



**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES**

**Grado en Ingeniería Mecánica**

**DISEÑO BICICLETA CREO PARAMETRIC 2.0.**

**Autor:**

**Sanz de Pedro, Rubén**

**Dña. Isabel Sánchez Báscones**

**University of VIVES (Kortrijk)**

**Valladolid, Diciembre y 2014.**

## INDICE

|  |    |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN .....                        | 5  |
| 1.1. Antecedentes .....                      | 5  |
| 1.2. Justificación .....                     | 6  |
| 1.3. Objetivo .....                          | 6  |
| 2. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA “CREO” .....     | 7  |
| 2.1. Introducción .....                      | 7  |
| 2.2. Descripción de comandos y ejemplos..... | 8  |
| 2.2.1 Módulo Pieza.....                      | 8  |
| 2.2.2 Módulo Conjunto .....                  | 22 |
| 2.3. Conclusión .....                        | 26 |
| 3. DESCRIPCIÓN DE LA BICICLETA DISEÑADA..... | 27 |
| 3.1. Introducción .....                      | 27 |
| 3.2. Descripción de las partes .....         | 27 |
| 3.2.1. Cuadro .....                          | 27 |
| 3.2.2. Manillar .....                        | 29 |
| 3.2.3. Ruedas.....                           | 31 |
| 3.2.4. Pedales .....                         | 33 |
| 3.2.5. Sillín .....                          | 34 |
| 3.2.6. Sistema Mecánico .....                | 36 |
| 3.3. Modelo final .....                      | 38 |
| 4. BIBLIOGRAFIA.....                         | 41 |

## INDICE ILUSTRACIONES

|  |    |
|--|----|
| Imagen 1.1.- Impresora 3D laboratorio.....                     | 5  |
| Imagen 2.1.- Desplegable módulos.....                          | 8  |
| Imagen 2.2.- Espacio de configuración .....                    | 9  |
| Imagen 2.3.- Barra de herramientas datos de Ref. ....          | 9  |
| Imagen 2.4.- Sketch.....                                       | 10 |
| Imagen 2.5.- Barra de herramientas Formas .....                | 11 |
| Imagen 2.6.- Extrusión .....                                   | 11 |
| Imagen 2.7.- Extrusión 2 .....                                 | 12 |
| Imagen 2.8.- Barrido.....                                      | 13 |
| Imagen 2.9.- Barrido 2.....                                    | 13 |
| Imagen 2.10.- Barrido 3.....                                   | 14 |
| Imagen 2.11.- Revolución.....                                  | 15 |
| Imagen 2.12.- Barra de herramientas Ingeniería .....           | 15 |
| Imagen 2.13.- Taladro .....                                    | 16 |
| Imagen 2.14.- Redondeo .....                                   | 17 |
| Imagen 2.15.- Chaflán .....                                    | 17 |
| Imagen 2.16.- Carcasa .....                                    | 18 |
| Imagen 2.17.- Barra de herramientas Edición.....               | 18 |
| Imagen 2.18.- Patrón.....                                      | 19 |
| Imagen 2.19.- Patrón 2.....                                    | 20 |
| Imagen 2.20.- Patrón 3.....                                    | 20 |
| Imagen 2.21.- Simetría .....                                   | 21 |
| Imagen 2.22.- Simetría 2 .....                                 | 22 |
| Imagen 2.24.- Desplegable módulos 2.....                       | 22 |
| Imagen 2.25.- Módulo Conjunto .....                            | 23 |
| Imagen 2.26.- Módulo Conjunto 2 .....                          | 24 |
| Imagen 2.27.- Módulo Conjunto 3 .....                          | 24 |
| Imagen 2.28.- Módulo Conjunto 4 .....                          | 25 |
| Imagen 2.29.- Módulo Conjunto 5 .....                          | 26 |
| Imagen 3.1.- Tubo metálico de refuerzo horquilla .....         | 28 |
| Imagen 3.2.- Conjunto de perfiles tubulares .....              | 28 |
| Imagen 3.3.- Resultado final cuadro bicicleta.....             | 29 |
| Imagen 3.4.- Cilindro con dimensiones.....                     | 30 |
| Imagen 3.5.- Resultado final manillar .....                    | 30 |
| Imagen 3.7.- Perfil revolucionado para generar ruedas I .....  | 32 |
| Imagen 3.8.- Perfil revolucionado para generar ruedas II ..... | 32 |
| Imagen 3.9.- Resultado final ruedas.....                       | 33 |
| Imagen 3.10.- Resultado final ruedas.....                      | 34 |
| Imagen 3.11.- Resultado final sillín .....                     | 35 |
| Imagen 3.12.- Resultado final sistema mecánico.....            | 37 |
| Imagen 3.13.- Rodamiento radial.....                           | 37 |

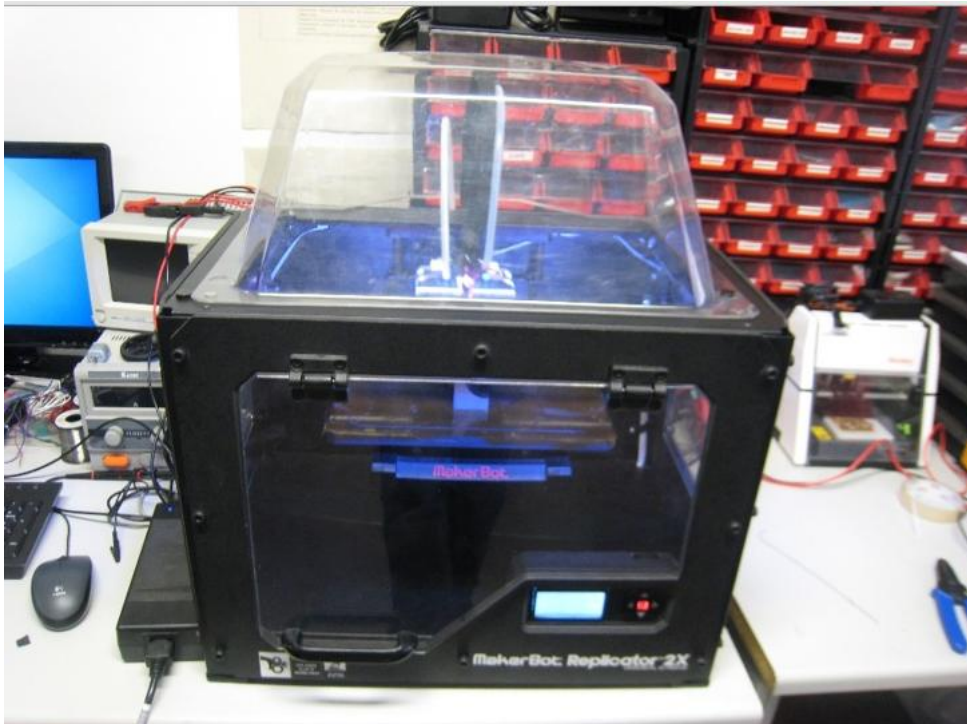
|   |    |
|---|----|
| Imagen 3.15.-Resultado final rodamientos radiales ..... | 38 |
| Imagen 3.16.- Resultado final bicicleta vista I.....    | 39 |
| Imagen 3.17.- Resultado final bicicleta vista II.....   | 39 |
| Imagen 3.18.- Resultado final bicicleta vista III.....  | 40 |
| Imagen 3.19.- Resultado final bicicleta vista IV.....   | 40 |

# **1. INTRODUCCIÓN**

## **1.1. Antecedentes**

Hasta donde se conoce, la tecnología de la impresión en 3D se está convirtiendo en un importante proceso de producción en los últimos años. Las compañías están invirtiendo miles de euros en investigación e ingenieros de todo el mundo están trabajando día a día sobre nuevas técnicas, nuevos materiales y nuevas posibilidades.

El trabajo consiste en la descripción y el desarrollo de una bicicleta con el propósito de imprimir el mayor número de piezas que la componen con la tecnología de impresión en 3D. La impresora utilizada se muestra en la siguiente imagen (Imagen 1.1).



*Imagen 1.1.- Impresora 3D laboratorio*

Durante el proyecto, no se ha realizado ningún cálculo matemático de real importancia debido a que éste está más focalizado en la fase o etapa del diseño gráfico. En esta etapa se ha tenido como referencia una bicicleta real que el alumno utilizaba a modo de medio de estudio.

Uno de los principales objetivos del proyecto ha sido la correcta definición del archivo .CAD que será esencial para el posterior desarrollo de la etapa de impresión. Para la creación de

archivos .CAD es necesario trabajar con programas de diseño en 3D. El estudiante conocía el modo de funcionamiento del programa CATIA pero durante el proceso que se presenta, el alumno ha tenido que descubrir y aprender el funcionamiento de un nuevo programa, CREO PARAMETRIC 2.0. Este software era completamente nuevo para el alumno y el tiempo empleado en su aprendizaje ha sido importante.

El alumno se ha encontrado con diferentes problemas que han ido apareciendo durante la etapa de diseño de la bicicleta y ha ido buscando las soluciones específicas más adecuadas ante cada situación. Ésto ha sido uno de los principales objetivos durante los 3 meses de proyecto.

Al comienzo de este documento se ha realizado un breve tutorial sobre el funcionamiento y las funciones principales de CREO PARAMETRIC 2.0 y posteriormente se ha descrito paso a paso todo el periodo de diseño de la bicicleta.

El proyecto ha sido desarrollado durante los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre en el Departamento de Mecánica de la Universidad de VIVES, Kortrijk (Bélgica).

## **1.2. Justificación**

El diseño de la bicicleta tiene como finalidad la creación mediante CREO PARAMETRIC 2.0 de los archivos necesarios para la posterior impresión en 3D del mayor número de piezas posibles.

Del total de todos los elementos que componen la bicicleta, sólo se van a poder imprimir mediante tecnología de impresión en 3D las piezas plásticas. Habrá numerosos elementos de la bicicleta como las ruedas, el sillín, rodamientos, la cadena, etc. que se pedirán a proveedores. Por eso a la hora de diseñar los elementos plásticos se procurará realizar diseños simples y fáciles de implementar con la impresora.

Los materiales plásticos empleados en este trabajo no se han escogido a falta de la realización de pruebas de esfuerzo.

El proyecto en sí está más orientado a la etapa de diseño que a la etapa de cálculos.

## **1.3. Objetivo**

- Conseguir una herramienta que permita facilitar y mejorar el diseño de elementos mecánicos y la definición de sus características (ya sean geométricas como de cualquier otro tipo) de una manera sencilla.

- A su vez, este documento servirá para llegar a conseguir un diseño real de dicha bicicleta.
- Por último, aunque no es un objetivo principal, se espera que el proyecto sirva de base o de guía para siguientes trabajos que empleen esta herramienta de diseño.

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA “CREO”**

### **2.1. Introducción**

CCREO PARAMETRIC 2.0 es el estándar en CAD 3D, con herramientas de productividad vanguardistas que promueven prácticas recomendadas de diseño a la vez que aseguran la compatibilidad con las normas de su compañía y su sector. CREO PARAMETRIC 2.0 proporciona la gama más amplia de prestaciones de diseño CAD 3D eficaces y flexibles que le ayudan a hacer frente a los desafíos de diseño más exigentes, incluida la adaptación a los cambios en las fases finales, el trabajo con datos de varios sistemas CAD y el diseño electromecánico.

Una oferta escalable de soluciones CAD/CAM/CAE 3D paramétricas e integradas permite diseñar más deprisa que nunca y maximiza la innovación y la calidad para crear, en último término, productos excepcionales.

Como parte de la familia de productos Creo, CREO PARAMETRIC 2.0 puede compartir datos de forma fluida con otras aplicaciones Creo. Esto significa que no se pierde tiempo con la conversión de datos y los errores resultantes se eliminan. Los usuarios pueden cambiar sin dificultades de un modo de modelado a otro y los datos de diseño 2D y 3D pueden trasladarse fácilmente entre aplicaciones conservando la intención de diseño. Esto tiene como resultado un nivel sin precedentes de interoperabilidad y proporciona innovadoras ganancias de productividad a través de muchos procesos de desarrollo.

#### **Funciones y ventajas:**

- Las eficaces y flexibles prestaciones de diseño CAD paramétrico 3D permiten una posibilidad de mecanizado y una diferenciación del producto superiores
- La amplia gama de capacidades de diseño de concepto facilita una rápida introducción de nuevos productos
- Una fluida interoperabilidad de datos y una experiencia del usuario común entre aplicaciones y extensiones permiten desarrollarlo todo, desde el concepto hasta el mecanizado, de forma más rápida y barata

- La capacidad de ajustar los cambios de última hora de estadios y la propagación automática de cambios de diseño a todas las entregas verticales permiten diseñar con confianza
- La generación automatizada de entrega de servicio y el mecanizado asociativo aceleran el tiempo de lanzamiento y reducen costes

## 2.2. Descripción de comandos y ejemplos

En este apartado se dará una explicación de los módulos que se han utilizado en la realización del trabajo y los comandos empleados en cada uno de ellos.

Una vez que se abre CREO PARAMETRIC 2.0 se comenzará el ejercicio cliqueando en “Nuevo”, se abrirá un desplegable en el que se va a poder elegir los módulos en los que se puede trabajar (Imagen 2.1).

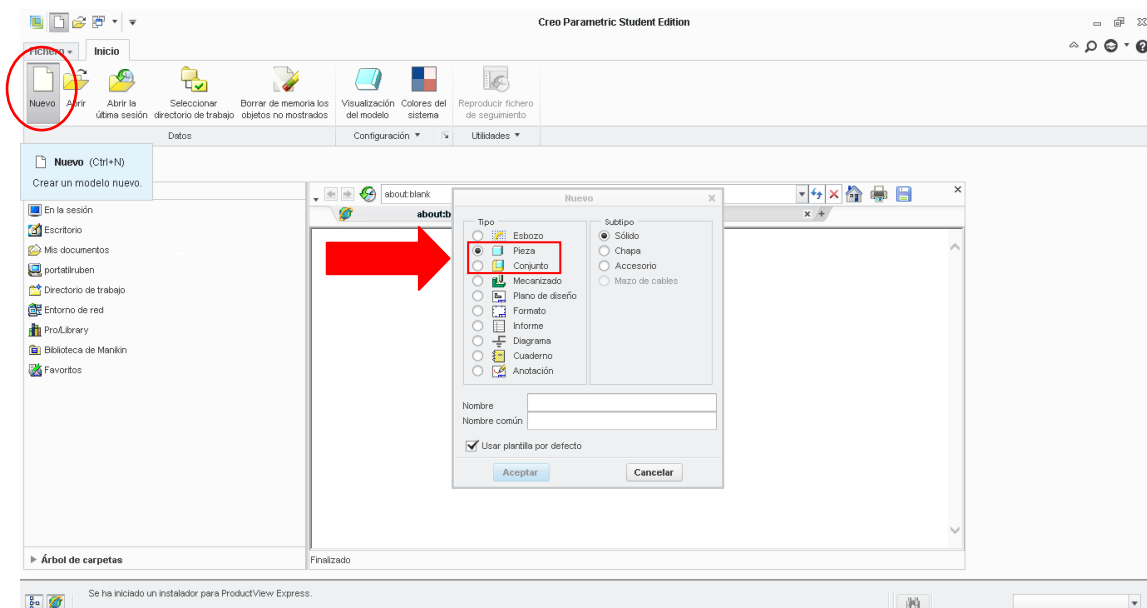


Imagen 2.1.- Desplegable módulos

### 2.2.1 Módulo Pieza

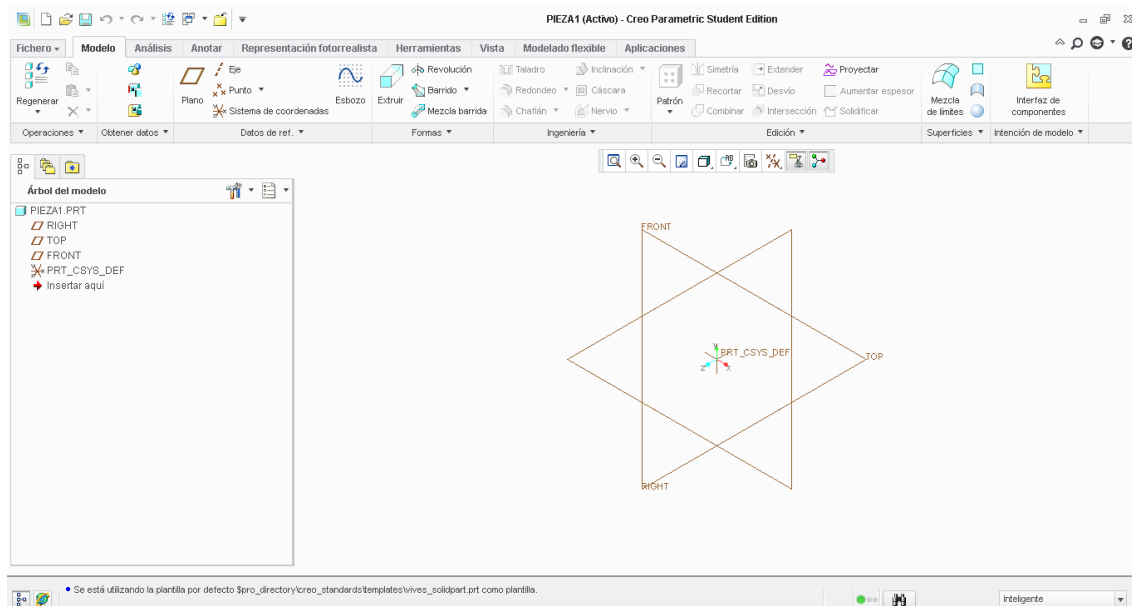
Después de dar un nombre a la pieza (Pieza1) y de aceptar se configura el espacio de la manera en que muestra la imagen (Imagen 2.2).



Los comandos que no aparecen sombreados se activan una vez que se dispone de un sólido n el espacio.

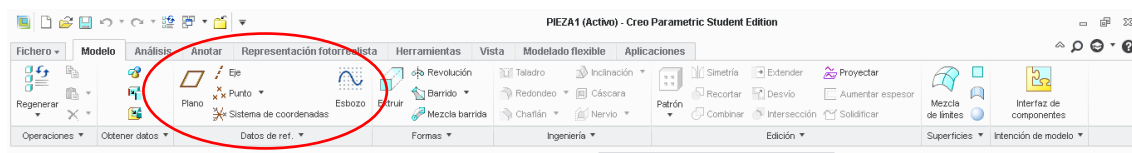
En la zona izquierda de la pantalla podemos ver el árbol que crea a medida que se desarrolla la pieza.

Inicialmente se cuenta con el sistema de referencia (3 planos, x,y,z) que se representan en la imagen en marrón.



*Imagen 2.2.- Espacio de configuración*

Las primeras opciones que se tienen en la barra de herramientas y que se señalan en color rojo en la imagen (Imagen 2.3) son las relacionadas con datos de referencia. Con ellas se podrán crear puntos, planos, ejes e incluso nuevos sistemas de referencia en el espacio que facilitaran la labor a la hora de tomar alguna de ellas como referencia para la realización de otra operación.



*Imagen 2.3.- Barra de herramientas datos de Ref.*

Dentro de estas opciones se encuentra la función “Esbozo” que sin duda es la más importante de todas ellas. Mediante ella, el usuario va a ser capaz de crear geometrías (esbozos en 2D) sobre el plano del espacio que desee y que servirán como base de numerosas operaciones explicadas más adelante. En la siguiente imagen (Imagen 2.4) se muestra un ejemplo de una geometría 2D dibujada sobre un plano elegido.

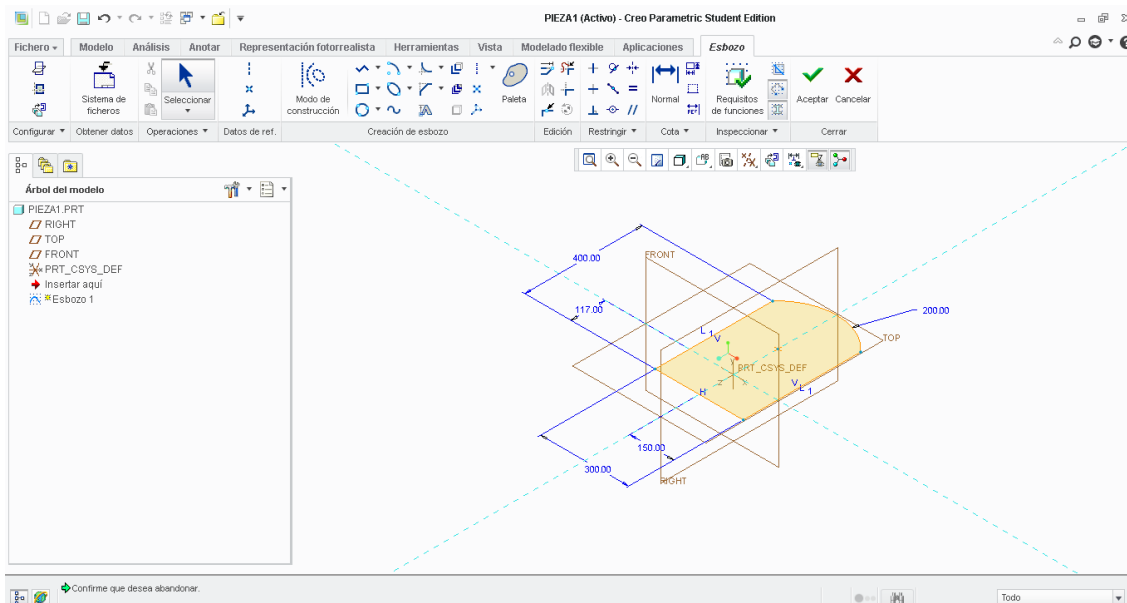


Imagen 2.4.- Sketch

Antes de clicar en la función “Esbozo” se ha tenido que escoger el plano del espacio en el que se quiere realizar el mismo. Una vez dentro de la función, aparecen numerosas opciones en la barra de herramientas que ofrecen un amplio rango de posibilidades, rectas, circunferencias, arcos de circunferencia, líneas poligonales, curvas o splines... También se va a poder acotar a necesidad del usuario el esbozo. Una vez que se haya terminado el esbozo en 2D se clickeará en aceptar y automáticamente el programa sacará al usuario al espacio 3D de comienzo, quedando guardado el esbozo o sketch realizado.

Una vez que ya se tiene una geometría de la que partir, existe en la barra de herramientas otro sector que en el programa se llama “Formas” en el que se encuentran las operaciones básicas para la creación de un sólido a partir de cualquier sketch. Para mejor visualización se ha incorporado una imagen ( Imagen 2.5) de la barra de herramientas en la que se destaca (en verde) este grupo de opciones.

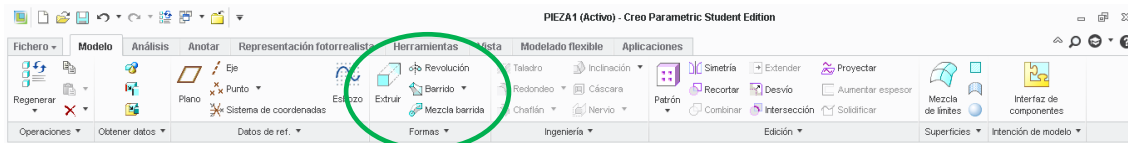


Imagen 2.5.- Barra de herramientas Formas

La función más habitual es la función “Extruir” y sirve para generar sólidos de caras planas y paralelas. Se necesita partir de un sketch (selección) y después “Extruir”. La función extruirá perpendicularmente al plano en el que se encuentra el esbozo. La longitud de extrusión se puede modificar al antojo del usuario además de la dirección de extrusión. Ver imagen (Imagen 2.6).

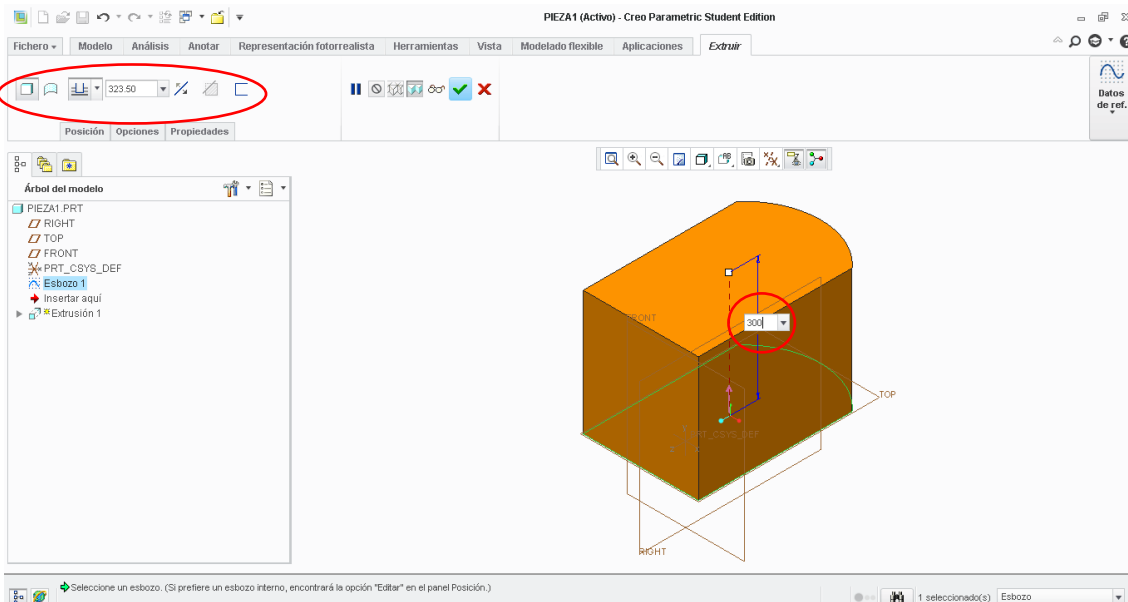


Imagen 2.6.- Extrusión

Dentro de la función extruir se puede realizar la operación contraria, restar material. Para ello se necesita tener un sólido preestablecido del que se quiera quitar material y nuevamente partir de un esbozo que eliminará todo el material que se encuentre a su paso mientras sigue una trayectoria recta cuya longitud también se podrá controlar. En el caso de la imagen anterior, esta opción no se encuentra disponible (sexta opción del interior de la marca ovalada) ya que no se tiene un sólido anterior.

Si se cliquea aceptar, el programa manda automáticamente al usuario al espacio 3D de inicio y se actualiza el árbol de operaciones a la izquierda de la pantalla. Ahora como ya se tiene un

sólido en el espacio se ve como se activan varias funciones en la barra de herramientas tales como “Taladro”, “Redondeo”, “Chaflán”, etc. Podemos observar la situación definida en la siguiente imagen (Imagen 2.7).

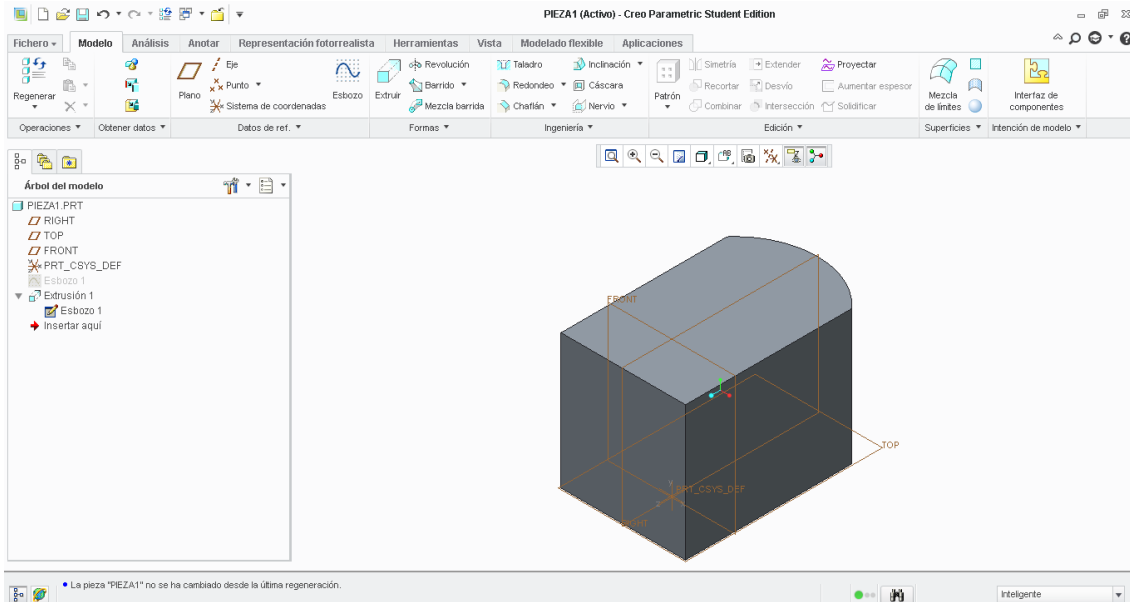


Imagen 2.7.- Extrusión 2

Otra de las operaciones que se puede emplear para crear un sólido es la función “Barrido”. Para esta operación es necesario partir de dos elementos, una trayectoria de barrido y un perfil. Para la realización de la trayectoria se ha de trazar ésta sobre un sketch que a su vez se ha ubicado en un plano del espacio elegido por el usuario. Con la trayectoria seleccionada, se elige “Barrido” y la propia función va a pedir al usuario la realización del perfil a extruir. En la figura siguiente (Imagen 2.8) se puede apreciar el proceso.

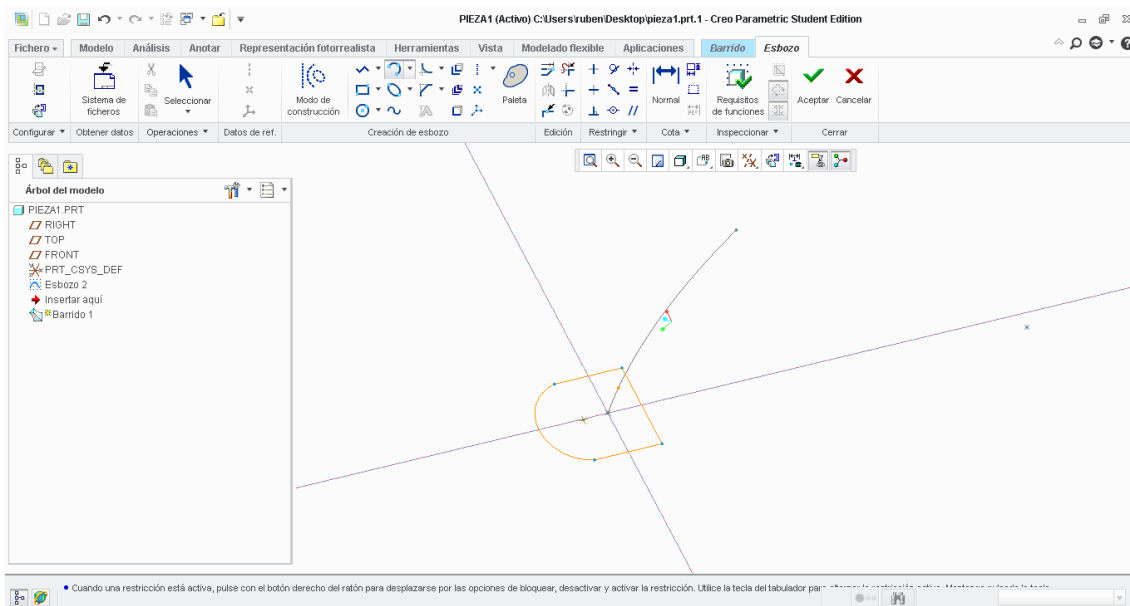


Imagen 2.8.- Barrido

A continuación se acepta y el resultado de la extrusión es el siguiente (Imagen 2.9).

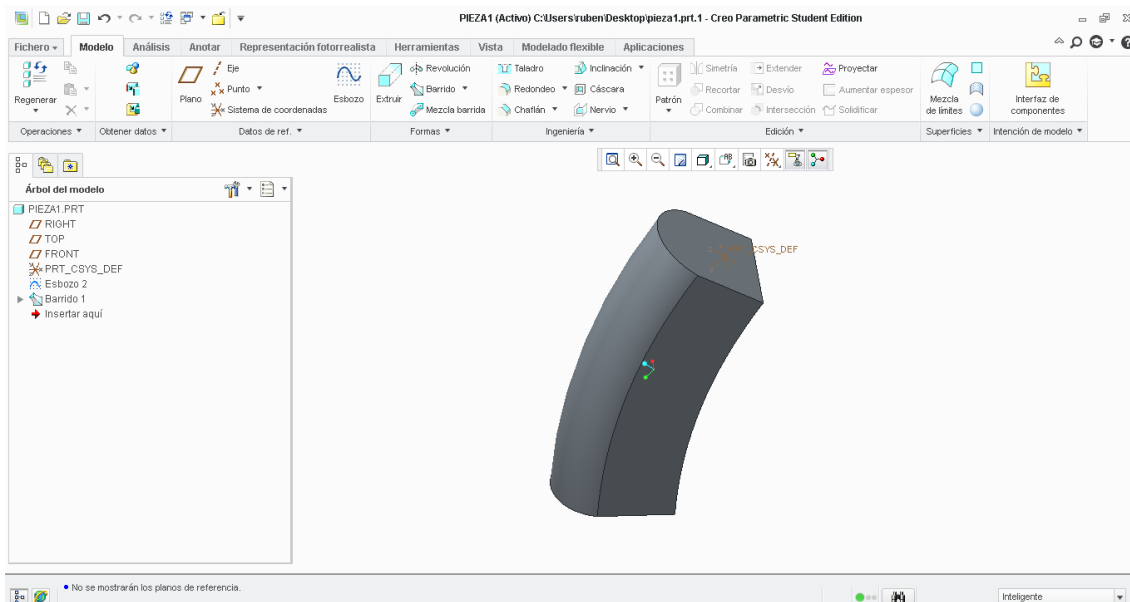


Imagen 2.9.- Barrido 2

Como se puede observar se obtiene un sólido de aristas curvas paralelas y de caras curvas.

Otra de las funciones que se están desarrollando es “Mezcla Barrida”. Es una función similar a la que se acaba de explicar de “Barrido” pero el inicio y el final de la extrusión son formas geométricas diferentes. La trayectoria de extrusión puede ser recta o curva dependiendo de la necesidad. Ésta función, según la complejidad de la geometría puede dar o no problemas. En la siguiente imagen (Imagen 2.10) se puede ver a la izquierda un caso sencillo de geometrías parecidas que se genera sin problemas, y un caso complejo que genera problemas al programa y su realización es imposible.

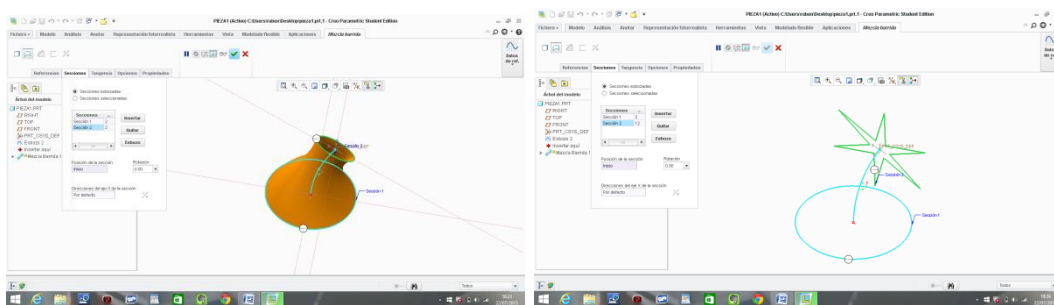


Imagen 2.10.- Barrido 3

La última de las funciones y una de las más potentes junto con la “Extrusión” recta es la “Revolución”.

En esta función como siempre se va a partir de un perfil, el cual va a rotar entorno a un eje escogido por el usuario. Para ello se deberá preparar en un sketch el perfil a revolucionar. Posteriormente y con el sketch seleccionado se clikeará en “Revolución” y lo siguiente que pide la función es el eje alrededor del cual va a rotar el perfil. En la figura (Imagen 2.11) se puede observar un claro ejemplo en el que se consigue una campana mediante la revolución de su media sección.

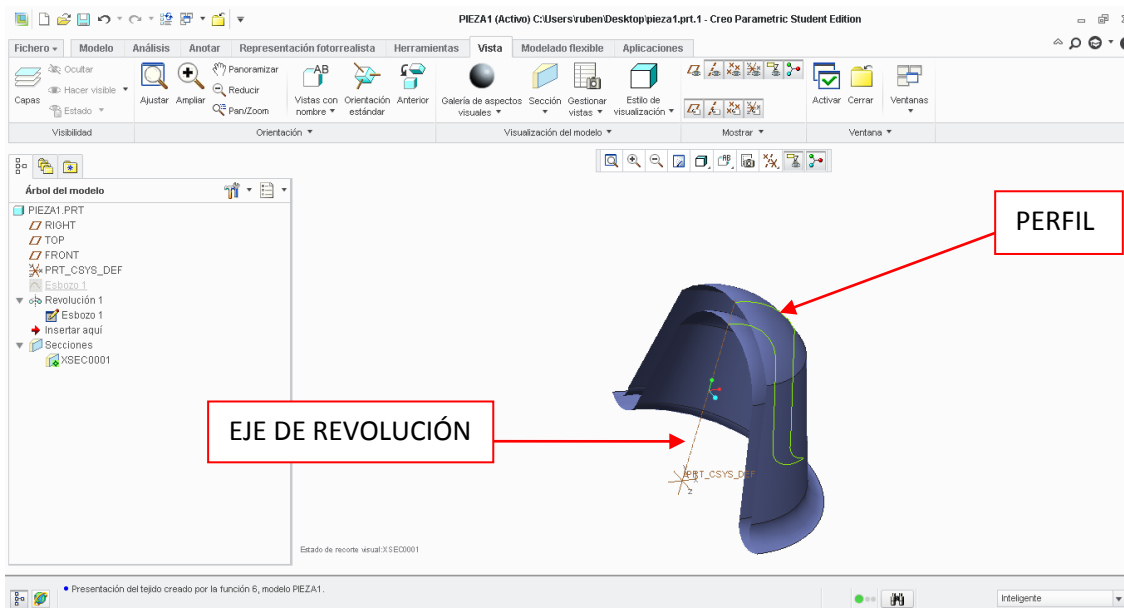


Imagen 2.11.- Revolución

En la barra de herramientas se puede ver un grupo de funciones denominadas “Ingeniería y que se resaltan en la siguiente imagen (Imagen 2.12).

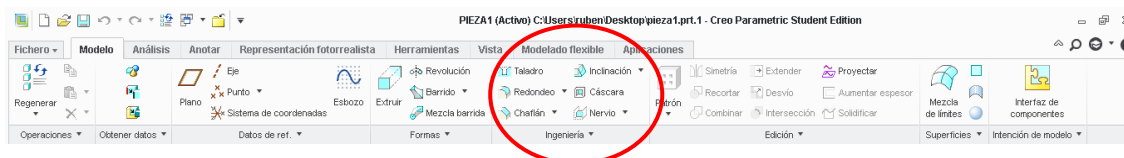


Imagen 2.12.- Barra de herramientas Ingeniería

Entre ellas se puede encontrar “Taladro”, “Redondeo”, “Chaflán”, “Inclinación”, “Cáscara” y “Nervio”. A continuación solo se explican las que han tenido más repercusión y con las que más se ha trabajado en el proyecto.

### **Función Taladro**

Ésta función es muy utilizada en el ámbito de diseño para la ingeniería por los numerosos elementos de unión que se utilizan. Taladros, pasadores, ajustes y juegos, etc.

Se debe tener un sólido previo para que se active la opción de utilizar esta función. Para proceder con el taladro, se tiene que tener seleccionado previamente la superficie sobre la que

se va a realizar el agujero y a continuación cliquer sobre “Taladro”. Por defecto, CREO va a crear un agujero de un diámetro X y con una ubicación aleatoria mas o menos centrada en la superficie. En la siguiente figura (Imagen 2.13) se ve como se puede modificar el diámetro del taladro, su forma (agujero ciego, pasante,etc...) y su ubicación.

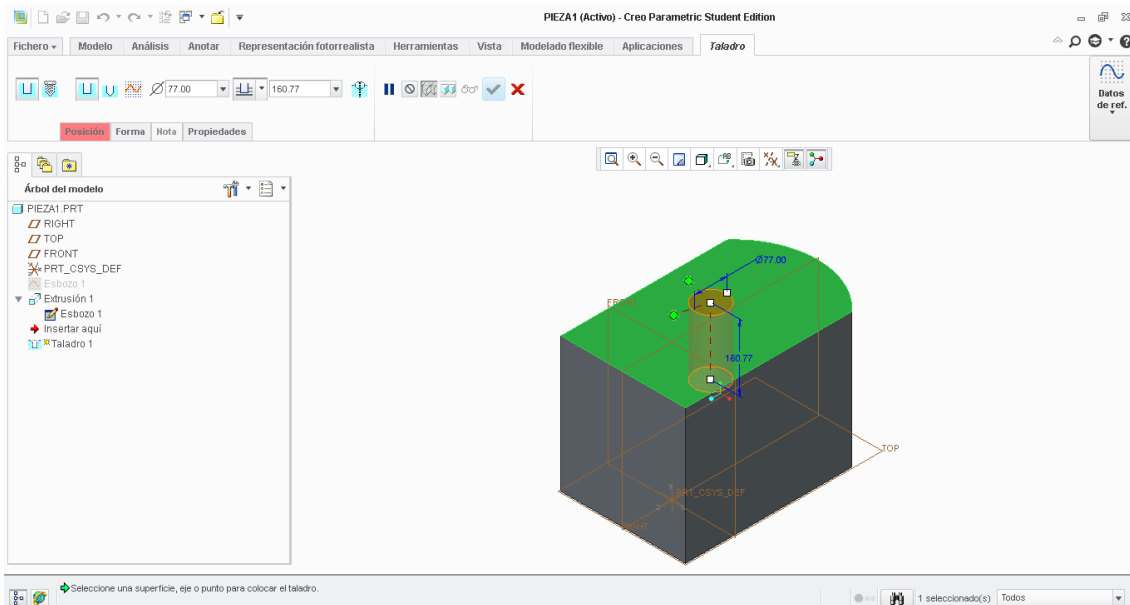


Imagen 2.13.- Taladro

Una vez aceptando, se obtiene el resultado final.

### **Función Redondeo**

Ésta es una función también muy empleada a la hora del diseño de piezas con CREO PARAMETRIC 2.0. Constituye una herramienta muy habitual a la hora del acabado final de la pieza. Su funcionamiento es muy sencillo. Una vez que se tiene un sólido, para el redondeo de aristas se deberá cliquer sobre “Redondeo”. Una vez dentro de la función, permite escoger las aristas vivas que se deseen redondear y lo que es más importante, permite elegir el radio del redondeo, en la imagen (Imagen 2.14) se ven las aristas seleccionadas y el radio elegido por el usuario, en el caso de la imagen, 40mm. Tras aceptar sobre el tick verde la pantalla principal muestra el resultado de la operación. En esta función se pueden tener problemas si se eligen radios de redondeo muy grandes que interfieran entre ellos.



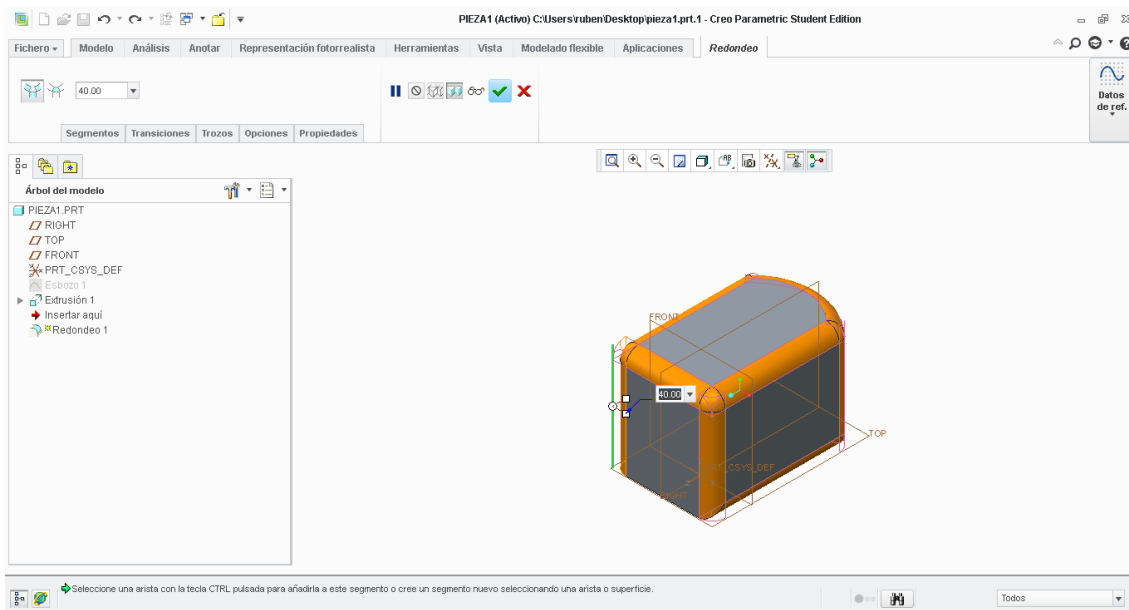


Imagen 2.14.- Redondeo

### Función Chablán

Como su propio nombre indica, esta función convierte aristas vivas en chablanes. El programa da la posibilidad de pronunciar en mayor o menor medida el achaflanado mediante la modificación de la cota que se puede ver en la siguiente imagen (Imagen 2.15). Esta cota muestra la distancia entre cada una de las dos aristas creadas y la antigua ya inexistente. Es un comando muy utilizado en diseño.

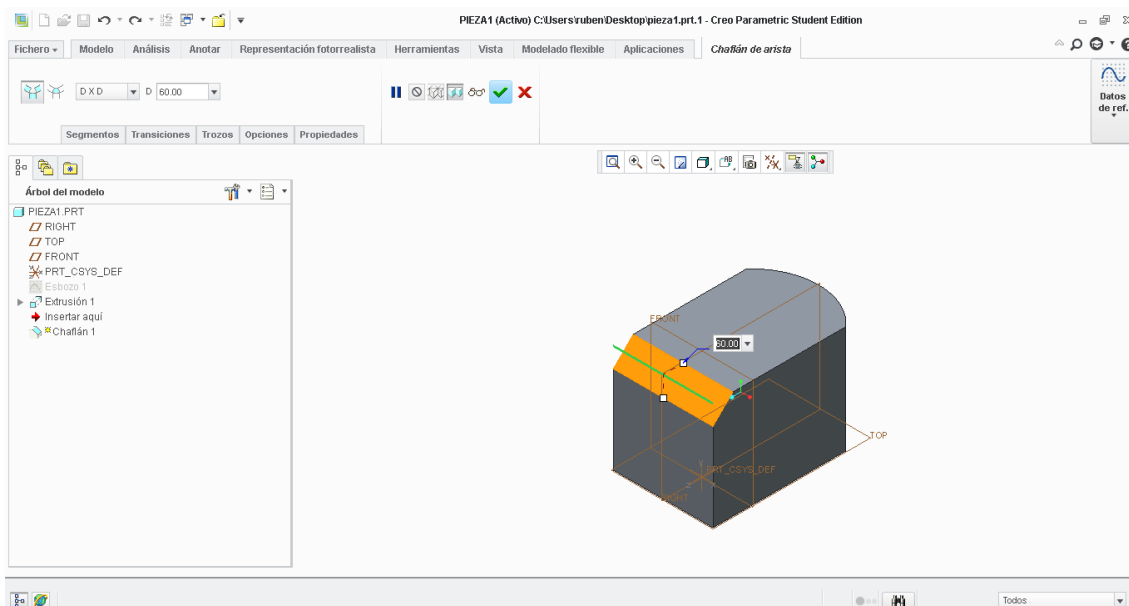


Imagen 2.15.- Chablán

### Función Carcasa

Ésta función es menos habitual y por tanto su uso es menos frecuente. Ofrece la posibilidad de realizar un vaciado de cualquier sólido macizo y escoger el espesor de la piel a voluntad. Es muy útil a la hora del diseño de cajas y carcasas, y bastante potente ya que raramente da errores independientemente de la geometría del sólido macizo que se vacía. (Imagen 2.16)

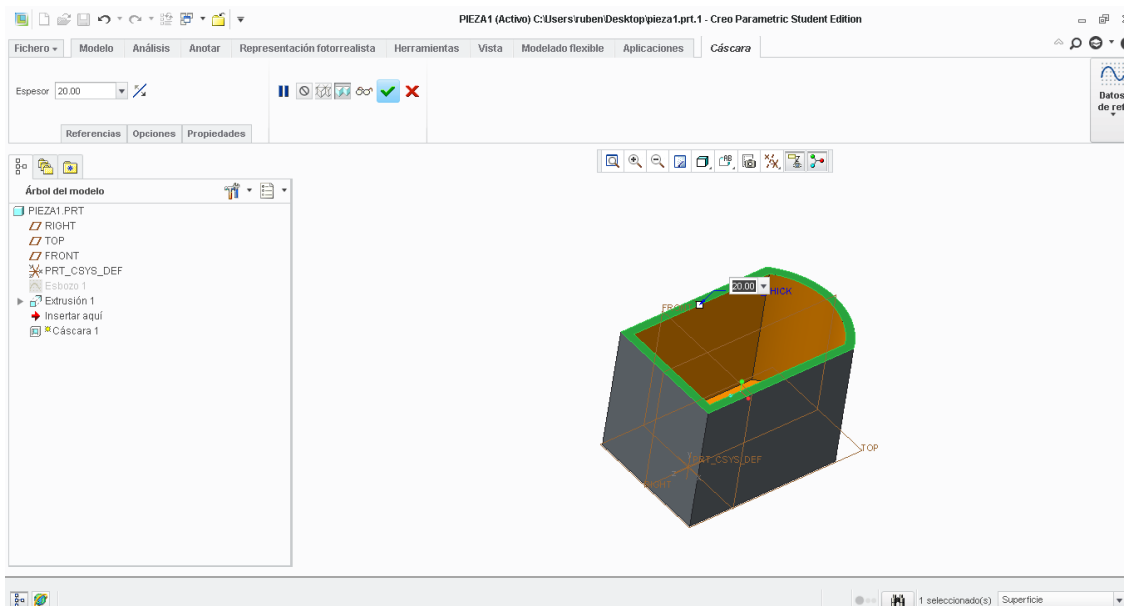


Imagen 2.16.- Carcasa

Para terminar con el módulo pieza se tiene en la barra de herramientas de la página principal un grupo de funciones denominadas “Edición”. En la imagen (Imagen 2.17) se señalan.

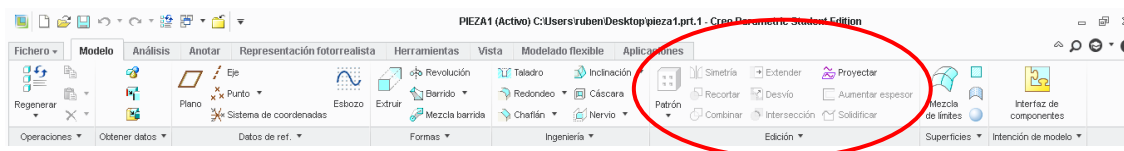


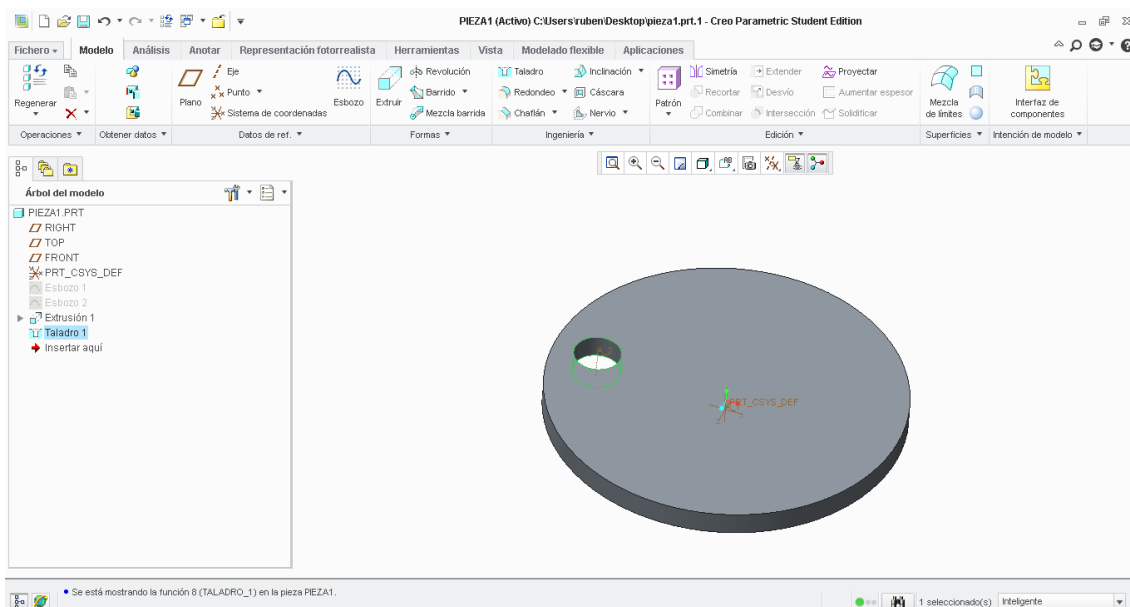
Imagen 2.17.- Barra de herramientas Edición

Este grupo de funciones facilitan el trabajo de diseño principalmente ahorrando tiempo al usuario, son tales como patrón, simetría, recortar, combinar, extender, desvío, intersección,

proyectar, aumentar espesor y solidificar. Como en todos los apartados se explicarán brevemente los más empleados.

## Función Patrón

Esta función se emplea cuando se va a realizar un mismo procedimiento en numerosas ocasiones. En ese caso se recurre a esta función para ahorrar tiempo de diseño. Se emplea para reproducir algún elemento ya existente. En el ejemplo que se muestra, se va a realizar un patrón de un agujero circular sobre una base circular. Para ello se crea un agujero sobre la base circular y a continuación, con el agujero seleccionado se clikea en patrón. (Imagen 2.18)



*Imagen 2.18.- Patrón*

A continuación y una vez dentro de la función, se ha de seleccionar la referencia a seguir para reproducir el patrón. En este caso se ha elegido como referencia el eje perpendicular a la base, es decir, el agujero se va a multiplicar entorno al eje escogido. Una vez escogida esta forma se puede modificar los parámetros internos de la función para espaciar los agujeros a voluntad del usuario. En el ejemplo se ha escogido la opción de rellenar los 360 grados con 8 agujeros equiespaciados (Imagen 2.19).

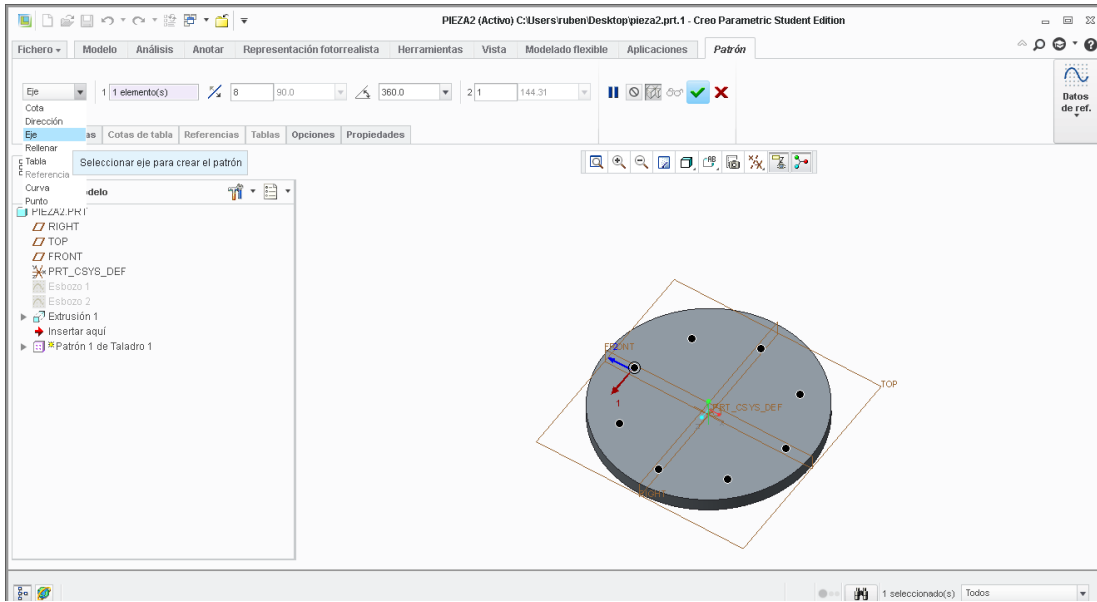


Imagen 2.19.- Patrón 2

El resultado tras aceptar se muestra a continuación (Imagen 2.20).

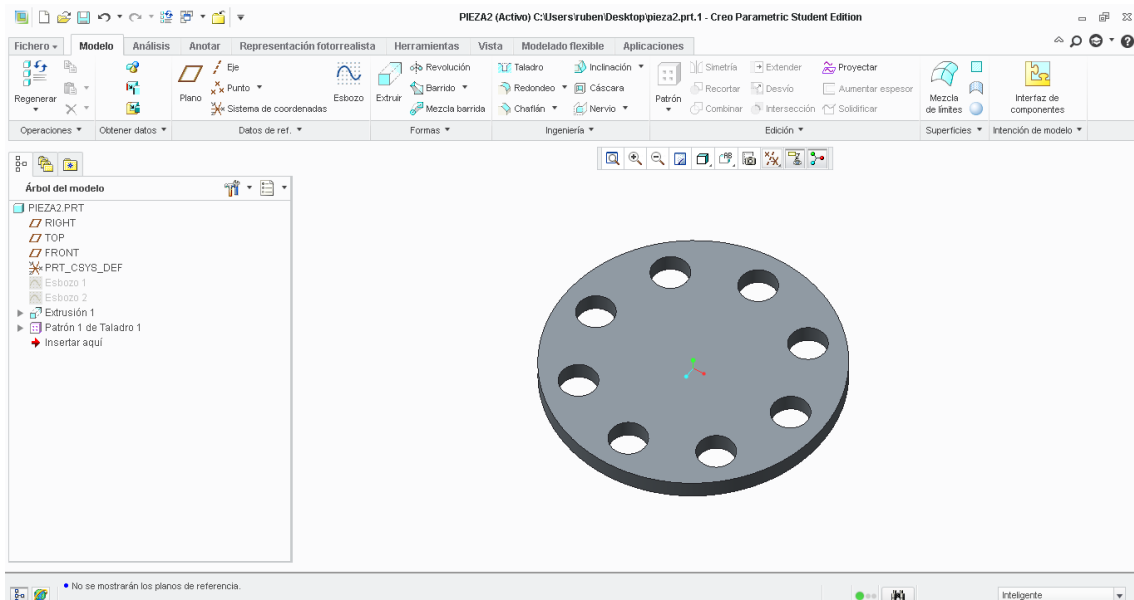


Imagen 2.20.- Patrón 3

## Función Simetría

Esta función sirve también para facilitar el proceso de diseño y en ocasiones para realizar operaciones que de otra forma serían mucho más complejas y laboriosas. Este apartado se va a explicar con un ejemplo. Como vemos en la imagen (Imagen 2.21), se tiene media estructura de un iglú. Para la realización de la otra parte simétrica primero se ha de tener seleccionado el sólido y a continuación seleccionar “simetría”. Una vez dentro de la función, ésta va a pedir al usuario el plano al que ha de ser simétrico.

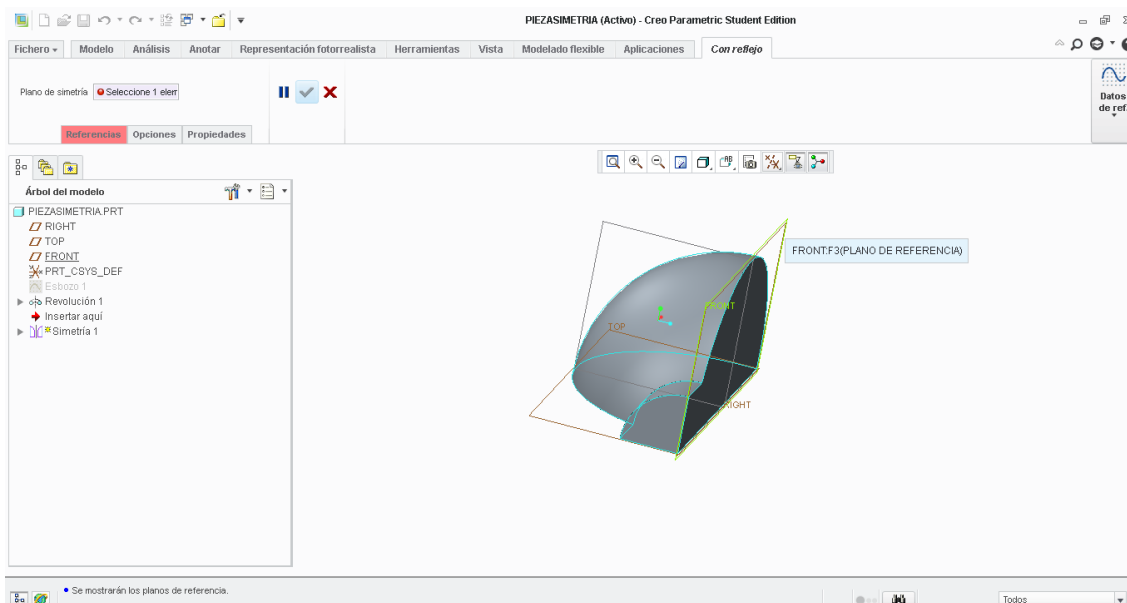


Imagen 2.21.- Simetría

Una vez que se le haya dado a la función el plano con el que ha de hacer la simetría no hace falta más que aceptar. Cabe destacar que esta función a pesar de ser muy útil no es muy potente ya que no realiza simetrías de sólidos complejos a los que se les hayan hecho más operaciones, por ejemplo taladros, nervios, vaciados, chaflanes... Por lo general el método a seguir va a ser el de realizar el sólido base con la función simetría y a continuación hacer sobre el todas las operaciones auxiliares que se requieran. En la siguiente imagen (Imagen 2.22) vemos el resultado final de la simetría a la que se le ha hecho un vaciado a posteriori para salvar las limitaciones que se acaban de exponer.

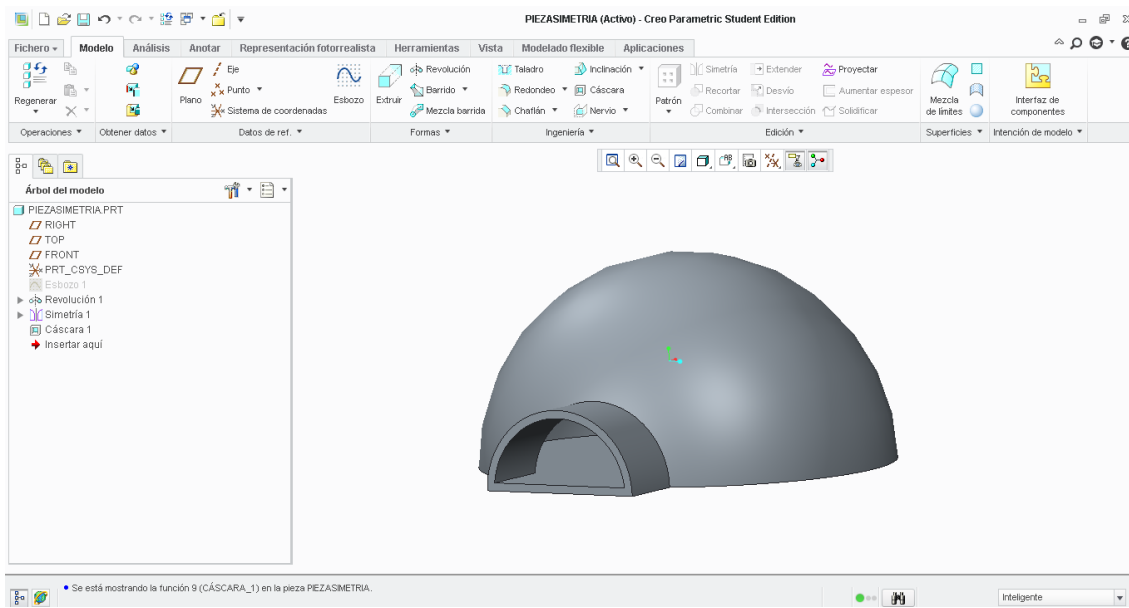


Imagen 2.22.- Simetría 2

## 2.2.2 Módulo Conjunto

El módulo conjunto sirve para realizar un ensamblaje de piezas con el objetivo de definir un mecanismo. Al comenzar y clicar en “Nuevo” el programa pregunta al usuario en que módulo desea trabajar, ya se ha explicado con anterioridad el módulo pieza y ahora se explicará el módulo conjunto. (Imagen 2.24)

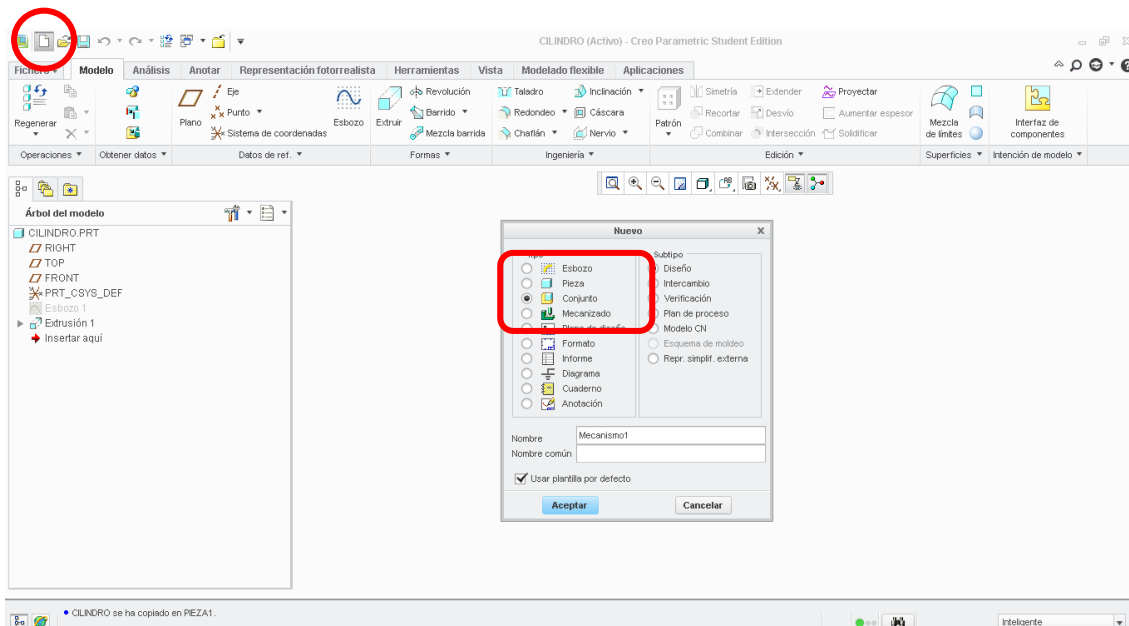


Imagen 2.24.- Desplegable módulos 2

El módulo conjunto es un módulo muy sencillo e intuitivo en el que el modo de operar es el de ir montando una pieza sobre otra escogiendo correctamente cada una de las restricciones necesarias para que queden ancladas de manera óptima entre ellas. La manera de explicar este módulo será con un ejemplo práctico que asentará las bases para otros casos diferentes.

En el primer ejemplo se va a tratar de introducir un cilindro (pieza 1) en un agujero que se ha realizado a una base circular (pieza 2). Una vez dentro del módulo conjunto se ha de tener muy en cuenta la función “Montar” que aparece en la barra de herramientas superior. Esta opción da pie a elegir los elementos individuales que vayan a formar el conjunto. Una vez introducidos se deberán tomar las restricciones adecuadas para fijar ese elemento en el espacio. Después de tener situado y referenciado el primer elemento sobre el espacio se repetirá la operación para el segundo elemento. En la siguiente imagen (Imagen 2.25) se ve el paso en el que se está referenciando la base circular agujereada al sistema de referencia empleado en el espacio.

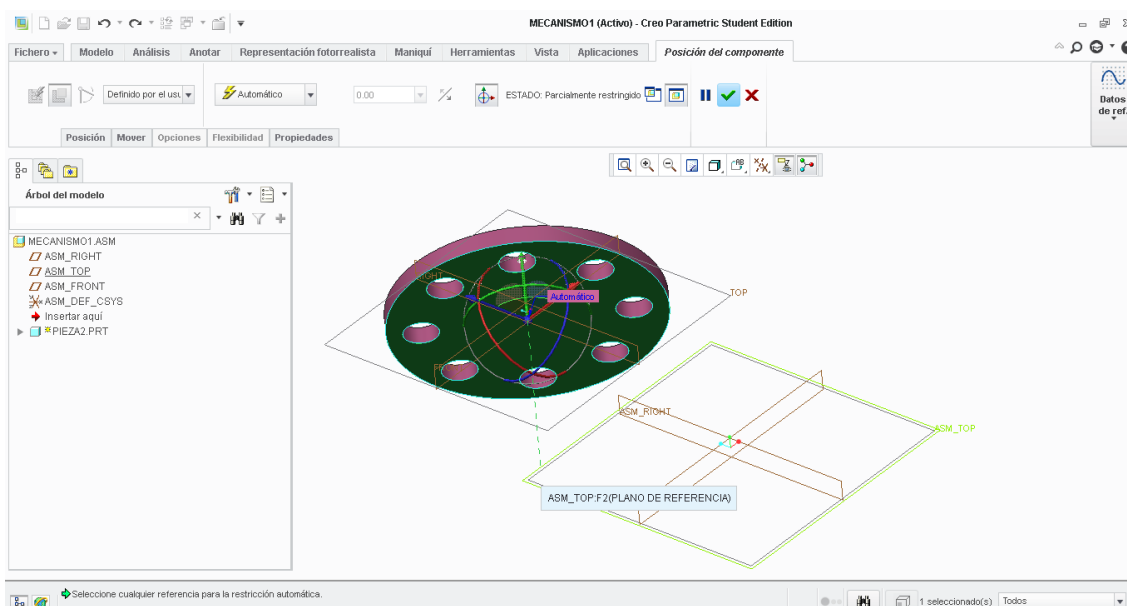


Imagen 2.25.- Módulo Conjunto

En la imagen anterior se ve cómo se va a hacer coincidir la base inferior de la base circular con el plano  $y = 0$  en el espacio. A mayores se han hecho coincidir los otros dos planos de referencia locales de la pieza al sistema de referencia global. En la imagen (Imagen 2.26) se muestra ya la pieza isorrestingida en el espacio, por eso se colorea de color amarillo.

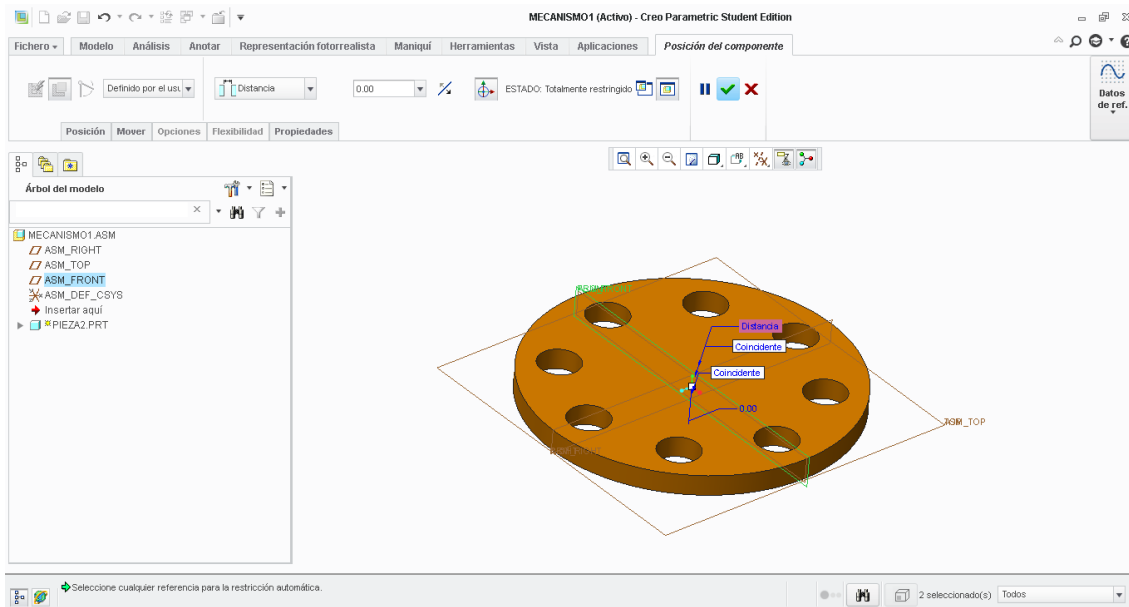


Imagen 2.26.- Módulo Conjunto 2

Una vez con la base bien situada en el espacio se procede a montar la otra pieza, un cilindro cuyo diámetro coincide con el diámetro de los agujeros de la base.

La primera restricción que se impondrá será la de hacer coincidir la superficie exterior del cilindro con la superficie interior del agujero de la base, el paso se muestra en la figura (Imagen 2.27).

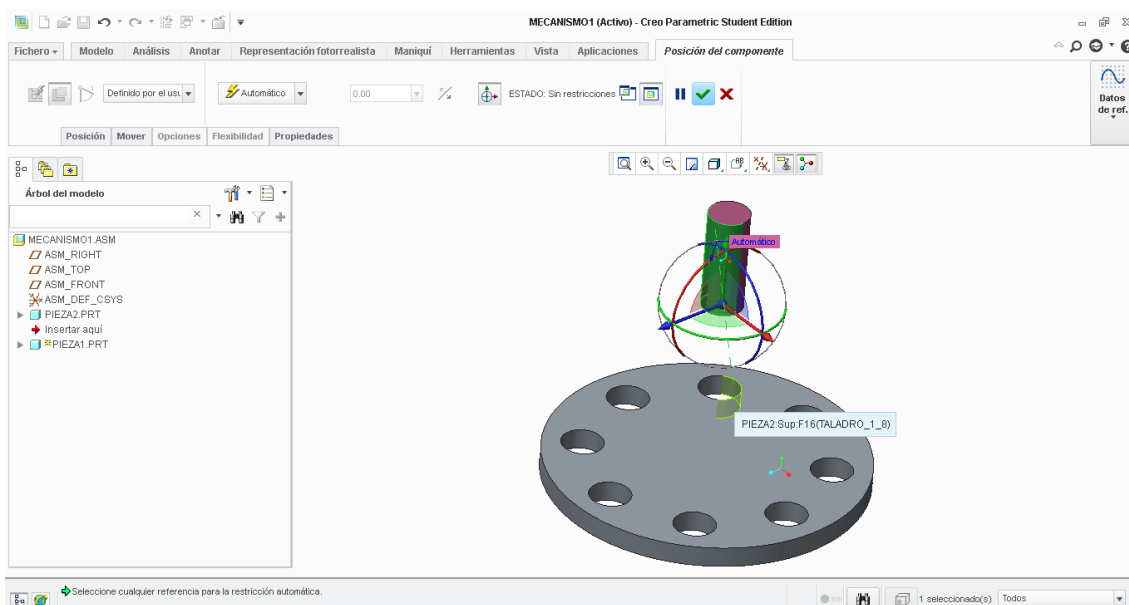


Imagen 2.27.- Módulo Conjunto 3



Con esta restricción el cilindro es concéntrico al agujero y sólo podrá moverse en vertical y rotar entorno a su eje. Para restringir el movimiento vertical se aplicará una nueva restricción en la que se hará coincidir la base del cilindro con una de las caras planas de la base circular con el objetivo de que el cilindro quede “a ras” de una de las caras. Cuando la función pregunte la distancia entre caras seleccionadas se introducirá el valor 0. (Imagen 2.28)

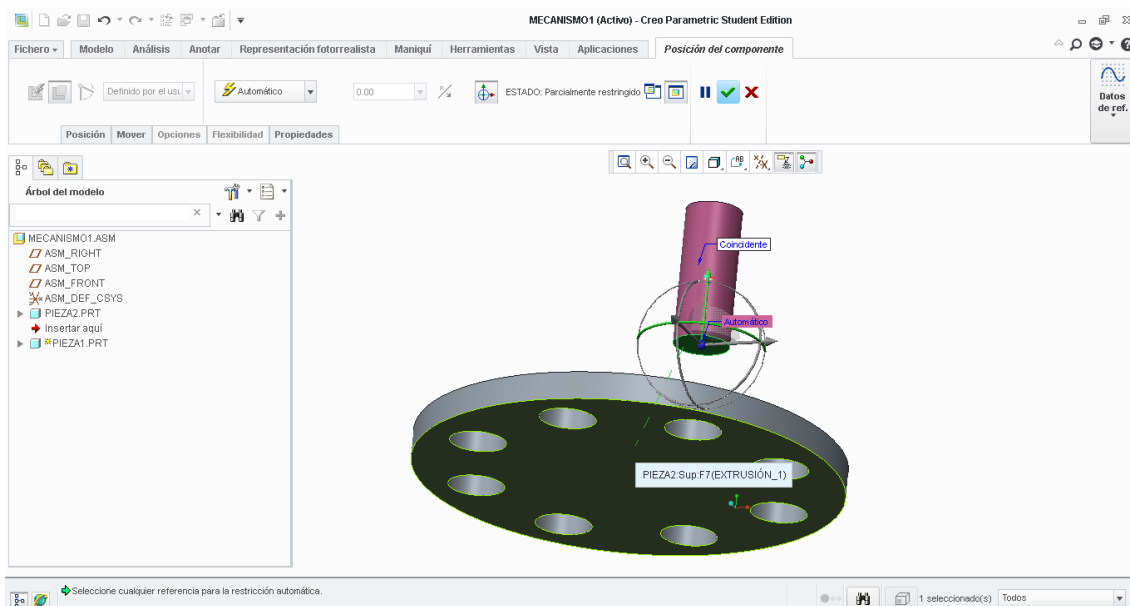


Imagen 2.28.- Módulo Conjunto 4

Con esta última restricción se ha limitado uno de los dos movimientos que se tenían libres, el del movimiento vertical. Como el movimiento de rotación no se va a apreciar por la geometría cilíndrica se puede dejar sin restringir. En el caso de querer hacerlo se debería incorporar una nueva restricción en la que se hiciese coincidir cualquiera de los dos planos locales longitudinales de la pieza con su respectivo plano del sistema de referencia global. El resultado se muestra en la siguiente imagen (Imagen 2.29).

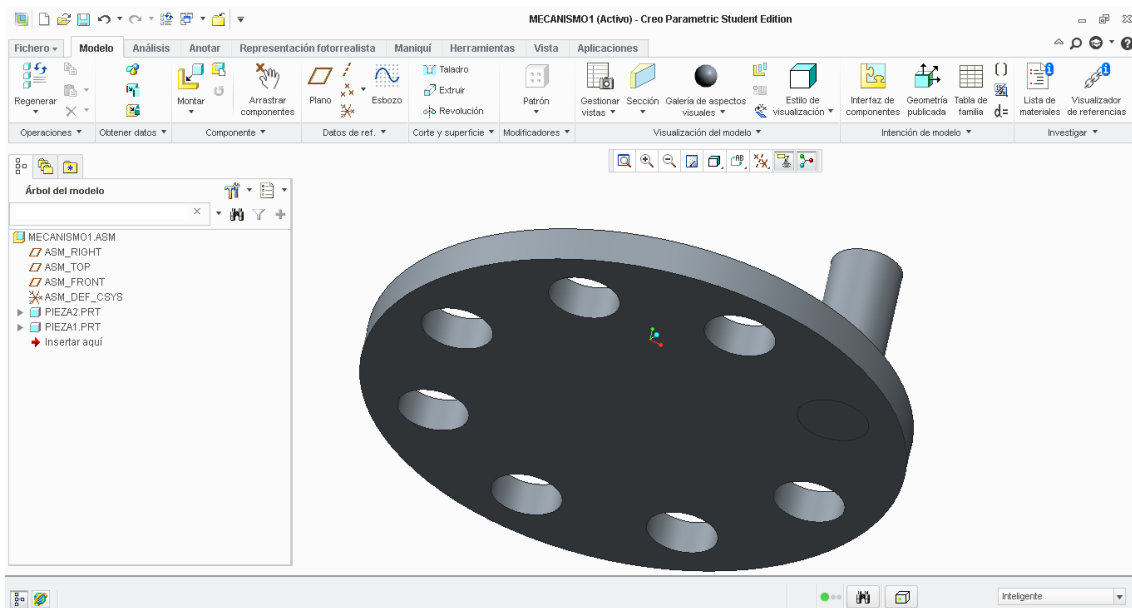


Imagen 2.29.- Módulo Conjunto 5

### 2.3. Conclusión

Con este capítulo se ha querido ofrecer un tutorial básico de las funciones que se pueden utilizar en CREO PARAMETRIC 2.0. Se han desarrollado las principales funciones que se pueden encontrar dentro del módulo pieza y se ha descrito a mayores el “modus operandi” de un ensamblaje de piezas individuales en el módulo conjunto. El objetivo a mayores es que sirva de guía de uso para posteriores trabajos.

## **3. DESCRIPCIÓN DE LA BICICLETA DISEÑADA**

### **3.1. Introducción**

En el siguiente apartado se pondrá en práctica las funciones citadas y definidas en el anterior capítulo comprobando así la versatilidad del programa CREO PARAMETRIC 2.0.

A continuación se presentará la fase de diseño de la bicicleta y se explicará con detalle las operaciones seguidas para desarrollar cada uno de los elementos que forman parte del sólido.

A su vez se presentarán los diferentes problemas encontrados en la fase de diseño de la bicicleta enumerando las soluciones específicas empleadas en cada caso particular.

Por último se mostrará el resultado final de la bicicleta objeto de estudio.

### **3.2. Descripción de las partes**

#### **3.2.1. Cuadro**

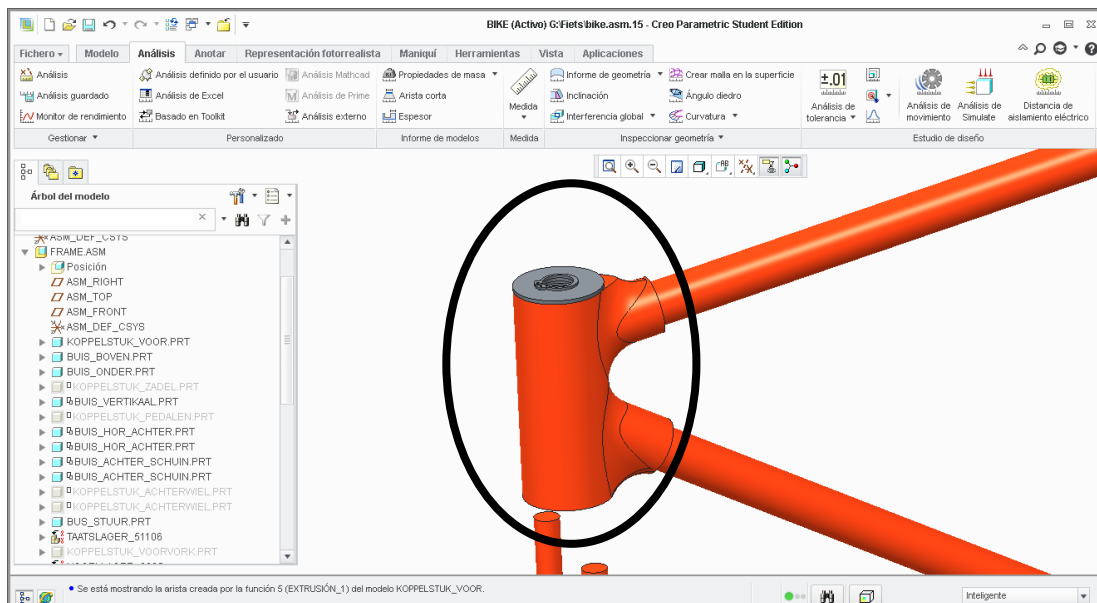
El cuadro, o marco, es la pieza base de una bicicleta, debido a que sobre él se montan otros componentes como el manillar, las ruedas o el sillín. Se trata de una estructura rígida que debe de ser capaz de soportar todos los esfuerzos que se transmiten desde el terreno a través de las ruedas además del peso del ciclista. Por todo esto el cuadro de una bicicleta se convierte en la pieza más importante del conjunto y por ello se ha comenzado el diseño por dicho elemento.

Tal y como se ha indicado al comienzo de la memoria del proyecto los diferentes elementos plásticos que forman parte de la bicicleta se diseñarán de la forma más sencilla posible debido a las limitaciones impuestas por nuestra máquina de impresión 3D.

El cuadro consta de una serie de tubos (naranjas) (Imagen 3.2) de sección circular realizados algunos mediante extrusión y otros mediante barrido de un perfil circular. El espesor de dichos tubos se ha calculado teniendo en cuenta el ( Shigley's MECHANICAL ENGINEERING DESIGN).

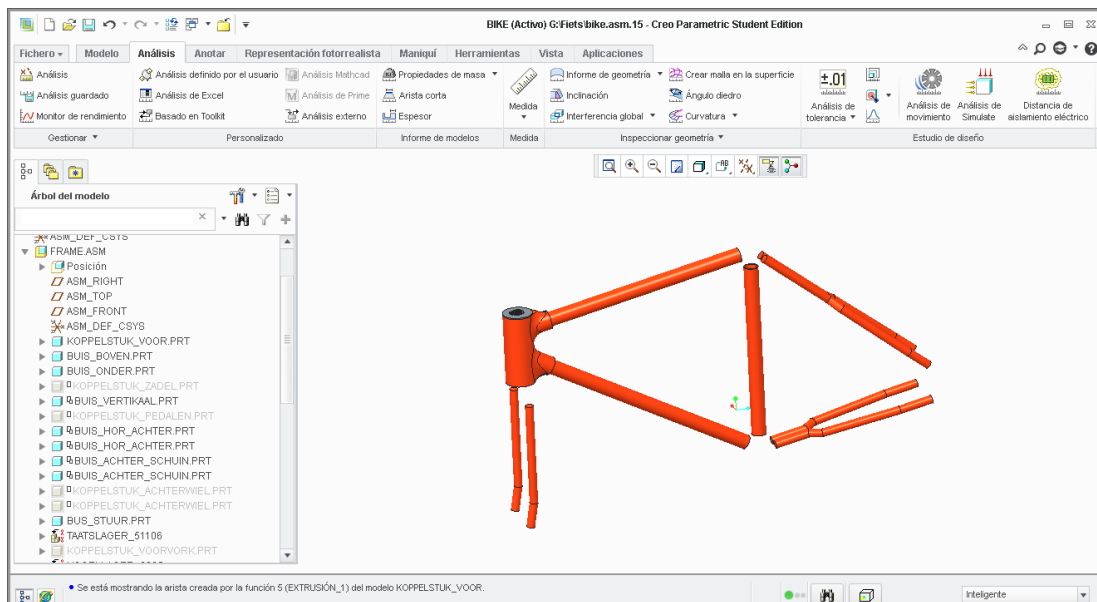
Cabe destacar que debido al nivel de sollicitación del tubo que alberga la horquilla, se ha procedido a introducir un tubo metálico que sirva como refuerzo de la pieza para evitar posibles fallos por fractura además de dar consistencia a una pieza que debe ejercer la función de guía de la dirección.

En la siguiente imagen (Imagen 3.1) se puede ver la pieza de la que se ha hablado junto con el refuerzo metálico introducida de manera concéntrica.



*Imagen 3.1.- Tubo metálico de refuerzo horquilla*

A continuación se muestra una imagen (Imagen 3.2) en la que se puede apreciar el conjunto de perfiles tubulares que conforman la estructura, cada uno de ellos con diferentes secciones y longitudes establecidos por el propio diseño.

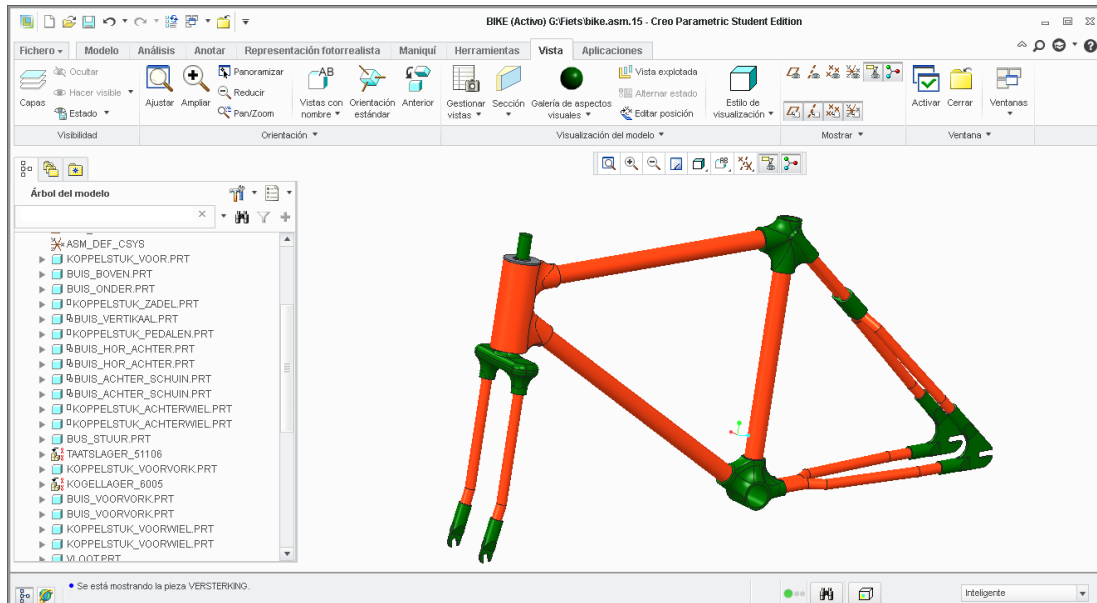


*Imagen 3.2.- Conjunto de perfiles tubulares*

Los perfiles de sección circular se engarzan con una serie de uniones, también impresas mediante tecnología 3D que le darán la rigidez necesaria al marco de la bicicleta. De todas

ellas, la unión más solicitada es la pieza inferior en la que confluyen tres tubos del cuadro. Por ello se ha procedido a realizar la pieza con un espesor y densidad plástica superior a los demás. Todas ellas se han diseñado mediante diferentes operaciones de extrusión y de tal forma que se tenga gran apriete con los tubos a los que van unidas.

En la siguiente imagen (Imagen 3.3) ya se puede ver el resultado final del cuadro con las uniones (en verde) de las que se ha hablado en último lugar.



*Imagen 3.3.- Resultado final cuadro bicicleta*

Con el diseño del cuadro finalizado se han ido desarrollando las sucesivas piezas que conforman la bicicleta y que se engarzan en el. Tales como el manillar, las ruedas, los pedales o el sillín.

### 3.2.2. Manillar

El manillar es el elemento sobre el cual el ciclista aplica la fuerza según la dirección que deba de tomar la bicicleta.

En este caso, se ha tomado como pieza base un cilindro de diámetro 20mm y longitud de 500mm obtenido mediante extrusión de un perfil circular, el cual se va a obtener mediante tecnología 3D y por eso se ha realizado un diseño tan básico (Imagen 3.4).

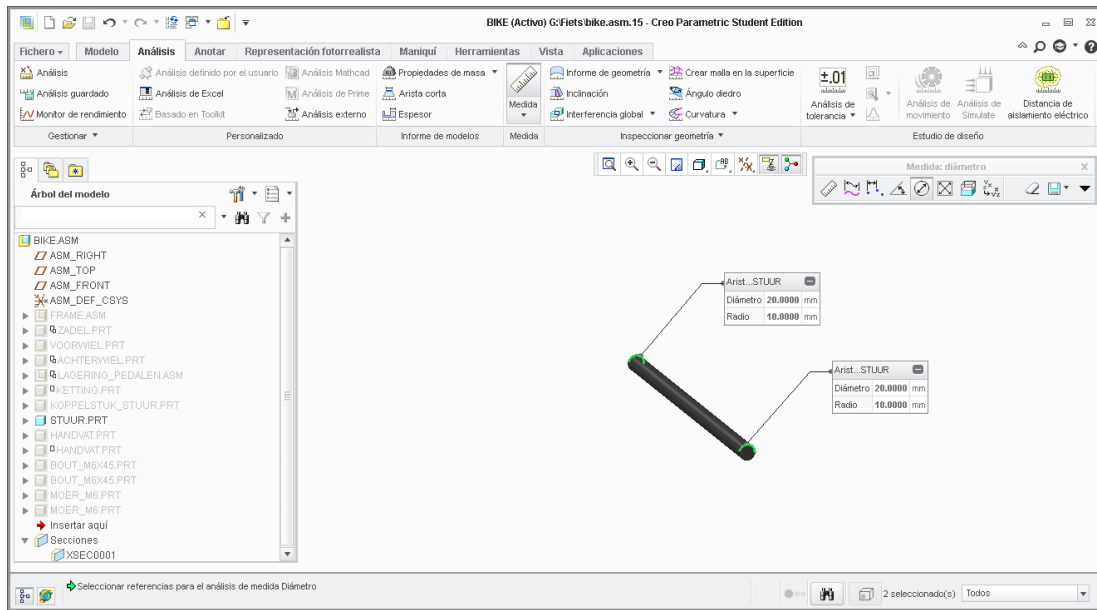


Imagen 3.4.- Cilindro con dimensiones

Sobre él se han incorporado dos “cuernos” también impresos mediante tecnología 3D. La finalidad de estos dos elementos es una cuestión de carácter estético ya que sólo sirven para facilitar la postura del ciclista y hacer más cómoda la conducción. El diseño se ha realizado mediante el barrido a lo largo de una trayectoria curva de una sección circular que termina sobre un tocho que alberga un agujero cilíndrico pasante que hará apriete con el tubo anteriormente descrito. El producto final se muestra a continuación en la imagen (Imagen 3.5).

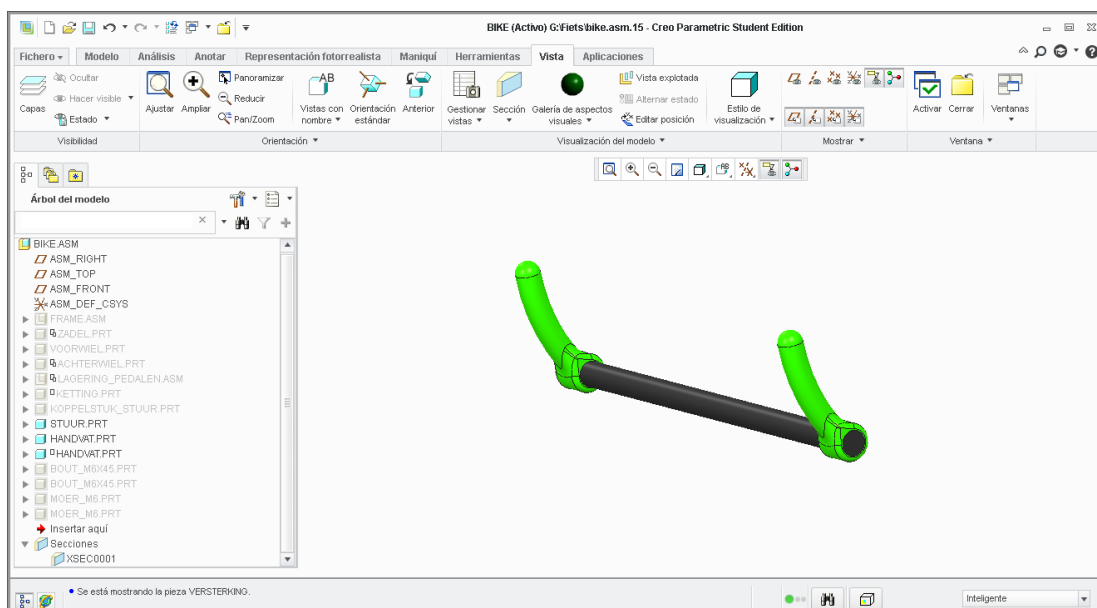


Imagen 3.5.- Resultado final manillar

### 3.2.3. Ruedas

Las ruedas son uno de los componentes más importantes a la hora de diseñar una bicicleta ya que son las encargadas de transmitir todas las irregularidades del terreno al cuadro o marco. Dependiendo de la finalidad de cada bicicleta, se diseñarán unas ruedas de mayor o menor diámetro, de mayor o menor espesor y con uno u otro dibujo sobre la cubierta.

Toda rueda de una bicicleta debe de estar formada por estructura metálica (llanta y radios), cámara de aire y cubierta. La estructura metálica es difícilmente sustituible por una estructura de características plásticas por la debilidad de los radios y las cargas cíclicas a las que está sometida en todo momento de la marcha. La solución sería el diseño de una estructura más robusta, pero en este trabajo se ha optado por implantar unas llantas metálicas de 20,3 pulgadas (medida normalizada).

Por tanto las ruedas de la bicicleta no van a ser impresas con la tecnología de impresión 3D sino que se van a utilizar ruedas convencionales. Con esto, la implementación de las dos ruedas, delantera y trasera va a tener importancia únicamente a nivel de diseño.

Las dos ruedas se han realizado mediante la revolución de 3 perfiles cerrados, un perfil que genera la cubierta, otro perfil que genera la llanta, y un tercer perfil que genera el buje. Los dos primeros perfiles que se han citado serán comunes para ambas ruedas, pero el tercer perfil, el que genera el buje va a ser diferente para la rueda delantera que para la rueda trasera ya que en esta tiene que ir incorporado la rueda del piñón, de la que se hablará más tarde en el apartado en el que se trata la cadena de la bici. A continuación se muestran dos imágenes (Imagen 3.7 ; Imagen 3.8) en la que se puede apreciar los perfiles revolucionados para generar las dos ruedas.

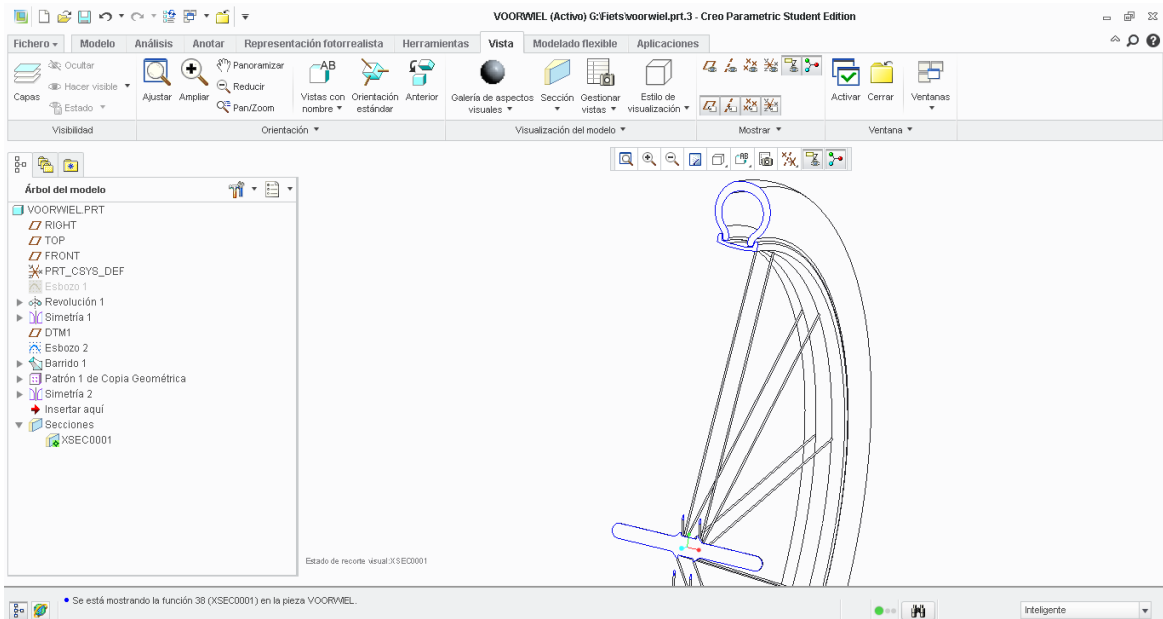


Imagen 3.7.- Perfil revolucionado para generar ruedas I

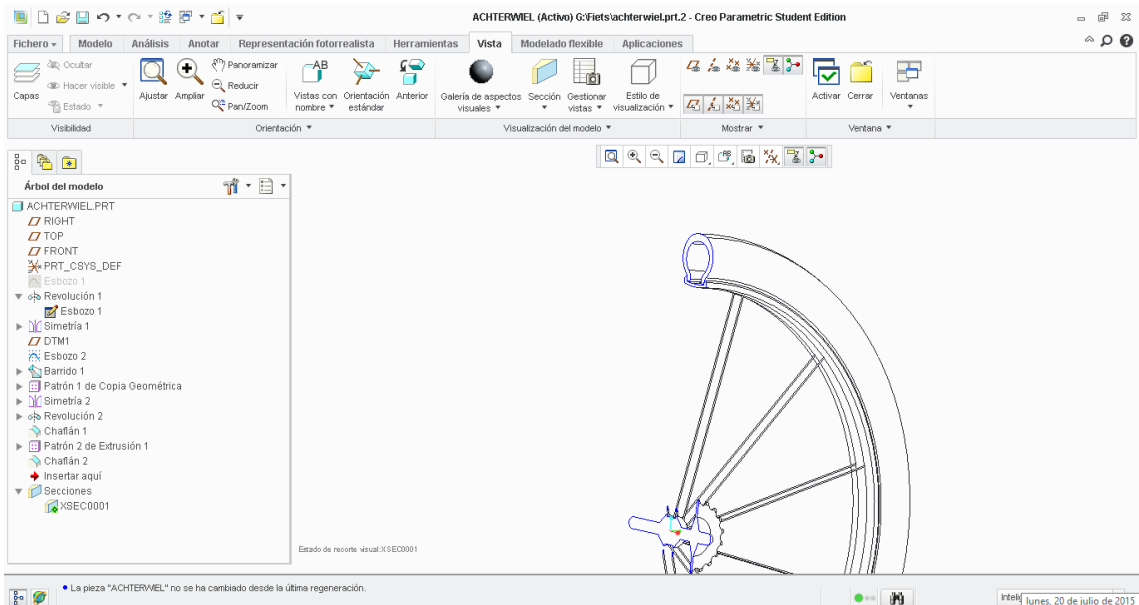


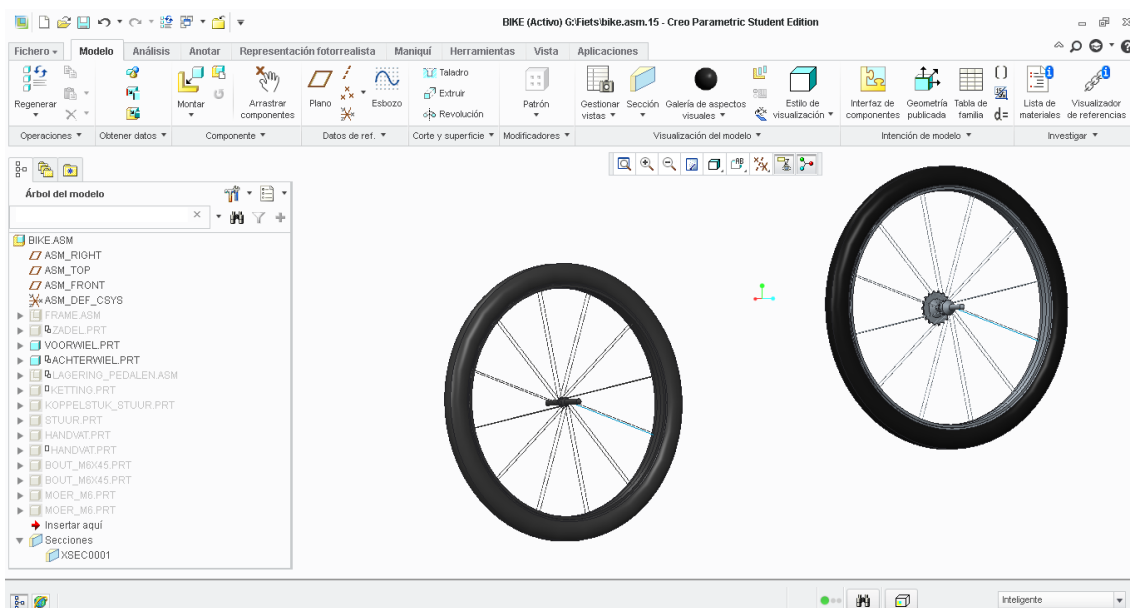
Imagen 3.8.- Perfil revolucionado para generar ruedas II



Para los radios se ha empleado la función “Barrido” de un perfil circular para que se genere un solo radio y posteriormente se empleó la función “Patrón circular” tomando como referencia el eje perpendicular a la rueda.

Cabe destacar que por la geometría tan complicada de la rueda así como las operaciones necesarias para su generación se han dado muchos problemas e incompatibilidades hasta dar definitivamente con la solución.

Finalmente le daremos a las ruedas una impresión más realista dotándolas de una textura negra que se asemeja a la del material con el que se realiza estos elementos, el caucho. Y el resultado final se muestra en la siguiente imagen, (Imagen 3.9).



*Imagen 3.9.- Resultado final ruedas*

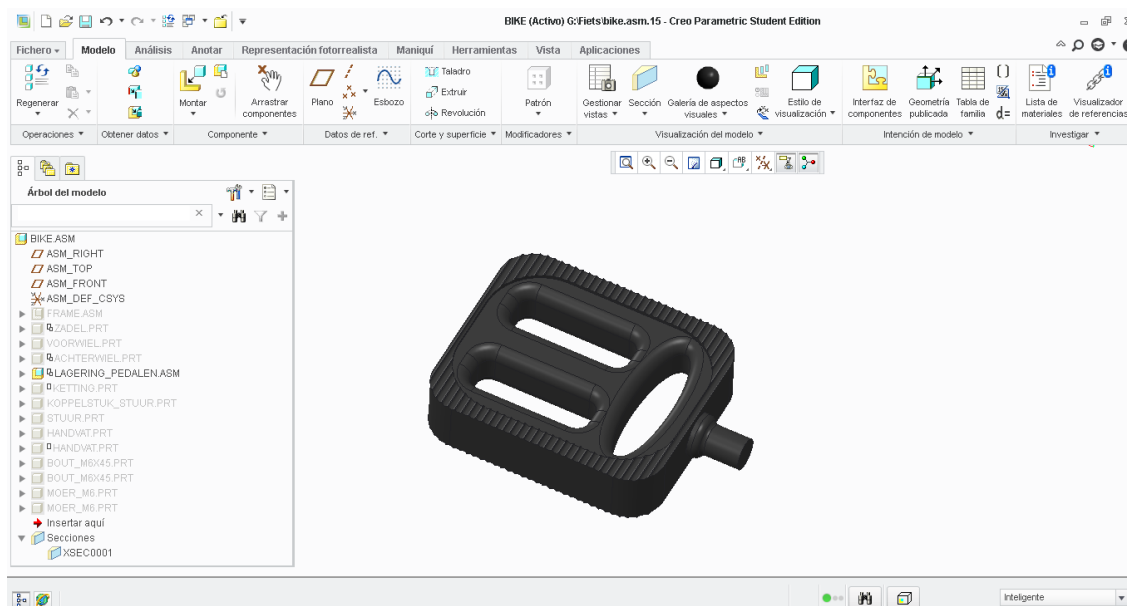
### 3.2.4. Pedales

Un pedal de bicicleta es una componente de apoyo que contienen las bicicletas desde 1860 hasta hoy en día. Los pedales giran sobre un eje anclado a la biela. Los pedales están compuestos básicamente por dos partes: parte de apoyo, en la cual se apoyan los pies, y el eje, en el cual se apoya la parte de apoyo y el eje también sujeta el pedal a la biela. Los pedales antiguamente estaban fabricados en madera y hierro, pero poco a poco han ido evolucionando hasta llegar a ser de plástico, hierro, aluminio y fibra de carbono.

El hecho de que estos elementos puedan estar hechos de plástico presta la posibilidad de que puedan ser fabricados mediante tecnología de impresión en 3D.

El método de realización ha sido sencillo. Se ha realizado una extrusión rectangular a la que posteriormente se ha realizado tres agujeros de diferentes geometrías mediante la función “Extruir”, en este caso quitando material. También se ha añadido una parte cilíndrica para unir el pedal a la biela. Por último se ha procedido a realizar un acabado irregular con el objetivo de mejorar el agarre del ciclista con el pedal.

El resultado final se muestra en la imagen (Imagen 3.10) a continuación.



*Imagen 3.10.- Resultado final ruedas*

### 3.2.5. Sillín

Un sillín de bicicleta, a menudo llamado un asiento, es uno de los tres puntos de contacto en una bicicleta, los otros son los pedales y el manillar. El sillín de la bicicleta ha sido conocido como tal desde que la bicicleta evolucionó a partir del «hobby-horse», un precursor de la bicicleta. El sillín realiza una función similar a la montura de un caballo, que no lleva todo el peso del jinete, ya que puntos de contacto también toman parte de la carga. El sillín de la bicicleta es comúnmente unido a la tija de sillín y la altura del sillín por lo general se puede ajustar por la tija telescópica dentro del tubo del asiento.

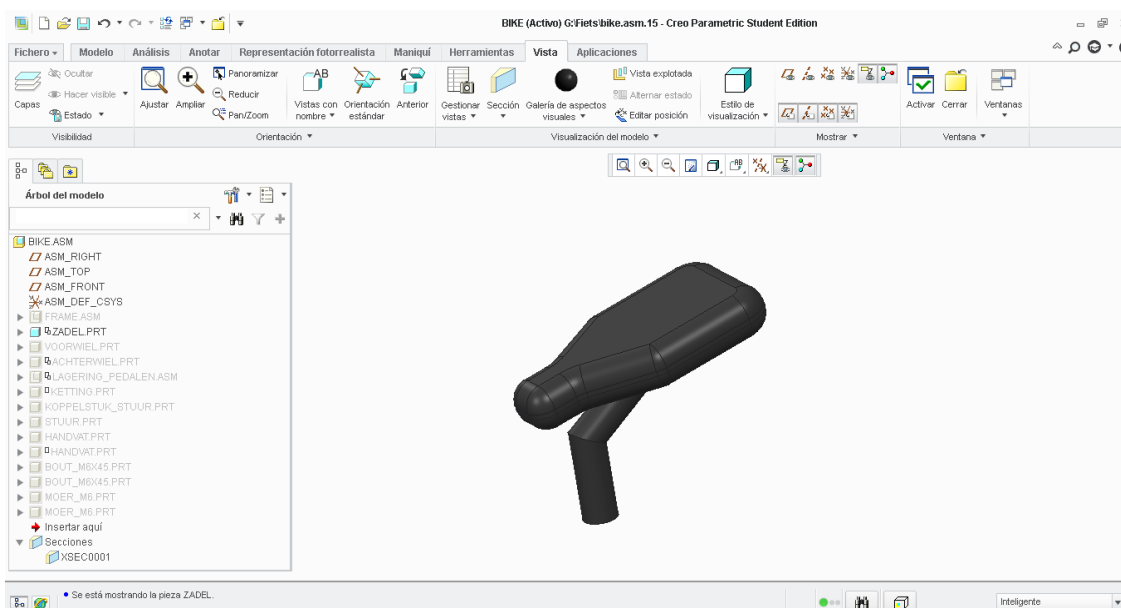
Los sillines suelen ser de varios tipos, unos para el ciclismo en carretera; delgados, duros y ligeros para reducir el peso, por lo general son de cuero o plástico forrado, otros modelos son los anatómicos que están pensados para reducir la presión a los huesos pélvicos, y los más blanditos, cómodos y grandes que suelen estar fabricados de un gel elasto-polímero que se amolda a la forma del ciclista.

En nuestro caso, al igual que pasaba con las ruedas, no se va a utilizar la impresión en 3D para la creación del sillín por motivos de comodidad y ergonomía a la hora de la conducción, por

tanto se ha creado el sillín únicamente por motivos de diseño. Se ha empleado uno convencional.

Para la realización del asiento en CREO PARAMETRIC 2.0 se ha empleado en primer lugar la función “Extruir” para realizar el cuerpo. A continuación se han redondeado todas las aristas vivas para dotar al elemento de cierto realismo, y por último, para la barra que conecta el sillín con la bicicleta se ha empleado la función barrido con doble trayectoria en la que el perfil que ha evolucionado es un círculo originando un tubo.

El resultado final se muestra en la siguiente imagen (Imagen 3.11).

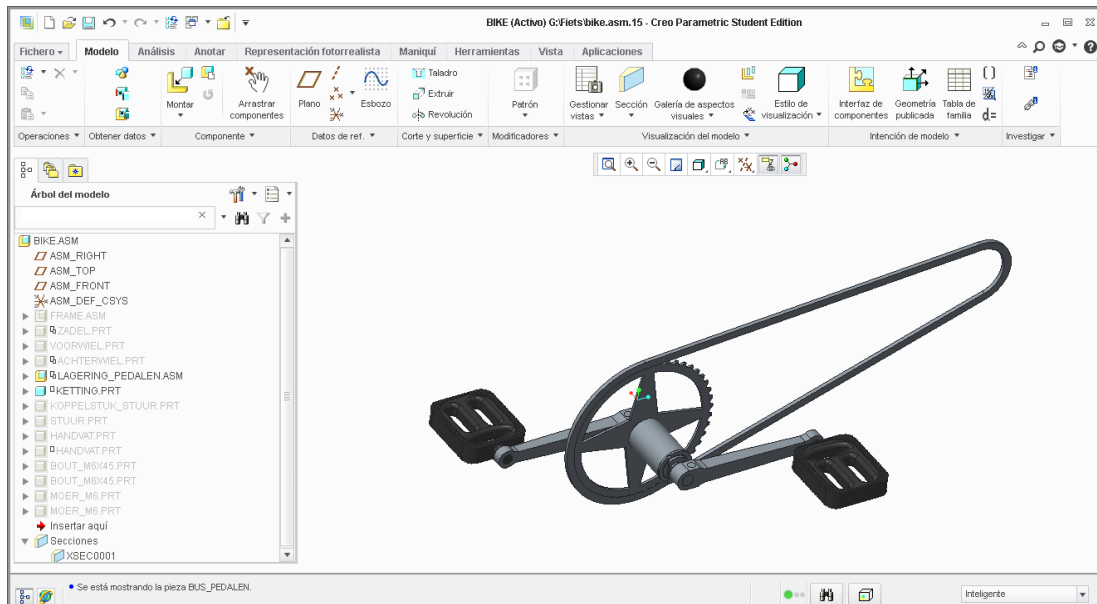


*Imagen 3.11.- Resultado final sillín*

### 3.2.6. Sistema Mecánico

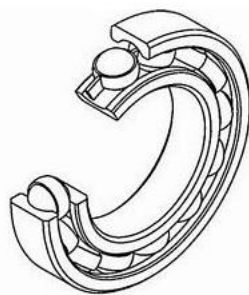
Los denominados sistemas de transmisión en las bicicletas se emplean con el fin de transmitir energía de las piernas a la rueda motriz, en el caso del objeto de estudio de este trabajo, la rueda trasera. La mayoría también incluyen algún tipo de mecanismo para convertir la velocidad y el par a través de relaciones de transmisión ( engranajes). En este caso solamente se empleará una relación de transmisión compuesta por plato, cadena y piñón. El sistema más habitual transmite el movimiento de las piernas sobre unos pedales enroscados a unas bielas montadas a unos platos dentados y estos impulsan, mediante una cadena de transmisión un sistema de piñón libre solidario a la rueda trasera. Para el conjunto mecánico del trabajo se tiene un plato, una cadena, un piñón y dos bielas.

Con anterioridad se ha citado que el piñón ha sido generado junto con el buje de la rueda trasera mediante la operación de revolución, de ahí que el piñón sea solidario al buje. Para realizar los dientes de la rueda se ha realizado un agujero sobre la circunferencia externa mediante la operación "Extruir" pero quitando material y posteriormente se ha realizado un patrón angular del agujero tomando como referencia el eje perpendicular a la rueda. El plato se ha generado de la misma forma que el piñón. Las bielas se han creado extruyendo su geometría y a continuación se han realizado dos agujeros, uno para la unión con los pedales y otro para la unión con el eje giratorio. Para el diseño de la cadena se ha tenido que tomar la distancia entre ejes del plato y del piñón además de sus respectivos radios, posteriormente se ha realizado la cadena mediante extrusión. A todos estos elementos se les ha dotado de una textura metálica para mejorar el realismo del diseño. El resultado del sistema mecánico de la bicicleta se muestra en la imagen (Imagen 3.12) inferior.



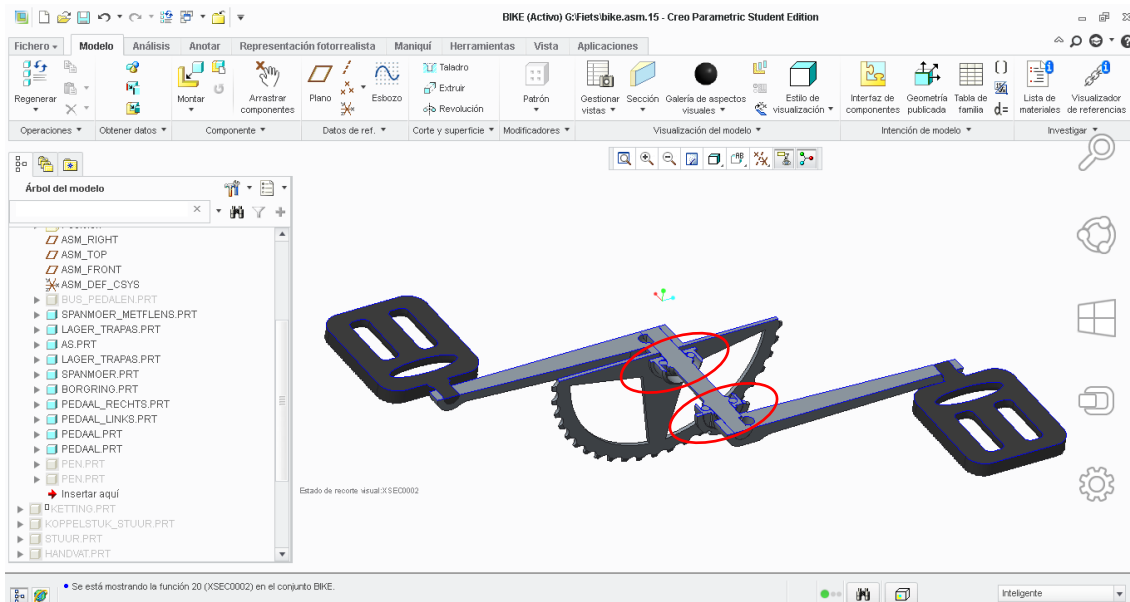
*Imagen 3.12.- Resultado final sistema mecánico*

En este apartado se ha de hablar sobre los elementos rodantes empleados para minimizar al máximo el rozamiento entre eje que mueven las bielas y la carcasa que lo alberga. Se han diseñado con la ayuda del libro ( Shigley's MECHANICAL ENGINEERING DESIGN) dos rodamientos radiales de bolas como se puede observar en la figura (Imagen 3.13).



*Imagen 3.13.- Rodamiento radial*

El resultado en CREO PARAMETRIC 2.0 es el que se observa en la figura (Imagen 3.14) en la que se ha realizado una sección con el objetivo de la buena visualización de los dos rodamientos. También se puede ver como los rodamientos van incorporados a las tapas del eje que mejoran la estanqueidad.

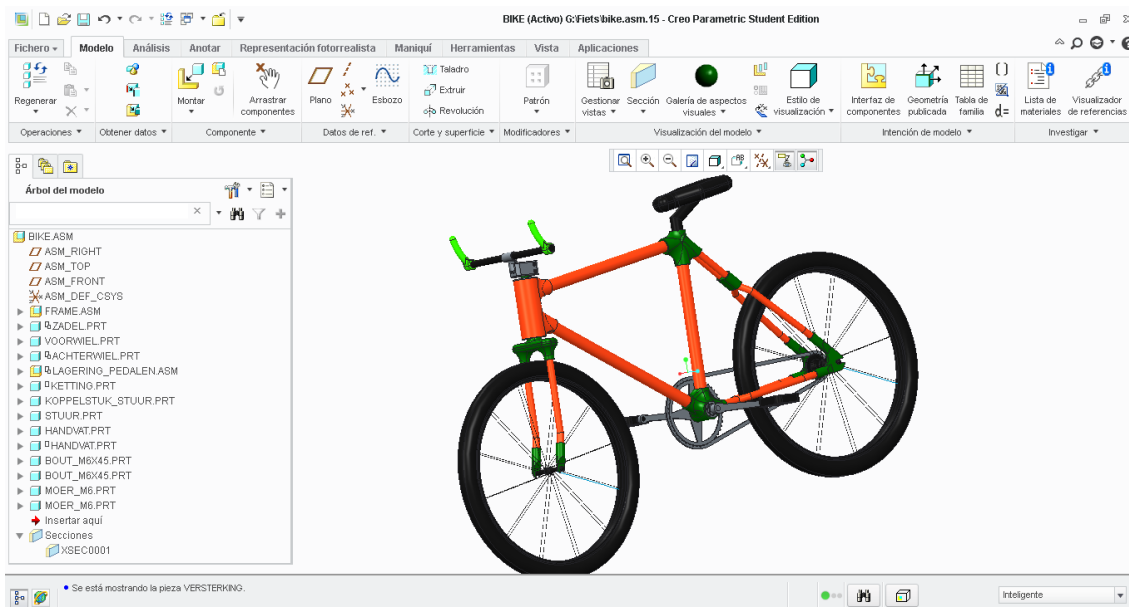


*Imagen 3.15.-Resultado final rodamientos radiales*

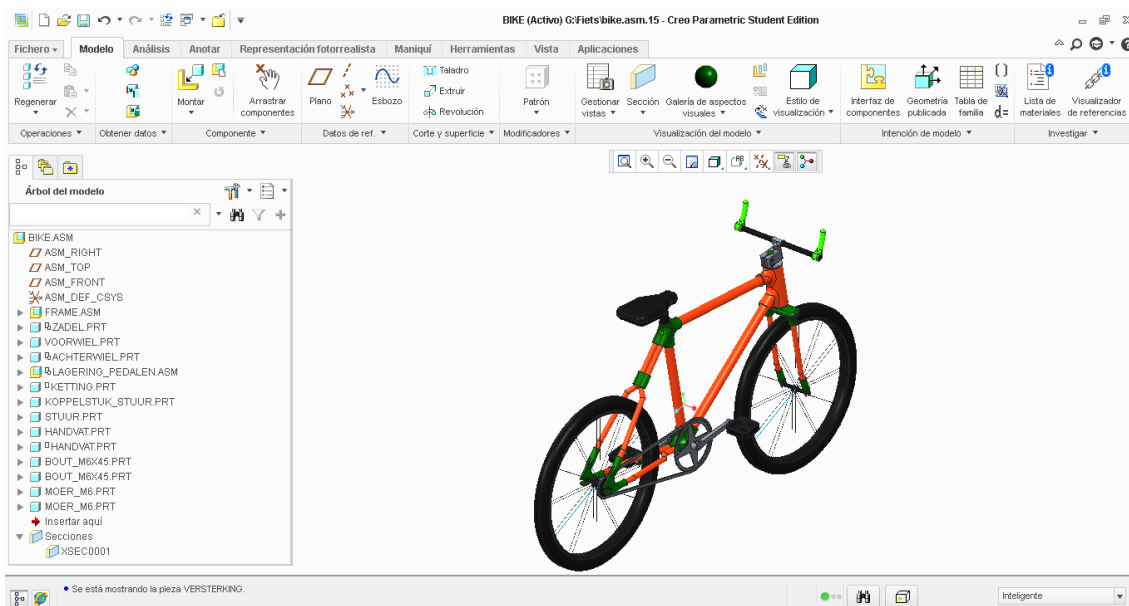
Por último decir que todos los elementos del sistema mecánico van a ser metálicos y no fabricados mediante tecnología de impresión en 3D, por tanto su realización con el programa CREO PARAMETRIC 2.0 se centra solamente en el ámbito del diseño.

### 3.3. Modelo final

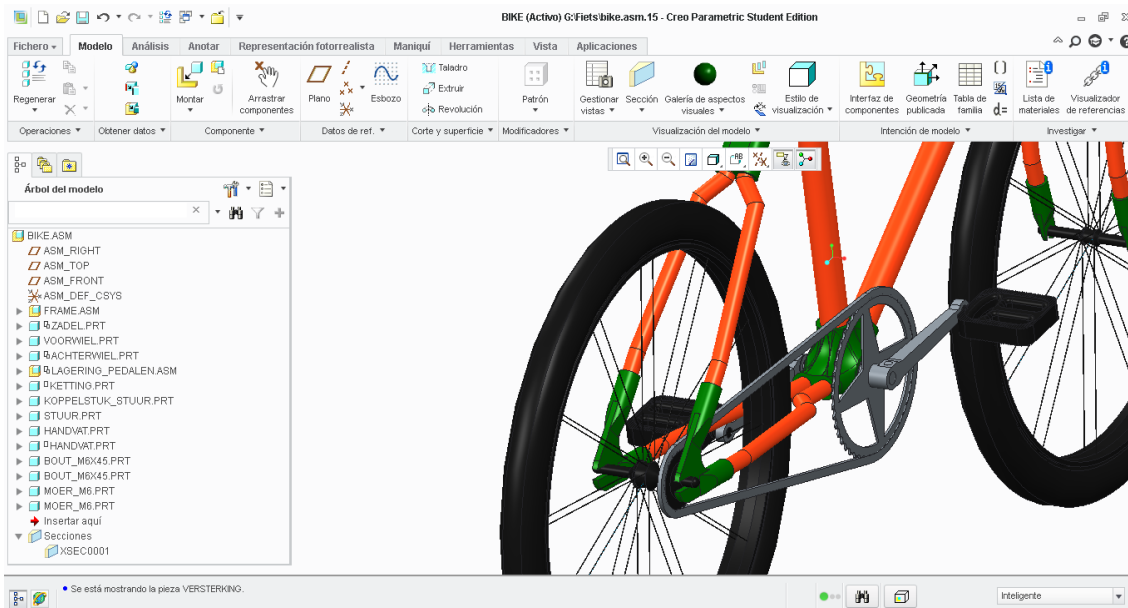
En este apartado se va a presentar el modelo final de la bicicleta. Finalmente y por falta de disposición de la impresora de la escuela no se ha procedido a imprimir las piezas y por tanto se muestra el diseño del conjunto entero de la bicicleta en archivo CAD con CREO PARAMETRIC 2.0. (Imagen 3.16 ; Imagen 3.17 ; Imagen 3.18 ; Imagen 3.19)



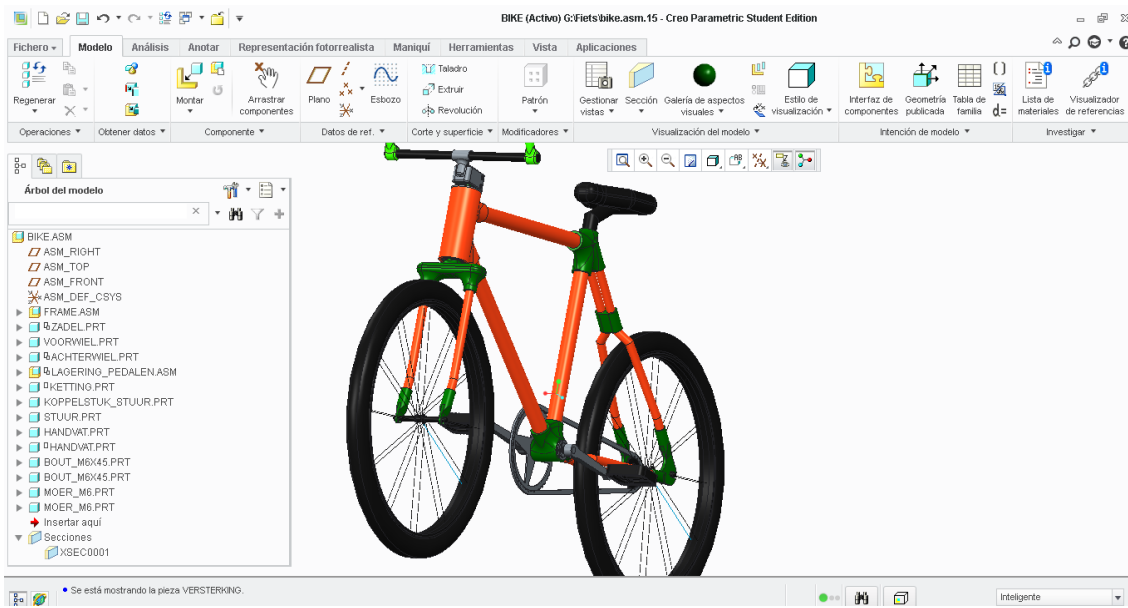
*Imagen 3.16.- Resultado final bicicleta vista I*



*Imagen 3.17.- Resultado final bicicleta vista II*



*Imagen 3.18.- Resultado final bicicleta vista III*



*Imagen 3.19.- Resultado final bicicleta vista IV*



## **4. BIBLIOGRAFIA**

[1] Joseph, Edward Shigley . MECHANICAL ENGINEERING DESIGN. Ed Mc Graw Hill, 2001.

[2] CREO PARAMETRIC 2.0. User guide. PTC, Diciembre 2011.