

Proyecto Fin de Carrera

Ingeniería de las Tecnologías Industriales

Diseño asistido de ejes de transmisión de potencia mediante sistemas CAD

Autor: Ángel Lorente Gutiérrez

Tutor: Alfredo de Jesús Navarro Robles

Dpto. Teoría de la Señal y Comunicaciones
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2013



Proyecto Fin de Carrera
Ingeniería de Telecomunicación

Diseño asistido de ejes de transmisión de potencia mediante sistemas CAD

Autor:

Ángel Lorente Gutiérrez

Tutor:

Alfredo de Jesús Navarro Robles

Catedrático de Universidad

Dpto. de Mecánica

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2013

Proyecto Fin de Carrera: Diseño asistido de ejes de transmisión de potencia mediante sistemas CAD

Autor: Ángel Lorente Gutiérrez

Tutor: Alfredo de Jesús Navarro Robles

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2013

El Secretario del Tribunal

Resumen

El presente Trabajo de Fin de Grado es el primer paso para conseguir resolver, dibujar y sacar los planos de un eje de transmisión de potencia en el entorno de un programa de diseño en 3D, más concretamente en SolidWorks.

Esta primera parte está enfocada al diseño, ensamblaje y generación de planos de ejes con sus posibles cambios de sección y radios de acuerdo, engranajes rectos y helicoidales, chavetas y rodamientos, que hayan sido calculados previamente mediante los métodos de cálculo habituales.

El objetivo de este proyecto es convertirse en un manual para el diseño de estos ensamblajes de forma que al usuario le resulte útil y sencillo usar esta herramienta.

Índice

Resumen	7
Índice	9
1 Diseño de los elementos	11
1.1. Método inicial de trabajo	11
1.2. Eje	12
1.2.1. Radios de acuerdo	12
1.2.2. Creación de chaveteros	16
1.3. Engranajes rectos	22
1.4. Engranajes helicoidales	27
1.5. Rodamientos	28
1.6. Chavetas	30
2 Ensamblaje	34
2.1. Relaciones de posición	34
2.2. Procedimiento de ensamblaje	35
2.2.1. Incorporación de elementos	35
2.2.2. Asignación de configuraciones	38
2.2.3. Posicionamiento	40
2.2.3.1. Posicionamiento de las chavetas	40
2.2.3.2. Posicionamiento de los engranajes	44
2.2.3.3. Posicionamiento de los rodamientos	49
2.3. Animación de montaje	52
3 Generación de planos	59
3.1. Plantilla para planos	59
3.1.1. Creación de plantilla	60
3.2. Procedimiento creación de planos	62
3.2.1. Vistas	62
3.2.2. Vista de sección	64
3.2.3. Acotación	66
3.2.4. Otras herramientas	69
3.2.4.1. Lista de materiales	69
3.2.4.2. Vista del modelo	70
3.2.4.3. Vista de detalle	72
3.2.4.4. Otros planos	73

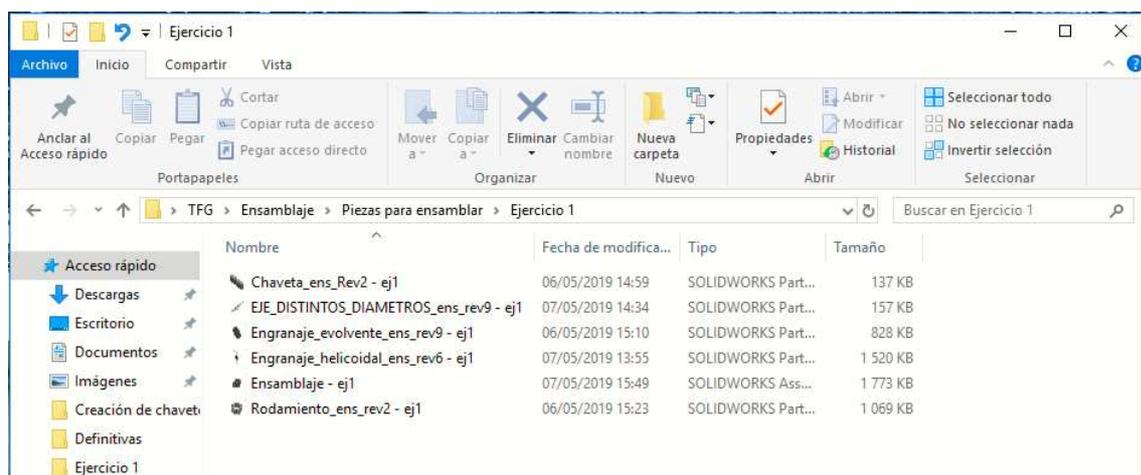
1 DISEÑO DE LOS ELEMENTOS

En este capítulo se va a explicar un procedimiento sencillo por pasos para diseñar todas las configuraciones de todos los elementos de máquinas que componen un eje de transmisión de potencia. Para ello se tratarán uno por uno los archivos con los que hay que trabajar así como la manera de actuar con los que se facilitan en este Proyecto.

1.1 Método inicial de trabajo

Para crear un nuevo trabajo, se recomienda seguir los siguientes pasos:

1. Acudir a la carpeta donde está la última versión de las piezas terminadas, que están listas para ser modificadas, copiarlas todas y pegarlas en una carpeta diferente con el nombre del proyecto (por ejemplo: Ejercicio 1). A continuación, modificar el nombre de los archivos de estas copias que ahora están en la nueva carpeta.



Habrà que entrar en cada uno de estos archivos para modificar los paràmetros en funci3n de los requerimientos del problema que se est3 tratando, que debe haberse resuelto previamente mediante los m3todos de c3lculo habituales. N3tese que estos archivos corresponden a los diferentes elementos de m3quinas que se pueden agregar al ensamblaje. Si se tienen varios elementos del mismo tipo (por ejemplo varios engranajes rectos) podr3n ser configurados entrando una sola vez en cada archivo.

A continuaci3n se analizar3 el procedimiento a seguir para cada elemento y posteriormente, cuando ya se hayan configurado todos los integrantes del ensamblaje se proceder3 al posicionamiento de los mismos por medio de relaciones de posici3n.

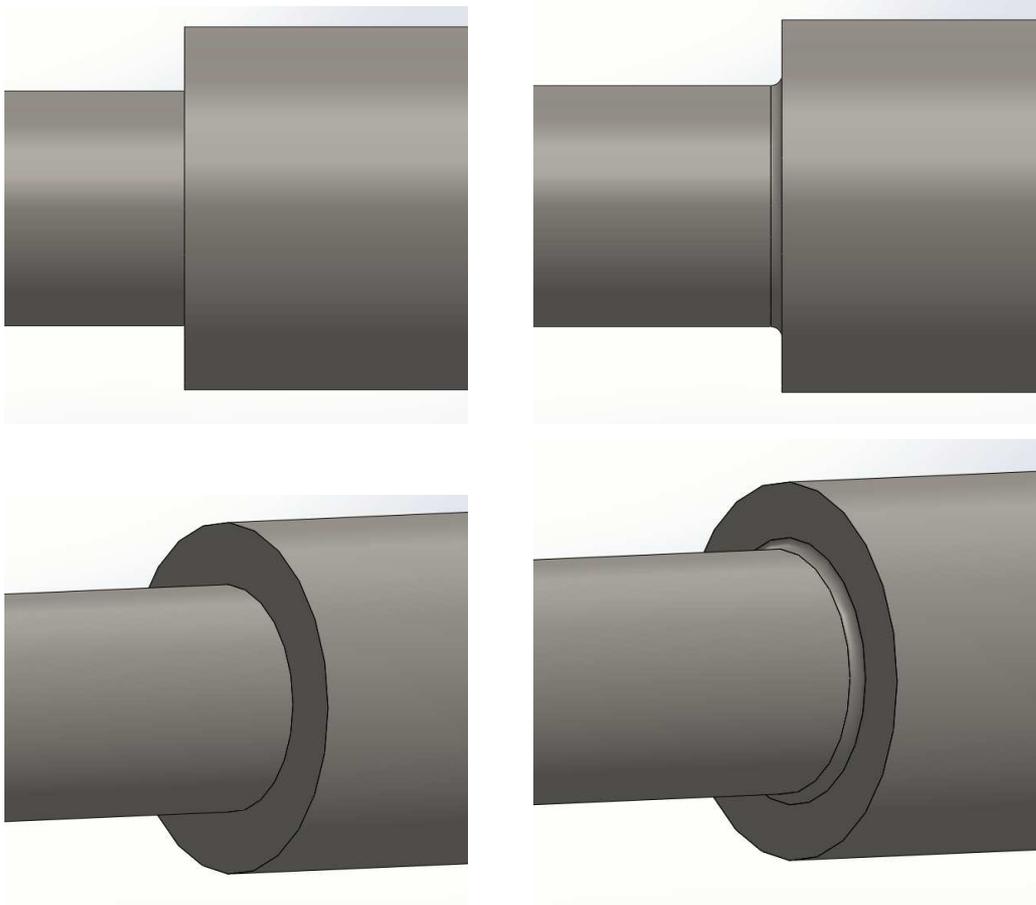
1.2 Eje

El primer elemento que es necesario modificar será el eje ya que sobre él irán montados el resto de componentes.

Con respecto al procedimiento a seguir al tratar el eje, es necesario saber que el mismo está configurado para albergar hasta quince tramos de distinto diámetro. Esto ocurre porque a lo largo de un eje en funcionamiento se pueden requerir diferentes tamaños, ya sea para facilitar el ensamblaje del resto de elementos que van montados sobre él o para asegurar la transmisión de potencia del propio eje a estos mismos.

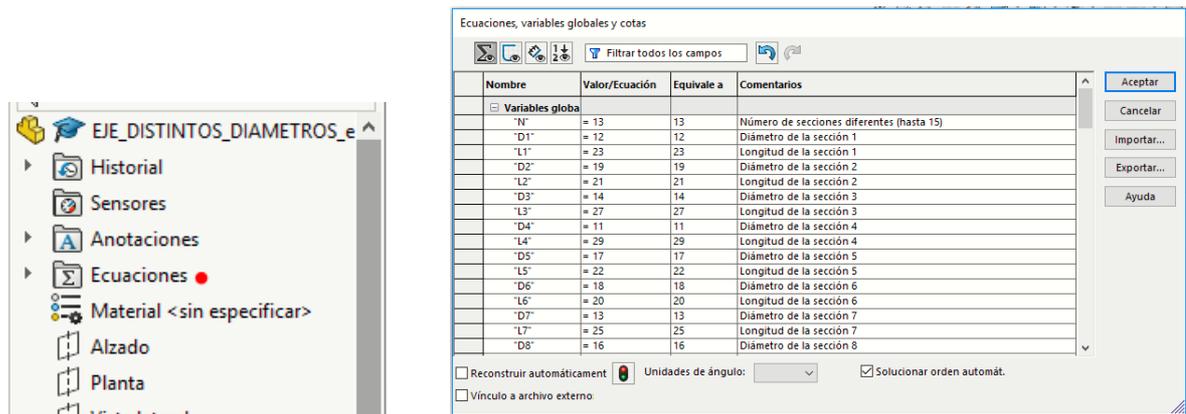
1.2.1 Radios de acuerdo

Otro apartado importante en el eje es el de los radios de acuerdo. A través de estos radios es posible prevenir la concentración de tensiones que se produce en las aristas y que podría provocar fracturas por fatiga a lo largo de su vida en servicio. Esto también se contempla en este trabajo siendo necesario solo introducir el valor del radio en la lista de variables en la pestaña "Ecuaciones" que se mostrará a continuación.



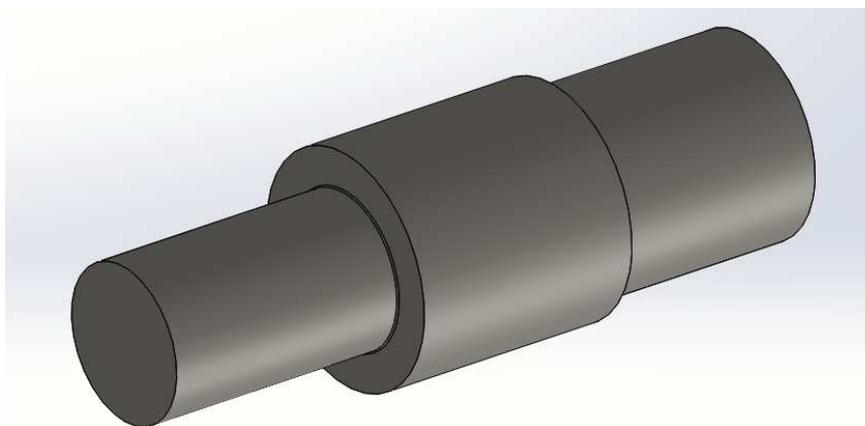
Para modificar todos estos parámetros habrá que seguir siguientes pasos:

- Entrar en el archivo del eje de SolidWorks con el que se quiera trabajar que previamente se ha copiado y modificado su nombre de "EJE_DISTINTOS_DIAMETROS_ens_rev10".
- Pinchar con el botón derecho en "Ecuaciones", que está situado en la parte izquierda de la pantalla y a continuación seleccionar "administrar ecuaciones". Una vez se haya abierto este menú tendremos que modificar los valores de los parámetros de número de secciones, diámetros y longitudes de éstas y radios de acuerdo. Al aceptar, debe aparecernos ya el eje de nuestro problema completamente definido a excepción de los chaveteros.

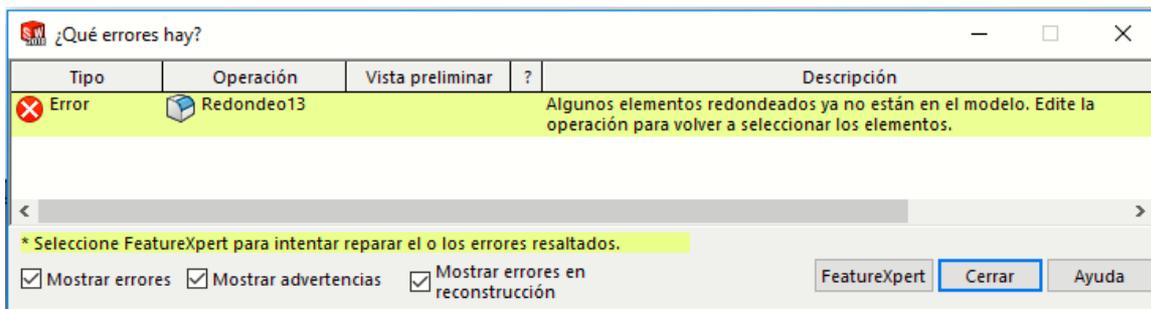
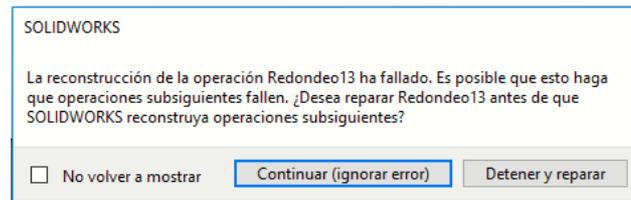


NOTA.- Si el eje del problema en cuestión solo tiene tres secciones diferentes, no se debe prestar atención a los demás parámetros de este menú ya que el programa está configurado para que introduciendo el valor de "N" (número de tramos) se supriman el resto.

- Es necesario tener en cuenta que el programa está diseñado para que las secciones de cada tramo del eje vayan disminuyendo desde el "tramo uno". Es posible que en los ejemplos con los que se quiera trabajar existan secciones de diámetro mayor entre otras de diámetro menor como es el caso de la imagen.

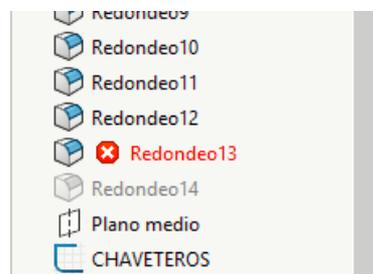


Si esto es así, al modificar los parámetros en la pestaña "Ecuaciones" saldrá una ventana indicando la existencia de un error (primera imagen) y al seleccionar "Detener y reparar" aparecerá la ventana de la segunda imagen.

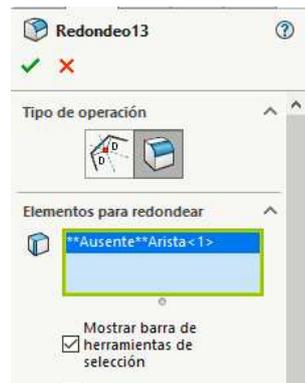


Esto es sencillo de solucionar pero es necesario conocer por qué falla el programa. Lo único que ocurre es que éste no es capaz de identificar la arista a la que debe aplicarle el redondeo por lo que el usuario tendrá que introducirse manualmente. Para ello deberá seguir los siguientes pasos:

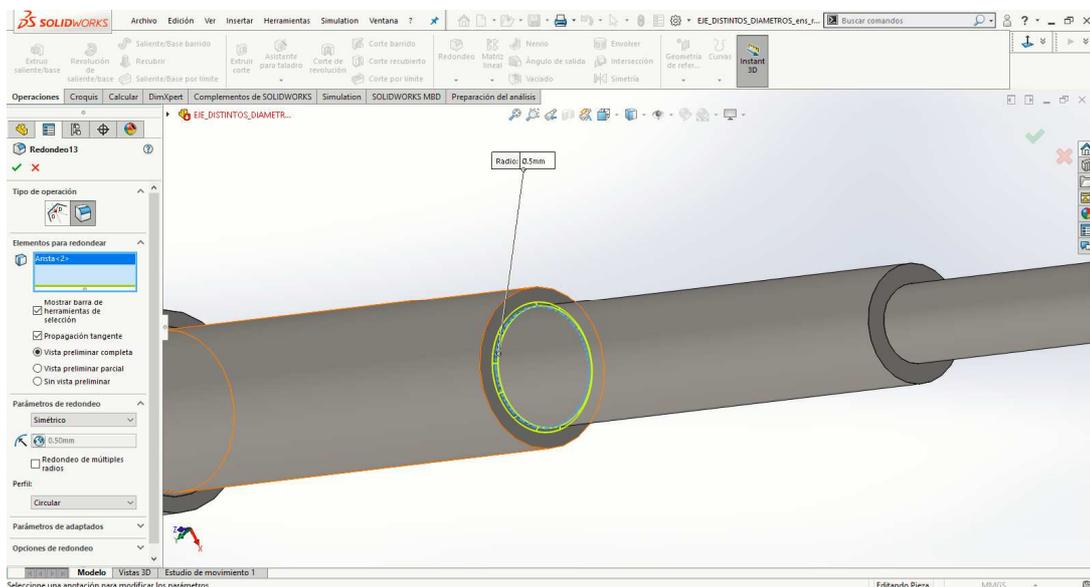
- En primer lugar hay que acudir a la lista de operaciones e identificar el redondeo que produce errores, en la siguiente imagen se puede comprobar que es sencillo de encontrar.



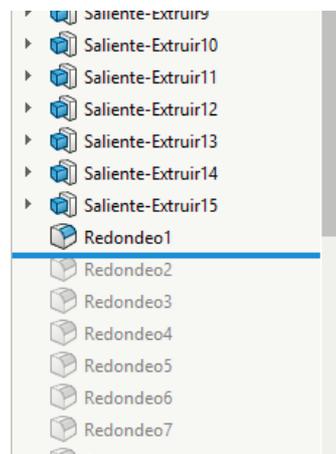
- A continuación se debe clicar en esta operación que aparece en rojo y seleccionar la primera opción de la pequeña ventana que se abre, que es "Editar operación". Una vez hecho esto se abrirá el menú desde el cual se configura tanto el valor del redondeo como la selección de la arista en cuestión.
- En este menú se deberá eliminar la selección ****Ausente**** que aparece en la imagen clicando con el botón derecho del ratón y seleccionando "Eliminar". De esta manera se quedará el recuadro de "Elementos para redondear" vacío.



- Será ahora cuando habrá que indicar la arista que se quiere redondear en el propio sólido. Aparecerá una vista preliminar de la operación para confirmar que está bien seleccionada y tras darle a validar la operación, se aplicarán los cambios.



- El último paso consistirá en bajar hasta el final lo que se conoce como la "barra del tiempo" ya que al modificar una operación que daba error, el programa automáticamente se coloca justo después de la misma.



Será necesario repetir este procedimiento tantas veces como errores de redondeos aparezcan.

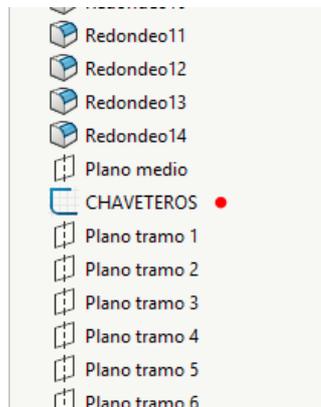
El último apartado importante a tratar en cuanto a los ejes se refiere es el de los chaveteros. Los chaveteros no son más que los espacios que se crean en el propio eje para dar cabida a las chavetas que a su vez permitirán la colocación y sujeción de los engranajes, así como la transmisión de potencia entre el eje y el engranaje.

1.2.2 Creación de chaveteros

En este trabajo en cuestión, ésta es la parte menos automatizada debido a la dificultad de definir las cotas de los chaveteros y su posición en el eje.

Para conseguir crear tantos chaveteros como se necesiten en función del problema que se esté tratando, hay que seguir los siguientes pasos:

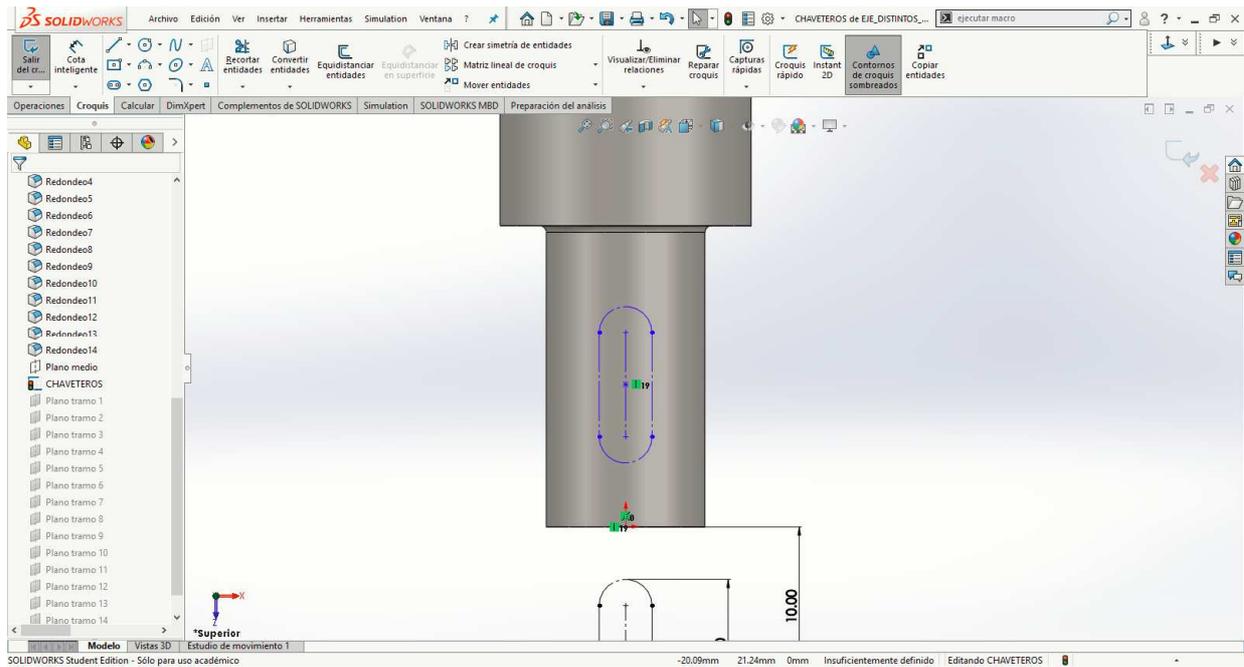
- Buscar al final de la lista de operaciones de la izquierda el croquis llamado "CHAVETEROS". Clicar en él y a continuación en "editar croquis".



- Ejecutar la macro "Crear croquis chavetero Rev_2". Para ello tendremos que escribir en el buscador del programa situado en la parte superior derecha "ejecutar macro".

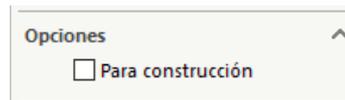


Esta macro está diseñada para esbozar una ranura (aparecerá en color azul) que se tendrá que acotar para que después, previa extrusión del corte, se convierta en el chavetero. Para tener una visión adecuada de este croquis de manera que sea más fácil trabajar con él, se recomienda pulsar "Ctrl+8" y con la rueda del ratón, acercarnos hasta tener una adecuada visibilidad del mismo.



NOTA.- Los croquis en azul son aquellos que aún no están completamente definidos, es decir, que faltan cotas o restricciones para tenerlos fijos. Siempre se debe tener definidos los croquis que posteriormente serán extruidos.

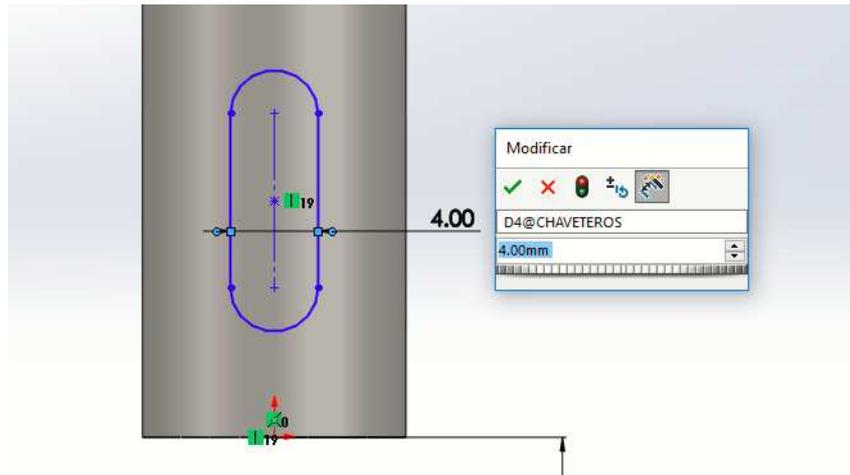
- Ahora se tendrá que, a través de cotas, situar la ranura y dar las dimensiones que se necesitan. Para ello es necesario seguir estos pasos:
 - Seleccionar el eje del chavetero y se abrirá un menú a la izquierda en el que tendremos que deseleccionar la orden "Para construcción", con esto se consigue cambiar el estilo de las líneas de la ranura de discontinua a continua (para que la ranura deje de estar en línea constructiva ya que sino, no se podrá extruir el corte).



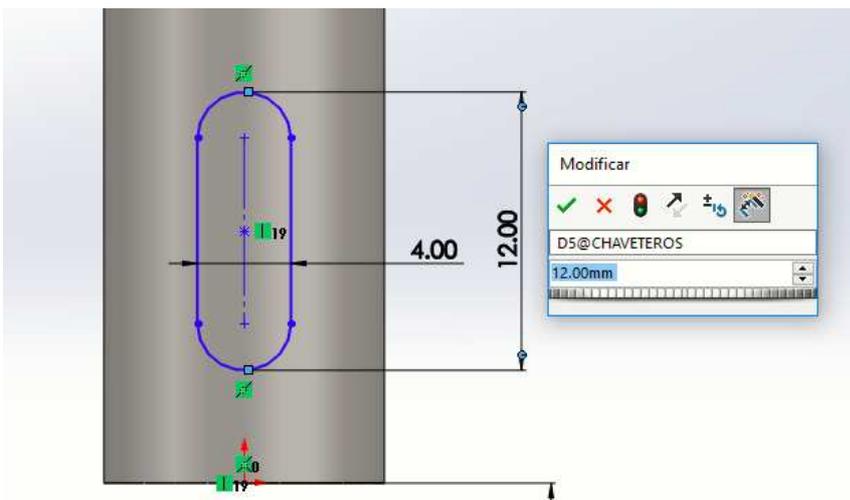
- Clicar sobre el eje de la ranura y, manteniendo pulsada la tecla Ctrl, clicar también en el centro del eje de coordenadas que aparece en rojo en la base de nuestro eje. En la parte izquierda de la pantalla se abrirá un menú donde podremos aplicar la restricción "coincidente". A continuación debemos validar esta operación. Con esto, el eje de la ranura debe quedarse en color negro y en línea discontinua.



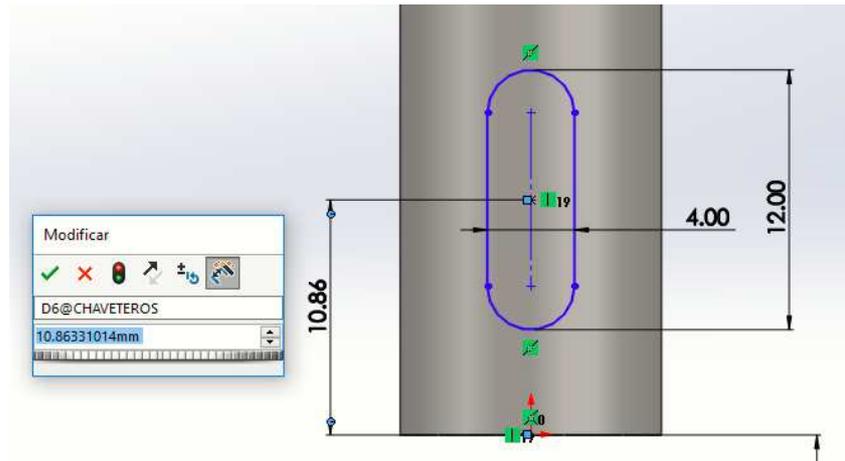
- Ahora hay que asignarle las cotas de la chaveta calculada previamente. Tendremos que definir el ancho, el largo y la posición del centro del chavetero.
 - ANCHO: Seleccionar "Cota inteligente" en la parte superior izquierda de la pantalla, a continuación clicar sobre las dos paredes laterales del chavetero, introducir el valor y validar la cota.



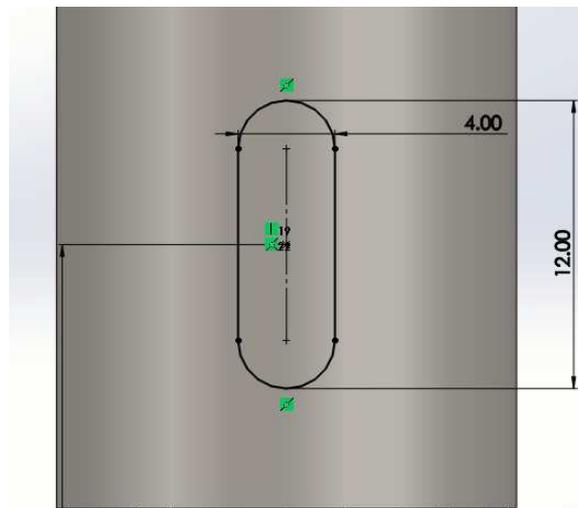
- **LARGO:** Teniendo seleccionada la operación "Cota inteligente" que debe quedar seleccionada al terminar de definir el ancho, colocar el cursor sobre el extremo superior de la semicircunferencia de la ranura y sin clicar debe aparecer la opción de seleccionar el punto. Una vez seleccionado repetimos el proceso con el punto del extremo de la circunferencia inferior de la ranura. Si todo se ha seleccionado adecuadamente debe aparecer la posibilidad de colocar la cota del largo de la ranura.



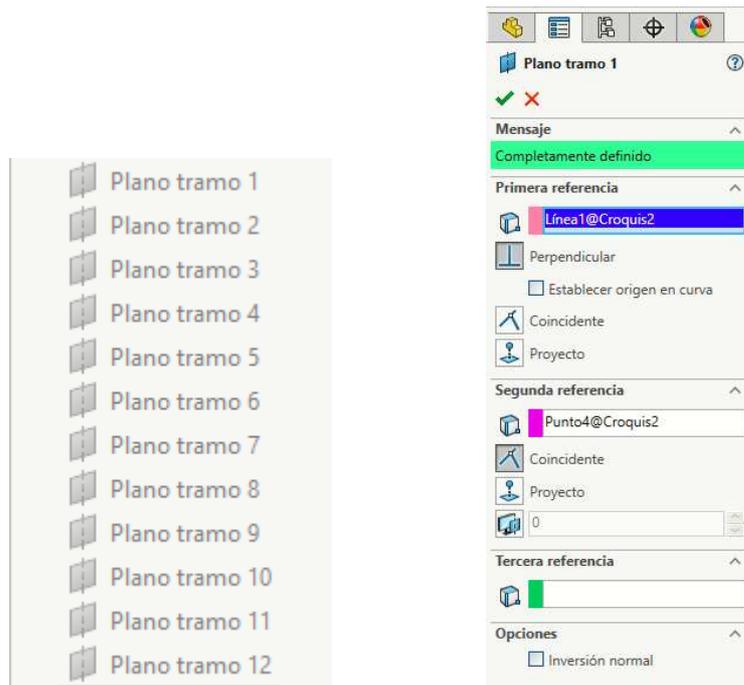
- **POSICIÓN:** Manteniendo igual que antes la operación "Cota inteligente" hay que seleccionar el punto central del eje de la ranura y a continuación el centro del eje de coordenadas que se encuentra en la parte inferior de nuestra pieza. Aquí colocaremos la distancia desde el extremo del eje hasta el centro de la chaveta, y por tanto, del engranaje que va montado sobre la misma.



Ya se debe tener el croquis del chavetero completamente definido (en color negro) y colocado en la parte del eje donde se quiere colocar.

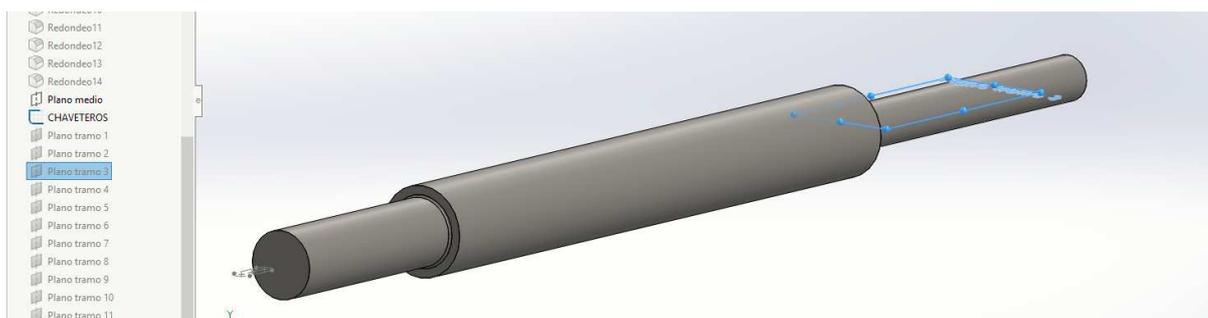
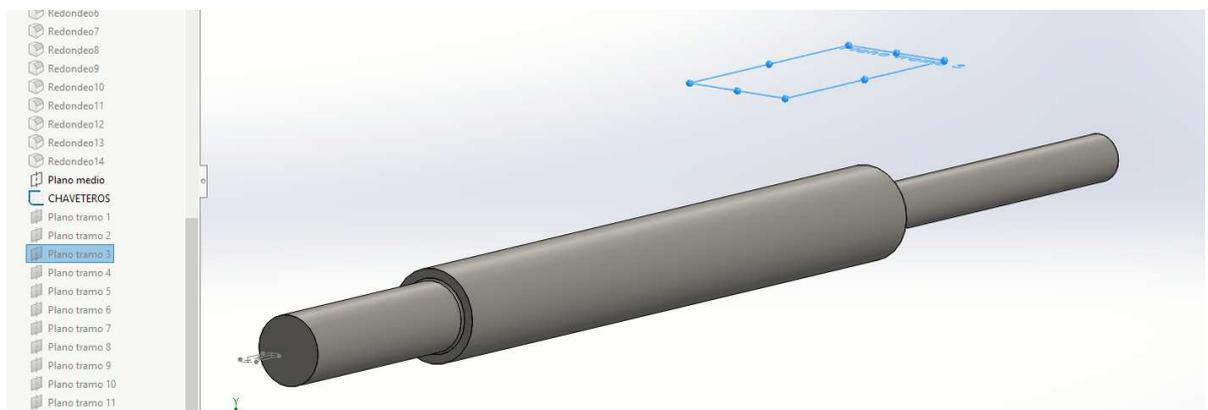


- A continuación hay que salir del croquis clicando sobre el icono "Salir del croquis" situado en la parte superior izquierda de la pantalla. Debe quedar la ranura que acabamos de modificar de color gris oscuro.
- Cuando se modifican los diámetros de las secciones del eje, los planos tangentes a estos (desde los que se extruirá el corte de la chaveta que se acaba de realizar) se desconfiguran. Será necesario refrescarlos a mano. Solo habrá que seleccionar en el árbol de operaciones aquellos planos desde los cuales extruiremos, clicar en ellos con el botón izquierdo y automáticamente en el primer comando que aparece "Editar operación". Se abrirá un menú como el de la imagen siguiente en el que solo será necesario, sin modificar nada, clicar en validar. De esta manera el plano se colocará tangente a la superficie del tramo "i". Habrá que realizar este proceso con todos los planos de los tramos en los que habrá una chaveta.

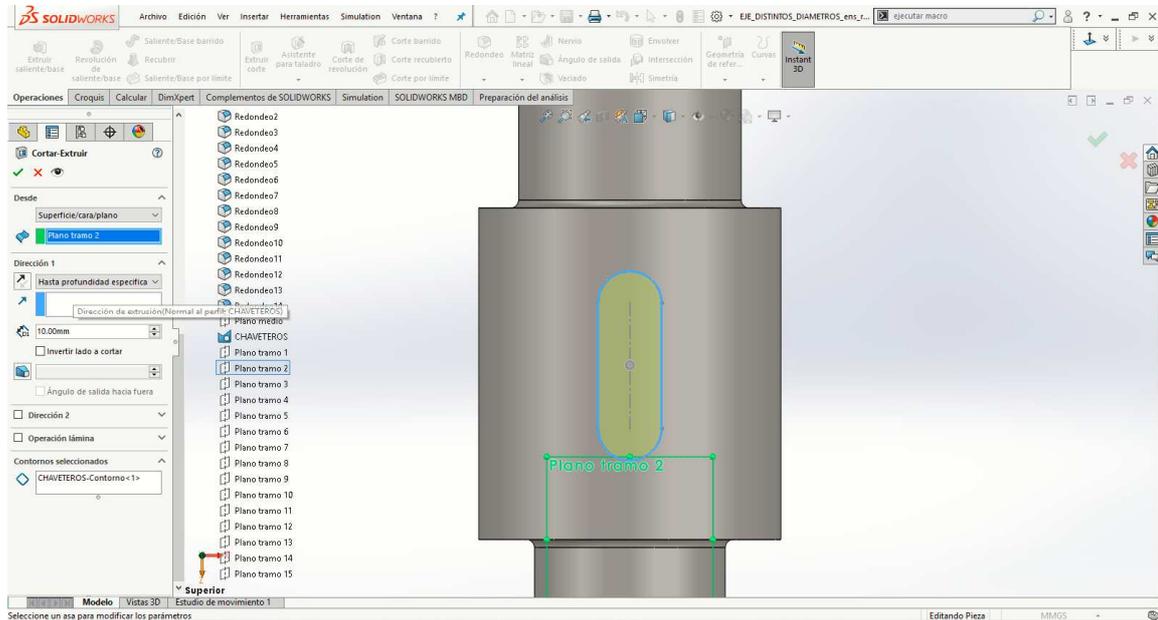


Podrá observarse que se soluciona el problema, es decir, al clicar en el plano que debería estar tangente a cada tramo, se verá que no está situado correctamente mientras que justo después de realizar la operación antes indicada, ya sí lo estará.

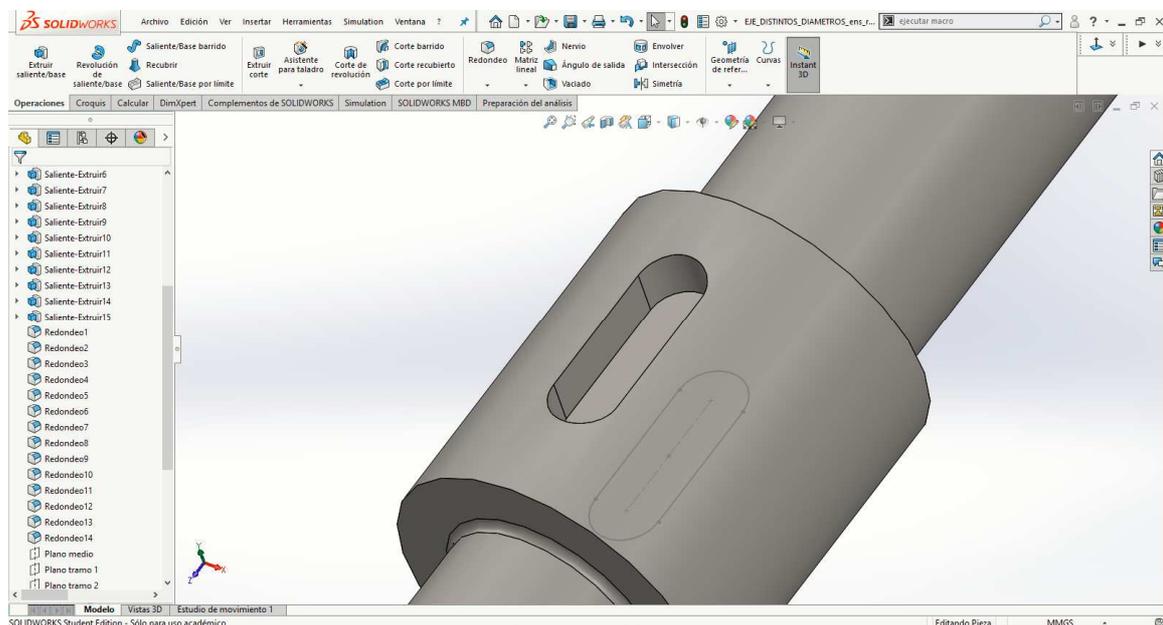
En las siguientes imágenes pueden verse el que tendría que ser el plano tangente al tramo 3 antes y después de la operación.



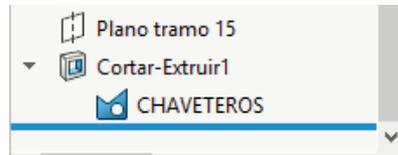
- El siguiente paso será, en la pestaña de operaciones, seleccionar "extruir corte". El programa pide que se seleccione un contorno para extruir, así que se clicará sobre una de las aristas de la ranura que se acaba de crear. Se abrirá un menú a la izquierda donde habrá que modificar dos parámetros:



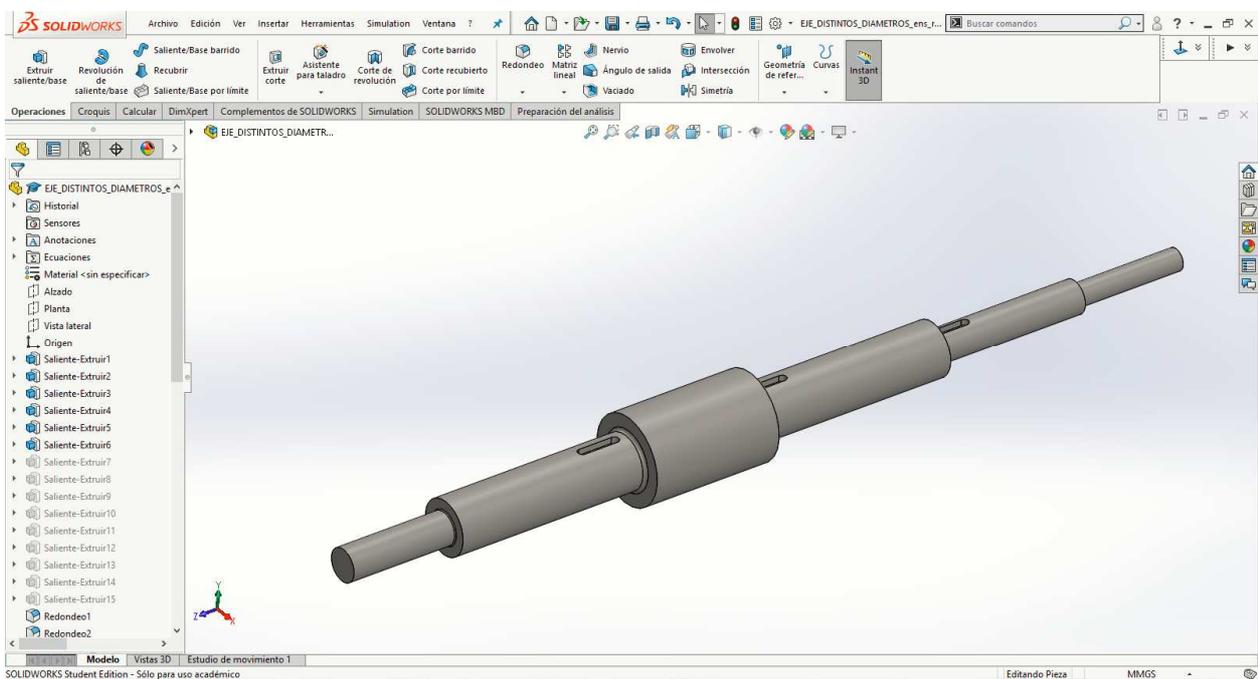
- En la sección "Desde" hay que desplegar la pestaña y seleccionar "superficie/cara/plano". A continuación se debe indicar desde qué superficie se quiere extruir el corte. Nótese que el croquis está realizado en el plano medio del eje por lo que se tendrá que extruir a partir del plano tangente a la superficie del mismo que previamente hemos resituado. Estos planos tienen el nombre de "Plano tramo i". Si queremos colocar nuestro chavetero en el segundo tramo con sección diferente del eje, seleccionaremos "Plano tramo 2" tal como podemos observar en la imagen.
- En la sección "Dirección 1" indicaremos la profundidad del corte. Este corte debe corresponderse con la mitad del valor de la altura de la chaveta que se haya calculado previamente. Una vez validada la operación, ya debe estar creado el chavetero en el eje.



Será necesario repetir este procedimiento para todos los chaveteros que se requieran. Es necesario mencionar que cuando ya se ha realizado el primero, el croquis "CHAVETEROS" se ubicará al final de la lista de operaciones.

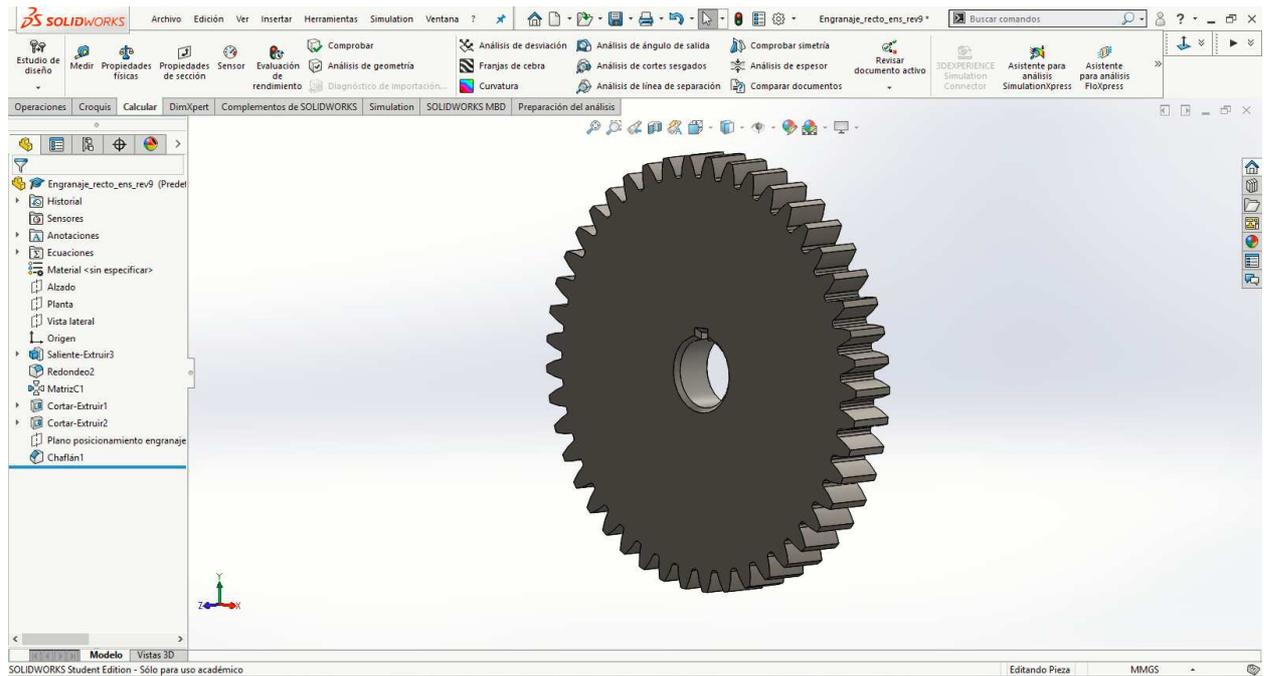


En el ejemplo que se va a usar de guía en este manual, el diseño del eje quedaría de la siguiente manera.

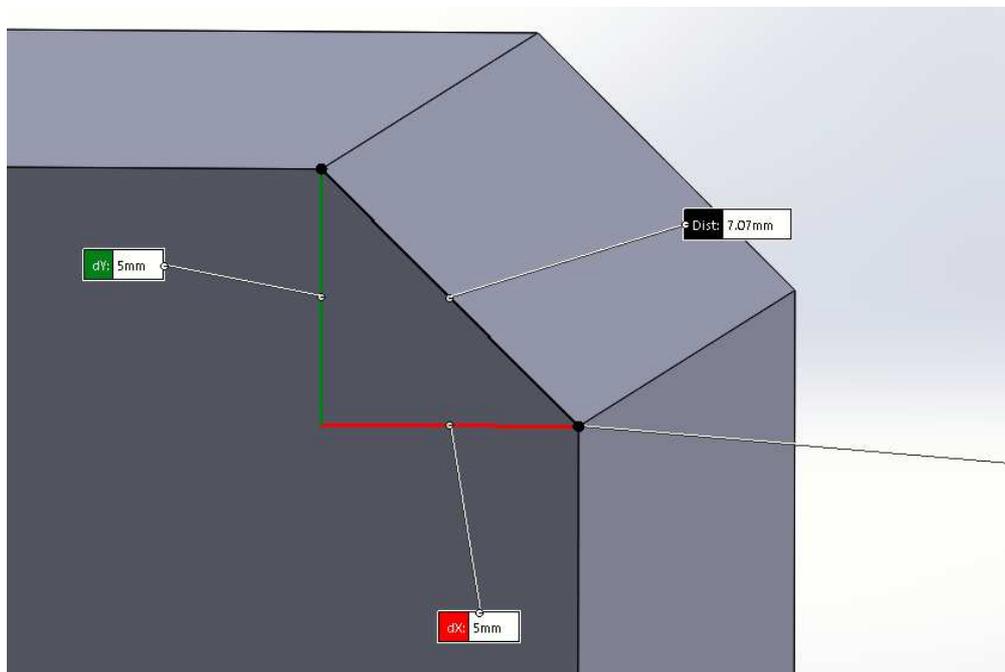


1.3 Engranajes rectos

Ahora se va a tratar el procedimiento a seguir con los engranajes rectos. En este trabajo, los engranajes se han diseñado de manera que habrá que modificar sus valores de módulo, número de dientes, espesor, tamaño del chaflán, diámetro del eje en el que irá montado y valores de la chaveta que lo acompañará.



Habitualmente los engranajes pueden colocarse muy cerca de los cambios de sección del eje de manera que es necesario que tengan un chafán en el hueco en el que irá colocado el mismo para salvar el redondeo propio de estos cambios de sección. Es por esto por lo que se crea el parámetro "Tamaño del chafán". Se usará un chafán de 45° donde el parámetro modela la distancia que puede observarse en color rojo o verde (es la misma porque es un chafán de 45°) en la imagen siguiente. Es decir, el parámetro define el tamaño de los catetos (5mm) del triángulo que forma un chafán, no el de la hipotenusa como podría preverse.

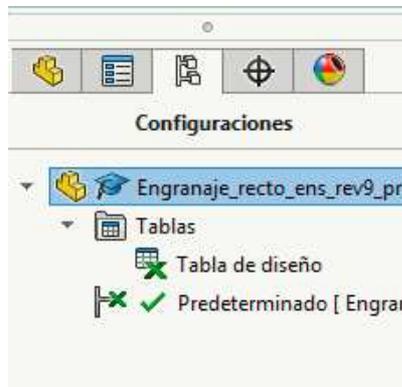


Estos parámetros se introducirán a través de una hoja Excel, ya creada, a la que se tiene acceso desde el propio archivo del engranaje recto. Gracias a esta metodología podremos crear tantos engranajes diferentes como se necesite de manera sencilla ya que el programa, una vez tenga los parámetros, generará los sólidos de manera

automática.

La metodología a seguir será la siguiente

- Entrar en el archivo del eje de SolidWorks con el que se quiera trabajar que previamente se ha copiado y modificado su nombre de "Engranaje_recto_ens_rev11".
- En la pestaña de "Configuraciones" (ver ubicación en la imagen que se proporciona) encontraremos una carpeta llamada "Tablas" y al desplegarla otra llamada "Tabla de diseño". Hay que clicar con el botón derecho del ratón en esta última y seleccionar la opción "Editar tabla en ventana nueva". De esta manera se nos abrirá una ventana con una hoja Excel como la que se muestra en la imagen.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Tabla de diseño para: Engranaje_recto_ens_rev10									
2		\$Descripción	\$Color	\$Valor@m@Ecuaciones	\$Valor@n@Ecuaciones	\$Valor@Esp_engranaje@Ecuaciones	\$Valor@Diam_eje@Ecuaciones	\$Valor@h@Ecuaciones	\$Valor@h@Ecuaciones	\$Valor@h@Ecuaciones
3	Predeterminado	Predeterminado	9871014	=4'Módulo	=45'Número de dientes	=20'Espesor del engranaje	=30	=4'Ancho de la chaveta	=6'Altura de la chaveta	=1'Tamaño del chafán para salvar los radios de acuerdo entre seccio
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										

Para obtener de esta tabla el número de configuraciones que se necesiten hay que:

- Seleccionar la primera fila de valores (la fila número 3) y copiarla en las filas posteriores. Se necesitarán tantas copias como engranajes rectos diferentes vayan montados en el problema que se esté tratando, o dicho de otra manera, tantas copias como configuraciones diferentes se necesiten. Véase en las fotos como se requieren tres configuraciones, tres engranajes

diferentes que irán montados sobre el eje.

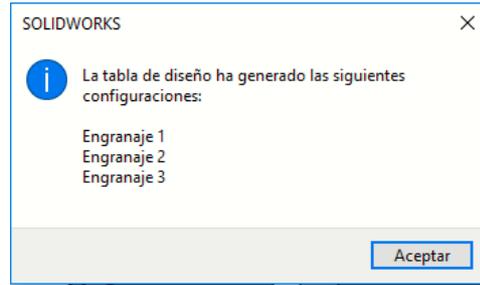
Nota.- Es recomendable mantener la configuración predeterminada, es decir, la de la fila 3 de la hoja Excel sin modificar. De esta manera siempre se tendrá una referencia sobre la cual trabajar.

- Colocar en las dos primeras columnas de cada configuración el mismo nombre, en el ejemplo (Engranajes 1, 2 y 3).
- Modificar el resto de parámetros.
 - Módulo
 - Número de dientes
 - Espesor del engranaje
 - Diámetro del eje
 - Ancho de la chaveta
 - Altura de la chaveta
 - Tamaño del chaflán

Nótese que los valores de la chaveta habrá que introducirlos también en la parametrización de las configuraciones de los engranajes ya que éstos tienen que tener un espacio donde irán colocadas y, por supuesto, las chavetas pueden ser diferentes para cada engranaje.

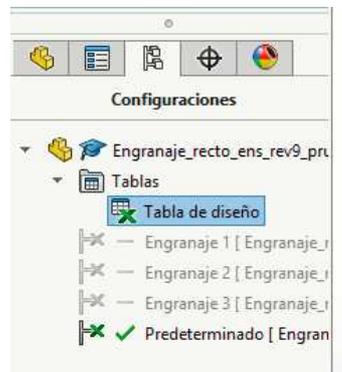
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Tabla de diseño para: Engranaje_recto_ens_rev10									
2			\$Descripcion	\$Color	\$Valor@m@Ecuaciones	\$Valor@m@Ecuaciones	\$Valor@Esp_engranaje@Ecuaciones	\$Valor@Diam_eje@Ecuaciones	\$Valor@h@Ecuaciones	\$Valor@r@Ecuaciones
3	Predeterminado	Predeterminado	9871014	=4'Módulo	=45'Número de dientes	=20'Espesor del engranaje	=30'Ancho de la chaveta	=6'Altura de la chaveta	=1'Tamaño del chaflán para salvar los radios de acuerdo entre seccion	
4	Engranaje 1	Engranaje 1	9871014	=4'Módulo	=45'Número de dientes	=30'Espesor del engranaje	=35'Ancho de la chaveta	=7'Altura de la chaveta	=1.75'Tamaño del chaflán para salvar los radios de acuerdo entre seccion	
5	Engranaje 2	Engranaje 2	9871014	=3.5'Módulo	=40'Número de dientes	=25'Espesor del engranaje	=30'Ancho de la chaveta	=6'Altura de la chaveta	=1.5'Tamaño del chaflán para salvar los radios de acuerdo entre seccion	
6	Engranaje 3	Engranaje 3	9871014	=3'Módulo	=35'Número de dientes	=20'Espesor del engranaje	=25'Ancho de la chaveta	=5'Altura de la chaveta	=1'Tamaño del chaflán para salvar los radios de acuerdo entre seccion	

- Una vez se haya completado la incorporación de los parámetros, es necesario guardar la hoja Excel. Si todo se ha realizado adecuadamente, al cerrar la ventana y volver al SolidWorks, debe aparecer un mensaje como el de la imagen anunciando que se han creado las nuevas configuraciones.



Es importante tener presente que si desde el propio programa se elimina o modifica una configuración, también se hará en la tabla de diseño. Mi recomendación es modificar los parámetros siempre desde la hoja Excel.

Al aceptar esta ventana se podrá comprobar que se han creado correctamente las configuraciones siendo posible observar los engranajes creados de manera automática con solo seleccionar una u otra.



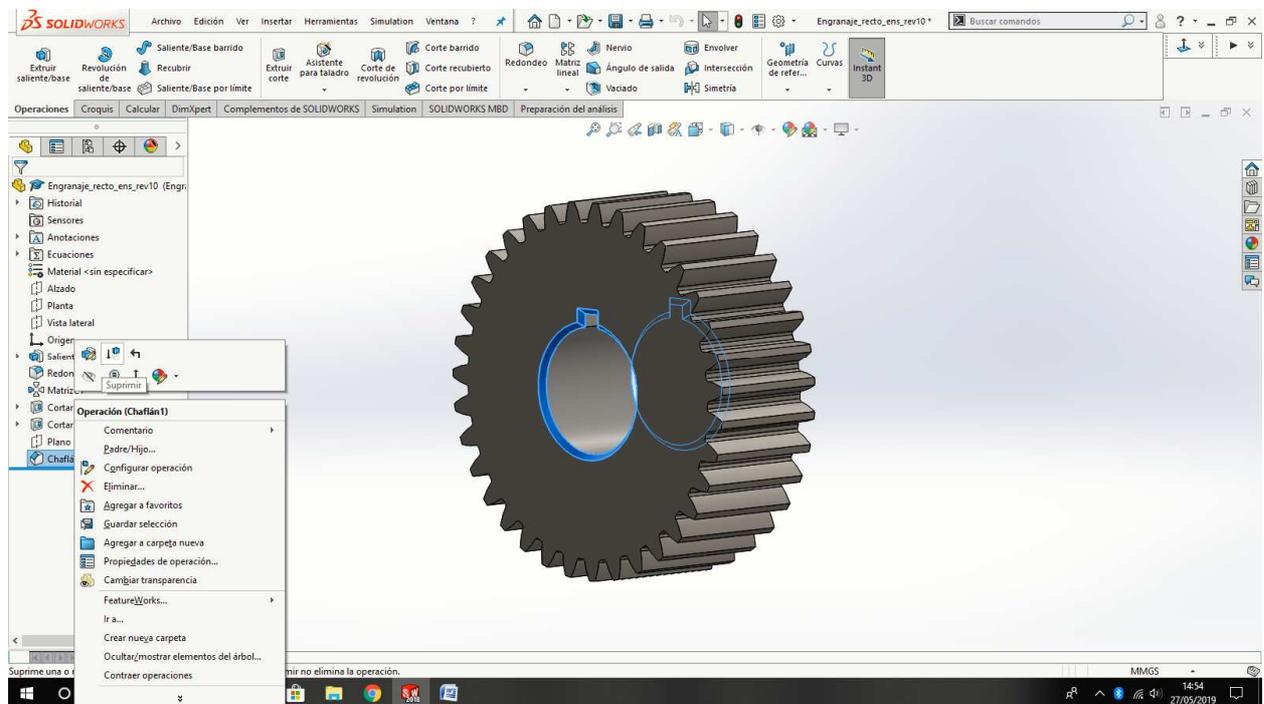
Es posible que la primera vez que se quiera cambiar de una configuración a otra no se aprecien cambios en el modelo 3D, si esto ocurre solo hay que presionar "Ctrl+B" para refrescar la imagen.

Si fuese necesario utilizar un engranaje sin chaflán, no es posible colocar el valor 0 en el Excel ya que el programa daría error. Lo único que habrá que hacer es suprimir esta operación manualmente.

Para ello será necesario seleccionar la configuración en la que se quiere realizar la operación de entre todas las que se hayan creado previamente, por ejemplo en el "Engranaje 2".



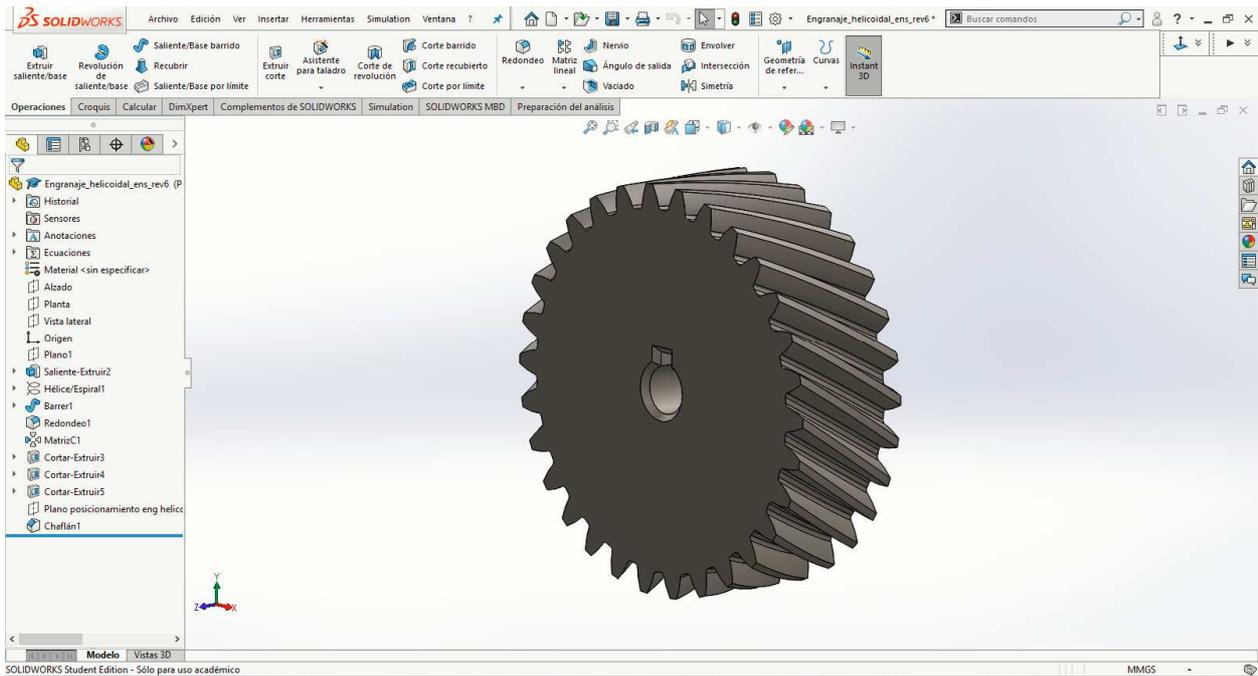
Una vez se esté en la configuración deseada, solo será necesario encontrar en el árbol de operaciones "Chaflán". Una vez ubicado, habrá que seleccionarlo con el botón derecho del ratón y se desplegará un menú como el de la imagen. El segundo icono corresponde a la orden suprimir así que habrá que pulsarlo y ya se tendrá el engranaje sin el chaflán listo para ser introducido en el ensamblaje.



El último paso será guardar los cambios que se hayan realizado. A la hora de ensamblar todos los elementos se podrá elegir qué configuración usar.

1.4 Engranajes helicoidales

A continuación se trabajará con los engranajes helicoidales. El procedimiento es exactamente igual al de los engranajes rectos ya que para la confección de este tipo de engranaje se han usado los mismos parámetros (módulo, número de dientes, etc.)



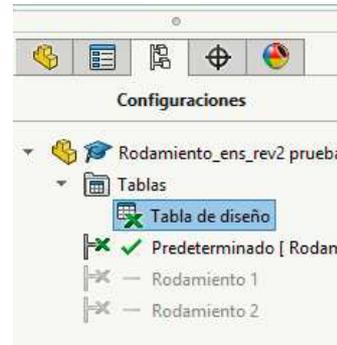
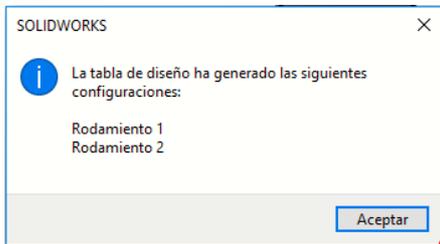
Es necesario conocer que es probable que a la hora de trabajar con este archivo, el programa se realentice. Esto se debe a que el propio archivo es más pesado dada la complejidad de del sólido en cuestión y de todos sus detalles.

1.5 Rodamientos

Los siguientes elementos a tratar serán los rodamientos. Mantendremos la forma de trabajar de los sólidos anteriores, donde introduciremos tantas configuraciones como rodamientos distintos se necesiten para modelar el problema que se esté tratando.

- Entrar en el archivo del eje de SolidWorks con el que se quiera trabajar que previamente se ha copiado y modificado su nombre de "Rodamiento_ens_rev3".

Al guardar la tabla Excel con las nuevas configuraciones ya modificadas, el programa avisará de que se han creado y, una vez más, se podrá cambiar de una a otra para visualizarlas en 3D. Cabe la posibilidad de que sea necesario refrescar la imagen pulsando "Ctrl+B".



- Una vez se tengan los distintos rodamientos, el último paso será guardar el archivo de SolidWorks para su posterior tratamiento a la hora de ensamblar todos los componentes.

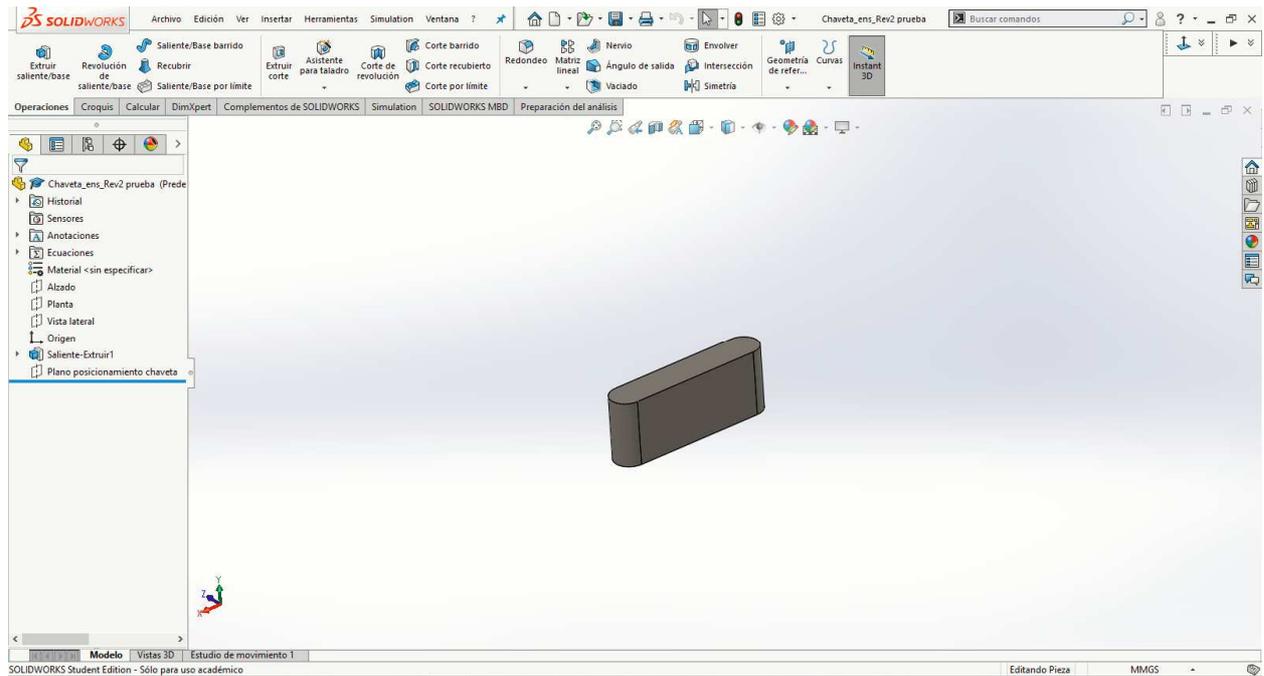
1.6 Chavetas

Las chavetas son un elemento indispensable para evitar que se produzca deslizamiento entre el eje y el engranaje y permitir que se transmita toda la potencia. Deben girar solidariamente y a través de la chaveta (y el chavetero) se consigue fijar la posición relativa entre ambos elementos.

En el Proyecto que se está tratando también se podrán modelar estos elementos para, posteriormente, ser ensamblados junto con los rodamientos, engranajes y el eje.

A continuación se procede a detallar el procedimiento a seguir para la creación de tantas chavetas como se requiera de manera rápida.

- En primer lugar deberá abrirse el archivo que se ha copiado a la carpeta de trabajo y cuyo nombre se ha modificado de "Chaveta_ens_Rev2".



- A continuación, en la pestaña de las configuraciones, debe aparecer una carpeta llamada "tablas" y al desplegarla podrá seleccionarse "tabla de diseño". Habrá que clicar con el botón derecho del ratón y seleccionar la opción "Editar tabla en ventana nueva". De esta manera se desplegará una hoja de Excel con todas las variables que se han creado para dar forma a la chaveta.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Tabla de diseño para: Chaveta_ens_Rev2 prueba													
2		\$Descripcion	\$Color	\$Valor@Ecuaciones	\$Valor@Ecuaciones	\$Valor@Ecuaciones								
3	Predeterminado	Predeterminado	9871013 =15'Longitud de la chaveta	=3'Ancho de la chaveta	=6'Altura de la chaveta									
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														

Se puede observar que en este elemento existen tres valores para definirlo por completo. Serán estas tres las que se tendrán que modificar en cada configuración para llegar a tener tantas chavetas como sean requeridas según el problema que se esté tratando.

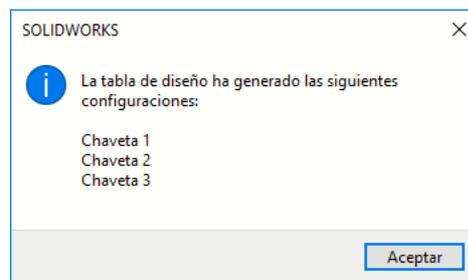
- Longitud
- Ancho

○ Altura

- Una vez más, será necesario copiar la primera fila (la número 3) tantas veces como chavetas diferentes se quieran generar y directamente modificar tanto el nombre (en las dos primeras columnas) como el resto de valores tal y como puede observarse en la imagen a continuación:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Tabla de diseño para: Chaveta_ens_Rev2 prueba													
2			\$Descripción	\$Color	\$Valor@@@Ecuaciones	\$Valor@@@Ecuaciones	\$Valor@@@Ecuaciones							
3	Predeterminado	Predeterminado	9871013	=15'Longitud de la chaveta	=3'Ancho de la chaveta	=6'Altura de la chaveta								
4	Chaveta 1	Chaveta 1	9871013	=10'Longitud de la chaveta	=4'Ancho de la chaveta	=6'Altura de la chaveta								
5	Chaveta 2	Chaveta 2	9871013	=12'Longitud de la chaveta	=3'Ancho de la chaveta	=5'Altura de la chaveta								
6	Chaveta 3	Chaveta 3	9871013	=13'Longitud de la chaveta	=3.5'Ancho de la chaveta	=5.5'Altura de la chaveta								
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														

- Una vez completa y guardada la tabla de diseño, al volver al programa debe aparecer una ventana de información poniendo de manifiesto que se han creado las nuevas configuraciones con los nombres elegidos por el usuario.



Se podrán visualizar los sólidos creados clicando sobre las configuraciones en el menú de la izquierda de la pantalla. Es posible que se necesite pulsar "Ctrl+B" para refrescar la imagen.



- El último paso será guardar los cambios efectuados y ya estarán las chavetas preparadas para ser ensambladas junto con el resto de componentes.

2 ENSAMBLAJE

En este capítulo se va a tratar el procedimiento a seguir para el acoplamiento de todos los elementos de máquinas (eje, engranajes, chavetas y rodamientos) que han sido configurados en el apartado anterior. Para ello vamos a hacer uso de las llamadas relaciones de posición. El conjunto de estas relaciones es una herramienta que facilita el programa SolidWorks que permiten el posicionamiento de diferentes sólidos entre sí.

2.1 Relaciones de posición

En este apartado se van a presentar estas relaciones con el fin de la familiarización del usuario con las herramientas con las que se van a trabajar.



Las que más se usarán para los intereses de este apartado serán:

- Coincidente: Sobre todo para unir las caras de las chavetas con los chaveteros y con los espacios en los engranajes destinados a ellas.

- Concéntrica: Para situar los rodamientos y engranajes a lo largo de la dirección longitudinal del eje
- Distancia: Se señalará la cara del extremo del eje y el plano central (ya creado) de todos los elementos para posicionarlos.

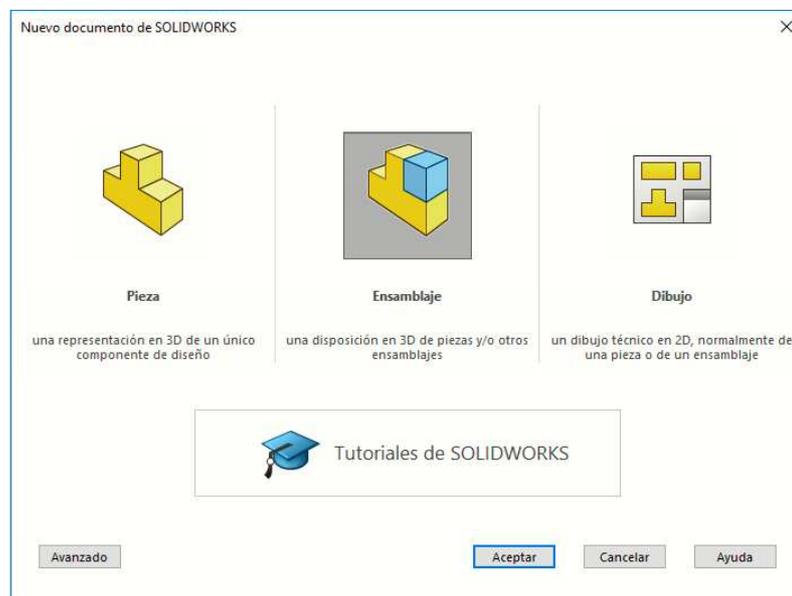
2.2 Procedimiento de ensamblaje

A continuación se van a tratar los pasos a seguir para poder encajar todos los sólidos del problema que se hayan modificado anteriormente.

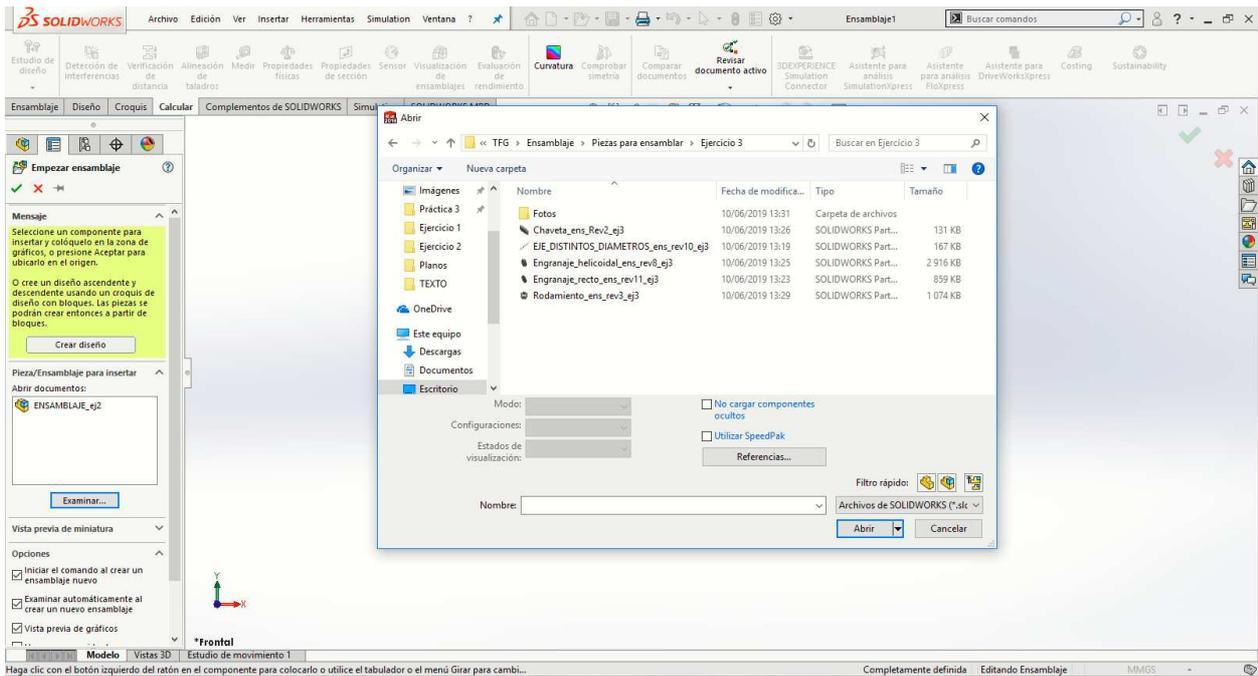
Para la explicación se va a usar un ejemplo pero es aplicable a cualquier conjunto de elementos.

2.2.1 Incorporación de elementos.

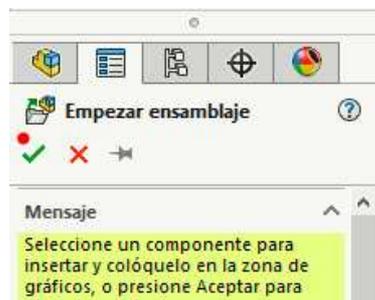
Para comenzar hay que abrir el programa SolidWorks y clicar en "nuevo proyecto". Automáticamente aparecerá una ventana donde tendremos que seleccionar qué tipo de documento queremos crear como puede observarse en la imagen a continuación. Habrá que seleccionar "Ensamblaje" y clicar en aceptar.



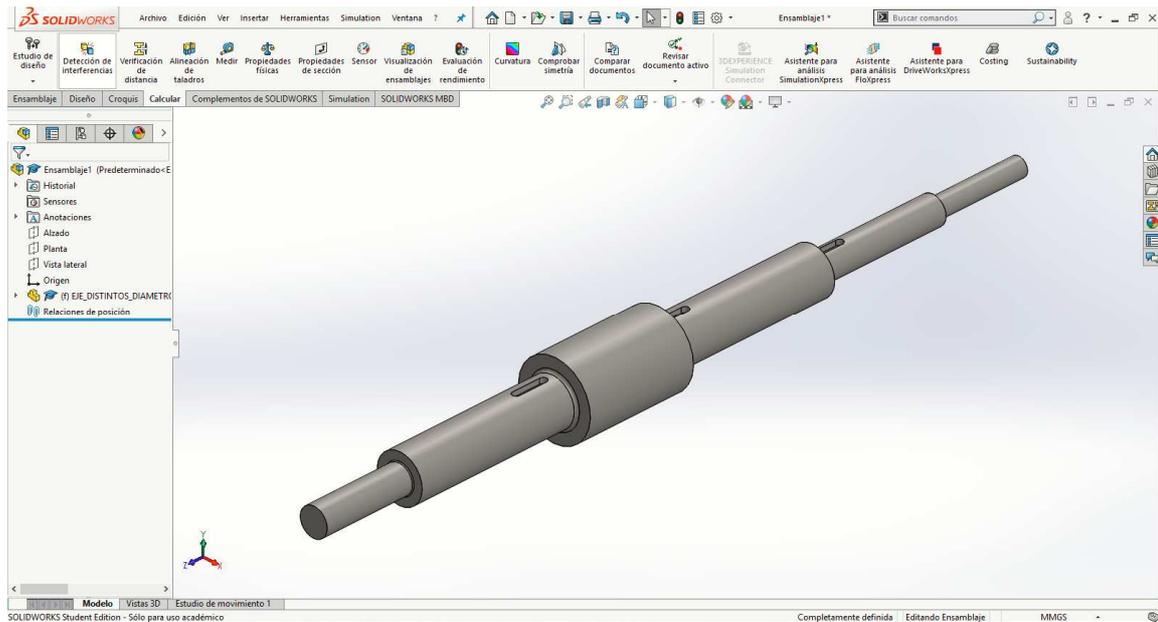
Directamente se pedirá elegir una pieza que se tomará como pieza base. En este momento debe seleccionarse el eje que se haya modificado de la carpeta de trabajo creada con anterioridad.



Al clicar en el eje, éste aparecerá para ser colocado pudiéndose mover con el ratón. Es importante que directamente hagamos click en la tick de aceptar que se encuentra en la parte superior del menú de la izquierda de la pantalla. Haciendo esto conseguiremos que el origen de coordenadas del eje se coloque solidario con el origen del ensamblaje.



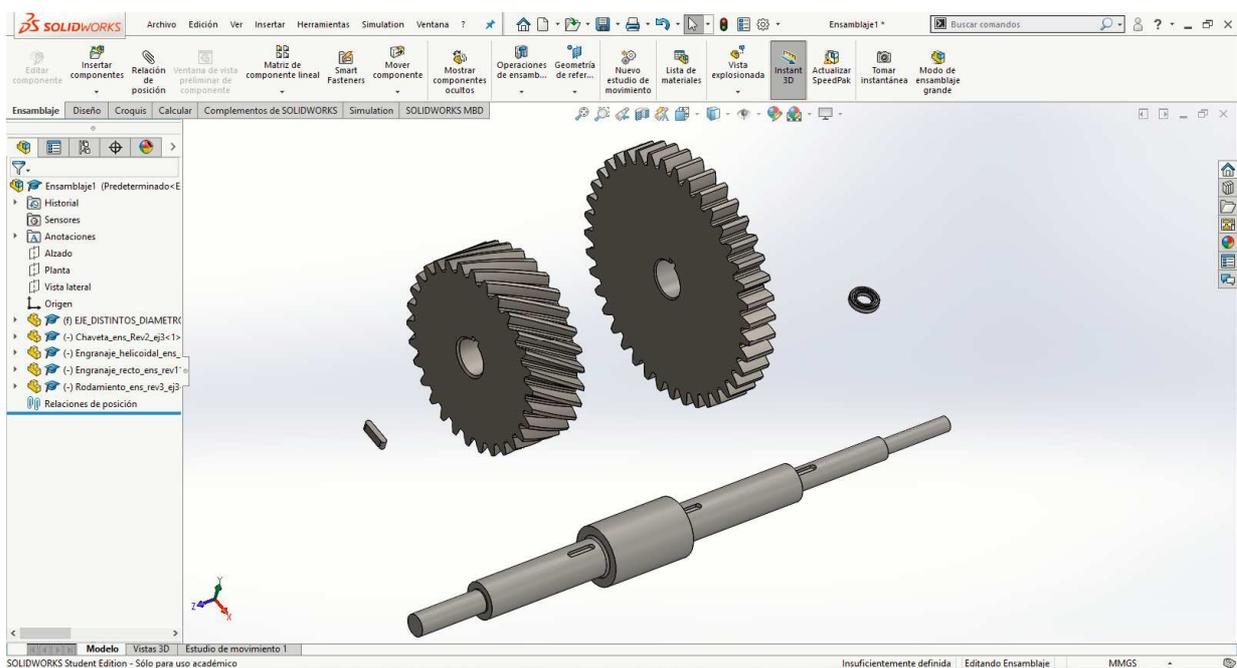
Podrá observarse cómo se coloca el eje automáticamente y se queda fijo.



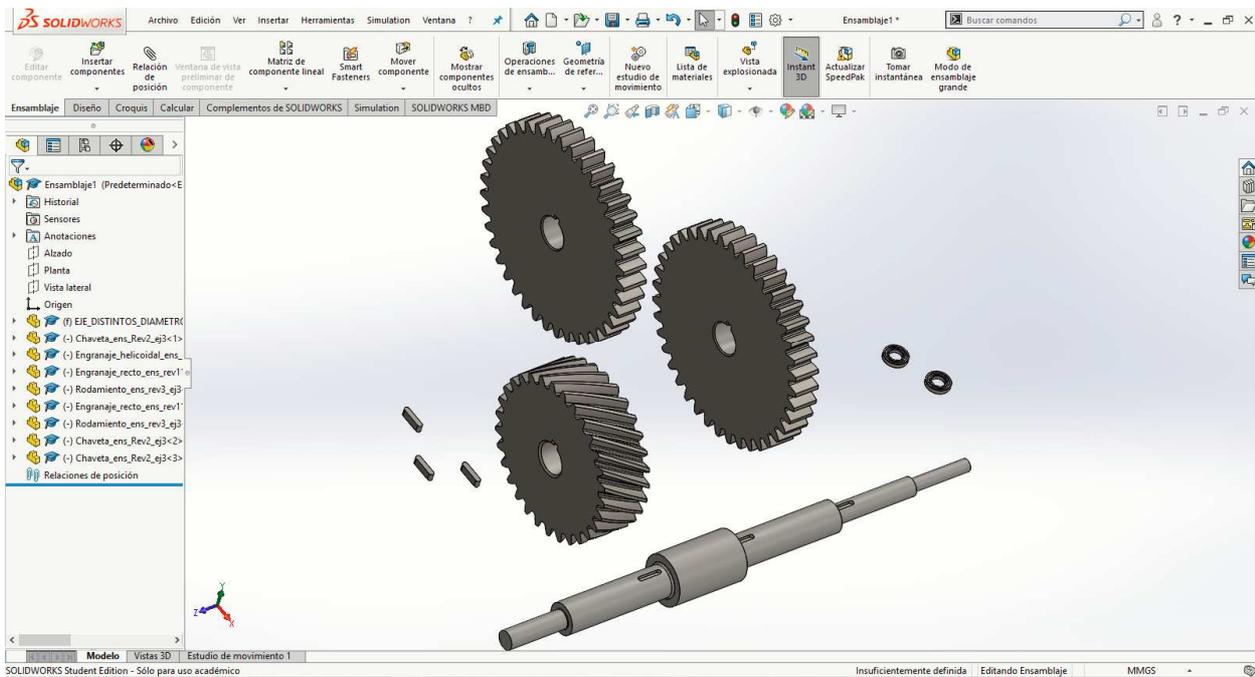
A continuación será necesario incluir el resto de elementos. Esto se hará a través de la orden "Insertar componentes" que se encuentra en la parte superior en la pestaña "Ensamblaje".



Desde aquí se introducirán los elementos arrastrándolos y colocándolos en cualquier sitio cerca del eje ya que luego los posicionaremos. En el ejemplo de la imagen se han introducido los dos tipos de engranajes, el rodamiento y la chaveta.



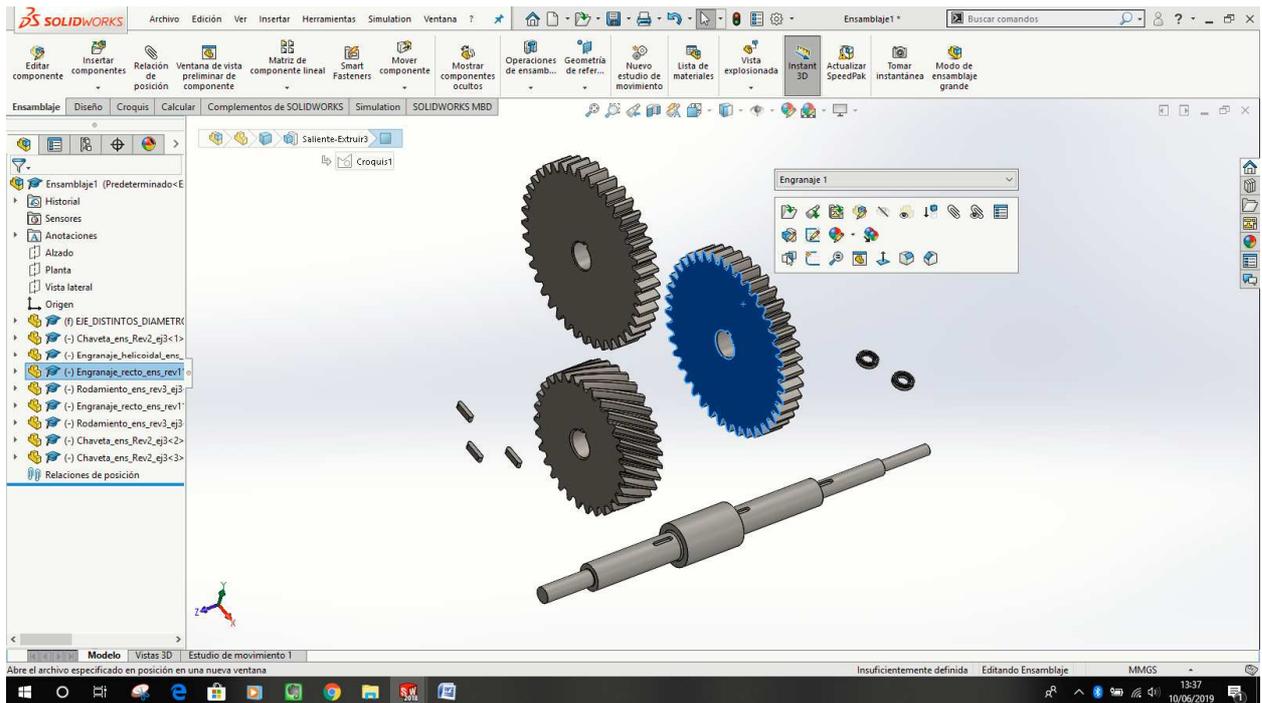
El último paso para tener todos los elementos que se necesitarán será copiar éstos tantas veces como sólidos del mismo tipo se requieran. Es decir, en el ejemplo necesitaremos tres chavetas, dos engranajes y dos rodamientos. Este proceso se realiza manteniendo pulsado "Ctrl" al mismo tiempo que se arrastra cada elemento. Esta es la forma más rápida pero también se puede seleccionar un sólido, pulsar "Ctrl+C" para copiarlo y en otro lugar "Ctrl+V" para pegar la copia.



2.2.2 Asignación de configuraciones

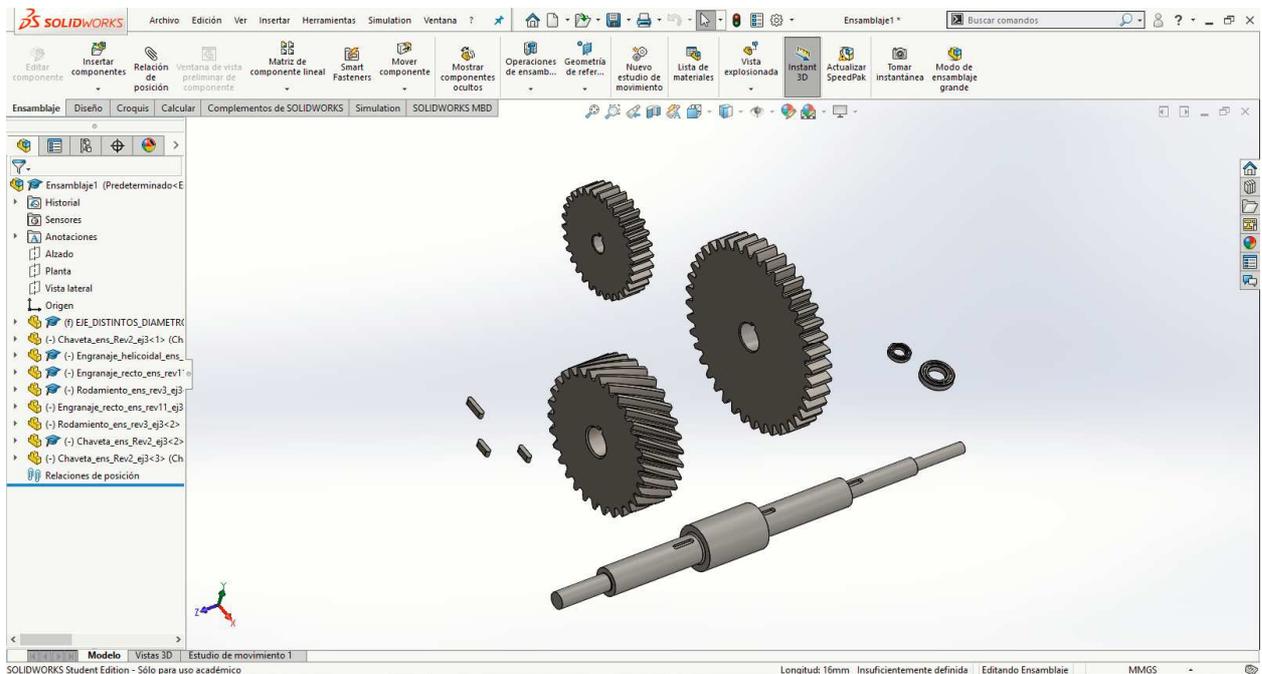
Ahora es cuando se van a utilizar todas las configuraciones que deben haberse hecho previamente.

Si se trata de modificar una de las copias de manera individual, se percibirá como todas las copias adquieren las características introducidas en ésta. Sin embargo, existe una forma sencilla de hacer que cada sólido tenga su configuración creada. Lo único que hay que hacer es clicar sobre la pieza que queramos cambiar y se abrirá un menú sobre ella. En la parte superior de este menú podremos seleccionar la configuración de esa copia manteniendo las demás sin variaciones. Este menú puede visualizarse en la siguiente imagen en la que se quiere modificar la copia de uno de los engranajes rectos.



Al seleccionar la pestaña de las configuraciones se desplegarán todas las que ese archivo tenga creadas de manera que será sencillo utilizar la que se requiera. Es necesario clicar sobre el tick de validar una vez se haya elegido.

Una vez se hayan elegido todas las configuraciones de todas las copias que se hayan creado debe quedar algo más o menos como lo de la captura siguiente:

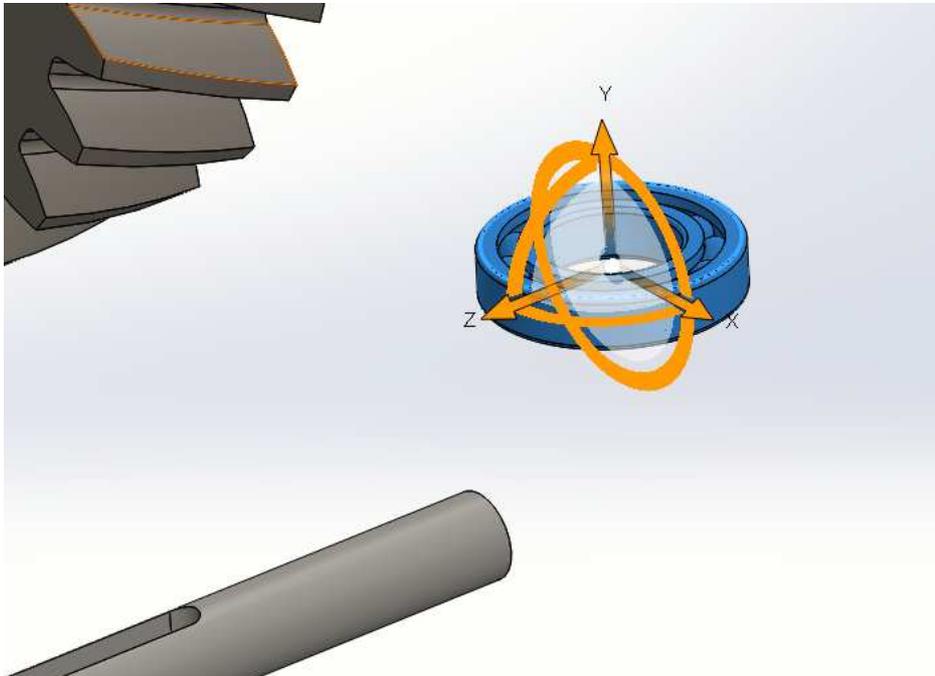


2.2.3 Posicionamiento

En este apartado se explicará cómo colocar cada sólido en la posición asignada. Para completar este proceso será necesario tener cierta soltura moviéndose entre los sólidos usando el botón central del ratón ya que tendremos que ir seleccionando caras de las piezas que quizás queden un poco escondidas.

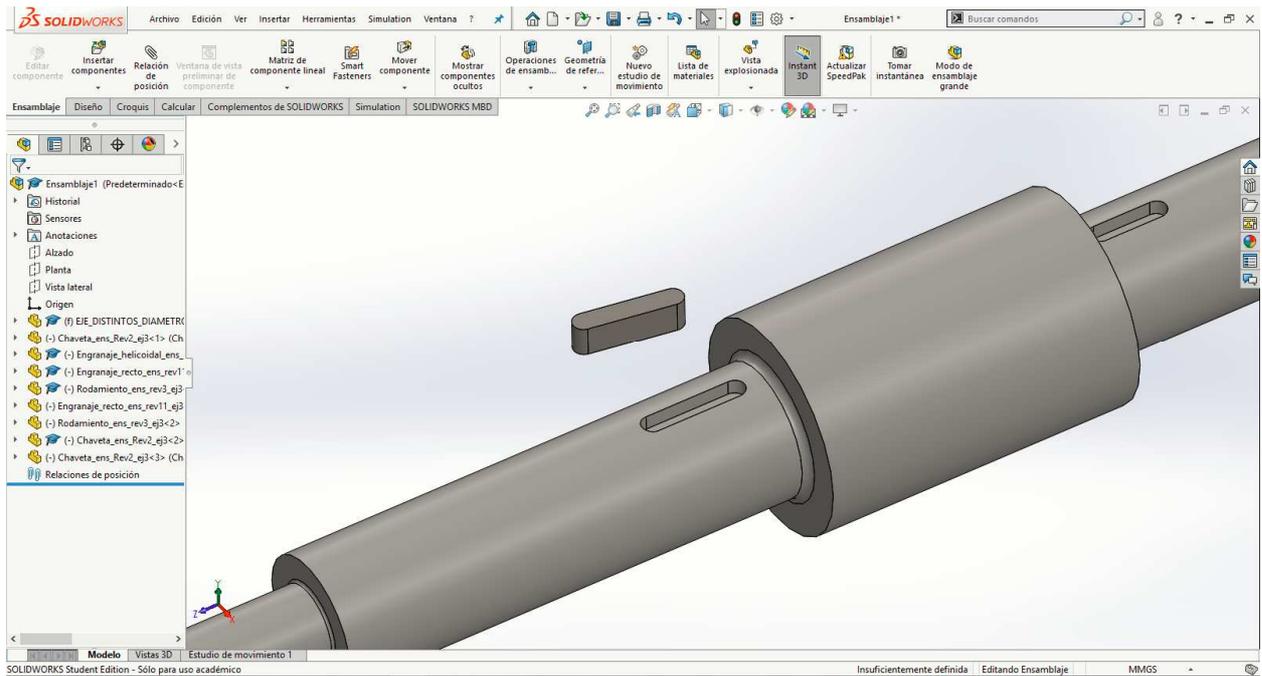
La recomendación que se señala en este Proyecto es seguir el siguiente orden: chavetas, engranajes y rodamientos.

Otro detalle que puede resultar de interés es colocar cada sólido relativamente cerca de la posición que tendrán al final y con la orientación adecuada. Moverlos de posición se puede hacer simplemente arrastrando cada sólido con el botón izquierdo del ratón pero para girarlos para modificar su orientación será necesario pulsar sobre cada uno con el botón derecho y seleccionar la opción "Mover con sistema de referencia" de manera que se verá igual que en la imagen a continuación en la que se quiere cambiar la orientación de uno de los rodamientos:

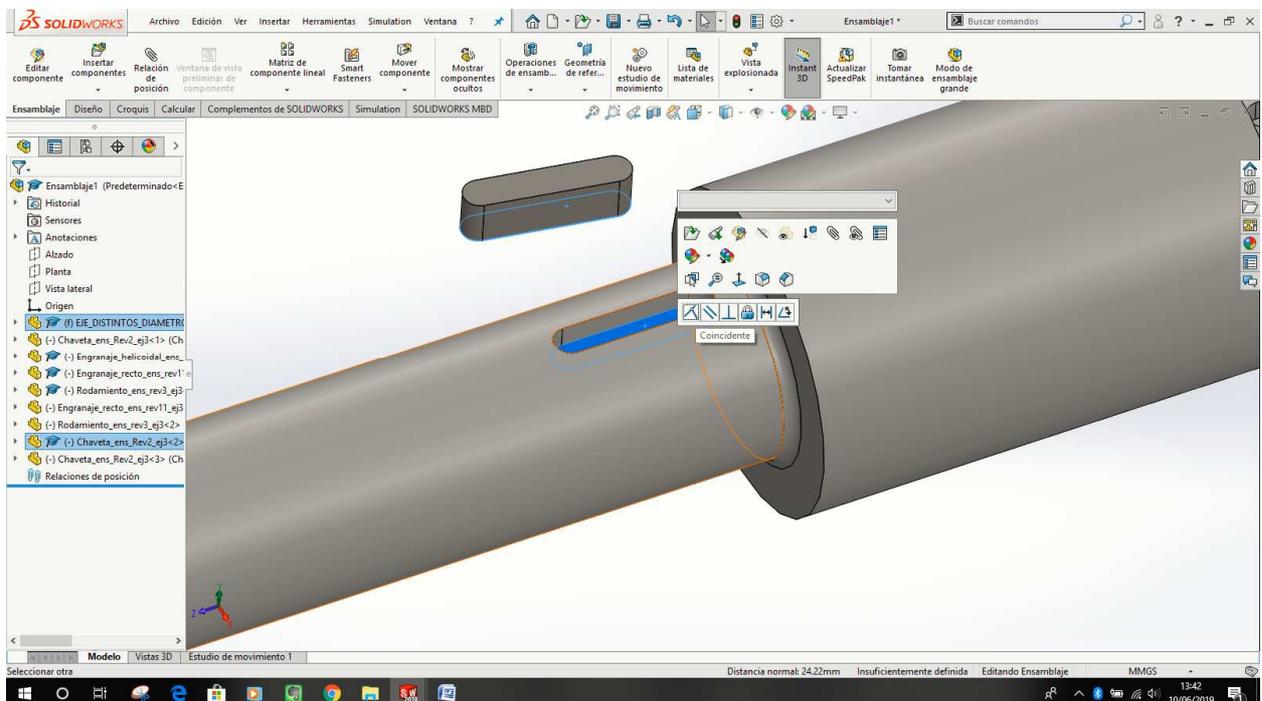


2.2.3.1 Posicionamiento de las chavetas.

Lo primero que debemos hacer es colocar la chaveta en una posición adecuada cerca del chavetero y con la orientación correcta.



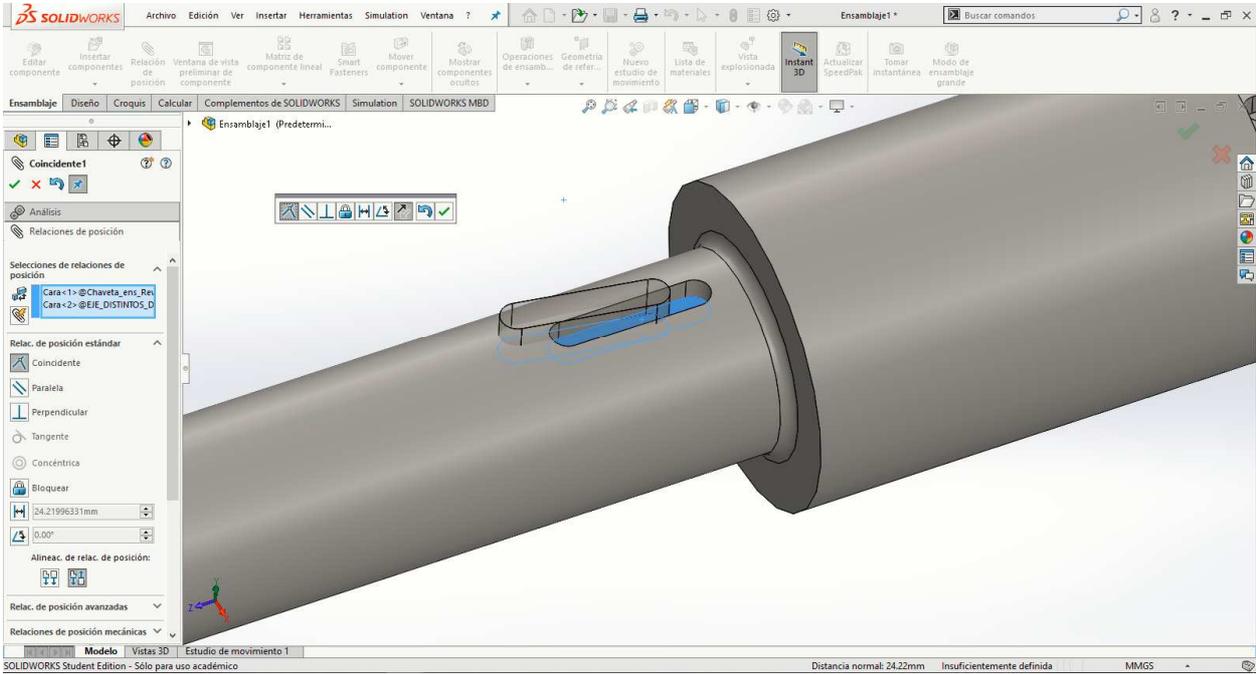
El siguiente paso será ir seleccionando caras e indicando su relación de posición de coincidencia. Para seleccionar las caras tendremos que seleccionar una de ellas con el botón izquierdo del ratón y, a continuación y manteniendo pulsada la tecla Ctrl, hacer lo propio con la segunda. Al completar esta operación aparecerá un pequeño menú donde aparecerán las relaciones que se han visto en el primer apartado de esta sección y donde tendremos que seleccionar la de COINCIDENTE.



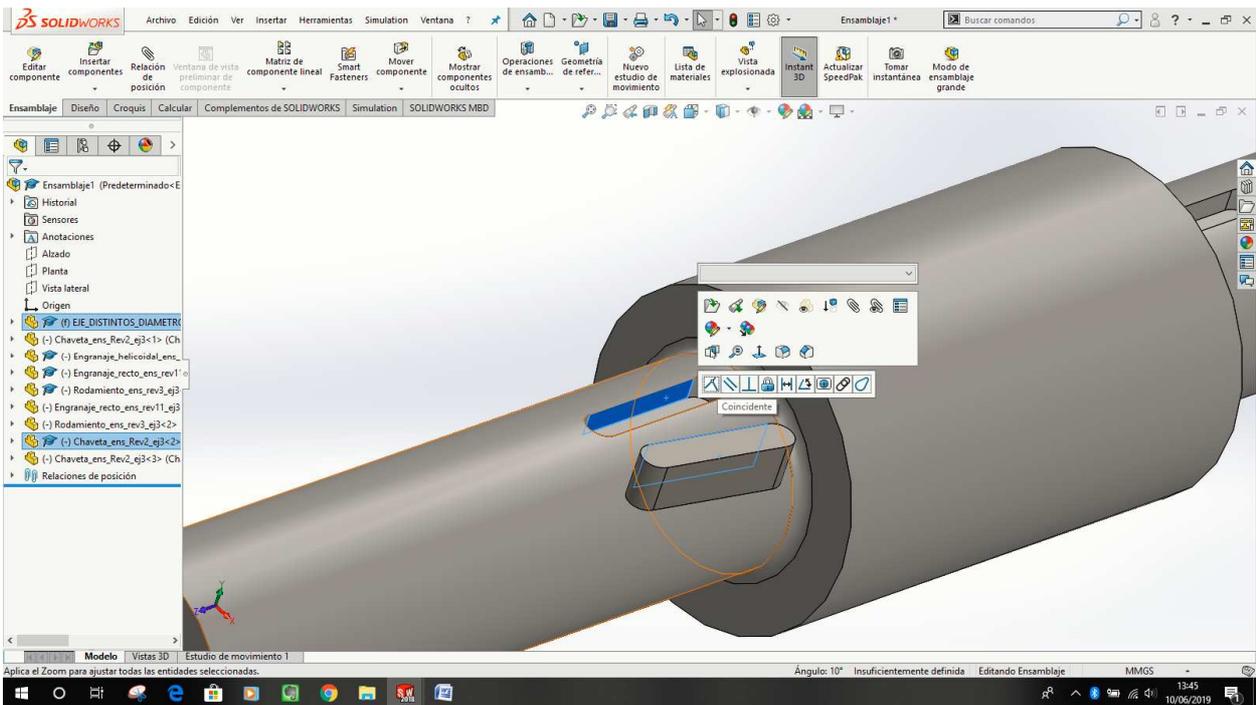
Existe otra opción si no aparece esta ventana o si desapareciese (aunque no suele ser habitual). Ésta es simplemente, una vez seleccionadas las dos caras que se quiera unir mediante el procedimiento del párrafo anterior, se deberá clicar en "Relación de posición" en la parte superior izquierda de la pantalla. En este momento el programa por sí mismo asume que la relación que se quiere instaurar es la de coincidencia pero

igualmente se abrirá un menú en la parte izquierda donde se podrá modificar y donde se tendrá que dar a validar para que se guarde la orden.

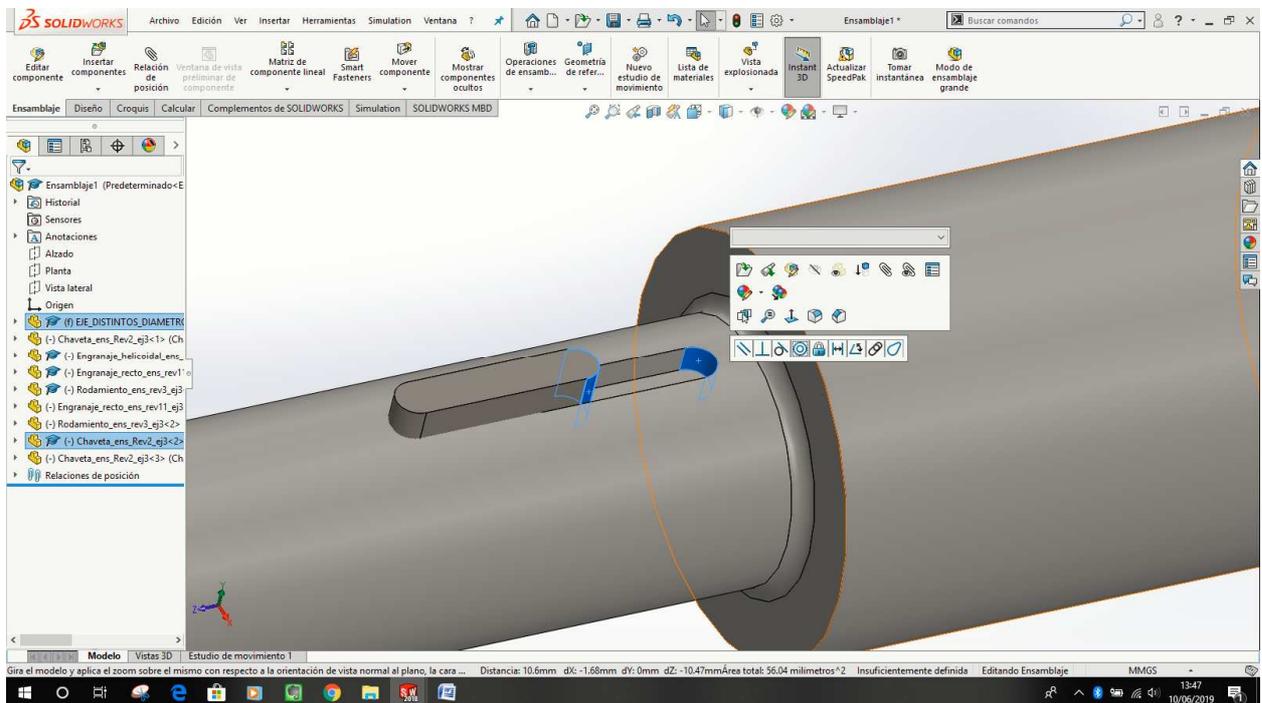
En lo restante de este Proyecto se mostrarán imágenes de ambas vías indistintamente.



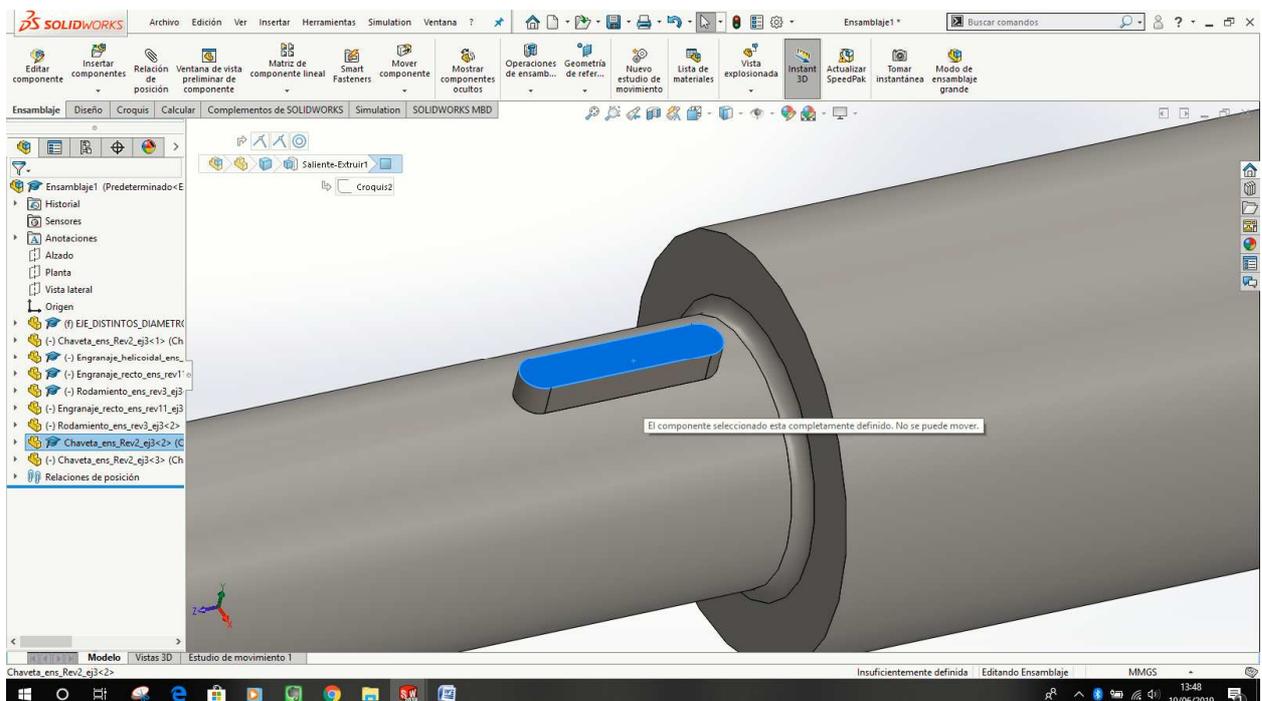
Se puede comprobar que con una sola relación de coincidencia no queda definida la posición de la chaveta, de hecho pinchando en ella e intentando arrastlarla será posible moverla. Tendremos que repetir el proceso con la cara lateral.



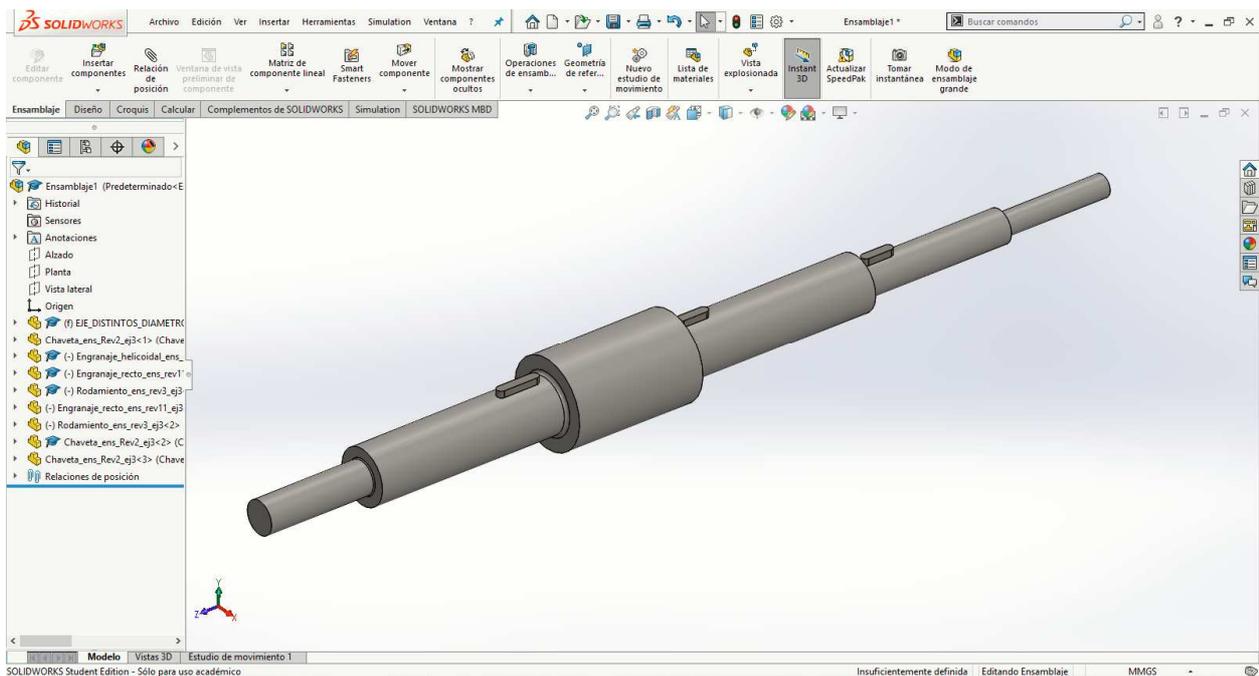
Igual que antes, el movimiento de la chaveta está más restringido pero todavía no totalmente. Quedaría la última relación que será de CONCENTRICIDAD de una de las caras cilíndricas.



Ahora sí la posición de la chaveta está totalmente definida y el sólido por tanto no se puede mover. De hecho si se intenta desplazar aparecerá un mensaje como el mostrado en la figura.



Habrá que repetir este procedimiento con todas las chavetas que tengamos en nuestro problema. Quedando el del ejemplo con el que estamos trabajando de la siguiente manera:

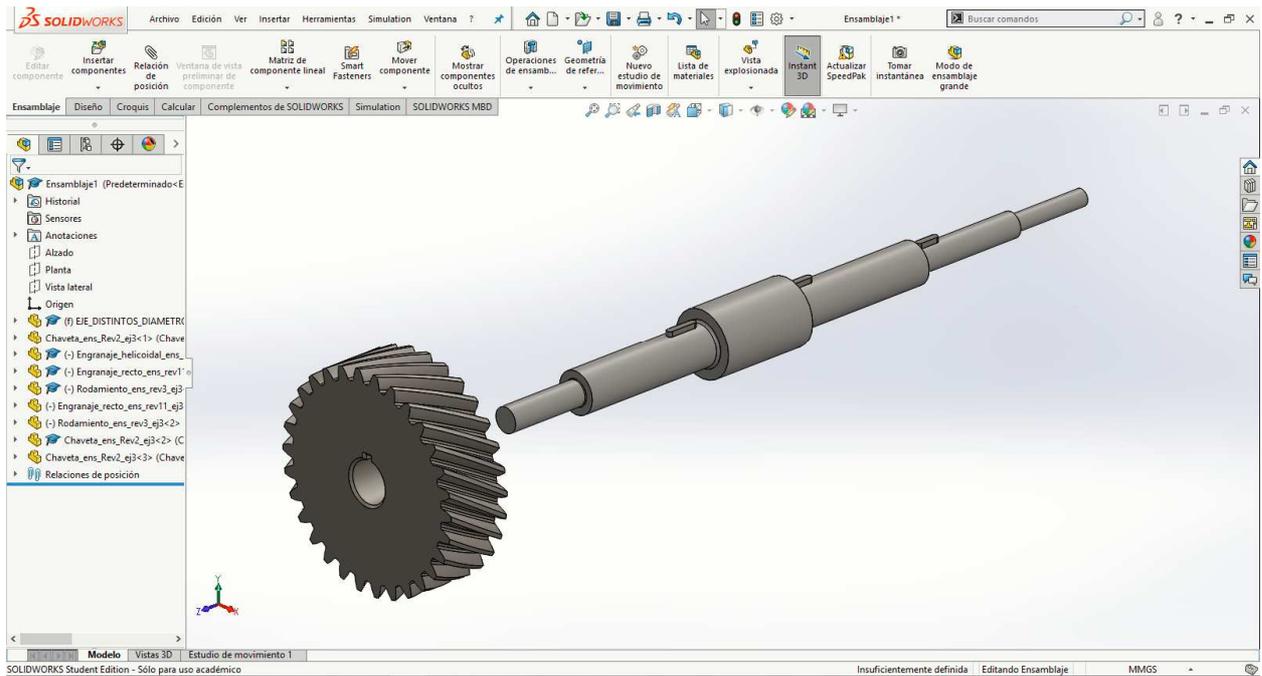


Nótese que para facilitar el trabajo, se ha decidido desplazar el resto de elementos a una posición más alejada de manera que no aparecieran en el entorno de trabajo de las chavetas.

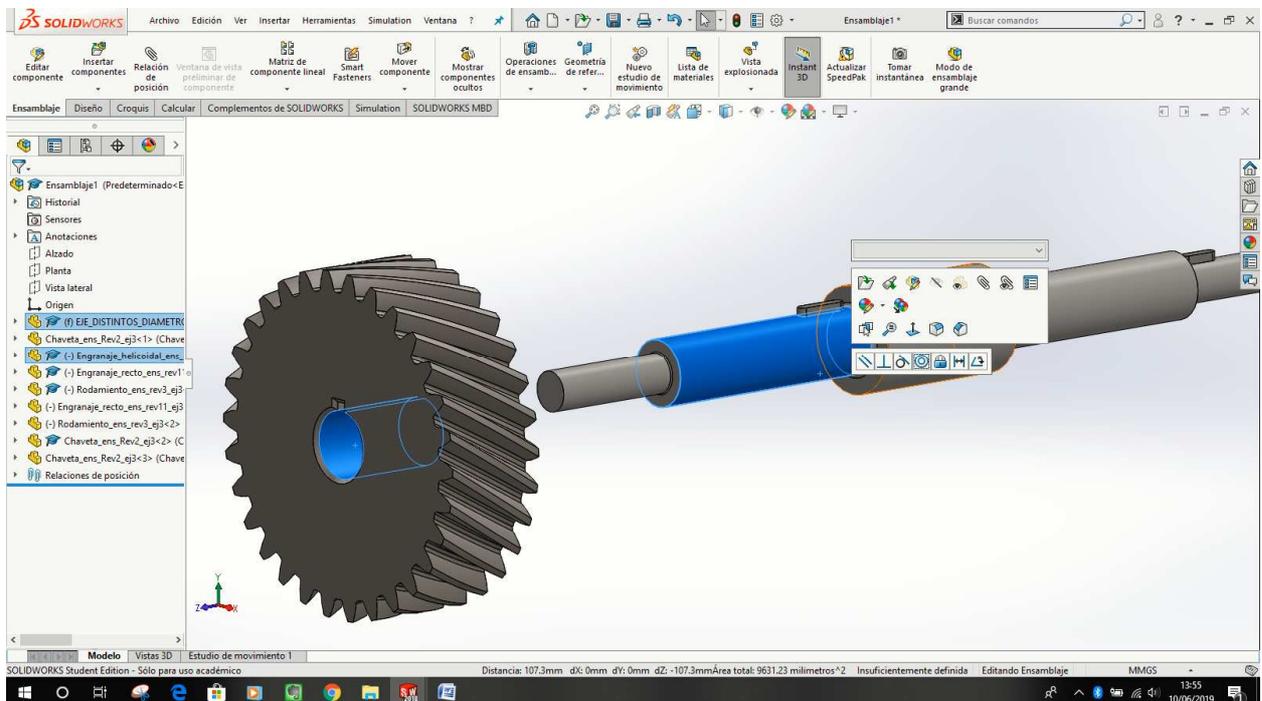
2.2.3.2 Posicionamiento de los engranajes.

Ahora se va a tratar de colocar los engranajes, tanto los rectos como los helicoidales, ya que el procedimiento es exactamente igual.

Igual que con las chavetas lo primero que habrá que hacer es posicionarlos medianamente cerca del eje y de la posición que finalmente ocuparán, la cual está calculada con anterioridad.

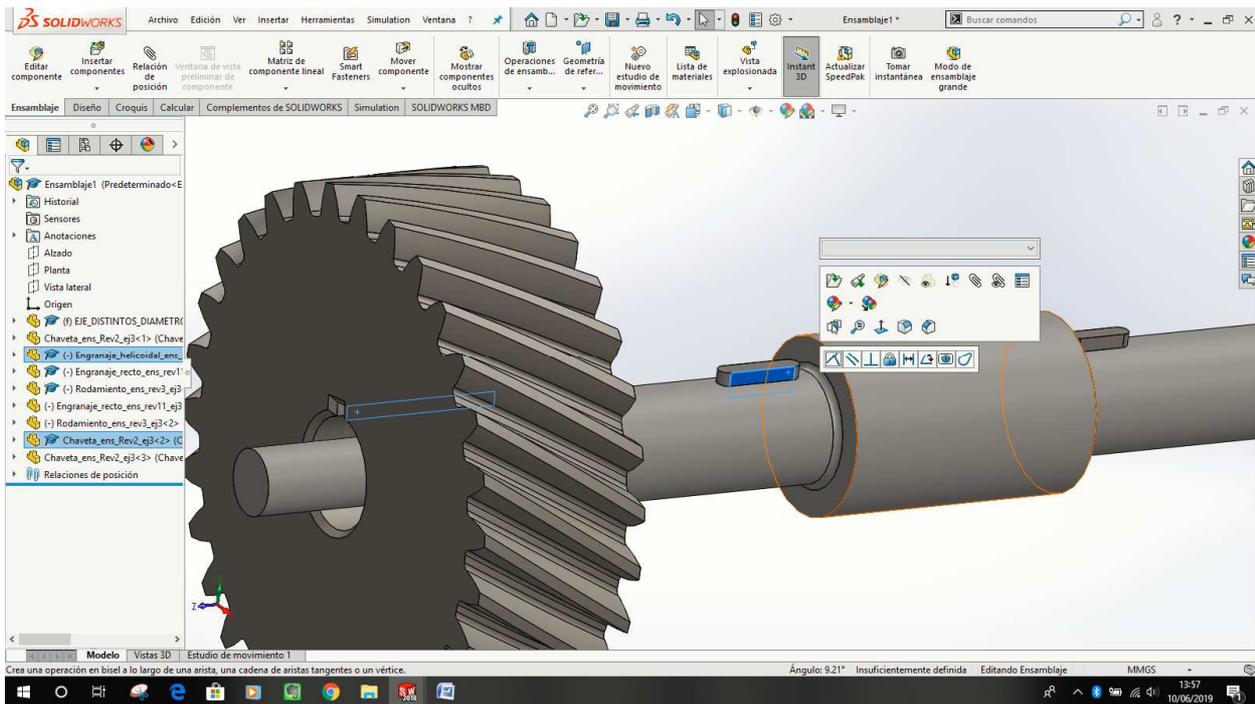


La primera relación que se colocará será la de **CONCENTRICIDAD** del agujero con el eje. Igual que con las chavetas tendremos que seleccionar las dos caras, la segunda manteniendo pulsada la tecla "Ctrl" y se nos abrirá o bien un pequeño menú en el plano de trabajo o bien, tras darle a "Relación de posición" uno mayor en la parte izquierda de la pantalla.



Puede observarse que si queremos desplazar el engranaje, solo nos permitirá hacerlo a lo largo de la dirección longitudinal del propio eje, además de permitir el giro también en esta dirección.

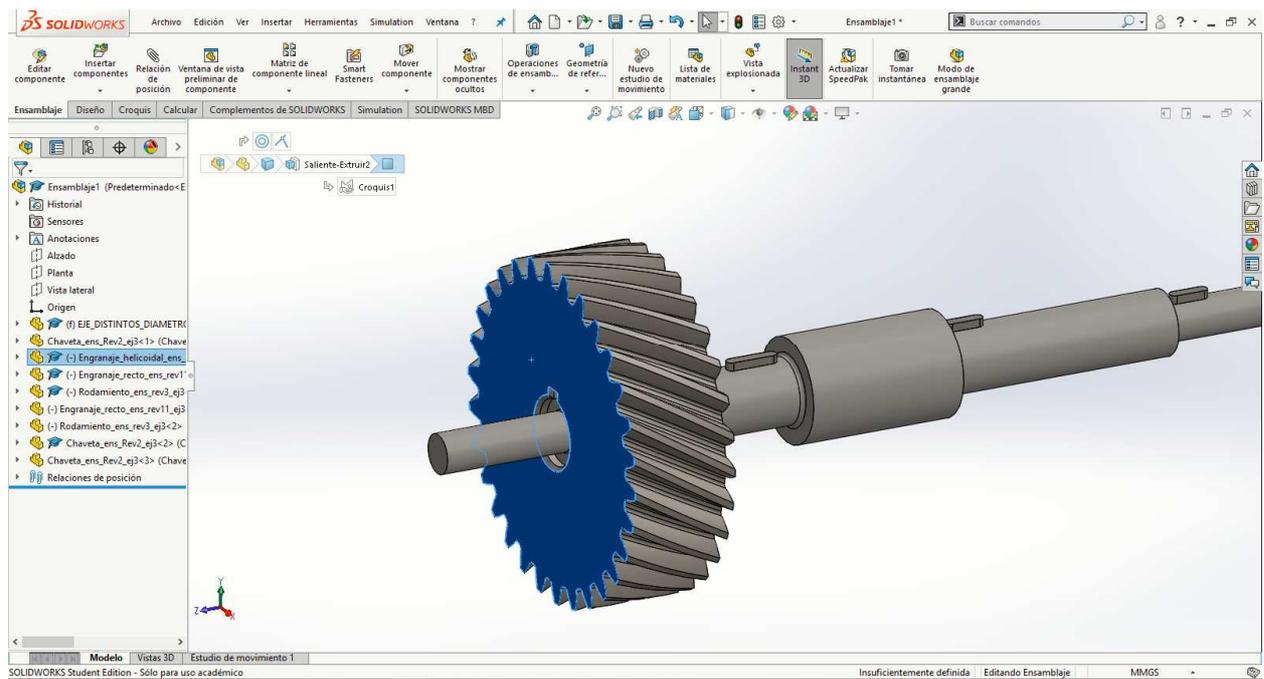
La siguiente relación será la de **COINCIDENCIA** de una de las caras de la chaveta con la que le corresponde del hueco del engranaje con la que la rotación se bloqueará. El único grado de libertad que queda libre es el desplazamiento en la dirección longitudinal del eje.



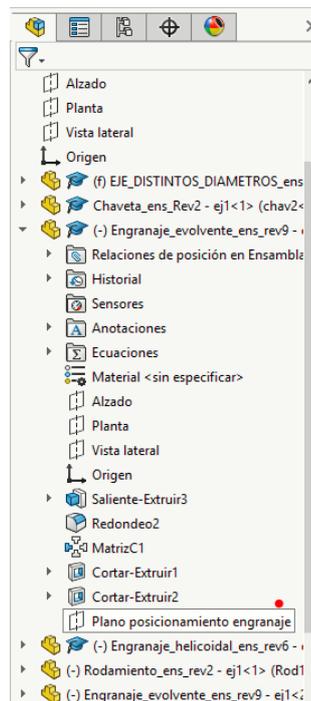
Para fijar la posición habrá que introducir una distancia mediante la relación de posición destinada a ello. Para hacer esto, los engranajes y rodamientos, se han diseñado con un plano que pasa por el centro de su espesor sea cual sea éste (el espesor se parametriza en las tablas de diseño del bloque primero) de manera que la distancia que tendremos que definir será la que hay desde la cara del extremo del eje en el que montamos los elementos hasta el plano que se ha mencionado de cada uno.

Para este proceso existe una peculiaridad y es que no es posible seleccionar visualmente el plano ya que en los ensamblajes no aparecen. Se tendrá que seleccionar en el árbol de operaciones que aparece a la izquierda de la pantalla y tras haber hecho esto, manteniendo pulsado "Ctrl", seleccionar la cara inicial (o final) del eje para introducirle la distancia.

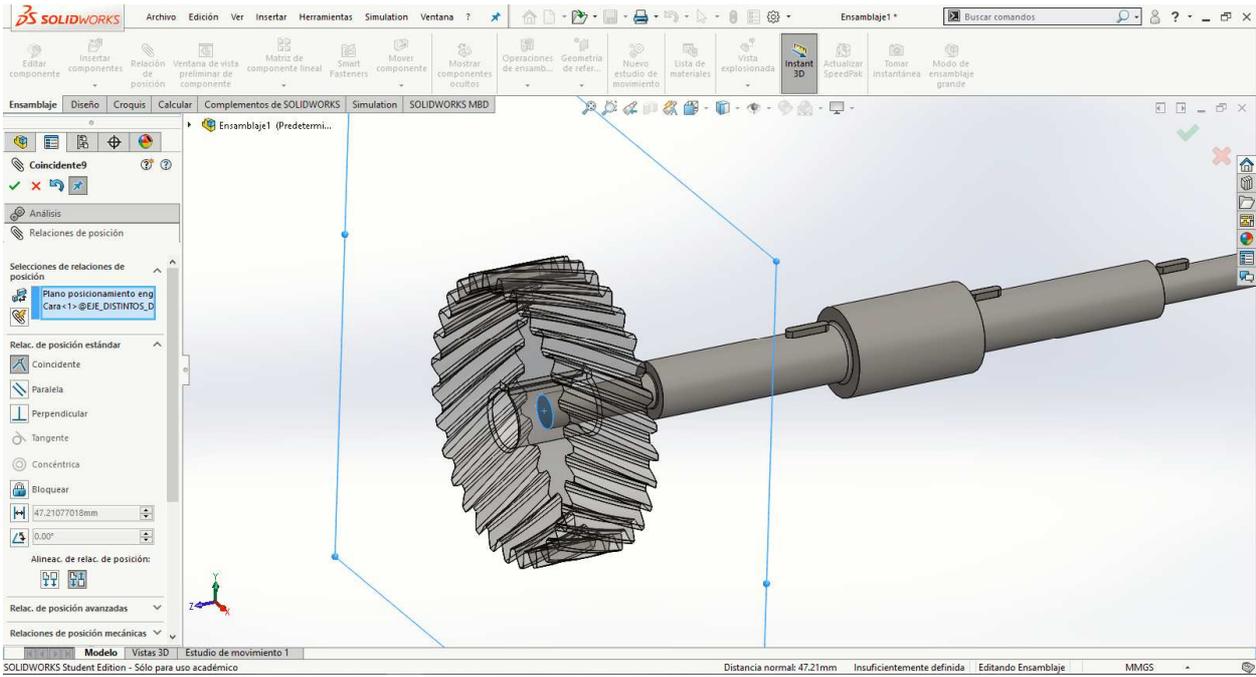
Al pinchar en el engranaje que se está posicionando, se pondrá de color azul en el árbol de operaciones de manera que podrá identificarse fácilmente cual de todas las copias es el que se está manejando. Ésto será muy útil cuando se tengan muchas copias de engranajes. En la imagen a continuación se muestra este aspecto.



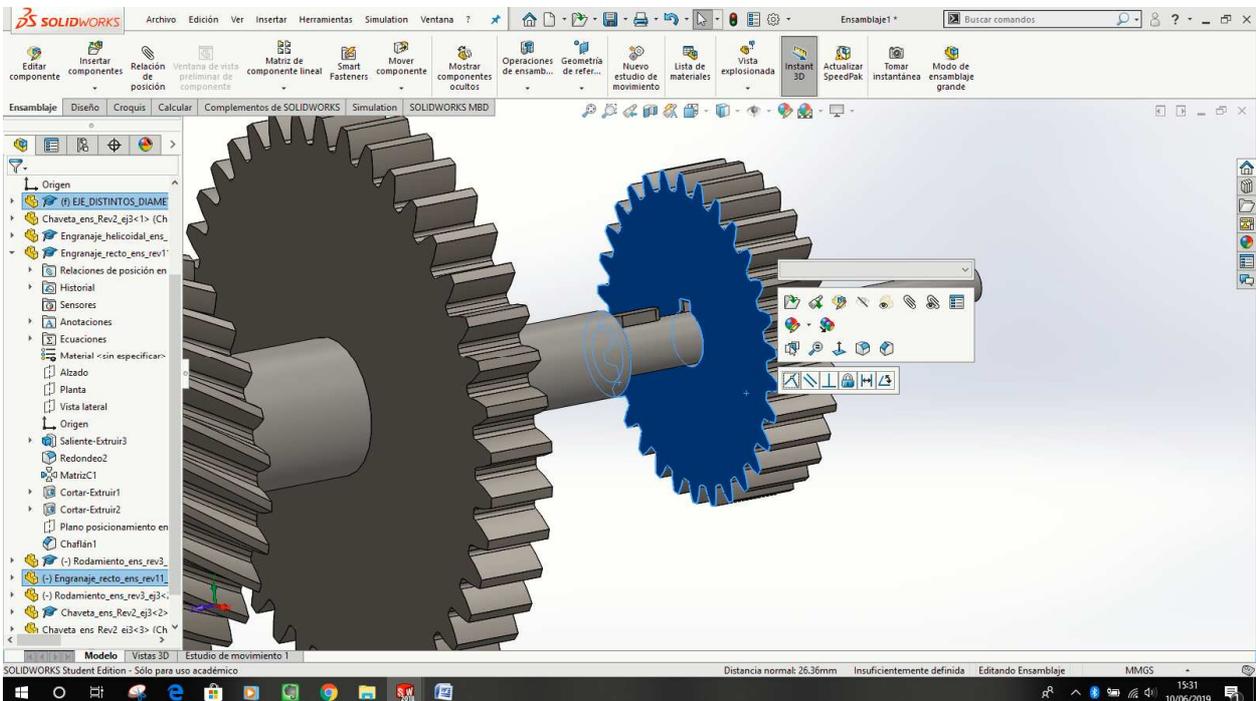
Para seleccionar el plano, habrá que desplegar las operaciones de este sólido y ubicar el plano cuyo nombre es "Plano posicionamiento engranaje":



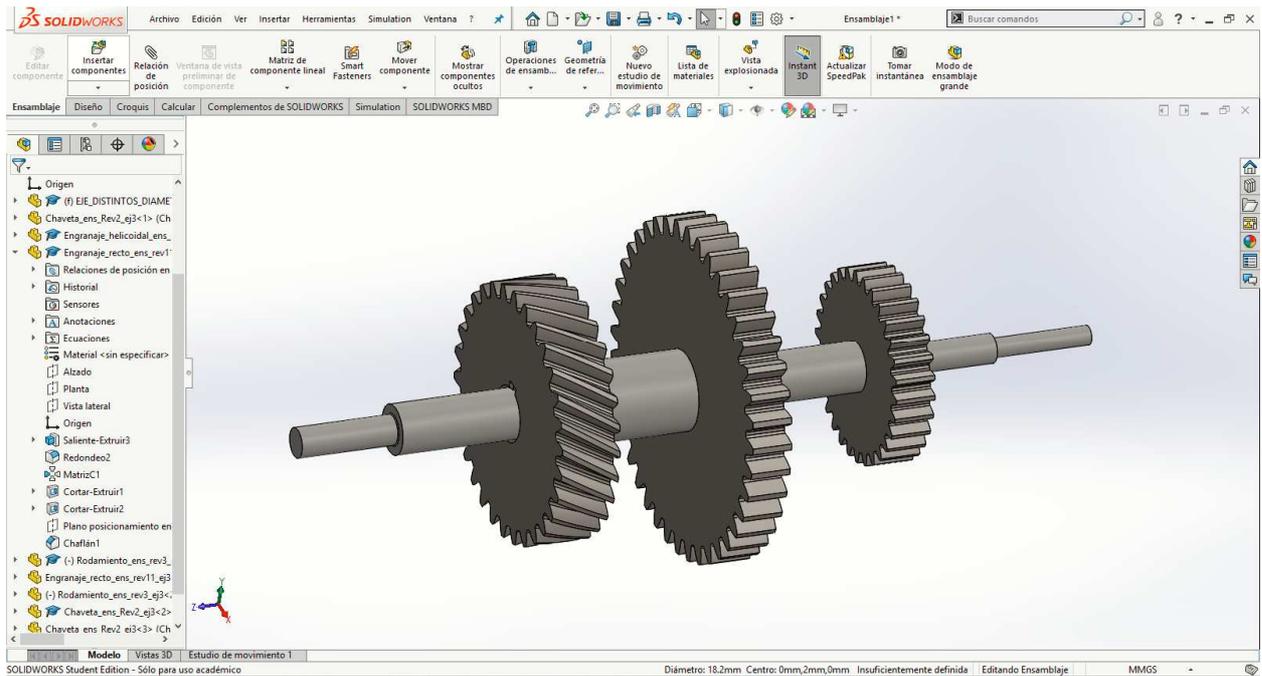
Una vez seleccionado este plano y la cara del extremo del eje debemos clicar en "Relación de posición" desde donde introduciremos la distancia.



Nótese que, en los casos en los que los engranajes o rodamientos vayan pegados a un cambio de sección del eje, en vez de utilizar la relación de posición "distancia" puede volverse a utilizar la de "coincidencia". En este caso habría que seleccionar la cara del engranaje que iría tangente al cambio de sección y la superficie del eje en cuestión. Véase en el ejemplo que se viene tratando a continuación.



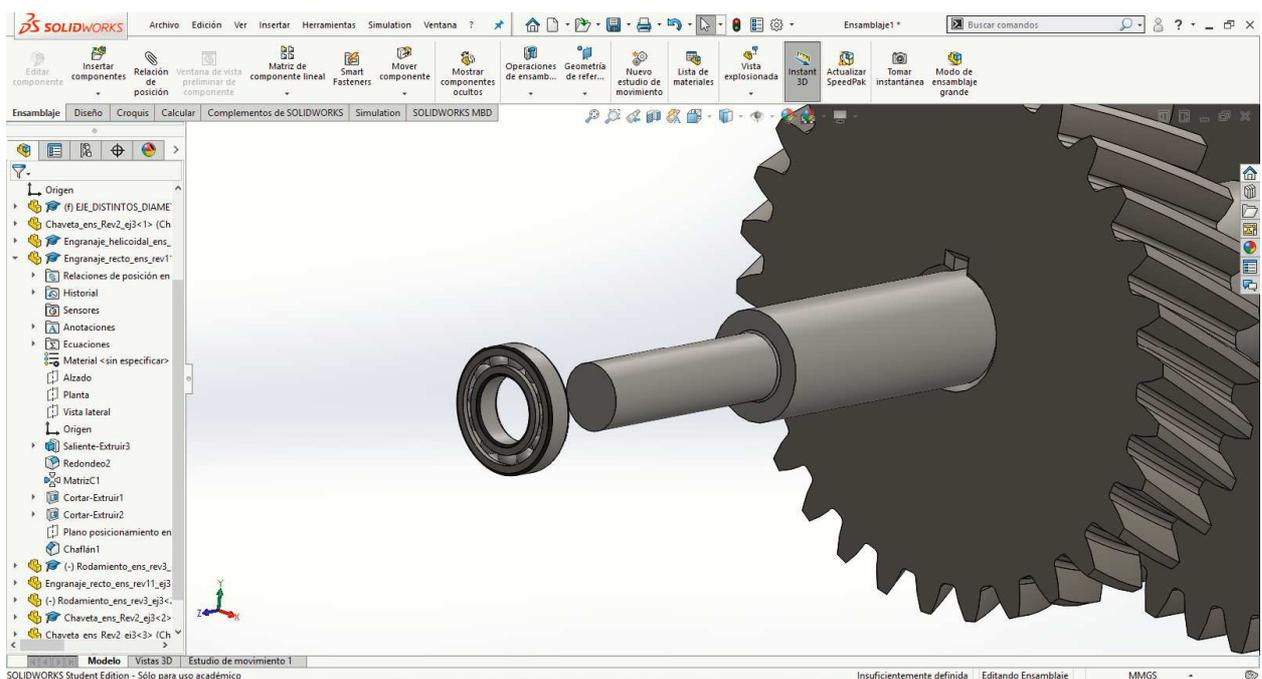
Una vez hecho, puede comprobarse que la posición del engranaje está totalmente definida. Habrá que realizar el mismo procedimiento con todos los engranajes rectos y helicoidales del problema. En el ejemplo quedaría algo tal que así.



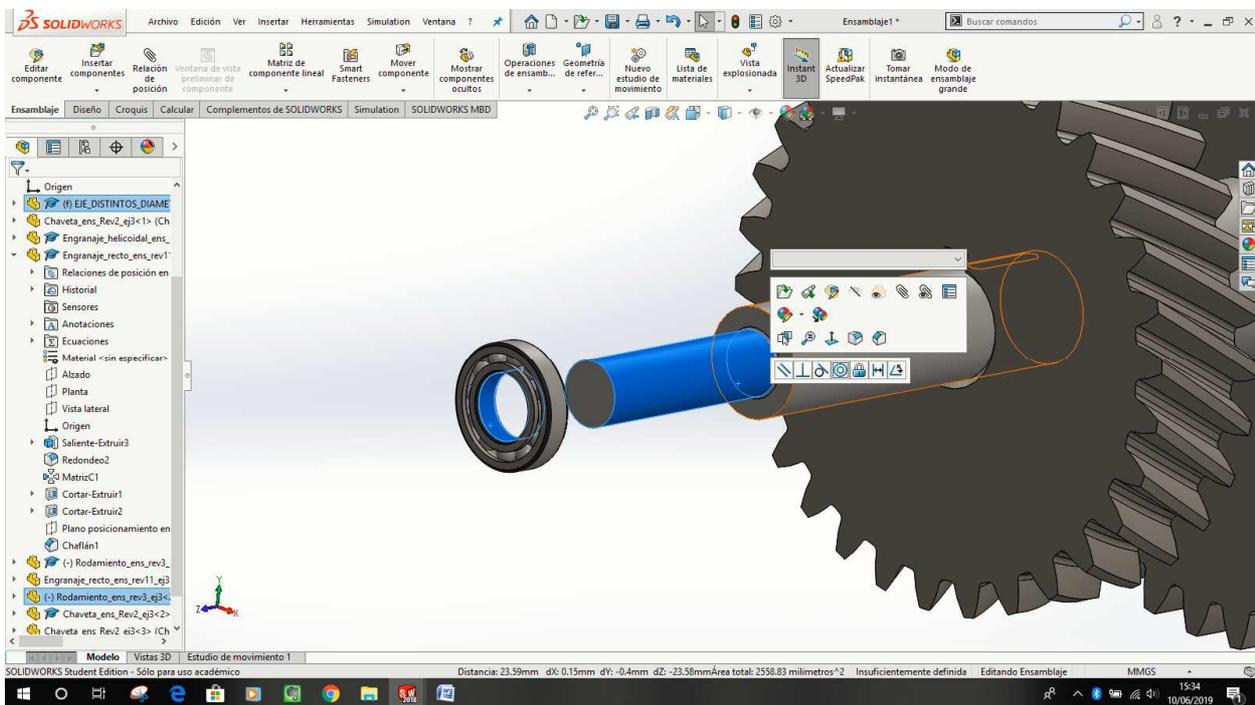
2.2.3.3 Posicionamiento de los rodamientos

Los últimos elementos a ensamblar son los rodamientos. Son los más fáciles ya que solo hay que usar dos relaciones de posición.

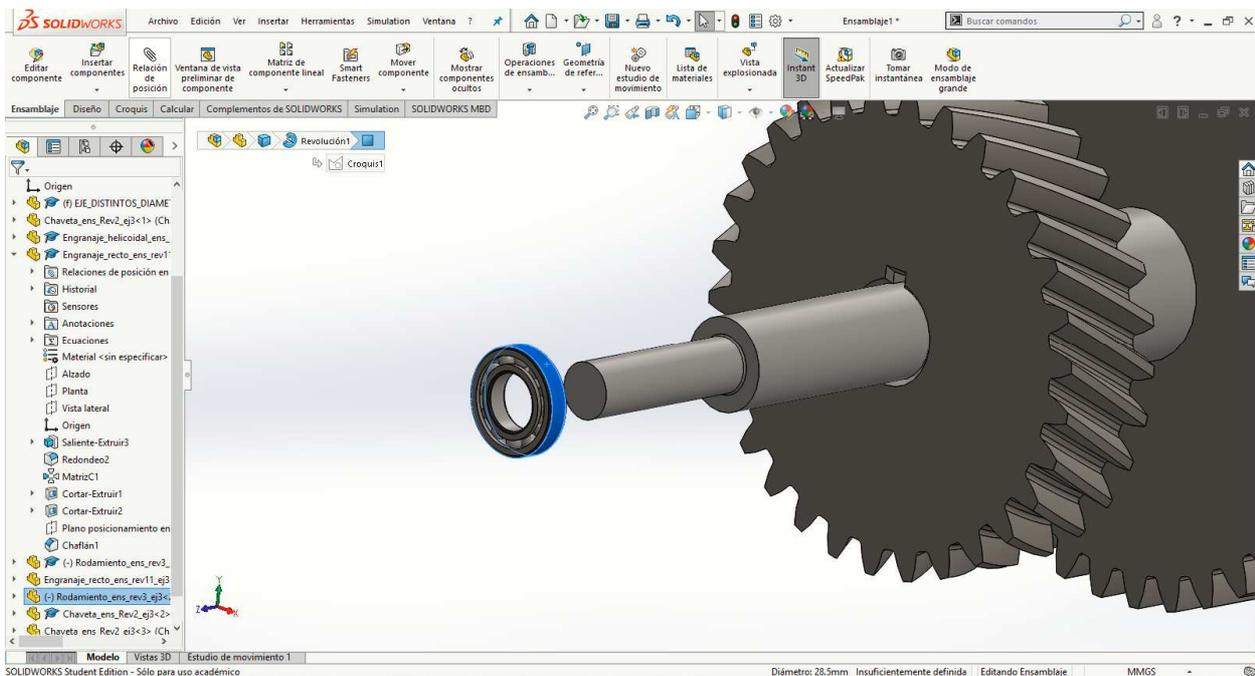
En primer lugar y al igual que el resto de sólidos, es recomendable posicionarlos cerca de la que será su posición final y con una orientación adecuada.



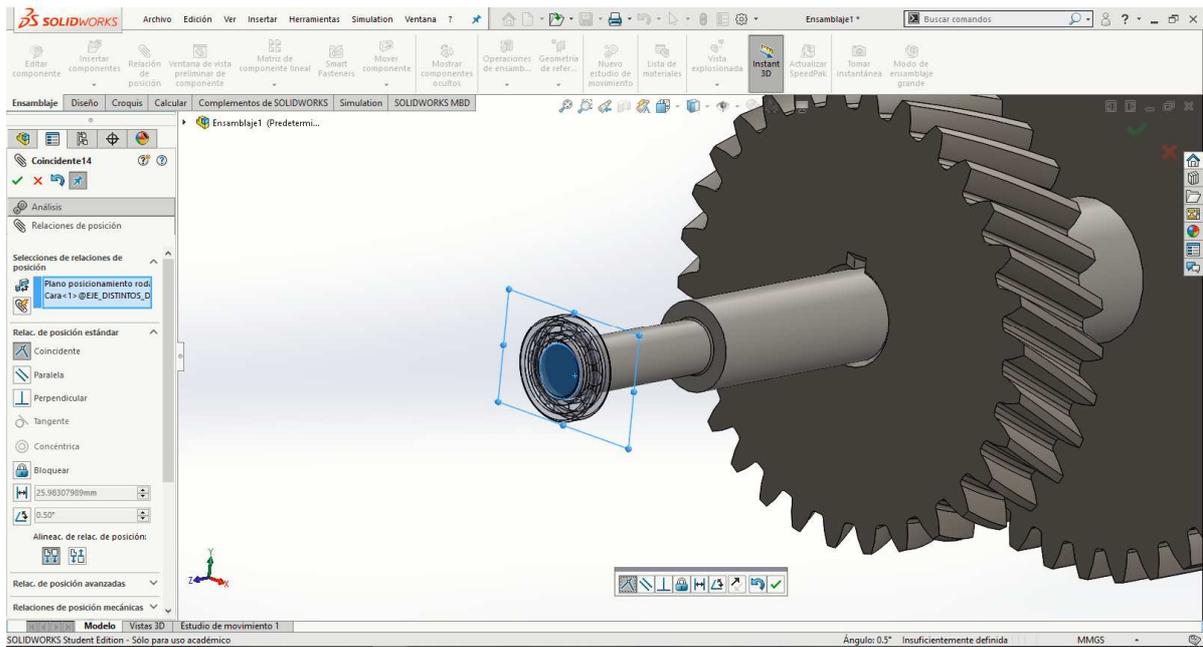
A continuación se usará la **CONCENTRICIDAD** de la cara interna del rodamiento con el eje en el que irá montado tal y como puede observarse en la siguiente imagen.



La segunda y última restricción que se utilizará será la de **DISTANCIA**. Igual que con los rodamientos, al clicar sobre el rodamiento se podrá identificar a qué sólido concreto nos estamos refiriendo para poder buscar en el árbol de operaciones el plano que queda justo a la mitad del mismo.



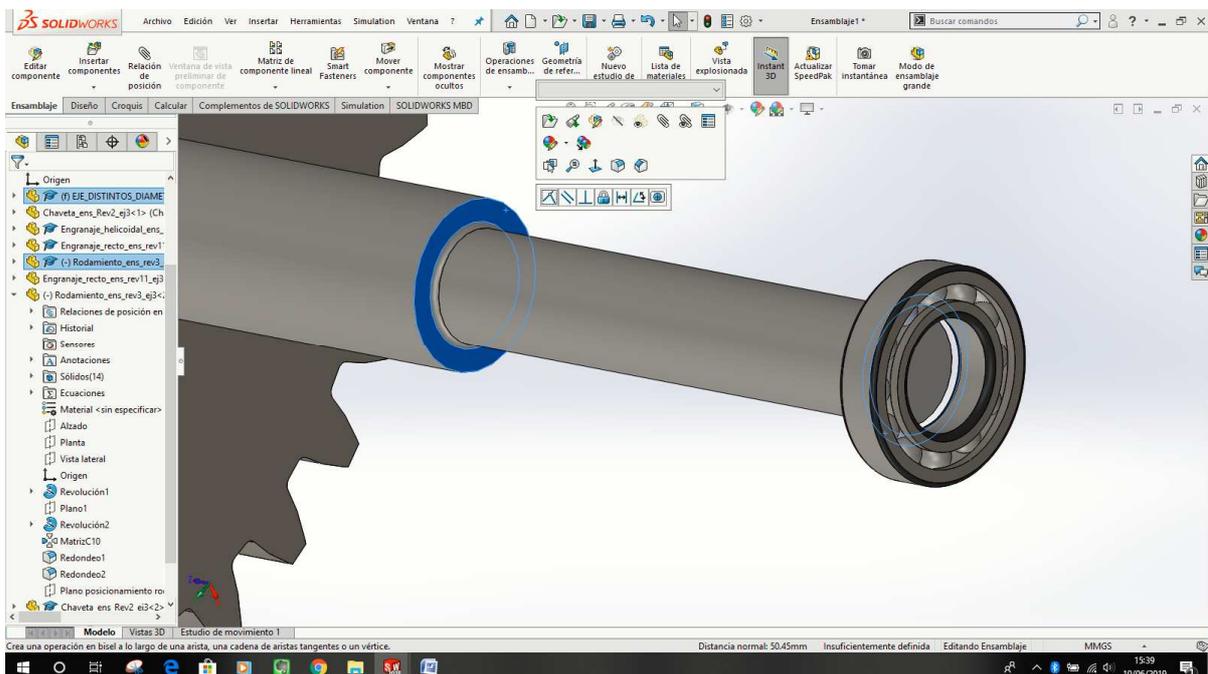
Para posicionarlo, seleccionamos el plano llamado "Plano posicionamiento rodamiento" y manteniendo pulsado "Ctrl", también clicamos en la cara desde la que se quiere colocar la medida.



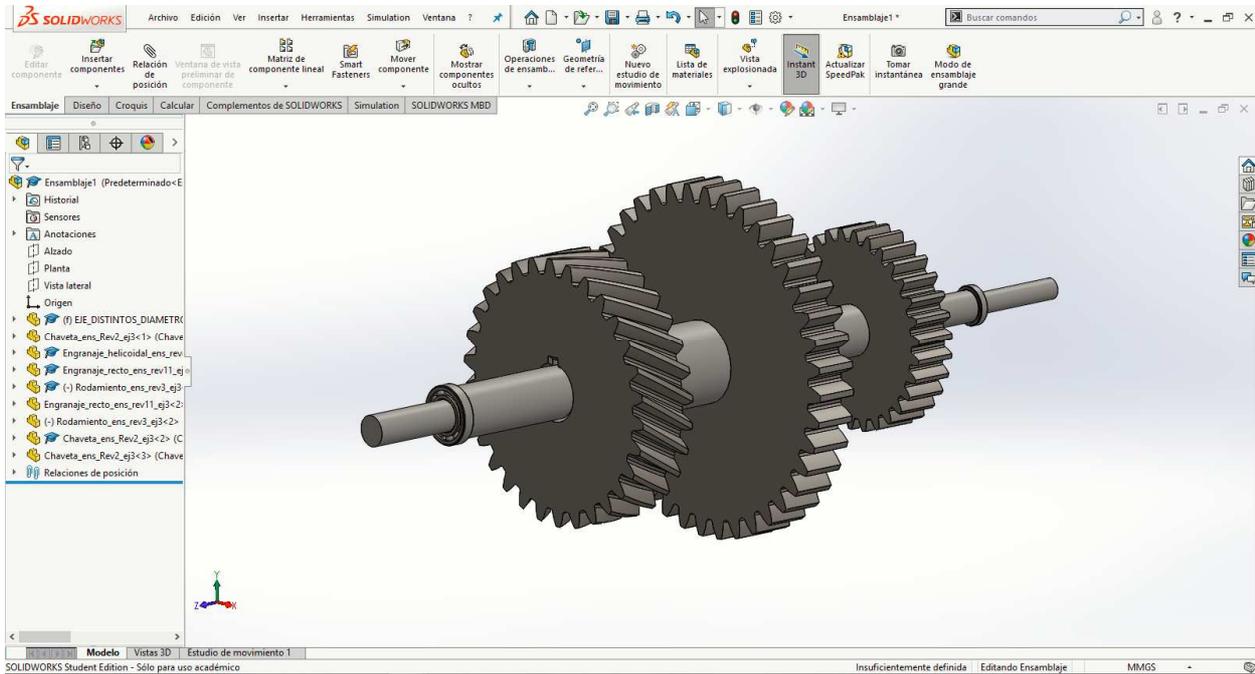
Puede ser que al colocar la distancia, el rodamiento se quede fuera del eje. Si esto ocurriese solo debemos desactivar la opción "Invertir cota" o activarla si estuviese desactivada para que la cota cambie de dirección.



Una vez validada la operación, ya tendremos colocado el rodamiento. Igual que con los engranajes, cuando se trate de un rodamiento que va apoyado en un cambio de sección puede usarse la relación de posición de "coincidencia".



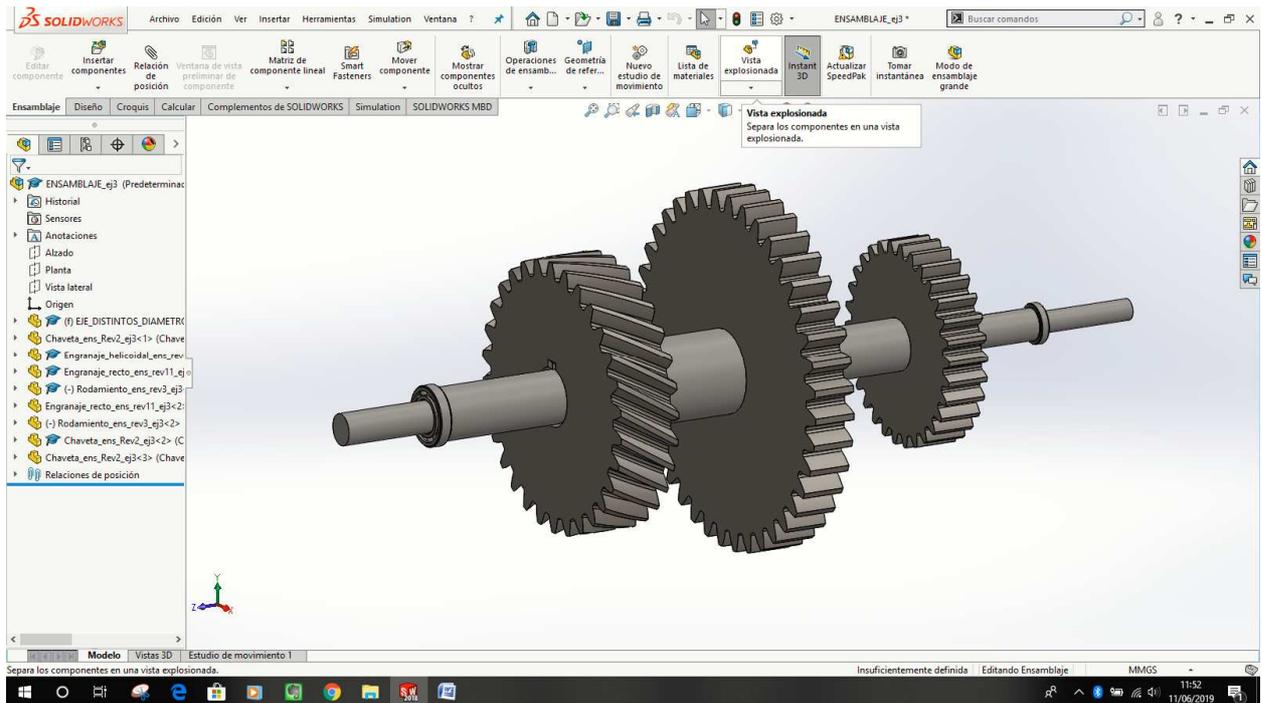
Será necesario realizar este procedimiento para todos los rodamientos que sean necesarios colocar en el ensamblaje. En el ejemplo que se está tratando teníamos dos rodamientos de diferentes tamaños de manera que quedaría así:



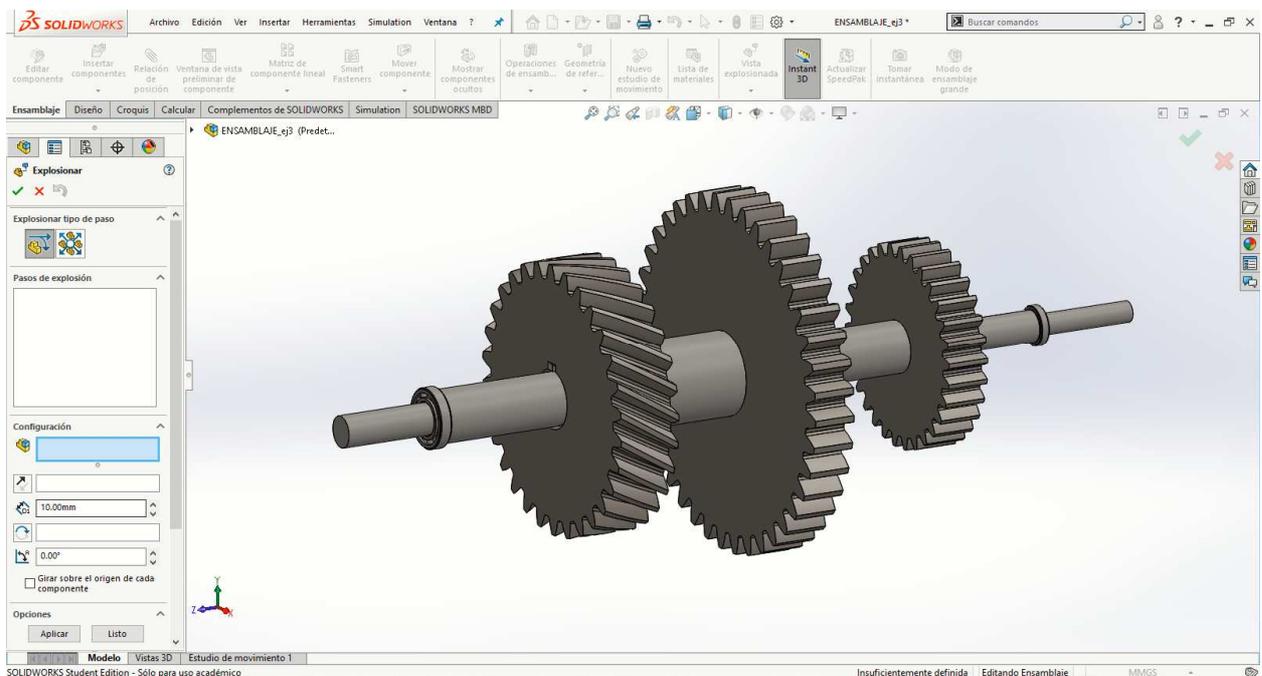
2.3 Animación de montaje

Una herramienta que puede resultar muy interesante es la conocida como "Vista explosionada". Con ella es posible simular los pasos del montaje de un eje con sus chavetas, engranajes y rodamientos, de manera que pueda observarse el orden en el que se van sucediendo los acoplamientos y la dirección en la que es necesario introducir cada elemento para un correcto funcionamiento posterior.

Para hacer uso de esta herramienta que facilita el programa, debe haberse completado el ensamblaje de todas las piezas. Una vez hecho esto, el procedimiento será el siguiente.

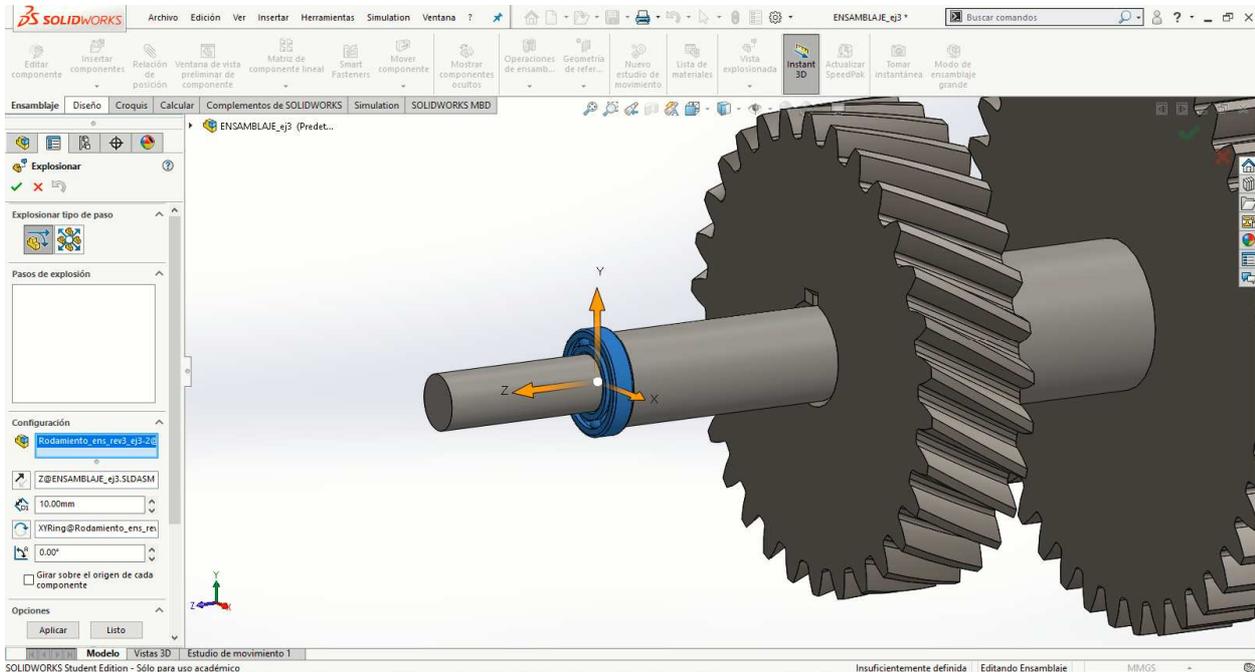


En la pestaña "Ensamblaje" en la lista de herramientas de la parte superior de la pantalla, se encuentra "Vista explosionada". Al hacer click en esta ventana se abrirá un menú a la izquierda de la misma. Nótese que existen varias formas de realizar el explosionado de los elementos, es decir, pueden elegirse los parámetros de distancia y velocidad primero y luego señalar a qué sólido se le querrá aplicar o al revés, puede señalarse primero el elemento y desplazarlo y posteriormente definir, entre otros parámetros, la distancia de explosionado. Desde este proyecto se piensa que es mejor seguir la segunda opción.

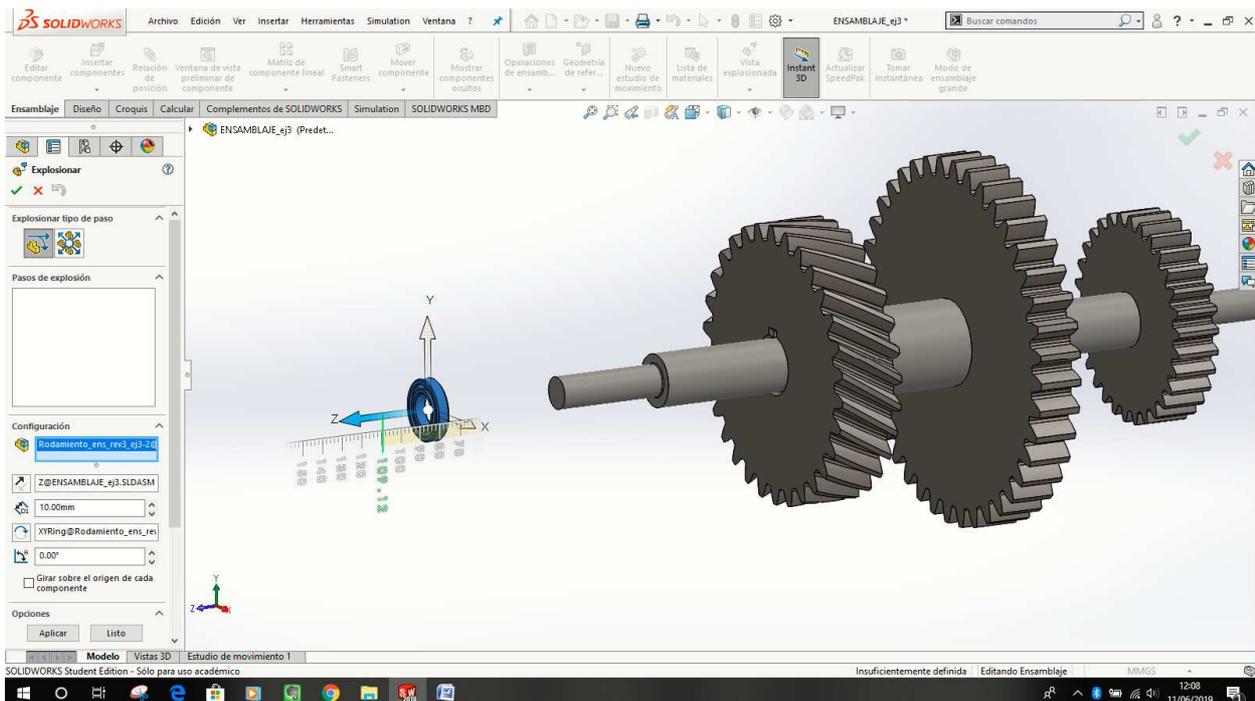


Una vez se esté en la pantalla de la imagen anterior, se irán introduciendo pasos de explosión y se irán guardando en la ventana con este nombre en el menú de la izquierda. Crear pasos de explosión puede hacerse de manera muy intuitiva ya que la interfaz del programa cuando se usa esta herramienta no da lugar a dudas.

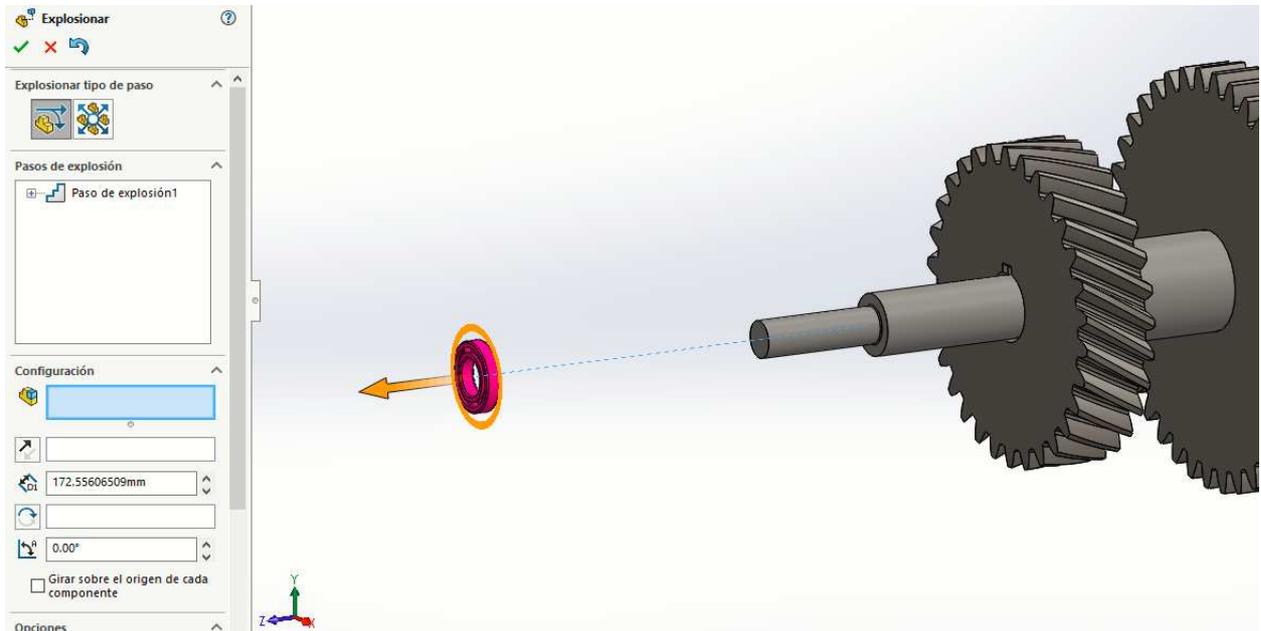
Para crear un paso de explosión, habrá que seleccionar directamente uno de los sólidos que se quieran desplazar, automáticamente aparecerán unas flechas que indican la dirección del movimiento que se le pretende dar, por ejemplo, al mover un rodamiento (que serán los primeros que hay que desplazar para que puedan salir del eje el resto de elementos).



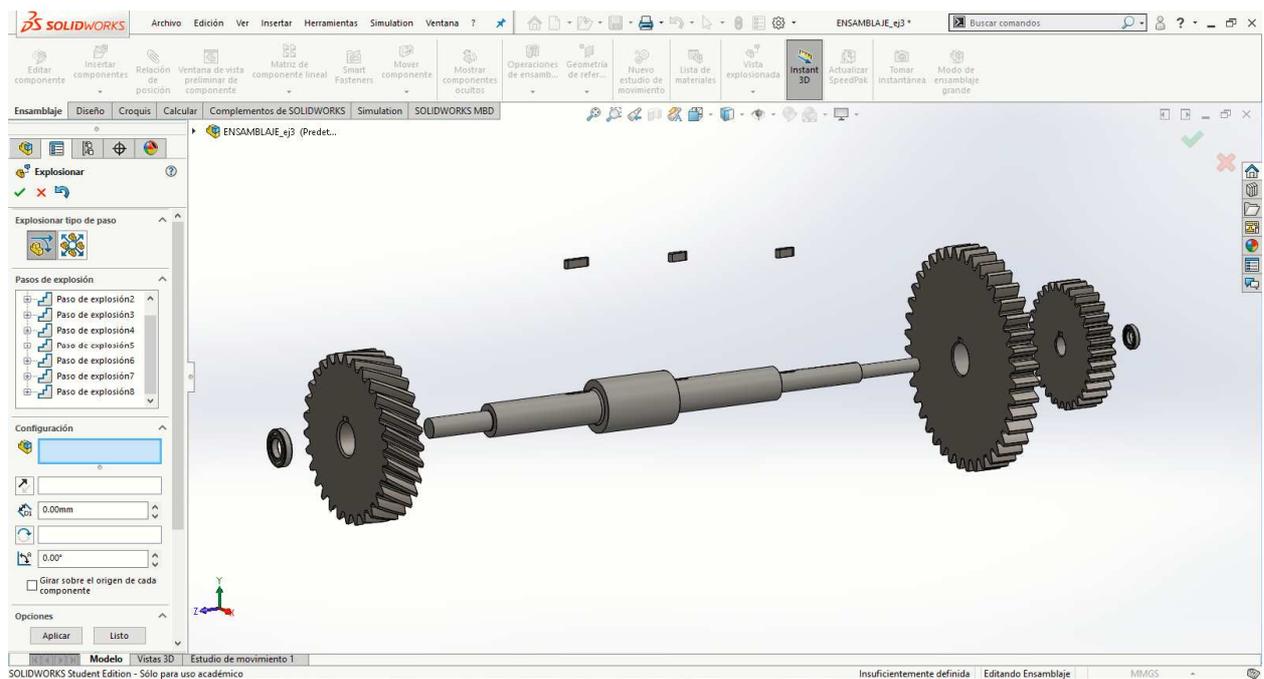
Para mover el rodamiento habrá pulsar con el botón izquierdo del ratón la flecha de color amarillo de la dirección deseada y manteniendo pulsado este botón, desplazar el sólido hasta una distancia que se considere adecuada.



Al soltar el elemento se quedará de color rosa y aparecerá un primer "Paso de explosión" en la lista del menú de la izquierda. Nótese que en cualquier momento se podrá seleccionar este paso y ser modificado o incluso eliminado (pulsando con el botón derecho del ratón sobre él y seleccionando "Eliminar").



Una vez se le haya aplicado el desplazamiento a todos los sólidos que se quieran explosionar debe quedar algo así, donde debe haber, al menos, tantos pasos de explosión como sólidos se hayan desplazado. Es interesante saber que si se le quiere dar un desplazamiento en una dirección diferente a un elemento que ya haya sido previamente movido, se ha de crear otro paso de explosión. Un ejemplo de esto sería mover el rodamiento hacia arriba en la dirección perpendicular al eje.



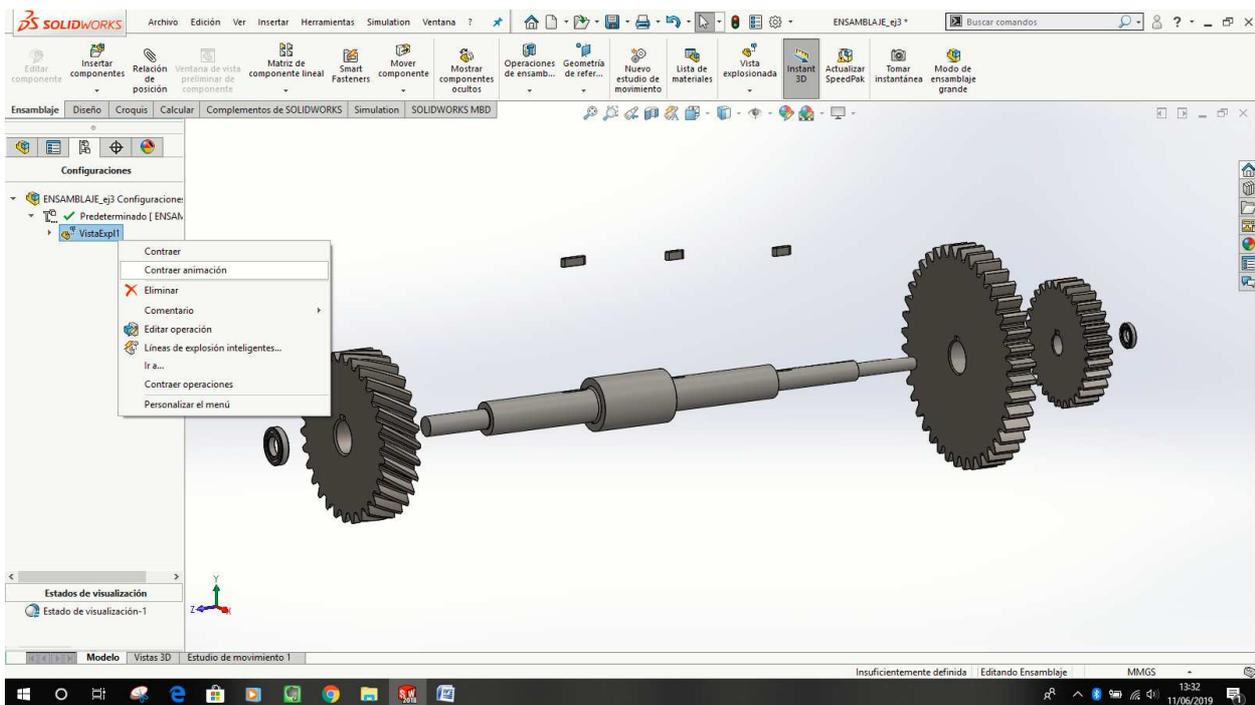
Dicho esto, también es importante tener en cuenta que la animación, los movimientos de los elementos, se realizarán en el orden en el que se hayan creado sus pasos de explosión. Será necesario tener cuidado de, por ejemplo, retirar un engranaje en la dirección longitudinal del eje antes de hacer lo propio con la chaveta en la dirección perpendicular.

Una vez se haya terminado de generar todos los pasos de explosión, habrá que hacer click en validar, y se tendrá la animación lista para ejecutarse.

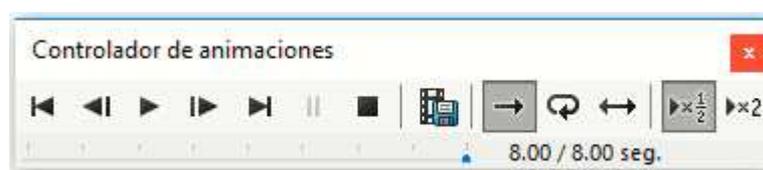
Para acceder a la animación habrá que acceder a la pestaña de "Configuration manager"



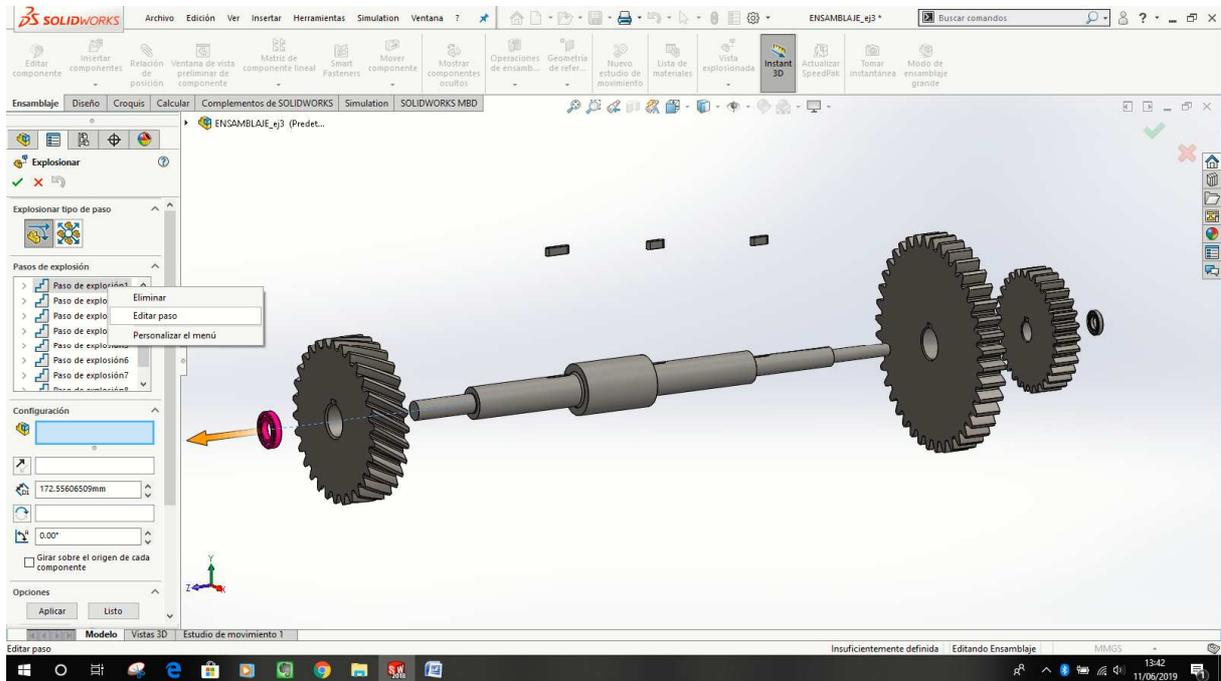
Dentro de este menú será necesario desplegar todas las pestañas que se encuentren y en la última de ellas, al clickar con el botón derecho del ratón, se abrirá una lista de opciones donde deberá seleccionarse "Contraer animación".



Una vez seleccionado, la animación comenzará y aparecerá un cuadro llamado "Controlador de animaciones" desde el que se podrá manejar la velocidad de la misma, la opción de que se realice un bucle montándose y desmontándose e incluso la capacidad de grabarlo.



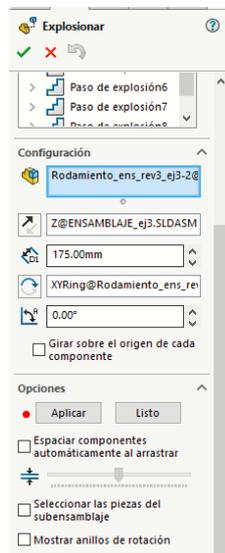
Por otro lado, es conveniente conocer cómo modificar las distancias de las explosiones de cada elemento. Para ello será necesario clicar en la orden "Editar operación" de la lista de opciones mostradas anteriormente. Esta operación redirige a la ventana donde se aplicaron los movimientos a los sólidos. Será necesario hacer click con el botón derecho en cada paso de explosión que quiera modificarse y seleccionar la opción "Editar paso".



Automáticamente se rellenarán los cuadros inferiores a la tabla de pasos y concretamente habrá que modificar la de la distancia colocando el valor que se considere oportuno.



Por último, será necesario seleccionar "Aplicar" en la parte de abajo de este menú y ya se habrá guardado la distancia de explosión de este elemento.



Este procedimiento permite realizar un explosionado más ordenado. Una vez se haya implementado la distancia en todos los elementos y se haya validado, desde la pestaña "Configuration manager" mencionada anteriormente se podrá visualizar la animación.

3 GENERACIÓN DE PLANOS

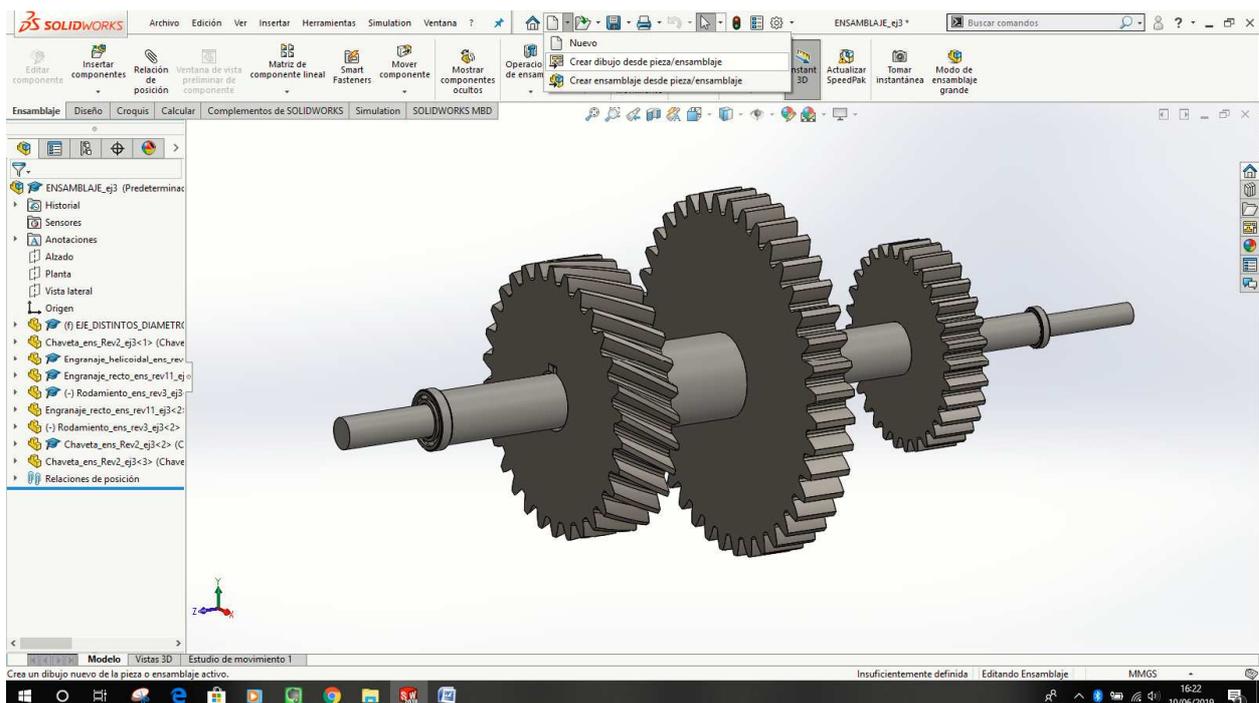
En el último capítulo de este documento se va a tratar la generación de los planos del modelo que se haya diseñado y ensamblado a través de los puntos anteriores. La ventaja del programa que se está utilizando a lo largo de este proyecto, en cuanto a planos se refiere, es la versatilidad que proporciona ya que existen numerosas herramientas para diseñar los planos en función de los requerimientos de cada situación.

La finalidad de este apartado será explicar detalladamente un procedimiento sencillo con el que se puedan generar planos útiles pero al mismo tiempo personalizables.

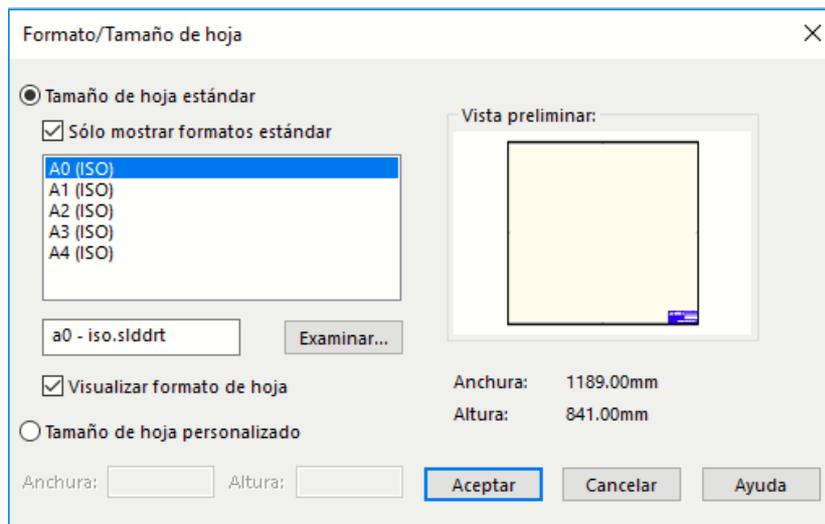
3.1 Plantillas para planos

Lo primero que hay que decidir a la hora de la creación de planos es la plantilla sobre la cual se trazarán las figuras y sus cotas.

La mejor opción para sacar los planos del proyecto que se esté haciendo es, una vez que este esté terminado, clicar en la flecha que despliega la pestaña de "Nuevo". En esta pestaña podremos seleccionar la opción de "Crear dibujon desde pieza/ensamblaje". Su ubicación puede encontrarse en la siguiente imagen:



Lo primero que el programa preguntará será sobre qué plantilla se quiere trabajar a través de una ventana como ésta:



Aquí se podrá elegir entre tres opciones:

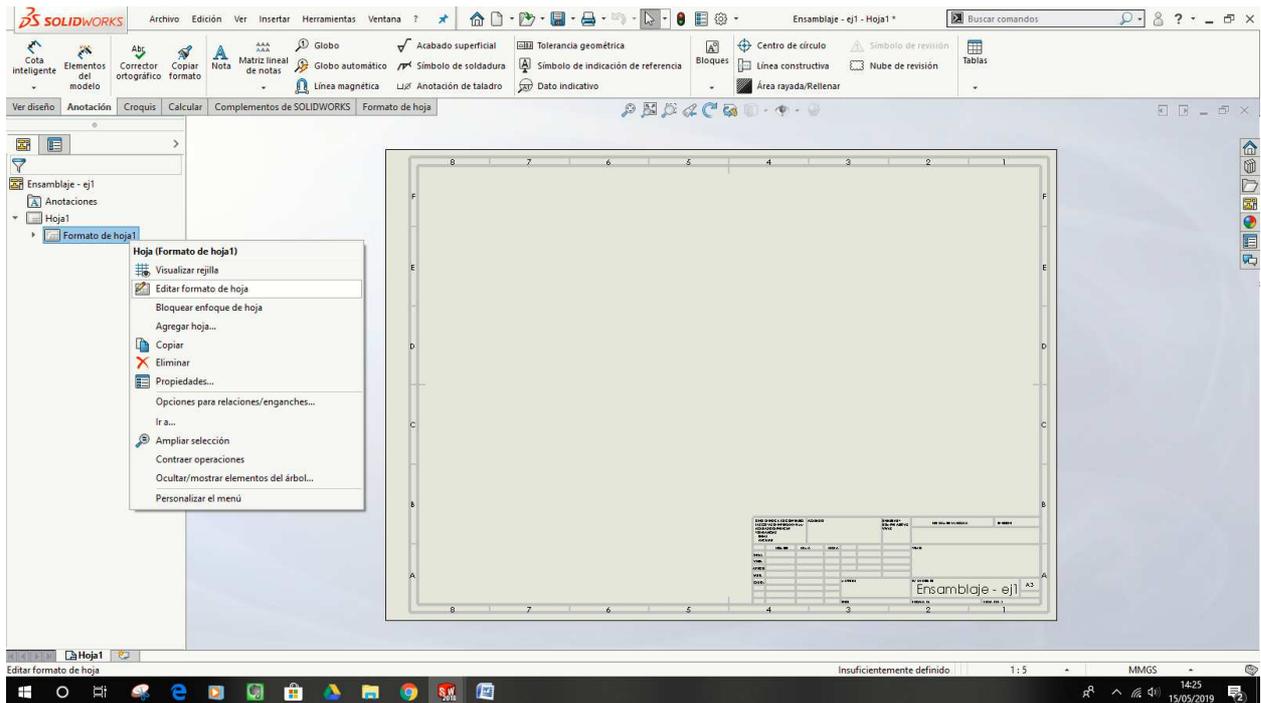
- Elegir uno de los tamaños estándar según la norma ISO (desde A0 a A4) o desactivando la opción "Sólo mostrar formatos estándar" según otras normas.
- Seleccionar un tamaño de hoja personalizado introduciendo los valores de alto y ancho.
- A través de la opción "Examinar" seleccionar una plantilla que previamente se haya creado.

3.1.1 Creación de plantilla

En este proyecto se va a introducir un apartado en el que se explica brevemente cómo crear una plantilla para dar cabida a cualquier requerimiento.

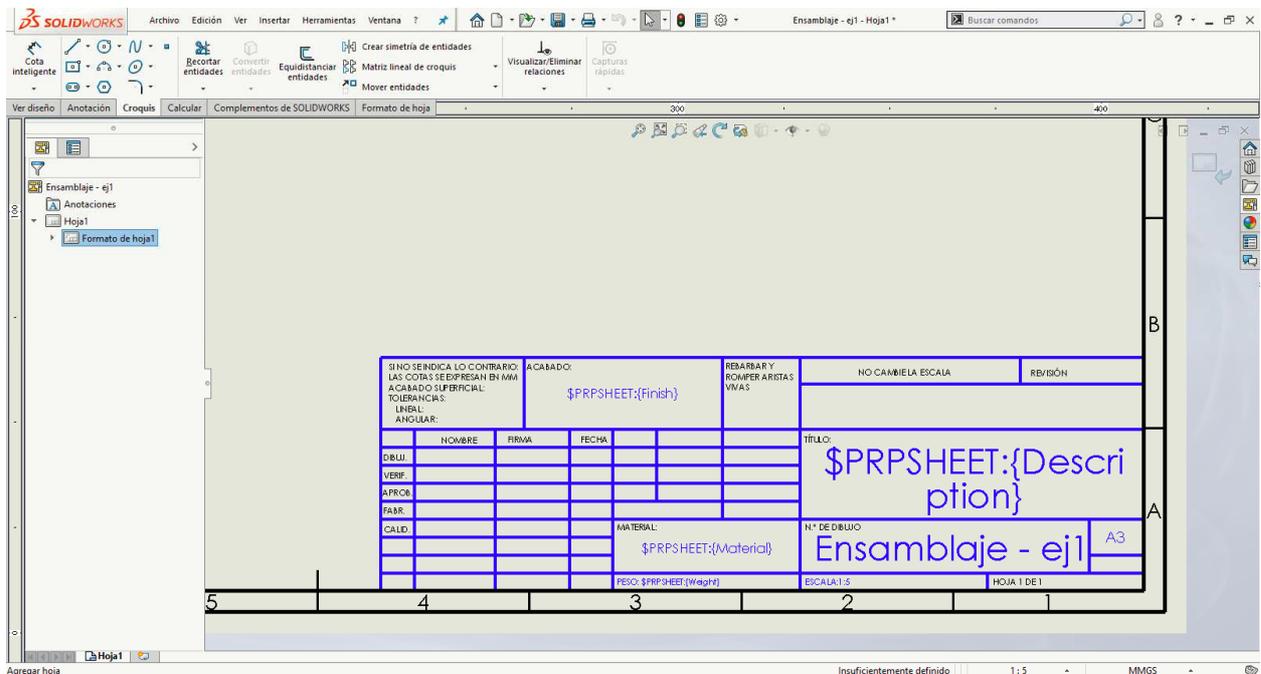
En primer lugar, en la ventana de la imagen anterior, se tendrá que decidir el tamaño de hoja en la que se querrá crear la plantilla (Por ejemplo, en un A3).

A continuación habrá que clicar con el botón derecho del ratón en "Formato de hoja 1" que se encuentra en las operaciones de la parte izquierda de la pantalla y seleccionar "Editar formato de hoja".



Podrá observarse que una vez hecho esto el cuadro de la parte inferior derecha del A3 se pondrá de color azul. El color azul significa que puede ser modificado de la misma manera que se modifica un croquis (Véase la sección 1.2.2 Creación de chaveteros, en la que se trabaja con un croquis)

Las herramientas que se necesitarán podrán encontrarse en la pestaña "Croquis" de la parte superior de la pantalla.



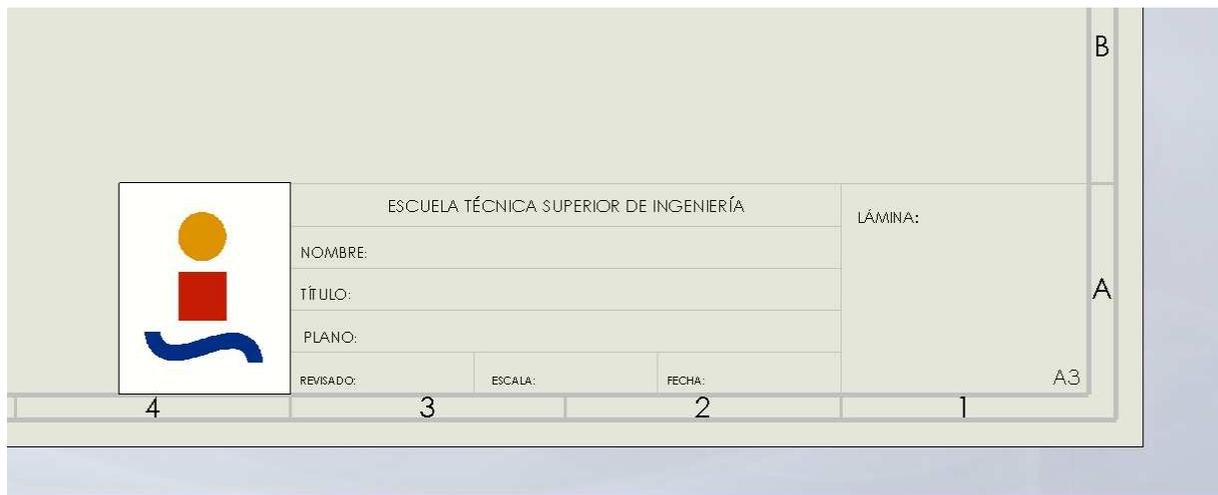
Es aconsejable en primer lugar utilizar la herramienta "Recortar entidades" para ir eliminando líneas. A continuación puede crearse el cuadro que se necesite a través de rectas o incluso cuadrados.

Se recomienda también utilizar los cuadros de texto que aparecen por defecto en la plantilla, es decir, al clicar

dos veces sobre estos cuadros de textos es posible cambiar tanto el contenido como el formato de la letra, y es la forma más rápida de introducir los diálogos que se necesiten (Nombre, fecha, ect.). Clicando una vez sobre ellos y arrastrándolos con el ratón podrán posicionarse donde sea necesario.

Es incluso posible introducir imágenes en esta plantilla. Esto se realiza a través de la orden "Insertar imagen" situada al desplegar la pestaña "Insertar" de la parte superior de la pantalla.

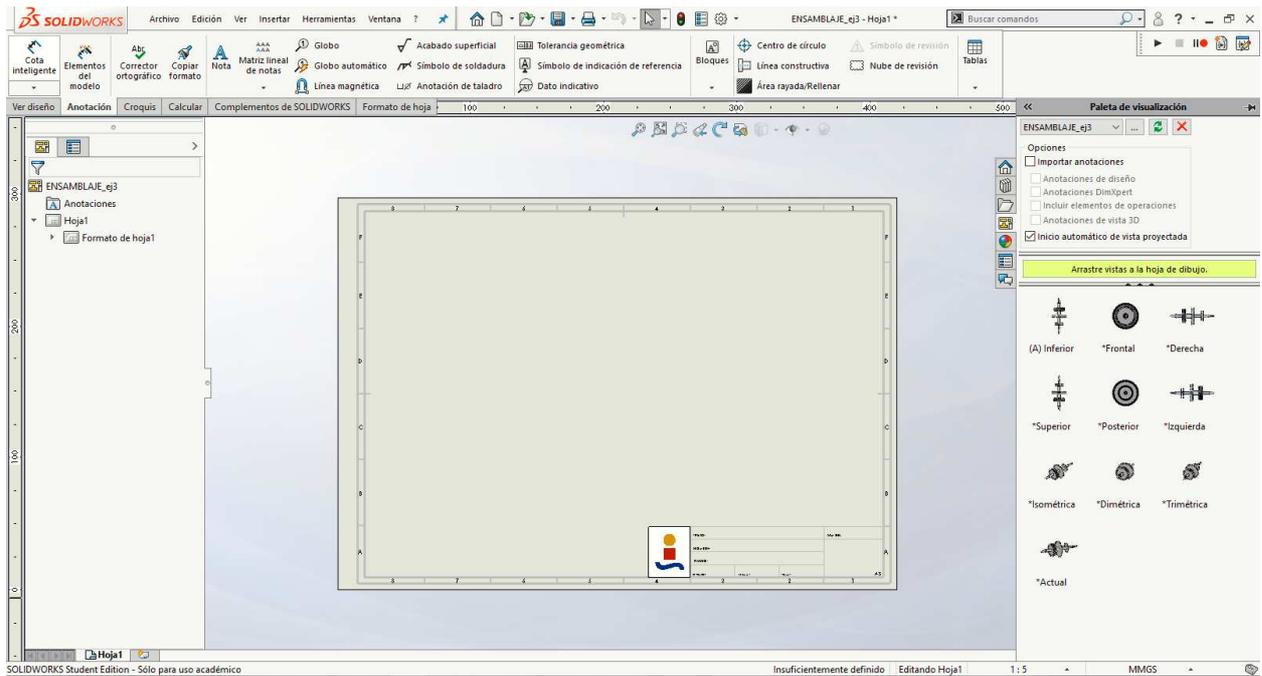
De esta forma pueden crearse plantillas tan sencillas o complejas como se quiera. Para ilustrarlo, en este Proyecto se recoge una plantilla que podrá ser usada bajo el nombre "Plantilla de planos.slddrt".



3.2 Procedimiento creación de planos

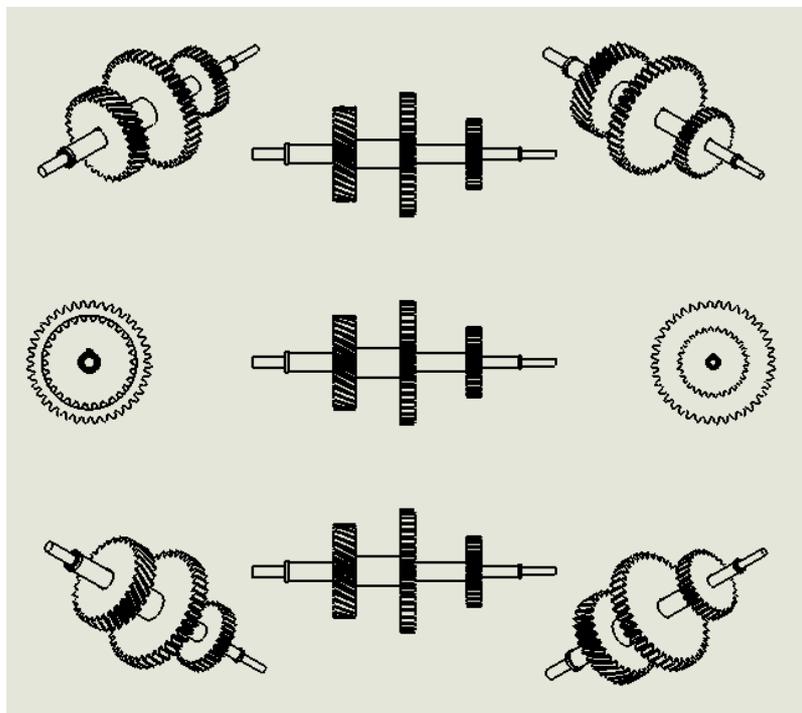
3.2.1 Vistas

Una vez seleccionada la plantilla, será momento de empezar a introducir vistas en el plano. Tras aceptar en la ventana de elección, directamente se abrirá la pestaña llamada "paleta de visualización". Se puede encontrar en la parte derecha de la pantalla y será desde donde se inserten todas las vistas que el usuario crea necesaria.



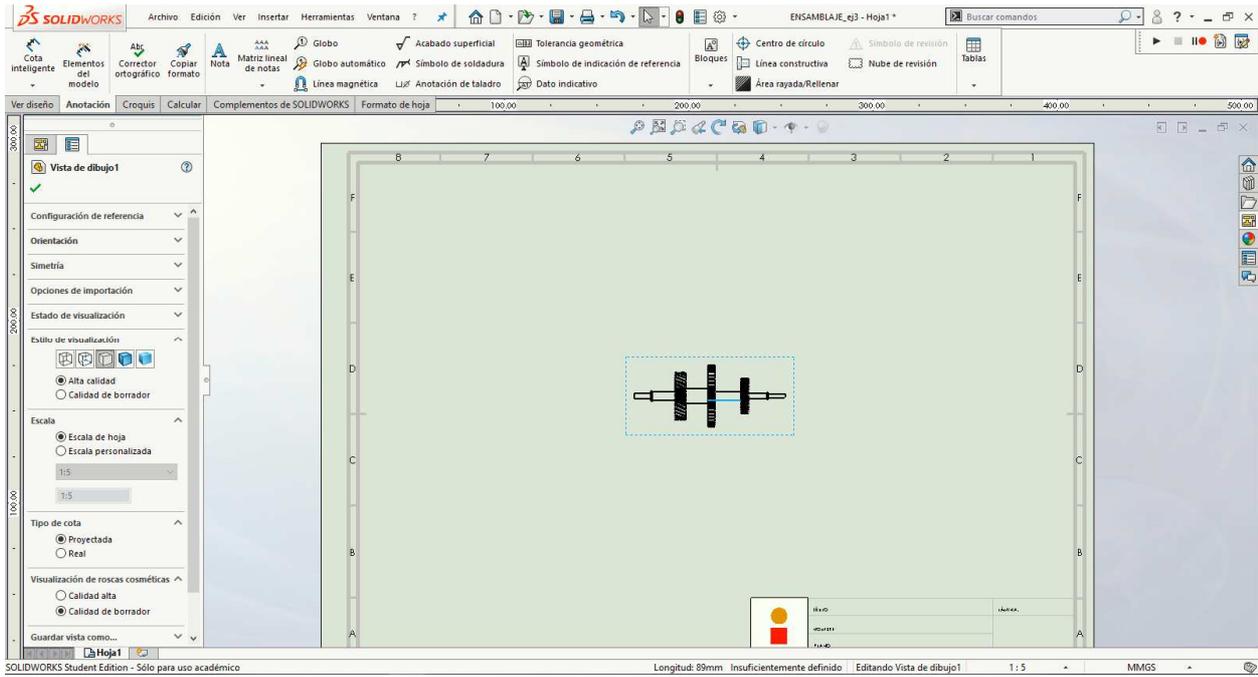
Este procedimiento podrá hacerse arrastrando las vistas y solándolas en la posición deseada.

Cabe destacar que de cada vista que se introduzca, podrá plasmarse también su alzado, planta, perfil e incluso sus vistas diagonales. Ésto podrá realizarse simplemente soltando las vistas en el plano y moviendo el ratón alrededor de las mismas. Automáticamente el programa da esa opción siendo necesario presionar la tecla "Esc" para cancelar la orden.



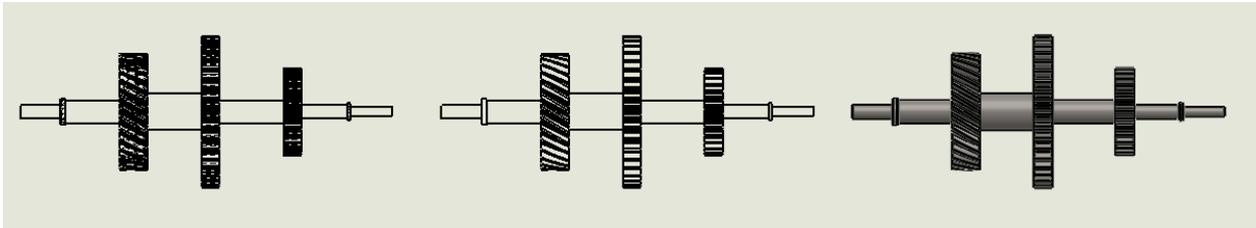
Cuando ya se hayan posicionado todas las vistas, llega el momento de editarlas.

Al hacer doble click en la vista a modificar se abre a la izquierda de la pantalla un menú como el siguiente:



Desde aquí será posible modificar la escala de manera que podrán usarse unas normalizadas o personalizadas.

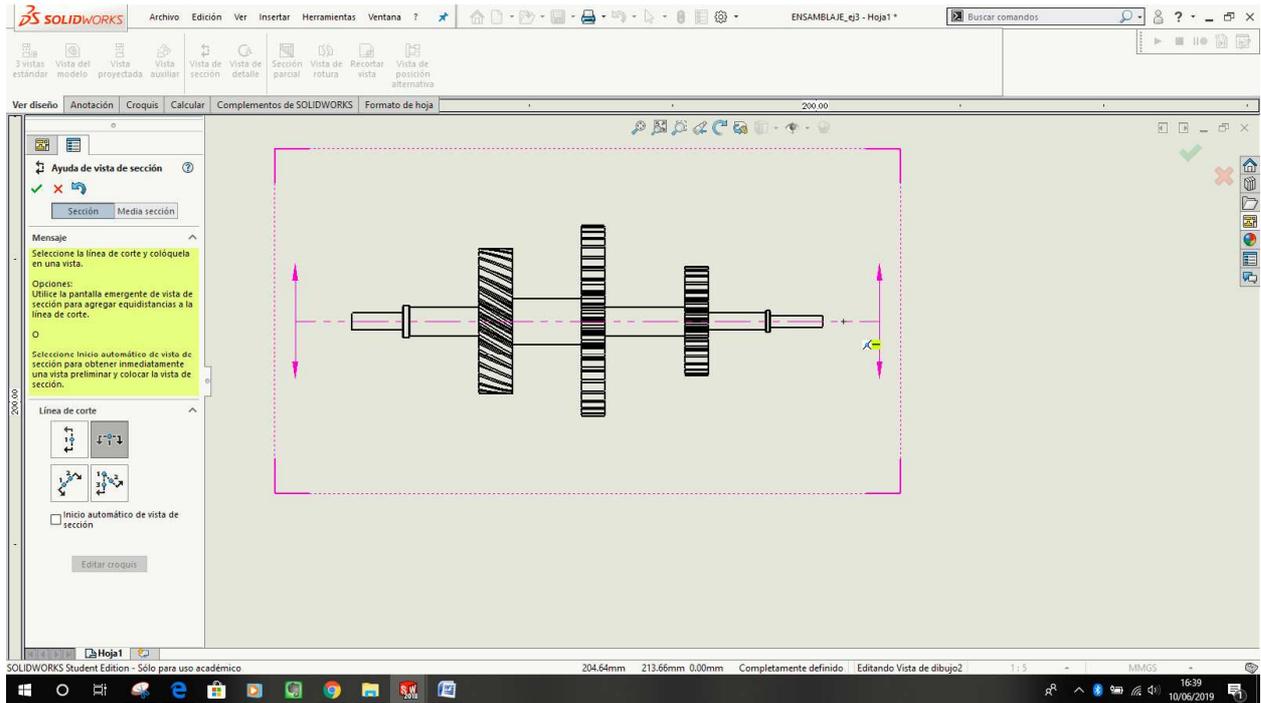
Otra opción interesante que puede tratarse en este menú es el del estilo de visualización. Podrán observarse las vistas con o sin líneas ocultas, con sombreado, con o sin aristas, etc.



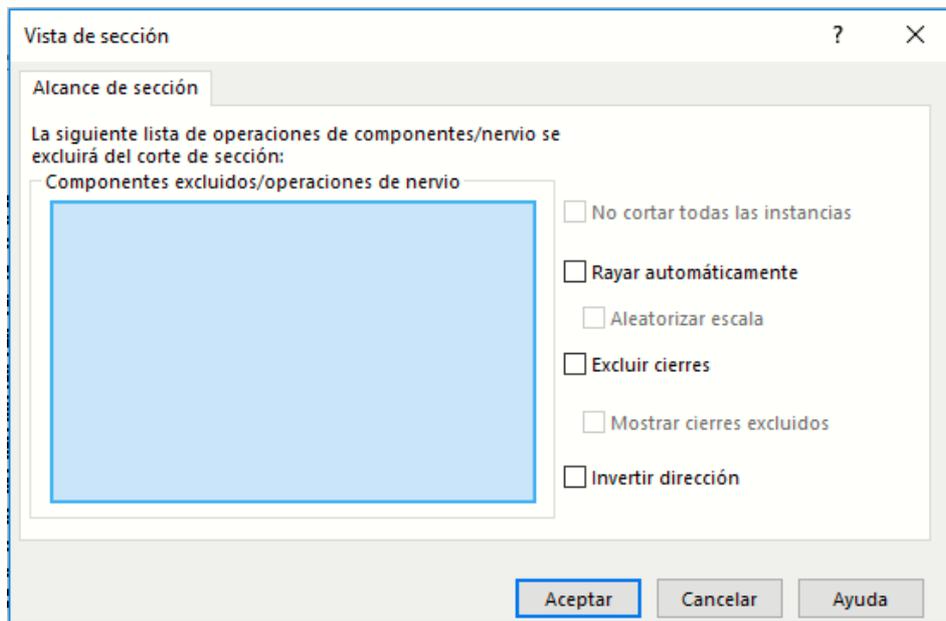
3.2.2 Vista de sección

La vista de sección es, como su propio nombre indica, una forma de visualizar un corte a partir de un plano transversal al papel. Esto puede ser útil para acotar, por ejemplo, el alto y ancho de las chavetas o incluso el diámetro del eje o de los rodamientos.

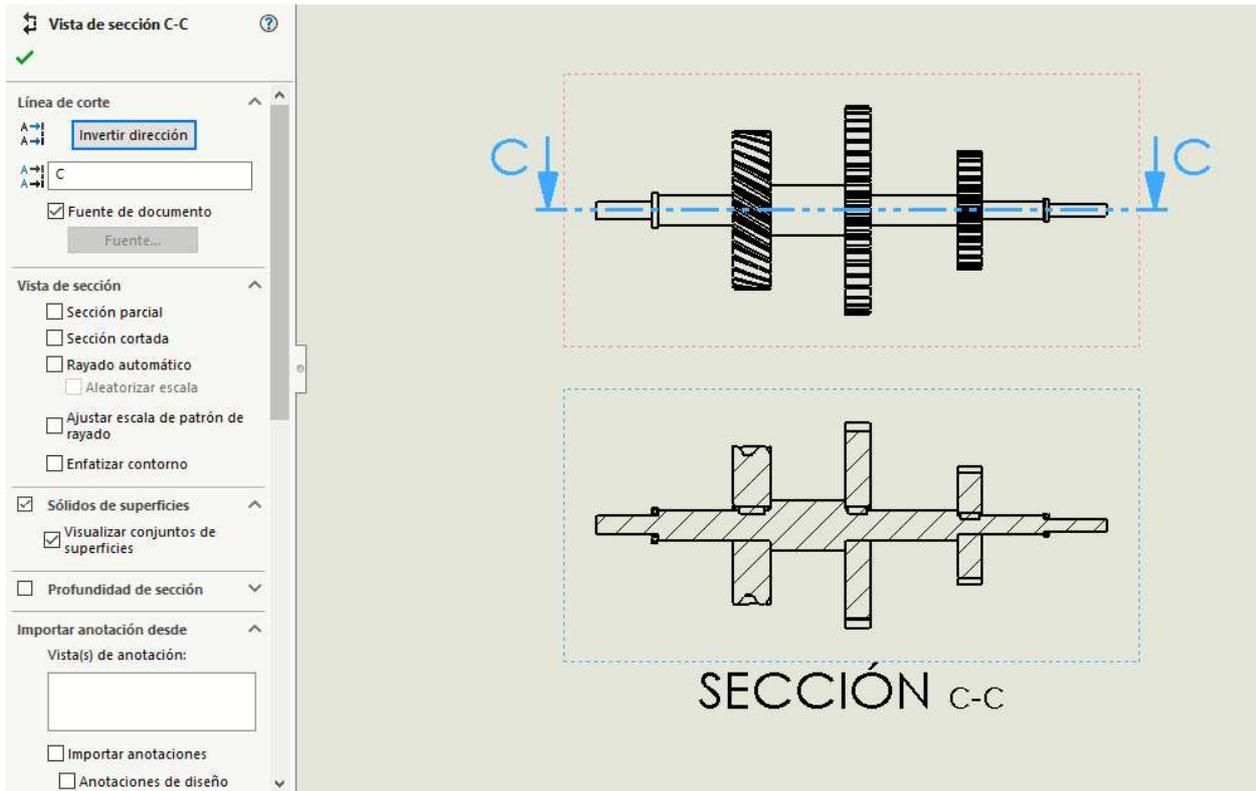
Esta operación es muy intuitiva ya que solo hace falta señalar la orden "Vista de sección" (que está situada en la pestaña "Ver diseño") y colocar el corte en modo de línea recta que a continuación se convertirá en el plano transversal. En el menú que se abre a la izquierda de la pantalla se explican los pasos a seguir.



Una vez seleccionado el tipo de corte que se quiere hacer (horizontal, vertical, oblicuo, etc.) solo hará falta señalar un punto de una vista por el cual pase ese corte. Al fijar este punto aparecerá una ventana en la que se podrán indicar algunos parámetros para la visualización del corte.



Y una vez aceptemos en esta ventana ya podremos situar la vista de sección que, por supuesto, también puede recibir acotaciones.

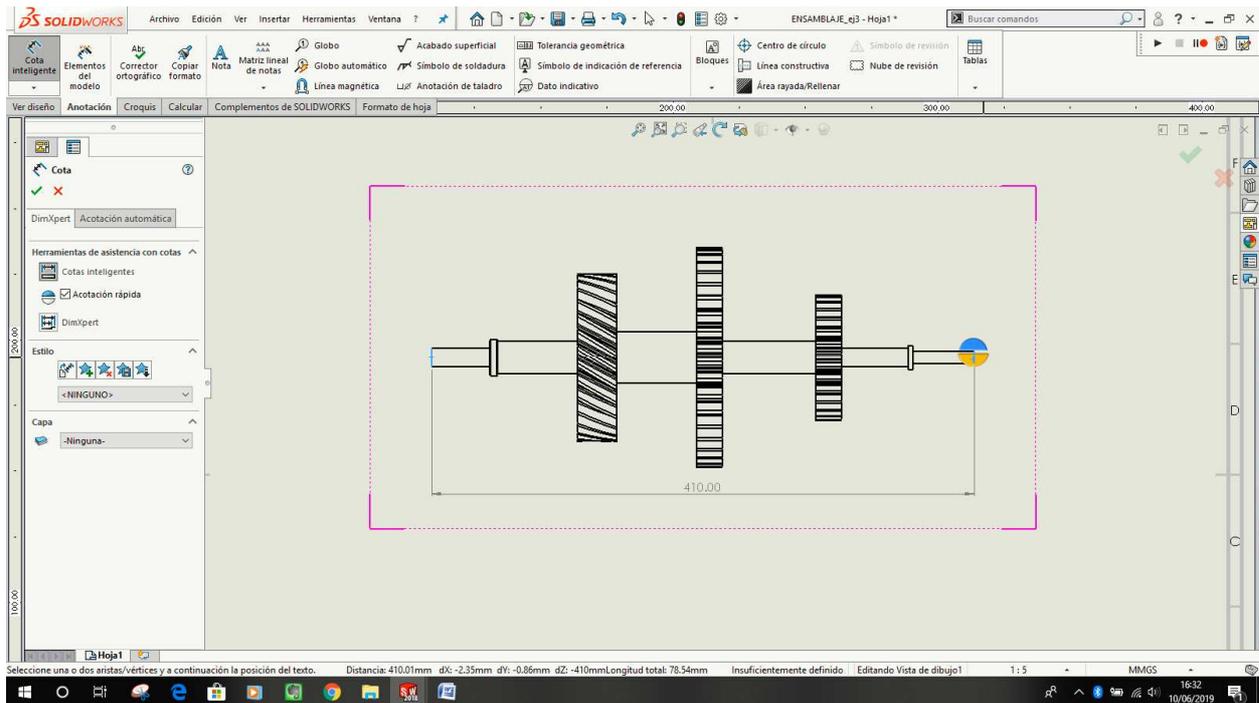


3.2.3 Acotación

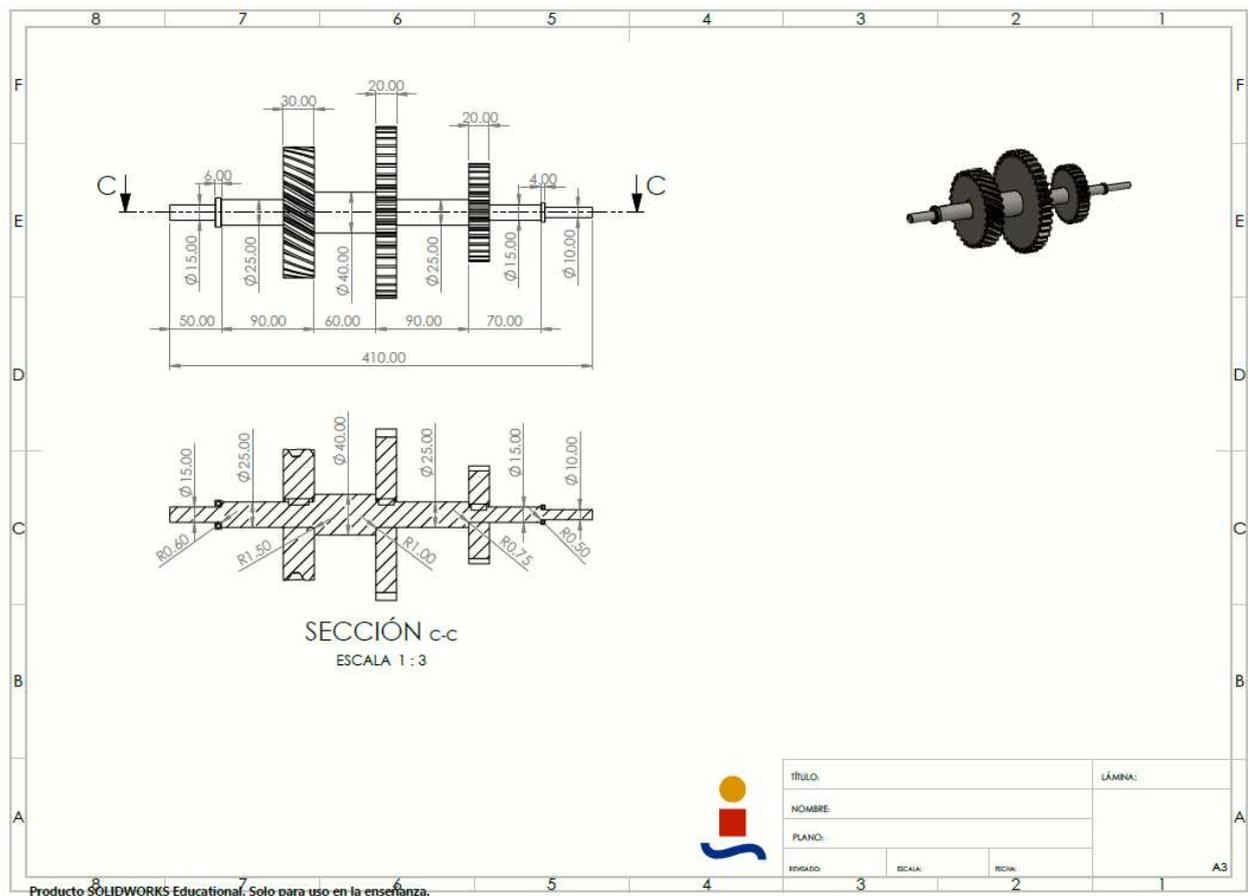
Cuando se tengan las vistas que se consideren adecuadas llegará el momento de la acotación. Esta operación es sencilla y se realizará igual que se acotó a la hora de la creación de los chaveteros.

En la pestaña de "Anotación" del programa deberá seleccionarse la herramienta "Cota inteligente" y solo habrá que ir seleccionando las partes del dibujo que se quieran acotar. Una ventaja que ofrece el programa es que al seleccionar las aristas o distancias a las que se quieran colocar la medida, aparecen unos semicírculos azules de manera que al seleccionarlos, la cota se coloca automáticamente. En la imagen puede observarse que se ha acotado la longitud total del eje.

Por supuesto a todas las cotas que se agreguen se les podrá modificar su ubicación.

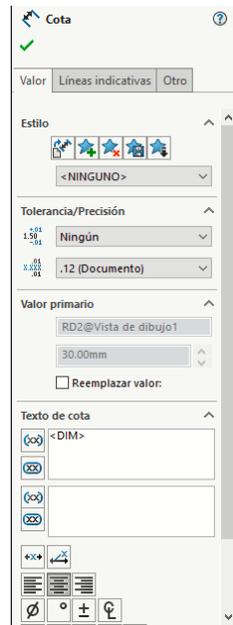


Una vez se hayan realizado todas las acotaciones a las vistas deseadas, el plano irá cogiendo forma.

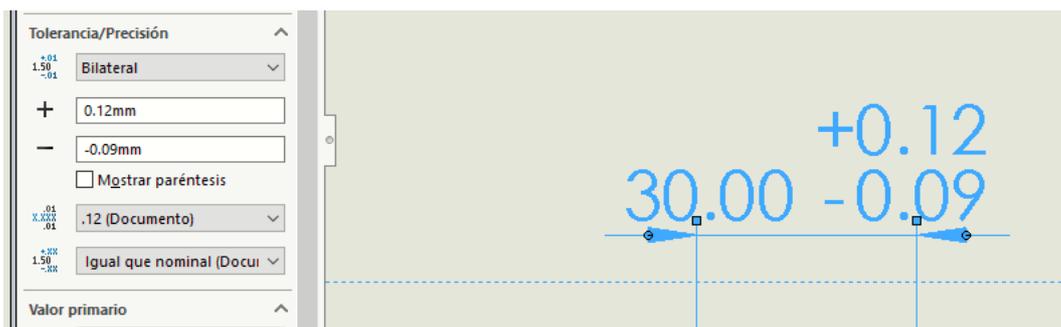


Un tema interesante a la hora de hablar de la acotación es la incorporación de tolerancias de fabricación. El programa permite introducir de manera sencilla valores de tolerancias de dimensiones, tolerancias de ajustes de agujeros y ejes, etc.

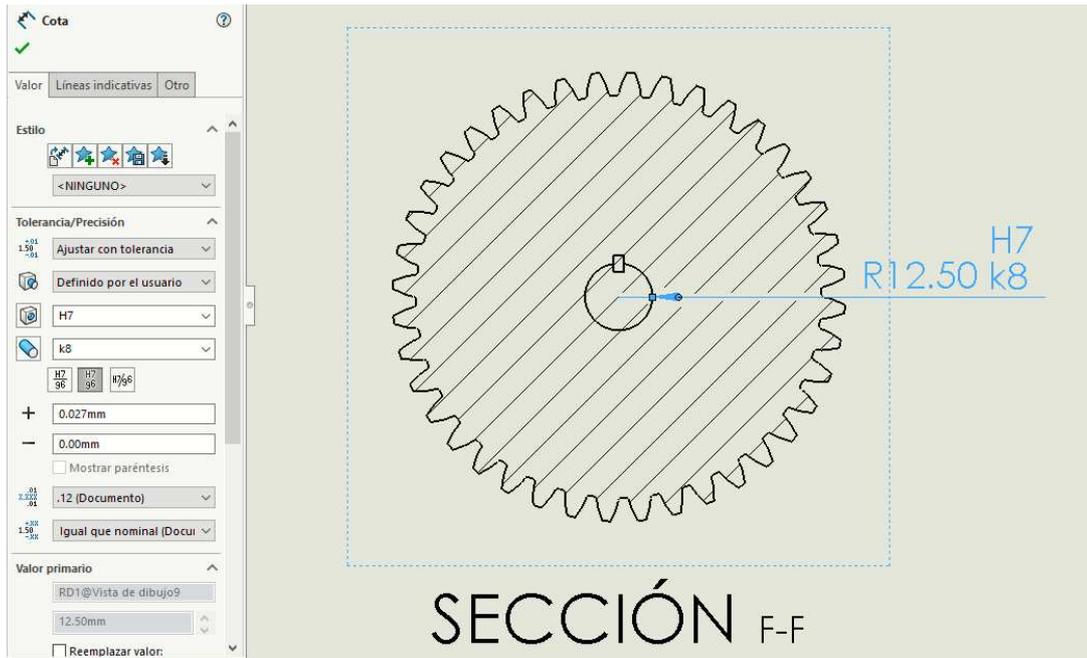
La forma de introducir estos valores es la siguiente. Habrá que clicar en la cota que se quiera modificar que previamente tenía que estar creada y situada. Al pulsar sobre ella, se abre a la izquierda un menú como el de la imagen.



En la pestaña de la sección "Tolerancias/Precisión" se puede elegir el tipo de información adicional que se desea introducir y la precisión de la misma. Podrá elegirse, por ejemplo, colocar las variaciones que puede tener esa medida para que se considere válida (Tolerancia bilateral).



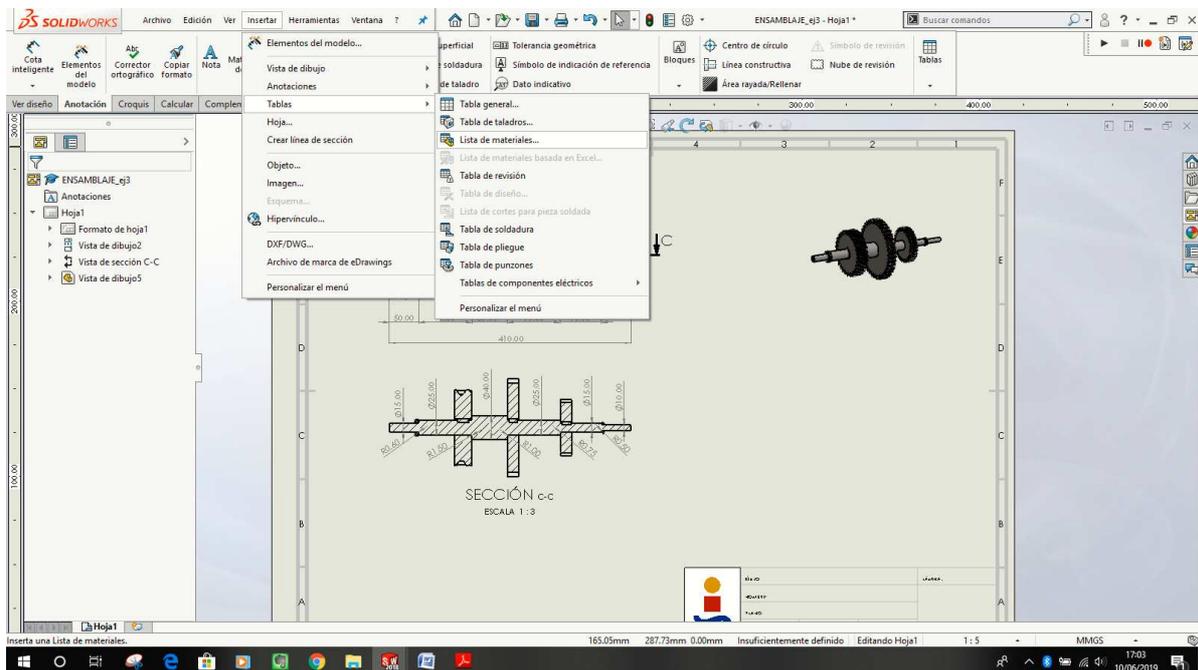
En cuanto a las cotas de diámetros de ejes o agujeros, pueden colocarse sus tolerancias de fabricación. En esta misma pestaña habrá que seleccionar "Ajuste con tolerancia" y se podrá elegir en las ventanas inferiores la que se requiera. Esta acotación será muy útil ya que en este tipo de montajes se suelen usar aprietes entre los rodamientos y engranajes y los ejes, además de las chavetas, para permitir la transmisión de potencia.



3.2.4 Otras herramientas

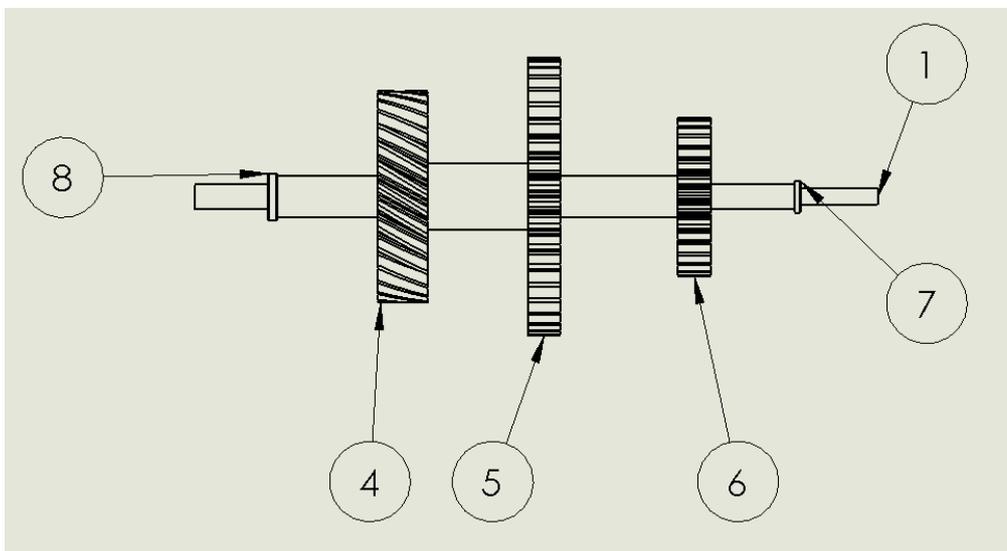
3.2.4.1 Lista de materiales

Una herramienta que puede ser de utilidad es la inclusión de una lista de materiales. En la imagen puede observarse su ubicación. Al seleccionarla, el programa pide que se indique en relación a qué ensamblaje desea hacerse la lista, será necesario entonces señalar una de las vistas creadas y automáticamente se generará solo faltando posicionarla en el plano.



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	EJE_DISTINTOS_DIAMET ROS_ens_rev10_ej3		1
2	Chaveta 2		2
3	Chaveta 1		1
4	Helicoidal 1		1
5	Engranaje 1		1
6	Engranaje 2		1
7	Rodamiento 2		1
8	Rodamiento 1		1

Esta lista de materiales puede acompañarse de la inclusión de globos que señalen con el número de elemento correspondiente cuál es cada uno. Al igual que con la inclusión de la lista de materiales solo habrá que señalar la operación "Globo automático" situada en la pestaña "Anotación" y clicar sobre la vista a la que se quiera colocar esta enumeración. Se habrá abierto un menú a la izquierda en el que se podrá modificar algunos parámetros de las líneas y al validar en la parte superior del mismo, estará listo. Una vez estén situados podrán moverse los números para colocarlos en la posición que se quiera.

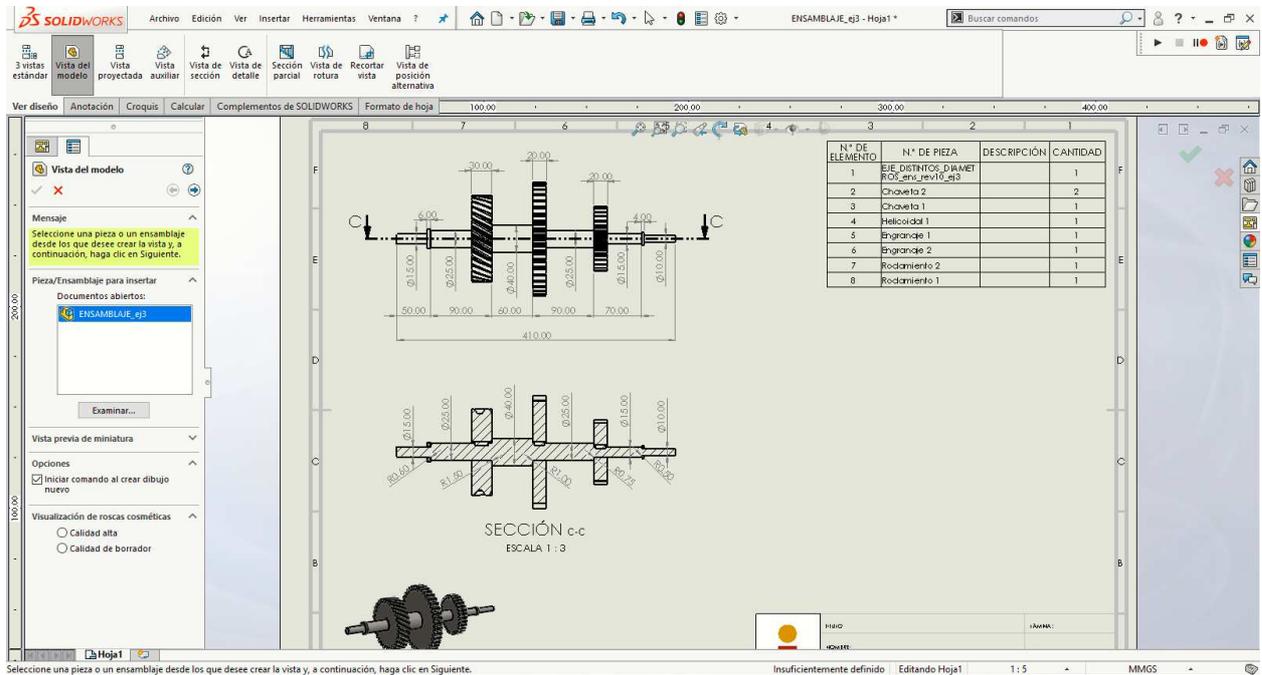


3.2.4.2 Vista del modelo

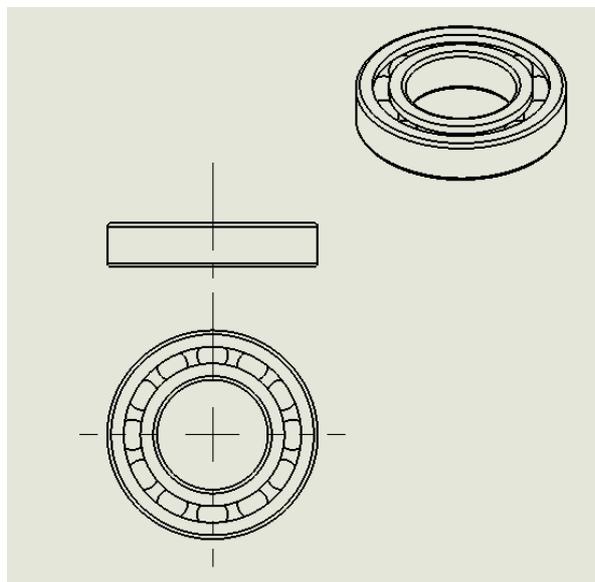
La vista del modelo se usa cuando se pretende aislar y acotar un sólido del conjunto que forma el ensamblaje pero dentro del plano del mismo. En el ejemplo que se está tratando se verá cómo se puede desmarcar uno de

los rodamientos.

Al igual que el resto de herramientas que se están tratando en este apartado, esta es muy sencilla de usar. Solo es necesario acudir a la pestaña "Ver diseño" y seleccionar "Vista del modelo".

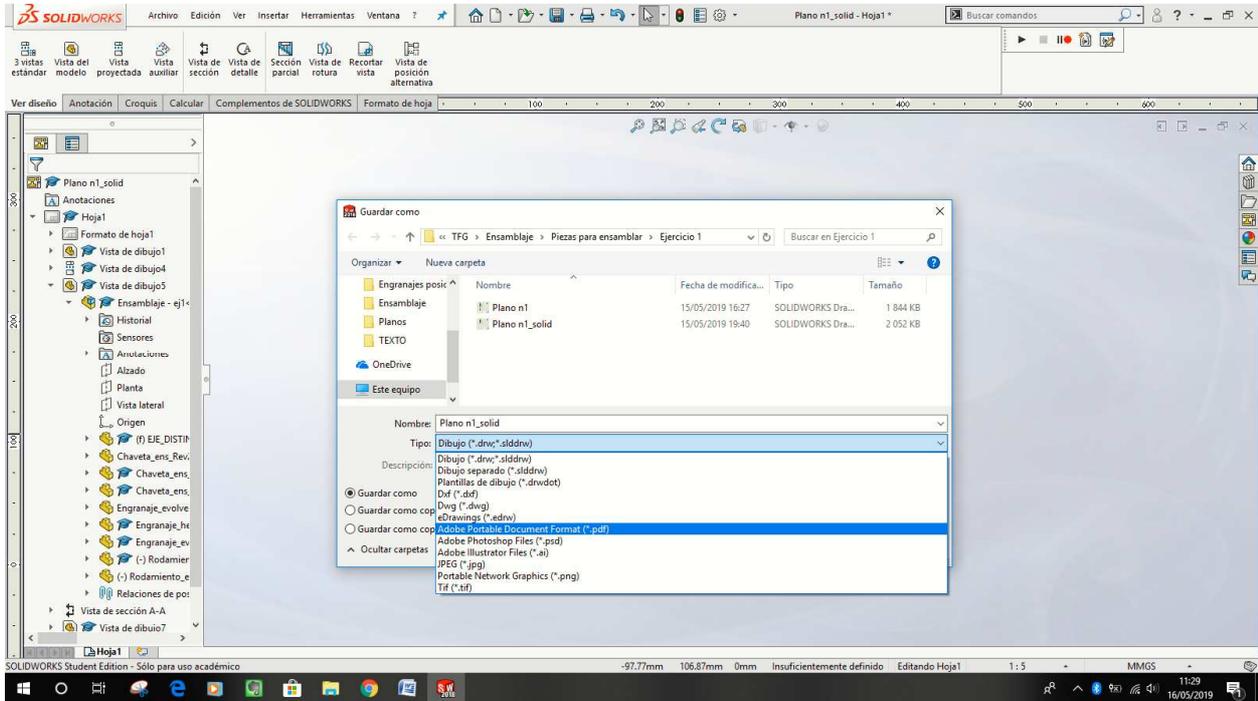


Aparecerá un menú a la izquierda pero directamente se deberá seleccionar en la vista del plano el sólido que se pretende aislar. Una vez hecho esto, al desplazar el ratón por la hoja solo habrá que decidir la ubicación (que puede ser modificada posteriormente) donde se quiera colocar la primera vista del sólido. A continuación y sin presionar ninguna otra tecla, solo deslizando el ratón podremos colocar tantas vistas como queramos de este elemento. Esta parte es exactamente igual que cuando se introducía desde la "paleta de visualización" una vista inicial del modelo. Esta herramienta es muy útil para acotar medidas que en las vistas del ensamblaje no se alcanzan a ver con facilidad como podría ser el diámetro de las bolas de los rodamientos o algún detalle de los engranajes.



Una vez se tenga completado el plano con todas las vistas y acotaciones llegará el momento de guardarlo.

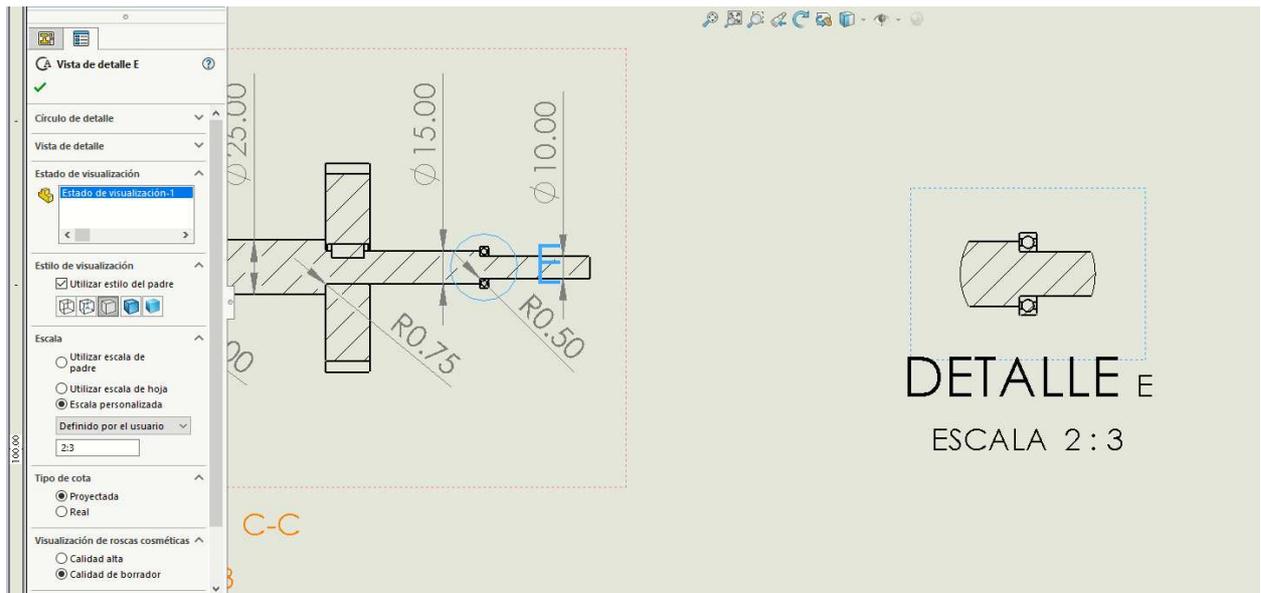
Es más que recomendable guardarlo de dos maneras, como .pdf y como .slddrw. Es aconsejable guardarlo así por si se tuviese que realizar alguna modificación, desde el archivo en pdf no se podrá acceder al programa.



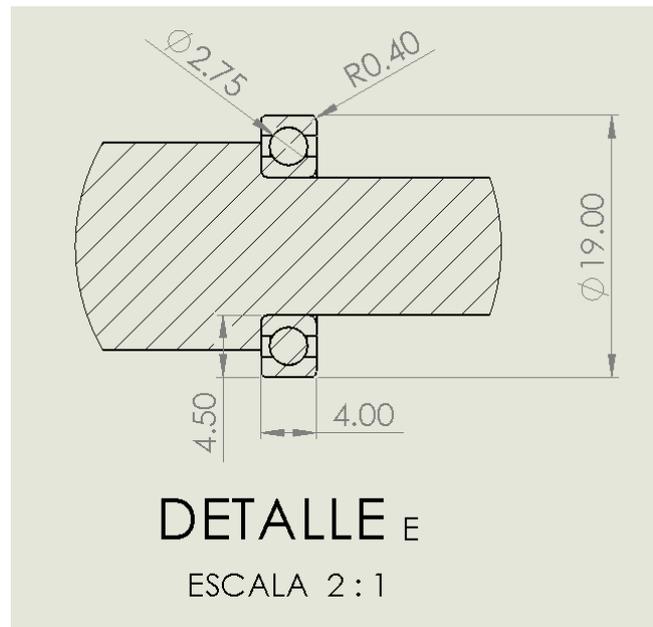
3.2.4.3 Vista de detalle

Las vistas de detalle son muy útiles ya que permiten agrandar una zona del plano que no pueda ser acotada o que necesite visualizarse con mayor claridad. Un claro ejemplo podría ser la acotación de la sección transversal de los rodamientos.

Para acceder a esta herramienta habrá que localizarla en la pestaña "Ver diseño". Una vez seleccionada, el programa pedirá que se indique una circunferencia que será a posteriori la zona ampliada.



Como el resto de las vistas, aparecerá a la izquierda el menú a través del cual podremos modificar, entre otras cosas, la escala. Una vez situada (siempre puede moverse si se considerase necesario) podrá ser acotada como proceda.



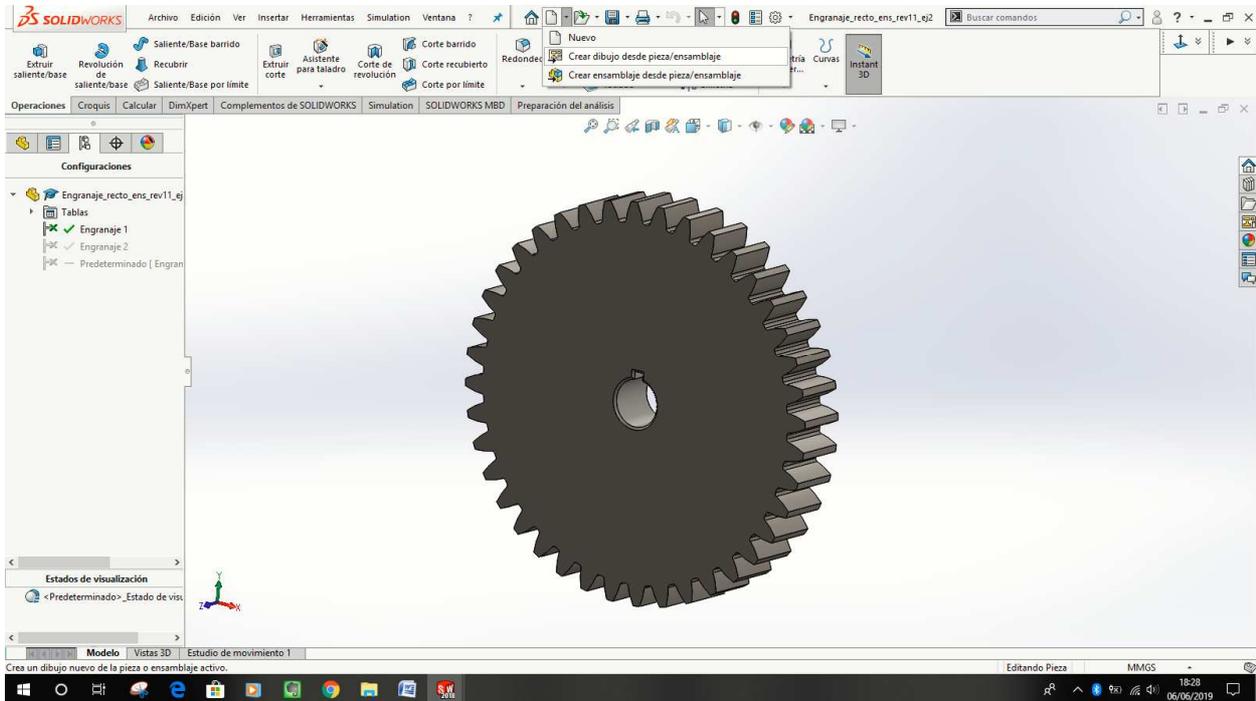
3.2.4.4 Otros planos

Es habitual encontrarse, cuando se habla de los planos de un proyecto, un conjunto de hojas con los planos individuales de todos los elementos, todos bajo el mismo formato de plantilla.

En cualquier momento es posible realizar el plano de un sólido individual para acotarlo con más detalle. Para esto simplemente será necesario entrar en el archivo del elemento en cuestión y, al igual que se ha hecho con el

ensamblaje, clicar en "Crear dibujo desde pieza/ensamblaje". Véase el ejemplo de uno de los engranajes.

Todas las herramientas mostradas en las secciones anteriores de este manual son factibles de usarse también en los planos de los sólidos individuales a excepción de la lista de materiales y la vista del modelo.



Nótese que se creará el plano de la configuración que esté activa en el modelo. En el ejemplo que venimos tratando se tenían dos engranajes diferentes y en este caso, como puede observarse en el menú de la izquierda de la pantalla, se realizará el plano del "Engranaje 1".

