

## Capítulo 7

# WIREFRAME AND SURFACE DESIGN (GENERACIÓN DE SUPERFICIES)

### 7.1 *Objetivos*

En este Capítulo se va a estudiar la generación de geometría alámbrica y superficies básicas. La geometría alámbrica no es más que los elementos de referencia (ya vistos) y las curvas que servirán como guías o límites para generar las superficies.

Estos conceptos se sitúan en el módulo *Wireframe and Surface Design*, perteneciente al taller *Mechanical Design*. CATIA ofrece también un módulo más avanzado de generación de superficies, *Generative Shape Design*, éste

contiene además de las operaciones que se explicarán aquí, herramientas de análisis.

Hay que tener en cuenta que existen herramientas que en CATIA v5 aparecen en éste módulo, pero que en CATIA v6 se han quitado de *Wireframe and Surface Design* para introducirlas en el módulo *Generative Shape Design*. Aún así se explicarán y se indicarán cuales son.

## 7.2 Fundamentos Teóricos

El módulo *Wireframe and Surface Design*, contiene todas las herramientas necesarias para la generación de superficies básicas.

Para empezar una sesión dentro de este módulo, basta con seleccionarlo en el botón *Start* , dentro del taller *Mechanical Design* (ver Ilustración 364).

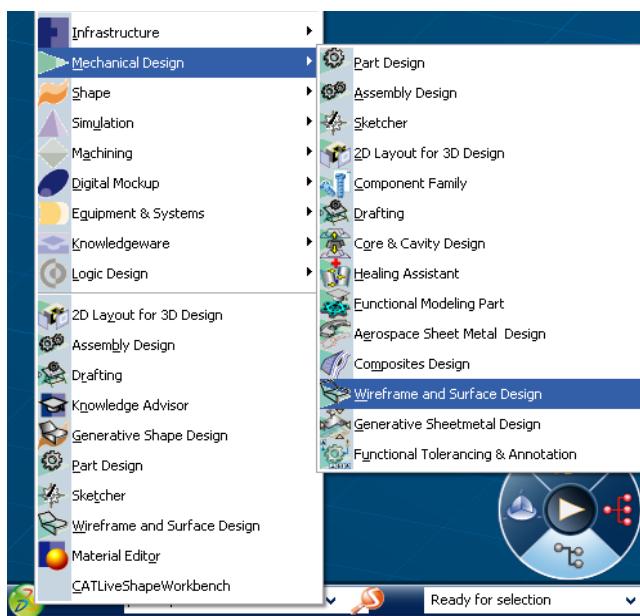


Ilustración 364: Inicio de sesión del módulo *Wireframe and Surface Design*.

En primer lugar se verá la generación de geometría alámbrica, a continuación la generación de superficies básicas, por último cómo transformar y manipular dichas superficies.

Antes de comenzar hay que decir que en este módulo de superficies, la información también se guarda en documentos *Representation*. Si bien, en este caso el *Representation* está constituido por *PartBodies* y *GeometricalSet*.

### 7.2.1 Geometría alámbrica

En el tercer Capítulo se explicó cómo crear puntos, líneas y planos, así como en el Capítulo dedicado al *Sketcher*, curvas en 2D. Aquí se ampliará dicho conocimiento enseñando como generar curvas tridimensionales, a través de la paleta *Wireframe*, que se muestra en la Ilustración 365.



Ilustración 365: Paleta Wireframe

**Nota:** Ya se vio en temas anteriores cómo activar y desactivar las paletas de cada módulo. En este caso es conveniente mantener activadas las paletas *Wireframe*, *Surfaces* y *Operations*.

Las tres primeras opciones de esta paleta son de generación de puntos, líneas y planos. En la segunda parte del menú *Wireframe* de CATIA v6 con respecto a v5 hay dos diferencias. La primera es que en v5 la primera opción tiene un menú desplegable. La segunda es que existe una operación más en v5 que en v6, que se explicará más adelante.



- **Point (Punto).** Esta manera de generar un punto es igual que la vista en el Capítulo 3.

 **Point and planes repetition (Repetición de puntos y planos).** Para poder usar esta opción se necesita que se haya creado una curva. Esta herramienta crear varios puntos y los planos a la vez. La ventana de definición es la mostrada en la Ilustración 366.

Si se tiene seleccionado el parámetro *Instance*, se generará un número de puntos igual al valor que haya en el campo *Instance(s)* equiespaciados entre ellos.

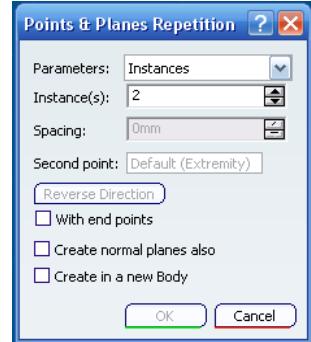


Ilustración 366: Definición de repetición de puntos y planos.

Si la curva tiene un punto ya creado sobre ella, al seleccionarlo se abre el campo *Second point*, que hace elegir el punto donde terminará la generación de puntos. Se generarían puntos equidistantes entre los dos puntos seleccionados. Para poder seleccionar el parámetro *Instance & Spacing* hace falta que la curva tenga un punto ya creado sobre ella y señalarlo. Con esta opción, se crean puntos equidistantes con una distancia dada por el usuario.

Si se selecciona la opción *Create normal planes also*, se crearán, a parte de los puntos, un plano perpendicular a la curva en cada punto generado.



#### Submenú Línea – Eje:

 **Line (Línea).** Esta manera de generar una línea es igual que la vista en el Capítulo 3.

 **Axis (Eje).** Se genera un eje sobre un elemento que contenga un círculo, una elipse, una curva oblonga o una superficie de la revolución. En función de que elemento sea se tienen unas opciones de generación u otras:

- Círculo:
  - Alineado con la dirección de referencia.
  - Normal a la dirección de referencia.
  - Normal al círculo.
- Elipse:
  - Eje mayor.
  - Eje menor.
  - Normal a la elipse.
- Curva oblonga:
  - Eje mayor.
  - Eje menor.
  - Normal a la curva.
- Superficie de revolución: genera el eje de la superficie.

 **Polyline (Polilínea).** Con esta herramienta se puede representar una curva constituida por una serie de segmentos definidos por puntos. También existe la opción de aplicar radios de acuerdo entre los segmentos, definidos para cada punto. La forma de utilizar esta herramienta es similar a la de la Spline (Curvas por puntos que se verá más adelante).

Las operaciones que se verán en esta sección son las dos últimas. El resto se comentarán en el apartado 7.2.3, ya que se necesita que haya alguna superficie creada para poder usarlos.



### Submenú Circles

 **Circle (Círculo).** Esta operación crea tanto círculos como arcos. Si se hace clic sobre el ícono aparecerá la ventana de definición que aparece en la Ilustración 367.

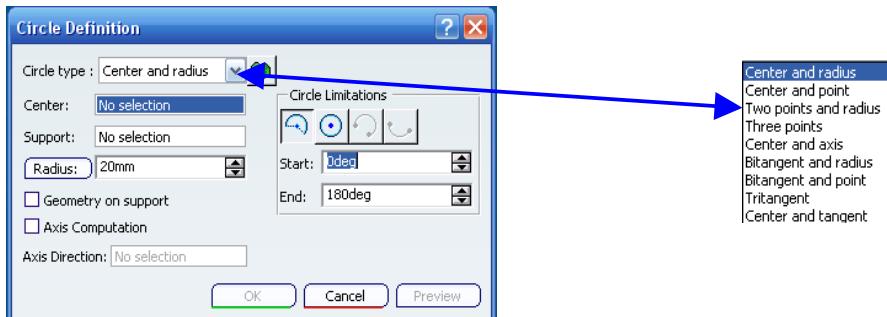


Ilustración 367: Definición de círculo.

Desplegando la pestaña *Circle Type*, surgen las distintas opciones de generación de círculos que ofrece CATIA. Las opciones de *Center and axis* y *Center and tangent* son novedad de CATIA v6 si se compara con el CATIA v5 del manual anterior, ya que en CATIA v5r19 ya existían. Se verán algunas mediante ejemplos.

**Nota:** como ocurre en todos los casos de generación de elementos que se basan en puntos, líneas o planos existentes, estos pueden generar, si no se encontraban con anterioridad en el dibujo, directamente en la operación pulsando el botón derecho del ratón sobre el campo correspondiente. Se elige se selecciona la opción que se deseé para definir dicho elemento. Con *Insert Wirefram* se crea un elemento como se crearía normalmente si se hubiese creado con anterioridad.

**Center and Radius (Centro y radio):** se selecciona un punto como centro y un plano o una superficie como soporte. Se introduce el valor del radio y en este caso como se ha seleccionado generar un arco, también el ángulo inicio y final del mismo. El ejemplo para esta operación es el que se observa en la Ilustración 368.

En ella se observa que en la representación todos los parámetros tienen unas dobles flechas verdes. Éstas sirven para modificar los valores de esos parámetros directamente en el dibujo.

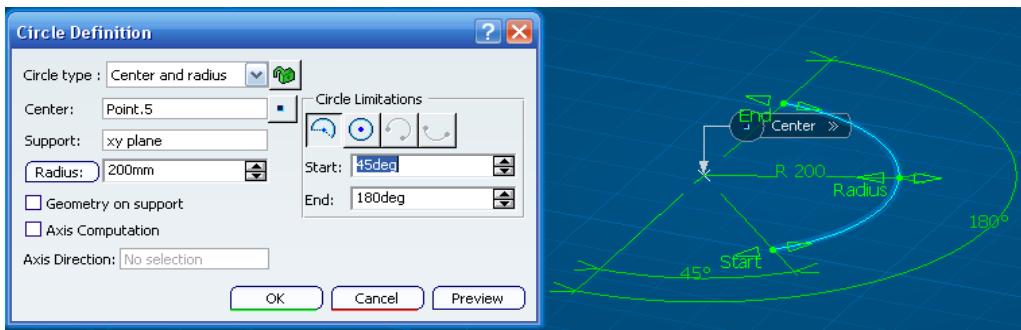


Ilustración 368: Definición de círculo por centro y radio.

**Nota:** En el caso de elegir una superficie soporte, el círculo/arco se apoyará en el plano tangente a ésta por el punto. Si se activa la opción *Geometry on support*, en la ventana de definición, el círculo/arco se apoyará directamente sobre la superficie, tomando la misma forma que ésta.

**Center and point (Centro y punto):** se selecciona un punto como centro, otro plano, que marcará el radio del círculo, y por último se elegirá la superficie o plano que servirá de soporte. Se muestra un ejemplo en la Ilustración 369.

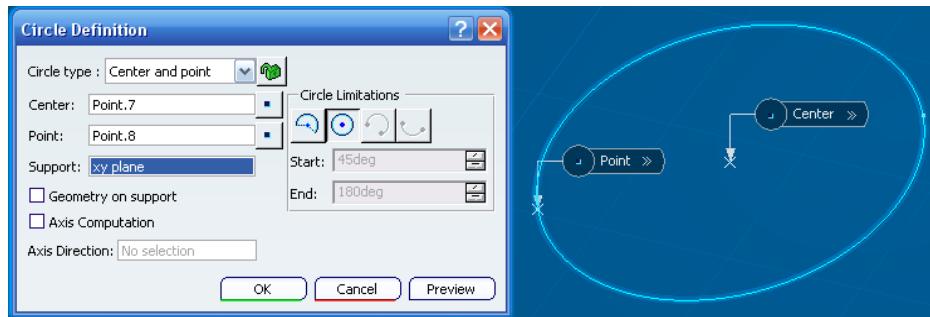


Ilustración 369: Creación de círculo por centro y punto.

**Center and axis (Centro y eje):** se selecciona una línea que actuará como eje y se elige un punto que marcará la situación en ese eje en la que se quiere que crezca el círculo, que será perpendicular a dicho eje en ese punto. El punto no tiene porque estar contenido en la línea que hace de eje. Si el punto está en el eje, sólo se dará la opción de generar un círculo completo. El ejemplo de esta herramienta es el mostrado en la Ilustración 370.

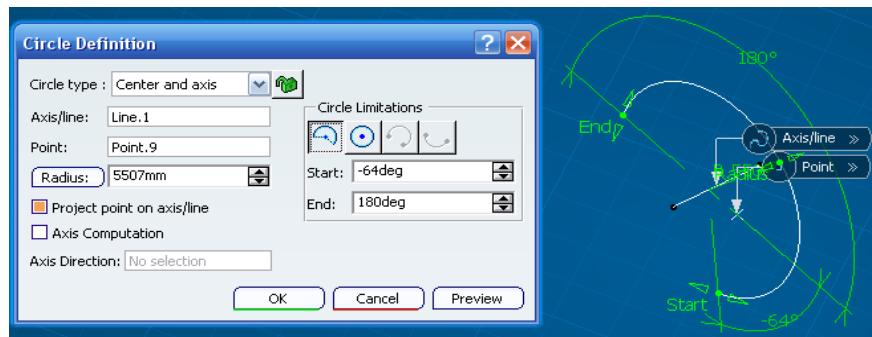


Ilustración 370: Creación de un círculo por centro y eje.

**Center and tangent (Centro y tangencia):** en esta caso, se selecciona un elemento que actuará como centro del círculo a crear, y una curva a la que será tangente. También habrá que seleccionar un plano o superficie que sea el soporte de la curva a generar. Sólo se permitirá generar un círculo completo. Todo esto se muestra en la Ilustración 371.

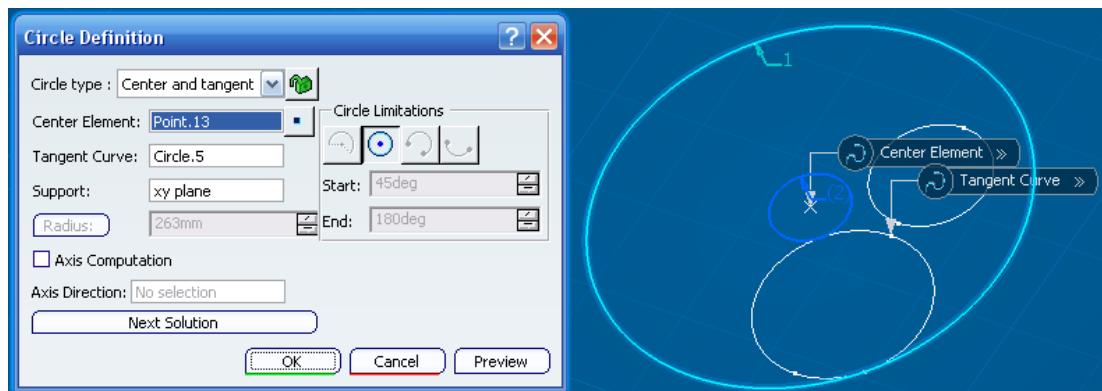


Ilustración 371: Creación de un círculo por centro y tangencia.

Como se comentó anteriormente, estas dos últimas operaciones son una novedad de CATIA v6.

**Bitangent and radius (Bitangente y radio):** Con esta opción se podrá generar un arco tangente a dos círculos y con un radio determinado. Se seleccionan las dos curvas a las que el círculo va a ser tangente y una superficie o plano de soporte y finalmente se introduce el valor del radio. De las dos soluciones posibles, la que aparece en color azul claro será la que dibuje. Se puede

cambiar la solución preestablecida con el botón *Next solution*, así se pasaría de una solución a otra. El ejemplo en este caso es que se ve en la Ilustración 372.

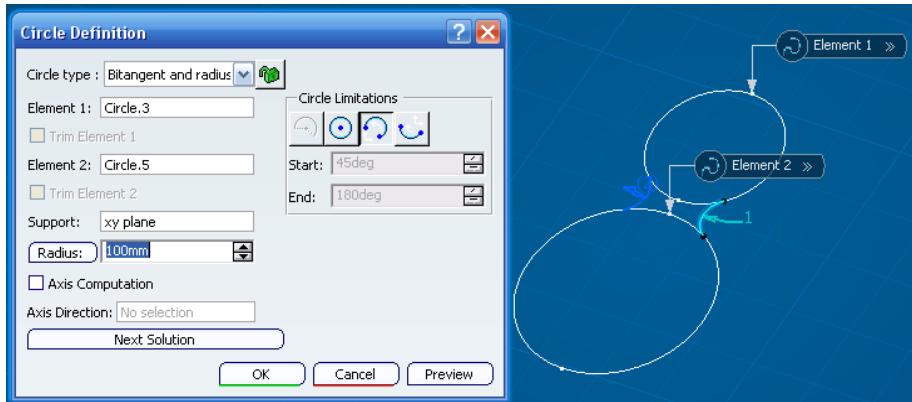


Ilustración 372: Creación de un círculo por Bitangencia y radio.

**Tritangent (Tritangente):** Esta opción es similar a la anterior, la diferencia es que esta vez el arco será tangente a tres curvas y aparecerán varias soluciones entre las que se elegirá la adecuada.

 **Corner (Empalme).** Esta operación crea un radio de acuerdo, un empalme entre dos líneas o un punto y una línea. En la ventana de definición se rellenarán los campos de la siguiente forma: en Elemento 1, se selecciona un punto o una línea; en Elemento 2, una línea; en la casilla *Support*, el plano o la superficie donde se apoyará la curva resultante; y por último se introduce el valor del radio.

Como en ejemplos anteriores, aparecerán distintas opciones de empalmes. También se tiene la posibilidad de recortar la parte sobrante del elemento 1 y/o 2 utilizados para el empalme, basta con activar la opción *Trim Elements 1* y/o *Trim Elements 2*. Esta manera de poder recortar elementos indistintamente es una novedad de CATIA v6 comparado con el CATIA v5 explicado en el manual anterior, dado que ya se podía utilizar en CATIA v5r19. La opción 3D se usará entre curvas en 3D. En la Ilustración 373, se ha elegido recortar con respecto al elemento 1.

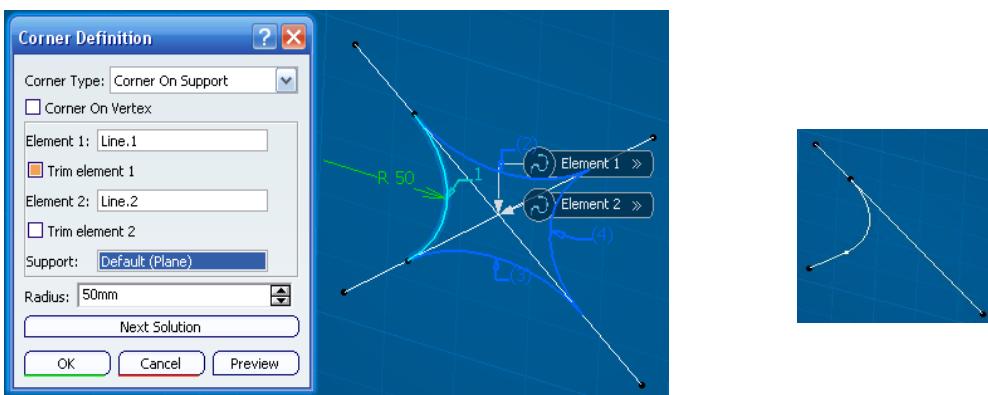


Ilustración 373: Creación de un empalme.

 **Connect Curve (Curva Conexión).** Esta es una herramienta que Permitirá generar una curva que conecte a dos ya existentes. Si se activa, aparecerá la pantalla de definición con las opciones que darán forma a la curva de conexión deseada. Se verá un sencillo ejemplo; dadas las dos rectas del apartado anterior, se selecciona el extremo de una como punto de la primera curva y el extremo de la otra como punto de la segunda, se observa que los campos se llenan automáticamente.

Ahora se puede elegir entre tres condiciones de continuidad en la unión con la curva de conexión para cada uno de los puntos, continuidad en punto, en tangencia o en curvatura. Y asimismo rellenar el parámetro *Tension* que condiciona la proporción de la continuidad, en el ejemplo, se ha elegido continuidad en curvatura y el valor de la tensión en 2, en ambos puntos, como se observa en la Ilustración 374. Si se varía el tipo de continuidad y el valor de la tensión en ambos extremos, la curva toma distintas apariencias.

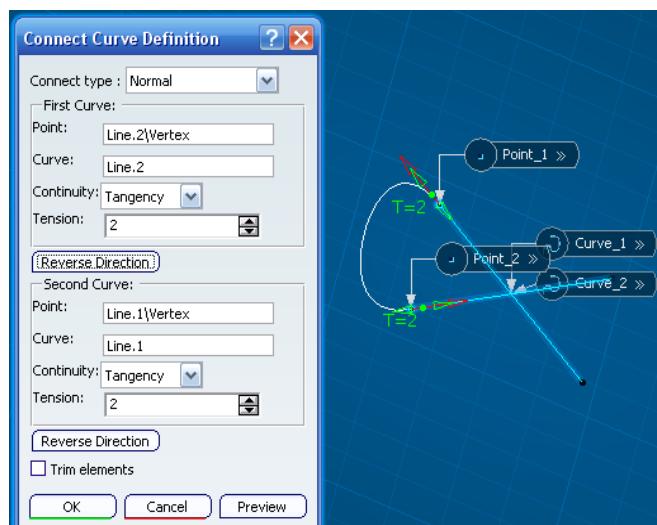


Ilustración 374: Generando una curva de conexión.



**Conic (Cónicas).** Como se puede observar en el submenú Círculos, esta herramienta no aparece, esto se debe a, como se comentó anteriormente, en CATIA v6 pertenece al módulo *Generative Shape Design*, pero en v5 si se encuentra en el correspondiente a este Capítulo. Aún así se procederá a explicarla.

Con esta operación se pueden generar arcos de curvas cónicas, como son las parábolas, elipses e hipérbolas. Para generar estas curvas hay seis opciones diferentes, naturalmente se necesitan cinco datos en cada una de ellas. Las opciones son:



- Dos puntos, las tangentes: inicial y final, y un parámetro.
- Dos puntos, las tangentes: inicial y final, y un punto de paso.
- Dos puntos, un punto de intersección de las tangentes y un parámetro.
- Dos puntos, un punto de intersección de las tangentes y uno de paso.
- Cuatro puntos y una tangente.
- Cinco puntos.

Si se selecciona la opción cónica, aparecerá la siguiente pantalla, mostrada en la Ilustración 375:

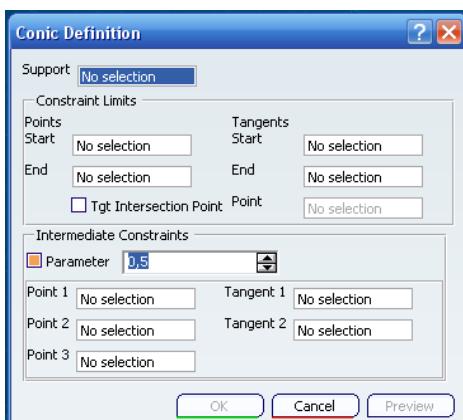


Ilustración 375: Ventana definición de curvas cónicas.

Se verán a ver los campos que aparecen en esta ventana:

- **Support:** plano soporte en el cual se apoya la curva.
- **Points Start y End:** puntos inicial y final de la cónica.
- **Tangents Start y End:** direcciones de tangencia inicial y final.
- **Tgt Intersection Point:** en esta opción se podrá seleccionar un punto como elemento de definición de la dirección de tangencia.
- **Points 1, 2 y 3:** son 3 puntos posibles por los que debe pasar la cónica.
- **Tangent 1 y 2:** para dar tangentes trazadas desde los puntos 1 y 2.
- **Parameter:** parámetro de una cónica es un valor entre cero y uno (ambos excluidos), que define el tipo de cónica que se va a generar:

Parámetro = 0.5 → Parábola

Parámetro < 0.5 → Elipse

Parámetro > 0.5 → Hipérbola.

Se observa una figura explicativa (Ilustración 376):

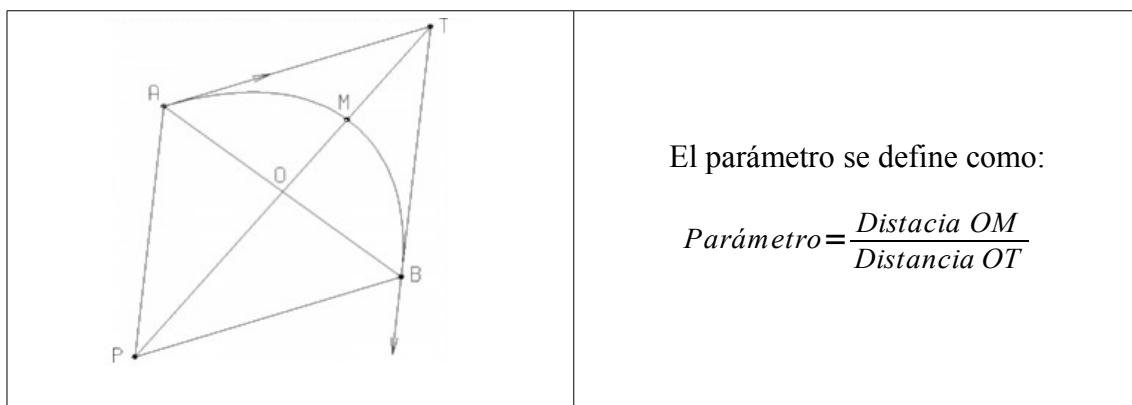


Ilustración 376: Definición del parámetro de una curva cónica.



### Submenú Curves

 **Spline (Curvas por puntos).** Permite generar una curva a través de unos puntos de control. Si se activa esta operación, aparecerá una ventana de definición en la que se podrán seleccionar los puntos por los que pase la curva, como se muestra en la Ilustración 377.

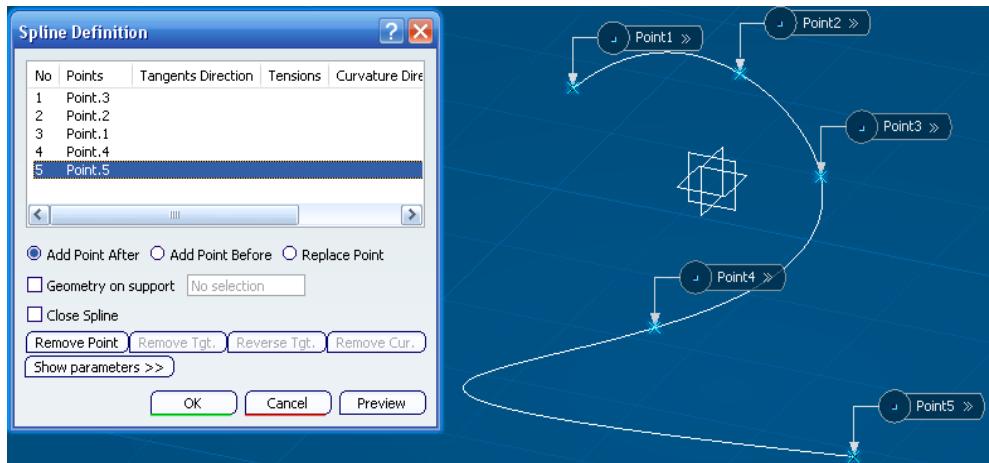


Ilustración 377: Generación de un Spline.

Se pueden añadir parámetros de tangencia y curvatura a los puntos de la *Spline*, desde los campos que aparecen cuando se pulsa el botón *Show Parameters*.



**Helix (Hélice).** Este tipo de curvas son muy utilizadas para diseñar las roscas de tuercas y tornillos. Para realizar una hélice basta con seleccionar la operación e ir rellenando campos. Se necesita un punto inicial de la Hélice y una línea como eje de la misma, a continuación introducir los valores del Paso (*Pitch*), longitud de la Hélice (*Height*), orientación a favor o en contra de las agujas del reloj (*Orientation*), ángulo inicial (*Starting Angle*) y si es recta o cónica (*Radius variation*), en cuyo caso se debe llenar el parámetro *Taper Angle*. Se muestra un ejemplo en la Ilustración 378.

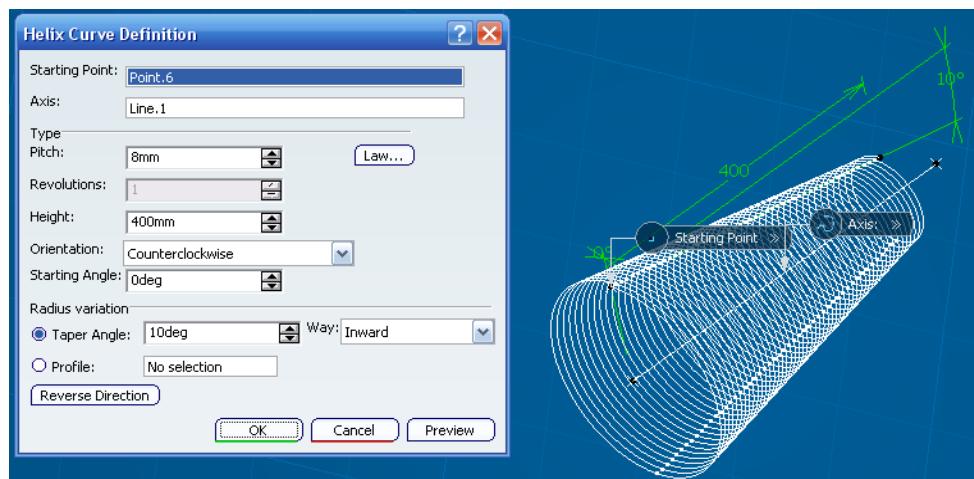


Ilustración 378: Generación de una Hélice.

 **Spiral (Espirales).**

**Nota:** esta operación en CATIA v6 pertenece al módulo *Generative Shape Design*. Por eso no aparece en el submenú Curvas. Aún así se comentará.

Si se quiere crear una espiral, se necesitarán los siguientes elementos (como se pueden ver si se selecciona en la ventana de definición de esta operación mostrada en la Ilustración 379): un plano como soporte de la curva (*Support*), un punto centro de la espiral (*Center point*), una dirección de referencia que puede ser una línea (*Reference direction*), el radio respecto al centro que tendrá el primer punto de la espiral (*Start radius*), con el radio, la dirección y el centro, se define el punto de comienzo de la espiral; y finalmente la orientación (*Orientation*), a favor o en contra de las agujas del reloj.

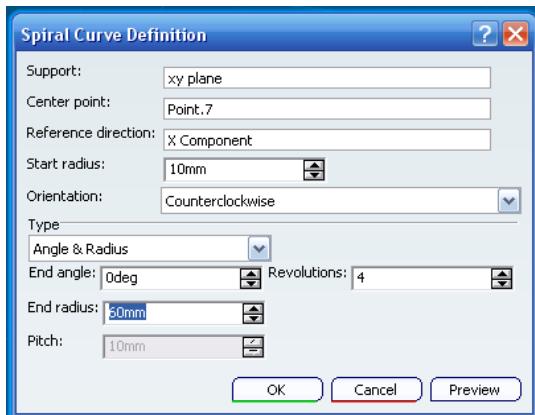


Ilustración 379: Definición de espiral.

Se puede elegir entre tres tipos de definición de la espiral: ángulo y radio, ángulo y longitud de paso, y radio final y longitud de paso (ver Ilustración 380).

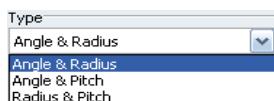


Ilustración 380: Tipos de espiral.

Como ejemplo, se ha seleccionado ángulo y radio, e introducido un número de vueltas igual a cuatro (ver Ilustración 379), se acepta la ventana de definición anterior y se obtiene lo mostrado en la Ilustración 381:



Ilustración 381: Ejemplo de espiral.

**Nota:** Se aprecia en la Ilustración 381 que en el árbol de especificaciones quedan registrados el valor de los parámetros. Esto ocurre en todas las operaciones que se han visto.

### 7.2.2 Superficies Básicas

Ahora se verá cómo generar superficies, a través de las operaciones que ofrece la paleta *Surfaces* (Ilustración 382), que como siempre se deberá tener activada.



Ilustración 382: Paleta Surface.

Esta paleta presenta una diferencia con respecto a la de CATIA v5, y es que se ha añadido la operación para realizar superficies cilíndricas.

**Extrude (Extrusión).** Esta operación permitirá crear superficies regladas por extrusión de un contorno, que se puede generar como un Sketch o como una curva de las vistas en el apartado anterior.

Activando esta función aparece una pantalla de definición como la de la Ilustración 383.

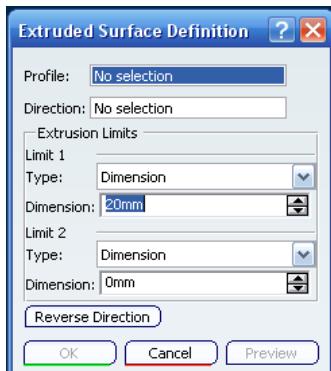


Ilustración 383: Definición de extrusión de superficie.

Se necesita un perfil (*Profile*) y una dirección (*Direction*) para la extrusión; ésta se especifica a través de un elemento como puede ser una línea, un plano o uno de los ejes del sistema, también se podrá definir dando las coordenadas de un vector. Si se despliega el menú contextual en el campo *Direction*, aparecen las distintas opciones, como se ha comentado anteriormente (ver Ilustración 384):

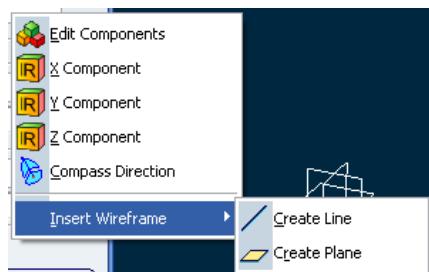


Ilustración 384: Menú contextual del campo *Direction*.

Finalmente se debe introducir los límites de la extrusión, *Limit 1 & 2*, serán dos valores que definirán las distancias en la dirección de la extrusión a cada uno de los lados del contorno. En este sentido la ventana de la Ilustración 383 hay una novedad en CATIA v6, y es que se puede elegir entre dos tipos de límites de extrusión:

- *Dimension*: el usuario introduce la dimensión del límite de extrusión.
- *Up-to element*: el límite de la extrusión lo marca el elemento geométrico que se seleccione. Si es un punto, el límite está establecido por el plano normal a la dirección de la extrusión que pasa por ese punto.

Aunque son nuevos en CATIA v6 si se compara con la versión 5 del anterior manual (en CATIA v5r19 se podían usar estas opciones).

Se verá un ejemplo de superficie reglada obtenida por extrusión en la Ilustración 385. Las coordenadas del vector dirección y los valores de los límites se quedan almacenados como parámetros en el árbol de especificaciones y se podrán editar y modificar.

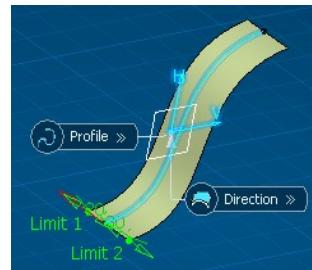


Ilustración 385: Ejemplo extrusión de superficie.

**Revolute (Revolución).** Esta operación genera superficies regladas de revolución de un perfil alrededor de un eje de revolución, especificando también los valores de ángulos inicial y final, se verá un ejemplo sencillo en la Ilustración 386.

	<p>En primer lugar se crea con el Sketcher un perfil.</p>
	<p>Se sale del Sketcher y se activa la operación <i>Revolute</i>. Aparece una ventana de definición como la de la izquierda. Se selecciona como eje de revolución el eje Z.</p>
	<p>Aparecerá la superficie, ahora se podrá dar valores a los ángulos 1 y 2, o bien moverlos directamente arrastrando las flechas indicadoras sobre la geometría. Finalmente se acepta con OK.</p>

Ilustración 386: Ejemplo de superficie de revolución.

 **Sphere (Esfera).** Esta operación realiza tanto superficies esféricas como casquitos esféricos. Si se selecciona el ícono esfera y aparecerá la ventana de definición de la esfera siguiente (Ilustración 387). Si se quiere crear una esfera, se pulsa sobre el ícono donde aparece una esfera, y entonces sólo habrá que especificar el centro y el radio (así aparece en la Ilustración 387).



Ilustración 387: Ventana definición de esfera.

Para generar un casquete se selecciona la otra opción:  ; se activan los cuatro campos inferiores, donde se podrá limitarlo, a través de los ángulos iniciales y finales de los paralelos y meridianos de la esfera. Una esfera tendría como paralelos, los ángulos inicial y final:  $-90^\circ$  y  $90^\circ$  respectivamente; y como meridianos los ángulos inicial y final:  $0^\circ$  y  $360^\circ$  respectivamente.

 **Cylinder (Cilindro).** Esta herramienta es una novedad de CATIA v6 con respecto al manual de CATIA v5 anterior (se encontraba en CATIA v5r19), y crea un cilindro recto, indicando el centro de la circunferencia del mismo, su dirección de generación del cilindro, el radio, y la longitud en ambos sentidos de la dirección de propagación. Se puede ver la ventana de definición de un cilindro en el ejemplo mostrado en la Ilustración 388.

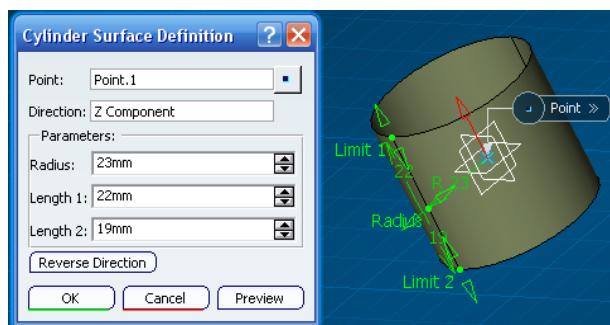


Ilustración 388: Creación de un cilindro.

Esta es una novedad de CATIA v6 para facilitar la generación de un cilindro. También se podría haber creado con la operación *Revolute*.

 **Offset (Superficies paralelas).** Esta operación consigue una superficie paralela a otra ya existente, a una distancia dada, basta con seleccionar la superficie a repetir y el valor de la distancia a la que se quiere la nueva superficie. La ventana de definición es la que se muestra en la Ilustración 389.

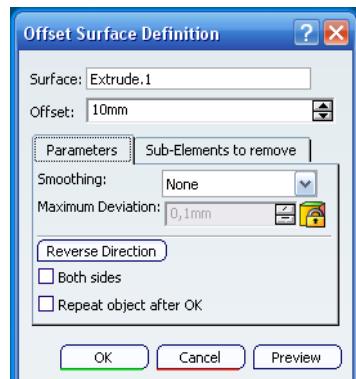


Ilustración 389: Definición de Offset.

También se tienen las opciones de repetir el *Offset* tantas veces como se quiera activando en la Pestaña *Parameters* la opción *Repeat Object after OK*, y la de repetir a ambos lados de la original dos superficies paralelas, activando la opción *Both Sides*. En la pestaña *Sub-elements to remove* se pueden seleccionar superficies que se quieren eliminar una vez se realice la operación. Esto es muy útil para ayudar al análisis en caso del que se encuentre algún error a la hora de generar el *Offset*.

 **Sweep (Barrido).** Con esta herramienta se podrán generar superficies de barrido. Esta es una herramienta muy potente, con gran variedad de posibilidades tanto de tipos de perfiles de barrido, como de métodos de generación dentro de cada tipo. En este apartado se verán algunos ejemplos de cada tipo.

Si se activa la operación *Sweep* aparece la ventana de definición de la Ilustración 390, en ella se puede seleccionar cuatro tipos diferentes de perfiles para realizar el barrido, que se irán comentando a continuación.

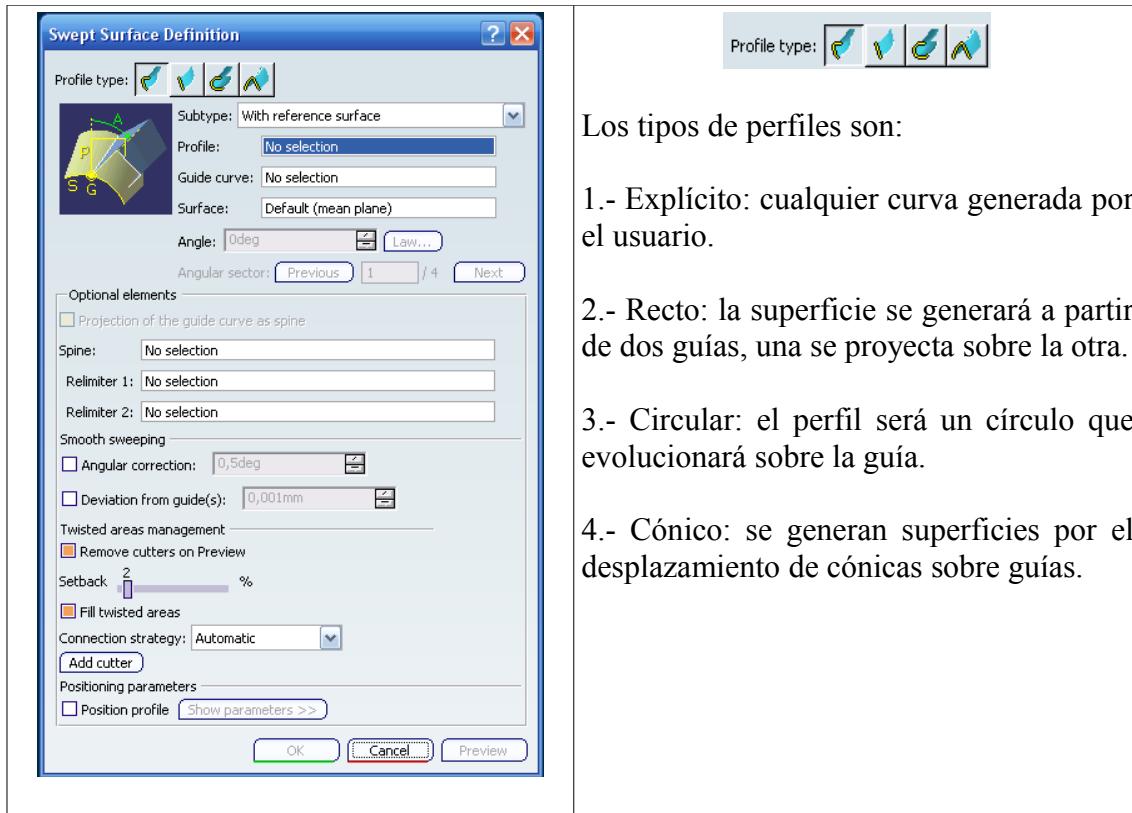


Ilustración 390: Definición de superficie por barrido.

**Barrido a partir de un perfil explícito:** el perfil que será utilizado en este caso para establecer la superficie de barrido, será una curva que haya elaborado el usuario con anterioridad. El proceso de generación consiste en un barrido a lo largo de una curva guía, del perfil seleccionado, manteniéndose en todo momento perpendicular a la curva espina.

Dentro de esta forma de realizar el barrido se tienen tres subtipos (*Subtypes*). Cada Subtipo tiene su propia ventana de definición, que contiene los distintos parámetros de la superficie:

1.- *With reference surface*: la ventana de definición es la de la Ilustración 390. Habrá que seleccionar un perfil (*Profile*), que no tiene porque ser un Sketch, una curva que servirá de guía (*Guide curve*). También habrá que seleccionar una superficie que controlará la posición del perfil durante el barrido (por defecto es el plano en el que se encuentra la *Guide curve*). A esta superficie se le podrá imponer un ángulo entre ella y el perfil (*Angle*). A este ángulo se le



Los tipos de perfiles son:

- 1.- Explícito: cualquier curva generada por el usuario.
- 2.- Recto: la superficie se generará a partir de dos guías, una se proyecta sobre la otra.
- 3.- Circular: el perfil será un círculo que evolucionará sobre la guía.
- 4.- Cónico: se generan superficies por el desplazamiento de cónicas sobre guías.

podrá dar un valor numérico o bien definirlo mediante una ley. Para ello habrá que pulsar el botón *Law* y aparecerá una ventana como la de la Ilustración 391.

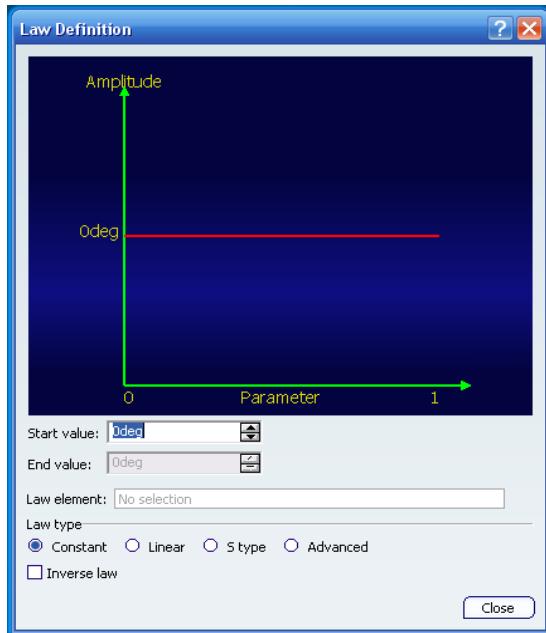


Ilustración 391: Definición de una ley para el ángulo perfil-superficie.

Se ve que se puede elegir entre Constante (como en este caso), Linear, Tipo S (curva de tercer orden) o Avanzada.

Un ejemplo de este tipo de barrido con perfil explícito sería el de la Ilustración 392.

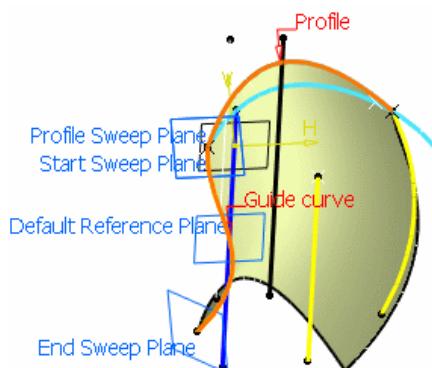


Ilustración 392: Ejemplo de barrido con perfil explícito With reference surface.

Si no se selecciona ninguna *Spine*, la curva guía se utilizará como la la curva *Spine*. En la Ilustración 393 se muestra un ejemplo con selección de curva *Spine*.

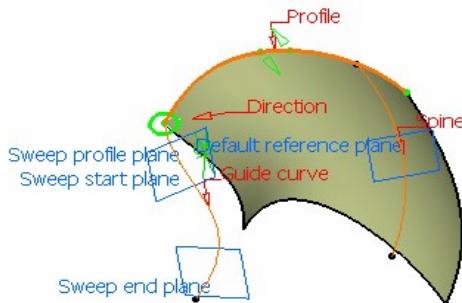


Ilustración 393: Ejemplo de barrido con perfil explícito With reference surface con Spine.

Con la opción *Relimiter* se pueden definir límites seleccionando puntos o planos los para acotar longitudinalmente el dominio del barrido, si la superficie barrida es demasiado grande.

En *Smooth sweeping* se quiere alisar el barrido por posibles discontinuidades.

- *Angular correction*: para alisar el movimiento a lo largo de la superficie de referencia. Puede ser necesario cuando se detectan pequeñas discontinuidades.
- *Deviation from guide(s)*: para alisar el movimiento por desviación de las curvas guía. Se realiza usando parámetros por defecto para la corrección en tangencia y curvatura.

La posición del perfil respecto a la curva guía, también se puede controlar por el parámetro *Position Profile* de la ventana de definición de la operación (Ilustración 390).

2.- *With two guide curves*: se creará una superficie de barrido a partir de dos curvas guía. La ventana de definición es la de la Ilustración 394.

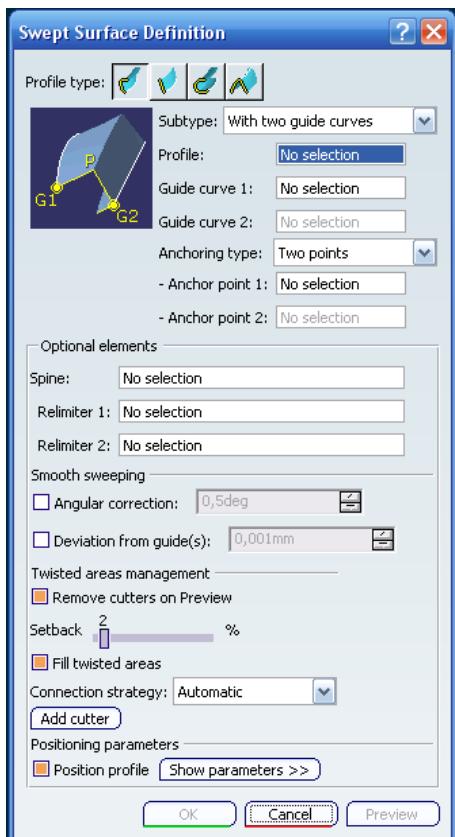


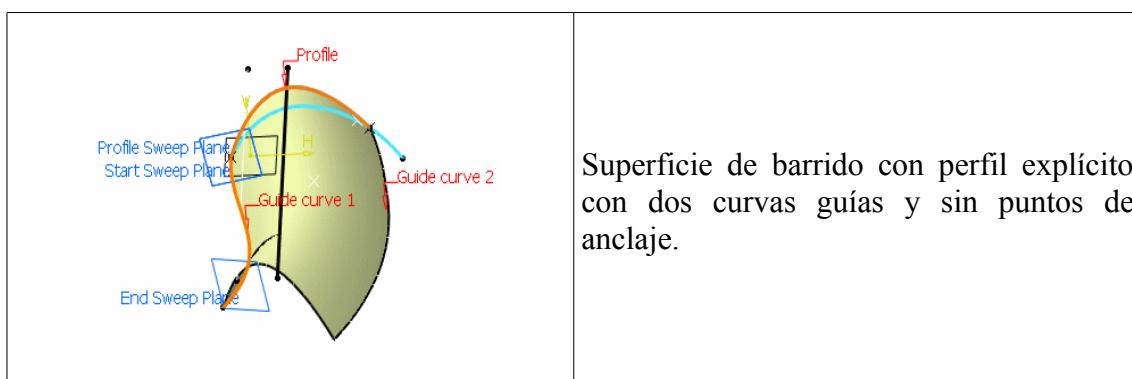
Ilustración 394: Ventana de barrido con dos curva guía.

En este caso habría que seleccionar dos curvas guía en vez de curva guía y superficie.

También se puede especificar puntos de anclaje (*Anchor point*) para cada curva guía. Estos puntos de anclaje son puntos de intersección entre las curvas guías y el plano del perfil o el propio perfil, por los cuales pasarán las curvas guías. Hay dos tipos de anclaje. El primero es *Two points*, se seleccionan los puntos de anclaje en el perfil que serán emparejado respectivamente a la curva guía 1 y 2. de la guía. Estos puntos deben pertenecer al plano del barrido del perfil. Si el perfil es abierto, estos puntos son

opcionales y se usarán los extremos del perfil. El segundo tipo es *Point and direction*, se selecciona un punto de anclaje en el perfil, que será emparejado con la curva guía 1, y una dirección de anclaje. En cada plano del barrido, el perfil gira alrededor del punto de anclaje para alinear la dirección de anclaje (ligada a este perfil) con las dos curvas de la guía, de la curva 1 a la curva 2.

En la Ilustración 395 se muestran ejemplos de distintas generaciones de este tipo de barrido.



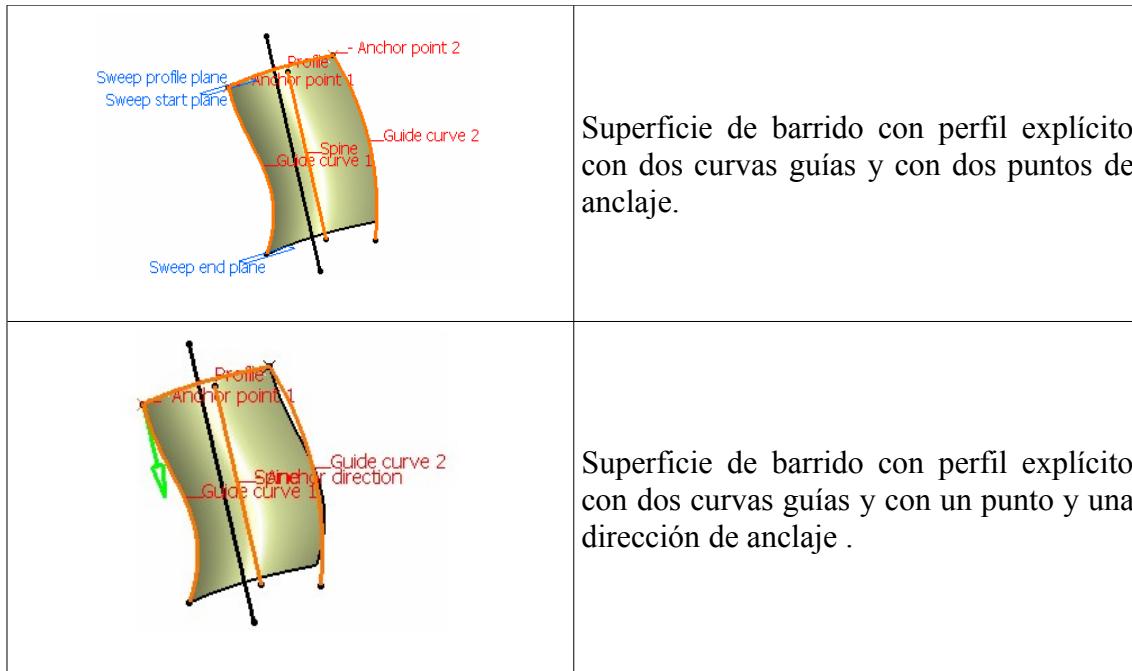


Ilustración 395: Distintos tipos de creación de superficies por barrido.

Si no se seleccionan los puntos de anclaje o la dirección del anclaje, CATIA elegirá automáticamente unos por defecto si el perfil es plano. Para el punto de anclaje 1, se seleccionará la intersección entre el plano del perfil y la curva guía 1. El punto de anclaje 2, será la intersección entre el plano normal a la curva Spine que pasa por el punto de anclaje 1, con la curva guía 2. La dirección de anclaje será la línea entre los puntos de anclaje 1 y 2, generados por defecto.

Si no se selecciona una curva espina, la curva guía actuará como la Spine. Un ejemplo con curva espina es que se muestra en la Ilustración 396.

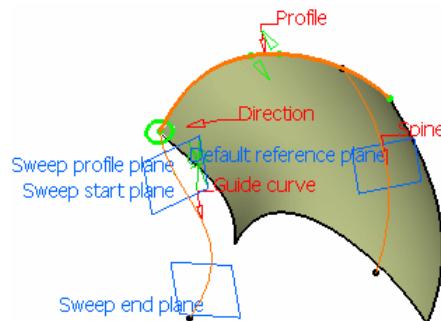


Ilustración 396: Ejemplo de barrido con perfil explícito With two guides curves con Spine.

3.- *With pulling direction:* es equivalente al subtipo *With reference surface* con un plano de referencia normal a la dirección seleccionada en la ventana de definición que se muestra en la Ilustración 397.

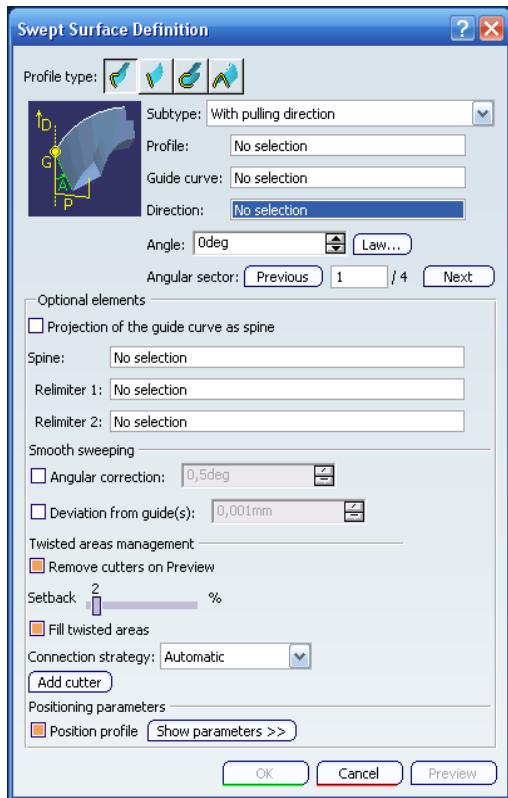


Ilustración 397: Definición del barrido por perfil explícito *With pulling direction*.

En este caso se elige un perfil (*Profile*), una curva guía (*Guide curve*) y una dirección (*Direction*). Opcionalmente se puede imponer un ángulo, que será el que forme el perfil con la dirección.

Al igual que en los casos anteriores, si no se selecciona una curva espina, la curva guía actuará como la *Spine*.

Un ejemplo de este subtipo de generación de barrido es el que se observa en la Ilustración 398.

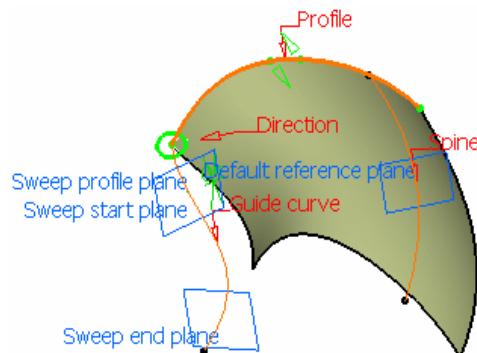


Ilustración 398: Generación de barrido. Subtipo *With pulling direction*.

En el barrido a partir de un perfil explícito, se tienen distintas opciones comunes.

- *Preview the Angular Value*: al crear un barrido, se pueden ver las cuatro soluciones de antemano basadas en los valores dados para el ángulo (Ilustración 399). La primera solución corresponde con el valor del ángulo, la segunda con el valor del -ángulo, la tercera corresponde a  $180^\circ +$ valor del ángulo, y la cuarta corresponde a  $180^\circ -$ valor del ángulo. Esta opción no está disponible en el subtipo *With pulling direction*. En la

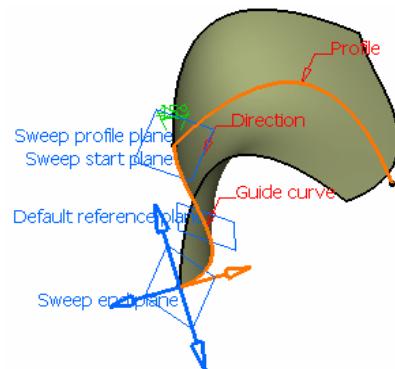


Ilustración 399: Las cuatro soluciones.

Ilustración 399 se ve como se pueden elegir las cuatro soluciones. Para cambiar de solución se pica sobre la flecha deseada, la flecha que marca la solución elegida es la de color naranja. También se puede cambiar de solución pulsando *Previous* o *Next*, o introducir un numero en la opción *Angular sector*.

- *Position Profile*: como se comentó anteriormente permite controlar la posición del perfil respecto a la curva guía.



Barrido a partir de un perfil recto: en este caso se generan las superficies a partir de proyecciones de las curvas.

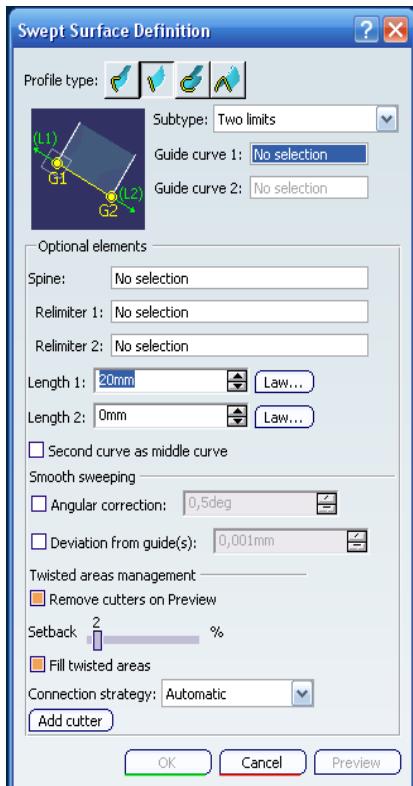


Ilustración 400: Barrido por perfil recto.

En la ventana de definición de la Ilustración 400 se comprueba que vuelve a aparecer el campo *Subtype*. Como ocurría en el barrido por perfil explícito, cada Subtipo tiene su propia ventana de definición, que contiene los distintos parámetros de la superficie.

Los distintos subtipos son:

- 1.- *Two limits*: para crear el barrido, habrá que seleccionar dos curvas guía y, si se quiere, se introducen dos longitudes para alargar la superficie a ambos lados de las curvas. La superficie se genera a partir de las proyecciones de los puntos de la curva 1 sobre la curva 2, contenidas en planos perpendiculares a la curva espina. Si no se introduce ninguna, por defecto se toma la curva guía 1. dos curvas guía y dos longitudes por donde alargar la superficie.

La ventana de definición de este subtipo de barrido es la de la Ilustración 400. y en la Ilustración 401 se puede ver un ejemplo de este subtipo de barrido de perfil recto.

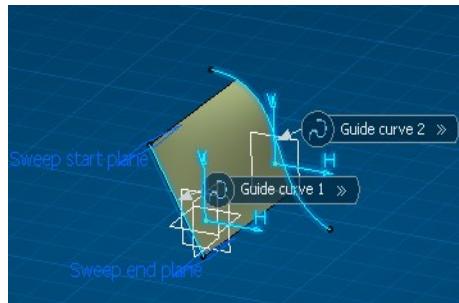


Ilustración 401: Subtipo Two limits.

Si no se selecciona ninguna curva espina, la curva guía 1 se utilizará como espina. Si es necesario, se selecciona una curva espina para especificar una curva diferente de la primera curva guía.

2.- *Limit and middle*: similar a la anterior, la superficie se establece a partir de dos curvas guía. En este caso una de ellas sería la curva media.

La ventana de definición de este subtipo es la que se muestra en la Ilustración 402.

Se seleccionan dos curvas guías, de las cuales, la segunda será la curva media del barrido.

En la Ilustración 403 se puede ver un ejemplo de este subtipo.

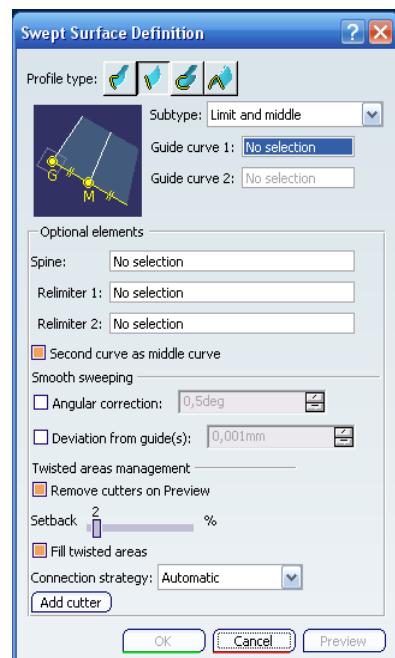


Ilustración 402: Definición de subtipo Limit and middle.

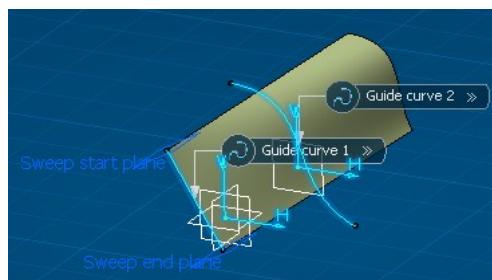


Ilustración 403: Subtipo Limit and middle.

Si no se selecciona ninguna curva espina, la curva guía 1 se utilizará como espina. Si es necesario, se selecciona una curva espina para especificar una curva diferente de la primera curva guía.

En este subtipo se tiene una novedad con respecto a CATIA v5, y es que en este caso sí se pueden introducir límites.

3.- *With reference surface*: el barrido se basará en una superficie de referencia, que puede ser una superficie o un plano, a parte de una curva guía. La superficie de barrido se creará a partir de rectas, que estarán contenidas en planos normales a la curva espina, como siempre, y que formarán un ángulo dado con la superficie de referencia.

La ventana de definición de este subtipo de barrido de perfil recto es la que se observa en la Ilustración 404.

Un ejemplo es el que se muestra en la Ilustración 405.

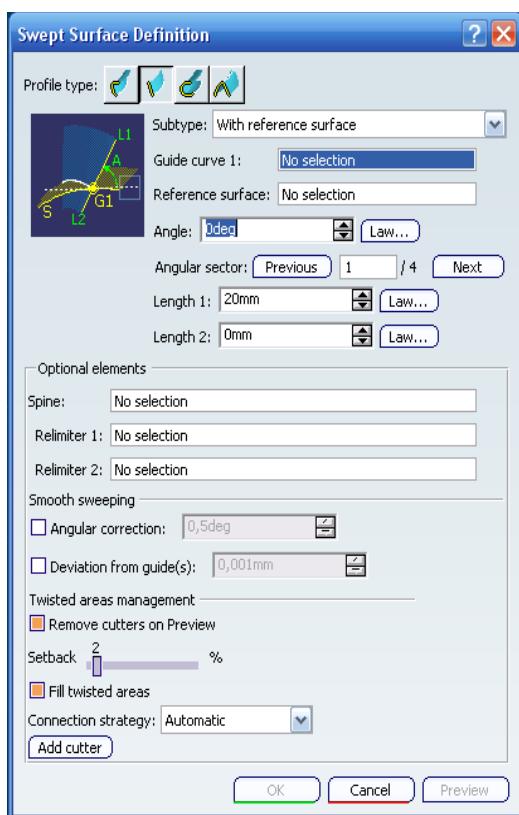


Ilustración 404: Definición de subtipo *With a reference surface*.



Ilustración 405: Ejemplo de barrido subtipo *With reference surface*.

Como en ocasiones anteriores, los parámetros numéricos, en este caso el ángulo o las longitudes de alargamiento, podrán ser definidos bien como valores numéricos, o bien mediante leyes.

Como siempre, si no se selecciona ninguna curva espina, la curva guía 1 se utilizará como espina.

4.- *With reference curve*: este subtipo es parecido al anterior, pero en vez de una superficie se selecciona una curva de referencia. También puede recordar al subtipo *With pulling direction* de barrido con perfil explícito.

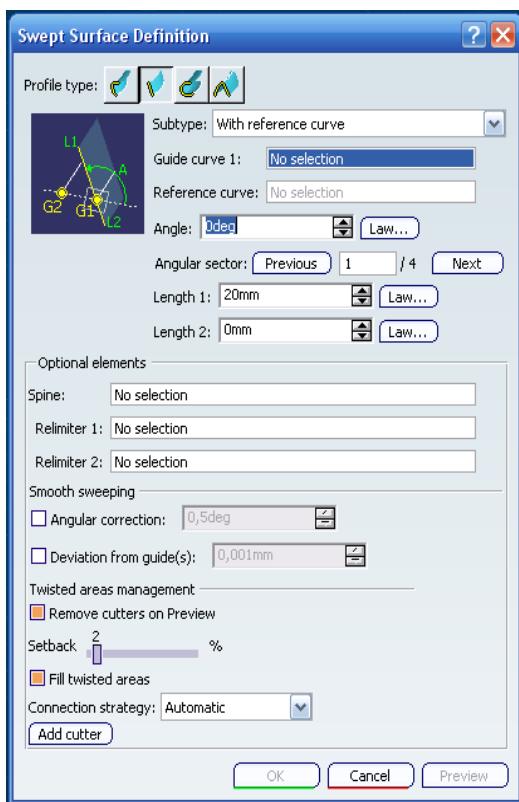


Ilustración 406: Definición de subtipo *With reference curve*.

La ventana de definición es la que se muestra en la Ilustración 406.

Habrá que seleccionar una curva guía, una curva de referencia y un ángulo que define la posición de la superficie de barrido con la curva de referencia.

Si no se selecciona ninguna curva espina, la curva guía 1 será por defecto la espina.

5.- *With tangency surface*: se selecciona una curva guía y una superficie a la que va a ser tangente la superficie resultante de barrido. En la Ilustración 407 se muestra un ejemplo de este subtipo con su correspondiente ventana de definición.

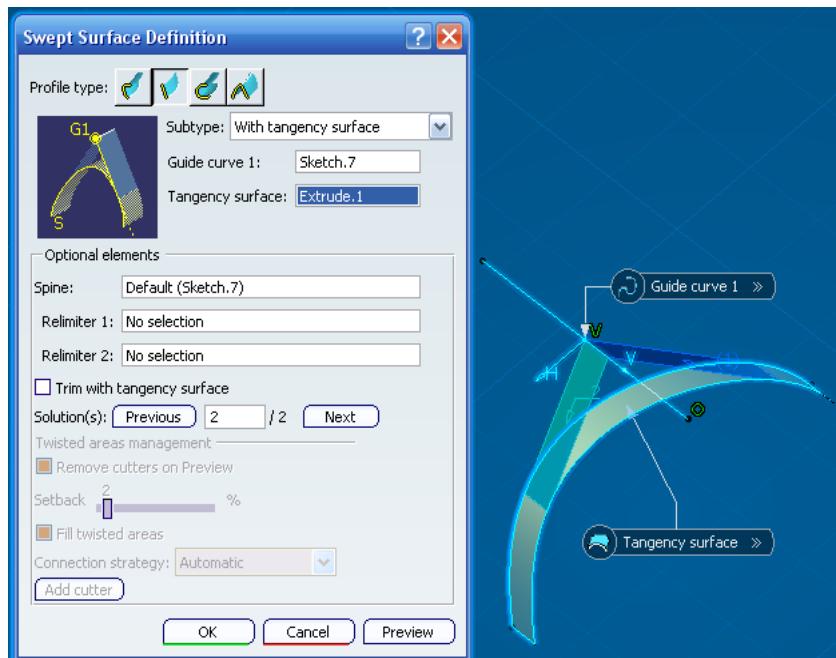


Ilustración 407: Ejemplo de subtipo With tangency surface.

Se puede observar que se tienen dos soluciones posibles. La marcada en azul más claro (en este caso la opción 2) es la que será la superficie final. Se puede cambiar de una a otra seleccionándola directamente en el dibujo o usando los botones *Previous* y *Next*.

Como en todos los casos anteriores, si no se selecciona ninguna curva espina, la curva guía 1 será por defecto la espina.

6.- *With draft direction*: la superficie de barrido se genera a partir de una curva guía y de una dirección de desmoldeo.

La ventana de definición se muestra en la Ilustración 408. se observa que es bastante amplia debido a sus múltiples opciones. Las más representativas son las que se comentan a continuación.

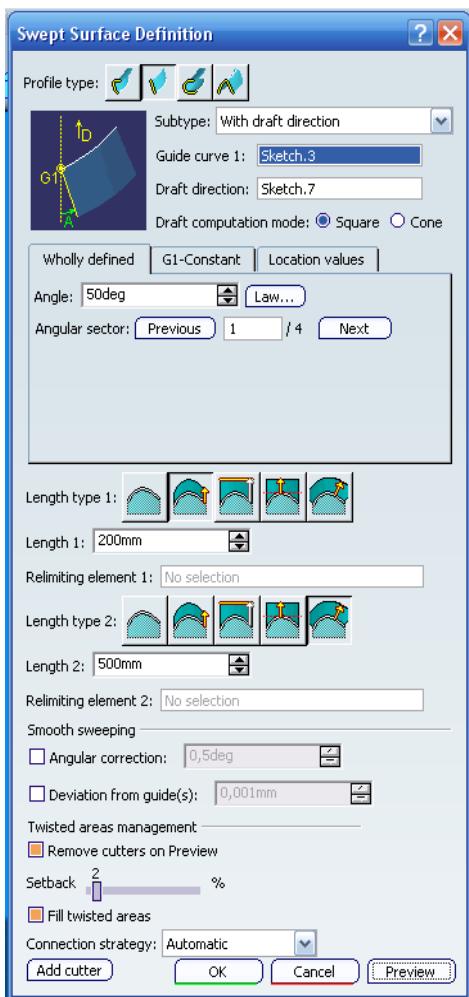


Ilustración 408: Definición de subtipo *With draft direction*.

- Definición angular: se seleccionan en las pestañas. Los distintos tipos son:
  - *Wholly defined*: el valor del ángulo varía durante la generación del barrido.
  - *G1-Constant*: se puede fijar un desmoldeo distinto para cada sección G1. En este caso se pedirá un plano límite en el que se definirán las longitudes.
  - *Location values*: el valor de los ángulos se puede definir en distintos puntos de la curva.
- Tipos de longitudes (de izquierda a derecha):
  - *From curve*: la longitud se toma a partir de la curva guía.
  - *Standard*: la longitud se calcula a partir de los planos de barrido. Si se define la longitud en 0mm, la superficie tomará como punto de partida la curva guía (como en el caso *From curve*).
  - *From/Up to*: se define la longitud seleccionando un plano o una superficie.
  - *From extremum*: se toma la longitud a partir de un extremo de la curva guía, a lo largo de la dirección de desmoldeo.
  - *Along surface*: la longitud usada es la distancia desde la curva guía a una curva paralela a ésta. Esta opción es una novedad de CATIA v6, con respecto al CATIA v5 explicado en el manual anterior, ya que se podía encontrar en CATIA v5r19.

Hay que tener cuidado al usar una dirección de desmoldeo y una guía plana que no tenga continuidad en tangencia, ya que puede llevar a una

tipología que sea inválida si el ángulo de desmoldeo no es constante o si la dirección de desmoldeo no es normal al plano de la curva guía. Se aconseja utilizar un plano límite para cortar el barrido y así obtener una tipología válida.

7.- *With two tangency surfaces*: este subtipo genera una superficie de barrido tangente a dos curvas. La ventana de definición es la que se muestra en la Ilustración 409.

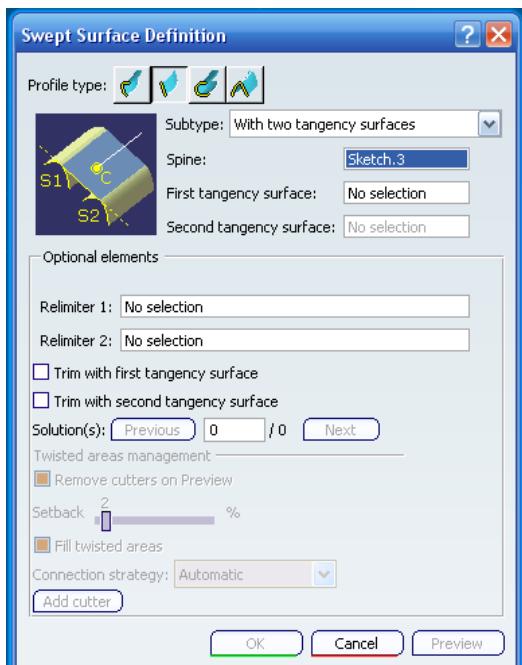


Ilustración 409: Definición de subtipo *With two tangency surfaces*.

Este subtipo es una novedad en CATIA v6 comparado con el v5 del manual anterior, ya que en el release 19 de la versión 5, sí aparecía.

Aquí se puede ver que la curva espina sería en este caso la curva guía.

En la Ilustración 410 se puede observar los distintos tipos de recortes que se pueden realizar a la hora de generar este tipo de barrido.

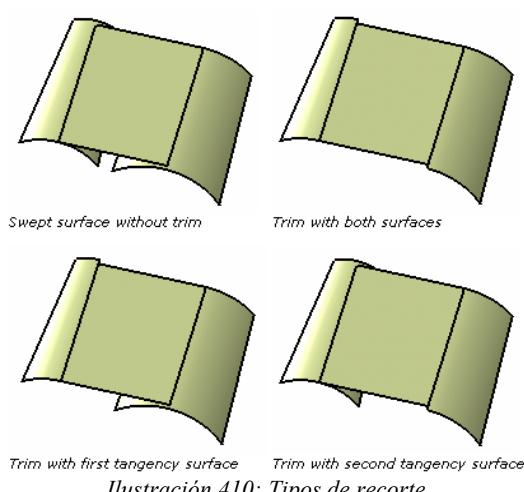


Ilustración 410: Tipos de recorte.

Se encuentran:

1. Sin recorte.
2. Recorte en las dos superficies de tangencia.
3. Recorte en la primera superficie de tangencia.
4. Recorte en la segunda superficie de tangencia.



Superficie de barrido a partir de perfiles circulares: en esta opción el perfil que va a producir la superficie a través del barrido es un perfil circular.

Como en el caso anterior, existen varias formas a la hora de elegir los parámetros para generar este tipo de superficies (*Subtype*). La Ilustración 411 muestra la ventana de definición del subtipo *Three guides*, con el menú desplegable de todos los subtipos que se tienen para este barrido, que se explicarán a continuación. Su forma de proceder es parecida a la de los casos anteriores.

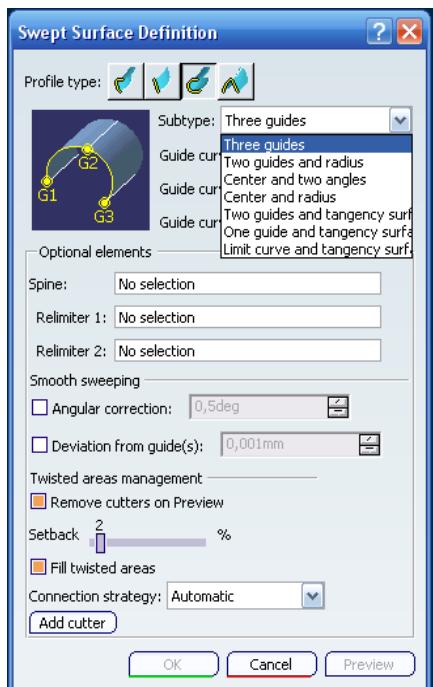


Ilustración 411: Definición de barrido por perfil circular.

1.- *Three guides*: se genera la superficie de barrido a partir de tres curvas guías como se encuentra en el ícono mostrado. Se seleccionan tres curvas guías y una curva espina, si no se selecciona la primera curva guía hará el papel de ésta. La superficie estará definida por círculos, que a su vez están definidos por los tres puntos de corte de las curvas guías con los planos perpendiculares a la espina.

Como se ha comentado anteriormente, la Ilustración 411 muestra la ventana de definición de este subtipo. Y en la Ilustración 412 se puede ver un ejemplo de este caso.

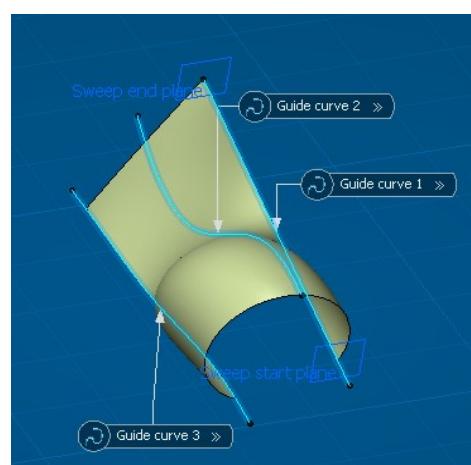


Ilustración 412: Ejemplo de subtipo Three guides.

**2.- Two guides and radius:** se crea el barrido por dos curvas guías y un radio. En esta ocasión, los círculos o arcos que generarán la superficie, estarán definidos por los dos puntos de intersección de las dos curvas guías con los planos perpendiculares a la curva espina y el valor del radio. Se verá en el siguiente ejemplo (Ilustración 413) cómo se pueden obtener varias soluciones y cómo elegir entre ellas.

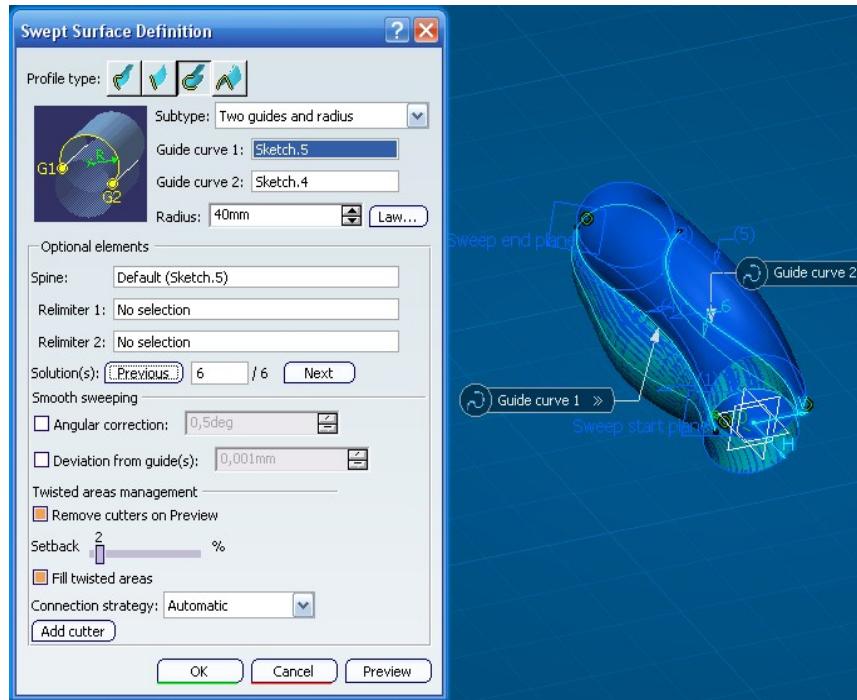


Ilustración 413: Definición y ejemplo de Two guides and radius.

Las soluciones se muestran en azul claro, como se ve en la Ilustración 413. Para elegir entre soluciones se pueden elegir directamente entre ellas picando en el dibujo sobre los números entre paréntesis o pulsando los botones *Previous/Next*. En la Ilustración 414 se muestran las distintas soluciones y la elegida como final. La primera de las soluciones es la que se muestra en la Ilustración 413.

Si no se selecciona una curva espina, la primera curva guía hará el papel de ésta.

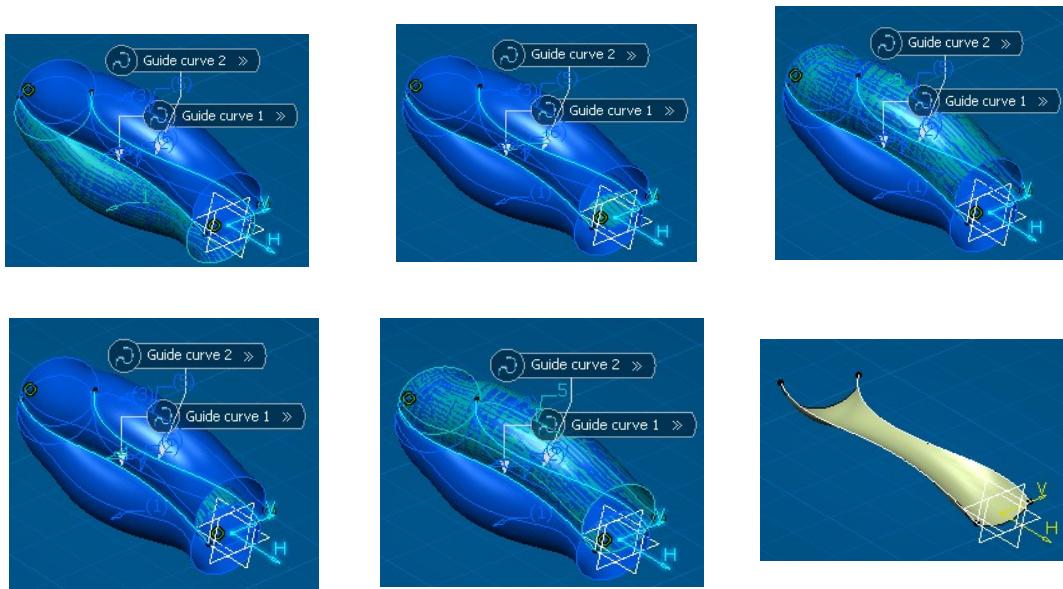


Ilustración 414: Distintas soluciones. La solución final es la segunda solución de esta Ilustración.

3.- *Center and two angles*: el barrido se genera seleccionando una curva como centro y una curva como referencia para los ángulos iniciales y finales, que definirán los radios.

En la Ilustración 415 se comprueba como es la ventana de definición, y cómo realizar un barrido de este subtipo.

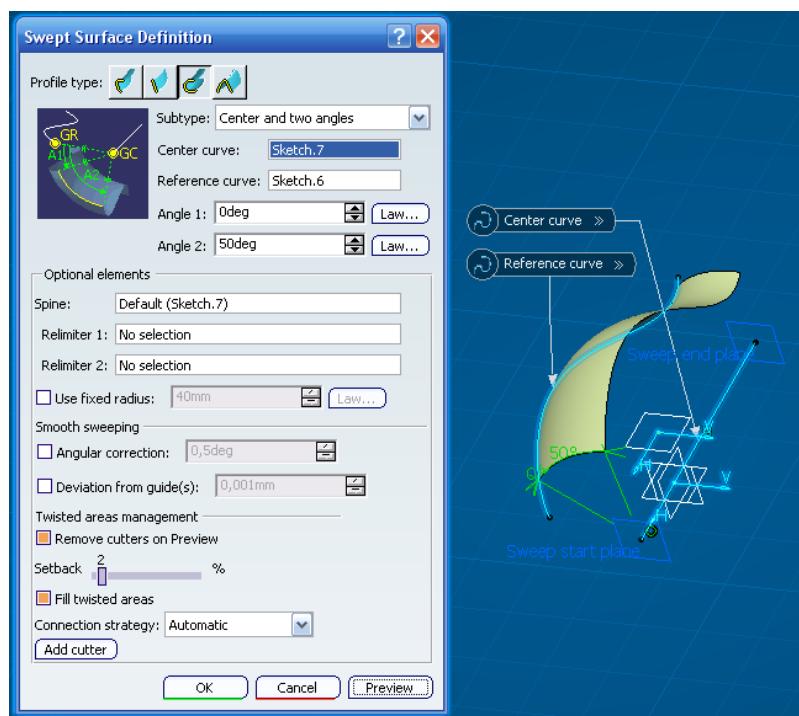


Ilustración 415: Ejemplo de subtipo Center and two angles.

En este caso si no se selecciona la curva espina, ésta será por defecto la curva centro.

4.- *Center and radius*: en este caso tan sencillo, sólo habrá que seleccionar una curva centro e introducir el valor del radio. En el ejemplo de la Ilustración 416 se ve la generación de la superficie aplicando una ley lineal al valor del radio. Para ello se pican en el botón *Law* y aparece la pantalla de definición de la ley.

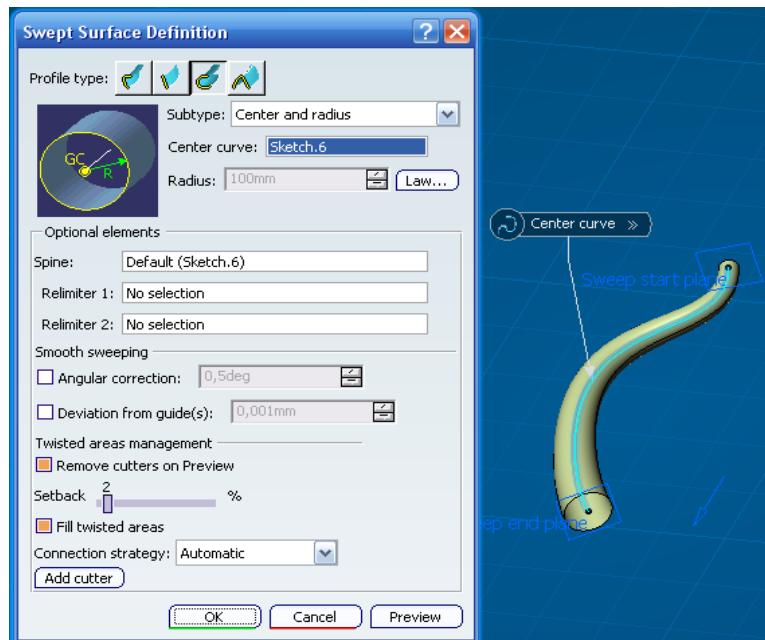


Ilustración 416: Ejemplo de subtipo *Center an radius*.

La curva espina por defecto será la curva centro, como ocurría en el caso anterior.

5.- *Two guides and tangency surface*: en este caso la generación del barrido se llevará a cabo por dos curvas guías y una superficie de referencia a la que va a ser tangente. Este subtipo recuerda al *With tangency surface* de barrido a partir de perfil recto, pero con dos curvas guía. Su ventana de definición se muestra en la Ilustración 417.

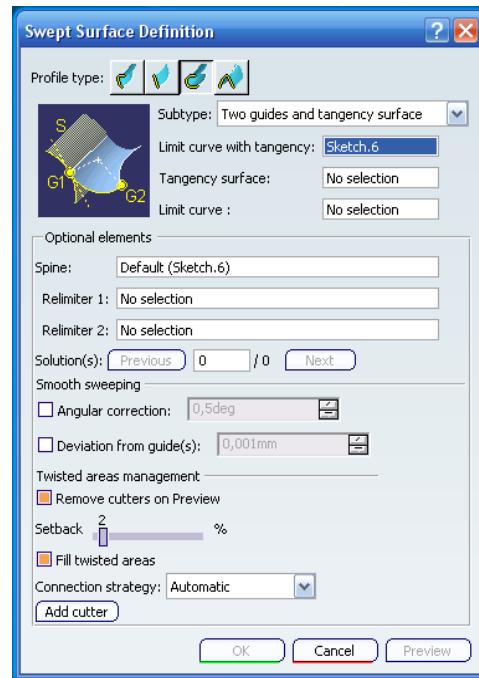


Ilustración 417: Definición del subtipo *Two guides and tangency surface*.

En este caso, la curva guía por defecto será la curva *Limit curve with tangency*.

Se pueden dar distintas soluciones, como en el caso del ejemplo de la Ilustración 418. En esta ilustración, la superficie solución es la de color naranja.

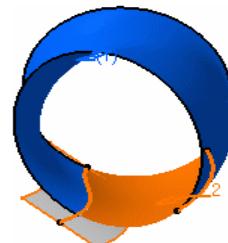


Ilustración 418: Ejemplo del subtipo Two guides and tangency surface.

6.- *One guide and tangency surface*: el barrido se crea a partir de una curva guía, una superficie de referencia a la que va a ser tangente y un radio. En la Ilustración 419 se muestra un ejemplo de este subtipo y su ventana de definición.

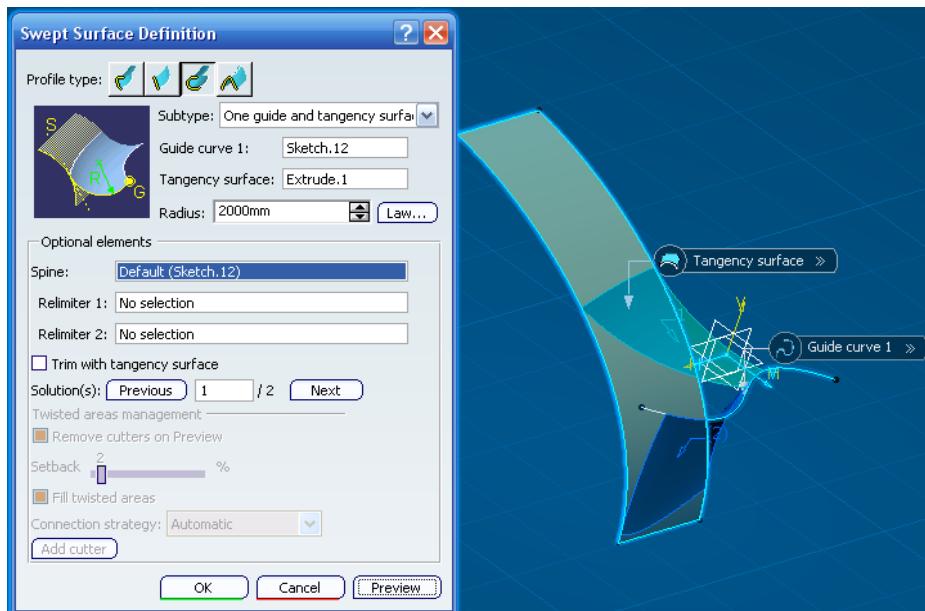


Ilustración 419: Definición y ejemplo de subtipo One guide and tangency surface.

Este caso puede recordar más que el anterior al subtipo recuerda al *With tangency surface* de barrido a partir de perfil recto, ya que sólo se necesita una curva guía.

7.- *Limit curve and tangency surface*: se genera el barrido por una curva límite, una superficie de tangencia, un radio y unos ángulos que actúan como límite de la superficie. Es parecido al anterior pero permite limitar la superficie por los

ángulos. En la Ilustración 420 se muestra la ventana de definición de este subtipo. Aquí también se pueden dar varias soluciones posibles.

Este subtipo del barrido a partir de perfiles circulares, aunque ya se encontraba en CATIA v5r19, se considera una novedad de CATIA v6 si se compara con la versión 5 explicada en el manual anterior.



Ilustración 420: Definición de subtipo Limit curve and tangency surface.

En los tres últimos subtipos puede haber varias soluciones posibles, habría que elegir entre la deseada. En todos los casos anteriores, se tiene la posibilidad de seleccionar también una curva espina y sino, ésta coincidirá con la primera curva guía, con la curva centro o con la curva límite. La curva espina será en todo momento perpendicular a los planos donde se crean los círculos o arcos que generarán la superficie.



Superficies de barrido a partir de perfiles cónicos: en este caso los perfiles de definición de las superficies serán curvas cónicas.

Se tienen distintas posibilidades (subtipos) de definir la superficie, a partir de dos, tres cuatro o cinco curvas guía. Para definir una curva cónica se necesitan cinco parámetros, por lo tanto en los casos de dos, tres y cuatro puntos, será necesario introducir para definir la cónica deseada, parámetros como direcciones de tangencia y excentricidad de la curva. En la Ilustración 421 se muestra la ventana de definición de este tipo de barrido, con el menú desplegable que indica los subtipos.

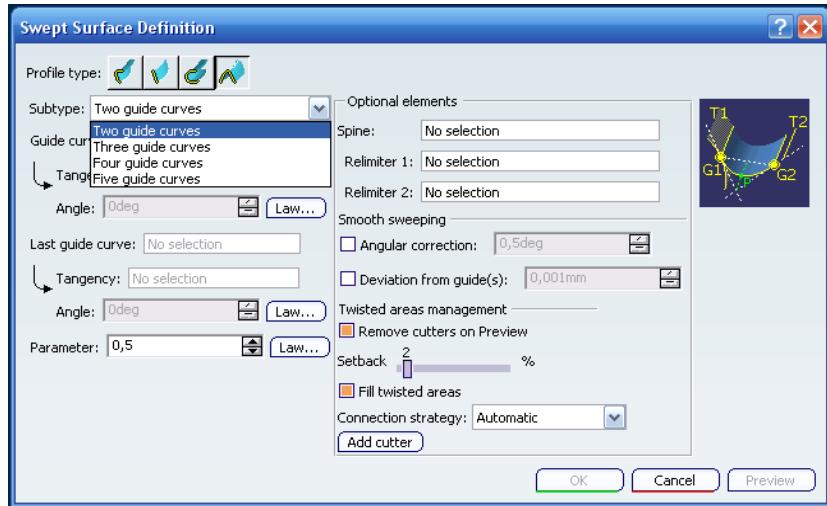


Ilustración 421: Ventana de definición de barrido por perfiles cónicos. Subtipos.

Como ha ocurrido en la mayoría de los casos anteriores, si no se selecciona una curva espina, ésta será por defecto la primera curva guía. Esto es aplicable a todos los subtipos del barrido a partir de perfiles cónicos.

A continuación, en la Ilustración 422, se puede ver un ejemplo de una superficie a partir de un perfil cónico definido por cinco curvas guías:

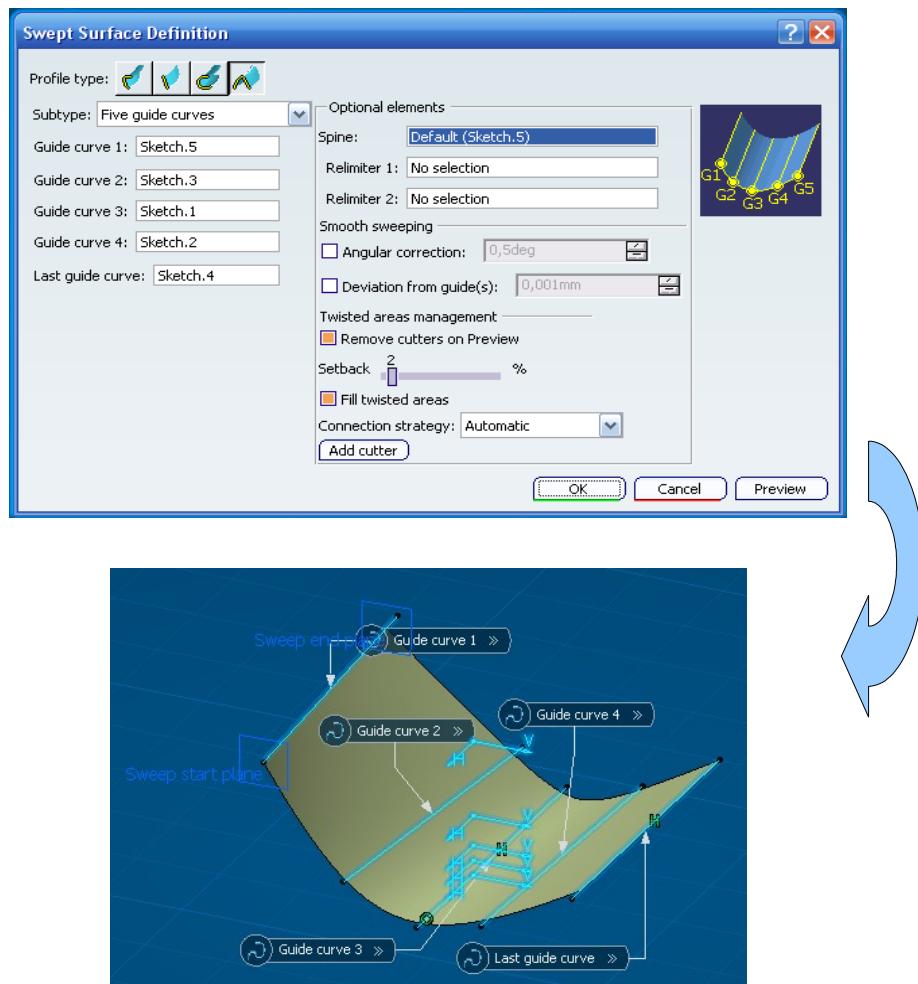


Ilustración 422: Ejemplo de barrido cónico con cinco curvas guía.

 **Fill (Relleno).** Con esta operación se pueden generar superficies de relleno a partir de contornos cerrados o bien una serie de curvas o bordes de superficies que formen un contorno cerrado.

Por otra parte, si se selecciona un borde de una superficie como contorno, se permite también que esa superficie actúe como soporte de la curva, de esta forma se asegura la continuidad entre ambas superficies, la existente y la de relleno. Cuando se eligen superficies de soporte, se debe señalar también el tipo de continuidad entre ambas superficies, en punto o en tangencia. La superficie soporte se debe señalar justo después de la curva de la que es soporte.

También se permite seleccionar un punto por el que se quiere que pase la superficie de relleno (*Passing point*).

En el ejemplo de la Ilustración 423, se genera una superficie de relleno, sin continuidad con las ya existentes, y se hace que pase por un punto seleccionado. Se muestra el punto de partida y la superficie final.

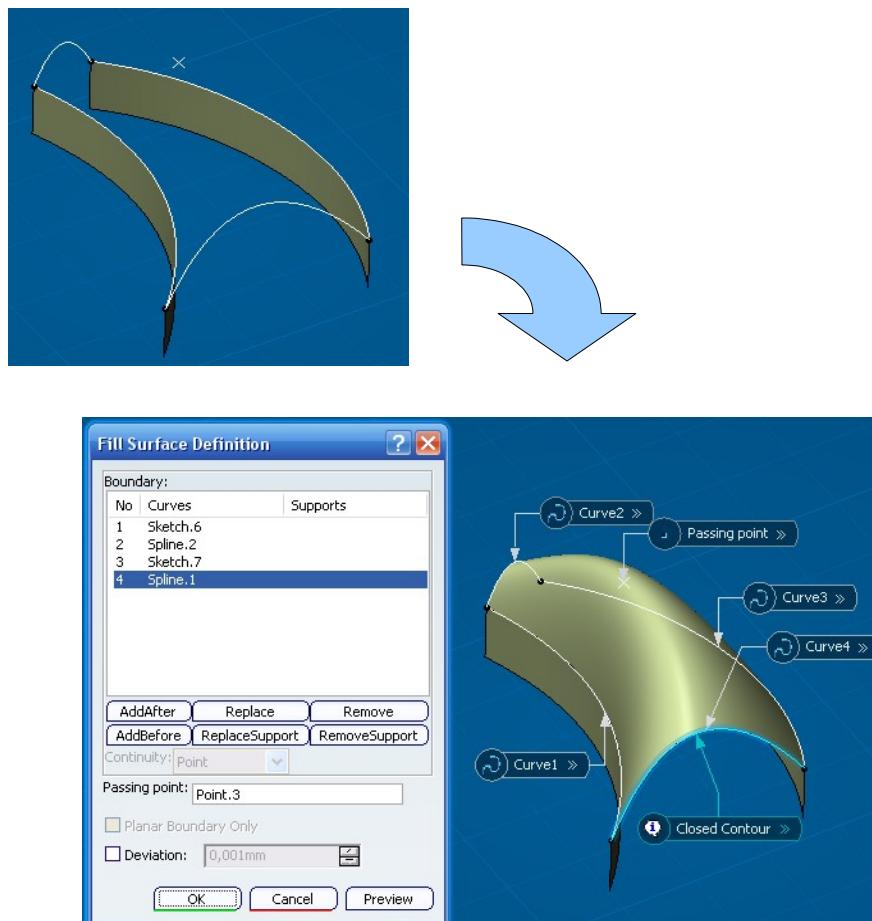


Ilustración 423: Ejemplo de superficie de relleno que pasa por un punto dado.

 **Multi-sections Surface (Superficie multi-sección).** Con esta operación se elaboran superficies a partir de dos o más perfiles planos que recorren una curva espina en planos perpendiculares a la misma. Es como un barrido en el que se especifican los perfiles por los que tiene que pasar. En esta opción, aparecerá una ventana como la de la Ilustración 424:

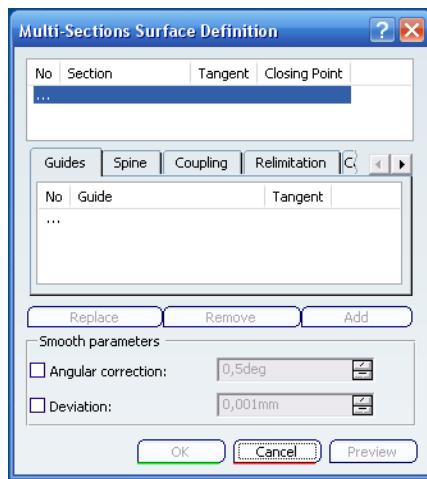


Ilustración 424: Definición de tolva.

Escogidos los perfiles que se van a desplazar a lo largo de la espina. Después, se activa la pestaña *Spine* y se fija la curva espina, normal a los planos de los perfiles planos anteriores. En esta operación, si no se elige la curva espina, ésta se crea automáticamente. También se pueden escoger curvas guía, si se necesita darle una forma determinada a la superficie.

Estas curvas deberán tener una intersección con los perfiles planos y no ser discontinuas. En la ventana de definición, se le pueden añadir condiciones de tangencia tanto a las curvas perfil como a las curvas guía.

Como ocurría en el barrido, también se tiene la posibilidad de suavizar la curva con las opciones de *Smooth parameters*.

Se muestra, en la Ilustración 425, un ejemplo de esta herramienta con la curva espina generada automáticamente y perfiles abiertos.

Si se crean superficies multi-sección con perfiles cerrados, aparecen unos puntos de cierre automáticamente, estos pueden influir mucho dependiendo de la superficie, es necesario que estén orientados todos en la misma dirección. Para conseguir

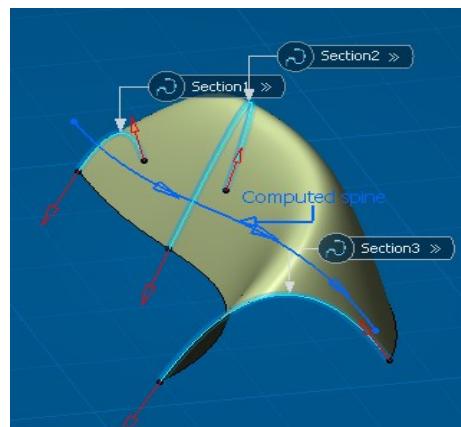
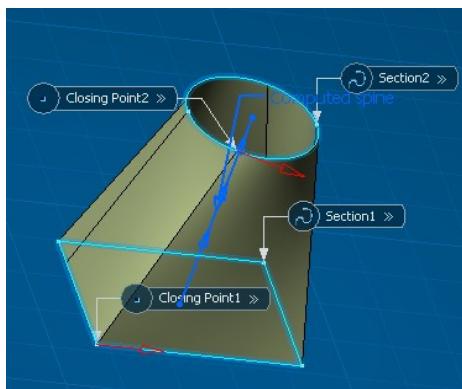
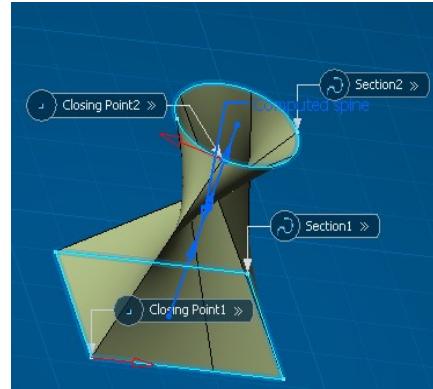


Ilustración 425: Ejemplo de tolva con perfiles abiertos.

esto se pueden editar picando sobre la flecha roja y así variar su dirección (Ilustración 426).



Puntos de cierre orientados en la misma dirección.



Puntos de cierre orientados en direcciones opuestas.

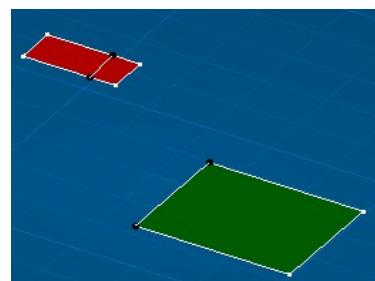
*Ilustración 426: Perfiles cerrados con puntos de cierre en distintas posiciones.*



**Blend (Superficie de transición).** Esta operación permite crear una superficie de conexión o transición entre dos elementos alámbicos. Se podrán generar estas superficies entre dos curvas abiertas (de esta forma también unir superficies), o entre dos perfiles cerrados.

La diferencia entre la operación anterior y ésta, a la hora de unir dos perfiles cerrados, es la forma de generar la superficie; y dará resultados diferentes, ya que en el caso anterior la superficie se va generando en planos perpendiculares a la curva espina y la sección va evolucionando de un perfil a otro. En este caso se genera a partir de rectas entre ambos perfiles, tras haber seleccionado correctamente los puntos de cierre. Se verá con un ejemplo.

Se va a generar la superficie de transición que une las dos curvas de la Ilustración 427. Como estas curvas pertenecen a dos superficies, al final el objetivo es crear una superficie de transición entre las dos.



*Ilustración 427: Superficies de partida.*

Se pulsa el icono *Blend* y se seleccionan ambas superficies como soporte de las curvas, estos va a permitir definir un tipo de continuidad entre la superficie a generar y las dos existentes (Ilustración 428).

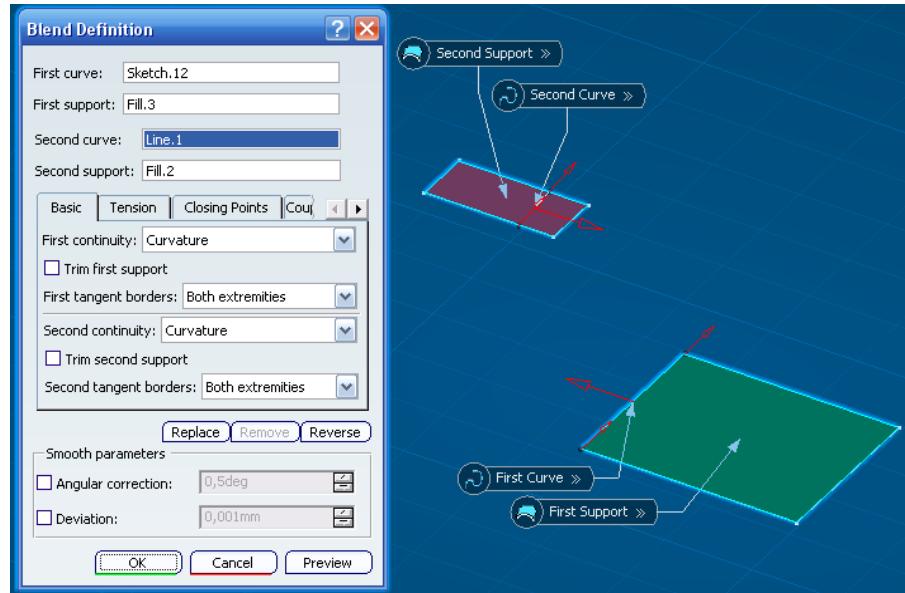


Ilustración 428: Selección de curvas y superficies.

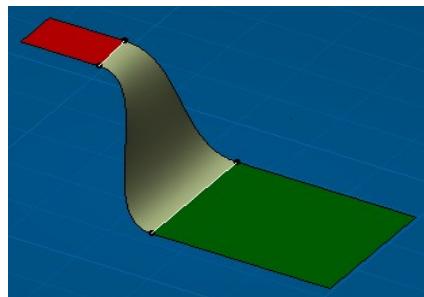
Se puede elegir entre tres tipos de continuidad en la pestaña *Basic*, tanto para la primera, como para la segunda curva. Las continuidades son: en tangencia, en el punto y en curvatura. La superficie con cada tipo de continuidad se puede observar en la Ilustración 429.



Ilustración 429: Tipos de continuidades en superficie de transición.

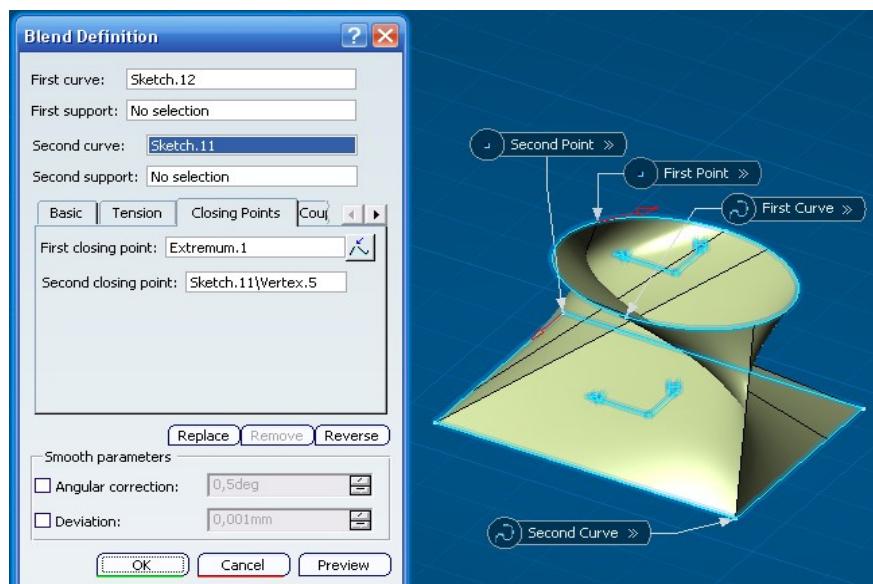
Se pueden recortar las superficies soporte el la ventana de definición pulsando en la opción *Trim firts Support* y/o *Trim second Support*, en función de la curva que se quiera cortar. Si se pulsa esta opción para la segunda superficie soporte

y se elige continuidad en tangencia en ambas superficies, queda la superficie final que se muestra en la Ilustración 430:



*Ilustración 430: Superficie final de transición.*

Se pasa a comprobar como sería una superficie de transición entre dos contornos cerrados y la importancia de los puntos de cierre. En principio, como se observa en la Ilustración 431, si se seleccionan las curvas y se dejan los puntos de cierre que aparecen por defecto, se creará la superficie incorrectamente.



*Ilustración 431: Superficie de transición con puntos por defectos.*

Se puede cambiar la dirección de uno de los puntos de cierre como en el caso anterior, pulsando sobre la flecha roja que indica la dirección. También se puede cambiar el punto editandolo en la pestaña *Closing Point* de la ventana de definición de la superficie de transición. Se puede hacer usando el menú

contextual para proyectar el punto de cierre de la segunda curva sobre la primera, y se elige ese como punto de cierre de la primera curva, y así se obtiene la superficie deseada, como se muestra en la Ilustración 432.

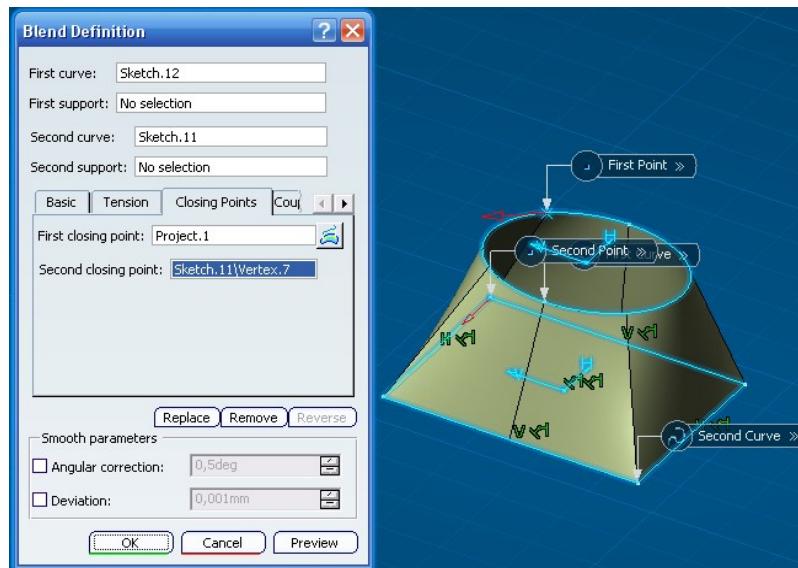
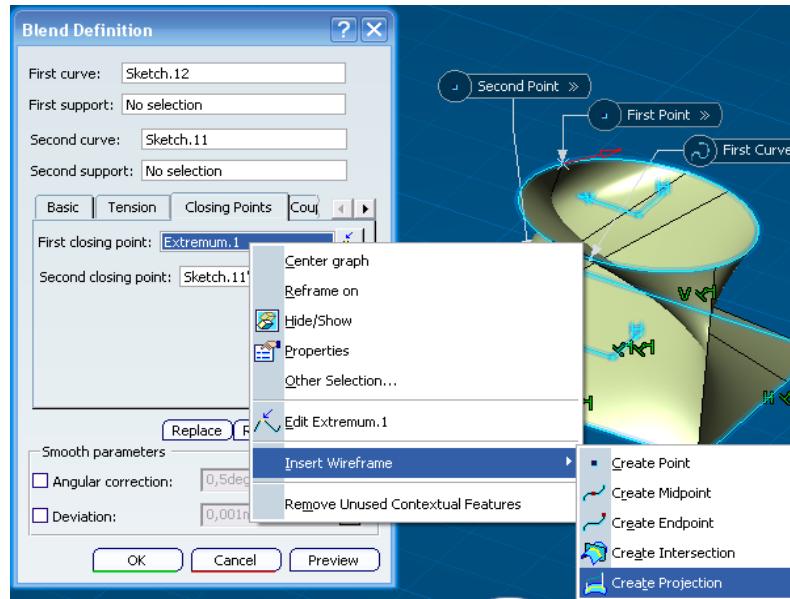


Ilustración 432: Cambio de punto de cierre por proyección.

### 7.2.3 Geometría alámbrica a partir de otras superficies

En este apartado se verán las operaciones de la paleta *Wireframe* que no se vieron anteriormente, ya que dependen de otras superficies, y todavía se había explicado cómo elaborarlas.



Con respecto a esta paleta en CATIA v5 aparece un menú desplegable para la primera opción, que en la versión 6 no se encuentra. Aún así se explicarán las operaciones que se encuentran en la paleta del v5, que el CATIA v6 se tienen en esa misma paleta pero en el módulo *Generative Shape Design*.



**Projection (Curva proyección).** Esta operación permite proyectar un elemento sobre otro elemento soporte. Se podrán proyectar puntos sobre curvas o curvas sobre superficies. Es una operación muy sencilla en la que sólo habrá que seleccionar el elemento a proyectar, el elemento soporte y la dirección de la proyección, que puede ser normal o según una dirección a especificar por una línea, esto se elige en el campo *Projection type*. En el siguiente ejemplo (Ilustración 433), se proyectará una curva sobre una superficie, se ha dibujado previamente una superficie, una curva y una línea para definir una posible dirección de proyección.

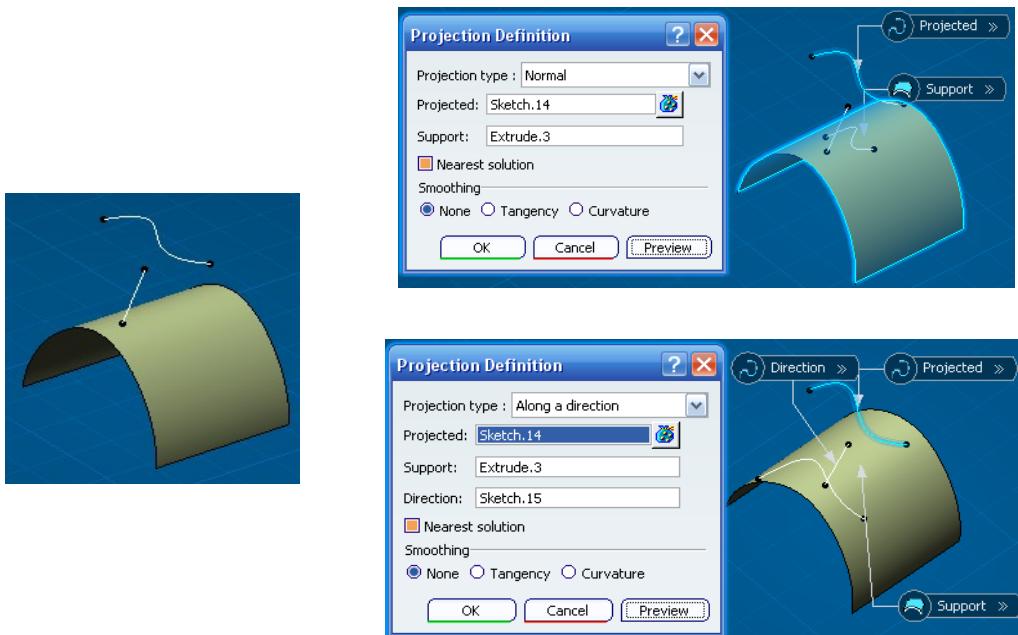


Ilustración 433: Ejemplo de proyección normal y según una dirección.

En esta herramienta se tiene la opción *Nearest solution*. Al realizar una proyección se pueden dar varias soluciones, si se tiene picada esta opción, la solución seleccionada es la más cercana a la curva proyectada. Sino, se dará la opción de poder elegir las diferentes soluciones posibles.

Una novedad de CATIA v6 en esta operación es el campo *Smoothing*, que aunque se encontraba en CATIA v5r19, se considera nuevo si se compara con el CATIA v5 del manual anterior. Se dan tres opciones:

- *None*: no se aplica la operación de suavizado. El suavizado se realiza según la superficie soporte. Por consiguiente, la curva suavizada resultante hereda las discontinuidades ésta.
- *Tangency*: prioriza la continuidad en tangencia.
- *Curvature*: prioriza la continuidad en curvatura.

Para definir el alisado se puede especificar la desviación máxima (*Deviation*). También se tiene la opción de *3D Smoothing*, en la que el alisado se realiza sin especificar ninguna superficie soporte. Por lo tanto, la curva alisada resultante tiene una mejor calidad en cuanto a continuidad.



### Combine (Curva combinada).

**Nota:** esta operación en CATIA v6 pertenece al módulo *Generative Shape Design*. Por eso no aparece en el submenú *Project-Combine*. Aún así se comentará.

Con esta herramienta se van a obtener curvas que serán el resultado de la intersección entre las superficies extrusionadas a partir de dos curvas. Se podrán elegir las direcciones de las extrusiones, o normales a las curvas (que deben ser planas), o siguiendo dos direcciones.

Se verán dos ejemplos, uno con dirección normal y otro con dirección dada, con las curvas de la Ilustración 434.

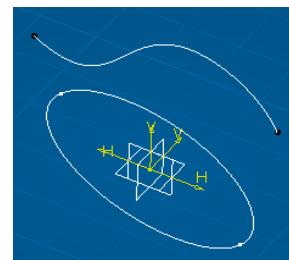


Ilustración 434: Curvas ejemplo de *Combine*.

Se seleccionan las curvas en la ventana de definición que aparece para la operación *Combine*, y se elige la dirección normal para la imagen de arriba de

la Ilustración 435, y en la imagen de abajo se selecciona como dirección 1 el vector [1,1,1], y como dirección 2 el eje Z. Se obtendrán los resultados de la Ilustración 435.

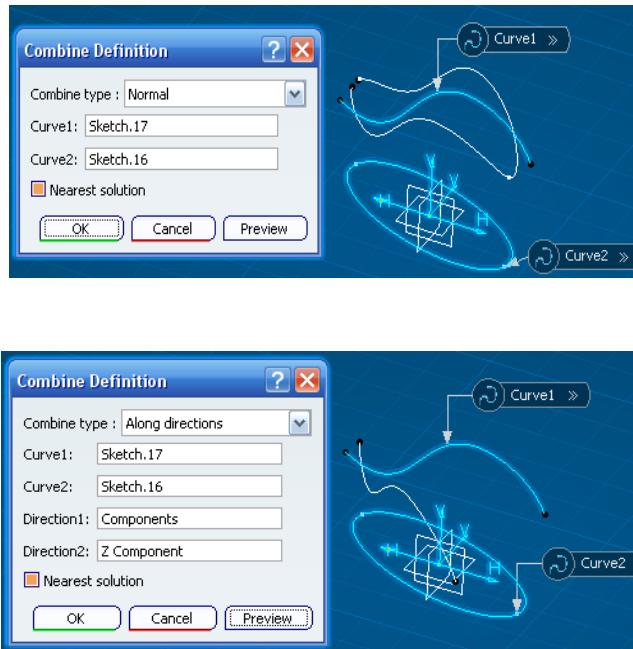


Ilustración 435: Curva combinada con dirección normal y con dirección dada.

### **ReflectLine (Curva Reflejo).**

**Nota:** esta operación en CATIA v6 pertenece al módulo *Generative Shape Design*. Por eso no aparece en el submenú *Project-Combine*. Aún así se comentará.

Dada una superficie, que será el soporte para la curva, una dirección determinada y un ángulo, la curva reflejo será tal que en cada punto de ella, la normal a la superficie formará el ángulo especificado con la dirección dada.

Si se observa la ventana de definición (Ilustración 436), se puede elegir entre que la curva resultante sea cilíndrica o cónica. Esta elección es una novedad de

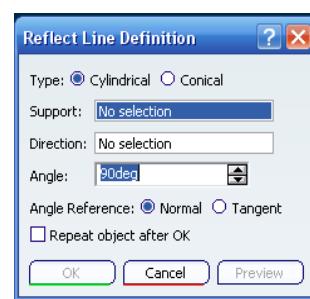


Ilustración 436: Definición de curva reflejo.

CATIA v6 si se compara con el manual anterior de CATIA, ya que aparecía en CATIA v5r19, pero al igual que en CATIA v6, se encontraba en el módulo *Generative Shape Design*. También se puede seleccionar si el ángulo de referencia es normal o tangente. Por defecto será normal, que indica que el vector normal de la superficie y la dirección dada formarán un ángulo de 90°, por defecto. En caso de seleccionar que sean tangentes, ese ángulo será de 0°, por defecto. Esta segunda elección era diferente en CATIA v5, ya que sólo se daba la opción *Normal*, pero si no se activaba ese campo, se tomaba en ángulo del caso tangente.

Dada la superficie de la Ilustración 437, tomando el eje de coordenadas Z como dirección, y especificando 90°, manteniendo activa la opción *Normal*, se obtiene la curva reflejo que aparece en blanco en la figura. En cada punto de esta curva, la normal a la superficie forma 90° grados con el eje Z.

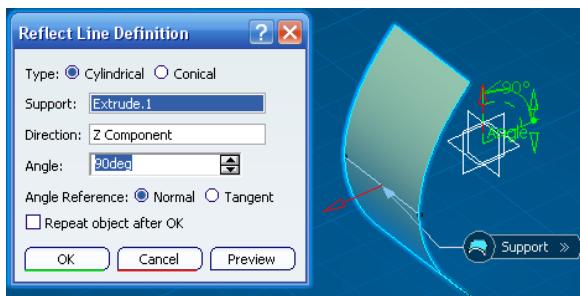


Ilustración 437: Ejemplo de curva espejo.



### Intersection (Curva Intersección).

**Nota:** esta operación ya se utilizó en el primer ejercicio de la Capítulo 6. ahora se pasará a explicar con más detalle.

Con esta operación se van a obtener las intersecciones de dos elementos de nuestra geometría. Se podrá realizar la intersección de dos curvas, de curvas con superficies, de dos superficies, de superficies y sólidos, etc.

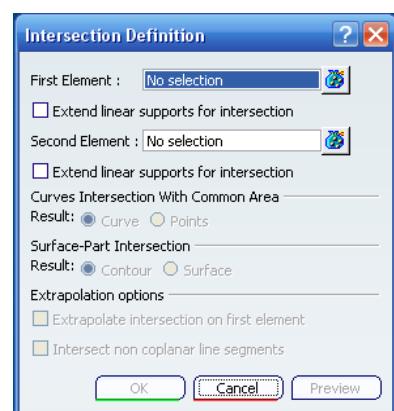


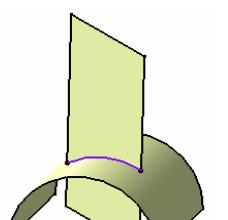
Ilustración 438: Definición de Intersection.

La ventana de definición de esta operación tiene la apariencia de la Ilustración 438.

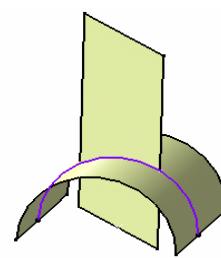
Se seleccionan dos elementos para poder obtener su intersección. Si se hace con dos curvas que tengan un tramo en común, se podrá elegir si se quiere como resultado de la intersección puntos (*Points*) o una curva (*Curve*). Si se trata de un sólido y una superficie, se podrá escoger como resultado la superficie resultante de la intersección (*Surface*) o el contorno de la misma (*Contour*). Por otro lado, si la intersección se realiza entre dos superficies, la resultante será siempre una curva.

En CATIA v6 se han añadido nuevas opciones para esta herramienta, que ya existían en el release 19 de la versión 5, pero se considera novedad si se compara con la versión 5 explicada en el manual anterior. Estas opciones son:

- *Extend linear supports for intersection*: se utiliza para alargar el primer elemento, el segundo o ambos, cuando los dos elementos no interseccionan, siempre y cuando éste sea una línea.
- *Extrapolate intersection on first element*: permite realizar una extrapolación de la intersección en el primer elemento, en el caso de una intersección superficie-superficie (ver Ilustración 439).



Sin extrapolación.



Con extrapolación.

Ilustración 439: Ejemplo de intersección superficie-superficie sin y con extrapolación.

- *Intersect non coplanar line segment*: permite la intersección de dos líneas no coplanares que no se intersectan. Cuando se seleccionan esta opción, automáticamente se marcan *Extend linear supports for intersection* en las dos líneas. Esto genera una línea auxiliar en el cruce

de las dos rectas y toma el punto medio como intersección, como se muestra en la Ilustración 440.

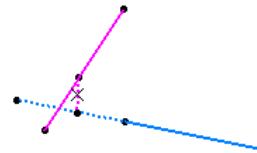


Ilustración 440: Ejemplo de .Intersect non coplanar line segment.



### Parallel Curve (Curvas Paralelas).

**Nota:** esta operación en CATIA v6 pertenece al módulo *Generative Shape Design*. Por eso no aparece en el la paleta Wireframe. Aún así se comentará.

Consiste en conseguir una curva paralela a otra (*Curve*), apoyadas en una superficie (*Support*), a una distancia determinada (*Offset*).

Se presenta en la Ilustración 441 la ventana de definición:

Además de los elementos y parámetros estrictamente necesarios para la definición de la curva paralela, se ofrece una serie de opciones como definir la distancia entre ambas por una ley.

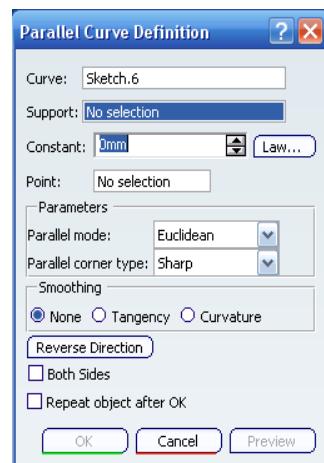


Ilustración 441: Definición de curva paralela.

Las novedades que ofrece CATIA v6 en esta operación se reduce a la posibilidad de realizar un suavizado en tangencia o en curvatura, si se compara con la versión 5 del manual anterior. Aunque ya se encontraban en CATIA v5r19.

### **7.2.4 Manipulación y transformación de superficies**

En esta sección, se va a estudiar y analizar la paleta “*Operations*”. Esta paleta contiene una serie de operaciones que permitirán modificar nuestro dibujo adaptándolo a la forma deseada, se podrá cortar, unir, extraer perfiles, así

como generar simetrías, mover o escalar. En la Ilustración 442 se pueden ver las paletas para CATIA v5 y CATIA v6.



Paleta CATIA v5.



Paleta CATIA v6.

Ilustración 442: Paletas Operations de CATIA v5 y v6.

Se puede comprobar que la última herramienta en CATIA v6 tiene un menú desplegable, cosa que no ocurre en CATIA v5.

Algunas de estas operaciones ya se han visto con anterioridad en el módulo *Sketcher* (Capítulo 4), aplicadas a geometrías planas, y en la segunda parte del módulo *Part Design* (Capítulo 6) para la modificación y transformación de sólidos. A continuación se examinarán una a una las operaciones contenidas en los distintos submenús:



Submenú Join-Healing

**Join (Unión).** Con esta operación se van a poder unir al menos dos superficies o dos curvas que deben ser adyacentes. Se selecciona el comando *Join* y las superficies que se quieren unir, en este caso las dos extrusiones. En la Ilustración 443 se muestra la ventana de definición de este proceso.

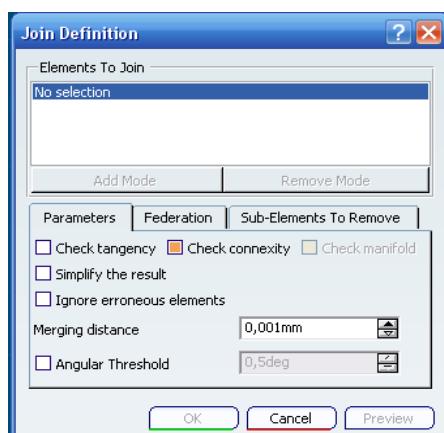


Ilustración 443: Definición de Join.

Se permite chequear si habrá problemas, analizando si existen o no intersecciones entre los elementos a unir, basta con visualizar el menú contextual y seleccionar la opción *Check Selection*. También se permite chequear la conectividad (*Check connexity*) entre los elementos a unir, y como novedad del chequeo, en CATIA v6 se permite chequear la tangencia (*Check tangency*) y si va a ser posible llevar a cabo la unión múltiple (*Check manifold*). Estas opciones ya se podían usar en CATIA v5r19, pero se consideran nuevas comparándolas con la versión 5 del manual anterior.

Se puede elegir simplificar el resultado de manera que el sistema reduzca automáticamente el número de elementos (caras o bordes) en el ensamblaje fina, siempre que sea posible. Para ello habrá que seleccionar *Simplify the result*. Por otro lado se permite ignorar los resultados de error que muestra el programa y seguir con la unión de elementos, activando la opción *Ignore erroneous elements*.

También se puede definir un valor correspondiente a la distancia mínima de separación (*Merging distance*) entre las superficies o las curvas, para que se cree la superficie Unión. Así como el ángulo máximo (*Angle tolerance*) entre ambas superficies para que la unión se lleve a cabo. Los valores por defecto de estos dos parámetros son los que aparecen en la ventana de definición (Ilustración 444).

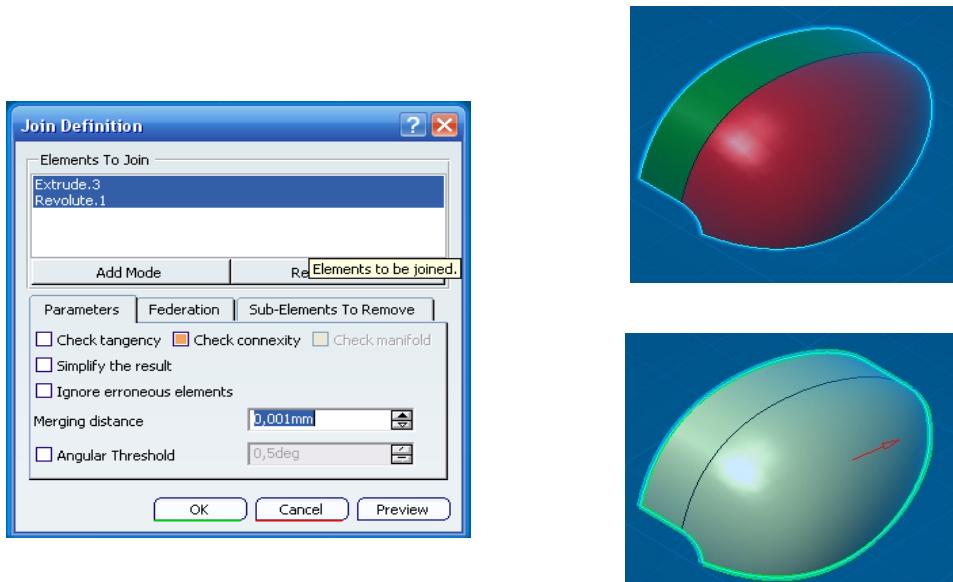
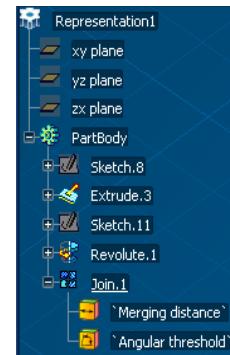
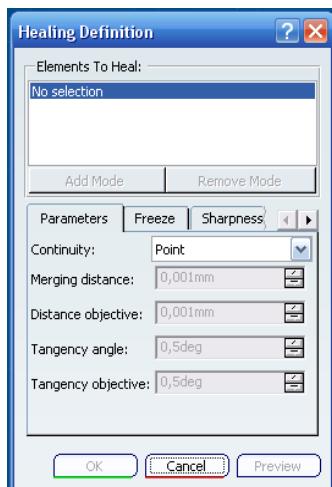


Ilustración 444: Ejemplo de una unión de superficies.

Una vez realizada la operación se pasa a comprobar el árbol de especificaciones para observar como una vez aceptado el proceso, en él aparecen los datos introducidos en *Merging distance* y en *Angle tolerance* (ver Ilustración 445).

**Healing (Cierre).** Esta operación se usa para solucionar pequeñas discontinuidades, es decir cierra pequeños huecos entre superficies. Por un lado hace la operación del *Join* y además cierra los huecos. En la Ilustración 446 se enseña la ventana de definición.

Ilustración 445:  
Árbol con unión.

Aquí es necesario introducir un valor de *Merging distance*, es decir la mínima distancia para que cree la superficie de relleno que cierra los huecos. También se podrán seleccionar superficies dentro de una superficie unión, por ejemplo a las que no se quiere aplicar esta operación. Se puede fijar el agujero máximo permitido entre dos elementos (*Distance objective*).

Ilustración 446: Definición de cierre.

Se puede elegir entre continuidad en el punto o en tangencia en el campo *Continuity*. Si se selecciona en tangencia, se activan dos campos que con continuidad en el punto están desactivados. *Tangency angle* permite definir el ángulo según el cual se corregirá la desviación en tangencia. *Tangency objective* es parecido a la opción *Distance objective*, pero éste marca la desviación tangencial máxima permitida entre elementos.

En resumen, es una operación de análisis y corrección.



**Untrim, Surface or curve (Invierte la operación Recorta).** Se selecciona una superficie que anteriormente haya sido recortada, y de la que se quiere recuperar su forma original. Se activa la operación *Untrim*, aparece una ventana como la de la Ilustración 447, que indicará los elementos que han sido seleccionados y el número de elementos que serán recuperados.

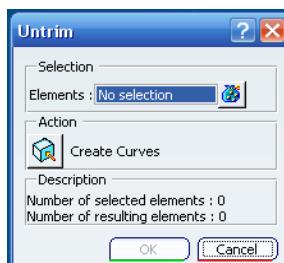


Ilustración 447: Definición de Utrim.



**Disassemble (Invierte la operación Unión).** Se ha visto anteriormente cómo puede generarse una curva o la unión de distintos elementos como la polilíneas, los perfiles, etc. Se puede conseguir una superficie como unión de varias mediante la operación *Join*. Esta operación permitirá separar los elementos que constituyen una curva o una superficie. Se tienen dos opciones de separación:

- *All Cells*: descompone el elemento en cada parte que lo forma.
- *Domains Only*: si las partes están conectadas entre sí, las toma como un solo elemento, un menor grado de descomposición.

Las ventanas de estos dos modos de separación se muestran en la Ilustración 448.



Ilustración 448: Definición de separación.



### Submenú Trim-Split

Estas dos operaciones son muy parecidas, pero dan lugar a resultados diferentes. Se verán ambas operaciones basadas en el mismo ejemplo, el que se muestra en la Ilustración 449.

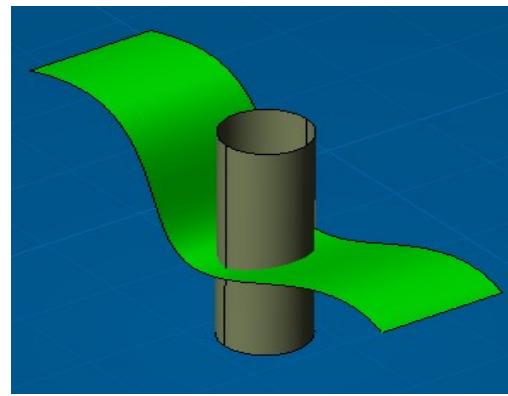


Ilustración 449: Ejemplo para Split y Trim.



**Split (Cortar).** Con esta operación se va a cortar una superficie o una curva mediante un elemento que se llamará elemento de corte. Se puede cortar una curva mediante un punto, otra curva o una superficie; y una superficie mediante una curva u otra superficie.

La ventana de definición de esta operación pide un elemento a cortar y un elemento de corte. Si se rellena como elemento a cortar el cilindro y el elemento de corte la superficie, eligiendo cuál de las dos partes del corte se quiere dejar, finalmente se acepta con OK. En la Ilustración 450 se muestra la ventana de definición y la solución de esta operación en el caso del ejemplo anteriormente comentado.

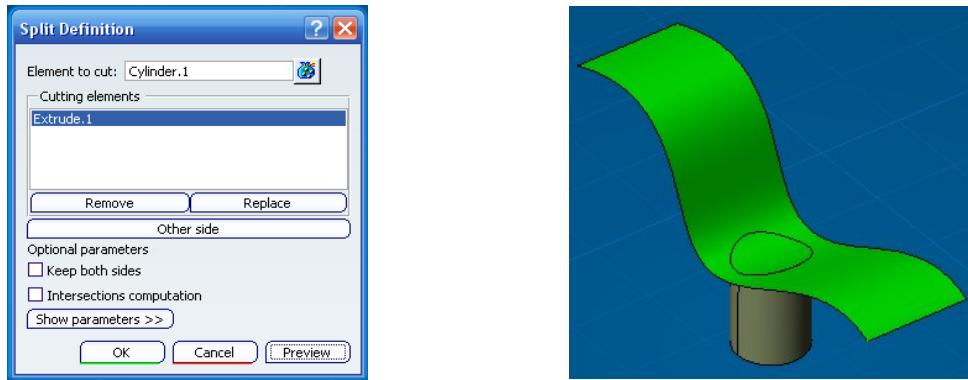


Ilustración 450: Ejemplo de corte.

En *Show parameters* (novedad de CATIA v6) se permite señalar los elementos que se quieren eliminar y/o conservar después de la operación. También si se quiere que se haga una extrapolación automática y si se desea que el resultado sea una superficie o un volumen. La opción *Ignore no intersecting elements* se utiliza para realizar el corte a algunos elementos, cuando el elemento de corte no intersecta a todos. Por último, el campo *Keep elements in half space* sirve para mantener todos los elementos que están en un lado del plano infinito del corte. El elemento del corte define este medio espacio. Todo esto ya se podía ver en CATIA v5r19, pero se considera novedad de la versión 6 si se compara con la 5 explicada en el manual anterior.



**Trim (Recortar).** Con esta operación se van a recortar dos superficies o dos curvas entre sí.

La ventana de definición pide dos elementos, en este caso se introducen el cilindro y la superficie indistintamente. Pulsando en *Other Side* para cada uno, cambia la solución final. Se elige la deseada y se pulsa OK. En la Ilustración 451 se observa la ventana de definición y el resultado del ejemplo.

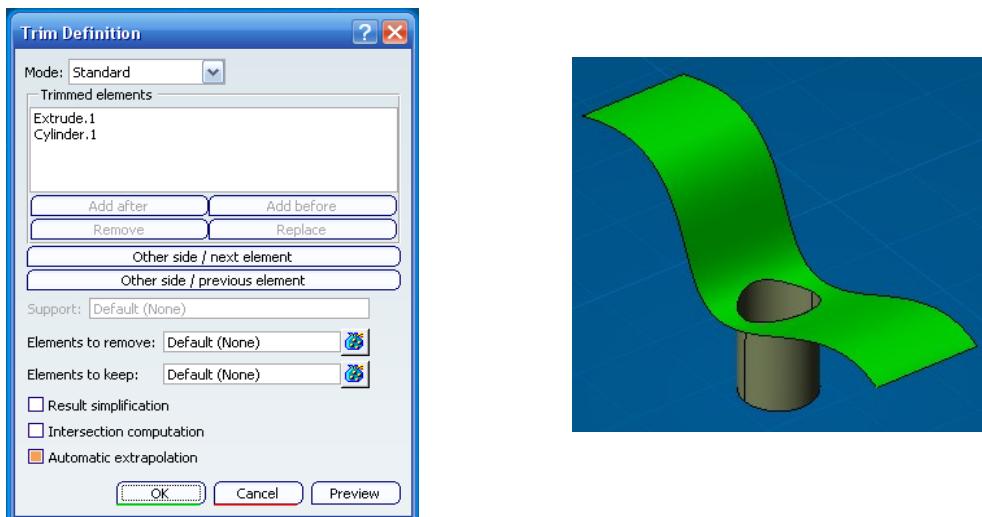


Ilustración 451: Ejemplo de recorte.

Al recortar elementos (curvas, líneas, Sketches y así sucesivamente) por otro elemento, se puede seleccionar un soporte para definir el área que se mantendrá después de recortar el elemento. Ésta se define por el producto vectorial de la normal al soporte con la tangente al elemento recortado. Se recomienda especialmente al recortar un elemento cerrado.

También se pueden seleccionar los elementos que se desean eliminar o mantener después de realizar la operación.

Por otro lado, hay tres opciones para esta herramienta:

- *Result simplification*: se utiliza para que el sistema reduzca automáticamente el número de caras en el resultado, mientras sea posible. Esto reduce el tiempo de la operación pero genera un resultado de peor calidad.
- *Intersections computation*: agrega un elemento de intersección al realizar la operación de recorte, como por ejemplo, la curva intersección al recortar dos superficies.
- *Automatic extrapolation*: si esta activada esta opción se realizará una extrapolación automática de los elementos. Pero si no está activada, se emitirá un mensaje de error cuando los elementos necesiten ser

extrapolados. Este campo es nuevo en CATIA v6 si se compara con el CATIA v5 del manual anterior, pero ya se encontraba en CATIA v5r19.

A parte existe otro modo de realizar el recorte. El método anterior es el denominado estándar. Ahora se comentará el nuevo método que introduce CATIA v6, llamado *Pieces*. Con este modo todas las curvas seleccionadas se recortan conjuntamente y se guardan todas los trozos seleccionados. Se numerará cada porción de la curva, de manera que la orientación de la curva corresponde con el orden de dichos números. La ventana de definición de este modo es la que se puede ver en la Ilustración 452.

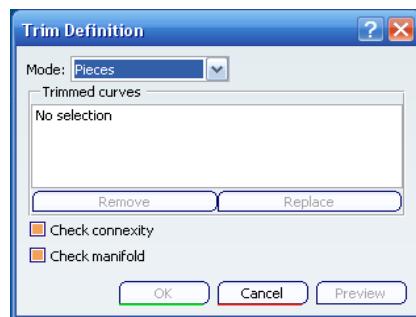


Ilustración 452: Definición de recorte por porciones.

Este método ya aparecía en CATIA v5r19, pero comparado con la versión 5 del manual anterior, es una novedad de CATIA v6.

En la Ilustración 453 se muestra un ejemplo de este tipo de recorte.

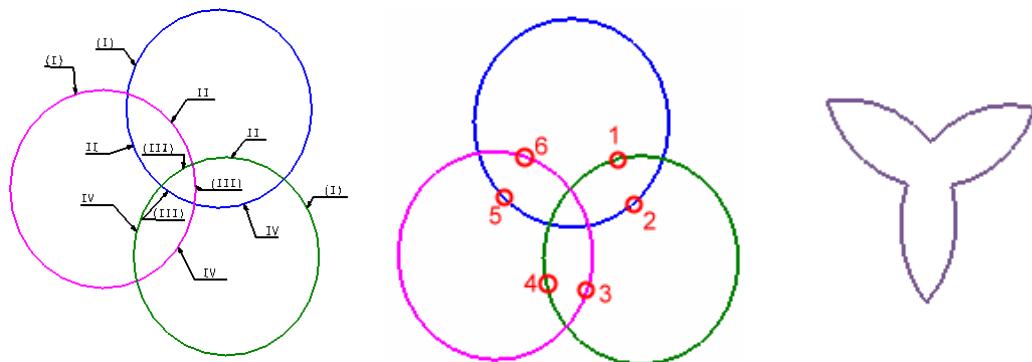


Ilustración 453: Ejemplo de recorte por porciones.



### Submenu Extracts

 **Boundary (Límite).** Con esta operación se va a poder extraer la curva límite de una superficie para posteriormente utilizarla en otra operación. La ventana de definición es la que se muestra en la Ilustración 454.

En ella se podrá elegir el tipo de propagación de la curva, la superficie y los límites de la curva. Nada más se seleccione la superficie, el campo *Propagation type* se desactivará, por lo que habrá que elegir el tipo de propagación a priori. Aunque una vez que se marque uno de los campos de límite, se podrá modificar el tipo de propagación. En el caso de que se seleccione la superficie y luego se marque la operación, el campo de tipo de propagación estará desactivado y no se podrá modificar.

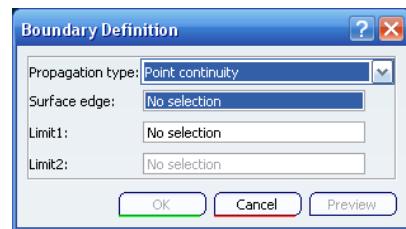


Ilustración 454: Definición de Boundary.

Se verá con un ejemplo todos los tipos de propagación. Se puede ver en la Ilustración 455.

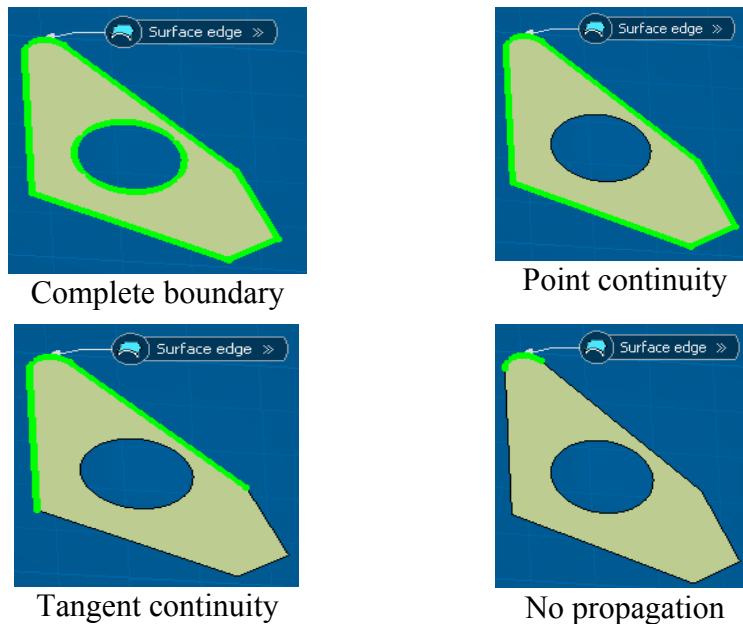


Ilustración 455: Tipos de propagación.

Si se escoge la superficie, se podrá delimitar la curva por los parámetros límite 1 y 2, que serán puntos de la curva, y se puede seleccionar la orientación por las flechas que aparecen, como se observa en la Ilustración 456.

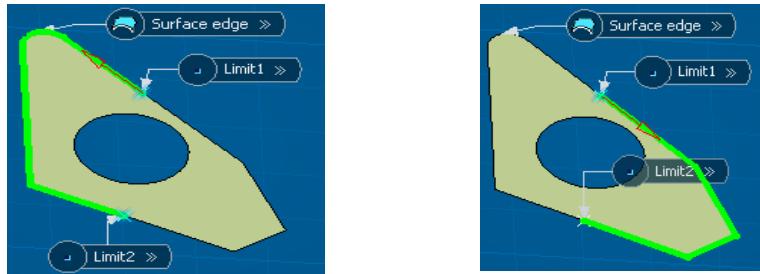


Ilustración 456: Ejemplo de límites del borde.

 **Extract (Extraer).** Esta operación va a permitir extraer un elemento de cualquier otro, por ejemplo puntos de curvas, curvas de superficies, superficies de sólidos, etc. Es para este último caso para lo que más se utilizará, ya que la superficie, una vez extraída, se podrá editar y manipular según se quiera.

La pantalla de definición de esta operación es la que aparece en la Ilustración 457. La imagen de la izquierda corresponde a la ventana inicial, la de la derecha a la ventana una vez pulsado el botón *Show parameters*. La opción de modificar estos parámetros es nueva en CATIA v6 con respecto a la versión 5 del manual anterior (ya aparecía en CATIA v5r19).

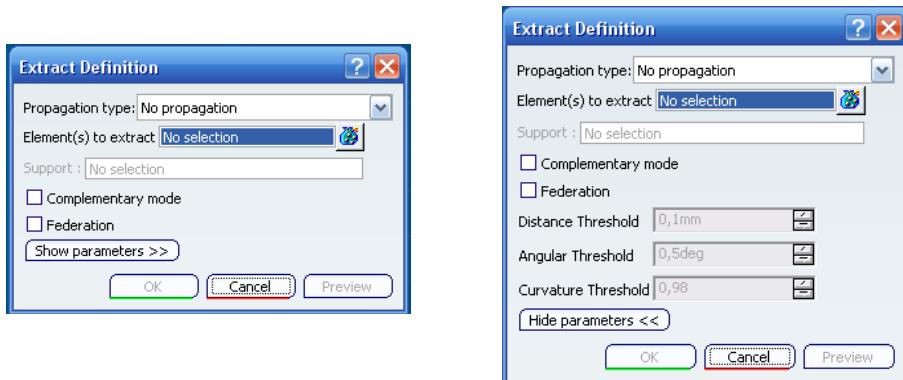


Ilustración 457: Ventanas de definición de Extract.

Se observa que se puede seleccionar el tipo de propagación, que se realizará de forma análoga a la herramienta *Boundary*, explicada anteriormente.

Otra de las novedades de CATIA v6 en esta operación es que se pueden seleccionar varios elementos para extraer. A parte también se puede elegir un elemento soporte, cuando se ha fijado un único elemento a extraer. Este soporte va a fijar la orientación del elemento resultante de la extracción, de modo que sea la misma aunque cambie la geometría del elemento en cuestión.

Las opciones que aparecen cuando se pica sobre *Show parameters* son nuevas en CATIA v6, y son las siguientes:

- *Distance Threshold*: marca la distancia umbral (entre 0,001 y 0,1mm), por debajo de la cual se deberán extraer los elementos.
- *Angular Threshold*: indica el umbral del ángulo bajo el cual se deben extraer los elementos. Este valor oscila entre 0,5° y 5°, que por defecto será de 0,5°.
- *Curvature Threshold*: especifica la curvatura umbral por debajo de la cual los elementos deberán ser extraídos. La curvatura se define por un parámetro que oscila entre 0 y 1, que es el siguiente:

$$|p_1 - p_2| / p_2 < (1 - r) / r$$

donde:

$p_1$  es el vector de curvatura en un lado de la discontinuidad,

$p_2$  es vector de curvatura en el otro lado de la discontinuidad,

$r$  es el radio especificado por el usuario.

En la Ilustración 458 se puede ver un ejemplo de esta operación, en la que se extrae una superficie de un prisma rectangular. Se ha marcado en color verde la superficie extraída.

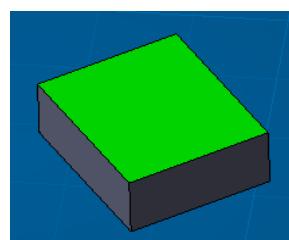


Ilustración 458: Ejemplo de extracción.

**Nota:** todas las novedades de CATIA v6 comentadas anteriormente son comparadas con la versión 5 del manual anterior, dado que en CATIA v5r19 ya aparecían.



En esta sección no se van a ver las operaciones, ya que son muy similares a las correspondientes vistas en el módulo *Part Desing* en la Capítulo 6, en el apartado de operaciones de transformación de sólidos.



Como se explicó anteriormente, este submenú no se encuentra en CATIA v5.



**Nota:** esta operación ya se utilizó en el primer ejercicio de la Capítulo 6. ahora se pasará a explicar con más detalle.

Esta operación alarga una superficie o curva por uno de sus bordes o extremidades. Habrá que seleccionar el borde de la superficie, la propia

superficie y elegir entre las distintas opciones que se presentan en la ventana de definición de la Ilustración 459.

Tipo: introducir una longitud o hasta otro elemento.

Continuidad: se puede elegir entre continuidad en tangencia o en curvatura con la superficie soporte

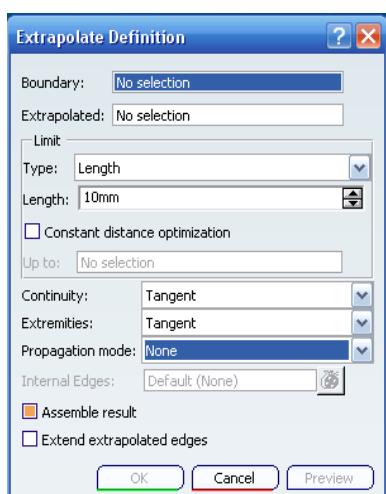


Ilustración 459: Definición de Extrapolate.

Extremos: los extremos de la extrusión aparecen tangentes a los de la superficie o normales a la dirección de extrusión.

Modo de propagación (novedad CATIA v6): en tangencia la extrapolación se realiza con respecto al *boundary* seleccionado y su adyacente. En punto se realiza alrededor del límite de la superficie. En la Ilustración 460 se puede ver un ejemplo del tipo de propagación.

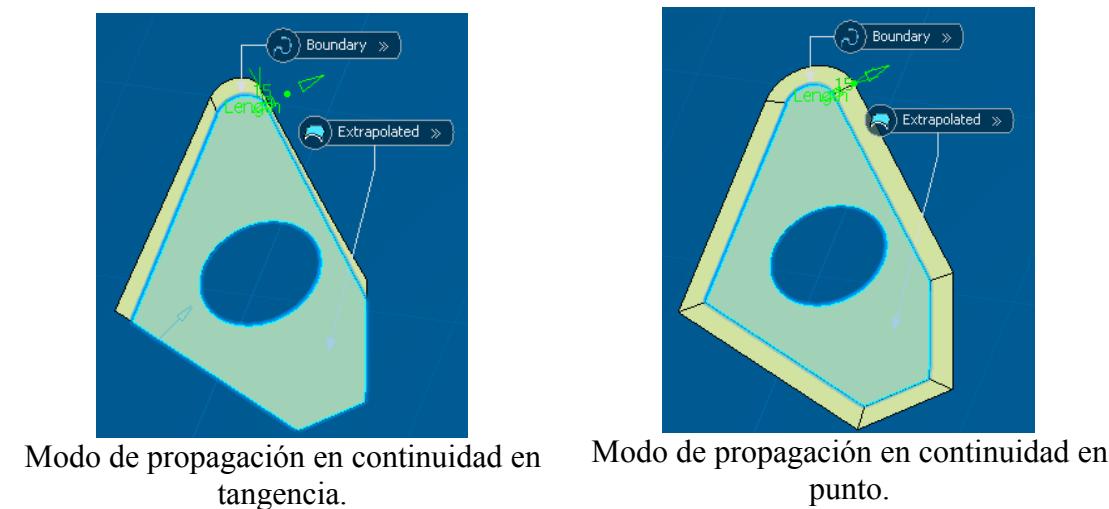


Ilustración 460: Ejemplo de tipos de propagación.

**Nota:** el modo de propagación ya aparecía en CATIA v5r19.

Si se selecciona la opción *Constant distance optimization* se genera una extrapolación con una distancia constante y una superficie sin deformación.

Por otro lado la opción *Internal Edges* permite determinar una dirección prioritaria para la extrapolación. Se pueden seleccionar uno o más bordes que sean extrapolados en tangencia. También se puede fijar un vértice una vez que se haya seleccionado un borde, para dar una orientación a la extrapolación.

*Assamble result* hace que la extrapolación se ensambla a la superficie soporte.

 **Invert Orientation (Invertir Orientación).** Esta herramienta es una novedad de CATIA v6, y se utiliza para invertir el sentido de una curva o una

superficie. Simplemente se elige la curva o la superficie y se pulsa sobre el botón *Click to Invert*. Para volver a la orientación inicial, el botón cambia de nombre y pasa a ser *Reset Initial*. En la Ilustración 461 se muestra la ventana de definición de esta operación.

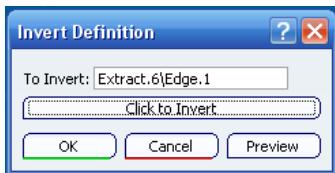


Ilustración 461: Definición de inversión de orientación.

 **Near (Cercano).** Esta operación, que al igual que la anterior también es nueva en CATIA v6, sirve para crear la entidad más cercana de un elemento que se componga de subelementos. En la Ilustraciones 462 se puede ver la ventana de definición de esta herramienta.

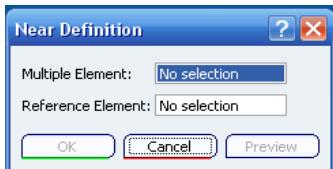
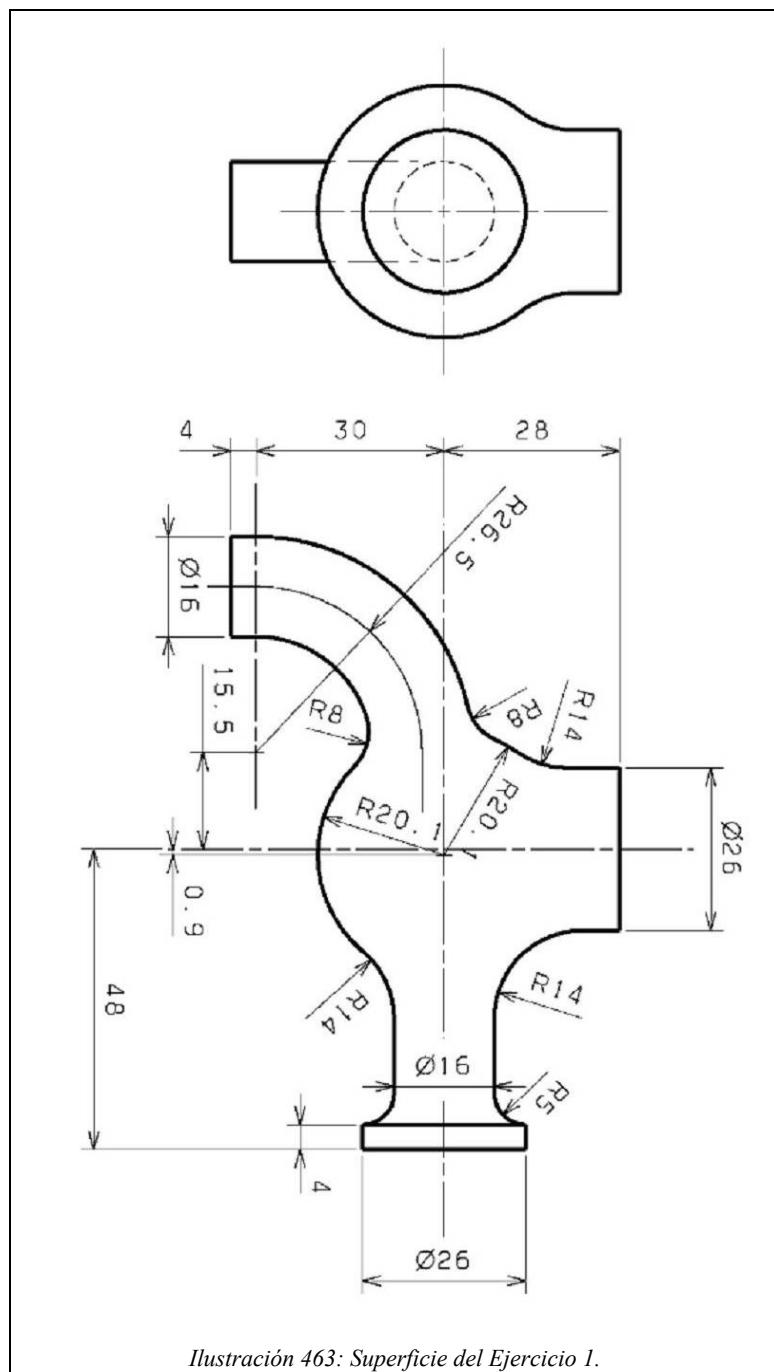


Ilustración 462: Definición de Near.

Se selecciona un elemento que este creado por varios subelementos y un elemento de referencia cuya posición sea cercana al subelemento que se quiere crear.

## 7.3 Desarrollo Práctico

### Ejercicio 1



En primer lugar hay que asegurarse de que se está dentro del módulo *Wireframe and Surface Design*. Luego se genera un plano paralelo al plano de referencia YZ a una distancia  $X = (-48)$ mm. Esto se hará con *Offset from plane*

rellenando los campos correspondientes, como se observa en la Ilustración 464.

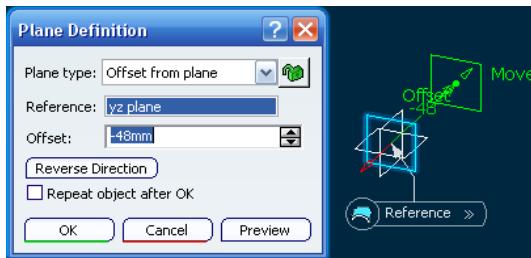


Ilustración 464: Creación de plano paralelo a YZ.

Se define el punto de intersección del eje X con el plano anterior. Para ello se crea un punto en dicho plano (*On plane*) con coordenadas ( $H, V$ ) = (0,0), como se ve en la Ilustración 465.

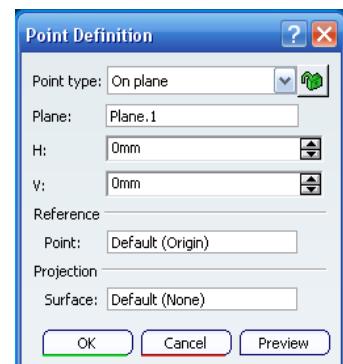


Ilustración 465: Punto en el plano Plane.1.

Este punto será el centro de dos círculos de diámetros: 26mm y 16mm respectivamente, apoyados sobre el plano. Se pica en el ícono Círculo (*Circle*), tipo centro y radio con círculo completo, se escoge el punto 1, el plano 1 y se introduce el radio de 16mm, se acepta y se repite el proceso con radio de 26mm. En la Ilustración 466 se muestra la realización del segundo círculo.

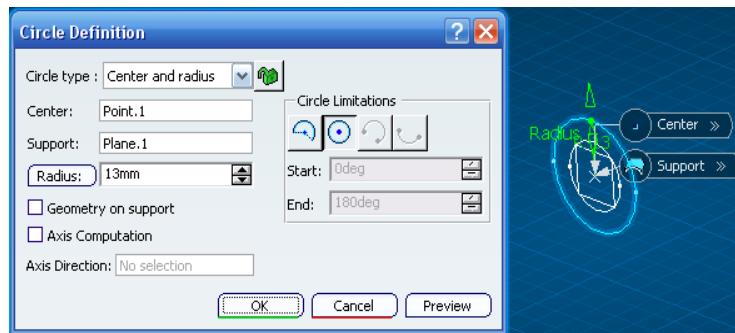


Ilustración 466: Generación del segundo círculo.

Una forma más rápida de generar el segundo círculo sería ir al árbol, copiar y pegar el círculo 1, editarlo y cambiarle el radio. De cualquiera de los dos modos, el resultado sería el obtenido en la Ilustración 467.

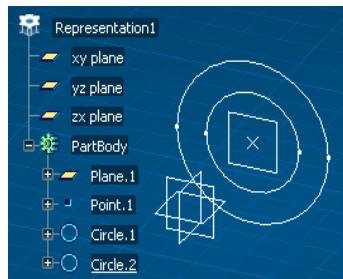


Ilustración 467. Árbol con los dos círculos.

Ahora se utilizará la operación de extrusión. Primero se genera una extrusión del círculo mayor (diámetro 26mm), en la dirección del eje de referencia X y como límites 0 y 4mm. Se realiza una segunda extrusión con el círculo pequeño (diámetro 16mm), los límites en este caso serán (-9) y 45mm respectivamente. Todos estos pasos se pueden visualizar en la Ilustración 468.

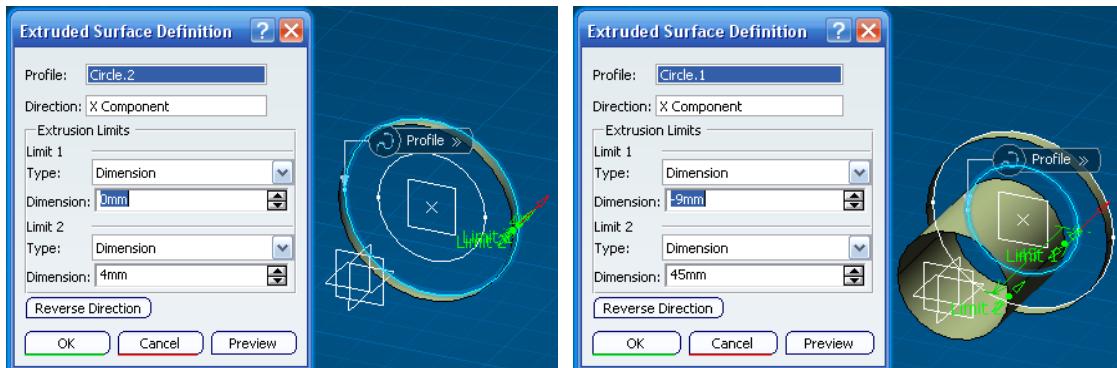


Ilustración 468: Extrusiones con los círculos de 16mm y 26mm.

El siguiente paso será crear una superficie de transición (operación *Blend*) entre ambas superficies cilíndricas, rellenando los campos de la ventana de definición como muestra en la Ilustración 469.

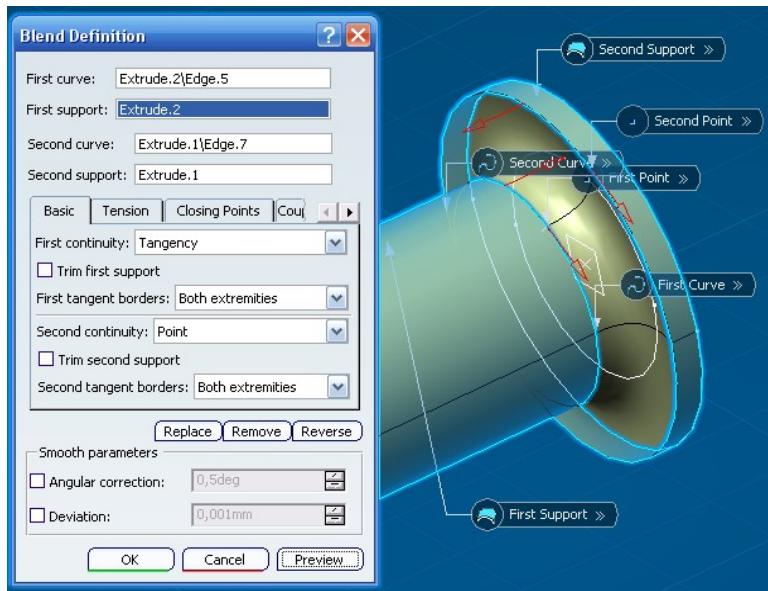


Ilustración 469: Superficie de transición entre las extrusiones.

Se observa en el árbol de especificaciones (Ilustración 470), como han aparecido dos puntos extremos, que se han producido automáticamente, que son los puntos de cierre por defecto. Como se indicó en el desarrollo de este Capítulo, estos puntos pueden ser de mucha importancia a la hora de generar superficies de transición más complicadas.

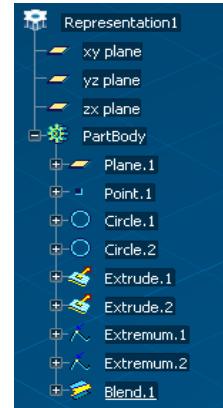


Ilustración 470:  
Árbol con extremos.

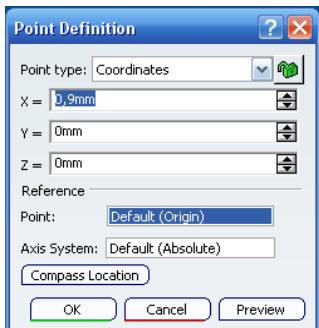


Ilustración 471: Centro de la esfera.

Para obtener la esfera, primero se fija el punto 2 que será el centro de la misma, en esta ocasión lo más sencillo es definir el punto por las coordenadas, sobre el eje X a una distancia de 0.9mm (ver Ilustración 471).

Con centro en este punto y los valores que se ven en la Ilustración 472, se crea una esfera.

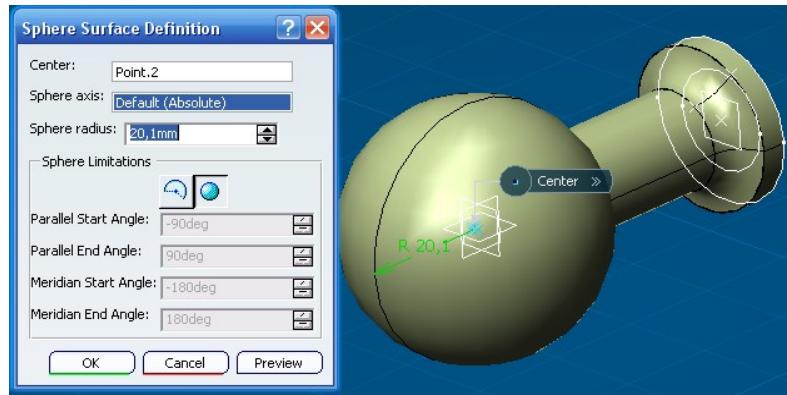


Ilustración 472: Creación de la esfera.

Se fija como punto 3 el centro de coordenadas. Se va a crear un cilindro de con centro en este punto y diámetro 26mm, cuya dirección será el eje Z, y se le dará una longitud 1 de 28mm y una longitud 2 de 0mm. Esto se muestra en la Ilustración 473.

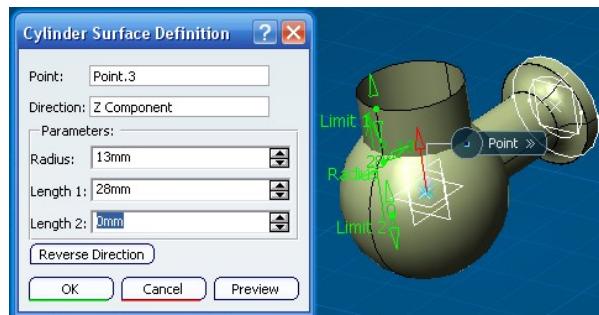


Ilustración 473: Cilindro que atraviesa la esfera.

Las primeras extrusiones se podrían haber generado también con la herramienta de cilindro, pero así se comprueba que se puede obtener el mismo resultado por varias vías.

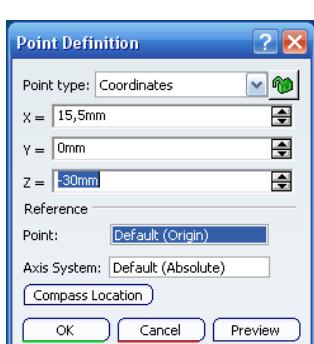


Ilustración 474: Creación del punto 4.

Se determina el punto 4 con las coordenadas que aparecen en la Ilustración 474. Este es el centro de un arco de circunferencia definido sobre el plano ZX y con 26.5mm de radio. Es importante que el ángulo final sea 180 grados; el ángulo inicial se puede poner sobre 90 grados, de forma que quede dentro de la esfera, como se muestra en la Ilustración 475.

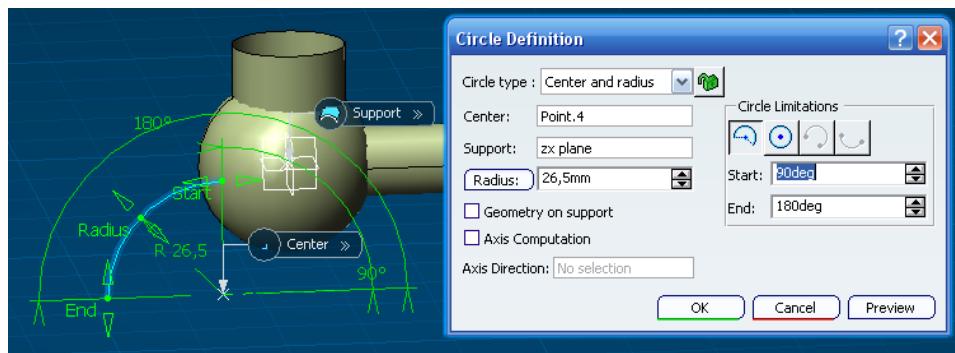


Ilustración 475: Generación de arco de círculo.

Se determina una línea recta al final del arco de longitud 4mm como aparece en la Ilustración 476.

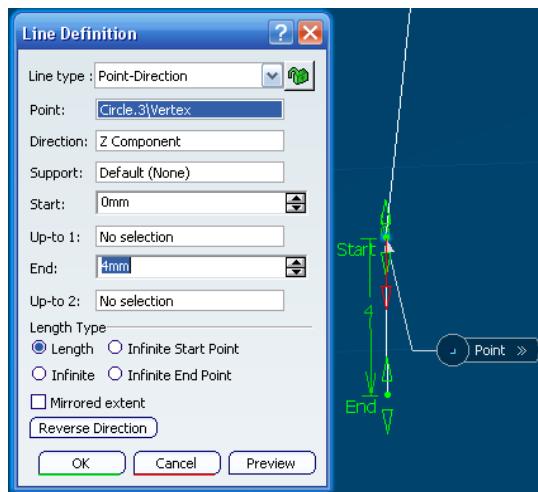


Ilustración 476: Línea al final del arco.

Se usa la operación *Join*, para unir las geometrías alámbricas: línea 1 y arco 4, y luego poder aplicar la operación de barrido y generar la boca del grifo (ver Ilustración 477).

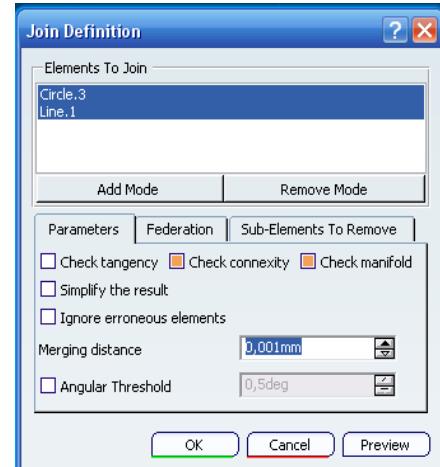


Ilustración 477: Unión del arco y la linea.

Se traza el círculo 5 en la base de la boca del grifo, para ello primero se genera el plano 2 como se muestra en la Ilustración 478, que será el soporte del círculo. El círculo en este soporte es de radio 8mm y como centro se utiliza el

punto final de la unión 1, que es el que también se ha utilizado para definir el plano 2.

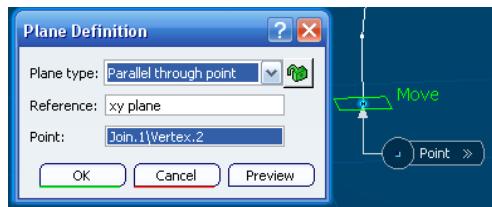


Ilustración 478: Creación del plano 2.

Una vez hecho el círculo, se realiza la operación Barrido (Sweep) de una forma muy simple, como perfil se elige el círculo 4 y como curva guía la unión 1, como se observa en la Ilustración 479.

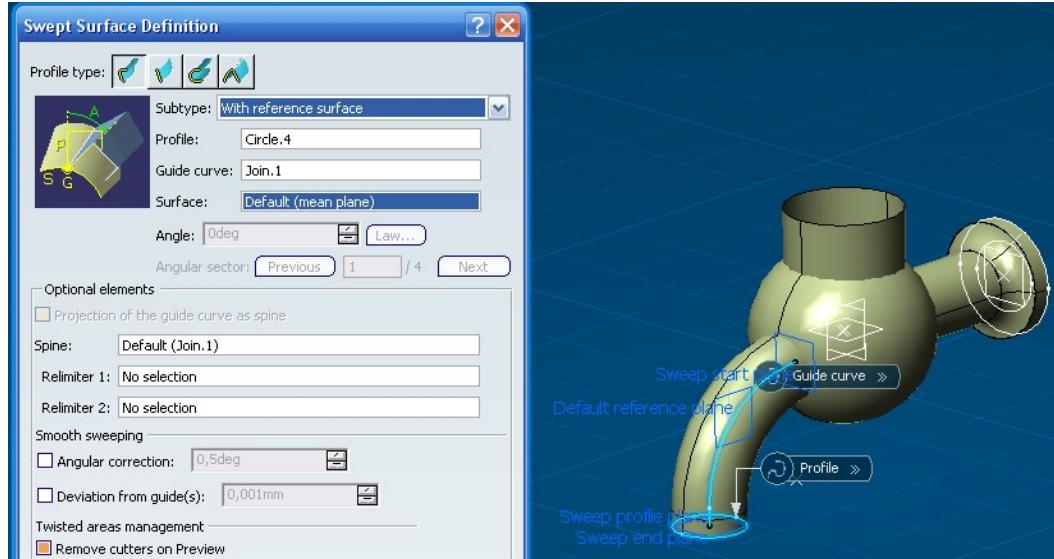


Ilustración 479: Barrido del círculo 4.

Llegados a este punto, se expone una operación que no pertenece a este módulo, pero que resulta muy útil a la hora de generar superficies, es la operación de redondeo. En el apartado de Objetivos de este Capítulo se vio que dentro del taller *Shape* existe un módulo más avanzado de generación de superficies que se llama *Generative Shape Design*. Se selecciona en el menú principal de CATIA (ver Ilustración 480).



Ilustración 480: Módulo Generative Shape Desing.

Aparecen algunas paletas nuevas, como se ha comentado a lo largo de la sección, pero en concreto hay que fijarse en la paleta de *Operations* de este módulo y en un submenú de *Fillets* (Ilustración 481) que no estaba en el módulo anterior.



Ilustración 481: Operations → Fillets.

Esta operación permite obtener superficies de transición con un radio específico entre las que ya se tienen. Estas operaciones son similares a las de la paleta *Filled* vista en el módulo *Part Desing* de la Capítulo 5.

Por su sencillez, se pasa a su aplicación directamente sobre el ejercicio.

Se selecciona la operación *Shape Fillet* (a), aparecerá su ventana de definición como la de la Ilustración 482. Hay que seleccionar las dos superficies a unir mediante una de redondeo. Se mantienen activadas las opciones de recortar superficies (*Trim support*) y se introduce el valor del radio del acuerdo.

En primer lugar se redondeará la superficie extrusionada 2 con la esfera, rellenando los campos como aparece en la Ilustración 482. Es importante situar las flechas en la dirección adecuada, es decir hacia fuera (ver Ilustración 483).

Se acepta y se obtiene la superficie de redondeo deseada, que se muestra en la Ilustración 483.

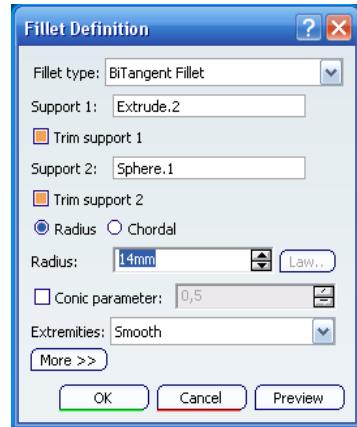


Ilustración 482: Definición de redondeo.

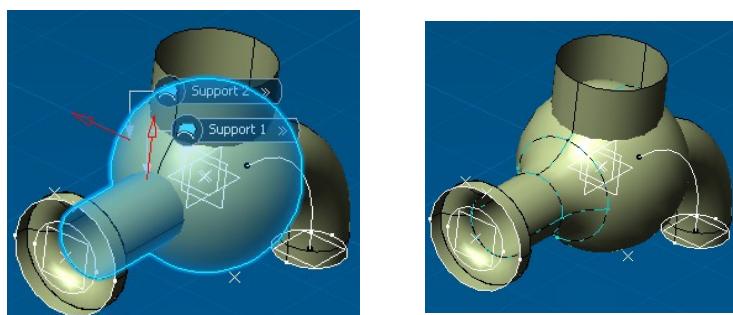


Ilustración 483: Redondeo entre esfera y extrusión 2.

Un detalle importante a tener en cuenta, es que esta operación además de crear la superficie, une ambas formando una única. Se puede comprobar si se pincha en el ícono del árbol que designa a esta última operación, se encenderá en la figura toda la superficie (Ilustración 484).

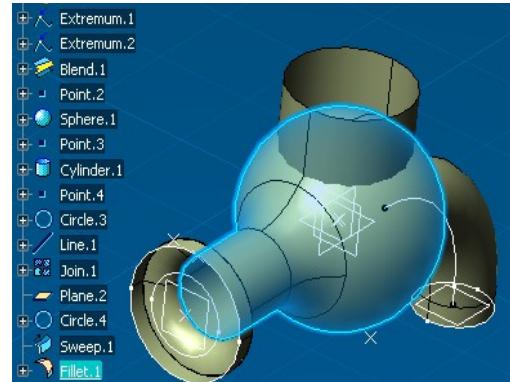


Ilustración 484: Operación Fillet.

Se continua utilizando esta operación, uniendo la superficie cilíndrica superior con el conjunto obtenido en el paso anterior y introduciendo un radio de acuerdo de 14mm, como se muestra en la Ilustración 485.

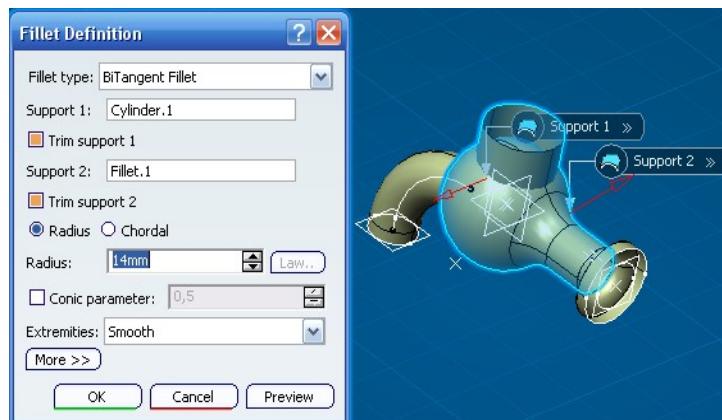


Ilustración 485: Redondeo del cilindro superior con el conjunto.

Por último se une la boca del grifo con el conjunto (ver Ilustración 486).

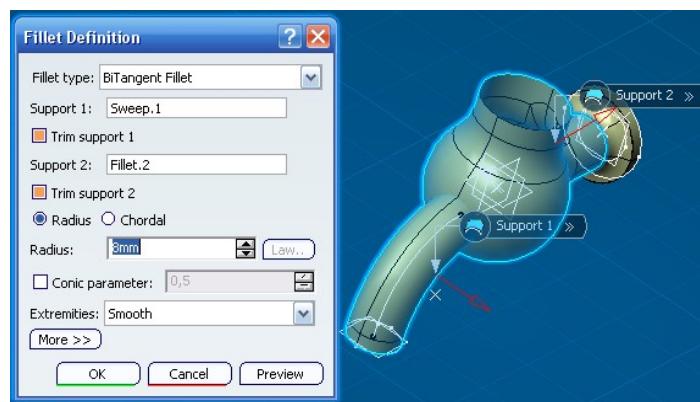


Ilustración 486: Último redondeo.

Ya se ha obtenido la figura deseada, ahora sólo resta unir todas las partes para que el conjunto forme una superficie conexa. Se aplica la operación Unir (Join) al Fillet 3, Blend 1 y Extrude 1, como se muestra en la Ilustración 487.

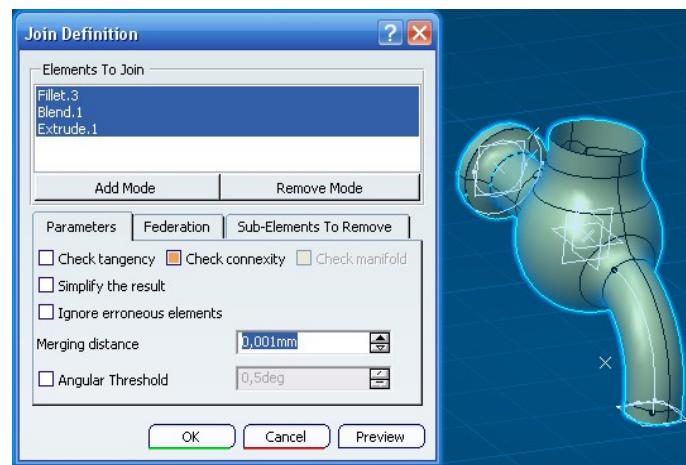


Ilustración 487: Unión del grifo.

Se ocultan todos los elementos auxiliares y se finaliza el ejercicio 1, cuyas vistas y árbol se ofrecen en las Ilustraciones 488 y 489.

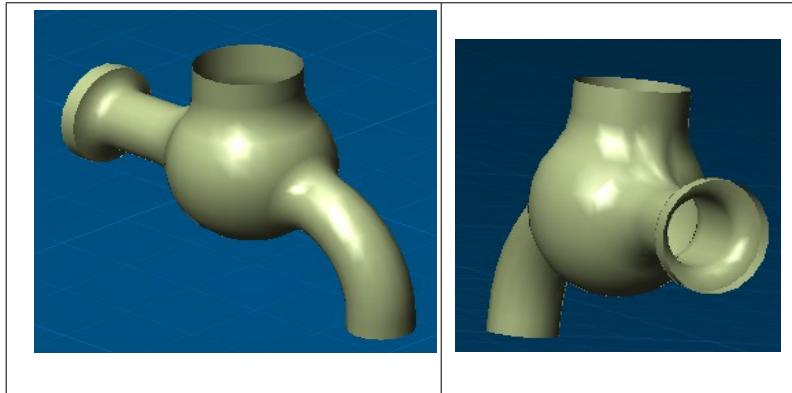
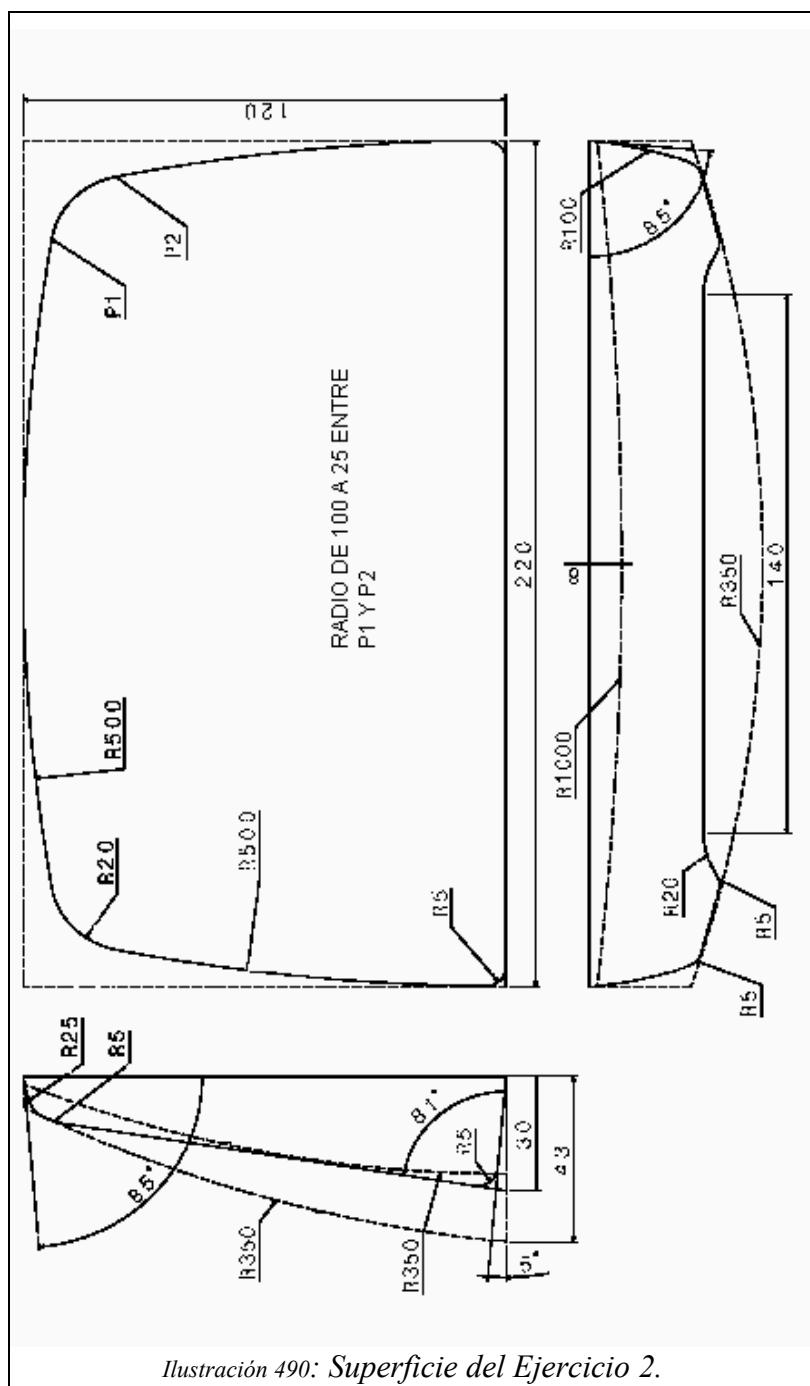


Ilustración 489: Superficie final.



Ilustración 488:  
Árbol final.

En ejercicios siguientes, se apreciará como resulta más práctico ordenar el árbol de especificaciones en varios *Geometrical/Set* por elementos auxiliares y operaciones, o por elementos diferentes de la superficie. Esta forma de ordenar facilitará la resolución de superficies más complejas.

**Ejercicio 2**

Para la realización de este ejercicio de generación de superficies primero se dibujará la geometría alámbrica asociada a la pieza y a continuación se conseguirán las superficies que conformarán la figura.

Se elaborará solamente la mitad de la pieza, pues se puede aplicar simetría. Antes de empezar habrá que estudiar las operaciones que se necesitan y los elementos alámbricos que forman su esqueleto.

Primero se añadirá un *GeometricalSet* que englobe los elementos alámbricos. Para ello habrá que insertarlo como se observa en la Ilustración 491.

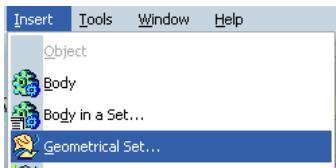


Ilustración 491: Insertando GeometricalSet.

Se le modifica el nombre, para mayor claridad, poniéndole “Alambres”. Se empieza seleccionando el plano YZ y dibujando el Sketch.1, que aparece en la Ilustración 492.

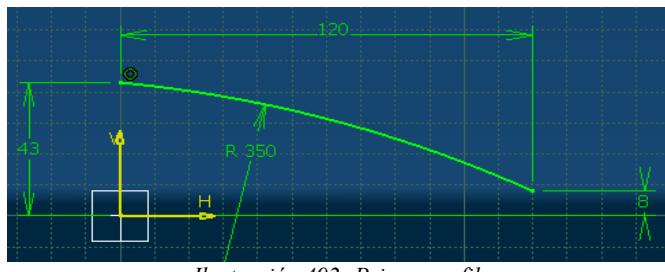


Ilustración 492: Primer perfil.

Se dibuja el Sketch.2 en el plano ZX aplicando coincidencia con en el dibujo anterior, es decir, que los puntos que en ambos dibujos están sobre el eje V coincidan. En la Ilustración 493, se observa que en esta ocasión la circunferencia se ha realizado acotando su centro.

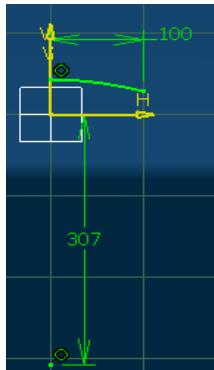


Ilustración 493:  
Segundo perfil.

Para el Sketch.3, se necesita definir un plano paralelo al plano de referencia ZX, a 120mm en la dirección del eje Y. Para no mezclar los elementos de referencia, planos, líneas o puntos, se va a insertar un nuevo *GeometricalSet*, que se denominará “Elementos de Referencia”.

Se ordena el árbol por Elementos de Referencia y por Alambres. Para cambiar de uno a otro, basta con seleccionar en el menú contextual de uno de ellos la opción *Define in Work Object*. En la Ilustración 494 se aprecia la generación del Plano.1 y el árbol.

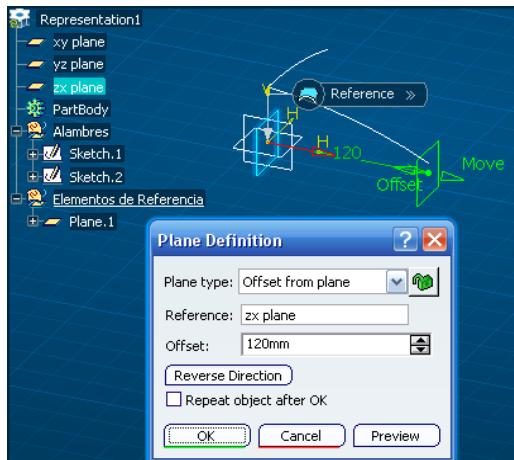


Ilustración 494: Creación del plano 1.

De esta forma se dibujan todos los Sketch necesarios, que son los que se muestra en la Ilustración 495.

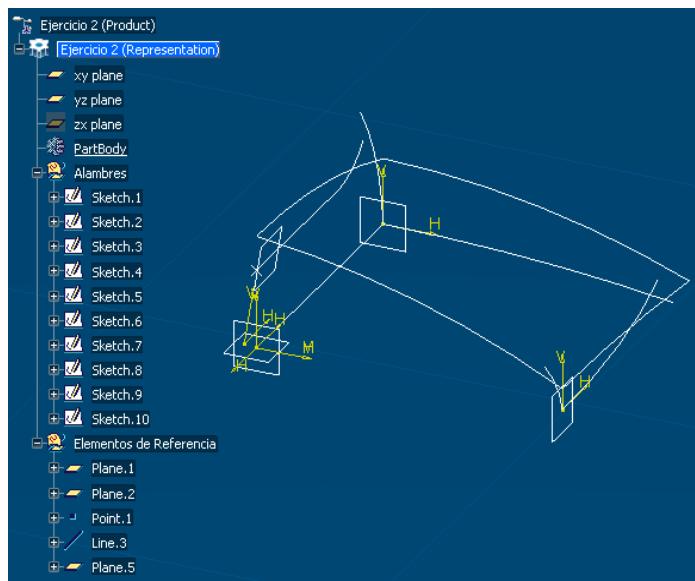


Ilustración 495: Perfiles necesarios para el ejercicio.

Por lo que, para poder continuar con el ejercicio se necesitará abrir del CD ROM de ejercicios el archivo Ejercicio2-1 de la carpeta Capítulo 7. Para ello se pica en *PLM Access* del menú principal, después en la opción Import, y dentro de ésta en *CATIA File*.

Una vez generada la geometría alámbrica se insertará un nuevo *GeometricalSet*, al que se le nombrará “Superficies”.

En primer lugar se va a unir el Sketch.6 y 7 mediante una curva de radio 20mm, esto se realizará con la operación **Corner** como se muestra en la Ilustración 496.



Ilustración 496: Redondeo entre el perfil 6 y 7.

Ahora habrá que recortar los elementos sobrantes del Sketch 6 y 7 mediante dos operaciones de **Split** (ver Ilustración 497).

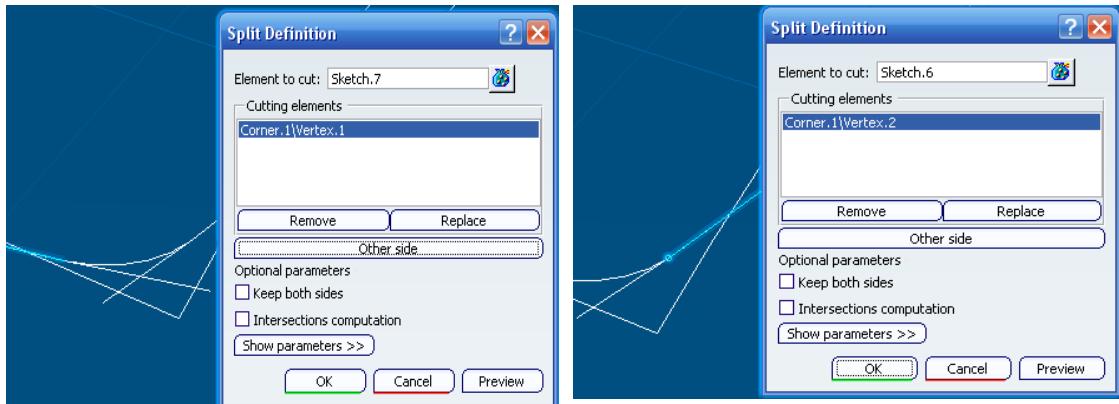


Ilustración 497: Recorte de partes sobrantes de los perfiles.

Se va a llenar con una superficie el contorno cerrado que forman los Sketch del 1 al 4. Antes de esto, se crea una superficie guía con el objetivo de imponer una condición de tangencia para la superficie de relleno, ya que se está generando sólo la mitad de la pieza y el resto se realizará por simetría.

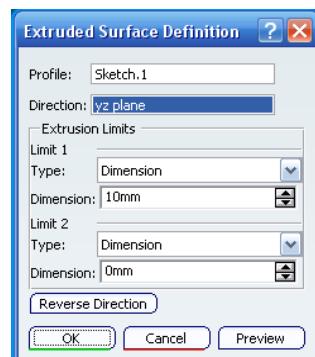


Ilustración 498: Definición de extrusión del perfil 1.

Para esta superficie auxiliar, se extruirá el Sketch.1 en la dirección del eje X, es decir, normal a la superficie YZ, los límites de la extrusión son arbitrarios. La definición de esta extrusión se muestra en la Ilustración 498.

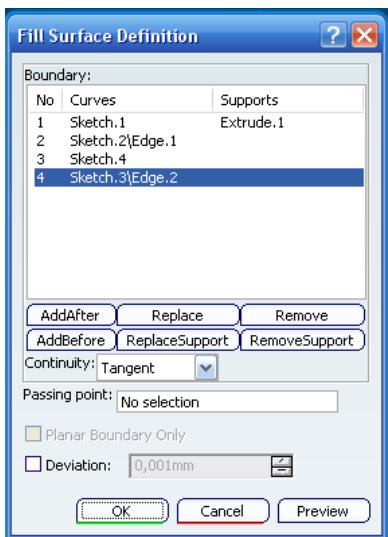


Ilustración 499: Generando relleno de superficie superior.

Una vez creada esta superficie soporte, se aplica la operación *Fill* como se muestra en la Ilustración 499. Se llenan los campos, se acepta y se oculta la superficie Extrude.1. El resultado obtenido se muestra en la Ilustración 500.

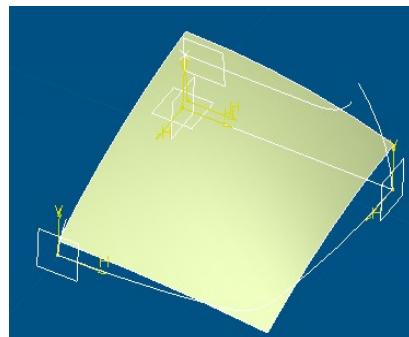


Ilustración 500: Relleno de la superficie superior.

A continuación se procede a realizar las dos operaciones de barrido que generarán las superficies laterales de la pieza. Se barre en primer lugar el Sketch.9 sobre la curva guía Sketch.7 ahora recortada y de nombre Split.1, y en segundo lugar el Sketch.8 con su curva guía correspondiente. El tipo de barrido es a partir de un perfil explícito con una superficie de referencia, como se vio en el desarrollo teórico. Todo este desarrollo se muestra en la Ilustración 501.

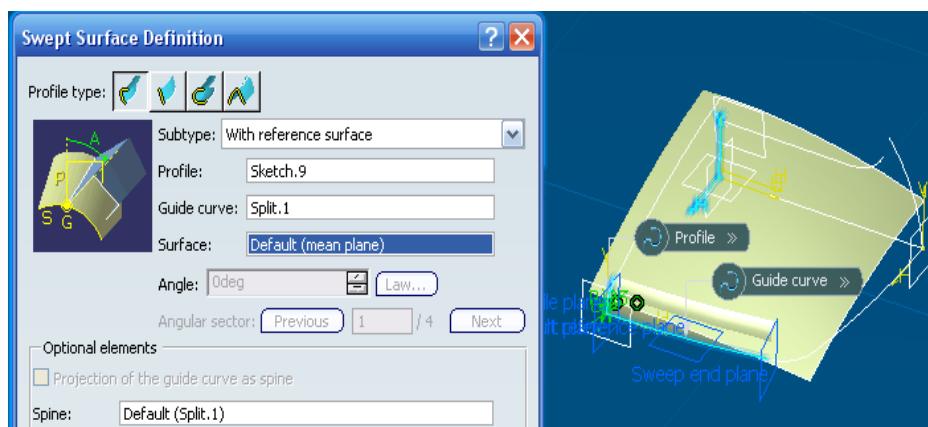


Ilustración 501: Segundo barrido.

Se necesita recortar la parte de superficie sobrante de ambos barridos. Se hará mediante dos operaciones *Split* (destacar que antes se recortaron elementos alámbricos y ahora superficies). Se pude la ventana de definición de una de ellas en la Ilustración 502.

Se acepta ambos recortes y se obtiene el resultado de la Ilustración 503.

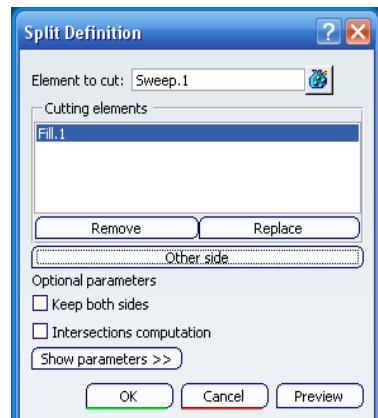


Ilustración 502: Primer recorte.

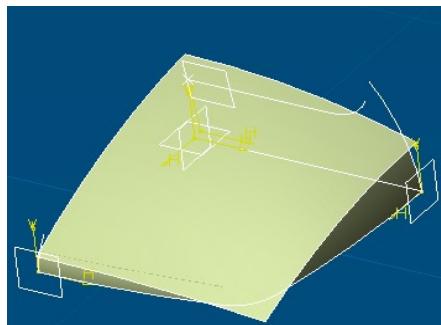


Ilustración 503: Resultado tras los recortes.

Ahora se tratará de dibujar una curva sobre la superficie superior, a partir de dos puntos y dos tangencias. Para ello, se crearán dos rectas, que definirán la tangencia. Se activa el *GeometricalSet* Elementos de Referencia para que se almacenen ahí las líneas y se generan como se indica en la Ilustración 504.

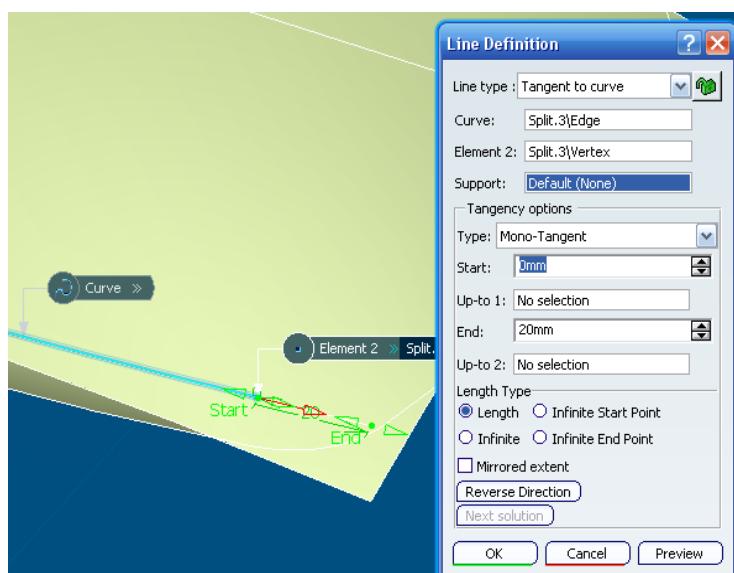
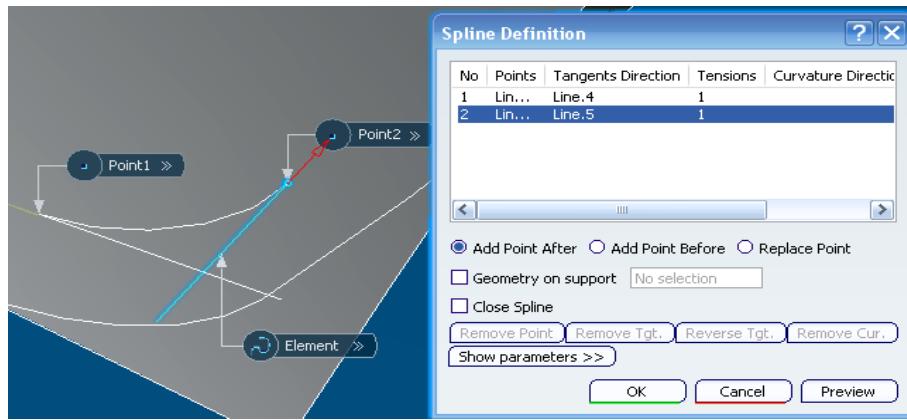


Ilustración 504: Creación de la primera recta.

La segunda se realizará de manera análoga.

Una vez creadas las rectas, se realiza la operación *Spline*, que creará la curva contenida en la superficie Fill.1, con los datos que aparecen en la Ilustración 505, y se ocultan las rectas. Es importante, antes de realizar esta operación haber vuelto al cuerpo Superficies.



En la Ilustración anterior (Ilustración 505) se ha modificado el color de la superficie superior para mayor claridad.

Ya se tienen todos los elementos necesarios para generar la superficie de la esquina de la pieza mediante una operación *Multi-sections Surface*.

Se oculta la superficie superior para evitar molestias. Se selecciona la operación, y se determina que la arista del primer barrido se desarrolle hasta la arista del segundo barrido, siguiendo las guías superior e inferior de ambos redondeos, y con las superficies laterales como tangencias. La definición de esta operación y el resultado se muestra en la Ilustración 506.

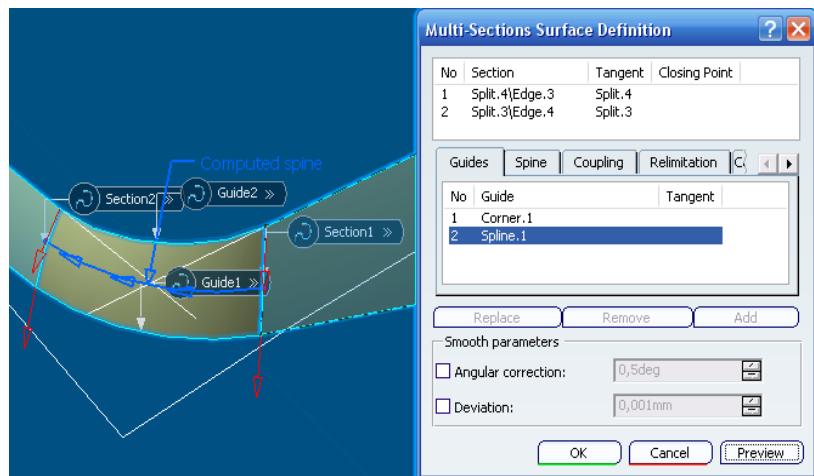


Ilustración 506: Superficie de unión en la esquina.

Se unen las tres superficies mediante la operación Join. Para cerrar la pieza por la parte posterior, se generará la superficie nuevamente por barrido. En este caso, del perfil recto definido a partir del plano XY, como referencia con el que formará 85 grados. Se llenan los campos como aparece en la siguiente ventana (Ilustración 507) observando como aparecen algunos datos por defecto.

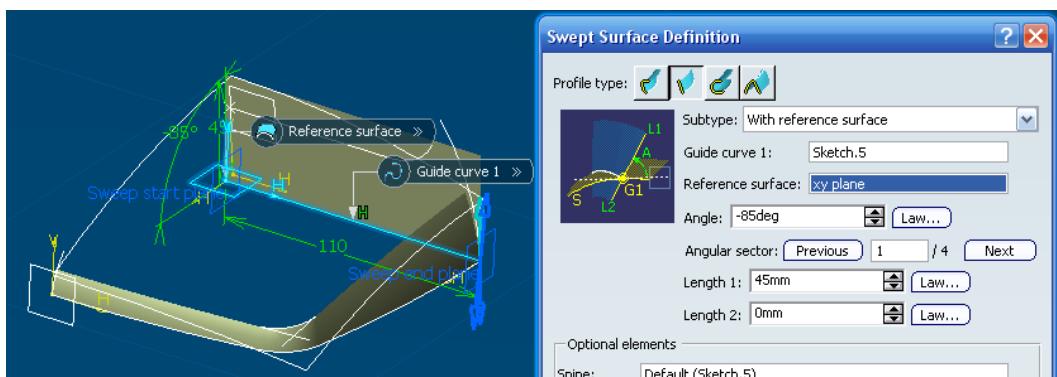


Ilustración 507: Generación de la superficie posterior.

Llegado a este punto se tienen que unir ambas partes y además con una superficie de redondeo de radio 5mm, para ello se recurrirá a la operación del *Shape*, que se vio en el ejercicio anterior, cambiando al módulo *Generative Shape Design* se realiza de redondeo entre el Join.1 y el barrido que se acaba de generar.

Se obtiene una superficie como la que aparece en la Ilustración 508.

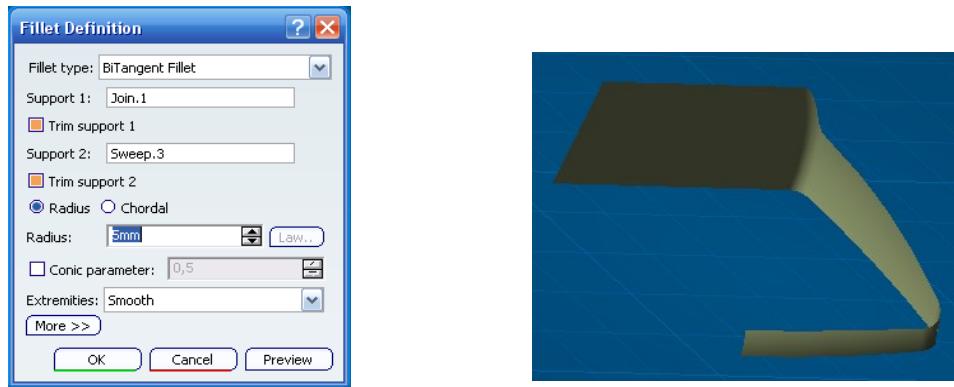


Ilustración 508: Redondeo de superficie lateral y posterior.

A continuación, se le da forma a la parte superior extrusionando el Sketch.10 en dirección perpendicular al plano.5. El límite de la extrusión será arbitrario siempre que cubra a la pieza (ver Ilustración 509).

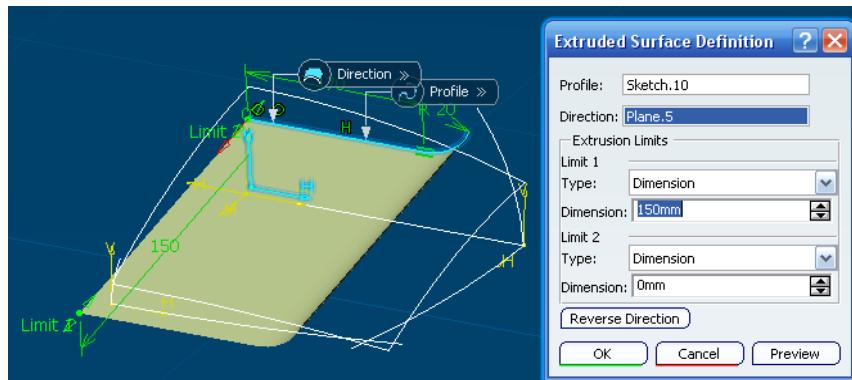


Ilustración 509: Extrusión del perfil 10 según el plano 5.

Con las dos superficies de la parte superior, el Fill.1 y esta extrusión, se realiza una operación de redondeo de radio 5mm, como se muestra en la Ilustración 510.

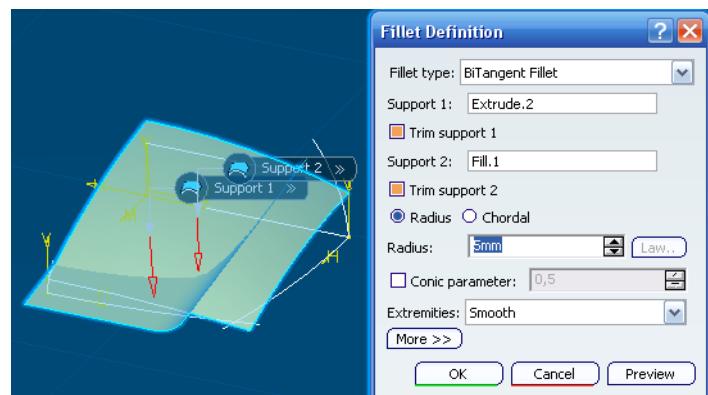


Ilustración 510: Radio de redondeo.

Se unen ambas partes mediante otra operación de redondeo, soporte 1 Fillet.1 y soporte 2 Fillet.2, radio de acuerdo 5mm. De esta manera se obtendrá la mitad de superficie perseguida, que se muestra en la Ilustración 511.

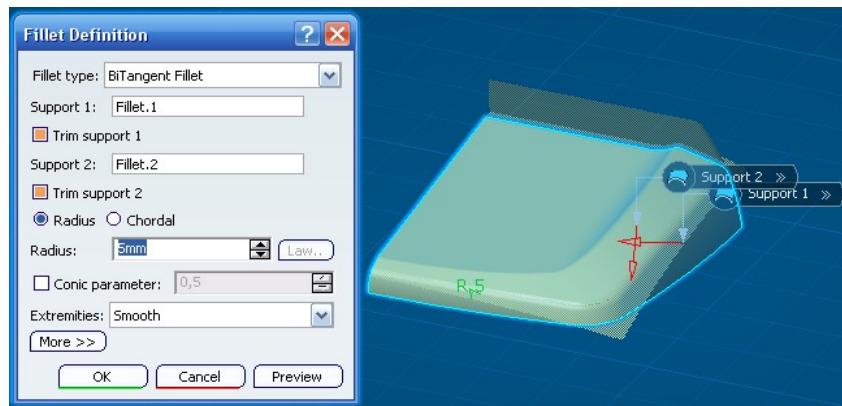


Ilustración 511: Mitad de la superficie final.

Una vez aquí solo se tendrá que aplicar simetría, se selecciona el Fillet.3, que es ya la superficie completa y se aplica respecto al plano YZ, como se observa en la Ilustración 512.

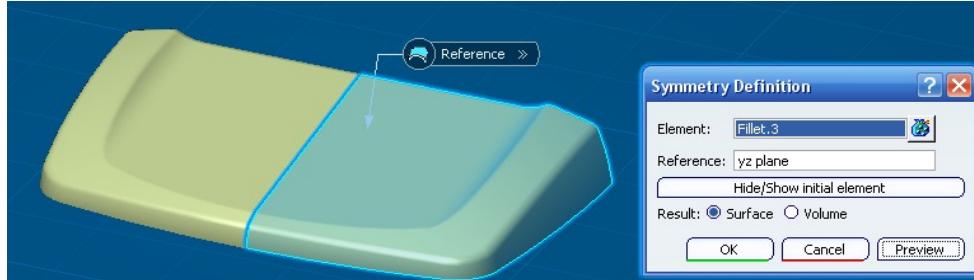
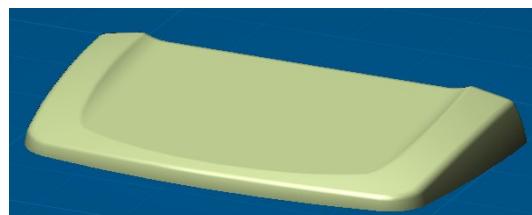


Ilustración 512: Superficie final partida.

Ahora habrá que unir ambas partes mediante una operación *Join* (*Symmetry.1* y *Fillet.3*) para obtener la superficie requerida en este ejercicio (en la Ilustración 513 se oculta todo menos la unión final) y se observa a su vez al árbol de especificaciones (Ilustración 514).



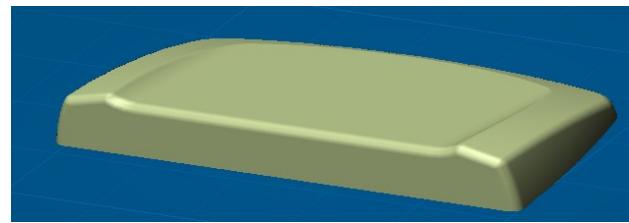


Ilustración 513: Superficie final del Ejercicio 2.

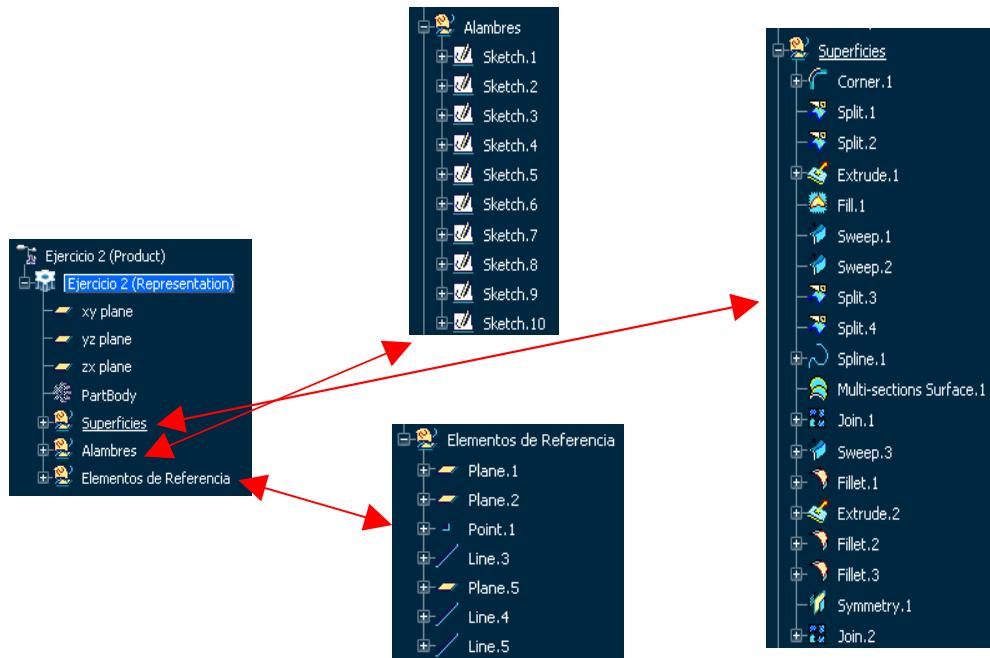


Ilustración 514: Árbol de especificaciones final.

## 7.4 Ejercicio Propuesto

### Ejercicio 1

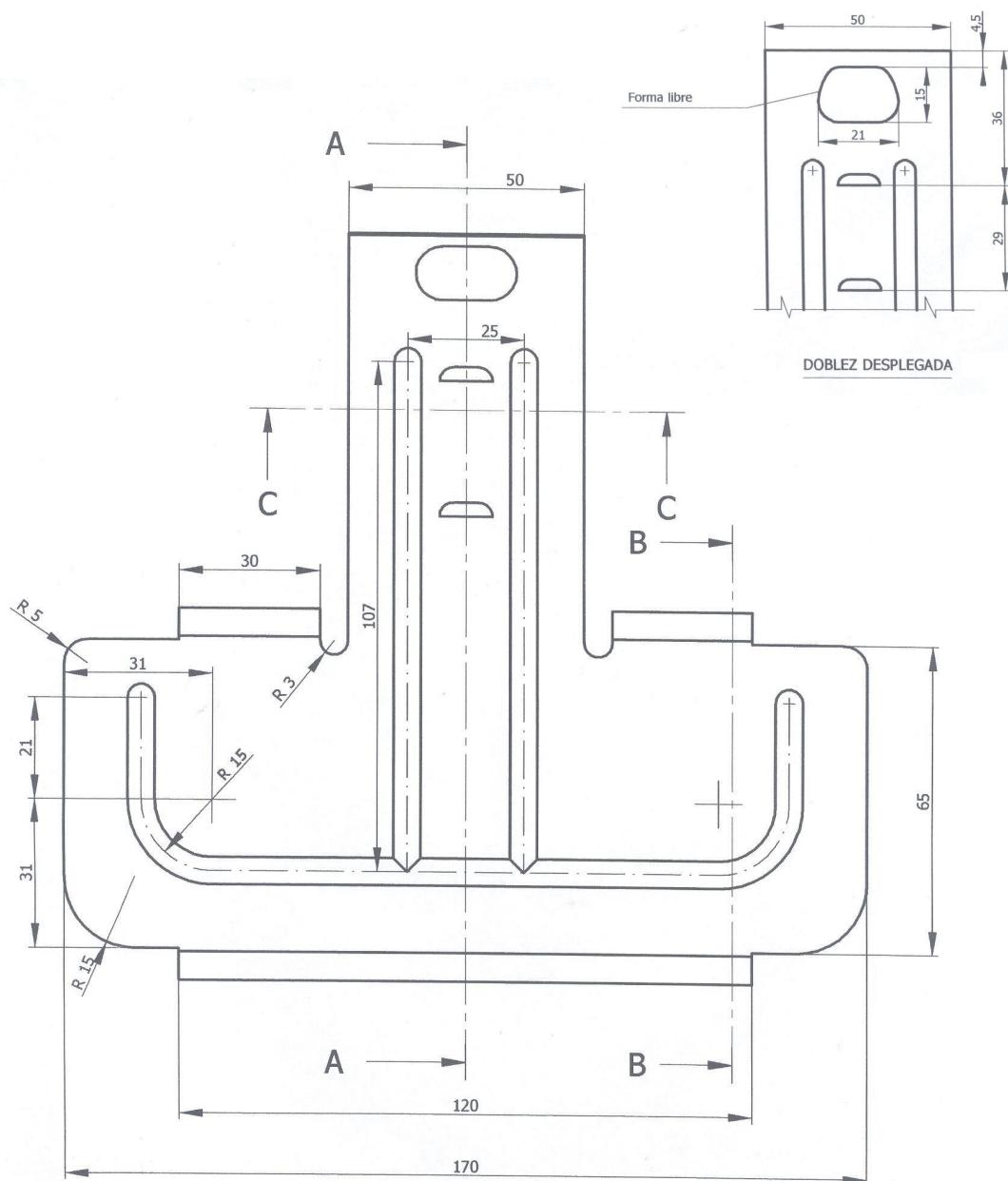


Ilustración 515: Superficie del Ejercicio Propuesto.

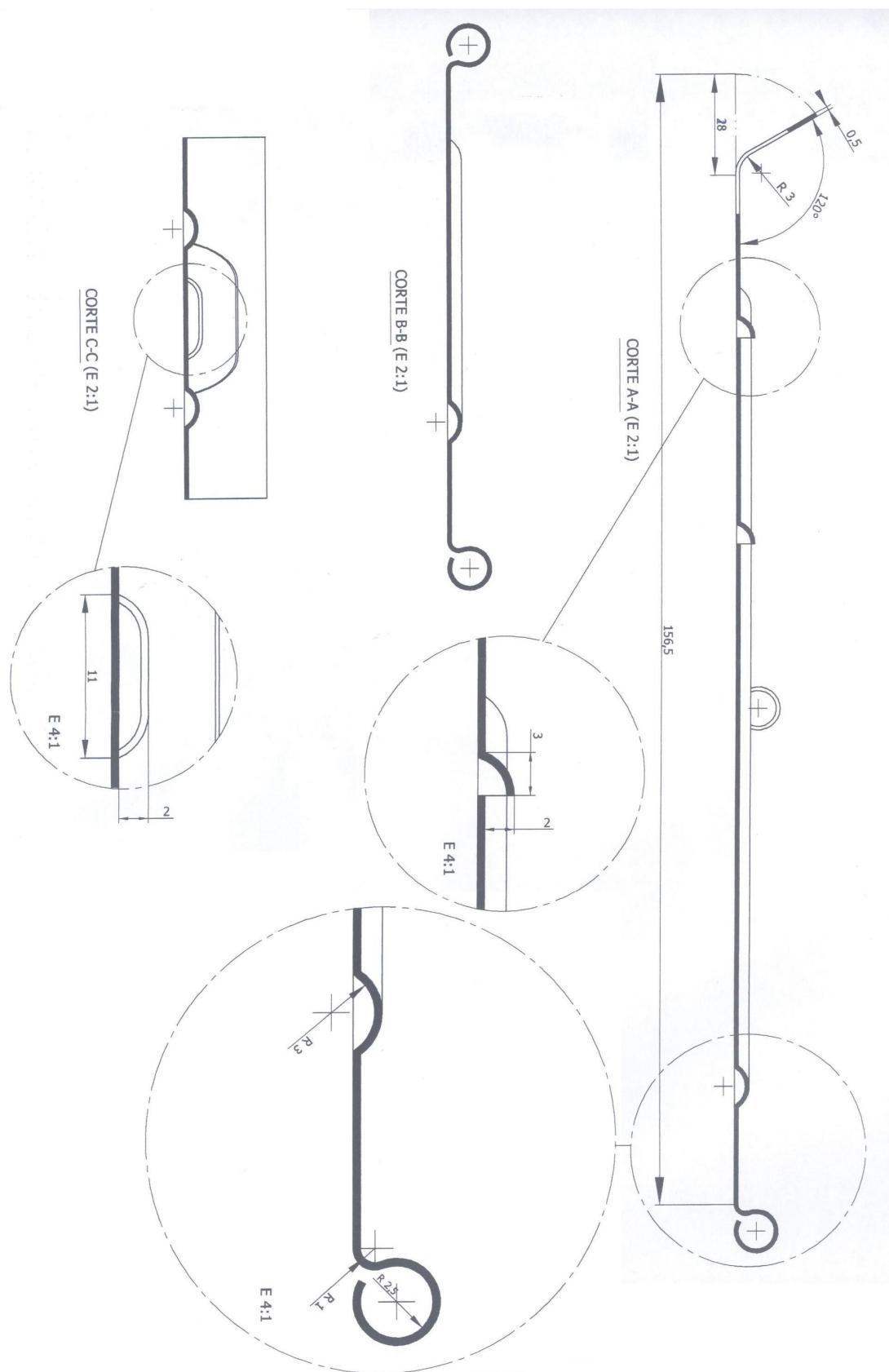
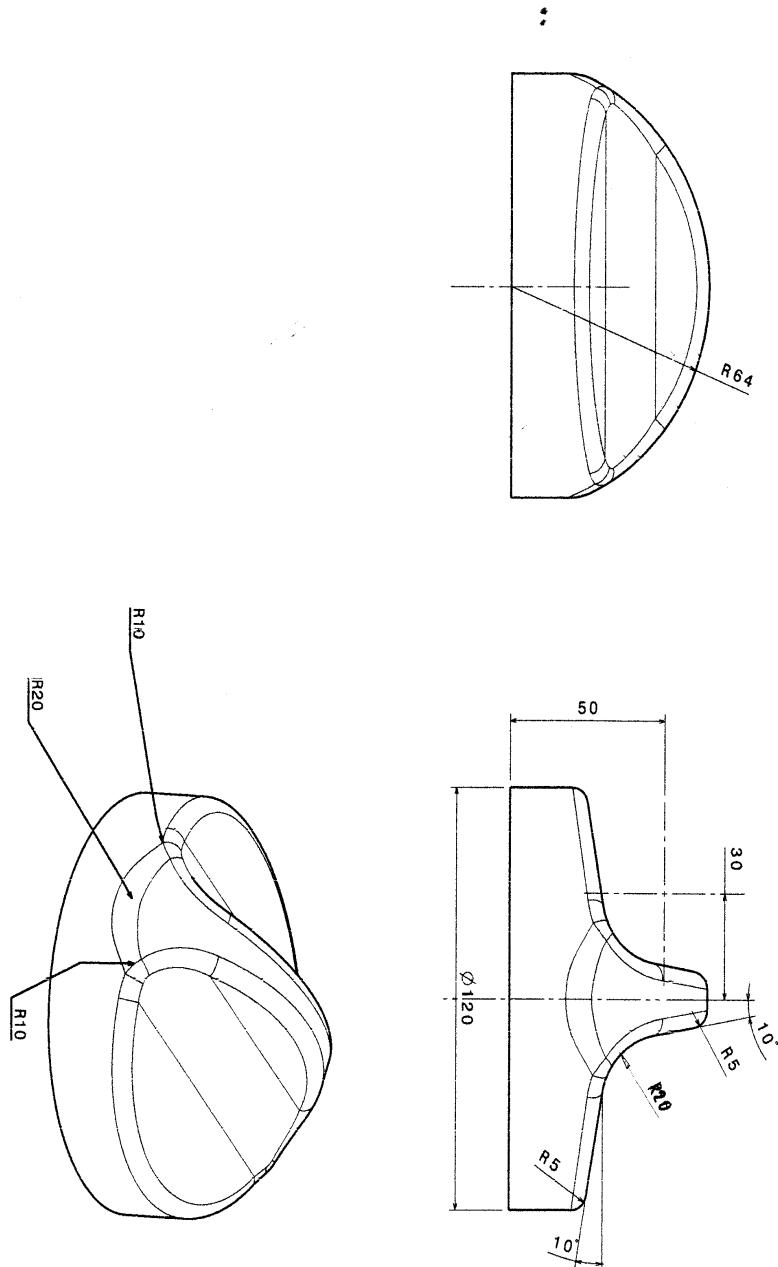


Ilustración 516: Detalles del Ejercicio Propuesto.

**Ejercicio 2**

Realizar la siguiente superficie:



**NOTA:** los dos ejercicios se encuentran resueltos en el CD ROM adjunto  
(EJERCICIOS CD/Capítulo 7/Ejercicios Propuestos).