



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga
Departamento de Ciencias Económico Administrativas

REPORTE FINAL PARA ACREDITAR RESIDENCIA PROFESIONAL DE LA CARRERA DE MECATRÓNICA

PRESENTA: JUAN CARLOS DURAN MARTÍNEZ

“Maquinado de Piezas en Fresadora”

Nombre de la Empresa y Logo

IMED INGENIERÍA MANUFACTURERA ESPECIALIZADA Y DISEÑO



Nombre del asesor externo

ING. Daniel Vivas Valencia.

Nombre del asesor interno

ING. Fernando García Vargas.

Lugar y fecha: Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga. 15 de Julio del 2020.

CAPÍTULO 1: PRELIMINARES

2. Agradecimientos.

Quiero darle las gracias a mi padres, María Guadalupe Martínez Hernández y Juan Duran Marmolejo por todo su esfuerzo y el apoyo que me brindaron antes, durante y sin duda sé que me seguirán apoyando después de mi carrera. De igual manera agradezco a todos mis hermanos, Raudel Ricardo, María del Refugio y Arcángel Saraí, por ser una parte muy importante de mi vida y le doy las gracias a cada uno de ellos ya que siempre me apoyaron en lo que necesité.

Gracias al Tecnológico de Pabellón de Arteaga por ser mi segunda casa por casi 5 años, gracias a esta escuela pude desarrollar muchos de mis valores y conocimientos.

Quiero agradecer a todos los ingenieros y maestros que me impartieron clases durante toda mi carrera, a cada uno de ellos le doy las gracias, porque con gusto y admiración puedo decir que aprendí demasiado de ellos, todas sus experiencias en el ámbito laboral y sus conocimientos, son los que hicieron y han hecho posible mi formación profesional, y sé que sus enseñanzas y experiencias me servirán en toda mi formación profesional para desempeñarme en el ámbito laboral como un buen ingeniero Mecatrónico.

Quiero agradecerle a la empresa IMED por haberme dado la oportunidad de realizar mis residencias profesionales ya que para mí fue una gran experiencia conocer el ambiente laboral el cual aprendí mucho.

Agradezco a mis tutores, ING. Fernando García Vargas y el ING. Daniel Vivas Valencia, por el apoyo y consejos para la elaboración de mi proyecto de residencias profesionales, así como de este documento.

3. Resumen.

El presente proyecto tiene como objetivo el desarrollo de diseñar modelados de piezas, así como el proceso de maquinado en fresadora convencional y CNC para el mejoramiento de la producción en la empresa IMED. Se presenta de manera general y a modo de introducción la historia de las maquinas herramientas, conceptos fresadora, softwares CAD-CAM, CNC, códigos G, así como también se hablará acerca de la máquina fresadora, antecedentes, cuáles son sus partes, su trabajo de mecanizado, Así como también muestra el procedimiento de un diseño modelado y proceso de maquinado en fresadora CNC y convencional paso a paso. A continuación presentan los resultados obtenidos de la pieza maquinada se hace la revisión de calidad y se verifica que la pieza no esté en malas condiciones para posteriormente entregarse al cliente. De igual manera en el trascurso del proyecto se observaron varios problemas por lo que se optó la realización un diagrama de Ishikawa donde se detectaban las posibles causas las cuales afectaban el proceso de maquinado por lo que se tomaron medidas correctivas para el mejoramiento de la producción. Por último se hace una reflexión sobre el trabajo realizado, las conclusiones obtenidas del proyecto.

4. Índice.

Contenido

CAPÍTULO 1: PRELIMINARES	1
2. Agradecimientos.....	1
3. Resumen.....	2
CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO	6
5.- Introducción.....	6
6. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	8
6.1. IMED (INGENIERIA MANUFACTURERA ESPECIALIZADA Y DISEÑO).	8
6.1.2 Principales clientes.....	8
6.1.3 Misión	8
6.1.4 Visión.....	9
6.1.5 Valores.....	9
6.1.6 Organigrama del área	9
6.1.7 Descripción del área o departamento.	10
7. Problemas a resolver, priorizándolos.....	10
8. Justificación.....	11
9. Objetivos	12
9.1 Objetivo general	12
9.2 Objetivos específicos.....	12
CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO	13
10. Marco Teórico.	13
CAPÍTULO 4: DESARROLLO	19
11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.	19
11.1 Modelado de Piezas en Software CAD.....	19
11.2 Maquinado de piezas en software CAD-CAM.	21
11.3 Maquinado de piezas en fresadora convencional y CNC.	29
11.4 Cronograma de actividades	32
CAPÍTULO 5: RESULTADOS	33
12. Resultados	33
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES.....	36
14. Conclusiones del Proyecto	36
CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS.....	37
15. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.....	37

CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN	38
16. Fuentes de información	38

Lista de tablas

Tabla 1. Códigos G.	16
Tabla 2. Se muestran las especificaciones de las herramientas utilizadas y sus características.	26
Tabla 3 se muestran los avances de corte, penetración y RPM.	27
Tabla 4. Cronograma de actividades.	32

Lista de Figuras

Fig. 1. Principales clientes de IMED.	8
Fig. 2. Organigrama general IMED.	9
Fig. 3 Primera fresadora universal.	13
Fig. 4 Pieza de trabajo.	14
Fig. 5 Partes de Fresadora.	14
Fig. 6 Diagrama de Ishikawa.	18
Fig. 8 Planos de la pieza.	19
Fig. 9 Cuadro de especificaciones.	20
Fig. 10 Modelado de pieza en Solidworks.	20
Fig. 11. Modelado de pieza en Master Cam.	21
Fig. 12. Simulación de trayectoria de herramientas.	22
Fig. 13. Trayectoria de herramienta 2.	23
Fig. 14. Operación de herramienta 3.	23
Fig. 15. Operación de corte fino.	24
Fig. 16. Simulación de trayectoria de cada herramienta.	25
Fig. 17. Simulación pieza finalizada.	25
Fig. 18. Tablero de control de la máquina.	29
Fig. 19. Pantalla de emergente de posición.	30
Fig. 20. Botón de Part Zero Ser.	30
Fig. 21. Herramientas de la máquina.	31
Fig. 22. Muestra la forma de cargar código G.	31

Fig. 23. Activar la Fresadora.....	32
Fig. 24. Pieza terminada.....	33
Fig. 25. Piezas en proceso.	33
Fig. 27. Reporte Dimensional.	34
Fig. 28 Diagrama Ishikawa planteado.....	35

CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO

5.- Introducción

Historia de las máquinas herramientas

Desde la prehistoria, la evolución tecnológica de las máquinas-herramienta se ha basado en el binomio herramienta-máquina. Durante siglos, la herramienta fue la prolongación de la mano del hombre hasta la aparición de las primeras máquinas rudimentarias que ayudaron en su utilización.

Las máquina-herramienta es un tipo de maquinaria que se utiliza en la fabricación de piezas partiendo de bloques de materiales sólidos, principalmente metálicos. Esta maquinaria dispone de diferentes elementos de corte, fresado, torneado, taladro y plegado, con los que esculpir o dar forma a las piezas que fabrica.

La fresadora es una máquina herramienta utilizada para realizar mecanizados por arranque de viruta mediante el movimiento de una herramienta rotativa de varios filos de corte denominada fresa o diversas clases de herramientas para diferentes tipos de mecanizar, en las fresadoras tradicionales, la pieza se desplaza acercando a mecanizar a la herramienta, permitiendo obtener formas diversas, desde superficies planas a otras más complejas.

Software CAD: El diseño asistido por ordenador (CAD) consiste en el uso de programas de ordenador para crear, modificar, analizar y documentar representaciones gráficas bidimensionales o tridimensionales (2D o 3D) de objetos físicos como una alternativa a los borradores manuales y a los prototipos de producto.

Software CAM: (computer-aided manufacturing), implica el uso de computadores y tecnología de cómputo para ayudar en la fase directa de manufactura de un producto en las empresas de mecanizado y CNC.

Software CAD-CAM: Una de las disciplinas que más revolucionada se ha visto por el advenimiento de la ciencia de la computación ha sido la del diseño en todos sus aspectos, tanto el artístico como el técnico.

CNC: control numérico por computadora es un sistema que permite el control de la posición de un elemento montado en el interior de una máquina-herramienta mediante un software especialmente diseñado para ello.

Los códigos G: El G-Code (o código G, en castellano) es el nombre de un lenguaje de descripción de operaciones para máquinas de control numérico por ordenador (CNC) que puede ser usado también como lenguaje de programación para controlar estos dispositivos para simplificar operaciones.

6. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

6.1. IMED (INGENIERIA MANUFACTURERA ESPECIALIZADA Y DISEÑO).

Quienes Somos una empresa enfocada a la aplicación y desarrollo de Ingeniería de procesos, comprometidos en atender las necesidades y requerimientos de nuestros clientes, ofreciendo siempre soluciones que lleven a nuevos niveles de eficiencia. La aplicación de nuestros procesos se desarrolla en nuestro equipo de trabajo especializado en aplicar los estándares de calidad a través de la mejora continua. IMED es una empresa certificada ante la norma ISO 9001:2015, gracias a los métodos de trabajo implementados para la mejora continua de la calidad de nuestros productos y servicios, así como la satisfacción del cliente.

6.1.2 Principales clientes

Somos parte de la empresa de nuestros clientes, escuchamos, entendemos y solucionamos sus problemas impulsándolos al éxito. Ver Fig. 1.



Fig. 1. Principales clientes de IMED.

6.1.3 Misión

“Ofrecemos crecimiento, evolución y competitividad a través de nuestros procesos, mejorando tu productividad volviéndote más eficiente. Somos parte de la empresa de nuestros clientes, escuchamos, entendemos y solucionamos sus problemas impulsándolos al éxito”

6.1.4 Visión

“ser un referente en el sector, para la solución de ingeniería de procesos. A través de la aplicación de SGC, logrando la confianza de nuestros clientes, considerándonos dentro de las primeras opciones para ellos. Dentro de Aguascalientes y el Bajío

6.1.5 Valores

Trabajo en equipo: trabajo en equipo es el trabajo por varias personas donde cada uno hace una parte pero todos tienen un objetivo en común.

Compromiso: cumplir en tiempo y forma los requerimientos de la empresa y brindar apoyo a las áreas involucradas.

Respeto: es el justo y considerado entre nuestros trabajadores y hacia nuestros clientes y proveedores.

Calidad: superioridad o excelencia de algo o de alguien.

Éxito: circunstancia de obtener lo que se desea en el ámbito profesional, social o económico.

6.1.6 Organigrama del área

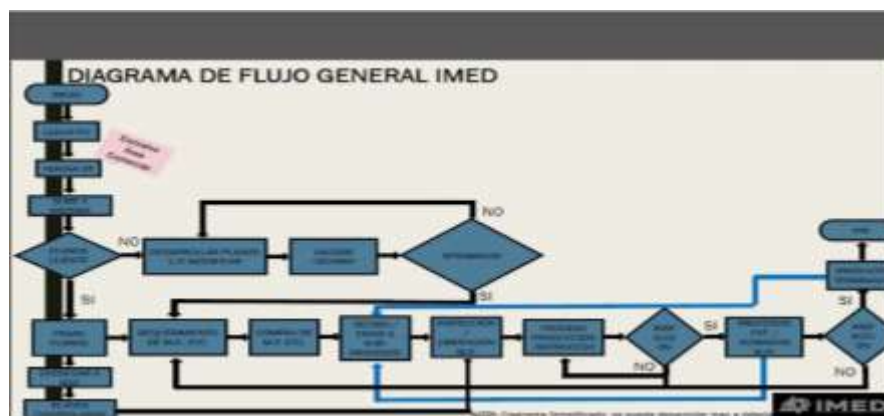


Fig. 2. Organigrama general IMED.

6.1.7 Descripción del área o departamento.

El área en donde se llevó a cabo la residencia con el proyecto de “Maquinado de Piezas en Fresadora”, está enfocado en la producción de piezas mecánicas del departamento de producción de la empresa.

7. Problemas a resolver, priorizándolos.

Para llevar a cabo el modelado de piezas se debe de contar con un diseño en software, en la mayoría de los casos no se cuenta con este y el cliente solo proporciona un plano croquizado en 2D, La mayoría de los casos el cliente solicita estos servicios de manera urgente, los cuales se ven afectados ya que se debe de realizar el diseño desde cero, el cual es distinto en tiempos ya que depende de la complejidad de la pieza a realizar. El verdadero conflicto surge cuando el cliente entrega su plano impreso en 2D, en la mayoría de los casos el plano carece de información y esto es lo que hace aún más lento el proceso ya que se debe mantener un contacto constante con el cliente para resolver las dudas que surgen, se requiere que la información este completa debido a que es necesario para su fabricación.

8. Justificación

Se busca con este proyecto realizar un maquinado eficiente de piezas en fresadora que le permita a la empresa IMED generar más producción en los procesos de productividad de sus piezas de diferentes tipos de proceso por lo que surge la necesidad de dar solución a los problemas a la hora de la realización del proceso de diseño y proceso del maquinado con esto se pretende tener un análisis de la interpretación del plano para la realización del modelado que solicita el cliente. La mayoría de los casos el cliente solicita estos servicios de manera urgente, los cuales se ven afectados ya que se debe de realizar el diseño desde cero, el cual es distinto en tiempos ya que depende de la complejidad de la pieza a realizar.

9. Objetivos

9.1 Objetivo general

Maquinado de piezas en Fresadora Convencional y CNC a partir de la interpretación de planos, con las especificaciones mencionadas en el mismo, para ello deberá modelarlas en un software CAD-CAM y terminar el maquinado en fresadora convencional.

9.2 Objetivos específicos.

Interpretar los planos del diseño para un mejor maquinado.

Realizar modelados de piezas en software CAD.

Realizar programas en SOFTWARE CAM.

Operación de una fresadora CNC y Convencional.

CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO

10. Marco Teórico.

La primera máquina de fresar se construyó en 1818 y fue diseñada por el estadounidense Eli Whitney con el fin de agilizar la construcción de fusiles en el estado de Connecticut. Esta máquina se conserva en el Mechanical Engineering Museum de Yale. En la década de 1830, la empresa Gay & Silver construyó una fresadora que incorporaba el mecanismo de regulación vertical y un soporte para el husillo portaherramientas.

En 1848 el ingeniero americano Frederick. W. Howe diseñó y fabricó para la empresa Robbins & Lawrence la primera fresadora universal que incorporaba un dispositivo de copiado de perfiles. Por esas mismas fechas se dio a conocer la fresadora Lincoln, que incorporaba un carnero cilíndrico regulable en sentido vertical. A mediados del siglo XIX se inició la construcción de fresadoras verticales. Concretamente, en el museo Conservatoire National des Arts et Métiers de París, se conserva una fresadora vertical construida en 1857.



Fig. 3 Primera fresadora universal.

¿Qué es una Fresadora?

Una fresadora es una máquina-herramienta con un eje horizontal o vertical sobre el que gira una herramienta de corte llamada "fresa" y que tiene una mesa horizontal en la que se coloca o fija una pieza de trabajo a la que daremos forma (mecanizar)

con la fresa. Al llevar la fresa hacia la pieza de trabajo situada en la mesa, la fresa la corta y le da forma.

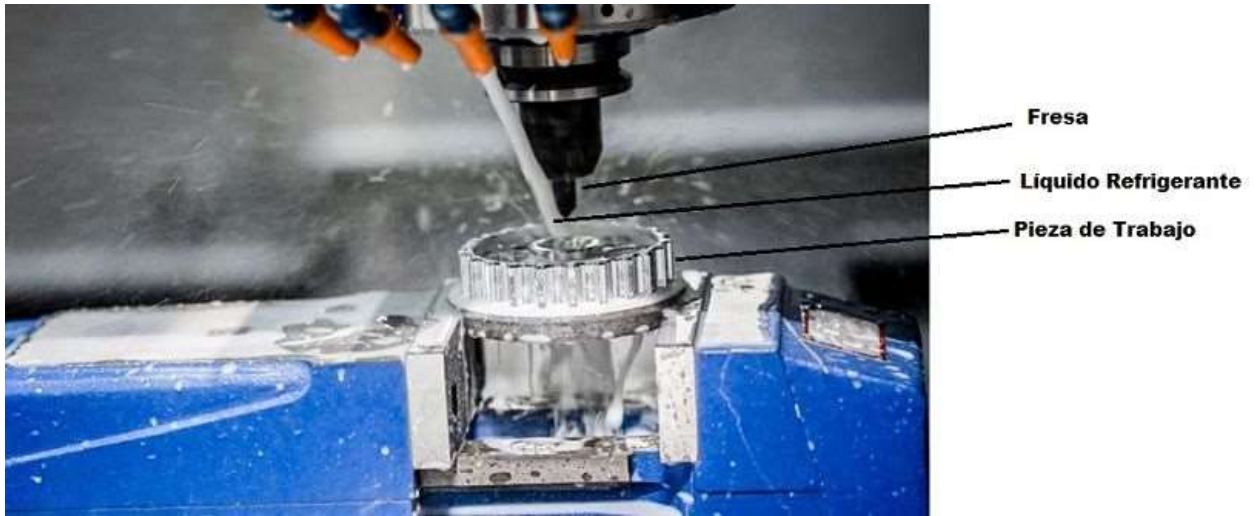


Fig. 4 Pieza de trabajo.

Partes de Una Fresadora:

La mayoría de las fresadoras tienen motores de accionamiento eléctricos autónomos, sistemas de refrigeración, velocidades variables del husillo y alimentadores de mesa accionados por electricidad.

Veamos con una imagen las partes principales de cualquier fresadora:



Fig. 5 Partes de Fresadora.

Fresadora CNC

La introducción del control numérico computarizado (CNC) ha ampliado exponencialmente las aplicaciones de las máquinas industriales mediante la automatización programable de la producción y el logro de movimientos imposibles de efectuar manualmente, como círculos, líneas diagonales y otras figuras más complicadas que posibilitan la fabricación de piezas con perfiles sumamente complejos. Esto también se traduce en la optimización de muchas variables esenciales de todo proceso de manufactura: productividad, precisión, seguridad, rapidez, repetitividad, flexibilidad y reducción de desechos.

Básicamente, las fresadoras CNC son muy similares a las convencionales y poseen las mismas partes móviles, es decir, la mesa, el cabezal de corte, el husillo y los carros de desplazamiento lateral y transversal. Sin embargo, no presentan palancas ni manivelas para accionar estas partes móviles, sino una pantalla inserta en un panel repleto de controles y una caja metálica donde se alojan los componentes eléctricos y electrónicos que regulan el funcionamiento de motores destinados a efectuar el mismo trabajo que hacían las palancas y manivelas de las viejas máquinas. Entre estos componentes se encuentra el CNC, que es una computadora principalmente responsable de los movimientos de la fresadora a través del correspondiente software. La combinación de electrónica y motores o servomotores de accionamiento es capaz de lograr todas las operaciones de fresado posibles.

Este riguroso control lo efectúa un software que se suministra con la fresadora y que está basado en alguno de los lenguajes de programación numérica CNC, como ISO, HEIDENHAIN, Fagor, Fanuc, SINUMERIK y Siemens. Este software contiene números, letras y otros símbolos -por ejemplo, los códigos G y M- que se codifican en un formato apropiado para definir un programa de instrucciones capaz de desarrollar una tarea concreta. Los códigos G son funciones de movimiento de la máquina (movimientos rápidos, avances, avances radiales, pausas, ciclos), mientras que los códigos M son las funciones misceláneas que se requieren para el maquinado de piezas, pero no son de movimiento de la máquina (arranque y paro del husillo, cambio de herramienta, refrigerante, paro de programa, etc.). De esto se

desprende que para operar y programar este tipo de máquinas se requieren conocimientos básicos en operaciones de mecanizado en equipo convencional, conocimientos elementales de matemática, dibujo técnico y manejo de instrumentos de medición.

En la actualidad el uso de programas CAD (diseño asistido por computadora) y CAM (fabricación asistida por computadora) es un complemento casi obligado de toda máquina CNC, por lo que, generalmente, la manufactura de una pieza implica la combinación de tres tipos de software:

Los códigos G son funciones preparatorias en el cual cada uno tiene diferente función.

Se trata de un lenguaje de programación vectorial mediante el que se describen acciones simples y entidades geométricas sencillas (básicamente segmentos de recta y arcos de circunferencia) junto con sus parámetros de maquinado (velocidades de husillo y de avance de herramienta).

Códigos G (Funciones Preparatorias)

Código	Descripción	Grupo
G00	Movimiento rápido. <i>45°</i>	01
G01	Interpolación lineal con avance controlado. <i>mov. de corte 90°</i>	01
G02	Interpolación circular en sentido de las manecillas del reloj con avance controlado.	01
G03	Interpolación circular en contra sentido de las manecillas del reloj con avance controlado.	01
G04	Pausa con tiempo Pnnnn.	00
G10	Ajuste de ceros de trabajo y datos de herramienta.	00
G12	Fresado de cavidad circular a la derecha.	00
G13	Fresado de cavidad circular a la izquierda.	00
G17	Selección de plano XY. Para interpolaciones circulares y helicoidales.	02
G18	Selección de plano XZ. Para interpolaciones circulares y helicoidales.	02
G19	Selección de plano YZ. Para interpolaciones circulares y helicoidales.	02
G20	Sistema inglés.	06
G21	Sistema métrico.	06
G28	Regreso al punto de referencia.	00
G40	Cancelación de la compensación del diámetro del cortador.	07
G41	Compensación del diámetro de la herramienta a la izquierda.	07
G42	Compensación del diámetro de la herramienta a la derecha.	07
G43	Compensación positiva de longitud de herramienta.	08
G47	Grabado de texto.	00
G54 al G59	Establece la posición de las coordenadas para el cero pieza.	12
G154 P1 al G154 P99	Establece la posición de las coordenadas para el cero pieza.	12
G70	Patrón circular de barrenos distribuidos en una circunferencia.	00
G71	Patrón de arco de barrenos.	00
G72	Patrón lineal de barrenos.	00
G74	Ciclo de machueleado para cuerdas izquierdas.	09

Tabla 1. Códigos G.

Diagrama de Ishikawa

El Diagrama de Ishikawa presenta la relación existente entre el resultado no deseado o no conforme de un proceso (efecto) y los diversos factores (causas) que pueden contribuir a que ese resultado haya ocurrido. Su relación con la imagen de una espina de pescado se da debido al hecho de que podemos considerar sus espinas las causas de los problemas planteados, que contribuirán al descubrimiento de su efecto, además del formato gráfico que se asemeja al diseño de un esqueleto de pescado.

¿Para qué se utiliza?

Es posible aplicar el diagrama de Ishikawa a diversos contextos y de diferentes maneras, entre ellas, se destaca la utilización:

- Para ver las causas principales y secundarias de un problema (efecto).
- Para ampliar la visión de las posibles causas de un problema, viéndolo de manera más sistémica y completa.
- Para identificar soluciones, levantando los recursos disponibles por la empresa.
- Para generar mejoras en los procesos.

Para la elaboración del diagrama es posible proceder de dos formas: con la primera se trata de enlistar todos los problemas identificados, tipo “lluvia de ideas”, y de esta manera intentar jerarquizar cuáles son principales y cuáles son sus causas; la otra forma consiste en identificar las ideas principales y ubicarlas directamente en los “huesos primarios” y después comenzar a identificar causas secundarias, que se ubicaran en los “huesos pequeños”, que se desprenderán todos de las ramas principales (ídem). En el campo de la salud esta estrategia es ampliamente utilizada en el análisis de casos, ya que permite apreciar con claridad las relaciones entre una situación o problema y las posibles causas que puedan estar contribuyendo para que esto ocurra; se utiliza para visualizar una situación específica de salud como un “todo”, enriqueciendo su análisis mediante la búsqueda de mejores soluciones, modificando procedimientos, métodos o hábitos inadecuados. Esta estrategia sirve de guía para la discusión objetiva.

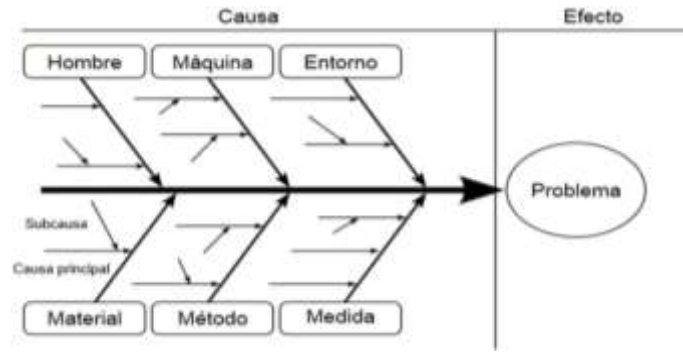


Fig. 6 Diagrama de Ishikawa.

CAPÍTULO 4: DESARROLLO

11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.

11.1 Modelado de Piezas en Software CAD.

Se utilizó la interfaz del software solidworks (Fig. 7), para la realización del modelado de las piezas la cual nos permite desarrollar estrategias de diseño como realizar operaciones, croquis, chapas metálicas, piezas a soldar todas estas herramientas nos ayudan a la elaboración del modelado de la pieza.

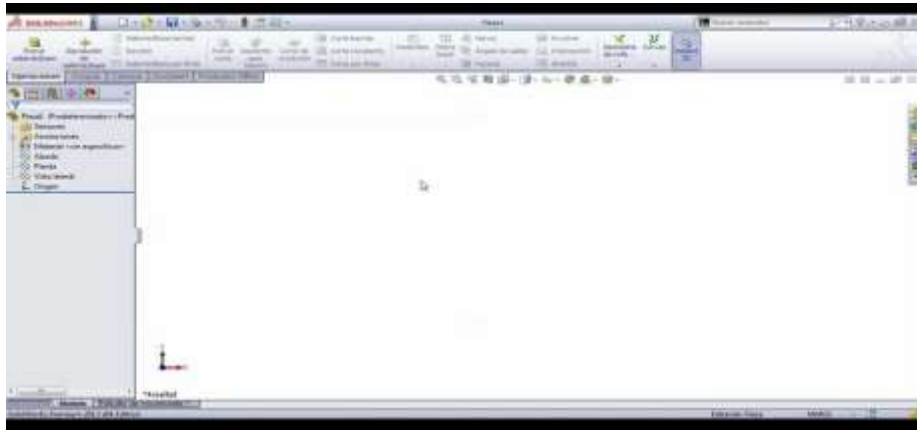


Fig. 7 Interfaz de Solidwork.

En la imagen podemos apreciar un plano de fabricación (Fig. 8), en 2D el cual fue proporcionado por el cliente y este solicito la fabricación del mismo. Para llevar a cabo el proceso de modelado se deben estar representadas todas las caras laterales, superiores e inferiores, con tolerancias geométricas y dimensionales.

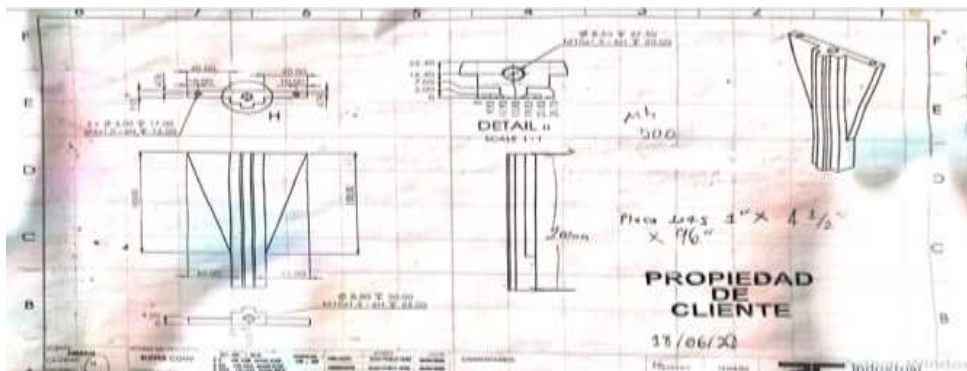


Fig. 8 Planos de la pieza.

Como recomendación inicial es analizar el plano, en el cual en la parte inferior de este viene recabada información importante para la fabricación (Fig.9), que esta puede ser tolerancias geométricas, dimensionales, nombre de la pieza, nombre de quién elaboró el diseño, quién aprobó el diseño, tipo de material, acabado superficial, fecha de elaboración, cantidad de piezas a fabricar, tratamiento térmico, escala en la cual está representa la pieza, y el sistema en el que se muestran las vistas ortogonales, sistema de unidades, así como de igual manera es indispensable contar con conocimiento sobre las diferente líneas de trazo y que representa cada una de ellas. Todos estos aspectos debe de incluir el recuadro de información, de lo contrario no se podría fabricar por falta de información.



DIMENSIÓN NOM. (MM)	TOLERANCIA (MM)	1- MATAR TODOS LOS FLOS Y ESQUINAS CORTANTES. DEJAR SUPERFICIES LIMPIAS.	CANTIDAD	CLAVE DE PROJ.	COD. DE PARTE	NOMBRE PZA.	MATERIAL	ACABADO SUP.
>1 A 15	±0.3	2- CUALQUIER TOLERANCIA NO INDICADA. REVISAR TABLA DE TOLERANCIAS. 3- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN MM. A MENOS QUE SE INDIQUE EL CAMBIO DE UNIDADES. 4- NO ESCALAR HOJA AL IMPRIMIR.	1	MSC-18-016	23-004	Motriz 1	01	N/A
>15 A 32	±0.4		FECHA ULT. MOD.	MODIFICACION REALIZADA	APROBÓ	DISEÑO Miguel López	CLIENTE	
>32 A 65	±0.5					DIBUJÓ Miguel López		
>65 A 180	±0.65		FECHA REQUERIDA	FABRICADO		REVISÓ Y APROBÓ Omar González		TAMANO A
>180 A 250	±1					ESCALA 12	SOLIDWORKS	HOJA 1 DE 4
>250	±1.25							

Fig. 9 Cuadro de especificaciones.

En la imagen podemos apreciar el modelado de la pieza a fabricar mediante software, este se realiza con la ayuda de solidworks que para realizarlo se llevan a cabo diferentes estrategias de líneas, círculos, croquis, operaciones de extruir para posteriormente pasarlos al software Cam.

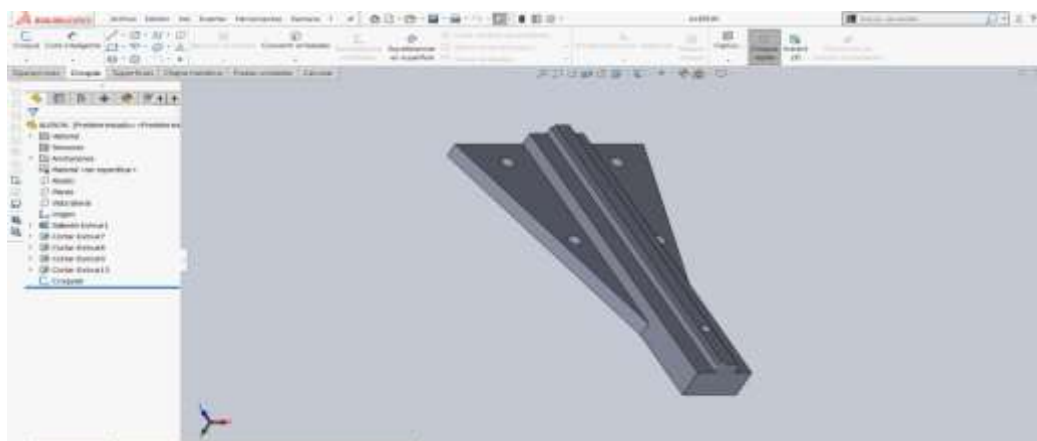


Fig. 10 Modelado de pieza en Solidworks.

11.2 Maquinado de piezas en software CAD-CAM.

En cuanto al diseño y a la selección del material es todo, lo que prosigue es someter el material a diferentes procesos de manufactura para obtener el resultado deseado, para llevar ello a cabo, el diseño se exporta a Master Cam este programa es un post procesador de códigos G y según se desee se llevan a cabo estrategias de maquinado por medio del desprendimiento de viruta, tales como barrenado, careado, cilindrado, chaflanes, ranurado, contorneado, entre otras.

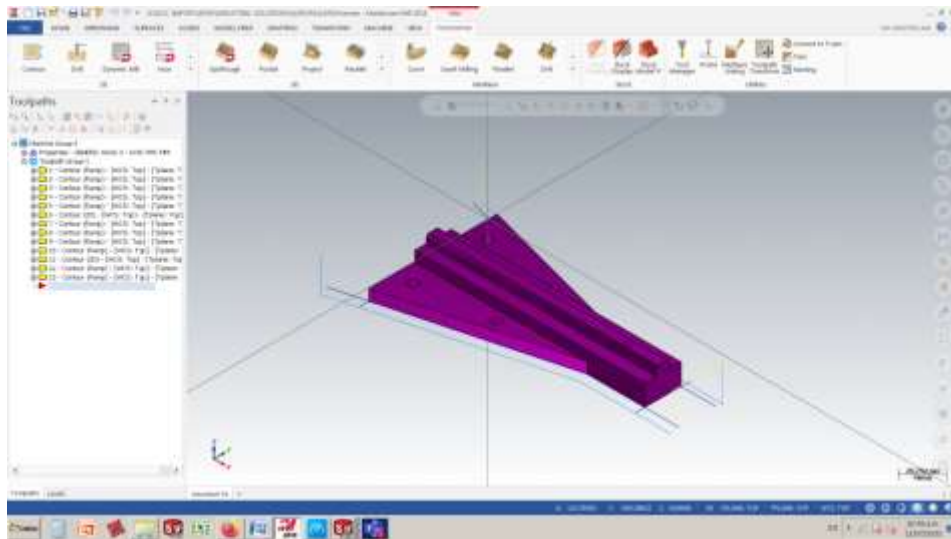


Fig. 11. Modelado de pieza en Master Cam.

En la imagen se obtiene una visualización del programa Master Cam (Fig. 11), en la parte superior se observan viñetas, las cuales son estrategias o parámetros los cuales se puede modificar y alterar las propiedades físicas y dimensionales de la pieza, en la parte izquierda en el recuadro blanco aparecen las trayectorias de maquinado que conforme a la marcha se va realizando.

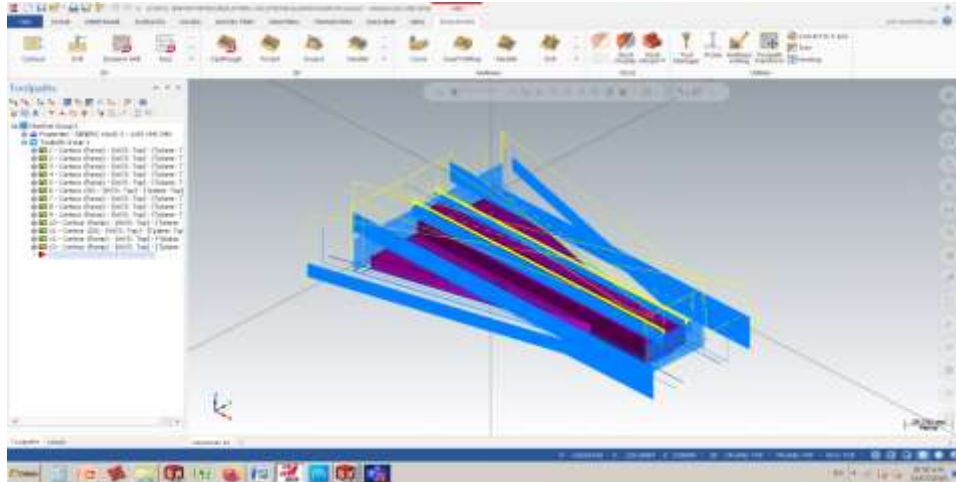


Fig. 12. Simulación de trayectoria de herramientas.

En la imagen se puede observar las líneas de color azul que aparecen sobre la pieza son de apoyo, ya que el programa simula la trayectoria de la herramienta (Fig.12), y es así como las representa, si bien la separación entre éstas es grande, se debe a que es el desbaste como ya se mencionó en la herramienta 1. Conforme se va avanzando con las operaciones, estas líneas cada vez se van a ir haciendo más cerradas debido a que se estarán acercando a la medida final y el ancho de corte será menor y con esto se disminuye el acabado rugoso y contribuye a que el acabado quede pulido y sin asperezas. En el siguiente paso se realizó un contorneado con un cortador de $\frac{1}{2}$ pulgada de diámetro (herramienta 2) se llevó a cabo este paso debido a que con la herramienta anterior solo se desbasta y los surcos de la herramienta anterior quedaron muy abiertos y para eliminarlos se utilizó esta herramienta que además ayuda a realizar un pre acabado dejando un material de stock de 0.3 mm.

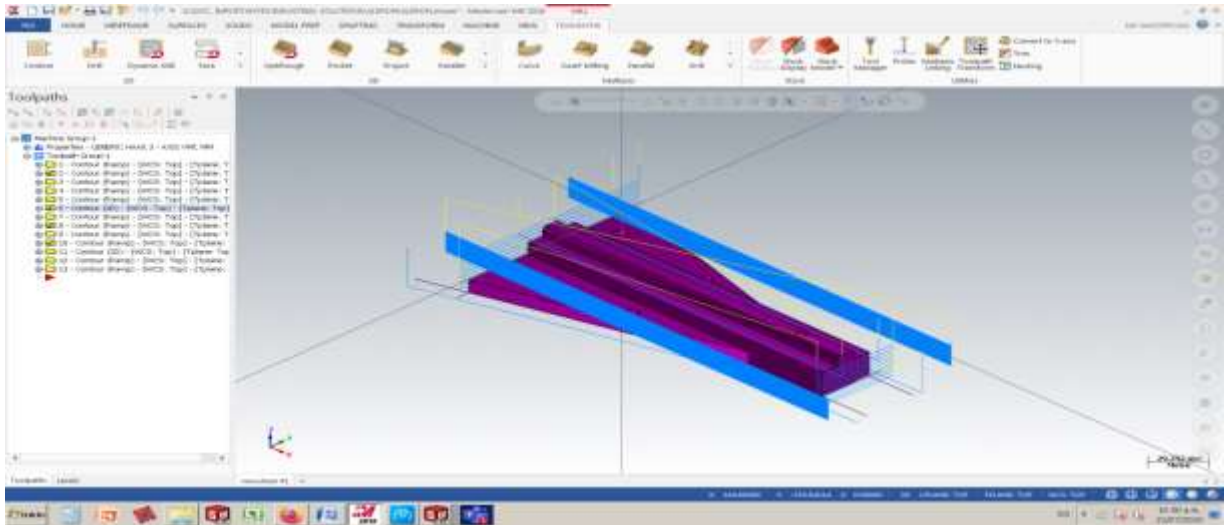


Fig. 13. Trayectoria de herramienta 2.

Aquí se puede apreciar que las líneas de trayectoria se encuentran más cerradas, la herramienta 2 (Fig. 13), contribuyó a dar una pasada más fina dejando el pre acabado con un ancho de corte de 0.5 mm y una profundidad de corte de 0.2mm.

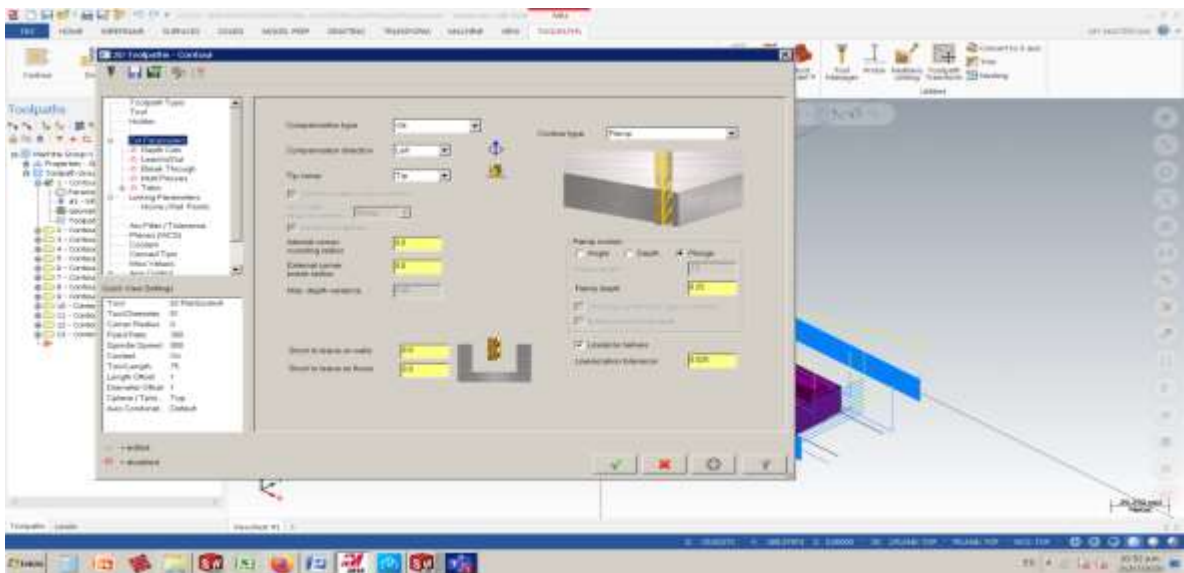


Fig. 14. Operación de herramienta 3.

Terminada la operación de la herramienta 2 se realizó el cambio de herramienta llamando a la herramienta 3 (Fig. 14), (cortador de bola 3/8) y esta realiza un semi acabado desbastando 0.2mm milímetros por pasada y dejando un stock de 0.1mm el cual fue desbastado por la siguiente herramienta (cortador de bola 1/4) esta herramienta se encargó de dejar la medida final y el acabado final.

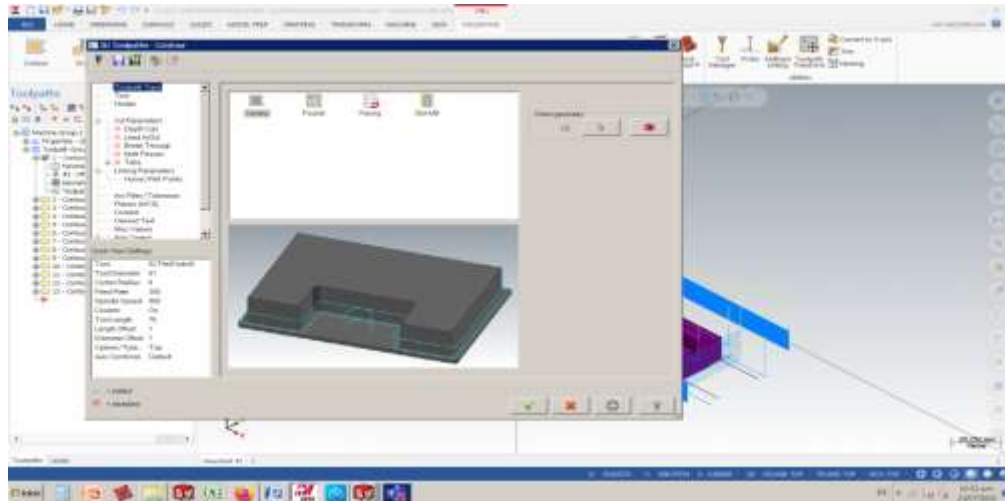


Fig. 15. Operación de corte fino.

Con esta operación se sierran aún más la separación entre las líneas, esto indica que lleva un corte muy fino (Fig. 15), es por eso que se empalman las líneas y quiere decir que la herramienta recorre más la trayectoria de la pieza con respecto a las otras operaciones debido a que las operaciones pasadas solo desbastaban, algo que también cambia es el tiempo en el que se tarda cada operación. Esta operación requirió más tiempo de maquinado.

Se realizaron todas estas operaciones con diferentes herramientas debido a que poco a poco cada herramienta desbastaba hasta llegar a la medida final, esto se lleva a cabo porque una sola herramienta no puede dar desbaste y acabado, debido a que en el desbaste la herramienta sufre diferentes cambios a sus estado físico tales como desgaste de la misma, o que un gavilán se fracture y esto repercute en la medida final y en el acabado le da un mal aspecto, es por ello que se realizan contorneados y acabados con diferentes herramientas para obtener un óptimo resultado en cuanto a medición y estética.

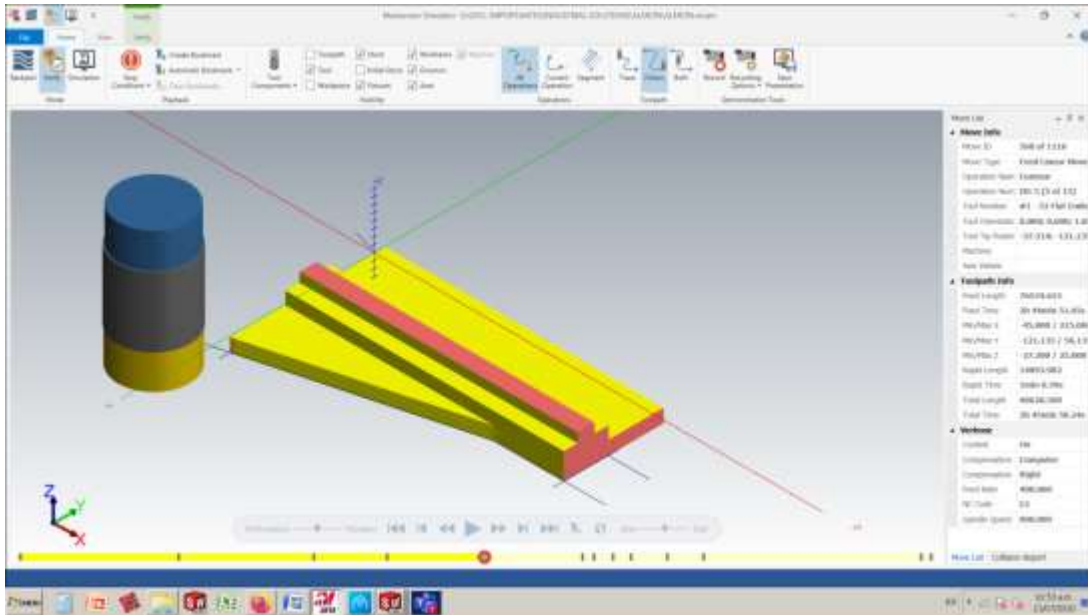


Fig.16. Simulación de trayectoria de cada herramienta.

El software además de mostrar las trayectorias de cada herramienta, simula el maquinado y hace una representación casi real de cómo quedaría la pieza según los parámetros programados. La imagen (Fig. 16), pertenece al recorrido de la herramienta 3. En ella se observa la parte sombreada de color amarillo, indica que esa área es la que ha sido maquinada, aun se puede apreciar que el acabado esta reguso, esto concuerda con las trayectorias de color azul que anteriormente se observaron.

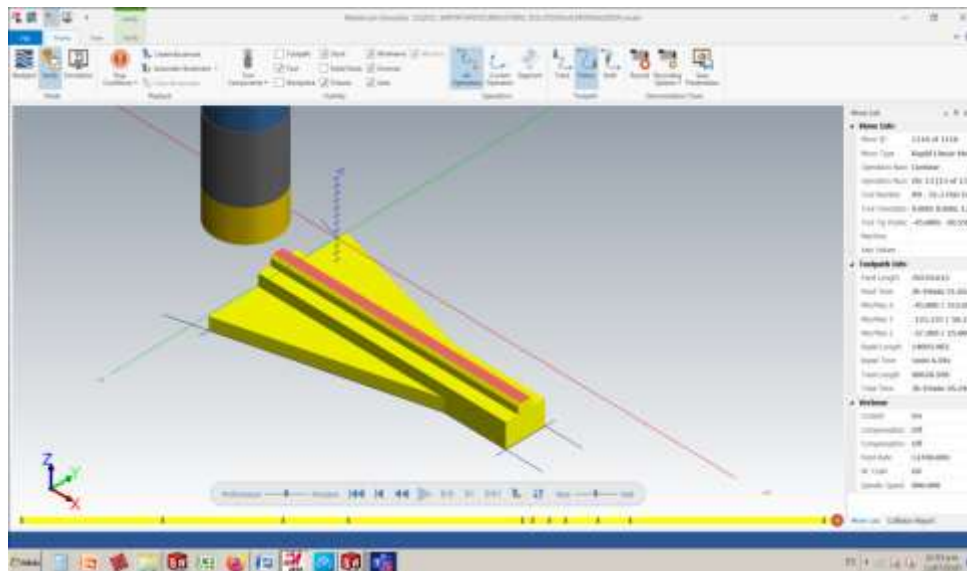


Fig. 17. Simulación pieza finalizada.

En esta nueva imagen (Fig. 17), se muestra la pieza 100% finalizada y lo primero que se debe observar es el acabado, este ya no debe tener marcas de líneas o rayones, y ya cuenta con la medida final. Esto se ha logrado poco a poco con las pasadas programadas de cada herramienta

Herramientas utilizadas:

HERRAMIENTA	DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN	MATERIAL
Piña Esférica.	2 pulgadas de diámetro.		Carburo.
Cortador Plano ½ Pulgada.	4 gavilanes.		Carburo.
Cortador de Bola 3/8.	4 gavilanes.		Carburo.
Cortador de Bola 1/4.	4 gavilanes.		Carburo.

Tabla 2. Se muestran las especificaciones de las herramientas utilizadas y sus características.

El siguiente paso es calcular los avances de corte, penetración y RPM, estos son distintos dependiendo el tipo de material a maquinar, ya sea duro o blando, además del diámetro de la herramienta, material del que está hecho, número de flautas con las que cuenta y su resistencia a ser penetrado, estos valores los proporciona el fabricante.

Cálculo de revoluciones.

Mediante la siguiente fórmula se calculan las revoluciones por minuto, en la cual **Vc** es velocidad de corte que es proporcionada por el fabricante y **1000** es una constante, **D** es el diámetro de la herramienta.

$$N = \frac{Vc \times 1000}{x D}$$

Cálculo de avance.

Fz: Es el avance de corte que también es proporcionado por el fabricante, **Z** indica el número de gavilanes de la herramienta y **N** son las **RPM**.

Calculadas previamente.

$$F = (fz \times Z) \times N$$

A continuación en la tabla se muestran los avances de corte, penetración y RPM utilizadas en cada herramienta, cada valor debe ser preciso y calculado correctamente debido a que un mal uso de ellos puede dañar las herramientas o un daño más severo a la máquina.

No.	RPM	Avance de Corte mm/rev	Avance de Penetración mm/rev	Corte en Z mm	Corte en Caras mm	Tiempo (horas)
1.	850	250.0	150.0	2.0	30.0	1.50
2.	1600	350.0	250.0	0.3	6.0	0.45
3.	1200	500.0	300.0	0.2	1.0	1.20
4.	2500	700.0	400.0	0.1	0.5	3.50

Tabla 3 se muestran los avances de corte, penetración y RPM.

A continuación se muestra el código G que se adquiere del software por medio de las operaciones de cada herramienta que se programó, este es el lenguaje mediante el cual se puede establecer comunicación.

%	N220 X84.93 Y-120.959	N360 X80.071 Y-54.375
(CODIGO G)	N230 X85.313 Y-120.883	N370 X79.334 Y-53.898
(MATERIAL – O1 - 2024)	N240 X85.637 Y-120.667	N380 X78.409 Y-53.285
N100 G21	N250 X85.854 Y-120.342	N390 X77.683 Y-52.792
N110 G0 G17 G40 G49	N260 X85.93 Y-119.959	N400 X76.968 Y-52.282
G80 G90	N270 X85.923 Y-58.274	N410 X76.072 Y-51.629
N160 G0 G90 X39.438 Y-120.673 S900 M3	N280 X85.858 Y-57.918	N420 X75.368 Y-51.103
N170 G43 H4 Z10.302	N290 X85.67 Y-57.609	N430 X74.677 Y-50.563
N180 Z7.302	N300 X85.385 Y-57.387	N440 X73.81 Y-49.87
N190 G1 Z.302 F150.	N310 X84.267 Y-56.804	N450 X73.131 Y-49.314
N200 X39.763 Y-120.89 F300.	N320 X83.293 Y-56.277	N460 X72.465 Y-48.743
N210 X40.145 Y-120.966	N330 X82.526 Y-55.85	N470 X71.63 Y-48.012
	N340 X81.769 Y-55.407	N480 X70.976 Y-47.426
	N350 X80.818 Y-54.835	N490 X70.336 Y-46.826

N500 X69.535 Y-46.058
N510 X68.908 Y-45.444
N520 X68.295 Y-44.816
N530 X67.528 Y-44.013
N540 X66.93 Y-43.372
N550 X66.346 Y-42.718
N560 X65.627 Y-41.895
N570 X64.746 Y-40.85
N580 X64.193 Y-40.169
N590 X63.703 Y-39.555
N600 X63.484 Y-39.352
N610 X63.215 Y-39.223
N620 X62.921 Y-39.178
N630 X40.137 Y-39.182
N640 X39.754 Y-39.258
N650 X39.43 Y-39.475
N660 X39.213 Y-39.799
N670 X39.137 Y-40.182
N680 X39.145 Y-119.966
N690 X39.222 Y-120.349
N700 X39.438 Y-120.673
N710 G2 X40.733 Y-
124.94 I-6.384 J-4.267
N720 X33.054 Y-132.619
I-7.679 J0.
N730 X27.314 Y-130.04
I0. J7.679
N740 G1 X14.465 Y-
115.576
N750 G3 X8.724 Y-
112.997 I-5.741 J-5.1
N760 X1.045 Y-120.676
I0. J-7.679
N770 G1 Y-120.677
N780 X1.049 Y-150.535
N790 X1.052 Y-150.591
N800 X1.162 Y-151.567
N810 X1.172 Y-151.623
N820 X1.393 Y-152.577
N830 X1.409 Y-152.633
N840 X1.739 Y-153.555
N850 X1.761 Y-153.608
N860 X2.195 Y-154.48

N880 X2.755 Y-155.358
N890 X2.789 Y-155.405
N900 X3.412 Y-156.16
N910 X3.451 Y-156.202
N920 X4.157 Y-156.881
N930 X4.2 Y-156.919
N940 X4.98 Y-157.512
N950 X5.027 Y-157.544
N960 X5.87 Y-158.043
N970 X5.921 Y-158.07
N980 X6.815 Y-158.469
N990 X6.869 Y-158.489
N1000 X7.757 Y-158.768
N1010 X7.845 Y-158.787
N1020 X10.065 Y-159.066
N1030 X10.127 Y-159.07
N1040 X115.495 Y-
159.055
N1050 X115.554 Y-
159.052
N1060 X116.625 Y-
158.924
N1070 X116.687 Y-
158.913
N1080 X117.728 Y-
158.653
N1090 X117.788 Y-
158.634
N1100 X118.788 Y-
158.246
N1110 X118.845 Y-
158.219
N1120 X119.788 Y-
157.707
N1130 X119.841 Y-
157.674
N1140 X120.712 Y-
157.048
N1150 X120.761 Y-
157.008
N1160 X121.546 Y-
156.277
N1170 X121.589 Y-
156.231

N1180 X122.276 Y-
155.407
N1190 X122.313 Y-
155.356
N1200 X122.89 Y-154.452
N1210 X122.921 Y-
154.397
N1220 X123.38 Y-153.427
N1230 X123.403 Y-
153.369
N1240 X123.736 Y-
152.349
N1250 X123.752 Y-
152.288
N1260 X123.954 Y-
151.235
N1270 X123.962 Y-
151.172
N1280 X124.033 Y-
150.055
N1290 X124.02 Y-26.123
N1300 X124.015 Y-26.077
N1310 X123.97 Y-26.086
N1320 X123.881 Y-26.114
N1330 X122.756 Y-26.417
N1340 X121.618 Y-26.669
N1350 X120.47 Y-26.871
N1360 X119.314 Y-27.021
N1370 X118.153 Y-27.119
N1380 X116.989 Y-27.165
N1390 X115.823 Y-27.16
N1400 X114.659 Y-27.102
N1410 X113.499 Y-26.993
N1420 X112.345 Y-26.832
N1430 X111.199 Y-26.62
N1440 X110.064 Y-26.356
N1450 X108.942 Y-26.043
N1460 X107.834 Y-25.679
N1470 X106.744 Y-25.267
N1480 X105.667 Y-24.804
N1490 X103.489 Y-23.826
N1500 X102.457 Y-23.326
N1510 X101.432 Y-22.772
N1520 X100.433 Y-22.172

N1530 X99.461 Y-21.529
N1540 X98.519 Y-20.843
N1550 X97.608 Y-20.116
N1560 X96.731 Y-19.349
N1570 X95.889 Y-18.543
N1580 X95.083 Y-17.701
N1590 X94.326 Y-16.834
N1600 X93.741 Y-16.117
N1610 X93.048 Y-15.197

N1620 X92.391 Y-14.24
N1630 X91.778 Y-13.254
N1640 X91.21 Y-12.242
N1650 X90.688 Y-11.206
N1660 X90.213 Y-10.147
N1670 X89.785 Y-9.068
N1680 X89.407 Y-7.971
N1690 X89.078 Y-6.858
N2660 X123.579 Y-25.161

N2670 X122.497 Y-25.451
N2680 X121.402 Y-25.693
N2690 X120.298 Y-25.886
N2700 X119.187 Y-26.029
N2710 X118.07 Y-26.122
N2720 X116.95 Y-26.166
N2730 X115.829 Y-26.16
N2740 X114.71 Y-26.1
%

11.3 Maquinado de piezas en fresadora convencional y CNC.

Una vez generado el modelado en los softwares ya mencionados se procede al maquinado de la pieza en la fresadora.



Fig. 18. Tablero de control de la máquina.

En esta imagen se muestra el tablero de la máquina (Fig. 18), el cual encontramos una gran cantidad de números y botones que nos ayudan a programar los parámetros que requiere la máquina como el encendido, apagado, la activación del soluble, activación del husillo y programar a pie de máquina.



Fig. 19. Pantalla de emergente de posición.

En esta pantalla emergente (Fig. 19), guardamos nuestro cero máquina que consta de G54 a G59 el cual nos colocamos físicamente con nuestra herramienta de trabajo para así poder generar el comienzo del corte de la pieza.



Fig.20. Botón de Part Zero Ser.

Presionamos el botón de **Part Zero Set** (Fig. 20), para que la máquina se posicione en cero posición y así poder iniciar el proceso de maquinado.

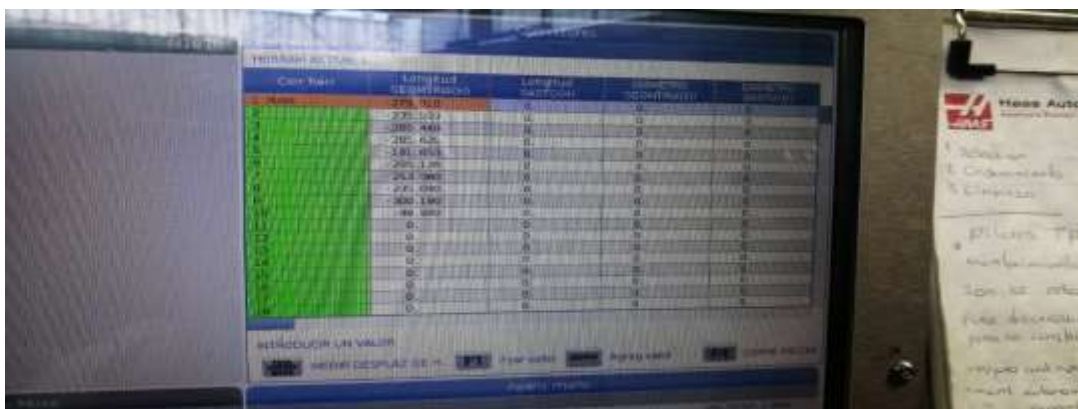


Fig. 21. Herramientas de la máquina.

En esta imagen se observa que la máquina cuenta con 10 herramientas el cual ingresamos cada herramienta (Fig. 21), para poder ir zeteando la altura de la pieza conforme al material y poder verificar la posición en la que iniciara el corte del material.



Fig. 22. Muestra la forma de cargar código G.

En esta imagen (Fig. 22), se muestra el botón de **MEMORY** el cual nos sirve para poder cargar el código G obtenido del software ya mencionado se pasa a la una USB de la fresadora y se presiona el botón **MEMORY** para buscar el programa de la pieza ya una vez encontrado presionamos **SELECT PROGRAM** para poder ejecutar el programa.



Fig. 23. Activar la Fresadora.

Ya una vez realizado nuestro cero máquina, haber zeteado nuestras herramientas, cargar el programa y montado el material se procede activar la fresadora (Fig. 23), para llevar acabo el desbaste del material y el maquinado de la pieza.

11.4 Cronograma de actividades

Actividades	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Modelado de piezas en software CAD						
Maquinado de piezas en software CAD-CAM						
Maquinado de Piezas en Fresadora Convencional y CNC						
Visitas con Clientes para Licitación de Proyectos						

Tabla 4. Cronograma de actividades.

CAPÍTULO 5: RESULTADOS

12. Resultados



Fig. 24. Pieza terminada.

Una vez que terminó el proceso de maquinado de la pieza (Fig. 24), se entrega al departamento de calidad donde el encargado de calidad verifica las especificaciones de la pieza.



Fig. 25. Piezas en proceso.



Fig. 26 Proceso de piezas liberación.

El encargado de calidad deberá realizar mediciones de interproceso mediante el cual se verifique que la pieza que no estén mal, no avance al siguiente proceso, por lo que cual la identifica por una mesa de la cual tiene dividida en dos partes piezas en proceso y piezas en proceso de liberación . Ver (Fig. 25, 26).

REPORTE DIMENSIONAL												
ORGANIZACIÓN: IND. SOLUTION-PABLO				Equipo de Medición: VDS10, FM14				ITEM: 301				
Reporte de calidad: G20-0701				Numero de Parte: N/A				DUREZA: N/A				
Nombre de parte: AC-CE-D040				Fecha: 07-JULIO-2020								
Lugar de la Inspección: Instalaciones de IMED				Codigo de proveedor: N/A								
Numero	Característica	DIMENSION/ESPECIFICACION	ESPECIFICACIONILIMITES	Día de Prueba	Cantidad	Resultados de la Medición				OK	NOT OK	
1	A	25.40	+ - 0.15	07/07/2020	4	25.50	25.49	25.51	25.45		X	
2	B	200.00	+ - 0.15	07/07/2020	4	200.10	200.04	200.06	200.10		X	
3	C	9.53	+ - 0.15	07/07/2020	4	9.60	9.63	9.63	9.64		X	
4	D	31.75	+ - 0.15	07/07/2020	4	31.73	31.77	31.83	31.81		X	
5	E	40.00	+ - 0.15	07/07/2020	4	39.85	39.85	39.80	39.80		X	
6	F	M10X1.5	+ - 0.15	07/07/2020	4	M10X1.5	M10X1.5	M10X1.5	M10X1.5		X	
7	G	9.00	+ - 0.15	07/07/2020	4	9.10	8.88	9.10	9.10		X	
8	H	M6X1.0	+ - 0.15	07/07/2020	4	M6X1.0	M6X1.0	M6X1.0	M6X1.0		X	
9	I	10.00	+ - 0.15	07/07/2020	4	9.95	9.92	9.93	9.90		X	

Fig. 27. Reporte Dimensional.

Ya una vez verificada la pieza por el encargado de calidad y que cumplió todas las especificaciones se realizan un reporte dimensional (Fig. 27), de todo el proceso que se llevó a cabo el cual se le entrega al cliente para que el verifique que tenga los resultados de medición que el pidió para posteriormente entregársela sin ninguna reclamación.

En el transcurso de tiempo se detectó que las actividades no se realizaban de acuerdo al plazo establecido, por lo cual se realizó un diagrama de causa y efecto (Fig. 28), para determinar las causas comunes por las cuales las actividades no podían ser realizadas

en el plazo establecido, el cual permitió visualizar mejor el problema y tomar acciones correctivas.

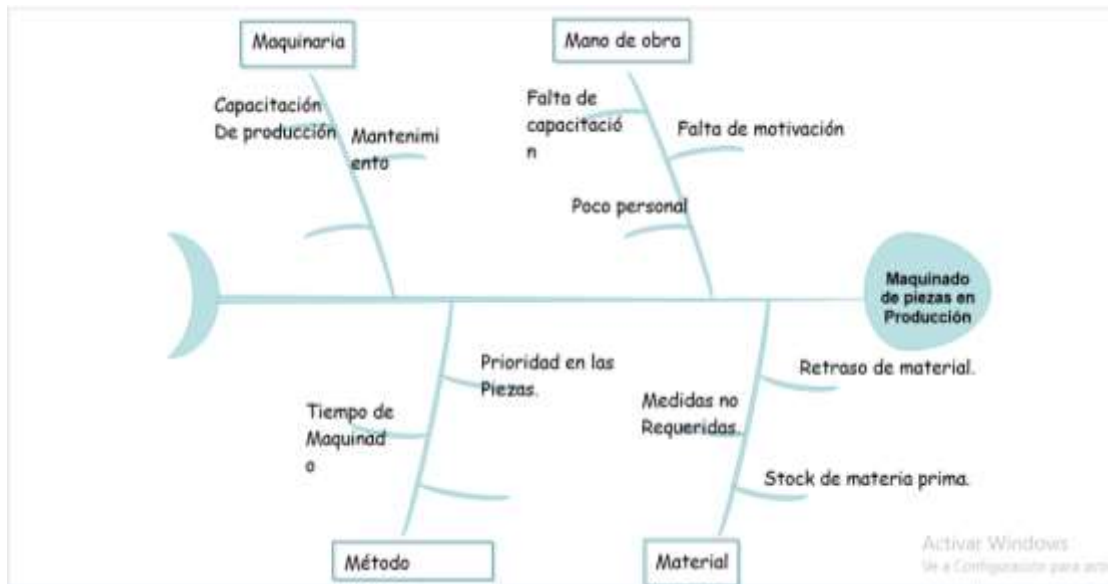


Fig. 28 Diagrama Ishikawa planteado.

Con esto se observó que en material a veces tenían retraso en la llegada del material y esto generaba paros en la producción, de igual manera las medidas no eran las requeridas y se perdía la compra del material, así como el almacenamiento de materia prima.

En método se observó que algunas ocasiones los cliente pedía las piezas con urgencia y no había manera de producirlas debido al exceso de trabajo y esto generaba perdidas en la empresa, así como el tiempo de maquinado a veces era demasiado lento y esto generaba entregas fuera de tiempo.

Mano de obra se observó que faltaba capacitar a los operarios para generar mayor producción y mejor maquinado de calidad ya que se generaba mucho scrap y eso generaba pedias en la empresa, falta de personal ya que en algunas ocasiones el trabajo de producción era muy alta y no se cumplían con las entregas a tiempo.

En Maquinaria se verificó la capacidad de producción en algunas máquinas ya que generaban bajas en la producción de piezas, de igual manera algunas veces el mantenimiento no se daba a tiempo y la maquina fallaba en la producción y se generaban paros y entregas fuera de tiempo.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

14. Conclusiones del Proyecto

El objetivo principal de la residencia fue reforzar los conocimientos obtenidos durante el mi estancia en la universidad y saber aplicar los mismos en un campo de trabajo, debido al proyecto realizado maquinado de piezas en fresadora , acompañado del diseño y modelado de piezas mecánicas asistido por computadora, se desarrollaron amplios conocimientos de estrategias de diseño y maquinado en fresadoras CNC como Convencional en su totalidad un centro de maquinado el cual implicó montar las herramientas, generar parámetros de longitud de la herramienta y generar el cero pieza, además del conocimiento en estrategias de maquinado que facilitan el trabajo y ayudan a obtener mejores resultado en tiempos y acabados con buena estética, estos objetivos se vieron alcanzados además también superando el reto a tal grado que el empresario hizo la invitación a formar parte del equipo de trabajo de la empresa.

CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS

15. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.

- Aprendí la interpretación de planos para la elaboración de un diseño y poder generar modelados para un mejor maquinado de calidad.
- Desarrollé un poco los conocimientos de diseño en el software Solidwork y Master Cam.
- Aprendí a maquinar en fresadora convencional y CNC generando más producción de piezas y entregas a tiempo.
- Tomé decisiones de las cuales dependía el buen desarrollo del proyecto, aprendiendo a desarrollarme en el ámbito laboral de manera eficiente.

CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN

16. Fuentes de información

Referencias de Libros

Groover, M. P., Aguilar, J. E. A., López, U. F., & Palafox, F. J. S. (2014). Introducción a los procesos de manufactura. McGraw Hill Education.

Referencias de Revistas

García-Barbosa, J. A., Arroyo-Osorio, J. M., & Córdoba-Nieto, E. (2014). Planificación del proceso de fresado de una pieza compleja utilizando una máquina herramienta virtual. *Ingeniería Mecánica*, 17(3), 281-287.

Referencias de internet:

Jordi Lorente. (2017). SHIKAWA, HERRAMIENTA PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS. Noviembre 2019, de Consultoría y Formación Empresarial Sitio web: <http://www.serviconsulting.es/ishikawa-herramienta-la-solucion-problemas/>.

López Castillo, V. M. (2006). Fabricación de piezas en máquinas herramientas Convencionales y CNC.

.

Moriwaki, T. "Multi-functional machine tool". *CIRP Annals - Manufacturing Technology*. 2008. vol. 57, nº. 2, p. 736–749. ISSN 0007-8506. DOI 10.1016/j.cirp.2008.09.004