

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Desarrollo de piezas de maquinado
implementado por equipos industriales para
la fabricación de troqueles

Informe Técnico de Residencias
Profesionales

Que para obtener el título de
Ingeniero en Mecatrónica

Con la especialidad de automatización de
procesos

Presenta(n)

Jonathan Saavedra García
201921559

Asesor

Ing. Axel Martínez Chávez

Coacalco de Berriozábal, Octubre/2024

RESUMEN

La fabricación de troqueles, es una parte fundamental en la industria de la fabricación y el mecanizado, puesto que exige alta precisión y calidad en la producción de piezas. El uso de equipos industriales especializados, tales como centros de mecanizado CNC, tornos, fresadoras, rectificadoras y tecnologías de automatización, desempeña un papel crucial en la producción eficiente y precisa de troqueles.

Los Procesos de Maquinado Avanzados exploran las tecnologías como el fresado de alta velocidad, electroerosión, torneado de precisión, entre otros, aplicados a la producción de troqueles.

Para la fabricación de troquelados es importante abarcar los siguientes aspectos:

Optimización de Procesos: Se enfoca en la mejora de la eficiencia y precisión a través de la optimización de parámetros de corte, herramientas de maquinado, velocidades de avance, y estrategias de mecanizado para la fabricación de troqueles.

Innovación en Herramientas y Materiales: Estudiar los materiales para las herramientas de corte y recubrimientos avanzados ya que estos mismos aumentan la durabilidad y eficiencia en la producción de troqueles, reduciendo así el desgaste y mejorando la vida útil de las herramientas.

Diseño y Fabricación de Troqueles: desarrollar los aspectos del diseño de troqueles, la ingeniería necesaria para su fabricación, incluyendo la consideración de tolerancias, resistencia de materiales, y optimización de la forma y función del troquel.

Control de Calidad y Pruebas de Validación: Enfocados en el control de calidad mediante inspección dimensional, pruebas de resistencia, pruebas de durabilidad y otras metodologías de validación para asegurar la precisión de las piezas producidas.

Es importante considerar los puntos anteriores para el avance y la innovación en la industria manufacturera, contribuyendo al desarrollo de tecnologías más eficientes y precisas para la fabricación de troqueles. Este campo no solo es crucial para la industria automotriz y aeroespacial, sino también para la producción en masa de piezas de alta calidad.

INDICE

RESUMEN	2
INDICE DE FIGURAS	6
CAPITULO 1 GENERALIDADES DEL PROYECTO	9
INTRODUCCION	10
CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA	11
<i>Nombre de la empresa.....</i>	<i>11</i>
<i>Dirección.....</i>	<i>11</i>
<i>Croquis de Ubicación.....</i>	<i>11</i>
<i>Sector Productivo de la dependencia.....</i>	<i>12</i>
<i>Objetivo general de la dependencia.....</i>	<i>12</i>
<i>Misión</i>	<i>13</i>
<i>Visión.....</i>	<i>13</i>
<i>Filosofía y/o valores:</i>	<i>14</i>
JUSTIFICACIÓN.....	16
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
OBJETIVOS.....	18
<i>Objetivo general</i>	<i>18</i>
<i>Objetivos específicos.....</i>	<i>18</i>
CAPITULO 2 MARCO TEORICO	19
2.0 PROBLEMAS DE MECANIZADO MÁS COMUNES	20
2.1 HISTORIA.....	21
2.2 TIPOS DE MÁQUINAS INDUSTRIALES PARA EL MECANIZADO DE FABRICACIÓN DE TROQUELES	22
2.2.1 <i>Fresadora convencional.....</i>	<i>22</i>
2.2.2 <i>Torno convencional</i>	<i>23</i>
2.2.3 <i>Rectificadora convencional</i>	<i>23</i>
2.2.4 <i>Electroerosionadora convencional.....</i>	<i>24</i>
2.2.5 <i>Fresadora CNC</i>	<i>25</i>
2.2.6 <i>Torno CNC</i>	<i>26</i>
2.2.7 <i>Rectificadora CNC.....</i>	<i>27</i>
2.2.8 <i>Router plasma CNC.....</i>	<i>28</i>

2.3 INNOVACIONES TECNOLÓGICAS EN MÁQUINAS TROQUELADORAS	29
2.3.1 Automatización y control digital:.....	29
2.3.2 Sensores inteligentes:.....	30
2.3.3 Conectividad IoT.....	30
2.3.4 Materiales avanzados:.....	31
2.3.5 Sistemas de lubricación automática.....	31
2.3.6 Tecnología láser	32
2.3.7 Usuario intuitivo:	32
2.3.8 Sistemas modulares:	33
2.4 MANUFACTURA CAD-CAM	33
2.4.1 Función en conjunto CAD-CAM.....	34
2.4.2 Objetivos y Ventajas del CAD.....	35
2.4.3 Ventajas del CAM.....	36
2.4.4 SolidWorks	37
2.5 ¿QUÉ ES UN TROQUEL?.....	39
2.5.1 Clasificaciones de un troquel.....	39
2.6 FACTORES A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE UN TROQUEL.....	41
2.6.1 Porta troquel:	43
2.6.2 Punzón	43
2.6.3 Piloto	44
2.6.4 Porta punzones:.....	45
2.6.5 Sufridera.....	45
2.6.6 La placa inferior	46
2.6.7 La placa superior	46
2.6.8 Columnas guía.....	47
2.6.9 Matriz:.....	47
2.6.10 Pistones:.....	48
2.6.11 La placa pisadora	48
2.6.12 Casquillos:	49
2.6.13 Setas:	49
2.6.14 Barras limitadoras o de ajuste.....	50
2.6.15 Placas paralelas:	50
2.6.16 Cáncamos:	51
2.7 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS TROQUELES PROGRESIVOS COMPARADOS CON LOS TROQUELES SIMPLES	52
2.8 CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES DEL TROQUELADO DE METALES	53
2.8.1 Recomendaciones para diseño	54
2.9 DOBLADO Y CURVADO.....	56
2.9.1 Tipos de doblado	56
2.9.2 El doblado en "U".....	57

2.9.3 El doblado en "V"	58
2.9.4 El doblado en "L" o Angulo recto	59
CAPITULO 3 DESARROLLO	60
3.0 DISEÑO	61
3.1 Diseño realizado del boceto propuesto.....	61
3.2 Diseño en CAD SolidWorks.....	62
3.3 Desarrollo de cada pieza individual que conforma el troquel.	63
3.4 Capacidad	63
3.5 Desarrollo del diseño de la base inferior.....	63
3.6 Desarrollo del diseño de la Placa matriz.....	65
3.7 Desarrollo del diseño de Porta Punzón	66
3.8 Desarrollo del diseño de la Placa matriz de choque	68
3.9 Desarrollo del diseño de la Placa Guía.....	69
3.10 Desarrollo del diseño Guía flotante.....	70
3.11 Desarrollo del diseño la Columna.....	71
3.12 Desarrollo del Punzón	72
3.13 Desarrollo de la Base superior.....	74
3.14 Espiga	77
3.15 ENSAMBLE.....	82
CAPITULO 4 RESULTADOS	89
4.0 RESULTADO FINAL	90
4.1 ACERO DE HIERRO DE FUNDICION.....	91
4.2 ACERO 1010	92
4.3 ACERO 1020	93
4.4 ACERO 1045	94
4.5 SOLIDWORKS SIMULATION.....	95
CONCLUSIONES	97
COMPETENCIAS DESARROLLADAS	100
BIBLIOGRAFIAS.....	102
ANEXOS.....	105

INDICE DE FIGURAS

RESUMEN	2
INDICE DE FIGURAS	6
CAPITULO 1 GENERALIDADES DEL PROYECTO	9
INTRODUCCION	10
CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA	11
<i>Nombre de la empresa.....</i>	<i>11</i>
<i>Dirección.....</i>	<i>11</i>
<i>Croquis de Ubicación.....</i>	<i>11</i>
<i>Sector Productivo de la dependencia.....</i>	<i>12</i>
<i>Objetivo general de la dependencia.....</i>	<i>12</i>
<i>Estructura Organizacional.....</i>	<i>13</i>
<i>Misión</i>	<i>14</i>
<i>Visión.....</i>	<i>14</i>
<i>Filosofía y/o valores:</i>	<i>14</i>
JUSTIFICACIÓN.....	16
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
OBJETIVOS.....	18
<i>Objetivo general</i>	<i>18</i>
<i>Objetivos específicos.....</i>	<i>18</i>
CAPITULO 2 MARCO TEORICO	19
2.0 PROBLEMAS DE MECANIZADO MÁS COMUNES	20
2.1 HISTORIA.....	21
2.2 TIPOS DE MÁQUINAS INDUSTRIALES PARA EL MECANIZADO DE FABRICACIÓN DE TROQUELES	22
2.2.1 <i>Fresadora convencional.....</i>	<i>22</i>
2.2.2 <i>Torno convencional</i>	<i>23</i>
2.2.3 <i>Rectificadora convencional</i>	<i>23</i>
2.2.4 <i>Electroerosionadora convencional.....</i>	<i>24</i>
2.2.5 <i>Fresadora CNC</i>	<i>25</i>
2.2.6 <i>Torno CNC</i>	<i>26</i>
2.2.7 <i>Rectificadora CNC.....</i>	<i>27</i>
2.2.8 <i>Router plasma CNC.....</i>	<i>28</i>
2.3 INNOVACIONES TECNOLÓGICAS EN MÁQUINAS TROQUELADORAS	29
2.3.1 <i>Automatización y control digital:</i>	<i>29</i>

2.3.2 Sensores inteligentes:	30
2.3.3 Conectividad IoT:	30
2.3.4 Materiales avanzados:	31
2.3.5 Sistemas de lubricación automática:	31
2.3.6 Tecnología láser	32
2.3.7 Usuario intuitivo:	32
2.3.8 Sistemas modulares:	33
2.4 MANUFACTURA CAD-CAM	33
2.4.1 Función en conjunto CAD-CAM	34
2.4.2 Objetivos y Ventajas del CAD	35
2.4.3 Ventajas del CAM	36
2.4.4 SolidWorks	37
2.5 ¿QUÉ ES UN TROQUEL?	39
2.5.1 Clasificaciones de un troquel	39
2.6 FACTORES A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE UN TROQUEL	41
2.6.1 Porta troquel:	43
2.6.2 Punzón	43
2.6.3 Piloto	44
2.6.4 Porta punzones:	45
2.6.5 Sufridera	45
2.6.6 La placa inferior	46
2.6.7 La placa superior	46
2.6.8 Columnas guía	47
2.6.9 Matriz:	47
2.6.10 Pistones:	48
2.6.11 La placa pisadora	48
2.6.12 Casquillos:	49
2.6.13 Setas:	49
2.6.14 Barras limitadoras o de ajuste	50
2.6.15 Placas paralelas:	50
2.6.16 Cáncamos:	51
2.7 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS TROQUELES PROGRESIVOS COMPARADOS CON LOS TROQUELES SIMPLES	52
2.8 CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES DEL TROQUELADO DE METALES	53
2.8.1 Recomendaciones para diseño	54
2.9 DOBLADO Y CURVADO	56
2.9.1 Tipos de doblado	56
2.9.2 El doblado en "U"	57
2.9.3 El doblado en "V"	58
2.9.4 El doblado en "L" o Angulo recto	59
CAPITULO 3 DESARROLLO	60

3.0 DISEÑO	61
3.1 <i>Diseño realizado del boceto propuesto.....</i>	61
3.2 <i>Diseño en CAD SolidWorks.....</i>	62
3.3 <i>Desarrollo de cada pieza individual que conforma el troquel.</i>	63
3.4 <i>Capacidad</i>	63
3.5 <i>Desarrollo del diseño de la base inferior.....</i>	63
3.6 <i>Desarrollo del diseño de la Placa matriz.....</i>	65
3.7 <i>Desarrollo del diseño de Porta Punzón</i>	66
3.8 <i>Desarrollo del diseño de la Placa matriz de choque</i>	68
3.9 <i>Desarrollo del diseño de la Placa Guía.....</i>	69
3.10 <i>Desarrollo del diseño Guía flotante.....</i>	70
3.11 <i>Desarrollo del diseño la Columna.....</i>	71
3.12 <i>Desarrollo del Punzón</i>	72
3.13 <i>Desarrollo de la Base superior.....</i>	74
3.14 <i>Espiga</i>	77
3.15 ENSAMBLE	82
CAPITULO 4 RESULTADOS	89
4.0 RESULTADO FINAL	90
4.1 ACERO DE HIERRO DE FUNDICION.....	91
4.2 ACERO 1010	92
4.3 ACERO 1020	93
4.4 ACERO 1045	94
4.5 SOLIDWORKS SIMULATION.....	95
CONCLUSIONES	97
COMPETENCIAS DESARROLLADAS	100
BIBLIOGRAFIAS.....	102
ANEXOS.....	105

CAPITULO 1

GENERALIDADES DEL PROYECTO

INTRODUCCION

El actual trabajo se abordará la integración de máquinas para la fabricación de troqueles y el proceso de maquinado, realizando la optimización de procesos, la implementación de equipos industriales convencionales sofisticados, y la relevancia crítica de este trabajo en la mejora continua de la industria de la fabricación de troqueles.

A medida que avanzamos en este ámbito, se analizarán los esfuerzos de las piezas mediante el software de CAD (SolidWorks) y posteriormente obtener resultados prometedores, impulsando así los estándares de calidad y eficiencia en la producción de componentes cuyo impacto se extiende a diversas industrias que dependen de la precisión y eficiencia en la producción de diversos productos.

Para la correcta eficiencia y precisión en la producción de troqueles se implementará mediante la optimización y selección de parámetros de maquinado, como la velocidad de corte, la alimentación y la selección de herramientas (estos aspectos son esenciales para maximizar la productividad y minimizar el desgaste de las herramientas) Finalmente, en el control de calidad emergeremos como un aspecto crítico utilizando enfoques como la inspección dimensional, pruebas de resistencia y pruebas de durabilidad.

Sector Productivo de la dependencia

Industrial sector secundario.

Objetivo general de la dependencia

La dependencia metal mecánica tiene como objetivo general consolidarse como líder en la industria mediante la implementación de procesos innovadores y eficientes en la fabricación, mantenimiento y reparación de componentes metálicos. Buscamos optimizar la producción a través de tecnologías avanzadas y prácticas sostenibles, garantizando productos de alta calidad que cumplan con los estándares internacionales. Nos comprometemos a fomentar un ambiente de trabajo seguro y profesional, promoviendo el desarrollo continuo de nuestro equipo humano mediante la capacitación y el uso de herramientas de última generación. Además, aspiramos a establecer relaciones duraderas con nuestros clientes, basadas en la confianza, la responsabilidad y la satisfacción mutua. Contribuiremos al crecimiento económico y tecnológico de nuestra comunidad y del país, respetando el medio ambiente y cumpliendo con las normativas vigentes. En última instancia, nuestra visión es ser reconocidos por nuestra excelencia operativa y nuestro compromiso con la innovación, la calidad y la sostenibilidad.

Misión:

Nuestra misión es ofrecer soluciones integrales en la industria metal mecánica, destacándonos por la calidad, innovación y eficiencia en cada uno de nuestros procesos. Nos comprometemos a satisfacer las necesidades de nuestros clientes mediante la entrega de productos y servicios de alta calidad, respaldados por un equipo humano capacitado y tecnología de punta. Fomentamos un entorno de trabajo seguro y colaborativo, promoviendo el desarrollo profesional de nuestros empleados y el respeto por el medio ambiente. Nuestra prioridad es contribuir al éxito de nuestros clientes y al progreso de la comunidad a través de prácticas sostenibles y responsables.

Visión:

Nuestra visión es ser reconocidos como líderes en la industria metal mecánica, distinguidos por nuestra excelencia operativa y compromiso con la innovación y la sostenibilidad. Aspiramos a ser una referencia en el sector, proporcionando productos y servicios que superen las expectativas de nuestros clientes y estableciendo estándares elevados de calidad y eficiencia. Nos proyectamos como una empresa dinámica y en constante evolución, que valora el desarrollo de su capital humano y la incorporación de tecnologías avanzadas. Queremos ser un motor de crecimiento económico y un ejemplo de responsabilidad social y ambiental en nuestra industria y comunidad.

Filosofía y/o valores:

1. **Innovación y Mejora Continua:** Creemos en la importancia de la innovación constante y la mejora continua en todos nuestros procesos. Fomentamos la creatividad y la adopción de nuevas tecnologías para mantenernos a la vanguardia de la industria metal mecánica.
2. **Calidad y Excelencia:** Nos comprometemos a ofrecer productos y servicios de la más alta calidad, cumpliendo y superando los estándares internacionales. La excelencia operativa es nuestro objetivo primordial, y trabajamos arduamente para garantizar la satisfacción total de nuestros clientes.
3. **Responsabilidad y Sostenibilidad:** Operamos de manera responsable, respetando el medio ambiente y adoptando prácticas sostenibles que minimicen nuestro impacto ecológico. Nos esforzamos por ser un ejemplo de responsabilidad social y ambiental en nuestra industria.
4. **Integridad y Transparencia:** Mantenemos altos estándares de ética e integridad en todas nuestras operaciones. La transparencia y la honestidad son fundamentales en nuestras relaciones con clientes, proveedores y empleados, asegurando confianza y respeto mutuo.
5. **Desarrollo Humano y Profesional:** Valoramos y promovemos el desarrollo profesional y personal de nuestros empleados. Fomentamos un ambiente de trabajo seguro, inclusivo y colaborativo, donde cada miembro del equipo tiene la oportunidad de crecer y contribuir al éxito de la empresa.

Director general:

Joaquín Orozco Rodríguez

Nombre del asesor externo:

Federico Fermín Figueroa Arrollo

Cargo del asesor externo:

Jefe de departamento

JUSTIFICACIÓN

Conforme a las condiciones ò necesidades de las empresas productoras y ensambladoras de productos del sector metalmecánica se contribuyó a generar el proyecto enfocado a los procesos de piezas y troquelados de gran producción enfocada a los estándares de calidad.

El proyecto en desarrollo fomentará en el alumnado la capacidad de interactuar con máquinas industriales convencionales, manuales y semiautomáticas brindando así el basto conocimiento para desarrollar piezas de mecanizado mediante el uso de herramientas.

El proyecto tiene como finalidad entregar un mecanizado preciso y eficiente, tomando en cuenta las propiedades metalmecánicas y el factor económico puesto que son importantes para la industria manufacturera, el cual desarrollará resultados óptimos para su posterior fabricación con el objetivo de tener un panorama amplio para fabricaciones de piezas más complejas determinando estrategias de mecanizado para otro tipo de aleaciones en cuanto a materiales.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La mala elaboración de piezas de mecanizado y ejecución de máquinas industriales puede contribuir a una falla o causar un accidente en el producto final de la industria manufacturera, lo que puede producir lesiones al consumidor o personal provocando incluso la muerte.

Existe una diversa gama de riesgos únicos que debemos evaluar, como el manejo de materiales para la fabricación de metales, las causas más comunes de fallas, en el campo de la manufactura, se deben a una mala capacitación, a los métodos de trabajo empleados y al mantenimiento, diseño y confiabilidad de los equipos.

El uso de estrategias de mecanizado se ha convertido en una herramienta indispensable para la industria manufacturera, impulsada por la constante demanda de productos de alta calidad y precisión en la fabricación de troqueles, componentes esenciales para diversas aplicaciones en sectores como la estampación, la automoción y la aeroespacial.

Para ello el generar correctamente las estrategias de mecanizado para una mayor eficiencia y precisión ante las necesidades de las empresas se tomarán en cuenta el factor mecánico ingenieril para un mejor resultado. Analizados mediante softwares (CAD CAM) con previo análisis de los materiales, así como el movimiento del sistema.

OBJETIVOS

Objetivo general

Implementar y realizar estrategias de mecanizado mediante maquinas industriales apoyándose en tecnologías de CAD CAM aplicando un análisis estructural con ingeniería CAE

Objetivos específicos

- Investigar antecedentes previos
- Realizar diseño de las piezas a fabricar
- Determinar propiedades y esfuerzos mecánicos previos
- Realizar diseño CAD para la generación de planos y ensambles.
- Comprobar los resultados mediante simulación
- Diseñar trayectoria de un modelo CAM para las piezas necesarias
- Diseñar estrategias de mecanizado para las piezas necesarias
- Validar resultados

CAPITULO 2

MARCO TEORICO

2.0 Problemas de mecanizado más comunes

❖ Dimensión Geométrica

Cuando se habla de errores de mecanizado se entiende que nos referimos al grado de desviación entre los parámetros geométricos ideales y los parámetros geométricos reales tanto en forma como en dimensión requerida. El grado de conformidad entre los parámetros geométricos reales y los ideales es lo que marca la precisión en el trabajo de maquinado de piezas.

❖ Precisión de maquinado

Cuanto menor sea el error de mecanizado, mayor será el grado de conformidad y, por tanto, mayor será la precisión del maquinado. La precisión de mecanizado y el error de mecanizado son dos formas de resolver el mismo problema. Por lo tanto, el tamaño del error de mecanizado refleja el nivel de precisión del mecanizado.

Los procesos de mecanizado es una forma rápida y eficiente de crear productos, pero la secuencia de eventos escrita en un programa es creada por el humano al que va asociado la posibilidad de que se produzcan errores.

❖ Herramientas inadecuadas

Las marcas de quemaduras en la pieza, los arañazos o la distorsión de los bordes son signos que indican que la herramienta de corte que se utiliza no es la adecuada. Esto puede deberse a que la herramienta que se está usando puede estar moviéndose demasiado lento, está desafilada, tiene un flujo de líquido de refrigeración insuficiente, o está colocada incorrectamente.

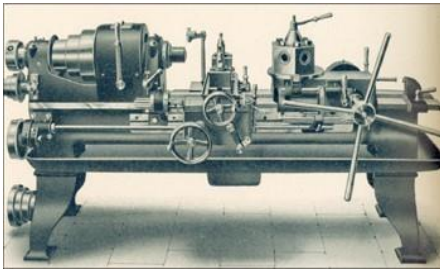
❖ Avance y velocidad

Un error común es cortar demasiado despacio lo que provoca cicatrices, ya que el material pasa demasiado tiempo bajo la cortadora. El material se roza más de lo que se corta. La calidad del acabado de la superficie será pobre, la herramienta puede desafilarse antes, y se generará una cantidad significativa de calor, quemando la superficie de la pieza. (Tecnología para la industria, 28-julio-2022)

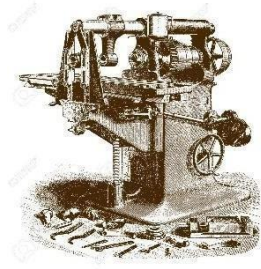
2.1 Historia

Los maquinados industriales han sido una parte importante de la historia de la fabricación desde la Revolución Industrial. En el siglo XIX, las máquinas herramienta se desarrollaron para facilitar la producción en masa y permitir la fabricación de piezas idénticas de manera eficiente. Las primeras máquinas herramienta incluyeron el torno, la fresadora y la cepilladora, que se utilizaron para fabricar piezas para la industria textil, la maquinaria agrícola y los motores a vapor.

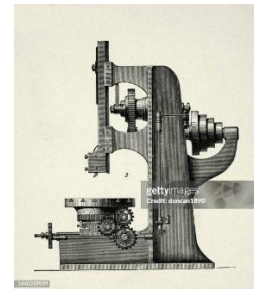
Figura 1 primeras máquinas herramienta siglo XIX.



Torno convencional siglo XIX



Fresadora convencional siglo XIX



Cepillo vertical siglo XIX

Durante el siglo XX, los avances en la tecnología y la ingeniería permitieron la creación de maquinarias más precisas y versátiles. El desarrollo de la electrónica y la informática permitió la automatización de los procesos de fabricación y la creación de máquinas controladas por computadora (CNC) permitiendo la producción de piezas más complejas y precisas. (Deco Industrial, 21-marzo-2023)

Figura 2 máquinas herramienta siglo XXI.



Torno CNC siglo XXI



Fresadora CNC siglo XXI



Cepillo vertical CNC siglo XXI

2.2 Tipos de máquinas industriales para el mecanizado de fabricación de troqueles

Actualmente la elección de la maquina industrial a utilizar ante un proceso de maquinado para la fabricación de un troquel depende de varios factores, incluyendo la geometría del troquel, el material a utilizar, la tolerancia requerida y la cantidad de producción.



Figura 3 máquinas industriales para la fabricación de troqueles.

2.2.1 Fresadora convencional

Es un procedimiento consistente en el corte del material con una herramienta rotativa que puede tener uno o varios filos. Dicho corte de material se realiza combinando el giro de la herramienta con el desplazamiento, una fresadora es por tanto una máquina dotada de una herramienta de corte fijada al cabezal y provista de movimiento lineal en tres direcciones (X – Y – Z). y gira sobre los ejes A y B para acceder a la pieza de trabajo desde cualquier dirección.

PARTES DE UNA FRESADORA

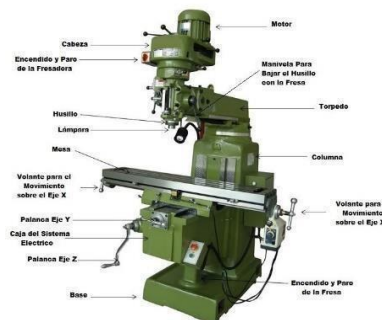


Figura 4 Fresadora convencional.

2.2.2 Torno convencional

Es un procedimiento para crear superficies de revolución por arranque de viruta. La máquina que se utiliza para el torneado se denomina torno. La pieza a mecanizar está amarrada mediante un sistema de fijación y tendrá movimiento rotatorio y la herramienta de corte irá fijada a un soporte o torreta y se desplazará en las dos direcciones indicadas para proceder al arranque de material. (Ameba101, 2023)



Figura 4 Torno convencional.

2.2.3 Rectificadora convencional

Una máquina rectificadora se utiliza para producir un acabado liso y preciso en materiales metálicos o no metálicos. Utilizando una muela abrasiva giratoria redonda que permanece estacionaria mientras la mesa de alimentación ejecuta un movimiento alternativo (izquierda - derecha) debajo de la muela abrasiva. La cantidad específica de material a eliminar se determina tocando ligeramente el trabajo con la muela giratoria y alimentando el cabezal de rectificado una cierta distancia. (Yamazen Mexicana S.A. de C.V., 2020)



Figura 5 Rectificadora convencional.

2.2.4 Electroerosionadora convencional

El mecanizado por descarga eléctrica, o EDM, es un proceso sin contacto que puede mecanizar piezas independientemente de su dureza. Consiste en colocar un electrodo o alambre y una pieza conductora de electricidad en un fluido dieléctrico en circulación.

El fluido actúa como aislante hasta que un espacio de chispa y un voltaje específicos lo ionizan y permiten que una chispa se desplace hasta la pieza. Esta chispa tiene una temperatura de entre 8,000 y 12,000° C (14,430 y 21,630° F), lo suficientemente alta como para erosionar parte de la pieza. (Modern Machine, 2023)



Figura 6 Erosionadora convencional.

2.2.5 Fresadora CNC

La fresa industrial CNC (Control Numérico Computarizado), es una máquina que permite automatizar la producción de piezas, de una forma eficaz, segura y económica. En un periodo de tiempo menor se producen un mayor volumen de piezas con una garantía total de perfección. Esta fresadora permite realizar el mismo proceso un innumerable número de veces sin perder precisión.

Gracias a códigos de letras y símbolos se podrá controlar la fresa industrial CNC. Cada pieza a fabricar se controla bajo las instrucciones de un programa específico, con el que trabajará la fresadora para realizar la cantidad de piezas requeridas, todas exactamente iguales. El programa se podrá cambiar de una forma rápida para pasar a elaborar otro modelo de piezas.

Con la fresa industrial CNC se acometen principalmente volúmenes de producción medios, de piezas sencillas y complejas. (Cortec Mecanizados, 2019)



Figura 7 Fresadora CNC

2.2.6 Torno CNC

El torno CNC realiza el mecanizado de la pieza en base a los parámetros del programa de control (NC). La fabricación de piezas es imposible sin él. La elección del programa NC depende de la aplicación, consta de un conjunto de pasos secuenciales necesarios para fabricar una pieza específica.

Mediante los comandos, se configura:

- El movimiento de herramientas de trabajo
- Movimiento de la pieza de trabajo
- Velocidad de giro de la pieza.

Las herramientas de corte de los tornos se instalan sobre un carro con rieles que se mueve de forma paralela al eje sobre el que gira la pieza, y también existe otro eje en el que las herramientas trabajan de forma radial respecto al material a mecanizar. Incluso existen algunos tipos de tornos que disponen de un tercer eje, los cuales permiten confeccionar formas cónicas. (Master Logística, 2021)



Figura 8 Torno CNC

2.2.7 Rectificadora CNC

Las rectificadoras CNC rectifican el acabado de una pieza. Muchas veces en las labores de procesamiento de una pieza se producen errores minuciosos que pueden entorpecer el resultado final.

Las rectificadoras existen precisamente para corregir esos acabados y que la pieza quede perfecta, atendiendo a diferentes parámetros como las medidas, el ángulo o el diámetro, la forma (cilíndrica, cúbica, etc.) o el acabado de la superficie (rugoso, granulado, mate, etc.).

Así, con pasar la pieza por la rectificadora se elimina el material sobrante para que así quede con la forma final deseada. Por supuesto, gracias a la tecnología CNC, se pueden automatizar los procesos de forma mucho más eficiente y conseguir acabados de alta calidad sin que apenas tenga que intervenir la mano humana durante el procesamiento. (Centric , 18-octubre-2022)



Figura 9 Rectificadora CNC

2.2.8 Router plasma CNC

El Plasma es un conductor eléctrico gaseoso de alta densidad de energía, constituido a partir de una mezcla de electrones libres, iones positivos, átomos disociados y moléculas de gas. El CNC Plasma trabaja cuando el gas, inicialmente frío, se calienta con un arco eléctrico y pasa por un orificio estrecho para reducir su sección.

Normalmente las cortadoras utilizan un chorro de alta velocidad de gas ionizado (plasma), que conduce la electricidad de la antorcha al material de trabajo y calienta la pieza hasta fundirla y expulsar el material. Por el contrario, las cortadoras CNC Plasma usan un control numérico para realizar los cortes, gracias a una imagen en vectores, y cuentan con un cabezal cortador de plasma montado en un eje deslizante, de modo que puede moverse tanto en las direcciones X y Y. (SIDEKO, 2023)



Figura 10 Router plasma CNC

2.3 Innovaciones tecnológicas en máquinas troqueladoras

Las troqueladoras han sido una herramienta esencial en la industria manufacturera durante décadas, que se utilizan para cortar, moldear y formar materiales de diferentes tipos, han experimentado una serie de innovaciones tecnológicas en los últimos años. Estas innovaciones no solo han mejorado la eficiencia y precisión de estas máquinas, sino que también han ampliado sus capacidades y aplicaciones.

Innovaciones:

2.3.1 Automatización y control digital:

Una de las mayores innovaciones ha sido la incorporación de sistemas automatizados y controles digitales, permitiendo una mayor precisión en el corte y troquelado, reduciendo el margen de error y aumentando la velocidad de producción.



Figura 10 Automatización y control digital

2.3.2 Sensores inteligentes:

Los sensores avanzados pueden detectar anomalías o problemas en tiempo real, lo que permite a los operadores intervenir rápidamente y evitar daños en el material o en la máquina.

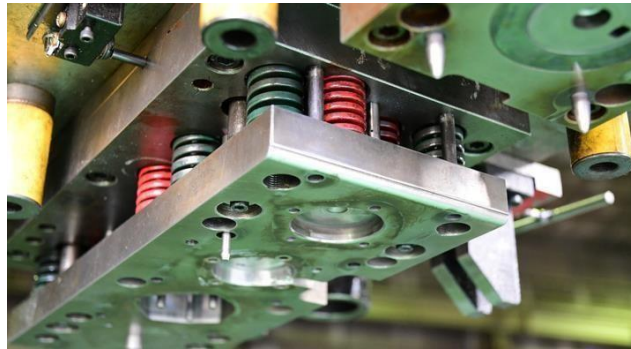


Figura 11 Sensor de visión para detectar herramientas de perforación rotas en troqueles de prensa

2.3.3 Conectividad IoT:

Las máquinas troqueladoras modernas están equipadas con capacidades de internet de las cosas (IoT), permitiendo la monitorización remota, el mantenimiento predictivo y la recopilación de datos para análisis y optimización.



Figura12 lot en diseño de troqueles

2.3.4 Materiales avanzados:

Con la introducción de nuevos materiales en la industria, las máquinas troqueladoras ahora pueden trabajar con una variedad más amplia de materiales, desde metales hasta polímeros.



Figura13 troquelados en polímeros

2.3.5 Sistemas de lubricación automática:

Estos sistemas garantizan que la máquina esté siempre lubricada adecuadamente, lo que prolonga su vida útil y reduce la necesidad de mantenimiento.

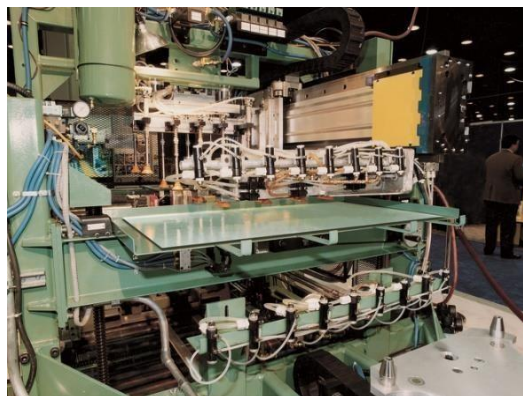


Figura 14 Sistemas de lubricación pulsada MC781

2.3.6 Tecnología láser:

Algunas máquinas ahora incorporan tecnología láser para cortar materiales con una precisión milimétrica, lo que es especialmente útil para diseños complejos y detallados.

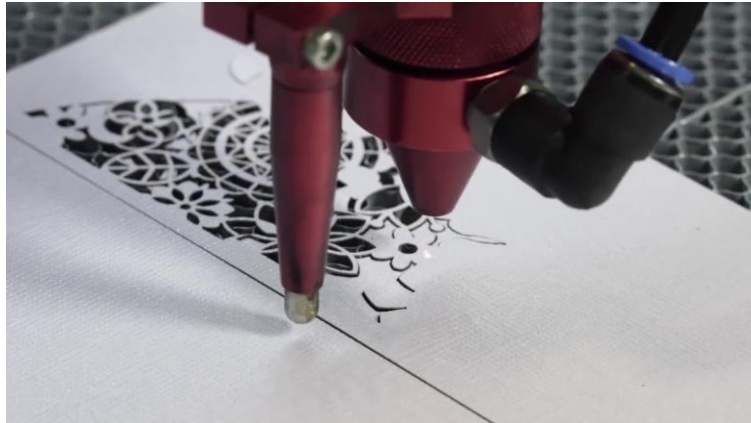


Figura 15 troquelado láser

2.3.7 Usuario intuitivo:

Las pantallas táctiles y las interfaces gráficas han hecho que las troqueladoras sean más fáciles de usar, permitiendo a los operadores configurar y monitorear el proceso de troquelado con facilidad.



Figura 16 Máquina de corte de placa de troquel giratoria CNC

2.3.8 Sistemas modulares:

Estas máquinas modulares permiten a las empresas adaptar y expandir sus capacidades según las necesidades, añadiendo o eliminando módulos según sea necesario. (grupo Axioma Group S.A.S, 11-octubre-2023)



Figura 17 Troquelados Modulares

2.4 Manufactura CAD-CAM

El software de diseño asistido por computadora y de manufactura asistida por computadora (CAD/CAM) permite diseñar y manufacturar prototipos, piezas terminadas y tiradas de producción.

as aplicaciones CAD/CAM se utilizan para diseñar un producto y programar los procesos de manufactura, sobre todo, el mecanizado por CNC (inglés). El software CAM (inglés) utiliza los modelos y los ensamblajes creados en el software CAD, como Fusión 360, para generar trayectorias con las que las herramientas de mecanizado convierten los diseños en piezas físicas. El software CAD/CAM se usa para diseñar y manufacturar prototipos, piezas terminadas y tiradas de producción. (Autodesk Inc, 2023)

2.4.1 Función en conjunto CAD-CAM

El papel más básico del CAD es definir la geometría del diseño como una parte mecánica, el ensamble de un producto donde las ventajas más grandes de los sistemas de CAD son: ahorrar tiempo considerable y reducir los errores causados por realizar de otra manera la geometría del diseño y fabricación.

La tecnología CAM involucra sistemas de cómputo que planifican, administran y controlan las operaciones de manufactura mediante un interfaz de cómputo con los recursos de producción de la planta. Una de las áreas más importantes de CAM es el control numérico computarizado (CNC); esta técnica involucra instrucciones programadas para controlar la herramienta de una máquina de corte, o que transforme materia prima en una pieza terminada. (Amelica, 30 Mayo 2020)

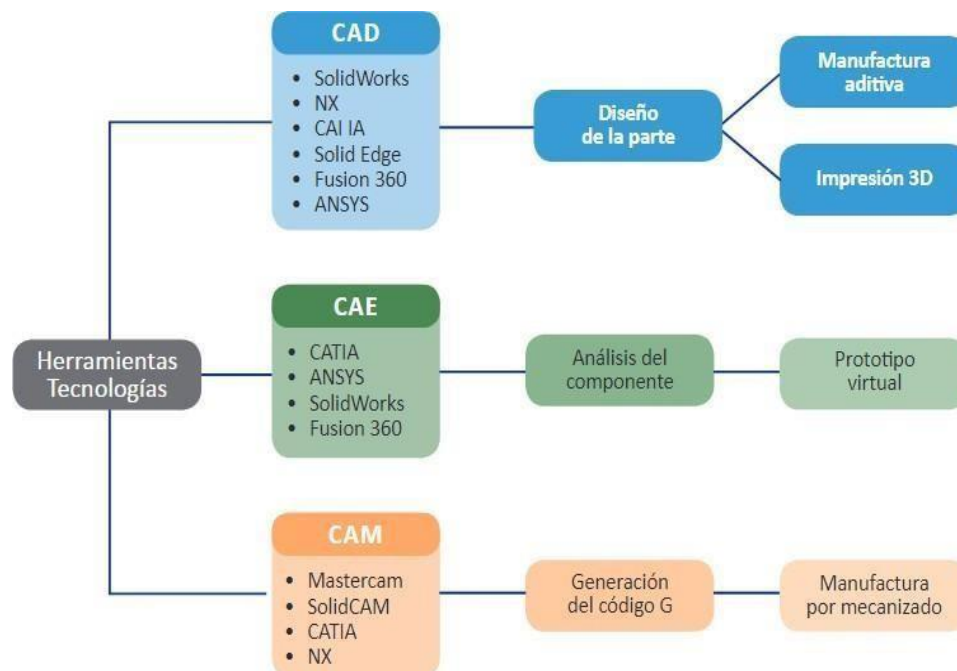


Figura 18 Trayectoria por herramientas tecnológicas CAD-CAM

2.4.2 Objetivos y Ventajas del CAD

El CAD permite a los ingenieros probar de forma interactiva las variantes de diseño con el número mínimo de prototipos físicos, con el objetivo de:

- Reducir los costes de desarrollo de productos
- Ganar velocidad
- Mejorar la productividad
- Asegurar la calidad
- Reducir el tiempo de lanzamiento al mercado

Ventajas del CAD

El CAD permite:

Agilizar el proceso de diseño, mejorar la visualización de los subensambles, de las piezas y del producto final.

Obtener una documentación más sólida y sencilla del diseño, que incluye geometrías, dimensiones y listas de materiales.

Reutilizar fácilmente los datos de diseño y las mejores prácticas.

Lograr una mayor precisión para reducir los errores. (SIEMENS DMCA, 2023)

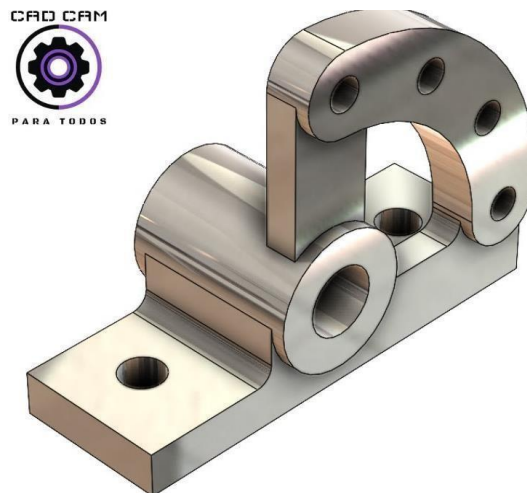


Figura 19 Diseño 3d mediante SolidWorks.

2.4.3 Ventajas del CAM

Ventajas de la CAM

Entre los beneficios de la CAM se incluyen un plan de fabricación bien definido que ofrece los resultados previstos en la producción.

Los sistemas de CAM pueden maximizar la utilización de una amplia gama de equipos de producción, como máquinas de alta velocidad, de 5 ejes, multifunción y de torneado, así como equipos de electroerosión (EDM) y de inspección CMM.

Los sistemas de CAM pueden contribuir a la creación, verificación y optimización de los programas NC para optimizar la productividad del mecanizado, así como a la automatización de la creación de la documentación de planta.

Los sistemas de CAM avanzados con integración de la gestión del ciclo de vida del producto (PLM) pueden proporcionar al personal de producción y de planificación de la fabricación los datos y la gestión de procesos necesarios para garantizar el uso de datos correctos y recursos estándar.

Los sistemas de CAM y PLM se pueden integrar con los sistemas de DNC para proporcionar y gestionar archivos para las máquinas de CNC en la planta de producción. (SIEMENS DMCA, 2023)

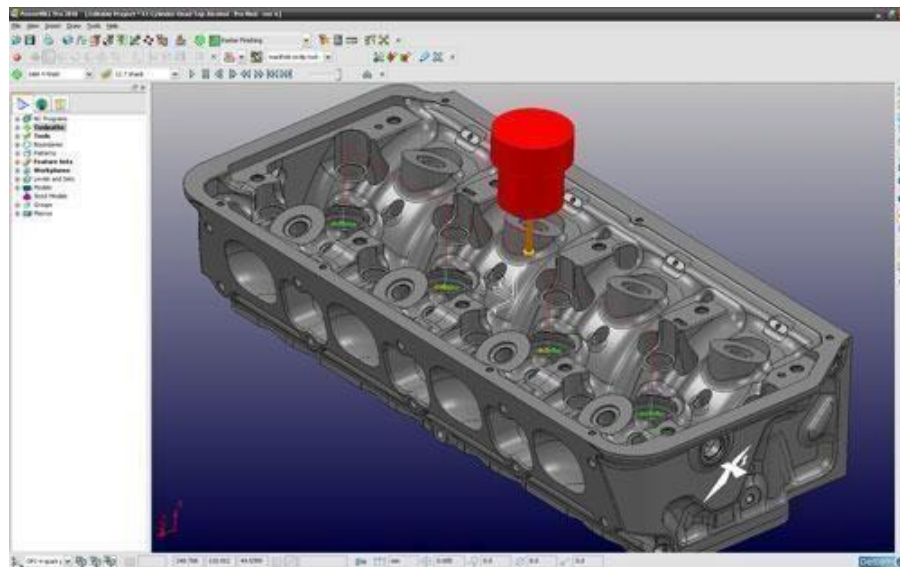


Figura 20 Diseño 3d mediante Autodesk.

2.4.4 SolidWorks

SOLIDWORKS es un software de diseño CAD 3D (diseño asistido por computadora) para modelar piezas y ensamblajes en 3D y planos en 2D. El software que ofrece un abanico de soluciones para cubrir los aspectos implicados en el proceso de desarrollo del producto. Sus productos ofrecen la posibilidad de crear, diseñar, simular, fabricar, publicar y gestionar los datos del proceso de diseño.



Figura 21 Software SolidWorks

SOLIDWORKS ofrece soluciones intuitivas para cada fase de diseño. Cuenta con un completo conjunto de herramientas que le ayudan a ser más eficaz y productivo en el desarrollo de sus productos en todos los pasos del proceso de diseño.

La solución de SOLIDWORKS incluye cinco líneas de productos diferentes:

1. Herramientas de diseño para crear modelos y ensamblajes
2. Herramientas de diseño para la fabricación mecánica, que automatiza documentos de inspección y genera documentación sin planos 2D.
3. Herramientas de simulación para evaluar el diseño y garantizar que es el mejor posible
4. Herramientas que evalúan el impacto medioambiental del diseño durante su ciclo de vida.
5. Herramientas que reutilizan los datos de CAD en 3D para simplificar el modo en que las empresas crean, conservan y utilizan contenidos para la comunicación técnica.

6. Finalmente, todas estas herramientas están respaldadas por SolidWorks PDM para gestionar y controlar de forma segura los datos mediante una única fuente de datos reales de sus diseños y SOLIDWORKS Manage, una herramienta que gestiona los procesos y proyectos implicados en todo el desarrollo del producto y está conectado al proceso de diseño. (©SOLIDBI, 2023)

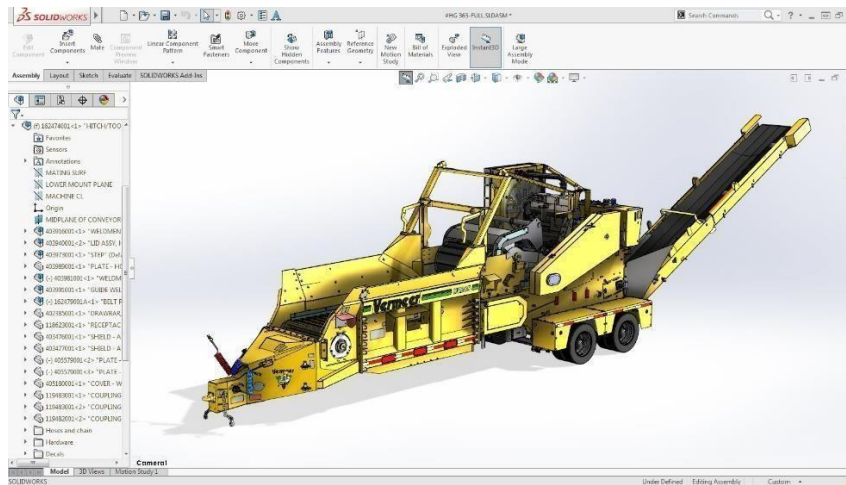


Figura 22 Maquina elaborada en Software SolidWorks.

2.5 ¿Qué es un troquel?

El troquel es una herramienta que realiza operaciones de punzonado, embutición, estampación, doblado y conformado en láminas de metal (fleje o chapa), de plástico, papel o cartón y se monta sobre una prensa (mecánica, hidráulica o neumática) ésta ejerce una fuerza sobre los elementos del troquel, provocando que la pieza superior (punzón) encaje sobre la inferior (matriz). Como consecuencia se produce el corte del material que se ha interpuesto entre ambas piezas.



Figura 23 Troquel.

2.5.1 Clasificaciones de un troquel

Un troquel se clasifica en simple, progresivo, compuesto y forjado.

Simples: en cada golpe de la prensa se realiza una única operación, con lo cual, si la pieza requiere más de una operación, se necesitarán varios troqueles para poder terminarla por completo. Estos troqueles son de baja productividad y se utilizan para fabricar piezas sencillas, como arandelas, accesorios, o partes pequeñas para electrodomésticos.



Figura 24 Troquel Simple.

Compuestos: están formados por varios punzones, dispuestos unos dentro de otros, de manera que un punzón es a la vez matriz respecto a otros punzones. Se corta una pieza completa en cada bajada del cabezal de la prensa, con una precisión constante. Se emplean para la producción de piezas con agujeros interiores que deben estar centrados con gran precisión (en un sólo golpe se corta el agujero y el perímetro exterior).



Figura 23 Troquel compuesto.

Progresivos: son troqueles complejos con los que la pieza se va conformando en varias fases o varios golpes de prensa; en cada fase se realiza una o varias operaciones sobre la chapa siguiendo una secuencia establecida. Los punzones están dispuestos en línea, y entran en acción de manera sucesiva a medida que la chapa avanza por el troquel; los primeros punzones cortarían las formas interiores mientras que los últimos cortarían el perfil exterior.



Figura 25 Troquel progresivo.

Forjado: Es un método de manufactura de piezas metálicas, que consisten en la deformación plástica de un metal, ocasionada por esfuerzos impuestos sobre él, esto puede ser por impacto o por presión. En el proceso, el metal fluye en la dirección de menor resistencia, así que generalmente ocurrirá un alargamiento lateral al menos que se le contenga. Para lograr de manera rápida la deformación, es necesario calentar el material a troquelar mediante una forja. (Moreno, 2023)



Figura 26 Troquel Forjado.

2.6 Factores a considerar en el diseño de un troquel.

La funcionalidad del troquel, en el que se ha de facilitar el acceso y sencillez para la colocación y extracción de las piezas a fabricar, el transporte del troquel para su instalación en la prensa, la reparación de las posibles averías que puedan darse y la sustitución de las piezas que por su desgaste sea preciso cambiar, lo cual va a facilitar su mantenimiento.

El aspecto económico, lo que incide en el uso de piezas y accesorios comerciales y normalizado_ (©BIRTLH, 2023)

El troquel consta de varias partes o elementos como:

- Porta troquel.
- Punzón.
- Piloto.
- Porta punzones.
- Sufridera.
- Placa inferior.
- Placa superior.
- Guías.
- Matriz.
- Pistones.
- Placa pisadora.
- Casquillos.
- Setas.
- Barras limitadoras o de ajuste.
- Placas paralelas.
- Cáncamos.

2.6.1 Porta troquel:

Son justamente los componentes que neutralizan las imperfecciones de alineamiento de la prensa, los esfuerzos por doblar y cortar el acero en el proceso de estampado. Esto aplica también en el otro extremo donde estas estampando acero muy delgado y cualquier imperfección en el alineamiento resulta en una pieza fuera de especificaciones. (MDL México S.A. de C.V, 2020)



Figura 26 Porta troquel.

2.6.2 Punzón:

Es un elemento de gran dureza que realiza un agujero en la pieza tienen la forma del orificio que se pretende usualmente circular. Son elementos normalizados si bien hay medidas que es preciso realizar específicamente. En este caso son cilíndricos y en la parte superior tienen una “cabeza” de mayor diámetro.

El punzón es la pieza que más desgaste va a tener por ello se van a desmontar con facilidad para poderlos rectificar o cambiar cuando ya no sean recuperables.

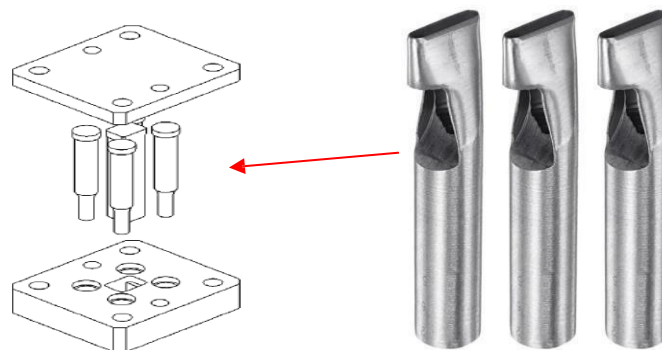


Figura 26 Punzón.

2.6.3 Piloto:

Los pilotajes son necesarios para el buen centrado y guiado de una banda y la repetibilidad de cada operación, en un troquel principalmente. Se realizan en el primer paso u operación del troquel. De esta manera, se centrará en cada paso posterior, hasta la finalización y separación de la pieza respecto a la banda. En función a la dimensión de la banda, se puede realizar uno o varios. (© SUA ESTUDIO , diciembre-2022)

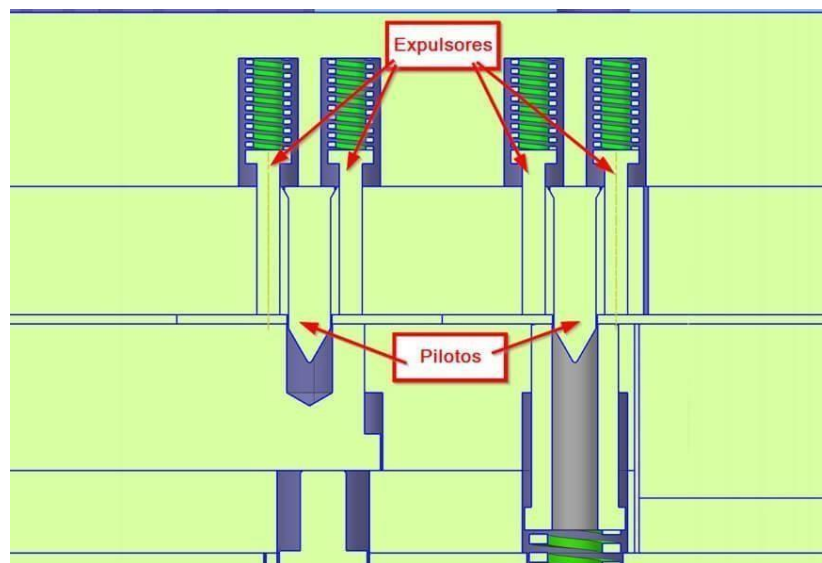


Figura 26 Piloto.

2.6.4 Porta punzones:

Es la pieza en la que se ubica el punzón determinando su correcta posición y aportando rigidez de modo que no sufran pandeo ya que al ser relativamente largos y los esfuerzos tan grandes podrían verse afectados.

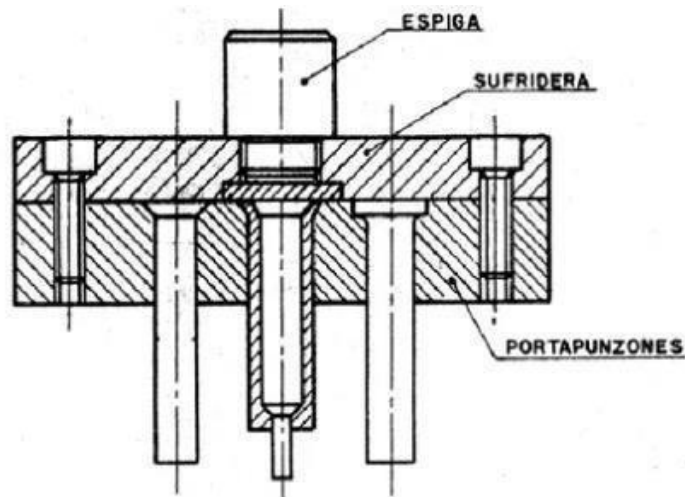


Figura 27 Porta punzones.

2.6.5 Sufridera:

Entre el porta punzones y la placa se coloca una placa más fina de gran dureza que es la que transmite el esfuerzo a la cabeza del punzón y evita el deterioro de la placa.

(©1library, 2020)



Figura 27 Sufridera.

2.6.6 La placa inferior:

Se fija mediante pernos que se introducen por las guías de la mesa de la prensa y por los agujeros realizados al efecto en la placa. En ella se fija la matriz y las columnas guía.

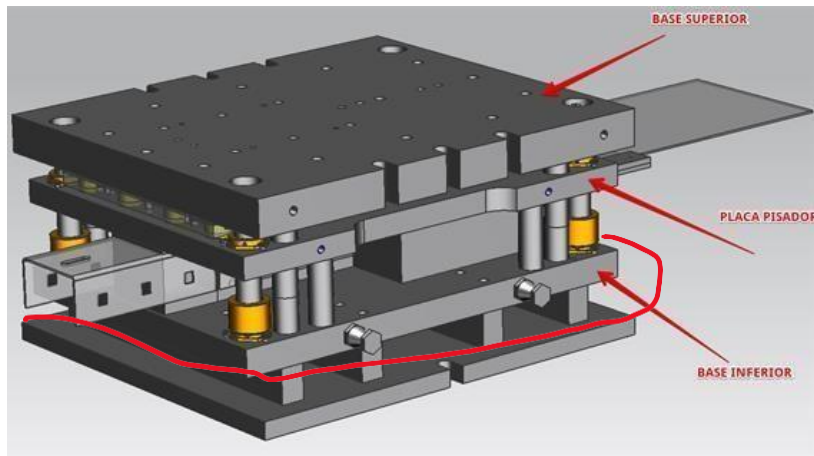


Figura 28 Placa Inferior.

2.6.7 La placa superior:

Ha de anclarse en la parte superior de la prensa o carro mediante pernos que se introducen por las guías de la prensa y las diseñadas al efecto en la placa. Sobre ella se sitúan las herramientas que actuarán sobre la pieza y los pistones. Se ha de tener en cuenta que las columnas guía han de pasar a través de la placa y deben librar la prensa en su posición más desfavorable. (Garcia, 2020)

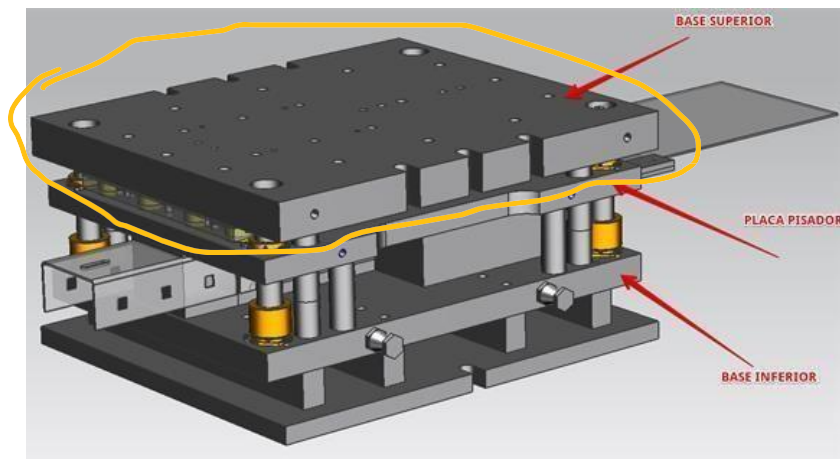


Figura 29 Placa Superior.

2.6.8 Columnas guía:

El guiado de las placas es una faceta importante ya que para que realicen las placas superior y pisadora su desplazamiento con precisión se disponen columnas o placas de guiado que se fijan en la placa inferior. Por consiguiente, el ajuste es con apriete y se suelen introducir incrementando la temperatura en la placa inferior. En las otras ha de haber juego y para evitar su deterioro y facilitar el deslizamiento se colocan casquillos.

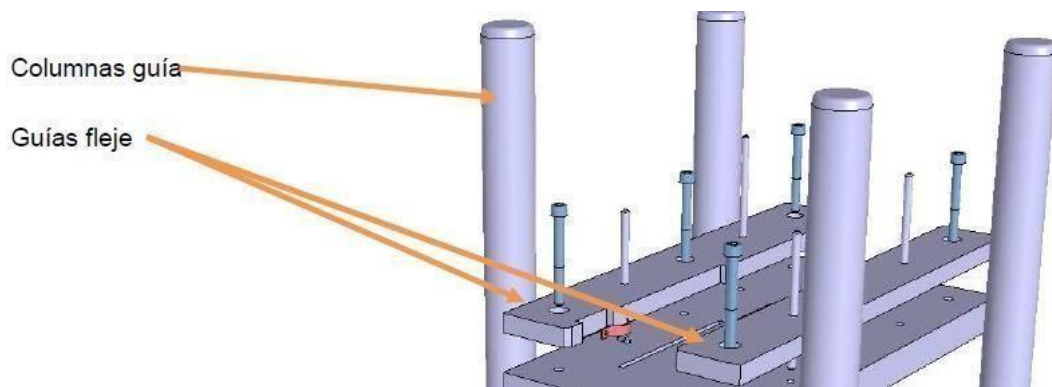
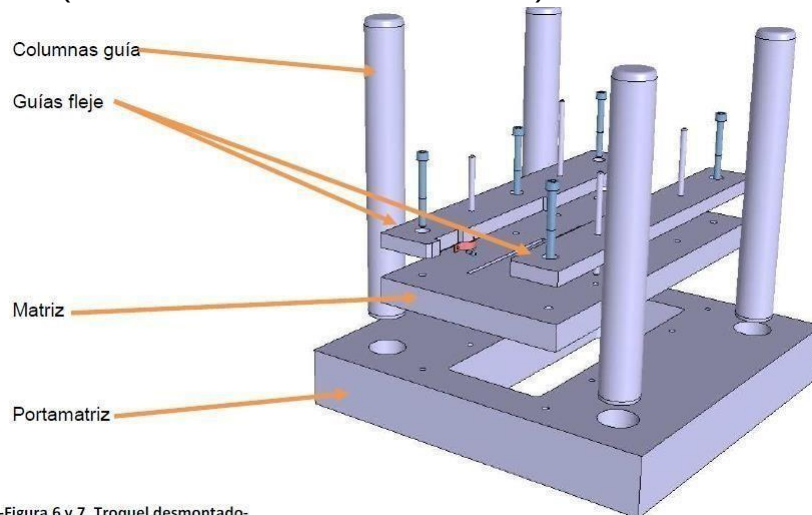


Figura 30 Columnas guía.

2.6.9 Matriz:

Es un elemento básico del troquel en la que se coloca la pieza para el punzonado. Tiene la forma negativa de la pieza y se apoya sobre la placa inferior intercalándose una sufridera. (© SUA ESTUDIO , octubre-2021)



-Figura 6 y 7. Troquel desmontado-

Figura 31 Matriz.

2.6.10 Pistones:

Son resortes neumáticos consistentes en un vástago telescópico que se mueve por el interior de un cilindro que contiene nitrógeno a presión. El resorte neumático es un muelle de bajo coeficiente que ofrece autonomía de funcionamiento al no requerir una instalación neumática ni canalizaciones con fluidos a presión. Se instalan entre la placa superior y la pisadora y su función es cuando desciende la prensa comprimir la placa pisadora fijando la pieza antes de que actúen los punzones (o herramientas) y cuando asciende mantener fija la pieza mientras salen los punzones. La fuerza de extracción es del orden del 5 al 10% de la de punzonado.

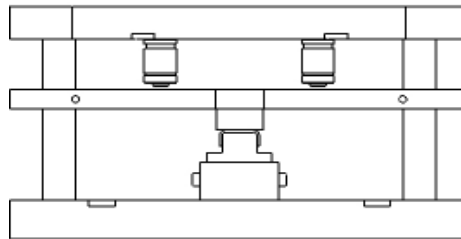


Figura 32 Pistón.

2.6.11 La placa pisadora:

Va entre las anteriores y su función es fijar la pieza a la matriz antes de que baje totalmente la prensa y actúen las herramientas de corte doblado u otras que pasan a través de ella y lo hagan de forma precisa. En el proceso de ascenso de la prensa tiene la importante función de evitar que la pieza sea arrastrada por las herramientas que han actuado sobre ella. Para ello se colocan unos pistones que mantienen la placa pisadora sobre la pieza durante un tramo del ascenso. (Molduras de Lámina © , 2023)

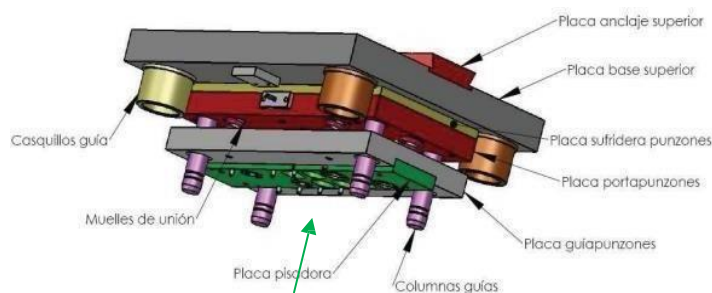


Figura 33 Placa pisadora.

2.6.12 Casquillos:

Son piezas de forma cilíndrica que se fijan a la placa con un ajuste con apriete suave y con unas bridas para que no se salgan con el uso. El ajuste con la columna es con juego. Para facilitar el desplazamiento pueden tener nódulos de grafito o bolas.

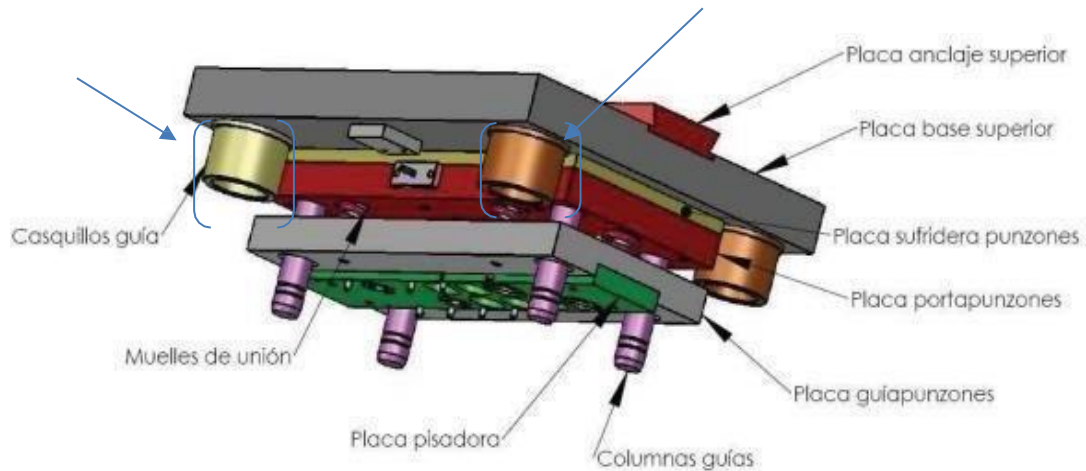


Figura 34 Casquillos.

2.6.13 Setas:

Son piezas que se colocan en los lugares susceptibles de rotura como son los de contacto del vástago del pistón con la placa pisadora. Se realizan con aleaciones que soporten bien los golpes y se colocan de modo que se puedan sustituir con sencillez.

2.6.14 Barras limitadoras o de ajuste:

son componentes importantes en el diseño de troqueles utilizados en operaciones de estampado y embutición en la industria fabricante. Estas barras cumplen varias funciones esenciales para el funcionamiento eficiente y preciso de un troquel. (Samano, 2019)

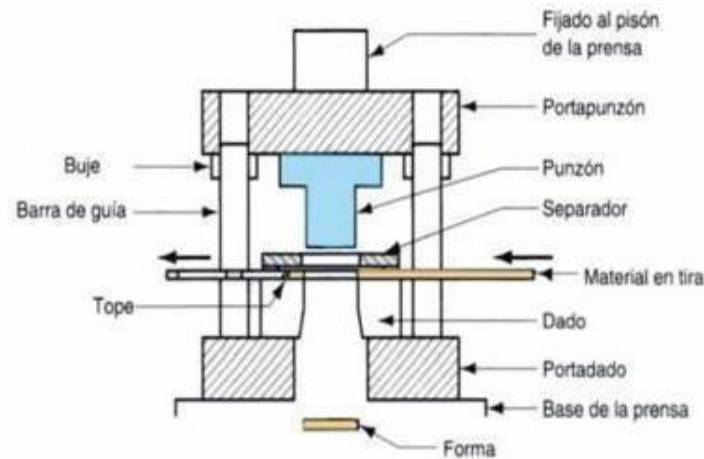


Figura 35 Limitador o tope.

2.6.15 Placas paralelas:

Son piezas utilizadas como base inferior y superior, la inferior será donde cacareamos el material, la superior será la que ejerce la fuerza necesaria para troquelar. (Jean Carlo Anedo, 25-mar-2017)

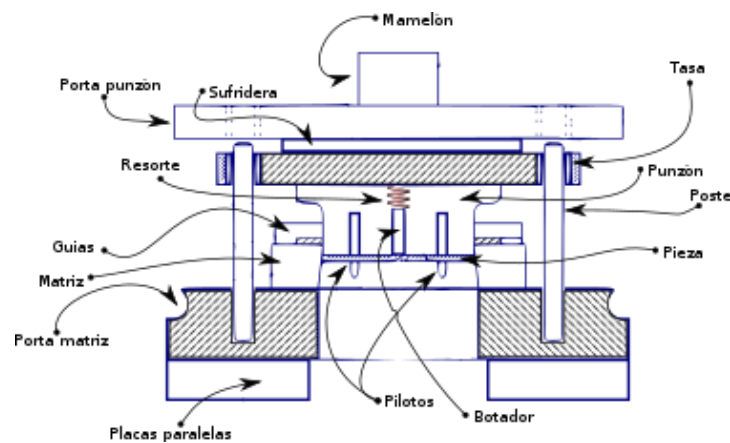


Figura 36 Placas paralelas.

2.6.16 Cáncamos:

Son elementos para el transporte de las placas del troquel. Se han colocado en la inferior y en la superior ya que son las más pesadas. En la pisadora se han practicado agujeros roscados en los que se enroscan tornillos que hacen la función de los cáncamos, a los que se amarran las eslingas. (©1library, 2020)

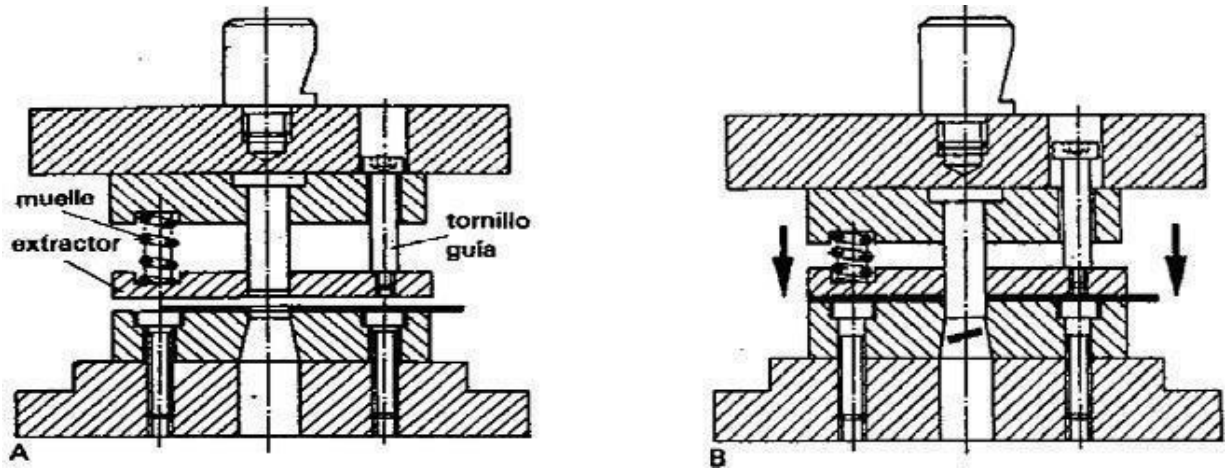


Figura 38 Cáncamos.

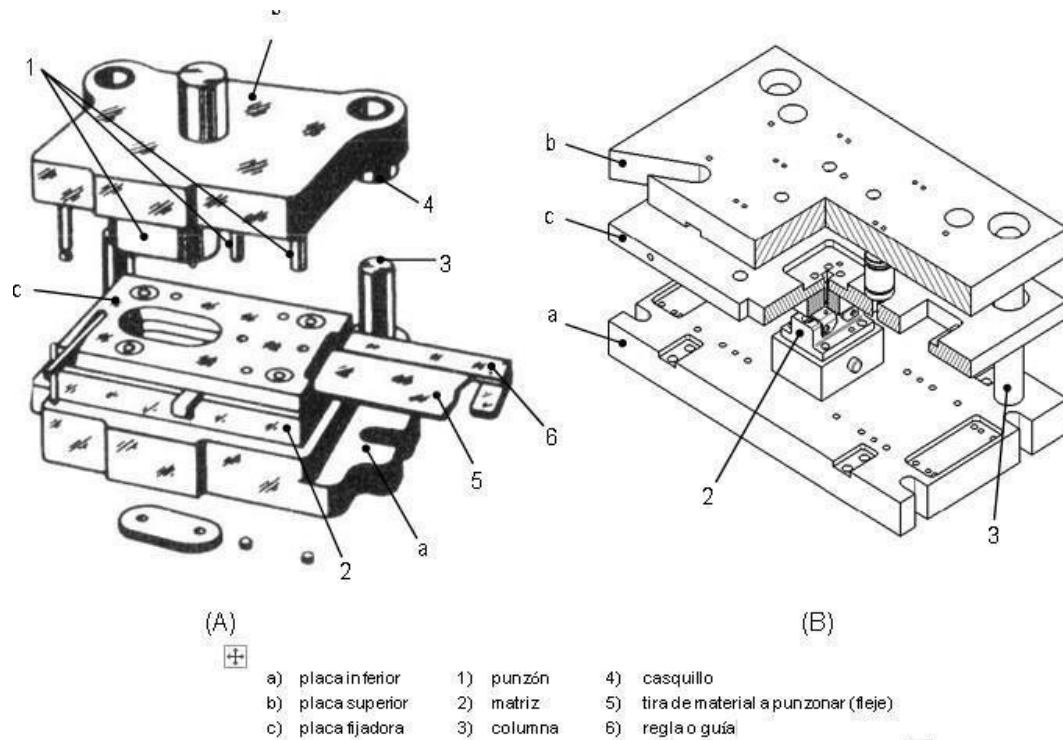


Figura 39 Ejemplo de troquel donde se muestran sus componentes

2.7 Ventajas y desventajas de los troqueles progresivos comparados con los troqueles simples.

VENTAJAS:

Mayor velocidad de producción y mayor número de piezas iguales a bajo costo.
Economía de material, menor desperdicio y mayor número de piezas por rollo.
Mayor seguridad en la operación.
Flexibilidad en la operación y menor cantidad de operarios y prensas.
Ahorro de espacio.
Operación automática.
Ahorro de tiempo en los montajes del troquel.
Mayor seguridad y comodidad en el manejo.
Reducción de gastos fijos.

DESVENTAJAS:

Mayor inversión en el costo de los troqueles
Mayor costo en el mantenimiento
Diseño más complicado
Se requiere de prensa y equipo especial en algunos troqueles. (© Nexttec Machinery, 04-mayo-2021)



Figura 40 Ejemplo de troquel simple vs progresivos.

2.8 Características y aplicaciones del troquelado de metales

La principal característica de las piezas metálicas troqueladas es que, con unas cuantas excepciones, el espesor de la pared es esencialmente el mismo en toda la pieza. Las piezas troqueladas terminadas son, algunas veces, bastante complicadas en forma, con muchas salientes, brazos, agujeros de varias formas, huecos, cavidades y secciones levantadas.

En todos los casos, el espesor de la pared es esencialmente uniforme. No se realizan repujados gruesos del tipo que se encuentra en muchos vaciados, los troquelados se llevan a cabo en espesores que varían desde 0.025 mm hasta 9 mm de espesor. El tamaño de las piezas troqueladas va desde la más pequeña usada en los relojes de pulsera, hasta los, grandes tableros empleados en camiones o aviones.

El ingeniero de diseño debe tener presente el borde característico de una pieza troquelada, especialmente si incluye superficies de rozamiento o si, por apariencia u otras razones, se requieren bordes tersos.

El diseñador también debe estar consciente de las rebabas que quedan en un lado de las piezas troqueladas y ser cuidadoso al diseñarlas, con objeto de poder removerlas con facilidad o que no interfieran con las subsecuentes operaciones o funcionamiento. (Gamocard ©, 2023)

2.8.1 Recomendaciones para diseño.

Utilización del material, las piezas deben diseñarse para lograr el máximo aprovechamiento del material. Las formas que pueden acomodarse muy juntas son mejor que las que tienen que espaciarse sobre el material. Una pieza en forma de L se acomoda mejor que una en forma de T.

Este aprovechamiento del material también requiere una estrecha comunicación entre el diseñador y el fabricante de troqueles, o cuando menos la habilidad del diseñador para visualizar una distribución como lo haría el fabricante de troqueles.

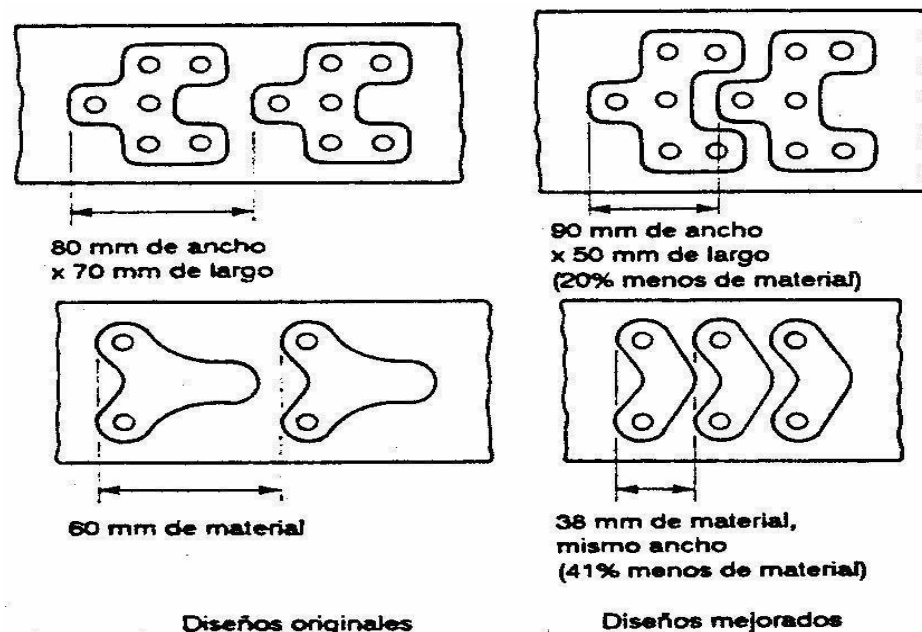


Figura 41 ejemplos de piezas para permitir un mejor acomodo de las planillas y, en consecuencias, un mejor aprovechamiento del material.

También debe considerarse el aprovechamiento de las porciones sobrantes para producir piezas adicionales. En el caso de grandes proyectos, muchas piezas requerirán el mismo espesor y material. Al diseñar una pieza pequeña a partir de un pedazo de material remanente del recorte de una pieza más grande, el diseñador ahorra material. En estos casos, deben hacerse las anotaciones pertinentes en el dibujo para proporcionar la información al personal de manufactura. La figura 9 presenta un ejemplo de este tipo de casos. (©Runsom Precision, 2023)

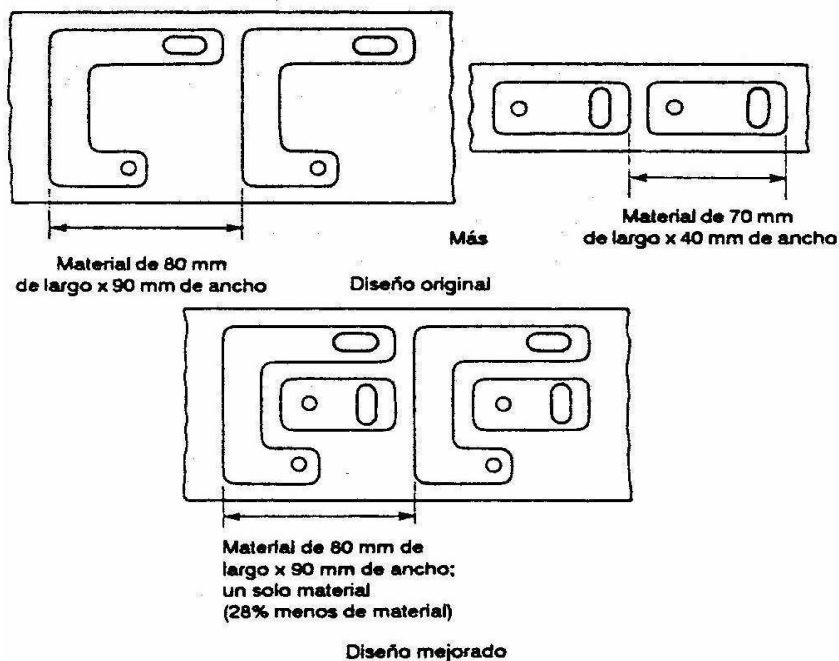


Figura 42 rediseños pequeños permiten que una pieza pueda cortarse del material sobrante del recorte de otra pieza

2.9 Doblado y curvado

El doblado y curvado, son procesos de conformación de chapa metálica que se realizan por deformación en frío del material, y en los que a partir de una chapa plana se obtiene una pieza de superficie desarrollable (que puede extenderse o abrirse sobre un plano) con uno o varios pliegues.

La diferencia entre el doblado y el curvado reside básicamente en el valor del radio de curvatura del pliegue, mayor en el curvado.

El radio de curvatura: Se recomienda que el radio de curvatura interior sea mayor o igual que el espesor de la lámina con el fin de no estirar excesivamente la fibra exterior causando su ruptura.



Figura 43 Características del radio de materiales de acero

2.9.1 Tipos de doblado

Cualquier operación de doblado, por muy complicada que sea, siempre puede descomponerse en operaciones sencillas de:

Doblado en U.

Doblado en V.

Doblado en L, o en ángulo recto.

2.9.2 El doblado en "U"

Es una operación común en el procesamiento de chapa metálica, especialmente en la fabricación de piezas donde es necesario formar ángulos rectos o curvas en la chapa.

El doblado en "U" implica la deformación plástica de una chapa metálica para formar una geometría en forma de "U". Este proceso se realiza en gran medida en una prensa o máquina de doblado que utiliza un troquel para dar forma a la chapa.

(© SUA ESTUDIO , octubre-2021)



DOBLADO

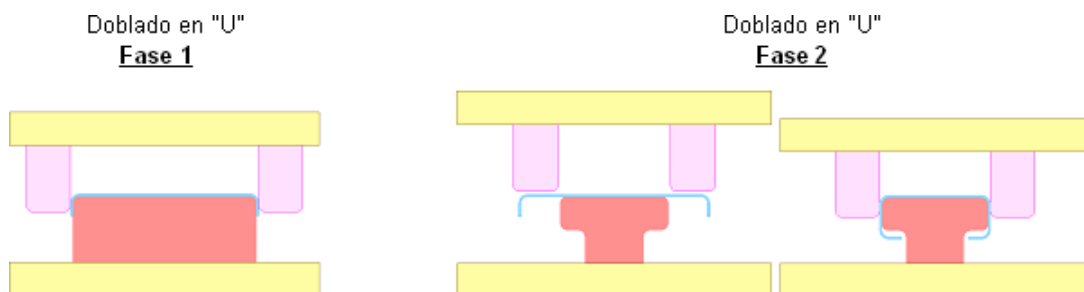


Figura 44 Doblado en "U".

2.9.3 El doblado en "V"

El doblado en V, también conocido como plegado en V o doblado en matriz V, es un proceso comúnmente utilizado en la fabricación de piezas de chapa metálica, especialmente en la producción de componentes para la industria de la chapa metálica y la fabricación de estructuras. (Martínez, 18-agosto-2013)

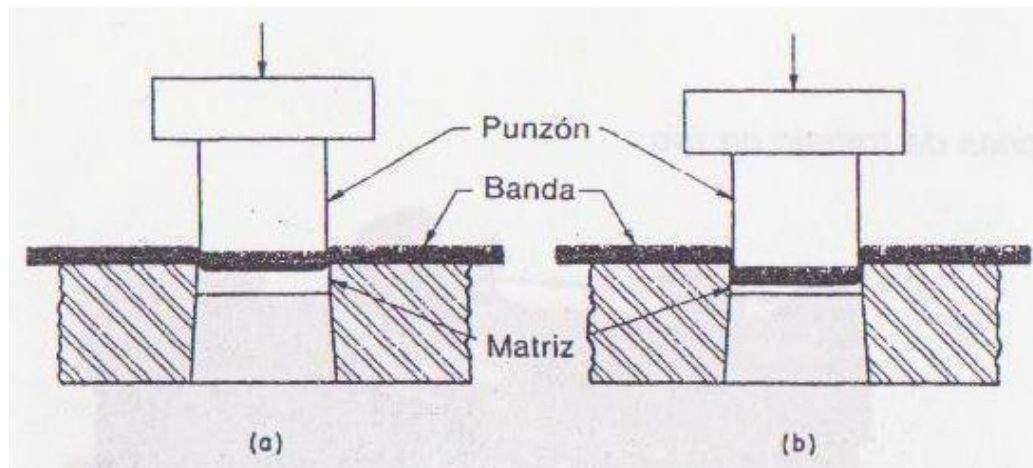
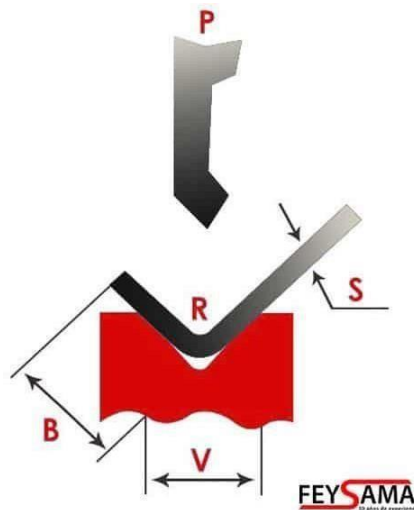


Figura 45 Doblado en "V".

2.9.4 El doblado en "L" o Angulo recto

El doblado en L es un proceso de conformado utilizado en la fabricación de láminas metálicas para producir piezas con una forma de ángulo recto en forma de "L". Este proceso es común en la industria de la chapa metálica y se realiza con máquinas dobladoras, también conocidas como prensas plegadoras o frenos de prensa.

El doblado en L para troqueles:

Preparación de la Chapa: El proceso comienza con una pieza plana de chapa metálica que se coloca en la máquina dobladora.

- Ajuste de la máquina: La máquina dobladora se ajusta para determinar la longitud del doblé y el ángulo deseado.
- Doblar: La máquina aplica fuerza para doblar la chapa a lo largo de una línea específica, creando así la forma de ángulo recto característica de la letra "L".
- Troquel Superior e Inferior: En el proceso de doblado en L, se utilizan troqueles superiores e inferiores en la máquina. El troquel superior desciende sobre la chapa, forzándola hacia el troquel inferior, que tiene la forma deseada para el doblé en L.
- Ángulo de Doblez: El ángulo formado por la pieza doblada, compuesto 90 grados en el caso del doblado en L, puede variar según los requisitos del diseño.
- Radio de Curvatura: Es importante considerar la radio de curvatura, que afecta la calidad del doblé. Una radio más pequeña generalmente implica una mayor complejidad y puede requerir equipos especializados. (©Runsom Precision, 2023)

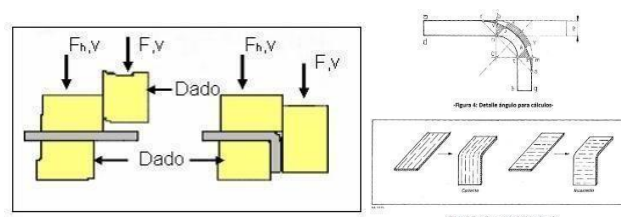


Figura 46 Doblar en "L".

CAPITULO 3

DESARROLLO

3.0 Diseño

En el siguiente boceto se ilustra la idea de un troquel progresivo el cual contiene piezas relacionadas con las partes de los troqueles antes mencionadas, así como la funcionalidad, destacando componentes diseñados para optimizar principalmente el sistema de la maquina a fabricar tomando en cuenta algunos tipos de acero para su fabricación.

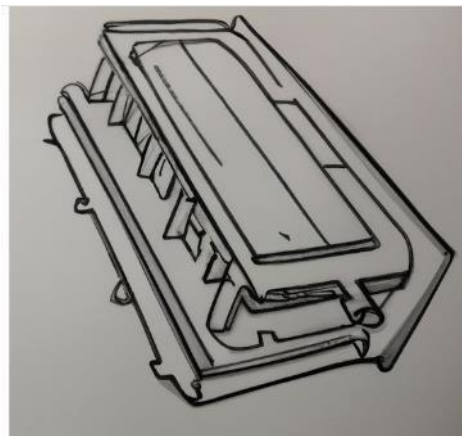


Figura 47 boceto de un troquel progresivo

3.1 Diseño realizado del boceto propuesto

A continuación, se visualizará el desarrollo de un troquel progresivo con sus medidas a escala, las medidas definidas son las que corresponden originalmente a el diseño final.

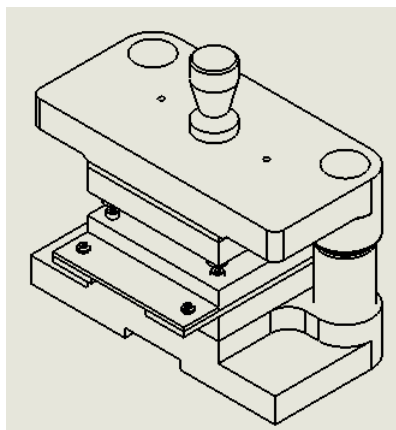


Figura 48 Diseño en CAD de troqueladora progresiva.

3.2 Diseño en CAD SolidWorks

El Diseño en CAD muestra una estructura basada en tipos de acero con medidas de dimensiones a escala, así como cada vista presentada proporcionando las medidas en mm las cuales pueden ser escalables a medidas requeridas por el usuario.

En la figura 49 y 50 se observa el diseño 3D en SolidWorks.

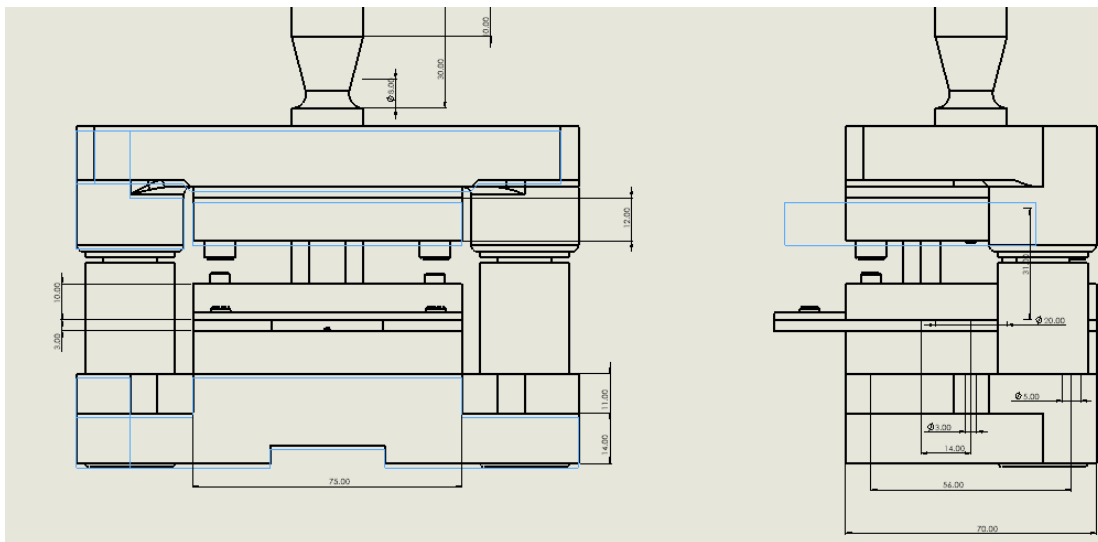


Figura 49 vista frontal v lateral.

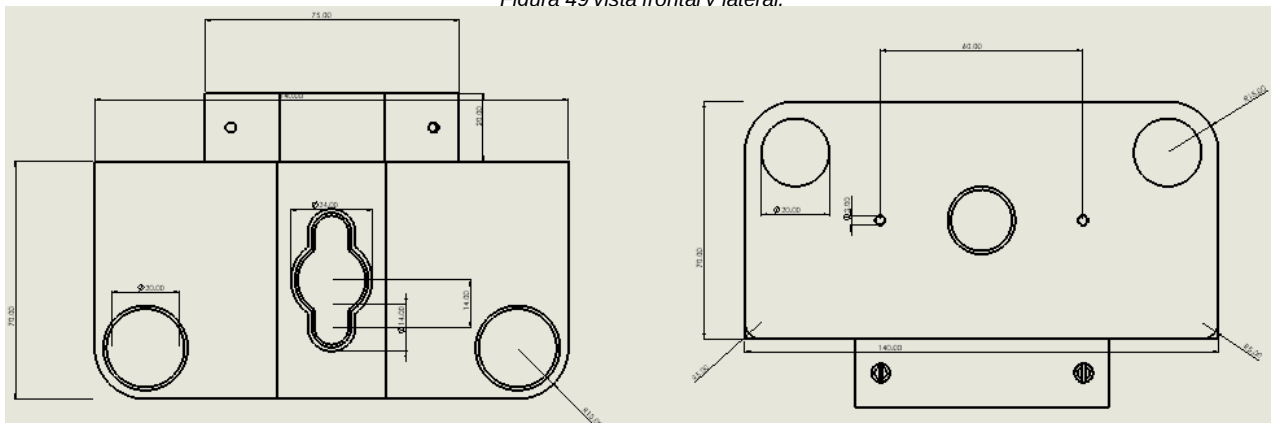


Figura 50 vista superior e inferior.

3.3 Desarrollo de cada pieza individual que conforma el troquel.

Para realizar el desarrollo de una troqueladora progresiva se diseñó para una producción eficiente y precisa, este dispositivo avanzado permite realizar múltiples operaciones de corte y conformado de forma progresiva en una sola pasada.

3.4 Capacidad.

Su capacidad para trabajar con alta velocidad y repetibilidad lo convierte en una opción crucial para la fabricación en serie, ofreciendo un rendimiento optimizado en la producción de piezas metálicas complejas con tolerancias ajustadas.

3.5 Desarrollo del diseño de la base inferior.

Como primer paso para realizar la base inferior de un troquel utilizamos un plano de vista frontal, posteriormente se realizó un rectángulo colocando líneas de referencia, posteriormente se generaron dos circunferencias que darán el diseño de la pieza de corte acotando cada una de las partes.

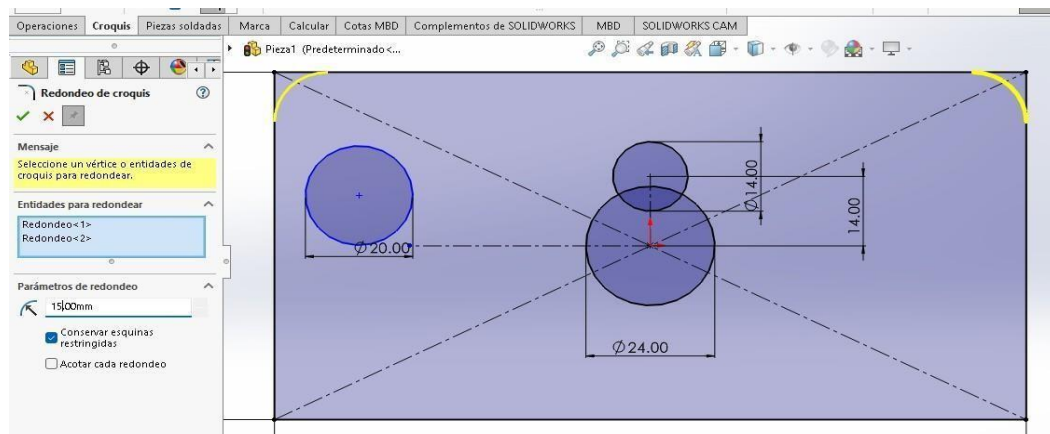


Figura 51 plano frontal forma de la base

En los círculos anteriormente hechos se dispone a usar la herramienta de recortar entidades, para cortar el sobrante de nuestros círculos y darle forma a el molde de nuestra pieza a maquinar, luego se utiliza la herramienta de simetría de identidades y seleccionamos nuestras circunferencias tomando de referencia la linea horizontal respecto al origen.

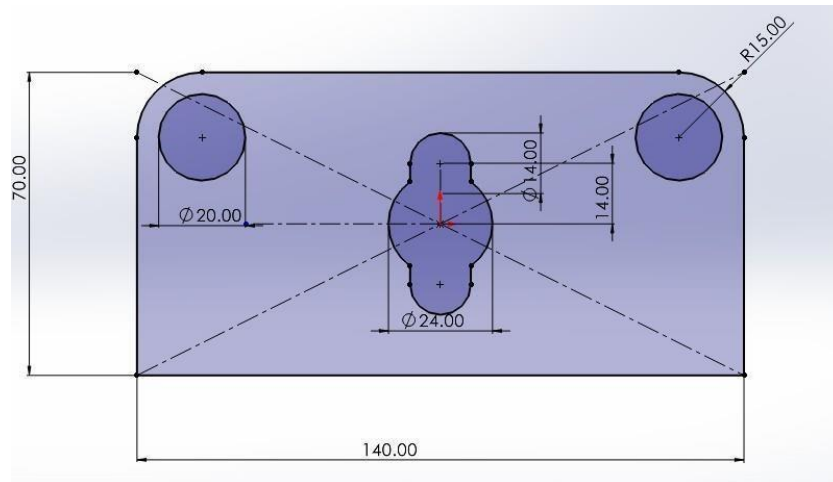


Figura 52 simetría de entidades.

Posterior a esto se hizo una extrucción de la pieza de 14 mm generando los barrenos para la columna y creando nuevamente un plano de croquis sobre la cara frontal de la base, se realiza simetría de entidades para evitar el generar nuevamente cotas, otorgando así una simetría típica de ambos lados.

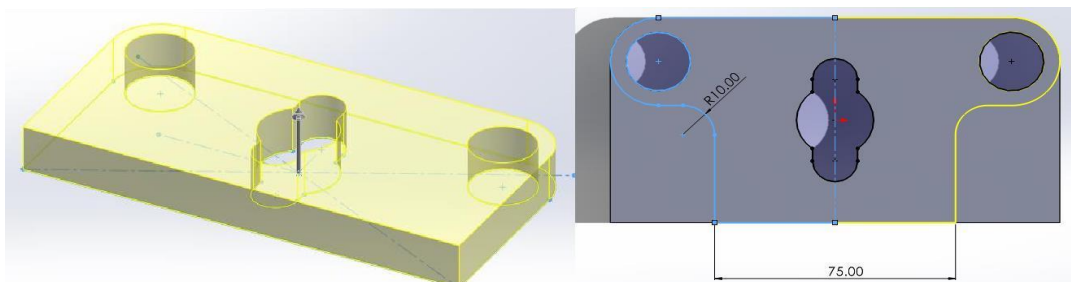


Figura 53 extruccion.

Para finalizar con nuestra pieza nuevamente nos posicionamos sobre la cara frontal de la base y se crea un croquis donde se trabajará con la herramienta de taladro para generar barrenos los cuales serán ocupado por tornillos de sujeción, se crea un redondeado a nuestra base principal, siguiendo el barrenado para los tronillos o pernos se realiza nuevamente la simetría de entidades dándole cotas dependientes de la línea horizontal de referencia ante el origen.

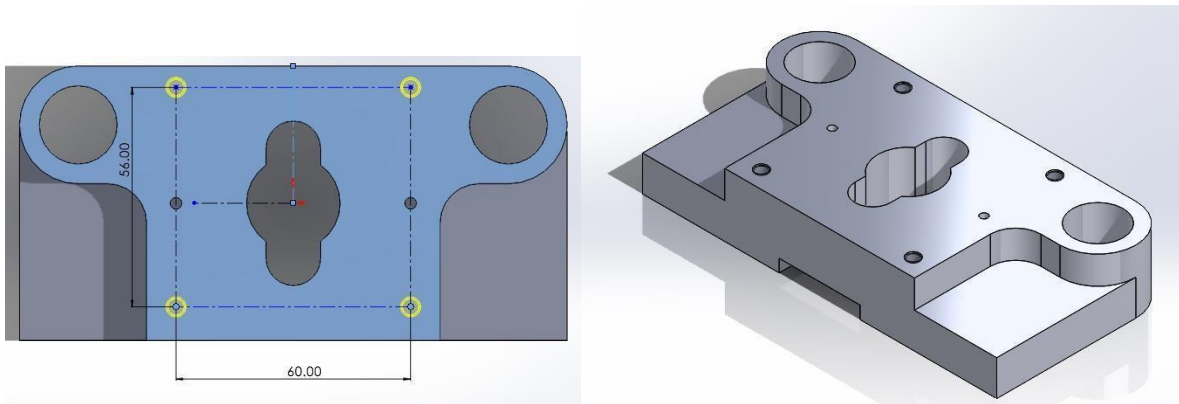


Figura 54 base inferior

3.6 Desarrollo del diseño de la Placa matriz.

Para la placa matriz se procedió a realizar su modelo en un plano lateral, realizando un rectángulo en el origen, posteriormente se colocan circunferencias proporcionando las cotas correspondientes generamos simetría de entidades seleccionando las 3 circunferencias y se procede a extruirlo.

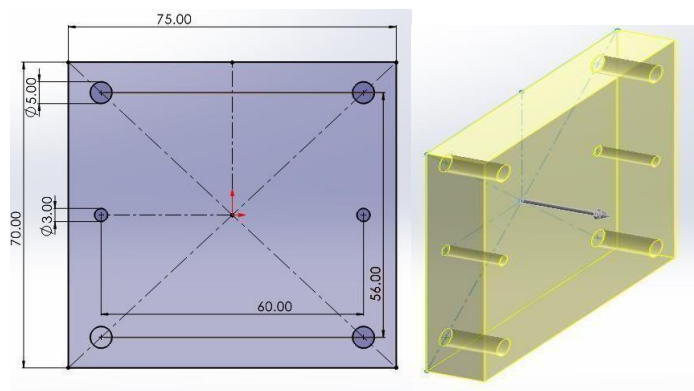


Figura 55 modelado placa matriz simetría de entidades.

Nuevamente al extruir la pieza nos posicionamos en la cara frontal y hacemos un croquis nuevo sobre la cara, ahora realizaremos las circunferencias con las medidas mostradas en la figura 56 se procede a utilizar la herramienta de recortar entidades y eliminamos el sobrante de líneas, posterior a esto se genera una simetría de entidades con respecto a la horizontal del punto de origen y se hace una extrucción de corte de 2.5 mm de profundidad, generamos un corte pasante de 5 grados, nuevamente nos posicionamos en la cara frontal haciendo un corte de 2mm y al finalizar elegimos el tipo de material que en este caso es acero 1045

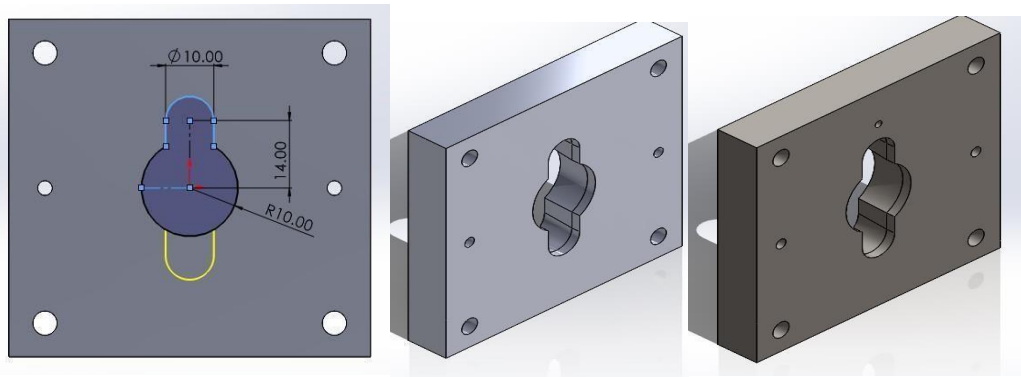


Figura 56 placa matriz

3.7 Desarrollo del diseño de Porta Punzón.

El desarrollo del porta punzón tiene una similitud con el proceso de modelado de la placa matriz, primero se genera la base rectangular y posterior a ello se empieza a trabajar sobre el plano frontal de la cara de la base realizando las circunferencias del molde para el maquinado.

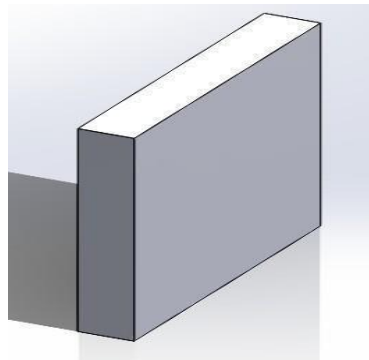


Figura 57 placa base del porta punzón

Iniciamos a posicionarnos en la cara frontal y creamos croquis nuevo, colocamos las circunferencias utilizando la herramienta de simetría de entidades generamos con respecto a la horizontal de nuestra line de referencia respecto al origen y acotamos, a continuación, se hace un corte de 9mm a 45 grados.

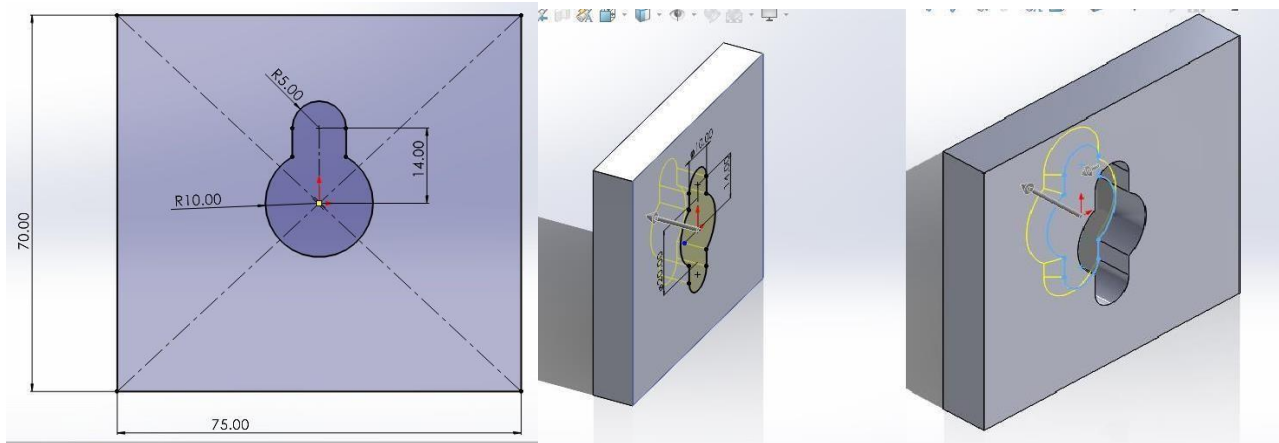


Figura 58 extruccion de corte.

Ahora vamos a utilizar la herramienta de taladro para ello nos dirigimos a la cara frontal y creamos un croquis en el para generar los barrenos para la sujeción de los pernos y utilizamos nuevamente la simetría de entidades respecto a la horizontal del punto de origen otorgando las cotas correspondientes, una vez realizado esto salimos del croquis y seleccionamos el material que en este caso fue el Acero AISI 1020.

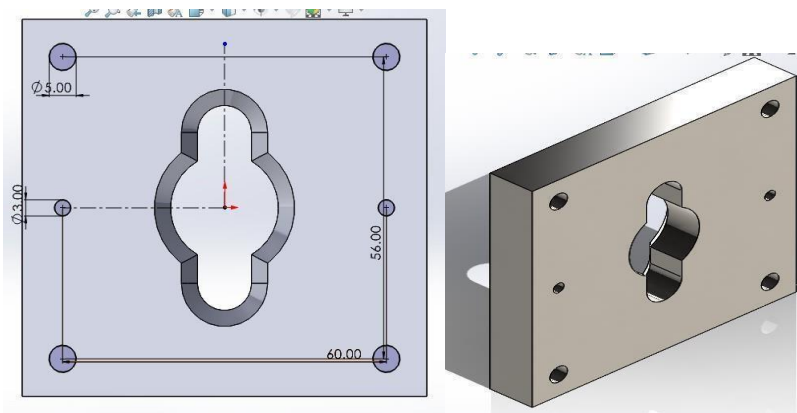


Figura 59 Porta punzón.

3.8 Desarrollo del diseño de la Placa matriz de choque.

Para desarrollar esta pieza, tiene las mismas medidas que el porta punzón con un espesor de 3mm esta pieza no contiene barrenados en el centro sin embargo volvemos a utilizar la herramienta de simetría de entidades para realizar sus dos lados barrenados seleccionando las figuras a duplicar, acotamos y esta simetría va con respecto a la horizontal de nuestra línea de referencia conforme al punto de origen.

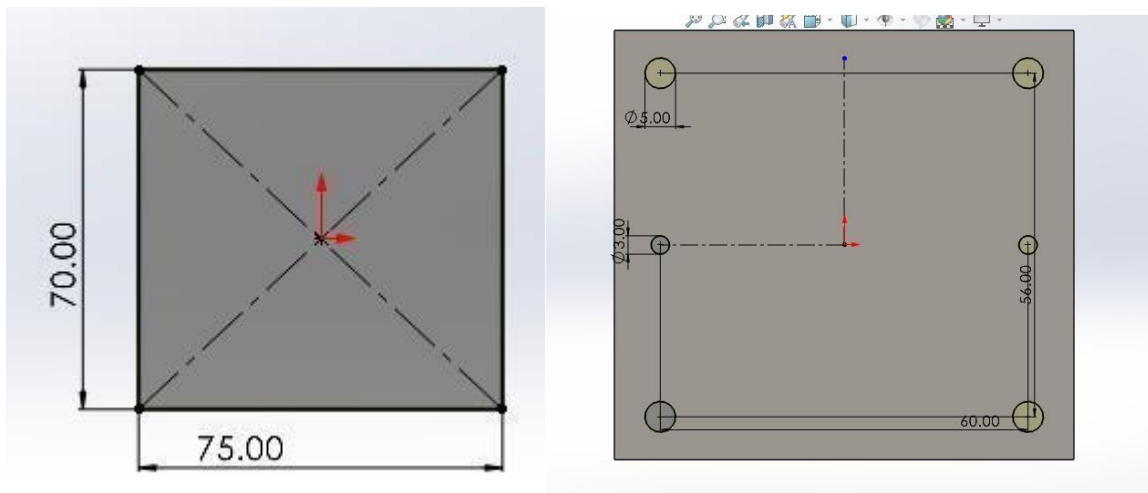


Figura 60 simetría de entidades placa matriz de choque.

Posterior a ello se extruye la pieza y se le aplica el material de Acero 1045

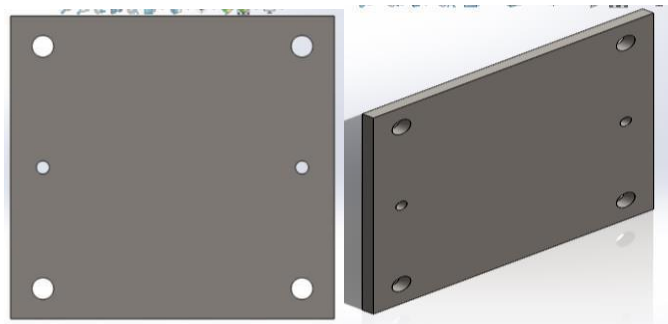


Figura 61 matriz de choque.

3.9 Desarrollo del diseño de la Placa Guía.

Para el desarrollo de la placa guía hacemos un rectángulo desde el origen y generamos nuestras 3 circunferencias colocándolas en la parte derecha de la pieza acotando respecto a las líneas de referencia, con un espesor de 5mm, después se procede a la extruccion de la pieza con un espesor de 3mm como se muestra en la figura 62.

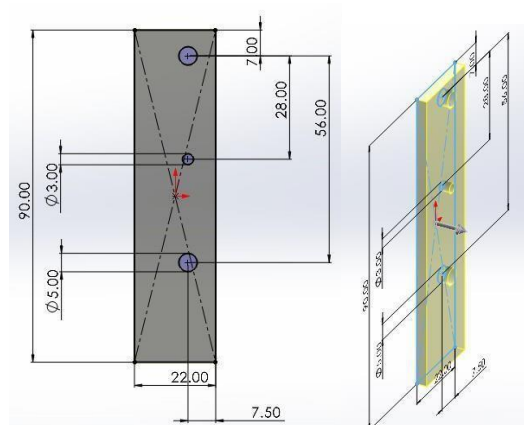


Figura 62 extrucción de placa guía.

A continuación, aplicamos la herramienta de asistente de taladro y seleccionamos una rosca métrica con el paso de m3 .05, elegimos la cara frontal y hacemos una perforación con una distancia de 10mm y 7mm para este caso aplicaremos un Acero 1010.

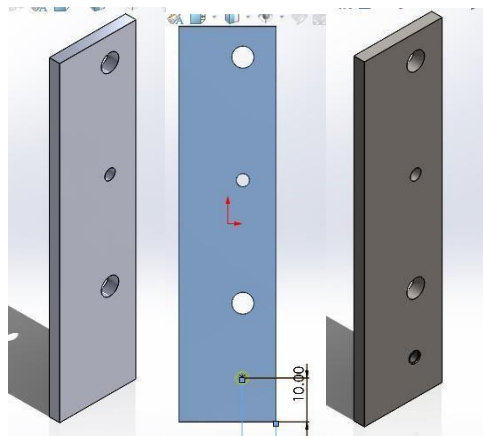


Figura 63 Placa guía.

3.10 Desarrollo del diseño Guía flotante.

Para esta pieza seleccionamos un croquis de plano frontal y realizamos un rectángulo desde el centro de 75mm x 20mm, posteriormente extruimos la pieza como se muestra en la figura 64.

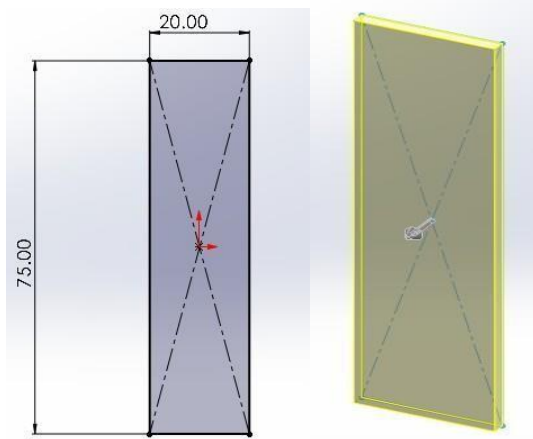


Figura 64 extrucción de la Guía flotante.

Después seleccionamos la herramienta de asistente de taladro y aplicamos una rosca métrica M3 0.5 y le proporcionamos dimensiones de 60mm tomando en cuenta la distancia de cada barreno al centro de 30 mm por lado, en este caso aplicamos un Acero 1010.

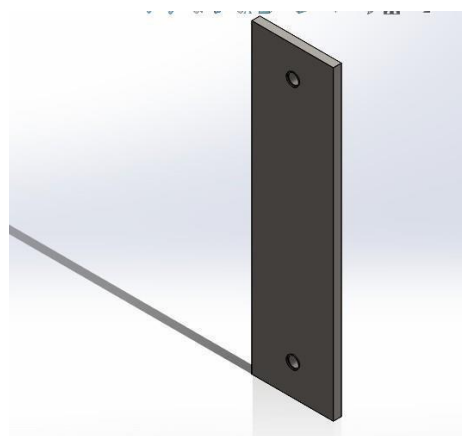


Figura 65 Guía flotante.

3.11 Desarrollo del diseño la Columna.

Para el desarrollo de esta pieza seleccionamos el plano de vista superior y colocamos un diámetro acotándolo con 20 mm y extruimos de 5mm del centro hacia afuera en una extrucción media.

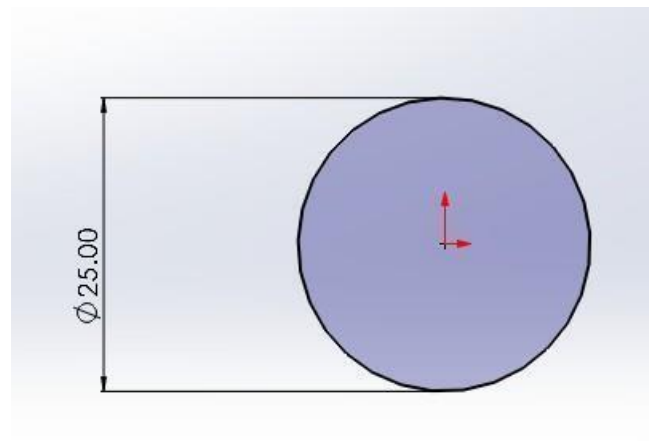


Figura 66 plano de diametro de columna

Ahora seleccionamos la vista frontal y hacemos un croquis , en el centro genermos dos rectangulos acotandolos y haciendo relacion de posicion verticalmente con una distancia de la linea vertical de referencia en el punto de origen de 15 mm y posteriormente hacemos un corte de revolucion como se muestra en la figura 67.

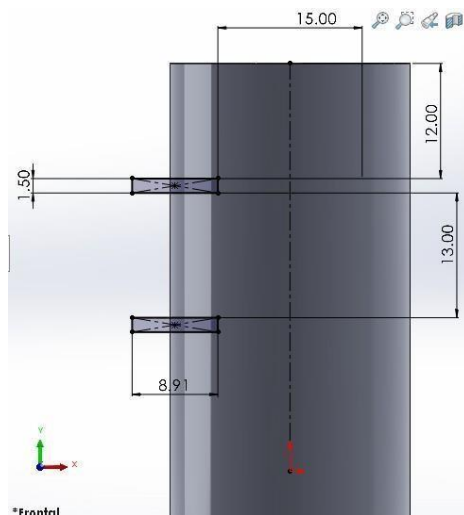


Figura67 corte revolución

Despues de realizar un corte por revolucion hacemos un chaflande un radio de 2mm y por debajo hacemos otro chaflan de 1mm , por ultimo aplicamos un material de Acero 1020 .

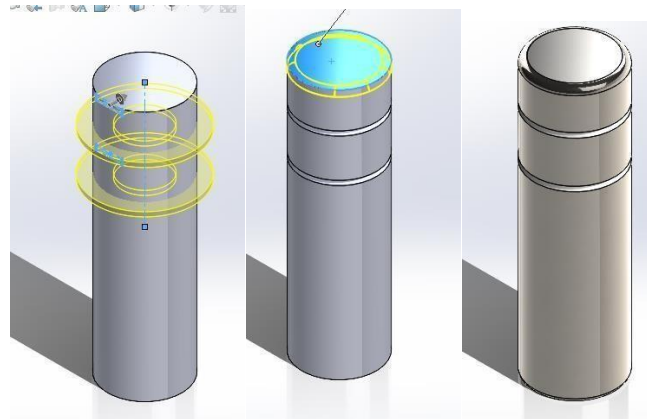


Figura 68 columna.

3.12 Desarrollo del Punzón.

Para el desarrollo del punzón generamos nuestro croquis en una vista alzada y conforme al punto de origen hacemos dos líneas de referencia horizontal y vertical, estas nos servirán de guía y como punto de relación para las cotas, generamos dos diámetros y acotamos uno de 20mm y el segundo de 10mm con una distancia de 14 mm como se muestra en la figura.

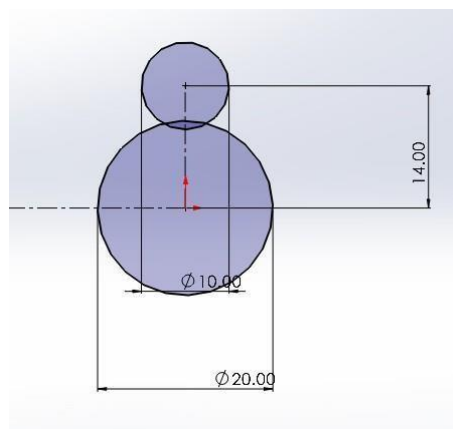


Figura 69 plano del punzón

A continuacion se utilizara la herramienta de recortar entidades y al eliminar el sobrante de lineas seleccionaremos la herramienta de simetria de entidades respecto a la horizontal del punto de origen , posterior a ello se estruye la pieza a 31mm como muestra la figura.

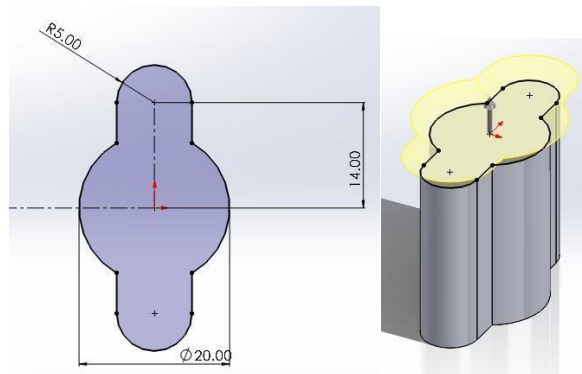


Figura 70 extrucción de punzón

Por ultimo , nos posicionamos en la cara frontal del punzon y seleccionamos la opcion de convertir entidades y elegimos la cara , se procedera a extruir 3mm con 45 grados hacia el exterior y se aplica el material de Acero 1020.

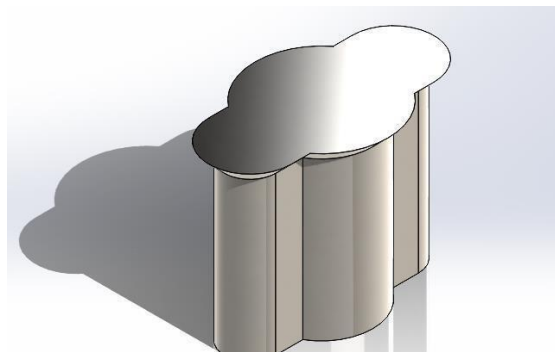


Figura 71 punzón.

3.13 Desarrollo de la Base superior.

Para el desarrollo de la base superior lo trabajaremos en un plano frontal y comenzaremos con un rectángulo desde el centro acotando con nuestras líneas de referencia teniendo una distancia de 60mm del diámetro pequeño hacia la vertical de referencia.

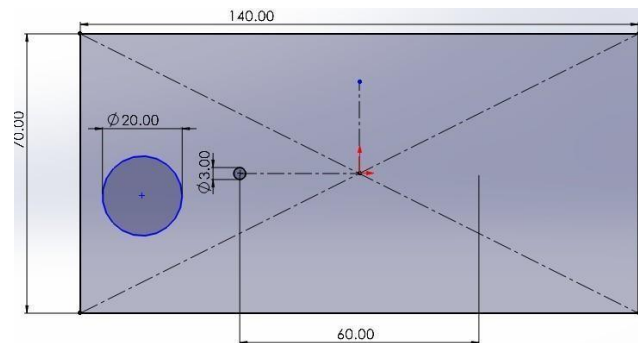


figura 73 plano de la base superior

Ahora haremos un radio de 15 mm de redondeo en la parte inferior y en la parte superior se hará redondeo de 5mm, creamos una simetría de entidades de ambas circunferencias y extruimos la base por un espesor de 15mm.

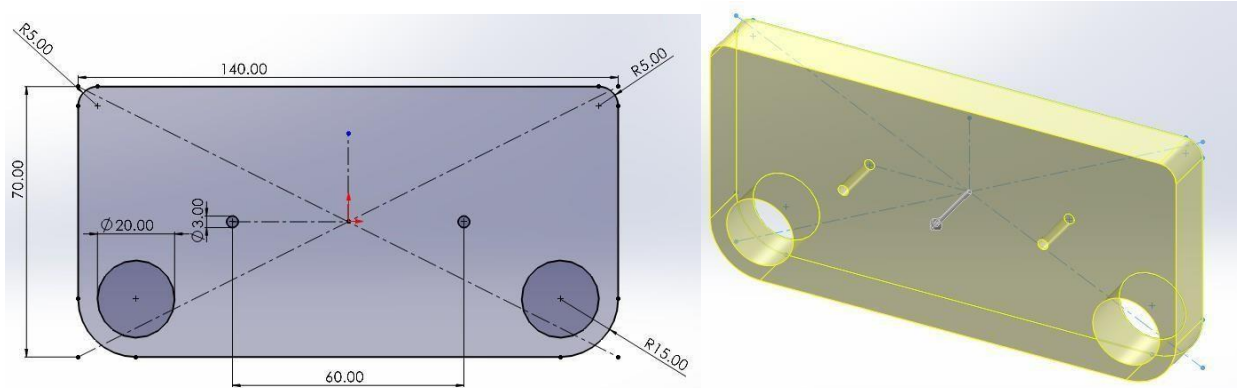


Figura 74 extrucción de la base superior

Posteriormente se seleccionara la cara principal y se realizara un croquis haciendo una linea de referencia, desde nuestro diametro creamos la figura que se muetsra en la imagen y se genera nuevamente una simetria de entidades seleccionando toda la figura con respecto a la horizontal del punto de origen.

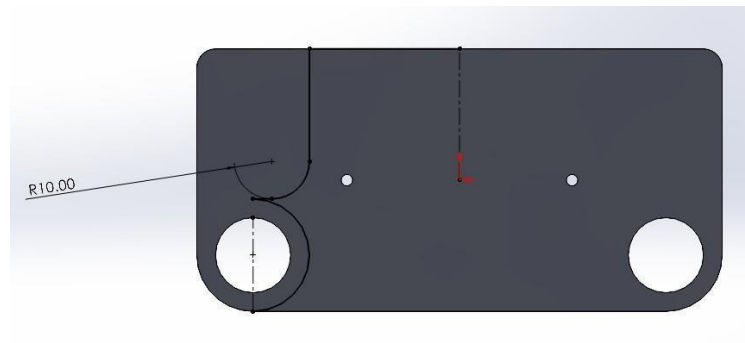


Figura 75 simetria de entidades de base superior

Ahora extruimos 2mm y se seleccionara la cara frontal nuevamente haciendo 2 circunferencias con las mismas medidas convirtiendolas ensimetria de entidades y extruimos los diametros.

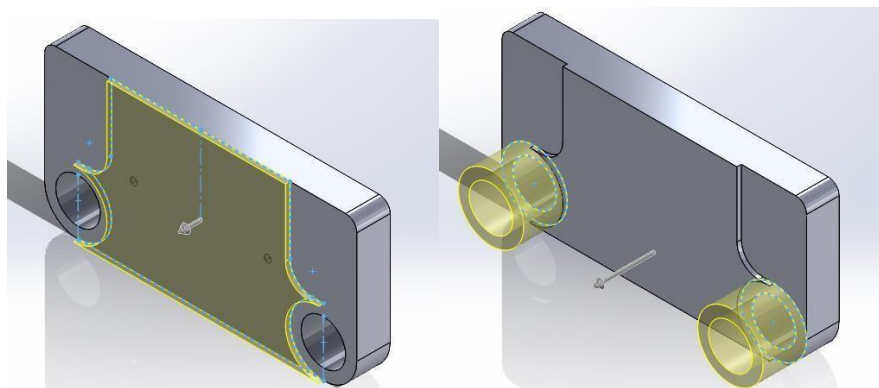


Figura 76 segunda extrucción de la base superior

Ahora elegimos la herramienta de asistente de taladro y hacemos un roscado con un paso de 2.25 M3, hacemos un barreno en el centro , y ahora con un paso M5 con profundidad de 15mm y roscado de 3mm colocamos las 4 perforaciones y generamos una linea de co nstruccion haciendo simetricos los 4 puntos y acotamos como se muestra en la figura.

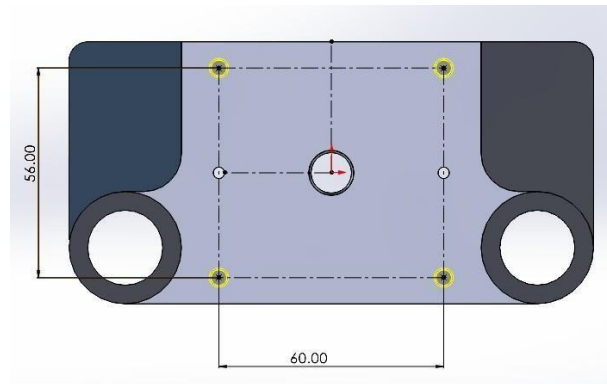


Figura 77 Asistente de taladro base superior

A continuacion se procedera a hacer un redondeo y un chaflan a los cilindros que generamos de 2mm, se aplicara el material de acero de hierro fundido.

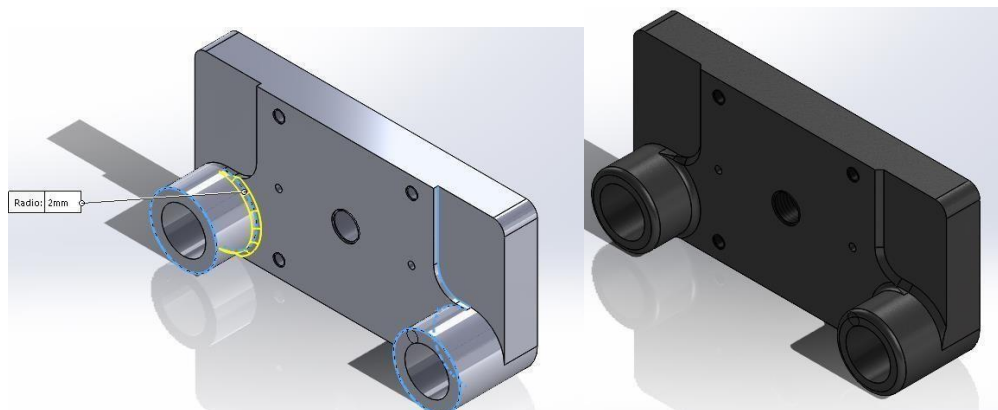


Figura 78 redondeado y chaflan base superior

3.14 Espiga.

Para realizar la espiga seleccionamos un plano lateral y colocamos un diámetro de 12mm y hacemos una extrucción de 15mm.

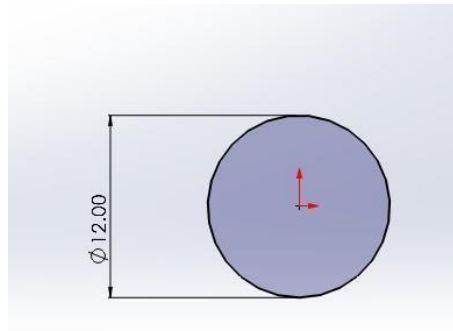


Figura 79 diametro de la espiga.

Ahora seleccionamos la cara frontal y hacemos un croquis, realizamos un diámetro de 20mm

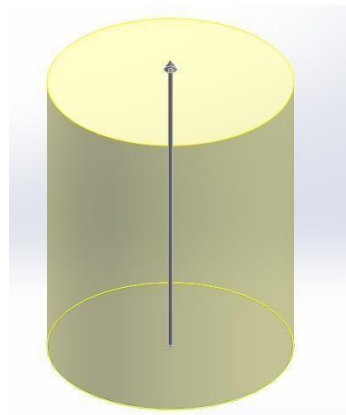


Figura 80 extruccion de la base de la espiga.

Posteriormente hacemos una extruccion de 5mm del diametro anteriomente hecho.

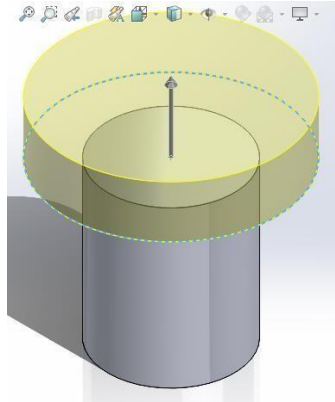


Figura 81 extruccion diametro de la espiga sobre la base .

Ahora nos posicionamos en la cara lateral y seleccionamos un plano frontal, seleccionamos una linea desde el centro y acotaremos con las medidas mostradas en la figura 82, se realizara un diametro de 8mm haciendola tangente con el punto de origen, cerramos la linea y salimos del croquis, ahora vamos a utilizar la herramienta de extruccion por revolucion.

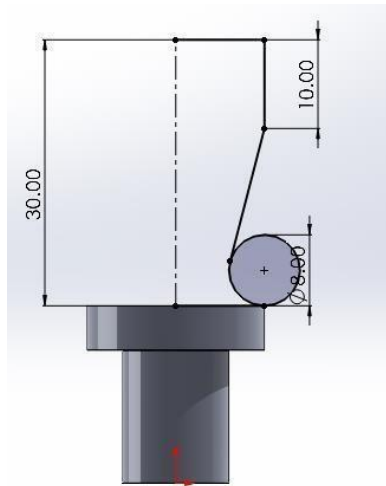


Figura 82 diseño de la base superior de la espiga .

Ahora aplicamos una extruccion a 360 grados.

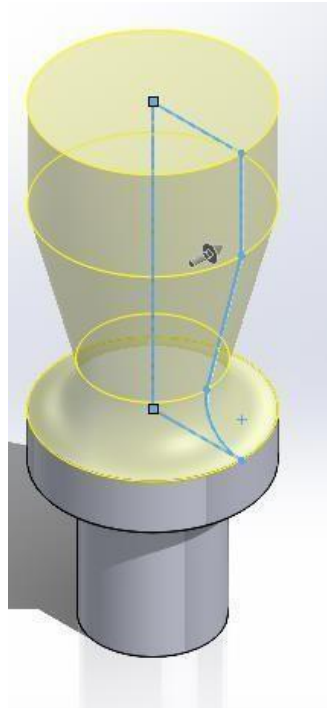


Figura 83 extruccion por revolución .

Seleccionamos el plano frontal de la pieza y aplicamos una linea en el centro y formamos unos rectangulos acotando las dimensiones de 9.83mm x 1.5mm haciendo coincidente con la referencia.

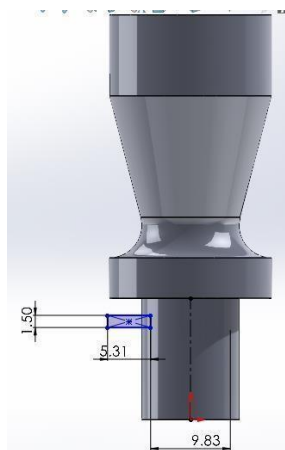


Figura 84 corte solido de revolucion .

En este punto vamos a acotar el rectángulo formado con la línea vertical de generadora como referencia desde el punto de origen y la posicionamos con relación de cota a ese punto.

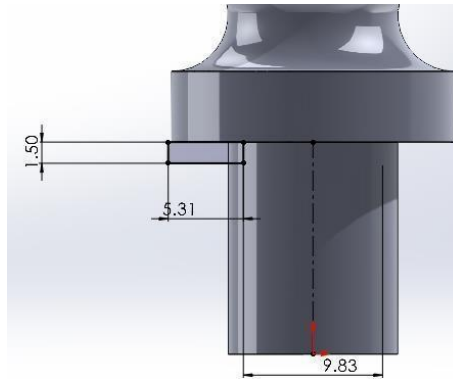


Figura 85 corte de revolucion .

Para la parte media de nuestra circunferencia realizaremos un chaflán en su base inferior de 0.5mm

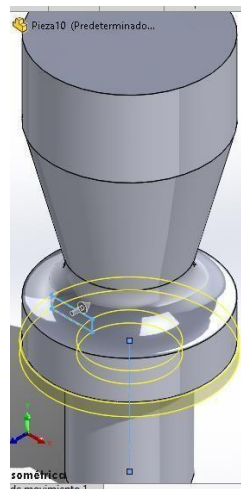


Figura 86 chaflán .

Comenzamos a realizar una rosca en el arista de la parte inferiro de la espiga, sleccionamos el contorno con 1.30 y terminando el roscado en la parte inferior de nuestro primer diametro, seleccionamos rosca metrica 12.25.

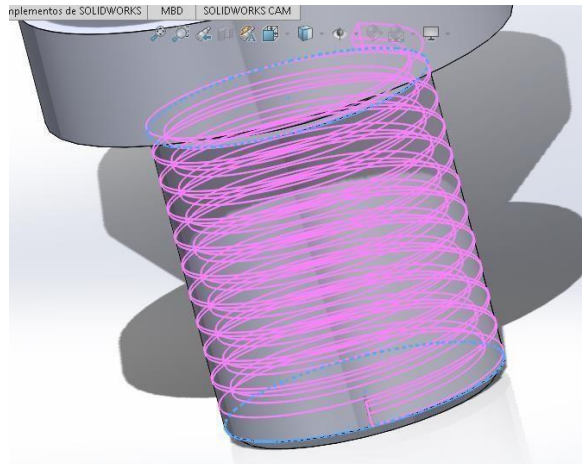


Figura 87 rosca .

Seleccionamos el material que es un ACERO 1020



Figura 88 Espiga .

3.15 Ensamble

Para el ensamble seleccionamos la base inferior y nos vamos a biblioteca y elegimos un pin M3x30.

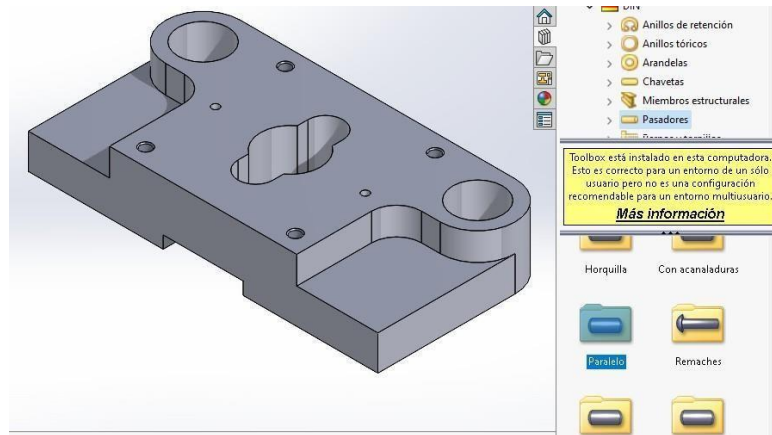


Figura 89 .

Colocamos los pines en los barrenos y hacemos relacion de posicion y hacemos que las caras sean coincidentes.

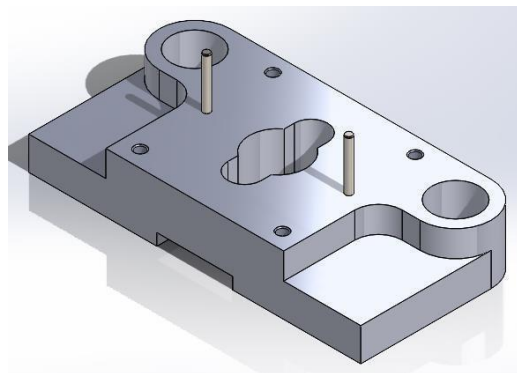


Figura 90 .

Ahora mandamos a llamar la pieza matriz y seleccionamos relación de posición de ambas caras frontales de las 2 piezas para que queden coincidiendo una encima de otra.

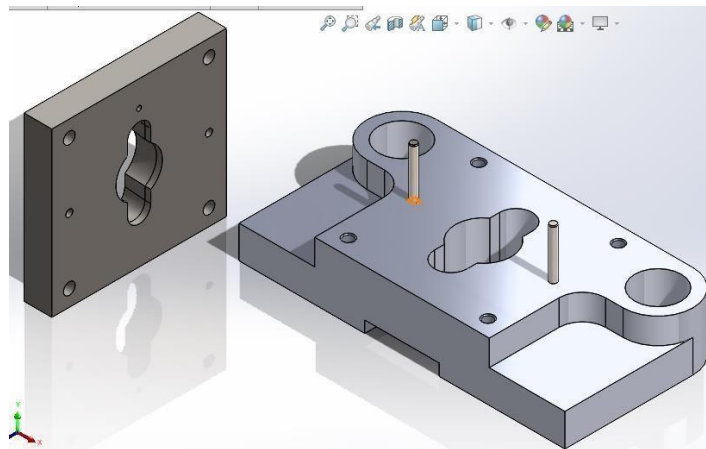


Figura 91.

Procedemos a ir a biblioteca y elegimos otro pin de M1.5 x 4 y este pin sera nuestra traviesa, hacemos relacion de posicion.

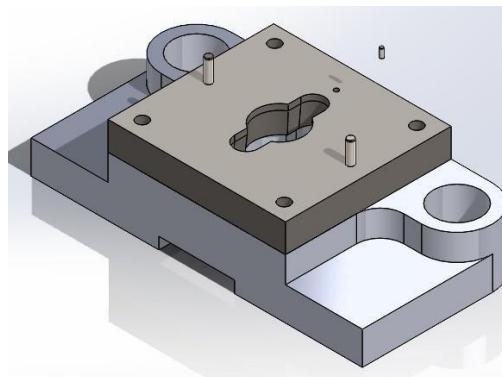


Figura 92.

Ahora llamamos al siguiente elemento que es la guía de la placa , mandamos a llamar dos y hacemos coincidente con la matriz y adjuntamos relacion de posición haciendo conjunto con la base de abajo.

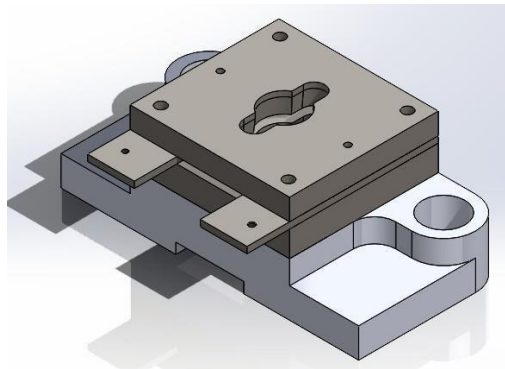


Figura 93.

Ahora nos dirigimos a biblioteca y elegimos un perno Allen M5x30, posicionamos al perno en los 4 elementos que se barrenaron.

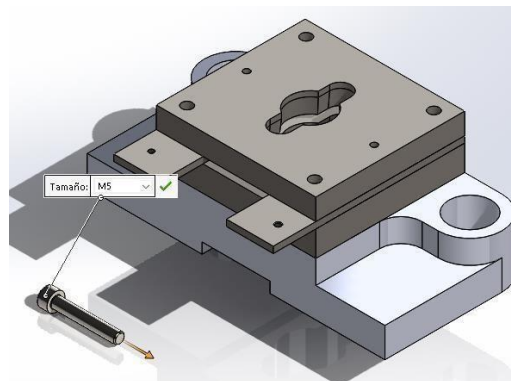


Figura 94.

Ahora llamamos a la guía flotante y la colocamos en relación de posición con ambas guías de placa que se encuentran, nos dirigimos a biblioteca y elegimos el perno de cabeza plana M3x5 y los posicionamos en los barrenos que se generaron.

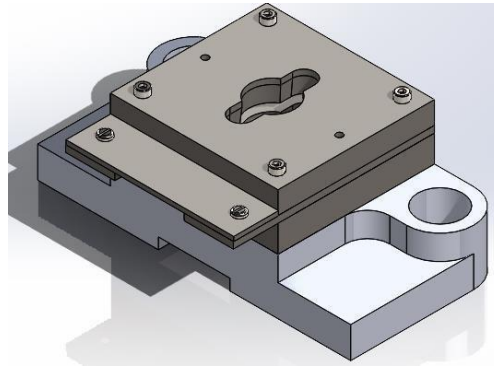


Figura 95.

Seleccionamos el porta punzón y el punzón, los posicionamos con relación de posición, seleccionamos el plano superior del punzón y el plano frontal del porta punzón y hacemos coincidir ambas caras.

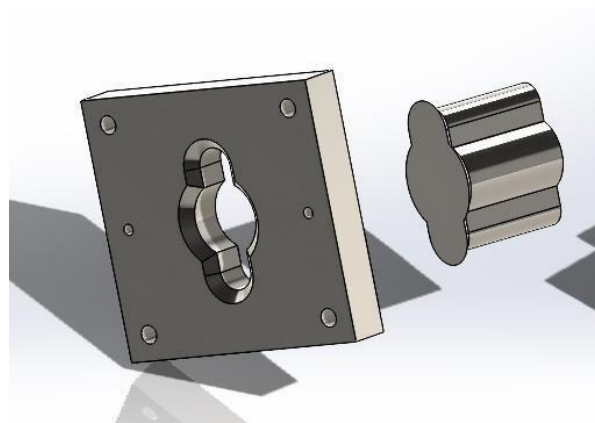


Figura 96.

Nos dirigimos a biblioteca y elegimos el pin M·x20, lo seleccionamos y lo colocamos con relación de posición haciendo los coincidentes con los barrenos

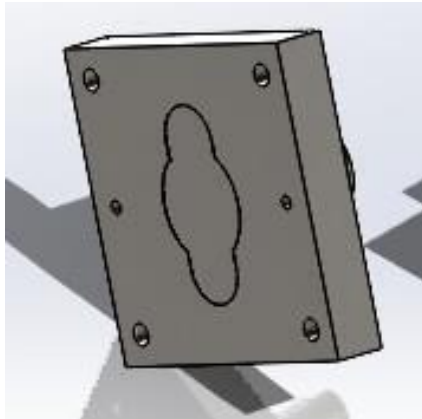


Figura 97.

Posteriormente llamamos la placa de choque , la cara frontal la hacemos relacion de posicion respecto con el porta punzon.

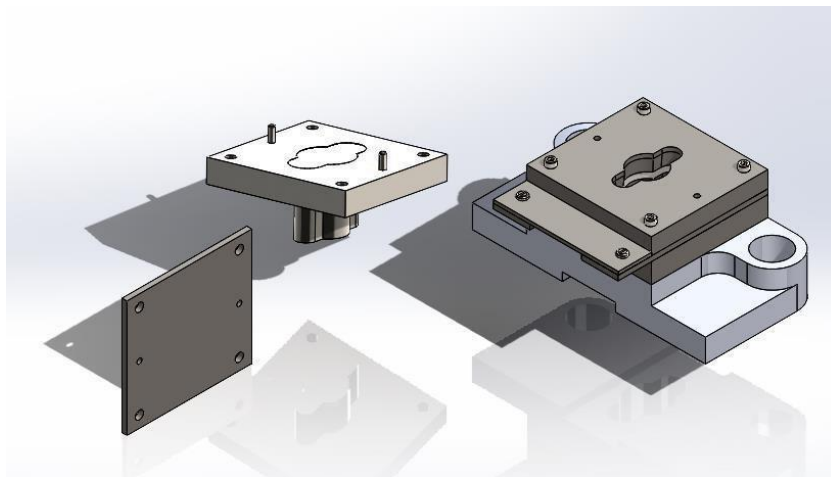


Figura 98.

Llamamos al siguiente elemento que es la base superior y lo hacemos coincidente con la placa de choque y el porta punzon, generamos una relacion de posicion haciendo coincidir los pernos con los barrenos de la base superior y seleccionamos ambas caras para su fijacion.

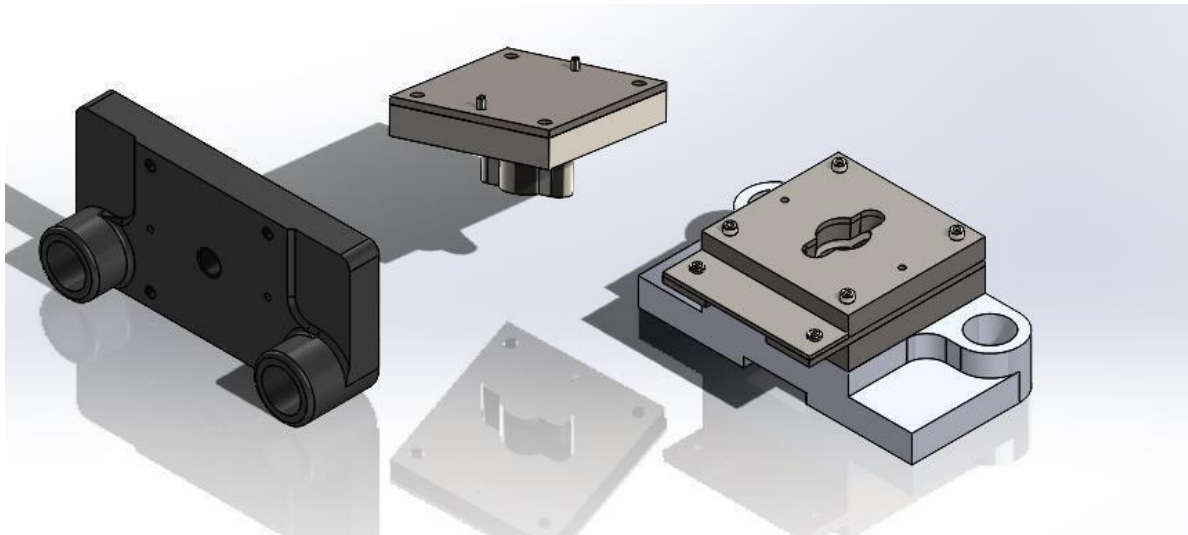


Figura 99.

Ahora nos vamos a biblioteca y elegimos pernos allen M5x20, mandamos llamar a la columna y hacemos coincidenta cada columna con la base superior , las hacemos relacion de posicion y se hacen coincidentes.

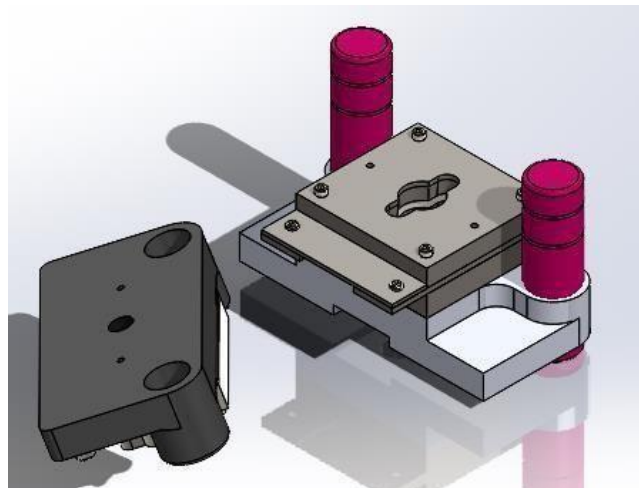


Figura 102.

Seleccionamos la placa matriz y nos dirigimos a relación de posición avanzada, lo acoplamos y le damos la medida de 6mm y -2mm con esto generaremos un rango de límite entre el movimiento que puede dar el punzon.

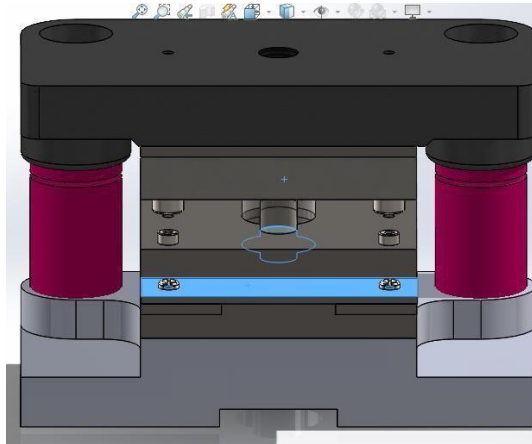


Figura 101.

Para terminar, llamamos a la espiga y hacemos una relación de posición de la espiga con la base superior y las hacemos coincidentes, ahora podemos visualizar el ensamble completo de nuestro troquel progresivo.

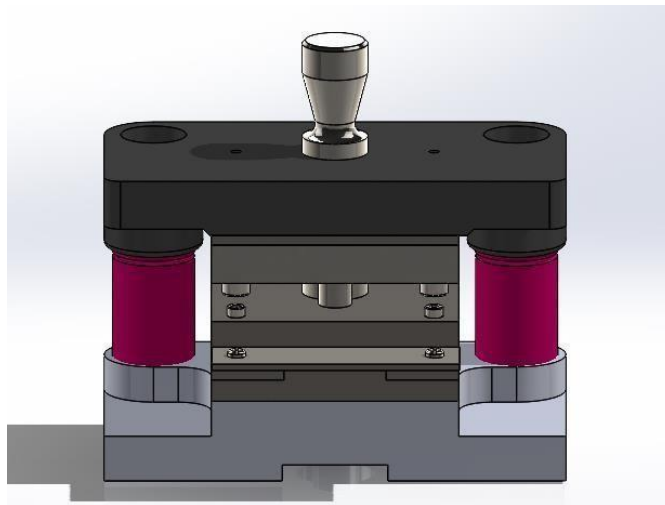


Figura 102.

CAPITULO 4

RESULTADOS

4.0 Resultado Final

Como podemos observar la imagen muestra el resultado del ensamble sobre nuestro troquel progresivo, máquina que se utilizara para fabricar piezas metálicas de forma continua.

El troquel progresivo consta de una serie de herramientas que se utilizan para cortar, doblar y formar la pieza metálica. La pieza metálica se alimenta a través del troquel y se va formando a medida que pasa por cada herramienta.

La imagen muestra una vista lateral del troquel progresivo. La pieza metálica se alimenta desde la izquierda y se va formando a medida que pasa por cada herramienta. Las herramientas están dispuestas en una secuencia que permite cortar, doblar y formar la pieza metálica en la forma deseada.

Las herramientas del troquel progresivo pueden ser de metal o plástico.

En este caso colocamos piezas hechas de acero que son más duraderas y pueden utilizarse para fabricar piezas metálicas más complejas.

Los troqueles progresivos se utilizan en una amplia gama de industrias, incluidas la automotriz, la aeroespacial y la electrónica. Se utilizan para fabricar piezas metálicas de todas las formas y tamaños.

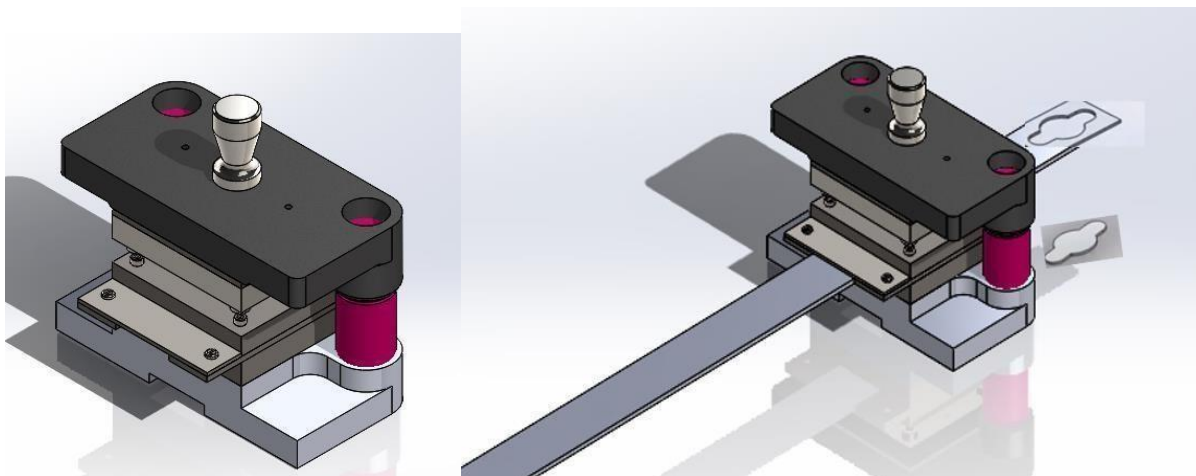


Figura 103.

4.1 ACERO DE HIERRO DE FUNDICION.

El hierro fundido tiene una serie de propiedades que lo hacen un material versátil y ampliamente utilizado.

- Ventajas del hierro fundido

Resistencia: El hierro fundido es un material muy resistente, tanto a la tracción como a la compresión. Esto lo hace ideal para aplicaciones en las que se requieren piezas fuertes y duraderas.

dureza: El hierro fundido es un material duro, lo que lo hace resistente al desgaste y a la corrosión.

- Castabilidad: El hierro fundido es un material fácil de moldear, lo que lo hace ideal para la fabricación de piezas complejas.

- Propiedades del hierro fundido

El hierro fundido tiene una serie de propiedades que lo hacen un material adecuado para una amplia gama de aplicaciones.

- Resistencia a la compresión: El hierro fundido tiene una resistencia a la compresión muy alta, lo que lo hace ideal para aplicaciones que requieren soportar cargas pesadas.

- Resistencia al desgaste: El hierro fundido tiene una buena resistencia al desgaste, lo que lo hace ideal para aplicaciones en las que se produce fricción.

Dimensiones		Dureza	Fuerza de Elasticidad (min)	
Pulgadas	Milímetros	Brinell (HB)	PSI	MPa
Hasta - 1.000	Hasta - 25.4	163 - 229	30.000	207
1.001 - 1.750	25.4 - 44.4	163 - 229	28.500	197
1.751 - 2.500	44.4 - 63.5	163 - 229	27.000	186
2.501 - 3.125	63.5 - 79.4	163 - 229	25.500	176
3.126 - 3.625	79.4 - 92.0	163 - 229	24.000	166
3.626 - 4.375	92.1 - 111.1	163 - 229	22.500	155
4.376 - 5.000	111.1 - 127.0	163 - 229	21.000	145
5.001 - 5.750	127.0 - 146.0	163 - 229	19.500	135
5.751 - 10.000	146.0 - 254.0	163 - 229	18.000	124

Figura 104.

4.2 ACERO 1010.

El acero 1010 es un acero al carbono bajo, que significa que tiene un bajo contenido de carbono. El contenido de carbono en el acero 1010 es de aproximadamente 0,10 %. Este bajo contenido de carbono le confiere al acero 1010 una serie de propiedades que lo convierten en un material muy versátil.

Ventajas del acero 1010:

- **Maquinabilidad:** El acero 1010 es muy fácil de mecanizar, lo que lo hace ideal para la fabricación de piezas complejas.
- **Soldabilidad:** El acero 1010 es fácil de soldar, lo que lo hace ideal para la fabricación de piezas que requieren soldadura.
- **Resistencia a la corrosión:** El acero 1010 tiene una buena resistencia a la corrosión, lo que lo hace ideal para su uso en aplicaciones exteriores.

Propiedades del acero 1010:

Densidad: La densidad del acero 1010 es de aproximadamente 7,85 g/cm³.

Resistencia a la tracción: La resistencia a la tracción del acero 1010 es de aproximadamente 300 MPa.

Resistencia a la compresión: La resistencia a la compresión del acero 1010 es de aproximadamente 2.000 MPa.

Módulo de elasticidad: El módulo de elasticidad del acero 1010 es de aproximadamente 210 GPa.

Ductilidad: El acero 1010 es moderadamente dúctil.

Fragilidad: El acero 1010 es moderadamente frágil.

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	200000	N/mm ²
Coefficiente de Poisson	0.29	N/D
Módulo cortante	80000	N/mm ²
Densidad de masa	7870	kg/m ³
Límite de tracción	325	N/mm ²
Límite de compresión		N/mm ²
Límite elástico	180	N/mm ²
Coefficiente de expansión térmica	1.22e-05	/K

Figura 105.

4.3 ACERO 1020.

El acero 1020 es un acero al carbono de bajo contenido de carbono (0,20 % de carbono), que lo hace relativamente suave y fácil de mecanizar. También tiene una buena resistencia a la tracción y una buena soldabilidad. Estas propiedades lo convierten en un material versátil que se puede utilizar en una amplia gama de aplicaciones.

Ventajas del acero 1020:

Excelente maquinabilidad: El acero 1020 es relativamente fácil de mecanizar, lo que significa que se puede cortar, perforar, fresar y torneear con relativa facilidad. Esto lo hace una buena opción para aplicaciones que requieren piezas precisas y de alta tolerancia.

Propiedades del acero 1020:

Dureza: La dureza del acero 1020 es de aproximadamente 100 HB.

Resistencia a la tracción: La resistencia a la tracción del acero 1020 es de aproximadamente 40.000 psi.

Elongación: La elongación del acero 1020 es de aproximadamente 20 %.

Temperatura de fusión: La temperatura de fusión del acero 1020 es de aproximadamente 2.700 °F.

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	200000	N/mm ²
Coefficiente de Poisson	0.29	N/D
Módulo cortante	77000	N/mm ²
Densidad de masa	7900	kg/m ³
Límite de tracción	420.507	N/mm ²
Límite de compresión		N/mm ²
Límite elástico	351.571	N/mm ²
Coefficiente de expansión térmica	1.5e-05	/K
Conductividad térmica	47	W/(m·K)

Figura 106.

4.4 ACERO 1045.

El acero 1045 es un acero al carbono con un contenido de carbono de 0,45%. Este contenido de carbono le confiere una serie de propiedades que lo hacen ideal para una amplia gama de aplicaciones.

Ventajas del acero 1045:

- **Resistencia a la tracción:** El acero 1045 tiene una alta resistencia a la tracción, lo que significa que puede soportar grandes fuerzas de tensión sin romperse. Esto lo hace ideal para aplicaciones que requieren resistencia a la tracción, como ejes, cigüeñales y herramientas de corte.
- **Dureza:** El acero 1045 se puede endurecer mediante tratamiento térmico, lo que le confiere una alta dureza. Esto lo hace resistente al desgaste y a la corrosión.
- **Versatilidad:** El acero 1045 es un material versátil que se puede mecanizar, soldar y forjar fácilmente. Esto lo hace ideal para una amplia gama de aplicaciones.

Propiedades del acero 1045:

Densidad: 7,85 g/cm³

Módulo de elasticidad: 207 GPa

Coefficiente de Poisson: 0,3

Conductividad térmica: 52 W/(m·K)

Calor específico: 460 J/(kg·K)

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	205000	N/mm ²
Coefficiente de Poisson	0.29	N/D
Módulo cortante	80000	N/mm ²
Densidad de masa	7850	kg/m ³
Límite de tracción	625	N/mm ²
Límite de compresión		N/mm ²
Límite elástico	530	N/mm ²
Coefficiente de expansión térmica	1.15e-05	/K
Conductividad térmica	49.8	W/(m·K)

Figura 107.

4.5 SolidWorks Simulation

Los resultados del estudio muestran que la máquina es capaz de soportar las cargas aplicadas sin sufrir daños significativos.

Los desplazamientos máximos observados en la máquina fueron de 1.413 mm, que es una cantidad pequeña en comparación con el tamaño de la máquina.

En general, los resultados del estudio indican que la máquina es segura y confiable para su uso en aplicaciones que requieren soportar cargas elevadas.

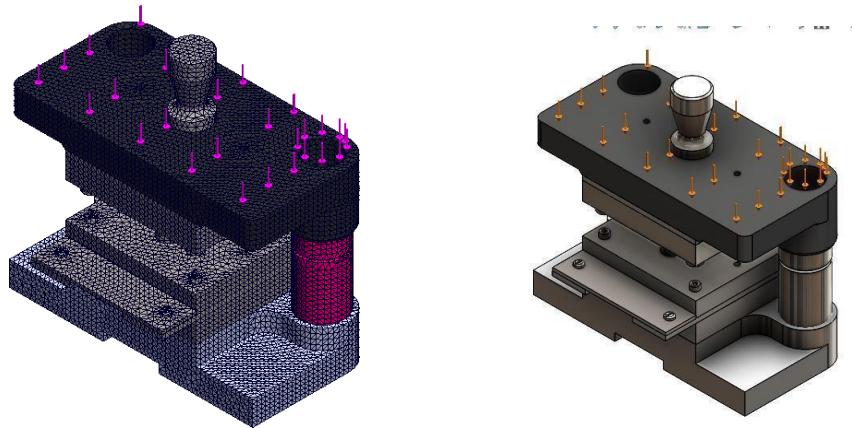


Figura 108.

Podemos observar el efecto que tienen las cargas al realizar su trabajo y como es que afecta al material maquinado y se observa como la placa matriz es la única que sufre deformaciones ante el impacto.

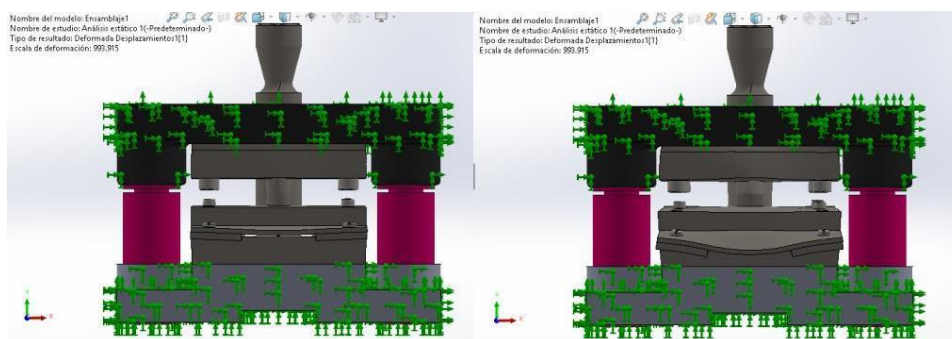


Figura 109.

A continuación, se proporciona un análisis más detallado de los resultados del estudio:

Desplazamientos máximos: Los desplazamientos máximos observados en la máquina fueron de 1.413mm. Este desplazamiento se produjo en el punto de aplicación de la carga.

Deformación: La deformación máxima observada en la máquina fue de 0.01413. Esta deformación es pequeña en comparación con la resistencia a la tracción del acero 1040, que es de aproximadamente 600 MPa.

Esfuerzos: Los esfuerzos máximos observados en la máquina fueron de aproximadamente 20 MPa. Este esfuerzo es inferior al límite elástico del acero 1040, que es de aproximadamente 250 MPa.

En conclusión, los resultados del estudio indican que la máquina es segura y confiable para su uso en aplicaciones que requieren soportar cargas elevadas. La máquina es capaz de soportar cargas de hasta 80000 N sin sufrir daños significativos. Los desplazamientos máximos observados en la máquina fueron de 1.413 mm, que es una cantidad pequeña en comparación con el tamaño de la máquina. La deformación máxima observada en la máquina fue de 0.01413, que es pequeña en comparación con la resistencia a la tracción del acero 1040. Los esfuerzos máximos observados en la máquina fueron de aproximadamente 20 MPa, que son inferiores al límite elástico del acero 1040.

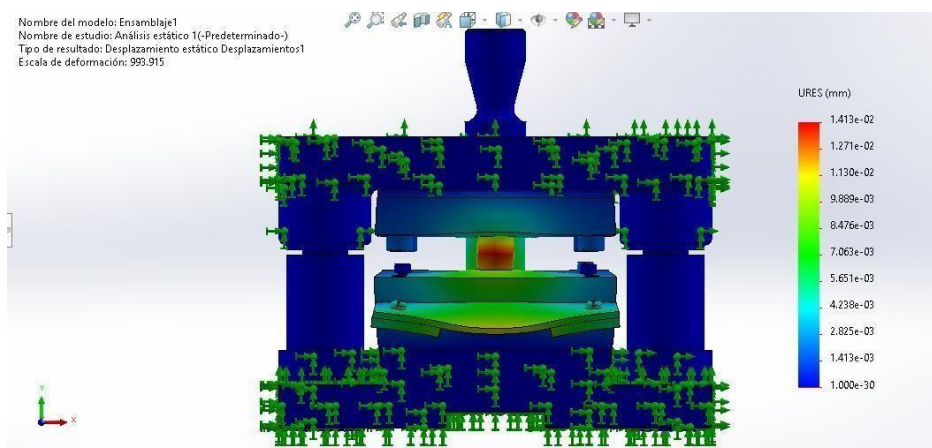


Figura 109.

CONCLUSIONES

Como conclusión la fabricación de troqueles progresivos y su modelado en SolidWorks es un proceso complejo que requiere de un alto nivel de precisión y experiencia.

En base a este proyecto el modelar un troquel progresivo en SolidWorks ofreció una serie de ventajas proporcionando así una mayor precisión lo que ayuda a evitar errores en la fabricación, de igual forma nos ayuda en la reducción del tiempo de diseño ya que SolidWorks automatiza muchas de las tareas de diseño, lo que puede reducir el tiempo necesario para crear un troquel.

Recomendaciones y sugerencias

Además de lo descrito anteriormente, se recomienda seguir las siguientes recomendaciones y sugerencias que ayudo a este proyecto a ser un modelado exitoso de troqueles progresivos.

Definir los requisitos del troquel antes de comenzar el diseño, es importante definir los requisitos del troquel, como el tipo de operación, el material de la pieza y la producción esperada, posteriormente crear un boceto ya que el primer paso del modelado es crear un boceto de las piezas que se formarán en el troquel. Después llevar el boceto a un software de CAM y diseñarlo para evitar errores de medida entre algunos otros parámetros, por último, ensamblar el troquel una vez que se han creado los bocetos para crear el troquel completo.

El agregar detalles sería el último paso, como agujeros, roscas y superficies de contacto.

En cuanto a la elección de los materiales para la fabricación de troqueles progresivos, los aceros 1010, 1020 y 1045 son opciones populares. Estos aceros son económicos, fáciles de mecanizar y tienen una buena resistencia a la abrasión. El acero 1010 es el más económico de los tres. Es un acero de baja aleación con un contenido de carbono de 0,10%. Tiene una buena resistencia a la corrosión y es adecuado para la fabricación de piezas simples con requisitos de precisión bajos

El acero 1020 es un poco más resistente que el acero 1010. Tiene un contenido de carbono de 0,20%. Es adecuado para la fabricación de piezas con requisitos de precisión medios.

El acero 1045 es el más resistente de los tres. Tiene un contenido de carbono de 0,45%. Es adecuado para la fabricación de piezas con requisitos de precisión altos o que deben soportar cargas pesadas.

La elección del material adecuado para la fabricación de un troquel progresivo depende de una serie de factores, como el tipo de operación, el material de la pieza y la producción esperada. En general, los aceros 1010, 1020 y 1045 son opciones sólidas que ofrecen una buena relación calidad-precio.

COMPETENCIAS DESARROLLADAS



Competencias desarrolladas:

AE1: Identificar, resolver y formular problemas de ingeniería mecatrónica aplicando conocimientos de ciencias básicas e ingeniería.

AE2: Analizar, aplicar y proponer procesos de diseño de ingeniería que resulten en proyectos mecatrónicos que cumplen las necesidades o requerimientos especificados.

AE3: Desarrollar y dirigir experimentación adecuada, analizar e interpretar los datos obtenidos y utilizar el juicio ingenieril para establecer conclusiones.

AE4: Comunicarse de manera afectiva con diferente audiencia de forma oral y escrita.

AE6: Reconocer la necesidad permanente de incorporar conocimiento adicional y tener la habilidad para identificar, aplicar, integrar y evaluar este conocimiento adecuadamente.

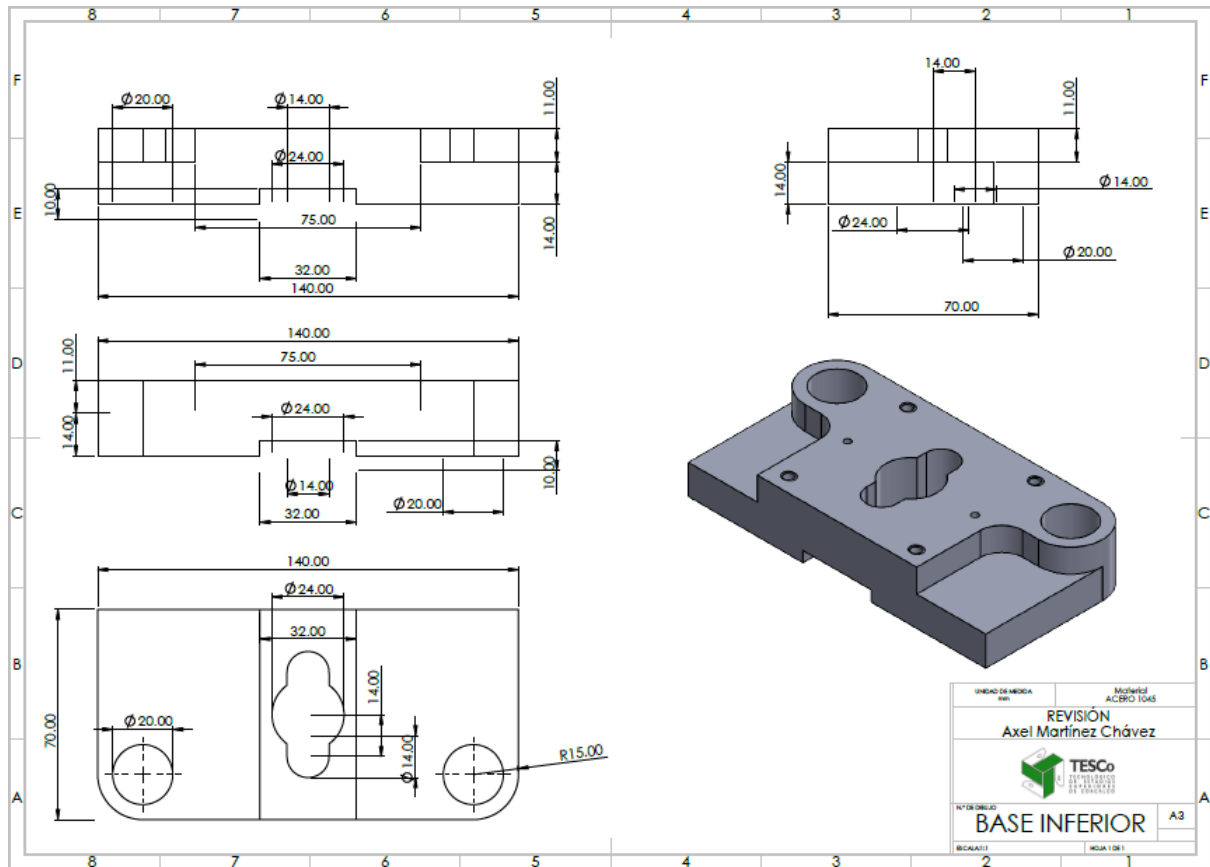
AE7: Trabajar de forma eficaz y eficiente en equipos que establezcan metas, planean tareas, cumplen fechas límite y analizan riesgos e incertidumbre.

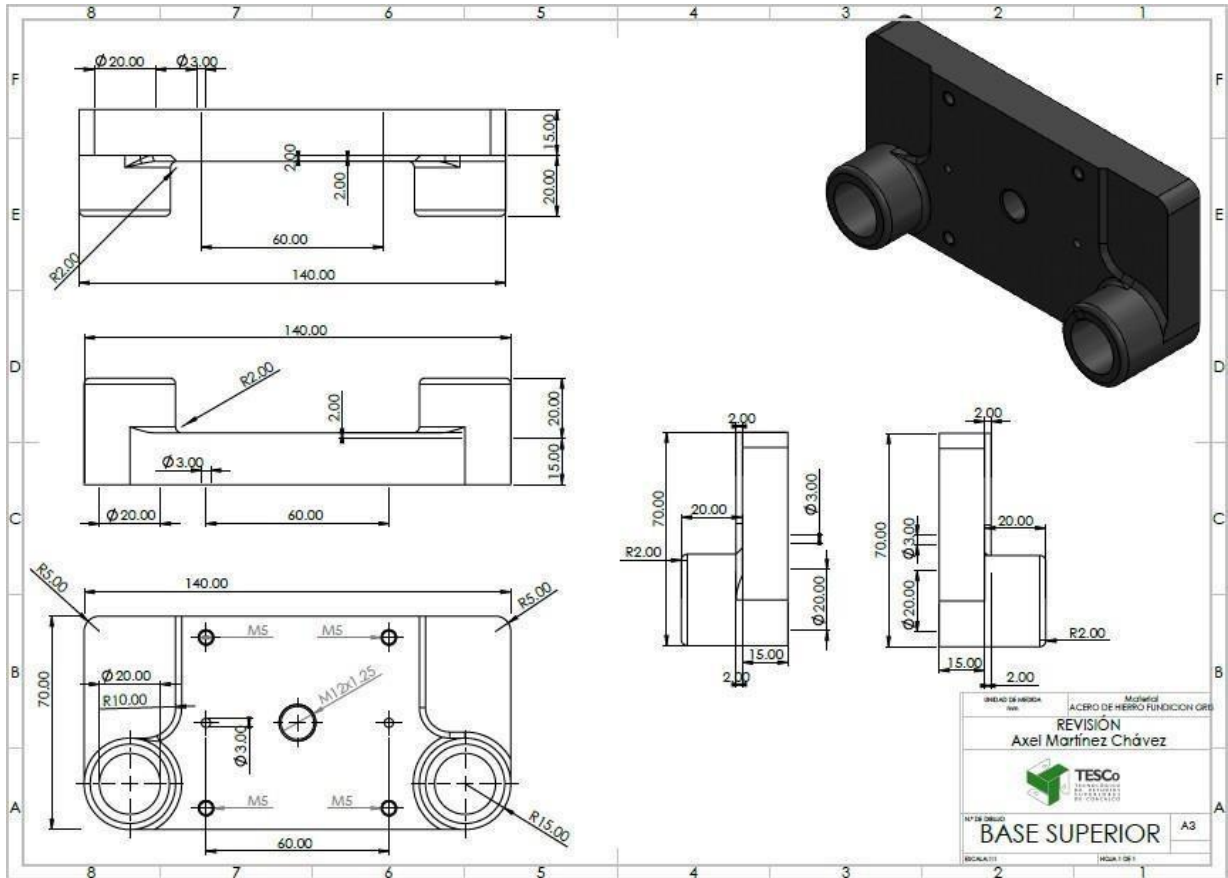
BIBLIOGRAFIAS

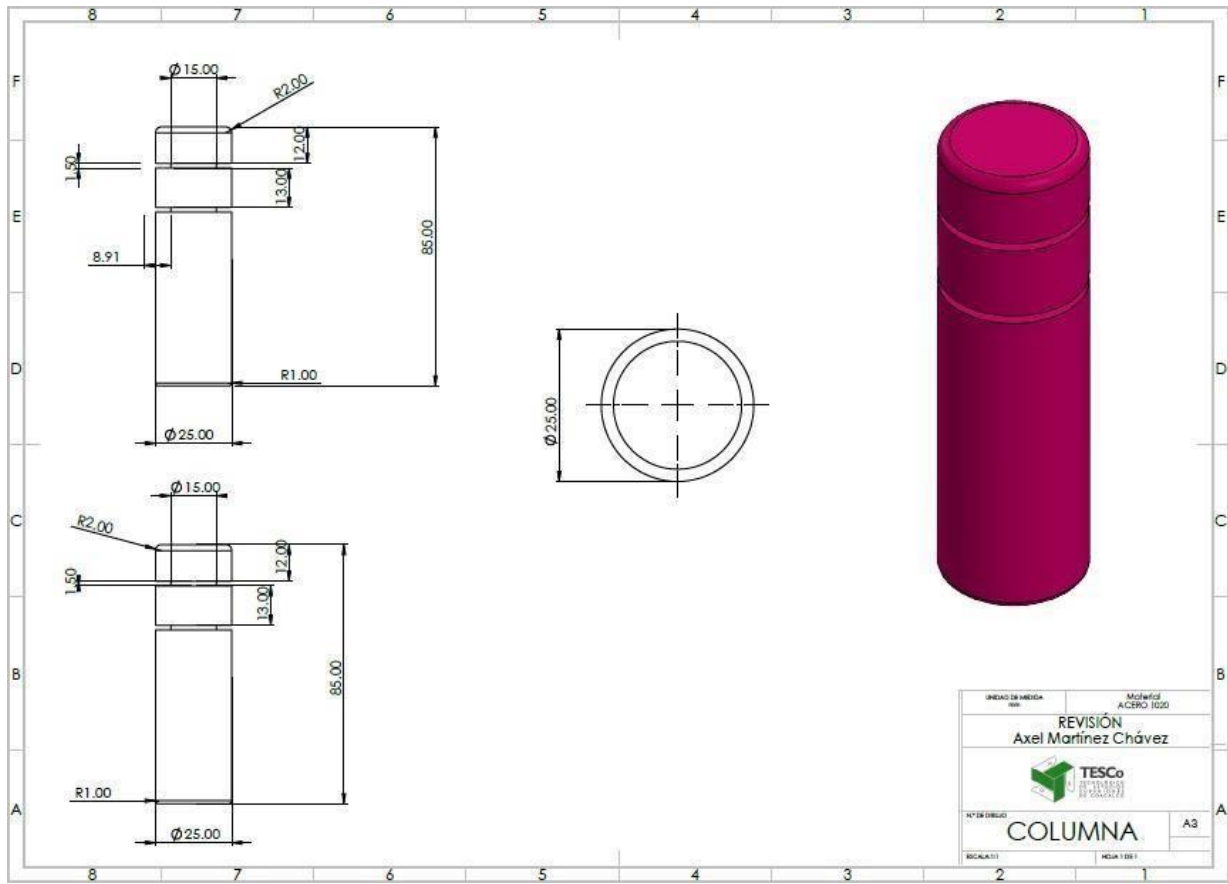
- MDL México S.A. de C.V. (2020). *Porta Troqueles, Componentes y Accesorios*. MÉXICO: MDL México S.A. de C.V.
- © Nexttec Machinery. (04-mayo-2021). *Diferencias entre un troquel simple y un Troquel Progresivo*. © Nexttec Machinery.
- © SUA ESTUDIO . (diciembre-2022). *¿Qué son los pilotajes?* © SUA ESTUDIO 2020.
- © SUA ESTUDIO . (octubre-2021). *Partes Generales en Troqueles con zonas cortantes*. © SUA ESTUDIO .
- ©1library. (2020). *Metodología para el diseño de un troquel de corte*. ©1library.
- ©BIRTLH. (2023). *Troqueles*. BIRTLH.
- ©Runsom Precision. (2023). *guía básica para la fabricación de herramientas y matrices*. ©Runsom Precision.
- ©SOLIDBI. (2023). *SOLIDWORKS. Qué es y para qué sirve*. SOLIDBI.
- Ameba101. (2023). *Tipos de mecanizado más usados en la fabricación de troqueles*. Ameba101.
- Amelica. (30 Mayo 2020). *La manufactura aditiva como potenciador de los sistemas productivos*. uniminuto.
- Autodesk Inc. (2023). Autodesk Inc.
- Centric . (18-octubre-2022). *Rectificadoras CNC*. Centric.
- Cortec Mecanizados. (2019). *Fresadora CNC: Qué es, para qué sirve y características*. Cortec Mecanizados.
- Deco Industrial. (21-Marzo-2023). *Historia de los Maquinados Industriales*. Deco Industrial.
- Gamocard ©. (2023). *Qué es el troquelado? Tipos y Características*. Gamocard ©.
- Garcia, A. P. (2020). *Construcción de Matrices*. JPG Tecnovia.
- grupo Axioma Group S.A.S. (11-octubre-2023). *Troqueladoras guía y tipos de aplicaciones*. grupo Axioma Group S.A.S.
- Jean Carlo Anedo. (25-mar-2017). *placas paralelas de un troquel*. México.
- Martínez, M. A. (18-agosto-2013). *Diseño y cálculo de un troquel para la*.
- Master Logistica. (2021). *Tornos CNC ¿Qué son y cómo funcionan?* Master Logistica.

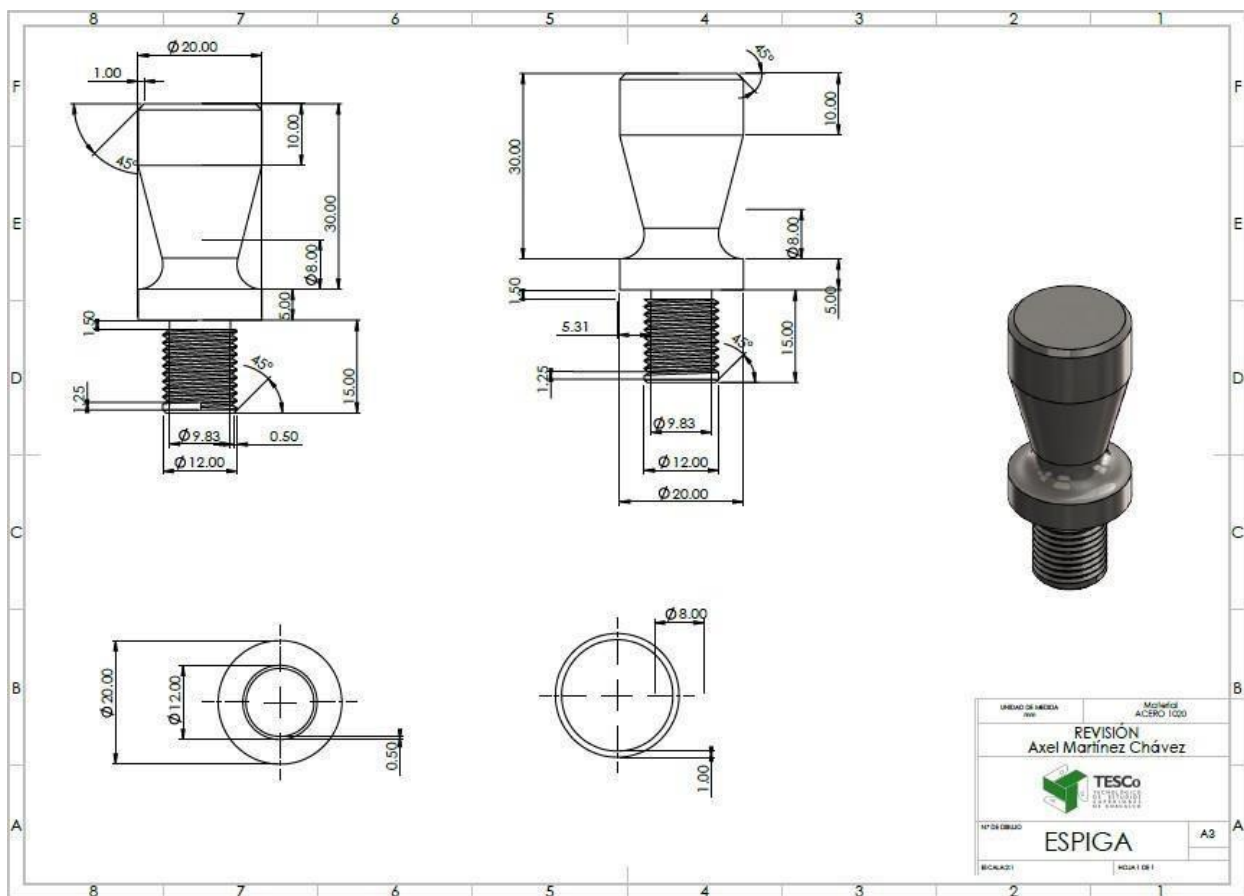
- Modern Machine. (2023). *ELECTROEROSIONADORAS*. Gardner Business Media.
- Molduras de Lámina © . (2023). *Proceso de Troquelado*. Molduras de Lámina © .
- Moreno, H. J. (2023). *TIPOS DE TROQUELES*. commpress.
- Samano, A. (2019). *Tipos de troqueles*. México.
- SIDECO. (2023). *¿QUÉ ES UN PLASMA CNC?* CDMX: SIDECO.
- SIEMENS DMCA. (2023). *Ventajas de CAM*. SIEMENS DMCA.
- Tecnologia para la industria . (28-julio-2022). *Errores de mecanizado más comunes* . Tecnologia para la industria .
- Yamazen Mexicana S.A. de C.V. (2020). *Rectificadoras; ¿cómo funcionan?* México: Yamazen Mexicana S.A. de C.V.

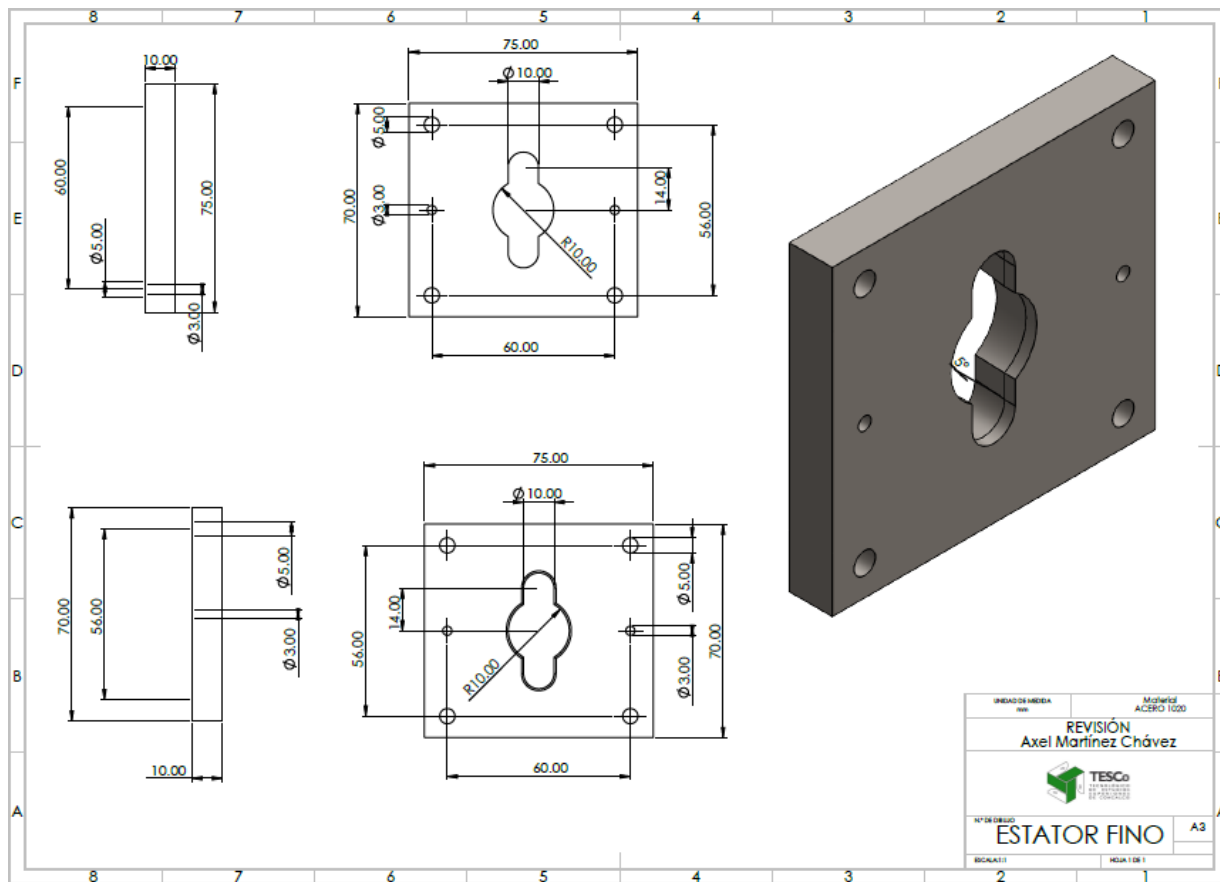
ANEXOS

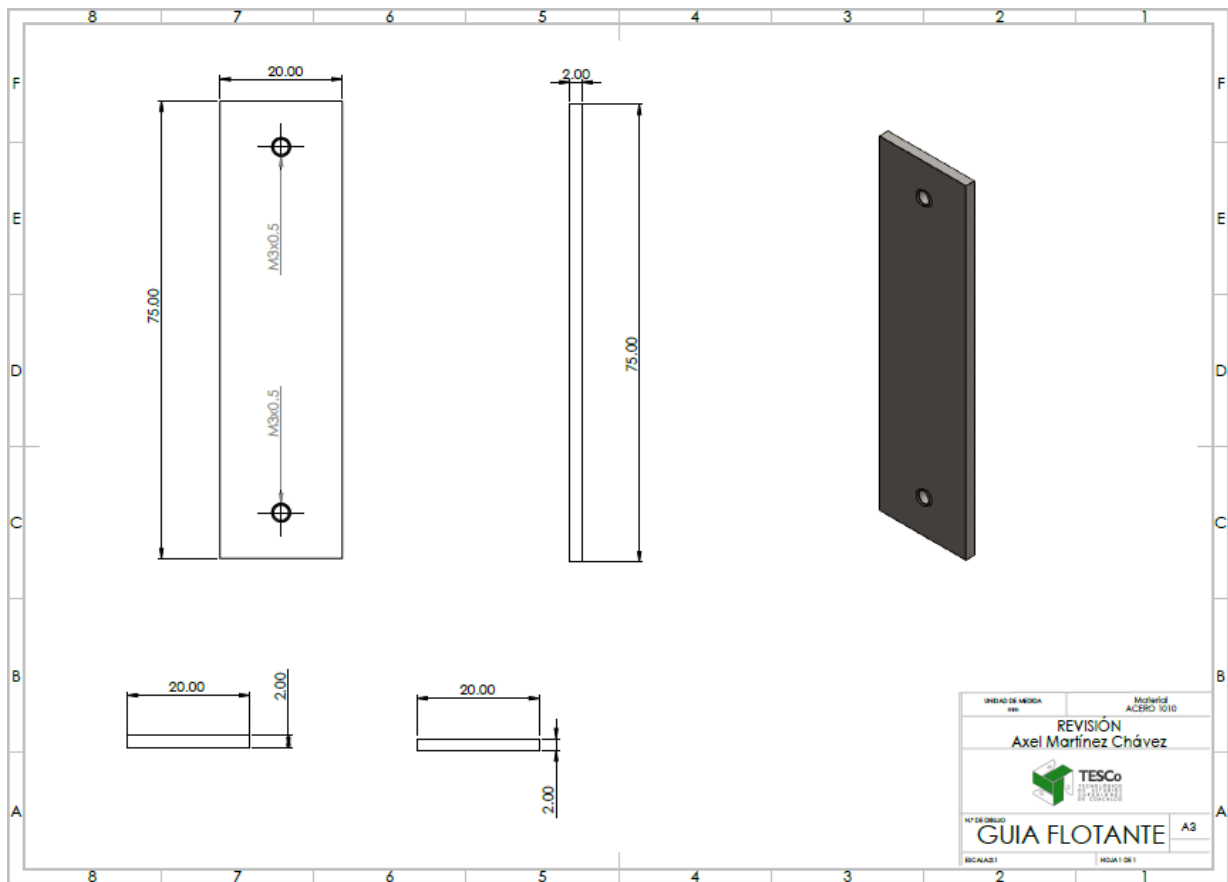


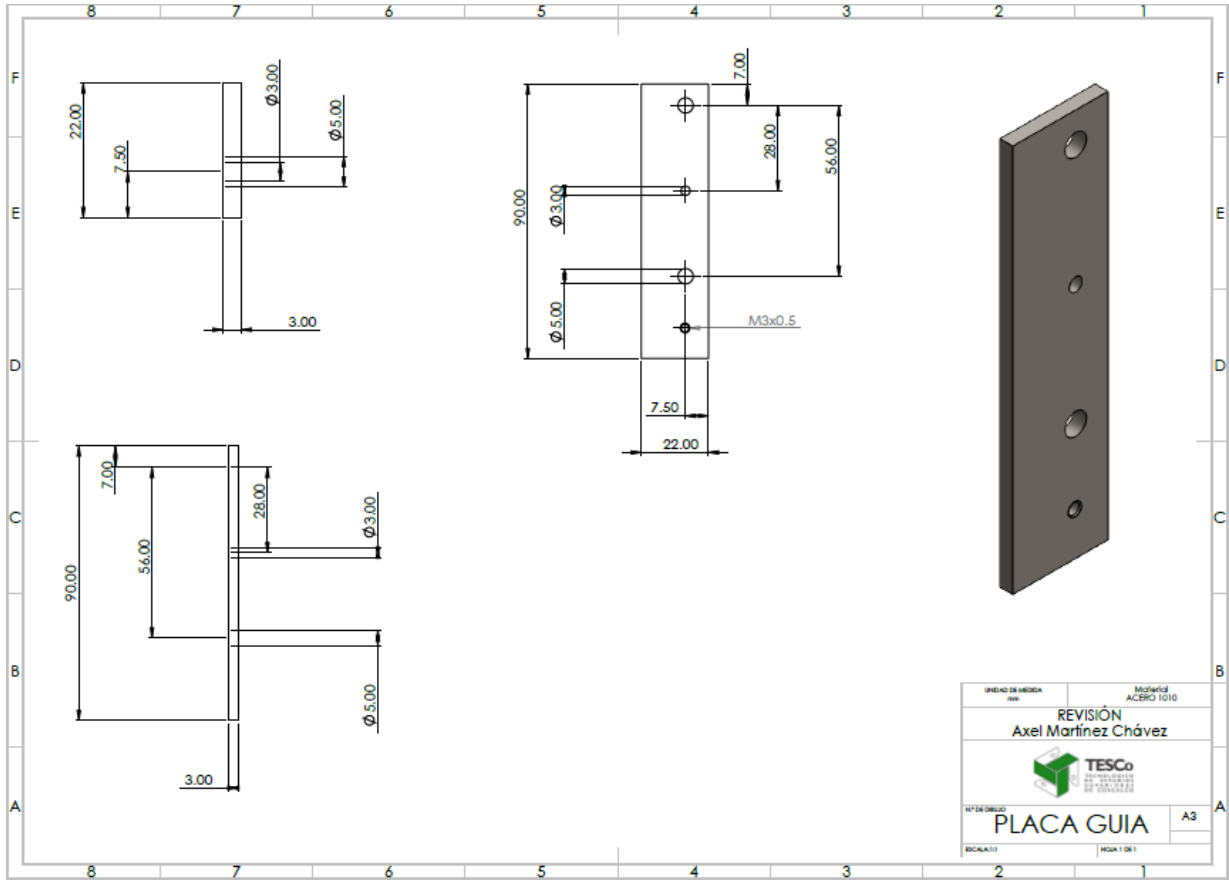


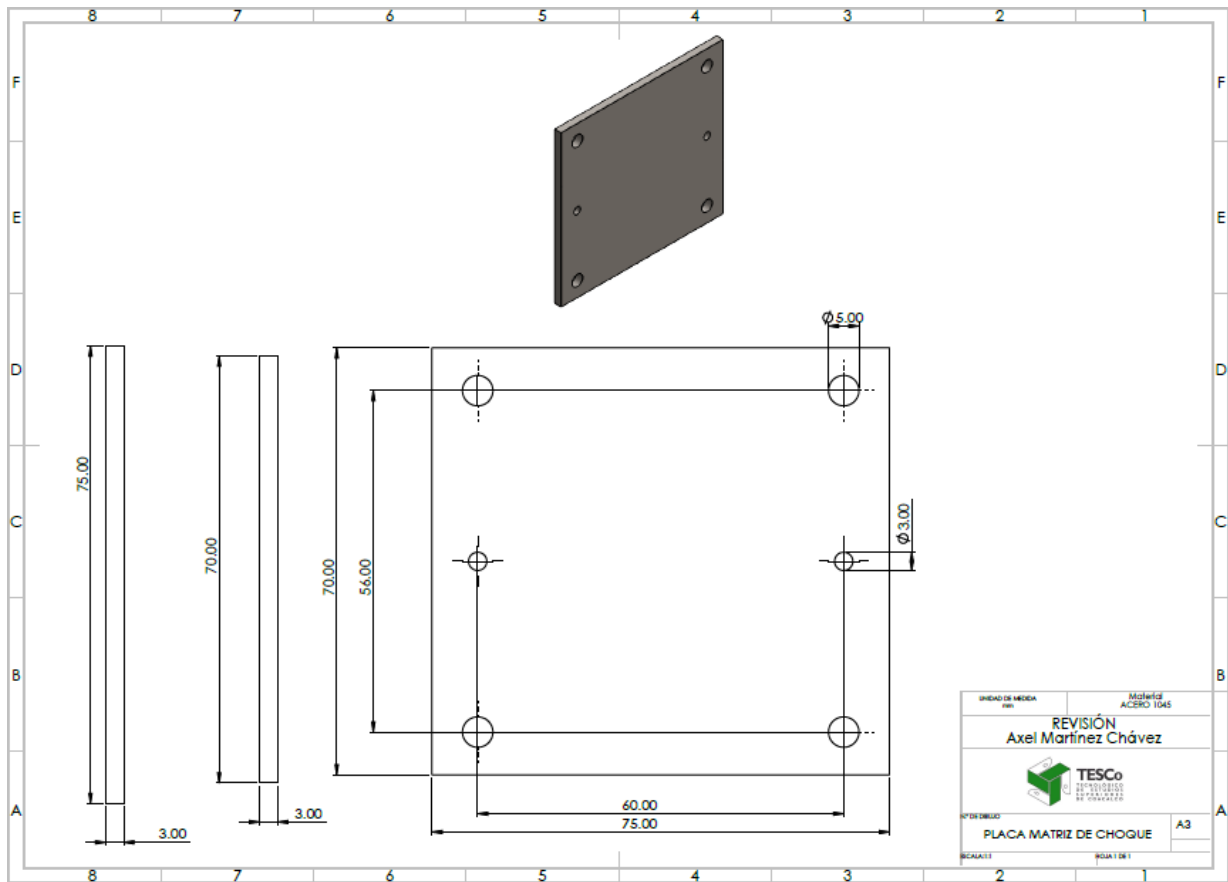




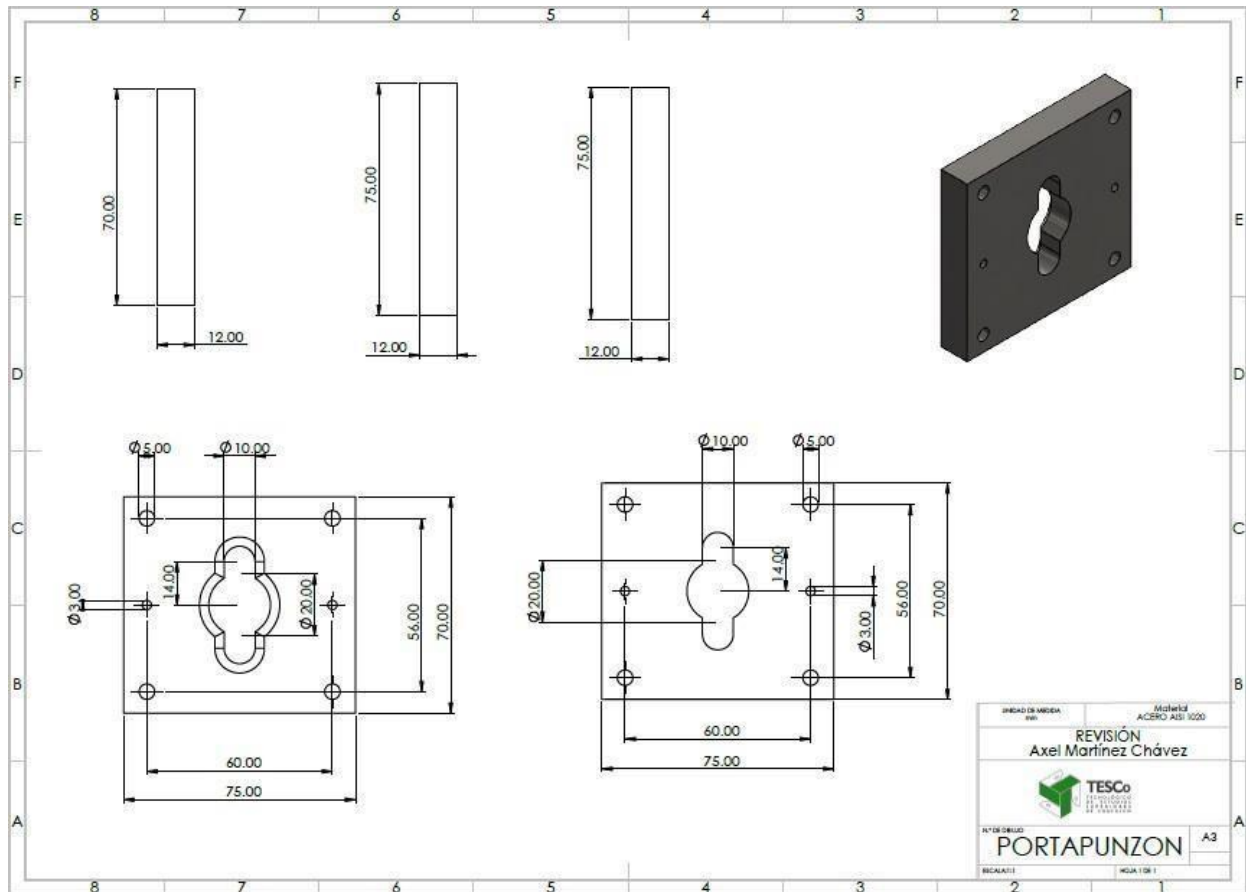


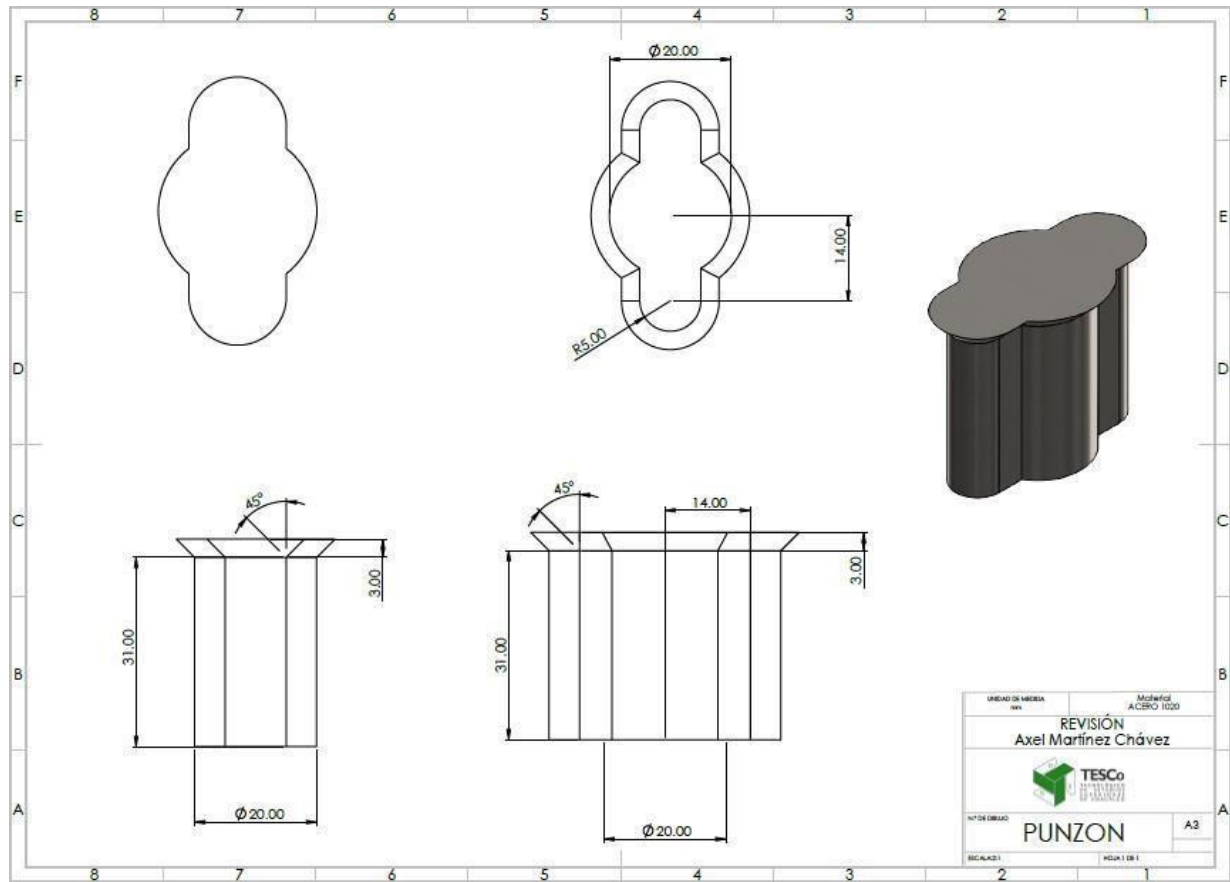














Ecatepec de Morelos, Edo. De México a 05 de febrero del 2024

A quien corresponda:

Por este medio de la presente me permito constatar que el **C. Saavedra García Jonathan** con número de matrícula **201921559** quien cursa la carrera **Ing. Mecatrónica**, laboro en esta empresa del **02 de octubre de 2023 al 02 de febrero de 2024**, participando en el proyecto de **Desarrollo de piezas de maquinado implementado por equipos industriales para la fabricación de troqueles**.

Se autoriza al **C. Saavedra García Jonathan** a presentar información del proyecto, ingeniería a detalle, modelado, simulaciones y fotografías de desarrollo del mismo para fines escolares correspondientes con su titulación.



ATENTAMENTE

Tec. Joaquín Orozco Rodríguez

Director de Operaciones

55-70-31-39-73

Matromex joa@hotmail.com

**Calle Francia No.9, Olímpica 69,
Ecatepec de Morelos, Edo. México,
C.P.55130.**