

INGENIERÍA MECATRÓNICA



DI_CERO

DIEGO CERVANTES RODRÍGUEZ

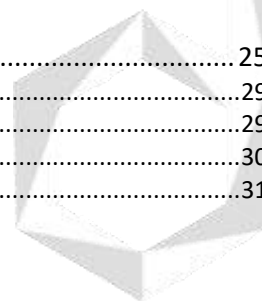
MODELADO Y ANÁLISIS MECÁNICO CAD E IMPRESIÓN 3D

SOLIDWORKS 2020, COMSOL MULTIPHYSICS 5.6

**Tesis Wars - Rueda Generadora de
Energía Eléctrica: Análisis
Mecánico Buje de Cierre Rápido MKI**

Contenido

MODELO CAD - SOLIDWORKS 2020: BUJE DE CIERRE RÁPIDO - MARK I	3
Croquis: Croquis - Vista Inicial Lateral (Vista Lateral).....	3
Operaciones: Revolución de Saliente/Base - Creación de Sólidos de Revolución	4
Acción: Análisis de Diseño del Eje de Cierre Rápido	5
Operaciones: Revolución de Saliente/Base - Creación de Sólidos de Revolución	5
Operaciones: Curvas → Línea de Partición - Proyectar un Dibujo sobre un Sólido	8
Clic Sobre una Superficie Plana: Croquis - Nuevo Croquis.....	9
Croquis: Convertir Entidades - Transformar Partes de una Figura 3D en Dibujos 2D del Croquis	10
Croquis: Recortar Entidades - Eliminar Partes de un Dibujo 2D.....	11
Operaciones: Extruir Corte - Crear Orificios Rectos en un Sólido (De Forma Lineal).....	12
Operaciones: Redondeo - Redondear las Esquinas de una Figura 3D.....	13
Operaciones: Simetría - Duplicar una Figura Respecto a un Plano o Cara	14
Complementos de SOLIDWORKS: PhotoView 3D - Vista Mejorada de la Figura.....	15
Menú Sobre la Pieza: Aplicar Escena - Indicar Estilo de Fondo.....	16
EXPORTACIÓN DEL MODELO CAD - SOLIDWORKS 2020: BUJE DE CIERRE RÁPIDO - MARK I	18
Guardar Como...: STEP AP203 - Archivo .step	18
ANÁLISIS MECÁNICO - COMSOL MULTIPHYSICS 5.6: BUJE DE CIERRE RÁPIDO - MARK I	19
Acción: Transformar el Archivo .step de SOLIDWORKS al .mphbin de COMSOL	19
New: Model Wizard → 3D - Nuevo Proyecto de Análisis Mecánico	19
Select Physics: Solid Mechanics (solid) → Add → Study - Análisis Estructural	20
Select Study: Stationary → Done - Análisis Estacionario (Estático)	22
Geometry: Import - Importar el Modelo CAD de SolidWorks	22
Geometry: Export - Exportar el Archivo .mphbin de COMSOL.....	25
Acción: Análisis Mecánico con el Archivo .mphbin de COMSOL	29
New: Model Wizard → 3D - Nuevo Proyecto de Análisis Mecánico.....	29
Select Physics: Solid Mechanics (solid) → Add → Study - Análisis Estructural.....	30
Select Study: Stationary → Done → No - Análisis Estacionario (Estático).....	31



Geometry: Import - Importar el Modelo CAD de SolidWorks	32
Materials: Add Material from Library - Elegir Material	33
Materials: Blank Material - Crear un Material Nuevo	35
Materials: Add Material from Library → Add to Component - Asignar Material	38
Solid Mechanics (solid): Boundary Load - Agregar Carga	39
Solid Mechanics (solid): Fixed Constraint - Agregar Apoyo	41
Mesh: Free Tetrahedral - Indica que tan Fino es el Estudio de Elemento Finito.....	42
Study: Compute - Obtención de Resultados (Esfuerzo y Desplazamiento).....	46
Surface: Expression: solid.mises - Esfuerzo de Von Mises	46



Tesis Wars: Rueda Frontal de Bicicleta Generadora de Energía Eléctrica

Modelo CAD - SOLIDWORKS 2020: Buje de Cierre Rápido - Mark I

A continuación, se muestra una serie de imágenes que describen el proceso de creación de una pieza que al final será parte de la bicicleta de pruebas del prototipo perteneciente a la tesis wars, que es una rueda frontal de bicicleta generadora de energía eléctrica. En los subtítulos se describe la herramienta seleccionada de la siguiente manera, cuando el subtítulo se repita se pondrá de la misma manera, pero en una jerarquía menor:

Opción del Menú: Herramienta de Solidworks Usada – Definición de la herramienta (Detalles adicionales)

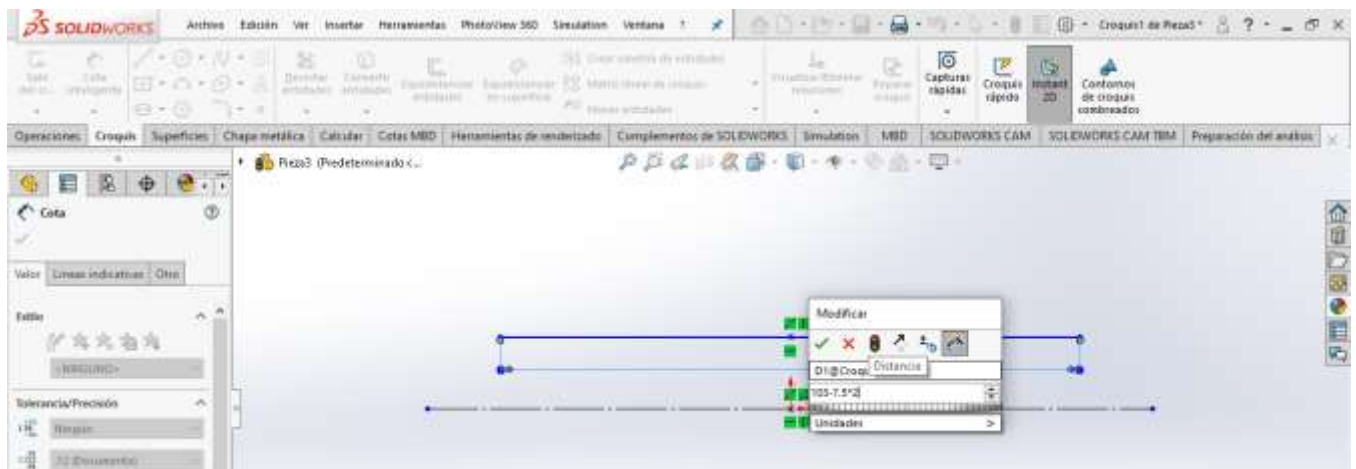
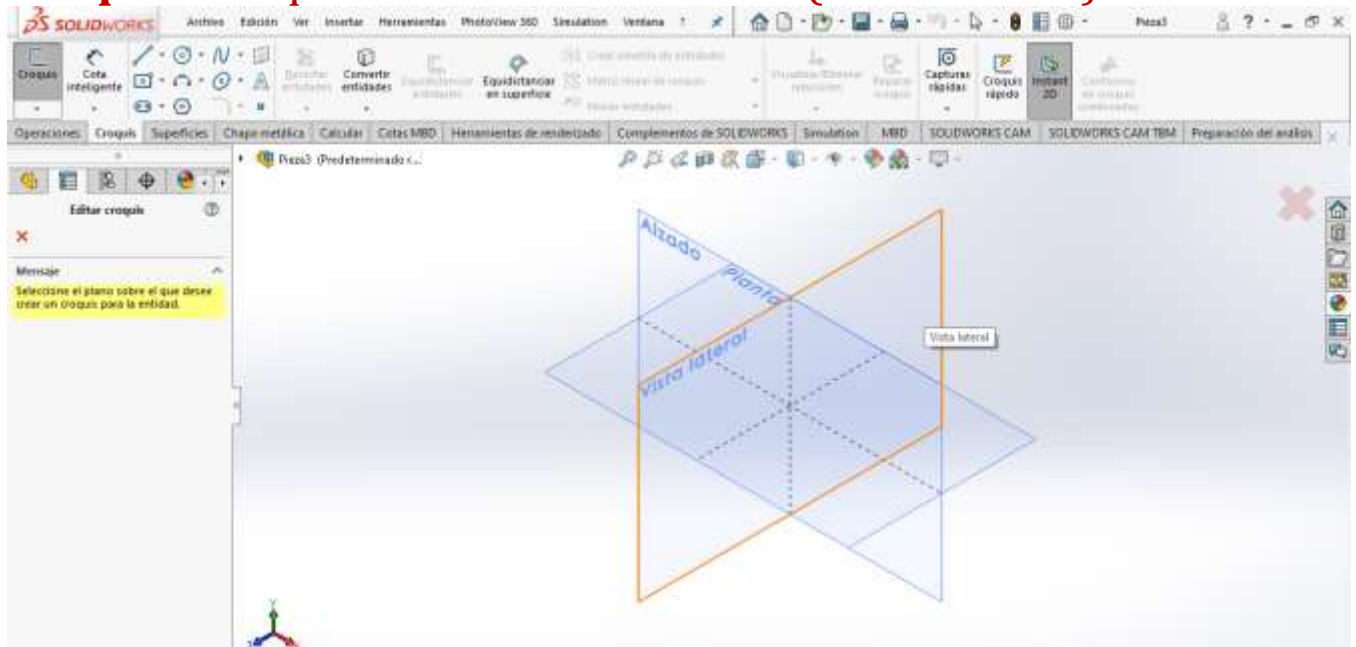
Opción del Menú Repetida: Herramienta de Solidworks Usada – Definición de la herramienta (Detalles)

De igual manera los subtítulos de menor jerarquía se podrán utilizar para describir acciones importantes de las herramientas utilizadas, pero cuando esto pase se mostrará todo el texto en negritas:

Opción del Menú: Herramienta de Solidworks Usada – Definición de la herramienta (Detalles adicionales)

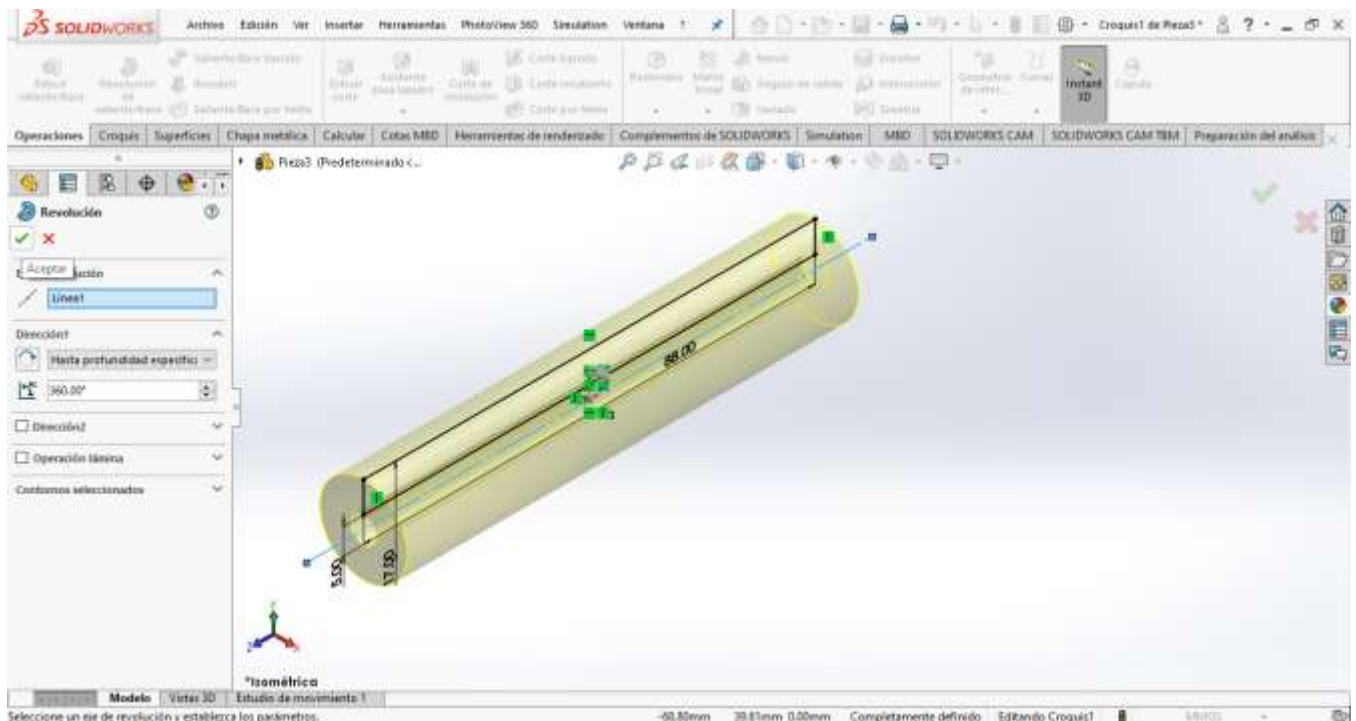
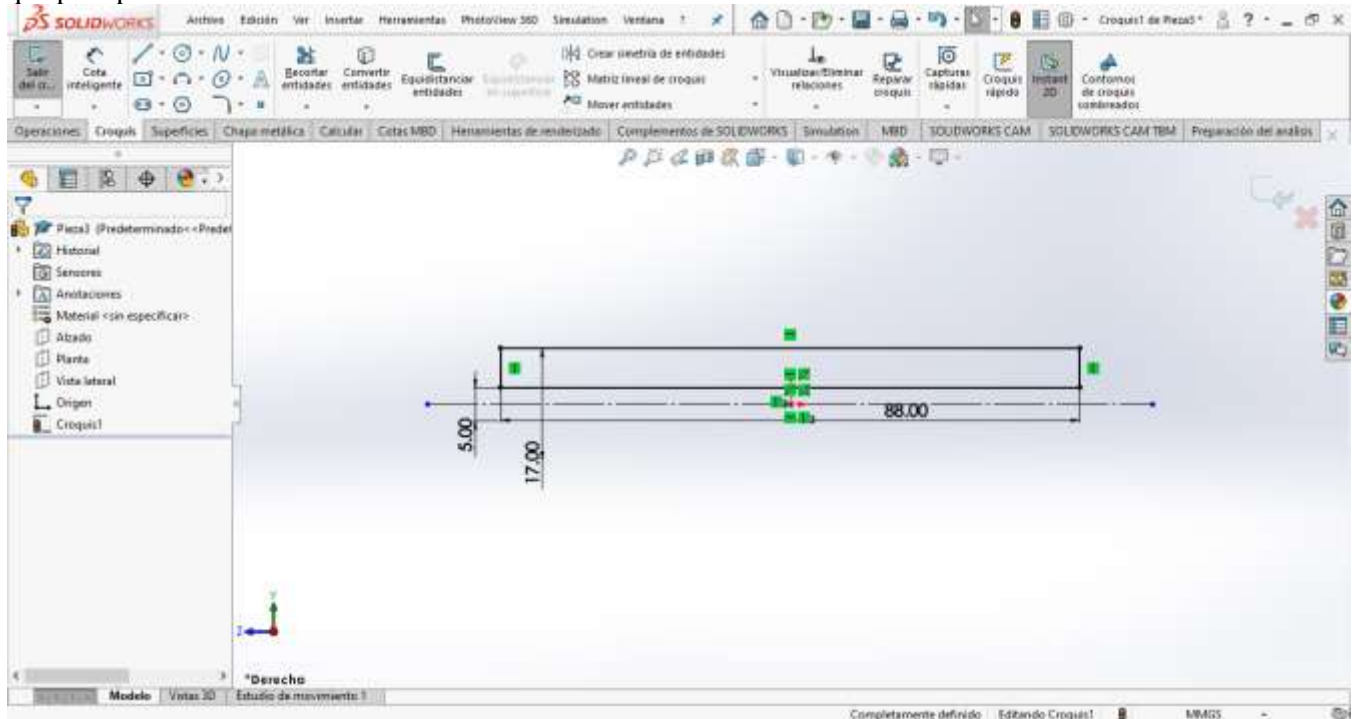
Acción: Definición de la acción importante en la que la herramienta anterior fue usada (Detalles adicionales)

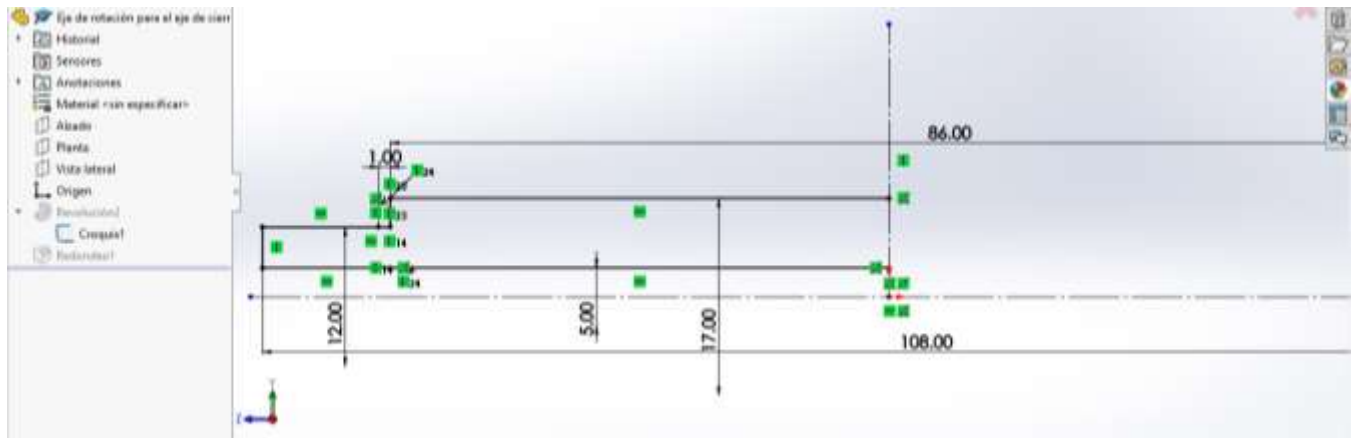
Croquis: Croquis - Vista Inicial Lateral (Vista Lateral)



Operaciones: Revolución de Saliente/Base - Creación de Sólidos de Revolución

Cuando un sólido se crea a partir de una vista lateral y una recta central se le llama sólido de revolución y sirve para crear sólidos normalmente cilíndricos o que simplemente tienen simetría alrededor de una recta que pasa por su centro.





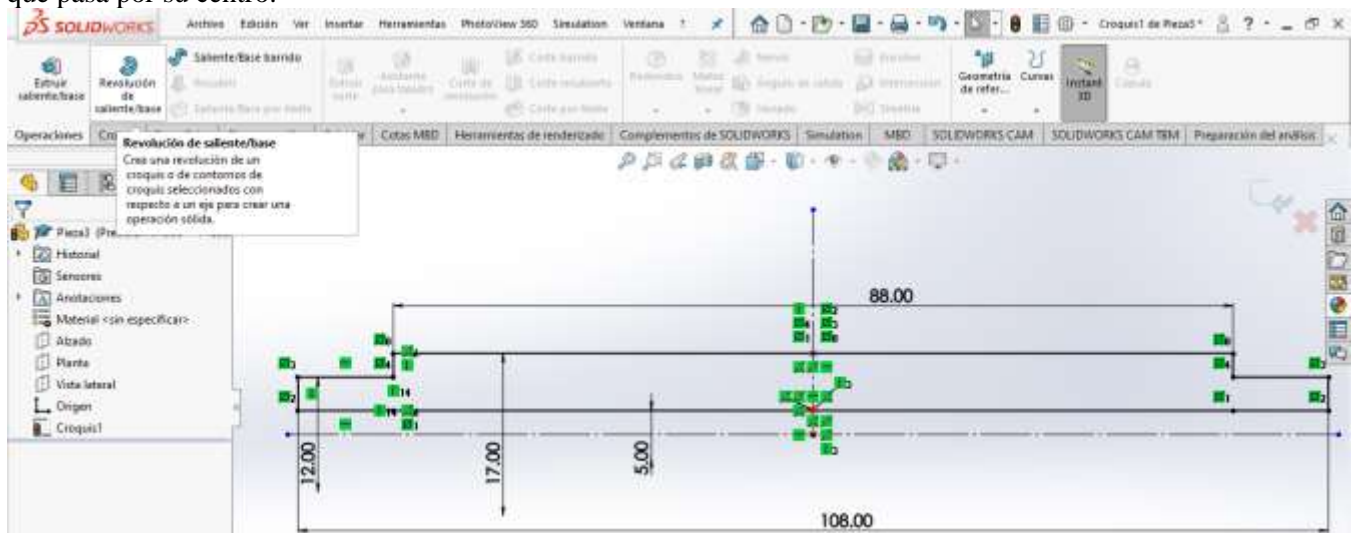
Acción: Análisis de Diseño del Eje de Cierre Rápido

Este elemento es el que soportará la fuerza aplicada en el centro de rotación de la rueda.

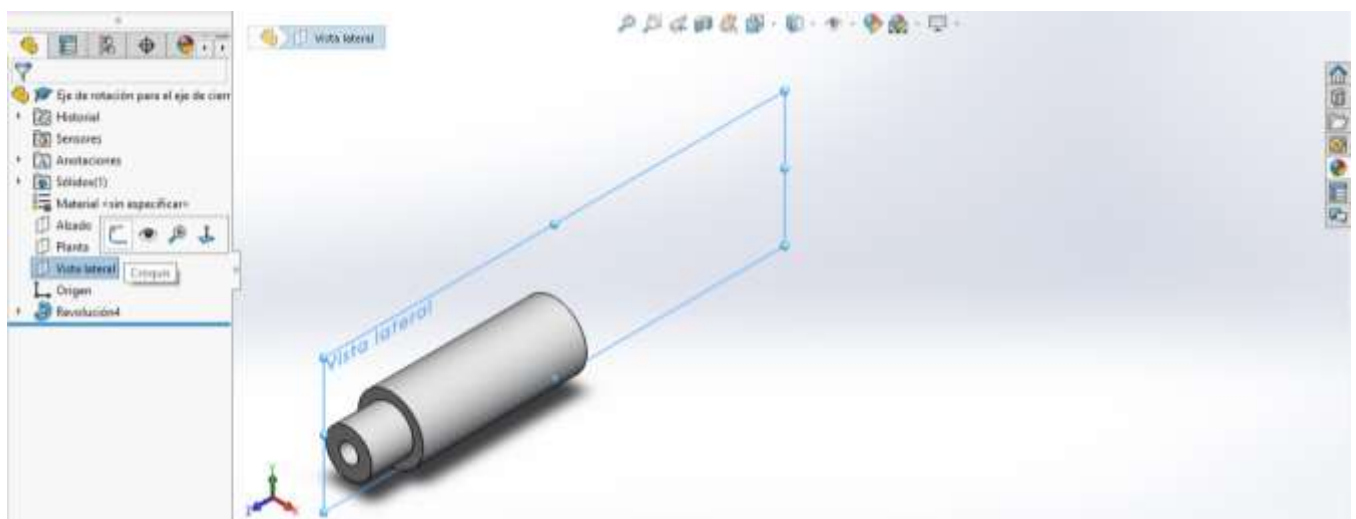
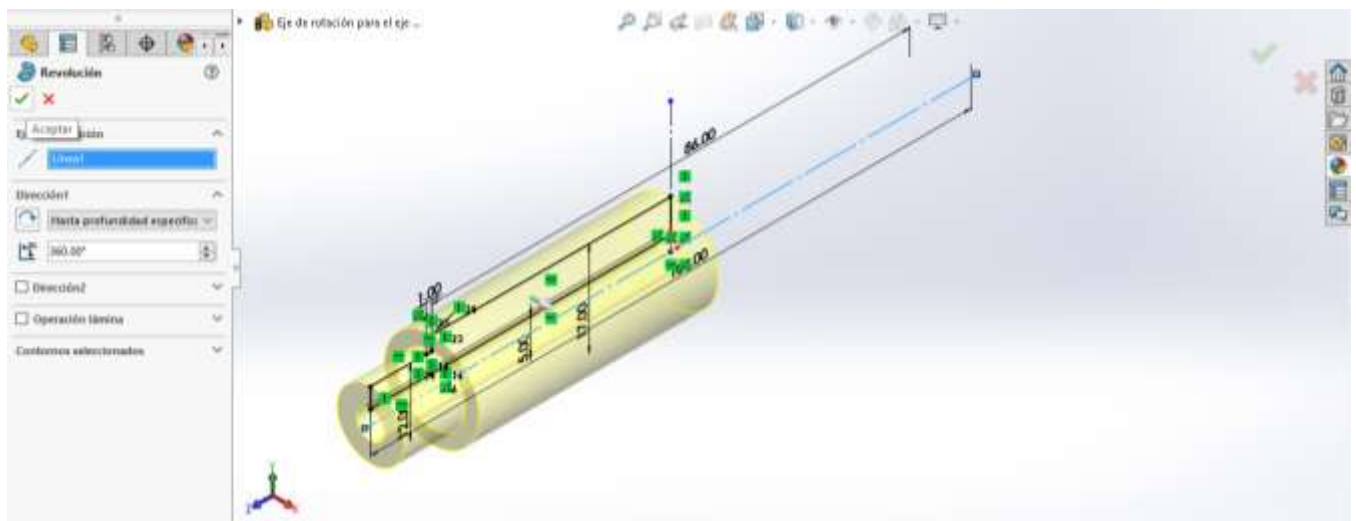
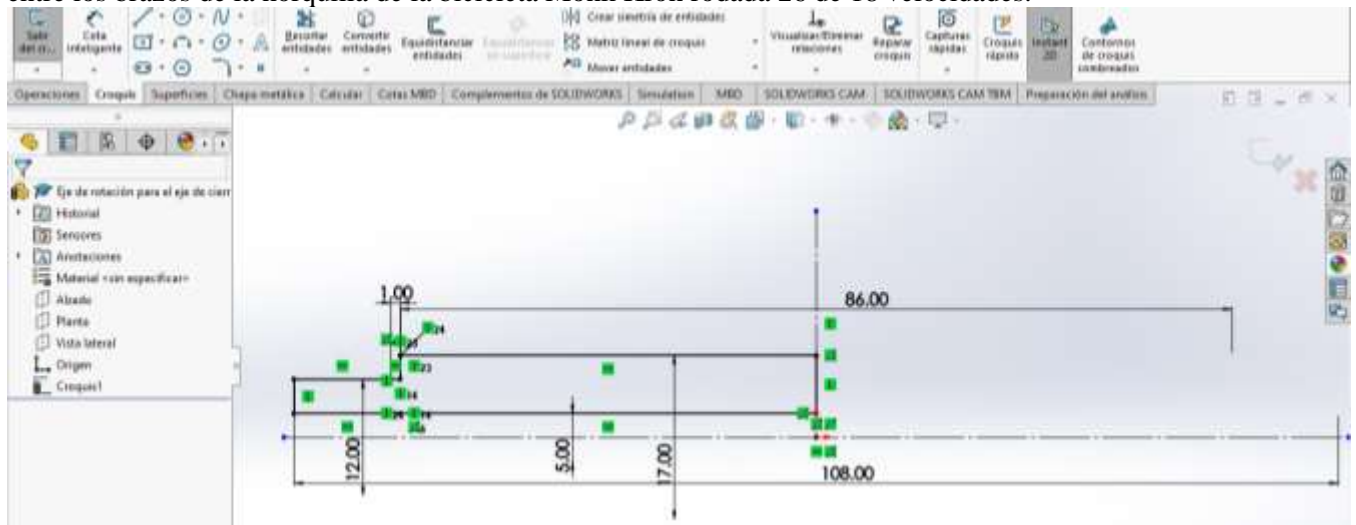
- La distancia de 86 mm es la separación entre las **Placas Laterales** de aluminio pertenecientes a la **Rueda Frontal de Bicicleta Generadora de Energía Eléctrica de la Tesis Wars**.
- La distancia de 1 mm es el espesor de las **Placas Laterales** de aluminio.
- El diámetro de 5 mm es donde entra el **Eje del Buje de Cierre Rápido**, la cual es una pieza aparte que permite remover y colocar de forma más sencilla la rueda a la bicicleta.
- El diámetro de 12 mm es el diámetro de la tuerca de sujeción que une al **Buje** con el brazo de la **Horquilla**.
- El diámetro de 17 mm es para que esté bien sujeta la placa contra la tuerca
- La distancia de 108 mm es el largo del **Eje del Buje de Cierre Rápido**, para que pueda cerrar de manera correcta el eje de cierre rápido.

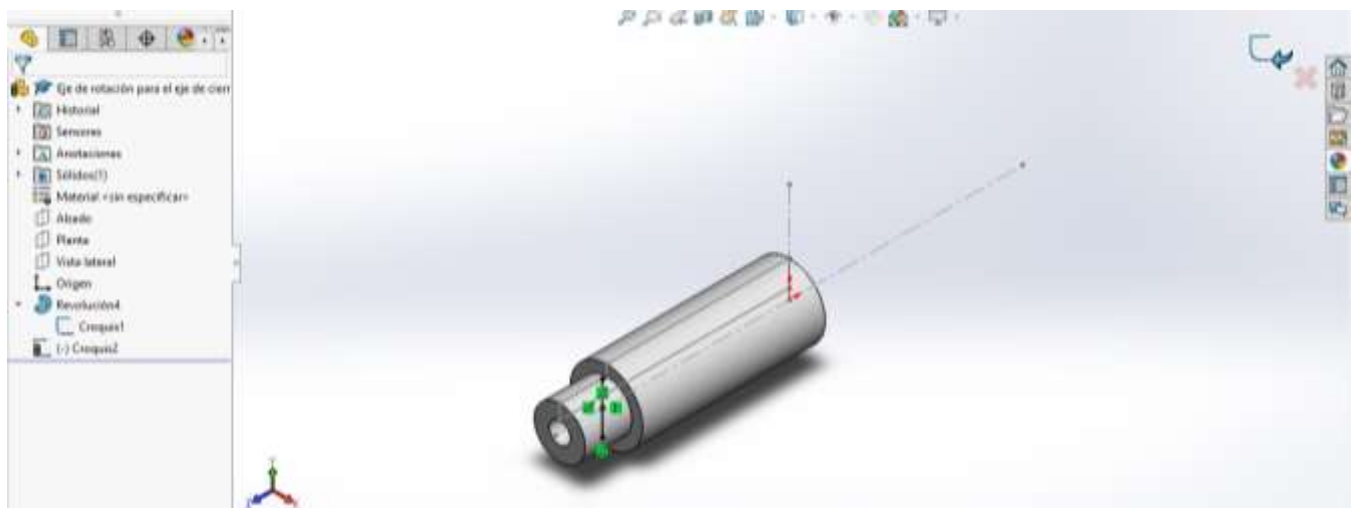
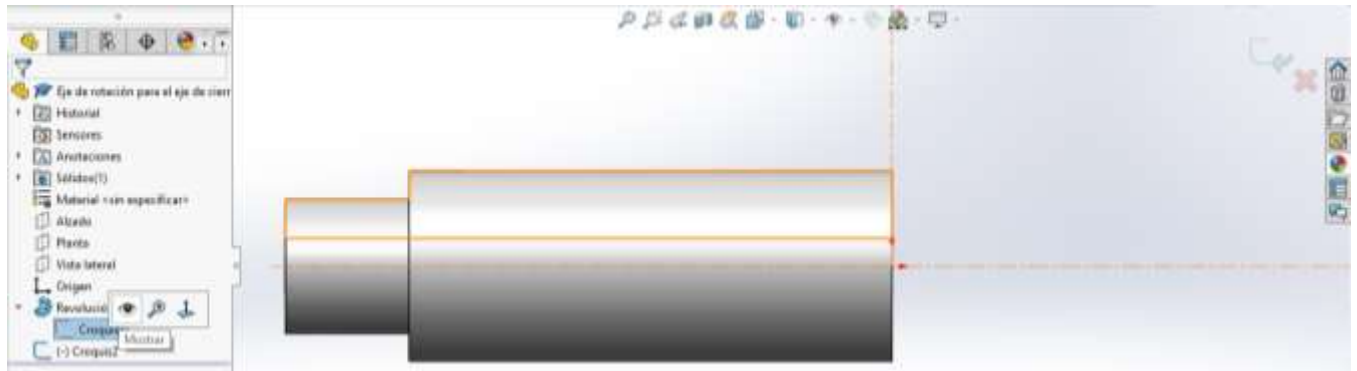
Operaciones: Revolución de Saliente/Base - Creación de Sólidos de Revolución

Cuando un sólido se crea a partir de una vista lateral y una recta central se le llama sólido de revolución y sirve para crear sólidos normalmente cilíndricos o que simplemente tienen simetría alrededor de una recta que pasa por su centro.



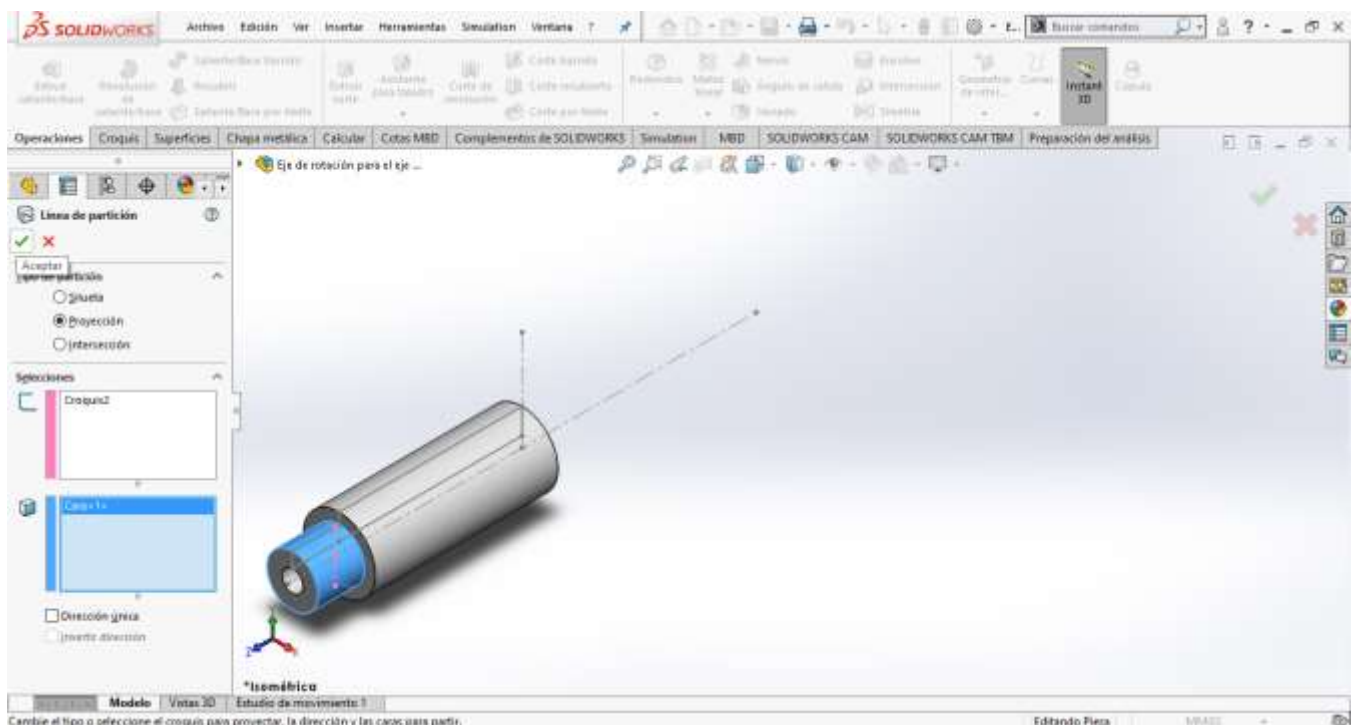
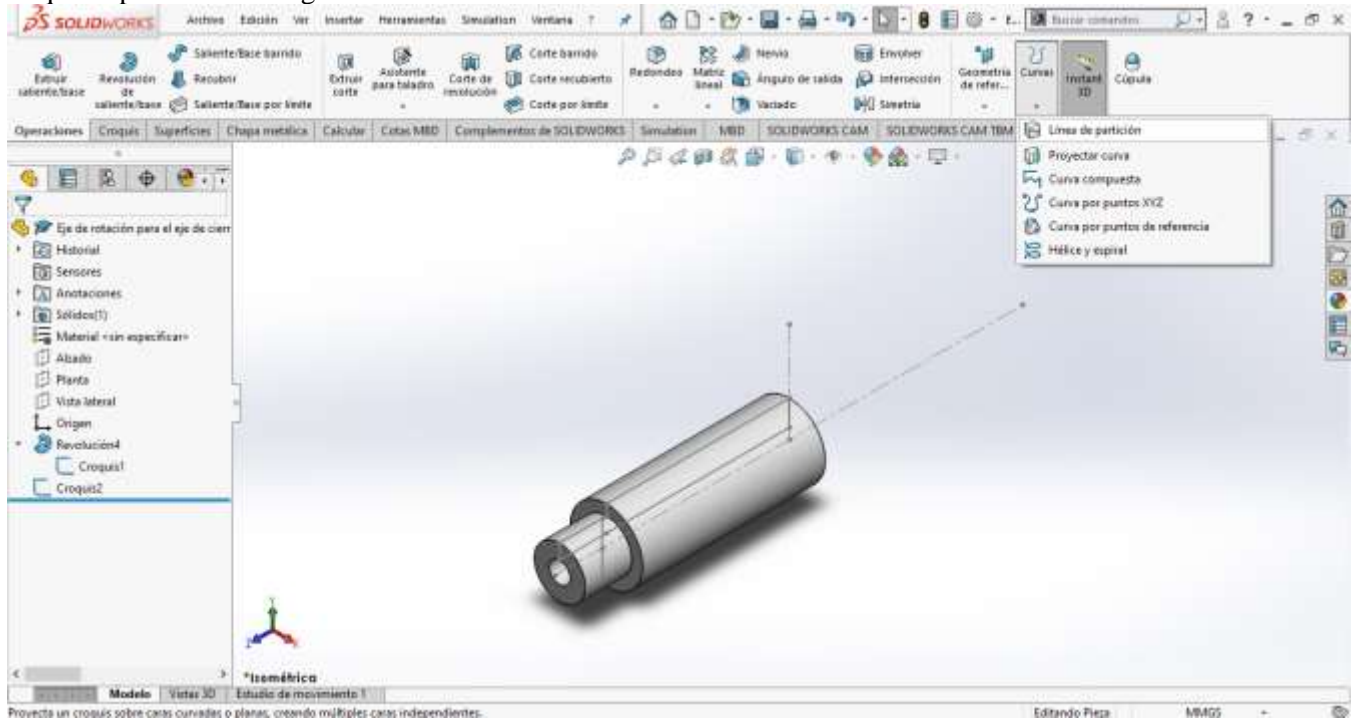
El espesor de la rueda más la distancia entre las placas debe ser igual a 88 mm, para que sumándole la pestaña de la tuerca de sujeción que es de 7.5 mm el total sea de 103 mm, que es la distancia de separación entre los brazos de la horquilla de la bicicleta Monk Kron rodada 26 de 18 velocidades.

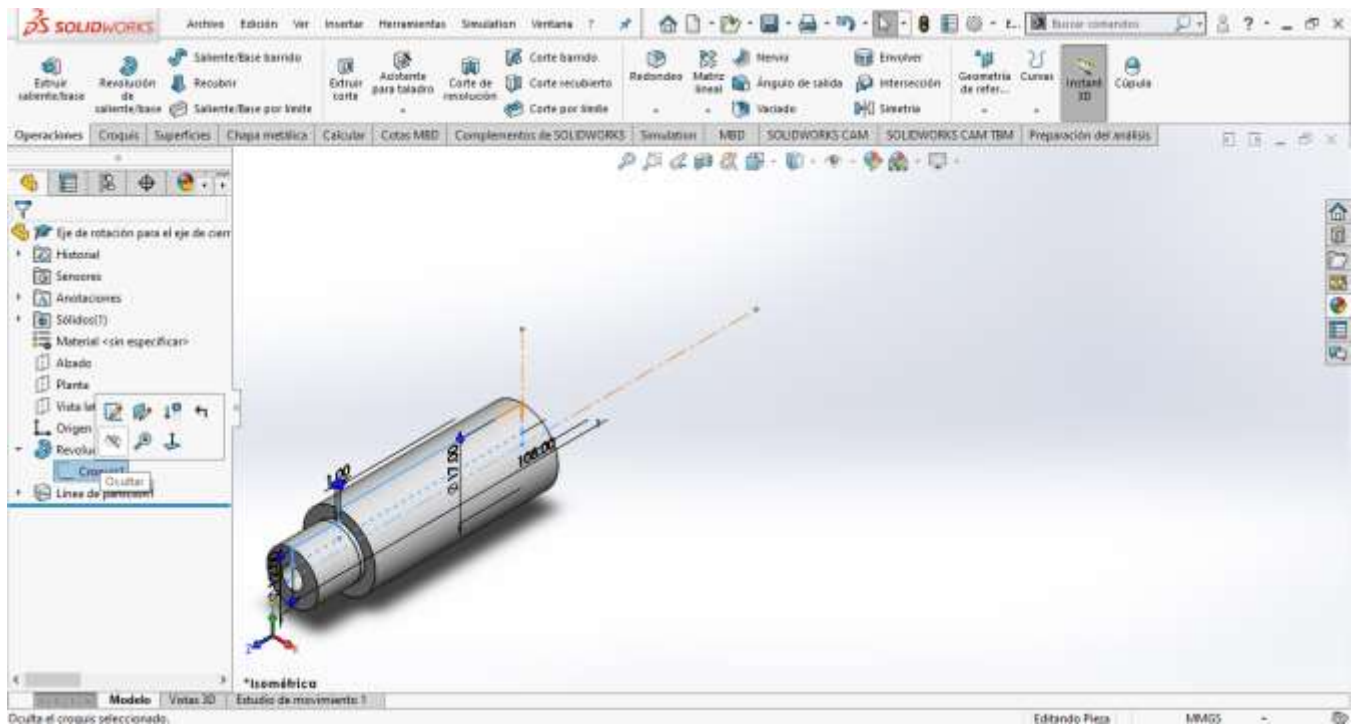




Operaciones: Curvas → Línea de Partición - Proyectar un Dibujo sobre un Sólido

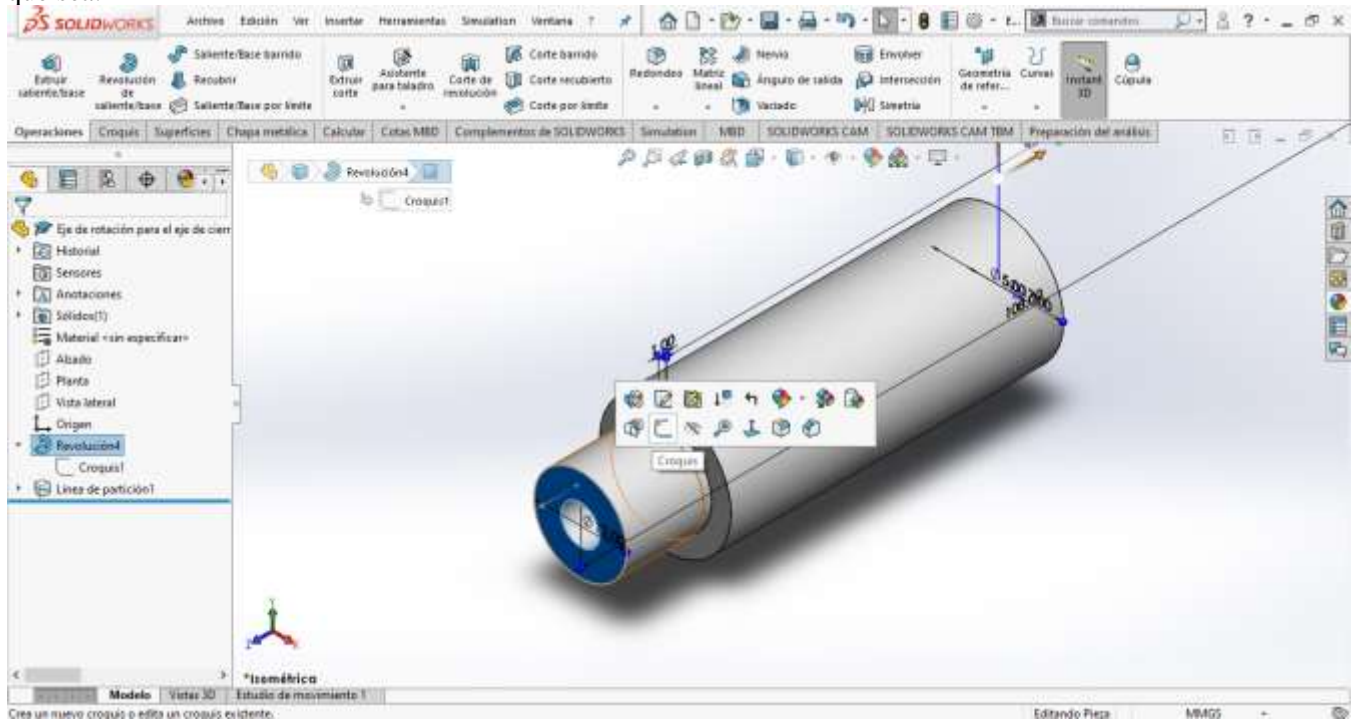
Siempre que se quiera crear un estampado o sticker estético sobre un sólido se debe utilizar la herramienta de Línea de Partición, específicamente su opción de Proyección, pero antes se debe haber dibujado lo que se quiere plasmar en la figura 3D.

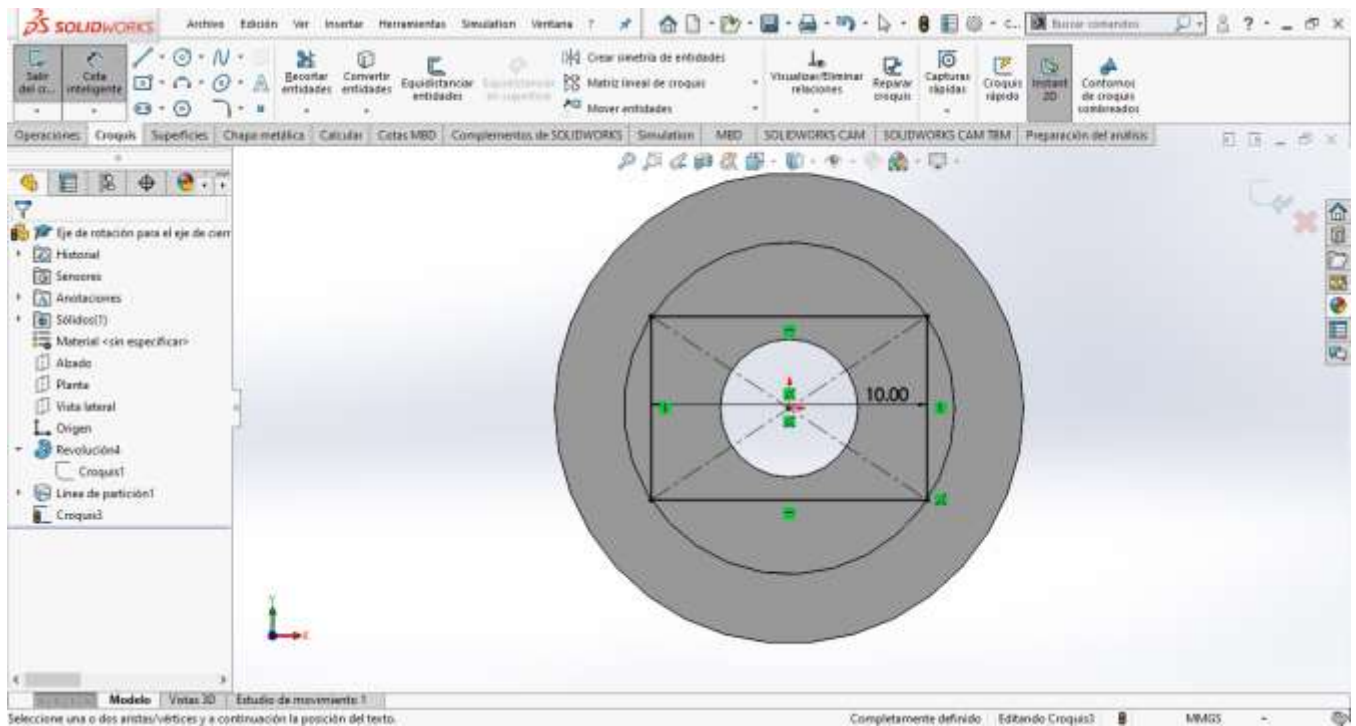




Clic Sobre una Superficie Plana: Croquis - Nuevo Croquis

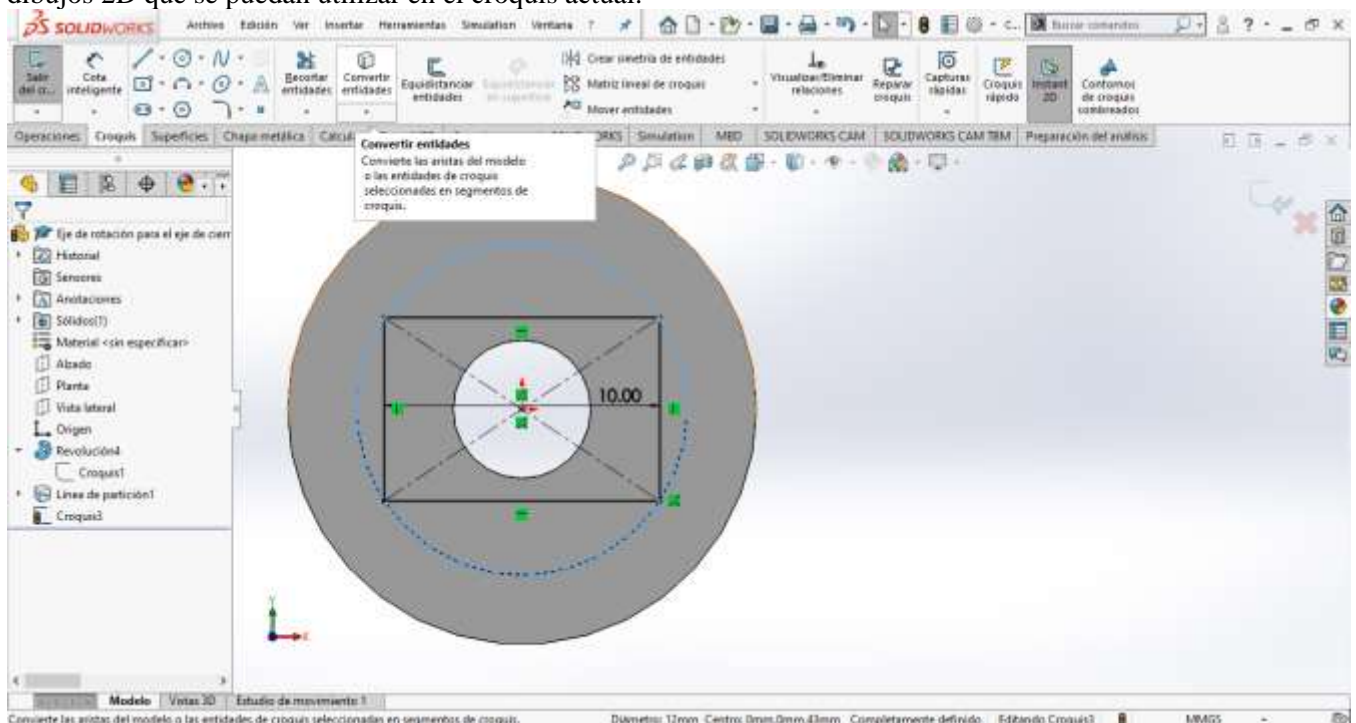
Creación de un nuevo croquis que se encuentra sobre una cara específica sobre el cual se puede dibujar lo que sea.





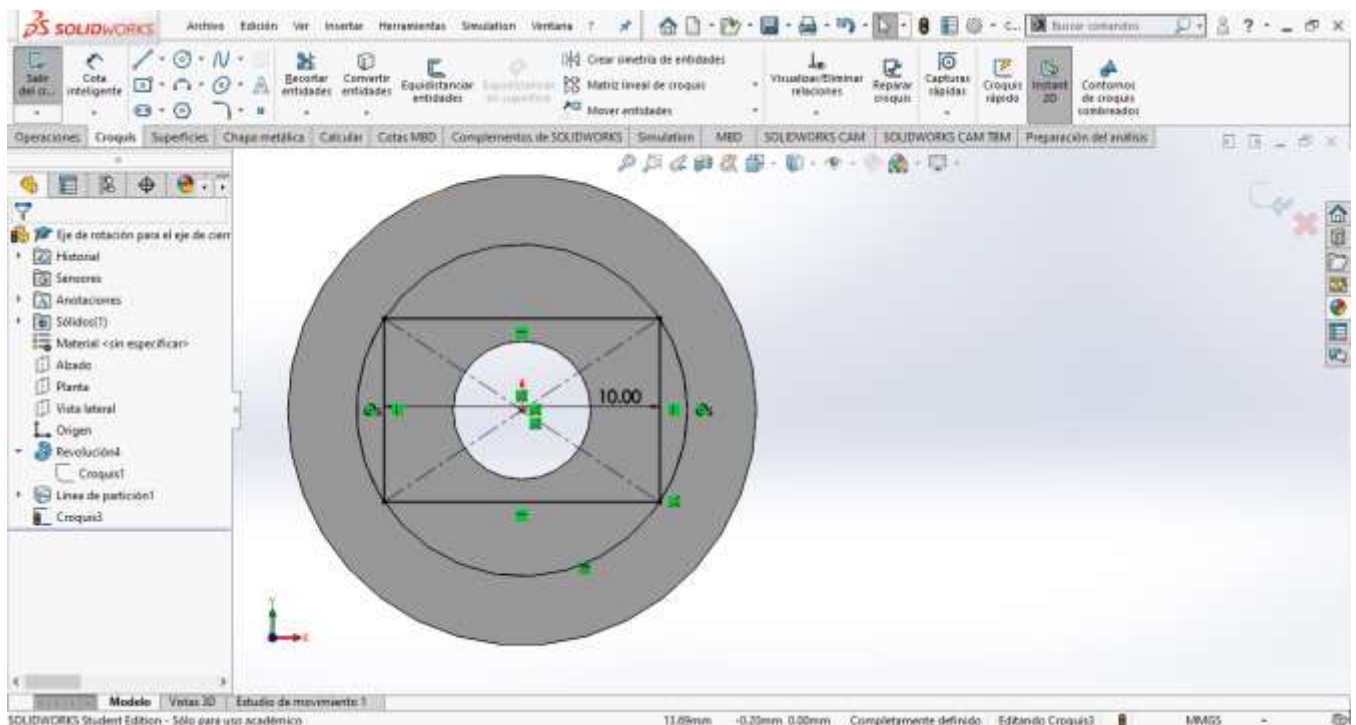
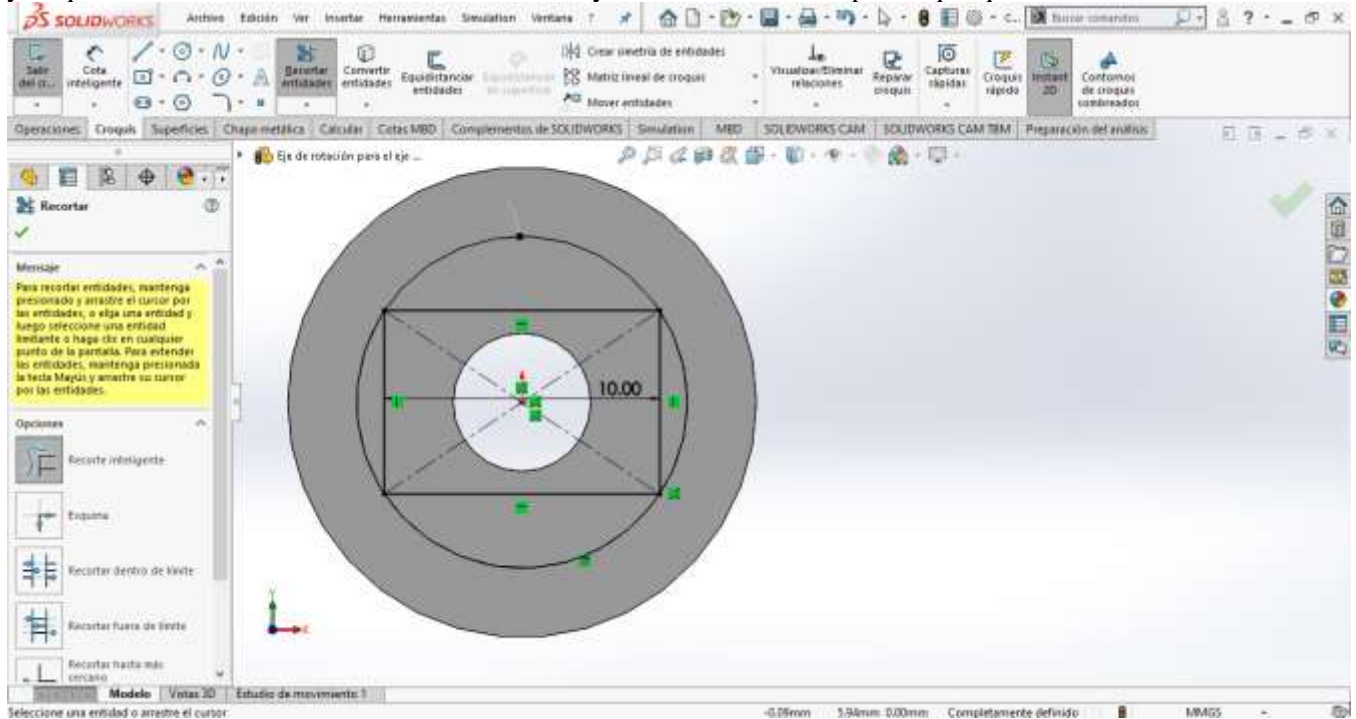
Croquis: Convertir Entidades - Transformar Partes de una Figura 3D en Dibujos 2D del Croquis

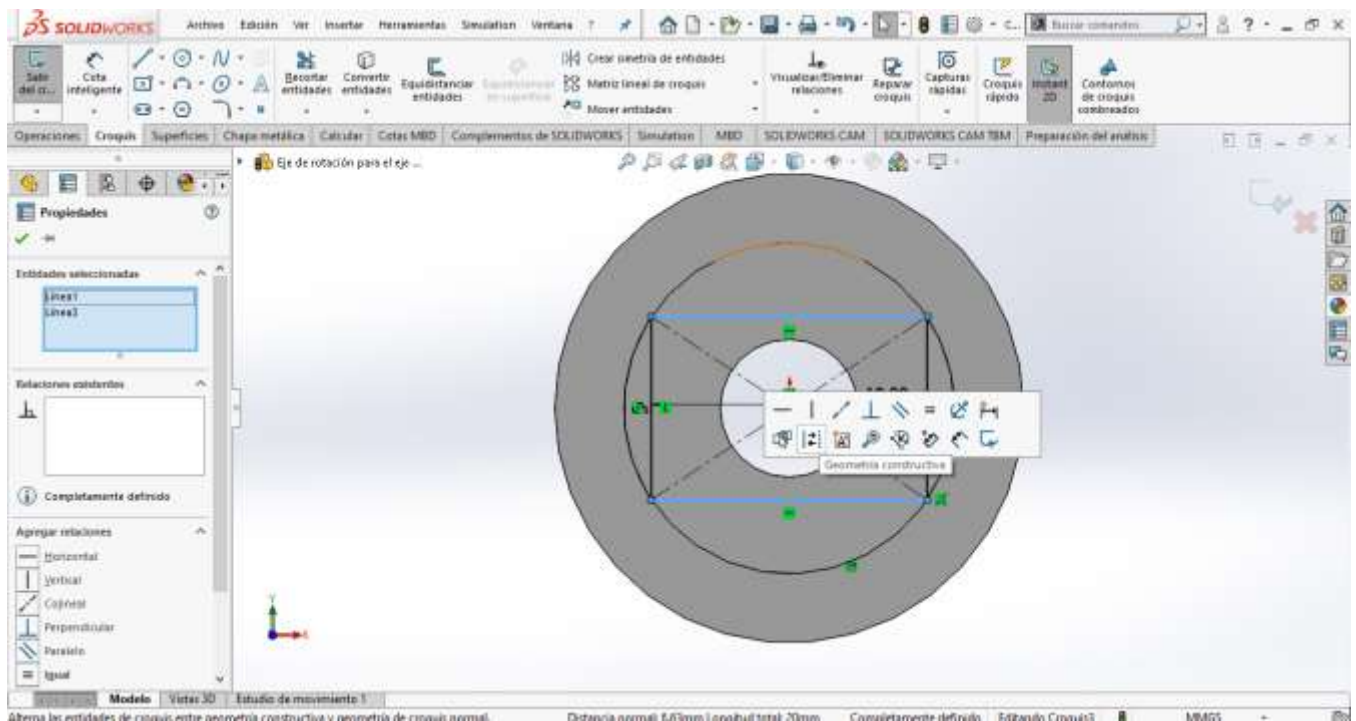
Se utiliza la herramienta de Convertir Entidades para transformar las rectas o curvas de la figura 3D en dibujos 2D que se puedan utilizar en el croquis actual.



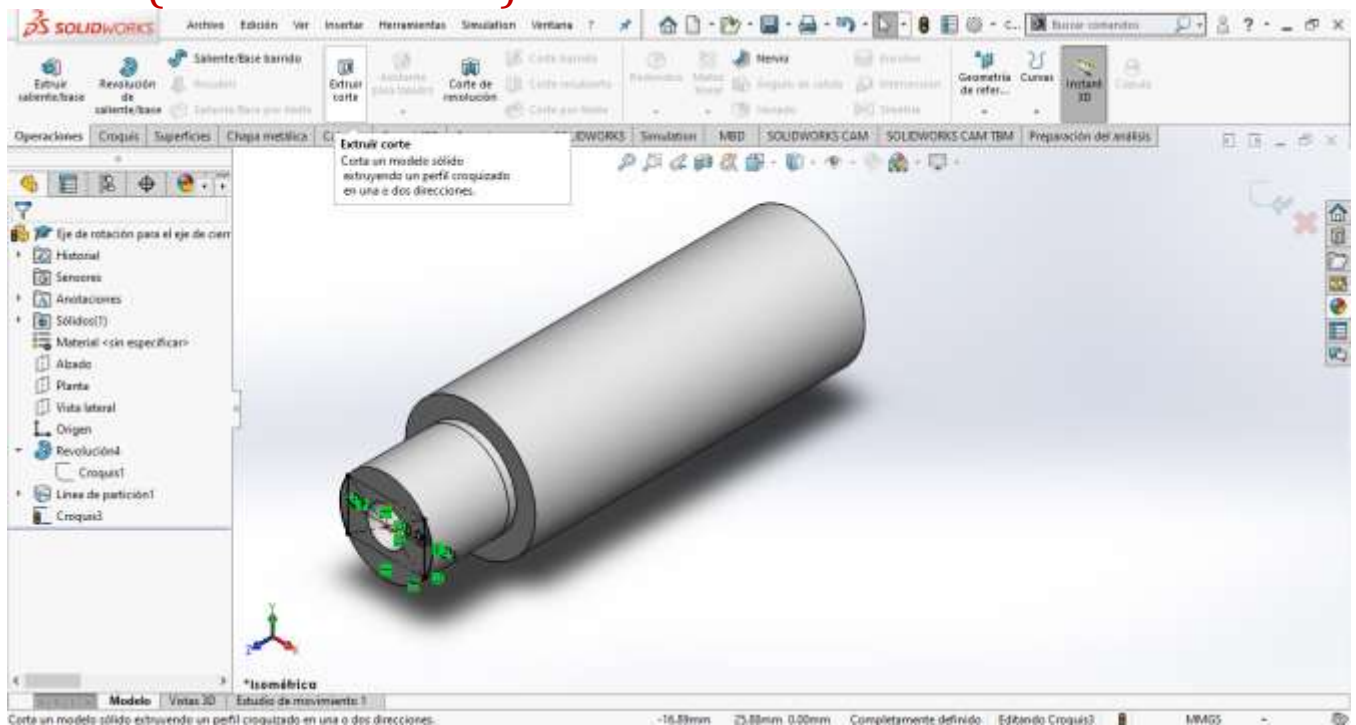
Croquis: Recortar Entidades - Eliminar Partes de un Dibujo 2D

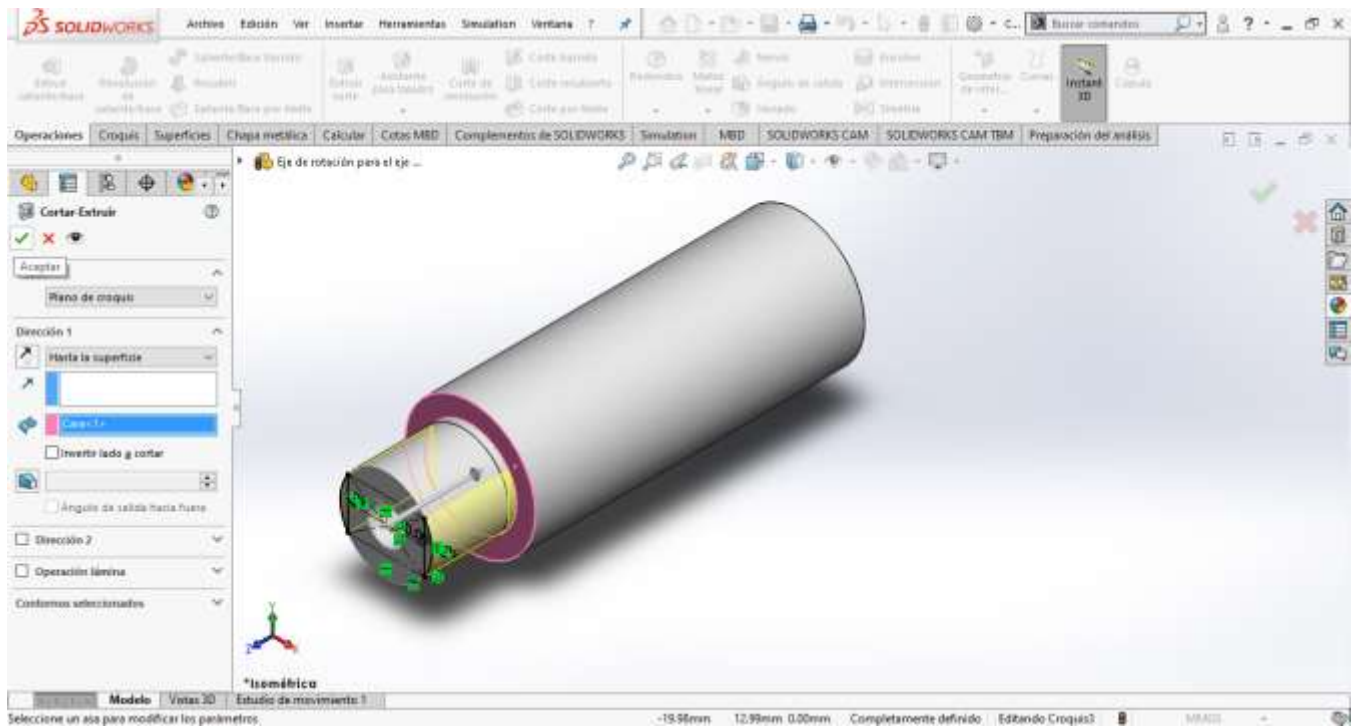
Se utiliza la herramienta de Recortar Entidades para eliminar (recortar) partes que no queremos del dibujo perteneciente a un Croquis, específicamente la herramienta que se utiliza más se llama recorte inteligente y lo que se hace con este es dar clic con el mouse y arrastrarlo hacia las partes que queremos eliminar.





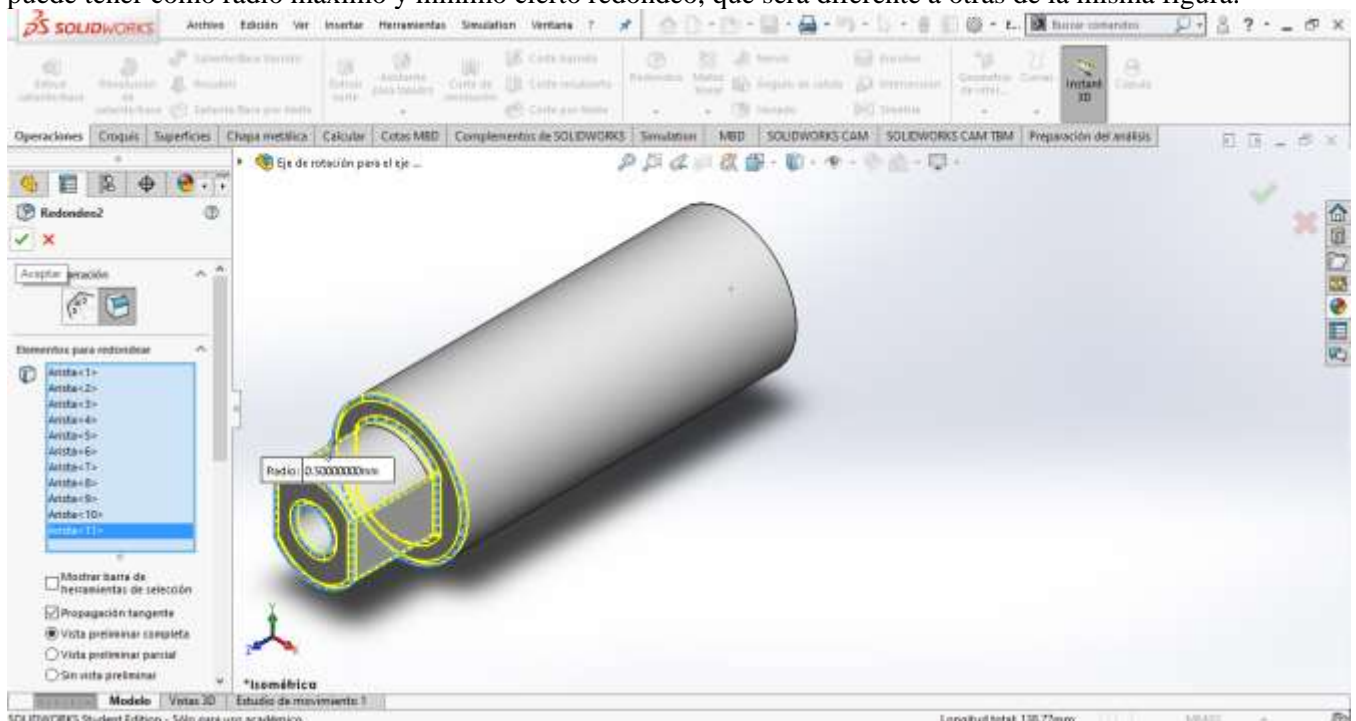
Operaciones: Extruir Corte - Crear Orificios Rectos en un Sólido (De Forma Lineal)





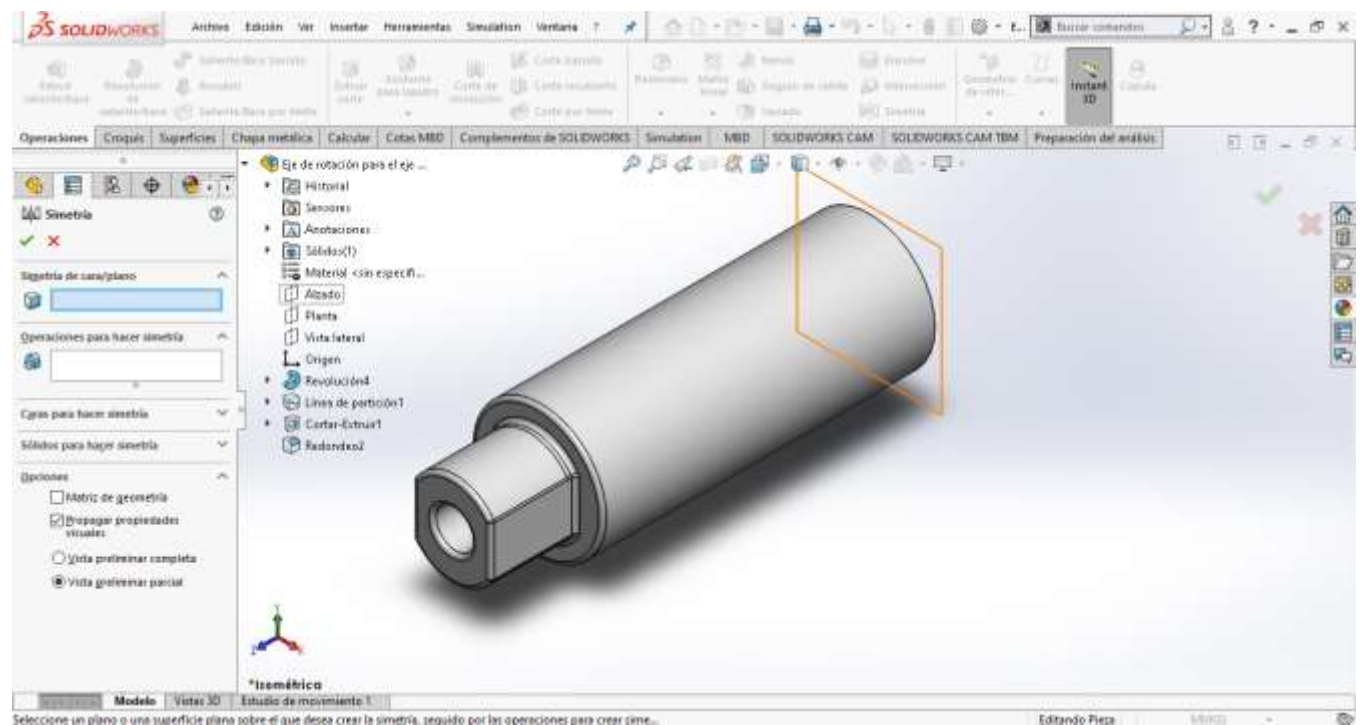
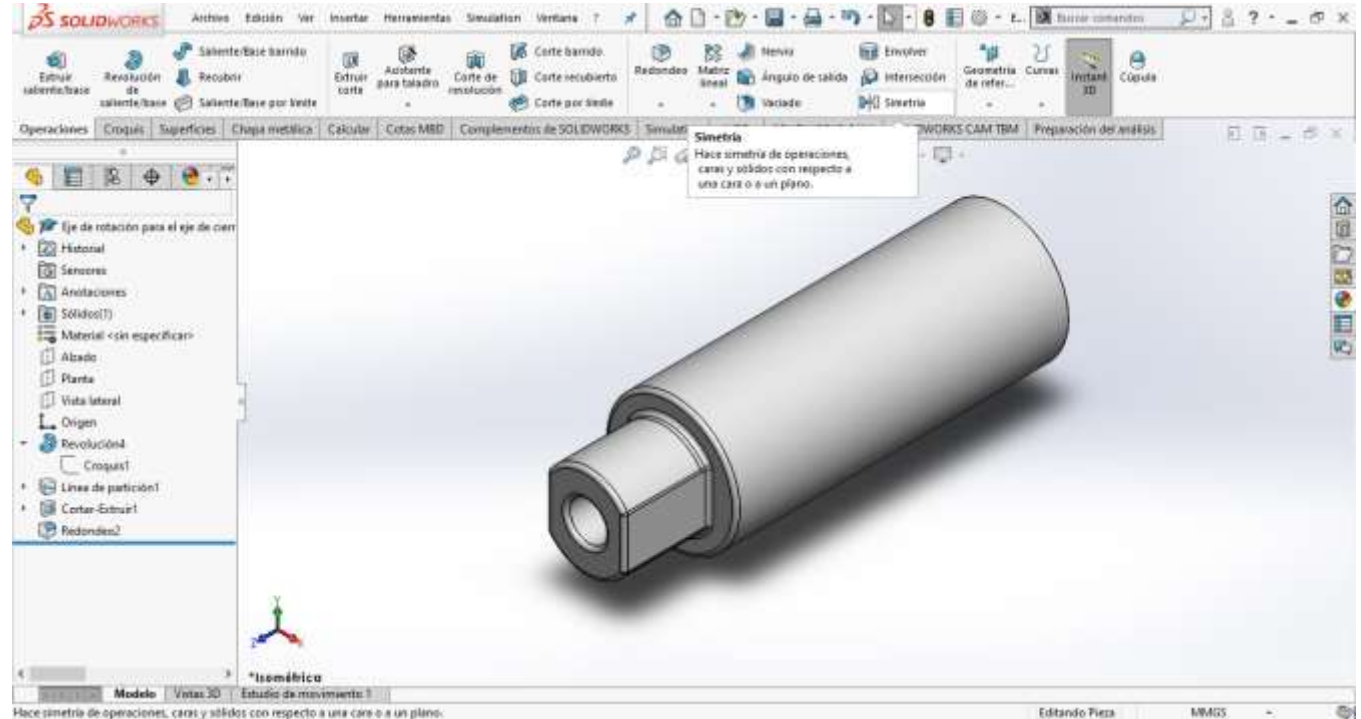
Operaciones: Redondeo - Redondear las Esquinas de una Figura 3D

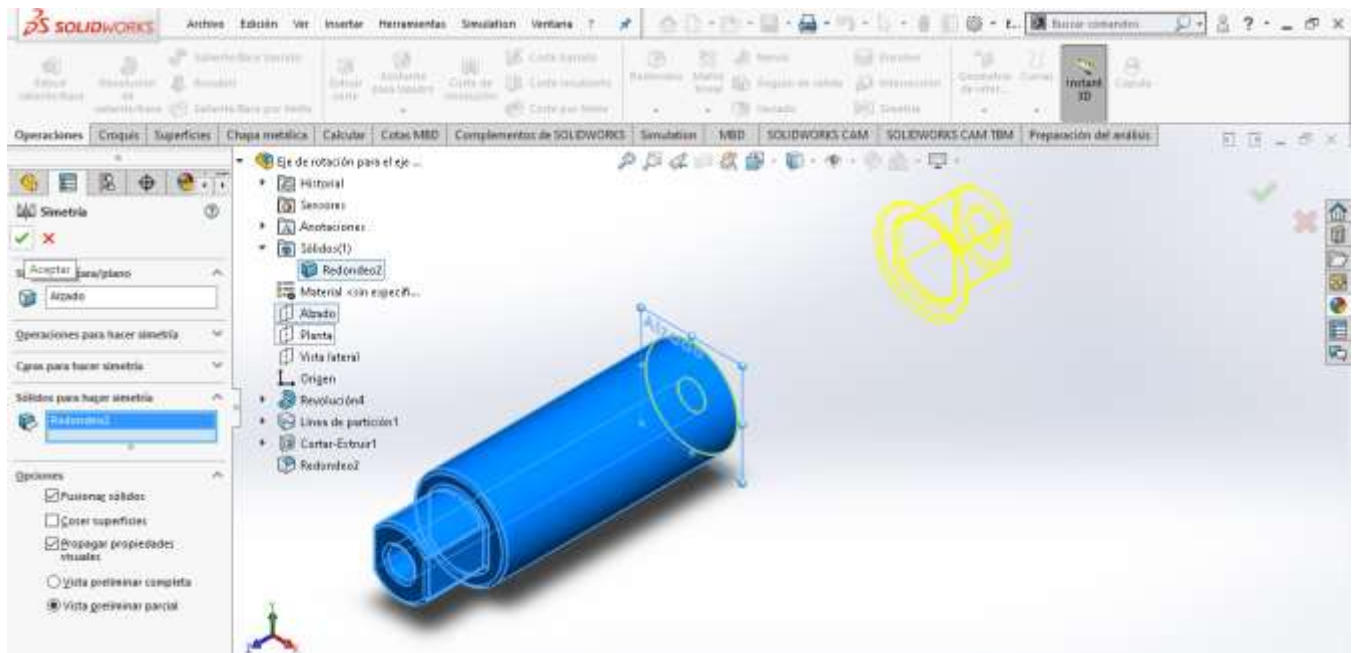
El límite del radio del redondeo será dado por la misma geometría de la figura, hay curvas en las que se puede tener como radio máximo y mínimo cierto redondeo, que será diferente a otras de la misma figura.



Operaciones: Simetría - Duplicar una Figura Respecto a un Plano o Cara

Para duplicar una figura de forma simétrica respecto a cierta cara o plano del modelo se utiliza la herramienta de Simetría.





Complementos de SOLIDWORKS: PhotoView 3D - Vista Mejorada de la Figura

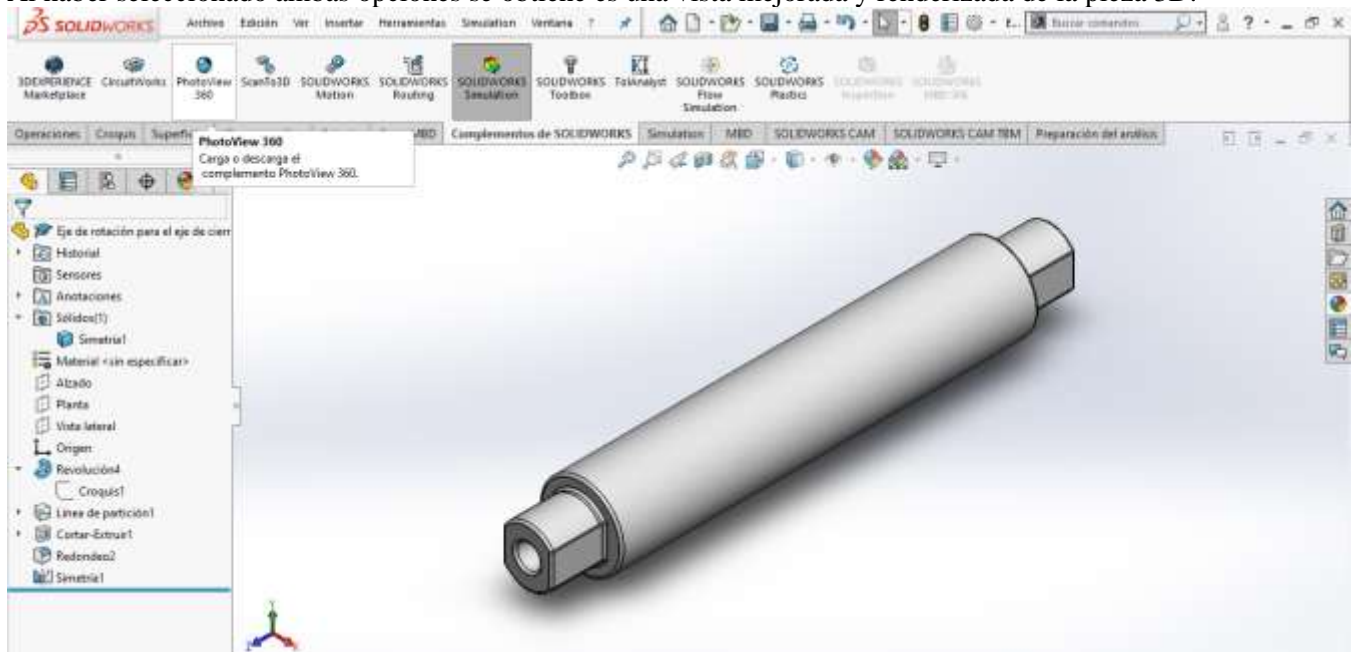
Cuando se selecciona la opción de:

Complementos de SOLIDWORKS: PhotoView 3D.

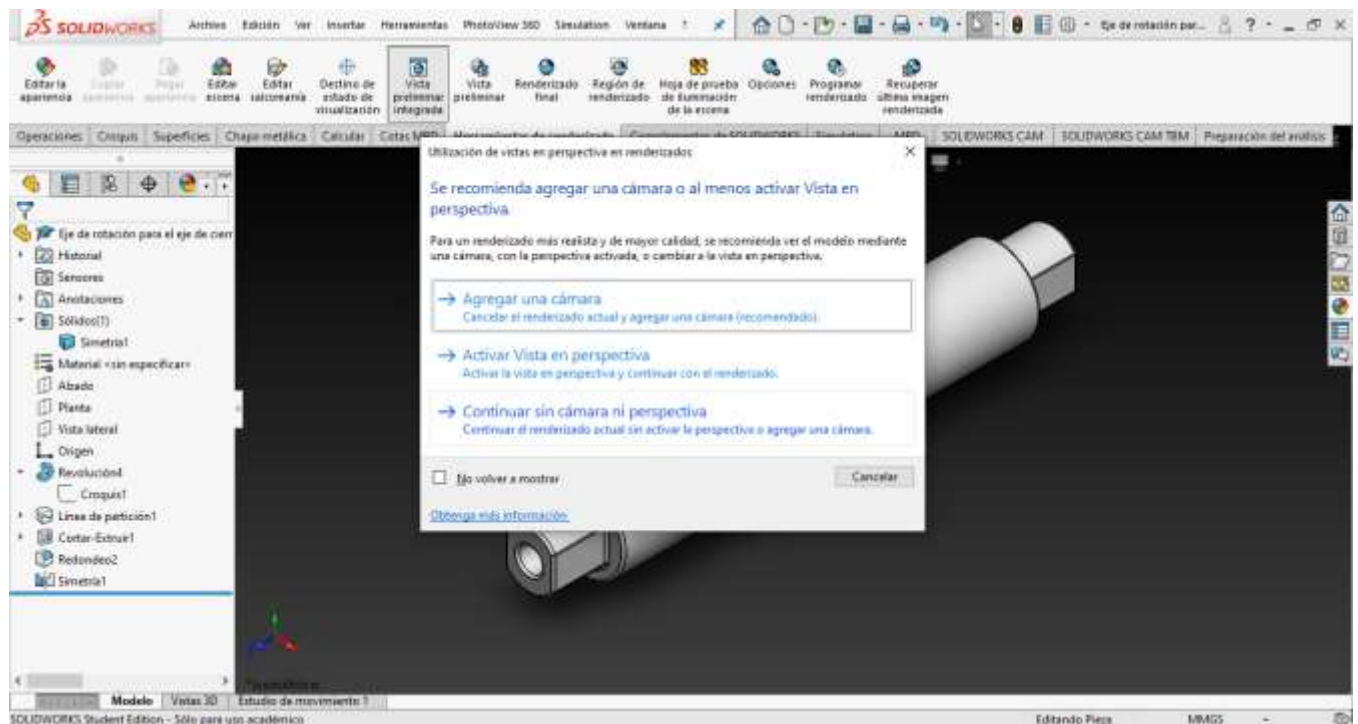
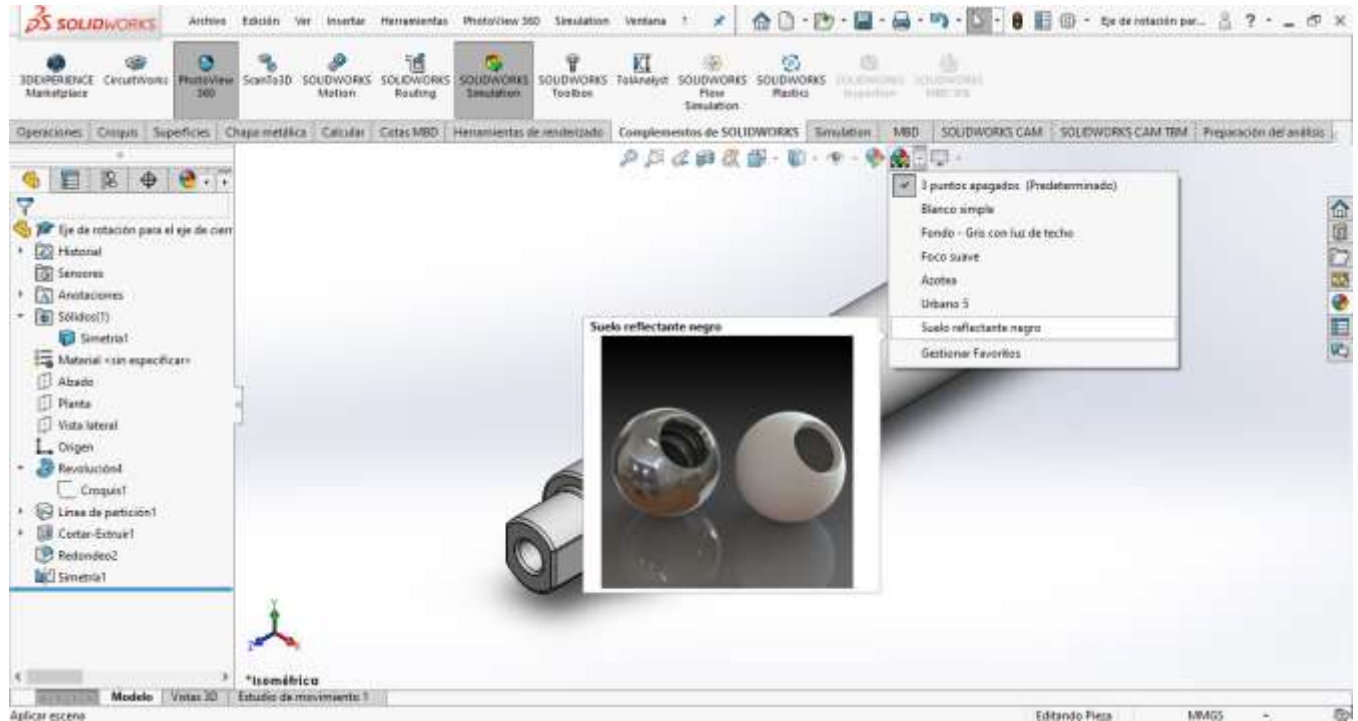
Se activará la opción de:

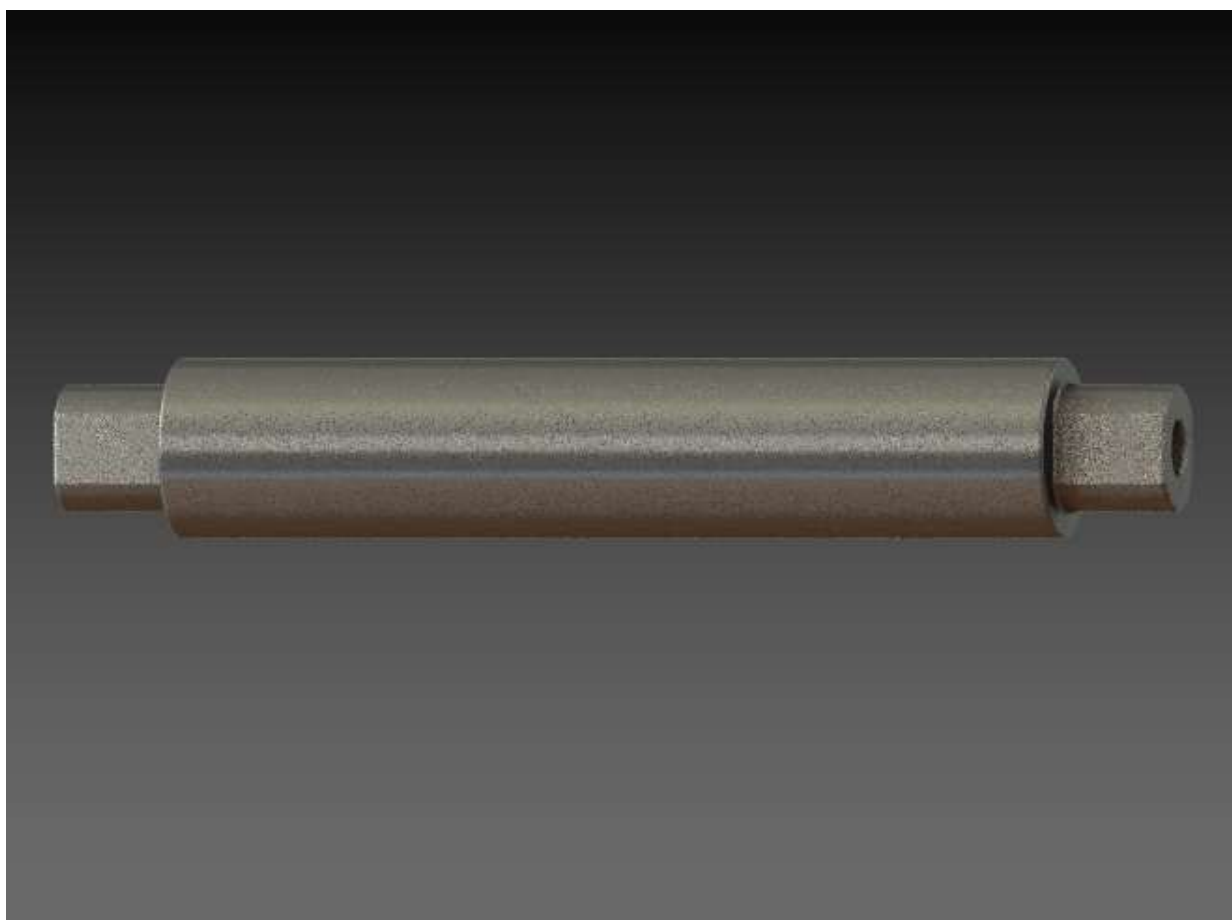
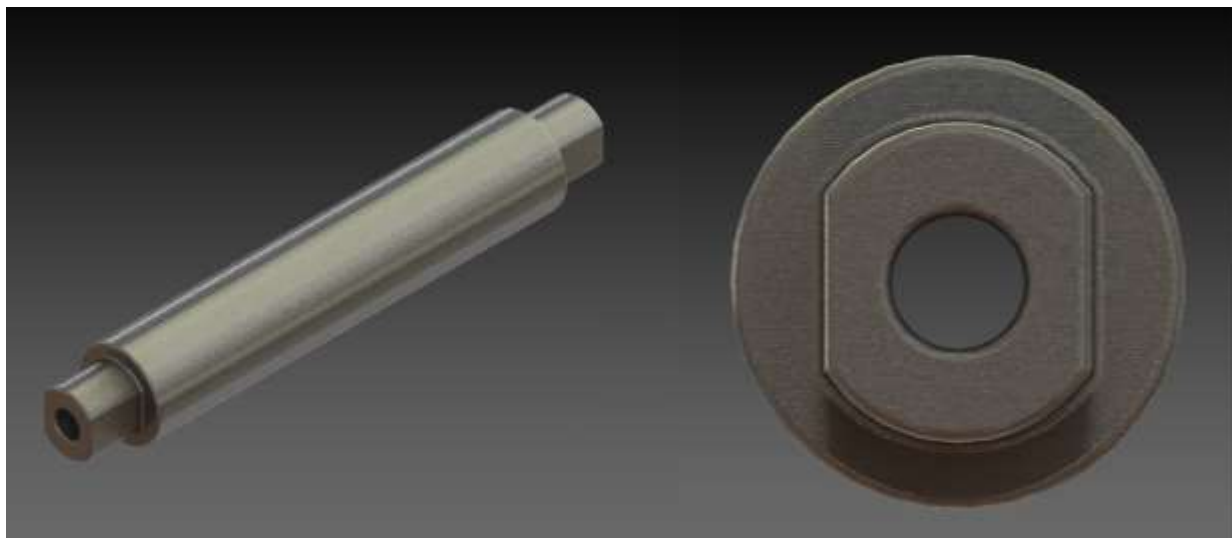
Herramientas de Renderizado → Vista Preliminar Integrada → Continuar Sin Cámara Ni Perspectiva.

Al haber seleccionado ambas opciones se obtiene es una vista mejorada y renderizada de la pieza 3D.

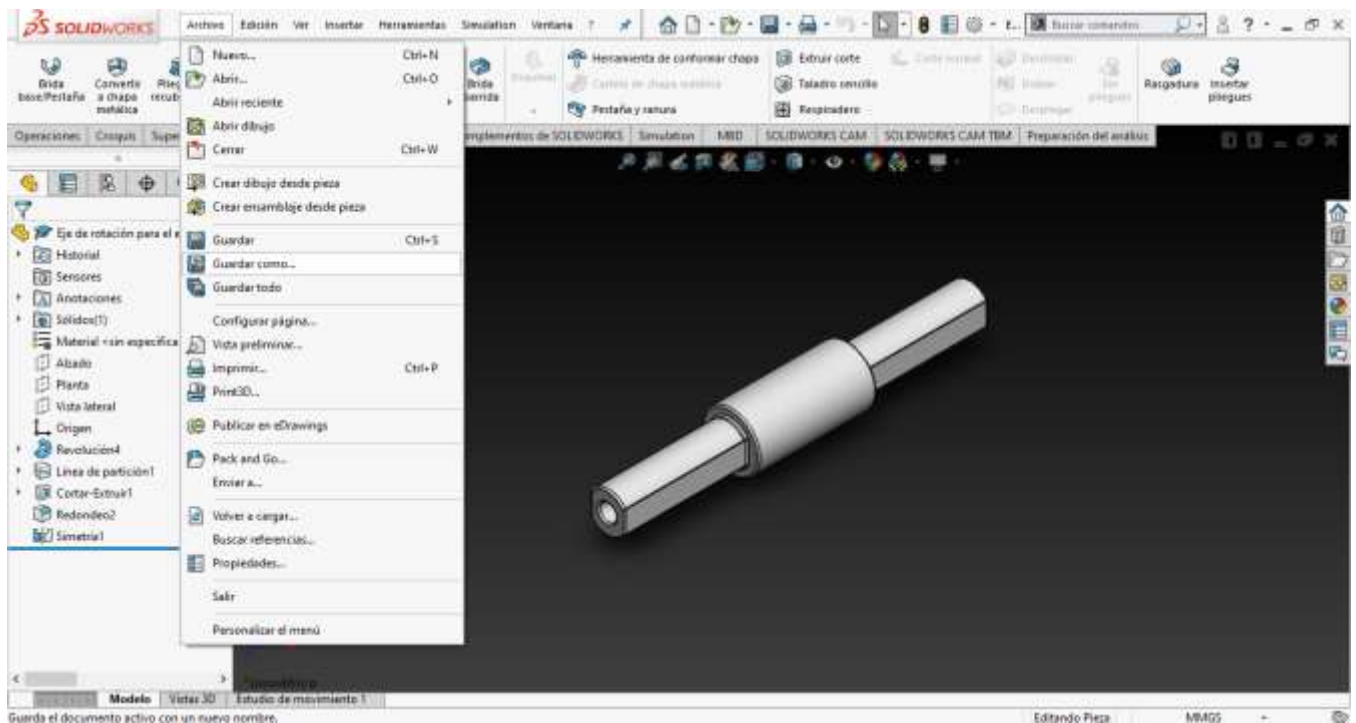


Menú Sobre la Pieza: Aplicar Escena - Indicar Estilo de Fondo

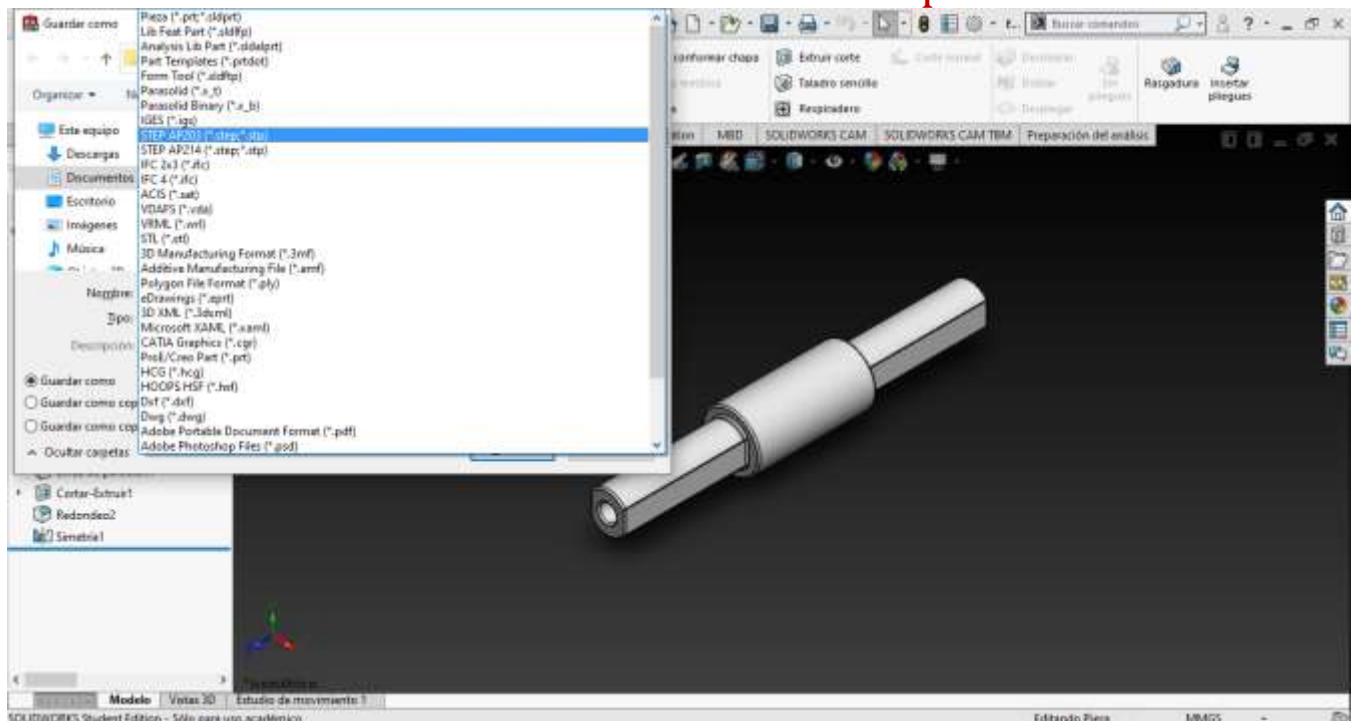


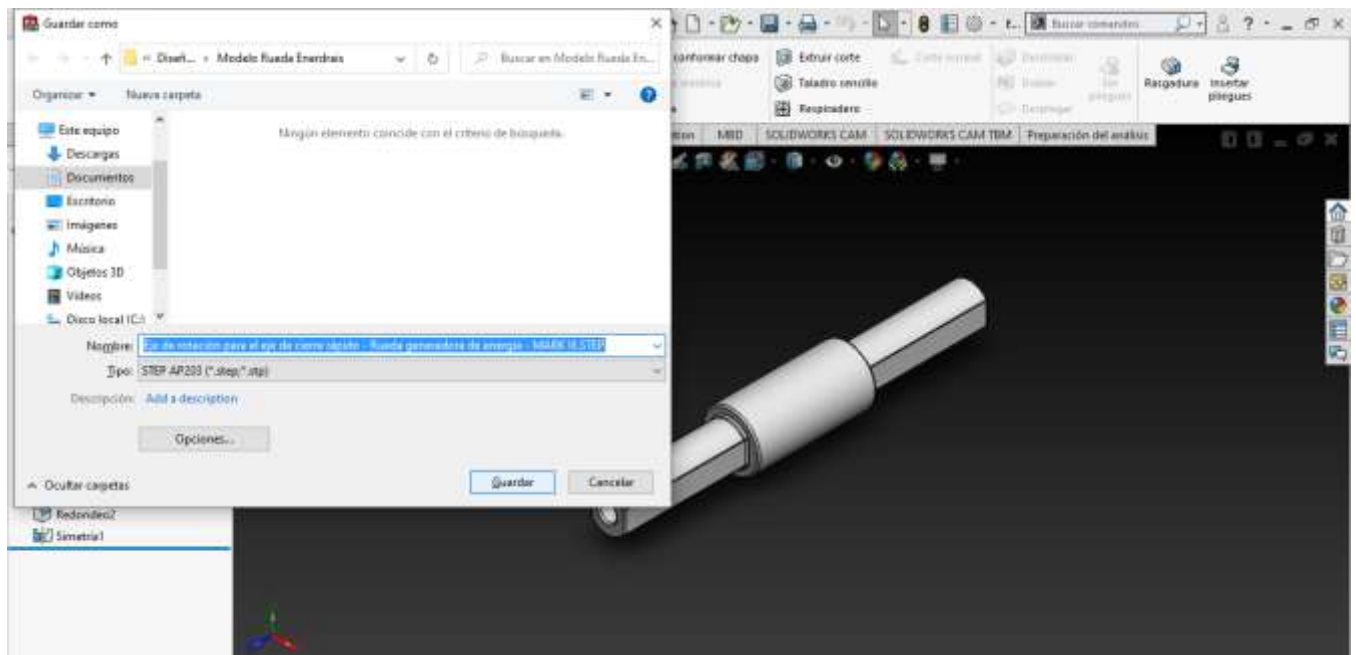


Exportación del Modelo CAD - SOLIDWORKS 2020: Buje de Cierre Rápido - Mark I



Guardar Como...: STEP AP203 - Archivo .step

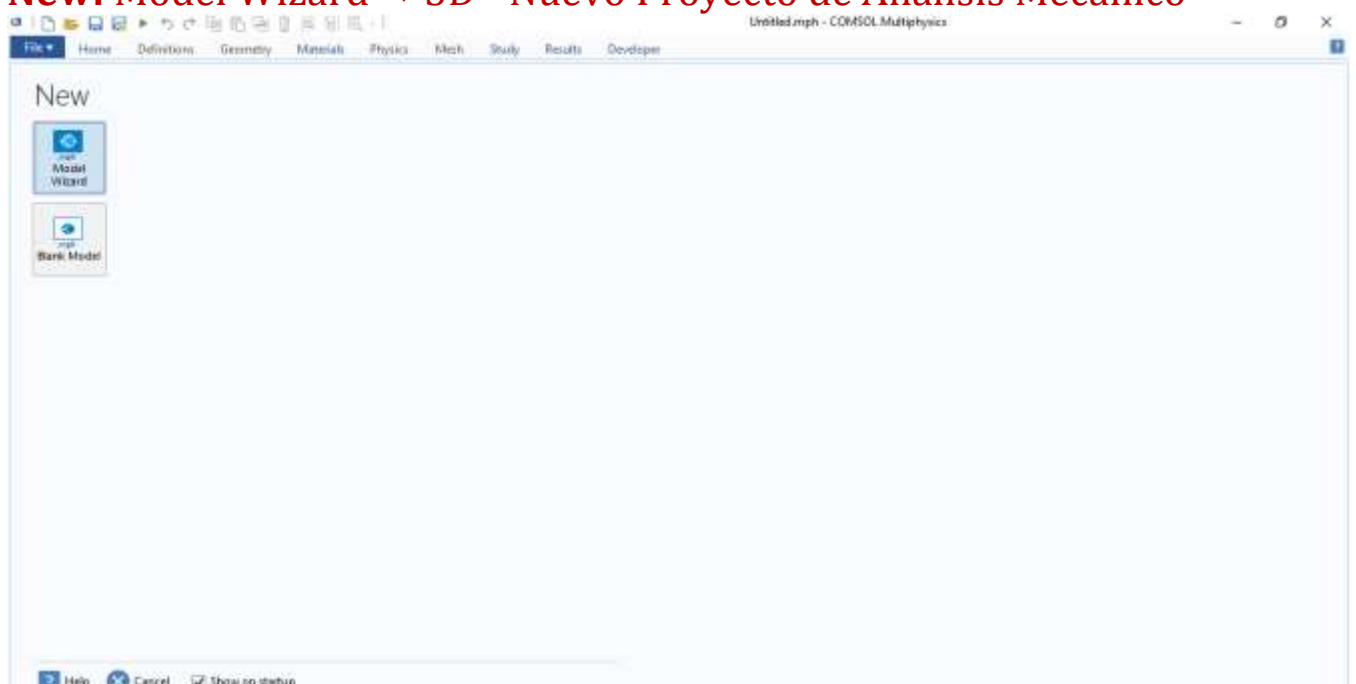


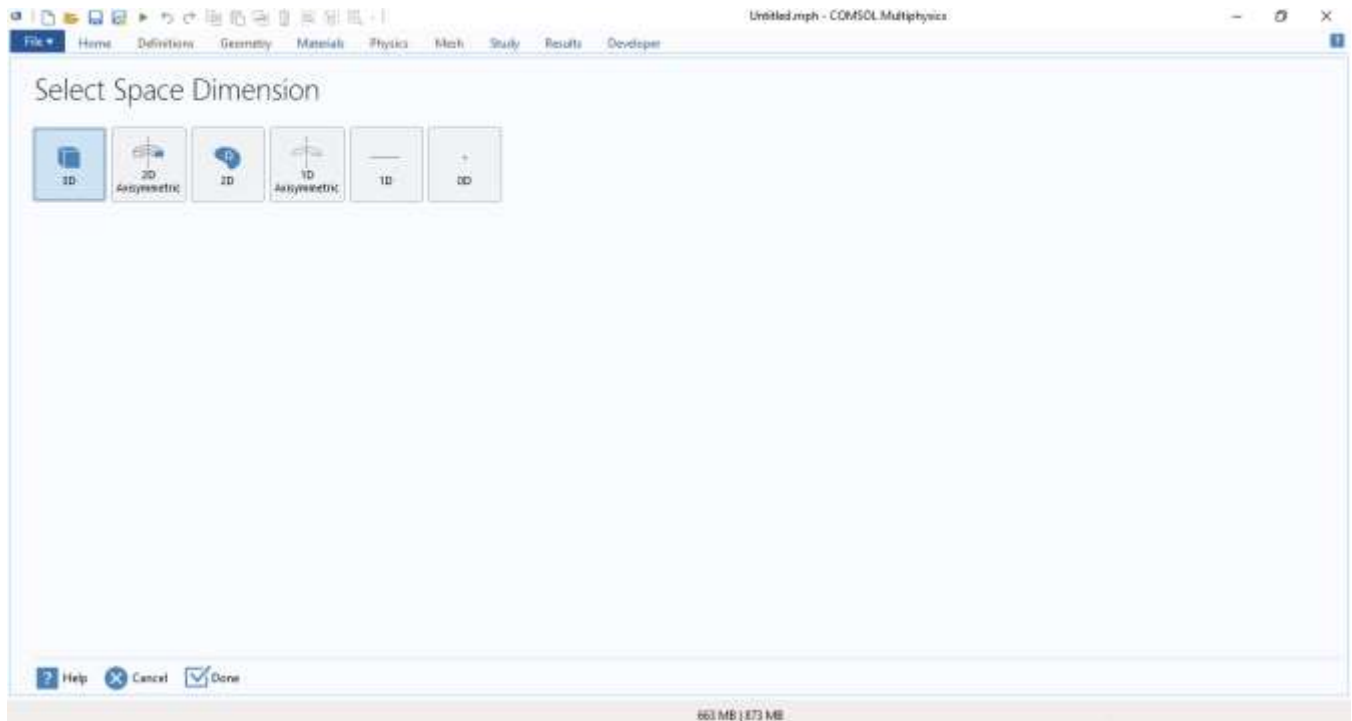


Análisis Mecánico - COMSOL Multiphysics 5.6: **Buje de Cierre Rápido - Mark I**

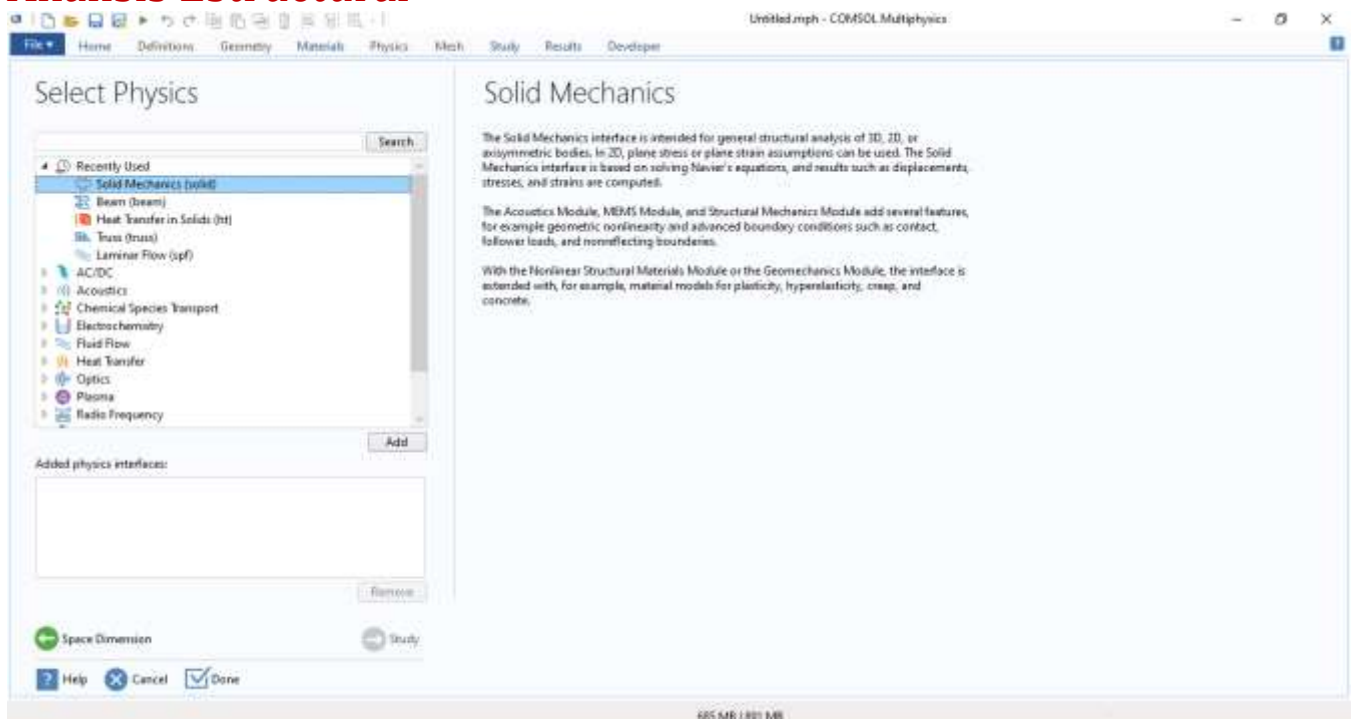
Acción: Transformar el Archivo .step de SOLIDWORKS al .mphbin de COMSOL

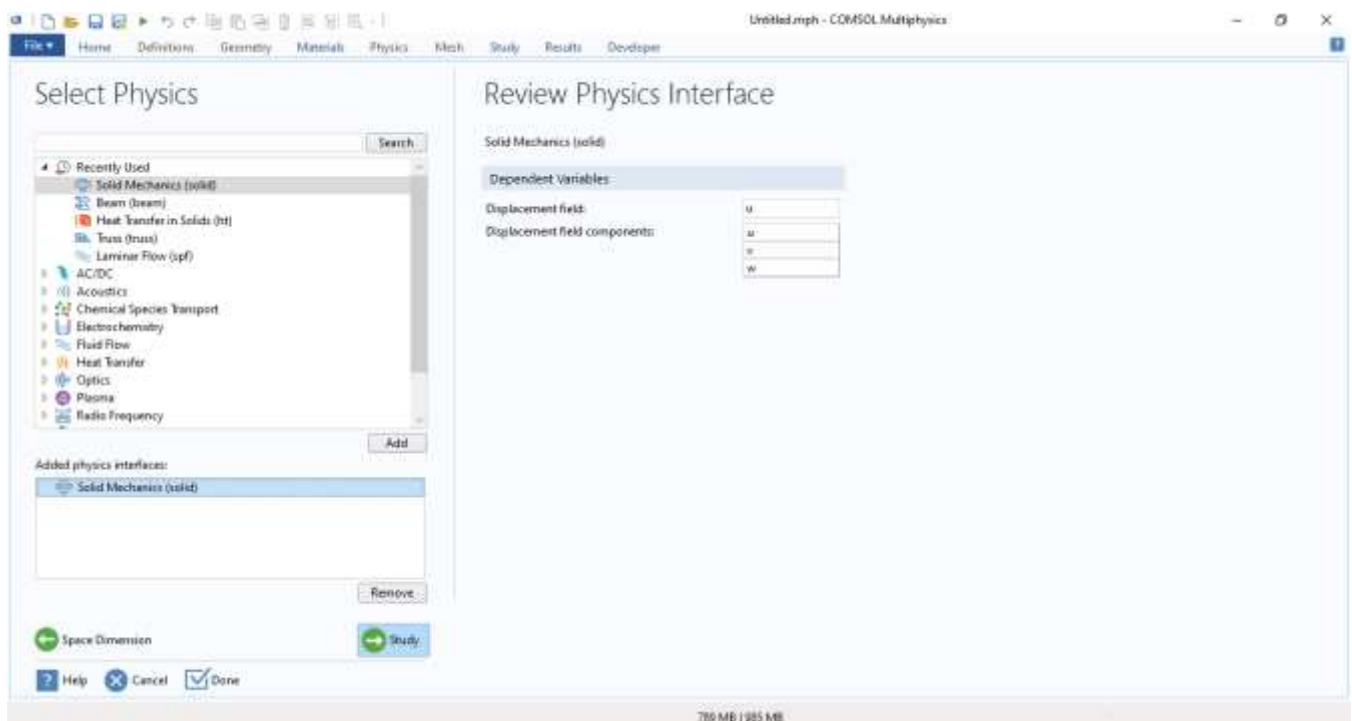
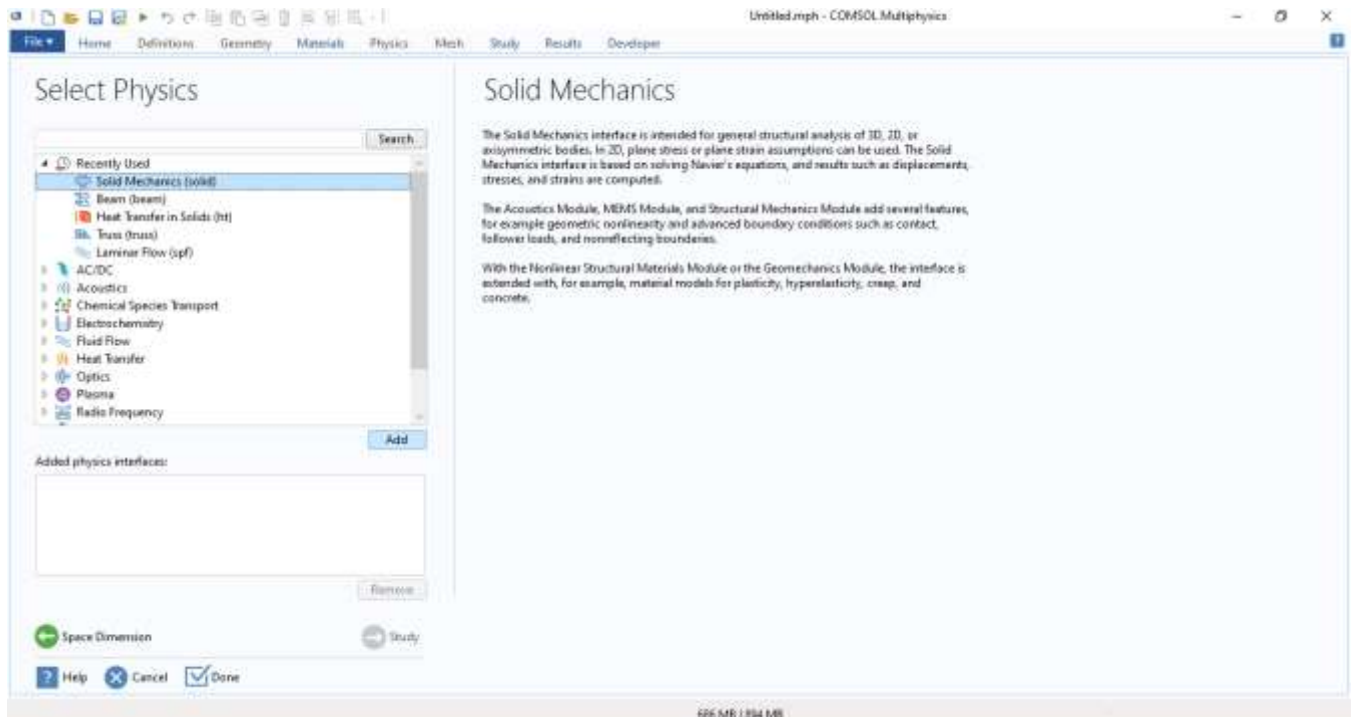
New: Model Wizard → 3D - Nuevo Proyecto de Análisis Mecánico



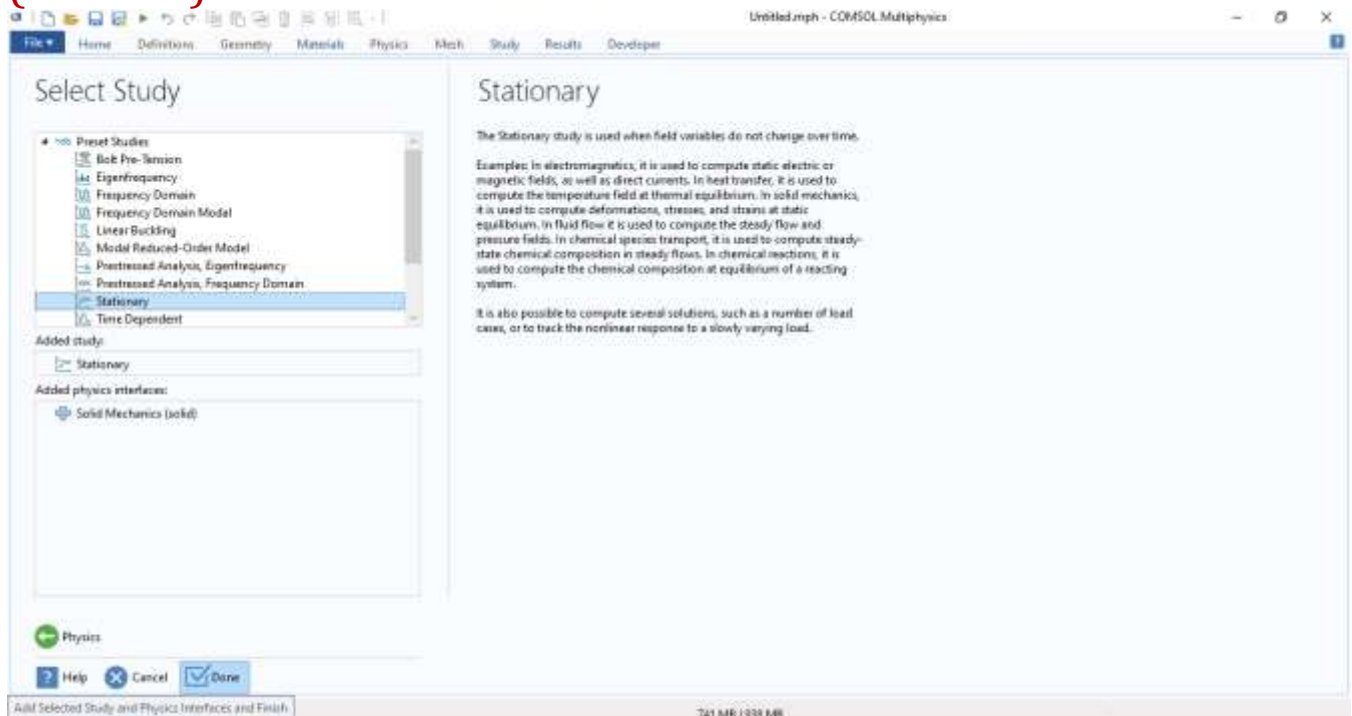


Select Physics: Solid Mechanics (solid) → Add → Study - Análisis Estructural

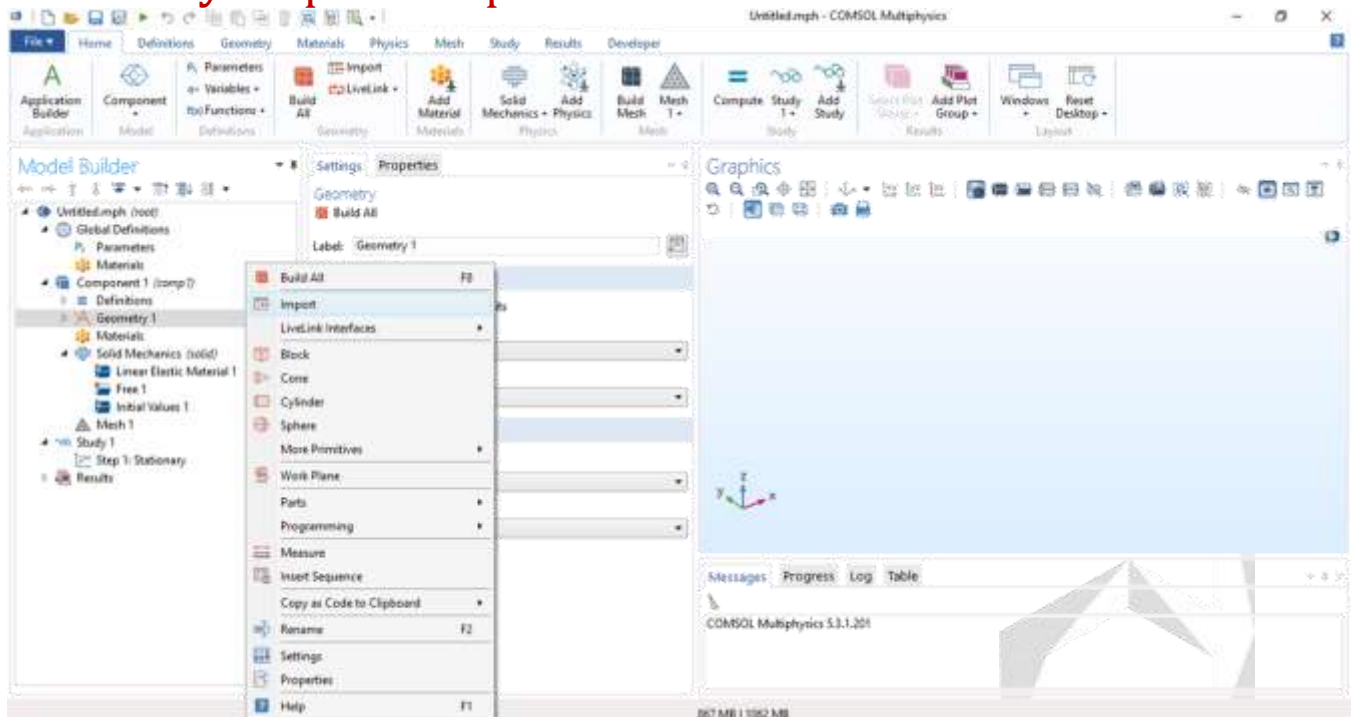


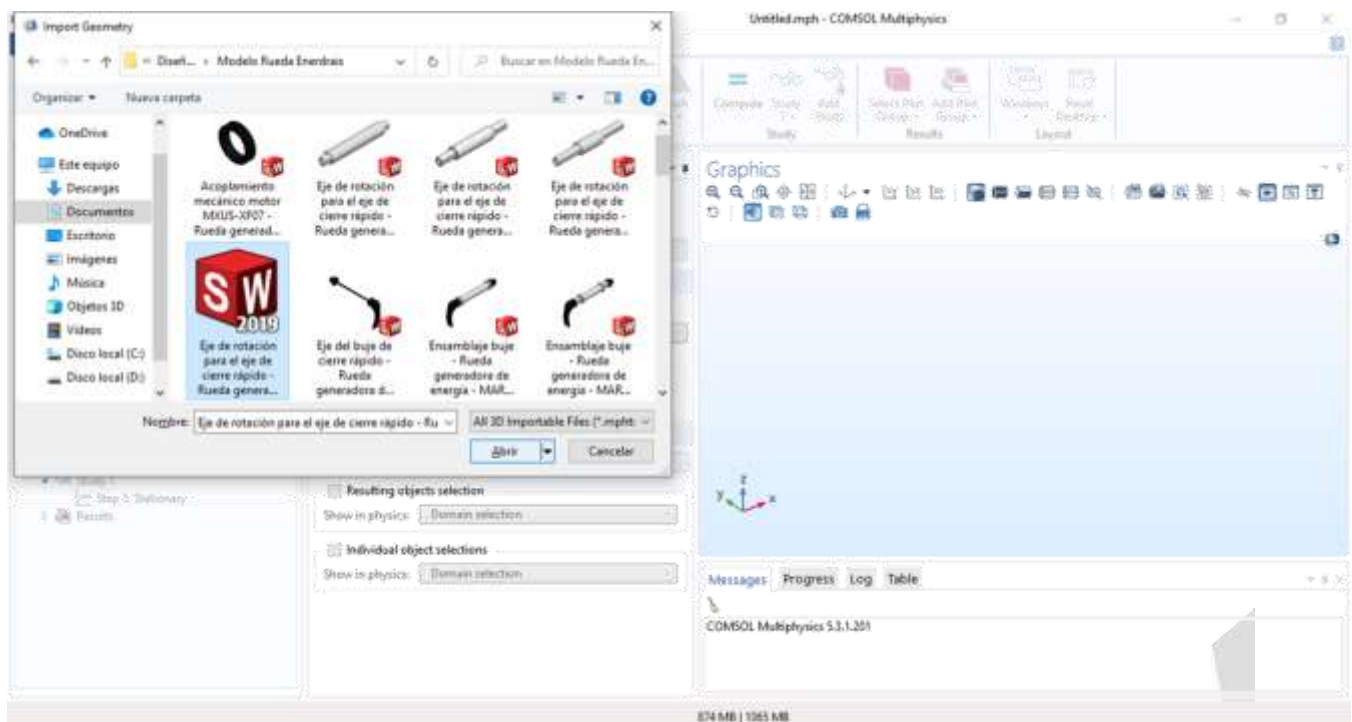
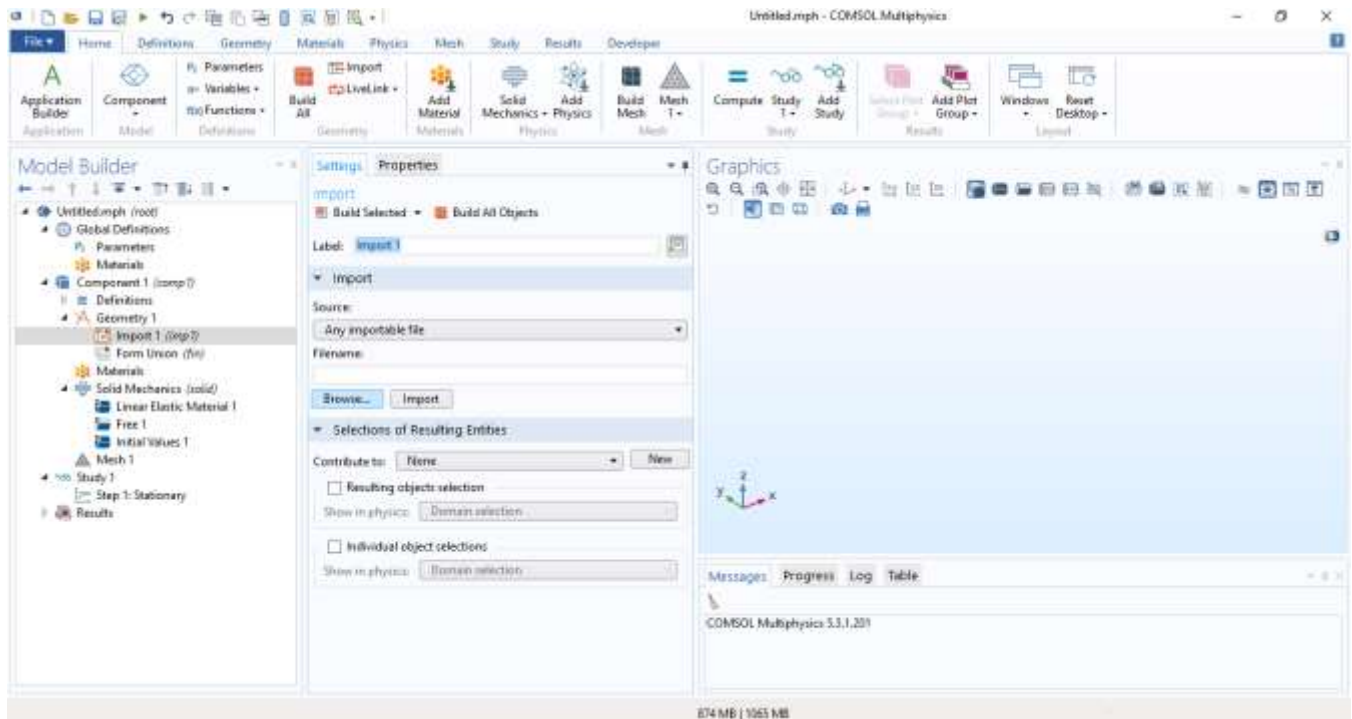


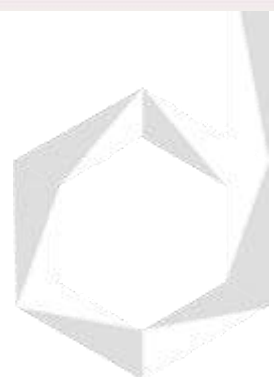
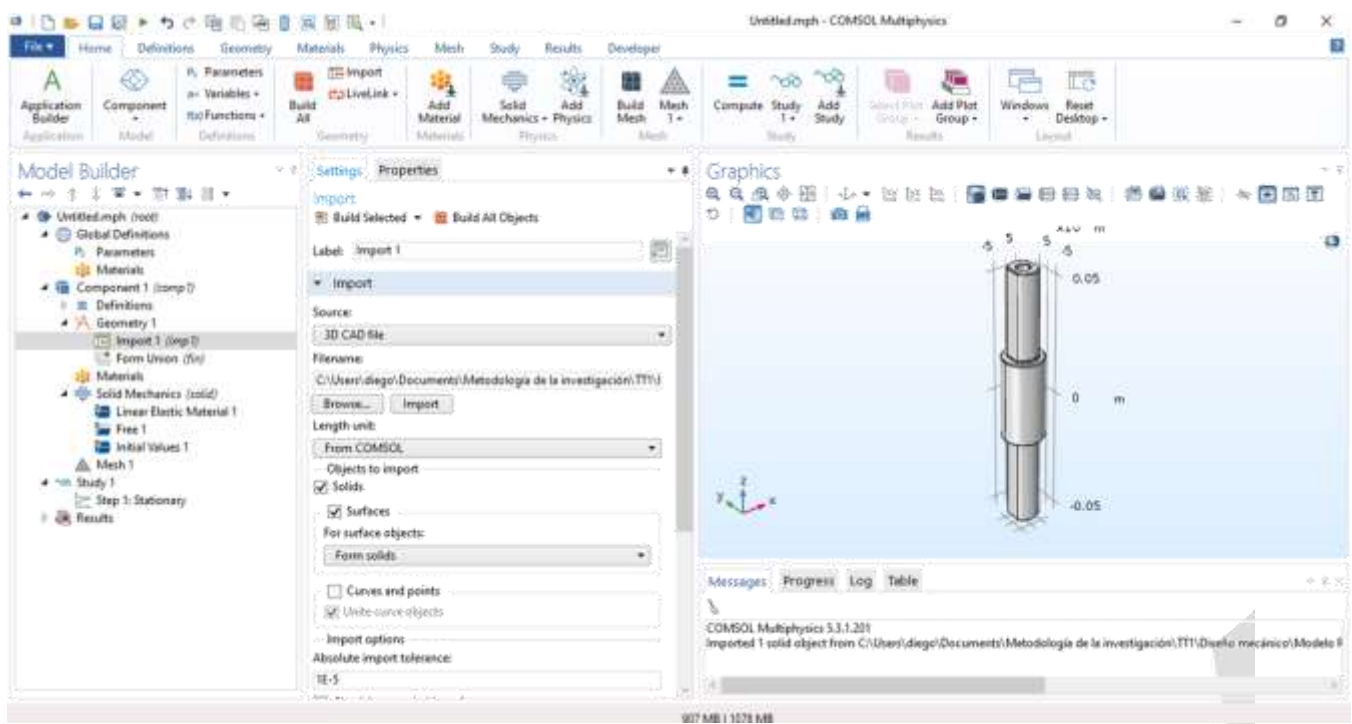
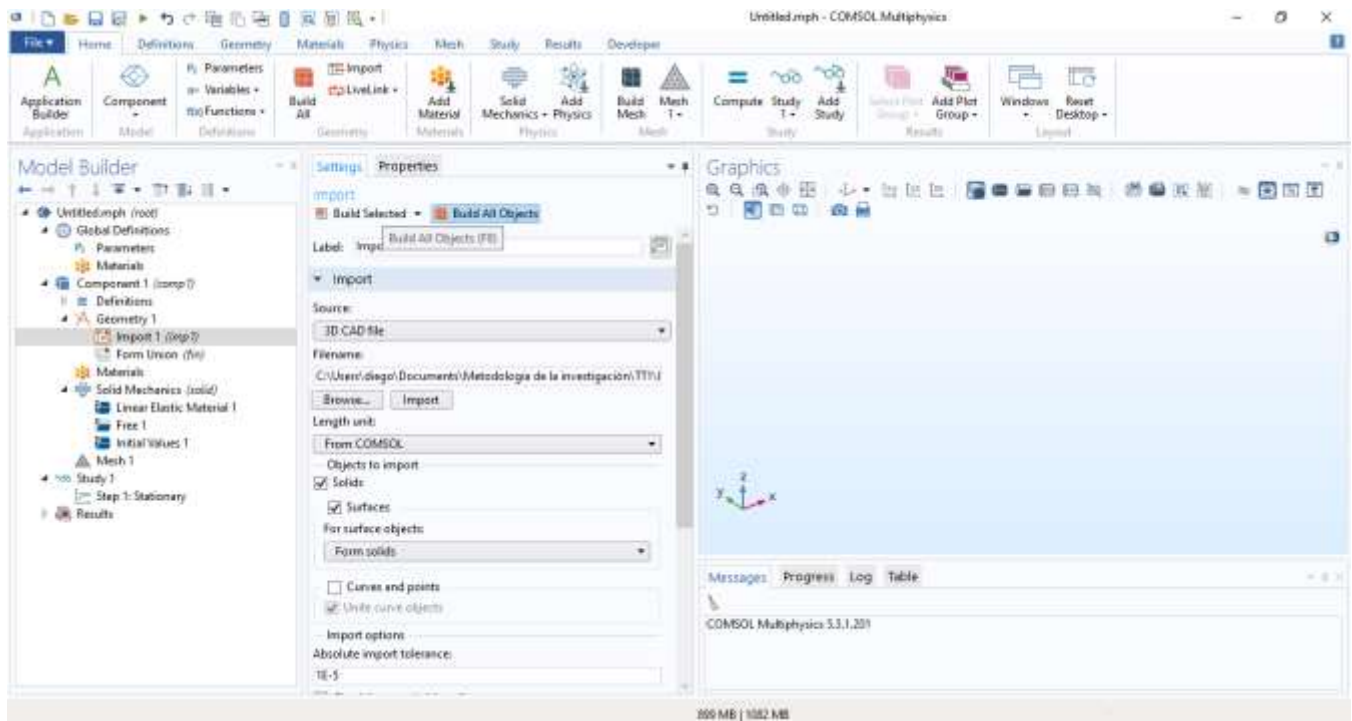
Select Study: Stationary → Done - Análisis Estacionario (Estático)



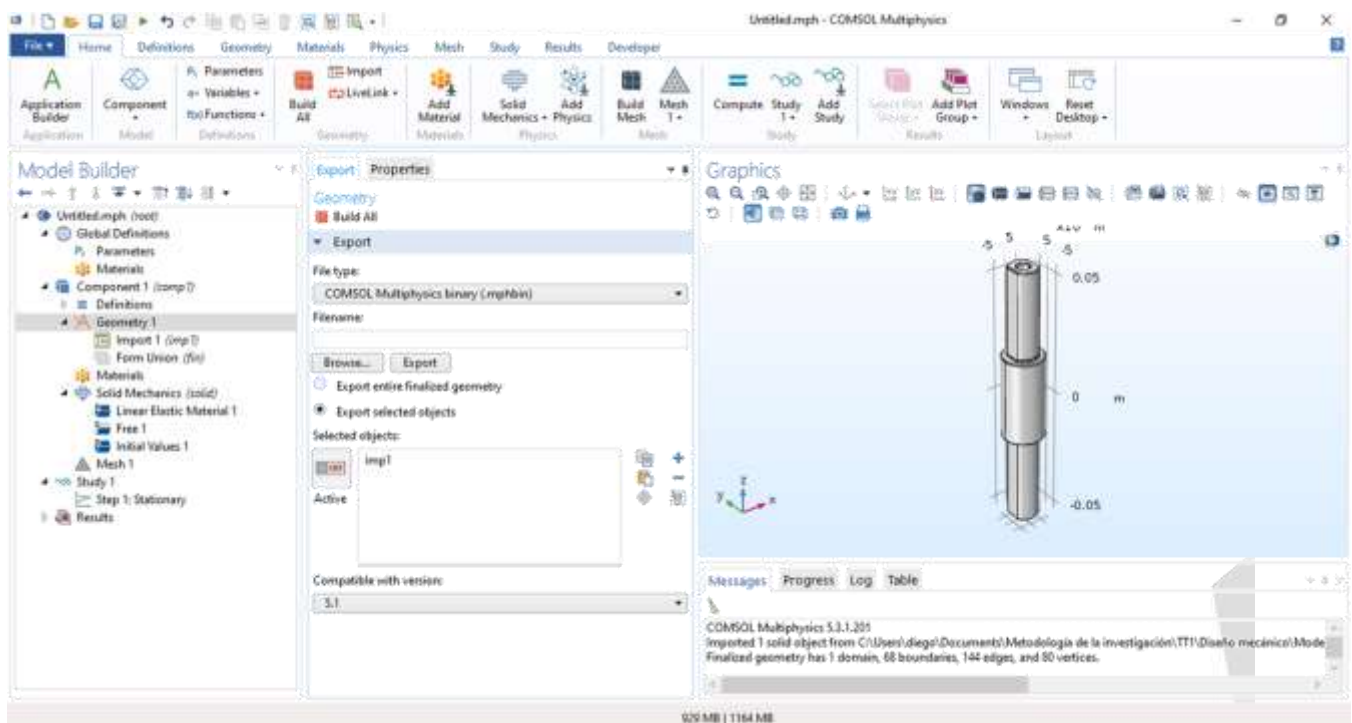
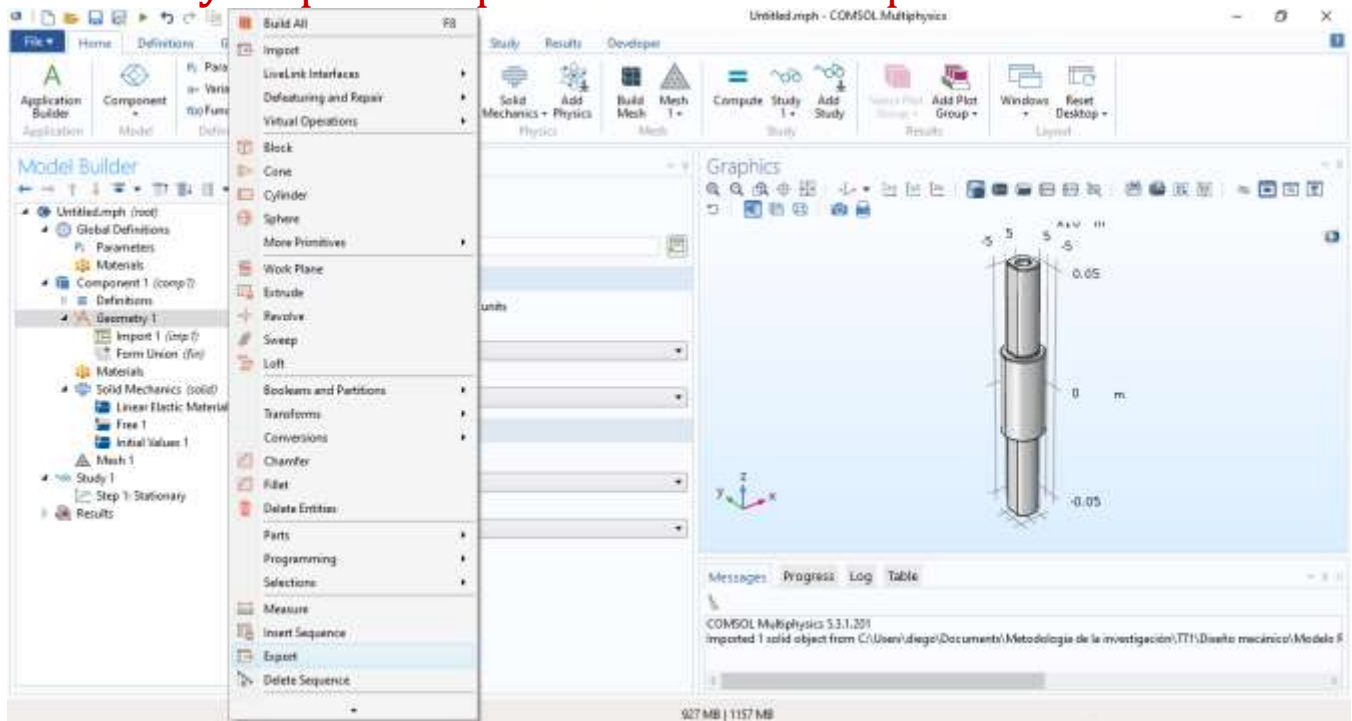
Geometry: Import - Importar el Modelo CAD de SolidWorks

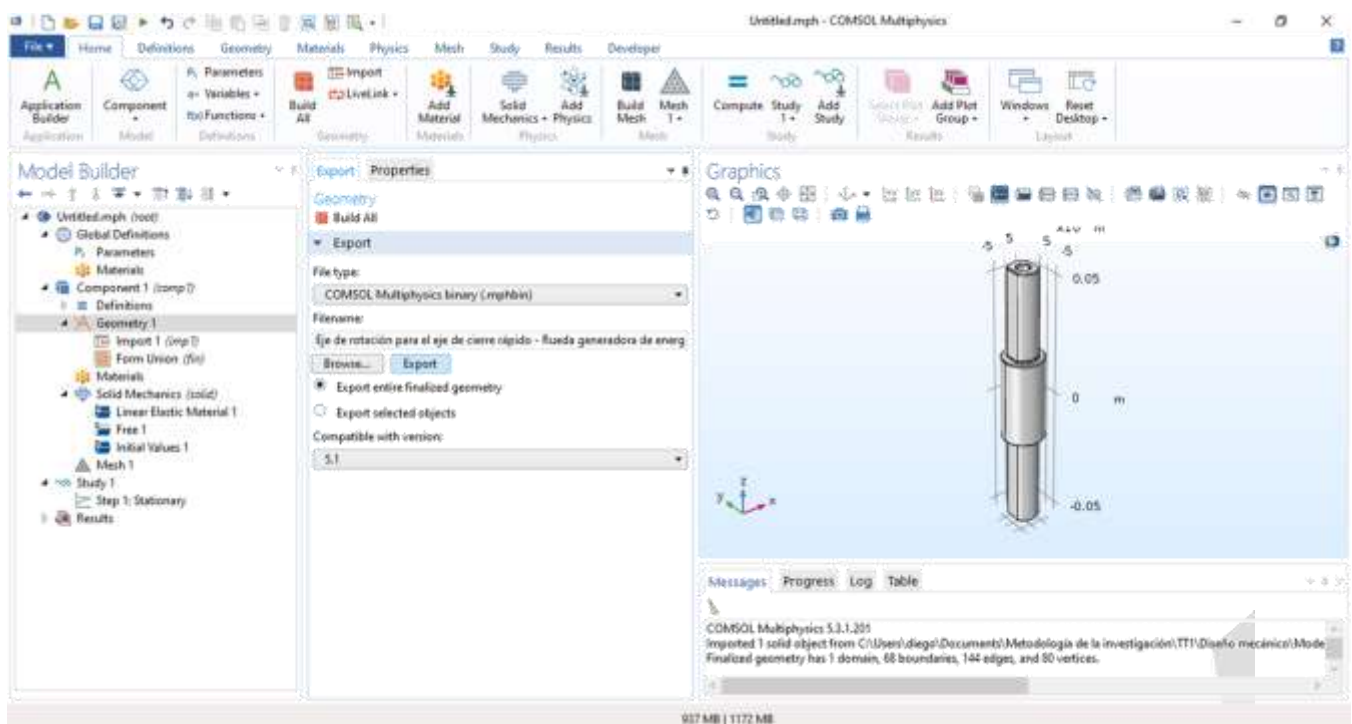
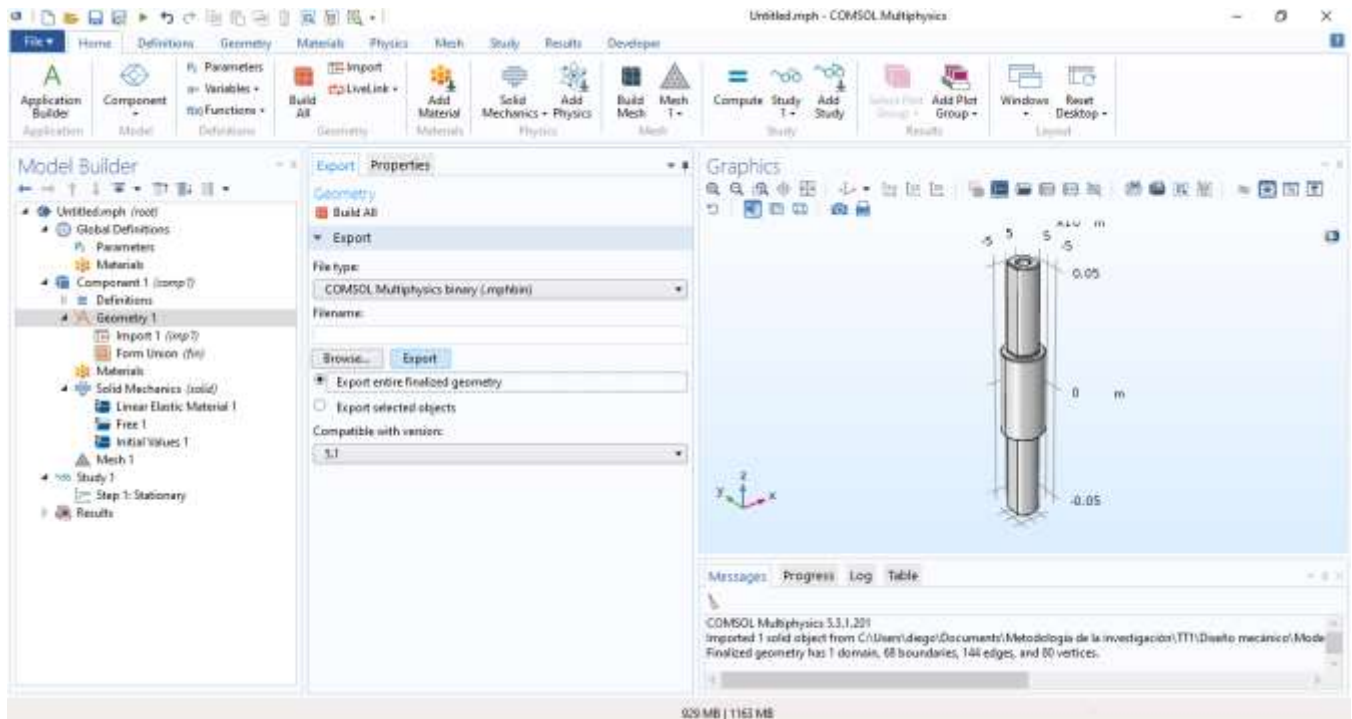


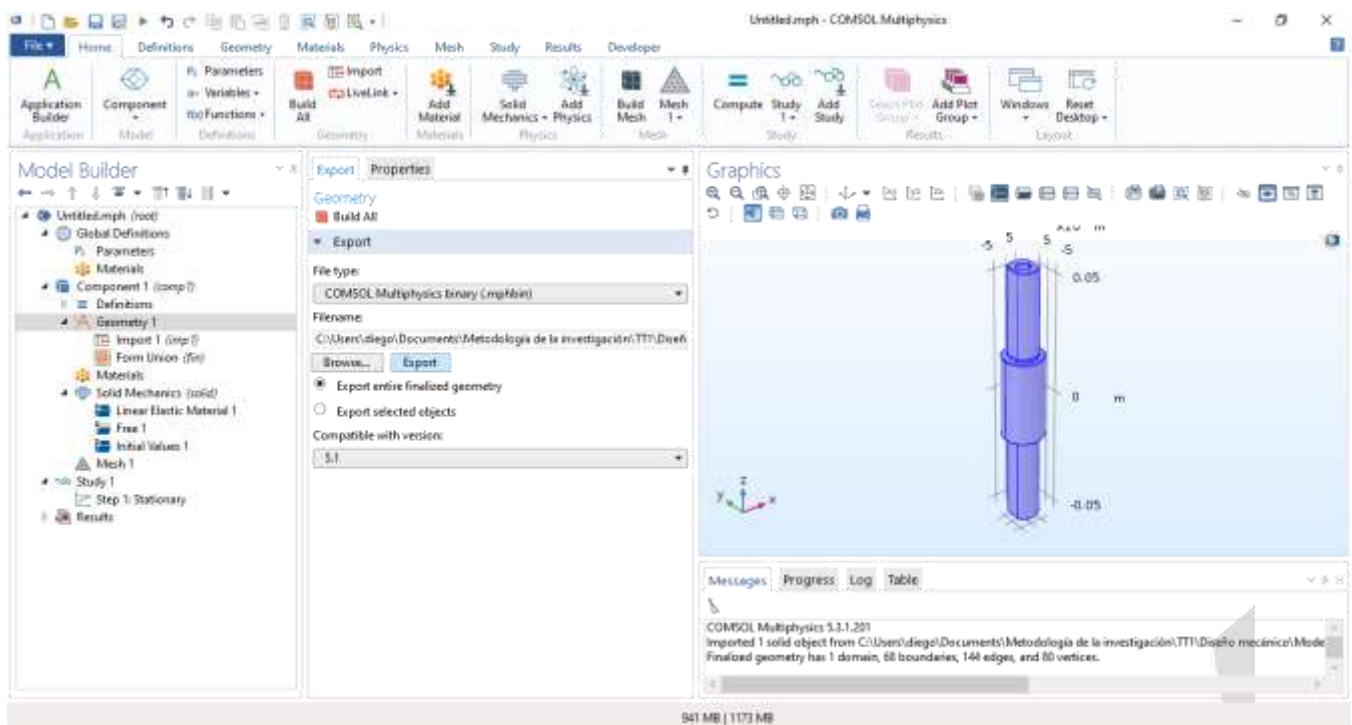
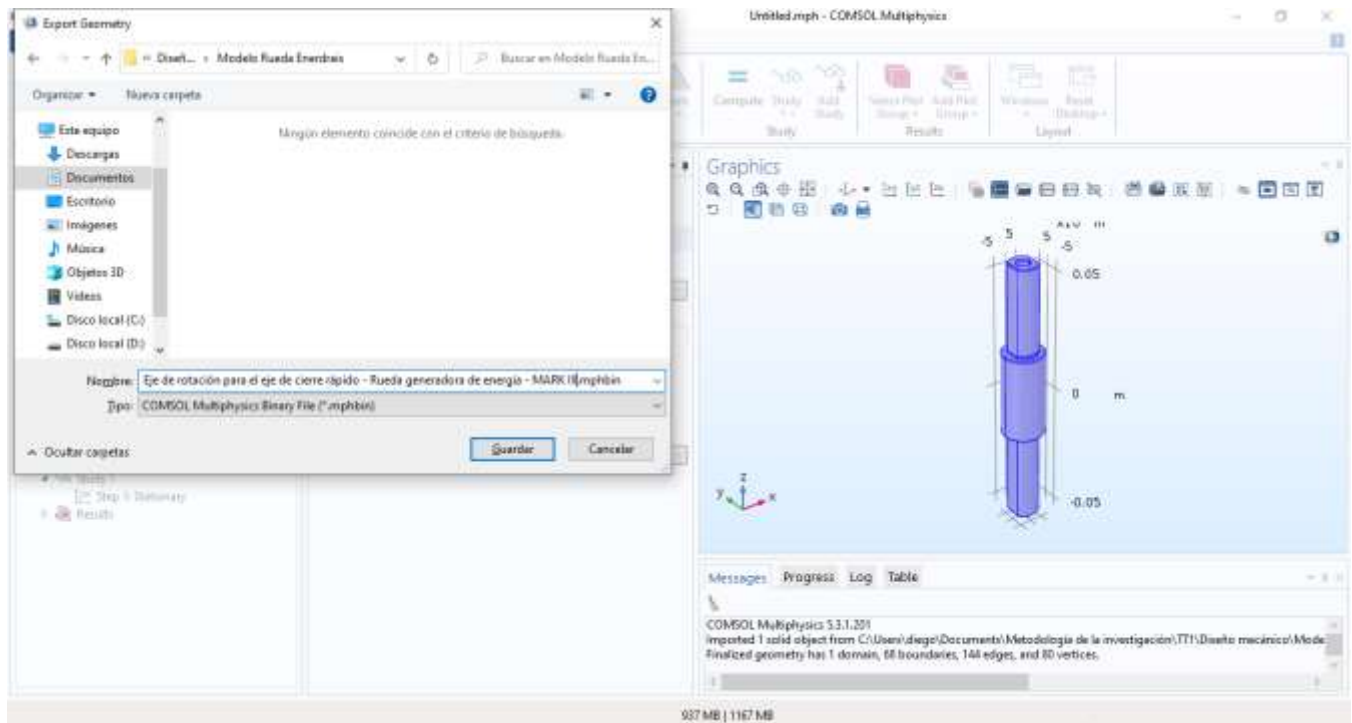


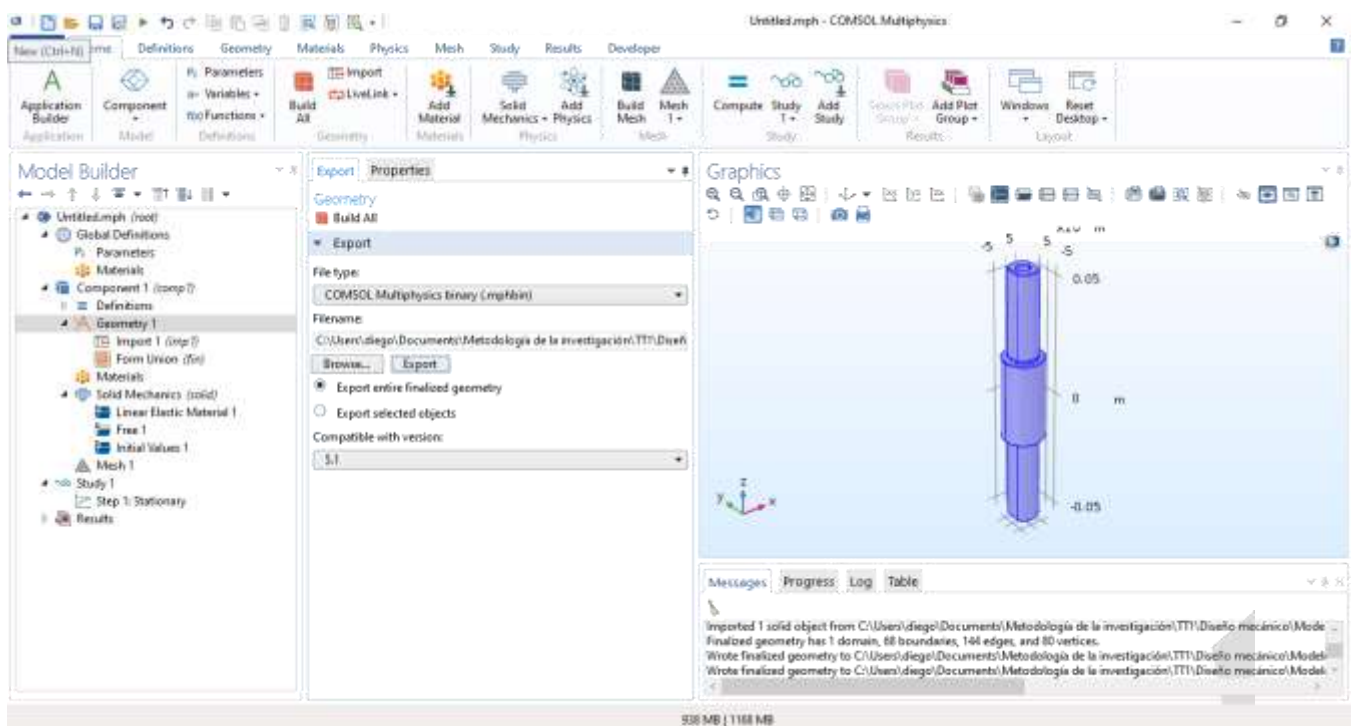
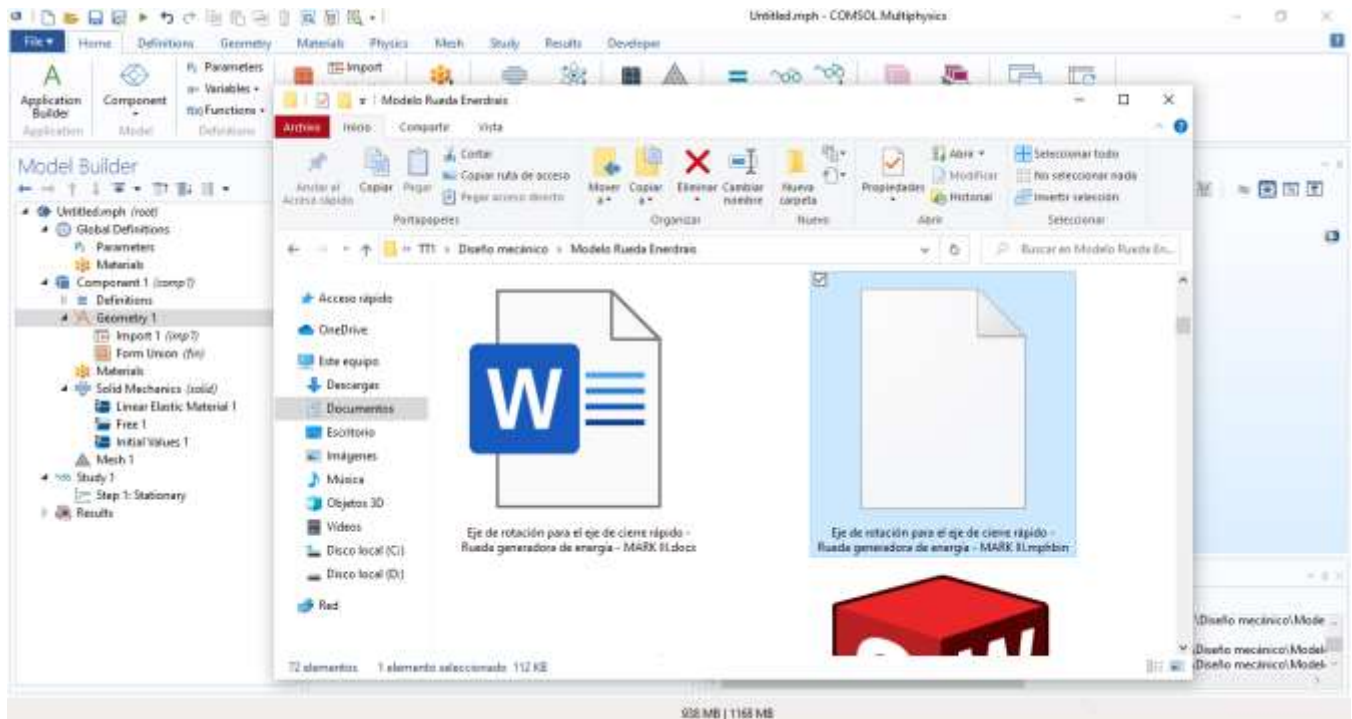


Geometry: Export - Exportar el Archivo .mphbin de COMSOL



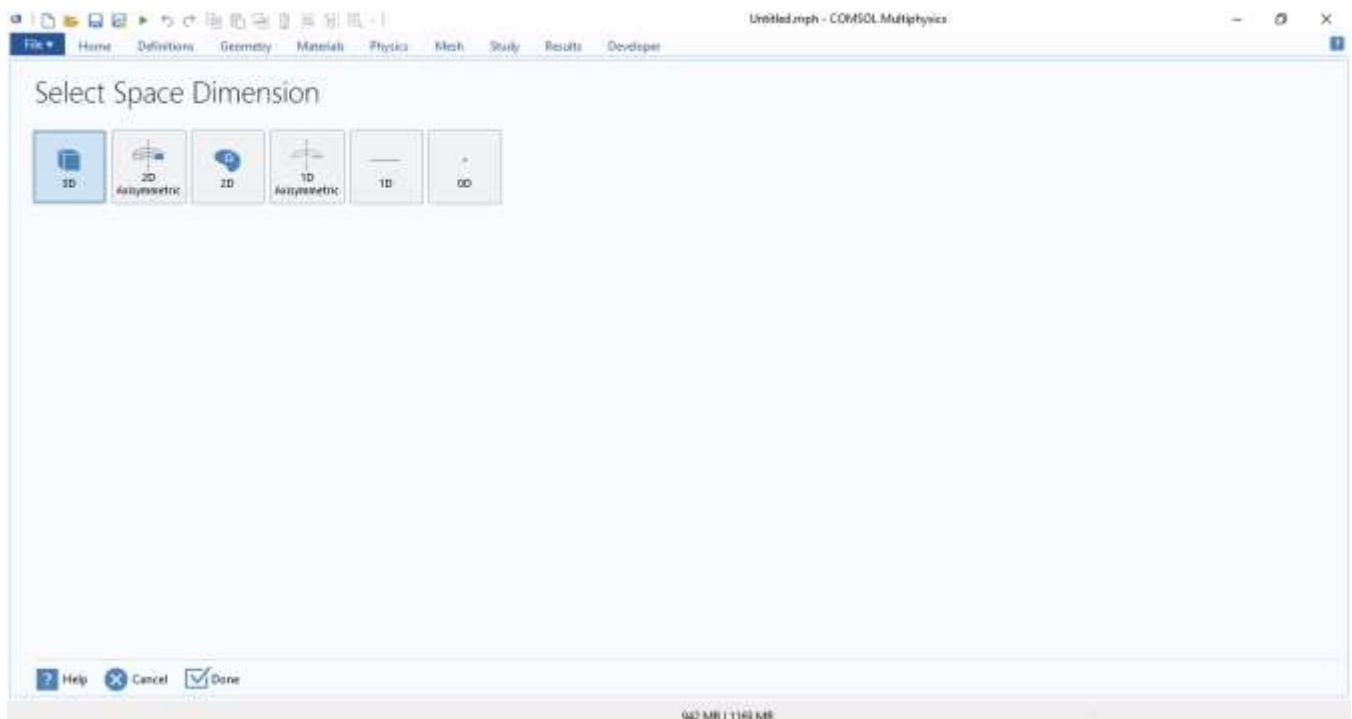
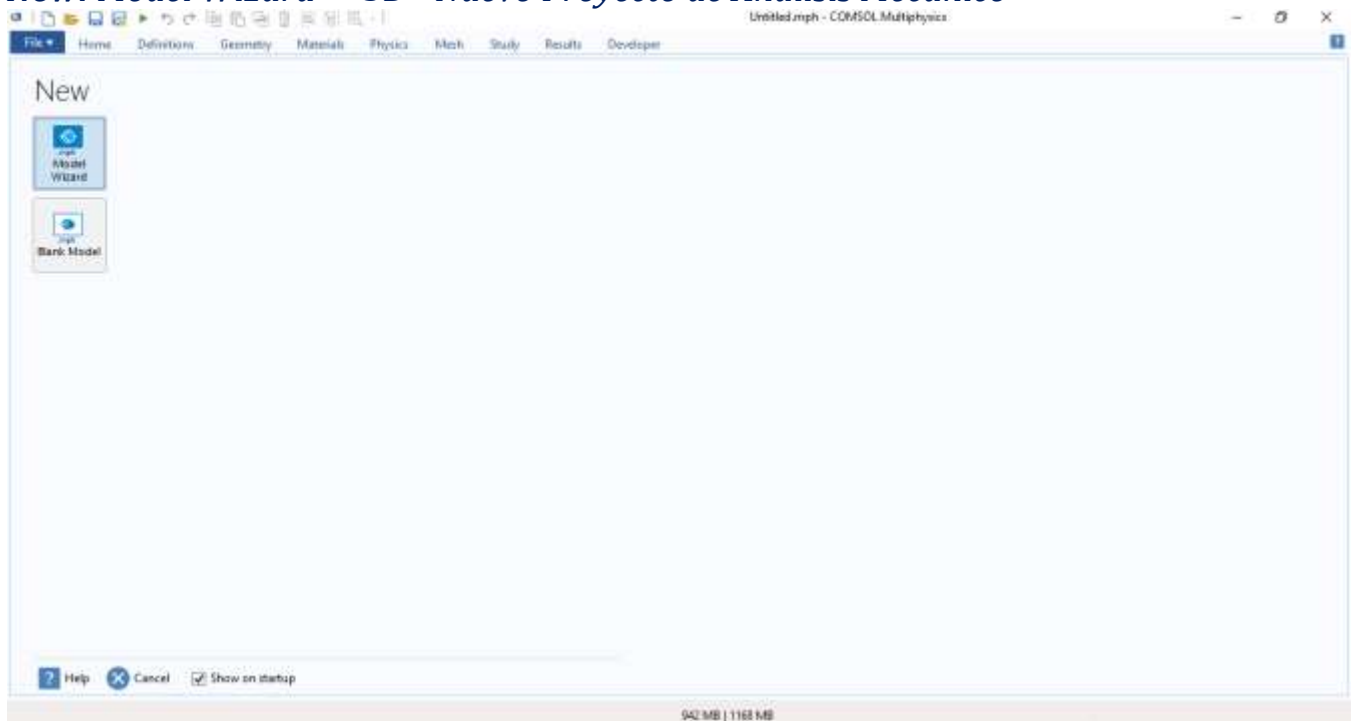




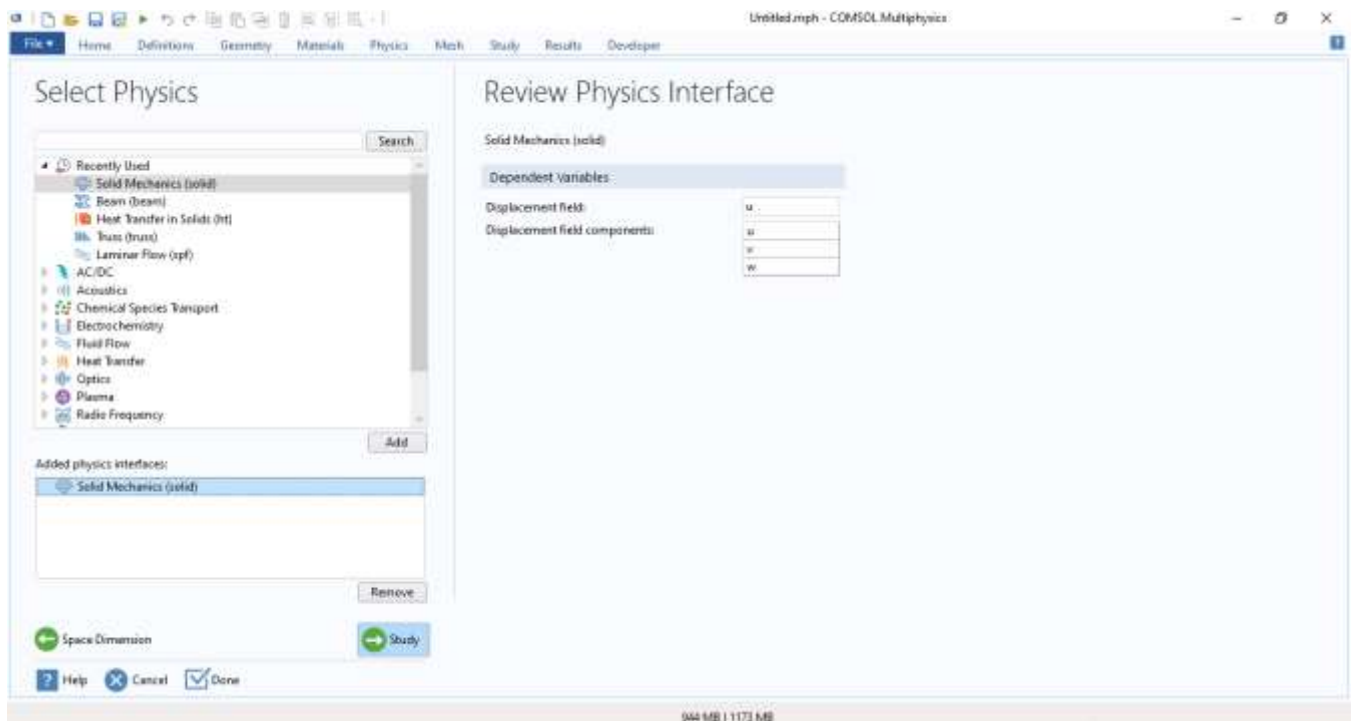
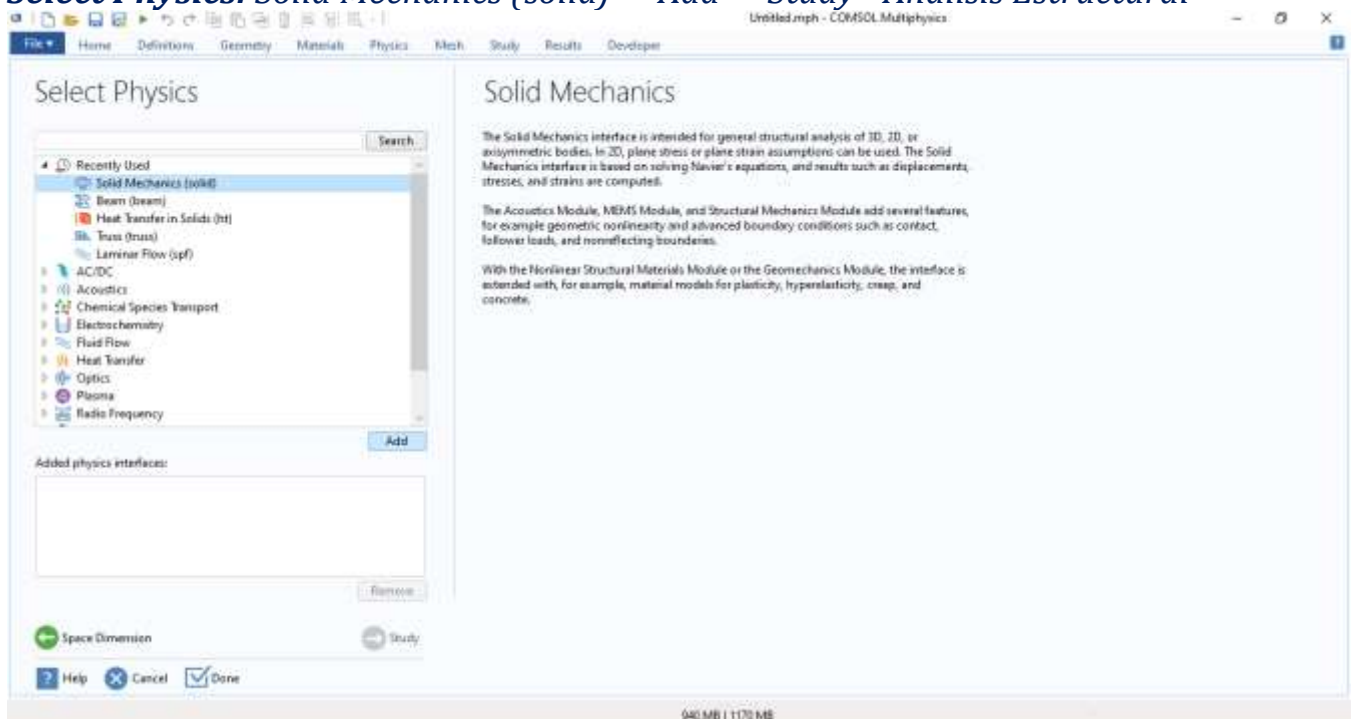


Acción: Análisis Mecánico con el Archivo .mphbin de COMSOL

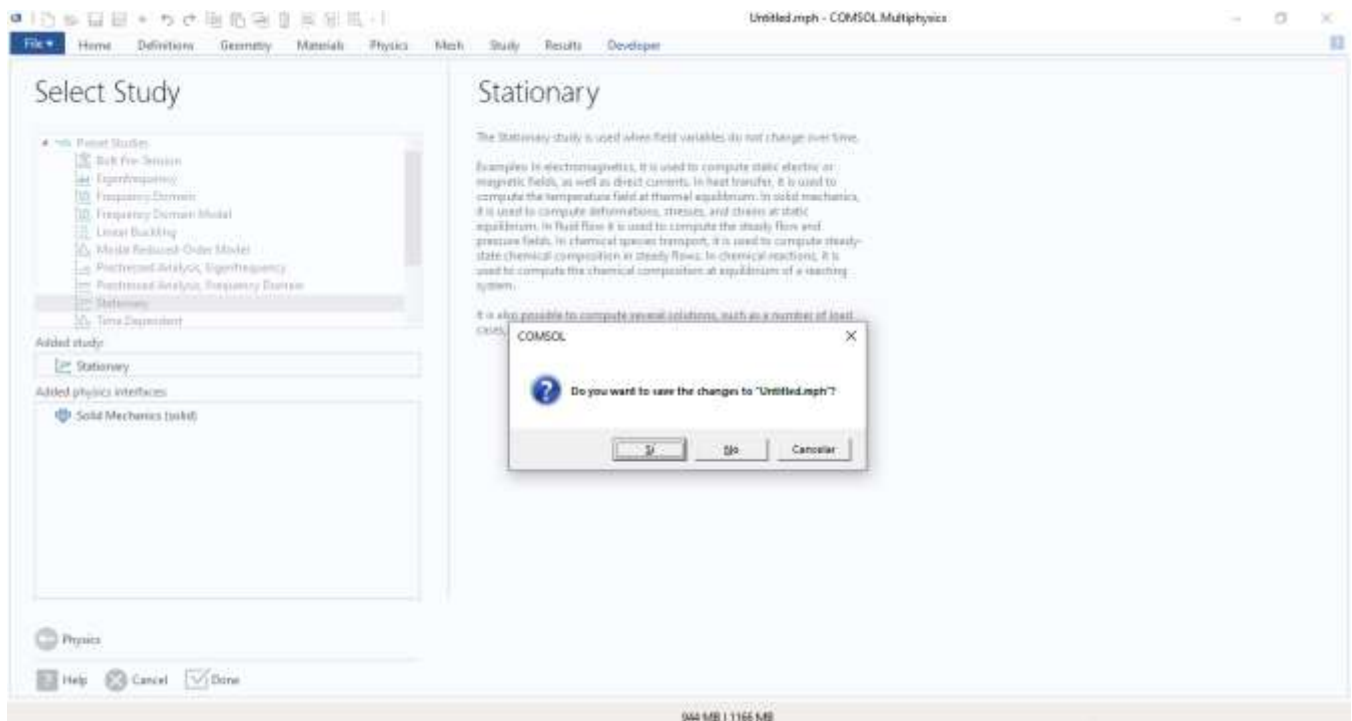
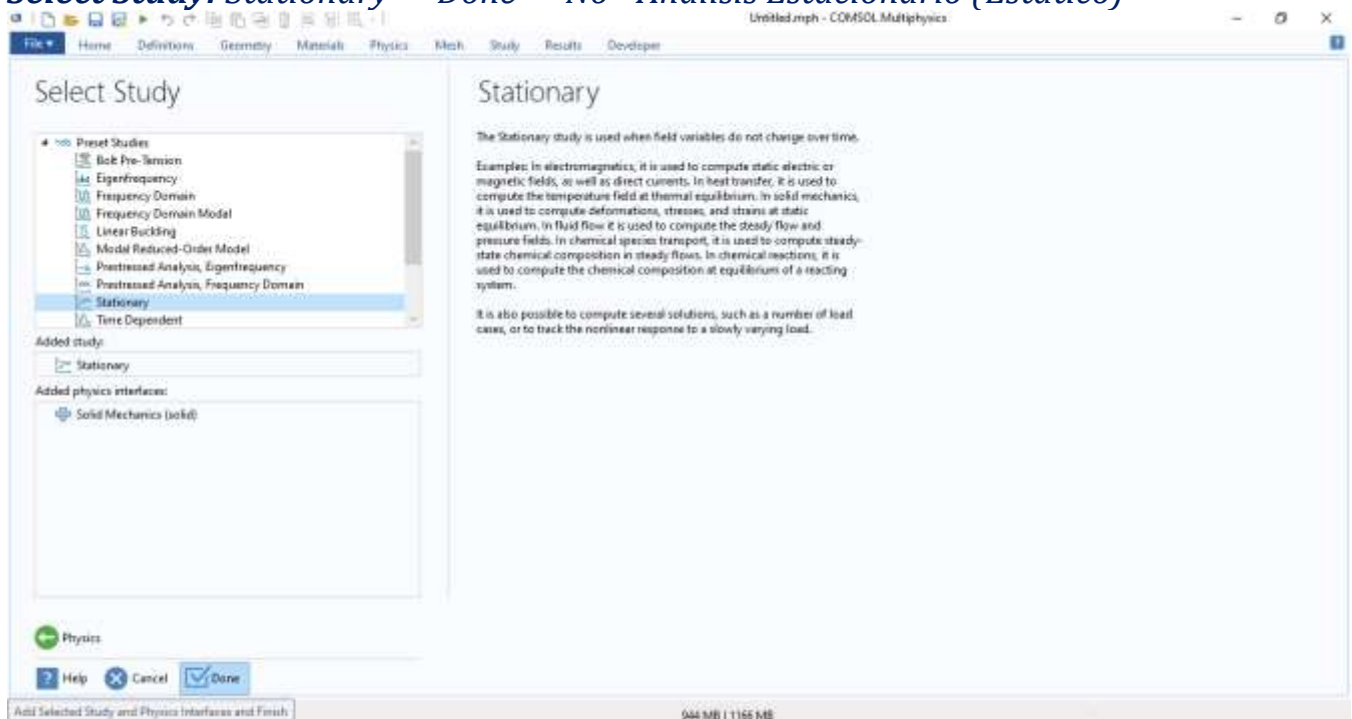
New: Model Wizard → 3D - Nuevo Proyecto de Análisis Mecánico

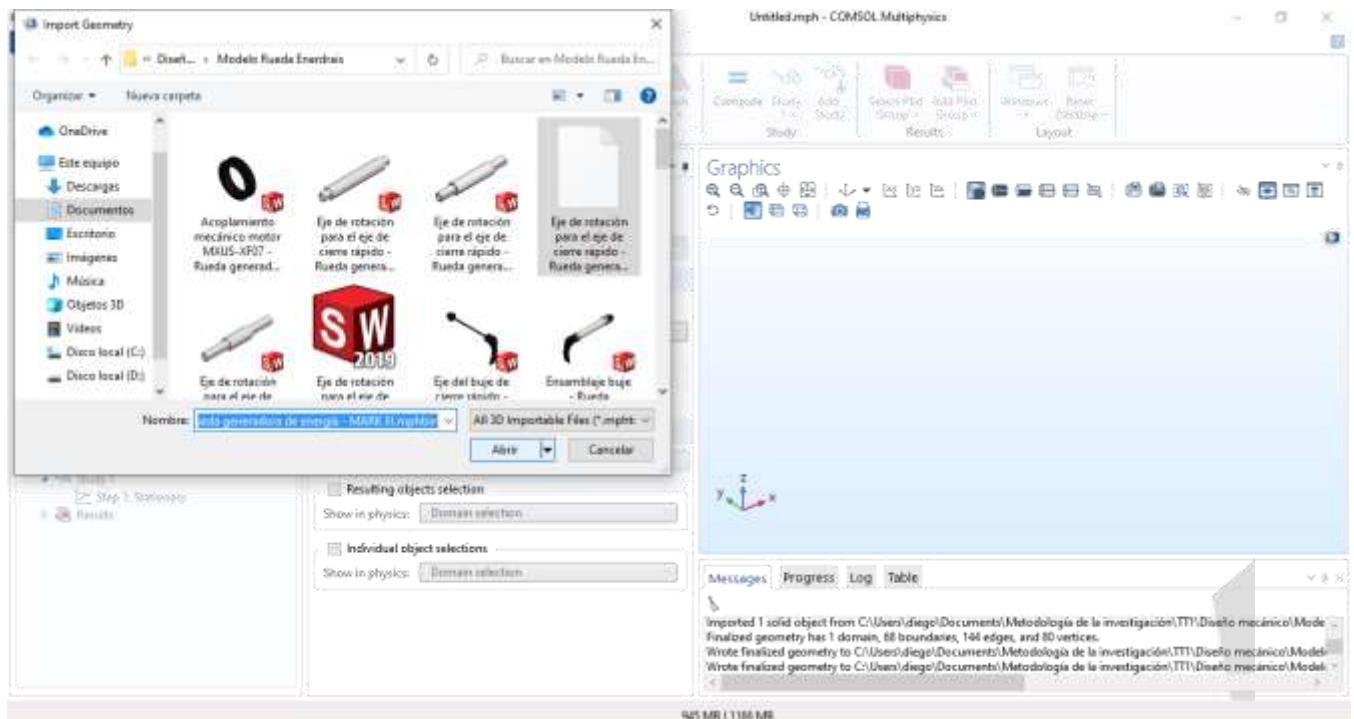


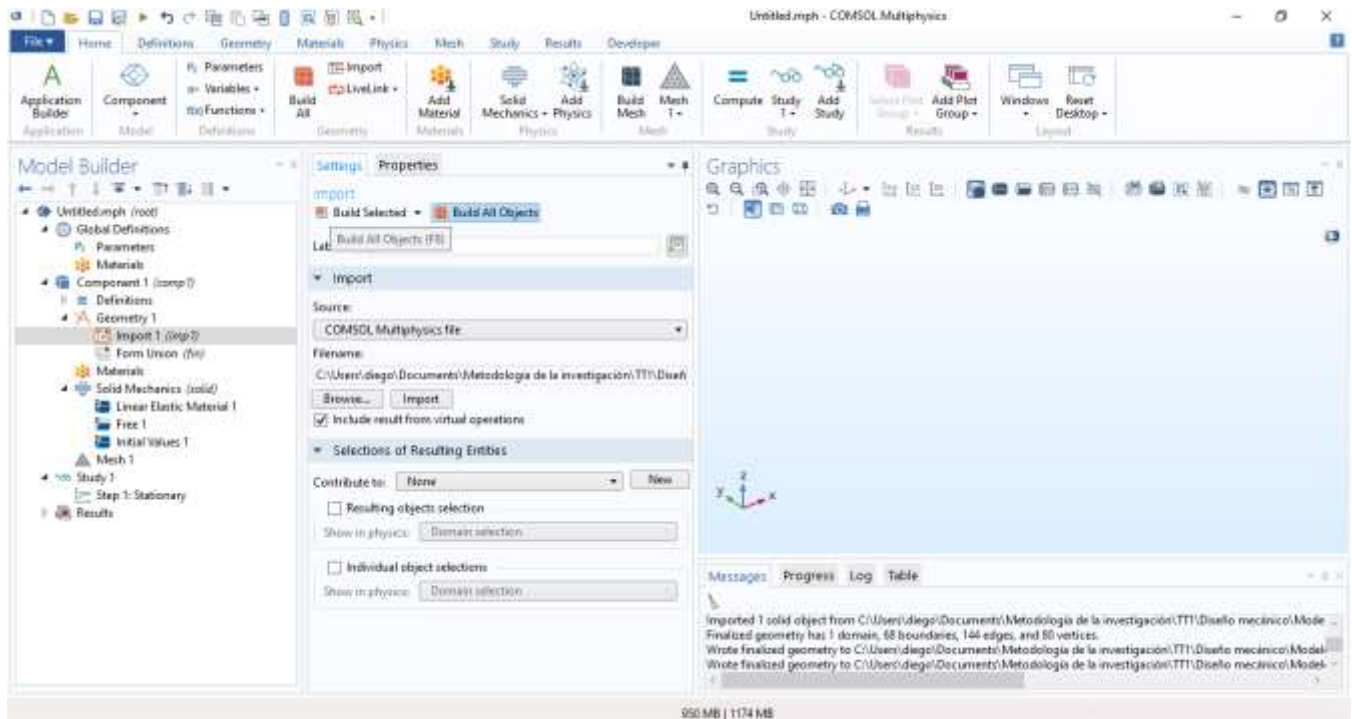
Select Physics: Solid Mechanics (solid) → Add → Study - Análisis Estructural



Select Study: Stationary → Done → No - Análisis Estacionario (Estático)

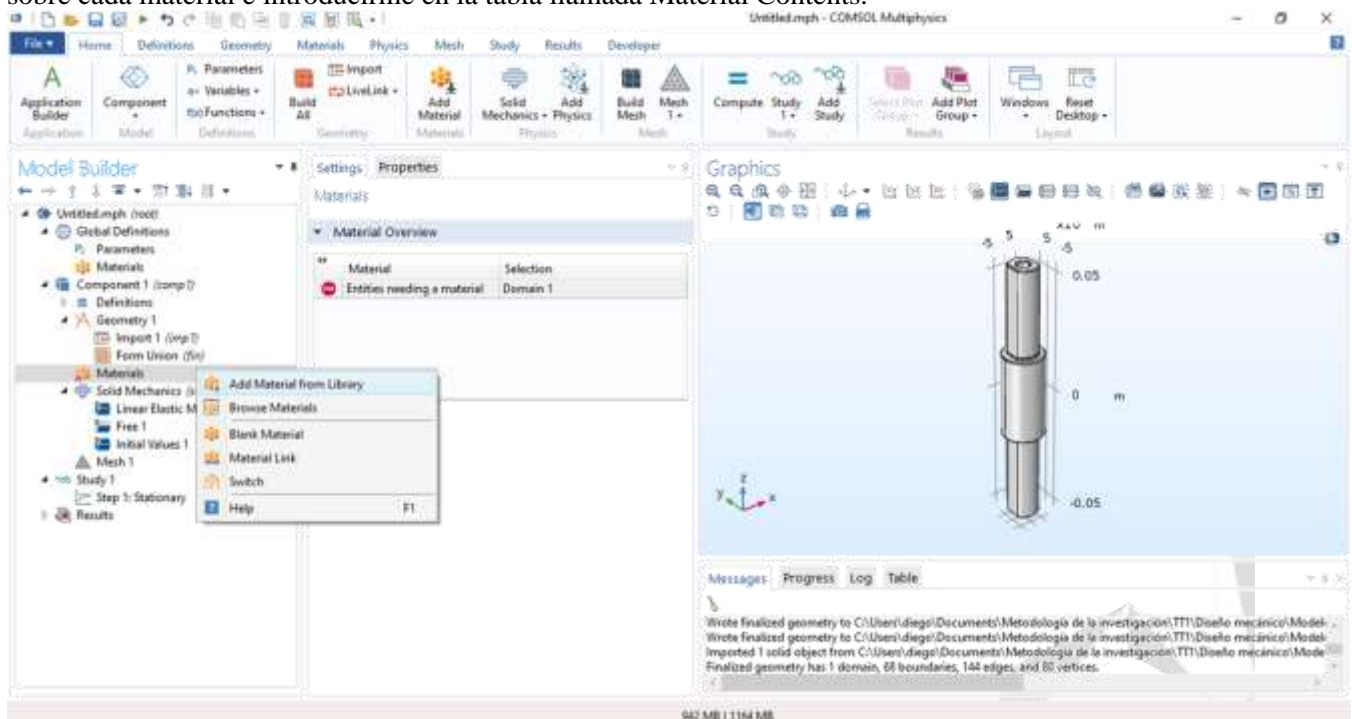


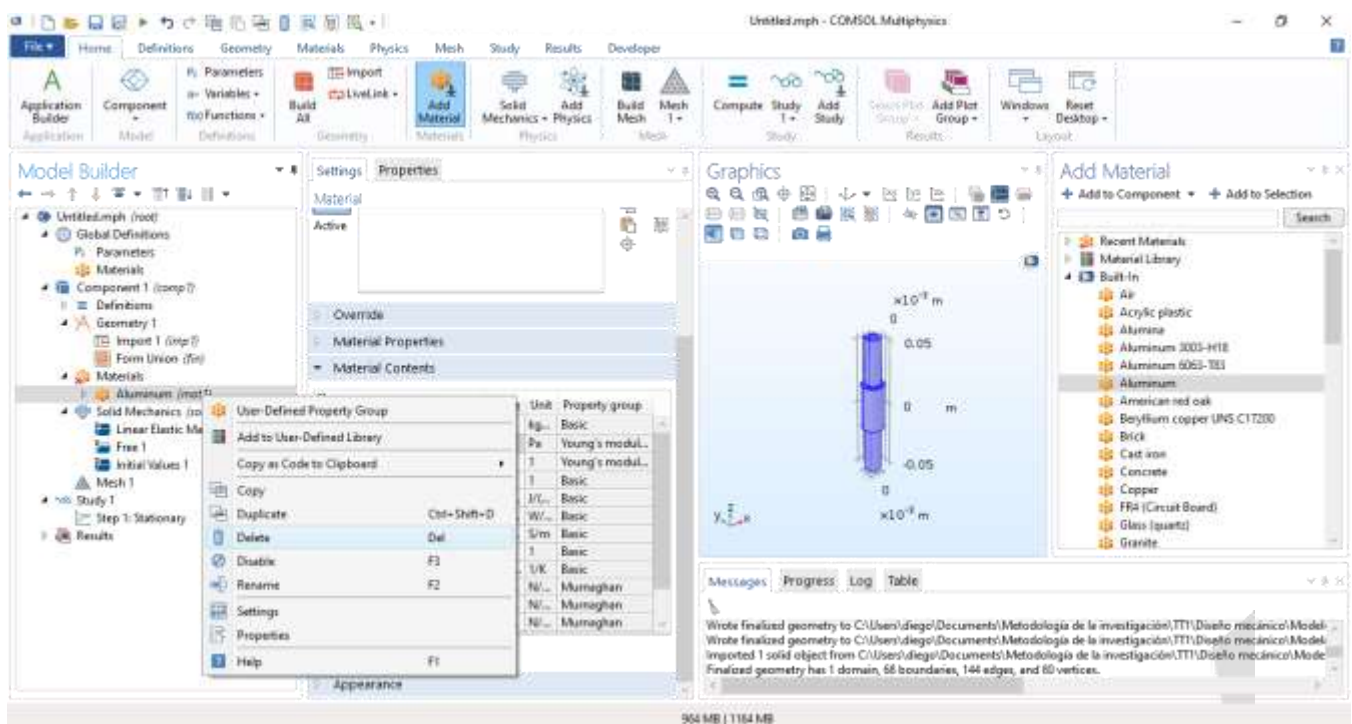
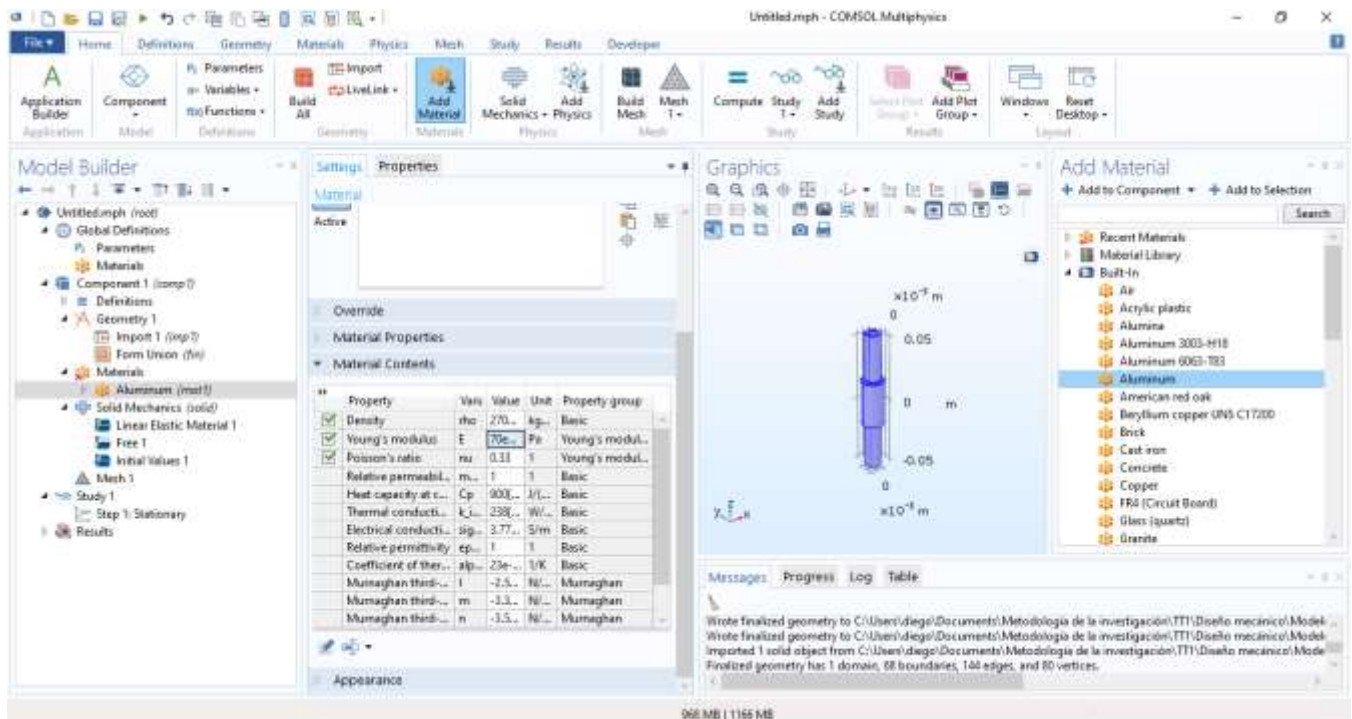


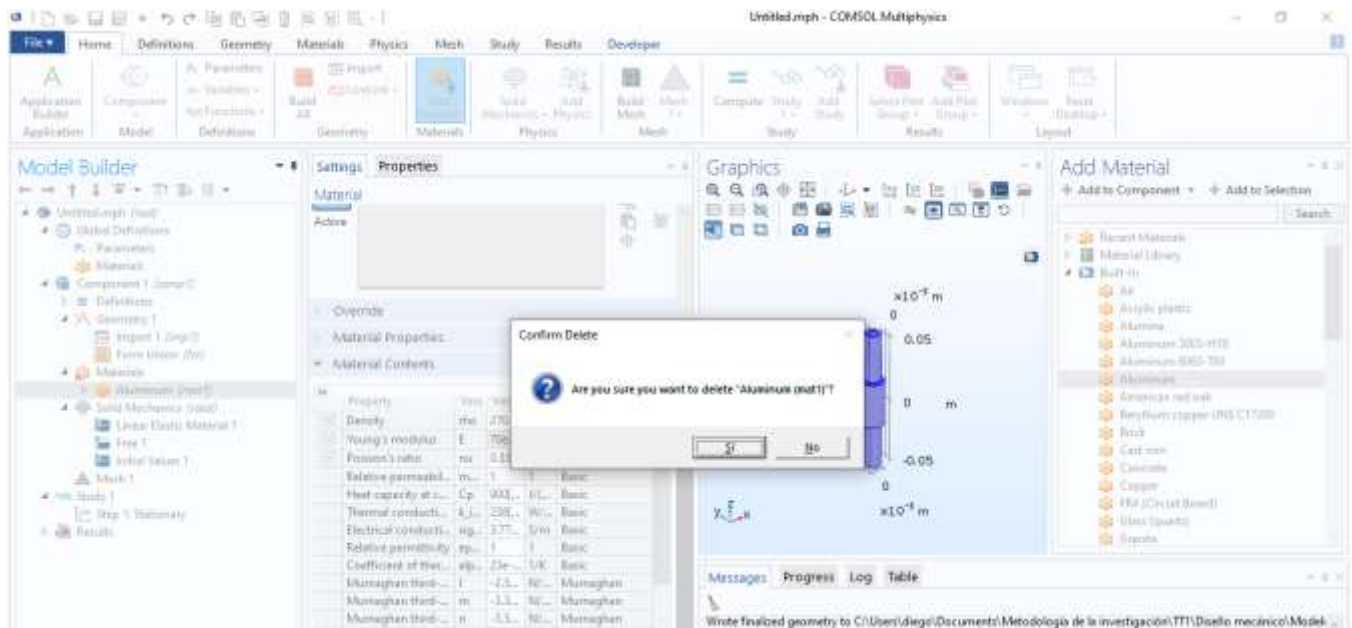


Materials: Add Material from Library - Elegir Material

El material más que nada se elige por sus propiedades mecánicas, las cuales puedo conocerlas al dar clic sobre cada material e introducirme en la tabla llamada Material Contents.



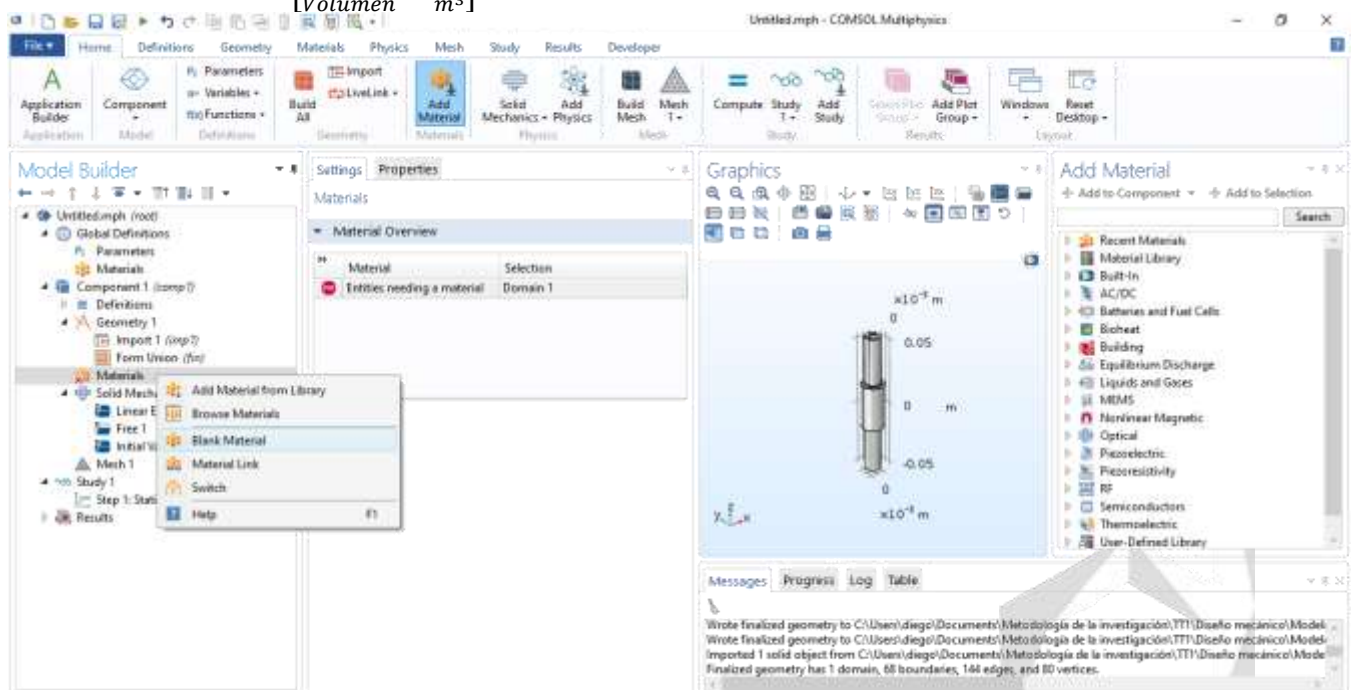


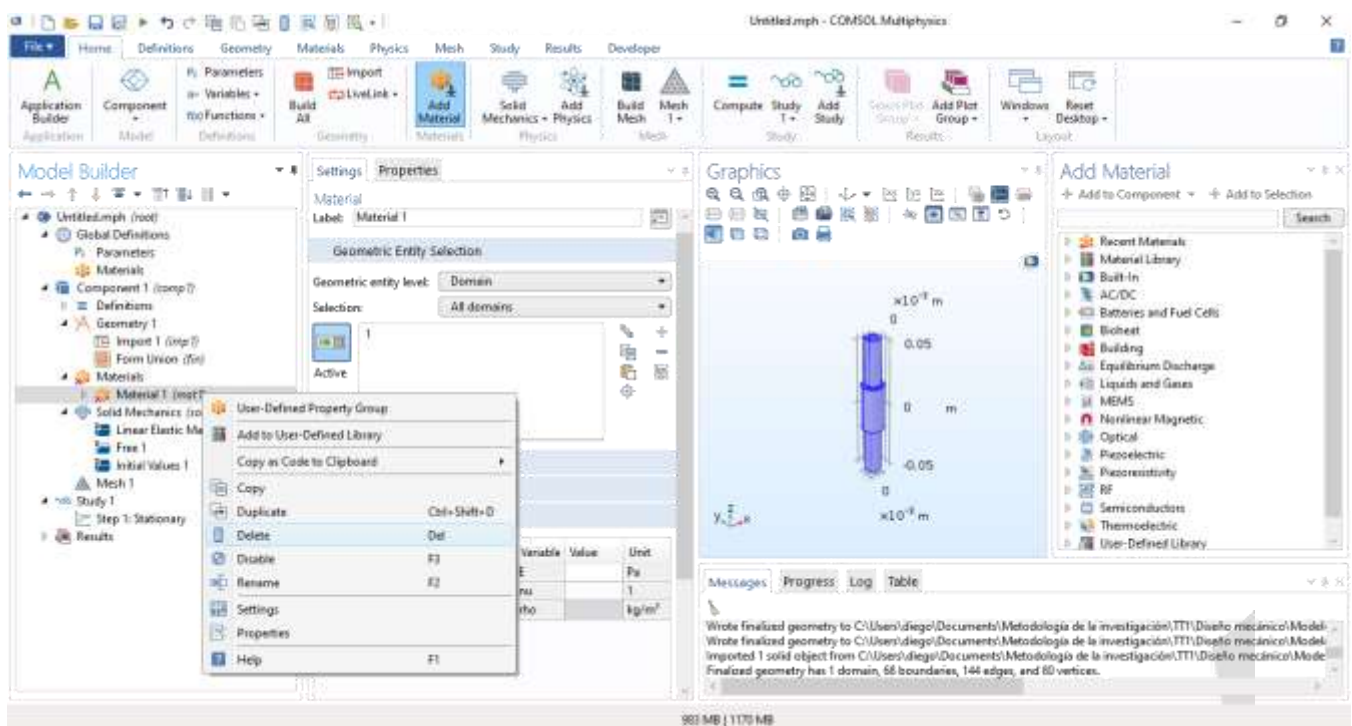
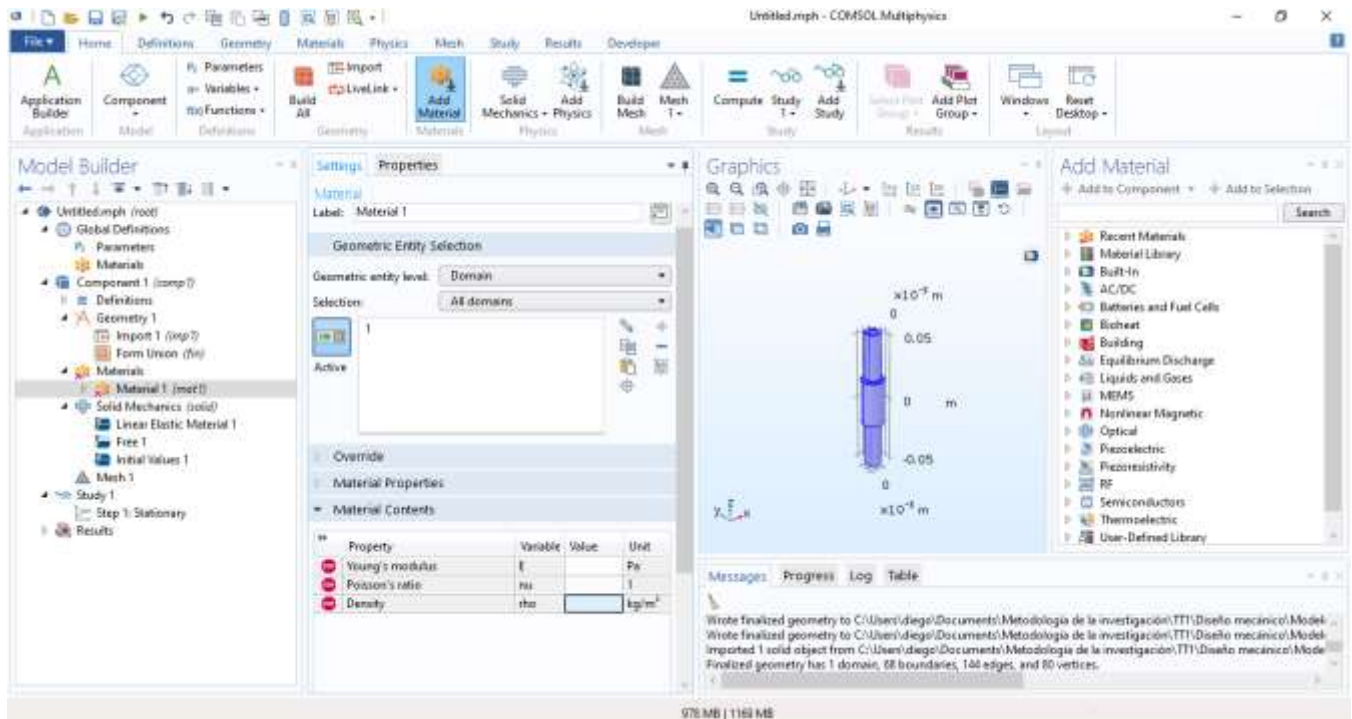


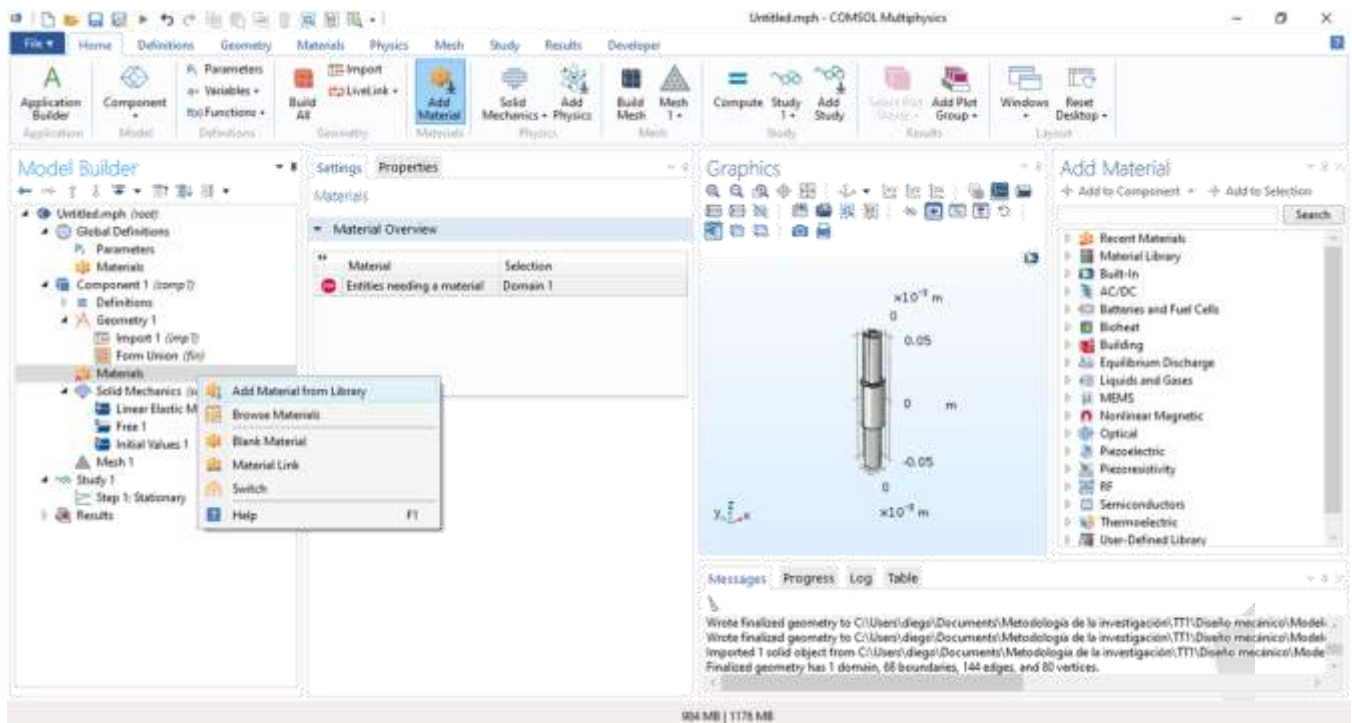
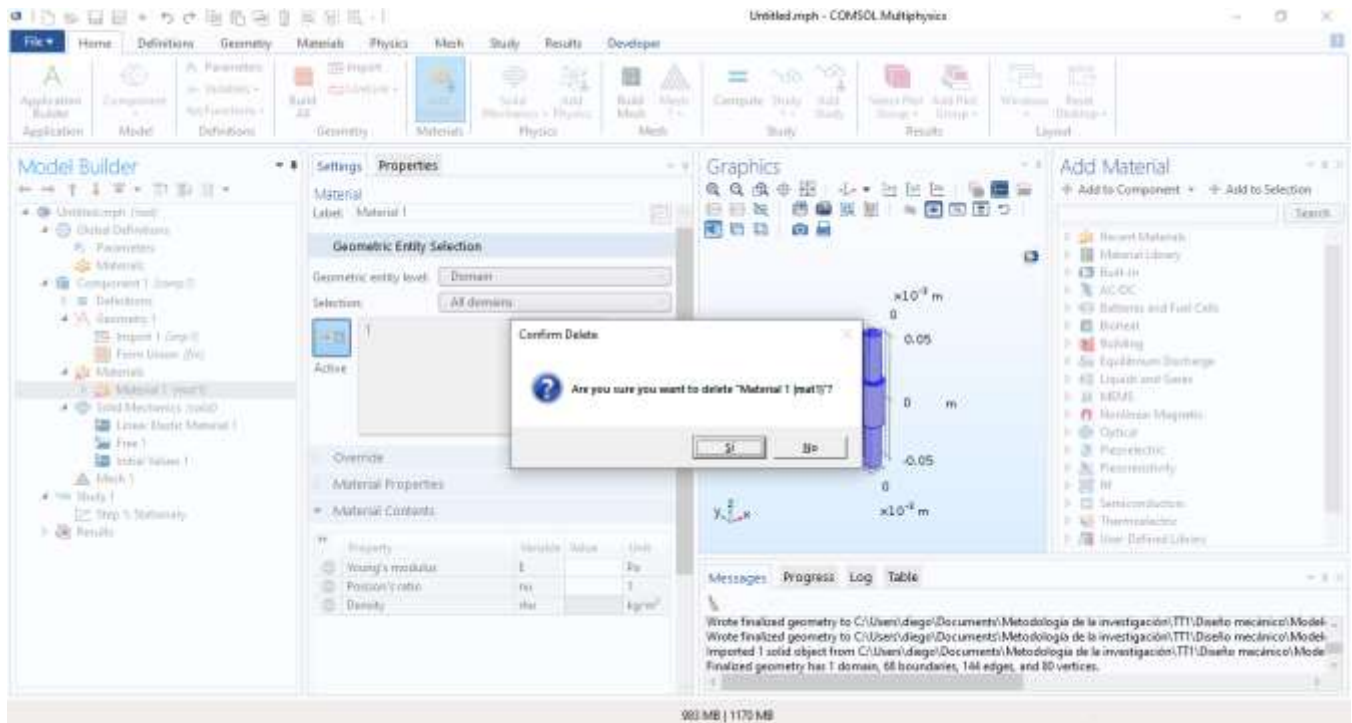
Materials: Blank Material - Crear un Material Nuevo

Esto se hace solamente cuando el material que quiero utilizar no se encuentra dentro de la librería de materiales incluida en COMSOL Multiphysics, al hacerlo podré declarar sus propiedades mecánicas específicas:

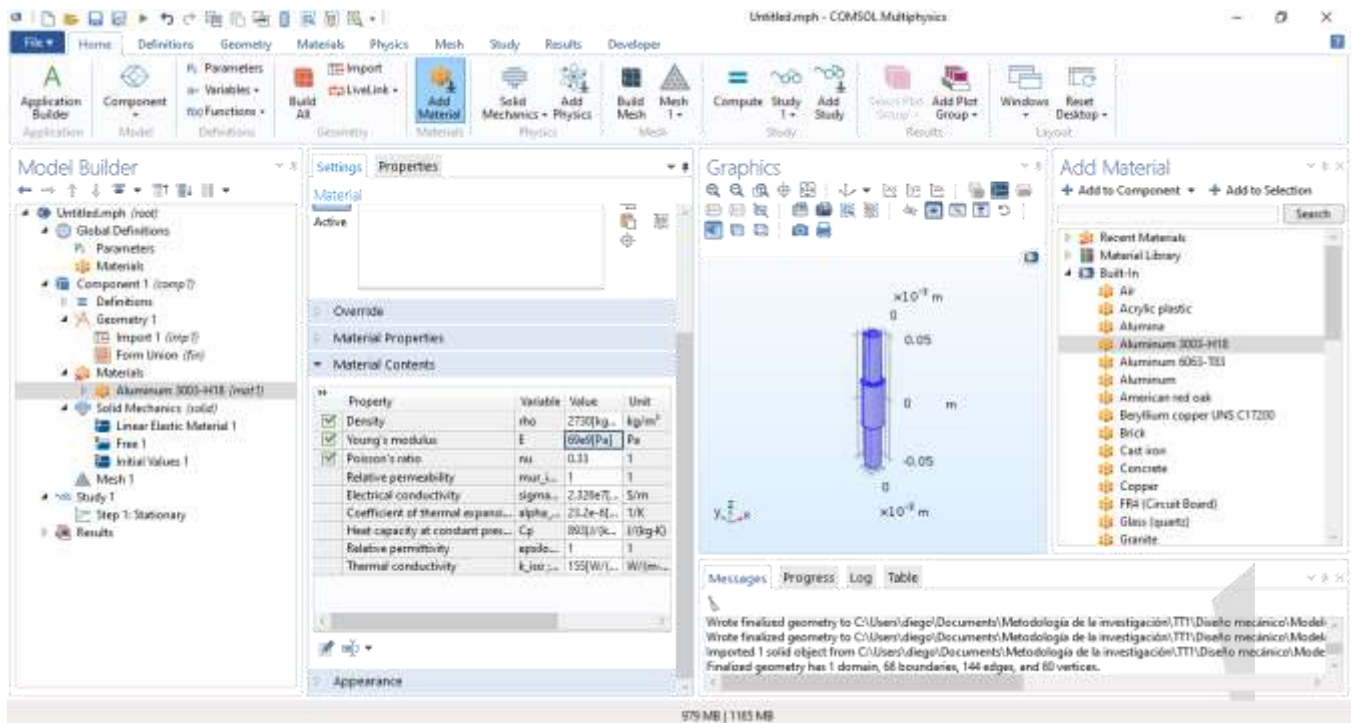
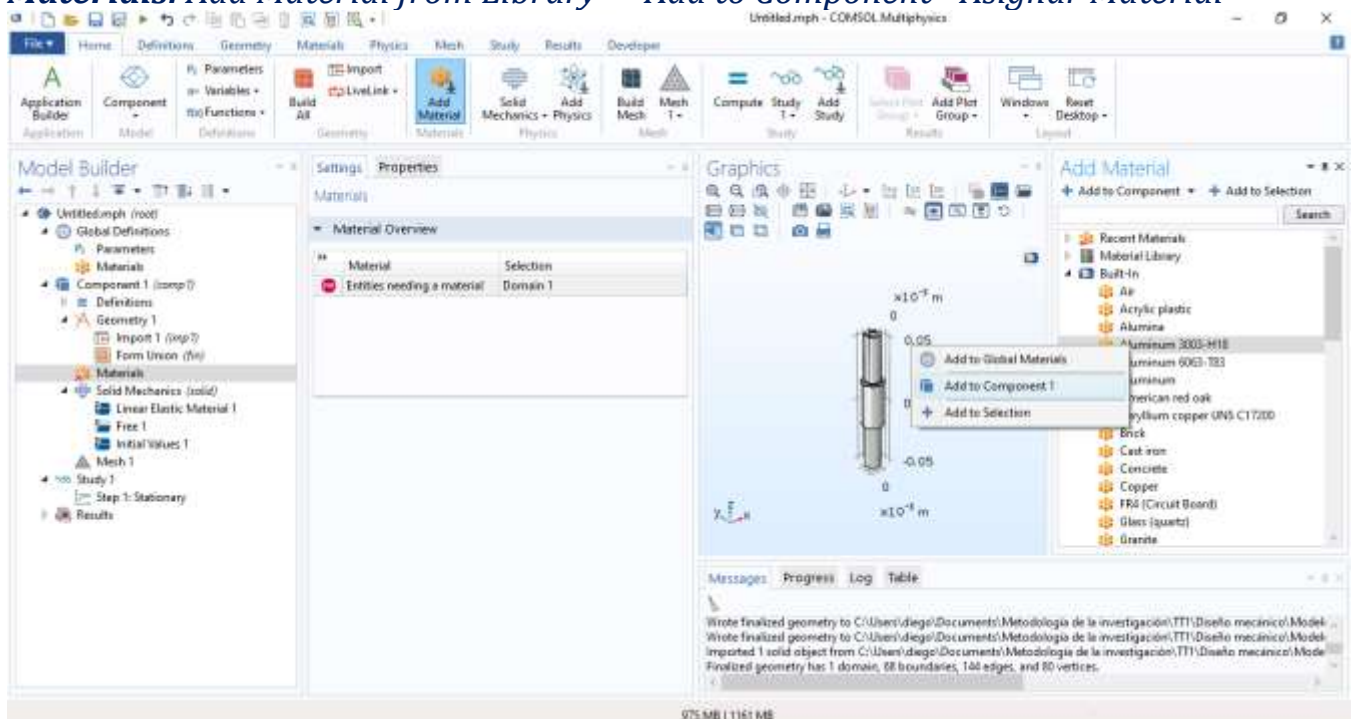
- E = Módulo de Elasticidad [$GPa = e^9 Pa = 1 \times 10^9 Pa$]
- ν = Constante de Poisson = 0.3 casi siempre [Sin Unidad]
- ρ = Densidad $\left[\frac{Masa}{volumen} = \frac{kg}{m^3} \right]$





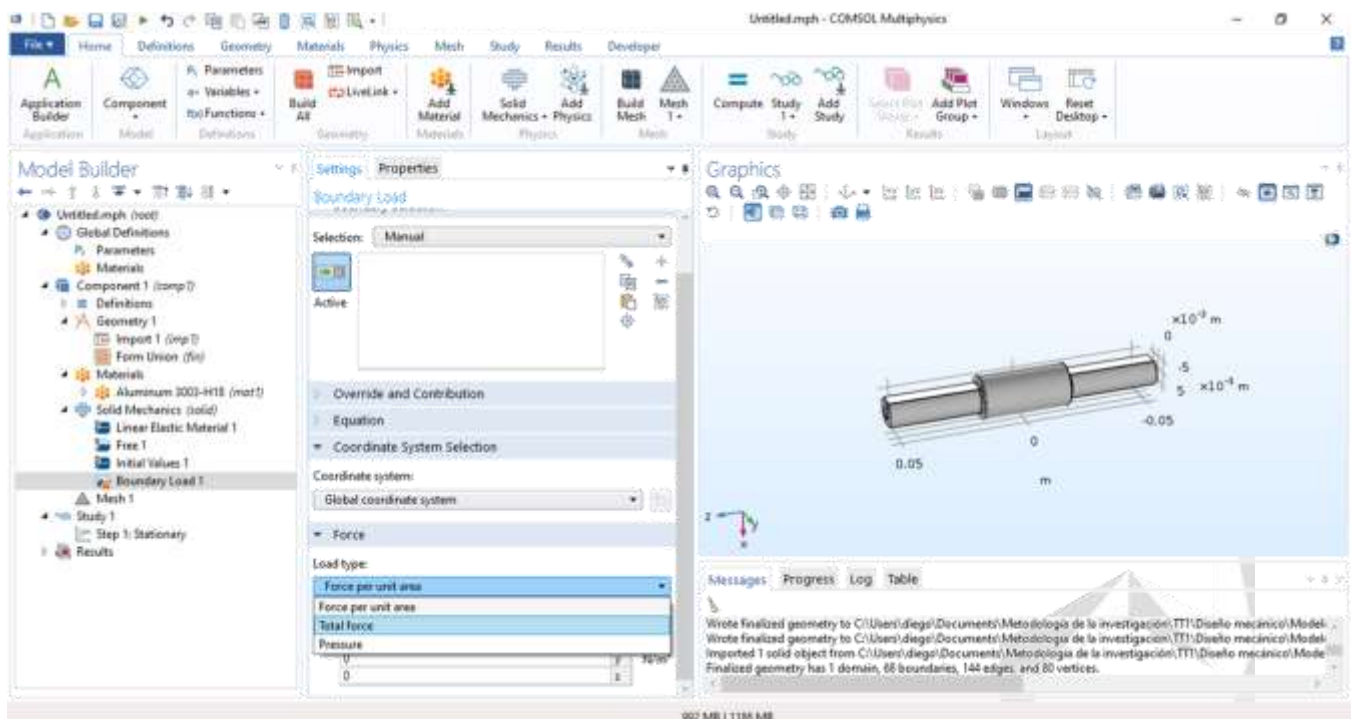
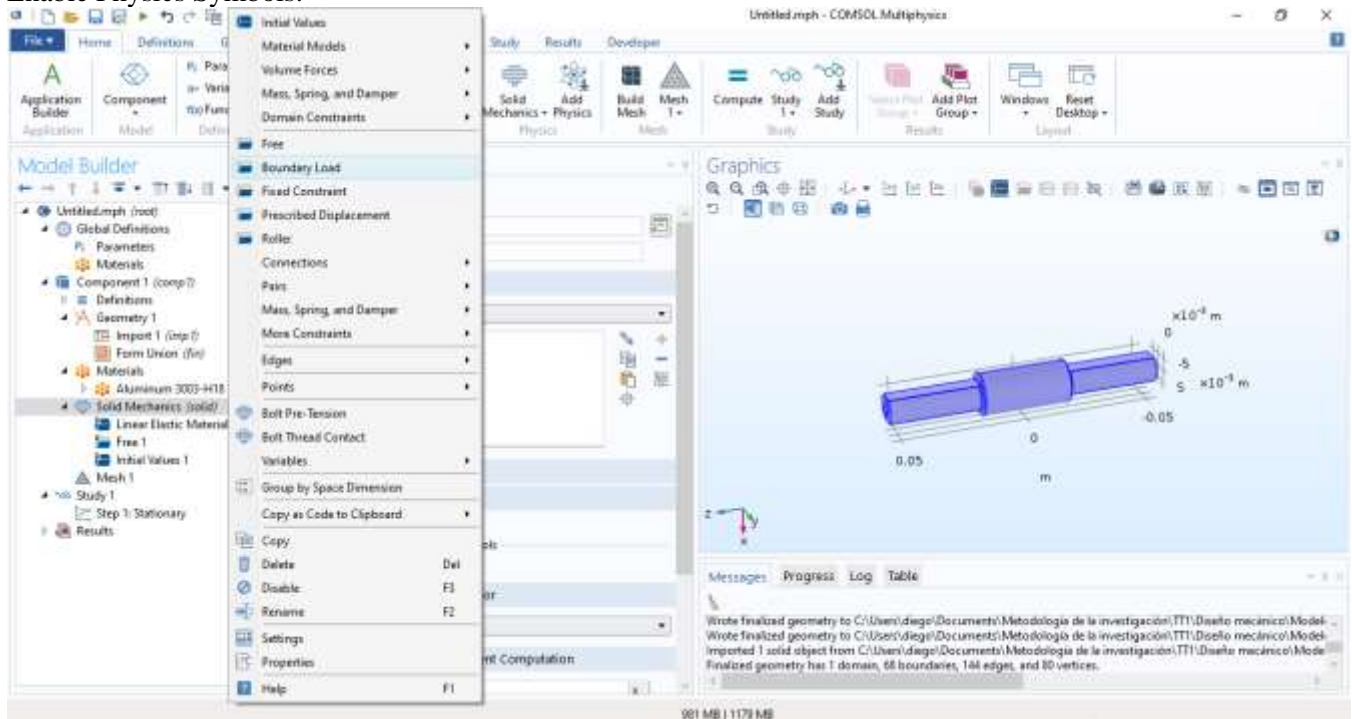


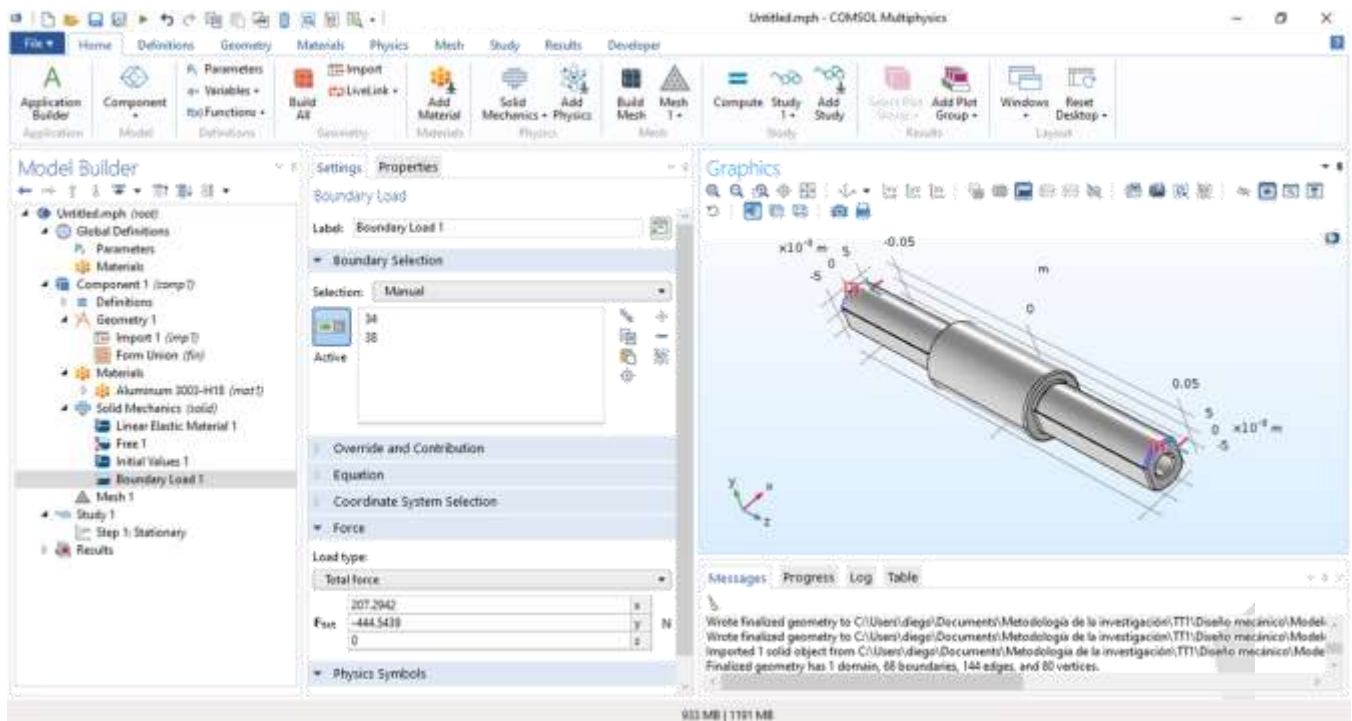
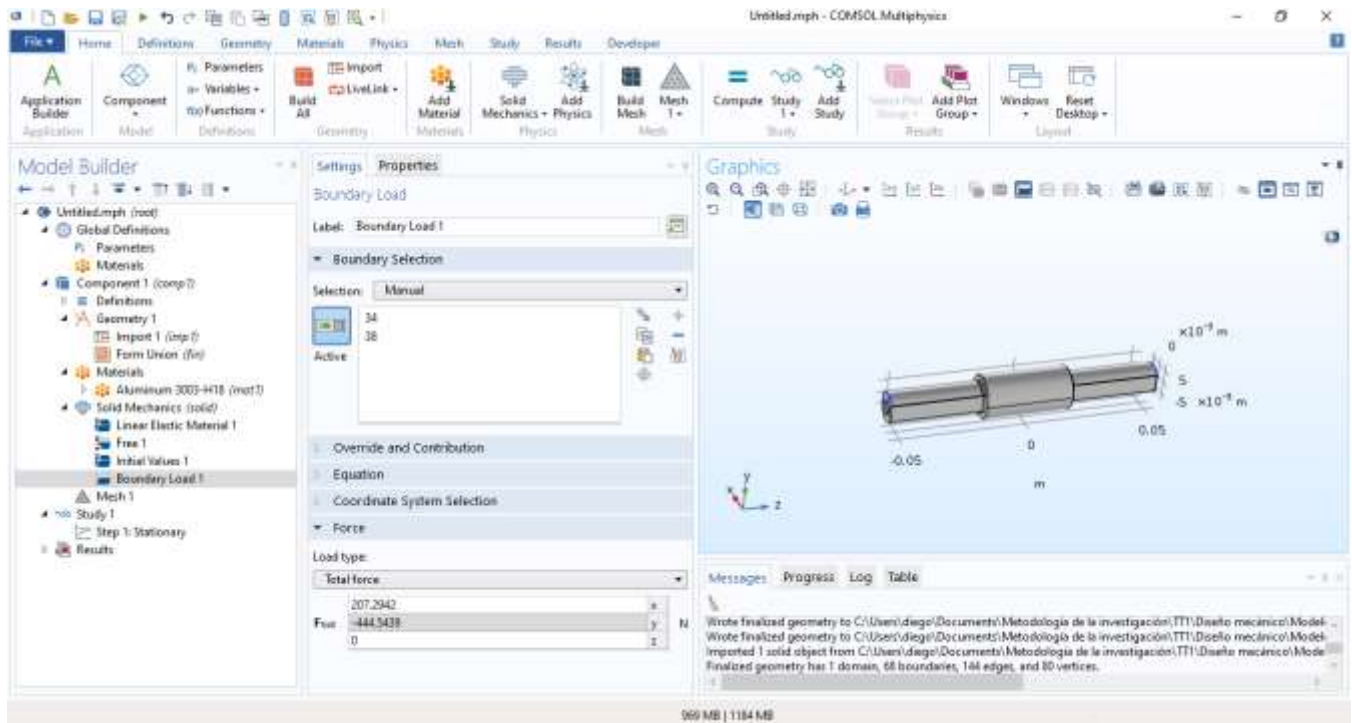
Materials: Add Material from Library → Add to Component - Asignar Material

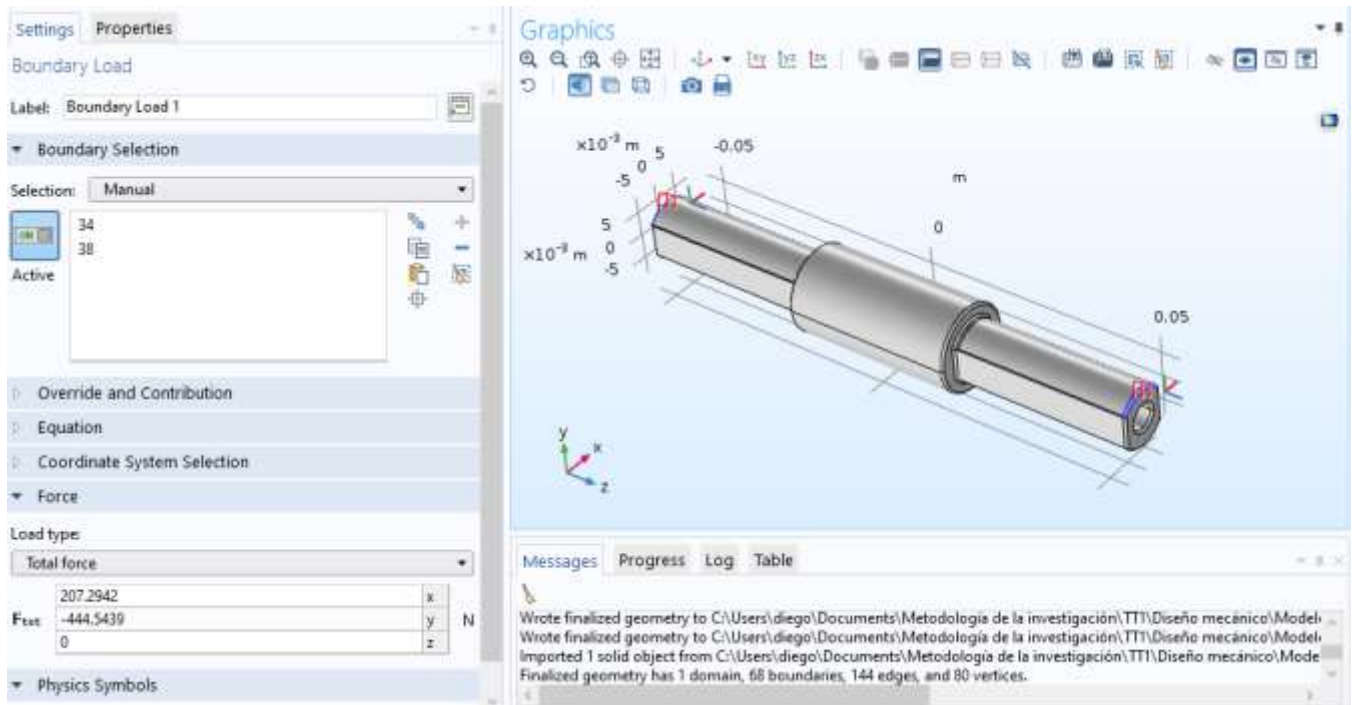


Solid Mechanics (solid): Boundary Load - Agregar Carga

Al seleccionar la opción de Boundary Load podemos elegir la dirección de la fuerza axial (colocando signos y viendo la dirección de los ejes xyz en el programa), su tipo (fuerza por área, fuerza total y presión) y magnitud. Además de colocarla en el modelo de la simulación mecánica de COMSOL. Para que se muestren los símbolos de las cargas se debe seleccionar la checkbox de Solid Mechanics → Physics Symbols → Enable Physics Symbols.

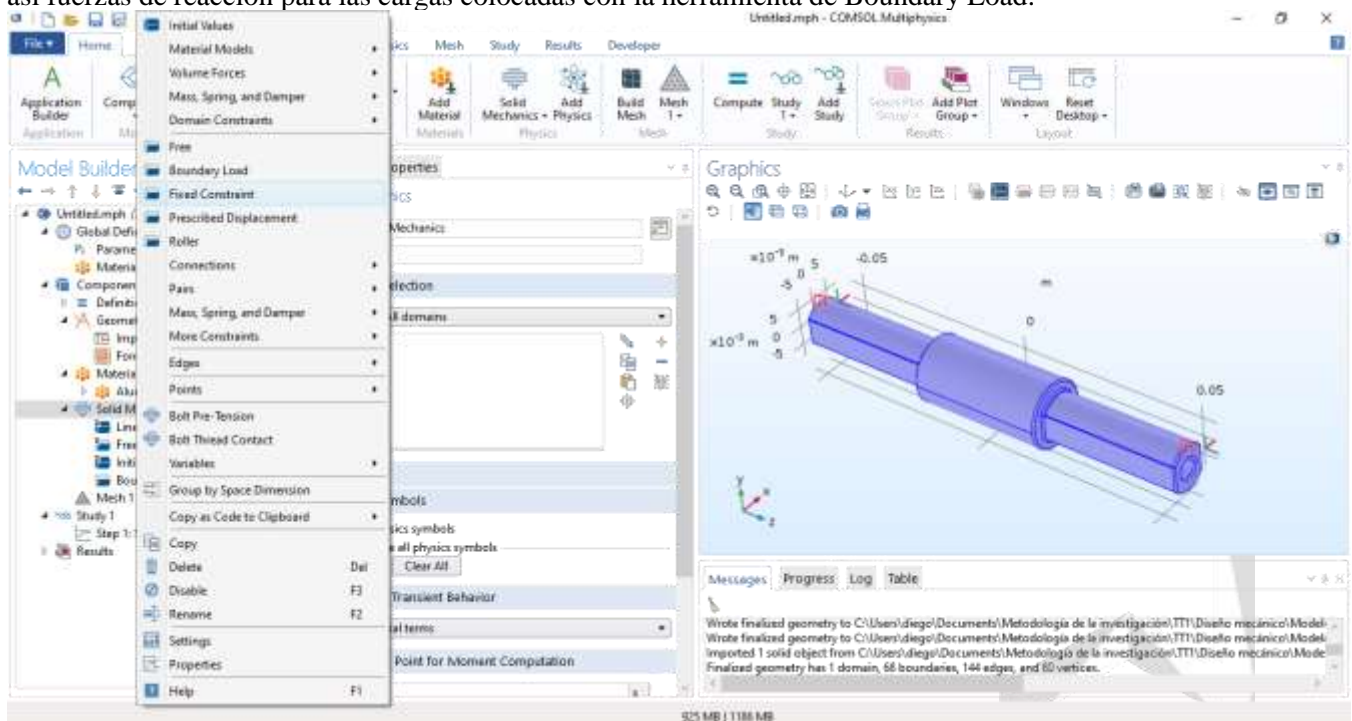






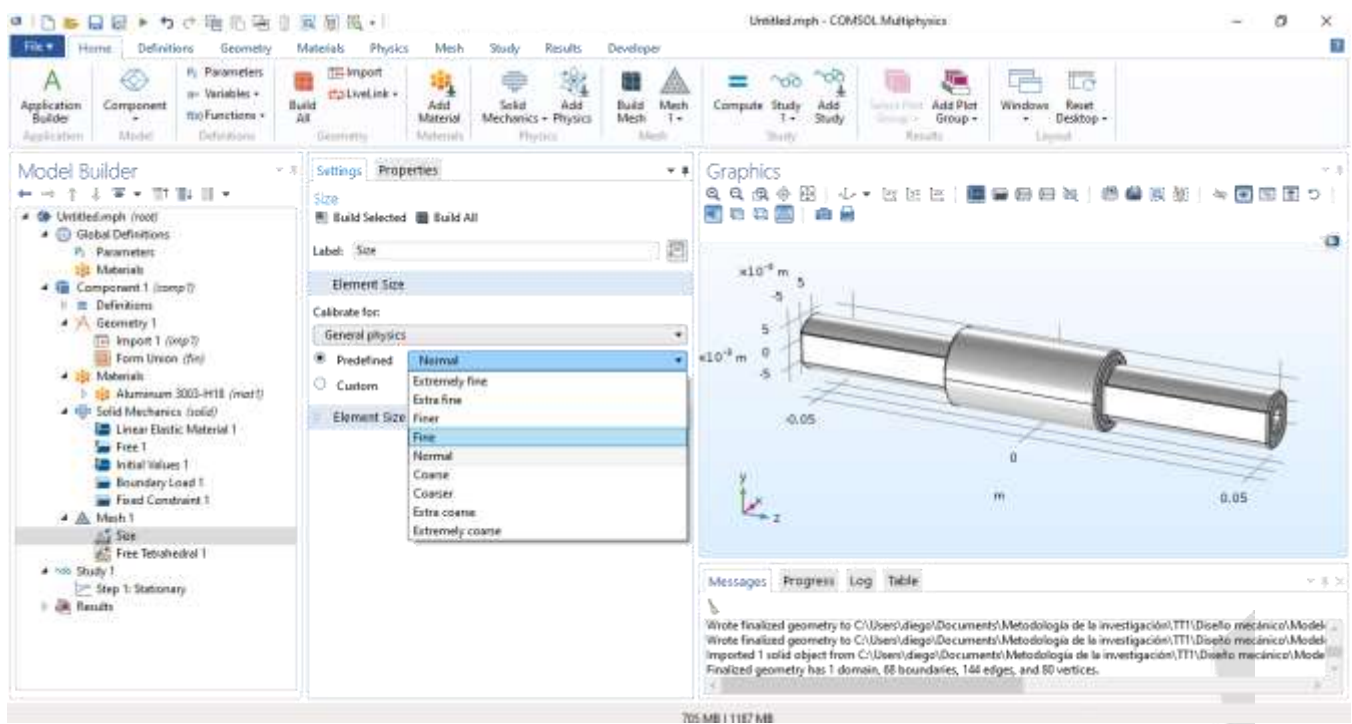
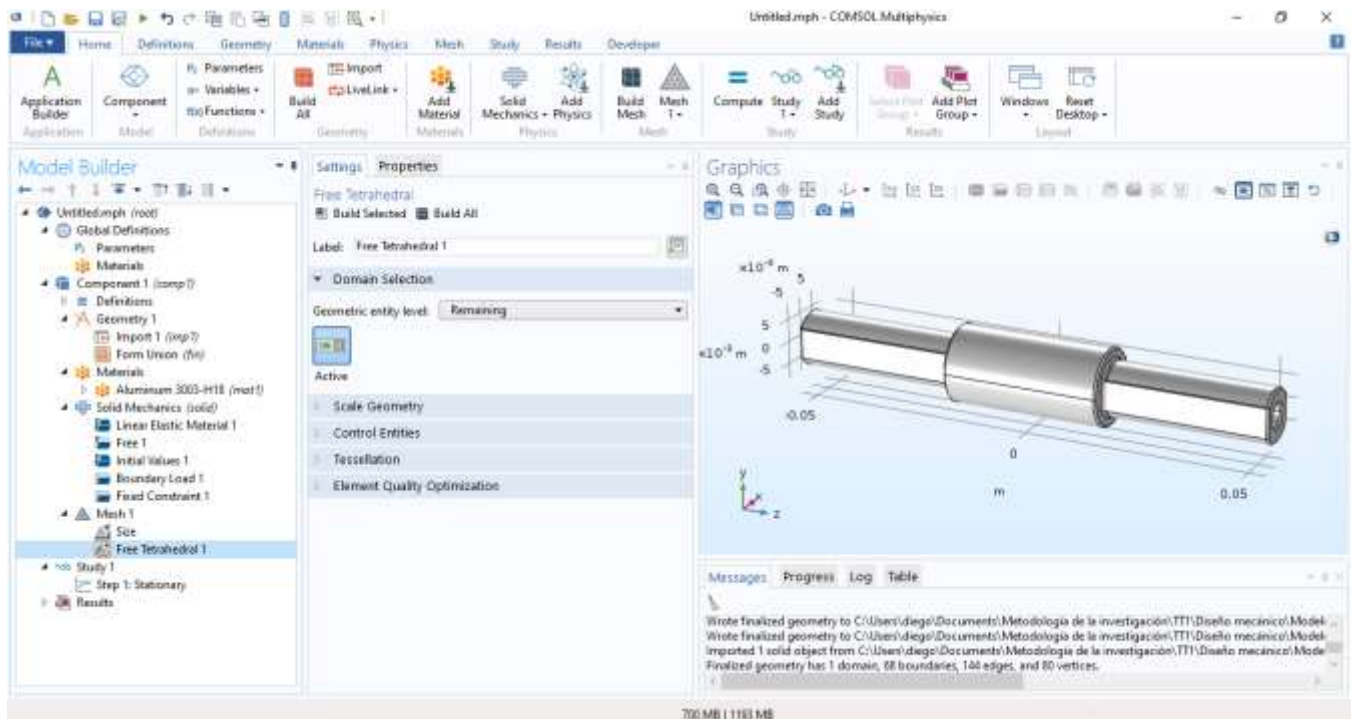
Solid Mechanics (solid): Fixed Constraint - Agregar Apoyo

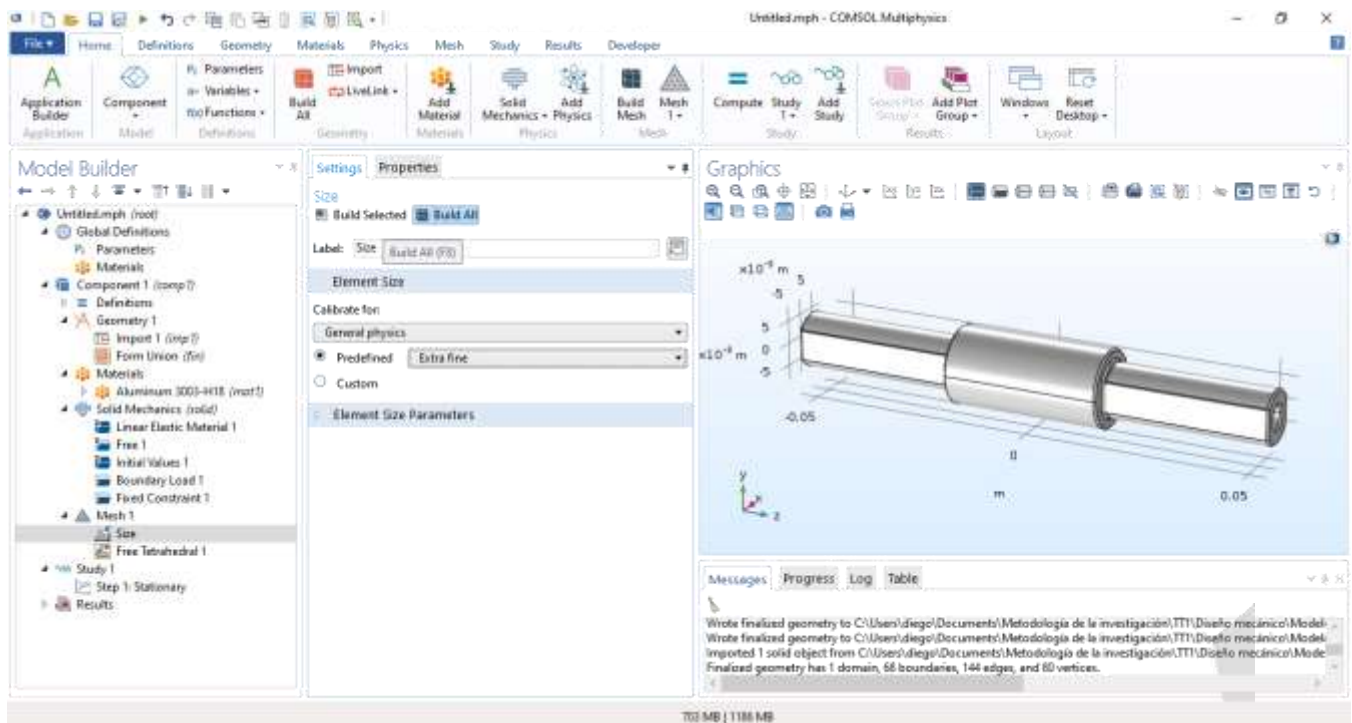
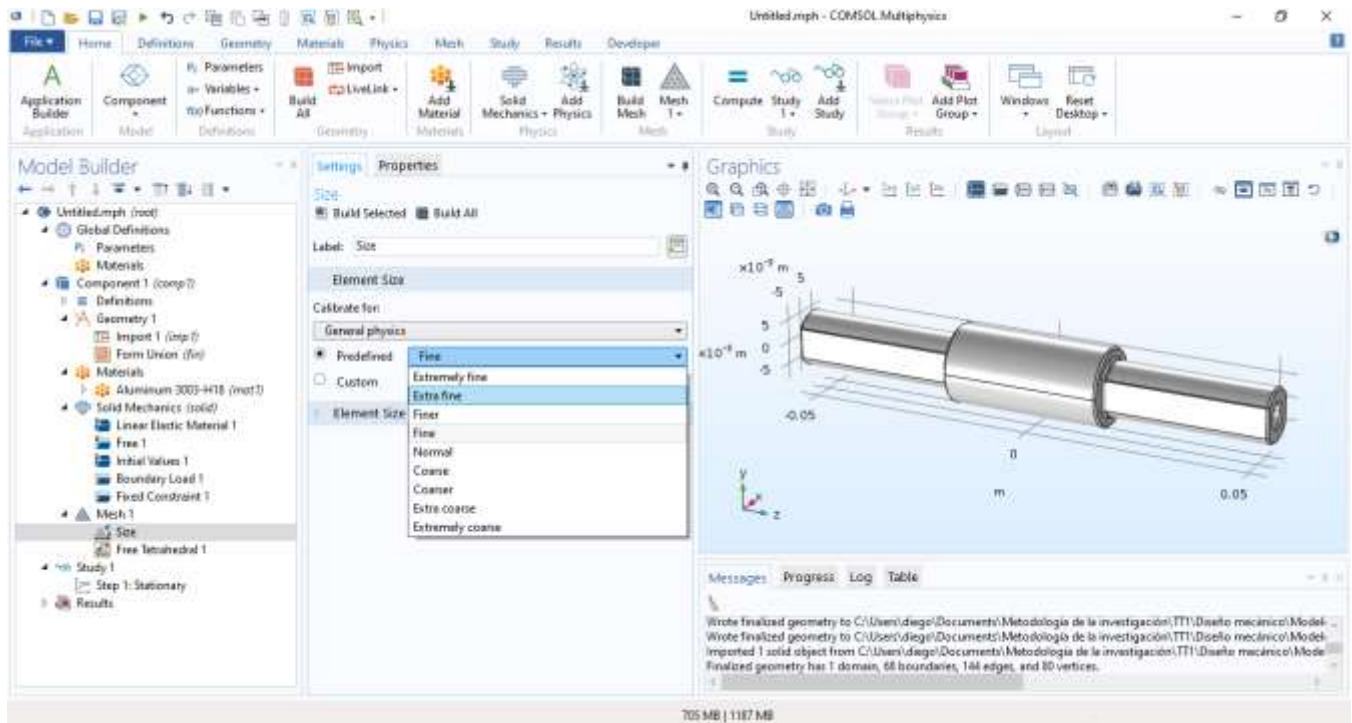
El apoyo o soporte del estudio mecánico son aquellos puntos de la figura que se encuentran fijos, creando así fuerzas de reacción para las cargas colocadas con la herramienta de Boundary Load.

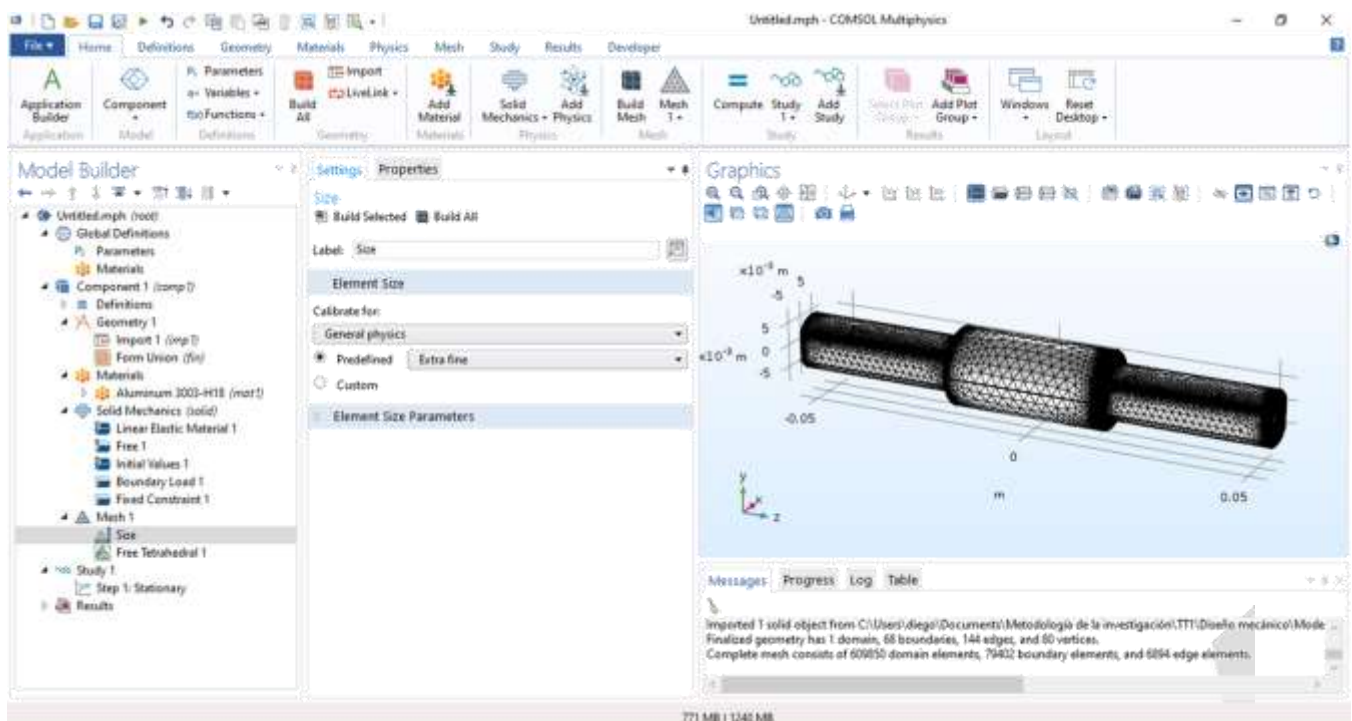
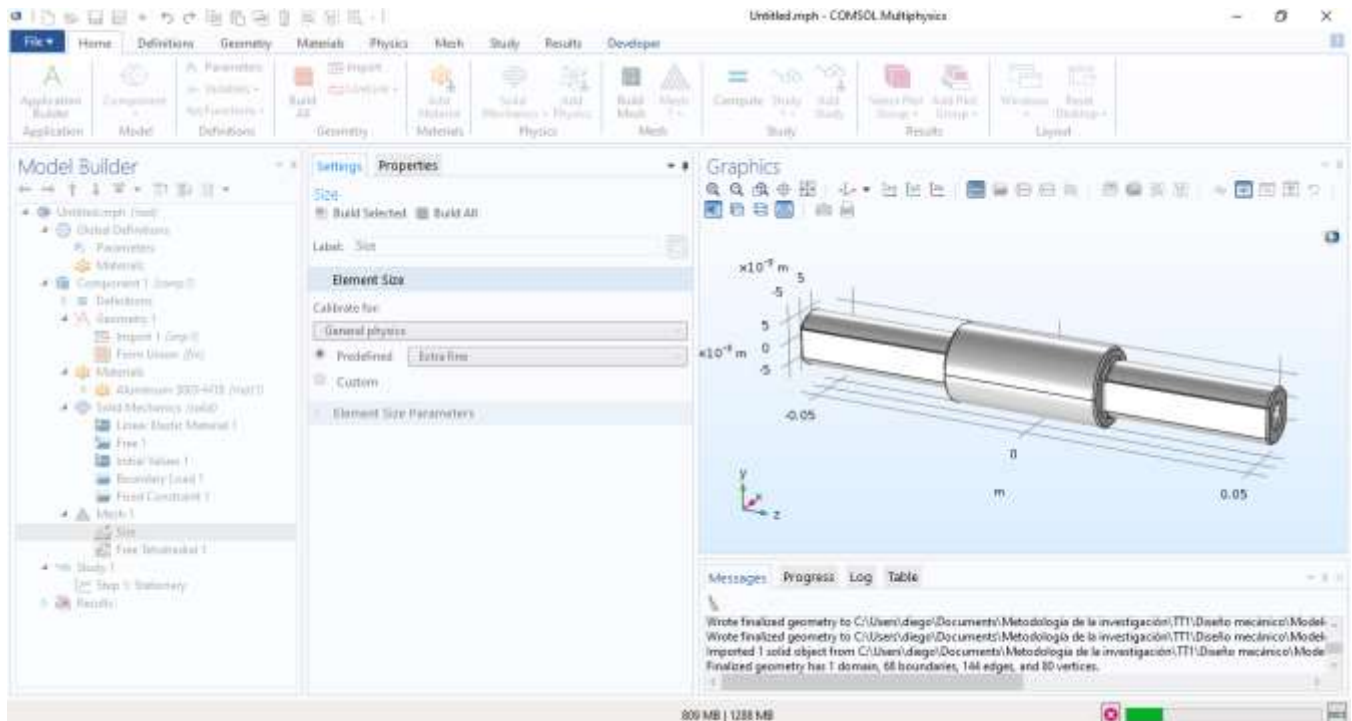




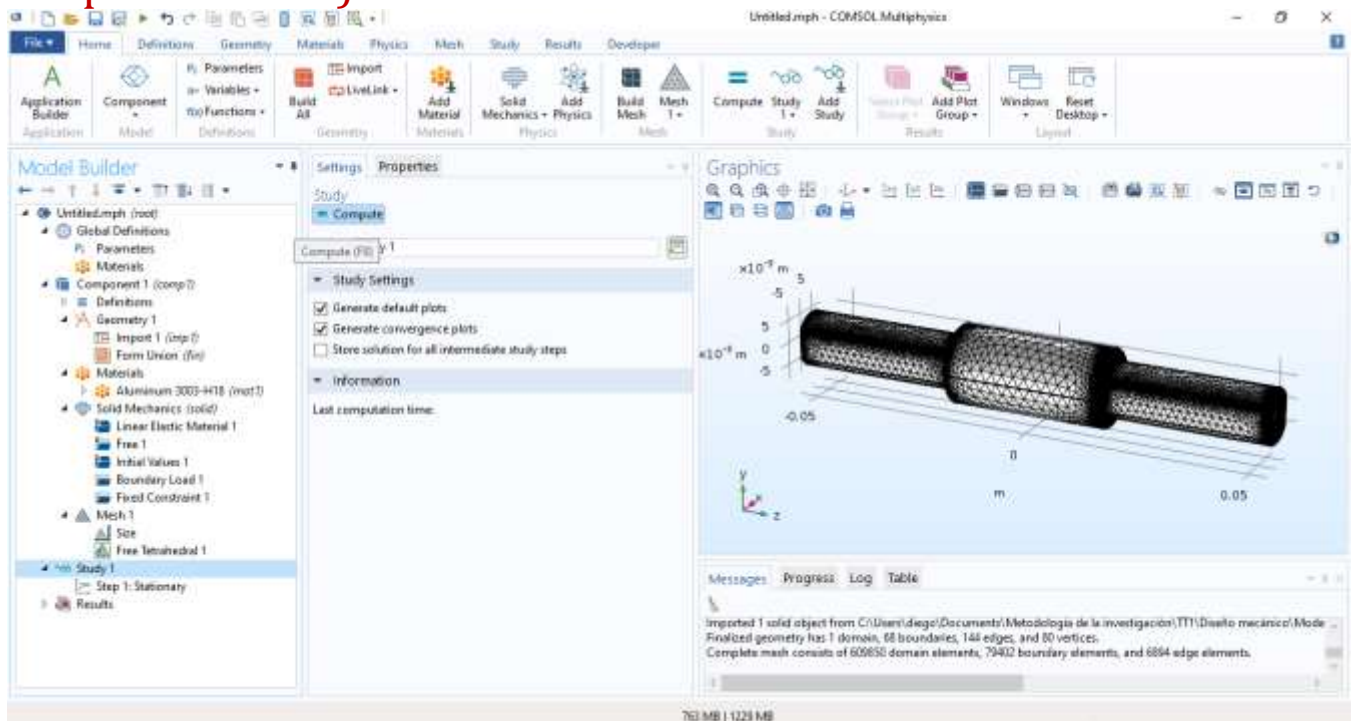
The screenshot displays the COMSOL Multiphysics software interface. On the left, the 'Model Builder' tree shows a hierarchy starting from 'Untitled1.mph (root)', followed by 'Global Definitions', 'Parameters', 'Materials', 'Component 1 (comp1)', 'Definitions', 'Geometry 1', 'Import 1 (imp1)', 'Form Union (f1)', 'Materials', 'Aluminum 6061', 'Solid Mechanics', 'Linear Elastic Material', 'Free 1', 'Initial Values 1', 'Boundary Load', 'Fixed Constraint', 'Mesh 1', 'Study 1', 'Step 1: Stationary', and 'Results'. The 'Mesh 1' item is selected, and a context menu is open, showing options like 'Free Tetrahedral', 'Sweep', 'Boundary Layers', 'More Operations', 'Size', 'Size Expression', 'Distribution', 'Corner Refinement', 'Scale', 'Edit Physics-Induced Sequence', 'Clean Mesh', 'Delete Sequence', 'Statistics', 'Import', 'Copy as Code to Clipboard', 'Duplicate', 'Delete', 'Rename', 'Settings', 'Properties', and 'Help'. The 'Graphics' window on the right shows a 3D model of a cylindrical component with a central hole, with dimensions like $\times 10^{-3}$ m, 5, -5, 0, -0,05, 0,05, and m. The 'Messages' window at the bottom displays the following text: 'Wrote finalized geometry to C:\Users\diego\Documents\Metodología de la investigación\TT1\Diseño mecánico\Model. Wrote finalized object to C:\Users\diego\Documents\Metodología de la investigación\TT1\Diseño mecánico\Model. Imported 1 solid object from C:\Users\diego\Documents\Metodología de la investigación\TT1\Diseño mecánico\Model. Finalized geometry has 1 domain, 66 boundaries, 144 edges, and 60 vertices.'







Study: Compute - Obtención de Resultados (Esfuerzo y Desplazamiento)



Surface: Expression: **solid.mises** - Esfuerzo de Von Mises

El esfuerzo de Von Mises es aquel que se utiliza para materiales dúctiles como aluminio, acero, etc.

