

CAPÍTULO 4

DISEÑO DE PIEZAS MEDIANTE CATIA V5

4.1. INTRODUCCIÓN

Una vez que ya conocemos el funcionamiento del molino y la función de cada una de las piezas, pasaremos a continuación a lo que es desde el principio el objeto de este proyecto, es decir, la recreación virtual y la animación del mecanismo.

Para ello, como ya hemos comentado anteriormente, emplearemos la herramienta CATIA V5 R17.

CATIA V5 es un paquete integrado de CAD/CAM y CAE (Diseño, Fabricación e Ingeniería Asistida por Ordenador). CATIA V5 se organiza en distintos módulos o espacios de trabajo, cada uno de ellos enfocado a unas funciones específicas. Además, dentro de cada módulo podemos encontrar otros módulos más específicos.

Los módulos empleados para la recreación virtual del molino de El Granado han sido los siguientes:



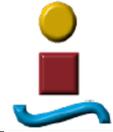
MECHANICAL DESIGN



Part Design, para el diseño de las piezas.



Sketcher, como ayuda al diseño, para crear bocetos en 2D, a los que posteriormente daremos volumen en el Part Design.



 Wireframe and Surface Design, para la generación de superficies básicas.



Assembly Design, donde generamos el ensamblaje.

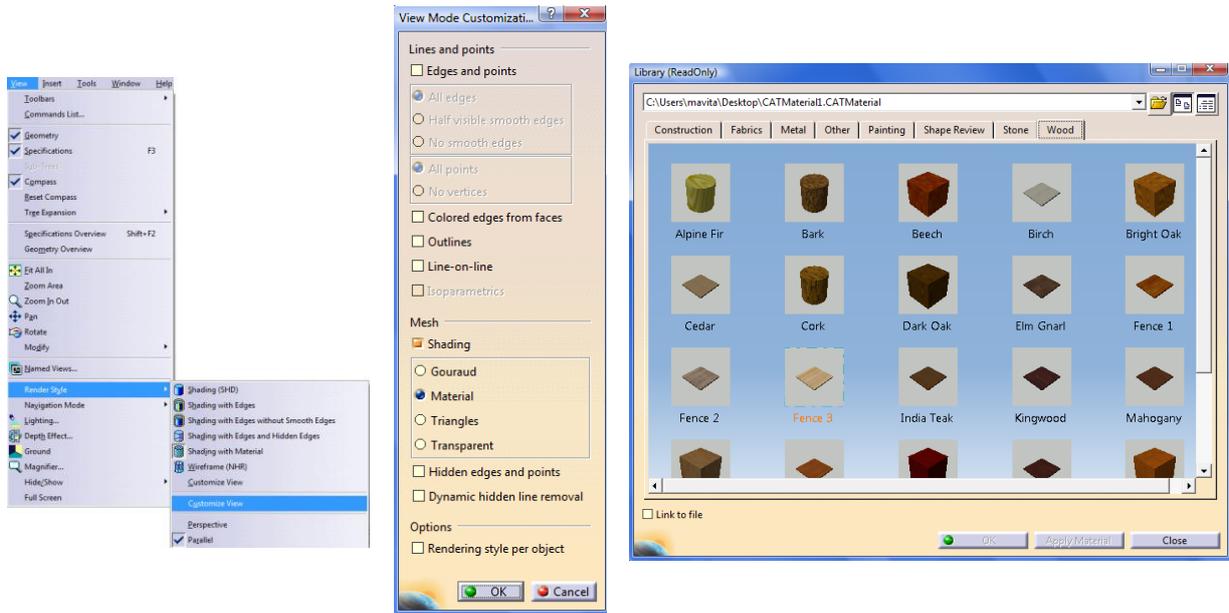
Con el fin de recrear virtualmente el molino de viento de El Granado, dedicaremos este capítulo al diseño de todas y cada una de las piezas que componen el molino, y aunque no es nuestro propósito hacer una descripción detallada del diseño del mecanismo, si procederemos a justificar los diseños que consideremos presentan alguna complejidad. Asimismo, aplicaremos material a cada una de las piezas con el fin de recoger las texturas y los colores que reproduzcan fielmente la realidad.

4.2. DISEÑO DE PIEZAS

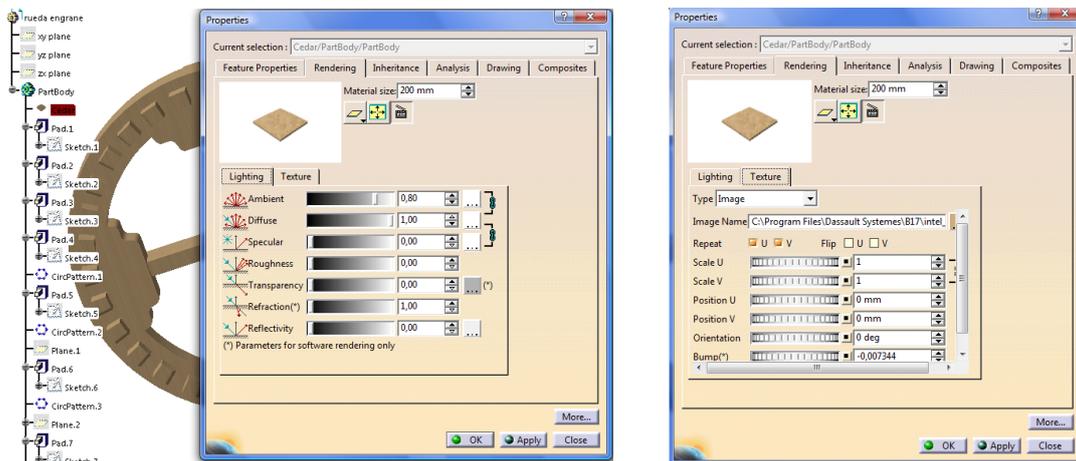
A la hora de mostrar las piezas de diseñadas, lo haremos en seis grupos, que serán los seis conjuntos que crearemos en el proceso de recreación virtual: eje vertical, eje horizontal, ingenio, alivio, tolva y torre.

A la vez que acometemos el diseño de cada una de las piezas, mediante los módulos Part Design y Sketcher, le daremos a éstas un material determinado, de modo que se parezcan lo más posible a la realidad. Esto lo haremos utilizando la

herramienta Apply Material , en el cual CATIA nos ofrece una amplia biblioteca de materiales. Tras elegir el material deseado, pincharemos sobre él y lo arrastraremos sobre la pieza. Pero es importante que para que sea posible visualizar el material en la geometría esté seleccionada dicha visualización en el menú View- Render Style- Customize View, donde a continuación pincharemos la opción Material.



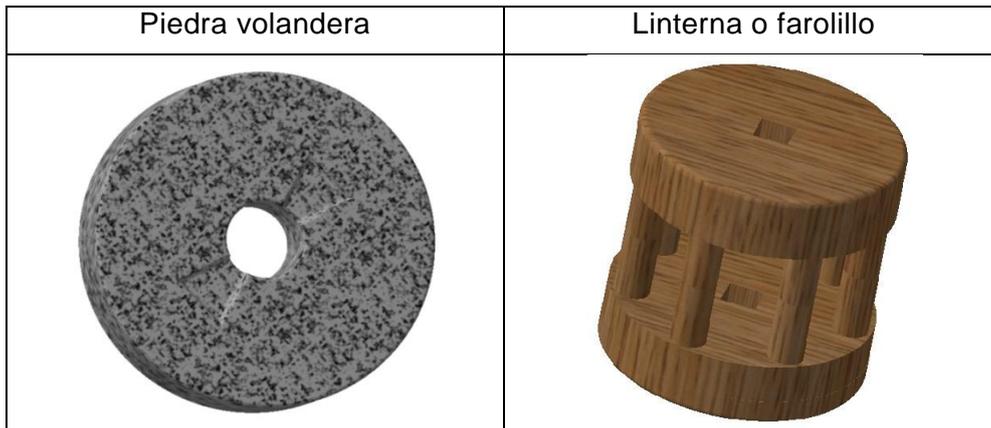
Una vez aplicado el material aparecerá la indicación correspondiente a éste en el árbol de la geometría. Seleccionando sobre el material con el botón derecho del ratón y eligiendo Properties se nos abrirá un cuadro de diálogo que nos permitirá modificar todas las características del material. Concretamente en la pestaña Rendering podremos modificar todas aquellas características que hacen referencia al aspecto visual del material, tales como textura e iluminación.



Pasamos a continuación a mostrar las piezas diseñadas sin hacer, como comentamos anteriormente, una descripción demasiado exhaustiva del proceso de diseño de éstas, por no considerarlo el objeto de este proyecto.

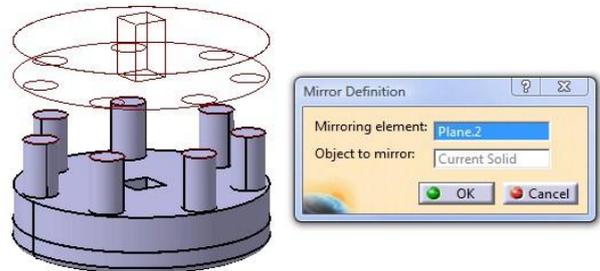
4.2.1. EJE VERTICAL.

Se compone de cuatro piezas que se mueven solidariamente: tenazón, farolillo, lavija y piedra volandera.



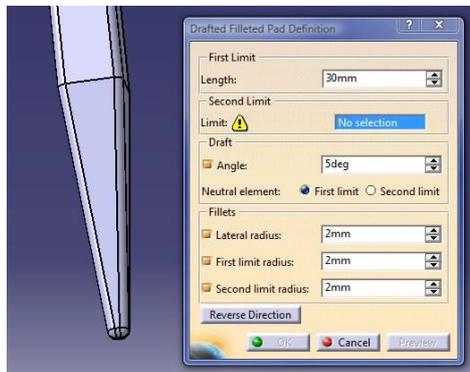
El diseño de la piedra volandera y la linterna no encierra en realidad ninguna complicación.

La linterna, al tratarse de una pieza simétrica crearemos ésta fácilmente mediante extrusión y vaciado y posteriormente mediante la operación Mirror aplicaremos la simetría.



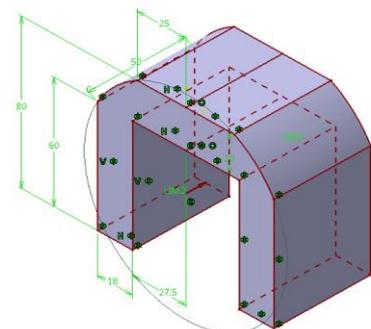
A continuación, debemos añadir a la linterna dos pletinas de hierro para reforzarla en su movimiento, esto lo haremos mediante el módulo Assembly Design, de modo que la pieza quedará guardada en un documento CATProduct.





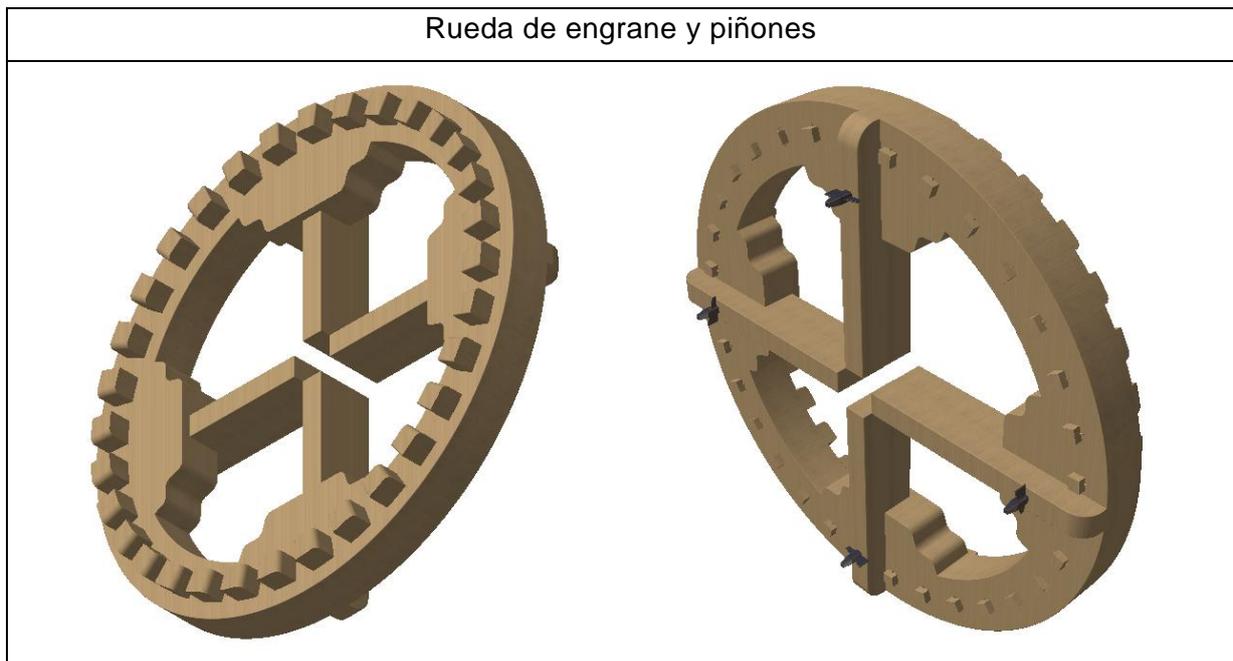
Tanto para la parte superior del tenazón como para la parte inferior de la lavija utilizaremos el comando Drafted Filleted Pad , que nos permite extrusionar un perfil con un determinado ángulo de desmoldeo y redondeando las aristas.

Podemos apreciar la forma de caña que dispone el tenazón en su parte inferior, de modo que encaje con la lavija, transmitiendo su movimiento a éste. La parte superior de la lavija encajará en el hueco practicado en la piedra volandera, transmitiéndole su movimiento.

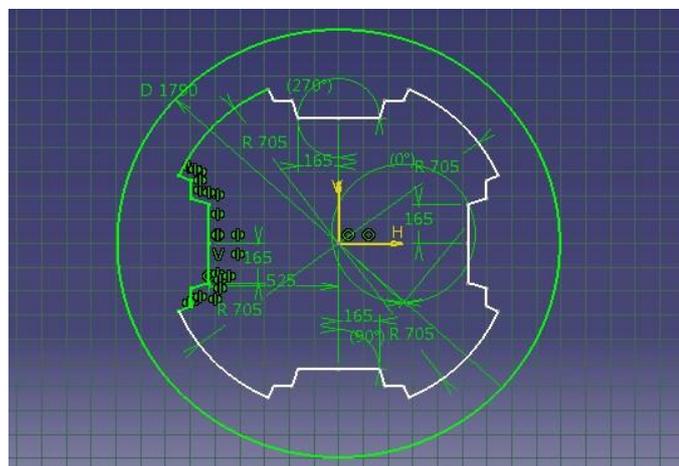


4.2.2. EJE HORIZONTAL.

Formando parte del eje horizontal encontramos las siguientes piezas: eje, rueda de engrane, berlingas, velas y cigüeñal. Además encontramos la escota, que recordemos era el cable que uniendo el extremo de las berlingas formaban un octógono regular, al igual que los cables que partiendo de los extremos de las berlingas de velas se unían al eje.



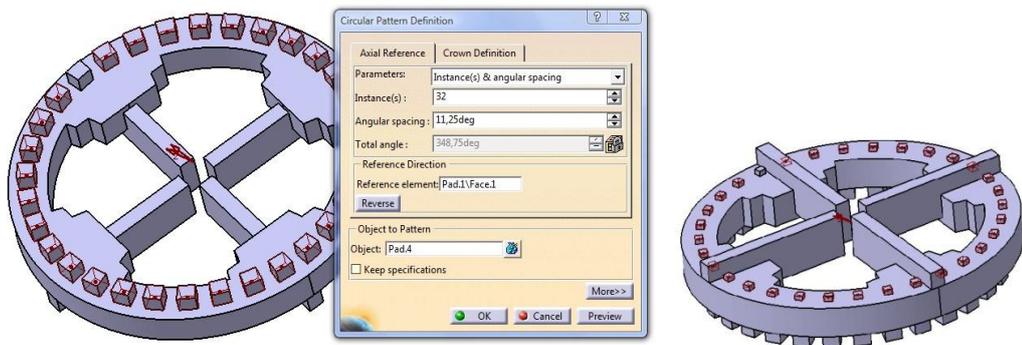
A la rueda se ajustan cuatro radios mediante los cuales se unirá la rueda de engrane al eje. Diseñaremos la rueda y acoplaremos estos radios directamente mediante extrusión. Aprovecharemos las simetrías de la rueda de engrane y de los radios para dibujar únicamente una parte de ellos y obtener el resto por condiciones de simetría.



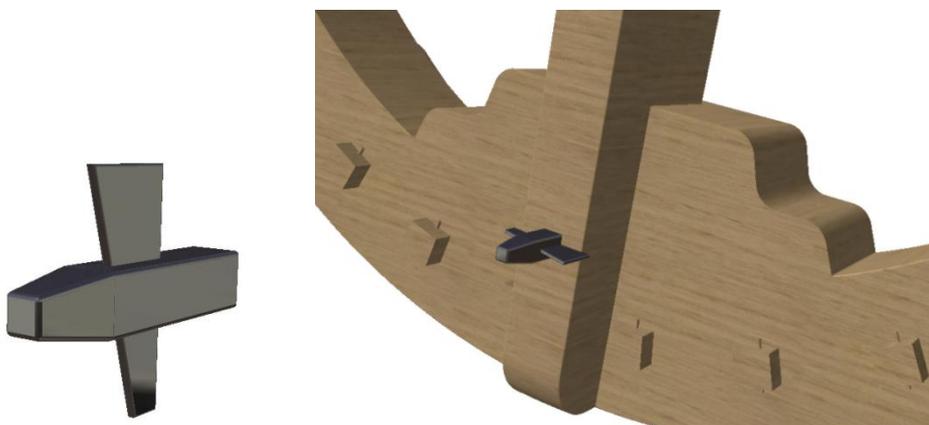
La rueda de engrane dispone de 32 dientes o piñones fijados a ésta mediante unos pasadores que faciliten su fácil sustitución tras producirse el desgaste de éstos.

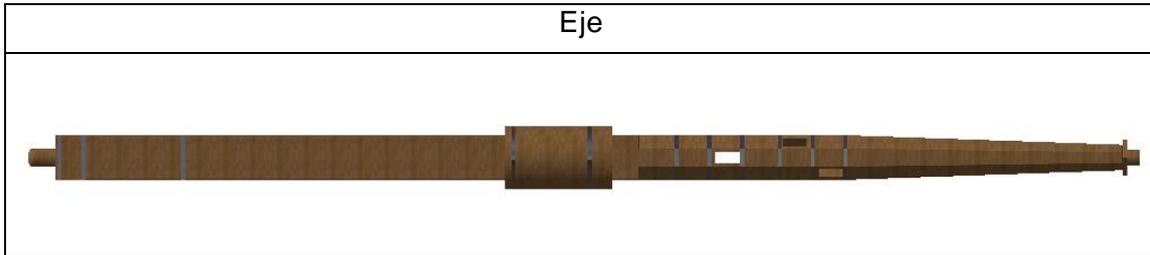
En nuestro diseño de la rueda de engrane, vamos a proyectar los dientes mediante extrusiones a ambos lados de la rueda.

Fijadas las dimensiones de los dientes a ambos lados de la rueda, únicamente será necesario fijar uno de ellos, pues el resto los obtendremos utilizando la orden Circular Pattern, fijando el número de dientes y el espacio existente entre ellos, e igualmente hacemos con los pasadores que fijan los dientes.



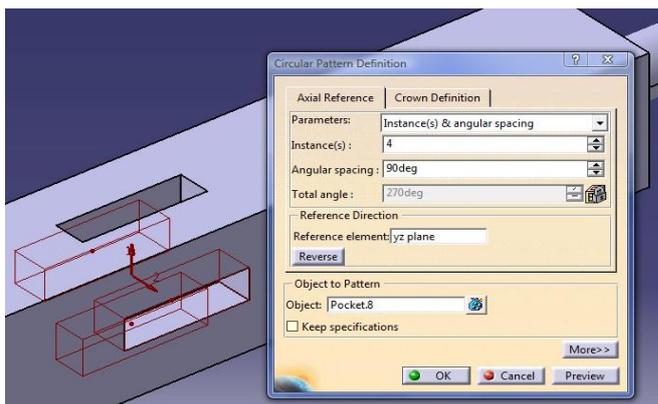
Asimismo, el ajuste de los radios con la rueda se llevará a cabo mediante unos tornillos, de modo que mediante Assembly Design crearemos un nuevo documento CATProduct que represente a la rueda de engrane unida a los radios mediante dichos tornillos.





El eje lo diseñamos según las distintas secciones que presenta, como podemos apreciar en la imagen anterior, y le añadimos las pletinas de hierro, que no son más que los refuerzos en la zonas de encastre de las berlingas y en zonas próximas a sus apoyos para la protección del eje durante su giro.

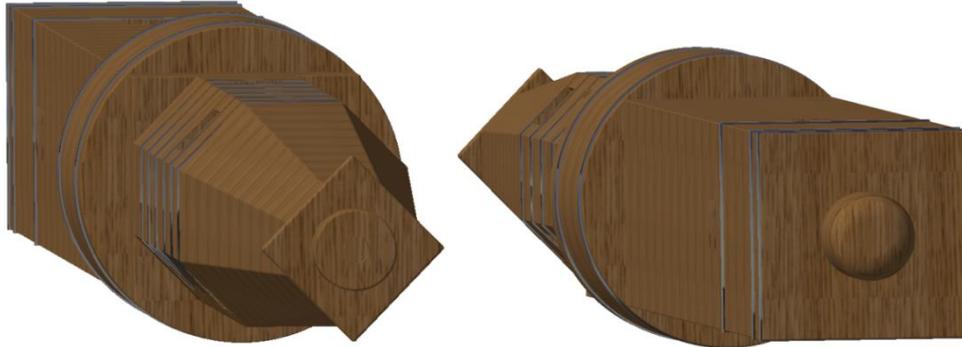
Por un lado, con forma redondeada en su extremo posterior para alojarse en el apoyo correspondiente, y de sección cuadrada a lo largo de su recorrido por el

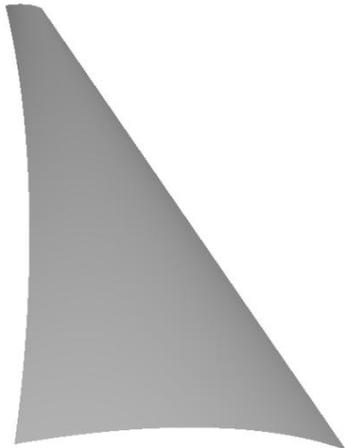


interior del molino, con unos orificios en forma de cruz que permitan el alojamiento de los radios de la rueda de engrane.

En la zona de apoyo con el gollete la sección del eje será circular, y en el exterior la sección será octogonal para el encastre de las ocho berlingas, disminuyendo paulatinamente la sección en el último tramo hasta el extremo del eje.

A continuación mostramos distintas perspectivas del mismo:



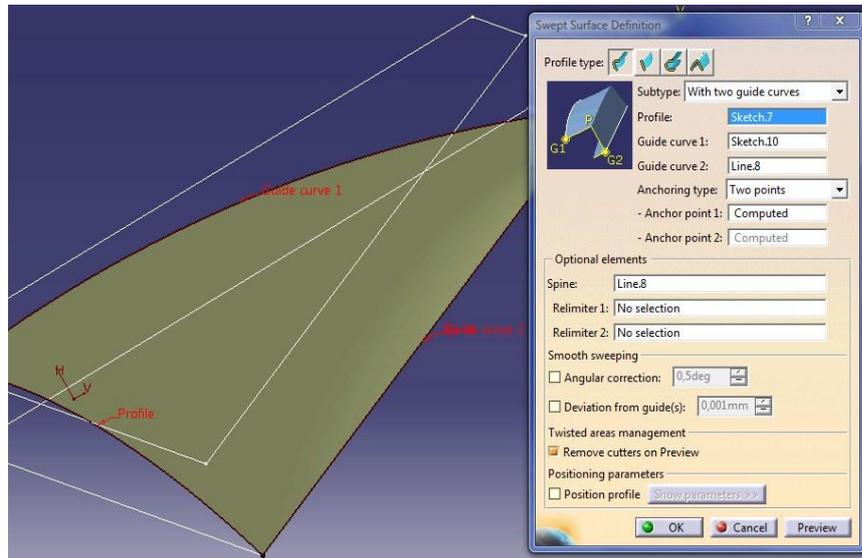
| Velas | Berlingas (extremo inferior) |
|--|---|
|  |  |

Para el diseño de las velas vamos a emplear el módulo Wireframe and Surface Design, para la generación de superficies básicas.

Para el diseño de las velas creamos unos perfiles auxiliares en dos planos a una distancia correspondiente a la que existe entre berlingas de vela, las que soportan las velas, y de puño, aquellas donde se amarra un cabo de la vela.

El objetivo es obtener la forma arqueada de la vela cuando el viento incide sobre ella, desde abajo, estando ésta inclinada unos 10° , pues así lo está el eje.

Mediante planos auxiliares trazamos perfiles que nos ayuden a obtener esta forma y con la orden Sweep podemos general el barrido de un perfil creado por nosotros a través de dos superficies guía.



En el caso de las berlingas, practicaremos en su extremo inferior los agujeros necesarios para el paso de los cables y las escotas.

También se han usado cuñas de madera para corregir la holgura existente entre las berlingas y los agujeros de encastre del eje.

| Cigüeñal | Escota y cables |
|---|--|
|  |  |

El cigüeñal debe encajar con el eje en su extremo y presentar los agujeros necesarios para los cinteros, es decir, las cuerdas que el molinero utilizará para girar el ingenio en busca del viento a favor.

Para diseñar los cables y la escota, tendremos en cuenta las medidas necesarias, por un lado, las distancias entre berlingas y entre berlingas y extremo exterior del eje, por otro lado, las dimensiones del octógono regular que forman las berlingas.

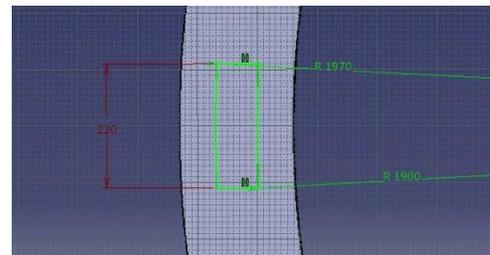
De este modo, considerando todas las dimensiones, comenzaremos trazando perfiles, ayudándonos tanto de planos como de líneas y puntos auxiliares, y les aplicaremos la operación Multi-sections. De aquí que para cada cable abramos un archivo distinto, pues las distancias serán diferentes.

4.2.3. INGENIO.

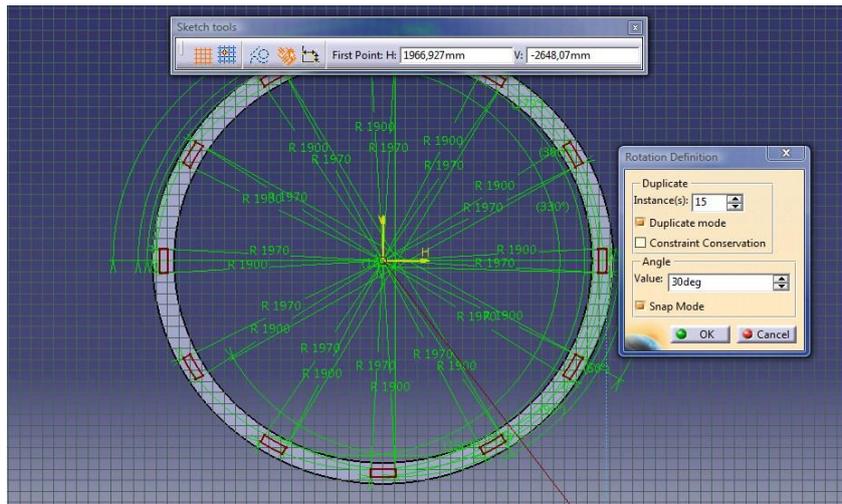
Las piezas que componen el ingenio son: carril, rueda grande, carretillas, pasadores, telar, apoyos del eje y pares, que son las vigas que apoyándose en la rueda grande servirán de soporte al techo cónico.

| Carril | Rueda grande |
|---|--|
|  |  |

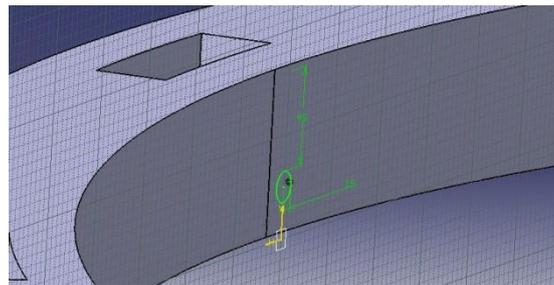
A la hora de diseñar la rueda grande, necesitamos crear las cavidades para las carretillas. En primer lugar creamos una cavidad en un Sketch, que será concéntrica a carril y rueda.

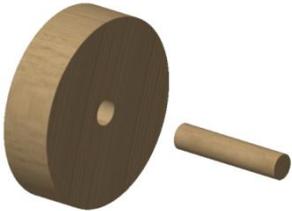


Y posteriormente mediante la orden Rotate , establecemos el resto de cavidades, que posteriormente vaciaremos.

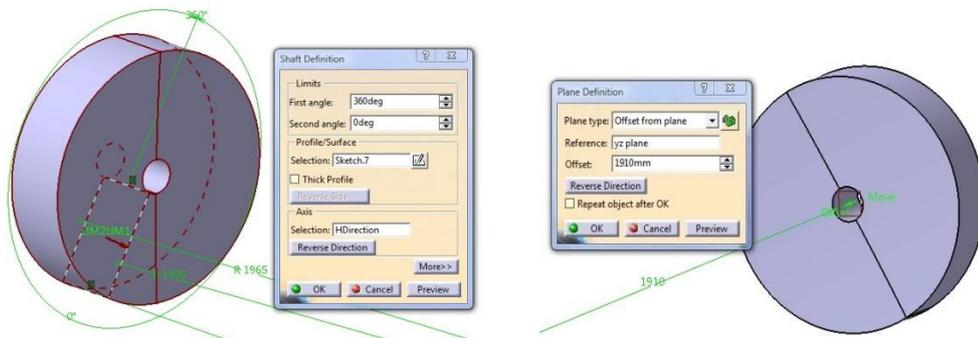


A continuación incorporamos en la rueda un plano auxiliar, que utilizaremos para practicar los orificios necesarios para los pasadores y al mismo tiempo y de cara al posterior ensamblaje nos servirá para establecer la posición del pasador y de la carretilla con respecto a la rueda grande.



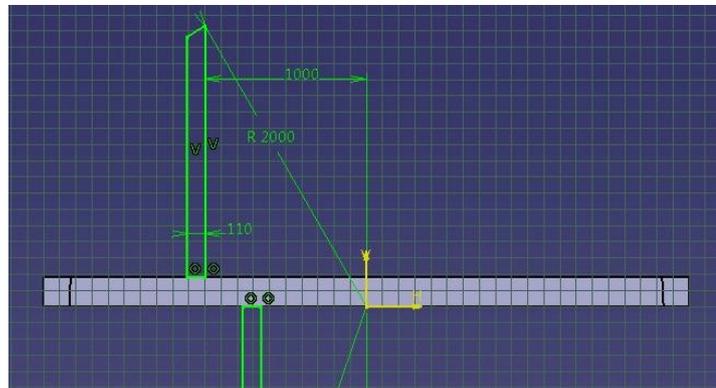
| Carretilla y pasador | Telar |
|---|--|
|  |  |

Para el diseño de la carretilla tendremos en cuenta la forma que tienen las cavidades de carril y rueda, pero con unas dimensiones un poco menores para permitir cierta holgura y por tanto, el giro de éstas. De modo que podemos trazar un perfil y generar un sólido de revolución mediante la orden Shaft.



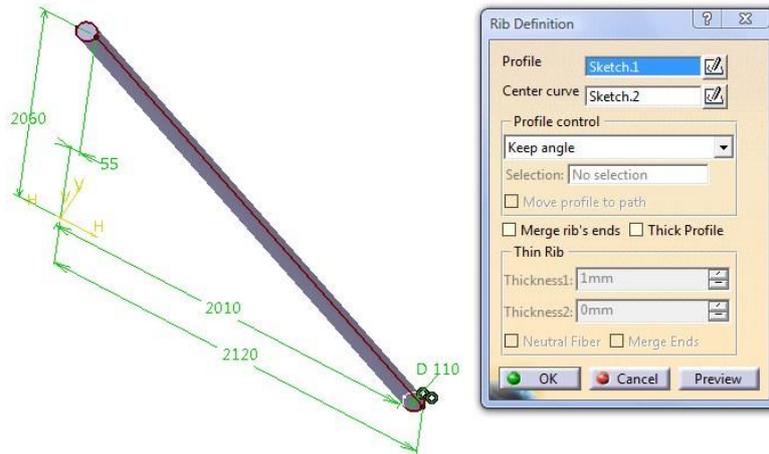
Incorporamos además un plano auxiliar a la carretilla que nos servirá para fijar la posición de ésta en el posterior ensamblaje del conjunto.

A la hora de proyectar el telar, debemos tener en cuenta que el centro de la circunferencia que nos servirá para trazar el entramado del telar debe coincidir con el punto donde realizaremos el rebaje en la viga principal y donde posteriormente se introduce el tenazón. De este modo, este punto coincidirá con el eje del molino, donde irá colocado el tenazón, de cara a que se produzca correctamente y sin interferencias el giro de todo el ingenio.

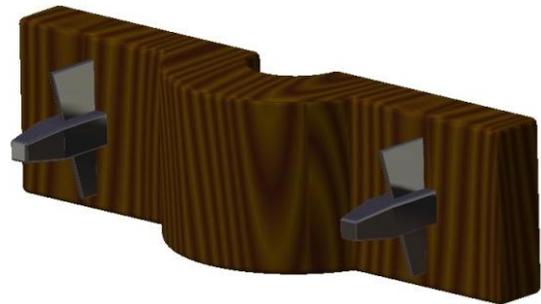


| Pares | Pieza que fija tenazón con chamicera |
|-------|--------------------------------------|
| | |

El diseño de los pares lo realizaremos trazando el perfil de uno de ellos con las medidas adecuadas, y mediante la orden Rib determinaremos la trayectoria que este perfil debe seguir. El resto de los pares los trazamos mediante la orden Circular Pattern.



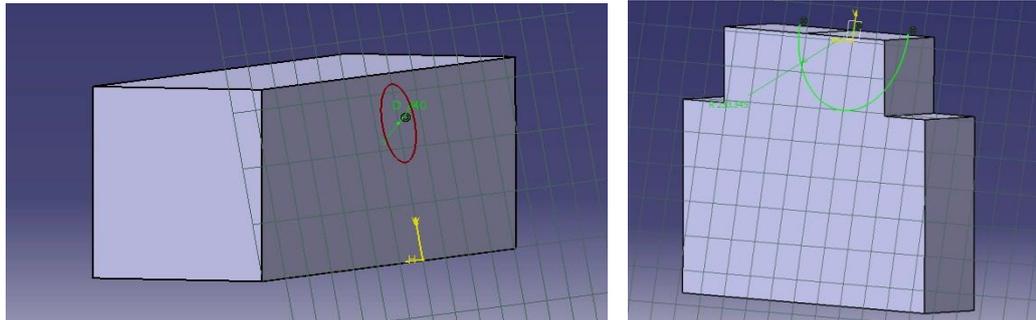
Para la pieza encargada de fijar el tenazón con la viga principal del telar abriremos un CATProduct de manera que le añadiremos los tornillos necesarios para la fijación a la chamicera.



| Gollete | Apoyo posterior del eje |
|---------|-------------------------|
| | |

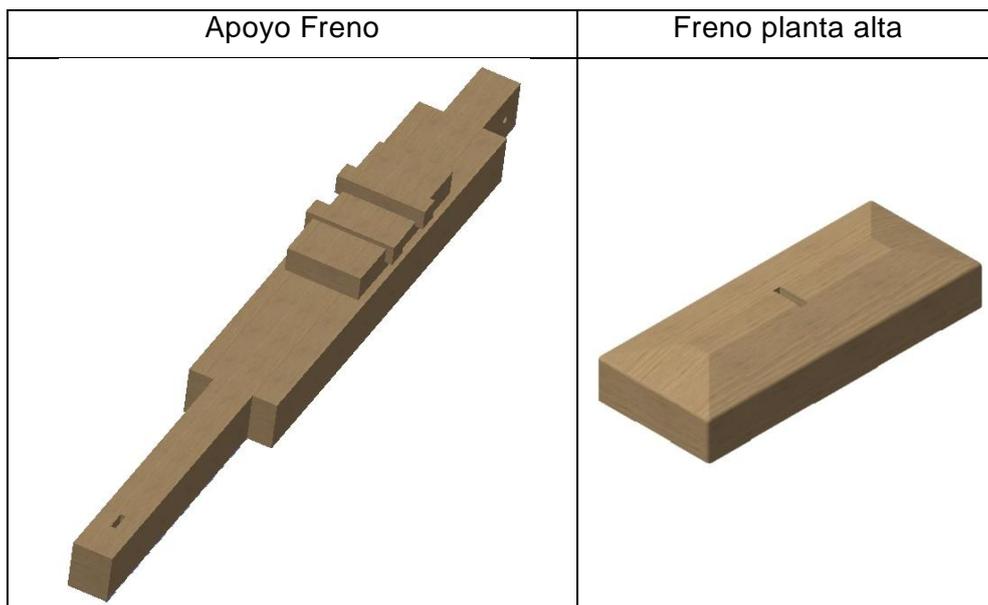
En ambos apoyos del eje debemos tener en cuenta que el eje se apoyará en ambos con una inclinación determinada.

Tanto en el caso del gollete como en el del apoyo posterior utilizaremos un plano auxiliar inclinado, con la misma inclinación que tiene el eje del molino, con el objetivo de que posteriormente en el ensamblaje, el eje se acople perfectamente a éstos.



4.2.4. ALIVIO O FRENO.

El sistema de alivio del molino está compuesto, por dos apoyos del sistema al techo de la planta baja, la tacilla, una pieza de hierro que constituye el punto de fuerza de la palanca y un apoyo de madera.



| Sujeción freno | Tacilla | Varilla metálica (extremo inferior) |
|---|---|---|
|  |  |  |

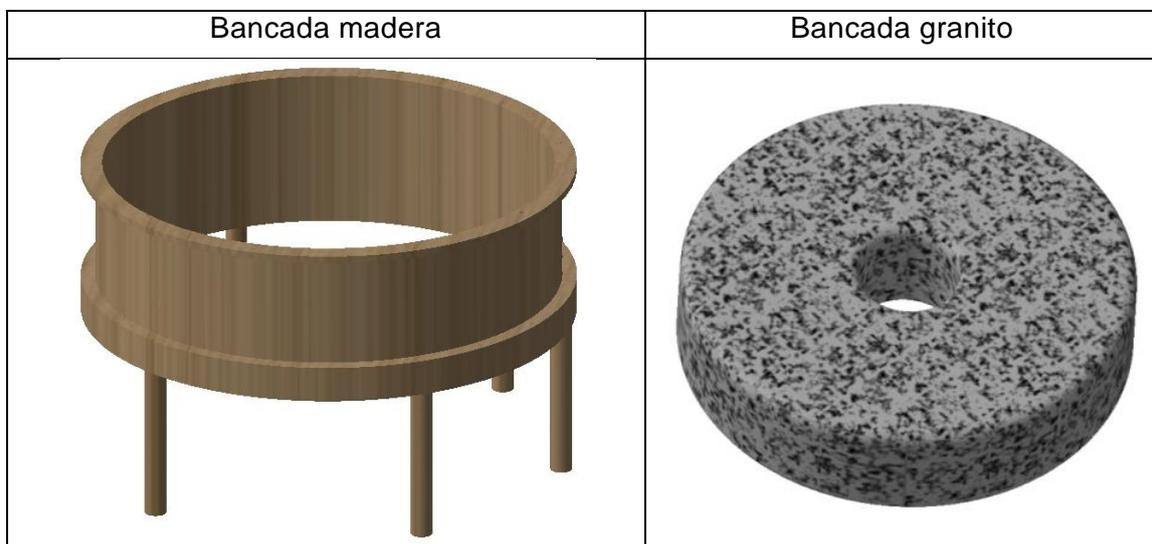
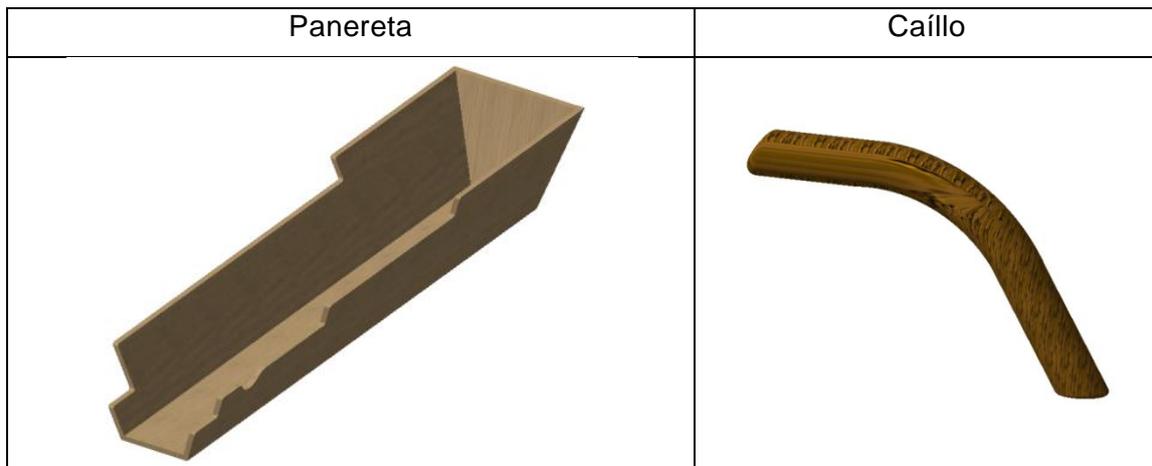
También se han usado tornillos y tuercas para la unión entre ciertas piezas, una pletina de hierro para reforzar el apoyo del freno y cuñas de madera que el molinero retirará cuando quiera ejercer la fuerza necesaria para poner en funcionamiento el molino desde la planta superior.

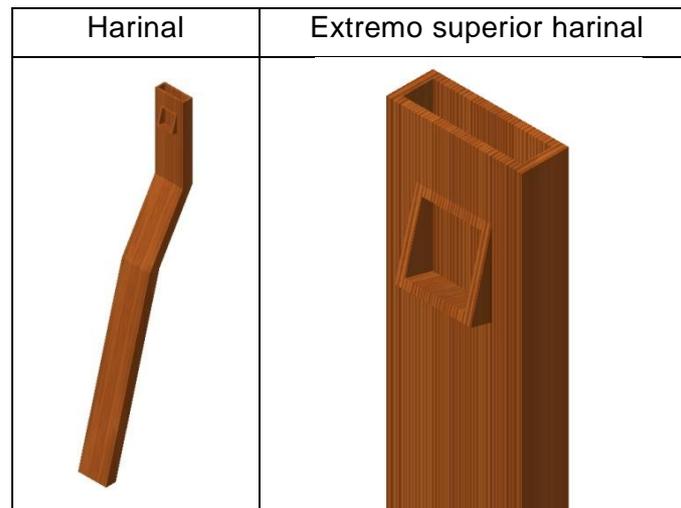
4.2.5. TOLVA

Las piezas que conforman el sistema de la tolva son: la tolva, su soporte, la panereta, la bancada de granito, la bancada de madera, el caíllo y el harinal.

| Soporte tolva | Tolva |
|---|--|
|  |  |

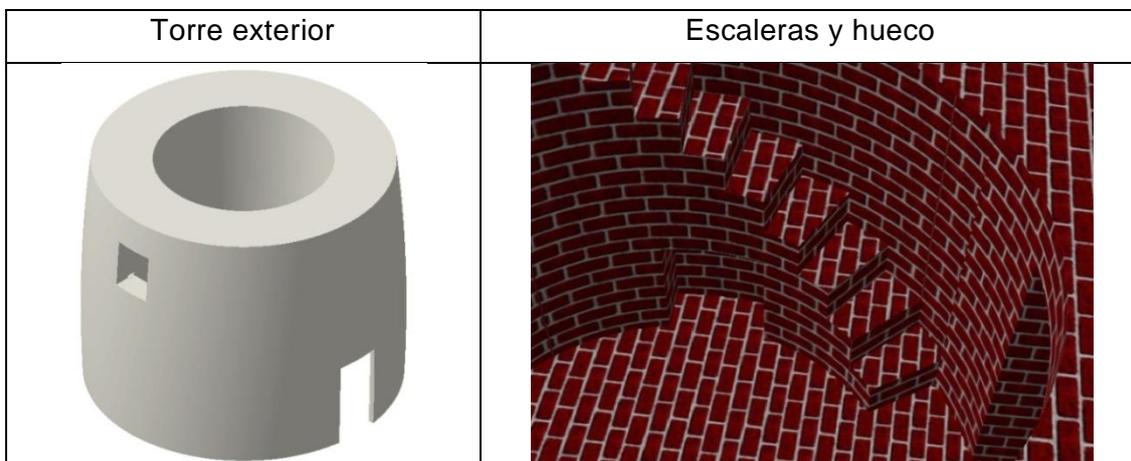
A la hora de diseñar la tolva, la panereta y el soporte de la tolva vamos a hacer un diseño conjunto con el objeto de no tener problemas en el ensamblaje. Diseñaremos la tolva y estableceremos un plano auxiliar en el que mediremos el contorno exterior de la pieza, de manera que estas medidas serán las que traslademos al soporte de la tolva. Igualmente haremos con la panereta.





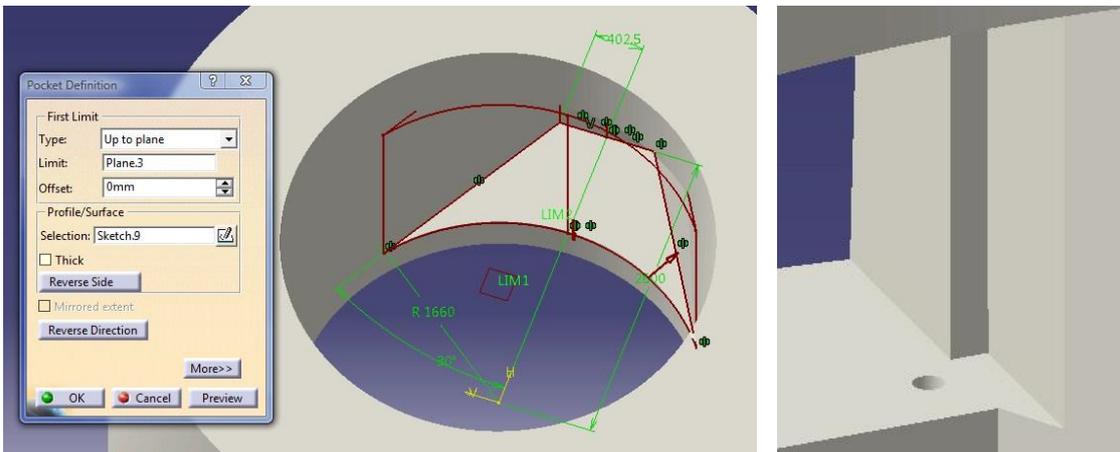
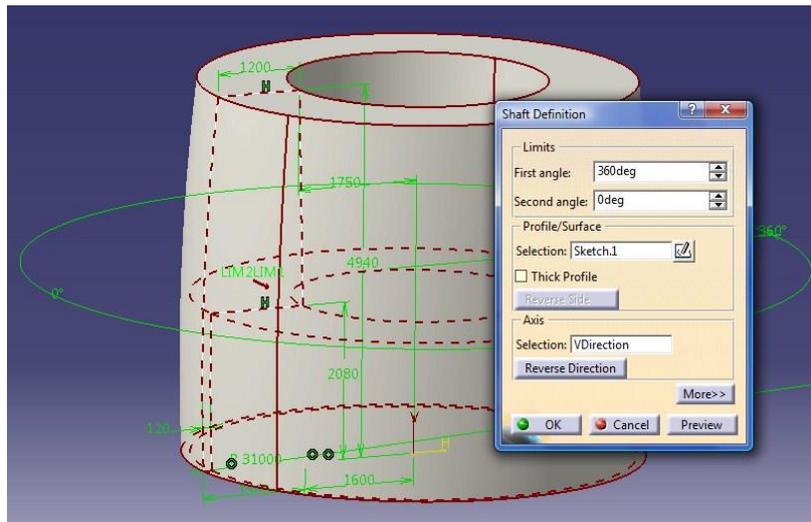
4.2.5. TORRE.

Componen el conjunto de la torre: la torre, las escaleras, el forjado, la cenefa de piedra, dintel del ventano, el techo cónico interior de madera, el techo cónico exterior de junco, puerta, ventano y un asiento en la planta alta.

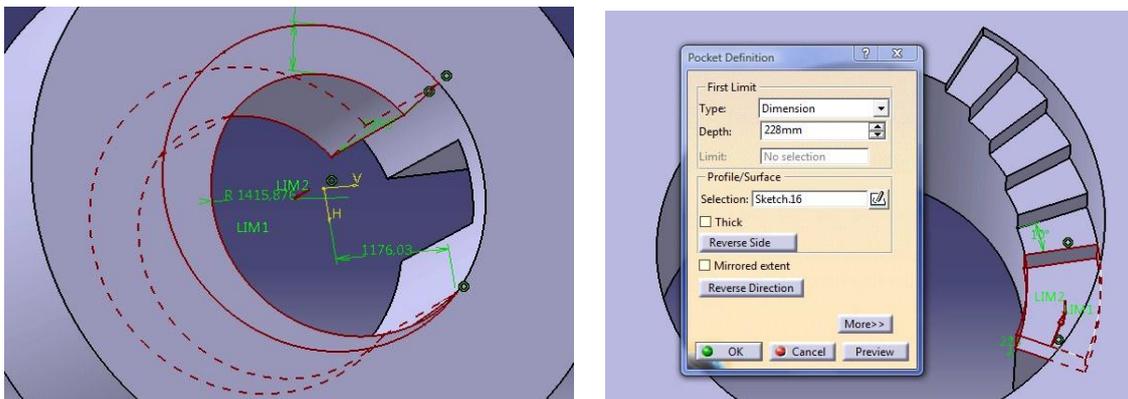


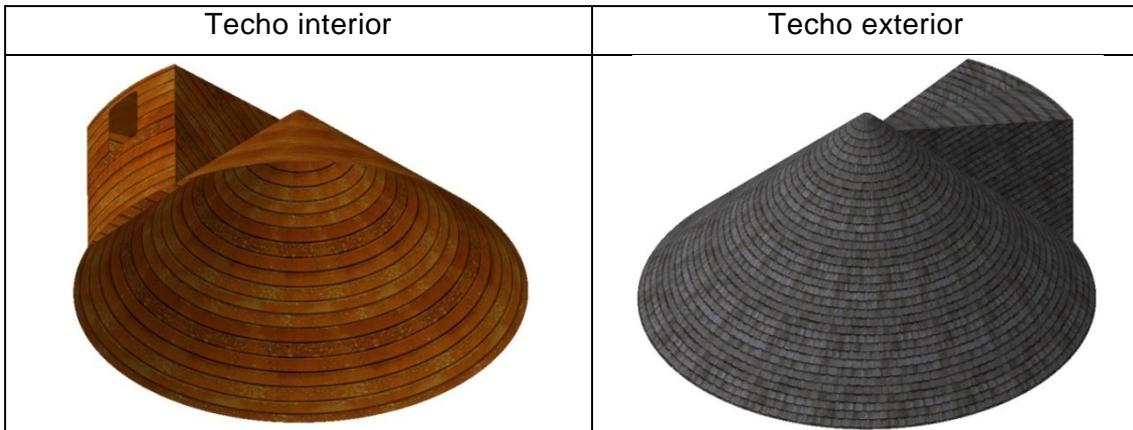
A la hora de plantear el diseño de la torre tendremos en cuenta los acabados finales en el molino de El Granado, distintos en plantas inferior y superior.

De esta manera trazamos el perfil de la torre y posteriormente generamos un sólido por revolución, y realizamos finalmente los vaciados necesarios para la puerta, y el hueco de la ventana. Asimismo realizaremos los orificios necesarios para encajar la ventana y el apoyo de la tolva.



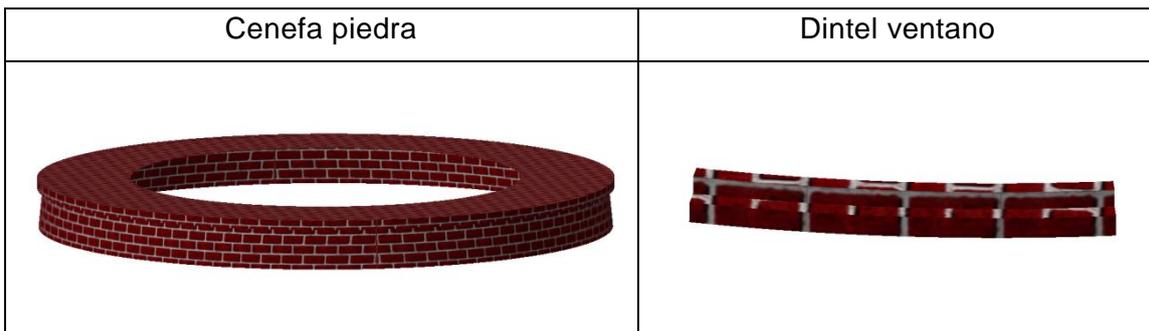
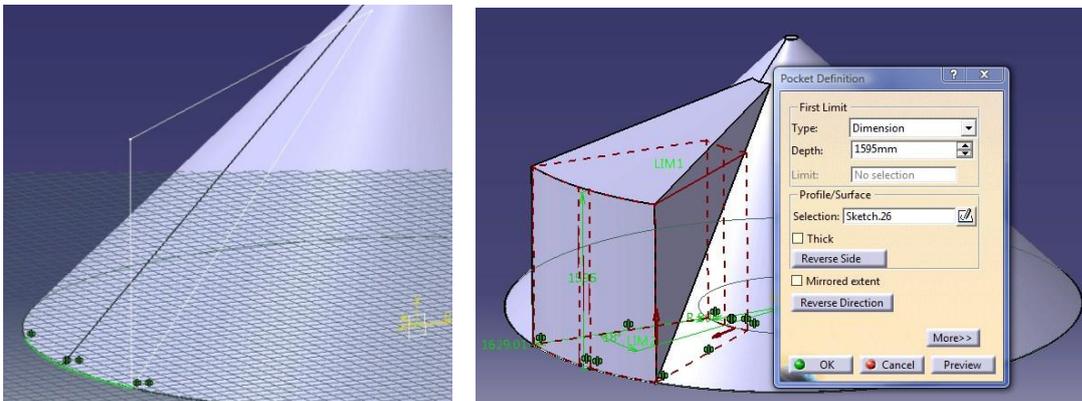
Para la planta inferior, cuyo acabado es de piedra, realizamos el perfil a partir del cual generamos el sólido de revolución, tras eliminar el material que corresponde al hueco de la puerta, nos encargaremos de las escaleras, para lo cual, añadimos material mediante el perfil en curva de la siguiente figura, el cual después iremos eliminando tramo a tramo de escalera.

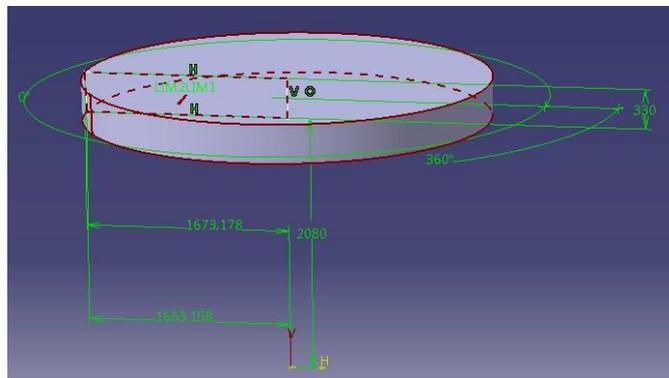
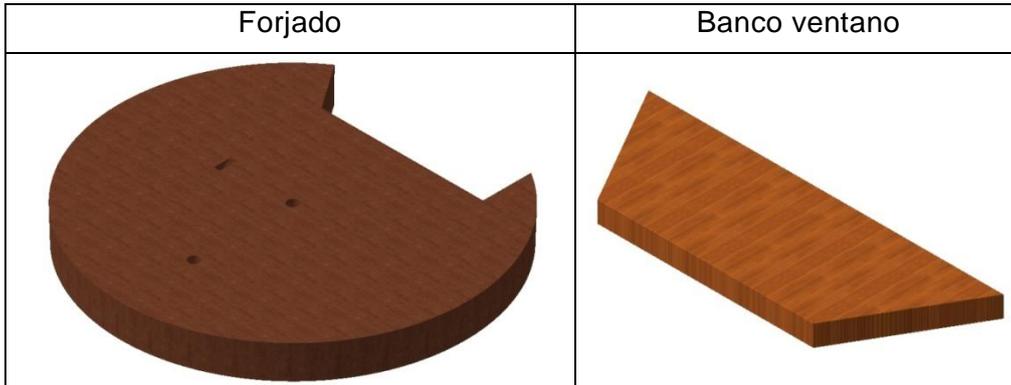




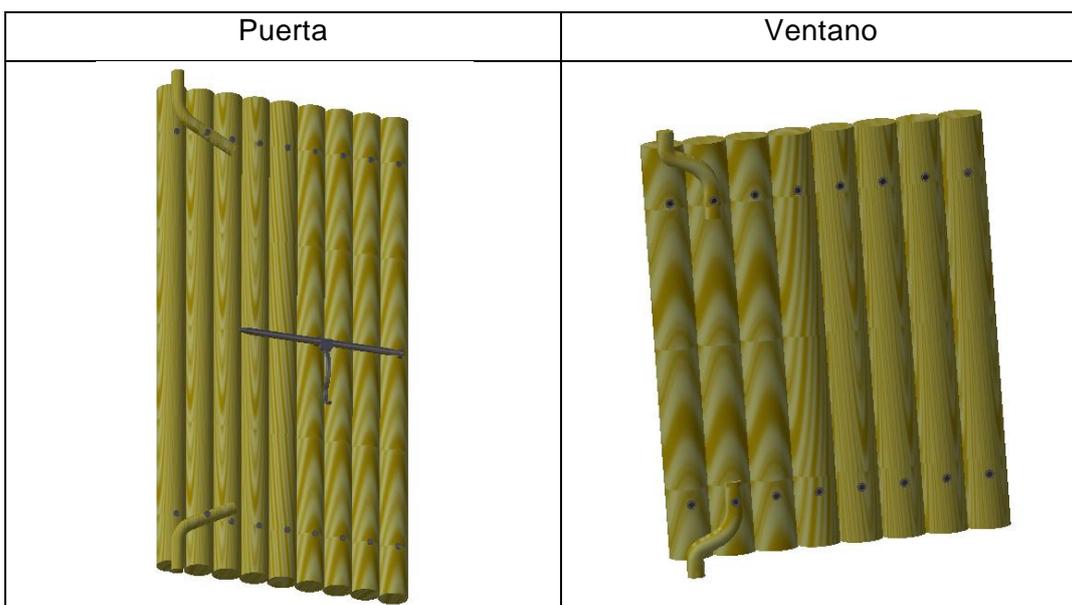
Para el trazado del techo, tanto interior como exterior, creamos un tronco de cono mediante Multi-sections Solid y que posteriormente vaciamos con la orden Removed Multi-sections Solid.

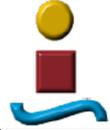
Para la elevación del techo en la parte donde se introduce el eje recurrimos a trazar un perfil plano en un plano auxiliar con el ángulo adecuado y la trayectoria curva que seguirá el perfil mediante la operación Rib, a continuación eliminamos el material necesario mediante la orden Pocket. Y finalmente debemos extraer el material necesario para el paso del eje.





Como tenemos el perfil de la torre, trazamos el perfil del forjado a la altura adecuada y creamos un sólido de revolución al que practicamos los orificios necesarios para que sea atravesado por la lavija, la varilla metálica del freno, el harinal, y por supuesto, el hueco de la escalera.





4.3. RECAPITULACIÓN.

En este capítulo hemos diseñado todas las piezas que componen el molino, al mismo tiempo que hemos justificado la elección de los diseños, mostrándolas en seis grupos correspondientes a los seis conjuntos de los que se compone el molino: eje vertical, eje horizontal, ingenio, alivio, tolva y torre.

También hemos utilizado la biblioteca que nos proporciona CATIA V5 a la hora de dar un material determinado a las piezas, con el fin de que el diseño se parezca lo más posible a la realidad.