



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ELECTRÓNICA

MANUFACTURA DE LA PLATAFORMA
PARA PRUEBAS DE FLEXIÓN DE LA
MAQUINA SHIMADZU AG-IC 100 KN.

TESIS PROFESIONAL

TESIS PRESENTADA PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN
MECATRÓNICA**

PRESENTA:

ALEGRÍA VALLEJO ELIANA

ASESOR:

M. C. APARICIO RAZO MANUEL



H. PUEBLA DE ZARAGOZA

MAYO DE 2016

AGRADECIMIENTOS

Agradezco,

A mi familia por el apoyo y cariño que me han brindado durante toda mi vida. A mis padres, que conmigo cierran parte de un camino que han recorrido con sus hijos, a mis hermanos que sé que siempre contare con ellos y ellos conmigo sin importar nada. A Carlos, que desde que lo conozco me ha apoyado e impulsado a ser alguien mejor en todos los aspectos de mi vida.

A mis amigos, que durante los últimos años han formado parte de mi vida y sé que seguirán formando parte de ella.

A la coordinación de Ingeniería en Mecatrónica de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, por su apoyo económico para el desarrollo de la presente tesis y al Lic. René Lázaro Pacheco por su apoyo y enseñanza en la etapa de manufactura de la plataforma en el laboratorio de control numérico de la Facultad de Ciencias de la Electrónica.

Al Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Iberoamericana de Puebla, por permitirnos trabajar dentro de las instalaciones de su Instituto de Diseño e Innovación Tecnológica.

Y en particular al M. C. Manuel Aparicio Razo por su confianza depositada para la realización de este proyecto y el apoyo que presento en cada una de las etapas para su desarrollo.

RESUMEN

Este trabajo está enfocado en la generación de una plataforma para pruebas de flexión para la maquina universal Shimadzu® AG-IC 100KN que se encuentra en el laboratorio básico de metrología de la Facultad de Ciencias de la Electrónica. El Diseño Asistido por Computadora (CAD), la programación y manufactura de la plataforma para pruebas de flexión mecánica de 3 puntos se desarrolló de la siguiente forma:

- **Generación de Planos:** donde a través del software SolidWorks® se realizaron los dibujos y planos de cada uno de los elementos que conformaran a la plataforma.
- **Simulación de esfuerzos:** donde a través de la herramienta SolidWorks® Simulation se realizaron diferentes pruebas (simulaciones) con diferentes materiales sobre los elementos de la plataforma para detectar los puntos con mayores esfuerzos al momento de un ensayo de flexión.
- **Programación y simulación:** donde se obtuvieron los códigos G para la manufactura de algunos elementos de la plataforma por medio del software HSMWorks® y en algunos otros casos la programación del código G se hizo a pie de máquina. La simulación se realizó tanto en el software HSMWorks® como en los dispositivos entrenadores HAAS®.
- **Manufactura:** después de obtener nuestro código G de todos los elementos, estos se manufacturaron en el centro de maquinado HAAS® VF2SS y en el torno KIMITSU KL-1640 que forman parte del laboratorio de Control Numérico de la Facultad de Ciencias de la Electrónica.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	II
RESUMEN.....	III
1. INTRODUCCIÓN	IX
2. OBJETIVO GENERAL	XIII
3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	XIII
1 GEOMETRÍA Y DISEÑO CAD	1
1.1 INTRODUCCIÓN	2
1.2 OBTENCIÓN DE GEOMETRÍA	2
1.3 DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA	4
1.3.1 SOLIDWORKS®	4
1.3.2 Operación de diseño	5
1.4 DISEÑO CAD.....	5
1.4.1 Diseño CAD de bancada.....	5
1.4.2 Diseño CAD de extremos.....	6
1.4.3 Diseño CAD de dispositivo de carga	7
1.5 ENSAMBLE.....	8
1.6 MODELO DE LA PLATAFORMA DE FLEXIÓN.....	9
1.7 DIBUJO	10
2 SIMULACIÓN DE ESFUERZOS	11
2.1 INTRODUCCIÓN	12
2.2 SOLIDWORKS SIMULATION	12
2.3 MÉTODO DE ELEMENTOS FINITO	12
2.4 ANÁLISIS ESTÁTICO	13
2.5 ETAPAS EN LA REALIZACIÓN DE UN ANÁLISIS.....	14
2.5.1 Materiales.....	15
2.5.2 Sujeciones.....	16
2.5.3 Cargas externas.....	16
2.5.4 Contactos	17
2.5.5 Mallado.....	18
2.5.6 Tipos de mallado	18
2.6 ANÁLISIS ESTÁTICO A PLATAFORMA DE FLEXIÓN.....	20
2.7 SIMULACIÓN DE ENSAMBLAJE1_TESIS (ESTUDIO 1).....	21
2.7.1 Información del modelo.....	21
2.7.2 Propiedades del estudio.....	23
2.7.3 Unidades	24
2.7.4 Propiedades de materiales	24
2.7.5 Cargas y sujeciones.....	26
2.7.6 Información de contacto.....	27
2.7.7 Información de malla.....	27
2.7.8 Detalles de malla	27
2.7.9 Resultados del estudio	28

2.8	SIMULACIÓN DE ENSAMBLAJE1_TESIS (ESTUDIO 2).....	30
2.8.1	Información del modelo.....	30
2.8.2	Propiedades del estudio.....	32
2.8.3	Unidades.....	33
2.8.4	Propiedades de materiales.....	33
2.8.5	Sujeciones y cargas.....	35
2.8.6	Información de contacto.....	36
2.8.7	Información de malla.....	36
2.8.8	Resultados de estudio.....	37
2.9	RESULTADO DE SIMULACIONES.....	38
3	DISEÑO CAM Y MANUFACTURA	39
3.1	INTRODUCCION	40
3.2	INTRODUCCION AL CAD/CAM	40
3.2.1	Beneficios del CAM	41
3.3	HSMWORKS.....	42
3.3.1	Vinculación de HSMWorks® con SolidWorks®	43
3.3.2	Herramientas 2D	43
3.3.3	Herramientas 3D	44
3.4	LIBRERIA DE HERRAMIENTAS Y AJUSTES.....	45
3.5	DISEÑO CAM DE BANCADA	46
3.5.1	Diseño CAM parte superior.....	46
3.5.2	Diseño CAM parte inferior	48
3.6	DISEÑO CAM DE LATERALES	49
3.6.1	Diseño CAM parte inferior	49
3.6.2	Diseño CAM parte superior.....	50
3.7	DISEÑO CAM DE PUNTAS PARA LATERALES	50
3.7.1	Diseño CAM parte inferior	51
3.7.2	Diseño CAM parte superior.....	51
3.8	INTRODUCCION AL CONTROL NUMERICO POR COMPUTADORA.....	52
3.9	CONTROL NUMERICO POR COMPUTADORA.....	52
3.9.1	Ventajas del Control Numérico	54
3.10	MANUFACTURA DE PLATAFORMA DE FLEXION	55
4	RESULTADOS	60
4.1	INTRODUCCIÓN	61
4.2	RESULTADOS DE MANUFACTURA.....	61
4.3	REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD	64
4.3.1	Método de rango y promedio.	65
4.4	PRUEBAS DE FLEXIÓN.....	68
4.4.1	Procedimiento para pruebas de flexión.....	69
4.5	RESULTADOS DE PRUEBAS DE FLEXIÓN	73
	CONCLUSIONES.....	78
	ANEXO A: FRESADORA VERTICAL HAAS.....	77
A.1	FRESADORA VERTICAL HAAS.....	80
➤	Modos y pantallas de control	82
➤	Menús tabulados de navegación.....	84
A.2	INTRODUCCIÓN LA TECLADO COLGANTE	84

➤	<i>Teclas de función</i>	86
➤	<i>Teclas de desplazamiento</i>	86
➤	<i>Teclas de anulación</i>	87
➤	<i>Teclas de pantalla</i>	89
➤	<i>Teclas de cursor</i>	90
➤	<i>Teclas alfabéticas</i>	91
➤	<i>Teclas de modo</i>	92
➤	<i>Teclas numéricas</i>	94
A.3	OPERACIÓN.....	95
➤	<i>Encendido de maquina</i>	95
➤	<i>Sistema de directorios de archivo</i>	95
➤	<i>Selección de programa</i>	96
➤	<i>Transferencia de programas</i>	96
➤	<i>Modo grafico</i>	97
➤	<i>Cambiador de herramientas</i>	98
➤	<i>Cargar el cambiador de herramientas</i>	98
➤	<i>Ejecutar programas</i>	102
ANEXO B: PROGRAMACIÓN EN EL CONTROL NUMÉRICO.....		101
B.1.	INTRODUCCIÓN A LA PROGRAMACIÓN	104
➤	<i>Ciclos Enlatados o Repetitivos</i>	104
➤	<i>Ciclo de Roscado</i>	105
➤	<i>Radios de Curvatura</i>	105
B.2.	PROGRAMACIÓN	105
➤	<i>PROGRAMACIÓN BÁSICA</i>	107
➤	<i>PREPARACIÓN</i>	108
➤	<i>CORTE</i>	110
➤	<i>FINALIZACIÓN</i>	110
ANEXO C: PLANOS.....		111
Bancada.....		112
Lateral (cuerpo).....		113
Lateral (punta).....		114
Punzón.....		115
Tope.....		116
ANEXO D: PROGRAMAS (CÓDIGOS G).....		117
D.1	PUNTA (MAQUINADO INFERIOR)	118
D.2	PUNTA (MAQUINADO SUPERIOR)	120
D.3	LATERAL (MAQUINADO SUPERIOR)	125
D.4	PUNTA (OBLONGO)	130
D.5	BANCADA (GRABADO).....	134
D.6	PUNZÓN (CUERPO).....	136
D.7	PUNZÓN (CENTRADOR)	141
D.8	BANCADA (MAQUINADO SUPERIOR).....	141
BIBLIOGRAFÍA.....		147

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 MAQUINAS UNIVERSALES SHIMADZU DE 20KN (IZQUERDA) Y 100KN (DERECHA)	X
FIGURA 2 ENSAYO DE FLEXIÓN	XI
FIGURA 1. 1 OBTENCIÓN DE GEOMETRÍA (PLATAFORMA)	2
FIGURA 1. 2 OBTENCIÓN DE GEOMETRÍA (SOPORTES)	3
FIGURA 1. 3 PLATAFORMA DE FLEXIÓN DE UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA DE PUEBLA	3
FIGURA 1. 4 VISTA ISOMÉTRICA DE BANCADA	6
FIGURA 1. 5 VISTA EXPLOSIONADA DE UN EXTREMO O SOPORTE	7
FIGURA 1. 6 VISTA ISOMÉTRICA DE PUNZÓN O CARGA	8
FIGURA 1. 7 VISTA ISOMÉTRICA DE ENSAMBLAJE DE PLATAFORMA	9
FIGURA 1. 8 VISTA EXPLOSIONADA DE ENSAMBLAJE DE PLATAFORMA	9
FIGURA 3. 1 LIBRERÍA DE HERRAMIENTAS	46
FIGURA 3. 2 DISEÑO CAM DE BANCADA (BARRENADO)	46
FIGURA 3. 3 DISEÑO CAM DE BANCADA (DESBASTE)	47
FIGURA 3. 4 DISEÑO CAM DE BANCADA (DESBASTE DE GUÍAS)	48
FIGURA 3. 5 DISEÑO CAM DE BANCADA (MAQUINADO DE PARTE INFERIOR)	49
FIGURA 3. 6 DISEÑO CAM DE LATERALES (MAQUINADO DE GUÍAS)	50
FIGURA 3. 7 DISEÑO CAM DE LATERALES (MAQUINADO TIPO ADAPTATIVE)	50
FIGURA 3. 8 DISEÑO CAM DE PUNTAS (MAQUINADO DE ESCALÓN)	51
FIGURA 3. 9 DISEÑO CAM DE PUNTAS (DESBASTE)	52
FIGURA 3. 10 PALPADOR ANALÓGICO	56
FIGURA 3. 11 PLACAS PARALELAS	56
FIGURA 3. 12 STOCK PARA BANCADA COLOCADO EN EL CENTRO DE MAQUINADO	56
FIGURA 3. 13 OBTENCIÓN DE CERO PIEZA CON PALPADOR RENISHAW®	57
FIGURA 3. 14A MAQUINADO DE CONTORNO DE BANCADA	58
FIGURA 3. 14B MAQUINADO DE BARRENOS DE BANCADA	58
FIGURA 3. 15A MAQUINADO DE RANURAS DE BANCADA	58
FIGURA 3. 15B BANCADA FINALIZADA	58
FIGURA 3. 16A MAQUINADO DE CONTORNO DE LATERALES	59
FIGURA 3. 16B MAQUINADO TIPO ADAPTATIVE DE LATERALES	59
Figura 3.16C MAQUINADO TIPO ADAPTATIVE DE LATERALES	59
Figura 3.16D MAQUINADO INFERIOR DE LATERALES	59
FIGURA 3. 17A MAQUINADO SUPERIOR DE PUNTAS	60
Figura 3.17B MAQUINADO INFERIOR DE PUNTAS	60
FIGURA 4. 1 BANCADAS DE PLATAFORMA DE FLEXIÓN	61
FIGURA 4. 2 CENTRADORES COLOCADOS EN LAS BANCADAS	62
FIGURA 4. 3 LATERALES PARA PLATAFORMA DE FLEXIÓN	62
FIGURA 4. 4 PUNZONES DE PLATAFORMA DE FLEXIÓN	63
FIGURA 4. 5 PLATAFORMAS DE FLEXIÓN ENSAMBLADAS	63
FIGURA 4. 6 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA REPETIBILIDAD	64
FIGURA 4. 7 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA REPRODUCIBILIDAD	65
FIGURA 4. 8 VALORES DE CONSTANTES K1 Y K2	67
FIGURA 4. 9 ESPECÍMENES A PROBAR	68
FIGURA 4. 10 CABEZAL COLOCADO EN MAQUINA UNIVERSAL	69
FIGURA 4. 11 COLOCACIÓN DE CENTRADOR	69
FIGURA 4. 12 SUJECIÓN DE BANCADA A MÁQUINA UNIVERSAL CON TORNILLOS ALLEN	70
FIGURA 4. 13 LATERALES COLOCADO EN BANCADA	70

FIGURA 4. 14 SUJECIÓN DE LATERALES A BANCADA CON TORNILLOS T.....	70
FIGURA 4. 15 COLOCACIÓN DE PUNZÓN EN CABEZAL.	71
FIGURA 4. 16 POSICIONAMIENTO DE PUNZÓN.	71
FIGURA 4. 17 COLOCACIÓN DE ESPÉCIMEN A ENSAYAR.....	72
FIGURA 4. 18 AJUSTE DE LATERALES.	72
FIGURA 4. 19 POSICIÓN FINAL DE TODOS LOS ELEMENTOS PREVIO AL ENSAYO.....	72
FIGURA 4. 20 CAPTURA DE PARÁMETROS.	73
FIGURA 4. 21 COMPARACIÓN DE GRAFICAS (PRUEBA 1).....	74
FIGURA 4. 22 COMPARACIÓN DE GRAFICAS (PRUEBA 2).....	74
FIGURA 4. 23 COMPARACIÓN DE GRAFICAS (PRUEBA 3).....	75
FIGURA 4. 24 COMPARACIÓN DE GRAFICAS (PRUEBA 4).....	75
FIGURA 4. 25 FUERZAS OBTENIDAS EN LAS PRUEBAS DE FLEXIÓN (N).....	76
FIGURA 4. 26 RESULTADO DE RANGO DE EQUIPOS (R)	76
FIGURA 4. 27 RESULTADOS DE RANGO DE OPERADORES (R')	77
FIGURA 4. 28 RESULTADO DE RANGOS PROMEDIO	77
FIGURA 4. 29 RESULTADOS DE PROMEDIO POR OPERADOR	77
FIGURA 4. 30 RESULTADOS DE DIFERENCIA DE PROMEDIOS	77
FIGURA 4. 31 RESULTADOS DE %R&R	77
FIGURA A. 1 FRESADORA VERTICAL HAAS (VISTA FRONTAL).....	80
FIGURA A. 2 CONTROL COLGANTE.....	80
FIGURA A. 3 CONJUNTO DEL CABEZAL DEL HUSILLO	81
FIGURA A. 4 FRESADORA VERTICAL HAAS (VISTA TRASERA)	81
FIGURA A. 5 CONECTORES ELÉCTRICOS.....	81
FIGURA A. 6 CONJUNTO DEL DEPÓSITO DEL REFRIGERANTE	82
FIGURA A. 7 PANEL LATERAL DEL ARMARIO DE CONTROL ELÉCTRICO	82
FIGURA A. 8 DISTRIBUCIÓN DE PANTALLA DE CONTROL	83
FIGURA A. 9 TECLADO COLGANTE	84
FIGURA A. 10 HERRAMIENTA PESADA (DERECHA) Y HERRAMIENTA GRANDE Y PESADA (IZQUIERDA)	99
FIGURA A. 11 INSERCIÓN DE HERRAMIENTA EN EL HUSILLO ([1] BOTÓN DE LIBERACIÓN DE HERRAMIENTA)	100
FIGURA A. 12 HERRAMIENTA 12 A ALOJAMIENTO 18.....	101
FIGURA A. 13 HERRAMIENTA GRANDE A ALOJAMIENTO 12	101

1. INTRODUCCIÓN

Comprender el comportamiento mecánico es esencial para el diseño seguro de todo tipo de estructuras, esta es la razón por la cual la mecánica de materiales es una disciplina básica en muchos campos de la ingeniería.

El desarrollo histórico de la mecánica de materiales es una mezcla fascinante tanto de teoría como de experimentación, la teoría ha señalado el camino para obtener resultados útiles en algunos casos y la experimentación lo ha hecho en otros. Algunos personajes famosos como Leonardo daVinci y Galileo Galilei realizaron experimentos para determinar la resistencia de alambres, barras y vigas.

Los análisis teóricos y los resultados experimentales desempeñan papeles igualmente importantes en la mecánica de materiales. Se emplean teorías para deducir formulas y ecuaciones para predecir el comportamiento mecánico, pero no se pueden usar esas expresiones en un diseño practico, a menos que se conozcan las propiedades mecánicas de los materiales. Esas propiedades se conocen solo después de que se han efectuado experimentos cuidadosos en el laboratorio. Además, no todos los problemas prácticos facilitan el análisis teórico y en esos casos las pruebas mecánicas son una necesidad.

Algunas pruebas mecánicas son pruebas destructivas en las que los materiales de estudio son sometidos a esfuerzos mediante la aplicación de una fuerza externa hasta su deformación y/o ruptura, para determinar sus propiedades de dureza, elasticidad, fragilidad, resistencia a la penetración, etc. Se pueden estudiar materiales diversos como: polímeros, metales de baja dureza, materiales cerámicos, materiales compuestos, productos farmacéuticos y alimentos, así como productos o piezas elaboradas con estos materiales.

Hoy en día muchas de las pruebas mecánicas se realizan por medio de máquinas, sin duda una de las más importantes es la denominada maquina universal de esfuerzos. Las maquinas universales son ampliamente utilizadas para la caracterización de nuevos materiales o para la medición de propiedades mecánicas. Actualmente la Facultad de Ciencias de la Electrónica cuenta con una maquina universal marca Shimadzu® AG-IC 100KN, la cual se encuentra equipada para realizar pruebas de compresión, dureza y tensión, aunque la maquina tiene la capacidad de realizar más pruebas mecánicas, aún no se cuentan con los módulos necesarios para dichos trabajos.



Figura 1 Maquinas universales Shimadzu® de 20KN (izquierda-9 y 100KN (derecha)

Dentro de la industria de manufactura existen diversos procesos que requieren la aplicación de fuerzas externas para lograr diversas geometrías en piezas. Las operaciones típicas son el forjado de un disco de turbina, la extrusión de diversas piezas para una escalera de aluminio, el laminado de una hoja plana para ser procesada en una carrocería de automóvil, debido a que en estos procesos la deformación se efectúa mediante medios mecánicos, es importante comprender el comportamiento de los materiales en respuesta a las fuerzas aplicadas externamente.

El comportamiento de una pieza manufacturada durante su vida esperada de servicio es una consideración importante. Por ejemplo, las alas de una aeronave, el cigüeñal de un motor de automóvil y los dientes de engrane de una transmisión automotriz están sometidas a fuerzas estáticas y dinámicas, las cuales pueden llegar a causar alguna falla en los componentes. De manera similar un disco de turbina y los alabes de un motor a chorro de una aeronave, están sujetos a elevados esfuerzos y temperaturas durante el vuelo. En cierto periodo de tiempo, estos componentes sufren cedencia, un fenómeno en el cual los componentes se alargan permanentemente bajo esfuerzos aplicados, lo cual puede finalmente ocasionar una avería.

Un método de ensayo comúnmente utilizado para los materiales frágiles, es el ensayo de flexión, por lo general involucra un espécimen que tiene una sección transversal rectangular y esta soportado en sus extremos. La carga es aplicada verticalmente. Los esfuerzos longitudinales en estos especímenes son a tensión en sus superficies inferiores y la compresión en sus superficies superiores.

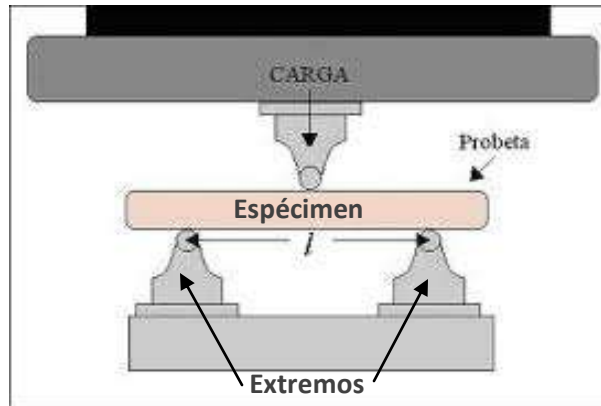


Figura 2 Ensayo de flexión

La capacidad de flexión de un material depende de su ductilidad, muchos metales y aleaciones se pueden curvar en frío, algunos, cuando el radio de curvatura es pequeño han de calentarse a determinadas temperaturas.

En un plegado, las fibras del material de la cara interior se aplastan y las de la cara exterior se extienden. El concepto de fibras sirve para simplificar la explicación de los procesos que se producen en el material; en realidad, lo que se deforma es la estructura. Los granos del lado externo se estiran y los del lado interno se aplastan. Solo se encuentra sin modificar la capa de fibra neutral. Cuando el radio de curvatura es muy grande, esta fibra se encuentra aproximadamente en el centroide de la zona de flexión.

Actualmente la Facultad de Ciencias de la Electrónica cuenta con cuatro carreras, en las cuales la ingeniería de diseño mecánico juega un papel muy importante dentro de su formación de proyectos integrales. Un ejemplo claro es el que se presenta en la nueva carrera de Ingeniería es Sistemas Automotrices, la cual requiere de conocimientos en pruebas mecánicas para evaluar diversos fenómenos físicos en los elementos que integran un automóvil que normalmente están sometidas a flexión, tensión, compresión, fatiga, etc. En el caso de ingeniería mecatrónica surge la necesidad por parte de los alumnos de caracterizar algunas veces el comportamiento mecánico de diversas partes de un sistema, podemos destacar el caso del diseño de un sumobot, donde es indispensable evaluar las características de la plataforma que soportara los elementos.

Hoy en día los ensayos de flexión se utilizan en diferentes áreas e industrias para conocer la resistencia que tendrán los materiales que se utilizarán en diferentes trabajos. Un claro ejemplo es cuando se requiere determinar la optimización del diseño estructural a fatiga por flexión de llantas de aluminio automotrices, demostrando que el diseño de llantas de aluminio puede optimizarse reduciendo el tiempo de desarrollo de cada modelo, obteniendo llantas más livianas, lo cual significa ahorro en costos de desarrollo y manufactura del

producto con las consecuentes mejoras de eficiencia y desempeño de los vehículos. También es el caso del área de embalaje, donde es necesario saber cuál será la resistencia a la compresión vertical de un embalaje de cartón corrugado, este parámetro ha sido considerado ampliamente como el principal en el criterio de selección y diseño de cajas de cartón corrugado, dado que mide la capacidad interna del embalaje para soportar cargas de compresión, siendo este un buen estimador del comportamiento final de la estructura cuando es sometida bajo el estado real de cargas. Dentro del área de la construcción las pruebas de flexión son altamente utilizadas para determinar la resistencia de diferentes elementos los cuales soportaran un gran peso en cualquier construcción, desde una casa hasta un rascacielos de las grandes ciudades. La resistencia a la flexión es una medida de la resistencia a la tracción del concreto (hormigón), esta se mide mediante la aplicación de cargas a vigas de concreto y se expresa como el módulo de rotura en kilos por metro cuadrado. Otros ejemplos donde se emplea el análisis de la flexión es para saber si un chasis soportará todo el peso de la carrocería y todos los elementos de un automóvil, si una banda transportadora tendrá una vida duradera y resistirá el peso de todos los productos que pasaran a través de ella, si una mesa no se deformara o romperá con facilidad si colocamos artículos pesados, si una silla tolerara el peso de una persona promedio, etc.

Este trabajo de tesis se estructuro en 4 capítulos; en el primer capítulo se explica cómo se obtuvo la geometría y se realizó el diseño CAD de cada uno de los elementos del prototipo, en el segundo capítulo se muestra el trabajo realizado durante la simulación de esfuerzos, el tercer capítulo contiene la programación, simulación CAM y manufactura de las piezas que conforman la plataforma, mientras que el cuarto y último capítulo contiene los resultados realizados durante las pruebas a la plataforma de flexión.

2. OBJETIVO GENERAL

Realizar el diseño CAD, programar y manufacturar una plataforma para pruebas de flexión mecánica de 3 puntos para la maquina Shimadzu® AG-IC 100KN.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Medir la geometría de la plataforma de flexión y generar su diseño CAD.
- Realizar la simulación de esfuerzos sobre los elementos de la plataforma.
- Programar y simular los códigos G para la manufactura de cada uno de los elementos por medio de HSMWorks® y dispositivos entrenadores HAAS®.
- Manufacturar la plataforma de flexión por medio del centro de maquinado HAAS® VF2SS y el torno KIMITSU KL-1640.

CAPÍTULO

1

GEOMETRÍA Y DISEÑO CAD

1.1 INTRODUCCIÓN

Dentro de este capítulo se explica la forma en que se obtuvo la geometría de cada una de las piezas que conforman a la plataforma de flexión para la maquina Shimadzu AG-IC 100KN, posteriormente se hablará sobre cómo se realizó el diseño CAD de cada una de estas piezas para así obtener sus planos correspondientes. Una vez que se realizó el diseño de las piezas se desarrolló el ensamblaje de todas estas para así obtener el modelo completo de la plataforma de pruebas de flexión.

1.2 OBTENCIÓN DE GEOMETRÍA

Como primera opción se planteó obtener la geometría a partir de los planos de una plataforma de flexión que el proveedor de la marca Shimadzu® en México nos podría proporcionar, sin embargo, la información que se obtuvo por este proveedor no fue la suficiente para poder desarrollar la plataforma de forma adecuada pues solo se contó con algunas cotas de la bancada. Ya que los planos no se pudieron obtener con el proveedor se buscó el apoyo de la Universidad Iberoamericana de Puebla (IBERO) la cual cuenta con una plataforma de pruebas de flexión para una maquina universal Shimadzu® AG-IC 2500KN.



Figura 1. 1 Obtención de geometría (plataforma)



Figura 1. 2 Obtención de geometría (soportes)

El Instituto de Diseño e Innovación Tecnológica (IDIT) de la IBERO nos brindó el apoyo que se buscaba y nos permitió el ingreso a sus instalaciones para poder trabajar con la plataforma con la que ellos cuentan y así poder obtener su geometría.

Con ayuda de diferentes instrumentos de medición como el vernier, cuenta hilos y patrones de radios se midieron cada una de las dimensiones de las piezas que componen a la plataforma, tal como se muestra en la Figura 1.1 y Figura 1.2.



Figura 1. 3 Plataforma de flexión de Universidad Iberoamericana de Puebla

En la Figura 1.3 se muestra parte de la plataforma de flexión de la cual se obtuvo la geometría, cabe destacar que esta es una plataforma estándar para cualquier modelo de máquinas universales de la marca Shimadzu®.

1.3 DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA

El diseño asistido por computadora o CAD (por sus siglas en inglés) es el uso de las herramientas computacionales que se utilizan para la creación de cuerpos geométricos, la herramienta que se utilizó en este diseño es el software SolidWorks®. [10]

1.3.1 SOLIDWORKS®

SolidWorks® es una solución de diseño tridimensional completa que integra un gran número de funciones avanzadas para facilitar el modelado de piezas, crear grandes ensamblajes, generar planos y otras funcionalidades que permiten validar, gestionar y comunicar proyectos de forma rápida, precisa y fiable. [1]

Este software se caracteriza por su entorno intuitivo y por disponer de herramientas de diseño fáciles de utilizar. Todo integrado en un único programa de diseño con más de 45 aplicaciones complementarias para facilitar el desarrollo de sus proyectos. [1]

La característica que hace que el software sea una herramienta competitiva, ágil y versátil es su capacidad de ser paramétrico y asociativo, además de usar las funciones geométricas inteligentes y emplear un gestor de diseño que permite visualizar, editar, eliminar y actualizar cualquier operación realizada en una pieza de forma bidireccional entre todos los documentos asociados. [1]

La definición de parámetros clave, la asociatividad, las funciones geométricas inteligentes y el gestor de diseño son las principales características de este programa. Los parámetros clave son las dimensiones (cotas) y las relaciones geométricas que definen un modelo tridimensional. El programa asocia a cada una de las cotas de un croquis, así como a las operaciones tridimensionales un nombre que permite modificarla en cualquier momento y su actualización en el resto de documentos asociados. [1]

El software contiene tres módulos: Pieza, Ensamblaje y Dibujo. La creación de un documento en cada uno de ellos genera un fichero con distinta extensión. Los documentos, aunque no pueda observarse están asociados y vinculados entre ellos. [1]

Para realizar un conjunto o ensamblaje se debe diseñar cada una de las piezas que lo conforman y guardar como ficheros de piezas distintas. El módulo de ensamblaje permite insertar cada una de las piezas y asignar relaciones geométricas de posición para definir tridimensionalmente el ensamblaje. [1]

Finalmente, se pueden obtener los planos de las piezas o del propio ensamblaje de forma automática. [1]

Cuando se dice que SolidWorks® es asociativo quiere decir que todos los documentos (piezas, ensamblaje o planos) están vinculados y que la modificación de un fichero de pieza modifica el ensamblaje y los planos asociados de forma automática. Los ficheros se actualizan, aunque se encuentren cerrados. [1]

1.3.2 Operación de diseño

SolidWorks® dispone de más de 40 operaciones 3D para definir un modelo tridimensional. Las operaciones son cada una de las herramientas de las que se dispone para diseñar las piezas. Las operaciones forman un conjunto de funcionalidades que permiten crear extrusiones, revoluciones, chaflanes, taladros, redondeos, etc. [1]

1.4 DISEÑO CAD DE PLATAFORMA

La plataforma de flexión consta de 4 piezas principales las cuales son: la bancada, los 2 extremos o mordazas y el dispositivo de carga, sin embargo, se necesita de más piezas para su funcionamiento correctos como tornillos, tuercas, centradores, etc. Cada una de las piezas se diseñó de forma separada para después realizar su ensamble. A continuación, se da un resumen de cómo se realizó el diseño CAD de las piezas principales.

1.4.1 Diseño CAD de bancada

La bancada es la pieza donde correrán los extremos para poder ajustar la longitud dependiendo del espécimen o probeta a ensayar.

La base cuenta con dos ranuras tipo T, las cuales tienen dos funciones; en ellas se introducen tornillos de cabeza cuadrada los cuales sirven para sujetar a los extremos a la bancada al igual que funcionan como guía para los extremos o mordazas; también cuenta con 2 barrenos en sus extremos en los cuales se introducen los tornillos que sujetaran a la bancada a la maquina universal, por su parte inferior. En el centro se encuentra otro barreno en el cual se introduce un centrador que ayudara a tener un mejor ajuste con la maquina universal; la base

también constara de dos cajas y otros dos barrenos, los cuales servirán para asegurar que los extremos no se muevan al momento de realizar un ensayo.

A continuación, se muestra el diseño CAD final de la bancada (Figura 1.4).



Figura 1. 4 Vista isométrica de bancada

1.4.2 Diseño CAD de extremos

Los extremos o mordazas son las piezas que sostendrán al espécimen a ensayar al momento de una prueba de flexión. El diseño final de estas piezas es diferente en comparación con las piezas de donde se obtuvo su geometría a causa de las limitantes que se tendrían al momento de maquinaslas, ya que se requerirían más de dos posiciones para obtener la pieza final y esto podría resultar en piezas que no ensamblen con el ensamblaje final de la plataforma. El principal cambio que tuvieron estas piezas es la parte donde se colocaran las puntas intercambiables la cual originalmente tiene una punta de diamante o en triangulo y se cambió a tipo escalón el cual nos serviría para posicionar las puntas a los cuerpos y también como tope mecánico.

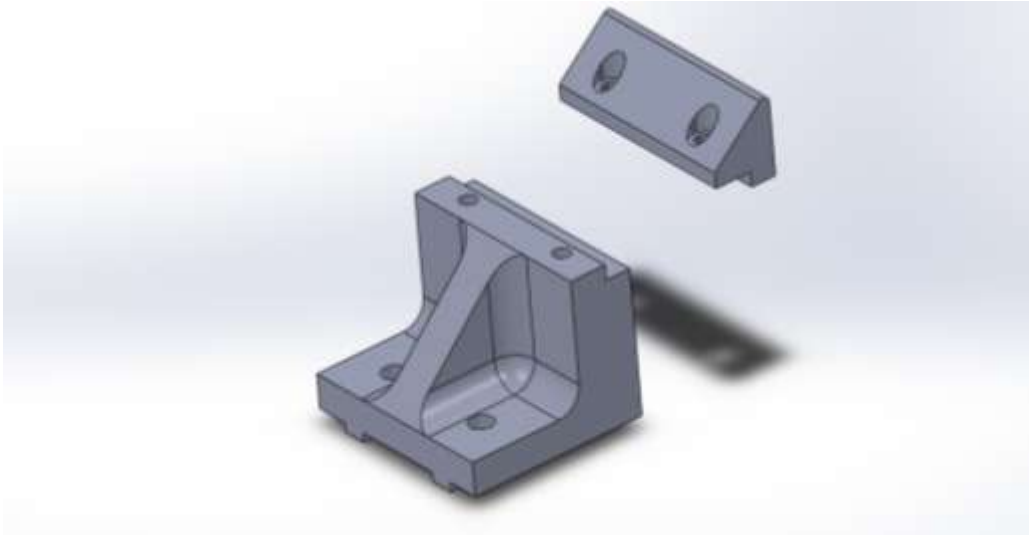


Figura 1. 5 Vista explosionada de un extremo o soporte

Los extremos son dos piezas exactamente iguales, una sola pieza está formada por dos partes (Figura 1.5); una parte será el cuerpo y la otra será la punta. La punta es una pieza intercambiable ya que es la parte que soporta mayores esfuerzos y podría sufrir deformaciones o desgastes por el uso. Las puntas están sujetas al cuerpo por medio de dos tornillos Allen por la parte superior. La forma de los extremos es de tipo L pues esto nos asegura un ajuste mejor al momento de un ensayo y por la parte central cuenta con un nervio de seguridad.

Por su parte inferior cuenta con dos guías las cuales se introducen en parte de la ranura T de la bancada y así poder ajustar la separación entre las mordazas al momento de un ensayo.

1.4.3 Diseño CAD de dispositivo de carga

El dispositivo de carga es la pieza superior que ejercerá presión de forma vertical al espécimen a ensayar, esta pieza al igual que las puntas de los extremos estará sometida a grandes esfuerzos.

La geometría de esta pieza también se rediseño en comparación con la pieza de donde se obtuvo la geometría, el cambio que tuvo esta pieza está en su longitud vertical la cual es más corta. Este cambio se debe a que no se contó con la información del material con que está hecha esta pieza y como ya se mencionó y se podrá observar más a detalle en el segundo capítulo, esta pieza está sometida a grandes esfuerzos y podría sufrir una deformación al momento de realizar las pruebas.

Cabe mencionar que las modificaciones que sufrió esta pieza no involucraron ninguna modificación al momento de realizar las pruebas pues el punzón o dispositivo de carga desempeña el mismo trabajo y se debe posicionar de la misma forma que se posiciona la pieza original sin interferir en los resultados o funcionalidad de la plataforma.

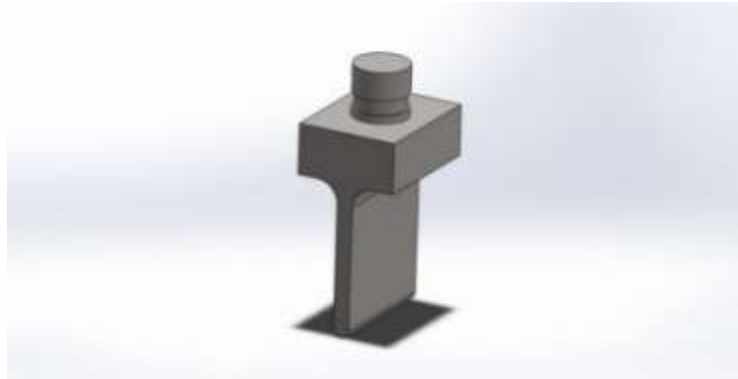


Figura 1. 6 Vista isométrica de punzón o carga

Esta pieza cuenta con un centrador que también servirá para sujetarse a la maquina universal; su punta es redonda y tiene un radio de 3.302mm (Figura 1.6).

1.5 ENSAMBLE

La creación de ensamble o conjuntos consiste en insertar cada una de las piezas o modelos realizados en el módulo de piezas y establecer las relaciones de posición entre cada una de ellas.

La creación de un ensamble consta de dos etapas. En la primera las piezas son importadas al módulo de ensamblaje y en la segunda se establecen las relaciones geométricas de posición entre cada una de ellas. Las relaciones que se definen son del tipo coincidencia, tangencia, concentricidad, entre otras; y se definen entre las caras, superficies, aristas, vértices, etc. de dos o más piezas. De esta forma se puede montar un conjunto mecánico y además analizarlo por el movimiento de cada uno de los componentes en función de las relaciones de posición impuestas y de los grados de libertad restantes.

El análisis de un ensamblaje permite estudiar las interferencias, el choque entre componentes, simular el conjunto mecánico y analizarlo dinámicamente. El objeto final es detectar diseños inadecuados y ajustarlos para obtener un óptimo funcionamiento del mecanismo. [2]

1.6 MODELO DE LA PLATAFORMA DE FLEXIÓN

En el modelo o ensamblaje final se agregaron tanto las piezas descritas anteriormente como los tornillos y tuercas para sujetar los extremos a la bancada y las puntas al cuerpo de los extremos. La bancada fue anclada para así evitar su movimiento.

Las relaciones geométricas utilizadas fueron principalmente coincidencias entre caras, paralelismo entre caras, concentricidad y también se usaron algunas relaciones avanzadas como ancho para asegurar que algunas piezas quedaran centradas con respecto a otras y relaciones mecánicas como las de tornillo.

Se hizo uso de la herramienta *simetría de componentes* para duplicar a los extremos de la plataforma ya que son dos piezas iguales.

A continuación, se muestran las figuras de la vista isométrica y vista explosionada del ensamblaje final de la plataforma.

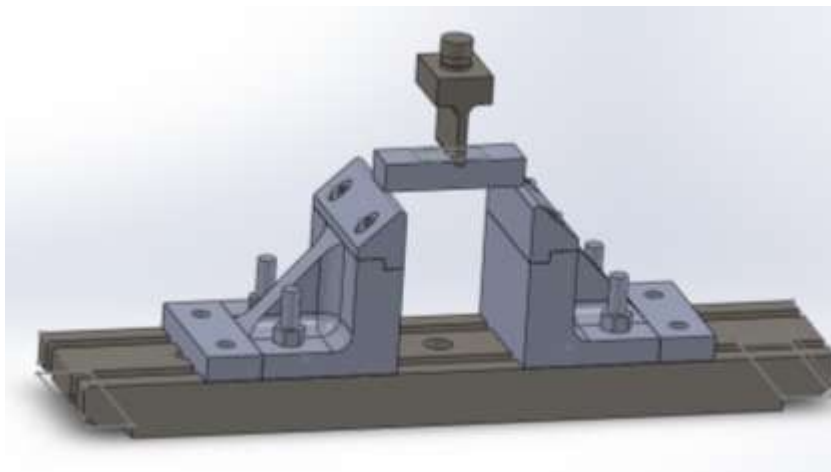


Figura 1. 7 Vista isométrica de ensamblaje de plataforma



Figura 1. 8 Vista explosionada de ensamblaje de plataforma

1.7 DIBUJO

El modelo de dibujo permite crear los planos 2D de los modelos de piezas y ensamblajes previamente diseñados de forma automática.

Con solo arrastrar el modelo a la zona de gráficos del módulo de dibujo se consiguen las vistas estándar (alzado, planta y vista lateral). La creación del resto de vistas, vistas auxiliares, proyectadas, secciones y cortes, vistas de detalle, explosionados, etc. se realizan en pocos pasos y de forma muy intuitiva. [1]

Para un mejor detalle, se presentarán los planos de todas las piezas de la plataforma en el anexo C.

CAPÍTULO

2

SIMULACIÓN DE ESFUERZOS

2.1 INTRODUCCIÓN

Dentro de este capítulo se expondrá como se realizó el análisis de esfuerzos del modelo de la plataforma de flexión, se mostrará cómo se declararon los materiales, los contactos y sujeciones entre componentes, el tipo de carga a la que estará sometida nuestro modelo y el mallado del ensamblaje; también se explicarán los resultados de la simulación de un ensayo de flexión para observar los puntos más susceptibles a esfuerzos.

2.2 SOLIDWORKS SIMULATION

SolidWorks Simulation es una herramienta de validación de diseño integrada en SolidWorks® que permite simular el comportamiento de piezas y ensamblajes mediante la aplicación del Análisis por Elemento Finito (AEF). [2]

Su uso permite estudiar el comportamiento mecánico de un modelo de pieza o ensamblaje bajo ciertas condiciones de servicio sin necesidad de crear un prototipo físico real del mismo. Este tipo de validación virtual permite avaluar el comportamiento de un modelo de forma rápida y económica sin tener que invertir recursos en ensayos destructivos. [2]

Al estar perfectamente integrada en SolidWorks® puede modificarse la geometría del modelo 3D y volver a ensayarlo bajo diferentes condiciones de contorno (distintos materiales, cargas, mallado, etc.) tantas veces como se crea necesario hasta encontrar el modelo que mejor se ajuste a las necesidades requeridas. [2]

Con SolidWorks® se pueden diseñar productos y con SolidWorks Simulation se puede validar el correcto comportamiento de los mismos reduciendo el coste de los ensayos y el tiempo de lanzamiento. SolidWorks Simulation permite la realización de simulaciones de análisis estático, de choque, de pandeo y de frecuencia, de optimización, térmico y de fatiga, tanto en modelos de pieza como de ensamblaje. [2]

2.3 MÉTODO DE ELEMENTOS FINITO

Este es un método numérico de cálculo empleado en la resolución de ecuaciones diferenciales parciales muy utilizado en diversos problemas de ingeniería como es el análisis de tensiones, análisis estático, térmico, análisis de fatiga, no lineal, entre otros. Se considera el método de análisis estándar más usado debido a su

generalidad y compatibilidad para ser implementado en cualquier tipo de ordenador. [2]

El método se basa en dividir el modelo o geometría a validar en múltiples partes de pequeño tamaño denominadas “elementos”. La división del modelo 3D en pequeñas partes divide un problema complejo en muchos problemas de mayor simplicidad y que pueden ser resueltos de forma simultánea en menor tiempo. Los elementos comparten entre ellos puntos comunes de intersección llamados “nodos”. [2]

Los programas basados en el método de elemento finito formulan ecuaciones matemáticas que rigen el comportamiento de cada uno de los elementos teniendo en cuenta su conectividad con los demás elementos a través de los nodos. Las ecuaciones matemáticas empleadas en un estudio estático definen los desplazamientos de cada uno de los nodos en las direcciones X, Y y Z en función de la carga, las restricciones de movimiento y propiedades mecánicas del material empleado, entre otros aspectos. El desplazamiento de cada uno de los nodos permite al programa calcular las deformaciones unitarias en las diferentes direcciones y las tensiones resultantes. [2]

Finalmente, el “Post-procesado” representa el modelo tridimensional con una gama de colores que definen las tensiones Von Mises, las cuales indica las tensiones y deformaciones sufridas bajo las condiciones de contorno definidas (Sujeciones, Materiales y Cargas). [2]

En el caso de análisis estático, SolidWorks Simulation formula las ecuaciones matemáticas que definen el comportamiento de cada elemento y su conectividad con el resto. Las ecuaciones tienen en cuenta las cargas impuestas (fuerzas, presiones, etc.), las restricciones de movimiento del modelo (Sujeciones) y las propiedades mecánicas del material. La resolución de cada una de las ecuaciones planteadas para cada uno de los elementos permite conocer los desplazamientos de cada uno de ellos, así como las tensiones y las deformaciones unitarias. Las herramientas de Post-procesado pintan, con diferentes colores, los resultados sobre el mismo modelo tridimensional. [2]

2.4 ANÁLISIS ESTÁTICO

Este análisis permite conocer las deformaciones del modelo ensayado bajo la acción de cargas y como estas se transmiten a través del mismo. El análisis calcula los desplazamientos, las deformaciones unitarias, las tensiones y las fuerzas de reacción que se producen sobre el modelo estudiado cuando se somete a la acción de cargas y a restricciones de movimiento (sujeciones). [2]

Las simulaciones permiten evaluar el Factor de Seguridad (FS) y rediseñar el modelo para evitar el fallo en las zonas en las que se tienen elevadas tensiones. Un FS inferior a la unidad indica una falla del material. La falla del material se representa con color rojo al post-procesar. [2]

Cuando el FS es mayor a la unidad el modelo se encuentra sometido a bajas tensiones y tiene la posibilidad de eliminar material y reducir su peso (optimización). El Análisis estático puede aplicarse tanto a piezas como a ensamblajes. [2]

El análisis estático realiza dos suposiciones que se deben tener en cuenta. La primera considera que el ensayo se realiza en condiciones estáticas, y la segunda, define el ensayo como lineal, donde las deformaciones son proporcionales a las cargas aplicadas. [2]

SUPOSICIÓN ESTÁTICA: Las cargas aplicadas sobre el modelo se aplican lentamente hasta llegar al valor máximo establecido. La carga aplicada no tiene en cuenta fuerzas inerciales y de amortiguamiento. Si el modelo está sometido a cargas dinámicas o cambiantes en el tiempo como colisiones, impactos, cargas oscilantes, etc., debe emplearse Análisis Dinámico y Estático. [2]

SUPOSICIÓN LINEAL: La respuesta del modelo es proporcional a la carga aplicada. La respuesta del modelo sometido a una tensión estática es lineal, siendo las deformaciones unitarias y las tensiones, proporcionales a las cargas aplicadas. [2]

2.5 ETAPAS EN LA REALIZACIÓN DE UN ANÁLISIS

La aplicación del análisis estático de una pieza mediante SolidWorks Simulation se realiza mediante la aplicación de un sistema de ecuaciones lineales de equilibrio en cada uno de los elementos finitos establecidos por el mallado del sólido. El cálculo inicial del Análisis Estático determina los desplazamientos de cada uno de los nodos. A continuación, calcula la deformación unitaria y las tensiones para cada uno de los puntos. [2]

Inicialmente se debe mallar el modelo, definir las propiedades mecánicas del material, las restricciones de movimiento y las cargas a las que se desea someter. [2]

MALLADO DEL MODELO. Esta etapa se debe realizar a la pieza o ensamblaje antes de realizar el análisis. Cualquier modificación en la geometría del mismo, así como en el cambio de alguna de las condiciones de contorno definidas exigen una

nueva definición del mallado. Se deben definir las condiciones de contacto cuando se trabaja con ensamblajes. [2]

PROPIEDADES DEL MATERIAL. Se puede seleccionar un material desde la biblioteca de materiales o se puede crear uno definiendo sus propiedades: módulo elástico o de Young, coeficiente de Poisson, densidad, coeficiente de dilatación térmica y modulo cortante. Si el material a ensayar es isotrópico se pueden definir diferentes módulos elásticos, coeficientes de Poisson o módulos cortantes. [2]

ASIGNACIÓN DE LAS SUJECIONES: Se deben seleccionar las caras o las aristas del modelo que van a tener un movimiento restringido. [2]

ASIGNACIÓN DE CARGAS: Se debe indicar el tipo de cargas (fuerza, presión, temperatura, etc.) que se aplicaran en el modelo simulado y se deben identificar las direcciones de las mismas. [2]

El cálculo de la tensión se realiza inicialmente en los llamados puntos gaussianos o de cuadratura que se localizan en el interior de cada uno de los elementos y a continuación extrapola el resultado a cada uno de los nodos. [2]

2.5.1 Materiales

Una de las primeras operaciones que se debe realizar en la creación de un análisis en SolidWorks Simulation es la definición del material de la pieza o modelo ensayado. [2]

La biblioteca de materiales de SolidWorks Simulation está formada por una gran base de datos en las que se incluyen las propiedades de un gran número de materiales. [2]

Los materiales se agrupan en función de su naturaleza en metales puros, aleaciones, cerámicos, plásticos, entre otros. Los principales modelos de materiales se agrupan en:

- Materiales para estudios térmicos y estructurales.
- Materiales para estudios no lineales.
- Materiales para estudio de caída.

La biblioteca incluye tres bases de datos: **SolidWorks DIN (Instituto Alemán de Normalización) Materials**, **SolidWorks Materials** y **Materiales personalizados**. [2]

2.5.2 Sujeciones

Las sujeciones permiten definir la forma en la que el modelo de pieza o ensamblaje se va a comportar en sus desplazamientos después de que alguna carga actúe sobre él. Las sujeciones son necesarias para evitar que los modelos de piezas se desplacen o giren al aplicarles cargas. [2] Las sujeciones utilizadas dentro de la simulación fueron:

- **Geometría fija**

Define todos los grados de libertad de traslación como cero en los sólidos seleccionados. Anula la posibilidad de producirse un desplazamiento en las entidades seleccionadas (vértices, aristas o caras). Este tipo de sujeción no requiere la selección de la dirección a la que se aplica la restricción, a diferencia de otro tipo de sujeciones, ya que restringe todos los grados de libertad: tres grados de libertad de traslación y tres grados de libertad de rotación. [2]

- **Geometría de referencia.**

Este tipo de sujeción permite aplicar restricciones de movimiento usando geometrías de referencia (planos, ejes, aristas o caras). La sujeción restringe el movimiento del plano, cara o arista en las direcciones seleccionadas mientras que permite su movimiento libre en otras. [2]

2.5.3 Cargas externas

Los diferentes tipos de cargas que pueden definirse en un ensayo estático son: fuerza, torsión, presión, gravedad, centrifuga, carga de apoyo y temperatura. Además, pueden incluirse efectos de flujo y térmicos, carga/masa remota y masa distribuida. [2]

- **Fuerza**

Este tipo de carga aplica fuerzas, momentos y/o torsiones en las caras, aristas, puntos de referencia y/o vértices del modelo ensayado. [2]

- **Torsión**

Aplica torsión en las caras, aristas, puntos de referencia y/o vértices del modelo ensayado. [2]

- **Gravedad**

Aplica aceleraciones lineales a los modelos de piezas o ensamblaje simulados mediante los análisis estáticos. La aceleración puede ser definida en cualquier dirección por un sistema de coordenadas, una arista, una cara plana o cualquier plano de referencia. [2]

- **Carga centrífuga**

Aplica una carga centrífuga a una pieza o ensamblaje mediante la definición de la velocidad y la aceleración angular. Las cargas dependen de la velocidad y aceleración angular además de la densidad de masa del modelo. [2]

- **Temperatura**

Permite definir la carga térmica en el modelo de pieza o ensamblaje para incluirlo en las simulaciones estructurales y térmicas. [2]

- **Masa distribuida**

La opción se emplea para definir la masa que uno o varios componentes pueden ejercer sobre las caras seleccionadas de otro sin que tenga que incluirse el modelo sino únicamente el efecto de su masa. [2]

2.5.4 Contactos

Cuando se realizan un estudio en el que participan varias piezas de un mismo ensamblaje deben definirse las condiciones de contacto para indicar la forma en la que se produce la interacción entre los contornos de cada una de ellas. [2]

La opción de contactos establece la relación entre sólidos, vaciados o vigas en una malla mixta. Los contactos pueden definirse en:

Sin penetración: las caras seleccionadas pueden separarse, pero no pueden penetrar una dentro de la otra durante el estudio. En su definición puede especificar el coeficiente de fricción entre las caras en contacto. [2]

Unión rígida: las caras seleccionadas se unen en una única cara. Puede tener un problema cuando las caras seleccionadas no son coincidentes y entre ellas existe una pequeña distancia. [2]

Ajuste por contracción: se crea un ajuste por contracción entre las caras de las piezas seleccionadas. Debe haber una interferencia entre las piezas por lo que es conveniente asegurarse de que realmente las caras interfieren entre ellas. [2]

Permitir penetración: las caras seleccionadas pueden moverse en cualquier dirección y penetrar entre ellas. [2]

Pared virtual: Define un tipo de contacto entre las entidades y una pared virtual que ha sido definida previamente por un plano de destino rígido o flexible. [2]

2.5.5 Mallado

Una de las etapas más importantes en la realización de una simulación numérica por ordenador es la definición del mallado del modelo tridimensional de pieza o de ensamblaje. El mallado es una operación que divide el modelo en porciones más pequeñas denominadas elementos que a su vez se encuentran conectados a otros elementos adyacentes mediante puntos o nodos. [2]

El método de elemento finito resuelve ecuaciones diferenciales sobre cada uno de los nodos del modelo mallado y extiende la solución, de forma aproximada y mediante interpolación, al resto de puntos que no son nodos. El post procesado final permite visualizar el resultado del análisis sobre el mismo modelo 3D y en colores por el suavizado y la interpolación de los resultados numéricos obtenidos. [2]

El tipo de elementos generado en el proceso de mallado pueden ser: sólidos tetraédricos 3D, elementos de vaciado 2D y elementos de viga 1D. Los elementos en 3D se aplican en modelos sólidos de gran tamaño, los de 2D cuando las piezas tienen espesores reducidos y los de 1D cuando se emplean en miembros estructurales. [2]

2.5.6 Tipos de mallado

SolidWorks® Simulation trabaja con tres tipos de malla: malla sólida, malla de vaciado y una combinación de estas dos, la malla mixta. [2]

MALLA SOLIDA

SolidWorks Simulation permite crear dos tipos de malla sólida en función del tipo de elemento sólido tetraédrico creado (lineal o parabólico). [2]

Elemento sólido tetraédrico lineal. Se conoce como malla con calidad de borrador. Los elementos lineales o de primer orden son definidos por cuatro nodos conectados por seis aristas. Cada nodo presenta tres grados de libertad. Las aristas son rectas y las caras planas. Permanecen rectas cuando son sometidas a una deformación. No es recomendable su empleo en geometrías curvas. [2]

Elemento sólido tetraédrico parabólico. Es la denominada malla de alta calidad. Los elementos parabólicos o de orden superior se definen por cuatro nodos angulares, seis nodos en cada uno de los centros de las seis aristas. En total dispone de diez nodos cada uno de ellos con tres grados de libertad. Se emplea en geometrías curvilíneas con resultados mejores pues los elementos se adaptan mejor a la superficie. [2]

Cuando se establece la misma densidad de malla (mismo número de elementos) el modelo mallado con elementos sólidos parabólicos presenta mejores resultados tras el análisis y post procesado final y requiere mayor tiempo y requisitos de cálculo. [2]

MALLA DE VACIADO

SolidWorks Simulation emplea dos tipos de malla de vaciado: elementos de malla de vaciado triangulares lineales y parabólicos. [2]

Elementos de vaciado triangular lineales. O de primer orden. Es el tipo de malla con más calidad de borrador. La malla se define por 3 nodos angulares y tres aristas. Cada nodo tiene seis grados de libertad. El desplazamiento se describe con los tres componentes de traslación y los tres componentes de rotación. No es recomendable su uso en geometrías curvilíneas pues los elementos se adaptan con dificultad. [2]

Elementos de vaciado triangulares parabólicos. Denominado malla de alta calidad. La malla se define con tres nodos angulares, tres centrales y tres aristas parabólicas. [2]

Cada uno de los nodos tiene seis grados de libertad: tres traslacionales y tres rotacionales, en los ejes X, Y y Z. Se adaptan bien a las geometrías curvilíneas. [2]

MÉTODOS ADAPTATIVOS

La operación de mallado permite definir el tipo de malla (fina o gruesa) por el desplazamiento del cursor deslizante de izquierda a derecha. Además, en función del tamaño de los elementos seleccionados se define, de forma automática, una tolerancia que depende del tamaño de los elementos y la geometría del modelo 3D. [2]

En avanzado se puede definir el número de puntos jacobianos, la calidad de borrador, activar la opción de pruebas automáticas para el sólido y regenerar la malla de piezas fallidas con malla incompatible. [2]

En la selección de una malla estándar de 4 puntos jacobianos, SolidWorks Simulation crea la malla que no garantiza una gran precisión pero que puede emplearse en las primeras simulaciones rápidas, donde interese obtener los primeros resultados sin gran precisión. [2]

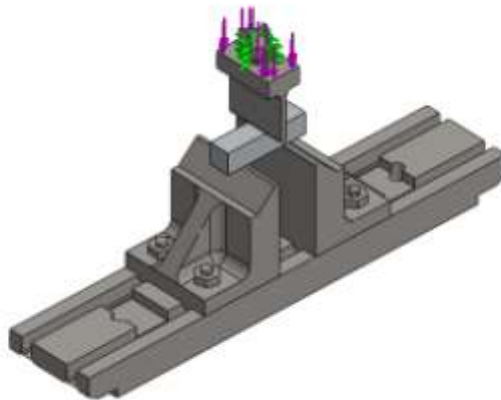
Sin embargo, nos podemos preguntar si la calidad de la malla definida es válida para obtener unos resultados coherentes en el modelo evaluado. También nos podemos preguntar si el tamaño de la malla es el adecuado. En estos casos SolidWorks Simulation cuenta con dos métodos de cálculo que son capaces de realizar diversas iteraciones hasta conseguir una determinada precisión en los resultados finales con un nivel de error predeterminado. Los procedimientos se denominan métodos adaptativos y se dispone de dos métodos distintos: método H y método P. [2]

2.6 ANÁLISIS ESTÁTICO A PLATAFORMA DE FLEXIÓN

Se Realizaron dos estudios estáticos similares al diseño CAD de la plataforma de flexión en el módulo Simulation de SolidWorks. A continuación, se mostrarán las tablas e imágenes los cuales mostrarán los materiales, sujeciones, cargas y mallados asignados, al igual que los resultados obtenidos durante el estudio. [2]

2.7 SIMULACIÓN DE ENSAMBLAJE1_TESIS (ESTUDIO 1)

2.7.1 Información del modelo



Nombre del modelo: Ensamblaje1_Tesis
Configuración actual: Predeterminado

Sólidos

Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Redondeo1 	Sólido	Masa:4.47866 kg Volumen:0.000569804 m ³ Densidad:7860 kg/m ³ Peso:43.8909 N	C:\Users\Eliana\Desktop\tesis\modulo flexion\Pieza.SLDPRT Oct 13 13:45:57 2013
Redondeo1 	Sólido	Masa:4.47866 kg Volumen:0.000569804 m ³ Densidad:7860 kg/m ³ Peso:43.8909 N	C:\Users\Eliana\Desktop\tesis\modulo flexion\Pieza.SLDPRT Oct 13 13:45:57 2013
Cortar-Extruir7 	Sólido	Masa:14.1055 kg Volumen:0.00179459 m ³ Densidad:7860 kg/m ³ Peso:138.234 N	C:\Users\Eliana\Desktop\tesis\modulo flexion\base.SLDPRT Oct 13 13:48:13 2013

Saliente-Extruir1 	Sólido	Masa:0.175 kg Volumen:6.25e-005 m ³ Densidad:2800 kg/m ³ Peso:1.715 N	C:\Users\Eliana\Desktop\ptesis\modulo flexion\probeta.SLDPRT Oct 08 19:23:10 2013
Saliente-Extruir3 	Sólido	Masa:0.0683839 kg Volumen:8.71132e-006 m ³ Densidad:7850 kg/m ³ Peso:0.670162 N	C:\Users\Eliana\Desktop\ptesis\modulo flexion\sujetador.SLDPRT Dec 09 12:21:14 2013
Redondeo2 	Sólido	Masa:0.739738 kg Volumen:9.41143e-005 m ³ Densidad:7860 kg/m ³ Peso:7.24943 N	C:\Users\Eliana\Desktop\ptesis\modulo flexion\superior.SLDPRT Oct 08 15:02:19 2013
Cortar-Barrer1 	Sólido	Masa:0.0584594 kg Volumen:7.43758e-006 m ³ Densidad:7860 kg/m ³ Peso:0.572902 N	C:\Users\Eliana\Desktop\ptesis\modulo flexion\tornillo - copia.SLDPRT Dec 09 14:12:47 2013
Cortar-Barrer1 	Sólido	Masa:0.0584594 kg Volumen:7.43758e-006 m ³ Densidad:7860 kg/m ³ Peso:0.572902 N	C:\Users\Eliana\Desktop\ptesis\modulo flexion\tornillo - copia.SLDPRT Dec 09 14:12:47 2013
Cortar-Barrer1 	Sólido	Masa:0.0584594 kg Volumen:7.43758e-006 m ³ Densidad:7860 kg/m ³ Peso:0.572902 N	C:\Users\Eliana\Desktop\ptesis\modulo flexion\tornillo - copia.SLDPRT Dec 09 14:12:47 2013
Cortar-Barrer1 	Sólido	Masa:0.0584594 kg Volumen:7.43758e-006 m ³ Densidad:7860 kg/m ³ Peso:0.572902 N	C:\Users\Eliana\Desktop\ptesis\modulo flexion\tornillo - copia.SLDPRT Dec 09 14:12:47 2013
Cortar-Barrer1 	Sólido	Masa:0.025908 kg Volumen:3.2385e-006 m ³ Densidad:8000 kg/m ³ Peso:0.253898 N	C:\Users\Eliana\Desktop\ptesis\modulo flexion\tuerca2.SLDPRT Dec 09 14:12:48 2013

Cortar-Barrer1 	Sólido	Masa:0.025908 kg Volumen:3.2385e-006 m ³ Densidad:8000 kg/m ³ Peso:0.253898 N	C:\Users\Eliana\Desktop\tesis\modulo flexion\tuerca2.SLDPRT Dec 09 14:12:48 2013
Cortar-Barrer1 	Sólido	Masa:0.025908 kg Volumen:3.2385e-006 m ³ Densidad:8000 kg/m ³ Peso:0.253898 N	C:\Users\Eliana\Desktop\tesis\modulo flexion\tuerca2.SLDPRT Dec 09 14:12:48 2013
Cortar-Barrer1 	Sólido	Masa:0.025908 kg Volumen:3.2385e-006 m ³ Densidad:8000 kg/m ³ Peso:0.253898 N	C:\Users\Eliana\Desktop\tesis\modulo flexion\tuerca2.SLDPRT Dec 09 14:12:48 2013

2.7.2 Propiedades del estudio

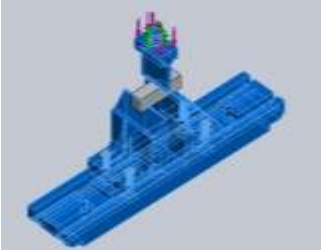
Nombre de estudio	Estudio 1
Tipo de análisis	Estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SolidWorks Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Activar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Simplificada
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Desactivar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar

Carpeta de resultados	Documento de SolidWorks (C:\Users\Eliana\Desktop\tesis\modulo flexion)
-----------------------	---

2.7.3 Unidades

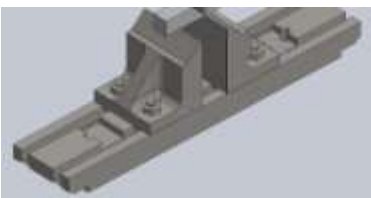
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

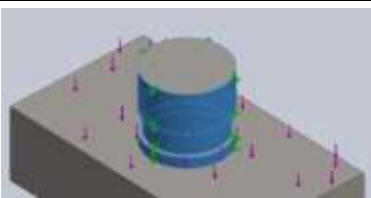
2.7.4 Propiedades de materiales

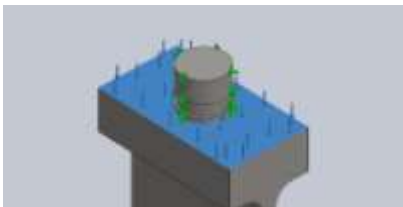
Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	Nombre: 201 Acero inoxidable recocido (SS)	Sólido 1(Redondeo1)
	Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal	(Pieza-1), Sólido 1(Redondeo1)
	Criterio de error predeterminado: Desconocido	(Pieza-2), Sólido 1(Cortar-Extruir7)
	Límite elástico: 2.92e+008 N/m²	(base-1), Sólido 1(Redondeo2)
	Límite de tracción: 6.85e+008 N/m²	(superior-1), Sólido 1(Cortar-Barrer1)
	Módulo elástico: 2.07e+011 N/m²	(tornillo copia-1), Sólido 1(Cortar-Barrer1)
	Coefficiente de Poisson: 0.27	(tornillo copia-2), Sólido 1(Cortar-Barrer1)
	Densidad: 7860 kg/m³	(tornillo copia-3), Sólido 1(Cortar-
	Coefficiente de dilatación térmica: 1.7e-005 /Kelvin	

		Barrer1) (tornillo copia-4)
	Nombre: 2024 Alicino (SN) Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Desconocido Límite elástico: 7.58291e+007 N/m² Límite de tracción: 1.86126e+008 N/m² Módulo elástico: 7.3e+010 N/m² Coefficiente de Poisson: 0.33 Densidad: 2800 kg/m³ Módulo cortante: 2.8e+010 N/m² Coefficiente de dilatación térmica: 2.3e-005 /Kelvin	Sólido 1(Saliente- Extruir1) (probeta-1)
	Nombre: AISI 4340 Acero, recocido Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Tensión máxima de von Mises Límite elástico: 4.7e+008 N/m² Límite de tracción: 7.45e+008 N/m² Módulo elástico: 2.05e+011 N/m² Coefficiente de Poisson: 0.285 Densidad: 7850 kg/m³ Módulo cortante: 8e+010 N/m² Coefficiente de dilatación térmica: 1.23e-005 /Kelvin	Sólido 1(Saliente- Extruir3) (sujetador-1)
	Nombre: AISI 321 Acero inoxidable recocido (SS) Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Tensión máxima de von Mises Límite elástico: 2.34422e+008 N/m² Límite de tracción: 6.2e+008 N/m² Módulo elástico: 1.93e+011 N/m² Coefficiente de Poisson: 0.27 Densidad: 8000 kg/m³ Coefficiente de dilatación térmica: 1.7e-005 /Kelvin	Sólido 1(Cortar- Barrer1) (tuerca2-1), Sólido 1(Cortar- Barrer1) (tuerca2-2), Sólido 1(Cortar- Barrer1) (tuerca2-3), Sólido 1(Cortar- Barrer1) (tuerca2-4)

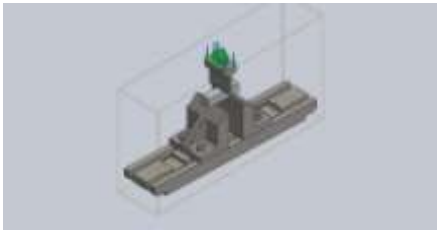
2.7.5 Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción			
Fijo-1		Entidades: 3 cara(s) Tipo: Geometría fija			
Fuerzas resultantes					
Componentes		X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)		7727.39	4.99145e+006	4414.75	4.99146e+006
Momento de reacción(N-m)		0	0	0	0

Geometría de referencia-1		Entidades: 3 cara(s) Tipo: Sobre caras cilíndricas Traslación: 0, 0 rad., -20 Unidades: mm			
Fuerzas resultantes					
Componentes		X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)		-7910.43	-4.99132e+006	-4227.62	4.99133e+006
Momento de reacción(N-m)		0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga	
Fuerza-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 1000 N	

2.7.6 Información de contacto

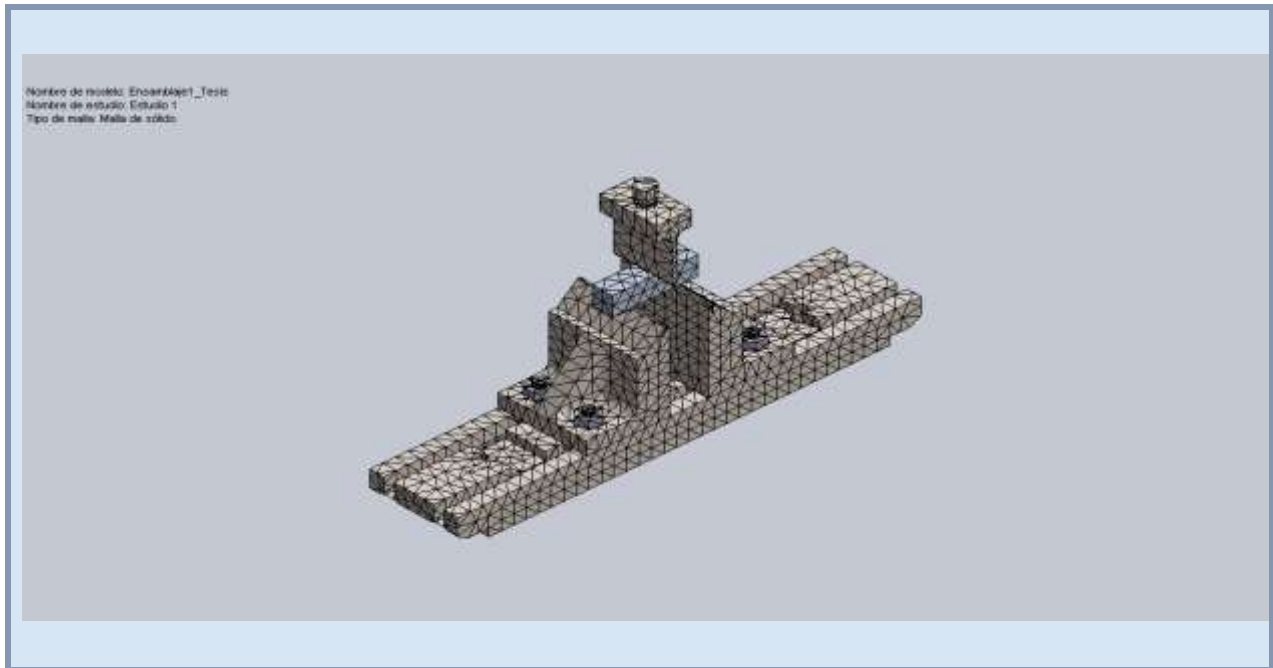
Contacto	Imagen del contacto	Propiedades del contacto
Contacto global		Tipo: GAP nodo-a-nodo Componentes: 1 componente(s)

2.7.7 Información de malla

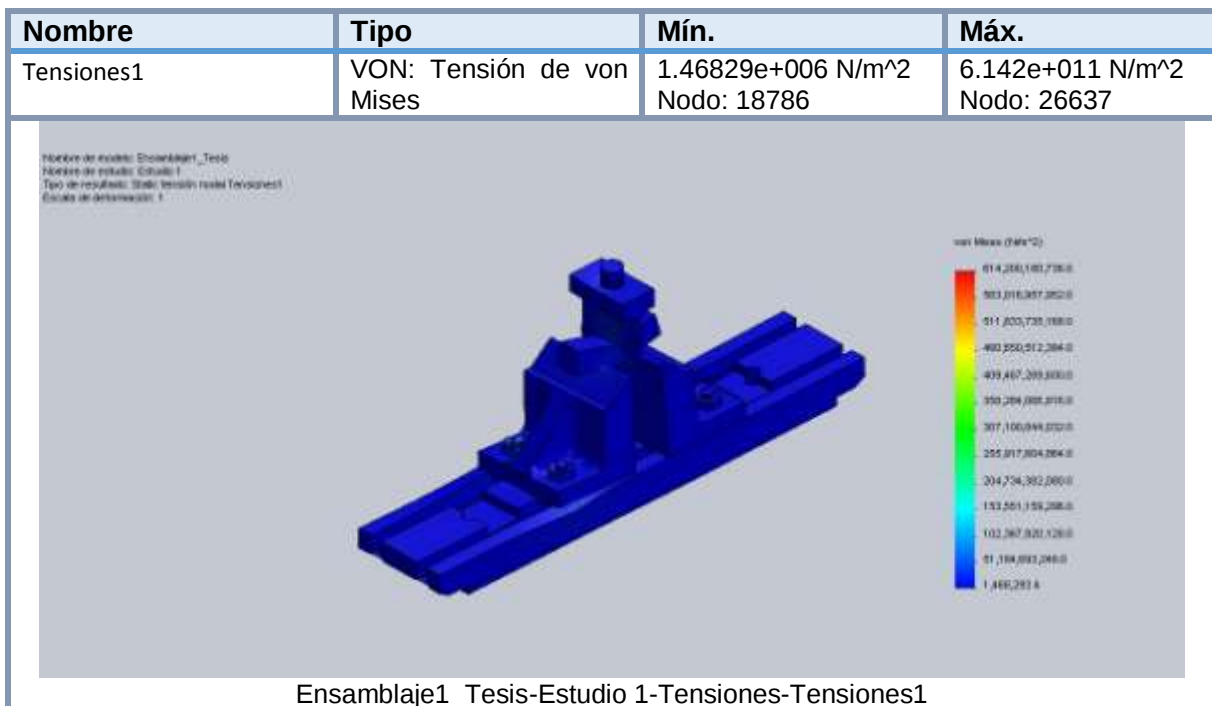
Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla basada en curvatura
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño máximo de elemento	0 mm
Tamaño mínimo del elemento	0 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Regenerar la malla de piezas fallidas con malla incompatible	Desactivar

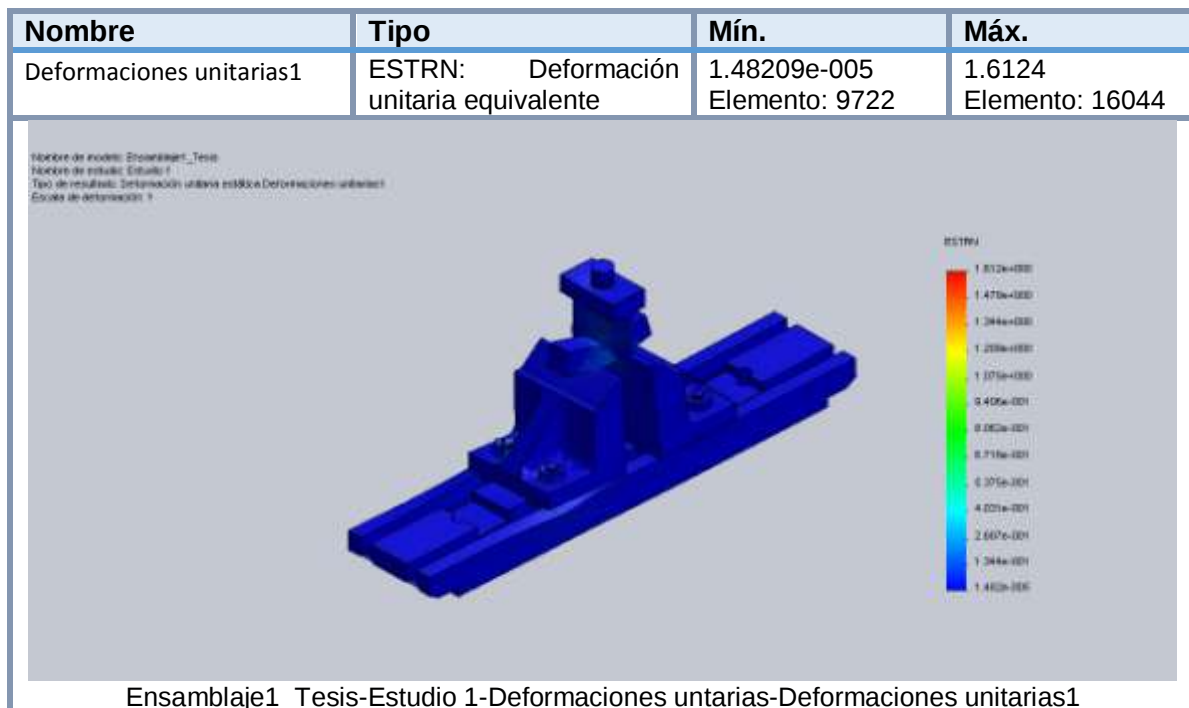
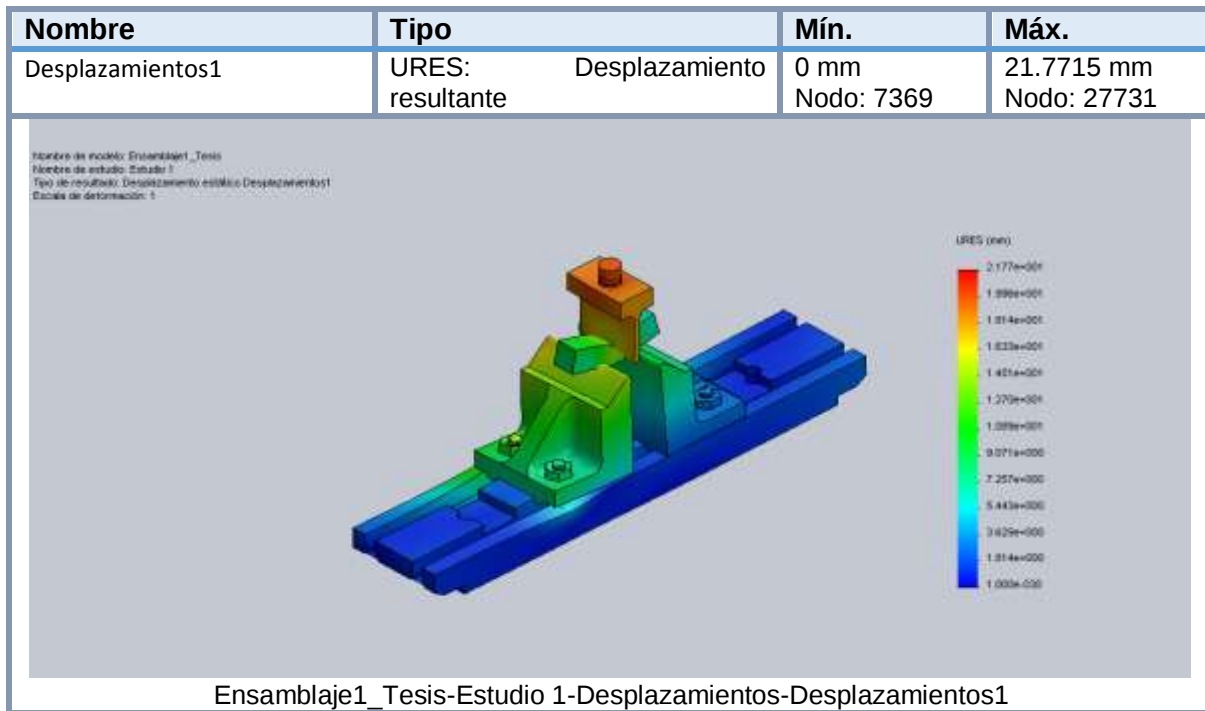
2.7.8 Detalles de malla

Número total de nodos	38606
Número total de elementos	21504
Cociente máximo de aspecto	30.57
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	82.8
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.423
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh; mm; ss):	00:01:08
Nombre de computadora:	ELI-PC



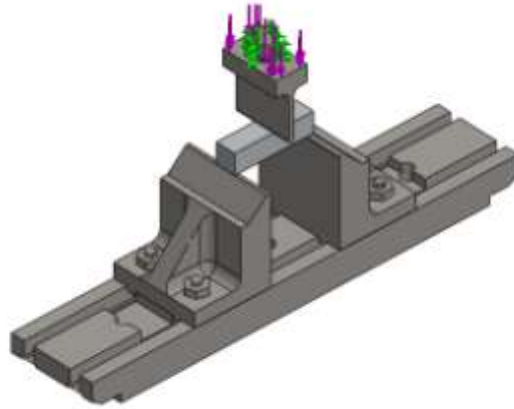
2.7.9 Resultados del estudio





2.8 SIMULACIÓN DE ENSAMBLAJE1_TESIS (ESTUDIO 2)

2.8.1 Información del modelo



Nombre del modelo: Ensamblaje1_Tesis
Configuración actual: Predeterminado

Sólidos

Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Redondeo1 	Sólido	Masa:4.47866 kg Volumen:0.000569804 m ³ Densidad:7860 kg/m ³ Peso:43.8909 N	C:\Users\Eliana\Desktop\tesis\modulo flexion\Pieza.SLDPRT Oct 13 13:45:57 2013
Redondeo1 	Sólido	Masa:4.47866 kg Volumen:0.000569804 m ³ Densidad:7860 kg/m ³ Peso:43.8909 N	C:\Users\Eliana\Desktop\tesis\modulo flexion\Pieza.SLDPRT Oct 13 13:45:57 2013
Cortar-Extruir7 	Sólido	Masa:14.1055 kg Volumen:0.00179459 m ³ Densidad:7860 kg/m ³ Peso:138.234 N	C:\Users\Eliana\Desktop\tesis\modulo flexion\base.SLDPRT Oct 13 13:48:13 2013

Saliente-Extruir1 	Sólido	Masa:0.175 kg Volumen:6.25e-005 m ³ Densidad:2800 kg/m ³ Peso:1.715 N	C:\Users\Eliana\Desktop\te sis\modulo flexion\probeta.SLDPRT Oct 08 19:23:10 2013
Saliente-Extruir3 	Sólido	Masa:0.0683839 kg Volumen:8.71132e-006 m ³ Densidad:7850 kg/m ³ Peso:0.670162 N	C:\Users\Eliana\Desktop\te sis\modulo flexion\sujetador.SLDPRT Dec 09 12:21:14 2013
Redondeo2 	Sólido	Masa:0.739738 kg Volumen:9.41143e-005 m ³ Densidad:7860 kg/m ³ Peso:7.24943 N	C:\Users\Eliana\Desktop\te sis\modulo flexion\superior.SLDPRT Oct 08 15:02:19 2013
Cortar-Barrer1 	Sólido	Masa:0.0584594 kg Volumen:7.43758e-006 m ³ Densidad:7860 kg/m ³ Peso:0.572902 N	C:\Users\Eliana\Desktop\te sis\modulo flexion\tornillo - copia.SLDPRT Dec 09 14:12:47 2013
Cortar-Barrer1 	Sólido	Masa:0.0584594 kg Volumen:7.43758e-006 m ³ Densidad:7860 kg/m ³ Peso:0.572902 N	C:\Users\Eliana\Desktop\te sis\modulo flexion\tornillo - copia.SLDPRT Dec 09 14:12:47 2013
Cortar-Barrer1 	Sólido	Masa:0.0584594 kg Volumen:7.43758e-006 m ³ Densidad:7860 kg/m ³ Peso:0.572902 N	C:\Users\Eliana\Desktop\te sis\modulo flexion\tornillo - copia.SLDPRT Dec 09 14:12:47 2013
Cortar-Barrer1 	Sólido	Masa:0.0584594 kg Volumen:7.43758e-006 m ³ Densidad:7860 kg/m ³ Peso:0.572902 N	C:\Users\Eliana\Desktop\te sis\modulo flexion\tornillo - copia.SLDPRT Dec 09 14:12:47 2013
Cortar-Barrer1 	Sólido	Masa:0.025908 kg Volumen:3.2385e-006 m ³ Densidad:8000 kg/m ³ Peso:0.253898 N	C:\Users\Eliana\Desktop\te sis\modulo flexion\tuerca2.SLDPRT Dec 09 14:12:48 2013

Cortar-Barrer1 	Sólido	Masa:0.025908 kg Volumen:3.2385e-006 m ³ Densidad:8000 kg/m ³ Peso:0.253898 N	C:\Users\Eliana\Desktop\te sis\modulo flexion\tuerca2.SLDPRT Dec 09 14:12:48 2013
Cortar-Barrer1 	Sólido	Masa:0.025908 kg Volumen:3.2385e-006 m ³ Densidad:8000 kg/m ³ Peso:0.253898 N	C:\Users\Eliana\Desktop\te sis\modulo flexion\tuerca2.SLDPRT Dec 09 14:12:48 2013
Cortar-Barrer1 	Sólido	Masa:0.025908 kg Volumen:3.2385e-006 m ³ Densidad:8000 kg/m ³ Peso:0.253898 N	C:\Users\Eliana\Desktop\te sis\modulo flexion\tuerca2.SLDPRT Dec 09 14:12:48 2013

2.8.2 Propiedades del estudio

Nombre de estudio	Estudio 1
Tipo de análisis	Estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SolidWorks Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Activar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Simplificada
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Desactivar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar

Carpeta de resultados	Documento de SolidWorks (C:\Users\Eliana\Desktop\tesis\modulo flexion)
------------------------------	---

2.8.3 Unidades

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

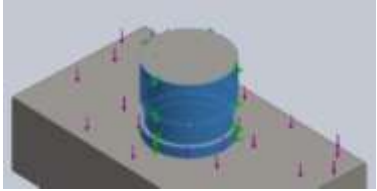
2.8.4 Propiedades de materiales

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	Nombre: 201 Acero inoxidable recocido (SS) Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Desconocido Criterio de error predeterminado: Límite elástico: 2.92e+008 N/m² Límite de tracción: 6.85e+008 N/m² Módulo elástico: 2.07e+011 N/m² Coeficiente de Poisson: 0.27 Densidad: 7860 kg/m³ Coeficiente de dilatación térmica: 1.7e-005 /Kelvin	Sólido 1(Redondeo1) (Pieza-1), Sólido 1(Redondeo1) (Pieza-2), Sólido 1(Cortar-Extruir7) (base-1), Sólido 1(Redondeo2) (superior-1), Sólido 1(Cortar-Barrer1) (tornillo - copia-1), Sólido 1(Cortar-Barrer1) (tornillo - copia-2), Sólido 1(Cortar-Barrer1) (tornillo - copia-3), Sólido 1(Cortar-Barrer1) (tornillo - copia-4)

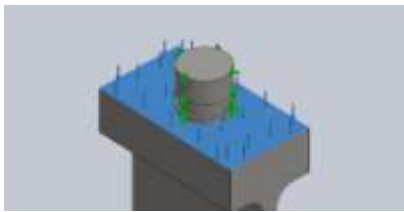
Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	Nombre: 2024 Aleación (SN) Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Desconocido Límite elástico: 7.58291e+007 N/m² Límite de tracción: 1.86126e+008 N/m² Módulo elástico: 7.3e+010 N/m² Coefficiente de Poisson: 0.33 Densidad: 2800 kg/m³ Módulo cortante: 2.8e+010 N/m² Coefficiente de dilatación térmica: 2.3e-005 /Kelvin	Sólido 1(Saliente-Extruir1) (probeta-1)
	Nombre: AISI 4340 Acero, recocido Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Tensión máxima de von Mises Límite elástico: 4.7e+008 N/m² Límite de tracción: 7.45e+008 N/m² Módulo elástico: 2.05e+011 N/m² Coefficiente de Poisson: 0.285 Densidad: 7850 kg/m³ Módulo cortante: 8e+010 N/m² Coefficiente de dilatación térmica: 1.23e-005 /Kelvin	Sólido 1(Saliente-Extruir3) (sujetador-1)

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	Nombre: AISI 321 Acero inoxidable recocido (SS) Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Tensión máxima de von Mises Límite elástico: 2.34422e+008 N/m² Límite de tracción: 6.2e+008 N/m² Módulo elástico: 1.93e+011 N/m² Coeficiente de Poisson: 0.27 Densidad: 8000 kg/m³ Coeficiente de dilatación térmica: 1.7e-005 /Kelvin	Sólido 1(Cortar-Barrer1) (tuerca2-1), Sólido 1(Cortar-Barrer1) (tuerca2-2), Sólido 1(Cortar-Barrer1) (tuerca2-3), Sólido 1(Cortar-Barrer1) (tuerca2-4)

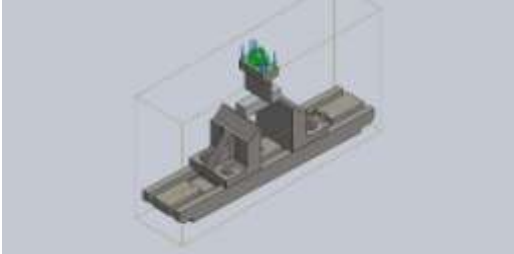
2.8.5 Sujeciones y cargas

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción			
Fijo-1		Entidades: 3 cara(s) Tipo: Geometría fija			
Fuerzas resultantes					
Componentes	X	Y	Z	Resultante	
Fuerza de reacción(N)	-2392.07	2.3343e+006	1363.8	2.3343e+006	
Momento de reacción(N-m)	0	0	0	0	
Geometría de referencia-1		Entidades: 3 cara(s) Tipo: Sobre caras cilíndricas Traslación: 0, 0 rad., -20 Unidades: mm			
Fuerzas resultantes					

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción		Detalles de sujeción		
Componentes	X	Y	Z	Resultante	
Fuerza de reacción(N)	2315.91	-2.33404e+006	-1410.58	2.33404e+006	
Momento de reacción(N-m)	0	0	0	0	

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 1000 N

2.8.6 Información de contacto

Contacto	Imagen del contacto	Propiedades del contacto
Contacto global		Tipo: GAP nodo-a-nodo Componente s: 1 componente(s)

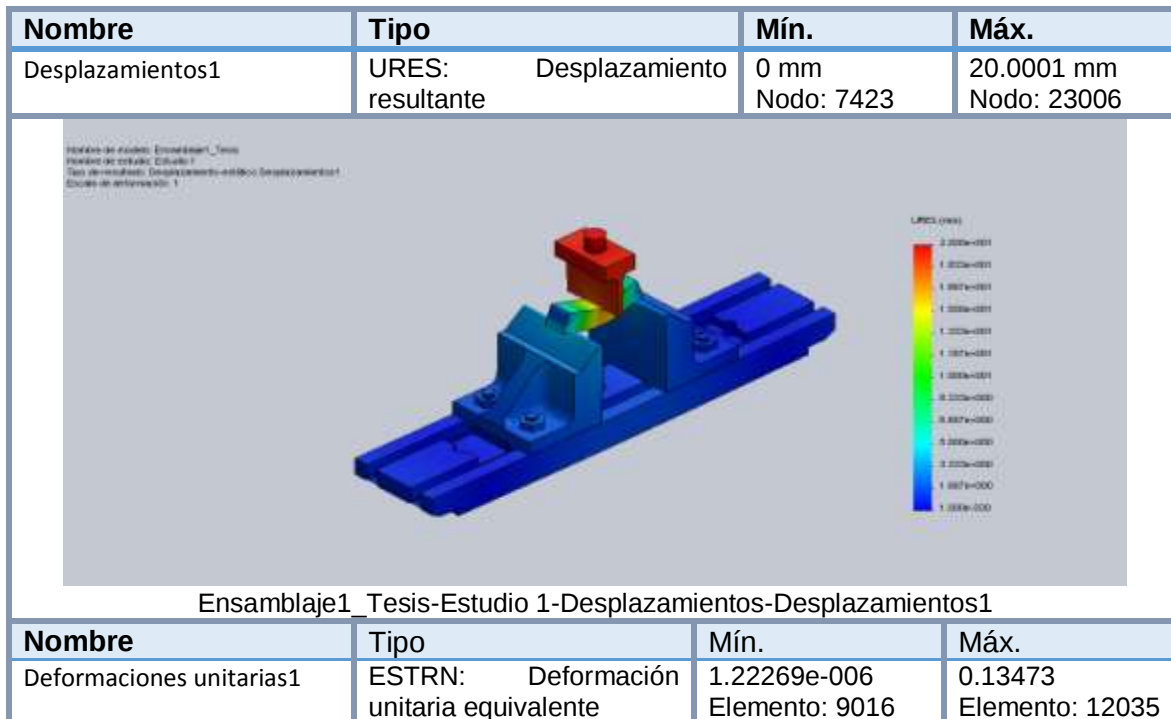
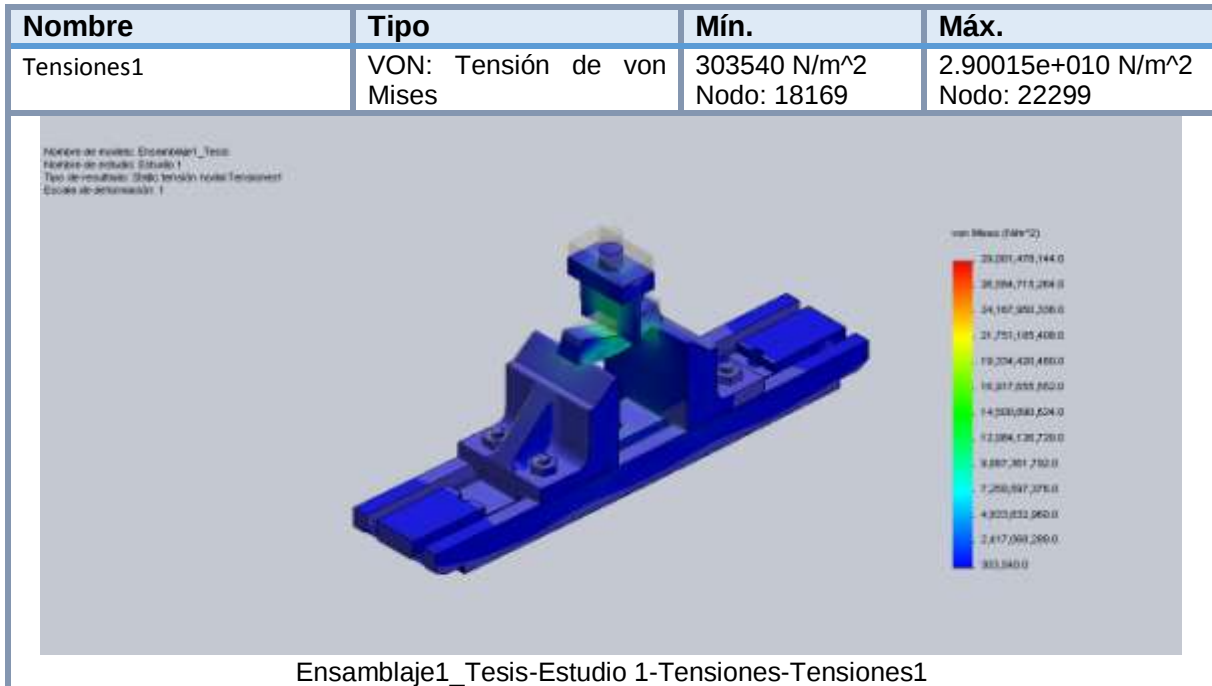
2.8.7 Información de malla

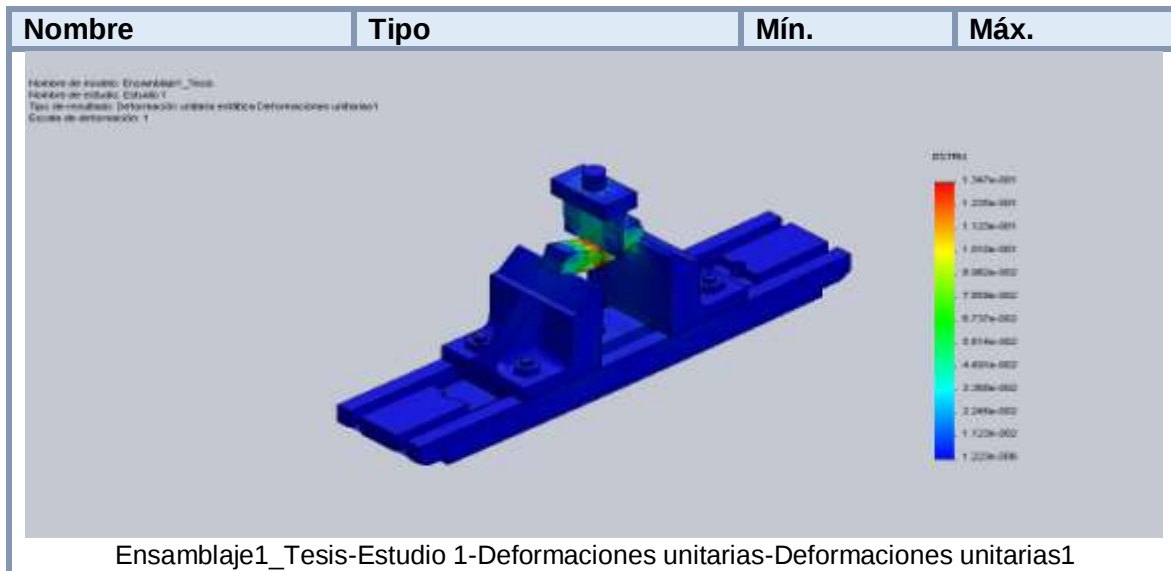
Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	14.6497 mm
Tolerancia	0.732486 mm

Calidad de malla

Elementos cuadráticos de alto orden

2.8.8 Resultados de estudio





2.9 RESULTADO DE SIMULACIONES

Como resultado de nuestra simulación de esfuerzos pudimos observar y conocer la función principal de cada una de las partes que conforman a la plataforma de flexión, además de que también nos ayudó a poder comprender y justificar las partes intercambiables con las que cuenta el dispositivo, las cuales se tratan de las puntas y el punzón.

Después de realizar la simulación de esfuerzos y ya que no se pudo obtener información detallada acerca de los materiales con los cuales está hecha la plataforma de flexión de donde se obtuvo la geometría, se tuvo que tomar una decisión en conjunto con parte del jurado y asesores de la presente tesis para la selección de los materiales con los que contaría, los cuales son:

1. Acero al carbón 1045 para elementos menos sometidos a esfuerzos
2. Acero inoxidable para elementos sometidos a mayores esfuerzos.

CAPÍTULO

3

DISEÑO CAM Y MANUFACTURA

3.1 INTRODUCCIÓN

Dentro de este apartado se explicará el proceso que se llevó a cabo para realizar la programación y simulación de los códigos G de cada una de las piezas que conforman a la plataforma de flexión a partir de su diseño CAD, al igual que la manufactura de la plataforma a través del Centro de Maquinado HAAS® VF.

3.2 INTRODUCCIÓN AL CAD/CAM

CAD/CAM (Manufactura Asistida por Computadora) es el proceso en el cual se utilizan los ordenadores o computadoras para mejorar la fabricación, desarrollo y diseño de los productos. Éstos pueden fabricarse más rápido, con mayor precisión y a menor precio, con la aplicación adecuada de tecnología informática.

Los sistemas CAD pueden utilizarse para generar modelos con muchas, si no todas, las características de un determinado producto. Estas características podrían ser el tamaño, el contorno y la forma de cada componente, almacenada como dibujos bi o tridimensional. Una vez que estos datos dimensionales han sido introducidos y almacenados en el sistema informático, el diseñador puede manipularlos o modificar las ideas del diseño con mayor facilidad para avanzar en el desarrollo del producto. [3]

Cuando los sistemas CAD se conectan a equipos de fabricación también controlados por ordenador conforman un sistema integrado CAD/CAM. El diseño CAM ofrece significativas ventajas con respecto a los métodos más tradicionales de controlar equipos de fabricación con ordenadores en lugar de hacerlo con operadores humanos. [3]

Por lo general, los equipos CAM conllevan la eliminación de los errores del operador y la reducción de los costes de mano de obra. Sin embargo, la precisión constante y el uso óptimo previsto del equipo representan ventajas aún mayores. Por ejemplo, las cuchillas y herramientas de corte se desgastarán más lentamente y se estropearían con menos frecuencia, lo que reduciría todavía más los costes de fabricación. Frente a este ahorro pueden aducirse los mayores costes de bienes de capital o las posibles implicaciones sociales de mantener la productividad con una reducción de la fuerza de trabajo. [3]

Los equipos CAM se basan en una serie de códigos numéricos, almacenados en archivos informáticos, para controlar las tareas de fabricación, a esto se le llama Control Numérico por Computadora. Este Control Numérico por Computadora (CNC) se obtiene describiendo las operaciones de la máquina en términos de los

códigos especiales y de la geometría de formas de los componentes, creando archivos informáticos especializados o programas de piezas. La creación de estos programas de piezas es una tarea que, en gran medida, se realiza hoy día por software informático especial que crea el vínculo entre los sistemas CAD y CAM. [3]

Las características de los sistemas CAD/CAM son aprovechadas por los diseñadores, ingenieros y fabricantes para adaptarlas a las necesidades específicas de sus situaciones. Por ejemplo, un diseñador puede utilizar el sistema para crear rápidamente un primer prototipo y analizar la viabilidad de un producto, mientras que un fabricante quizá emplee el sistema porque es el único modo de poder fabricar con precisión un componente complejo. [3]

La gama de prestaciones que se ofrecen a los usuarios de CAD/CAM está en constante expansión. Los fabricantes de indumentaria pueden diseñar el patrón de una prenda en un sistema CAD, patrón que se sitúa de forma automática sobre la tela para reducir al máximo el derroche de material al ser cortado con una sierra o un láser CNC. [3]

Además de la información de CAD que describe el contorno de un componente de ingeniería, es posible elegir el material más adecuado para su fabricación en la base de datos informática, y emplear una variedad de máquinas CNC combinadas para producirlo. El diseño CAM aprovecha plenamente el potencial de esta tecnología al combinar una amplia gama de actividades asistidas por ordenador, que pueden incluir el control de existencias, el cálculo de costes de materiales y el control total de cada proceso de producción. Esto ofrece una mayor flexibilidad al fabricante, permitiendo a la empresa responder con mayor agilidad a las demandas del mercado y al desarrollo de nuevos productos. [3]

La futura evolución incluirá la integración aún mayor de sistemas de realidad virtual, que permitirá a los diseñadores interactuar con los prototipos virtuales de los productos mediante la computadora, en lugar de tener que construir costosos modelos o simuladores para comprobar su viabilidad. [3]

3.2.1 Beneficios del CAM

Los beneficios de CAM incluyen un plan de manufactura correctamente definido que genera los resultados de producción esperados.

- Los sistemas CAM pueden maximizar la utilización de una amplia gama de equipamiento de producción, incluyendo alta velocidad, ejes, máquinas multifuncionales y de torneado, maquinado de descarga eléctrica (EDM) e inspección de equipo CMM. [4]

- Los sistemas CAM pueden ayudar a la creación, verificación y optimización de programas NC para una productividad óptima de maquinado, así como automatizar la creación de la documentación de producción. [4]
- Los sistemas CAM avanzados, integrados con la administración del ciclo de vida del producto (PLM) proveen planeación de manufactura y personal de producción con datos y administración de procesos para asegurar el uso correcto de datos y recursos estándar. [4]
- Los sistemas CAM y PLM pueden integrarse con sistemas DNC para entrega y administración de archivos a máquinas de CNC en un piso de producción. [4]

3.3 HSMWORKS

HSMWorks® es un software diseñado desde cero para trabajar dentro de la plataforma SolidWorks®, proporcionando una extensión lógica del entorno paramétrico de ensamblaje de SolidWorks en el mundo del CAM. Este software cuenta con amplias capacidades de soluciones de diseño mecánico CAD 2D y 3D, lo que permite mejorar la calidad del diseño y desarrollo de productos en menor tiempo. [11]

HSMWorks® está diseñado para generar las trayectorias más simples posibles, resultando en una reducción de tiempo del maquinado, una mejor calidad de la superficie, menos desgaste de las herramienta y prolongación de la vida útil de la máquina herramienta, además, dispone de diferentes estrategias innovadoras, como la adaptación de compensación, que normalmente reduce el tiempo de desbaste en un factor de 4 o más en comparación con el desbaste convencional y aumenta la vida útil hasta en un factor de 10, dependiendo de la dureza del material. [11]

Este software incluye todas las estrategias de maquinado convencionales incluyendo paralelo, contorno, pocket, concha de peregrino, radial, espiral. El programa toma estas estrategias aún más por la generación de movimientos de enlace suaves que reducen el tiempo de maquinado y la vida de la máquina herramienta aumenta. [11]

Los usuarios pueden seguir trabajando en SolidWorks®, mientras que las trayectorias se calculan en un segundo plano debido a las capacidades avanzadas de administrador de tareas del software. El apoyo del multiprocesador acelera drásticamente la generación de trayectorias de herramientas complejas y es beneficioso no sólo al generar múltiples operaciones o reconstruir piezas complejas después de un cambio de diseño, sino también en la generación de un único recorrido. [11]

3.3.1 Vinculación de HSMWorks® con SolidWorks®

HSMWorks ha sido diseñado desde el principio para trabajar en SolidWorks®.

Definir el maquinado y los parámetros mediante la selección de las entidades directamente del modelo de SolidWorks®, permite que HSMWorks® mantenga una completa relación entre el modelo CAD y las operaciones del maquinado, por lo que cualquier cambio en el modelo se verá reflejado automáticamente en las trayectorias. [11]

Las principales ventajas de HSMWorks® son:

- Asociación inmediata con el modelo CAD.
- No errores de traducción de datos.
- Menos cantidad de archivos para gestionar.
- Las herramientas de CAD Superior.
- Costo de entrenamiento Inferior.
- Superior flexibilidad de maquinados. [11]

3.3.2 Herramientas 2D

Los maquinados 2D puede ir desde los más simples hasta las muy complejas. HSMWorks incluye todas las herramientas necesarias para un control preciso sobre todos los aspectos de un maquinado en 2D, incluyendo taladrado y transiciones entre las trayectorias. [11]

Las principales herramientas 2D con las que cuenta HSMWorks® son:

- Perforación y barrenos.
- Cara.
- Caja o pocket.
- Limpiado adaptable.
- Contorno.
- Muecas.
- Fresado de rosca.
- Seguimientos. [11]

- *Contorno*

HSMWorks realiza contornos 2D y 3D con control de la entrada y salida con o sin compensación de la herramienta. Se pueden elegir múltiples desbastes acabado, al igual que múltiples cortes de profundidad para cualquier contorno. Se pueden maquinar contornos abiertos y cerrados sin crear geometrías adicionales y

eliminar movimientos fuertes para crear esquinas suaves. [11]

- *Cajas o pockets*

La herramienta de pocket máquina áreas cerradas con y sin islas. La entrada se puede seleccionar desde cualquier parte del modelo y con diferentes conjuntos de paso, rampas, o en posición de pre-perforados. La opción especial de alta velocidad crea trayectorias suaves que permiten la participación máxima de la herramienta, avances significativamente más altos y la reducción del tiempo de maquinado. [11]

- *Perforación*

HSMWorks incluye potentes herramientas para la generación de taladrado, escariado y roscado. Todas las operaciones se han optimizado para reducir al mínimo los viajes de la herramienta y un tiempo de ciclo general. Ambos ciclos estándar y personalizados son compatibles para todas las operaciones de punto a punto, incluyendo el clavo de perforación, perforación profunda con rotura de viruta, y los ciclos de taladrado. [11]

- *Asistente de perforación*

El uso del Asistente para taladro de HSMWorks® simplifica las operaciones de perforación complejos mediante el análisis de la geometría de piezas para identificar automáticamente los agujeros de perforación, escariado y roscado. [11]

3.3.3 Herramientas 3D

HSMWorks® se especializa en la generación de trayectorias más cortas y suaves, lo que ayuda a reducir el tiempo de maquinado, una mejor calidad de la superficie, menos desgaste de la herramienta y prolongación de la vida útil de la máquina herramienta. Además de la estrategia tradicional de compensación de herramientas HSMWorks cuenta con la herramienta de compensación adaptativa innovadora que reduce el tiempo de desbaste por 40% o más y aumenta la vida de la herramienta hasta en un factor de 10, en función de la dureza del material. [11]

Las trayectorias de acabado siguen a las caras de la pieza para crear la forma final de esta. HSMWorks ofrece herramientas de maquinado para acabados superiores lisos y tangentes y movimientos de entrada y salida para mantener a la herramienta en un movimiento suave que ayude a reducir el desgaste de la máquina o dejar marcas en las herramientas. [11]

Las principales herramientas 3D con las que cuenta HSMWorks son:

- Caja o Pocket
- Limpiado adaptable

- Contorno
- Paralelo
- Lápiz
- Festón o Pasada Constante
- Espiral
- Radial
- Limpiado horizontal [11]

3.4 LIBRERÍA DE HERRAMIENTAS Y AJUSTES

La selección de herramientas se hizo a partir de las herramientas con las que se contaba en el taller como cortadores y brocas principalmente, los diferentes cortadores se seleccionaron principalmente por la altura total que se requería para determinada pieza; el cortador más largo con el que se conto es con cortador de 25.4mm de diámetro y 76.2mm de largo, si para la pieza a maquinar se requería una profundidad total menor, se utilizaba algún cortador de menores dimensiones.

Después de la selección de la herramienta que se utilizaría en cada pieza se procedió a calcular los valores de la velocidad del husillo y su velocidad de avance de cada una de estas; también fue necesario conocer la profundidad máxima de corte y si dependiendo de la herramienta y el material a trabajar se podía utilizar o no refrigerante. Toda esta información el fabricante la proporciona.

La fórmula para calcular la velocidad del husillo es:

$$N = \frac{V_c \times 12}{\pi \times D}$$

donde:

V_c = velocidad minima

D = dímetro de la herramienta

La fórmula para calcular la velocidad de avance es:

$$F = (f \times z) N$$

Donde:

f = avance minimo

z = numero de gavilanes o insertos

A continuación, se muestran unas tablas con los valores de las variables necesarios para sus cálculos, el resultado de sus velocidades.

Nota: Para el caso de maquinados con herramientas de insertos no se debe utilizar refrigerante con ninguno de los 2 materiales, en el caso de brocas o herramientas de carburo de tungsteno solo será necesario utilizar refrigerante en los maquinados con acero inoxidable.

TIPO DE HERRAMIENTA	DIÁMETRO	INSERTOS O GAVILANES	N	F	MATERIAL A MAQUINAR
CORTADOR DE INSERTOS	25.4mm	3	1500	60	ACERO 1045
	19.05mm	2	1500	60	
	19.05mm	3	1500	60	
CORTADORES DE CARBURO	12.7mm	3	1600	40	
	9.52mm	3	1500	60	
	1.58mm	3	3500	40	
BROCAS	8 mm	3	600	6	
	12.5 mm	3	500	10	
	12.7mm	3	600	10	
	6.74mm	3	800	4	
CORTADOR DE INSERTOS	19.05mm	2	1900	23	ACERO INOXIDABLE
	25.4mm	3	1900	23	
CORTADOR DE CARBURO	9.52mm	3	3000	24	
	6.35mm	3	5000	20	
BROCAS	8mm	3	800	3	
	25.4mm	3	700	4	

Figura 3. 1 Librería de herramientas

3.5 DISEÑO CAM DE BANCADA

A partir del diseño CAD de la pieza se comenzó a realizar el diseño CAM el cual se tuvo que realizar en 2 partes, una será el maquinado de la parte superior y posteriormente se voltearía la pieza para realizar el maquinado de la parte inferior.

3.5.1 Diseño CAM parte superior

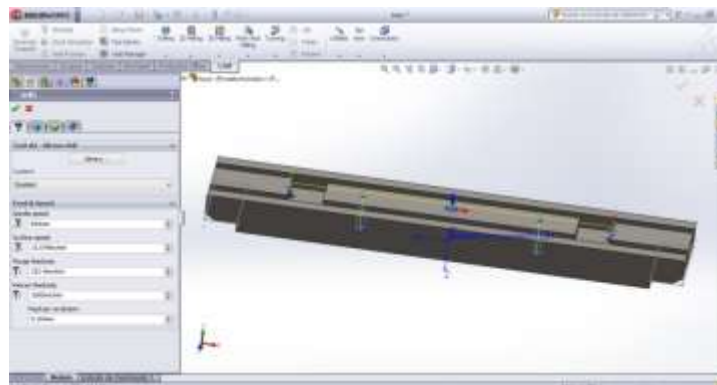


Figura 3. 2 Diseño CAM de bancada (barrenado)

El primer paso del diseño CAM fue definir el Job (stock o pieza en bruto) para trabajar. Dentro de esta parte se debe definir nuestro cero pieza, es decir desde donde comenzaran a trabajar nuestras herramientas, en este caso nuestro cero pieza se colocó en la parte superior y en el centro de nuestro stock. Las primeras herramientas que se utilizaron fueron de tipo *Drill* las cuales realizaron los barrenos centrales y laterales de la pieza (Figura 3.2).

La primera broca que se utilizó fue de 8mm y se maquinaron los 4 barrenos laterales y un *predrill* del barreno central, posteriormente se realizó otro drill en los barrenos laterales con una broca de 12.7mm, pero con una profundidad menor ya que es la parte donde entraran las cabezas de los tronillos de sujeción, en el caso del barreno central se realizó otro *predrill* con la misma broca de 12.7mm por toda la profundidad.

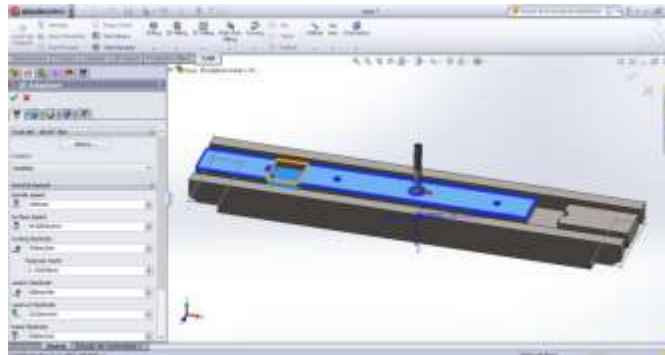


Figura 3. 3 Diseño CAM de bancada (desbaste)

El primer cortador que se utilizó fue el de 12.7mm con una opción 2D contour para poder terminar el barreno central (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** 3.3), los *predrill* que se hicieron anteriormente fueron con el fin de que la herramienta utilizada en el contorno tuviera un menor esfuerzo al momento del desbaste ya que desde la programación se indicó que la herramienta entrara desde el centro del barreno en la parte que ya no había material y desbastara el sobrante a sus alrededores con una profundidad de 0.5mm, solo se programó la mitad de la profundidad ya que el cortador no es lo suficientemente largo para cortar toda la profundidad.

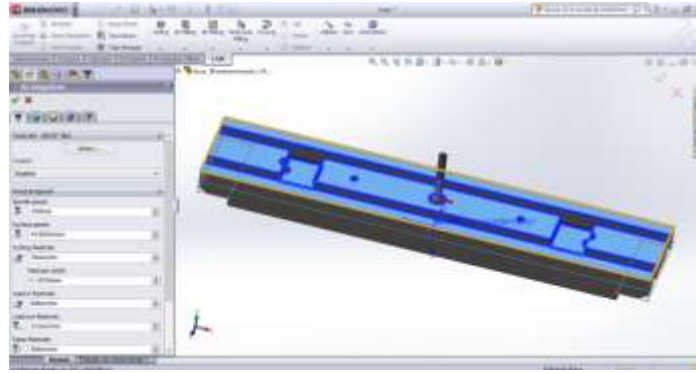


Figura 3. 4 Diseño CAM de bancada (desbaste de guías)

Para las cajas que se encuentran en los laterales de la pieza se utilizaron las opciones de 2D adaptative con un cortador de 9.525mm, los cortes se realizaron con una profundidad de 5.5mm y un avance lateral de 0.5mm en ambas cajas.

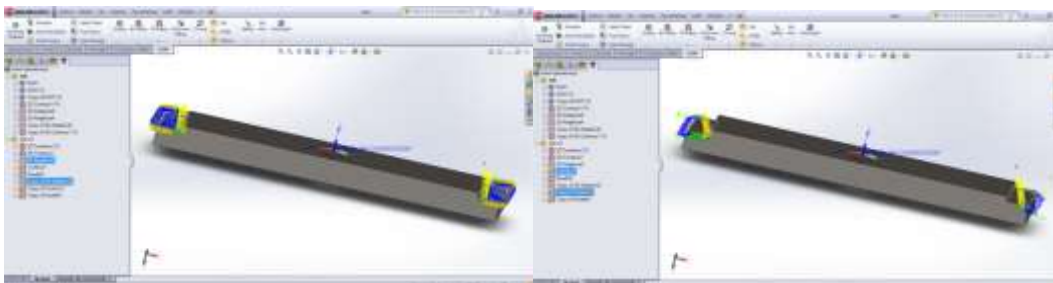
Las guías donde correrán los tornillos de cabeza T se realizaron en 2 pasos:

Primero se hizo un desbaste de tipo 2D adaptative con un cortador de 9.525mm por toda la profundidad y del ancho del cuerpo del tornillo (Figura 3.4), posteriormente se utilizó un cortador especial para ranuras T para terminar la parte donde entran las cabezas de los tornillos.

Por último, se realizó otra instrucción de tipo 2D contour para el acabado de los barrenos donde entran las cabezas de los tornillos pues anteriormente se habían utilizado brocas las cuales dejaron material por las puntas de estas.

3.5.2 Diseño CAM parte inferior

Para esta parte del diseño CAM se programó un segundo Job pues ahora nuestro cero pieza se encontraba en la parte inferior de la pieza y en el centro. Como primer paso se terminó la otra mitad del barreno central con una instrucción de contorno con el mismo cortador de 12.7mm, para posteriormente programar la parte donde entraría el centrador con un cortador de 25.4mm.



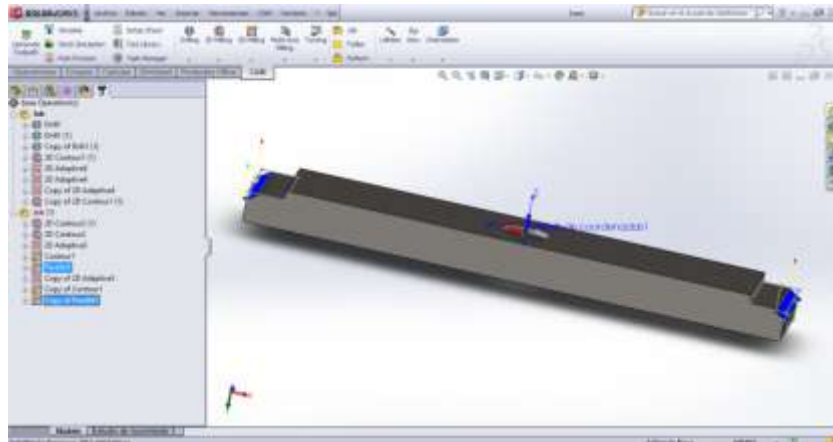


Figura 3. 5 Diseño CAM de bancada (maquinado de parte inferior)

Después hizo falta programar la parte lateral de la pieza los cuales primero se hicieron las cajas cuadradas con un 2D adaptative con un cortador de 25.4mm y después una opción 3D contour para realizar las rampas, sin embargo, estas quedaron escalonadas por lo cual se tuvo que utilizar un cortador de bola de 12.7mm el cual elimino los escalones dejando un acabado liso (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. 3.5).**

Por último también se tuvo que programar la parte donde se eliminaría todo el material sobrante del stock, es decir un desbaste por la parte superior (face) para asegurarse de que la pieza quedara totalmente plana y un contorno para que el stock quedara de las mismas dimensiones que la pieza. Estas instrucciones se realizaron con una “piña” de insertos y un cortador de 25.4mm, esto se tuvo que realizar de ambos.

3.6 DISEÑO CAM DE LATERALES

Al igual que en la bancada la programación de estas piezas se realizó en 2 partes pues también fue necesario maquinar una parte superior y una parte inferior.

3.6.1 Diseño CAM parte inferior

El cero pieza de este diseño se encuentra en la parte inferior y en el centro de la pieza. La primera herramienta que se utilizó en esta programación es la piña de insertos con la cual se emparejaría la pieza en la cara superior. Después se programó un contorno 2D para eliminar todo el material sobrado que se tenía alrededor con un cortador de 19.05mm.

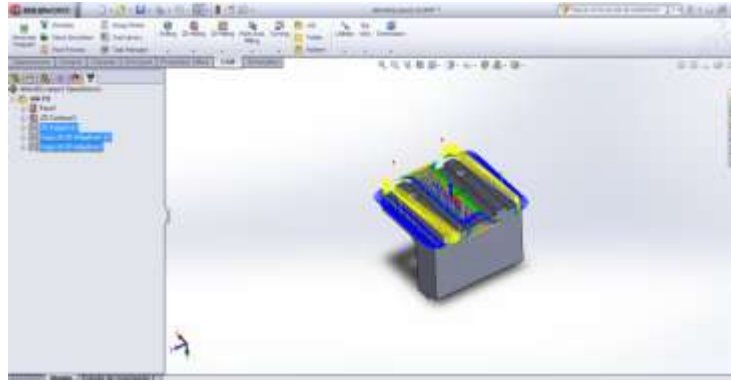


Figura 3. 6 Diseño CAM de laterales (maquinado de guías)

Posteriormente se programaron 3 adaptative 2D con la misma cortadora de 19.05mm, con los cuales se realizarían las guías de la pieza las cuales entrarán en las ranuras de la bancada (Figura 3.6).

3.6.2 Diseño CAM parte superior

El cero pieza de este diseño se encuentra en la parte superior y en el centro de la pieza. La primera herramienta que se utilizó fue un drill para realizar los barrenos donde se colocarían los tornillos que sujetarían a las puntas intercambiables con esta pieza.

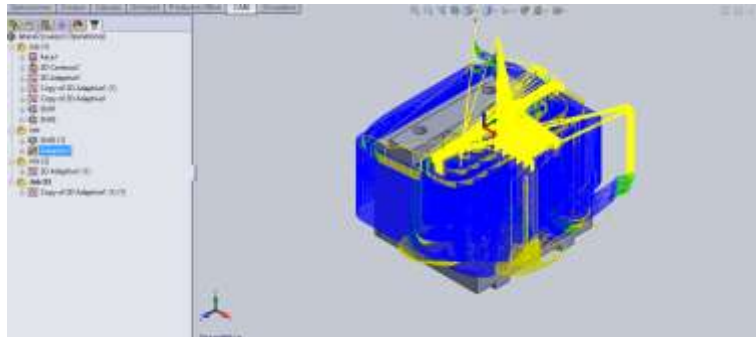


Figura 3. 7 Diseño CAM de laterales (maquinado tipo adaptative)

Por último, se utilizó la herramienta adaptative la cual generó todas las trayectorias necesarias para obtener la geometría faltante de la pieza, desde el escalón donde se colocará la punta intercambiable hasta el tirante central con el que cuenta la pieza (Figura 3.7).

3.7 DISEÑO CAM DE PUNTAS PARA LATERALES

El diseño de las puntas intercambiables también se dividió en 2 partes para su manufactura, primero se realizó la parte inferior donde solo se maquinaria el

escalón o caja que encajaría con los laterales y posteriormente se diseñó la parte superior que corresponde a la punta con radio y los barrenos para los tornillos.

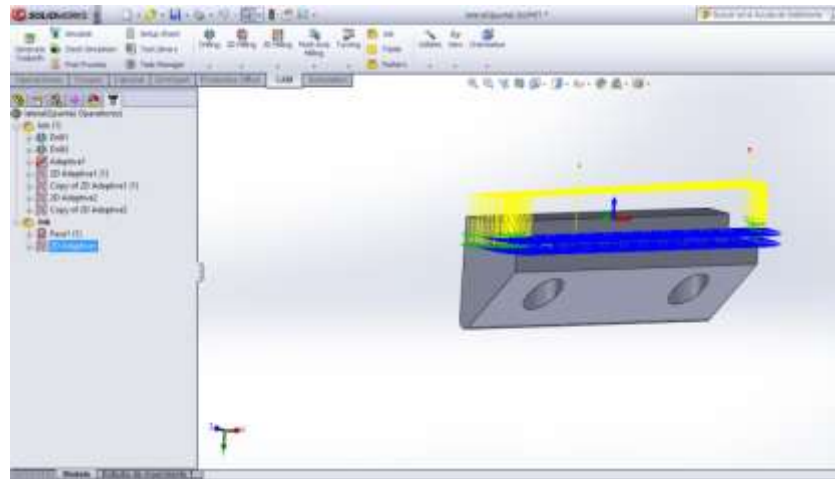


Figura 3. 8 Diseño CAM de puntas (maquinado de escalón)

3.7.1 Diseño CAM parte inferior

El cero pieza de nuestro diseño se encontraba en la parte cara más alta y en la parte central de esta. Para esta parte solo fue necesaria una acción del tipo 2D Adaptive para realizar la caja o escalón de la pieza con un cortador de 19.05mm de 3 insertos y con una profundidad de corte de 4mm y un avance de 0.01in (Figura 3.8).

Antes de realizar el maquinado mencionado fue necesario realizar un careado a la pieza con la piña de insertos para asegurar que la cara superior estuviera plana.

3.7.2 Diseño CAM parte superior

El cero pieza de esta parte también se encuentra en la cara más alta y al centro de esta. Como primer paso para el maquinado de la parte superior de las puntas se realizaron los barrenos para insertar los tornillos que sujetarían a las puntas a los laterales. Primero se utilizó una broca 8mm por todo lo alto de la pieza con retracciones de 1.27mm, para después usar una broca de 12.7mm la cual su punta solo llegaría hasta la cara a donde llegaría la cabeza del tornillo y con una retracción de 2.54mm.

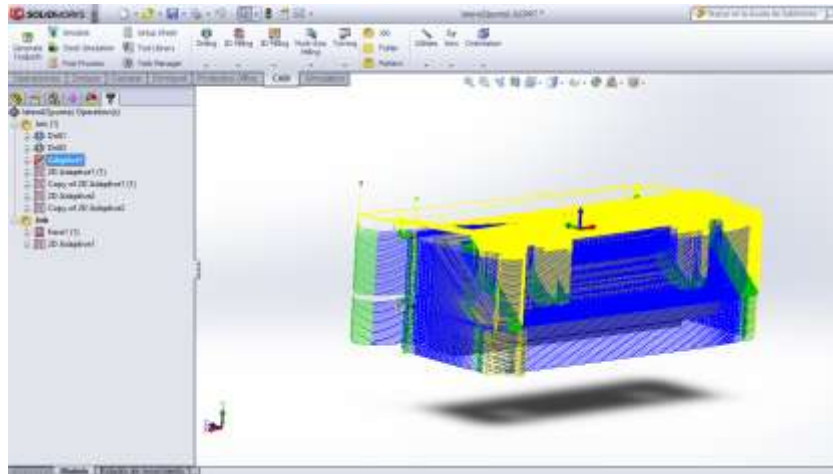


Figura 3. 9 Diseño CAM de puntas (desbaste)

Después con la opción 3D de Adaptive se realizó el desbaste a toda la pieza para dejar la forma básica de la punta con un cortador 19.05mm de 2 insertos y con un avance de 6.35mm y una altura de corte máxima de 0.635mm (Figura 3.9).

Por último, se realizó un 2D adaptive en la parte donde entrarían las cabezas de los tornillos para eliminar el material sobrante que quedo por la punta de la broca de 12.7mm.

3.8 INTRODUCCIÓN AL CONTROL NUMÉRICO POR COMPUTADORA

La máquina herramienta ha jugado un papel fundamental en el desarrollo tecnológico del mundo hasta el punto que no es una exageración decir que la tasa del desarrollo de máquinas herramientas gobierna directamente la tasa del desarrollo industrial, gracias a la utilización de la máquina herramienta se ha podido realizar de forma práctica, maquinaria de todo tipo que, aunque concebida y realizada, no podía ser comercializada por no existir medios adecuados para su construcción industrial. [5]

Así, por ejemplo, si para la mecanización total de un número de piezas fuera necesario realizar las operaciones de fresado, madrinado y perforado, es lógico que se alcanzaría la mayor eficacia si este grupo de máquinas herramientas estuvieran agrupadas, pero se lograría una mayor eficacia aún si todas estas operaciones se realizaran en una misma máquina. Esta necesidad, sumada a numerosos y nuevos requerimientos que día a día aparecieron forzaron la utilización de nuevas técnicas que reemplazaran al operador humano. De esta forma se introdujo el control numérico en los procesos de fabricación, impuesto por varias razones: Necesidad de fabricar productos que no se podían conseguir

en cantidad y calidad suficientes sin recurrir a la automatización del proceso de fabricación. Necesidad de obtener productos hasta entonces imposibles o muy difíciles de fabricar, por ser excesivamente complejos para ser controlados por un operador humano. Necesidad de fabricar productos a precios suficientemente bajos.

Inicialmente, el factor predominante que condicionó todo automatismo fue el aumento de productividad. Posteriormente, debido a las nuevas necesidades de la industria aparecieron otros factores no menos importantes como la precisión, la rapidez y la flexibilidad.

Hacia 1942 surgió lo que se podría llamar el primer control numérico verdadero, debido a una necesidad impuesta por la industria aeronáutica para la realización de hélices de helicópteros de diferentes configuraciones. [5]

3.9 CONTROL NUMÉRICO POR COMPUTADORA

El CNC tuvo su origen a principio de los años cincuenta en el Instituto de 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 las computadoras era mayor que el ocupado por la fresadora. Hoy día las computadoras son cada vez más pequeñas y económicas, con lo que el uso del CNC se ha extendido a todo tipo de maquinaria: tornos, rectificadoras, electroerosionadoras, etc.

CNC significa "Control Numérico Por Computadora". En una máquina CNC, a diferencia de una máquina convencional o manual, una computadora controla la posición y velocidad de los motores que accionan los ejes de la máquina. Gracias a esto, puede hacer movimientos que no se pueden lograr manualmente como círculos, líneas diagonales y figuras complejas tridimensionales.

Las máquinas CNC son capaces de mover la herramienta al mismo tiempo en tres ejes para ejecutar trayectorias tridimensionales como las que se requieren para el maquinado de complejos moldes y troqueles.

En una máquina CNC una computadora controla el movimiento de la mesa, el carro y el husillo. Una vez programada la máquina, ésta ejecuta todas las operaciones por sí sola, sin necesidad de que el operador esté manejándola. Esto permite aprovechar mejor el tiempo del personal para que sea más productivo. [5]

El término “control numérico” se debe a que las órdenes dadas a la máquina son indicadas mediante códigos numéricos. Por ejemplo, para indicarle a la máquina que mueva la herramienta describiendo un cuadrado de 10 mm por lado se le darían los siguientes códigos:

```
G90 G71  
G00 X0.0 Y0.0  
G01 X10.0  
G01 Y10.0  
G01 X0.0  
G01 Y0.0
```

Un conjunto de órdenes que siguen una secuencia lógica constituyen un programa de maquinado. Dándole las órdenes o instrucciones adecuadas a la máquina, ésta es capaz de maquinar una simple ranura, una cavidad irregular, la cara de una persona en altorrelieve o bajorrelieve, un grabado artístico, un molde de inyección de una cuchara o una botella, etc.

Al principio hacer un programa de maquinado era muy difícil y tedioso, pues había que planear e indicarle manualmente a la máquina cada uno de los movimientos que tenía que hacer. Era un proceso que podía durar horas, días o semanas. Aun así, era un ahorro de tiempo comparado con los métodos convencionales.

Actualmente muchas de las máquinas modernas trabajan con lo que se conoce como “lenguaje conversacional” en el que el programador escoge la operación que desea y la máquina le pregunta los datos que se requieren. Cada instrucción de este lenguaje conversacional puede representar decenas de códigos numéricos. Por ejemplo, el maquinado de una cavidad completa se puede hacer con una sola instrucción que especifica el largo, alto, profundidad, posición, radios de las esquinas, etc. Algunos controles incluso cuentan con graficación en pantalla y funciones de ayuda geométrica. Todo esto hace a la programación mucho más rápida y sencilla.

También se emplean sistemas CAD/CAM que generan el programa de maquinado de forma automática. En el sistema CAD (diseño asistido por computadora) la pieza que se desea maquinar se diseña en la computadora con herramientas de dibujo y modelado sólido. Posteriormente el sistema CAM (manufactura asistida por computadora) toma la información del diseño y genera la ruta de corte que tiene que seguir la herramienta para fabricar la pieza deseada; a partir de esta ruta de corte se crea automáticamente el programa de maquinado, el cual puede ser introducido a la máquina mediante un disco o enviado electrónicamente.

Hoy día los equipos CNC con la ayuda de los lenguajes conversacionales y los sistemas CAD/CAM, permiten a las empresas producir con mucha mayor rapidez y calidad sin necesidad de tener personal altamente especializado. [5]

3.9.1 Ventajas del Control Numérico

Las ventajas, dentro de los parámetros de producción explicados anteriormente son:

- Posibilidad de fabricación de piezas imposibles o muy difíciles. Gracias al control numérico se han podido obtener piezas muy complicadas como las superficies tridimensionales necesarias en la fabricación de aviones.
- Seguridad. El control numérico es especialmente recomendable para el trabajo con productos peligrosos.
- Precisión. Esto se debe a la mayor precisión de la máquina herramienta de control numérico respecto de las clásicas.
- Aumento de productividad de las máquinas. Esto se debe a la disminución del tiempo total de mecanización, en virtud de la disminución de los tiempos de desplazamiento en vacío y de la rapidez de los posicionamientos que suministran los sistemas electrónicos de control.
- Reducción de controles y desechos. Esta reducción es debida fundamentalmente a la gran fiabilidad y repetitividad de una máquina herramienta con control numérico. Esta reducción de controles permite prácticamente eliminar toda operación humana posterior, con la subsiguiente reducción de costos y tiempos de fabricación. [5]

3.10 MANUFACTURA DE PLATAFORMA DE FLEXIÓN

Para relazar la manufactura de la plataforma de flexión se siguió el mismo procedimiento para cada una de las piezas a maquinar:

1. Seleccionar el stock para la pieza a maquinar.
2. Verificar la alineación de la prensa manual en cuanto a la fresadora en los ejes X y Y con ayuda de un palpador.



Figura 3. 10 Palpador analógico

3. Colocar el stock sobre la prensa ajustando la alineación y altura del stock con respecto al eje Z con ayuda de placas paralelas.



Figura 3. 11 Placas paralelas

4. Cerrar las mordazas de la prensa hasta que estas sujeten al stock de la pieza a maquinar y apretar para asegurar una correcta sujeción.

NOTA: Para el caso de la sujeción del stock de la bancada fue necesario colocar dos soportes en los extremos del stock ya que por su longitud la prensa no sujetaba una parte de este y al momento de maquinar se podrían producir vibraciones que afectarían tanto a la pieza como a las herramientas de corte.



Figura 3. 12 Stock para bancada colocado en el centro de maquinado

5. Obtener el cero de la pieza a maquinar tal como se colocó en la programación CAM.

Este paso se realizó con ayuda del palpador de la marca RENISHAW® con el que cuenta la fresadora VF2 para el cual la fresadora cuenta con programas precargados que facilitan la obtención del cero pieza.

NOTA: el cero pieza en el eje Z de la pieza a maquinar se cambiará después de realizar algunos cortes en orden de una décima al stock, esto para garantizar la planicidad de la cara superior del stock.



Figura 3. 13 Obtención de cero pieza con palpador Renishaw®.

6. Una vez que se aseguró la planicidad de la cara superior del stock se colocaran las herramientas necesarias para el maquinado según en el orden que se programaron. Conforme se vayan colocando las herramientas necesarias se marcarán sus "Z", es decir la altura o separación que tienen las herramientas con respecto al cero maquina en el eje Z.
7. Cargar el programa obtenido en la programación CAM.
8. Marcar un offset al cero en el eje Z mayor a la profundidad total de corte que se maquinara, este paso se realizó a cada una de las piezas para verificar las trayectorias obtenidas en el programa y así evitar alguna colisión al momento de maquinar la pieza.
9. Quitar el offset al cero en el eje Z.
10. Correr el programa para maquinar la pieza.

A continuación, se muestran algunas imágenes donde se observa el momento en que se maquinaban diferentes pasos de algunas piezas de la plataforma de flexión.



Figura 3. 14A



Figura 3. 14B

En la Figuras 3.14A se puede observar el maquinado del contorno de la bancada y en la Figura 3.14B se puede observar el proceso de maquinado de la bancada en su etapa de barrenado.



Figura 3. 15A



Figura 3. 165B

En la Figura 3.15A se puede observar la etapa de maquinado de ranuras de la bancada para la plataforma de flexión, mientras que en la Figura 3.15B se muestra el resultado final del maquinado superior de la bancada.



Figura 3. 16A



Figura 3. 16B



Figura 3. 16C



Figura 3. 16D

En la Figura 3.16A se encuentra el primer maquinado que se realizó a el cuerpo de los extremos o laterales el cual consta de un contorno por toda la parte superior de un extremo, mientras que en la Figura 3.16B y 3.16C se observa el proceso y el resultado del maquinado, respectivamente, del tipo adaptative el cual realizo todas las trayectorias faltantes para obtener la parte superior.

En la Figura 3.16D se puede observar el proceso de maquinado que se llevó a cabo para obtener la parte inferior de los extremos, la cual consta del contorno y las guías.

*Figura 3. 17A**Figura 3. 17B*

La manufactura de las puntas intercambiables también consta de dos pasos (inferior y superior) para obtener la pieza final, siendo la parte superior un maquinado de tipo adaptativo y un par de oblongos como se muestra en la Figura 3.17A y la parte inferior el desbaste del sobre material y los escalones, como se muestra en la Figura 3.17B.

NOTAS:

En el anexo A se presenta una parte del manual de usuario que se utilizó para el uso del centro de maquinado.

En el anexo B se encuentra una guía de programación con códigos G.

En el anexo D se encuentra parte de los programas obtenidos en los diseños CAM, con los cuales nos podemos dar una idea de las capacidades que ofrece un software CAM como lo es HSMWorks®.

CAPÍTULO

4

RESULTADOS

4.1 INTRODUCCIÓN

Dentro de este capítulo se presentarán los resultados obtenidos al final de la manufactura de las piezas de la plataforma de flexión y el ensamble de estas junto con las demás piezas comerciales como tornillos, centradores, tuercas, etc. Al igual que los resultados obtenidos durante las pruebas de flexión realizadas en la maquina universal Shimadzu® AG-IC 200Kn que se encuentra en la Universidad IBERO con la plataforma de flexión de referencia y las realizadas en la maquina universal Shimadzu® AG-IC 100Kn de la BUAP con la plataforma de flexión que se manufacturo para la presente tesis.

4.2 RESULTADOS DE MANUFACTURA

Como ya se mencionó, se realizaron algunos cambios en la geometría de la plataforma que se manufacturó, como resultado durante las diferentes etapas de su desarrollo.



Figura 4. 1 Bancadas de plataforma de flexión (arriba plataforma de referencia, abajo plataforma manufacturada)



Figura 4. 2 Centraores colocados en las bancadas

La bancada conto con un pequeño cambio en su parte inferior en la parte de los barrenos que servirán para colocar el centrador, ya que el centrador que se adaptaría a la plataforma de flexión seria el mismo con el que la maquina ya cuenta para algunas otras pruebas, el diámetro de dichos barrenos es mayor en comparación con el de la plataforma de referencia (Figura 4.2).



Figura 4. 3 Laterales para plataforma de flexión (izquierda plataforma de referencia, derecha plataforma manufacturada)

Los laterales fueron modificados principalmente en las puntas intercambiables ya que la geometría de estas podría llegarse a complicar al momento de ser maquinadas, originalmente la plataforma de flexión de referencia tiene una forma triangular en el contacto que hay entre las puntas intercambiables y el cuerpo de los laterales, al igual que la sujeción entre estos es a través de unas placas tirantes que se atornillas a los costados (Figura 4.3).

En el caso de la plataforma que se manufacturo tiene una especie de escalones en la parte donde las puntas hacen contacto con el cuerpo de los laterales, y estos se sujetarán a través de unos tornillos Allen que se atornillan desde la parte

superior, por esta misma razón las puntas intercambiales aumentaron su tamaño en comparación a la plataforma de referencia.



Figura 4. 4 Punzones de plataforma de flexión (izquierda plataforma de referencia, derecha plataforma manufacturada)

Como se mencionó en el capítulo 2, no se contó con la información de los materiales con los que está hecha originalmente la plataforma de flexión, por estas razones se eligieron materiales comerciales para la manufactura de esta y como prevención se decidió cambiar la geometría del punzón ya que el punzón de la plataforma de flexión de referencia tiene una longitud mayor comparada con el punzón que se maquinó para la presente tesis y al momento de realizar alguna prueba el punzón podría sufrir deformaciones por la compresión a la que se sometería (Figura 4.4).

A continuación, se muestran algunas imágenes para mostrar en conjunto ambas plataformas de flexión con cada una de sus piezas.

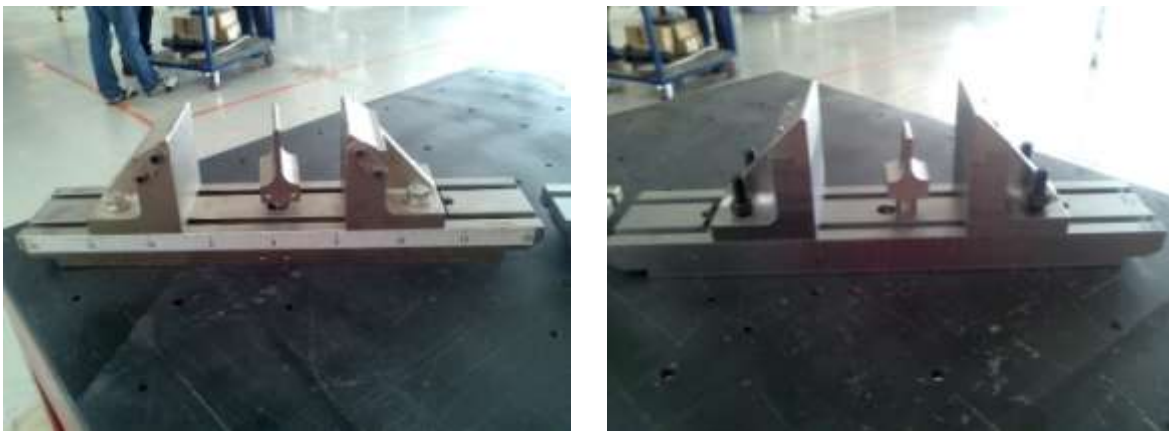


Figura 4. 5 Plataformas de flexión ensambladas (izquierda de referencia, derecha manufacturada)

4.3 REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD

Según la norma ISO 5725, para definir con bastante aproximación la realidad de muchos procedimientos de medida, bastan dos medidas extremas de la precisión, la repetibilidad (r) y la reproducibilidad (R). La repetibilidad se aplica a las medidas realizadas con condiciones lo más estables posible, con diferencias pequeñas de tiempo, por un mismo operario y con el mismo equipo. La reproducibilidad, por el contrario, se aplica a medidas hechas en distintas condiciones (distintos operarios, distintos aparatos, distintos laboratorios o épocas distintas). Para que una expresión de la reproducibilidad sea válida, se deben especificar las condiciones que pueden cambiar de una medida a otra. Las restantes condiciones, que no se alteran, son las condiciones de reproducibilidad. [8]

Este planteamiento equivale a la descomposición en dos componentes de imprecisión, en la que se consideran dos factores: uno de ellos genera la imprecisión mínima, presente en condiciones de repetibilidad, y el otro la imprecisión adicional, obtenida en condiciones de reproducibilidad. Es un planteamiento especialmente adecuado para un ensayo inter-laboratorios, en el que los factores corresponden, respectivamente, a la variabilidad entre medidas repetidas en el mismo laboratorio y a la variabilidad debida al cambio de laboratorio. [8]

La norma ISO 5725 presenta un método para la evaluación de la repetibilidad y la reproducibilidad de un procedimiento de medida, aplicable en un ensayo inter-laboratorios. La variabilidad debida al factor laboratorio se suma a la variabilidad interna de los laboratorios (repetibilidad) para dar la variabilidad total (reproducibilidad) de la medida. Según la norma, la repetibilidad se evalúa dando un valor por debajo del cual se debe obtener, con una probabilidad especificada (habitualmente del 95%) el valor absoluto de la diferencia entre dos resultados individuales. [8]

La repetibilidad puede ser expresada cuantitativamente en términos de la dispersión característica de los resultados. [8]

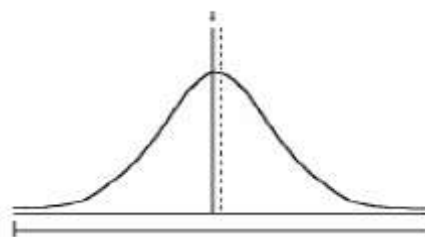


Figura 4. 6 Representación gráfica de la repetibilidad

Teniendo en cuenta que la reproducibilidad es la proximidad de concordancia entre los resultados de mediciones sucesivas del mismo mensurando bajo

condiciones de medición que cambian, ésta se puede expresar en forma cuantitativa, en función de las características de la dispersión de los resultados. [8]

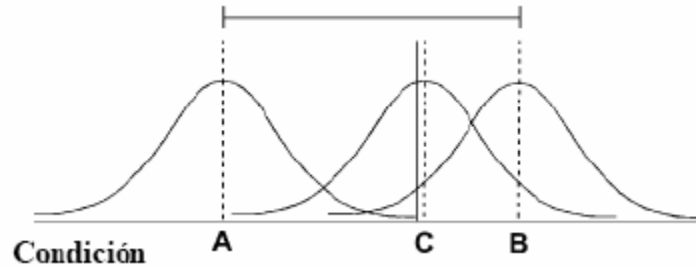


Figura 4. 7 Representación gráfica de la reproducibilidad

Los métodos para determinar la repetibilidad y la reproducibilidad de las mediciones están basados en la evaluación estadística de las dispersiones de los resultados, ya sea en forma de rango o su representación como varianzas o desviaciones estándar. Los métodos que se utilizan son: Rango, Promedio y Rango, y ANOVA (análisis de varianza). [9]

A continuación se muestra el procedimiento para realizar el método del promedio y rango.

4.3.1 Método de rango y promedio.

Este método determina la repetibilidad y la reproducibilidad para un sistema de medición, permitiendo descomponer la variabilidad del sistema en dos componentes independientes: la repetibilidad y la reproducibilidad. Los pasos que se siguen para la realización de este método son: [9]

1. Se determinan los equipos que se desean ensayar, el número de operadores y el número de ensayos que debe efectuar cada uno de ellos.
2. Cada operador realiza los ensayos correspondientes de cada equipo y consigna los resultados correspondientes para su posterior estudio.
3. Los operadores repiten las mediciones, pero esta vez en diferente orden y sin observar las mediciones realizadas anteriormente por sus compañeros.
4. Con los datos obtenidos se procede a calcular el rango de cada parte del equipo por medio de la ecuación (1).

$$R = X_{max} - X_{min} \quad (1)$$

5. Se calcula el rango promedio de cada operador utilizando la ecuación (2).

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (2)$$

Donde:

n : es el número de mediciones realizadas por cada operador.

6. Se calcula el rango promedio de todos los rangos por medio de la ecuación (3).

$$\bar{R} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \bar{R}_i \quad (3)$$

Donde:

m : es el número de operadores y $\bar{R}_i$ es el rango promedio de cada operador.

7. Se calcula el porcentaje de la repetibilidad de las mediciones utilizando la ecuación (4).

$$\%Repetibilidad = \frac{K_1 \times \bar{R}}{T} \times 100\% \quad (4)$$

Donde:

K_1 : es una constante que depende del número de mediciones realizadas por cada operador y proporciona un intervalo de confianza del 99% para estas características.

$\bar{R}$: es el rango promedio de todos los rangos.

T : es la tolerancia de la característica medida.

Nota: Los valores de K_1 se encuentran en la Tabla 1.

8. Se calcula la medición promedio de cada operador utilizando la ecuación (5).

$$\bar{X}_i = \frac{1}{nr} \sum_{i=1}^n X_i \quad (5)$$

Donde:

n : es el número de ensayos por operador.

r : es el número de partes.

X_i : es cada una de las medidas del operador.

9. Se calcula la diferencia entre el promedio mayor y el promedio menor de los operadores por medio de la ecuación (6).

$$\bar{X}_D = X_{i \max} - X_{i \min} \quad (6)$$

10. Se calcula el porcentaje de la reproducibilidad por medio de la ecuación (7).

$$\%Reproducibilidad = \frac{\sqrt{(K_2 \cdot X_D)^2 - \frac{(K_1 \bar{R})^2}{nr}}}{T} 100\% \quad (7)$$

Donde:

K_2 : es una constante que depende del número de operadores y proporciona un intervalo de confianza del 99% para estas características.

X_D : es la diferencia entre el promedio mayor y promedio menor de los operadores.

n : es el número de ensayos por operador.

r : es el número de partes medidas.

T : es la tolerancia de la característica medida, en este caso del equipo ensayado.

Notas: Los valores de K_2 se encuentran en la tabla Figura 4.8 y si el valor dentro de la raíz es un número negativo, el valor de la reproducibilidad se considera como cero.

NUMERO DE ENSAYOS	2	3	4	5
K_1	4.56	3.05	2.5	2.21
NUMERO DE OPERADORES	2	3	4	5
K_2	3.65	2.7	2.3	2.08

Figura 4. 8 Valores de constantes K_1 y K_2

11. Se calcula el porcentaje de la relación entre la repetibilidad y la reproducibilidad mediante la ecuación (8).

$$\%r\&R = \sqrt{(\%Repetibilidad)^2 + (\%Reprducibilidad)^2} \quad (8)$$

12. Se interpretan los resultados obtenidos, por medio de los siguientes criterios:

- Si $\%r\&R < 10\%$ el sistema de medición es aceptable. [9]
- Si $15\% \leq \%r\&R < 30\%$ el sistema de medición puede ser aceptable según su uso, aplicación, costo del instrumento de medición, costo de reparación. [9]
- Si $\%r\&R \geq 30\%$ el sistema de medición es considerado como no aceptable y requiere de mejoras en cuanto al operador, equipo, método, condiciones, etc. [9]

Después de analizar la información que resulta del estudio de repetibilidad y reproducibilidad, es posible evaluar las causas que originan la variación del sistema o del instrumento: [9]

- Si la repetibilidad es mayor a la reproducibilidad las posibles causas son: El instrumento necesita mantenimiento, el equipo requiere ser rediseñado para

ser más rígido, el montaje o ubicación donde se efectúan las mediciones necesita ser mejorado y/o, existe una variabilidad excesiva entre las partes. [9]

- Si la reproducibilidad es mayor que la repetibilidad, las causas pueden ser: El operador necesita mejor entrenamiento en cómo utilizar y como leer el instrumento, la indicación del instrumento no es clara, No se han mantenido condiciones de reproducibilidad (ambientales, montaje, ruidos, etc.) y/o el instrumento de medición presenta deriva. [9]

4.4 PRUEBAS DE FLEXIÓN



Figura 4. 9 Especímenes a probar

Se obtuvieron dos especímenes a partir de una varilla para construcción, cada espécimen a ensayar fue de $\frac{3}{4}$ " de diámetro y 12" de largo (Figura 4.9).

En la primera prueba que se realizó, se sometió una varilla a un esfuerzo con el cual como resultado se aproximara a su límite elástico con el fin de conocer la zona lineal en la cual realizaríamos las siguientes tres pruebas.

Por lo tanto, nuestra primera prueba se realizó durante 5 minutos con un avance total de 5cm, observando que su zona lineal se encontraba dentro de los primeros 2cm.

Los resultados de cada una de las pruebas arrojaron la fuerza que se ejerció durante el desplazamiento programado obteniendo hasta 6000 puntos los cuales posteriormente se graficaron y se analizaron para probar la funcionalidad de la plataforma manufacturada.

Las gráficas resultantes se presentan en el apartado 4.5 de este mismo capítulo.

4.4.1 Procedimiento para pruebas de flexión.

Actualmente el laboratorio de metrología de la BUAP cuenta con un manual para que los estudiantes puedan realizar de forma adecuada pruebas con la plataforma de flexión, por lo que la explicación de las pruebas se presentara de forma resumida.

El procedimiento que se realizó en cada una de las 6 diferentes pruebas es el mismo, solo se cambiaron los parámetros para la programación de la prueba.

1. Colocar el cabezal que  te la prueba de flexión.



Figura 4. 10 Cabezal colocado en maquina universal.

2. Colocar el centrador a la maquina universal y posteriormente colocar la bancada con ayuda del centrador.



Figura 4. 11 Colocación de centrador.

3. Colocar dos tornillos Allen M8X15 en los barrenos laterales de la bancada y atornillarlos hasta asegurar la sujeción entre la bancada y la máquina universal con ayuda de una llave Allen de 6mm.



Figura 4. 12 Sujeción de bancada a máquina universal con tornillos Allen.

4. Colocar 4 tornillos para ranura T en los extremos de las guías de la bancada.
5. Colocar el ensamble de los cuerpos y puntas intercambiables de los laterales en la bancada con ayuda de los tornillos colocados anteriormente y las guías de la bancada.



Figura 4. 13 Laterales colocado en bancada.

6. Colocar tuercas a los tornillos para ranura T sin apretar demasiado, de forma que los laterales aun puedan correr sobre las guías de la bancada.



Figura 4. 14 Sujeción de laterales a bancada con tornillos T.

7. Colocar el punzón dentro del cabezal de la maquina universal, tratando que quede lo más paralelo posible a los laterales de la plataforma.
8. Apretar el perno que se localiza en el cabezal de la maquina universal, pero sin apretar demasiado.



Figura 4. 15 Colocación de punzón en cabezal.

9. Bajar de forma manual el cabezal de la maquina universal hasta que el punzón pueda estar en contacto con los laterales.
10. Unir los laterales hacia el centro y alinear el punzón. Estos pasos nos ayudaran a asegurar que el punzón quede paralelo a los laterales de la plataforma.



Figura 4. 16 Posicionamiento de punzón.

11. Apretar el perno del cabezal con ayuda de una llave Allen hasta asegurar la sujeción del punzón a la maquina universal.
12. Subir de forma manual el cabezal de la maquina universal.
13. Separa los laterales de la plataforma a una distancia aproximada donde se pueda colocar el espécimen a probar.
14. Colocar el espécimen sobre los laterales y ajustarlos de forma que en los extremos del espécimen quede un espacio libre de contacto con los laterales.



Figura 4. 17 Colocación de espécimen a ensayar.

15. Ajustar los laterales de forma que la ranura que tiene a su costado coincidan con el mismo número de la regleta de la bancada.



Figura 4. 18 Ajuste de laterales.

16. Apretar las tuercas colocadas anteriormente a los tornillos para ranura T con ayuda de una llave española hasta asegurar la sujeción de los laterales a la bancada.
17. Bajar nuevamente de forma manual el cabezal de la maquina universal, pero en esta ocasión con el espécimen colocado sobre los laterales. El cabezal se bajará hasta que el punzón haga contacto con el espécimen y este no pueda estar girando.



Figura 4. 19 Posición final de todos los elementos previo al ensayo.

18. Capturar los parámetros necesarios para realizar la prueba en el programa para pruebas de flexión de la maquina universal.

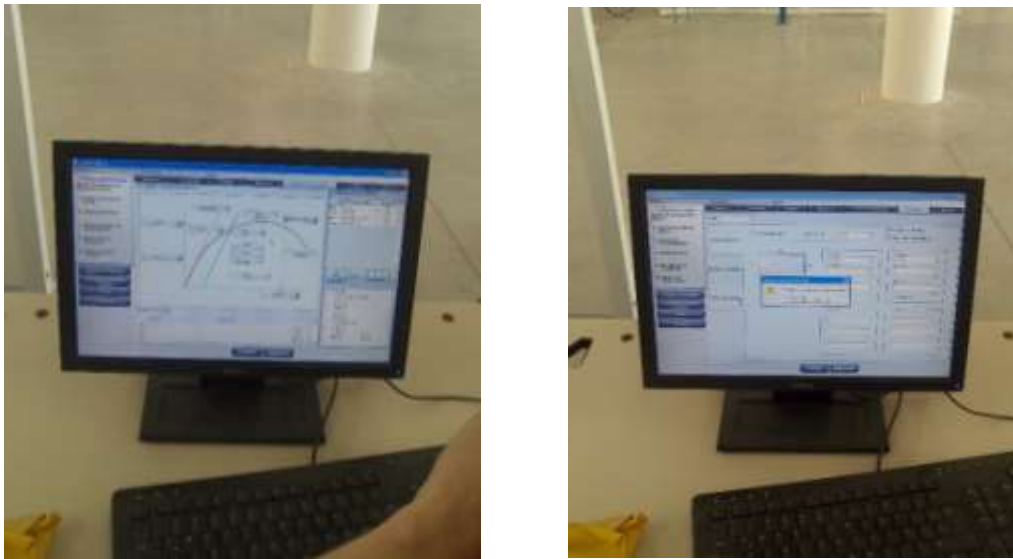


Figura 4. 20 Captura de parámetros.

19. Una vez capturados los parámetros correr el programa para realizar la prueba.
20. Cuando el programa finalizo, la prueba arroja una lista de documentos con los resultados los cuales se deberán guardar para su posterior análisis.

4.5 RESULTADOS DE PRUEBAS DE FLEXIÓN

Las pruebas realizadas arrojan los datos de la fuerza ejercida durante el tiempo de prueba con los cuales se generaron graficas (desplazamiento-esfuerzo) las cuales se compararon para poder observar las diferencias entre las pruebas realizadas con la plataforma de flexión de la Universidad IBERO y la plataforma manufacturada para la BUAP.

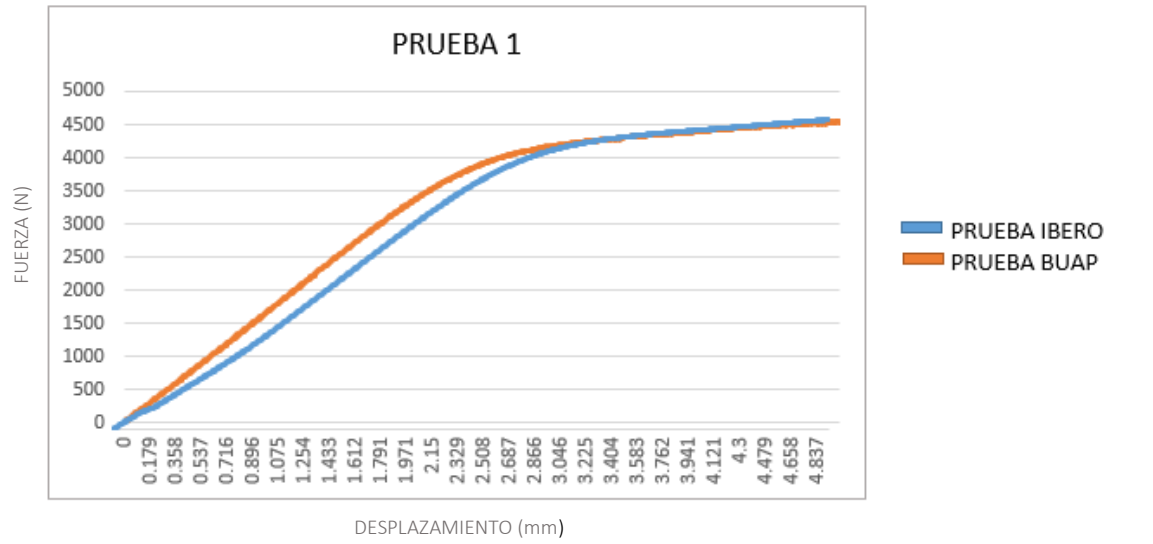


Figura 4. 21 Comparación de graficas (Prueba 1)

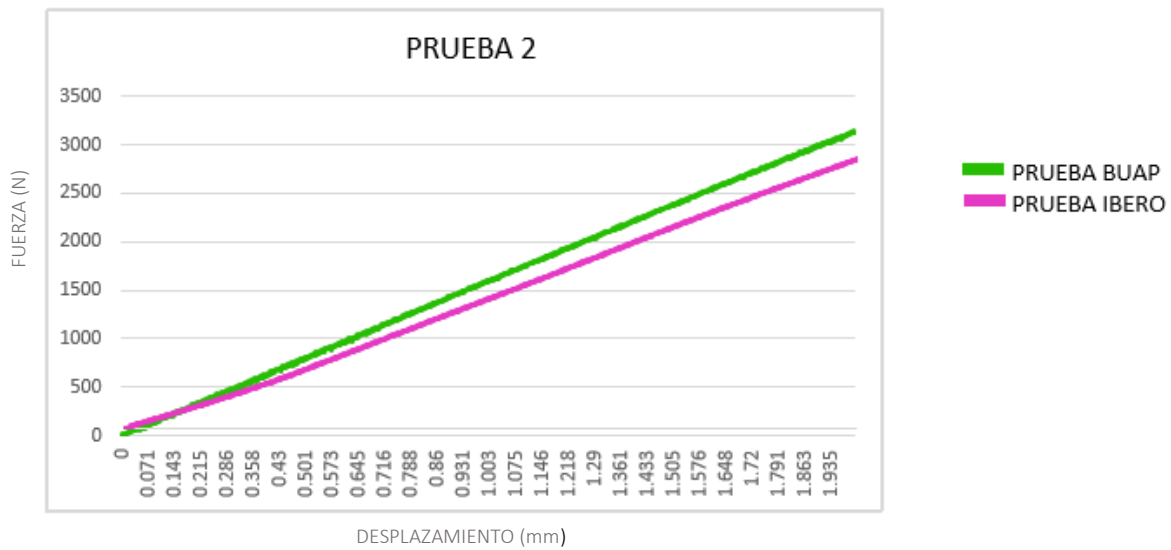


Figura 4. 22 Comparación de graficas (Prueba 2)

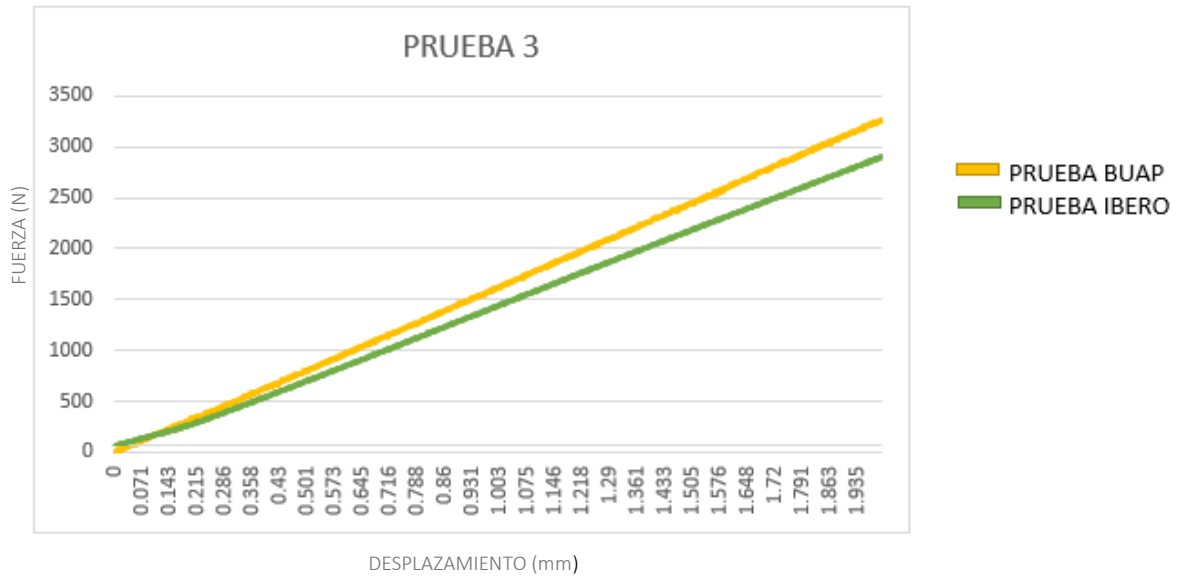


Figura 4. 23 Comparación de graficas (Prueba 3)

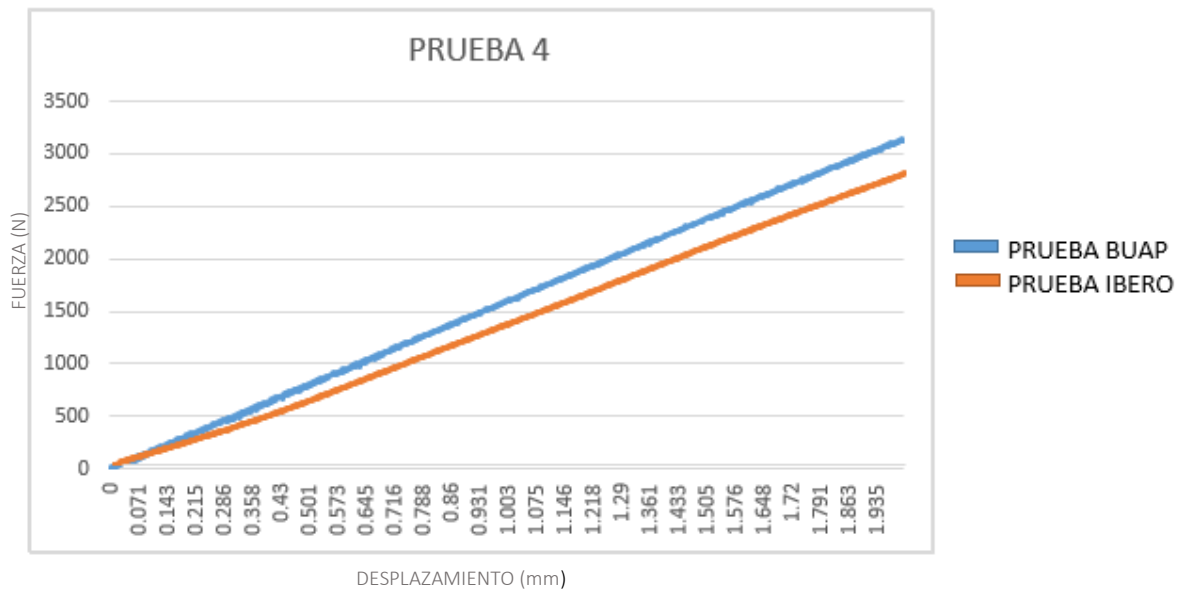


Figura 4. 24 Comparación de graficas (Prueba 4)

Como se puede observar la gráfica en la prueba 1 podemos observar que durante el lapso de 0 a 2 milímetros se presenta un comportamiento lineal, pero conforme la prueba avanza el espécimen comienza a acercarse a su límite elástico entre los 2.5mm y 3mm y la gráfica deja de ser lineal.

En las gráficas resultantes de las pruebas 2, 3 Y 4 la variación de las fuerzas resultantes es de entre 200 y 250 Newtons obteniendo un resultado lineal en todas las pruebas.

Una vez obtenidos los resultados de las pruebas se realizó el estudio de repetibilidad y reproducibilidad de la plataforma de flexión por medio del método de rango y promedio para conocer si la plataforma manufacturada era funcional.

Como anteriormente se mencionó, los resultados de las pruebas nos arrojaban hasta 6 mil puntos los cuales sería muy complicada analizarlos uno en uno, por lo cual se tomaron solamente 4 puntos los cuales pudiéramos analizar para las 4 diferentes pruebas que se realizaron, se tomaron los puntos en los desplazamientos de .5mm, 1mm, 1.5mm y 2mm de cada una de las pruebas ya que estos valores se incluyeron dentro de todas las pruebas que se realizaron.

La siguiente tabla (Figura 4.14) muestra los valores de esfuerzos obtenidos en las pruebas que se realizaron con los puntos a analizar.

OPERADOR	0.5mm		1mm		1.5mm		2mm	
	IBERO	BUAP	IBERO	BUAP	IBERO	BUAP	IBERO	BUAP
A	645.2004	803.125	1372.973	1603.125	1797.636	2378.125	2360.384	3131.25
	642.2599	796.875	1398.325	1612.5	2109.011	2443.75	2816.916	3259.375
B	619.7294	803.125	1362.681	1628.125	2149.065	2456.25	2889.752	3268.75
	615.2391	825	1317.978	1681.25	2137.423	2528.125	2969.225	3325

Figura 4. 25 Fuerzas obtenidas en las pruebas de flexión (N)

Posteriormente se realizó el estudio de repetibilidad y reproducibilidad a partir del método de rango y promedio a los valores obtenidos obteniendo los resultados mostrados en las siguientes tablas.

EQUIPO	0.5mm		1mm		1.5mm		2mm	
	OPERADOR		OPERADOR		OPERADOR		OPERADOR	
	R_A	R_B	R_A	R_B	R_A	R_B	R_A	R_B
1	2.9405	4.4903	25.352	44.703	311.375	65.625	456.532	128.125
2	6.25	21.875	9.375	53.125	11.642	71.875	79.473	56.25

Figura 4. 26 Resultado de rango de equipos (R)

	0.5mm	1mm	1.5mm	2mm
$\bar{R}_A$	4.595	17.364	161.509	268.003
$\bar{R}_B$	13.183	48.914	68.75	92.188

Figura 4. 27 Resultados de rango de operadores ($\bar{R}$)

	0.5mm	1mm	1.5mm	2mm
$\bar{\bar{R}}$	8.889	33.139	115.129	180.095

Figura 4. 28 Resultado de rangos promedio

	0.5mm	1mm	1.5mm	2mm
$\bar{X}_A$	721.865	1496.731	2182.131	2891.981
$\bar{X}_B$	715.773375	1497.509	2317.716	3113.182

Figura 4. 29 Resultados de promedio por operador

	0.5mm	1mm	1.5mm	2mm
$\bar{X}_D$	6.092	0.778	135.585	221.201

Figura 4. 30 Resultados de diferencia de promedios

Como resultado final obtuvimos los siguientes resultados:

	0.5mm	1mm	1.5mm	2mm
%Repetibilidad =	0.405	1.511	5.250	8.212
%Rproducibilidad =	0.091	0	4.195	6.951
%r&R =	0.415	1.511	6.720	10.759

Figura 4. 31 Resultados de %r&R

Si analizamos los resultados obtenidos del estudio de repetibilidad y reproducibilidad podemos concluir que:

La medición es aceptable ya que todos los resultados del porcentaje de relación (%r&R) son menores a 15% lo cual nos indica que nuestro dispositivo o plataforma de flexión es funcional para realizar pruebas en él.

CONCLUSIONES

Se pudo obtener la geometría de la plataforma para pruebas de flexión a partir de una plataforma comercial con apoyo de algunas instituciones que cuentan con esta información y así poder realizar el diseño CAD del producto con base a la información recabada.

La simulación de esfuerzos nos fue de gran ayuda para comprender algunas partes esenciales de la plataforma y así realizar algunas modificaciones para el buen funcionamiento y maquinado del producto a obtener y poder asignar los materiales a usar para la manufactura de esta.

El diseño CAM ayudo en gran parte para saber cómo se comportaría el CNC al momento de maquinar una pieza, es decir las trayectorias o movimientos que se realizarían para obtener dicha pieza y saber si podría haber una colisión o algún movimiento no deseado, sin embargo también es necesario conocer el lenguaje con el que opera el CNC ya que a pesar de que los software CAM nos ayudan a obtener programas que a pie de maquina podrían llegar a ser muy difíciles, el comprender el lenguaje G nos sirve para saber en qué parte del programa se realizara cierta acción.

Durante el proceso de esta tesis se observó que la parte de manufactura fue la parte más crítica para su desarrollo, ya que esta implico el uso e interacción entre la parte CAD (SolidWorks), CAM (HSMWorks), y el maquinado de la plataforma (CNC HAAS VF2). Ya que sin el diseño adecuado de las piezas no se podría obtener el programa necesario para maquinarla en el CNC, o si no se contaba o no se seleccionaba la herramienta correcta para el maquinado, la pieza no correspondería con el diseño.

Se comprobó el comportamiento de la plataforma de flexión realizando una comparación de pruebas a varillas para construcción con la plataforma de donde se obtuvo la geometría, las cuales nos arrojaron datos que después de analizarlos se concluyó que el funcionamiento de la plataforma durante las pruebas de flexión es el correcto. Podemos concluir que se obtuvo una plataforma de pruebas mecánicas de flexión, funcional y compatible con la maquina universal Shimadzu AG-IC 100KN con la que cuenta la Facultad de Ciencias de la Electrónica, la cual ayudara a los estudiantes a tener un mejor entendimiento en el área de la mecánica de materiales, el cual era nuestro objetivo principal.

ANEXO **A**

FRESADORA VERTICAL HAAS

A.1 FRESADORA VERTICAL HAAS

A continuación, se dará una explicación de las funciones y características principales de la fresadora VF2 con control HAAS que se utilizó para la presente tesis:

Características de la fresadora vertical (vista frontal) [7]:

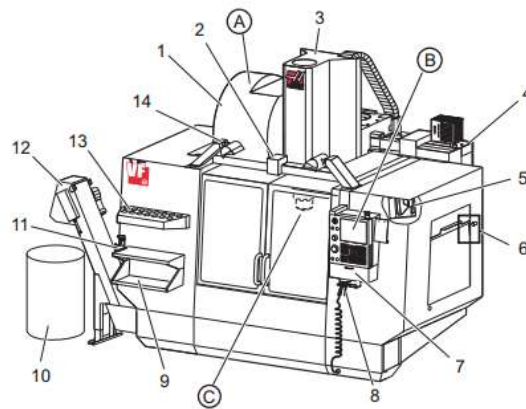


Figura A. 1 Fresadora vertical HAAS (vista frontal)

- | | |
|--|---------------------------------------|
| 1. Cambiador de herramientas de montaje lateral (opcional) | A. Cambiador de herramientas paraguas |
| 2. Puerta automática con servo (opcional) | B. Control colgante |
| 3. Conjunto del husillo | C. Conjunto del cabezal del husillo |
| 4. Caja de control eléctrico | |
| 5. Luz de trabajo (2X) | |
| 6. Controles de ventana | |
| 7. Bandeja de almacenamiento | |
| 8. Pistola de aire comprimido | |
| 9. Mesa de trabajo delantera | |
| 10. Contenedor de virutas | |
| 11. Tornillo de banco para sostener herramienta | |
| 12. Extractor de virutas (opcional) | |
| 13. Bandeja de herramientas (opcional) | |
| 14. Luces de alta intensidad (2X) (opcional) | |

Detalle B:



- | |
|---|
| 1. Portapapeles |
| 2. Luces de trabajo |
| 3. Soporte de la palanca del tomo de banco |
| 4. Bandeja de herramientas |
| 5. Lista de referencia de códigos G y M |
| 6. Manual del operador y datos del conjunto (almacenado en el interior) |
| 7. Remoto Jog Handle (volante de avance remoto) |

Figura A. 2 Control colgante

Detalle C:

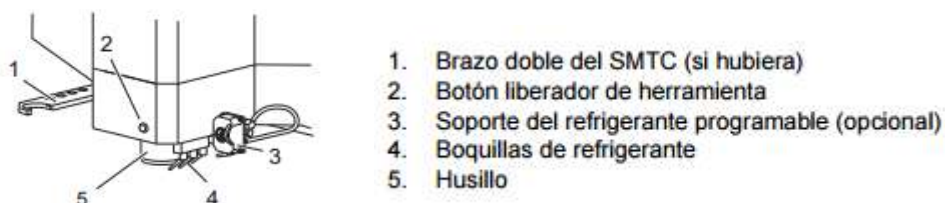


Figura A. 3 Conjunto del cabezal del husillo

Características de la fresadora vertical (vista trasera):

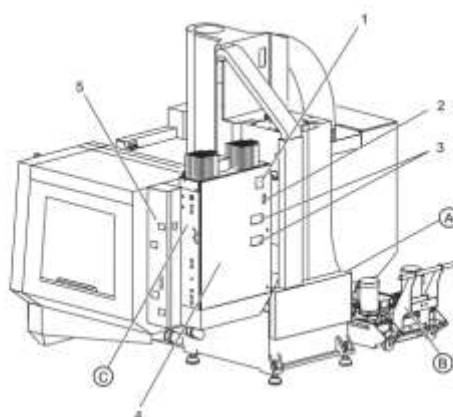


Figura A. 4 Fresadora vertical HAAS (vista trasera)

- | | |
|---|--|
| 1. Placa de datos | A Conectores eléctricos |
| 2. Disyuntor principal | B Conjunto del depósito de refrigerante |
| 3. Ventilador regulador tipo vector (funcionamiento intermitente) | C Panel lateral del armario de control eléctrico |
| 4. Gabinete de control | |
| 5. Conjunto del panel de lubricación inteligente | |

Detalle A- Conectores eléctricos:

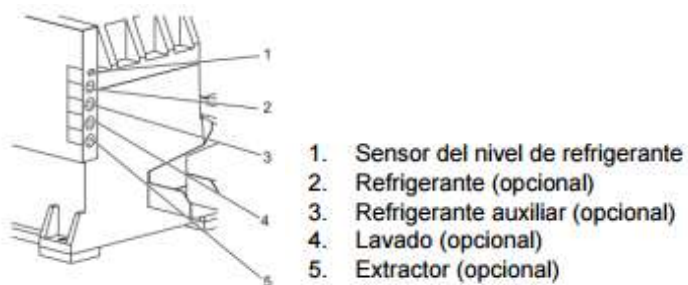


Figura A. 5 Conectores eléctricos

Detalle B- Depósito de refrigerante:

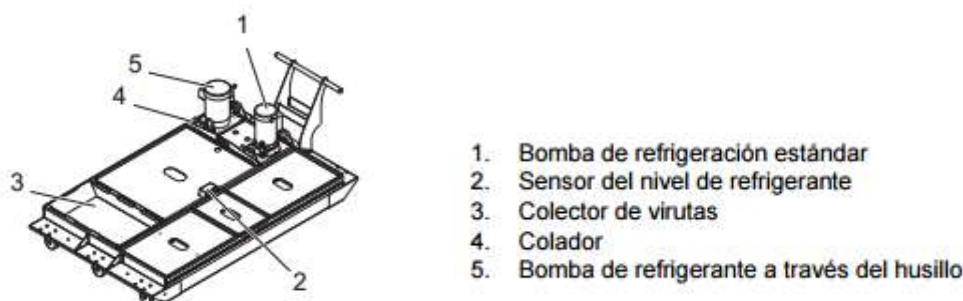


Figura A. 6 Conjunto del depósito del refrigerante

Detalle C- Panel lateral de armario de control.

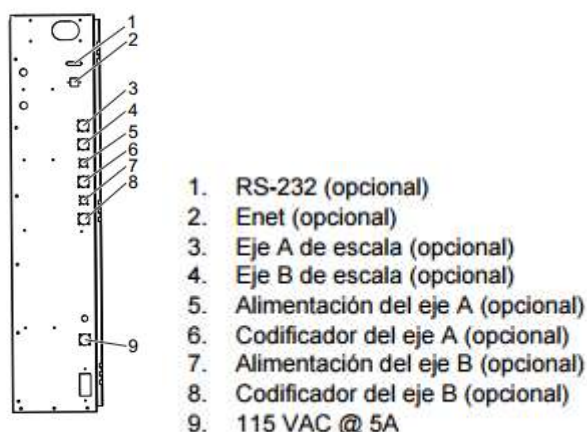


Figura A. 7 Panel lateral del armario de control eléctrico

➤ Modos y pantallas de control

La pantalla de control se organiza en paneles que varían dependiendo del modo de control en curso y de las teclas de visualización que se utilicen. La siguiente ilustración muestra la distribución de la pantalla básica:

La interacción con los datos se realiza sólo dentro del panel activo actual. Sólo está activo un panel en cualquier momento dado, y esto se indica con un fondo blanco. Por ejemplo, para trabajar con la tabla Tool Offsets (correctores de herramientas), se debe activar primero la tabla pulsando la tecla Offset (corrector) hasta que se visualice con un fondo blanco. A continuación, se introducen los cambios en los datos. El cambio del panel activo dentro de un modo de control se realiza típicamente con las teclas de visualización. [7]

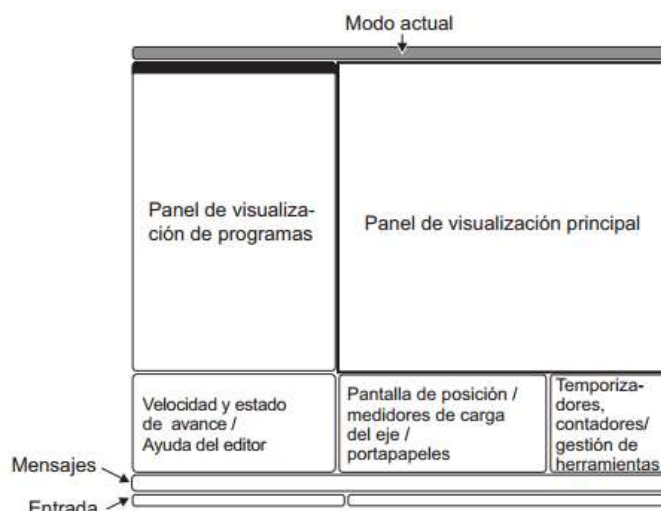


Figura A. 8 Distribución de pantalla de control

Las funciones de control se organizan en tres modos: Setup (configurar), Edit (editar), y Operation (operación). Cada modo proporciona toda la información necesaria para realizar tareas que se encontrarán bajo el modo, organizadas para adecuarse en una pantalla. Por ejemplo, el modo Setup (configurar) muestra las tablas de correctores de herramientas y de trabajo, y la información de posición. El modo Edit (editar) proporciona dos paneles de edición de programas y el acceso a los sistemas VQCP e IPS/WIPS (si estuvieran instalados). [7]

Los modos de acceso utilizan las teclas de modo de la forma siguiente:

Setup (configuración): Teclas ZERO RET (retorno a cero), HAND JOG (avance por volante). Proporciona todas las funciones de control para la configuración de la máquina. [7]

Edit (editar): Teclas EDIT (editar), MDI/DNC, LIST PROG (listar programas). Proporciona todas las funciones de edición de programas, gestión y transferencia. [7]

Operation (operación): Tecla MEM. Proporciona todas las funciones de control necesarias para fabricar una pieza. [7]

El modo actual se muestra en la barra de título en la parte superior de la pantalla.

Tomar en cuenta que todavía se puede acceder a funciones de otros modos desde dentro del modo activo utilizando teclas de visualización. Por ejemplo, en modo Operation (operación), si se presiona OFFSET (corrector) se visualizarán las tablas de correctores como el panel activo; se puede activar o desactivar la visualización de correctores con la tecla OFFSET (corrector). Si se pulsa PROGRM CONVRs (conversiones de programas) en la mayoría de los modos pasará al panel editar para el programa activo actual. [7]

➤ Menús tabulados de navegación

Los menús tabulados se utilizan en varias funciones de control como por ejemplo Parameters (parámetros), Settings (ajustes), Help (ayuda), List Prog (listar programa), e IPS. Para navegar por estos menús, se utilizan las teclas de flechas para seleccionar una ficha, y a continuación se pulsa Enter (introducir) para abrirla. Si la ficha seleccionada tuviera fichas secundarias, se usan las teclas de flecha y Enter (introducir) para seleccionar la apropiada. Para subir un nivel de ficha, y Cancel (cancelar). [7]

A.2 INTRODUCCIÓN LA TECLADO COLGANTE

El teclado se divide en ocho secciones: Teclas de Función, Teclas de Desplazamiento, Teclas de Anulación, Teclas de Pantalla, Teclas del Cursor, Teclas Alfabéticas, Teclas de Modo y Teclas Numéricas. Además, hay otras teclas y funcionalidades variadas situadas en el colgante y el teclado, que se describen brevemente. [7]



Figura A. 9 Teclado colgante

Power On (Encender) - Enciende la máquina.

Power Off (Apagar) - Apaga la máquina.

Emergency Stop (parada de emergencia) - Detiene el movimiento de todos los ejes, el husillo, la torreta, y apaga la bomba del refrigerante. [7]

Jog Handle (volante de avance) - Se usa para desplazar todos los ejes. También se puede utilizar para desplazarse por el código del programa o por los elementos del menú al editar. [7]

Cycle Start (inicio de ciclo) - Inicia un programa. Este botón se utiliza también para iniciar un programa de simulación en modo Graphics (gráficos). [7]

Feed Hold (detener avance) - Detendrá el movimiento de todos los ejes. Nota: El husillo continuará girando durante el corte. [7]

Reset (Restablecer) - Detendrá la máquina (se detendrán los ejes, husillo, cambiador de herramientas y bomba del refrigerante). Este no es un método recomendable para detener la máquina porque podría ser difícil continuar desde ese punto. [7]

Power Up (Encender) / Restart (Reiniciar) - En la mayoría de las máquinas, cuando se presiona esta tecla, los ejes vuelven a la posición cero de la máquina y puede producirse un cambio de herramienta. [7]

Restore (Restaurar) - Este botón ayuda al operador a recuperar al cambiador de herramientas de una parada anormal. [7]

Memory Lock Key Switch (interruptor de bloqueo de memoria) - Este interruptor evita que el operador edite programas y altere ajustes cuando pasa a la posición desbloqueada, y los ajustes listados a continuación se activan. A continuación, se describe la jerarquía de los bloqueos:

- El interruptor de llave bloquea los ajustes y todos los programas.
- El Ajuste 7 bloquea los parámetros.
- El Ajuste 8 bloquea todos los programas.
- El Ajuste 23 bloquea los programas 9xxx.
- El Ajuste 119 bloquea las correcciones.
- El Ajuste 120 bloquea las variables macro. [7]

Second Home Button (botón de segundo inicio) - Este botón moverá rápido todos los ejes a las coordenadas especificadas en el corrector cero de pieza G154 P20. La secuencia es la siguiente: Primero, el eje Z regresa al cero de la máquina, luego se mueven los ejes X e Y, luego el eje Z se mueve a la posición de su segundo inicio. Esta función trabajará en cualquier modo, excepto en DNC. [7]

Work Light Switch (interruptor de la luz de trabajo) - Este botón encenderá la luz de trabajo dentro de la máquina. [7]

Avisador acústico del teclado – Situado en la parte superior de la bandeja de las piezas. Ajuste el volumen girando la cubierta. [7]

➤ Teclas de función

Teclas F1- F4 - Estos botones presentan diferentes funciones dependiendo del modo de operación.

Tool Offset Meas (medida de la corrección de herramientas) - Se utiliza para registrar los correctores de la longitud de la herramienta durante la configuración de la pieza.

Next Tool (herramienta siguiente) - Se usa para seleccionar la siguiente herramienta del cargador de herramientas. Se utiliza después de pulsar Tool Offset Measure (medida de entrada de los correctores de herramientas) en Setup (configuración).

Tool Release (liberación de herramientas) - Libera la herramienta del husillo en modo MDI, modo retorno a cero o modo volante de avance.

Part Zero Set (ajuste de cero de pieza) - Se utiliza para registrar los correctores de las coordenadas de trabajo durante la configuración de la pieza. [7]

➤ Teclas de desplazamiento

Chip FWD (Avance del extractor de virutas sin-fin) - Inicia el extractor de virutas sin-fin en la dirección "Forward" (avance), moviendo las virutas fuera de la máquina.

Chip Stop (Detener extractor de virutas sin-fin) - Detiene el extractor de virutas sin-fin.

Chip REV (retroceso del extractor de virutas sin-fin) - Inicia el extractor de virutas opcional en la dirección "Reverse" (retroceso); esto es útil para limpiar atascos y restos del extractor.

X/-X, Y/-Y, Z/-Z, A/-A y B/-B (teclas de ejes) - Permite desplazar manualmente el eje manteniendo pulsado el botón individual o pulsando el eje deseado y utilizando el volante de avance.

Jog Lock (bloqueo de avance) - Trabaja con los botones de los ejes. Pulse el bloqueo de avance y luego un botón de eje y el eje no se moverá al máximo recorrido o hasta que vuelva a ser presionado de nuevo.

CLNT Up (refrigerante arriba) - Mueve la boquilla de refrigerante programable opcional (P-Cool) hacia arriba.

CLNT Down (refrigerante abajo) - Mueve la boquilla de refrigerante programable opcional hacia abajo.

AUX CLNT (refrigerante auxiliar) - Al pulsar esta tecla mientras se está en modo MDI sólo se encenderá el sistema opcional de refrigerante a través del husillo (TSC); al pulsarla una segunda vez se apagará el TSC. [7]

➤ Teclas de anulación

Estas teclas permiten al usuario anular la velocidad del movimiento del eje en tiempo muerto (rápido), los avances programados y las velocidades del husillo. [7]

-10 - Reduce la velocidad de avance actual un 10%.

100% - Establece la velocidad de avance a la velocidad programada por el usuario.

+10 - Incrementa la velocidad de avance actual un 10%.

-10 - Reduce la velocidad actual del husillo un 10%.

100% - Establece la velocidad del husillo anulada a la velocidad programada.

+10 - Incrementa la velocidad actual del husillo un 10%.

Hand Cntrl Feed (Velocidad de avance del control por volante) - Al presionar este botón se permite utilizar el volante de avance para controlar la velocidad avance en incrementos de $\pm 1\%$.

Hand Cntrl Spin (Husillo de control manual) - Al presionar este botón se permite al volante de avance controlar la velocidad del husillo en incrementos del $\pm 1\%$.

CW - Inicia el husillo en la dirección de las manecillas del reloj. Este parámetro está deshabilitado en la máquina CE (exportación).

CCW - Inicia el husillo en la dirección contraria a la de las manecillas del reloj. Este parámetro está deshabilitado en la máquina CE (exportación).

El husillo puede iniciarse o detenerse con los botones CW o CCW en cualquier momento en el que la máquina se encuentre en una parada Bloque a bloque o cuando se haya presionado el botón Free Hold (Detener avance). Cuando el programa se reinicia con Inicio de ciclo, el husillo volverá hasta la velocidad definida previamente.

STOP (Parar) - Detiene el husillo.

5% / 25% / 50% / 100% Rapid (Avance Rápido) - Limita el avance rápido al valor de la tecla. El botón Rapid (rápido) 100% permite la máxima rapidez. [7]

Uso de anulación: La velocidad de avance puede cambiarse durante el funcionamiento desde el 0% al 999% del valor programado. Esto se hace

mediante los botones de velocidad de avance +10%, -10% y 100%. La anulación de la velocidad de avance no funciona durante los ciclos de roscado G74 y G84. La variación del avance de trabajo no cambia la velocidad de ninguno de los ejes auxiliares. Durante el desplazamiento manual, la variación de avance de trabajo ajustará las velocidades seleccionadas desde el teclado. Esto proporciona un control preciso de la velocidad de desplazamiento. [7]

La velocidad del husillo también puede cambiarse, desde el 0% al 999%, utilizando las anulaciones del husillo. Tampoco tiene efecto para G74 y G84. En el modo Single Block (Bloque a bloque), el husillo podría detenerse. Éste arrancará automáticamente al continuar el programa (pulsando el botón de Inicio de Ciclo). [7]

Al presionar la tecla Handle Control Feedrate (Control de la velocidad de avance), se puede utilizar el volante de avance para controlar la velocidad de avance desde 0% a 999% en incrementos de $\pm 1\%$. [7]

Al presionar la tecla Handle Control Feedrate (Control de la velocidad de avance), se puede usar el volante de avance para controlar la velocidad de avance desde 0% a 999% en incrementos de $\pm 1\%$. Los movimientos de avance rápido (G00) pueden limitarse usando el teclado al 5%, 25%, o 50% del máximo. Si el movimiento rápido al 100% es demasiado rápido, puede ser establecido en el 50% del máximo mediante el Ajuste 10. [7]

En la página de Ajustes, es posible deshabilitar las teclas de anulación para que el operario no las pueda usar. Los Ajustes para esto son los 19, 20 y 21. [7]

El botón Feed Hold (detener avance) actúa como un botón de anulación debido a que detiene las velocidades de avance y movimiento rápido cuando se pulsa. Debe presionarse el botón Cycle Start (iniciar ciclo) para continuar con la operación después de un alto por Feed Hold (detener avance). El interruptor de la puerta del cerramiento también tiene un efecto similar, pero aparecerá "Door Hold" (Parada por puerta) si se abre la puerta. Cuando la puerta está cerrada, el control estará en Feed Hold (detener avance) y deberá pulsarse Cycle Start (iniciar ciclo) para continuar. Door Hold (alto de la puerta) y Feed Hold (detener avance) no detienen ninguno de los ejes auxiliares. [7]

El operador puede anular el ajuste para el líquido refrigerante pulsando el botón COOLNT (refrigerante). La bomba seguirá encendida o apagada hasta el próximo comando M u otra acción del operador. [7]

Las anulaciones también pueden reajustarse a los valores predefinidos de fábrica mediante M06, M30 y/o RESET (restablecer). [7]

➤ Teclas de pantalla

Las teclas de visualización permiten el acceso a las diferentes pantallas, a la información del funcionamiento y a las páginas de ayuda. Con frecuencia se utilizan para cambiar paneles activos dentro de un modo de función. Algunas de estas teclas muestran pantallas adicionales al ser pulsadas más de una vez. [7]

Prgrm/Convrs - Selecciona el panel de programa activo en la mayoría de los modos. En modo MDI/DNC, púlselo para acceder a VQC y IPS/WIPS (si se instaló). [7]

Posit (Posición) - Selecciona el panel de posiciones situado en el centro inferior de la mayoría de las pantallas. Visualiza las posiciones actuales de los ejes. Pase entre las posiciones relativas pulsando la tecla POSIT (posición). Para filtrar los ejes visualizados en el panel, teclee la letra para cada eje que desee visualizar y pulse WRITE/ENTER (escribir/introducir). Cada posición de los ejes se visualiza en el orden indicado. [7]

Offset (corrector) - Pulse para alternar entre dos tablas de correctores. Seleccione la tabla Tool Offsets (correctores de herramientas) para visualizar y editar la geometría de longitud de herramientas, correctores de radio, correctores de desgaste, y posición del refrigerante. Seleccione la tabla Work Offsets (correctores de piezas) para visualizar y editar las posiciones de los correctores de piezas especificados con Código G en programas. [7]

Curnt Comds (comandos actuales) - Pulse PAGE UP / PAGE DOWN (avance / retroceso de página) para alternar a través de los menús de Maintenance (mantenimiento), Tool Life (activar herramienta), Tool Load (carga de herramienta), Advanced Tool Management (ATM) (gestión avanzada de herramientas), System Variables (variables de sistema), y ajustes del reloj y ajustes de temporizador / contador. [7]

Alarm / Mesgs (Alarmas / Mensajes) - Muestra el visor de alarmas y las pantallas de mensajes. Hay tres pantallas de alarmas, la primera muestra las alarmas activas actualmente (primera presión del botón Alarm/Mesgs(alarma/mensajes)). Pulse la tecla Right Arrow (flecha derecha) para ver el histórico de alarmas. Use las teclas de flechas arriba y abajo para desplazarse a través de entradas del histórico de alarmas, y pulse F2 para escribir en un dispositivo de memoria. [7]

Param / Dgnos (parámetros / diagnósticos) - Muestra los parámetros que definen el funcionamiento de la máquina. Los parámetros se organizan por categorías en un menú tabulado, o para encontrar un parámetro conocido, teclee el número y pulse la flecha hacia arriba o hacia abajo. Los parámetros se establecen en fábrica y el usuario no debería modificarlos excepto que sea personal autorizado de Haas. [7]

Al pulsar por segunda vez la tecla Param / Dgnos (Parámetros / Diagnóstico) se mostrará la primera página de datos de diagnóstico. Esta información se utiliza principalmente para la detección de problemas realizada por un técnico de mantenimiento certificado por Haas. La primera página de diagnóstico incluye las entradas y salidas discretas. Pulsando Page Down (página anterior) mostrará las páginas adicionales de datos de diagnóstico. [7]

Setng / Graph (Ajustes / Gráficos) - Muestra y permite el cambio de los ajustes del usuario. Como los parámetros, los ajustes se organizan por categorías en un menú tabulado. Para encontrar un ajuste conocido, teclee el número y pulse la flecha hacia arriba o hacia abajo. [7]

Presionando la tecla Setng / Graph (Ajustes / Gráficos) una segunda vez habilita el modo Gráficos. En el modo Graphics (gráficos), se puede ver la trayectoria generada por el programa para la herramienta y, si es necesario, depurar el programa antes de ejecutarlo (véase el Modo gráficos en la sección Operación). [7]

Help / Calc (Ayuda / Calculadora) - Muestra temas de ayuda en un menú tabulado. La ayuda disponible incluye una breve descripción de códigos G y M, definiciones de las funcionalidades de control, localización de problemas e incidencias de mantenimiento. El menú ayuda también incluye varias calculadoras. [7]

Si pulsa la tecla HELP/CALC (ayuda/calculadora) en algunos modos, aparecerá una ventana emergente de ayuda. Use esta ventana para acceder a temas de ayuda pertinentes al modo actual, y también para ejecutar ciertas funciones como se indica en el menú. Para acceder al menú tabulado descrito anteriormente desde una ventana emergente, pulse HELP/CALC (ayuda/calculadora) una segunda vez. Pulse HELP/CALC (ayuda/calculadora) una tercera vez para volver a la pantalla que estaba activa cuando se pulsó Help/CALC (ayuda/calculadora) la primera vez. [7]

➤ Teclas de cursor

Use las teclas del cursor para moverse a través de varias pantallas y campos en el control y para editar programas CNC. [7]

Home (inicio) - Este botón moverá el cursor al elemento situado más arriba en la pantalla; al editar, es el bloque situado en la parte superior izquierda del programa.

Up / Down Arrows (flechas arriba / abajo) - mueve un elemento, un bloque o un campo hacia arriba/abajo.

Page Up / Down (página siguiente/anterior) - Se usa para cambiar pantallas o para mover arriba/abajo una página cuando se visualiza un programa.

Left Arrow (flecha izquierda) - Se usa para seleccionar individualmente elementos editables cuando se ve un programa; mueve el cursor a la izquierda. Se la utiliza para desplazarse a través de las selecciones de ajustes.

Right Arrow (flecha derecha) - Se usa para seleccionar individualmente elementos editables cuando se ve un programa; mueve el cursor a la derecha. Se utiliza para desplazarse a través de las selecciones de ajustes y mueve la ventana de ampliación a la derecha en el modo de gráficos.

End (fin) - Este botón generalmente mueve el cursor hasta el elemento situado más abajo en la pantalla. Durante la edición, será hacia el bloque o línea final del programa. [8]

➤ Teclas alfabéticas

Las teclas alfabéticas permiten al usuario introducir las letras del alfabeto junto con algunos caracteres especiales. Algunos de los caracteres especiales se introducen presionando primero la tecla "Shift". [7]

Shift (cambio) - La tecla de cambio permite el uso de caracteres adicionales en el teclado. Los caracteres adicionales se ven en la parte superior izquierda de algunas de las teclas alfanuméricas. Pulsando la tecla Shift (Cambio) y después el carácter, se introducirá ese carácter en la línea de entrada de datos. Cuando se introduce texto, se hace por defecto en MAYÚSCULAS, para introducir caracteres en minúsculas, mantenga presionada la tecla Shift (Cambio).

EOB - Carácter End-Of-Block (fin de bloque). Aparece como un punto y coma (;) en la pantalla e indica el final de una línea de programa.

() - Los paréntesis se usan para separar los comandos del CNC de los comentarios del usuario en un programa. Siempre se deben introducir parejas de paréntesis. Nota: Si al recibir un programa a través del puerto RS232 se recibe una línea de código no válido, ésta se agregará al programa entre paréntesis.

/ - La barra se usa en la funcionalidad Block Delete (borrar bloque) y en expresiones Macro. Si este símbolo es el primer símbolo en un bloque y se acciona Block Delete (Borrar bloque), entonces ese bloque se ignorará durante la ejecución del programa. Este símbolo también se usa para la división aritmética (dividir por) en expresiones con macro.

[] - Los corchetes se usan en funciones macro. Las Macros son una funcionalidad opcional del software. [8]

➤ Teclas de modo

Estas teclas cambian el estado de operación de la máquina de herramientas CNC. Una vez se presione un botón de modo, los botones en la misma fila estarán disponibles para el usuario. El modo actual siempre se visualiza en el centro superior de la pantalla. [7]

EDIT (editar) - Selecciona el modo de edición. Este modo se utiliza para editar programas en la memoria de control. El modo Edit (editar) proporciona dos paneles de edición: uno para el programa activo en curso, y otro para edición de programas en segundo plano. Cambie entre los dos paneles pulsando la tecla EDIT (editar). Pulse F1 para acceder a menús emergentes de ayuda.

Insert (insertar) - Al pulsar este botón se introducirán comandos en el programa delante del cursor. Este botón también insertará texto desde el portapapeles en la posición actual del cursor, y puede utilizarse también para copiar bloques de código en un programa.

Alter (alterar) - Al pulsar este botón se cambiará el comando o texto resaltado por el nuevo comando o texto introducido. Este botón cambiará también las variables resaltadas por el texto almacenado en el portapapeles, o moverá un bloque seleccionado a una nueva posición.

Delete (borrar) - Borra el elemento en el que está el cursor, o borra un bloque de programa seleccionado.

Undo (deshacer) - Retrocede o deshace hasta los últimos 9 cambios hechos en la edición, y deselecta un bloque resaltado.

MEM (Memoria) - Selecciona el modo de memoria. La pantalla visualiza el programa activo y otra información necesaria al fabricar una pieza.

Single Block (bloque a bloque) - Apaga o enciende bloque único. Cuando bloque a bloque está activado, únicamente se ejecuta un bloque del programa, cada vez que se presione Cycle Start (Inicio de Ciclo).

Dry Run (ensayo) - Se usa para verificar el movimiento real de la máquina sin cortar una pieza.

Opt Stop (Parada Opcional) - Activa o desactiva las paradas opcionales.

Cuando esta funcionalidad está On (activada) y se programa un código M01 (parada opcional), la máquina se detendrá al alcanzar el M01. La máquina continuará una vez que se pulse Cycle Start (Inicio de Ciclo). Sin embargo, dependiendo de la función adelantado del previsor de bloques (G103), es posible que la parada no se ejecute inmediatamente. En otras palabras, la función de

adelanto de bloque puede provocar que el comando Optional Stop (Parada opcional) ignore el M01 más próximo. [7]

Si el botón Optional Stop (Parada opcional) se pulsa durante un programa, actuará sobre la línea siguiente a la resaltada cuando se pulsó. [7]

Block Delete (borrar Bloque) - Activa o desactiva la función borrar bloque. Cuando esta opción está funcionando, se ignorarán los bloques con una barra ("/") como primer carácter (no ejecutados). Si la barra está en una línea de código, se ignorarán los comandos después de la barra si esta opción está habilitada. Block Delete (Borrar bloque) tomará efecto dos líneas después de que se haya presionado, excepto cuando se encuentre activa la compensación de la herramienta de corte, en ese caso, no tendrá efecto hasta cuatro líneas después de la línea resaltada. El procesamiento se verá ralentizado para los recorridos que contengan borrados de bloque durante mecanizados de alta velocidad. Block Delete (borrar bloque) permanecerá activo cuando se encienda y apague la alimentación. [7]

MDI/DNC - El modo MDI es el modo de "Entrada manual de datos" cuando un programa puede escribirse, pero no se introduce en la memoria. El modo DNC, "Control Numérico Directo", permite introducir a "cuentagotas" programas grandes en el control, para que se puedan ejecutar (véase la sección del modo DNC).

CoolInt (Refrigerante) - Enciende y apaga el líquido refrigerante opcional.

Orient Spindle (orientar husillo) - Gira el husillo hasta una posición dada y luego lo bloquea. Puede utilizarse durante el montaje para indicar piezas.

ATC FWD / REV (avance/retroceso del ATC) - Gira la torreta de herramientas hasta la herramienta siguiente / anterior. Para cargar una herramienta específica en el husillo, acceda al modo MDI o al modo de volante de avance, teclee un número de herramienta (T8) y pulse ATC FWD (avance del ATC) o ATC REV (retroceso del ATC).

Hand Jog (volante de avance) - Selecciona el modo de desplazamiento del eje 0.0001, 0.1 - 0.0001 pulgadas (0.001 mm) para cada división en el volante de avance. Para el ensayo, .1 pulgadas/ min.

.0001/.1, .001/1., .01/10., .1/100. - El primer número (número superior), en modo pulgadas, selecciona la cantidad a desplazarse en cada clic del volante de avance. Cuando la fresadora se encuentra en modo MM el primer número se multiplica por 10 cuando se desplaza el eje (p.e. 0.0001se convierte en 0.001mm). El segundo número (número en la parte inferior) se utiliza en modo ensayo y sirve para seleccionar la velocidad del avance y los movimientos del eje.

Zero Ret (Retorno a cero) - Selecciona el modo Retorno a cero, que muestra la localización del eje en cuatro categorías distintas, que son; Operador, Trabajo

G54, Máquina y Dist (distancia) a recorrer. Pulse POSIT (posición) para cambiar entre las categorías.

All (todos) - Busca el cero de la máquina para todos los ejes. Es similar a Power Up/Restart (Encender/Reiniciar) salvo en que no se produce un cambio de herramienta. Puede usarse para establecer la posición cero iniciales de los ejes.

Origin (origen) - Pone a cero las pantallas y temporizadores seleccionados.

Singl (Único) - Pone a cero un eje. Pulse sobre la letra del eje que desee poner a cero y apriete el botón Singl Axis (Eje único). Puede usarse para mover un eje hasta la posición cero del eje inicial.

HOME G28 - Retorna rápidamente todos los ejes al cero de la máquina. Home G28 también llevará al origen a un único eje de la misma forma que si se introduce la letra de un eje y se pulsa el botón Home G28. ¡PRECAUCIÓN! No existe un mensaje de advertencia que alerte al operador sobre cualquier posible choque. Por ejemplo, puede producirse un choque si el eje Z está entre piezas cuando se ponen a cero X o Y.

List Prog (listar programas) - Controla toda la carga y almacenamiento de datos en el control.

Select Prog (seleccionar programa) - Hace que el programa que aparece resaltado sea el programa activo. Nota: El programa activo tendrá una "A" precediéndolo en la lista de programas. Gestione múltiples programas pulsando WRITE/ENTER (escribir/introducir) para situar una marca de selección cerca de los programas deseados, y a continuación pulse F1 para elegir una función.

Send (enviar) - Transmite programas a través del puerto serie RS-232.

Recv - Recibe programas desde el puerto serie RS-232.

Erase Prog (borrar programa) - Borra el programa seleccionado por el cursor en el modo List Prog (listar programas) o el programa completo en modo MDI. [8]

➤ Teclas numéricas

Las teclas numéricas le permiten al usuario introducir números y algunos caracteres especiales en el control. [7]

Cancel (cancelar) - La tecla cancelar se usa para borrar el último carácter introducido.

Space (espacio) - Se utiliza para dar formato a comentarios dentro de los programas o en el área de mensajes.

Write/Enter (escribir/introducir) - Tecla de entrada de propósito general.

- (Signo menos) - Se emplea para introducir números negativos.

. (Punto decimal)- Empleado para precisión decimal. [7]

A.3 OPERACIÓN

➤ Encendido de maquina

1. Pulse y mantenga pulsado [POWER ON] hasta que aparezca el logo de Haas.

La máquina realiza una prueba automática y muestra la página HAAS START UP (arranque de Haas), la página MESSAGES (mensajes) (si se dejó un mensaje) o la página ALARMS (alarmas). En cualquier caso, el control estará en modo SETUP: ZERO (configuración: cero) con una o más alarmas presentes.

2. Pulse [RESET] para cancelar cada alarma. Si no se pudiera eliminar la alarma, la máquina podría necesitar mantenimiento. [6]

ADVERTENCIA: Antes de realizar el siguiente paso, recuerde que el movimiento automático comienza inmediatamente cuando pulse [POWER UP/RESTART]. Asegúrese de que la trayectoria del movimiento esté despejada. En máquinas con bastidor abierto, manténgase alejado del husillo, mesa de la máquina y cambiador de herramientas. [6]

3. Una vez eliminadas las alarmas, la máquina debe hacer que todos los ejes vuelvan a cero y establecer un punto de referencia llamado Inicio desde el que iniciar todas las operaciones. Para situar la máquina en su inicio, pulse [POWER UP/RESTART]. Los ejes avanzan rápido hacia el inicio, y dejan de moverse cuando la máquina encuentra los interruptores de inicio. [6]

Cuando se completa este procedimiento, el control muestra al modo OPERATION: MEM (operación: memoria). La máquina ya está preparada para funcionar. [6]

➤ Sistema de directorios de archivo

Dispositivos de almacenamiento de datos tales como USB y discos duros, suelen tener una estructura de directorios (algunas veces denominada una estructura de "carpetas"), con una raíz que contiene directorios que podrían contener más

directorios con muchos niveles de profundidad. Puede navegar y administrar directorios en estos dispositivos en el administrador de dispositivos. [6]

NOTA: La pestaña MEMORY (memoria) en el administrador de dispositivos ofrece una lista plana de programas guardados en la memoria de la máquina. No existen más directorios en esta lista. [6]

Navegación por los directorios

Resalte el directorio que desea abrir. Los directorios tienen una designación en la lista de archivos. Pulse [ENTER].

Para volver al nivel de directorio anterior, resalte el nombre de directorio en la parte superior de la lista de archivos (también tiene un icono de flecha). Pulse [ENTER] para ir a ese nivel de directorio. [6]

➤ Selección de programa

Cuando seleccione un programa, éste se convierte en un activo. El programa activo aparece en la ventana de modo EDIT: EDIT (edición: editar) principal y es el programa que ejecuta el control cuando pulsa [CYCLE START] en modo OPERATION: MEM (operación: memoria). [6]

1. Pulse [LIST PROGRAM] para mostrar los programas en memoria. También puede utilizar menús con pestañas para seleccionar programas de otros dispositivos en el administrador de dispositivos.
2. Resalte el programa que desee seleccionar y pulse [SELECT PROGRAM]. También puede introducir un nombre de programa existente y pulsar [SELECT PROGRAM].

El programa se convierte en el programa activo. Si el programa activo se encontrara en MEMORY (memoria), éste se designará con la letra A. Si el programa se encontrara en un dispositivo de memoria USB, disco duro o net share, éste se designará con FNC.

3. En el modo OPERATION: MEM (operación: memoria), puede introducir un nombre de programa existente y pulsar la flecha de cursor [UP] o [DOWN] para cambiar rápidamente los programas. [6]

➤ Transferencia de programas

Puede transferir programas numerados, ajustes, correctores y variables macro entre la memoria de la máquina y dispositivos USB, disco duro o net share conectados. [6]

Convención de los nombres de archivo. Los archivos que se van a transferir con el control de la máquina deben nombrarse con un nombre de archivo de 8 caracteres y una extensión de 3 caracteres; por ejemplo: program1.txt. Algunos programas CAD/CAM utilizan “.NC” como una extensión de archivo que también es aceptable. [6]

Las extensiones de archivo se aplican en beneficio de las aplicaciones de PC; el control del CNC las ignora. Puede nombrar archivos con el número de programa y sin extensión, aunque puede que algunas aplicaciones de PC no reconozcan el archivo sin extensión. [6]

Los archivos desarrollados en el control se nombrarán con la letra "O" seguida de 5 dígitos. Por ejemplo, O12345. [6]

Copiar archivos

1. Resalte un archivo y pulse [ENTER] para seleccionarlo. Aparecerá una marca cerca del nombre de archivo.
2. Una vez seleccionados todos los programas, pulse [F2]. Esto abrirá la ventana Copy To (copiar a). Utilice las flechas de cursor para seleccionar el destino y pulse [ENTER] para copiar el programa. Los archivos copiados desde la memoria del control hasta un dispositivo tendrán la extensión .NC que se añadirá al nombre del archivo. Sin embargo, el nombre se podrá cambiar navegando hasta el directorio destino, introduciendo un nuevo nombre y pulsando [F2]. [6]

➤ Modo grafico

Una manera segura de encontrar problemas en un programa es ejecutarlo en modo Graphics (gráficos). No se producirá ningún movimiento en la máquina, en su lugar, el movimiento será representado en la pantalla. [6]

El modo Graphics (gráficos) puede ejecutarse desde los modos Memory (Memoria), MDI, DNC, FNC y Edit (edición). Para ejecutar un programa:

1. Pulse [SETTING/GRAPHIC] hasta que se muestre la página GRAPHICS (gráficos). O pulse [CYCLE START] desde el panel del programa activo en el modo Edit (edición) para entrar en el modo Graphics (gráficos).

2. Para ejecutar DNC en gráficos, pulse [MDI/DNC] hasta que el modo DNC esté activo y, a continuación, vaya a la ventana
3. Existen tres útiles funciones de visualización en el modo Graphics (gráficos) a las que se puede acceder pulsando [F1] - [F4]. [F1] es el botón de ayuda, que proporcionará una breve descripción de cada una de las funciones posibles en el modo de gráficos. [F2] es el botón de zoom, que resalta un área utilizando los botones de flecha, [PAGE UP] y [PAGE DOWN] para controlar el nivel de zoom, y pulsado el botón [ENTER]. [F3] y [F4] se utilizan para controlar la velocidad de simulación. [6]

NOTA: No todas las funciones o movimientos de la máquina están simulados en gráficos. [6]

➤ Cambiador de herramientas

Hay dos tipos de cambiadores de herramientas disponibles para las fresadoras Haas; el cambiador de herramientas de montaje lateral y el de tipo carrusel (paraguas). Ambos tipos se manejan de forma similar, aunque cada uno se monta de forma diferente. [6]

1. Antes de cargar herramientas, la fresadora debe volver a cero. Esto se suele hacer durante el encendido de la máquina. Si no fuera así, pulse [POWER UP/RESTART].
2. Accione manualmente el cambiador de herramientas utilizando el botón de liberación de herramienta y [ATC FWD] y [ATC REV]. Hay dos botones de liberación de herramienta; uno en la cubierta del cabezal del husillo y el segundo en el teclado, etiquetados con [TOOL RELEASE]. [6]

➤ Cargar el cambiador de herramientas

PRECAUCIÓN: No exceda las especificaciones máximas del cambiador de herramientas. Las herramientas extremadamente pesadas deben espaciarse uniformemente. Esto quiere decir que las herramientas pesadas deberían ser situadas una frente a la otra, no una junto a otra. Asegúrese de que haya suficiente espacio entre las herramientas en el cambiador de herramientas; la distancia es 3.6" para 20 alojamientos. [6]

NOTA: La baja presión de aire o volumen insuficiente reducirá la presión aplicada al pistón de liberación de la herramienta y reducirá el tiempo de cambio de herramienta o no liberará la herramienta. [6]

ADVERTENCIA: Manténgase alejado del cambiador de herramientas durante el encendido, apagado, y cualquier operación del cambiador de herramientas. Las

herramientas se cargan siempre en el cambiador de herramientas instalando primero la herramienta en el husillo. Nunca cargue una herramienta directamente al cambiador de herramientas. [6]

PRECAUCIÓN: Las herramientas que emiten un sonido fuerte al ser liberadas indican un problema y deberían comprobarse antes de que se produzcan daños serios en el cambiador de herramientas. [6]

NOTA: Una herramienta de tamaño normal tiene un diámetro inferior a 76.2mm en las máquinas cono ISO 40, o inferior a 101.6mm en las máquinas cono ISO 50. Las herramientas con medidas mayores serán consideradas de gran tamaño. [6]

1. Asegúrese de que sus portaherramientas tengan tipo de tirador correcto para la fresadora.
2. Pulse [CURRENT COMMANDS]. Pulse [PAGE UP] o [PAGE DOWN] hasta que vea la POCKET TOOL TABLE (tabla de alojamientos de herramientas).
3. Borre cualquier designación de herramienta "Large" (grande) o "Heavy" (pesada) vigente. Use las teclas del cursor para desplazarse a cualquier alojamiento de herramientas que tenga una L o H junto a ella. Pulse [SPACE] y [ENTER] para eliminar las designaciones de herramienta "Large" (grande) o "Heavy" (pesada). Para eliminar todas las designaciones, pulse [ORIGIN] y seleccione la opción CLEAR CATEGORY FLAGS (borrar marcas de categoría). [6]

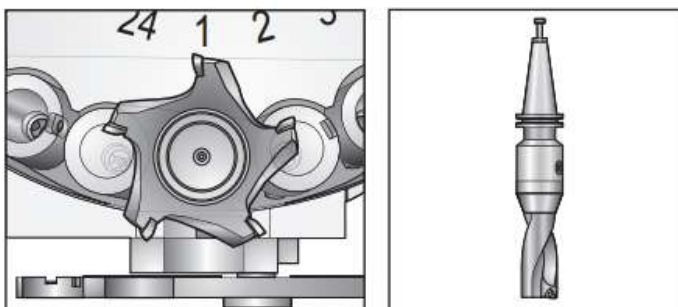


Figura A. 10 Herramienta pesada (derecha) y herramienta grande y pesada (izquierda)

4. Pulse Origin (origen) para restablecer la tabla de alojamientos de herramientas a sus valores predeterminados. Esto situará la herramienta 1 en el husillo, la herramienta 2 en el alojamiento 1, la herramienta 3 en el alojamiento 2, etc. Esto elimina los ajustes de la tabla de alojamientos de herramientas previos y vuelve a numerar la tabla de alojamientos de herramientas para el siguiente programa. También puede pulsar [ORIGIN] y seleccionar SEQUENCE ALL POCKETS (secuenciar todos los alojamientos) para restablecer la tabla de alojamientos de herramientas. [6]

NOTA: No puede haber dos cavidades de herramientas diferentes que soporten el mismo número de herramientas. La introducción de un número de herramienta ya visualizado en la tabla de alojamientos de herramientas generará un error "Invalid Number" (número erróneo). [6]

5. Determine si su programa necesitará algunas herramientas grandes. Una herramienta grande tiene un diámetro de mayor de 76.2mm para las máquinas cono iso 40, o mayor de 101.6mm para las máquinas cono iso 50. Si usted no va a emplear ninguna herramienta grande, proceda con el paso 7. Si va a utilizar herramientas grandes, proceda con el paso siguiente. [6]
6. Organice las herramientas para que coincidan con el programa CNC. Determine las posiciones numéricas de las herramientas grandes y designe esos alojamientos como Large (grande) en la tabla de alojamientos de herramientas. Para designar un alojamiento de herramienta como "Large" (grande), desplácese hasta ese alojamiento, pulse [L] y, a continuación, [ENTER]. [6]

PRECAUCIÓN: No puede colocar una herramienta grande en el cambiador de herramientas si uno o ambos alojamientos que la rodean ya contienen herramientas. Hacer esto provocará que choque el cambiador de herramientas. Las herramientas grandes (o pesadas) deben tener vacíos los alojamientos colindantes. Sin embargo, las herramientas grandes pueden compartir cavidades vacías juntas. [6]

7. Tome la herramienta 1 en su mano e inserte la herramienta (primero el tirador) en el husillo. Gire la herramienta de modo que los dos cortes en la línea hacia arriba del portaherramientas con las marcas del husillo. Presione la herramienta hacia arriba y pulse el botón de liberación de herramienta (Figura A11). Cuando la herramienta esté ajustada en el husillo, libere el botón de liberación de herramienta. [6]



Figura A. 11 Inserción de herramienta en el husillo ([1] Botón de liberación de herramienta)

➤ Mover herramientas en el carrusel

Si necesitara mover las herramientas en el carrusel, siga este procedimiento.

PRECAUCIÓN: Planifique anticipadamente la reorganización de las herramientas en el carrusel. Para reducir la posibilidad de choques del cambiador de herramientas, mantenga el movimiento de herramientas al mínimo. Si tiene alguna herramienta grande o pesada actualmente en el cambiador de herramientas, asegúrese de que sólo las mueve entre cavidades de herramientas designadas como tales. [6]

El cambiador de herramientas mostrado tiene una variedad de herramientas de tamaño normal. Para los propósitos de este ejemplo, la herramienta 12 debe ser movida a la cavidad 18 para crear espacio para situar una herramienta de tamaño grande en la cavidad 12. [6]

F3.8: Crear espacio para herramientas grandes: [1] Herramienta 12 a alojamiento 18, [2] Herramienta grande a alojamiento 12. [6]



Figura A. 12 Herramienta 12 a alojamiento 18



Figura A. 13 Herramienta grande a alojamiento 12

1. Seleccione el modo MDI. Pulse [CURNT COMDS] y desplácese hasta la pantalla de la tabla de alojamientos de herramientas. Verifique qué número de herramienta hay en la cavidad 12.

2. Introduzca Tnn en el control (donde Tnn es el número de herramienta del paso 1). Pulse ATC FWD. Esto situará la herramienta desde la cavidad 12 hasta el husillo.
3. Introduzca P18 en el control, luego pulse [ATC FWD] para situar la herramienta situada actualmente en el husillo en el alojamiento 18.
4. Desplácese hasta el alojamiento 12 en la tabla de alojamientos de herramientas y pulse L y luego Write/Enter (escribir/introducir) para designar ese alojamiento como Large (grande).

NOTA: No puede haber dos cavidades de herramientas diferentes que soporten el mismo número de herramientas. La introducción de un número de herramienta ya visualizado en la tabla Tool Pocket (alojamientos de herramientas) generará un error "Invalid Number" (número erróneo).

5. Introduzca el número de herramienta en SPNDL (husillo) en la tabla de alojamientos de herramientas. Inserte la herramienta en el husillo. [6]

NOTA: También pueden programarse herramientas extra grandes. Una herramienta "extra grande" es aquella que requiere tres alojamientos; el diámetro de la herramienta cubrirá el alojamiento de la herramienta en cualquier lado en el que se instale el alojamiento. Haga que su HFO cambie el Parámetro 315:3 a 1 si una herramienta requiriera ese tamaño. La tabla de herramientas debe actualizarse puesto que ahora se requieren dos alojamientos vacíos entre las herramientas extra grandes. 6. Introduzca P12 en el control y luego pulse [ATC FWD]. La herramienta será situada en la cavidad 12. [6]

➤ Ejecutar programas

Una vez se haya cargado un programa en la máquina y se hayan establecido los correctores, para ejecutar el programa: [6]

1. Pulse [CYCLE START].

Se sugiere ejecutar el programa en modo Dry Run (ensayo) o Graphics (Gráficos) antes de realizar cualquier corte. [6]

ANEXO B

PROGRAMACIÓN EN EL CONTROL NUMÉRICO

B.1. INTRODUCCIÓN A LA PROGRAMACIÓN

Para realizar un programa debemos tener en cuenta varios factores, algunos de ellos similares a los de las máquinas convencionales. Estos factores los podemos dividir en geométricos y tecnológicos. [4]

Los factores de geometría de la pieza contienen datos sobre sus dimensiones (plano de taller); además de:

- Tolerancias
- Acabado superficial
- Origen de movimientos
- Superficie de referencia, etc. [4]

Los factores tecnológicos hacen referencia a:

- Material de la pieza a mecanizar
- Tipo de mecanizado
- Velocidad de corte
- Profundidad de pasadas
- Revoluciones de la pieza o herramienta
- Lubricante
- Utillaje, etc. [4]

➤ Ciclos Enlatados o Repetitivos

Estos ciclos tienen la particularidad de trabajar una sola operación en un mismo sentido hasta lograr el objetivo establecido. [4]

Ejemplos:

G90: Cilindrado

G92: Roscado

G94: Careado – Conicidad

G94 X: Es la posición final de corte

Z: Es la posición final de corte

R: Siempre va a ser negativo (cuadro de corte $-z$). El signo de R depende de la dirección de la conicidad. La función G94 es un ciclo enlatado, una línea de información del programa capacitará a la herramienta para ejecutar cuatro movimientos distintos.

R: Distancia incremental del comienzo del corte a la posición final del corte. [4]

➤ Ciclo de Roscado

El código G92 nos permite realizar la operación de roscado o cuerda en algún diseño de pieza. La función de este es de manera cíclica que se mete contemplando los factores de importancia. El avance o paso y la profundidad total de maquinado. Realizándose solo cuerdas estándar.

1° Punto Previo

2° Velocidad de corte

X: Profundidad del corte

Z: Longitud total de la cuerda

F: Avance (paso)

$60^\circ = 0.8660 (0.75) = 0.649$

$0.649 (2) = 1.299$

$16/25.4 = 1.587$ 16 hilos x pulgada

$(1.3) (1.587) = 2.063$ ® Profundidad Total.

Si se tiene una medida de 10.0, se le resta la profundidad total y nos queda una medida de 7.947. [4]

➤ Radios de Curvatura

El código G02 nos permite realizar radios en sentido derecho o sentido horario (va conforme a las manecillas del reloj).

El código G03 permite realizar radios en sentido izquierdo o sentido de horario

Radios de Curvatura Luter Polacion Circular

Puntos para aplicar el código G02 y G03

Ejecución

1° Punto Previo

2° Punto Inicial del arco

3° Punto Final del arco (va a estar dado por x_ z_)

4° Sentido en que se debe mover la herramienta

5° Indicar el radio (R-). [4]

B.2. PROGRAMACIÓN

En la programación de una maquina CNC se pueden utilizar dos métodos: [4]

- Programación Manual: En este caso, el programa pieza se escribe únicamente por medio de razonamientos y cálculos que realiza un operario.
- Programación Automática: En este caso, los cálculos los realiza un computador, que suministra en su salida el programa de la pieza en lenguaje máquina. Por esta razón recibe el nombre de programación asistida por computador.

El lenguaje máquina comprende todo el conjunto de datos que el control necesita para la manufactura de la pieza. [4]

Al conjunto de informaciones que corresponde a una misma fase del mecanizado se le denomina bloque o secuencia, que se numeran para facilitar su búsqueda. Este conjunto de informaciones es interpretado por el intérprete de órdenes. El programa de mecanizado contiene todas las instrucciones necesarias para el proceso de mecanizado. [4]

Una secuencia o bloque de programa debe contener todas las funciones geométricas, funciones máquina y funciones tecnológicas del mecanizado, de tal modo, un bloque de programa consta de varias instrucciones. [4]

El comienzo del control numérico ha estado caracterizado por un desarrollo anárquico de los códigos de programación. Cada constructor utilizaba el suyo particular. Posteriormente, se vio la necesidad de normalizar los códigos de programación como condición indispensable para que un mismo programa pudiera servir para diversas máquinas con tal de que fuesen del mismo tipo. [4]

Los caracteres más usados comúnmente, regidos bajo la norma DIN 66024 y 66025 son, entre otros, los siguientes: [4]

- N, es la dirección correspondiente al número de bloque o secuencia. Esta dirección va seguida normalmente de un número de tres o cuatro cifras. En el caso del formato N03, el número máximo de bloques que pueden programarse es 1000 (N000 N999).
- X, Y, Z son las direcciones correspondientes a las cotas según los ejes X, Y, Z de la máquina herramienta. Dichas cotas se pueden programar en forma absoluta o relativa, es decir, con respecto al cero pieza o con respecto a la última cota respectivamente.
- G es la dirección correspondiente a las funciones preparatorias. Se utilizan para informar al control de las características de las funciones de mecanizado, como, por ejemplo, forma de la trayectoria, tipo de corrección de herramienta, parada temporizada, ciclos automáticos, programación absoluta y relativa, etc. La función G va seguida de un número de dos cifras que permite programar hasta 100 funciones preparatorias diferentes.

Ejemplos:

G00: El trayecto programado se realiza a la máxima velocidad posible, es decir, a la velocidad de desplazamiento en rápido.

G01: Los ejes se gobiernan de tal forma que la herramienta se mueve a lo largo de una línea recta.

G02: Interpolación lineal en sentido horario.

G03: Interpolación lineal en sentido anti horario.

G33: Indica ciclo automático de roscado.

G77: Es un ciclo automático que permite programar con un único bloque el torneado de un cilindro, etc. [4]

M es la dirección correspondiente a las funciones auxiliares o complementarias. Se usan para indicar a la máquina herramienta que se deben realizar operaciones tales como: parada programada, rotación del husillo a derechas o a izquierdas, cambio de útil, etc. La dirección M va seguida de un número de dos cifras que permite programar hasta 100 funciones auxiliares diferentes. [4]

Ejemplos:

M00: Provoca una parada incondicional del programa, detiene el husillo y la refrigeración.

M02: Indica el fin del programa. Se debe escribir en el último bloque del programa y posibilita la parada del control una vez ejecutadas el resto de las operaciones contenidas en el mismo bloque.

M03: Permite programar la rotación del husillo en sentido horario.

M04: Permite programar la rotación del husillo en sentido anti horario, etc. [4]

- F es la dirección correspondiente a la velocidad de avance. Va seguida de un número de cuatro cifras que indica la velocidad de avance en mm/min.
- S es la dirección correspondiente a la velocidad de rotación del husillo principal. Se programa directamente en revoluciones por minuto, usando cuatro dígitos. I, J, K son direcciones utilizadas para programar arcos de circunferencia. Cuando la interpolación se realiza en el plano X-Y, se utilizan las direcciones I y J. Análogamente, en el plano X-Z, se utilizan las direcciones I y K, y en el plano Y-Z, las direcciones J y K.
- T es la dirección correspondiente al número de herramienta. Va seguido de un número de cuatro cifras en el cual los dos primeros indican el número de herramienta y los dos últimos el número de corrección de las mismas. [4]

➤ PROGRAMACIÓN BÁSICA

Un programa CNC típico tiene (3) partes:

1. Preparación: Esta parte del programa selecciona los correctores de trabajo y de herramientas, selecciona la herramienta de corte, activa el refrigerante y selecciona el posicionamiento absoluto o incremental para el movimiento del eje.
2. Corte: Esta parte del programa define la trayectoria de la herramienta, velocidad del husillo y velocidad de avance de la operación de corte.
3. Finalización: Esta parte del programa saca el husillo de su trayectoria, apaga el husillo, desactiva el refrigerante y mueve la mesa hasta una posición desde la que pueda descargarse e inspeccionarse la pieza. [4]

Este es un programa básico que realiza un corte profundo de 2.54 mm con la Herramienta 1 en una pieza de material a lo largo de una trayectoria en línea recta de X=0.0, Y=0.0 a X=4.0, Y=4.0. Tenga en cuenta que los números de línea proporcionados aquí son solo de referencia; no deben incluirse en el programa real. [4]

NOTA: Un bloque de programa puede contener más de un código G, siempre que dichos códigos G sean de grupos diferentes. No puede colocar dos códigos G del mismo grupo en un bloque de programa. Además, tenga en cuenta que solo se permite un código M por bloque. [4]

1. % (Preparación)
2. O00100 (Programa básico - Preparación);
3. M06 T01 (Preparación);
4. G00 G90 G54 X0. Y0. (Preparación);
5. S5200 M03 (Preparación);
6. G43 H01 Z0.1 M08 (Preparación);
7. G01 F20.0 Z-0.1 (Corte);
8. X4.0 Y4.0 (Corte);
9. G00 Z0.1 M09 (Finalización);
10. G53 Y0 Z0 (Finalización);
11. M30 (Finalización);
12. % (Finalización) [4]

➤ PREPARACIÓN

Son los bloques de códigos de preparación en el programa de ejemplo: [3]

Bloque de código de preparación	Descripción
%	Denota el inicio de un programa escrito en el editor de texto.
O00100 (Programa básico)	O00100 es el nombre del programa. La convención de nomenclatura de programas sigue el formato Onnnnn: La letra "O" seguida por un número de 5 dígitos.

M06 T01;	Selecciona la herramienta que se utilizará. M06 se utiliza para ordenar que el cargador de herramientas cargue la Herramienta 1 (T01) en el husillo.
G00 G90 G17 G40 G80 G54 X0. Y0. ;	Se considera como una línea de arranque seguro. Sería buena práctica de mecanizado colocar este bloque de código después de cada cambio de herramienta. G00 define el movimiento de eje siguiente que se completará en el modo Rapid Motion (movimiento de avance rápido). G90 define los movimientos de eje siguientes que se completarán en modo incremental (consulte la página 157 para obtener más información). G54 define el sistema de coordenadas que se centrará en el corrector de trabajo almacenado en G54 en la pantalla Offset (correctores). G17 define el plano de corte como el plano XY. G40 cancelará la compensación de la herramienta de corte. G80 cancela cualquier ciclo fijo. X0. Y0. ordena que la mesa se mueva hasta la posición X=0.0 e Y=0.0 en el sistema de coordenadas actual.
S5200 M03;	M03 activa el husillo. Toma el código de dirección Snnnn, donde nnnn son las RPM deseadas del husillo. En máquinas con caja de engranajes, el control selecciona automáticamente el engranaje alto o el bajo en función de la velocidad ordenada del husillo. Puede utilizar un M41 o M42 para anularlo. Consulte la página 353 para obtener más información sobre estos códigos M.
G43 H01 Z0.1 M08;	G43 H01 activa la compensación de la longitud de la herramienta +. H01 especifica el uso de la longitud almacenada para la herramienta 1 en la pantalla Tool Offset (corrector de herramienta). Z0.1 ordena el eje Z a Z=0.1. M08 ordena la activación del refrigerante.

➤ CORTE

Son los bloques de códigos de corte en el programa de ejemplo: [3]

Bloque de código de corte	Descripción
G01 F20.0 Z-0.1;	G01 F20.0 define los movimientos de eje posteriores que se completarán en una línea recta. G01 requiere el código de dirección Fnnn.nnnn. El código de dirección F20.0 especifica que la velocidad de avance para el movimiento es 508 mm / min. Z-0.1 ordena el eje Z a Z=-0.1.
X4.0 Y4.0;	X4.0 Y4.0 ordena al eje X que se mueva hasta X=4.0 y ordena al eje Y que se mueva hasta Y=4.0.

➤ FINALIZACIÓN

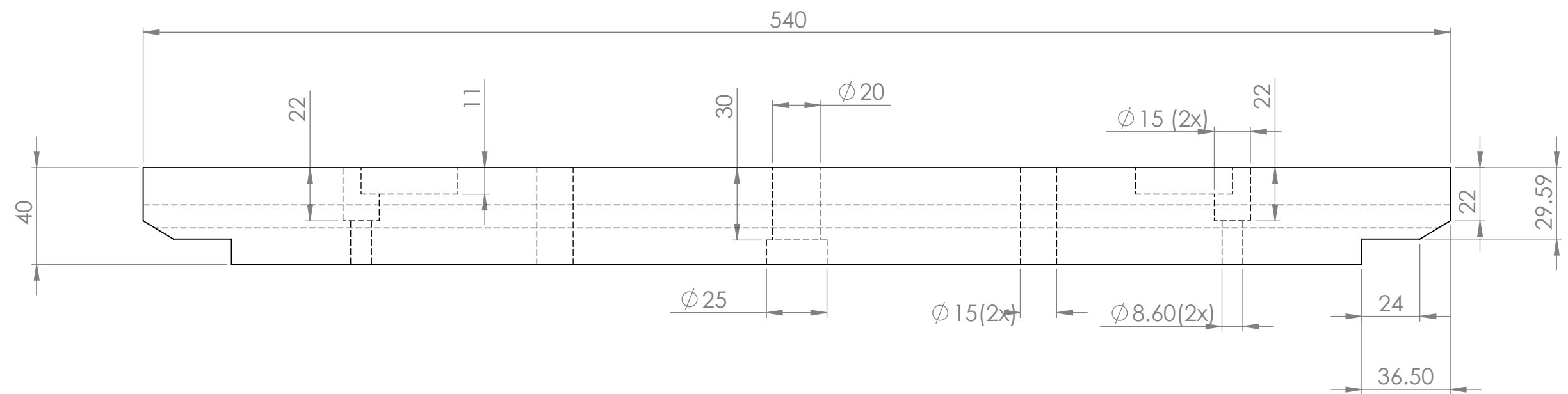
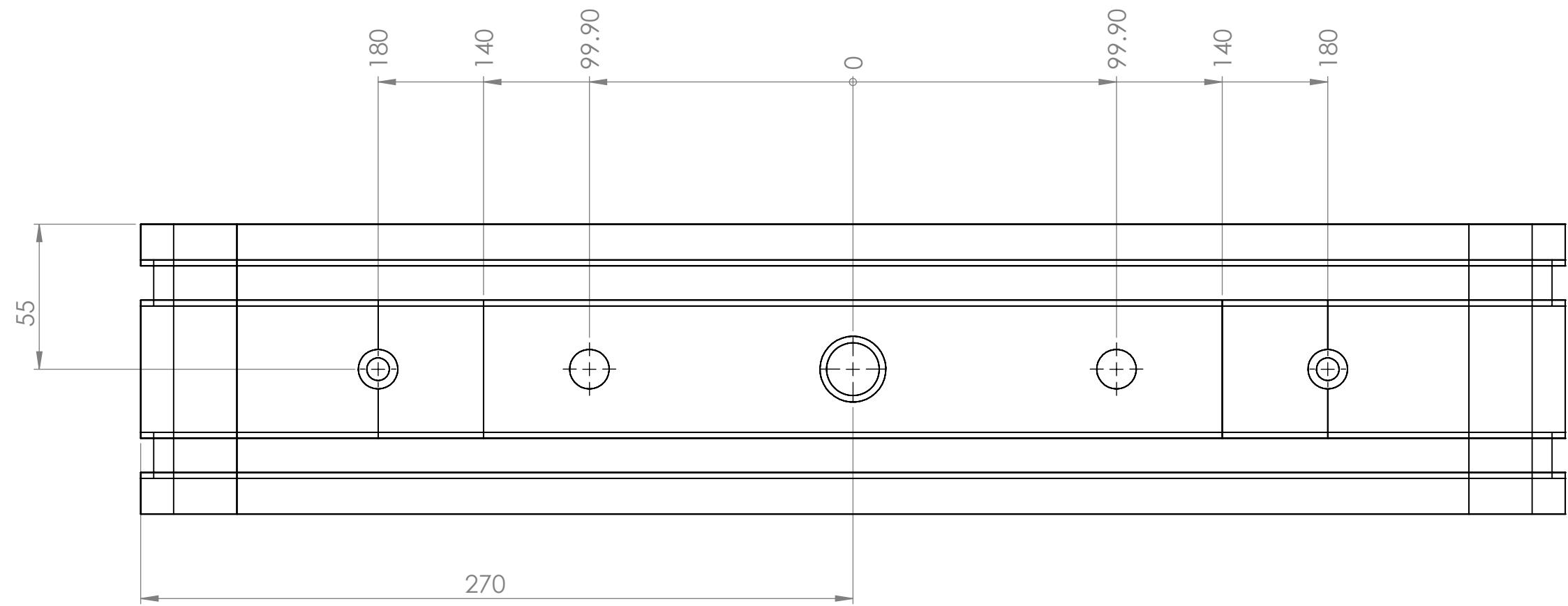
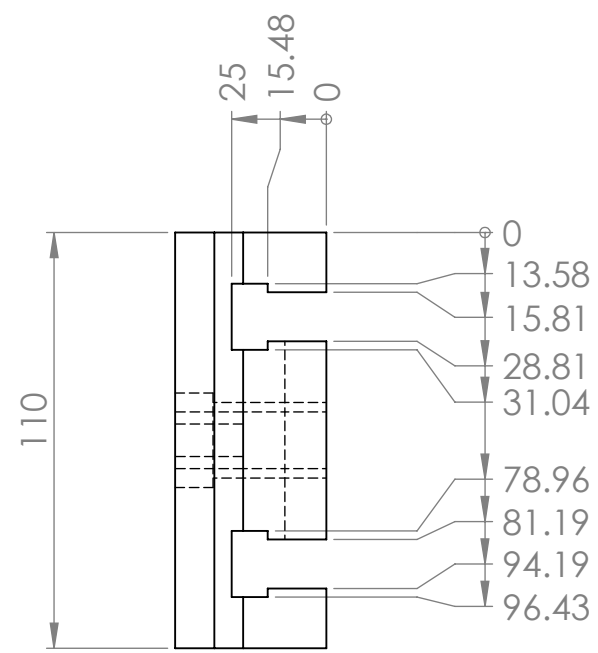
Son los bloques de código de finalización en el programa de ejemplo:

Bloque de código de finalización	Descripción
G00 Z0.1 M09;	G00 ordena la finalización del movimiento del eje en el modo de movimiento de avance rápido. Z0.1 Ordena el eje Z a Z=0.1. M09 ordena la desactivación del refrigerante.
G53 Y0 Z0;	G53 define los siguientes movimientos de eje con respecto al sistema de coordenadas de la máquina. Y0 Z0 es un comando para moverse hasta Y=0.0, Z=0.0.
M30;	M30 finaliza el programa y mueve el cursor sobre el control hasta la parte superior del programa.
%	Denota el fin de un programa escrito en el editor de texto.

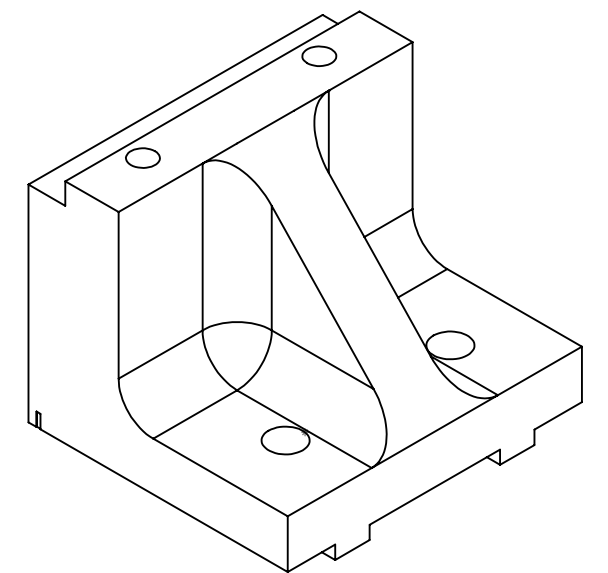
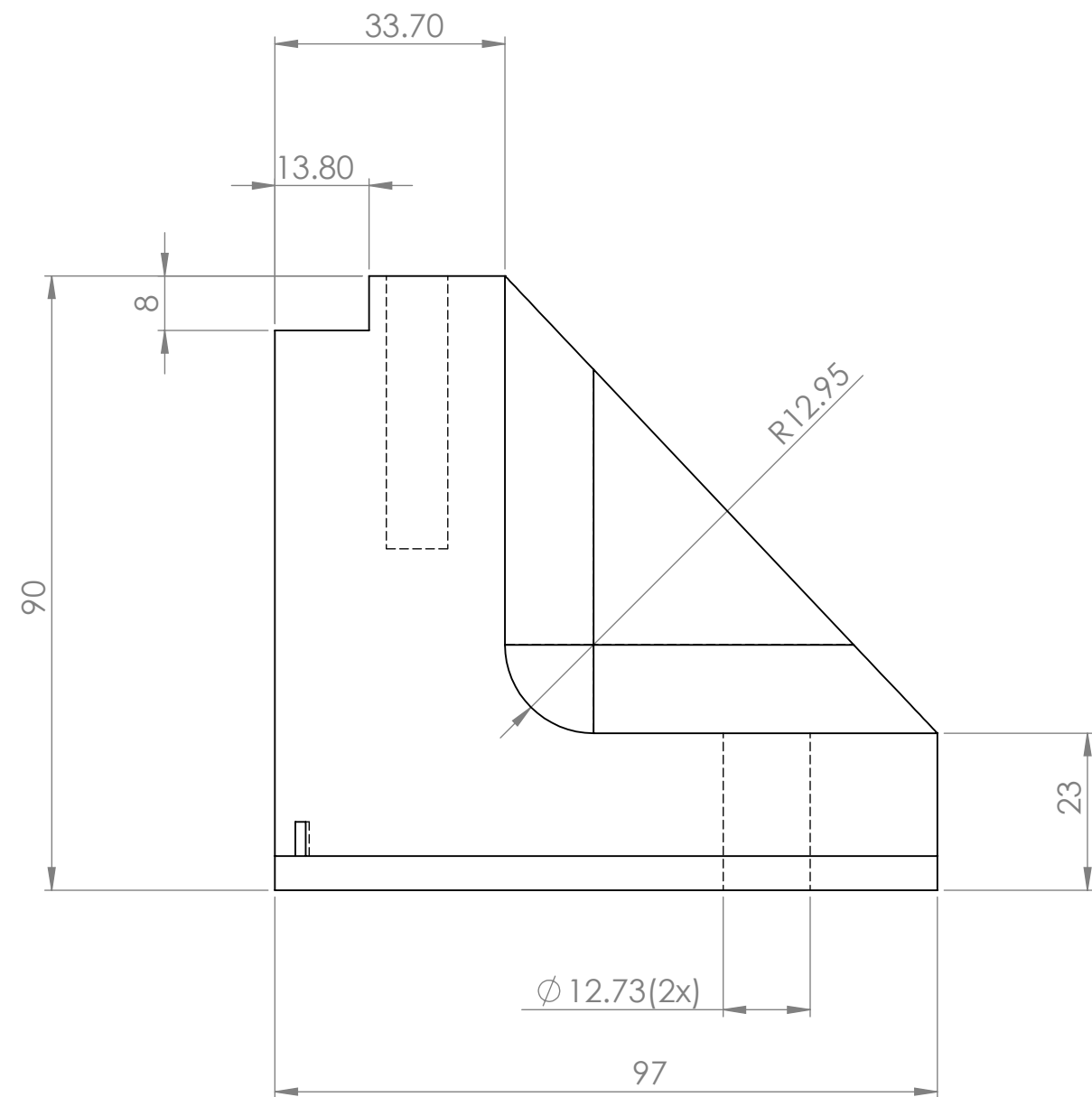
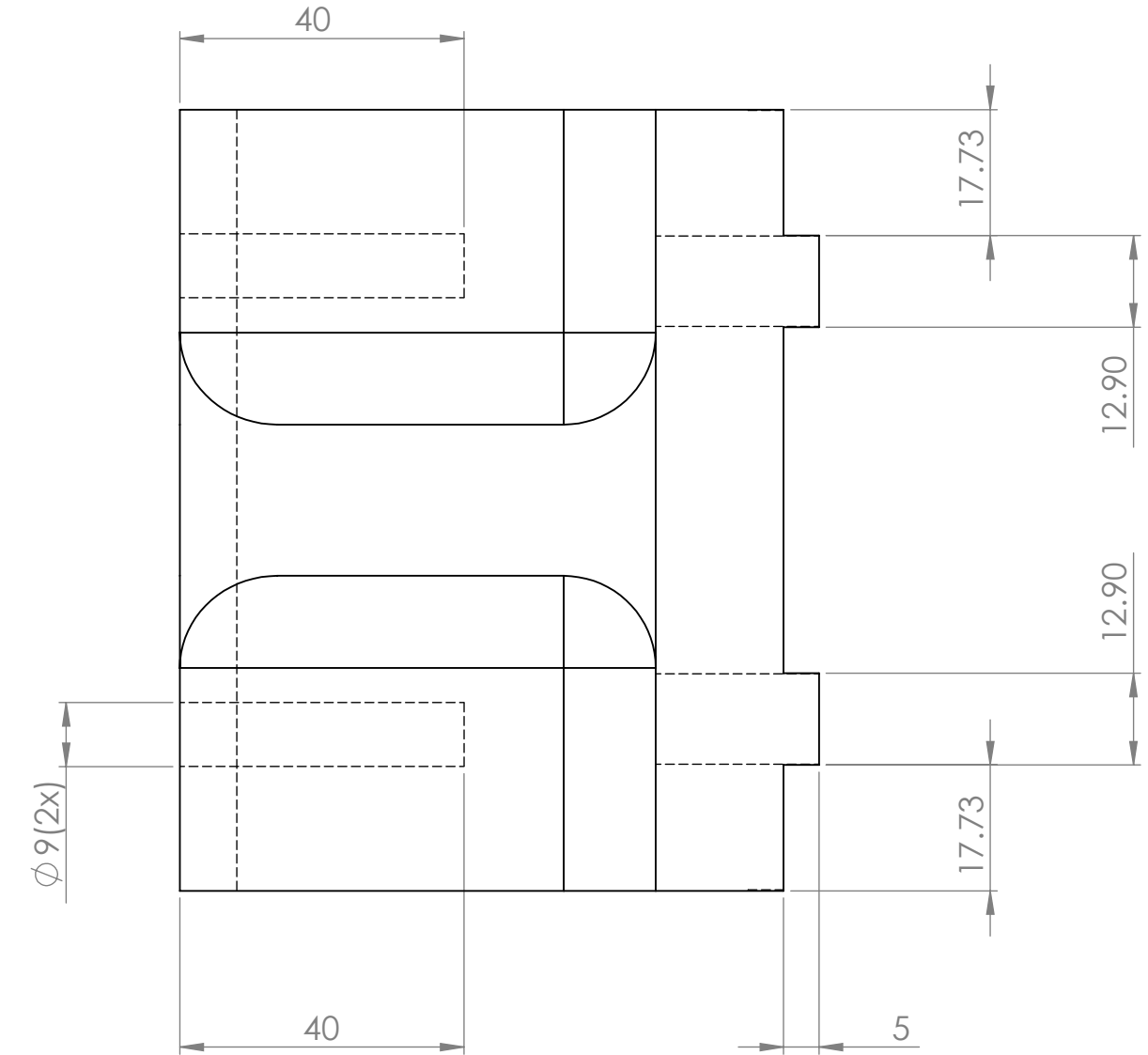
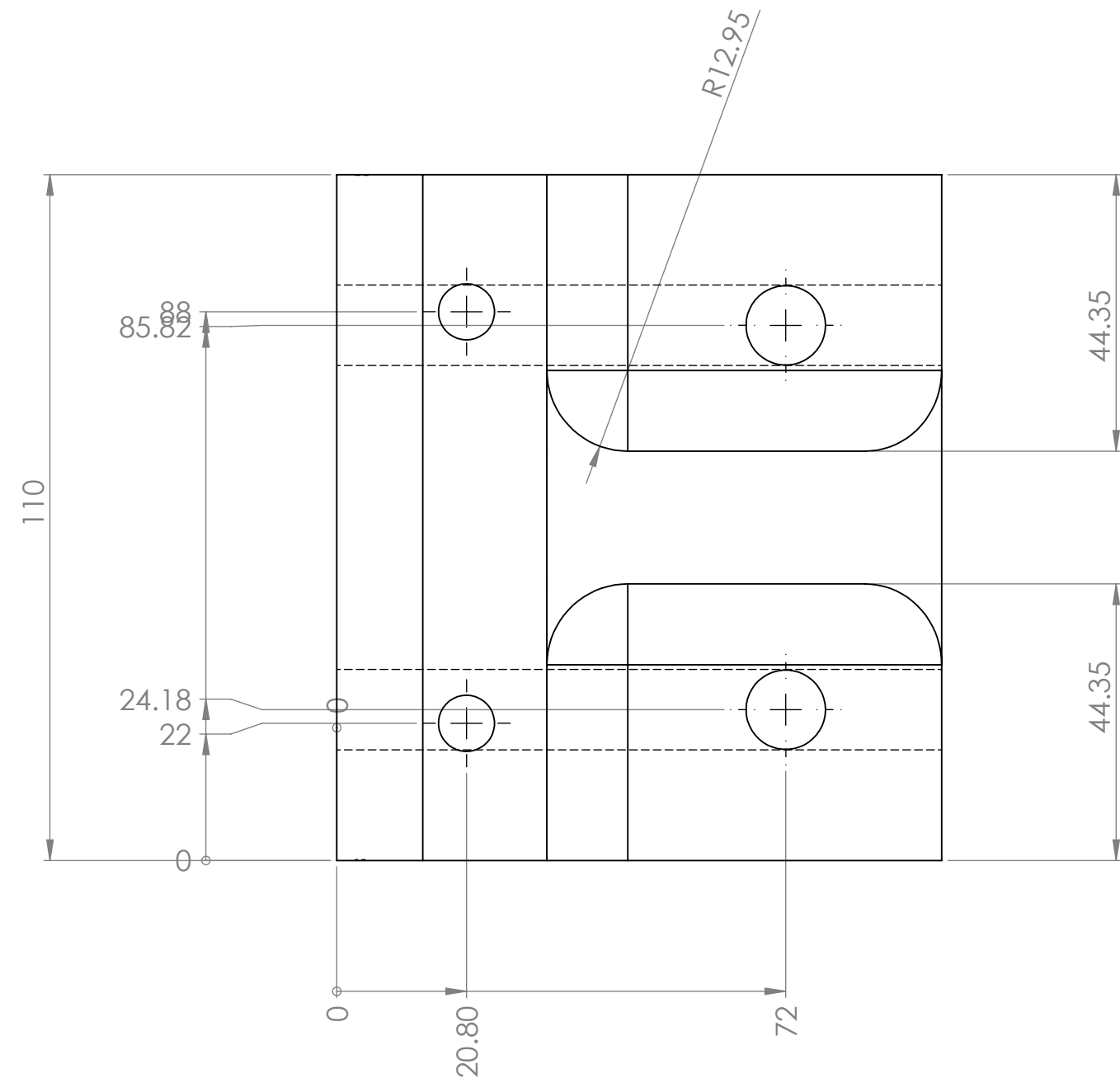
Dentro de los anexos se presentarán los códigos G generados dentro del software HSMWorks para realizar el maquinado de la plataforma de flexión en la fresadora vertical VF2 con control HAAS. [3]

ANEXO **C**

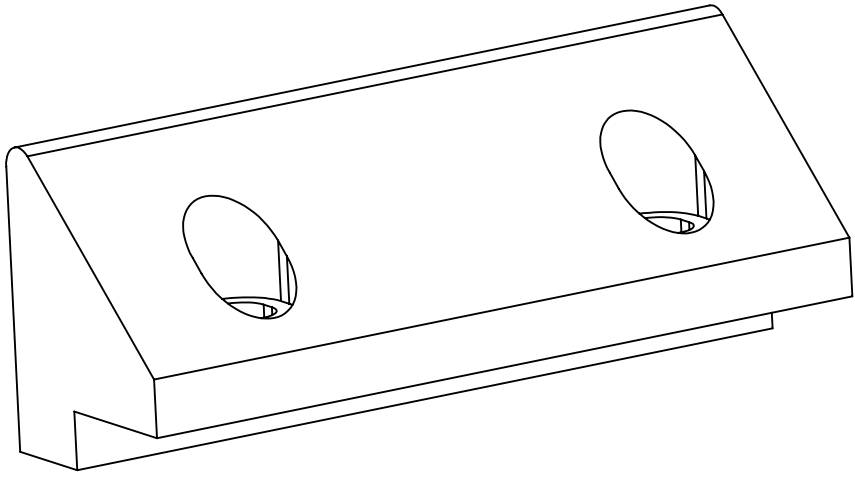
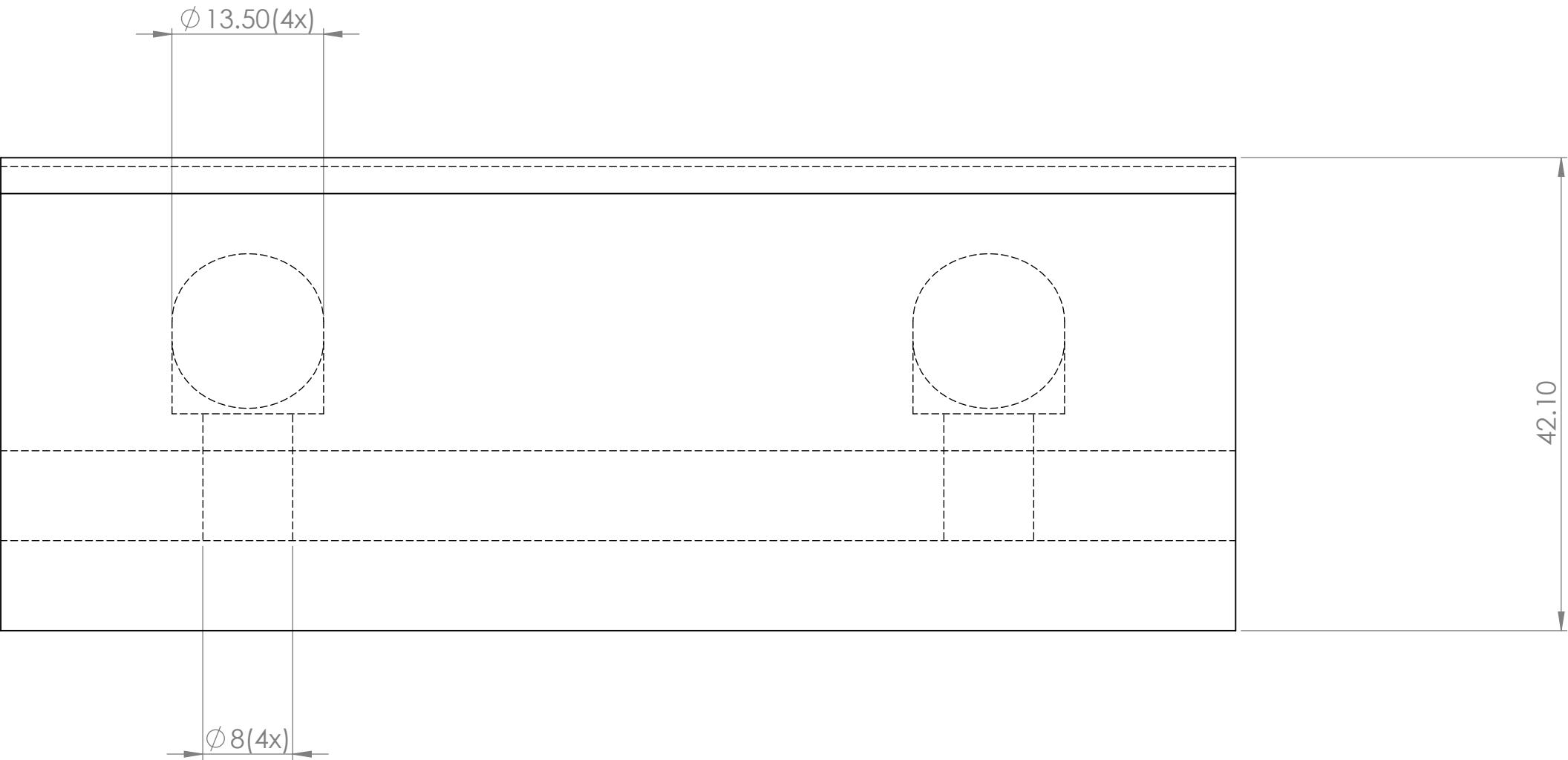
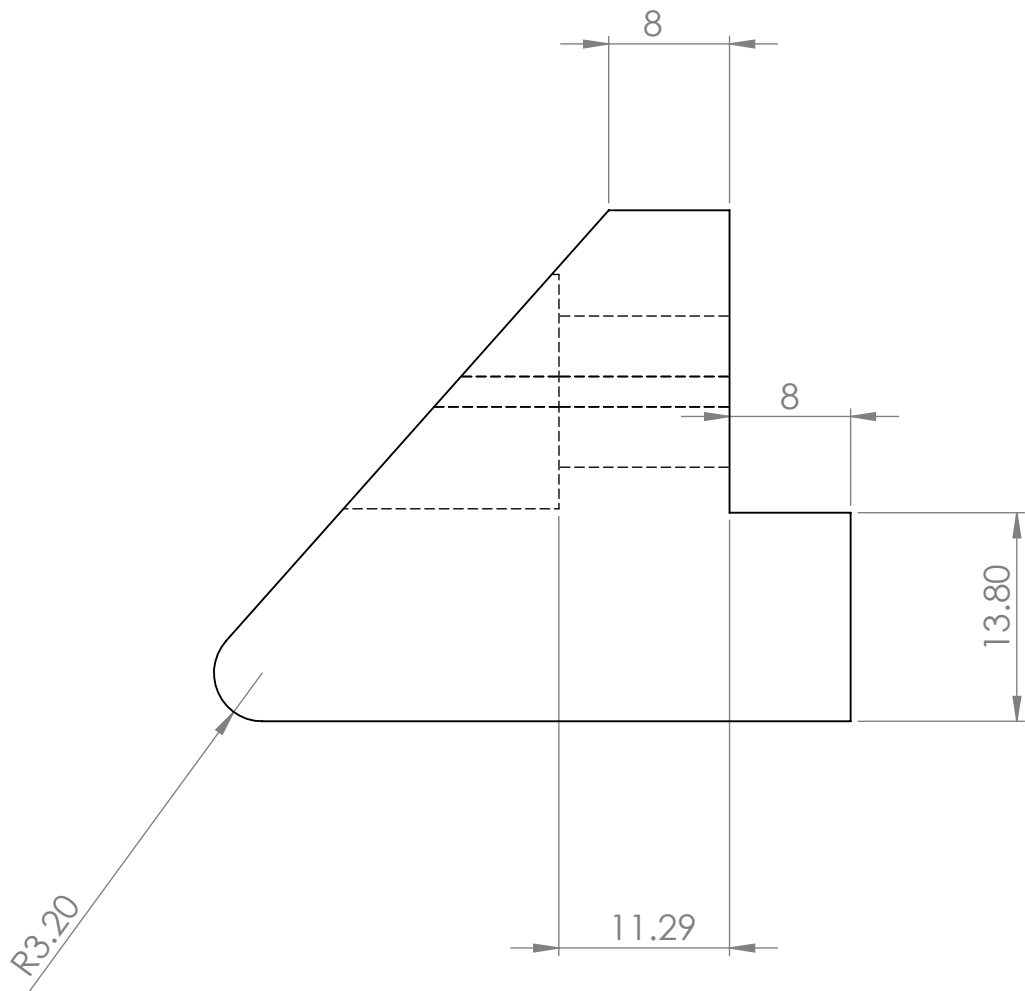
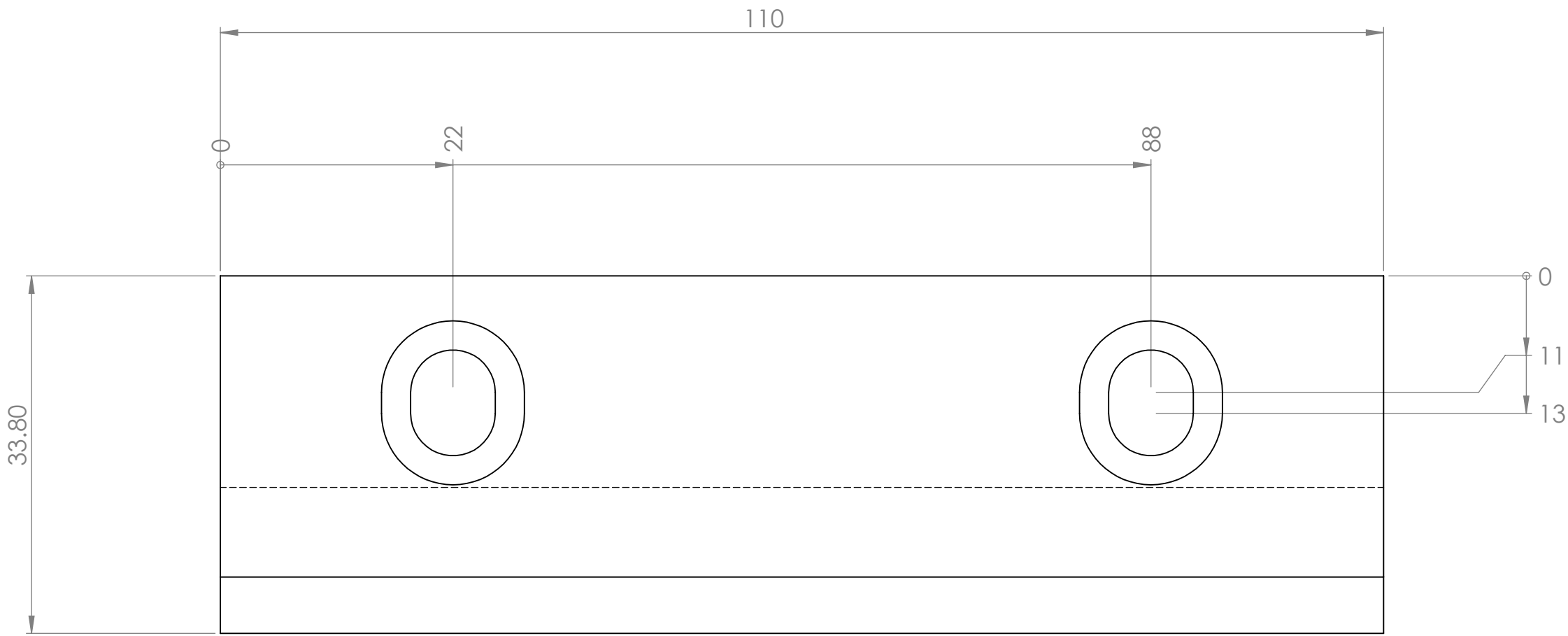
PLANOS



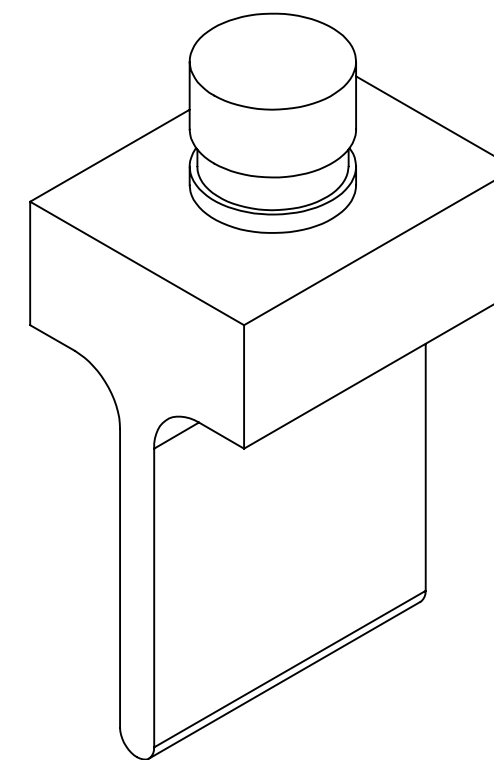
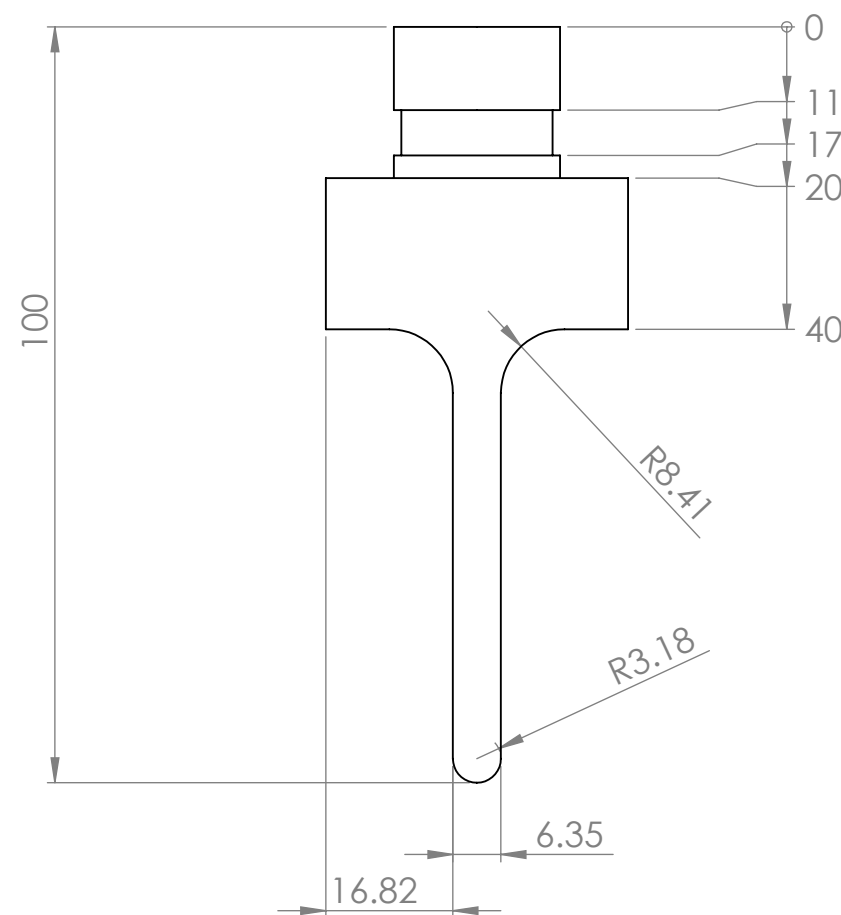
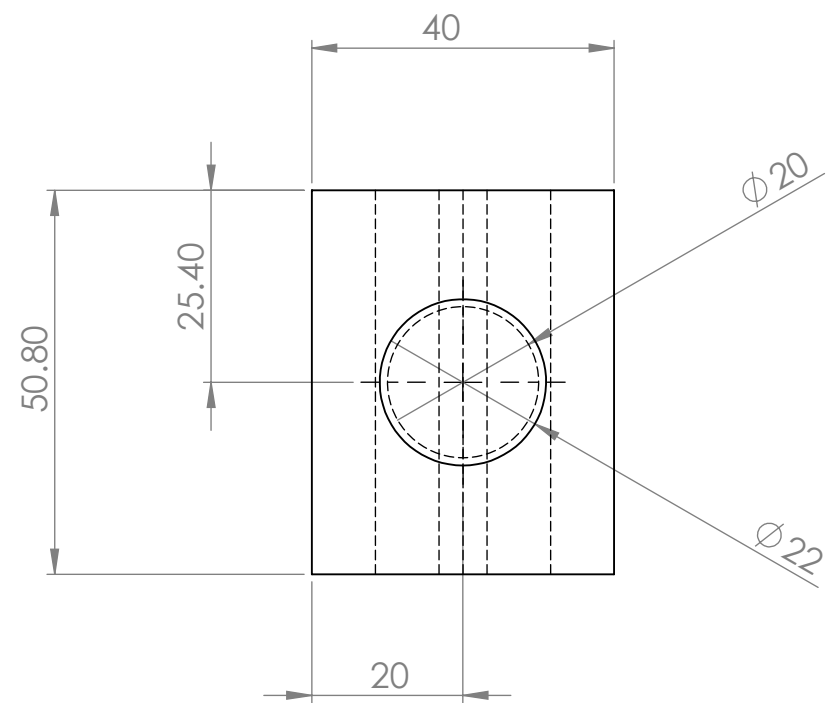
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: orillos ± 2 , pernos ± 0.02 LINEAL: ± 0.5 ANGULAR: $\pm 30'$				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	



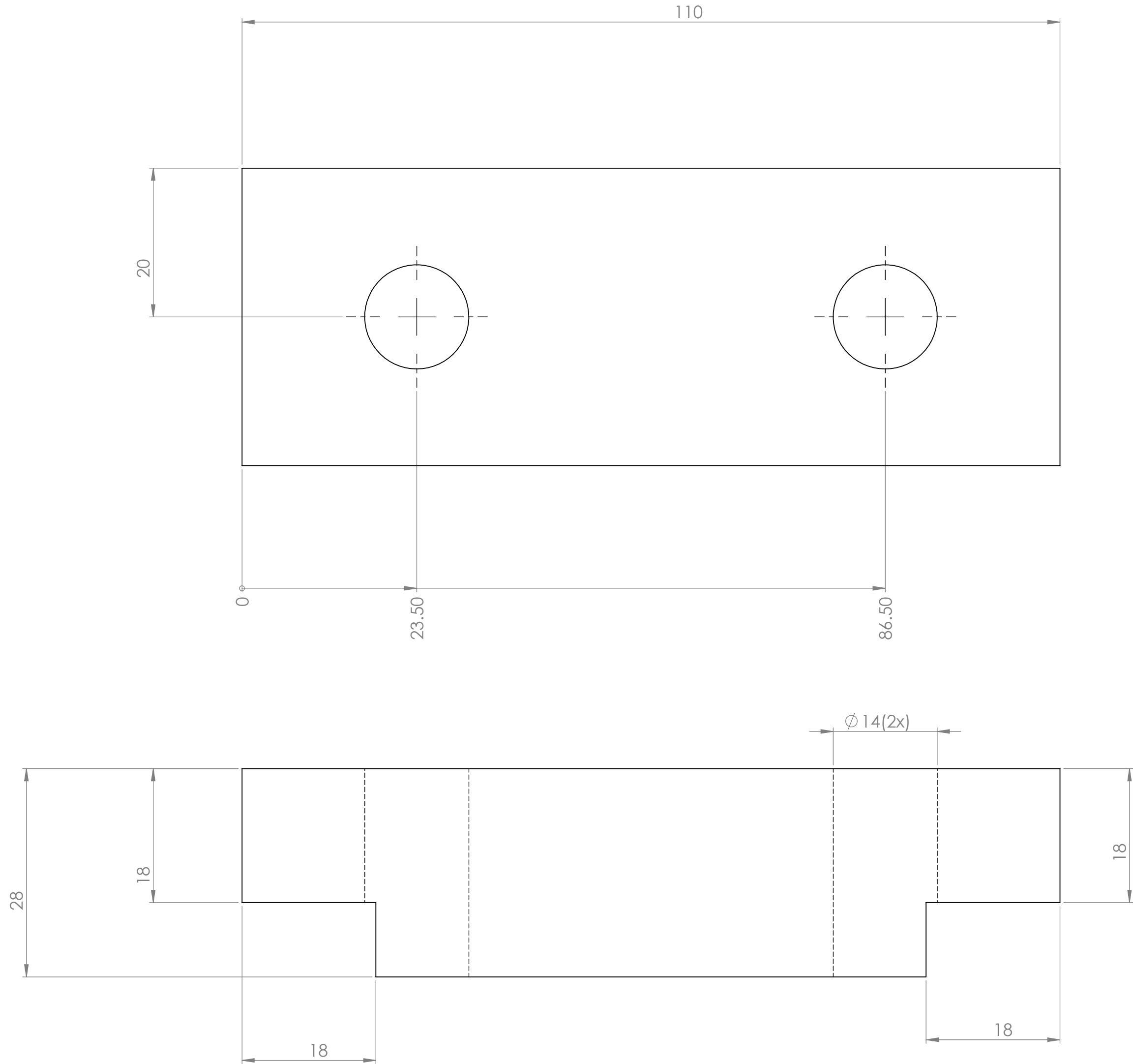
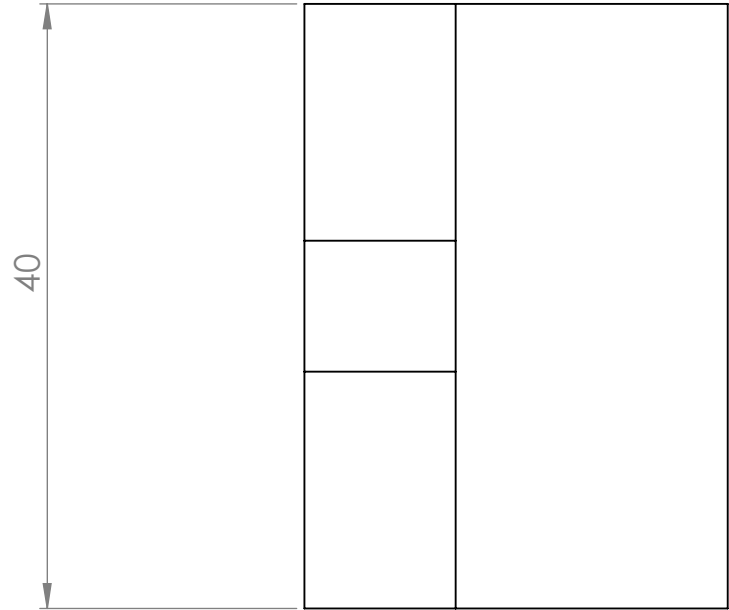
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: Tornillos ±.2; pernos ±.02 LINEAL: ±.3 ANGULAR: ±.30°				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
NOMBRE						FIRMA		FECHA			
DIBUJ.						Eliana Alegria		28/08/2013			
VERIF.						Manuel Aparicio		28/08/2013			
APROB.						Manuel Aparicio		28/08/2013			
FABR.						Eliana Alegria		02/02/2014			
CALID.						Rene Lazaro P.		02/02/2014			



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM. ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: Tornillos ±2, pernos ±0.02 LINEAL: ±3 ANGULAR: ±30'				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN		
	NOMBRE	FIRMA	FECHA				TÍTULO:				
DIBUJ.	Elana Alegria		28/08/2013				Plataforma de flexión				
VERIF.	Manuel Aparicio		28/08/2013								
APROB.	Manuel Aparicio		28/08/2013								
FABR.	Elana Alegria		02/02/2014								
CALID.	Rene Lazaro P.		02/02/2014	MATERIAL:	Acero inoxidable		N.º DE DIBUJO		lateral (punta)		
									A2		
				PESO:			ESCALA:2:1		HOJA 1 DE 1		



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM. ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: Tornillos ±.2, pernos ±.02 LINEAL: ±.3 ANGULAR: ±30				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
	NOMBRE	FIRMA	FECHA					TÍTULO:			
DIBUJ.	Elana Alegria		28/08/2013					Plataforma de flexión			
VERIF.	Manuel Aparicio		28/08/2013								
APROB.	Manuel Aparicio		28/08/2013								
FABR.	Elana Alegria		02/02/2014								
CALID.	Rene Lazaro P.		02/02/2014	MATERIAL:		Acero inoxidable		N.º DE DIBUJO		A2	
								punzon			
PESO:								ESCALA:1:1		HOJA 1 DE 1	



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM. ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: Tornillos ±.2, pernos ±.02 LINEAL: ±.3 ANGULAR: ±.30°				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
		NOMBRE		FIRMA		FECHA				TÍTULO:	
DIBUJ.		Eliana Alegria Vallejo				28/08/2013				Plataforma de flexión	
VERIF.		Manuel Aparicio Raza				28/08/2013					
APROB.		Manuel Aparicio Raza				28/08/2013					
FABR.		Eliana Alegria Vallejo				02/02/2014					
CALID.		Rene Lazaro Pacheco				02/02/2014		MATERIAL:		N.º DE DIBUJO	
								Acero 1045		tope	
										A2	
								PESO:		ESCALA:2:1	
										HOJA 1 DE 1	

ANEXO D

PROGRAMAS (CÓDIGOS G)

D.1 PUNTA

(MAQUINADO INFERIOR)

%

O03005 (PUNTA INFERIOR)

(T1 D=0.75 CR=0. - ZMIN=-0.315 -
FLAT END MILL)

(T20 D=3. CR=0. - ZMIN=0. - FACE
MILL)

N10 G90 G94 G17

N15 G20

N20 G28 G91 Z0.

N25 G90

N30 T20 M6

N35 T1

N40 S800 M3

N45 G54

N50 G0 X-4.1154 Y0.

N55 G43 Z0.8559 H20

N60 Z0.55

N65 G18 G2 X-3.8154 Z0.25 I0.3 K0.
F10.

N70 G1 X-3.6654 F30.

N75 X3.6654 F20.

N80 G2 X3.9654 Z0.55 I0. K0.3 F30.

N85 G0 X-4.1154

N90 Z0.54

N95 G2 X-3.8154 Z0.24 I0.3 K0. F10.

N100 G1 X-3.6654 F30.

N105 X3.6654 F20.

N110 G2 X3.9654 Z0.54 I0. K0.3 F30.

N115 G0 X-4.1154

N120 Z0.53

N125 G2 X-3.8154 Z0.23 I0.3 K0. F10.

N130 G1 X-3.6654 F30.

N135 X3.6654 F20.

N140 G2 X3.9654 Z0.53 I0. K0.3 F30.

N145 G0 X-4.1154

N150 Z0.52

N155 G2 X-3.8154 Z0.22 I0.3 K0. F10.

N160 G1 X-3.6654 F30.

N165 X3.6654 F20.

N170 G2 X3.9654 Z0.52 I0. K0.3 F30.

N175 G0 X-4.1154

N180 Z0.51

N185 G2 X-3.8154 Z0.21 I0.3 K0. F10.

N190 G1 X-3.6654 F30.

N195 X3.6654 F20.

N200 G2 X3.9654 Z0.51 I0. K0.3 F30.

N205 G0 X-4.1154

N210 Z0.5

N215 G2 X-3.8154 Z0.2 I0.3 K0. F10.

N220 G1 X-3.6654 F30.

N225 X3.6654 F20.

N230 G2 X3.9654 Z0.5 I0. K0.3 F30.

N235 G0 X-4.1154

N240 Z0.49

N245 G2 X-3.8154 Z0.19 I0.3 K0. F10.

N250 G1 X-3.6654 F30.

N255 X3.6654 F20.

N260 G2 X3.9654 Z0.49 I0. K0.3 F30.

N265 G0 X-4.1154

N270 Z0.48

N275 G2 X-3.8154 Z0.18 I0.3 K0. F10.

N280 G1 X-3.6654 F30.

N285 X3.6654 F20.

N290 G2 X3.9654 Z0.48 I0. K0.3 F30.

N295 G0 X-4.1154

N300 Z0.47

N305 G2 X-3.8154 Z0.17 I0.3 K0. F10.

N310 G1 X-3.6654 F30.

N315 X3.6654 F20.

N320 G2 X3.9654 Z0.47 I0. K0.3 F30.

N325 G0 X-4.1154

N330 Z0.46

N335 G2 X-3.8154 Z0.16 I0.3 K0. F10.

N340 G1 X-3.6654 F30.

N345 X3.6654 F20.

.

.

.

N880 G0 Z0.4559

N885 X-4.1154

N890 G1 Z0.3 F10.

N895 G2 X-3.8154 Z0. I0.3 K0.

N900 G1 X-3.6654 F30.

N905 X3.6654 F20.

N910 G2 X3.9654 Z0.3 I0. K0.3 F30.

N915 G0 Z0.8559

N920 G17

N925 G28 G91 Z0.

N930 G90

N935 M1

N940 T1 M6

(2 FLUTE FLAT ENDMILL)

N945 T20

N950 S1900 M3

N955 G0 X2.6351 Y0.3691

N960 G43 Z0.8559 H1

N965 Z0.4559

N970 Z-0.0823

N975 G1 X2.635 Y0.3689 Z-0.0889
F20.

N980 X2.6347 Y0.3681 Z-0.0954

N985 X2.6341 Y0.3668 Z-0.1018

N990 X2.6333 Y0.365 Z-0.108

N995 X2.6323 Y0.3627 Z-0.114

N1000 X2.6311 Y0.3599 Z-0.1198

N1005 X2.6296 Y0.3567 Z-0.1254

N1010 X2.628 Y0.3531 Z-0.1306

N1015 X2.6262 Y0.349 Z-0.1354

N1020 X2.6243 Y0.3446 Z-0.1398

N1025 X2.6222 Y0.3399 Z-0.1438

N1030 X2.62 Y0.3348 Z-0.1473

N1035 X2.6176 Y0.3295 Z-0.1503

N1040 X2.6152 Y0.324 Z-0.1528

N1045 X2.6127 Y0.3183 Z-0.1548

N1050 X2.6101 Y0.3124 Z-0.1562

N1055 X2.6075 Y0.3065 Z-0.1571

N1060 X2.6048 Y0.3005 Z-0.1573

N1065 G17 G3 X2.5366 Y0.075

I0.8843 J-0.3904

N1070 G1 X2.5345 Y0.0592 F34.

N1075 X2.532 Y0.0311

N1080 X2.5314 Y0.0221

N1085 X2.5306 Y0.0108

N1090 X2.5299 Y-0.0039

N1095 X2.529 Y-0.0237

N1100 X2.5282 Y-0.0523

N1105 X2.5273 Y-0.1004

N1110 X2.5268 Y-0.1633

N1115 X2.5266 Y-0.2261

N1120 Y-0.4146

N1125 Y-0.6031

N1130 X2.5219 Y-0.6658

N1135 X2.5068 Y-0.7268

N1140 X2.482 Y-0.7845

N1145 X2.4483 Y-0.8376

N1150 X2.4069 Y-0.8848

N1155 X2.3589 Y-0.9254

N1160 X2.3056 Y-0.9587

N1165 X2.2484 Y-0.9846

N1170 X2.1884 Y-1.0033

N1175 X2.1267 Y-1.0153

N1180 X2.0642 Y-1.022

N1185 X2.0015 Y-1.0251

N1190 X1.9386 Y-1.0262

N1195 X1.8758 Y-1.0265

N1200 X1.813 Y-1.0266

N1205 X1.4988

N1210 X1.4359

N1215 X-0.5749

N1220 X-2.0829

N1225 X-2.1458 Y-1.0253

N1230 X-2.2075 Y-1.0135

N1235 X-2.2664 Y-0.9917

N1240 X-2.3211 Y-0.9608

N1245 X-2.3703 Y-0.9217

N1250 X-2.4131 Y-0.8757

N1255 X-2.4488 Y-0.824

N1260 X-2.4771 Y-0.7679

N1265 X-2.498 Y-0.7086

N1270 X-2.5121 Y-0.6474

N1275 X-2.5204 Y-0.5851

N1280 X-2.5244 Y-0.5224

N1285 X-2.5259 Y-0.4596

N1290 X-2.5264 Y-0.3967

N1295 X-2.5266 Y-0.3339

N1300 Y-0.2082

N1305 Y0.0071

N1310 X-2.5271 Y0.0186

N1315 X-2.5286 Y0.03

N1320 X-2.5312 Y0.0412

N1325 G3 X-2.6746 Y-0.0027 I-0.0716

J-0.0222 F40.

N1330 X-2.6744 Y-0.0032 I0.0718

J0.0217

N1335 G1 X-2.6725 Y-0.0094 Z-

0.1571

N81425 G1 X1.9175

N81430 G3 X1.9457 Y-0.4183 I0.

J0.0851

N81435 X1.9205 Y-0.253 I-0.0282

J0.0803 F20.

N81440 G1 X1.8942 F34.	N81745 X-1.7351 Y-0.2576	N82045 X-1.5484 Y-0.3096
N81445 X1.8883 Y-0.2533	N81750 X-1.7378 Y-0.257	N82050 X-1.608 Y-0.2897
N81450 X1.8823 Y-0.2537	N81755 X-1.7483 Y-0.2547	N82055 X-1.645 Y-0.2768
N81455 X1.8763 Y-0.2542	N81760 X-1.759 Y-0.2534	N82060 X-1.6626 Y-0.2709
N81460 X1.8703 Y-0.2548	N81765 X-1.7698 Y-0.253	N82065 X-1.675 Y-0.2668
N81465 X1.8644 Y-0.2556	N81770 G3 X-1.7671 Y-0.4029 IO.0026	N82070 X-1.6831 Y-0.2643
N81470 X1.8584 Y-0.2564	J-0.075 F40.	N82075 X-1.6904 Y-0.2621
N81475 X1.8525 Y-0.2573	N81775 G1 X-1.7645	N82080 X-1.697 Y-0.2602
N81480 X1.8453 Y-0.2584	N81780 X1.889	N82085 X-1.7028 Y-0.2586
N81485 X1.8379 Y-0.2597	N81785 X1.8916 F20.	N82090 X-1.7086 Y-0.2571
N81490 X1.8291 Y-0.2613	N81790 G3 X1.8942 Y-0.253 IO. J0.075	N82095 X-1.7105 Y-0.2566
N81495 X1.8187 Y-0.2634	N81795 G1 X1.8655 F34.	N82100 X-1.7206 Y-0.2546
N81500 X1.8077 Y-0.2657	N81800 X1.8595 Y-0.2533	N82105 X-1.7309 Y-0.2534
N81505 X1.7935 Y-0.2688	N81805 X1.8535 Y-0.2537	N82110 X-1.7412 Y-0.253
N81510 X1.7745 Y-0.2732	N81810 X1.8475 Y-0.2542	N82115 G3 X-1.7386 Y-0.4029 IO.0026
N81515 X1.7518 Y-0.2787	N81815 X1.8416 Y-0.2548	J-0.075 F40.
N81520 X1.7175 Y-0.2874	N81820 X1.8356 Y-0.2555	N82120 G1 X-1.736
N81525 X1.6568 Y-0.3036	N81825 X1.8295 Y-0.2563	N82125 X1.8603
N81530 X1.596 Y-0.3196	N81830 X1.8228 Y-0.2573	N82130 X1.8629 F20.
N81535 X1.5349 Y-0.3342	N81835 X1.8153 Y-0.2584	N82135 G3 X1.8655 Y-0.253 IO. J0.075
N81540 X1.4734 Y-0.3471	N81840 X1.8066 Y-0.2599	N82140 G1 X1.8341 F34.
N81545 X1.4115 Y-0.3581	N81845 X1.7974 Y-0.2615	N82145 X1.8281 Y-0.2533
N81550 X1.3493 Y-0.3673	N81850 X1.7858 Y-0.2637	N82150 X1.8221 Y-0.2537
N81555 X1.287 Y-0.3748	N81855 X1.773 Y-0.2663	N82155 X1.8161 Y-0.2542
N81560 X1.2244 Y-0.3807	N81860 X1.758 Y-0.2695	N82160 X1.8102 Y-0.2548
N81565 X1.1617 Y-0.3853	N81865 X1.7377 Y-0.2741	N82165 X1.8042 Y-0.2555
N81570 X1.099 Y-0.3887	N81870 X1.7027 Y-0.2823	N82170 X1.7979 Y-0.2563
N81575 X1.0362 Y-0.3912	N81875 X1.5808 Y-0.3127	N82175 X1.7905 Y-0.2573
N81580 X0.9734 Y-0.3929	N81880 X1.5195 Y-0.3267	N82180 X1.7827 Y-0.2585
N81585 X0.9106 Y-0.3942	N81885 X1.4579 Y-0.3391	N82185 X1.7731 Y-0.2601
N81590 X0.8477 Y-0.395	N81890 X1.396 Y-0.3497	N82190 X1.7617 Y-0.262
N81595 X0.7849 Y-0.3956	N81895 X1.3338 Y-0.3585	N82195 X1.7497 Y-0.2643
N81600 X0.7221 Y-0.396	N81900 X1.2713 Y-0.3657	N82200 X1.7339 Y-0.2674
N81605 X0.6592 Y-0.3962	N81905 X1.2088 Y-0.3714	N82205 X1.7124 Y-0.2719
N81610 X0.5964 Y-0.3964	N81910 X1.1461 Y-0.3757	N82210 X1.6803 Y-0.2789
N81615 X0.4707 Y-0.3965	N81915 X1.0833 Y-0.379	N82215 X1.6191 Y-0.2932
N81620 X0.2194 Y-0.3966	N81920 X1.0205 Y-0.3814	N82220 X1.5579 Y-0.3075
N81625 X-0.0948	N81925 X0.9577 Y-0.3831	N82225 X1.4965 Y-0.3208
N81630 X-0.7232	N81930 X0.8949 Y-0.3842	N82230 X1.4347 Y-0.3324
N81635 X-0.786 Y-0.3965	N81935 X0.8321 Y-0.3851	N82235 X1.3727 Y-0.3424
N81640 X-0.8489 Y-0.3964	N81940 X0.7692 Y-0.3856	N82240 X1.3104 Y-0.3507
N81645 X-0.9117 Y-0.3962	N81945 X0.7064 Y-0.386	N82245 X1.2479 Y-0.3574
N81650 X-0.9745 Y-0.3957	N81950 X0.6435 Y-0.3862	N82250 X1.1853 Y-0.3626
N81655 X-1.0374 Y-0.3947	N81955 X0.5807 Y-0.3864	N82255 X1.1226 Y-0.3666
N81660 X-1.1002 Y-0.3929	N81960 X0.455 Y-0.3865	N82260 X1.0598 Y-0.3696
N81665 X-1.163 Y-0.3899	N81965 X0.2037 Y-0.3866	N82265 X0.997 Y-0.3718
N81670 X-1.2256 Y-0.3852	N81970 X-0.1105	N82270 X0.9342 Y-0.3734
N81675 X-1.2881 Y-0.3785	N81975 X-0.676	N82275 X0.8714 Y-0.3744
N81680 X-1.3503 Y-0.3694	N81980 X-0.7389	N82280 X0.8085 Y-0.3752
N81685 X-1.412 Y-0.3576	N81985 X-0.8017 Y-0.3865	N82285 X0.7457 Y-0.3757
N81690 X-1.4731 Y-0.3431	N81990 X-0.8645 Y-0.3863	N82290 X0.6829 Y-0.376
N81695 X-1.5336 Y-0.3259	N81995 X-0.9274 Y-0.386	N82295 X0.62 Y-0.3762
N81700 X-1.5933 Y-0.3063	N82000 X-0.9902 Y-0.3853	N82300 X0.5572 Y-0.3764
N81705 X-1.6524 Y-0.285	N82005 X-1.053 Y-0.384	N82305 X0.4315 Y-0.3765
N81710 X-1.676 Y-0.2765	N82010 X-1.1158 Y-0.3818	N82310 X0.1802 Y-0.3766
N81715 X-1.6912 Y-0.2712	N82015 X-1.1786 Y-0.3782	N82315 X-0.134
N81720 X-1.7026 Y-0.2674	N82020 X-1.2412 Y-0.3729	N82320 X-0.6367
N81725 X-1.7104 Y-0.2649	N82025 X-1.3036 Y-0.3654	N82325 X-0.7624 Y-0.3765
N81730 X-1.7169 Y-0.2629	N82030 X-1.3656 Y-0.3554	N82330 X-0.8252 Y-0.3764
N81735 X-1.7235 Y-0.2609	N82035 X-1.4272 Y-0.3428	N82335 X-0.8881 Y-0.3762
N81740 X-1.7293 Y-0.2592	N82040 X-1.4881 Y-0.3275	N82340 X-0.9509 Y-0.3757

N82345 X-1.0137 Y-0.3747
 N82350 X-1.0765 Y-0.373
 N82355 X-1.1393 Y-0.3701
 N82360 X-1.202 Y-0.3658
 N82365 X-1.2645 Y-0.3595
 N82370 X-1.3268 Y-0.3509
 N82375 X-1.3886 Y-0.3397
 N82380 X-1.4499 Y-0.3259
 N82385 X-1.5106 Y-0.3096
 N82390 X-1.5706 Y-0.291
 N82395 X-1.6205 Y-0.2744
 N82400 X-1.6381 Y-0.2687
 N82405 X-1.6499 Y-0.2651
 N82410 X-1.6575 Y-0.2628
 N82415 X-1.6651 Y-0.2607
 N82420 X-1.6711 Y-0.259
 N82425 X-1.6769 Y-0.2575
 N82430 X-1.6804 Y-0.2567
 N82435 X-1.6905 Y-0.2546
 N82440 X-1.7009 Y-0.2534
 N82445 X-1.7112 Y-0.253
 .
 .
 .
 N84905 G1 X1.2858 F34.
 N84910 X1.2442 Y-0.255
 N84915 X1.1815 Y-0.2589
 N84920 X1.1188 Y-0.2629
 N84925 X1.056 Y-0.2664
 N84930 X0.9932 Y-0.2692
 N84935 X0.9304 Y-0.2713
 N84940 X0.8676 Y-0.2729
 N84945 X0.8048 Y-0.2741
 N84950 X0.742 Y-0.2749
 N84955 X0.6791 Y-0.2754
 N84960 X0.6163 Y-0.2758
 N84965 X0.5535 Y-0.2761
 N84970 X0.4906 Y-0.2763
 N84975 X0.4278 Y-0.2764
 N84980 X0.3021 Y-0.2765
 N84985 X0.0508 Y-0.2766
 N84990 X-0.5148
 N84995 X-0.6404 Y-0.2765
 N85000 X-0.7033 Y-0.2764
 N85005 X-0.7661 Y-0.2762
 N85010 X-0.829 Y-0.2758
 N85015 X-0.8918 Y-0.275
 N85020 X-0.9546 Y-0.2737
 N85025 X-1.0174 Y-0.2716
 N85030 X-1.0802 Y-0.2684
 N85035 X-1.1428 Y-0.2638
 N85040 X-1.2054 Y-0.2575
 N85045 X-1.2265 Y-0.2547
 N85050 X-1.2335 Y-0.2537
 N85055 X-1.2405 Y-0.2531
 N85060 X-1.2476 Y-0.253
 N85065 G3 X-1.245 Y-0.4029 I0.0026
 J-0.075 F40.
 N85070 G1 X-1.2424
 N85075 X1.2806
 N85080 X1.2832 F20.

N85085 G3 X1.2858 Y-0.253 I0. J0.075
 N85090 G1 X1.1371 F34.
 N85095 X1.0744 Y-0.2561
 N85100 X1.0116 Y-0.2585
 N85105 X0.9488 Y-0.2606
 N85110 X0.8859 Y-0.2623
 N85115 X0.8231 Y-0.2636
 N85120 X0.7603 Y-0.2646
 N85125 X0.6975 Y-0.2652
 N85130 X0.6346 Y-0.2657
 N85135 X0.5718 Y-0.266
 N85140 X0.509 Y-0.2662
 N85145 X0.4461 Y-0.2664
 N85150 X0.3204 Y-0.2665
 N85155 X0.0691 Y-0.2666
 N85160 X-0.4964
 N85165 X-0.6221 Y-0.2665
 N85170 X-0.685 Y-0.2664
 N85175 X-0.7478 Y-0.2662
 N85180 X-0.8106 Y-0.2659
 N85185 X-0.8735 Y-0.2652
 N85190 X-0.9363 Y-0.264
 N85195 X-0.9991 Y-0.262
 N85200 X-1.0619 Y-0.259
 N85205 X-1.0932 Y-0.2569
 N85210 X-1.1189 Y-0.2548
 N85215 X-1.1329 Y-0.2535
 N85220 X-1.1369 Y-0.2532
 N85225 X-1.141 Y-0.253
 N85230 X-1.145
 N85235 G3 X-1.1424 Y-0.4029 I0.0026
 J-0.075 F40.
 N85240 G1 X-1.1398
 N85245 X1.1319
 N85250 X1.1345 F20.
 N85255 G3 X1.1371 Y-0.253 I0. J0.075
 N85260 G1 X-1.0274 F34.
 N85265 G3 X-1.0222 Y-0.4029 I0.0026
 J-0.075 F40.
 N85270 G1 X-1.0157 Y-0.4026 Z-
 0.3147
 N85275 X-1.0092 Y-0.4024 Z-0.3138
 N85280 X-1.0028 Y-0.4022 Z-0.3124
 N85285 X-0.9966 Y-0.402 Z-0.3104
 N85290 X-0.9905 Y-0.4018 Z-0.3079
 N85295 X-0.9847 Y-0.4016 Z-0.3049
 N85300 X-0.9792 Y-0.4014 Z-0.3014
 N85305 X-0.974 Y-0.4012 Z-0.2974
 N85310 X-0.9692 Y-0.401 Z-0.293
 N85315 X-0.9648 Y-0.4009 Z-0.2882
 N85320 X-0.9608 Y-0.4007 Z-0.283
 N85325 X-0.9573 Y-0.4006 Z-0.2775
 N85330 X-0.9543 Y-0.4005 Z-0.2717
 N85335 X-0.9518 Y-0.4004 Z-0.2656
 N85340 X-0.9498 Y-0.4003 Z-0.2594
 N85345 X-0.9484 Z-0.253
 N85350 X-0.9475 Z-0.2465
 N85355 X-0.9473 Y-0.4002 Z-0.24
 N85360 G0 Z0.4559
 N85365 Z0.8559
 N85375 G28 G91 Z0.

N85380 G28 Y0.
 N85385 M30
 %

D.2 PUNTA (MAQUINADO SUPERIOR)

%
 O02705 (punta superior)
 (T2 D=0.315 CR=0. TAPER=118deg -
 ZMIN=-1.4725 - drill)
 (T3 D=0.5 CR=0. TAPER=118deg -
 ZMIN=-0.8979 - drill)
 (T4 D=0.375 CR=0. - ZMIN=-0.8979 -
 flat end mill)
 (T5 D=0.75 CR=0. - ZMIN=-1.6575 -
 flat end mill)
 (T6 D=0.25 CR=0. - ZMIN=-1.3425 -
 flat end mill)
 N10 G90 G94 G17
 N15 G20
 N20 G28 G91 Z0.
 N25 G90
N30 T2 M6
 N35 T3
 N40 S800 M3
 N45 G54
 N50 /M8
 N55 G0 X-1.2992 Y-0.2323
 N60 G43 Z0.5905 H2
 N65 G17
 N70 G0 Z0.1968
 N75 G98 G83 X-1.2992 Y-0.2323 Z-
 1.4725 R0.1968 Q0.05 P0 F3.
 N80 X1.2992
 N85 G80
 N90 Z0.5905
 N100 G28 G91 Z0.
 N105 G90
 N110 M9
 N115 M1
N120 T3 M6
 N125 T5
 N130 S700 M3
 N135 /M8
 N140 G0 X1.2992 Y-0.2323
 N145 G43 Z0.5905 H3
 N150 G17
 N155 G0 Z0.1968
 N160 G83 X1.2992 Y-0.2323 Z-0.8979
 R0.1968 Q0.1 P0 F4.
 N165 X-1.2992
 N170 G80
 N175 Z0.5905
 N185 G28 G91 Z0.
 N190 G90
 N195 M9
 N200 M1
N205 T5 M6
 (2 Flute Flat Endmill)
 N210 T4

N215 S1900 M3	N510 X2.1933 Y1.1104	N815 X1.5504 Y-1.1098
N220 G0 X-2.7916 Y1.5918	N515 X2.2483 Y1.081	N820 X1.4881 Y-1.1124
N225 G43 Z0.5905 H5	N520 X2.297 Y1.0421	N825 X1.4258 Y-1.1145
N230 Z0.1968	N525 X2.3394 Y0.9964	N830 X1.3635 Y-1.1162
N235 Z0.0509	N530 X2.3761 Y0.946	N835 X1.3012 Y-1.1177
N240 G1 X-2.7915 Y1.5915 Z0.0444 F20.	N535 X2.3893 Y0.9232	N840 X1.2388 Y-1.1188
N245 X-2.7912 Y1.5907 Z0.0379	N540 X2.3968 Y0.9118	N845 X1.1765 Y-1.1198
N250 X-2.7907 Y1.5894 Z0.0315	N545 X2.4055 Y0.9012	N850 X1.1142 Y-1.1206
N255 X-2.7901 Y1.5875 Z0.0253	N550 X2.4153 Y0.8916	N855 X1.0518 Y-1.1213
N260 X-2.7892 Y1.5852 Z0.0192	N555 X2.4338 Y0.8738	N860 X0.9895 Y-1.1218
N265 X-2.7882 Y1.5823 Z0.0134	N560 X2.4377 Y0.8698	N865 X0.9271 Y-1.1223
N270 X-2.787 Y1.579 Z0.0079	N565 X2.4532 Y0.8514	N870 X0.8648 Y-1.1226
N275 X-2.7857 Y1.5752 Z0.0027	N570 X2.4707 Y0.829	N875 X0.8025 Y-1.1229
N280 X-2.7842 Y1.5711 Z-0.0021	N575 X2.4827 Y0.8118	N880 X0.7401 Y-1.1232
N285 X-2.7826 Y1.5665 Z-0.0066	N580 X2.4985 Y0.7842	N885 X0.6154 Y-1.1236
N290 X-2.7809 Y1.5617 Z-0.0105	N585 X2.5085 Y0.7618	N890 X0.4908 Y-1.1238
N295 X-2.779 Y1.5565 Z-0.014	N590 X2.5181 Y0.7394	N895 X0.3037 Y-1.1241
N300 X-2.7771 Y1.551 Z-0.0171	N595 X2.5252 Y0.717	N900 X0.0544 Y-1.1242
N305 X-2.775 Y1.5453 Z-0.0196	N600 X2.5276 Y0.7088	N905 X-0.382 Y-1.1243
N310 X-2.7729 Y1.5394 Z-0.0215	N605 X2.5307 Y0.6946	N910 X-1.9406 Y-1.1244
N315 X-2.7708 Y1.5334 Z-0.023	N610 X2.5352 Y0.6722	N279695 G3 X1.1795 Y-0.8129 I-0.1916 J-0.9475 F20.
N320 X-2.7686 Y1.5273 Z-0.0238	N615 X2.5379 Y0.6498	N279700 G1 X1.1571 Y-0.8147 F23.
N325 X-2.7664 Y1.5211 Z-0.0241	N620 X2.54 Y0.6274	N279705 X1.1346 Y-0.8156
N330 G17 G3 X-2.6609 Y1.3105 I0.9106 J0.3245	N625 Y0.6262	N279710 X1.1121 Y-0.8158
N335 G1 X-2.6586 Y1.3073 F23.	N630 X2.5437 Y0.564	N279715 X-1.1121
N340 X-2.637 Y1.2918	N635 X2.5484 Y0.5018	N279720 X-1.1346 Y-0.8156
N345 X-2.6096 Y1.2748	N640 X2.5524 Y0.4396	N279725 X-1.1571 Y-0.8147
N350 X-2.5749 Y1.2565	N645 X2.5557 Y0.3774	N279730 X-1.1795 Y-0.8129
N355 X-2.5308 Y1.2371	N650 X2.5584 Y0.3151	N279735 X-1.202 Y-0.8096
N360 X-2.4736 Y1.2164	N655 X2.5606 Y0.2528	N279740 X-1.2171 Y-0.8066
N365 X-2.4137 Y1.1994	N660 X2.5625 Y0.1905	N279745 X-1.247 Y-0.7989
N370 X-2.3529 Y1.1856	N665 X2.564 Y0.1281	N279750 X-1.2807 Y-0.7877
N375 X-2.2915 Y1.1745	N670 X2.5653 Y0.0658	.
N380 X-2.2298 Y1.1654	N675 X2.5663 Y0.0035	.
N385 X-2.1679 Y1.158	N680 X2.5672 Y-0.0589	.
N390 X-2.1059 Y1.152	N685 X2.5679 Y-0.1212	N346290 Y0.593 I0.075 J0.0021
N395 X-2.0437 Y1.1471	N690 X2.5685 Y-0.1835	N346295 G1 X-2.69 Y0.5865 Z-1.6572
N400 X-1.9815 Y1.1431	N695 X2.569 Y-0.2459	N346300 X-2.6898 Y0.58 Z-1.6563
N405 X-1.9193 Y1.1398	N700 X2.5693 Y-0.3082	N346305 X-2.6896 Y0.5736 Z-1.6549
N410 X-1.857 Y1.1371	N705 X2.5697 Y-0.3706	N346310 X-2.6894 Y0.5674 Z-1.6529
N415 X-1.7947 Y1.1348	N710 X2.5699 Y-0.4329	N346315 X-2.6892 Y0.5613 Z-1.6504
N420 X-1.7324 Y1.133	N715 X2.5703 Y-0.5576	N346320 X-2.689 Y0.5555 Z-1.6474
N425 X-1.67 Y1.1315	N720 X2.5706 Y-0.6823	N346325 X-2.6888 Y0.55 Z-1.6439
N430 X-1.6077 Y1.1303	N725 X2.5568 Y-0.7431	N346330 X-2.6886 Y0.5448 Z-1.6399
N435 X-1.5454 Y1.1293	N730 X2.5281 Y-0.7984	N346335 X-2.6884 Y0.54 Z-1.6355
N440 X-1.483 Y1.1285	N735 X2.4896 Y-0.8474	N346340 X-2.6883 Y0.5356 Z-1.6307
N445 X-1.4207 Y1.1278	N740 X2.4443 Y-0.8903	N346345 X-2.6881 Y0.5316 Z-1.6255
N450 X-1.3584 Y1.1272	N745 X2.3941 Y-0.9272	N346350 X-2.688 Y0.5281 Z-1.62
N455 X-1.296 Y1.1268	N750 X2.3404 Y-0.9589	N346355 X-2.6879 Y0.5251 Z-1.6142
N460 X-1.2337 Y1.1264	N755 X2.2843 Y-0.9859	N346360 X-2.6878 Y0.5226 Z-1.6081
N465 X-1.1713 Y1.1261	N760 X2.2263 Y-1.0088	N346365 X-2.6877 Y0.5206 Z-1.6019
N470 X-1.109 Y1.1259	N765 X2.167 Y-1.0281	N346370 Y0.5192 Z-1.5955
N475 X-0.9843 Y1.1255	N770 X2.1068 Y-1.0443	N346375 Y0.5183 Z-1.589
N480 X-0.8596 Y1.1253	N775 X2.0459 Y-1.0579	N346380 X-2.6876 Y0.5181 Z-1.5825
N485 X-0.6726 Y1.125	N780 X1.9846 Y-1.0693	N346385 G0 Z0.1968
N490 X-0.4232 Y1.1249	N785 X1.923 Y-1.0787	N346390 Z0.5905
N495 X0.0131	N790 X1.8612 Y-1.0866	N346400 G28 G91 Z0.
N500 X1.3223 Y1.1251	N795 X1.7992 Y-1.0931	N346405 G90
N505 X2.1328 Y1.1253	N800 X1.7371 Y-1.0986	N346410 M1
	N805 X1.6749 Y-1.1031	N346415 T4 M6
	N810 X1.6127 Y-1.1068	

(2 Flute Flat Endmill)

N346420 T6
 N346425 S3000 M3
 N346430 /M8
 N346435 G0 X-1.2992 Y-0.2323
 N346440 G43 Z0.5999 H4
 N346445 Z0.1999
 N346450 Z-0.2001
 N346455 G1 Z-0.3501 F20.
 N346460 Y-0.2293 F24.
 N346465 X-1.3005 Y-0.2301
 N346470 X-1.3014 Y-0.2313
 N346475 X-1.3015 Y-0.2328
 N346480 X-1.3007 Y-0.2341
 N346485 X-1.2993 Y-0.2346
 N346490 X-1.2979 Y-0.2342
 N346495 X-1.297 Y-0.233
 N346500 Y-0.2315
 N346505 X-1.2976 Y-0.2302
 N346510 X-1.2986 Y-0.2291
 N346515 X-1.3001
 N346520 X-1.3012 Y-0.2301
 N346525 X-1.3019 Y-0.2315
 N346530 X-1.302 Y-0.233
 N346535 X-1.3012 Y-0.2343
 N346540 X-1.2999 Y-0.235
 N346545 X-1.2984 Y-0.2349
 N346550 X-1.2972 Y-0.2341
 N346555 X-1.2964 Y-0.2328
 N346560 X-1.2966 Y-0.2313
 N346565 X-1.2972 Y-0.2299
 N346570 X-1.2982 Y-0.2288
 N346575 X-1.2997 Y-0.2286
 N346580 X-1.301 Y-0.2292
 N346585 X-1.302 Y-0.2304
 N346590 X-1.3024 Y-0.2318
 N346595 X-1.3023 Y-0.2333
 N346600 X-1.3016 Y-0.2346
 N346605 X-1.3003 Y-0.2354
 N346610 X-1.2988 Y-0.2355
 N346615 X-1.2974 Y-0.2349
 N346620 X-1.2964 Y-0.2338
 N346625 X-1.296 Y-0.2324
 N346630 X-1.2962 Y-0.2309
 N346635 X-1.2968 Y-0.2296
 N346640 X-1.2978 Y-0.2284
 N346645 X-1.2993 Y-0.2281
 N346650 X-1.3007 Y-0.2284
 N346655 X-1.3019 Y-0.2294
 N346660 X-1.3027 Y-0.2307
 N346665 X-1.303 Y-0.2321
 N346670 X-1.3027 Y-0.2336
 N346675 X-1.302 Y-0.2349
 N346680 X-1.3007 Y-0.2358
 N346685 X-1.2993 Y-0.2361
 N346690 X-1.2978 Y-0.2357
 N346695 X-1.2966 Y-0.2349
 N346700 X-1.2958 Y-0.2336
 N346705 X-1.2955 Y-0.2321
 N346710 X-1.2957 Y-0.2306
 N346715 X-1.2964 Y-0.2293

N346720 X-1.2974 Y-0.2282
 N346725 X-1.2988 Y-0.2276
 N346730 X-1.3003 Y-0.2277
 N346735 X-1.3016 Y-0.2284
 N346740 X-1.3026 Y-0.2295
 N346745 X-1.3033 Y-0.2309
 N346750 X-1.3035 Y-0.2323
 N346755 X-1.3032 Y-0.2338
 N346760 X-1.3024 Y-0.2351
 N346765 X-1.3013 Y-0.2361
 N346770 X-1.2998 Y-0.2365
 N346775 X-1.2984
 N346930 X-1.3015 Y-0.2271
 N348775 X-1.275 Y-0.2128
 N348780 X-1.2791 Y-0.2084
 N348785 X-1.2839 Y-0.2048
 N348790 X-1.2893 Y-0.2023
 N348795 X-1.2951 Y-0.2008
 N348800 X-1.3011 Y-0.2004
 N348805 X-1.3071 Y-0.2012
 N348810 X-1.3127 Y-0.2032
 N348815 X-1.3179 Y-0.2062
 N348820 X-1.3224 Y-0.2102
 N348825 X-1.3261 Y-0.2149
 N348830 X-1.3288 Y-0.2203
 N348835 X-1.3304 Y-0.226
 N348840 X-1.3309 Y-0.232
 N348845 X-1.3303 Y-0.238
 N348850 X-1.3287 Y-0.2438
 N348855 X-1.3259 Y-0.2491
 N348860 X-1.3223 Y-0.2539
 N348865 X-1.3178 Y-0.2579
 N348870 X-1.3127 Y-0.2611
 N348875 X-1.3071 Y-0.2632
 .
 .
 .
 N586315 G1 X1.3501 Y-0.0956 F24.
 N586320 X1.3476 Y-0.0939
 N586325 X1.3426 Y-0.0906
 N586330 X1.3372 Y-0.0879
 N586335 X1.3316 Y-0.0857
 N586340 X1.3259 Y-0.0841
 N586345 X1.32 Y-0.0829
 N586350 X1.314 Y-0.0821
 N586355 X1.308 Y-0.0818
 N586360 X1.302
 N586365 X1.296 Y-0.0823
 N586370 X1.2901 Y-0.0831
 N586375 X1.2842 Y-0.0843
 N586380 X1.2785 Y-0.086
 N586385 X1.2729 Y-0.0882
 N586390 X1.2674 Y-0.0906
 N586395 X1.2622 Y-0.0936
 N586400 X1.2571 Y-0.0968
 N586405 X1.2523 Y-0.1004
 N586410 X1.2478 Y-0.1043
 N586415 X1.2434 Y-0.1085
 N586420 X1.2394 Y-0.1129
 N586425 X1.2357 Y-0.1176
 N586430 X1.2323 Y-0.1225

N586435 X1.2291 Y-0.1277
 N586440 X1.2264 Y-0.133
 N586445 X1.224 Y-0.1385
 N586450 G3 X1.248 Y-0.1627 I0.0172
 J-0.007 F40.
 N586455 G1 X1.2666 Y-0.1554
 N586460 X1.3431 Y-0.1251 F20.
 N586465 G3 X1.3501 Y-0.0956 I-
 0.0068 J0.0173
 N586470 G1 X1.3372 Y-0.0864 F24.
 N586475 X1.3368 Y-0.0861
 N586480 X1.3257 Y-0.0814
 N586485 X1.3222 Y-0.0802
 N586490 X1.3187 Y-0.0792
 N586495 X1.3152 Y-0.0785
 N586500 X1.3139 Y-0.0782
 N586505 X1.308 Y-0.0774
 N586510 X1.302 Y-0.0775
 N586515 X1.296 Y-0.078
 N586520 X1.2901 Y-0.0789
 N586525 X1.2842 Y-0.0802
 N586530 X1.2784 Y-0.0819
 N586535 X1.2728 Y-0.0839
 N586540 X1.2673 Y-0.0863
 N586545 X1.262 Y-0.0891
 N586550 X1.2569 Y-0.0922
 N586555 X1.2519 Y-0.0956
 N586560 X1.247 Y-0.0996
 N586565 X1.2397 Y-0.107
 N586570 X1.2333 Y-0.1152
 N586575 X1.2279 Y-0.1241
 N586580 G3 X1.2538 Y-0.148 I0.0169
 J-0.0076 F40.
 N586585 G1 X1.2546 Y-0.1476
 N586590 X1.3187 Y-0.1126 F20.
 N586595 G3 X1.3139 Y-0.0782 I-
 0.0089 J0.0163
 N586600 G1 X1.3059 Y-0.0767 F24.
 N586605 X1.3054 Y-0.0766
 N586610 X1.2894 Y-0.077
 N586615 X1.2739 Y-0.0807
 N586620 X1.2734 Y-0.0808
 N586625 X1.259 Y-0.0877
 N586630 X1.2586 Y-0.0879
 N586635 X1.2459 Y-0.0977
 N586640 X1.2455 Y-0.0982
 N586645 X1.2353 Y-0.1103
 N586650 X1.2279 Y-0.1241
 N586655 G0 Z0.1999
 N586660 Z0.5999
 N586670 G28 G91 Z0.
 N586675 G90
 N586680 M9
 N586685 M1
N586690 T6 M6
(2 Flute Flat Endmill)
 N586695 T2
 N586700 S5000 M3
 N586705 /M8
 N586710 G0 X-1.2992 Y-0.2323
 N586715 G43 Z0.5999 H6

N586720 Z0.1999	N587025 X-1.2891 Y-0.2614	N587300 X-1.3181 Y-0.1292
N586725 Z-0.7979	N587030 X-1.2887 Y-0.2613	N587305 X-1.3194 Y-0.1305
N586730 G1 Z-0.9179 F20.	N587035 X-1.2803 Y-0.2567	N587310 X-1.3249 Y-0.1364
N586735 Y-0.2308	N587040 X-1.279 Y-0.2553	N587315 X-1.3296 Y-0.1467
N586740 X-1.3003 Y-0.2297	N587045 X-1.2735 Y-0.2494	N587320 X-1.3304 Y-0.1526
N586745 X-1.3018 Y-0.2299	N587050 X-1.2688 Y-0.2391	N587325 X-1.3317 Y-0.166
N586750 X-1.3029 Y-0.2309	N587055 X-1.268 Y-0.2332	N587330 Y-0.1836
N586755 X-1.3036 Y-0.2322	N587060 X-1.2667 Y-0.2198	N587335 G3 X-1.3181 Y-0.1992
N586760 X-1.3037 Y-0.2337	N587065 Y-0.205	I0.0165 J0.0006 F40.
N586765 X-1.3034 Y-0.2352	N587070 X-1.267 Y-0.199	N587340 X-1.3176 Y-0.1993 I0.0029
N586770 X-1.3025 Y-0.2364	N587075 X-1.2687 Y-0.1932	J0.0162 F20.
N586775 X-1.3014 Y-0.2374	N587080 X-1.2715 Y-0.1879	N587345 X-1.2685 Y-0.1526 I0.0062
N586780 X-1.3 Y-0.238	N587085 X-1.2751 Y-0.1831	J0.0426
N586785 X-1.297 Y-0.2384	N587090 X-1.273 Y-0.1775	N587350 G1 X-1.2698 Y-0.1442
N586790 X-1.2943 Y-0.2373	N587095 X-1.2922 Y-0.1744	N587355 X-1.27 Y-0.1438
N586795 X-1.2922 Y-0.2351	N587100 X-1.302 Y-0.1741	N587360 X-1.2743 Y-0.1354
N586800 X-1.2912 Y-0.2322	N587105 X-1.3114 Y-0.1766	N587365 X-1.2747 Y-0.1349
N586805 X-1.2911 Y-0.2292	N587110 X-1.3197 Y-0.1816	N587370 X-1.2811 Y-0.1286
N586810 X-1.292 Y-0.2264	N587115 X-1.3262 Y-0.1889	N587375 X-1.2816 Y-0.1282
N586815 X-1.2937 Y-0.2239	N587120 X-1.3303 Y-0.1977	N587380 X-1.29 Y-0.1241
N586820 X-1.296 Y-0.222	N587125 X-1.3317 Y-0.2073	N587385 X-1.2904 Y-0.124
N586825 X-1.3015 Y-0.2195	N587130 Y-0.2198	N587390 X-1.2996 Y-0.1227
N586830 X-1.3074 Y-0.2201	N587135 X-1.3299 Y-0.2332	N587395 X-1.3001
N586835 X-1.3126 Y-0.223	N587140 G17 G3 X-1.3218 Y-0.2445	N587400 X-1.3093 Y-0.1244
N586840 X-1.3163 Y-0.2278	I0.0155 J0.0026 F40.	N587405 X-1.3097 Y-0.1245 F40.
N586845 X-1.3181 Y-0.2335	N587145 X-1.3171 Y-0.2461 I0.0073	N587410 X-1.3181 Y-0.1292
N586850 X-1.3179 Y-0.2395	J0.0139 F20.	N587415 X-1.3186 Y-0.1296
N586855 X-1.3158 Y-0.2452	N587150 X-1.2667 Y-0.205 I0.0072	N587420 X-1.3244 Y-0.1359
N586860 X-1.3123 Y-0.25	J0.0426	N587425 X-1.3249 Y-0.1364
N586865 X-1.3076 Y-0.2537	N587155 G1 Y-0.1817	N587430 X-1.3296 Y-0.1467
N586870 X-1.3021 Y-0.2561	N587160 X-1.267 Y-0.1757	N587435 X-1.3297 Y-0.1471
N586875 X-1.2961 Y-0.2569	N587165 X-1.2685 Y-0.1699	N587440 X-1.3304 Y-0.1526
N586880 X-1.2902 Y-0.2563	N587170 X-1.2712 Y-0.1645	N587445 X-1.3317 Y-0.166
N586885 X-1.2845 Y-0.2543	N587175 X-1.2747 Y-0.1596	N587450 Y-0.1836
N586890 X-1.2794 Y-0.2511	N587180 X-1.2827 Y-0.1539	N587455 G3 X-1.2817 I0.025 J0.
N586895 X-1.2752 Y-0.2468	N587185 X-1.2919 Y-0.1507	N587460 G19 G3 Y-0.1586 Z-0.8929
N586900 X-1.2719 Y-0.2418	N587190 X-1.3017 Y-0.1503	J0. K0.025
N586905 X-1.2697 Y-0.2362	N587195 X-1.3112 Y-0.1527	N587465 G0 Z0.1999
N586910 X-1.2687 Y-0.2303	N587200 X-1.3195 Y-0.1578	N587470 X-1.2992 Y-0.2323
N586915 X-1.2688 Y-0.2243	N587205 X-1.3261 Y-0.165	N587475 Z-0.8179
N586920 X-1.2699 Y-0.2184	N587210 X-1.3303 Y-0.1739	N587480 G1 Z-0.9379 F20.
N586925 X-1.272 Y-0.2128	N587215 X-1.3317 Y-0.1836	N587485 Y-0.2308
N586930 X-1.2781 Y-0.2056	N587220 G3 X-1.3278 Y-0.1962 I0.025	N587490 X-1.3003 Y-0.2297
N586935 X-1.2861 Y-0.2005	J0.0009 F40.	N587495 X-1.3018 Y-0.2299
N586940 X-1.2952 Y-0.198	N587225 X-1.3035 Y-0.2075 I0.0211	N587500 X-1.3029 Y-0.2309
N586945 X-1.3047 Y-0.1983	J0.0135 F20.	N587505 X-1.3036 Y-0.2322
N586950 X-1.3136 Y-0.2014	N587230 G1 X-1.2885 Y-0.2056	N587510 X-1.3037 Y-0.2337
N586955 X-1.3212 Y-0.2071	N587235 G3 X-1.2667 Y-0.1817 I-	N587515 X-1.3034 Y-0.2352
N586960 X-1.3267 Y-0.2148	0.0032 J0.0248	N587520 X-1.3025 Y-0.2364
N586965 X-1.3297 Y-0.2237	N587240 G1 Y-0.166	N587525 X-1.3014 Y-0.2374
N586970 X-1.3299 Y-0.2332	N587245 X-1.2685 Y-0.1526	N587530 X-1.3 Y-0.238
N586975 X-1.3286 Y-0.2416	N587250 X-1.2697 Y-0.1467	N587535 X-1.297 Y-0.2384
N586980 X-1.3285 Y-0.2421	N587255 X-1.2723 Y-0.1413	N587540 X-1.2943 Y-0.2373
N586985 X-1.3241 Y-0.2504	N587260 X-1.2758 Y-0.1364	N587545 X-1.2922 Y-0.2351
N586990 X-1.3237 Y-0.2509	N587265 X-1.2801 Y-0.1322	N587550 X-1.2912 Y-0.2322
N586995 X-1.3173 Y-0.2572	N587270 X-1.2849 Y-0.1286	N587555 X-1.2911 Y-0.2292
N587000 X-1.3169 Y-0.2576	N587275 X-1.286 Y-0.128	N587560 X-1.292 Y-0.2264
N587005 X-1.3085 Y-0.2617	N587280 X-1.2935 Y-0.1251	N587565 X-1.2937 Y-0.2239
N587010 X-1.3081 Y-0.2618	N587285 X-1.3013 Y-0.1238	N587570 X-1.296 Y-0.222
N587015 X-1.2988 Y-0.2631	N587290 X-1.3093 Y-0.1244	N587575 X-1.3015 Y-0.2195
N587020 X-1.2984	N587295 X-1.3097 Y-0.1245	N587580 X-1.3074 Y-0.2201

N587585 X-1.3126 Y-0.223	N587890 G17 G3 X-1.3218 Y-0.2445	N619270 X1.2816 Y-0.1282
N587590 X-1.3163 Y-0.2278	I0.0155 J0.0026 F40.	N619275 X1.2811 Y-0.1286
N587595 X-1.3181 Y-0.2335	N587895 X-1.3171 Y-0.2461 I0.0073	N619280 X1.2747 Y-0.1349
N587600 X-1.3179 Y-0.2395	J0.0139 F20.	N619285 X1.2743 Y-0.1354
N587605 X-1.3158 Y-0.2452	N587900 X-1.2667 Y-0.205 I0.0072	N619290 X1.27 Y-0.1438
N587610 X-1.3123 Y-0.25	J0.0426	N619295 X1.2698 Y-0.1442
N587615 X-1.3076 Y-0.2537	N587905 G1 Y-0.1817	N619300 X1.2685 Y-0.1526
N587620 X-1.3021 Y-0.2561	N587910 X-1.267 Y-0.1757	N619305 X1.2667 Y-0.166
N587625 X-1.2961 Y-0.2569	N587915 X-1.2685 Y-0.1699	N619310 Y-0.1834
N587630 X-1.2902 Y-0.2563	N587920 X-1.2712 Y-0.1645	N619315 G3 X1.2794 Y-0.1988
N587635 X-1.2845 Y-0.2543	N587925 X-1.2747 Y-0.1596	I0.0164 J0.0006 F40.
N587640 X-1.2794 Y-0.2511	N587930 X-1.2827 Y-0.1539	N619320 X1.2805 Y-0.199 I0.0037
N587645 X-1.2752 Y-0.2468	N587935 X-1.2919 Y-0.1507	J0.0159 F20.
N587650 X-1.2719 Y-0.2418	N587940 X-1.3017 Y-0.1503	N619325 X1.3305 Y-0.1538 I0.0069
N587655 X-1.2697 Y-0.2362	N587945 X-1.3112 Y-0.1527	J0.0426
N587660 X-1.2687 Y-0.2303	N587950 X-1.3195 Y-0.1578	N619330 G1 X1.3304 Y-0.1526
N587665 X-1.2688 Y-0.2243	N587955 X-1.3261 Y-0.165	N619335 X1.3296 Y-0.1467
N587670 X-1.2699 Y-0.2184	N587960 X-1.3303 Y-0.1739	N619340 X1.3249 Y-0.1364
N587675 X-1.272 Y-0.2128	N587965 X-1.3317 Y-0.1836	N619345 X1.3186 Y-0.1296
N587680 X-1.2781 Y-0.2056	N587970 G3 X-1.3278 Y-0.1962 I0.025	N619350 X1.3181 Y-0.1292
N587685 X-1.2861 Y-0.2005	J0.0009 F40.	N619355 X1.3097 Y-0.1245
N587690 X-1.2952 Y-0.198	N587975 X-1.3035 Y-0.2075 I0.0211	N619360 X1.3093 Y-0.1244
N587695 X-1.3047 Y-0.1983	J0.0135 F20.	N619365 X1.3001 Y-0.1227
N587700 X-1.3136 Y-0.2014	N587980 G1 X-1.2885 Y-0.2056	N619370 X1.2992 Y-0.1228
N587705 X-1.3212 Y-0.2071	N587985 G3 X-1.2667 Y-0.1817 I-	N619375 X1.2904 Y-0.124
N587710 X-1.3267 Y-0.2148	0.0032 J0.0248	N619380 G3 X1.31 Y-0.17 I0.0098 J-
N587715 X-1.3297 Y-0.2237	N587990 G1 Y-0.166	0.023 F40.
N587720 X-1.3299 Y-0.2332	N587995 X-1.2685 Y-0.1526	N619385 G0 Z0.1999
N587725 X-1.3286 Y-0.2416	N588000 X-1.2697 Y-0.1467	N619390 X1.2992 Y-0.2323
N587730 X-1.3285 Y-0.2421	N588005 X-1.2723 Y-0.1413	N619395 Z-1.2379
N587735 X-1.3241 Y-0.2504	N588010 X-1.2758 Y-0.1364	N619400 G1 Z-1.3425 F20.
N587740 X-1.3237 Y-0.2509	N588015 X-1.2801 Y-0.1322	N619405 Y-0.2308
N587745 X-1.3173 Y-0.2572	N588020 X-1.2849 Y-0.1286	N619410 X1.2981 Y-0.2297
N587750 X-1.3169 Y-0.2576	N588025 X-1.286 Y-0.128	N619415 X1.2967 Y-0.2299
N587755 X-1.3085 Y-0.2617	N588030 X-1.2935 Y-0.1251	N619420 X1.2955 Y-0.2309
N587760 X-1.3081 Y-0.2618	N588035 X-1.3013 Y-0.1238	N619425 X1.2948 Y-0.2322
N587765 X-1.2988 Y-0.2631	N588040 X-1.3093 Y-0.1244	N619430 X1.2947 Y-0.2337
N587770 X-1.2984	N588045 X-1.3097 Y-0.1245	N619435 X1.2951 Y-0.2352
N587775 X-1.2891 Y-0.2614	N588050 X-1.3181 Y-0.1292	N619440 X1.2959 Y-0.2364
N587780 X-1.2887 Y-0.2613	N588055 X-1.3194 Y-0.1305	N619445 X1.297 Y-0.2374
N587785 X-1.2803 Y-0.2567	N588060 X-1.3249 Y-0.1364	N619450 X1.2984 Y-0.238
N587790 X-1.279 Y-0.2553	N588065 X-1.3296 Y-0.1467	N619455 X1.3014 Y-0.2384
N587795 X-1.2735 Y-0.2494	N588070 X-1.3304 Y-0.1526	N619460 X1.3042 Y-0.2373
N587800 X-1.2688 Y-0.2391	N588075 X-1.3317 Y-0.166	N619465 X1.3062 Y-0.2351
N587805 X-1.268 Y-0.2332	N588080 Y-0.1836	N619470 X1.3072 Y-0.2322
N587810 X-1.2667 Y-0.2198	.	N619475 X1.3073 Y-0.2292
N587815 Y-0.205	.	N619480 X1.3064 Y-0.2264
N587820 X-1.267 Y-0.199	.	N619485 X1.3048 Y-0.2239
N587825 X-1.2687 Y-0.1932	J0.0248	N619490 X1.3024 Y-0.222
N587830 X-1.2715 Y-0.1879	N619210 G1 Y-0.166	N619495 X1.297 Y-0.2195
N587835 X-1.2751 Y-0.1831	N619215 X1.3305 Y-0.1538	N619500 X1.291 Y-0.2201
N587840 X-1.283 Y-0.1775	N619220 X1.3297 Y-0.1479	N619505 X1.2858 Y-0.223
N587845 X-1.2922 Y-0.1744	N619225 X1.3273 Y-0.1423	N619510 X1.2821 Y-0.2278
N587850 X-1.302 Y-0.1741	N619230 X1.324 Y-0.1373	N619515 X1.2804 Y-0.2335
N587855 X-1.3114 Y-0.1766	N619235 X1.3199 Y-0.1329	N619520 X1.2806 Y-0.2395
N587860 X-1.3197 Y-0.1816	N619240 X1.3153 Y-0.1292	N619525 X1.2826 Y-0.2452
N587865 X-1.3262 Y-0.1889	N619245 X1.3146 Y-0.1288	N619530 X1.2861 Y-0.25
N587870 X-1.3303 Y-0.1977	N619250 X1.3069 Y-0.1254	N619535 X1.2908 Y-0.2537
N587875 X-1.3317 Y-0.2073	N619255 X1.2987 Y-0.1238	N619540 X1.2964 Y-0.2561
N587880 Y-0.2198	N619260 X1.2904 Y-0.124	N619545 X1.3023 Y-0.2569
N587885 X-1.3299 Y-0.2332	N619265 X1.29 Y-0.1241	N619550 X1.3083 Y-0.2563

N619555 X1.3139 Y-0.2543
 N619560 X1.319 Y-0.2511
 N619565 X1.3232 Y-0.2468
 N619570 X1.3265 Y-0.2418
 N619575 X1.3287 Y-0.2362
 N619580 X1.3298 Y-0.2303
 N619585 X1.3296 Y-0.2243
 N619590 X1.3285 Y-0.2184
 N619595 X1.3264 Y-0.2128
 N619600 X1.3202 Y-0.2055
 N619605 X1.3122 Y-0.2003
 N619610 X1.303 Y-0.1978
 N619615 X1.2934 Y-0.1982
 N619620 X1.2844 Y-0.2014
 N619625 X1.2768 Y-0.2071
 N619630 X1.2712 Y-0.2149
 N619635 X1.2682 Y-0.2239
 N619640 X1.268 Y-0.2335
 N619645 X1.2688 Y-0.2391
 N619650 X1.2735 Y-0.2494
 N619655 X1.2799 Y-0.2562
 N619660 X1.2803 Y-0.2567
 N619665 X1.2887 Y-0.2613
 N619670 X1.2891 Y-0.2614
 N619675 X1.2984 Y-0.2631
 N619680 X1.2992 Y-0.263
 N619685 X1.3081 Y-0.2618
 N619690 X1.3085 Y-0.2617
 N619695 X1.3169 Y-0.2576
 N619700 X1.3173 Y-0.2572
 N619705 X1.3237 Y-0.2509
 N619710 X1.3241 Y-0.2504
 N619715 X1.3285 Y-0.2421
 N619720 X1.3286 Y-0.2416
 N619725 X1.3299 Y-0.2332
 N619730 X1.3317 Y-0.2198
 N619735 Y-0.205
 N619740 X1.3314 Y-0.199
 N619745 X1.3298 Y-0.1932
 N619750 X1.327 Y-0.1879
 N619755 X1.3234 Y-0.1831
 N619760 X1.3155 Y-0.1774
 N619765 X1.3063 Y-0.1743
 N619770 X1.2966 Y-0.1739
 N619775 X1.2871 Y-0.1764
 N619780 X1.2788 Y-0.1814
 N619785 X1.2723 Y-0.1887
 N619790 X1.2682 Y-0.1975
 N619795 X1.2667 Y-0.2071
 N619800 Y-0.2198
 N619805 X1.268 Y-0.2335
 N619810 G3 X1.2768 Y-0.2451
 IO.0156 JO.0027 F40.
 N619815 X1.281 Y-0.2464 IO.0069
 JO.0142 F20.
 N619820 X1.3317 Y-0.205 IO.0072
 JO.0429
 N619825 G1 Y-0.1817
 N619830 X1.3314 Y-0.1757
 N619835 X1.3299 Y-0.1698
 N619840 X1.3273 Y-0.1645

N619845 X1.3238 Y-0.1596
 N619850 X1.3158 Y-0.1538
 N619855 X1.3066 Y-0.1506
 N619860 X1.2968 Y-0.1501
 N619865 X1.2873 Y-0.1525
 N619870 X1.2789 Y-0.1576
 N619875 X1.2723 Y-0.1649
 N619880 X1.2682 Y-0.1737
 N619885 X1.2667 Y-0.1834
 N619890 G3 X1.2707 Y-0.196 IO.025
 JO.0009 F40.
 N619895 X1.2947 Y-0.2074 IO.0211
 JO.0135 F20.
 N619900 G1 X1.3097 Y-0.2056
 N619905 G3 X1.3317 Y-0.1817 IO.0003
 JO.0248
 N619910 G1 Y-0.166
 N619915 X1.3305 Y-0.1538
 N619920 X1.3297 Y-0.1479
 N619925 X1.3273 Y-0.1423
 N619930 X1.324 Y-0.1373
 N619935 X1.3199 Y-0.1329
 N619940 X1.3153 Y-0.1292
 N619945 X1.3146 Y-0.1288
 N619950 X1.3069 Y-0.1254
 N619955 X1.2987 Y-0.1238
 N619960 X1.2904 Y-0.124
 N619965 X1.29 Y-0.1241
 N619970 X1.2816 Y-0.1282
 N619975 X1.2811 Y-0.1286
 N619980 X1.2747 Y-0.1349
 N619985 X1.2743 Y-0.1354
 N619990 X1.27 Y-0.1438
 N619995 X1.2698 Y-0.1442
 N620000 X1.2685 Y-0.1526
 N620005 X1.2667 Y-0.166
 N620010 Y-0.1834
 N620015 G3 X1.2794 Y-0.1988
 IO.0164 JO.0006 F40.
 N620020 X1.2805 Y-0.199 IO.0037
 JO.0159 F20.
 N620025 X1.3305 Y-0.1538 IO.0069
 JO.0426
 N620030 G1 X1.3304 Y-0.1526
 N620035 X1.3296 Y-0.1467
 N620040 X1.3249 Y-0.1364
 N620045 X1.3186 Y-0.1296
 N620050 X1.3181 Y-0.1292
 N620055 X1.3097 Y-0.1245
 N620060 X1.3093 Y-0.1244
 N620065 X1.3001 Y-0.1227
 N620070 X1.2992 Y-0.1228
 N620075 X1.2904 Y-0.124
 N620080 G3 X1.31 Y-0.17 IO.0098 J-
 0.023 F40.
 N620085 G0 Z0.1999
 N620090 Z0.5999
 N620100 M9
 N620105 G28 G91 Z0.
 N620110 G28 Y0.
 N620115 M30

%

D.3 LATERAL (MAQUINADO SUPERIOR)

%

O04500 (cuerpo sup.)
 (T1 D=25.4 CR=0. - ZMIN=-74.5 - flat
 end mill)
 (T2 D=6.747 CR=0. TAPER=118deg -
 ZMIN=-40. - drill)
 (T4 D=12.7 CR=6.35 - ZMIN=-69.386 -
 ball end mill)
 (T5 D=12.7 CR=0. TAPER=118deg -
 ZMIN=-95. - drill)
 (T20 D=76.2 CR=0. - ZMIN=0. - face
 mill)
 N10 G90 G94 G17
 N15 G21
 N20 G28 G91 Z0.
 N25 G90
N30 T20 M6
 N35 T1
 N40 S1000 M3
 N45 G54
 N50 G0 X-121.767 Y-73.769
 N55 G43 Z16.5 H20
 N60 Z7.62
 N65 G18 G2 X-114.147 Z0. I7.62 K0.
 F254.
 N70 G1 X-111.75 F762.
 N75 X111.75 F1524.
 N80 G2 X119.37 Z7.62 IO. K7.62 F762.
 N85 G0 X-123.18 Y-36.02
 N90 G2 X-115.56 Z0. I7.62 K0. F254.
 N95 G1 X-111.75 F762.
 N100 X111.75 F1524.
 N105 G2 X119.37 Z7.62 IO. K7.62
 F762.
 N110 G0 X-123.18 Y1.73
 N115 G2 X-115.56 Z0. I7.62 K0. F254.
 N120 G1 X-111.75 F762.
 N125 X111.75 F1524.
 N130 G2 X119.37 Z7.62 IO. K7.62
 F762.
 N135 G0 X-123.18 Y39.479
 N140 G2 X-115.56 Z0. I7.62 K0. F254.
 N145 G1 X-111.75 F762.
 N150 X111.75 F1524.
 N155 G2 X119.37 Z7.62 IO. K7.62
 F762.
 N160 G0 Z16.5
 N165 G17
 N170 G28 G91 Z0.
 N175 G90
 N180 M1
N185 T1 M6
 (2 Flute Flat Endmill)
 N190 T2
 N195 S1500 M3
 N200 G0 X-94.57 Y-74.323

N205 G43 Z15.5 H1
N210 Z7.62
N215 G18 G2 X-86.95 Z0. I7.62 K0. F508.
N220 G1 X86.95 F1524.
N225 G2 X94.57 Z7.62 IO. K7.62 F1016.
N230 G0 X-95.532 Y-61.849
N235 G2 X-87.912 Z0. I7.62 K0. F508.
N240 G1 X-86.95
N245 X86.95 F1524.
N250 G2 X94.57 Z7.62 IO. K7.62 F1016.
N255 G0 X-95.54 Y-49.375
N260 G2 X-87.92 Z0. I7.62 K0. F508.
N265 G1 X-86.95
N270 X86.95 F1524.
N275 G2 X94.57 Z7.62 IO. K7.62 F1016.
N280 G0 X-95.54 Y-36.9
N285 G2 X-87.92 Z0. I7.62 K0. F508.
N290 G1 X-86.95
N295 X86.95 F1524.
N300 G2 X94.57 Z7.62 IO. K7.62 F1016.
N305 G0 X-95.54 Y-24.426
N310 G2 X-87.92 Z0. I7.62 K0. F508.
N315 G1 X-86.95
N320 X86.95 F1524.
N325 G2 X94.57 Z7.62 IO. K7.62 F1016.
N330 G0 X-95.54 Y-11.952
N335 G2 X-87.92 Z0. I7.62 K0. F508.
N340 G1 X-86.95
N345 X86.95 F1524.
N350 G2 X94.57 Z7.62 IO. K7.62 F1016.
N355 G0 X-95.54 Y0.522
N360 G2 X-87.92 Z0. I7.62 K0. F508.
N365 G1 X-86.95
N370 X86.95 F1524.
N375 G2 X94.57 Z7.62 IO. K7.62 F1016.
N380 G0 X-95.54 Y12.996
N385 G2 X-87.92 Z0. I7.62 K0. F508.
N390 G1 X-86.95
N395 X86.95 F1524.
N400 G2 X94.57 Z7.62 IO. K7.62 F1016.
N405 G0 X-95.54 Y25.47
N410 G2 X-87.92 Z0. I7.62 K0. F508.
N415 G1 X-86.95
N420 X86.95 F1524.
N425 G2 X94.57 Z7.62 IO. K7.62 F1016.
N430 G0 X-95.54 Y37.945
N435 G2 X-87.92 Z0. I7.62 K0. F508.
N440 G1 X-86.95
N445 X86.95 F1524.
N450 G2 X94.57 Z7.62 IO. K7.62 F1016.

N455 G0 X-95.54 Y50.419
N460 G2 X-87.92 Z0. I7.62 K0. F508.
N465 G1 X-86.95
N470 X86.95 F1524.
N475 G2 X94.57 Z7.62 IO. K7.62 F1016.
N480 G0 X-95.497 Y62.893
N485 G2 X-87.877 Z0. I7.62 K0. F508.
N490 G1 X-86.95
N495 X86.95 F1524.
N500 G2 X94.57 Z7.62 IO. K7.62 F1016.
N505 G0 Z15.5
N510 G17
N515 G28 G91 Z0.
N520 G90
N525 M1
N530 T2 M6
N535 T1
N540 S800 M3
N545 G0 X-27.7 Y-33.
N550 G43 Z15.5 H2
N555 G17
N560 G0 Z5.5
N565 G98 G83 X-27.7 Y-33. Z-40. R5.
Q1.687 P0 F101.6
N570 Y33.
N575 G80
N580 Z15.5
N590 G28 G91 Z0.
N595 G90
N600 M1
N605 T1 M6
(2 Flute Flat Endmill)
N610 T4
N615 S1500 M3
N620 G0 X-82.786 Y69.121
N625 G43 Z15.5 H1
N630 Z5.5
N635 Z-3.96
N640 G1 X-82.779 Y69.117 Z-4.159 F508.
N645 X-82.758 Y69.106 Z-4.357
N650 X-82.725 Y69.086 Z-4.553
N655 X-82.678 Y69.059 Z-4.745
N660 X-82.618 Y69.025 Z-4.932
N665 X-82.546 Y68.983 Z-5.113
N670 X-82.461 Y68.934 Z-5.287
N675 X-82.365 Y68.879 Z-5.453
N680 X-82.258 Y68.817 Z-5.61
N685 X-82.141 Y68.749 Z-5.756
N690 X-82.014 Y68.676 Z-5.891
N695 X-81.879 Y68.598 Z-6.015
N700 X-81.735 Y68.515 Z-6.126
N705 X-81.584 Y68.428 Z-6.223
N710 X-81.427 Y68.338 Z-6.307
N715 X-81.265 Y68.244 Z-6.376
N720 X-81.099 Y68.148 Z-6.43
N725 X-80.93 Y68.05 Z-6.469
N730 X-80.758 Y67.951 Z-6.492
N735 X-80.586 Y67.852 Z-6.5

N740 G17 G3 X-73.24 Y64.735
I16.363 J28.355
N745 G1 X-73.129 Y64.708 F1524.
N750 X-72.184 Y66.274
N755 X-71.044 Y67.704
N760 X-69.734 Y68.98
N765 X-68.28 Y70.091
N770 X-66.71 Y71.029
N775 X-65.049 Y71.795
N780 X-63.322 Y72.395
N785 X-61.548 Y72.843
N790 X-59.746 Y73.156
N795 X-57.929 Y73.361
N800 X-56.104 Y73.485
N805 X-54.276 Y73.555
N810 X-52.447 Y73.592
N815 X-50.618 Y73.611
N820 X-48.789 Y73.621
N825 X-46.96 Y73.625
N830 X-45.131 Y73.628
N835 X-39.644 Y73.63
N840 X-25.012 Y73.632
N845 X26.201 Y73.639
N850 X59.124 Y73.643
N855 X60.936 Y73.389
N860 X62.692 Y72.88
N865 X64.362 Y72.132
N870 X65.916 Y71.168
N875 X67.332 Y70.01
N880 X68.593 Y68.686
N885 X69.687 Y67.22
N890 X70.609 Y65.64
N895 X71.358 Y63.972
N900 X71.943 Y62.239
N905 X72.377 Y60.462
N910 X72.679 Y58.658
N915 X72.875 Y56.839
N920 X72.993 Y55.014
N925 X73.059 Y53.186
N930 X73.094 Y51.358
N935 X73.111 Y49.529
N940 X73.12 Y47.7
N945 X73.125 Y45.871
N950 X73.127 Y44.041
N955 X73.129 Y38.554
N960 X73.133 Y11.119
N965 X73.14 Y-40.095
N970 X73.143 Y-58.385
N975 X73.07 Y-60.213
N980 X72.733 Y-62.01
N985 X72.145 Y-63.742
N990 X71.325 Y-65.377
N995 X70.295 Y-66.889
N1000 X69.081 Y-68.257
N1005 X67.708 Y-69.465
N1010 X66.203 Y-70.504
N1015 X64.591 Y-71.37
N1020 X62.9 Y-72.066
N1025 X61.151 Y-72.6
N1030 X59.363 Y-72.989
N1035 X57.554 Y-73.254

N1040 X55.732 Y-73.422	N4525 X69.962 Y44.023	N1524290 X50.764 Y35.934
N1045 X53.906 Y-73.52	N4530 X70.024 Y42.195	N1524295 X51.123 Y35.864
N1050 X52.078 Y-73.574	N4535 X70.065 Y40.366	N1524300 X51.166 Y35.855
N1055 X50.249 Y-73.602	N4540 X70.09 Y38.537	N1524305 X51.567 Y35.762
N1060 X48.42 Y-73.616	N4545 X70.106 Y36.708	N1524310 X51.968 Y35.655
N1065 X46.591 Y-73.623	N4550 X70.116 Y34.879	N1524315 X52.37 Y35.533
N1070 X44.762 Y-73.627	N4555 X70.122 Y33.05	N1524320 X52.589 Y35.461
N1075 X41.104 Y-73.63	N4560 X70.126 Y31.221	N1524325 X52.771 Y35.397
N1080 X13.668 Y-73.634	N4565 X70.128 Y29.392	N1524330 X53.172 Y35.246
N1085 X-2.793 Y-73.636	N4570 X70.131 Y23.905	N1524335 X53.574 Y35.079
N1090 X-54.007 Y-73.642	N4575 X70.138 Y-21.821	N1524340 X53.623 Y35.058
N1095 X-57.665 Y-73.643	N4580 X70.141 Y-45.599	N1524345 X53.975 Y34.896
N1100 X-59.493 Y-73.603	N4585 X70.134 Y-47.428	N1524350 X54.376 Y34.695
N1105 X-61.297 Y-73.296	N4590 X70.088 Y-49.256	N1524355 X54.453 Y34.655
N1110 X-63.038 Y-72.737	N4595 X69.959 Y-51.081	N1524360 X54.778 Y34.476
N1115 X-64.686 Y-71.944	N4600 X69.704 Y-52.892	N1524365 X55.157 Y34.252
N1120 X-66.214 Y-70.938	N4605 X69.305 Y-54.677	N1524370 X55.179 Y34.238
N1125 X-67.6 Y-69.745	N4610 X68.748 Y-56.419	N1524375 X55.58 Y33.979
N1130 X-68.828 Y-68.389	N4615 X68.033 Y-58.102	N1524380 X55.77 Y33.849
N1135 X-69.887 Y-66.898	N4620 X67.16 Y-59.71	N1524385 X55.982 Y33.698
N1140 X-70.774 Y-65.299	N4625 X66.138 Y-61.227	N1524390 X56.315 Y33.446
N1145 X-71.49 Y-63.615	N4630 X64.977 Y-62.64	N1524395 X56.383 Y33.393
N1150 X-72.043 Y-61.872	N4635 X63.688 Y-63.938	N1524400 X56.784 Y33.061
N1155 X-72.448 Y-60.088	N4640 X62.286 Y-65.112	N1524405 X56.805 Y33.043
N1160 X-72.726 Y-58.281	N4645 X60.785 Y-66.158	N1524410 X57.186 Y32.7
N1165 X-72.904 Y-56.46	N4650 X59.202 Y-67.073	N1524415 X57.25 Y32.64
N1170 X-73.01 Y-54.634	N4655 X57.55 Y-67.86	N1524420 X57.587 Y32.307
N1175 X-73.068 Y-52.806	N4660 X55.844 Y-68.518	N1524425 X57.655 Y32.237
N1225 X-72.701 Y60.559	N4665 X54.096 Y-69.058	N1524430 X57.988 Y31.876
N1230 X-72.129 Y62.297	N4670 X52.319 Y-69.488	N1524435 X58.025 Y31.834
N1235 X-71.343 Y63.948	N4675 X50.52 Y-69.823	N1524440 X58.366 Y31.431
N1240 X-70.357 Y65.489	N4680 X48.709 Y-70.075	N1524445 X58.39 Y31.401
N1245 X-69.193 Y66.9	N4685 X46.889 Y-70.259	N1524450 X58.679 Y31.028
N1250 X-67.873 Y68.166	N4690 X45.065 Y-70.388	N1524455 X58.791 Y30.875
N1255 X-66.419 Y69.276	N4695 X43.238 Y-70.475	N1524460 X58.967 Y30.625
N1260 X-64.856 Y70.225	N4700 X41.409 Y-70.533	N1524465 X59.193 Y30.285
N1265 X-63.205 Y71.013	N4705 X39.581 Y-70.57	N1524470 X59.233 Y30.222
N1270 X-61.489 Y71.645	N4710 X37.752 Y-70.594	N1524475 X59.477 Y29.819
N1275 X-59.726 Y72.132	N4715 X35.923 Y-70.609	N1524480 X59.594 Y29.614
N4415 X46.643 Y70.634	N4720 X34.094 Y-70.618	N1524485 X59.701 Y29.416
N4420 X48.472 Y70.597	N4725 X32.265 Y-70.624	N1524490 X59.907 Y29.013
N4425 X50.297 Y70.485	N4730 X30.436 Y-70.627	N1524495 X59.995 Y28.829
N4430 X52.111 Y70.252	N4735 X26.778 Y-70.631	N1524500 X60.095 Y28.61
N4435 X53.901 Y69.876	N4740 X17.632 Y-70.633	N1524505 X60.267 Y28.207
N4440 X55.651 Y69.344	N4745 X6.658 Y-70.635	N1524510 X60.397 Y27.874
N4445 X57.345 Y68.653	N4750 X-44.555 Y-70.641	N1524515 X60.422 Y27.804
N4450 X58.966 Y67.805	N4755 X-46.384 Y-70.638	N1524520 X60.562 Y27.401
N4455 X60.499 Y66.808	N4760 X-48.213 Y-70.612	N1524525 X60.687 Y26.998
N4460 X61.93 Y65.668	N4765 X-50.039 Y-70.51	N1524530 X60.798 Y26.596
N4465 X63.246 Y64.399	N4770 X-51.856 Y-70.297	N1524535 Y26.594
N4470 X64.44 Y63.013	N4775 X-53.65 Y-69.941	N1524540 X60.894 Y26.193
N4475 X65.506 Y61.526	N4780 X-55.407 Y-69.432	N1524545 X60.977 Y25.79
N4480 X66.44 Y59.954	N4785 X-57.109 Y-68.763	N1524550 X61.046 Y25.387
N4485 X67.245 Y58.311	.	N1524555 X61.102 Y24.984
N4490 X67.923 Y56.613	.	N1524560 X61.145 Y24.581
N4495 X68.483 Y54.872	.	N1524565 X61.175 Y24.178
N4500 X68.929 Y53.098	N1524265 X48.757 Y36.136	N1524570 X61.185 Y23.976
N4505 X69.277 Y51.302	N1524270 X49.159 Y36.121	N1524575 X61.189 Y23.876
N4510 X69.539 Y49.492	N1524275 X49.56 Y36.094	N1524580 X61.192 Y23.775
N4515 X69.731 Y47.673	N1524280 X49.961 Y36.054	N1524585 X61.194 Y23.675
N4520 X69.868 Y45.849	N1524285 X50.363 Y36.	N1524590 X61.195 Y23.618

N1524595 G3 X63.776 Y21.12 I2.54 J0.042 F1016.
N1524600 G1 X63.976 Y21.123 Z-66.992
N1524605 X64.174 Y21.126 Z-66.969
N1524610 X64.369 Y21.13 Z-66.93
N1524615 X64.561 Y21.133 Z-66.876
N1524620 X64.748 Y21.136 Z-66.807
N1524625 X64.929 Y21.139 Z-66.723
N1524630 X65.103 Y21.142 Z-66.626
N1524635 X65.269 Y21.144 Z-66.515
N1524640 X65.426 Y21.147 Z-66.391
N1524645 X65.572 Y21.149 Z-66.256
N1524650 X65.707 Y21.151 Z-66.11
N1524655 X65.831 Y21.153 Z-65.953
N1524660 X65.942 Y21.155 Z-65.787
N1524665 X66.039 Y21.157 Z-65.613
N1524670 X66.123 Y21.158 Z-65.432
N1524675 X66.192 Y21.159 Z-65.245
N1524680 X66.246 Y21.16 Z-65.053
N1524685 X66.285 Y21.161 Z-64.857
N1524690 X66.308 Z-64.659
N1524695 X66.316 Z-64.46
N1524700 G0 Z15.5
N1524710 G28 G91 Z0.
N1524715 G90
N1524720 M1
N1524725 T4 M6
(2 Flute Ball endmill)
N1524730 T5
N1524735 S3000 M3
N1524740 G0 X55.308 Y-22.907
N1524745 G43 Z15.5 H4
N1524750 Z-68.116
N1524755 G18 G3 X53.115 Z-68.988 I-1.27 K0. F508.
N1524760 G1 X53.11 Z-68.983 F254.
N1524765 X53.07 Z-68.941
N1524770 X52.776 Z-68.652
N1524775 X52.412 Z-68.342
N1524780 X52.025 Z-68.059
N1524785 X51.82 Z-67.926
N1524790 X51.718 Z-67.864
N1524795 X51.666 Z-67.834
N1524800 X51.654 Z-67.827
N1524805 X51.563 Z-67.772
N1524810 X51.526 Y-22.905 Z-67.75
N1524815 X51.489 Y-22.899 Z-67.728
N1524820 X51.453 Y-22.89 Z-67.705
N1524825 X51.417 Y-22.876 Z-67.684
N1524830 X51.383 Y-22.86 Z-67.662
N1524835 X51.35 Y-22.84 Z-67.642
N1524840 X51.319 Y-22.816 Z-67.622
N1524845 X51.29 Y-22.79 Z-67.603
N1524850 X51.263 Y-22.76 Z-67.585
N1524855 X51.238 Y-22.728 Z-67.569
N1524860 X51.216 Y-22.693 Z-67.554
N1524865 X51.197 Y-22.657 Z-67.541
N1524870 X51.181 Y-22.618 Z-67.529
N1524875 X51.167 Y-22.578 Z-67.519
N1524880 X51.157 Y-22.536 Z-67.511

N1524885 X51.15 Y-22.494 Z-67.504
N1524890 X51.146 Y-22.45 Z-67.5
N1524895 X51.145 Y-22.407 Z-67.497
N1524900 X51.146 Y-22.389
N1524905 X51.147 Y-22.371 Z-67.496
N1524910 X51.152 Y-22.327 Z-67.497 F508.
N1524915 X51.161 Y-22.284 Z-67.5
N1524920 X51.173 Y-22.242 Z-67.505
N1524925 X51.188 Y-22.201 Z-67.512
N1524930 X51.206 Y-22.161 Z-67.521
N1524935 X51.227 Y-22.124 Z-67.532
N1524940 X51.25 Y-22.089 Z-67.544
N1524945 X51.276 Y-22.056 Z-67.558
N1524950 X51.305 Y-22.026 Z-67.573
N1524955 X51.335 Y-21.999 Z-67.59
N1524960 X51.367 Y-21.975 Z-67.608
N1524965 X51.401 Y-21.955 Z-67.628
N1524970 X51.437 Y-21.938 Z-67.648
N1524975 X51.473 Y-21.924 Z-67.669
N1524980 X51.51 Y-21.915 Z-67.691
N1524985 X51.548 Y-21.909 Z-67.713
N1524990 X51.586 Y-21.907 Z-67.735
N1524995 X51.587 Z-67.736 F254.
N1525000 X51.607 Z-67.748
N1525005 X51.633 Z-67.764
N1525010 X51.737 Z-67.829
N1525015 X52.078 Z-68.06
N1525020 X52.125 Z-68.095
N1525025 X52.134 Z-68.101
N1525030 X52.272 Z-68.179
N1525035 X52.391 Z-68.243
N1525040 X52.493 Z-68.33
N1525045 X53.009 Z-68.877
N1525050 X53.013 Z-68.881
N1525055 X53.115 Z-68.988
N1525060 G2 X54.211 Z-68.552 I0.462 K0.436 F1016.
N1525065 G1 Z-66.496 F254.
N1525070 G2 X51.001 I-1.605 K0.
N1525075 G3 X50.171 Z-67.1 I-0.635 K0. F508.
N1525080 G1 X50.159 Z-67.096 F254.
N1525085 X50.144 Z-67.092
N1525090 X50.086 Z-67.073
N1525095 X49.97 Z-67.039
N1525100 X49.835 Z-67.001
N1525105 X49.83 Z-67.
N1525110 G3 X49.358 Z-66.387 I0.163 K0.614 F1016.
N1525115 G1 Z-66.034 F254.
N1525120 X49.363 Y-21.901 Z-65.938
N1525125 X49.376 Y-21.882 Z-65.844
N1525130 X49.397 Y-21.852 Z-65.755
N1525135 X49.426 Y-21.811 Z-65.673
N1525140 X49.462 Y-21.76 Z-65.6
N1525145 X49.505 Y-21.701 Z-65.537
N1525150 X49.552 Y-21.634 Z-65.487
N1525155 X49.604 Y-21.562 Z-65.45
N1525160 X49.658 Y-21.485 Z-65.428
N1525165 X49.714 Y-21.407 Z-65.42

N1525170 X49.769 Y-21.329 Z-65.428
N1525175 X49.823 Y-21.253 Z-65.45
N1525180 X49.875 Y-21.18 Z-65.487
N1525185 X49.922 Y-21.113 Z-65.537
N1525190 X49.965 Y-21.054 Z-65.6
N1525195 X50.001 Y-21.003 Z-65.673
N1525200 X50.03 Y-20.962 Z-65.755
N1525205 X50.051 Y-20.932 Z-65.844
N1525210 X50.064 Y-20.913 Z-65.938
N1525215 X50.069 Y-20.907 Z-66.034
N1525220 G3 X49.278 Z-66.649 I-0.635 K0. F508.
N1525225 G1 X49.267 Z-66.646 F254.
N1525230 X49.237 Z-66.639
N1525235 X49.118 Z-66.61
N1525240 X49.078 Z-66.601
N1525245 X49.058 Z-66.597
N1525250 G3 X48.562 Z-65.977 I0.138 K0.62 F1016.
N1525255 X51.097 I1.268 K0. F254.
N1525260 G1 Z-66.991 F508.
N1525265 G2 X51.399 Z-67.532 I0.635 K0.
N1525270 G1 X51.413 Z-67.54 F254.
N1525275 X51.456 Z-67.567
N1525280 X51.543 Z-67.622
N1525285 X51.716 Z-67.738
N1525290 X51.764 Z-67.772
N1525295 X51.775 Z-67.779
N1525300 X51.853 Z-67.826
N1525305 X51.938 Z-67.862
N1525310 X52.075 Z-67.927
N1525315 X52.193 Z-68.023
N1525320 X52.799 Z-68.655
N1525325 X52.81 Z-68.666
N1525330 X53.07 Z-68.941
N1525335 X53.115 Z-68.988
N1525340 G2 X53.576 Z-69.187 I0.462 K0.436
N1525345 G17 G3 Y-19.908 I0. J0.5
N1525350 G18 G3 X53.115 Z-68.988 I0. K0.635
N1525355 G1 X53.07 Z-68.941
N1525360 X52.81 Z-68.666
N1525365 X52.471 Z-68.31
N1525370 X52.297 Z-68.141
N1525375 X52.253 Z-68.1
N1525380 X52.232 Z-68.08
N1525385 X52.215 Z-68.065
N1525390 X52.211 Z-68.061
N1525395 X52.129 Z-67.97
N1525400 X52.063 Z-67.893
N1525405 X51.985 Z-67.828
N1525410 X51.506 Z-67.49
N1525415 X51.504 Z-67.488
N1525420 X51.502 Z-67.487
N1525425 X51.498 Z-67.484
N1525430 X51.494 Z-67.481
N1525435 X51.49 Z-67.478
N1525440 X51.486 Z-67.475
N1525445 X51.482 Z-67.472

N1525450 X51.477 Z-67.469
N1525455 X51.473 Z-67.466
N1525460 X51.469 Z-67.463
N1525465 X51.465 Z-67.46
N1525470 X51.461 Z-67.458
N1525475 X51.457 Z-67.455
N1525480 X51.452 Z-67.452
N1525485 X51.448 Z-67.449
N1525490 X51.444 Z-67.446
N1525495 X51.442 Z-67.444
N1525500 X51.44 Z-67.443
N1525505 X51.437 Z-67.441
N1525510 X51.412 Z-67.424
N1525515 X51.364 Z-67.39
N1525520 X51.2 Z-67.28
N1525525 X51.159 Z-67.253
N1525530 X51.154 Z-67.25
N1525535 X51.075 Z-67.189
N1525540 X51.01 Z-67.138
N1525545 X50.939 Z-67.096
N1525550 X50.542 Z-66.893
N1525555 X50.54 Z-66.892
N1525560 X50.533 Z-66.889
N1525565 X50.526 Z-66.885
N1525570 X50.519 Z-66.881
N1525575 X50.512 Z-66.878
N1525580 X50.505 Z-66.874
N1525585 X50.498 Z-66.87
N1525590 X50.491 Z-66.867
N1525595 X50.485 Z-66.864
N1525600 X50.48 Z-66.861
N1525605 X50.475 Z-66.859
N1525610 X50.47 Z-66.856
N1525615 X50.465 Z-66.854
N1525620 X50.46 Z-66.851
N1525625 X50.454 Z-66.848
N1525630 X50.449 Z-66.846
N1525635 X50.444 Z-66.843
N1525640 X50.439 Z-66.841
N1525645 X50.434 Z-66.838
N1525650 X50.429 Z-66.835
N1525655 X50.423 Z-66.833
N1525660 X50.418 Z-66.83
N1525665 X50.413 Z-66.828
N1525670 X50.411 Z-66.826
N1525675 X50.409
N1525680 X50.408 Z-66.825
N1525685 X50.4 Z-66.821
N1525690 X50.182 Z-66.714
N1525695 X50.17 Z-66.708
N1525700 X50.077 Z-66.654
N1525705 X49.995 Z-66.585
N1525710 X49.925 Z-66.504
N1525715 X49.842 Z-66.409
N1525720 X49.741 Z-66.332
N1525725 X49.628 Z-66.277
N1525730 X49.506 Z-66.246
N1525735 X47.934 Z-66.003
N1525740 X47.933
N1525745 X47.931 Z-66.002
N1525750 X47.927

N1525755 X47.919 Z-66.
N1525760 X47.896 Z-65.996
N1525765 X47.873 Z-65.993
N1525770 X47.85 Z-65.989
N1525775 X47.826 Z-65.985
N1525780 X47.803 Z-65.981
N1525785 X47.78 Z-65.978
N1525790 X47.757 Z-65.974
N1525795 X47.734 Z-65.971
N1525800 X47.711 Z-65.967
N1525805 X47.688 Z-65.964
N1525810 X47.664 Z-65.961
N1525815 X47.653 Z-65.959
N1525820 X47.647
N1525825 X47.644 Z-65.958
N1525830 X47.643
N1525835 X47.641
N1525840 X47.63 Z-65.956
N1525845 X47.615 Z-65.954
N1525850 X47.499 Z-65.937
N1525855 X47.481 Z-65.935
N1525860 X47.411 Z-65.921
N1525865 X47.289 Z-65.903
N1525870 X47.058 Z-65.891
N1525875 X47.055 Z-65.89
N1525880 X47.053
N1525885 X47.049
N1525890 X47.038 Z-65.889
N1525895 X46.975 Z-65.885
N1525900 X46.912 Z-65.881
N1525905 X46.849 Z-65.878
N1525910 X46.786 Z-65.876
N1525915 X46.768 Z-65.875
N1525920 X46.759
N1525925 X46.754 Z-65.874
N1525930 X46.752
N1525935 X46.75
N1525940 X46.738
N1525945 X46.723 Z-65.873
N1525950 X46.661 Z-65.87
N1525955 X46.611 Z-65.868
N1525960 X46.582 Z-65.867
N1525965 G3 X45.968 Z-65.233 I0.02
K0.635 F1016.
. .
. .
N1600075 X-8.743 Z-3.749
N1600080 X-8.741 Z-3.751
N1600085 X-8.74 Z-3.754
N1600090 X-8.738 Z-3.756
N1600095 X-8.737 Z-3.758
N1600100 X-8.735 Z-3.761
N1600105 X-8.734 Z-3.763
N1600110 X-8.732 Z-3.766
N1600115 X-8.731 Z-3.768
N1600120 X-8.729 Z-3.771
N1600125 X-8.728 Z-3.773
N1600130 X-8.726 Z-3.776
N1600135 X-8.713 Z-3.797
N1600140 X-8.688 Z-3.838

N1600145 X-8.637 Z-3.924
N1600150 X-8.609 Z-3.972
N1600155 X-8.595 Z-3.996
N1600160 G2 X-7.495 Z-4.632 I1.1
K0.634 F508.
N1600165 G1 X-7.48
N1600170 Z-7.51
N1600175 X-7.479 Z-7.52 F254.
N1600180 X-7.471 Z-7.59
N1600185 X-7.47 Z-7.6
N1600190 G2 X-6.204 Z-7.533 I0.632
K0.067 F1016.
N1600195 X-6.218 Z-7.499 I-0.05 K0.
F254.
N1600200 G3 X-6.145 Z-7.43 I0.036
K0.034
N1600205 Z-7.499 I-0.036 K-0.034
N1600210 G2 X-6.158 Z-7.533 I0.036
K-0.034 F508.
N1600215 G1 Z-8.441
N1600220 G3 X-7.428 Z-8.45 I-0.635
K0.
N1600225 G1 X-7.429 Z-8.415 F254.
N1600230 X-7.43 Z-8.366
N1600235 X-7.453 Y20.124 Z-8.234
N1600240 Y20.188 Z-8.108
N1600245 X-7.428 Y20.269 Z-7.994
N1600250 X-7.381 Y20.362 Z-7.898
N1600255 X-7.314 Y20.463 Z-7.825
N1600260 X-7.229 Y20.566 Z-7.779
N1600265 X-7.139 Y20.677 Z-7.728
N1600270 X-7.068 Y20.784 Z-7.647
N1600275 X-7.022 Y20.882 Z-7.54
N1600280 X-7.002 Y20.964 Z-7.414
N1600285 X-7.01 Y21.027 Z-7.276
N1600290 X-7.046 Y21.065 Z-7.134
N1600295 X-7.106 Y21.079 Z-6.995
N1600300 X-8.831 Z-3.793
N1600305 X-8.857 Z-3.745
N1600310 X-8.961 Z-3.562
N1600315 X-8.974 Z-3.54
N1600320 X-8.983 Z-3.523
N1600325 X-9.024 Z-3.439
N1600330 X-9.053 Z-3.351
N1600335 X-9.108 Z-3.206
N1600340 X-9.196 Z-3.078
N1600345 X-9.785 Z-2.417
N1600350 X-9.805 Z-2.395
N1600355 X-9.844 Z-2.351
N1600360 X-9.922 Z-2.267
N1600365 X-10.183 Z-1.991
N1600370 G3 X-10.356 Z-1.555 I0.462
K0.436 F1016.
N1600375 G1 X-10.35 Y21.084 Z-
1.447 F254.
N1600380 X-10.333 Y21.099 Z-1.341
N1600385 X-10.305 Y21.124 Z-1.24
N1600390 X-10.266 Y21.158 Z-1.145
N1600395 X-10.217 Y21.201 Z-1.058
N1600400 X-10.16 Y21.251 Z-0.982
N1600405 X-10.095 Y21.308 Z-0.917

N1600410 X-10.023 Y21.371 Z-0.865
 N1600415 X-9.947 Y21.438 Z-0.827
 N1600420 X-9.868 Y21.507 Z-0.804
 N1600425 X-9.787 Y21.579 Z-0.797
 N1600430 X-9.706 Y21.65 Z-0.804
 N1600435 X-9.626 Y21.719 Z-0.827
 N1600440 X-9.55 Y21.786 Z-0.865
 N1600445 X-9.479 Y21.849 Z-0.917
 N1600450 X-9.414 Y21.906 Z-0.982
 N1600455 X-9.356 Y21.956 Z-1.058
 N1600460 X-9.308 Y21.999 Z-1.145
 N1600465 X-9.269 Y22.033 Z-1.24
 N1600470 X-9.24 Y22.058 Z-1.341
 N1600475 X-9.223 Y22.073 Z-1.447
 N1600480 X-9.217 Y22.078 Z-1.555
 N1600485 Z-3.077 F508.
 N1600490 G2 X-9.136 Z-3.388 I0.635
 KO.
 N1600495 G1 X-9.128 Z-3.403 F254.
 N1600500 X-9.101 Z-3.45
 N1600505 X-9.049 Z-3.548
 N1600510 X-8.949 Z-3.745
 N1600515 X-8.943 Z-3.758
 N1600520 X-8.938 Z-3.768
 N1600525 G2 X-7.731 Z-3.492 I0.572
 KO.276 F1016.
 N1600530 G1 X-7.729 Y22.086 Z-
 3.403 F254.
 N1600535 X-7.724 Y22.109 Z-3.317
 N1600540 X-7.716 Y22.145 Z-3.236
 N1600545 X-7.705 Y22.195 Z-3.163
 N1600550 X-7.692 Y22.257 Z-3.1
 N1600555 X-7.676 Y22.328 Z-3.049
 N1600560 X-7.659 Y22.407 Z-3.011
 N1600565 X-7.641 Y22.491 Z-2.988
 N1600570 X-7.622 Y22.578 Z-2.98
 N1600575 X-7.603 Y22.665 Z-2.988
 N1600580 X-7.584 Y22.749 Z-3.011
 N1600585 X-7.567 Y22.828 Z-3.049
 N1600590 X-7.551 Y22.9 Z-3.1
 N1600595 X-7.538 Y22.961 Z-3.163
 N1600600 X-7.527 Y23.011 Z-3.236
 N1600605 X-7.519 Y23.048 Z-3.317
 N1600610 X-7.514 Y23.07 Z-3.403
 N1600615 X-7.512 Y23.078 Z-3.492
 N1600620 Z-4.186 F508.
 N1600625 G3 X-8.75 Z-4.386 I-0.635
 KO.
 N1600630 G1 X-8.753 Z-4.376 F254.
 N1600635 X-8.762 Z-4.349
 N1600640 X-8.78 Z-4.296
 N1600645 X-8.853 Z-4.098
 N1600650 X-8.904 Z-3.97
 N1600655 X-9.091 Z-3.556
 N1600660 X-9.105 Z-3.528
 N1600665 X-9.108 Z-3.522
 N1600670 G3 X-9.243 Z-2.952 I1.135
 KO.57 F1016.
 N1600675 G0 Z15.5
 N1600680 G17
 N1600685 G28 G91 Z0.

N1600690 G90
 N1600695 M1
N1600700 T5 M6
 N1600705 T20
 N1600710 S600 M3
 N1600715 G0 X23.5 Y-30.82
 N1600720 G43 Z15.5 H5
 N1600725 G17
 N1600730 G0 Z5.5
 N1600735 G83 X23.5 Y-30.82 Z-95. R-
 62. Q3.175 P0 F101.6
 N1600740 Y30.82
 N1600745 G80
 N1600750 Z15.5
 N1600760 G28 G91 Z0.
 N1600765 G28 Y0.
 N1600770 M30
 %

D.4 PUNTA (OBLONGO)

%
 O01006 (punta ojal)
 (T4 D=0.375 CR=0. - ZMIN=-0.8979 -
 flat end mill)
 (T6 D=0.25 CR=0. - ZMIN=-1.3425 -
 flat end mill)
 N10 G90 G94 G17
 N15 G20
 N20 G28 G91 Z0.
 N25 G90
N30 T4 M6
 (2 Flute Flat Endmill)
 N35 T6
 N40 S5000 M3
 N45 G54
 N50 /M8
 N55 G0 X-1.2992 Y-0.8976
 N60 G43 Z0.5999 H4
 N65 Z0.1999
 N70 Z-0.2001
 N75 G1 Z-0.3501 F20.
 N80 Y-0.8946 F40.
 N85 X-1.3005 Y-0.8955
 N90 X-1.3014 Y-0.8967
 N95 X-1.3015 Y-0.8981
 N100 X-1.3007 Y-0.8994
 N105 X-1.2993 Y-0.9
 N110 X-1.2979 Y-0.8996
 N115 X-1.297 Y-0.8984
 N120 Y-0.8969
 N125 X-1.2976 Y-0.8955
 N130 X-1.2986 Y-0.8944
 N135 X-1.3001 Y-0.8945
 N140 X-1.3012 Y-0.8955
 N145 X-1.3019 Y-0.8968
 N150 X-1.302 Y-0.8983
 N155 X-1.3012 Y-0.8996
 N160 X-1.2999 Y-0.9004

N165 X-1.2984 Y-0.9003
 N170 X-1.2972 Y-0.8994
 N175 X-1.2964 Y-0.8981
 N180 X-1.2966 Y-0.8966
 N185 X-1.2972 Y-0.8953
 N190 X-1.2982 Y-0.8941
 N195 X-1.2997 Y-0.8939
 N200 X-1.301 Y-0.8946
 N205 X-1.302 Y-0.8957
 N210 X-1.3024 Y-0.8972
 N215 X-1.3023 Y-0.8987
 N220 X-1.3016 Y-0.9
 N225 X-1.3003 Y-0.9008
 N230 X-1.2988 Y-0.9009
 N235 X-1.2974 Y-0.9003
 N240 X-1.2964 Y-0.8992
 N245 X-1.296 Y-0.8978
 N250 X-1.2962 Y-0.8963
 N255 X-1.2968 Y-0.8949
 N260 X-1.2978 Y-0.8938
 N265 X-1.2993 Y-0.8934
 N270 X-1.3007 Y-0.8938
 N275 X-1.3019 Y-0.8947
 N280 X-1.3027 Y-0.896
 N285 X-1.303 Y-0.8975
 N290 X-1.3027 Y-0.899
 N295 X-1.302 Y-0.9003
 N300 X-1.3007 Y-0.9011
 N305 X-1.2993 Y-0.9014
 N310 X-1.2978 Y-0.9011
 N315 X-1.2966 Y-0.9002
 N320 X-1.2958 Y-0.899
 N325 X-1.2955 Y-0.8975
 N330 X-1.2957 Y-0.896
 N335 X-1.2964 Y-0.8946
 N340 X-1.2974 Y-0.8935
 N345 X-1.2988 Y-0.893
 N350 X-1.3003 Y-0.8931
 N355 X-1.3016 Y-0.8938
 N360 X-1.3026 Y-0.8949
 N365 X-1.3033 Y-0.8962
 N370 X-1.3035 Y-0.8977
 N375 X-1.3032 Y-0.8992
 N380 X-1.3024 Y-0.9005
 N385 X-1.3013 Y-0.9014
 N390 X-1.2998 Y-0.9019
 N395 X-1.2984 Y-0.9018
 N400 X-1.297 Y-0.9012
 N405 X-1.2959 Y-0.9002
 N410 X-1.2952 Y-0.8988
 N415 X-1.295 Y-0.8973
 N420 X-1.2952 Y-0.8959
 N425 X-1.2958 Y-0.8945
 N430 X-1.2968 Y-0.8933
 N435 X-1.2981 Y-0.8926
 N440 X-1.2996 Y-0.8924
 N445 X-1.301 Y-0.8928
 N450 X-1.3023 Y-0.8937
 N455 X-1.3032 Y-0.8948
 N460 X-1.3038 Y-0.8962
 N465 X-1.304 Y-0.8977

N470 X-1.3037 Y-0.8992	N239985 X1.3495 Y-0.7604	N240270 X1.2846 Y-0.7435
N475 X-1.3031 Y-0.9005	N239990 X1.3467 Y-0.7585	N240275 X1.2788 Y-0.7452
N480 X-1.302 Y-0.9016	N239995 X1.3416 Y-0.7553	N240280 X1.2732 Y-0.7472
.	N240000 X1.3361 Y-0.7529	N240285 X1.2677 Y-0.7498
.	N240005 X1.3305 Y-0.7509	N240290 X1.2625 Y-0.7526
.	N240010 X1.3246 Y-0.7494	N240295 X1.2574 Y-0.7558
N239730 X1.3304 Y-0.7583	N240015 X1.3187 Y-0.7484	N240300 X1.2525 Y-0.7594
N239735 X1.3245 Y-0.7569	N240020 X1.3128 Y-0.7479	N240305 X1.2479 Y-0.7632
N239740 X1.3186 Y-0.7559	N240025 X1.3068 Y-0.7477	N240310 X1.2435 Y-0.7673
N239745 X1.3126 Y-0.7554	N240030 X1.3008 Y-0.748	N240315 X1.2378 Y-0.7741
N239750 X1.3066 Y-0.7552	N240035 X1.2948 Y-0.7487	N240320 X1.2327 Y-0.7813
N239755 X1.3006 Y-0.7554	N240040 X1.2889 Y-0.7498	N240325 X1.2283 Y-0.7889
N239760 X1.2947 Y-0.7559	N240045 X1.2831 Y-0.7513	N240330 G3 X1.286 Y-0.8341 I0.0337
N239765 X1.2888 Y-0.7569	N240050 X1.2774 Y-0.7531	J-0.0164
N239770 X1.2829 Y-0.7583	N240055 X1.2718 Y-0.7554	N240335 G1 X1.2981 Y-0.8239
N239775 X1.2772 Y-0.7601	N240060 X1.2664 Y-0.758	N240340 X1.3017 Y-0.821
N239780 X1.2716 Y-0.7623	N240065 X1.2612 Y-0.7609	N240345 X1.316 Y-0.809 F20.
N239785 X1.2662 Y-0.7648	N240070 X1.2562 Y-0.7642	N240350 G3 X1.2846 Y-0.7435 I-0.024
N239790 X1.2609 Y-0.7677	N240075 X1.2514 Y-0.7678	J0.0288
N239795 X1.2559 Y-0.771	N240080 X1.2468 Y-0.7717	N240355 G1 X1.2739 Y-0.746 F40.
N239800 X1.2511 Y-0.7747	N240085 X1.2426 Y-0.7759	N240360 X1.2734 Y-0.7462
N239805 X1.2466 Y-0.7786	N240090 X1.2385 Y-0.7804	N240365 X1.259 Y-0.753
N239810 X1.2378 Y-0.7892	N240095 X1.2349 Y-0.7852	N240370 X1.2586 Y-0.7533
N239815 X1.2306 Y-0.801	N240100 X1.2315 Y-0.7901	N240375 X1.2459 Y-0.7631
N239820 X1.2254 Y-0.8138	N240105 X1.2284 Y-0.7953	N240380 X1.2455 Y-0.7635
N239825 X1.2222 Y-0.8272	N240110 X1.2258 Y-0.8006	N240385 X1.2353 Y-0.7757
N239830 X1.221 Y-0.841	N240115 X1.2242 Y-0.8043	N240390 X1.2283 Y-0.7889
N239835 G3 X1.2772 Y-0.8724	N240120 G3 X1.2484 Y-0.8283	N240395 G0 Z0.1999
I0.0375 J0.0011	I0.0173 J-0.0068	N240400 Z0.5999
N239840 G1 X1.299 Y-0.8599	N240125 G1 X1.2694 Y-0.8199	N240410 G28 G91 Z0.
N239845 X1.3509 Y-0.8302 F20.	N240130 X1.3424 Y-0.7905 F20.	N240415 G90
N239850 G3 X1.3653 Y-0.7798 I-	N240135 G3 X1.3467 Y-0.7585 I-	N240420 M9
0.0186 J0.0325	0.0069 J0.0172	N240425 M1
N239855 G1 X1.3614 Y-0.7732 F40.	N240140 G1 X1.3372 Y-0.7518 F40.	N240430 T6 M6
N239860 X1.3602 Y-0.7718	N240145 X1.3368 Y-0.7515	(2 Flute Flat Endmill)
N239865 X1.3588 Y-0.7703	N240150 X1.3277 Y-0.7476	N240435 T4
N239870 X1.3546 Y-0.7661	N240155 X1.3221 Y-0.7455	N240440 S5000 M3
N239875 X1.3496 Y-0.7628	N240160 X1.3161 Y-0.7446	N240445 /M8
N239880 X1.3443 Y-0.7599	N240165 X1.3102 Y-0.7441	N240450 G0 X-1.2992 Y-0.8976
N239885 X1.3389 Y-0.7574	N240170 X1.3042	N240455 G43 Z0.5999 H6
N239890 X1.3332 Y-0.7554	N240175 X1.2982 Y-0.7444	N240460 Z0.1999
N239895 X1.3275 Y-0.7537	N240180 X1.2922 Y-0.7452	N240465 Z-0.7979
N239900 X1.3216 Y-0.7525	N240185 X1.2766 Y-0.7498	N240470 G1 Z-0.9179 F20.
N239905 X1.3156 Y-0.7517	N240190 X1.2621 Y-0.7573	N240475 Y-0.8961 F40.
N239910 X1.3097 Y-0.7513	N240195 X1.2491 Y-0.7672	N240480 X-1.3003 Y-0.8951
N239915 X1.2943 Y-0.7525	N240200 X1.2383 Y-0.7794	N240485 X-1.3018 Y-0.8953
N239920 X1.2795 Y-0.7564	N240205 X1.2298 Y-0.7934	N240490 X-1.3029 Y-0.8962
N239925 X1.2655 Y-0.7628	N240210 X1.224 Y-0.8086	N240495 X-1.3036 Y-0.8976
N239930 X1.2529 Y-0.7715	N240215 X1.2211 Y-0.8247	N240500 X-1.3037 Y-0.8991
N239935 X1.242 Y-0.7823	N240220 G3 X1.251 Y-0.8404 I0.0185	N240505 X-1.3034 Y-0.9005
N239940 X1.2331 Y-0.7949	J-0.0009	N240510 X-1.3025 Y-0.9018
N239945 X1.2265 Y-0.8088	N240225 G1 X1.2677 Y-0.8276	N240515 X-1.3014 Y-0.9027
N239950 X1.2225 Y-0.8236	N240230 X1.3311 Y-0.7792 F20.	N240520 X-1.3 Y-0.9033
N239955 X1.2211 Y-0.8389	N240235 G3 X1.3277 Y-0.7476 I-	N240525 X-1.297 Y-0.9037
N239960 G3 X1.2778 Y-0.8699	0.0113 J0.0148	N240530 X-1.2943 Y-0.9026
I0.0375 J0.0011	N240240 G1 X1.3219 Y-0.7451 F40.	N240535 X-1.2922 Y-0.9004
N239965 G1 X1.3045 Y-0.8539	N240245 X1.3199 Y-0.7447	N240540 X-1.2912 Y-0.8976
N239970 X1.3496 Y-0.8269 F20.	N240250 X1.3059 Y-0.742	N240545 X-1.2911 Y-0.8946
N239975 G3 X1.3588 Y-0.7703 I-	N240255 X1.3054	N240550 X-1.292 Y-0.8917
0.0193 J0.0322	N240260 X1.2899 Y-0.7423	N240555 X-1.2937 Y-0.8892
N239980 G1 X1.3522 Y-0.7631 F40.	N240265 X1.2892 Y-0.7424	N240560 X-1.296 Y-0.8873

N240565 X-1.3015 Y-0.8849	N240870 Y-0.8852	N241130 X-1.2996 Y-0.7881
N240570 X-1.3074 Y-0.8854	N240875 X-1.3299 Y-0.8985	N241135 X-1.3001 Y-0.788
N240575 X-1.3126 Y-0.8884	N240880 G17 G3 X-1.3218 Y-0.9098	N241140 X-1.3093 Y-0.7898
N240580 X-1.3163 Y-0.8932	I0.0155 J0.0026	N241145 X-1.3097 Y-0.7899
N240585 X-1.3181 Y-0.8989	N240885 X-1.3171 Y-0.9114 I0.0073	N241150 X-1.3181 Y-0.7945
N240590 X-1.3179 Y-0.9049	J0.0139 F20.	N241155 X-1.3186 Y-0.7949
N240595 X-1.3158 Y-0.9105	N240890 X-1.2667 Y-0.8704 I0.0072	N241160 X-1.3244 Y-0.8013
N240600 X-1.3123 Y-0.9154	J0.0426	N241165 X-1.3249 Y-0.8018
N240605 X-1.3076 Y-0.9191	N240895 G1 Y-0.847 F40.	N241170 X-1.3296 Y-0.8121
N240610 X-1.3021 Y-0.9214	N240900 X-1.267 Y-0.841	N241175 X-1.3297 Y-0.8125
N240615 X-1.2961 Y-0.9223	N240905 X-1.2685 Y-0.8352	N241180 X-1.3304 Y-0.8179
N240620 X-1.2902 Y-0.9216	N240910 X-1.2712 Y-0.8298	N241185 X-1.3317 Y-0.8314
N240625 X-1.2845 Y-0.9196	N240915 X-1.2747 Y-0.825	N241190 Y-0.8489
N240630 X-1.2794 Y-0.9164	N240920 X-1.2827 Y-0.8192	N241195 G3 X-1.2817 I0.025 J0.
N240635 X-1.2752 Y-0.9122	N240925 X-1.2919 Y-0.816	N241200 G19 G3 Y-0.8239 Z-0.8929
N240640 X-1.2719 Y-0.9072	N240930 X-1.3017 Y-0.8156	J0. K0.025
N240645 X-1.2697 Y-0.9016	N240935 X-1.3112 Y-0.8181	N241205 G0 Z0.1999
N240650 X-1.2687 Y-0.8957	N240940 X-1.3195 Y-0.8231	N241210 X-1.2992 Y-0.8976
N240655 X-1.2688 Y-0.8897	N240945 X-1.3261 Y-0.8304	N241215 Z-0.8179
N240660 X-1.2699 Y-0.8838	N240950 X-1.3303 Y-0.8393	N241220 G1 Z-0.9379 F20.
N240665 X-1.272 Y-0.8782	N240955 X-1.3317 Y-0.8489	N241225 Y-0.8961 F40.
N240670 X-1.2781 Y-0.8709	N240960 G3 X-1.3278 Y-0.8615 I0.025	N241230 X-1.3003 Y-0.8951
N240675 X-1.2861 Y-0.8658	J0.0009	N241235 X-1.3018 Y-0.8953
N240680 X-1.2952 Y-0.8633	N240965 X-1.3035 Y-0.8729 I0.0211	N241240 X-1.3029 Y-0.8962
N240685 X-1.3047 Y-0.8637	J0.0135 F20.	N241245 X-1.3036 Y-0.8976
N240690 X-1.3136 Y-0.8668	N240970 G1 X-1.2885 Y-0.8709	N241250 X-1.3037 Y-0.8991
N240695 X-1.3212 Y-0.8725	N240975 G3 X-1.2667 Y-0.847 I-	N241255 X-1.3034 Y-0.9005
N240700 X-1.3267 Y-0.8801	0.0032 J0.0248	N241260 X-1.3025 Y-0.9018
N240705 X-1.3297 Y-0.8891	N240980 G1 Y-0.8314 F40.	N241265 X-1.3014 Y-0.9027
N240710 X-1.3299 Y-0.8985	N240985 X-1.2685 Y-0.8179	N241270 X-1.3 Y-0.9033
N240715 X-1.3286 Y-0.907	N240990 X-1.2697 Y-0.8121	N241275 X-1.297 Y-0.9037
N240720 X-1.3285 Y-0.9074	N240995 X-1.2723 Y-0.8066	N241280 X-1.2943 Y-0.9026
N240725 X-1.3241 Y-0.9158	N241000 X-1.2758 Y-0.8018	N241285 X-1.2922 Y-0.9004
N240730 X-1.3237 Y-0.9163	N241005 X-1.2801 Y-0.7975	N241290 X-1.2912 Y-0.8976
N240735 X-1.3173 Y-0.9226	N241010 X-1.2849 Y-0.794	N241295 X-1.2911 Y-0.8946
N240740 X-1.3169 Y-0.9229	N241015 X-1.286 Y-0.7934	N241300 X-1.292 Y-0.8917
N240745 X-1.3085 Y-0.927	N241020 X-1.2935 Y-0.7904	N241305 X-1.2937 Y-0.8892
N240750 X-1.3081 Y-0.9272	N241025 X-1.3013 Y-0.7892	N241310 X-1.296 Y-0.8873
N240755 X-1.2988 Y-0.9285	N241030 X-1.3093 Y-0.7898	N241315 X-1.3015 Y-0.8849
N240760 X-1.2984	N241035 X-1.3097 Y-0.7899	N241320 X-1.3074 Y-0.8854
N240765 X-1.2891 Y-0.9268	N241040 X-1.3181 Y-0.7945	N241325 X-1.3126 Y-0.8884
N240770 X-1.2887 Y-0.9266	N241045 X-1.3194 Y-0.7959	N241330 X-1.3163 Y-0.8932
N240775 X-1.2803 Y-0.922	N241050 X-1.3249 Y-0.8018	N241335 X-1.3181 Y-0.8989
N240780 X-1.279 Y-0.9207	N241055 X-1.3296 Y-0.8121	N241340 X-1.3179 Y-0.9049
N240785 X-1.2735 Y-0.9147	N241060 X-1.3304 Y-0.8179	N241345 X-1.3158 Y-0.9105
N240790 X-1.2688 Y-0.9045	N241065 X-1.3317 Y-0.8314	N241350 X-1.3123 Y-0.9154
N240795 X-1.268 Y-0.8986	N241070 Y-0.8489	N241355 X-1.3076 Y-0.9191
N240800 X-1.2667 Y-0.8852	N241075 G3 X-1.3181 Y-0.8646	N241360 X-1.3021 Y-0.9214
N240805 Y-0.8704	I0.0165 J0.0006	N241365 X-1.2961 Y-0.9223
N240810 X-1.267 Y-0.8644	N241080 X-1.3176 Y-0.8647 I0.0029	N241370 X-1.2902 Y-0.9216
N240815 X-1.2687 Y-0.8586	J0.0162 F20.	N241375 X-1.2845 Y-0.9196
N240820 X-1.2715 Y-0.8533	N241085 X-1.2685 Y-0.8179 I0.0062	N241380 X-1.2794 Y-0.9164
N240825 X-1.2751 Y-0.8485	J0.0426	N241385 X-1.2752 Y-0.9122
N240830 X-1.283 Y-0.8429	N241090 G1 X-1.2698 Y-0.8095 F40.	N241390 X-1.2719 Y-0.9072
N240835 X-1.2922 Y-0.8397	N241095 X-1.27 Y-0.8091	N241395 X-1.2697 Y-0.9016
N240840 X-1.302 Y-0.8394	N241100 X-1.2743 Y-0.8008	N241400 X-1.2687 Y-0.8957
N240845 X-1.3114 Y-0.8419	N241105 X-1.2747 Y-0.8002	N241405 X-1.2688 Y-0.8897
N240850 X-1.3197 Y-0.847	N241110 X-1.2811 Y-0.7939	N241410 X-1.2699 Y-0.8838
N240855 X-1.3262 Y-0.8543	N241115 X-1.2816 Y-0.7936	N241415 X-1.272 Y-0.8782
N240860 X-1.3303 Y-0.8631	N241120 X-1.29 Y-0.7895	N241420 X-1.2781 Y-0.8709
N240865 X-1.3317 Y-0.8727	N241125 X-1.2904 Y-0.7893	N241425 X-1.2861 Y-0.8658

N241430 X-1.2952 Y-0.8633	N273125 G0 Z0.1999	N273430 X1.3085 Y-0.927
N241435 X-1.3047 Y-0.8637	N273130 X1.2992 Y-0.8976	N273435 X1.3169 Y-0.9229
N241440 X-1.3136 Y-0.8668	N273135 Z-1.2379	N273440 X1.3173 Y-0.9226
N241445 X-1.3212 Y-0.8725	N273140 G1 Z-1.3425 F20.	N273445 X1.3237 Y-0.9163
N241450 X-1.3267 Y-0.8801	N273145 Y-0.8961 F40.	N273450 X1.3241 Y-0.9158
N241455 X-1.3297 Y-0.8891	N273150 X1.2981 Y-0.8951	N273455 X1.3285 Y-0.9074
N241460 X-1.3299 Y-0.8985	N273155 X1.2967 Y-0.8953	N273460 X1.3286 Y-0.907
N241465 X-1.3286 Y-0.907	N273160 X1.2955 Y-0.8962	N273465 X1.3299 Y-0.8986
N241470 X-1.3285 Y-0.9074	N273165 X1.2948 Y-0.8976	N273470 X1.3317 Y-0.8852
N241475 X-1.3241 Y-0.9158	N273170 X1.2947 Y-0.8991	N273475 Y-0.8704
N241480 X-1.3237 Y-0.9163	N273175 X1.2951 Y-0.9005	N273480 X1.3314 Y-0.8644
N241485 X-1.3173 Y-0.9226	N273180 X1.2959 Y-0.9018	N273485 X1.3298 Y-0.8586
N241490 X-1.3169 Y-0.9229	N273185 X1.297 Y-0.9027	N273490 X1.327 Y-0.8533
N241495 X-1.3085 Y-0.927	N273190 X1.2984 Y-0.9033	N273495 X1.3234 Y-0.8485
N241500 X-1.3081 Y-0.9272	N273195 X1.3014 Y-0.9037	N273500 X1.3155 Y-0.8428
N241505 X-1.2988 Y-0.9285	N273200 X1.3042 Y-0.9026	N273505 X1.3063 Y-0.8396
N241510 X-1.2984	N273205 X1.3062 Y-0.9004	N273510 X1.2966 Y-0.8393
N241515 X-1.2891 Y-0.9268	N273210 X1.3072 Y-0.8976	N273515 X1.2871 Y-0.8417
N241520 X-1.2887 Y-0.9266	N273215 X1.3073 Y-0.8946	N273520 X1.2788 Y-0.8468
N241525 X-1.2803 Y-0.922	N273220 X1.3064 Y-0.8917	N273525 X1.2723 Y-0.854
N241530 X-1.279 Y-0.9207	N273225 X1.3048 Y-0.8892	N273530 X1.2682 Y-0.8629
N241535 X-1.2735 Y-0.9147	N273230 X1.3024 Y-0.8873	N273535 X1.2667 Y-0.8725
N241540 X-1.2688 Y-0.9045	N273235 X1.297 Y-0.8849	N273540 Y-0.8852
N241545 X-1.268 Y-0.8986	N273240 X1.291 Y-0.8854	N273545 X1.268 Y-0.8989
N241550 X-1.2667 Y-0.8852	N273245 X1.2858 Y-0.8884	N273550 G3 X1.2768 Y-0.9104
N241555 Y-0.8704	N273250 X1.2821 Y-0.8932	I0.0156 J0.0027
N241560 X-1.267 Y-0.8644	N273255 X1.2804 Y-0.8989	N273555 X1.281 Y-0.9118 I0.0069
N241565 X-1.2687 Y-0.8586	N273260 X1.2806 Y-0.9049	J0.0142 F20.
N241570 X-1.2715 Y-0.8533	N273265 X1.2826 Y-0.9105	N273560 X1.3317 Y-0.8704 I0.0072
N241575 X-1.2751 Y-0.8485	N273270 X1.2861 Y-0.9154	J0.0429
N241580 X-1.283 Y-0.8429	N273275 X1.2908 Y-0.9191	N273565 G1 Y-0.847 F40.
N241585 X-1.2922 Y-0.8397	N273280 X1.2964 Y-0.9214	N273570 X1.3314 Y-0.841
N241590 X-1.302 Y-0.8394	N273285 X1.3023 Y-0.9223	N273575 X1.3299 Y-0.8352
N241595 X-1.3114 Y-0.8419	N273290 X1.3083 Y-0.9216	N273580 X1.3273 Y-0.8298
N241600 X-1.3197 Y-0.847	N273295 X1.3139 Y-0.9196	N273585 X1.3238 Y-0.825
N241605 X-1.3262 Y-0.8543	N273300 X1.319 Y-0.9164	N273590 X1.3158 Y-0.8192
N241610 X-1.3303 Y-0.8631	N273305 X1.3232 Y-0.9122	N273595 X1.3066 Y-0.8159
N241615 X-1.3317 Y-0.8727	N273310 X1.3265 Y-0.9072	N273600 X1.2968 Y-0.8155
N241620 Y-0.8852	N273315 X1.3287 Y-0.9016	N273605 X1.2873 Y-0.8179
N241625 X-1.3299 Y-0.8985	N273320 X1.3298 Y-0.8957	N273610 X1.2789 Y-0.823
N242375 X-1.3299 Y-0.8985	N273325 X1.3296 Y-0.8897	N273615 X1.2723 Y-0.8302
N242380 G17 G3 X-1.3218 Y-0.9098	N273330 X1.3285 Y-0.8838	N273620 X1.2682 Y-0.8391
I0.0155 J0.0026	N273335 X1.3264 Y-0.8782	N273625 X1.2667 Y-0.8488
N242385 X-1.3171 Y-0.9114 I0.0073	N273340 X1.3202 Y-0.8708	N273630 G3 X1.2707 Y-0.8614 I0.025
J0.0139 F20.	N273345 X1.3122 Y-0.8657	J0.0009
N242390 X-1.2667 Y-0.8704 I0.0072	N273350 X1.303 Y-0.8632	N273635 X1.2947 Y-0.8728 I0.0211
J0.0426	N273355 X1.2934 Y-0.8635	J0.0135 F20.
.	N273360 X1.2844 Y-0.8667	N273640 G1 X1.3097 Y-0.871
.	N273365 X1.2768 Y-0.8725	N273645 G3 X1.3317 Y-0.847 I-0.003
.	N273370 X1.2712 Y-0.8802	J0.0248
N273075 X1.3296 Y-0.8121	N273375 X1.2682 Y-0.8893	N273650 G1 Y-0.8314 F40.
N273080 X1.3249 Y-0.8018	N273380 X1.268 Y-0.8989	N273655 X1.3305 Y-0.8192
N273085 X1.3186 Y-0.7949	N273385 X1.2688 Y-0.9045	N273660 X1.3297 Y-0.8132
N273090 X1.3181 Y-0.7945	N273390 X1.2735 Y-0.9147	N273665 X1.3273 Y-0.8077
N273095 X1.3097 Y-0.7899	N273395 X1.2799 Y-0.9216	N273670 X1.324 Y-0.8027
N273100 X1.3093 Y-0.7898	N273400 X1.2803 Y-0.922	N273675 X1.3199 Y-0.7983
N273105 X1.3001 Y-0.788	N273405 X1.2887 Y-0.9266	N273680 X1.3153 Y-0.7945
N273110 X1.2992 Y-0.7881	N273410 X1.2891 Y-0.9268	N273685 X1.3146 Y-0.7941
N273115 X1.2904 Y-0.7893	N273415 X1.2984 Y-0.9285	N273690 X1.3069 Y-0.7908
N273120 G3 X1.31 Y-0.8353 I0.0098	N273420 X1.2992 Y-0.9284	N273695 X1.2987 Y-0.7891
J-0.023	N273425 X1.3081 Y-0.9272	N273700 X1.2904 Y-0.7893

N273705 X1.29 Y-0.7895
 N273710 X1.2816 Y-0.7936
 N273715 X1.2811 Y-0.7939
 N273720 X1.2747 Y-0.8002
 N273725 X1.2743 Y-0.8008
 N273730 X1.27 Y-0.8091
 N273735 X1.2698 Y-0.8095
 N273740 X1.2685 Y-0.8179
 N273745 X1.2667 Y-0.8314
 N273750 Y-0.8488
 N273755 G3 X1.2794 Y-0.8642
 IO.0164 JO.0006
 N273760 X1.2805 Y-0.8644 IO.0037
 JO.0159 F20.
 N273765 X1.3305 Y-0.8192 IO.0069
 JO.0426
 N273770 G1 X1.3304 Y-0.8179 F40.
 N273775 X1.3296 Y-0.8121
 N273780 X1.3249 Y-0.8018
 N273785 X1.3186 Y-0.7949
 N273790 X1.3181 Y-0.7945
 N273795 X1.3097 Y-0.7899
 N273800 X1.3093 Y-0.7898
 N273805 X1.3001 Y-0.788
 N273810 X1.2992 Y-0.7881
 N273815 X1.2904 Y-0.7893
 N273820 G3 X1.31 Y-0.8353 IO.0098
 J-0.023
 N273825 G0 Z0.1999
 N273830 Z0.5999
 N273840 M9
 N273845 G28 G91 Z0.
 N273850 G28 Y0.
 N273855 M30
 %

D.5 BANCADA (GRABADO)

%
 O01130 (grabado ancada)
 (T9 D=0.0625 CR=0.0312 - ZMIN=-
 0.005 - ball end mill)
 N10 G90 G94 G17
 N15 G20
 N20 G28 G91 Z0.
 N25 G90
N30 T9 M6
 (2 Flute Ball Endmill)
 N35 S5000 M3
 N40 G54
 N45 G0 X10.1866 Y0.1585
 N50 G43 Z0.6 H9
 N55 Z0.2
 N60 Z0.1
 N65 G17 G3 X10.1937 Y0.1699
 Z0.0995 IO.0002 JO.0078 F20.
 N70 X10.1803 Y0.1708 Z0.0989 I-
 0.007 J-0.0036

N75 X10.1932 Y0.1619 Z0.0981
 IO.0064 J-0.0044
 N80 X10.1803 Y0.1708 Z0.0972 I-
 0.0064 JO.0044
 N85 X10.1932 Y0.1619 Z0.0963
 IO.0064 J-0.0044
 N90 X10.1803 Y0.1708 Z0.0955 I-
 0.0064 JO.0044
 N95 X10.1932 Y0.1619 Z0.0946
 IO.0064 J-0.0044
 N100 X10.1803 Y0.1708 Z0.0938 I-
 0.0064 JO.0044
 N105 X10.1932 Y0.1619 Z0.0929
 IO.0064 J-0.0044
 N110 X10.1803 Y0.1708 Z0.0921 I-
 0.0064 JO.0044
 N115 X10.1932 Y0.1619 Z0.0912
 IO.0064 J-0.0044
 N120 X10.1803 Y0.1708 Z0.0903 I-
 0.0064 JO.0044
 N125 X10.1932 Y0.1619 Z0.0895
 IO.0064 J-0.0044
 N130 X10.1803 Y0.1708 Z0.0886 I-
 0.0064 JO.0044
 N135 X10.1932 Y0.1619 Z0.0878
 IO.0064 J-0.0044
 N140 X10.1803 Y0.1708 Z0.0869 I-
 0.0064 JO.0044
 N145 X10.1932 Y0.1619 Z0.0861
 IO.0064 J-0.0044
 N150 X10.1803 Y0.1708 Z0.0852 I-
 0.0064 JO.0044
 N155 X10.1932 Y0.1619 Z0.0843
 IO.0064 J-0.0044
 N160 X10.1803 Y0.1708 Z0.0835 I-
 0.0064 JO.0044
 N165 X10.1932 Y0.1619 Z0.0826
 IO.0064 J-0.0044
 N170 X10.1803 Y0.1708 Z0.0818 I-
 0.0064 JO.0044
 N175 X10.1932 Y0.1619 Z0.0809
 IO.0064 J-0.0044
 N180 X10.1803 Y0.1708 Z0.0801 I-
 0.0064 JO.0044
 N185 X10.1932 Y0.1619 Z0.0792
 IO.0064 J-0.0044
 N190 X10.1803 Y0.1708 Z0.0783 I-
 0.0064 JO.0044
 N195 X10.1932 Y0.1619 Z0.0775
 IO.0064 J-0.0044
 N200 X10.1803 Y0.1708 Z0.0766 I-
 0.0064 JO.0044
 N205 X10.1932 Y0.1619 Z0.0758
 IO.0064 J-0.0044
 N210 X10.1803 Y0.1708 Z0.0749 I-
 0.0064 JO.0044
 N215 X10.1932 Y0.1619 Z0.0741
 IO.0064 J-0.0044
 N220 X10.1803 Y0.1708 Z0.0732 I-
 0.0064 JO.0044

N225 X10.1932 Y0.1619 Z0.0723
 IO.0064 J-0.0044
 N230 X10.1803 Y0.1708 Z0.0715 I-
 0.0064 JO.0044
 N235 X10.1932 Y0.1619 Z0.0706
 IO.0064 J-0.0044
 N240 X10.1803 Y0.1708 Z0.0698 I-
 0.0064 JO.0044
 N245 X10.1932 Y0.1619 Z0.0689
 IO.0064 J-0.0044
 N250 X10.1803 Y0.1708 Z0.0681 I-
 0.0064 JO.0044
 N255 X10.1932 Y0.1619 Z0.0672
 IO.0064 J-0.0044
 N260 X10.1803 Y0.1708 Z0.0663 I-
 0.0064 JO.0044
 N265 X10.1932 Y0.1619 Z0.0655
 IO.0064 J-0.0044
 N270 X10.1908 Y0.1731 Z0.065 I-
 0.0064 JO.0044
 N275 X10.179 Y0.1667 Z0.0645 I-
 0.004 J-0.0067
 N280 X10.1902 Y0.1593 Z0.0639
 IO.0078 J-0.0003
 N285 X10.1833 Y0.1734 Z0.0631 I-
 0.0034 JO.007
 N290 X10.1902 Y0.1593 Z0.0622
 IO.0034 J-0.007
 N295 X10.1833 Y0.1734 Z0.0613 I-
 0.0034 JO.007
 N300 X10.1902 Y0.1593 Z0.0605
 IO.0034 J-0.007
 N305 X10.1833 Y0.1734 Z0.0596 I-
 0.0034 JO.007
 N310 X10.1902 Y0.1593 Z0.0588
 IO.0034 J-0.007
 N315 X10.1833 Y0.1734 Z0.0579 I-
 0.0034 JO.007
 N320 X10.1902 Y0.1593 Z0.0571
 IO.0034 J-0.007
 N325 X10.1833 Y0.1734 Z0.0562 I-
 0.0034 JO.007
 N330 X10.1902 Y0.1593 Z0.0553
 IO.0034 J-0.007
 N335 X10.1833 Y0.1734 Z0.0545 I-
 0.0034 JO.007
 N340 X10.1902 Y0.1593 Z0.0536
 IO.0034 J-0.007
 N345 X10.1833 Y0.1734 Z0.0528 I-
 0.0034 JO.007
 N350 X10.1902 Y0.1593 Z0.0519
 IO.0034 J-0.007
 N355 X10.1833 Y0.1734 Z0.0511 I-
 0.0034 JO.007
 N360 X10.1902 Y0.1593 Z0.0502
 IO.0034 J-0.007
 N365 X10.1833 Y0.1734 Z0.0493 I-
 0.0034 JO.007
 N370 X10.1902 Y0.1593 Z0.0485
 IO.0034 J-0.007

N375 X10.1833 Y0.1734 Z0.0476 I-0.0034 J0.007
N380 X10.1902 Y0.1593 Z0.0468 I0.0034 J-0.007
N385 X10.1833 Y0.1734 Z0.0459 I-0.0034 J0.007
N390 X10.1839 Y0.1591 Z0.0453 I0.0034 J-0.007
N395 X10.1945 Y0.1673 Z0.0447 I0.0029 J0.0073
N400 X10.1822 Y0.1727 Z0.0442 I-0.0078 J-0.001
N405 X10.1913 Y0.16 Z0.0433 I0.0045 J-0.0064
N410 X10.1822 Y0.1727 Z0.0424 I-0.0045 J0.0064
N415 X10.1913 Y0.16 Z0.0416 I0.0045 J-0.0064
N420 X10.1822 Y0.1727 Z0.0407 I-0.0045 J0.0064
N425 X10.1913 Y0.16 Z0.0399 I0.0045 J-0.0064
N430 X10.1822 Y0.1727 Z0.039 I-0.0045 J0.0064
N435 X10.1913 Y0.16 Z0.0382 I0.0045 J-0.0064
N440 X10.1822 Y0.1727 Z0.0373 I-0.0045 J0.0064
N445 X10.1913 Y0.16 Z0.0364 I0.0045 J-0.0064
N450 X10.1822 Y0.1727 Z0.0356 I-0.0045 J0.0064
N455 X10.1913 Y0.16 Z0.0347 I0.0045 J-0.0064
N460 X10.1822 Y0.1727 Z0.0339 I-0.0045 J0.0064
N465 X10.1913 Y0.16 Z0.033 I0.0045 J-0.0064
N470 X10.1822 Y0.1727 Z0.0322 I-0.0045 J0.0064
N475 X10.1913 Y0.16 Z0.0313 I0.0045 J-0.0064
N480 X10.1822 Y0.1727 Z0.0304 I-0.0045 J0.0064
N485 X10.1913 Y0.16 Z0.0296 I0.0045 J-0.0064
N490 X10.1822 Y0.1727 Z0.0287 I-0.0045 J0.0064
N495 X10.1913 Y0.16 Z0.0279 I0.0045 J-0.0064
N500 X10.1822 Y0.1727 Z0.027 I-0.0045 J0.0064
N505 X10.1913 Y0.16 Z0.0262 I0.0045 J-0.0064
N510 X10.1822 Y0.1727 Z0.0253 I-0.0045 J0.0064
N515 X10.1913 Y0.16 Z0.0244 I0.0045 J-0.0064
N520 X10.1822 Y0.1727 Z0.0236 I-0.0045 J0.0064

N525 X10.1913 Y0.16 Z0.0227 I0.0045 J-0.0064
N530 X10.1822 Y0.1727 Z0.0219 I-0.0045 J0.0064
N535 X10.1913 Y0.16 Z0.021 I0.0045 J-0.0064
N540 X10.1822 Y0.1727 Z0.0202 I-0.0045 J0.0064
N545 X10.1913 Y0.16 Z0.0193 I0.0045 J-0.0064
N550 X10.1822 Y0.1727 Z0.0184 I-0.0045 J0.0064
N555 X10.1913 Y0.16 Z0.0176 I0.0045 J-0.0064
N560 X10.1822 Y0.1727 Z0.0167 I-0.0045 J0.0064
N565 X10.1913 Y0.16 Z0.0159 I0.0045 J-0.0064
N570 X10.1822 Y0.1727 Z0.015 I-0.0045 J0.0064
N575 X10.1913 Y0.16 Z0.0142 I0.0045 J-0.0064
N580 X10.1822 Y0.1727 Z0.0133 I-0.0045 J0.0064
N585 X10.1913 Y0.16 Z0.0124 I0.0045 J-0.0064
N590 X10.1822 Y0.1727 Z0.0116 I-0.0045 J0.0064
N595 X10.1913 Y0.16 Z0.0107 I0.0045 J-0.0064
N600 X10.1822 Y0.1727 Z0.0099 I-0.0045 J0.0064
N605 X10.1913 Y0.16 Z0.009 I0.0045 J-0.0064
N610 X10.1822 Y0.1727 Z0.0082 I-0.0045 J0.0064
N615 X10.1913 Y0.16 Z0.0073 I0.0045 J-0.0064
N620 X10.1822 Y0.1727 Z0.0064 I-0.0045 J0.0064
N625 X10.1913 Y0.16 Z0.0056 I0.0045 J-0.0064
N630 X10.1822 Y0.1727 Z0.0047 I-0.0045 J0.0064
N635 X10.1913 Y0.16 Z0.0039 I0.0045 J-0.0064
N640 X10.194 Y0.1692 Z0.0035 I-0.0045 J0.0064
N645 X10.1808 Y0.1714 Z0.0029 I-0.0073 J-0.0029
N650 X10.1928 Y0.1614 Z0.0021 I0.006 J-0.005
N655 X10.1942 Y0.1687 Z0.0018 I-0.006 J0.005
N660 X10.1793 Y0.164 Z0.001 I-0.0075 J-0.0023
N665 X10.1942 Y0.1687 Z0.0001 I0.0075 J0.0023
N670 X10.1793 Y0.164 Z-0.0008 I-0.0075 J-0.0023

N675 X10.1942 Y0.1687 Z-0.0016 I0.0075 J0.0023
N680 X10.1793 Y0.164 Z-0.0025 I-0.0075 J-0.0023
N685 X10.1942 Y0.1687 Z-0.0033 I0.0075 J0.0023
N690 X10.1793 Y0.164 Z-0.0042 I-0.0075 J-0.0023
N695 X10.1946 Y0.1664 Z-0.005 I0.0075 J0.0023
N700 X10.179 I-0.0078 J0. F40.
N705 X10.1914 Y0.1601 I0.0078 J0.
N710 X10.1946 Y0.1664 I-0.0047 J0.0063
N715 G1 X10.1965 Y0.1743
N720 X10.1967 Y0.1773
N725 X10.1953 Y0.1831
N730 X10.1912 Y0.1875
N735 X10.1857 Y0.1899
N740 X10.1797 Y0.1903
N745 X10.1738 Y0.1889
N750 X10.1686 Y0.1859
N755 X10.1643 Y0.1817
N760 X10.1628 Y0.1793
N765 X10.1614 Y0.1764
N770 X10.1606 Y0.1733
N775 X10.1605 Y0.1701
N780 X10.1607 Y0.1664
N785 X10.1609 Y0.1623
N790 X10.1614 Y0.1563
N795 X10.1639 Y0.1509
N800 X10.1676 Y0.1461
N805 X10.1722 Y0.1423
N810 X10.1776 Y0.1397
N815 X10.1834 Y0.1382
N820 X10.1894 Y0.1381
N825 X10.1953 Y0.1392
N830 X10.2008 Y0.1416
N835 X10.2057 Y0.1451
N840 X10.2098 Y0.1495
N845 X10.2101 Y0.15
N850 X10.2115 Y0.1526
N855 X10.2123 Y0.1553
N860 X10.2127 Y0.1582
N865 X10.2128 Y0.1664
N870 X10.2125 Y0.1704
N875 X10.2104 Y0.1866
N880 X10.2093 Y0.1925
N885 X10.2067 Y0.198
N890 X10.203 Y0.2027
N895 X10.1983 Y0.2064
N900 X10.193 Y0.2092
N905 X10.1872 Y0.2109
N910 X10.1813 Y0.2117
N915 X10.1753 Y0.2115
N920 X10.1694 Y0.2104
N925 X10.169 Y0.2102
N930 X10.1644 Y0.2077
N935 X10.1609 Y0.2037
N940 X10.1589 Y0.1988
N945 X10.1586 Y0.1936

N950 X10.159 Y0.1907
 N955 X10.1599 Y0.1785
 N960 X10.1605 Y0.1701
 N965 G3 X10.1691 Y0.1649 I0.0062
 J0.0006
 N970 G1 X10.1765 Y0.1679
 N975 X10.1957 Y0.1758
 N980 X10.2065 Y0.1802 F20.
 N985 G3 X10.2104 Y0.1866 I-0.0024
 J0.0058
 N990 G1 X10.209 Y0.197 F40.
 N995 X10.2086 Y0.1988
 N1000 X10.2064 Y0.2069
 N1005 X10.2052 Y0.211
 N1010 X10.2026 Y0.2173
 N1015 X10.2001 Y0.2227
 N1020 X10.1957 Y0.2269
 N1025 X10.1906 Y0.2299
 N1030 X10.1849 Y0.2319
 N1035 X10.179 Y0.233
 N1040 X10.173 Y0.2332
 N1045 X10.167 Y0.2324
 N1050 X10.1644 Y0.2316
 N1055 X10.1588 Y0.2288
 N1060 X10.1548 Y0.2239
 N1065 X10.1531 Y0.2179
 N1070 X10.1538 Y0.2117
 N1075 X10.1554 Y0.2069
 N1080 X10.1564 Y0.2029
 N1085 X10.1585 Y0.1948
 N1090 X10.1586 Y0.1936
 .
 .
 .
 N120105 G3 X-10.0928 Y0.0653
 I0.0001 J-0.004
 N120110 Y0.0648 I0.004 J0.0004 F20.
 N120115 X-10.0791 Y0.0534 I0.0142
 J0.003
 N120120 G1 X-10.0692 F40.
 N120125 X-10.0681
 N120130 X-10.0671 Y0.0536
 N120135 X-10.0661 Y0.054
 N120140 X-10.0651 Y0.0544
 N120145 X-10.0645 Y0.0548
 N120150 X-10.0638 Y0.0553
 N120155 X-10.0631 Y0.056
 N120160 X-10.0626 Y0.0568
 N120165 X-10.0623 Y0.0573
 N120170 X-10.0621 Y0.0578
 N120175 X-10.0619 Y0.0588
 N120180 X-10.0618 Y0.0609
 N120185 Y0.0629
 N120190 Y0.0639
 N120195 X-10.0621 Y0.0649
 N120200 X-10.0625 Y0.0658
 N120205 X-10.063 Y0.0667
 N120210 X-10.0635 Y0.0673
 N120215 X-10.0641 Y0.0678
 N120220 X-10.0651 Y0.0685
 N120225 X-10.0659 Y0.069

N120230 X-10.0667 Y0.0693
 N120235 X-10.0675 Y0.0695
 N120240 X-10.0683 Y0.0696
 N120245 X-10.0774 Y0.0697
 N120250 G3 X-10.0769 Y0.0572
 I0.0002 J-0.0062
 N120255 G1 X-10.075 Z-0.0046
 N120260 X-10.0733 Y0.0573 Z-0.0038
 N120265 X-10.0719 Z-0.0024
 N120270 X-10.071 Y0.0574 Z-0.0006
 N120275 X-10.0707 Z0.0013
 N120280 G0 Z0.2
 N120285 X-10.0614 Y0.24
 N120290 Z0.0013
 N120295 G1 X-10.0615 Y0.2403 Z-
 0.0006 F20.
 N120300 X-10.0618 Y0.2411 Z-0.0024
 N120305 X-10.0624 Y0.2424 Z-0.0038
 N120310 X-10.0631 Y0.244 Z-0.0046
 N120315 X-10.0639 Y0.2458 Z-0.005
 N120320 G3 X-10.0732 Y0.2571 I-
 0.0245 J-0.0106
 N120325 G1 X-10.0763 Y0.2591 F40.
 N120330 X-10.0777 Y0.2597
 N120335 X-10.0786 Y0.2601
 N120340 G3 X-10.0829 Y0.2483 I-
 0.0021 J-0.0059
 N120345 G1 X-10.0811 Y0.2477 Z-
 0.0046
 N120350 X-10.0794 Y0.2471 Z-0.0038
 N120355 X-10.0782 Y0.2466 Z-0.0024
 N120360 X-10.0773 Y0.2463 Z-0.0006
 N120365 X-10.077 Y0.2462 Z0.0013
 N120370 G0 Z0.2
 N120375 Z0.6
 N120385 G28 G91 Z0.
 N120390 G28 Y0.
 N120395 M30
 %

D.6 PUNZÓN (CUERPO)

%
 O01808 (punzon)
 (T3 D=25. CR=0. - ZMIN=-44.997 - flat
 end mill)
 N10 G90 G94 G17
 N15 G21
 N20 G28 G91 Z0.
 N25 G90
N30 T3 M6
 N35 S1600 M3
 N40 G54
 N45 G0 X-51.232 Y-48.01
 N50 G43 Z15. H3
 N55 Z5.
 N60 Z-1.5
 N65 G1 X-51.229 Y-48.003 Z-1.696
 F125.

N70 X-51.218 Y-47.982 Z-1.891
 N75 X-51.201 Y-47.948 Z-2.084
 N80 X-51.176 Y-47.901 Z-2.273
 N85 X-51.145 Y-47.84 Z-2.457
 N90 X-51.108 Y-47.767 Z-2.635
 N95 X-51.064 Y-47.682 Z-2.806
 N100 X-51.014 Y-47.585 Z-2.969
 N105 X-50.958 Y-47.477 Z-3.124
 N110 X-50.897 Y-47.359 Z-3.268
 N115 X-50.831 Y-47.231 Z-3.401
 N120 X-50.76 Y-47.094 Z-3.523
 N125 X-50.685 Y-46.949 Z-3.632
 N130 X-50.607 Y-46.796 Z-3.728
 N135 X-50.525 Y-46.638 Z-3.81
 N140 X-50.441 Y-46.474 Z-3.878
 N145 X-50.354 Y-46.306 Z-3.931
 N150 X-50.266 Y-46.135 Z-3.969
 N155 X-50.177 Y-45.962 Z-3.992
 N160 X-50.087 Y-45.788 Z-4.
 N165 G17 G3 X-47.364 Y-38.42 I-
 28.639 J14.768
 N170 G1 X-47.342 Y-38.309 F508.
 N175 X-48.703 Y-37.108
 N180 X-49.921 Y-35.764
 N185 X-50.996 Y-34.302
 N190 X-51.93 Y-32.746
 N195 X-52.727 Y-31.116
 N200 X-53.398 Y-29.43
 N205 X-53.954 Y-27.703
 N210 X-54.407 Y-25.946
 N215 X-54.771 Y-24.168
 N220 X-55.059 Y-22.377
 N225 X-55.285 Y-20.576
 N230 X-55.458 Y-18.77
 N235 X-55.591 Y-16.96
 N240 X-55.692 Y-15.148
 N245 X-55.768 Y-13.335
 N250 X-55.824 Y-11.522
 N255 X-55.866 Y-9.708
 N260 X-55.898 Y-7.893
 N265 X-55.921 Y-6.079
 N270 X-55.939 Y-4.265
 N275 X-55.951 Y-2.45
 N280 X-55.961 Y-0.635
 N285 X-55.968 Y1.179
 N290 X-55.974 Y2.994
 N295 X-55.981 Y6.623
 N300 X-55.985 Y10.252
 N305 X-55.99 Y17.51
 N310 X-55.991 Y19.325
 N315 X-55.969 Y21.139
 N320 X-55.651 Y22.926
 N325 X-55.068 Y24.644
 N330 X-54.251 Y26.264
 N335 X-53.232 Y27.766
 N340 X-52.04 Y29.133
 N345 X-50.702 Y30.36
 N350 X-49.246 Y31.442
 N355 X-47.694 Y32.382
 N360 X-46.067 Y33.187
 N365 X-44.384 Y33.864

N370 X-42.659 Y34.426	N675 X55.972 Y-4.364	N980 X-53.828 Y-5.968
N375 X-40.903 Y34.884	N680 X55.976 Y-6.179	N985 X-53.954 Y-5.606
N380 X-39.126 Y35.252	N685 X55.983 Y-9.808	N990 X-54. Y-5.497
N385 X-37.335 Y35.544	N690 X55.988 Y-15.252	N995 X-54.089 Y-5.25
N390 X-35.535 Y35.772	N695 X55.991 Y-20.695	N1000 X-54.328 Y-4.5
N395 X-33.729 Y35.948	N700 X55.745 Y-22.493	N1005 X-54.53 Y-3.75
N400 X-31.919 Y36.083	N705 X55.228 Y-24.232	N1010 X-54.699 Y-3.
N405 X-30.108 Y36.185	N710 X54.469 Y-25.881	N1015 X-54.75 Y-2.652
N410 X-28.295 Y36.261	N715 X53.499 Y-27.414	N1020 X-54.807 Y-2.25
N415 X-26.481 Y36.319	N720 X52.348 Y-28.817	N1025 X-54.9 Y-1.5
N420 X-24.667 Y36.361	N725 X51.045 Y-30.08	N1030 X-54.968 Y-0.75
N425 X-22.853 Y36.393	N730 X49.617 Y-31.2	N1035 X-54.984 Y0.
N430 X-21.038 Y36.417	N735 X48.088 Y-32.176	N1040 X-54.968 Y0.75
N435 X-19.224 Y36.434	N740 X46.479 Y-33.015	N1045 X-54.899 Y1.5
N440 X-17.409 Y36.447	N745 X44.808 Y-33.724	N1050 X-54.805 Y2.25
N445 X-15.595 Y36.457	N750 X43.092 Y-34.314	N1055 X-54.75 Y2.64
N450 X-13.78 Y36.464	N755 X41.343 Y-34.797	N1060 X-54.576 Y4.447
N455 X-11.966 Y36.469	N760 X39.571 Y-35.187	N1065 X-54.491 Y5.35
N460 X-8.337 Y36.476	N765 X37.783 Y-35.497	N1070 X-54.347 Y7.159
N465 X-2.893 Y36.481	N770 X35.985 Y-35.739	N1075 X-54.247 Y8.97
N470 X6.18 Y36.485	N775 X34.18 Y-35.928	N1080 X-54.175 Y10.784
N475 X27.955 Y36.49	N780 X32.371 Y-36.071	N1085 X-54.125 Y12.597
N480 X38.842 Y36.492	N785 X30.56 Y-36.181	N1090 X-54.088 Y14.412
N485 X40.656 Y36.467	N790 X28.747 Y-36.263	N1095 X-53.949 Y16.221
N490 X42.442 Y36.147	N795 X26.934 Y-36.324	N1100 X-53.617 Y18.005
N495 X44.16 Y35.562	N800 X25.12 Y-36.37	N1105 X-53.091 Y19.741
N500 X45.78 Y34.744	N805 X23.306 Y-36.404	N1110 X-52.377 Y21.41
N505 X47.28 Y33.723	N810 X21.491 Y-36.429	N1115 X-51.488 Y22.991
N510 X48.646 Y32.529	N815 X19.677 Y-36.447	N1120 X-50.44 Y24.473
N515 X49.872 Y31.191	N820 X17.862 Y-36.46	N1125 X-49.249 Y25.842
N520 X50.953 Y29.734	N825 X16.048 Y-36.47	N1130 X-47.935 Y27.093
N525 X51.654 Y28.574	N830 X14.233 Y-36.478	N1135 X-46.513 Y28.22
N530 X51.745 Y28.433	N835 X12.419 Y-36.483	N1140 X-45.002 Y29.225
N535 X51.843 Y28.295	N840 X10.604 Y-36.487	N1145 X-43.418 Y30.11
N540 X51.948 Y28.163	N845 X6.975 Y-36.491	N1150 X-41.774 Y30.88
N545 X52.295 Y27.75	N850 X3.346 Y-36.494	N1155 X-40.084 Y31.54
N550 X52.5 Y27.478	N855 X-5.727 Y-36.496	N1160 X-38.359 Y32.101
N555 X52.855 Y27.	N860 X-34.76 Y-36.494	N1165 X-36.606 Y32.571
N560 X53.25 Y26.34	N865 X-36.574 Y-36.463	N1170 X-34.834 Y32.961
N565 X53.301 Y26.25	N870 X-38.368 Y-36.186	N1175 X-33.048 Y33.28
N570 X53.72 Y25.5	N875 X-40.11 Y-35.679	N1180 X-31.252 Y33.539
N575 X54. Y24.89	N880 X-41.775 Y-34.959	N1185 X-29.449 Y33.746
N580 X54.058 Y24.75	N885 X-43.344 Y-34.046	N1190 X-27.642 Y33.911
N585 X54.325 Y24.	N890 X-44.801 Y-32.965	N1195 X-25.832 Y34.041
N590 X54.562 Y23.25	N895 X-46.135 Y-31.735	N1200 X-24.02 Y34.143
N595 X54.75 Y22.433	N900 X-47.341 Y-30.38	N1205 X-22.207 Y34.223
N600 X54.861 Y21.75	N905 X-48.417 Y-28.918	N1210 X-20.394 Y34.284
N605 X54.954 Y21.	N910 X-49.365 Y-27.371	N1215 X-18.58 Y34.332
N610 X55.177 Y19.199	N915 X-50.189 Y-25.754	N1220 X-16.766 Y34.368
N615 X55.376 Y17.395	N920 X-50.895 Y-24.083	N1225 X-14.951 Y34.396
N620 X55.528 Y15.587	N925 X-51.494 Y-22.37	N1230 X-13.137 Y34.417
N625 X55.644 Y13.776	N930 X-51.994 Y-20.626	N1235 X-11.323 Y34.434
N630 X55.732 Y11.964	N935 X-52.408 Y-18.859	N1240 X-9.508 Y34.446
N635 X55.798 Y10.151	N940 X-52.745 Y-17.076	N1245 X-7.694 Y34.455
N640 X55.847 Y8.337	N945 X-53.017 Y-15.282	N1250 X-5.879 Y34.463
N645 X55.884 Y6.522	N950 X-53.234 Y-13.48	N1255 X-4.064 Y34.468
N650 X55.911 Y4.708	N955 X-53.406 Y-11.674	N1260 X-0.435 Y34.476
N655 X55.931 Y2.894	N960 X-53.541 Y-9.864	N1265 X3.194 Y34.48
N660 X55.946 Y1.079	N965 X-53.646 Y-8.053	N1270 X10.452 Y34.485
N665 X55.957 Y-0.735	N970 X-53.705 Y-6.724	N1275 X26.783 Y34.49
N670 X55.965 Y-2.55	N975 X-53.745 Y-6.342	N1280 X32.227 Y34.491

N1285 X34.041 Y34.49	N1570 X28.029 Y-34.145	N1870 X-57.768 Y-9.291 Z-3.268
N1290 X35.85 Y34.347	N1575 X26.216 Y-34.22	N1875 X-57.713 Y-9.412 Z-3.124
N1295 X37.633 Y34.009	N1580 X24.403 Y-34.28	N1880 X-57.662 Y-9.523 Z-2.969
N1300 X39.368 Y33.477	N1585 X22.589 Y-34.328	N1885 X-57.617 Y-9.622 Z-2.806
N1305 X41.041 Y32.776	N1590 X20.775 Y-34.366	N1890 X-57.577 Y-9.709 Z-2.635
N1310 X41.452 Y32.626	N1595 X18.961 Y-34.396	N1895 X-57.543 Y-9.784 Z-2.457
N1315 X41.88 Y32.531	N1600 X17.146 Y-34.419	N1900 X-57.515 Y-9.846 Z-2.273
N1320 X42.316 Y32.494	N1605 X15.332 Y-34.437	N1905 X-57.493 Y-9.895 Z-2.084
N1325 X42.554 Y32.49	N1610 X13.517 Y-34.451	N1910 X-57.477 Y-9.929 Z-1.891
N1330 G3 X42.487 Y37.489 I-0.041 J2.5 F500.	N1615 X11.703 Y-34.462	N1915 X-57.467 Y-9.95 Z-1.696
N1335 X42.473 I0.027 J-2.5	N1620 X9.888 Y-34.47	N1920 X-57.464 Y-9.957 Z-1.5
N1340 G2 X42.392 Y42.488 I-0.041 J2.5 F508.	N1625 X8.074 Y-34.477	N1925 G0 Z5.
N1345 X44.166 Y41.79 I0.041 J-2.5	N1630 X6.259 Y-34.481	N1930 X-58.123 Y-7.134
N1350 G1 X55.172 Y31.192	N1635 X2.63 Y-34.488	N1935 Z-1.5
N1355 G2 X55.867 Y28.801 I-1.734 J-1.801	N1640 X-2.814 Y-34.493	N1940 G1 X-58.12 Y-7.127 Z-1.696 F125.
N1360 G3 X54.954 Y21. I31.309 J-7.619 F125.	N1645 X-6.443 Y-34.494	N1945 X-58.111 Y-7.106 Z-1.891
N1365 G1 X54.984 Y20.25 F508.	N1650 X-19.145 Y-34.495	N1950 X-58.095 Y-7.071 Z-2.084
N1370 X55. Y19.5	N1655 X-28.218	N1955 X-58.073 Y-7.022 Z-2.273
N1375 Y-19.5	N1660 X-30.032 Y-34.493	N1960 X-58.045 Y-6.96 Z-2.457
N1380 X54.984 Y-20.25	N1665 X-31.845 Y-34.406	N1965 X-58.011 Y-6.885 Z-2.635
N1385 X54.954 Y-21.	N1670 X-33.642 Y-34.153	N1970 X-57.971 Y-6.798 Z-2.806
N1390 X54.861 Y-21.75	N1675 X-35.404 Y-33.722	N1975 X-57.927 Y-6.699 Z-2.969
N1395 X54.75 Y-22.433	N1680 X-37.113 Y-33.113	N1980 X-57.876 Y-6.588 Z-3.124
N1400 X54.562 Y-23.25	N1685 X-38.752 Y-32.334	N1985 X-57.821 Y-6.467 Z-3.268
N1405 X54.325 Y-24.	N1690 X-40.304 Y-31.394	N1990 X-57.762 Y-6.335 Z-3.401
N1410 X54.058 Y-24.75	N1695 X-41.758 Y-30.309	N1995 X-57.698 Y-6.195 Z-3.523
N1415 X54. Y-24.89	N1700 X-43.105 Y-29.092	N2000 X-57.631 Y-6.046 Z-3.632
N1420 X53.72 Y-25.5	N1705 X-44.338 Y-27.761	N2005 X-57.56 Y-5.89 Z-3.728
N1425 X53.301 Y-26.25	N1710 X-45.454 Y-26.331	N2010 X-57.487 Y-5.728 Z-3.81
N1430 X53.25 Y-26.34	N1715 X-46.455 Y-24.817	N2015 X-57.411 Y-5.56 Z-3.878
N1435 X52.855 Y-27.	N1720 X-47.341 Y-23.233	N2020 X-57.333 Y-5.388 Z-3.931
N1440 X52.5 Y-27.478	N1725 X-48.117 Y-21.593	N2025 X-57.254 Y-5.212 Z-3.969
N1445 X52.295 Y-27.75	N1730 X-48.789 Y-19.907	N2030 X-57.173 Y-5.035 Z-3.992
N1450 X51.75 Y-28.4	N1735 X-49.365 Y-18.187	N2035 X-57.092 Y-4.856 Z-4.
N1455 X51.663 Y-28.5	N1740 X-49.854 Y-16.439	N2040 G3 X-54.75 Y2.64 I-29.355 J13.289
N1460 X51. Y-29.16	N1745 X-50.264 Y-14.672	N2045 G1 X-54.697 Y3. F508.
N1465 X50.898 Y-29.25	N1750 X-50.605 Y-12.889	N2050 X-54.527 Y3.75
N1470 X50.25 Y-29.793	N1755 X-50.885 Y-11.239	N2055 X-54.325 Y4.5
N1475 X49.98 Y-30.	N1760 X-50.983 Y-10.834	N2060 X-54.086 Y5.25
N1480 X49.5 Y-30.354	N1765 X-51.135 Y-10.446	N2065 X-54. Y5.487
N1485 X48.838 Y-30.75	N1770 X-51.339 Y-10.082	N2070 X-53.989 Y5.513
N1490 X48.75 Y-30.801	N1775 X-51.59 Y-9.75	N2075 X-53.815 Y6.
N1495 X48. Y-31.22	N1780 X-52.152 Y-9.	N2080 X-53.69 Y6.381
N1500 X47.387 Y-31.5	N1785 X-52.5 Y-8.484	N2085 X-53.557 Y6.833
N1505 X47.25 Y-31.558	N1790 X-52.651 Y-8.25	N2090 X-53.417 Y7.362
N1510 X46.5 Y-31.824	N1795 X-53.076 Y-7.5	N2095 X-53.266 Y8.007
N1515 X45.75 Y-32.06	N1800 X-53.448 Y-6.75	N2100 X-53.109 Y8.776
N1520 X44.942 Y-32.25	N1805 X-53.791 Y-6.	N2105 X-52.798 Y10.564
N1525 X44.25 Y-32.361	N1810 X-53.954 Y-5.606	N2110 X-52.494 Y12.353
N1530 X42.461 Y-32.668	N1815 G3 X-58.508 Y-7.671 I-2.274 J-1.039 F500.	N2115 X-52.081 Y14.119
N1535 X40.669 Y-32.954	N1820 X-58.502 Y-7.683 I2.28 J1.026	N2120 X-51.527 Y15.848
N1540 X38.873 Y-33.212	N1825 G1 X-58.421 Y-7.862 Z-3.992	N2125 X-50.826 Y17.521
N1545 X37.073 Y-33.439	N1830 X-58.34 Y-8.039 Z-3.969	N2130 X-49.978 Y19.125
N1550 X35.269 Y-33.634	N1835 X-58.26 Y-8.214 Z-3.931	N2135 X-48.989 Y20.647
N1555 X33.462 Y-33.799	N1840 X-58.181 Y-8.386 Z-3.878	N2140 X-47.87 Y22.075
N1560 X31.653 Y-33.938	N1845 X-58.105 Y-8.554 Z-3.81	N2145 X-46.631 Y23.401
N1565 X29.842 Y-34.052	N1850 X-58.031 Y-8.716 Z-3.728	N2150 X-45.287 Y24.62
	N1855 X-57.96 Y-8.871 Z-3.632	N2155 X-43.851 Y25.729
	N1860 X-57.892 Y-9.02 Z-3.523	N2160 X-42.336 Y26.728
	N1865 X-57.828 Y-9.16 Z-3.401	

N2165 X-40.754 Y27.617	N93605 X-18.585 Y-18.51	N93890 X-9.838 Y-22.72
N2170 X-39.117 Y28.4	N93610 X-20.164 Y-17.615	N93895 X-9.946 Y-22.522
N2175 X-37.437 Y29.084	N93615 X-21.749 Y-16.734	N93900 X-10.076 Y-22.3
N2180 X-35.721 Y29.674	N93620 X-22.67 Y-16.25	N93905 X-10.22 Y-22.068
N2185 X-33.978 Y30.179	N93625 X-23.147 Y-16.016	N93910 X-10.396 Y-21.804
N2190 X-32.214 Y30.607	N93630 X-23.493 Y-15.871	N93915 X-10.587 Y-21.533
N2195 X-30.436 Y30.965	N93635 X-23.853 Y-15.765	N93920 X-10.823 Y-21.217
N2200 X-28.646 Y31.263	N93640 X-24.223 Y-15.701	N93925 X-11.075 Y-20.9
N2205 X-26.848 Y31.507	N93645 X-24.598 Y-15.68	N93930 X-11.387 Y-20.53
N2210 X-25.044 Y31.707	N93650 X-28.651	N93935 X-11.73 Y-20.145
N2215 X-23.237 Y31.869	N93655 G3 X-29.685 Y-20.413 I0.087	N93940 X-12.136 Y-19.717
N2220 X-21.427 Y31.999	J-2.498 F500.	N93945 X-12.603 Y-19.25
N2225 X-19.615 Y32.103	N93660 G1 X-28.568 Y-20.974	N93950 X-13.131 Y-18.752
N2230 X-17.803 Y32.186	N93665 X-13.177 Y-28.699 F508.	N93955 X-13.694 Y-18.25
N2235 X-15.989 Y32.252	N93670 X-11.771 Y-29.404 F125.	N93960 X-14.292 Y-17.748
N2240 X-14.175 Y32.303	N93675 G3 X-8.429 Y-26.023 I1.121	N93965 X-14.873 Y-17.287
N2245 X-12.361 Y32.344	J2.234	N93970 X-15.362 Y-16.922
N2250 X-10.547 Y32.376	N93680 G1 X-8.722 Y-25.5 F508.	N93975 X-15.792 Y-16.619
N2255 X-8.733 Y32.4	N93685 X-9. Y-24.866	N93980 X-16.143 Y-16.387
N2260 X-6.918 Y32.42	N93690 X-9.156 Y-24.553	N93985 X-16.493 Y-16.169
N2265 X-5.104 Y32.435	N93695 X-9.228 Y-24.417	N93990 X-16.563 Y-16.129
N2270 X-3.289 Y32.447	N93700 X-9.316 Y-24.264	N93995 X-16.952 Y-15.935
N2275 X-1.475 Y32.456	N93705 X-9.416 Y-24.101	N94000 X-17.364 Y-15.794
N2280 X0.34 Y32.463	N93710 X-9.536 Y-23.916	N94005 X-17.79 Y-15.709
N2285 X1.809 Y32.467	N93715 X-9.669 Y-23.724	N94010 X-18.224 Y-15.68
N2290 X1.887 Y32.47	N93720 X-9.835 Y-23.498	N94015 X-21.02
N2295 X2.25 Y32.484	N93725 X-10.013 Y-23.271	N94020 G3 X-22.328 Y-20.253 I0.087
N2300 X3. Y32.5	N93730 X-10.232 Y-23.005	J-2.498 F500.
N2305 X42.	N93735 X-10.489 Y-22.712	N94025 G1 X-21.027 Y-21.128
.	N93740 X-10.772 Y-22.407	N94030 X-14.716 Y-25.374 F508.
.	N93745 X-11.126 Y-22.048	N94035 X-13.25 Y-26.36 F125.
.	N93750 X-11.53 Y-21.66	N94040 G3 X-9.447 Y-23.615 I1.396
N93470 G3 X-33.687 Y-20.458 I0.087	N93755 X-12.012 Y-21.223	J2.074
J-2.498 F500.	N93760 X-12.599 Y-20.72	N94045 G1 X-9.562 Y-23.25 F508.
N93475 G1 X-32.644 Y-20.928	N93765 X-13.331 Y-20.129	N94050 X-9.75 Y-22.432
N93480 X-12.225 Y-30.116 F508.	N93770 X-14.253 Y-19.427	N94055 X-9.756 Y-22.397
N93485 X-10.933 Y-30.697 F125.	N93775 X-15.434 Y-18.58	N94060 X-9.79 Y-22.251
N93490 G3 X-7.818 Y-27.045 I1.026	N93780 X-16.805 Y-17.655	N94065 X-9.829 Y-22.106
J2.28	N93785 X-17.909 Y-16.955	N94070 X-9.873 Y-21.963
N93495 G1 X-7.85 Y-27. F508.	N93790 X-18.673 Y-16.5	N94075 X-9.925 Y-21.807
N93500 X-8.25 Y-26.339	N93795 X-19.217 Y-16.198	N94080 X-9.986 Y-21.641
N93505 X-8.301 Y-26.25	N93800 X-19.498 Y-16.052	N94085 X-10.061 Y-21.453
N93510 X-8.429 Y-26.023	N93805 X-19.859 Y-15.891	N94090 X-10.144 Y-21.26
N93515 X-8.598 Y-25.754	N93810 X-20.237 Y-15.774	N94095 X-10.247 Y-21.04
N93520 X-8.681 Y-25.63	N93815 X-20.626 Y-15.704	N94100 X-10.36 Y-20.816
N93525 X-8.783 Y-25.486	N93820 X-21.02 Y-15.68	N94105 X-10.497 Y-20.563
N93530 X-8.895 Y-25.339	N93825 X-24.598	N94110 X-10.647 Y-20.302
N93535 X-9.033 Y-25.166	N93830 G3 X-25.76 Y-20.344 I0.087 J-	N94115 X-10.821 Y-20.02
N93540 X-9.181 Y-24.992	2.498 F500.	N94120 X-11.02 Y-19.716
N93545 X-9.366 Y-24.788	N93835 G1 X-24.551 Y-21.041	N94125 X-11.236 Y-19.407
N93550 X-9.571 Y-24.572	N93840 X-14.024 Y-27.116 F508.	N94130 X-11.483 Y-19.073
N93555 X-9.808 Y-24.338	N93845 X-12.573 Y-27.953 F125.	N94135 X-11.751 Y-18.732
N93560 X-10.102 Y-24.063	N93850 G3 X-9. Y-24.866 I1.249	N94140 X-12.035 Y-18.391
N93565 X-10.44 Y-23.765	J2.165	N94145 X-12.334 Y-18.053
N93570 X-10.829 Y-23.441	N93855 G1 X-9.051 Y-24.75 F508.	N94150 X-12.643 Y-17.723
N93575 X-11.314 Y-23.06	N93860 X-9.325 Y-24.	N94155 X-12.945 Y-17.418
N93580 X-11.914 Y-22.616	N93865 X-9.447 Y-23.615	N94160 X-13.212 Y-17.163
N93585 X-12.718 Y-22.056	N93870 X-9.537 Y-23.372	N94165 X-13.49 Y-16.913
N93590 X-13.9 Y-21.281	N93875 X-9.594 Y-23.233	N94170 X-13.734 Y-16.706
N93595 X-15.445 Y-20.331	N93880 X-9.664 Y-23.073	N94175 X-13.952 Y-16.531
N93600 X-17.011 Y-19.412	N93885 X-9.742 Y-22.908	N94180 X-14.185 Y-16.355

N94185 X-14.274 Y-16.292
N94190 X-14.62 Y-16.076
N94195 X-14.99 Y-15.905
N94200 X-15.379 Y-15.781
N94205 X-15.78 Y-15.705
N94210 X-16.187 Y-15.68
N94215 X-18.224
N94220 G3 X-19.669 Y-20.154 I0.087
J-2.498 F500.
N94225 G1 X-18.297 Y-21.218
N94230 X-15.276 Y-23.56 F508.
N94235 X-13.762 Y-24.734 F125.
N94240 G3 X-9.756 Y-22.397 I1.532
J1.976
N94245 G1 X-9.874 Y-21.75 F508.
N94250 X-9.929 Y-21.235
N94255 X-9.969 Y-20.978
N94260 X-9.997 Y-20.831
N94265 X-10.03 Y-20.684
N94270 X-10.067 Y-20.535
N94275 X-10.114 Y-20.369
N94280 X-10.17 Y-20.193
N94285 X-10.233 Y-20.009
N94290 X-10.309 Y-19.808
N94295 X-10.395 Y-19.599
N94300 X-10.491 Y-19.384
N94305 X-10.601 Y-19.156
N94310 X-10.722 Y-18.921
N94315 X-10.853 Y-18.683
N94320 X-10.995 Y-18.444
N94325 X-11.145 Y-18.205
N94330 X-11.303 Y-17.969
N94335 X-11.467 Y-17.739
N94340 X-11.622 Y-17.535
N94345 X-11.786 Y-17.33
N94350 X-11.947 Y-17.141
N94355 X-12.095 Y-16.976
N94360 X-12.24 Y-16.824
N94365 X-12.399 Y-16.667
N94370 X-12.546 Y-16.53
N94375 X-12.574 Y-16.505
N94380 X-12.953 Y-16.217
N94385 X-13.37 Y-15.986
N94390 X-13.816 Y-15.817
N94395 X-14.282 Y-15.714
N94400 X-14.757 Y-15.68
N94405 X-16.187
N94410 G3 X-17.752 Y-20.055 I0.087
J-2.498 F500.
N94415 G1 X-16.332 Y-21.305
N94420 X-15.533 Y-22.007 F508.
N94425 X-14.074 Y-23.291 F125.
N94430 G3 X-9.929 Y-21.235 I1.651
J1.877
N94435 G1 X-9.954 Y-21. F508.
N94440 X-9.984 Y-20.25
N94445 X-9.987 Y-20.125
N94450 X-10.004 Y-19.882
N94455 X-10.019 Y-19.733
N94460 X-10.04 Y-19.585
N94465 X-10.065 Y-19.437

N94470 X-10.096 Y-19.29
N94475 X-10.131 Y-19.142
N94480 X-10.172 Y-18.99
N94485 X-10.219 Y-18.833
N94490 X-10.272 Y-18.671
N94495 X-10.332 Y-18.505
N94500 X-10.399 Y-18.338
N94505 X-10.471 Y-18.169
N94510 X-10.549 Y-17.999
N94515 X-10.63 Y-17.838
N94520 X-10.707 Y-17.693
N94525 X-10.792 Y-17.544
N94530 X-10.888 Y-17.388
N94535 X-10.979 Y-17.248
N94540 X-11.065 Y-17.122
N94545 X-11.154 Y-17.002
N94550 X-11.197 Y-16.947
N94555 X-11.533 Y-16.579
N94560 X-11.92 Y-16.265
N94565 X-12.35 Y-16.014
N94570 X-12.814 Y-15.83
N94575 X-13.299 Y-15.718
N94580 X-13.796 Y-15.68
N94585 X-14.757
N94590 G3 X-18.892 Y-21.153 I0.154
J-4.415 F500.
N94595 X-18.762 Y-21.585 I4.289
J1.058 F508.
N94600 X-15.32 Y-24.507 I4.255
J1.524
N94605 X-9.987 Y-20.125 I0.814
J4.446 F125.
N94610 G1 X-10. Y-19.5 F508.
N94615 Y-18.902
N94620 X-10.01 Y-18.696
N94625 X-10.022 Y-18.547
N94630 X-10.041 Y-18.398
N94635 X-10.066 Y-18.25
N94640 X-10.097 Y-18.103
N94645 X-10.135 Y-17.958
N94650 X-10.178 Y-17.814
N94655 X-10.227 Y-17.672
N94660 X-10.281 Y-17.533
N94665 X-10.341 Y-17.395
N94670 X-10.588 Y-16.976
N94675 X-10.898 Y-16.601
N94680 X-11.264 Y-16.281
N94685 X-11.677 Y-16.023
N94690 X-12.125 Y-15.834
N94695 X-12.598 Y-15.719
N94700 X-13.083 Y-15.68
N94705 X-13.796
N94710 G3 X-16.598 Y-20.228 I0.112
J-3.206 F500.
N94715 X-15.776 Y-21.347 I3.141
J1.447
N94720 X-10. Y-18.902 I2.319 J2.566
F125.
N94725 G1 Y-18.75 F508.
N94730 X-10.007 Y-18.
N94735 X-10.065 Y-17.625

N94740 X-10.184 Y-17.25
N94745 X-10.318 Y-16.971
N94750 X-10.5 Y-16.691
N94755 X-10.659 Y-16.5
N94760 X-10.955 Y-16.226
N94765 X-11.25 Y-16.026
N94770 X-11.591 Y-15.859
N94775 X-11.932 Y-15.75
N94780 X-12. Y-15.734
N94785 X-12.375 Y-15.684
N94790 X-12.75 Y-15.68
N94795 X-13.083
N94800 G3 X-12.922 Y-20.677 I0.087
J-2.498 F500.
N94805 X-12.908 I-0.073 J2.499
N94810 G1 X-12.712 Y-20.67 Z-
44.989
N94815 X-12.517 Y-20.663 Z-44.966
N94820 X-12.325 Y-20.657 Z-44.928
N94825 X-12.136 Y-20.65 Z-44.875
N94830 X-11.952 Y-20.644 Z-44.807
N94835 X-11.774 Y-20.637 Z-44.725
N94840 X-11.603 Y-20.631 Z-44.629
N94845 X-11.44 Y-20.626 Z-44.52
N94850 X-11.285 Y-20.62 Z-44.398
N94855 X-11.141 Y-20.615 Z-44.265
N94860 X-11.008 Y-20.611 Z-44.121
N94865 X-10.887 Y-20.606 Z-43.966
N94870 X-10.778 Y-20.603 Z-43.803
N94875 X-10.682 Y-20.599 Z-43.632
N94880 X-10.6 Y-20.596 Z-43.454
N94885 X-10.532 Y-20.594 Z-43.27
N94890 X-10.479 Y-20.592 Z-43.081
N94895 X-10.44 Y-20.591 Z-42.888
N94900 X-10.417 Y-20.59 Z-42.693
N94905 X-10.41 Z-42.497
N94910 G0 Z5.
N94915 Z15.
N94925 G28 G91 Z0.
N94930 G28 Y0.
N94935 M30
%

D.7 PUNZÓN (CENTRADOR)

%

O01802 (centrador punzon)

(T3 D=25. CR=0. - ZMIN=-20. - flat end mill)

N10 G90 G94 G17

N15 G21

N20 G28 G91 Z0.

N25 G90

N30 T3 M6

N35 S1600 M3

N40 G54

N45 G0 X2.5 Y-30.94

N50 G43 Z15. H3

N55 Z5.

N60 G1 Z-1.5 F125.

N65 G19 G3 Y-28.44 Z-4. J2.5 K0.

N70 G1 Y-25.94

N75 G17 G3 X0. Y-23.44 I-2.5 J0.

N80 G2 Y23.44 I0. J23.44 F508.

N85 Y-23.44 I0. J-23.44

N90 G3 X-2.5 Y-25.94 I0. J-2.5 F500.

N95 G1 Y-28.44

N100 G19 G2 Y-30.94 Z-1.5 J0. K2.5

N105 G1 X2.5

N110 Z-5.5 F125.

N115 G3 Y-28.44 Z-8. J2.5 K0.

N120 G1 Y-25.94

N125 G17 G3 X0. Y-23.44 I-2.5 J0.

N130 G2 Y23.44 I0. J23.44 F508.

N135 Y-23.44 I0. J-23.44

N140 G3 X-2.5 Y-25.94 I0. J-2.5 F500.

N145 G1 Y-28.44

N150 G19 G2 Y-30.94 Z-5.5 J0. K2.5

N155 G1 X2.5

N160 Z-9.5 F125.

N165 G3 Y-28.44 Z-12. J2.5 K0.

N170 G1 Y-25.94

N175 G17 G3 X0. Y-23.44 I-2.5 J0.

N180 G2 Y23.44 I0. J23.44 F508.

N185 Y-23.44 I0. J-23.44

N190 G3 X-2.5 Y-25.94 I0. J-2.5 F500.

N195 G1 Y-28.44

N200 G19 G2 Y-30.94 Z-9.5 J0. K2.5

N205 G1 X2.5

N210 Z-13.5 F125.

N215 G3 Y-28.44 Z-16. J2.5 K0.

N220 G1 Y-25.94

N225 G17 G3 X0. Y-23.44 I-2.5 J0.

N230 G2 Y23.44 I0. J23.44 F508.

N235 Y-23.44 I0. J-23.44

N240 G3 X-2.5 Y-25.94 I0. J-2.5 F500.

N245 G1 Y-28.44

N250 G19 G2 Y-30.94 Z-13.5 J0. K2.5

N255 G1 X2.5

N260 Z-17.5 F125.

N265 G3 Y-28.44 Z-20. J2.5 K0.

N270 G1 Y-25.94

N275 G17 G3 X0. Y-23.44 I-2.5 J0.

N280 G2 Y23.44 I0. J23.44 F508.

N285 Y-23.44 I0. J-23.44

N290 G3 X-2.5 Y-25.94 I0. J-2.5 F500.

N295 G1 Y-28.44

N300 G19 G2 Y-30.94 Z-17.5 J0. K2.5

N305 G0 Z15.

N310 G17

N315 G28 G91 Z0.

N320 G28 Y0.

N325 M30

%

D.8 BANCADA (MAQUINADO SUPERIOR)

%

O02300 (2300)

(T2 D=8. CR=0. TAPER=118deg - ZMIN=-45. - drill)

(T3 D=12.5 CR=0. TAPER=118deg - ZMIN=-22. - drill)

(T4 D=12.7 CR=0. TAPER=118deg - ZMIN=-46.35 - drill)

(T5 D=9.525 CR=0. - ZMIN=-25. - flat end mill)

(T6 D=12.7 CR=0. - ZMIN=-20. - flat end mill)

N10 G90 G94 G17

N15 G21

N20 G28 G91 Z0.

N25 G90

N30 T2 M6

N35 T3

N40 S600 M3

N45 G54

N50 G0 X182.5 Y0.

N55 G43 Z15. H2

N60 G17

N65 G0 Z5.

N70 G98 G83 X182.5 Y0. Z-45. R5.

Q5.08 P0 F152.4

N75 X100.

N80 X0.

N85 X-100.

N90 X-182.5

N95 G80

N100 Z15.

N110 G28 G91 Z0.

N115 G90

N120 M1

N125 T3 M6

N130 T4

N135 S500 M3

N140 G0 X-182.5 Y0.

N145 G43 Z15. H3

N150 G17

N155 G0 Z5.

N160 G83 X-182.5 Y0. Z-22. R5. Q5.08

P0 F254.

N165 X182.5

N170 G80

N175 Z15.

N185 G28 G91 Z0.

N190 G90

N195 M1

N200 T4 M6

N205 T6

N210 S600 M3

N215 G0 X0. Y0.

N220 G43 Z15. H4

N225 G17

N230 G0 Z5.

N235 G83 X0. Y0. Z-46.35 R5. Q5.08

P0 F254.

N240 G80

N245 Z15.

N255 G28 G91 Z0.

N260 G90

N265 M1

N270 T6 M6

(2 Flute Flat Endmill)

N275 T5

N280 S1600 M3

N285 G0 X0. Y0.

N290 G43 Z15. H6

N295 Z5.

N300 G1 Z1.508 F508.

N305 Z-0.508 F1016.

N310 G17 G3 X0.635 Y-0.635 I0.635

J0.

N315 G1 X3.015

N320 G3 X3.65 Y0. I0. J0.635

N325 X-3.65 I-3.65 J0.

N330 X3.65 I3.65 J0.

N335 X3.015 Y0.635 I-0.635 J0.

N340 G1 X1.745

N345 G18 G3 X1.11 Z0.127 I0. K0.635

N350 G1 Z1.

N355 X0. Y0.

N360 Z-1.016

N365 G17 G3 X0.635 Y-0.635 I0.635

J0.

N370 G1 X3.015

N375 G3 X3.65 Y0. I0. J0.635

N380 X-3.65 I-3.65 J0.

N385 X3.65 I3.65 J0.

N390 X3.015 Y0.635 I-0.635 J0.

N395 G1 X1.745

N400 G18 G3 X1.11 Z-0.381 I0. K0.635

N405 G1 Z0.492

N410 X0. Y0.

N415 Z-1.524

N420 G17 G3 X0.635 Y-0.635 I0.635

J0.

N425 G1 X3.015

N430 G3 X3.65 Y0. I0. J0.635

N435 X-3.65 I-3.65 J0.

N440 X3.65 I3.65 J0.

N445 X3.015 Y0.635 I-0.635 J0.

N450 G1 X1.745

N455 G18 G3 X1.11 Z-0.889 I0. K0.635

N460 G1 Z-0.016
N465 X0. Y0.
N470 Z-2.032
N475 G17 G3 X0.635 Y-0.635 IO.635 JO.
N480 G1 X3.015
N485 G3 X3.65 Y0. IO. JO.635
N490 X-3.65 I-3.65 JO.
N495 X3.65 I3.65 JO.
N500 X3.015 Y0.635 I-0.635 JO.
N505 G1 X1.745
N510 G18 G3 X1.11 Z-1.397 IO. K0.635
N515 G1 Z-0.524
N520 X0. Y0.
N525 Z-2.54
N530 G17 G3 X0.635 Y-0.635 IO.635 JO.
N535 G1 X3.015
N540 G3 X3.65 Y0. IO. JO.635
N545 X-3.65 I-3.65 JO.
N550 X3.65 I3.65 JO.
N555 X3.015 Y0.635 I-0.635 JO.
N560 G1 X1.745
N565 G18 G3 X1.11 Z-1.905 IO. K0.635
N570 G1 Z-1.032
N575 X0. Y0.
N580 Z-3.048
N585 G17 G3 X0.635 Y-0.635 IO.635 JO.
N590 G1 X3.015
N595 G3 X3.65 Y0. IO. JO.635
N600 X-3.65 I-3.65 JO.
N605 X3.65 I3.65 JO.
N610 X3.015 Y0.635 I-0.635 JO.
N615 G1 X1.745
N620 G18 G3 X1.11 Z-2.413 IO. K0.635
N625 G1 Z-1.54
N630 X0. Y0.
N635 Z-3.556
N640 G17 G3 X0.635 Y-0.635 IO.635 JO.
N645 G1 X3.015
N650 G3 X3.65 Y0. IO. JO.635
N655 X-3.65 I-3.65 JO.
N660 X3.65 I3.65 JO.
N665 X3.015 Y0.635 I-0.635 JO.
N670 G1 X1.745
N675 G18 G3 X1.11 Z-2.921 IO. K0.635
N680 G1 Z-2.048
N685 X0. Y0.
N690 Z-4.064
N695 G17 G3 X0.635 Y-0.635 IO.635 JO.
N700 G1 X3.015
N705 G3 X3.65 Y0. IO. JO.635
N710 X-3.65 I-3.65 JO.
N715 X3.65 I3.65 JO.
N720 X3.015 Y0.635 I-0.635 JO.
N725 G1 X1.745
N730 G18 G3 X1.11 Z-3.429 IO. K0.635
N735 G1 Z-2.556

N740 X0. Y0.
N745 Z-4.572
N750 G17 G3 X0.635 Y-0.635 IO.635 JO.
N755 G1 X3.015
N760 G3 X3.65 Y0. IO. JO.635
N765 X-3.65 I-3.65 JO.
N770 X3.65 I3.65 JO.
N775 X3.015 Y0.635 I-0.635 JO.
N780 G1 X1.745
N785 G18 G3 X1.11 Z-3.937 IO. K0.635
N790 G1 Z-3.064
N795 X0. Y0.
N800 Z-5.08
N805 G17 G3 X0.635 Y-0.635 IO.635 JO.
N810 G1 X3.015
N815 G3 X3.65 Y0. IO. JO.635
N820 X-3.65 I-3.65 JO.
N825 X3.65 I3.65 JO.
N830 X3.015 Y0.635 I-0.635 JO.
N835 G1 X1.745
N840 G18 G3 X1.11 Z-4.445 IO. K0.635
N845 G1 Z-3.572
N850 X0. Y0.
N855 Z-5.588
N860 G17 G3 X0.635 Y-0.635 IO.635 JO.
N865 G1 X3.015
N870 G3 X3.65 Y0. IO. JO.635
N875 X-3.65 I-3.65 JO.
N880 X3.65 I3.65 JO.
N885 X3.015 Y0.635 I-0.635 JO.
N890 G1 X1.745
N895 G18 G3 X1.11 Z-4.953 IO. K0.635
N900 G1 Z-4.08
N905 X0. Y0.
N910 Z-6.096
N915 G17 G3 X0.635 Y-0.635 IO.635 JO.
N920 G1 X3.015
N925 G3 X3.65 Y0. IO. JO.635
N930 X-3.65 I-3.65 JO.
N935 X3.65 I3.65 JO.
N940 X3.015 Y0.635 I-0.635 JO.
N945 G1 X1.745
N950 G18 G3 X1.11 Z-5.461 IO. K0.635
N955 G1 Z-4.588
N960 X0. Y0.
N965 Z-6.604
N970 G17 G3 X0.635 Y-0.635 IO.635 JO.
N975 G1 X3.015
N980 G3 X3.65 Y0. IO. JO.635
N985 X-3.65 I-3.65 JO.
N990 X3.65 I3.65 JO.
N995 X3.015 Y0.635 I-0.635 JO.
N1000 G1 X1.745
N1005 G18 G3 X1.11 Z-5.969 IO. K0.635
N1010 G1 Z-5.096

N1015 X0. Y0.
N1020 Z-7.112
N1025 G17 G3 X0.635 Y-0.635 IO.635 JO.
N1030 G1 X3.015
N1035 G3 X3.65 Y0. IO. JO.635
N1040 X-3.65 I-3.65 JO.
N1045 X3.65 I3.65 JO.
N1050 X3.015 Y0.635 I-0.635 JO.
N1055 G1 X1.745
N1060 G18 G3 X1.11 Z-6.477 IO. K0.635
N1065 G1 Z-5.604
N1070 X0. Y0.
N1075 Z-7.62
N1080 G17 G3 X0.635 Y-0.635 IO.635 JO.
N1085 G1 X3.015
N1090 G3 X3.65 Y0. IO. JO.635
N1095 X-3.65 I-3.65 JO.
N1100 X3.65 I3.65 JO.
N1105 X3.015 Y0.635 I-0.635 JO.
N1110 G1 X1.745
N1115 G18 G3 X1.11 Z-6.985 IO. K0.635
.
.
.
N2275 G1 Z-16.78
N2280 X0. Y0.
N2285 Z-18.796
N2290 G17 G3 X0.635 Y-0.635 IO.635 JO.
N2295 G1 X3.015
N2300 G3 X3.65 Y0. IO. JO.635
N2305 X-3.65 I-3.65 JO.
N2310 X3.65 I3.65 JO.
N2315 X3.015 Y0.635 I-0.635 JO.
N2320 G1 X1.745
N2325 G18 G3 X1.11 Z-18.161 IO. K0.635
N2330 G1 Z-17.288
N2335 X0. Y0.
N2340 Z-19.304
N2345 G17 G3 X0.635 Y-0.635 IO.635 JO.
N2350 G1 X3.015
N2355 G3 X3.65 Y0. IO. JO.635
N2360 X-3.65 I-3.65 JO.
N2365 X3.65 I3.65 JO.
N2370 X3.015 Y0.635 I-0.635 JO.
N2375 G1 X1.745
N2380 G18 G3 X1.11 Z-18.669 IO. K0.635
N2385 G1 Z-17.796
N2390 X0. Y0.
N2395 Z-19.812
N2400 G17 G3 X0.635 Y-0.635 IO.635 JO.
N2405 G1 X3.015
N2410 G3 X3.65 Y0. IO. JO.635

N2415 X-3.65 I-3.65 J0.
N2420 X3.65 I3.65 J0.
N2425 X3.015 Y0.635 I-0.635 J0.
N2430 G1 X1.745
N2435 G18 G3 X1.11 Z-19.177 IO.
K0.635
N2440 G1 Z-18.304
N2445 X0. Y0.
N2450 Z-20.
N2455 G17 G3 X0.635 Y-0.635 IO.635
J0.
N2460 G1 X3.015
N2465 G3 X3.65 Y0. IO. J0.635
N2470 X-3.65 I-3.65 J0.
N2475 X3.65 I3.65 J0.
N2480 X3.015 Y0.635 I-0.635 J0.
N2485 G1 X1.745
N2490 G18 G3 X1.11 Z-19.365 IO.
K0.635
N2495 G0 Z15.
N2500 G17
N2505 G28 G91 Z0.
N2510 G90
N2515 M1
N2520 T5 M6
(2 Flute Flat Endmill)
N2525 T2
N2530 S1500 M3
N2535 G0 X276.061 Y40.382
N2540 G43 Z15. H5
N2545 Z5.
N2550 Z-11.538
N2555 G1 X276.058 Y40.376 Z-11.652
F508.
N2560 X276.049 Y40.357 Z-11.765
N2565 X276.034 Y40.326 Z-11.875
N2570 X276.014 Y40.283 Z-11.98
N2575 X275.989 Y40.23 Z-12.079
N2580 X275.959 Y40.165 Z-12.169
N2585 X275.924 Y40.092 Z-12.25
N2590 X275.886 Y40.01 Z-12.321
N2595 X275.844 Y39.921 Z-12.381
N2600 X275.799 Y39.826 Z-12.428
N2605 X275.752 Y39.727 Z-12.462
N2610 X275.704 Y39.624 Z-12.483
N2615 X275.655 Y39.52 Z-12.49
N2620 G17 G3 X274.719 Y36.678
I11.106 J-5.232
N2625 G1 X274.662 Y36.326 F700.
N2630 X274.602 Y36.094
N2635 X274.525 Y35.716
N2640 X274.493 Y35.542
N2645 X274.459 Y35.326
N2650 X274.423 Y35.056
N2655 X274.385 Y34.708
N2660 X274.344 Y34.243
N2665 X274.301 Y33.579
N2670 X274.255 Y32.5
N2675 X274.233 Y31.382
N2680 X274.224 Y30.264
N2685 X274.219 Y29.146

N2690 X274.216 Y27.255
N2695 X274.24 Y26.855
N2700 X274.312 Y26.461
N2705 X274.432 Y26.079
N2710 G3 X276.262 Y26.427 IO.878
J0.369 F1016.
N2715 G1 X276.271 Y26.827
N2720 X276.462 Y35.551
N2725 X276.468 Y35.803 F508.
N2730 G3 X274.602 Y36.094 I-0.952
J0.021
N2735 G1 X274.553 Y35.904 F700.
N2740 X274.52 Y35.8
N2745 X274.387 Y35.49
N2750 X274.326 Y35.325
N2755 X274.277 Y35.183
N2760 X274.233 Y35.04
N2765 X274.194 Y34.895
N2770 X274.158 Y34.749
N2775 X274.119 Y34.574
N2780 X274.075 Y34.357
N2785 X274.028 Y34.088
N2790 X273.986 Y33.814
N2795 X273.941 Y33.461
N2800 X273.893 Y33.012
N2805 X273.846 Y32.442
N2810 X273.797 Y31.631
N2815 X273.756 Y30.513
N2820 X273.735 Y29.395
N2825 X273.728 Y28.626
N2830 X273.733 Y28.302
N2835 X273.742 Y28.052
N2840 X273.787 Y27.674
N2845 X273.878 Y27.305
N2850 X274.013 Y26.948
N2855 X274.189 Y26.611
N2860 G3 X275.969 Y27.054 IO.828
J0.471 F1016.
N2865 G1 X275.984 Y27.574
N2870 X276.19 Y34.665
N2875 X276.201 Y35.057 F508.
N2880 G3 X274.387 Y35.49 I-0.952
J0.028
N2885 G1 X274.202 Y35.059 F700.
N2890 X274.163 Y34.993
N2895 X274.093 Y34.861
N2900 X274.026 Y34.727
N2905 X273.966 Y34.589
N2910 X273.912 Y34.449
N2915 X273.863 Y34.307
N2920 X273.819 Y34.164
N2925 X273.776 Y34.015
N2930 X273.73 Y33.837
N2935 X273.686 Y33.653
N2940 X273.638 Y33.424
N2945 X273.587 Y33.155
N2950 X273.539 Y32.865
N2955 X273.486 Y32.488
N2960 X273.434 Y32.047
N2965 X273.382 Y31.502
N2970 X273.33 Y30.784

N2975 X273.294 Y30.054
N2980 X273.282 Y29.608
N2985 X273.281 Y29.306
N2990 X273.286 Y29.049
N2995 X273.293 Y28.875
N3000 X273.3 Y28.768
N3005 X273.365 Y28.298
N3010 X273.496 Y27.843
N3015 X273.691 Y27.411
N3020 X273.945 Y27.012
N3025 G3 X275.641 Y27.568 IO.744
J0.595 F1016.
N3030 G1 X275.668 Y28.248
N3035 X275.895 Y33.931
N3040 X275.915 Y34.439 F508.
N3045 G3 X274.163 Y34.993 I-0.952
J0.038
N3050 G1 X273.967 Y34.664 F700.
N3055 X273.896 Y34.569
N3060 X273.813 Y34.444
N3065 X273.736 Y34.315
N3070 X273.667 Y34.182
N3075 X273.604 Y34.045
N3080 X273.547 Y33.907
N3085 X273.494 Y33.767
N3090 X273.445 Y33.625
N3095 X273.396 Y33.472
N3100 X273.348 Y33.309
N3105 X273.297 Y33.12
N3110 X273.245 Y32.907
N3115 X273.193 Y32.67
N3120 X273.136 Y32.38
N3125 X273.083 Y32.077
N3130 X273.027 Y31.705
N3135 X272.978 Y31.317
N3140 X272.939 Y30.942
N3145 X272.911 Y30.587
N3150 X272.893 Y30.284
N3155 X272.886 Y30.072
N3160 X272.883 Y29.837
N3165 X272.886 Y29.618
N3170 X272.891 Y29.462
N3175 X272.899 Y29.312
N3180 X272.912 Y29.158
N3185 X273. Y28.676
N3190 X273.159 Y28.212
N3195 X273.384 Y27.777
N3200 X273.671 Y27.38
N3205 G3 X275.329 Y27.977 IO.706
J0.639 F1016.
N3210 G1 X275.362 Y28.719
N3215 X275.566 Y33.335
N3220 X275.592 Y33.933 F508.
N3225 G3 X273.896 Y34.569 I-0.952
J0.042
N3230 G1 X273.674 Y34.27 F700.
N3235 X273.627 Y34.214
N3240 X273.607 Y34.193
N3245 X273.509 Y34.08
N3250 X273.426 Y33.955
N3255 X273.351 Y33.825

N3260 X273.281 Y33.692	N3555 X272.233 Y29.946	N2009225 X-183.89 Y-1.042 I-1.39 J-1.042
N3265 X273.217 Y33.557	N3560 X272.316 Y29.483	N2009230 X-183.001 Y-1.169 I0.508 J0.381 F1016.
N3270 X273.158 Y33.419	N3565 X272.458 Y29.035	N2009235 G1 X-182.239 Y-0.598
N3275 X273.103 Y33.279	N3570 X272.659 Y28.61	N2009240 X-182.16 Y-0.538 Z-17.264
N3280 X273.051 Y33.139	N3575 X272.913 Y28.215	N2009245 X-182.082 Y-0.48 Z-17.241
N3285 X272.999 Y32.986	N3580 X273.218 Y27.857	N2009250 X-182.008 Y-0.425 Z-17.203
N3290 X272.946 Y32.817	N3585 X273.467 Y27.6	N2009255 X-181.94 Y-0.374 Z-17.151
N3295 X272.893 Y32.635	N3590 G3 X275.079 Y28.311 I0.66 J0.687 F1016.	N2009260 X-181.88 Y-0.329 Z-17.086
N3300 X272.838 Y32.428	N3595 G1 X275.061 Y29.054	N2009265 X-181.828 Y-0.29 Z-17.01
N3305 X272.787 Y32.216	N3600 X274.976 Y32.47	N2009270 X-181.786 Y-0.259 Z-16.925
N3310 X272.736 Y31.985	N3605 X274.957 Y33.256 F508.	N2009275 X-181.756 Y-0.236 Z-16.833
N3315 X272.689 Y31.742	N3610 G3 X273.341 Y33.916 I-0.952 J-0.024	N2009280 X-181.737 Y-0.222 Z-16.736
N3320 X272.648 Y31.502	N3615 G1 X273.228 Y33.798 F700.	N2009285 X-181.731 Y-0.217 Z-16.637
N3325 X272.613 Y31.262	N3620 X273.107 Y33.698	N2009290 Z-15.764
N3330 X272.584 Y31.022	N3625 X272.996 Y33.597	N2009295 X-182.5 Y0.
N3335 X272.561 Y30.795	N3630 X272.893 Y33.488	N2009300 Z-17.78 F1524.
N3340 X272.544 Y30.584	N3635 X272.799 Y33.371	N2009305 G3 X-183.167 Y0.095 I-0.381 J-0.286
N3345 X272.535 Y30.41	N3640 X272.713 Y33.248	N2009310 G1 X-183.795 Y-0.376
N3350 X272.53 Y30.26	N3645 X272.633 Y33.122	N2009315 G3 X-183.89 Y-1.042 I0.286 J-0.381
N3355 X272.529 Y30.096	N3650 X272.559 Y32.991	N2009320 X-181.11 Y1.043 I1.39 J1.042
N3360 X272.532 Y29.919	N3655 X272.489 Y32.858	N2009325 X-183.89 Y-1.042 I-1.39 J-1.042
N3365 X272.537 Y29.769	N3660 X272.425 Y32.723	N2009330 X-183.001 Y-1.169 I0.508 J0.381 F1016.
N3370 X272.547 Y29.619	N3665 X272.365 Y32.586	N2009335 G1 X-182.239 Y-0.598
N3375 X272.55 Y29.583	N3670 X272.308 Y32.446	N2009340 X-182.16 Y-0.538 Z-17.772
N3380 X272.623 Y29.144	N3675 X272.256 Y32.306	N2009345 X-182.082 Y-0.48 Z-17.749
N3385 X272.753 Y28.719	N3680 X272.208 Y32.164	N2009350 X-182.008 Y-0.425 Z-17.711
N3390 X272.94 Y28.315	N3685 X272.163 Y32.021	N2009355 X-181.94 Y-0.374 Z-17.659
N3395 X273.179 Y27.94	N3690 X272.122 Y31.876	N2009360 X-181.88 Y-0.329 Z-17.594
N3400 X273.467 Y27.6	N3695 X272.085 Y31.731	N2009365 X-181.828 Y-0.29 Z-17.518
N3405 G3 X275.079 Y28.261 I0.66 J0.687 F1016.	N3700 X272.051 Y31.585	N2009370 X-181.786 Y-0.259 Z-17.433
N3410 G1 X275.101 Y29.054	N3705 X272.021 Y31.438	N2009375 X-181.756 Y-0.236 Z-17.341
N3415 X275.203 Y32.748	N3710 X271.996 Y31.29	N2009380 X-181.737 Y-0.222 Z-17.244
N3420 X275.223 Y33.483 F508.	N3715 X271.974 Y31.142	N2009385 X-181.731 Y-0.217 Z-17.145
N3425 G3 X273.607 Y34.193 I-0.952 J0.026	N3720 X271.956 Y30.993	N2009390 Z-16.272
N3430 G1 X273.341 Y33.916 F700.	N3725 X271.943 Y30.843	N2009395 X-182.5 Y0.
N3435 X273.243 Y33.803	N3730 X271.935 Y30.694	N2009400 Z-18.288 F1524.
N3440 X273.149 Y33.685	N3735 X271.931 Y30.544	N2009405 G3 X-183.167 Y0.095 I-0.381 J-0.286
N3445 X273.065 Y33.561	N3740 X271.932 Y30.394	N2009410 G1 X-183.795 Y-0.376
N3450 X272.987 Y33.433	N3745 X271.938 Y30.244	N2009415 G3 X-183.89 Y-1.042 I0.286 J-0.381
N3455 X272.914 Y33.302	N3750 X271.94 Y30.213	N2009420 X-181.11 Y1.043 I1.39 J1.042
N3460 X272.847 Y33.168	N3755 X272.005 Y29.776	
N3465 X272.785 Y33.031	N3760 X272.127 Y29.353	
N3470 X272.726 Y32.893	N3765 X272.304 Y28.949	
N3475 X272.671 Y32.754	N3770 X272.534 Y28.572	
N3480 X272.62 Y32.613	N3775 X272.811 Y28.23	
N3485 X272.571 Y32.469	N3780 X273.132 Y27.927	
N3490 X272.523 Y32.313	N3785 G3 X274.664 Y28.689 I0.579 J0.756 F1016.	
N3495 X272.476 Y32.148	.	
N3500 X272.431 Y31.979	.	
N3505 X272.39 Y31.806	.	
N3510 X272.353 Y31.634	N2009205 G3 X-183.167 Y0.095 I-0.381 J-0.286	
N3515 X272.321 Y31.464	N2009210 G1 X-183.795 Y-0.376	
N3520 X272.292 Y31.292	N2009215 G3 X-183.89 Y-1.042 I0.286 J-0.381	
N3525 X272.267 Y31.12	N2009220 X-181.11 Y1.043 I1.39 J1.042	
N3530 X272.247 Y30.951		
N3535 X272.232 Y30.8		
N3540 X272.221 Y30.65		
N3545 X272.214 Y30.501		
N3550 X272.212 Y30.415		

N2009425 X-183.89 Y-1.042 I-1.39 J-1.042
N2009430 X-183.001 Y-1.169 IO.508 J0.381 F1016.
N2009435 G1 X-182.239 Y-0.598
N2009440 X-182.16 Y-0.538 Z-18.28
N2009445 X-182.082 Y-0.48 Z-18.257
N2009450 X-182.008 Y-0.425 Z-18.219
N2009455 X-181.94 Y-0.374 Z-18.167
N2009460 X-181.88 Y-0.329 Z-18.102
N2009465 X-181.828 Y-0.29 Z-18.026
N2009470 X-181.786 Y-0.259 Z-17.941
N2009475 X-181.756 Y-0.236 Z-17.849
N2009480 X-181.737 Y-0.222 Z-17.752
N2009485 X-181.731 Y-0.217 Z-17.653
N2009490 Z-16.78
N2009495 X-182.5 Y0.
N2009500 Z-18.796 F1524.
N2009505 G3 X-183.167 Y0.095 I-0.381 J-0.286
N2009510 G1 X-183.795 Y-0.376
N2009515 G3 X-183.89 Y-1.042 IO.286 J-0.381
N2009520 X-181.11 Y1.043 I1.39 J1.042
N2009525 X-183.89 Y-1.042 I-1.39 J-1.042
N2009530 X-183.001 Y-1.169 IO.508 J0.381 F1016.
N2009535 G1 X-182.239 Y-0.598
N2009540 X-182.16 Y-0.538 Z-18.788
N2009545 X-182.082 Y-0.48 Z-18.765
N2009550 X-182.008 Y-0.425 Z-18.727
N2009555 X-181.94 Y-0.374 Z-18.675
N2009560 X-181.88 Y-0.329 Z-18.61
N2009565 X-181.828 Y-0.29 Z-18.534
N2009570 X-181.786 Y-0.259 Z-18.449
N2009575 X-181.756 Y-0.236 Z-18.357
N2009580 X-181.737 Y-0.222 Z-18.26
N2009585 X-181.731 Y-0.217 Z-18.161
N2009590 Z-17.288
N2009595 X-182.5 Y0.
N2009600 Z-19.304 F1524.
N2009605 G3 X-183.167 Y0.095 I-0.381 J-0.286
N2009610 G1 X-183.795 Y-0.376
N2009615 G3 X-183.89 Y-1.042 IO.286 J-0.381
N2009620 X-181.11 Y1.043 I1.39 J1.042
N2009625 X-183.89 Y-1.042 I-1.39 J-1.042

N2009630 X-183.001 Y-1.169 IO.508 J0.381 F1016.
N2009635 G1 X-182.239 Y-0.598
N2009640 X-182.16 Y-0.538 Z-19.296
N2009645 X-182.082 Y-0.48 Z-19.273
N2009650 X-182.008 Y-0.425 Z-19.235
N2009655 X-181.94 Y-0.374 Z-19.183
N2009660 X-181.88 Y-0.329 Z-19.118
N2009665 X-181.828 Y-0.29 Z-19.042
N2009670 X-181.786 Y-0.259 Z-18.957
N2009675 X-181.756 Y-0.236 Z-18.865
N2009680 X-181.737 Y-0.222 Z-18.768
N2009685 X-181.731 Y-0.217 Z-18.669
N2009690 Z-17.796
N2009695 X-182.5 Y0.
N2009700 Z-19.812 F1524.
N2009705 G3 X-183.167 Y0.095 I-0.381 J-0.286
N2009710 G1 X-183.795 Y-0.376
N2009715 G3 X-183.89 Y-1.042 IO.286 J-0.381
N2009720 X-181.11 Y1.043 I1.39 J1.042
N2009725 X-183.89 Y-1.042 I-1.39 J-1.042
N2009730 X-183.001 Y-1.169 IO.508 J0.381 F1016.
N2009735 G1 X-182.239 Y-0.598
N2009740 X-182.16 Y-0.538 Z-19.804
N2009745 X-182.082 Y-0.48 Z-19.781
N2009750 X-182.008 Y-0.425 Z-19.743
N2009755 X-181.94 Y-0.374 Z-19.691
N2009760 X-181.88 Y-0.329 Z-19.626
N2009765 X-181.828 Y-0.29 Z-19.55
N2009770 X-181.786 Y-0.259 Z-19.465
N2009775 X-181.756 Y-0.236 Z-19.373
N2009780 X-181.737 Y-0.222 Z-19.276
N2009785 X-181.731 Y-0.217 Z-19.177
N2009790 Z-18.304
N2009795 X-182.5 Y0.
N2009800 Z-20.32 F1524.
N2009805 G3 X-183.167 Y0.095 I-0.381 J-0.286
N2009810 G1 X-183.795 Y-0.376
N2009815 G3 X-183.89 Y-1.042 IO.286 J-0.381
N2009820 X-181.11 Y1.043 I1.39 J1.042
N2009825 X-183.89 Y-1.042 I-1.39 J-1.042

N2009830 X-183.001 Y-1.169 IO.508 J0.381 F1016.
N2009835 G1 X-182.239 Y-0.598
N2009840 X-182.16 Y-0.538 Z-20.312
N2009845 X-182.082 Y-0.48 Z-20.289
N2009850 X-182.008 Y-0.425 Z-20.251
N2009855 X-181.94 Y-0.374 Z-20.199
N2009860 X-181.88 Y-0.329 Z-20.134
N2009865 X-181.828 Y-0.29 Z-20.058
N2009870 X-181.786 Y-0.259 Z-19.973
N2009875 X-181.756 Y-0.236 Z-19.881
N2009880 X-181.737 Y-0.222 Z-19.784
N2009885 X-181.731 Y-0.217 Z-19.685
N2009890 Z-18.812
N2009895 X-182.5 Y0.
N2009900 Z-20.828 F1524.
N2009905 G3 X-183.167 Y0.095 I-0.381 J-0.286
N2009910 G1 X-183.795 Y-0.376
N2009915 G3 X-183.89 Y-1.042 IO.286 J-0.381
N2009920 X-181.11 Y1.043 I1.39 J1.042
N2009925 X-183.89 Y-1.042 I-1.39 J-1.042
N2009930 X-183.001 Y-1.169 IO.508 J0.381 F1016.
N2009935 G1 X-182.239 Y-0.598
N2009940 X-182.16 Y-0.538 Z-20.82
N2009945 X-182.082 Y-0.48 Z-20.797
N2009950 X-182.008 Y-0.425 Z-20.759
N2009955 X-181.94 Y-0.374 Z-20.707
N2009960 X-181.88 Y-0.329 Z-20.642
N2009965 X-181.828 Y-0.29 Z-20.566
N2009970 X-181.786 Y-0.259 Z-20.481
N2009975 X-181.756 Y-0.236 Z-20.389
N2009980 X-181.737 Y-0.222 Z-20.292
N2009985 X-181.731 Y-0.217 Z-20.193
N2009990 Z-19.32
N2009995 X-182.5 Y0.
N2010000 Z-21.336 F1524.
N2010005 G3 X-183.167 Y0.095 I-0.381 J-0.286
N2010010 G1 X-183.795 Y-0.376
N2010015 G3 X-183.89 Y-1.042 IO.286 J-0.381
N2010020 X-181.11 Y1.043 I1.39 J1.042
N2010025 X-183.89 Y-1.042 I-1.39 J-1.042

N2010030 X-183.001 Y-1.169 I0.508 J0.381 F1016.	N2010125 X-183.89 Y-1.042 I-1.39 J-1.042	N2010220 X-181.11 Y1.043 I1.39 J1.042
N2010035 G1 X-182.239 Y-0.598	N2010130 X-183.001 Y-1.169 I0.508 J0.381 F1016.	N2010225 X-183.89 Y-1.042 I-1.39 J-1.042
N2010040 X-182.16 Y-0.538 Z-21.328	N2010135 G1 X-182.239 Y-0.598	N2010230 X-183.001 Y-1.169 I0.508 J0.381 F1016.
N2010045 X-182.082 Y-0.48 Z-21.305	N2010140 X-182.16 Y-0.538 Z-21.836	N2010235 G1 X-182.239 Y-0.598
N2010050 X-182.008 Y-0.425 Z-21.267	N2010145 X-182.082 Y-0.48 Z-21.813	N2010240 X-182.16 Y-0.538 Z-21.992
N2010055 X-181.94 Y-0.374 Z-21.215	N2010150 X-182.008 Y-0.425 Z-21.775	N2010245 X-182.082 Y-0.48 Z-21.969
N2010060 X-181.88 Y-0.329 Z-21.15	N2010155 X-181.94 Y-0.374 Z-21.723	N2010250 X-182.008 Y-0.425 Z-21.931
N2010065 X-181.828 Y-0.29 Z-21.074	N2010160 X-181.88 Y-0.329 Z-21.658	N2010255 X-181.94 Y-0.374 Z-21.879
N2010070 X-181.786 Y-0.259 Z-20.989	N2010165 X-181.828 Y-0.29 Z-21.582	N2010260 X-181.88 Y-0.329 Z-21.814
N2010075 X-181.756 Y-0.236 Z-20.897	N2010170 X-181.786 Y-0.259 Z-21.497	N2010265 X-181.828 Y-0.29 Z-21.738
N2010080 X-181.737 Y-0.222 Z-20.8	N2010175 X-181.756 Y-0.236 Z-21.405	N2010270 X-181.786 Y-0.259 Z-21.653
N2010085 X-181.731 Y-0.217 Z-20.701	N2010180 X-181.737 Y-0.222 Z-21.308	N2010275 X-181.756 Y-0.236 Z-21.561
N2010090 Z-19.828	N2010185 X-181.731 Y-0.217 Z-21.209	N2010280 X-181.737 Y-0.222 Z-21.464
N2010095 X-182.5 Y0.	N2010190 Z-20.336	N2010285 X-181.731 Y-0.217 Z-21.365
N2010100 Z-21.844 F1524.	N2010195 X-182.5 Y0.	N2010290 G0 Z15.
N2010105 G3 X-183.167 Y0.095 I-0.381 J-0.286	N2010200 Z-22. F1524.	N2010300 G28 G91 Z0.
N2010110 G1 X-183.795 Y-0.376	N2010205 G3 X-183.167 Y0.095 I-0.381 J-0.286	N2010305 G28 Y0.
N2010115 G3 X-183.89 Y-1.042 I0.286 J-0.381	N2010210 G1 X-183.795 Y-0.376	N2010310 M30
N2010120 X-181.11 Y1.043 I1.39 J1.042	N2010215 G3 X-183.89 Y-1.042 I0.286 J-0.381	%

BIBLIOGRAFÍA

- [1] S. Gómez, *“El gran libro de SolidWorks”*, México, Alfaomega, ISBN.
- [2] S. Gómez, *“SolidWorks Simulation”*, México, Alfaomega, ISBN.
- [3] F. Cruz, *“Control numérico y programación”*, México, Alfaomega, ISBN.
- [4] I. Escalona, *“Introducción al control numérico computarizado”*, IPN, UPIICSA.
- [5] S. Kalpakjian, S. R. Schmid, *“Manufactura, Ingeniería y tecnología”*, Prentice Hall. ISBN
- [6] *“Manual del operador de la fresadora vertical”*, HAAS Automation Inc.
- [7] *“Manual de la fresadora HAAS (VF2)”*, HAAS Automation Inc.
- [8] E. Griful, M. A. Canel, *“Gestión de Calidad”*, México, Edición UPC, ISBN.
- [9] <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4805090>
- [10] http://www.plm.automation.siemens.com/es_mx/plm/cad.shtml
- [11] <http://www.hsmworks.com/overview/>