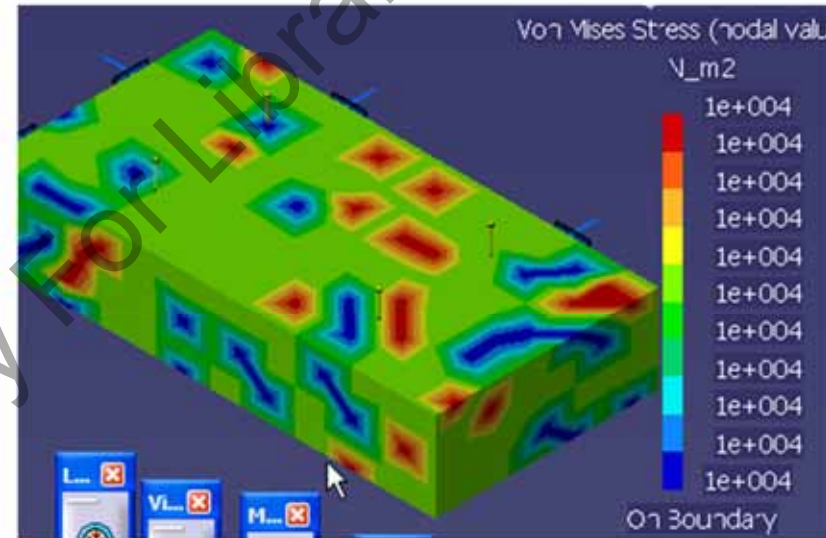
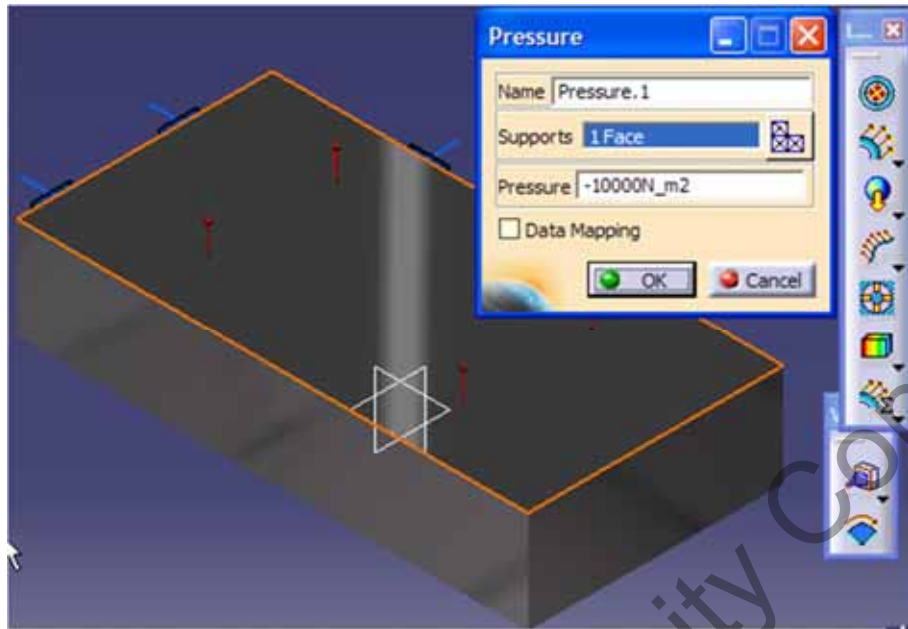
Tampoco cumple la energía pues esperamos  $25 \text{ Nmm} = 0,025 \text{ J}$ .

En este número es donde el error ha sido el mínimo (sobre un 8%).

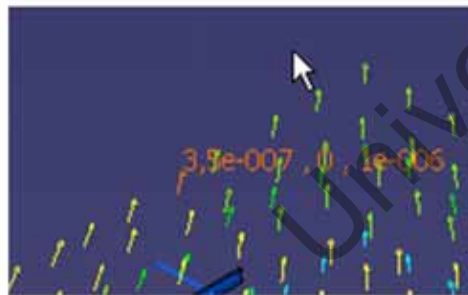


- Solucionar problema de distribución de cargas.

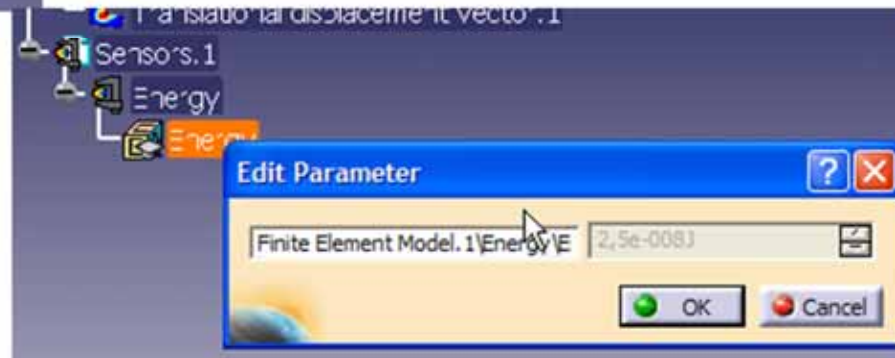
Ya que Catia no ha sabido distribuir la carga en la cara lo mejor es aplicar directamente una presión y comprobar que todo cuadra.



$\sigma_z$  ✓



L-L' ✓  
b-b' ✓

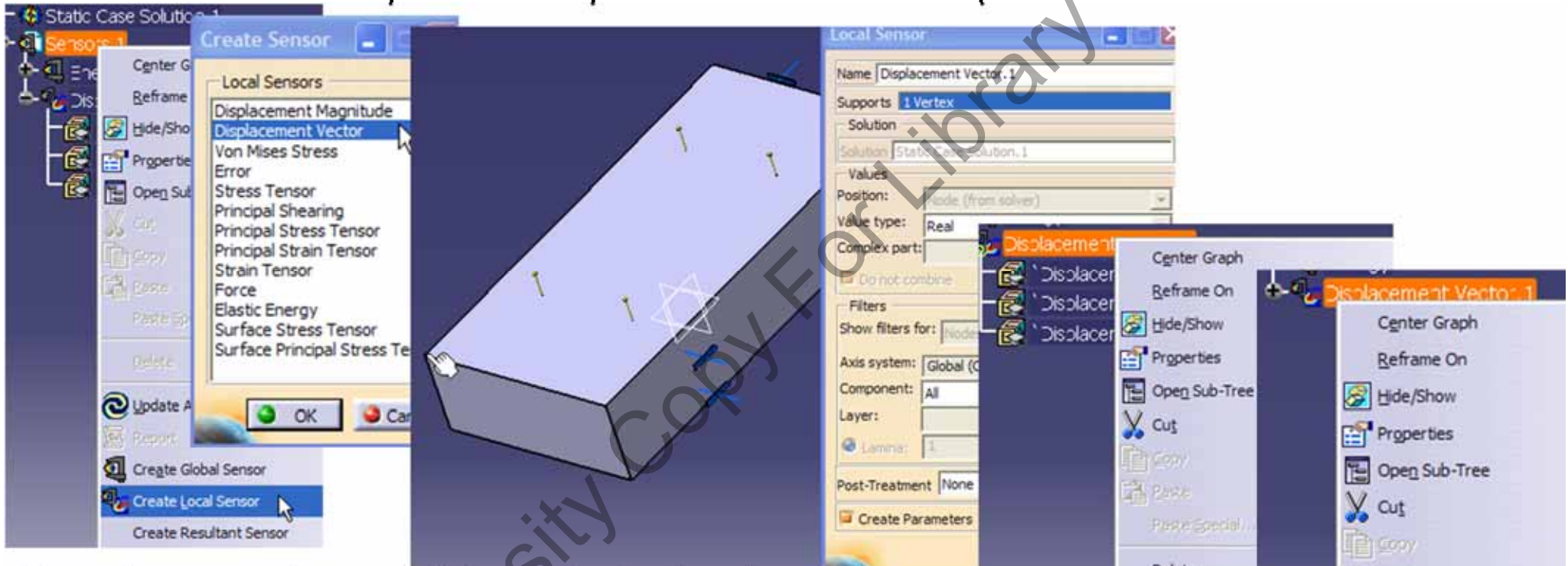


En ✓



- Comprobación con sensores.

Creamos un sensor para el desplazamiento de la esquina.



Exportamos valores a fichero de texto y lo editamos.

Values axis		Global				
x(mm)	y(mm)	z(mm)	C1(mm)	C2(mm)	C3(mm)	
-25	-50	20	6,65e-007 ✓	1,33e-006 ✓	1e-006 ✓	

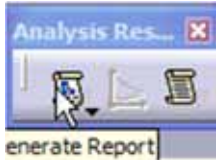
- Comprobación de fuerzas de reacción.

Repetimos el proceso de crear sensores pero para fuerzas de reacción. No podemos exportar los resultados desde este menú a fichero de texto pero si editarlos en pantalla.



- Generar un informe del cálculo.

Catia nos da la posibilidad de generar un informe del cálculo.



**DIRECT METHOD Computation**

Name: StaticSet.1

Restraint: RestraintSet.1

Load: LoadSet.1

Strain Energy : 2.500e-008 J

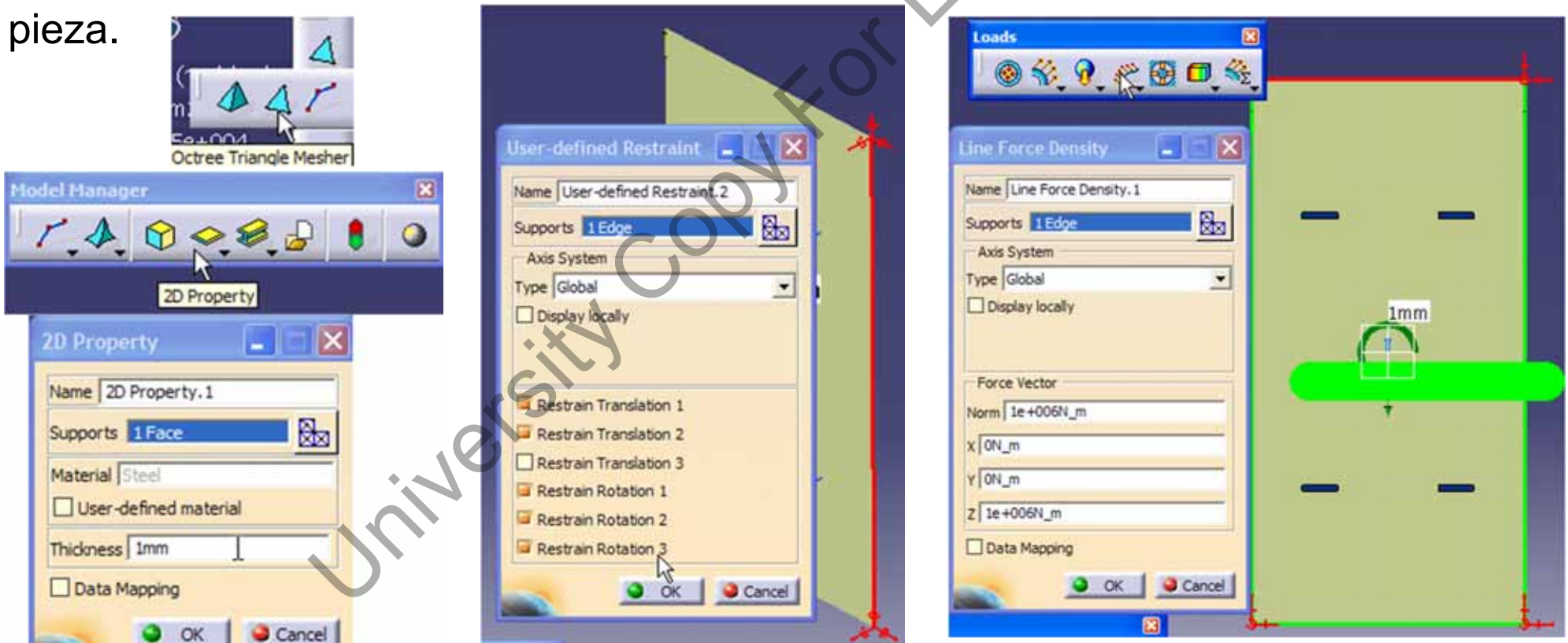
Equilibrium

Components	Applied Forces	Reactions	Residual	Relative Magnitude Error
Fx (N)	0.0000e+000	4.1168e-015	4.1168e-015	6.5367e-015
Fy (N)	0.0000e+000	1.5614e-014	1.5614e-014	2.4791e-014
Fz (N)	5.0000e+001	-5.0000e+001	4.2633e-014	6.7693e-014
Mx (Nxm)	4.1633e-017	-3.7470e-016	-3.3307e-016	1.0577e-014
My (Nxm)	-3.9118e-016	3.5757e-016	-3.3610e-017	1.0673e-015
Mz (Nxm)	0.0000e+000	4.1664e-016	4.1664e-016	1.3231e-014

- Cálculos de superficies (shell).

Es habitual simplificar los cálculos usando elementos de espesor constante tipo lámina para chapas delgadas.

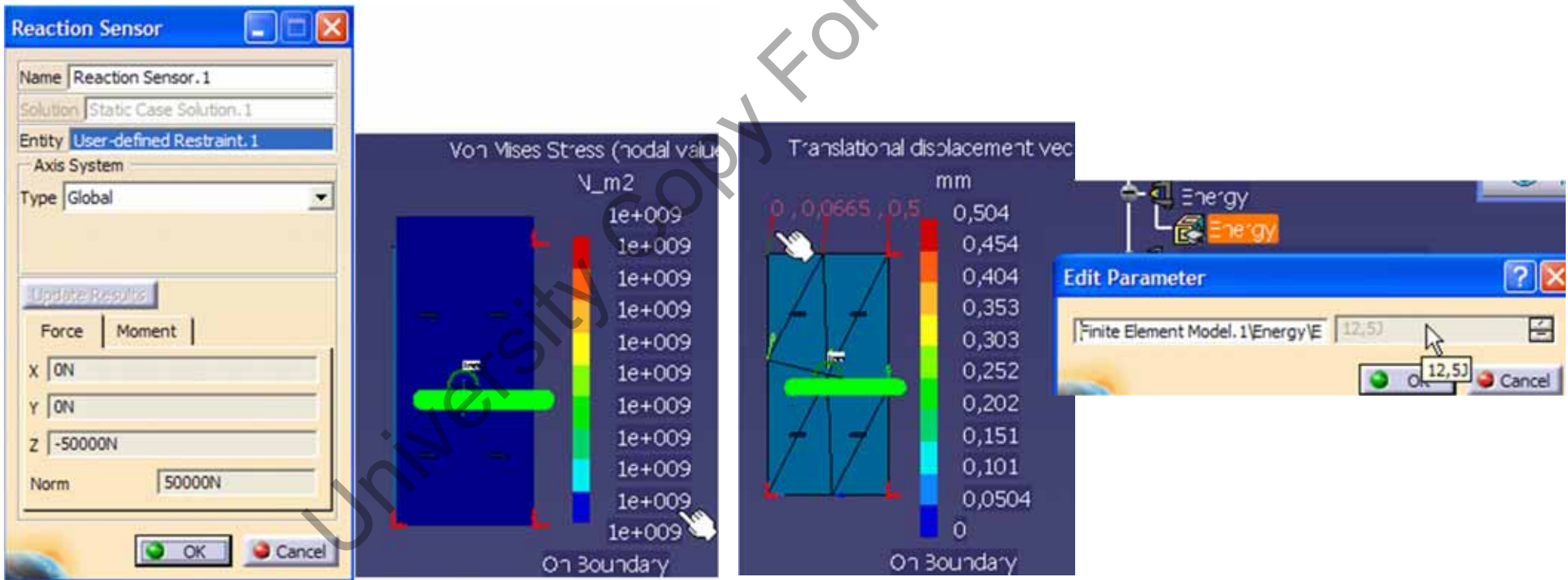
Creamos un ejemplo de una superficie y empezamos el análisis aplicando material, propiedades 2D y malla 2D. Al aplicar las propiedades 2D definimos el espesor de pieza.



• Comprobación resultados.

Repetimos las comprobaciones como en el caso de sólidos con las dimensiones de nuestra lámina (al espesor se le ha cambiado el nombre de “h” a “t” de thickness).

b	mm	50
t	mm	1
L	mm	100
E	N/mm <sup>2</sup>	200000
$\nu$	-	0.26
Fz	N	50000
$\sigma_z = F_z/bt$	N/mm <sup>2</sup>	1000
$L^*L = LF_z/btE$	mm	0.5
$b^*b = -\nu bF_z/btE$	mm	-0.065
$En = LF_z^2/btE^2$	Nmm	12500

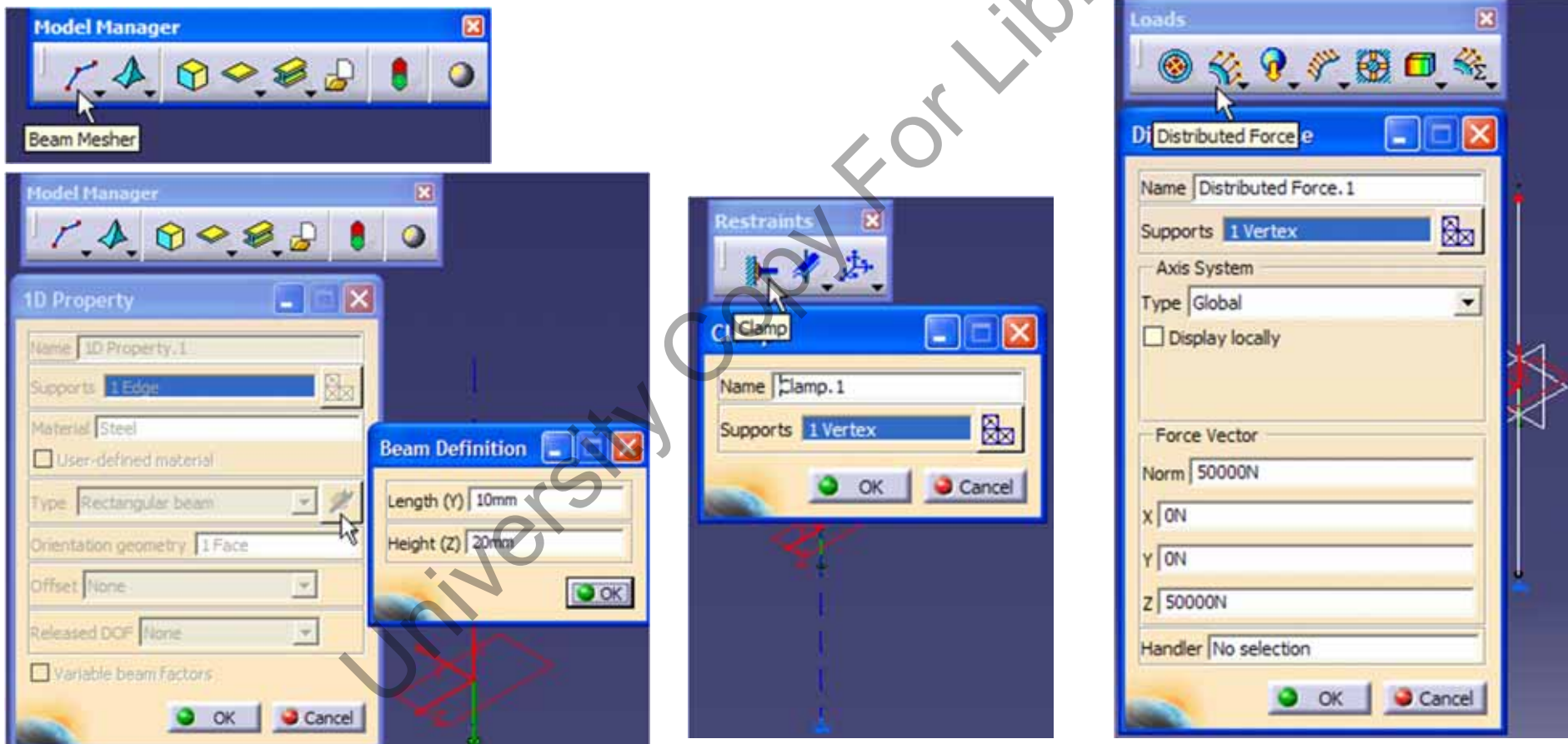


The image shows a screenshot of ANSYS software with several windows open:

- Reaction Sensor:** A dialog box for 'Reaction Sensor.1' showing 'Static Case Solution.1' and 'User-defined Restraint.1'. The force in the Z direction is set to -50000N, with a norm of 50000N.
- Von Mises Stress (nodal values):** A plot showing stress distribution on the plate. The color scale ranges from 0 to 1e+009 N/m<sup>2</sup>.
- Translational displacement vector:** A plot showing displacement distribution. The color scale ranges from 0 to 0.504 mm. A specific displacement of 0.0665 mm is highlighted.
- Edit Parameter:** A dialog box for 'Finite Element Model.1\Energy\E' with a value of 12,5J.

## • Cálculo de curvas.

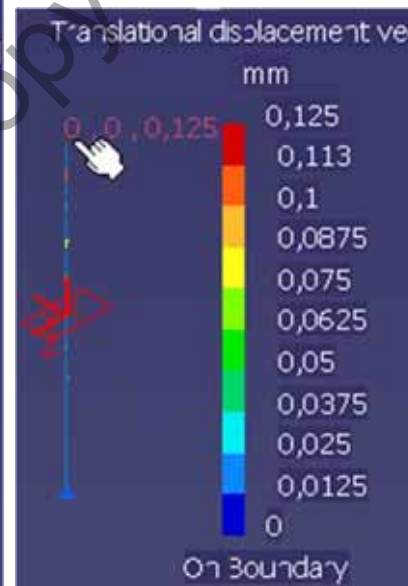
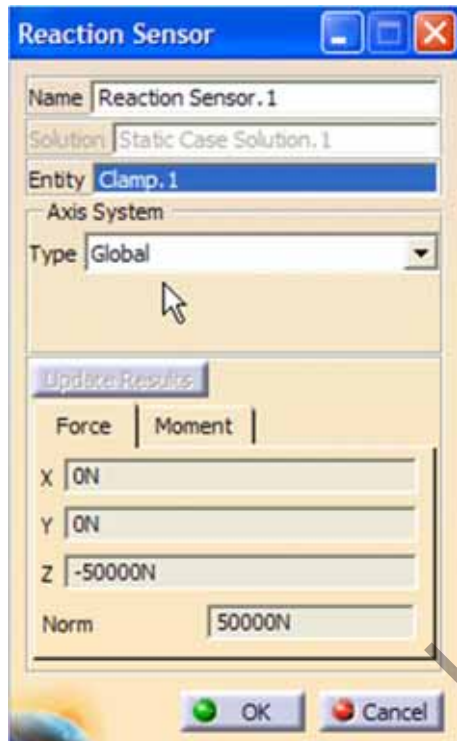
Para simplificar mucho más el problema algunas estructuras se suelen dar como curvas a las que se les da una sección. Una vez definido el material definimos malla de barras (beam), propiedades 1D, boundary conditions, loads ...



• Comprobación de cálculos.

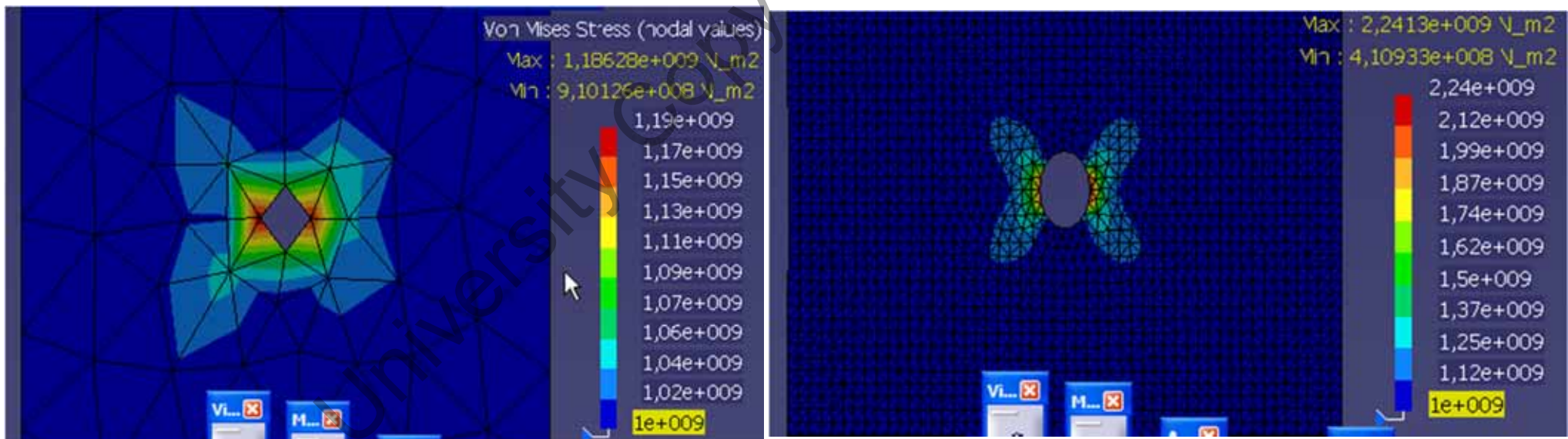
Repetimos el mismo proceso para ver que controlamos el proceso. Para estos modelos Catia no nos da la tensión de Von Mises y tenemos que mirar las tensiones principales.

$b$	mm	20	
$t$	mm	10	
$L$	mm	100	
$E$	N/mm <sup>2</sup>	200000	
$\nu$	-	0.26	✓
$F_z$	N	50000	✓
$\sigma_z = F_z/bt$	N/mm <sup>2</sup>	250	✓
$L' = L = LF_z/btE$	mm	0.125	?
$b' = b = -\nu b F_z/btE$	mm	-0.0065	✓
$En = LF_z^2/btE^2$	Nmm	3125	



- Remallado para mejorar resultados.

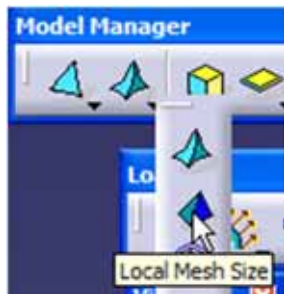
Una vez que dominamos el programa podemos empezar a discutir sobre la malla. Como ejemplo usaremos una placa con un agujero. Sabemos que la tensión en los cantos del agujero ha de ser tres veces la aplicada y nos centraremos en esa comprobación. El primer cálculo con una malla gruesa nos da un resultado de tan sólo 1,19 veces. Por supuesto podemos hacer toda la malla pequeña pero eso es una pérdida de tiempo de cálculo ya que hay zonas que no necesitan elementos tan pequeños.





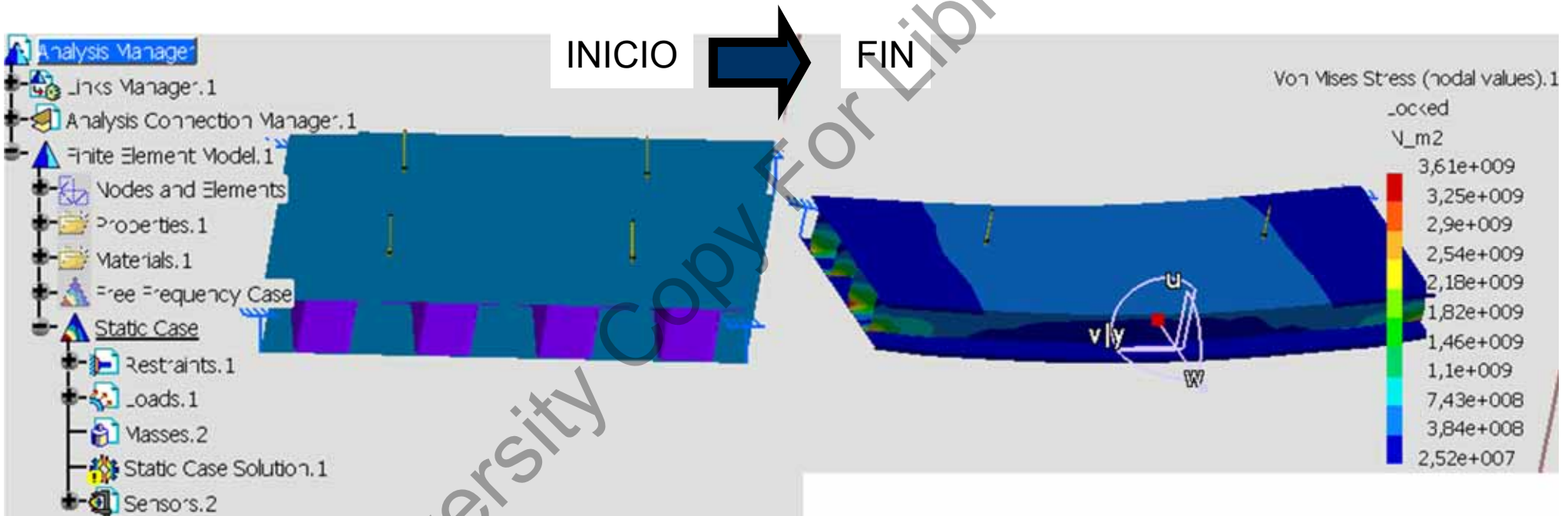
- Redefinir la zona.

Para poder mallar una zona hay que crear alguna geometría de apoyo en la pieza para no remallar toda la pieza.



• Ejercicios de examen de cursos anteriores.

El fichero EXF-Ej10.CATAnalysis no se calcula y puede ser que haya una pieza sin soldar. Detectar la pieza suelta, unirla como el resto y calcular sin modificar nada más:



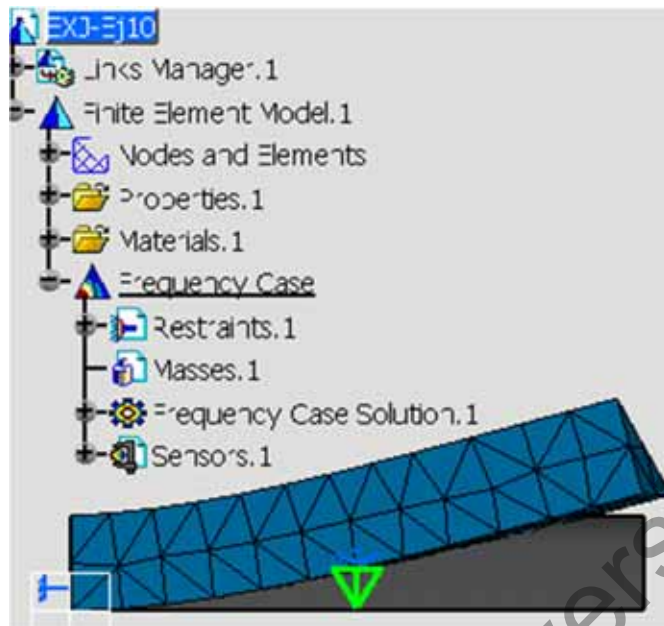
Anotar aquí el desplazamiento máximo:

Tiempo ..min.

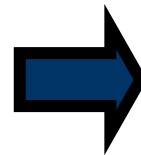
..... mm

• Ejercicios de examen de cursos anteriores.

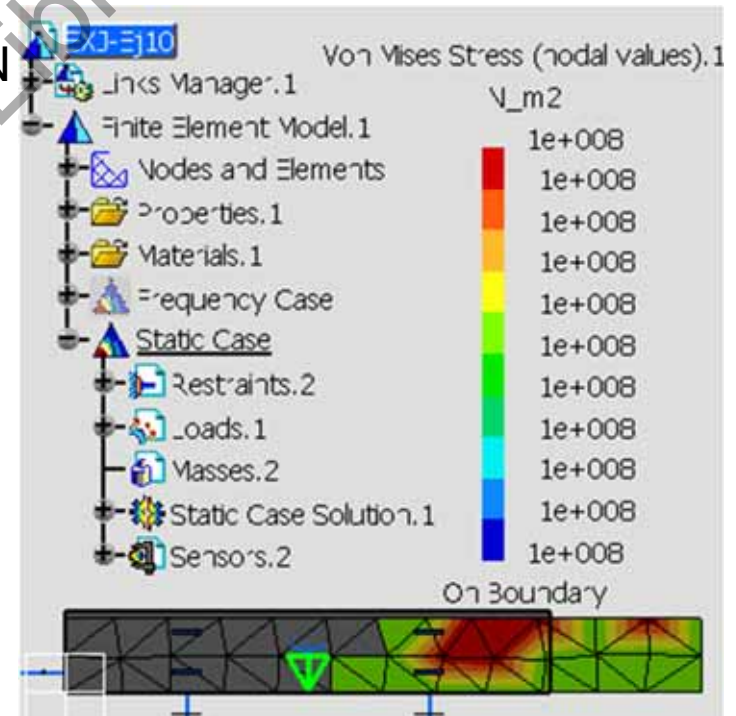
El fichero EXF-Ej10.CATAnalysis tiene un cálculo de frecuencia empotrado. Hacer una tracción de 100 MPa permitiendo que se encoja la sección:



INICIO



FIN



Anotar aquí el desplazamiento máximo:

Tiempo ..min.

..... mm

- Ejercicios recipiente a presión.

Si hacemos un recipiente a presión consideramos...

El enunciado está en la parte de SolidWorks

input			
output			
P	[MPa]	1	1
h	[mm]	400	529.11
r	[mm]	200	200
t	[mm]	1	1
V	[m3]	0.08378	0.10000
sx	[MPa]	200	200
sz	[MPa]	100	100
smises	[MPa]	172.3	172.3
d	[kg/m3]	8000	8000
A	[m2]	1.0	1.2
M	[kg]	8.0	9.3
M/V	[kg/m3]	96.0	93.4

University Copy For Library Use

- Resumen.

- Introducción al módulo de cálculo lineal de Catia para Sólidos, Shells y Beams.
- Comprobación de cálculos a tracción.
- Remallado de zonas de interés.

University Copy For Library Use

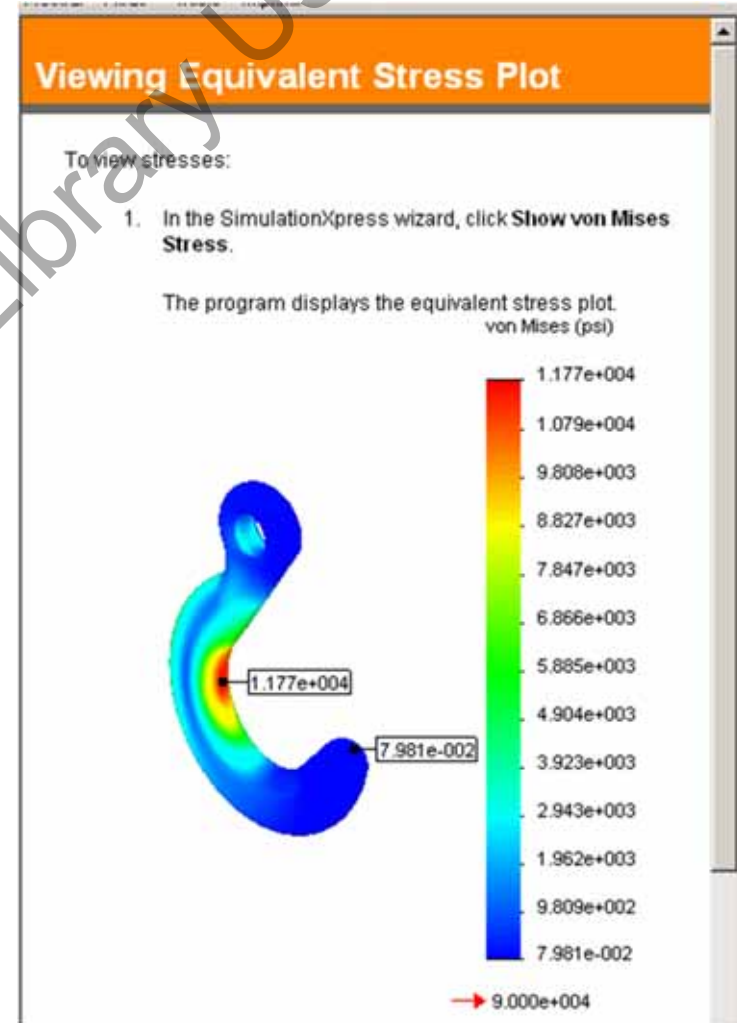
University Copy For Library Use

SolidWorks

# • SimulationXpress

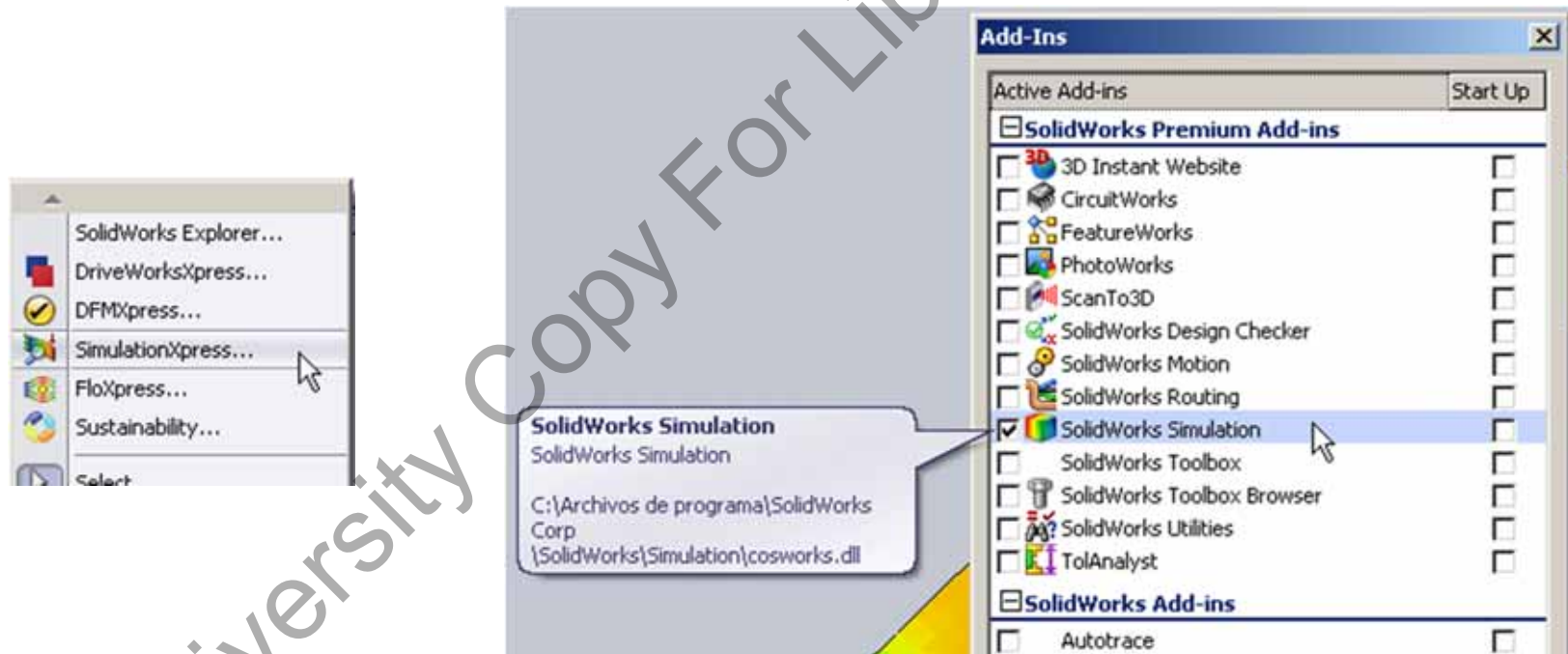
SimulationXpress es el módulo básico que viene con SW para realizar cálculos. Hay tutoriales SW.

Mold Design
Molded Product Design - Advanced
Multibody Parts
Pattern Features
PhotoWorks
Revolves and Sweeps
Routing - Electrical
Routing - Pipes and Tubes
Sheet Metal
Smart Components
SolidWorks API Tutorials
SolidWorks eDrawings
SolidWorks FloXpress
SolidWorks Motion
SolidWorks SimulationXpress
SolidWorks Utilities
SolidWorks Workgroup PDM
Surfaces
Sustainability *
TolAnalyst Tutorials
Toolbox
Weldments
All SolidWorks Tutorials (Set 1)



- Herramientas de simulación.

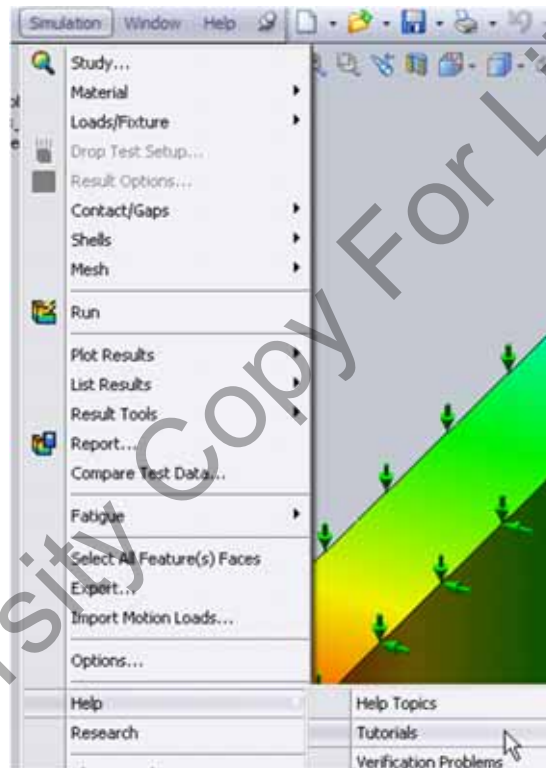
Para poder hacer cálculos completos hay que activar el complemento Simulation de SW.



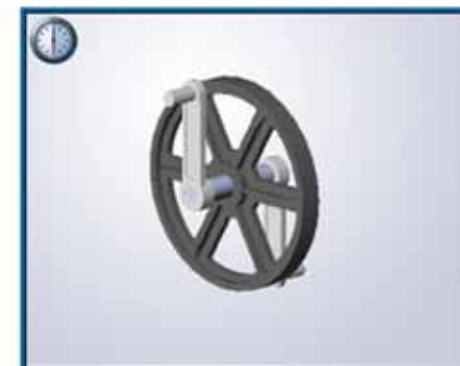


# • SolidWorks Simulation

La herramienta Simulation también tiene su paquete de tutoriales.



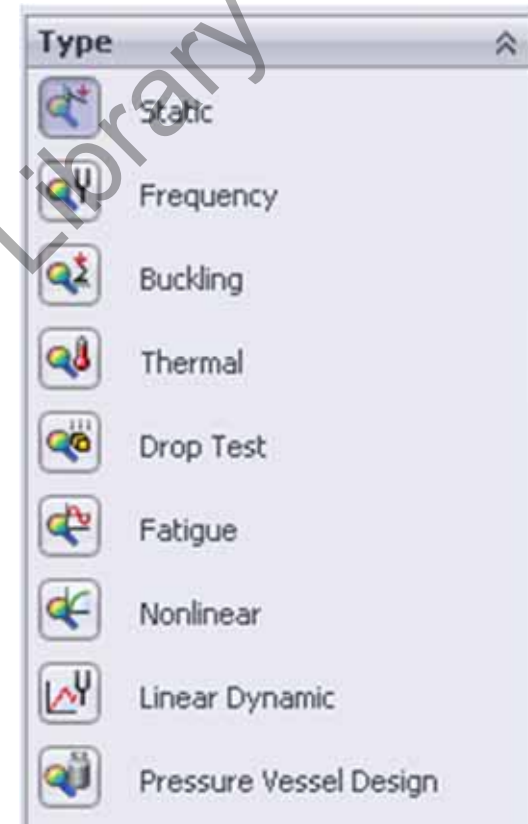
Analysis of a Part	Symmetry Restraints
Analysis of an Assembly	Importing Loads from SolidWorks Motion
Mixing Solids and Shells	Importing Pressure from SolidWorks Flow Simulation
Nonuniform Pressure	Adaptive Methods
Small Displacement Contact	Bearing Loads
Large Displacement Contact	Pin Connectors
Shrink Fit	Bolt Connectors
Remote Loads	Spot Weld Connectors
Trend Tracker (Professional)	Design Check for Connectors
Analysis of a Sheet Metal Part	Design Check for Assembly with Mixed Mesh
Creating Surfaces from Solid Geometry	Truss Structure
Converting a Thin Solid Body into Sheet Metal and Surface Body	Beam Diagrams
Composite Shells (Premium)	



## • Estudios

Se pueden realizar distintos estudios:

1. Estudios lineales estáticos.
2. Estudios frecuenciales.
3. Estudios de pandeo.
4. Estudios térmicos.
5. Estudios de caída.
6. Estudios de fatiga:
7. Estudios no lineales.
8. Estudios dinámicos.
9. Estudios de recipientes a presión.



## • Estudios lineales estáticos

Estudio de la tracción de un biga rectangular de base “ $b$ ”, altura “ $h$ ” y longitud “ $l$ ”. La barra la estiraremos con una fuerza “ $F$ ”.

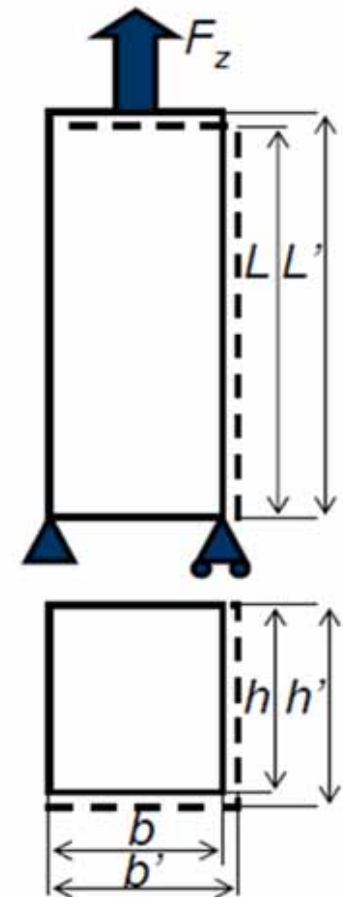
En principio si dejamos que la pieza “adelgace” tan sólo esperamos tensiones en la dirección de aplicación de la fuerza, digamos “ $z$ ”.

Comprobaremos si  $\sigma_z = F_z / bh$

Comprobaremos si el desplazamiento es  $L' - L = L \varepsilon_z = LF_z / bhE$ .

Comprobaremos si el adelgazamiento es  $b' - b = b \varepsilon_x = -\nu LF_z / bhE$ .

Comprobaremos si la energía es  $En = LF_z^2 / bhE2$



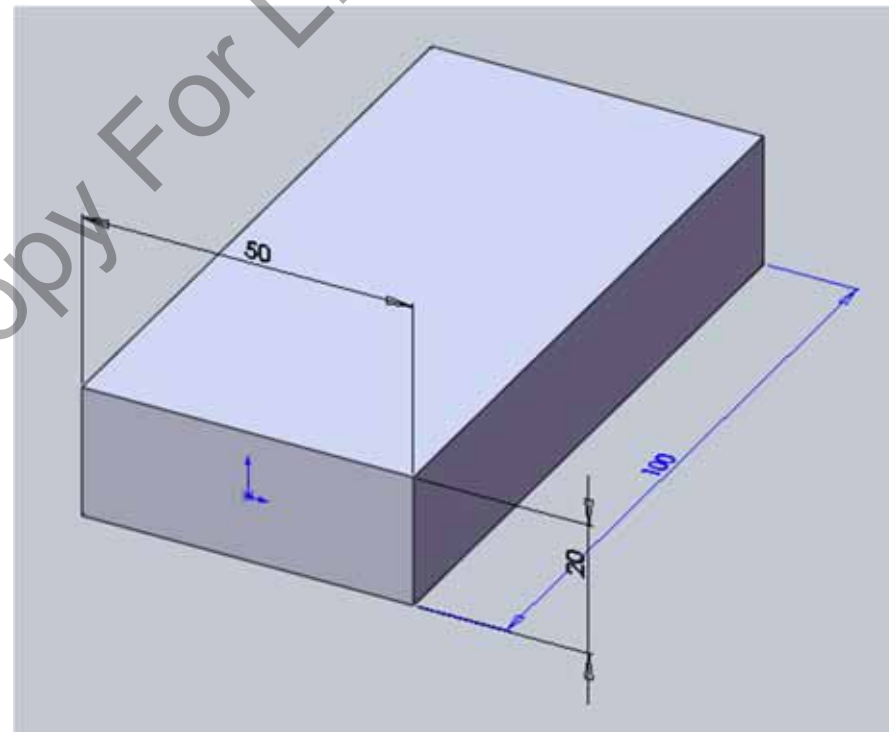
- Creación de barra y aplicación de material.

Anotamos  $b$ ,  $h$ ,  $L$ ,  $E$  y  $\nu$  que necesitamos para nuestras comprobaciones y calculamos los parámetros  $\sigma_z$ ,  $L'-L$ ,  $b'-b$  y  $En$ .

Creamos la geometría de la barra y le aplicamos de material acero AISI 1020.

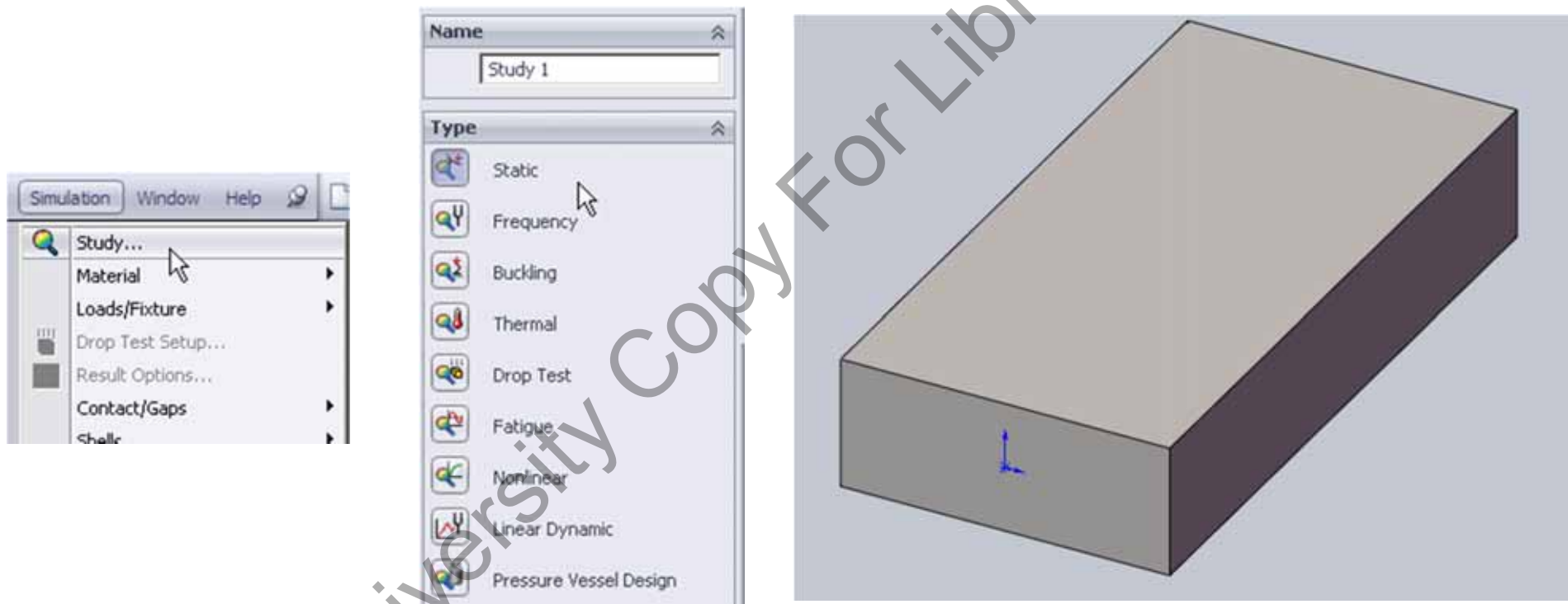
<b>b</b>	mm	50
<b>h</b>	mm	20
<b>L</b>	mm	100
<b>E</b>	N/mm <sup>2</sup>	200000
<b><math>\nu</math></b>	-	0,29
<b>Fz</b>	N	50000

<b><math>\sigma_z</math></b>	N/mm <sup>2</sup>	50
<b>L'-L</b>	mm	0,0250
<b>b'-b</b>	mm	0,0036
<b>En</b>	Nmm	625,00



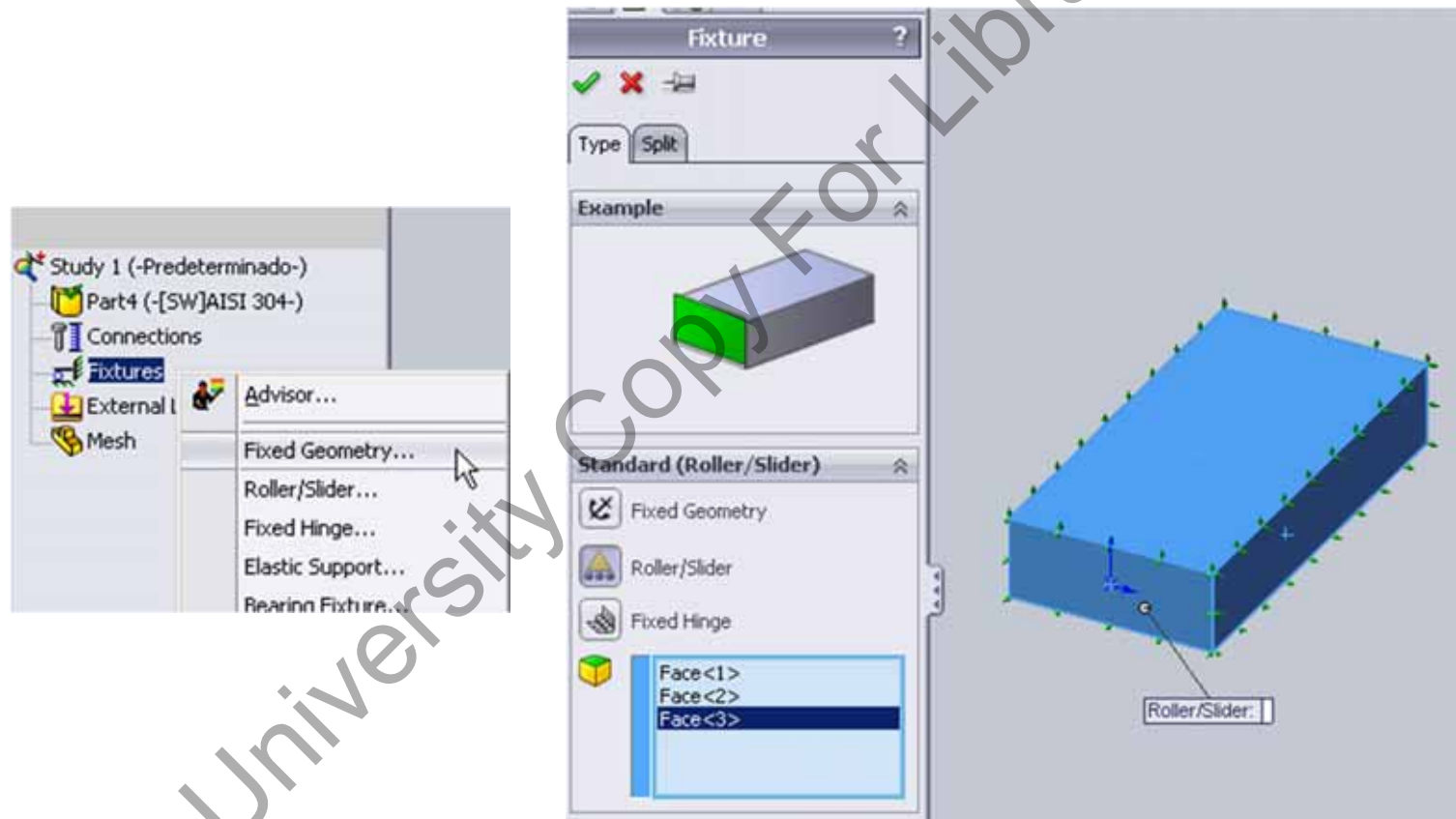
- Cálculo.

Barra de herramientas Simulation -> Study...



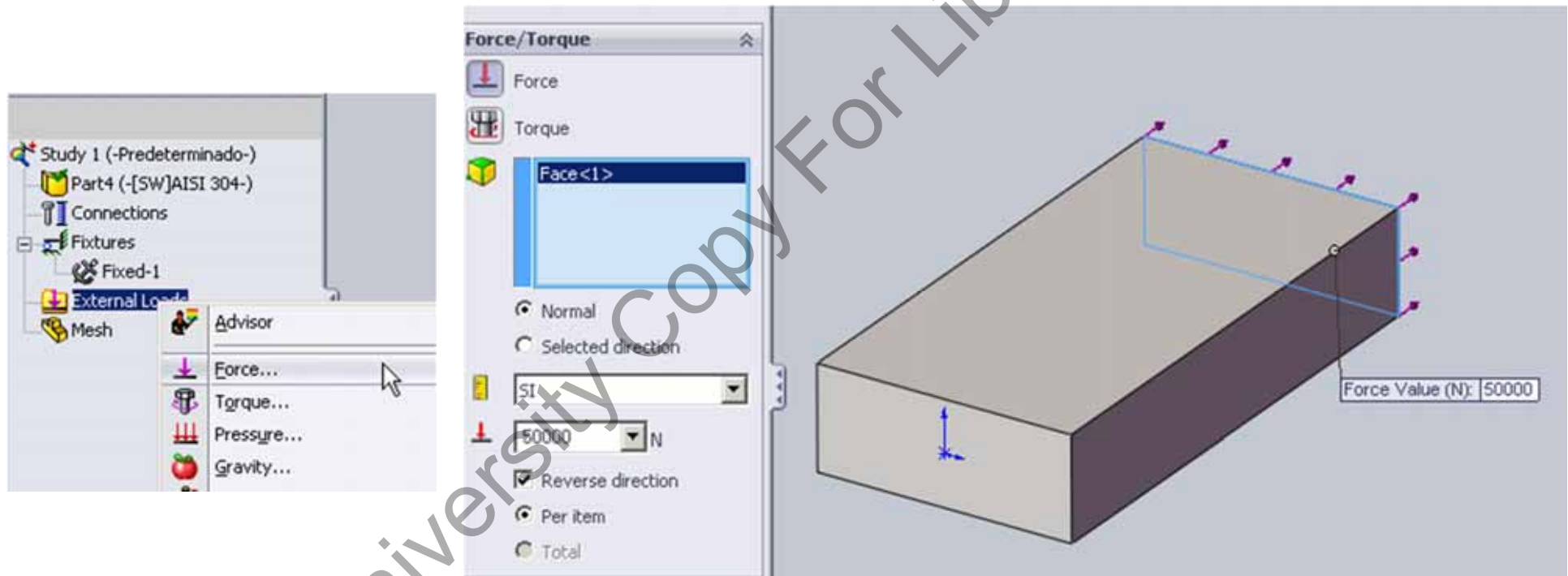
## • Restricciones

Clicamos con el botón secundario en Fixtures y seleccionamos Roller/Slider. Seleccionamos ésta ya que si pusiéramos Fixed Geometry la biga no se contraería debido a la fuerza.



## • Cargas

Clicamos con el botón secundario en External Loads y seleccionamos Force...  
Ponemos una fuerza de 50000N a tracción.

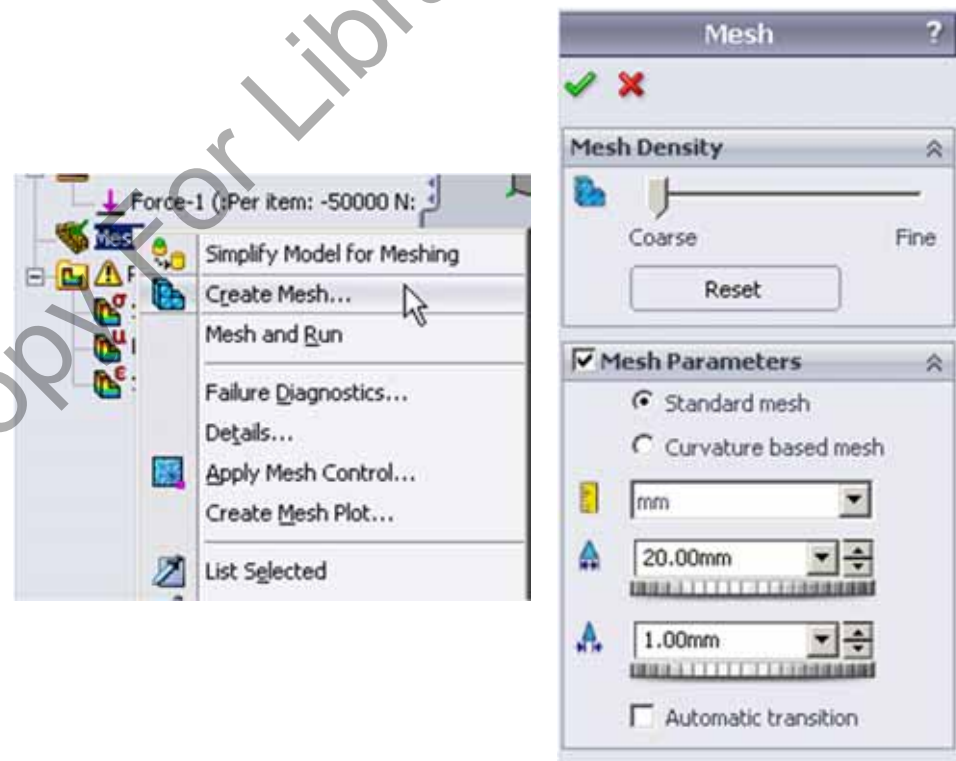


## • Mallado

Para crear la malla clicamos encima de Mesh y seleccionamos Create Mesh... al tener un modelo tan simple podemos utilizar una malla con elementos grandes y así ahorramos tiempo de cálculo.

En Mesh Parameters ponemos a 20 mm la dimensión del elemento y podemos ver que el Element growth Ratio se pone a 1 mm.

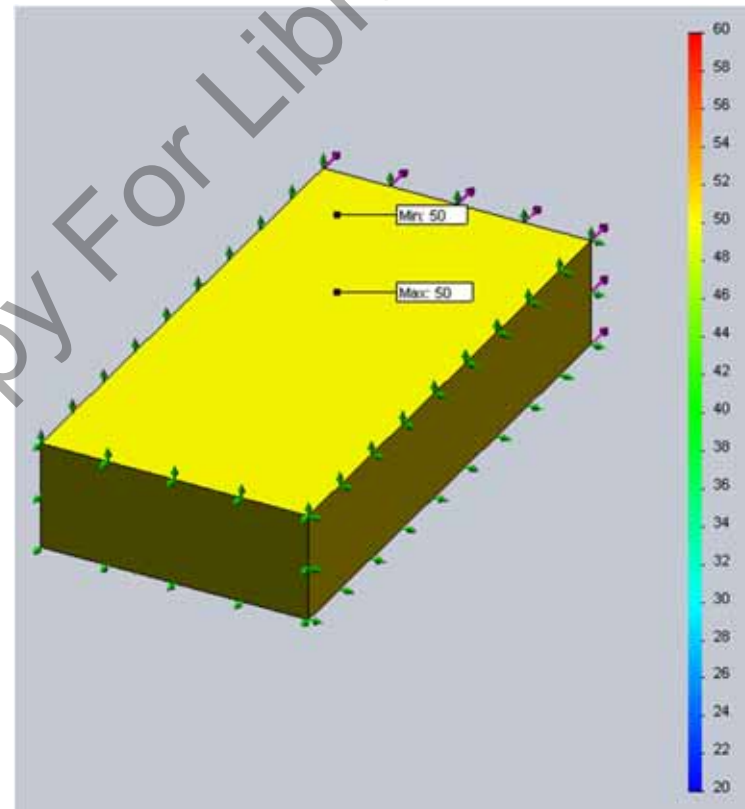
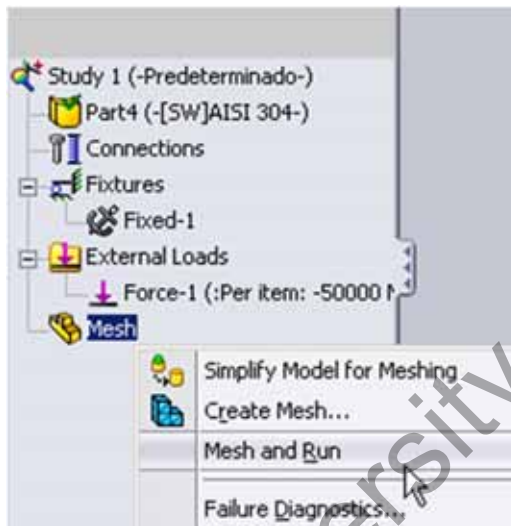
Éste último parámetro establece la relación entre el tamaño del elemento en una capa con el tamaño del elemento en la capa anterior.





- Mallado y cálculo

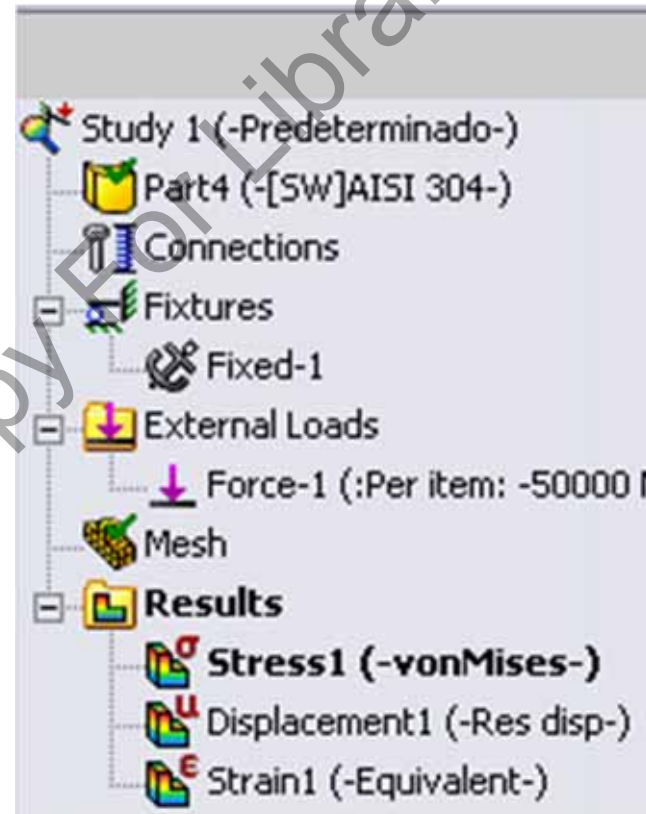
Apretamos con el botón secundario Mesh y seleccionamos Mesh and Run. El programa malla la biga y realiza los cálculos de estática.



- **Análisis resultados.**

Podemos ver en el árbol del Feature Manager del estudio que tenemos tres estudios:

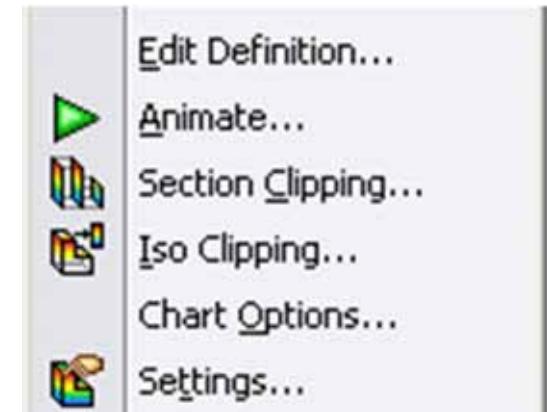
- Strees (Von Mises)
- Displacement
- Strain



## • Stress (Von Mises).

Tenemos distintas opciones:

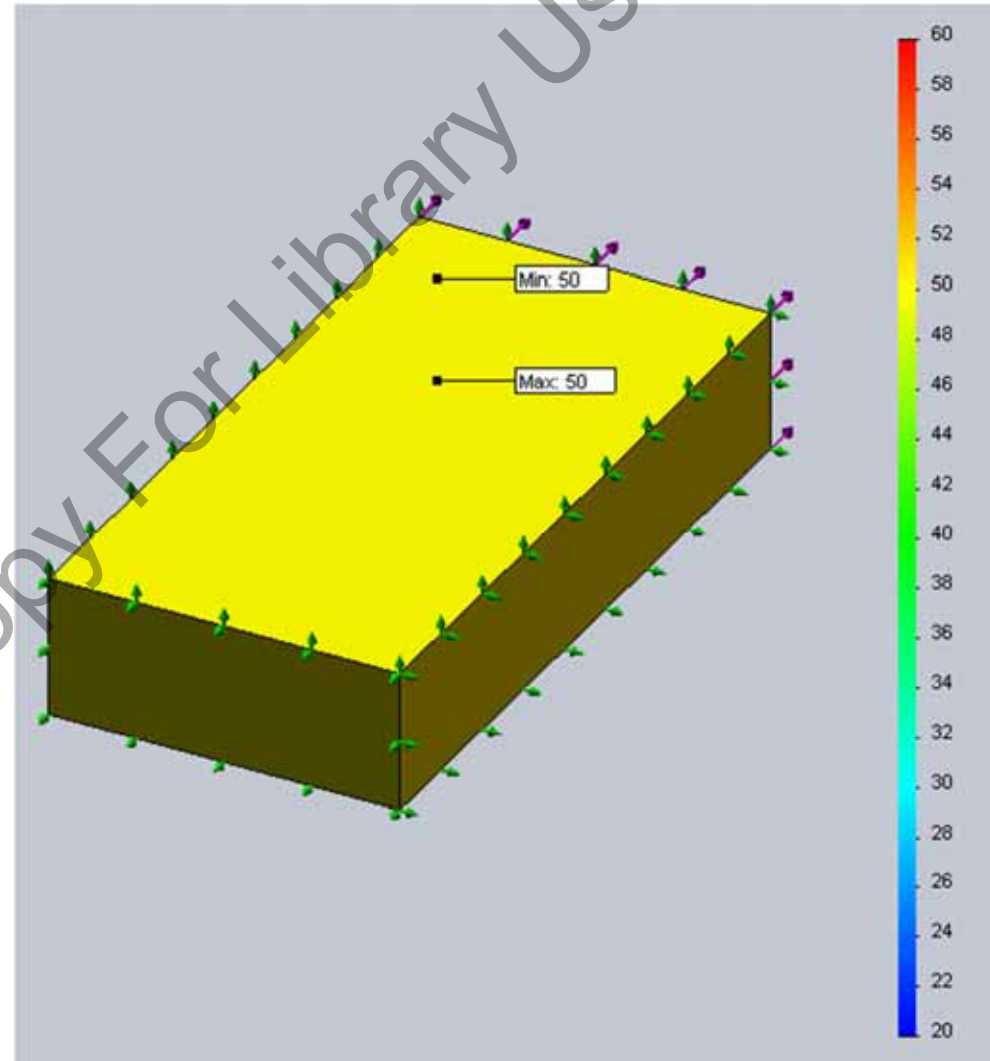
- En Edit Definition... podemos modificar los parámetros del estudio.
- En Animate... podemos crear un video de la deformación de la viga.
- En Section Clipping... podemos ver los resultados en la sección que deseamos.
- En Iso Clipping... podemos ver los elementos que están por encima o por debajo de un valor de tensión.
- En Chart Options... podemos modificar la rotulación de los resultados.
- En Settings... podemos modificar qué i como queremos ver los resultados.



## • Tensiones.

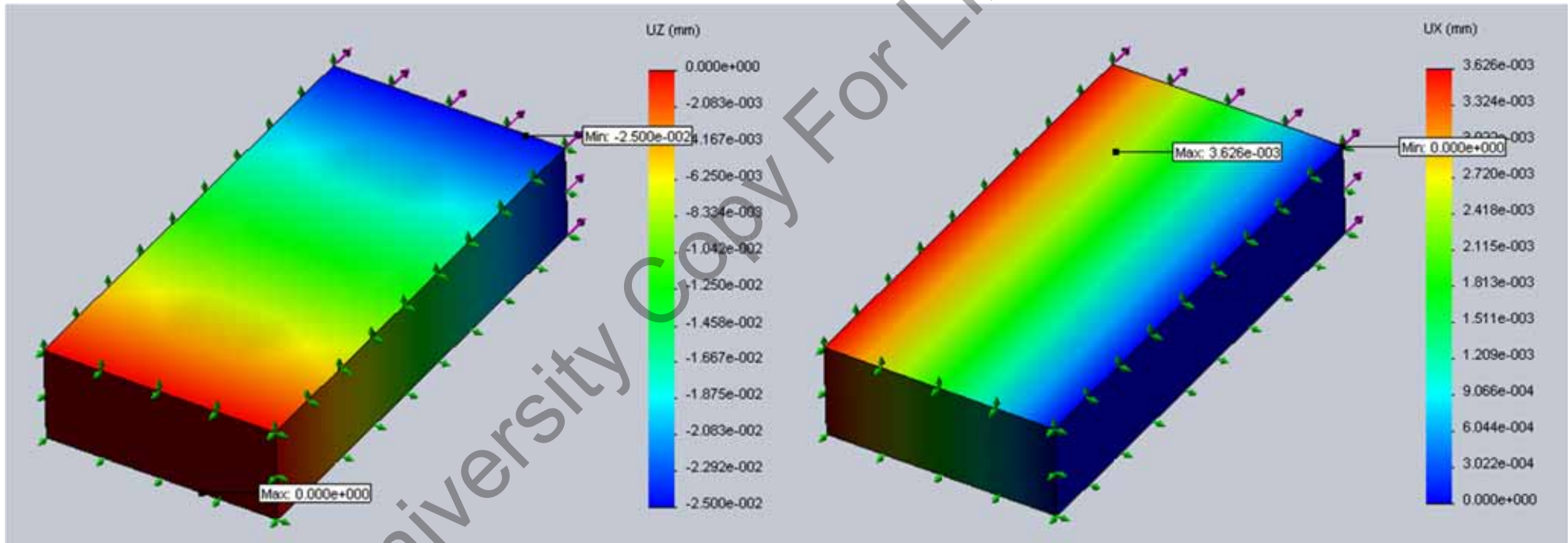
Como se puede ver la tensión es constante en toda la biga, estos resultados eran los de esperar ya que con las restricciones de movimiento impuestas no podía dar otra cosa.

Podemos ver que el valor es de 50 MPa, los mismos que habíamos calculado.



- Deformaciones.

La deformación L'-L, en el eje z es de  $2.632e-2$  mm igual que la calculada. Lo mismo pasa en la dirección x, el estrechamiento b'-b, que es de  $3.62e-3$  mm.



- Energía.

SW no calcula la Strain Energy por lo que la calcularemos nosotros con los datos obtenidos.

Ésta energía es liberada cuando los átomos de la pieza se reorganizan al variar la forma de ésta.

$$En = \frac{dz \cdot F}{2}$$

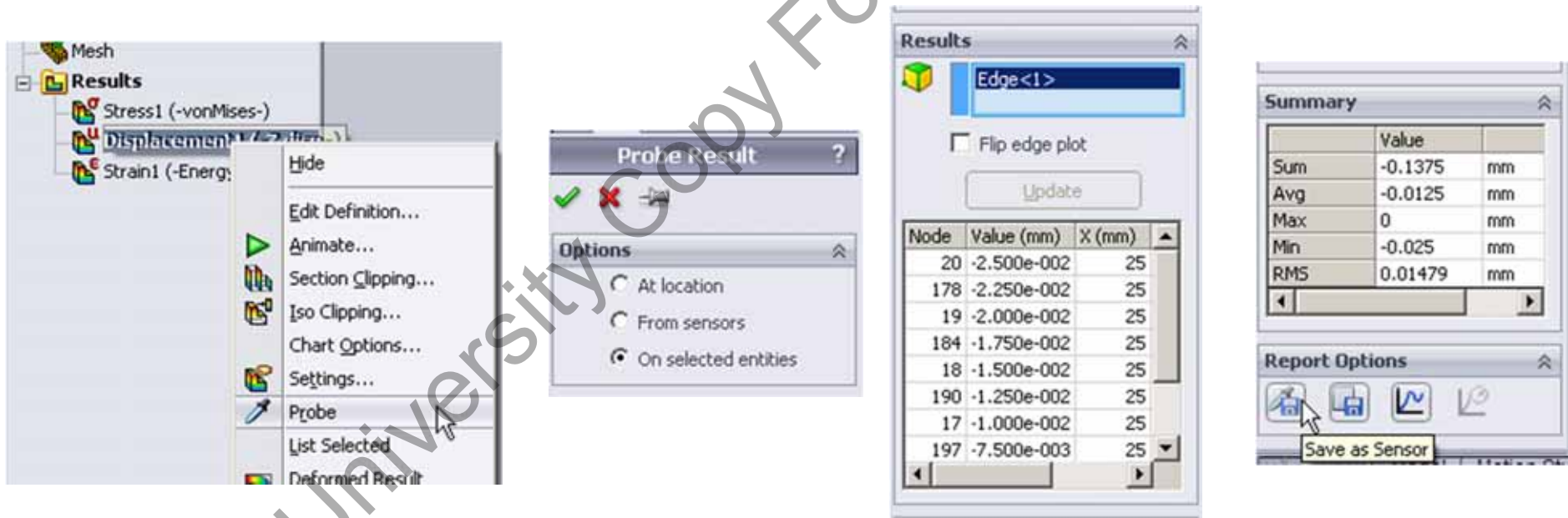
<b>dz</b>	2,50E-02	mm
<b>F</b>	5,00E+04	N
<b>En</b>	6,25E+02	Nmm

- **Sensores.**

Los sensores es una herramienta muy útil si nos interesa conocer el valor de fuerza, tensión, elongación, etc. En un lugar concreto.

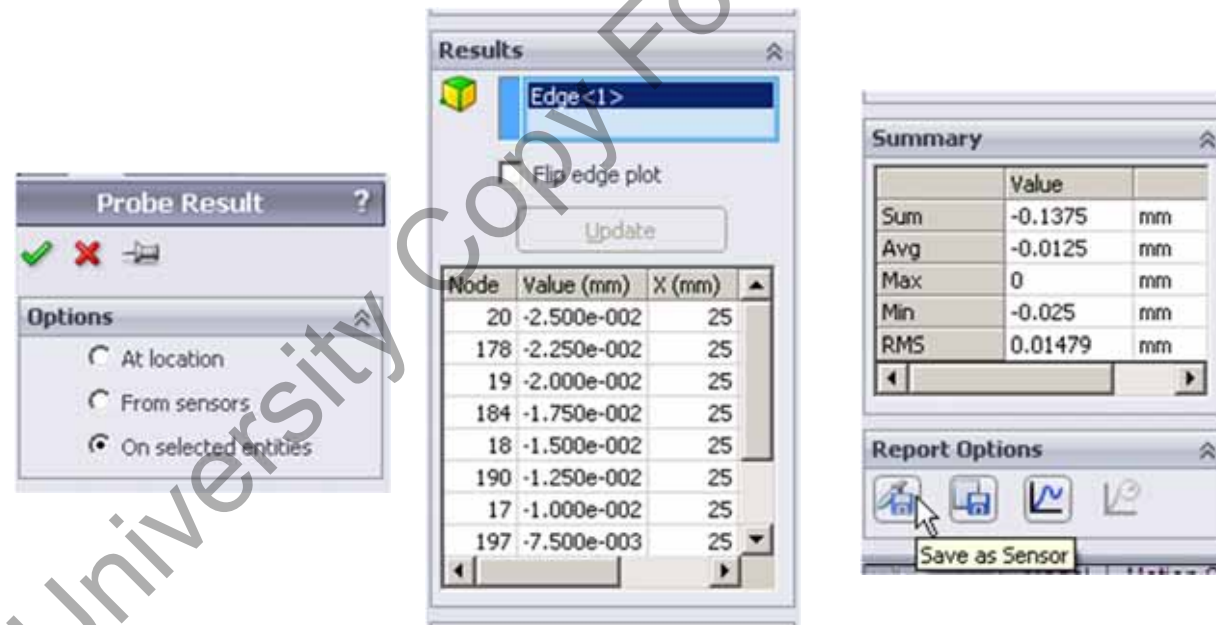
Vamos a ver distintas maneras de crear sensores.

Con un cálculo activado seleccionamos la herramienta Probe.



## • Sensores.

Seleccionamos la opción On selected entities y seleccionamos cualquier parte de la pieza, una arista, una cara, etc. Apretamos en Update y aparece un listado de los nodo que hay en esta entidad, sus coordenadas y el valor de la propiedad. También aparece una tabla con la suma, la media, el máximo, el mínimo y el error residual medio.



The screenshot displays three windows from a software application:

- Probe Result**: Shows options for where to probe. The 'On selected entities' option is selected.
- Results**: A table listing nodes and their values. The 'Update' button is visible above the table.
- Summary**: A table showing statistical values for the selected edge.

Node	Value (mm)	X (mm)
20	-2.500e-002	25
178	-2.250e-002	25
19	-2.000e-002	25
184	-1.750e-002	25
18	-1.500e-002	25
190	-1.250e-002	25
17	-1.000e-002	25
197	-7.500e-003	25

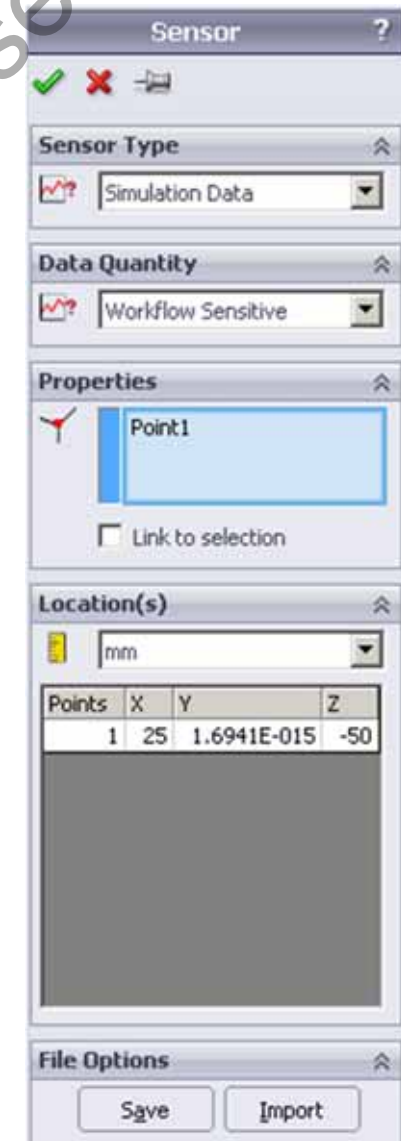
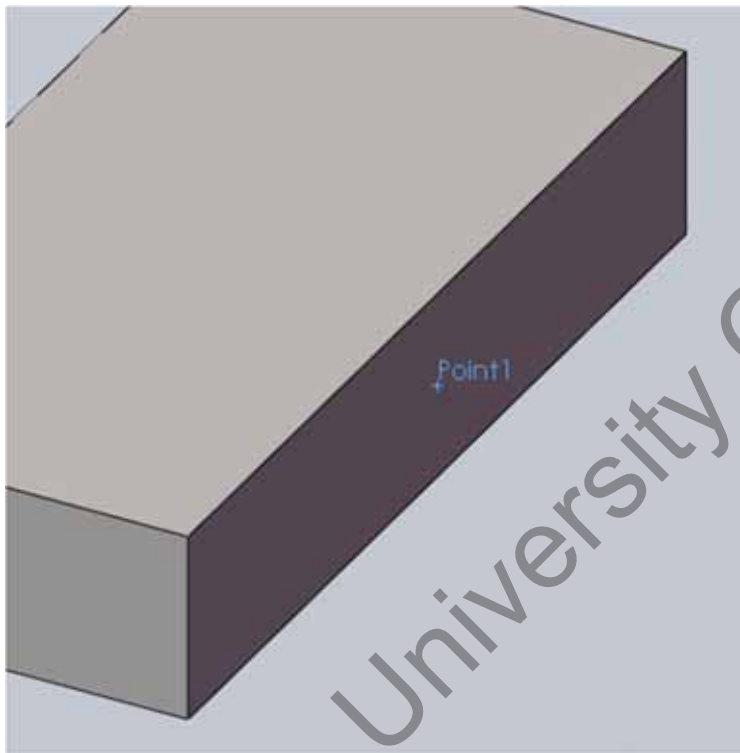
	Value	
Sum	-0.1375	mm
Avg	-0.0125	mm
Max	0	mm
Min	-0.025	mm
RMS	0.01479	mm



## • Sensores.

Si nos interesa el valor en un punto concreto podemos crear una geometría de referencia como sensor.

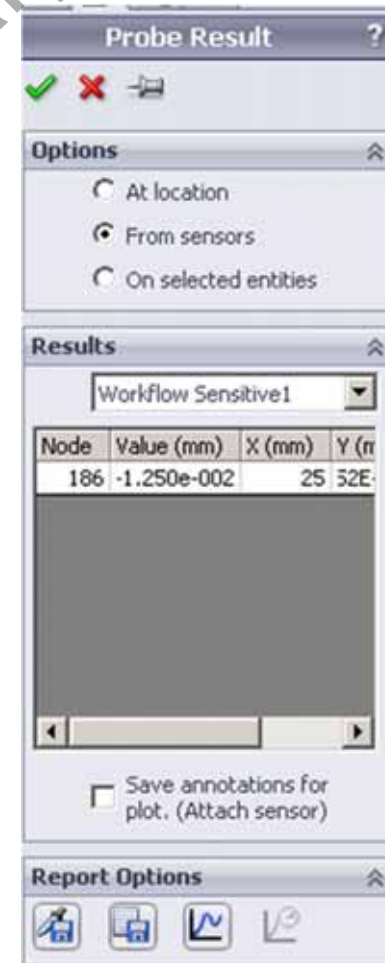
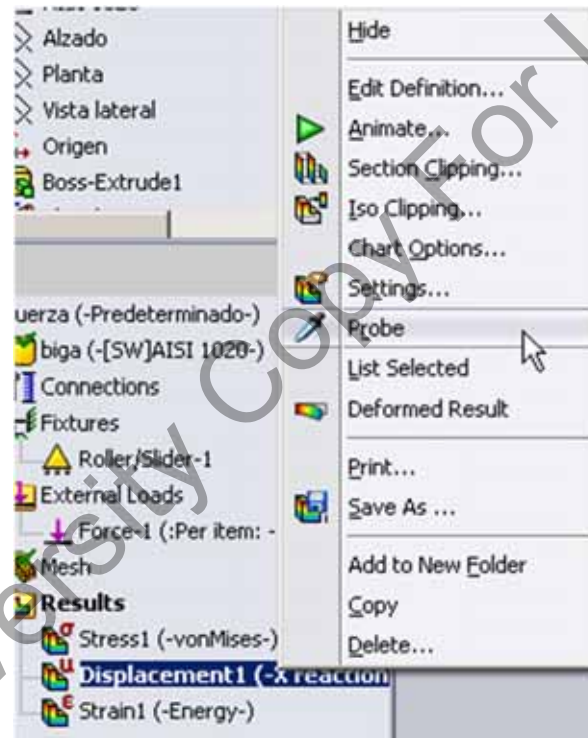
Apretamos la opción Add Sensor... en la carpeta Sensors y seleccionamos el punto creado.



• **Sensores.**

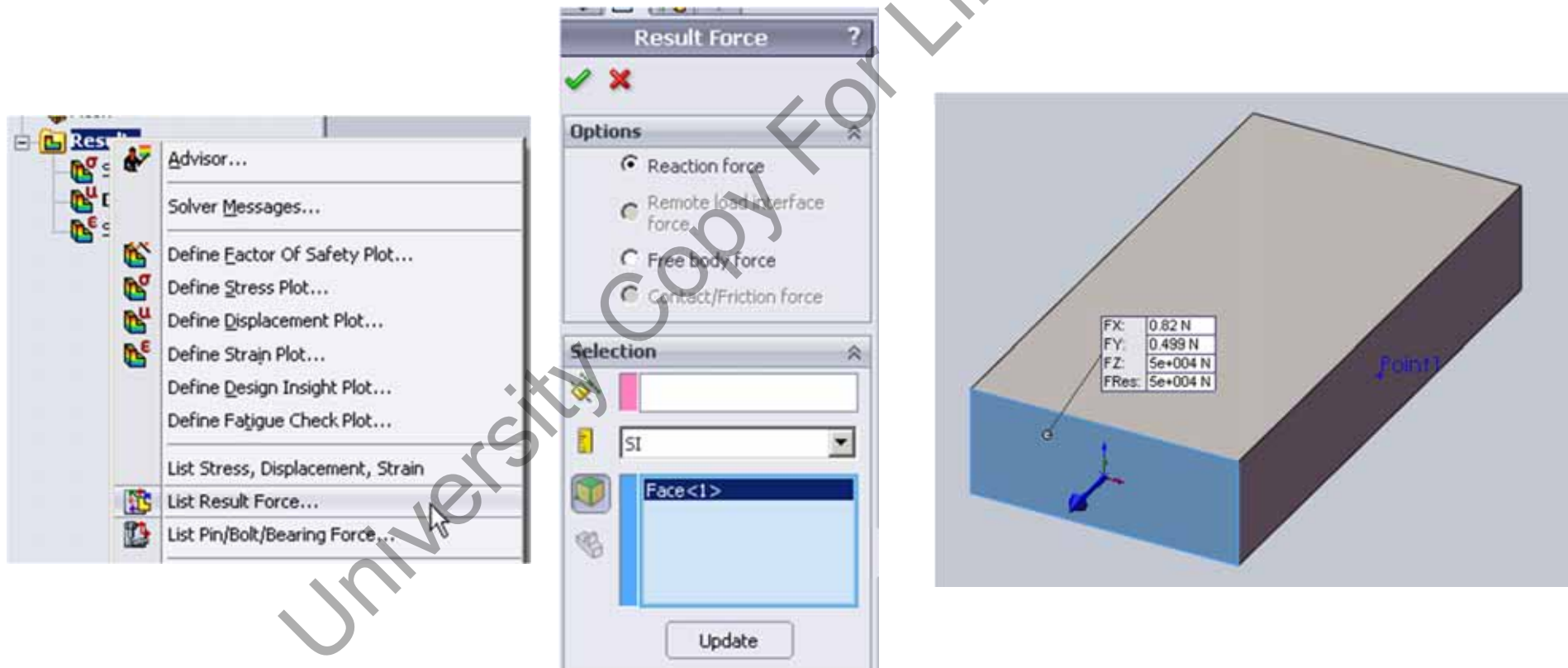
Vamos al análisis de desplazamiento lo visualizamos y seleccionamos la opción Probe. Seleccionamos que lea los resultados de los sensores y seleccionamos los sensores que hemos creado.

Los resultados de los sensores se pueden guardar en una hoja Excel para su posterior procesamiento.



- Fuerzas de reacción.

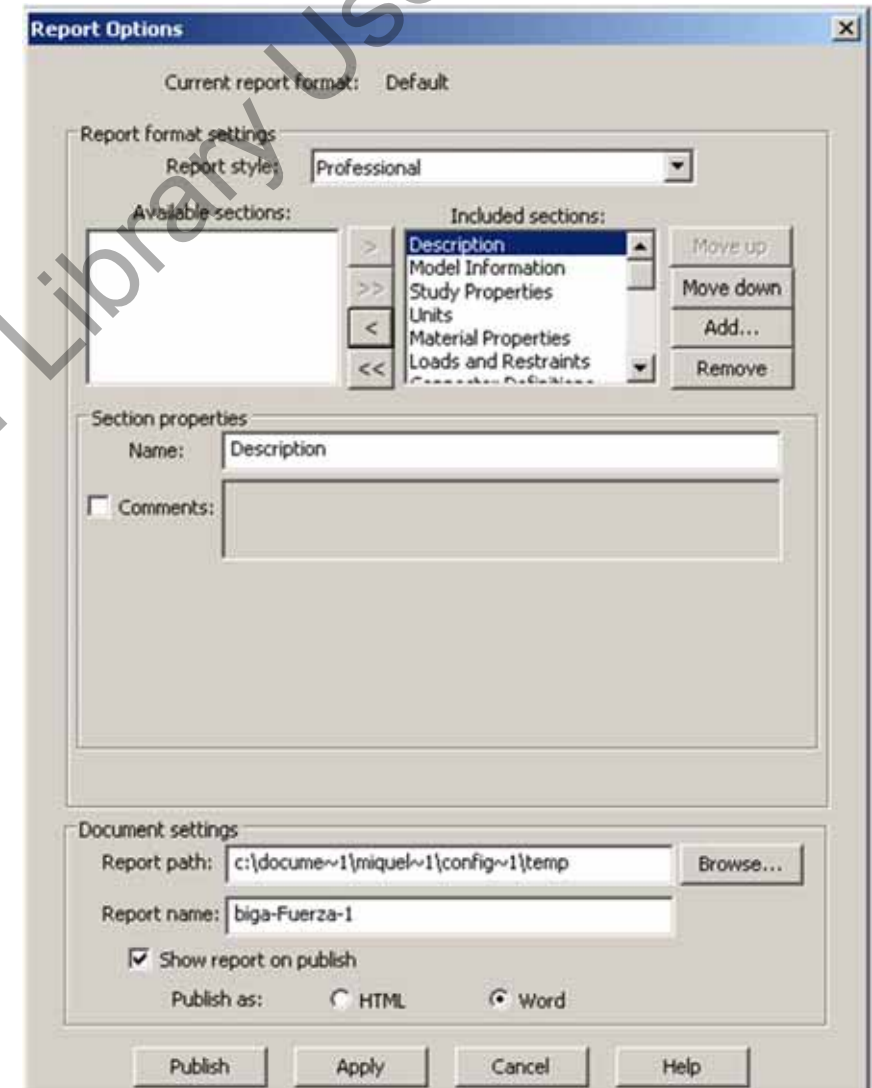
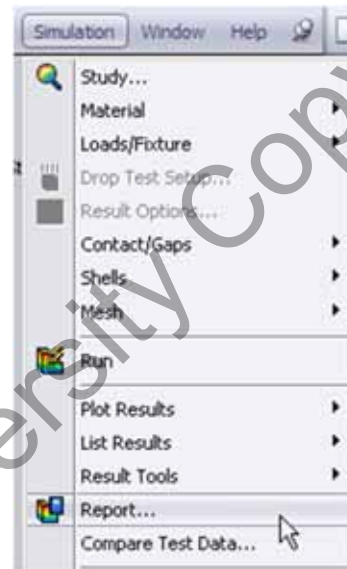
Para calcular las fuerzas de reacción clicamos con el botón secundario en la carpeta Results y seleccionamos List Result Force... seleccionamos la cara donde está fija la biga y apretamos Update.



- Generar un informe del cálculo.

SW tiene la posibilidad de crear un informe de cálculo.

Escojemos lo que queremos que aparezca en él y lo podemos publicar en HTML o Word.



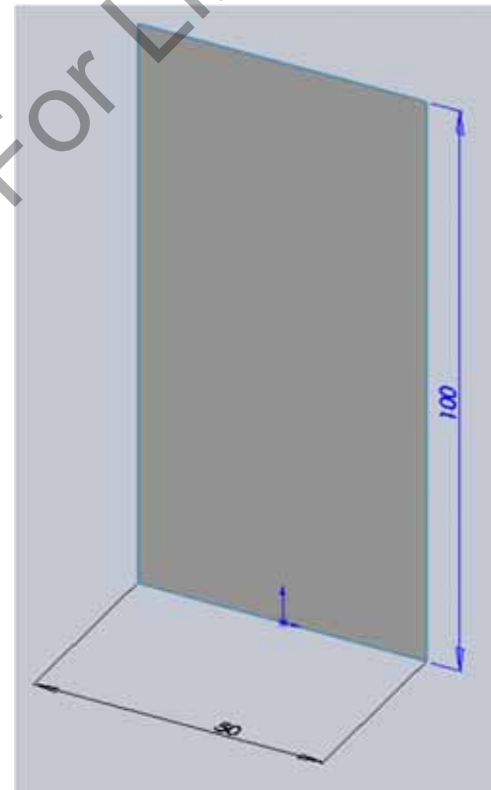
- Cálculos de superficies.

Es habitual simplificar los cálculos usando elementos de espesor constante tipo lámina para chapas delgadas.

Creamos una superficie de 50 mm de ancho y una longitud de 100 mm. Calculamos los resultados teóricos.

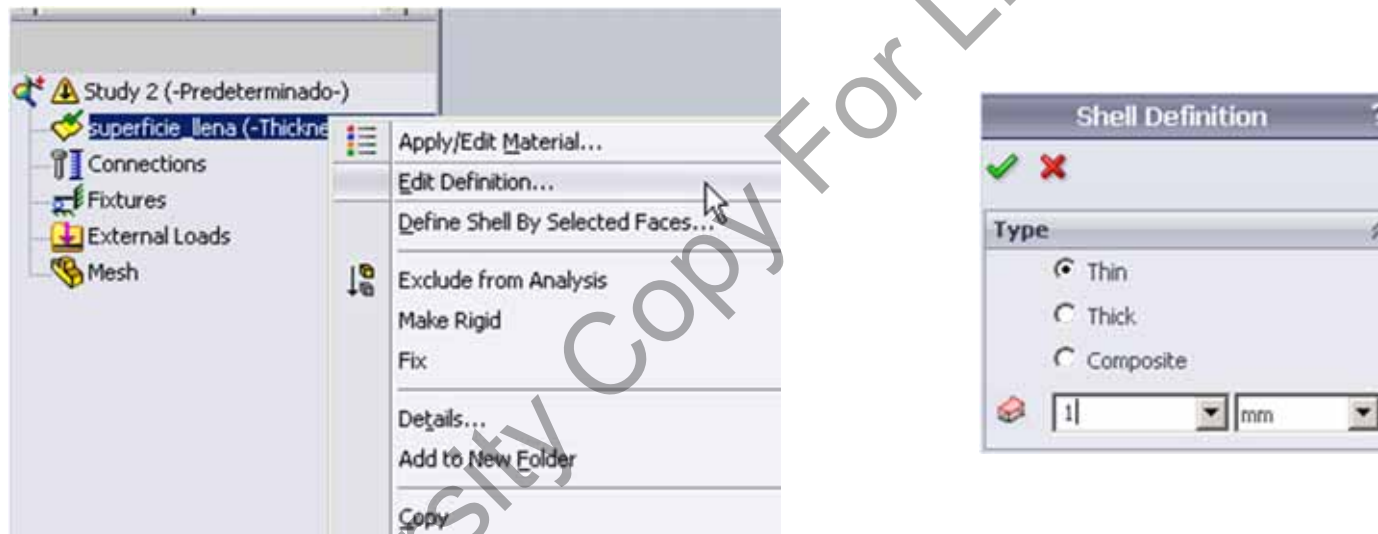
<b>b</b>	mm	50
<b>t</b>	mm	1
<b>L</b>	mm	100
<b>E</b>	N/mm <sup>2</sup>	200000
<b>v</b>	-	0,29
<b>Fz</b>	N	50000

<b><math>\sigma_z</math></b>	N/mm <sup>2</sup>	1000
<b>L'-L</b>	mm	0,50
<b>b'-b</b>	mm	0,0725
<b>En</b>	Nmm	12500,00



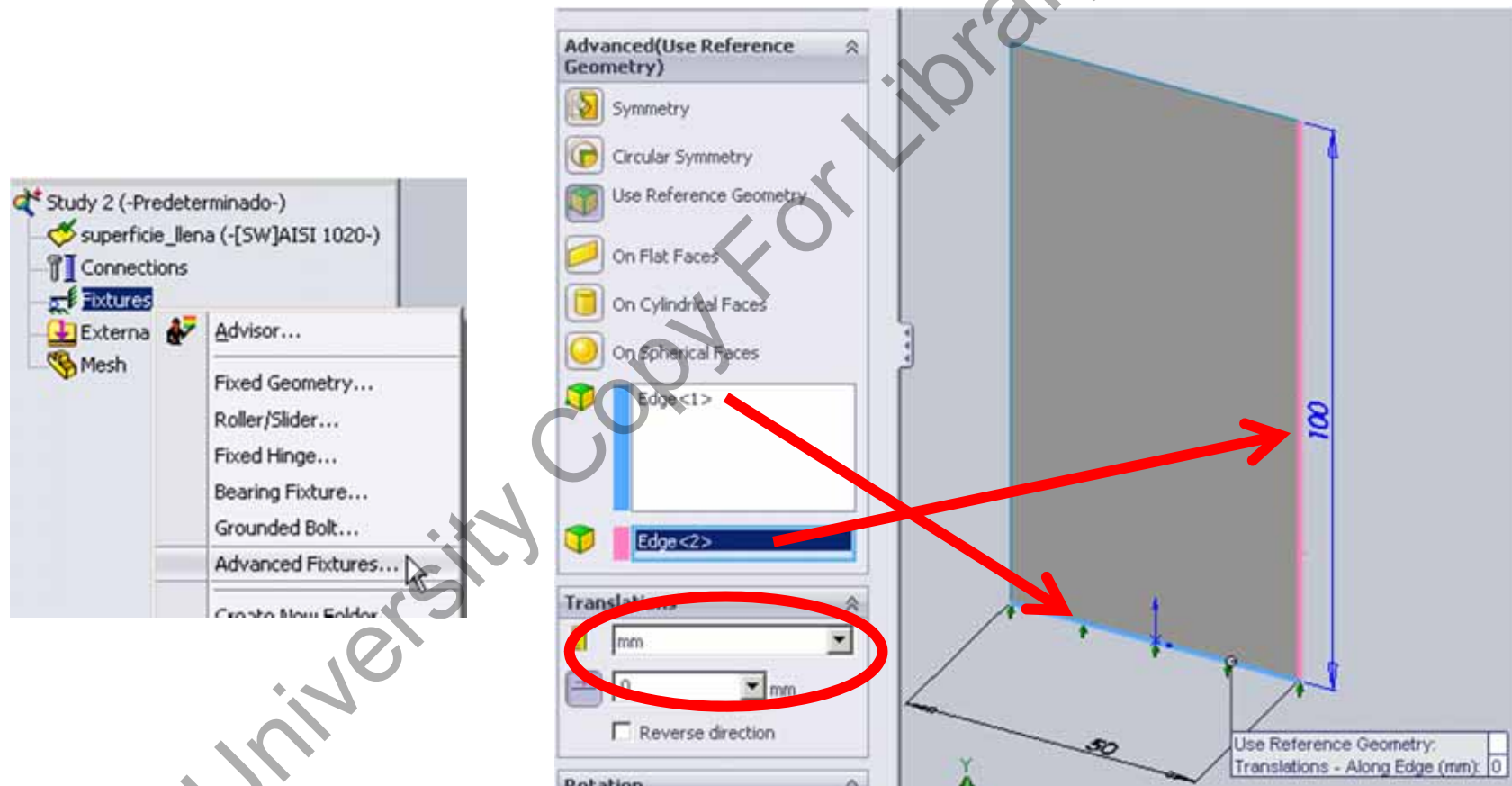
- Grosor.

Antes de poder realizar ningún cálculo debemos definir el grosor de la superficie, en este caso 1mm.



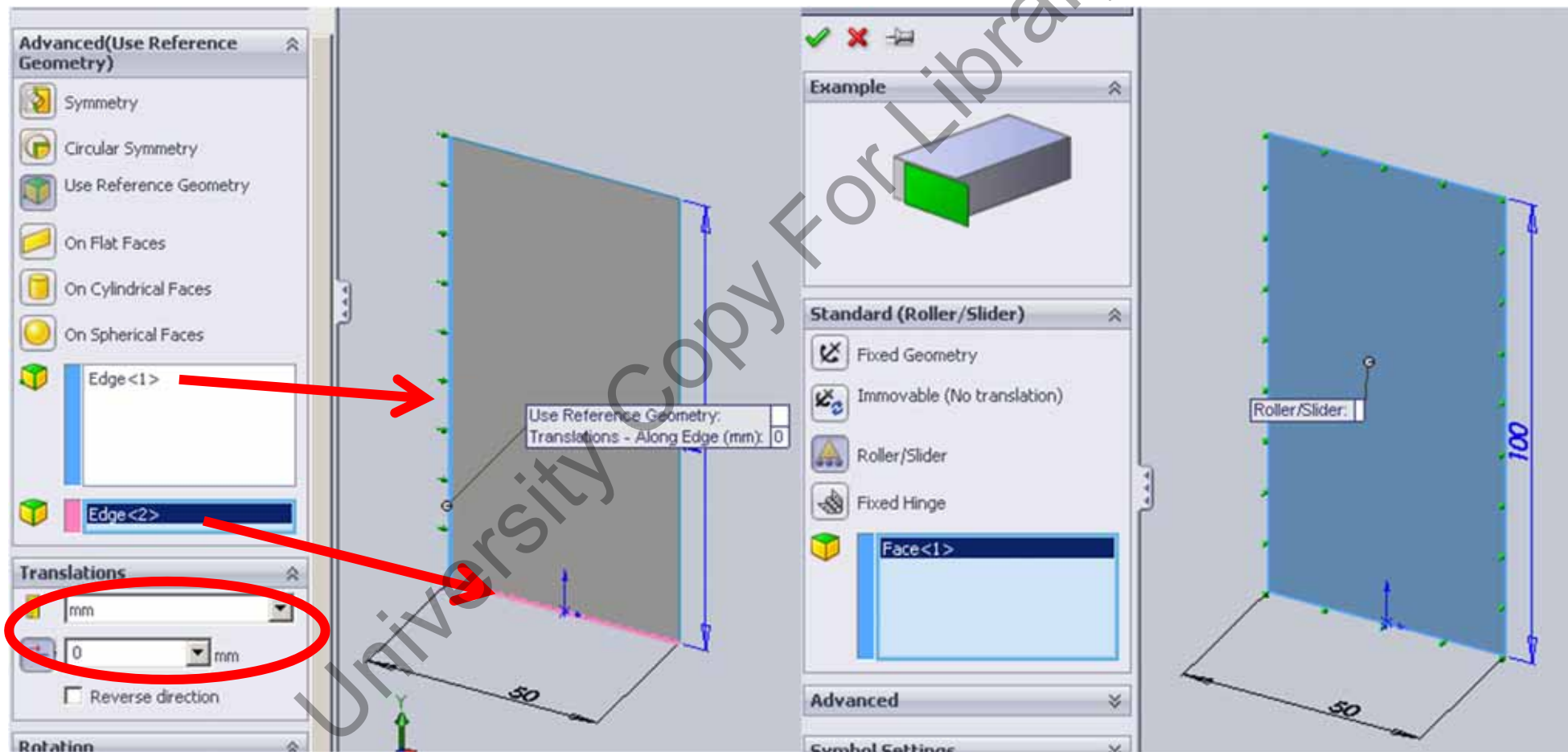
- Restricciones.

Las restricciones para superficies son distintas. Se debe utilizar Advanced Fixtures...



- Restricciones.

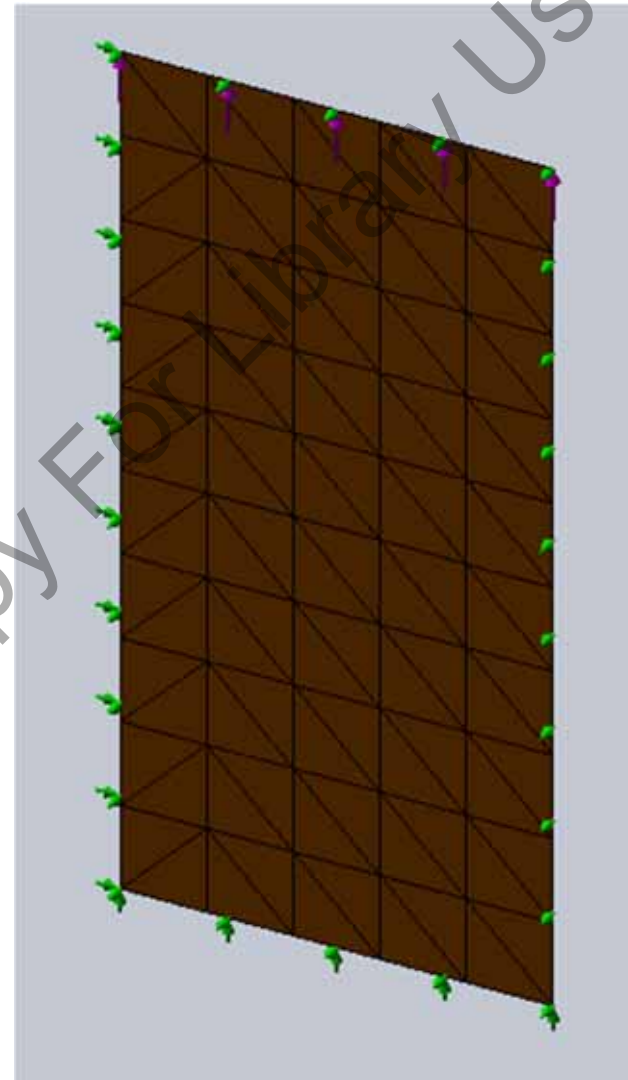
Realizamos otra Advanced geometry y una Roller/Slider para la que queda.





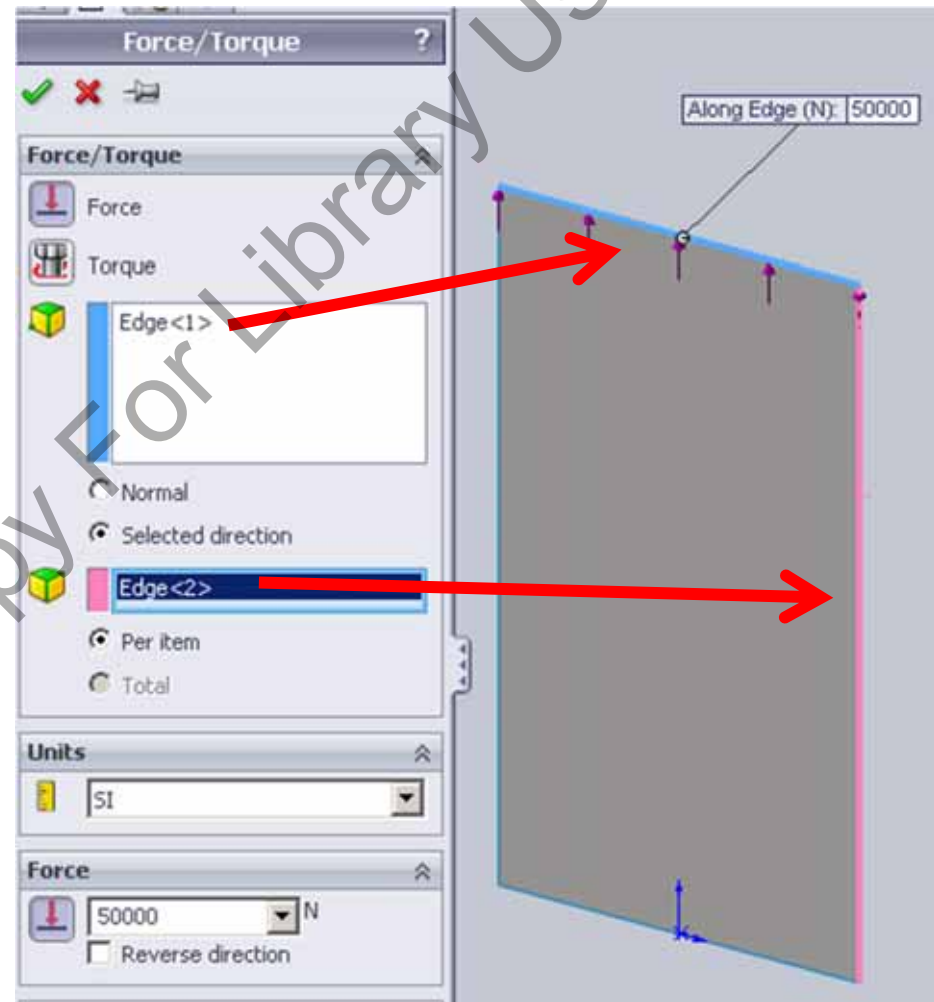
- Mallado.

Creamos un mallado con elementos de 10mm.



- Cargas.

Colocamos una fuerza de 50000N en la arista superior a tracción.

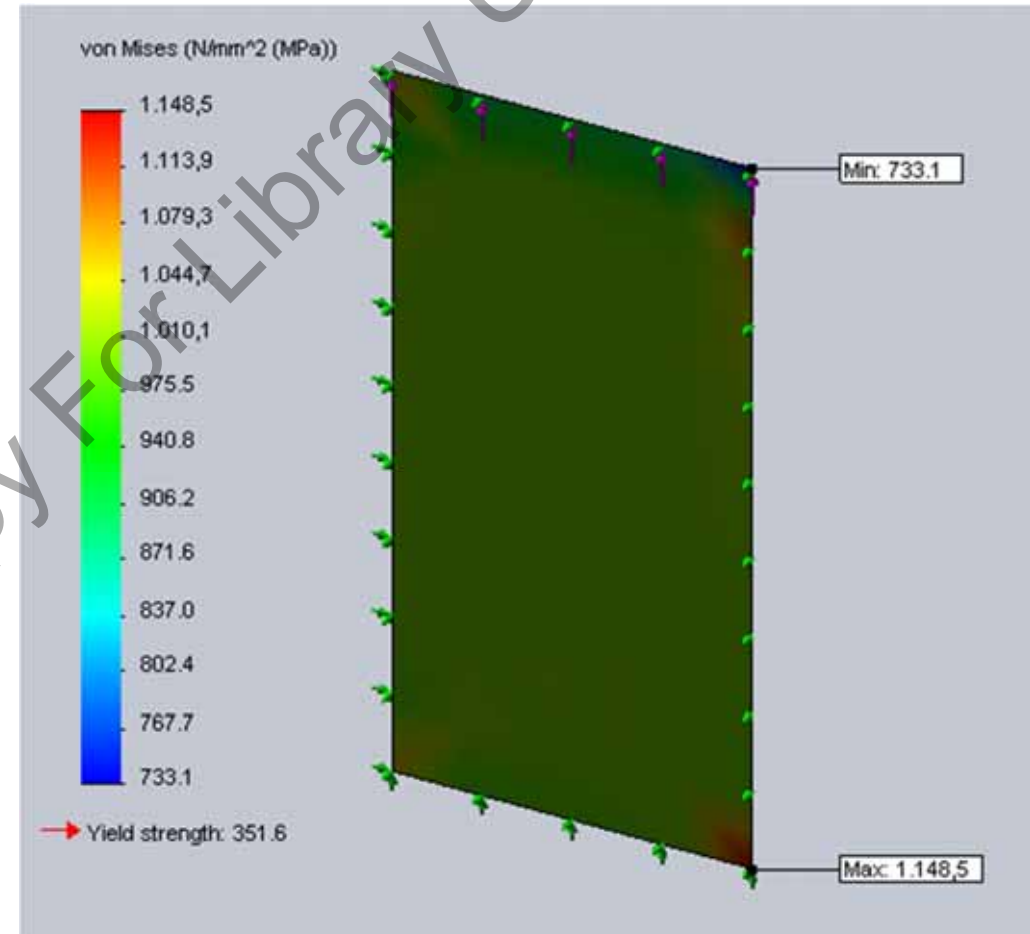


- Tensiones.

En el análisis de tensiones vemos que no tenemos, como en el caso de la biga una distribución uniforme de la tensión pero vemos que el valor que está mas presente sería el que representa el valor de 1000MPa.

Una solución es realizar un mallado mas fino pero siempre tendremos problemas en las esquinas.

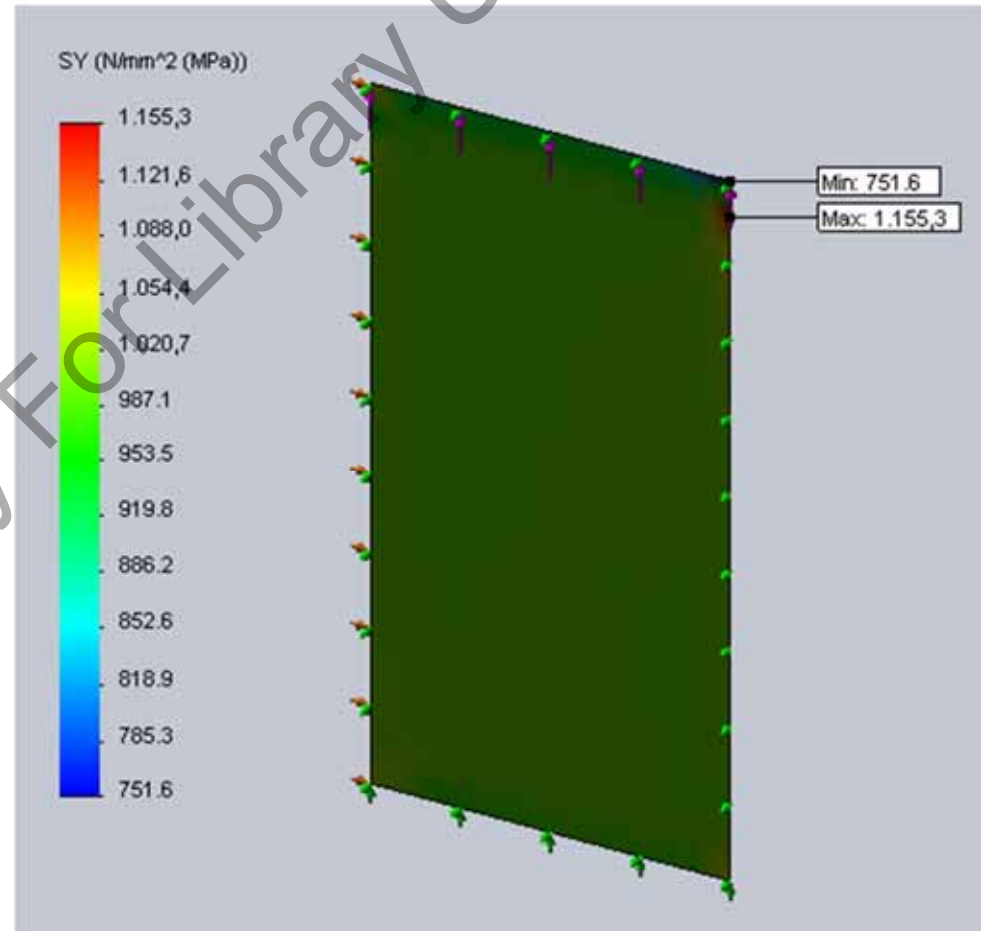
Esto nos indica que hay que ser críticos con los resultados.



- Tensiones.

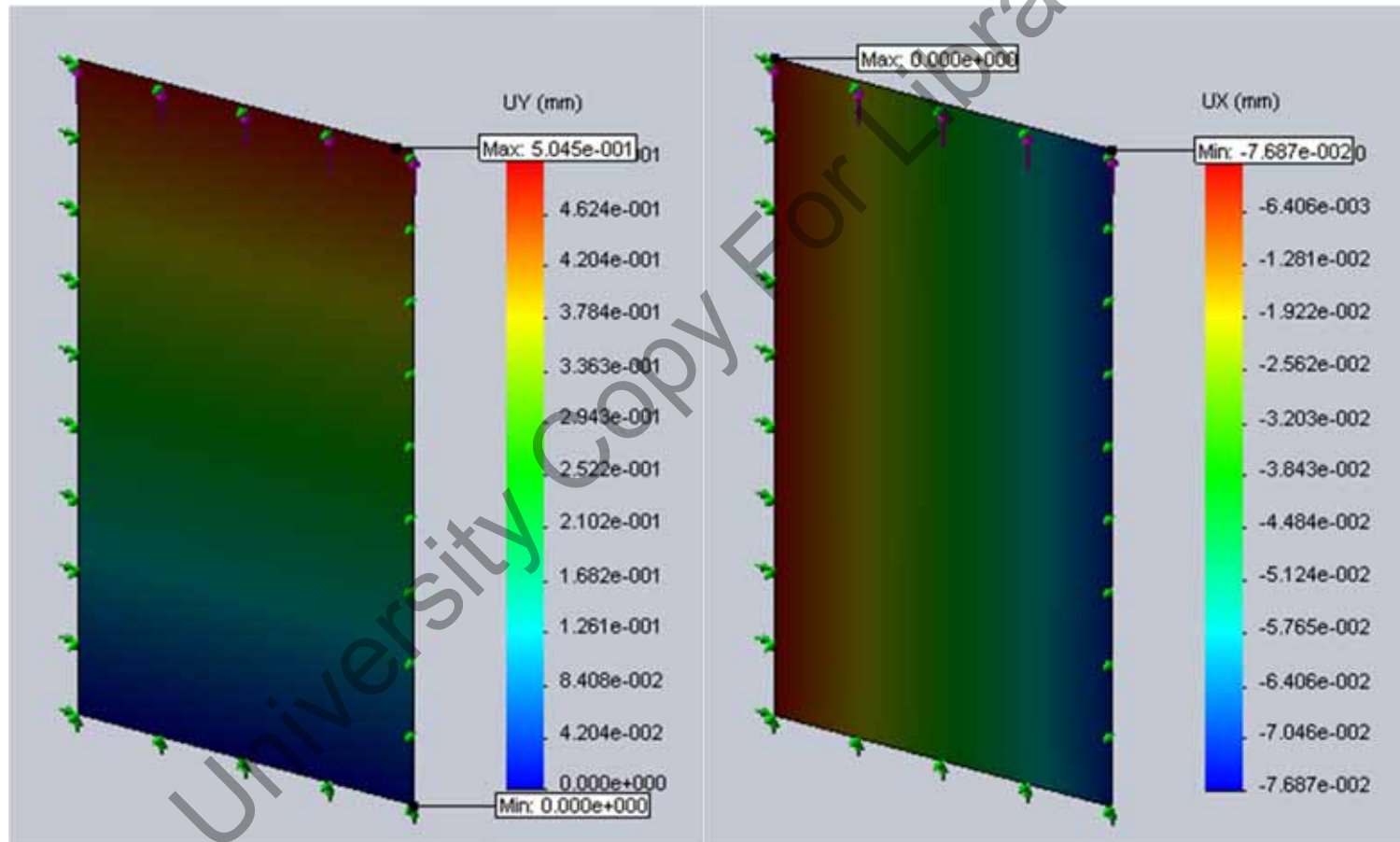
Realizamos otra vez el cálculo pero ésta vez con un mallado con elementos de 5mm.

Vemos que tenemos el mismo problema.



- Deformaciones.

Vemos que los resultados para la deformaciones si que se pueden considerar correctos.



- Energía.

Para calcular la energía de deformación utilizamos la misma formula que antes.

$$En = \frac{dz \cdot F}{2}$$

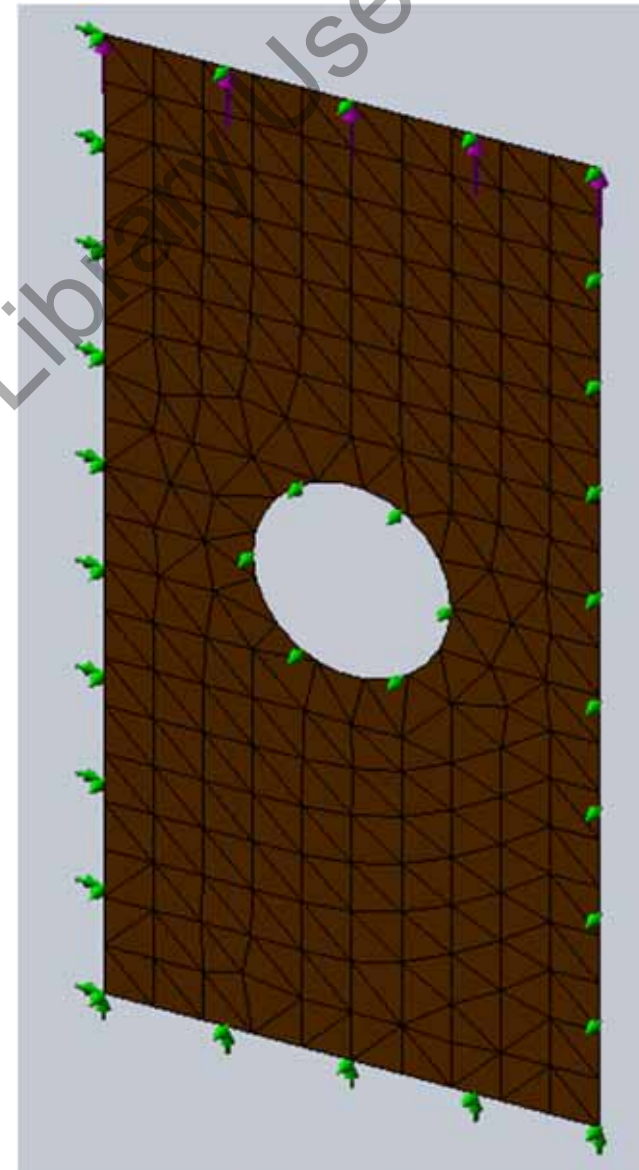
<b>dz</b>	0,504	mm
<b>F</b>	50000	N
<b>En</b>	12600	Nmm

- **Modificaciones.**

Dependiendo de la geometría de la pieza o del interés que haya en los resultados en una zona concreta se puede modificar el mallado.

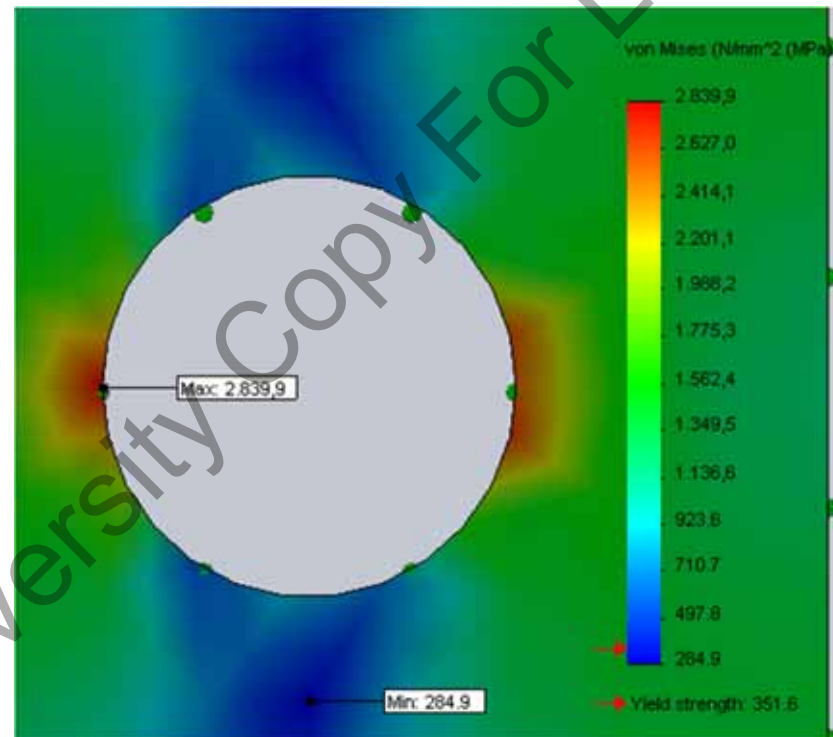
Creamos otra superficie igual pero le hacemos un agujero central en la superficie y volvemos a realizar el cálculo.

Sabemos que la tensión en los cantos del agujero ha de ser tres veces la aplicada, por tanto podemos comprobar los resultados.



- Remallado para mejorar resultados.

El primer cálculo con una malla gruesa nos da un resultado de tan sólo 2.8 veces. Por supuesto podemos hacer toda la malla pequeña pero eso es una pérdida de tiempo de cálculo ya que hay zonas que no necesitan elementos tan pequeños.

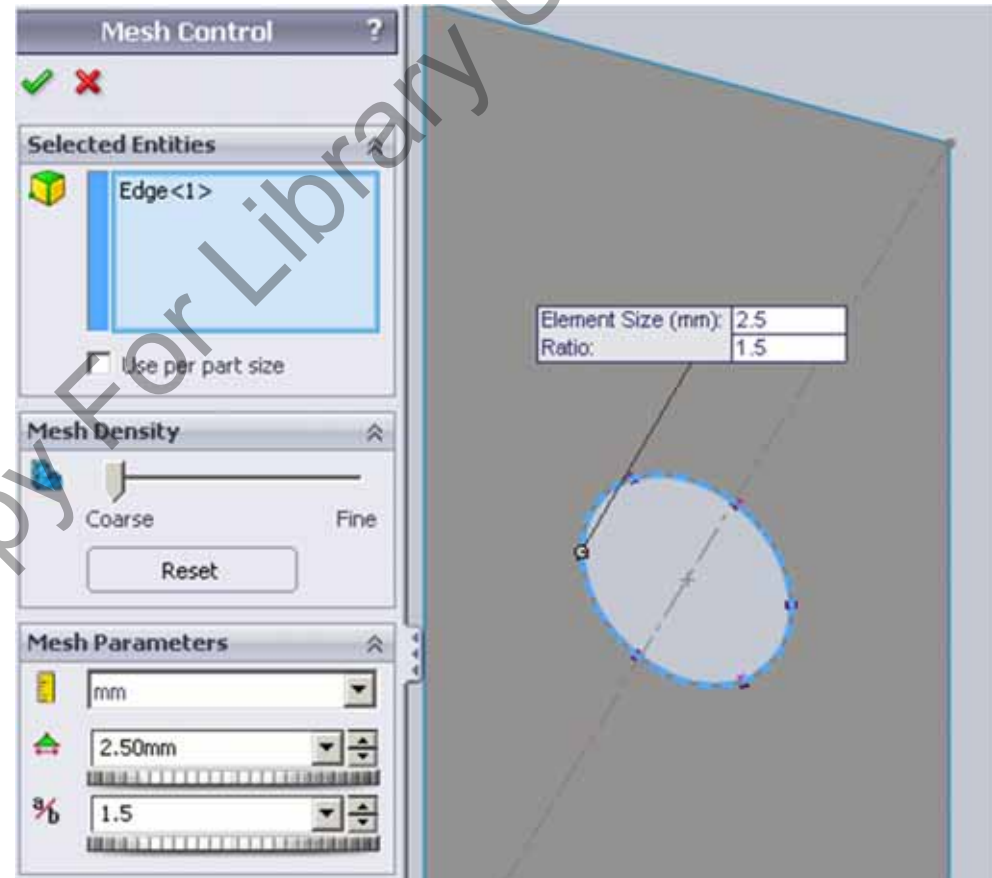
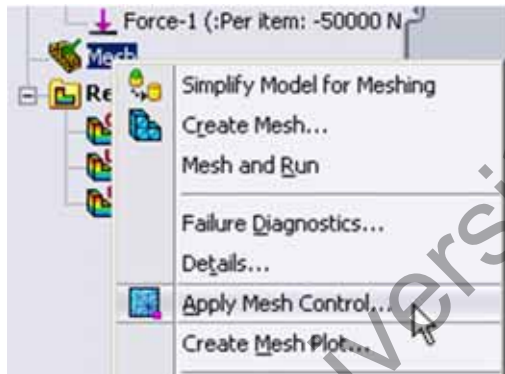




- Redefinir la zona.

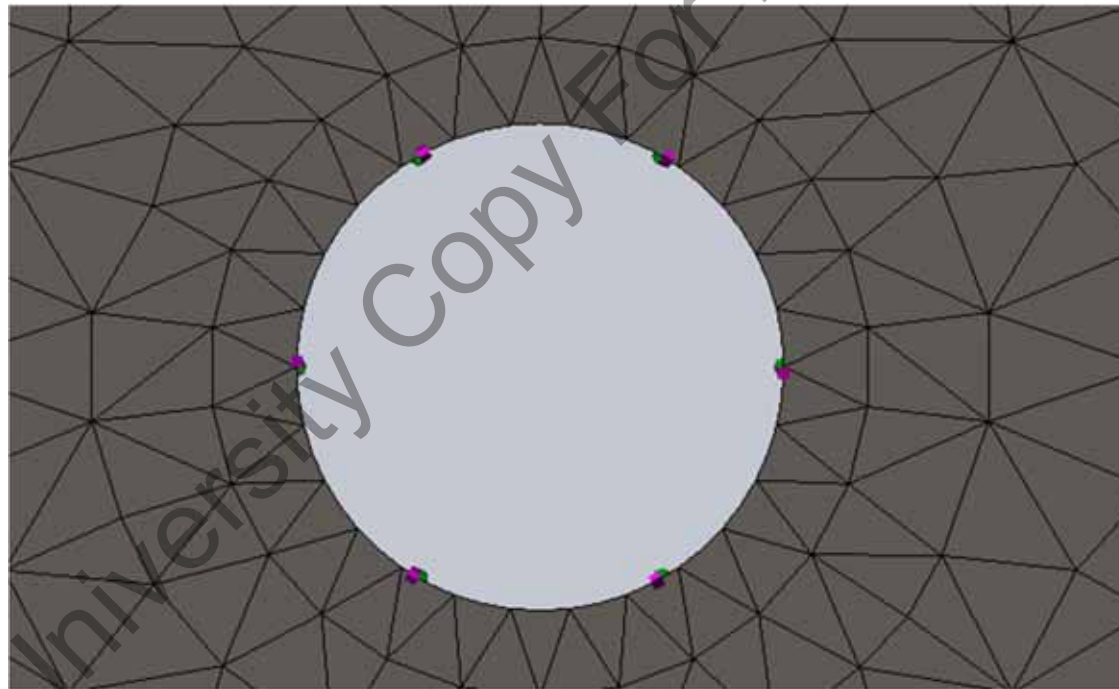
Para poder mallar en concreto utilizamos la herramienta Apply Mesh Control...

Seleccionamos la zona que queremos remallar, en este caso el corte circular y ponemos elementos mas pequeños en esa zona.



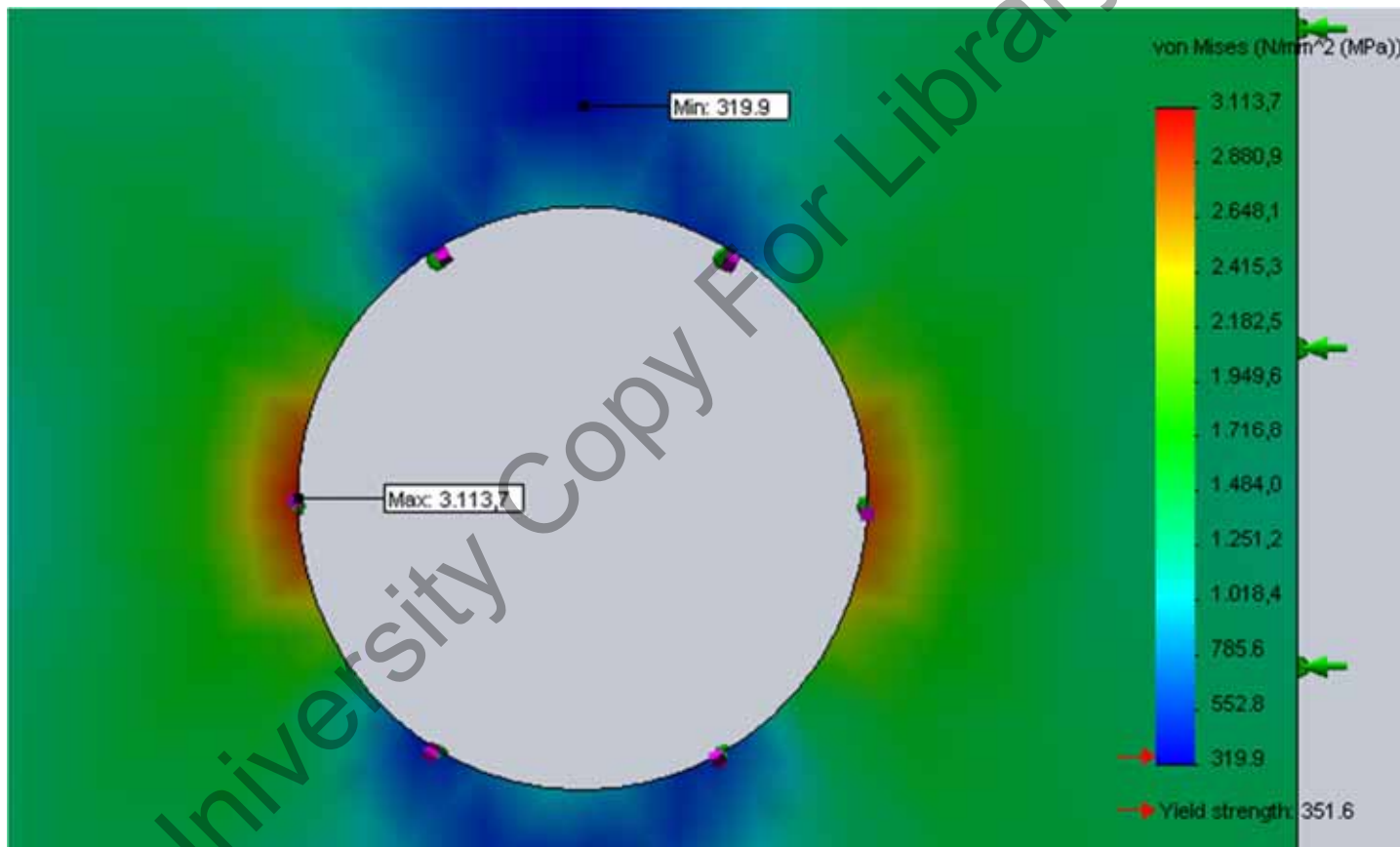
- Redefinir la zona.

Remallamos y volvemos a lanzar el cálculo. Vemos que en la zona dónde hemos refinado la malla los elementos son mas pequeños pero en las zonas que no siguen igual. El programa se encarga de realizar la transición de elementos pequeños a grandes.



- Redefinir la zona.

Ahora vemos que los resultados son los esperados.

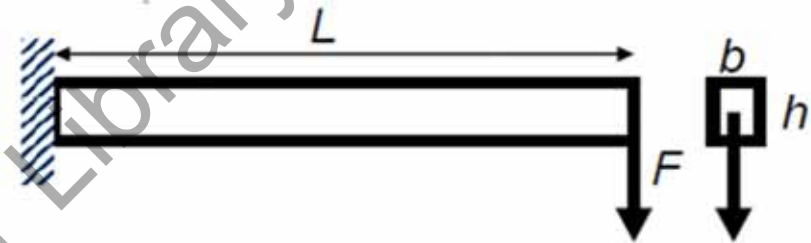


• Biga en voladizo.

Como ejemplo al tema de vibraciones empezaremos por simular una barra en voladizo.

Sabemos que la deformación en la punta ha de ser:

$$z_L = \frac{FL^3}{3EI} = \frac{4FL^3}{Ebh^3}$$



Sabemos que la tensión máxima en los empotramientos ha de ser:

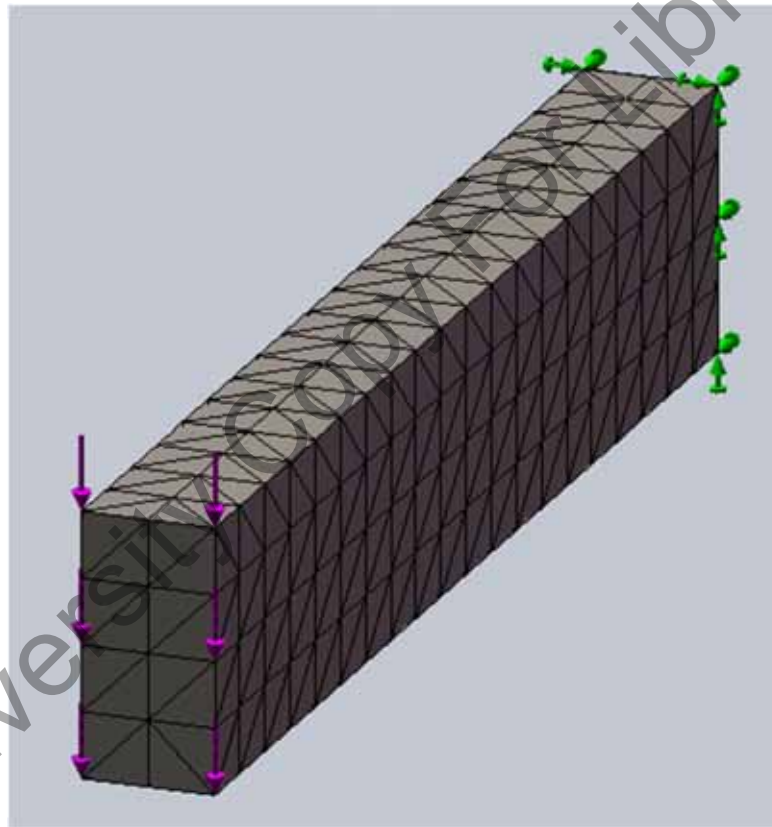
$$\sigma_{\max} = M_{\max} \frac{\frac{h}{2}}{I} = FL \frac{6}{bh^2}$$

<b>b</b>	10	mm
<b>h</b>	20	mm
<b>L</b>	100	mm
<b>E</b>	200000	N/mm <sup>2</sup>
<b>v</b>	0,29	-
<b>Fz</b>	500	N

<b>σz</b>	75	N/mm <sup>2</sup>
<b>Zi</b>	0,125	mm
<b>En</b>	31,25	Nmm

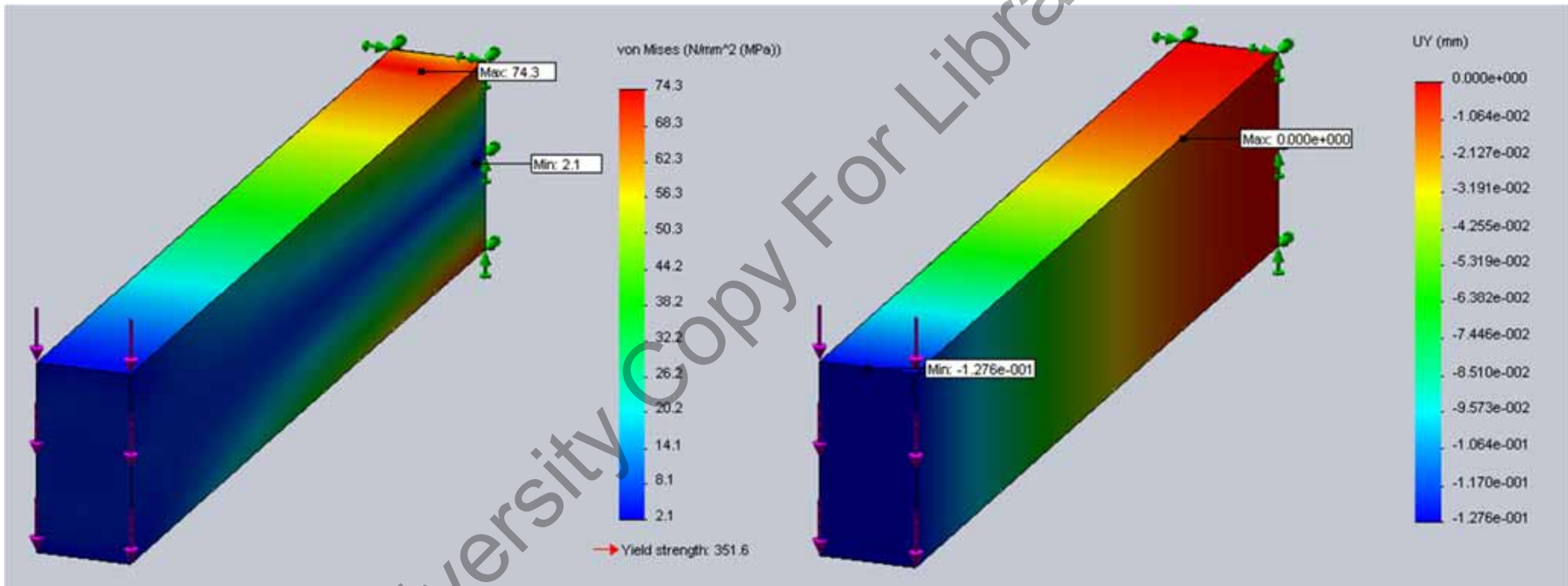
- Biga en voladizo.

Creamos la biga y realizamos el cálculo estático para validar el modelo. Utilizamos el mismo material el AISI 1020 y un mallado con elementos de 5mm.



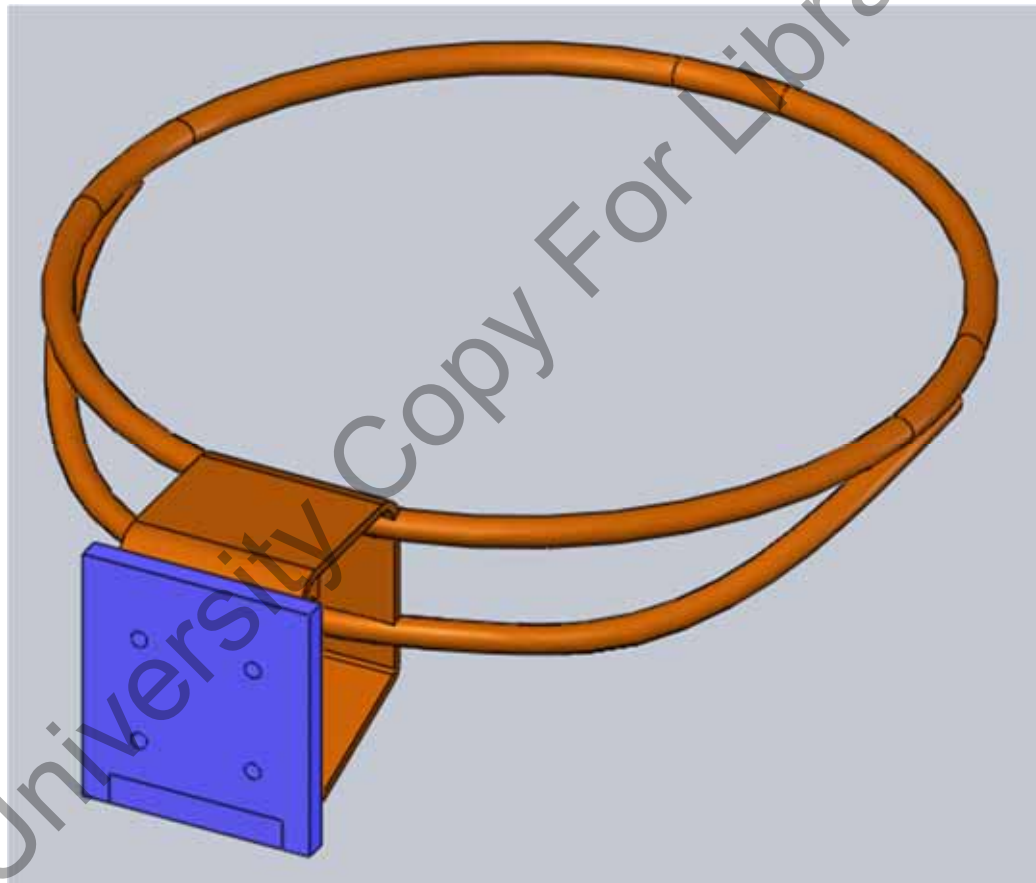
- Biga en voladizo.

Comprobamos los resultados y vemos que son correctos.



- Ensamblajes

Se pueden realizar los mismos estudios en ensamblajes de la misma manera. Abrimos el ensamblaje "basketball\_hoop\_classe.sldasm".



## • Materiales

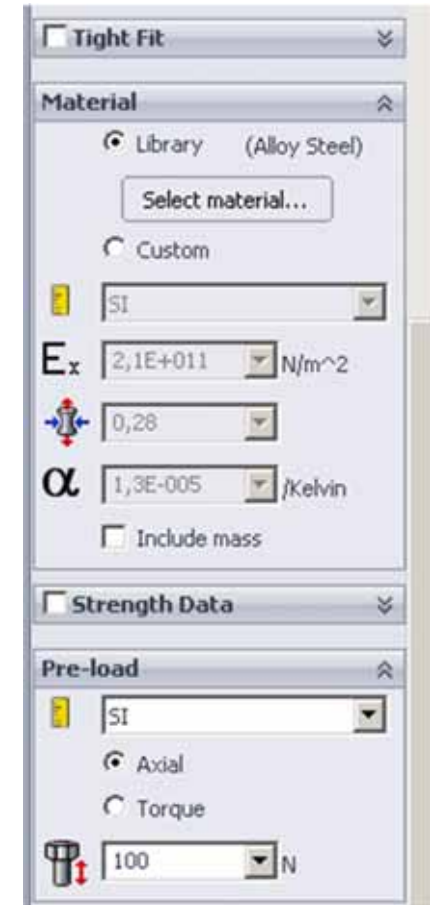
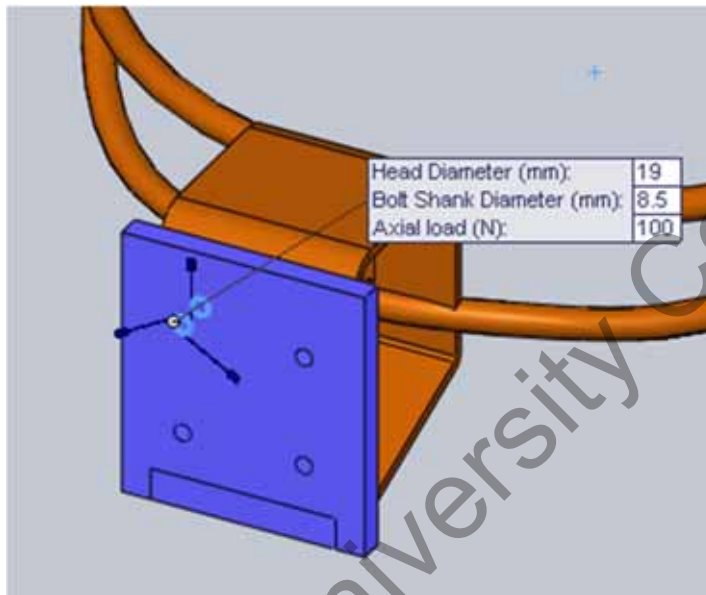
Primero vamos a asignar un material a cada parte. Para las dos partes vamos a asignarles una aleación de Alloy Steel (SS).





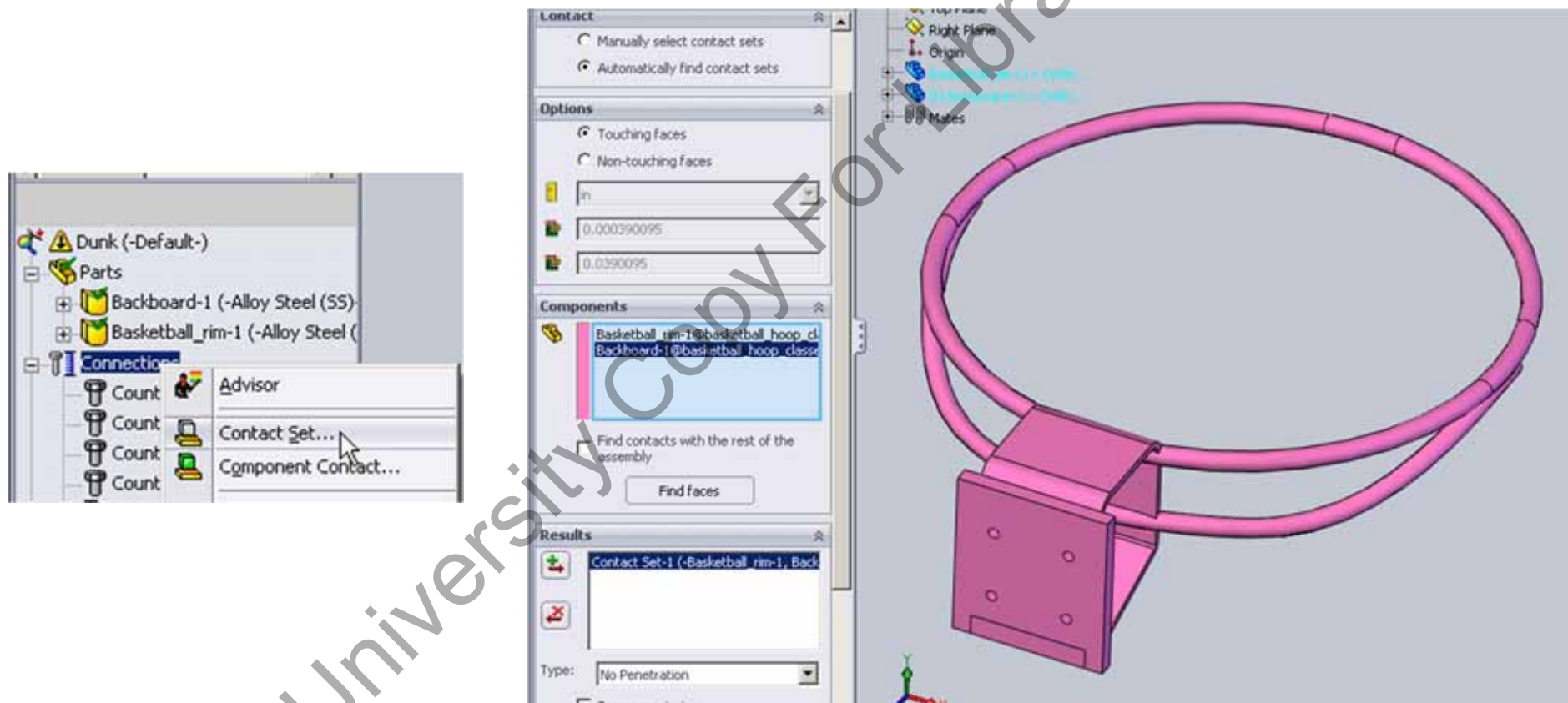
# • Connections

Las conexiones nos permiten realizar uniones entre distintas piezas de un ensamblaje utilizando la base de datos del SW sin tener que insertar una pieza nueva. Insertamos cuatro tornillos con una precarga axial de 100 Nm.



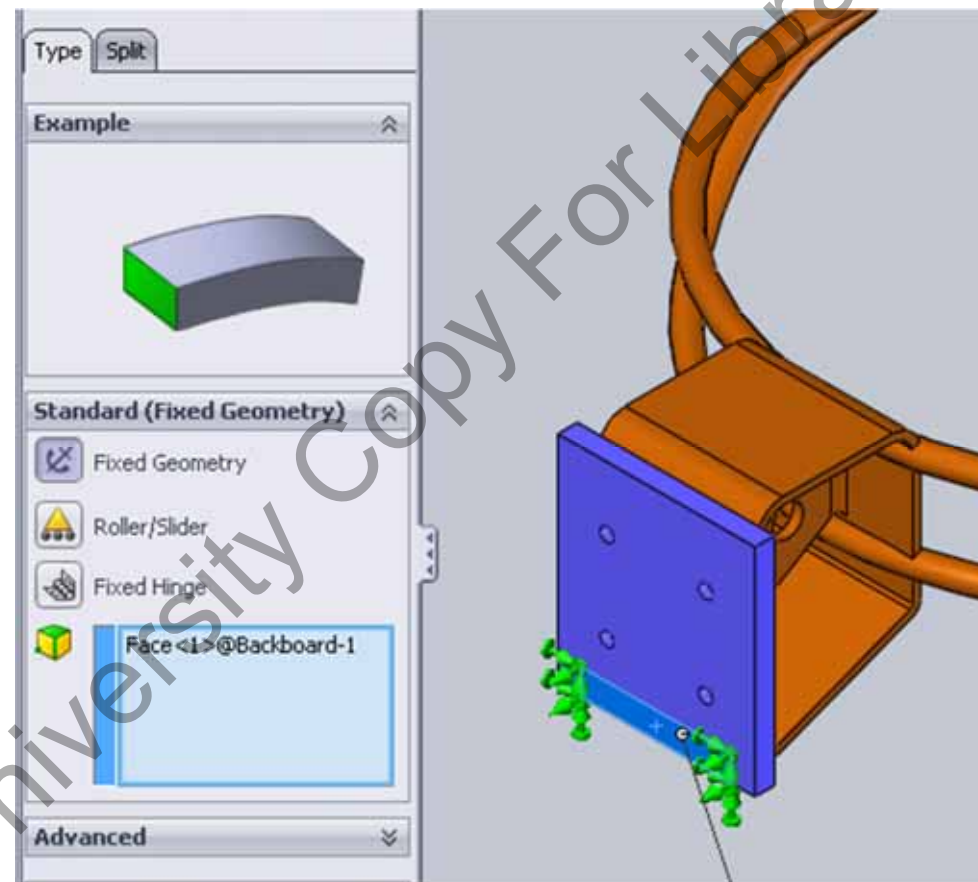
## • Connections

Debemos definir un Contact Set... para indicar el contacto entre las dos piezas. Le indicamos que nos encuentre las conexiones automáticamente.



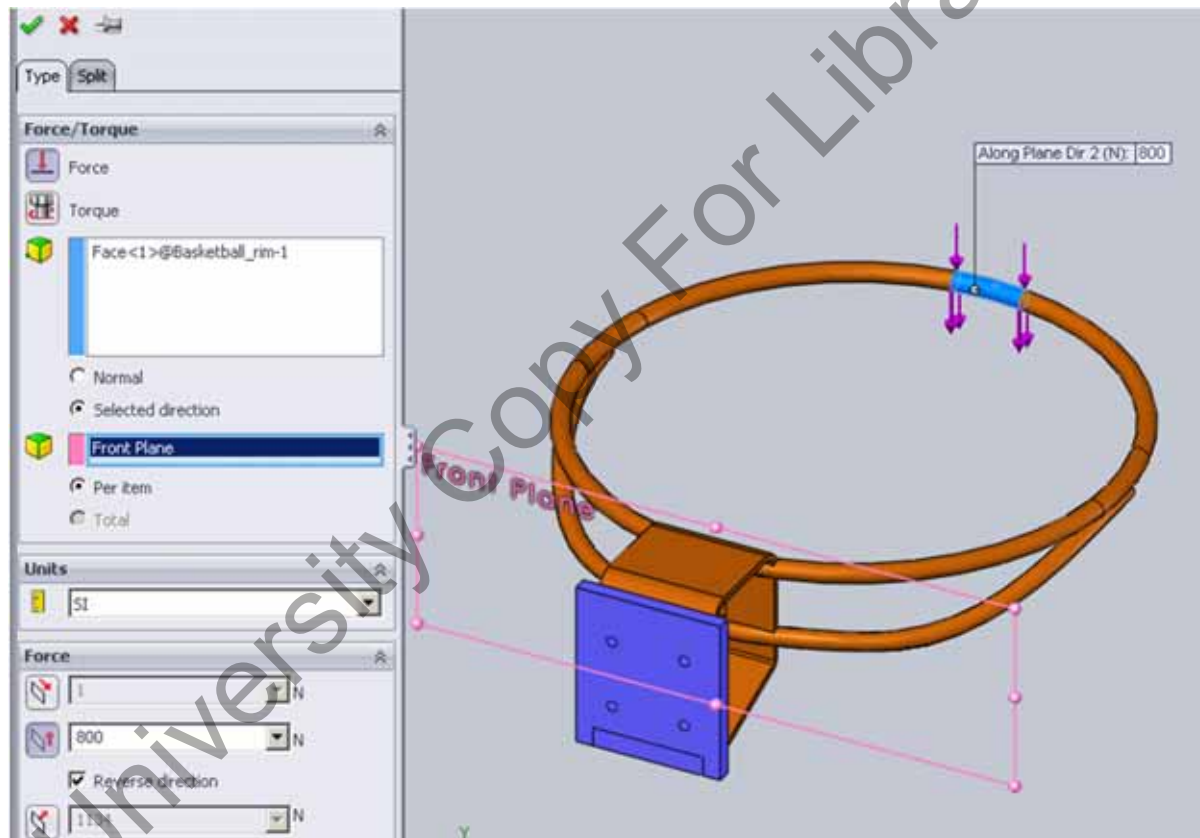
- Fixtures

Ahora debemos restringir el movimiento de la canasta por lo que empotramos la canasta como si estuviera sujeta en el tablero.



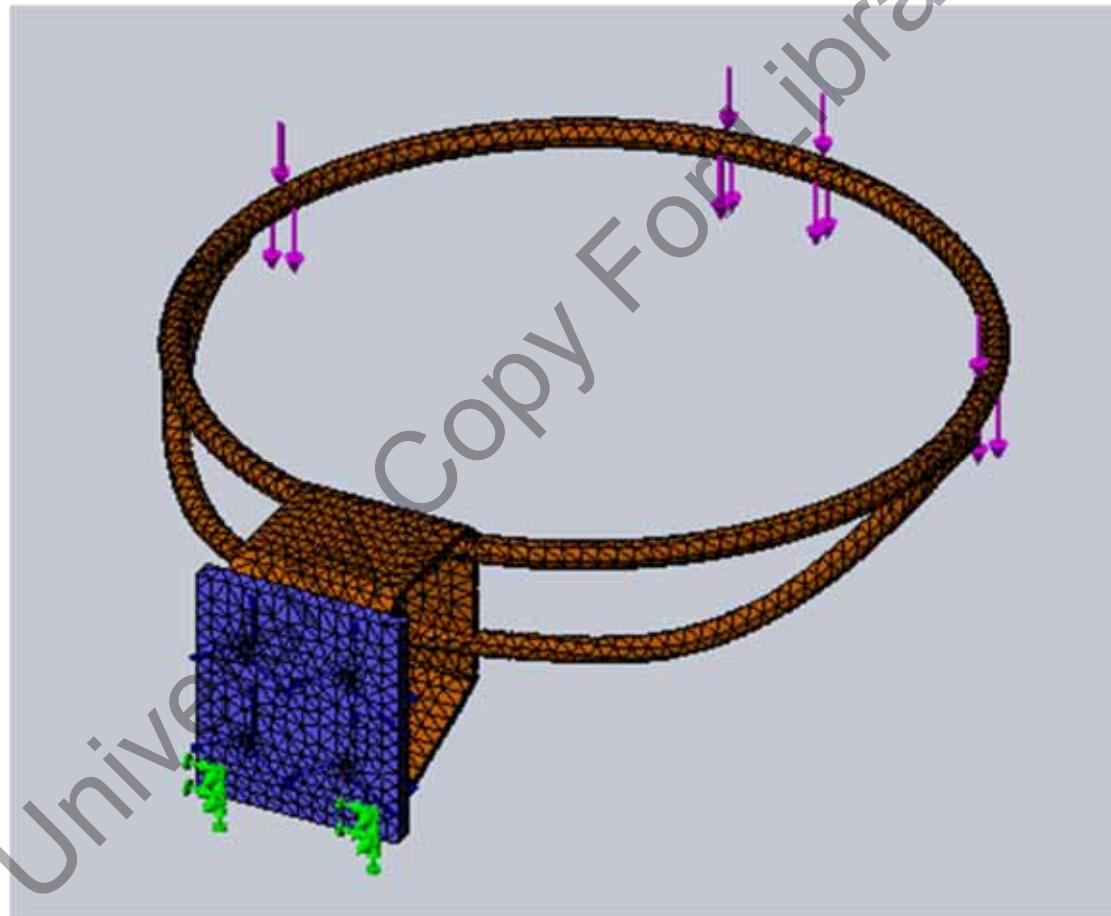
## • External Loads

Colocamos un carga como si una persona de 80 kg. se colgara del aro. Por lo que colocamos su peso como carga.



- Malla

Realizamos la malla que nos indica por defecto y realizamos el cálculo. El cálculo puede tardar unos minutos.

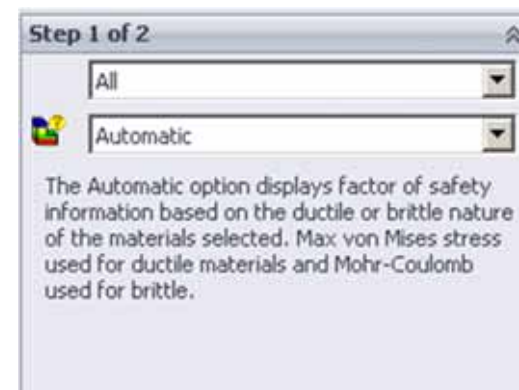


## • Resultados

El resultado mas interesante sería ver que factor de seguridad hay.

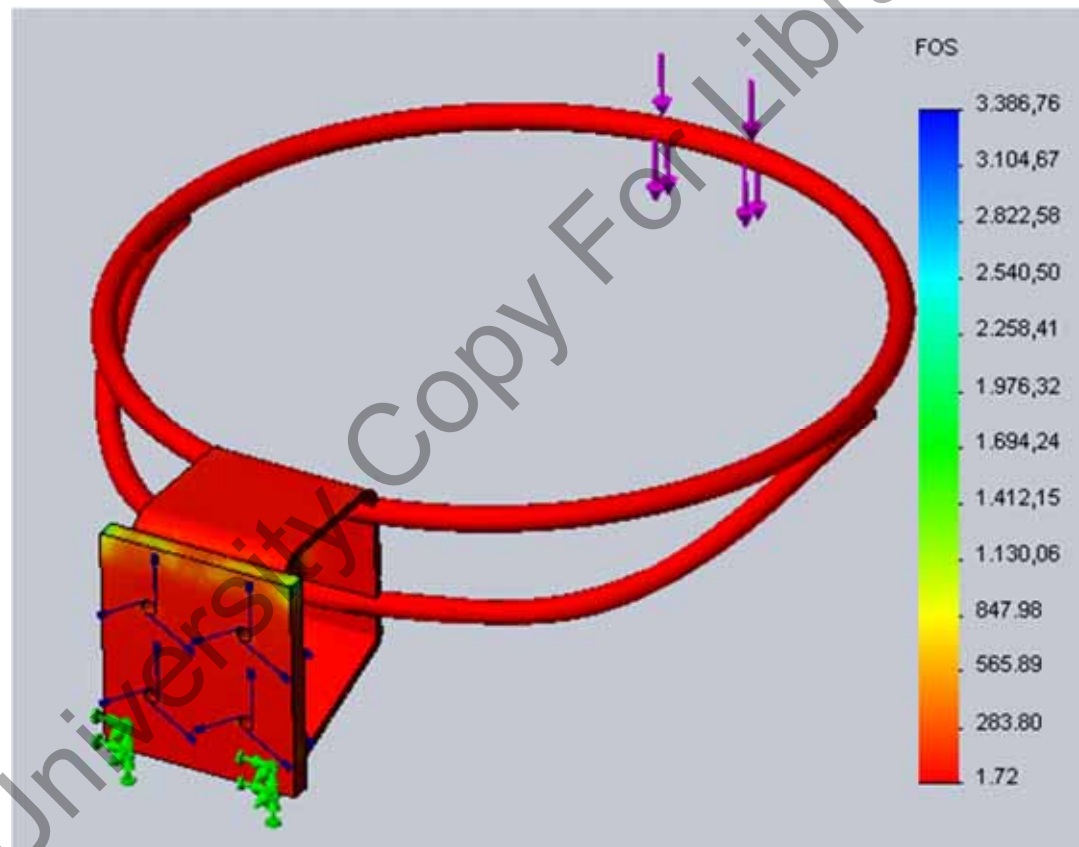


En el primer paso podemos seleccionar una pieza en concreto o todas, seguidamente seleccionamos Automatic ya que selecciona automáticamente el criterio de fallo mas adecuado.



## • Resultados

Podemos ver que el diseño de esta canasta no es el correcto ya que el factor de seguridad es muy bajo. Se debería o cambiar el material o mejorar al diseño.



## • DISEÑAR UN DEPÓSITO.

Se ha de diseñar un depósito de capacidad 100 litros en AISI304 que soporte una presión interna de 1[MPa].

La tensión máxima admisible de VonMises no puede superar los 200[MPa]

El depósito no puede superar las dimensiones  $X_{max}=500$ [mm],  $Y_{max}=500$ [mm] ( $R<250$ [mm]) y  $Z_{max}=1000$ [mm]

Se considerará mejor solución la que menos pese justificando los resultados con una simulación de elementos finitos.



# • DIMENSIONAR EL DEPÓSITO.

Si elegimos un modelo cilíndrico con caras semiesféricas a soportar una presión P con un radio R, altura H y espesor T tenemos para R>>T:

$$\sigma_x = P \cdot 2R(H) / (2T(H)) = PR/T$$

$$\sigma_y = P \text{ y por tanto } \ll \sigma_x.$$

$$\sigma_z = P \pi R^2 / (2\pi RT) = PR / (2T)$$

$$\sigma_{mises} \approx PR/T \sqrt{(6/8)} = 0.866 PR/T < \sigma_{max} = 200 \text{ [MPa]}$$

no juega H

$$T > 0.866 PR / \sigma_{max}$$

El volumen de líquido se calcula:

$$V = \pi R^2 H + 4\pi R^3 / 3 = \pi R^2 (H + 4R/3) = 100 \text{ [litros]} = 1e8 \text{ [mm}^3\text{]}.$$

$$H = (V - 4\pi R^3 / 3) / (\pi R^2); \quad H + 2R + 2T < Z_{max}$$

El peso o masa del depósito se estima:

$$M = \delta T (2\pi R H + 4\pi R^2) = \delta T 2\pi R (H + 2R)$$

$$M = \delta (0.866 PR / \sigma_{max}) 2\pi R ((V - 4\pi R^3 / 3) / (\pi R^2) + 2R), \text{ no tiene mínimo}$$

CILINDRO				
T	R	M	H	H+2R+2T
0.004	1.00	6.93	31830987.29	31830989.29
0.013	3.00	6.93	3536772.51	3536778.54
0.043	10.00	6.93	318296.55	318316.64
0.217	50.00	6.95	12665.73	12766.16
0.433	100.00	7.07	3049.77	3250.63
0.779	180.00	7.77	742.44	1104.00
0.823	190.00	7.92	628.41	1010.06
0.827	191.00	7.94	617.87	1001.52
0.829	191.50	7.95	612.65	997.31
0.831	192.00	7.95	607.47	993.13
0.866	200.00	8.09	529.11	930.84
1.212	280.00	10.11	32.67	595.10
1.256	290.00	10.47	-8.18	574.33
1.299	300.00	10.85	-46.32	556.28
1.732	400.00	16.21	-334.39	469.07

# • COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS.

Si ponemos las variables en el modelo comprobamos volumen de agua y peso de depósito

The image shows a CAD software interface with a 3D model of a tank. The left sidebar contains a feature tree with the following items:

- recipiente\_presion (Predetermina)
- Sensors
- Anotaciones
- Solid Bodies(2)
  - Deposito\_completo
  - Agua
- Surface Bodies(2)
  - Surf\_interior
  - Surface-Offset1-para-calcul
- Equations
  - "H"=618mm
  - "R"=191mm
  - "T"=0.827mm
- AISI 304
- Alzado
- Planta
- Vista lateral
- Origen
- Surf\_interior
- Sketch1
- Deposito\_completo
- Sketch1
- Surface-Offset1-para-calcul
- Surf\_int\_completa\_volumen
- Agua

The 3D view shows a tank with a height of 618 mm and a radius of 191 mm. The water inside is highlighted in cyan. The property windows on the right show the following data:

**Mass properties of selected Solid Bo**

Output coordinate System: -- defal

Density = 8e-006 kilograms per cub

Mass = 800.1 kilograms

**Volume = 1e+008 cubic millimeters**

Surface area = 1.2e+006 square m

Center of mass: ( millimeters )

X = 0  
Y = 500  
Z = 0

Principal axes of inertia and principa  
Taken at the center of mass.

Ix = (0, 1, 0) Px  
Iy = (0, 0, 1) Py  
Iz = (1, 0, 0) Pz

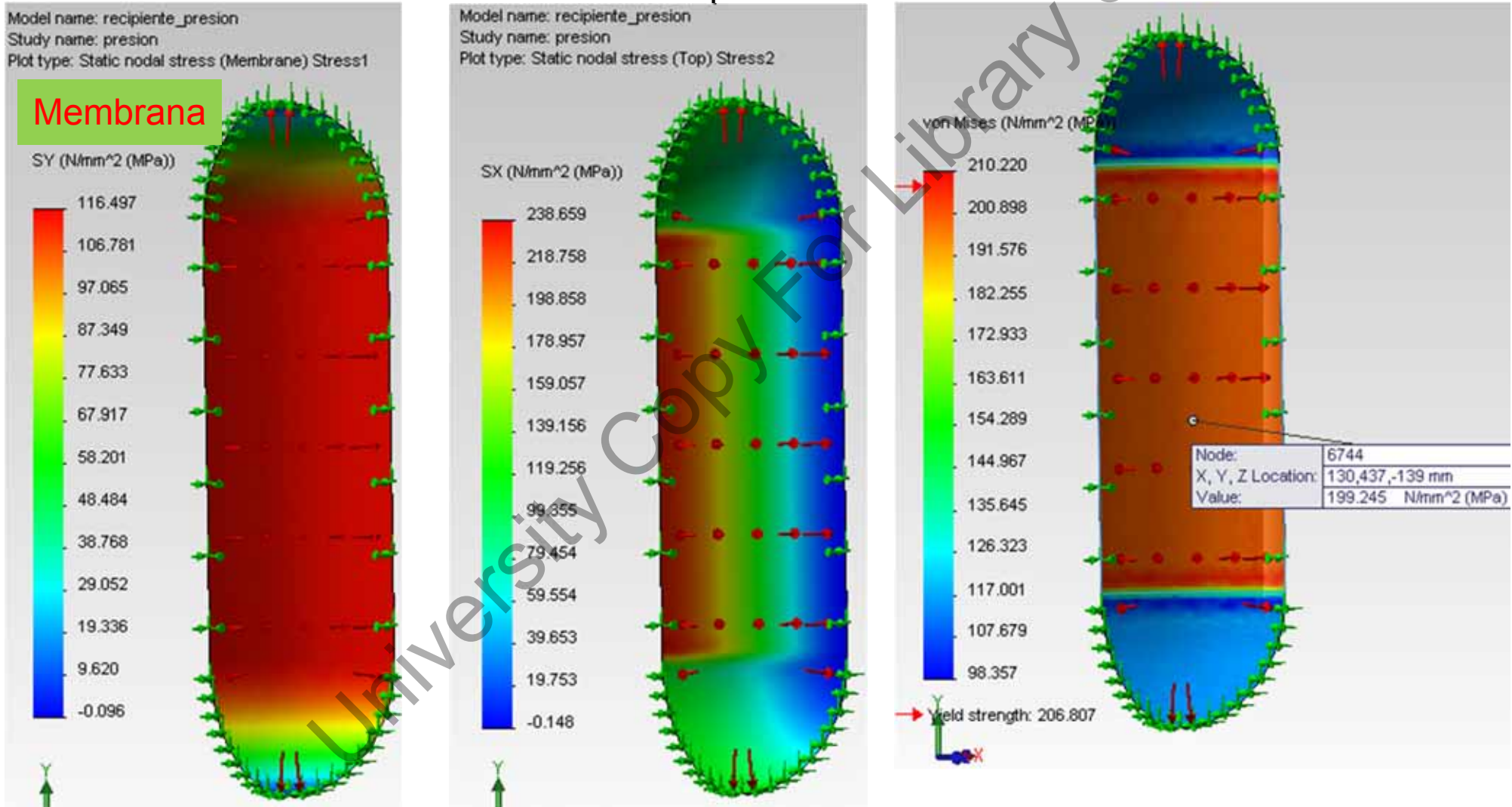
Moments of inertia: ( kilograms \* sq  
Taken at the center of mass and aliç

Lxx = 5.924e+007 Lx)  
Lyx = -0 Ly)  
Lzx = -3.947e-026 Lz)

# • COMPROBACIONES TENSIONES.

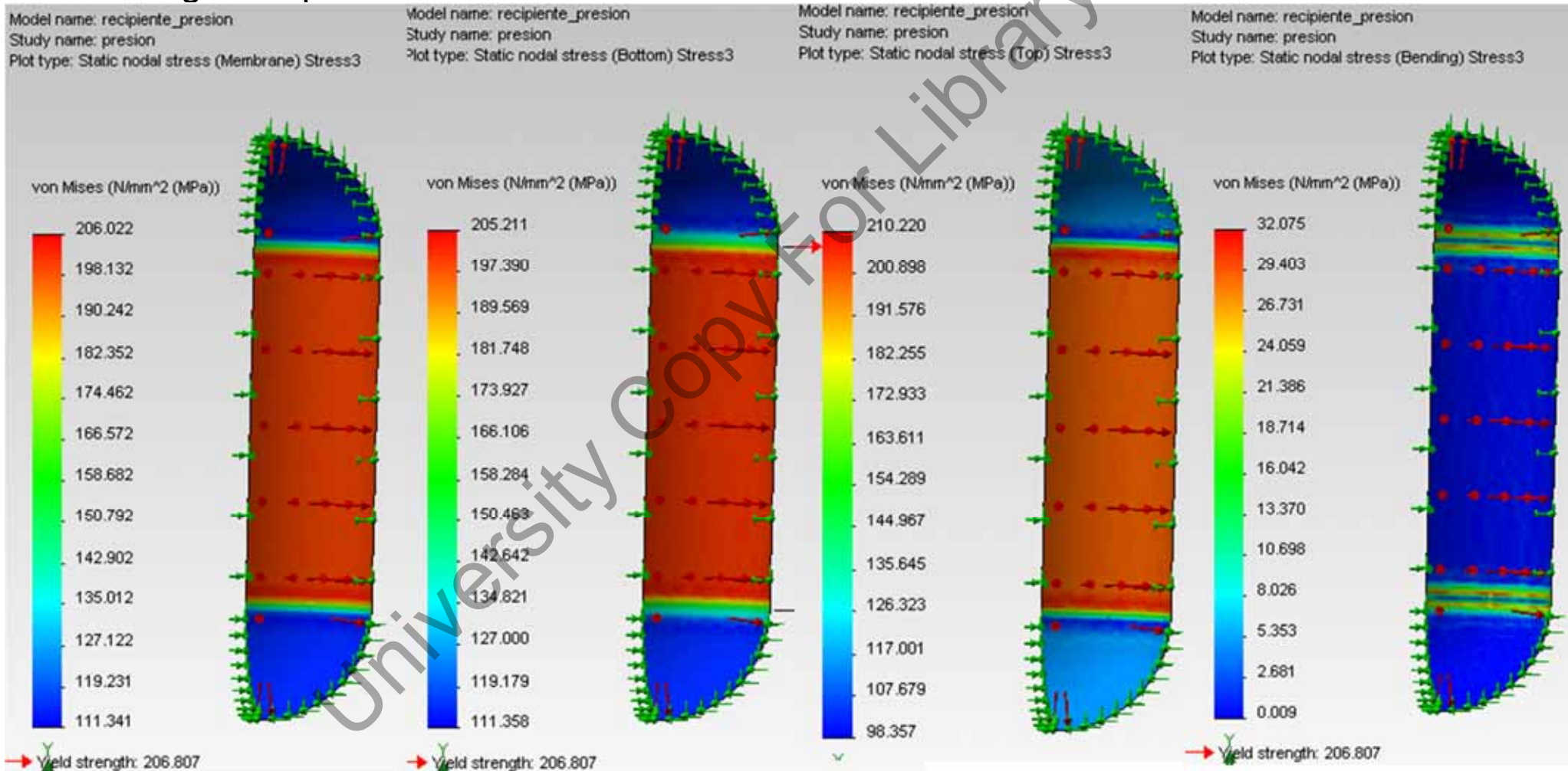
sx	230.946882
sz	115.473441
smises	200

Si realizamos el cálculo de un cuarto de depósito veremos más fácil las tensiones.



# • COMPROBACIONES TENSIONES.

Si además de la membrana y miramos capa exterior e interior y flexión vemos el problema de radios tangentes para elementos finitos.



• EJEMPLO ESFERA.

Si queremos hacer el modelo con una esfera podemos comparar pesos pero que no nos cabe dentro de nuestros requerimientos de espacio.

CILINDRO					ESFERA		
T	R	M	H	H+2R+2T	R	T	M
0.004	1.00	6.93	31830987.29	31830989.29	287.94	0.720	6.00
0.013	3.00	6.93	3536772.51	3536778.54			
0.043	10.00	6.93	318296.55	318316.64			
0.217	50.00	6.95	12665.73	12766.16			
0.433	100.00	7.07	3049.77	3250.63			
0.779	180.00	7.77	742.44	1104.00			
0.823	190.00	7.92	628.41	1010.06			
0.827	191.00	7.94	617.87	1001.52			
0.829	191.50	7.95	612.65	997.31			
0.831	192.00	7.95	607.47	993.13			
0.866	200.00	8.09	529.11	930.84			
1.212	280.00	10.11	32.67	595.10			
1.256	290.00	10.47	-8.18	574.33			
1.299	300.00	10.85	-46.32	556.28			
1.732	400.00	16.21	-334.39	469.07			

- Resumen.

- Introducción al módulo de cálculo lineal de SW para Sólidos y superficies.
- Comprobación de cálculos a tracción.
- Remallado de zonas de interés.

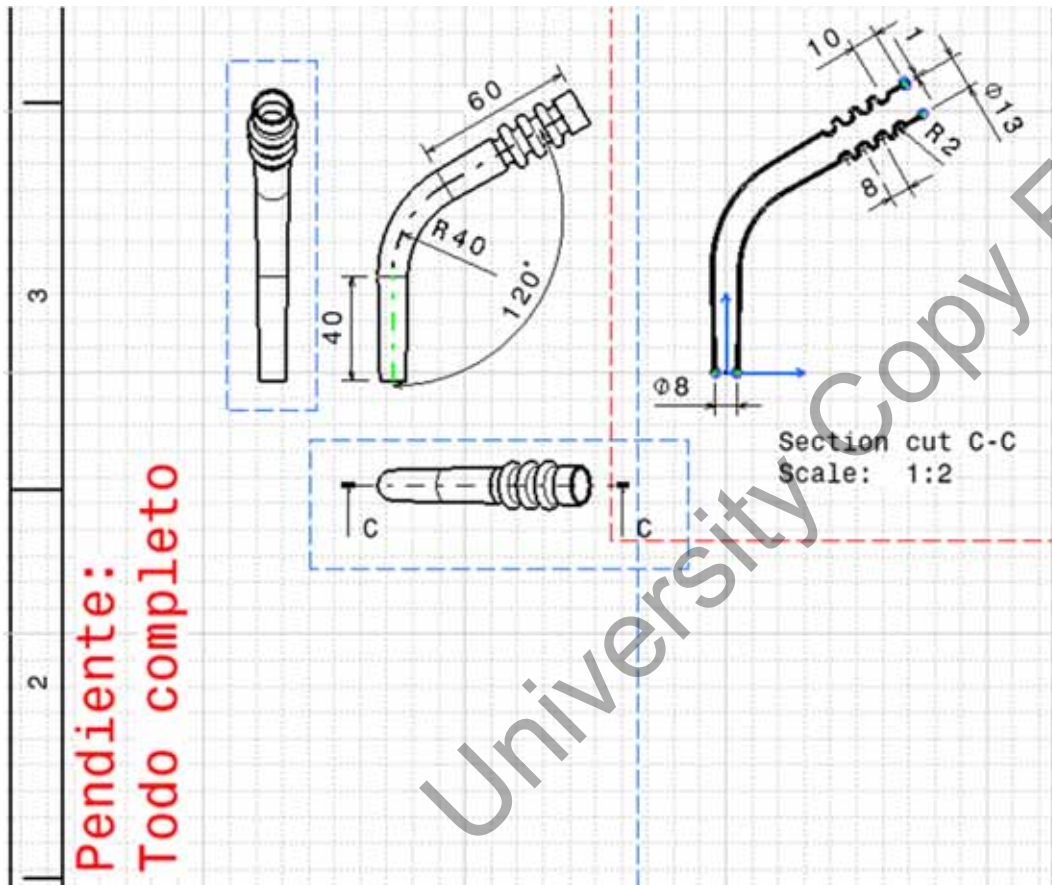
University Copy For Library Use

University Copy For Library Use

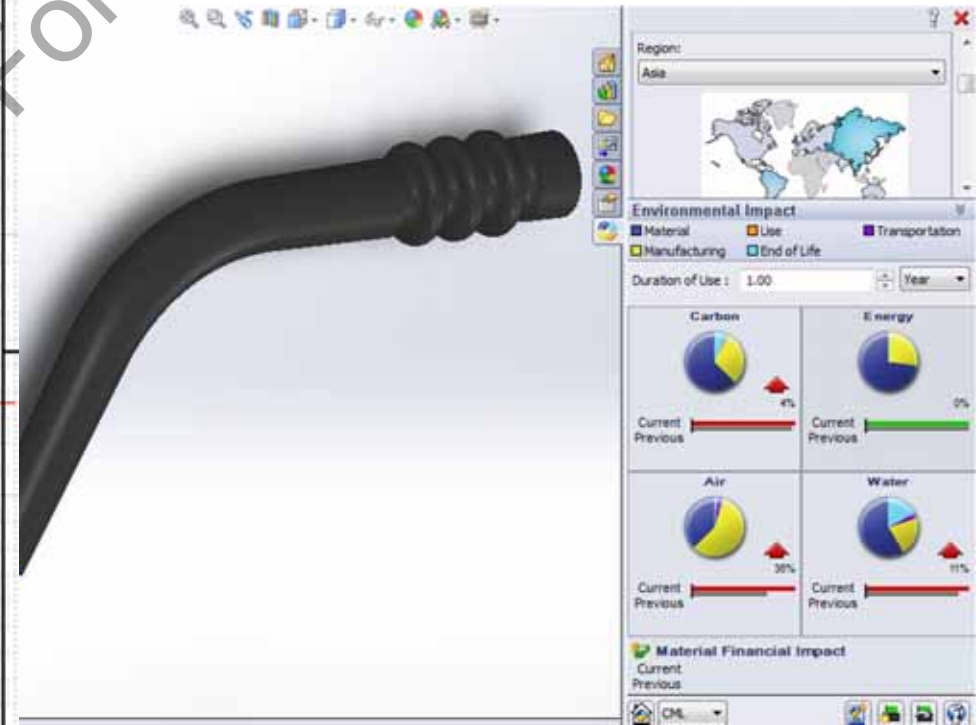
Proyecto

- Proyecto.

Se realiza el fuelle, se exporta a stp, y se hace impacto medioambiental. Comparamos el impacto entre producir en Europa con Asia.



Pendiente:  
Todo completo





## • Resumen de puntuación alcanzada.

0.10 de 1.00	CD y papel presentación del documento con poster en A3.
0.50 de 0.50	Espejo como croquis.
0.35 de 0.50	0.2 Varilla con 0.15 proceso mecanizado y 0.15 cálculo fuerza en la punta.
<b>1.00</b> de 1.00	0.5 Goma tipo fuelle + 0.5 estudio medioambiental(S).
0.30 de 1.00	0.5 Carcasa espejo con desmoldeo + 0.5 inyección(S)..
0.30 de 1.00	0.5 Carcasa anterior + 0.5 como nube de puntos y desmoldeo
0.00 de 1.00	0.5 Moldes de carcasa anterior + 0.5 costing (S).
0.50 de 1.00	0.5 Chapa doblada y desdoblada + 0.5 costing (S).
0.00 de 0.50	Ergonomía (C)
0.20 de 0.50	Tornillos, tuercas y piezas normalizadas para las uniones.
0.00 de 1.50	Cálculo 0.5 aerodinámica, 0.5 vibraciones y 0.5 dilataciones.
0.00 de 0.50	Logo empresa moto pegado en carcasa.
0.20 de 0.50	Ensamblaje sin interferencias excepto elementos deformables/rosca cosméticas.
0.70 de 1.00	0.5 Planos de todas las piezas, 0.25 lista materiales y 0.25 explosionado.
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
<b>4.15 de 13.00</b>	<b>Total</b>
<b>3.0 horas de dedicación</b>	

S12t.- Vibraciones con Catia y SW.

Mejora 1415....

University Copy For Library Use

- Repaso última sesión.
  - Construcción de moldes y matrices.
  - Detección de zonas con problemas de desmoldeo.

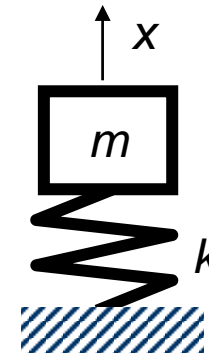
University Copy For Library Use

- Introducción al tema de vibraciones.

Para hacer simulaciones de vibraciones se ha de tener en cuenta la masa de la estructura que está vibrando.

Un soporte masa-muelle es fácil de estudiar:

$$m \frac{\partial^2 x}{\partial t^2} + kx = 0 \Rightarrow x = A \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}}t\right)$$



De esta fórmula vemos que si queremos tener frecuencias de vibración muy altas tenemos que subir la rigidez del conjunto o disminuir la masa. Por lo tanto en el tema de vibraciones hay que optimizar la rigidez y el peso para evitar que las frecuencias propias de la estructura estén en un rango de frecuencias externas. Por ejemplo en automoción se pretende subir la

$$[M][\ddot{U}] + [C][\dot{U}] + [K][U] = [F]$$

- Primera frecuencia torsión en carrocerías de automóviles.

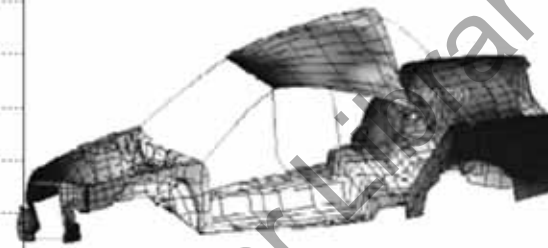
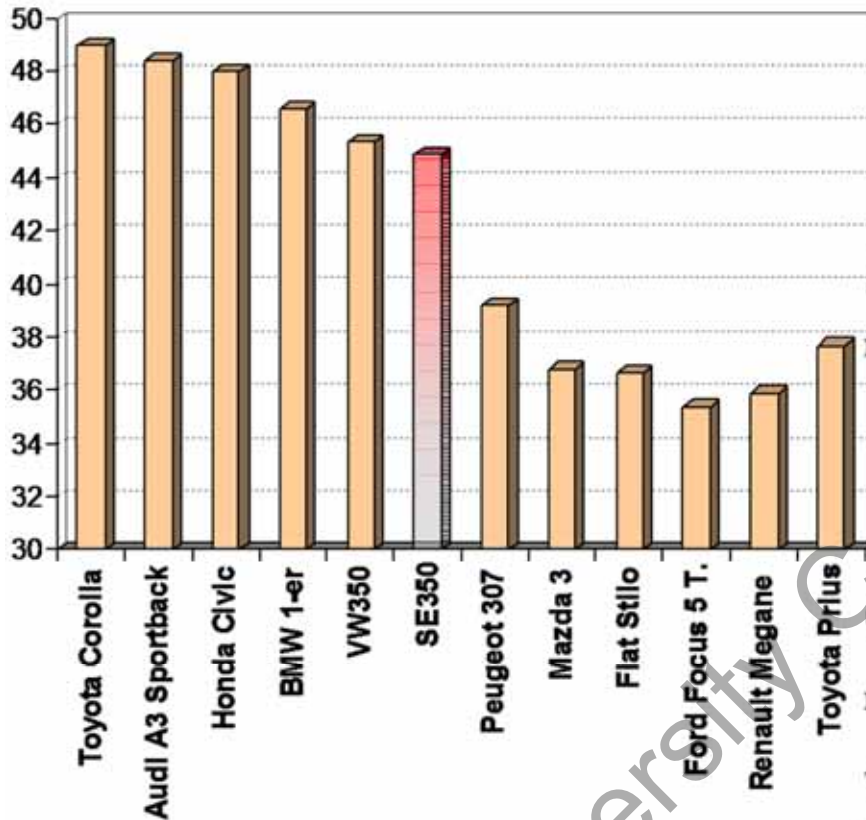


Figure 5. 1st torsion vibration mode of B.I.W.

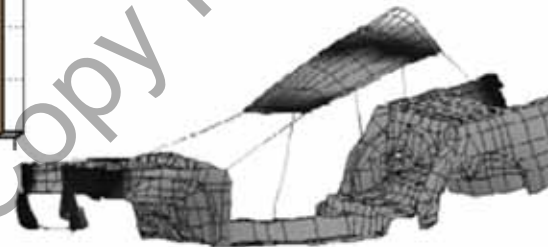


Figure 6. 1st bending vibration mode of B.I.W.

Table 1. Mass and natural frequencies of B.I.W.

	Mass	290.99 kg
Natural frequency	1 <sup>st</sup> torsion mode	31.21 Hz
	1 <sup>st</sup> bending mode	43.13 Hz

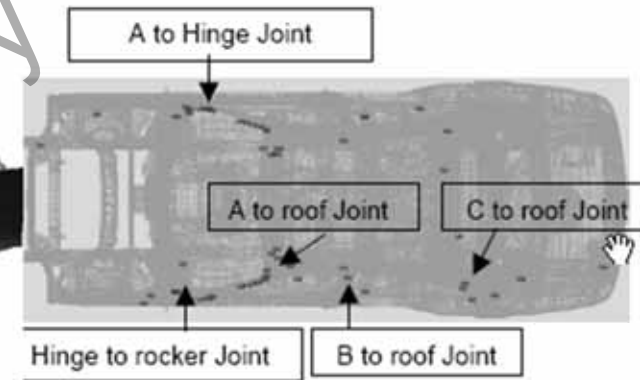


Figure 5: Critical welds and areas identified

Mode Description	Baseline	
	Mode #	Freq, Hz
First Torsion	7	24.85
Rear end torsion	8	27.83
Rear end torsion	9	28.99
Complex Mode	10	37.66
Complex Mode	11	37.76
Rear bending	12	38.31
First Bending	13	39.71
Complex Mode	14	42.06
Higher order bending	15	44.08
Complex Mode	16	45.33
Matchbox	17	48.08
Second torsion	18	50.97

Table 1: Eigen value analysis results of the base model

- Ejemplo de barra en voladizo.

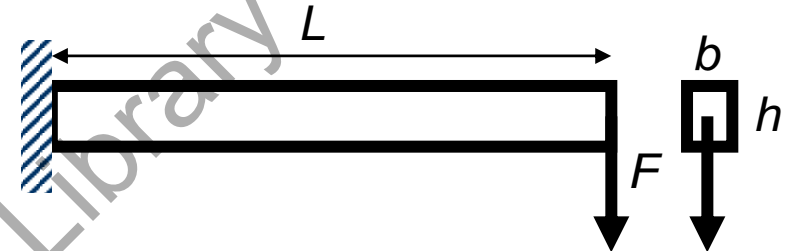
Como ejemplo al tema de vibraciones empezaremos por simular una barra en voladizo.

Sabemos que la deformación en la punta ha de ser:

$$z_L = \frac{FL^3}{3EI} = \frac{4FL^3}{Ebh^3}$$

Sabemos que la tensión máxima en los empotramientos ha de ser:

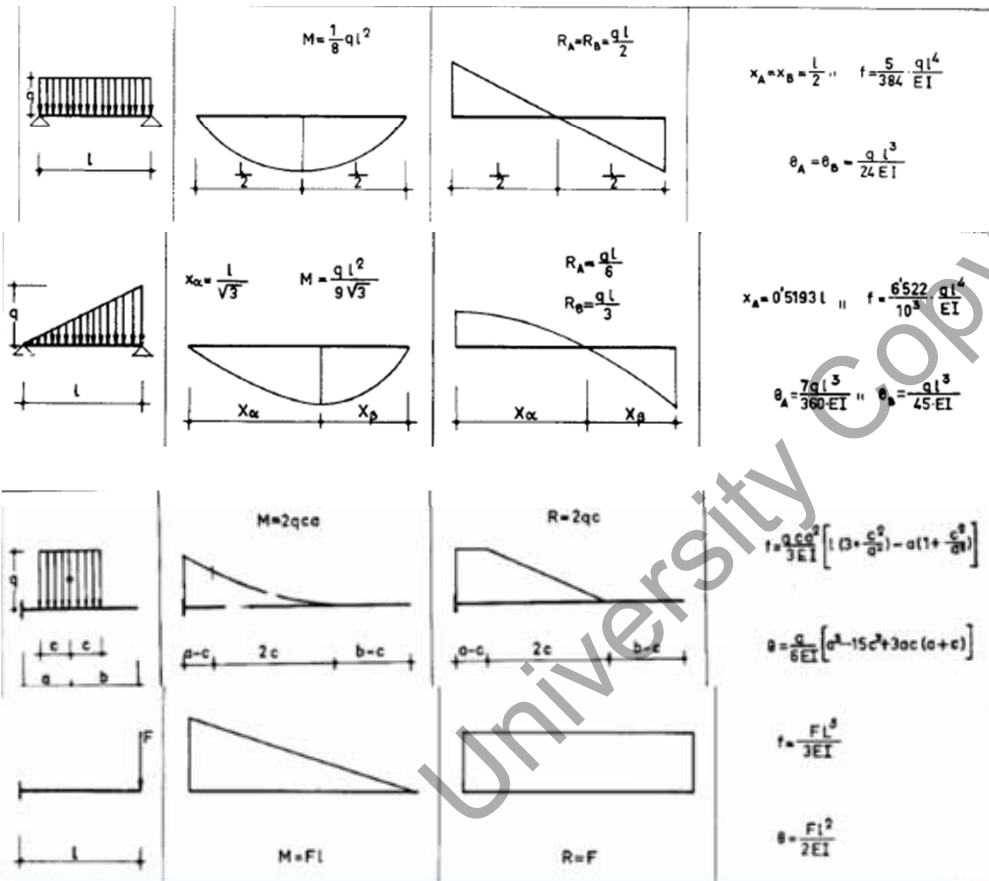
$$\sigma_{\max} = M_{\max} \frac{h}{I} = FL \frac{6}{bh^2}$$



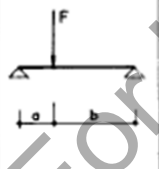
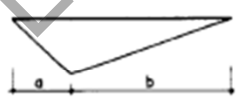
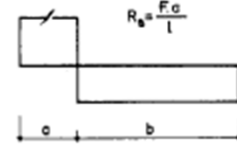
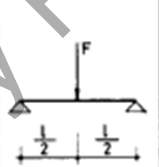
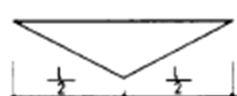
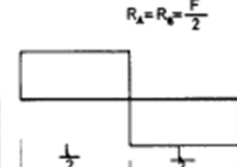
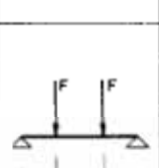
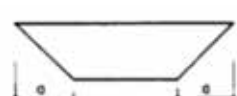
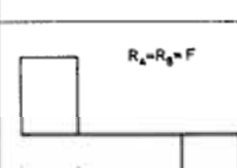
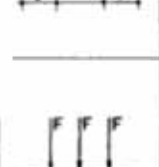
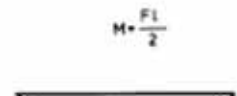
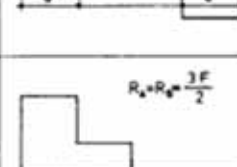
Para evitar confusiones a la altura “h” le llamaremos espesor “t” pues se usa siempre esta nomenclatura en superficies.

• Prontuario para verificaciones.

Se recomienda para cualquier software tener un prontuario de soluciones conocidas.



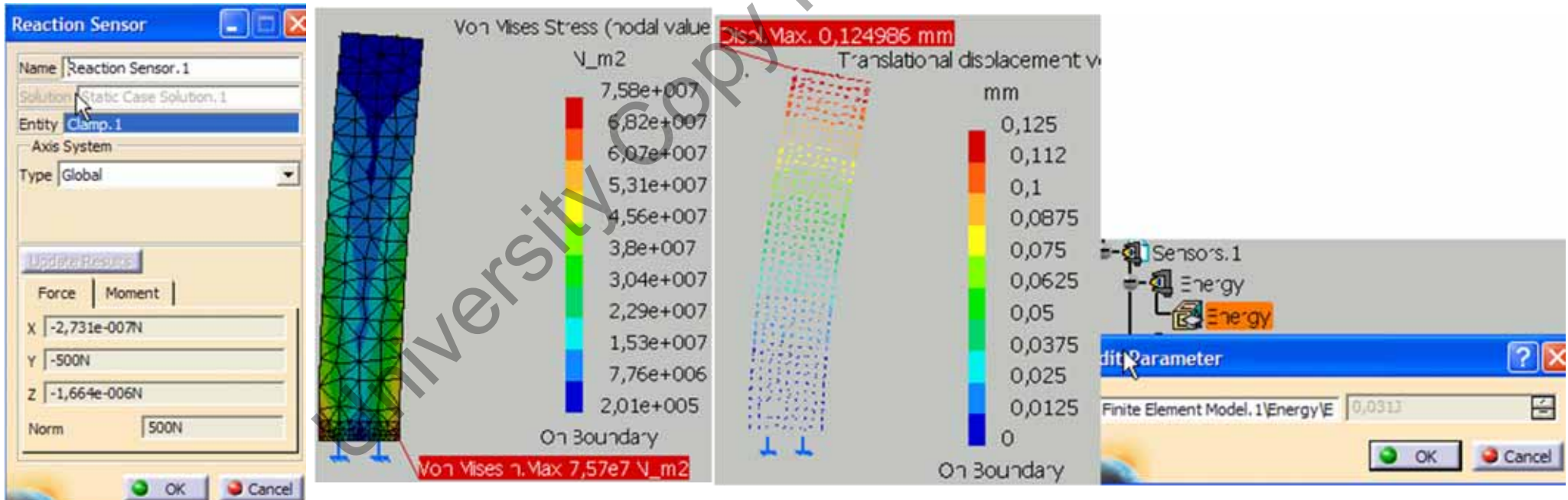
F, q y segmentos en valor absoluto.

SOLICITACION	DIAGRAMA DE MOMENTOS FLECTORES MOMENTO MAXIMO	DIAGRAMA DE ESFUERZOS CORTANTES REACCIONES EN APOYOS	FLECHAS MAXIMAS ANGULOS DE GIRO EXTREMOS
	 $M = \frac{F a b}{l}$	 $R_A = \frac{F b}{l}$ $R_B = \frac{F a}{l}$	$a < b, x_A = \left[ \frac{b(l+a)}{3} \right]^{\frac{1}{2}}, f = \frac{F a}{3 l EI} \left[ \frac{b(l+a)}{3} \right]^{\frac{3}{2}}$ $a > b, x_A = \left[ \frac{a(l+b)}{3} \right]^{\frac{1}{2}}, f = \frac{F b}{3 l EI} \left[ \frac{a(l+b)}{3} \right]^{\frac{3}{2}}$ $\theta_A = \frac{F a b(l+b)}{6 l EI}, \theta_B = \frac{F a b(l+a)}{6 l EI}$
	 $M = \frac{F l}{4}$	 $R_A = R_B = \frac{F}{2}$	$x_A = x_B = \frac{l}{2}, f = \frac{F l^3}{48 EI}$ $\theta_A = \theta_B = -\frac{F l^2}{16 EI}$
	 $M = F a$	 $R_A = R_B = F$	$x_A = x_B = \frac{l}{2}, f = \frac{F a}{24 EI} (3 l^2 - 4 a^2)$ $\theta_A = \theta_B = \frac{F a (l - a)}{2 EI}$
	 $M = \frac{F l}{2}$	 $R_A + R_B = \frac{3 F}{2}$	$x_A = x_B = \frac{l}{2}, f = \frac{3 F}{384} \frac{F l^3}{EI}$ $\theta_A = \theta_B = \frac{5 F l^2}{32 EI}$

• Comprobación voladizo.

Si usamos el fichero de la sesión anterior podemos comprobar los siguientes valores antes de estudiar vibraciones. Para ver bien tensiones usaremos una barra hecha con sólidos. Ahora la distribución de fuerzas no nos preocupa tanto pues miramos las tensiones en la otra punta donde necesitamos malla más fina.

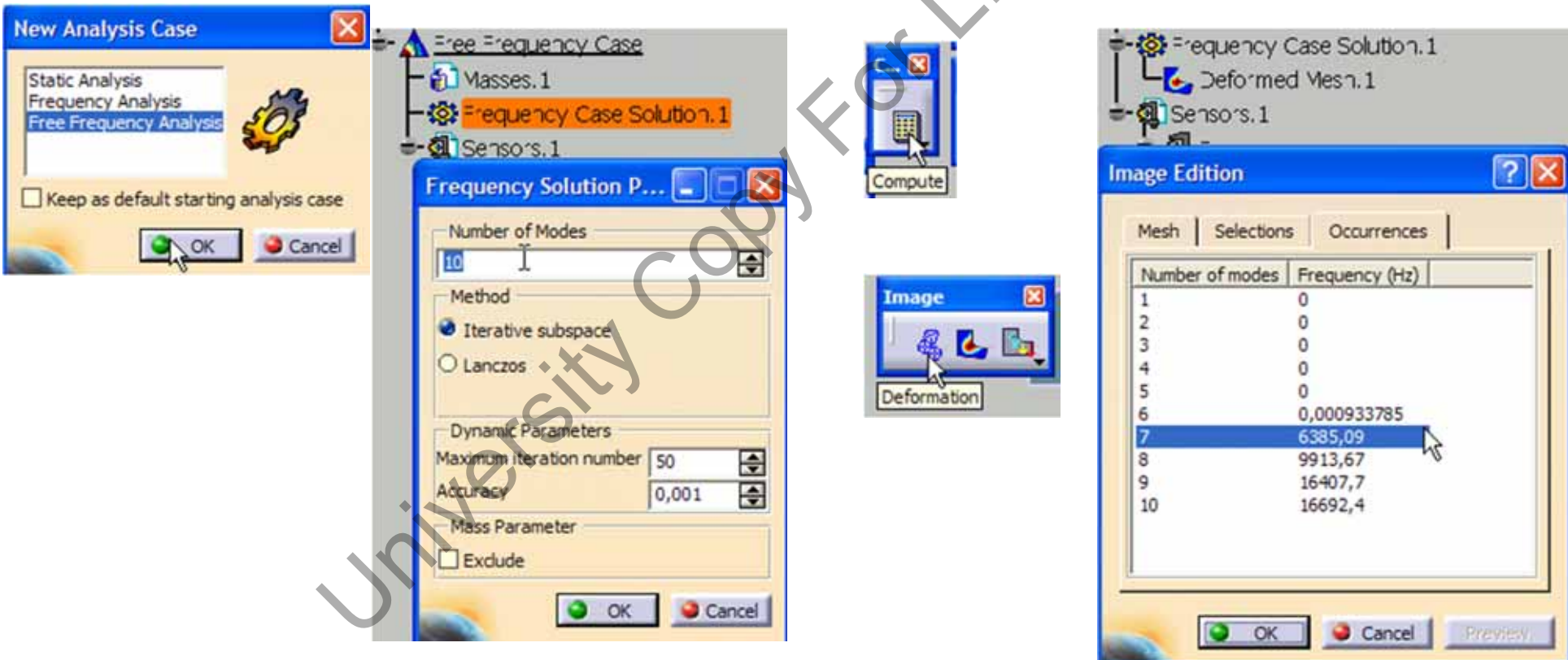
FLEXION		
$b$	mm	10
$t$	mm	20
$L$	mm	100
$E$	N/mm <sup>2</sup>	200000
$\nu$	-	0,26
$Fz$	N	500
$\sigma_z = 6F_z L / bt^2$	N/mm <sup>2</sup>	75 ✓
$z_L = 4L^3 F_z / bt^3 E$	mm	0,125 ✓
$En = 4L^3 F_z^2 / 2bt^3 E$	Nmm	31,25 ✓





- Inicio análisis vibraciones.

Una vez confirmamos que nuestro modelo es estable y rígido como prevemos pasamos a hacer el análisis de vibraciones. Primero lo vamos a hacer en un fichero a parte como una análisis de pieza sin condiciones de contorno.



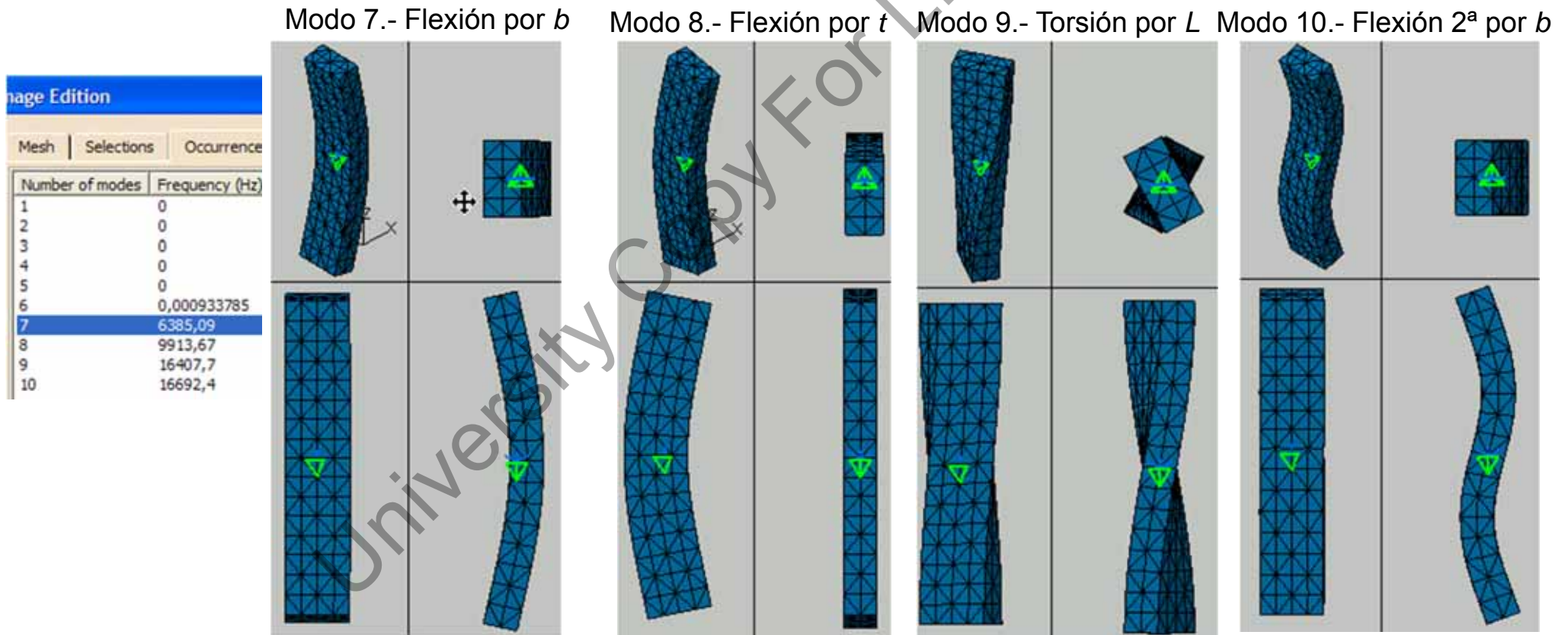
The screenshot illustrates the initial steps of a vibration analysis in ANSYS. It shows three main dialog boxes:

- New Analysis Case:** The 'Free Frequency Analysis' option is selected.
- Frequency Solution Parameters:** The 'Number of Modes' is set to 10, and the 'Method' is 'Iterative subspace'.
- Image Edition:** A table showing the results of the frequency analysis. The 7th mode is highlighted, with a frequency of 6385,09 Hz.

Number of modes	Frequency (Hz)
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0,000933785
7	6385,09
8	9913,67
9	16407,7
10	16692,4

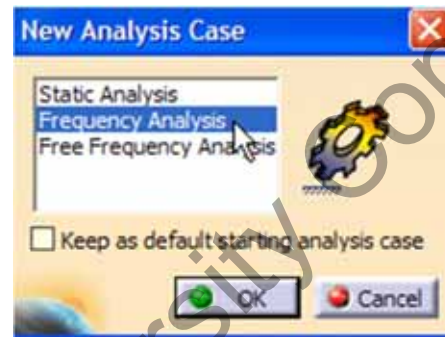
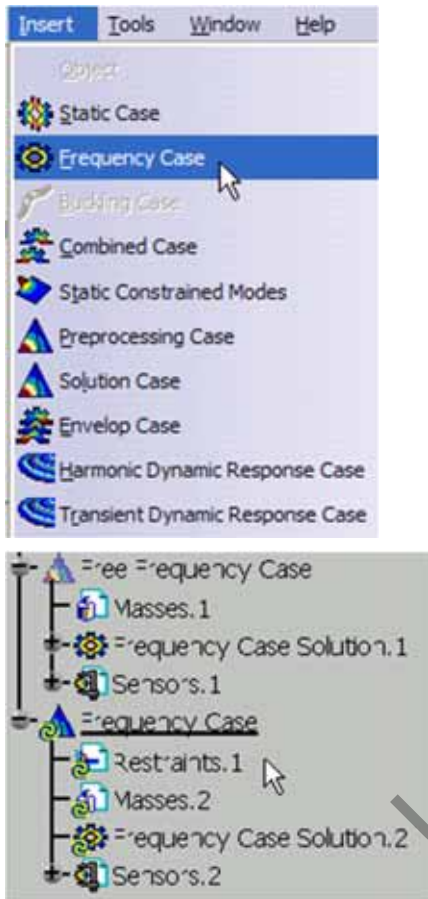
- Modos de vibración libre.

Haciendo doble-click en la deformación podemos ir cambiando de modos. Los seis primeros son las 3 traslaciones y tres rotaciones que al estar el cuerpo libre deberían ser a frecuencia 0 (rigidez cero).



• Modos de vibración en voladizo.

Al insertar un nuevo caso de carga podemos decir que queremos hacer un análisis de vibraciones considerando las fijaciones. De esta manera las frecuencias a 0 Hz desaparecerán. Además el primer modo baja su frecuencia.



Libre

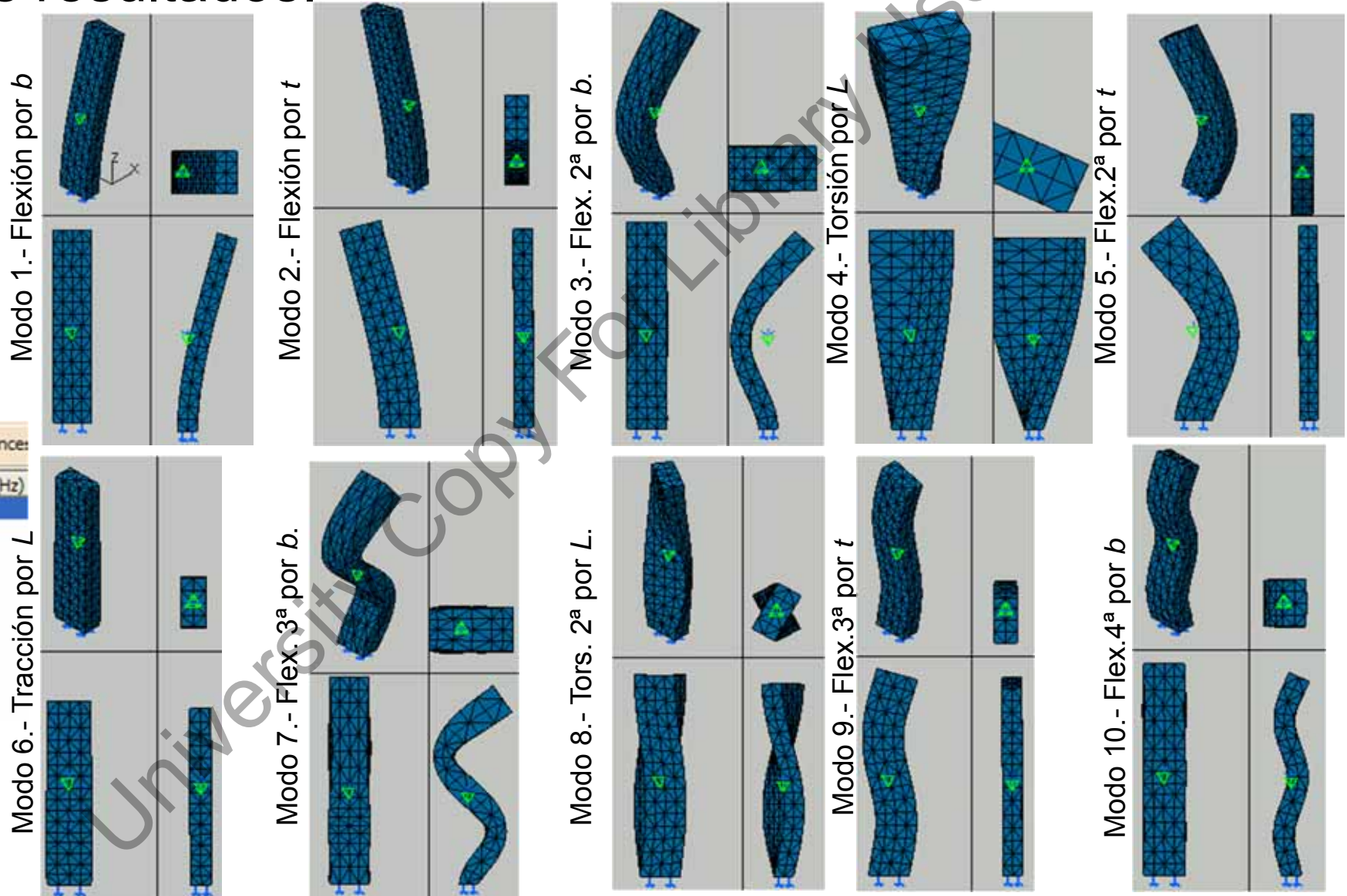
Number of modes	Frequency (Hz)
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0,000933785
7	6385,09
8	9913,67
9	16407,7
10	16692,4

Voladizo

Number of modes	Frequency (Hz)
1	815,932
2	1591,69
3	4900,1
4	6040,9
5	8612,67
6	12658,5
7	12936,2
8	18189,6
9	20591,9
10	23577,2

• Análisis resultados.

Mesh	Selections	Occurrences
Number of modes	Frequency (Hz)	
1	815,932	
2	1591,69	
3	4900,1	
4	6040,9	
5	8612,67	
6	12658,5	
7	12936,2	
8	18189,6	
9	20591,9	
10	23577,2	



• Comprobación resultados.

En la literatura (“Applied Structural and Mechanical Vibrations”, *Gatti, Paolo; Ferrari, Vittorio*; E&FN Spon, (1999)) encontramos la solución a las vibraciones de una barra libre, apoyada, en voladizo. Escribimos aquí las soluciones para una barra en voladizo con un lado empotrado.

Frecuencias:

$$\text{Axial\_voladizo: } f_n = \frac{(2n-1)}{4L} \sqrt{\frac{E}{\delta}}$$

$$\text{Torsional\_voladizo: } f_n = \frac{(2n-1)}{4L} \sqrt{\frac{G}{\delta}}$$

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)} \Rightarrow f_n = \frac{(2n-1)}{4L} \sqrt{\frac{E}{\delta 2(1+\nu)}}$$

$$\text{Flexión\_voladizo: } f_n \cong \frac{(2n-1)^2 \pi}{8} \sqrt{\frac{EI}{\delta AL^4}}$$

Respuesta temporal:

$$\text{Axial\_voladizo: } U(x,t) = U(L,0) \cos\left(\frac{(2n-1)\pi}{2L} \sqrt{\frac{E}{\delta}} t\right) \sin\left(\frac{(2n-1)\pi}{2L} x\right) \Rightarrow U(0,t) = 0; U(L,t) = \pm U(L,0) \cos\left(\frac{(2n-1)\pi}{2L} \sqrt{\frac{E}{\delta}} t\right);$$

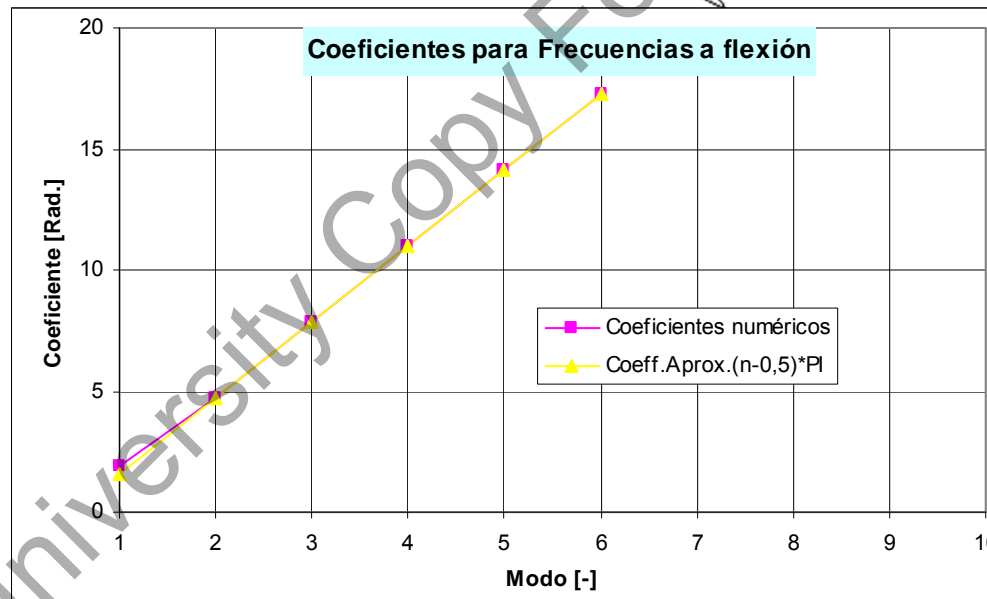
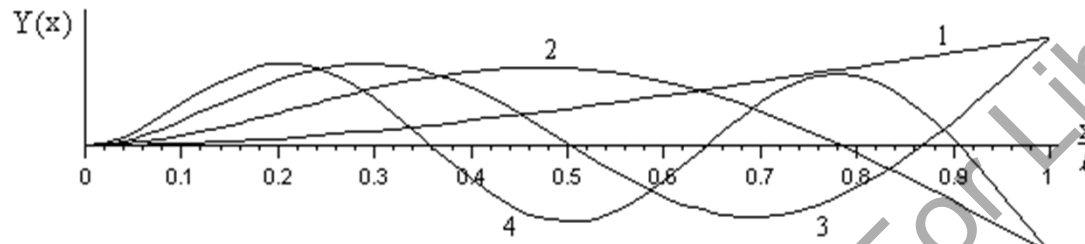
$$\text{Torsional\_voladizo: } U(x,t) = U(L,0) \cos\left(\frac{(2n-1)\pi}{2L} \sqrt{\frac{G}{\delta}} t\right) \sin\left(\frac{(2n-1)\pi}{2L} x\right) \Rightarrow U(0,t) = 0; U(L,t) = \pm U(L,0) \cos\left(\frac{(2n-1)\pi}{2L} \sqrt{\frac{G}{\delta}} t\right);$$

$$\text{Flexión\_voladizo: } U(x,t) \cong U(L,0) \cos\left(\frac{(2n-1)^2 \pi^2}{4} \sqrt{\frac{EI}{\delta AL^4}} t\right) \left[ \cosh\left(\frac{(2n-1)\pi}{2L} x\right) - \cos\left(\frac{(2n-1)\pi}{2L} x\right) + k \left( \sinh\left(\frac{(2n-1)\pi}{2L} x\right) - \sin\left(\frac{(2n-1)\pi}{2L} x\right) \right) \right]$$

$$k \cong \frac{\cosh\left(\frac{(2n-1)\pi}{4}\right) + \cos\left(\frac{(2n-1)\pi}{4}\right)}{\sinh\left(\frac{(2n-1)\pi}{4}\right) + \sin\left(\frac{(2n-1)\pi}{4}\right)}$$

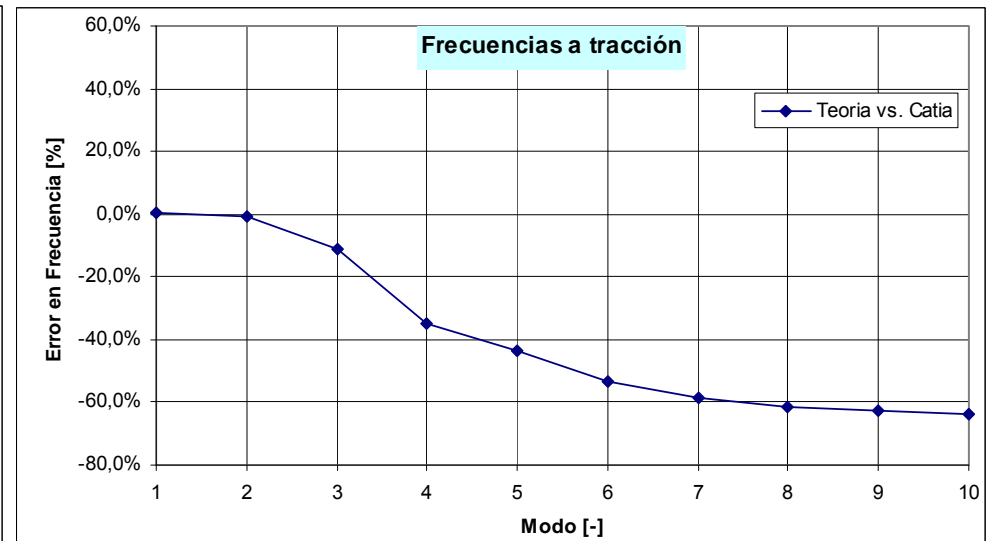
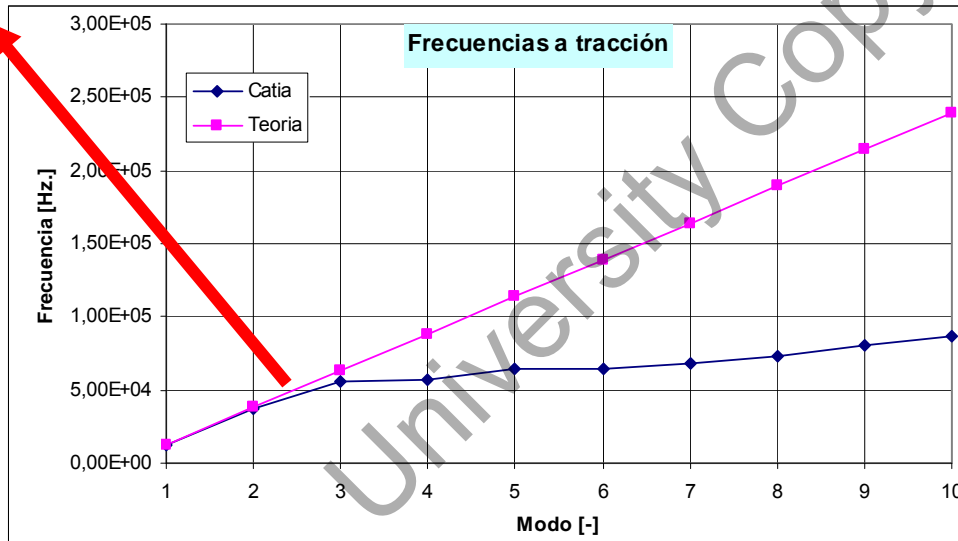
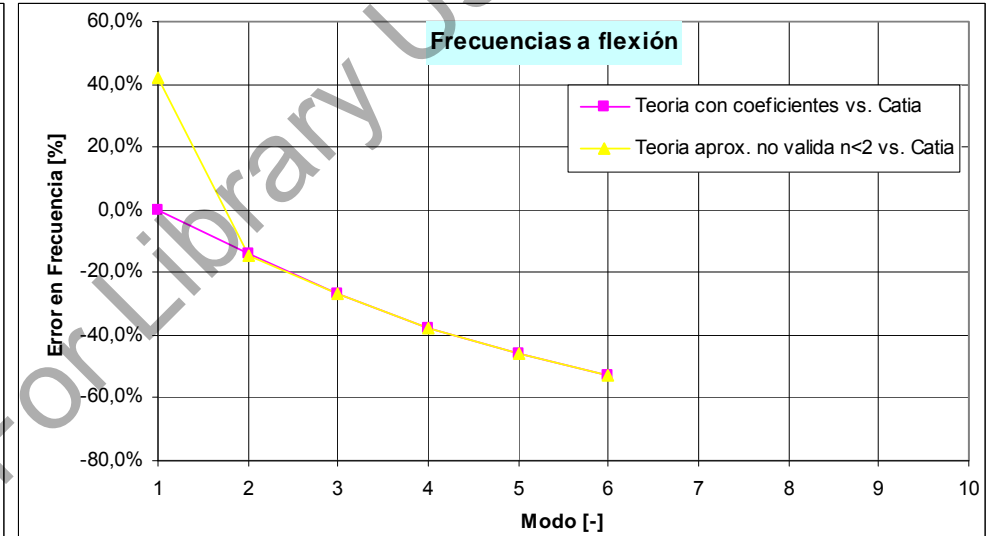
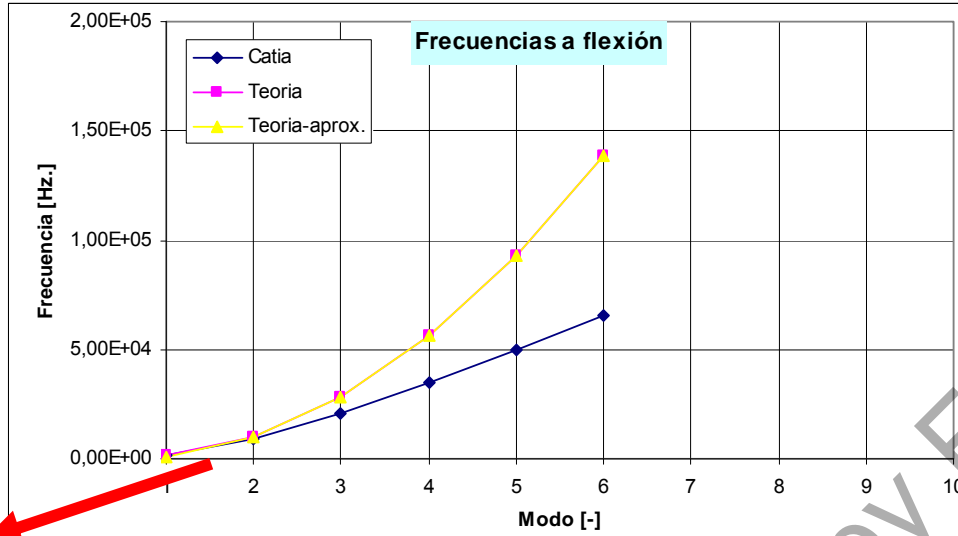
- Comprobación resultados.

En [http://www.abdn.ac.uk/physics/px3506/3506\(02\)cantilever.doc](http://www.abdn.ac.uk/physics/px3506/3506(02)cantilever.doc) vemos una explicación de los modos de vibración a flexión que son los más complejos.



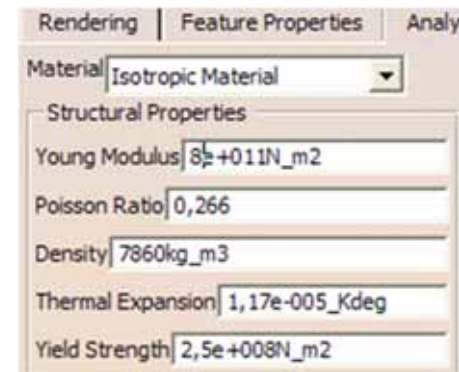
• Comprobación resultados.

Correlación aceptable en primeros modos



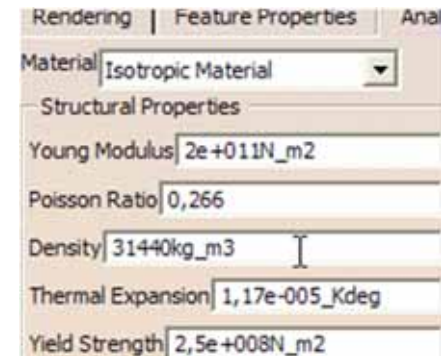
• Modificación de frecuencias por densidad o módulo.

Si un sistema muelle con masa era fácil de resolver analíticamente la vibración de una barra en voladizo es más complicada. A pesar de ello existen muchos estudios para longitudes, anchos, altos, densidades y módulos de Young. Lo primero que podemos hacer es ver como cambiamos las frecuencias al multiplicar el módulo x4 o la densidad x 4.



$$f \sim \sqrt{(k/m)}$$

Voladizo acero



Number of modes	Frequency (Hz)
1	1631,86
2	3183,38
3	9800,2
4	12081,8
5	17225,3
6	25317,1
7	25872,4
8	36379,2
9	41183,7
10	47154,4

$E \times 4 \Rightarrow f \times 2$

Number of modes	Frequency (Hz)
1	815,932
2	1591,69
3	4900,1
4	6040,9
5	8612,67
6	12658,5
7	12936,2
8	18189,6
9	20591,9
10	23577,2

$m \times 4 \Rightarrow f \times 0,5$

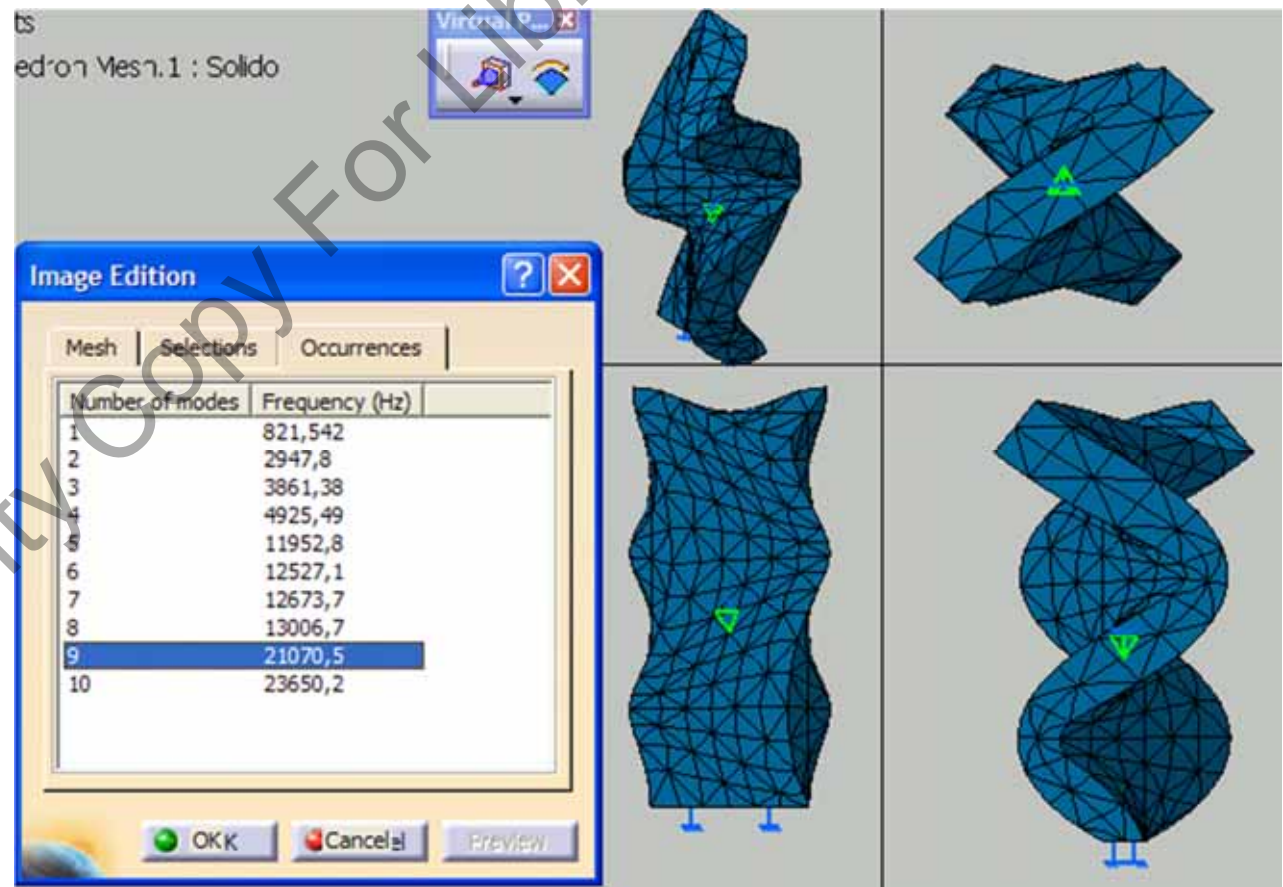
Number of modes	Frequency (Hz)
1	407,966
2	795,844
3	2450,05
4	3020,45
5	4306,33
6	6329,27
7	6468,11
8	9094,8
9	10295,9
10	11788,6



- Modificación de frecuencias por cambio de geometría.

Al cambiar la geometría, por ejemplo duplicando espesor ( $t \times 2$ ), estamos cambiando la masa ( $m \times 2$ ) y también la inercia ( $I \times 8$ ) para flexión y el área ( $A \times 2$ ) para tracción. Por lo tanto no todos los modos propios se van a cambiar en la misma escala.

Hay que ir con cuidado ya que pueden aparecer nuevos modos que no existían en la geometría original.



- Conclusiones a cambio dimensiones.

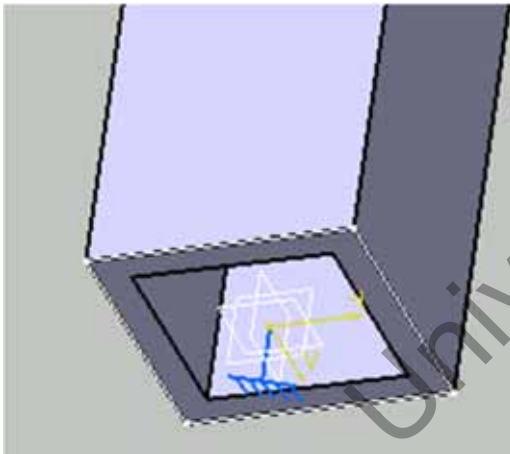
Tras mirar las diferentes maneras de cambiar las frecuencias propias de nuestra estructura podemos ordenar todas las frecuencias en una tabla y ver lo que hemos conseguido con cada cambio respecto al modelo original. Además tenemos que tabular otros parámetros como el peso que también nos da Catia. En este ejemplo hemos visto que lo más efectivo es cambiar de material. Sin embargo es bastante difícil subir el módulo de Young sin subir la densidad que causa el efecto contrario. En este ejemplo lo mejor era subir la dimensión más débil, en este caso “b”.

	E,d,L,b,t	Ex4		dx4		tx2		bx2		Lx2	
Mode	Frequency	Frequency	Factor	Frequency	Factor	Frequency	Factor	Frequency	Factor	Frequency	Factor
number	Hz	Hz		Hz		Hz		Hz		Hz	
1-FI.b	8,16E+02	1,63E+03	2,0	4,08E+02	0,5	8,22E+02	1,0	1,59E+03	2,0	2,04E+02	0,3
2-FI.t	1,59E+03	3,18E+03	2,0	7,96E+02	0,5	2,95E+03	1,9	1,60E+03	1,0	4,06E+02	0,3
3-FI.2b	4,90E+03	9,80E+03	2,0	2,45E+03	0,5	4,93E+03	1,0	8,62E+03	1,8	1,27E+03	0,3
4-To.L	6,04E+03	1,21E+04	2,0	3,02E+03	0,5	3,86E+03	0,6	7,32E+03	1,2	2,99E+03	0,5
5-FI.2t	8,61E+03	1,72E+04	2,0	4,31E+03	0,5	1,25E+04	1,5	8,62E+03	1,0	2,43E+03	0,3
6-Tr.L	1,27E+04	2,53E+04	2,0	6,33E+03	0,5	1,25E+04	1,0	1,27E+04	1,0	6,32E+03	0,5
7.-FI.3b	1,29E+04	2,59E+04	2,0	6,47E+03	0,5	1,30E+04	1,0	2,06E+04	1,6	3,49E+03	0,3
8-To.2L	1,82E+04	3,64E+04	2,0	9,10E+03	0,5	1,20E+04	0,7	2,20E+04	1,2	8,97E+03	0,5
9-FI.3t	2,06E+04	4,12E+04	2,0	1,03E+04	0,5		0,0	2,06E+04	1,0	6,42E+03	0,3
10-FI.4t	2,36E+04	4,72E+04	2,0	1,18E+04	0,5	2,37E+04	1,0	3,43E+04	1,5	6,67E+03	0,3
f.min	8,16E+02	1,63E+03	2,0	4,08E+02	0,5	8,22E+02	1,0	1,59E+03	2,0	2,04E+02	0,3
Peso	0,157	0,157	1,0	0,629	4,0	0,314	2,0	0,314	2,0	0,314	2,0

- Propuesta cambio geometría.

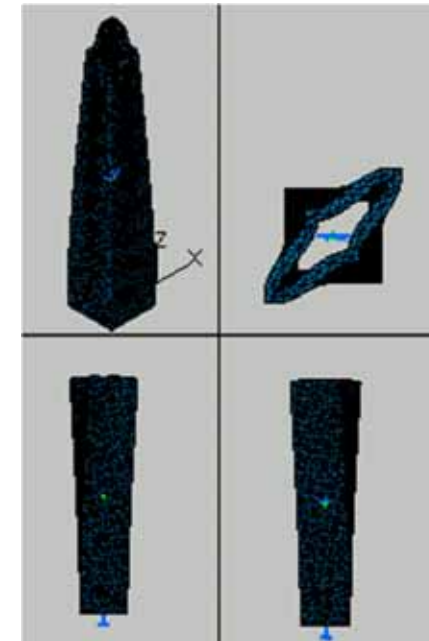
Desde Catia podemos hacer propuestas que cambien la geometría sin perjudicar el peso de una manera tan clara. Por ejemplo podemos hacer una sección más grande pero hueca, un costillaje . . .

Pasamos por ejemplo de la sección de 20x10 sólida a una de 20X20 con espesor 2,5mm para tener una masa de la barra ligeramente inferior a la original. El problema de este sólido es que necesitará muchos elementos para poder ser mallado y por tanto el tiempo de cálculo se disparará.



Nuevo Modo 6.- Cortante sección

a 11892 Hz.



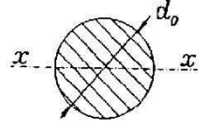
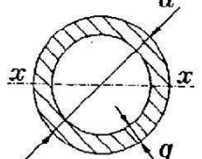
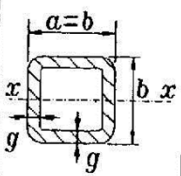
• Mejoras.

Tras este análisis hemos hecho una propuesta para mejorar la respuesta en frecuencia sin empeorar el peso como se observa en la tabla completa. Finalmente podemos exportar nuestro CAD a un formato estándar para que un software de cálculo valide nuestras conclusiones.

	E,d,L,b,t	Ex4		dx4		tx2		bx2		Lx2		bx2 vacio-pared 2,5	
Mode	Frequency	Frequency	Factor	Frequency	Factor	Frequency	Factor	Frequency	Factor	Frequency	Factor	Frequency	Factor
number	Hz	Hz		Hz		Hz		Hz		Hz		Hz	
1-FI.b	8,16E+02	1,63E+03	2,0	4,08E+02	0,5	8,22E+02	1,0	1,59E+03	2,0	2,04E+02	0,3	1,91E+03	2,3
2-FI.t	1,59E+03	3,18E+03	2,0	7,96E+02	0,5	2,95E+03	1,9	1,60E+03	1,0	4,06E+02	0,3	1,91E+03	1,2
3-FI.2b	4,90E+03	9,80E+03	2,0	2,45E+03	0,5	4,93E+03	1,0	8,62E+03	1,8	1,27E+03	0,3	8,90E+03	1,8
4-To.L	6,04E+03	1,21E+04	2,0	3,02E+03	0,5	3,86E+03	0,6	7,32E+03	1,2	2,99E+03	0,5	7,07E+03	1,2
5-FI.2t	8,61E+03	1,72E+04	2,0	4,31E+03	0,5	1,25E+04	1,5	8,62E+03	1,0	2,43E+03	0,3	8,90E+03	1,0
6-Tr.L	1,27E+04	2,53E+04	2,0	6,33E+03	0,5	1,25E+04	1,0	1,27E+04	1,0	6,32E+03	0,5	1,26E+04	1,0
7.-FI.3b	1,29E+04	2,59E+04	2,0	6,47E+03	0,5	1,30E+04	1,0	2,06E+04	1,6	3,49E+03	0,3	1,89E+04	1,5
8-To.2L	1,82E+04	3,64E+04	2,0	9,10E+03	0,5	1,20E+04	0,7	2,20E+04	1,2	8,97E+03	0,5		0,0
9-FI.3t	2,06E+04	4,12E+04	2,0	1,03E+04	0,5		0,0	2,06E+04	1,0	6,42E+03	0,3		0,0
10-FI.4t	2,36E+04	4,72E+04	2,0	1,18E+04	0,5	2,37E+04	1,0	3,43E+04	1,5	6,67E+03	0,3		0,0
f.min	8,16E+02	1,63E+03	2,0	4,08E+02	0,5	8,22E+02	1,0	1,59E+03	2,0	2,04E+02	0,3	1,91E+03	2,3
Peso	0,157	0,157	1,0	0,629	4,0	0,314	2,0	0,314	2,0	0,314	2,0	0,138	0,9

# • Comparativa teórica de secciones.

En la siguiente tabla se comparan secciones huecas de mismo peso a secciones sólidas circulares comparando los beneficios a flexión y torsión.

	d/g	d/d <sub>o</sub>	flexió		torsió		
			I <sub>fx</sub> /I <sub>fxo</sub>	W <sub>fx</sub> /W <sub>fxo</sub>	I <sub>t</sub> /I <sub>to</sub>	W <sub>t</sub> /W <sub>to</sub>	
	2*	100	100	100	100	100	
	4	115	166	144	166	144	
	8	151	357	236	357	236	
	16	207	753	365	753	365	
	32	287	1552	540	1552	540	
	b/a=1	2*	89	105	118	88	74
		4	102	175	171	117	153
		8	134	374	279	275	234
		16	183	789	431	589	343
		32	255	1625	638	1217	493
	b/a=2	2*	125	209	167	72	62
		4*	125	209	167	72	62
		8	159	423	267	139	166
		16	214	882	413	325	255
		32	296	1801	612	698	374

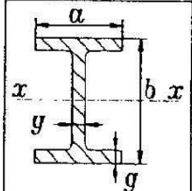
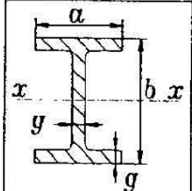
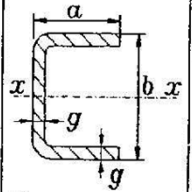
Todas las columnas excepto d/g,b/g en %.

Ejemplo círculo d/g=4 ⇒ d=4g

$$\text{Area} = \pi d_o^2/4 = \pi(d^2/4 - (d-2g)^2/4) \Rightarrow$$

$$d/d_o = \sqrt{4/3} = 1.15, \quad r/r_o = 1.15$$

$$\text{Inercia: } (\pi r^4/4 - \pi(r-g)^4/4) / \pi r_o^4/4 = (1 - 0.5^4) * 1.15^4 = 1.66$$

	d/g	d/d <sub>o</sub>	flexió		torsió		
			I <sub>fx</sub> /I <sub>fxo</sub>	W <sub>fx</sub> /W <sub>fxo</sub>	I <sub>t</sub> /I <sub>to</sub>	W <sub>t</sub> /W <sub>to</sub>	
	b/a=1	4	112	243	217	23	41
		8	151	559	370	10	26
		16	209	1206	577	5	18
		32	292	2507	857	2	12
		4	145	349	241	41	56
	b/a=2	8	189	748	395	16	34
		16	259	1578	609	7	22
		32	360	3250	902	4	15

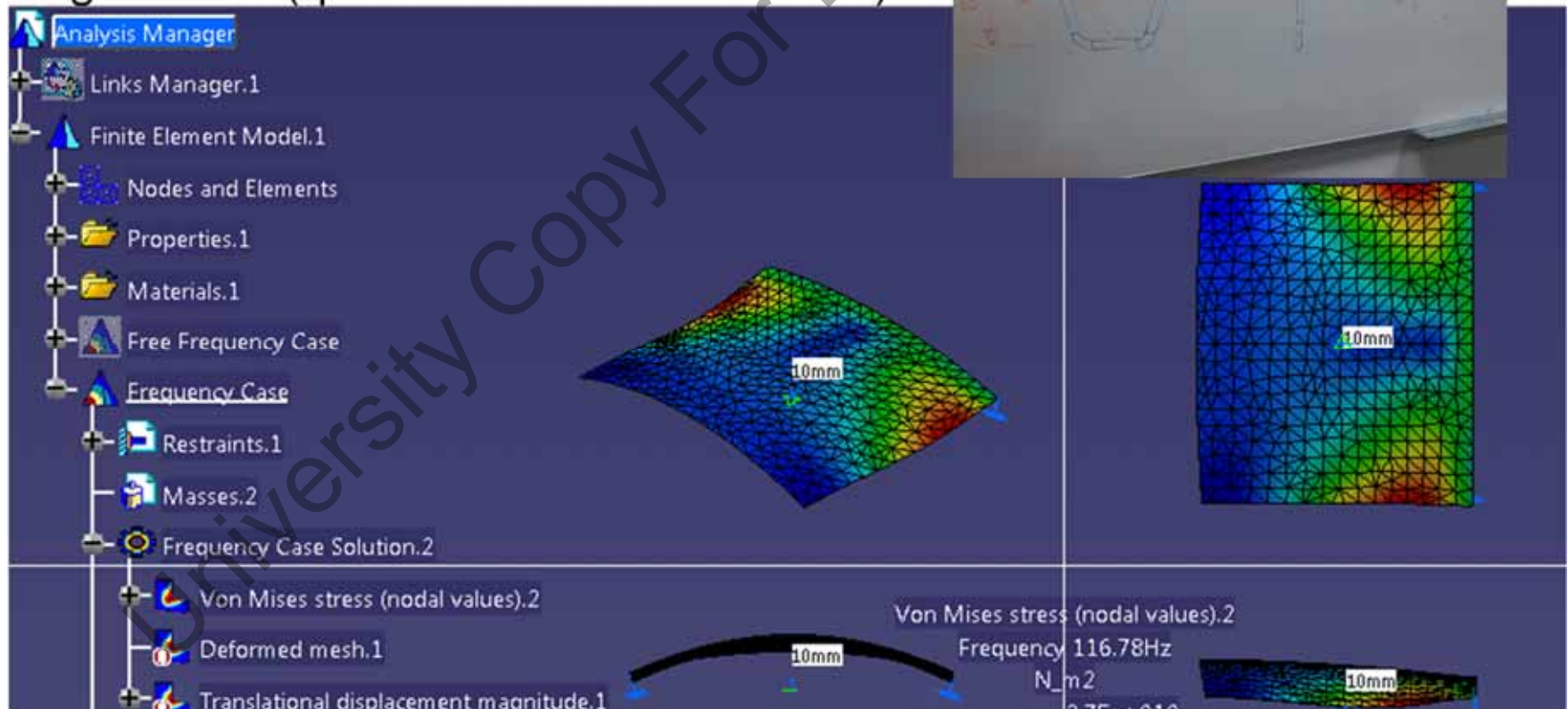
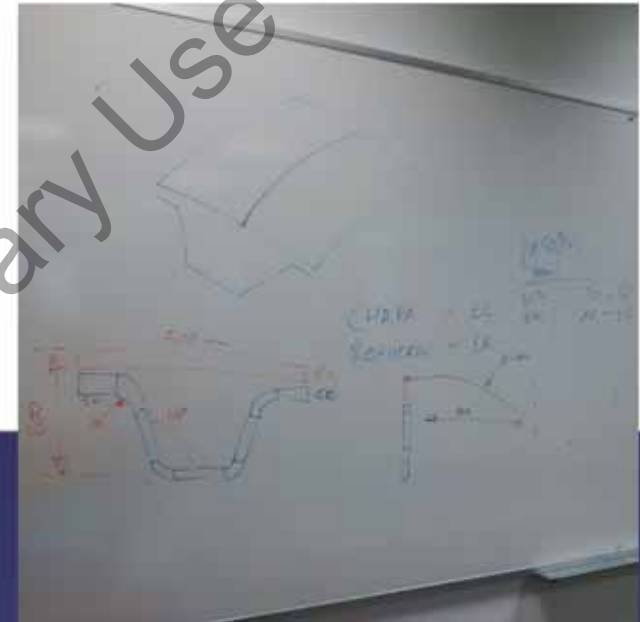
• Ejercicio clase 1314.

Realizamos una chapa barriando dos curvas para en el futuro hacer el refuerzo. Chapa sola

EC      Peso      Primera frecuencia

20mm   31.7kg   161Hz.

10mm   16.0kg   116Hz. (que no es 161/2 new mode)



- Resumen.

- Introducción al módulo de vibraciones.
- Comparativa de varias formas de modificar las frecuencias propias de una estructura usando Catia.

University Copy For Library Use

University Copy For Library Use

SolidWorks



- Análisis de vibraciones.

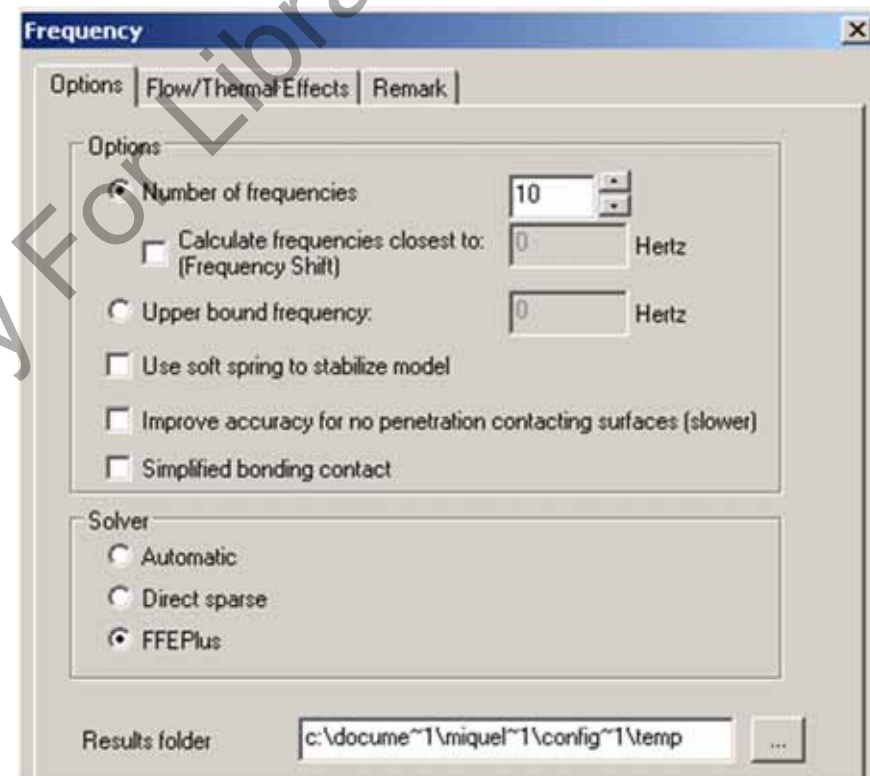
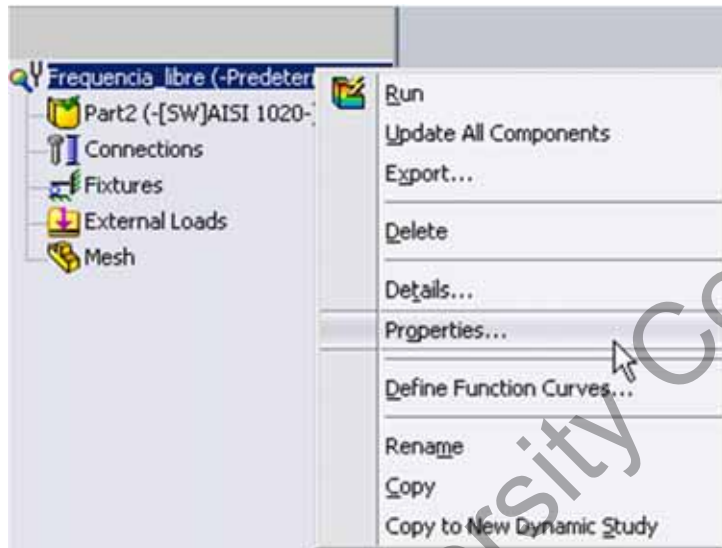
Una vez verificado nuestro método vamos a realizar el estudio de vibraciones. Realizamos un nuevo estudio pero esta vez escogemos Frequency. El primer estudio va a ser de frecuencias libres por lo que no ponemos ninguna restricción a la biga.



- Análisis de vibraciones.

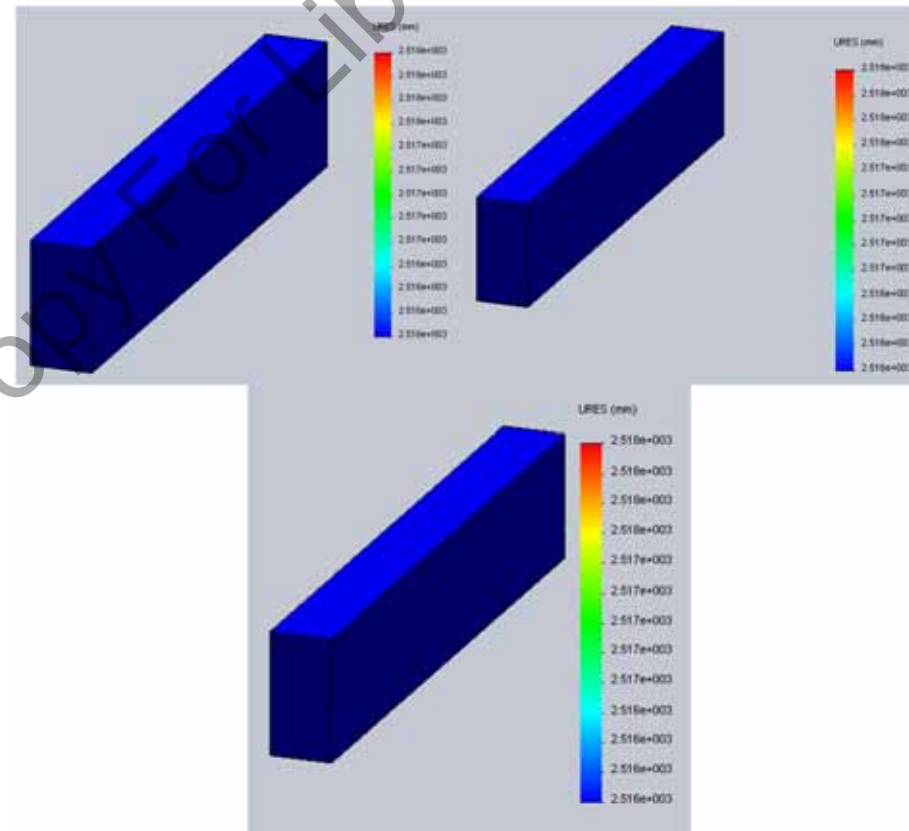
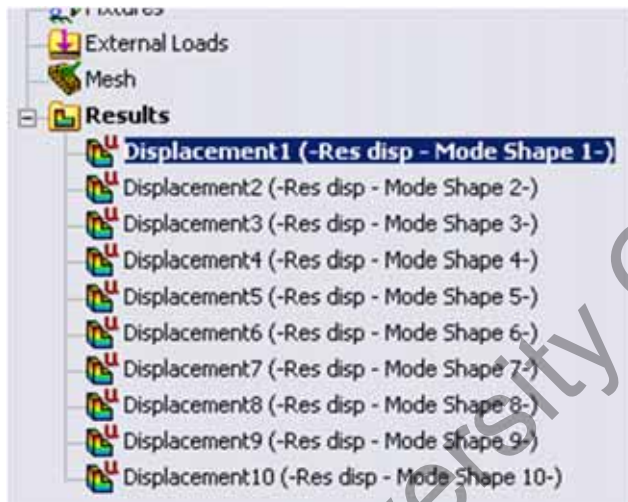
Antes de realizar el cálculo vamos a las propiedades del estudio para así indicar que queremos estudiar 10 frecuencias.

Realizamos el cálculo.



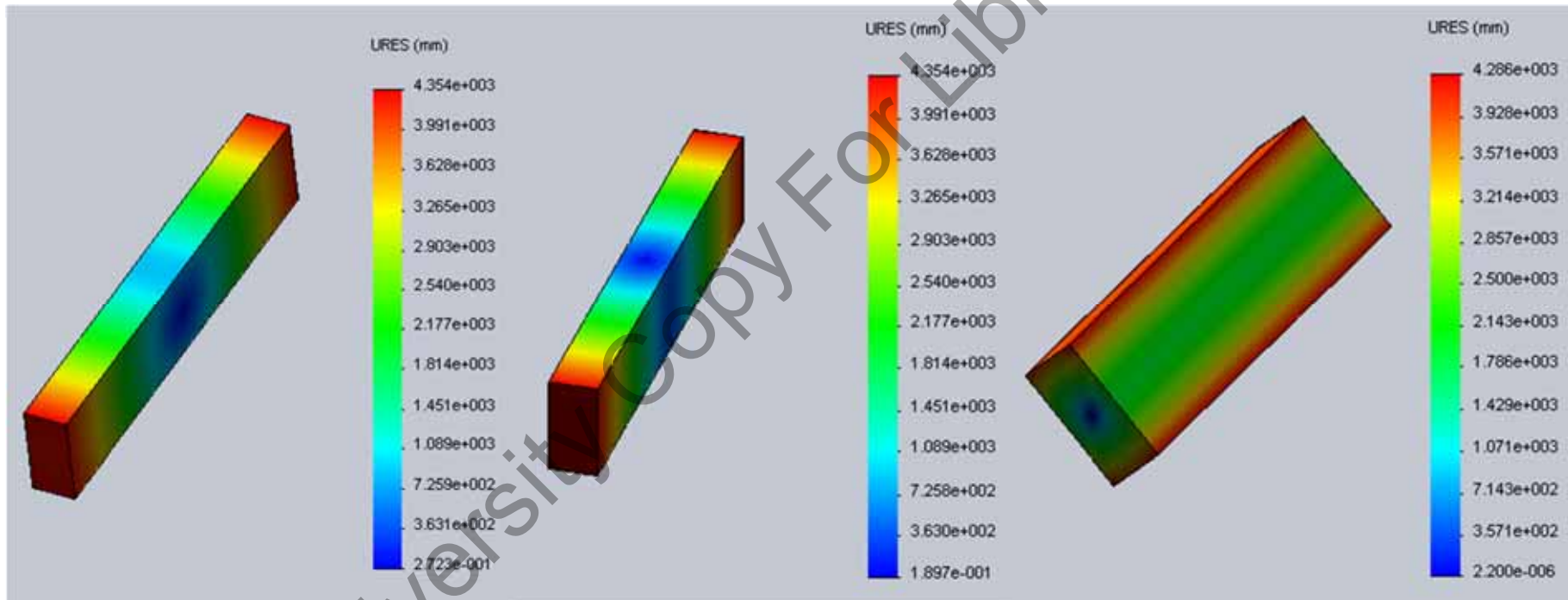
- Análisis de vibraciones.

En el la carpeta Results del árbol en el Property Manager vemos que nos ha realizado diez cálculos. Los tres primeros corresponden a la al las traslaciones en un eje (el primero en X, el segundo en Y y el tercero en Z. La biga al no estar sujeta no vibra.



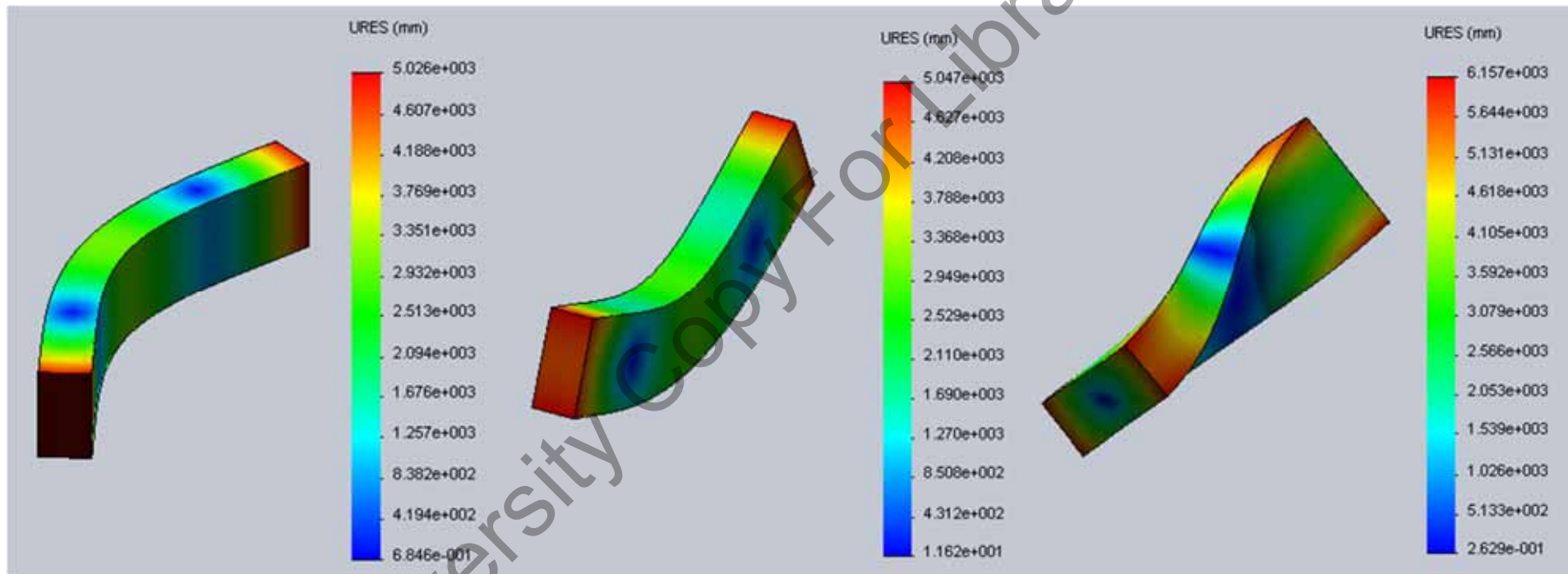
- Análisis de vibraciones.

Los tres siguientes se puede observar que son las rotaciones en el eje X (estudio 4), eje Y (estudio 5) y eje Z (estudio 6)



- Análisis de vibraciones.

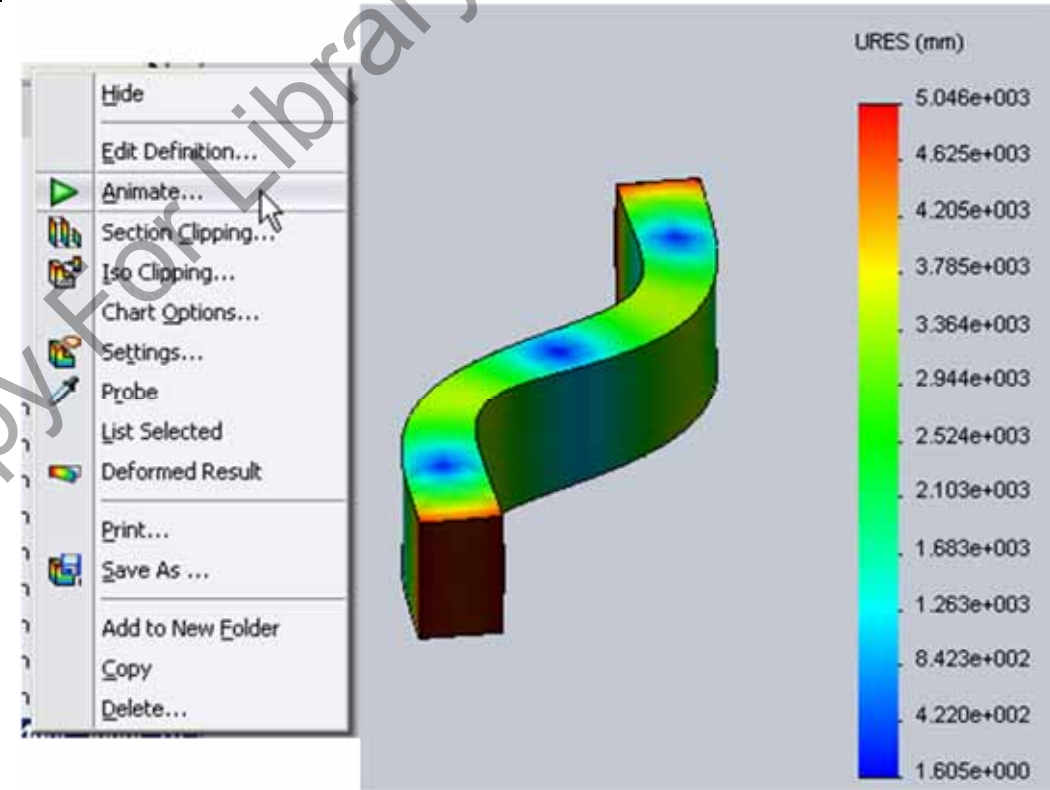
Los siguientes tres estudios son las flexiones: en X (estudio 7), en Y (estudio 8) y en Z, que es la torsión (estudio 9).



- Análisis de vibraciones.

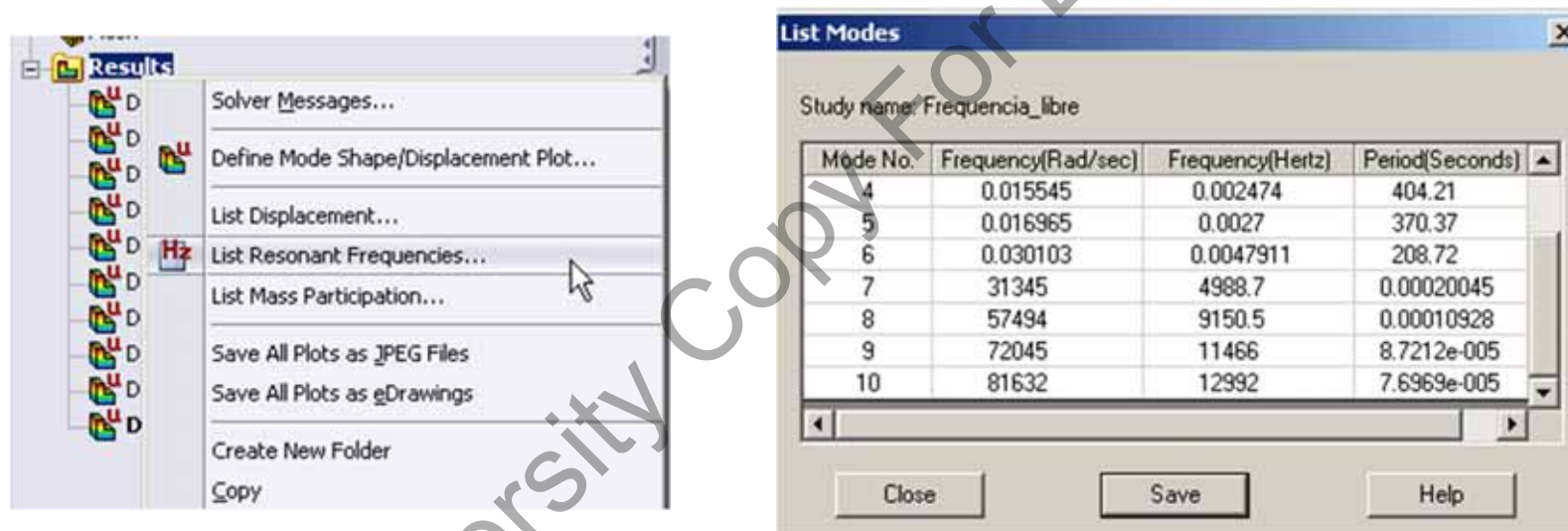
Por último tenemos el estudio 10 que corresponde a la segunda flexión por el eje X.

Si no se sabe a que movimiento corresponde un estudio, se utiliza la herramienta Animate... y se puede visualizar.



- Modos de vibración.

Un modo de vibración es un patrón o forma característica en el que vibrará un sistema mecánico. Para poder conocer las frecuencias de resonancia (modos) utilizamos el List Resonant Frequencies...



- Modos de vibración.

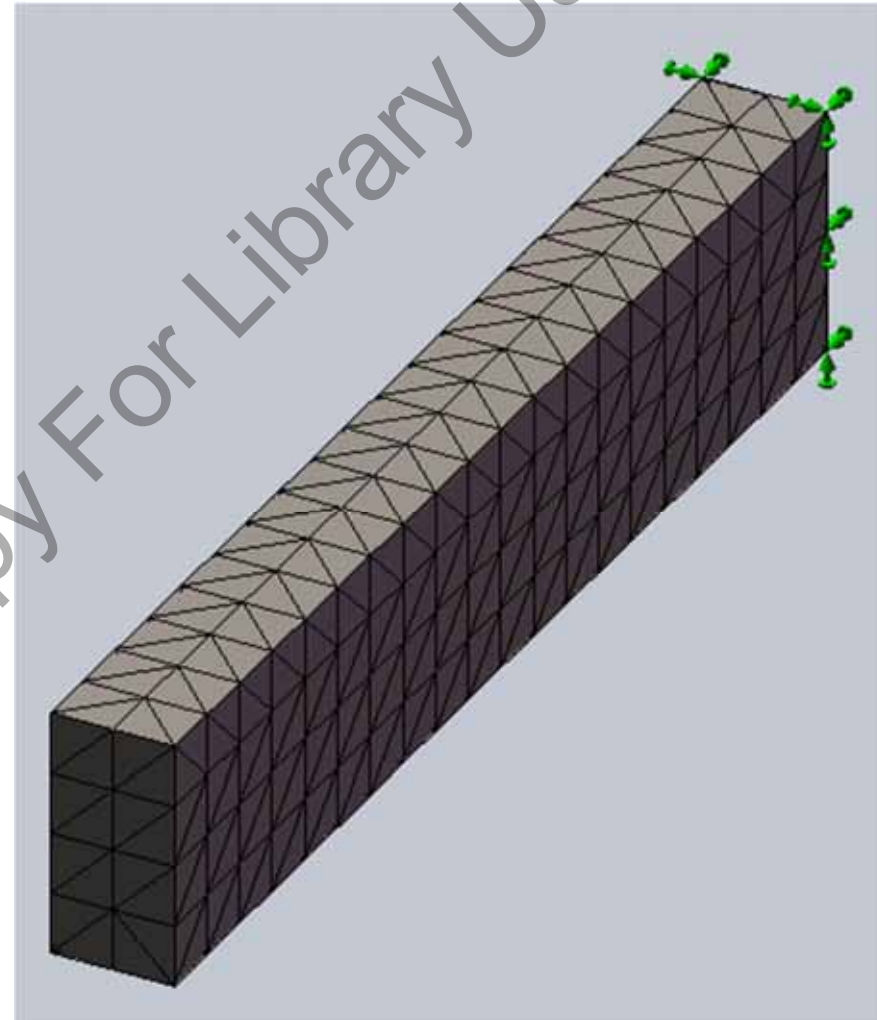
Como era de esperar las frecuencias de los seis primeros modos, al estar la biga libre, no tienes frecuencia de resonancia, los otros cuatro sí.

Mode No.	Frequency(Rad/sec)	Frequency(Hertz)	Period(Seconds)
1	0	0	1.00E+32
2	0	0	1.00E+32
3	0	0	1.00E+32
4	0.01555	0.00247	404.21
5	0.01697	0.00270	370.37
6	0.03010	0.00479	208.72
7	31345	4988.7	0.00020045
8	57494	9150.5	0.00010928
9	72045	11466	8.72E-01
10	81632	12992	7.70E-01



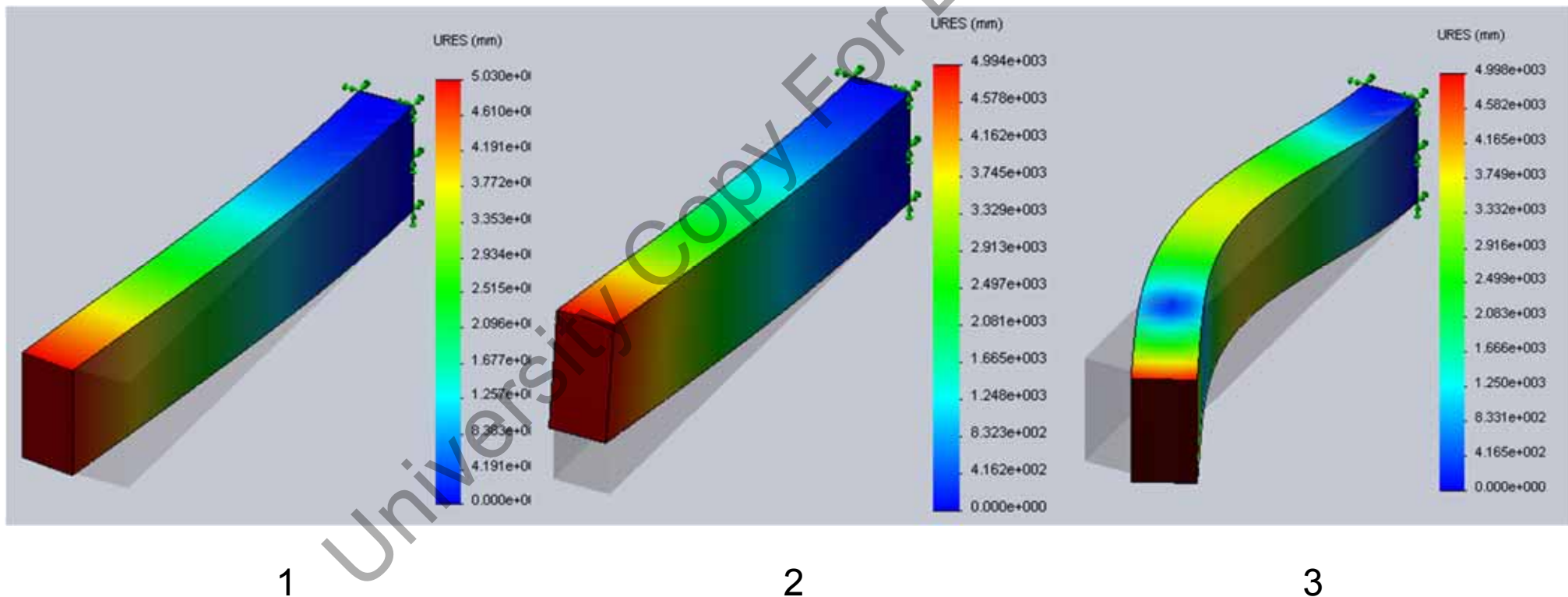
- Biga en voladizo.

Vamos a realizar el mismo estudio pero con la biga empotrada.



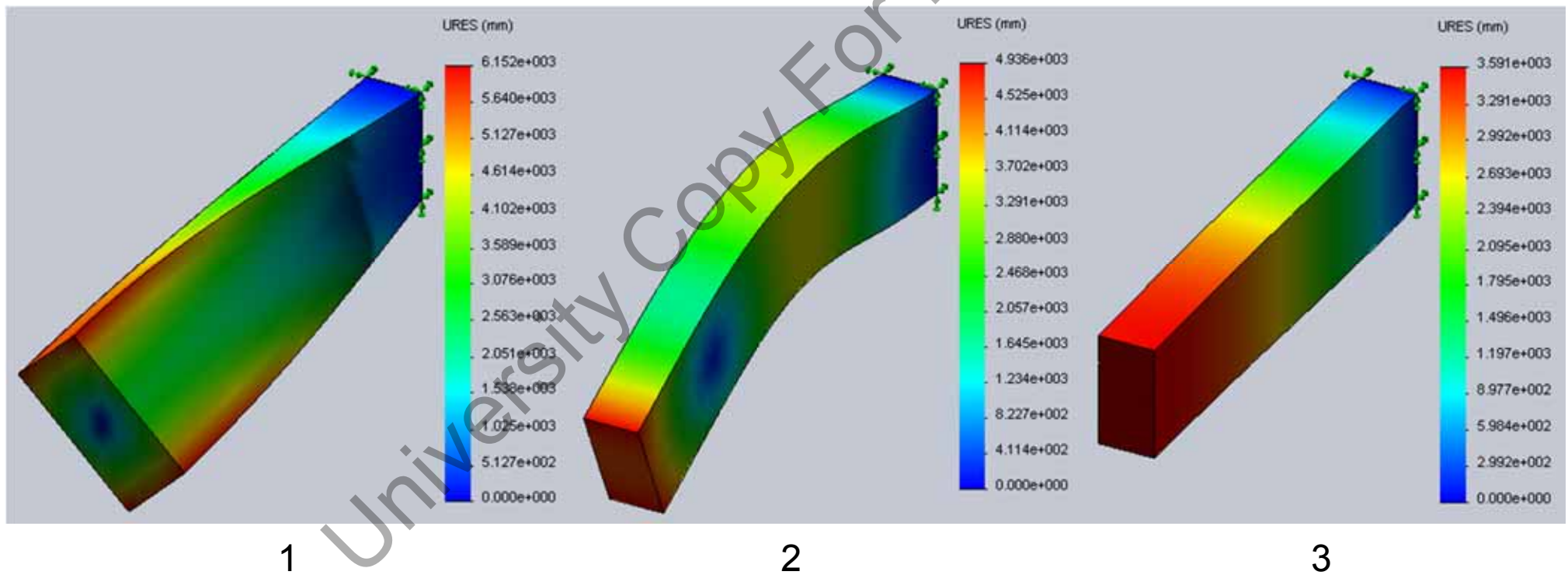
## • Resultados.

1. Flexión en X (estudio 1).
2. Flexión en Y (estudio 2).
3. Segunda flexión por X (estudio 3).



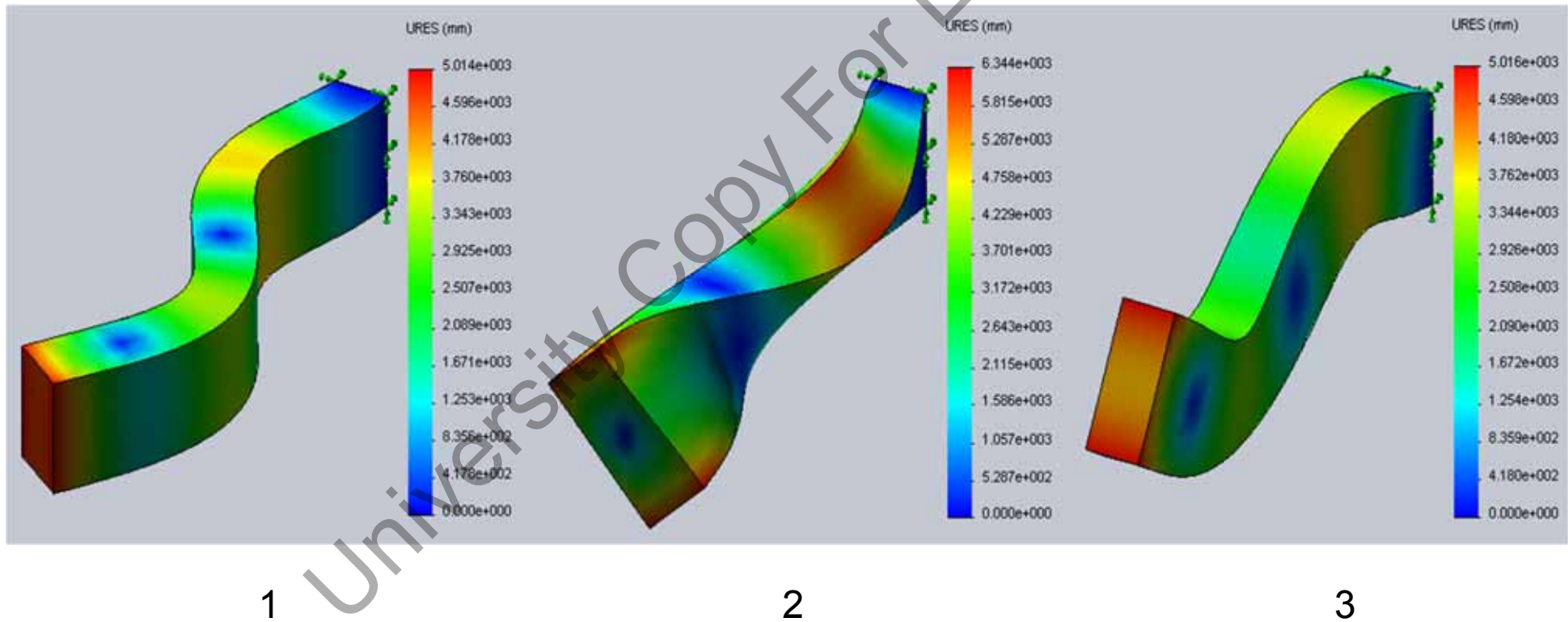
## • Resultados.

1. Torsión Z (estudio 4)
2. Segunda flexión por Y (estudio 5)
3. Tracción Z (estudio 6)



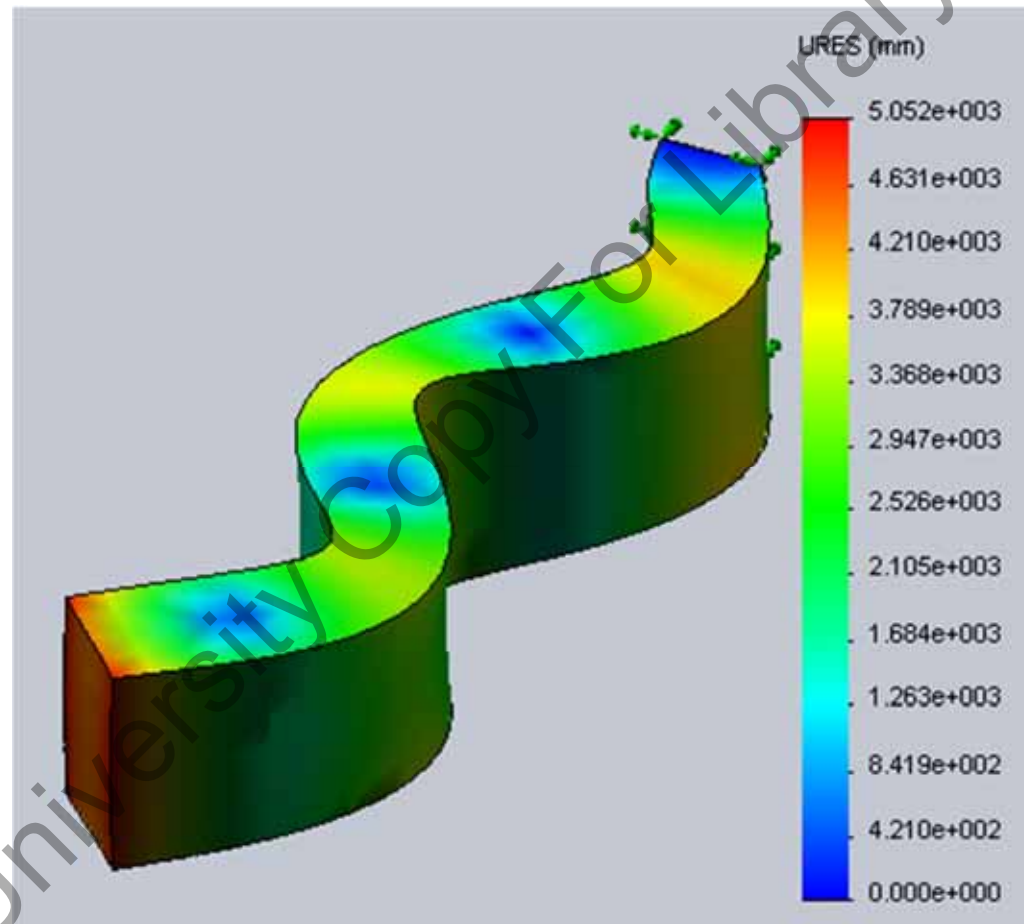
## • Resultados.

1. Tercera flexión en X (estudio 7)
2. Segunda torsión en Z (estudio 8)
3. Tercera flexión en Y (estudio 9)



- Resultados.

Cuarta flexión por X (estudio 9)



- Modos de vibración.

Las frecuencias de resonancia son las siguientes.

Mode No.	Frequency(Rad/sec)	Frequency(Hertz)	Period(Seconds)
1	5113.1	813.77	0.0012289
2	9970.2	1586.8	0.0006302
3	30627	4874.4	0.00020515
4	36773	5852.6	0.00017086
5	53790	8561	0.00011681
6	79358	12630	7.92E-01
7	80607	12829	7.79E-01
8	1.11E+09	17610	5.68E-01
9	1.28E+09	20415	4.90E-01
10	1.46E+09	23296	4.29E-01

- Modos de vibración.

Podemos comparar las frecuencias de resonancia de los dos casos.

	<b>Libre</b>	<b>Voladizo</b>
<b>Flexión X</b>	4988.7	813.77
<b>Flexión Y</b>	9150.5	1586.8
<b>Torsión</b>	11466	5852.6
<b>2º Flexión X</b>	12992	4874.4

- Modificación por modulo o densidad.

Sabemos que la frecuencia es proporcional a la raíz de  $k/m$ . Vamos a estudiar como afecta variar el modulo de Young y la densidad.

Abrimos un nuevo estudio de vibraciones y aplicamos un nuevo material al estudio modificando el modulo de Young por 2 (400000 MPa) y realizamos el cálculo.



The image shows a screenshot of the SolidWorks software interface. On the left, a tree view shows a model named 'biga\_completo (-{SW2017 1.000 V...}' with various features like Connections, Fixtures, External Loads, and Mesh. A context menu is open over the model, with 'Apply/Edit Material...' selected. In the center, the 'Material' dialog box is open, showing a list of materials. Under the 'Acero' category, 'AISI 1020' is selected. On the right, a table displays the material properties for the selected material.

Property	Value	Units
Elastic Modulus in X	400000	N/mm <sup>2</sup>
Poisson's Ration in XY	0.29	N/A
Shear Modulus in XY	77000	N/mm <sup>2</sup>
Mass Density	7900	kg/m <sup>3</sup>



## • Resultados.

Comparamos las frecuencias de los modos de vibración.

Podemos ver que al multiplicar por dos el modulo elástico las frecuencias disminuyen raíz de 2 y al aumentar la densidad por dos las frecuencias aumentan raíz de 2.

$$f \sim \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Ex2	Empotrada	dx2
575.42	813.77	1150.8
1122	1586.8	2244.1
3446.8	4874.4	6893.5
4138.4	5852.6	8276.8
6053.5	8561	12107
8930.9	12630	17862
9071.5	12829	18143
12452	17610	24905
14436	20415	28872
16473	23296	32945

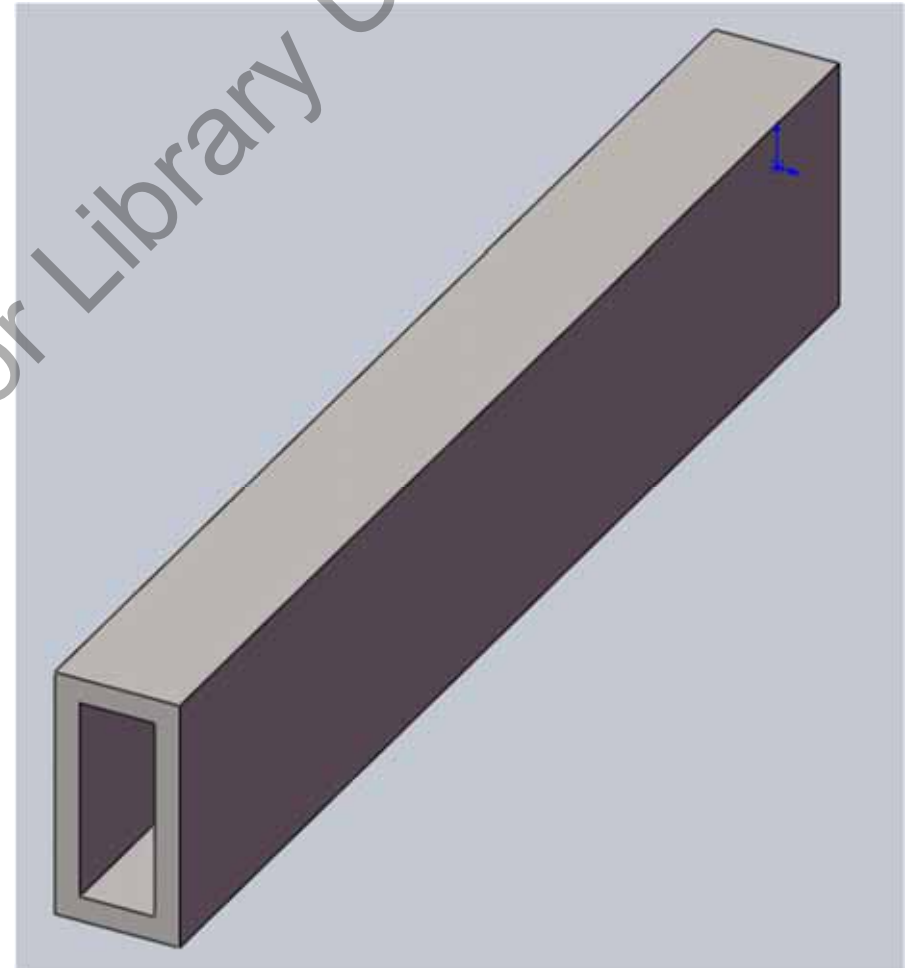
- **Modificación de frecuencias por geometría.**

Vamos a realizar distintos estudios modificando la geometría de la biga. Haremos tres estudios mas: cada uno duplicando una de las tres dimensiones y dejando las otras como estaban inicialmente. Compararemos las frecuencias, y el peso.

Estudio	Empotrada	Ex2		dx2		bx2		hx2		Lx2	
Modo	Freq/Hz	Freq/Hz	Δ	Freq/Hz	Δ	Freq/Hz	Δ	Freq/Hz	Δ	Freq/Hz	Δ
Flexión X	813.77	575.42	1.414219179	1150.8	0.707134168	1590.1	0.511772844	820.34	0.991991126	203.74	3.994159223
Flexión Y	1586.8	1122	1.41426025	2244.1	0.707098614	1591	0.997360151	2937.2	0.540242408	404.49	3.922964721
2Flexión X	4874.4	3446.8	1.41418127	6893.5	0.707100892	7144.9	0.682220885	3787	1.287140217	1261.9	3.862746652
Torsión Z	5852.6	4138.4	1.414218055	8276.8	0.707109028	8572	0.682757816	4903.2	1.193628651	2425.9	2.41254792
2Flexión Y	8561	6053.5	1.414223177	12107	0.707111588	8576.2	0.998227653	11712	0.730959699	2892.5	2.959723423
Tracción Z	12630	8930.9	1.414191179	17862	0.707087672	12618	1.000951022	12417	1.017153902	3470.9	3.638825665
3Flexión X	12829	9071.5	1.414209337	18143	0.707104668	20414	0.628441266	12646	1.014470979	6302.8	2.035444564
2Torsión Z	17610	12452	1.414230646	24905	0.70708693	20426	0.862136493	12907	1.36437592	6387.7	2.756860842
3Flexion Y	20415	14436	1.414172901	28872	0.707086451	21388	0.9545072	20637	0.989242622	6637.1	3.075891579
4Flexión Z	23296	16473	1.414192922	32945	0.707117924	33896	0.687278735	23368	0.996918863	8691.8	2.680227341
<b>Fmin</b>	813.77	575.42	-	1150.8	-	1590.1	-	820.34	-	203.74	-
<b>Peso</b>	0.158	0.158	1	0.316	0.5	0.316	0.5	0.316	0.5	0.316	0.5

- Propuesta cambio geometría.

Vamos a comprobar como variarían los resultados si hacemos la misma barra pero vacía con un espesor de pared de 2mm. Hay que tener en cuenta que el elemento de malla debe ser inferior (al menos 2mm) cosa que incrementará el tiempo de cálculo.



- Propuesta cambio geometría.

Si realizamos el cálculo podemos ver que las frecuencias han aumentado un poco pero que el peso ha disminuido a casi la mitad.

Estudio	Empotrada	Vacía	$\Delta$
Modo	Freq/Hz	Freq/Hz	Freq/Hz
Flexión X	813.77	997.01	0.816210469
Flexión Y	1586.8	1798.1	0.88248707
2Flexión X	4874.4	5332.2	0.914144256
Torsión Z	5852.6	5916.6	0.989182977
2Flexión Y	8561	9122.7	0.938428316
Tracción Z	12630	12326	1.024663313
3Flexión X	12829	12606	1.017689989
2Torsión Z	17610	14525	1.212392427
3Flexión Y	20415	19327	1.056294303
4Flexión Z	23296	19525	1.193137004
<b>Peso</b>	0.158	0.082	1.926829268

- Resumen.
- Introducción al módulo de vibraciones.

University Copy For Library Use

University Copy For Library Use

Proyecto

- X.

x.

University Copy For Library Use

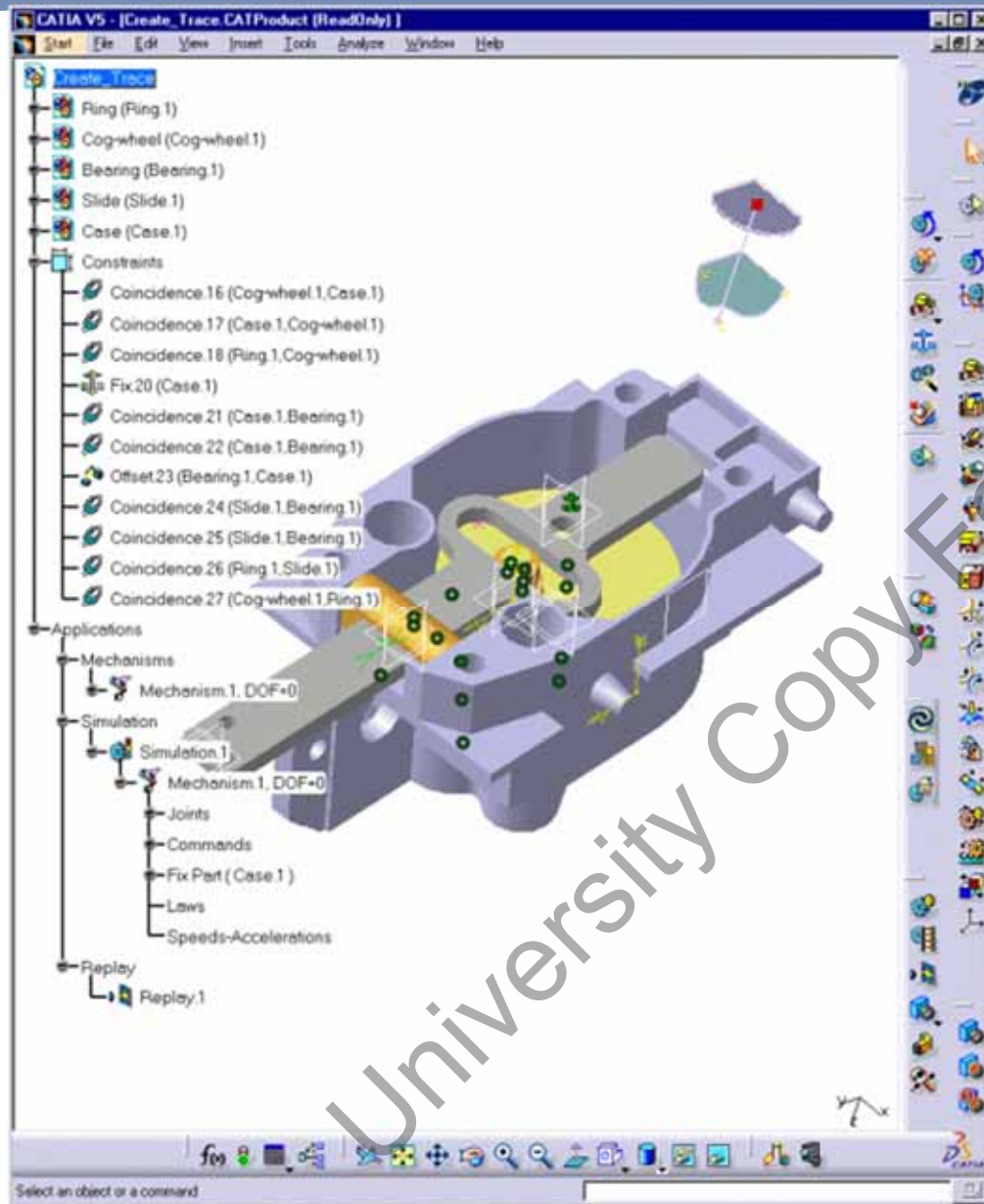
S13t.- Cinemática con Catia y Cinética con SW.

Mejora 1415 ...



- Repaso última sesión.
- Introducción a cálculos estáticos.

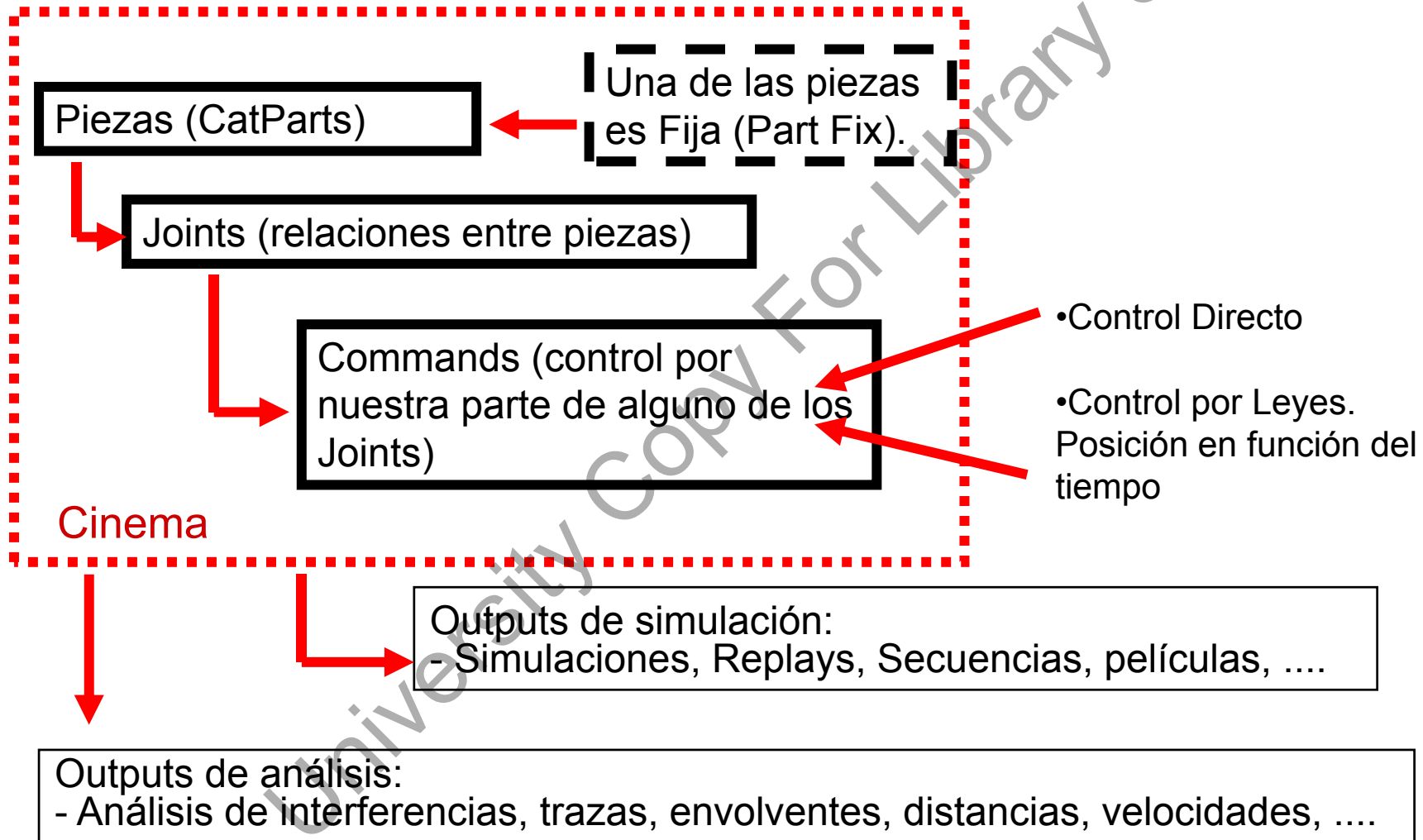
University Copy For Library Use



# CINEMATICA

- **Las cinemáticas se generan a nivel de PRODUCT**
- **El Workbench necesario es DMU KINEMATICS**

# Definición de mecanismo



## ***Conceptos Básicos***

- Los elementos que definen una pieza a mover se definen a nivel de Part. Cada Part una pieza.
- Cada join define un n° de grados de libertad entre dos piezas (PARTs). DOF
- Mecanismo simulable: DOF=0
- Mecanismo no simulable DOF > 0
- Se disminuye el grado de libertad
  - Aplicando Joins
  - Aplicando Commands

## ***Conceptos Básicos***

- N° de grados de libertad al final de la definición de JOINTs  $> 0$
- Se necesitan tantos COMMANDs como DOF al final de la definición de JOINTs
- Se define un COMMAND en un JOINT
- Los motores pueden ser de translación o rotación.
  - La translación puede ser a lo largo de una curva 3D.

# Joints

## Toolbar DMU Kinematics



- *Un JOINT define el movimiento relativo permitido entre dos piezas (PARTS)*
- *Cada JOINT define el grado de libertad entre dos piezas*
- *Entre dos piezas se pueden definir más de un JOINT si no restringen el mismo grado de libertad*

# Joints



Diferenciamos 4 tipos de Joints:

- Joints que utilizan el WB Assembly Dessing
- Joints que utilizan la geometría exacta
- Joints compuestos
- Joints a partir de ejes e coordenadas

Tipo	Con Assembly	Compuestos	Ejes de coordenadas	Con Geometria
Revolute 	X		X	
Prismatic 	X		X	
cylindrical 	X			
Spherical 	X		X	
Planar 	X			
Roll Curve 				X
Slide Curve 				X
Point Curve 				X
Point Surface 				X
U Joint 			X	X
Gear Joint 	X	X		
Rack Joint 	X	X		
Cable Joint 	X	X		
Screw Joint 	X			
CV Joint 		X		X

- Joints que utilizan el WB Assembly Dressing  
Cuando se definen estos Joint se crean condiciones y las piezas se ensamblan automáticamente
- Joints que utilizan la geometría exacta  
Deben estar posicionados correctamente antes de definir el joint
- Joints compuestos  
En realidad son dos Joints con una parte común. La ventaja que tienen es que añaden un parámetro (Ratio) que nos permite controlarlos más cómodamente.
- Joints a partir de ejes e coordenadas.  
Se pueden utilizar ejes para posicionar y definir el Joint.

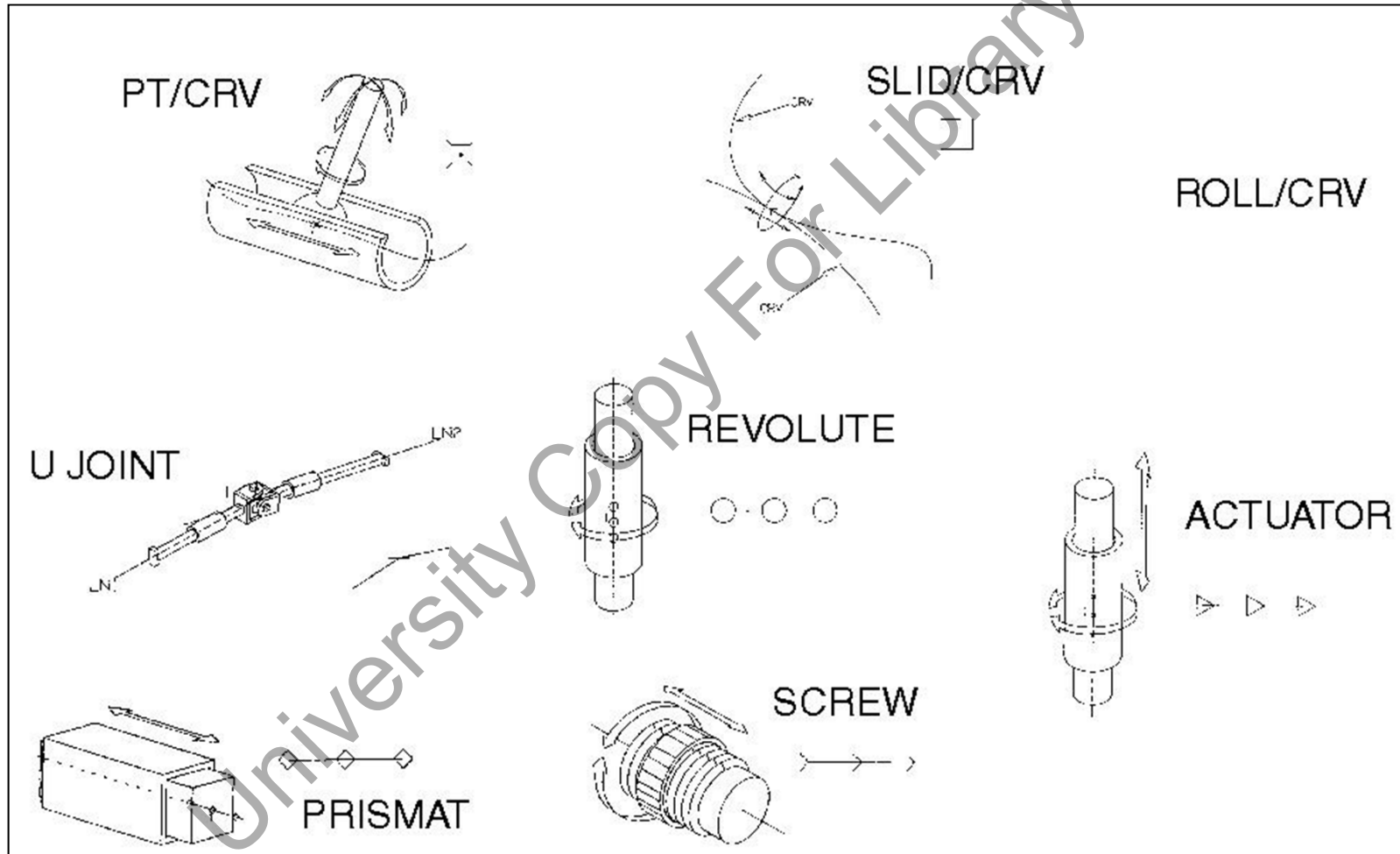


# Joints

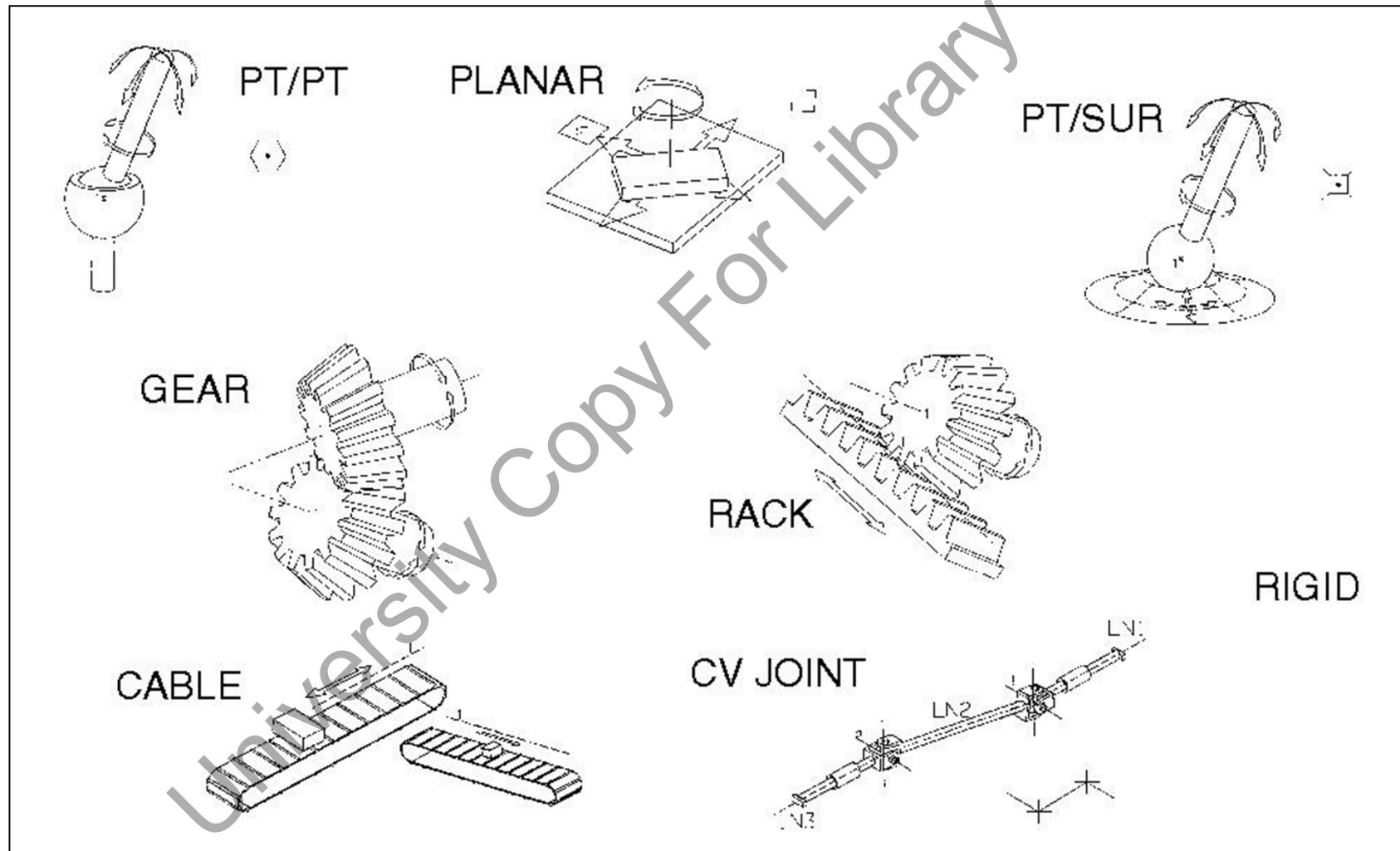


	Revolute	1 Rotation	Angle	2 axis + 2 Planes
	Prismatic	1 Translation	Length	2 lines + 2 planes
	Cylindrical	1 Rotation or 1 Translation	(Length + Angle) OR (Angle or Length)	2 axis
	Spherical	3 Rotations		2 points
	Planar	2 Translations + 1 Rotation		2 planes
	Rigid	0 degrees of Freedom		2 parts
	Roll Curve	1 Rotation + 1 Translation	Length	2 curves
	Slide Curve	2 Rotations + 1 Translation		2 curves
	Point on Curve	3 Rotations + 1 Translation	Length on curve	2 curves
	Point Surface	2 Translations + 3 Rotations		1 surface + 1 point
	U Joint	2 Rotations		2 spins
	Gear joint	1 Rotation	Angle1 or Angle2 (exclusive)	2 Revolute Joints + Ratio
	Rack Joint	1 Rotation or 1 Translation	Length1 or Angle2 (exclusive)	1 Prismatic Joint + 1 Revolute Joint + Ratio
	Cable Joint	1 Translation	Length1 or Length2	2 Prismatic Joints + Ratio
	Screw Joint	1 Rotation and 1 Translation	Angle or Length (exclusive)	2 Lines + Pitch
	CV Joint	2 U joints		3 Spins

# Joints

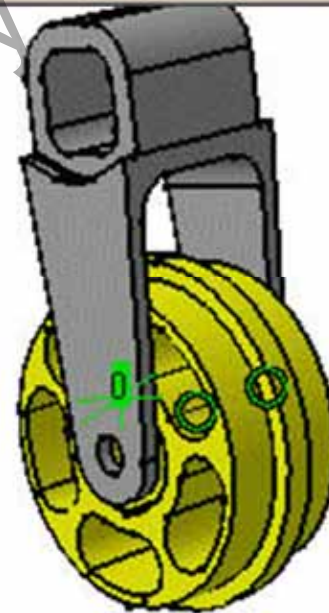
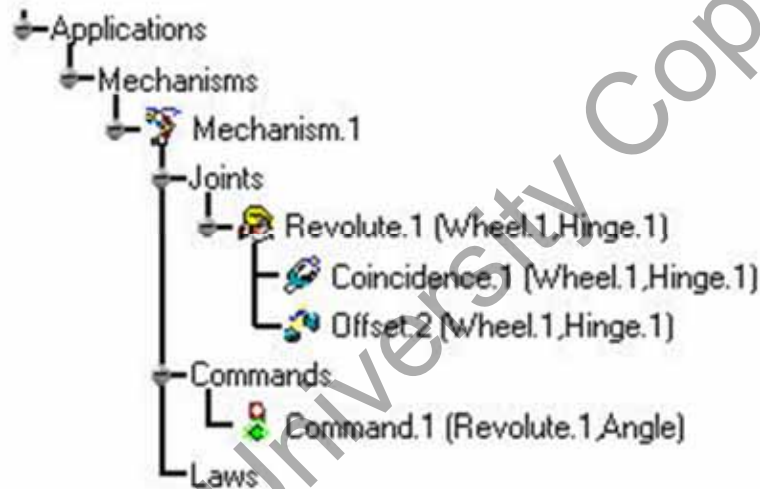
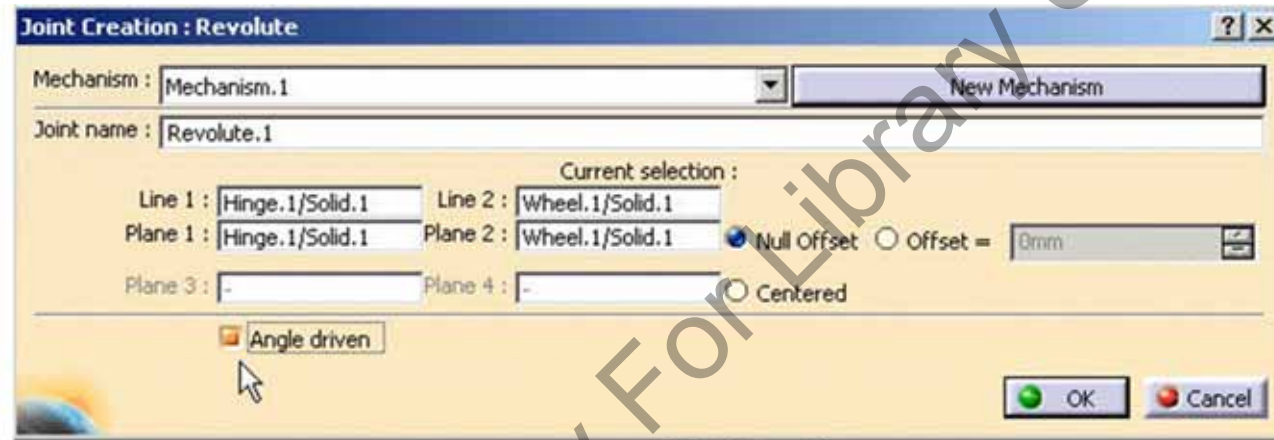


# Joints



# Joints

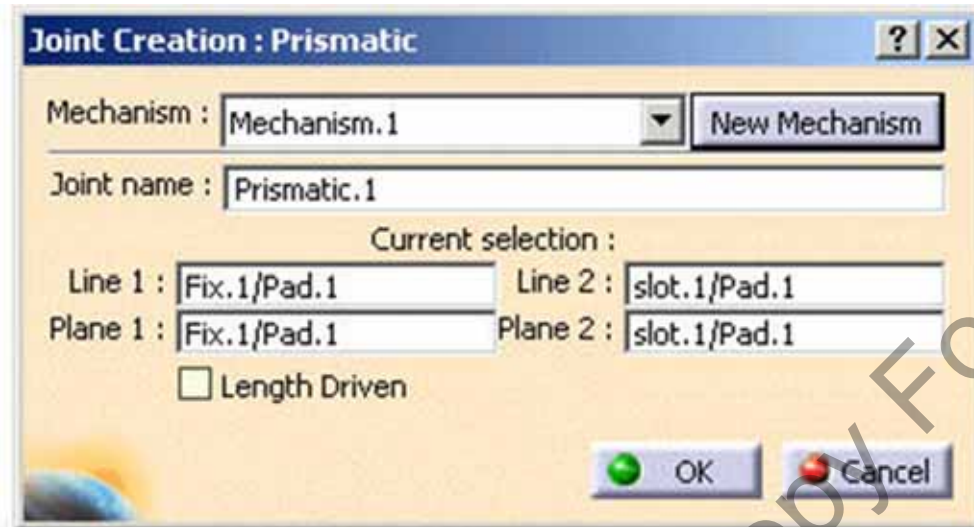
# Revolute



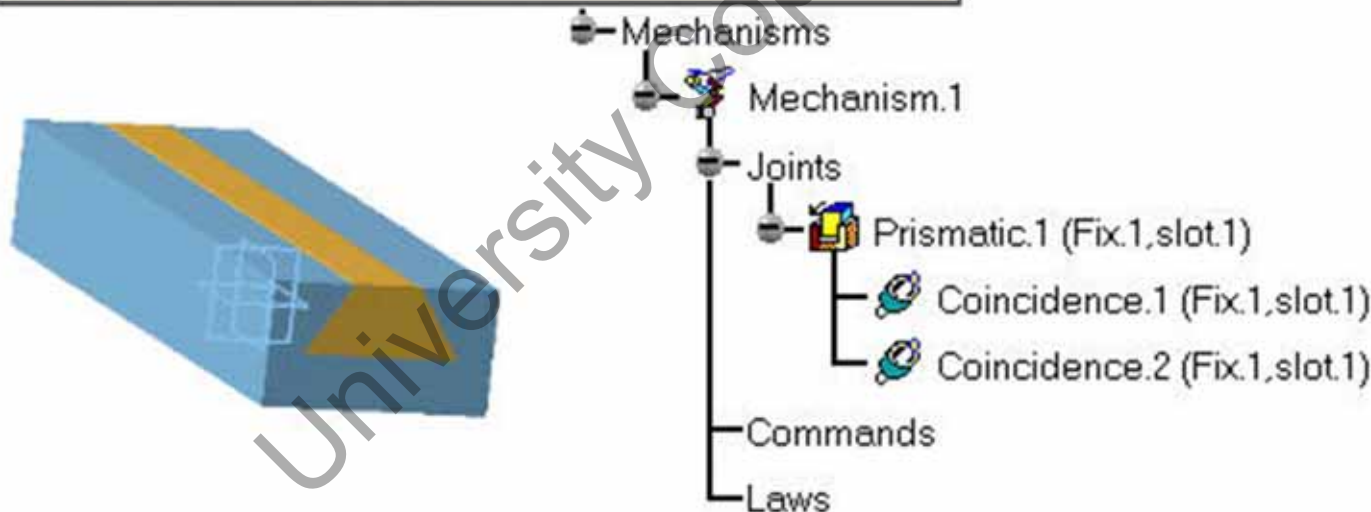
1 DOF = 1 Rotación  
 Comand = Angle  
 Definición: 2 líneas y 2 planos Normales al eje de rotación

# Joints

## Prismatic



1 DOF = 1 Translación  
 Comand = Length  
 Definición: 2 líneas y 2 planos (líneas de translación contenidas en los planos)



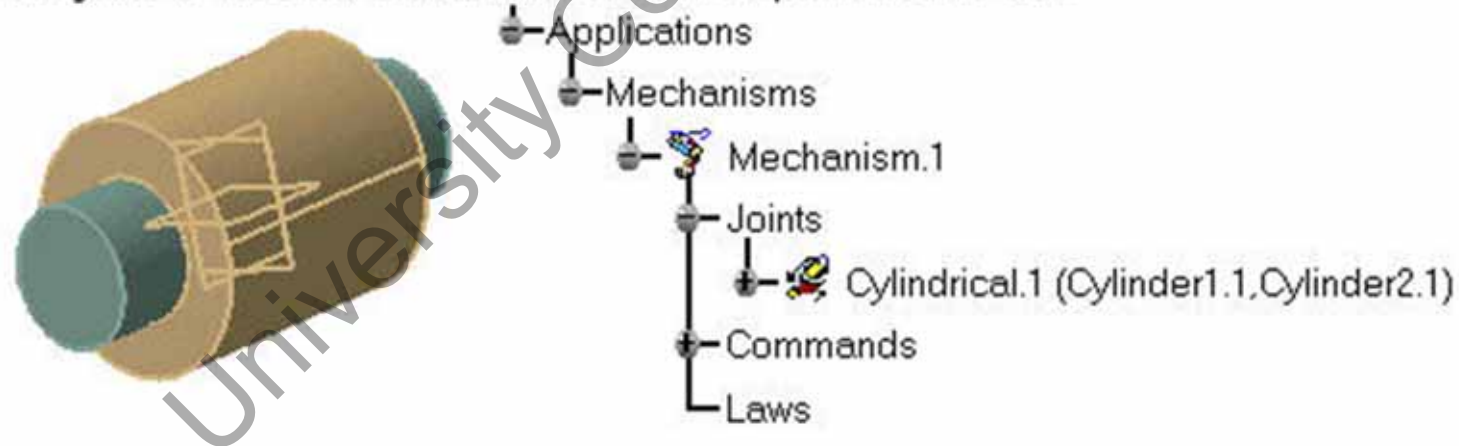
# Joints

# Cilindrical



2 DOF = 1 Translación y  
1 Rotación  
Comand = Length y/o  
Angle  
Definición: 2 líneas

The joint is created and identified in the specification tree



# Joints

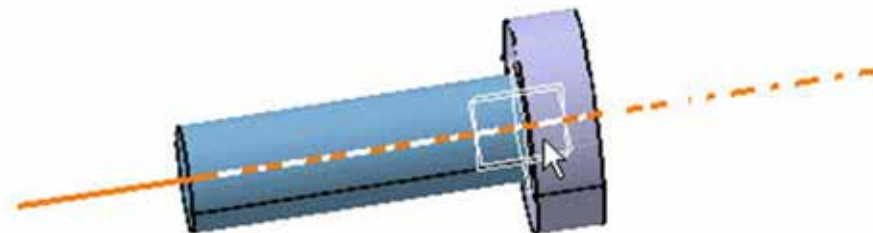
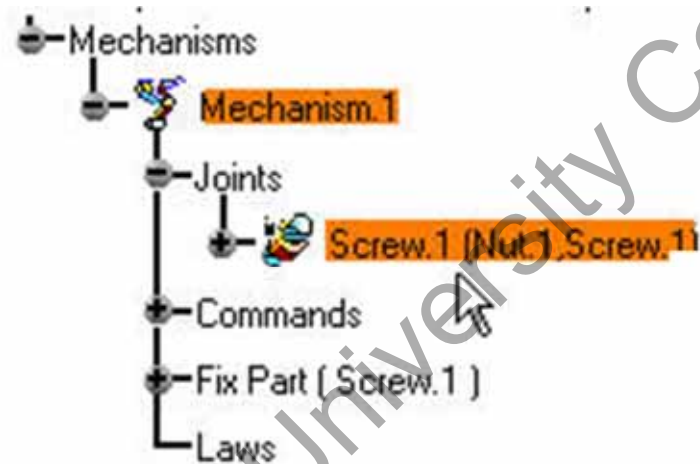
# Screw



1 DOF = 1 Translación y 1 Rotación vinculadas por un parámetro (Pitch)  
 Comand = Length y/o Angle  
 Definición: 2 líneas

*Pitch = Paso de rosca*

*P.E un Pitch de 2 mm significa que a cada vuelta el tornillo sube 2 mm*

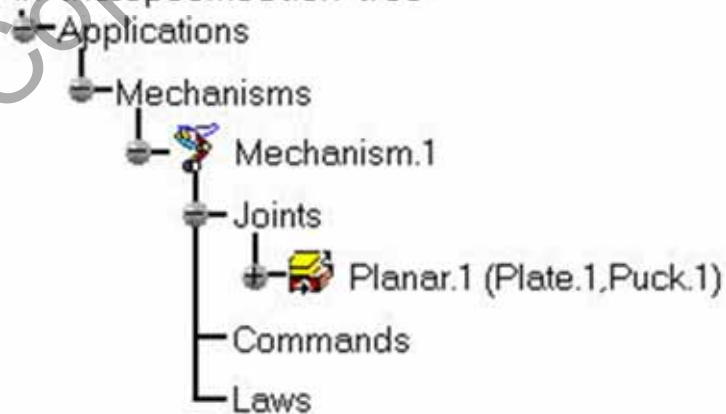
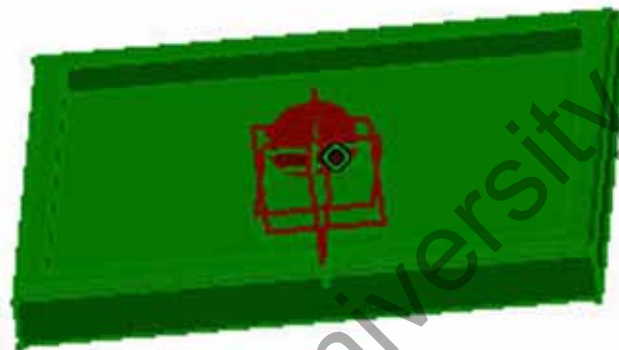


# Joints Planar

3 DOF = 2 Translaciones  
y 1 Rotación  
Comand = NO  
Definición: 2 Planos



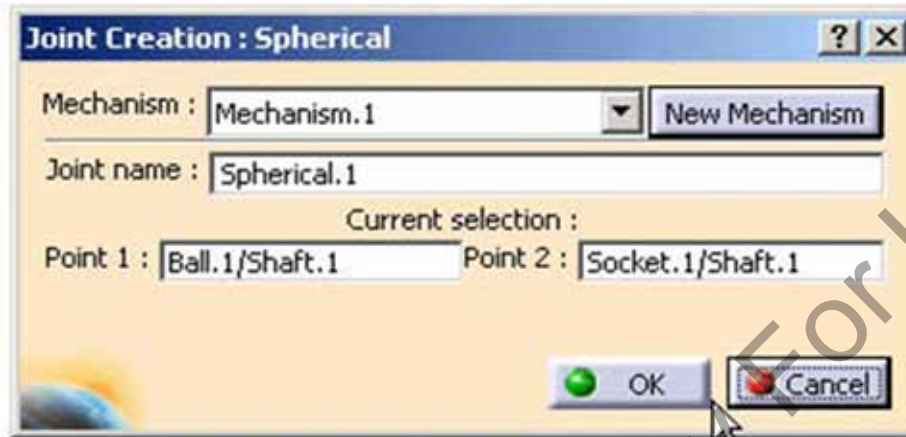
The planar joint is created and identified in the specification tree



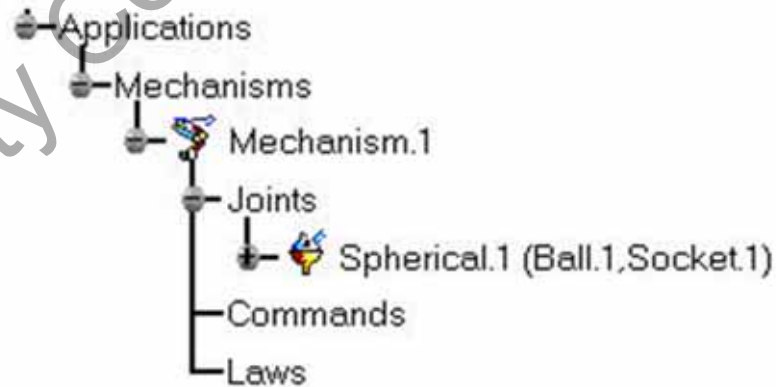
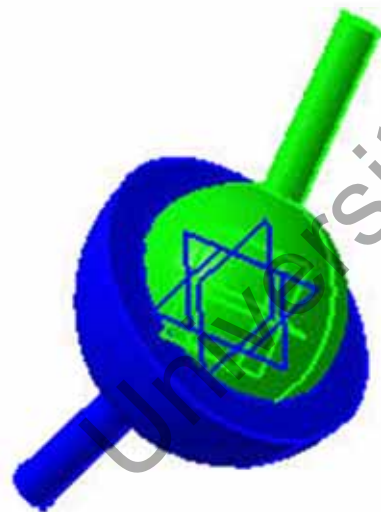


# Joints

# Spherical



3 DOF = 3 Rotaciones  
 Comand = NO  
 Definición: 2 Puntos

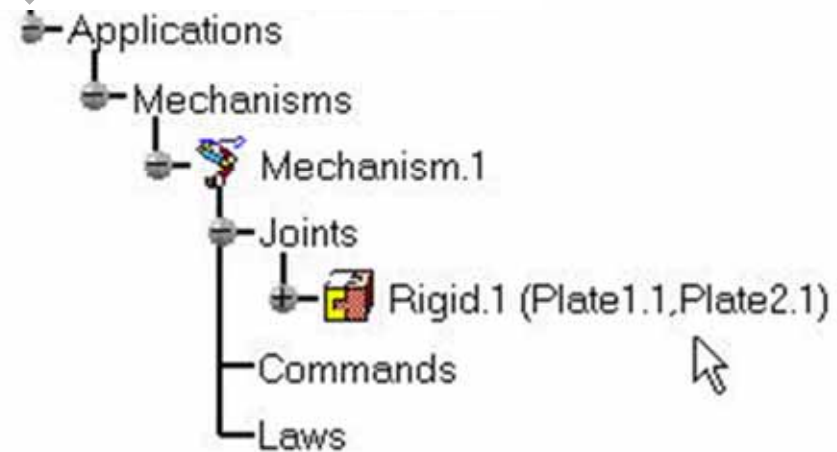
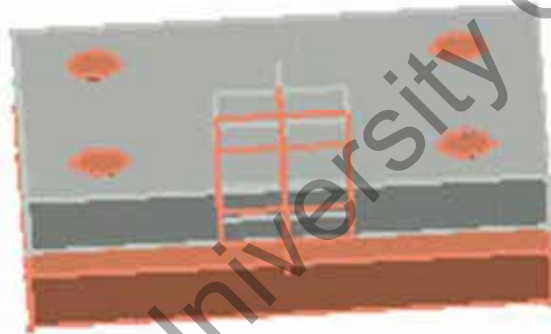


# Joints

## Rigid

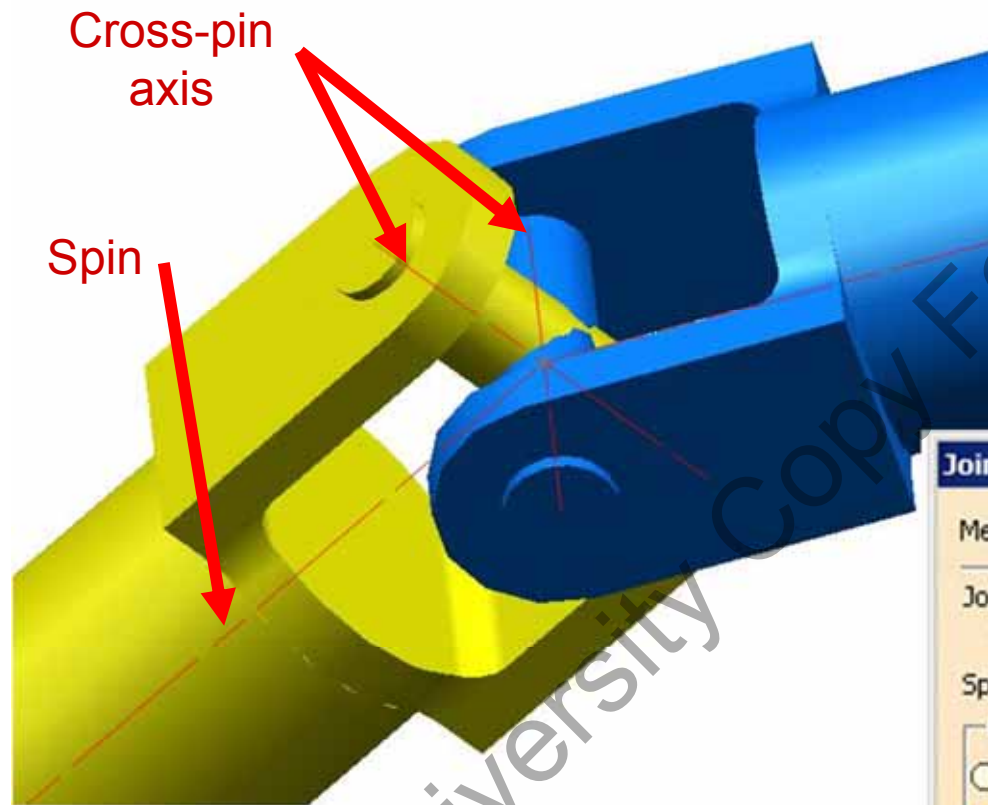


0 DOF  
 Comand = NO  
 Definición: 2 Piezas

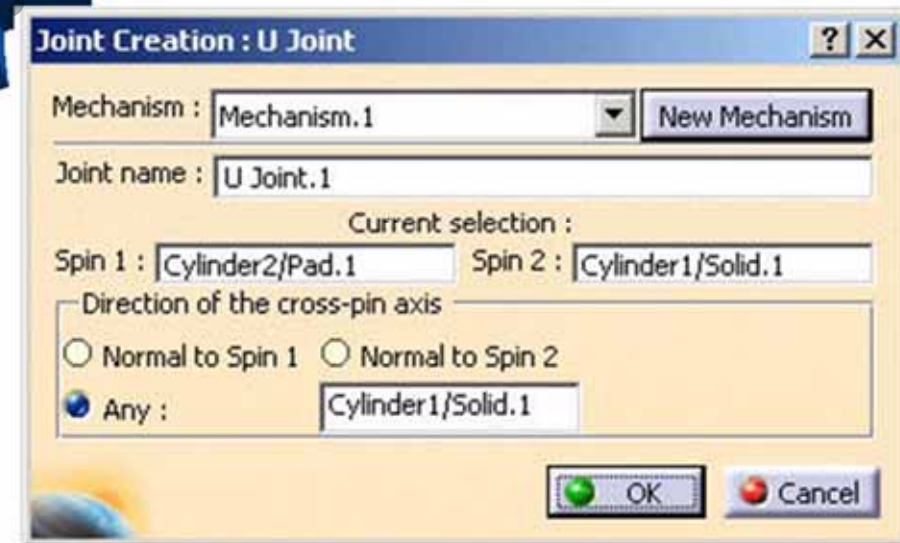


# Joints

## U Joint (junta cardan)



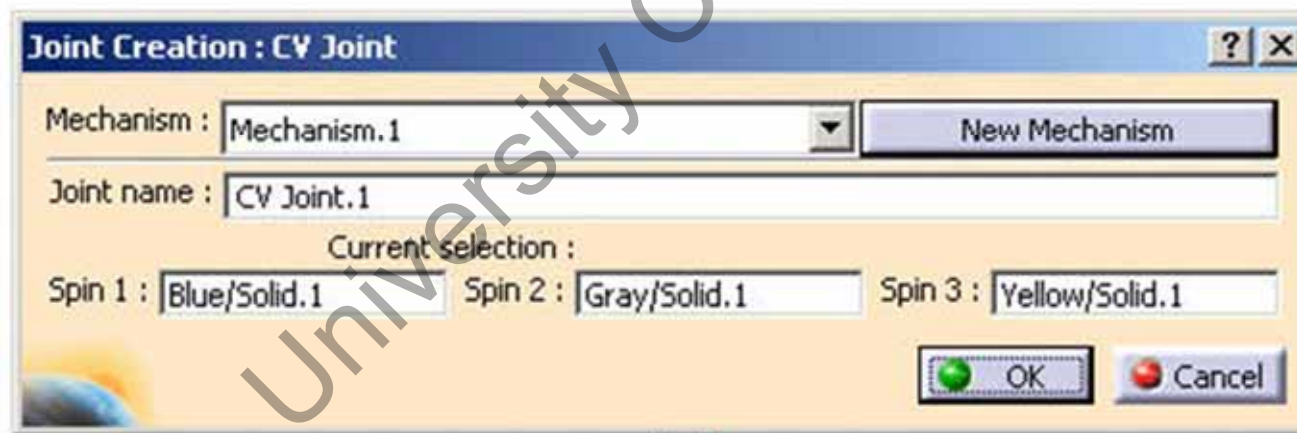
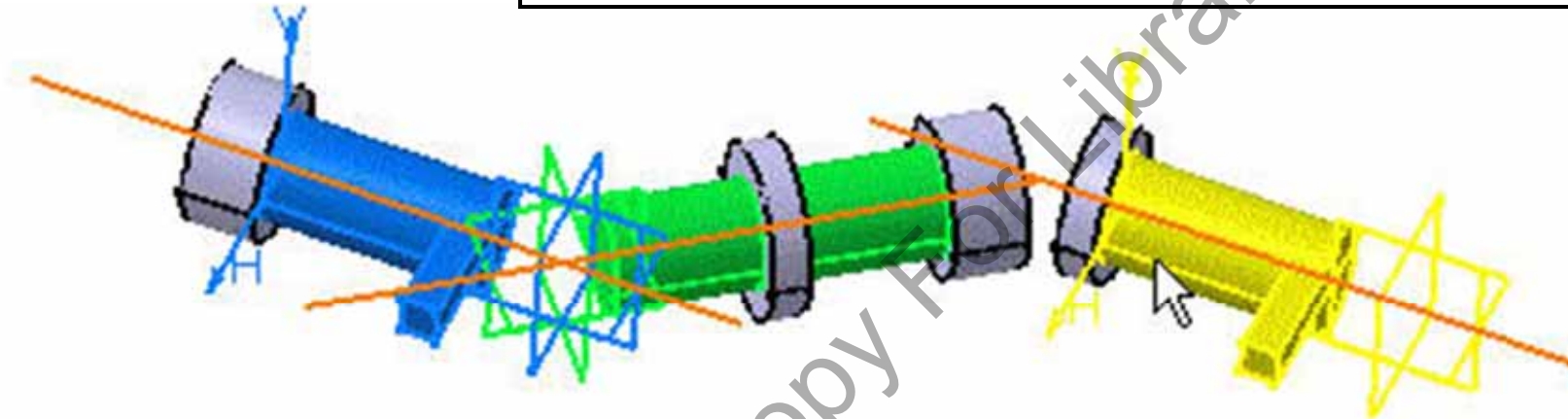
2 DOF = 2 Rotaciones  
 Command = NO  
 Definición: 2 líneas "Spin"  
 (Opcional 2 líneas de las Cross-Pin Axis)



# Joints

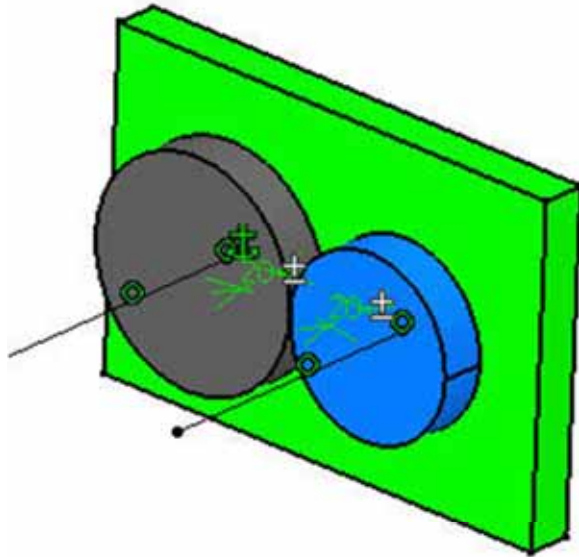
## CV Joint (doble junta cardan)

Caso Especial: El ángulo entre Spins debe ser igual.

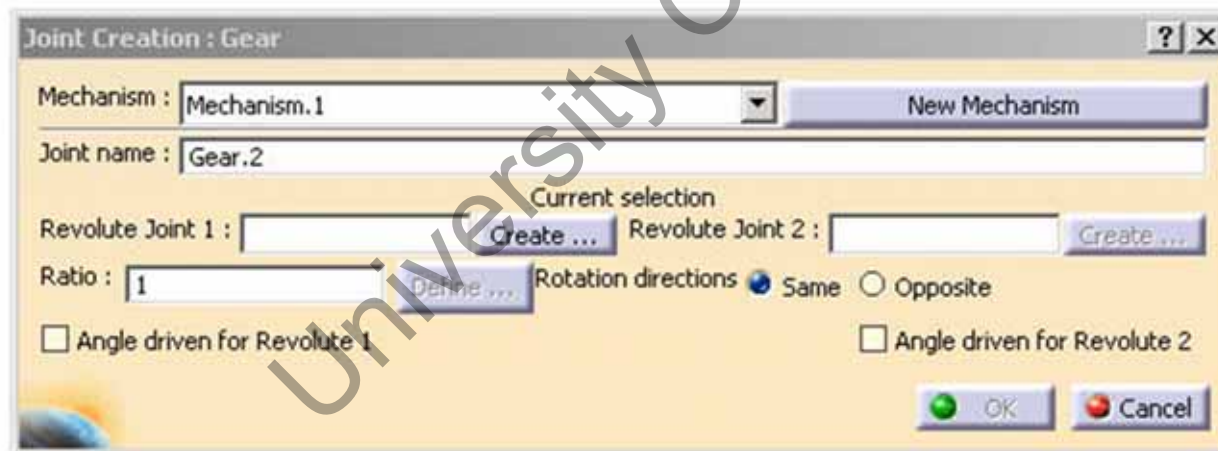


# Joints

# Gear

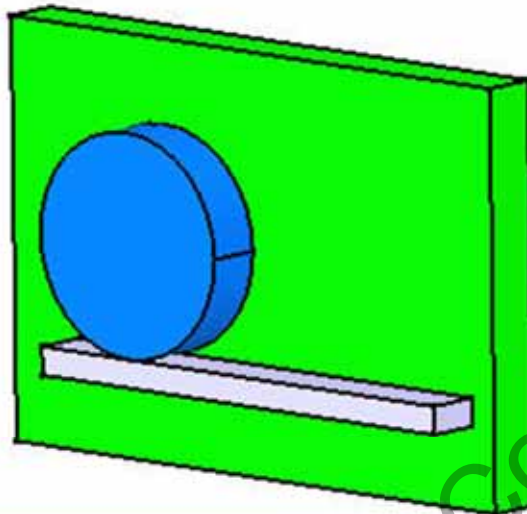


**Joint compuesto de dos joints revolutes con la misma base. Entre ellas hay una relación de Ratio. Por defecto es la relación de radios.**

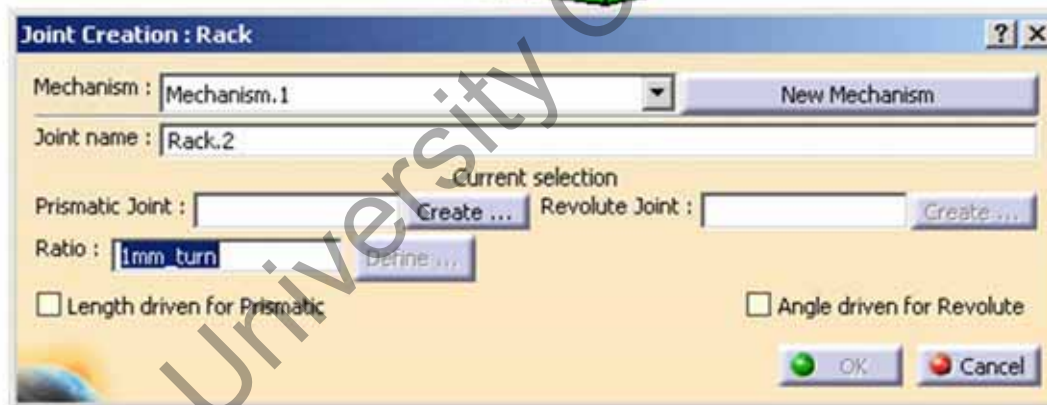


# Joints

# Rack

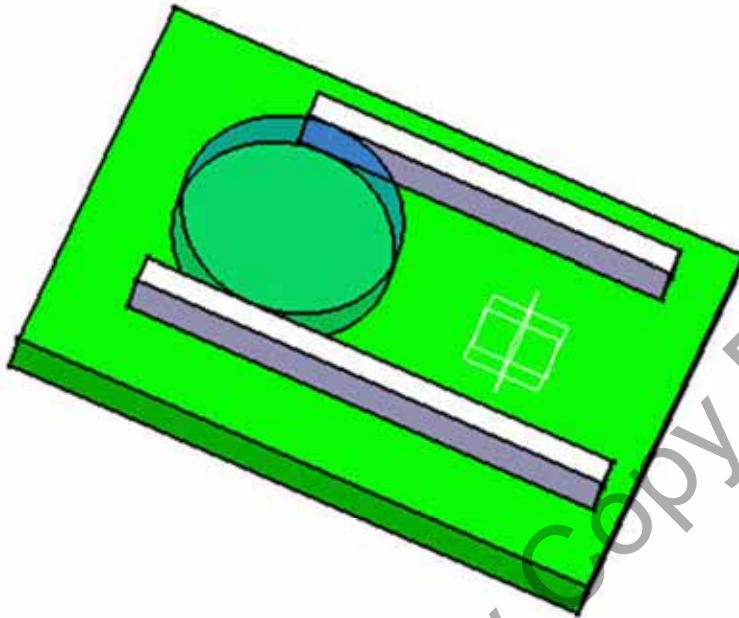


**Joint compuesto de un join revolvente y un joint prismatic con la misma base. Entre ellos hay una relación de Ratio.**

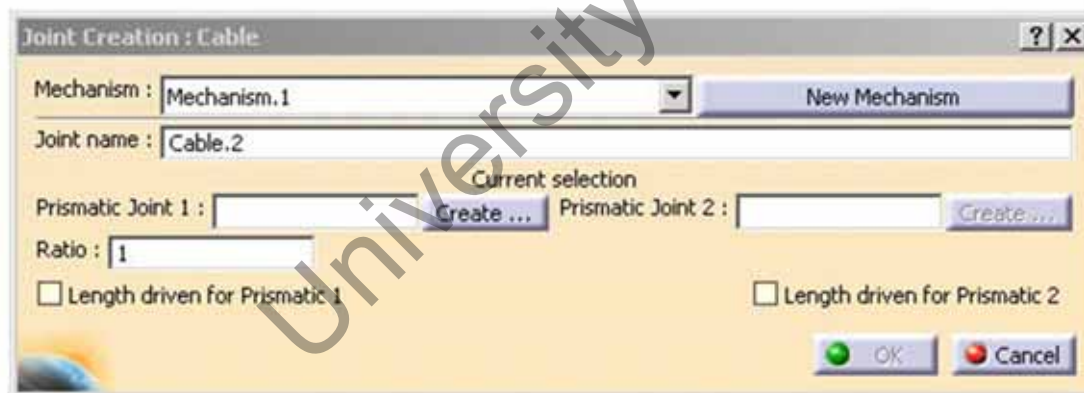


# Joints

# Cable

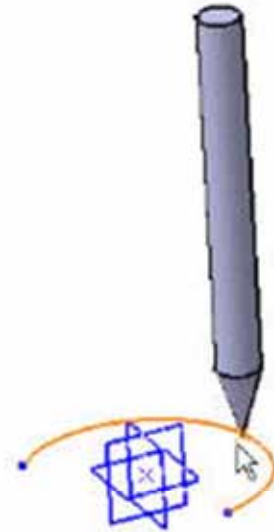


**Joint compuesto de dos joints prismatic con la misma base. Entre ellas hay una relación de Ratio.**

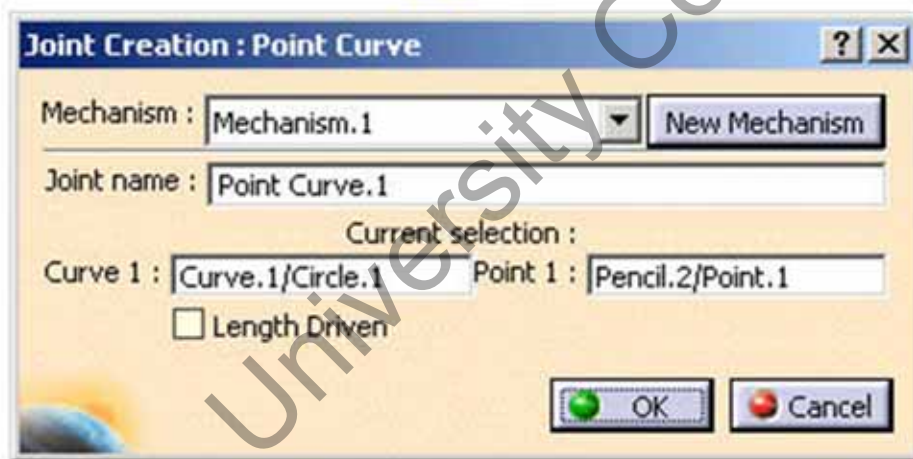


# Joints

## Point Curve



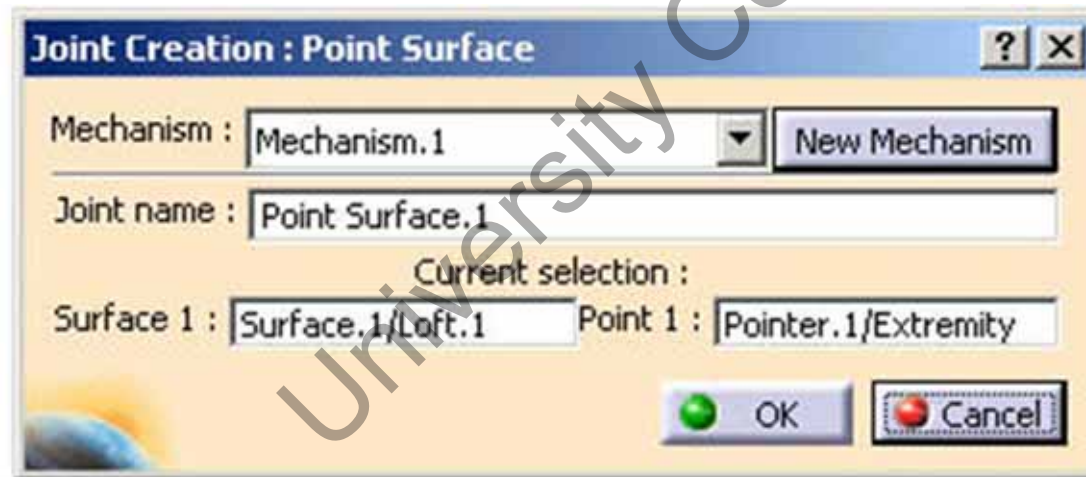
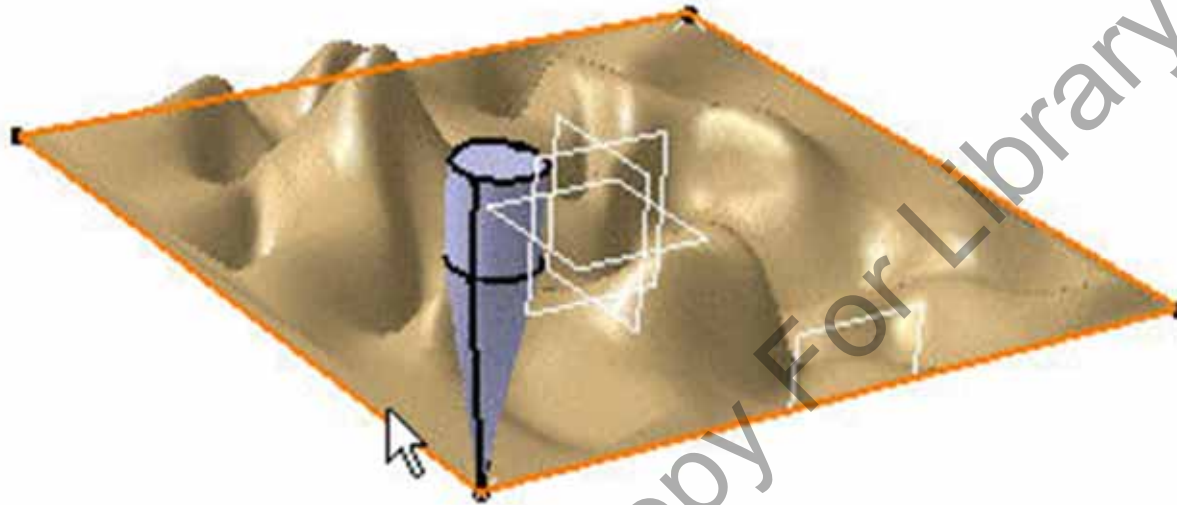
4 DOF = 3 Rotaciones y 1 translación  
Comand = Leng  
Definición: 1 punto y una curva 3D





# Joints

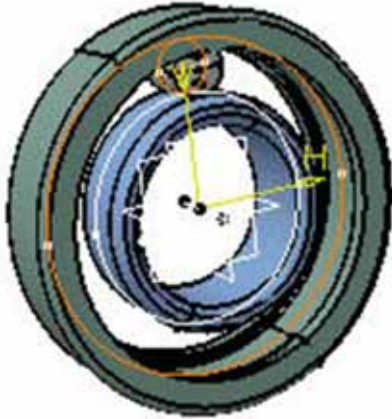
## Point Surface



5 DOF = 3 Rotaciones y 2 translaciones  
 Comand = No  
 Definición: 1 punto y una superficie

# Joints

## Roll Curve



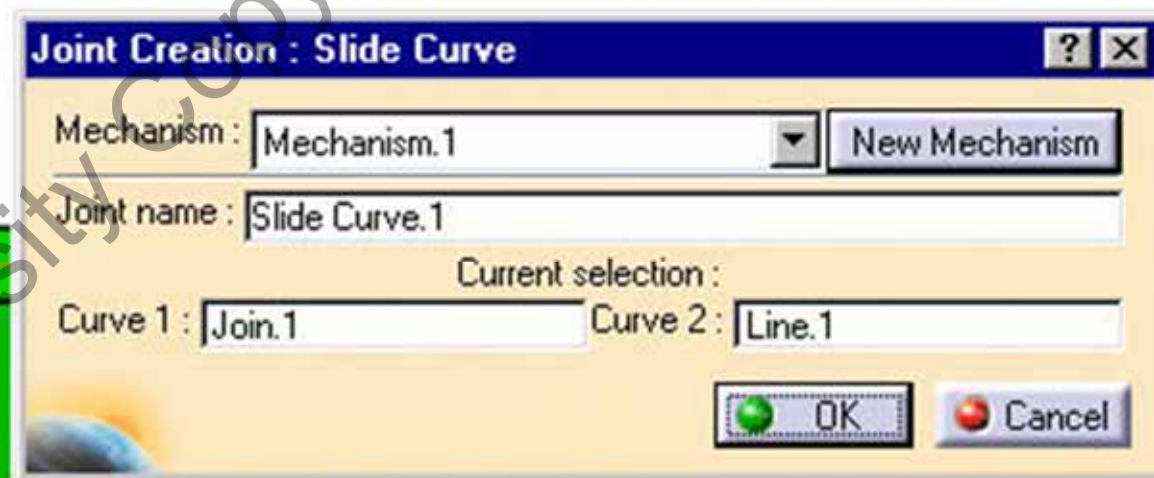
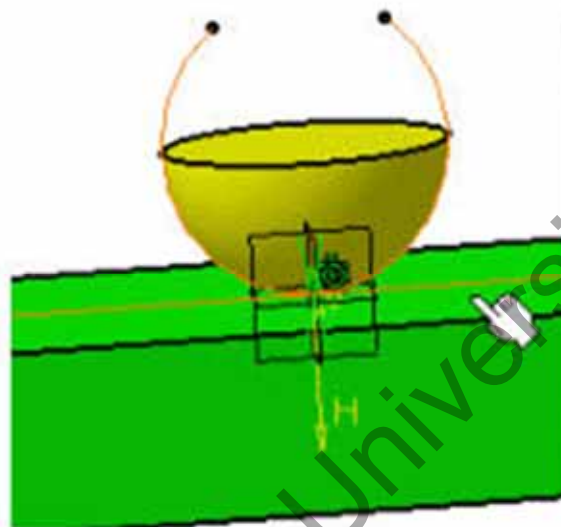
2 DOF = 1 Rotación y 1  
translación  
Comand = Length  
Definición: 2 curvas  
No hay deslizamiento



# Joints

## Slide Curve

3 DOF = 2 Rotaciones y 1  
translación  
Comand = NO  
Definición: 2 curvas  
Hay deslizamiento



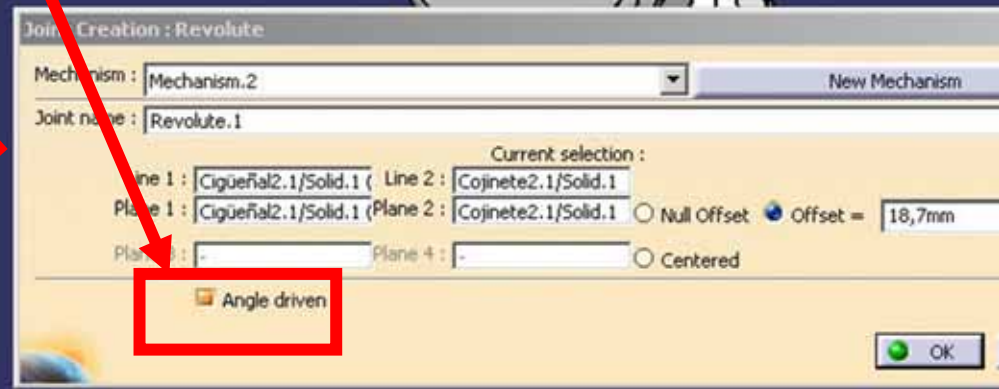
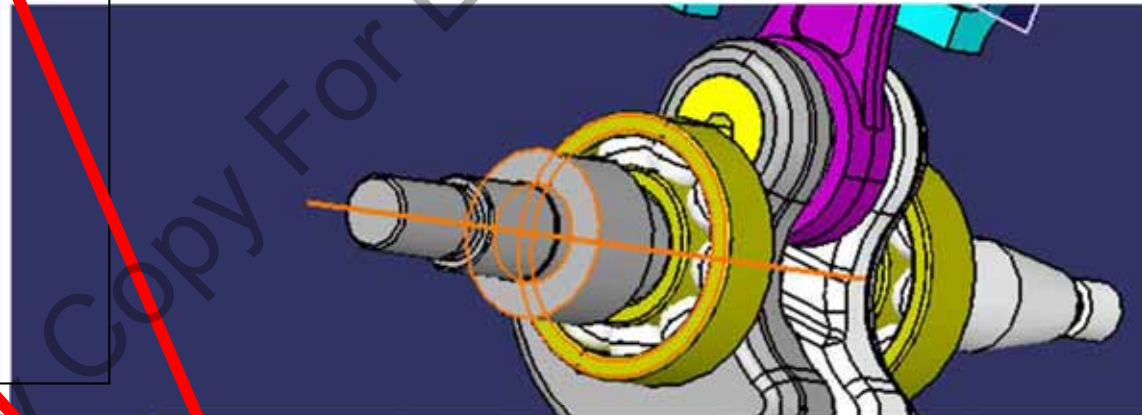
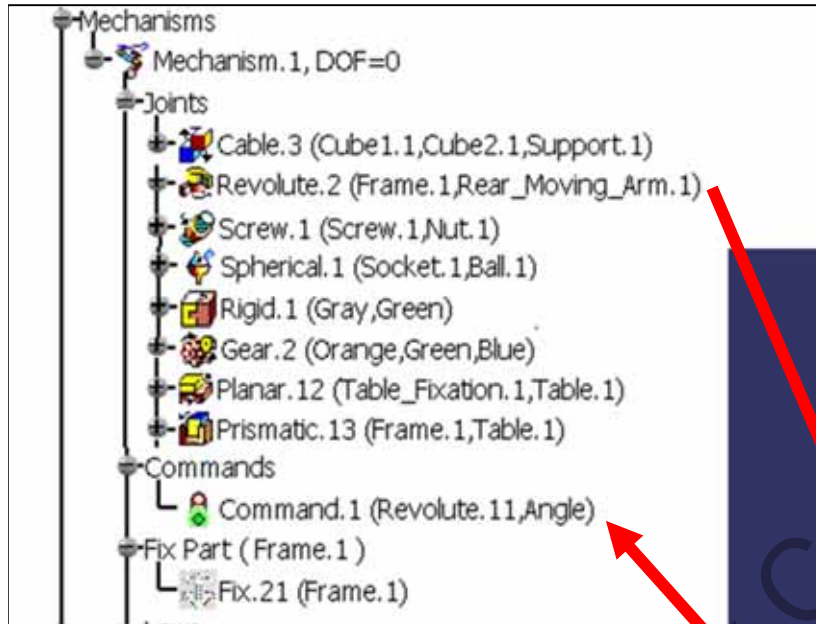
## Parte Fija (FIX PART)



- *Cualquiera de las PARTS puede ser la parte fija.*
- *Solo hay una FIX PART por mecanismo*

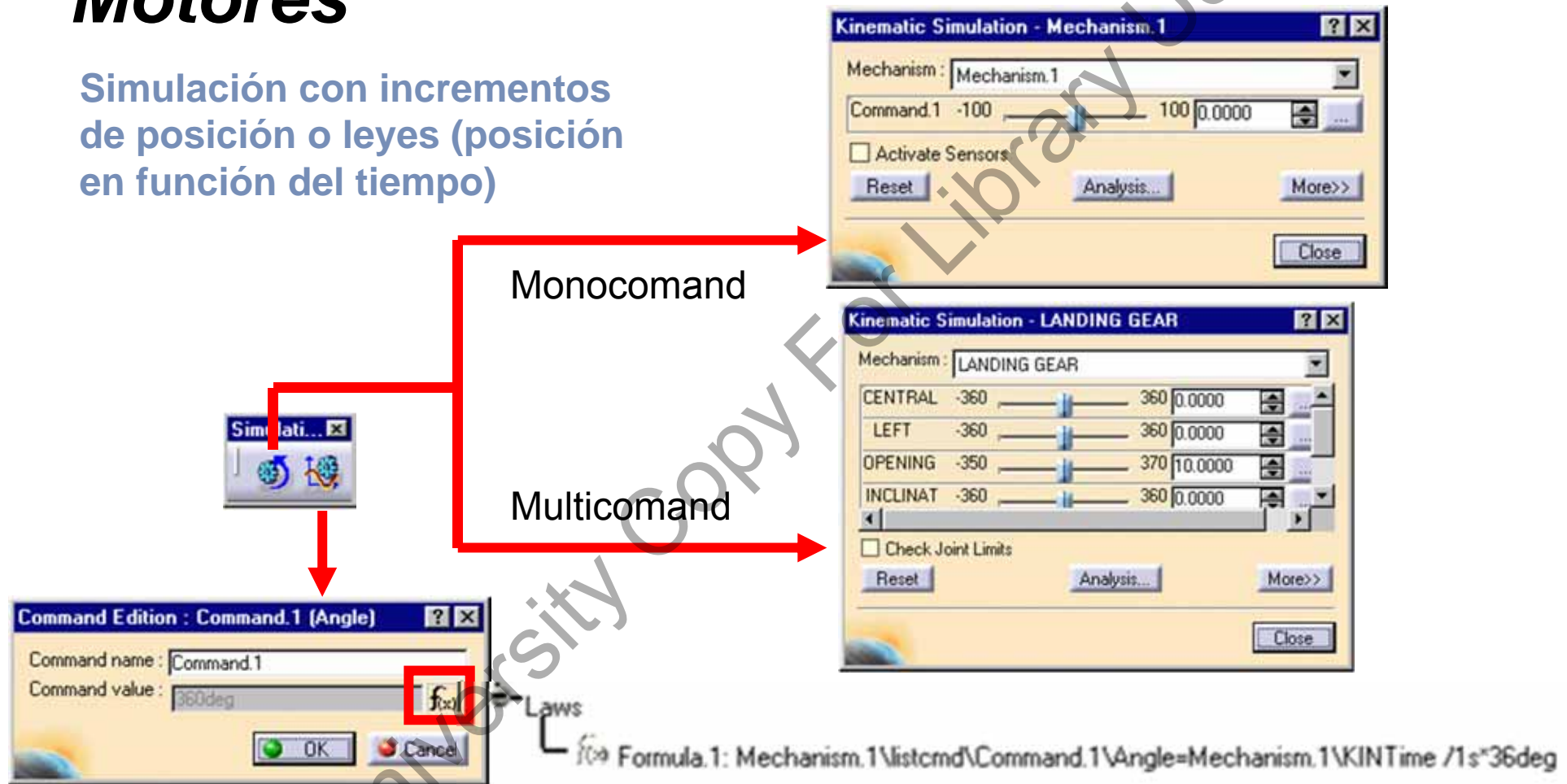
# Motores

Los motores se definen directamente en los Joints, aunque luego aparecen el árbol, en Commands



# Motores

Simulación con incrementos de posición o leyes (posición en función del tiempo)

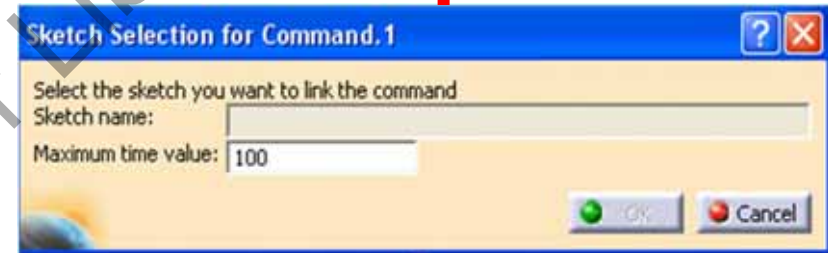
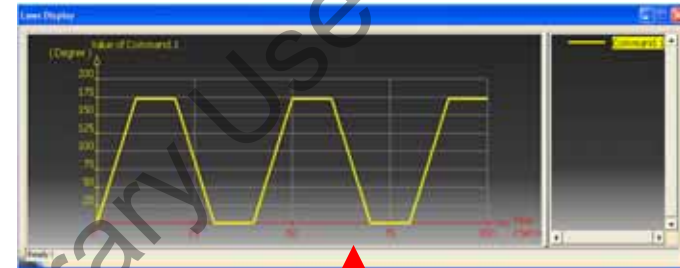


Mediante una formula. Se indica la posición en función del tiempo.  
Para simular con leyes todos los motores deben estar en función del tiempo  $F(t)$ .

# Motores - law

A partir de la R15 se pueden generar leyes importándolas de un Sketch. Sin necesidad de hacer formulas. Es necesario editar el *command* para acceder al menú.

El eje H del Sketch es la ordenada tiempo y el origen del sketch es el cero de la law

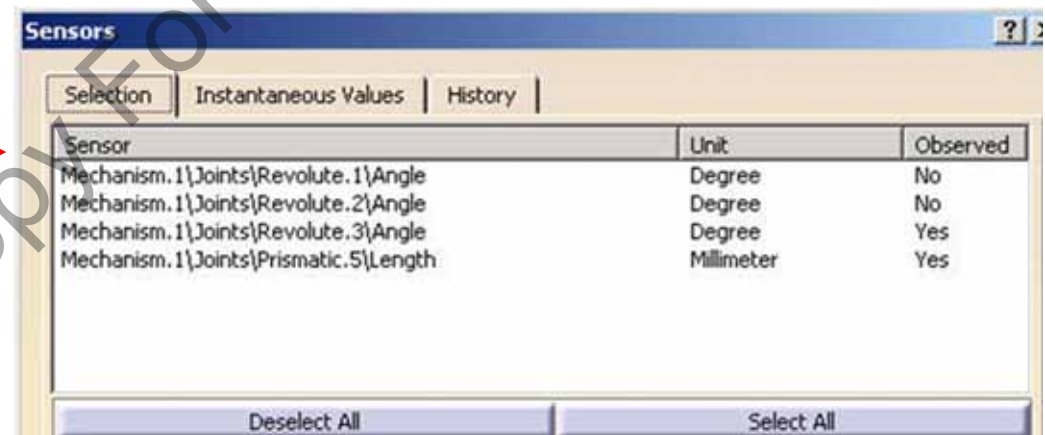
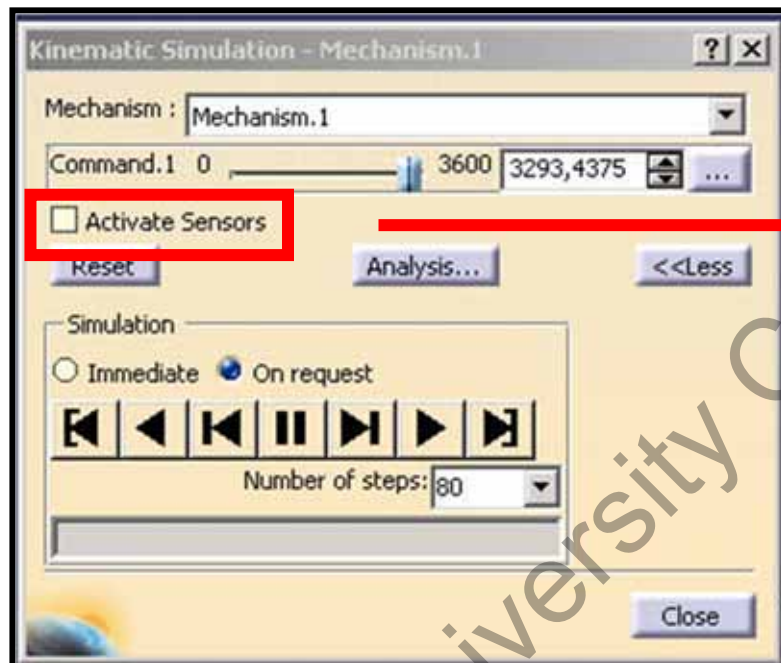


También se pueden importar de otra cinemática existente

# Outputs

## Sensores

Al activar los sensores podemos medir en cada incremento de posición del mecanismo los valores de los parámetros seleccionados



Parámetros:

Todos los parámetros internos del mecanismo.

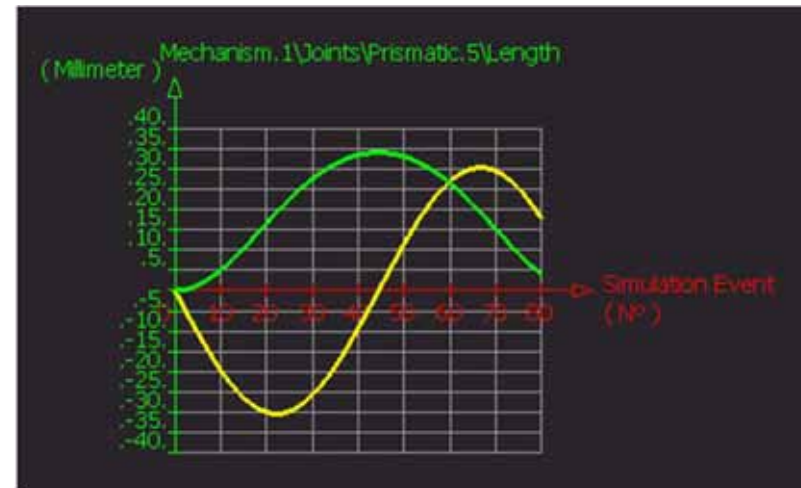
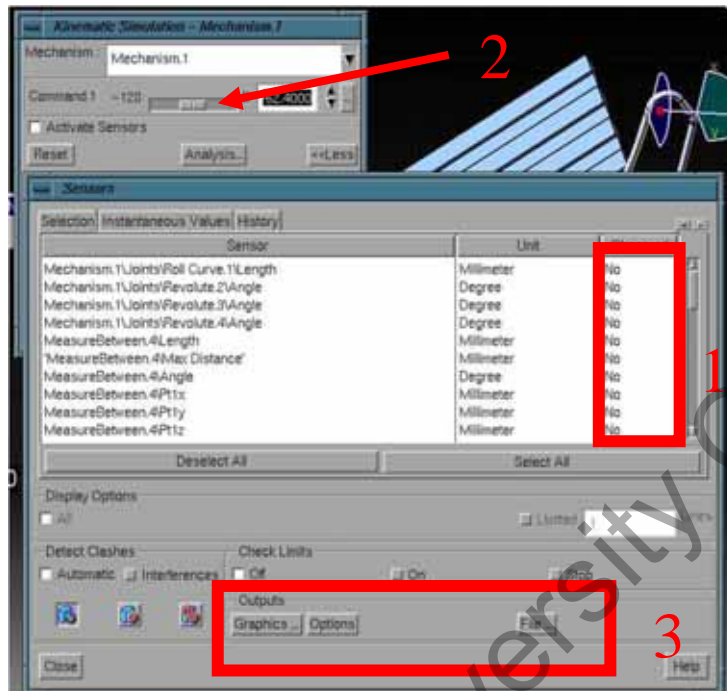
Todos los parámetros definidos en applications (distancias, velocidades, ...)



# Outputs

## Sensores

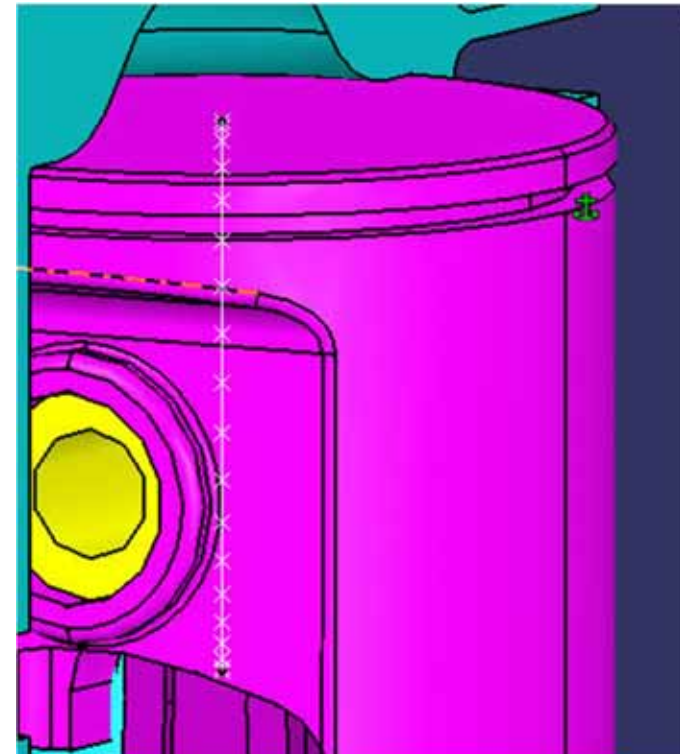
- 1- Activar los parámetros que quieres observar
- 2- Simular la cinemática (mejor con la opción "On Request")
- 3- Outputs "Graphics" o File. (p.e. en EXCEL)



# Outputs

**Trazas:** Posición de un elemento respecto a otro durante el movimiento realizado

- Se selecciona la cinemática, simulación o Replay deseado
- Seleccionamos el elemento para generar la traza.
- Seleccionamos respecto a que pieza queremos generar la traza
- Finalmente decidimos donde se guardara la traza

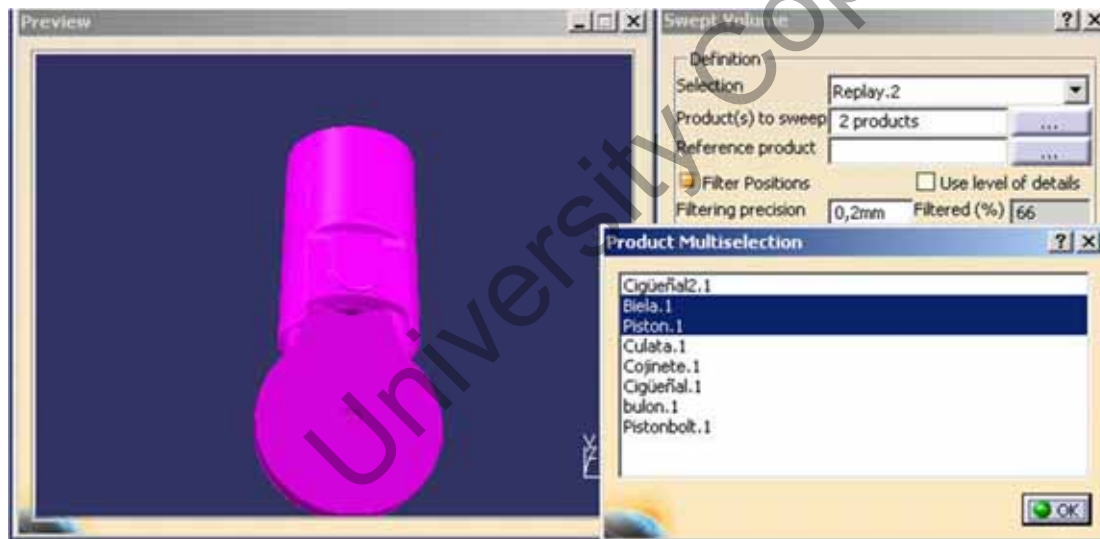


# Outputs

## Envolventes



- 1º Seleccionar la simulation o replay del cual queremos que nos haga la envolvente.
- 2º Hacer un preview para visualizar el resultado.
- 3º Guardar el resultado.



**Nota:** Es importante que antes de realizar la envolvente realicemos la simulación previa del movimiento,

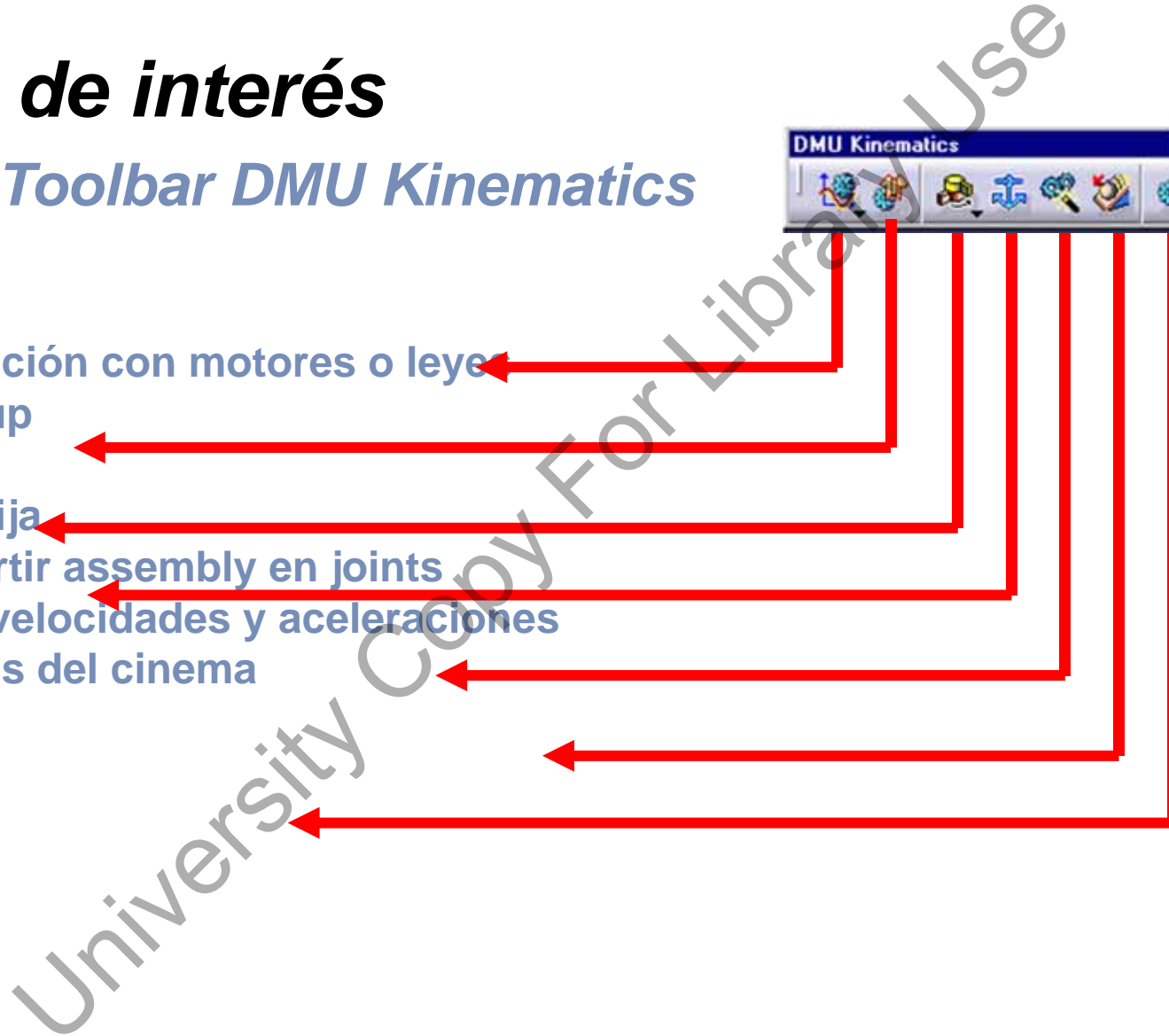


# Iconos de interés

## Toolbar DMU Kinematics

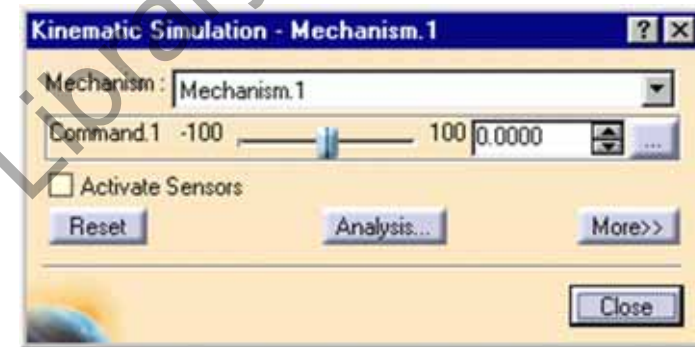


- Simulación con motores o leyes
- Dressup
- Joints
- Parte fija
- Convertir assembly en joints
- Medir velocidades y aceleraciones
- Análisis del cinema

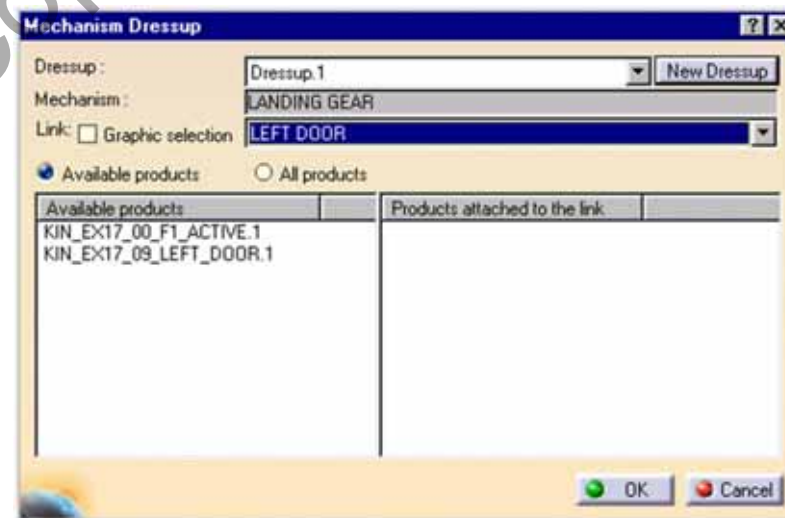


# Iconos de interés

Simulación con incrementos de posición o leyes (posición en función del tiempo)



Dressup: Asociar parts no implicadas a las diferentes parts implicadas en el mecanismo



# Iconos de interés



Análisis del mecanismo

**Mechanism Analysis**

General Properties

Mechanism name: LANDING GEAR

Mechanism can be simulated: Yes

Number of joints: 21

Number of commands: 5

Degrees of freedom without command: 5

Degrees of freedom with commands: 0

Fixed part: CAT\_1001\_1

Show joints  Hide joints Laws...

Joint	Command	Type	Part 1	Geometry 1	Part 2	Geometry 2	Part 3
1		Revolute	ENS10	DRT35	FIXE		
2		Prismatic	ENS8	DRT33	ENS12		
3	LANDING	Revolute	ENS1	DRT27	FIXE		
4		Revolute	ENS11	DRT37	FIXE		
5		Revolute	ENS7	DRT36	ENS11		
6		Spherical	ENS3	PT 30	ENS7		
7		Revolute	ENS1	DRT12	ENS3		
8		Spherical	ENS3	PT 27	ENS5		
9		Revolute	ENS4	DRT19	ENS5		
10		Revolute	ENS4	DRT13	ENS2		

Mechanism dressup information:

Part 1	Part 2	Part 3

Close

# Iconos de interés

## Toolbar DMU Generic Animations



Generar Simulación

Generar Replay

Play Replay

Detectar interferencias

Generar envolventes

Generar trazas



University Copy For Library Use

# Iconos de interés



## *Toolbar Kinematics Update*

Uptate

Importar mecanismos de subproductos

Reset mecanismo



## *Toolbar DMU Space Analysis*

Análisis de interferencias

Análisis de band



# Conversión cinemáticas Catia V4 a Catia V5

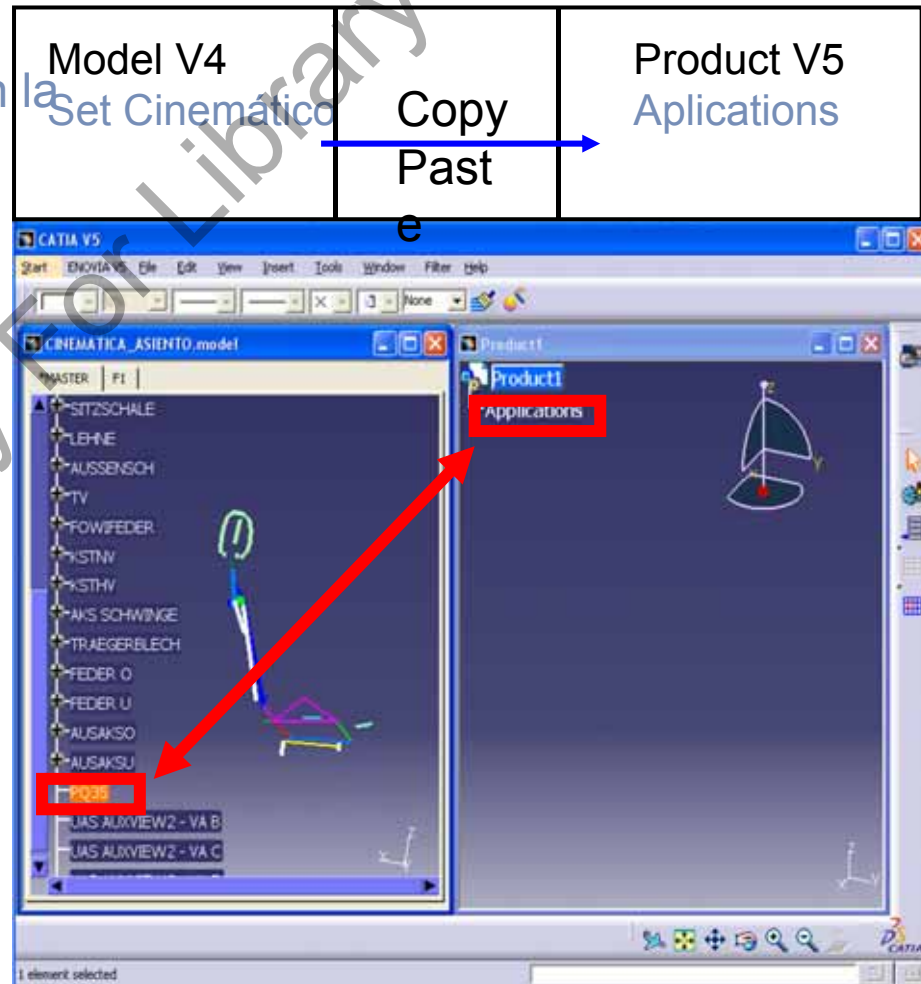
## Proceso

- Crear *Product* nuevo y Abrir *Model* con la cinemática desde Catia V5
- *Copy* del SET cinemático de Catia V4
- *Paste* en *Applications* en el *Product*

## Notas:

No convierte límites definidos en Catia V4

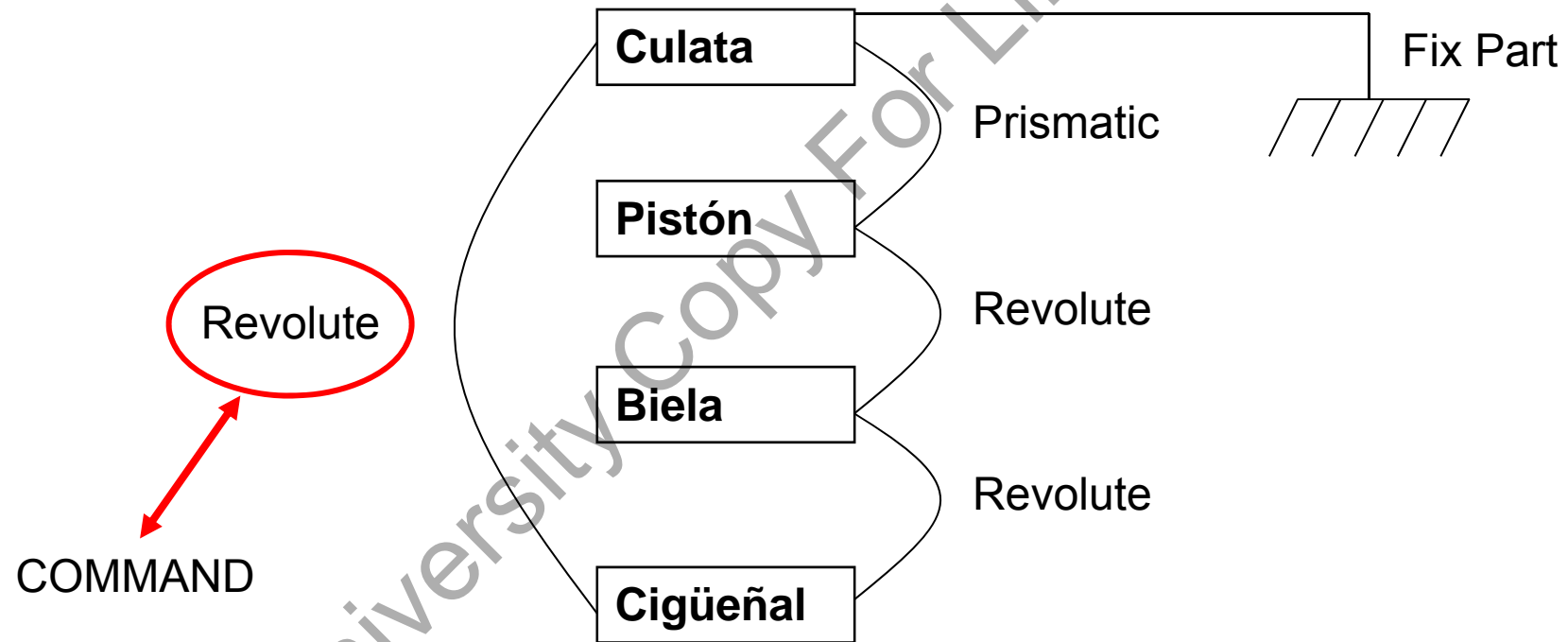
Hay que redefinir *commands* y *joints* en algunos casos particulares



V4 NAME	JOINT TYPE	RESULTING CONSTRAINT TYPES
u joint	<b>U Joint</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ coincidence (between axis systems origins)</li> <li>◆ angle 90deg (x axis1/z axis2)</li> </ul> <p>Notice you can define u joints without constraints (See <a href="#">Creating Universal Joints</a>)</p>
revolute	<b>Revolute</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ coincidence (z axis1/z axis2)</li> <li>◆ coincidence (xy plane1/ xy plane2)</li> </ul>
prismatic	<b>Prismatic</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ coincidence (z axis1/z axis2)</li> <li>◆ coincidence (yz plane1/yzplane2)</li> </ul>
actuator	<b>Cylindrical</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ coincidence (z axis1/z axis2)</li> </ul>
pt/pt	<b>Spherical</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ coincidence (between axis systems origins)</li> </ul>
screw	<b>Screw Joint</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ coincidence (z axis1/z axis2) (+ pitch)</li> </ul>

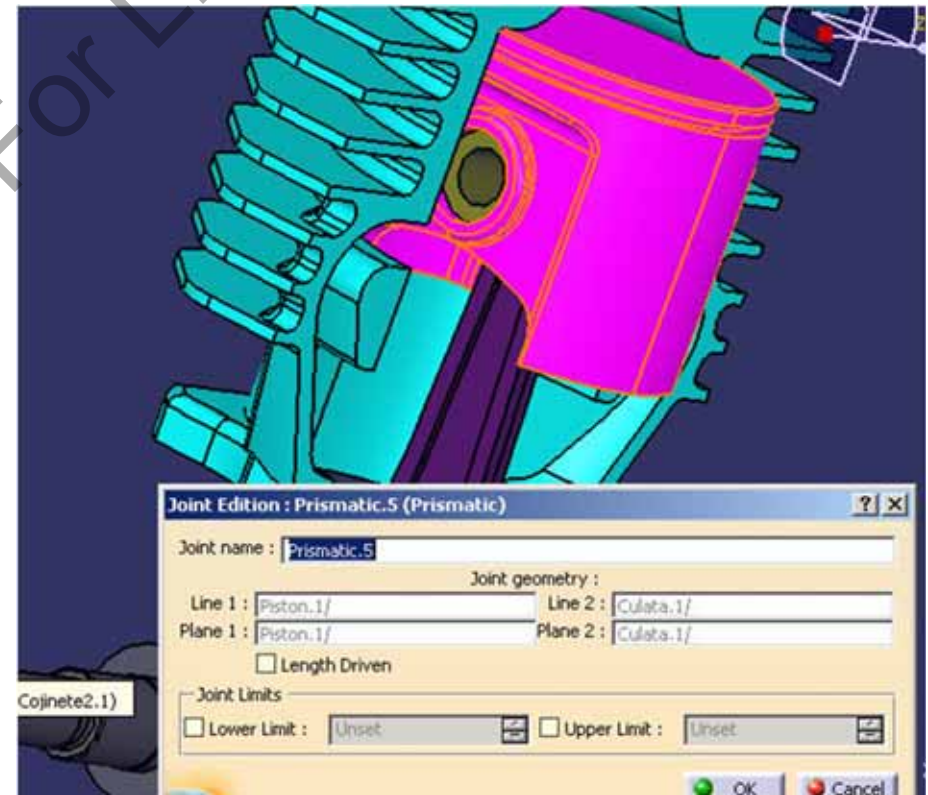
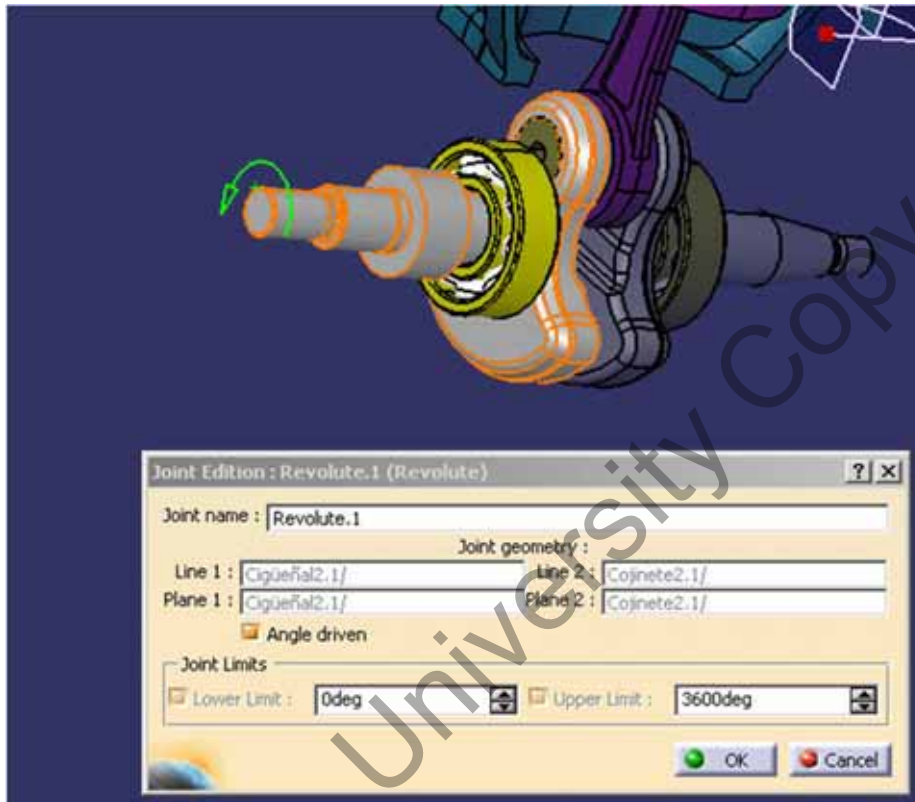
# Ejemplo cinema motor

## Esquema Mecanismo



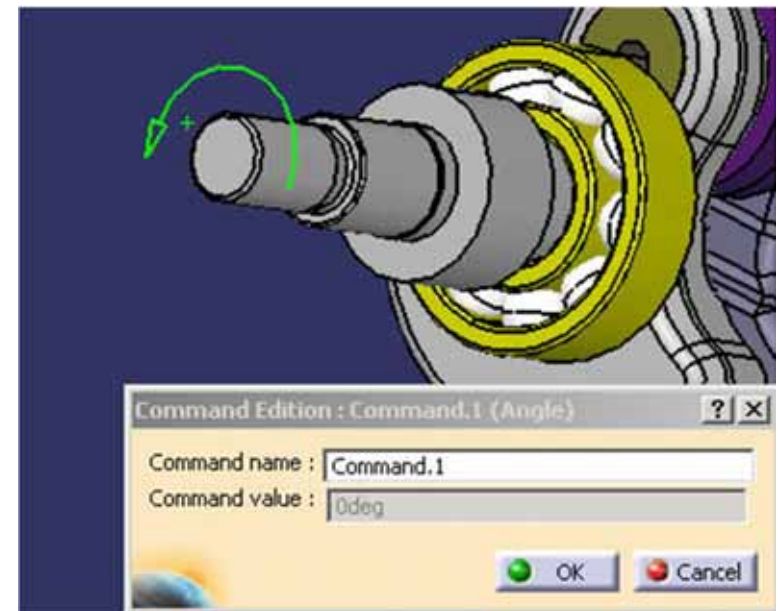
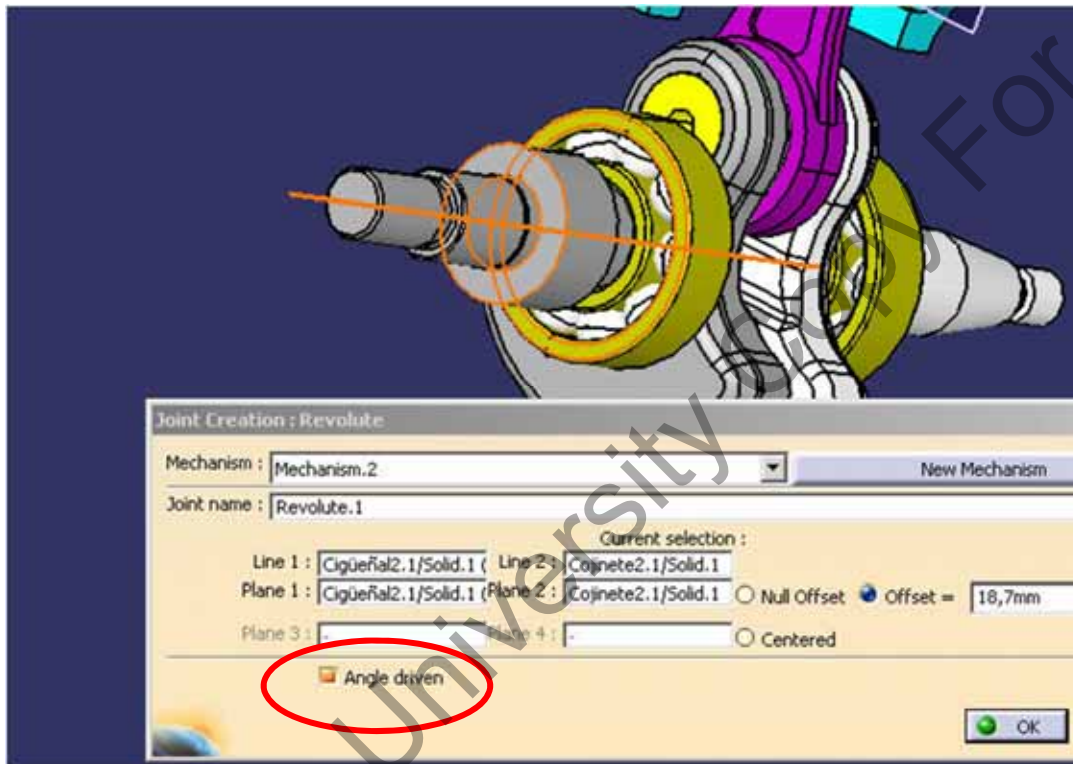
# Ejemplo cinema motor

## Definir Relaciones entre piezas (JOINTS)



# Ejemplo cinema motor

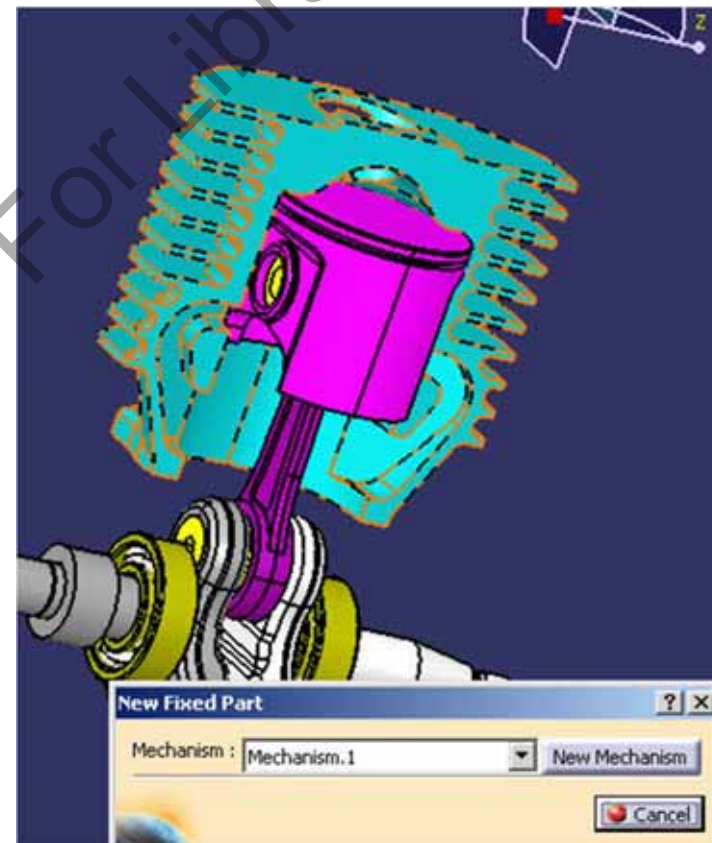
## Definir Motores (COMMANDS)



# Ejemplo cinema motor

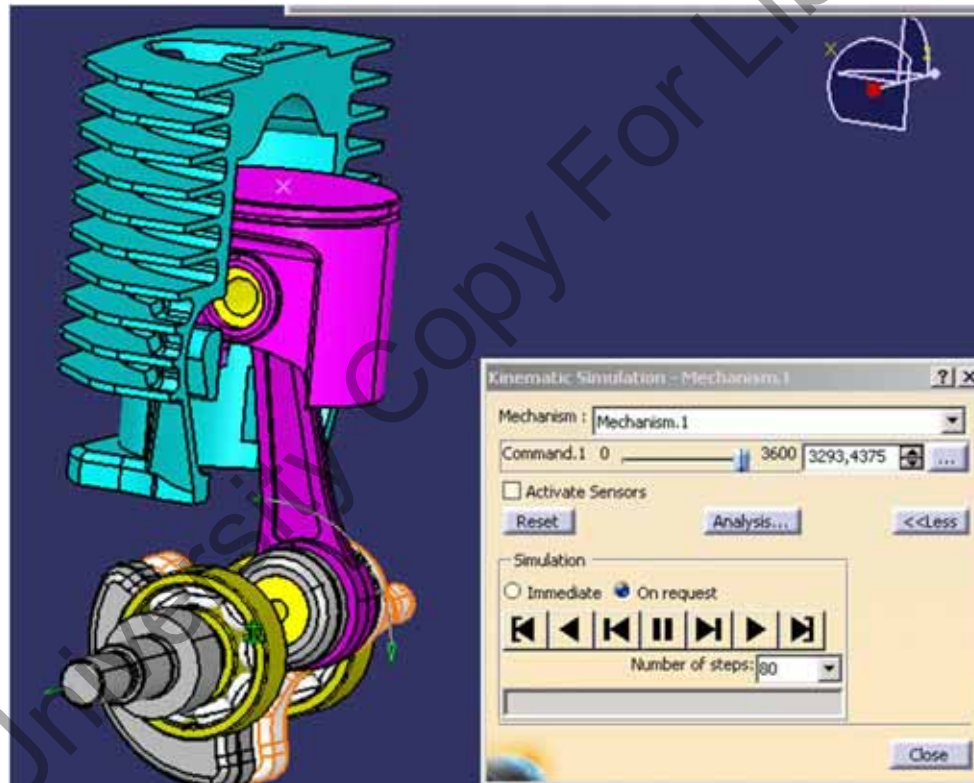
## Definir Parte Fija (FIX PART)

- Cualquiera de las PARTS puede ser la parte fija.
- Solo hay una FIX PART por mecanismo



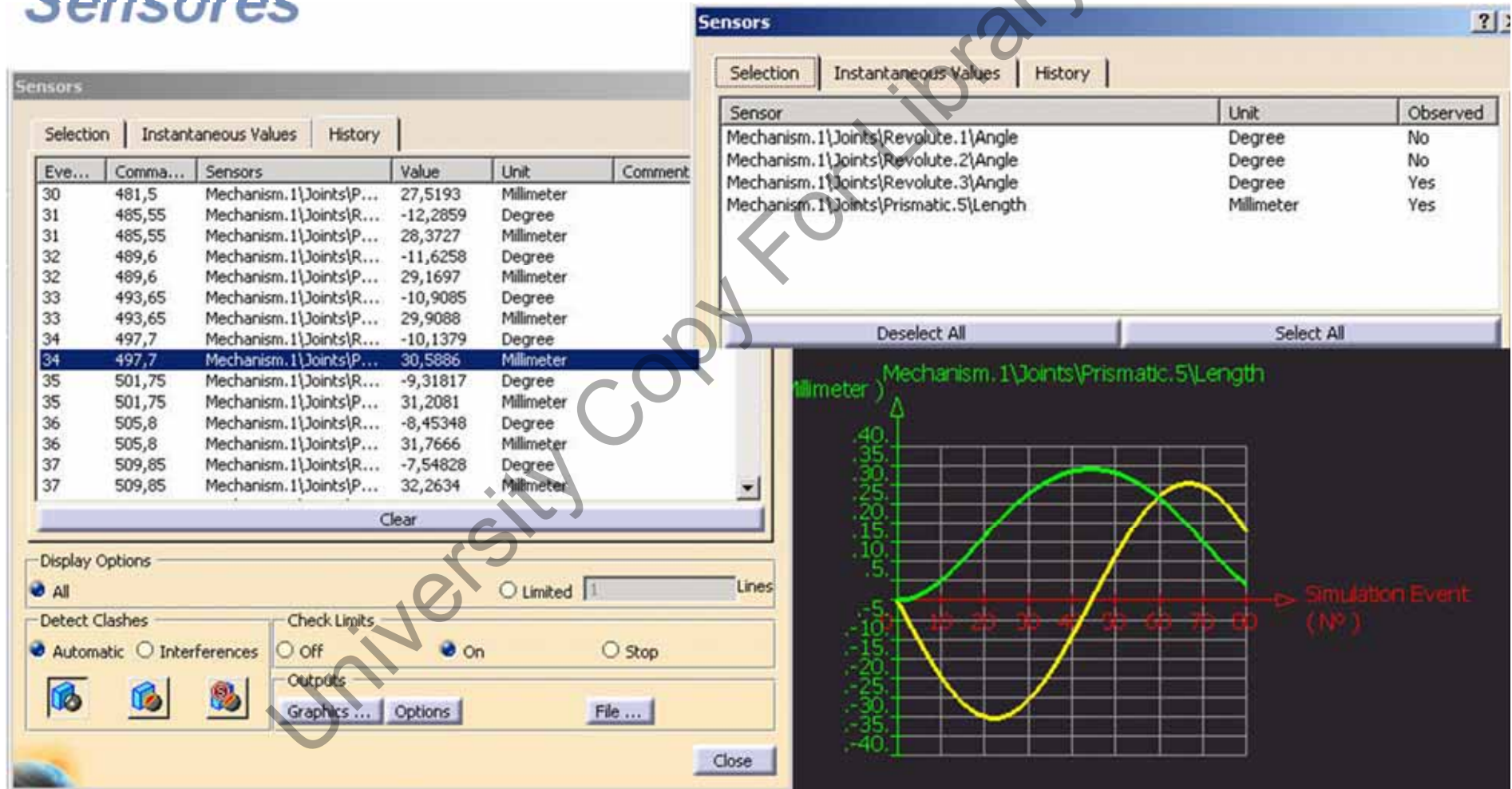
# Ejemplo cinema motor

## Simulando el mecanismo



# Ejemplo cinema motor

## Sensores



The screenshot displays a software interface for monitoring sensors. It features a main table of sensor data and a detailed view of a specific sensor's history.

Eve...	Comma...	Sensors	Value	Unit	Comment
30	481,5	Mechanism.1\Joints\P...	27,5193	Millimeter	
31	485,55	Mechanism.1\Joints\R...	-12,2859	Degree	
31	485,55	Mechanism.1\Joints\P...	28,3727	Millimeter	
32	489,6	Mechanism.1\Joints\R...	-11,6258	Degree	
32	489,6	Mechanism.1\Joints\P...	29,1697	Millimeter	
33	493,65	Mechanism.1\Joints\R...	-10,9085	Degree	
33	493,65	Mechanism.1\Joints\P...	29,9088	Millimeter	
34	497,7	Mechanism.1\Joints\R...	-10,1379	Degree	
34	497,7	Mechanism.1\Joints\P...	30,5886	Millimeter	
35	501,75	Mechanism.1\Joints\R...	-9,31817	Degree	
35	501,75	Mechanism.1\Joints\P...	31,2081	Millimeter	
36	505,8	Mechanism.1\Joints\R...	-8,45348	Degree	
36	505,8	Mechanism.1\Joints\P...	31,7666	Millimeter	
37	509,85	Mechanism.1\Joints\R...	-7,54828	Degree	
37	509,85	Mechanism.1\Joints\P...	32,2634	Millimeter	

Sensor	Unit	Observed
Mechanism.1\Joints\Revolute.1\Angle	Degree	No
Mechanism.1\Joints\Revolute.2\Angle	Degree	No
Mechanism.1\Joints\Revolute.3\Angle	Degree	Yes
Mechanism.1\Joints\Prismatic.5\Length	Millimeter	Yes

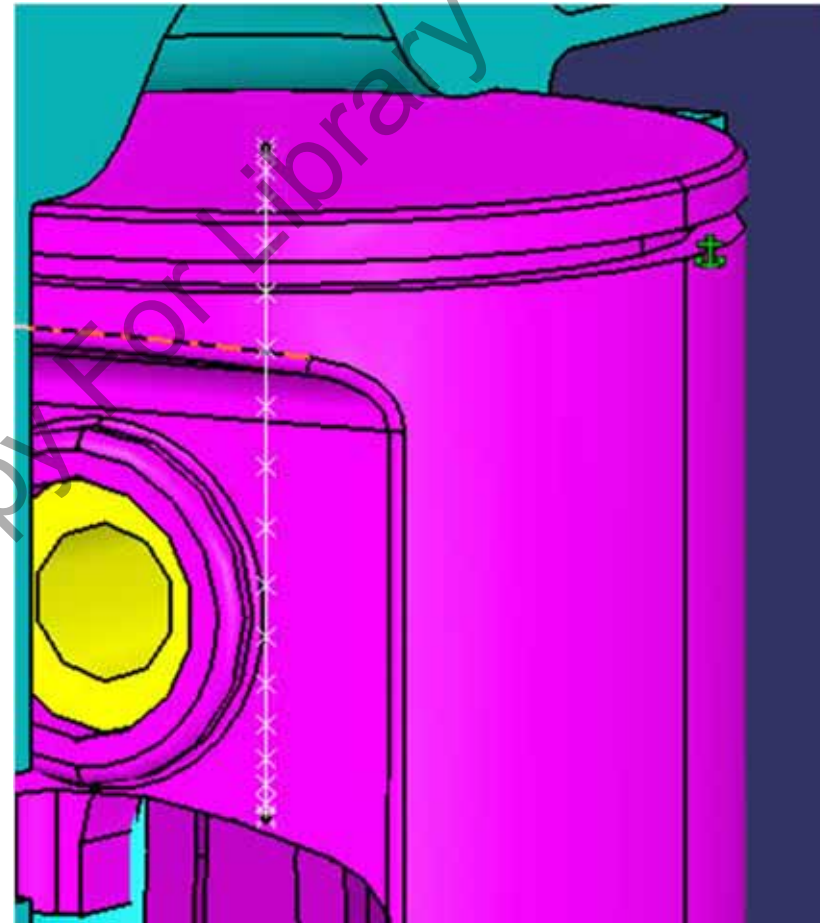
  

The graph shows the length of Mechanism.1\Joints\Prismatic.5 over simulation events. The Y-axis represents length in millimeters, ranging from -40 to 40. The X-axis represents simulation events in degrees, ranging from 0 to 80. Two curves are plotted: a green curve and a yellow curve, both showing sinusoidal oscillations.



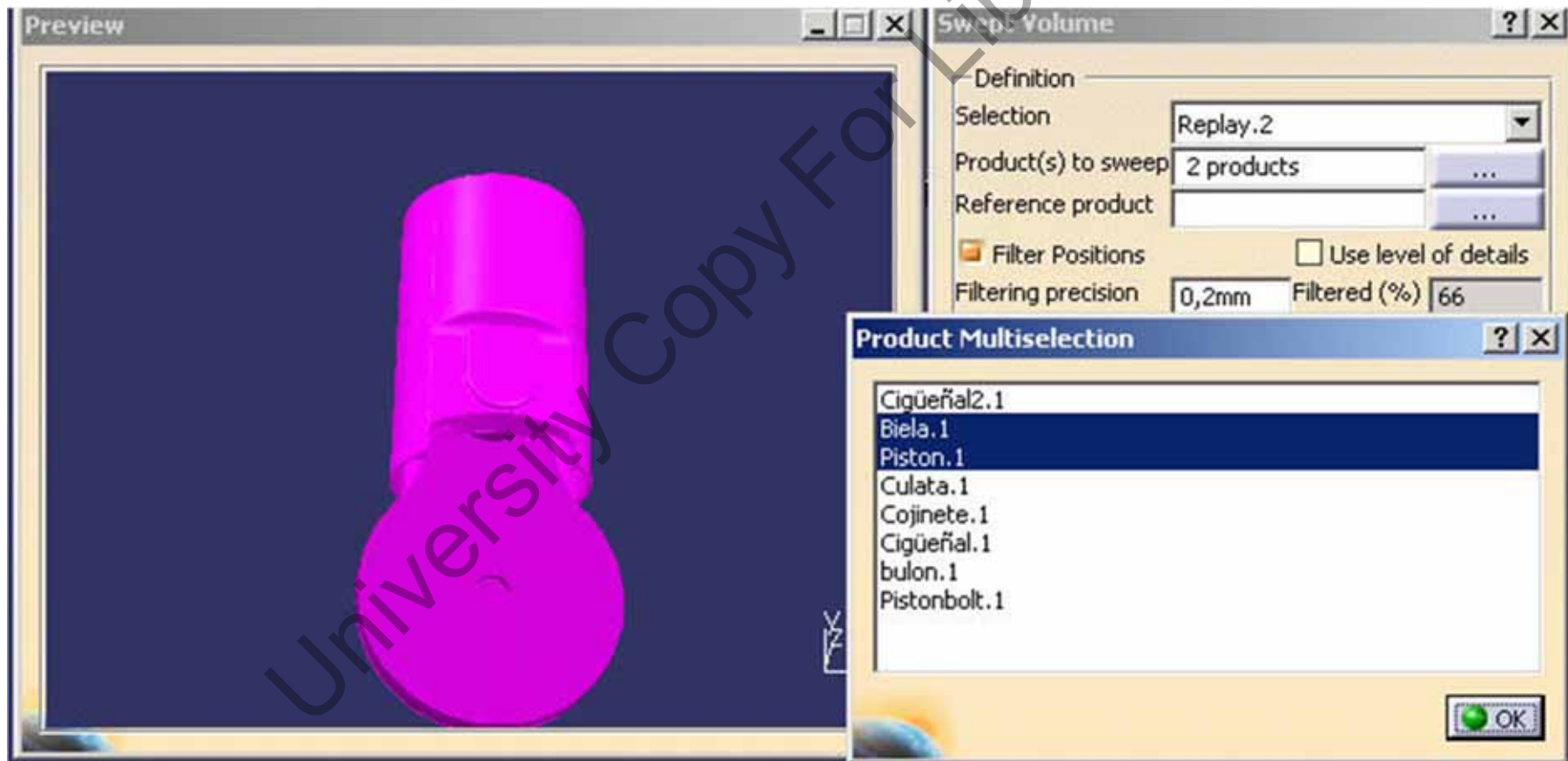
# Ejemplo cinema motor

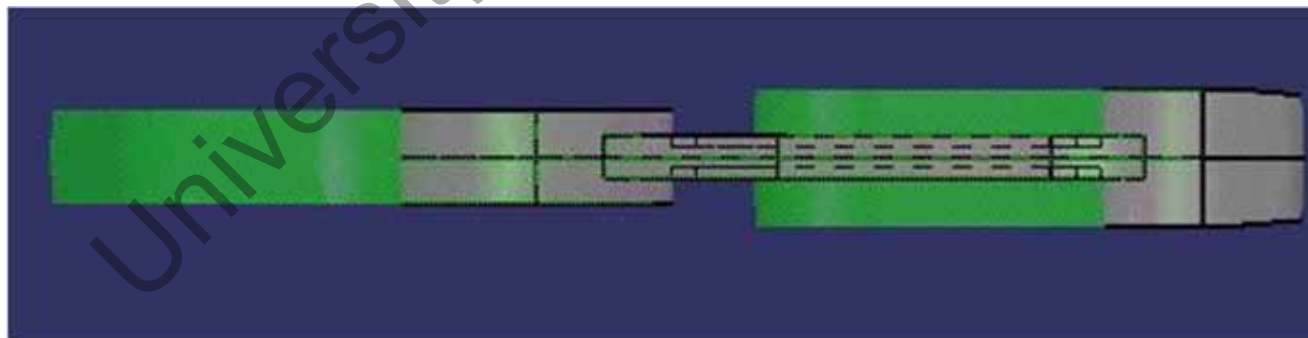
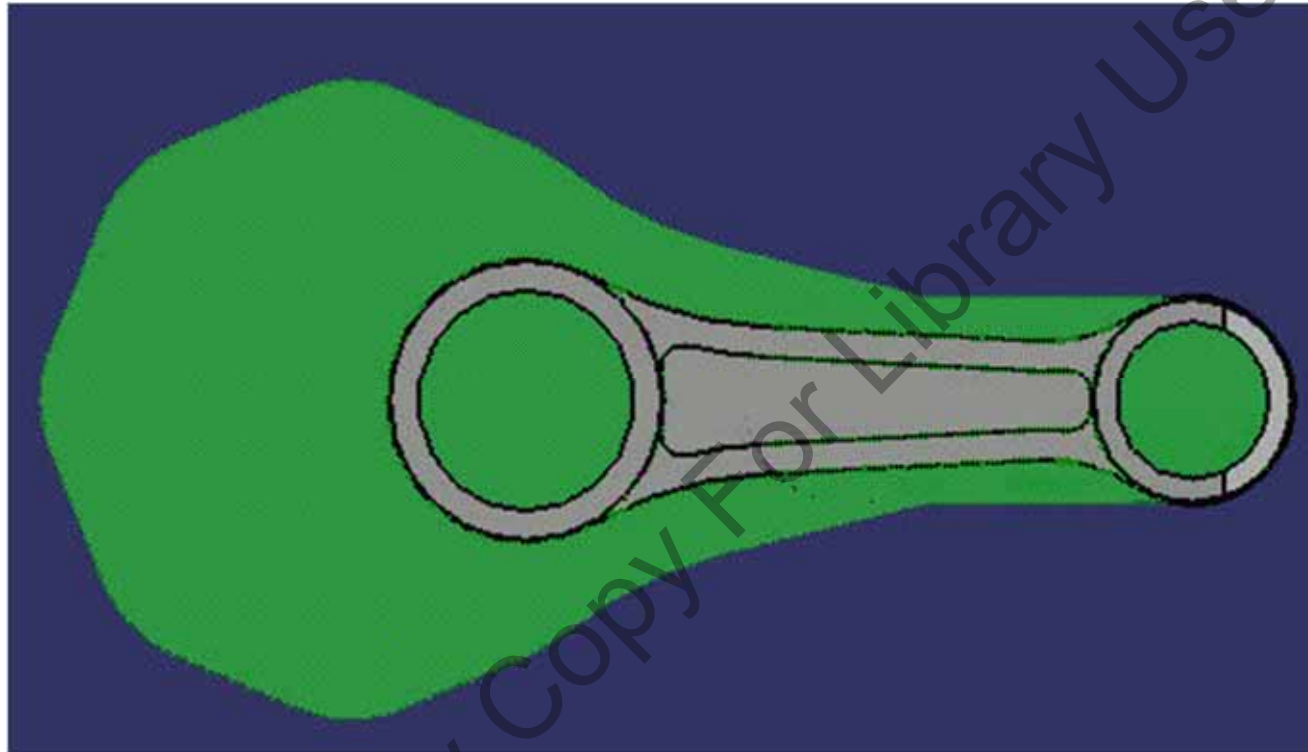
## Trazas



# Ejemplo cinema motor

## Volumen de Barrido (Sweep Volumen)





- Resumen.

- Introducción a módulo de cinemática de Catia.

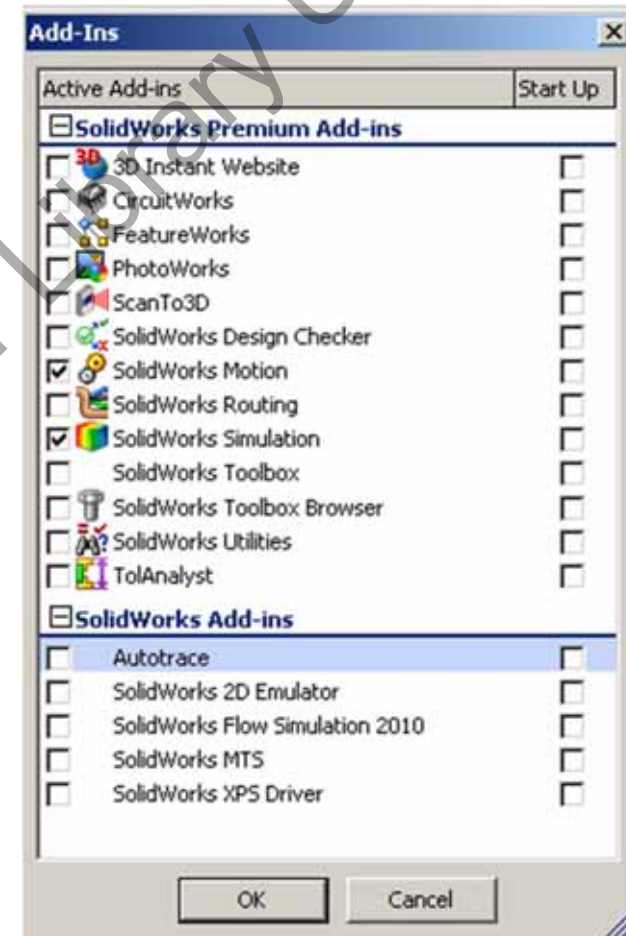
University Copy For Library Use

SOLIDWORKS

University Copy For Library Use

- Cargas dinámicas.

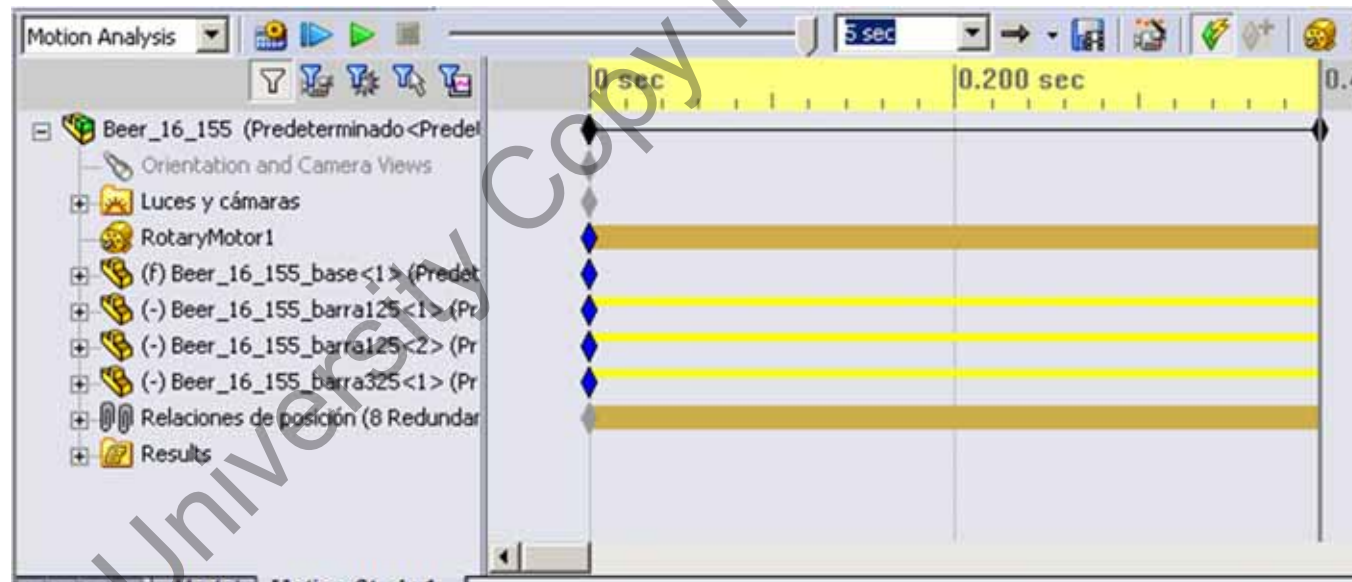
Uno de los problemas al dimensionar una pieza es conocer las cargas dinámicas. Para ello podemos usar el SW Motion un complemento que junto al SW Simulation nos servirá para hacer los cálculos. Es necesario tener activados los dos complementos.



- Cargas dinámicas.

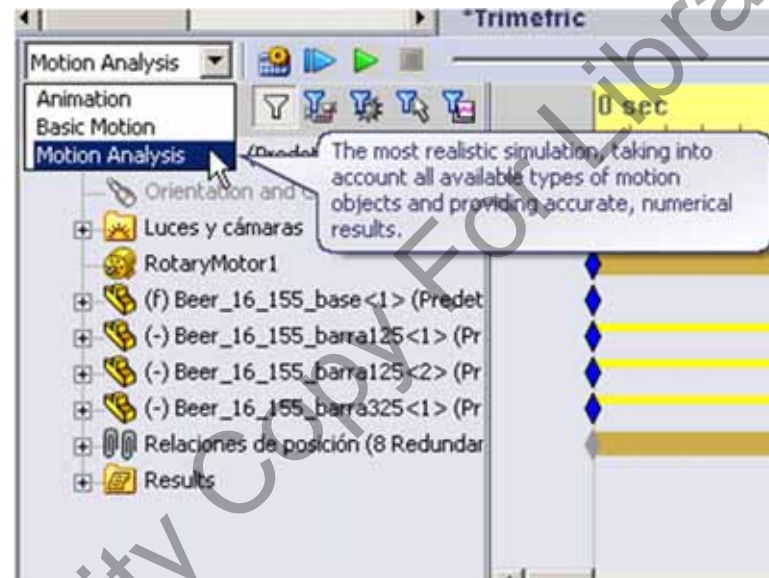
Uno de los problemas al dimensionar una pieza es conocer las cargas dinámicas. Para ello podemos usar CosmosMotion. En un ensamblaje en movimiento nos puede dar la magnitud de las fuerzas dinámicas como en el ejemplo de Beer 16\_155.

Clicamos sobre la pestaña de Motion Study 1



- Cargas dinámicas.

Nos fijamos que ahora podemos realizar el Motion Analysis. Con el que podremos graficar distintas variables.

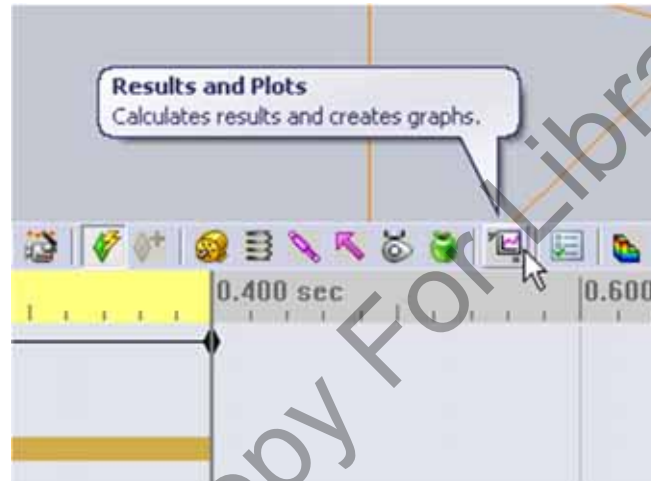


Apretamos Calculate y podemos ver el movimiento del ensamblaje.



- Cargas dinámicas.

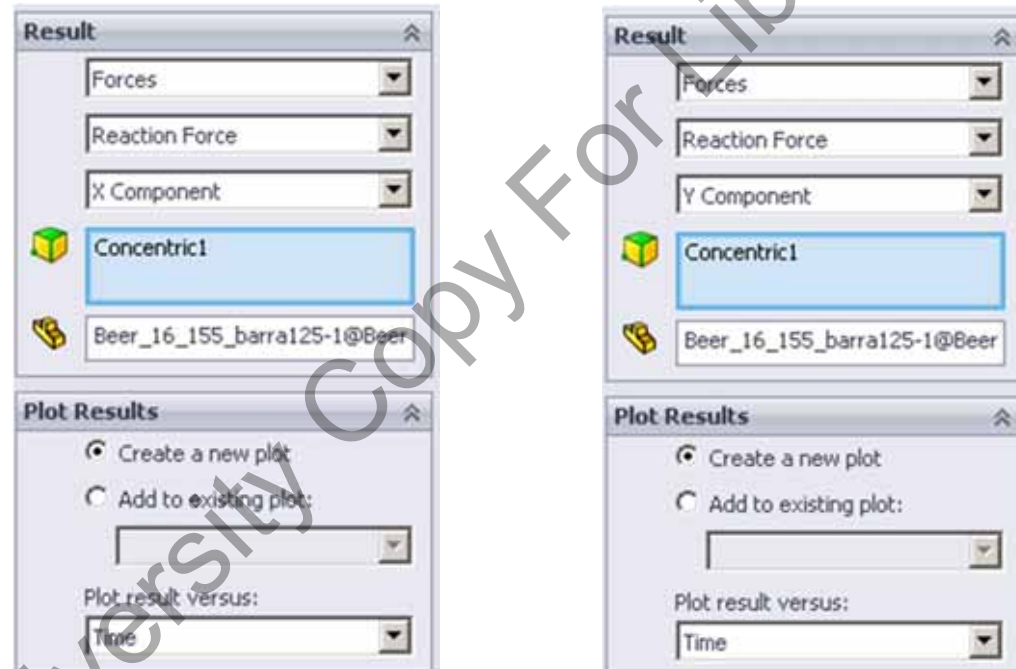
Una vez realizado el cálculo podemos graficar distintos resultados.



Vamos a realizar distintos graficos que nos den las magnitudes de las fuerzas..

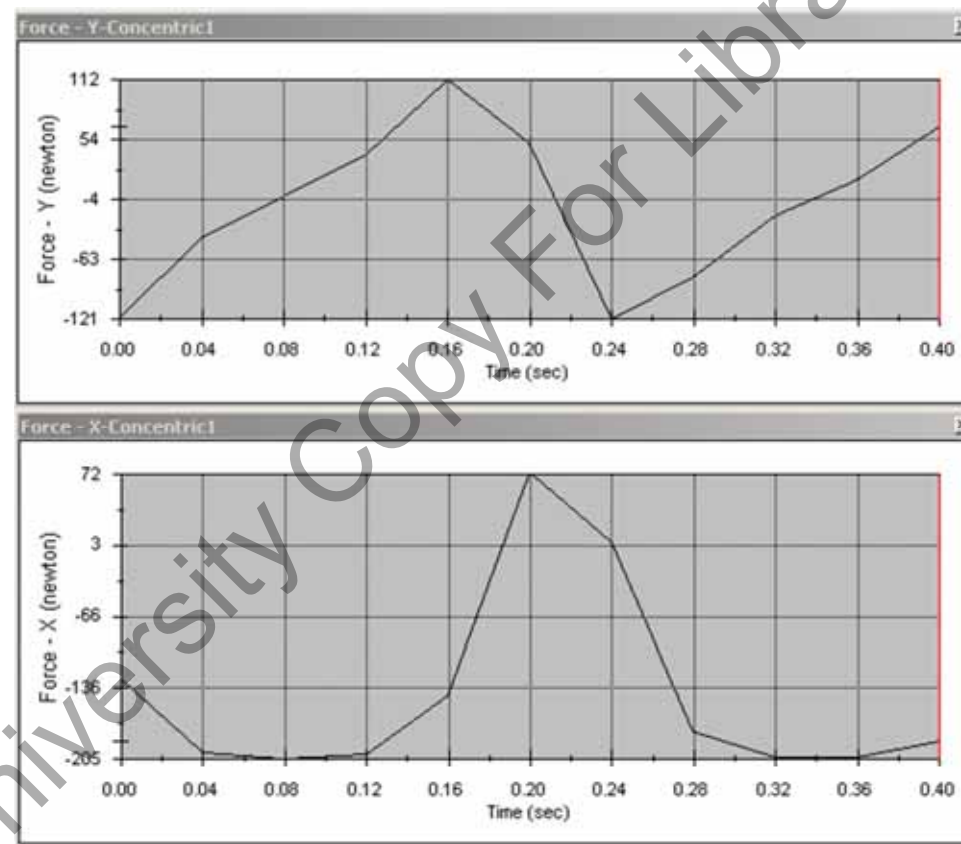
- Grafico de fuerzas dinámicas.

Vamos a crear dos graficos, los dos nos van a enseñar la evolución de la fuerza de reacción en X y en Y.



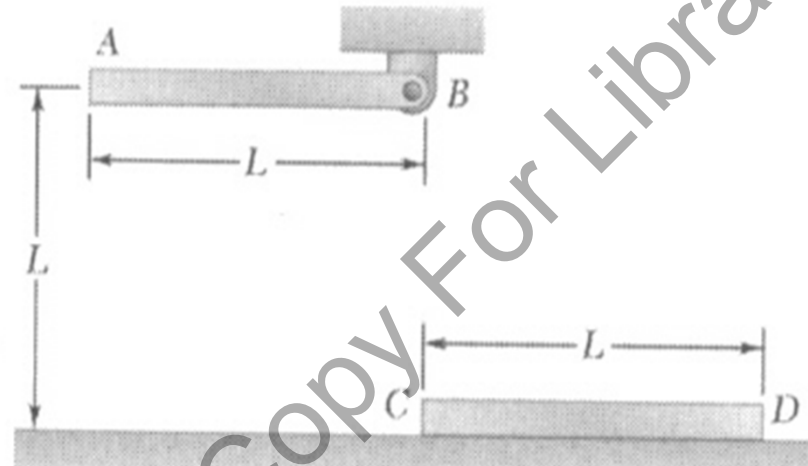
- Grafico de fuerzas dinámicas.

Si apretamos el botón de animar, podemos ver en qué momento se dan las fuerzas del grafico.



- Ejercicio impacto Beer 17\_111.

Una barra AB se libera e impacta en CD. Dar la velocidad de CD después del impacto si (a)  $e=1$ , (b)  $e=0.4$ , (c)  $e=0$ . ( $L=100$  mm)



Por energías de la barra que cae:

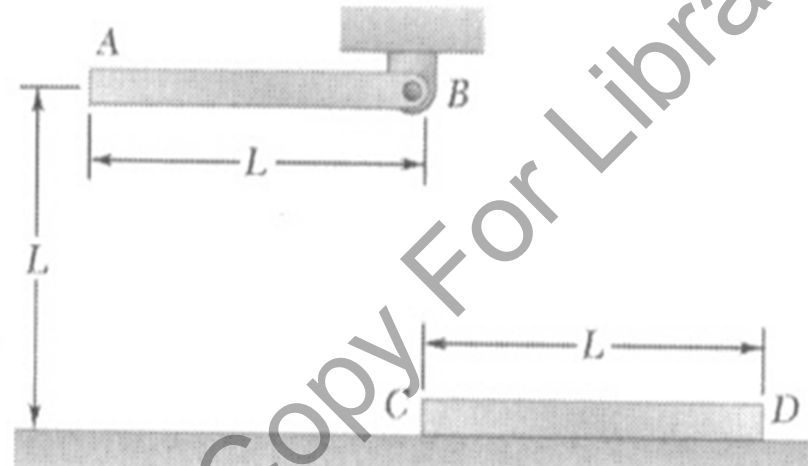
$$mgL/2 = 0.5m(\omega_2 L/2)^2 + 0.5 * m * L^2/12 * \omega_2^2 = m * L^2 * \omega_2^2/6$$

$$\Rightarrow \omega_2 = \sqrt{3g/L}$$

$$\Rightarrow v_{A2} = \omega_2 * L = \sqrt{3gL}$$

- Ejercicio impacto Beer 17\_111.

Una barra AB se libera e impacta en CD. Dar la velocidad de CD después del impacto si (a)  $e=1$ , (b)  $e=0.4$ , (c)  $e=0$ . ( $L=100$  mm)



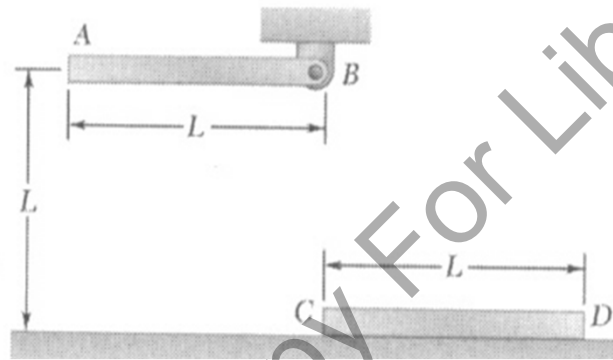
Estudiamos el impacto entre A y C:

$$v_{c3} + v_{a3} = e(v_{c2} + v_{a2})$$

$$\Rightarrow v_{c3} = e(0 + \sqrt{3gL}) + \omega_3 L$$

- Ejercicio impacto Beer 17\_111.

Una barra AB se libera e impacta en CD. Dar la velocidad de CD después del impacto si (a)  $e=1$ , (b)  $e=0.4$ , (c)  $e=0$ . ( $L=100$  mm)



Estudiamos momentos respecto a B de impulsos en momento de impacto:

$$mv_{G_{ab2}}L/2 + mL^2/12 \cdot \omega_2 = mv_{G_{ab3}}L/2 + mL^2/12 \cdot \omega_3 + mv_{c3}L$$

$$\Rightarrow m\omega_2 L^2/3 = m\omega_3 L^2/3 + mv_{c3}L$$

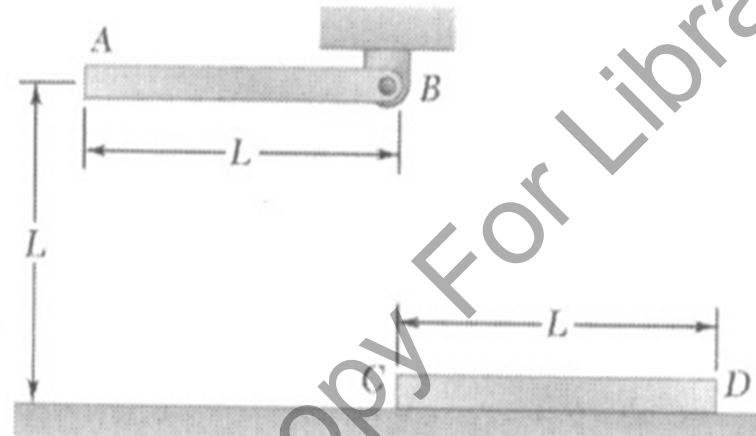
$$\Rightarrow m\sqrt{(3g/L)} \cdot L^2/3 - m \cdot e(0 + \sqrt{(3g/L)})L^2 = m\omega_3 L^2/3 + m\omega_3 L^2$$

$$\Rightarrow \omega_3 = (1-3e)/4 \cdot \sqrt{(3g/L)}$$

$$\Rightarrow v_{c3} = (1+e)/4 \cdot \sqrt{(3gL)}$$

- Ejercicio impacto Beer 17\_111.

Una barra AB se libera e impacta en CD. Dar la velocidad de CD después del impacto si (a)  $e=1$ , (b)  $e=0.4$ , (c)  $e=0$ . ( $L=100$  mm)



Las soluciones analíticas son las siguientes.

(a)  $v_{C(e=1)} = 0.866\sqrt{gL} = 857.7 \text{ mm/s}$

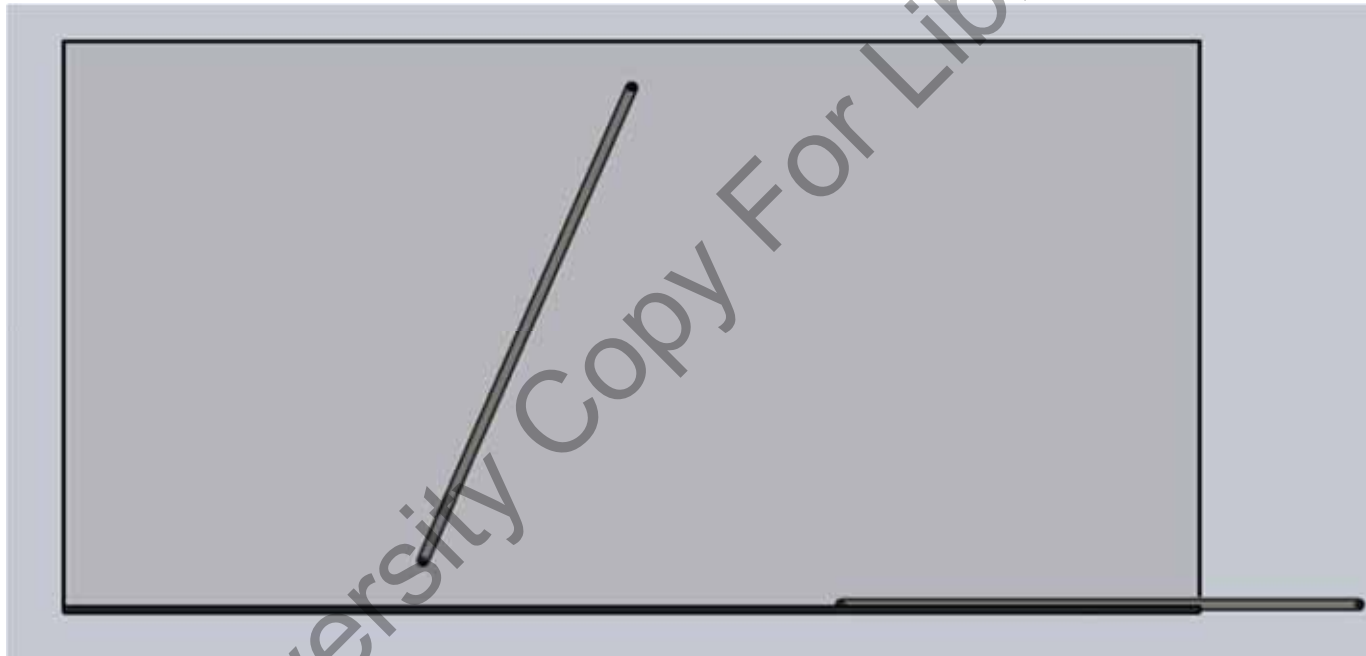
(b)  $v_{C(e=0.4)} = 0.606\sqrt{gL} = 600.2 \text{ mm/s}$

(c)  $v_{C(e=0)} = 0.433\sqrt{gL} = 428.86 \text{ mm/s}$

Vamos a comprobar el resultado en SW.

- Ejercicio impacto Beer 17\_111.

Una barra AB se libera e impacta en CD. Dar la velocidad de CD después del impacto si (a)  $e=1$ , (b)  $e=0.4$ , (c)  $e=0$ .

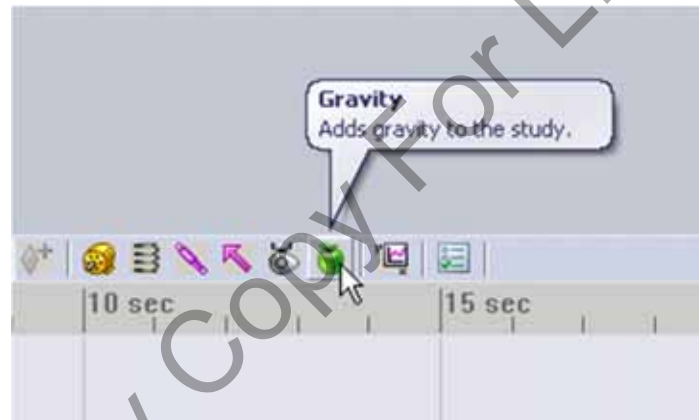




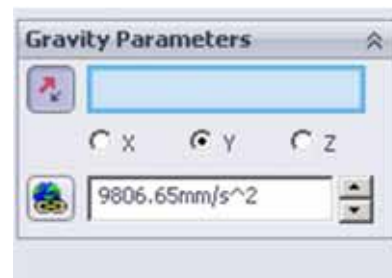
- Ejercicio impacto Beer 17\_111.

Ahora si abrimos el Motion Study 1 lo que tenemos que hacer es crear le movimiento de la barra y el contacto.

El movimiento viene dado por la gravedad por lo primero que haremos será crearla.

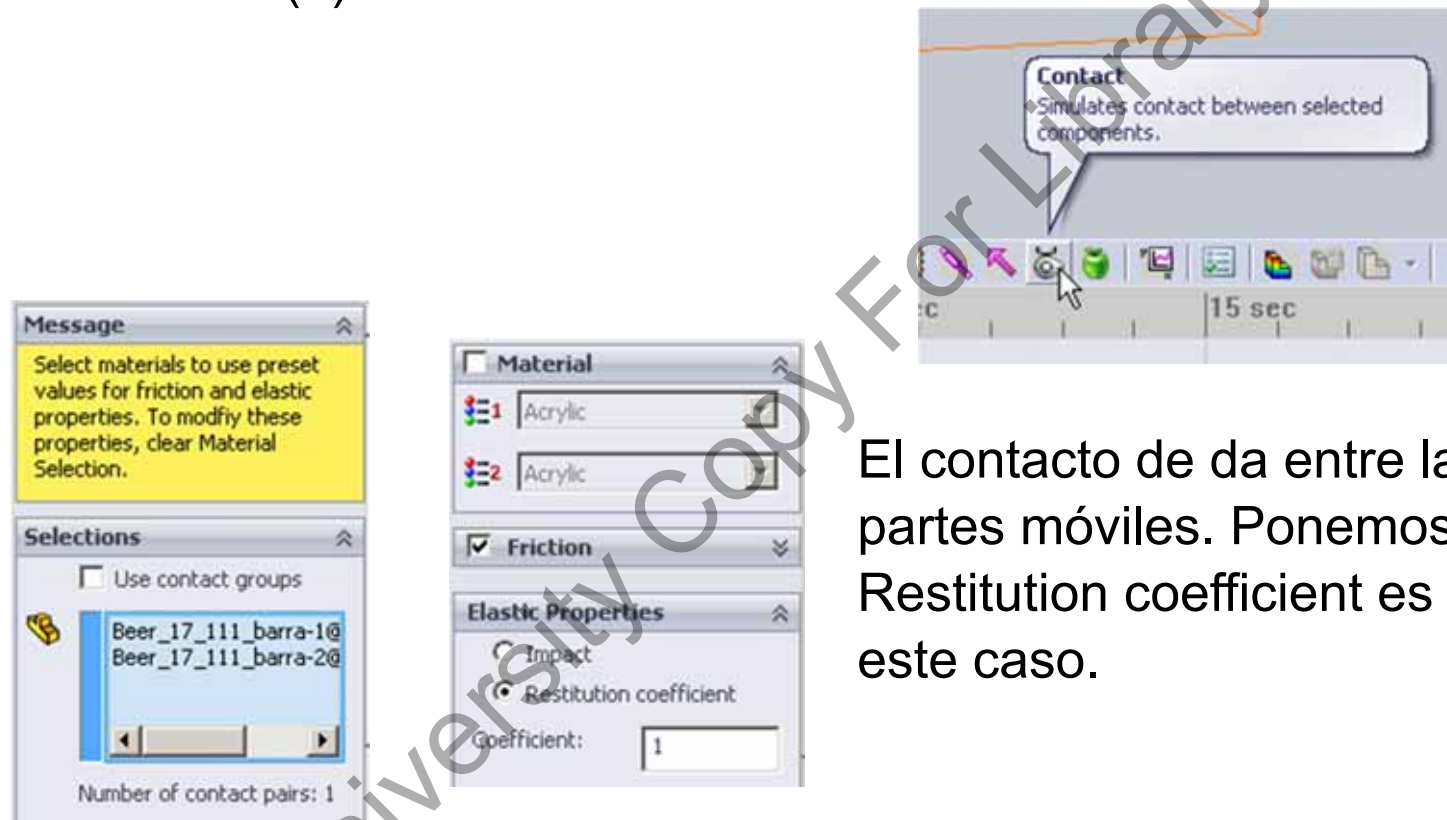


En este estudio la fuerza de la gravedad esta aplicada en la dirección del eje Y.



- Ejercicio impacto Beer 17\_111.

En el contacto podemos elegir el coeficiente de reconstitución (e).



El contacto se da entre las dos partes móviles. Ponemos que el Restitution coefficient es de 1 en este caso.

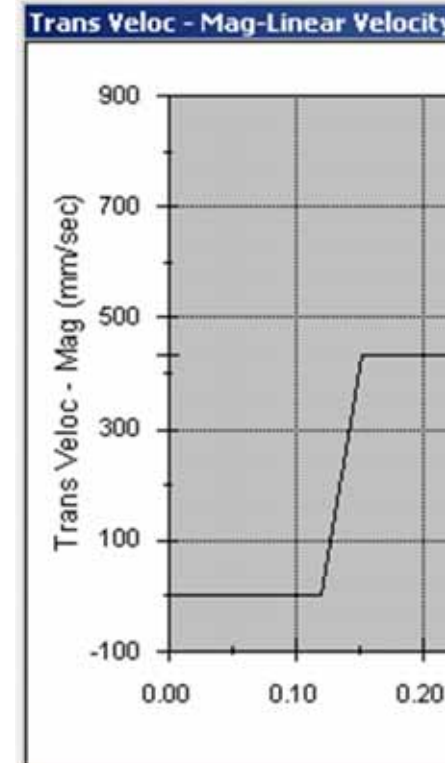
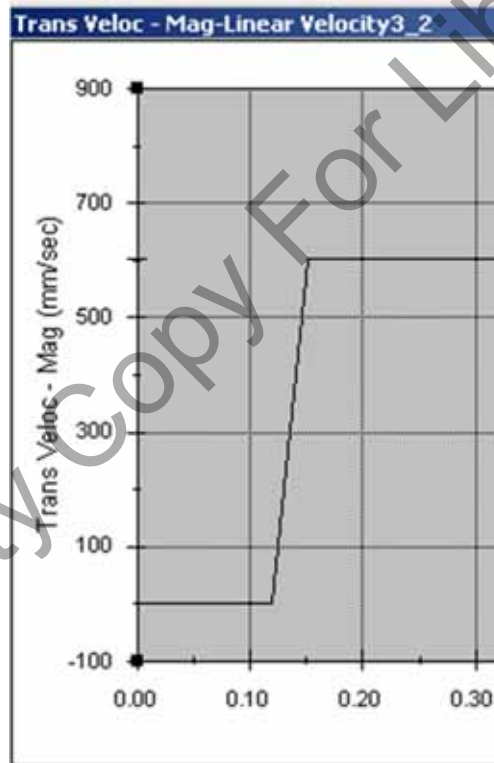
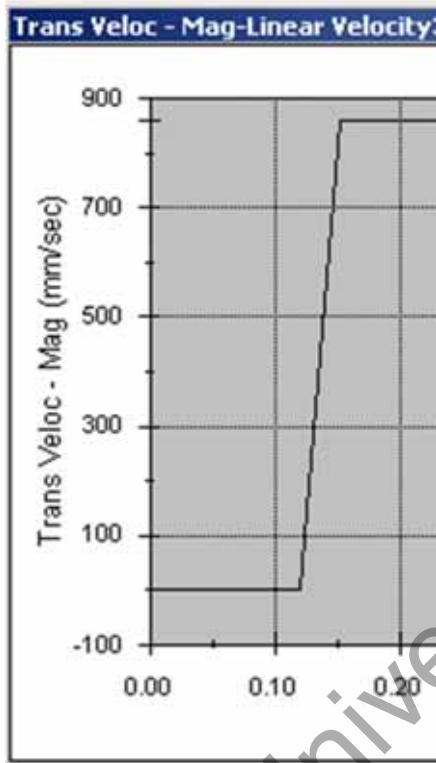
• Ejercicio impacto Beer 17\_111.

Ahora ya podemos calcular el movimiento. Una vez calculado podemos graficar la velocidad de la barra para ver el resultado.

$V_{C(e=1)} = 857.7 \text{ mm/s}$ ,

$V_{C(e=0.4)} = 600.2 \text{ mm/s}$ ,

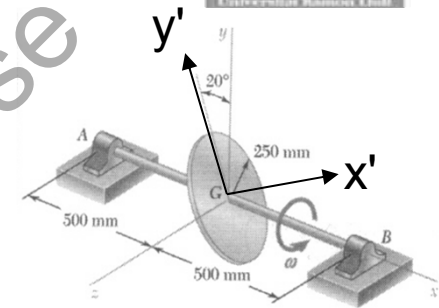
$V_{C(e=0)} = 428.86 \text{ mm/s}$



Los resultados de la simulación concuerdan con lo analíticos si (a)  $e=1$ , (b)  $e=0.4$ , (c)  $e=0$ .

• Ejercicio equilibrado Beer 18\_063.

Un disco de 4 [kg] está montado con un ángulo de 20° y gira a 10[rad/s]. Dar reacciones en apoyos.



Las inercias respecto ejes xyz' son:  $I_y = I_z = mr^2/4$ ,  $I_x = mr^2/2$

La velocidad angular es:  $\omega = (\omega \cos\theta, -\omega \sin\theta, 0)$  [rad/s]

Se calcula  $H_{Gxyz'} = (I_x \omega_{x'}, I_y \omega_{y'}, I_z \omega_{z'}) = (0.5mr^2 \omega \cos\theta, -0.25mr^2 \omega \sin\theta, 0)$  [kg·m<sup>2</sup>/s]

Se calcula  $H'_{Gxyz'} = 0 + (\omega \cos\theta, -\omega \sin\theta, 0) \times (0.5mr^2 \omega \cos\theta, -0.25mr^2 \omega \sin\theta, 0) = (0, 0, 0.25mr^2 \omega^2 \sin\theta \cos\theta)$  [N·m]

Como el centro de gravedad está en el eje  $v_g = 0$ ,  $a_g = 0$

$$\Sigma F = ma \Rightarrow (A_x, A_y, A_z) + (B_x, B_y, B_z) = 0,$$

$$\Sigma M_g = H'_G$$

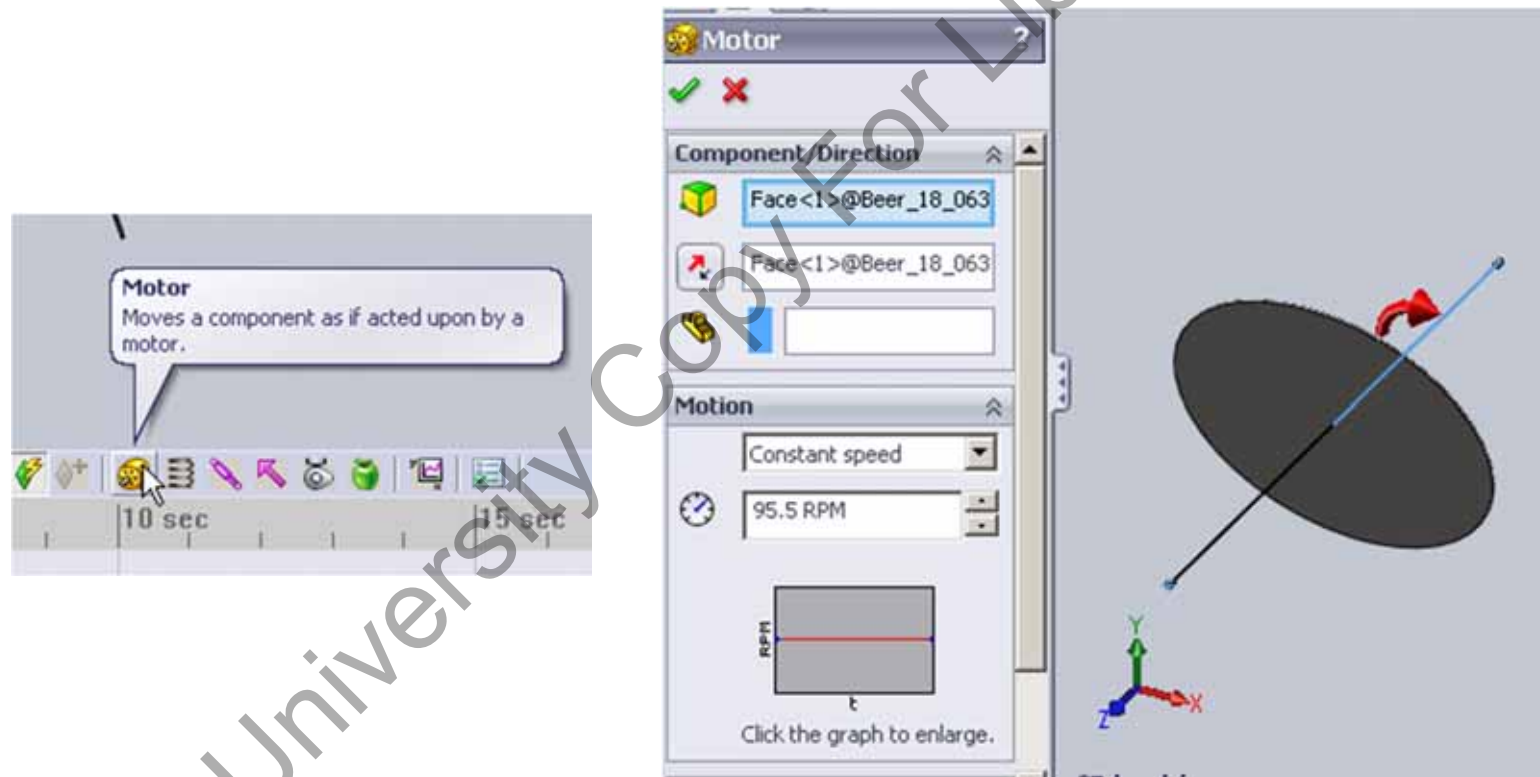
$$\Rightarrow (-a, 0, 0) \times (A_x, A_y, A_z) + (a, 0, 0) \times (-A_x, -A_y, -A_z) = (0, 2aA_z, -2aA_y) = (0, 0, 0.25mr^2 \omega^2 \sin\theta \cos\theta)$$

$$\Rightarrow A = (0, 1.9, 0), B = (0, 1.9, 0) \text{ [N] que rotan con el disco y por lo tanto oscilan en A y B.}$$

- Ejercicio equilibrado Beer 18\_063.

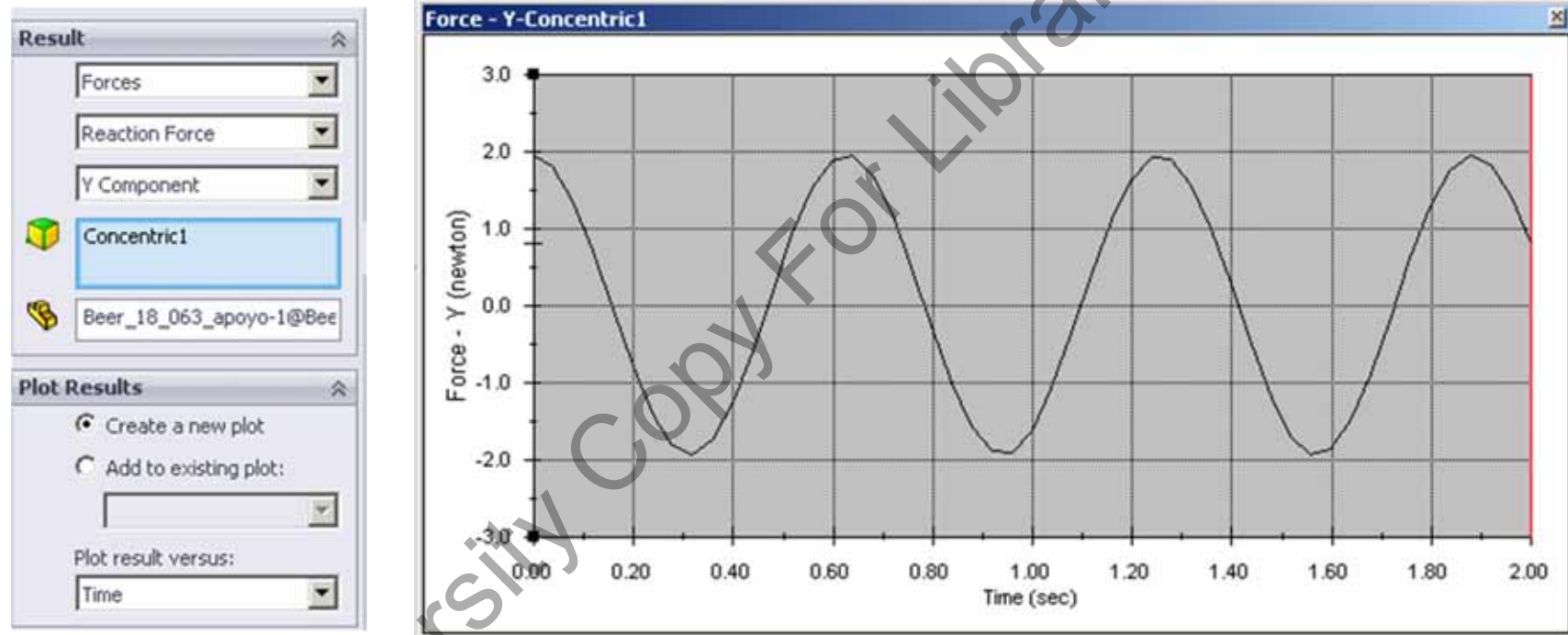
Abrimos el archivo Beer\_18\_063.SLDASM y empezamos el Motion Study 1.

Lo primero que debemos hacer es poner un motor que gire a 10 rad/s (95.5 rpm).



- Ejercicio equilibrado Beer 18\_063.

Calculamos y graficamos las fuerzas de reacción en el eje Y en el apoyo A y B.



Los resultados calculados analíticamente y los simulados concuerdan.

- Resumen.

- Optimización geometría.
- Uso SW Motion para calcular velocidades, energía y fuerzas de reacción.

University Copy For Library Use

PROYECTO

University Copy For Library Use



- Proyecto.

Continuar con el proyecto.

University Copy For Library Use

S14t.- Dilataciones térmicas con Catia y SW.

Mejora 1415....

- Repaso última sesión.
- Cinemática y cinética con SolidWorks.

University Copy For Library Use

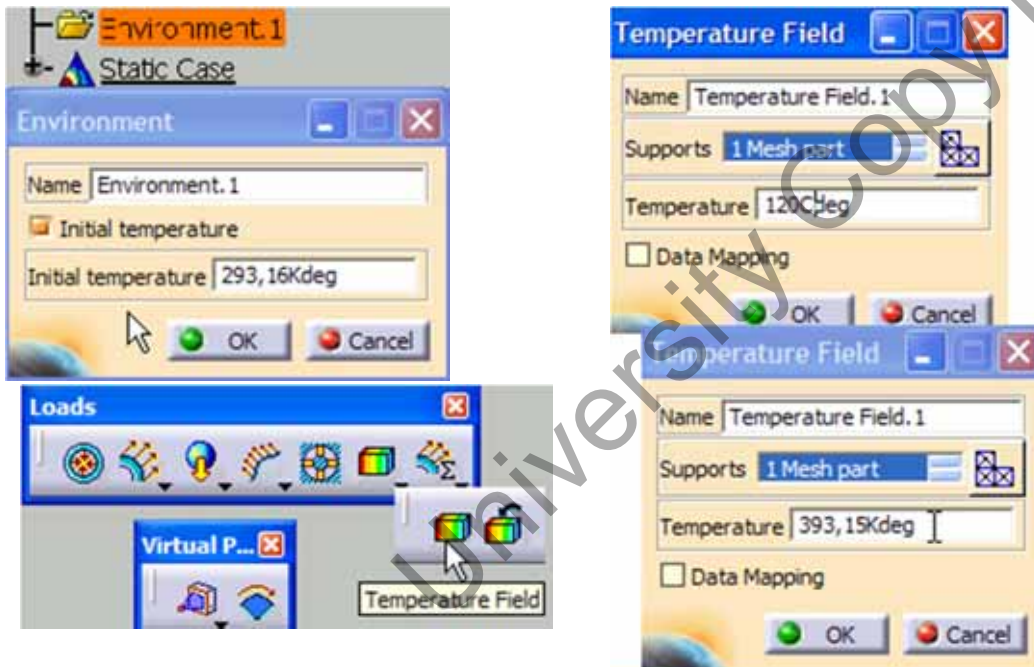
- Calcular expansión térmica.

Al introducir el tema de deformaciones térmicas éstas se suman a las mecánicas. Lo primero a definir son las propiedades térmicas del material. Si usamos un prisma sólido y le aplicamos las propiedades de acero vemos el coeficiente de expansión térmico definido. El resto de propiedades las definimos dentro de la solución estática.



- Aplicar temperatura.

Una vez que tenemos definidas las propiedades del material podemos pasar a definir las condiciones de temperatura inicial desde "Environment". Por defecto la temperatura ambiente es de 20 °C (293,16 K). Para hacer un caso sencillo aplicaremos una expansión libre y luego evitaremos que expanda en su longitud.

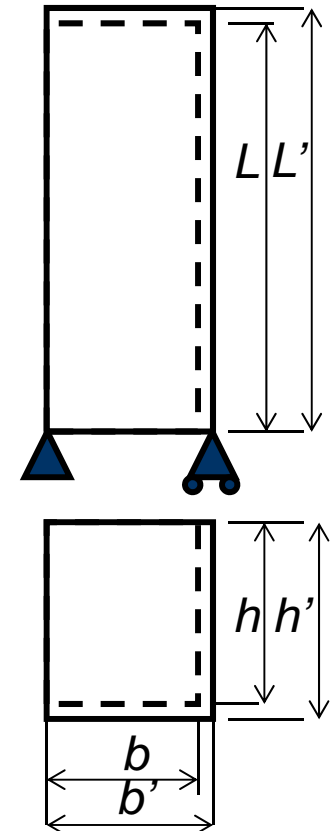


Libre

$$L' - L = L\alpha\Delta T$$

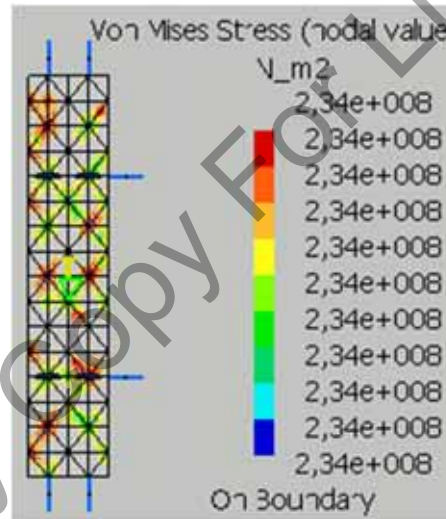
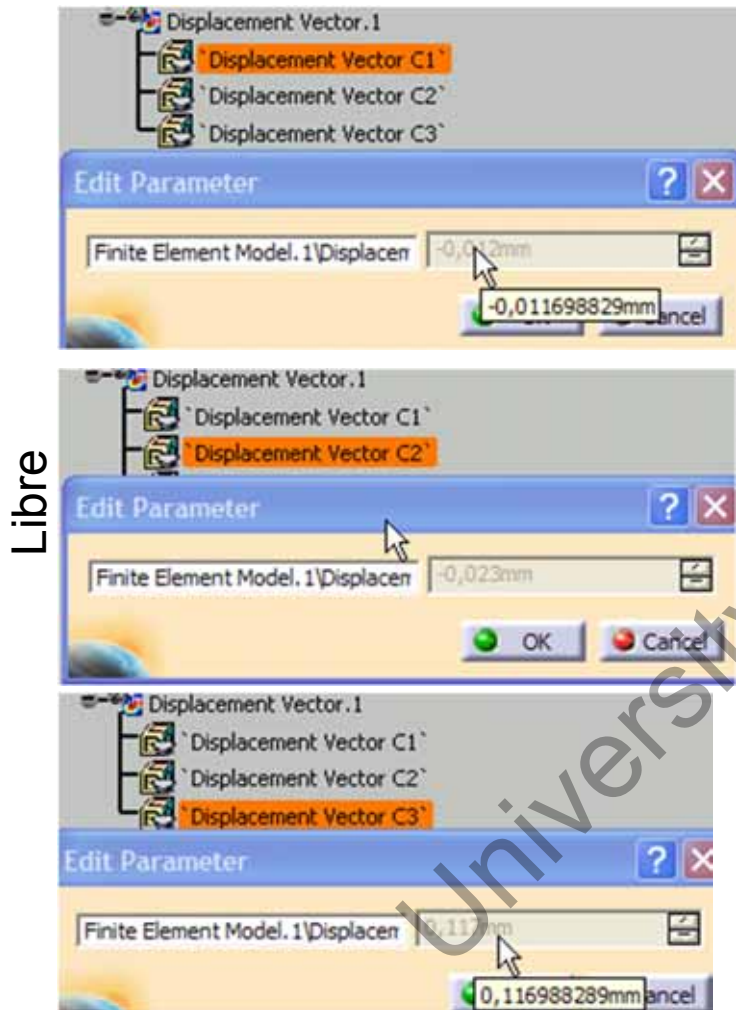
Restringido

$$\sigma_z = E\alpha\Delta T$$

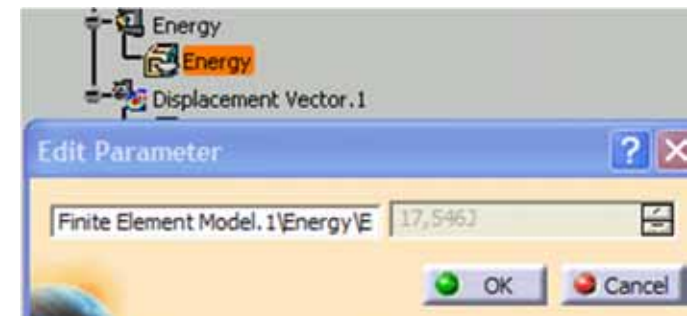


• Comprobación dilatación libre y restringida.

Comprobamos que el cálculo coincide con la teoría.

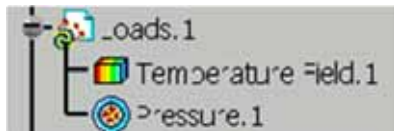
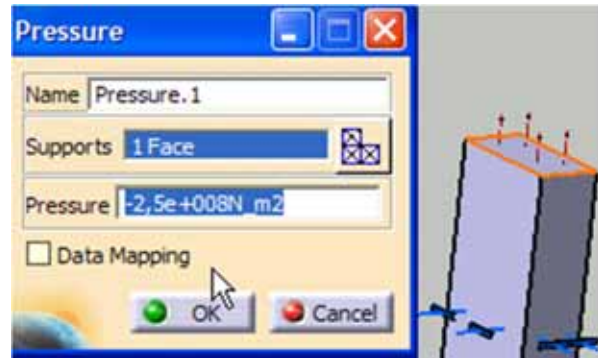


Dilatación acero		
$T_1$	K	293,16
$b$	mm	20
$t$	mm	10
$L$	mm	100
$E$	N/mm <sup>2</sup>	200000
$\delta$	kg/m <sup>3</sup>	7860
$\Delta T$	K	100
$\beta$	kJ/(kg K)	1,11
$\alpha$	K <sup>-1</sup>	1,17E-05
$\sigma_z = E \alpha \Delta T$	N/mm <sup>2</sup>	234 ✓
$L' - L = \alpha \Delta T L$	mm	1,17E-01 ✓
$t' - t = \alpha \Delta T t$	mm	1,17E-02 ✓
$b' - b = \alpha \Delta T b$	mm	2,34E-02 ✓
$En = m \beta T$	Nmm	17449,2 ?



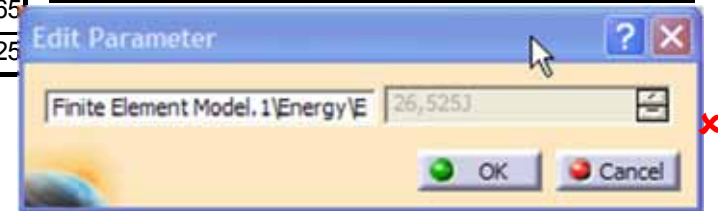
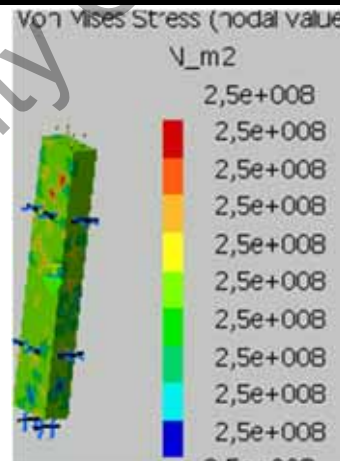
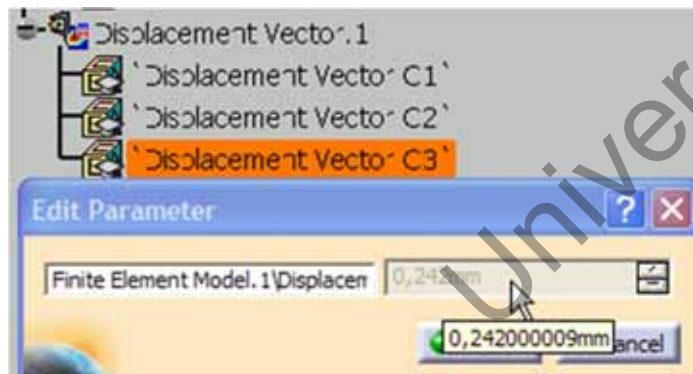
• Cálculo compuesto de carga a temperatura.

Si a la carga de temperatura le añadimos una carga estática el resultado de deformaciones y energías ha de ser la suma de los dos casos.



TRACCION		
b	mm	20
t	mm	10
L	mm	100
E	N/mm <sup>2</sup>	200000
v		0,26
Fz	N	50000
$\sigma_z = F_z/bt$	N/mm <sup>2</sup>	250
$L^*L = LF_z/btE$	mm	0,125
$b^*b = -v_b F_z/btE$	mm	-0,0065
$En = LF_z^2/btE^2$	Nmm	3125

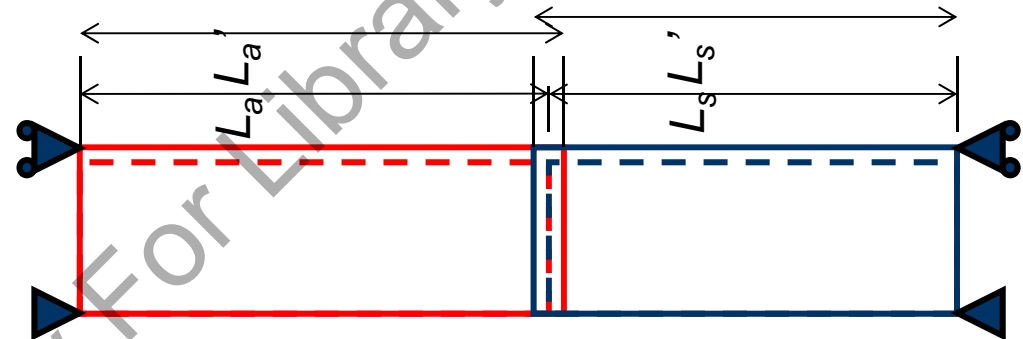
Dilatación acero		
$T_i$	K	293,16
b	mm	20
t	mm	10
L	mm	100
E	N/mm <sup>2</sup>	200000
$\delta$	kg/m <sup>3</sup>	7860
$\Delta T$	K	100
$\beta$	kJ/(kg K)	1,11
$\alpha$	K <sup>-1</sup>	1,17E-05
$\sigma_z = E \alpha \Delta T$	N/mm <sup>2</sup>	234
$L^*L = \alpha \Delta TL$	mm	1,17E-01
$t^*t = \alpha \Delta Tt$	mm	1,17E-02
$b^*b = \alpha \Delta Tb$	mm	2,34E-02
$En = m \beta T$	Nmm	17449,2



La energía la calcula mal ya que está multiplicando la fuerza por la deformación total y la deformación térmica ya considerada.

• Cálculo de ensamblajes.

Como ejemplo práctico vamos a ver un ensamblaje de dos materiales. Si no ponemos una restricción entre caras dentro del cálculo los materiales se ignorarán penetrando uno en el otro libremente.



aluminio

Material	Isotropic Material
Young Modulus	7e+010N_m2
Poisson Ratio	0,346
Density	2710kg_m3
Thermal Expansion	2,36e-005_Kdeg
Yield Strength	9,5e+007N_m2

acero

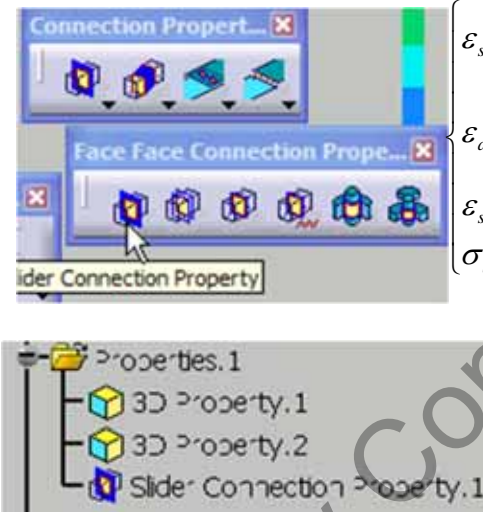
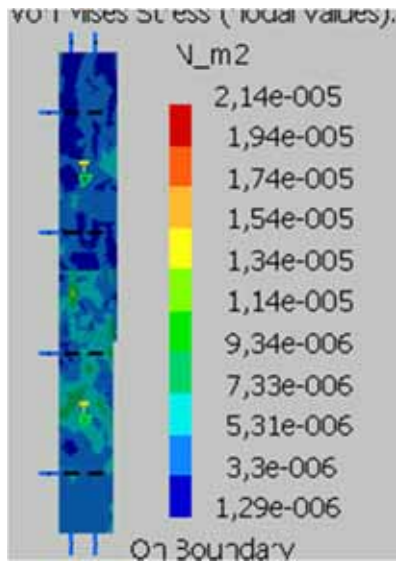
Material	Isotropic Material
Young Modulus	2e+011N_m2
Poisson Ratio	0,266
Density	7860kg_m3
Thermal Expansion	1,17e-005_Kdeg
Yield Strength	2,5e+008N_m2

Dilatación acero			Dilatación aluminio		
$T_i$	K	293,16	$T_i$	K	293,16
$b$	mm	20	$b$	mm	20
$t$	mm	10	$t$	mm	10
$L$	mm	100	$L$	mm	100
$E$	N/mm <sup>2</sup>	200000	$E$	N/mm <sup>2</sup>	70000
$\delta$	kg/m <sup>3</sup>	7860	$\delta$	kg/m <sup>3</sup>	2710
$\Delta T$	K	100	$\Delta T$	K	100
$\beta$	kJ/(kg K)	1,11	$\beta$	kJ/(kg K)	1,11
$\alpha$	K <sup>-1</sup>	1,17E-05	$\alpha$	K <sup>-1</sup>	2,36E-05
$\sigma_z = E \alpha \Delta T$	N/mm <sup>2</sup>	234	$\sigma_z = E \alpha \Delta T$	N/mm <sup>2</sup>	165,2
$L' - L = \alpha \Delta T L$	mm	1,17E-01	$L' - L = \alpha \Delta T L$	mm	2,36E-01
$t' - t = \alpha \Delta T t$	mm	1,17E-02	$t' - t = \alpha \Delta T t$	mm	2,36E-02
$b' - b = \alpha \Delta T b$	mm	2,34E-02	$b' - b = \alpha \Delta T b$	mm	4,72E-02
$En = m \beta T$	Nmm	17449,2	$En = m \beta T$	Nmm	6016,2



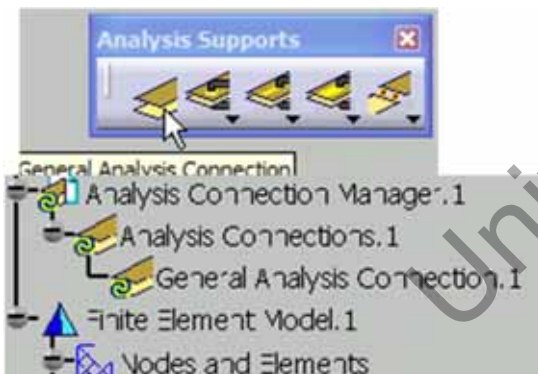
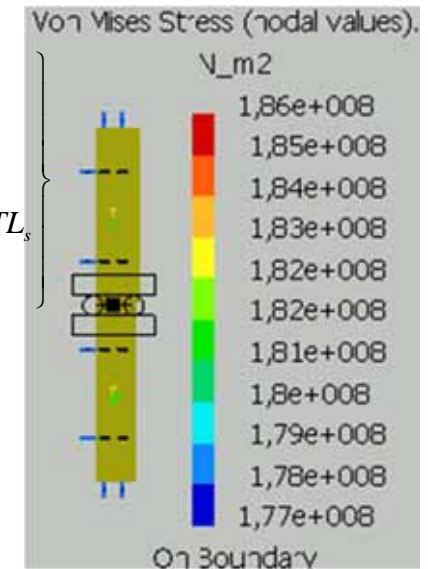
• Hacer conexiones.

Para evitar que una pieza se expanda evitando otra hay que definir las conexiones entre piezas dentro del cálculo y no sólo en el ensamblaje.



$$\left\{ \begin{array}{l} \varepsilon_s = \frac{\sigma_s}{E_s} + \alpha_s \Delta T \\ \varepsilon_a = \frac{\sigma_a}{E_a} + \alpha_a \Delta T \\ \varepsilon_s L_s = -\varepsilon_a L_a \\ \sigma_s = \sigma_a \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \sigma_s = -\frac{(\alpha_s L_s + \alpha_a L_a) \Delta T}{\frac{L_s}{E_s} + \frac{L_a}{E_a}} \\ \varepsilon_s L_s = -\frac{(\alpha_s L_s + \alpha_a L_a) \Delta T L_s}{\frac{E_s L_s}{E_s} + \frac{E_s L_a}{E_a}} + \alpha_s \Delta T L_s \end{array} \right.$$

N/mm²	-183,04	✓
mm	2,55E-02	✓



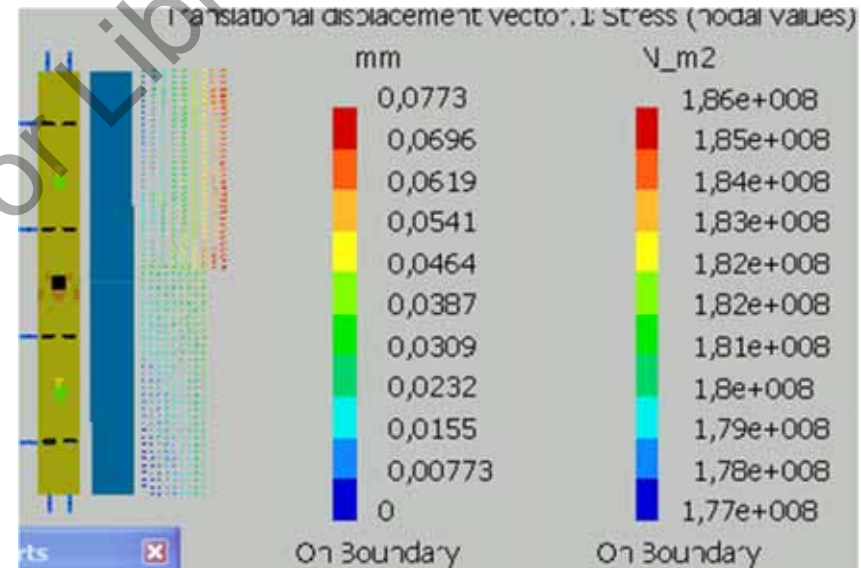
Displ\_end.txt - Bloc de notas

Archivo Edición Formato Ver Ayuda

values axis	Global					
x(mm)	y(mm)	z(mm)	C1(mm)	C2(mm)	C3(mm)	
-5	10	100	-0,0141364	0,0282685	0,0254967	
-5	10	100	-0,0326435	0,0652937	0,0254967	

- Explosión de imágenes de resultados.

Podemos explosionar todas las imágenes activas para ver los resultados obtenidos.



## • Posibilidades de uniones en Catia.

Hay muchas posibilidades a la hora de definir las uniones y se ha de dedicar mucho tiempo a hacer las uniones de la manera más realista.

### Face Face Connection Properties



#### Create Slider Connection Properties

Fasten bodies together at their common interface in the normal direction while allowing them to slide relative to each other in the tangential directions.



#### Create Contact Connection Properties

Prevent bodies from penetrating each other at a common interface.



#### Create Fastened Connection Properties

Fasten bodies together at their common interface.



#### Create Fastened Spring Connection Properties

Create an elastic link between two faces.



#### Create Pressure Fitting Connection Properties

Prevent bodies from penetrating each other at a common interface.



#### Create Bolt Tightening Connection Properties

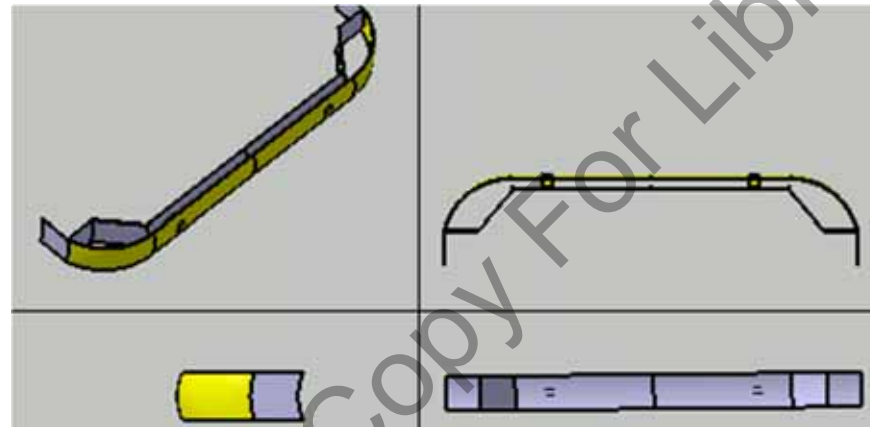
Prevent bodies from penetrating each other at a common interface.

• Ejemplo de dilataciones en parachoques.

Como hemos visto el problema de dilataciones es más visible en piezas grandes. Un ejemplo en automoción son los parachoques, piezas muy largas de un material que se dilata mucho más que el acero provocando desenrases en caliente.

acero

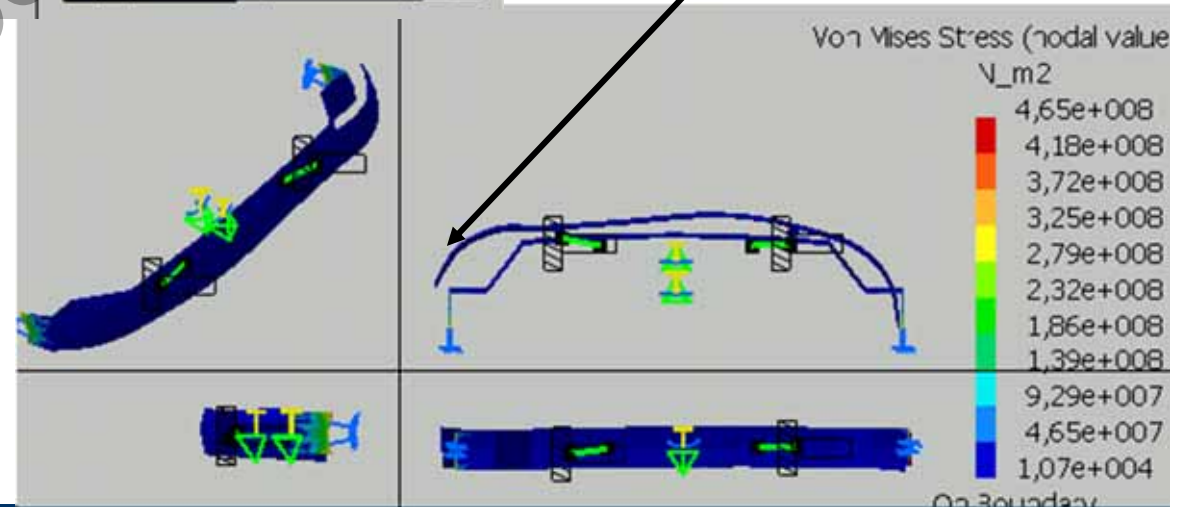
Material	Isotropic Material
Structural Properties	
Young Modulus	2e+011N_m2
Poisson Ratio	0,266
Density	7860kg_m3
Thermal Expansion	1,17e-005_Kdeg
Yield Strength	2,5e+008N_m2



Hay que jugar con las fijaciones para disminuir desenrases en extremos.

plástico

Material	Isotropic Material
Structural Properties	
Young Modulus	2,2e+009N_m2
Poisson Ratio	0,38
Density	1200kg_m3
Thermal Expansion	6,84e-005_Kdeg
Yield Strength	0N_m2



• Fijaciones con coliso.

Si las fijaciones del parachoques las hacemos con un coliso para permitir que se dilaten evitaremos que se abombe el parachoques en la zona central.



Desplazamientos x10 para ser visibles



- Resumen.
  - Dilataciones térmicas.
  - Uniones soldadas.

University Copy For Library Use

University Copy For Library Use

SolidWorks

# • Expansión Térmica.

Un cuerpo al expandirse o dilatarse genera unas tensiones que dependen de la temperatura a la que se encuentra el material, la del ambiente y, por supuesto, del material de ésta.

$$\sigma_z = E \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$L' - L = L \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

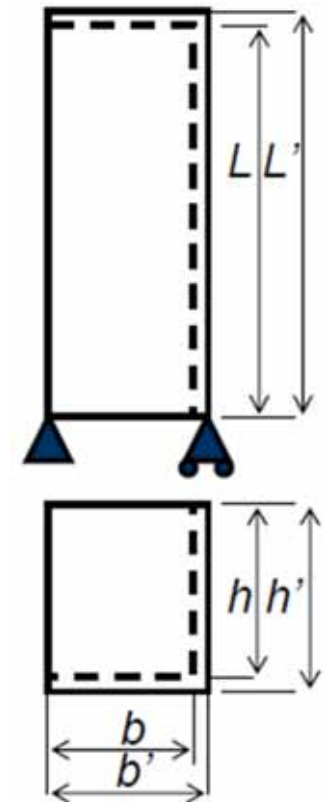
$$h' - h = h \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$b' - b = b \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$En = m \cdot \beta \cdot T$$

Ti	K	298
b	mm	10
h	mm	20
L	mm	100
E	N/mm <sup>2</sup>	200000
δ	kg/m <sup>3</sup>	7.9
m	kg	1.58E-01
ΔT	K	100
β	J/(kgK)	420
α	K-1	1.50E-05
Fz	N	50000

σz	N/mm <sup>2</sup>	300.00
L'-L	mm	1.50E-01
h'-h	mm	3.00E-02
b'-b	mm	1.50E-02
En	Nmm	19775.28



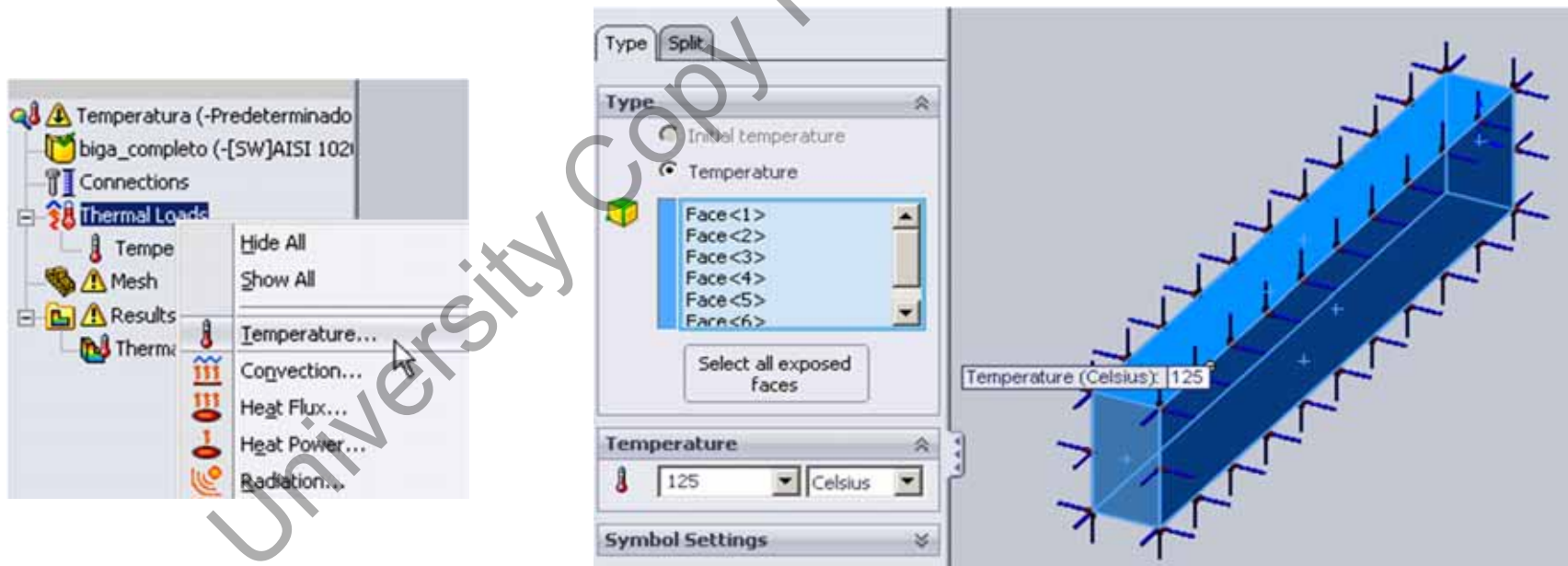


## • Expansión Térmica.

Al introducir la temperatura las tensiones generadas por ésta se suman a las mecánicas.

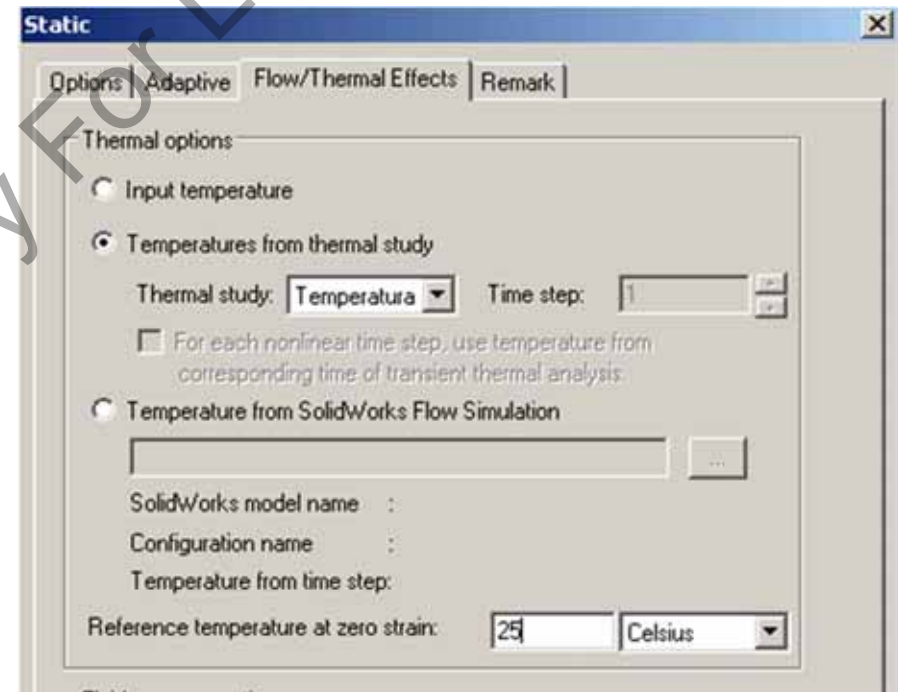
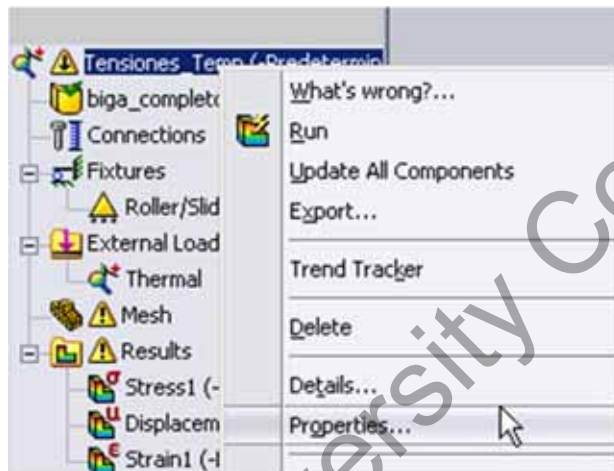
Para realizar estos estudios en SW es necesario primero hacer un estudio térmico y posteriormente uno de tensiones.

Primero realizamos el estudio térmico con una temperatura de 125°C.



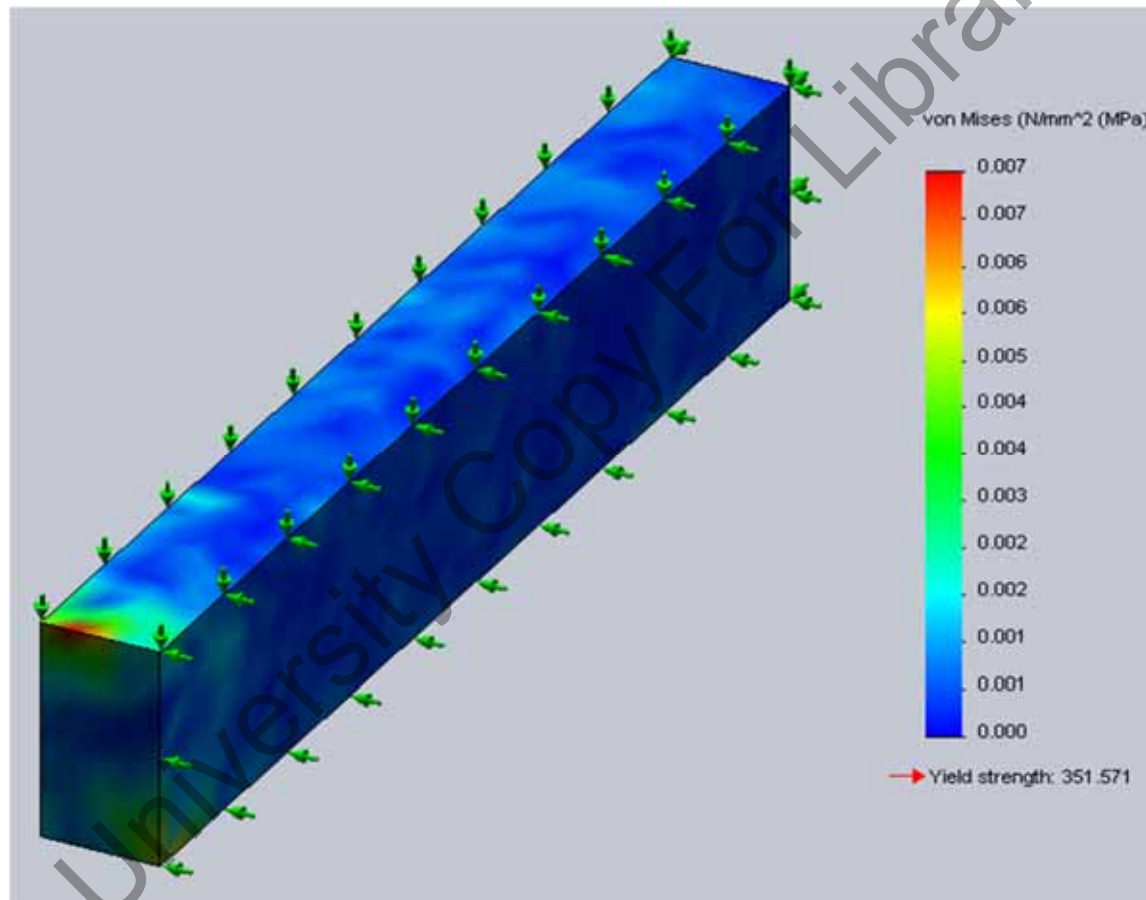
## • Expansión Térmica.

Ahora al realizar el nuevo cálculo de estática, no ponemos ninguna carga pero en las propiedades del estudio si que ponemos que la Temperatura la lea del estudio térmico hecho anteriormente. Fijaros que la temperatura de referencia es de 25°C, por eso hemos puesto en el estudio anterior una temperatura de 125°C.



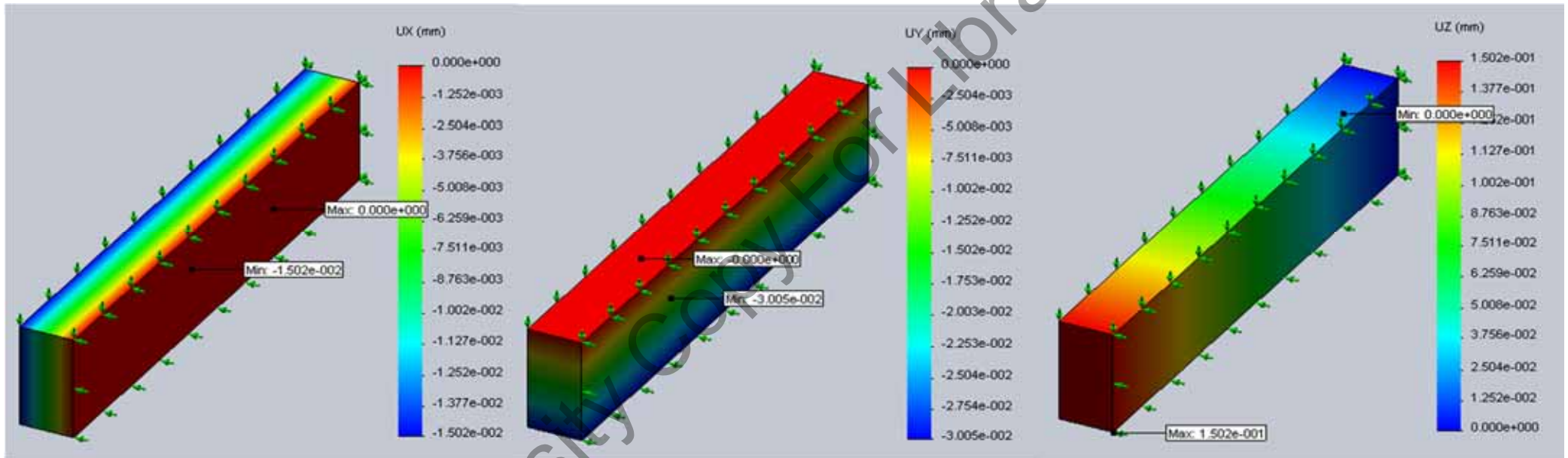
- Resultados dilatación libre.

Las tensiones deberían dar 0 pero con una  $\alpha$  de  $5e-5$  el error es aceptable..



- Resultados dilatación libre.

Las deformaciones se puede ver que dan prácticamente exactas.



$$b'-b=1.5e-2$$

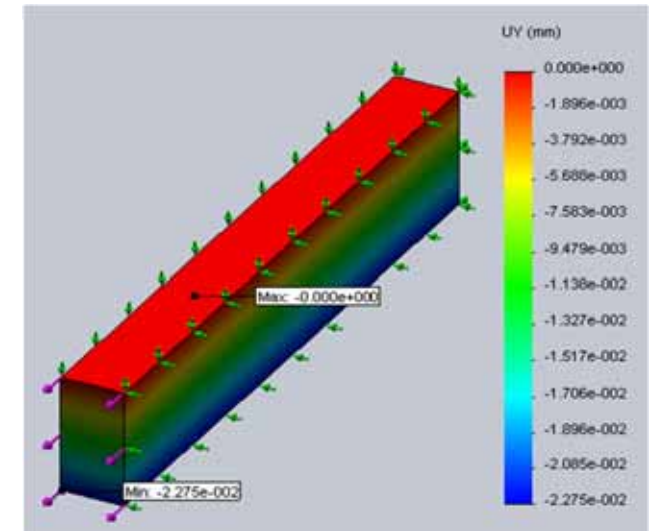
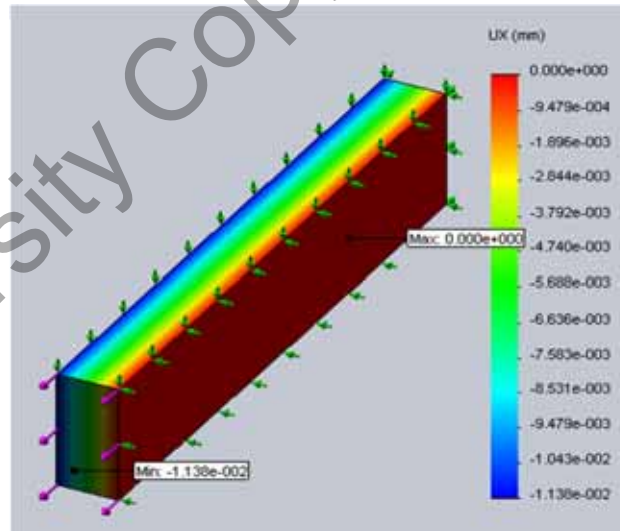
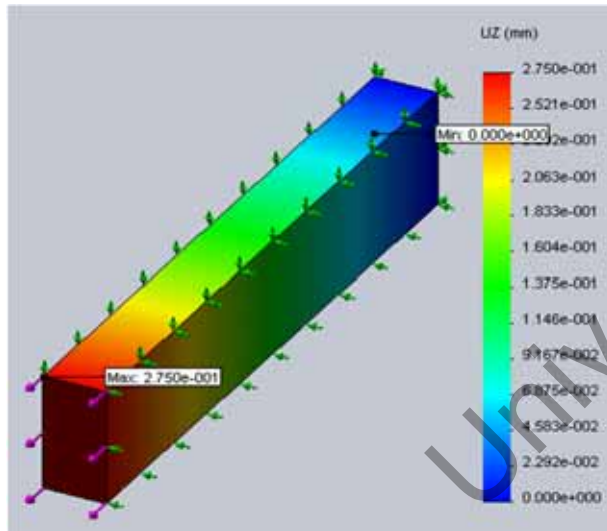
$$h'-h=3.0e-2$$

$$L'-L=1.5e-1$$

- Fuerza y temperatura.

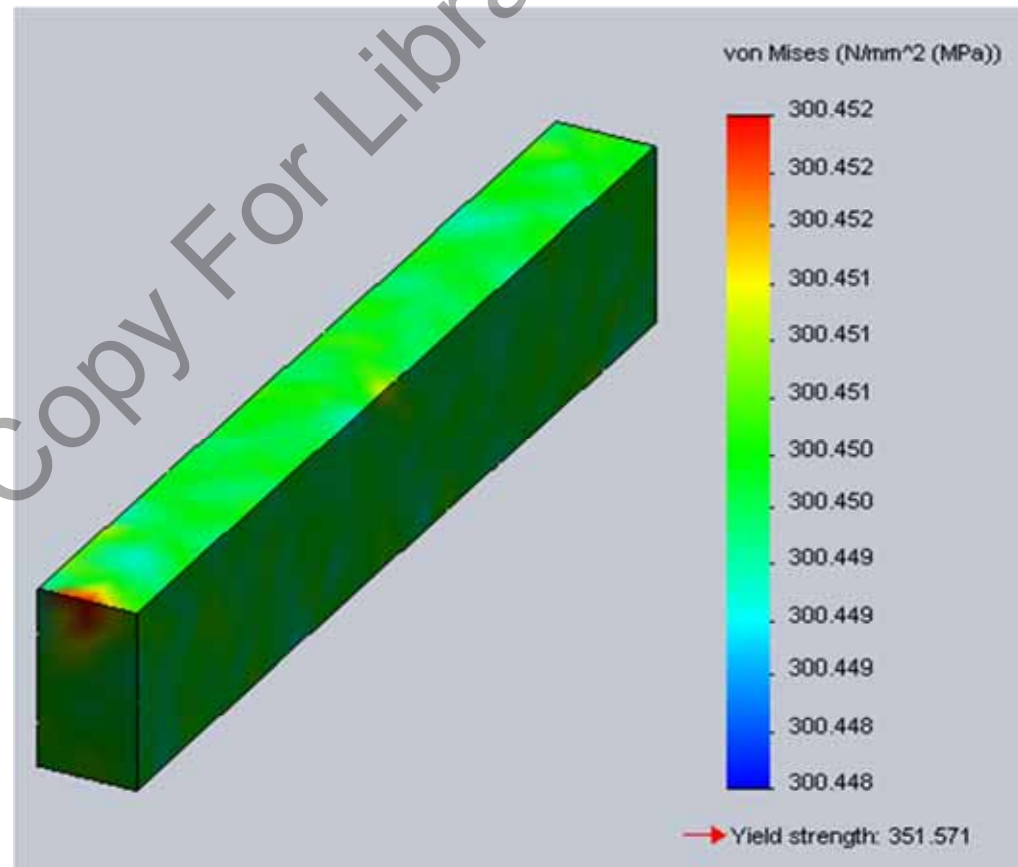
Si añadimos una fuerza las deformaciones resultantes han de ser la suma de los dos efectos. Al realizar la tracción la biga se comprime por lo que en la dirección de b y de h es una resta y no una suma.

		Temp	Fuerza	Total
<b>L'-L</b>	mm	0.15	0.125	0.275
<b>h'-h</b>	mm	0.03	0.00725	0.02275
<b>b'-b</b>	mm	0.015	0.003625	0.011375



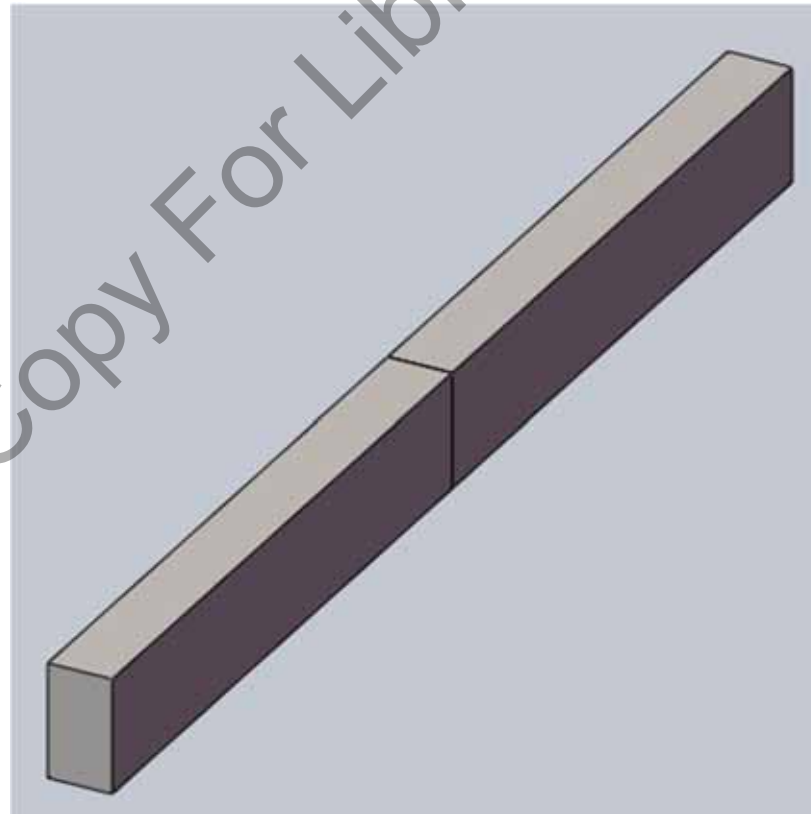
- Resultados dilatación restringida.

Realizamos un mismo estudio pero esta vez restringiendo la dilatación en el la dirección de L. Podemos ver que al no dejar dilatarla biga se generan tensiones,



- Ensamblaje.

Vamos a realizar el mismo estudio de dilatación térmica pero en un ensamblaje con dos bigas de distintos material. Una de AISI 1020 y la otra de aluminio 1060.



- Ensamblaje.

Los resultados analíticos vienen dados por este sistema de ecuaciones.

$$\left\{ \begin{array}{l} \varepsilon_{1020} = \frac{\sigma_{1020}}{E_{1020}} + \alpha_{1020} \cdot \Delta T \\ \varepsilon_{1060} = \frac{\sigma_{1060}}{E_{1060}} + \alpha_{1060} \cdot \Delta T \\ \varepsilon_{1020} \cdot L_{1020} = -\varepsilon_{1060} \cdot L_{1060} \\ \sigma_{1020} = \sigma_{1060} \end{array} \right.$$

$$\sigma_{1020} = - \frac{(\alpha_{1020} \cdot L_{1020} + \alpha_{1060} \cdot L_{1060}) \cdot \Delta T}{\frac{L_{1020}}{E_{1020}} + \frac{L_{1060}}{E_{1060}}}$$

$$\varepsilon_{1020} \cdot L_{1020} = \left( - \frac{(\alpha_{1020} \cdot L_{1020} + \alpha_{1060} \cdot L_{1060}) \cdot \Delta T}{\frac{L_{1020}}{E_{1020}} + \frac{L_{1060}}{E_{1060}}} \right) \frac{L_{1020}}{E_{1020}} + \alpha_{1020} \cdot \Delta T \cdot L_{1020}$$



- Ensamblaje.

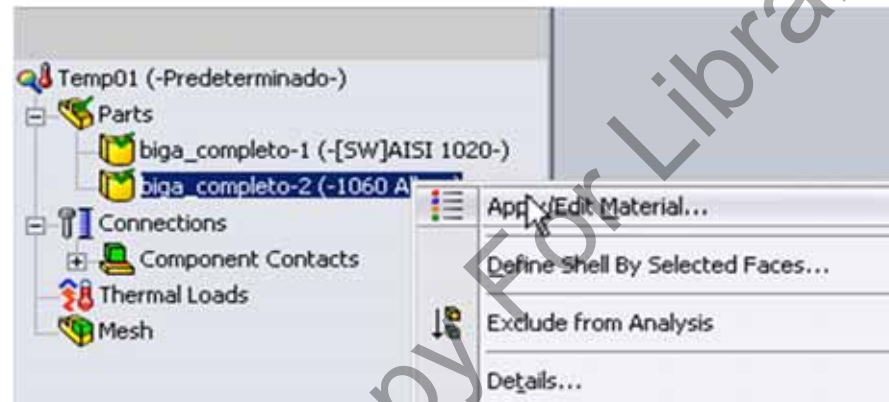
Los resultados son los siguientes.

		AISI 1020	1060 Alloy
Ti	K	298	
b	mm	10	
h	mm	20	
L	mm	100	
E	N/mm <sup>2</sup>	200000	69000
δ	kg/m <sup>3</sup>	7900	2700
ΔT	K	100	
β	J/(kgK)	420	900
α	K-1	1.50E-05	2.40E-05

num1	0.39
σ1020	-200.07
σ1060	200.07
L1020'-L1020	5.00E-02
L1060'-L1060	-5.00E-02

- Ensamblaje.

Abrimos un estudio térmico y, dentro de él, asignamos a una de las dos bigas la aleación de aluminio 1060 Alloy.



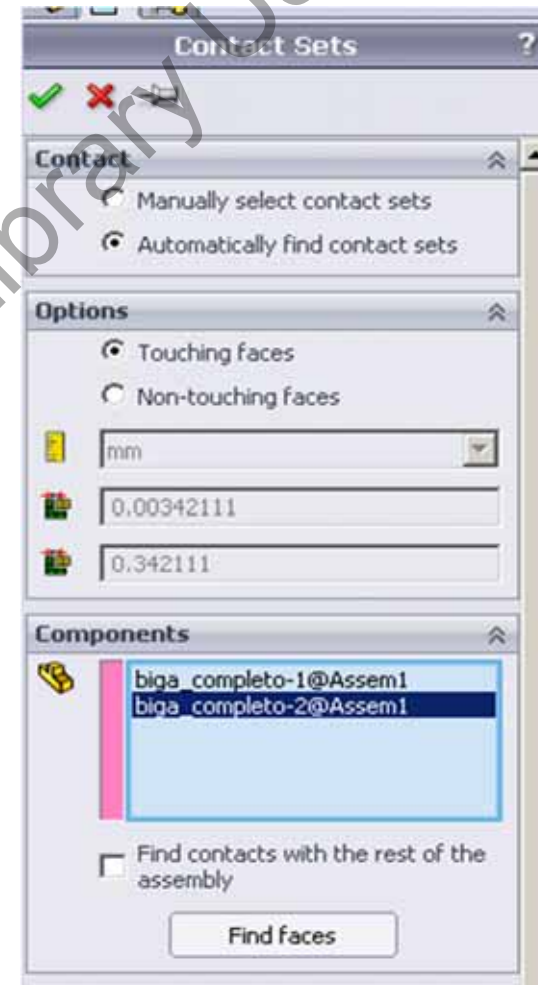
Debemos definir conexiones ya que sino las dos bigas se ignorarán.



- Ensamblaje.

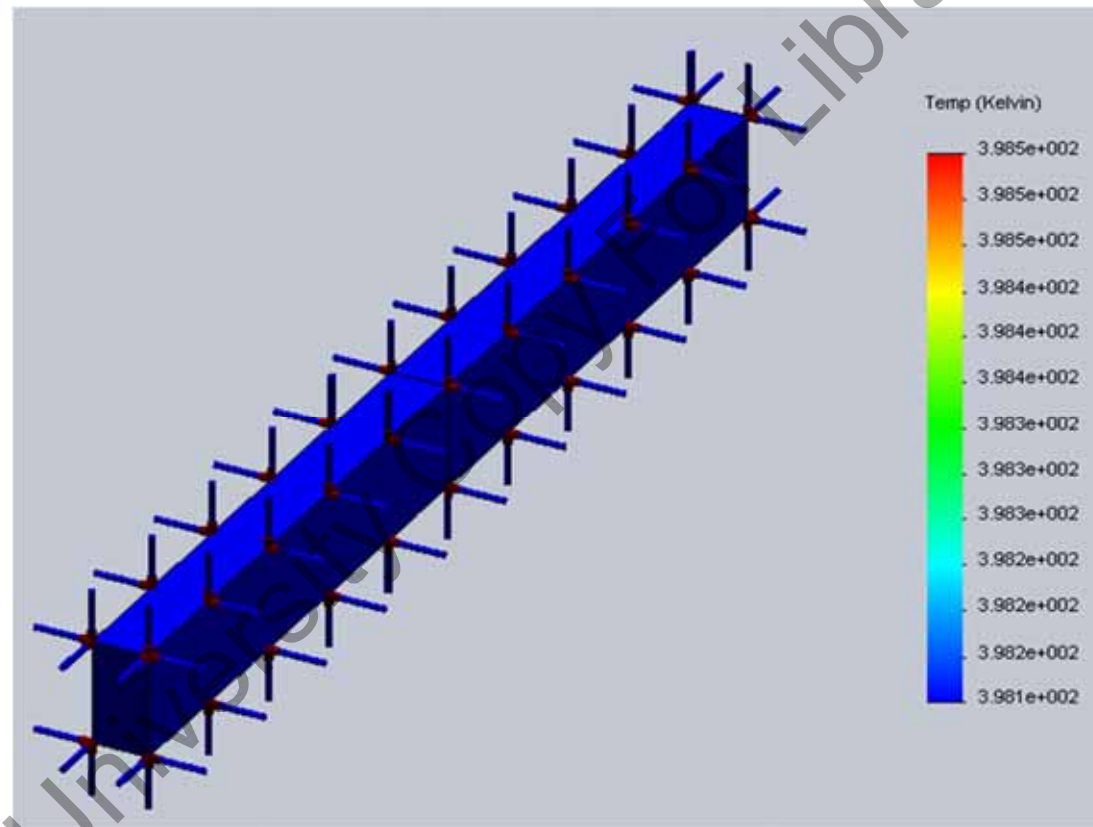
Utilizamos la opción Automatically find contact sets dónde sólo debemos seleccionar los componentes y clicar en Find Faces.

Una vez encontrada la conexión la añadimos.



- Ensamblaje.

Ponemos la carga que, como antes es una temperatura de 125°C en todas las caras. Mallamos y lanzamos el cálculo.



- Ensamblaje.

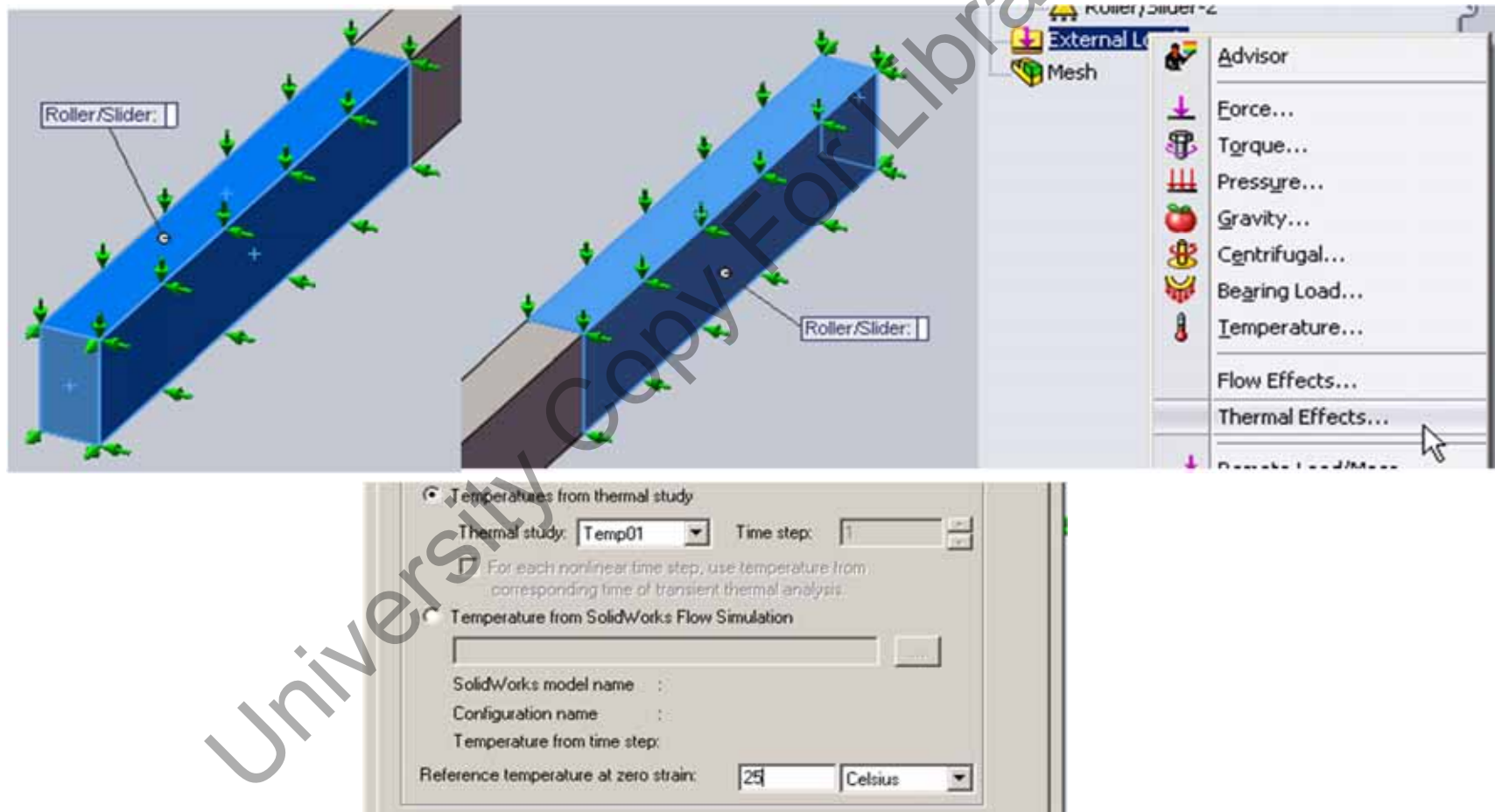
Ahora creamos otro estudio estático, ponemos en cada viga el mismo material que en el estudio anterior.



Property	Value	Units
Elastic Modulus	6.9e+010	N/m <sup>2</sup>
Poissons Ratio	0.33	N/A
Shear Modulus	2.7e+010	N/m <sup>2</sup>
Density	2700	kg/m <sup>3</sup>
Tensile Strength	68935600	N/m <sup>2</sup>
Compressive Strength in X		N/m <sup>2</sup>
Yield Strength	27574200	N/m <sup>2</sup>
Thermal Expansion Coefficient	2.4e-005	/K
Thermal Conductivity	200	W/(m·K)
Specific Heat	900	J/(kg·K)
Material Damping Ratio		N/A

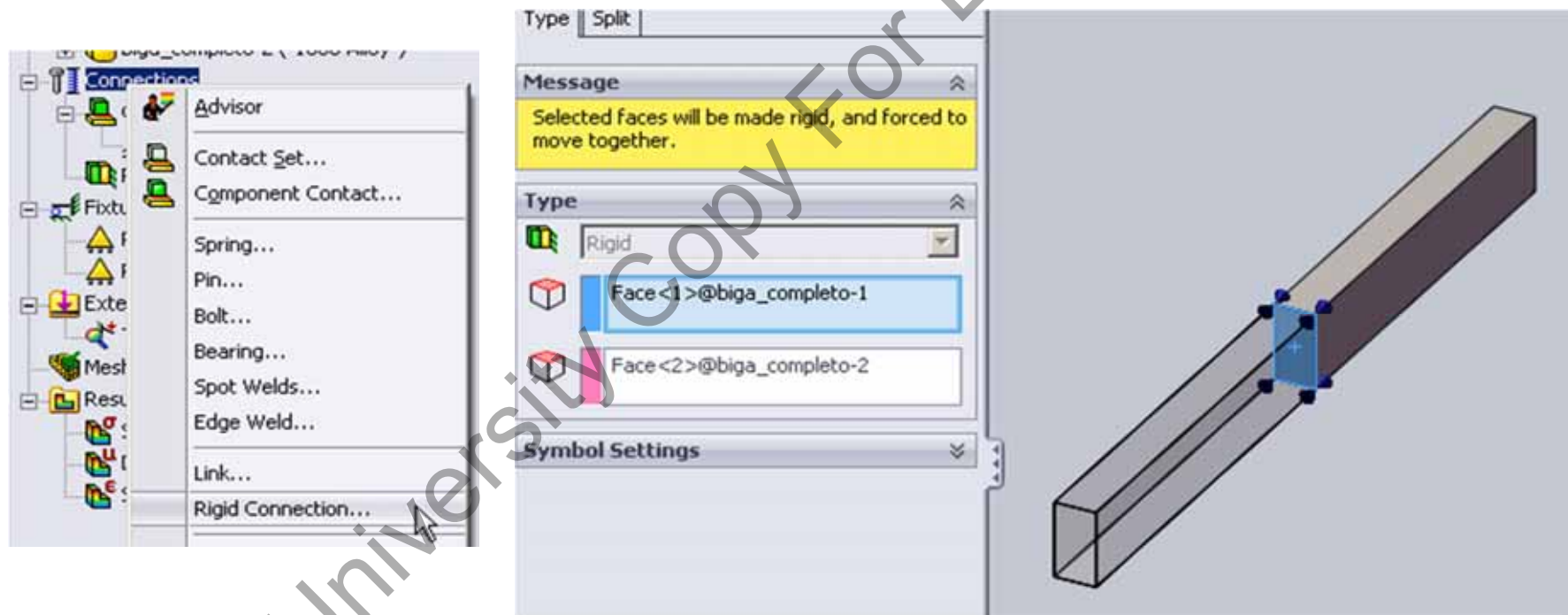
- Ensamblaje.

Ponemos las restricciones para cada viga y la carga térmica del estudio anterior.



## • Ensamblaje

Aquí, como antes, también debemos definir el contacto o conexión entre las dos bigas. Ésta vez debemos poner una conexión rígida para que así las dos bigas se hacen rígidas y están forzadas a moverse conjuntamente.



- Cálculo.

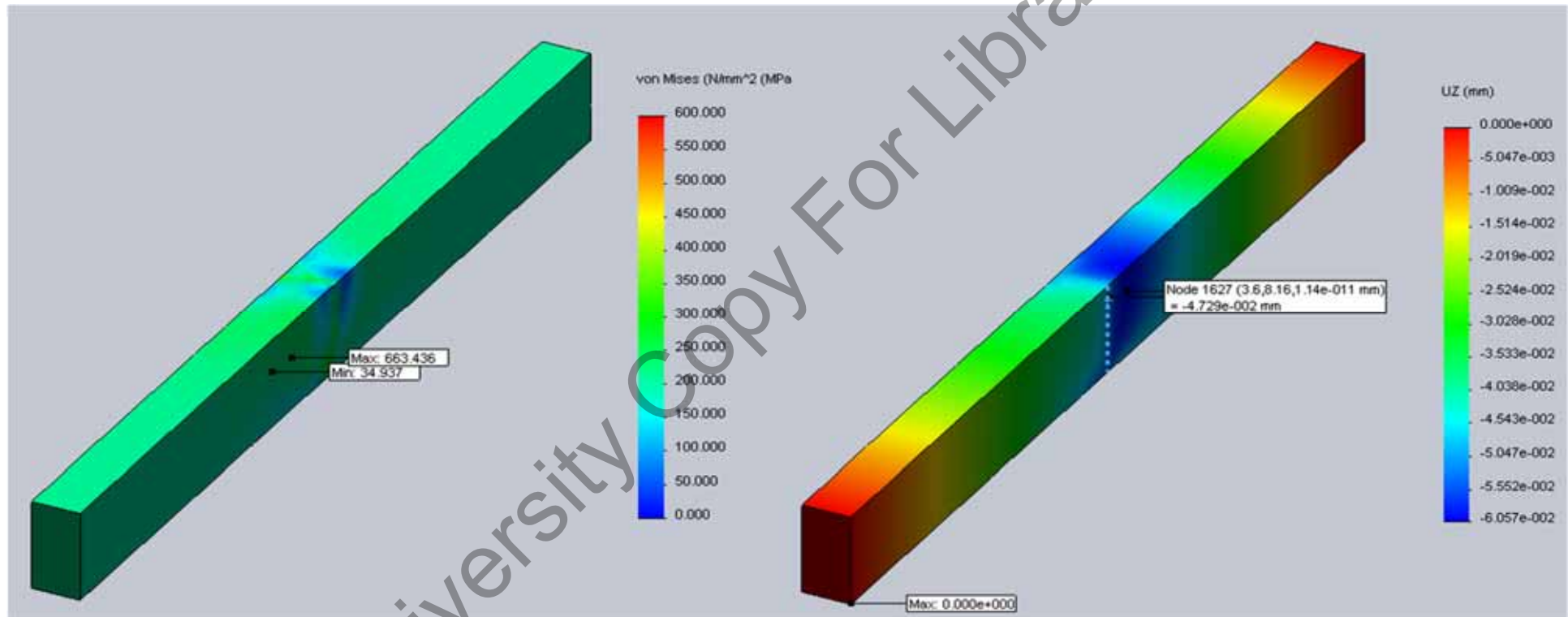
Ya podemos mallar y lanzar el cálculo.





- Resultados.

Vemos que los resultados concuerdan con los calculados.



## • ESTUDIO TÉRMICO.

Se pretende estudiar el efecto de juntar un material a una temperatura con otro y ver como se intercambian el calor.

Primero se estudiará el caso en que la temperatura de aire en un lado es superior al otro con convección y conducción. En un segundo caso se añadirá la resistencia térmica de contacto entre sólidos. En un tercer caso se plantea un transitorio en que el material caliente se enfría calentando al otro. Finalmente se intentará refrigerar el molde con agua fría para evacuar calor. Para el problema se estudia el material de botellas de detergente HDPE a la temperatura de transformación de  $186^{\circ}\text{C}$  y el material para hacer el molde en la impresora 3D denominado ULTEM que es un PEI que de inicio está a temperatura ambiente de  $21^{\circ}\text{C}$ .

El aire en el lado HDPE está a  $T_i=186^{\circ}$  y el aire en zona ULTEM a  $T_o=21^{\circ}$  ( $\Delta T=165^{\circ}\text{C}$ )

Las dimensiones de area son  $0.1 \times 0.1 = 0.01 \text{m}^2$ .

Los espesores de HDPE son  $L_1=0.003[\text{m}]$  y de PEI-ULTEM  $L_2=0.020[\text{m}]$ .

Property	Value	Units
Elastic Modulus in X	1070	N/mm <sup>2</sup>
Poisson's Ration in XY	0.4101	N/A
Shear Modulus in XY	377.2	N/mm <sup>2</sup>
Mass Density	952	kg/m <sup>3</sup>
Tensile Strength in X	22.1	N/mm <sup>2</sup>
Compressive Strength in X		N/mm <sup>2</sup>
Yield Strength		N/mm <sup>2</sup>
Thermal Expansion Coefficient in X		/K
Thermal Conductivity in X	0.461	W/(m·K)
Specific Heat	1796	J/(kg·K)

Property	Value	Units
Elastic Modulus in X	3100	N/mm <sup>2</sup>
Poisson's Ration in XY	0.44	N/A
Shear Modulus in XY		N/mm <sup>2</sup>
Mass Density	1270	kg/m <sup>3</sup>
Tensile Strength in X	85	N/mm <sup>2</sup>
Compressive Strength in X	140	N/mm <sup>2</sup>
Yield Strength		N/mm <sup>2</sup>
Thermal Expansion Coefficient in X		/K
Thermal Conductivity in X	0.22	W/(m·K)
Specific Heat	2000	J/(kg·K)

## • CONDUCCIÓN + CONVECCIÓN.

El flujo de calor es  $q' = A(T_i - T_o) / (1/h_i + L_1/k_1 + R_{12} + L_2/k_2 + \dots + 1/h_o)$

Como sabemos que:

$A = \text{area } 0.01 \text{ m}^2$ .

$h_i, h_o$  son el coeficiente de convección del aire en reposo puede variar entre 3 y 23  $\text{W}/(\text{m}^2\text{°C})$  según su humedad los valores mas elevados corresponde a las mayores humedades. El del aire en movimiento puede variar entre 10 y 100  $\text{W}/(\text{m}^2\text{°C})$ . Pondré en la cara caliente 5 y en la fría 20

$L_1$  es la longitud del HDPE que es de 3mm

$k_1$  es la conductividad de HDPE que es de 0.461  $\text{W}/(\text{m}^2\text{°C})$

$L_2$  es la longitud del ULTEM de 20mm

$k_2$  es la conductividad de HDPE que es de 0.220  $\text{W}/(\text{m}^2\text{°C})$

Se resuelve  $q' = 4.791 \text{ W}$

Cada tramo se resuelve

$q' = A(T_i - T_{1i})h_i$  por lo que  $T_{1i}$  es 91.01[°C]

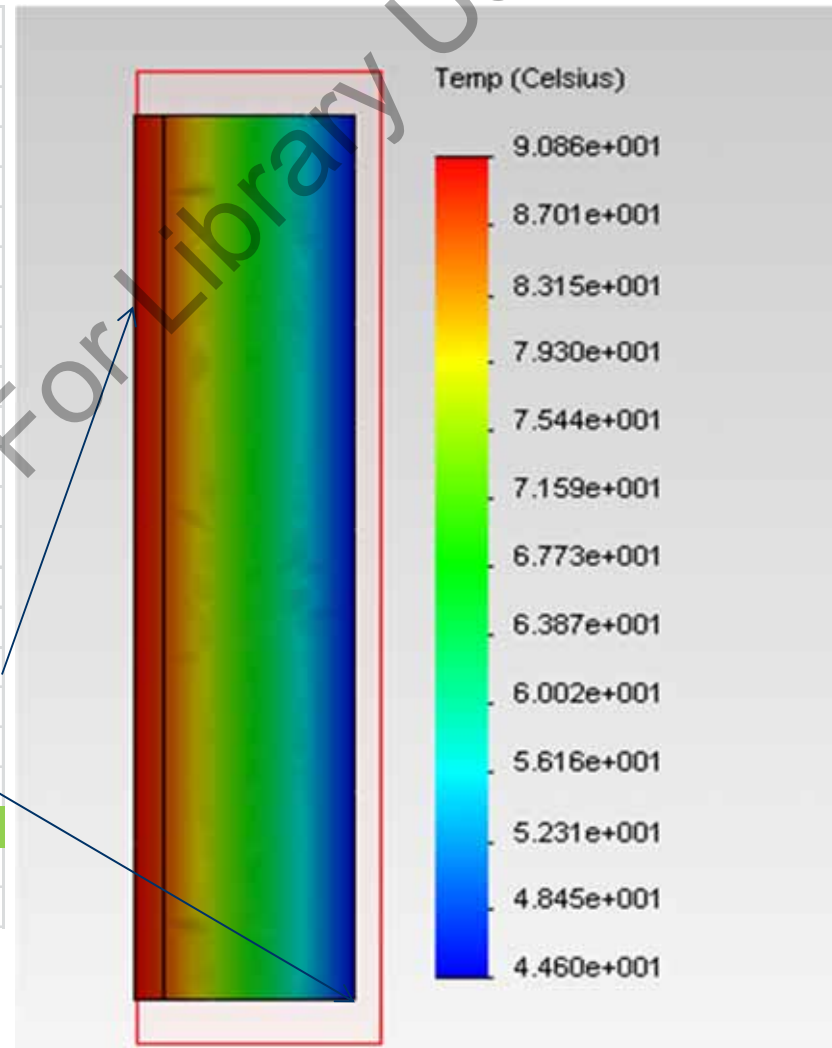
$q' = A(T_{1i} - T_{12})k_1/L_1$  por lo que la temperatura en el HDPE cae a 87.9[°C]

$q' = A(T_{21} - T_{20})k_2/L_2$  por lo que la temperatura en el ULTEM cae a 44.74[°C]

$q' = A(T_{20} - T_o)h_o$  por lo que se comprueba que la temperatura de aire da 21[°C] como supuesto inicialmente

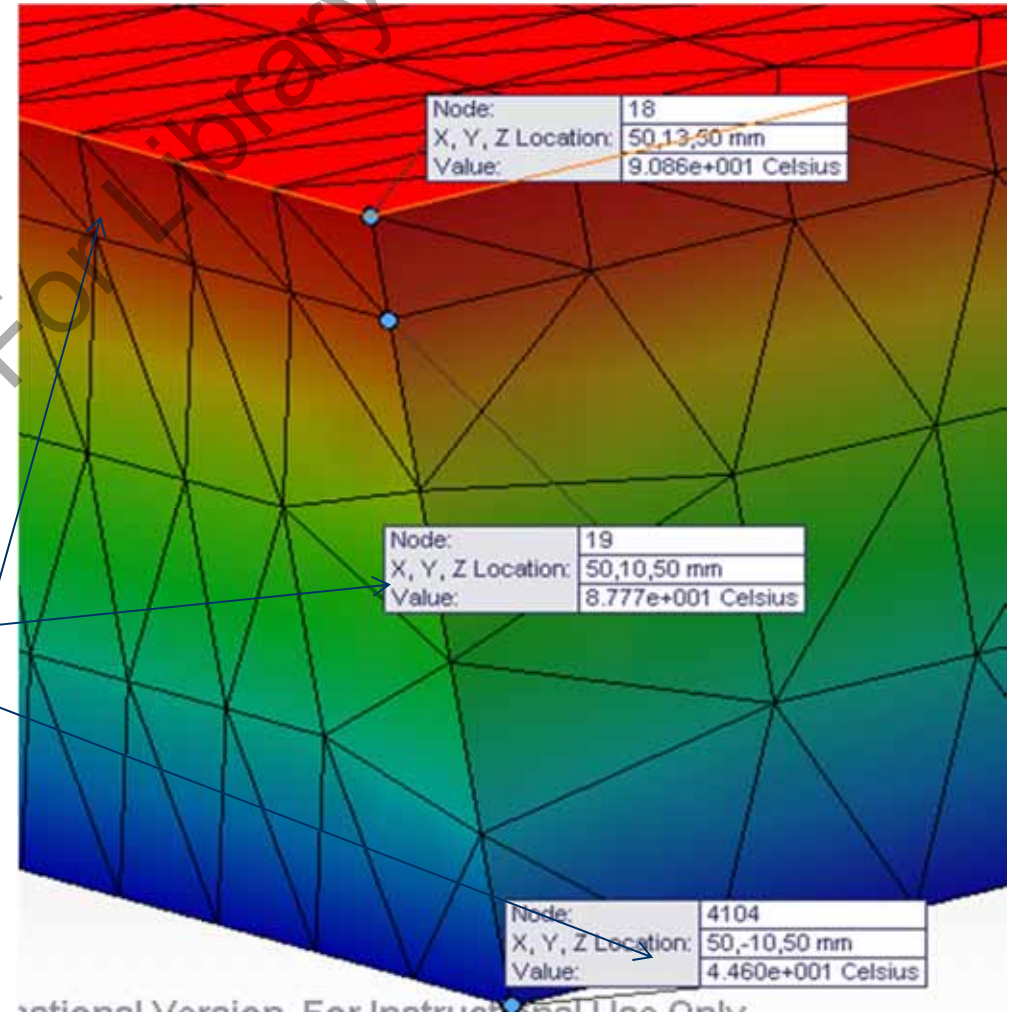
# • CONDUCCIÓN + CONVECCIÓN.

INPUTS		in-entrada	Ti	[°C]	186
			hi	[W/(m^2K)]	5
		out-salida	To	[°C]	21
			ho	[W/(m^2K)]	20
		area	A	[m^2]	0.01
		1-HDPE	L1	[m]	0.003
			k1	[W/(mK)]	0.461
		12-resistenci	R12	[(m^2K)/W]	0
		2-ULTEM-PEI	L2	[m]	0.02
			k2	[W/(mK)]	0.22
OUTPUTS			q'	[W]	4.74934014
	X[m]			T_sin_R[°C]	
	-0.003				186
	-0.002				186
	-0.001				186
	0	q'=A(Ti-T1i)	T1i	[°C]	91.0131971
	0.003	q'=A(T1i-T12)	T12	[°C]	87.9225202
	0.00301	q'=A(T12-T21)	T21	[°C]	87.9225202
	0.023	q'=A(T21-T2o)	T2o	[°C]	44.7467007
Check	0.024	q'=A(T2o-To)	To	[°C]	21
	0.025				21
	0.026				21



# • CONDUCCIÓN + CONVECCIÓN.

INPUTS		in-entrada	Ti	[°C]	186
			hi	[W/(m^2K)]	5
		out-salida	To	[°C]	21
			ho	[W/(m^2K)]	20
		area	A	[m^2]	0.01
		1-HDPE	L1	[m]	0.003
			k1	[W/(mK)]	0.461
		12-resistenci	R12	[(m^2K)/W]	0
		2-ULTEM-PEI	L2	[m]	0.02
			k2	[W/(mK)]	0.22
OUTPUTS			q'	[W]	4.74934014
	X[m]		T <sub>sin R</sub>	[°C]	
	-0.003				186
	-0.002				186
	-0.001				186
	0	q'=A(Ti-T1i)	T1i	[°C]	91.0131971
	0.003	q'=A(T1i-T12)	T12	[°C]	87.9225202
	0.00301	q'=A(T12-T21)	T21	[°C]	87.9225202
	0.023	q'=A(T21-T2o)	T2o	[°C]	44.7467007
Check	0.024	q'=A(T2o-To)	To	[°C]	21
	0.025				21
	0.026				21



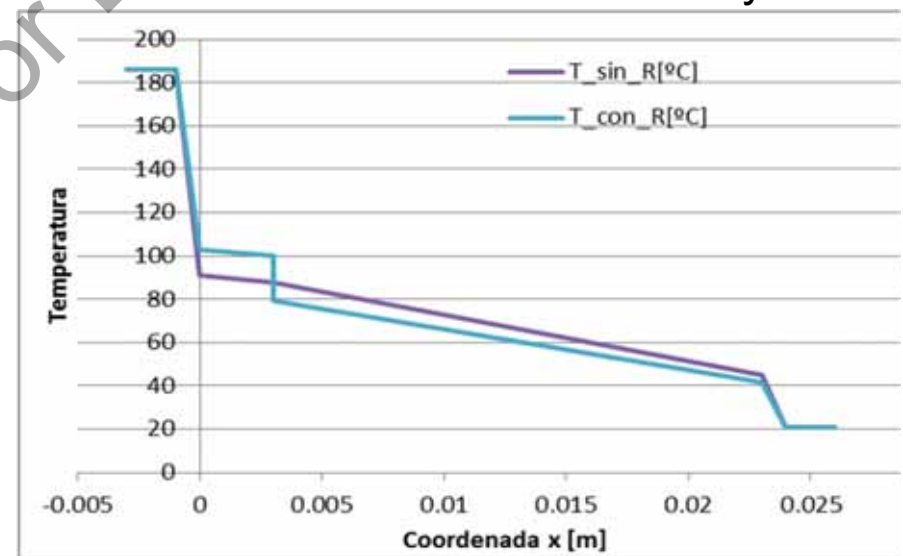
# • CONDUCCIÓN + CONVECCIÓN+RESISTENCIA.

Si añadimos una resistencia de contacto térmico podemos ver como varían los perfiles de temperatura. El problema es encontrar el valor de esta resistencia térmica.

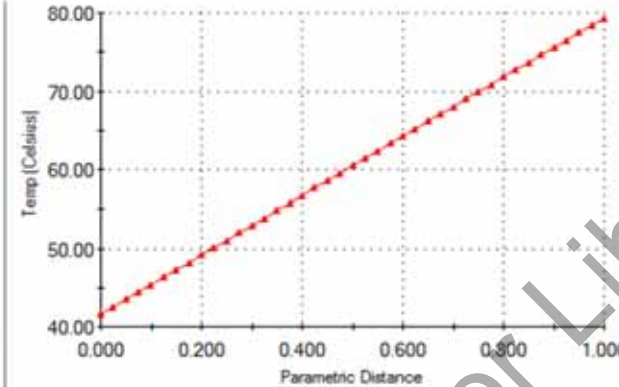
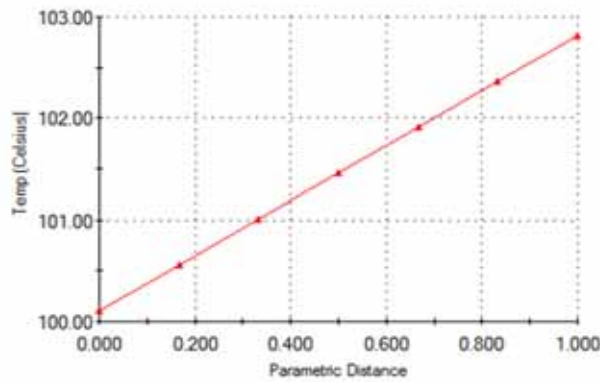
En la literatura se encuentran valores para circuitos electrónicos de 0.02 [m²K/W] hasta pequeñas resistencias de 0.0001 [m²K/W].

Si hacemos el número teórico y la simulación con el valor más alto de resistencia mayorado a 0.05 [m²K/W] tenemos:

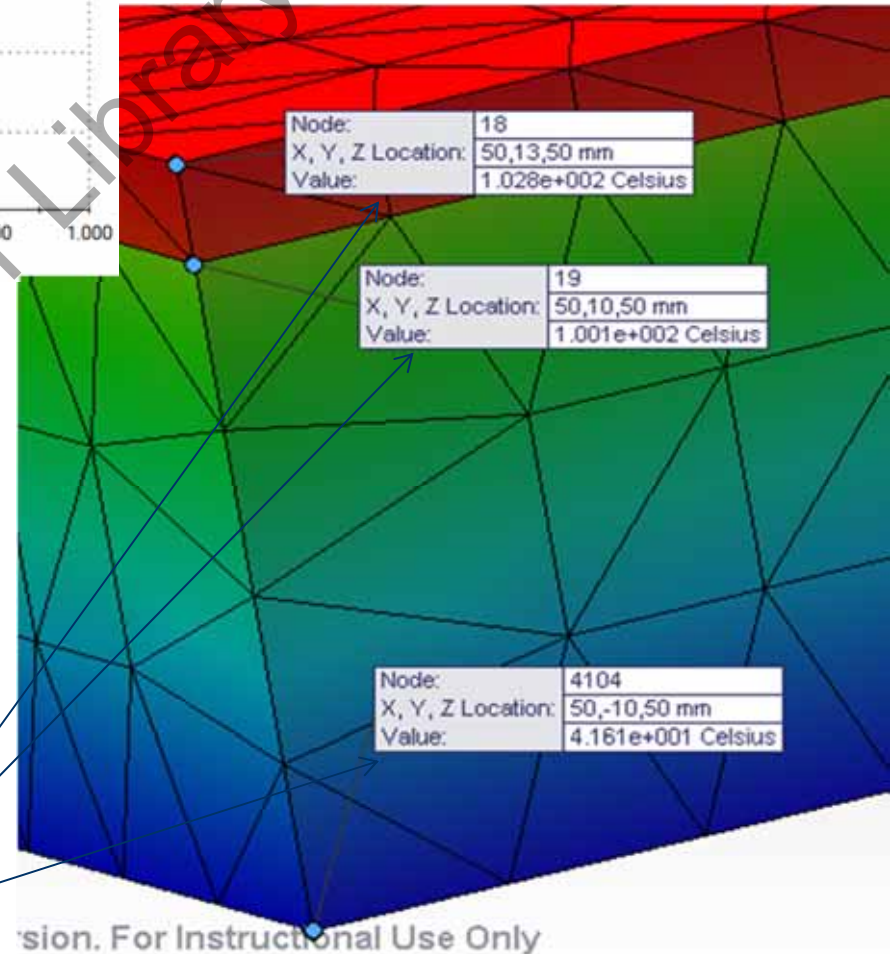
INPUTS			Ti	[°C]	186	186
		hi	[W/(m²K)]	5	5	
	out-salida	To	[°C]	21	21	
		ho	[W/(m²K)]	20	20	
	area	A	[m²]	0.01	0.01	
	1-HDPE	L1	[m]	0.003	0.003	
		k1	[W/(mK)]	0.461	0.461	
	12-resistenci	R12	[(m²K)/W]	0	0.05	
	2-ULTEM-PEI	L2	[m]	0.02	0.02	
		k2	[W/(mK)]	0.22	0.22	
OUTPUTS			q'	[W]	4.74934014	4.15181363
	X[m]		T_sin_R[°C]	T_con_R[°C]		
	-0.003			186	186	
	-0.002			186	186	
	-0.001			186	186	
	0	q'=A(Ti-T1i)	T1i	[°C]	91.0131971	102.963727
	0.003	q'=A(T1i-T1i)	T12	[°C]	87.9225202	100.261896
	0.00301	q'=A(T12-T2i)	T21	[°C]	87.9225202	79.5028284
	0.023	q'=A(T21-T2o)	T2o	[°C]	44.7467007	41.7590681
Check	0.024	q'=A(T2o-To)	To	[°C]	21	21
	0.025			21	21	
	0.026			21	21	



# • CONDUCCIÓN + CONVECCIÓN+RESISTENCIA.

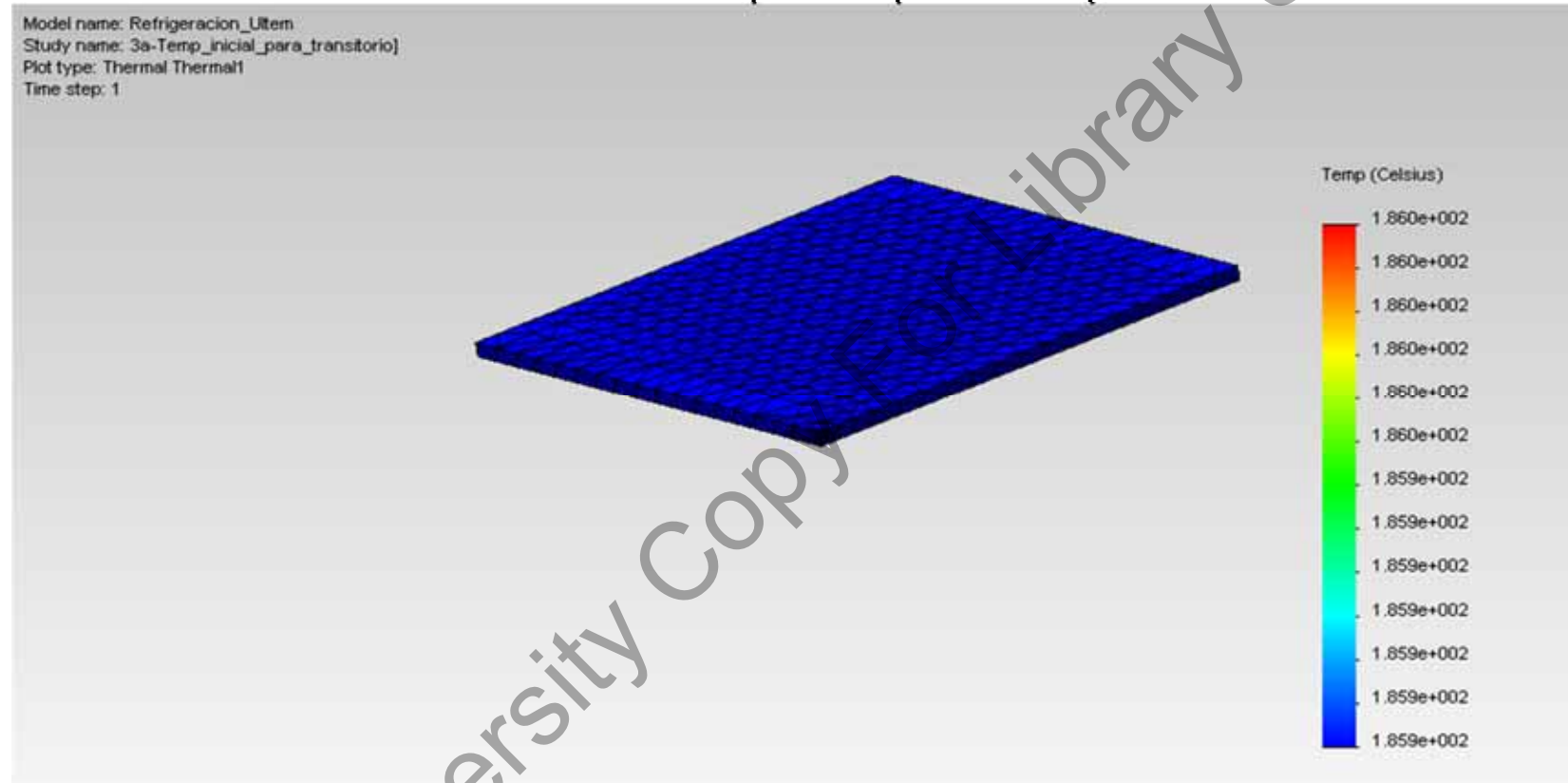


		...			
	out-salida	To	[°C]	21	21
		ho	[W/(m^2K)]	20	20
	area	A	[m^2]	0.01	0.01
	1-HDPE	L1	[m]	0.003	0.003
		k1	[W/(mK)]	0.461	0.461
	12-resistenci	R12	[(m^2K)/W]	0	0.05
	2-ULTEM-PEI	L2	[m]	0.02	0.02
		k2	[W/(mK)]	0.22	0.22
OUTPUTS		q'	[W]	4.74934014	4.15181363
	X[m]		T_sin_R[°C]	T_con_R[°C]	
	-0.003		186	186	
	-0.002		186	186	
	-0.001		186	186	
	0	q'=A(Ti-T1i) T1i	[°C]	91.0131971	102.963727
	0.003	q'=A(T1i-T1 T12	[°C]	87.9225202	100.261896
	0.00301	q'=A(T12-T2 T21	[°C]	87.9225202	79.5028284
	0.023	q'=A(T21-T2 T2o	[°C]	44.7467007	41.7590681
Check	0.024	q'=A(T2o-Tc To	[°C]	21	21
	0.025			21	21
	0.026			21	21



- TRANSITORIO.

Antes de iniciar el transitorio vamos a simplificar para una pieza.





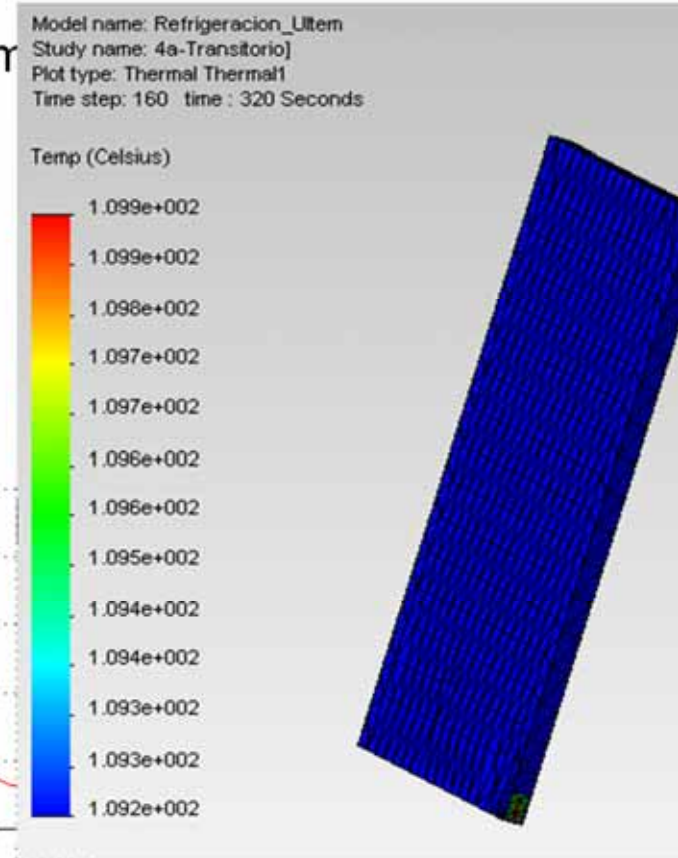
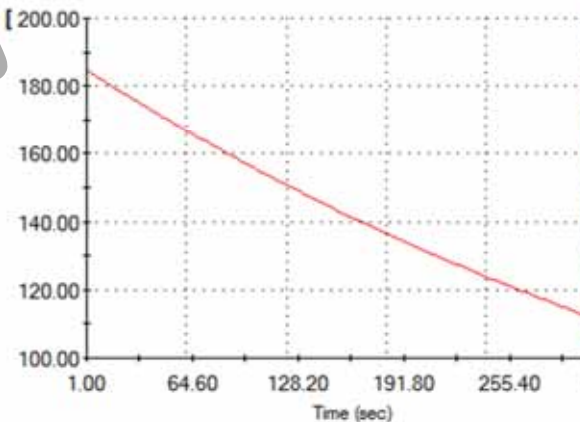
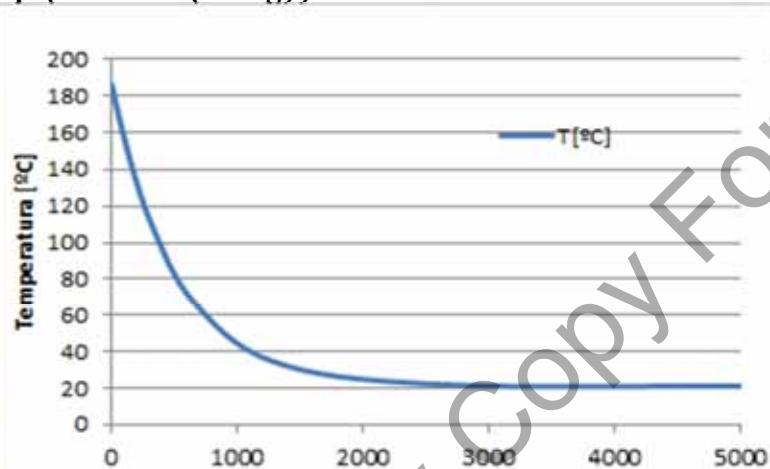
# • TRANSITORIO.

Si resolvemos la integral tenemos una expresión siguiente.

$$q' = 2A(T - T_o) / (1/h) = -c_p * m * \delta T / \delta t \Rightarrow \ln((T - T_o) / (T_{ini} - T_o)) = -2Aht / (mc_p) \Rightarrow$$

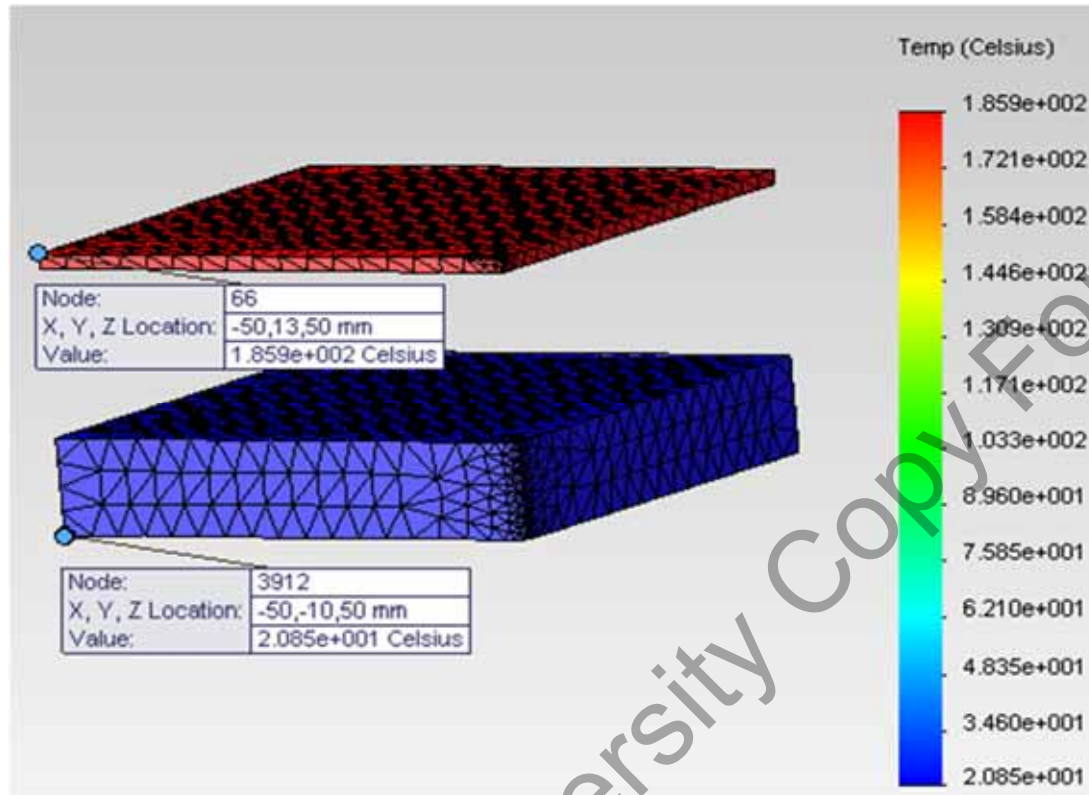
$$T = T_o + (T_{ini} - T_o) \exp(-2Aht / (mc_p))$$

t[s]	T[°C]
0	186
5	184.399431
10	182.814388
20	179.69028
40	173.621848
80	162.172293
160	141.785554
320	109.419091
640	68.3814287
1280	34.6060593
2560	22.1219688
5120	21.0076292
10240	21.0000004



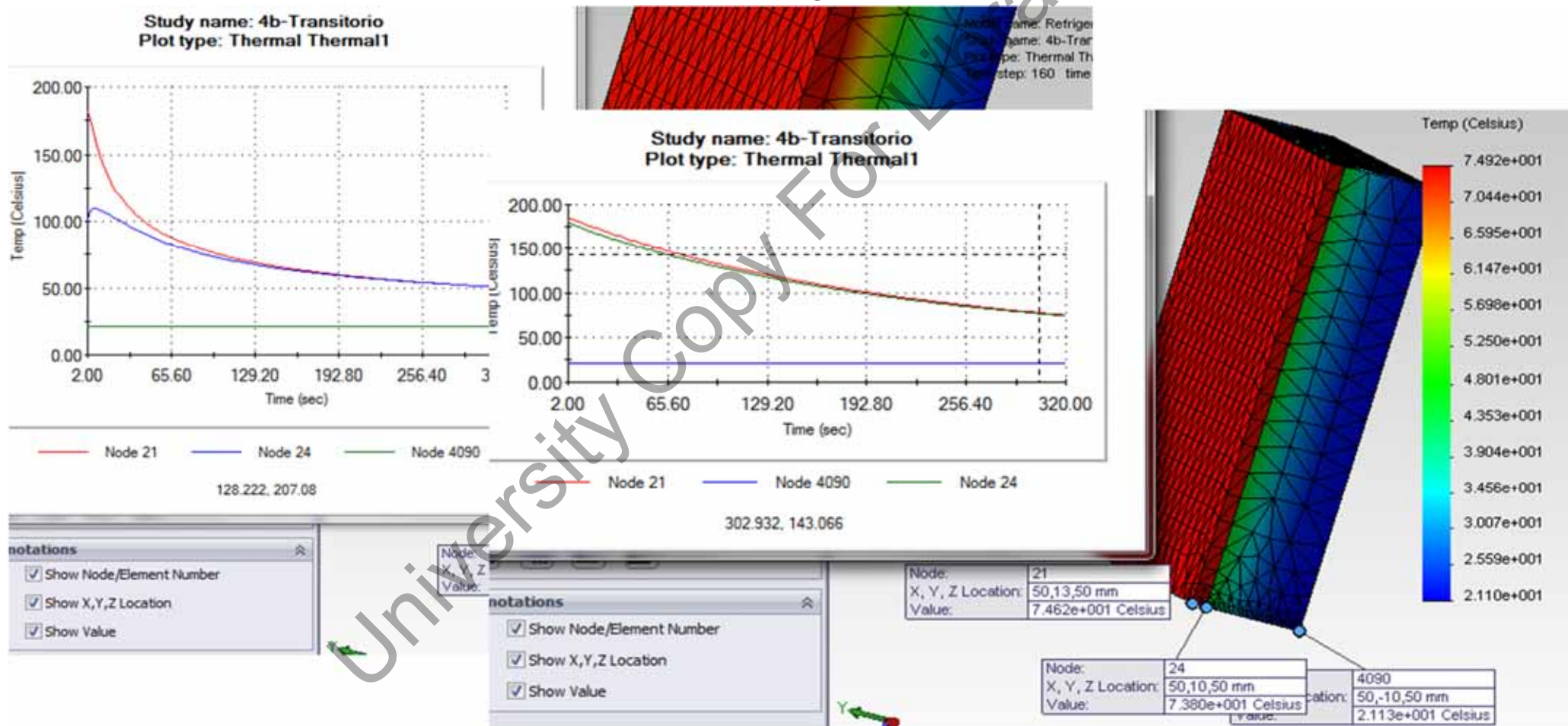
## • TRANSITORIO.

Antes de iniciar el transitorio se va a poner cada pieza a su temperatura.



# • TRANSITORIO.

Si realizamos el transitorio vemos que en 320[segundos] la temperatura ha bajado unos 110°C grados en el HDPE con thermal resistance 0.05 y unos 135 °C con thermal resistance 5e-7[m<sup>2</sup>K/W]. Queda pendiente elaborar estrategia para verificar.



- FOTOS DE ENSAYOS REALES.



- Resumen.

- Distribución de temperaturas.
- Cálculo de las tensiones en dilataciones.
- Cálculo de ensamblajes y utilización de conexiones.
- Cálculo de conducción y convección con transitorios.

University Copy For Library Use

University Copy For Library Use

Proyecto

- X.

x.

University Copy For Library Use

S15t.- Ejercicos no lineales y fluidos con SW.

University Copy For Library Use

Mejora 14:15 ...



- Repaso última sesión.
- Dilataciones térmicas.

University Copy For Library Use

- Help CosmosWorks online.

Si activamos la licencia de SolidWorks Simulation podemos acceder a sus tutoriales. En este caso los que nos interesa son los Nonlinear.

Tutorials	
Static	Nonlinear (Premium)
Frequency, Buckling, and Thermal (Professional)	Fatigue (Professional)
Drop Test, and Pressure Vessel Design (Professional)	Linear Dynamics (Premium)
Design Studies	

Geometrically Nonlinear Analysis of a Plate
Rolling a Sheet into a Ring
Elasto-Plastic Analysis of a C-Clamp
Snap-Through/Snap-Back of a Cylindrical Sheet
Nonlinear Contact Analysis of a Pipe Holder
Nonlinear Contact Analysis of an O-Ring
Nonlinear Analysis of a Clip Assembly
Simulation of Orthodontic Archwire with Nitinol Material Model

- No linealidades.

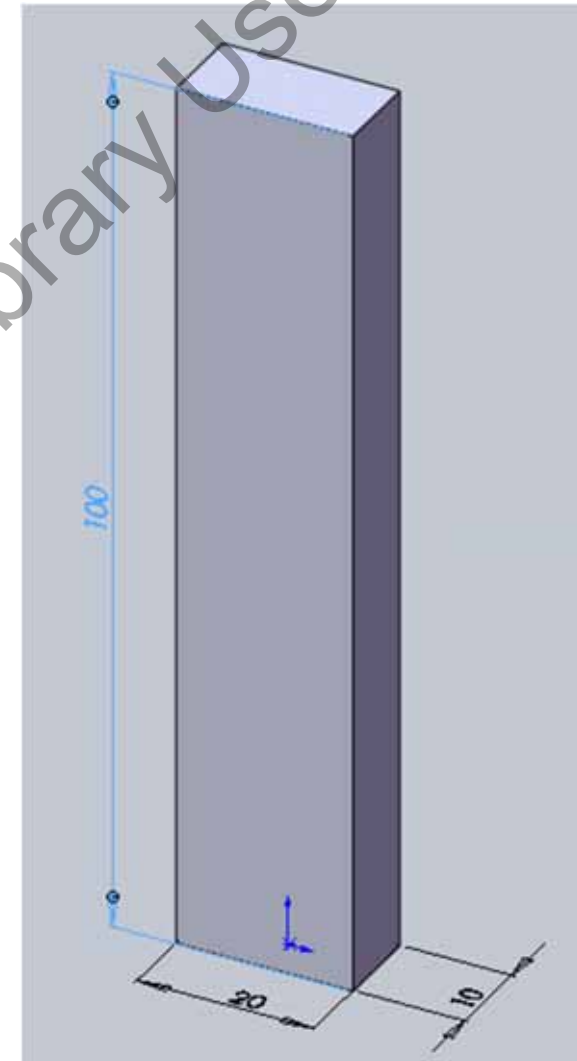
Hay tres tipos principales de no linealidades:

- Largos desplazamientos: La geometría varía y por tanto  $F=k*x$  se ha de recalcularse con una nueva matriz de rigidez "k" ya que ha variado la forma.
- No linealidad de material:
  - No lineal elástico en que el material sigue un comportamiento como por ejemplo  $F=k*x^2$  pero al retirar la fuerza no hay deformaciones permanentes.
  - No lineal con deformación permanente. La deformación permanente puede ser origen de plasticidad o deformación de fluencia a temperatura (creep).
- Contactos. Al iniciar el contacto se generan unas fuerzas que no existían con anterioridad.

En todos los casos es necesario ir iterando para rehacer la matriz de rigidez en cada nueva situación.

- Pequeños desplazamientos

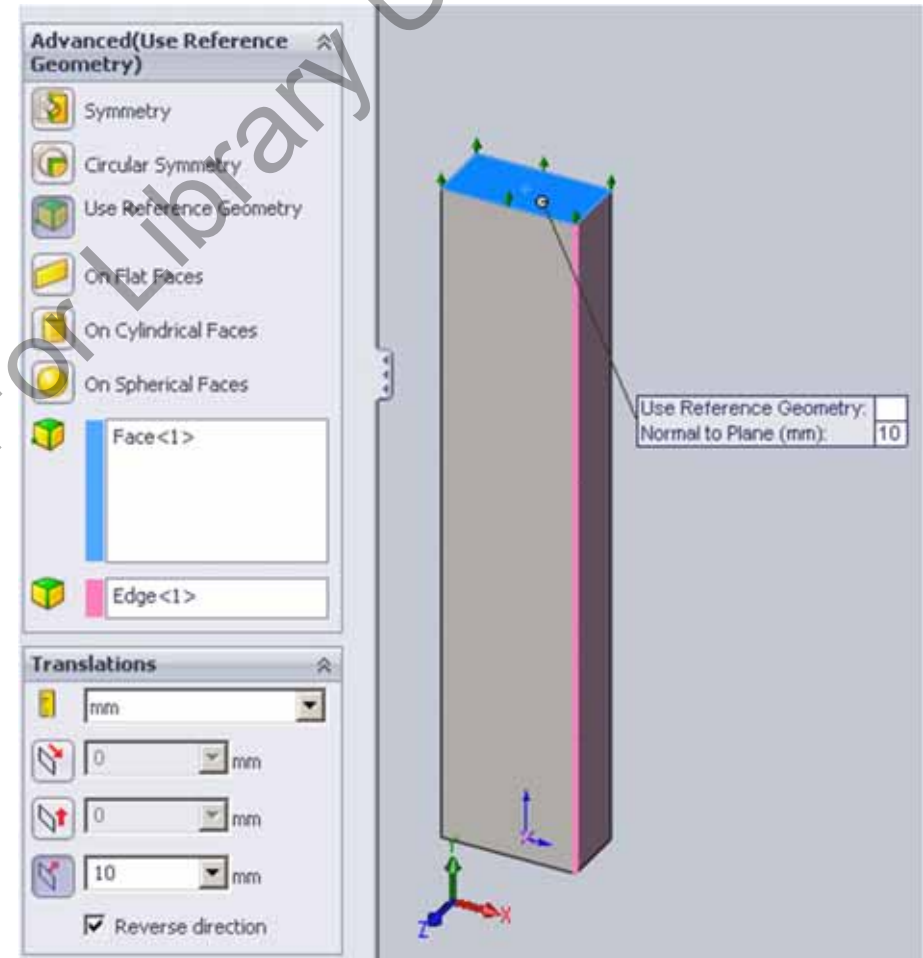
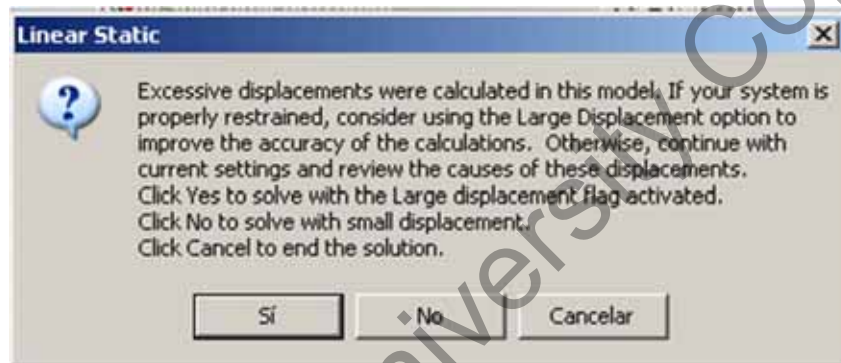
Creamos una biga de 10x20mm de sección y la extruimos 100mm. Le aplicamos el material AISI 1010 Steel, hot rolled bar.



## • Pequeños desplazamientos

Le aplicamos un desplazamiento de 10 mm a la cara superior y lanzamos el cálculo.

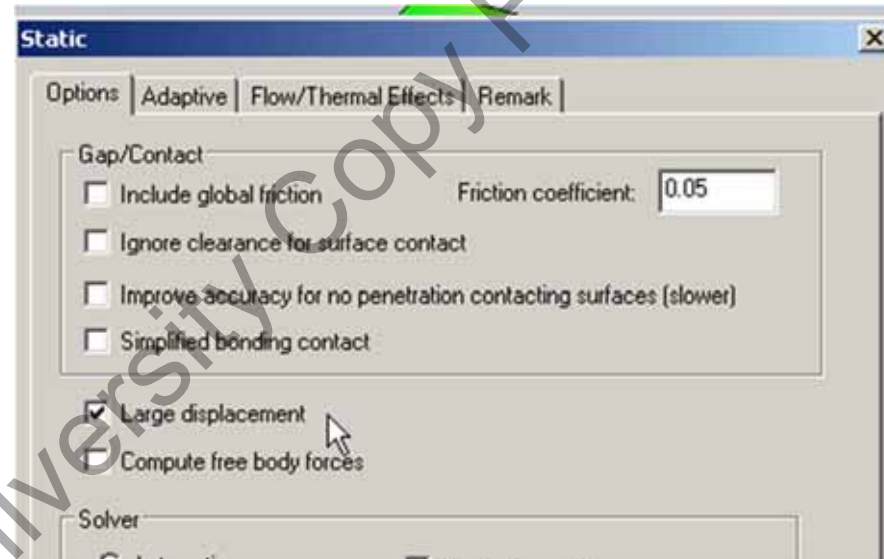
Nos aparece un Warning que nos dice que hay desplazamientos excesivos por lo que recomienda utilizar el cálculo con largos desplazamientos le decimos que no para seguir con el estudio con desplazamientos pequeños.





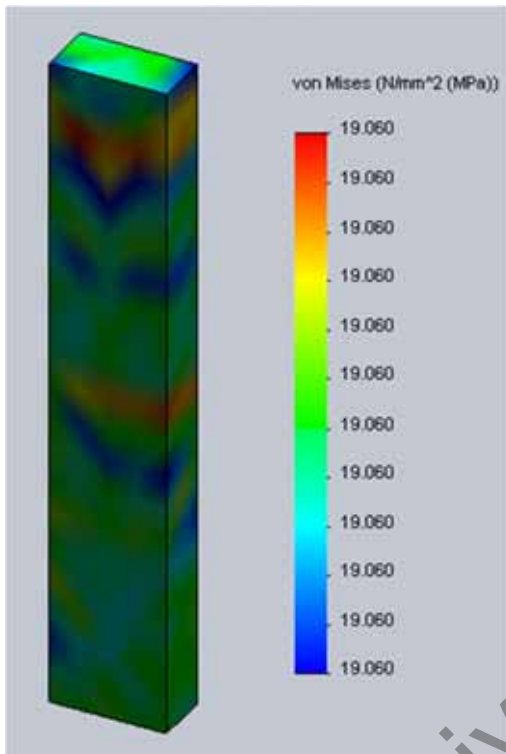
- Largas deformaciones.

Activamos las grandes deformaciones en las propiedades del estudio estático. Podemos ver que el resultado es diferente debido a que la deformación de la biga es muy grande. Aplicando esta fuerza la biga se alarga 10 mm por lo que la longitud final es de 110mm (un aumento de un 10%) al haber este aumento la sección varia y por lo tanto F/A también ha variado.

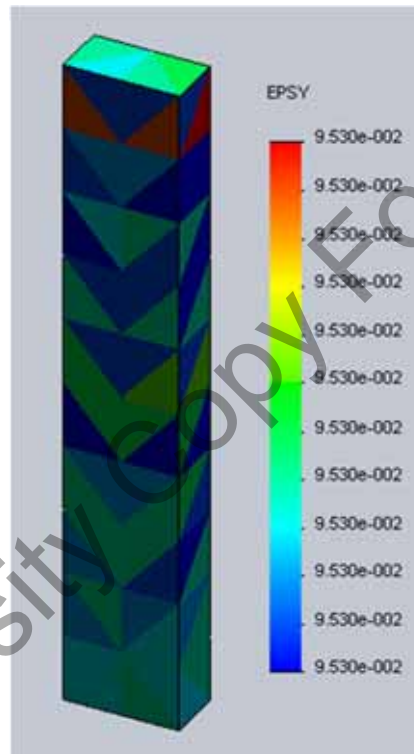


- Largas deformaciones.

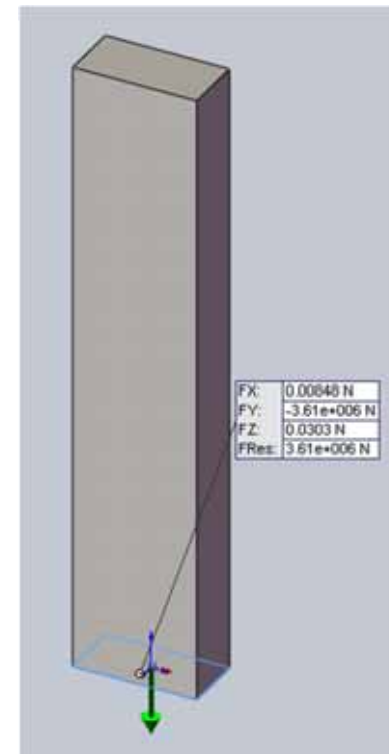
Con éste calculo los resultados que nos da varían de los anteriores, debido a la matriz de rigidez.



$$\sigma = E\varepsilon = 2. \cdot 10^5 \cdot 0.0953 = 1.906 \cdot 10^4 \text{ MPa OK}$$



$$\varepsilon = \ln(1 + U/L) = \ln(1 + 10/100) = 0.0953 \text{ OK}$$

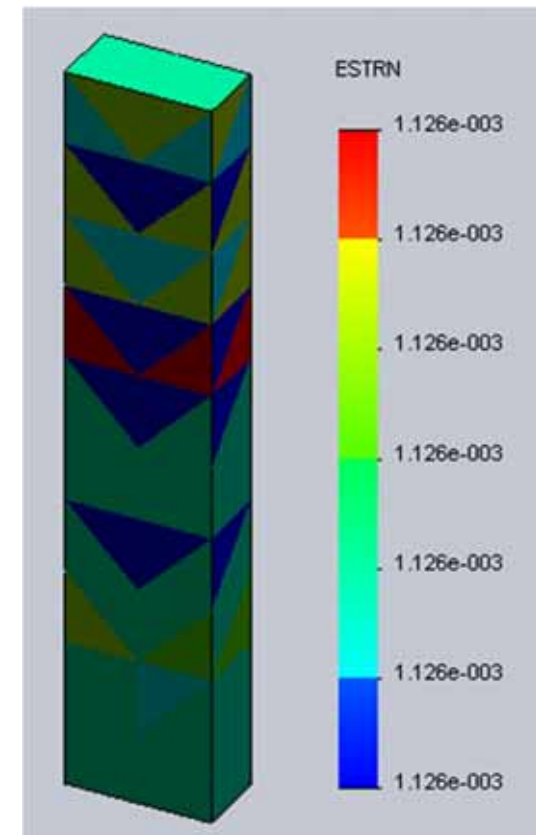
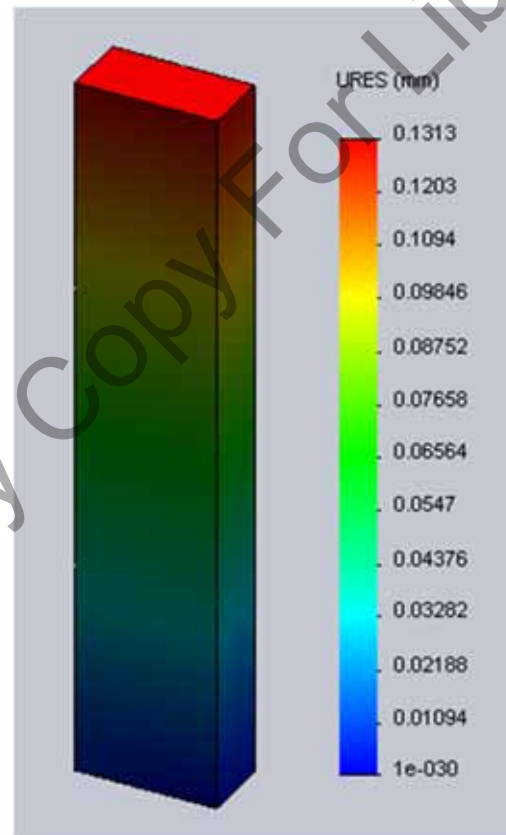
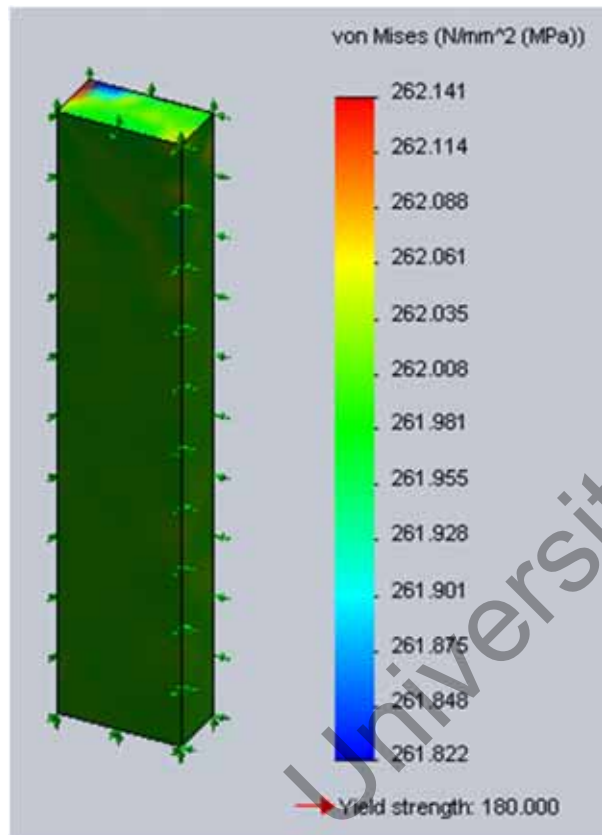


$$F = \sigma A \cdot (1 - \nu \varepsilon_z)^2 = 1.906 \cdot 10^4 \cdot 200 \cdot (1 - 0.29 \cdot 0.0953)^2 = 3.461 \cdot 10^6 \text{ N OK}$$



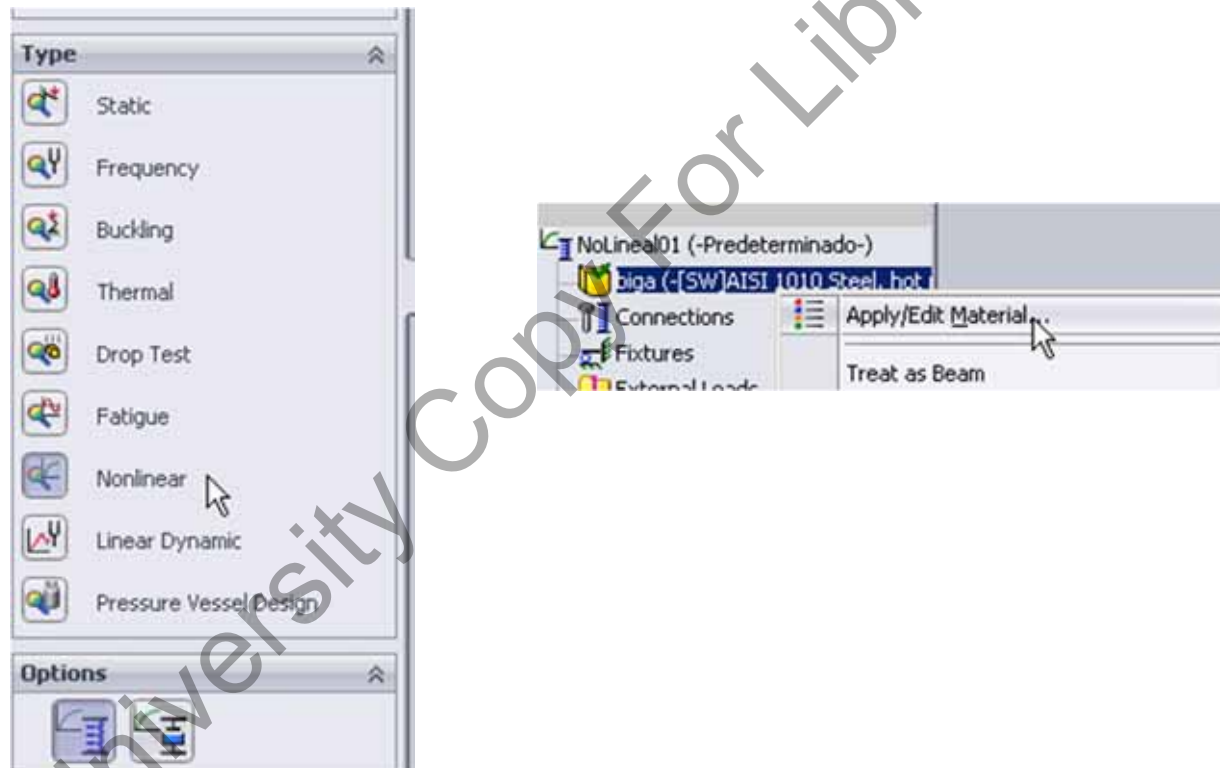
- Plasticidad.

Lo primero que vamos a hacer es comprobar el cálculo no lineal de una barra a tracción. Primero hacemos un cálculo lineal aplicando 0.131[mm] de desplazamiento para comprobar que las tensiones están por encima de fluencia.



- Plasticidad.

Realizamos un estudio no lineal sobre la misma biga pero esta vez editaremos el material.



• Plasticidad

Editamos el material.

The screenshot shows the 'Material' dialog box in SolidWorks. The left pane shows a tree view of material libraries, with 'AISI 1010 Steel, hot rolled bar' selected under 'Steel\_non\_lineal'. The right pane shows the 'Material properties' tab, which includes a warning that default materials cannot be edited. The 'Model Type' is set to 'Plasticity - von Mises', 'Units' to 'SI - N/mm^2 (MPa)', and 'Category' to 'Steel\_non\_lineal'. A 'Create stress-strain curve' button is visible. The 'Default failure criterion' is 'Max von Mises Stress'. Below the form is a table of material properties.

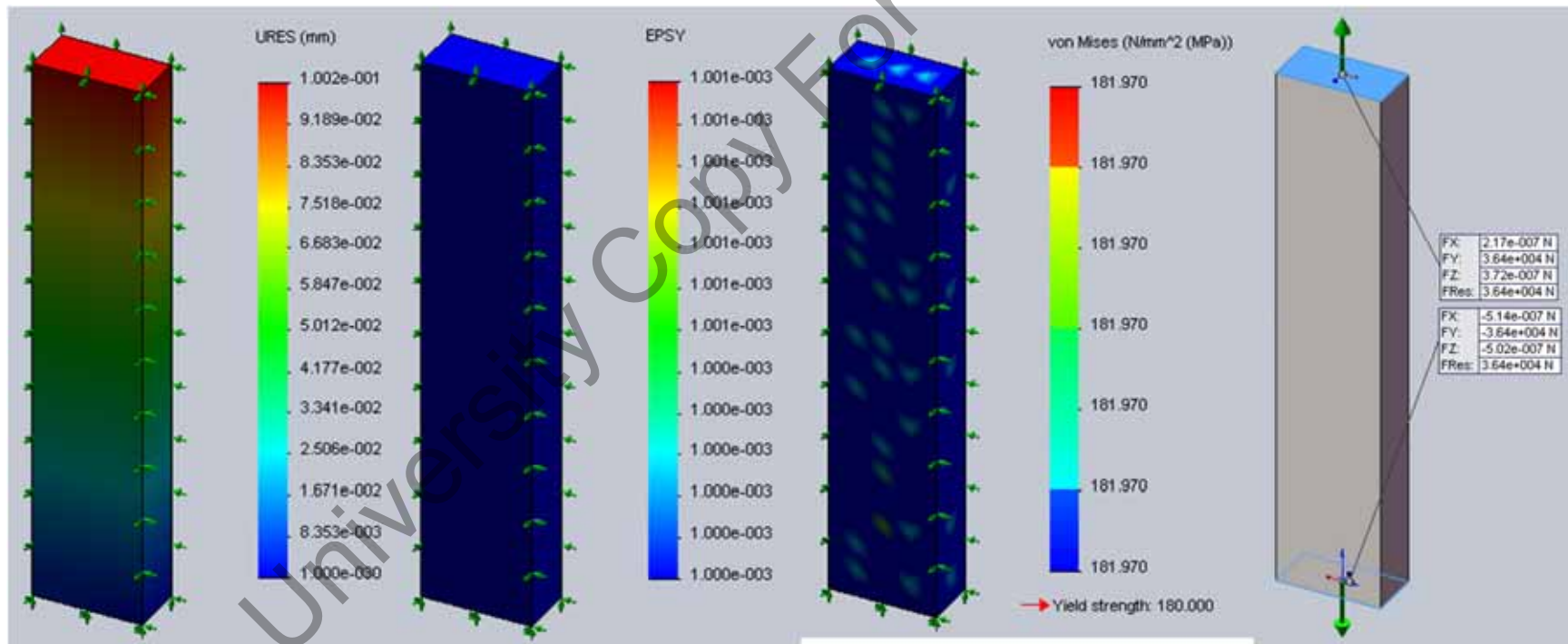
Property	Value	Units
Elastic Modulus in X	200000	N/mm^2
Poisson's Ration in XY	0.29	N/A
Yield Strength	180	N/mm^2
Tangent Modulus	20000	N/mm^2
Thermal Expansion Coefficient in X	1.22e-005	/K
Mass Density	7870	kg/m^3
Hardening Factor	0.85	N/A

• Plasticidad

Realizamos un cálculo aplicando 0.1mm de desplazamiento, o sea, 0.1% de deformación.

$$\sigma_2 = \sigma_1 + E_2 * (\epsilon_2 - \sigma_1 / E_1) = 180 + 20000 * (0.001 - 180 / 200000) = 182 \text{ [MPa]}$$

$$F = \sigma A = 182 * 200 = 3.64e4 \text{ [N]}$$

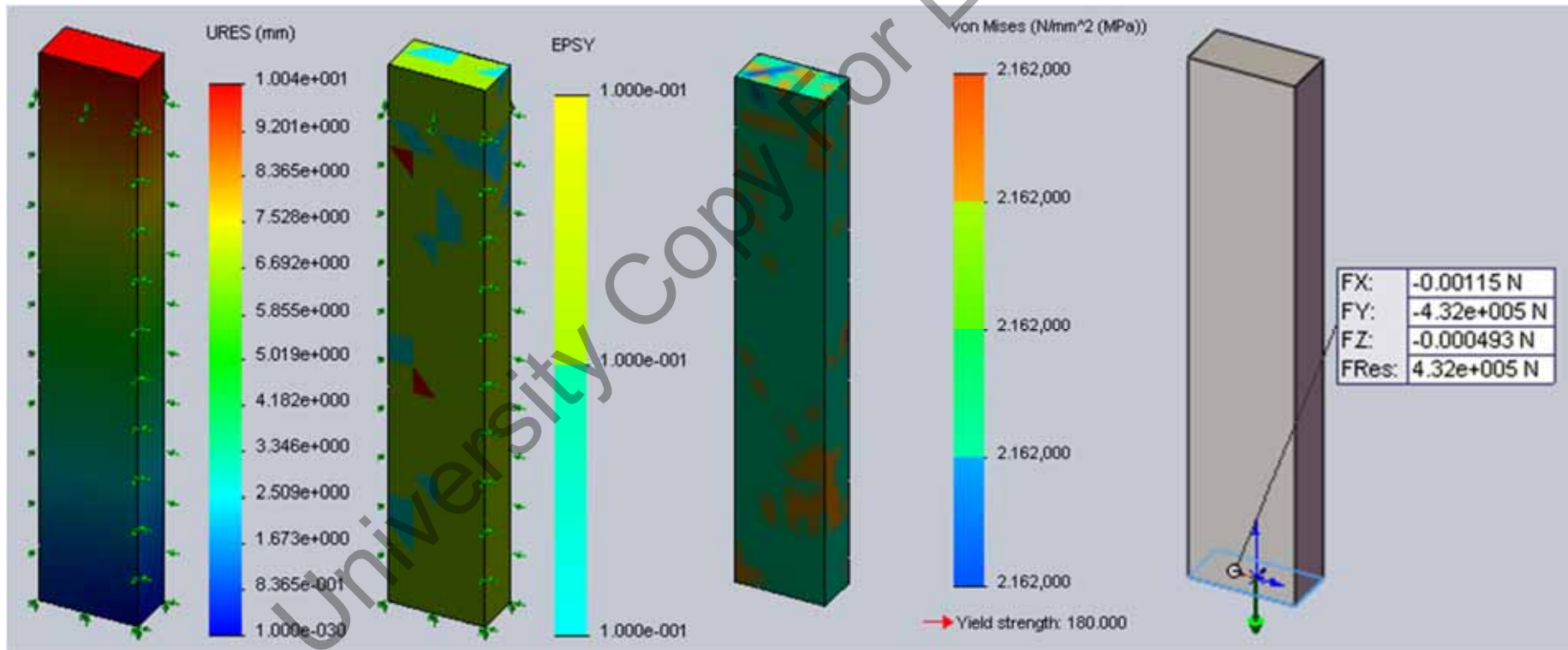


• Plasticidad.

Lo repetimos con 10mm (10%) el resultado esperado es (sin largos desplazamientos, hay que desactivar el cálculo en propiedades):

$$\sigma_2 = \sigma_1 + E_2 * (\epsilon_2 - \sigma_1 / E_1) = 180 + 20000 * (0.1 - 180 / 200000) = 2162 \text{ [MPa]}$$

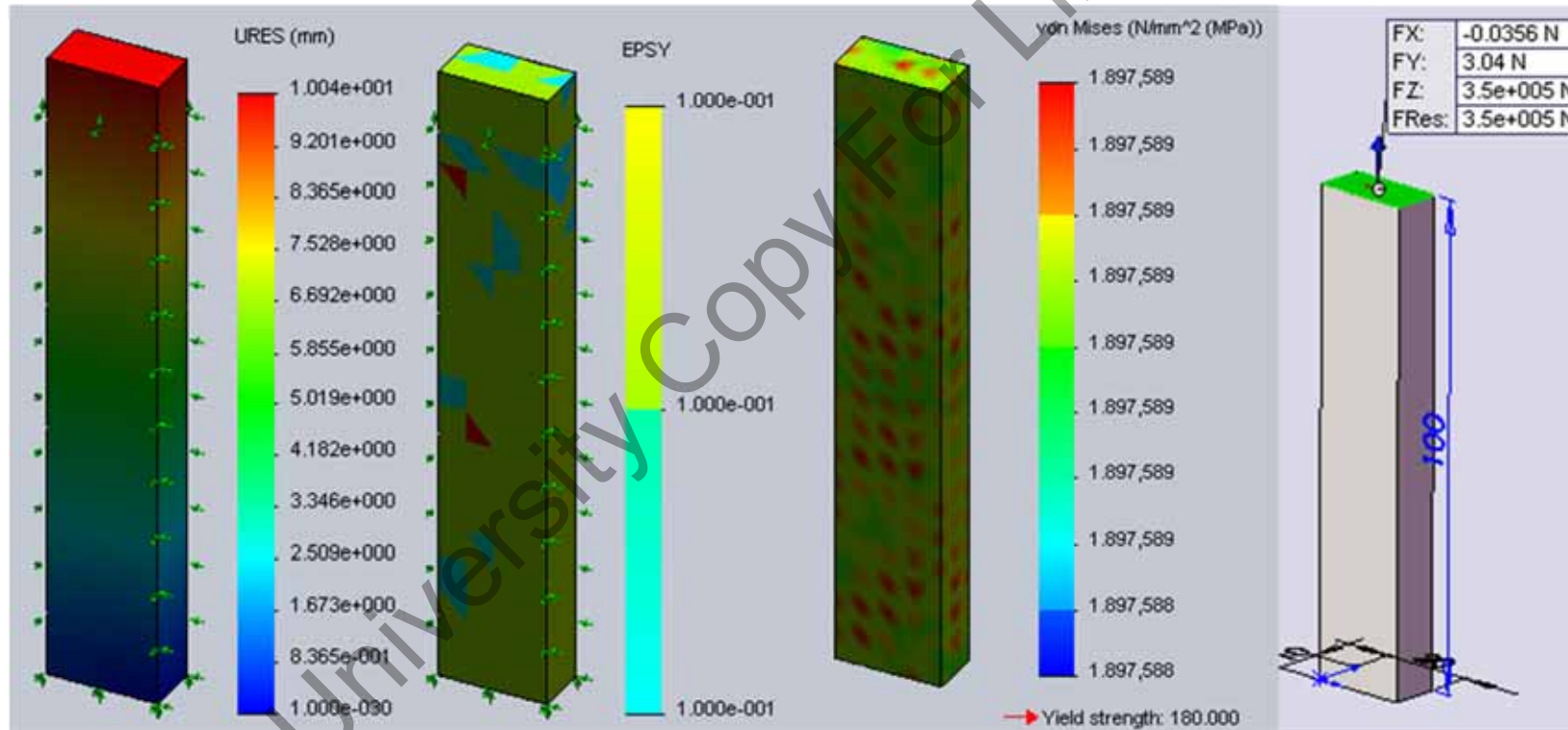
$$F = \sigma A = 2162 * 200 = 4.32e5 \text{ [N]}$$



• Plasticidad.

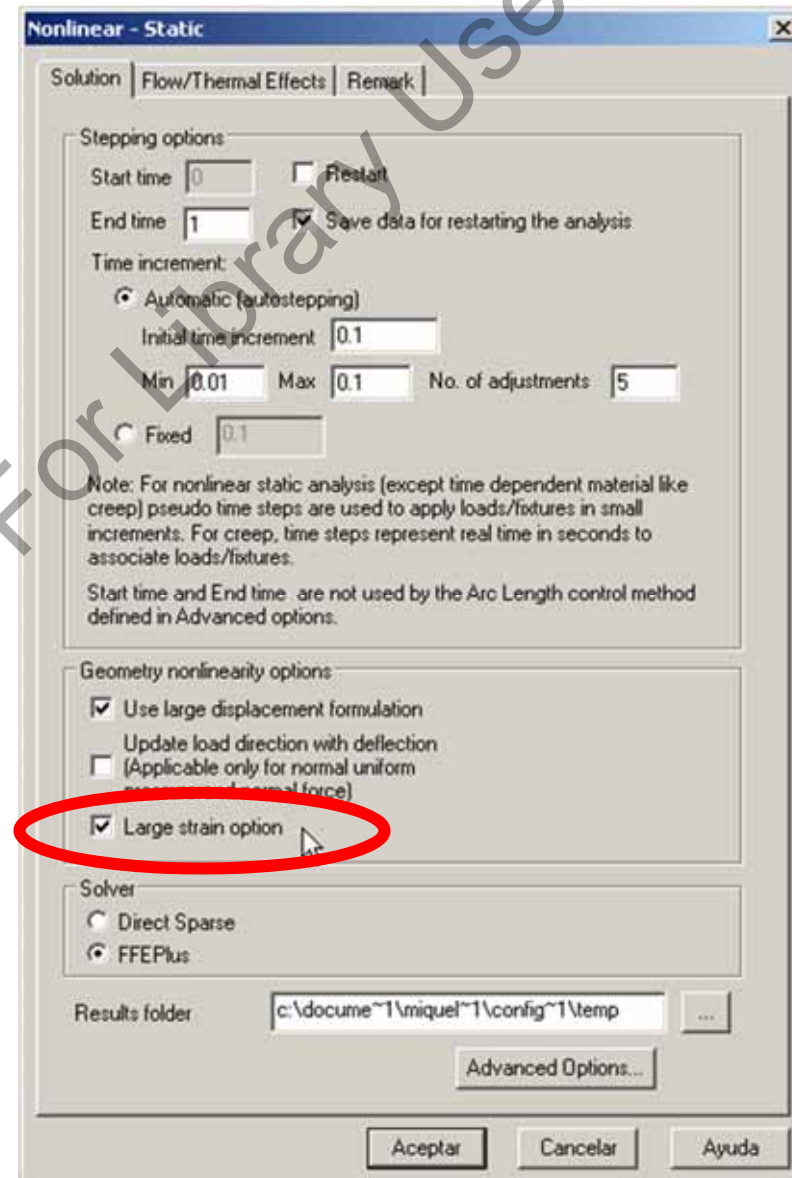
Con largos desplazamientos

$\sigma_2 = \sigma_1 + E_2 * (\epsilon_2 - \sigma_1 / E_1) = 180 + 20000 * (\ln(1 + 10/100) - 180/200000) = 2068 \text{ [MPa]}$   
 y la fuerza  $F = \sigma A = 2068 * 200 / (1 + U/L) = 3.76e5 \text{ [N]}$  Ahora el error es mayor.



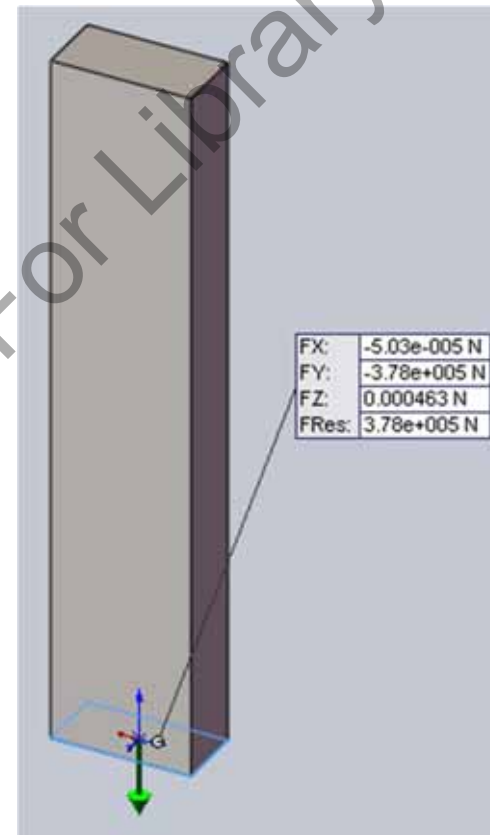
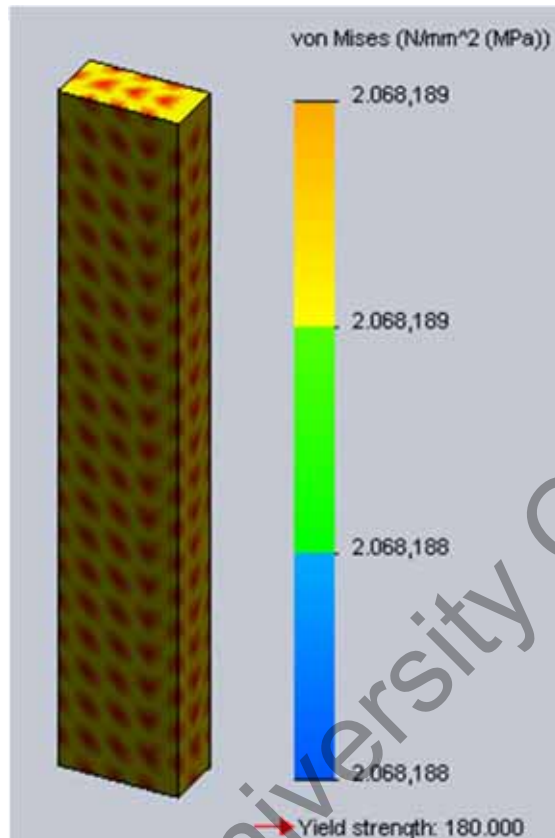
- Plasticidad.

Para mejorar los resultados modificamos las las propiedades del calculo..



- Plasticidad.

Ahora los resultados si que son correctos.



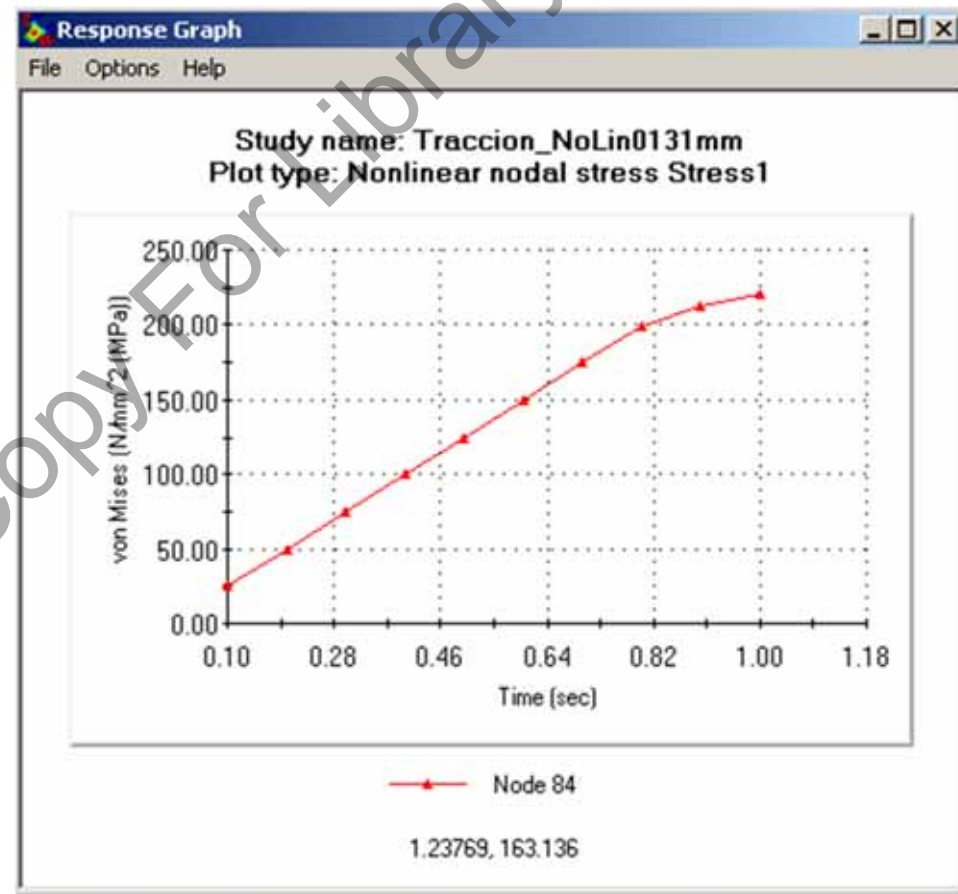
$$\sigma_2 = \sigma_1 + E_2 * (\epsilon_2 - \sigma_1 / E_1) = 2068 [\text{MPa}]$$

$$F = \sigma A = 3.76e5 [\text{N}]$$



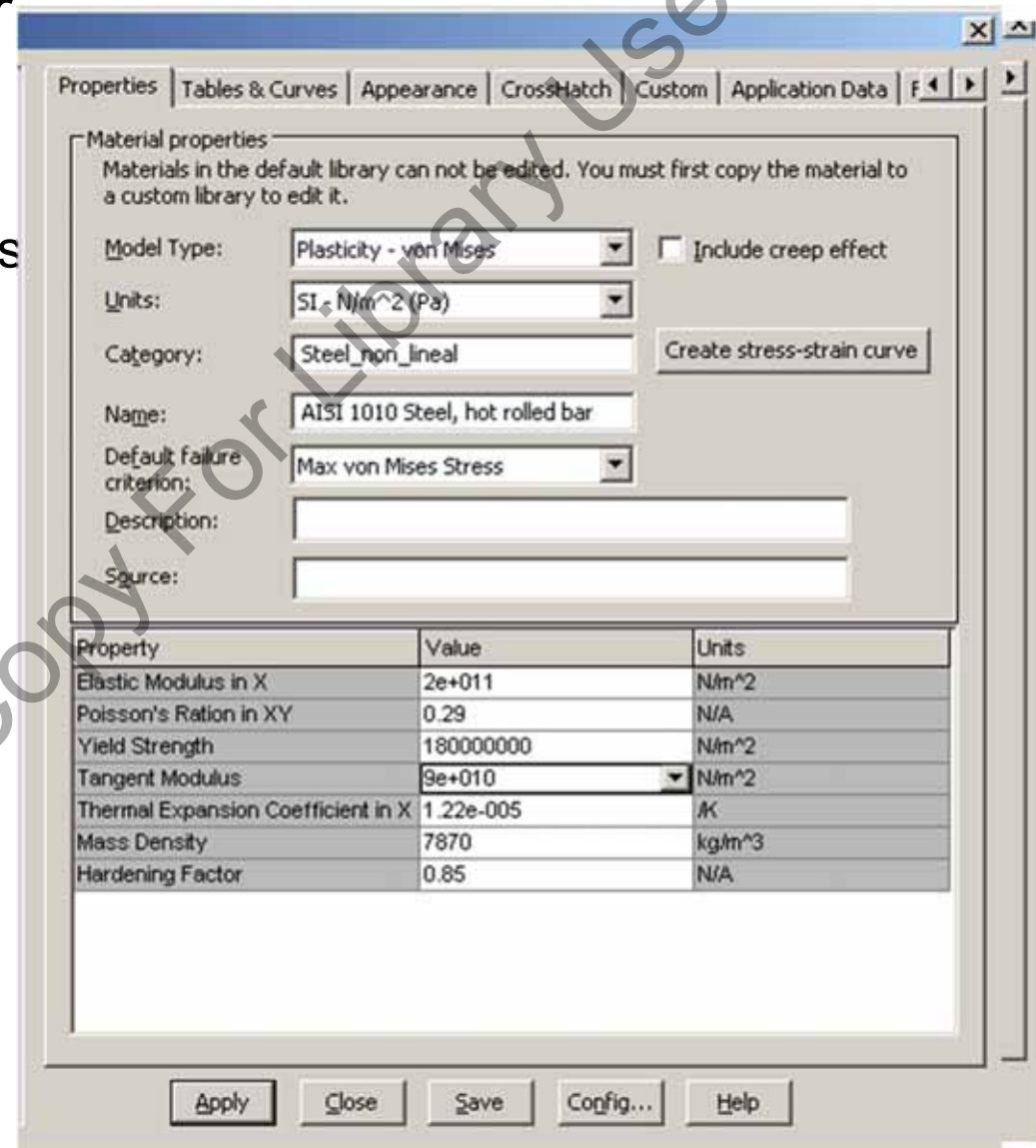
- Plasticidad.

Podemos graficar los resultados.



- Incluir caso no lineal por plasticidad.

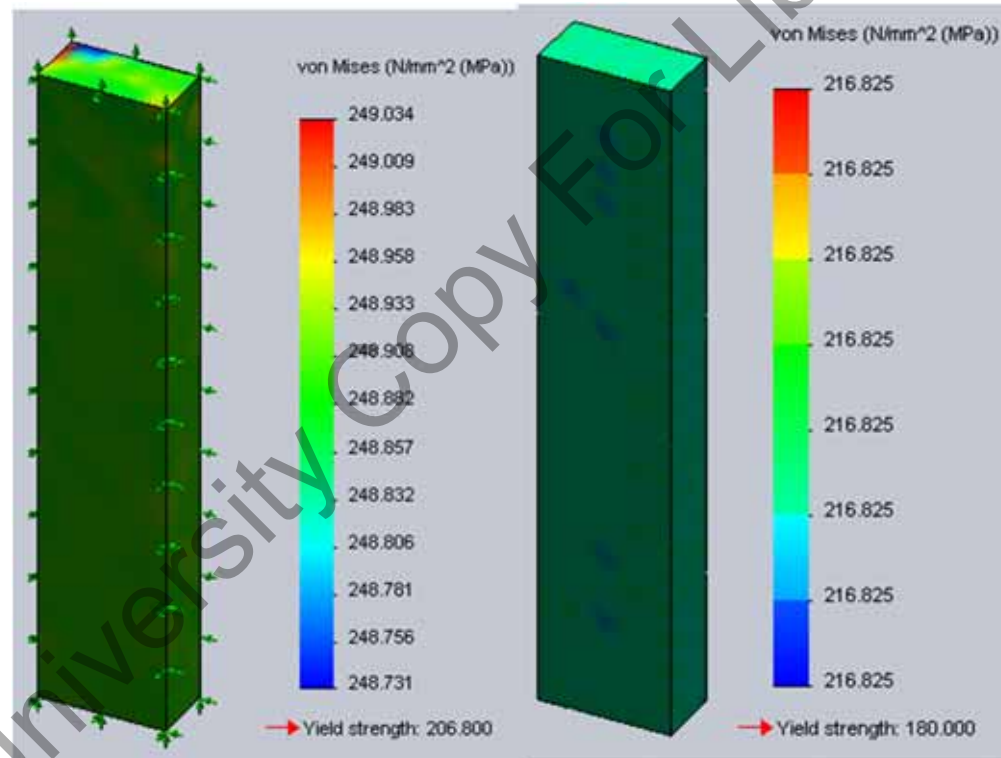
Editamos el material y le damos la parte plástica. Por ejemplo podemos dar una segunda pendiente  $E_2=0.9e11$  N/m<sup>2</sup>.



- Incluir caso no lineal por plasticidad.

Por lo tanto ahora al aplicar el mismo desplazamiento  $\varepsilon_2=0.131/100=1.31e-3$  se obtendrá la siguiente tensión:

$$\sigma_2 - \sigma_1 = E_2 * (\varepsilon_2 - \varepsilon_1) \Rightarrow \sigma_2 = \sigma_1 + E_2 * (\varepsilon_2 - \sigma_1 / E_1) = 180e6 + 0.9e11 * (1.31e-3 - 180e6 / 2e11) = 2.16e8 \text{ N/m}^2.$$

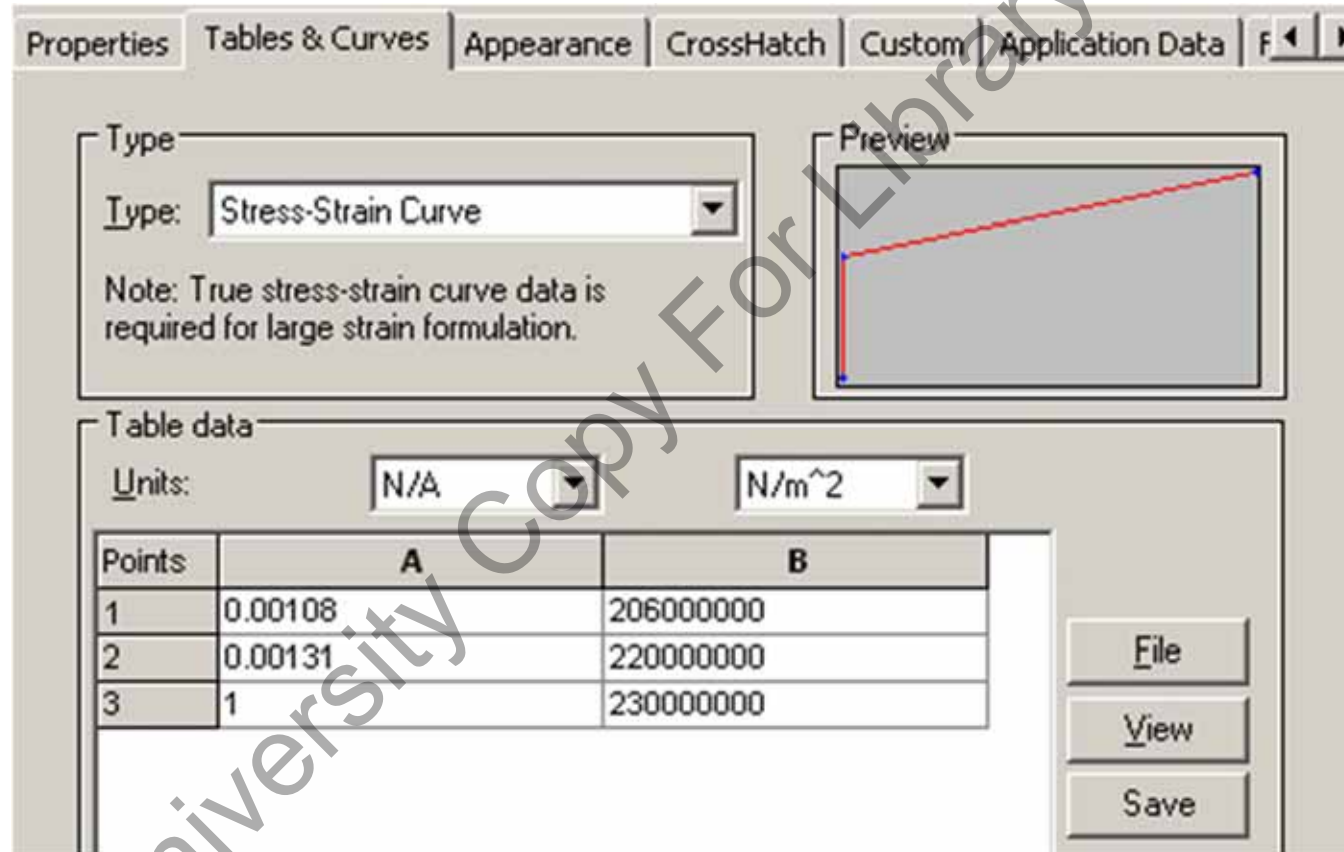


Elástico

Plástico

- Introducir curva material.

Otra posibilidad es introducir la curva de material para ver mejor el comportamiento.



The screenshot shows a software interface with several tabs: Properties, Tables & Curves, Appearance, CrossHatch, Custom, and Application Data. The 'Tables & Curves' tab is active.

**Type:** Stress-Strain Curve

Note: True stress-strain curve data is required for large strain formulation.

**Preview:** A graph showing a red stress-strain curve starting from the origin and increasing linearly.

**Table data:**

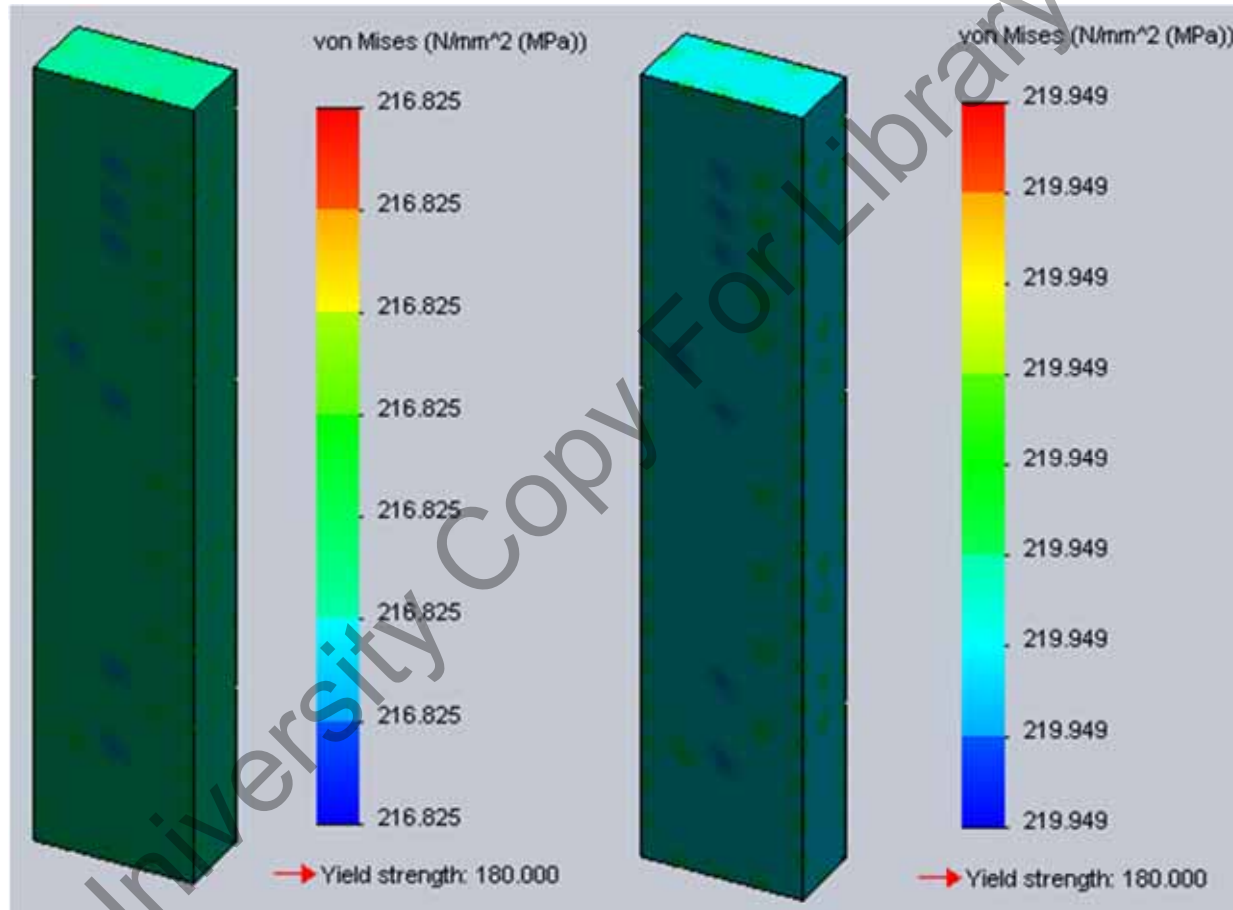
Units: N/A      N/m<sup>2</sup>

Points	A	B
1	0.00108	206000000
2	0.00131	220000000
3	1	230000000

Buttons: File, View, Save

- Introducir curva material.

Otra posibilidad es introducir la curva de material para ver mejor el comportamiento.

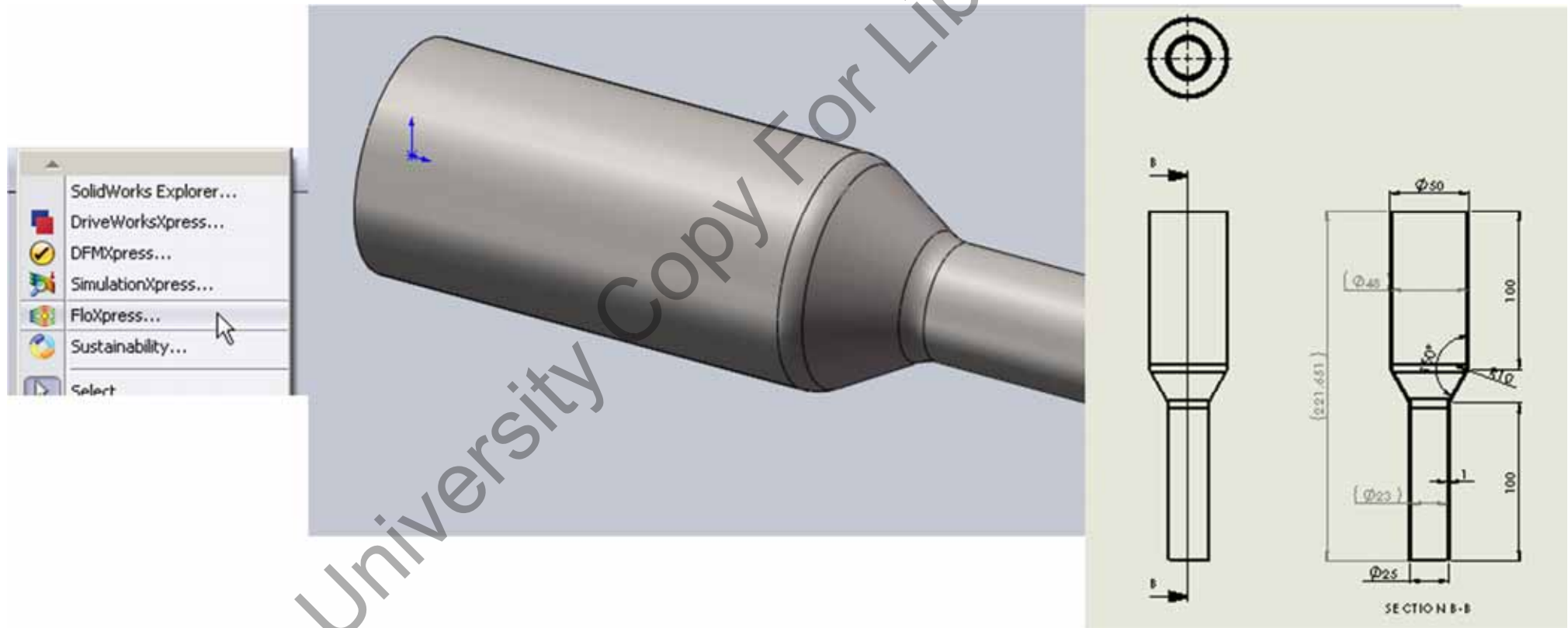


Plástico-pendiente

Plástico-curva

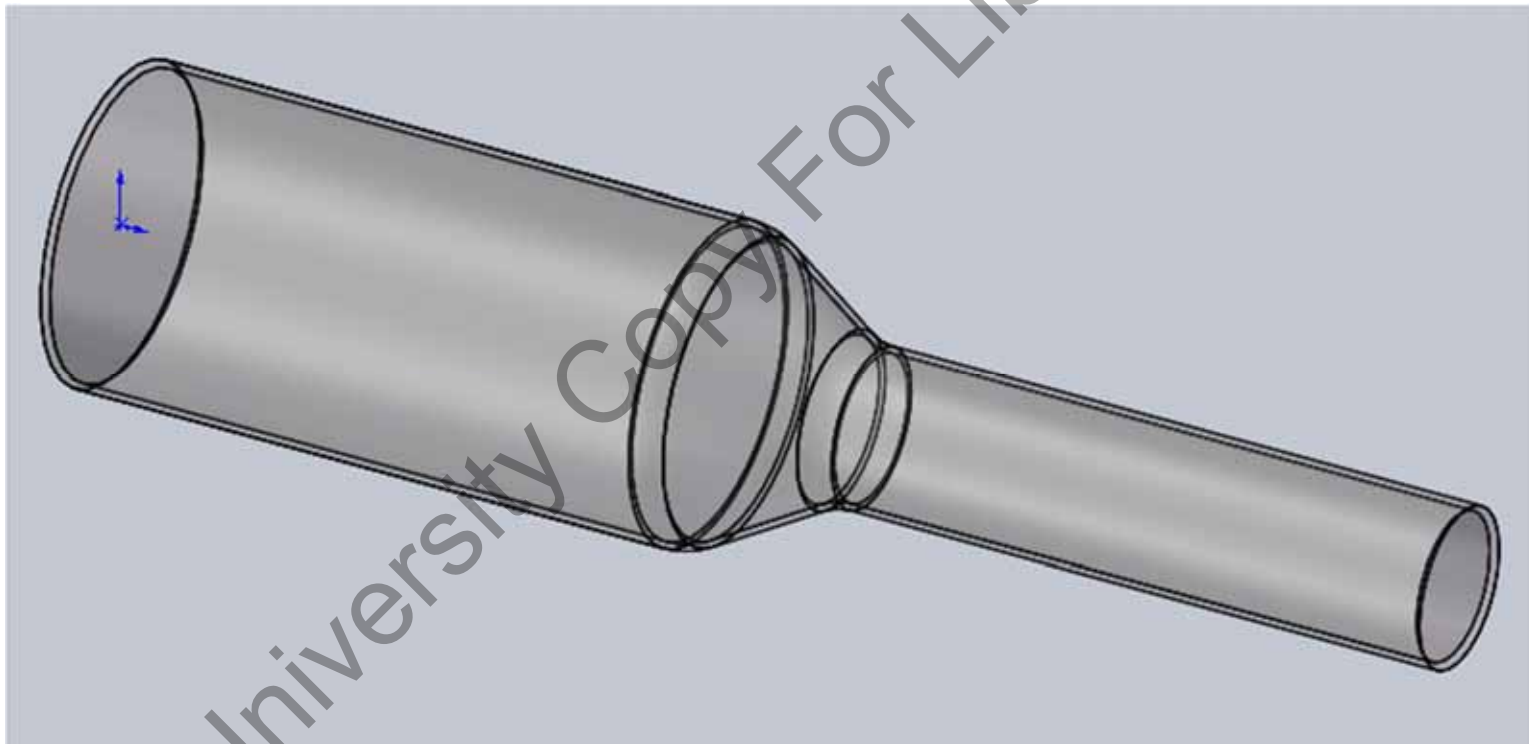
- Cálculos sencillos de fluidos

Con SolidWorks tenemos la posibilidad de usar FloXpress... Primero abrimos el archivo tubo\_tapa.SLDPRT del cual haremos el estudio de dinámica de fluidos.



- Cálculos sencillos de fluidos

FloXpress nos pide que el elemento a estudiar tenga la entrada y la salida tapadas por lo que las taparemos. Posteriormente pondremos la pieza transparente para así poder visualizar mejor los resultados.

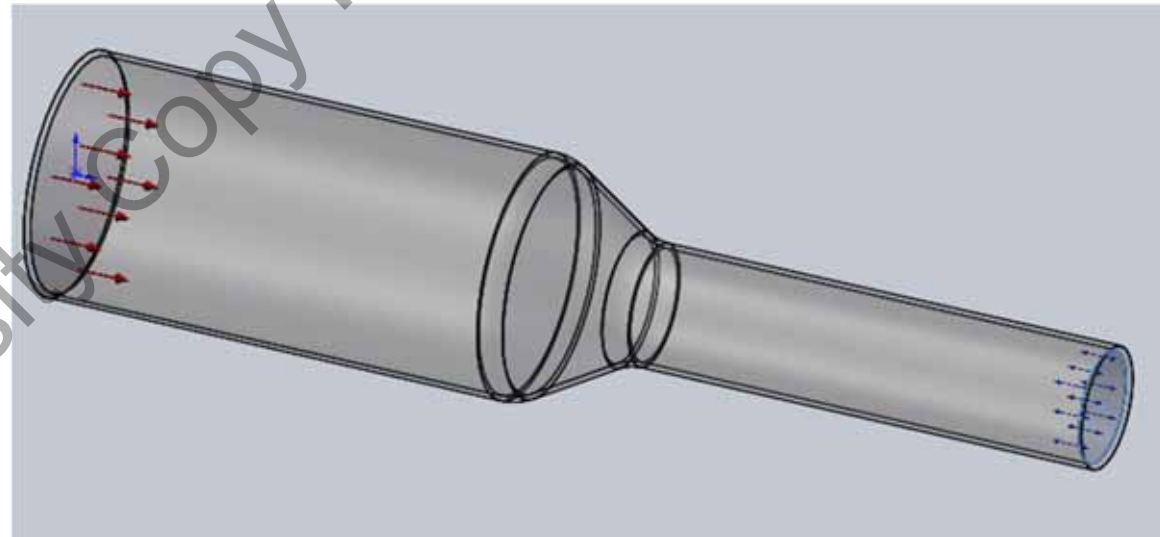


## • Cálculos sencillos de fluidos

Activamos la herramienta FlowXpress y seguimos los pasos.

Se ha impuesto un caudal de  $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$  en una sección de diámetro 50mm. La velocidad media de entrada es:  $0.1/(\pi*0.050^2/4)=50.92[\text{m/s}]$ .

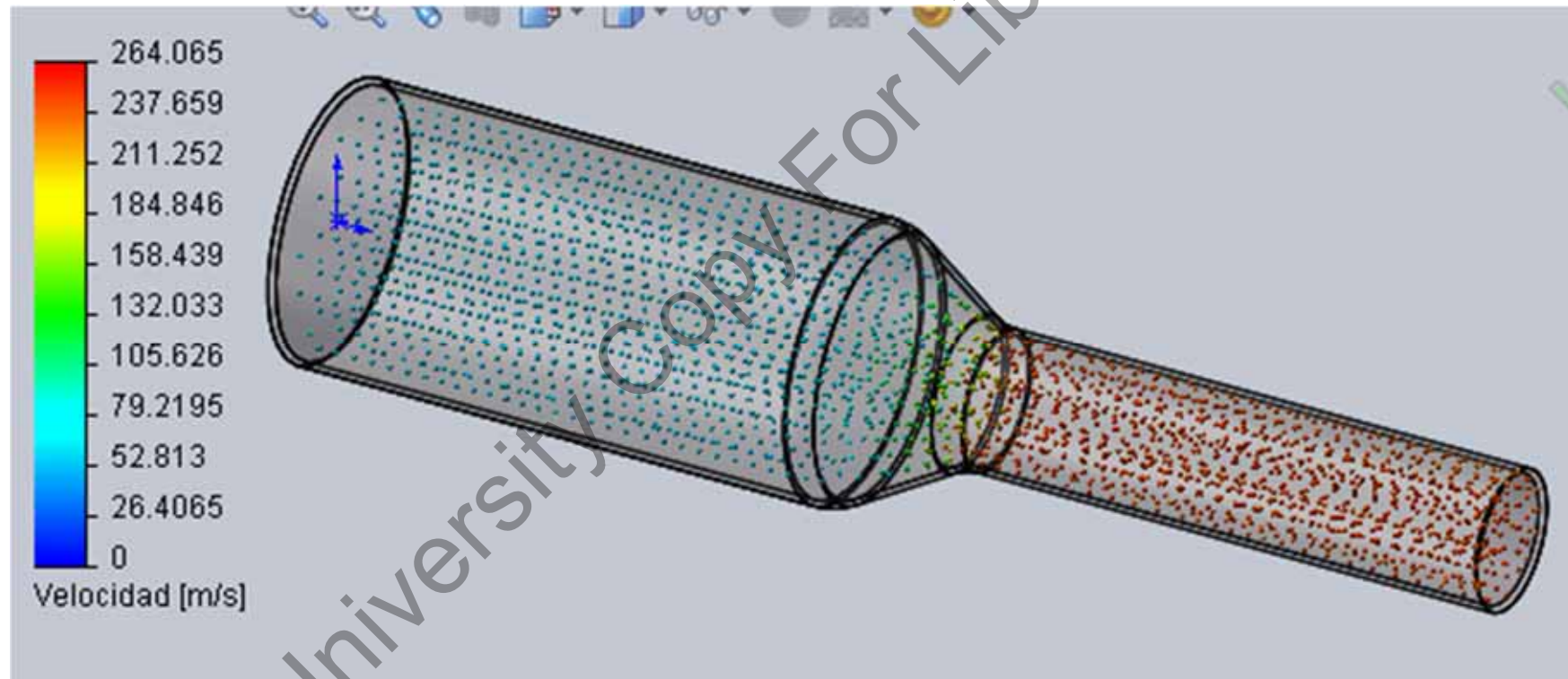
La salida tiene un diámetro de 25mm por lo que se espera cuadruplicar la velocidad hasta  $203.70[\text{m/s}]$ .





- Cálculos sencillos de fluidos

El resultado se puede considerar correcto ya que con esta herramienta solo podemos hacer pequeñas aproximaciones.

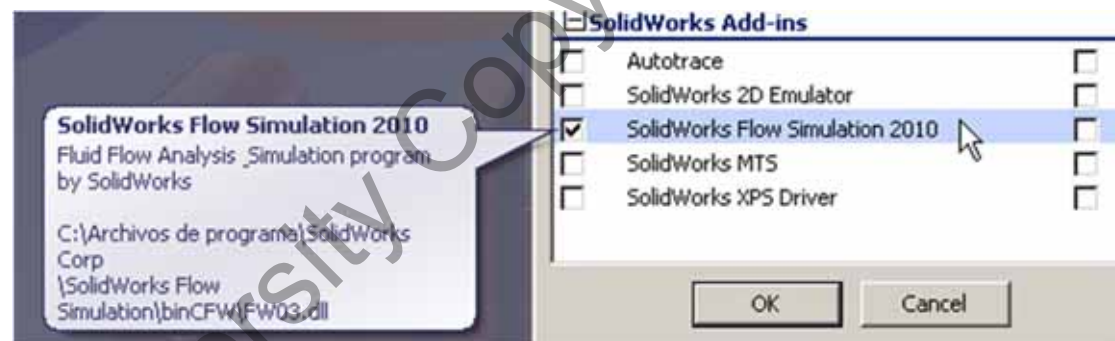


## • Cálculos de fluidos

Para realizar cálculos buenos de fluidos utilizaremos la herramienta SolidWorks Flow Simulation 2010 que hay que activar.

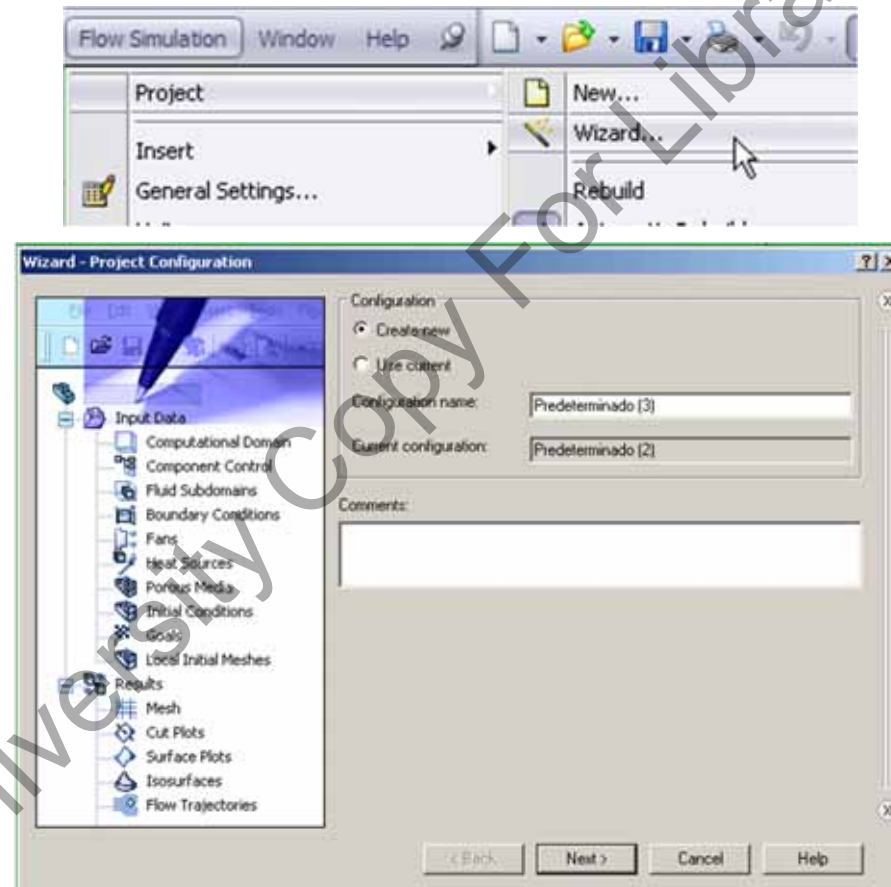
Si hay algún problema con la licencia seguid los pasos que hay en el link siguiente:

<http://symsolutions.com/wordpress/2010/04/network-solidworks-flow-simulation/>



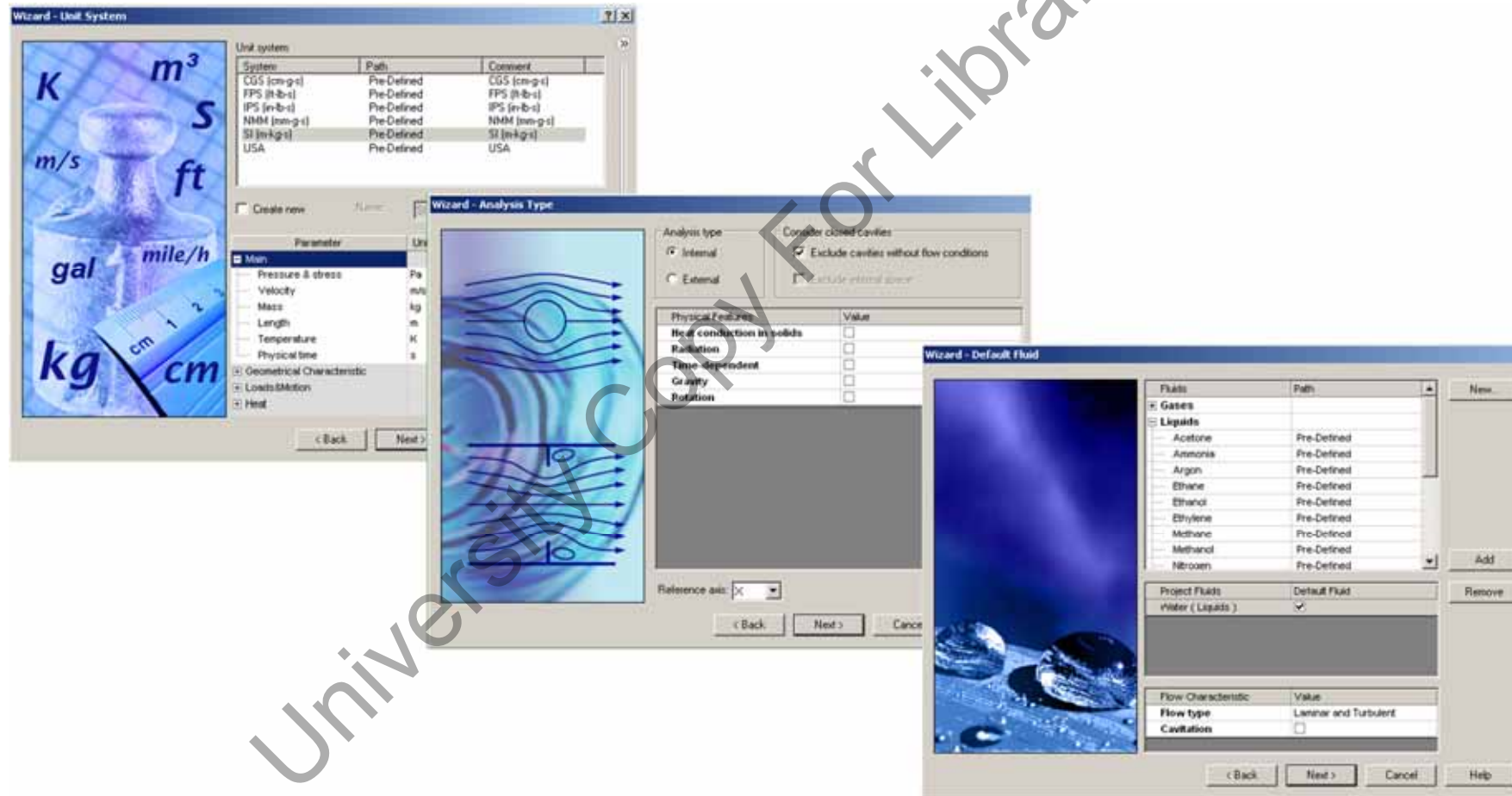
## • Cálculos de fluidos

Abrimos un nuevo proyecto pero utilizaremos el Wizard.. Que nos ayudará a preparar el cálculo. Seguimos los pasos para configurar el cálculo.



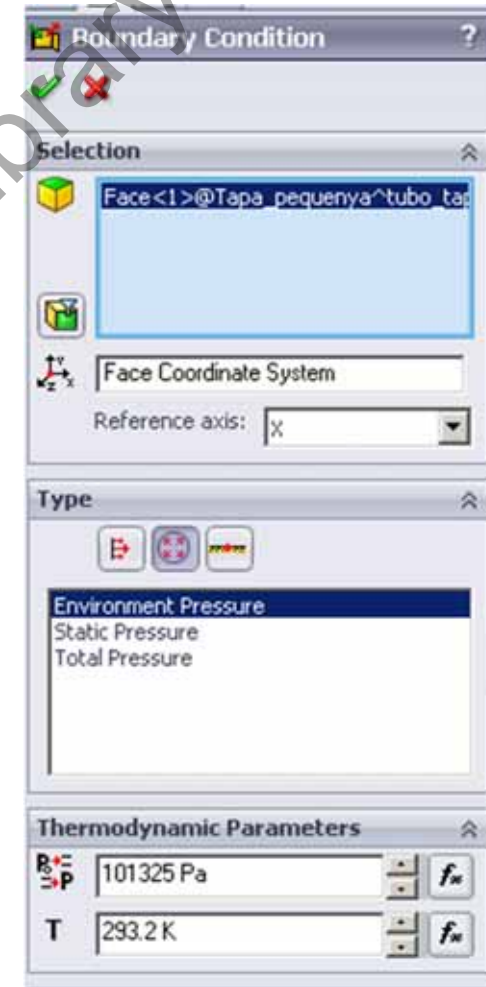
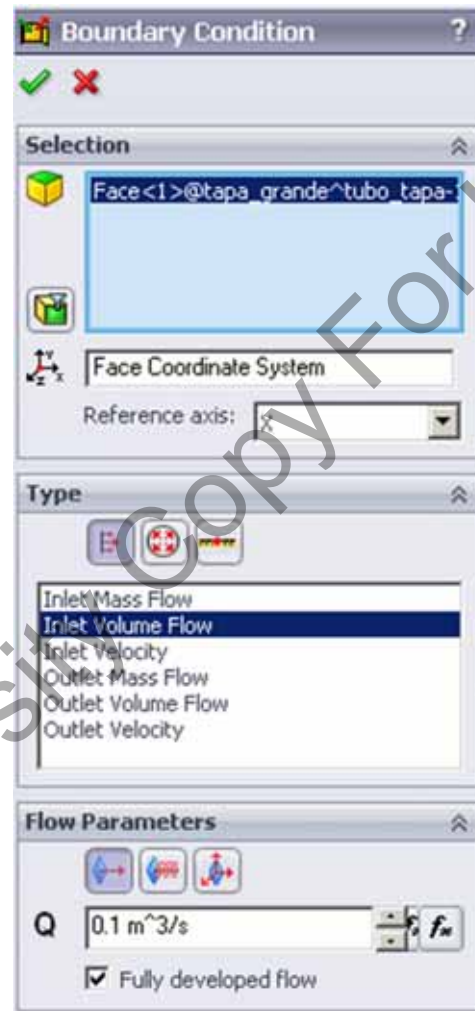
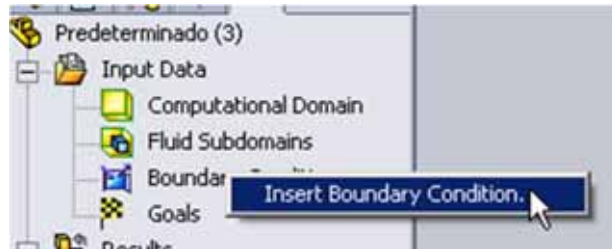
• Cálculos de fluidos

Unidades, tipo de cálculo, fluido, etc...



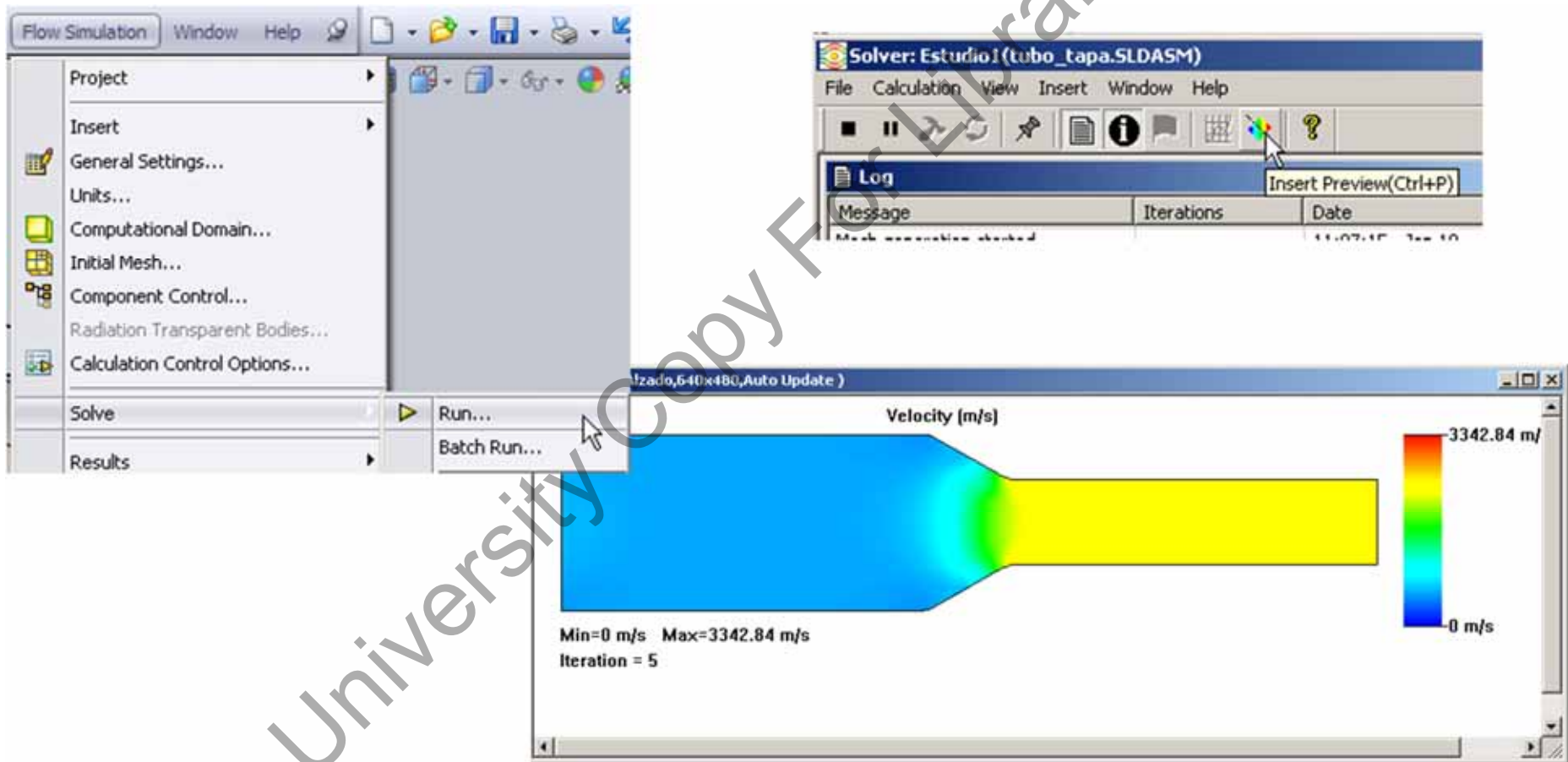
- Cálculos sencillos de fluidos

Una vez realizado el Wizard debemos poner las condiciones de entrada y salida.



- Cálculos sencillos de fluidos

Ejecutamos el cálculo. Podemos ver graficas mientras se va ejecutando el cálculo.



- Resumen.

- Cálculos no lineales con CosmosWorks.
- Cálculo de fluidos con FlowExpress y FlowWorks.

University Copy For Library Use

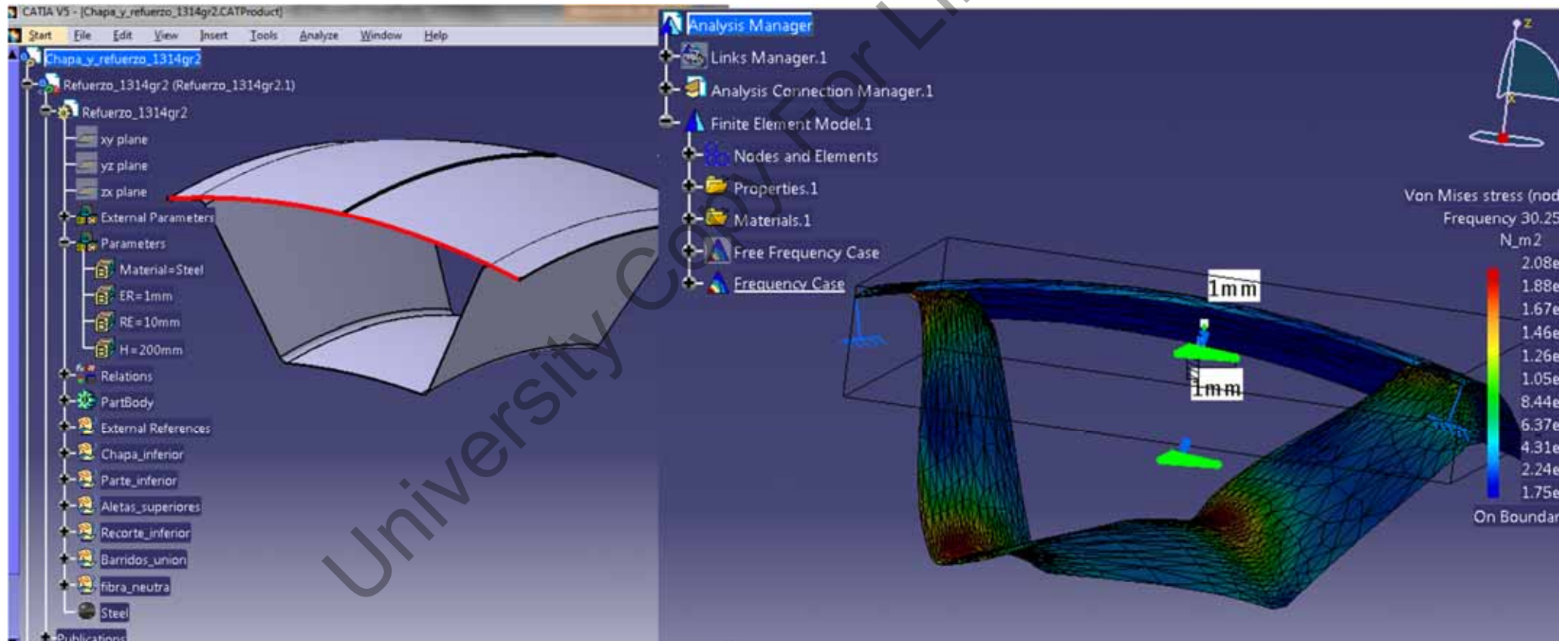
ENTREGABLE

University Copy For Library Use



- Entregable.

Realizar el refuerzo de espesor ER si disponemos de un espacio H para la chapa y el refuerzo. El refuerzo tiene en la aleta soldada unos 50mm y la zona inferior unos 100 a los bordes de la chapa. Calcular las frecuencias libres y empotrando la chapa en el extremo con el que se hizo el barrido.

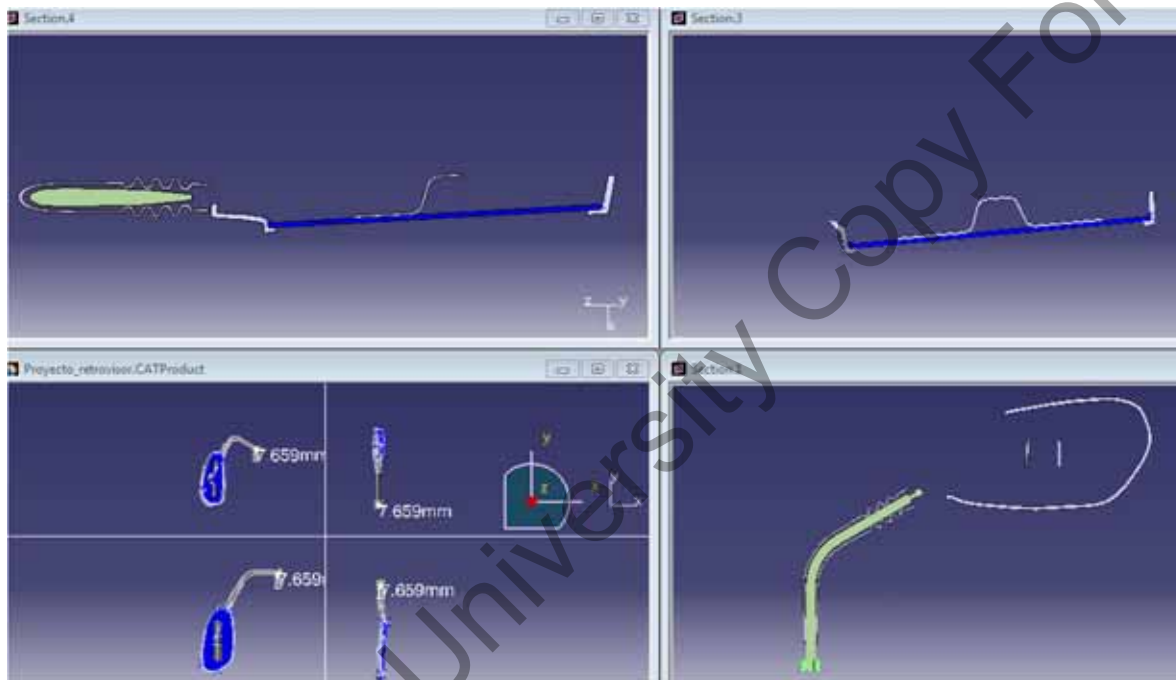


PROYECTO

University Copy For Library Use

- Proyecto.

Continuar con el proyecto modificando ligeramente la varilla para poder hacer la rótula.



S16t.- Ergonomía con Catia.

University Copy For Library Use

Mejora 14:15 ...

- Repaso última sesión.
- Estudios de simulación no lineal y de fluidos con SolidWorks.

University Copy For Library Use

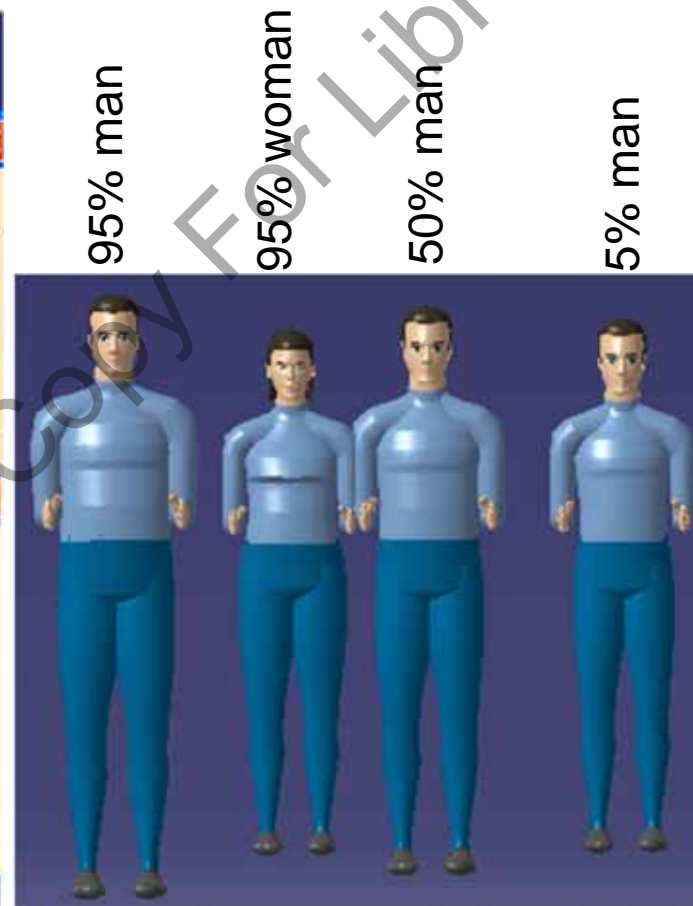
- Ergonomía.

Una herramienta básica en diseño es la comprobación de que el producto es adecuado para el consumo humano. Por ello vamos a ver una introducción a temas de ergonomía.



- Crear un modelo humano “manikin”.

Lo primero que haremos al empezar el módulo es crear nuestro modelo. Como es un ensamblaje hay que seleccionar el “Product” en que insertamos el “manikin”.



Left foot

Crotch

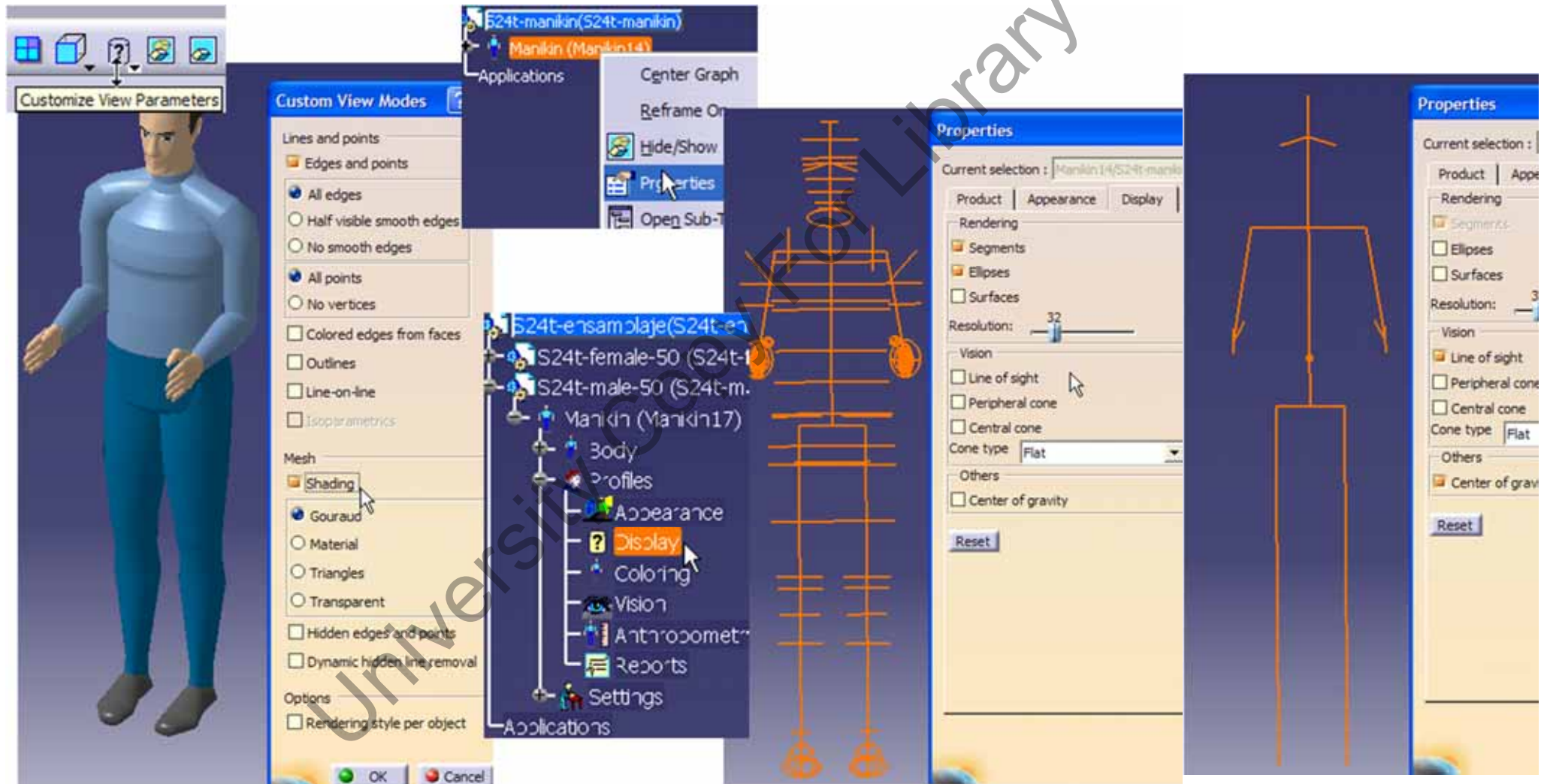
H-Point

Eye Point



- Visualización de los modelos humanos “manikin”.

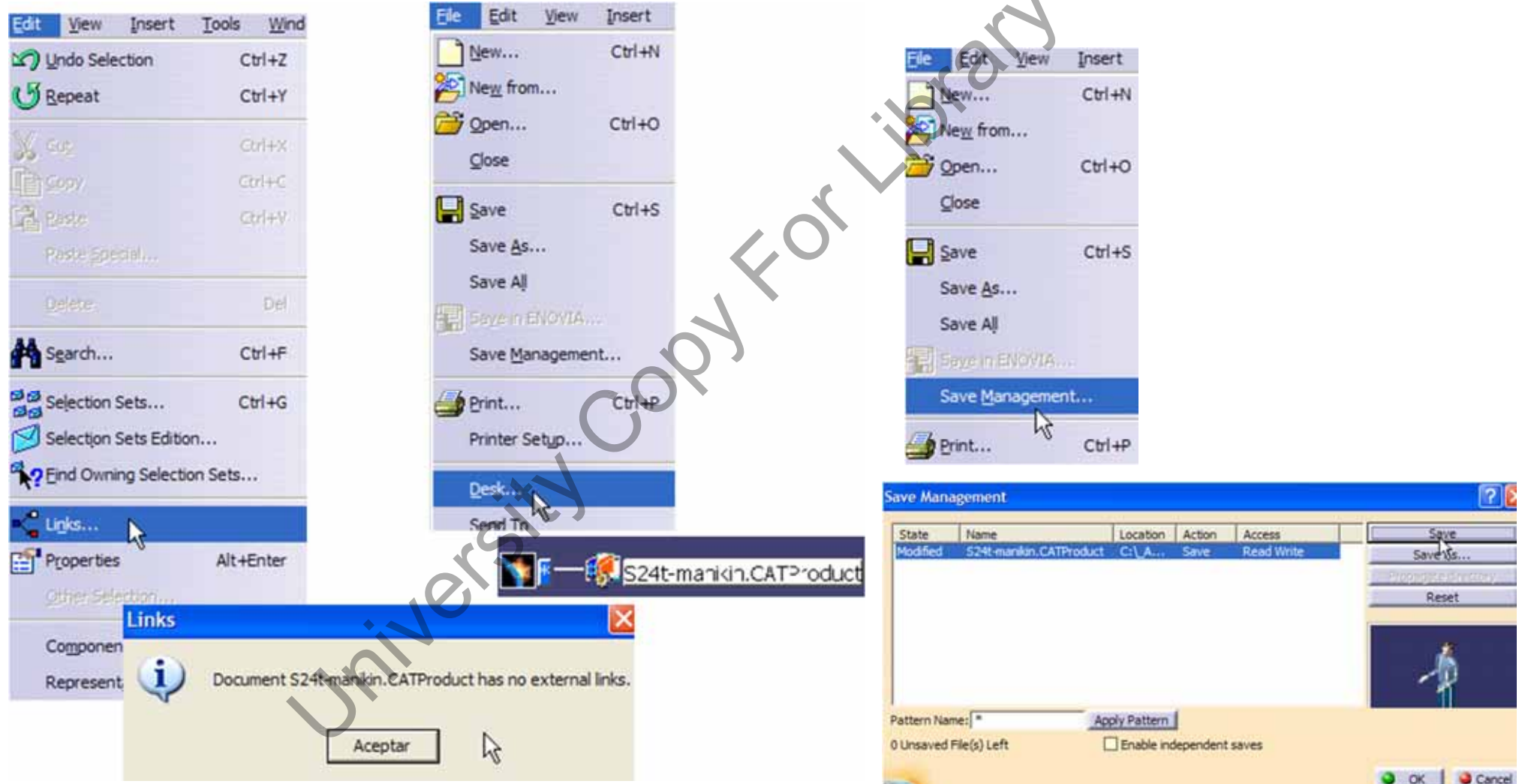
Es importante saber cambiar la visualización para no cargar la tarjeta gráfica.





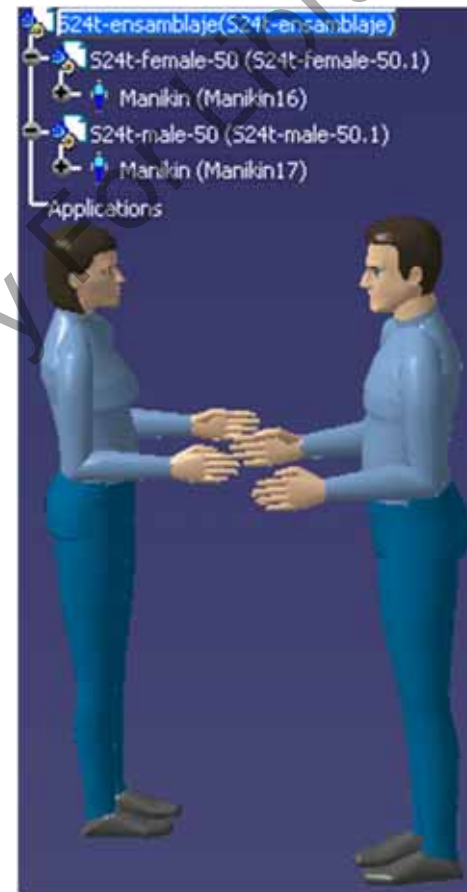
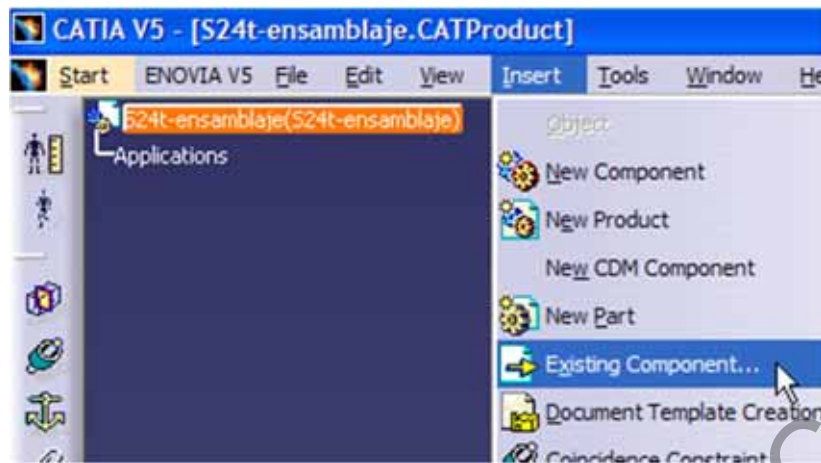
- Guardar el “manikin”.

Para guardar el modelo humano basta con guardar el producto.



- Ensamblar modelos.

Una vez guardados los modelos podemos montarlos en un “product” como en un ensamblaje de piezas.



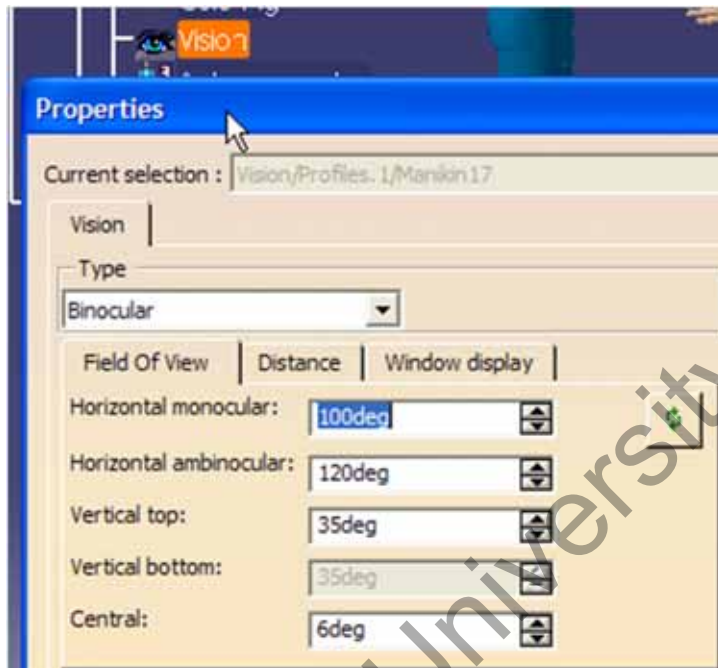
- **Árbol de un “manikin”.**

Podemos abrir el árbol de un modelo humano para entender sus partes y luego poder manipularlas.



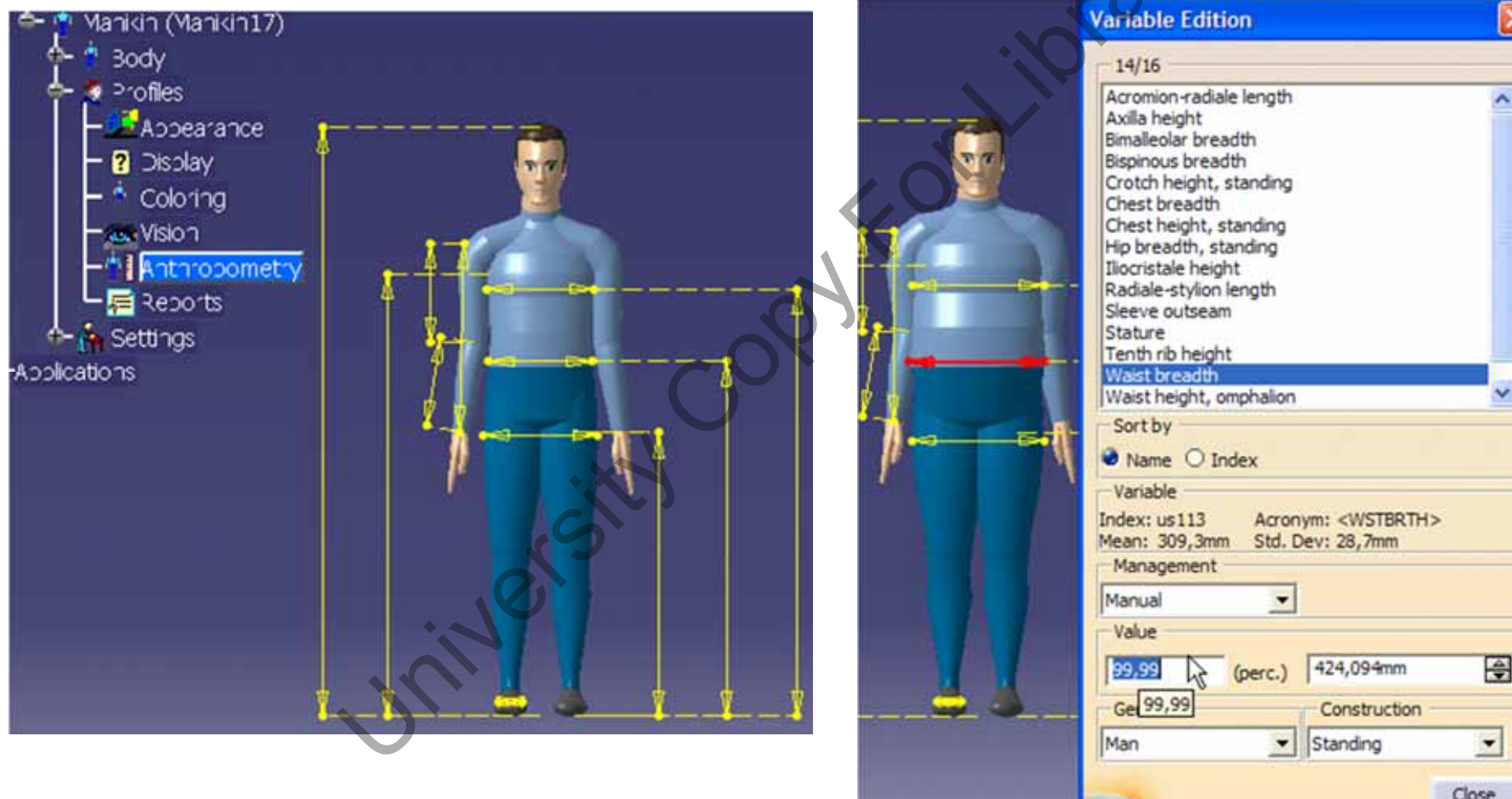
- Visión del “manikin”.

Una de las cosas que se suele comprobar es el campo de visión del “manikin”. Para ello hacemos doble click en “vision” en el árbol del “manikin”. Por ejemplo se suele comprobar al diseñar un parabrisas que se puede ver un semáforo colocado a una altura determinada.



- Cambio dimensiones “manikin” respecto percentil.

Una posibilidad es diseñar un producto para cumplir con parámetros de persona no Standard. Para ello podemos editar algunas variables.



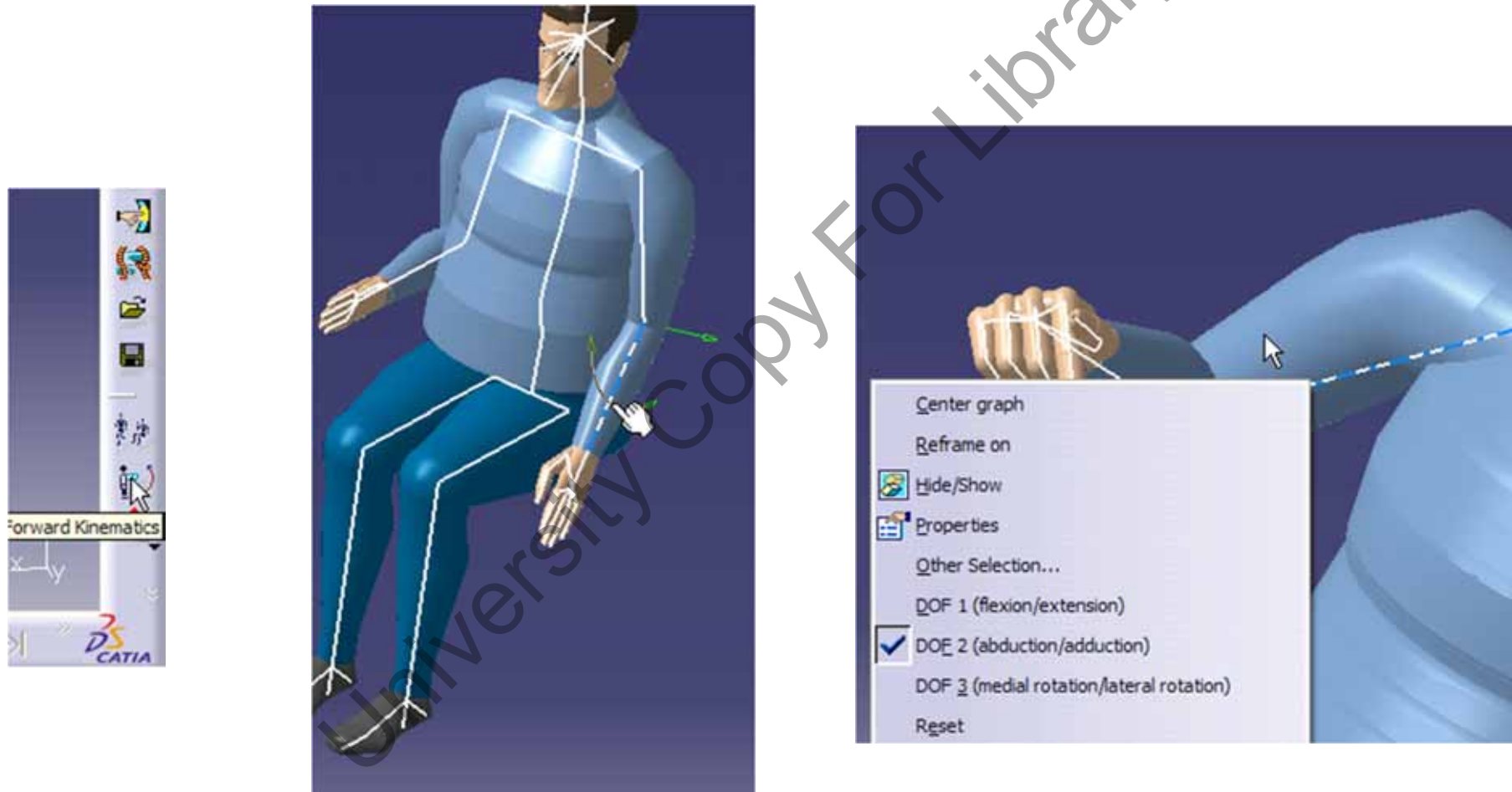
- Modificar la postura.

Por defecto el modelo se crea de pie. La primera modificación es sentar el modelo.



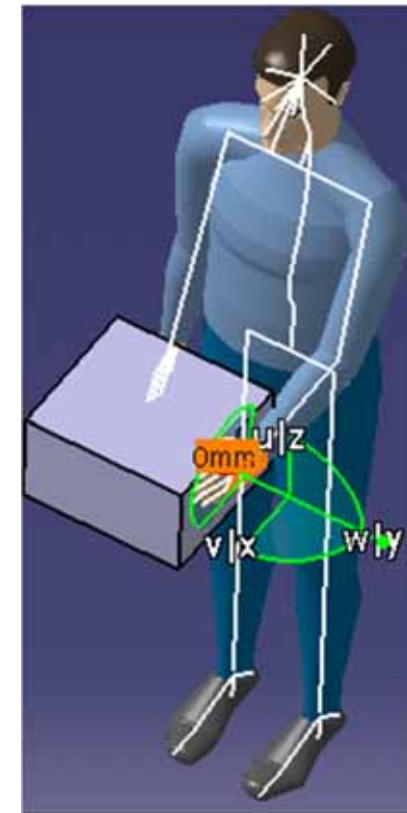
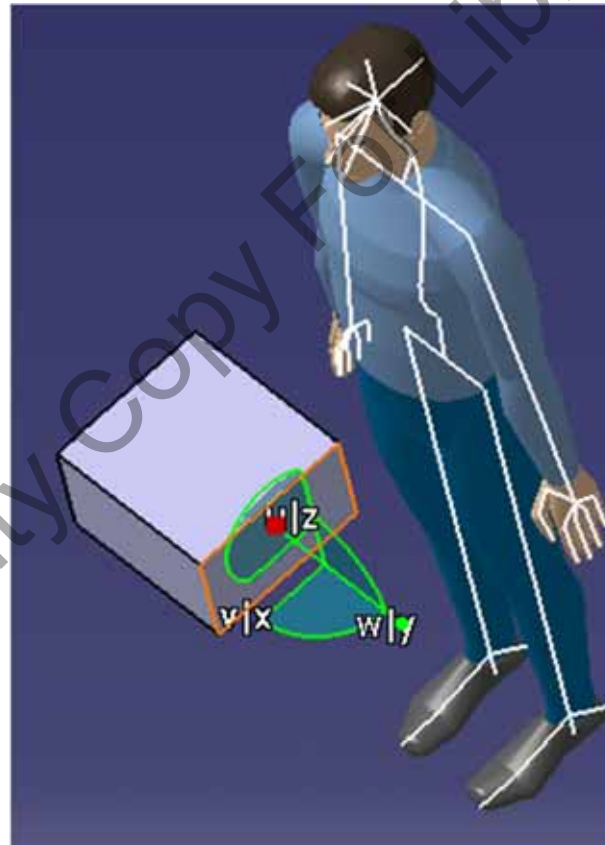
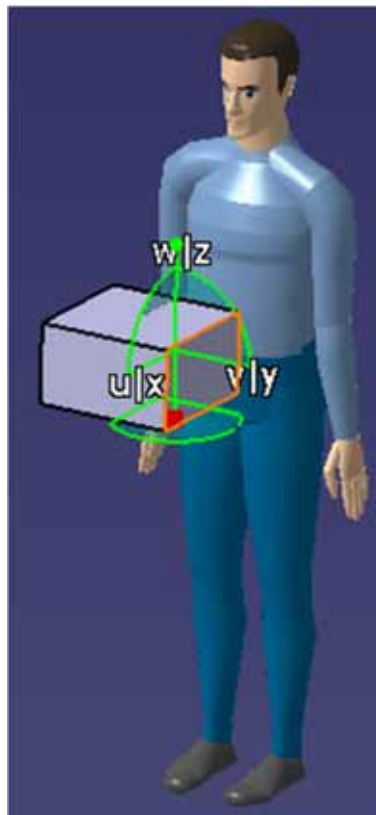
- Mover partes del modelo.

Podemos editar la postura con “Forward Kinematics” para por ejemplo poner las manos en el volante o coger un objeto.



- Usar ajuste de posición “reach”.

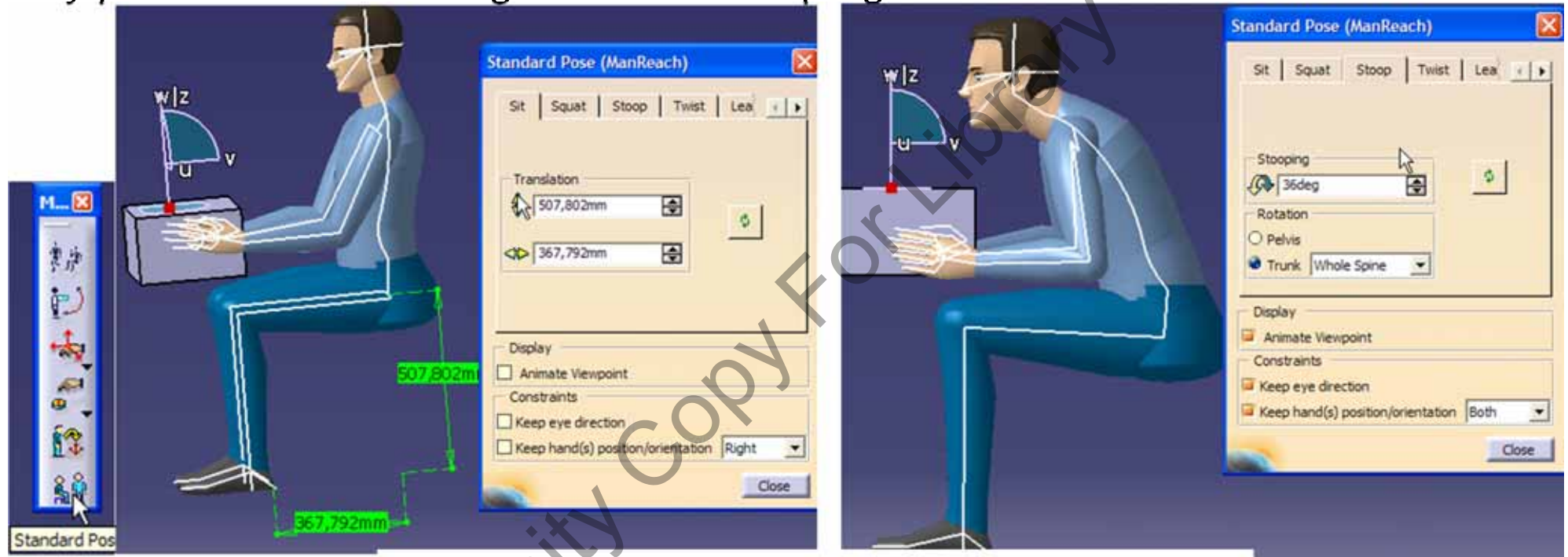
Una manera rápida de conseguir una posición es con el comando “reach”. Para este ejemplo usaremos el tutorial : “Reach.CATProduct” (usa los ficheros “box.CATPart” y “ManReach.CATProduct”).





• Posiciones comunes.

Hay posiciones comunes guardadas en el programa.



Cylindrical Grasp

Spherical Grasp

Pinch Grasp



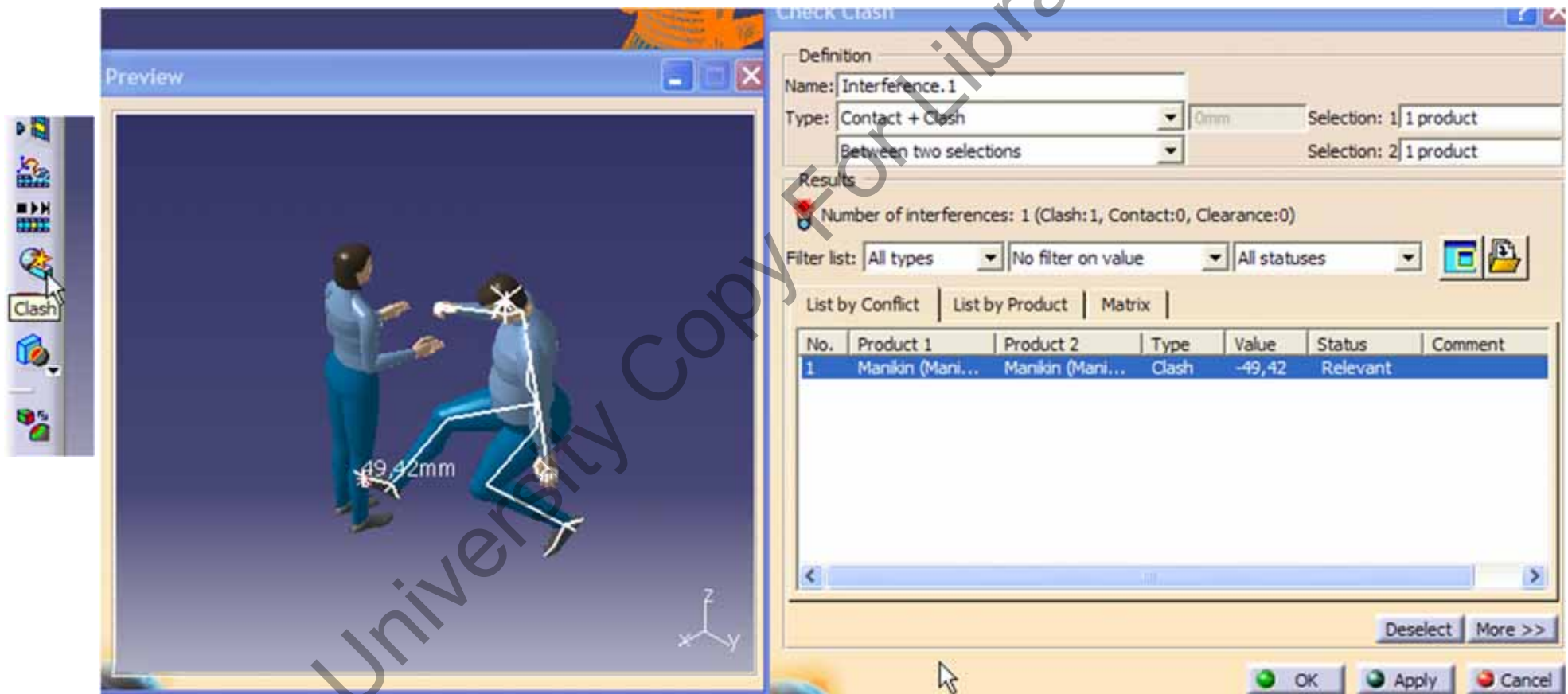
- Análisis de los modelos.

Algo muy común es mirar a que distancia a quedado nuestro modelo de algún componente. Por ejemplo en automoción se mira la distancia de la cabeza del 95 percentil al techo, de las rodillas al tablero, del hombro a los montantes . . .



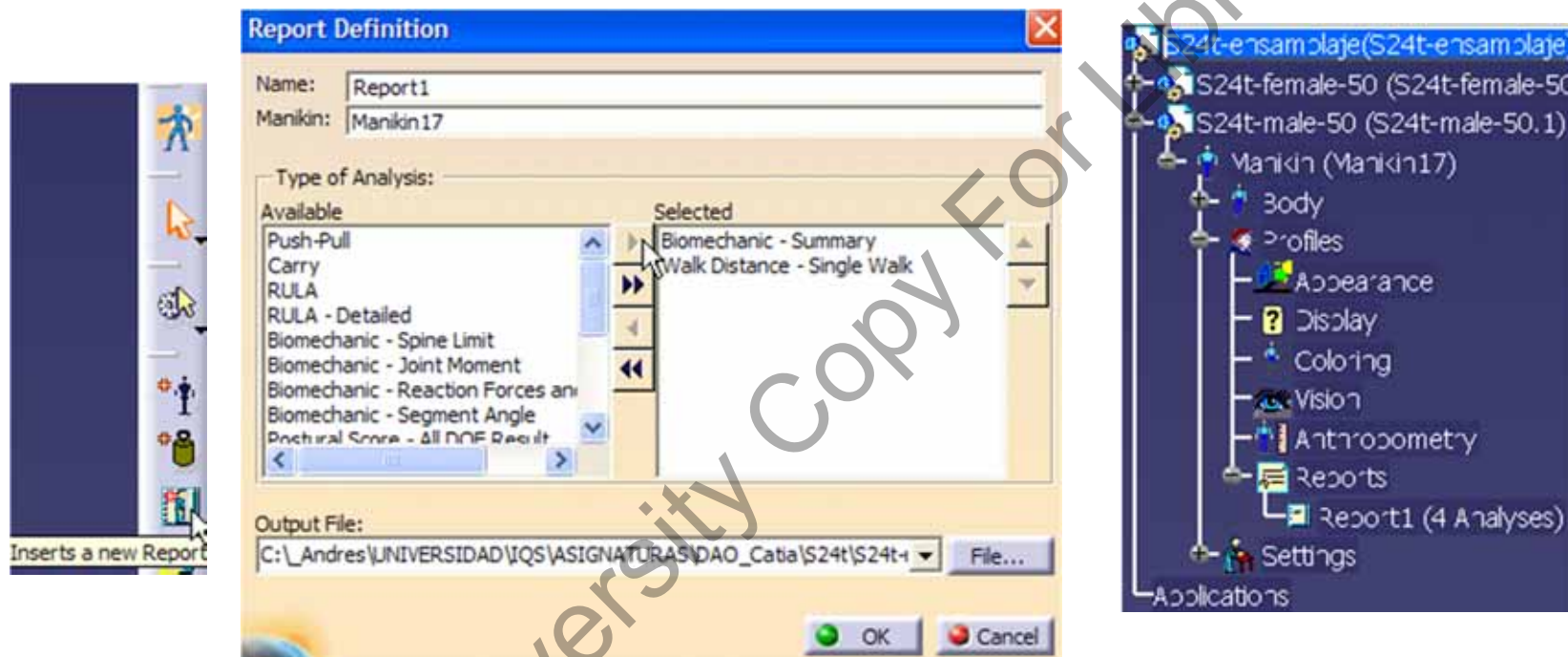
- Detección de interferencias.

Algo muy común es mirar si cabe la mano en un hueco. Para mirar si el modelo está bien ubicado se mira si hay penetraciones “clash”.



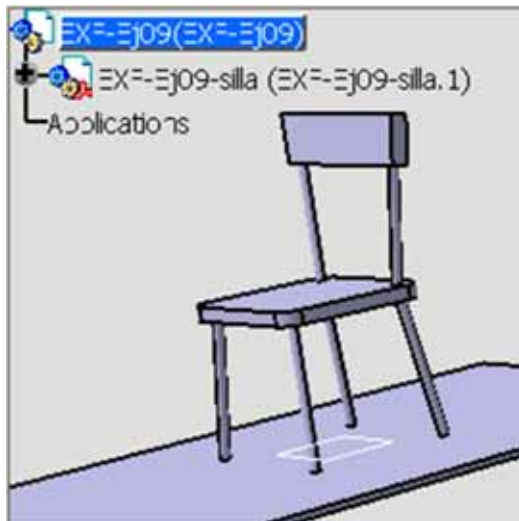
- Informe sobre nuestro “manikin”.


Podemos crear un informe “report” sobre nuestro modelo.

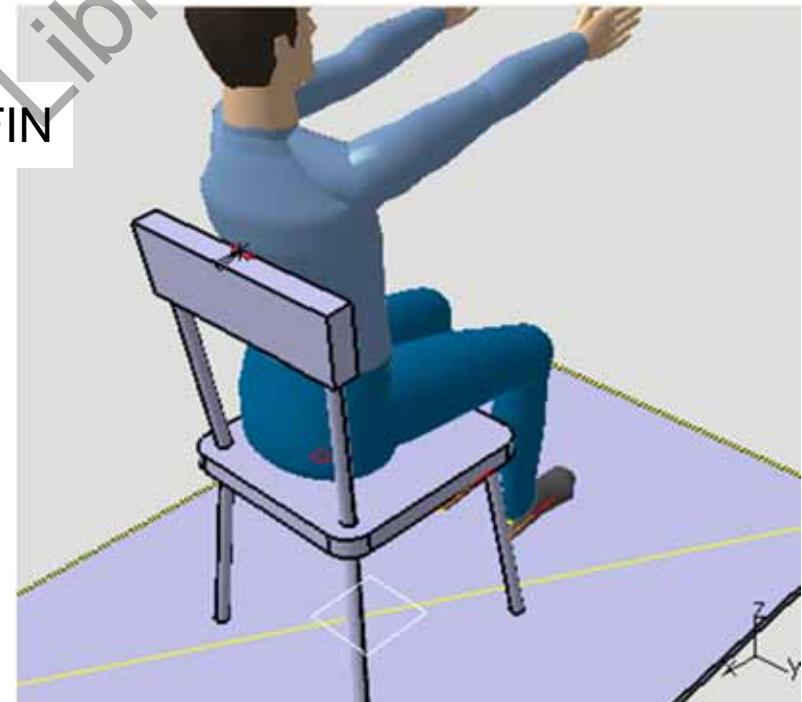


- Realizar ejercicio examen febrero curso 2007-2008.

Completar el fichero EXF-Ej09.CATProduct para sentar un hombre 50% francés de manera que toquen los pies el suelo, se apoye en la base y respaldo de silla de manera que si detectamos penetraciones "clash" todas estén por debajo de 5mm:



INICIO  FIN



Anotar la distancia del punto H al suelo aquí:

Tiempo ..min.

..... mm

- Realizar ejercicio examen septiembre curso 2007-2008.

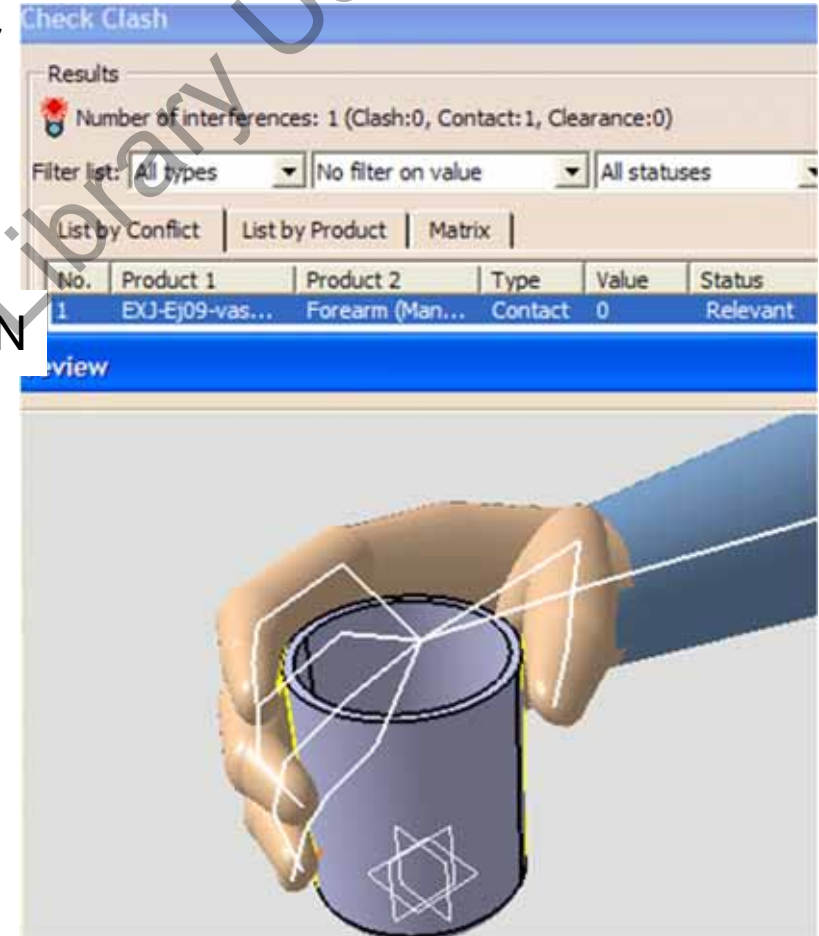
Completar el fichero EXJ-Ej09.CATProduct para coger el vaso con una mano sin tener "clash", tan sólo contacto entre dedos y vaso.



INICIO



FIN



Anotar la distancia entre pulgar e índice aquí:

Tiempo ..min.

..... mm

- Resumen.

- Introducción al módulo de ergonomía.
- Creación de modelos humanos de diferentes tamaños y en diferentes posiciones.

University Copy For Library Use

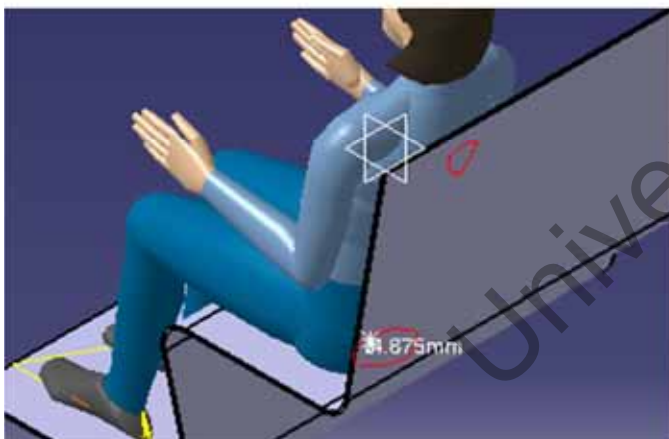
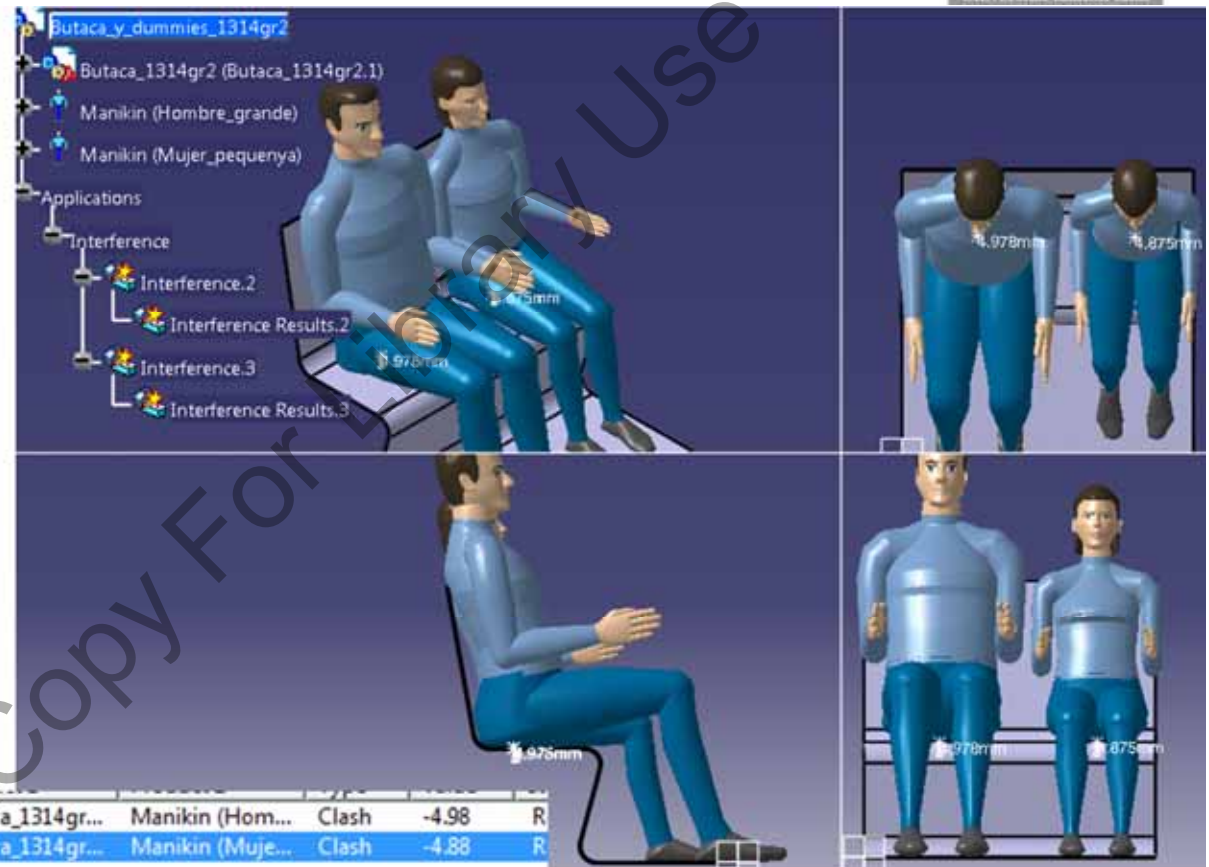
ENTREGABLE

University Copy For Library Use



• **Entregable.**

Diseñar una butaca de metro para sentar un hombre del 95% y mujer del 5% americano de manera que toquen los pies en el suelo y tengan una interferencia de 5mm con culo y respaldo.



PROYECTO

University Copy For Library Use

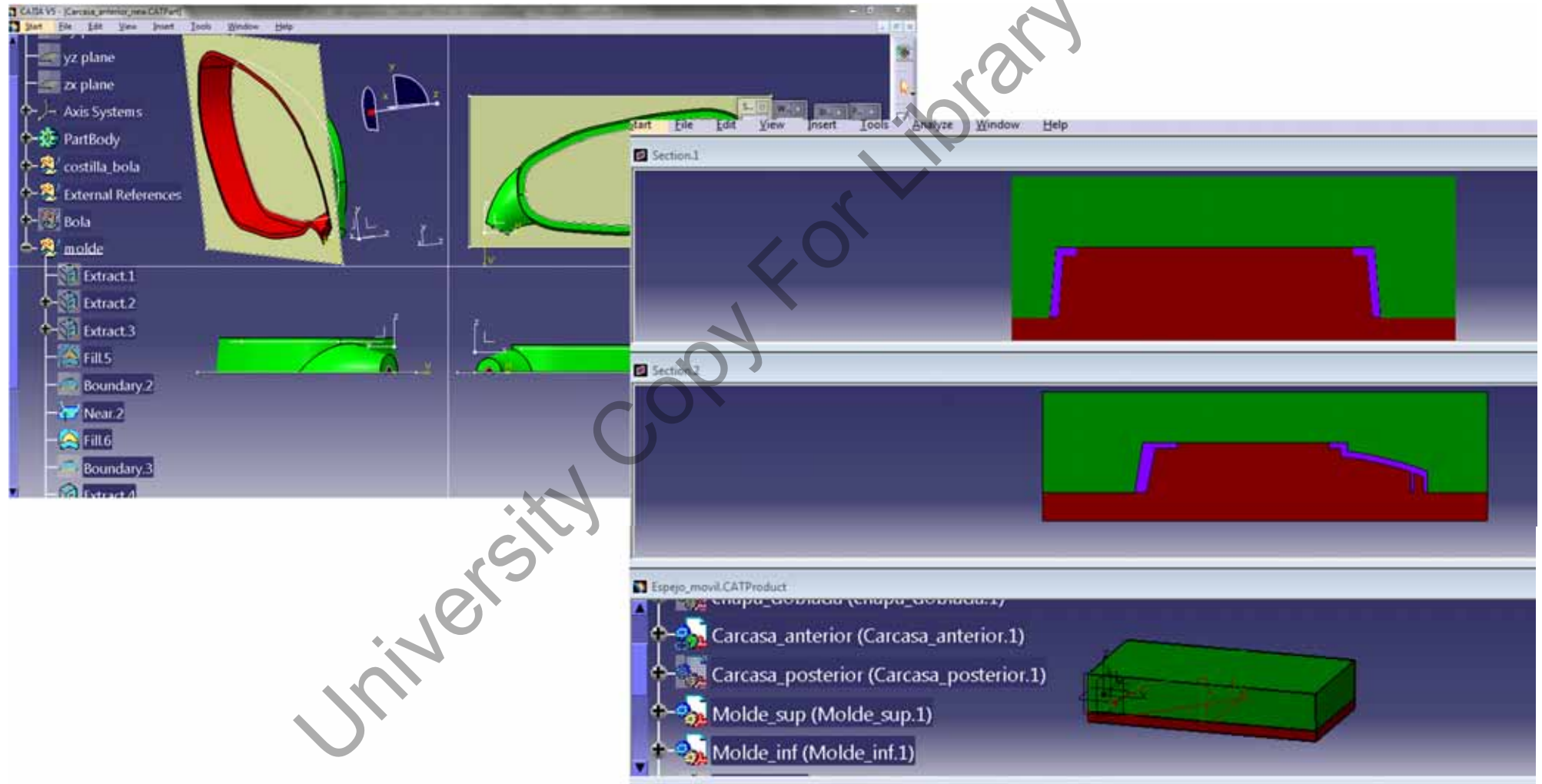
- Proyecto.

Continuar con el proyecto haciendo ergonomía y molde.



- Proyecto.

Para el molde lo hacemos sencillo.



## • Resumen de puntuación alcanzada.

0.20 de 1.00	CD y papel presentación del documento con poster en A3.
0.50 de 0.50	Espejo como croquis.
0.35 de 0.50	0.2 Varilla con 0.15 proceso mecanizado y 0.15 cálculo fuerza en la punta.
1.00 de 1.00	0.5 Goma tipo fuelle + 0.5 estudio medioambiental (S).
0.50 de 1.00	0.5 Carcasa espejo con desmoldeo + 0.5 inyección (S)..
0.30 de 1.00	0.5 Carcasa anterior + 0.5 como nube de puntos y desmoldeo
0.50 de 1.00	0.5 Moldes de carcasa anterior + 0.5 costing (S).
0.50 de 1.00	0.5 Chapa doblada y desdoblada + 0.5 costing (S).
0.50 de 0.50	Ergonomía (C)
0.20 de 0.50	Tornillos, tuercas y piezas normalizadas para las uniones.
0.00 de 1.50	Cálculo 0.5 aerodinámica, 0.5 vibraciones y 0.5 dilataciones.
0.00 de 0.50	Logo empresa moto pegado en carcasa.
0.20 de 0.50	Ensamblaje sin interferencias excepto elementos deformables/rosca cosméticas.
0.70 de 1.00	0.5 Planos de todas las piezas, 0.25 lista materiales y 0.25 explosionado.
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
<b>5.45 de 13.00</b>	<b>Total</b>
<b>3.5 horas de dedicación</b>	

S17t.- Costes CNC y doblado chapa con SW.

University Copy For Library Use

Mejora 1415 ...

- Repaso última sesión.
- Estudios de ergonomía en Catia.

University Copy For Library Use

- Exportar chapa y molde de Catia a SolidWorks.

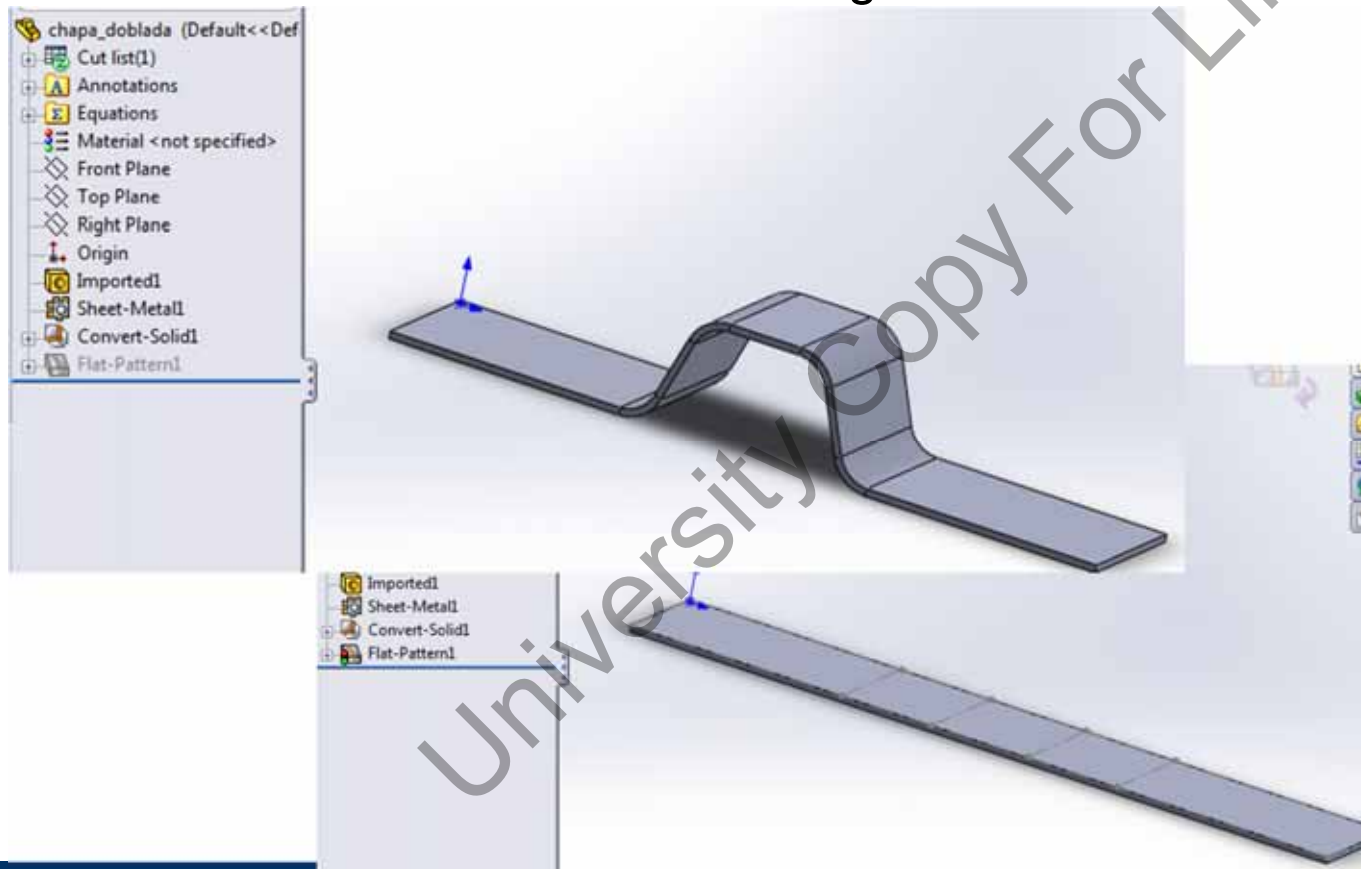
Para poder hacer el análisis en SolidWorks vamos a exportar la chapa y el molde desde Catia usando el fichero de intercambio STEP. En el caso de no tener el molde hecho exportamos la carcasa y hacemos el molde en SolidWorks.

University Copy For Library Use



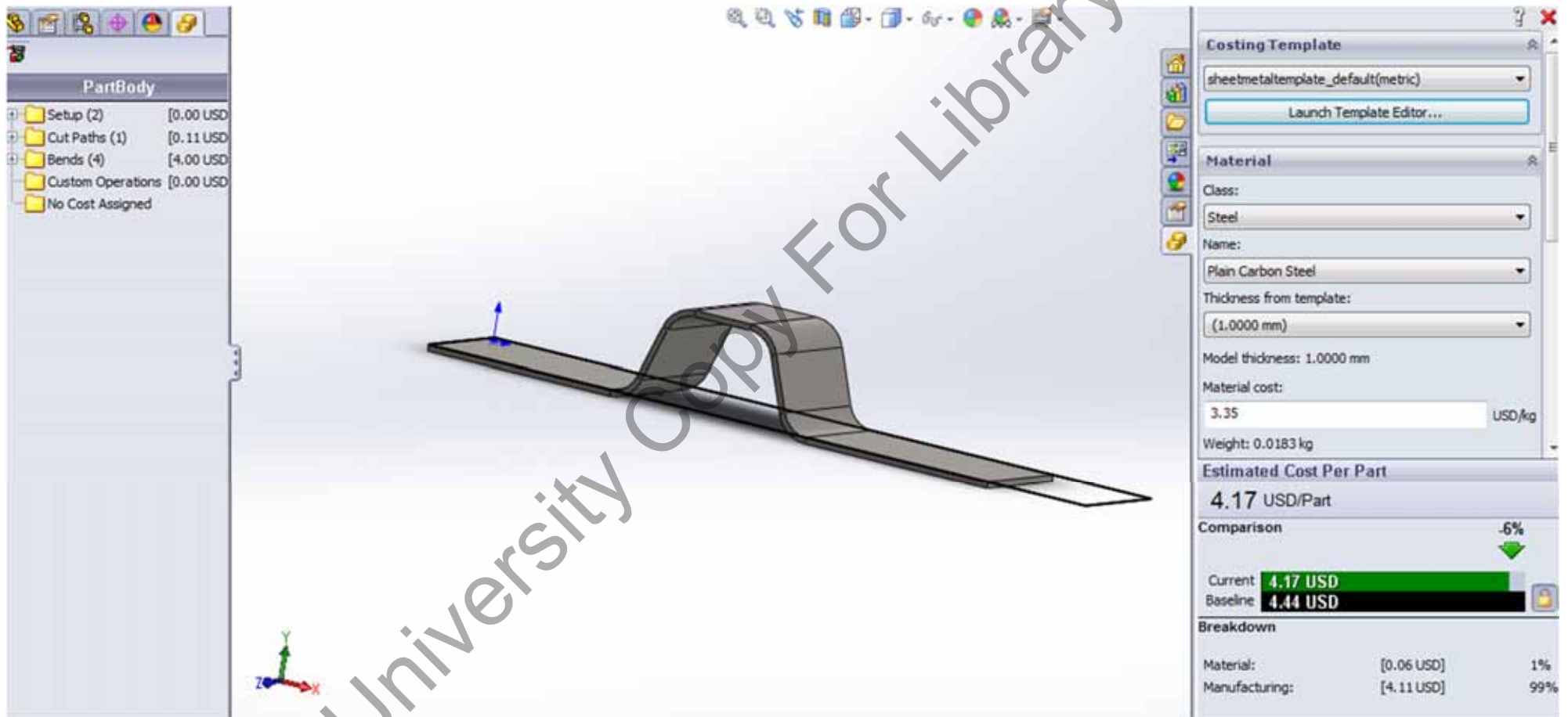
- Trabajar el informe de la chapa doblada.

Importamos la chapa y analizamos que la podemos desdoblar. Pasamos a realizar el informe de costes siguiendo el tutorial de costes de chapa doblada para intentar ahorrar costes tomando alguna decisión.



- Informe comparando costes al cambiar un parámetro.

Realizamos un informe de costes cambiando un parámetro como material.



The screenshot shows a CAD application window with a 3D model of a sheet metal part in the center. On the left is a 'PartBody' tree view, and on the right is a 'Costing Template' panel. The panel includes a 'Material' section with dropdown menus for 'Class' (Steel) and 'Name' (Plain Carbon Steel), and a 'Thickness from template' dropdown set to (1.0000 mm). Below this, it shows 'Material cost: 3.35 USD/kg' and 'Weight: 0.0183 kg'. A summary section shows 'Estimated Cost Per Part: 4.17 USD/Part' and a 'Comparison' bar chart showing a 6% decrease from a 'Baseline' of 4.44 USD to a 'Current' value of 4.17 USD. A 'Breakdown' table is also visible at the bottom of the panel.

Category	Value	Percentage
Material	[0.06 USD]	1%
Manufacturing	[4.11 USD]	99%

- Informe comparando costes al cambiar un parámetro.



PERSONA CIENCIA EMPRESA  
Universitat Ramon Llull



Cost Report

[www.iqs.edu](http://www.iqs.edu)

---

[name]
[title]
[email address]
(###) ### ####




**Model name:** chapa\_doblada

---

**Date and time of report:** 04/03/2014 08:34:43

**Material:** Plain Carbon Steel

**Manufacturing process:** Sheet Metal Fabrication

**Thickness:** 1.0000 mm

**Weight:** 0.02 kg

**Blank size:** 2348.65 mm^2

**Material cost:** 3.35 USD/kg

**Quantity**

- Trabajar el informe de la molde.

Importamos el molde o el caso de no tenerlo la carcasa y le hacemos el molde. Analizamos los costes con el tutorial de costes de mecanizado para intentar tomar alguna decisión de ahorro de costes en nuestro diseño.



SolidWorks Tutorials

Mostrar Atrás Imprimir

### Costing Overview

The SolidWorks Costing tool helps you calculate how much it costs to manufacture sheet metal, machined, and multibody parts by automating the cost estimation and quotation process.

The tool helps designers make decisions based on the cost to manufacture and helps manufacturers create quotes for customers. Whenever you change a design, you can see the new, updated cost immediately, along with a detailed cost breakdown.

### Costing Tutorials

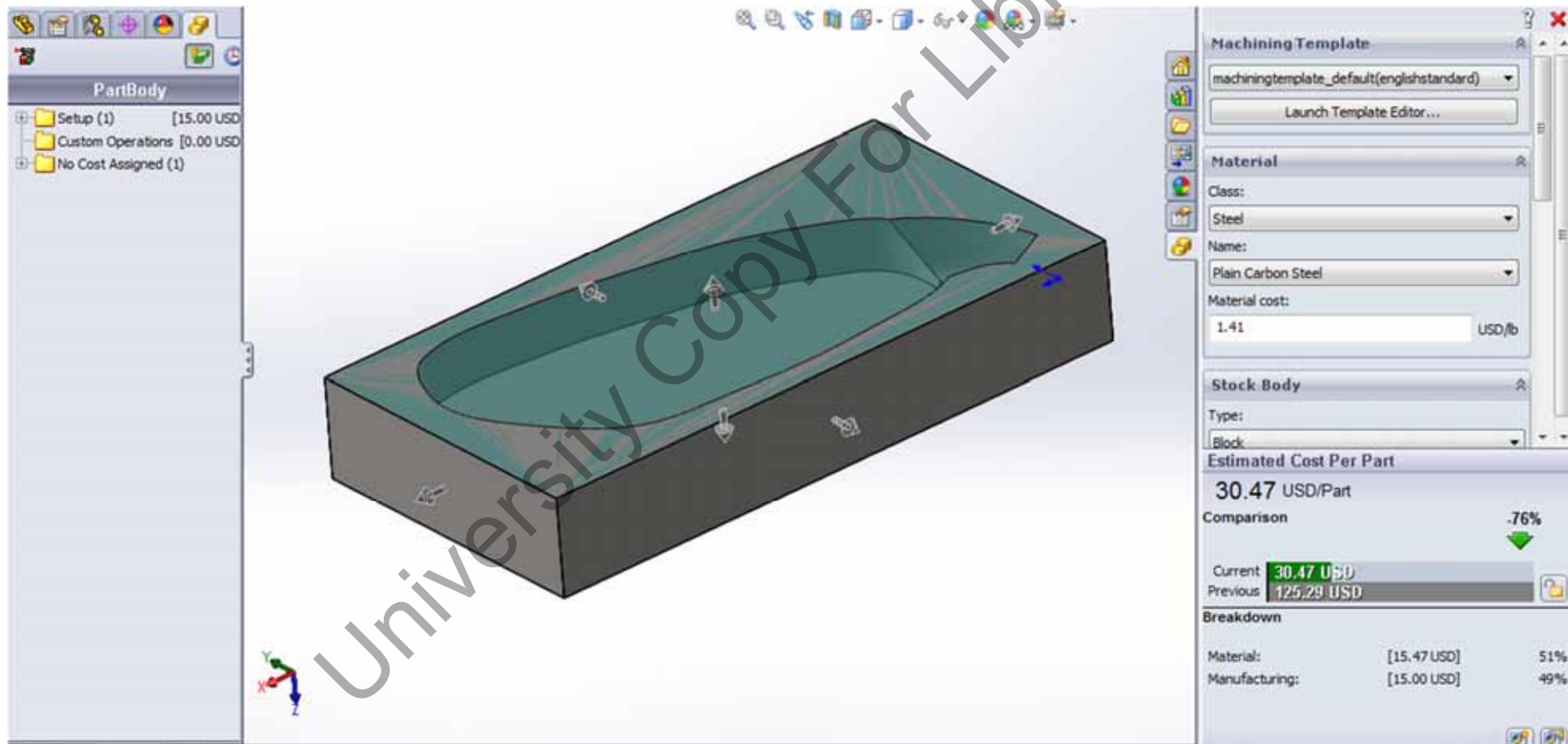
There are two lessons in this tutorial:

- **Machining Costing**
- Sheet Metal Costing



- Informe costes molde cambiando un parámetro.

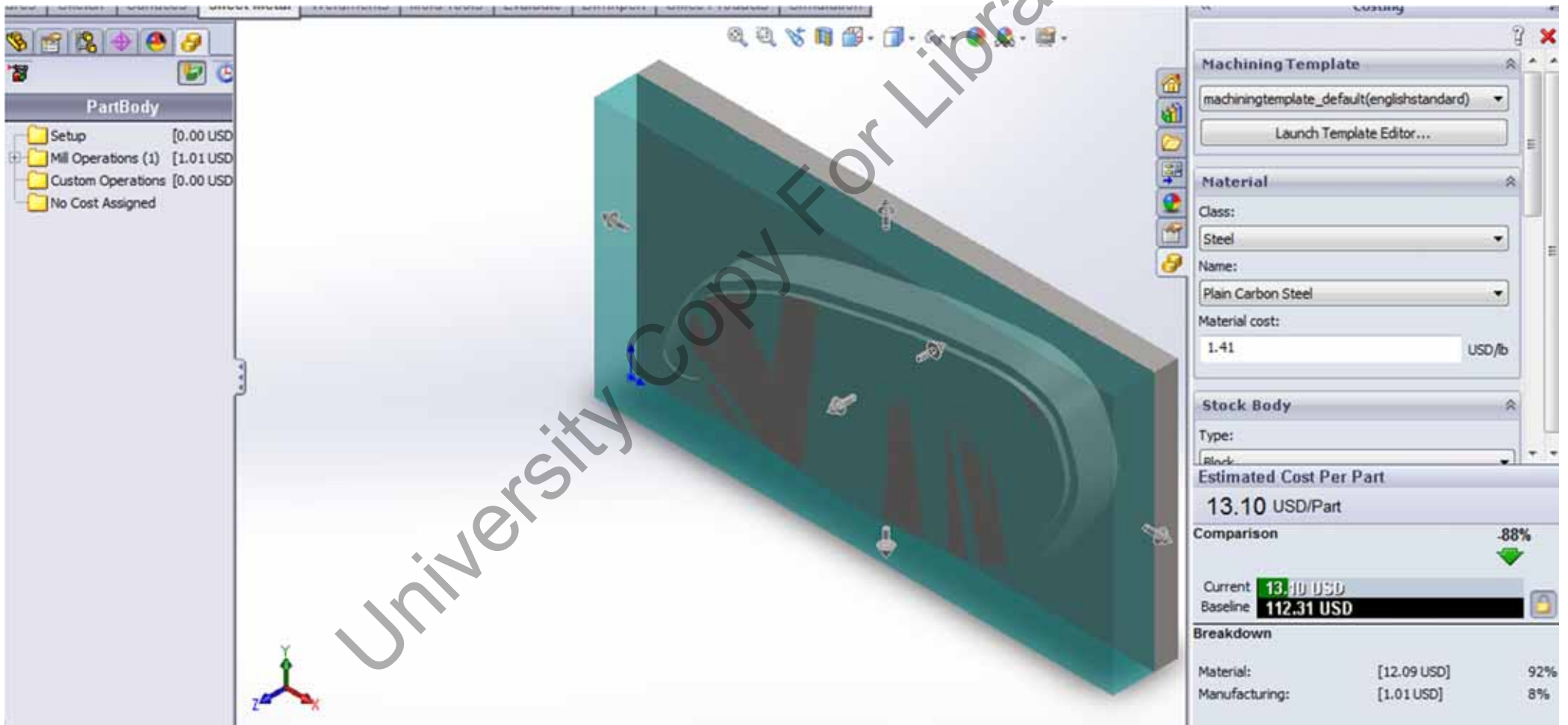
Necesitamos fabricar un solo molde para inyectar 50000 piezas (100000 chapas pues es la misma chapa izquierda que derecha). Podemos hacer el coste molde por pieza.



The screenshot displays a CAD software interface with a 3D model of a mold. The left sidebar shows a 'PartBody' tree with 'Setup (1) [15.00 USD]', 'Custom Operations [0.00 USD]', and 'No Cost Assigned (1)'. The right sidebar shows a 'Machining Template' panel with 'machiningtemplate\_default(englishstandard)' selected. Below this, the 'Material' section is set to 'Steel' with 'Plain Carbon Steel' as the name and a 'Material cost' of '1.41 USD/lb'. The 'Stock Body' section is also visible. The 'Estimated Cost Per Part' section shows a current cost of '30.47 USD/Part' and a comparison with a previous cost of '125.29 USD', indicating a 76% reduction. The 'Breakdown' section shows 'Material' at '[15.47 USD] 51%' and 'Manufacturing' at '[15.00 USD] 49%'.

Category	Value	Percentage
Material	[15.47 USD]	51%
Manufacturing	[15.00 USD]	49%

- Informe costes molde cambiando un parámetro.  
Repetimos para la otra mitad de molde.



The screenshot displays a CAD software interface with a 3D model of a mold. The left sidebar shows a 'PartBody' tree with the following items and costs:

- Setup [0.00 USD]
- Mill Operations (1) [1.01 USD]
- Custom Operations [0.00 USD]
- No Cost Assigned

The right sidebar shows the 'Costing' panel with the following details:

- Machining Template:** machiningtemplate\_default(englishstandard)
- Material:** Steel, Plain Carbon Steel, Material cost: 1.41 USD/lb
- Stock Body:** Type: Block
- Estimated Cost Per Part:** 13.10 USD/Part
- Comparison:** -88% (Current: 13.10 USD, Baseline: 112.31 USD)
- Breakdown:**

Material:	[12.09 USD]	92%
Manufacturing:	[1.01 USD]	8%

- Resumen.

- Introducción al tema costing en SolidWorks realizando el tutorial tanto de moldes como de doblado de chapa usando para ejemplo las piezas de proyecto.

University Copy For Library Use

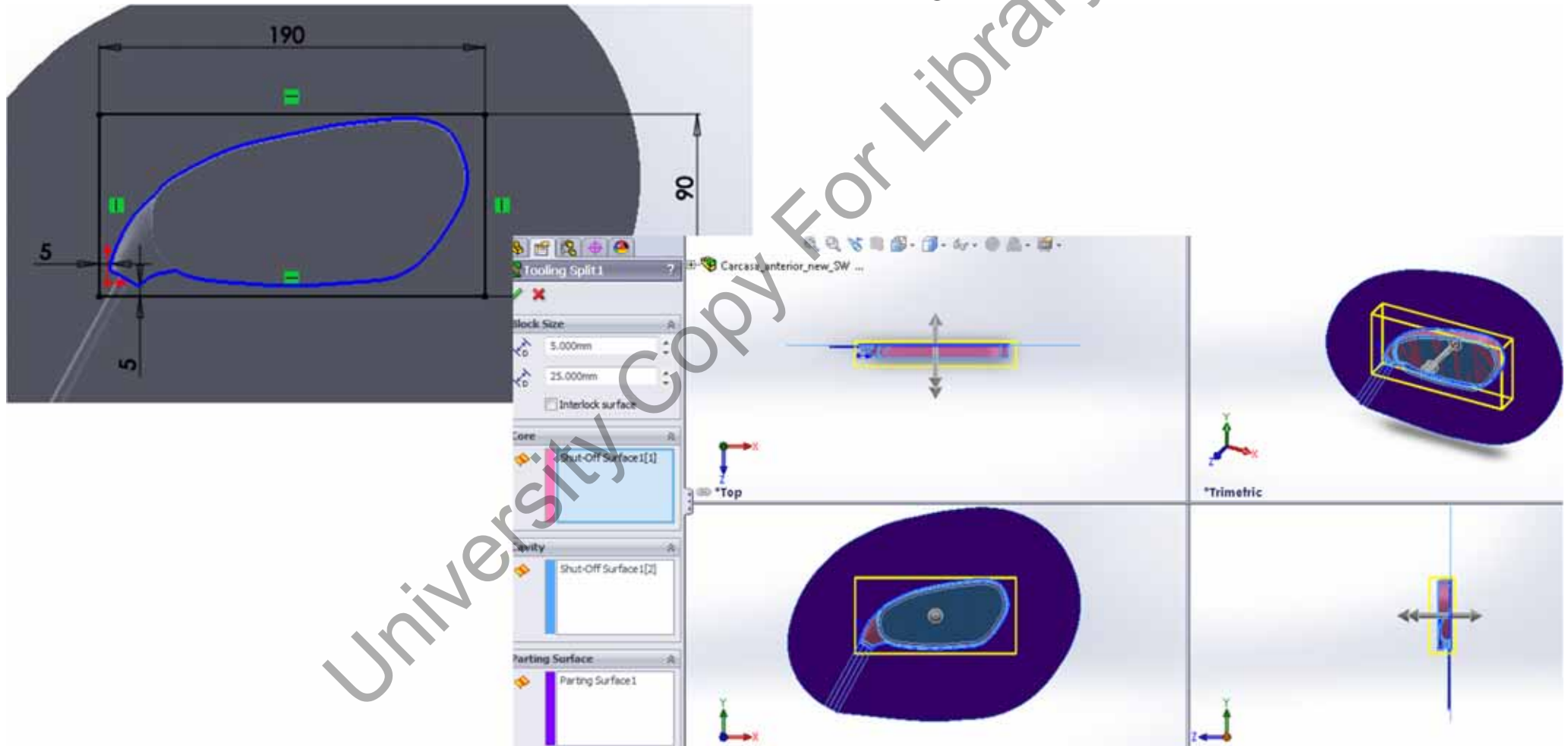
ENTREGABLE

University Copy For Library Use



- Entregable.

A partir de fichero “Carcasa\_anterior\_new.stp” realizar el molde en solidWorks y los costes de las dos mitades suponiendo tamaños siguientes.

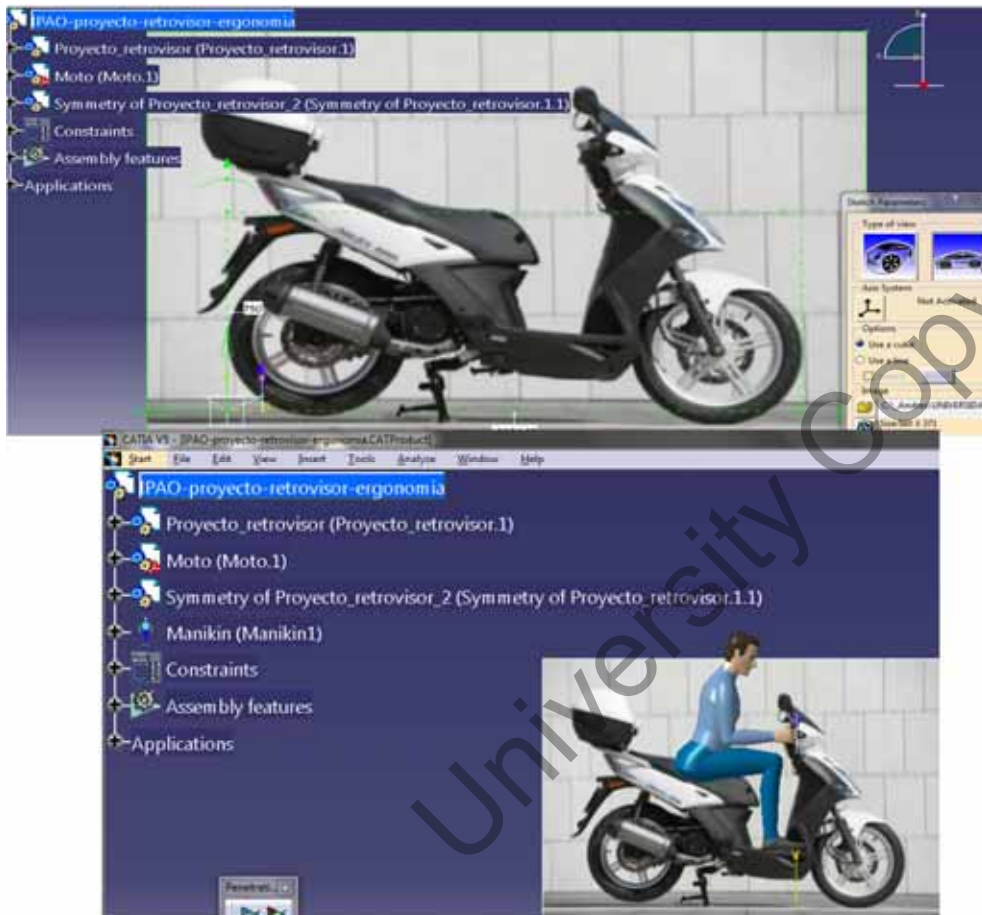


PROYECTO

University Copy For Library Use

- Proyecto.

Continuar con el proyecto. Se aprovecha el tema de haber hecho los moldes y el costing de molde y doblado de chapa para el proyecto. Con lo aprendido en la clase anterior se monta un ensamblaje de la moto a escala.



## • Resumen de puntuación alcanzada.

0.20 de 1.00	CD y papel presentación del documento con poster en A3.
0.50 de 0.50	Espejo como croquis.
0.35 de 0.50	0.2 Varilla con 0.15 proceso mecanizado y 0.15 cálculo fuerza en la punta.
1.00 de 1.00	0.5 Goma tipo fuelle + 0.5 estudio medioambiental(S).
0.50 de 1.00	0.5 Carcasa espejo con desmoldeo + 0.5 inyección(S)..
0.50 de 1.00	0.5 Carcasa anterior + 0.5 como nube de puntos y desmoldeo
1.00 de 1.00	0.5 Moldes de carcasa anterior ó espejo + 0.5 costing (S).
1.00 de 1.00	0.5 Chapa doblada y desdoblada + 0.5 costing (S).
0.50 de 0.50	Ergonomía (C)
0.20 de 0.50	Tornillos, tuercas y piezas normalizadas para las uniones.
0.00 de 1.50	Cálculo 0.5 aerodinámica, 0.5 vibraciones y 0.5 dilataciones.
0.00 de 0.50	Logo empresa moto pegado en carcasa.
0.20 de 0.50	Ensamblaje sin interferencias excepto elementos deformables/rosca cosméticas.
0.70 de 1.00	0.5 Planos de todas las piezas, 0.25 lista materiales y 0.25 explosionado.
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
<b>6.65 de 13.00</b>	<b>Total</b>
<b>4.0 horas de dedicación</b>	

S18t.- Impacto medioambiental con SW.

University Copy For Library Use

Mejora 1415 ...

- Repaso última sesión.
  - Estudios de costes de CNC y doblado de chapa con SW.

University Copy For Library Use

- Impacto ambiental.

Un estudio cada vez más necesario de un producto es el de su impacto medioambiental bajo el concepto de diseño sostenible. Para ello realizaremos el estudio en SolidWorks. Compararemos lo que se pide en el proyecto que es la goma utilizando varias localizaciones de producción y venta. Luego usaremos un ensamblaje para analizar como es el impacto ambiental.

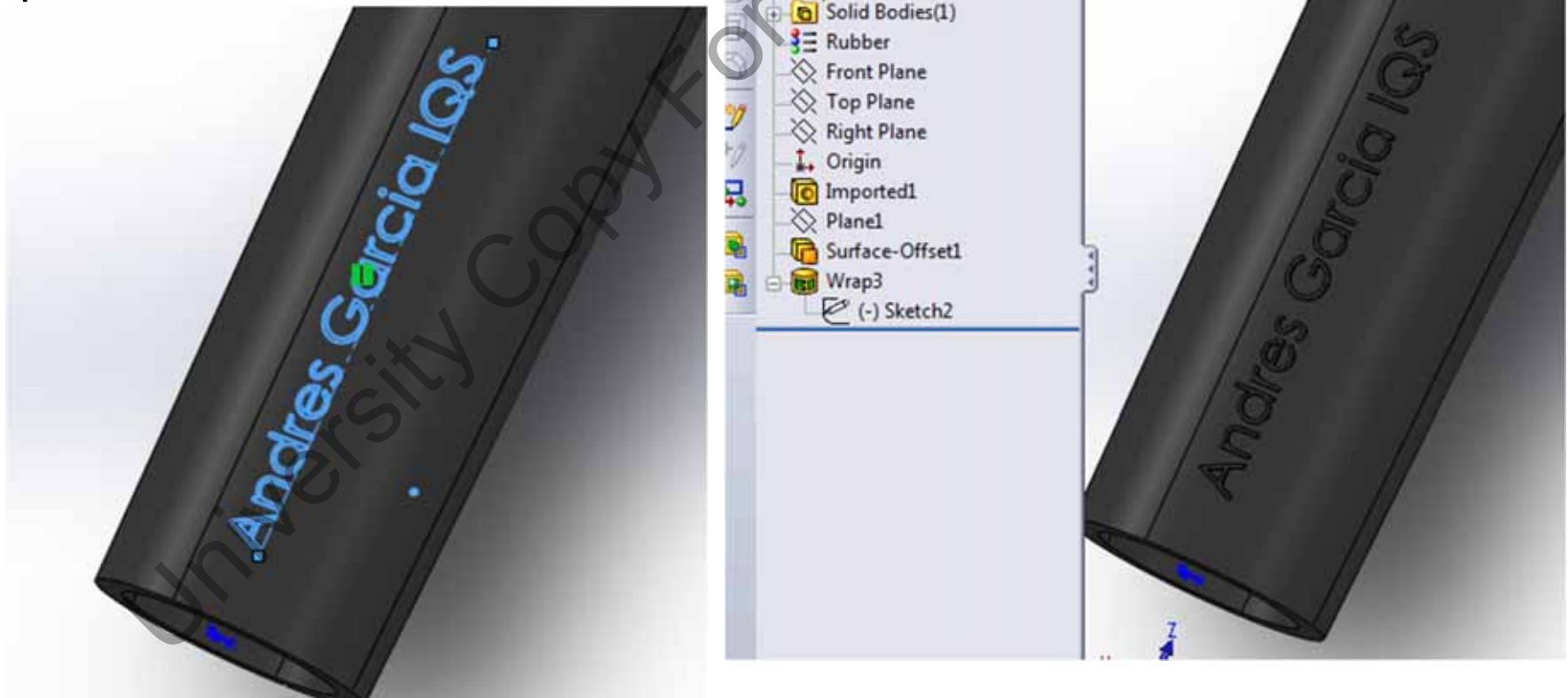


The screenshot shows the SolidWorks Sustainability Report interface. On the left, there is a 3D model of a black, curved rubber part. On the right, a table lists the following data:

Property	Value
Model Name	Goma
Material	Rubber
Recycled content	0.00 %
Weight	5.69 g
Manufacturing process	Custom
Surface Area	11457.62 mm <sup>2</sup>
Built to last	1.0 year
Duration of use	1.0 year

- Letras SW.

Para acabar el temario se presenta la posibilidad de adjuntar un logo o calcomanía al 3D. En SolidWorks además podemos escribir el nombre de manera fácil en las piezas.

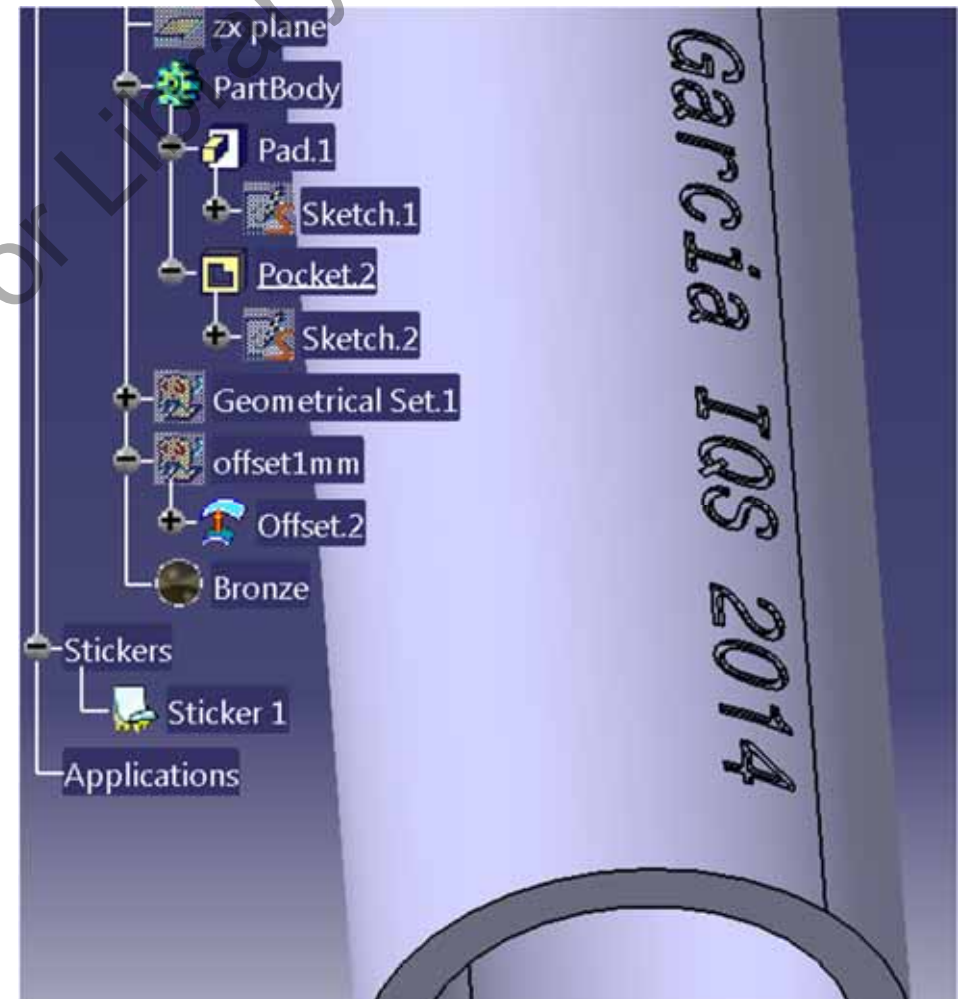




## • Letras Catia.

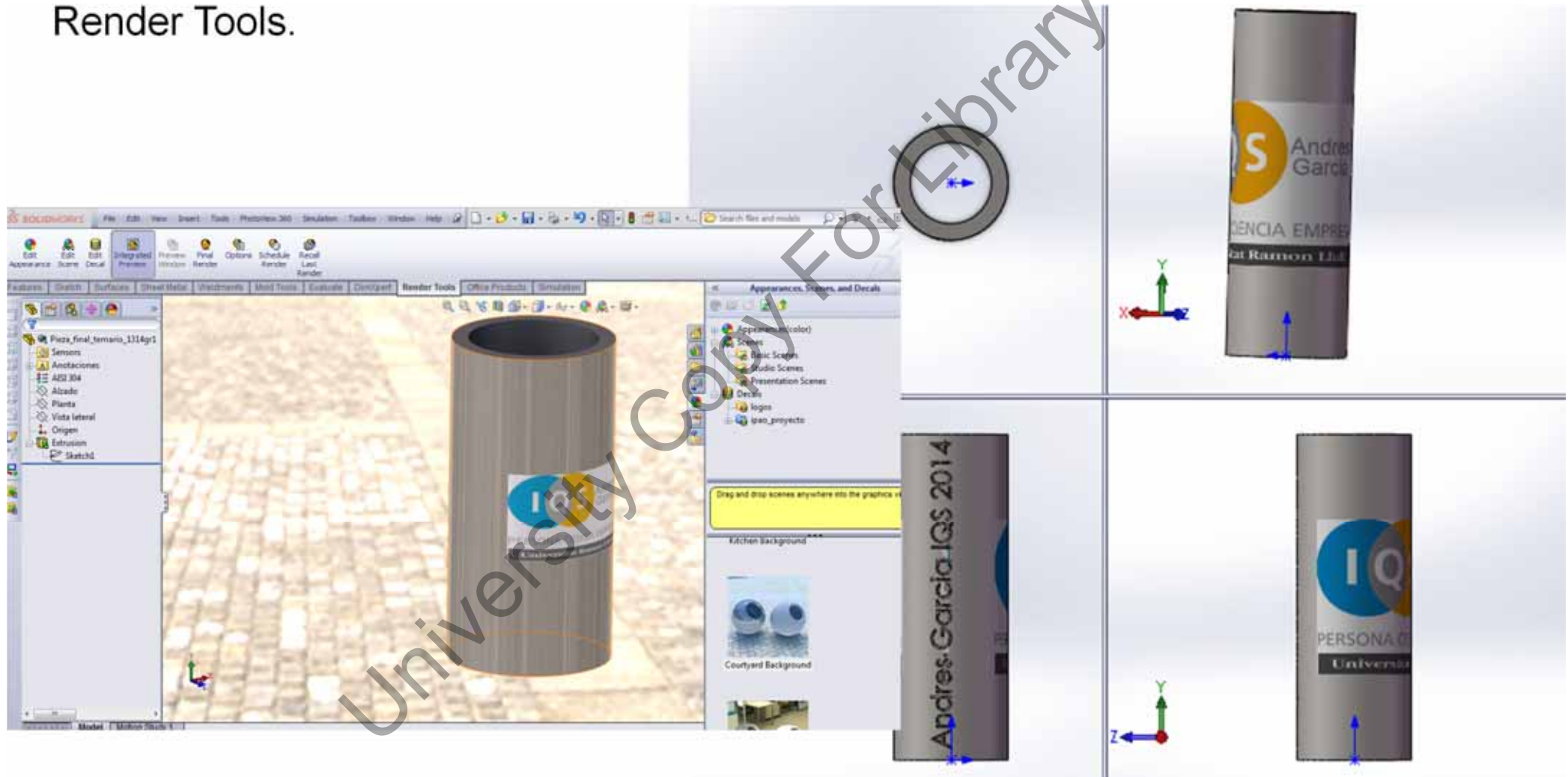
En Catia el proceso es complejo.

- 1.- Escribir texto en un drawing y guardar como DXF.
- 2.- Abrir DXF y seleccionar texto copiar.
- 3.- Pegar el texto en el croquis de pieza a cortar.
- 4.- Crear offset de superficie a cortar.
- 5.- Cortar hasta esa superficie.



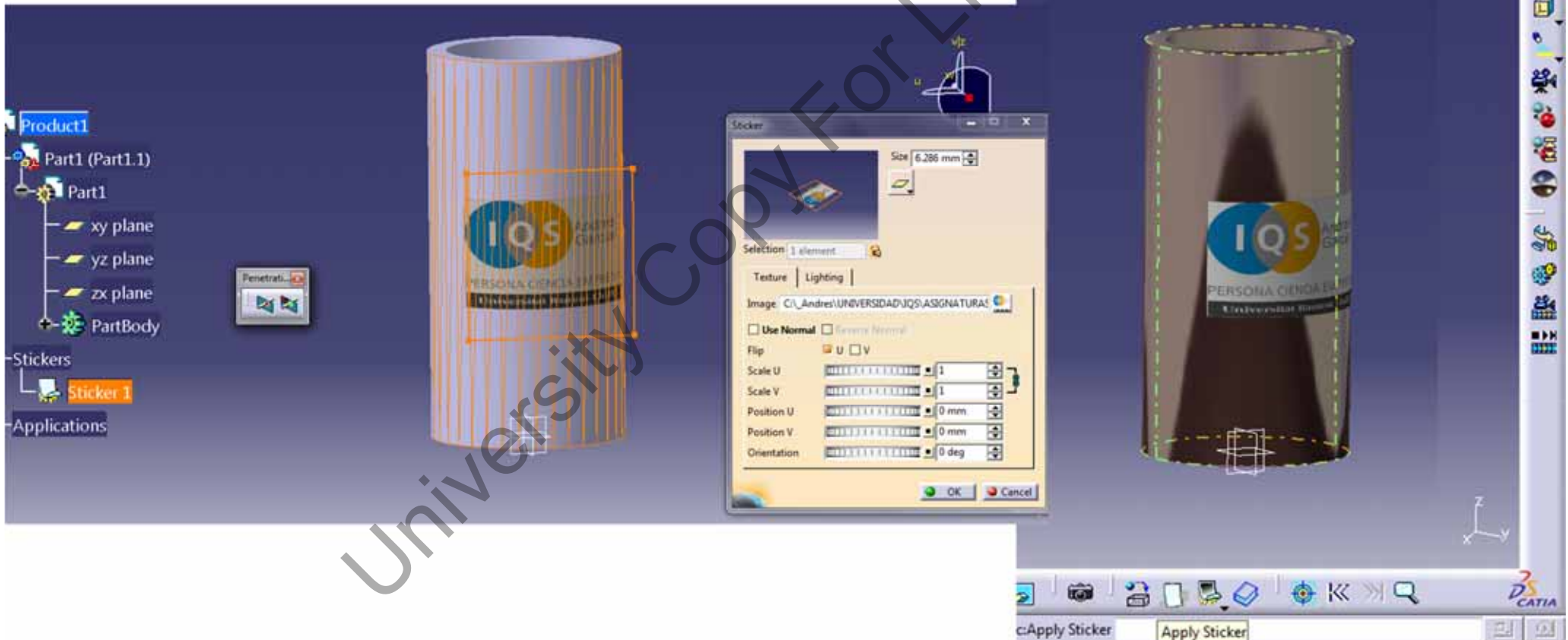
- Logo SW.

Para el tema de calcomanía en SolidWorks hay que activar PhotoView e ir a Render Tools.



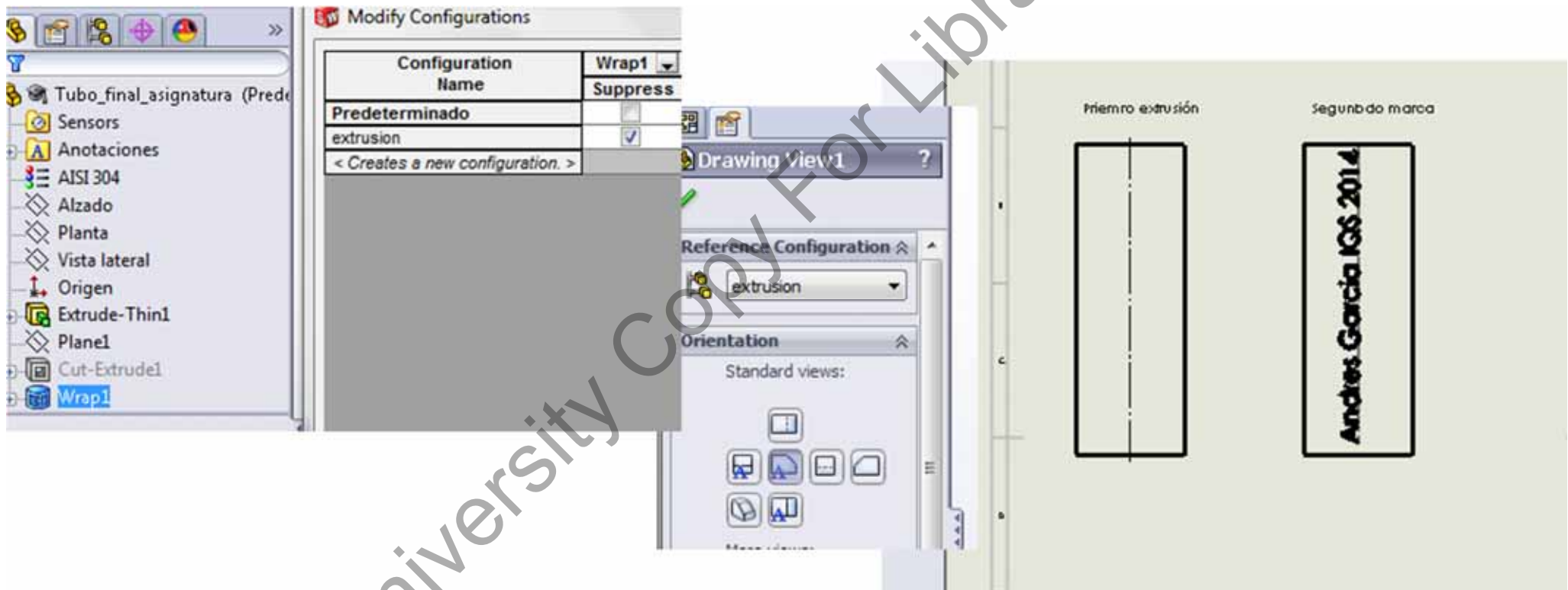
• Logo Catia.

Para el tema de calcomanía en Catia si no recuerdas el Workbench pero recuerdas la orden la puedes teclear en la ventana inferior. El problema es que has de estar en un ensamblaje



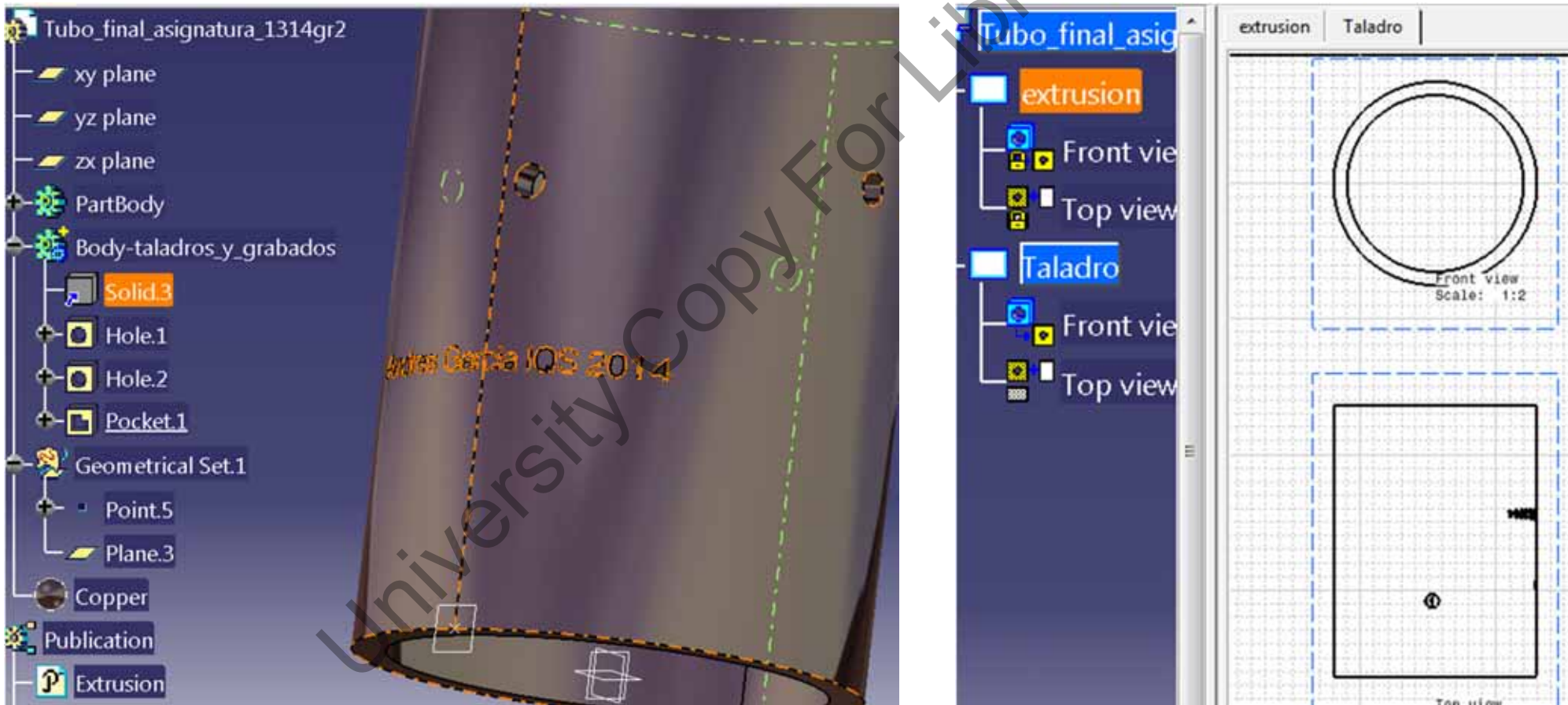
- Proceso mecanizado SW.

Finalmente para tener todos los puntos de proyecto explicamos el proceso de mecanizado.



## • Proceso mecanizado Catia.

En Catia se puede hacer con BODIES copiados con link para ir definiendo el proceso. La dificultad es ponerlo en el plano. Se puede hacer bloqueando vistas de bodies o haciendo piezas extra de cada operación.



- Resumen.
  - Introducción al tema de impacto medioambiental con SolidWorks.

University Copy For Library Use

ENTREGABLE

University Copy For Library Use

- Entregable.

Realizar una superficie de espesor 10mm y colocar por un lado una foto de un logo y por el otro un grabado de texto.

University Copy For Library Use

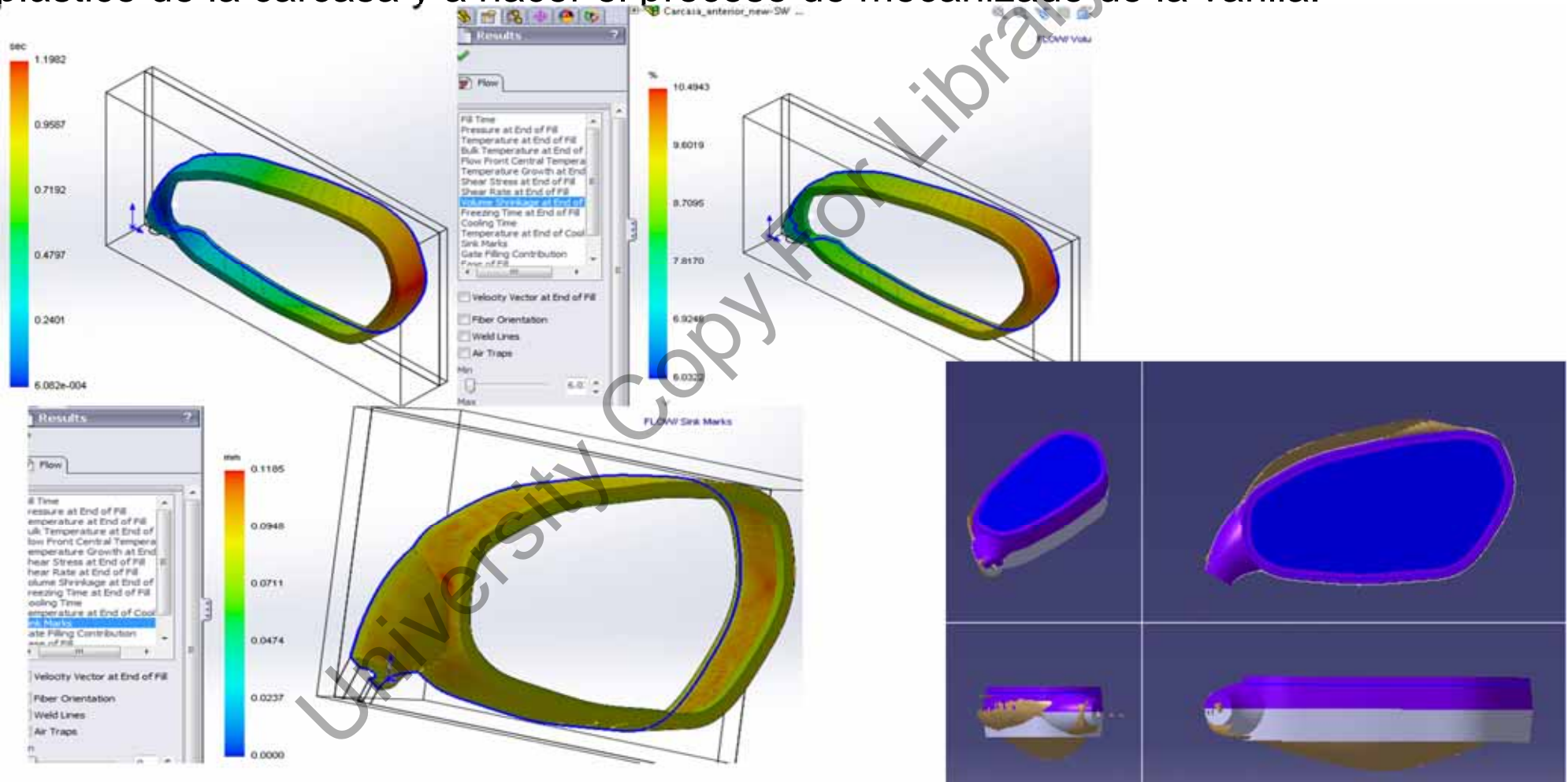


PROYECTO

University Copy For Library Use

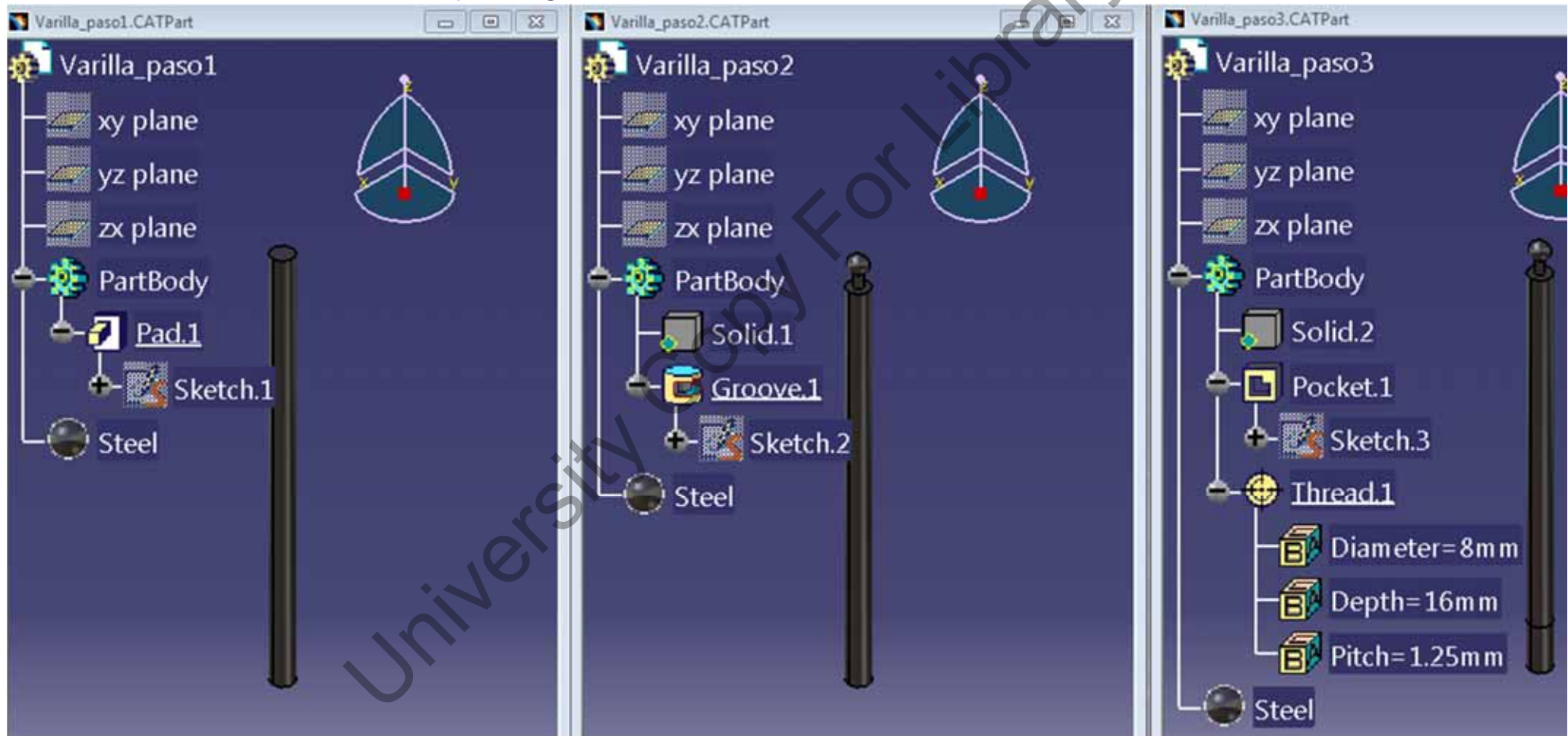
- Proyecto.

Continuar con el proyecto. Se procede a hacer la simulación de inyección de plástico de la carcasa y a hacer el proceso de mecanizado de la varilla.



- Proyecto.

Continuar con el proyecto. Se procede a hacer la simulación de inyección de plástico de la carcasa y luego el proceso de mecanizado de la varilla.



## • Resumen de puntuación alcanzada.

0.20 de 1.00	CD y papel presentación del documento con poster en A3.
0.50 de 0.50	Espejo como croquis.
0.50 de 0.50	0.2 Varilla con 0.15 proceso mecanizado y 0.15 cálculo fuerza en la punta.
1.00 de 1.00	0.5 Goma tipo fuelle + 0.5 estudio medioambiental(S).
1.00 de 1.00	0.5 Carcasa espejo con desmoldeo + 0.5 inyección(S)..
0.50 de 1.00	0.5 Carcasa anterior + 0.5 como nube de puntos y desmoldeo
1.00 de 1.00	0.5 Moldes de carcasa anterior ó espejo + 0.5 costing (S).
1.00 de 1.00	0.5 Chapa doblada y desdoblada + 0.5 costing (S).
0.50 de 0.50	Ergonomía (C)
0.20 de 0.50	Tornillos, tuercas y piezas normalizadas para las uniones.
0.00 de 1.50	Cálculo 0.5 aerodinámica, 0.5 vibraciones y 0.5 dilataciones.
0.00 de 0.50	Logo empresa moto pegado en carcasa.
0.20 de 0.50	Ensamblaje sin interferencias excepto elementos deformables/rosca cosméticas.
0.70 de 1.00	0.5 Planos de todas las piezas, 0.25 lista materiales y 0.25 explosionado.
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
<b>7.30 de 13.00</b>	<b>Total</b>
<b>5.5 horas de dedicación</b>	

S19t.-(SW) y S20t.-(Catia) Ejercicios de repaso.

University Copy For Library Use

Mejora 1415 ...

- Repaso última sesión.

- Estudios de impacto medioambiental con SW, creación de logos y renderizados, letras de marcado y proceso de mecanizado para finalizar el temario.

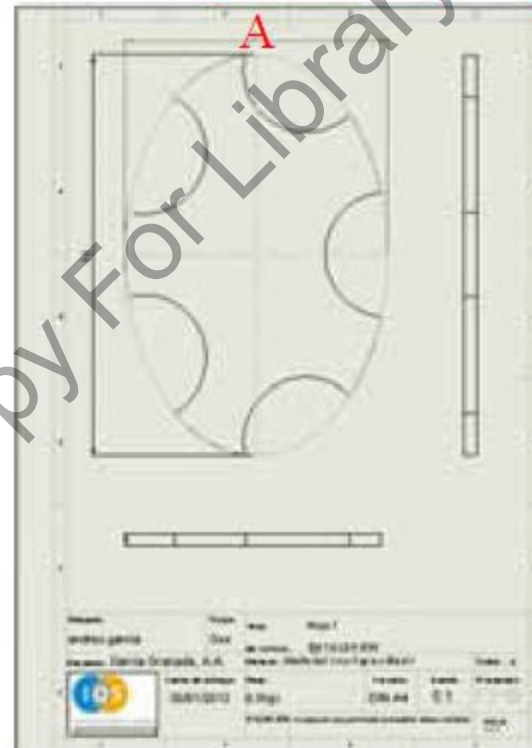
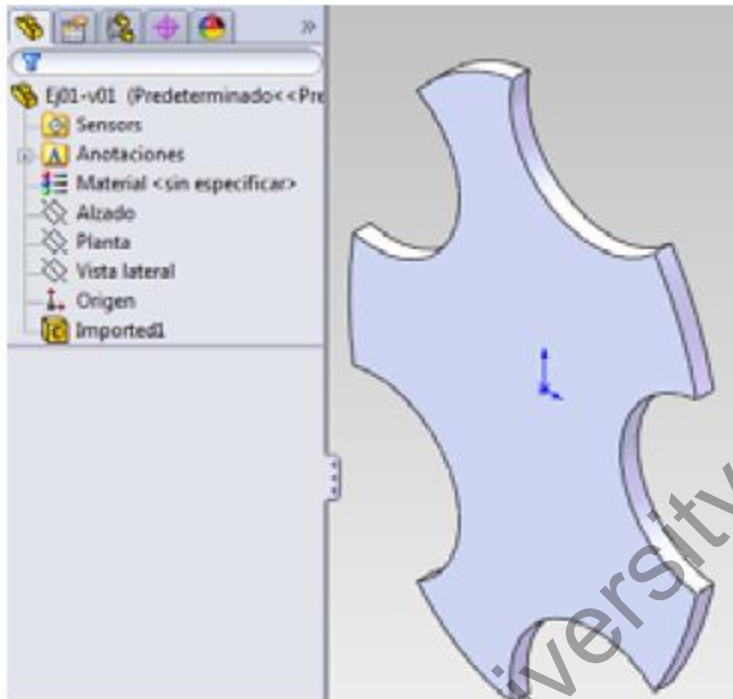
Estas diapositivas son para dos sesiones resolviendo es un examen de años anteriores en que se realiza en la primera sesión con SolidWorks y en la segunda con Catia.

University Copy For Library Use

1. Coger Ej01-vxy.STEP y guardar como Ej01 (C o SW) y hacer plano acotado con cajetín.

INI

FIN A: \_\_\_\_\_ [mm] NOTA: \_\_\_\_\_

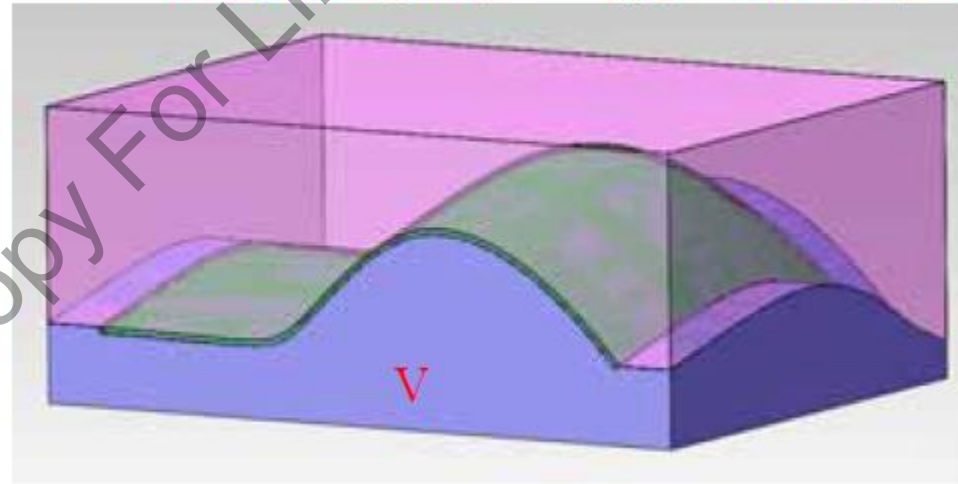
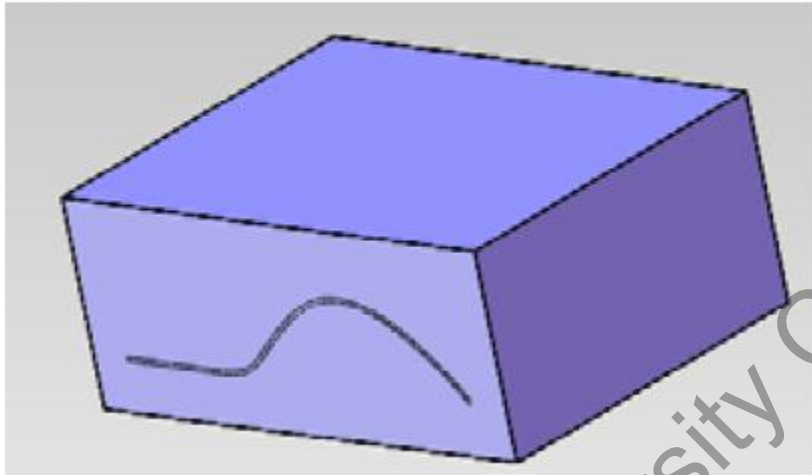


University Copy For Library Use

2. Coger Ej02 -vxy.STEP y guardar como Ej02 (C o SW) y hacer molde inferior y superior.

INI

FIN Vol\_molde\_inf: \_\_\_\_\_ [l] NOTA: \_\_\_\_\_

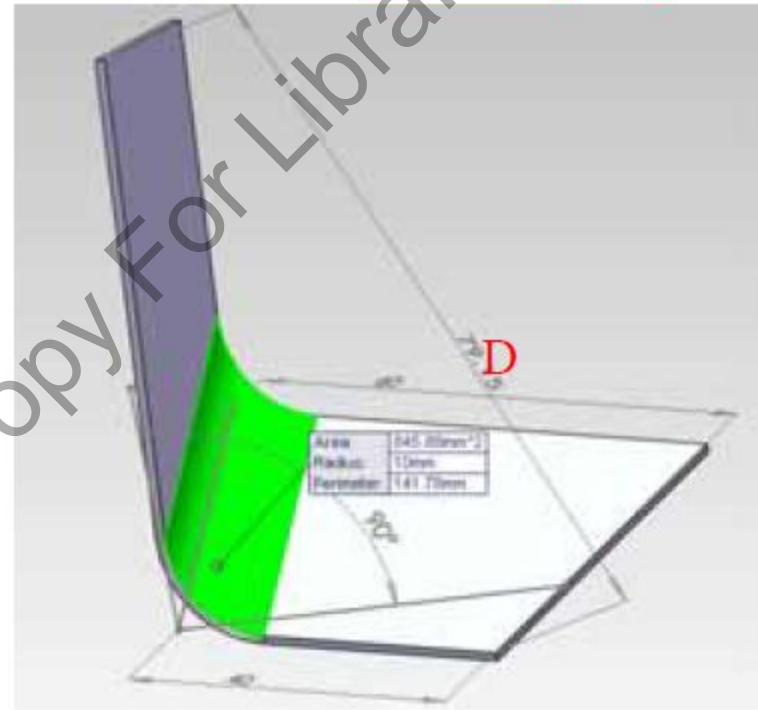
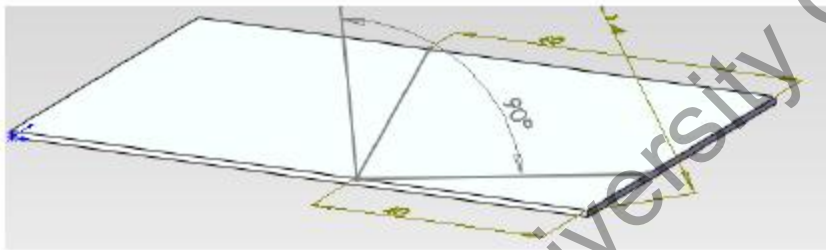




3. Coger Ej03-vxy.STEP y guardar como Ej03 (C o SW) en chapa doblando 90° por línea.

INI

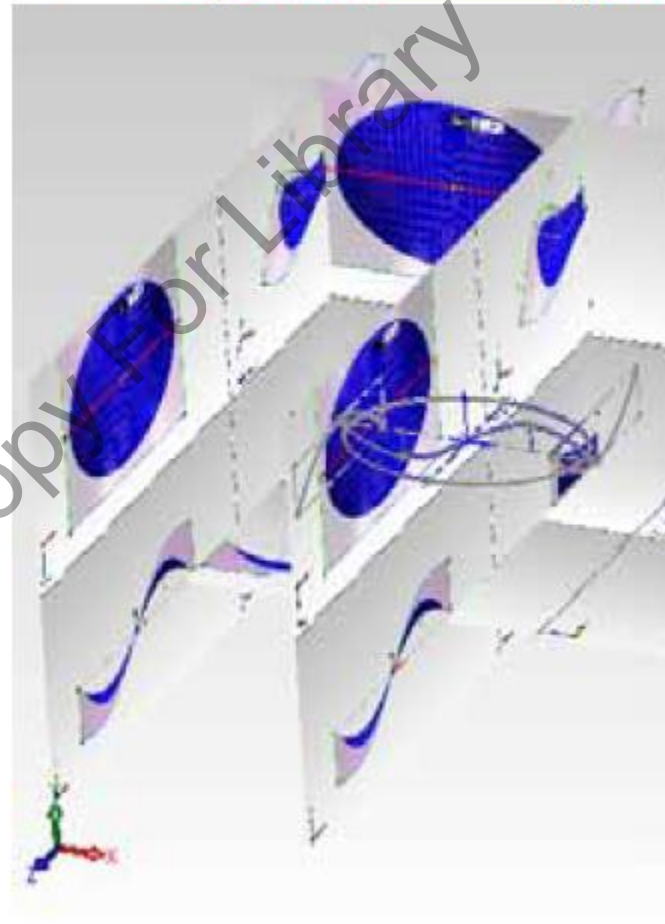
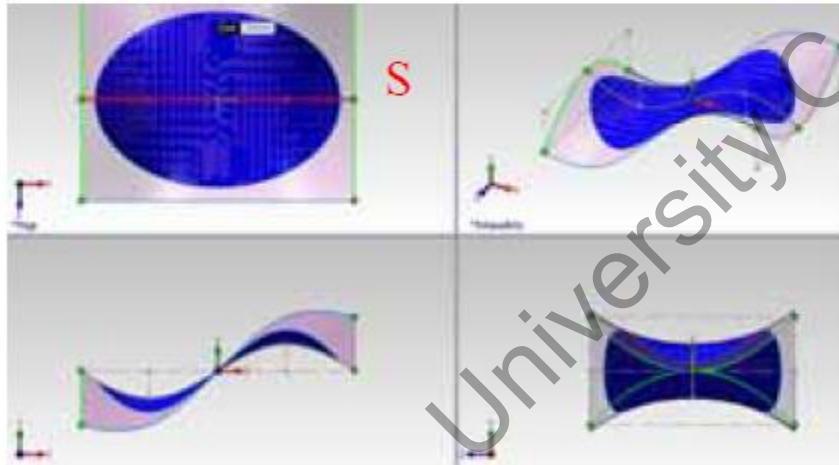
FIN Distancia: \_\_\_\_\_ [mm] NOTA: \_\_\_\_\_



4. Coger foto Ej04-vxy.jpg y crear pieza como Ej04 para tener superficie azul (C o SW).

INI

FIN Superficie: \_\_\_\_\_ [mm<sup>2</sup>] NOTA: \_\_\_\_\_

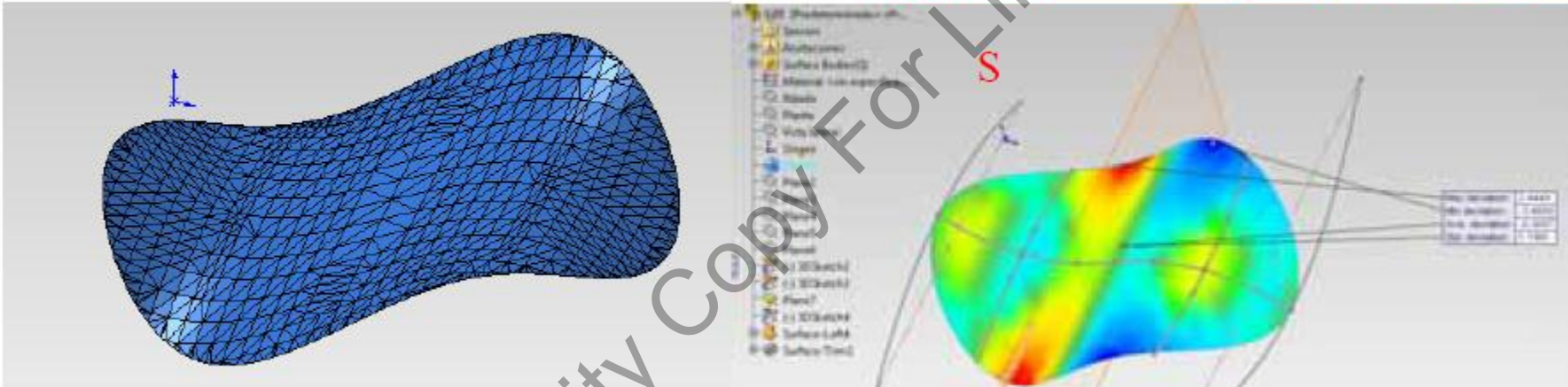


5. Coger Ej05-vxy.stl sin escalar y crear pieza Ej05 en superficies (C o SW).

INI

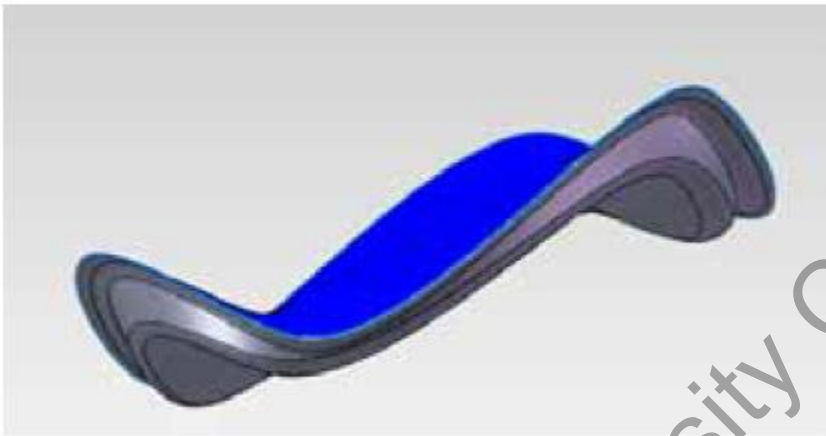
FIN

Superficie: \_\_\_\_\_ [mm<sup>2</sup>] NOTA: \_\_\_\_\_

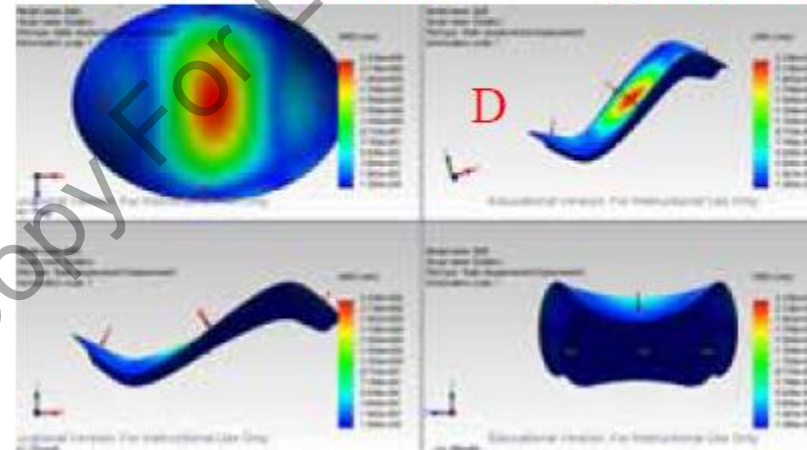


6. Coger Ej06-vxy.STEP y guardar como Ej06 para hacer cálculo con material Acero en SHELL espesor 1mm con una presión de 1MPa en tapa y fijando cara inferior (C o SW).

INI



FIN Deformación: \_\_\_\_\_ [mm] NOTA: \_\_\_\_\_

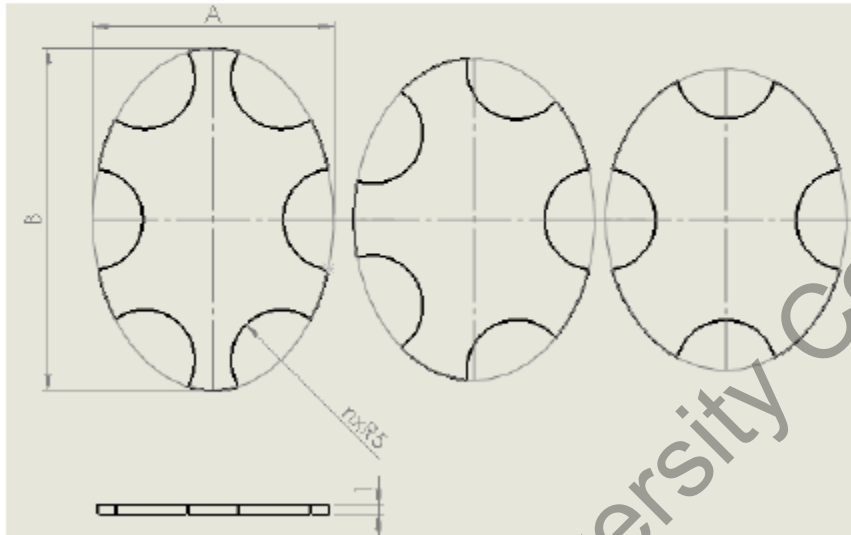


University Copy For Library Use

7. Crear Ej07 para  $A=2y$  mm (C o SW) y hacer tabla de diseño para B 30,32 y 34 y n 4, 5 y 6.

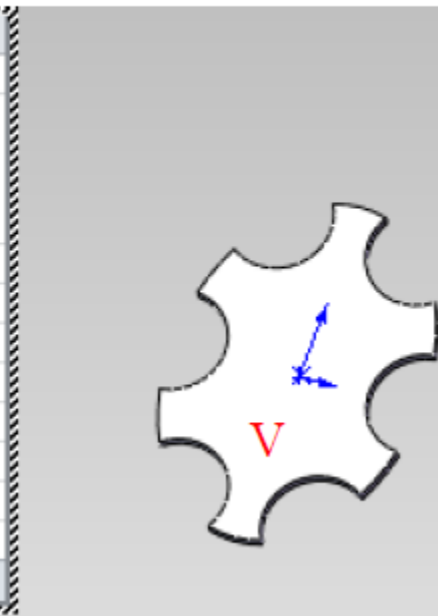
INI

FIN Volumen MAX: \_\_\_\_\_ [mm<sup>3</sup>] NOTA: \_\_\_\_\_



	A	B	C
1	Design Table for: Ej07		
2		B@Sketch1	n@Sketch1
3	Predeterminado	30	4
4	v1	30	4
5	v2	32	5
6	v3	34	6
7			
8			
9			
10			

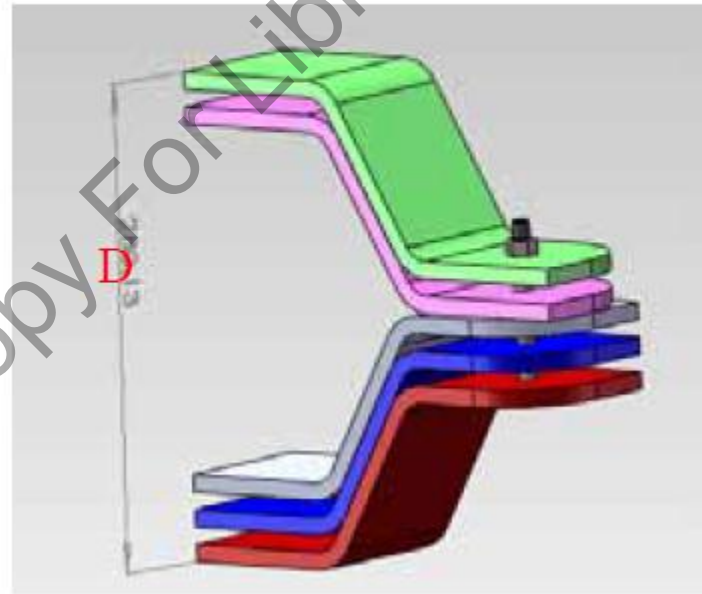
Hoja1



8. Coger Ej08-vxy.STEP y guardar como Ej08 y ensamblar con tornillos y tuercas (C o SW).

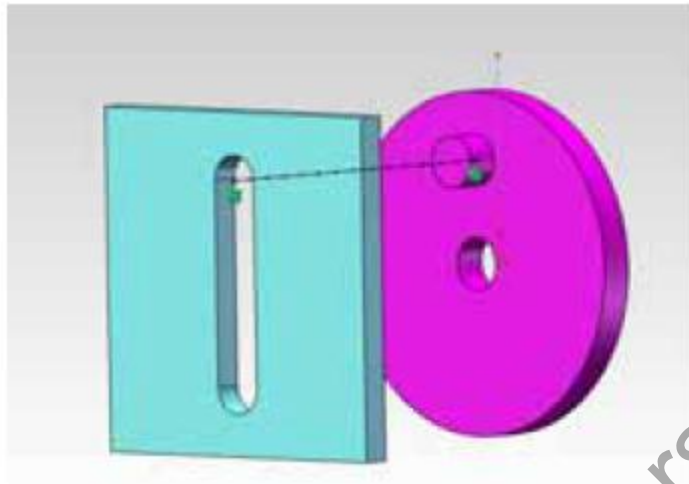
INI

FIN Distancia: \_\_\_\_\_ [mm]NOTA: \_\_\_\_\_

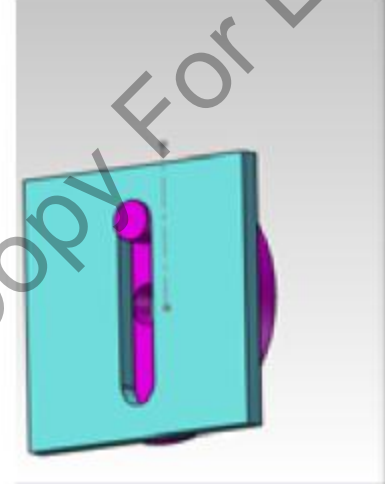


9. Coger Ej09-vxy.STEP y guardar como Ej09 con materiales acero, ensamblar y poner motor de 12[rpm] (C o SW) para dar el par motor máximo sin fricción.

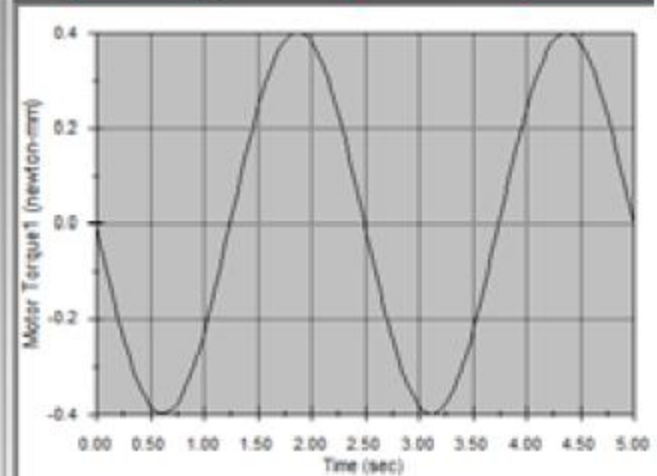
INI



FIN



MaxParMotor: \_\_\_\_\_ [N.mm] NOTA: \_\_\_\_\_

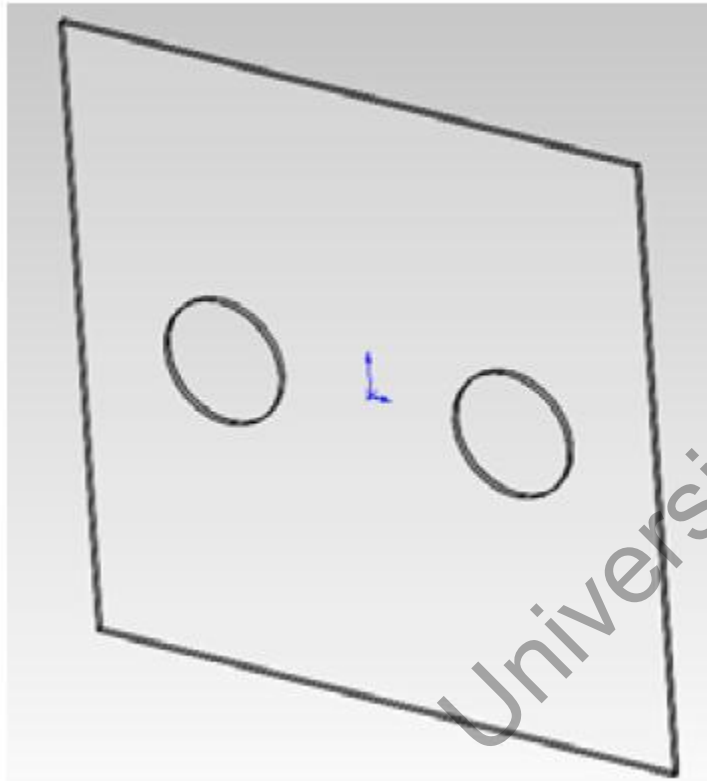


Ojo! Puede ser que con Catia no sepáis dar el par máximo!

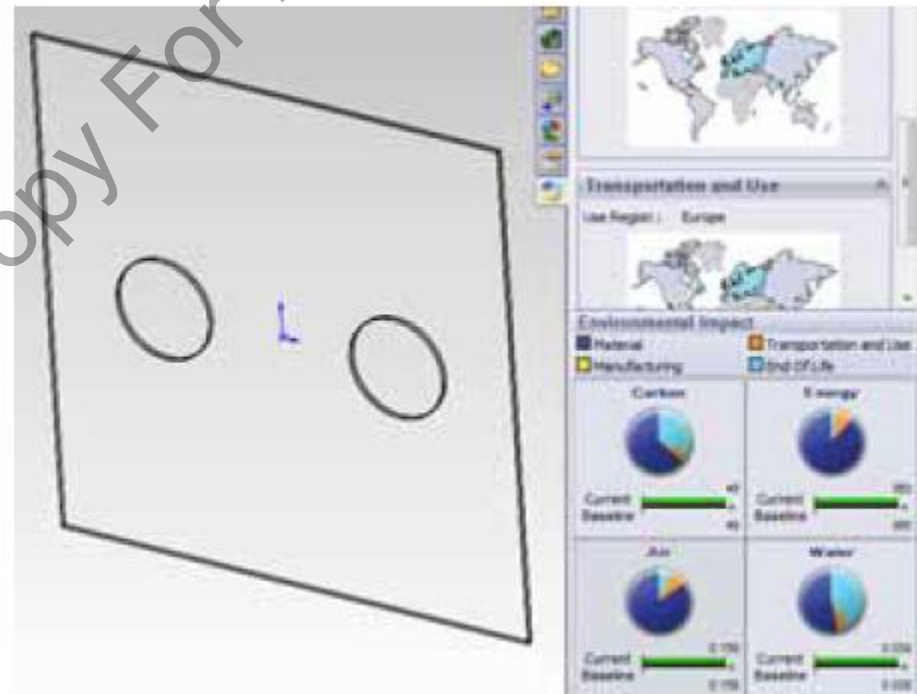
10. Coger Ej10-vxy.STEP y guardar como Ej10

Opción SolidWorks (SW) dar impacto ambiental en Cristal-Glass fabricando y vendiendo en Europa generando informe “Ej10-v01-sustainability.doc”.

(SW) INI



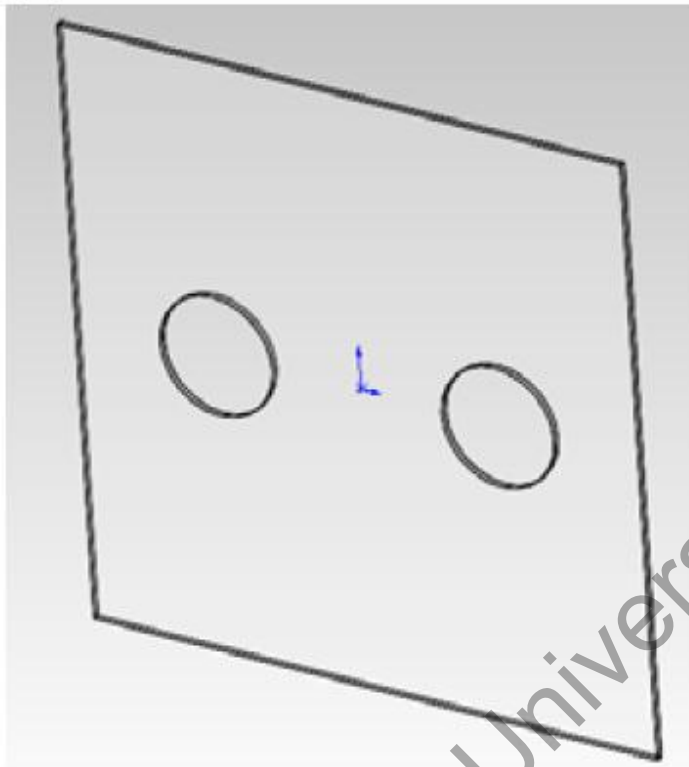
FIN Carbon: \_\_\_\_\_ [kg CO<sub>2</sub>]      NOTA: \_\_\_\_\_



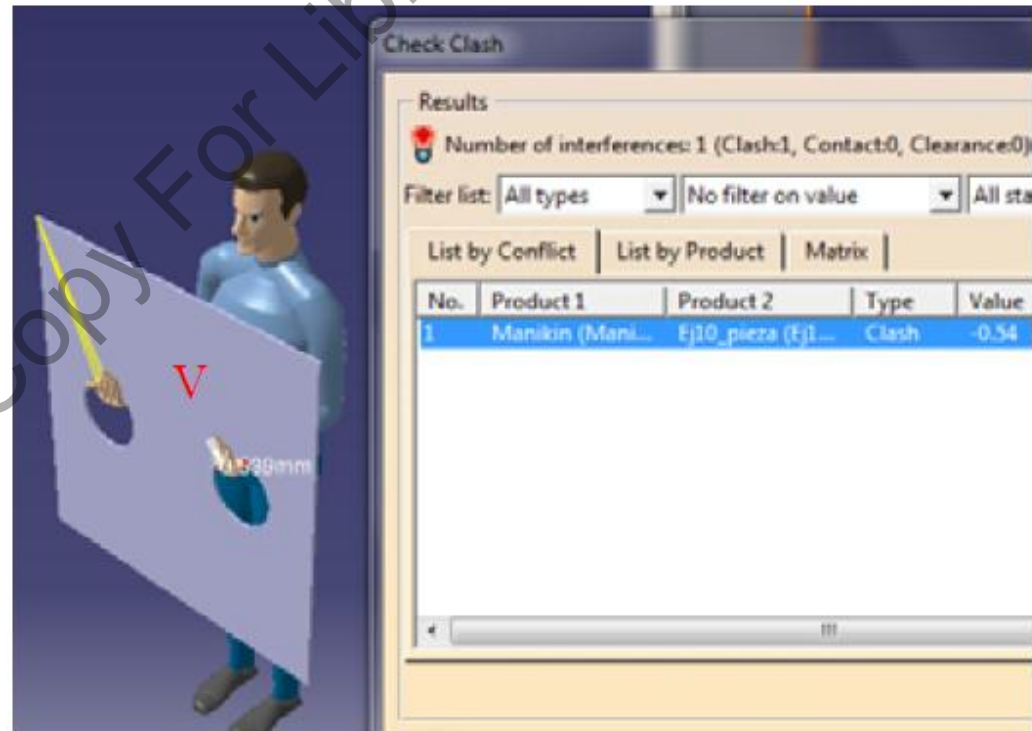


10. Coger Ej10-vxy.STEP y guardar como Ej10  
Opción Catia (C) coger pieza con dummy 95% con interferencia máxima 2mm

(C) INI



FIN Distancia dedos: \_\_\_ [mm] NOTA: \_\_\_



- Resumen.
- Ejercicios de repaso.

University Copy For Library Use

PROYECTO

University Copy For Library Use

- Proyecto.

Continuar con el proyecto.

University Copy For Library Use

## • Resumen de puntuación alcanzada.

0.20 de 1.00	CD y papel presentación del documento con poster en A3.
0.50 de 0.50	Espejo como croquis.
0.50 de 0.50	0.2 Varilla con 0.15 proceso mecanizado y 0.15 cálculo fuerza en la punta.
1.00 de 1.00	0.5 Goma tipo fuele + 0.5 estudio medioambiental (S).
1.00 de 1.00	0.5 Carcasa espejo con desmoldeo + 0.5 inyección (S)..
0.50 de 1.00	0.5 Carcasa anterior + 0.5 como nube de puntos y desmoldeo
1.00 de 1.00	0.5 Moldes de carcasa anterior ó espejo + 0.5 costing (S).
1.00 de 1.00	0.5 Chapa doblada y desdoblada + 0.5 costing (S).
0.50 de 0.50	Ergonomía (C)
0.20 de 0.50	Tornillos, tuercas y piezas normalizadas para las uniones.
0.00 de 1.50	Cálculo 0.5 aerodinámica, 0.5 vibraciones y 0.5 dilataciones.
0.00 de 0.50	Logo empresa moto pegado en carcasa.
0.20 de 0.50	Ensamblaje sin interferencias excepto elementos deformables/rosca cosméticas.
0.70 de 1.00	0.5 Planos de todas las piezas, 0.25 lista materiales y 0.25 explosionado.
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
0.00 de 0.50	Módulo extra no explicado en clase
<b>7.30 de 13.00</b>	<b>Total</b>

**5.5 horas de dedicación**