



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA INDUSTRIAL
MODALIDAD DUAL

**DISEÑO DE UNA MATRIZ PROGRESIVA PARA LA OBTENCIÓN DE SOPORTES DE
TABLERO IZQUIERDO Y DERECHO EN UNA COCINA DE 20 PULGADAS**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Tecnólogo Superior en Mecánica Industrial

AUTOR: JOSÉ MIGUEL CARPIO JARA

TUTOR: ING. LUIS MARCELO LÓPEZ LÓPEZ, Ph.D.

Cuenca - Ecuador

2025

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, José Miguel Carpio Jara con documento de identificación N° 0104303409 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 14 de febrero del 2025

Atentamente,



José Miguel Carpio Jara

0104303409

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, José Miguel Carpio Jara con documento de identificación N° 0104303409, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto técnico: “Diseño de una matriz progresiva para la obtención de soportes de tablero izquierdo y derecho en una cocina de 20 pulgadas”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Tecnólogo Superior en Mecánica Industrial, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 14 de febrero del 2025

Atentamente,



José Miguel Carpio Jara

0104303409

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Luis Marcelo López López con documento de identificación N° 0102906971, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO DE UNA MATRIZ PROGRESIVA PARA LA OBTENCIÓN DE SOPORTES DE TABLERO IZQUIERDO Y DERECHO EN UNA COCINA DE 20 PULGADAS, realizado por José Miguel Carpio Jara con documento de identificación N° 0104303409, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 14 de febrero del 2025

Atentamente,



Ing. Luis Marcelo López López, Ph.D.

0102906971

Dedicatoria

A ti Esposa

Mi compañera en todo el transcurso de la carrera, por ser una mujer que perseveró, confió y supo apoyarme y que, pese a las dificultades, siempre apostó el todo por mí.

A mi Hijo

Mi pilar fundamental para superarme, dar lo mejor de mí y ser un ejemplo para ti amado hijo, gracias por tu paciencia en esta etapa.

A mi Mamá y Hermanos

El presente proyecto y logro ha sido gracias a ustedes, se los dedico con mucho cariño por ser el eje principal en el transcurso de mi vida, siendo un apoyo incondicional, los autores de cada uno de mis valores y de la persona que soy.

Agradecimientos

A Dios

Por brindarme la salud a lo largo del camino, permitirme no decaer a ningún momento y llegar a cumplir el objetivo.

A mi tutor

Por guiarme en todo el proceso, con calidez y profesionalismo, compartiendo sus conocimientos y experiencias.

A la empresa

Por confiar en mí, brindarme el apoyo tanto económico como profesional, apoyándome en todo momento en lo que necesite.

Resumen

Se realiza el diseño de una matriz progresiva para la obtención de un soporte metálico utilizando un software de diseño (solidworks), el cual nos ayudara a remplazar las matrices del proceso actual, así reduciendo los costos de producción por cada pieza elaborada y eliminando el riesgo de aplastamiento en la matriz de doblado.

Palabras claves: Matriz, corte, lámina, troquel.

Abstract

The design of a progressive die is carried out to obtain a metal support using design software (solidworks), which will help us replace the dies of the current process, thus reducing production costs for each piece produced, and eliminating the risk of crushing in the bending die.

Keywords: Die, cut, sheet.

Índice de contenidos

1. Introducción	1
2. Problema: Descripción del problema	1
2.1. Antecedentes y justificación	1
2.1.1. Antecedentes	1
2.1.2. Justificación	1
2.2. Situación problemática	2
2.3. Grupo objetivo (beneficiarios)	2
2.4. Delimitación	2
2.4.1. Delimitación geográfica	2
2.4.2. Delimitación temporal	2
2.4.3. Delimitación sectorial	3
3. Objetivos.	3
3.1. Objetivo General.	3
3.2. Objetivos Específicos.	3
4. Fundamentos teóricos	3
4.1. Troquelado	3
4.1.1. Geometría	4
4.2. Doblado	4
4.2.1. Etapas del doblado	5
4.3. Prensa excéntrica	6
4.3.1. Cómo funciona la prensa excéntrica	7
4.3.2. Partes de las prensas mecánicas	7
5. Metodología	8
5.1. Parámetros iniciales para el diseño de una matriz de corte progresiva	9
5.1.1. Geometría y espesor	10
5.1.2. Material	10
5.1.2.1. Resistencia mecánica	10
5.1.2.2. Composición química	11
5.1.3. Número de piezas a producir	11

5.1.3.1.	Producción	11
5.1.3.2.	Tiempo propuesto de producción	11
5.2.	Diseño de la matriz	12
5.2.1.	Componentes de la parte fija de la matriz	12
5.2.1.1.	Placas matrices	12
5.2.1.2.	Placa matriz cuchilla lateral	13
5.2.1.3.	Placa matriz forma de cruz	13
5.2.1.4.	Placas matrices doblado	14
5.2.1.5.	Placa matriz liberado	14
5.2.1.6.	Placa base inferior	15
5.2.1.7.	Placa porta matrices	16
5.2.1.8.	Regletas	17
5.2.1.9.	Juego de buje y columna	17
5.2.2.	Componentes de la parte móvil de la matriz	18
5.2.2.1.	Placa base superior	18
5.2.2.2.	Placa porta punzones	19
5.2.2.3.	Placa guía de punzones	20
5.2.2.4.	Punzones cuchillas laterales	20
5.2.2.5.	Punzón cilíndrico	21
5.2.2.6.	Punzón de forma ojal	21
5.2.2.7.	Punzón cilíndrico	22
5.2.2.8.	Punzón cilíndrico	22
5.2.2.9.	Punzón de forma cruz	23
5.2.2.10.	Punzón de forma rectangular	23
5.2.2.11.	Punzones de doblado	24
5.2.2.12.	Punzones de forma liberado	24
5.2.3.	Cálculos para la dimensionar la cinta	25
5.2.4.	Cálculo de la pieza en la plancha	26
5.2.5.	Cálculo número de piezas en la cinta	27
5.2.6.	Cálculo número de cintas de la plancha	27
5.2.7.	Cálculo de fuerza de corte	28
5.2.8.	Cálculo fuerza de doblado	29
5.2.9.	Cálculo de fuerza total de operación	29
5.2.10.	Cálculo del juego de corte	30
5.2.11.	Cálculo de fuerza de extracción	30

5.2.12. Cálculo de fuerza de expulsión.....	30
5.2.13. Cálculo de centro de gravedad	31
5.3. Evaluación del diseño.....	33
5.3.1. Evaluación del costo de mano de obra actual.....	33
5.3.2. Evaluación del costo de mano de la propuesta del diseño	36
5.3.3. Evaluación de Seguridad.....	38
5.3.3.1. Riesgo en la matriz actual	38
5.3.3.2. Riesgo en la matriz propuesta	39
6. Conclusiones	39
7. Recomendaciones	39
Referencias	41
ANEXOS	42
Anexo A: Conjunto y particulares	42

Lista de Tablas

1.	Propiedades mecánicas	11
2.	Composición química	11
3.	Especificación del material de las placas matrices	13
4.	Composición química del acero K 100	13
5.	Especificación del material de la placa base inferior	15
6.	Composición química del acero St 37	15
7.	Perímetro de corte total	28
8.	Perímetro de doblado total	28
9.	Áreas y centros.....	33

Lista de Figuras

1.	Ubicación de la empresa de línea blanca	2
2.	Punzón y matriz	4
3.	Etapas del doblado	6
4.	Prensa excéntrica	8
5.	Proceso de investigación	8
6.	Soporte.....	10
7.	Distribución en la cinta.....	12
8.	Placas matriz cuchilla lateral.....	13
9.	Placa matriz forma de cruz.....	14
10.	Placas matrices doblado.....	14
11.	Placa matriz liberado.....	15
12.	Placa base inferior.....	16
13.	Placa porta matrices.....	16
14.	Regletas.....	17
15.	Juego de buje y columna.....	17
16.	Placa base superior.....	19
17.	Placa porta punzones.....	19
18.	Placa guía de punzones.....	20
19.	Punzones cuchillas laterales.....	20
20.	Punzón normalizado 4mm.....	21
21.	Punzón de forma ojal.....	21
22.	Punzón normalizado 3mm.....	22
23.	Punzón normalizado 6mm.....	22
24.	Punzón de forma de cruz.....	23
25.	Punzón de forma rectangular.....	23
26.	Punzones de doblado.....	24
27.	Punzones de liberado.....	24
28.	Distribución de la pieza en la cinta.....	26
29.	Punzones de corte y doblado.....	26
30.	Centro de gravedad.....	32
31.	Identificación de punzones.....	32
32.	Riesgo de aplastamiento.....	39

1. Introducción

El diseño de matrices progresivas es una técnica fundamental en la fabricación de componentes a partir de chapa metálica [1]. Estas matrices permiten realizar múltiples operaciones de conformado, como corte, doblado y estampado, en un solo proceso continuo, lo que mejora la eficiencia y reduce los costos de producción [2]. El uso de matrices progresivas es un proceso muy utilizado en los sectores de automoción, electrónica y electrodomésticos. [3]

Una matriz progresiva es una herramienta que se utiliza en prensas para transformar chapa metálica en piezas específicas mediante una serie de etapas [4]. En cada etapa del ciclo de la prensa, la chapa pasa por diferentes operaciones, da como resultado en un producto final que puede ser utilizado en diversas aplicaciones industriales. [5]

Llegar a la conclusión de utilizar una matriz progresiva para la fabricación de una pieza, se debe a factores como el volumen de producción, la complejidad de la geometría y el tamaño.

2. Problema: Descripción del problema

2.1. Antecedentes y justificación

2.1.1. Antecedentes

Dentro de la manufactura de productos de línea blanca, existen dispositivos para el corte de láminas metálicas con formas, entre ellos se encuentra elementos cortados como los soportes que pueden ser izquierdo y derecho del tablero (parte donde van los quemadores) y que tienen la finalidad de unirlos al frente de la cocina con el tablero (parte donde van las perillas). En la actualidad estos soportes se realizan en dos dispositivos (matrices) diferentes, que necesitan dos prensas y dos operarios para su fabricación.

2.1.2. Justificación

Con la construcción de una matriz de corte progresiva se pretende unificar los procesos de troquelado y estampado de los soportes que unen el tablero y el frente de la cocina, optimizando los tiempos y costos de producción con la finalidad de ser más competitivo con el producto final.

2.2. Situación problemática

La situación se presenta una vez que cumplió la vida útil de la matriz actual en la empresa, la cual presenta exceso de rebaba en el producto final, y por temas de producción se procede al diseño de una nueva matriz progresiva, la cual va a remplazar a dos matrices la una de troquelado y la otra de estampado.

2.3. Grupo objetivo (beneficiarios)

El beneficiario de la propuesta de titulación será la empresa manufacturera de productos de línea blanca.

2.4. Delimitación

2.4.1. Delimitación geográfica

El trabajo de titulación se desarrollará en dos locaciones diferentes, donde inicialmente se levantarán los datos para el diseño de la matriz, y está la empresa ubicada en la avenida Américas y la avenida Don Bosco, como se observa en la Figura 1.

Figura 1. *Ubicación de la empresa de línea blanca.*[6]



2.4.2. Delimitación temporal

El proyecto de titulación propuesto se desarrollará entre los meses de octubre del 2024 a febrero del 2025.

2.4.3. Delimitación sectorial

El trabajo de titulación se desarrollará dentro del sector industrial de la manufactura, específicamente en la producción de artículos de línea blanca.

3. Objetivos.

3.1. Objetivo General.

- Diseñar una matriz de corte progresiva para la obtención de soportes metálicos.

3.2. Objetivos Específicos.

- Determinar los parámetros iniciales para el diseño de una matriz de corte progresiva.
- Proponer el diseño de una matriz de corte progresiva de acuerdo a los parámetros iniciales establecidos.
- Evaluar el diseño de una matriz de corte progresiva de acuerdo a los parámetros iniciales establecidos.

4. Fundamentos teóricos

4.1. Troquelado

El troquelado de láminas metálicas es un proceso de fabricación que consiste en cortar, perforar o estampar formas específicas en láminas de metal con una prensa y un troquel. [7]

Según Edino [7] el proceso de troquelado metálico se puede desglosar en varias etapas clave:

1. Diseño del troquel: La primera etapa implica el diseño y la fabricación del troquel, que debe ser preciso y adecuado para la forma y función de la pieza que se va a producir.
2. Preparación del material: Se selecciona la lámina de metal adecuada, que puede ser de diversos materiales como acero, aluminio o cobre, dependiendo de los requisitos del producto final.
3. Configuración de la prensa: La lámina de metal se coloca en la prensa, que está equipada con el troquel diseñado.

4. Troquelado: La prensa aplica una fuerza considerable para empujar el troquel a través del metal, cortando o moldeando la lámina según el diseño del troquel.
5. Inspección y acabado: Las piezas troqueladas se inspeccionan para asegurar que cumplen con los estándares de calidad requeridos y, si es necesario, se realizan acabados adicionales para perfeccionar el producto.

4.1.1. Geometría

Se debe considerar que las longitudes, ángulos y formas del elemento a obtener son fundamentales y se deben analizar de manera preliminar para que no afecten al diseño final. [8]

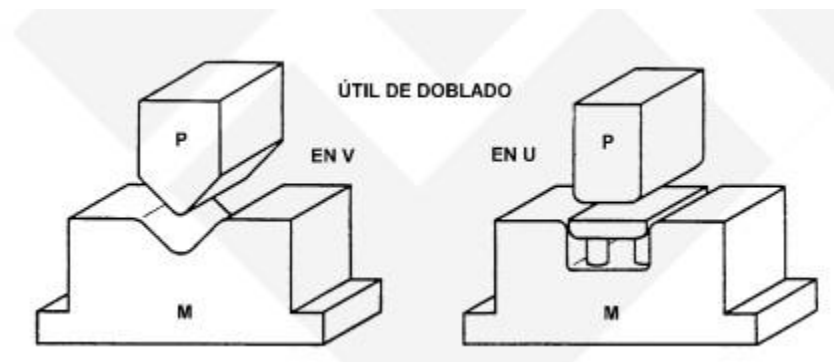
4.2. Doblado

La operación de doblado consiste, en realizar una transformación plástica de una lámina o plancha metálica de material y convertirla en una pieza con forma o geometría distinta a la anterior; en cualquiera de las operaciones de doblado, siempre deberá tenerse en cuenta los factores que puedan influir sobre la forma de la pieza a obtener como, por ejemplo: elasticidad del material, radios interiores y ángulos de doblado [9, 10].

Según Ghardache [11] el doblado de piezas de chapa se realiza por medio de herramientas o matrices de doblar, que están compuestas de dos partes esenciales:

1. La superior o macho (punzón).
2. La inferior o hembra (matriz).

Figura 2. Punzón y matriz.



La herramienta se compone:

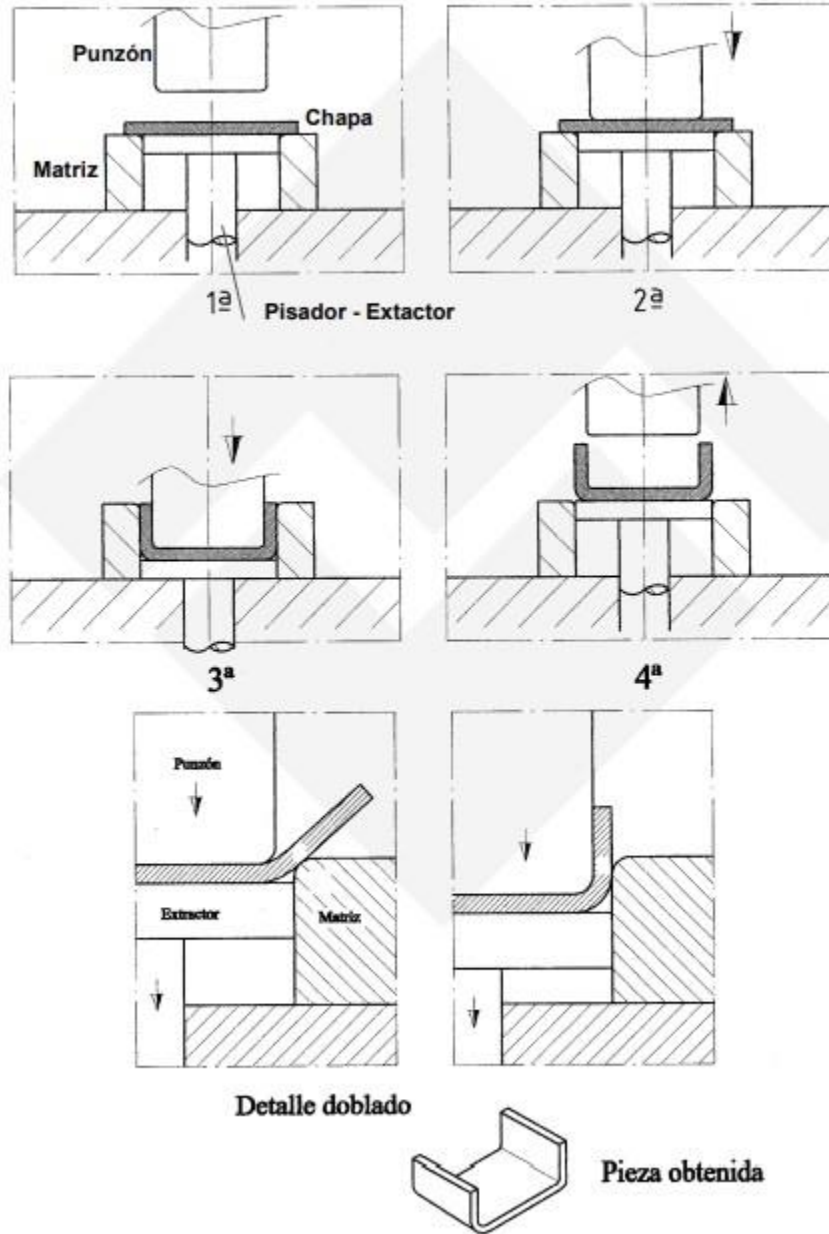
1. De un punzón P que tiene la forma de la pieza.
2. De una matriz M cuya forma en la parte activa, al final de la carrera debe dejar pasar el material, entre ella y el punzón, un juego teóricamente igual al de la propia chapa.

4.2.1. Etapas del doblado

1. El punzón y la parte móvil de la matriz permanecen estáticos en el punto muerto superior, mientras que en la parte inferior se posiciona una chapa plana lista para ser doblada.
2. El punzón inicia la carrera de descenso, hasta hacer contacto con la chapa e iniciar el doblado de la misma.
3. Al final de la carrera de descenso el punzón alcanza el punto muerto inferior, y la pieza queda doblada.
4. Después del doblado, la parte superior o móvil de la matriz retrocede hasta alcanzar el punto muerto superior, mientras el extractor inferior saca la pieza fuera de la boca de la matriz. En ese momento el ciclo de trabajo ha finalizado y la matriz está preparada para doblar una nueva pieza.

En la Figura 3 se observa un proceso de doblado en U, donde se identifica la acción de los cantos del punzón y de la matriz de conformado que están debidamente redondeados para que la lámina metálica pueda deslizarse suavemente sin que se produzcan desgarros o roturas en la misma. Además, se observa el sistema de expulsión de la pieza de la matriz de conformado a través de un eje central que actúa al final de todo el proceso.

Figura 3. Etapas del doblado. [10]



4.3. Prensa excéntrica

Las prensas excéntricas son un tipo de máquina de prensado, accionadas mecánicamente, que se utilizan para trabajos que requieren de una carrera corta, como en punzonados y estampados; este tipo de prensa mecánica suele usarse mayoritariamente para el estampado

de láminas metálicas, concretamente para dar forma y cortar las mismas. Para realizar estas funciones hace uso de dos de sus elementos, por una parte, el punzón, que sirve para dar forma, y por otra está la matriz, que sirve para cortar; además, las prensas excéntricas se caracterizan y diferencian de las demás por su alta velocidad de funcionamiento; por ello, poseen gran demanda en el sector metalúrgico, puesto que con ellas se pueden elaborar pequeñas piezas con gran rapidez. [12, 13]

4.3.1. Cómo funciona la prensa excéntrica

Las prensas excéntricas, también conocidas como de manivela, funcionan cuando un volante es accionado por un motor eléctrico a través de una transmisión por correa. En este momento, se transmite el movimiento a través de una rueda dentada pequeña y otra grande, que estará montada sobre el eje excéntrico. [14]

Según Puerta [15] estas prensas utilizan una biela que se implementa por medio de un cigüeñal. El volante de la parte superior de la máquina gira mediante un motor eléctrico, y cuando se realiza la acción, el embrague conecta el eje del volante al cigüeñal y aplica toda su fuerza.

4.3.2. Partes de las prensas mecánicas

Tal y cómo se ha comentado anteriormente, las prensas excéntricas o de manivela, son una tipología de prensa mecánica.

1. Estructura: La estructura sirve como cuerpo de la máquina o soporte, y aporta estabilidad a la misma. Esta debe ser sólida y resistente, puesto que la fuerza que se aplica en la prensa es de gran magnitud.
2. Columna: Parte vertical que sostiene el mecanismo de excéntrica y la mesa.
3. Excentricidad: Componente que convierte el movimiento circular en movimiento lineal. Su diseño excéntrico genera una fuerza de compresión.
4. Placa de presión: Superficie donde se coloca la pieza de trabajo.
5. Martillo o punzón: Herramienta que aplica la fuerza sobre la pieza de trabajo.
6. Cojinetes: Permiten el giro suave del eje excéntrico.
7. Eje excéntrico: Eje central que está desplazado del centro, permitiendo la transformación del movimiento.

8. Sistema de transmisión: Puede incluir poleas y correas que transfieren el movimiento a la prensa. [Pág. 34][15]

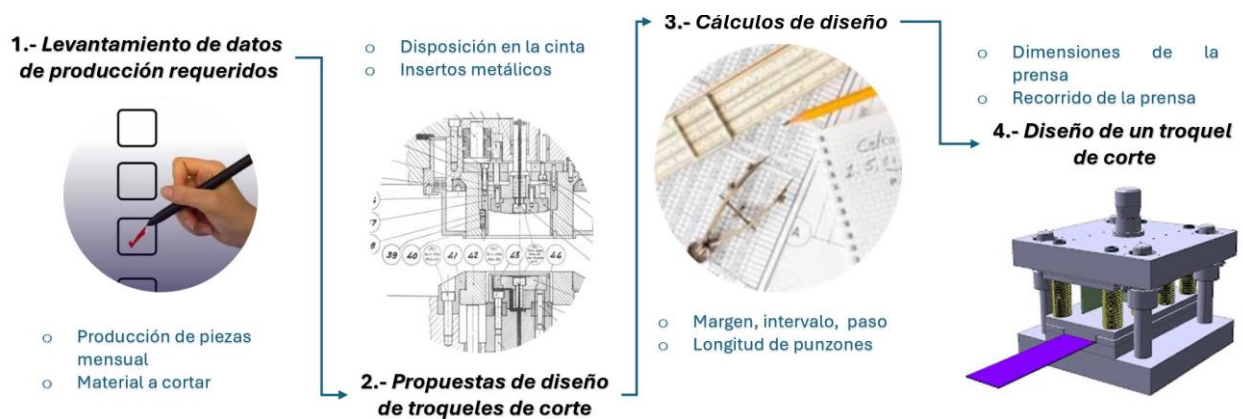
Figura 4. Prensa excéntrica.



5. Metodología

El cuadro sinóptico, que se presenta a continuación, indica la metodología de investigación que se aplicó en el desarrollo del trabajo de titulación, iniciando desde una parte exploratoria en el dimensionamiento y funcionalidad de la matriz hasta un alcance explicativo donde se justifican los criterios adoptados con respecto a los resultados determinados.

Figura 5. Proceso de investigación.



En la Figura 5 se presenta el proceso de investigación utilizado para el desarrollo del trabajo de titulación, donde primeramente se levantan los parámetros requeridos en producción en la actualidad y su proyección por lo menos de un año para establecer el número de piezas por hora y dimensionar la matriz de acuerdo a la necesidad actual y a su proyección en crecimiento. Además, se consideró en el proceso del diseño, la seguridad que se debe brindar al operario en el momento de su manipulación, disminuyendo el factor de riesgo mecánico o eliminándolo completamente en la fuente.

ALCANCES:

ENFOQUE:

CUANTITATIVO

Datos de la producción mensual y dimensionamiento de elementos mecánicos del troquel de corte.

TIPO:

APLICADA

A la necesidad de reducir costos de producción de productos de línea blanca.

① *EXPLORATORIO*

Identifica la mejor disposición de la pieza en la cinta.

② *DESCRIPTIVO*

Aplica conceptos de diseño de troqueles de corte para láminas metálicas.

③ *CORRELACIONAL*

Relaciona el tiempo de producción de elementos de línea blanca con los costos de mano de obra.

④ *EXPLICATIVO*

Sustenta los conceptos de diseño utilizados para establecer la eficacia del diseño.

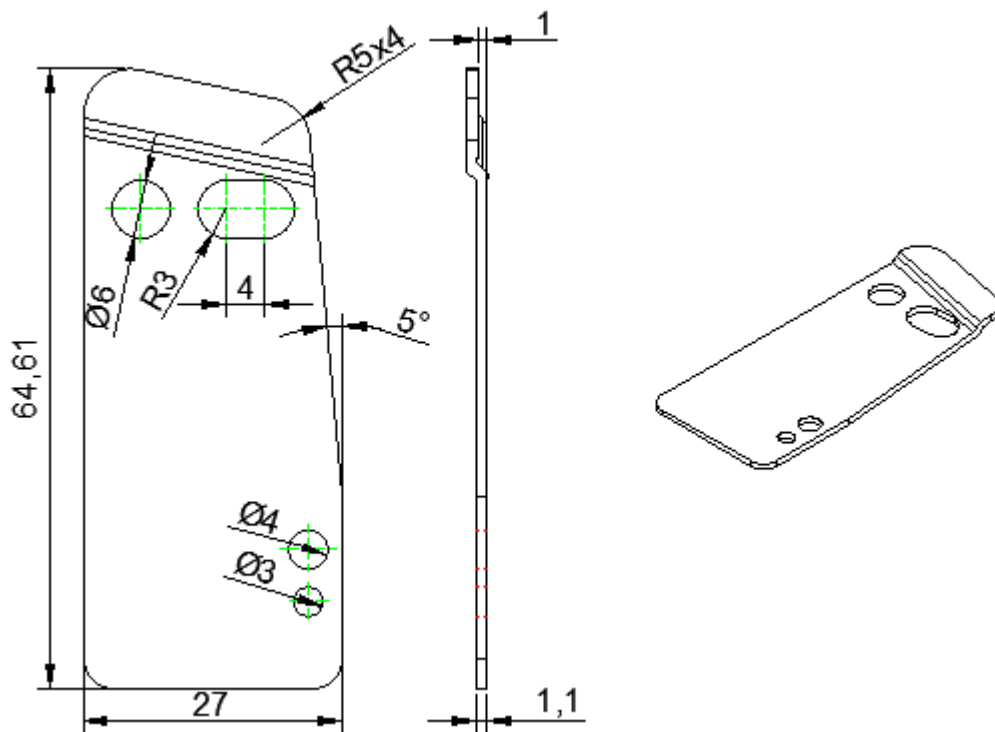
5.1. Parámetros iniciales para el diseño de una matriz de corte progresiva

Para el diseño de la matriz de corte de los soportes del tablero y el frente se consideraron los siguientes parámetros.

5.1.1. Geometría y espesor

La pieza o elemento mecánico obtenido de las láminas metálicas se presenta a detalle en la Figura 6.

Figura 6. Soporte.



5.1.2. Material

A continuación, se presentan las características técnicas del material a utilizar en la elaboración de los soportes.

5.1.2.1. Resistencia mecánica.

Para la producción de los soportes para el tablero y el frente se utiliza un material de latón galvanizado, porque los elementos mecánicos están expuestos a derrames de diferentes líquidos y humedad. La Tabla 1 presenta las propiedades mecánicas de la lámina comercial galvanizada

Tabla 1. *Propiedades mecánicas.*

PROPIEDADES MECANICAS				
LIMITE ELASTICO		RESISTENCIA A LA TRACCION		% ALARG
25Kg/mm3	250MPa	35Kg/mm2	365MPa	22

5.1.2.2. Composición química

La Tabla 2 presenta la composición química de la lámina metálica galvanizada utilizada en la fabricación de los soportes.

Tabla 2. *Composición química.*

NORMA TÉCNICA		COMPOSICIÓN QUÍMICA (Max)			
De la plancha	Del Acero	C %	Mn %	P %	S %
ASTM A653 / 653M	JIS G 3302 SPCC SD	0,12%	0,50%	0,04%	0,05%

5.1.3. Número de piezas a producir

5.1.3.1. Producción

Actualmente, la empresa ensambla un promedio de 6000 unidades mensuales, por lo que se requieren 12000 soportes de tablero y frente.

5.1.3.2. Tiempo propuesto de producción

La producción actual es de 1200 unidades/hora en el proceso de troquelado y en el proceso de doblado que es posterior al corte es de 500 unidades/hora. La propuesta del nuevo diseño de la matriz progresiva pretende obtener 1500 unidades/hora en un solo proceso.

5.2. Diseño de la matriz

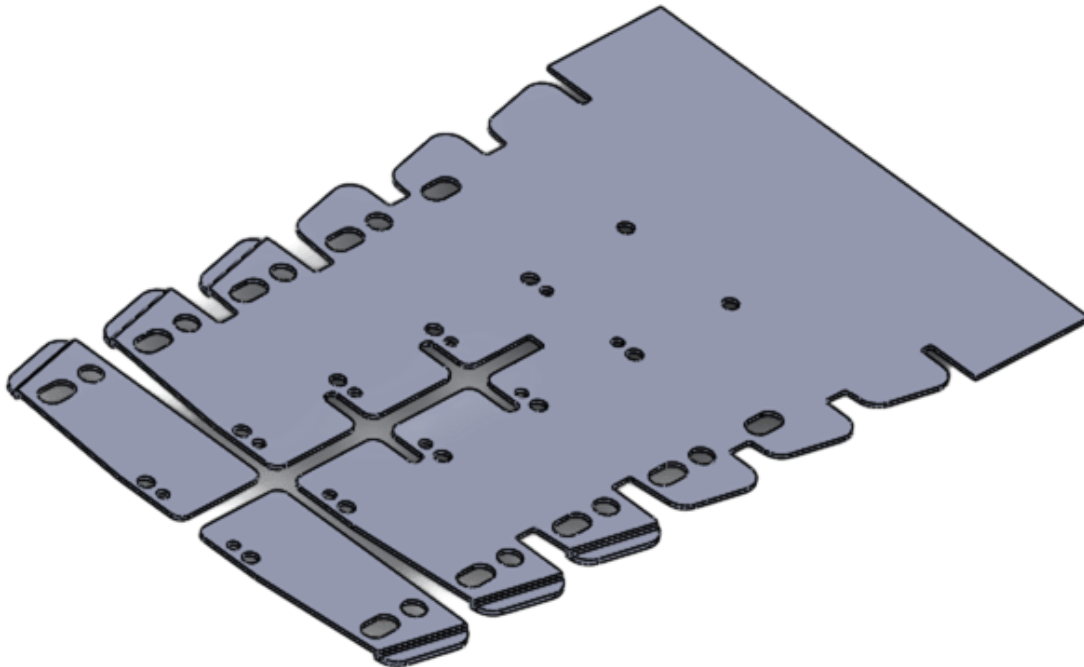
De acuerdo a la necesidad de unificar el proceso de troquelado con el doblado se propone la siguiente matriz progresiva, a continuación, se detalla sus componentes.

5.2.1. Componentes de la parte fija de la matriz

5.2.1.1. Placas matrices

De acuerdo a la cantidad de piezas a producir de 12000 unidades; se propuso realizar el proceso en cinco etapas como se observa en la Figura 7, por lo que se planteó en el diseño colocar postizos para el corte y doblado de la lámina, lo que nos facilitara para realizar los mantenimientos necesarios a futuro.

Figura 7. Distribución en la cinta.



La Tabla 3 presenta las propiedades principales de acero K100 y la Tabla 4 la composición química. Es utilizado para la construcción de los insertos de corte y conformado (matrices). Es un acero estándar de los aceros ledeburíticos con 12 % de cromo para aplicaciones donde se requiera alta resistencia al desgaste, aplicado a trabajos en frío.

Tabla 3. *Especificación del material de las placas matrices.* [16]

Denominación	Material	Dureza	Densidad	Módulo de elasticidad	Temperatura de temple
Placa matriz	Acero K 100	120 - 180 HB	7,7 kg/dm ³	210×10 ³ N/mm ²	940 - 970 °C

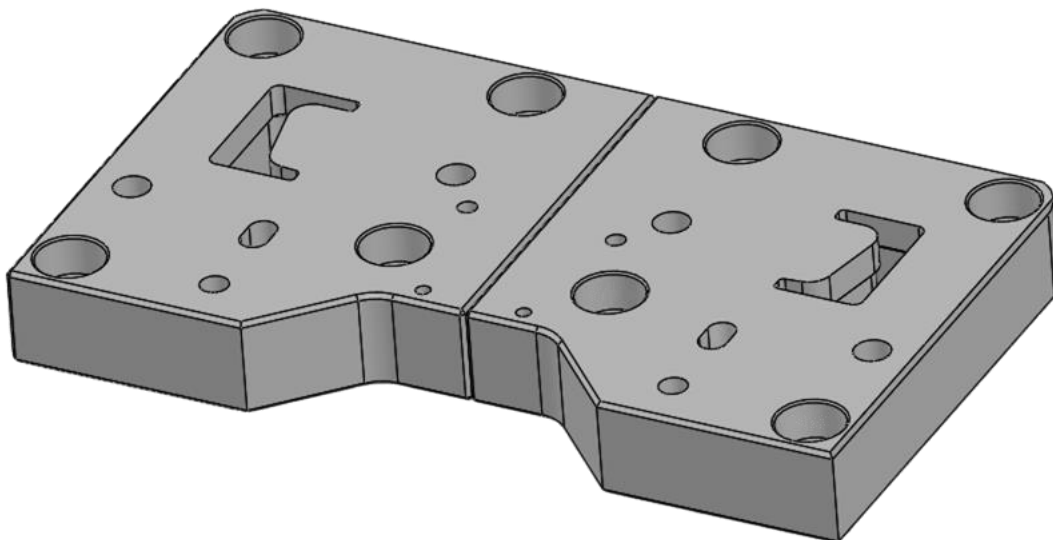
Tabla 4. *Composición química del acero K 100.* [16]

C	Si	Mn	Cr
2,00	0,25	0,35	11,50

5.2.1.2. Placa matriz cuchilla lateral

La placa donde se realiza el corte para marcar el paso de la cinta o lámina metálica se la conoce como la placa matriz de cuchilla lateral, la cual también nos ayuda a liberar una parte del soporte, fabricada con acero K 100 y se observa en la Figura 8.

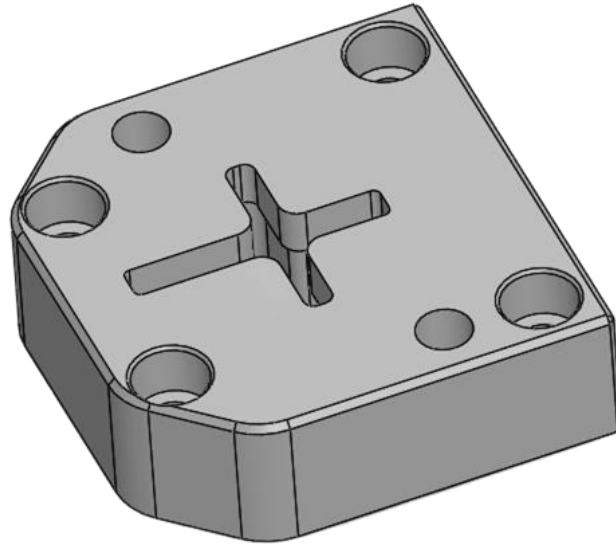
Figura 8. Placas matriz cuchilla lateral.



5.2.1.3. Placa matriz forma de cruz

La placa matriz donde se realiza el corte central, la cual también nos ayuda a liberar la parte céntrica del soporte, fabricada con acero K 100 y se observa en la Figura 9.

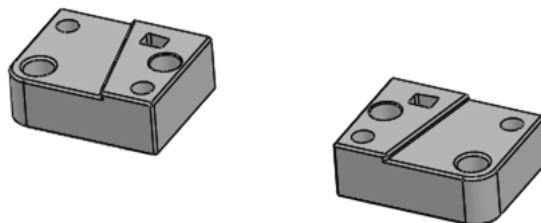
Figura 9. Placa matriz forma de cruz.



5.2.1.4. Placas matrices doblado

Las placas matrices donde se realiza el doblado del soporte tanto izquierdo como derecho, fabricada con acero K 100 y se observa en la Figura 10.

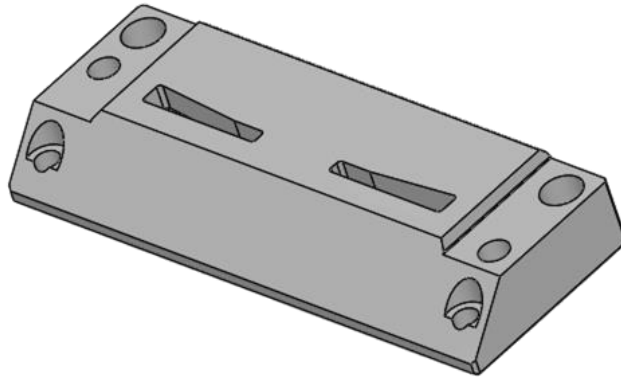
Figura 10. Placas matrices doblado.



5.2.1.5. Placa matriz liberado

La placa matriz donde se realiza el liberado de los soportes tanto izquierdo como derecho, fabricada con acero K 100 y se observa en la Figura 11.

Figura 11. Placa matriz liberado.



5.2.1.6. Placa base inferior

La Tabla 5 presenta las propiedades principales de acero St37, utilizado para la construcción de la placa base inferior. DIN St37-2 St37 es un tipo de acero estructural al carbono con estándar alemán (DIN). Tales como: St37-2, St37-3U, St37-3n, USt37-2, etc. Este material equivale al acero estructural al carbono Q235B en China.

Tabla 5. Especificación del material de la placa base inferior. [16]

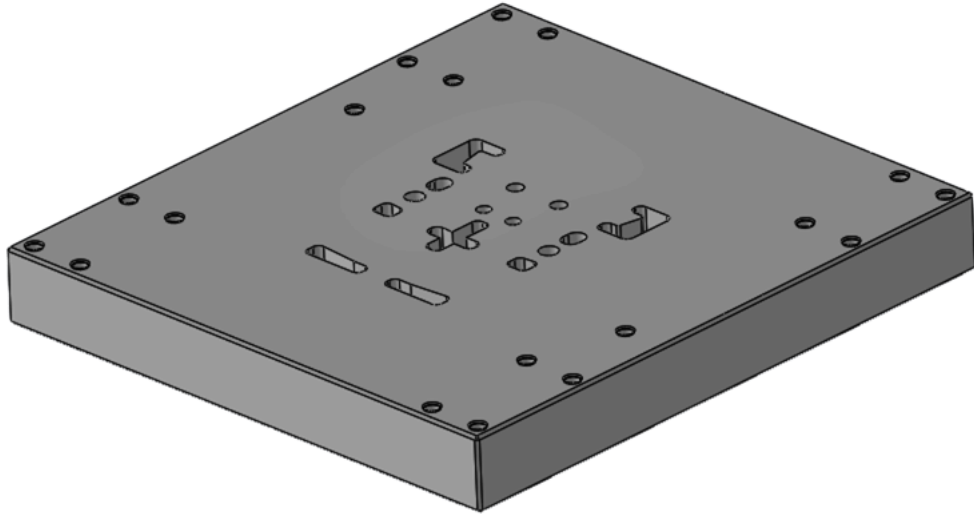
Denominación	Material	Dureza	Elongación	Límite elástico	Resistencia a la tracción
Placa base inferior	Acero St37	120 HB	≥ 25 %	≥ 235 MPa	340 - 510 MPa

La ductilidad del acero St37 le permite absorber energía bajo tensión sin fracturarse fácilmente. Esta propiedad es importante en aplicaciones en las que el material puede estar sujeto a impactos o cargas dinámicas. La Figura 12 presenta el sólido de la placa base inferior, los detalles de las medidas se presentan en los particulares ubicados en los Anexos. La Tabla 6 presenta la composición química del acero St 37.

Tabla 6. Composición química del acero St 37. [16]

C	P	S	N
0,17	0,040	0,035	10,009

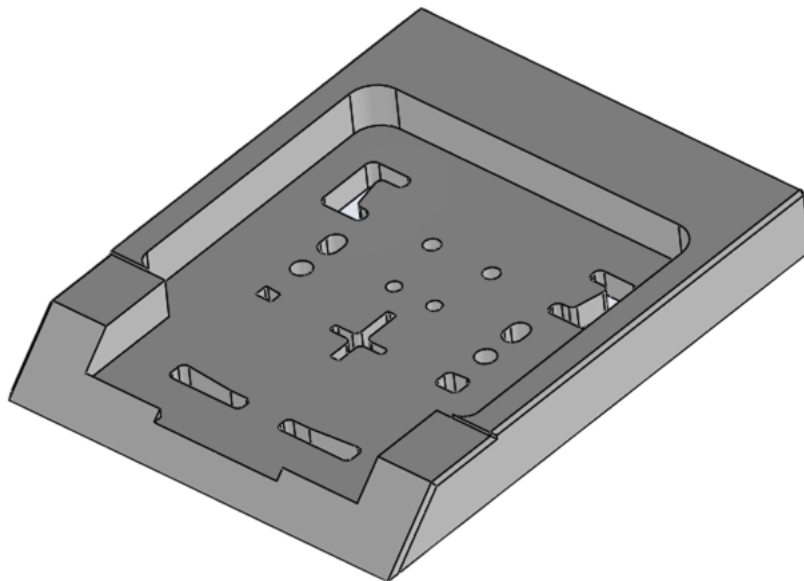
Figura 12. Placa base inferior.



5.2.1.7. Placa porta matrices

La placa porta matrices está construida de un acero St37 y se observa en la Figura 13.

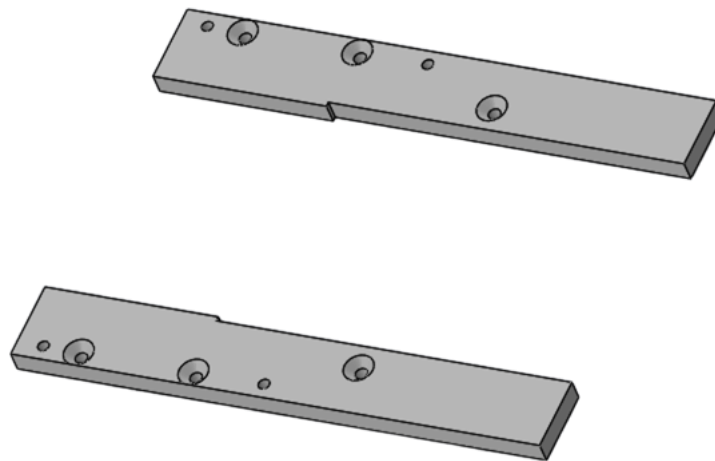
Figura 13. Placa porta matrices.



5.2.1.8. Regletas

Las regletas sirven como guías de la cinta y están hechas de acero St37, se observan en la Figura 14.

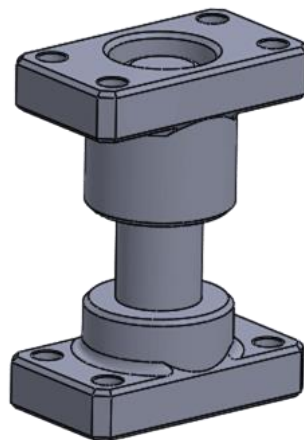
Figura 14. Regletas.



5.2.1.9. Juego de buje y columna

Las columnas desempeñan la función de guías del bastidor entre la parte fija y la parte móvil del troquel. Las columnas utilizadas en el diseño son normalizadas Modelo 25SYZP como se observa en la Figura 15.

Figura 15. Juego de buje y columna.



5.2.2. Componentes de la parte móvil de la matriz

De acuerdo con el dimensionamiento de la parte fija de la matriz, se diseñó la parte móvil del troquel con los siguientes componentes.

5.2.2.1. Placa base superior

De acuerdo con Archundia [17], la placa base superior de un troquel de corte es un componente esencial en el proceso de troquelado (Figura 16), su función principal es sostener y guiar el punzón, la herramienta que realiza el corte o la deformación del material, durante la operación. Esta placa, generalmente fabricada en materiales de alta resistencia mecánica a la deformación como el acero St 37 y forma parte del conjunto móvil del troquel que se acopla al ariete o martillo de la prensa.

Como funciones de la placa base se tiene:

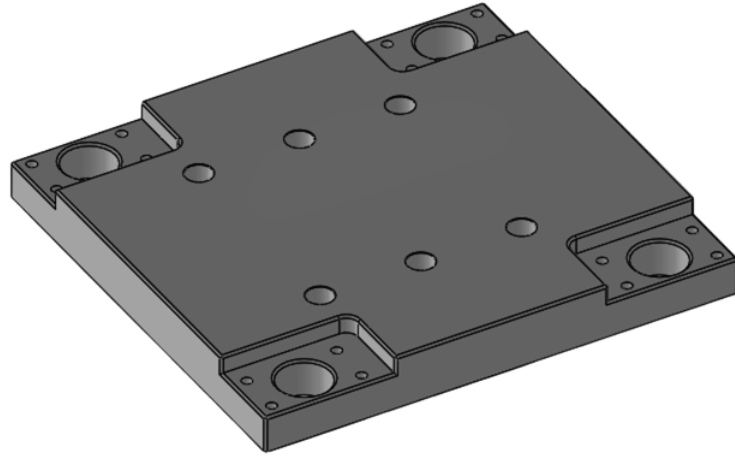
Soporte del punzón: La placa base superior proporciona una base sólida y precisa para el montaje del punzón, asegurando que este se mantenga en la posición correcta durante el proceso de corte.

Guía de corte: Actúa como una guía para el punzón y todos los elementos incorporados a las partes móviles del troquel, garantizando que el corte se realice de manera uniforme y siguiendo el contorno deseado de las guías de la máquina, que dependiendo del tipo, se pueden tener diferentes geometrías.

Transferencia de fuerza: Transmite la fuerza ejercida por la prensa al punzón, permitiendo que este penetre en el material y realice el corte. En algunas prensas se puede calibrar la fuerza requerida.

Protección de componentes: Algunos diseños ayudan a proteger otros componentes del troquel, como los resortes y las guías de daños durante la operación, al igual que protegen a los operarios con diferentes dispositivos y sensores en la manipulación cuando están encendidos. [17, Pág. 2]

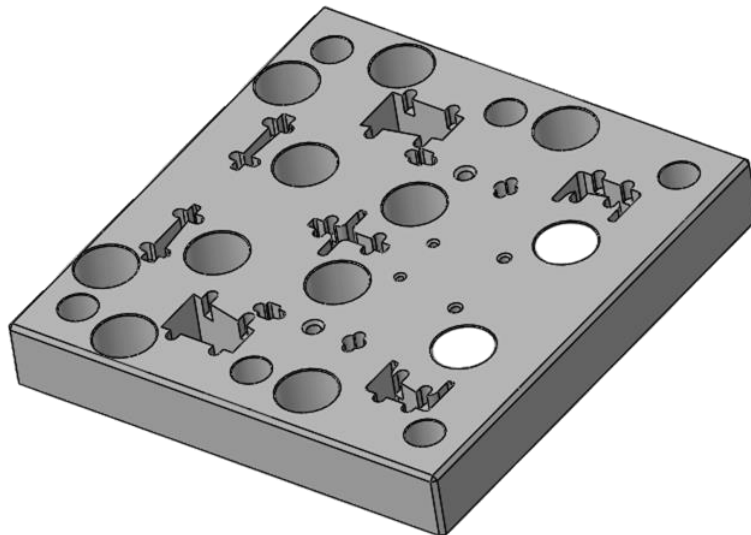
Figura 16. Placa base superior.



5.2.2.2. Placa porta punzones

Su función principal es alojar y fijar de manera precisa los punzones, asegurando así la calidad y repetibilidad de las piezas producidas y está fabricada comúnmente con acero St37.

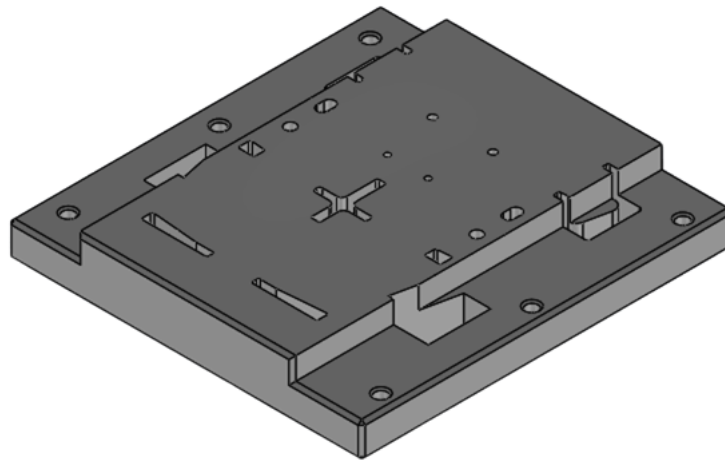
Figura 17. Placa porta punzones.



5.2.2.3. Placa guía de punzones

La placa de la Figura 18 tiene como función guiar a los punzones y alinearlos con la placa matriz.

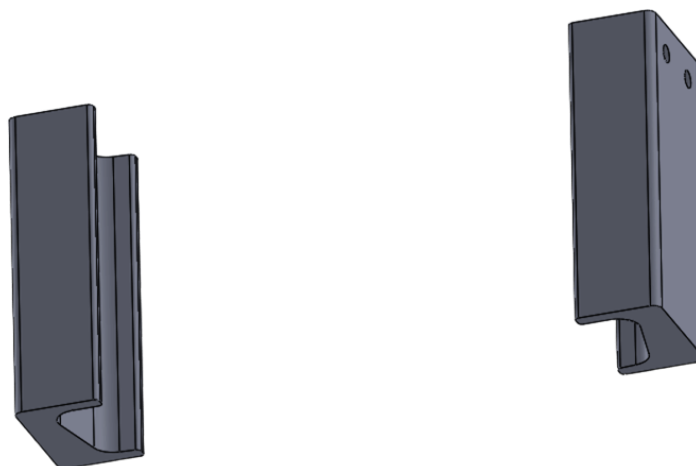
Figura 18. Placa guía de punzones.



5.2.2.4. Punzones cuchillas laterales

Estos punzones (ver Figura 19) son los que realizan el corte inicial en la cinta, marcando el paso de una manera precisa para las siguientes operaciones, contruidos en un acero K 100.

Figura 19. Punzones cuchillas laterales. (Paso 1)



5.2.2.5. Punzón cilíndrico

En la Figura 20 se observa un punzón cilíndrico con cabeza avellanada normalizado de 4mm, utilizado en el paso 1 para realizar el perforado de los agujeros de la pieza.

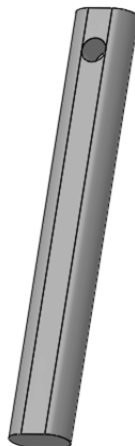
Figura 20. Punzón normalizado 4mm. (Paso 1)



5.2.2.6. Punzón de forma ojal

En la Figura 21 se observa un punzón de forma de ojal (6x10), este punzón es construido por un proceso de corte por hilo, el corte se realiza de un acero K100 previamente ya realizado su tratamiento térmico.

Figura 21. Punzón de forma ojal. (Paso 2)



5.2.2.7. Punzón cilíndrico

En la Figura 22 se observa un punzón cilíndrico con cabeza avellanada normalizado de 3mm, utilizado en el paso 2 para realizar el perforado de los agujeros de la pieza.

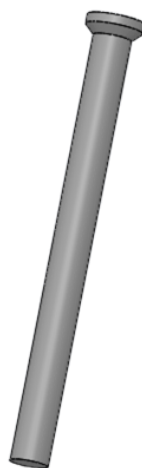
Figura 22. Punzón normalizado 3mm. (Paso 2)



5.2.2.8. Punzón cilíndrico

En la Figura 23 se observa un punzón cilíndrico con cabeza avellanada normalizado de 6mm, utilizado en el paso 3 para realizar el perforado de los agujeros de la pieza.

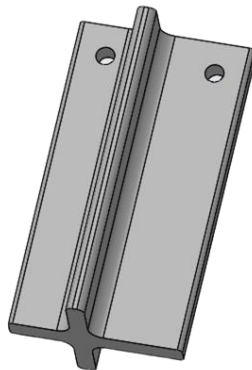
Figura 23. Punzón normalizado 6mm. (Paso 3)



5.2.2.9. Punzón de forma cruz

En la Figura 24 se observa un punzón de forma de cruz, este punzón es construido por un proceso de corte por hilo, el corte se realiza de un acero K100 previamente ya realizado su tratamiento térmico, este punzón ayuda a dar forma al soporte antes de ser liberado en su totalidad.

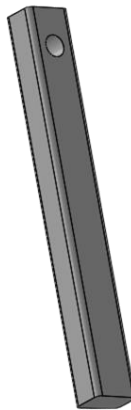
Figura 24. Punzón de forma de cruz. (Paso 4)



5.2.2.10. Punzón de forma rectangular

En la Figura 25 se observa un punzón de forma, este punzón es construido por un proceso de corte por hilo, el corte se realiza de un acero K100 previamente ya realizado su tratamiento térmico, este punzón ayuda a dar forma al soporte antes de ser liberado en su totalidad.

Figura 25. Punzón de forma rectangular. (Paso 4)



5.2.2.11. Punzones de doblado

En la Figura 26 se observa 2 punzones de doblado, los cuales son construidos por un proceso de corte por hilo, el corte se realiza de un acero K100 previamente ya realizado su tratamiento térmico.

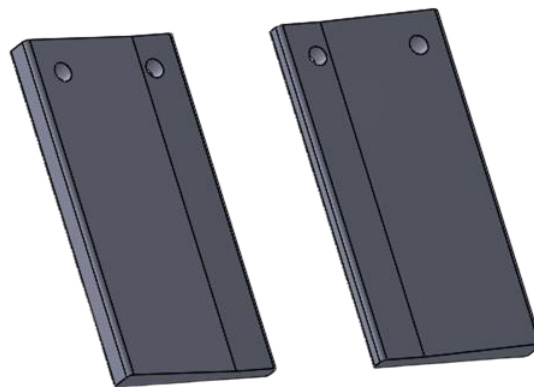
Figura 26. Punzones de doblado. (Paso 4)



5.2.2.12. Punzones de forma liberado

En la Figura 27 se observa 2 punzones de forma, los cuales son construidos por un proceso de corte por hilo, el corte se realiza de un acero K100 previamente ya realizado su tratamiento térmico, estos punzones tienen la finalidad de liberar la pieza de la cinta y dar la forma del soporte por completo.

Figura 27. Punzones de liberado. (Paso 5)



5.2.3. Cálculos para la dimensionar la cinta

El dimensionamiento de la cinta de chapa metálica en una matriz progresiva es un proceso que requiere una combinación de conocimientos teóricos y prácticos; los cálculos básicos proporcionan una base sólida, pero el uso de software especializado y la experiencia del diseñador son fundamentales para obtener resultados óptimos:

$$\text{Intervalo} = 1.5 \times e$$

$$\text{Intervalo} = 1.5 \times 1,1\text{mm}$$

$$\boxed{\text{Intervalo} = 1.65 \text{ mm}}$$

Donde:

e Espesor de la pieza

$$\text{Margen} = 1 \times e$$

$$\text{Margen} = 1 \times 1,1\text{mm}$$

$$\boxed{\text{Margen} = 1.1 \text{ mm}}$$

Donde:

e Espesor de la pieza

$$\text{Paso} = ac + in$$

$$\text{Paso} = 27 + 1.65\text{mm}$$

$$\boxed{\text{Paso} = 28.65 \text{ mm}}$$

Donde:

ac Ancho de la cinta

in Intervalo

5.2.4. Cálculo de la pieza en la plancha

Calcular la pieza en la plancha es un proceso fundamental en la fabricación de piezas metálicas. Al optimizar la disposición de las piezas, se pueden reducir costos, mejorar la eficiencia y garantizar la calidad de los productos finales:

Figura 28. Distribución de la pieza en la cinta.

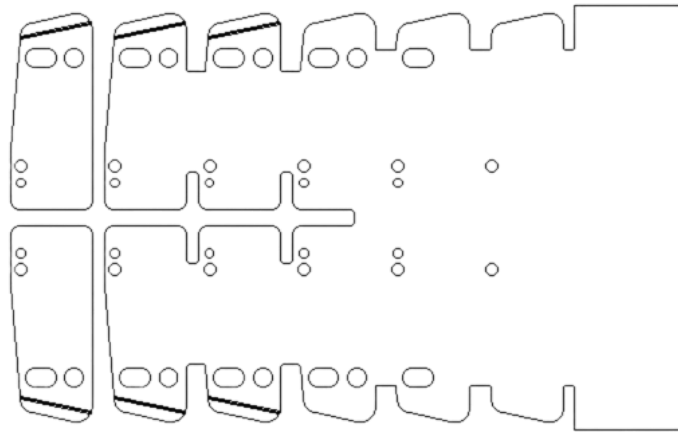
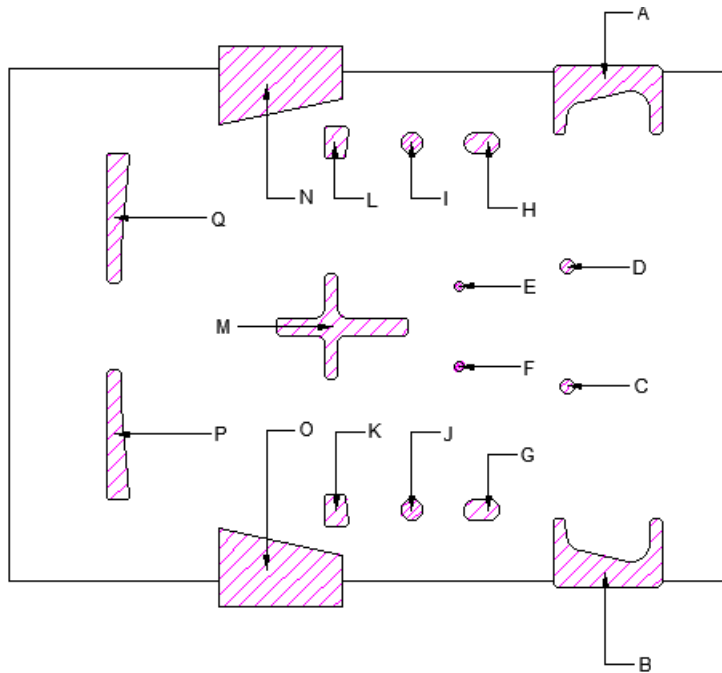


Figura 29. Punzones de corte y doblado.



5.2.5. Cálculo número de piezas en la cinta

Para determinar el número de piezas en la cinta de ancho 1.20 m, se aplicó la siguiente ecuación:

$$N_{piezas} = \frac{ap}{p}$$
$$N_{piezas} = \frac{1200}{28,65}$$

$$N_{piezas} = 41 \text{ piezas}$$

Donde:

ap Ancho de la plancha

p paso

5.2.6. Cálculo número de cintas de la plancha

Para determinar el número de cintas de ancho 1.20 m, se aplicó la siguiente ecuación:

$$N_{cintas} = \frac{lp}{ac}$$
$$N_{cintas} = \frac{2400}{139}$$

$$N_{cintas} = 17 \text{ cintas}$$

Donde:

lp Longitud de plancha

ac ancho de la cinta

Las siguientes tablas presentan los perímetros totales de los punzones de corte y punzones de doblado:

Tabla 7. *Perímetro de corte total.*

PERIMETRO DE CORTE			
Denominación	Perímetro mm	Cantidad	P Total mm
A y B	114,72	2	229,44
C y D	12,57	2	25,13
E y F	9,42	2	18,85
I y J	18,85	2	37,70
L y K	29,55	2	59,10
H y G	26,85	2	53,70
M	125,56	1	125,56
P y Q	82,65	2	165,30
	P total corte		714,78

Tabla 8. *Perímetro de doblado total.*

PERIMETRO DE DOBLADO			
Denominación	Perímetro mm	Cantidad	P Total doblado mm
N Y P	35,78	2	71,56
	P total de doblado		71,56

5.2.7. Cálculo de fuerza de corte

El cálculo de la fuerza de corte es un aspecto fundamental en diversos procesos de fabricación, especialmente aquellos que involucran la separación de material, como el corte, el punzonado y el cizallamiento. Aunque los cálculos exactos pueden variar dependiendo del material, la geometría de la pieza y las condiciones de corte, existen algunos principios generales y consideraciones importantes a tener en cuenta:

$$F_c = P_c \times e \times \sigma_t \times 1,2$$

$$F_c = 714,78 \times 1,1 \times 35 \times 1,2$$

$$F_c = 33022,8 \text{ Kgf}$$

$$F_c = 33 \text{ Ton}$$

Donde:

- Pc Perímetro total de corte
- e Espesor de la pieza
- σt Sigma (dado por tablas)
- 1,2 Factor de seguridad

5.2.8. Cálculo fuerza de doblado

$$F_c = P_d \times e \times \sigma t \times 1,2$$

$$F_c = 71,56 \times 1,1 \times 25 \times 1,2$$

$$F_c = 2361,5 \text{ Kgf}$$

$$F_c = 2,4 \text{ Ton}$$

Donde:

- P_d Perímetro total de doblado
- e Espesor de la pieza
- σt Sigma (dado por tablas)
- 1,2 Factor de seguridad

5.2.9. Cálculo de fuerza total de operación

La fuerza total de operaciones representa la suma de las fuerzas que actúan sobre un sistema o un cuerpo en un momento dado, en este caso en el golpe de prensa:

$$F_{to} = F_c + F_d$$

$$F_{to} = 33022,8 + 2361,5$$

$$F_{to} = 35384,3 \text{ Kg}$$

Donde:

- F_{to} Fuerza total de operaciones
- F_c Fuerza total de corte
- F_d Fuerza total de doblado

5.2.10. Cálculo del juego de corte

$$J_c = 0.1 \times e$$

$$J_c = 0,1 \times 1,1mm$$

$$J_c = 0,11mm$$

Donde:

J_c Juego de corte

e Espesor de la pieza

5.2.11. Cálculo de fuerza de extracción

El cálculo de la fuerza de extracción se representa de la siguiente manera, ya que viene a ser el 10

$$F_{ext} = 10 \% Ft$$

$$F_{ext} = 10 \% (35384,3)$$

$$F_{ext} = 3538,48 \text{ Kgf}$$

Donde:

F_{ext} Fuerza de extracción

Ft Fuerza total de operaciones

5.2.12. Cálculo de fuerza de expulsión

El cálculo de la fuerza de expulsión se representa de la siguiente manera, ya que viene a ser el 1,5

$$F_{exp} = 1,5 \% Ftc$$

$$F_{exp} = 1,5 \% (33022,8)$$

$$F_{exp} = 495,3 \text{ Kgf}$$

Donde:

Fex Fuerza de expulsión

Ftc Fuerza total de corte

5.2.13. Cálculo de centro de gravedad

El centro de gravedad es un aspecto fundamental en el diseño y la fabricación de matrices de corte de chapa metálica, ya que influye en la estabilidad, la eficiencia y la calidad del proceso de corte. Tener en cuenta este concepto permite optimizar tanto el diseño de la matriz como el proceso de producción.

De acuerdo a la fórmula dada para el cálculo del centro de gravedad, reemplazamos los datos obtenidos desde el software AutoCAD, los cuales están expuestos en la tabla 9 para obtener el centro de gravedad en X:

$$X_{centro} = \frac{A_1 \times X_1 + A_2 \times X_2 + A_3 \times X_3 + \dots + A_n \times X_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n}$$

$$X_{centro} = \frac{29,4 \times 360,8 + 29,4 \times 360,8 + 40,22 \times 23,76 + \dots + A_n \times X_n}{360,8 + 360,8 + 23,76 + \dots + A_n}$$

$$X_{centro} = \frac{309114,16}{3118,46}$$

$$X_{centro} = 99,12mm$$

De acuerdo a la fórmula dada para el cálculo del centro de gravedad, reemplazamos los datos obtenidos desde el software AutoCAD, los cuales están expuestos en la tabla 9 para obtener el centro de gravedad en y:

$$Y_{centro} = \frac{A_1 \times Y_1 + A_2 \times Y_2 + A_3 \times Y_3 + \dots + A_n \times Y_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n}$$

$$Y_{centro} = \frac{67,89 \times 360,8 + (-67,89) \times 360,8 + 17 \times 23,76 + \dots + A_n \times Y_n}{360,8 + 360,8 + 23,76 + \dots + A_n}$$

$$Y_{\text{centro}} = \frac{0}{3118,46}$$

$$Y_{\text{centro}} = 0\text{mm}$$

Figura 30. Centro de gravedad.

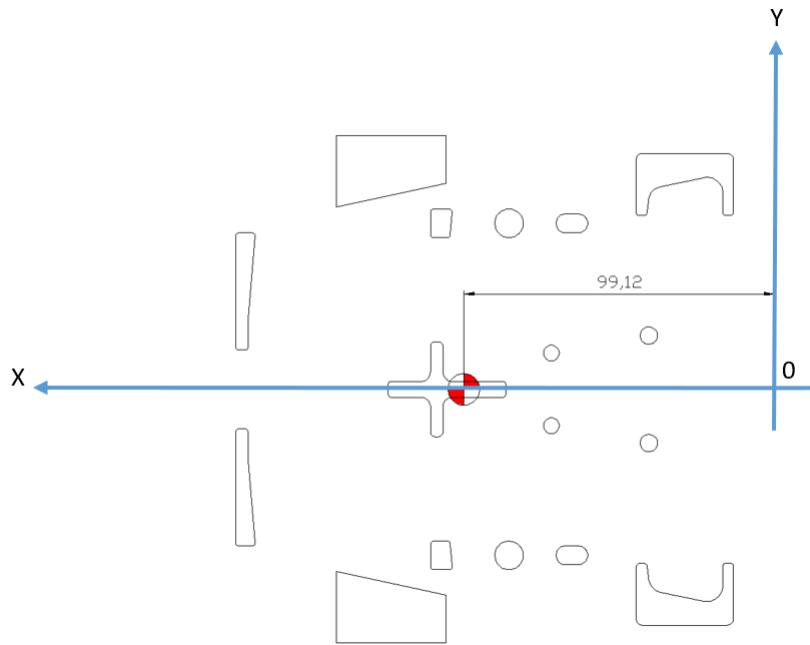


Figura 31. Identificación de punzones.

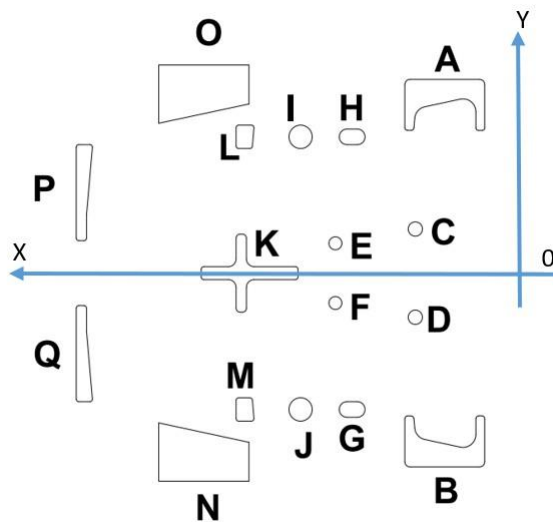


Tabla 9. Áreas y centros

Áreas y centros					
Figura	Centro en Xmm	Centro en Ymm	Área	X x Área	Y x Área
A	29,4	67,89	360,8	10607,52	24494,712
B	29,4	-67,89	360,8	10607,52	-24494,712
C	40,22	17	23,76	955,6272	403,92
D	40,22	-17	23,76	955,6272	-403,92
E	71,22	11,15	19,63	1398,0486	225,745
F	71,22	-11,25	19,63	1398,0486	-225,745
G	64,72	-52,5	52,27	3382,9144	-2744,175
H	64,72	52,5	52,27	3382,9144	27441
I	84,72	52,5	63,62	5389,8864	3340,05
J	84,72	-52,5	63,62	5389,8864	-3340,05
K	105,64	0	292,44	30893,3616	0
L	106,4	52,58	58,76	6252,064	3089,6008
M	106,4	-52,58	58,76	6252,064	-3089,6008
N	123,38	-70,69	655,19	80837,3422	-46315,3811
O	123,38	70,69	655,19	80837,3422	46315,3811
P	169,22	32,69	178,98	30286,9956	5850,8562
Q	169,22	-32,69	178,98	30286,9956	-5850,8562
TOTAL			3118,46	309114,16	0

5.3. Evaluación del diseño

5.3.1. Evaluación del costo de mano de obra actual

En la actualidad para obtener los soportes se realizan en dos procesos diferentes en una prensa y con una matriz se obtiene las piezas troqueladas, para posterior en otra prensa y con otra matriz se realiza el proceso de doblado, teniendo como UPH (unidades producidas hora) en el troquelado de 1200 uph y en el doblado 500 uph, siendo así realizamos el cálculo del costo de mano de obra por pieza producida en la actualidad.

- Tiempo total en el troquelado: Teniendo en cuenta que la producción mensual será de 12000 unidades y los UPH son 1200 tenemos:

Cálculo tiempo de operación troquelado

$$T_o = \frac{P_p}{UPH}$$

$$T_o = \frac{12000}{1200}$$

$$T_o = 10 \text{ horas}$$

Donde:

T_o Tiempo operación

P_p Piezas a producir

UPH Unidades producidas hora

- Tiempo total en el doblado: Teniendo en cuenta que la producción mensual será de 12000 unidades y los UPH son 500 tenemos:

Cálculo tiempo de operación doblado

$$T_o = \frac{P_p}{UPH}$$

$$T_o = \frac{12000}{500}$$

$$T_o = 24 \text{ horas}$$

Donde:

T_o Tiempo operación

P_p Piezas a producir

UPH Unidades producidas hora

- Tiempo total de la operación: Para obtener el tiempo total de la operación sumamos los dos tiempos calculados anteriormente:

Cálculo tiempo total de la operación

$$T_o = 10h + 24h$$

$$T_o = 34h$$

Donde:

T_o Tiempo operación

h horas

- Costo mano de obra por pieza: Teniendo en cuenta que un operador de prensa percibe un sueldo mensual de 500 dólares en 180 horas trabajadas, y para realizar nuestra operación necesitamos 34 horas, realizamos el cálculo:

Cálculo mano de obra por pieza

$$M_o = (C_o \times H_n) \square H_m$$

$$M_o = (500\$ \times 34) \square 180\$$$

$$M_o = 94,45 \$$$

Donde:

M_o Mano de obra

C_o Costo operador

H_n Horas necesarias

H_m Horas mes

Entonces tenemos que la mano de obra será 94,45 dólares en 34 horas necesarias para la operación, y el costo de la mano de obra por pieza será:

$$M_{op} = M_o \square N_{pp}$$

$$M_{op} = 94,45\$ \square 12000$$

$$M_o = 0.0078 \$$$

Donde:

Mop Mano de obra por pieza
Mo Mano de obra
Npp Número de piezas a producir

5.3.2. Evaluación del costo de mano de la propuesta del diseño

Con la propuesta del diseño se obtiene los soportes en una sola prensa y con una matriz progresiva, teniendo como UPH (unidades producidas hora) de 1500 uph, siendo así realizamos el cálculo del costo de mano de obra por pieza producida con la propuesta del diseño.

- Tiempo total matriz progresiva: Teniendo en cuenta que la producción mensual será de 12000 unidades y los UPH son 1500 tenemos:

Cálculo tiempo de operación matriz progresiva

$$T_o = \frac{P_p}{UPH}$$

$$T_o = \frac{12000}{1500}$$

$$T_o = 8 \text{ horas}$$

Donde:

To Tiempo operación
Pp Piezas a producir
UPH Unidades producidas hora

- Costo mano de obra por pieza: Teniendo en cuenta que un operador de prensa percibe un sueldo mensual de 500 dólares en 180 horas trabajadas, y para realizar nuestra

operación necesitamos 8 horas, realizamos el cálculo:

Cálculo mano de obra por pieza

$$Mo = (Co \times Hn) \square Hm$$

$$Mo = (500\$ \times 8) \square 180\$$$

$$Mo = 22,23 \$$$

Donde:

- Mo* Mano de obra
- Co* Costo operador
- Hn* Horas necesarias
- Hm* Horas mes

Entonces tenemos que la mano de obra será 22,23 dólares en 8 horas necesarias para la operación, y el costo de la mano de obra por pieza será:

$$Mop = Mo \square Npp$$

$$Mop = 22,23\$ \square 12000$$

$$Mo = 0.0018 \$$$

Donde:

- Mop* Mano de obra por pieza
- Mo* Mano de obra
- Npp* Número de piezas a producir

A continuación, realizamos el cálculo de cuanto de porcentaje se reduce el costo actual con la propuesta del diseño:

Cálculo porcentaje

$$P = (Mopp \times Tp) \square Mopa$$

$$P = (0.0018\$ \times 100 \%) \square 0,0078\$$$

$$P = 23,08 \%$$

Donde:

- P* Porcentaje
- Mopp* Mano de obra por pieza propuesto
- Tp* Total porcentaje
- Mopa* Mano de obra por pieza actual

Al realizar estos cálculos podemos observar que con el proceso actual la mano de obra por pieza cuesta 0,0078 dólares, y con la propuesta de diseño el costo es de 0,0018 dólares, entonces con la propuesta se reduce el 76,92 % del costo de mano de obra.

5.3.3. Evaluación de Seguridad

En la evaluación de riesgos realizada se pudo evidenciar un riesgo de aplastamiento al momento de realizar el segundo paso que consiste en el doblado de los soportes.

5.3.3.1. Riesgo en la matriz actual

Con la matriz actual, el operador introduce la mano para realizar el proceso de doblado de los soportes, como podemos observar en la Figura 32.

5.3.3.2. Riesgo en la matriz propuesta

Con la matriz propuesta, al ser una matriz progresiva, el operador solamente alimenta la cinta, pero ya no introduce sus manos al interior de la matriz, así se elimina por completo el riesgo de aplastamiento.

Figura 32. *Riesgo de aplastamiento.*



(a) Aplastamiento



(b) Matriz de doblado

6. Conclusiones

Los parámetros iniciales de producción requerida de acuerdo a la proyección en ventas para el 2025 con un incremento del 25 % mensual que representan 750 cocinas, permitieron proponer un nuevo diseño con una capacidad de producción de 12000 unidades en un menor tiempo de producción, reduciendo el 76,92 % de costo de mano de obra y eliminando el riesgo de aplastamiento en un 100 %.

7. Recomendaciones

Para diseños de matrices posteriores, se recomienda el uso de más elementos normalizados, con la finalidad de dar mayor facilidad al mantenimiento preventivo y correctivo al momento de realizar el cambio de los mismos.

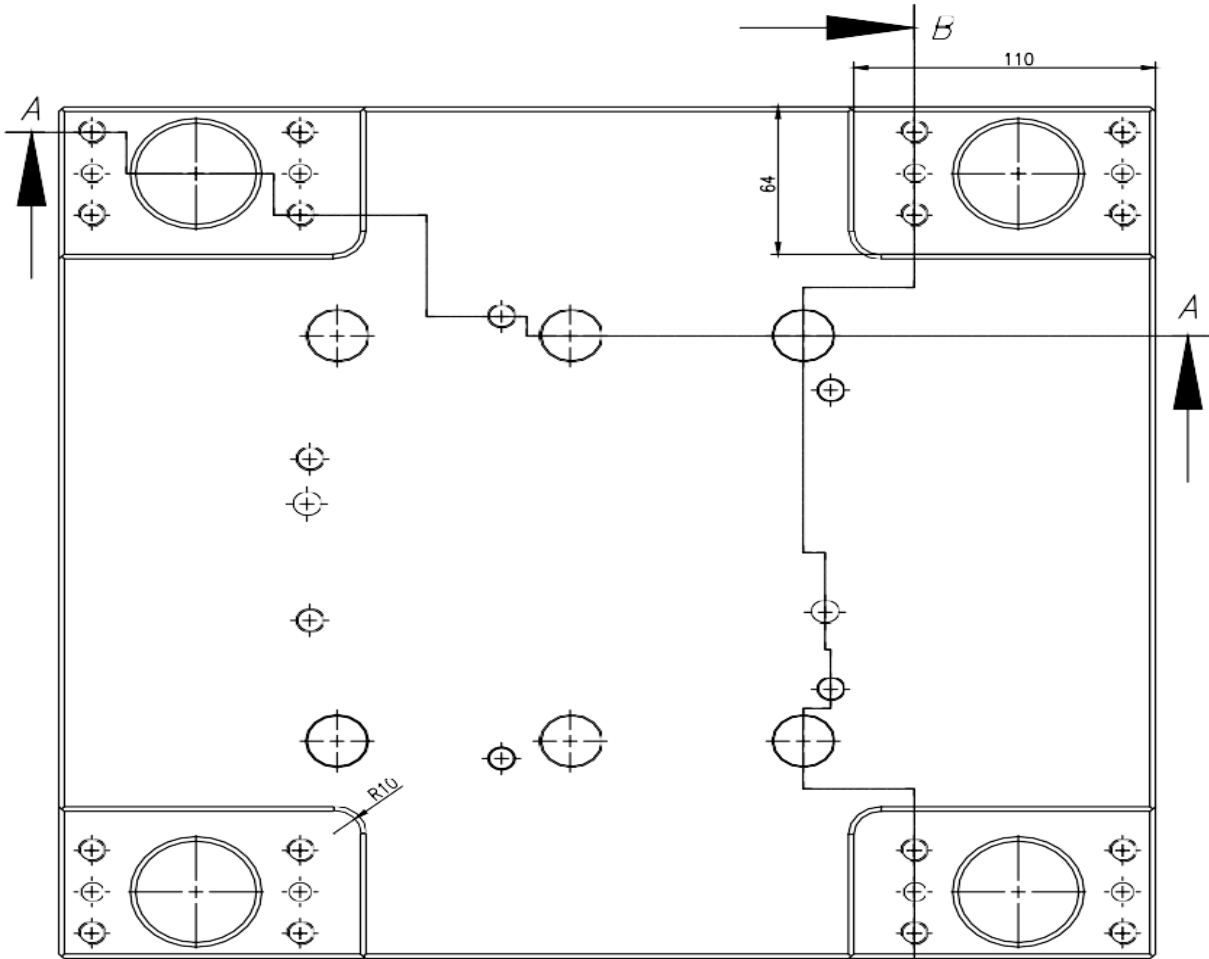
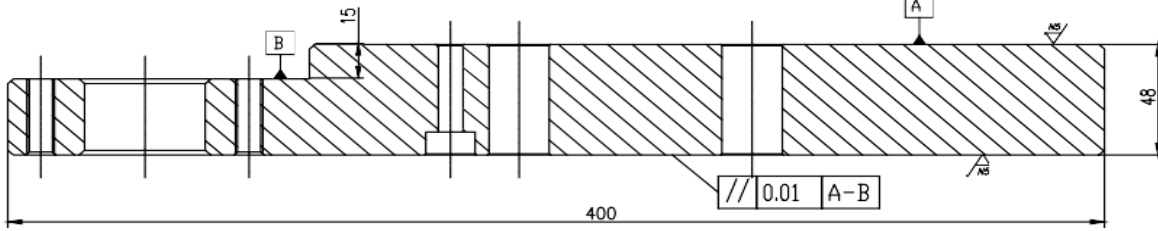
Referencias

- [1] B. Medina y J. Toapanta, *Diseño y simulación de un troquel de corte y embutido para el laboratorio de conformado de la Universidad Politécnica Salesiana*. Universidad Politécnica Salesiana, 2023.
- [2] Layana, *Fabricación de matricería a medida – Diseño y desarrollo de matrices de estampado metálico de precisión para manufactura*. [Disponible en: [https:// www.layana.com/es/ technology/ stamping -tool](https://www.layana.com/es/technology/stamping-tool); Accedido el: 23 de enero del 2025], 2025.
- [3] AutoForm, *Estampación de matriz progresiva*. [Disponible en: [https:// www.autoform.com/ es/ glosario /estampacion -de- matriz- progresiva/](https://www.autoform.com/es/glosario/estampacion-de-matriz-progresiva/); Accedido el: 23 de enero del 2025], 2025.
- [4] M. Ferreiro, *Diseño de una matriz progresiva para chapa*. Universidad Politécnica de Catalunya (UPC), Departamento de Ingeniería Mecánica (D712), 2011.
- [5] Igardi, *¿Qué es y cómo funciona una prensa hidráulica?* [Disponible en: [https:// igardi.com/blog/ que-es- y-como- funciona- una-prensa -hidráulica/](https://igardi.com/blog/que-es-y-como-funciona-una-prensa-hidraulica/); Accedido el: 23 de enero del 2025], 2022.
- [6] G. Maps, “Mapa del ecuador adaptado,” *Disponible en: [https://www.google.com mapsplace](https://www.google.com/maps/place)*, 2019.
- [7] Edino, *Troquelado Metálico en México: Todo lo que Debes Saber*. [Disponible en: <https://www.cedinor.com.mx/>; Accedido el: 17 de diciembre del 2024], 2024.
- [8] L. Álvarez, *Metodología para el diseño de troqueles de corte de chapa metálica*. Universidad Autónoma de Occidente. Facultad de Ingeniería, 2009.
- [9] Ascamm, *Técnicas de doblado*. Fundación Ascamm Centre Tecnològic, 2025.
- [10] A. Florit, *Tratado de Matricería*. Editorial tecnofisis, 2018.
- [11] R. Ghardache, “Diseño de una matriz progresiva para corte y doblado de un componente mecánico,” B.S. thesis, Universidad Politécnica de Catalunya, 2020.
- [12] F. W. Coque Acosta y K. B. Pérez Cobos, “Diseño y análisis estructural por el método de los elementos finitos de un mecanismo de palancas para una compactadora de aluminio.” 2013.
- [13] De la Rosa y Martínez, Misael, “Tesis curricular,” Ph.D. dissertation, Instituto Politécnico Nacional, 2008.

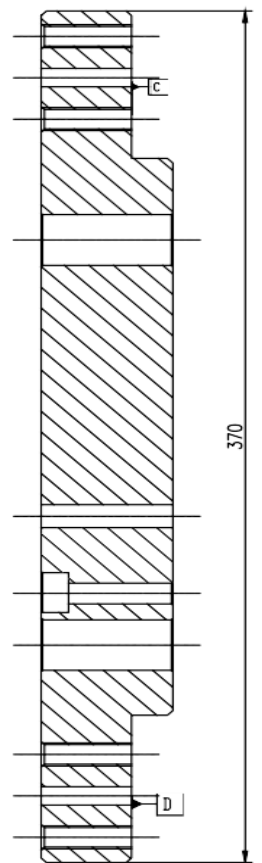
- [14] A. Ginjaume y F. Torre, *Ejecución de procesos de mecanizado, conformado y montaje*. Ediciones Paraninfo, SA, 2005.
- [15] M. Puerta, “Maquinaria y mecanización agrícola,” 2007.
- [16] Bohler, *Manual de aceros especiales*. [Disponible en: www.bohler-uddeholm.com.ar; Accedido el: 24 de enero del 2025], 2025.
- [17] M. Archundia, *Diseño y manufactura de un troquel de corte con fines didácticos*. Universidad Nacional Autónoma de México. Tesis. Facultad de Ingeniería, 2015.

ANEXOS

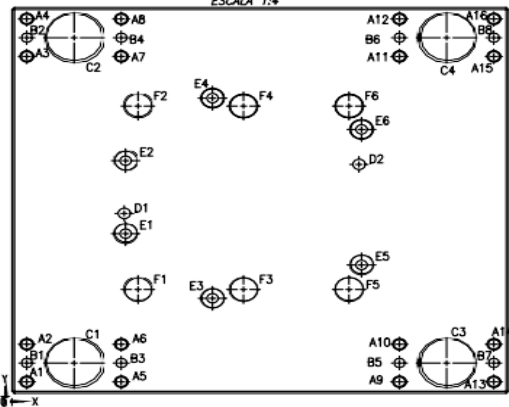
SECCIÓN A-A



SECCIÓN B-B



VISTA A
ESCALA 1:4



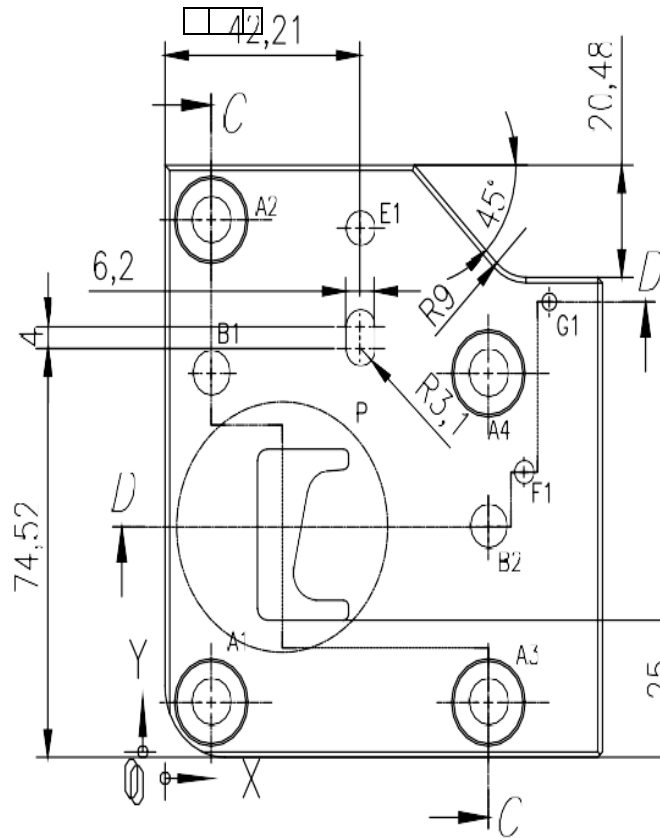
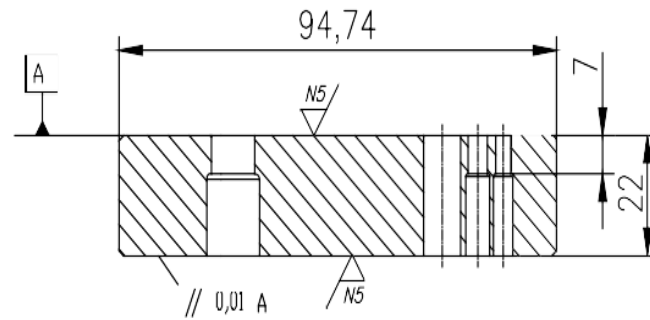
Dimension	Dimension tolerancia
8 H7	+ 8,015 mm - 8,00 mm
10 H7	+ 10,015 mm - 10,00 mm

MB / MS / Acabado
TOLERANCIA GENERAL ±0,10

30	27	Placa base superior		Ac. A-36	410x380x50
Pos. Cont.	Denominación	Fecha	Norma	Materia	Dim. en bruto
	Nombre	02-02-2025	Propiedad Mecatrónica		
Dibujado	Jose Carpio	02-02-2025	SEDE		
Comprobado	Ing. Luis López		MATRIZ CUENCA		
Proyección					Escala: 1:1 Lámina N° 01/06

PLACA BASE SUPERIOR

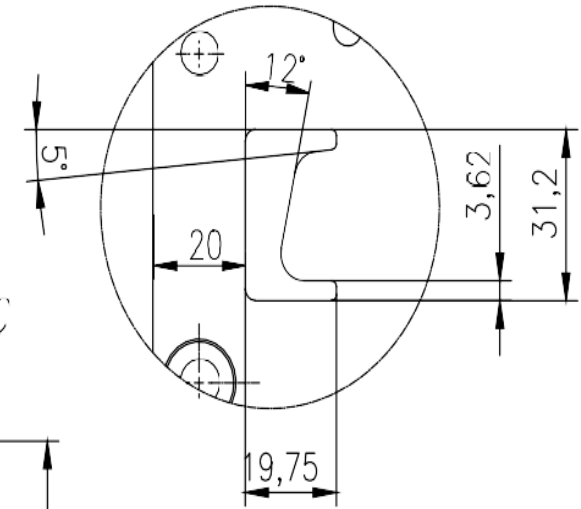
SECCIÓN D-D



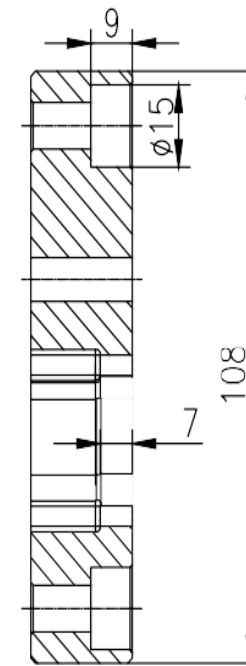
NOTA:
Templado y Revenido
Dureza: 60 HRC

Dimension	Dimension tolerancia
8 H7	+ 8,015 mm
	- 8,00 mm

Detalle P
Escala 1:1




SECCIÓN C-C

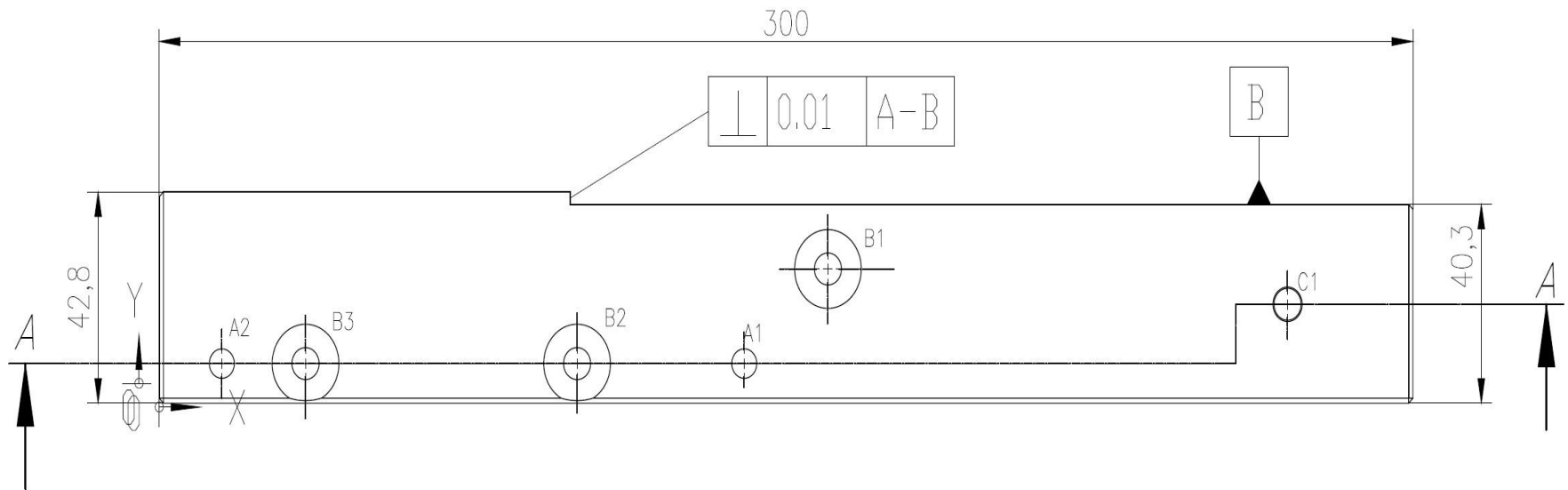
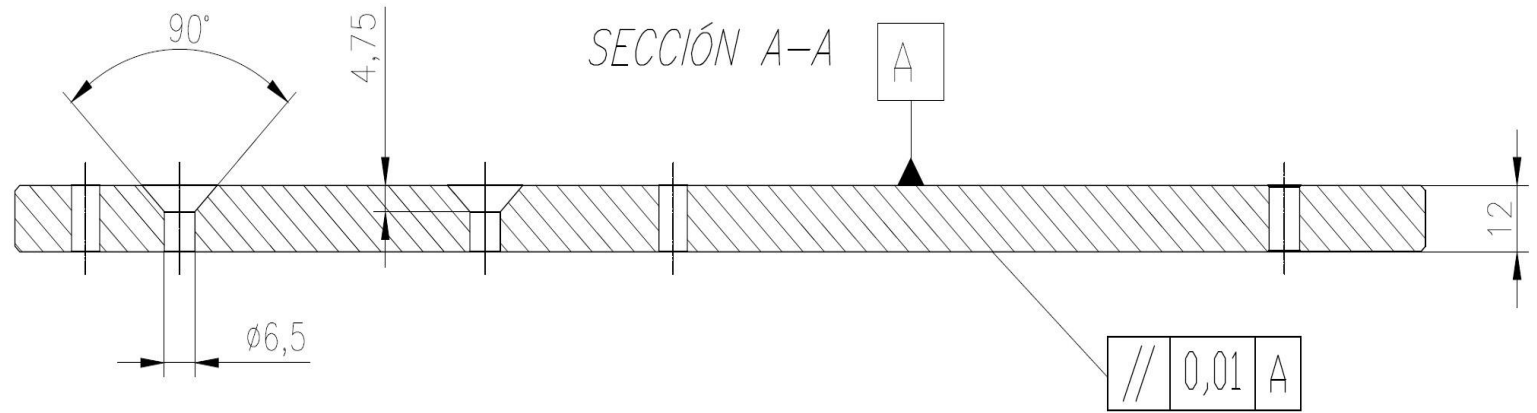


UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Rectificado
N8 / (N5)

TOLERANCIA GENERAL ±0.02

30	1	Placa matriz cuchilla lateral izq		Ac. D2 (K-110)	100x90x25
Pos.	Cant.	Denominación	Norma	Material	Dim. en bruto
		Nombre	Fecha	Ingeniería Mecatrónica	
Dibujado	Jose Carpic	02-02-2025	SEDE		
Comprobado	Ing. Luis López	02-02-2025	MATRIZ CUENCA		
Proyección	PLACA MATRIZ CUCHILLA IZQ				Escala: 1:1
					Lámina N° 01/05

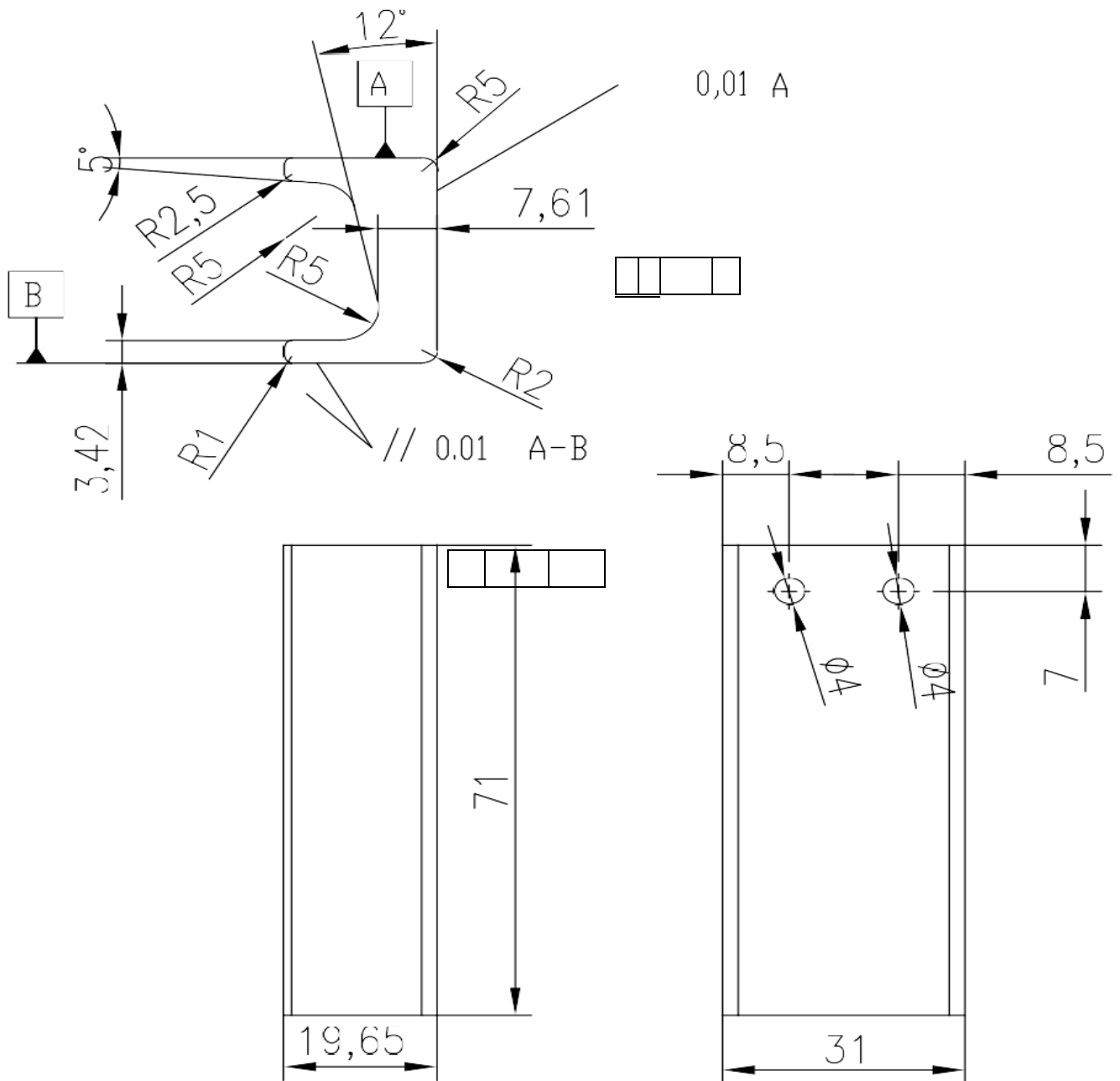


Rectificado
N5

TOLERANCIA GENERAL ±0.02

Dimension	Dimension tolerancia
6 H7	+ 6,015 mm
	- 6,00 mm


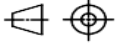
30	1	Regleta der		Ac. D2 (K-110)	45x310x15
Pos.	Cant.	Denominación		Norma	Material
		Nombre	Fecha	Ingeniería Mecatrónica	
Dibujado	Jose Carpio	02-02-2025		SEDE	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Comprobado	Ing. Luis López	02-02-2025		MATRIZ CUENCA	
Proyección					Escala: 1:1 Lámina N° 01/04
REGLETA DER					

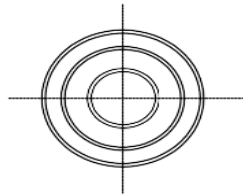


NOTA:
 Templado y Revenido
 Dureza: 60 HRC

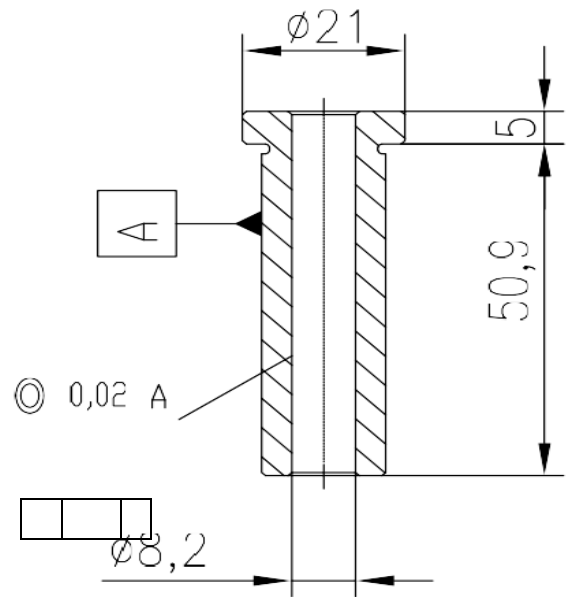
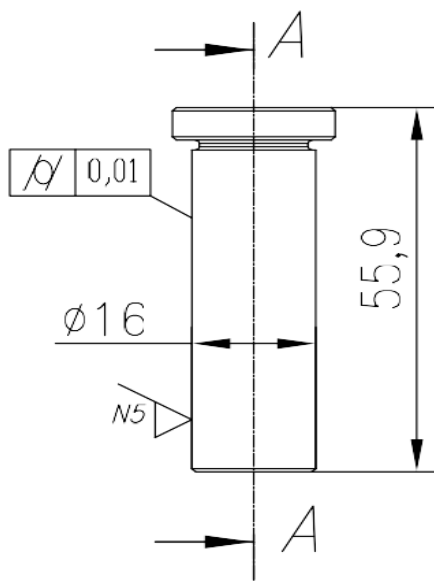
Rectificado
 N5

TOLERANCIA GENERAL ± 0.02

20	1	Punzon corte C2			Ac. D2 (K-110)	$\varnothing 25 \times 65$
Pos.	Cant.	Denominación		Norma	MATERIAL	Dim. en bruto
		Nombre	Fecha	Ingeniería Mecatrónica	 UNIVERSIDAD POLITECNICA	
Dibujado		Jose Carpio	02-02-2025	SEDE		
Comprobado		Ing. Luis López	02-02-2025	MATRIZ CUENCA		
Proyección	 PUNZON CORTE C2					Escala: 1:1
						Lámina N° 01/03




SECCIÓN A-A



$\sqrt{N8}$ / ($\sqrt{N5}$ / *Rectificado*)

TOLERANCIA GENERAL ± 0.1

32	6	Distanciador			Ac. 705	Ø25x65
Pos.	Cant.	Denominación		Norma	Material	Dim. en bruto
		Nombre	Fecha	Ingeniería Mecatrónica SEDE MATRIZ CUENCA	 UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA	
Dibujado		Jose Carpio	02-02-2025			
Comprobado		Ing. Luis López	02-02-2025			
Proyección		DISTANCIADOR				Escala: 1:1
