

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

FACULTAD DE INGENIERÍA.



Colegio de Ingeniería Industrial.

Título de la tesis:

“DISEÑO, PROGRAMACIÓN PARA  
FABRICACIÓN  
EN CNC CON PROGRAMAS CAD/CAM”

Tesis presentada para obtener el grado de: Licenciatura.

PRESENTA:

Michel Romero Molina.

Director de tesis:

José Manuel Pasten Hernández.

Asesores de tesis:

Gloria Morales Carrasco.

Luis Enrique Chávez Muñoz.

Puebla, Puebla a febrero de 2025

**M. I. Angel Cecilio Guerrero Zamora**  
**Director de la Facultad de Ingeniería**  
**Benemérita Universidad Autónoma de Puebla**  
**Presente.**

El que suscribe: Mtro. José Manuel Pastén Hernández, director del tema de tesis:

**"DISEÑO Y PROGRAMACIÓN PARA FABRICACIÓN EN CNC CON PROGRAMAS CAD/CAM".**

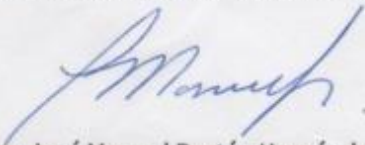
Presentada por el C. Michel Romero Molina -201865780-, pasante del Colegio de Ingeniería Industrial, y en atención al oficio No. SAC/0127/2025 con fecha de emisión 28 de enero de 2025, me permito informar a Usted que después de haber revisado cuidadosamente el contenido temático, metodología, redacción y ortografía de la tesis correspondiente, no tengo inconveniente en autorizar la impresión del mismo.

Sin otro particular, le reitero la seguridad de mi más atenta y distinguida consideración.

**Atentamente**

**"Pensar bien, para vivir mejor"**

**H. Puebla de Z. a 04 de febrero de 2025**



**Mtro. José Manuel Pastén Hernández**  
**Director de Tema**

## ÍNDICE.

1.Resumen .....	4
2.Introducción .....	5
3.Antecedentes .....	7
4.Planteamiento del problema .....	8
5.Objetivos .....	9

## **MARCO TEÓRICO.....10**

### **Capítulo 1.- Control numérico .....10**

1.1 Ventajas del CNC (Control Numérico por Computadora) .....	12
1.2 Desventajas del CNC .....	14
1.3 Clasificación de controles.....	15
1.4 Sistemas de coordenadas.....	16

### **Capítulo 2.- Programación manual .....20**

2.1 Formato ISO .....	21
2.2 Cálculos de corte y revoluciones .....	24
2.3 Programación en torno CNC .....	30
2.4 Programación en fresadora CNC .....	35

## **MANUAL PARA USUARIO SOBRE RECONOCIMIENTO Y FAMILIARIZACIÓN CON SOFTWARE OLID EDGE Y EXTENSION CAM PRO PARA TORNO Y FRESADORA CNC DENFORD BUAP.....40**

### **Apartado 1. Introducción a Solid Edge.....42**

### **Apartado 2. Entorno – interfaz.....43**

2.1 Cinta de comandos.....	44
2.2. Barras y cintas de la ventana de trabajo.....	48
2.2.1. Barras de herramientas.....	48
2.2.2. Cinta de comandos.....	54
2.3. Personalizar cinta de comandos y barra de herramientas.....	56
2.4. Boceto 2D.....	56
2.4.1. Realizar bocetos 2D en modo síncrono.....	56

2.4.2. Modificación de bocetos.....	58
2.4.3. Iconos de apoyo.....	60
2.4.4. Comando de barra de herramientas dibujo.....	61
<b>Apartado 3. Visualización de diseños.....</b>	<b>65</b>
3.1. Abrir documentos.....	65
3.2. Creación de documentos.....	66
3.3. Función QuickPick .....	68
3.4. Cambio de unidades.....	69
3.5. Guardar documentos.....	70
<b>Apartado 4. Croquis.....</b>	<b>72</b>
<b>Apartado 5. Función Revolución.....</b>	<b>73</b>
<b>Apartado 6. Mecanizado en torno Denford CNC de un modelado de Solid</b>	
<b>Edge.....</b>	<b>76</b>
6.1 Entorno – interfaz .....	76
6.2 Configuración.....	80
6.3 Simulación.....	91
6.4 Entorno – Interfaz del software Denford VR Turning .....	94
<b>Apartado 7. Mecanizado en fresadora Denford CNC de un modelado de Solid</b>	
<b>Edge.....</b>	<b>95</b>
7.1 Entorno – interfaz .....	95
7.2 Configuración.....	97
7.3 Simulación.....	107
7.4 Entorno – Interfaz del software Denford VR Milling.....	118
<b>CONCLUSIÓN .....</b>	<b>119</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>120</b>

## **1. Resumen.**

En esta tesis se desarrolla un manual de usuario para los alumnos de la facultad de ingeniería de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) que cursan materias como dibujo industrial o manufactura integrada por computadora durante su carrera en el cual se necesita desarrollar una comunicación entre hombre-máquina Denford, pero, ¿Cómo?, esto se podrá hacer a través del uso del software Solid Edge y sus extensiones CAM PRO para así comprender mejor la ingeniería en la rama de la manufactura en especial en el área del maquinado CNC que se lleva a cabo en el laboratorio de manufactura integrado con maquinaria Denford, y poder establecer un lenguaje hombre-máquinas. Las máquinas Denford que se analizarán serán la fresadora CNC y el torno CNC. Esta guía servirá para que los estudiantes se vayan introduciendo al mundo laboral y para generar conocimientos base para operar lo nuevo en maquinaria CNC, pues las empresas siempre se actualizan para aumentar la eficiencia en manufactura, reducir tiempo de trabajo y obtener más producto en menor plazo con la ayuda de la nueva tecnología (CNC). Antes de abordar este tema es importante conocer nuestro marco teórico para conocer un poco de la historia de estas máquinas y comprender cómo se ha dado esta evolución tecnológica.

Para esta tesis, en pocas palabras ayuda a comprender el entorno del software Solid Edge y extensión CAM PRO que no nos ayudara a generar una pieza de libre albedrío para el usuario y finalmente ser mecanizada en un material deseado.

## **2. Introducción.**

Se puede decir que el CNC ha aportado grandes cambios tecnológicos en la manufactura, pero entonces surge la pregunta, ¿qué es CNC? y ¿cómo se creó?

Comenzaremos a abordar la primera pregunta el control numérico computarizado, mejor conocido como (CNC), todo se remonta en el año 1725, cuando se utilizaban máquinas a través de tarjetas perforadas. Este lenguaje/código evolucionó gracias a los avances tecnológicos de las herramientas actuales. El CNC tuvo su origen a principio de los años 50 en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), en donde se automatizó por primera vez una gran fresadora. (“Introducción al control numérico computarizado (CNC)”) En esta época, las computadoras estaban en sus inicios y eran tan grandes que el espacio ocupado por la computadora era mayor que el de la máquina, sin embargo, ayudaban a comunicarse con las maquinas mediante controles numéricos o en otras palabras a través de un “lenguaje computarizado” Aunque la tecnología ha aportado grandes avances a la manufactura, los futuros ingenieros deben tener capacidad suficiente para operar estas herramientas, pues cada vez son más solicitadas al ejercer, según un sondeo realizado en la plataforma INDEED. Por eso, como se dijo antes en este estudio, se explicará cómo entablar un lenguaje desarrollado con las maquinas en el área de manufactura cuando se trabaje con metales, abarca de un diseño a un mecanizado. Gracias al control numérico por computadora, cuyas siglas son “CNC”.

La comunicación también tendrá lugar con las maquinas-herramientas (Torno y Fresadora) cuando se haya hecho un diseño creado con códigos para su mecanizado, haciendo uso de softwares como CAD cuyas siglas significan (Computer-Aided Design) es decir (diseño asistido por computadora) y CAM (Computer Aided Manufacturing) que significa por sus siglas en inglés, Manufactura asistida por computadora, la cual con un microchip y con la implementación de este en los procesos de mecanizado, en la actualidad la tendencia de automatización en la industria, demanda en el empleo un equipo especial para controlar los procesos de fabricación, donde resulta una fácil operación con mayor exactitud.

Las maquinas CNC pueden dirigir posicionamientos de un órgano mecánico móvil, de forma automática a partir de informaciones numéricas definidas por un programa, factor muy ayudado para el mecanizado de figuras, por su gran versatilidad en el

desarrollo de los diferentes moldes que se requieran mecanizar, ya que se pueden hacer movimientos complejos como círculos, líneas diagonales y figuras tridimensionales con mayor precisión y mejores tiempos de fabricación que no se logran manualmente.

El estudio se enfoca al área de manufactura de maquinados CNC. Al interior de esta tesis se intenta solucionar los problemas tecnológicos bajo los cuales la mayoría de estas empresas se ven afectadas.

En 2021, el sector de la industria manufacturera fue el que más contribuyó al producto interno bruto (PIB) de México, con alrededor del 18%.

Al ser este proyecto un avance tecnológico para el sector de la industria mexicana, este contribuirá a la estandarización, especialización y progreso de las compañías que se beneficien de este, que en vez de despedir la mano de obra por automatizaciones costosas (generando así mayores índices de desempleo), mantengan al interior el capital humano que está formado y exploten todo su potencial, que se expandan e inviertan en nuevos mercados, que inventen nuevos productos con características diferenciadas, que tengan competencia internacional y que contribuyan al desarrollo en repunta que necesita el país.

*Sector manufacturero: participación en PIB México 2021 | Statista. (2021, Octubre 15).*

Statista. <https://es.statista.com/estadisticas/596877/participacion-del-sector-manufacturero-en-pib-mexico/#statisticContainer>

### **3. Antecedentes.**

El término control numérico por computador fue introducido en la década de 1950, cuando los comandos de programación eran códigos numéricos. El operador escribía manualmente dichos códigos en la máquina.

Desde entonces se han desarrollado lenguajes simbólicos para comunicar instrucciones a las máquinas-herramientas. Por ejemplo, en las aplicaciones de diseño asistido por computador (CAD) y de fabricación asistida por computador (CAM) se puede dibujar una pieza con una serie de líneas y curvas, denominadas geometrías de la pieza. Las geometrías se utilizan para generar automáticamente instrucciones de código NC para la máquina-herramienta.

Desde este avance, las máquinas de control numérico primitivas evolucionaron a sistemas más precisos usando la tecnología electrónica de control analógico y digital. El principal progreso enfocado en el CNC fueron los microcontroladores (MCU), que facilitaron que las máquinas contaran con sistemas mucho más sofisticados y programables para el mecanizado. Esto provocaría la aparición de las máquinas de control numérico computarizado o CNC (Control Numérico por Computadora) en 1970, estableciendo los fundamentos de las máquinas CNC tal y como las conocemos hoy en día.

Gradualmente empezaron a ser cada vez más económicas y sencillas de programar, hasta alcanzar a gran cantidad de sectores industriales y talleres diversos.

#### **4. Planteamiento del problema.**

Los procesos de manufactura industrial requieren diferentes procesos de acabado según el material y, según el mecanizado, el punto a tratar se realiza en todo el proceso básico para realizar una pieza 3D y fabricarla mediante el proceso que más se acople.

Se requiere de un diseñador que brinde asesoría externa en la fabricación de estas piezas, también se encarga de diseñar la figura en tercera dimensión, proceso que se puede realizar a través de softwares; gran ayuda al correcto proceso y tener mejores resultados.

Entonces, el problema central es: ¿Como aprovechar al 100% de rendimiento en la función de las maquinas torno y fresadora CNC Denford del laboratorio de manufactura integrada de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla por falta de implementación de otros softwares como Solid Edge ya que solo se tiene el uso del programa Catia V5? Y no usa otros programas con diversas funciones que pueden agilizar y optimizar el maquinado de las piezas por el gran poder de este software novedoso; Solid Edge.

No obstante, hay que saber familiarizarse con el software que uno prefiera usar, en el caso de esta tesis se usara Solid Edge y su extensión CAM Pro. Esto nos ayudara a generar trabajos en un tiempo más rápido y de mejor calidad, hay que tener en cuenta que este programa es cuestión de practica y constancia para poder llegar a dominarlo en su totalidad para generar los resultados deseados.

## **5. Objetivos.**

Objetivo general: Elaborar un manual para comprender el software Solid Edge y sus diversas funciones para hacer prácticas en equipos Denford del laboratorio de manufactura integrado de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, y así ayudar a familiarizarse con la industria manufacturera que maneje el control numérico computarizado (CNC), en cuestión de máquina herramienta como la fresadora y torno.

### Objetivos específicos:

- Comprender el entorno del software Solid Edge para la comunicación Hombre-PC - Máquina para el control numérico computarizado gracias a un microchip.
- Analizar y comprender como sucede la programación CNC en un software CAD/CAM específico: Solid Edge.
- Analizar y comprender el lenguaje de programación CNC para maquinaria en fresadora y torno Denford que se ubica en el laboratorio de manufactura integrada de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

## **Marco Teórico.**

### **Capítulo 1.- Control Numérico.**

En 1725, se utilizaban máquinas a través de tarjetas perforadas. Este lenguaje/código evolucionó gracias a los avances tecnológicos de las herramientas actuales. El CNC tuvo su origen a principio de los años 50 en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), en donde se automatizó por primera vez una gran fresadora. En esta época, las computadoras estaban en sus inicios y eran tan grandes que el espacio ocupado por la computadora era mayor que el de la máquina, sin embargo, ayudaban a comunicarse con las maquinas mediante controles numéricos o en otras palabras a través de un “lenguaje computarizado”

Aunque la tecnología ha aportado grandes avances a la manufactura, los futuros ingenieros deben tener capacidad suficiente para operar estas herramientas, pues cada vez son más solicitadas al ejercer, según un sondeo realizado en la plataforma INDEED. Por eso, como se dijo antes en este estudio, se explicará cómo entablar un lenguaje desarrollado con las maquinas en el área de manufactura cuando se trabaje con metales, abarca de un diseño a un mecanizado. Gracias al control numérico por computadora, cuyas siglas son “CNC”.

La comunicación también se realizará con las máquinas-herramientas (Torno y Fresadora) una vez que se haya realizado un diseño diseñado con códigos para su mecanizado, utilizando softwares CAD que se traducen como (Computer- Aided Design) o sea (Diseño asistido por computadora) y CAM (Computer Aided Manufacturing) que se traduce como (Fabricación asistida por computadora).

Es control numérico (CN) a la forma en que se hace el control con precisión, las operaciones de una máquina son instrucciones codificadas con letras, números y símbolos que la unidad de control de la máquina (MCU: microcontroladores) puede traducir.

Las letras, números y símbolos se refieren a posiciones, distancias, movimientos o funciones específicas; las instrucciones se ejecutan en la máquina CNC mediante servomotores que realizan operaciones de maquinado.

El control numérico por computadora (CNC) ofrece una gran precisión en el maquinado, ya que las máquinas de control numérico incorporan dispositivos de

medición y registro, lo que permite que las piezas manufacturadas tengan dimensiones más exactas y que se reduzca mucho el error humano.

La automatización programable está directamente ligada a máquinas de control automático en las que su funcionamiento es manejado por algún programa.

Este tipo de máquinas tienen la gran ventaja de la flexibilidad mejor conocida como la adecuación al cambio en sus operaciones a través de programas y la universalidad propia de cada máquina.

Las operaciones de una máquina de este tipo implican movimientos específicos de sus ejes y es en este punto donde el CN lleva a cabo el control de los movimientos en la posición, así como la velocidad, conforme a las instrucciones que ejecuta, especificadas en el programa. De esta manera, si en un momento específico se necesita modificar el trabajo que está llevando a cabo la máquina, solo es necesario modificar el programa. Esta característica es lo que brinda al CN su flexible.

## **1.1 Ventajas del CNC.**

Comenzaremos a abordar los numerosos atributos con las que cuentan las máquinas CN. En la industria, las máquinas de control numérico frente a las máquinas convencionales tienen diversas ventajas en primer lugar sería el ahorro de tiempo, ya que las velocidades y trayectorias se ajustan con mayor exactitud y precisión incluso la comprobación de los planos es más rápida, ya que las máquinas ahorran este proceso con una previa verificación. En segundo lugar, se aprovecha hasta en un 80% el tiempo en las máquinas de CN, una máquina convencional puede llegar al 10% de ese aprovechamiento, no obstante, el tiempo de ajuste en maniobras, consulta de plano, movimientos de aproximación y verificación de medidas es realizada por la máquina y no el operario en menor lapso. En tercer lugar, se posiciona la alta precisión. Todos los movimientos se controlan por un código, así se evita caer en el error humano, muy usual en las máquinas convencionales.

Como cuarto lugar está la repetitividad, esto significa que se pueden fabricar series de piezas con las mismas características sin tener que calibrar nuevamente los parámetros de la máquina. Otra de las ventajas es el mecanizado de geometrías complejas, estas últimas solo son fabricadas con máquinas de CN ya que es imposible de realizarse en máquinas convencionales. Cabe destacar que este tipo de geometrías dieron origen al control numérico.

La reducción de operarios es otra gran virtud pues la máquina de control numérico no demanda mucha supervisión hasta es posible que un solo operador pueda manipular varias máquinas. Algo importante en las ventajas es la reducción de desperdicio, como sabemos en la industria, se busca aprovechar al máximo los materiales de trabajo y evitar pérdidas, por la alta precisión de los sistemas de CNC, el desperdicio de material se reduce considerablemente.

Cabe resaltar que también hay un ahorro en los costos de material debido a las condiciones de corte que cuentan con un mayor control de la velocidad de este, también por las entradas y salidas de las herramientas y un suministro eficiente de refrigerante.

Probablemente exista la incertidumbre por saber si estas máquinas son seguras para los trabajadores que las operen o estén a cargo de ellas, la respuesta es sí, debido a que cuentan con mayor seguridad puesto que operan bajo sistemas de mecanizado

aislado con controles de acceso como cierre de puertas automáticas y paros de emergencia, esto ayuda que las operaciones se realicen en un espacio cerrado y el operador no quede expuesto a elementos móviles de la máquina que puedan provocarle un daño. Como ultima ventaja mas no menos importante es sobre el espacio que abarcan estas máquinas, lo cual es excelente pues en estas máquinas no se necesitan elementos como plantillas o manivelas ya que todos los movimientos son realizados por motores eléctricos y husillos compactos por lo que su espacio a ocupar es menor.

## **1.2 Desventajas del CNC.**

También se han abordado inmensas ventajas, también existen desventajas de las que es importante abordar. El primer inconveniente es respecto a los costos de estas máquinas, ya que suelen ser más caras que las manuales, aunque los costes de CNC disminuyen por la gran demanda de las empresas.

Los mantenimientos son más caros que los convencionales, ya que llevan un proceso más sofisticado que abarcan circuitos electrónicos, hidráulicos, entre otros que no suelen llevar un maquinado convencional.

Otras desventajas son para los empleos porque se requieren menos trabajadores para operar máquinas CNC que las de accionamiento manual. Por lo que la inversión en máquinas de CNC conllevan a necesitar de menos empleados para llevar a cabo la misma producción. Para concluir con las desventajas tenemos que muchos países ya no enseñan a los alumnos cómo utilizar máquinas de tornos/fresadoras de accionamiento manual. Esto es preocupante pues los estudiantes ya no desarrollarán las habilidades requeridas por los ingenieros del pasado como lo eran las habilidades matemáticas y de ingeniería. Creando una sociedad dependiente y no autónoma.

### **1.3 Clasificación de controles.**

En el sector industrial, las maquinarias que usualmente pueden funcionar con CNC incluyen tornos, fresadoras, enrutadores, cortadoras de plasma e impresoras 3D. Aun así, las variedades de maquinaria CNC se categorizan en función de cómo llevan a cabo sus funciones. En su proceso de corte o perforación. Así pues, las clases de equipos CNC se clasifican en tres, siendo el primero las máquinas de control punto a punto, el segundo las de control paraxial y el tercero las de control interpolar o continuo.

A continuación, se explicará cada uno empezará con las máquinas de control punto a punto estas mecanizan el material en cuestión, solo los puntos iniciales y finales, pero no la trayectoria entre un punto y otro. Puede tratarse de taladradoras o puntadores, que no controlan trazado ni velocidad.

Por su parte, las máquinas de control paraxial, a diferencia de las de control punto a punto, sí pueden programarse en cuanto desplazamientos y velocidad a lo largo de una trayectoria. Un claro ejemplo de este tipo de equipo CNC son los tornos. Para finalizar, las máquinas de control interpolar o continuo tienen la capacidad de mecanizar trayectorias de cualquier clase, en contraposición a las de control paraxial, cuyas trayectorias deben ser paralelas a sus ejes. "Por ende, se les denomina polivalentes a estos equipos de control interpolar." "Especificaciones de máquina de control numérico CNC")

"AUTYCOM"

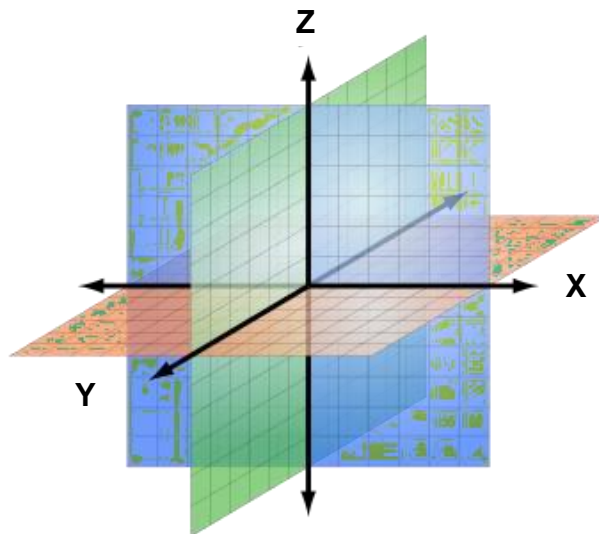
No importa el tipo de automatización CNC que necesiten sus procesos, un experto proporcionará orientación personalizada para identificar el equipo (hardware y software) idóneo para cubrir las demandas de la planta industrial.

#### 1.4 Sistemas de coordenadas.

La programación de las máquinas de CN se rige por la norma ISO (Organización Internacional para la Normalización), y las ordenes se expresan en códigos y coordenadas que gestionan los distintos movimientos de los dispositivos y ejes de la máquina. Los movimientos se clasifican en dos categorías fundamentales: punto a punto (movimientos de línea recta) y trayectoria continua (movimientos de contorno).

Para que los sistemas de coordenadas puedan moverse en un lugar concreto, se deben describir matemáticamente en tres ejes donde las máquinas de CN fundamentan su edificación y sus movimientos, simbolizados por los ejes X, Y, Z.

En el diseño de las máquinas de control numérico se tienen los ejes de la siguiente manera: el eje X como movimiento horizontal (hacia a la derecha o izquierda), el eje Y como movimiento transversal (alejándose o acercándose de la columna) y el eje Z como movimiento vertical.



**Figura 1: Sistema de coordenadas.**

Como ya se dijo, los ejes están definidos por la norma ISO los cuales indica como X, Y, Z, y forman el sistema de referencia, con esta norma se puede realizar los programas con los mismos códigos para que las máquinas decodifiquen las órdenes y puedan ejecutarlas sin importar la marca o modelo permitiendo una universalidad en los códigos de programación.

Z: Usualmente simboliza al eje central del husillo que otorga el movimiento de corte. En caso de no existir husillo, este eje se encuentra en línea recta con la superficie de sujeción de la pieza.

X: Este eje suele ser horizontal y paralelo a la superficie que sostiene la pieza, no obstante, en los equipos donde ni las piezas ni la herramienta son rotatorias, el eje X se encuentra paralelo a la dirección de corte en el sentido positivo del corte.

Y: Este eje es de forma transversal y se desplaza en sentido perpendicular al eje X.

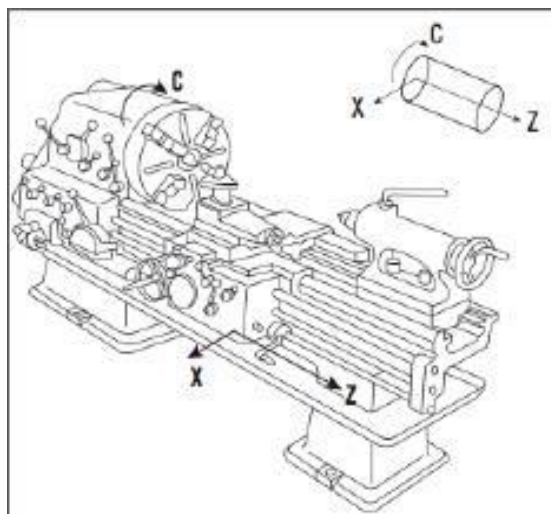
### **Movimientos de rotación**

Hay movimientos rotatorios alrededor de los ejes X, Y, Z, conocidos como A, B, C. Este movimiento rotatorio es positivo hacia la derecha, en concordancia con el sentido positivo del eje. No obstante, también hay movimientos de rotación paralelos secundarios denominados D y E.

### **Ejes extras**

Si se observan movimientos de desplazamiento paralelos a los ejes X, Y, Z, se les llama U, V, W, mientras que si hay otros movimientos paralelos más distantes del husillo, se les denomina terciarios y se les indica con las letras P, Q, R, en función de la situación.

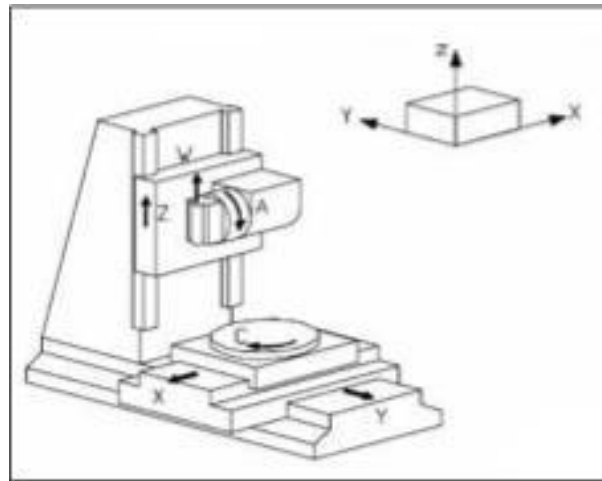
En los tornos clásicos, así como en los centros de torneado, las coordenadas se ejecutan en dos ejes: el eje X guía el movimiento transversal de la torreta de herramientas, mientras que el eje Z guía el movimiento longitudinal de la torreta portaherramientas al aproximarse o separarse del cabezal.



**Figura 2: Ejes de torno.**

En los centros de maquinaria (fresadoras CNC), las coordenadas funcionan en tres ejes: X, Y, Z. El eje X dirige el movimiento hacia la izquierda o derecha de la mesa, el eje Y dirige el movimiento perpendicular en relación con el eje X alejándose de la columna y el eje Z dirige el movimiento vertical (hacia arriba o hacia abajo) del husillo.

MANUAL DE PRACTICAS PARA FRESADORA (PDF)  
CNCcolimpia.cuautitlan2.unam.mx"



**Figura 3: Ejes de fresadora**

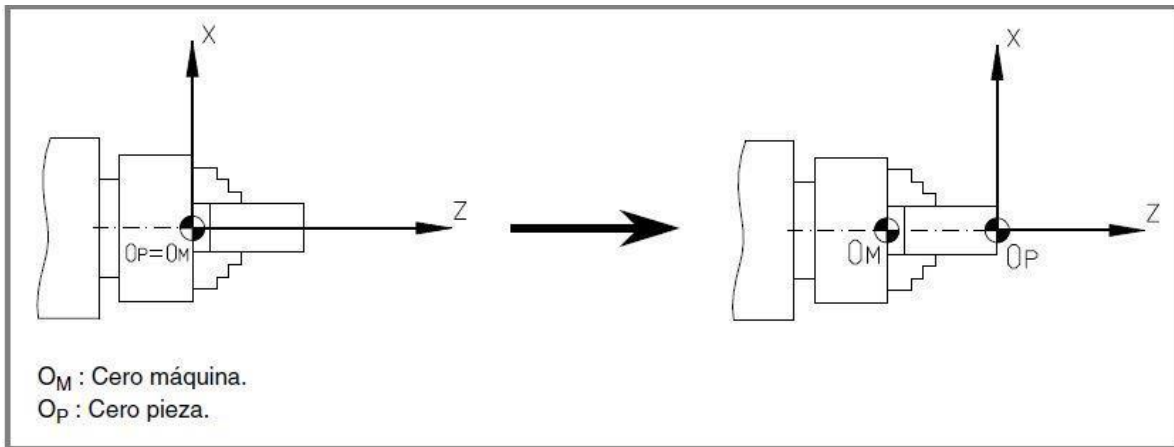
### **Orígenes de referencia.**

En las máquinas de CN existen dos tipos de orígenes, el origen máquina viene por defecto de fabrica al momento de su arranque, conocido como home, y el móvil, definido por el operario, y puede posicionarlo donde permitan los límites de la máquina.

El punto de control es el sitio en el que la máquina conoce las coordenadas, y este punto puede ser ubicado en cualquier sitio.

El punto de origen del componente o móvil puede ubicarse en cualquier lugar de la máquina CN. Esta fuente se ajusta de acuerdo con las demandas del trabajo a llevar a cabo y puede instalarse en la misma máquina o en el programa. Así, se pueden emplear diferentes procedimientos para la elaboración de un componente, lo que simplifica la elaboración de programas.

El origen móvil marca el sistema de referencia respecto al material de partida y de ahí se parte para que la máquina haga los recorridos pertinentes de los ejes.



**Figura 4: Cero máquina y cero pieza.**

## **Capítulo 2.- Programación manual.**

La programación manual realiza las instrucciones de fabricación en un programa de control numérico mediante coordenadas y códigos.

Antes de que el programador elabore los programas tiene que saber información de diversas condiciones de la máquina y de otros factores como el plano de la pieza, las dimensiones de las herramientas, material etc. Además, deberá saber el tipo de lenguaje y el plan de trabajo.

La programación CNC se basa en las normas ISO, aunque no definen todos los códigos para las máquinas en general, pero si la mayoría, dejando a los fabricantes de máquinas de CN, adaptan ciertas variantes en algunos códigos para adaptar sus necesidades.

Para elaborar un programa se debe tener en cuenta en primer lugar, el plano de la pieza este debe contener todas las dimensiones debidamente señaladas. En segundo lugar, los datos de las herramientas. En tercer lugar, el plan de trabajo este debe contener una serie de procedimientos que se seguirán para el mecanizado de la pieza como lo es la secuencia en la máquina, los materiales, el refrigerante, las herramientas, las condiciones de corte etc. En cuarto lugar, se encuentra el origen de mecanizado, como quinto punto el tipo de control y por ultimo las condiciones de la máquina como dimensiones, potencia, herramientas, posicionamientos, refrigerante, aire, nivel de aceite etc.

## **Formato de programación ISO.**

Un programa de control numérico contiene información en forma de códigos en una secuencia específica, su ejecución ocurre en forma cronológica de cada bloque. Cuando se ejecuta un bloque se hace de una manera ordenada de acuerdo con las indicaciones especificadas.

Los bloques van numerados de modo que la función que realiza cada uno sea por medio de caracteres que indican la acción a ejecutar y diversos valores numéricos para hacer más precisa la acción.

Hay varios caracteres en el código ISO unos se identifican como especiales y otros como alfanuméricos. En los caracteres se describen los códigos G y M, instrucciones generales y misceláneas, formatos de bloque, sentencias de control de flujo, funciones paramétricas y funciones complementarias.

A continuación, se describen una lista de códigos tanto para torno como fresadora.

### **Códigos para torno: Formato de bloque**

- O: Numero del programa.
- ; Comienzo programa/final del programa.
- ( ) Definición de comentarios.
- G: Lenguaje ISO
- N: Etiqueta de bloques

### **Funciones complementarias**

- F: Velocidad de avance.
- S: Velocidad de giro de cabezal.
- T: Definición de herramienta.

### **Control de trayectorias**

- C: Achaflanado de aristas.
- R: Redondeado controlado de aristas.

### **Códigos generales**

- G00: Posicionamiento rápido (sin maquinar).

## **Ejemplos de códigos para fresadora: Formato de bloque**

- O: Número del programa.
- ; Comienzo programa/final del programa.
- ( ) Definición de comentarios.
- G: Lenguaje ISO
- N: Etiqueta de bloques

### **Control de trayectorias**

- C: Achaflanado de aristas.
- R: Redondeado controlado de aristas.

### **Funciones complementarias**

- F: Velocidad de avance.
- S: Velocidad de giro de cabezal.
- T: Definición de herramienta.
- D: Definición del corrector (radio).
- H: Definición de corrector (longitud)

## **2.1 Formato ISO.**

- Código de ensayo para máquinas-herramientas según ISO 230-2:1997.

Parte 2: Determinación de la exactitud y la recurrente ubicación de los ejes de control numérico. "UNE-ISO 230-2:2016"

- Código de ensayo para máquinas-herramientas según ISO 230-4:1996.

Parte 4: Estudios de circularidad en los ensayos de control numérico para máquinas-herramientas.

- ISO 841:1997 Gestión de los equipos tecnológicos. Identificación de ejes y desplazamientos
- Norma ISO 2806: 1994 Sistemas de automatización en la industria. Máquina de Administración numérica.

Glosario.

- Normativa ISO 2972:1979 Administración numérica de máquinas. Emblemas.
- ISO 3592:2000 Sistemas industriales de automatización. Máquinas para la gestión numérica.
- Desarrollador de la estructura NC del archivo resultante y el idioma de formato.
- Normativa ISO 4342:1985 Administración numérica de máquinas. CPU de entrada NC. Incluido en el programa fundamental de referencia de lenguas.
- Norma ISO 4343:2000 Sistemas industriales de automatización. Regulación numérica de las máquinas.
- Procesador de comandos NC, transformador de salida posterior.
- Normativa ISO/TR 6132:1981 Administración numérica de máquinas. La gestión operativa y el formato de los datos.
  - Normativa ISO 6983-1:1982 Administración numérica de máquinas.

Formato del software y la determinación de la orientación de las palabras. Parte 1: Organización de datos de localización, línea de movimiento y gestión de los sistemas de control.

- Ley 4 87 de la Convención de Cartagena (Marco Normativo Legal). Acerca de las patentes y los derechos de autor en materia de propiedad intelectual y autorización de los autores.

## 2.2 Cálculos de corte y revoluciones.

Una condición fundamental para realizar un mecanizado apropiado es considerar las características de los materiales a mecanizar, así como las características de las herramientas de corte, con el fin de obtener una optimización del tiempo y prolongar la vida útil de las herramientas.

La mayor parte de los productores de materiales para mecanizado detallan las propiedades compositivas de sus productos, al igual que los fabricantes de herramientas ofrecen las propiedades ideales para el mecanizado de materiales. Sin embargo, en situaciones donde no se poseen estos parámetros, se requiere efectuar una serie de cálculos basándose en las características de los materiales a mecanizar, de las herramientas y de las capacidades de la máquina.

Parámetros de corte en el torno CNC:

- Velocidad de avance ( $V_a$ )
- Velocidad de corte ( $V_c$ )
- Profundidad de corte o pasada ( $P_c$ )
- Velocidad de giro de cabezal (RPM)

La  $V_a$  se refiere a la inclinación de la herramienta hacia el cabezal:

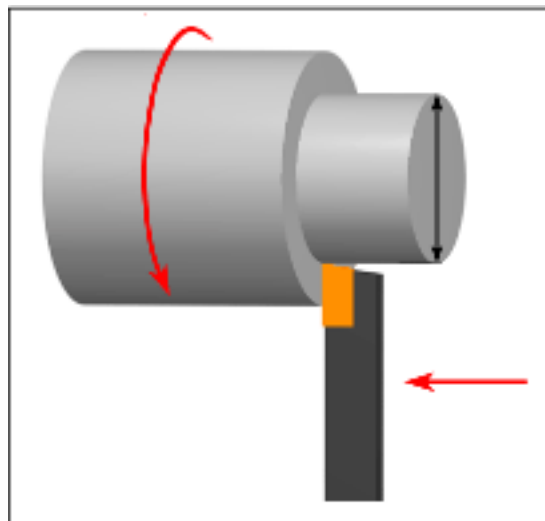


Figura 5: Deslizamiento de la herramienta

Se exhibe de dos formas distintas: milímetros cualquier minuto (mm/min) o en milímetros cada revolución (mm/rev).

Para evaluar la velocidad de avances en milímetros por minuto, se considera la profundidad de paso de la herramienta, en función del material a mecanizar, el acabado del perfil y el tipo de herramienta que se va a emplear.

Como se indicó previamente, los productores de herramientas ofrecen las características ideales para su mecanización y, basándose en esto, se aplica la ecuación:

$$V_a \text{ mm/min} = a(\text{mm/rev}) \times \text{RPM}$$

Por ejemplo, si se desea calcular el progreso en mm/min de un material que rota a 900 RPM y el progreso por vuelta a 0,08 mm, el cálculo se realiza de la siguiente forma:

$$V_a = 0.08 \times 900 = 72 \text{ mm/min}$$

Por lo que la  $V_a$  quedaría en 72 mm/min

Para determinar la velocidad de progreso en mm/rev, se emplean los datos de la fórmula en mm/min para determinar dicha velocidad:

$$V_a \text{ mm/rev} = (V_a \text{ mm/min}) / \text{RPM}$$

Por ejemplo, si se pretende establecer la rapidez de avance en mm/rev para la mecanización de un perfil donde las revoluciones por minuto son de 900 y el avance es de 100 mm/min:

$$\text{Velocidad} = (100 \text{ mm/min}) / 900 = 0.111 \text{ mm/rev}$$

Para establecer la profundidad de corte, se emplea un indicador que representa una porción del área de la herramienta de corte. Esta se fundamenta en la discrepancia entre la ubicación vertical del punto cero de la herramienta y el tamaño del componente después del corte.

Los productores de herramientas establecen la profundidad máxima a la que se debe mecanizar con esa herramienta, y es crucial no superar ese límite ya que puede desgastar más rápido o, en el caso más grave, puede llegar a fracturarse.

A veces es indispensable determinar la profundidad de corte ya que la superficie de los materiales no es uniforme, y es aconsejable ajustar la profundidad de corte para evitar que los límites de la máquina se vean atacados.

El avance y la profundidad establecen el tamaño de la viruta, la cual ofrece una forma de paralelogramo establecido por el ángulo de situación de la herramienta.

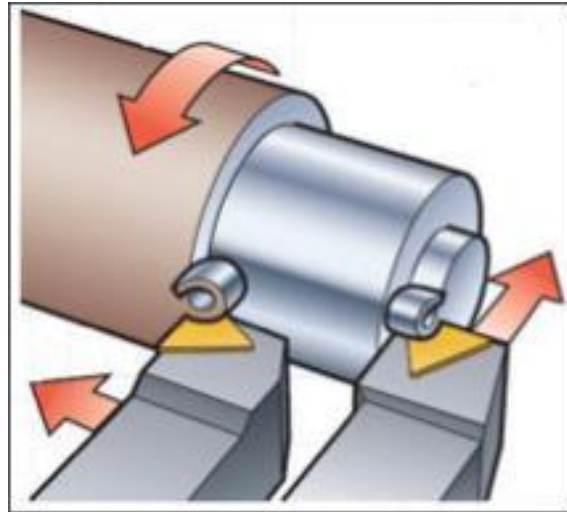


Figura 6: Profundidad de corte

La profundidad de corte se determina a través de la siguiente fórmula:

$$Av = F \times n \times p$$

Como:  $Av$  = Área transversal de viruta,  $\text{mm}^2$   $F$  = Progreso por giro,  $\text{mm/rev}$ .

$Pc$  = Espesor de corte.

La descripción del volumen de la viruta se realiza de la siguiente manera:  $Vv = av \times S$

Además:  $Vv$  = volumen de viruta obtenida, milímetros por minuto  $S$  = Velocidad de corte en milímetros cada minuto

$av$  = Fragmento circular, metros cuadrados

Se denomina velocidad de corte al punto de interacción entre el material laboral y la herramienta.

Esta velocidad está directamente relacionada con la longevidad de la herramienta y con los acabados finales.

Se emplean las siguientes ecuaciones para determinar la correlación entre la velocidad de corte y el giro del cabezal:

Cálculo de la velocidad de corte  $V_c = (\pi \times D \times N) / 1000$

$N = (1000 \times V_c) / (\pi \times D)$  Determinación de la cantidad de revoluciones.

Como:  $V_c$  = Velocidad de corte constante.

$N$  = Frecuencia de giro del rotor (RPM).  $D$  = Longitud del material en milímetros.

## Parámetros de corte en Fresadora CNC.

Para realizar los cálculos de velocidad de avance se consideran los parámetros del torneado, pero añadiendo factores más como el número de dientes de los cortadores, el diámetro de las fresas, la potencia de la máquina, la forma de los perfiles a maquinar, etc.

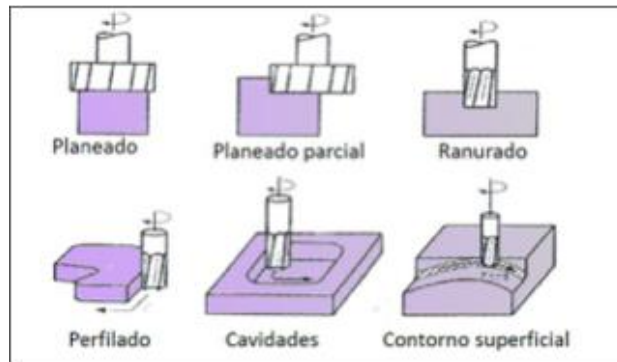


Figura 7: Tipos de fresado

Parámetros:

- Velocidad de avance ( $V_a$ )
- Velocidad de corte ( $V_c$ )
- Profundidad de corte o pasada ( $P_c$ )
- Velocidad de giro de cabezal (RPM)
- Anchura de corte.
- Esfuerzos de corte.

Velocidad de avance.

Se puede expresar en mm/rev ó en mm/min, pero a diferencia del torno se tiene que considerar el número de dientes de la herramienta y multiplicar por el total del número de dientes.

Velocidad de avance en mm/min.

Cuando se da la información de la velocidad de corte en mm/rev por el fabricante de las herramientas y las RPM el cálculo se hará de la siguiente manera:

$$V_a \text{ mm/min} = V_a \text{ mm/rev} \times N_d \times \text{RPM}$$

Siendo  $N_d$  = Número de dientes.

Ejemplo: determinar la velocidad de progreso en mm/min de un mecanizado en el que las revoluciones por minuto son 600, el progreso por giro es de 0.09 mm y la cantidad de dientes de la fresa es de 8:

La  $V_a$  será de  $0.09 \times 8 \times 600 = 432$  mm/min.

Progreso en mm/rev.

Para llevar a cabo este cálculo se aplica la fórmula:

Velocidad de giro = (Velocidad de giro) / (Nd x RPM)

Por ejemplo: Determinar la velocidad de progreso en mm/rev de un mecanizado en el que las revoluciones por minuto son 600, el progreso es de 500 mm/min y la cantidad de dientes es de 10:

La velocidad de progreso es de  $(500 \text{ mm/min}) / (10 \times 600) = 0.083$  mm/Rev.

### **Profundidad de corte.**

La profundidad de corte hace referencia a la profundidad que penetra la fresa en la dirección del avance y la anchura de corte es con el giro horizontal.

La profundidad de corte se limita al desplazamiento al tamaño y a la forma de la herramienta.

### **2.3 Programación en torno CNC.**

A la hora de programar existen dos métodos principales: ISO y Conversacional. La programación ISO está enfocada a la producción seriada de piezas. En cambio, la programación conversacional se utiliza para series cortas de piezas o unitarias donde se requiere una gran flexibilidad y agilidad en la programación. (“Parte 2. ISO vs Conversacional Fagor - Fagor Automation”)

En la creación de programas en el lenguaje ISO el operario, además de definir las condiciones de mecanizado (F: avance del cabezal y S: condiciones de giro del cabezal), debe definir todas las funciones de programación necesarias para conseguir la geometría de la pieza, por lo que ha de poseer unos conocimientos avanzados de programación ISO o contar con la ayuda de un software CAD/CAM ayudara notablemente, pero a su vez se requieren conocimientos informáticos avanzados.

La programación en ISO está justificada en producciones de series medias, largas o en piezas muy complejas. Aunque sea una programación más lenta y laboriosa, permite optimizar al máximo el tiempo de mecanizado de cada una de las piezas, con lo que la productividad de esa máquina aumentará de manera notable a lo largo del tiempo. (“Parte 2. ISO vs Conversacional Fagor - Fagor Automation”)

A modo de ejemplo, presentamos los códigos de programación más utilizados en nuestros tornos de CNC. Según el modelo de que se trate, algunos de los códigos pueden estar inhabilitados. (“Programación de máquinas de CNC con códigos G&M. - TecnoEdu.com”)

#### **Códigos Generales:**

G00: Posicionamiento rápido (sin maquinar)

G01: Interpolación lineal (maquinando)

G02: Interpolación circular (horaria)

G03: Interpolación circular (antihoraria)

#### **Códigos Misceláneos:**

M00: Parada opcional

M01: Parada opcional

M02: Reset del programa

## Elección correcta de inserto.

Hay diversos factores a tener en cuenta al seleccionar una inserción de corte. Elige meticulosamente la geometría del inserto, el nivel del inserto, la forma del inserto (ángulo de punta), el tamaño del inserto, la radio de punta y el ángulo de entrada (avance) para conseguir un adecuado control de viruta y el rendimiento del equipo. Elegir la geometría del inserto de corte en base a la operación escogida, como por ejemplo, el acabado.

- Elige el ángulo máximo de punta en el inserto de corte para incrementar la resistencia y obtener un beneficio económico.
- Elige el tamaño del inserto basándote en la profundidad de corte que llevarás a cabo.
- Elige el radio de punta máximo para la resistencia del inserto de corte.
- Selecciona un radio de punta más pequeño si hay una tendencia a la vibración.

A continuación, se muestra una pieza a la que se le hará un programa de maquinado, con una figura acotada en mm, el material aluminio y 130 mm de largo por 85 mm de diámetro.

Antes de comenzar con el programa se tiene un plan de trabajo el cual nos indicara las condiciones de trabajo, así como las herramientas a emplear y el origen del material.

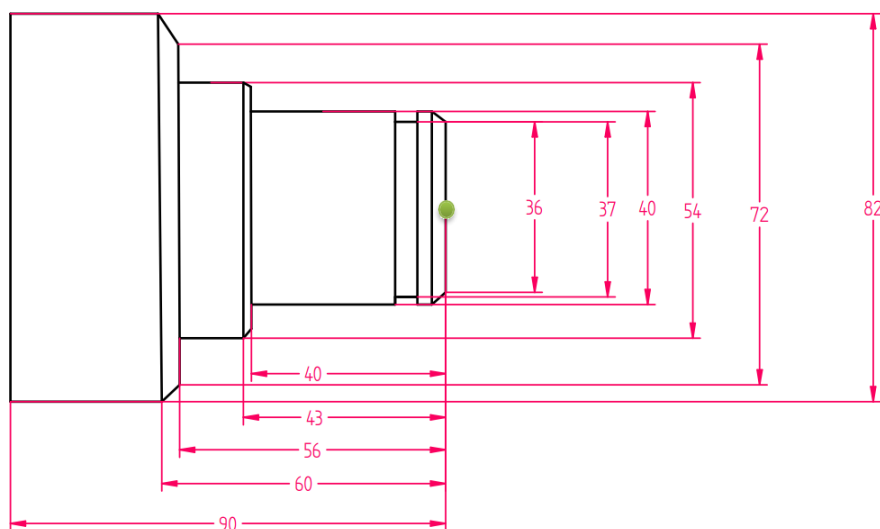


Figura 8: Plano de pieza a maquinar

### Plan de trabajo.

-El origen del programa será en las coordenadas Z0 X0.

Se realizará refrenado, desbaste, acabado, ranurado y tronzado.

-Material: Aluminio

-Herramientas: T01 herramienta de desbaste con radio de 0.1 mm  
T02 herramienta de tronzado de 4 mm

-Velocidad de corte en mm/min: 120 mm/min.

-RPM (ecuación):

$$N = (1000 \times 120) / (\pi \times 85) = 450 \text{ RPM}$$

-Dejar un sobre material de 0.3 mm para acabado.

### Elaboración del programa y su descripción.

%: (Inicio del programa de transferencia a la Máquina CNC)
O0001(PIEZA 1): (Nombre del programa, () comentario)
BIILET X85 Z130: (Tamaño del material)
TOOLDEFT T0101 T0202: (Definición de las herramientas con correctores)
N10 M11 M08 G97 G98 F120: (N es el número de línea, aquí comienza el Programa, M11 cerrar puerta, M08 activa refrigerante G97 giro constante de cabezal, G98 avance de corte en mm/min, F120 es el avance)
N20 M06 T06: (M06 indica cambio de automático de herramienta, T indica la herramienta a usar)
N30 G21 G40: (G21 indica sistema en milímetros, G40 anula compensación de radio)
N40 M03 S450: (M03 giro en sentido horario, S revoluciones)
N50 G00 X86 Z2: (G00 posicionamiento rápido, X y Z en este caso se usarán como punto de referencia de inicio)
N60 G01 Z-.07 (CAREADO): (G01 posicionamiento lento)
N70 X0
N80 Z2
N90 G00 X86
N100 G01 X83 (DESBASTE)
...

1020 G28 U0 W0: (G28 U0 W0 regreso automático al punto de referencia)
---

N1030 M09 M10: (M09 Desactivar refrigerante, M11 abrir puerta)
--

N1040 M30: (M30 Fin de programa)
----------------------------------

%: (Termina programa para la máquina CNC)
---

**Figuras del proceso de programación de torneado del programa descrito previamente:**

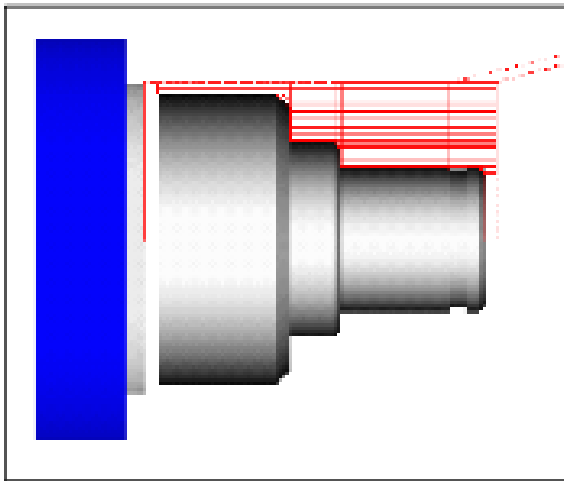


Figura 9: Trayectorias

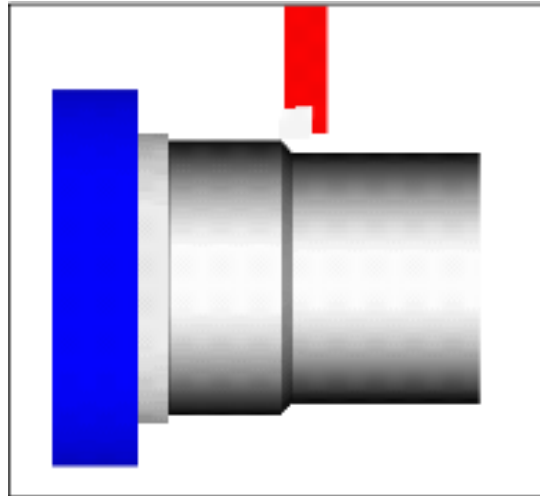


Figura 10: Chaflan

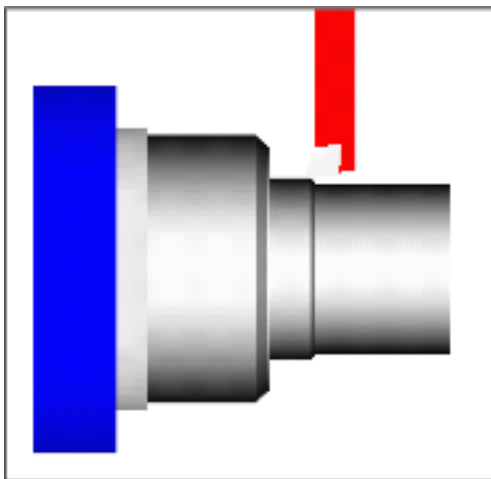


Figura 11: Redondeo

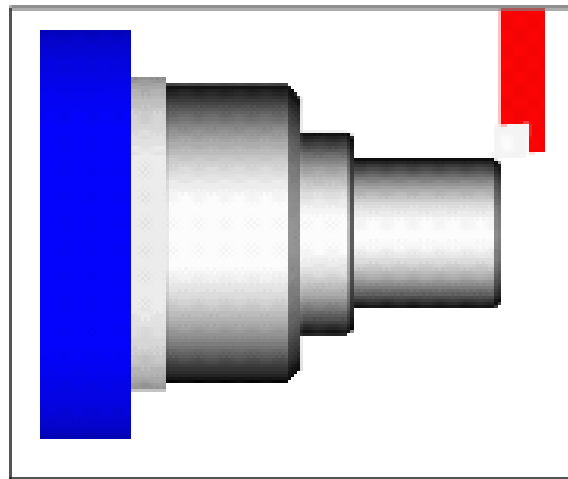


Figura 12: Chaflan

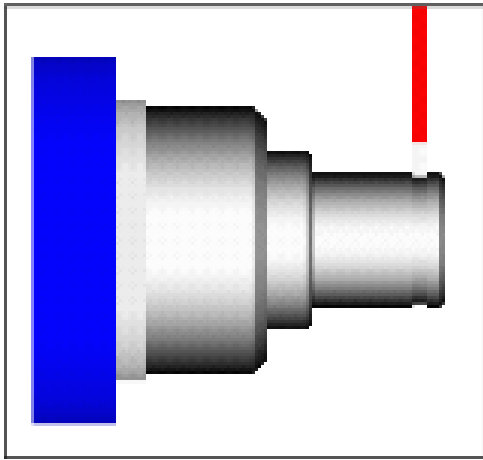


Figura 13: Ranura

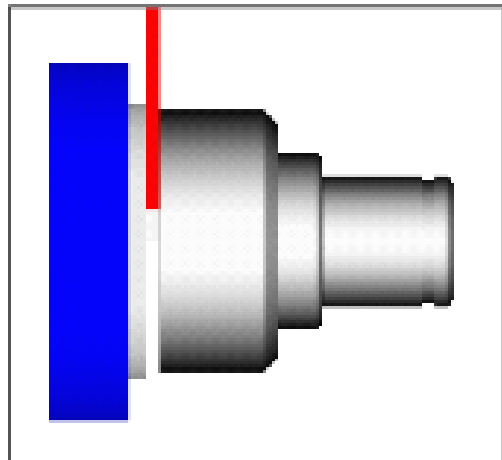


Figura 14: Tronzado

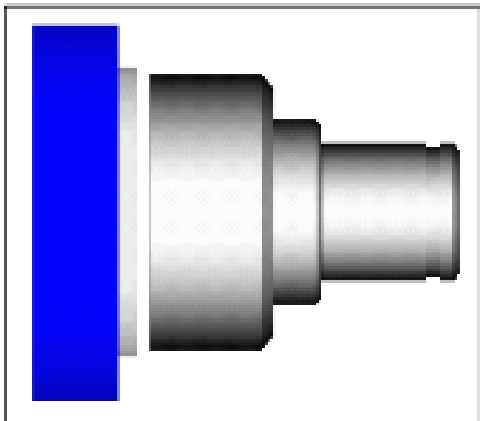


Figura 15: Pieza Terminada

## 2.4 Programación en fresadora CNC.

La mayoría de las máquinas de Control Numérico Computarizado realizan su programación original a través de un lenguaje de nivel básico conocido como G & M.

"Es un lenguaje de programación vectorial que permite la descripción de acciones sencillas y formas geométricas básicas (principalmente segmentos lineales y arcos de circunferencia) junto con sus parámetros de maquinado (velocidades de husillo y de progreso de herramienta)." "Laboratorio 7 CAD CAM - San Nicolás de los Garza, Nuevo - Studocu"

El nombre G & M se deriva de las aplicaciones Generales y Misceláneas que componen el programa.

A pesar de que en el mundo hay variados dialectos de programación utilizando códigos G&M, se logró un avance significativo con la estandarización impulsada por la ISO.

Esta normalización fue adoptada por los fabricantes industriales serios de máquinas CNC y facilita el uso de los mismos programas en diferentes máquinas CNC directas o con modificaciones menores.

Aunque es un lenguaje de programación bastante básico para las preferencias actuales, la solidez de su funcionamiento y las millones de líneas de programación que operan máquinas de CNC en todas las regiones del mundo garantizan su relevancia en los años venideros. "Códigos G y M - Programación de máquinas de CNC utilizando... - Studocu"

La estructura del programa se presenta de la siguiente manera:

- Frontera: Señala el inicio del núcleo del programa, su configuración es necesaria si el programa cuenta con subrutinas locales. Incluye la letra "%", seguida del nombre del programa ( %Nombre Del Programa).
- Componentes del programa: Incluye movimientos, operaciones, entre otros.
- Conclusión del programa: Las funciones M02 o M30, ambas equivalentes y de uso opcional, pueden ser establecidas. El funcionamiento del CNC cambiará dependiendo de si se emplean o no estas funciones.

Las funciones están compuestas por:

Letras: N, G, F, S.

N: Identificación del bloque.

E: Reconocimiento del bloque.

H: Funciones preliminares responsables de establecer la geometría y las condiciones laborales.

C.C: Amplitudes del punto, movimiento de los ejes.

F: Progreso en el mecanizado.

P: Velocidad del rotor en revoluciones por minuto.

T: Cantidad de utensilio.

C: Código de Corrección.

E M H: Funciones secundarias, responsables de regular diversos componentes de la máquina como el giro del cabezal, la taladrina, entre otros.

ID: Cantidad de repeticiones de bloque.

Estilo numérico: números de 0 a 9, los símbolos +, - y el punto decimal ".", que puede ser reemplazado por un parámetro, variable o expresión aritmética que genere un número.

Funciones M más utilizadas:

M00: Parada de programa.

M01: Parada condicional del programa.

M02/M30: Fin de programa.

M05: Parada de cabezal.

M19: Parada orientada del cabezal.

A la hora de programar las funciones G deberemos prestar atención a su tipo de función desempeñada en cada momento, pudiendo adoptar las siguientes:



Plan de trabajo.

-El origen del programa será en las coordenadas X0 Y0 Z0. Se realizará planeado y cajeado.

-Material: Aluminio.

-Herramientas: T01 fresa con radio de 20 mm con 10 dientes.

T02 broca 15 mm

-Velocidad de corte 120 mm/min.

-RPM=1000.

### **Elaboración del programa y su descripción.**

%: (% inicio de programa para enviar a la máquina CNC)
O0002(PIEZA2): (O nombre del programa, () comentario)
N10 G54 X0 Y0 Z10: (N número de línea, G54 definición del origen)
N20 M11 G94 G96 F120 S1000: (M11 cerrar puerta, G94 velocidad de avance en mm/min, G96 velocidad de corte constante, F velocidad de avance, S revoluciones)
...
N350 G28: (Regreso a punto de referencia)
N360 M09 M10: (M09 desactivación de refrigerante, M10 abrir puerta)
N370 M30: (M30 fin de programa)
%: (Termina programa para transferencia a la máquina CNC)

**Figuras del proceso de programación de fresado del programa descrito previamente:**

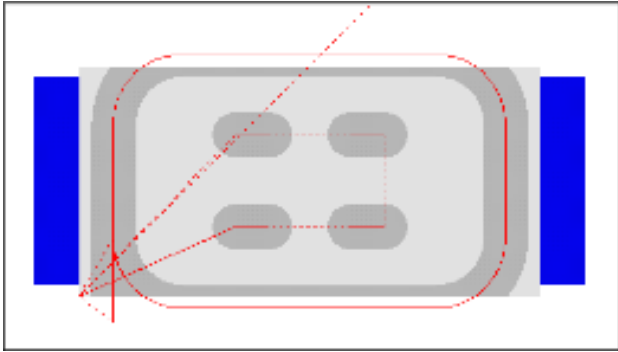


Figura 17: Trayectorias

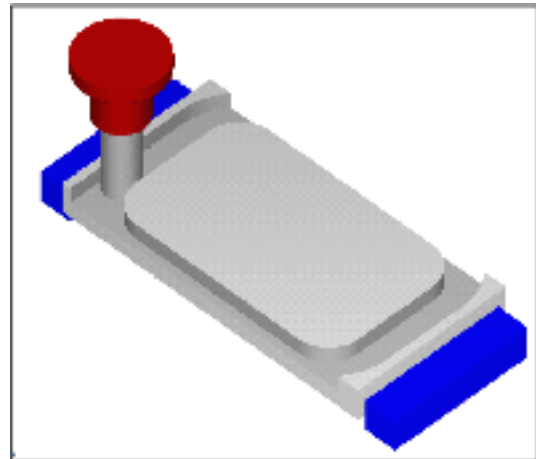


Figura 18 : Redondeo

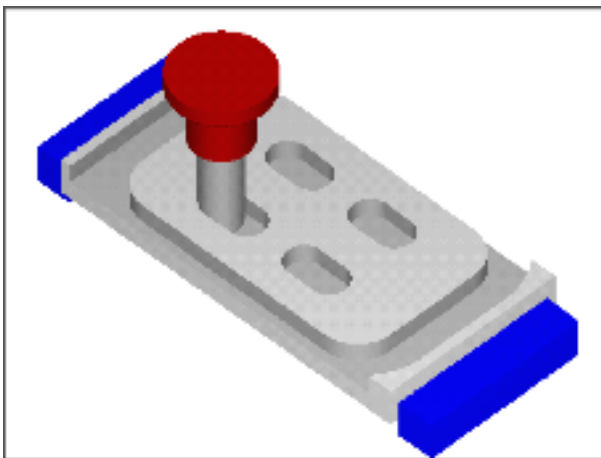


Figura 19: Barrenado

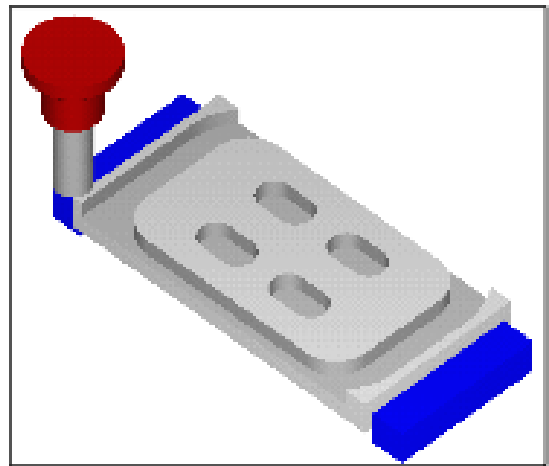


Figura 20: Pieza terminada

**MANUAL DE USUARIO SOBRE RECONOCIMIENTO  
Y FAMILIARIZACIÓN CON SOWFTWARE SOLID  
EDGE Y EXTENSION CAM PRO PARA TORNO Y  
FRESADORA CNC DENFORD BUAP**

**Alumno: Michel Romero Molina**

**Director: José Manuel Pasten Hernández**

<b>Apartado 1. Introducción a Solid Edge.....</b>	<b>42</b>
<b>Apartado 2. Entorno – interfaz.....</b>	<b>43</b>
2.1 Cinta de comandos.....	44
2.2. Barras y cintas de la ventana de trabajo.....	48
2.2.1. Barras de herramientas.....	48
2.2.2. Cinta de comandos.....	54
2.3. Personalizar cinta de comandos y barra de herramientas.....	56
2.4. Boceto 2D.....	56
2.4.1. Realizar bocetos 2D en modo síncrono.....	56
2.4.2. Modificación de bocetos.....	58
2.4.3. Iconos de apoyo.....	60
2.4.4. Comando de barra de herramientas dibujo.....	61
<b>Apartado 3. Visualización de diseños.....</b>	<b>65</b>
3.1. Abrir documentos.....	65
3.2. Creación de documentos.....	66
3.3. Función QuickPick .....	68
3.4. Cambio de unidades.....	69
3.5. Guardar documentos.....	70
<b>Apartado 4. Croquis.....</b>	<b>72</b>
<b>Apartado 5. Función Revolución.....</b>	<b>73</b>
<b>Apartado 6. Mecanizado en torno Denford CNC de un modelado de Solid</b>	
<b>Edge.....</b>	<b>76</b>
6.1 Entorno – interfaz .....	76
6.2 Configuración.....	80
6.3 Simulación.....	91
6.4 Entorno – Interfaz del software Denford VR Turning .....	94
<b>Apartado 7. Mecanizado en fresadora Denford CNC de un modelado de Solid</b>	
<b>Edge.....</b>	<b>95</b>
7.1 Entorno – interfaz .....	95
7.2 Configuración.....	97
7.3 Simulación.....	107
7.4 Entorno – Interfaz del software Denford VR Milling.....	118
<b>CONCLUSIÓN .....</b>	<b>119</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>120</b>

## **Apartado 1. Introducción a Solid Edge.**

Solid Edge es un portafolio de herramientas de software económicas y de fácil uso que abarca todos los aspectos del proceso de desarrollo de productos. Solid Edge combina la velocidad y la sencillez del modelado directo con la flexibilidad y el control del diseño paramétrico gracias a la tecnología síncrona.

Gracias a este programa se puede elaborar un diseño mecánico en 3D con el que se pueden crear geometrías 3D usando sólidos paramétricos, la aplicación está enfocada a diseño de producto, diseño mecánico, ensambles, y dibujos para taller. Al elaborar los diseños va dejando un historial de operaciones para que se pueda hacer referencia a ellas en cualquier momento, además tiene soluciones para diferentes industrias, también cuenta con simulación y análisis por elementos finitos, el programa incluye un módulo inteligente de detección de errores de diseño y módulos para diseño sustentable. Como herramienta de diseño 3D es fácil de usar, acompaña al ingeniero mecánico y el diseñador industrial en su desempeño diario. Con este software se pueden diseñar piezas mecánicas en 3D, evaluar ensambles de varias piezas y producir dibujos de fabricación para el taller, además se pueden manejar los datos de diseño en su sistema de administración PDM y llevar un control de las versiones de dibujos.

Al diseñar, es posible medir el efecto ambiental del diseño, replicar virtualmente las condiciones y análisis del diseño en contextos reales y mejorar su rendimiento. El software se fundamenta en un motor para modelar sólidos y también incluye instrucciones para la creación y modificación de superficies complejas. Además, facilita la asociación entre los modelos 3D y sus ilustraciones. "Programa de diseño mecánico 3D de SolidWorks - 3dcadportal.com"

## Apartado 2. Entorno – interfaz.

Solid Edge es un software con una interfaz versátil y fácil de usar con el fin de modelar sólidos, construir ensambles y realizar múltiples simulaciones con bastante facilidad. Además, cuenta con numerosos comandos y funciones orientadas al diseño.

Primero, es necesario entender la pantalla que se muestra al iniciar el programa, lo cual es crucial ya que en ella se ubican las primeras acciones a conocer para entrar a los diferentes apartados y las acciones que se realizarán al iniciar la creación de un documento.

Cuando se inicia el programa Solid Edge, la siguiente es la pantalla de entorno:

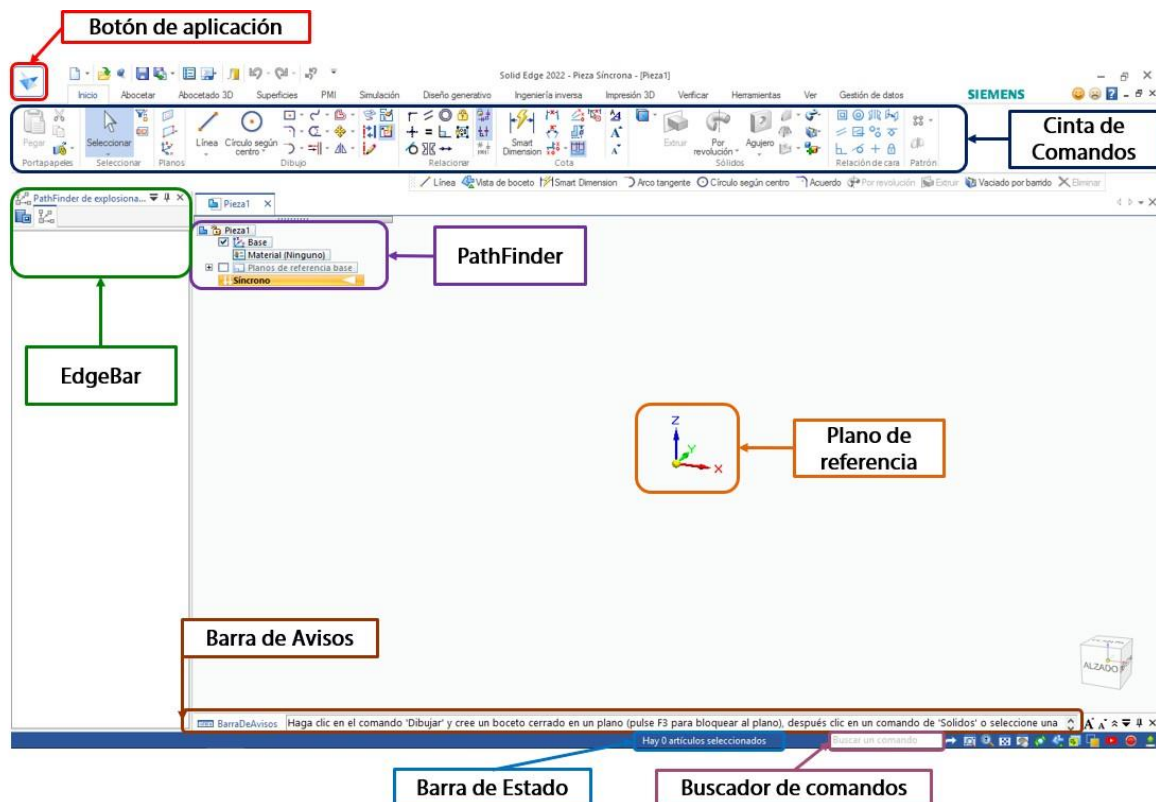


Figura 21: Entorno Solid Edge

En la parte superior izquierda se encuentra **botón de inicio**:



Figura 22: Botón de inicio

Contienen los comandos más comunes (Nuevo, Abrir, Guardar como, Imprimir...) También estará situado en este menú las opciones de Solid Edge y los archivos recientes.

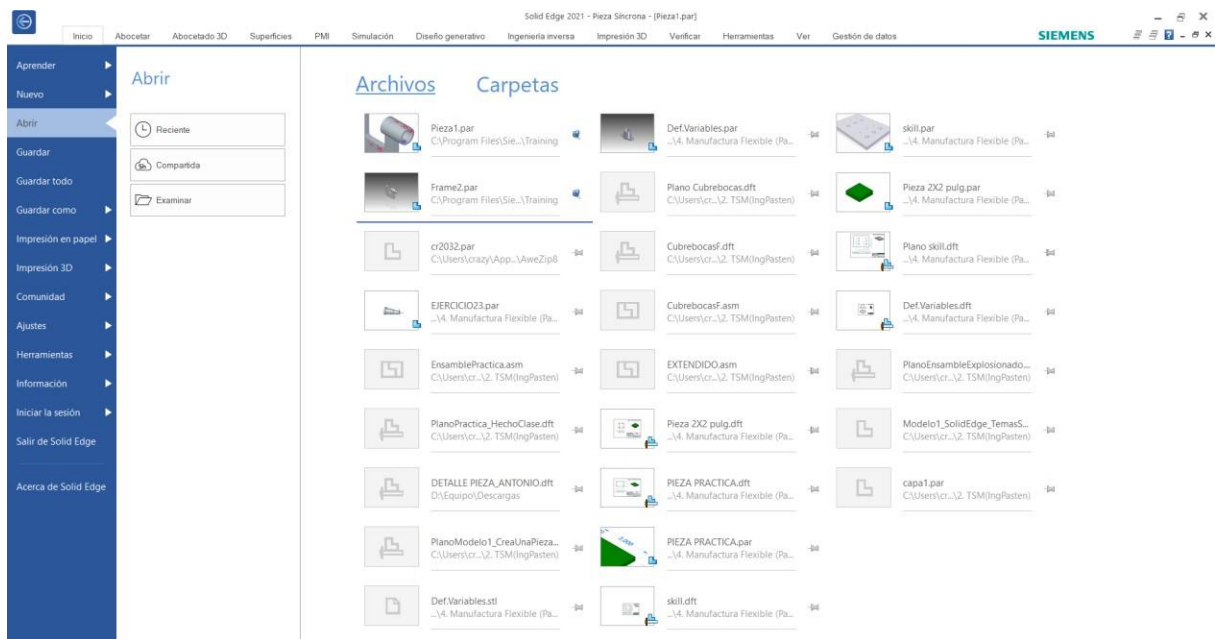


Figura 23: Menú inicio

## 2.1 Cinta de comandos:

Contiene todos los comandos utilizados en cada módulo. Los comandos están organizados en grupos, y los grupos en pestañas, reuniendo los principales comandos.



Figura 24: Cinta de comandos.

### Pathfinder:

Guía al usuario en el proceso de elaboración de la pieza, mostrando el conjunto de operaciones o geometría que la forman. Es transparente y se puede situar en cualquier lugar, incluso fuera de la aplicación, moviendo la barra gris en la cabeza.

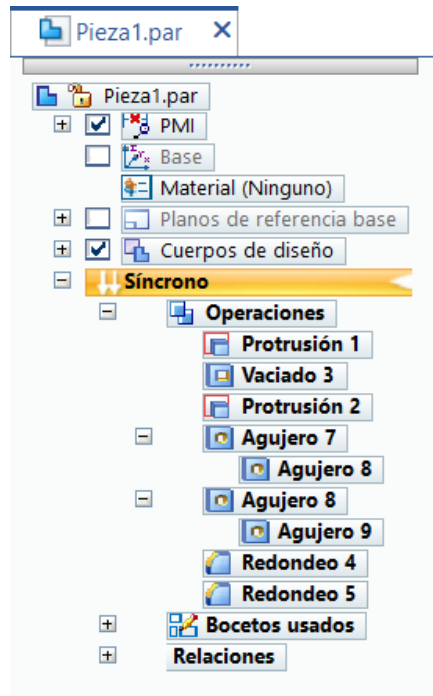


Figura 25: Pathfinder

### Edgebar:

Es una ventana de ayuda para la gestión y termino de tareas de los proyectos de diseño. Contiene el historial de las operaciones y distintos paneles con los que se trabajará (Biblioteca de operaciones, Familia de piezas, Capas, etc.).

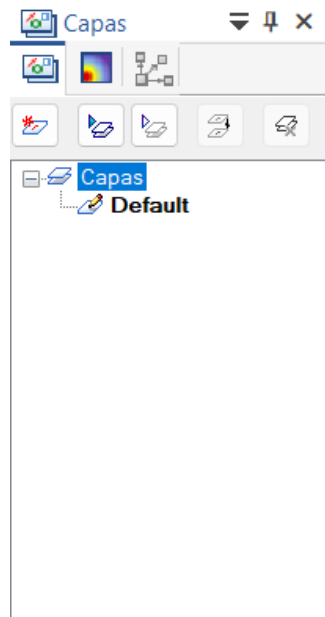


Figura 26: Edgebar

### **Barra de avisos:**

Ayuda en línea. Muestra literalmente los pasos a seguir en cada operación.

Seleccione geometría, haga clic en una 'Región' para extruir o girar, o clic en un comando de 'Sólidos' para crear operaciones 3

Figura 27: Barra de avisos

### **Plano de referencia:**

Permite definir el plano o vista donde dibujar los bocetos necesarios para creación de un sólido o para ejecución de una herramienta.

Son los tres planos principales creados por defecto que se interceptan en un punto:

- Planta (XY)
- Alzado (XZ)
- Derecha (YZ)

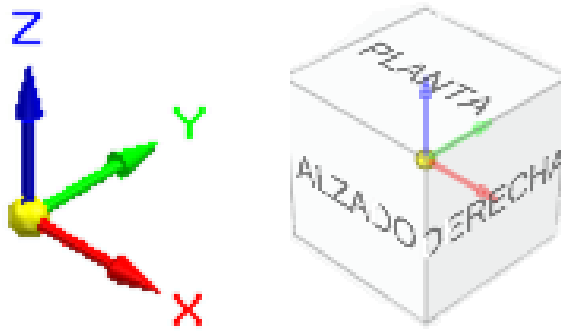


Figura 28: Plano de referencia.

**Barra de estado:**

Ayuda en línea. Muestra el tipo de herramienta (operación), así como una pequeña ayuda sobre el proceso de utilización cuando pulsamos sobre algún icono. (“Solid Edge v20. Guía de Referencia - UPM”)

Hay 0 artículos seleccionados

Figura 29: Plano de referencia

**Buscador de comandos:**

Permite encontrar comandos rápidamente, introduciendo el nombre del comando. Muestra una pequeña descripción del comando y hace parpadear el comando.

**Nota:**

Los comandos se activan dando clic. Estos comandos se pueden encontrar también, en la barra de herramientas en la parte inferior derecha del panel y desde el cubo de vistas; seleccionando la cara correspondiente.



Figura 30: Barra de herramientas(vistas)



Figura 31: Cubo de vistas





Para eliminar la vista guardada, se va a **Administrador de vista**, selecciona la vista guardada o la que se quiere eliminar, y se le da al botón **eliminar**. Finalmente, cerramos el panel.















Figura 32: Eliminar vista guardada









## 2.2. Barras y cintas de la ventana de trabajo








### 2.2.1. Barras de herramientas:


Icono	Nombre	Descripción	Imagen
	Jaula de alambre	Aplica el modo de visualización en jaula de alambre en el modelo. Se encuentra en la pestaña <b>Ver</b> o en la parte inferior derecha de la interfaz	
	Bordes ocultos y visibles	Aplica el modo de visualización en bordes visibles y ocultos en el modelo.	



		Se encuentra en la pestaña <b>Ver</b> o en la parte inferior derecha de la interfaz	
	Bordes visibles	Aplica el modo de visualización en bordes ocultos en el modelo. Se encuentra en la pestaña <b>Ver</b> o en la parte inferior derecha de la interfaz	
	Sombreado	Aplica el modo de visualización en sombreado en el modelo. Se encuentra en la misma posición que los comandos anteriores.	
	Sombreado con bordes visibles	Aplica el modo de visualización en sombreado con bordes visibles en el modelo. Se encuentra en la misma posición que los comandos anteriores.	

Icono	Nombre	Descripción
	Crear archivo nuevo (Ctrl+N)	Abre la plantilla especificada para la creación de un nuevo fichero
	Abrir archivo (Ctrl+O)	Abre cualquier archivo guardado existente con la extensión de Solid Edge (". par", ".dft", ".asm", ".psm", ".pwd")
	Documentos recientes	Abre la lista de archivos de uso reciente.
	Guardar (Ctrl+ S)	Guarda el archivo activo.
	Guardar como	Guarda el archivo activo con otro nombre u otro formato compatible.
	Opciones	Configura las opciones de Solid Edge

	Paneles	Muestra paneles como Pathfinder, Capas, etc.
	Salir	Sale de la aplicación.
	Deshacer (Ctrl+Z)	Deshace la última operación realizada
	Rehacer (Ctrl+Y)	Vuelve a hacer la operación anteriormente anulada.
	Personalizar	Mediante este comando puedes personalizar la barra de menú con los comandos más empleados.
	Pegar (Ctrl+V)	Copia el contenido del portapapeles en el fichero de diseño, pegándolo en el lugar donde se quiera.
	Cortar (Ctrl + X)	Elimina el elemento seleccionado, haciendo una copia en el portapapeles.
	Copiar (Ctrl + C)	Copia el elemento seleccionado en el portapapeles.

Icono	Nombre	Descripción
	Alzado	Cambia la vista a alzado. Se activa con Ctrl + F
	Vista posterior	Cambia la vista a una vista posterior. Se activa con Ctrl + K
	Vista izquierda	Cambia a la vista a una vista izquierda. Se activa con Ctrl+L
	Vista derecha	Cambia a la vista a una vista derecha. Se activa con Ctrl+R
	Planta	Cambia a la vista en Planta. Se activa con Ctrl+T
	Vista dimétrica	Cambia la vista a Vista dimétrica. Se activa con Ctrl+J
	Vista ISO	Cambia la vista a vista Isométrica. Se activa con Ctrl+I

	Vista trimétrico	Cambia la vista a vista trimétrico. Se activa Ctrl+M
---	------------------	--

Icono	Nombre	Descripción
	Vista de boceto	Orienta la vista activa perpendicular al plano seleccionado. Se activa con Ctrl + H  En ocasiones nos puede interesar hacer un BOCETO en otro plano que no sea ninguno de los planos de referencia base, en ese caso podemos utilizar cualquiera de las opciones que nos da el desplegable.
	Guardar vista	Con este comando, se guarda la vista activa del modelo actual.  Se encuentra en la pestaña <b>Ver</b> , en la sección de <b>Vistas</b> . 1.-Se activa posicionando la pieza a la vista que desees. 2.-Activa el comando y 3.-nombra la vista, terminas con 4.- <b>Aceptar</b> .

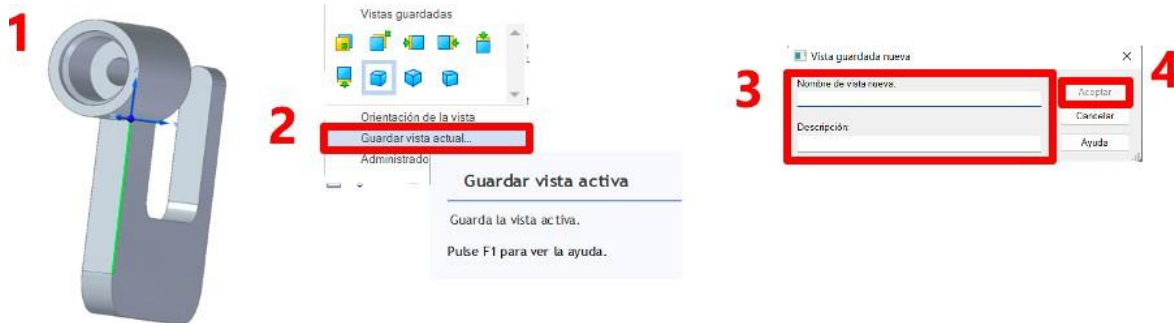















Figura 33: Simulación

Indicador	Nombre	Indica:
	Punto Final	Reconoce los puntos finales en líneas y arcos.
	Punto medio	Reconoce los puntos medios en líneas y arcos.
	Punto en elemento	Reconoce un punto a lo largo de un elemento.

Indicador	Nombre	Descripción
	Centro	Reconoce un punto central de un arco, círculo o elipse
	Intersección	Reconoce la intersección entre dos elementos, como dos líneas o un arco y una línea.
	Silueta	Reconoce puntos de silueta de arcos, círculos, elipses y curvas.
	Horizontal o vertical	Reconoce si una línea es vertical u horizontal respecto al eje X del plano del Sketch.
	Tangente	Reconoce si un elemento es tangente a un elemento adyacente, como una línea, un arco o un círculo.
	Perpendicular	Reconoce si una línea es perpendicular a otra.
	Paralelo	Reconoce si una línea es paralela a otra.
	Punto de edición	Reconoce puntos de edición de curvas

	Vértice de control de las curvas	Reconoce vértice de control sobre la curva.
---	----------------------------------	---

Icono	Nombre	Descripción
	Área de zoom	<p>Se da clic, y permite dibujar un rectángulo que defina el área de acercamiento.</p> <p>Se activa dando clic en botón medio del ratón, también, se encuentra en la pestaña <b>Ver</b> o en la parte inferior derecha de la interfaz o dando clic derecho en cualquier parte de la interfaz.</p>
	Ajustar	<p>Permite que se visualicen automáticamente todo el panel de diseño ajustándolo a la ventana.</p> <p>Se activa dando doble clic en botón medio del ratón, se encuentra en la misma posición que los comandos anteriores.</p>
	Hacer zoom	<p>Aleja o acerca la vista activa.</p> <p>Se activa arrastrando el botón medio del ratón, se encuentra en la misma posición que los comandos anteriores.</p>
	Encuadre	<p>Mueve la imagen o vista a la posición deseada de forma horizontal o vertical.</p> <p>Se activa con la tecla MAYUS + arrastrando el botón medio del ratón, se encuentra en la misma posición que los comandos anteriores.</p>
	Rotar	Permite rotar la vista sobre cualquiera de los ejes coordenados o vértices de la pieza.

## 2.2.2. Cinta de comandos:

Los comandos están organizados en grupos y los grupos en pestañas, reuniendo los principales comandos relacionados con el entorno específico. Esta cinta muestra las operaciones que se realizan en los diferentes módulos de trabajo.

La pestaña **inicio**, mantiene la recopilación de los comandos más empleados en todos los diferentes módulos.



Figura 34: Cinta de comandos (inicio)

La pestaña **Abocetar**, mantiene todos los comandos para el dibujo 2D (Sketch y PMI)



Figura 35: Cinta de comandos (abocetar)

La pestaña **Abocetado 3D**, mantiene todos los comandos para los sólidos en tercera dimensión.



Figura 36: Cinta de comandos (abocetado 3D)

La pestaña **Verificar**, mantiene la recopilación de los comandos para evaluar y verificar las propiedades de la pieza.




Figura 37: Cinta de comandos (Verificar)

La pestaña **Ver**, mantiene todos los comandos para la visualización del modelo y la interfaz.



Figura 38: Cinta de comandos (Ver)

Las pestañas no mencionadas, se mantienen en la misma representación del nombre. Manteniendo los comandos referentes a ellos.

Al dar clic en el comando **Personalizar** (  ) se encontrará la opción de Personalizar o Personalizar cinta para realizar estas modificaciones.

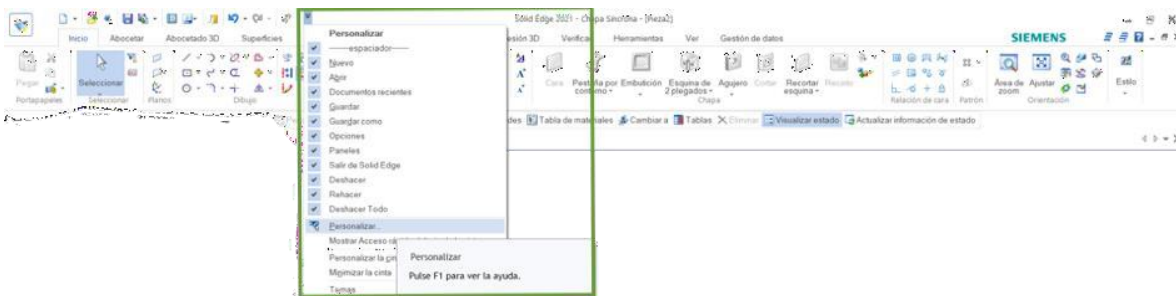


Figura 39: Cinta de comandos (personalizar)

Se abrirá la siguiente ventana y en la opción de **Entorno a personalizar** se escogerá el módulo dónde se realizarán los cambios, en el apartado **seleccionar comandos de**, y se qué comandos agregarás.

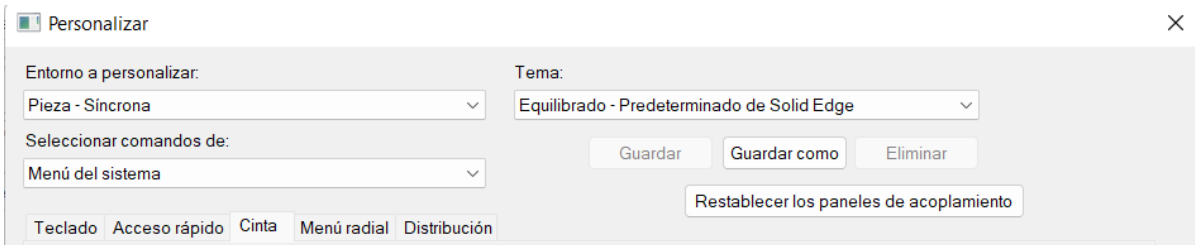


Figura 40: Entorno a personalizar

## 2.3. Personalizar cinta de comandos y barra de herramientas

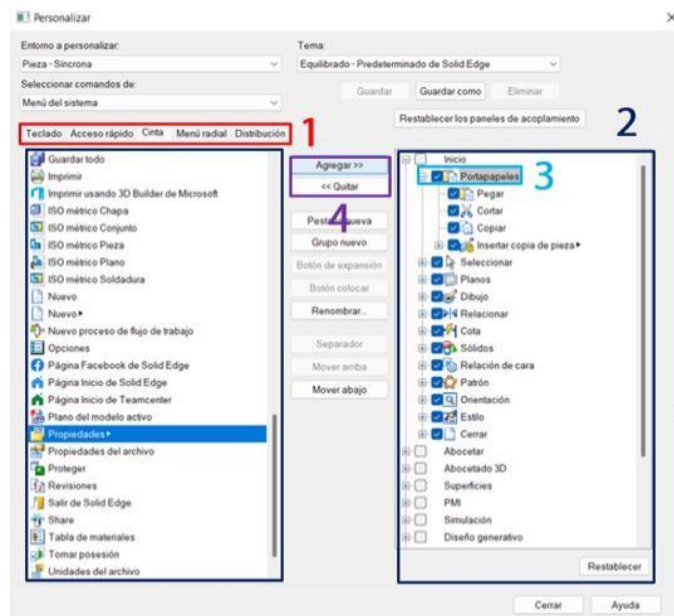


Figura 41: Cinta de comandos y barra de herramientas

1. Seleccionar en qué apartado se harán los cambios.
2. Seleccionar el comando a agregar (izquierda) o quitar (derecha).
3. Seleccionar en qué posición estará el nuevo comando.
4. Hacer clic en Agregar o Quitar, según sea el caso.

Nota: Se pueden generar grupos de comandos o pestañas nuevas.

## 2.4. Boceto 2D

### 2.4.1. Realizar bocetos 2D en modo síncrono.

Para iniciar el Boceto o Sketch dentro de Solid Edge en 2D, no existe un comando específico. Sin embargo, los pasos para iniciar un Sketch en Solid Edge son:

- 1.- En la pestaña **Abocetar** o **Inicio**, dentro del grupo de **Dibujo**, seleccionar cualquier comando.



Figura 42: Abocetar

Nota: El curso se cambiará de forma, con dos líneas perpendiculares de color verde.

2.- Bloquear un plano de boceto (Plano de referencia o cara plana, según sea el caso).

Para bloquear el plano de boceto, se activa la vista del plano de referencia desde Pathfinder o desde el plano de referencia al centro del panel de trabajo.

Activando planos de referencia base:

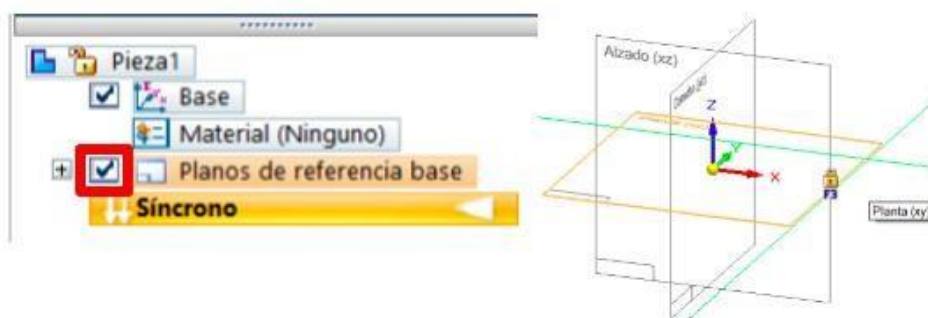


Figura 43: Bloquear un plano de boceto

Sin activar planos de referencia base:

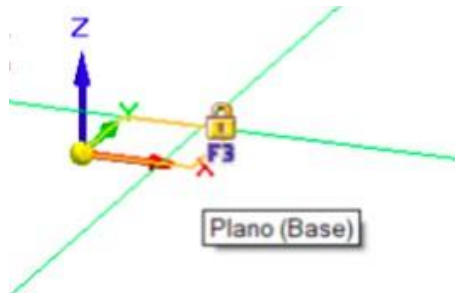


Figura 44: Activar planos de referencia

Se escoge el plano de trabajo dando clic en el candado o con la tecla F3.

3.- Para trabajar cómodamente en el plano seleccionado, active las teclas **Ctrl+H** o active el comando **Vista de boceto**



Figura 45: Vista de boceto

- 4.- Dibujar la geometría del Sketch o realice el perfil del Sketch.
5. Terminar desbloqueando el Sketch dando clic con el candado o con la tecla F3



Figura 46: Bloquear sketch

**IntelliSketch** es una herramienta de ayuda para el dibujo dinámica que automáticamente busca y mantener relaciones geométricas entre puntos claves y elementos mientras se dibuja. Se observa cuando se activa algún comando de Sketch impuestas sobre algún elemento como la línea, arco, etc.

Desde el grupo **IntelliSketch** de la pestaña **Abocetar** o **Inicio** se podrán activar o desactivar los diferentes tipos de relaciones.



Figura 47: Intellisketch

Asimismo, desde el comando  **Opciones de IntelliSketch**, se podrán definir otras opciones.

#### 2.4.2. Modificación de bocetos

- Si queremos dibujar un BOCETO es necesario indicar un plano donde dibujarlo. Es por eso por lo que cuando pinchamos en la opción BOCETO tenemos que indicar un plano, plano que puede ser cualquiera de los tres PLANOS DE REFERENCIA BASE, y deben estar activados para poder visualizarlos. Por lo tanto, si tenemos activado y nos colocamos encima de

uno de estos planos, cuando se ilumine de color naranja y pinchemos con el botón izquierdo, entraremos en el plano para dibujar el BOCETO.

- En ocasiones nos puede interesar hacer un BOCETO en otro plano que no sea ninguno de los planos de referencia base, en ese caso podemos utilizar cualquiera de las opciones que nos da el desplegable.



Figura 48: Planos de referencia base

**PLANO PARALELO:** Para generar un plano paralelo a otro. Siendo DISTANCIA la distancia a la que se quiere situar el plano y INCREM será la distancia que avanzará incrementalmente a la hora de desplazar el ratón, es decir, si ponemos 20,00 mm se desplazará de 20 en 20, y si no ponemos nada 0,00 mm se desplazará normal.

**“PLANO EN ÁNGULO:** Para generar un plano resultante de girar un plano de referencia, el primero que seleccionamos, con respecto a un plano base, el segundo que seleccionamos, a un determinado ángulo.” (¿“Como hacer un Angulo de 90 grados sin transportador?”) Aquí ocurre lo mismo con la opción de PASO, éstos son los grados a los que irá incrementando el giro.

**PLANO PERPENDICULAR:** Para generar un plano perpendicular a otro. Para eso tenemos que seleccionar también un plano de referencia primero y un plano base después

Una vez que estamos dentro del BOCETO nos encontramos con las siguientes opciones:



Figura 49: Opciones de boceto

Los comandos de Dibujo son los que utilizaremos para dibujar el boceto que luego daremos volumen

Con estos comandos podemos CORTAR, COPIAR Y PEGAR las diferentes líneas o dibujos enteros.



Figura 50: Cortar, copiar y pegar

Con estos comandos podemos SELECCIONAR las partes de los dibujos que queramos o SELECCIONAR TODO el dibujo que tengamos en el boceto



Figura 51: Seleccionar

### 2.4.3. Iconos de apoyo.

**CUADRÍCULA** Esta opción es una ayuda para dibujar elementos con precisión, mostrando datos de coordenadas junto al cursor del ratón. Cuando se activa, aparecen las siguientes opciones

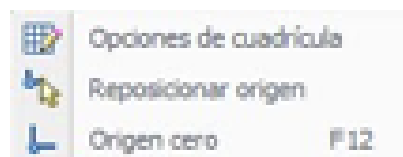


Figura 52: Elementos de precisión.



Figura 53: Opciones de cuadrícula

#### 2.4.4. Comando de barra de herramientas dibujo.

LÍNEA: para dibujar líneas evidentemente.

CURVA: para dibujar una Spline

PUNTO: para posicionar un punto sobre el plano en la posición especificada. Esta herramienta nos puede venir bien cuando necesitamos un punto como referencia a la hora de dibujar.

BOCETO LIBRE: como si se dibujara a "mano alzada"

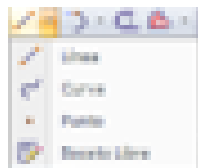


Figura 54: Boceto libre

Para dibujar polígonos regulares podemos utilizar estos comandos

RECTÁNGULO POR CENTRO: para dibujar un polígono de 4 lados cogiendo su centro como referencia

RECTÁNGULO POR 2 PUNTOS: para dibujar un polígono de 4 lados cogiendo una esquina y su opuesta como referencia

RECTÁNGULO POR 3 PUNTOS: para dibujar un polígono de 4 lados cogiendo tres esquinas como referencia

**POLÍGONO POR CENTRO:** para dibujar cualquier polígono cogiendo como referencia su centro



Figura 55: Polígonos por centro

Para dibujar circunferencias y elipses:

**CÍRCULO SEGÚN CENTRO:** para dibujar un círculo indicando su centro

**CÍRCULO POR 3 PUNTOS:** para dibujar un círculo indicando 3 puntos

**CÍRCULO TANGENTE:** para dibujar un círculo tangente a algo

**ELIPSE SEGÚN CENTRO:** para dibujar una elipse indicando su centro

**ELIPSE POR 3 PUNTOS:** para dibujar una elipse indicando 3 puntos

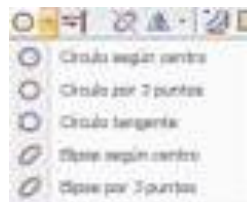


Figura 56: Elipses

**ARCO TANGENTE:** dibuja un arco tangente eligiendo un punto inicial

**ARCO POR 3 PUNTOS:** dibuja un arco indicándole 3 puntos primero un punto inicial, luego un punto intermedio y por último el punto final

**ARCO POR CENTRO:** dibuja un arco como si fuera un compás, es decir, indicas el centro, le das el radio y dibujas la trayectoria



Figura 57: Arcos

ACUERDO: crea un arco tangente entre dos elementos.  
CHAFLÁN: dibuja un chaflán o bisel entre dos elementos lineales.



Figura 58: Acuerdo y chaflán

EXTENDER HASTA SIGUIENTE: prolonga el elemento seleccionado hasta el punto de corte con el elemento más próximo. (No disponible en operaciones de Patrón)



Figura 59: Extender hasta siguiente

RECORTAR: un elemento en el punto seleccionado hasta la intersección con otro u otros elementos. Si se mantiene pulsado el botón izquierdo actúa como un cuchillo que corta cuerdas.



Figura 60: Recortar

RECORTAR ESQUINA: Recorta o extiende dos elementos hasta que haya intersección entre ellos. (No disponible en operaciones de Patrón)



Figura 61: Recortar esquina

**DIVIDIR:** Divide el elemento seleccionado. Si el elemento es abierto, lo dividirá en dos a partir del punto especificado. En cambio, si el elemento es cerrado, se necesitarán dos puntos para definir el tamaño de la división o corte.



Figura 62: Dividir

**DESPLAZAR:** Crea una copia desplazada de un elemento 2D o un conjunto continuo de elementos 2D conectados, a la distancia indicada

**DESPLAZAMIENTO SIMÉTRICO:** Hace una copia paralela y simétrica de la trayectoria seleccionada, formando un elemento compuesto. Los extremos de la trayectoria pueden cerrarse por medio de un segmento lineal o por un arco

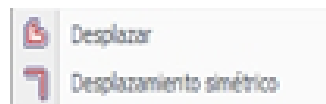


Figura 63: Desplazamientos

**RELLENAR:** Raya o rellena un entorno cerrado



Figura 64: Rellenar

**ESTIRAR:** Mueve los elementos contenidos en un cercado o estira la geometría superpuesta desde el punto de selección a otro punto de datos

## Apartado 3. Visualización de diseños.

### 3.1. Abrir documentos.

Para guardar el documento, se da clic en el comando con el mismo nombre:



Figura 65: Abrir documento

Este se puede activar con la combinación de las teclas ctrl + O activarla desde la barra de herramientas de acceso rápido o desde el panel de inicio ubicado en el icono de la aplicación.



Figura 66: icono de aplicación

Donde se seleccionará la pieza que se desea abrir examinando la PC o desde los archivos recientes.

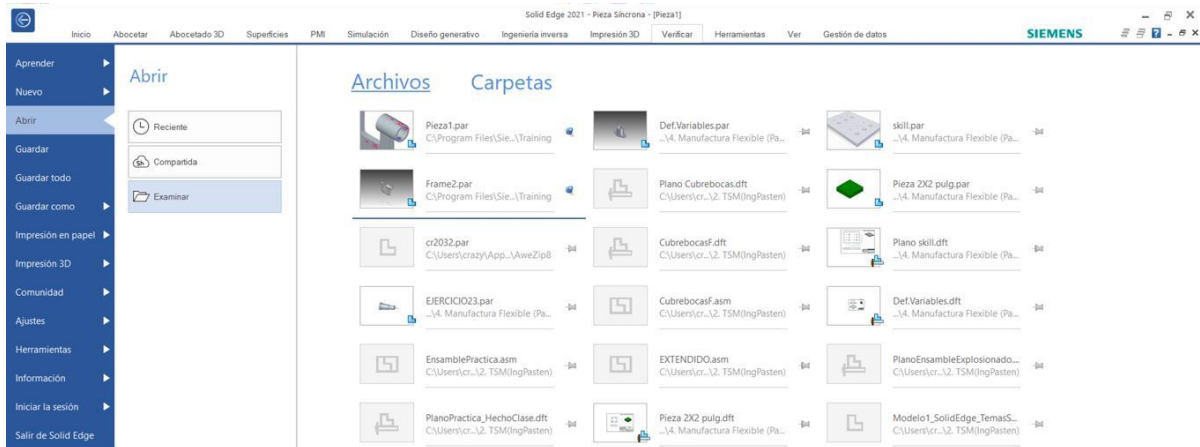


Figura 67: Archivos recientes

Con el filtro se pueden buscar piezas fácilmente, según la extensión de la pieza. Hay que navegar hasta un archivo y hacer clic en Abrir.

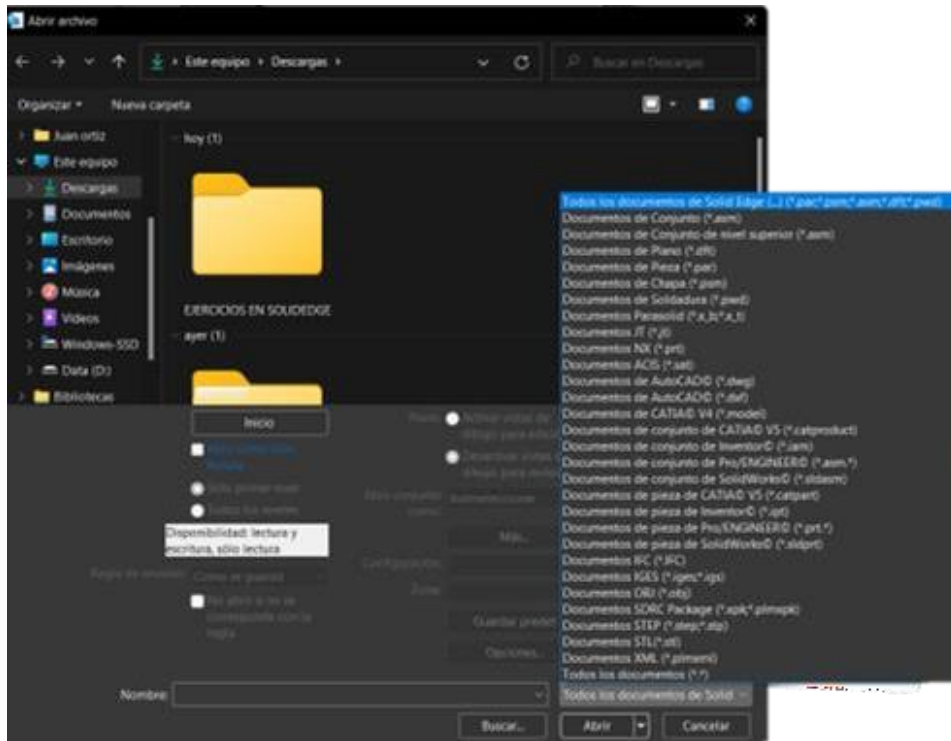


Figura 68: Abrir archivo

### 3.2. Creación de documentos

Se emplea el archivo con extensión “. par”, el cual, se genera a continuación:

**Desde el panel de inicio.**

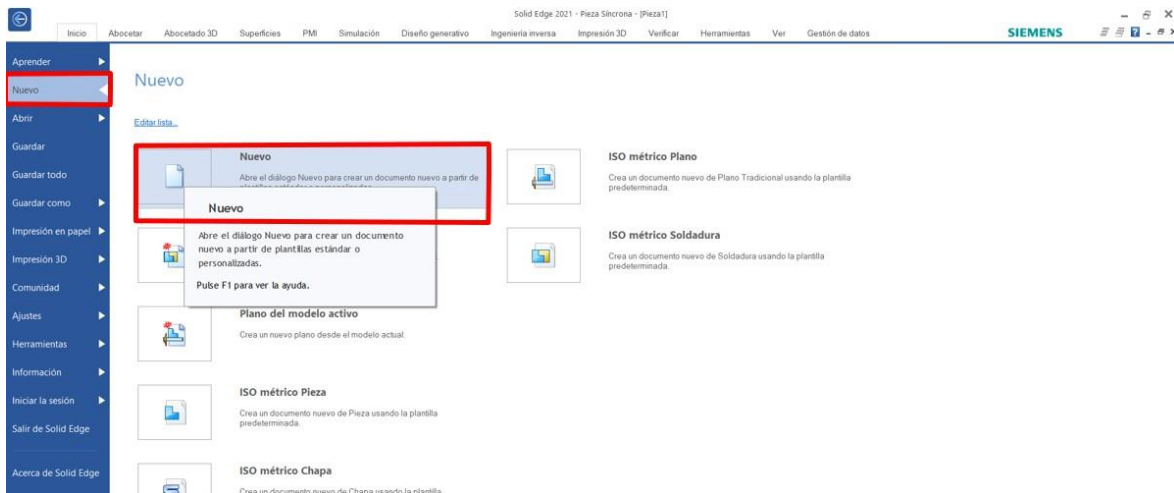


Figura 69: Panel de inicio (nuevo archivo)

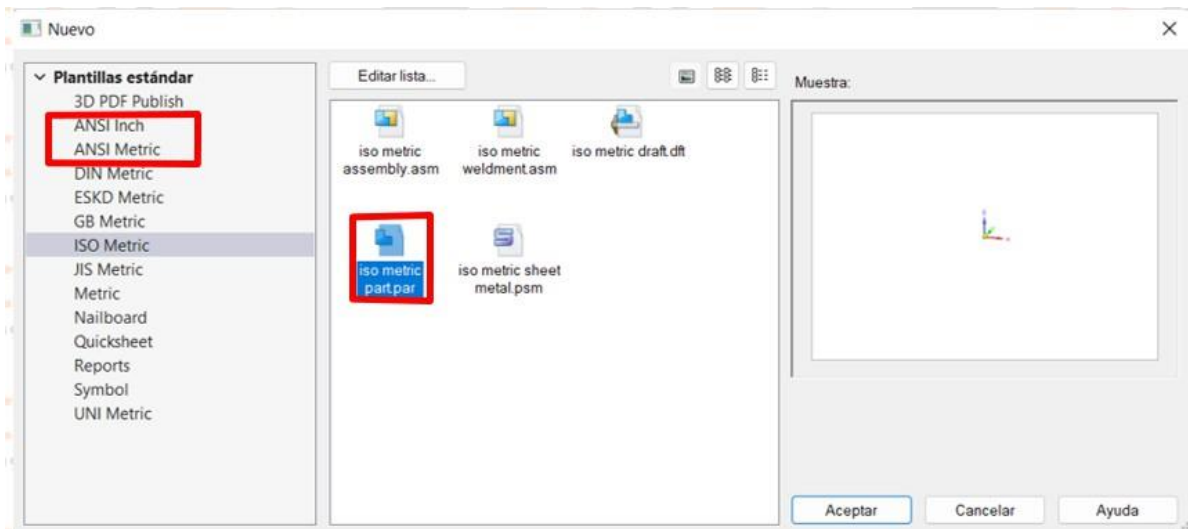



Figura 70: Ventana de nuevo archivo

En el siguiente panel, se selecciona la plantilla a la correspondan las necesidades, recordando que para el curso se emplearán METRIC e INCH, correspondientes al formato “. par”

ANSI es la distribución más extendida a nivel mundial, mientras que la ISO se localiza centrada en gran parte de Europa.

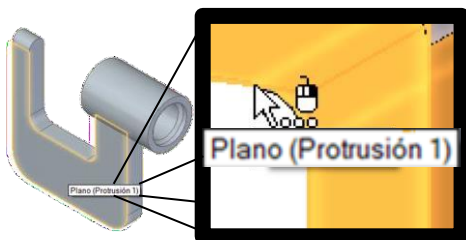
 Nota: El comando *Nuevo archivo*, se podrá encontrar también en *la barra de herramientas de acceso rápido* o desde *la cinta de comando* en la pestaña *inicio*.

Dispositivo	Procedimiento
Ratón (botón izquierdo)	Hacer clic en <b>Zoom acercar/alejar</b> (barra de herramientas Ver) o en <b>Ver &gt; Modificar &gt; Zoom acercar/alejar</b> . Arrastrar el cursor hacia arriba para aplicar el zoom acercar o hacia abajo para aplicar el zoom alejar.

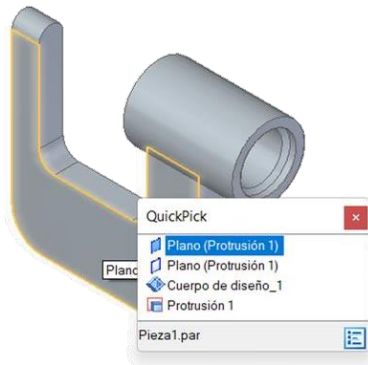
Botón central del ratón	Mantenga presionada la tecla <b>Mayús</b> y arrastre con el botón central del ratón.
Rueda del ratón	<p>Para efectuar un zoom en la ubicación del puntero: La rueda debe ser rota hacia adelante y hacia atrás. Al hacer girar la rueda, mantenga el puntero en el área que quieres realizar el zoom.</p> <p>Para hacer zoom en el corazón de la pantalla: Brindar atención a Ver &gt; Modificar &gt; Zoom en relación con el centro de la pantalla y luego desplazar la rueda hacia adelante y atrás.</p> <p>Para modificar la dirección, haga uso de la rueda del ratón para acercar y alejar. En Opciones de Rotación de vista/Zoom, seleccione Invertir dirección de zoom de la rueda del ratón.</p>
Teclado	Presionar la tecla <b>Z</b> para aplicar el zoom alejar o <b>Mayús+Z</b> para aplicar el zoom acercar.

### 3.3. Función QuickPick

La herramienta QuickPick permite la selección segura de un elemento concreto. Cuando en una determinada área gráfica hay varios objetos, el QuickPick da la posibilidad de elegir el que interesa



Desplazando el curso sobre los elementos y deteniendo un momento el ratón, se visualizarán tres puntos al cursor.



Haciendo clic derecho, se visualizará el cuadro de diálogo del QuickPick.

Desplazando el cursor sobre las opciones se iluminará el objeto seleccionado.

Para elegir el elemento deseado clicar sobre la opción buscada.

### 3.4. Cambio de unidades.

Para el cambio de unidades, cual sea el caso, se realiza de la siguiente forma:

Desde el panel de inicio.

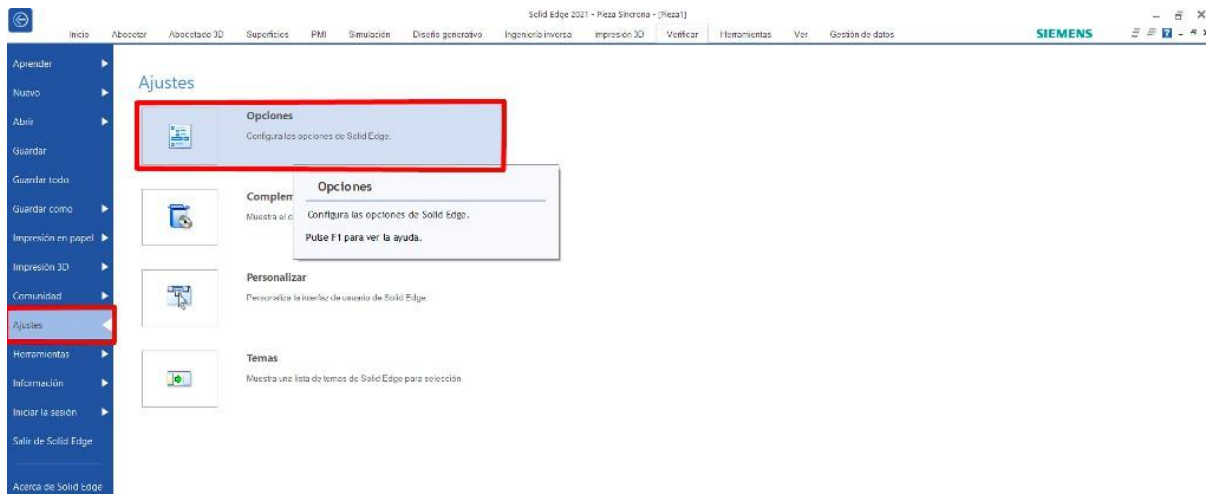


Figura 71: Opciones del interfaz

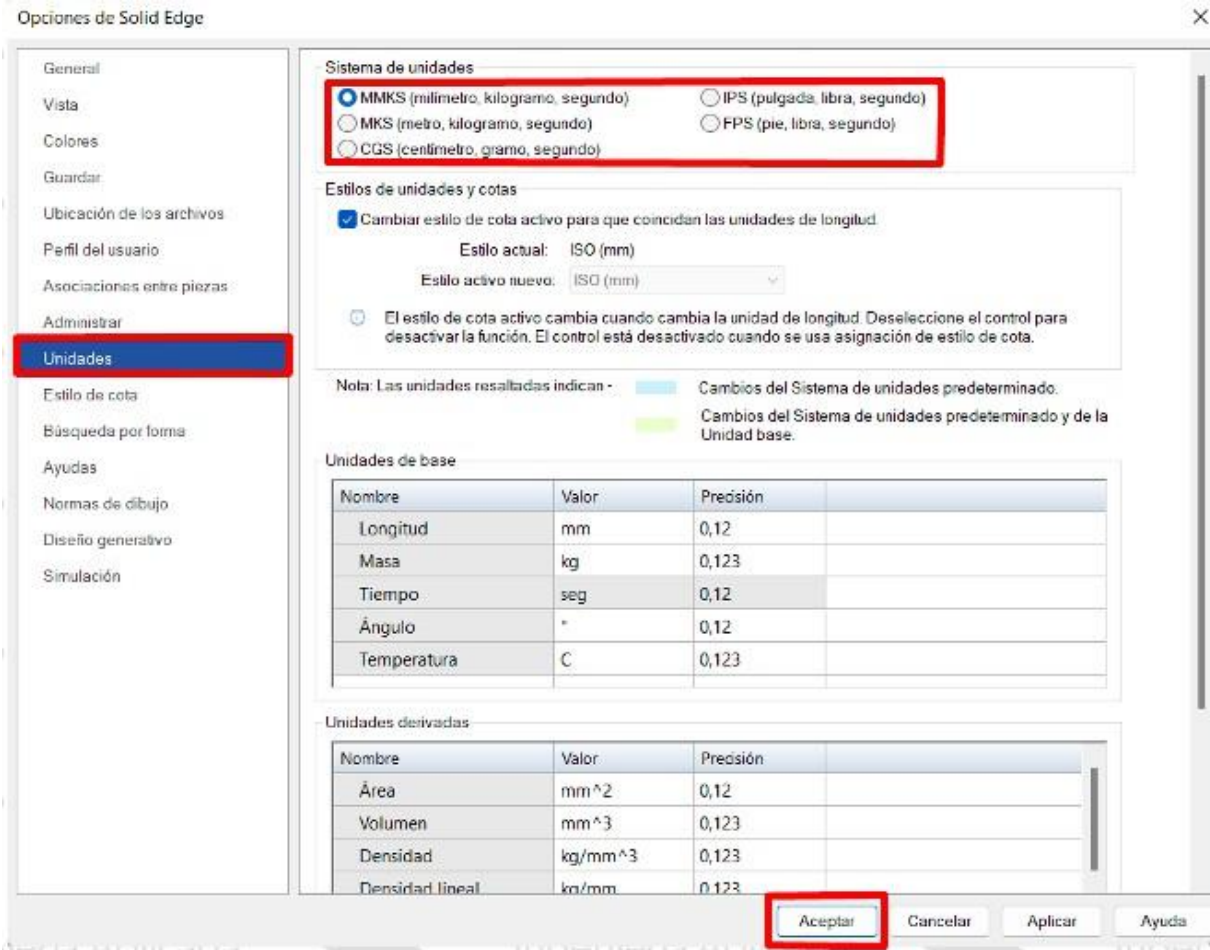



Figura 72: Opciones de Solid Edge

En el siguiente panel, se seleccionan las unidades a las que se desea cambiar, finalizando con –ACEPTAR–

### 3.5. Guardar documentos

Para guardar el documento, se da clic en el comando con el mismo nombre (  ) Este se puede activar con la combinación de las teclas CTRL + S o activarla desde la barra de herramientas de acceso rápido o desde el panel de inicio ubicado en el icono de la aplicación.



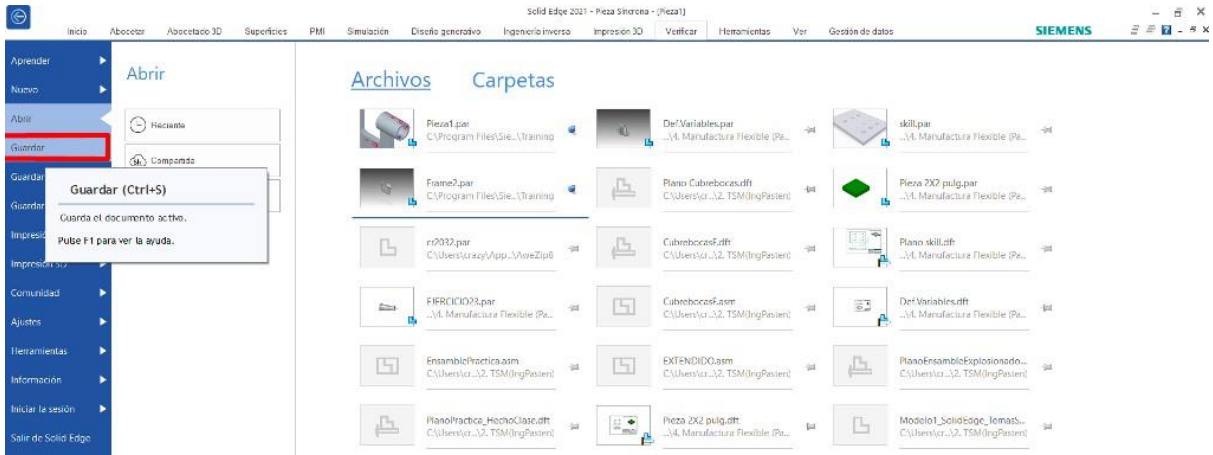


Figura 73: Plano de referencia.

Aparecerá el siguiente panel, donde se escogerá la carpeta que resguardará las piezas. Asimismo, hay que editar el Nombre de archivo y en caso contradictorio, se puede reemplazar el formato o tipo de archivo.

Finalizando, haga clic en **Guardar**.

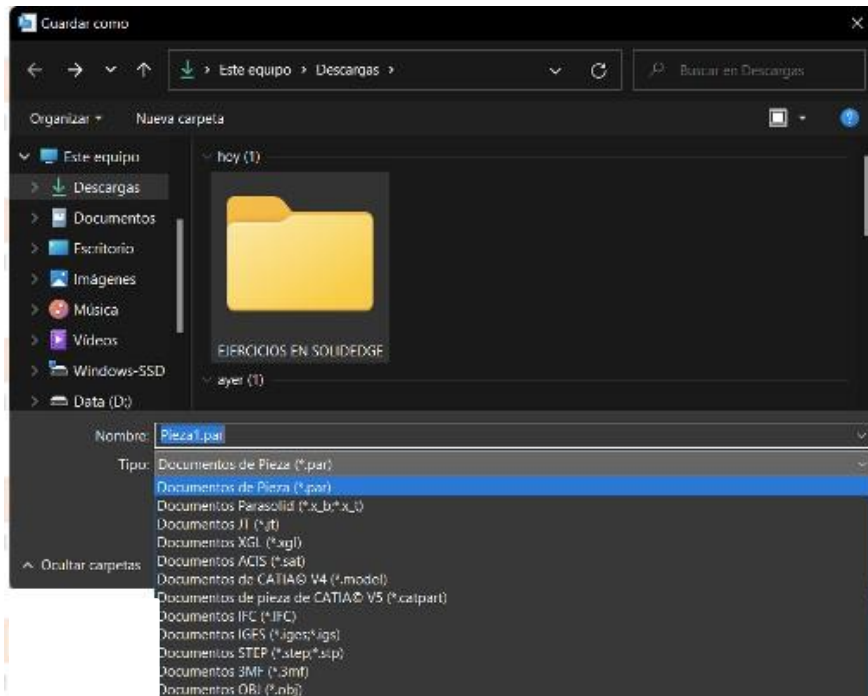


Figura 74: Guardar archivo.

#### Apartado 4. Croquis.

Cuando se abre una plantilla nueva, en el área de trabajo se puede visualizar 3 planos de referencia posicionado ortogonalmente entre ellos, que por defecto están ocultos.

Los esquemas de referencia proporcionarán respaldo para llevar a cabo las operaciones de los distintos comandos. Estos planos poseen una ubicación constante y no pueden trasladarse. En Solid Edge, se han establecido tres planos de referencia predefinidos, dirigidos al espacio 3D en relación con las perspectivas de planta (XY), elevación (XZ) y derecha (YZ).

Para iniciar la visualización de los planos de referencia, desde el Pathfinder se hace clic en su casilla de verificación.

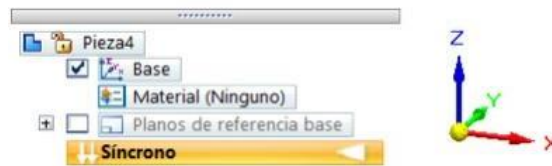


Figura 75: Plano de referencia

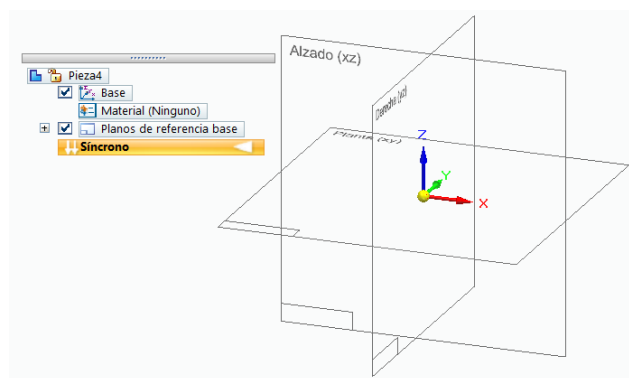


Figura 76: Plano de referencia.

## Apartado 5. Función Revolución.

### Crear una superficie por revolución.

**Nota:** El comando “Superficie por revolución” tiene los mismos pasos que el comando Revolución.

- Mostrar Boceto.
- Seleccione pestaña Superficies > Grupo Superficies>Superficie por revolución:



Figura 77: Superficie de revolución.

- Clic en Seleccionar desde boceto.

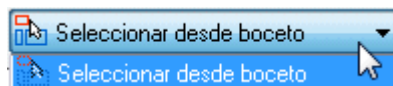


Figura 78: Selección de boceto

- Seleccionar la curva de boceto mostrada y pulsar el botón “Aceptar” en la barra de comandos.



Figura 79: Curva de boceto

- Fijarse que en la barra de comandos Superficie por revolución el siguiente paso es definir el eje de revolución. Hacer clic en la línea mostrada.



Figura 80: Eje de revolución

- En el paso Extensión hacer clic en el botón Girar 360°.



Figura 81: Girar 360°

- Clic en “Terminar”

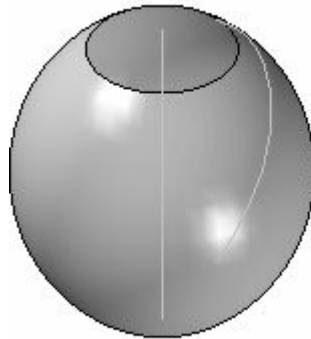


Figura 82: Pieza terminada

### **Editar la forma de la superficie por revolución.**

- Clic en la herramienta “Seleccionar”
- Presionar Ctrl+R para rotar la vista a una vista de la pieza derecha.
- Seleccionar la superficie por revolución y dar clic en “Edición dinámica”



Figura 83: Edición dinámica

- Seleccionar la curva del boceto: Usar la opción “Edición local” y mover el punto de edición mostrado. Mover poco el punto del vértice de control y observe cómo cambia la forma de la superficie.



Figura 84: Edición local

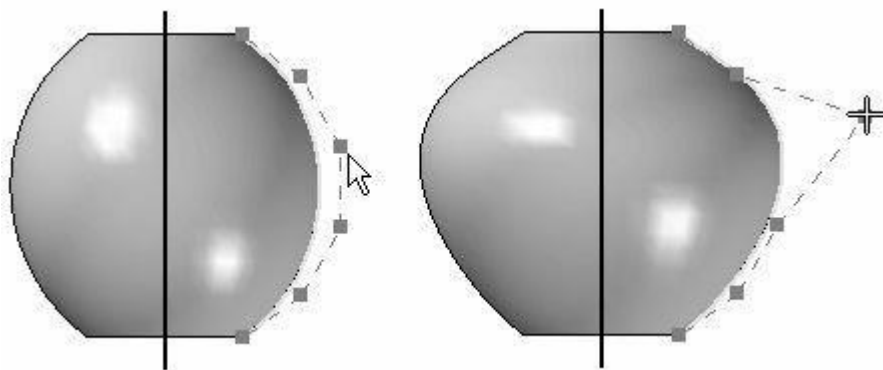


Figura 85: Puntos de vértice

- Mover los vértices de control para obtener una forma propia de superficie.
- Esto finaliza la actividad.

## **Apartado 6. Mecanizado en torno Denford CNC de un modelado de Solid Edge**

En la creación y elaboración del código NC se ha tenido en cuenta a los usuarios de Solid Edge, especialmente a la versión Solid Edge CAM Pro, que proporciona un vasto conjunto de herramientas para asistir en la finalización correcta del trabajo a la primera. Esta extensión es una configuración modular y flexible de soluciones de programación de control numérico (CN) que permite incrementar el valor en máquinas herramienta. Es fácil de implementar y de aprender. Brinda potentes funcionalidades de programación NC con bajo coste.

### **6.1 Entorno – interfaz.**

Como extensión de Solid Edge, Solid Edge CAM Pro presenta una interfaz con un diseño muy similar, aunque la única diferencia radica en las funciones que tiene cada sección.

El CAM, o fabricación asistida por computadora en inglés, es una herramienta que necesita de grandes recursos virtuales, dado que su producto final contribuye a la optimización de la industria de manufactura. Esto nos proporcionará un mejor producto final.

Esta extensión nos ayudara a la programación virtual de la puesta punto de una máquina CNC, para después tener una simulación final de una pieza a maquinar con las propiedades de los cortadores, ángulos de corte, velocidades. En pocas palabras tendremos una máquina CNC virtual en nuestro computador.

Como todo software, el uso se perfecciona a través de la práctica, porque lo que se debe analizar el entorno del programa el cual al inicio del programa nos brinda la siguiente interfaz:

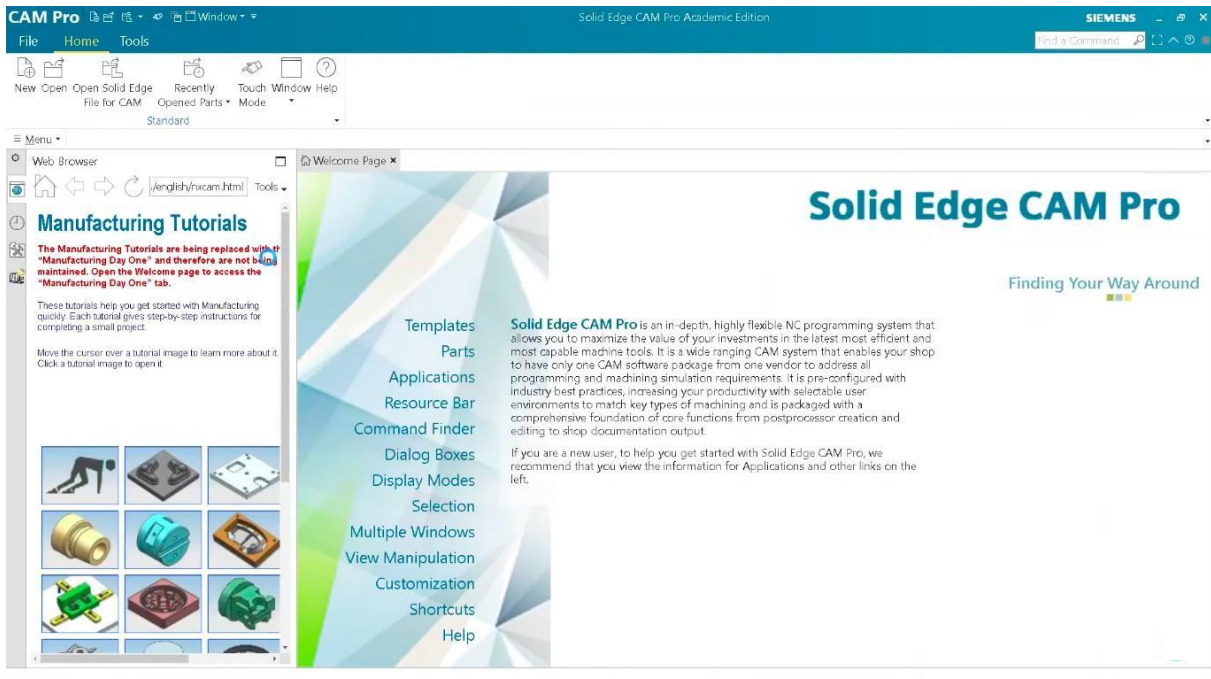


Figura 86: Interfaz de Inicio

En esta interfaz nos da diferentes funciones, desde abrir un archivo de Solid Edge hasta los diferentes tutoriales realizados para comprender mejor el funcionamiento del software.

Esta extensión nos permite abrir un documento previo hecho o realizar uno nuevo.

Para abrir un documento solo basta hacer lo siguiente:

1. Clic en **Open Solid Edge File for CAM**
2. Seleccionar el archivo. par que se desee trabajar.

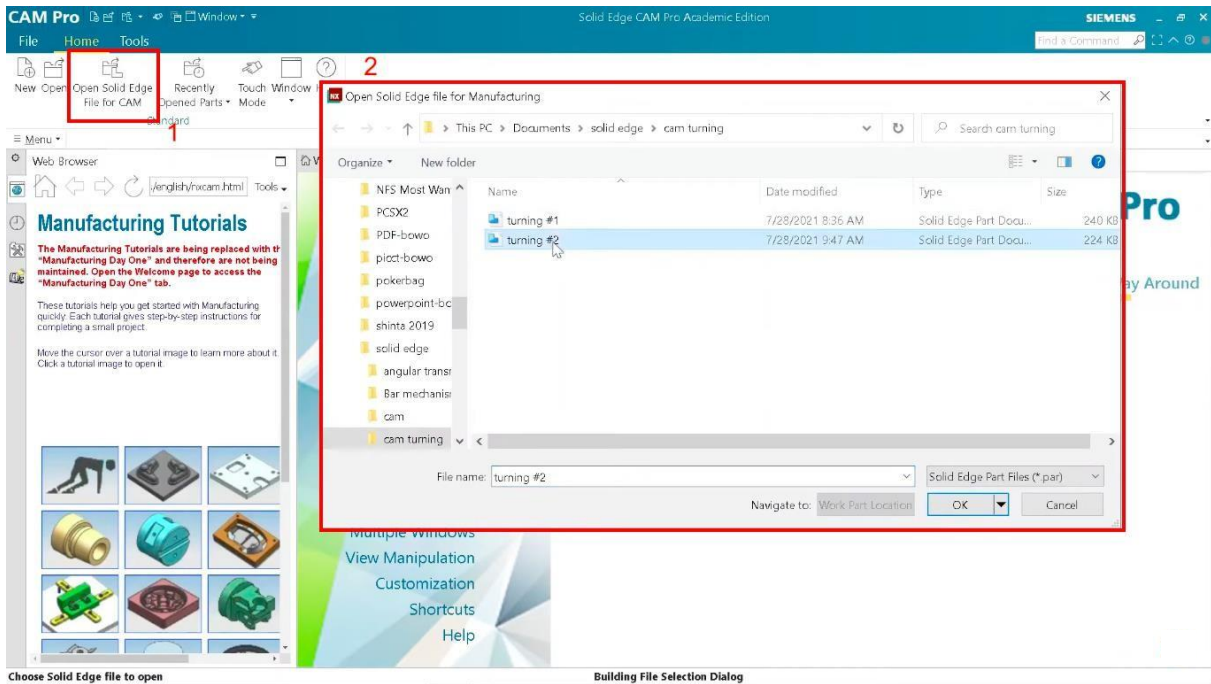


Figura 87: Selección de pieza

Para generar un archivo nuevo a partir de un template (plantilla en inglés) se debe realizar lo siguiente:

1. Clic en **New** (Ctrl + N)
2. Seleccionar la plantilla que se desee trabajar.

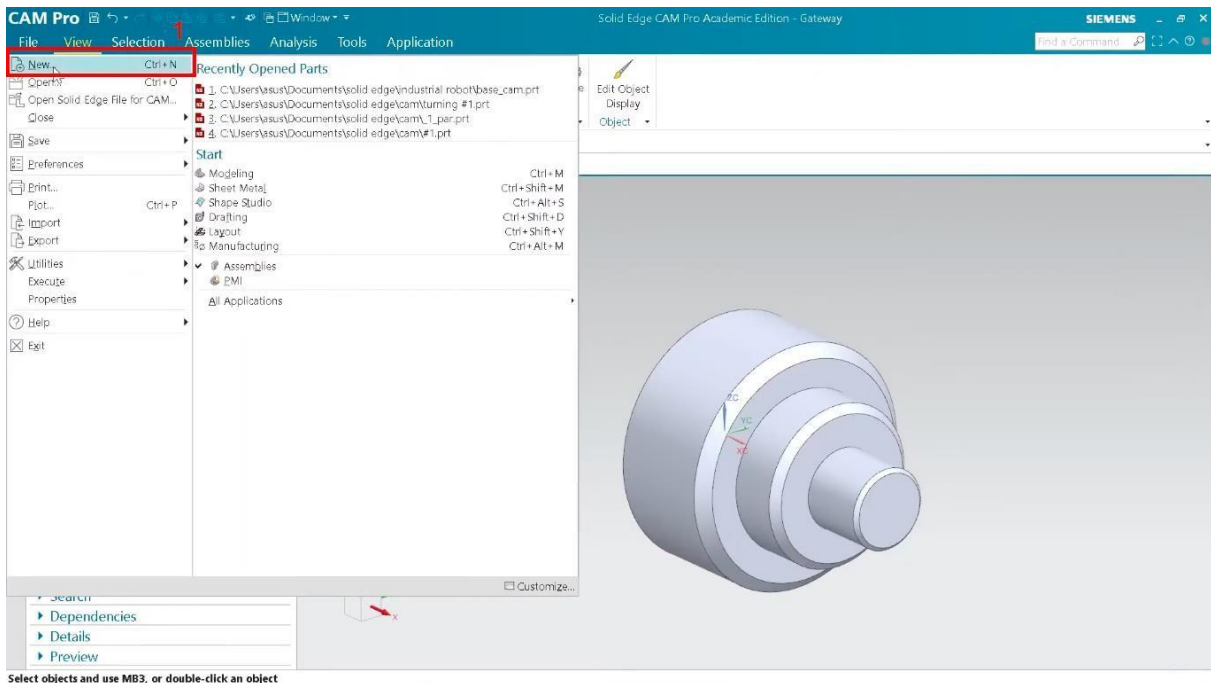


Figura 88: Paso 1 (Entorno)

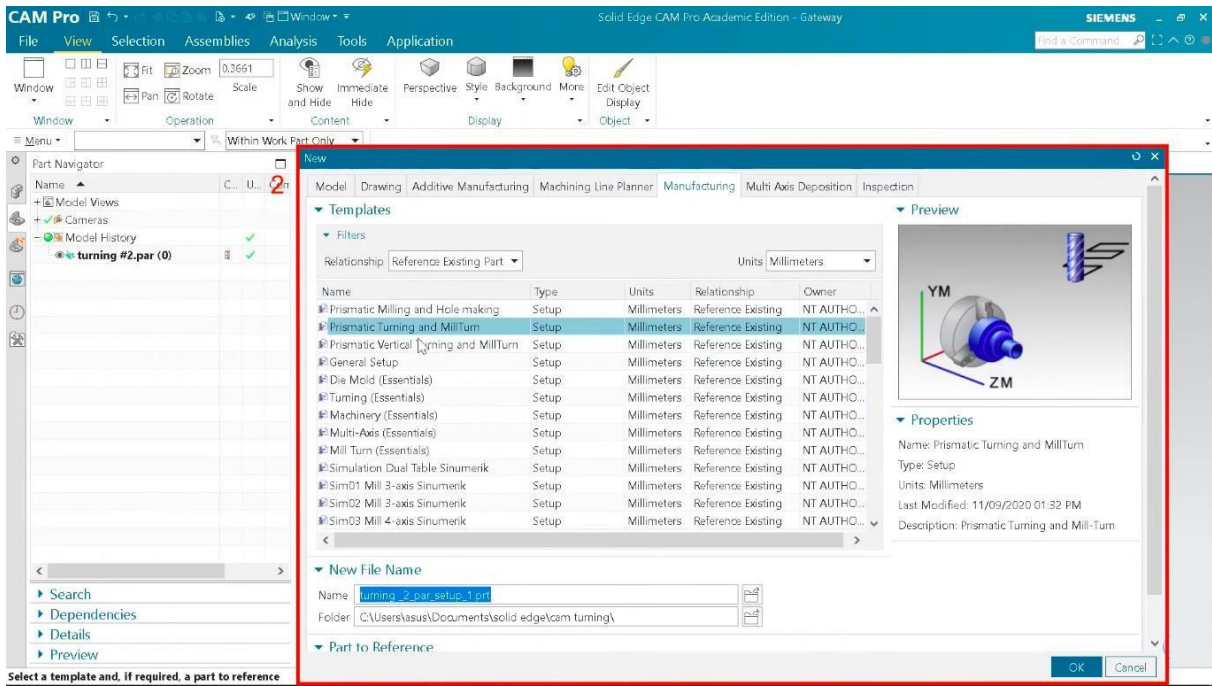


Figura 89: Paso 2 (Entorno)

## 6.2 Configuración.

La configuración del software Solid Edge CAM Pro es un proceso que ayuda bastante, ya que nos permite determinar el área de trabajo, seleccionar el inserto de corte y finalmente brindar una simulación 3D del trabajo a maquinar.

La configuración es un proceso fácil de comprender si se tiene una noción previa de lo que se a realizar como contemplar material del maquinado, medidas, insertos deseados a trabajar y técnicas de mecanizado en torno a utilizar (Figura: Mecanizados en torno)

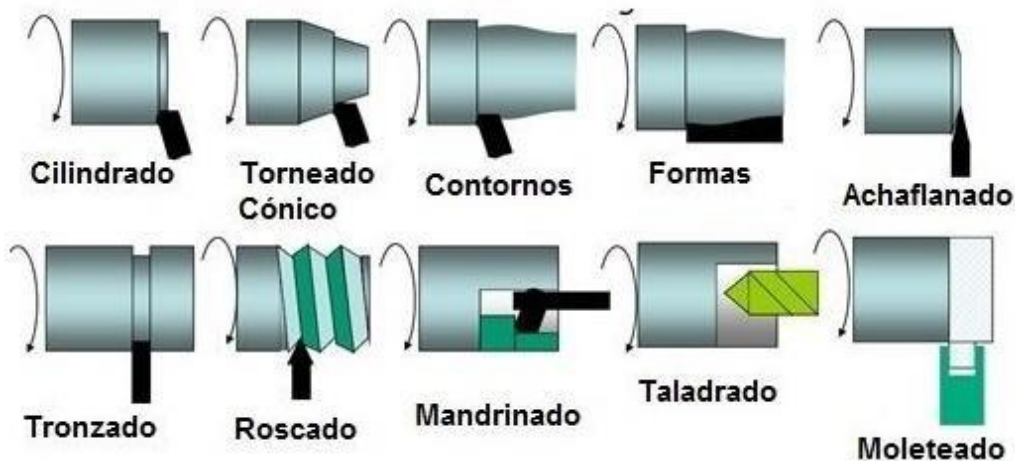


Figura 90: Mecanizados en torno

Llevando los conocimientos previos al software tendremos que realizar lo siguiente para la configuración básica del mecanizado para posteriormente realizar una simulación del mecanizado:

1. Seleccionar el menú principal de la pieza de trabajo (WORKPIECE\_MAIN) de la sección GEOMETRY del Edge bar.

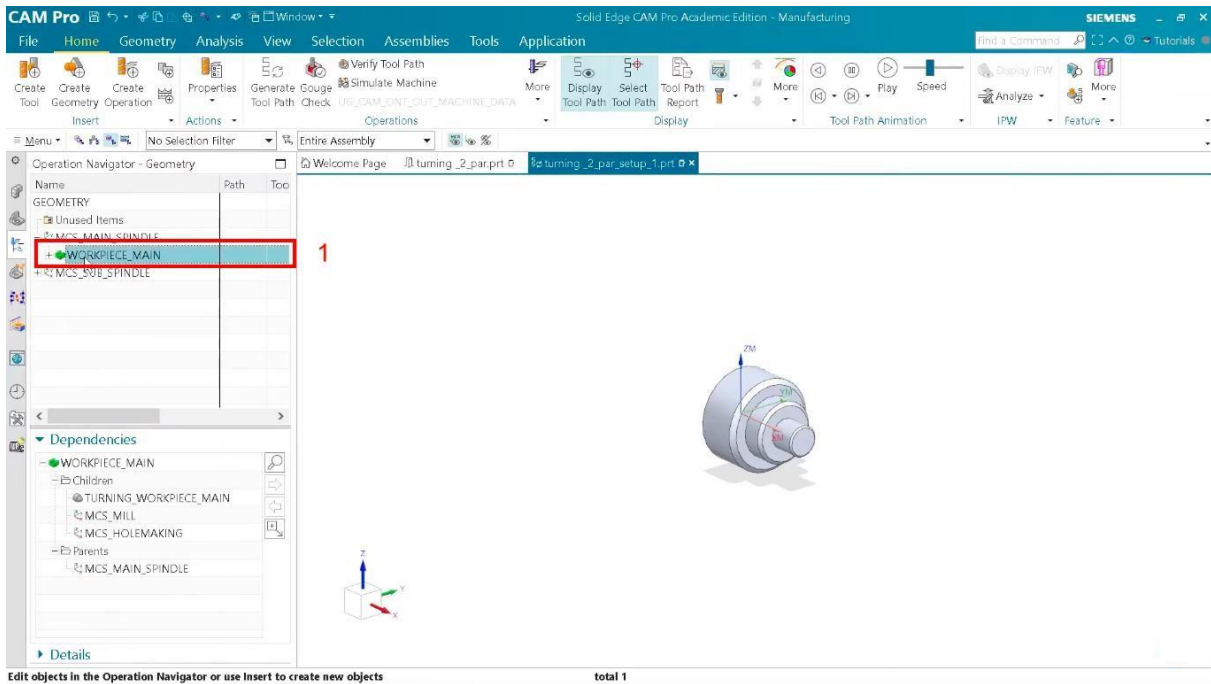


Figura 91: Paso 1 (Configuración)

2. En la pestaña principal de trabajo de la pieza, se configurará la pieza específica a trabajar dando clic en el apartado de **Specify Part**, para especificar la pieza.

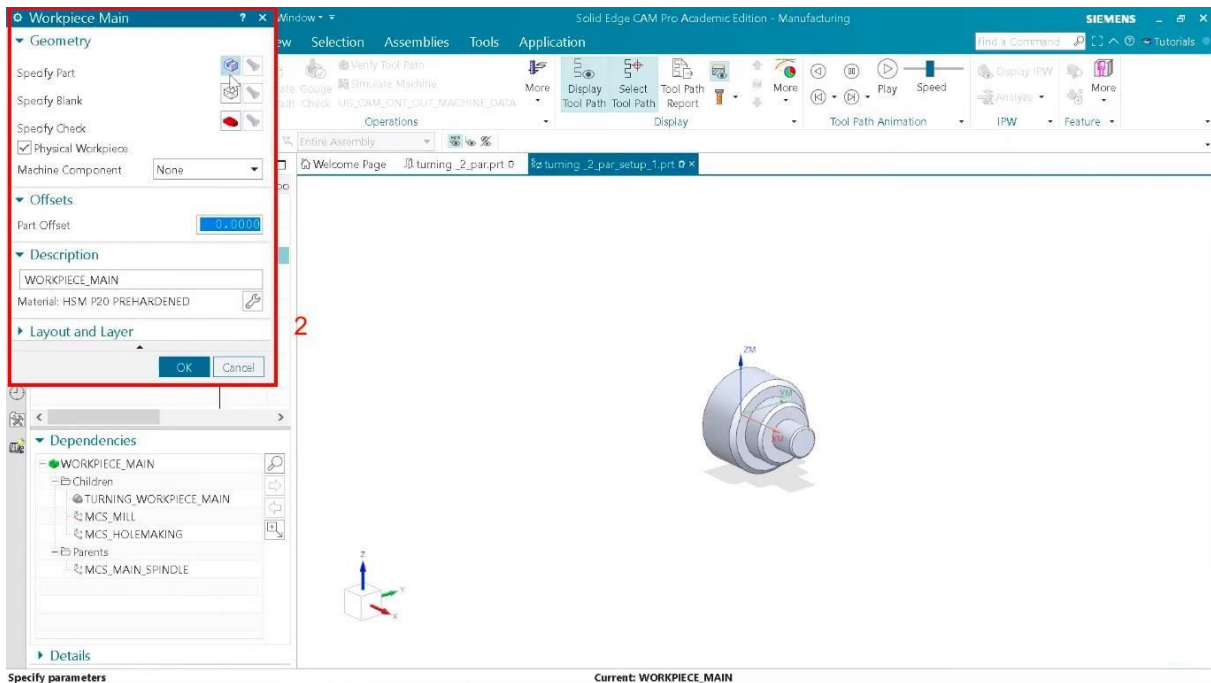


Figura 92: Paso 2 (Configuración)

3. Se mostrará el siguiente panel, el cual nos permitirá hacer un *Bounding Cylinder* (Delimitado de cilindro), el cual nos permitirá introducir la medida del cilindro a maquinar (diámetro y altura)

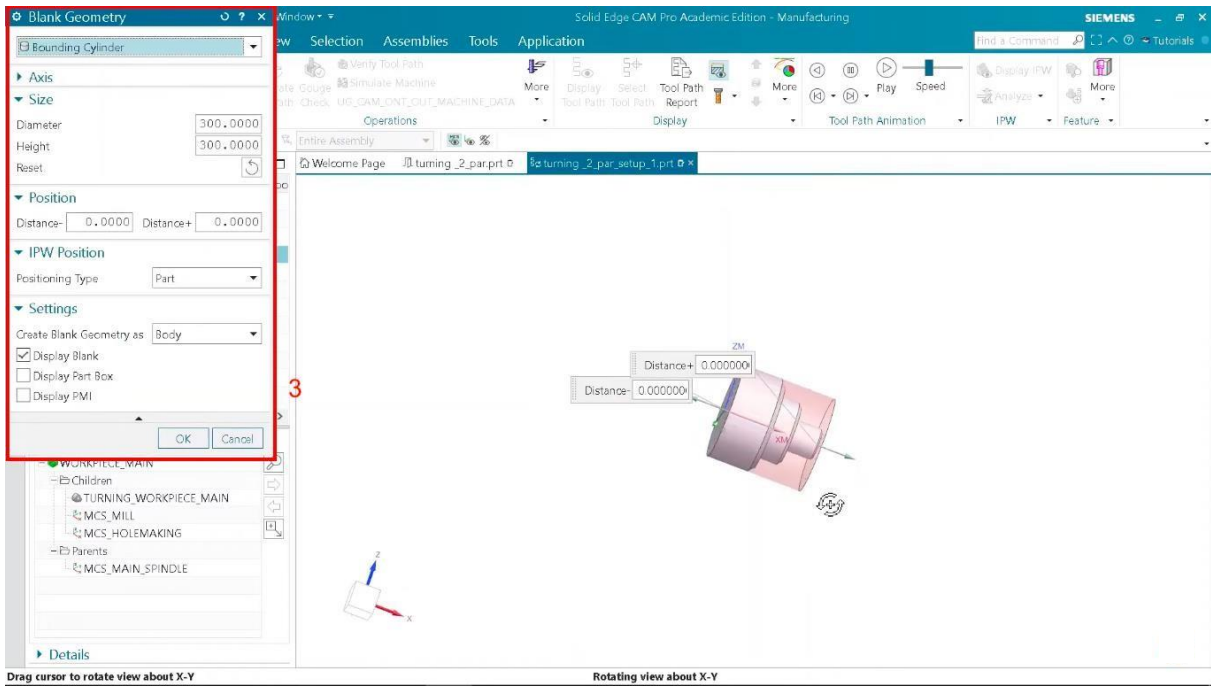


Figura 93: Paso 3 (Configuración)

- Ya configurada la pieza a trabajar, daremos clic en **Create Operation**, la cual nos dará la opción de generar una operación de maquinado o terminado. Estas pueden ser una de las 10 antes mencionadas (Figura: Mecanizados en torno)

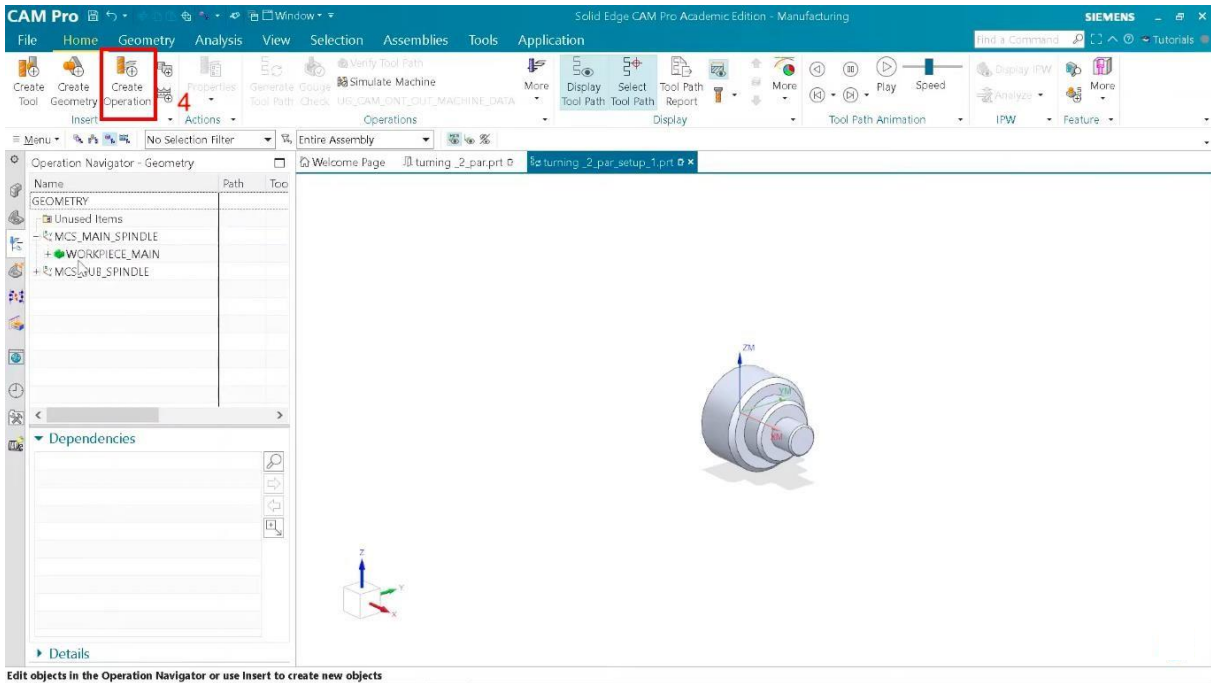


Figura 94: Paso 4 (Configuración)

5. Al abrir el panel de create operation se desplegará una ventana donde nos mostrara unos subtipos de operación, las cuales se irán escogiendo según las necesidades del mecanizado.

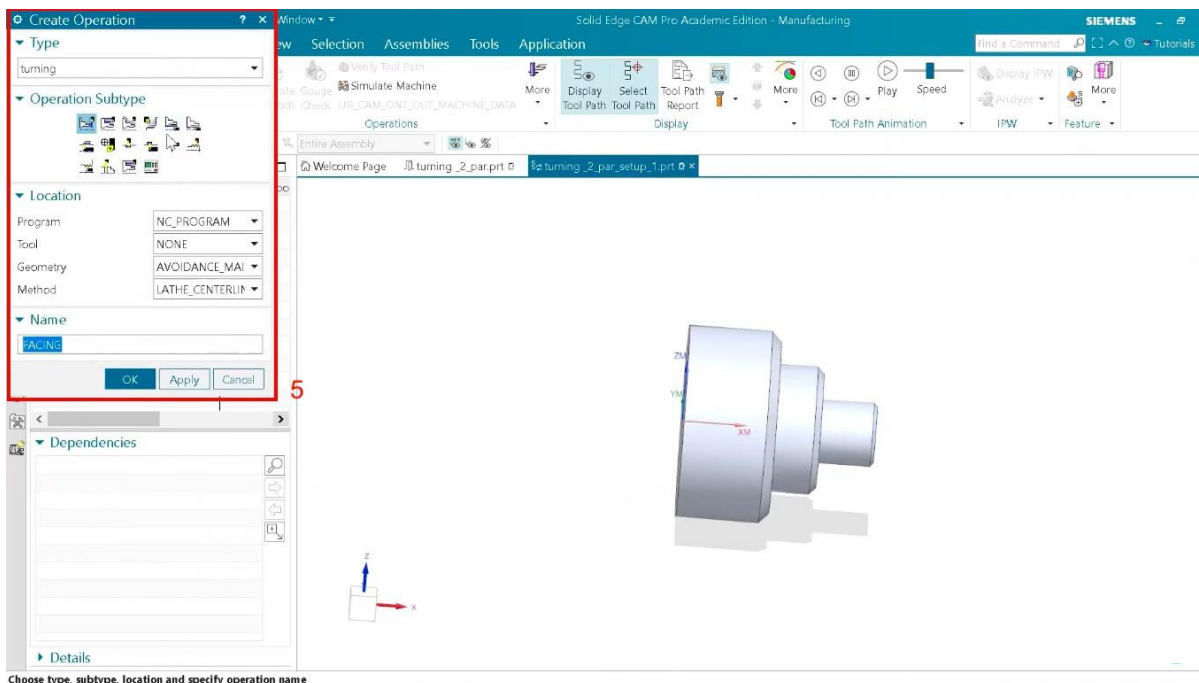


Figura 95: Paso 5 (Configuración)

6. La operación básica y fundamental que se realiza para la puesta a punto es el **Facing** (careado) para iniciar a producir una pieza. Ya que nos ayudara a reconocer el final de la pieza y dar una base sólida al cilindro

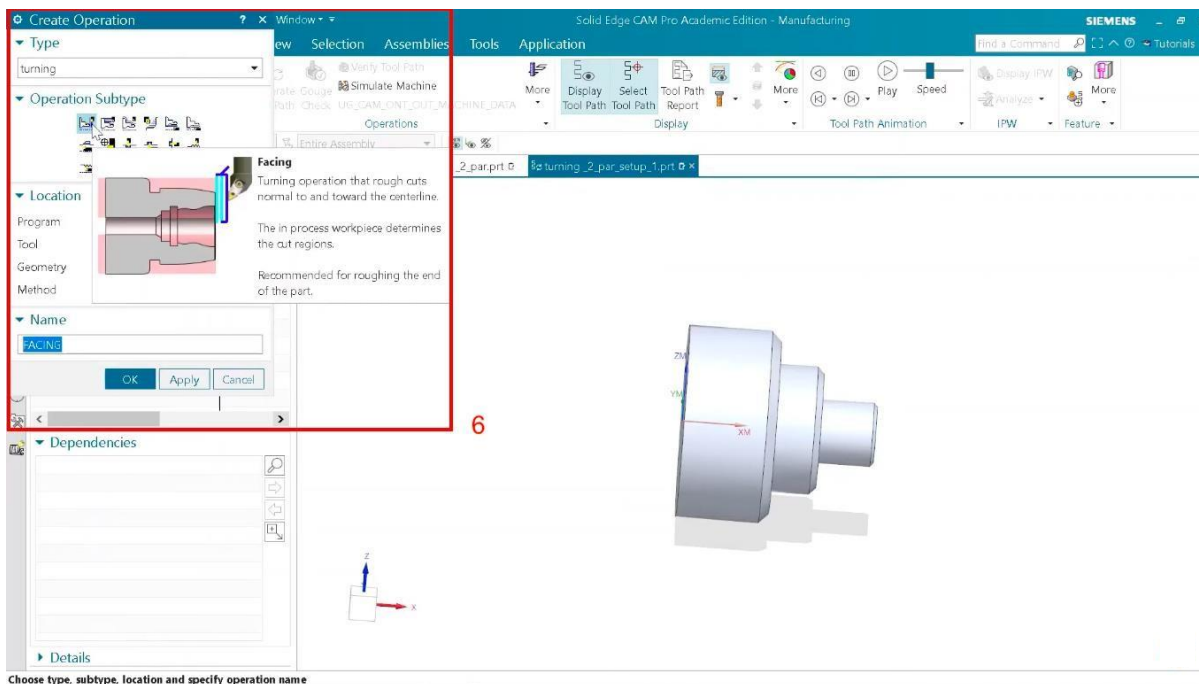


Figura 96: Paso 6 (Configuración)

7. En la configuración del Facing deberemos configurar la herramienta a usar según el material a trabajar, plano a carear, profundidad del careo, entre otros que según el detallado se pueden configurar. Dar OK, para seguir.

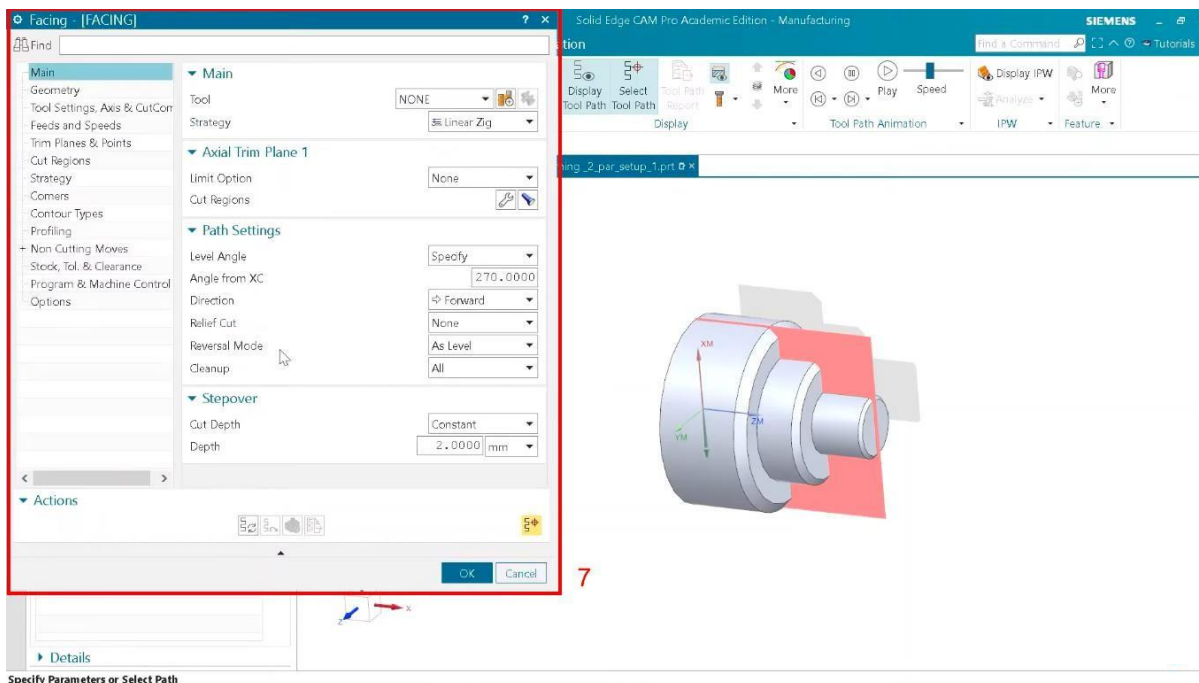


Figura 97: Paso 7 (Configuración)

8. La configuración de la herramienta es importante, escogeremos el subtipo de herramienta que trabajar, para proceder a la configuración de ella. Todo dependerá del sentido de giro del cilindro, tipo de material y acabados

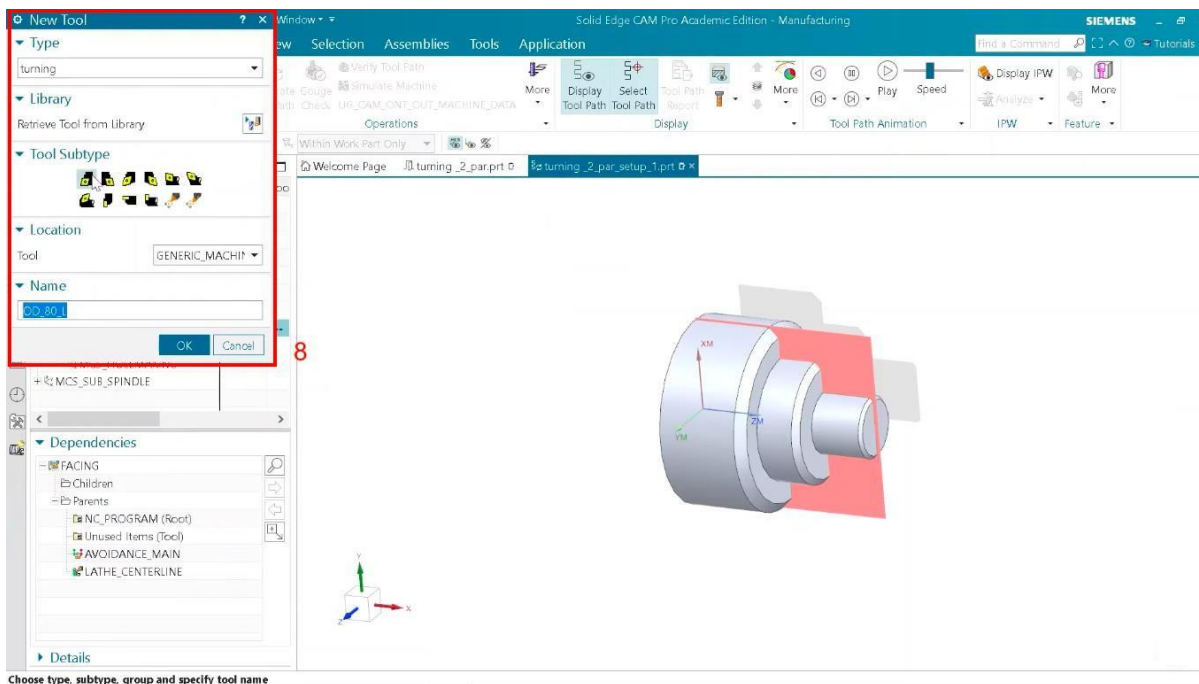


Figura 96: Paso 6 (Configuración)

9. La configuración estándar de la herramienta de torno se debe tener unos conocimientos previos del material a maquinar y según eso procederemos a configurar el inserto según forma, tamaño, espesor, etc.

A continuación, se muestran anexos para usar el inserto correcto y su nomenclatura.

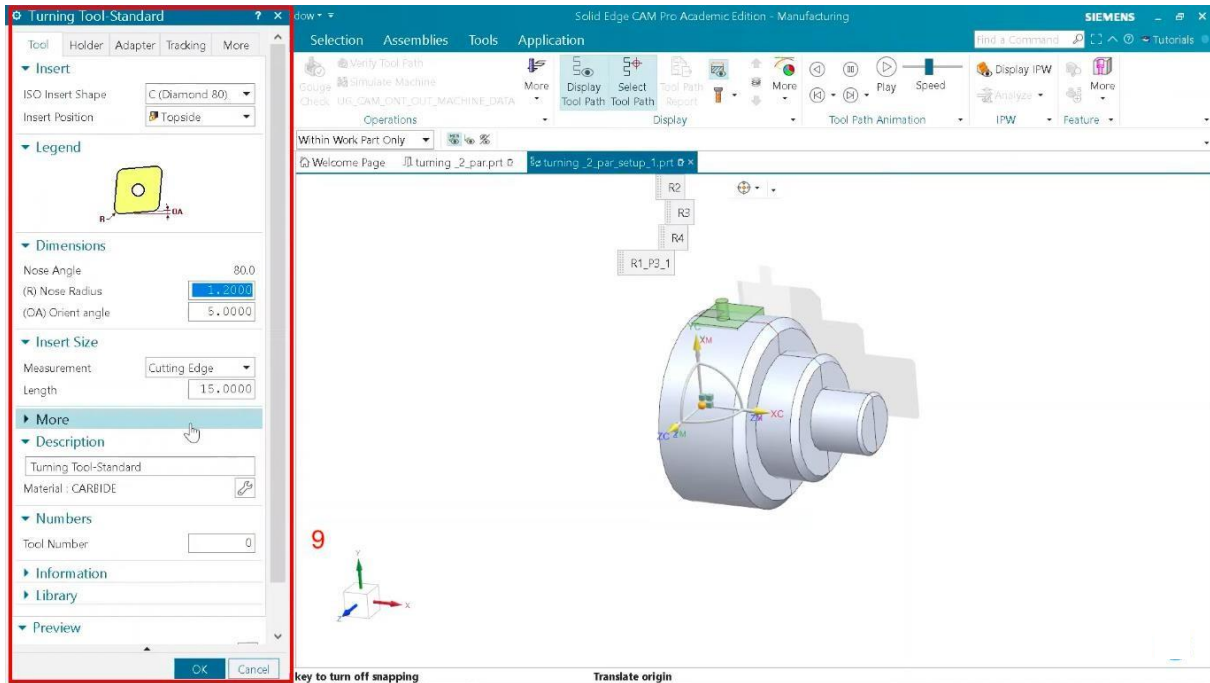


Figura 99: Paso 9 (Configuración)

Para la selección de los insertos de corte se debe considerar los siguientes criterios:

1. El código para identificar cada inserto consta de hasta 13 símbolos, siendo los primeros 12 obligatorios para los insertos compuestos de boro cúbico o diamante policristalino y los primeros 7 son obligatorios para todos los demás tipos de composición.



Figura 100: Nomenclatura de un inserto



















① Forma del Inserto		
Símbolo	Forma del Inserto	
H	Hexagonal	
O	Octagonal	
P	Pentagonal	
S	Cuadrado	
T	Triangular	
C	Rómbico 80°	
D	Rómbico 55°	
E	Rómbico 75°	
F	Rómbico 50°	
M	Rómbico 86°	
V	Rómbico 35°	
W	Trigon	
L	Rectangular	
A	Paralelogramo 85°	
B	Paralelogramo 82°	
K	Paralelogramo 55°	
R	Redondo	
X	Diseño especial	

Figura 101: Forma de un inserto










② Espacio libre normal		
Símbolo	Espacio libre normal	
A	3°	
B	5°	
C	7°	
D	15°	
E	20°	
F	25°	
G	30°	
N	0°	
P	11°	
O	Otro espacio libre normal	
<b>Mayor espacio libre normal</b>		

Figura 102: Espacio de un inserto

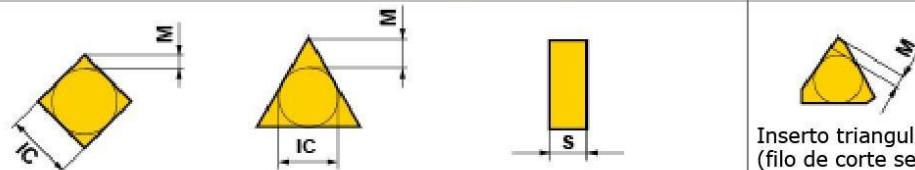
③ Clase de tolerancia										
				Inserto triangular con faceta (fillo de corte secundario)						
③ Clase de tolerancia				Detalle de la tolerancia de inserto de clase M						
Símbolo	Tolerancia de la altura de la nariz M (mm)	Tolerancia del círculo inscrito IC (mm)	Tolerancia de espesor S (mm)	● Tolerancia de la altura de la nariz M (mm)						
				D.I.C.	Triangular	Cuadrado	Rómbico 80°	Rómbico 55°	Rómbico 35°	Redondo
A	±0.005	±0.025	±0.025	6.35	±0.08	±0.08	±0.08	±0.11	±0.16	—
F	±0.005	±0.013	±0.025	9.525	±0.08	±0.08	±0.08	±0.11	±0.16	—
C	±0.013	±0.025	±0.025	12.70	±0.13	±0.13	±0.13	±0.15	—	—
H	±0.013	±0.013	±0.025	15.875	±0.15	±0.15	±0.15	±0.18	—	—
E	±0.025	±0.025	±0.025	19.05	±0.15	±0.15	±0.15	±0.18	—	—
G	±0.025	±0.025	±0.13	25.40	—	±0.18	—	—	—	—
J	±0.005	±0.05—±0.15	±0.025	31.75	—	±0.20	—	—	—	—
K*	±0.013	±0.05—±0.15	±0.025	● Tolerancia del círculo inscrito IC (mm)						
L*	±0.025	±0.05—±0.15	±0.025	D.I.C.	Triangular	Cuadrado	Rómbico 80°	Rómbico 55°	Rómbico 35°	Redondo
M*	±0.08—±0.18	±0.05—±0.15	±0.13	6.35	±0.05	±0.05	±0.05	±0.05	±0.05	—
N*	±0.08—±0.18	±0.05—±0.15	±0.025	9.525	±0.05	±0.05	±0.05	±0.05	±0.05	±0.05
U*	±0.13—±0.38	±0.08—±0.25	±0.13	12.70	±0.08	±0.08	±0.08	±0.08	—	±0.08
La superficie del inserto con la marca * está sinterizada.				15.875	±0.10	±0.10	±0.10	±0.10	—	±0.10
				19.05	±0.10	±0.10	±0.10	±0.10	—	±0.10
				25.40	—	±0.13	—	—	—	±0.13
				31.75	—	±0.15	—	—	—	±0.15

Figura 103: Tolerancia de un inserto








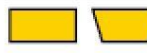

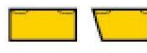




④ Fijación y/o rompevirutas									
Métrico									
Símbolo	Agujero	Configuración del agujero	Rompevirutas	Figura	Símbolo	Agujero	Configuración del agujero	Rompevirutas	Figura
W	Con agujero	Agujero cilíndrico + Un avellanado (40-60 °)	No		A	Con agujero	Agujero cilíndrico	No	
T	Con agujero	Agujero cilíndrico + Doble avellanado (40-60 °)	De un solo lado		M	Con agujero	Agujero cilíndrico	De un solo lado	
Q	Con agujero	Agujero cilíndrico + Doble avellanado (40-60 °)	No		G	Con agujero	Agujero cilíndrico	Doble cara	
U	Con agujero	Agujero cilíndrico + Doble avellanado (70-90 °)	Doble cara		N	Sin agujero	—	No	
B	Con agujero	Agujero cilíndrico + Un avellanado (70-90 °)	No		R	Sin agujero	—	De un solo lado	
H	Con agujero	Agujero cilíndrico + Doble avellanado (70-90 °)	De un solo lado		F	Sin agujero	—	Doble cara	
C	Con agujero	Agujero cilíndrico + Doble avellanado (70-90 °)	No		X	—	—	—	Diseño especial
J	Con agujero	Agujero cilíndrico + Doble avellanado (70-90 °)	Doble cara						

Figura 104: Fijación de un inserto








<b>5 Tamaño de insertos</b>							
<b>Símbolo</b>							Diámetro del círculo inscrito (mm)
							
	02		04	03	03	06	3.97
	L3	08	05	04	04	08	4.76
	03	09	06	05	05	09	5.56
06							6.00
	04	11	07	06	06	11	6.35
	05	13	09	08	07	13	7.94
08							8.00
09	06	16	11	09	09	16	9.525
10							10.00
12							12.00
12	08	22	15	12	12	22	12.70
15	10		19	16	15	27	15.875
16							16.00
19	13		23	19	19	33	19.05
20							20.00
			27	22	22	38	22.225
25							25.00
25			31	25	25	44	25.40
31			38	32	31	54	31.75
32							32.00

Figura 105: Tamaño de un inserto

⑥ Espesor de insertos	
<p>*El grosor es desde la parte inferior del inserto hasta la parte superior del filo de corte</p>	
Símbolo	Espesor (mm)
S1	1.39
01	1.59
T0	1.79
02	2.38
T2	2.78
03	3.18
T3	3.97
04	4.76
06	6.35
07	7.94
09	9.52

⑦ Insertar configuración de esquina	
Símbolo	Radio de esquina (mm)
00	Sharp Nose
V3	0.03
V5	0.05
01	0.1
02	0.2
04	0.4
08	0.8
12	1.2
16	1.6
20	2.0
24	2.4
28	2.8
32	3.2
00: Pulgadas M0: Métrico	Inserto redondo

Figura 106: Espesor de un inserto

Figura 107: Esquina de un inserto

⑧ Símbolo del filo de corte		
Figura	Característica	Símbolo
	Bordes de corte afilados	F
	Bordes de corte redondos	E
	Bordes de corte biselados	T
	Bordes de corte biselados y redondeados	S
-	(-) Tolerancia de esquina R	M
Mitsubishi Materials omite el símbolo de afilado		

⑨ Dirección de corte		
Figura	Mano	Símbolo
	Derecha	R
	Izquierda	L
	Neutral	N

Figura 108: Filo de un inserto

Figura 109: Dirección de un inserto

⑩ Rompe virutas		
LP	MP	RP
		
LM	MM	RM
		
LK	MK	RK
		
LS	MS	RS
		
FP	LP	MP
		
MA	SW	MW
		
HZ	HX	HV
		

Figura 110: Rompe virutas de un inserto

### 6.3 Simulación.

1. La simulación se dará al final de la configuración, solo basta con dar **OK**, a la configuración al subtipo de operación.

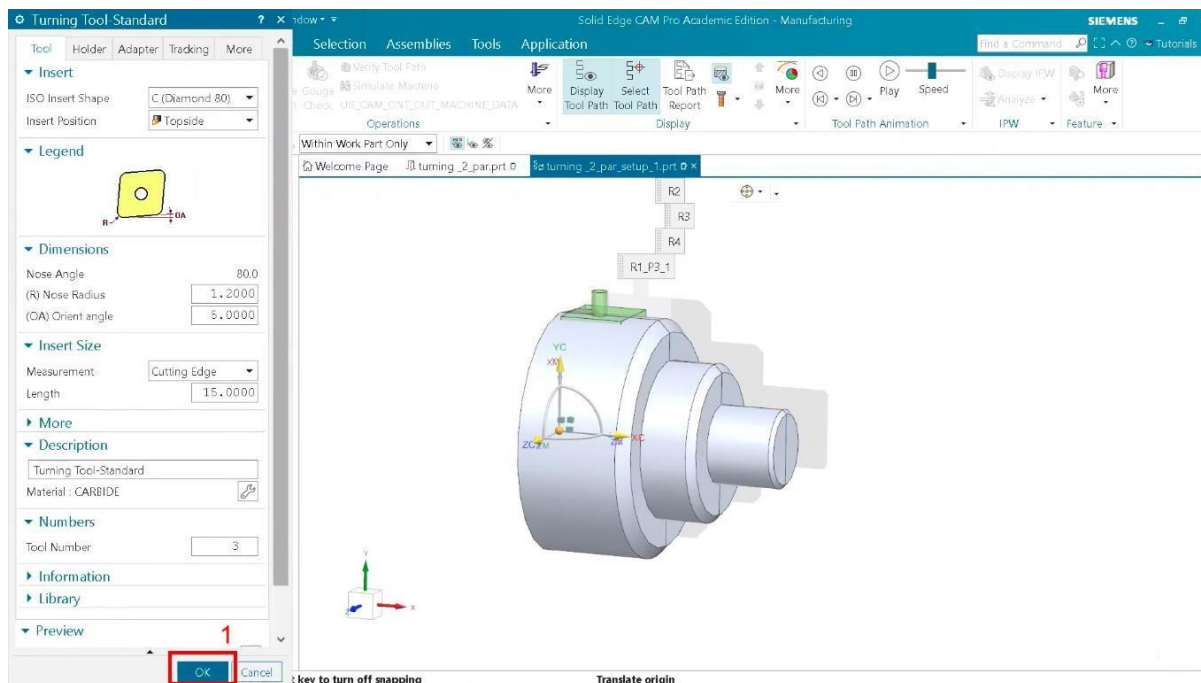


Figura 111: Paso 1 (Simulación)

2. Después se mostrará una ventana de finalización de operación, en el cual daremos clic en **Generate** en el apartado de **Actions**.

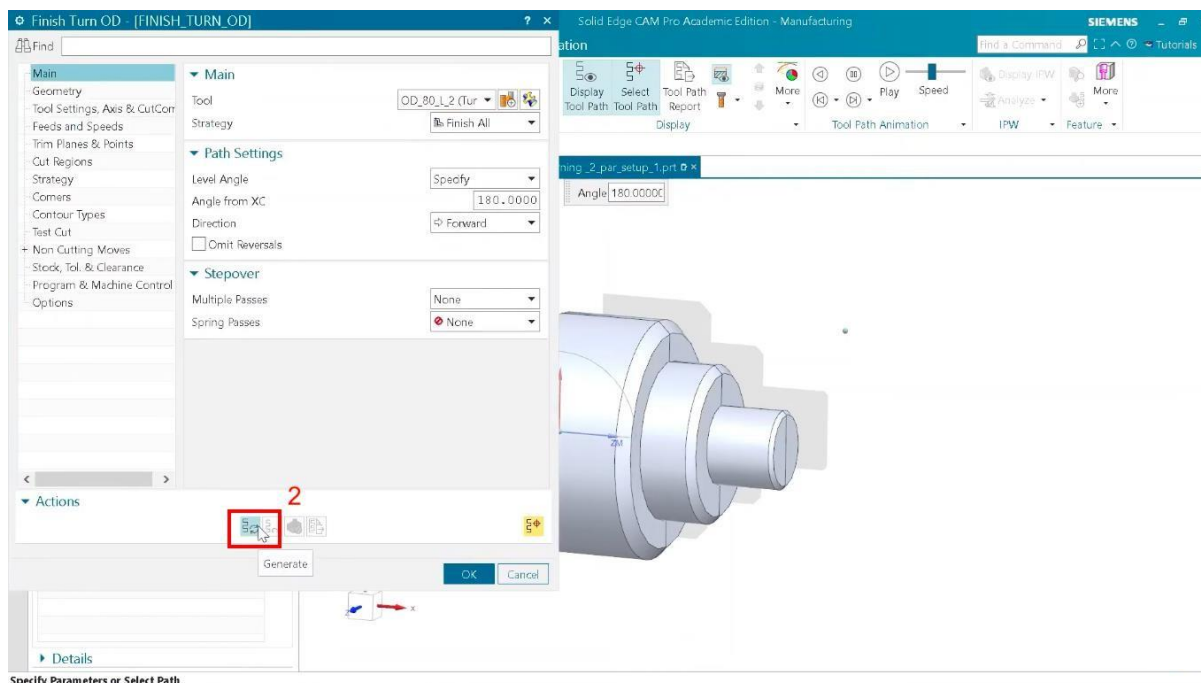


Figura 112: Paso 2 (Simulación)

3. Después de generar la simulación daremos clic en **Verify** (Verificar) para tener una verificación de nuestra simulación y corregir errores que pueden resultar.

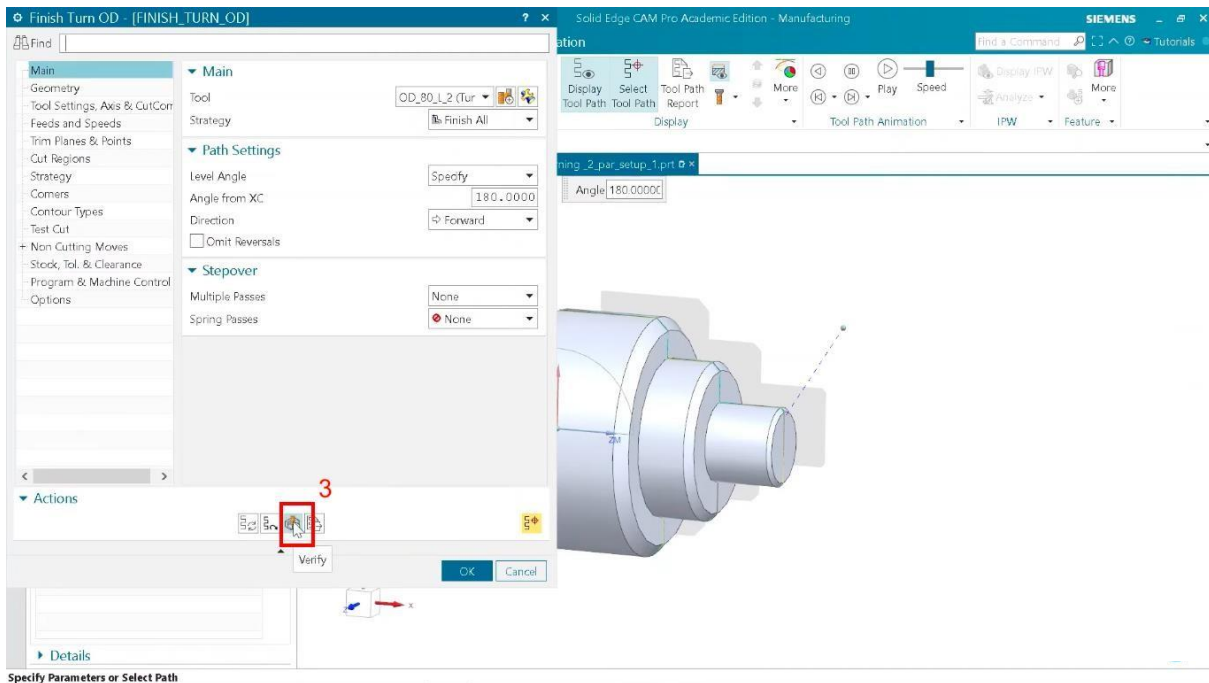


Figura 113: Paso 3 (Simulación)

4. Solo basta con dar clic en **Play**, para ver la simulación de la operación que se ha trabajado.

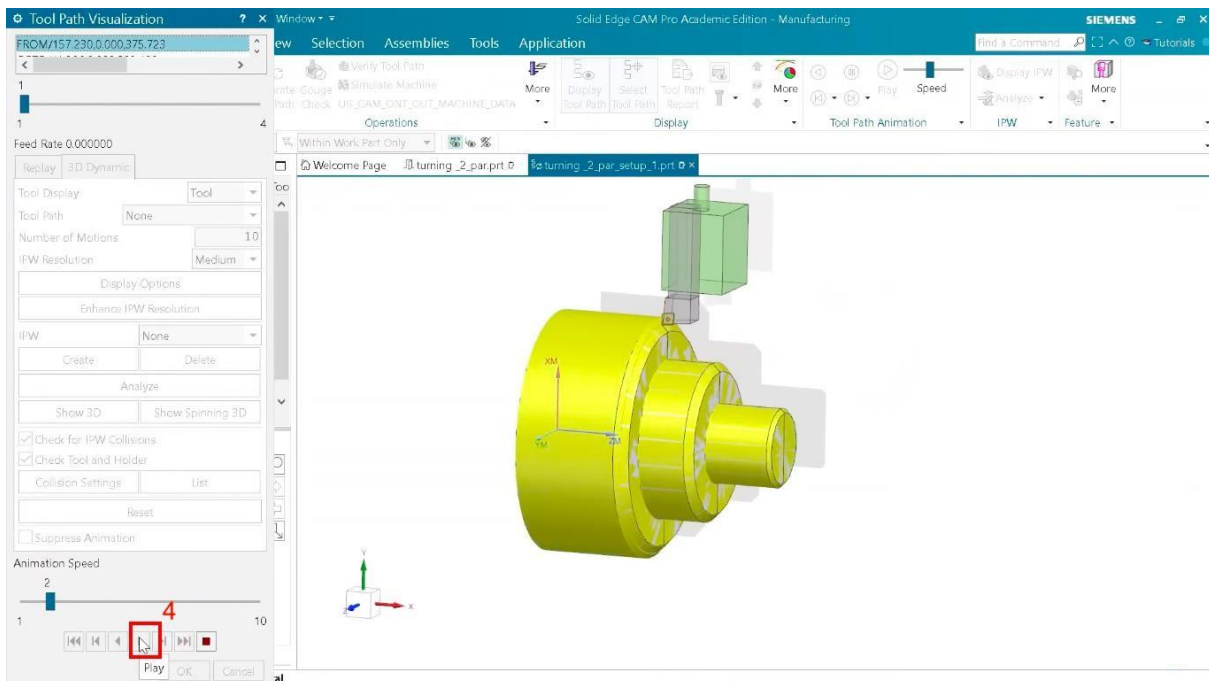


Figura 114: Paso 4 (Simulación)

5. Para visualizar el código CNC de la pieza, tendremos que regresar al Edge Bar principal. Dar clic secundario en la opción de la pieza trabajada para escoger la opción “PROGRAM”

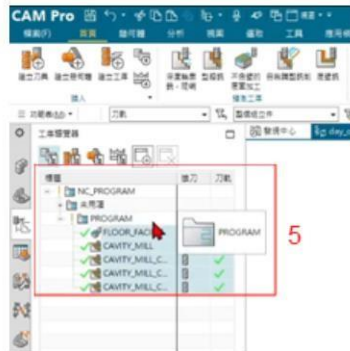


Figura 115: “PROGAM” CNC deseado

6. La opción “PROGRAM” nos genera nuestro código CNC, lo cual podremos exportar a nuestra maquina en el formato deseado.



Figura 116: CNC realizado

## 6.4 Entorno – Interfaz del software Denford VR Turning.

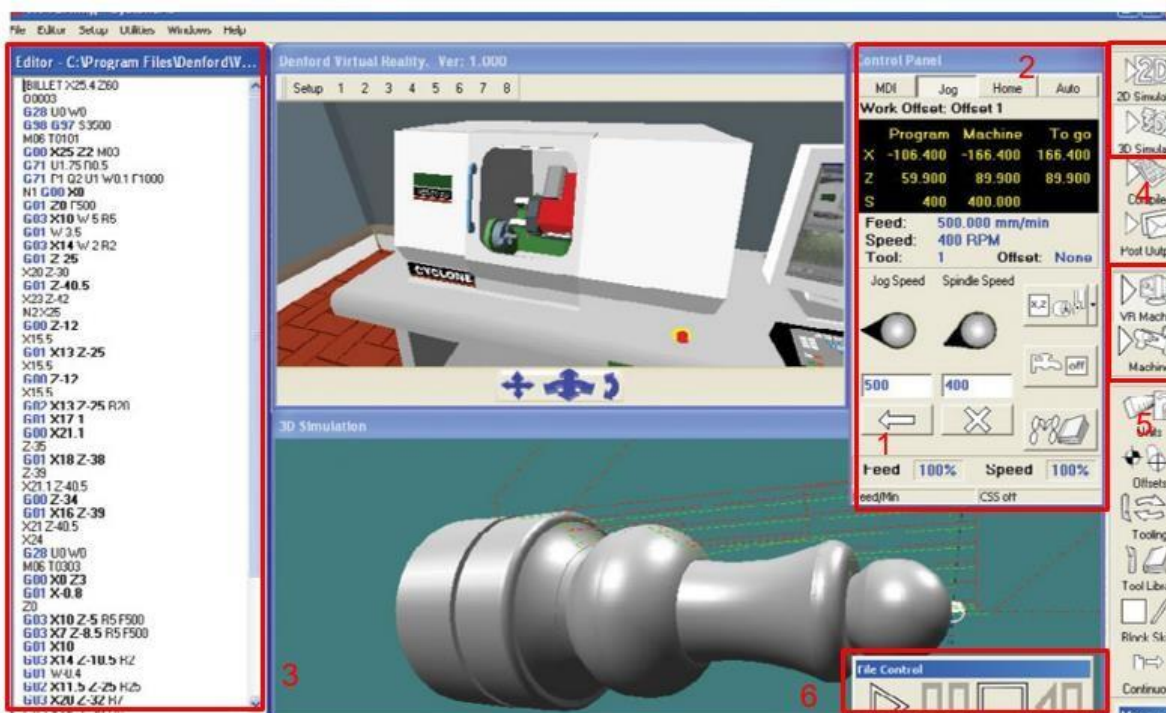


Figura 117: Software Denford Turning

Paso 1. Abrir nuestro software Denford y analizar los datos de la interfaz ya sea el sistema en el que se va a trabajar; métrico o inglés.

Paso 2. Configurar nuestros parámetros en cuestión de X, Z. No obstante, también nos determinaremos en donde se ubicará nuestro cero pieza en coordenadas X, Z.

Paso 3. Debemos introducir nuestro código CNC previamente realizado en la ventana de “Editor” esto nos permitirá poder generar una vista simulada del código NC

Paso 4. Debemos dar clic en el apartado “2D-3D” esto nos ayudara a poder visualizar el código en un plano 3D y así tener la vista previa del maquinado.

Paso 5. También podemos vincular el código a una máquina virtual según el modelo de máquina–herramienta que deseemos para tener una idea más clara sobre el maquinado a realizar para conectarla a la real.

Paso 6. La barra multimedia nos servirá para rebobinar, parar, reproducir el código las veces necesarias. Esta barra sirve de igual forma para arrancar el código ya habiendo hecho una conexión previa con la máquina – herramienta Denford.

## Apartado 7. Mecanizado en fresadora Denford CNC de un modelado de Solid Edge.

La extensión **Solid Edge CAM Pro**, ahora nos ofrecerá una extensión de herramientas que nos ayudará a realizar un trabajo más limpio y en un menor tiempo. Esta extensión es una configuración que necesita tiempo y conocimiento previo para hacer el diseño más flexible en cuestión de las soluciones de programación de control numérico (CN) que permitirá incrementar el valor en máquinas herramienta. Será fácil de implementar y de aprender. Brindará potentes funcionalidades de programación NC con bajo coste y gran efectividad a través de la eficiencia de los medios para un final eficaz.

### 7.1 Entorno – interfaz.

El entorno seguirá siendo en el mismo software de Solid Edge CAM Pro, pero esta vez se mostrará algunas barras de herramientas con las cuales podremos trabajar en dicho software:

Tenemos la barra para CAM:

En esta barra de herramientas nos brinda el software distintas aplicaciones CAM, esto quiere decir que nos brindara una asistencia de fabricación por computadora. Entre las aplicaciones que se pueden realizar en esta sección esta la creación de operación de maquinado, configuración de herramienta, crear geometría, simular máquina, la simulación en animación, entre otros.



Figura 118: Barra de CAM

Barra de Diseño:

La sección abarca el diseño de la geometría a maquinar, lo que más destaca en esta barra de herramientas es la función Sketch, nos permitirá hacer bocetos de geometrías, también la barra de diseño nos da facilidad de edición de un ensamble, lo que abarca desde añadir componentes hasta mover dichos componentes según un libre albedrío.



Figura 119: Barra de diseño

Barra para Ensamble:

La sección de ensamble es más minuciosa en este ámbito, nos permitirá añadir componentes externos, acotar ensambles, moverlos y realizar patrones de dichos ensambles.



Figura 120: Barra de ensamble

## 7.2 Configuración.

En la interfaz, abriremos el archivo. par que desearemos maquinar, teniendo en cuenta que en esta sección será dedicada a la función milling (fresado):

1. Clic en **Open Solid Edge File for CAM**
2. Seleccionar el archivo. par que se deseé trabajar.

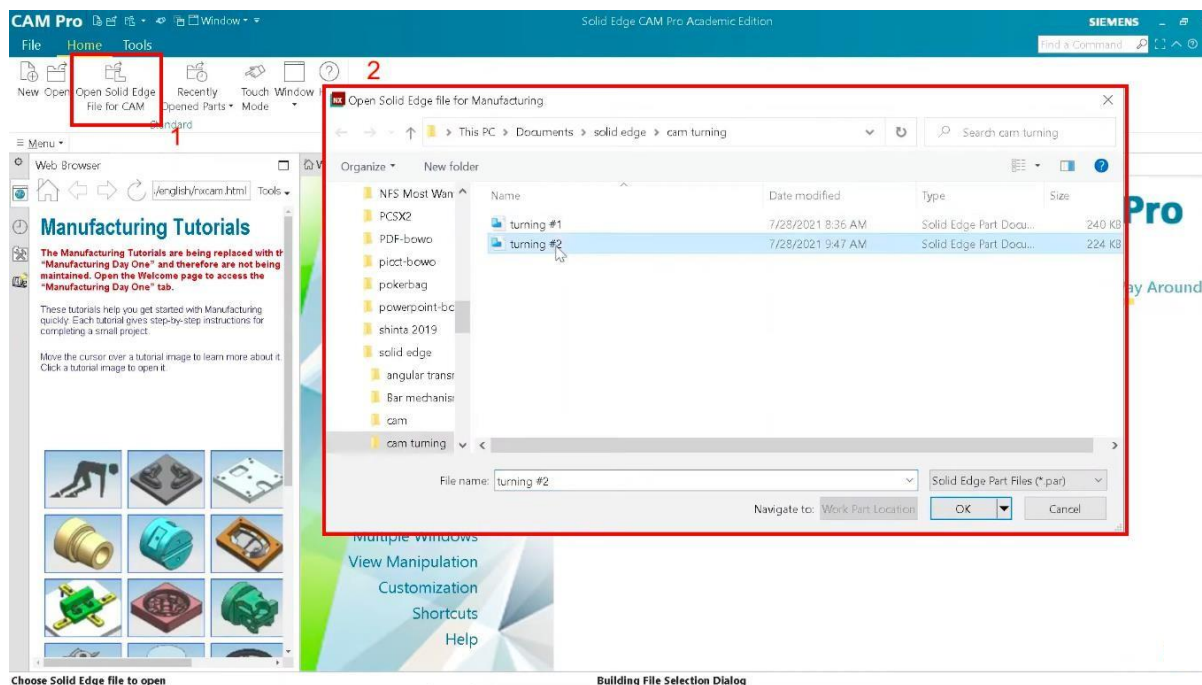


Figura 121: Selección de pieza

3. Después en el Pathfinder nos dirigiremos a la edición de la pieza a trabajar, lo cual será dando clic derecho en WORKPIECE y después seleccionaremos **“Edit....”**

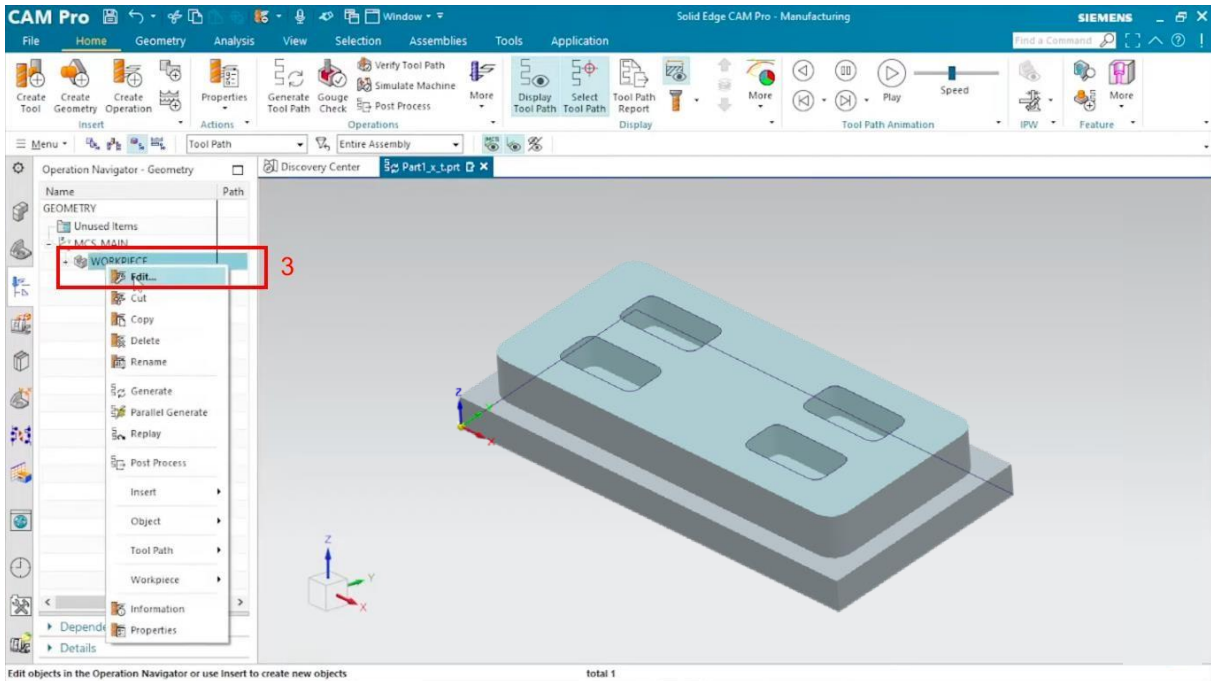


Figura 122: Edit... de pieza

4. Se mostrará la ventana de Workpiece donde nos permitiría hacer modificaciones según la geometría, offsets, descripciones, entre otras.
5. Nos dirigiremos a la opción de "Specify Part" para especificar la parte que se va a maquinar. Hacemos clic en la opción.

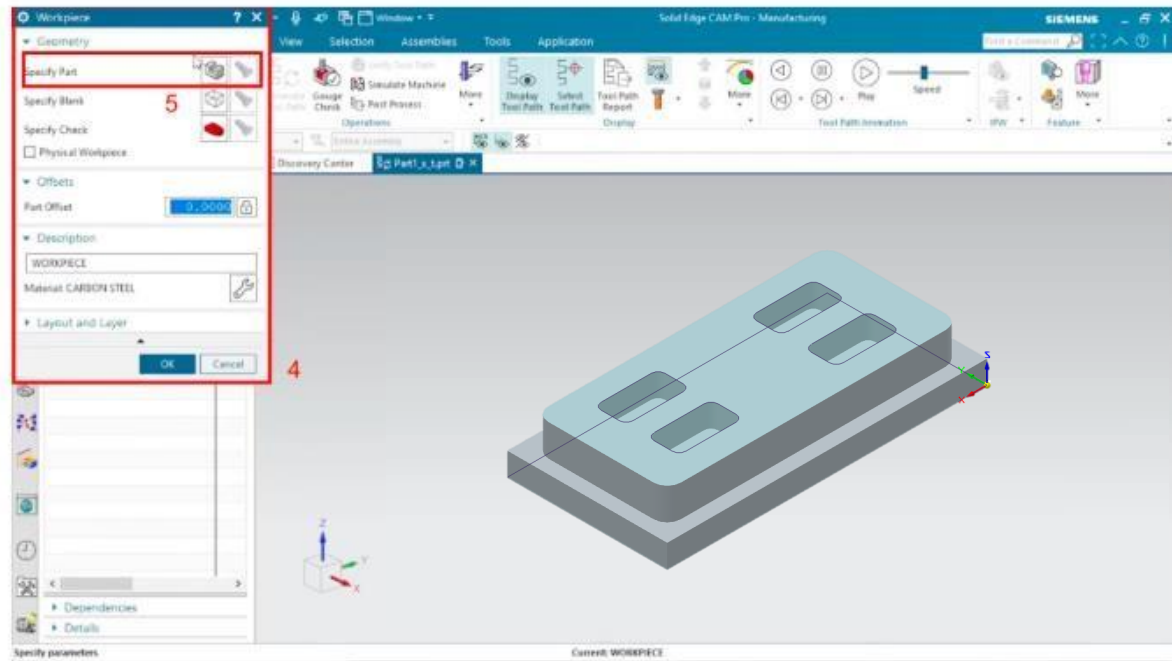


Figura123: Specify Part

6. Se desplegará la venta de Part Geometry, la cual nos ofrecerá la opción de seleccionar el objeto que vamos a trabajar, en esa ventana se muestra el número de objetos, entre otros.
7. Después de seleccionar el objeto a trabajar daremos “Ok” para guardar los cambios.

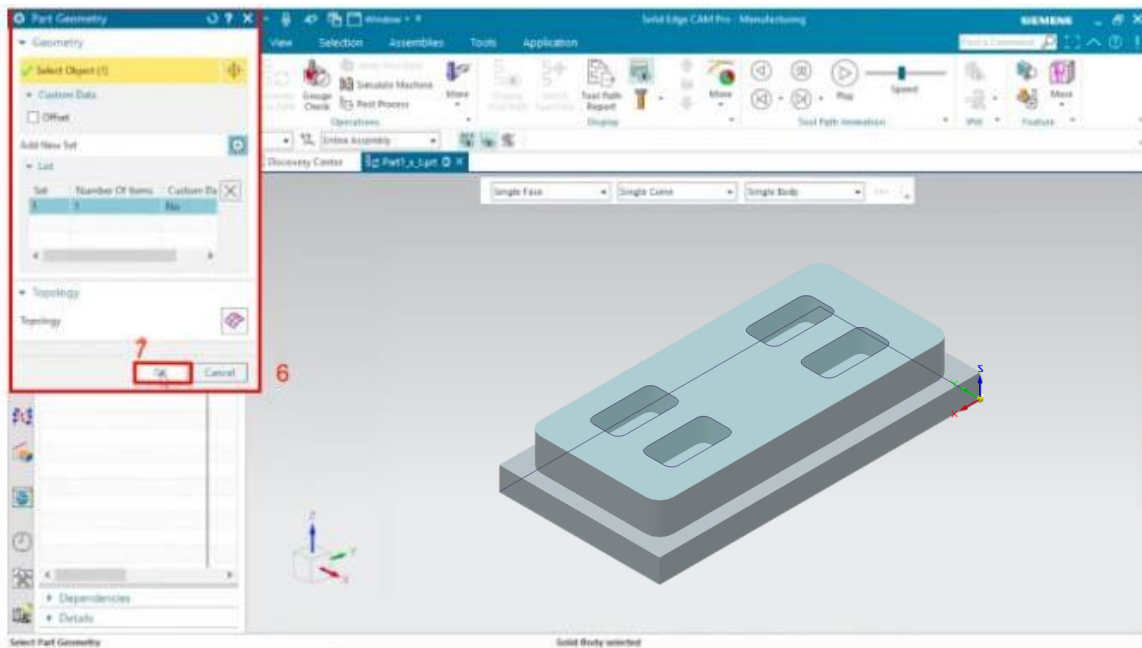


Figura 124: Select Object

8. Se volverá a mostrar la ventana de Workpiece.
9. Esta vez seleccionaremos el área blanca (área que no será maquinada), esto será dando clic en “Specify Blank”

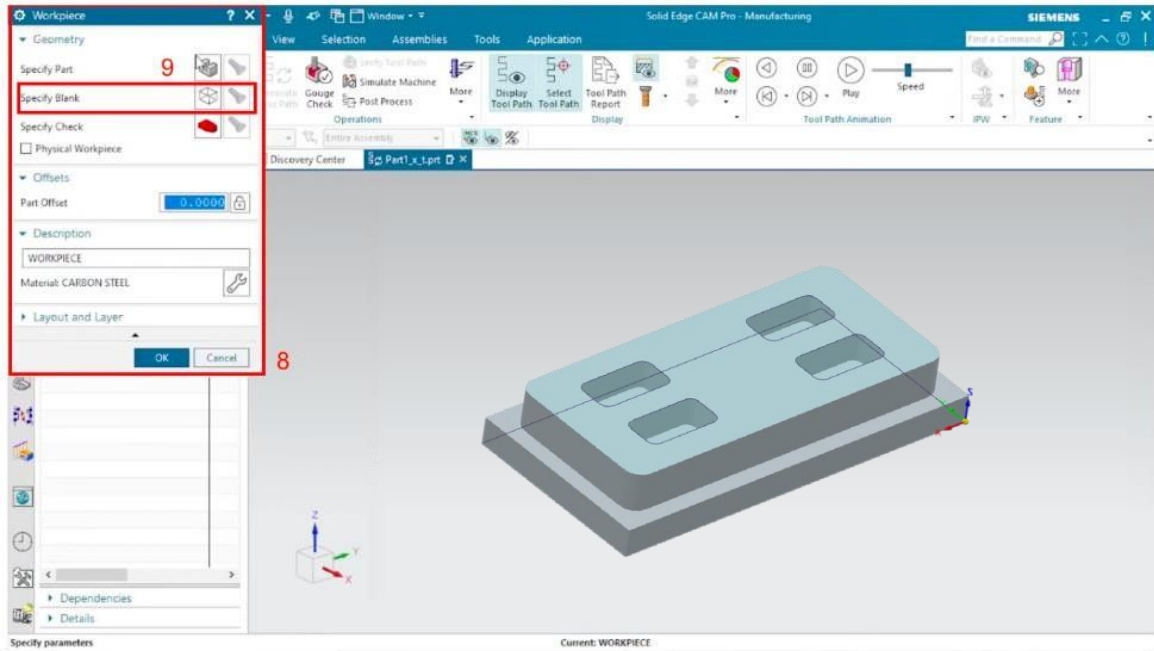


Figura 125: Specify Blank

10. Se mostrará la ventana de configuración de Blank Geometry.
11. Escogeremos "Bounding Block" para delimitar nuestro bloque.
12. Deseleccionaremos "Display Blank" para ocultar el área blanca
13. Daremos "OK" para guardar los cambios

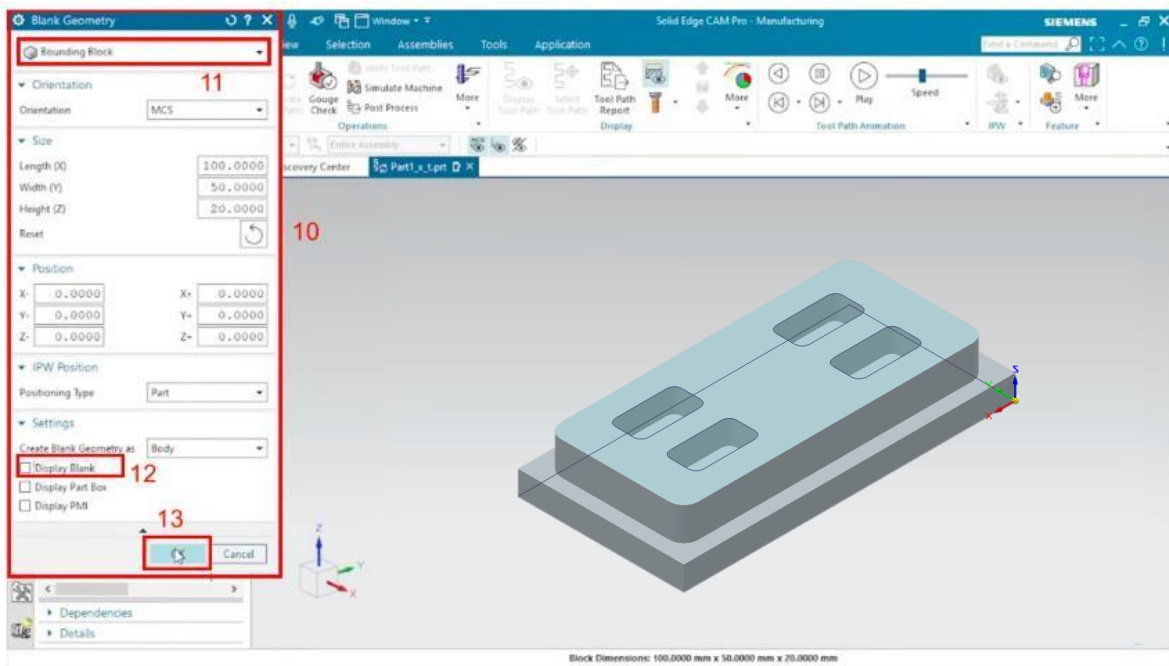


Figura 126: Bounding Block

14. Se volverá a mostrar la ventana de la configuración de Workpiece.

15. Ahora checaremos la geometría, esto se hace dando clic en la opción de “Specify Check”

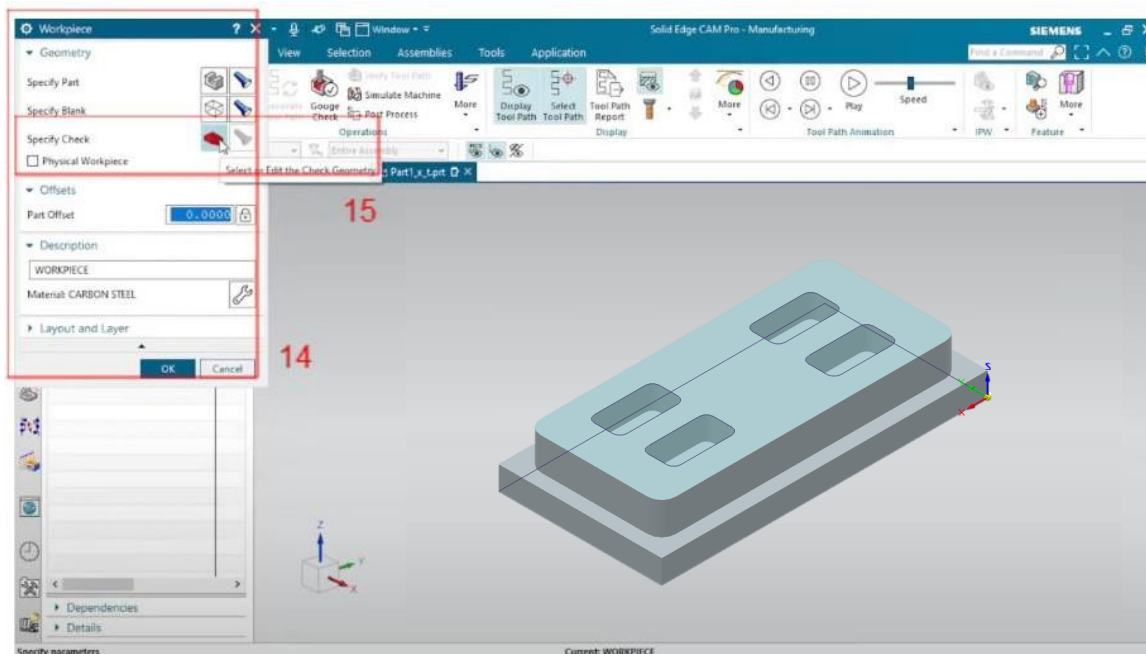


Figura 127: Specify Check

16. En el apartado de “Geometry” nos ubicaremos para seleccionar el objeto.

17. Seleccionaremos el objeto que le deseamos hacer el “Check”

18. Damos en “OK” para guardar los ajustes

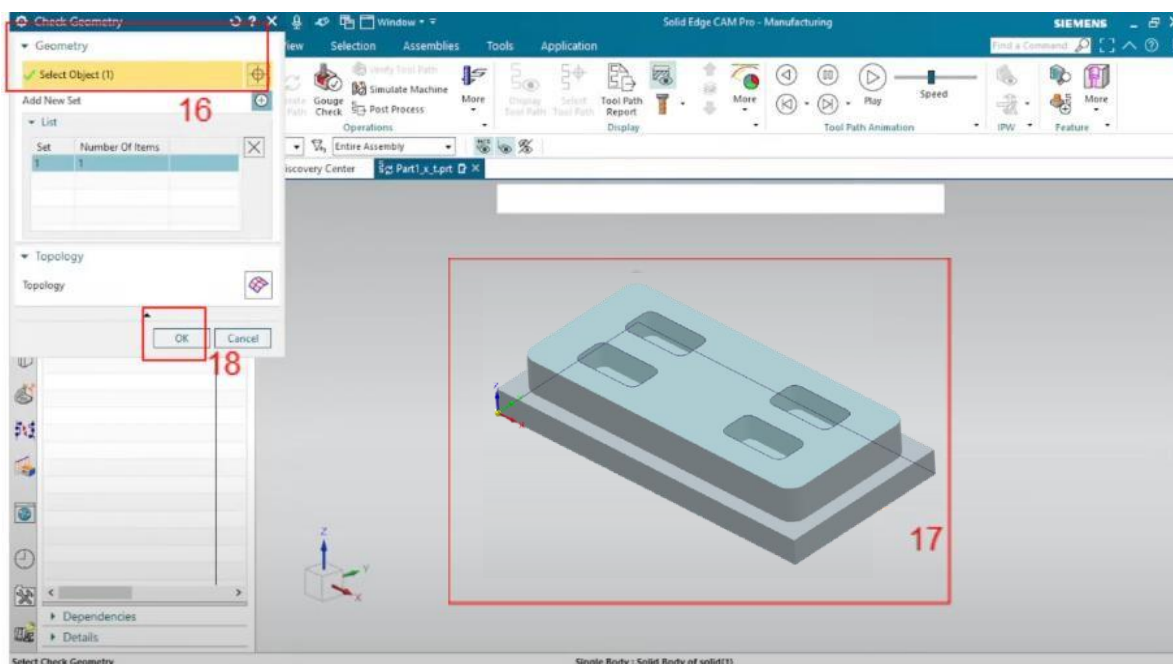


Figura 128: Seleccionar geometría

19. Al finalizar de realizar las 3 configuraciones del workpiece daremos "OK" para guardar los cambios.

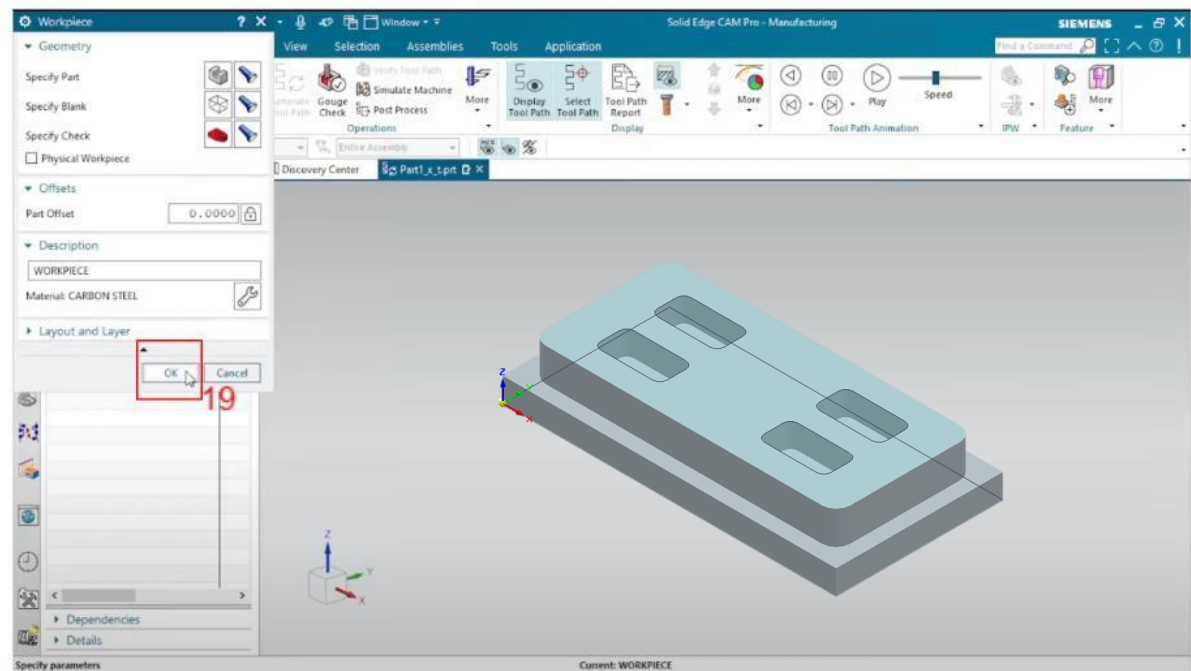


Figura 129: Guardar cambios

20. Después seleccionaremos "Create operation" para seleccionar la operación a realizar.

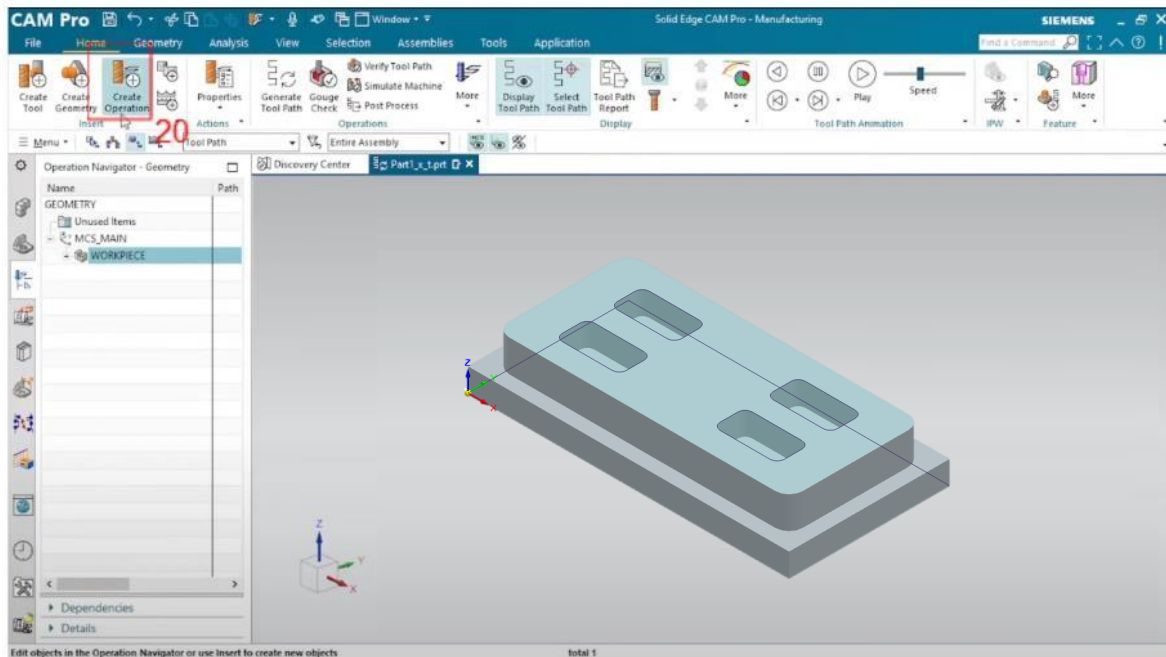


Figura 130: Seleccionar operación

21. Seleccionaremos “Pocket milling” la cual es una operación que nos brindara una operación de fresado.

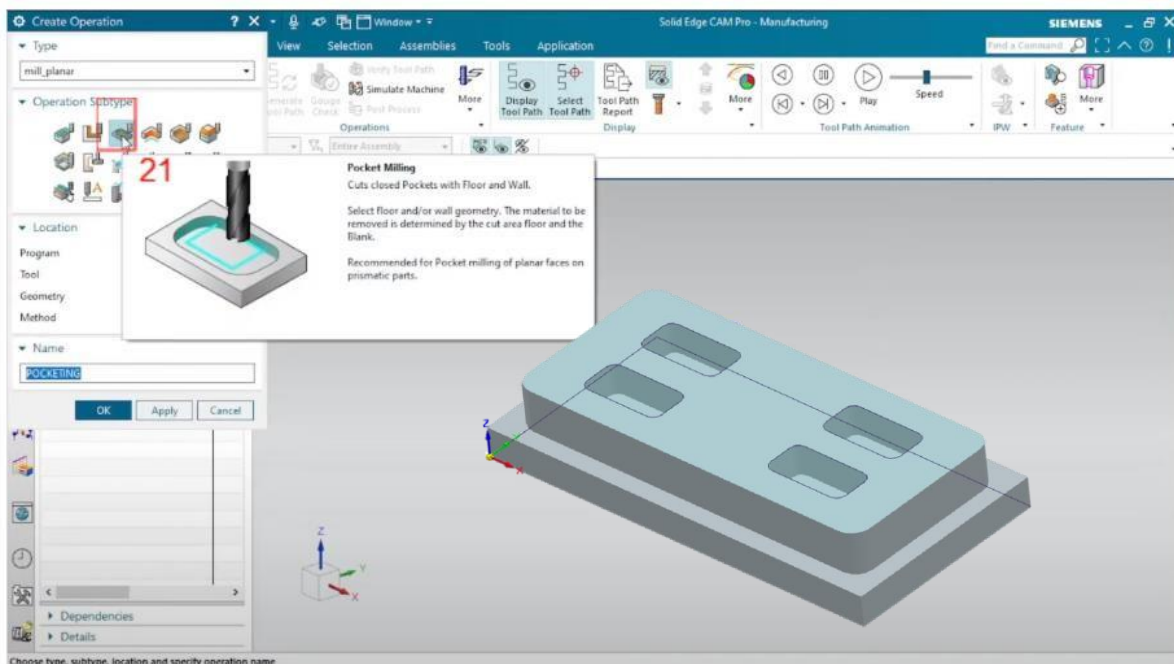


Figura 131: Pocket milling

22. Se desplegará la ventana de la configuración del pocket milling, la cual se empezará a trabajar.

23. Daremos Clic en “Create New” en el apartado de Tool, para configurar la nueva herramienta a usar.

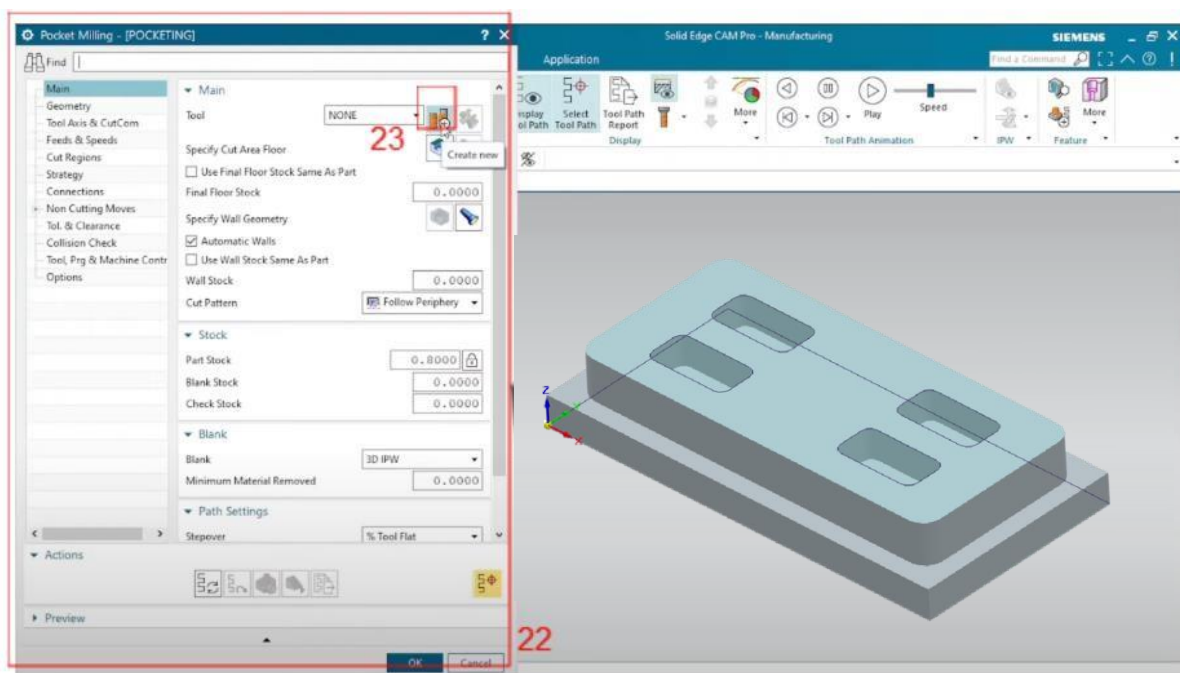


Figura 132: Nueva herramienta

24. Se mostrarán los diferentes subtipos de herramientas, que se elegirán según las necesidades del usuario.

25. Seleccionaremos la herramienta “Mill” (Molino) la cual nos ayudara a hacer el fresado.

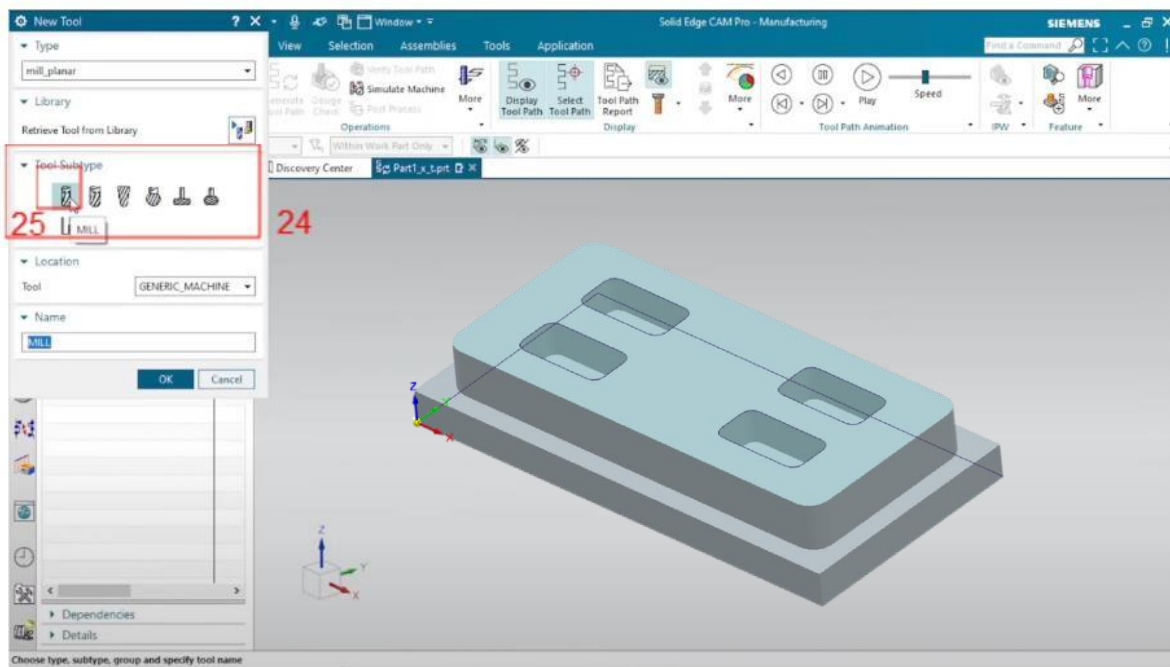


Figura 133: Herramienta Mill

26. Se mostrará la ventana de los parámetros de la herramienta mill, esta será configurada según la herramienta que usaremos, los datos básicos son el diámetro de la herramienta, largo de la herramienta, y el número que le asignaremos.

27. Al finalizar la configuración le daremos en “OK”, para guardar los cambios.

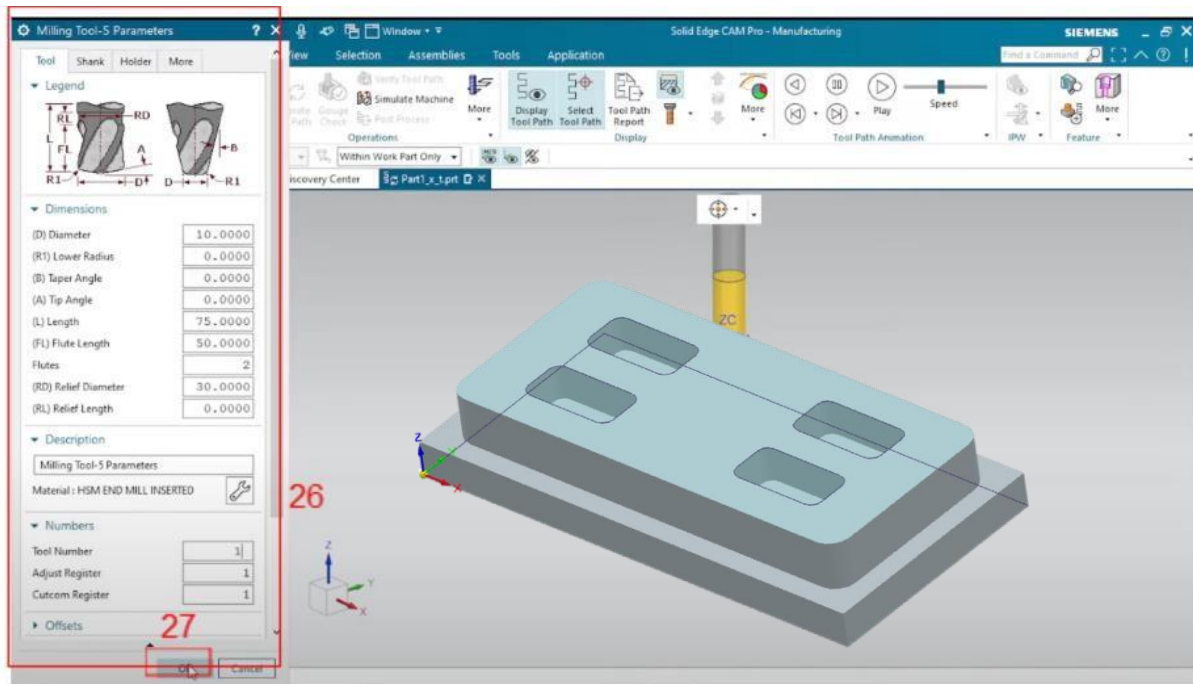


Figura 134: Configuración de los parámetros

28. Nos volverá a arrojar a la ventana de la configuración de la operación de Milling, para lo siguiente daremos clic en “Select or Edit the Cut Area Geometry” La cual nos dará la opción de especificar el área de corte de la pieza.

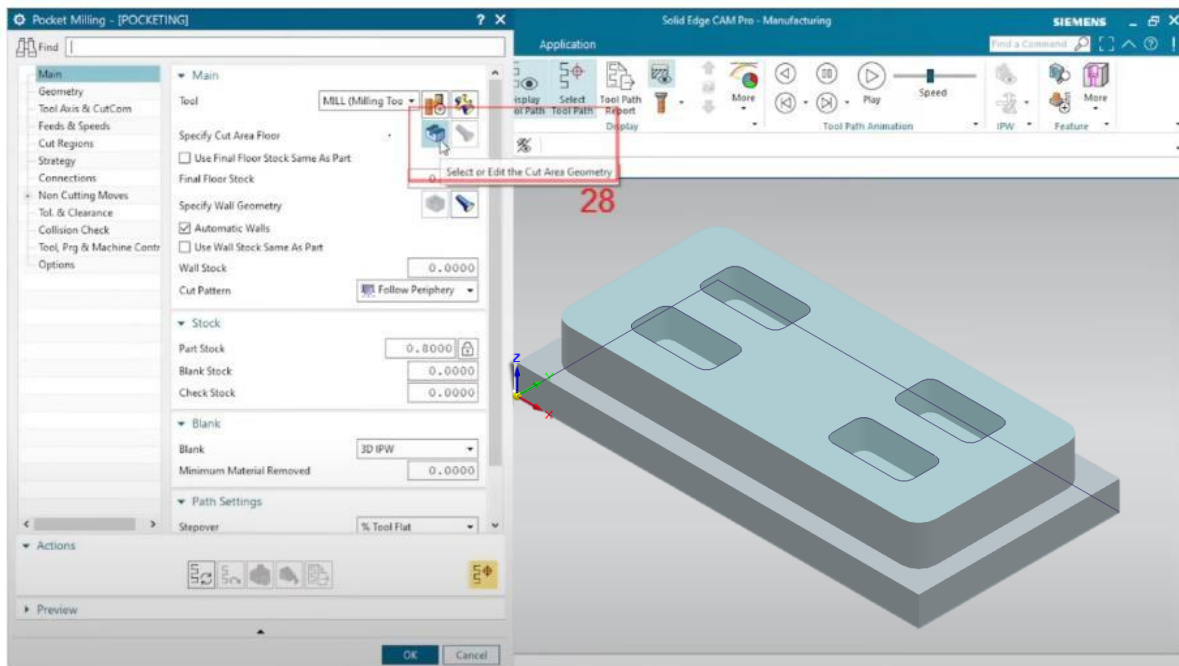


Figura 135: Select or Edit the Cut Area Geometry

29. Daremos selección al área cortar de la pieza cargada.

30. Daremos “OK” para para guardar la selección.

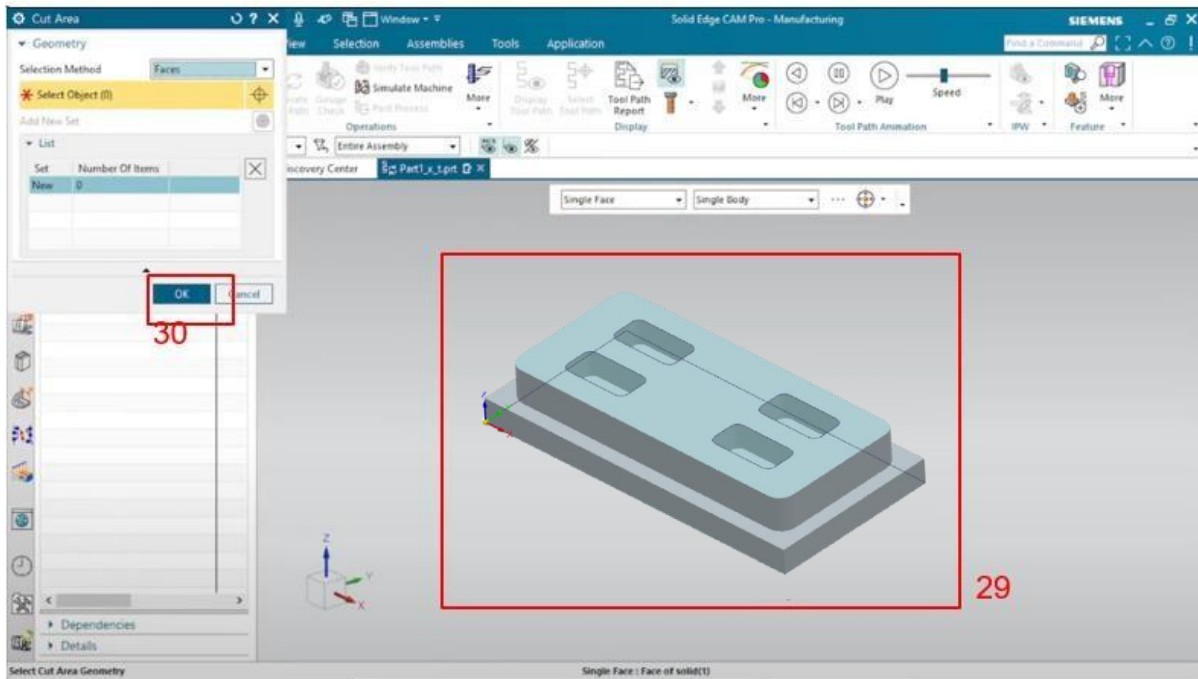


Figura 136: Select cut area

31. Se mostrará los parámetros del pocket milling.
32. Editaremos el valor final del piso final a 1.0000.
33. El cut pattern será: "Follow part" (seguir pieza)
34. El stock será a 1.000, que indica que el almacén de paso será a 1.000 mr.
35. El depth per cut (profundidad por corte) será igual a 1 mr.

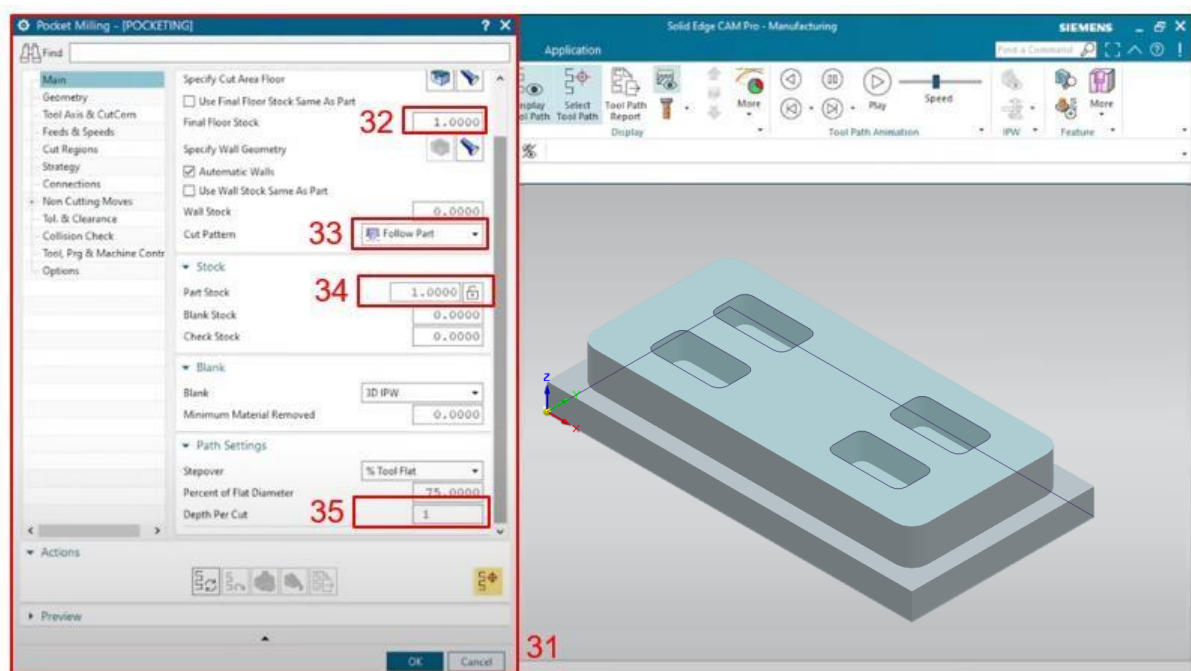


Figura 137: Parámetros pocket milling

### 7.3 Simulación

La simulación se dará al final de la configuración, a continuación del paso 35 del apartado anterior:

36. Daremos clic en el apartado de “Geometry” en la misma ventana de los parámetros del pocket milling.
37. Daremos clic en la opción de “Generate” para generar la simulación.
38. Después generada la simulación, daremos clic en el icono de “Verify” para verificar dicha simulación.

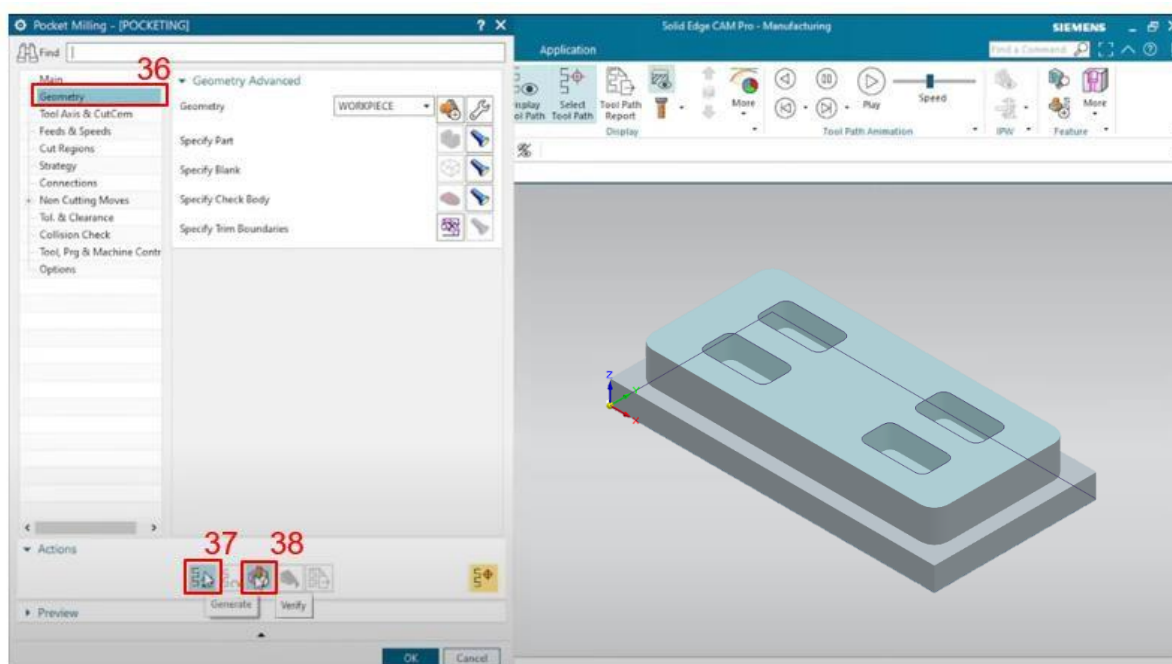


Figura 138: Verificar simulación

39. Se mostrará enseguida la ventana de visualización del patrón de la herramienta.
40. Ajustaremos la velocidad de la animación de la simulación.
41. Daremos clic en el icono de “Play” para apreciar la simulación generada de nuestro fresado. Disfruta.

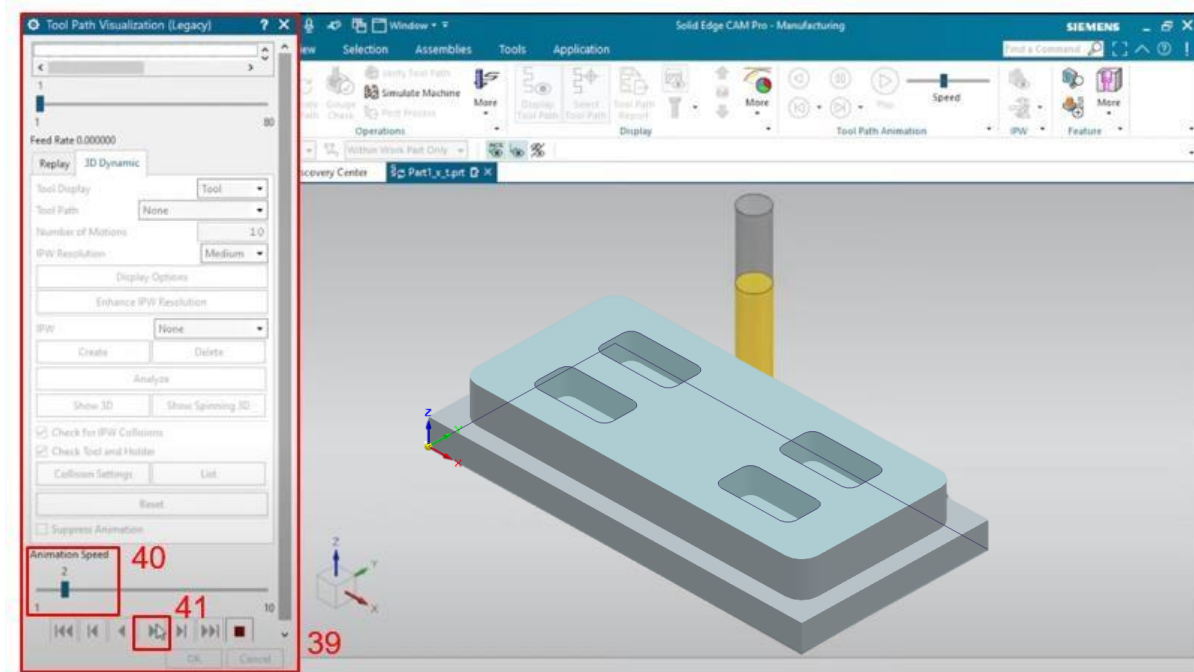


Figura 139: Simulación del fresado

42. Últimamente para visualizar el código CNC, tendremos que regresar al Edge Bar principal. Dar clic secundario en la opción de la pieza trabajada para escoger la opción “PROGRAM”



Figura 140: “PROGRAM” CNC deseado



## 7.4 Configuración en Solid Edge para software Denford

1. Visualizar nuestra pieza en Solid Edge, nos permite el programa usar una extensión CAM. La cual se encuentra en el apartado de “Entorno” en la pestaña de “Herramientas”.

Esta pieza será migrada a la extensión lista para poder trabajar.

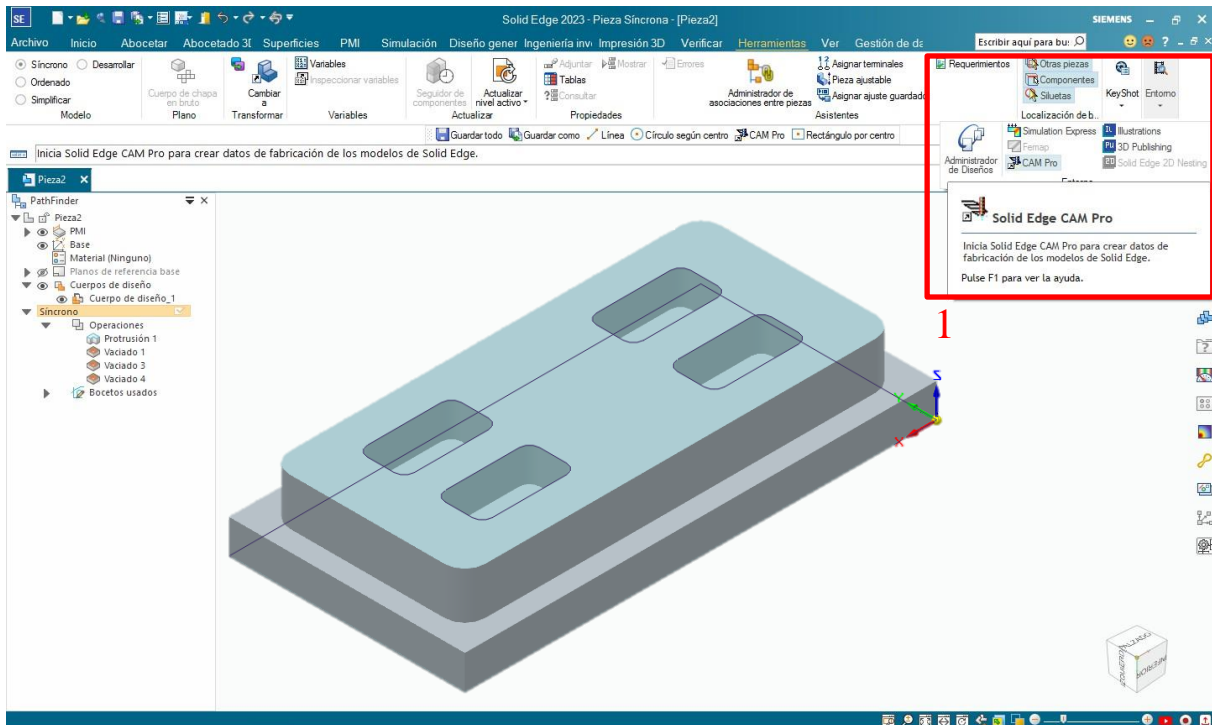


Figura 142: Entorno Solid Edge

2. Ya migrado nuestra pieza, la extensión nos dará información del suceso aprobado en la nueva extensión de Solid Edge; CAM Pro

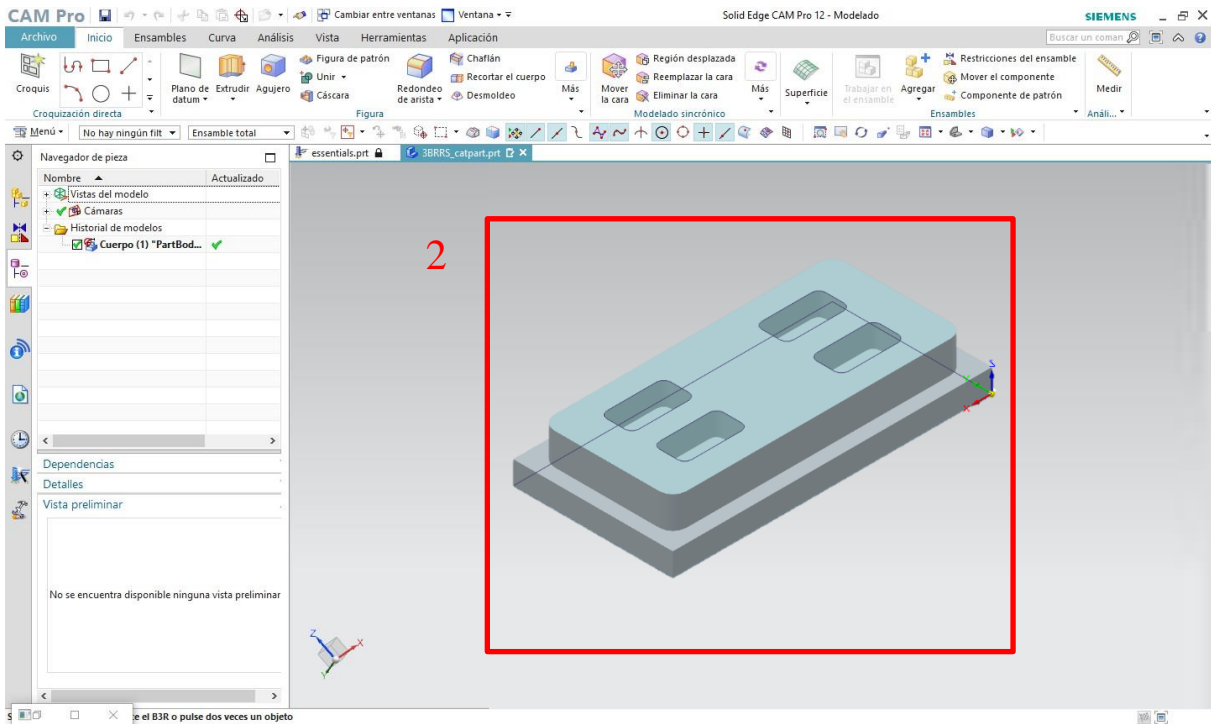


Figura 143: Entorno CAM Pro

3. En la pestaña de “Aplicación” nos mostrara el apartado de “Fabricación” (Ctrl+Alt+M), la cual nos brindara un panel para la selección del maquinado deseado, para su futura configuración amigable.

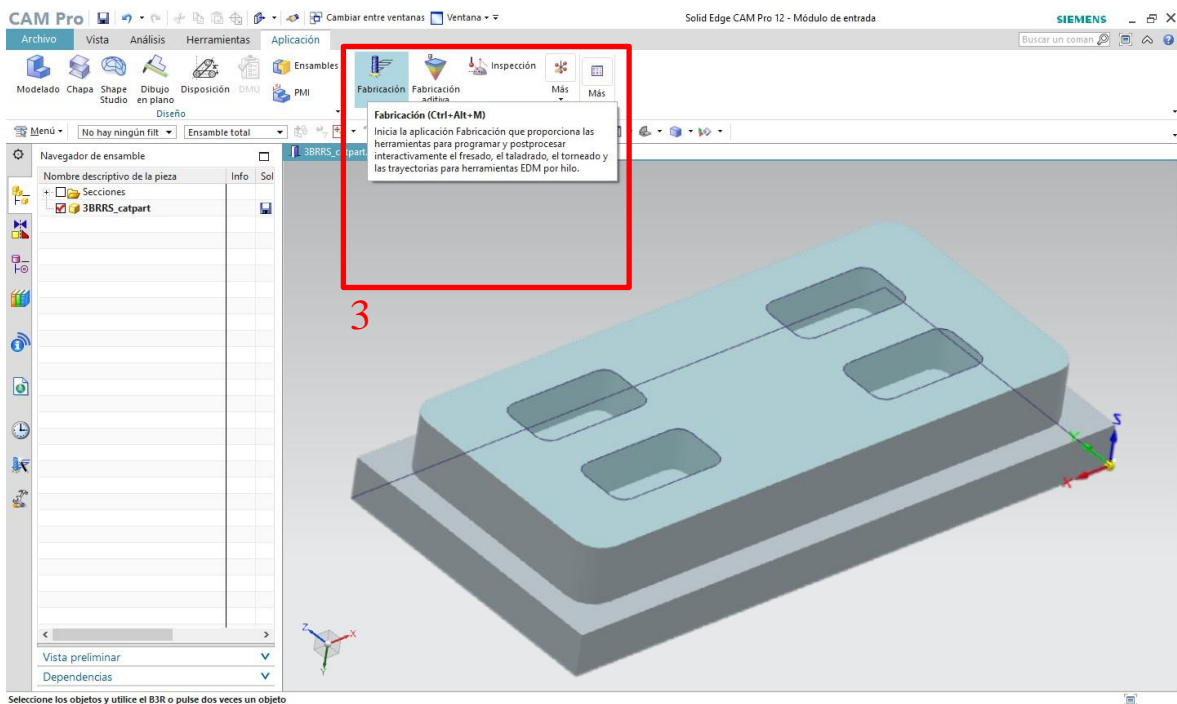


Figura 144: Aplicación de Fabricación

- Mostrará la extensión una lista de maquinados. Nosotros escogeremos “Fresa” pero brinda más maquinados muy funcionales.

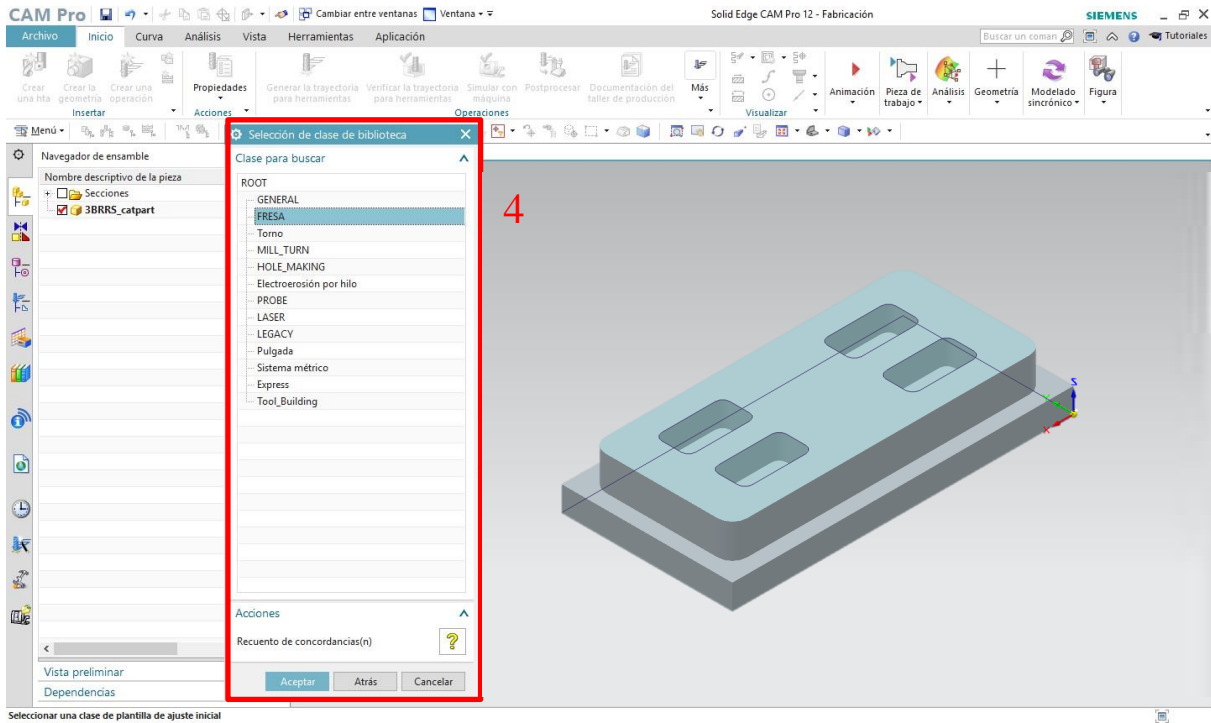


Figura 145: Maquinados soportados

- También se debe especificar los ejes y escala métrica de nuestra máquina herramienta CNC.

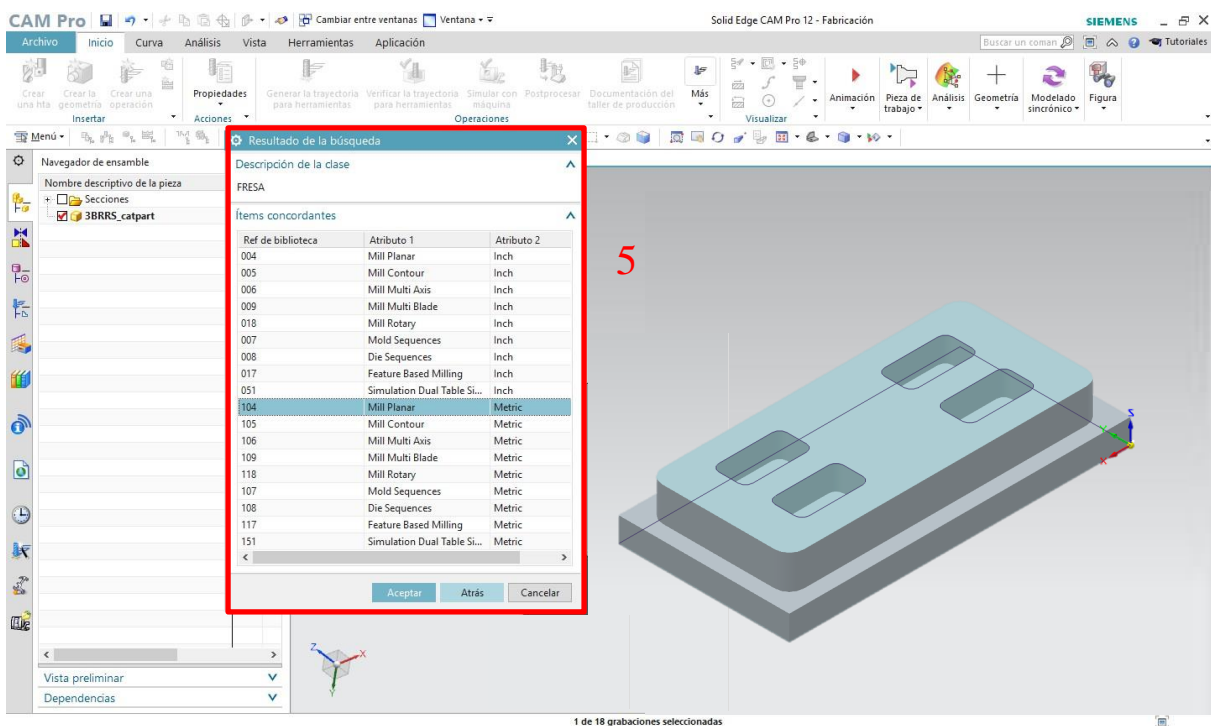


Figura 146: Atributos

6. Ya escogidos los atributos, necesitamos “Crear una herramienta”, “Crear Una geometría” y “Crear una operación”.

Estas opciones están en la pestaña de Inicio.

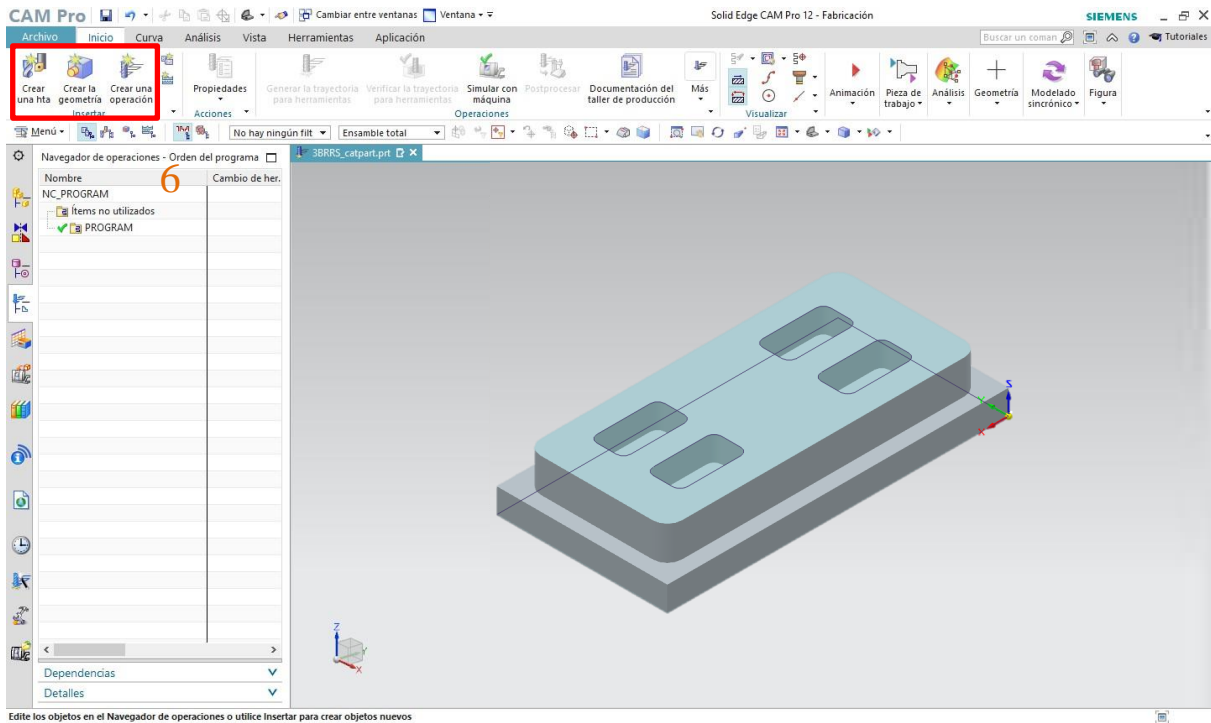


Figura 147: Operaciones Inicio

7. En este apartado “Crear la geometría” nos indicara especificar pieza, pieza en bruto y la verificación. Solo basta con seleccionar el apartado deseado y la pieza dicha a trabajar.

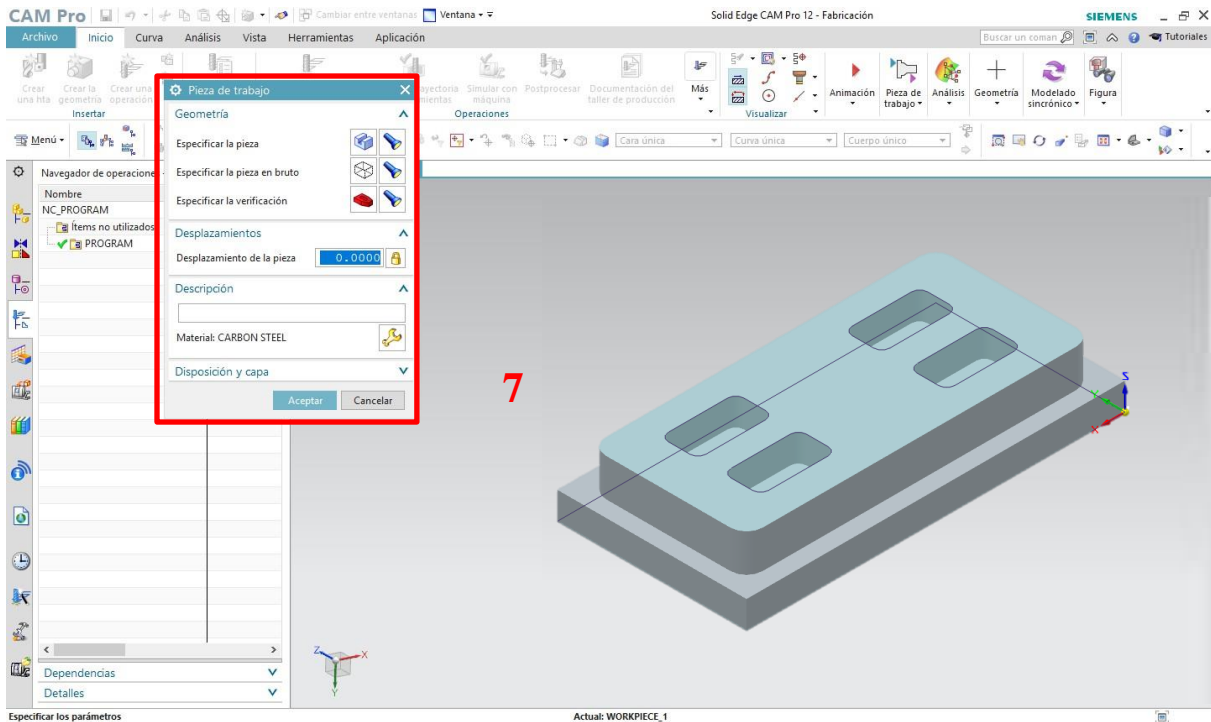


Figura 148: Crear la geometría

- En la sección de “Crear una herramienta” nos brindara la opción de modificar nuestra herramienta a nuestro criterio, solo basta el conocimiento de las especificaciones de la herramienta a utilizar en realidad para proceder con el llenado de información.

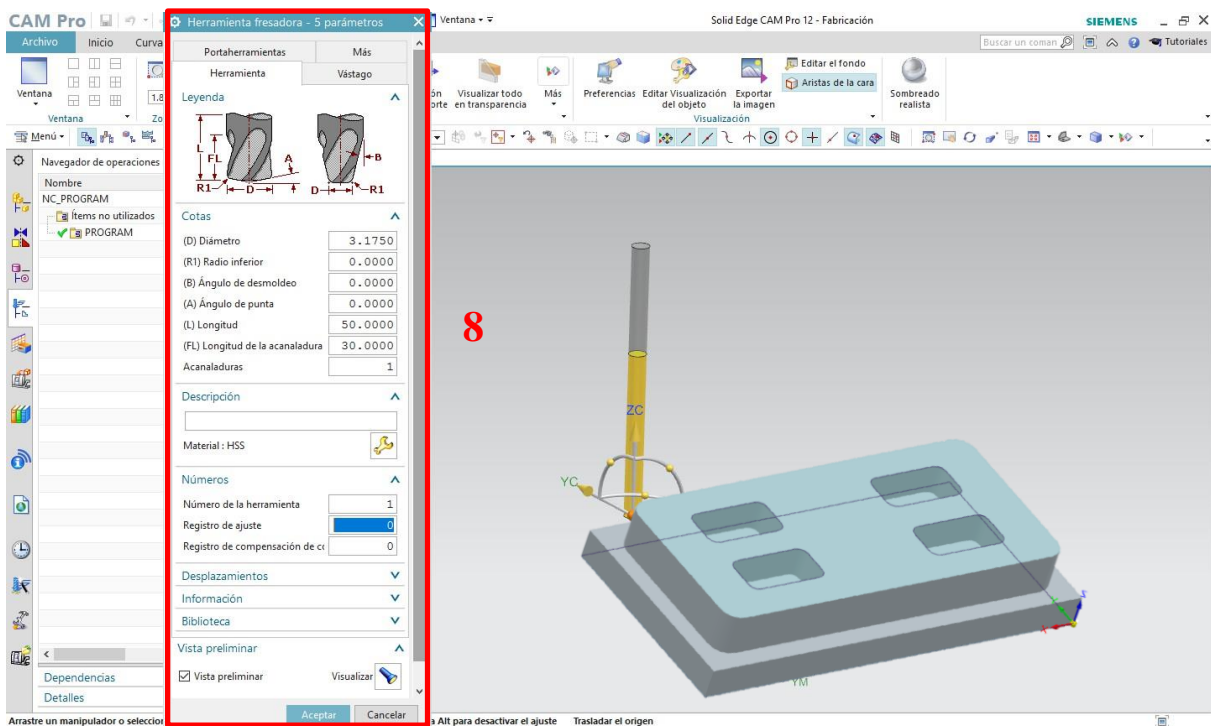


Figura 149: Crear una herramienta

9. Finalmente, el botón de “Crear una operación”, la cual nos brindara escoger el subtipo de operación. Se trabajará en “Hole Milling”, se escogerá la geometría y herramienta ya previamente lista.

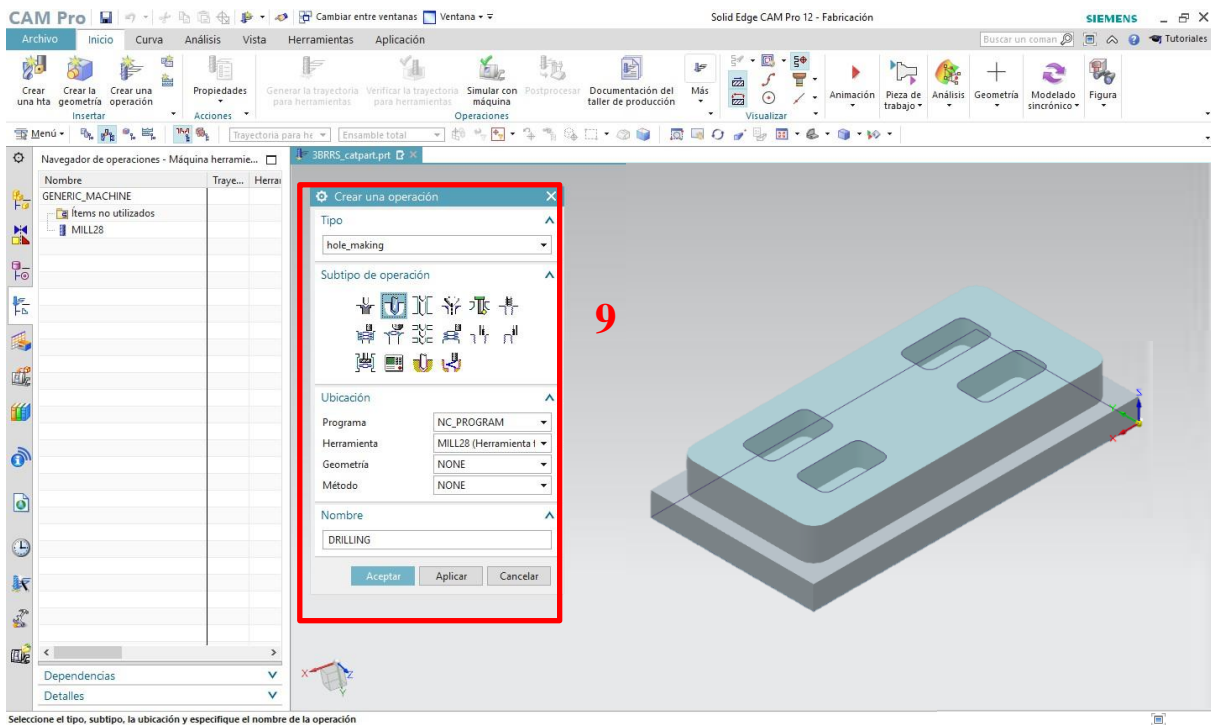


Figura 150: Subtipo Milling

10. En este apartado, solo cuenta en escoger nuestra geometría ya configurada y ajustar la trayectoria según nuestras necesidades, en este caso se usará un método de “Drill”. Aceptar para continuar.

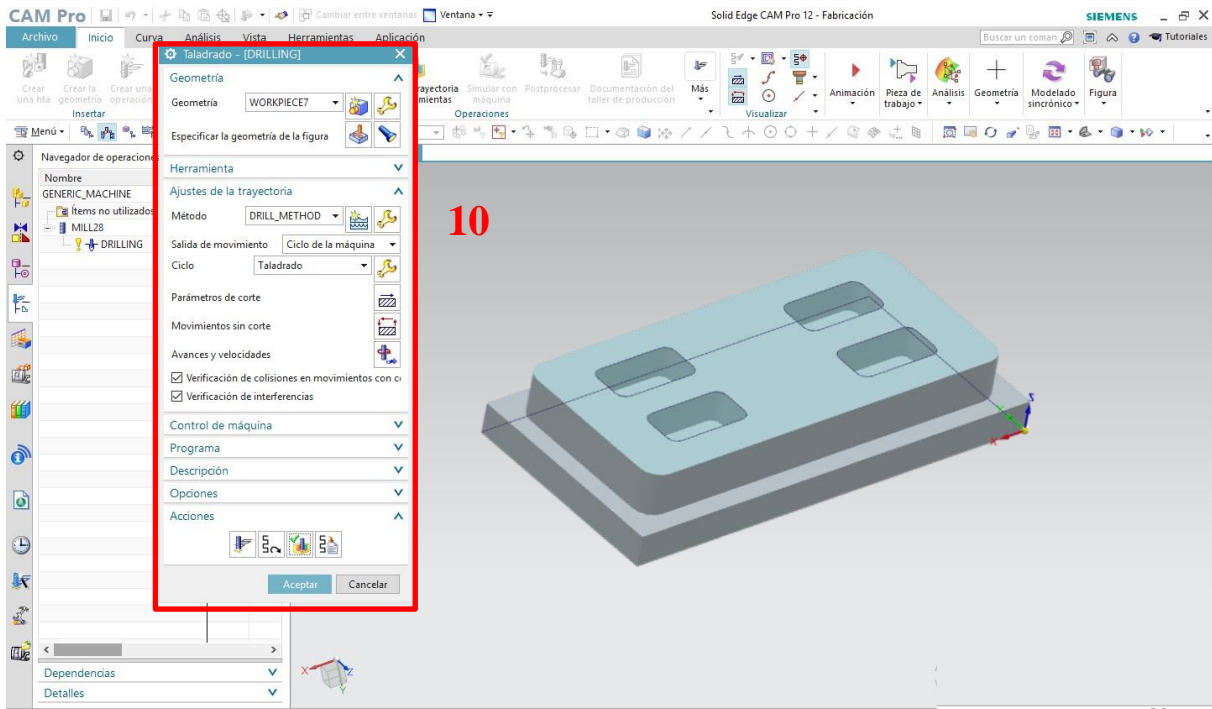


Figura 151: Configuración Drill

11. Al final nos lanzara una simulación previa antes de generar el código NC.

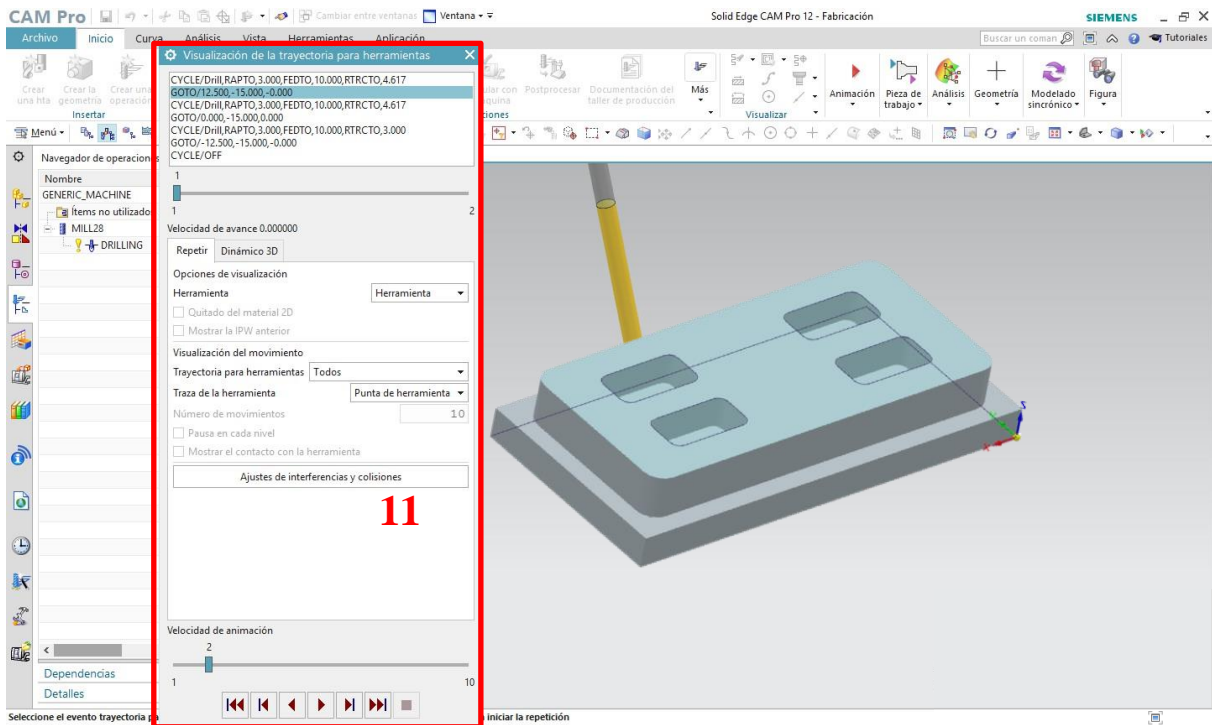


Figura 152: Simulación

12. Para concluir con el programa y obtener el CNC del maquinado, solo basta con dirigirnos a la “Vista de Orden del programa”
13. Dar Clic derecho en “NC Program” y seleccionar “Postprocesar”
14. Esto nos mostrara una ventana con nuestro código listo para usar.

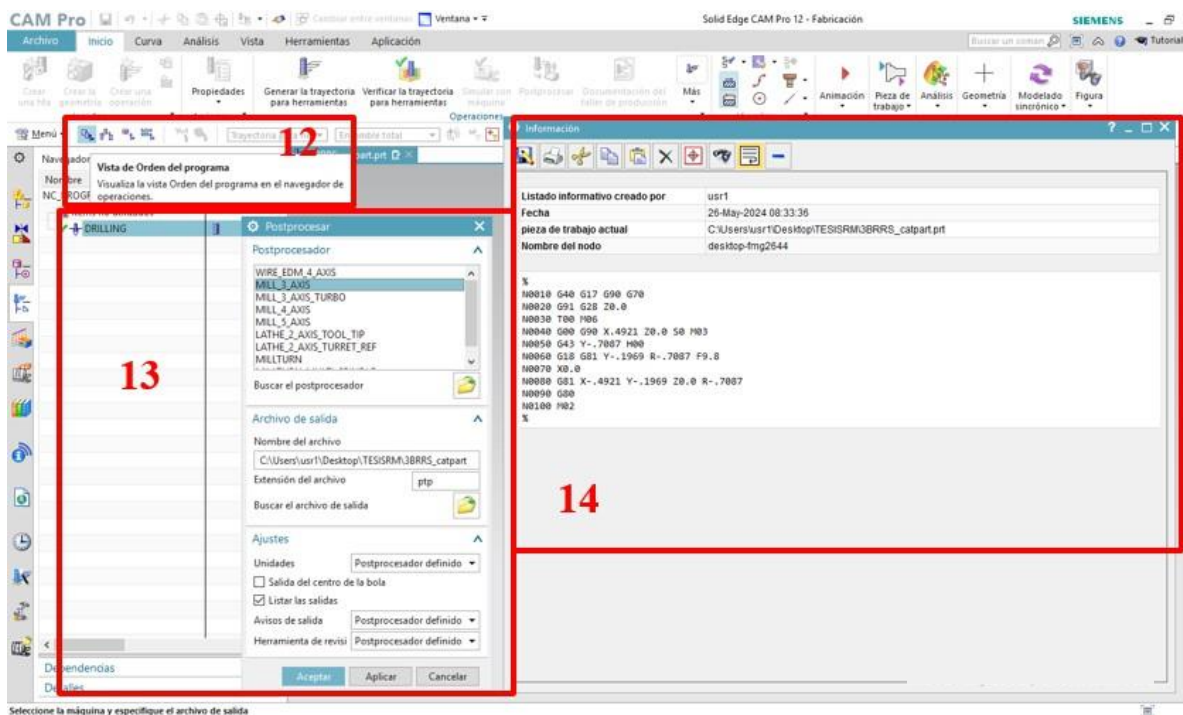


Figura 153: Código exportado

El código obtenido, es compatible con cualquier máquina herramienta por sistemas ISO, en este caso usaremos la aplicación Denford CNC milling.

Solo consiste en llenarla sección” Input” de nuestra máquina virtual, con nuestro código generado en el programa CAM.

La simulación en 3D nos ayudara a visualizar nuestro maquinado antes de ser maquinado como se muestra en la ventana.

## 7.4. Entorno – interfaz software Denford VR Milling

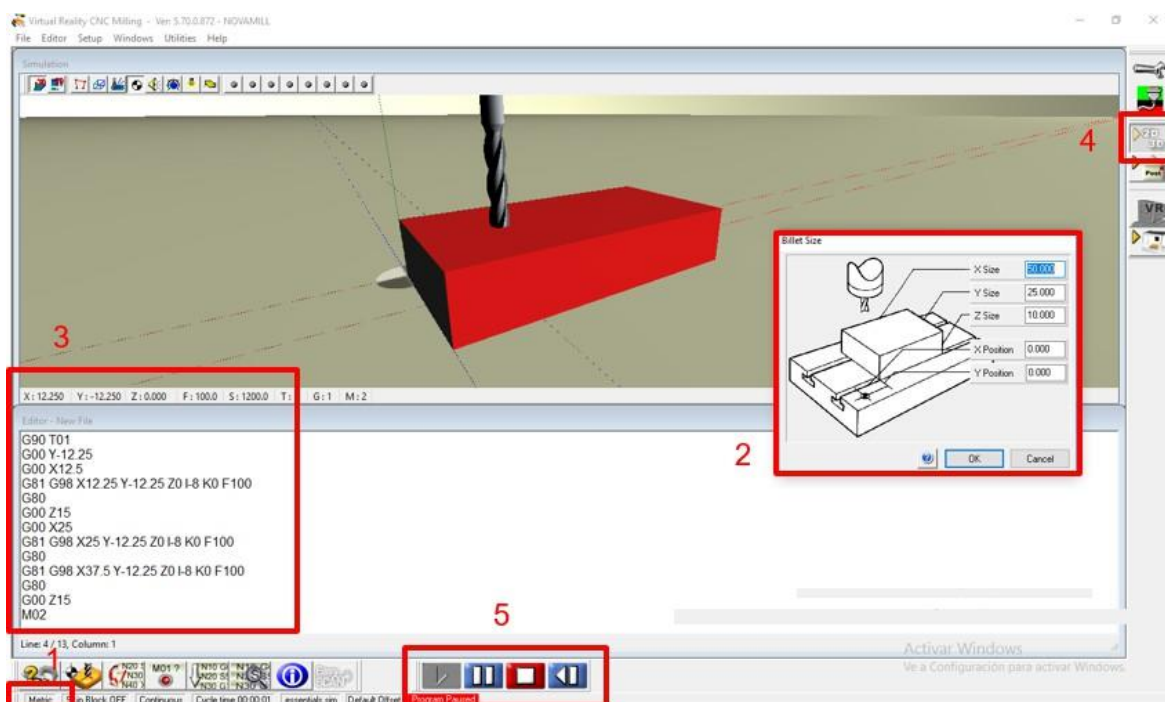


Figura 154: Software Denford VR Milling

Paso 1. Abrir nuestro software Denford y analizar los datos de la interfaz ya sea el sistema en el que se va a trabajar; métrico o inglés.

Paso 2. Configurar el “Billet Size” (Tamaño de Placa), esto nos indica el tamaño de la placa en términos de X, Y, Z. No obstante, también nos determina en donde se ubicará nuestro cero pieza en coordenadas X, Y.

Paso 3. Debemos introducir nuestro código CNC previamente realizado en la venta de “Editor” esto nos permitirá poder generar una vista simulada del código NC

Paso 4. Debemos dar clic en el apartado “2D-3D” esto nos ayudara a poder visualizar el código en un plano 3D y así tener la vista previa del maquinado.

Paso 5. La barra multimedia nos servirá para rebobinar, parar, reproducir el código las veces necesarias. Esta barra sirve de igual forma para arrancar el código ya habiendo hecho una conexión previa con la máquina – herramienta Denford.

## **CONCLUSIÓN.**

Como se pudo analizar a lo largo de esta investigación se dio a conocer una pequeña visión sobre la programación CNC, además se pudo comprender que hay funciones fundamentales que conocer antes de que el operario pueda realizar cualquier trabajo en torno o fresadora CNC.

Todos los códigos comandos son indispensables conocerlos para una correcta programación. Los ciclos fijos (loops) son comandos de mucha ayuda para nosotros los usuarios ya que nos ahorran cierta dificultad al momento de programar, además de que ofrece la opción de cambiar de herramienta durante la ejecución de la programación lo cual hace más fácil poder realizar trabajos que nos tomarían horas, días incluso semanas.

Ahora, gracias a la tecnología que avanza a paso agigantados, podemos simular una máquina herramienta CNC y poder ver tangiblemente cómo evoluciona nuestro producto mediante los comandos que capturaremos. No obstante, los programas de simulación de CNC son de paga y “costosos”, pero es una buena inversión ya que representan una eficiencia en los medios a través de la clara eficacia de los fines a tratar para obtener una efectividad en los resultados hablando generalmente en tiempo, dinero y esfuerzo.

La razón de la selección del software Solid Edge en la generación de este proyecto fue por el gran equipo que hay detrás para el desarrollo óptimo y mantenimiento de este. Siemens (Propietario de Solid Edge) es una empresa que brinda evolución a las industrias por ende sus productos y servicios son de alta calidad. A pesar de su elevado costo de su software para el usuario, se puede decir que es una inversión que tendrá un retorno significativo y las operaciones industriales serán efectivas.

## Referencias bibliográficas.

- Gibson Bond, J. (2018). Introduction to game design, prototyping, and development: From concept to playable game with unity and C#. 2nd ed. Addison-Wesley Professional.
- Blank, S. (2020). The four steps to the epiphany: Successful strategies for products that win. John Wiley & Sons.
- Socconini, L. V. (2019). Lean manufacturing: paso a paso. Marge Books.
- Jacobs, F. Roberts, Vollmann, T. E. (2018). Manufacturing planning and control for supply chain management: The CPIM reference, 2nd. Ed. McGraw-Hill Education.
- Fang Lin Luo, & Hong Ye. (2018). Power electronics: Advanced conversion technologies. 2nd ed. CRC Press.
- Alberti, M. (26 de 05 de 2018). Los paradigmas en el aprender del aprendizaje automático. Obtenido de <https://www.deeplearningitalia.com/los-paradigmas-en-el-aprender-delaprendizaje-automatico/>
- Alegsa, L. (12 de 06 de 2018). Diccionario de informática y tecnología. Obtenido de Definición de peso (redes neuronales artificiales): <http://www.alegsa.com.ar/Dic/peso-redesneuronales.php>
- Bordignon, Fernando (2018). Diseño e impresión de objetos 3D. Buenos Aires, Argentina: unipersonal.
- Identificación de Insertos de Torneado. (2022, junio 28). MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION. [https://www.mmc-carbide.com/mx/technical\\_information/tec\\_turning\\_tools/tec\\_turning\\_insert/guide/tec\\_turning\\_identification](https://www.mmc-carbide.com/mx/technical_information/tec_turning_tools/tec_turning_insert/guide/tec_turning_identification)
- (S/f). Siemens.com. Recuperado el 19 de febrero de 2025, de <https://solidedge.siemens.com/es/>
- Cnc & cad/cam solutions for education. (2016, agosto 31). Denford Ltd CNC Technology Supplies. <https://denford.co.uk/>
-