

Capítulo 6

PART DESIGN II (DISEÑO EN 3D AVANZADO)

6.1 *Objetivos*

En este Capítulo se completará el modelado general de sólidos, iniciado en el tema anterior, y que corresponde al módulo *Part Design* de la aplicación.

Se revisará el resto de paletas que ofrece el módulo y sus utilidades, se aprenderá modelado híbrido: generación de sólidos a partir de superficies, operaciones booleanas con sólidos, operaciones de transformación, aplicación de materiales y análisis de propiedades: medidas, pesos, inercias, etc.

6.2 Fundamentos Teóricos

Hasta ahora se ha aprendido a generar sólidos y modificarlos, utilizando dos de las paletas de herramientas contenidas en el *Workbench* del módulo, ahora se verán todas las demás. Lo primero que se tiene que hacer es abrir una sesión de generación de sólidos con el Módulo *Part Design*, según se trató al inicio del Capítulo 5 de este proyecto.

Se comenzará con la paleta de generación de sólidos a partir de superficies, aprendiendo a sumar y restar sólidos a través de la paleta de operaciones booleanas, que también contiene las herramientas de transformación, y por último se verá como una vez generado el sólido se le puede aplicar un material y analizar sus propiedades.

6.2.1 Modelado híbrido de sólidos a partir de superficies

En esta sección se describe el uso de superficies para la generación de sólidos, estas operaciones están recogidas en la paleta de herramientas del Part design: Surface-Based Features.



Se revisarán una a una estas cuatro operaciones:



Split (Cortar). Esta operación es similar a la vista en el tema de modelado de superficies, con ella se va a cortar un sólido por una superficie.

En primer lugar se selecciona la operación, CATIA pide que se señale la superficie que cortará al sólido; y aparecerá una flecha indicando la parte del mismo que permanecerá después del corte. También se muestra la ventana de definición. Si se quiere cambiar la flecha de sentido se puede pulsar sobre ella con el ratón. Finalmente se acepta con OK.

Se verá mejor con un ejemplo. En primer lugar se tiene un sólido y una superficie como los de la Ilustración 245:

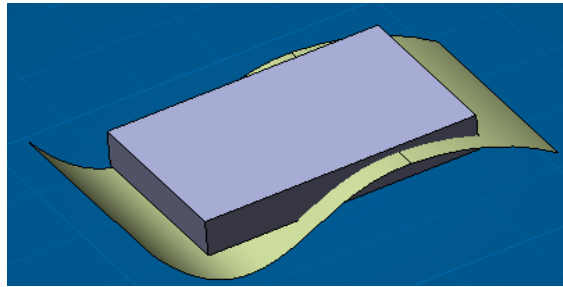


Ilustración 245: Ejemplo de corte.

Se ejecuta la operación y se selecciona la superficie tal y como aparece en la Ilustración 246:

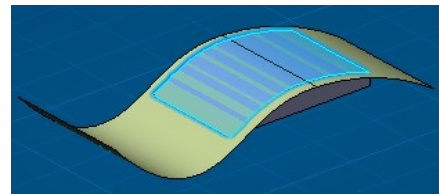
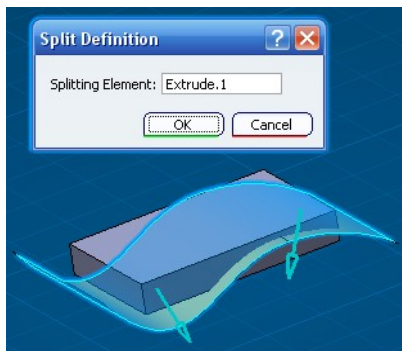


Ilustración 246: Realización del corte.

Si se oculta la superficie, se obtiene el sólido final, mostrado en la Ilustración 247.

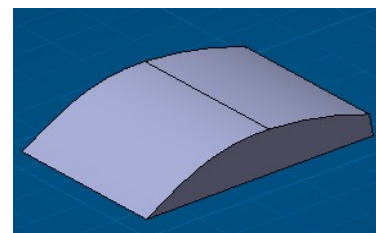



Ilustración 247: Sólido final.

Además de utilizar una superficie para cortar el sólido, se puede también realizar el corte con un plano o una cara del sólido.

 **Thick Surface (Superficie con espesor).** En el siguiente Capítulo se verá como generar superficies. Pero suponiendo que se ha creado una superficie, ésta tiene, inicialmente, espesor nulo. Para dar espesor a una superficie y convertirla así en un sólido se utilizará esta herramienta. Se le dará espesor a la superficie del ejemplo anterior. En la ventana de la Ilustración 248 se observa como es posible definir un grosor hacia dentro, y otro hacia fuera de la superficie (*First Offset & Second Offset*). La flecha indica la dirección del primer grosor que aparece en la ventana de definición.

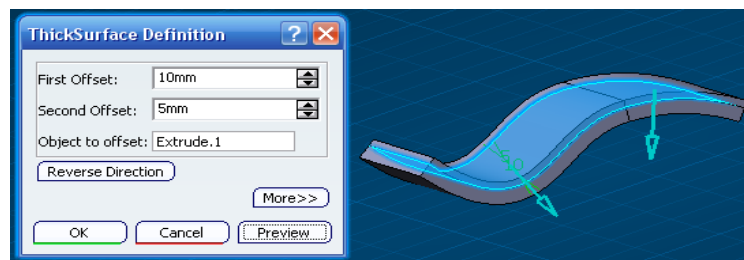



Ilustración 248: Definición y realización de espesor a superficie.

 **Close Surface (Cerrar una superficie).** Con esta operación se va a cerrar superficies y a convertirlas en sólidos, basta con seleccionar la superficie y aceptar con OK. Se ve un ejemplo en la Ilustración 249.

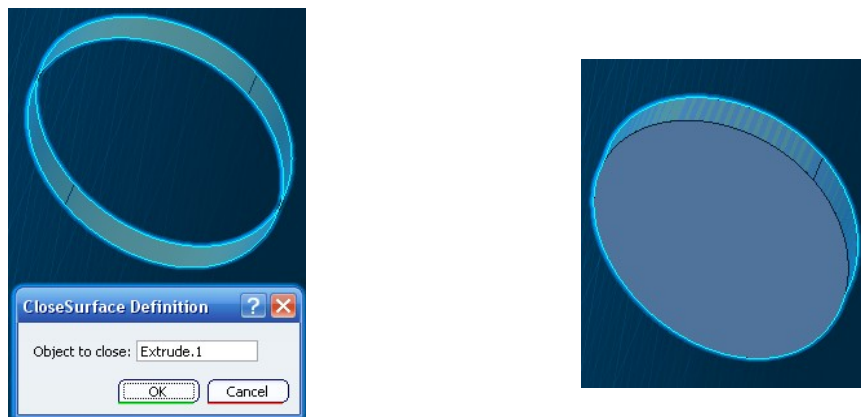



Ilustración 249: Cerrar una superficie.

 **Sew Surface (Coser una superficie).** Se utiliza para unir (coser) un sólido con una superficie. Esta operación calculará la intersección entre ambos elementos y luego eliminará el material sobrante en la dirección que se escoja.

En la ventana de definición, en el campo *Objeto to sew* se escoge la superficie, y en *Faces to remove*, se selecciona la cara del sólido que se va a eliminar. Todo esto se entenderá mejor mediante el ejemplo de la Ilustración 250.

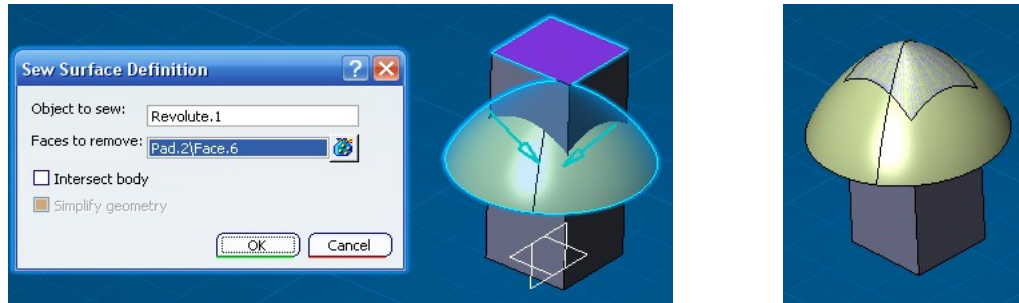


Ilustración 250: Ejemplo de coser una superficie.

6.2.2 Operaciones Booleanas

Cuando se produce un sólido, toda la información se va acumulando dentro de un cuerpo *Body* en el árbol de especificaciones. En algunas ocasiones a la hora de diseñar un sólido es conveniente hacerlo por partes, insertando distintos cuerpos y trabajando con cada uno de ellos por separado.

Suponiendo que se tiene un sólido como el de la Ilustración 251:

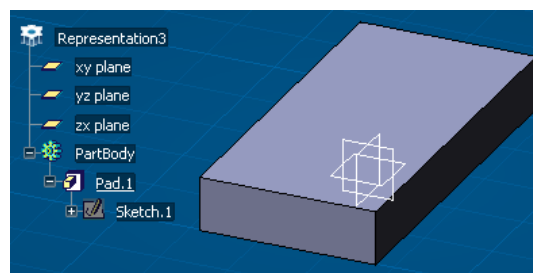



Ilustración 251: Sólido inicial.

Para insertar un *Body*, existen dos opciones:

A través del icono  **Insert** que si no aparece en el menú se podrá activar desde el menú contextual (ver Ilustración 252).

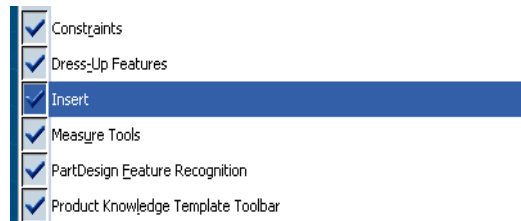


Ilustración 252: Menú contextual.

La otra opción es ir a *Insert>Body* en el menú principal (ver Ilustración 253).

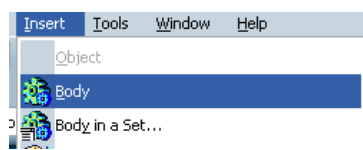


Ilustración 253: Insertar body.

El árbol de especificaciones queda como se ve en la Ilustración 254. Donde el *Body* aparece subrayado, eso es porque lo inserta y lo considera cuerpo activo. Si se desea trabajar con otro habrá que cambiar el cuerpo activo. Se pulsa con el botón derecho sobre el cuerpo que se quiera activar en el árbol de especificaciones y se selecciona: *Define In Work Object*.

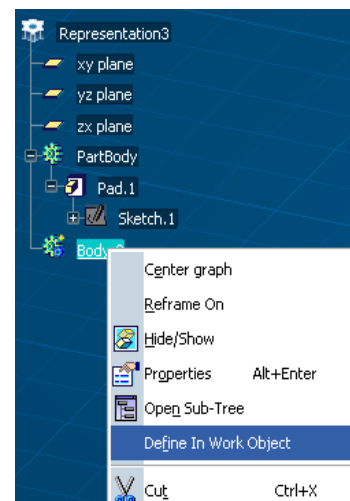


Ilustración 254: Árbol con el nuevo Body.

Si se trabaja con sólidos compuestos por varios cuerpos se tendrán que combinar de alguna manera. Aquí es donde aparecen las operaciones Booleanas que serán descritas a continuación (ver paleta en la Ilustración 255) y que está recogida en la paleta: *Boolean Operations*.

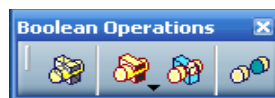


Ilustración 255: Operaciones Booleanas.

Para comprender con más claridad estas operaciones de suma, resta e intersección de cuerpos dentro del sólido, se va a presentar el ejemplo que se muestra en la Ilustración 256, compuesto por tres *bodies*, un *Pad*, un *Shaft* y un *Pocket*. Habrá que estar siempre atentos al árbol de especificaciones que resultará muy ilustrativo y donde es muy importante mantener el orden.

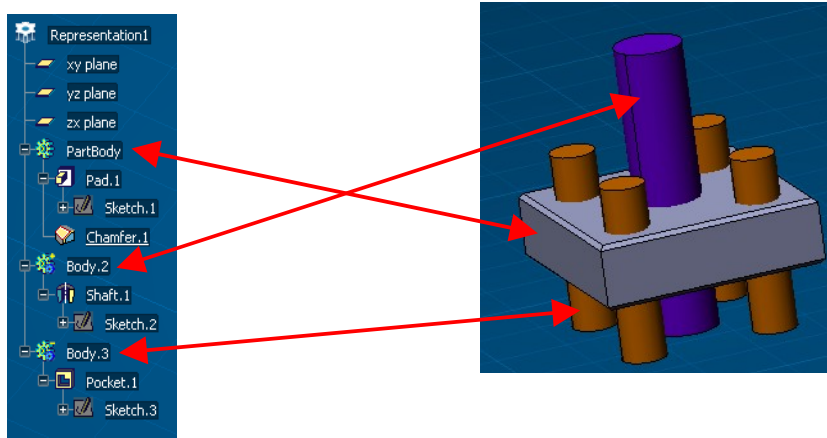



Ilustración 256: Ejemplo de operaciones booleanas.

 **Assemble (Ensamblar).** Esta operación va a ensamblar un cuerpo con otro; es muy parecida a la operación de sumar sólidos (*Add*), salvo que esta operación permite mantener las características originales de ambos, es decir, puede añadir o quitar material. Es muy útil para añadir *Pockets* y *Holes* a otros cuerpos.

Como ejemplo de esta operación, se ensamblarán los *Pockets* al cuerpo principal. Para ejecutarla, primero hay que asegurarse que, el cuerpo al que se quiere ensamblar otro, está seleccionado como activo. Hay que tener cuidado, ya que cuando se ejecuta la operación el tercer cuerpo aparecerá detrás del objeto que se haya seleccionado como activo. Como

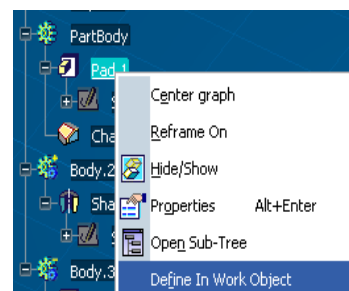


Ilustración 257: Activar el Pad.

se desea quitar el material de los huecos, una vez realizado el *Pad.1*, es este objeto el que se señala como activo, según se muestra la Ilustración 257.

Se selecciona el cuerpo a ensamblar y se activa la herramienta. Aparece una ventana como la de la Ilustración 258.



Ilustración 258: Ventana de definición del

Se acepta con OK. En la Ilustración 259 se muestra dónde se coloca el ensamblaje en el árbol de especificaciones en el cuerpo 1.

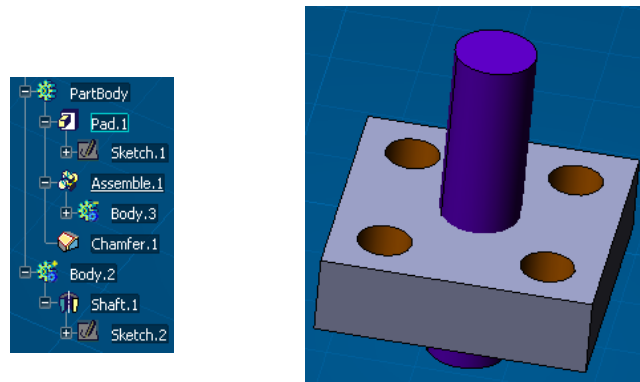


Ilustración 259: Ensamblaje del cuerpo 3.

Si se señala el *PartBody* como activo aparecerá el resultado final, se observa , en la Ilustración 260, como aplica el Chaflán a todo, debido a la posición de éste en el árbol de especificaciones.

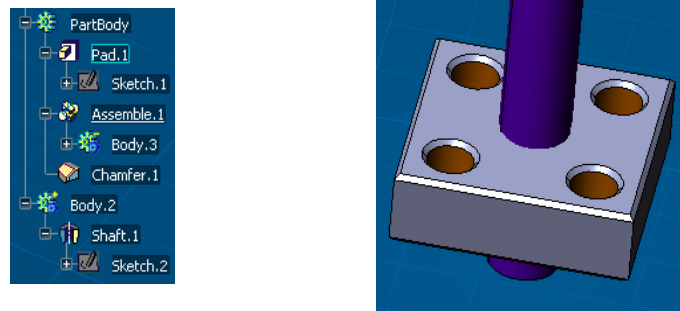



Ilustración 260: Situación final tras el ensamblaje del cuerpo 3.



Submenú Operaciones Booleanas

 **Add (Unir / Sumar).** Permite añadir un cuerpo a otro sin respetar las características del material. De esta manera, si en el ejemplo que nos ocupa en lugar de realizar una operación *Assemble* se utiliza la opción *Add*, a pesar de que el cuerpo a introducir sea un agujero (*Pocket*), el resultado final es como si se estuviera introduciendo material a la pieza ya que *Add* siempre suma material (ver Ilustración 261).

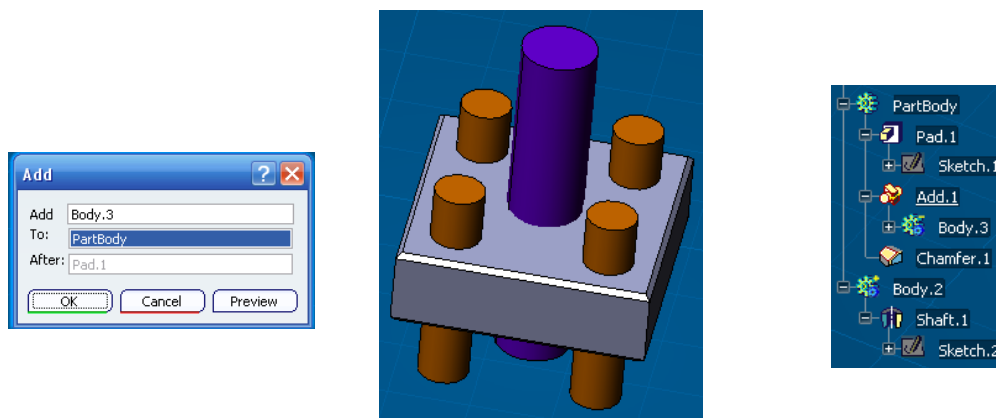


Ilustración 261: Añadir cuerpo 3, en vez de ensamblarlo.

Esta forma de trabajar no es aconsejable pues puede dar lugar a equivocaciones, ya que en el árbol de especificaciones se ven operaciones

básicas de vaciado como *Hole* o *Pocket* cuyo resultado final sea añadir material debido a las operaciones booleanas. Por tanto se aconseja utilizar solamente el comando *Add* con cuerpos que contengan material.

Como ejemplo de esta operación, se añadirá el cuerpo 2 al cuerpo resultante del ensamblaje anterior. Para ello, la ventana de definición del cuerpo añadido debe quedar como la de la Ilustración 262.

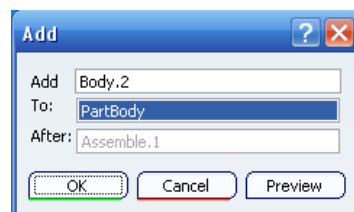


Ilustración 262: Definición para añadir cuerpo 2.

Se observa que uno de los dos cuerpos, y marca esta unión como elemento activo. Si se señala el *PartBody* como elemento activo aparece el sólido final, como se muestra en la Ilustración 263.

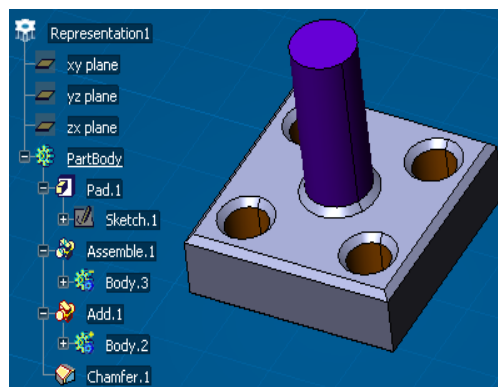


Ilustración 263: Sólido tras añadirle el cuerpo 2.

Si se hubiese aplicado el chaflán a todos los elementos, como es el caso de la Ilustración 263, se podría evitar utilizando la operación *Reorder* (Reordenar). Se encuentra en el menú contextual de cada elemento, en el árbol de especificaciones o pulsando sobre el propio dibujo, como se ve en la Ilustración 264.

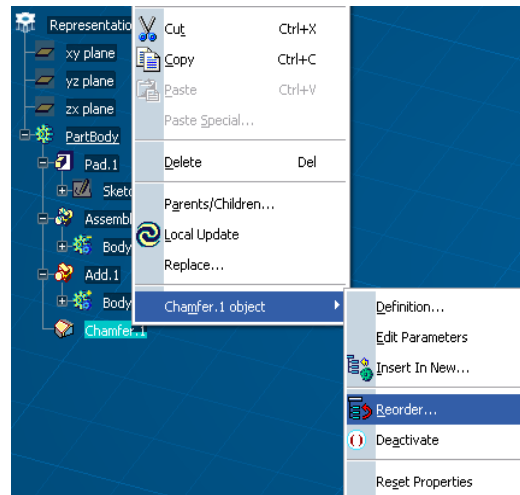



Ilustración 264: Reordenar elementos.

 **Remove (Quitar / Restar).** Esta operación es contraria a la anterior. Hay que considerar que **siempre** quita material de un cuerpo. Como antes se comentaba, hay que tener cuidado con los cuerpos definidos como eliminación de material, ya que se pueden crear confusiones. En este caso se aconseja usar siempre esta operación con cuerpos que contengan material por definición.

Como ejemplo, se restará el cuerpo 2 al cuerpo obtenido con la operación de ensamblaje. Se selecciona *Assemble.1* como elemento activo, se ejecuta la operación y después se vuelve a activar el cuerpo principal para ver el resultado final, mostrado en la Ilustración 265.

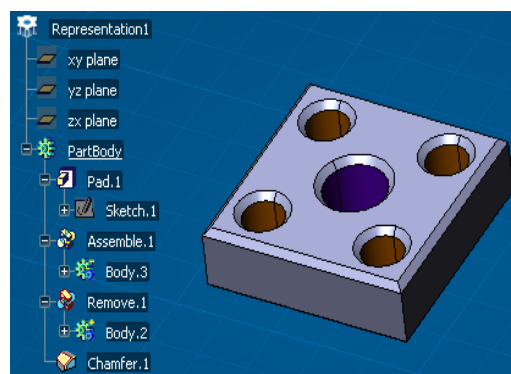



Ilustración 265: Restando cuerpo 2.

Se han analizado dos maneras de quitar material mediante operaciones booleanas: o bien se determina un cuerpo mediante una operación de eliminación de material y se ensambla al otro; o bien se define un cuerpo mediante una operación de generación de material y se resta al otro. Esto último es lo aconsejable.

 **Intersect (Intersección).** Da opción a realizar la intersección entre dos cuerpos y ofrece como resultado la parte común a los dos. Se pasará a realizar la intersección del cuerpo 2 con el cuerpo principal (ver Ilustración 266):

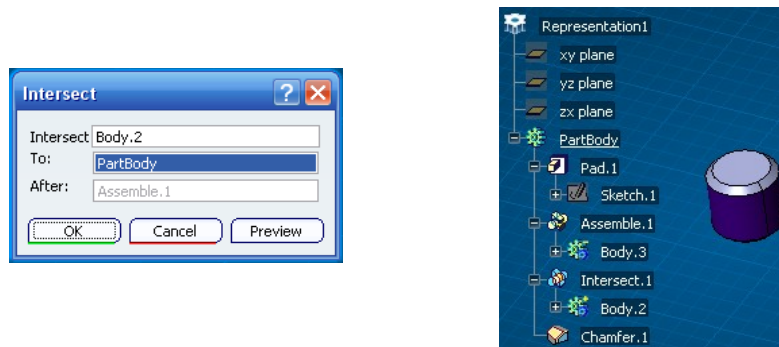



Ilustración 266: Intersección de cuerpo 2 con cuerpo principal.

 **Union Trim (Unir y recortar).** Permite sumar distintos cuerpos con la particularidad de que se podrán eliminar las partes no deseadas.

La forma de proceder es similar a las anteriores, se selecciona como activo el elemento después del cual surgirá la operación *Trim* en el árbol, en nuestro caso es *Assamble.1*. Se elige el elemento a unir y aparecerá la ventana de definición de la Ilustración 267, en la que se indicarán las caras que se quieren eliminar, mostrándose en color rosa, y las que se quieren mantener, en azul.

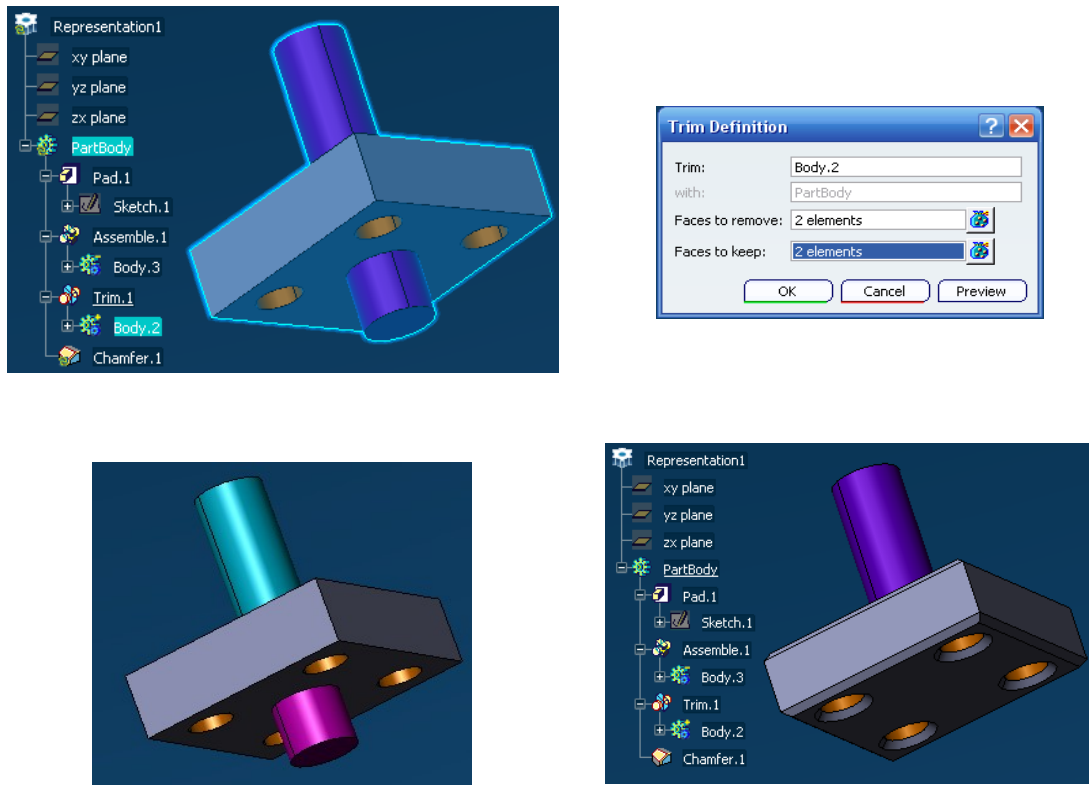


Ilustración 267: Unión y recorte del cuerpo 2 al principal.



Remove Lumps (Eliminar Trozos). Esta operación elimina partes separadas dentro de un cuerpo. La forma de utilizarla es similar a la operación anterior: se indicarán las caras que se desean eliminar y las que se quieren conservar.

Es muy útil para eliminar cavidades que pueden aparecer accidentalmente en el proceso de diseño.

6.2.3 Operaciones de Transformación de Sólidos

En esta sección se va a describir cómo transformar sólidos ya generados, cómo trasladarlos, rotarlos, generar simetrías y escalarlos. Estas operaciones están recogidas en la paleta de herramientas del *Part design: Transformations Features* (ver Ilustración 268).



Ilustración 268: Paleta Transformations Features.


También, dentro de estas operaciones, se revisarán los submenús *Transformation*, *Patterns* y *Scale* (ver Ilustración 269). El primero recoge las operaciones que se le pueden realizar al sólido para moverlo de su ubicación original. El segundo ofrece herramientas que actúan generando repeticiones de un modelo siguiendo una dirección o bien en forma circular. Estas herramientas son muy útiles. El último submenú muestra dos formas de escalar un elemento.



Ilustración 269: Submenús Transformation, Patterns y Scale.

6.2.3.1 Operaciones de transformación (Transformations & Scale)

Se describirá, en primer lugar y mediante sencillos ejemplos, las operaciones de transformación de sólidos propiamente dichas. Son similares a las ya vistas en el módulo *Sketcher* y a las que se verán en *Wireframe and Surfaces*. Las cuatro primeras pertenecen a la paleta de *Transformation*, y las dos últimas a la de *Scale*.

 **Translation (Traslación).** Es una operación de traslación del cuerpo activo (si se trabaja con distintos cuerpos). Hay tres maneras distintas de desplazar un elemento, como se puede ver en la Ilustración 270.

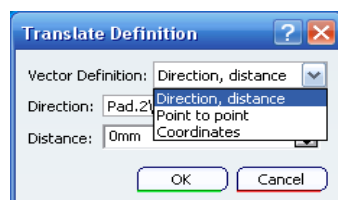


Ilustración 270: Definición de la traslación.

1) *Direction, distance*: Se selecciona el cuerpo, se ejecuta la operación y en la ventana de definición se indicará la dirección de la traslación y el valor de la distancia. Se verá con el ejemplo de la Ilustración 271.

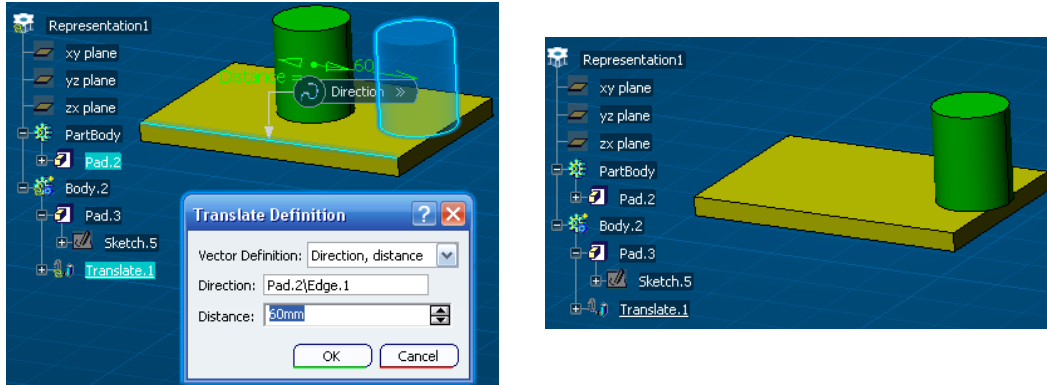


Ilustración 271: Ejemplo de traslación por dirección y distancia.

NOTA: Si como dirección de la traslación se elije un plano, el desplazamiento se realizará según un vector normal al mismo.

2) *Point to point*: Se selecciona el cuerpo, se ejecuta la operación y en la ventana de definición se eligen los dos puntos que van a marcar el desplazamiento. La dirección del movimiento será la línea que une los dos puntos seleccionados, y la distancia del desplazamiento, será la existente entre esos dos puntos. Todo esto se puede observar en la Ilustración 272.

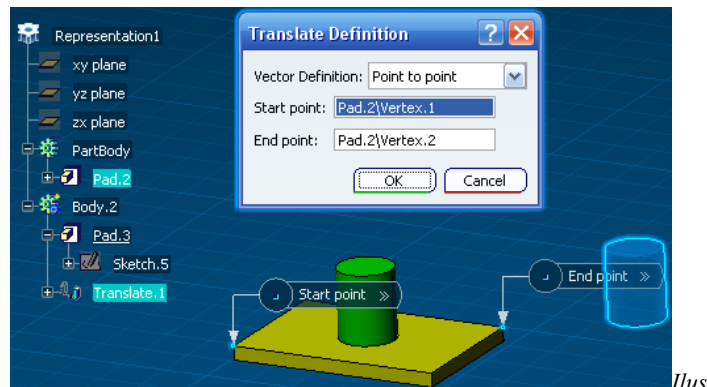


Ilustración 272: Ejemplo de traslación punto a punto.

3) *Coordinates*: La forma de actuar es similar a la de los casos anteriores, salvo que en este caso los valores que hay que introducir son las distancias que se

desplazará el elementos en los distintos ejes de referencia. Para una mejor comprensión, ver la Ilustración 273.

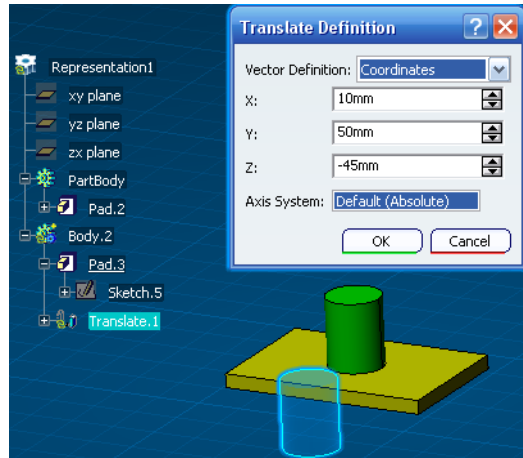



Ilustración 273: Ejemplo de traslación por coordenadas.

NOTA: estas dos últimas opciones de realizar el desplazamiento de un elemento son nuevas en CATIA v6 si se compara con el CATIA v5 explicado en el manual anterior, ya que en CATIA v5r19 ya se daban estas herramientas.

 **Rotation (Rotación).** Esta es una operación que rota el cuerpo activo. Al igual que la herramienta de traslación, tiene tres formas diferentes de llevarse a cabo, como se muestra en la Ilustración 274.

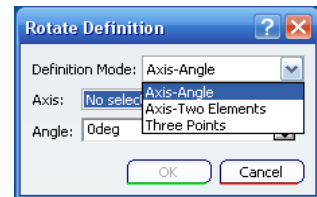


Ilustración 274: Definición de la rotación.

1) **Axis-Angle:** Se especifica en la ventana de definición el eje de rotación, que puede ser una línea o una arista, y el ángulo deseado. Se verá mejor con el ejemplo de la Ilustración 275.

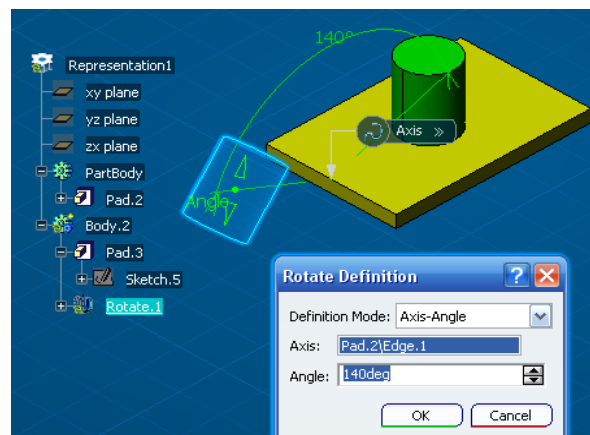


Ilustración 275: Ejemplo de rotación por eje y ángulo.

2) **Axis-Two Elements:** Se selecciona primero el eje de giro, y luego dos elementos. En ángulo que formen esos dos elementos, será el ángulo de rotación. Esto se muestra en el ejemplo de la Ilustración 276. Las flechas rojas

indican la dirección según la que se generará el ángulo de giro. Picando sobre ellas se puede cambiar dicha dirección.

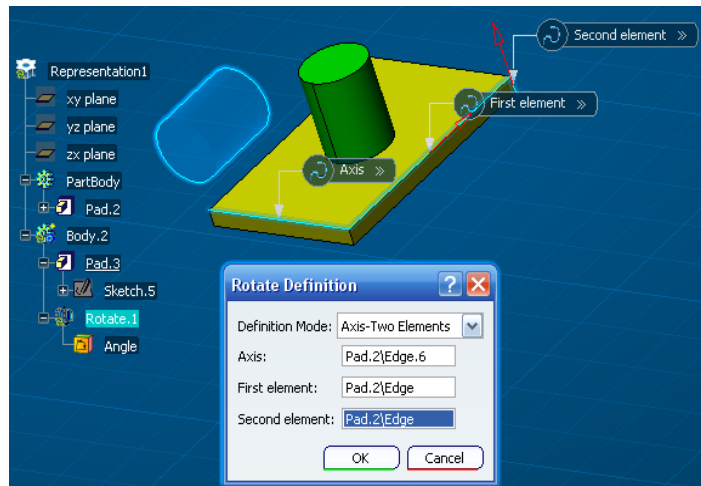


Ilustración 276: Ejemplo de rotación por eje y dos elementos.

3) *Three Points*: esta rotación está definida por tres puntos:

- El eje de rotación es el definido por la normal del plano creado por los tres puntos y pasa a través del segundo punto.
- El ángulo de la rotación es el definido por los dos vectores creados por los tres puntos (entre el vector Point2-Point1 y el vector Point2-Point3).

Todo esto se ve mejor en la Ilustración 277.

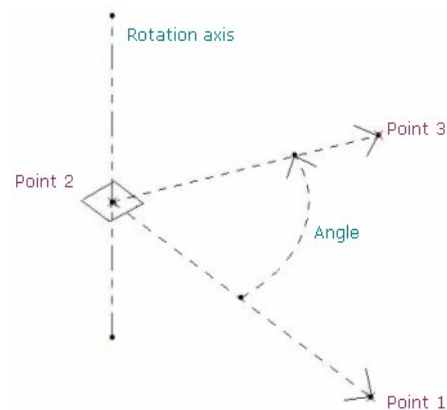



Ilustración 277: Definición de la rotación por tres puntos.

Estas dos últimas formas de realizar una rotación son novedad en CATIA v6, comparado con el manual de CATIA v5 anterior (ya existían en CATIA v5r19).

 **Symmetry (Simetría).** Esta operación crea el elemento simétrico al cuerpo activo, en la ventana de definición sólo habrá que indicar el elemento de referencia, plano, línea o arista a partir del cual se genera la simetría.

Como ejemplo, partiendo de los sólidos de los ejemplos anteriores, se ha tomado una superficie del cuerpo 1 (amarillo) para realizar la simetría, como se muestra en la Ilustración 278.

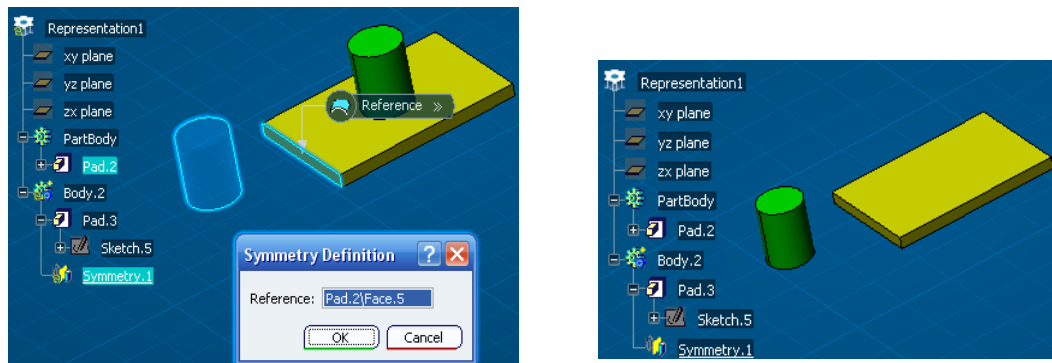



Ilustración 278: Aplicación de simetría.

 **AxisToAxis (De sistema de ejes a sistema de ejes).** Para poder usar esta herramienta se deben tener dos sistemas de referencia creados por el usuario. En la ventana de definición de esta opción hay que seleccionar dos sistemas de referencia. El primero que se elige será en el cual se localizará nuestro elemento en coordenadas XYZ. El sistema seleccionado como segundo es al que se desplazará el elemento fijado, con los mismos valores en los ejes XYZ en los que se encontraba el elemento en el sistema inicial. Esta herramienta es una novedad de CATIA v6, comparándolo con el CATIA v5 del manual anterior, puesto que ya se daba esta opción en CATIA v5r19. Para entenderlo mejor, se realizará el ejemplo de la Ilustración 279. Para ello, primero se han creado dos sistemas de ejes, que se utilizarán para este ejemplo.

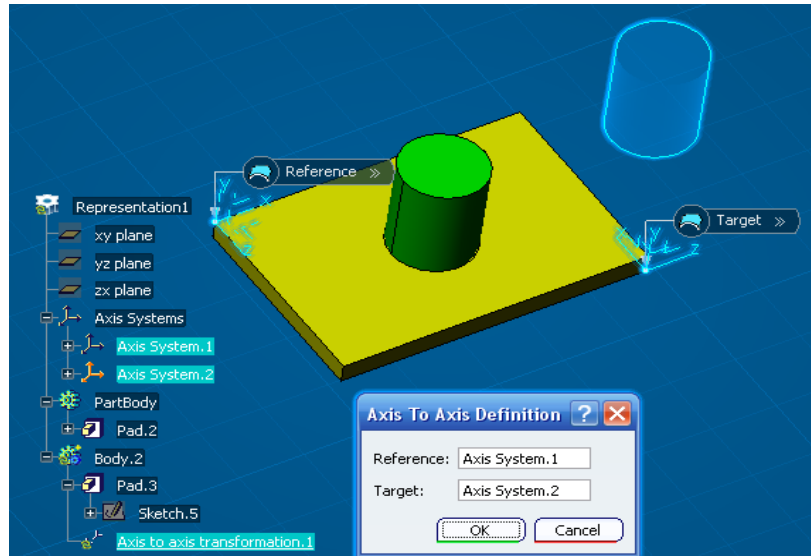



Ilustración 279: Desplazamiento por cambio de sistema de coordenadas.

 **Mirror (Espejo).** Es similar a la anterior, pero en este caso se genera una copia simétrica del cuerpo activo, permaneciendo el mismo en el dibujo. En el ejemplo que nos ocupa, se ha realizado como se muestra en le Ilustración 280.

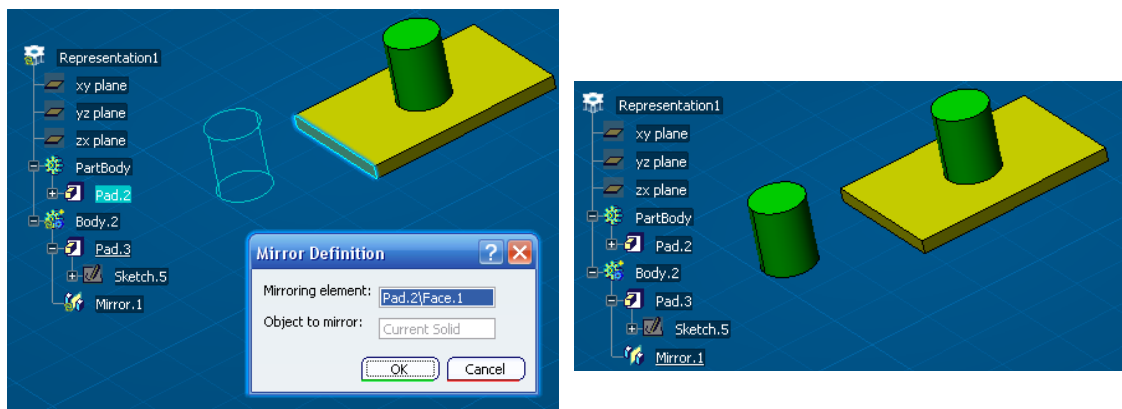



Ilustración 280: Aplicación de simetría con copia.

 **Scaling (Escalar).** Cambia de tamaño el cuerpo activo aplicándole una escala, y/o generar un elemento afín aplicándole la escala en una dirección determinada. La ventana de definición pide rellenar dos campos, el elemento de referencia y el parámetro que define el ratio de la escala a aplicar.

Si se elige un punto del sólido como elemento de referencia, el sólido entero cambiará de tamaño aplicando el ratio desde ese punto (ver Ilustración 281).

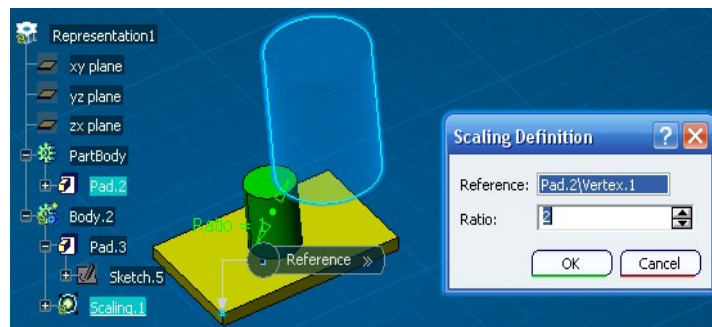


Ilustración 281: Aplicación de escala con punto como referencia.

Si se elige un plano como elemento de referencia, el escalado se aplicará solamente en la dirección normal al plano seleccionado, generando así una afinidad (ver Ilustración 282).

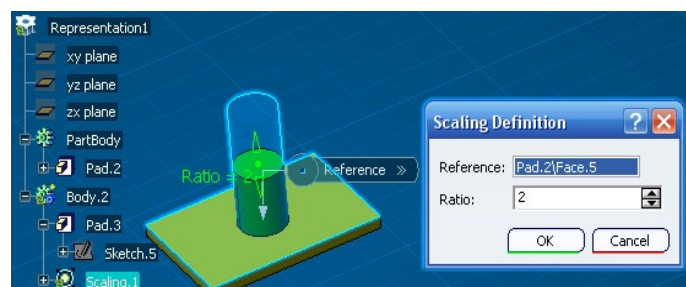



Ilustración 282: Aplicación de escala con plano como referencia.

 **Affinity (Afinidad).** Esta herramienta es como una unión de las dos formas de realizar un escalado. El usuario genera un sistema de referencia a partir del cual se realizará la escala, y los ratios de escala según los ejes del sistema de referencia creado (en los ejes XYZ). Esta opción de escalado es una novedad de CATIA v6 según el manual de CATIA v5 anterior (existía en CATIA vr19). Para una mayor comprensión, se muestra un ejemplo en la Ilustración 283.

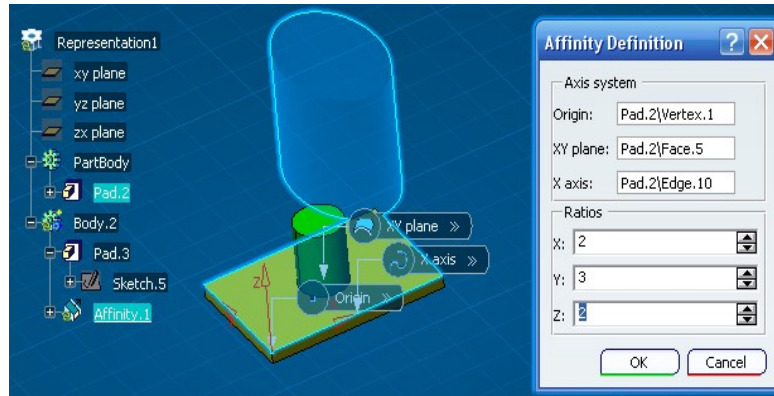
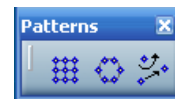


Ilustración 283: Aplicación de afinidad.

6.2.3.2 Submenú Patterns

Este submenú recoge diferentes formas de generar repeticiones de elementos, varias maneras de definir rejillas rectangulares o circulares sobre las cuales se situarán las copias del objeto seleccionado. También existe la opción de determinar una rejilla posicionando puntos previamente con el *Sketcher*.

Se podrá utilizar en cuerpos, elementos de cuerpos, como agujeros, o varios elementos juntos. Si se quieren copiar elementos múltiples, se tendrán que seleccionar antes de picar en el icono, por ejemplo, un taladro con un redondeo.




El submenú sería el que aparece en la Ilustración 284.

Ilustración 284:
Submenú
Patterns.

Es de gran utilidad, a la hora de generar, por ejemplos taladros en piezas o sólidos con geometrías repetitivas.

A continuación se analizarán las operaciones que recoge esta paleta.

 **Rectangular Pattern (Modelo Rectangular).** Las repeticiones se generan en dos direcciones, habrá varias formas de generar la rejilla y una ventana para cada dirección. Se podrán elegir, para cada dirección, los parámetros con los

que se desean definir los puntos donde se situarán las copias del elemento, como se observa en la ventana de definición de la Ilustración 285.

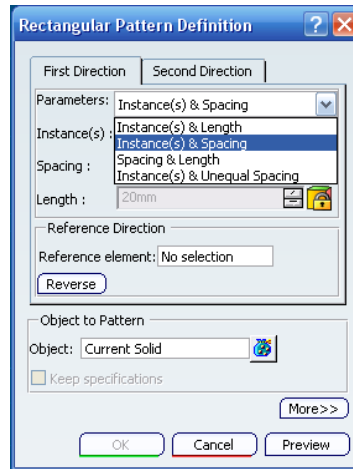


Ilustración 285: Definición de rejilla rectangular.

- Número de copias y longitud total a cubrir (*Instance(s) & Length*).
- Número de copias y espacio entre ellas (*Instance(s) & Spacing*).
- Espacio entre cada copia y longitud total a cubrir (*Spacing & Length*).
- Número de copias y diferente distancia entre ellas (*Instance(s) & Unequal Spacing*). Esta última opción es una novedad de CATIA v6 si se compara con el CATIA v5 del manual anterior, ya que estaba en CATIA v5r19. Si se usa esta operación, se acotará la distancia entre elementos que por defecto será de equidistancia. Al estar acotada, picando dos veces sobre ella se podrá modificar.

En la ventana de definición de la primera dirección (la de la segunda dirección es idéntica), se podrá comprobar que cuando se elige una de las opciones anteriores, el tercer parámetro aparece bloqueado ya que está definido por los otros dos (ver Ilustración 286).

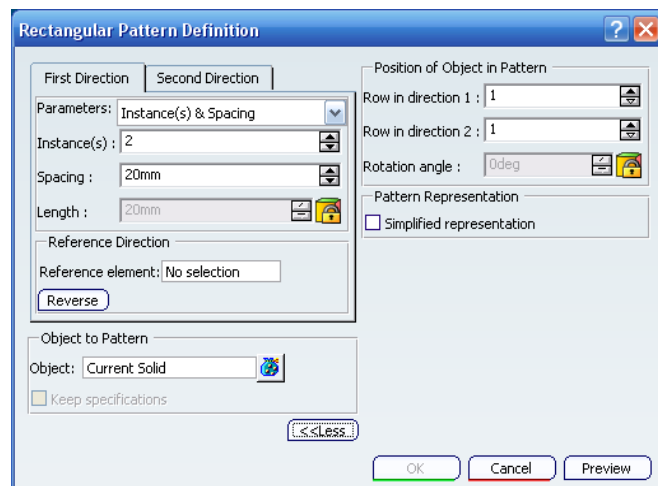


Ilustración 286: Ventana de definición de rejilla rectangular ampliada.

Los distintos campos que aparecen en la ventana son:

- *Reference Direction*: se elegirá un elemento de referencia para definir la dirección en la cual se va a generar las copias, que puede ser una arista o una línea. Se tiene también la opción *Reverse* para elegir el sentido.
- *Object to Pattern*: en el campo objeto, se indicará el elemento a copiar, un sólido, un agujero, etc. Además se tiene la opción de seleccionar si se quiere que se guarden las especificaciones asociadas al elemento; por ejemplo, si se ha definido un sólido mediante una extrusión hasta la cara más próxima, cada copia cumplirá esa especificación, y es posible que no sean todas las copias iguales.
- *Position of Object in Pattern*: esta opción se encuentra al ampliar la ventana, tal y como aparece en la Ilustración 286. En ella se podrá elegir que posición ocupará el original en la fila de copias y se podrá dar un ángulo a la dirección seleccionada.
- *Pattern Representation*: si se tiene activada esta opción se podrá, picando sobre las copias que se quieran, ocultarlas en el dibujo. Es útil cuando se tienen *Patterns* demasiado grandes y no se quiere ralentizar el programa.

Se verá un ejemplo, a partir de la geometría de la Ilustración 287:

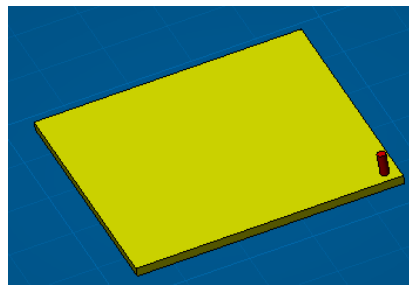


Ilustración 287: Ejemplo para rejilla rectangular.

En la Ilustración 288 se ven los pasos que se siguen en este ejemplo para crear repeticiones en las dos direcciones, y como queda la pieza al final:

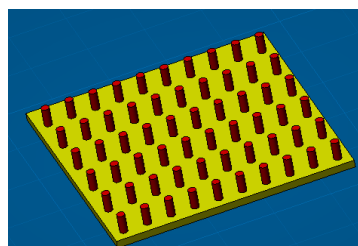
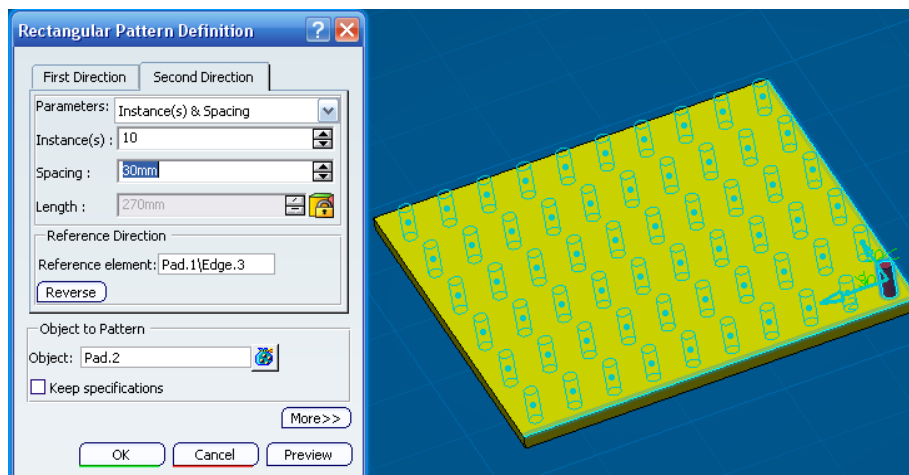
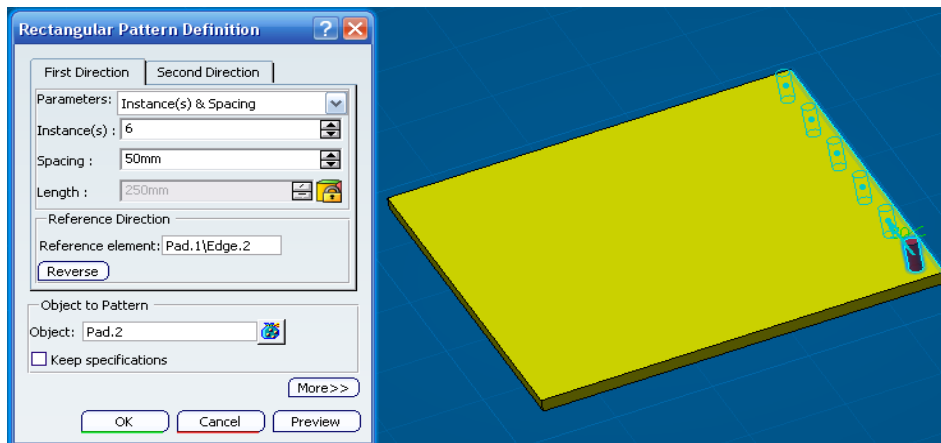



Ilustración 288: Realización de rejilla rectangular en el modelo del ejemplo.

 **Circular Pattern (Rejilla Circular).** En este caso se generará una rejilla circular. Las pantallas de definición de las dos direcciones que forman la rejilla son, en este caso, *Axial Reference* y *Crown Definition*, referencia axial y definición de la corona circular son las que aparecen en la Ilustración 289:

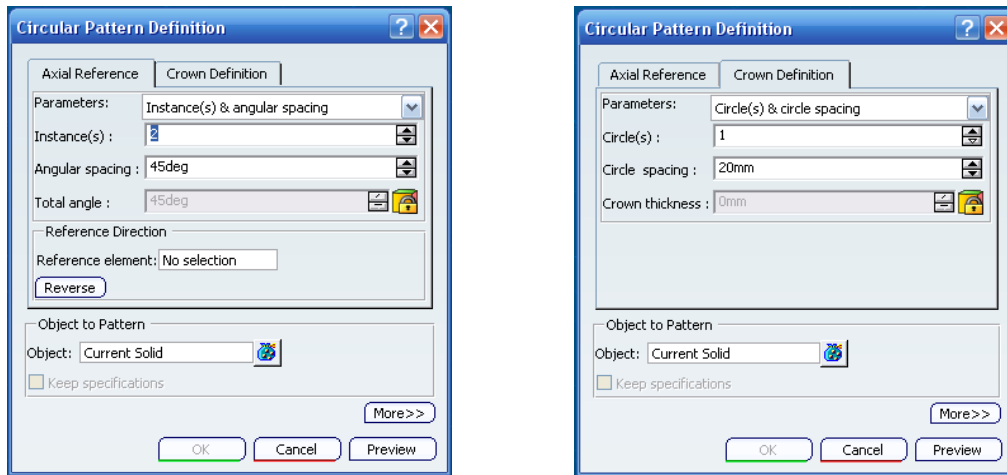


Ilustración 289: Ventanas de definición de una rejilla circular.

Para la dirección angular se encuentra la ventana llamada de referencia axial. Esto es porque el elemento de referencia que hay que seleccionar en este caso será un eje perpendicular a la superficie donde se quieren generar las copias, o la propia superficie. Se podrá elegir entre cinco opciones para introducir los parámetros que definan la rejilla circular (ver Ilustración 290).

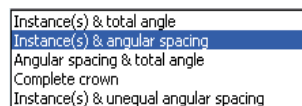


Ilustración 290: Tipos de rejillas circulares (dirección axial).

- Número de copias y ángulo total a cubrir.
- Número de copias y ángulo a mantener entre ellas.
- Angulo total y ángulo entre las copias.
- Corona completa y número de copias.
- Número de copias y distintos ángulos a mantener entre ellas. Esta opción es parecida a la del caso de la rejilla rectangular, y también es una novedad de CATIA v6 comparado con el manual anterior de CATIA v5 (existía en CATIA v5r19).

Para la dirección radial se tiene la ventana de definición de la corona. Aquí se puede elegir entre tres opciones a la hora de seleccionar los parámetros, como se muestra en la Ilustración 291.



Ilustración 291: Tipos de rejillas circulares (dirección radial).

- Número de círculos y distancia total entre el primer y último círculo.
- Número de círculos y espacio entre ellos.
- Espesor de la corona y distancia entre los círculos.

El resto de campos que se muestran en la ventana son similares a los del apartado anterior. Señalar que en el campo de la ventana ampliada, donde se indica la posición del original en la rejilla, aparece la dirección radial y la angular, en vez de la primera y segunda.

Se considera un ejemplo, a partir de la geometría de la Ilustración 292, donde se ha generado un eje como elemento de referencia.

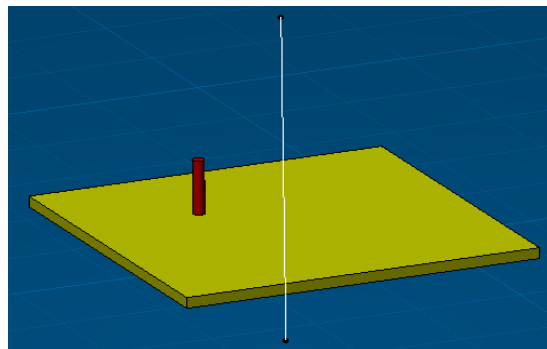


Ilustración 292: Ejemplo para una rejilla circular.

Se rellena la ventana como se muestra en la Ilustración 293:

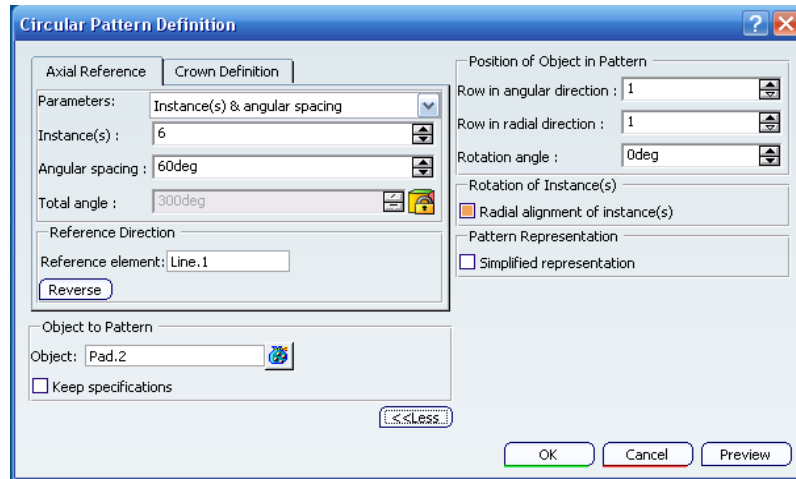


Ilustración 293: Definición de la rejilla en la referencia axial.

Y definiendo la corona como se muestra en la Ilustración 294:

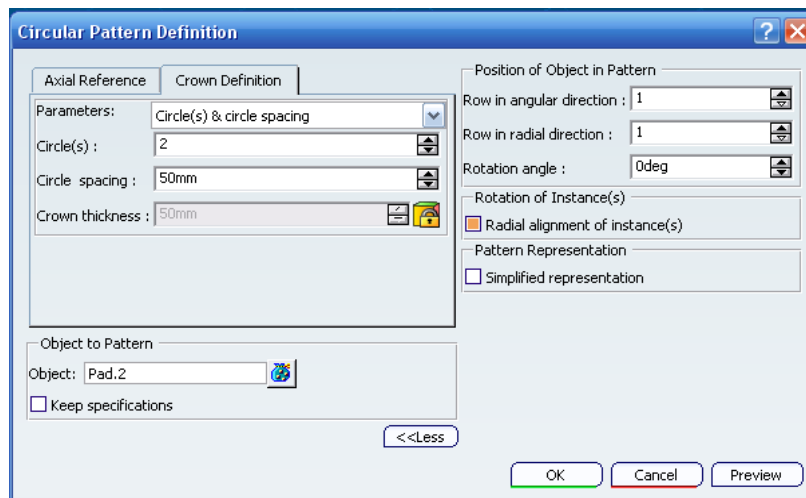


Ilustración 294: Definición de la rejilla en la referencia radial.

Se obtiene el resultado de la Ilustración 295:

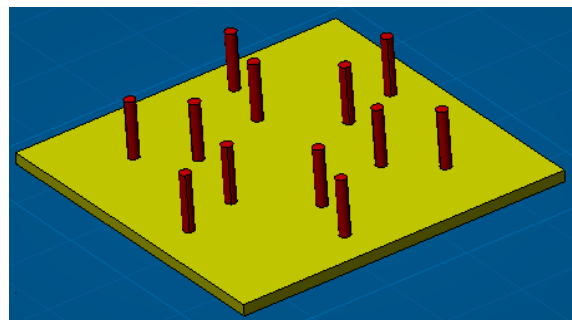



Ilustración 295: Resultado del ejemplo de la rejilla circular.

 **User Pattern (Rejilla definida por el usuario).** Para determinar la rejilla en este caso, se debe tener creado previamente un *Sketcher* que contenga los puntos donde se van a posicionar las copias del objeto que se seleccione.

Si por ejemplo en un *Sketcher* se dibujan los puntos que aparecen en la Ilustración 296 en morado y se aplica esta operación:

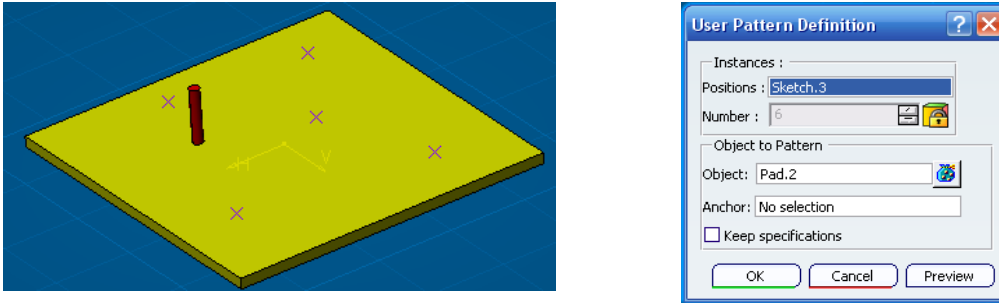


Ilustración 296: Modelo y definición del rejilla definida por el usuario.

El resultado que se obtiene será el que se observa en la Ilustración 297:

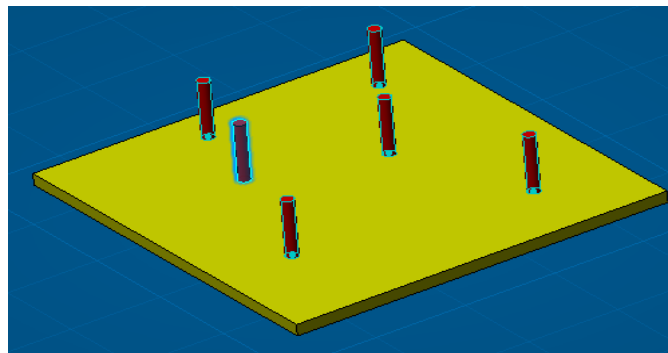


Ilustración 297: Resultado de la operación de rejilla definida por el usuario.

6.2.4 Aplicación de Material

Una vez generada la geometría deseada, utilizando las operaciones conocidas hasta este momento, para poder analizar las propiedades del sólido creado, habrá que asignarle un material. Existen materiales predefinidos en una librería que contiene CATIA v6, también se podrá abrir una librería propia si la se tiene.

La forma de aplicar un material en CATIA v6 es parecida a la que se usaba en CATIA v5, pero tiene algunas diferencias. En CATIA v6 hay dos formas de aplicar material:

1. Material base.
2. Material de cobertura. No se verá ya que sólo se aplica en el módulo de renderizado (*Real Time Rendering*) dentro del taller *Infraestructure*, que no es objeto de nuestro estudio.

Material base:

Un material base se puede aplicar a un producto o a una representación. El material que se aplica a un producto aparece en el árbol de especificación en un nodo materiales por debajo el producto seleccionado.

El material que se aplica a una representación aparece en un nodo materiales por debajo el producto que contiene la representación seleccionada (ver Ilustración 298).

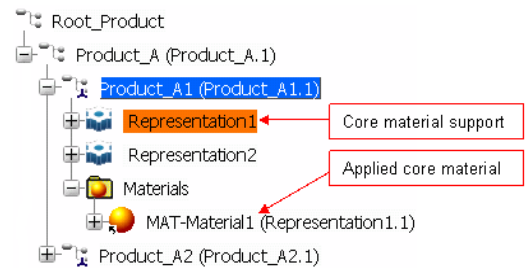


Ilustración 298: Material aplicado a Representación.

En el caso en que se aplique a un producto y a una representación de dicho producto, el material del producto se considera como el material por defecto de ese producto, y el material de la representación, sólo afectará a esa única representación (ver Ilustración 299).

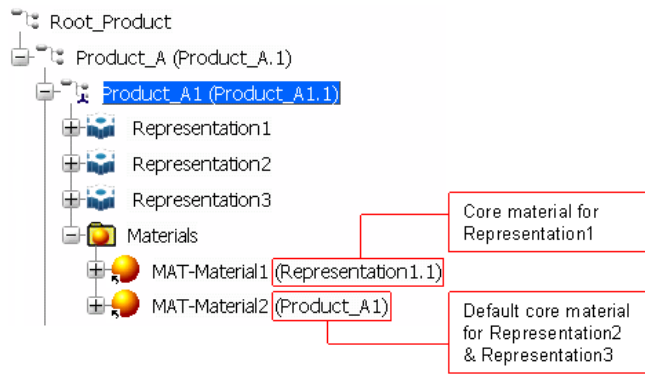
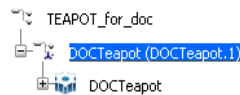


Ilustración 299: Material aplicado al Producto y a la Representación.

Ahora se explicarán los pasos para aplicar un material base a un elemento:

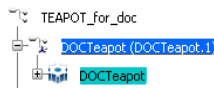
1. Se selecciona en el dibujo el producto haciendo doble clic, también se puede hacer directamente en el árbol de especificación. El objeto activado aparece destacado en azul, como se muestra en la Ilustración 300.




*Ilustración 300:
Selección del producto.*

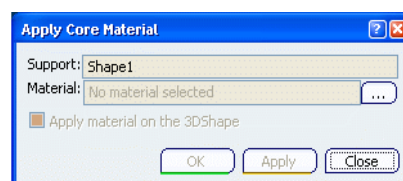
El material de la base se debe aplicar al objeto actual (producto de referencia), o representación del producto.

2. Se fija un el soporte para el material base en el árbol de especificación (el producto o la representación), como se muestra en la Ilustración 301, donde se ha elegido la representación.




*Ilustración 301:
Selección del soporte
del material base.*

3. Se pica el icono *Apply Material*:  (si no está activado, lo se activa mediante el menú contextual). Aparecerá la ventana de la Ilustración 302:



*Ilustración 302: Ventana de aplicación
de material base.*

4. Se pulsa sobre el botón  y aparecerá una pantalla de elección (ver Ilustración 303) de material con dos pestañas:
- *From Session*: para seleccionar materiales que ya están cargados en la sesión.
 - *From Search*: para seleccionar materiales de entre todos los que se encuentran almacenados en la base de datos de PLM.

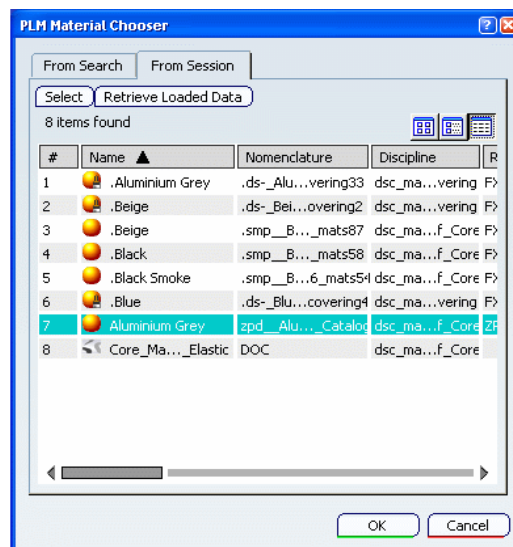


Ilustración 303: Selección de material.

5. Finalmente se escoge el material deseado. Para nuestro ejemplo se utilizará *Aluminium Grey*. Se pulsa OK, y volverá a aparecer la ventana de aplicación de material base con el material seleccionado, como se observa en la Ilustración 304.

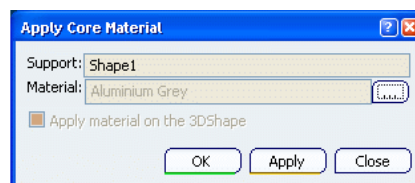


Ilustración 304: Aplicación de material ya seleccionado.

6. Se pulsa en *Apply*, y se aplicará el material base al elemento seleccionado. En nuestro ejemplo quedaría como se muestra en la Ilustración 305.



Ilustración 305: Resultado final con material aplicado.

En este punto se tiene una diferencia con CATIA v5. Mientras que en éste se puede aplicar un material por cada cuerpo (*PartBody*). En CATIA v6 sólo se puede aplicar un material por cada representación (*Representation*), con lo que es más restrictivo, ya que los *PartBody* están incluidos en las representaciones. Si se quiere que el sólido se componga de varios materiales se deberán utilizar representaciones y luego ensamblarlas.

Cada material almacena información de él mismo, tal como textura, densidad, módulo de Young, etc. Estas características son las que servirán luego para un posible análisis de nuestro sólido. Se pueden editar si se pincha dos veces sobre el mismo.


Asimismo, también se puede personalizar el aspecto visual del material y otras características a la hora de la apariencia en un plano.

6.2.5 Análisis de las propiedades de la geometría

Una vez aplicado el material a un sólido se podrán examinar las propiedades del mismo tales como medidas, pesos o momentos de inercia. Todos estos datos se obtienen gracias a la paleta de herramientas *Measure Tools* (ver Ilustración 306).



Ilustración 306:
Paleta Measure
Tools.

 **Measure Between:** proporciona información sobre la distancia entre dos elementos cualesquiera del dibujo (entre punto y punto, punto y recta, punto y superficie, superficie y recta, etc). La ventana de definición de la medida a realizar es la que se observa en la Ilustración 307. Se da la opción de mínima o máxima distancia entre los dos elementos en la pestaña *Type of measure*.

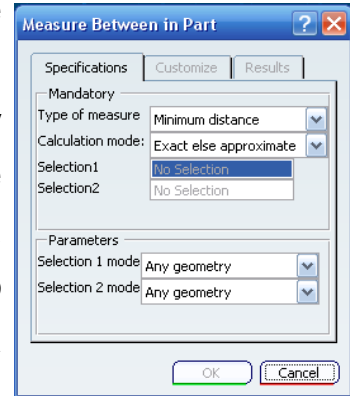


Ilustración 307: Definición de medida.

Se verá un ejemplo de medida de máxima distancia entre un punto y una recta en un sólido prismático rectangular, como se ve en la Ilustración 308.

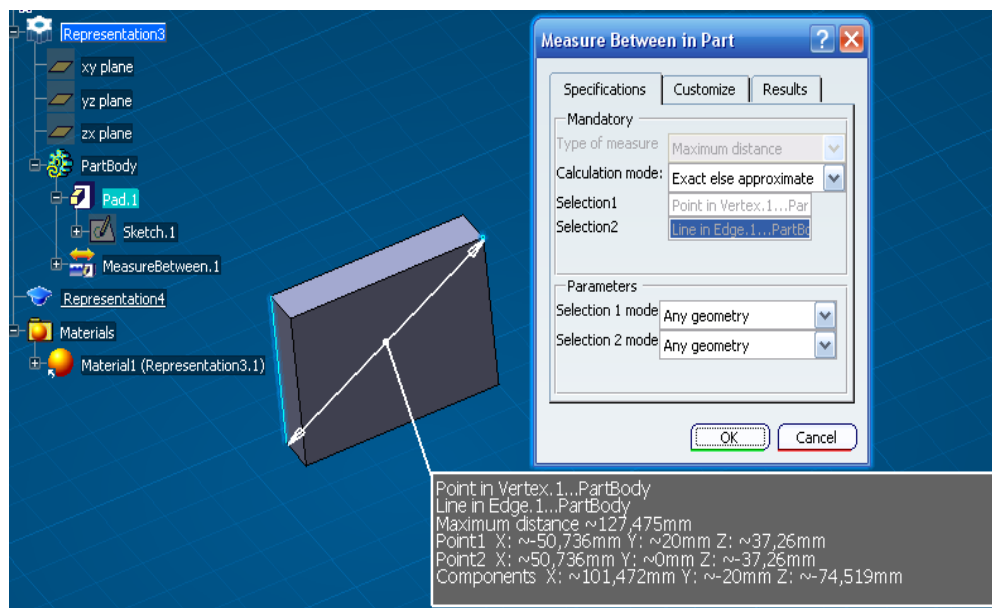



Ilustración 308: Máxima distancia entre el punto y la recta.

Toda la información que aparece en el cuadro gris se puede seleccionar en la pestaña *Customize* de la ventana de definición de la medida. Los resultados que aparecen en dicho cuadro también se puede ver en la pestaña *Results*. También se observa que la medida queda registrada en el árbol de especificaciones

 **Measure Item:** esta herramienta permite medir longitudes de líneas, superficies, posición de un punto, etc. En el ejemplo de la Ilustración 309, se ha buscado la posición de un punto del sólido.

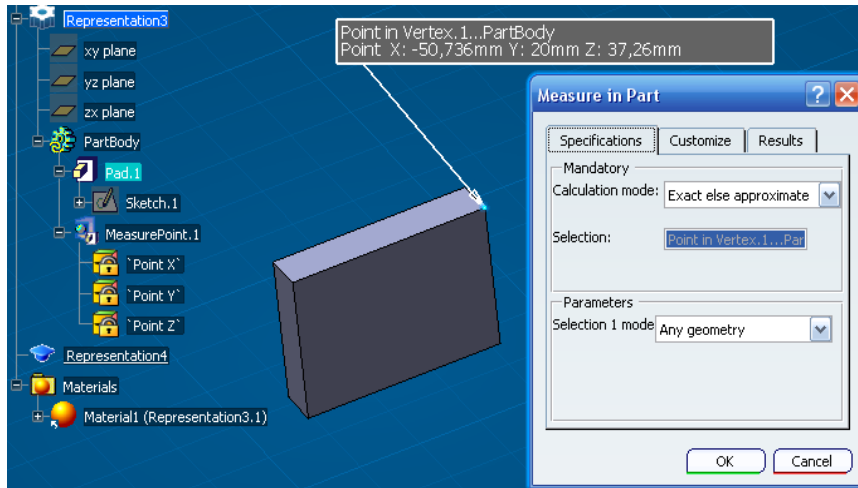



Ilustración 309: Posición de un punto del sólido.

Al igual que en el caso anterior, la información que aparece en el cuadro gris se puede seleccionar en la pestaña *Customize* de la ventana de definición de la medida. Los resultados que aparecen en dicho cuadro también se puede ver en la pestaña *Results*, y también se observa que la medida queda registrada en el árbol de especificaciones

 **Measure Inertia:** proporciona la información general de un sólido, como son: masa, volumen, superficie, inercias, etc. Para ello, se selecciona el elemento que se quiere medir (sólido entero, *Pad*, *Shell*, nervios,...) y se pulsa el botón de *Measure Inertia*. Aparecerá una ventana como la que se muestra en la Ilustración 311. En esta ilustración, se ven las distintas pestañas de la ventana. En CATIA v5 se haría de manera diferente. Estas medidas se comprobarían en las propiedades del menú contextual del *Part*. Es decir, además de ofrecer menos medidas, solo se podrían obtener del sólido completo. En la Ilustración 310 se puede ver la ventana de medidas en CATIA v5.

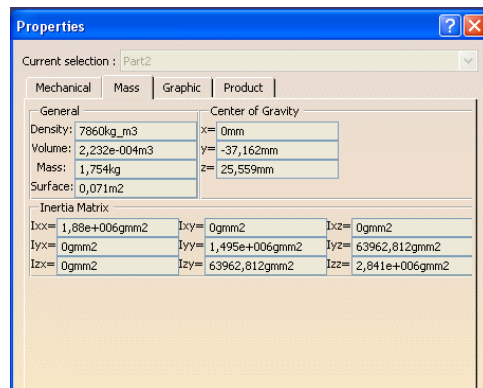
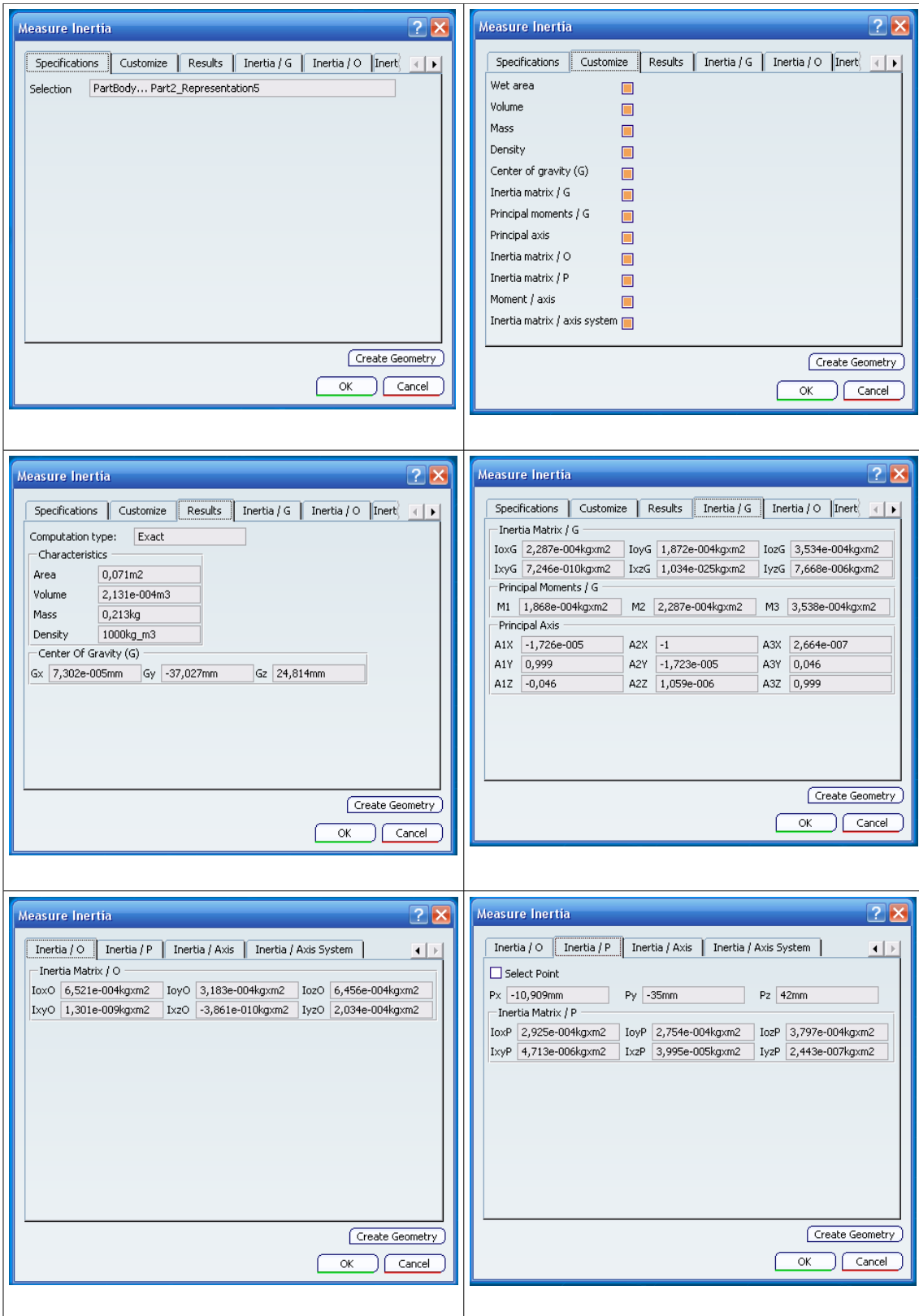


Ilustración 310: Medidas en CATIA v5.



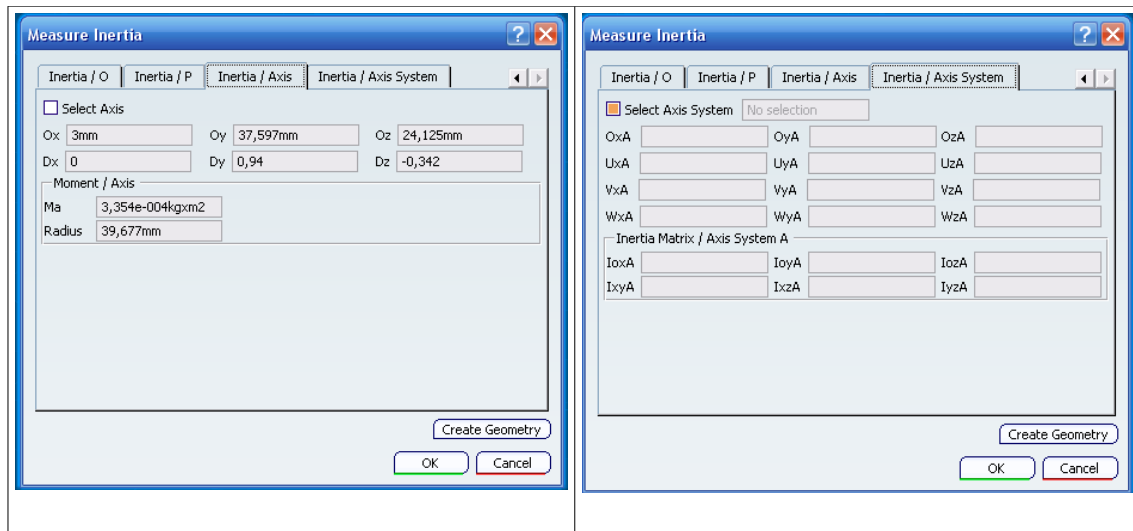


Ilustración 311: Ventana de medidas generales.

Ahora se comentará cada una de las pestañas de la Ilustración 311:

- *Specifications*: muestra el elemento seleccionado.
- *Customize*: se seleccionan las medidas que se quieren saber.
- *Results*: Información de área, volumen, masa, densidad y centro de gravedad.
- *Inertia/G*: inercia respecto al centro de gravedad.
- *Inertia/O*: inercia respecto al origen de referencia.
- *Inertia/P*: inercia respecto al punto que se seleccione.
- *Inertia/Axis*: inercia respecto al eje/línea que se seleccione.
- *Inertia/Axis System*: inercia respecto a un sistema de referencia creado por el usuario.

6.3 Desarrollo Práctico

Ejercicio 1

En este Capítulo se ha visto como generar sólidos a partir de superficies utilizando el modelado híbrido del módulo Part Design. La generación de estas en CATIA v6 se trata en un módulo específico: Wireframe and Surface Design, al que se dedicará el próximo capítulo. No obstante, y ya que se necesita una de partida en esta práctica, se utilizará la superficie generada en el

archivo del CD ROM adjunto correspondiente al Ejercicio 2 del Capítulo 7. En este se va a convertir la superficie en una chapa de aluminio de 2 mm de grosor. Luego se comprobarán sus características.

Se parte de la superficie generada que se muestra en la Ilustración 312 (Ejercicio 2 Capítulo 7)

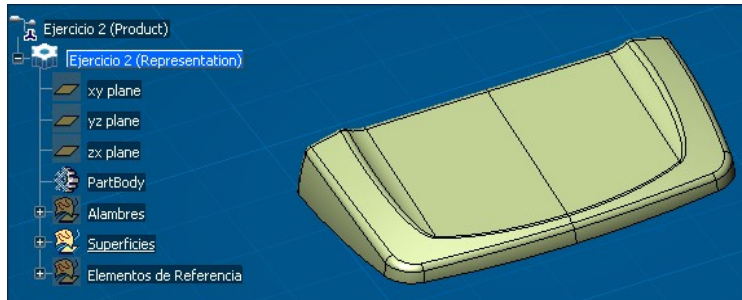


Ilustración 312: Superficie de partida.

En el módulo *Part Design*, se activa la paleta *Surface-Based Features* (ver Ilustración 313) y se elige la operación cerrar una superficie (*Close Surface*). Se selecciona la superficie con el ratón y se acepta con un OK en esta ventana (ver Ilustración 314).



Ilustración 313: Paleta requerida.

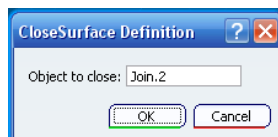


Ilustración 314: Definición de cierre de superficie.

Aparece un aviso de CATIA indicando de que no se puede cerrar esta superficie por una cara plana, es el que se muestra en la Ilustración 315. Esto puede suceder en ocasiones, pues alguna de las operaciones que se han aplicado han modificado ligeramente la geometría.

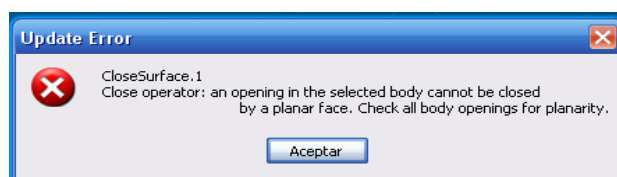



Ilustración 315: Aviso de CATIA.

Para comprobar donde esta la discontinuidad Planar, se puede realizar una intersección de la superficie con el plano XY, para ello hay que pasar al módulo de superficies Wireframe and Surface Design. Se selecciona la herramienta *Intersection* , que se encuentra en la paleta *Wireframe*. Se selecciona como primer elemento la superficie y como segundo el plano XY, como se observa en la Ilustración 316.

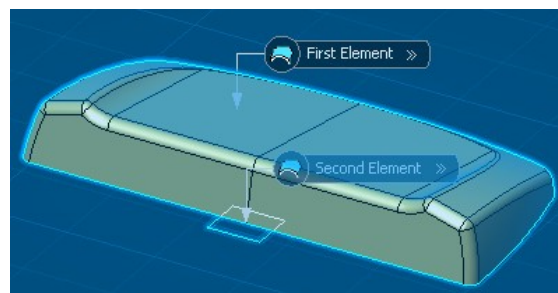
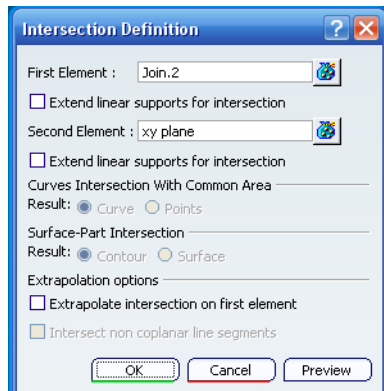


Ilustración 316: Definiendo la intersección.

Aparece un aviso diciendo que hay dos elementos en la intersección, para que muestre cada uno hay que picar sobre cada entrada que aparece en el aviso, y las intersecciones las marcará en rojo, que son los que se observan en la Ilustración 317.

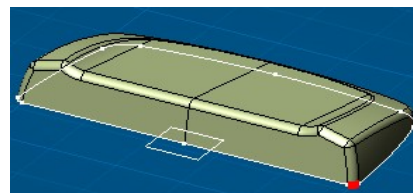
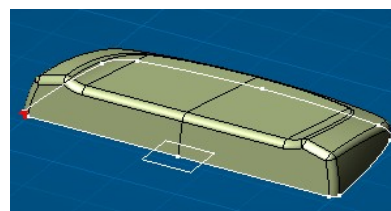
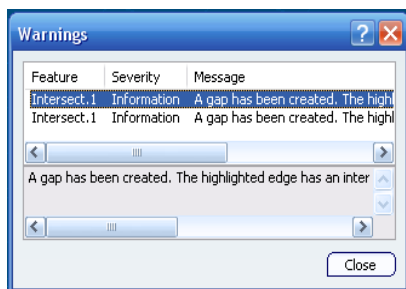



Ilustración 317: Intersección de superficie y plano XY.

Una vez comprobadas las discontinuidades se actúa sobre las mismas. Se borra u oculta la intersección.

Se aplica sobre las dos esquinas, donde aparecían discontinuidades, una operación de extrapolación de superficie,  (*Extrapolate*), que se encuentra en la paleta *Operations*, y a continuación se recortará la superficie sobrante con el plano XY. La herramienta de extrapolación se verá con más detalle en el siguiente Capítulo.

Se selecciona la operación de extrapolación, la curva que se quiere extrapolar y la superficie a la que pertenece, como se indica en la Ilustración 318:

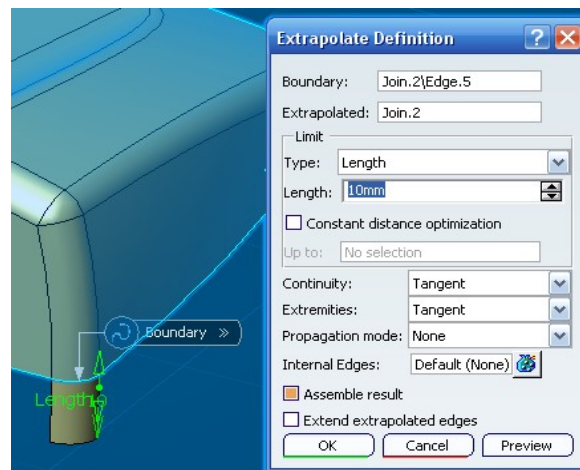



Ilustración 318: Extrapolación de la intersección.

Esto se repite en ambas esquinas. Y a continuación se recortará la superficie extrapolada hasta el plano XY. Para tal efecto, se usará la operación *Split*  de la paleta *Operations*.

Se pulsa sobre el botón de *Split*, se seleccionan la segunda extrapolación como elemento a cortar, y como elemento que corta se elige el plano XY, como se muestra en la Ilustración 319. Al elegir la segunda extrapolación, también cortará la primera.

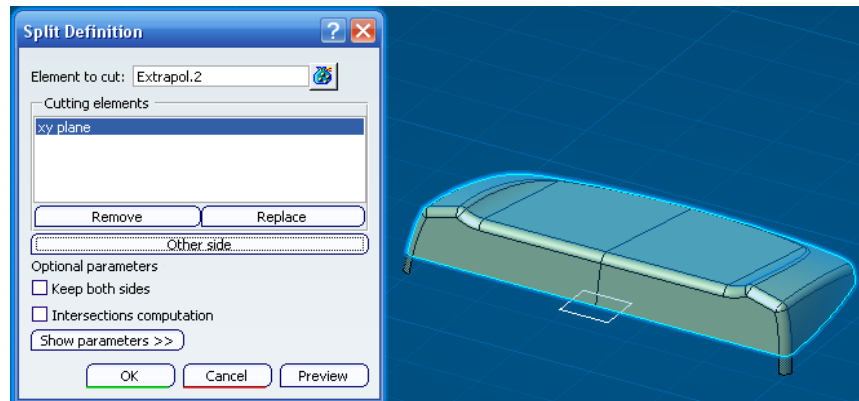


Ilustración 319: Corte de superficie sobrante.

Por defecto recortará la parte superior de la superficie, para que recorte la inferior basta con pulsar el botón *Other side* de la ventana de definición.

Ya se tiene una superficie que se puede convertir en un sólido. Todas estas modificaciones para conseguir la continuidad planar, se deberían haber realizado al diseñar la superficie. Esto enseña que es conveniente analizar la superficie obtenida antes de dar el ejercicio por terminado, ya que pueden aparecer discontinuidades apenas perceptibles.

Volviendo al *Part Design*, se aplica la operación cerrar superficies. Cuando se acepta con OK, aparece el sólido resultado, que se coloca dentro del *Part Body* en el árbol de especificaciones. Se oculta la superficie y se obtiene el sólido de de la Ilustración 320.

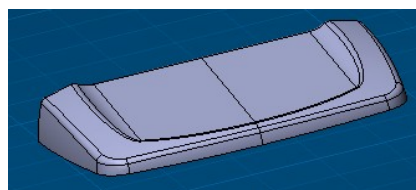



Ilustración 320: Sólido generado mediante cierre de superficie.

Se aplica a este sólido una operación de vaciado (*Shell*) , donde se introducirá el espesor deseado de 2mm en la ventana de definición y se escogerá como superficie a eliminar la inferior del sólido, como se muestra en la Ilustración 321:

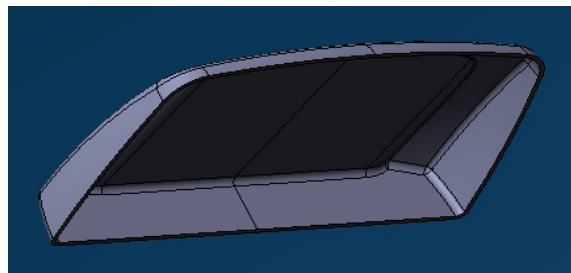
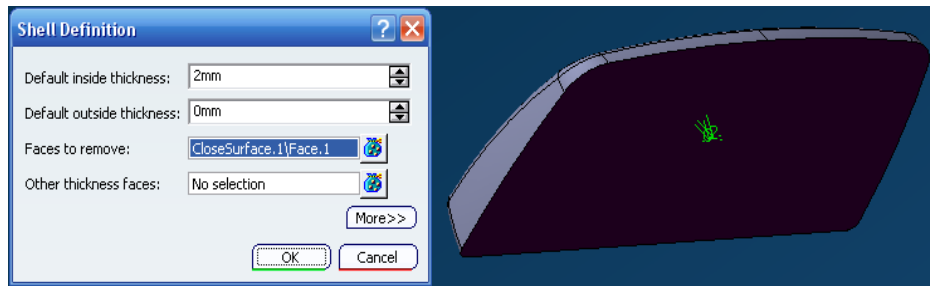



Ilustración 321: Dando espesor al sólido.

Se hubiese llegado directamente a este punto del ejercicio, si desde el principio se hubiese optado por utilizar la operación de la paleta *Surface-Based Features* de dar espesor a una superficie  (*Thick Surface*). Se le hubiera dado a la superficie 2mm de espesor, como se muestra en la ventana de definición de espesor de la Ilustración 322. Se ha explicado la otra opción para hacer notar los posibles errores que se pueden obtener con este programa. Se invita al lector a resolver este ejercicio por este otro camino.

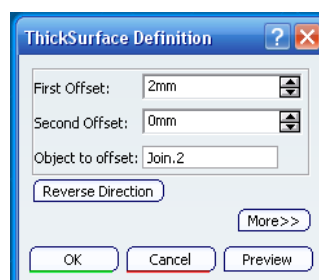



Ilustración 322: Dando espesor a la superficie.

Ahora se aplica el material deseado como se ha explicado en este Capítulo. Se pica dos veces sobre el producto, se elige la representación a la que se le va a dar el material y se selecciona el icono *Apply Material*  y se elige el Aluminio como material del catálogo de materiales que aparece.

Se pulsa el botón derecho sobre el fondo del dibujo o en la opción *View* del menú principal y se elige en *Ambience* el ambiente *None*. En la Ilustración 323 se observa el árbol de especificaciones junto con la pieza obtenida por modelado híbrido.

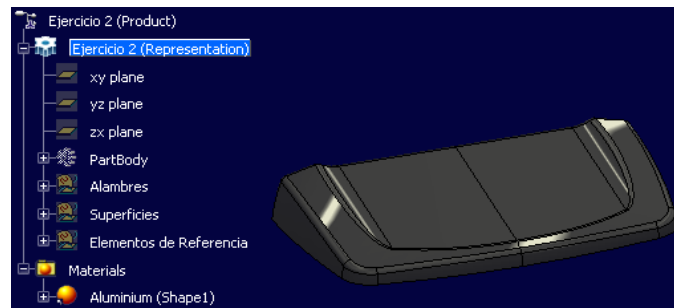



Ilustración 323: Sólido final y árbol de especificaciones.

Para que la pieza se vea como en la Ilustración 323, hay que picar con el botón derecho del ratón sobre el fondo del dibujo y seleccionar el ambiente (*Ambience*) *None*.

Si se desean ver las propiedades generales de este sólido, se pulsa dos veces en *PartBody*, así se activa la paleta de *Measure Tools*, se selecciona la herramienta *Measure Inertia* , y en la ventana de medidas se elige la pestaña *Results*. Aparece un cuadro como en la Ilustración 324:

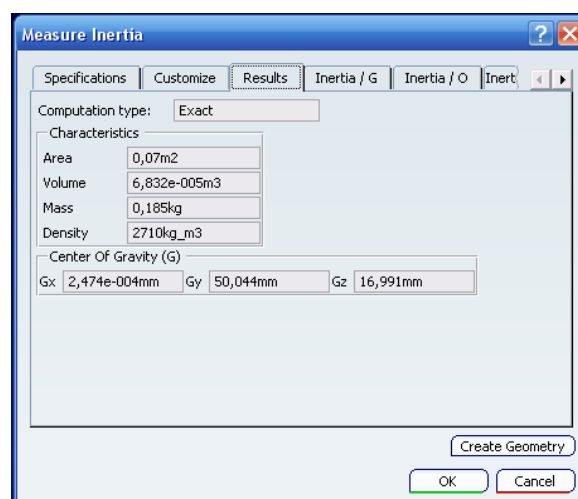


Ilustración 324: Propiedades del sólido del ejercicio.

Se pueden ver más propiedades en las distintas pestañas, como se explicó anteriormente.

Ejercicio 2

Utilizando las operaciones vistas en este, y en temas precedentes, se va a construir la pieza de la Ilustración 325:

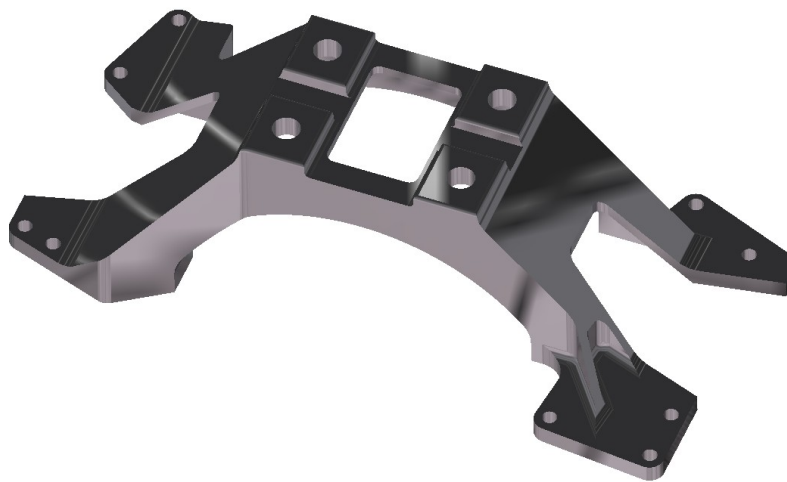


Ilustración 325: Sólido del ejercicio 2.

Esta pieza la se construirá por sumas, restas e intersecciones de cuerpos, es decir, utilizando operaciones booleanas. Hay muchas formas de moldearla, el lector podrá guiarse de estas explicaciones y encontrar la manera que le resulte más apropiada para resolverla.

Para crear la pieza de partida se necesitará abrir del CD ROM de ejercicios el Sketch de la Ilustración 326, que se encuentra en la carpeta del Capítulo 6 y cuyo nombre es Ejercicio2-1. Se recuerda que para abrir dicho archivo hay que importarlo de un archivo CATIA.

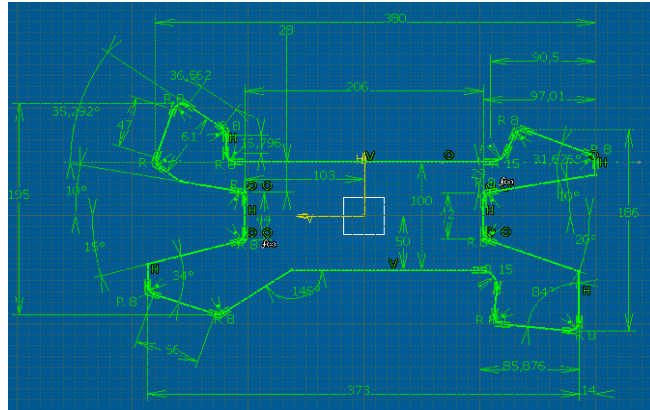


Ilustración 326: Perfil del sólido de partida.

Se construye la pieza de partida de la Ilustración 327 como un *Pad* del perfil anterior con 100mm de altura.

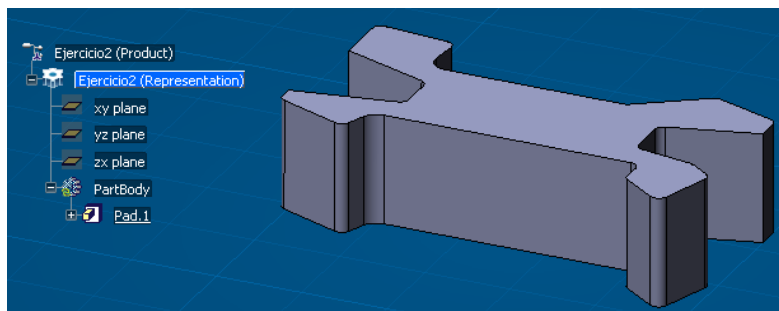


Ilustración 327: Sólido de partida.

A continuación se va crear otro cuerpo para posteriormente realizar una operación booleana. Primero se ocultará la pieza de partida para que no interfiera en la creación de esta segunda pieza. El cuerpo es el de la Ilustración 328.

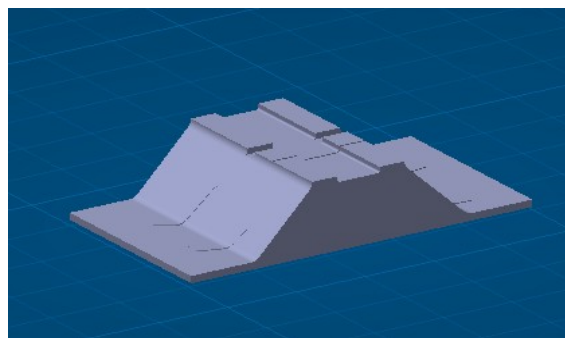


Ilustración 328: Segunda pieza.

Se introduce un nuevo Body, picando en el Menú principal: Insert → Body:

Una vez insertado, si se observa el árbol, este nuevo cuerpo aparece subrayado. Esto quiere decir que el Body seleccionado se encuentra activo, y cualquier operación que se realizará se insertará en el interior de éste.

Se crea un Sketch, en el plano YZ, tal y como se muestra en la Ilustración 329.

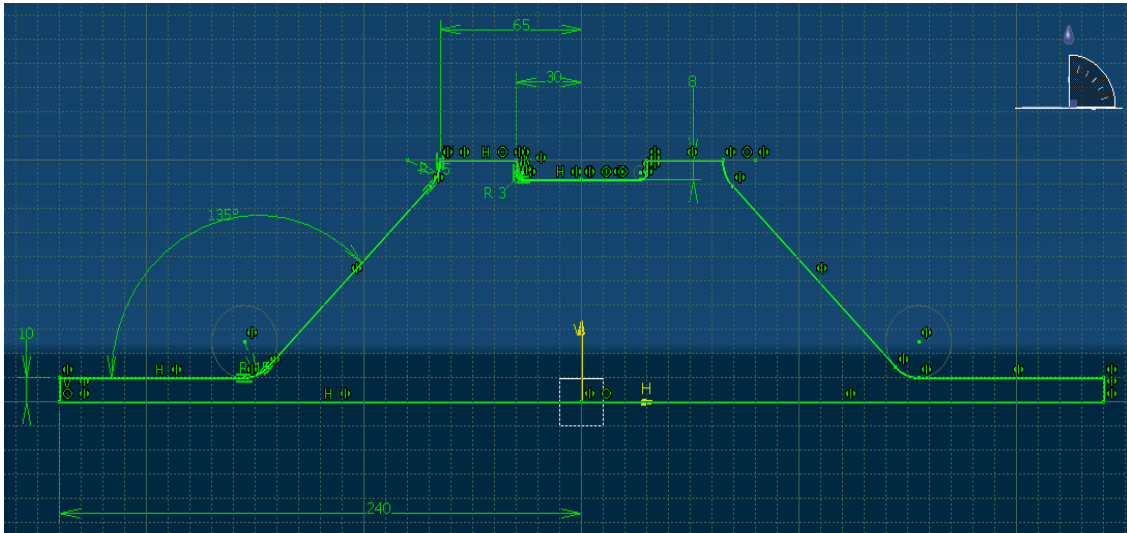


Ilustración 329: Perfil de la segunda pieza.

Con el Sketch dibujado, se efectúa un *Pad* de 150mm a ambos lados (utilizando la opción *Mirrored Extent*). Para realizar el hueco superior, se ejecuta un *Pocket* utilizando el Sketch de la Ilustración 330, en el plano ZX. Que no es más que un cuadrado de 18mm de ancho, donde la base inferior coincide con la parte plana más baja, de la parte superior del *Pad* anterior.

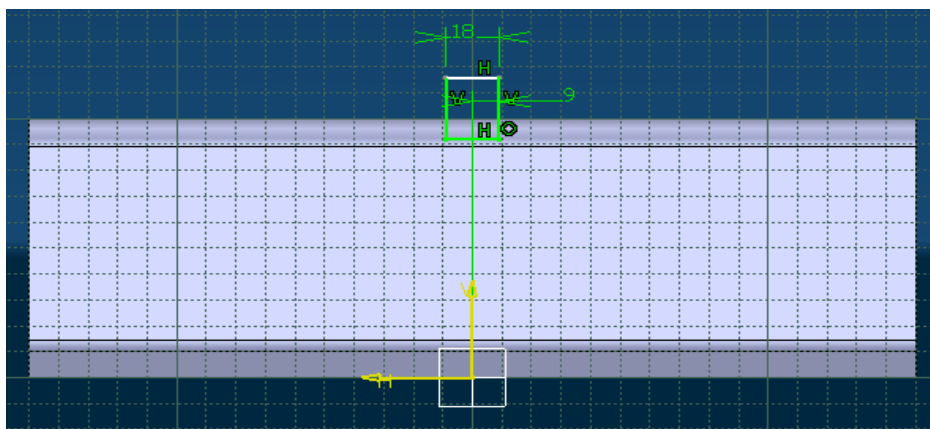


Ilustración 330: Perfil del vaciado.

Se finaliza el *Body* realizando un *Pocket* de 150mm a ambos lados del plano soporte del *Sketch*, tal y como se muestra en la Ilustración 331.

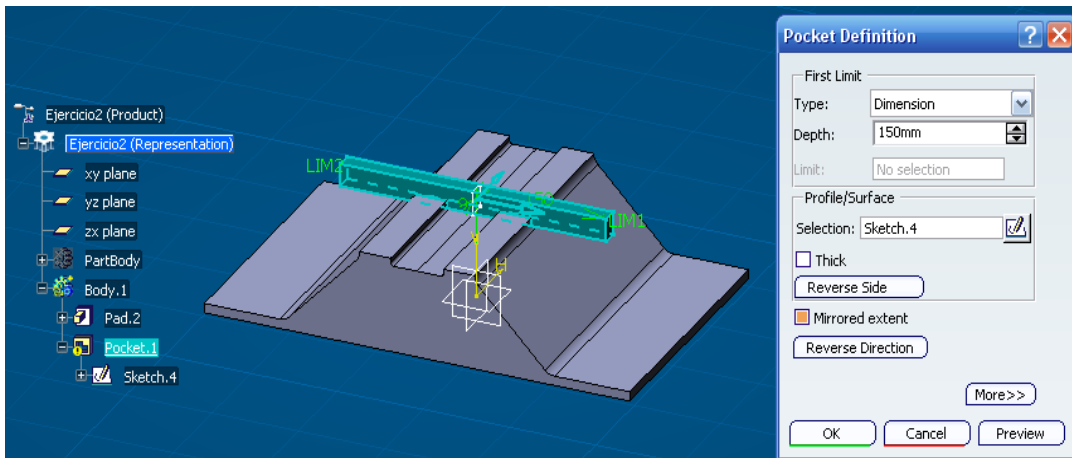


Ilustración 331: Generación del agujero en el segundo elemento.

Terminado el *Body*, se debe obtener el cuerpo resultante de realizar la intersección entre los dos, utilizando operaciones booleanas. Esto lo se hace utilizando la herramienta *Intersect*. Antes de nada, se vuelve a mostrar la primera pieza, que se había ocultado. Se pulsa sobre el botón de *Intersect*. Se seleccionan los campos como aparecen en la Ilustración 332.

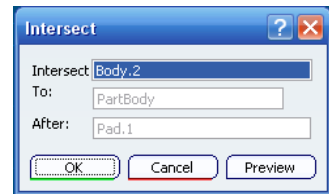


Ilustración 332: Definición de la intersección.

Obteniendo el resultado que se observa en la Ilustración 333:

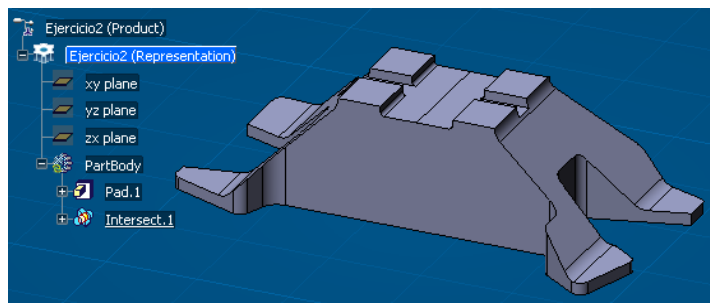


Ilustración 333: Sólido resultante de la intersección.

- Este resultado se puede descargar del CD de ejercicios: Ejercicio2-2.

A continuación se van a realizar las dos patillas que deben ser modificadas. Esto lo se hará utilizando operaciones booleanas, pero existen otras formas de hacerlo. Lo primero será insertar un nuevo *Body* (*Body.3*). Por defecto, se activa y todas las operaciones que se hagan se almacenarán en su interior.

Se realizará un *Sketch* sobre el plano XY como el que aparece en la Ilustración 334:

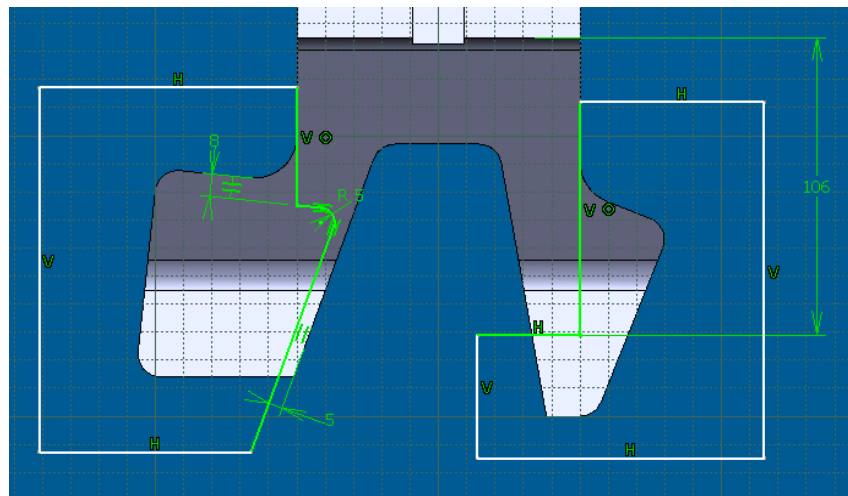


Ilustración 334: Perfil del tercer elemento.

Se efectúa un *Pad* a doble altura (80mm y -10mm), tal y como se muestra en la Ilustración 335:

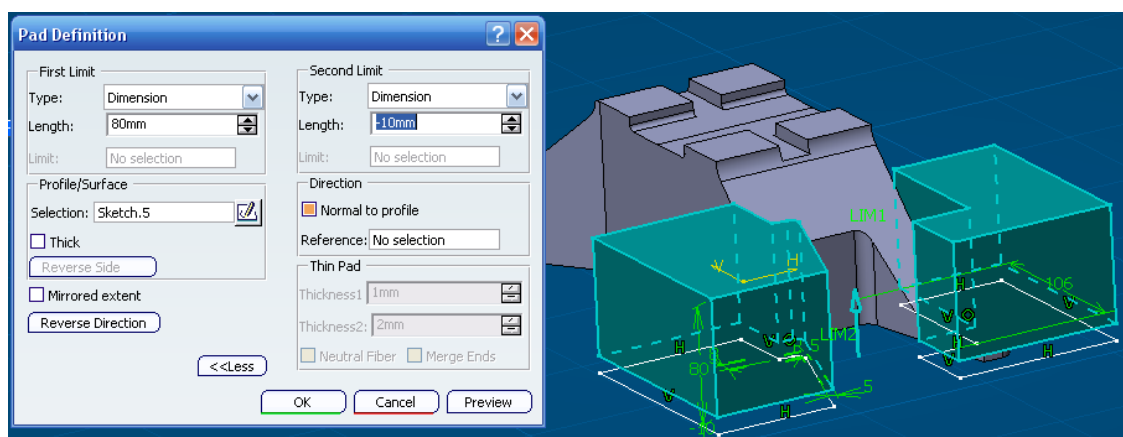


Ilustración 335: Tercer elemento.

El cuerpo resultante se debe restar a la pieza. El *Fillet* (redondeo) de la patilla que se encuentra a la izquierda en la Ilustración 335 se puede realizar de forma

inversa, es decir, efectuándolo en el cuerpo que se acaba de crear (ver Ilustración 336), y al restar el redondeo, ya estará conseguido. El radio de redondeo será de 5mm.

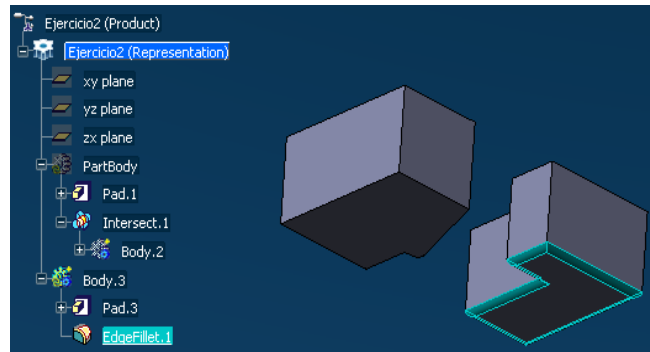



Ilustración 336: Redondeo en el tercer cuerpo.

Se resta el cuerpo Body.3 a la pieza principal (*PartBody*) utilizando la operación booleana *Remove*

, tal y como se muestra en la ventana de definición de la Ilustración 337. Para ello habrá que activar el *PartBody*. La operación se almacenará tras la operación *Intersect.1*.

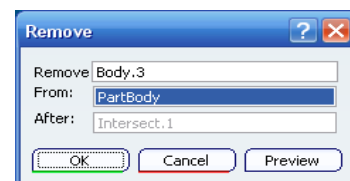


Ilustración 337: Definición de eliminación.

La pieza resultante es la siguiente (ver Ilustración 338):

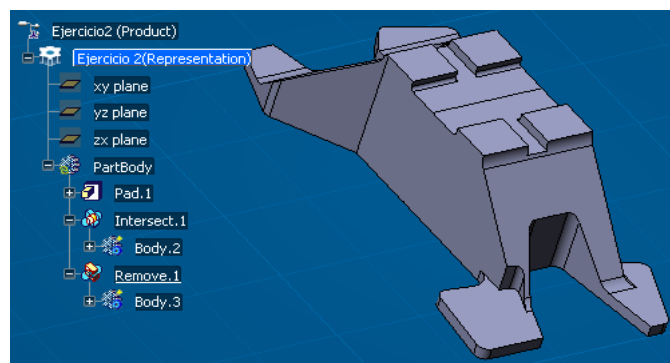


Ilustración 338: Pieza tras aplicar eliminación.

Se observa como se ha hecho el redondeo de la patilla de la derecha. Para hacer el nervio de la patilla de la izquierda, se inserta un nuevo cuerpo, el

Body.4, y dentro de él se realizará el *Sketch* mostrado a la izquierda de la Ilustración 339.

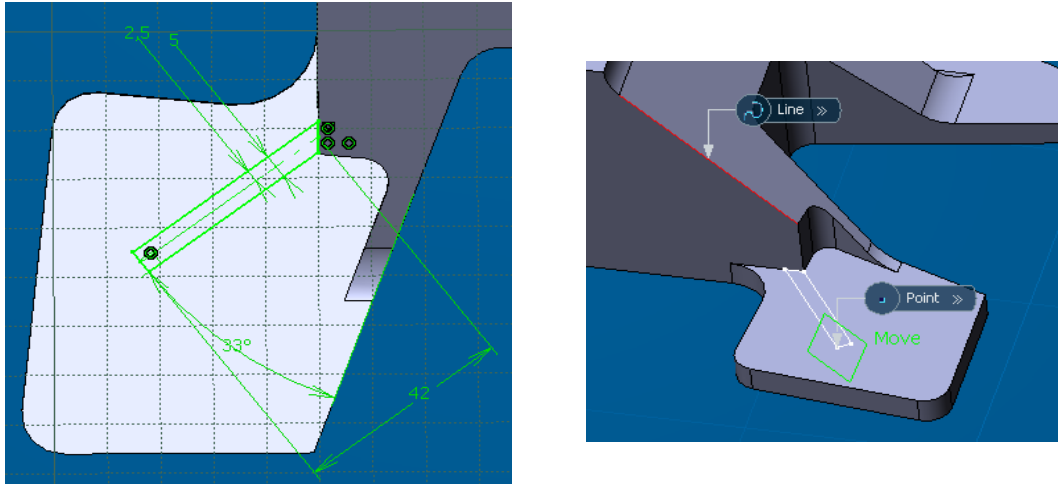


Ilustración 339: Perfil del nervio y plano auxiliar.

Se construye un plano que pase por la línea y el punto mostrados en la parte derecha de la Ilustración 339. Por defecto este plano se almacena en el interior de un *Geometrical Set* (*Geometrical Set.1*), que cuelga en el árbol directamente del *Ejercicio2* (*Representation*). Para ordenarlo, sería conveniente que este *Geometrical Set*, estuviera en el interior del *Body.4*. Esto se consigue desplegando el menú contextual del *Geometrical Set.1* y ejecutando el comando *Change Body*. Aparece una pequeña pantalla en la que se selecciona la posición que se quiere que ocupe en el árbol, en este caso dentro del *Body.4*, en la última posición (*Last Position*), obteniendo el resultado de la Ilustración 340.

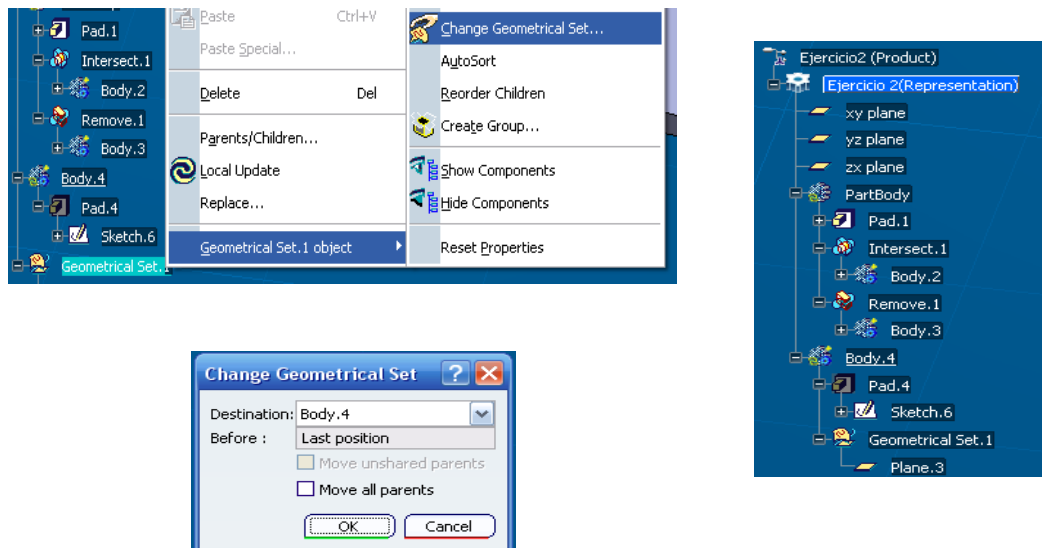



Ilustración 340: Reordenando Geometrical Set.1.

Seguidamente se elabora un *Pad* de 50mm de altura utilizando como base el *Sketch.6*.

Para terminar el nervio sólo queda cortar el cuerpo *Body.4* con el plano *Plane.1* que se creó con anterioridad. Para ello se ejecuta la operación *Split* pinchando en el icono .

Se elige el objeto con el que se desea cortar el cuerpo activo, en este caso el plano *Plane.1*, y la dirección con la que quedarnos del cuerpo, como se muestra en la Ilustración 341.

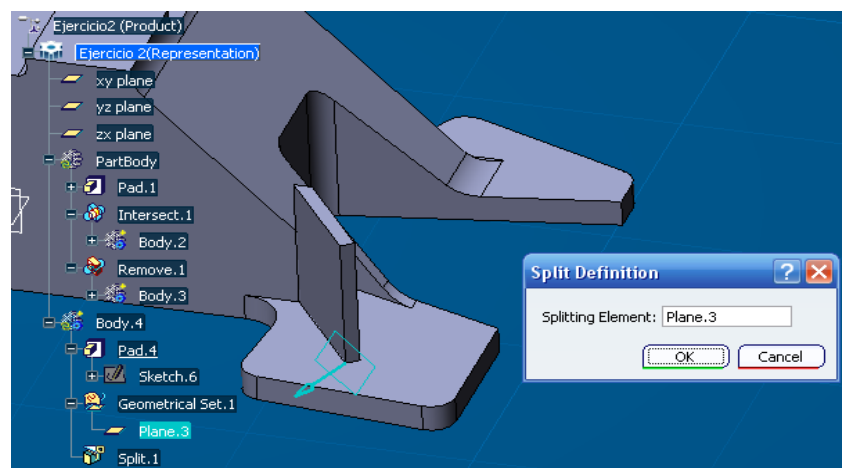


Ilustración 341: Cortando el nervio.

El resultado debe ser el de la Ilustración 342:



Ilustración 342: Nervio finalizado.

Para finalizar la construcción del nervio resta unir el cuerpo a la pieza principal. Se confecciona de la misma forma que se ha operado con los otros cuerpos, utilizando operaciones booleanas, en este caso a operación *Add*. El resultado tras este paso es el de la Ilustración 343.

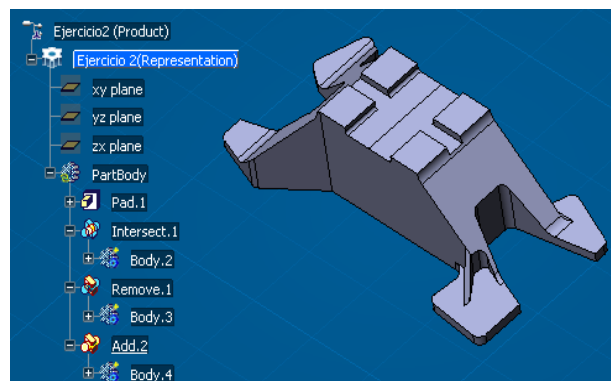


Ilustración 343: Añadido el nervio.

- Este resultado se puede descargar del CD de ejercicios: Ejercicio2-3.

Para efectuar el hueco interior, al igual que en casos anteriores, se inserta un nuevo cuerpo, el *Body.5*, y se crea sobre el plano YZ el *Sketch* de la Ilustración 344.

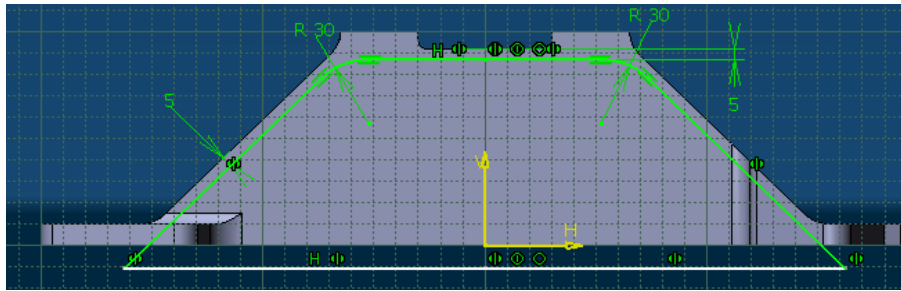


Ilustración 344: Perfil del hueco de la pieza.

Se confecciona un *Pad* de 45mm en ambos lados, y sobre la cara superior de éste se crea un nuevo *Sketch*. El hueco rectangular superior (50mm x 70mm) lo se realiza con un *Pad* de 10mm de altura (ver Ilustración 345).

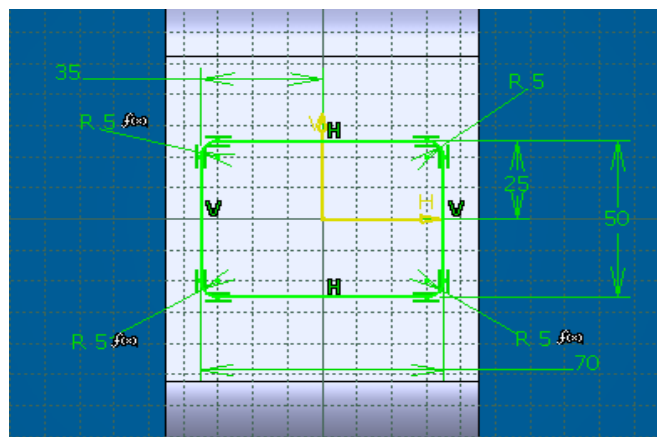


Ilustración 345: Perfil del Pad superior.

Para eliminar el hueco de los laterales se crea sobre el plano YZ el *Sketch* de la Ilustración 346:

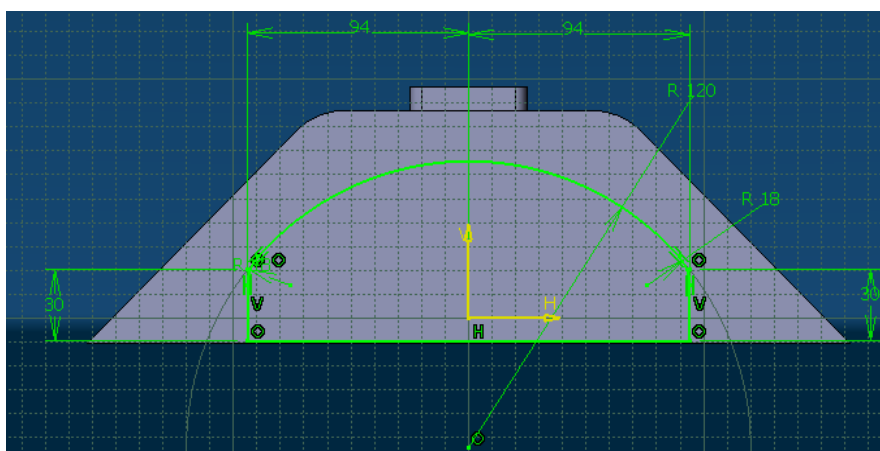


Ilustración 346: Perfil del hueco de los laterales.

Y se realiza un *Pad* de 80mm a ambos lados del plano. Obteniendo el resultado de la Ilustración 347.

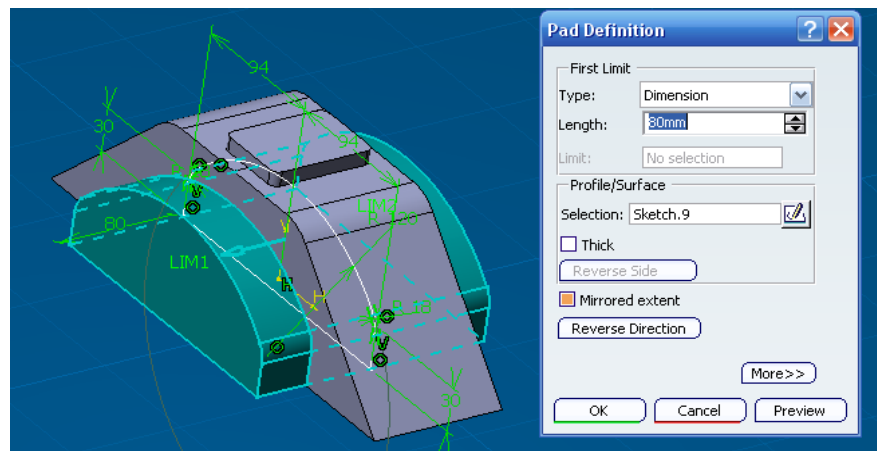


Ilustración 347: Último Pad del quinto cuerpo.

Se resta este cuerpo a la pieza utilizando la operación booleana *Remove* de la misma forma que en ocasiones anteriores, obteniendo como resultado final el de la Ilustración 348.

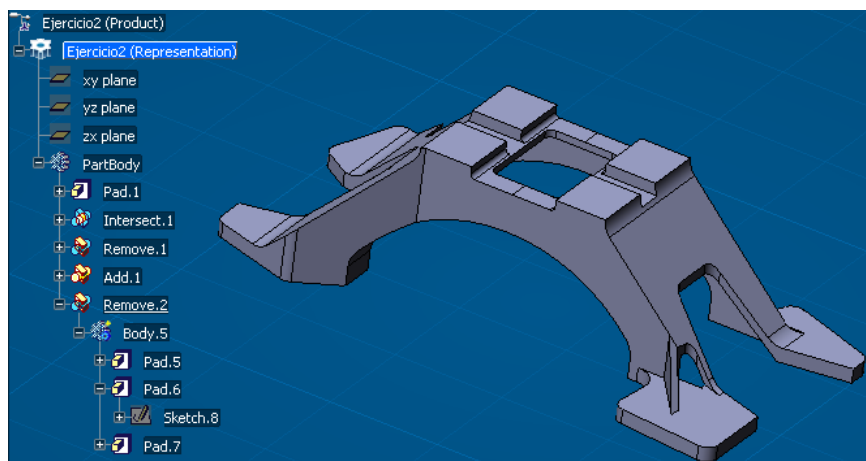


Ilustración 348: Pieza tras restar el Body.5.

Se observa como en una de las patas de la pieza se ha realizado un hueco que no debería estar ahí. Por tanto hay que modificar el último cuerpo que se ha construido para que al restarlo no se produzca este error. Se activa el cuerpo *Body.5* (utilizando el menú contextual y seleccionando la opción *Define in Work Object*). Se construye un *Sketch* sobre el plano XY para eliminar la parte

sobrante de la pieza. Para ello, lo primero que se hará será proyectar las líneas de los nervios de la pata, tal y como se indica en la Ilustración 349:

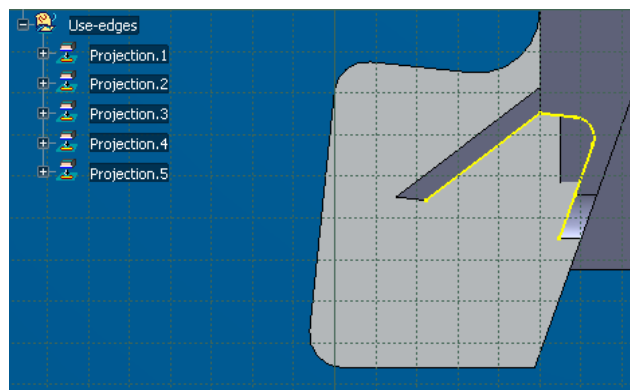



Ilustración 349: Proyección de los nervios de la pata.

A continuación se construye un perfil paralelo al anterior a 5mm de distancia, y hacia el exterior. Para ello se usa la herramienta *Offset*  de la paleta *Operations* y en el campo *Offset* se introduce el valor de 5mm (ver Ilustración 350).

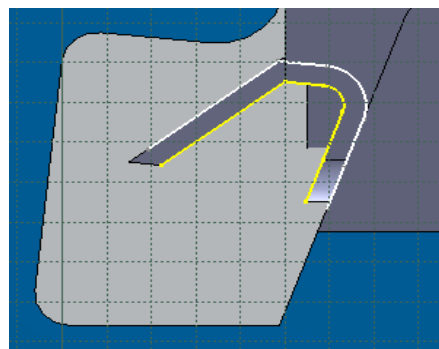


Ilustración 350: Desplazamiento del las proyecciones.

Se borra el perfil interior (en amarillo) y se cierra el exterior de la manera en que se muestra en la Ilustración 351:

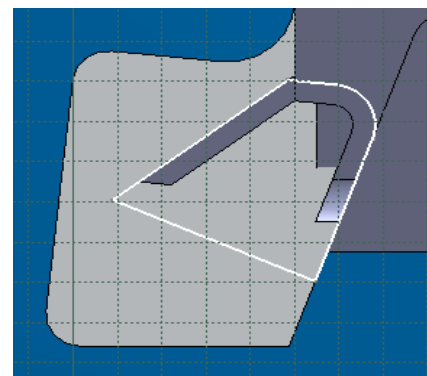


Ilustración 351: Cierre del perfil.

Una vez que se tiene el Sketch dibujado, se realiza un hueco en el cuerpo *Body.5* utilizando la operación *Pocket* de 50mm de altura (ver Ilustración 352),

lo que se traducirá en la pieza final en un relleno, ya que la operación de este cuerpo con respecto al principal era de *Remove*.

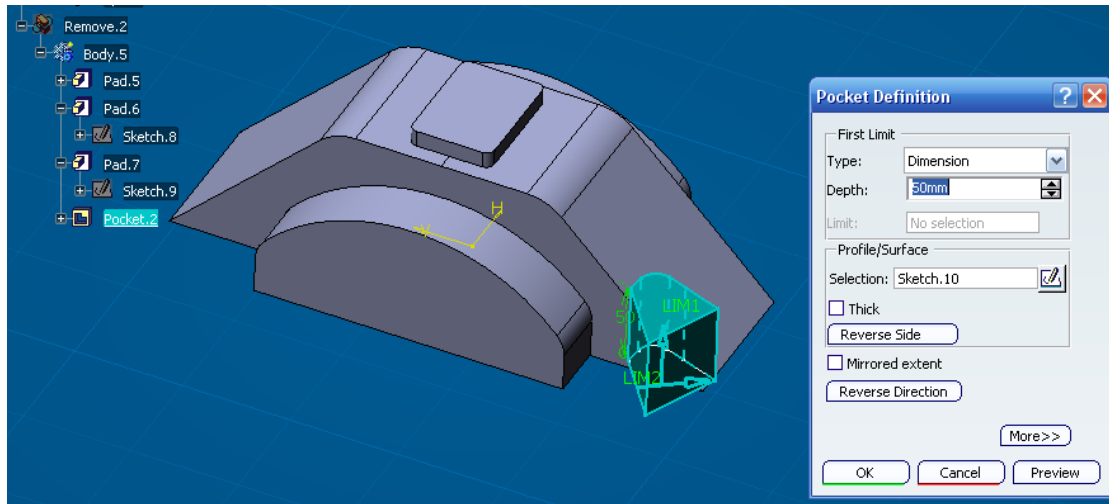


Ilustración 352: Vaciado del Body.5.

Se activa el *PartBody*, y se observa el resultado obtenido, que es el mostrado en la Ilustración 353:

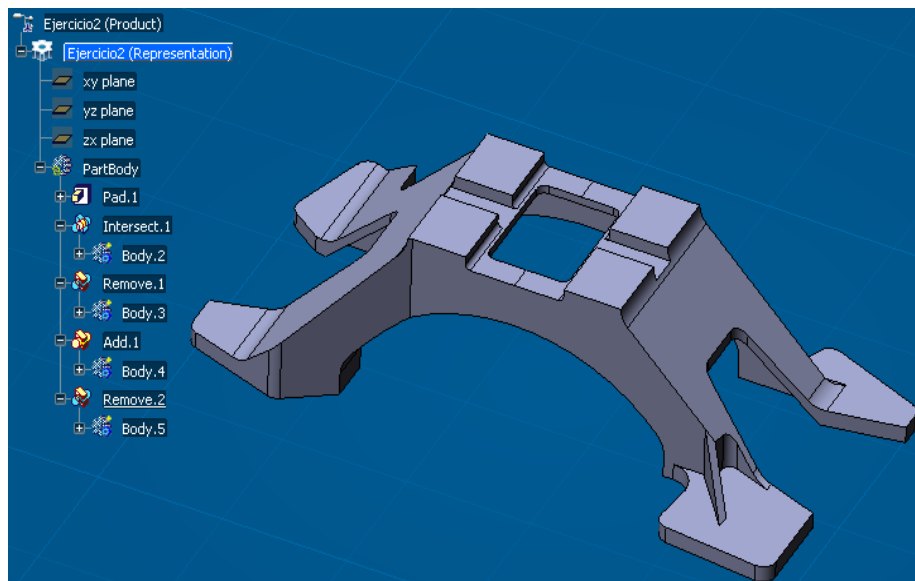


Ilustración 353: Pieza final sin redondeos ni taladros.

Se ejecutan los redondeos en las esquinas que se muestra en la Ilustración 354, de 2, 5 y 10mm. Empezando siempre del más grande al más pequeño, para reducir los posibles errores.

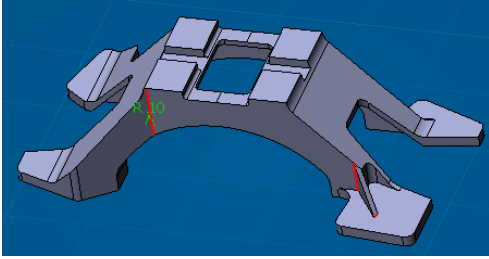
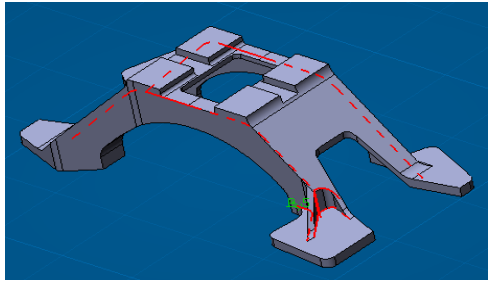
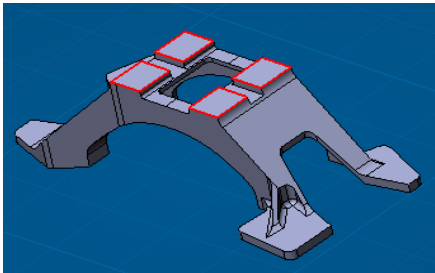
Redondeo de 10mm	
Redondeo de 5mm	
Redondeo de 2mm	

Ilustración 354: Redondeos.

- Este resultado se puede descargar del CD de ejercicios: Ejercicio2-4.

El siguiente paso es realizar los agujeros en la pieza. Los superiores se consiguen utilizando la operación *Hole*, y los de las patas mediante una operación booleana. Se comenzará con los superiores, para lo cual se dibuja el Sketch de la Ilustración 355, y se elabora un *Pocket*.

Por último los agujeros de las patas. Al confeccionarlos mediante operaciones booleanas, es necesario insertar un nuevo *Body*. Sobre él se dibujarán los puntos donde irán situados los agujeros, que se muestran en la Ilustración 356.

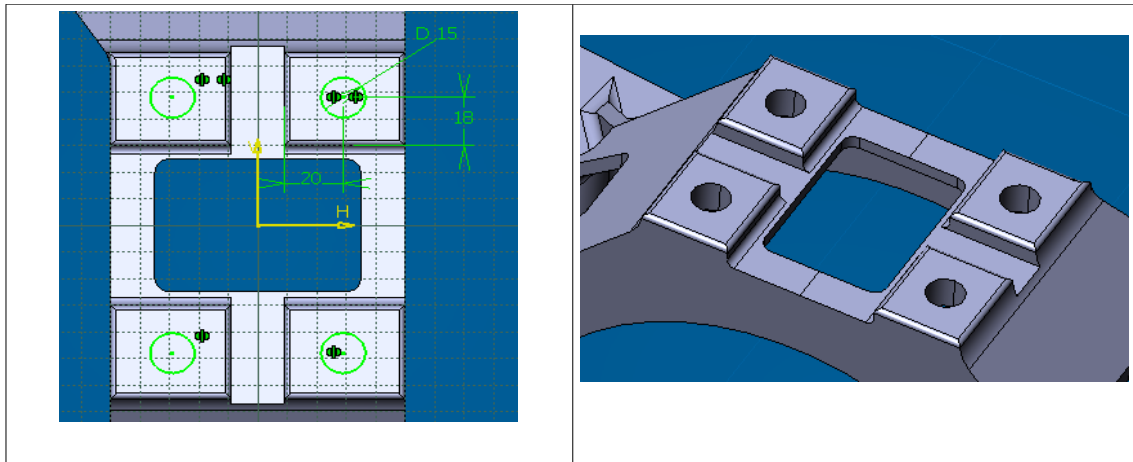


Ilustración 355: Taladros superiores.

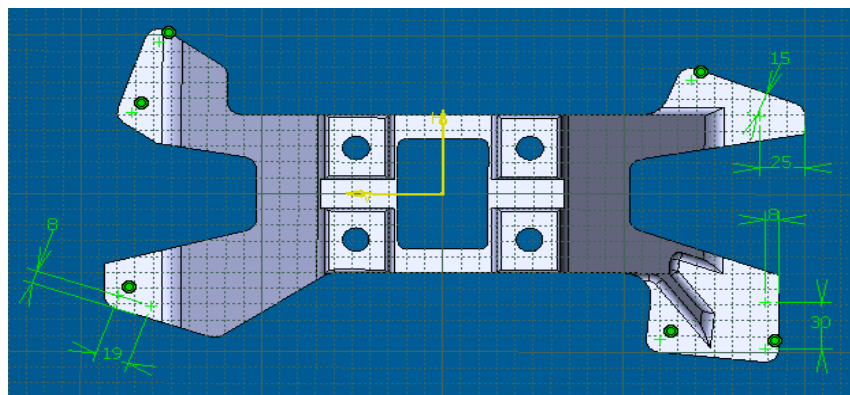


Ilustración 356: Posición de los taladros.

Sobre uno de estos puntos se construye un cilindro de 8mm de diámetro y con la suficiente altura para poder realizar el taladro pasante, por ejemplo 60mm, seleccionando la opción *Mirror extent*. Todo esto se muestra en la Ilustración 357.

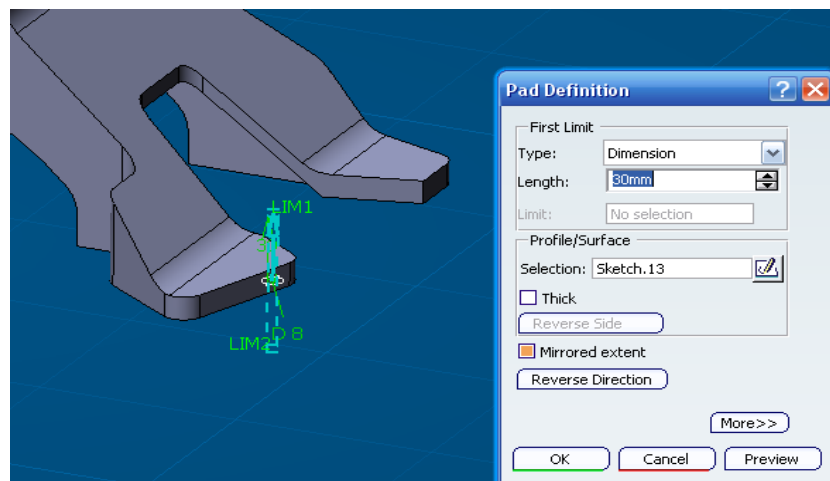



Ilustración 357: Primer taladro.

Para repetir este objeto en todos los puntos creados, se utilizará la operación *UserPattern* .

Se abre la ventana que se observa en la Ilustración 358.

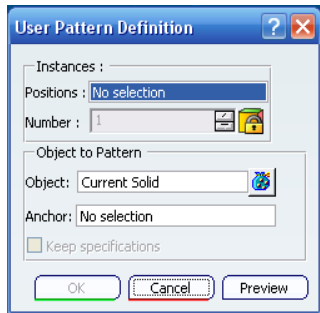


Ilustración 358: Ventana de definición del User Pattern.

Lo primero que se selecciona es el *Anchor*, punto de referencia para hacer las repeticiones. Se elige el mismo punto del *Sketch* de puntos (*Sketch.12*) en donde se ha creado el cilindro. Después en el campo *Positions* se escoge el *Sketch.12* de puntos, apareciendo el número de repeticiones a realizar automáticamente, como se ve en la Ilustración 359.

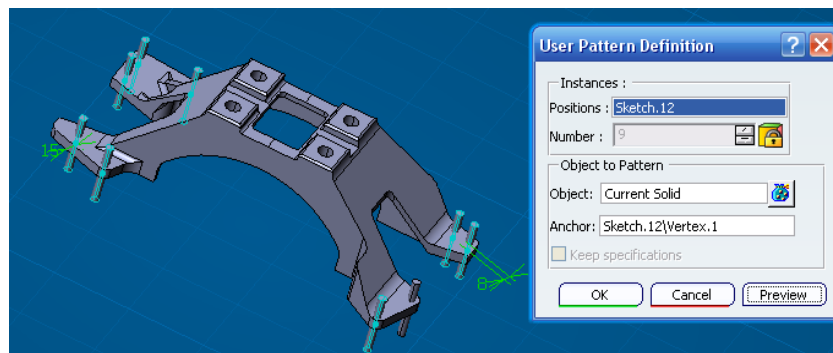


Ilustración 359: Realización de los taladros.

Se pulsa OK y las repeticiones del cilindro quedan perfectamente ubicadas en los puntos deseados. Para que sean taladros se resta este cuerpo (*Body.6*) a la pieza mediante la operación booleana *Remove*, y se obtiene el resultado de la Ilustración 360.

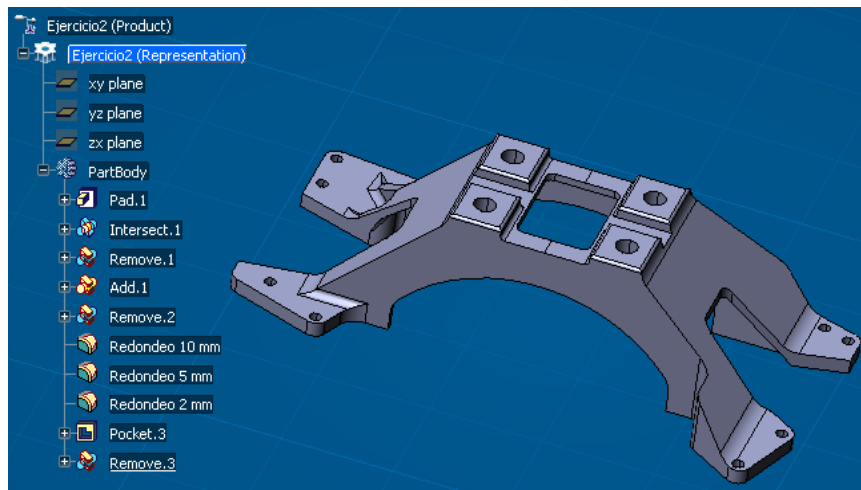



Ilustración 360: Pieza final.

Para terminar la pieza, se le aplica material. Se hace doble clic en *Ejercicio2 (Product)* y un clic en *Ejercicio2 (RepresentatioN)*, para que marque la representación. Se pica en el icono . Se selecciona Aluminio. Se pulsa el botón derecho sobre el fondo del dibujo o en la opción *View* del menú principal y se elige en *Ambince* el ambiente *None*. El resultado final obtenido es el de la Ilustración 361.

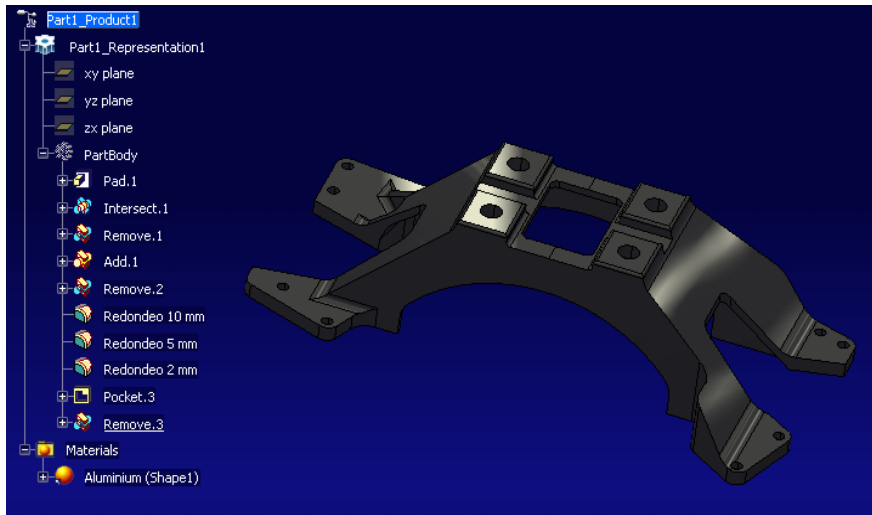


Ilustración 361: Pieza con material aplicado.

6.4 Ejercicios Propuestos

Una vez expuesto todo el módulo de diseño en 3D, se está capacitado para diseñar cualquier pieza. Como se ha observado, un mismo ejercicio se puede solucionar de varias maneras, con la práctica se aprenderá cual es la forma más adecuada para cada caso.

Se proponen dos sencillos ejemplos para resolver por el lector. En el CD adjunto al libro se muestra una posible solución para cada uno de ellos.

Ejercicio 1

La pieza se muestra en las Ilustraciones 362 y 363.

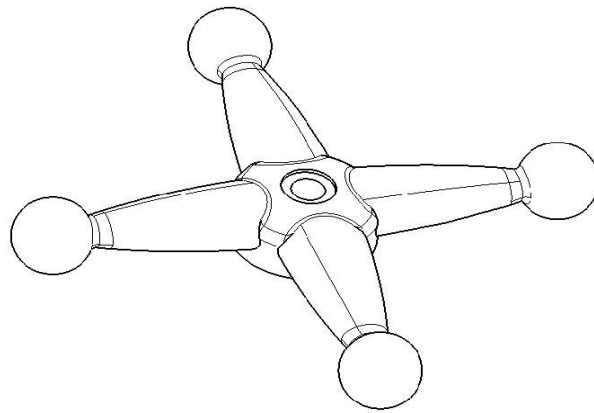


Ilustración 362: Pieza propuesta.

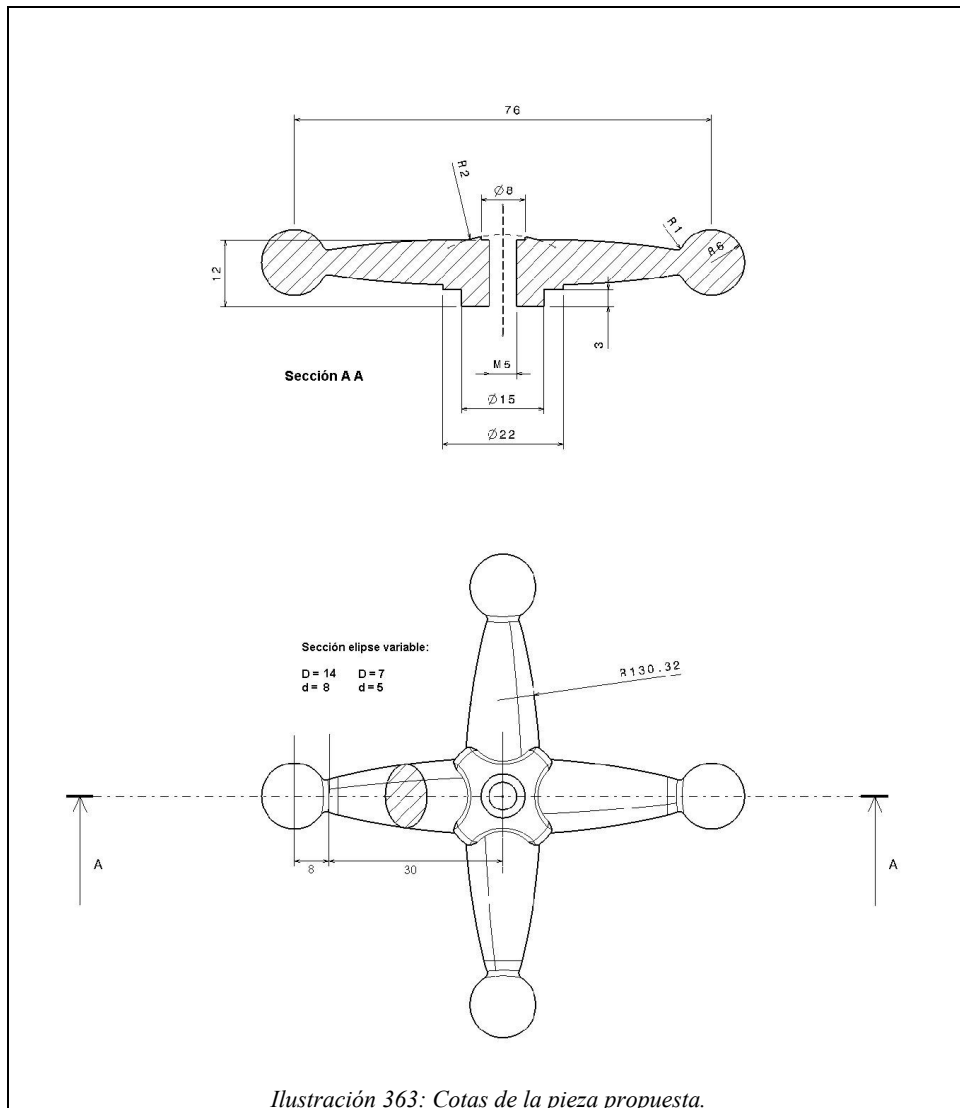


Ilustración 363: Cotas de la pieza propuesta.

Ejercicio 2

Modelar la siguiente pieza.

