



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

**TRABAJO DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MECATRÓNICA**

**TEMA: “MÁQUINA PARA EL CORTE DE QUESO MADURO ORIENTADA A
LAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS INDUSTRIAS”**

AUTOR: CARLOS DANIEL BENAVIDES BASTIDAS

DIRECTOR: ING. VÍCTOR ALFONSO ERAZO ARTEAGA, MSC.

Ibarra

2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	DE	100389683-2	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Y	Benavides Bastidas Carlos Daniel	
DIRECCIÓN:		Ibarra	
EMAIL:		cdbenavidesb@utn.edu.ec	
TELÉFONO FIJO:		062604629	TELÉFONO MÓVIL: 0999582670

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	MÁQUINA PARA EL CORTE DE QUESO MADURO ORIENTADA A LAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS INDUSTRIAS
AUTOR (ES):	Benavides Bastidas Carlos Daniel
FECHA: DD/MM/AAAA	27 de octubre del 2022
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería en Mecatrónica
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Víctor Erazo, MSc.

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 27 días del mes de octubre del 2022

EL AUTOR:



.....
Benavides Bastidas Carlos Daniel

Certificación

En calidad de tutor de grado titulado: “MÁQUINA PARA EL CORTE DE QUESO MADURO ORIENTADA A LAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS INDUSTRIAS”, certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el egresado Benavides Bastidas Carlos Daniel, bajo mi supervisión.



Firmado electrónicamente por:
**VICTOR ALFONSO
ERAZO ARTEAGA**

Ing. Víctor Erazo, MSc.

DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todas las personas, amigos, compañeros y docentes que me brindaron su apoyo y ayuda durante la realización de este trabajo, ya que cada palabra y opinión compartida conmigo formó parte del proceso y resultado de este.

Agradezco especialmente a mi familia, a mi tía Cris que ha sido un gran apoyo en mi vida y me ha enseñado mucho, a mis hermanos Andrés y Danna que me incentivan cada día a ser un buen ejemplo para ellos, agradezco a mi papá Pablo quien ha sido mi guía y mi soporte desde que tengo memoria que incluso la palabra “padre” te queda corta. Me faltan palabras para agradecerles todo lo que han hecho por mí.

Carlos.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia, ya que, gracias a su cuidado, su guía, su paciencia y al apoyo incondicional que me brindaron, pude alcanzar este logro, el cual define una gran parte de mi vida profesional y personal. Siempre serán mi motivación.

Carlos.

RESUMEN

El presente documento describe la información que conlleva al diseño de una máquina para el corte de queso maduro, enfocada a un mercado de pequeñas y medianas industrias. El análisis del mercado nacional de quesos, y mediante la toma de decisiones se escogió un producto representativo con características especiales que sirven para el estudio de este, del cual se obtuvieron los datos necesarios para las condiciones que debería cumplir la máquina de corte.

Con las respectivas especificaciones técnicas se desarrolla el diseño CAD propuesto, sustentando que la estructura y los materiales presentados en el modelo fueron diseñados y utilizados en el ensamble con sus respectivos ensayos de tensiones, son funcionales, además, están basados en catálogos de industrias presentes a nivel nacional con distribución en Ecuador, con el fin de sustentar que su construcción y mantenimiento sea posible y disponible en el mercado local.

ABSTRACT

This document describes the information that leads to the design of a machine for cutting mature cheese, focused on a market of small and medium industries. The analysis of the national cheese market, and through decision-making, a representative product with special characteristics that serve to study it was chosen, from which the necessary data were obtained for the conditions that the cutting machine should meet.

With the respective technical specifications, the proposed CAD design is developed, supporting that the structure and materials presented in the model were designed and used in the assembly with their respective stress tests, are functional, and are also based on catalogs of industries present at national level with distribution in Ecuador, in order to sustain that its construction and maintenance is possible and available in the local market.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTO	4
DEDICATORIA	5
RESUMEN.....	6
ABSTRACT	7
ÍNDICE DE CONTENIDOS	8
ÍNDICE DE FIGURAS.....	12
ÍNDICE DE TABLAS	15
ÍNDICE DE ECUACIONES	17
INTRODUCCIÓN	18
Planteamiento del problema.....	18
Objetivos	20
Objetivo General	20
Objetivos Específicos.....	20
Alcance.....	20
Justificación.....	21

Estado del arte	22
CAPÍTULO 1	23
1.1 MARCO TEÓRICO	23
1.1.1 Industria láctea y la influencia del queso	23
1.1.2 Queso maduro.....	23
1.1.3 Métodos usuales de corte de queso maduro	24
1.1.4 Buenas prácticas de manufactura	25
1.1.5 Maquinaria de procesamiento alimenticio	25
1.1.6 Riesgo laboral.....	26
CAPÍTULO II: METOLOGÍA	27
2.1 Análisis QFD.....	27
2.1.1 Requerimientos del usuario / La voz del cliente	27
2.1.2 La voz del ingeniero	28
2.2 Selección de alternativas	28
2.2.1 Diagramas funcionales	28
2.2.2 Análisis modular.....	32

2.2.3	Propuesta Final	47
2.3	Desarrollo del Prototipo	49
2.3.1	Pruebas con prototipo	50
CAPÍTULO III: RESULTADOS		52
3.1	Datos tomados de pruebas con prototipo	52
3.2	Diseño de automatización neumática	55
3.3	Selección de elementos	57
3.3.1	Selección de componentes neumáticos	57
3.4	Cálculo de esfuerzos en elementos.....	59
3.4.1	Diagramas de cuerpo libre.....	59
3.4.2	Diagramas de Fuerza Cortante y Momento Flector	62
3.4.3	Análisis del factor de seguridad	65
3.5	Simulación de elementos calculados analíticamente.....	67
3.5.1	Simulación de platina anclada al cilindro del sistema de corte	67
3.5.2	Simulación de platina anclada al cilindro del sistema de sujeción...68	
3.6	Comparación de resultados entre cálculo y simulación	70

3.7	Simulación de elementos.....	70
3.7.1	Simulación de mesa de trabajo junto a estructura	70
3.7.2	Simulación de cuchilla de corte.....	72
3.8	Diseño CAD	73
3.9	Análisis de costos	74
CAPITULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		77
4.1	Conclusiones	77
4.2	Recomendaciones	78
5	Referencias.....	79
6	ANEXOS	86
	Anexo 1	86
	Anexo 2.....	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de funciones Nivel 0.	29
Figura 2. Diagrama de funciones Nivel 1.	30
Figura 3. Diagrama de funciones Nivel 2.	31
Figura 4. Unidad de mantenimiento neumático.	34
Figura 5. Botones de accionamiento neumático.	36
Figura 6. Queso ensamblado en base de corte.	37
Figura 7. Rieles Guía.....	38
Figura 8. Cilindro y mecanismo de corte con cuchilla.....	39
Figura 9. 2 cilindros y mecanismo de corte con cuchilla.....	40
Figura 10. Cilindro y mecanismo de sujeción.....	43
Figura 11. Plancha base y base de corte de queso.....	46
Figura 12. Materia prima del prototipo.	49
Figura 13. Prototipo referencia a funciones de la propuesta.	49
Figura 14. Etapa de corte inicial del queso maduro.	51
Figura 15. Etapa continua del corte de queso maduro.	51

Figura 16. Gráfica de datos tabulados utilizando GeoGebra.	52
Figura 17. Gráfica de ecuación (2).....	54
Figura 18. Gráfica intersección.	54
Figura 19. Diagrama neumático.....	56
Figura 20. Platina para sistema de corte.	60
Figura 21. DCL 01.	61
Figura 22. Platina para Sistema de sujeción.....	61
Figura 23. DCL 02.	62
Figura 24. Diagrama de fuerza cortante y momento flector del DCL 01.	63
Figura 25. Diagrama de fuerza cortante y momento flector del DCL 02.	64
Figura 26. Tensión de Von Mises - Simulación DCL 1.....	67
Figura 27. Factor de seguridad - Simulación DCL 1.	68
Figura 28. Deformación máxima – Simulación DCL 1.....	68
Figura 29. Tensión de Von Mises - Simulación DCL 2.....	69
Figura 30. Factor de seguridad - Simulación DCL 2.	69
Figura 31. Deformación máxima – Simulación DCL 2.....	69

Figura 32. Deformación en estructura y mesa de trabajo.....	71
Figura 33. Factor de seguridad en estructura y mesa de trabajo.	71
Figura 34. Deformación de cuchilla.....	72
Figura 35. Factor de seguridad de cuchilla.	72
Figura 36. Ensamblaje total vista perspectiva.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Denominación del queso.....	24
Tabla 2: Prioridad de especificaciones.....	28
Tabla 3: Alternativas de solución General	33
Tabla 4: Ventajas/Desventajas de la función de encendido del sistema neumático manual mediante unidad de mantenimiento.....	35
Tabla 5: Ventajas/Desventajas de la función de accionado de botones por dos botones laterales.....	36
Tabla 6: Ventajas/Desventajas de la función de armado de base con queso manual.....	37
Tabla 7: Ventajas/Desventajas de la función de ingreso a la máquina de forma manual con rieles de guía.....	38
Tabla 8: Ventajas/Desventajas de la función de corte de queso con 1 cilindro neumático.....	40
Tabla 9: Ventajas/Desventajas de la función de corte de queso con 2 cilindros neumáticos independientes.....	41
Tabla 10: Evaluación de criterio - Facilidad de fabricación.....	41
Tabla 11: Evaluación de criterio - Costo de materiales.....	42

Tabla 12: Evaluación de criterio - Facilidad de limpieza.	42
Tabla 13: Conclusión de función "Acción de corte de queso".....	42
Tabla 14: Ventajas/Desventajas de la función de corte de queso con 1 cilindro neumático.	44
Tabla 15: Ventajas/Desventajas de la función de reinicio del proceso de manera manual.	45
<i>Tabla 16: Resultado de alternativas de solución.</i>	48
Tabla 17: Datos generados por pruebas de corte en prototipo.	52
Tabla 18: Componentes neumáticos.	56
Tabla 19: Valores para selección de elementos neumáticos del sistema de corte.	58
Tabla 20: Valores para selección de elementos neumáticos del sistema de sujeción	58
Tabla 21: Componentes neumáticos recomendados.	59
Tabla 22: Datos para análisis de factor de seguridad para DCL 1.	65
Tabla 23: Datos para análisis de factor de seguridad para DCL 2.	65
Tabla 24: Comparación de resultados manuales con simulaciones.	70

Tabla 25: Costos de materiales neumáticos.	74
Tabla 26: Costos de materia prima mecánica.	75
Tabla 27: Costos de mano de obra.	76
Tabla 28: Costo total de fabricación.	76

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación (1)</i>	53
<i>Ecuación (2)</i>	53
<i>Ecuación (3)</i>	65
<i>Ecuación (4)</i>	65
<i>Ecuación (5)</i>	65

INTRODUCCIÓN

Planteamiento del problema

La industria Láctea a nivel mundial es la base de la economía de muchos países, y cada año incrementa su influencia, e involucra aproximadamente el 14% del comercio agrícola a nivel mundial [1]. En el 2019, la producción mundial de leche aumentó 1.3% [2], y se visualiza que para el año 2025 la producción aproximadamente en 177 millones de toneladas, asumiendo que cada año se incremente en un 1,8% durante una década [1].

Ecuador en el año 2019 presentó una generación de ingresos aproximada al 14% del PIB Agroalimentario del país, generado por la producción e industrialización de la leche, aproximadamente equivalente a 1400 millones de dólares, según [3]. Manteniendo un campo laboral conformado por más de 1 millón de personas. Cabe resaltar que desde el inicio de la emergencia sanitaria ocasionada por el COVID-19, el sector económico nacional fue claramente afectado, sin embargo, los sectores de producción clásicos como el agropecuario, se reactivaron e impulsaron con estrategias y medidas de seguridad adecuadas, provocando junto a los cambios en los hábitos de consumo de las personas, que el mercado lácteo siga vigente y creciente [4].

Existen más de 31 empresas consideradas industrias lácteas y plantas de producción, 61.3% de estas tienen ingresos superiores a 5 millones de dólares en el periodo del año 2018 [5].

Se conoce que el uso de maquinaria en la producción a impulsado al desarrollo, mejora la calidad del producto, reduce costos, tiempo, y cantidad de personal necesario,

por lo que “la inversión que se realice en cualquier tipo de maquinaria será recompensada con una notable mejora en los resultados”, según [6]. Al enfocarse en la producción de quesos de la industria láctea nacional, tomando en cuenta que el consumo de quesos a nivel nacional ha ido en aumento, el consumo en el año 2006 fue de 0,75 kg por persona aumentando a 1,57 kg por persona para el año 2014, denotado por varias causas como el aumento de franquicias extranjeras en el país, las cuales usan el queso como ingrediente común, el desarrollo gourmet del país, y la experiencia de ecuatorianos que volvieron al país luego de haber adquirido costumbres de consumo común de quesos en otros países, según [7].

Se reconoce la necesidad a nivel nacional del aumento de la influencia e implementación de maquinaria dedicada al área agroindustrial, la cual actualmente tiene varios procesos que se realizan completamente de forma manual, como ejemplo el corte de quesos. La producción de quesos maduros conlleva dificultad en su manipulación y procesamiento por el hecho de que estos poseen mayor dureza que un queso fresco y mayor compactación por el proceso de producción que tienen, por ende estos presentan mayor dificultad para ser cortados y necesitan la aplicación de mucho esfuerzo físico al cortarlos de forma manual con técnicas e instrumentos clásicos como cuchillos de doble mango según [8], tomando en cuenta que estos son producidos para comercialización y suelen ser presentados completos o divididos en piezas pares, se entiende que un proceso clave en su producción es el corte a mano realizado por trabajadores, los mismos que podrían sufrir lesiones físicas por la realización de movimientos forzados frecuentes en posturas no adecuadas [9]. Además, los procesos manuales presentan un riesgo de contaminación cruzada, dado por la manipulación directa de los productos y de los

instrumentos, siendo uno de los factores más importantes en el ETA (Enfermedades Transmitidas por Alimentos) [10].

Objetivos

Objetivo General

- Diseño de una máquina para el corte de queso maduro orientada para pequeñas y medianas industrias.

Objetivos Específicos

- Determinar las principales características de la cortadora de queso.
- Diseñar un prototipo de máquina acorde a los requerimientos del usuario a través del uso de software CAD.
- Simular el funcionamiento y comportamiento del diseño mediante el uso de software.
- Analizar la factibilidad de creación del diseño usando los datos obtenidos a través de simulación.

Alcance

A través del análisis bibliográfico, así como la determinación de los requisitos del usuario se pretende conocer los parámetros de funcionamiento de la máquina, el diseño debe cumplir con estos requisitos y a la normativa técnica de construcción de equipos para la industria alimenticia. Mediante software CAD, se elaborará un diseño funcional que

tome en cuenta la disponibilidad de materiales en el mercado local, con la finalidad de garantizar el mantenimiento y la disponibilidad de repuestos, se entregará los planos de conjunto y de taller, así como un análisis económico de la construcción.

Justificación

Tomando en cuenta la influencia sobre la económica a nivel nacional que tiene la industria láctea y el hecho de que actualmente existan más de 31 empresas consideradas “industrias lácteas” en el país que generan gran cantidad de ingresos y fuentes de trabajo, es muy fácil entender que es un área muy importante en el desarrollo industrial del país.

Considerando que el desarrollo se consigue mediante la mejora continua de los procesos, se debe entender las necesidades de las industrias lácteas productoras de queso, en especial de quesos maduros que se caracterizan por tener un proceso complejo de elaboración, y al enfocarse en un área específica como el corte de estos se encuentra una situación bastante particular. El uso actual de técnicas clásicas usadas, que involucran esfuerzo físico y posturas no óptimas para trabajos repetitivos mismos de una “industria”, encontramos un problema muy claro, la falta de maquinaria moderna para la facilitación del trabajo, mejora de calidad del producto, aumento de producción y el cuidado de la salud física de los trabajadores.

Por esta razón, se considera que es necesario brindar una solución enfocada a las necesidades de las industrias pequeñas y medianas del país, promoviendo la industrialización de estas y velando por el desarrollo, sin dejar de lado la búsqueda del bienestar de los trabajadores.

Estado del arte

Con respecto a este tema y relacionados, varios autores han tenido varias propuestas, es así que, en 2016, Danilo Caiza y Paul Sanguña presentaron su propuesta, que se basa en un *“Diseño y construcción de una máquina para realizar cortes de alimentos en formas variadas con capacidad de 20kG/H, con dosificación controlada destinada a la industria alimenticia.”*, obteniendo resultados favorables al tener un diseño de correcto funcionamiento solucionando el problema planteado, sin embargo reconocieron que algunos alimentos presentan mayor resistencia al corte y el autor recomienda realizar un tratamiento de cocción al alimento antes de ser cortado en caso de presentar dificultad [11].

De igual manera, en el año 2019, López Lonny y Veintimilla Bernabé presentaron su propuesta, *“Diseño y Construcción de una Máquina Cortadora de Manzanas, Plátanos, Piña y Papaya con Dimensiones de 40 cm. x 40 cm. x 150 cm. Para La Empresa El Salinerito”*, obteniendo como resultados en el capítulo cinco de la tesis presentada, una clara mejora en la producción de la empresa, un ahorro de tiempo y mejora en la calidad de producción [12].

CAPÍTULO 1

1.1 MARCO TEÓRICO

En el capítulo 1, se brinda las consideraciones generales para llegar a utilizar una metodología adecuada, partiendo desde perspectiva macro, se da a conocer la industria láctea a nivel nacional, las características generales del queso, los métodos tradicionales de corte, la maquinaria de procesamiento alimenticio a nivel nacional, tipos de máquinas de corte de queso maduro existentes en el mercado internacional y riesgos ergonómicos y sanitarios que presenta el procesamiento manual del producto.

1.1.1 Industria láctea y la influencia del queso

Existen varias industrias en el país que basan su economía en la producción y comercio de productos lácteos y derivados, por lo que aproximadamente el Ecuador produce una cantidad de 3,5 millones de litros de leche al día [13], un dato que aumenta cada vez más siguiendo la tendencia presentada entre los años 1999 a 2003 que incluye la relación entre el aumento de la población en menos de 2 veces, mientras que la producción láctea aumentó en 2,5 veces, así como en esos mismos años el consumo de queso en Estados Unidos aumento en un 3,9% [13], por tales datos reales se entiende que la tendencia continúa de igual manera y se elevará en próximos años.

1.1.2 Queso maduro

Es un tipo de queso que contiene una gran cantidad de variantes y tipos, pero se caracterizan por tener un proceso de elaboración complejo que requiere

mayor tiempo y cuidado especial para que el producto final sea único en el mercado, un producto tipo gourmet que combina una gran cantidad de técnicas artesanales y estudios modernos que incluyen tiempos de maduración de meses o años, sistemas de aislamiento complejos, control de crecimiento bacteriano y controles estrictos de humedad para el correcto desarrollo del olor y sabor [14], en la Tabla 1 se presenta el tipo de queso en base al porcentaje de humedad.

Tabla 1: Denominación del queso.

Denominación del queso según sus características de consistencia y maduración		
Según su consistencia: Término 1		Según las principales características de maduración: Término 2
HSMG %	Denominación	
< 51	Extraduro	Madurado
49 – 56	Duro	Madurado por mohos
54 – 69	Firma/Semiduro	No madurado/Fresco
> 67	Blando	En salmuera

1.1.3 Métodos usuales de corte de queso maduro

El queso maduro al tener una consistencia dura requiere más fuerza para ser cortado en comparación a sus variantes blandas como el queso fresco, por tales razones se recomienda considerar [15]:

- Uso de un cuchillo de hoja grande para evitar que se rompa o doble el cuchillo.
- Mantener precaución al momento de cortarlo, y procurar que el cuchillo no resbale.

1.1.4 Buenas prácticas de manufactura

La inocuidad de los alimentos es una característica de calidad esencial, por lo cual existen normas en el ámbito nacional en distintos países y del Mercosur que consideran formas de asegurarla [16].

Según el Registro Oficial N° 555 que rige en Ecuador [17], se dispone una serie de normativas para la selección, fabricación y la instalación de equipos utilizados en la producción y procesamiento de alimentos, estableciendo condiciones de materiales usados, superficies y características técnicas que faciliten la limpieza y garanticen la no contaminación alimenticia.

Las BPM (Buenas Prácticas de Manufactura) regulan todos los ámbitos con relación a la producción, por ejemplo: las instalaciones, equipos y utensilios, higiene personal, materiales e insumos, operaciones de producción, envasado, almacenamiento, control de calidad, etc. Así permiten la obtención de productos seguros para el consumo humano, centrados en la búsqueda de buena higiene y correcta manipulación [16].

1.1.5 Maquinaria de procesamiento alimenticio

En 2015 la industria láctea aportó un valor agregado del 0,37% al PIB, tomando en cuenta que la mayoría de la producción anual de esta industria está enfocada al mercado interno del país ya que aproximadamente solo el 1,3% de los 14 millones generados por productos fueron exportados.

La maquinaria dedicada a la industria láctea al igual que el resto de las subdivisiones de maquinaria dedicada al sector agroindustrial tienen partidas arancelarias que están bajo el sistema “NANDINA” dependiendo del área a la que este enfocada [18], siendo España uno de los países principales de los que se adquiere esta maquinaria [19].

1.1.6 Riesgo laboral

El riesgo laboral incluye varios factores como el riesgo físico y químico, los cuales involucran lesiones temporales o permanentes, riesgo biológico que atenta con la salud del personal, riesgo ergonómico que puede dar lugar a trastornos musculoesqueléticos [20], entre otros. Siendo estos muy comunes en las prácticas de industrias pequeñas y medianas, por razones de falta de control de seguridad laboral [21]. Situaciones simples como el realizar esfuerzos que incluyan la manipulación de cargas de 3 kg o mayores incluyen un riesgo físico para el operario, las posturas forzadas pueden presentarse por fatiga en la repetición de acciones incorrectas, la presencia ante posibles impactos o riesgos de caídas presentan una gran posibilidad de daño físico grave e inmediato para los trabajadores, la aplicación de fuerza en mala postura es un riesgo presente en relación a riesgo antes mencionados que involucran un alto riesgo de lesiones permanentes [22].

CAPÍTULO II: METOLOGÍA

2.1 Análisis QFD

2.1.1 Requerimientos del usuario / La voz del cliente

Los requerimientos del usuario se determinaron mediante una entrevista personal con el ingeniero Andrés Bolaños, gerente del proceso de fabricación y producción de quesos en la empresa Zulac S.A. Se definieron las necesidades que deben ser solucionadas por la máquina, por ende, son puntos clave para el desarrollo de la propuesta de diseño:

- La máquina debe tener la capacidad de cortar quesos de 260 mm de diámetro.
- La máquina deberá tener un funcionamiento semiautomático, accionado por el usuario.
- Debe permitir el corte de una rueda de queso en 16 porciones.
- La máquina debe tener un diseño simple y sencillo de fabricar y ensamblar.
- La máquina debe cumplir con la normativa para maquinaria de procesamiento de alientos.
- Buscar el bajo costo mediante el uso de materiales de catálogos a nivel nacional sustentando su futura fabricación.

2.1.2 La voz del ingeniero

Se traduce la voz del cliente a la voz del ingeniero, mediante el análisis de la casa de la calidad encontrada en el Anexo 1, donde se obtiene una ponderación de los requisitos de diseño, en los cuales se identifican las especificaciones técnicas en orden de prioridad, siendo de mayor porcentaje la “Facilidad de fabricación”, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2: Prioridad de especificaciones.

Prioridad de especificaciones	
% de prioridad	Especificación
22,10%	Facilidad de fabricación
19,40%	Calidad de corte
17,60%	Costo de materiales
16,70%	Facilidad de limpieza
12,20%	Dimensiones de la máquina
12,00%	Sistema de control sencillo

2.2 Selección de alternativas

En esta sección se presentan los diagramas funcionales y el análisis modular como proceso para la selección de la propuesta final.

2.2.1 Diagramas funcionales

Permite determinar las funciones del sistema por medio de diagramas de flujo [23], obteniendo los niveles 0, 1 y 2. En el nivel cero se representa el

funcionamiento básico de la máquina, donde incluye el inicio por una señal, el material y las distintas energías representadas en la Figura 1.

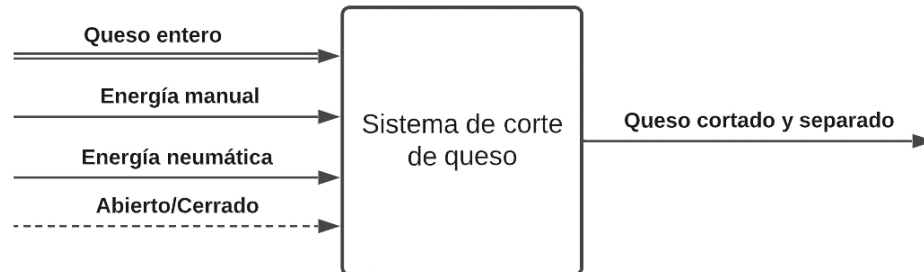


Figura 1. Diagrama de funciones Nivel 0.

En el diagrama funcional de nivel 1 presentado en la Figura 2, se consideran más acciones presentes en el proceso, tales como: la alimentación de la máquina, el ingreso del queso, el giro de la base, el retiro del queso, la acción de sujeción y la acción de corte de queso, entre otras. Para presentar el completo desglose de funciones en el diagrama funcional nivel 2 presentado en la Figura 3.

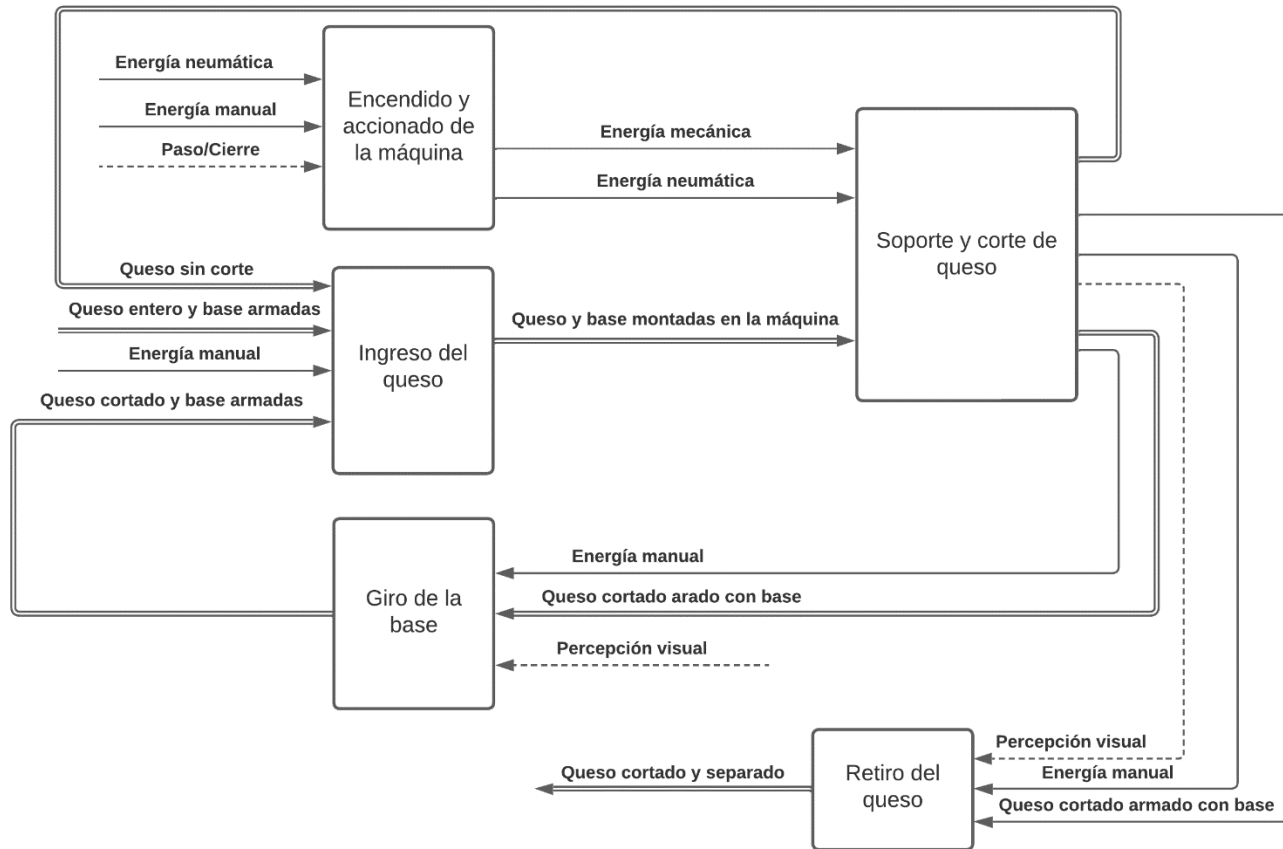


Figura 2. Diagrama de funciones Nivel 1.

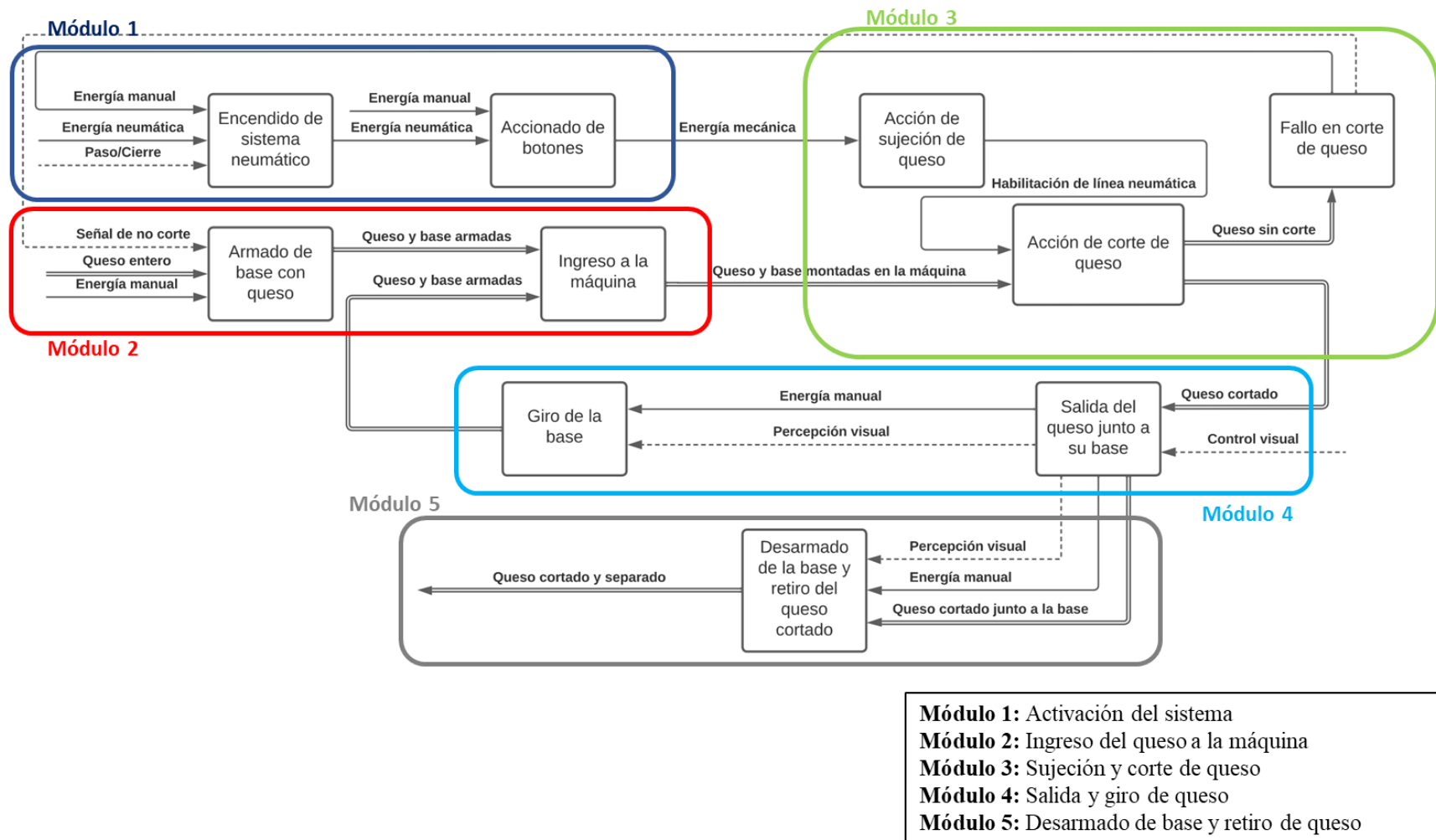


Figura 3. Diagrama de funciones Nivel 2.

2.2.2 Análisis modular

Consiste en proponer distintas soluciones para cada función de cada módulo presentado en la Figura 3 y justificar la selección de la solución definitiva mediante un análisis de criterios ponderados, el cual busca determinar de manera cuantitativa la solución óptima.

Se tabula todas las soluciones de cada función en la Tabla 3, para observar de manera general las alternativas propuestas.

Tabla 3: Alternativas de solución General

Módulos	Funciones	Solución 1	Solución 2
Módulo 1: Activación del sistema	<i>Encendido de sistema neumático</i>	Manual mediante unidad de mantenimiento ↓	
	<i>Accionado de botones</i>	Dos botones laterales ↓	
Módulo 2: Ingreso del queso a la máquina	<i>Armado de base con queso</i>	Manual ↓	
	<i>Ingreso a la máquina</i>	Manual con rieles de guía ↓	
Módulo 3: Sujeción y corte de queso	<i>Acción de corte de queso</i>	1 cilindro neumático conectado a dos ejes verticales con mecanismo para corte con cuchilla ↓	2 cilindros neumáticos independientes conectados a dos ejes verticales con mecanismo para corte con cuchilla
	<i>Acción de sujeción de queso</i>	1 cilindro neumático conectado a dos ejes con mecanismo de sujeción ↓	
	<i>Reinicio de proceso</i>	Manual ↓	
Modulo 4: Salida y giro de queso	<i>Salida de queso junto a su base</i>	Manual ↓	
	<i>Giro de la base</i>	Giro manual con pasos contados ↓	
Módulo 5: Desarmado de base y retiro de queso	<i>Desarmado de base y retiro de queso cortado</i>	Manual ↓	

↓ ↓
 Alternativa 1 Alternativa 2

2.2.2.1 Módulo 1: Activación del sistema

Este módulo contiene funciones relacionadas al sistema neumático, su inicio y activación:

2.2.2.1.1 Encendido del sistema neumático

- Manual mediante unidad de mantenimiento:

El sistema neumático se habilita mediante el paso de aire a presión que proviene de una fuente externa. La habilitación se controla mediante una válvula de paso neumática independiente o incorporada en un sistema más complejo como una unidad de mantenimiento presentada en la Figura 4. La cual también cumple con un tratamiento del aire que suministra, proveciendo aire comprimido seco, limpio y protegiendo los demás componentes neumáticos [24], por lo que se considera como única solución la unidad de mantenimiento.

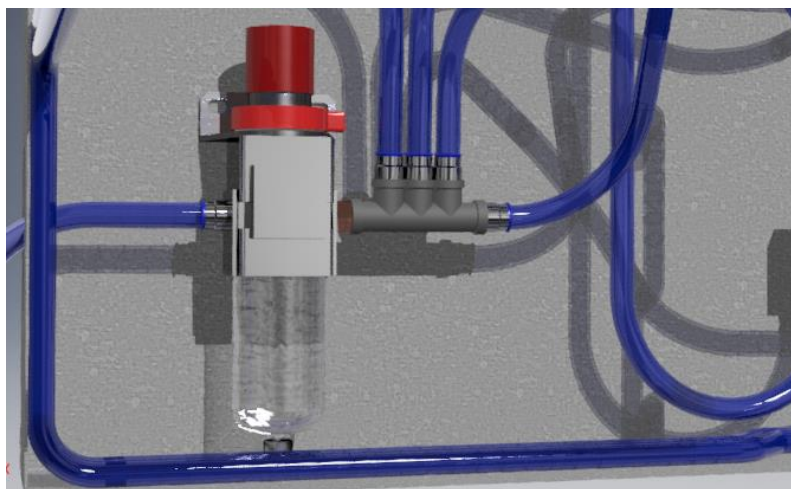


Figura 4. Unidad de mantenimiento neumático.

Tabla 4: Ventajas/Desventajas de la función de encendido del sistema neumático manual mediante unidad de mantenimiento.

Ventajas	Desventajas
Evita activaciones involuntarias de la máquina. Permite mantener un mejor control sobre el funcionamiento general de la máquina. Al ser la fuente de toda la acción de la máquina, sirve como un deshabilitador total de la función de corte.	Al ser un sistema con múltiples funciones, su reemplazo en caso de avería sería más costoso.

2.2.2.1.2 Accionado de botones

- Dos botones laterales:

Se considera como única solución ya que el funcionamiento de la máquina requiere un funcionamiento neumático en dos acciones principales controladas por dos botones ubicados en el tablero superior de la máquina como se muestra en la Figura 5. Un botón controlará la acción de sujetar el queso y otro accionará la función de corte de queso mediante el descenso y subida de la cuchilla, además, ambos botones neumáticos siguen un funcionamiento condicional sustentando que únicamente si se activa el cilindro del sujetador puede activarse el cilindro de corte, y únicamente si el cilindro de corte vuelve a su posición inicial el cilindro de corte podrá volver a su posición el cilindro del sujetador, evitando impactos entre componentes.

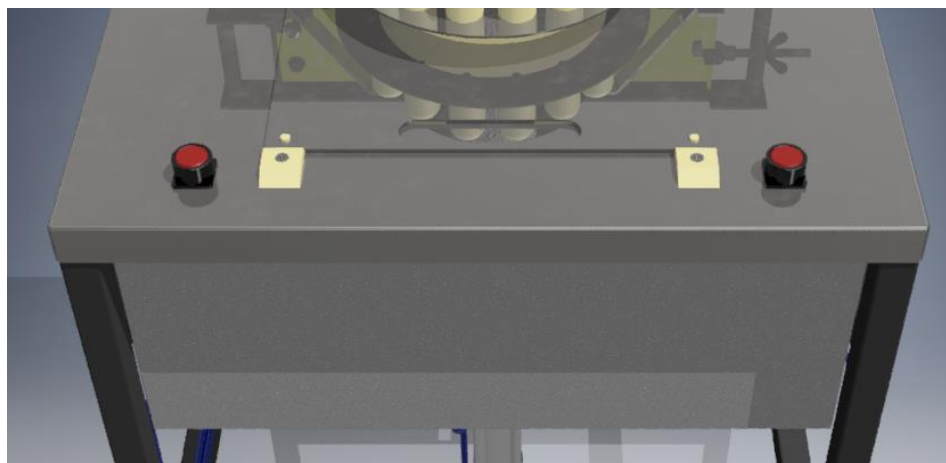


Figura 5. Botones de accionamiento neumático.

Tabla 5: Ventajas/Desventajas de la función de accionado de botones por dos botones laterales.

Ventajas	Desventajas
Genera mayor seguridad de manejo de la máquina por parte del operario al ocupar sus 2 manos en el accionamiento de esta.	No previene un posible accidente por parte de un segundo operario que coloque sus manos en el área de corte.

2.2.2.2 Módulo 2: Ingreso del queso a la máquina

Este módulo contiene funciones relacionadas al armado del queso junto a la base de corte y su ingreso dentro de la máquina.

2.2.2.2.1 Armado de base con queso

- Manual:

Se considera una única solución el montaje del queso en su base para corte de forma manual en la base como en se muestra en la Figura 6 en un espacio externo a la máquina, porque esta no incluye un proceso automático de entrada de material.



Figura 6. Queso ensamblado en base de corte.

Tabla 6: Ventajas/Desventajas de la función de armado de base con queso manual.

Ventajas	Desventajas
Permite controla un buen ajuste del queso en la base. No requiere su desarmado al soportar	Requiere tiempo por parte del operario.

2.2.2.2.2 Ingreso a la máquina

- Manual con rieles de guía:

Se propone como solución única el ingreso del ensamblaje realizado previamente por el operario a la máquina mediante rieles de guía como se muestra en la Figura 7, con el fin de que estos puedan asegurar y mantener el ensamble de la base de corte en el lugar correcto para realizar la acción de corte correcta.

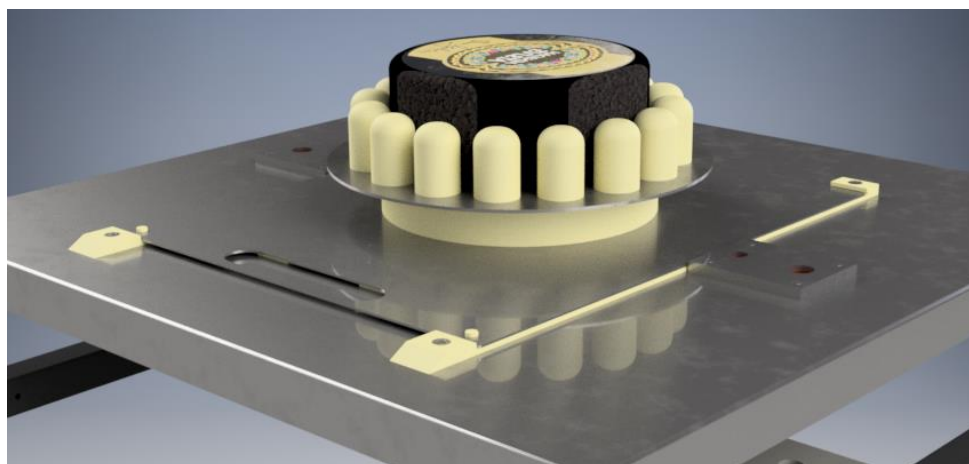


Figura 7. Rieles Guía.

Tabla 7: Ventajas/Desventajas de la función de ingreso a la máquina de forma manual con rieles de guía.

Ventajas	Desventajas
Permite un ingreso del ensamblaje de la base de queso y la plancha de manera precisa a la posición correcta.	Involucra la presencia de más pernos y perforaciones en el ensamblaje de la máquina que requerirán atención al momento de realizar limpieza.

2.2.2.3 Módulo 3: Sujeción y corte de queso

Este módulo funciones relacionadas a la sujeción y corte del queso.

2.2.2.3.1 Acción de corte de queso

Se proponen dos soluciones, las cuales cumplen la función requerida con características individuales.

- 1 cilindro neumático conectado a dos ejes verticales con mecanismo para corte con cuchilla:

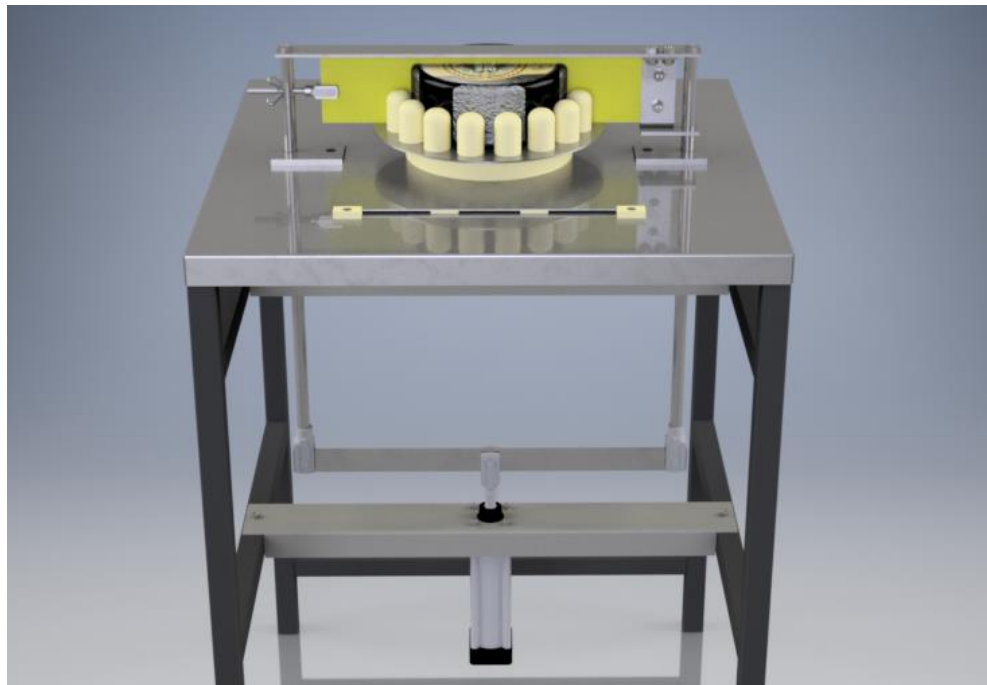


Figura 8. Cilindro y mecanismo de corte con cuchilla.

Se utiliza un sistema formado por un solo cilindro neumático conectado a un par de ejes verticales guiados que se ensamblarán a un sistema que soporta la cuchilla de corte como se muestra en la Figura 8.

Tabla 8: Ventajas/Desventajas de la función de corte de queso con 1 cilindro neumático.

Ventajas	Desventajas
<p>Aprovecha la alimentación neumática disponible en estas empresas.</p> <p>Reduce la cantidad de elementos necesarios para la instalación del cilindro.</p> <p>Garantiza un movimiento uniforme de la cuchilla de corte.</p>	<p>Requiere la implementación de un cilindro con un alto consumo y dimensiones mayores para sustentar su singularidad de este con la fuerza requerida.</p>

- 2 cilindros neumáticos independientes conectados a dos ejes verticales con mecanismo para corte con cuchilla:

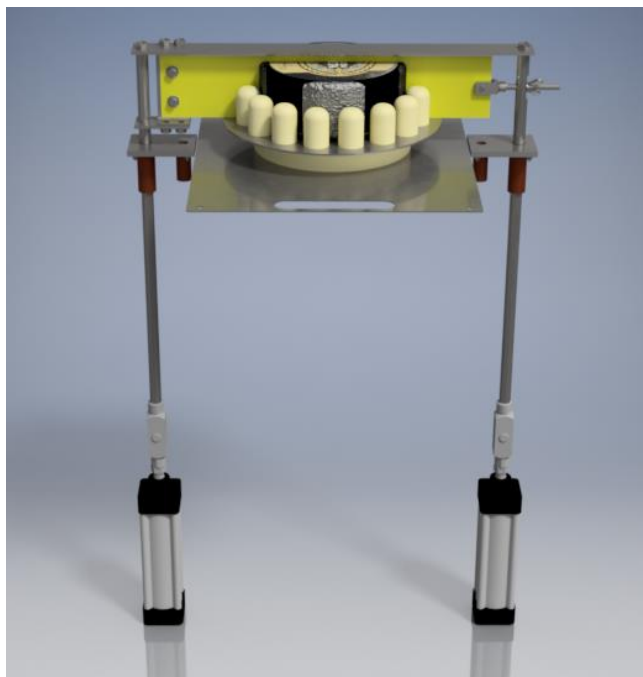


Figura 9. 2 cilindros y mecanismo de corte con cuchilla.

Se utiliza un sistema formado por dos cilindros neumáticos conectados directamente a dos ejes verticales guiados respectivamente, conectados a un sistema que soporta la cuchilla de corte como se muestra en la Figura 9.

Tabla 9: Ventajas/Desventajas de la función de corte de queso con 2 cilindros neumáticos independientes.

Ventajas	Desventajas
<p>Aprovecha la alimentación neumática disponible en estas empresas.</p> <p>Implica el uso de 2 cilindros de menor consumo y tamaño independiente.</p>	<p>Existe la posibilidad de que el accionado de los cilindros no sea parejo y el mecanismo de sujeción de la cuchilla se desplace incorrectamente, por lo que necesitaran una calibración regular.</p>

En la Tabla 10, Tabla 11 y Tabla 12 se realiza una evaluación de cada alternativa en relación con cada uno de los criterios presentados en la Tabla 2 que tengan relación con la función, siendo los criterios: Facilidad de fabricación, Costo de materiales y Facilidad de limpieza. Obteniendo la solución óptima presentada en la Tabla 13.

Tabla 10: Evaluación de criterio - Facilidad de fabricación.

Fuerza	Alternativa 1	Alternativa 2	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		1	2	0,62
Alternativa 2	0,25		1,25	0,38
	Suma		3,25	1
Alternativa 1 > Alternativa 2				

Tabla 11: Evaluación de criterio - Costo de materiales.

Fuerza	Alternativa 1	Alternativa 2	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		1	2	0,62
Alternativa 2	0,25		1,25	0,38
Suma			3,25	1
Alternativa 1 > Alternativa 2				

Tabla 12: Evaluación de criterio - Facilidad de limpieza.

Fuerza	Alternativa 1	Alternativa 2	$\Sigma+1$	Ponderación
Alternativa 1		1	2	0,62
Alternativa 2	0,25		1,25	0,38
Suma			3,25	1
Alternativa 1 > Alternativa 2				

En base a las evaluaciones individuales de cada criterio, se incluyen los resultados en la Tabla 13, obteniendo la alternativa 1 como solución óptima.

Tabla 13: Conclusión de función "Acción de corte de queso".

Conclusiones	Facilidad de fabricación	Costo de materiales	Facilidad de limpieza	$\Sigma+1$	Prioridad de selección
	(Ponderación Criterio x Ponderación Alternativa)				
Alternativa 1	0,62	0,62	0,62	2,85	1
Alternativa 2	0,38	0,38	0,38	2,15	2

2.2.2.3.2 Acción de sujeción de queso

Se considera una única solución en base a que los requerimientos de la función requieren una solución rápida y sencilla, además de que se requiere optimizar espacio por la presencia del sistema de corte de queso.

- 1 cilindro neumático conectado a dos ejes con mecanismo de sujeción:

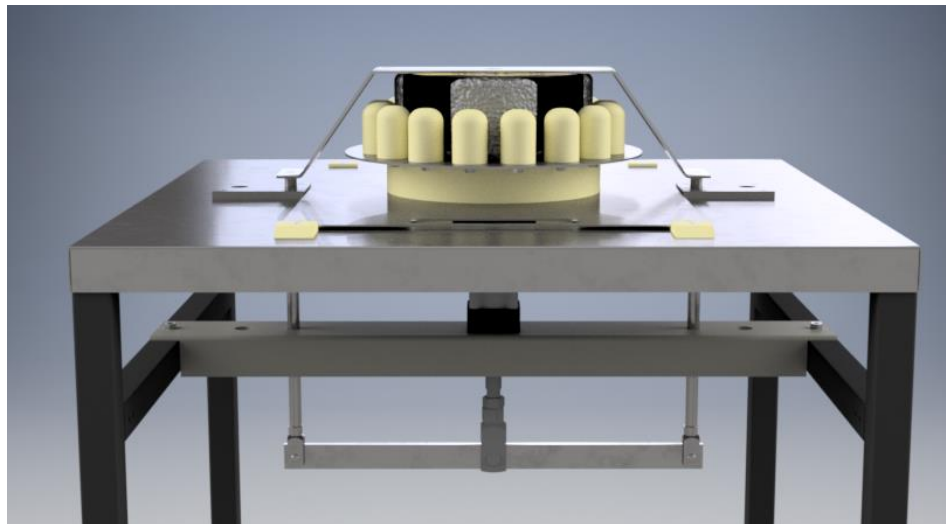


Figura 10. Cilindro y mecanismo de sujeción.

Se utilizará un sistema formado por un solo cilindro neumático conectado a un par de ejes verticales guiados, se ensamblan a un sistema de sujeción mostrado en la Figura 10 que al accionarse sujeta el queso para evitar su desplazamiento vertical al adherirse a la cuchilla luego del corte.

Tabla 14: Ventajas/Desventajas de la función de corte de queso con 1 cilindro neumático.

Ventajas	Desventajas
<p>Aprovecha la alimentación neumática disponible en estas empresas.</p> <p>Es un sistema sencillo de armar y controlar.</p>	<p>Requiere el uso de un cilindro siempre del mismo tamaño por la limitación de espacio.</p>

2.2.2.3.3 Reinicio de proceso

La solución única propuesta es la acción manual por parte del operario, utilizando un reconocimiento visual ya que su presencia es necesaria en el uso de la máquina durante el proceso.

- Manual:

Cuando exista alguna falla en el proceso de corte o sujeción del queso, el operario realizará una apertura de la válvula de paso que forma parte de la unidad de mantenimiento, con el fin de liberar la presión en el sistema y retirar el queso, y así reiniciar el proceso.

Tabla 15: Ventajas/Desventajas de la función de reinicio del proceso de manera manual.

Ventajas	Desventajas
El operario puede mantener un control de la calidad de corte de manera personal.	El proceso manual involucra una inversión de tiempo considerable. La percepción humana puede incluir errores.

2.2.2.4 Modulo 4: Salida y giro de queso

Este módulo contiene funciones relacionadas a la salida del queso luego del proceso previo y el proceso intermediario de giro de este.

2.2.2.4.1 Salida de queso junto a su base

- **Manual:**

Se considera una única solución de salida mediante el proceso ejercido por el operario con esfuerzo manual, que involucra el desacople de la plancha base junto al ensamblaje del queso y la base de corte, de los rieles ensamblados en la mesa de trabajo de la máquina para su retiro fuera de la zona de corte.

2.2.2.4.2 Giro de la base

- Giro manual con base:

Se considera una única solución que sustenta la necesidad de habilitar que la máquina divida en 16 piezas el queso, mediante una estructura en la base para proporcionar la cantidad de giros contados, generado en un proceso de mecanizado como se muestra en la Figura 11, la cual encaja en piezas ensambladas en la plancha de ingreso que controlarán el giro preciso de la base.

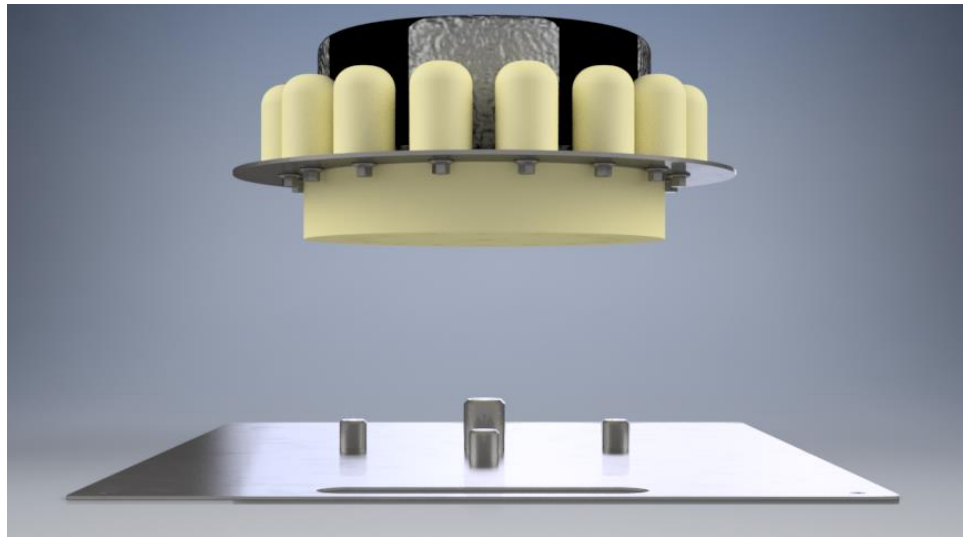


Figura 11. Plancha base y base de corte de queso.

2.2.2.5 Módulo 5: Desarmado de base y retiro de queso

Este módulo contiene funciones relacionadas al retiro del queso luego de que este pase por su proceso de corte y el desarmado de la base previamente armada de manera manual.

2.2.2.5.1 Desarmado de base y retiro de queso cortado

- Manual:

La solución única propuesta es la acción manual por parte del operario, utilizando el esfuerzo manual y el reconocimiento visual. Luego de que se realicen los procesos previos de tratamiento del queso, el retiro y desarmado del ensamblaje de este será de manera manual fuera del área de corte de la máquina.

2.2.3 Propuesta Final

En base a todos los análisis de criterios ponderados concluidos en la Tabla 13, se obtuvieron las opciones óptimas de cada función, concluyendo en la solución final presentada en la

Tabla 16.

Tabla 16: Resultado de alternativas de solución.

Módulos	Funciones	Solución
Módulo 1: Activación del sistema	<i>Encendido de sistema neumático</i>	Manual mediante unidad de mantenimiento
	<i>Accionado de botones</i>	Dos botones laterales
Módulo 2: Ingreso del queso a la máquina	<i>Armado de base con queso</i>	Manual
	<i>Ingreso a la máquina</i>	Manual con rieles de guía
Módulo 3: Sujeción y corte de queso	<i>Acción de corte de queso</i>	1 cilindro neumático conectado a dos ejes verticales con mecanismo para corte con cuchilla
	<i>Acción de sujeción de queso</i>	1 cilindro neumático conectado a dos ejes con mecanismo de sujeción
	<i>Reinicio de proceso</i>	Manual
Modulo 4: Salida y giro de queso	<i>Salida de queso junto a su base</i>	Manual
	<i>Giro de la base</i>	Giro manual con base
Módulo 5: Desarmado de base y retiro de queso	<i>Desarmado de base y retiro de queso cortado</i>	Manual

2.3 Desarrollo del Prototipo

Se diseñaron las piezas en madera y plástico como se muestra en la Figura 12, que representan el funcionamiento de algunos conjuntos de piezas seleccionadas como solución para la máquina (Figura 13). Se utilizó el prototipo desarrollado para realizar pruebas de corte a queso maduro comercial de industrias nacionales.

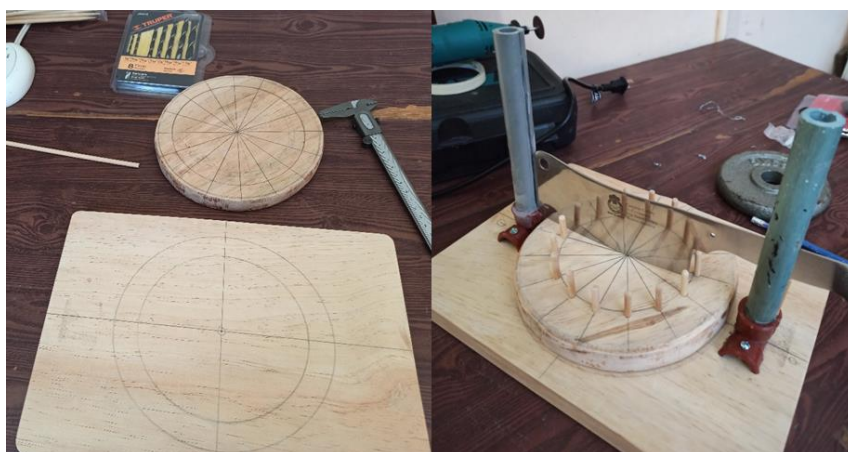


Figura 12. Materia prima del prototipo.



Figura 13. Prototipo referencia a funciones de la propuesta.

2.3.1 Pruebas con prototipo

Con respecto al comportamiento del producto, luego de realizar las pruebas se concluye que el corte de queso maduro húmedo o seco, tiene dos etapas muy claras.

La “Etapa inicial” de corte en la que la cuchilla hace contacto con el recubrimiento de cera del queso en toda el área de este como se muestra en la Figura 14 (donde, la línea amarilla representa el área de contacto entre la cuchilla y el recubrimiento del queso), en la cual la resistencia de corte fue alta y se requirió una gran cantidad de masa aplicada sobre la cuchilla.

La “Etapa continua” de corte en la que la cuchilla supera los primeros centímetros de materia, para luego presentar una resistencia menor y desplazarse fluidamente por el resto del cuerpo del queso hasta la base, como se muestra en la Figura 15 (donde, la sección con líneas azules representa la Etapa continua de corte).

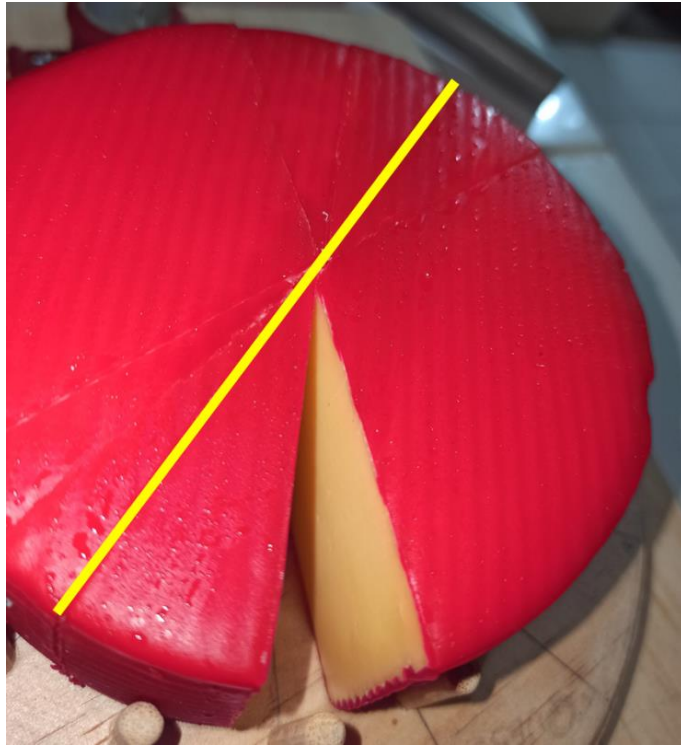


Figura 14. Etapa de corte inicial del queso maduro.

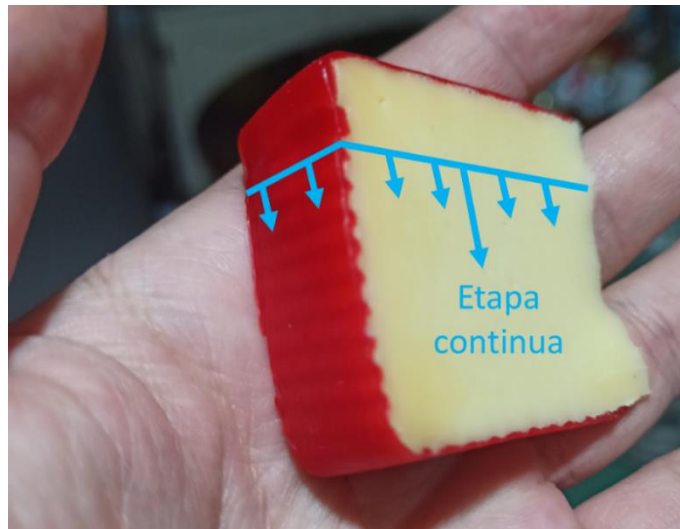


Figura 15. Etapa continua del corte de queso maduro.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1 Datos tomados de pruebas con prototipo

El prototipo creado fue utilizado para obtener datos numéricos presentados en la Tabla 17. La cual relaciona la masa aplicada para las dos etapas planteadas en la sección 2.3.1 donde se relaciona la masa aplicada con el diámetro de queso cortado. No se puede relacionar el esfuerzo con el área de corte porque no existe una relación entre la masa aplicada y la altura de queso cortada en referencia a la “Etapa continua”, sino que la masa aplicada aumenta en función del incremento del diámetro de corte.

Tabla 17: Datos generados por pruebas de corte en prototipo.

Dato	Diámetro (m)	Masa aplicada (kg) Etapa inicial	Masa aplicada (kg) Etapa continua
A	0,02	0,5	0,5
B	0,055	3	1
C	0,11	12	3

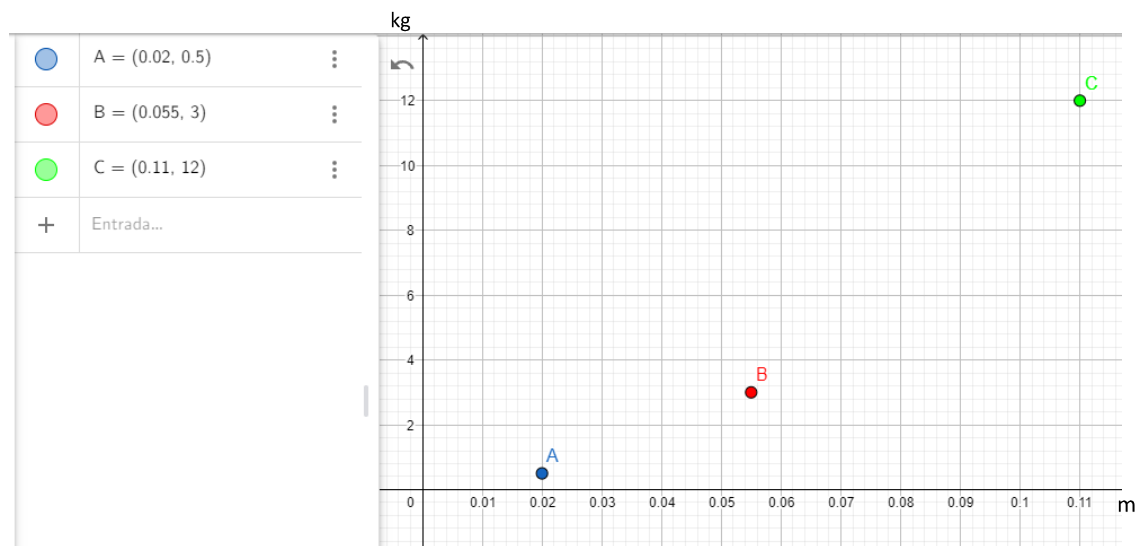


Figura 16. Gráfica de datos tabulados utilizando GeoGebra.

Se visualiza gráficamente en la Figura 16 (Eje X representado el diámetro y eje Y la masa aplicada en la Etapa Inicial), donde se presentan los datos A, B y C de la Tabla 17 en el plano cartesiano mostrando que la relación entre los datos de diámetro y masa aplicada es dominada por una ecuación exponencial de segundo grado (1).

$$x^2 + Dx + Ey + F = 0$$

Donde,

x referencia al diámetro,

y referencia a la masa aplicada.

(1)

Se reemplaza los datos tabulados en la ecuación (1) y se obtiene el sistema de ecuaciones siguiente:

$$\begin{cases} \frac{1}{50}D + \frac{1}{2}E + F = -\frac{1}{2.500} \\ \frac{11}{200}D + 3E + F = -\frac{1}{40.000} \\ \frac{11}{100}D + 12E + F = -\frac{1}{10.000} \end{cases} = \begin{cases} D = -\frac{3}{568} \\ E = -\frac{710.000}{693} \\ F = \frac{11}{56.800} \end{cases}$$

Al resolver el sistema de ecuaciones y reemplazando los valores D, E y F, se obtiene la ecuación (2) que domina el comportamiento de la curva que contiene la relación entre los datos de diámetro de corte y masa aplicada mostrada en la Figura 17.

$$y = \frac{710.000}{693}x^2 - \frac{1250}{231}x + \frac{25}{126} \quad (2)$$

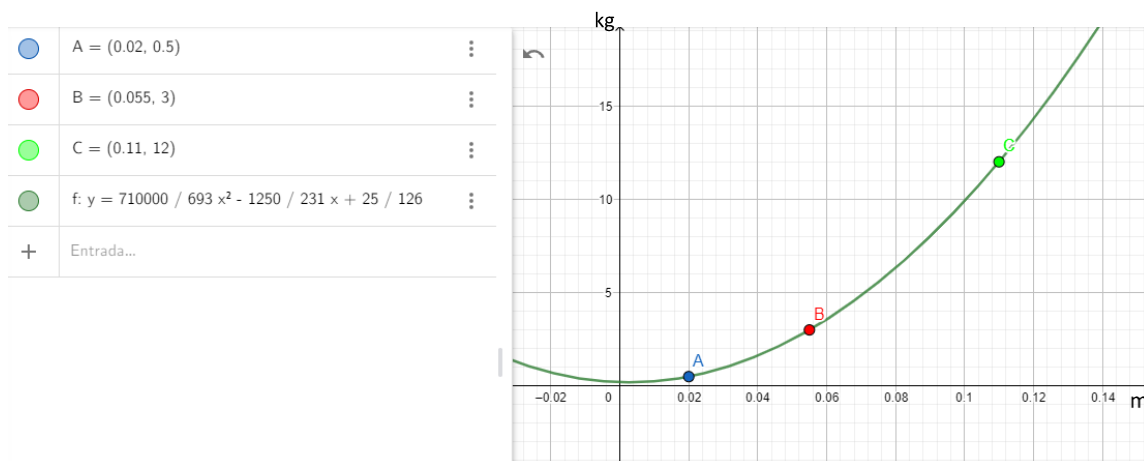


Figura 17. Gráfica de ecuación (2).

Sustentando la necesidad de realizar cortes a quesos de 0,24 m de diámetro, se utiliza la ecuación (2) y reemplaza el valor “x” para encontrar el valor correspondiente a la masa aplicada necesaria para realizar dicho corte representado en la Figura 18, obteniendo:

$$y = \frac{710.000}{693} (0,24)^2 - \frac{1250}{231} (0,24) + \frac{25}{126} = 57,9126$$

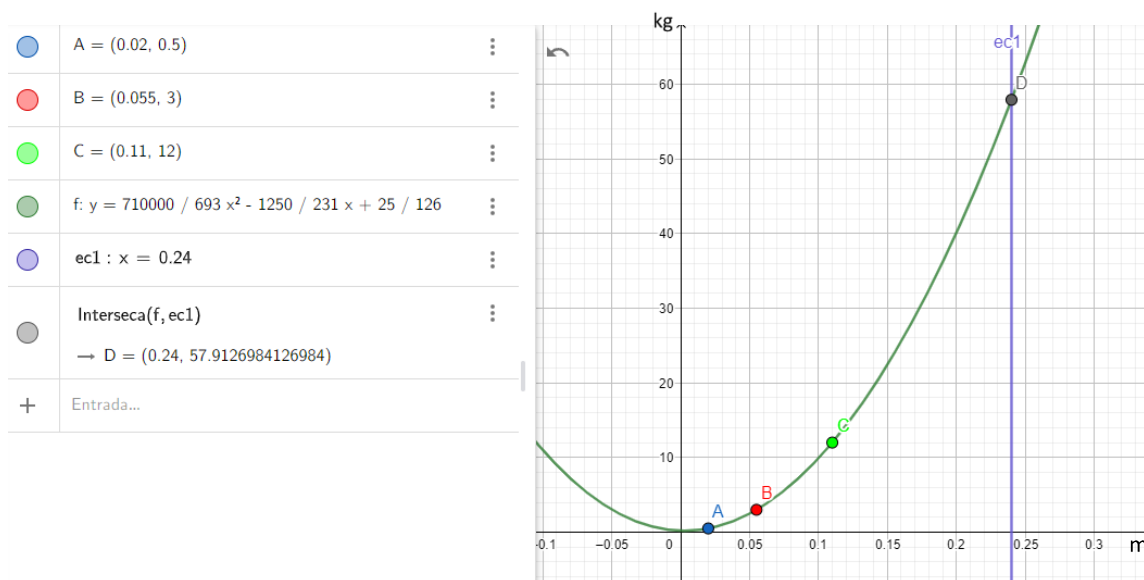


Figura 18. Gráfica intersección.

Por seguridad en la consideración de los datos obtenidos, se decidió tomar un valor mayor al 20 % del valor obtenido con base a la ecuación (2), de tal forma que la masa utilizada para el diseño y simulaciones será de 70 kg necesarios para el corte de queso maduro de 0,24 m de diámetro.

3.2 Diseño de automatización neumática

El funcionamiento de la máquina está dirigido mediante el circuito neumático presentado en la Figura 19 que requiere los materiales presentados en la Tabla 18, que cumple con las siguientes condiciones:

- El sistema es accionado mediante dos pulsadores neumáticos, que funcionarán únicamente cuando el usuario los mantenga presionados.
- El cilindro B podrá activarse únicamente cuando esté presionados ambos pulsadores.
- El cilindro A solo podrá regresar a su posición cuando el pulsador 2 este desactivado.

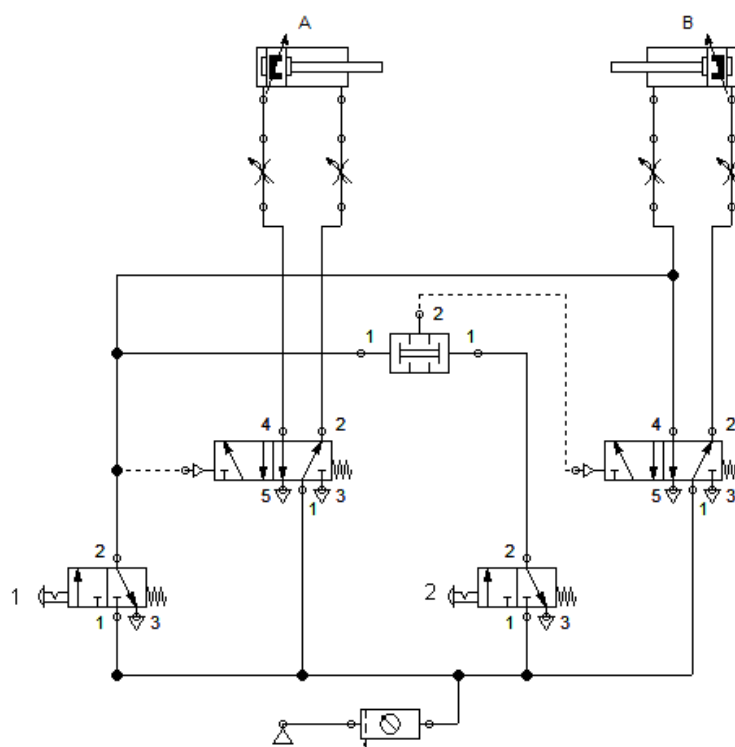


Figura 19. Diagrama neumático.

Nota: El cilindro 1.0 controla la acción del sistema sujetador, el cilindro 2.0 controla la acción del sistema de corte con cuchilla. El accionamiento de las válvulas 5/2 está controlado por ambos pulsadores neumáticos y la válvula de simultaneidad.

Tabla 18: Componentes neumáticos.

Cantidad	Componente
1	Fuente de aire comprimido
1	Unidad de mantenimiento
2	Cilindro doble efecto
2	Válvula 5/2 con activación neumática y retroceso por muelle
1	Válvula de simultaneidad o AND
4	Válvula estranguladora reguladora de presión
2	Válvulas direccionales triple de 2 vías con pulsador de presión
1	Distribuidor
3	Racor neumático en T

3.3 Selección de elementos

En esta sección se presenta las justificaciones para la selección de elementos propuestos en el diseño de la máquina.

3.3.1 Selección de componentes neumáticos

Para el diseño de la máquina se requisitos mínimos de funcionamiento de la máquina propuesta considerando que, en la industria, la mayoría de los actuadores neumáticos requieren presiones de entre 8 y 10 bar, aunque también existen compresores que permiten trabajos a presiones de hasta 13 bar para aplicaciones específicas [25], debido al ciclo de carga de la mayoría de los compresores presentes en el mercado nacional, para la selección de los elementos neumáticos se ha considerado 4 bar como presión de trabajo del sistema planteado, sustentando que la máquina trabaje incluso en la peor condición de alimentación.

Mediante el uso de un software de uso libre desarrollado por FESTO© y disponible en su página web [26], se ingresaron los datos de la Tabla 19 para obtener los requerimientos del sistema neumático para el corte de queso (70 kg de carga útil aplicada) y los datos de la

Tabla 20 para los requerimientos del sistema sujetador (equivalente al 60% de la carga aplicada en el sistema de corte, equivalente a 42 kg de carga útil aplicada), para obtener los componentes neumáticos necesarios presentados en la Tabla 21 (Dimensionamiento neumático de la Tabla 19 y

Tabla 20).

Tabla 19: Valores para selección de elementos neumáticos del sistema de corte.

Requerimiento	Descripción	Valor propuesto
---------------	-------------	-----------------

Recorrido	Distancia máxima que recorrerá el vástago.	150 mm
Carga útil	Carga que generará el cilindro.	70 kg
Tiempo de posicionamiento	Tiempo que demorará en llegar a su recorrido máximo.	1.520 ms
Presión	Presión de aire a la que trabajará.	4 bar
Posición de montaje	Ángulo en el que se será montado el cilindro.	90°
Tipo de amortiguación	Sistema que ayuda a reducir la velocidad del vástago al final del recorrido.	Autoajustable
Dirección del movimiento	Determina si el cilindro funcionará principalmente en avance o retroceso.	retroceso
ciclos/min	Ciclos por minuto.	6
h/día	Horas de trabajo diarias.	8
día/año	Días de trabajo al año.	260

Tabla 20: Valores para selección de elementos neumáticos del sistema de sujeción

Requerimiento	Descripción	Valor propuesto
Recorrido	Distancia máxima que recorrerá el vástago.	50 mm
Carga útil	Carga que generará el cilindro.	42 kg
Tiempo de posicionamiento	Tiempo que demorará en llegar a su recorrido máximo.	520 ms
Presión	Presión de aire a la que trabajará.	4 bar
Posición de montaje	Ángulo en el que se será montado el cilindro.	-90°
Tipo de amortiguación	Sistema que ayuda a reducir la velocidad del vástago al final del recorrido.	Autoajustable
Dirección del movimiento	Determina si el cilindro funcionará principalmente en avance o retroceso.	avance
ciclos/min	Ciclos por minuto.	6
h/día	Horas de trabajo diarias.	8
día/año	Días de trabajo al año.	260

Tomando en cuenta los valores colocados en la sección de: Ciclos por minuto, Horas de trabajo diarias y Días de trabajo al año, se sustenta que las propuestas de cilindros remitidas por el software tengan la capacidad de procesar 480 quesos cortados en 12 partes por mes.

Tabla 21: Componentes neumáticos recomendados.

Componentes recomendados			
Sistema de corte		Sistema sujetador	
Cilindro doble efecto neumático	80 mm diámetro de émbolo 150 mm recorrido de vástago	Cilindro doble efecto neumático	63 mm diámetro de émbolo 50 mm recorrido de vástago
Válvula 5/2	Racores 3/8 10 mm	Válvula 5/2	Racores 3/8 10 mm
Silenciador 3/8		Silenciador 3/8	
Tubería 10x1,5 mm		Tubería 10x1,5 mm	

3.4 Cálculo de esfuerzos en elementos

Esta sección presenta el proceso manual para obtener matemáticamente el factor de seguridad de ciertas piezas analizadas.

3.4.1 Diagramas de cuerpo libre

En los diagramas de cuerpo libre (DCL), se muestra los elementos esbeltos funcionales como vigas que cumplen la función de transmitir la fuerza aplicada por los cilindros neumáticos.

- **Elemento esbelto del sistema de corte**

Se analiza el funcionamiento de la platina que conecta el cilindro neumático a los ejes verticales del sistema de corte como se muestra en la Figura 20, el cual es un elemento esbelto que tiene un comportamiento de viga con doble apoyo y una carga central de 686,465 N como se muestra en la Figura 21.

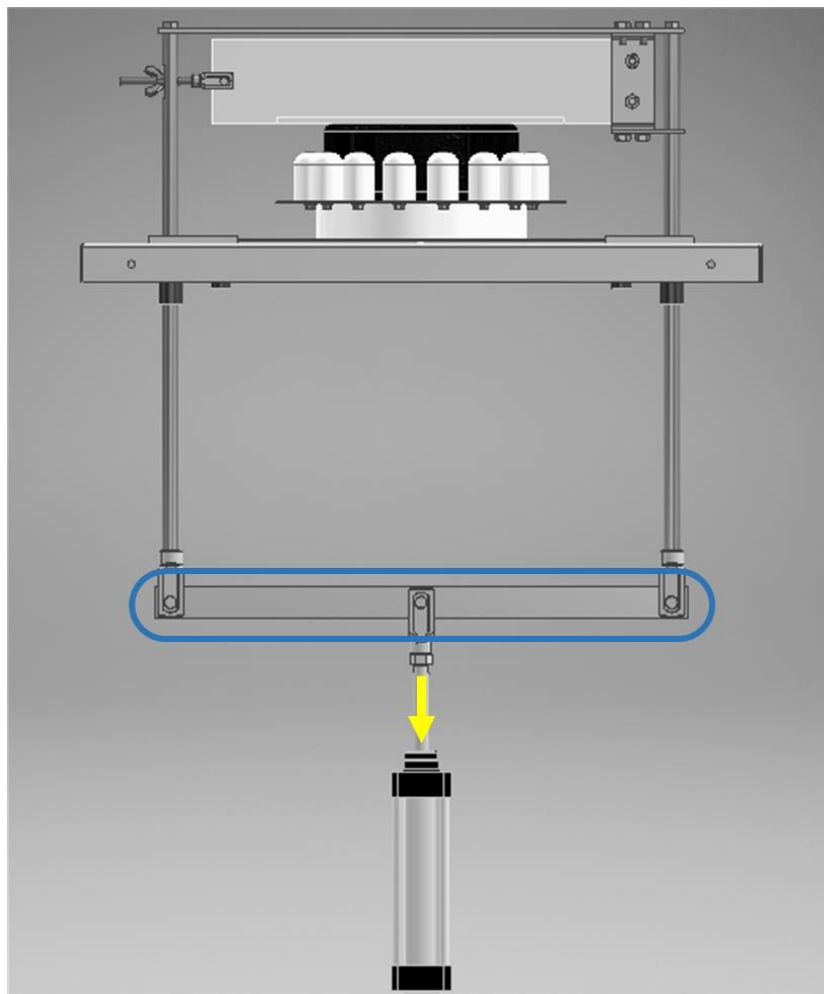


Figura 20. Platina para sistema de corte.

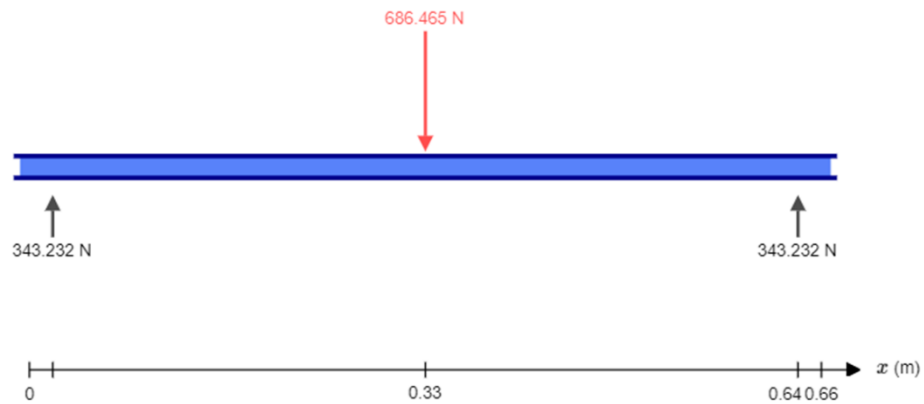


Figura 21. DCL 01.

- **Elemento esbelto del sistema de sujeción**

Se analiza el funcionamiento de la platina que conecta el cilindro neumático a los ejes verticales del sistema de sujeción como se muestra en la Figura 22, el cual es un elemento esbelto que tiene un comportamiento de viga con doble apoyo y una carga central de 411,879 N como se muestra en la Figura 23.

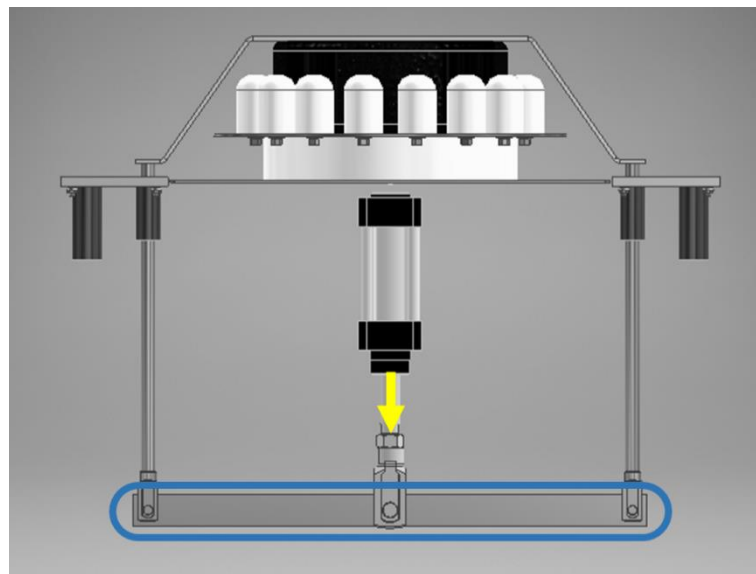


Figura 22. Platina para Sistema de sujeción.

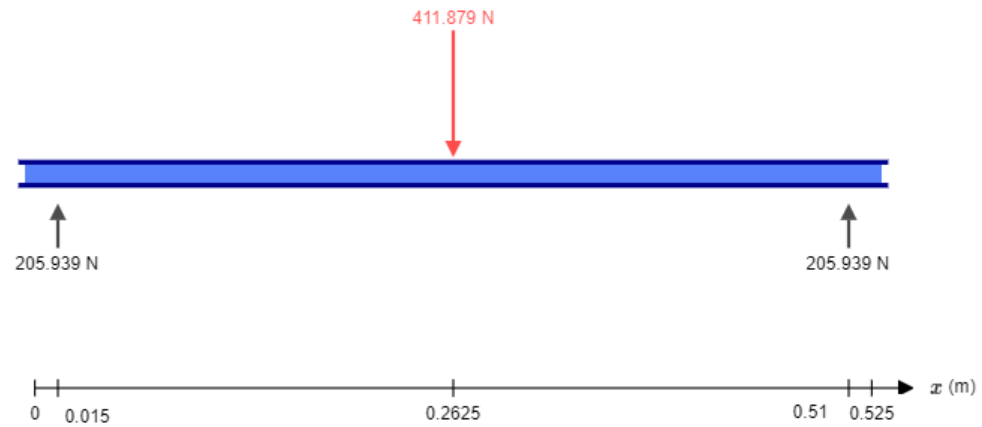


Figura 23. DCL 02.

3.4.2 Diagramas de Fuerza Cortante y Momento Flector

A partir de los DCL mostrados en la sección 3.4.1, se realizan los diagramas de Fuerza Cortante y Momento Flector presentados en la Figura 24 y Figura 25, donde se puede diferenciar los puntos de momento máximo.

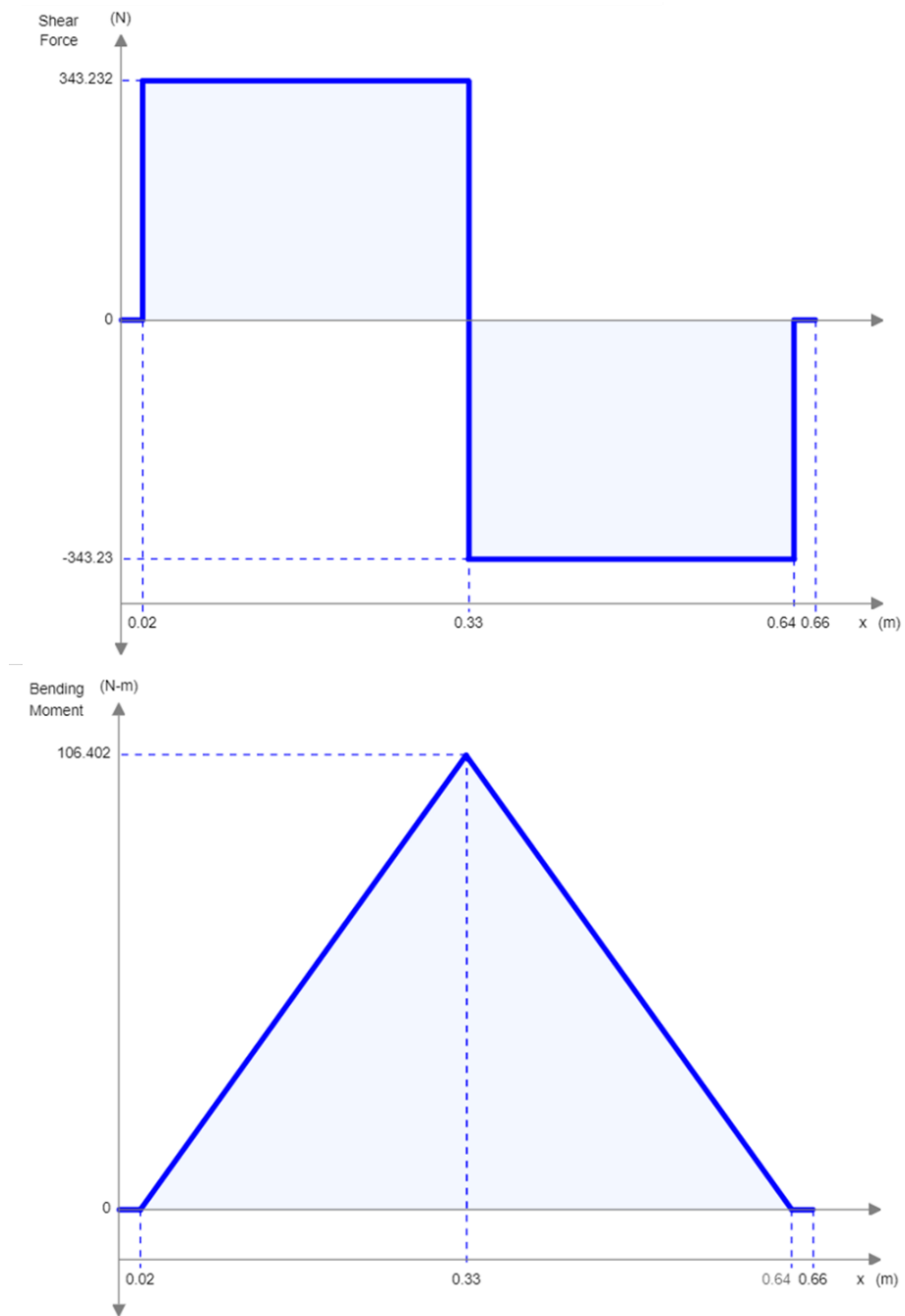


Figura 24. Diagrama de fuerza cortante y momento flector del DCL 01.

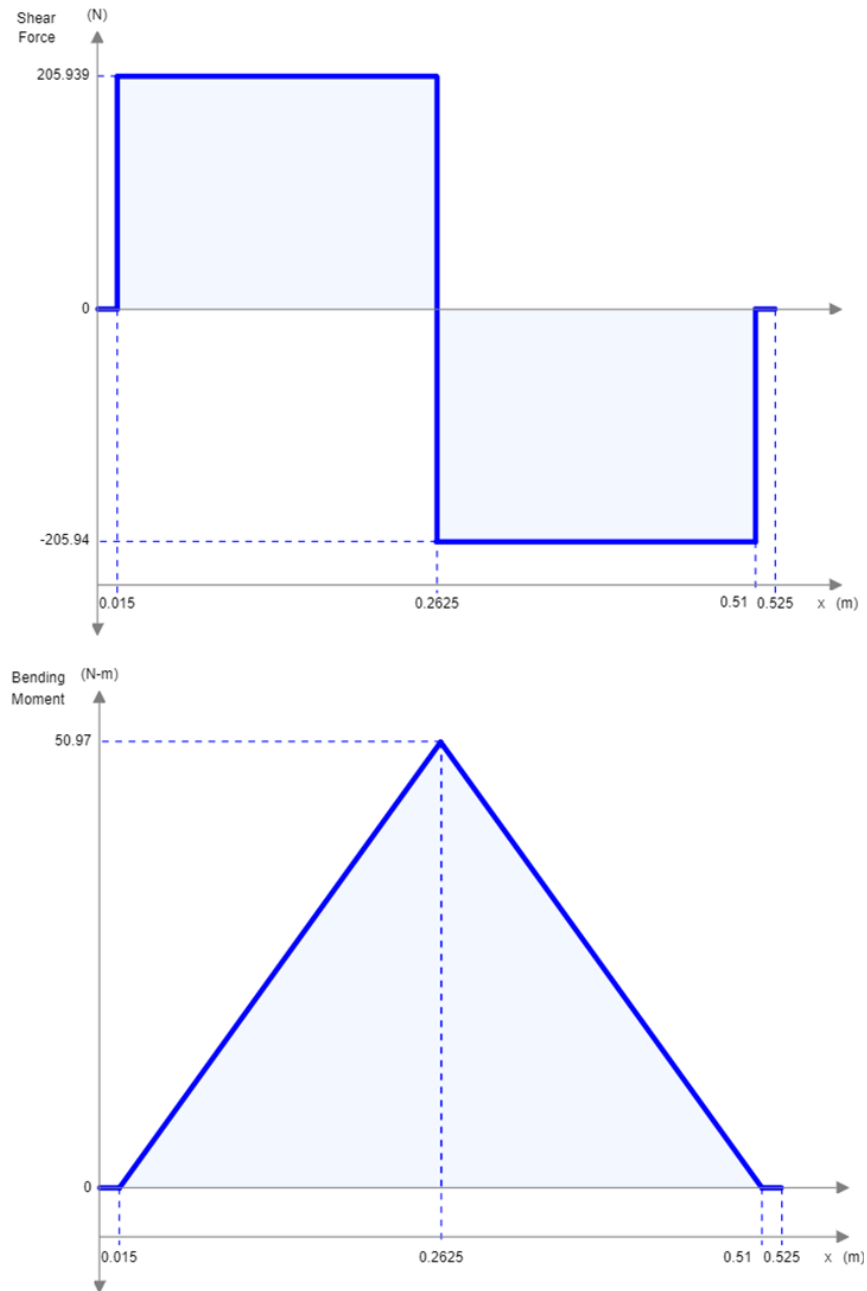


Figura 25. Diagrama de fuerza cortante y momento flector del DCL 02.

3.4.3 Análisis del factor de seguridad

Los datos mostrados en la Tabla 22 y Tabla 23, se utilizan para el cálculo del factor de seguridad (F.S) estático.

Tabla 22: Datos para análisis de factor de seguridad para DCL 1.

Dato	Valor
Momento flector máximo DCL 1	106,4 N·m
Sy (Acero ASTM A36)	250 MPa
h	0,0381 m
b	0,012 m
diámetro perforación	0,016 m
c	0,01905 m

Tabla 23: Datos para análisis de factor de seguridad para DCL 2.

Dato	Valor
Momento flector máximo DCL 2	205,94 N·m
Sy (Acero ASTM A36)	250 MPa
h	0,0381 m
b	0,012 m
diámetro perforación	0,016 m
c	0,01905 m

$$N = \frac{S_y}{\sigma_{eq}} \quad (3)$$

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{M \cdot C}{I} \quad (4)$$

$$I = \left(\frac{b \cdot h^3}{12} \right) - \left(\frac{b \cdot d^3}{12} \right) \quad (5)$$

Donde,

M es el momento flector máximo en el plano respectivo,

C es la distancia desde el eje neutro hasta la fibra más alejada de la viga,

I es la inercia para la forma circular,

b es la base de la viga,

h es la altura de la viga,

d es el diámetro de la perforación central de la viga,

S_y es el esfuerzo a la cedencia del material.

Para obtener el factor de seguridad se utilizan las ecuaciones (3), (4) y (5) para obtener los valores de $\sigma_{m\acute{a}x}$ en este caso equivalente a σ_{eq} para el análisis del DCL 1 y DCL 2, siendo:

Para DCL 1 $\sigma_{m\acute{a}x} = 39,58 \text{ MPa}$ y

para DCL 2 $\sigma_{m\acute{a}x} = 52,54 \text{ MPa}$

Se reemplazan los datos obtenidos en la ecuación (3), para obtener los factores de seguridad siguientes:

Para DCL 1 $N = 6,31$ y

para DCL 2 $N = 4,75$

3.5 Simulación de elementos calculados analíticamente

Se utiliza como herramienta digital el software “Autodesk Inventor” en su versión estudiantil, para las simulaciones de esfuerzos y obtención de datos como tensiones y factor de seguridad de las distintas piezas y subensamblajes.

3.5.1 Simulación de platina anclada al cilindro del sistema de corte

Se simuló el elemento representado como DCL 1 en la Figura 21, obteniendo el valor de tensión de Von Mises (Figura 26) máximo de 38,82 MPa, un factor de seguridad (Figura 27) de 6,39 el cual es mayor a 1,5 por lo que se considera aceptable y una deformación máxima (Figura 28) de 0,31 mm

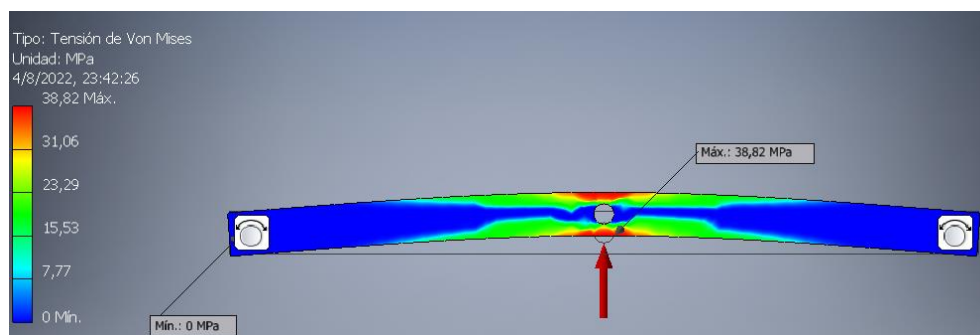


Figura 26. Tensión de Von Mises - Simulación DCL 1.

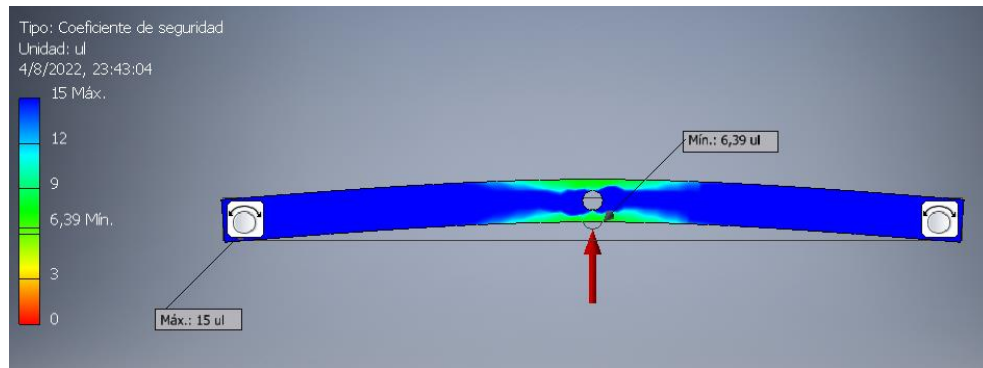


Figura 27. Factor de seguridad - Simulación DCL 1.

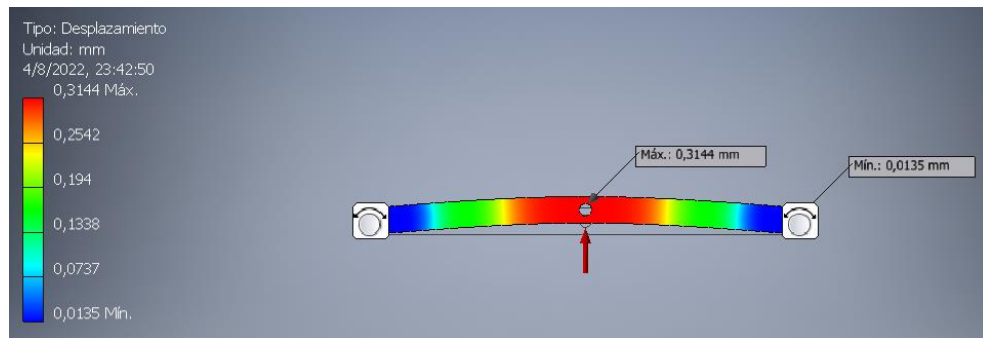


Figura 28. Deformación máxima – Simulación DCL 1.

3.5.2 Simulación de platina anclada al cilindro del sistema de sujeción

Se simuló el elemento representado como DCL 2 en la Figura 23, obteniendo el valor de tensión de Von Mises (Figura 29) máximo de 54,08 MPa, un factor de seguridad (Figura 30) de 4,59 el cual es mayor a 1,5 por lo que se considera aceptable y una deformación máxima (Figura 31) de 0,33 mm

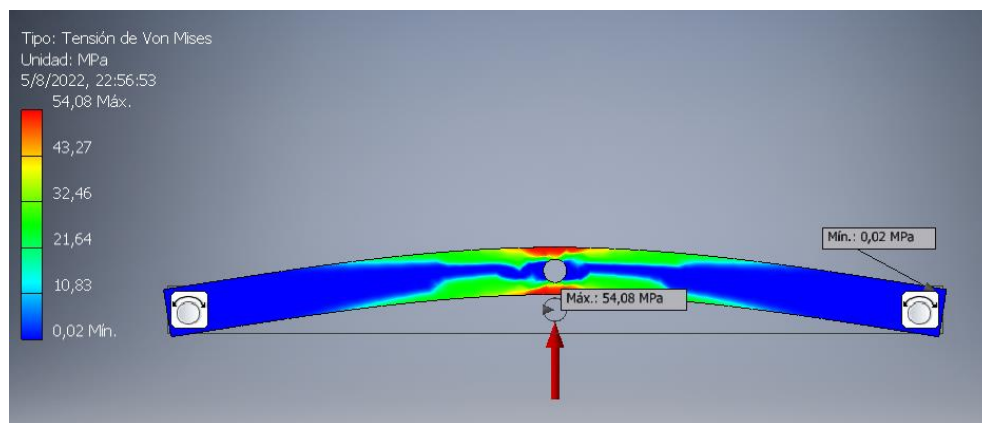


Figura 29. Tensión de Von Mises - Simulación DCL 2.

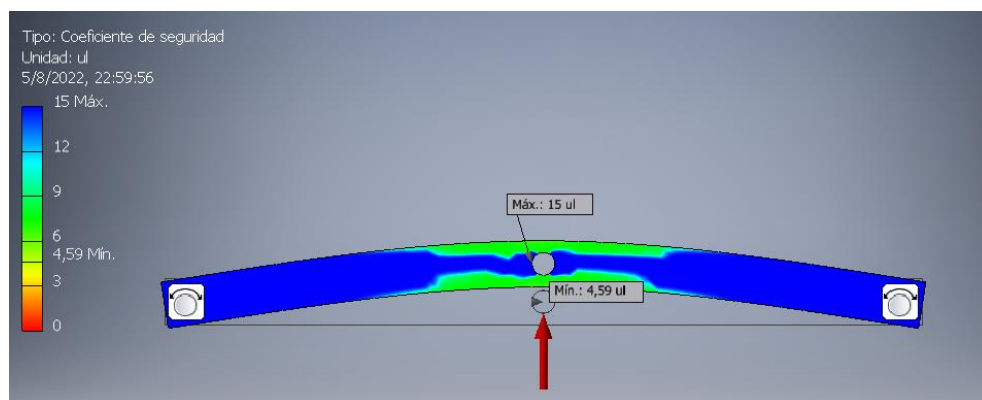


Figura 30. Factor de seguridad - Simulación DCL 2.

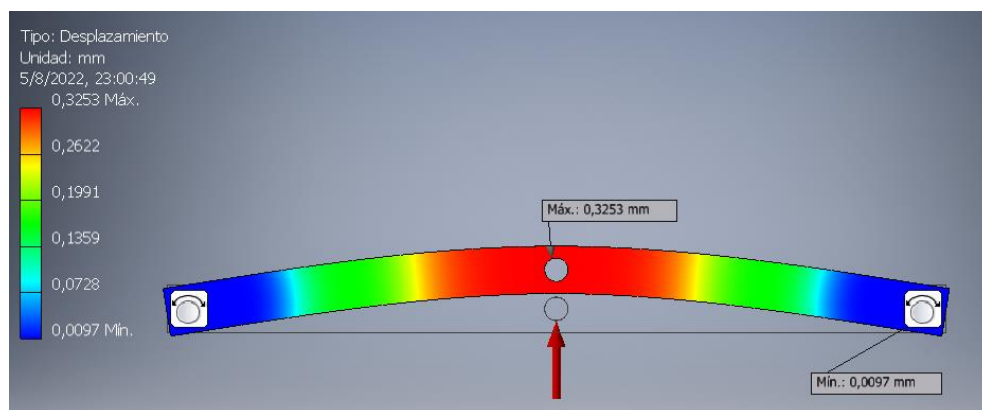


Figura 31. Deformación máxima – Simulación DCL 2.

3.6 Comparación de resultados entre cálculo y simulación

Tabla 24: Comparación de resultados manuales con simulaciones.

Pieza	Dato	Cálculo manual	Simulación	% Error
Platina anclada al cilindro del sistema de corte	$\sigma_{m\acute{a}x}$	39,58 MPa	38,82 MPa	1,94%
	N	6,31	6,39	1,26%
Platina anclada al cilindro del sistema de sujeción	$\sigma_{m\acute{a}x}$	52,54 MPa	54,08 MPa	2,89%
	N	4,75	4,59	3,43%

Al comparara los resultados obtenidos mediante cálculos manuales y simulados se evidencia que el error existente es menor a 5%, por lo que se considera que son valores aceptables.

3.7 Simulación de elementos

Se toman como validos los valores generados para el análisis de tensiones de elementos más complejos y ensamblajes.

3.7.1 Simulación de mesa de trabajo junto a estructura

Se propone una simulación de tensiones de la mesa de trabajo, junto al ensamblaje de piezas que están en contacto directo con la fuerza ejercida por el sistema de corte y junto a la estructura por la razón de que esta está diseñada de tal manera que soporte gran parte de la carga ejercida sobre la mesa de trabajo, aumentando el Factor de Seguridad conjunto como ensamblaje.

De tal manera considerando la fuerza aplicada equivalente a 686,456 N y gravedad de $9,8 \text{ m/s}^2$ la deformación máxima que presenta el ensamblaje es de 0,04063 mm mostrada en la Figura 32 y un factor de seguridad mínimo de 12 mostrado en la Figura 33, que al ser mayor a 1,5 es considerado aceptable.

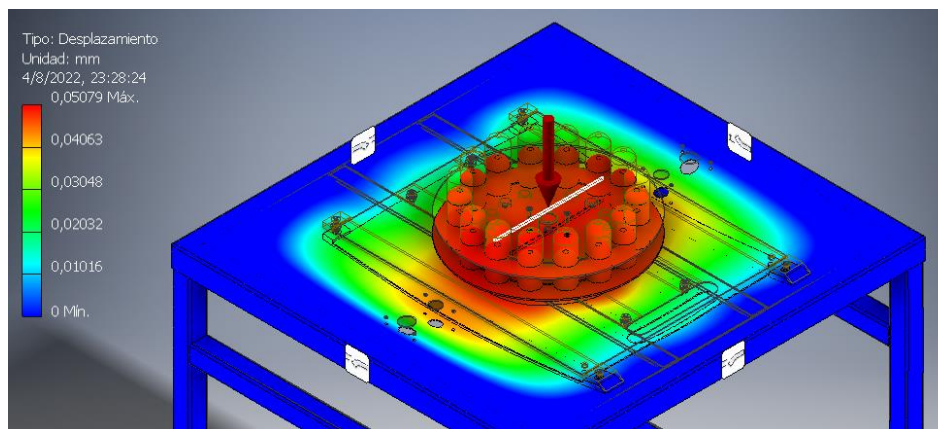


Figura 32. Deformación en estructura y mesa de trabajo.

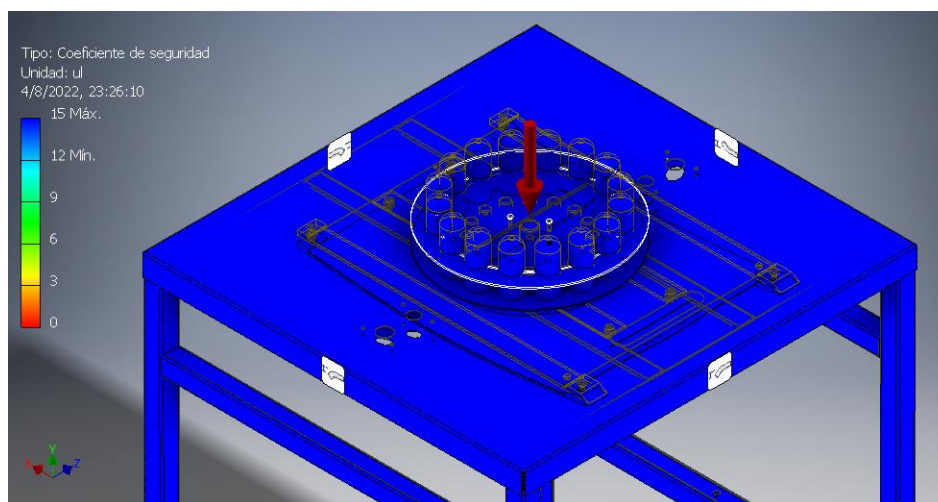


Figura 33. Factor de seguridad en estructura y mesa de trabajo.

3.7.2 Simulación de cuchilla de corte

La cuchilla de corte se sometió a simulación ante la fuerza aplicada de 686,456 N directamente en el área de corte y gravedad de $9,8 \text{ m/s}^2$ opuesta a la fuerza aplicada, obteniendo una deformación máxima de 0,0866 mm mostrada en la Figura 34 y un factor de seguridad de 1,58 mostrado en la Figura 35, considerado aceptable al ser mayor a 1,5.

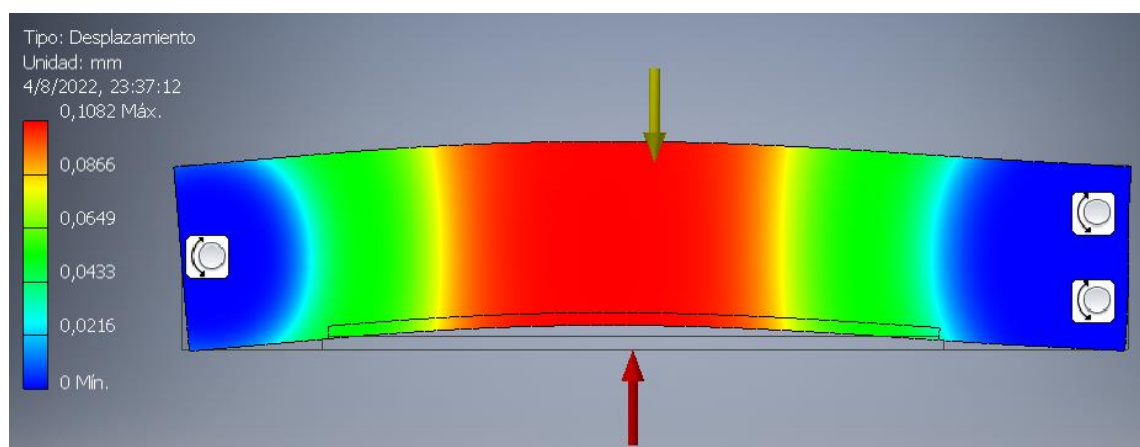


Figura 34. Deformación de cuchilla.

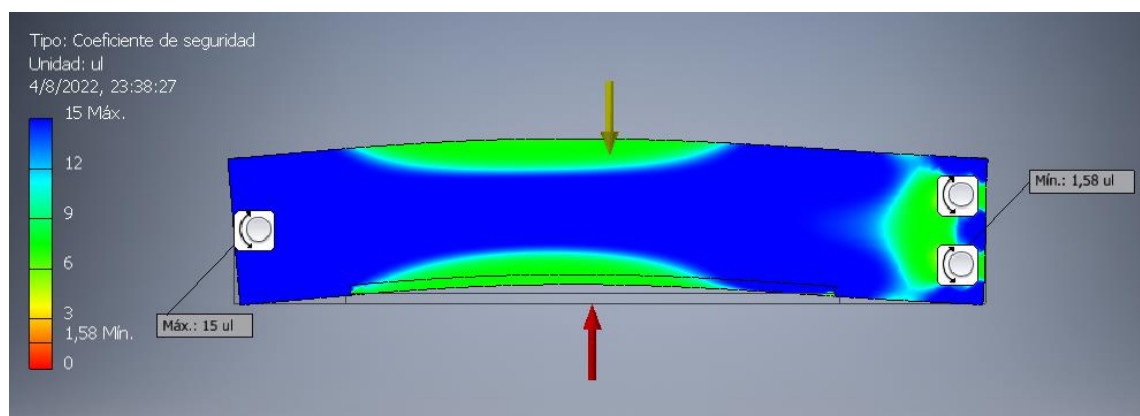


Figura 35. Factor de seguridad de cuchilla.

3.8 Diseño CAD

Con la metodología aplicada, casa de la calidad, se consideran los requisitos del cliente, tomando en cuenta la voz del ingeniero y para obtener las especificaciones técnicas, este dato permite analizar las funciones que realiza la máquina y seleccionar la alternativa de solución adecuada para este proyecto.

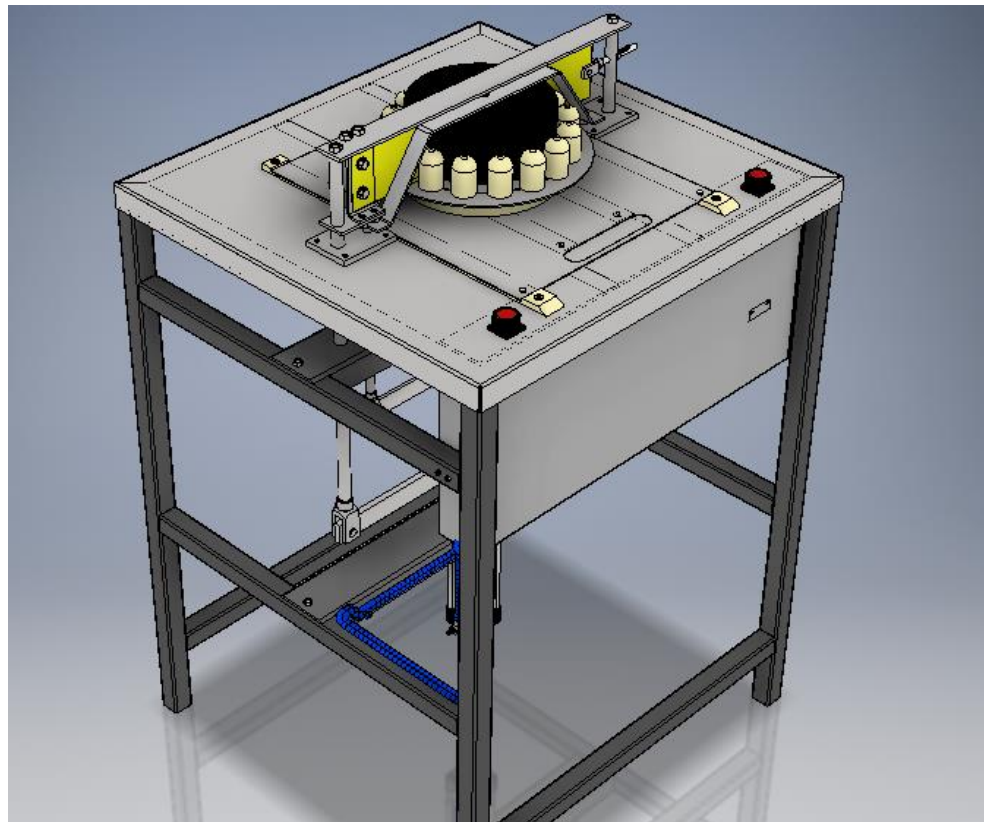


Figura 36. Ensamblaje total vista perspectiva.

La técnica del DFMA fue fundamental al momento de seleccionar los materiales y elaborar los planos mecánicos de la máquina (ver Anexo 2), porque se considera la forma de fabricación y la disponibilidad del mercado, es así como se llega a obtener el diseño CAD preliminar mostrado en la Figura 36. Se realizaron cálculos matemáticos que al

converger con las simulaciones se ratifica que estas son válidas y los materiales utilizados en el diseño del prototipo soportan las cargas aplicadas, es decir, cumple con la función de cortar queso maduro con un factor de seguridad aceptable.

3.9 Análisis de costos

Mediante la consulta y estudio de mercado, se presentan valores de costo aproximados en referencia a las fechas de su consulta entre junio y agosto del año 2022, por lo que estos pueden variar al momento de fabricación de la máquina por múltiples factores. De tal manera, se presenta en la Tabla 28 el costo total aproximado de \$1.900,45 para la fabricación del diseño propuesto.

Tabla 25: Costos de materiales neumáticos.

Costos de materiales neumáticos				
Descripción	Unidades	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Unidad de mantenimiento	Unidad	1	\$ 70,00	\$ 70,00
Cilindro doble efecto	Unidad	2	\$ 80,00	\$ 160,00
Válvula 5/2 con activación neumática y retroceso por muelle	Unidad	2	\$ 5,00	\$ 70,00
Válvula de simultaneidad o AND	Unidad	1	\$ 30,00	\$ 30,00
Válvula estranguladora reguladora de presión	Unidad	4	\$ 10,00	\$ 40,00
Válvulas direccionales triple de 2 vías con pulsador de presión	Unidad	2	\$ 30,00	\$ 60,00
Distribuidor	Unidad	1	\$ 10,00	\$ 10,00
Racor neumático en T	Unidad	3	\$ 5,00	\$ 15,00
Tubería	Metro	5	\$ 15,00	\$ 75,00
			TOTAL	\$ 530,00

Tabla 26: Costos de materia prima mecánica.

Costos de materia prima mecánica				
Descripción	Unidades	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Plancha acero inox 430	plancha (1220 x 2440)	1,5	\$ 60,00	\$ 90,00
Plancha acero inox 304	plancha (1220 x 2440)	1	\$ 80,00	\$ 80,00
Plancha acero galvanizado	plancha (1220 x 2440)	1	\$ 50,00	\$ 50,00
Tubo acero negro ASTM A36	6 m	2	\$ 80,00	\$ 160,00
Canal acero negro ASTM A36 (100x50, e=8 mm)	1,8 m	1	\$ 25,00	\$ 25,00
Eje acero inox 430 d = 15 mm	metro	1	\$ 30,00	\$ 30,00
Eje acero inox 430 d = 20 mm	metro	1,5	\$ 35,00	\$ 52,50
Platina acero inox430_ 32 mm, e=6 mm	metro	1	\$ 20,00	\$ 20,00
Platina acero inox430_ 38,1 mm, e=12 mm	metro	1	\$ 30,00	\$ 30,00
Platina acero inox430_ 90 mm, e=9,5	metro	0,5	\$ 35,00	\$ 17,50
Eje cobre diámetro 40 mm	metro	0,2	\$ 20,00	\$ 4,00
Eje cobre diámetro 35 mm	metro	0,15	\$ 15,00	\$ 2,25
Tornillo métrico M5x16	Unidades	2	\$ 0,10	\$ 0,20
Tornillo métrico M5x20	Unidades	8	\$ 0,15	\$ 1,20
Tornillo métrico M5x45	Unidades	4	\$ 0,25	\$ 1,00
Tornillo métrico M8x12	Unidades	8	\$ 0,20	\$ 1,60
Tornillo métrico M8x20	Unidades	6	\$ 0,20	\$ 1,20
Tornillo métrico M8x25	Unidades	8	\$ 0,25	\$ 2,00
Tornillo métrico M8x50	Unidades	8	\$ 0,50	\$ 4,00
Tornillo métrico M8x60	Unidades	4	\$ 0,50	\$ 2,00
Tornillo métrico M10x16	Unidades	1	\$ 0,20	\$ 0,20
Tornillo métrico M10x20	Unidades	4	\$ 0,20	\$ 0,80
Tornillo métrico M10x25	Unidades	2	\$ 0,25	\$ 0,50
Conector Y para ejes de cilindros estándar M16x1,5	Unidades	2	\$ 4,00	\$ 8,00
Conector Y para ejes de cilindros estándar M10x1,25	Unidades	3	\$ 3,00	\$ 9,00
Perno prisionero métrico M10x1,25x100	Unidades	1	\$ 0,70	\$ 0,70
			TOTAL	\$ 575,45

Tabla 27: Costos de mano de obra.

Costos de mano de obra	
Operación	Costo Total
Taladrado	\$ 25,00
Soldadura	\$ 100,00
Pintura	\$ 20,00
Fresado	\$ 500,00
Torneado	\$ 100,00
Doblado de chapa	\$ 50,00
TOTAL	\$ 795,00

Tabla 28: Costo total de fabricación.

Costo total de fabricación	
Operación	Costo Total
Costo materia prima mecánica	\$ 575,45
Costos materiales neumáticos	\$ 530,00
Costos de mano de obra	\$ 795,00
TOTAL	\$ 1.900,45

CAPITULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Con la obtención de las características mecánicas del queso maduro obtenidas mediante el análisis matemático de los datos generados por el uso del prototipo creado, el estudio de su procesamiento, en conjunto al análisis de los requerimientos del cliente (Sección 2.1.1: Requerimientos del usuario / La voz del cliente) utilizando una casa de la calidad (Anexo 1) se llegó a determinar los requerimientos de la máquina, mediante la aplicación de análisis modulares y criterios ponderados se obtuvieron las soluciones óptimas seleccionadas en el apartado respectivo (Sección 2.2.3: Propuesta Final) para el diseño de la misma.

Se logró desarrollar un diseño de máquina que cumple todos los requerimientos del cliente (Sección 2.1.1: Requerimientos del usuario / La voz del cliente) y características de las alternativas seleccionadas en la sección 2.2.3: Propuesta Final, por medio de la utilización de un software CAD que permite generar el diseño de las distintas piezas mecánicas y diseños referentes a piezas estandarizadas, se crearon los respectivos subensambles y el ensamble total de la máquina. Mediante cálculos matemáticos, se determinaron los factores de seguridad, siendo el menor de 4,75 con lo que se concluye que son aceptables para este tipo de máquina.

Mediante una comparación entre los cálculos manuales de factores de seguridad y los valores arrojados por simulación de software CAD de los elementos estudiados, el error máximo presentado es 3,43% por lo que se considera que el software presenta valores correctos, de tal manera, se simularon el resto de los elementos y ensambles que

conforman la máquina verificando que el diseño propuesto presente factores de seguridad mayores a 1,5 considerados aceptables para este tipo de máquina.

Mediante el uso la metodología DFMA (Design for manufacturing and assembly) se utilizó referencias de catálogos disponibles a nivel nacional para el desarrollo de los diseños 3D de los elementos, adicionalmente se cotizó un costo aproximado de \$1.900,45 especificados en la sección 3.9: Análisis de costos, verificando la disponibilidad de los componentes propuestos en el país para que la fabricación de la máquina sea posible.

4.2 Recomendaciones

Realizar un análisis detallado de elementos de acuerdo con las necesidades del cliente y disponibilidad de materiales al momento de la implementación física del diseño presentado.

Verificar la normativa referente a las buenas prácticas de manufactura al momento de fabricar la máquina, en lo relacionado a la maquinaria para procesamiento de alimentos.

Considerar que la variabilidad en la disponibilidad de materiales y procesos para el desarrollo de este proyecto puede ocasionar que la exactitud de las cotizaciones presentadas varíe drásticamente en un análisis futuro.

5 Referencias

- OCDE-FAO, El sector lechero mundial: Datos (Perspectivas Agrícolas),
- 1] París y FAO: ROMA: OCDE, 2016.
- OCDE & FAO, Perspectivas Agrícolas 2020-2029, Roma: 2020.a ed., Vol
- 2] 352, 2020.
- El Telégrafo, «Producción de leche en Ecuador,» *El Telégrafo*, 02
- 3] Septiembre 2019.
- OCDE & FAO, «OCDE & FAO Perspectivas agrícolas 2016-2025,» 22 Junio
- 4] 2022. [En línea]. Available: <https://www.lacteoslatam.com/sectores/36-leches/4064-industria-l%C3%A1ctea-clave-para-reactivaci%C3%B3n-econ%C3%B3mica-en-ecuador.html>. [Último acceso: 05 Noviembre 2021].
- X. a. P. Campaña, «Estudio de Mercado: "Sector Lacteo" Versión Pública,»
- 5] Intendencia Nacional de Abogacía de la Competencia/Dirección Nacional de Estudios de Mercado, 2021.

A. Buriticá, «Importancia del uso de maquinaria agrícola en la agricultura,»

- 6] Croper.com, 14 Diciembre 2020. [En línea]. Available: <https://blog.croper.com/importancia-del-uso-de-maquinaria-agricola-en-la-agricultura/>. [Último acceso: 15 Noviembre 2021].

M. Orozco, «Untercio de la producción láctea se dedica al queso,» Revista

- 7] Líderes, 2015. [En línea]. Available: <https://www.revistalideres.ec/lideres/ecuador-produccion-lactea-queso.html>. [Último acceso: 15 Noviembre 2021].

E. C. Brands, «Cremoso, azul, curado ... Trucos para cortar bien cada tipo de

- 8] queso.,» Alimento+, 19 Febrero 2019. [En línea]. Available: https://www.alimente.elconfidencial.com/nutricion/2018-11-24/como-cortar-queso-trucos-cremoso-azul-curado-bra_1657814/. [Último acceso: 16 Noviembre 2021].

ISTAS, «Esfuerzo físico y postural,» Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente

- 9] y Salud, [En línea]. Available: <https://istas.net/salud-laboral/peligros-y-riesgos-laborales/esfuerzo-fisico-y-postural>. [Último acceso: 16 Noviembre 2021].

Ministerio de Producción y Trabajo Presidencia de la Nación / Secretaría de

- 10] Agroindustria, «Contaminacion cruzada, ¿Cómo evitarla?,» Alimentos Argentinos, 2019. [En línea]. Available: <https://www.alimentosargentinos.org.ar>. [Último acceso: 16 Noviembre 2021].

D. S. P. Caiza, «Diseño y construcción de una máquina para realizar cortes de
11] alimentos en formas variadas con capacidad de 20Kg/h, con dosificación controlada
destinada a la industria alimenticia.,» Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito,
Quito, 2016.

L. B. López. Vintimilla., «Diseño y construcción de una máquina cortadora
12] de manzanas, platanos, piñas y papaya con dimensiones de 40cm. x 40cm. x 150cm.
para la empresa el Salinerito.,» Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador,
Cuenca, 2019.

SIPAE, «LIBRE COMERCIO Y LÁCTEOS,» Frank Bassel y Francisco
13] Hidalgo, Quito, 2007.

Cromos, «Quesos maduros: un placer para cada día,» 2 Agosto 2017. [En
14] línea]. Available: <https://www.elespectador.com/cromos/gastronomia/quesos-maduros-un-placer-para-cada-dia/>. [Último acceso: 6 Agosto 2022].

El Bosqueño, «CÓMO CORTAR QUESO AÑEJO,» Aceituna Mecánica -
15] Agencia Marketing Online, 18 Abril 2018. [En línea]. Available:
<https://www.quesoselbosque.com/como-cortar-queso-anejo/#:~:text=Cortamos%20el%20queso%20en%20peque%C3%B1as,hacer%20es%20romperlo%20y%20desmenuzarlo..> [Último acceso: 6 Agosto 2022].

J. N. F. y. M. M. Lana, «Diseñar un programa BPM y POES en la línea de
16] Pasteurización de la Leche en la Empresa San Pablo Pillaro,» Tesis #308, Ambato,
2004.

ARCOSA-MSP, «Expedir la norma técnica sustitutiva de buenas prácticas de
17] manufactura para alimentos procesados,» Registro Oficial - Organo del Gobierno del
Ecuador, Quito, 2015.

i. E. E. e. Inversiones, «El mercado,» Estudios de Mercado eM, Quito, 2016.
18]

ICEX, «El mercado de la maquinaria agroalimentaria en Ecuador,» Estudios
19] de Mercado, Quito, 2016.

USO (Unión Sindical Obrera), «¿Qué son los riesgos ergonómicos y cómo
20] evitarlos en nuestro trabajo?,» USO, 2022. [En línea]. Available:
<https://www.uso.es/que-son-riesgos-ergonomicos-y-como-evitarlos-en-nuestro-trabajo/#:~:text=Los%20riesgos%20ergon%C3%B3micos%20son%20aquellos,en%20el%20puesto%20de%20trabajo..> [Último acceso: 15 08 2022].

SACYL, <[https://www.uso.es/que-son-riesgos-ergonomicos-y-como-](https://www.uso.es/que-son-riesgos-ergonomicos-y-como-evitarlos-en-nuestro-)
21] evitarlos-en-nuestro-

trabajo/#:~:text=Los%20riesgos%20ergon%C3%B3micos%20son%20aquellos,en%20el%20puesto%20de%20trabajo.,» Portal de Salud, 2018. [En línea]. Available: <https://www.saludcastillayleon.es/es/saludjoven/salud-laboral/1-riesgos-puedo-encontrar->

trabajo/#:~:text=Riesgo%20laboral%3A%20es%20la%20posibilidad,%2C%20agentes%20cancer%C3%ADgenos%2C%20etc.). [Último acceso: 15 Agosto 2022].

istas, «Factores de riesgo ergonómico,» 2015. [En línea]. Available:

22] https://istas.net/sites/default/files/2019-12/M3_FactoresRiesgosYCausas.pdf.

[Último acceso: 6 Agosto 2022].

C. R. Romeva, Diseño Concurrente, Barcelona: Ediciones UPC, 2002.

23]

AINIV, «Unidades de Mantenimiento F-R-L,» INFRASIGNO, 2020. [En

24] línea]. Available: [http://www.ainiv.com.ec/product/unidades-de-mantenimiento-f-r-](http://www.ainiv.com.ec/product/unidades-de-mantenimiento-f-r-l/)

l/. [Último acceso: 16 Agosto 2022].

ContinenteFerretero, «DETERMINANDO EL CAUDAL Y LA PRESIÓN

25] DE LOS COMPRESORES DE AIRE PARA SU CORRECTA SELECCIÓN.,»

2022.

[En

línea].

Available:

[https://continenteferretero.com/blog/post/determinando-el-caudal-y-la-presion-de-](https://continenteferretero.com/blog/post/determinando-el-caudal-y-la-presion-de-los-compresores-de-aire-para-su-correcta-)

los-compresores-de-aire-para-su-correcta-

seleccion.html#:~:text=En%20la%20industria%2C%20la%20mayor%C3%ADa,13%20bar)%20para%20aplicaciones%20espec%C3%ADficas.. [Último acceso: 03 Agosto 2022].

FESTO, «[https://www.festo.com/es/es/s/pneumatic-sizing/?actuatorType=RODSTYLE_UNGUIDED&airFactor=0.1&assemblyPosition=0&cushioningType=PPS&movementDirection=RETRACT&movingLoad=70&pressure=4&stroke=150&time=1520&tubingLength=1&utilizationDays=200&utilizationHours=,](https://www.festo.com/es/es/s/pneumatic-sizing/?actuatorType=RODSTYLE_UNGUIDED&airFactor=0.1&assemblyPosition=0&cushioningType=PPS&movementDirection=RETRACT&movingLoad=70&pressure=4&stroke=150&time=1520&tubingLength=1&utilizationDays=200&utilizationHours=,» © 2022 Festo Automation S.A.U. Todos los derechos reservados., 2022. [En línea]. Available: <a href=) [Último acceso: 10 Julio 2022].

27] I. A. I. Bain, «Etapas del Proceso de Elaboración de quesos,» p. 8, 2020.

FESTO, «Dimensionamiento neumático,» Festo España, 2022. [En línea].
28] Available: https://www.festo.com/es/es/s/pneumatic-sizing/?actuatorType=RODSTYLE_UNGUIDED&airFactor=0.1&assemblyPosition=-

90&cushioningType=PPS&movementDirection=EXTEND&movingLoad=42&pressure=4&stroke=50&time=520&tubingLength=10&utilizationDays=260&utilizationHours=. [Último acceso: 4 Agosto 2022].

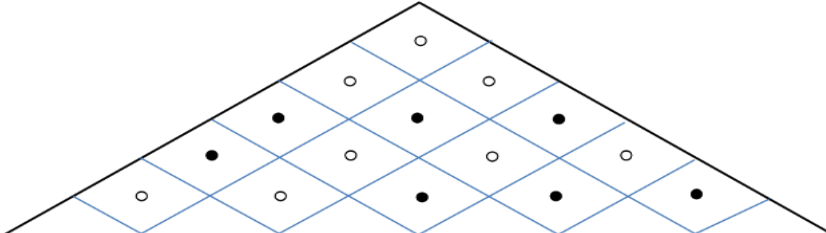
FESTO, «Dimensionamiento neumático,» Festo España, 2022. [En línea].

29] Available: [https://www.festo.com/es/es/s/pneumatic-sizing/?actuatorType=RODSTYLE_UNGUIDED&airFactor=0.1&assemblyPosition=-90&cushioningType=PPS&movementDirection=RETRACT&movingLoad=70&pressure=4&stroke=150&time=1520&tubingLength=10&utilizationDays=260&utilizationHours.](https://www.festo.com/es/es/s/pneumatic-sizing/?actuatorType=RODSTYLE_UNGUIDED&airFactor=0.1&assemblyPosition=-90&cushioningType=PPS&movementDirection=RETRACT&movingLoad=70&pressure=4&stroke=150&time=1520&tubingLength=10&utilizationDays=260&utilizationHours=) [Último acceso: 3 Agosto 2022].

6 ANEXOS

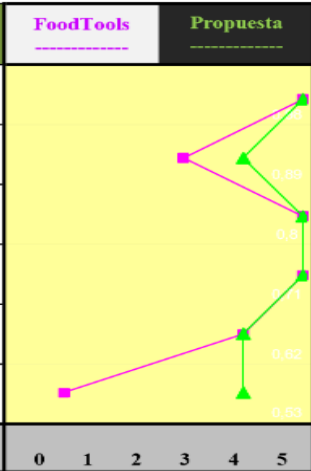
Anexo 1

Casa de la Calidad



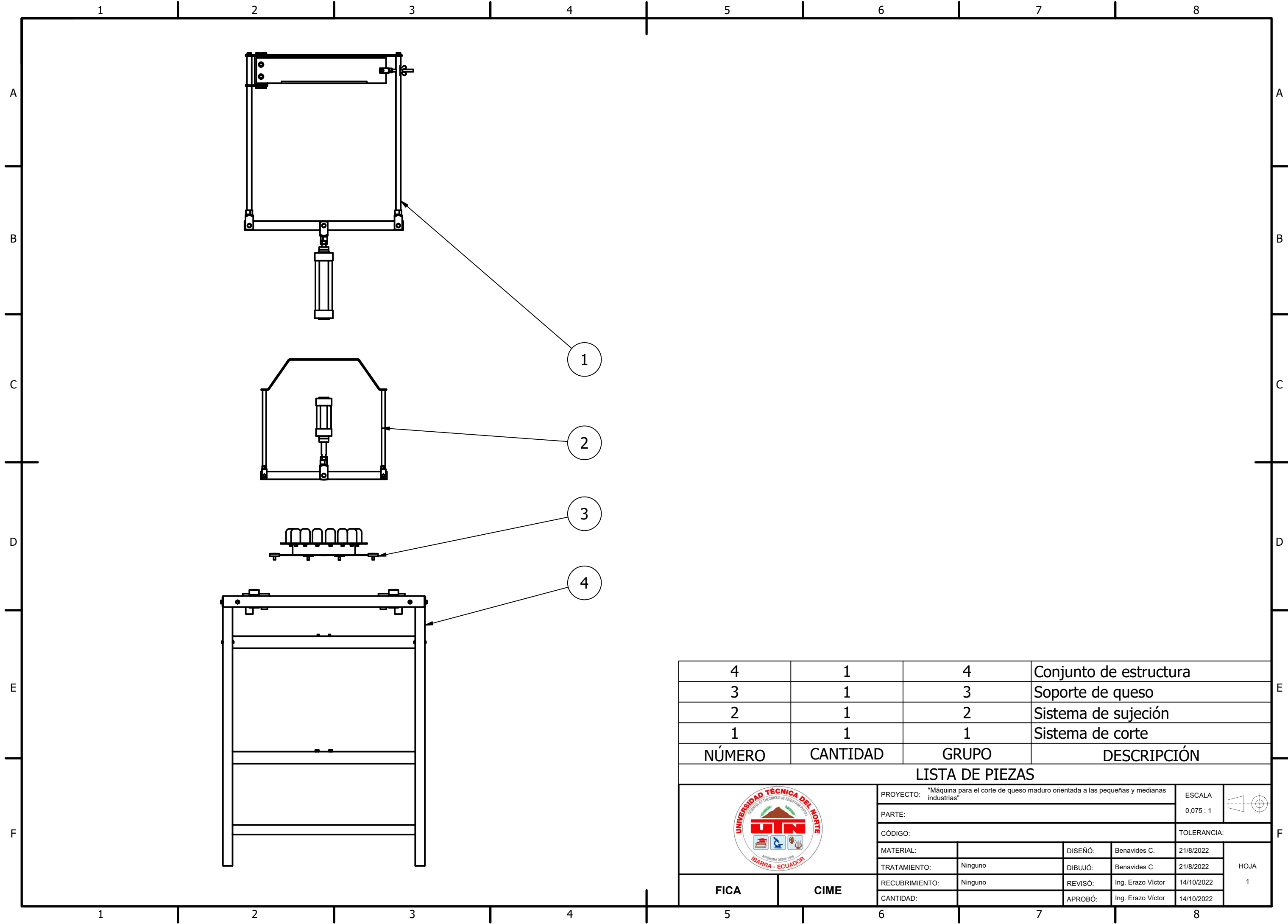
			Parámetros de Técnicos					
			1 19,4%	2 17,6%	3 12,0%	4 22,1%	5 12,2%	6 16,7%
Nº	Requisitos del Calidad	Peso Ponderado	Calidad de corte	Costo de materiales	Sistema de control sencillo	Facilidad de fabricación	Dimensiones de la máquina	Facilidad de limpieza
1	Corte de quesos de 26cm de diámetro.	25,00	3				3	
2	Diseño simple y sencillo de fabricar y ensamblar.	15,00		3	1	9	3	9
3	Capacidad de cortar en 16 partes	15,00	3		3		1	
4	Funcionamiento semiautomático.	20,00	1		3	3		
5	Cumplimiento de normas de maquinaria de alimentos.	12,50	3	3		1		3
6	Buscar el bajo costo mediante el uso de materiales de catálogos a nivel nacional sustentando su futura fabricación.	12,50	3	9	1	3		1
			100,00					
			Calidad de corte	Costo de materiales	Sistema de control sencillo	Facilidad de fabricación	Dimensiones de la máquina	Facilidad de limpieza
			215,0	195,0	132,5	245,0	135,0	185,0
			19,4%	17,6%	12,0%	22,1%	12,2%	16,7%

Eval de clientes en %	Peso Ponderado	Eval ponderada	Brecha absoluta ponderada	Brecha absoluta relativa	FoodTools	Propuesta	FoodTools	Propuesta				
100%	25,00	25,00	0,00	0,0%	5,00	5,00						
60%	15,00	9,00	6,00	32,4%	3,00	4,00						
100%	15,00	15,00	0,00	0,0%	5,00	5,00						
100%	20,00	20,00	0,00	0,0%	5,00	5,00						
80%	12,50	10,00	2,50	13,5%	4,00	4,00						
20%	12,50	2,50	10,00	54,1%	1,00	4,00						
							0	1	2	3	4	5
76,7%	100,000	81,500	18,500	100,0%	407,50	460,00						





Anexo 2

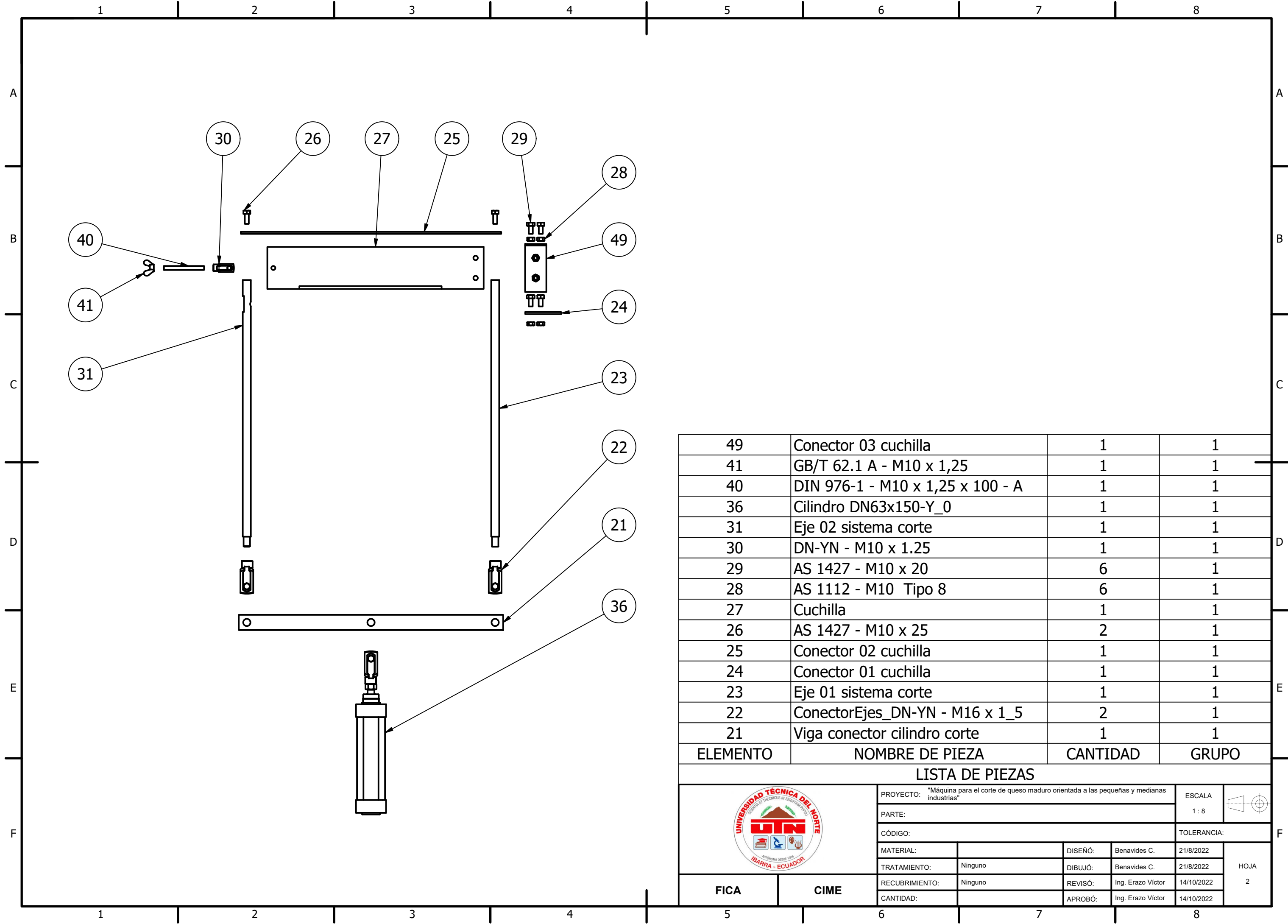
Planos CAD



4	1	4	Conjunto de estructura
3	1	3	Soporte de queso
2	1	2	Sistema de sujeción
1	1	1	Sistema de corte
NÚMERO	CANTIDAD	GRUPO	DESCRIPCIÓN

LISTA DE PIEZAS

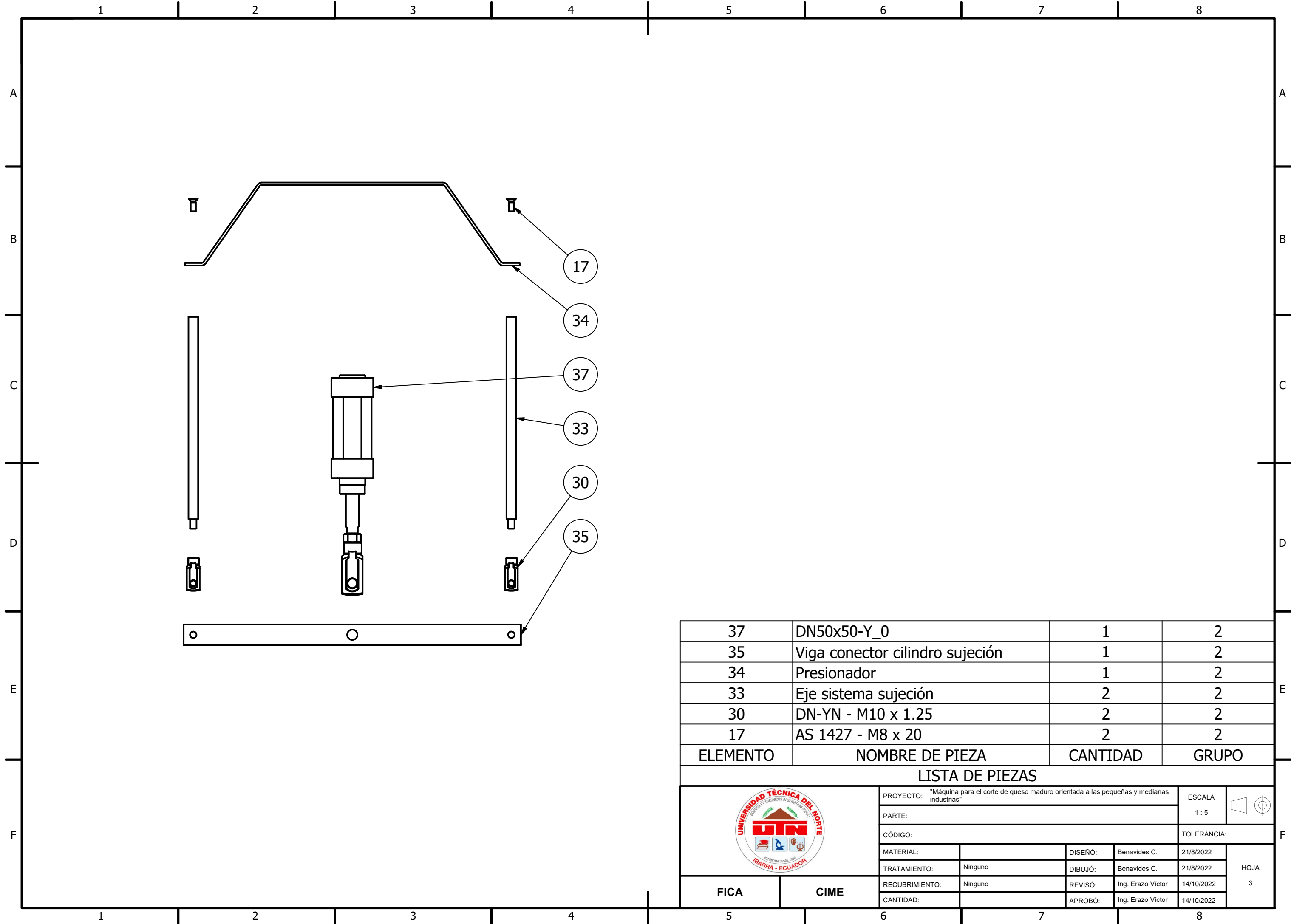
	PROYECTO: "Máquina para el corte de queso maduro orientada a las pequeñas y medianas industrias"			ESCALA 0,075 : 1		
	PARTE:					
	CÓDIGO:			TOLERANCIA:		
	MATERIAL:		DISEÑO:	Benavides C.	21/8/2022	HOJA 1
	TRATAMIENTO:	Ninguno	DIBUJÓ:	Benavides C.	21/8/2022	
RECUBRIMIENTO:	Ninguno	REVISÓ:	Ing. Erazo Víctor	14/10/2022		
CANTIDAD:		APROBÓ:	Ing. Erazo Víctor	14/10/2022		
FICA	CIME					



49	Conector 03 cuchilla	1	1
41	GB/T 62.1 A - M10 x 1,25	1	1
40	DIN 976-1 - M10 x 1,25 x 100 - A	1	1
36	Cilindro DN63x150-Y_0	1	1
31	Eje 02 sistema corte	1	1
30	DN-YN - M10 x 1.25	1	1
29	AS 1427 - M10 x 20	6	1
28	AS 1112 - M10 Tipo 8	6	1
27	Cuchilla	1	1
26	AS 1427 - M10 x 25	2	1
25	Conector 02 cuchilla	1	1
24	Conector 01 cuchilla	1	1
23	Eje 01 sistema corte	1	1
22	ConectorEjes_DN-YN - M16 x 1_5	2	1
21	Viga conector cilindro corte	1	1
ELEMENTO	NOMBRE DE PIEZA	CANTIDAD	GRUPO


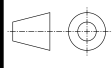
LISTA DE PIEZAS

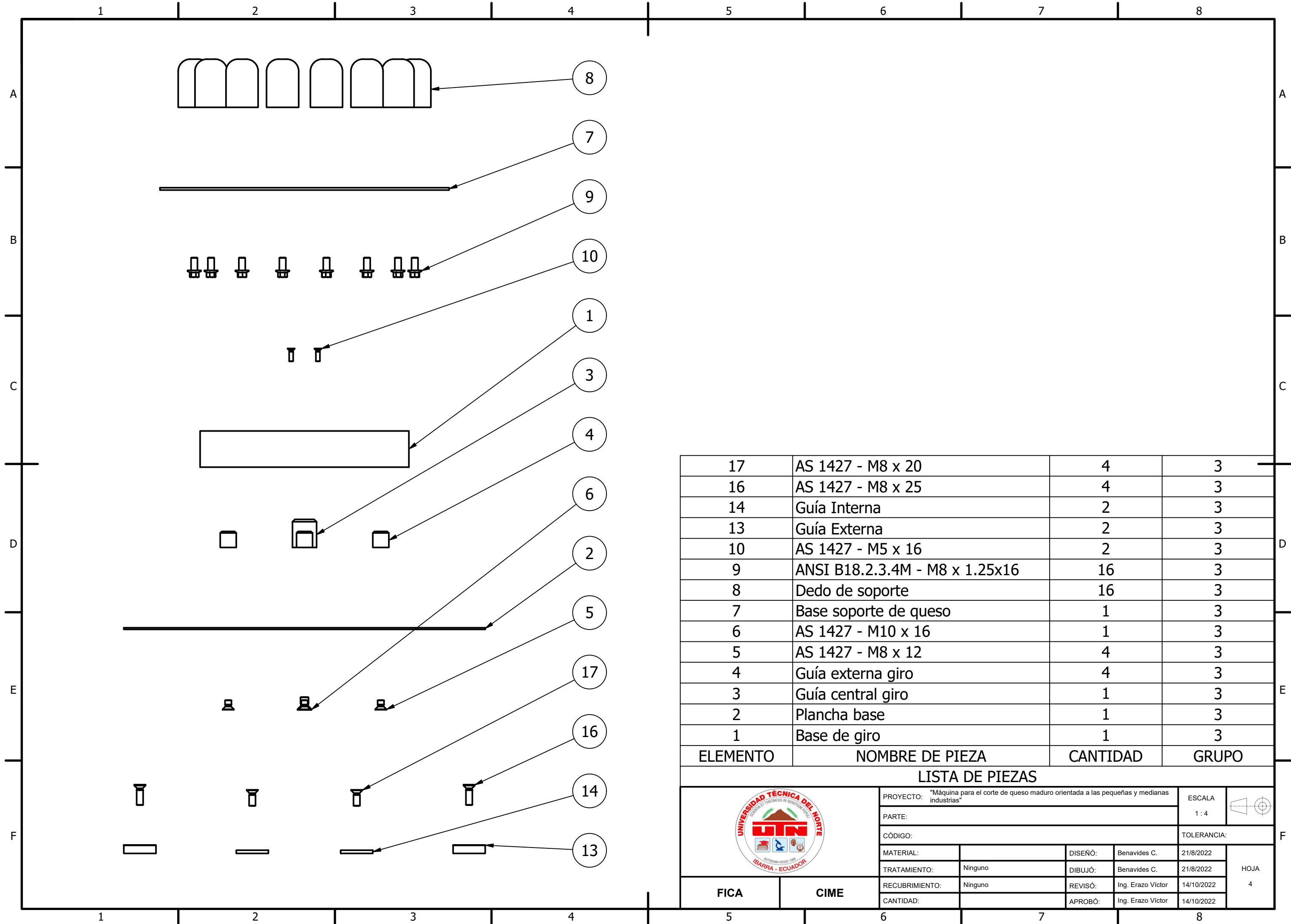
	PROYECTO: "Máquina para el corte de queso maduro orientada a las pequeñas y medianas industrias"			ESCALA 1: 8		
	PARTE:					
	CÓDIGO:			TOLERANCIA:		
	MATERIAL:		DISEÑO:	Benavides C.	21/8/2022	HOJA 2
	TRATAMIENTO:	Ninguno	DIBUJÓ:	Benavides C.	21/8/2022	
RECUBRIMIENTO:	Ninguno	REVISÓ:	Ing. Erazo Víctor	14/10/2022		
CANTIDAD:		APROBÓ:	Ing. Erazo Víctor	14/10/2022		
FICA	CIME					



37	DN50x50-Y_0	1	2
35	Viga conector cilindro sujeción	1	2
34	Presionador	1	2
33	Eje sistema sujeción	2	2
30	DN-YN - M10 x 1.25	2	2
17	AS 1427 - M8 x 20	2	2
ELEMENTO	NOMBRE DE PIEZA	CANTIDAD	GRUPO

LISTA DE PIEZAS

	PROYECTO: "Máquina para el corte de queso maduro orientada a las pequeñas y medianas industrias"			ESCALA 1:5		
	PARTE:					
	CÓDIGO:				TOLERANCIA:	
	MATERIAL:		DISEÑO:	Benavides C.	21/8/2022	HOJA 3
	TRATAMIENTO:	Ninguno	DIBUJÓ:	Benavides C.	21/8/2022	
RECUBRIMIENTO:	Ninguno	REVISÓ:	Ing. Erazo Víctor	14/10/2022		
CANTIDAD:		APROBÓ:	Ing. Erazo Víctor	14/10/2022		
FICA	CIME					

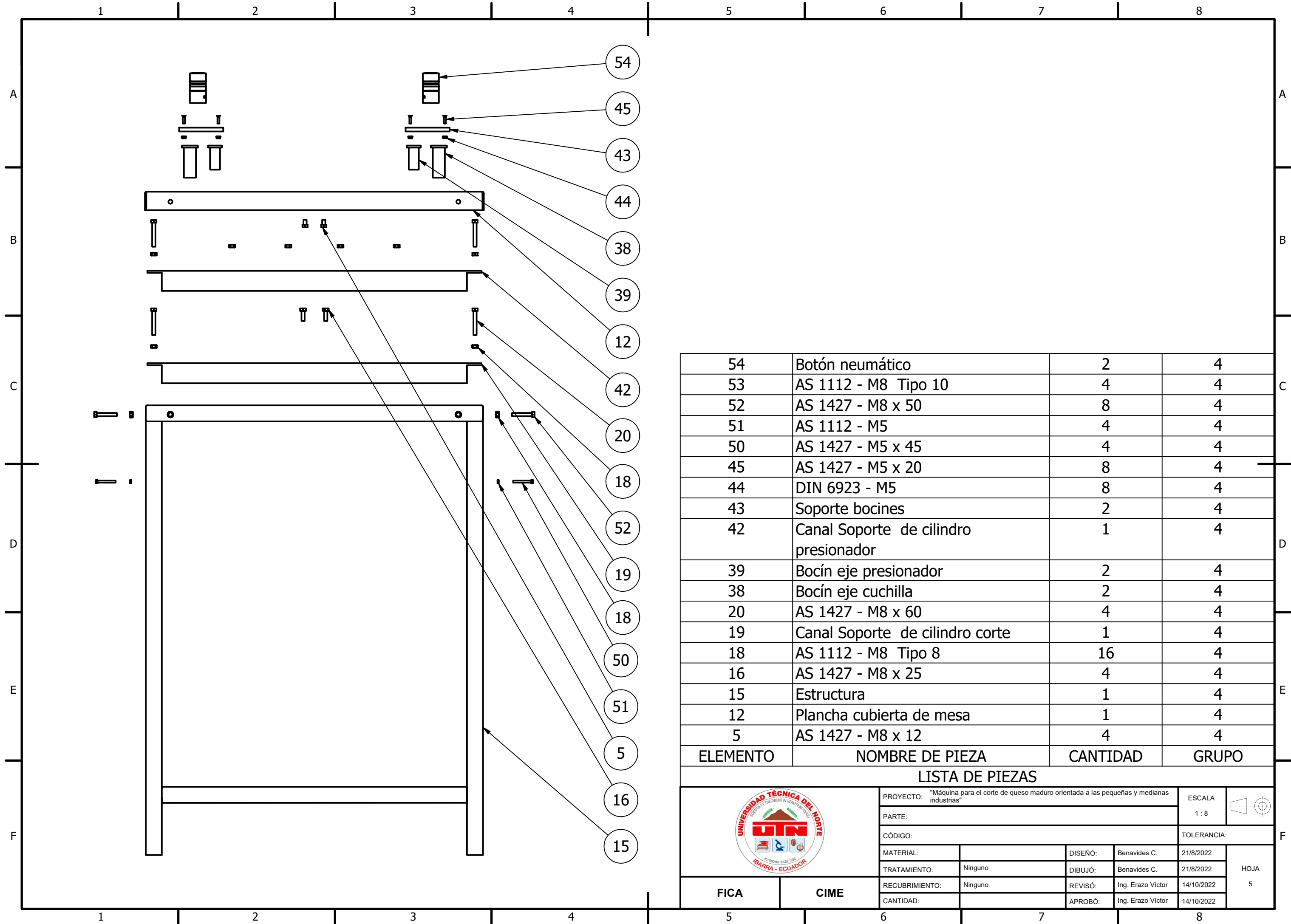


ELEMENTO	NOMBRE DE PIEZA	CANTIDAD	GRUPO
17	AS 1427 - M8 x 20	4	3
16	AS 1427 - M8 x 25	4	3
14	Guía Interna	2	3
13	Guía Externa	2	3
10	AS 1427 - M5 x 16	2	3
9	ANSI B18.2.3.4M - M8 x 1.25x16	16	3
8	Dedo de soporte	16	3
7	Base soporte de queso	1	3
6	AS 1427 - M10 x 16	1	3
5	AS 1427 - M8 x 12	4	3
4	Guía externa giro	4	3
3	Guía central giro	1	3
2	Plancha base	1	3
1	Base de giro	1	3

LISTA DE PIEZAS


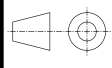
	PROYECTO: "Máquina para el corte de queso maduro orientada a las pequeñas y medianas industrias"			ESCALA 1:4	
	PARTE:			TOLERANCIA:	
	CÓDIGO:				
	MATERIAL:	DISEÑO: Benavides C.	21/8/2022		HOJA 4
TRATAMIENTO: Ninguno	DIBUJÓ: Benavides C.	21/8/2022			
RECUBRIMIENTO: Ninguno	REVISÓ: Ing. Erazo Víctor	14/10/2022			
CANTIDAD:	APROBÓ: Ing. Erazo Víctor	14/10/2022			

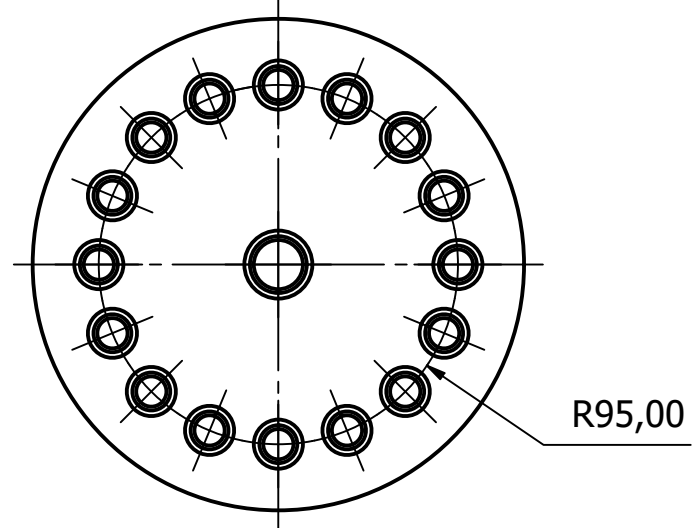
FICA CIME



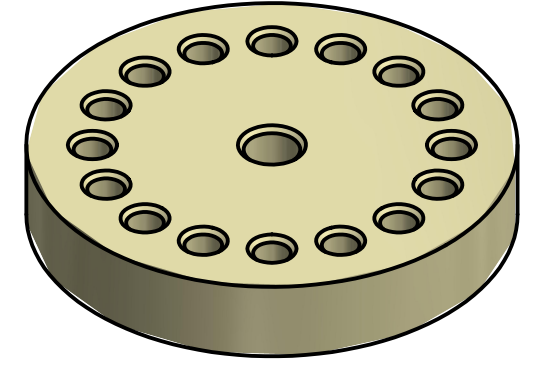
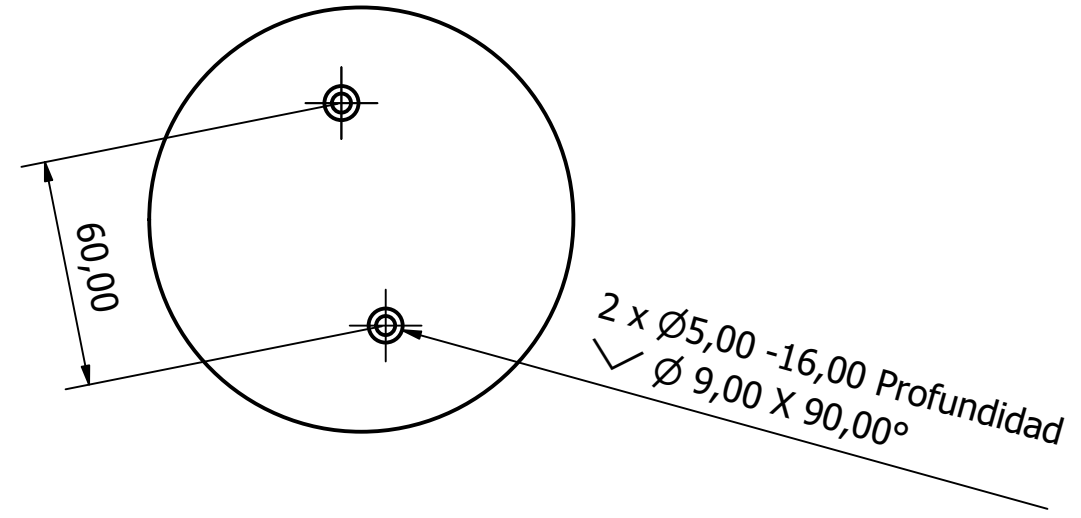
54	Botón neumático	2	4
53	AS 1112 - M8 Tipo 10	4	4
52	AS 1427 - M8 x 50	8	4
51	AS 1112 - M5	4	4
50	AS 1427 - M5 x 45	4	4
45	AS 1427 - M5 x 20	8	4
44	DIN 6923 - M5	8	4
43	Soporte bocines	2	4
42	Canal Soporte de cilindro presionador	1	4
39	Bocín eje presionador	2	4
38	Bocín eje cuchilla	2	4
20	AS 1427 - M8 x 60	4	4
19	Canal Soporte de cilindro corte	1	4
18	AS 1112 - M8 Tipo 8	16	4
16	AS 1427 - M8 x 25	4	4
15	Estructura	1	4
12	Plancha cubierta de mesa	1	4
5	AS 1427 - M8 x 12	4	4
ELEMENTO	NOMBRE DE PIEZA	CANTIDAD	GRUPO

LISTA DE PIEZAS

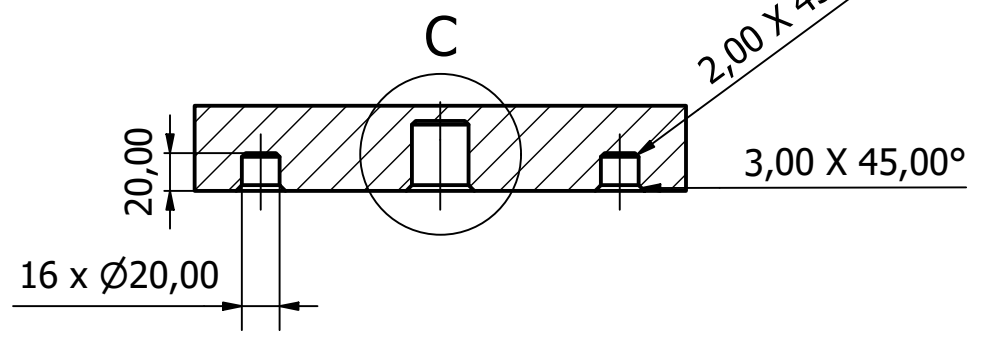
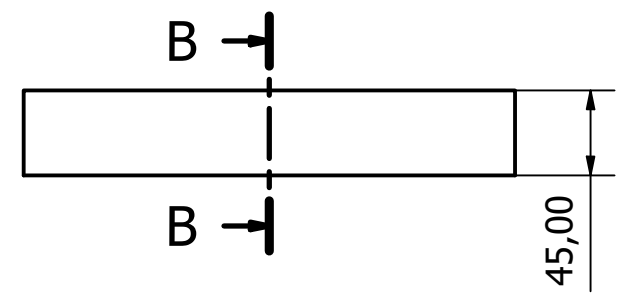
	PROYECTO: "Máquina para el corte de queso maduro orientada a las pequeñas y medianas industrias"			ESCALA		
	PARTE:			1 : 8		
	CÓDIGO:			TOLERANCIA:		
	MATERIAL:		DISEÑO:	Benavides C.	21/8/2022	HOJA 5
	TRATAMIENTO:	Ninguno	DIBUJÓ:	Benavides C.	21/8/2022	
RECUBRIMIENTO:	Ninguno	REVISÓ:	Ing. Erazo Víctor	14/10/2022		
CANTIDAD:		APROBÓ:	Ing. Erazo Víctor	14/10/2022		
FICA	CIME					



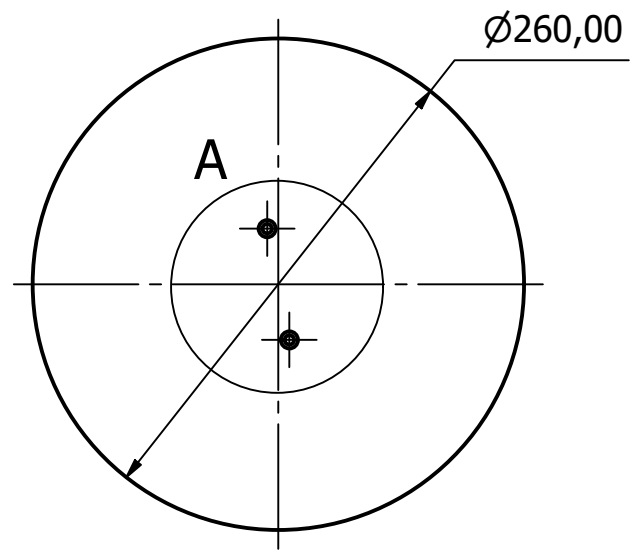
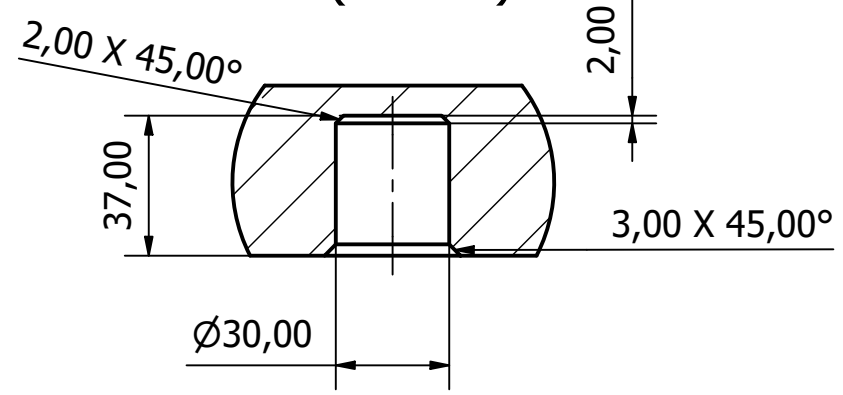
A (1:2)



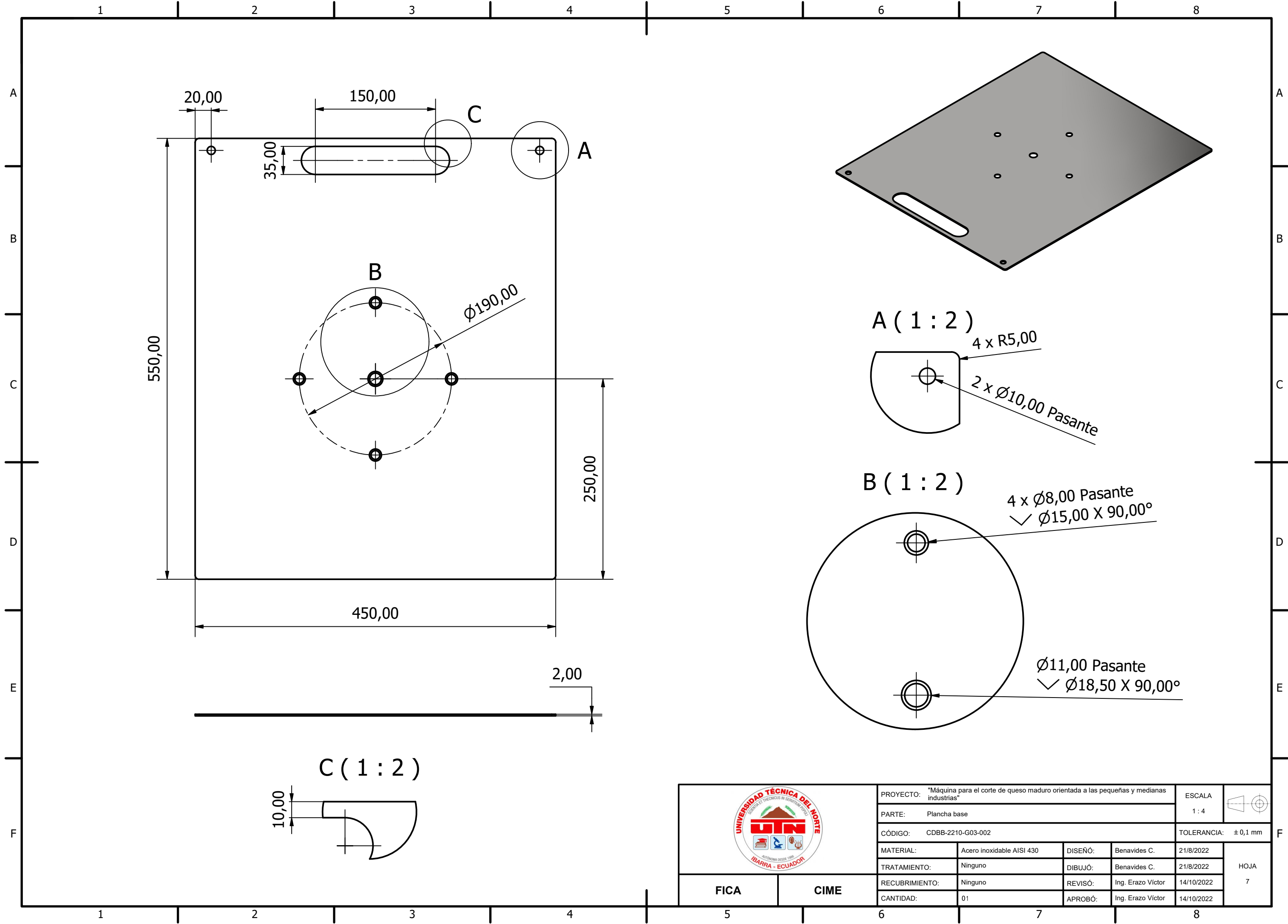
B-B (1:4)



C (1:2)

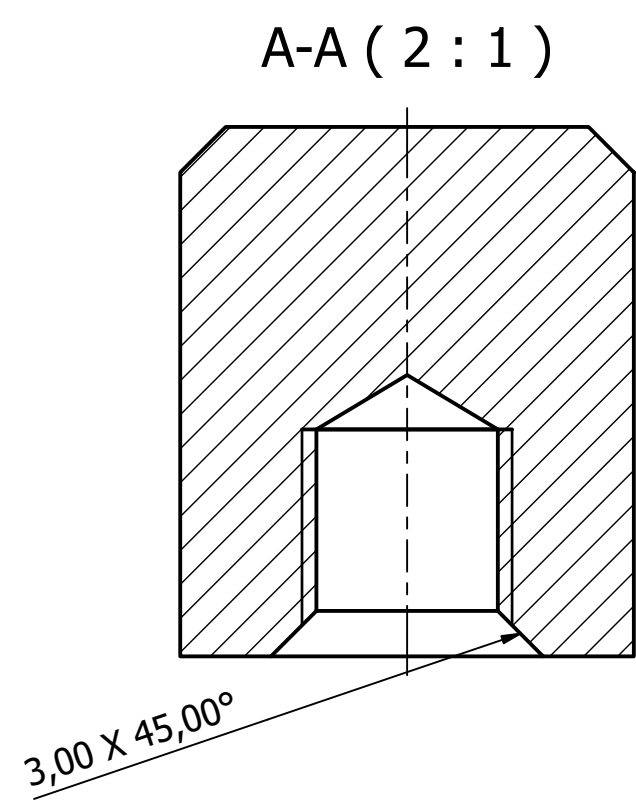
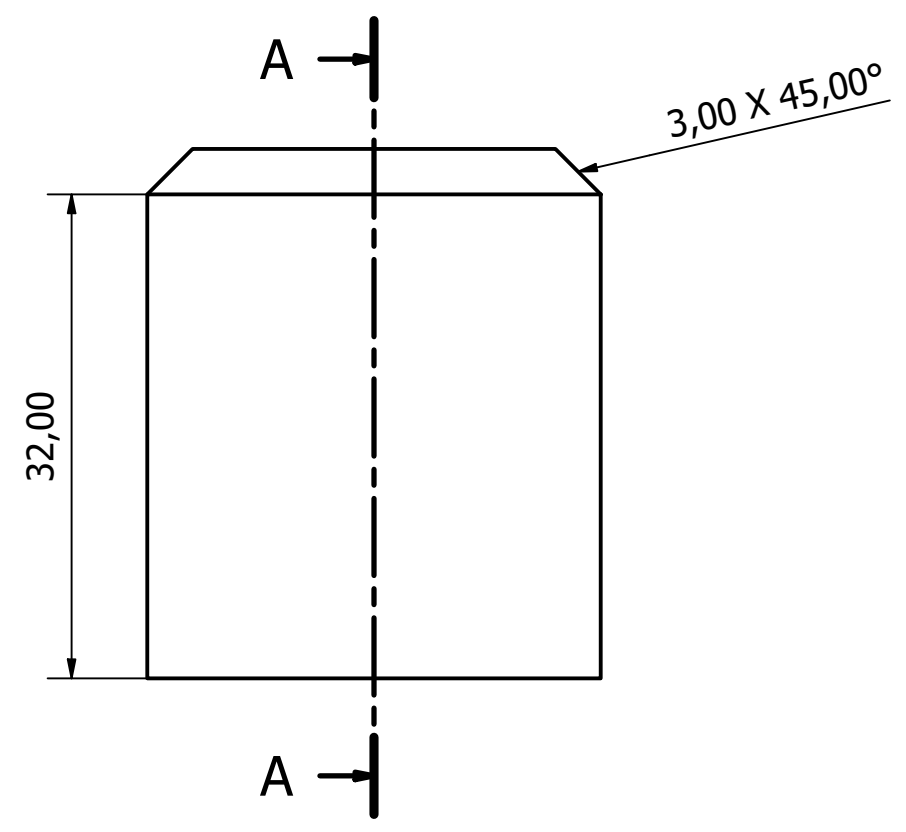
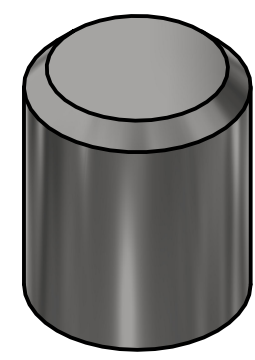
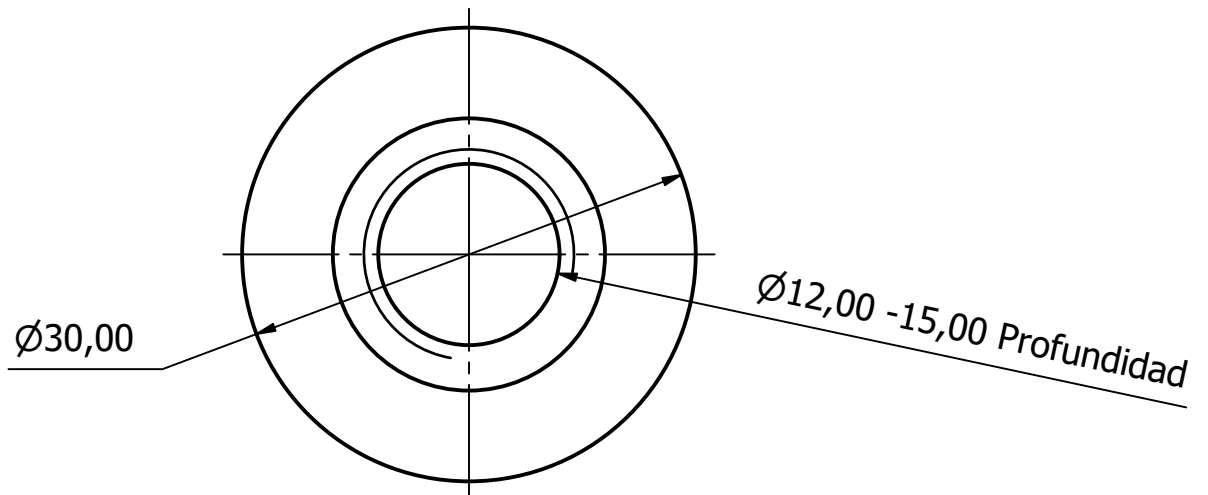


	PROYECTO: "Máquina para el corte de queso maduro orientada a las pequeñas y medianas industrias"			ESCALA: 1:4	
	PARTE: Base de giro			TOLERANCIA: ±0,1 mm	
CÓDIGO: CDBB-2210-G03-001		MATERIAL: Nilón 6/6	DISEÑO: Benavides C.	21/8/2022	HOJA 6
TRATAMIENTO: Ninguno		DIBUJÓ: Benavides C.	REVISÓ: Ing. Erazo Víctor	21/8/2022	
RECUBRIMIENTO: Ninguno		REVISÓ: Ing. Erazo Víctor	APROBÓ: Ing. Erazo Víctor	14/10/2022	
CANTIDAD: 01		REVISÓ: Ing. Erazo Víctor	APROBÓ: Ing. Erazo Víctor	14/10/2022	
FICA	CIME				

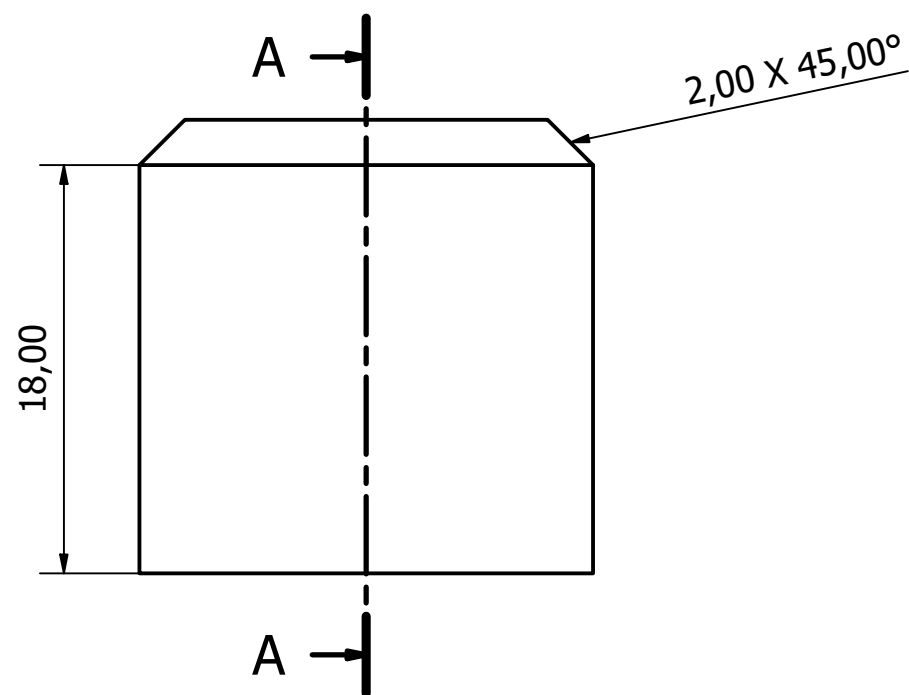
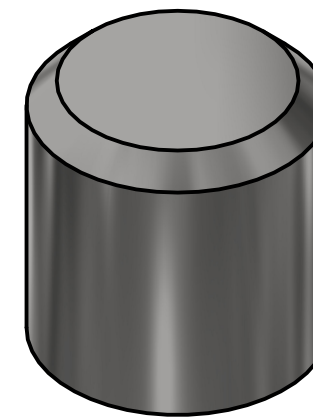
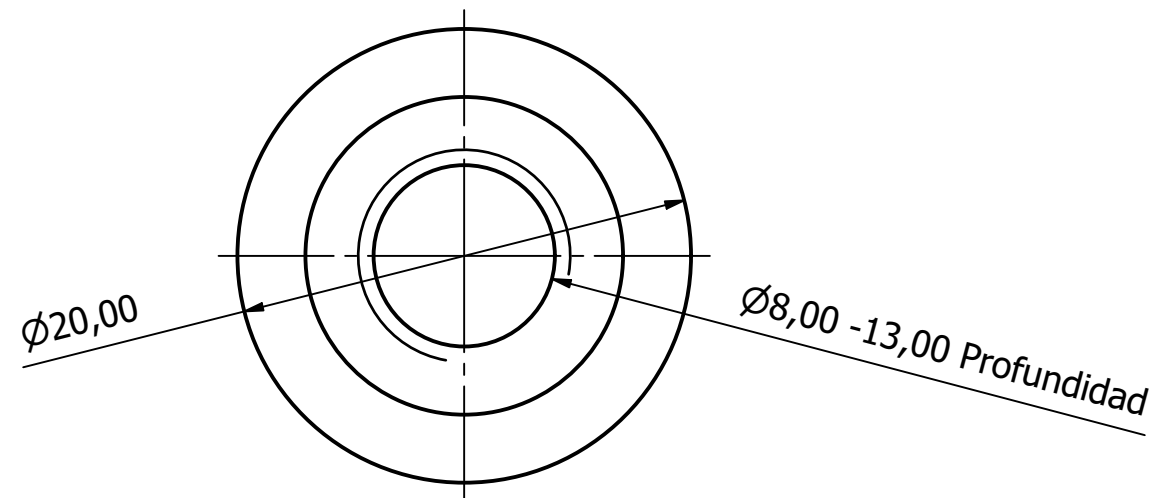


	PROYECTO: "Máquina para el corte de queso maduro orientada a las pequeñas y medianas industrias"			ESCALA 1:4	
	PARTE: Plancha base			TOLERANCIA: ±0,1 mm	
CÓDIGO: CDBB-2210-G03-002		MATERIAL: Acero inoxidable AISI 430			
TRATAMIENTO: Ninguno		DISEÑO: Benavides C.		21/8/2022	HOJA 7
RECUBRIMIENTO: Ninguno		DIBUJÓ: Benavides C.		21/8/2022	
CANTIDAD: 01		REVISÓ: Ing. Erazo Víctor		14/10/2022	
APROBÓ: Ing. Erazo Víctor		14/10/2022			

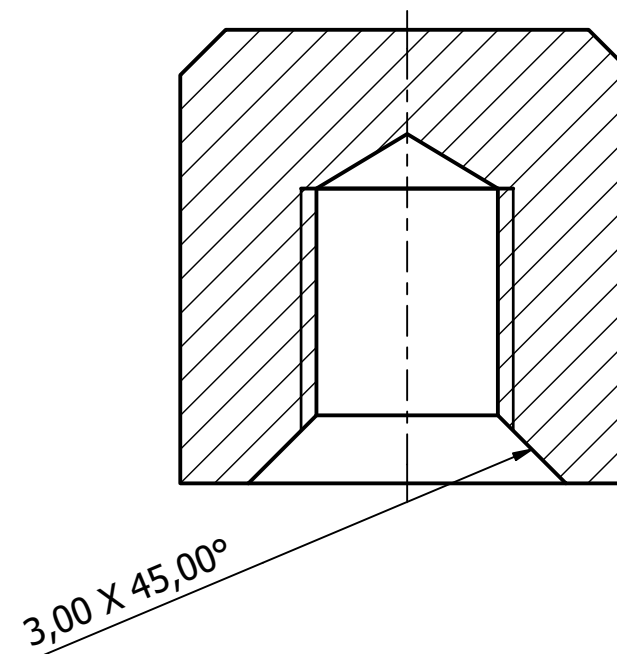
FICA CIME



	PROYECTO: "Máquina para el corte de queso maduro orientada a las pequeñas y medianas industrias"			ESCALA 2:1	
	PARTE: Guía central giro			TOLERANCIA: ± 0,2 mm	
CÓDIGO: CDBB-2210-G03-003		MATERIAL: Acero inoxidable	DISEÑO: Benavides C.	21/8/2022	HOJA 8
TRATAMIENTO: Ninguno		DIBUJÓ: Benavides C.	REVISÓ: Ing. Erazo Víctor	14/10/2022	
RECUBRIMIENTO: Ninguno		CANTIDAD: 01	APROBÓ: Ing. Erazo Víctor	14/10/2022	
FICA	CIME				

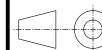


A-A (3 : 1)



PROYECTO: "Máquina para el corte de queso maduro orientada a las pequeñas y medianas industrias"

ESCALA



PARTE: Guía externa giro

3 : 1

CÓDIGO: CDBB-2210-G03-004

TOLERANCIA: $\pm 0,2$ mm

MATERIAL: Acero inoxidable

DISEÑO: Benavides C.

21/8/2022

TRATAMIENTO: Ninguno

DIBUJÓ: Benavides C.

21/8/2022

RECUBRIMIENTO: Ninguno

REVISÓ: Ing. Erazo Víctor

14/10/2022

CANTIDAD: 04

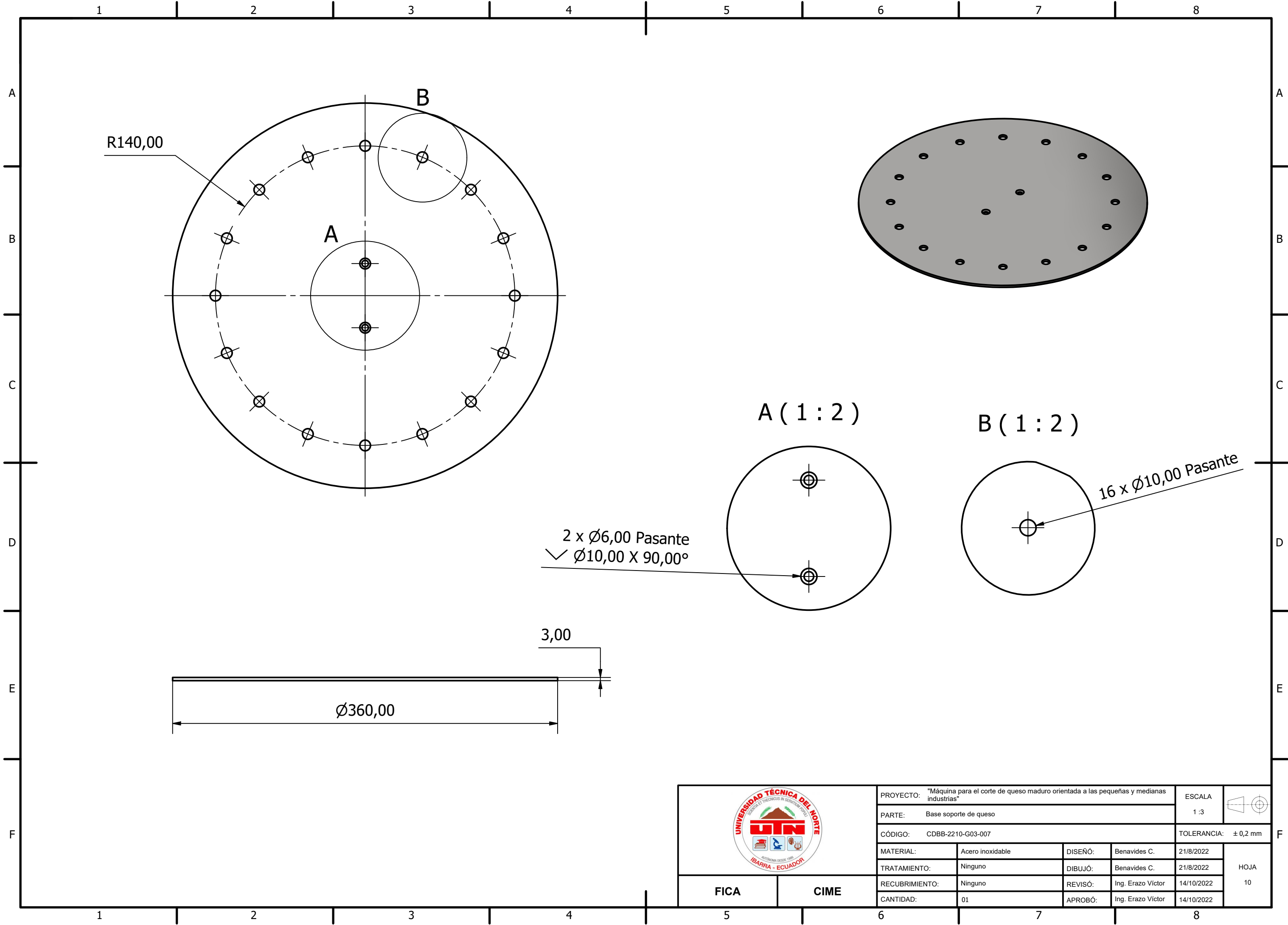
APROBÓ: Ing. Erazo Víctor

14/10/2022

FICA

CIME

HOJA
9



R140,00

A

B

A (1 : 2)

B (1 : 2)

2 x Ø6,00 Pasante
 ✓ Ø10,00 X 90,00°

16 x Ø10,00 Pasante

3,00

Ø360,00



PROYECTO: "Máquina para el corte de queso maduro orientada a las pequeñas y medianas industrias"

ESCALA

1 : 3



PARTE: Base soporte de queso

CÓDIGO: CDBB-2210-G03-007

TOLERANCIA: ± 0,2 mm

MATERIAL: Acero inoxidable

DISEÑO: Benavides C.

21/8/2022

TRATAMIENTO: Ninguno

DIBUJÓ: Benavides C.

21/8/2022

HOJA

RECUBRIMIENTO: Ninguno

REVISÓ: Ing. Erazo Víctor

14/10/2022

10

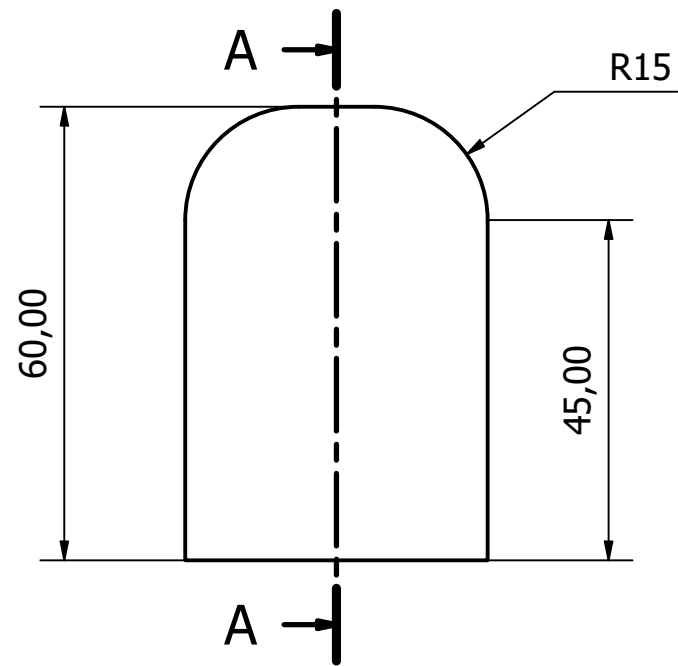
CANTIDAD: 01

APROBÓ: Ing. Erazo Víctor

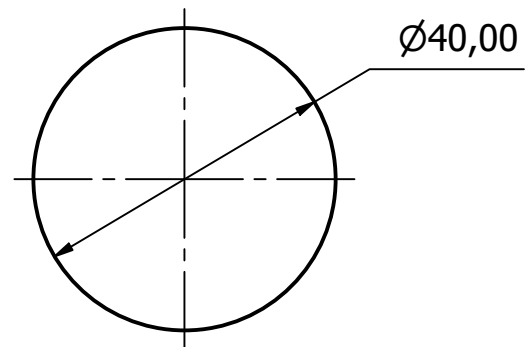
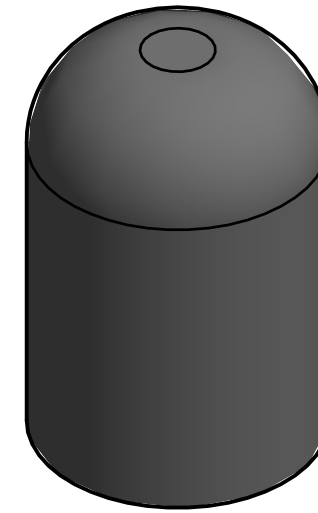
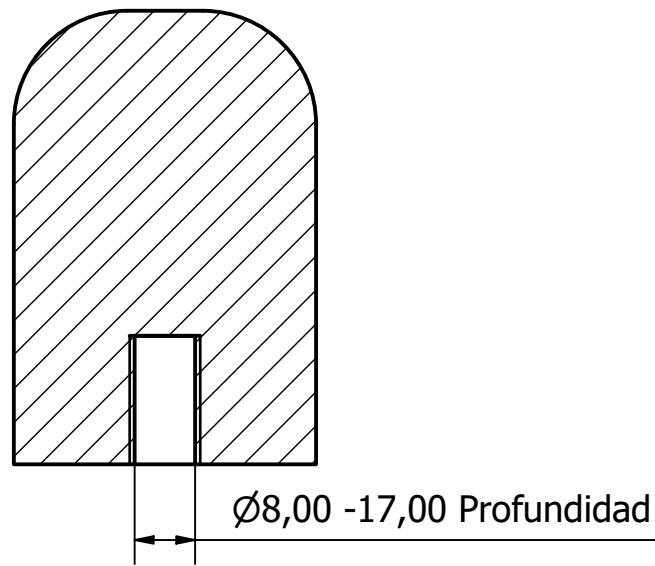
14/10/2022


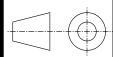
FICA

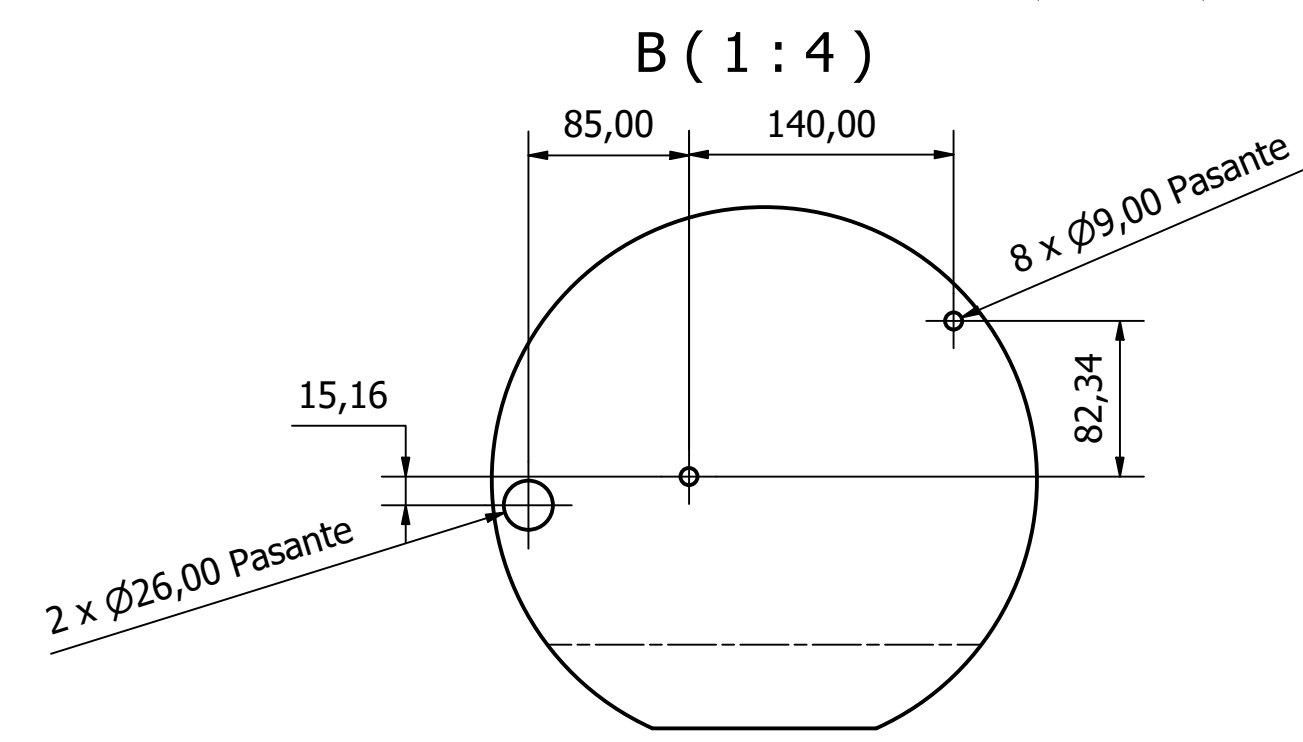
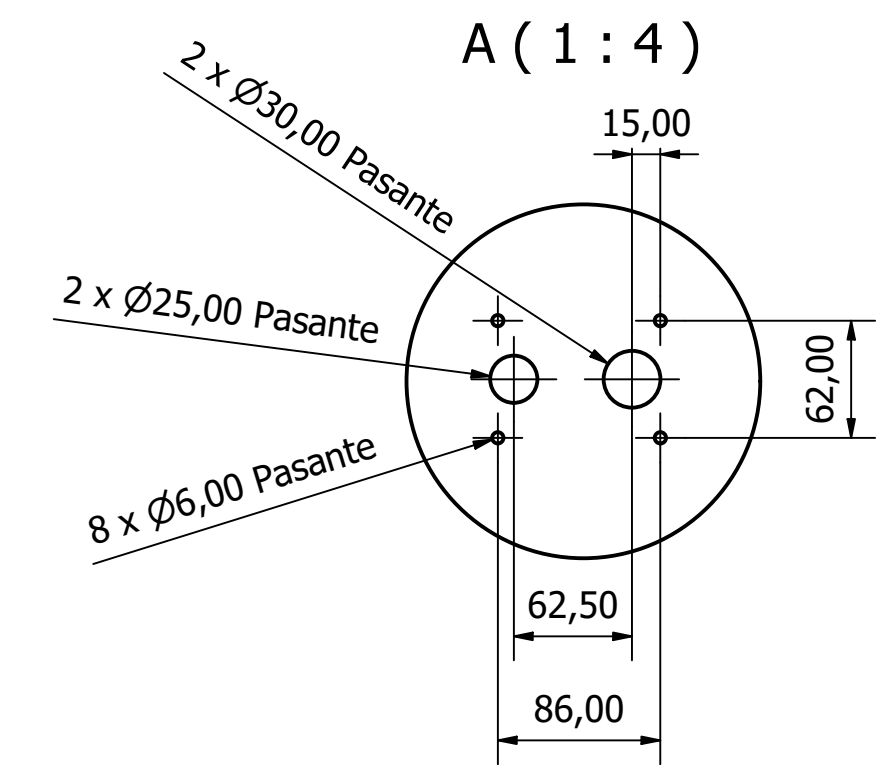
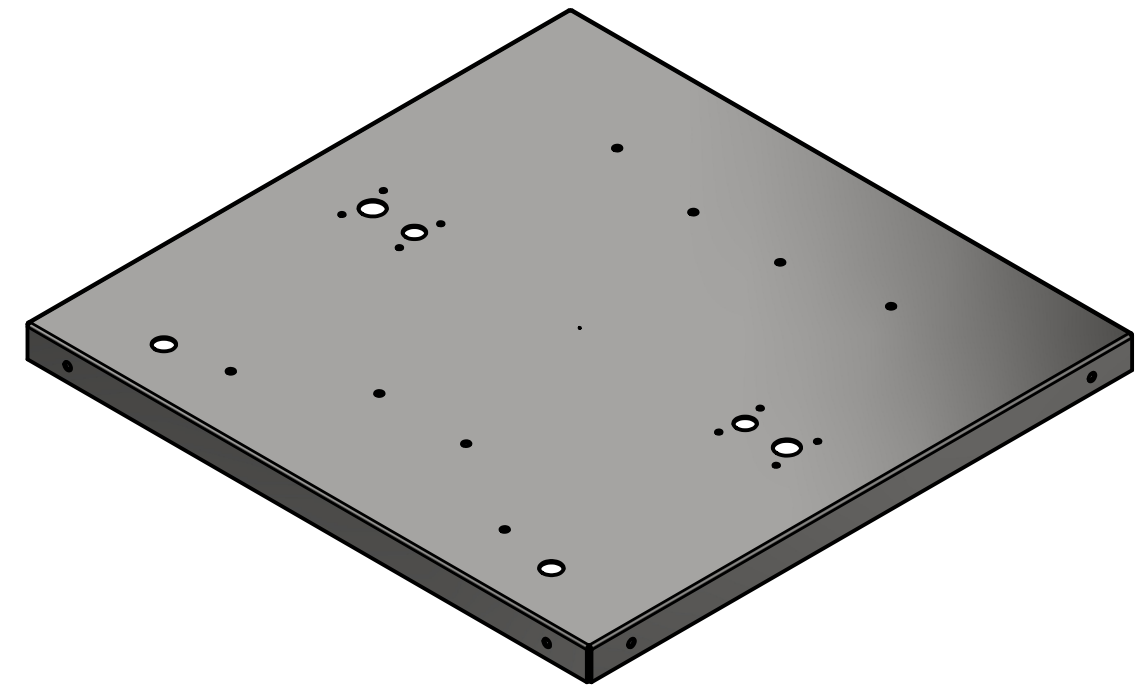
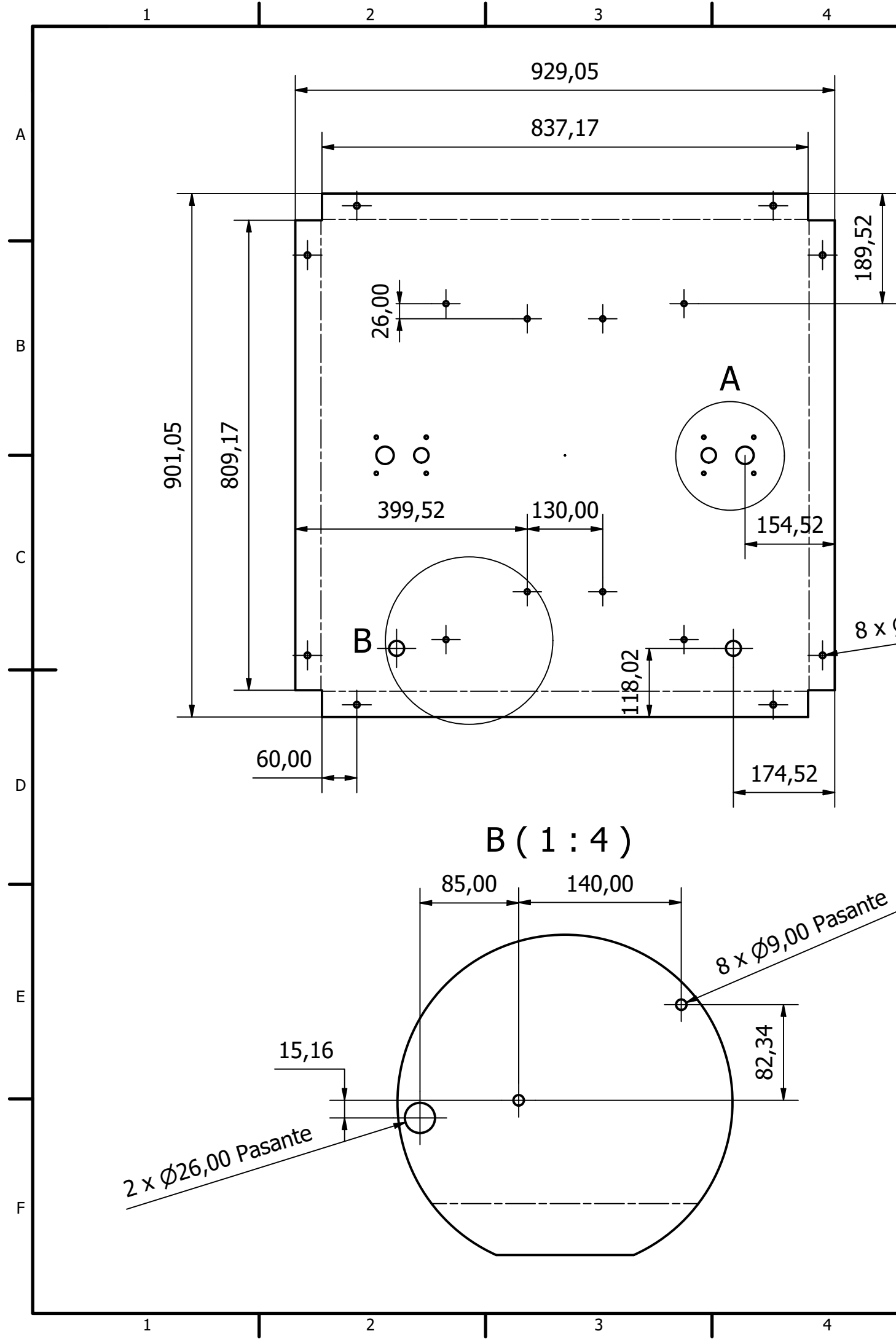
CIME



A-A (1 : 1)

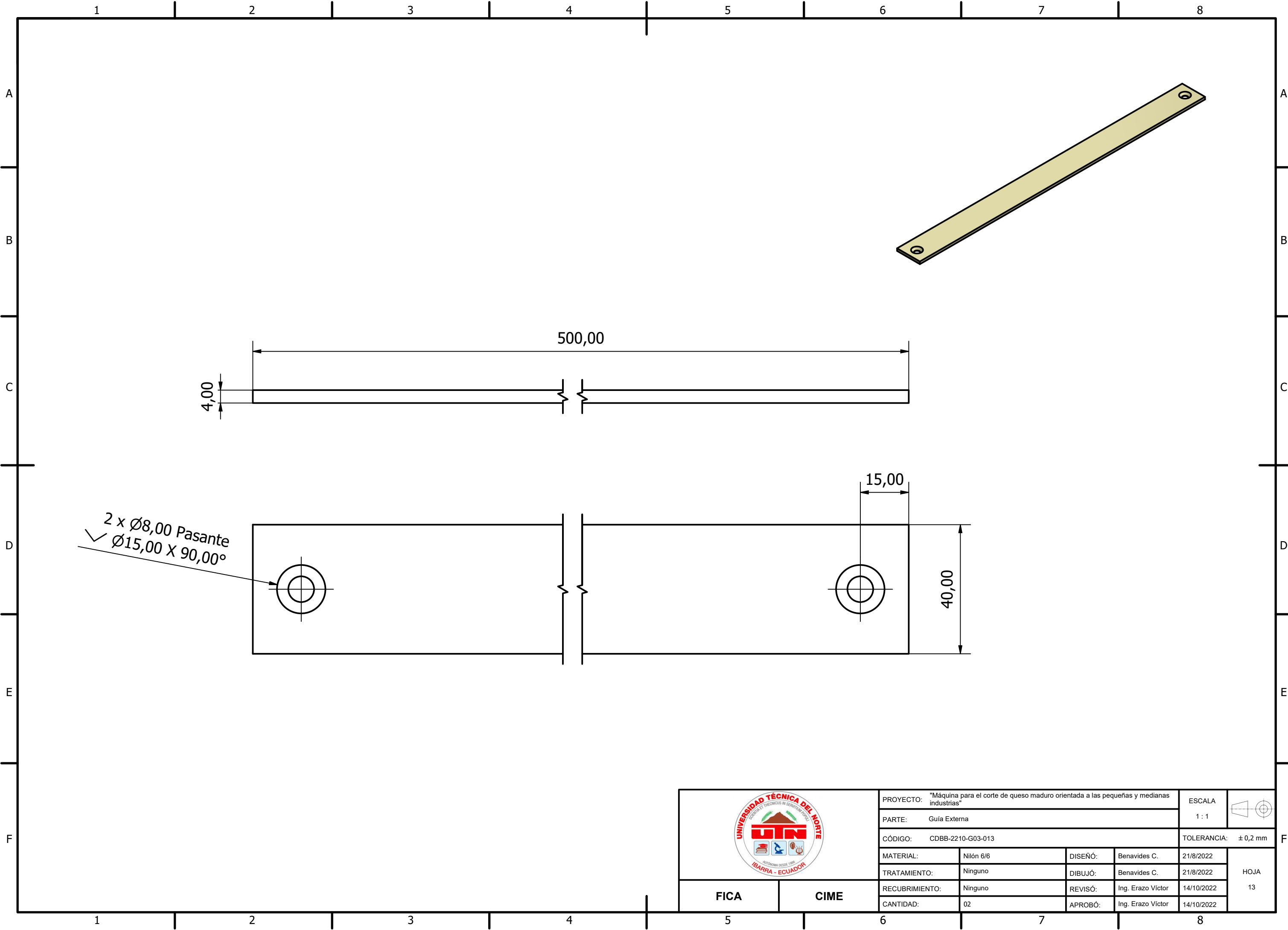


	PROYECTO: "Máquina para el corte de queso maduro orientada a las pequeñas y medianas industrias"			ESCALA 1:1	
	PARTE: Dedos de soporte			TOLERANCIA: ± 0,2 mm	
CÓDIGO: CDBB-2210-G03-008					
MATERIAL:	Nilón 6/6	DISEÑO:	Benavides C.	21/8/2022	HOJA 11
TRATAMIENTO:	Ninguno	DIBUJÓ:	Benavides C.	21/8/2022	
RECUBRIMIENTO:	Ninguno	REVISÓ:	Ing. Erazo Víctor	14/10/2022	
CANTIDAD:	16	APROBÓ:	Ing. Erazo Víctor	14/10/2022	
FICA		CIME			



	PROYECTO: "Máquina para el corte de queso maduro orientada a las pequeñas y medianas industrias"			ESCALA: 1:8	
	PARTE: Plancha cubierta de mesa			TOLERANCIA: ±0,1 mm	
CÓDIGO: CDBB-2210-G04-012		MATERIAL: Acero inoxidable			
TRATAMIENTO: Ninguno		DISEÑO: Benavides C.		21/8/2022	
RECUBRIMIENTO: Ninguno		DIBUJÓ: Benavides C.		21/8/2022	
CANTIDAD: 01		REVISÓ: Ing. Erazo Víctor		14/10/2022	
APROBÓ: Ing. Erazo Víctor		14/10/2022		HOJA 12	

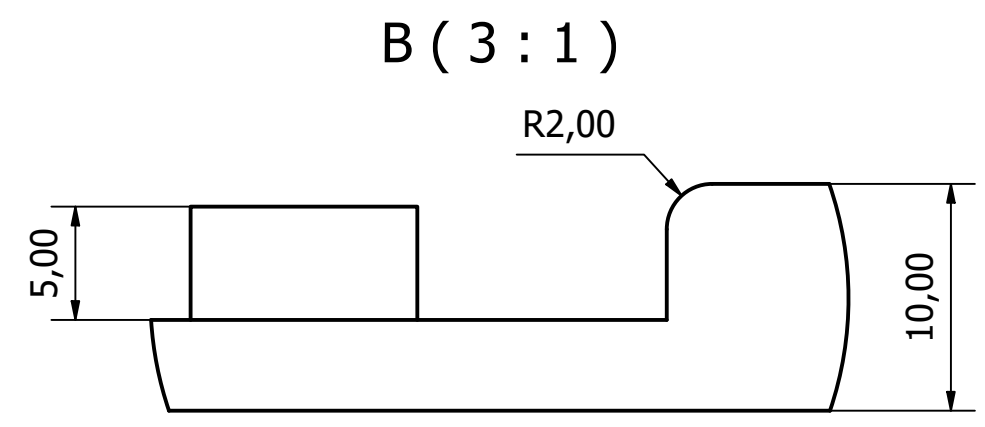
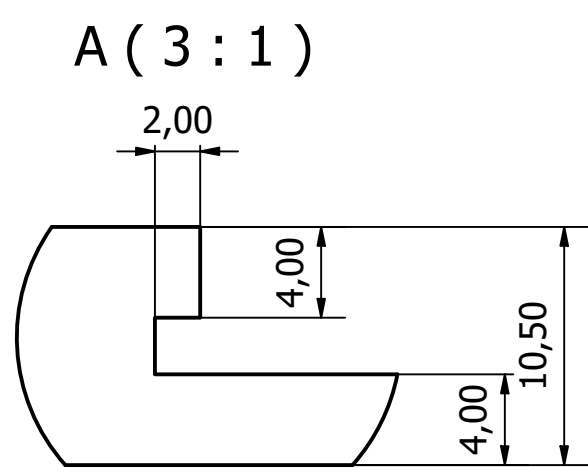
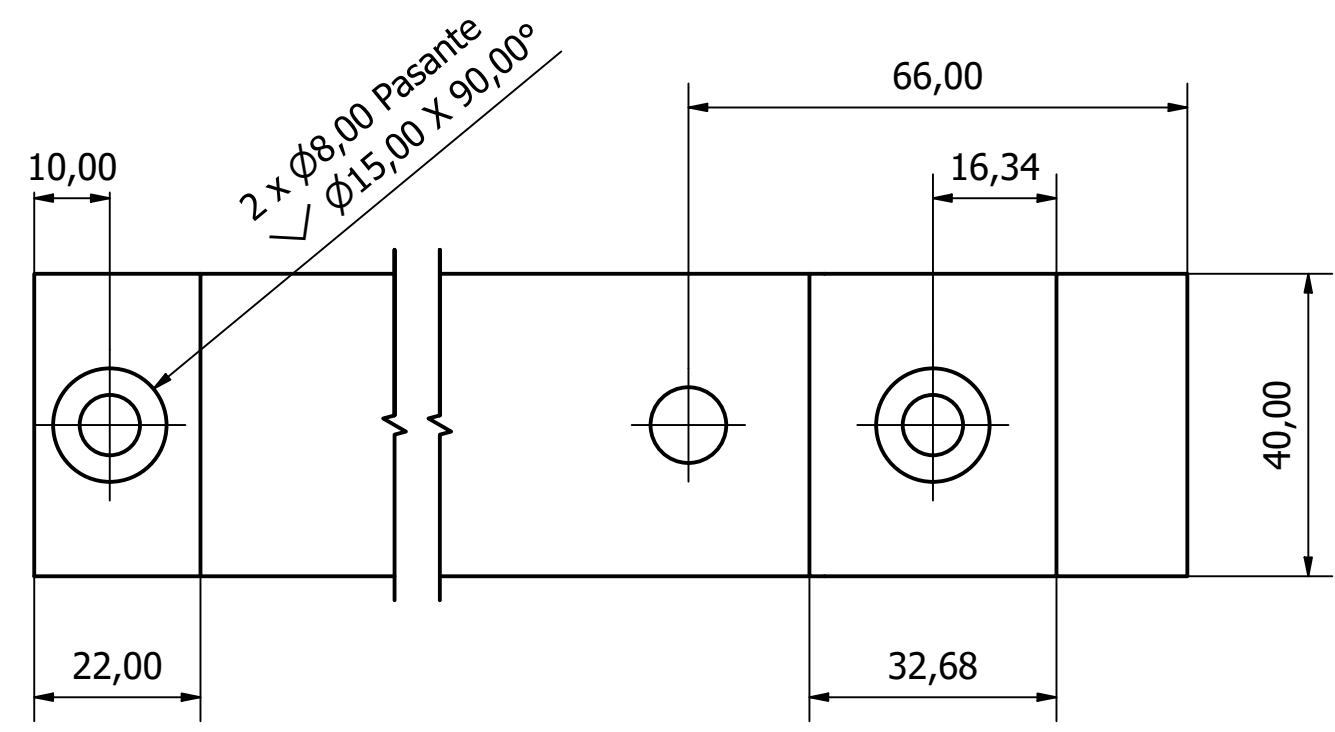
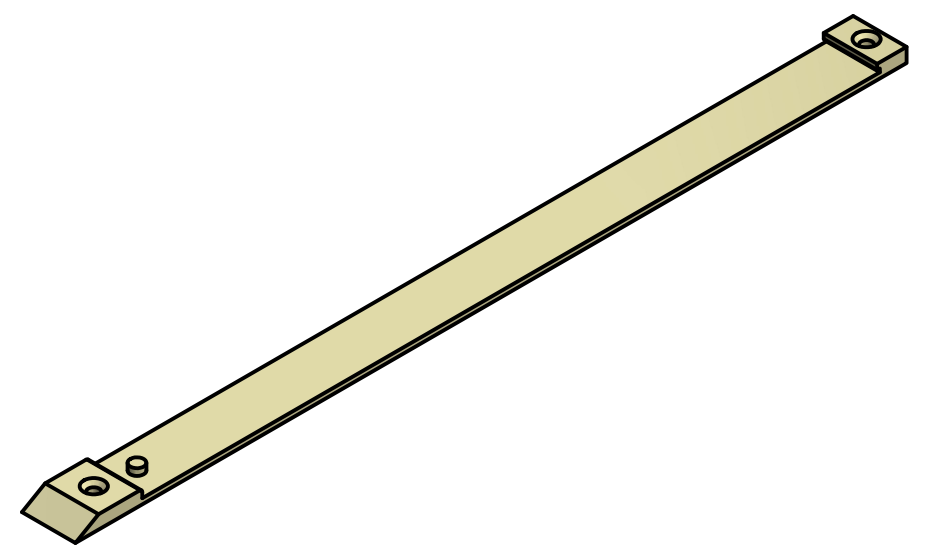
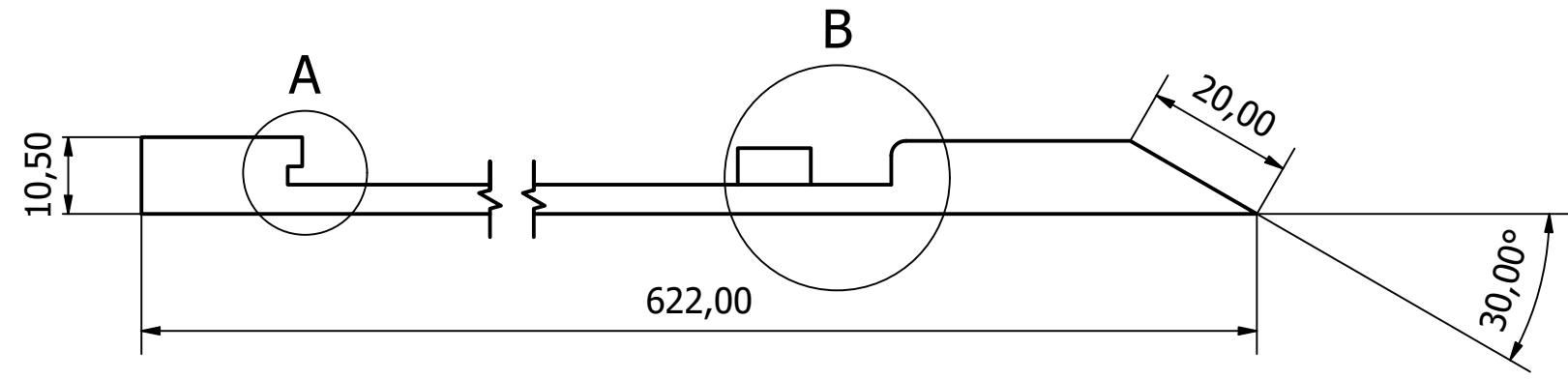
FICA CIME



FICA	CIME	PROYECTO: "Máquina para el corte de queso maduro orientada a las pequeñas y medianas industrias"			ESCALA	
		PARTE: Guía Externa			1: 1	
		CÓDIGO: CDBB-2210-G03-013			TOLERANCIA: ± 0,2 mm	
		MATERIAL:	Nilón 6/6	DISEÑO:	Benavides C.	21/8/2022
		TRATAMIENTO:	Ninguno	DIBUJÓ:	Benavides C.	21/8/2022
		RECUBRIMIENTO:	Ninguno	REVISÓ:	Ing. Erazo Víctor	14/10/2022
		CANTIDAD:	02	APROBÓ:	Ing. Erazo Víctor	14/10/2022
						HOJA
						13

1 2 3 4 5 6 7 8

A
B
C
D
E
F

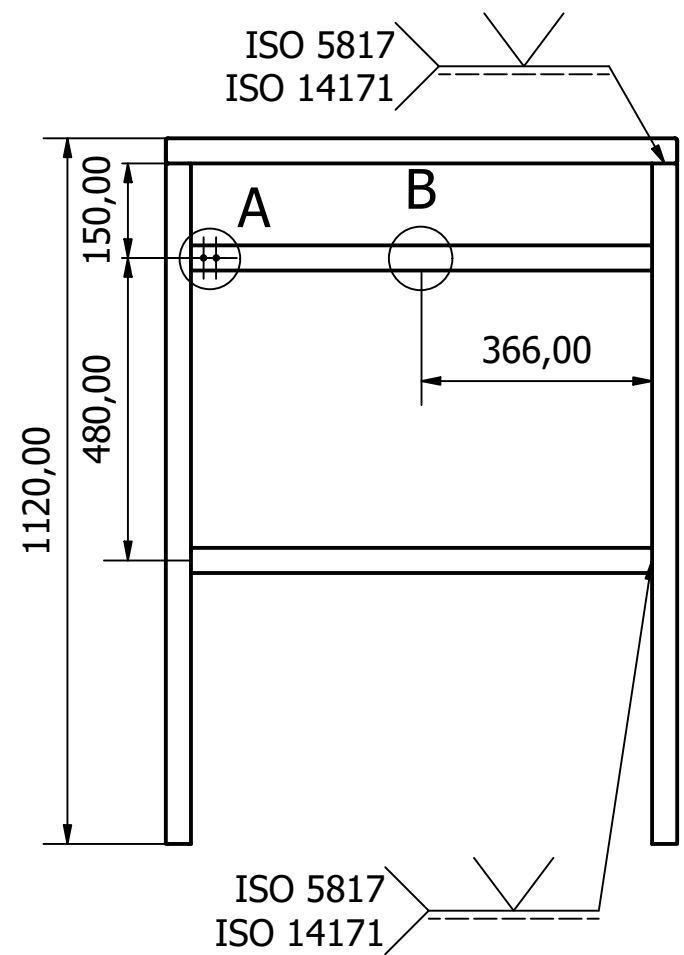
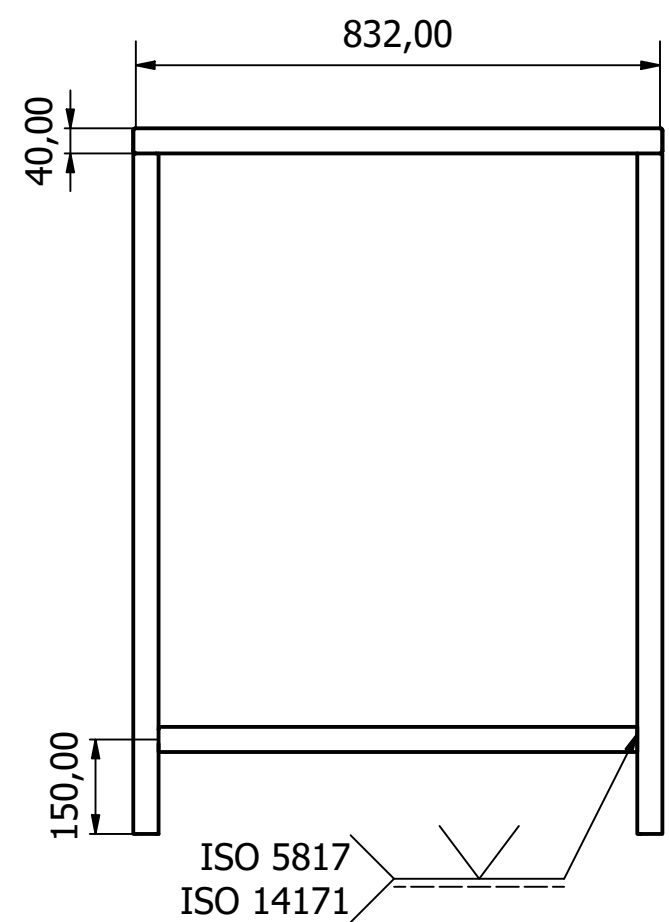


	PROYECTO: "Máquina para el corte de queso maduro orientada a las pequeñas y medianas industrias"			ESCALA: 1:1	
	PARTE: Guía Interna			TOLERANCIA: ±0,2 mm	
CÓDIGO: CDBB-2210-G03-014		MATERIAL: Nilón 6/6	DISEÑO: Benavides C.	21/8/2022	HOJA 14
TRATAMIENTO: Ninguno		DIBUJÓ: Benavides C.	REVISÓ: Ing. Erazo Víctor	14/10/2022	
RECUBRIMIENTO: Ninguno		CANTIDAD: 02	APROBÓ: Ing. Erazo Víctor	14/10/2022	
FICA	CIME				

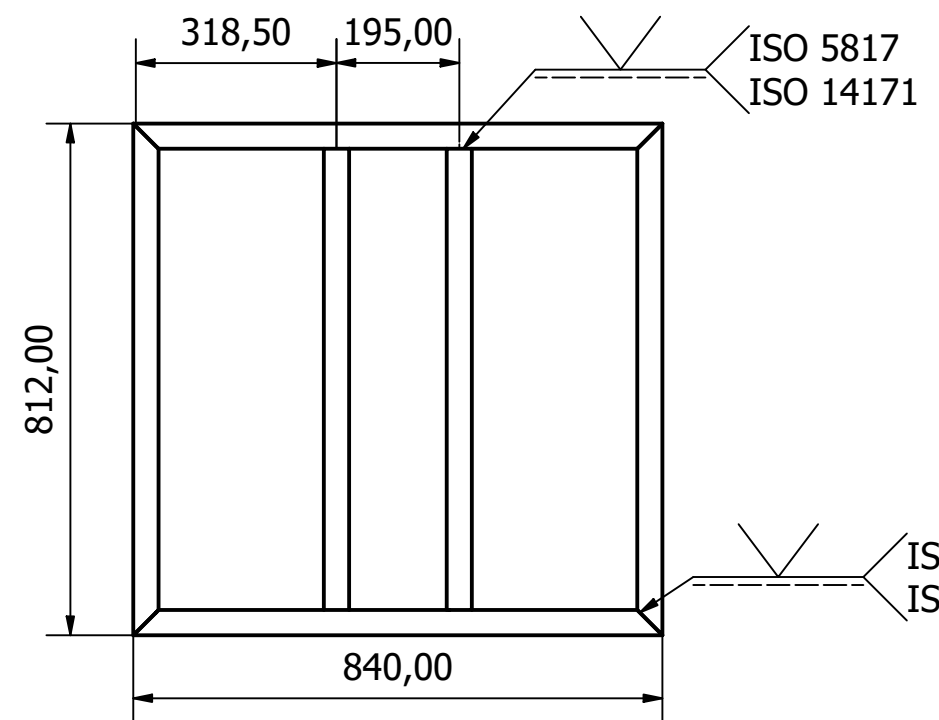
1 2 3 4 5 6 7 8

1 2 3 4 5 6 7 8

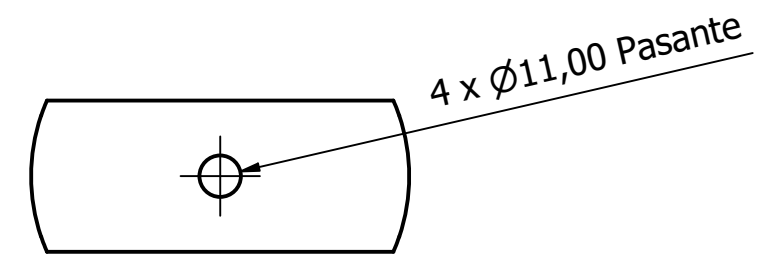
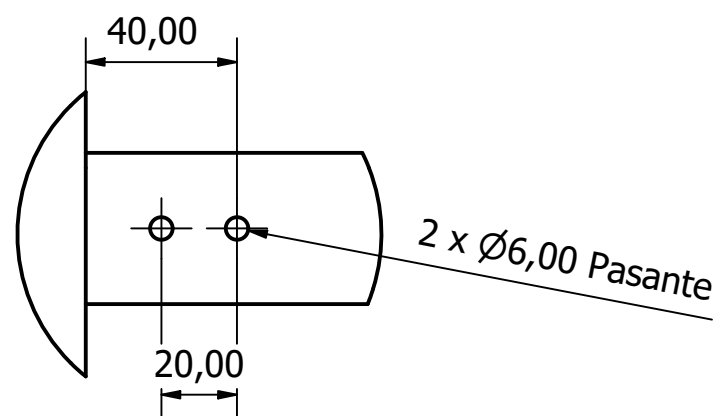
A
B
C
D
E
F



B (1 : 2)



A (1 : 2)

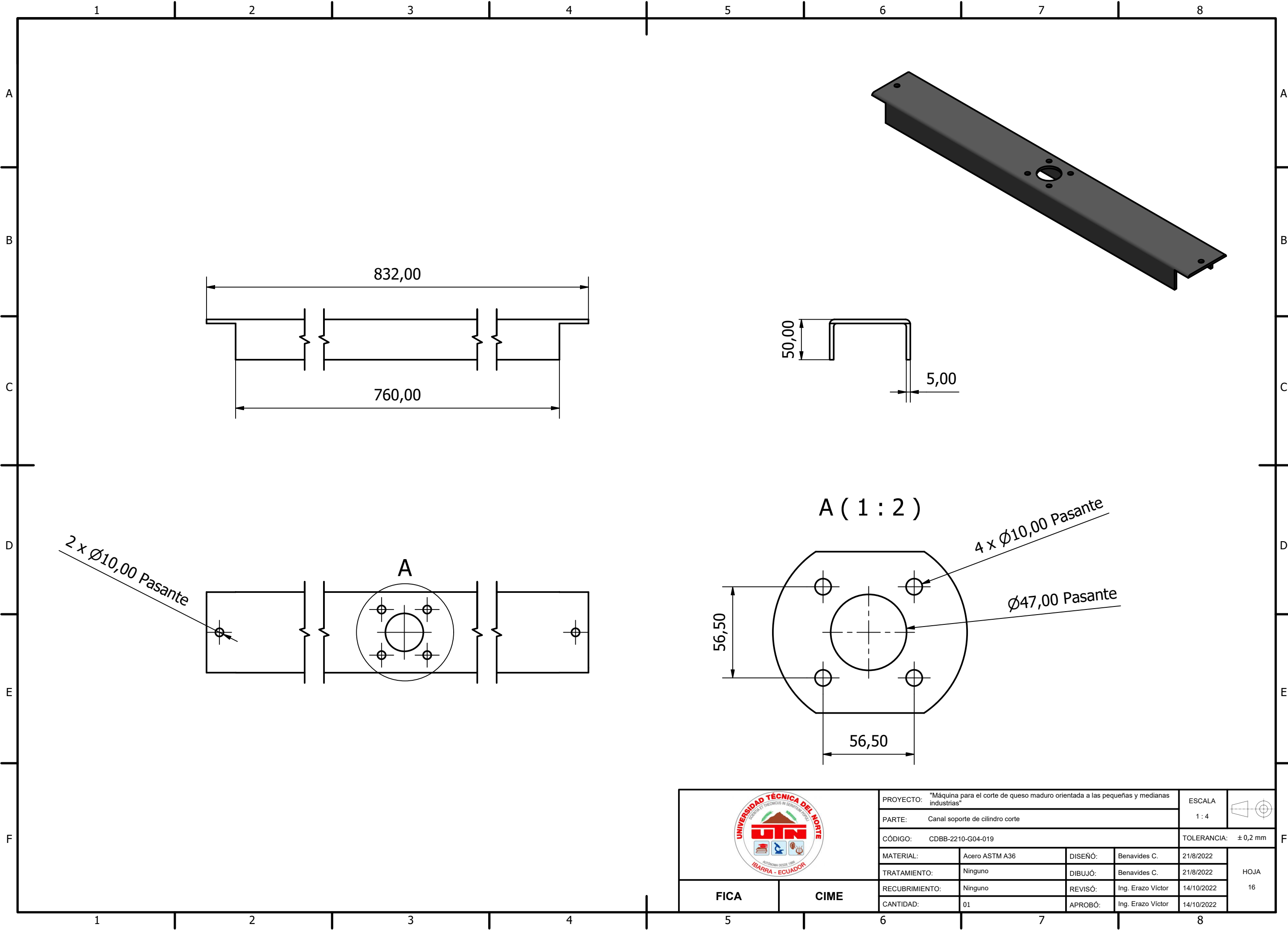


La estructura esta formada por tubería cuadrada de 40x40x2 mm de acero negro.

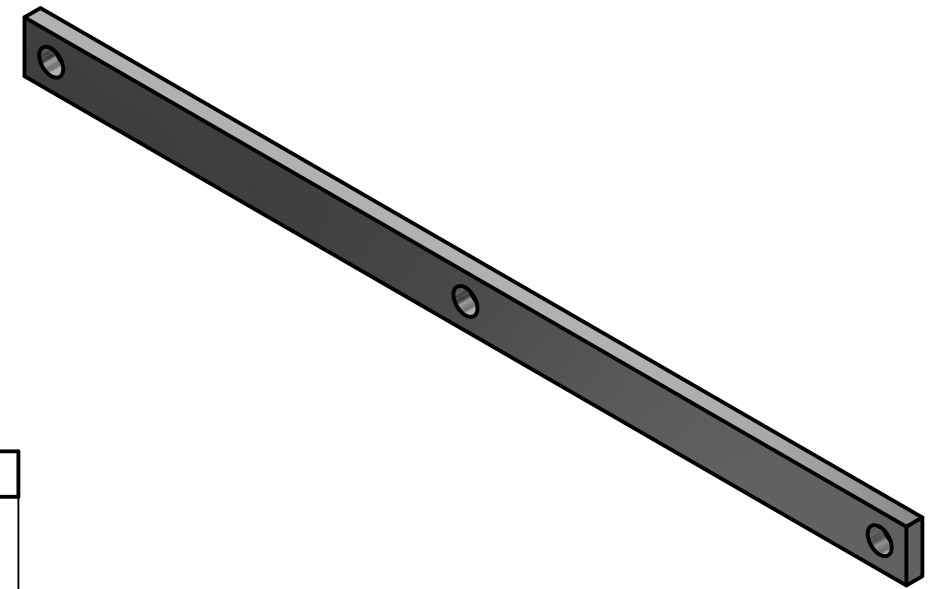
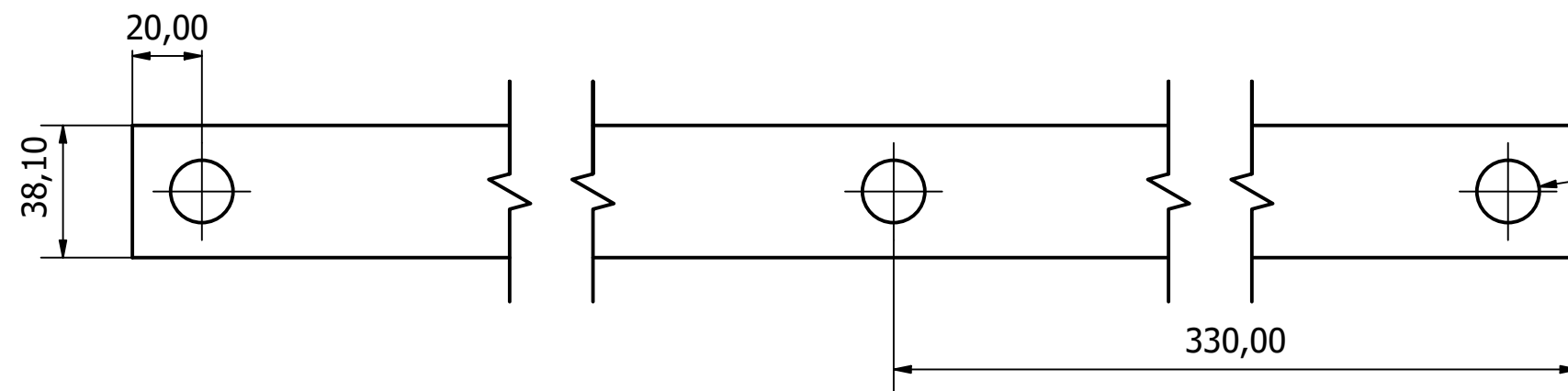
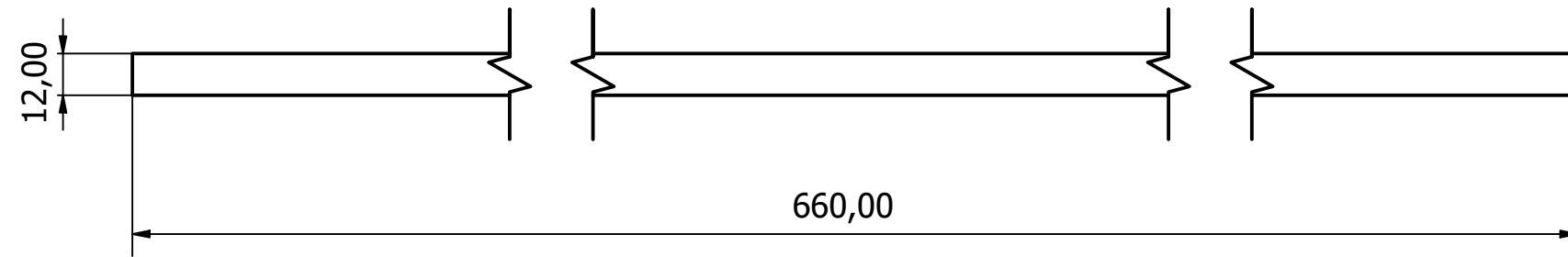


FICA	CIME	PROYECTO: "Máquina para el corte de queso maduro orientada a las pequeñas y medianas industrias"			ESCALA	
		PARTE: Estructura			1 : 12	
		CÓDIGO: CDBB-2210-G04-015			TOLERANCIA: ± 0,2 mm	
		MATERIAL: Acero ASTM A36	DISEÑO: Benavides C.	21/8/2022	HOJA 15	
		TRATAMIENTO: Ninguno	DIBUJÓ: Benavides C.	21/8/2022		
		RECUBRIMIENTO: Ninguno	REVISÓ: Ing. Erazo Víctor	14/10/2022		
		CANTIDAD: 01	APROBÓ: Ing. Erazo Víctor	14/10/2022		

1 2 3 4 5 6 7 8

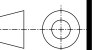


	PROYECTO: "Máquina para el corte de queso maduro orientada a las pequeñas y medianas industrias"			ESCALA 1:4	
	PARTE: Canal soporte de cilindro corte			TOLERANCIA: ± 0,2 mm	
CÓDIGO: CDBB-2210-G04-019					
MATERIAL: Acero ASTM A36	DISEÑO: Benavides C.	21/8/2022	HOJA 16		
TRATAMIENTO: Ninguno	DIBUJÓ: Benavides C.	21/8/2022			
RECUBRIMIENTO: Ninguno	REVISÓ: Ing. Erazo Víctor	14/10/2022			
CANTIDAD: 01	APROBÓ: Ing. Erazo Víctor	14/10/2022			
FICA	CIME				



PROYECTO: "Máquina para el corte de queso maduro orientada a las pequeñas y medianas industrias"

ESCALA



PARTE: Viga conector cilindro corte

1 : 2

CÓDIGO: CDBB-2210-G01-021

TOLERANCIA: ±0,2 mm

MATERIAL: Acero ASTM A36

DISEÑO: Benavides C.

21/8/2022

TRATAMIENTO: Ninguno

DIBUJÓ: Benavides C.

21/8/2022

RECUBRIMIENTO: Ninguno

REVISÓ: Ing. Erazo Víctor

14/10/2022

CANTIDAD: 01

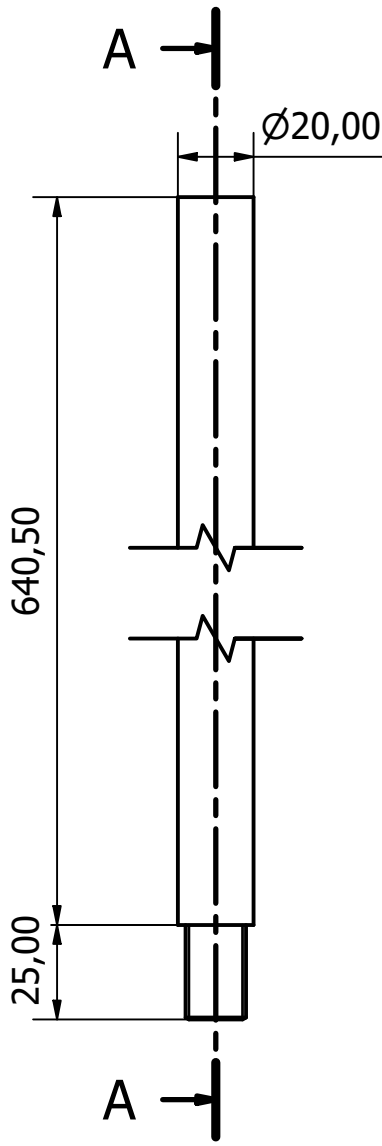
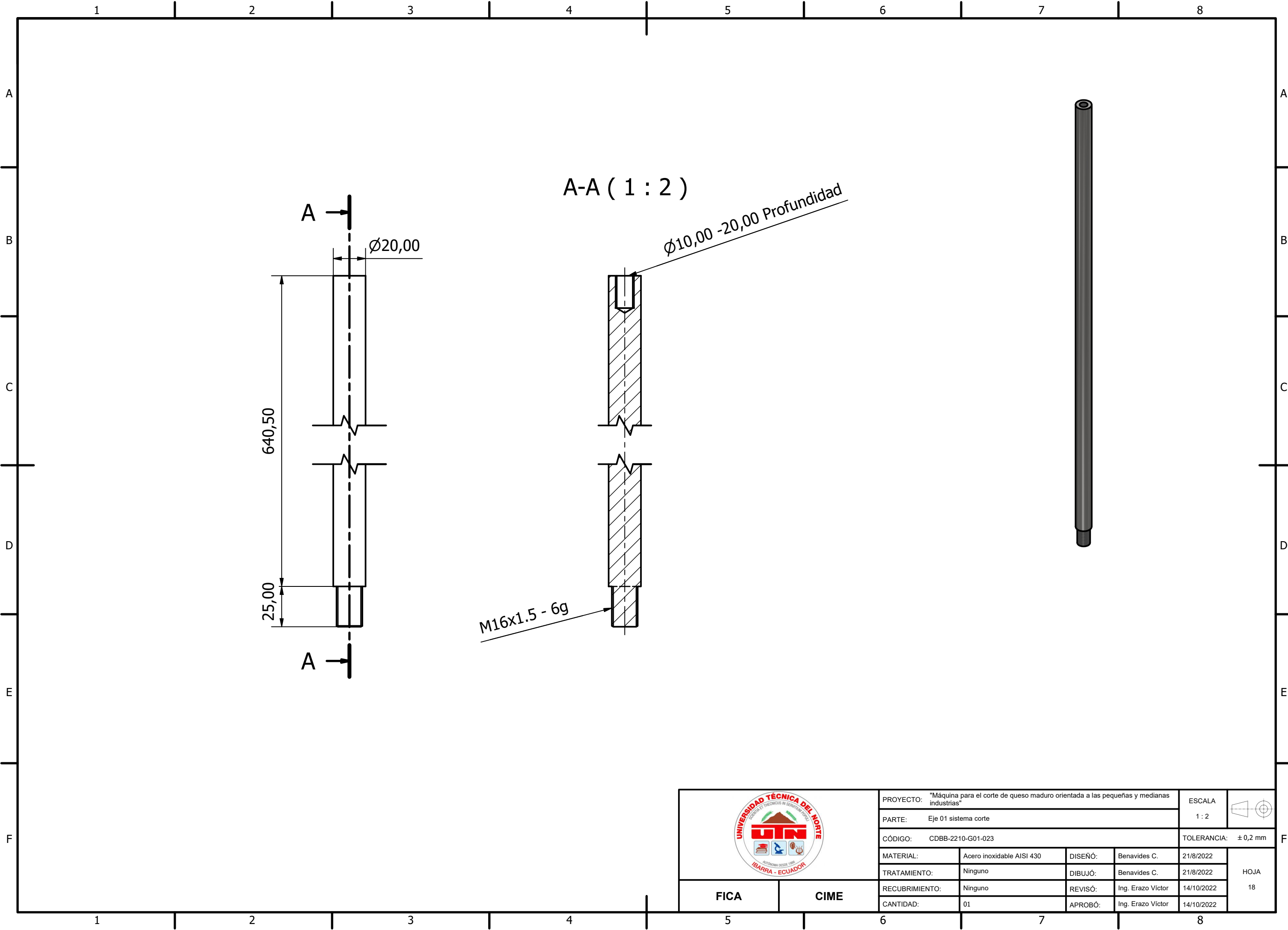
APROBÓ: Ing. Erazo Víctor

14/10/2022

HOJA
17

FICA

CIME



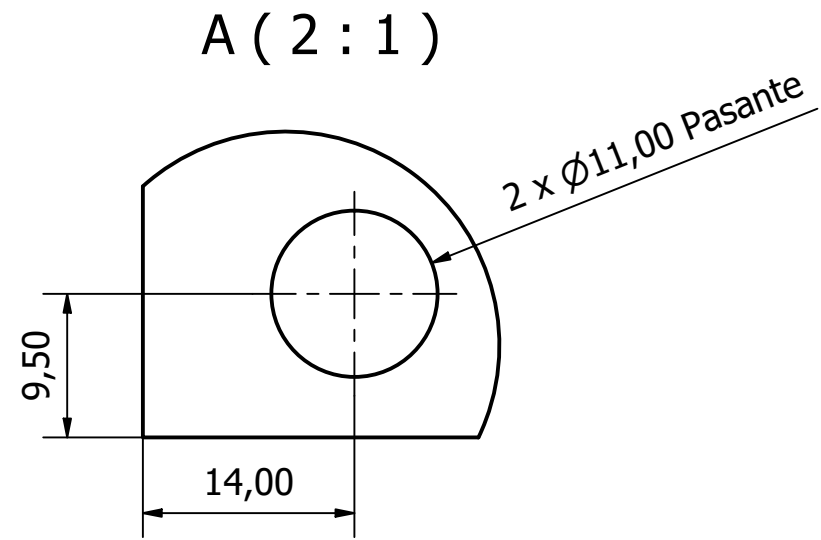
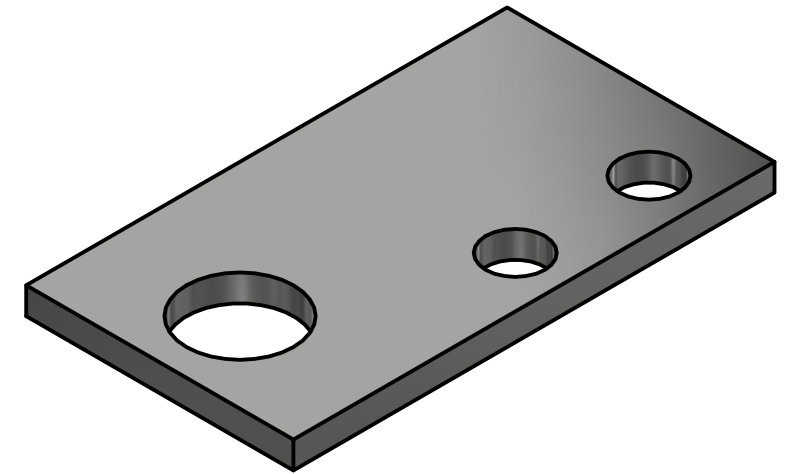
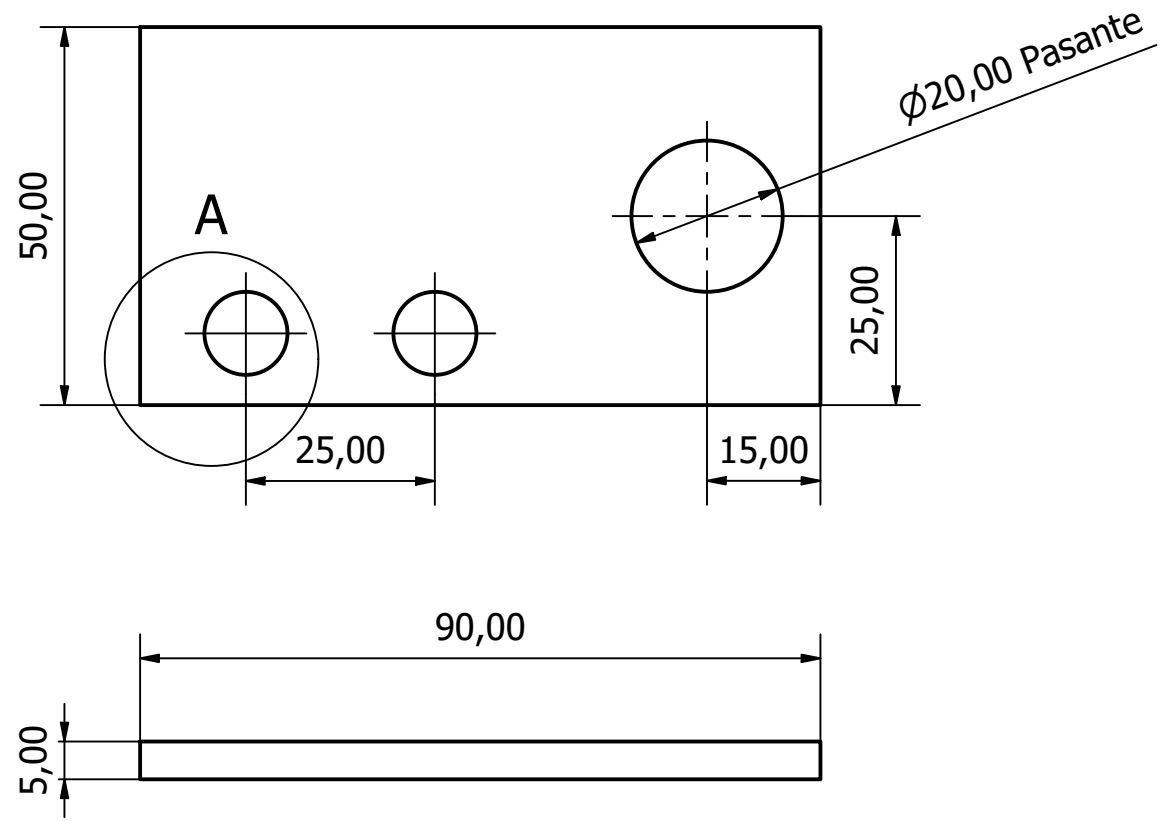
A-A (1 : 2)

$\varnothing 10,00 - 20,00$ Profundidad

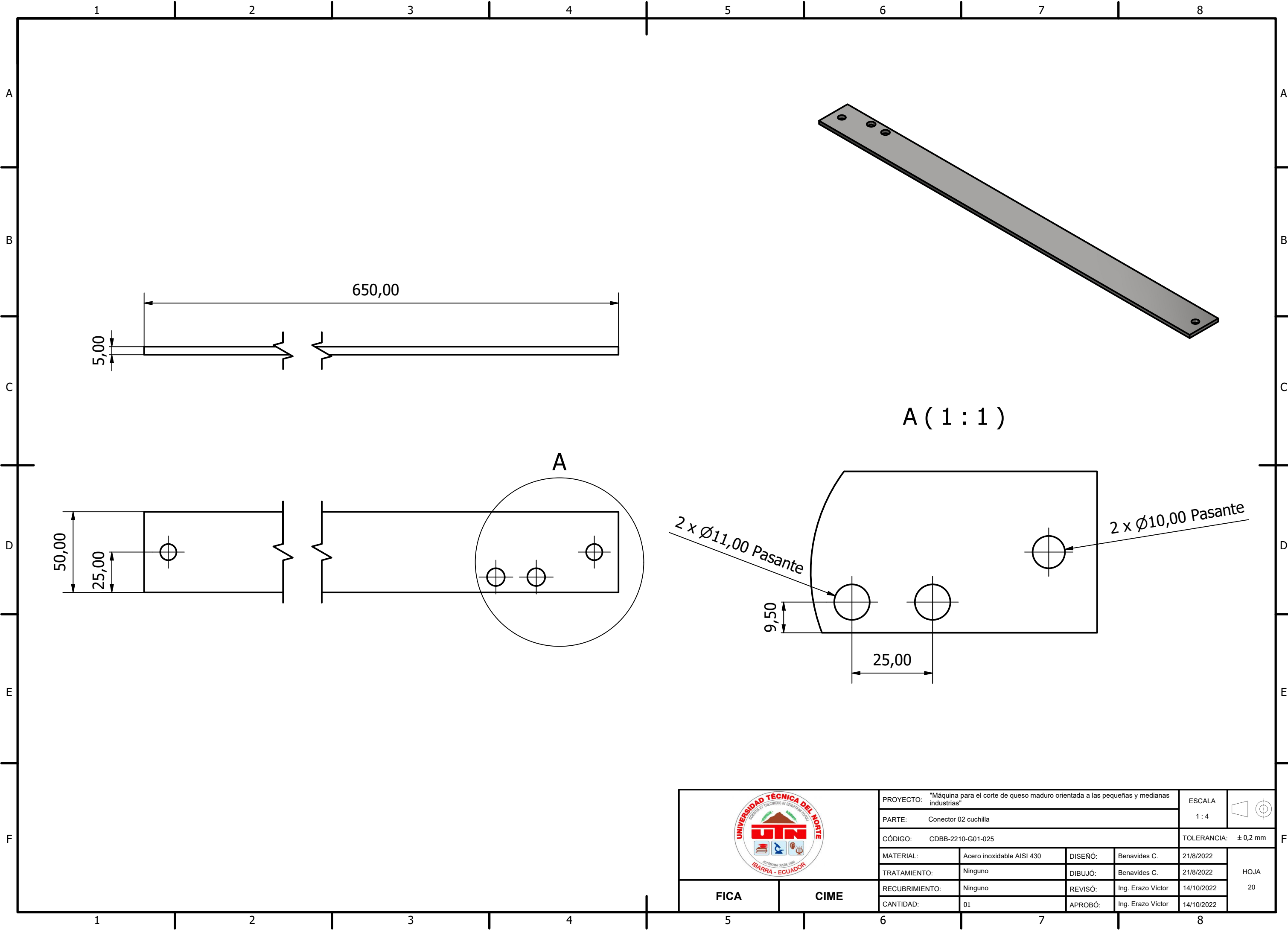
M16x1.5 - 6g



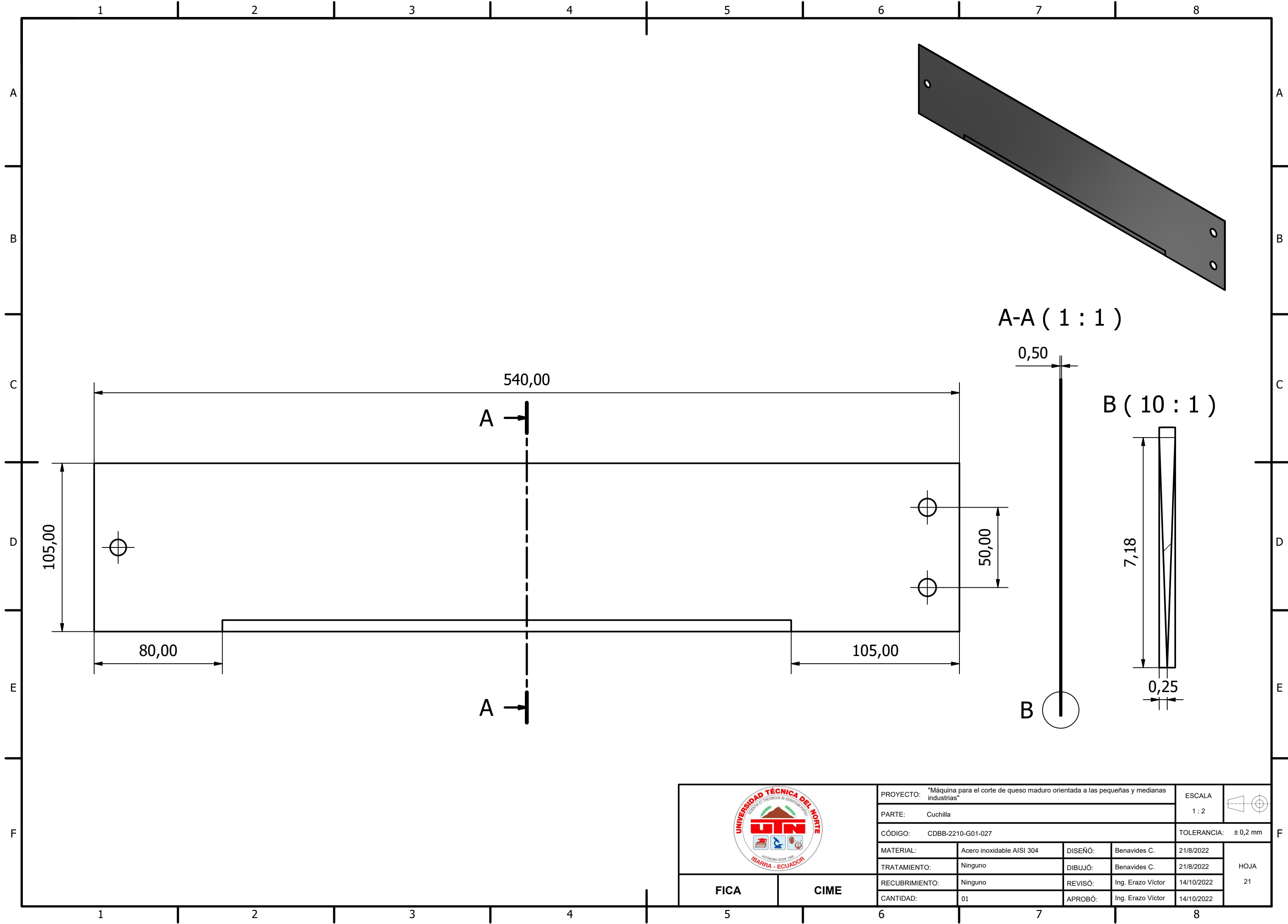
	PROYECTO: "Máquina para el corte de queso maduro orientada a las pequeñas y medianas industrias"			ESCALA 1 : 2	
	PARTE: Eje 01 sistema corte			TOLERANCIA: $\pm 0,2$ mm	
CÓDIGO: CDBB-2210-G01-023					
MATERIAL:	Acero inoxidable AISI 430	DISEÑO:	Benavides C.	21/8/2022	HOJA 18
TRATAMIENTO:	Ninguno	DIBUJÓ:	Benavides C.	21/8/2022	
RECUBRIMIENTO:	Ninguno	REVISÓ:	Ing. Erazo Víctor	14/10/2022	
CANTIDAD:	01	APROBÓ:	Ing. Erazo Víctor	14/10/2022	
FICA		CIME			



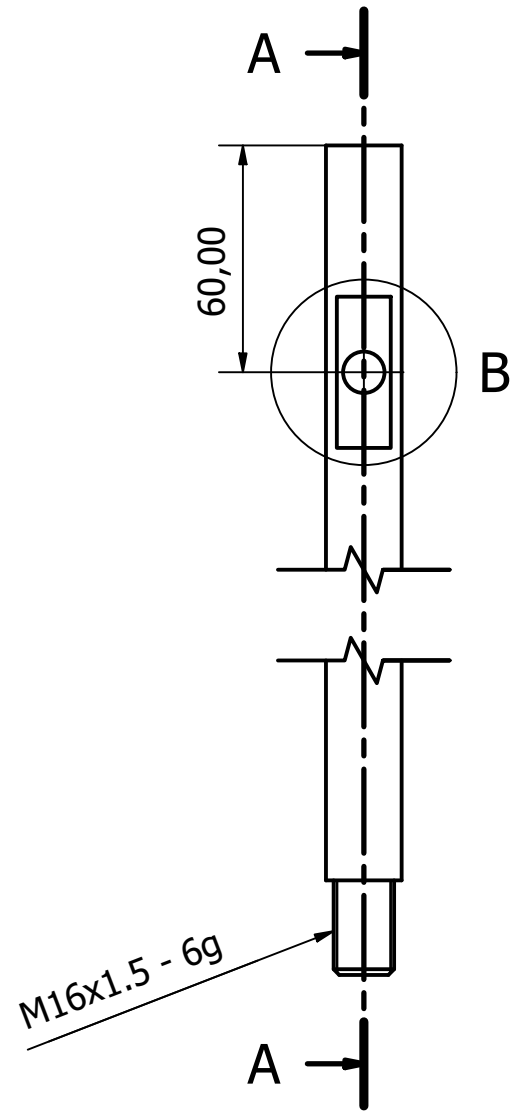
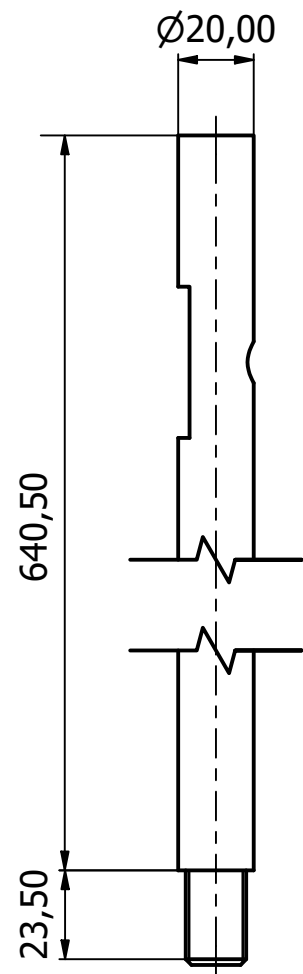
	PROYECTO: "Máquina para el corte de queso maduro orientada a las pequeñas y medianas industrias"			ESCALA		
	PARTE: Conector 01 cuchilla			1:1		
	CÓDIGO: CDBB-2210-G01-024			TOLERANCIA: ± 0,2 mm		
	MATERIAL:	Acero inoxidable AISI 430	DISEÑO:	Benavides C.	21/8/2022	HOJA 19
	TRATAMIENTO:	Ninguno	DIBUJÓ:	Benavides C.	21/8/2022	
	RECUBRIMIENTO:	Ninguno	REVISÓ:	Ing. Erazo Víctor	14/10/2022	
CANTIDAD:	01	APROBÓ:	Ing. Erazo Víctor	14/10/2022		
FICA	CIME					



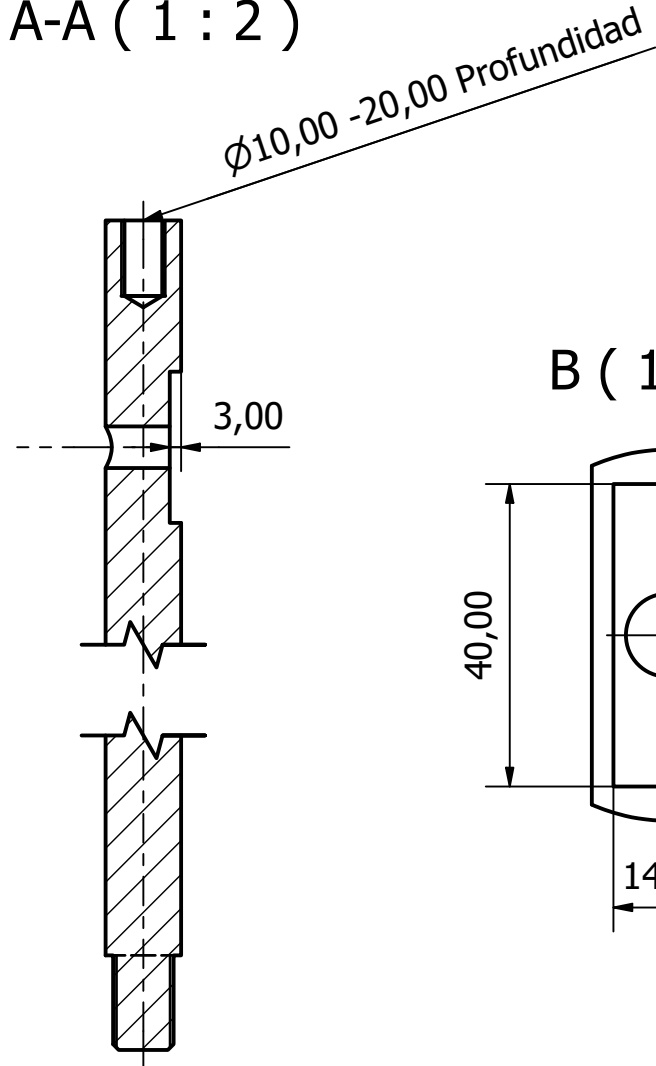
	PROYECTO: "Máquina para el corte de queso maduro orientada a las pequeñas y medianas industrias"			ESCALA 1:4	
	PARTE: Conector 02 cuchilla			TOLERANCIA: ± 0,2 mm	
CÓDIGO: CDBB-2210-G01-025					
MATERIAL: Acero inoxidable AISI 430	DISEÑO: Benavides C.	21/8/2022	HOJA 20		
TRATAMIENTO: Ninguno	DIBUJÓ: Benavides C.	21/8/2022			
RECUBRIMIENTO: Ninguno	REVISÓ: Ing. Erazo Víctor	14/10/2022			
CANTIDAD: 01	APROBÓ: Ing. Erazo Víctor	14/10/2022			
FICA	CIME				



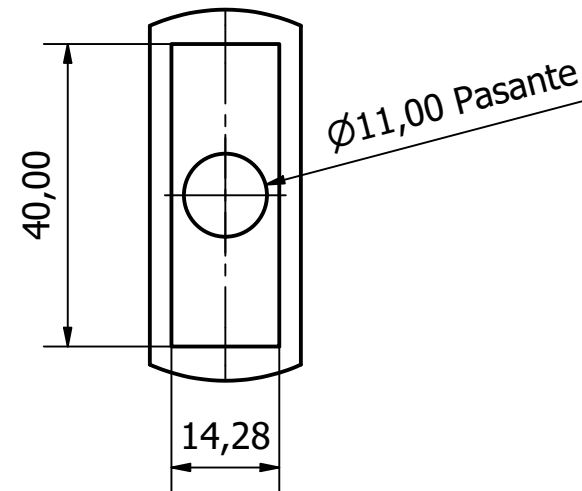
	PROYECTO: "Máquina para el corte de queso maduro orientada a las pequeñas y medianas industrias"			ESCALA 1 : 2	
	PARTE: Cuchilla			TOLERANCIA: ± 0,2 mm	
CÓDIGO: CDBB-2210-G01-027			MATERIAL: Acero inoxidable AISI 304	DISEÑO: Benavides C.	21/8/2022
TRATAMIENTO: Ninguno			DIBUJÓ: Benavides C.	REVISÓ: Ing. Erazo Víctor	21/8/2022
RECUBRIMIENTO: Ninguno			CANTIDAD: 01	APROBÓ: Ing. Erazo Víctor	14/10/2022
FICA		CIME		HOJA 21	



A-A (1 : 2)

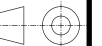


B (1 : 1)



PROYECTO: "Máquina para el corte de queso maduro orientada a las pequeñas y medianas industrias"

ESCALA



PARTE: Eje 02 sistema corte

1 : 2

CÓDIGO: CDBB-2210-G01-031

TOLERANCIA: $\pm 0,2$ mm

MATERIAL: Acero inoxidable AISI 430

DISEÑO: Benavides C.

21/8/2022

TRATAMIENTO: Ninguno

DIBUJÓ: Benavides C.

21/8/2022

RECUBRIMIENTO: Ninguno

REVISÓ: Ing. Erazo Víctor

14/10/2022

CANTIDAD: 01

APROBÓ: Ing. Erazo Víctor

14/10/2022

FICA

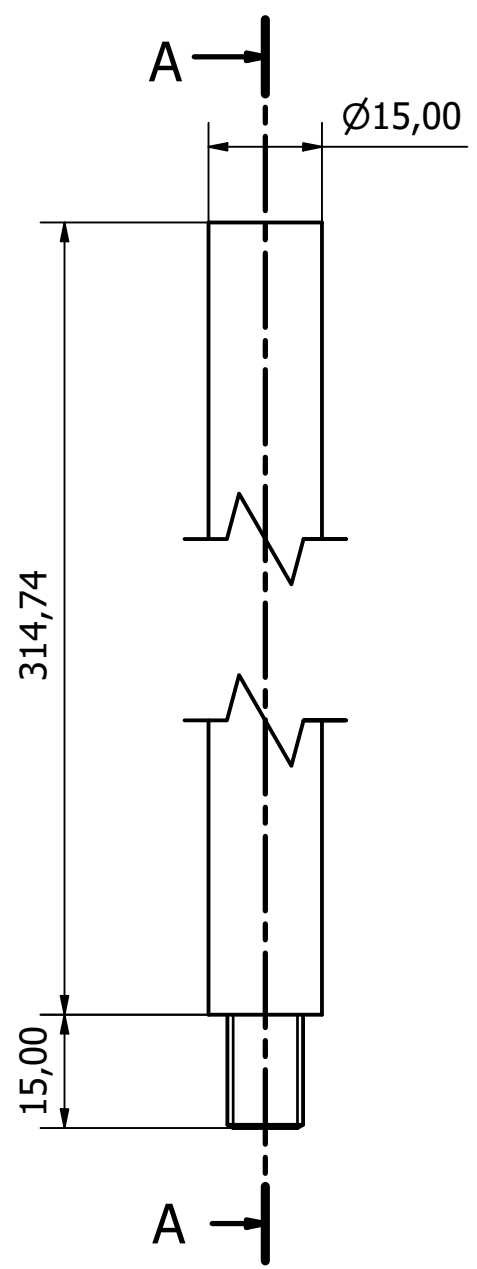
CIME

HOJA

22

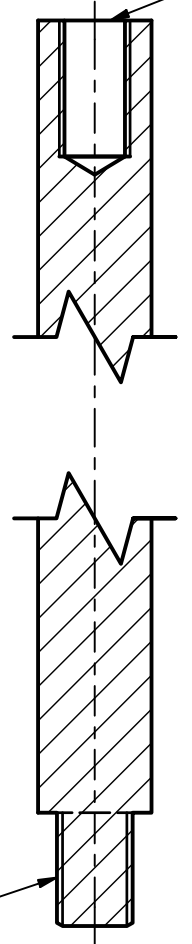
1 2 3 4 5 6 7 8


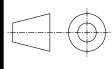
A
B
C
D
E
F



A-A (1 : 1)
Ø8,00 -18,00 Profundidad

M10x1.25 - 6g



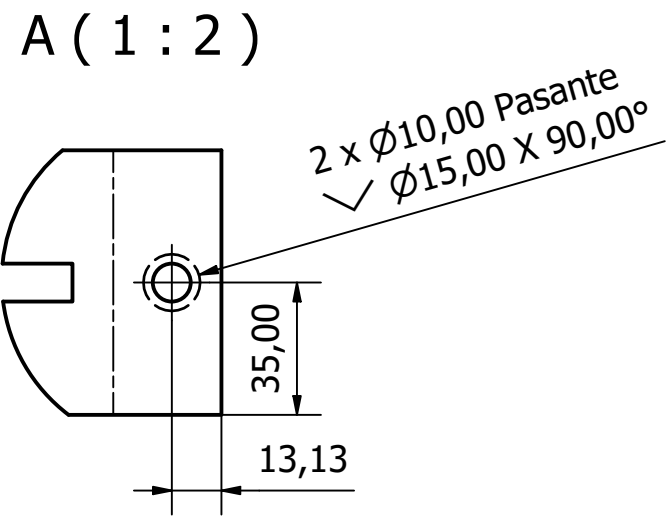
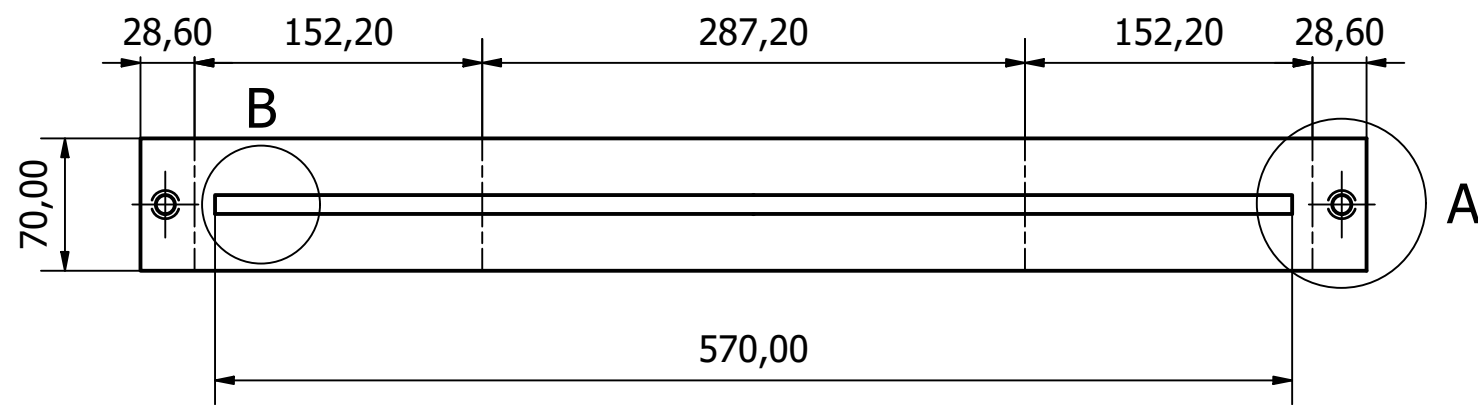
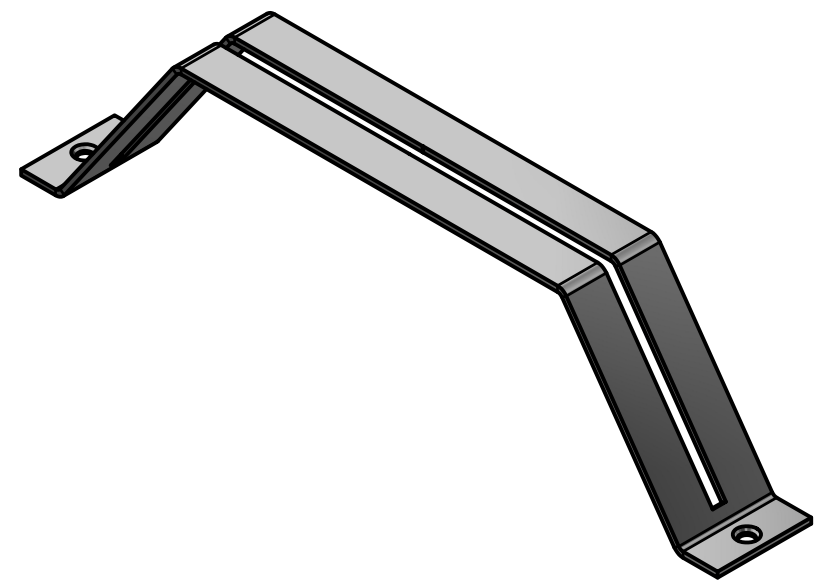
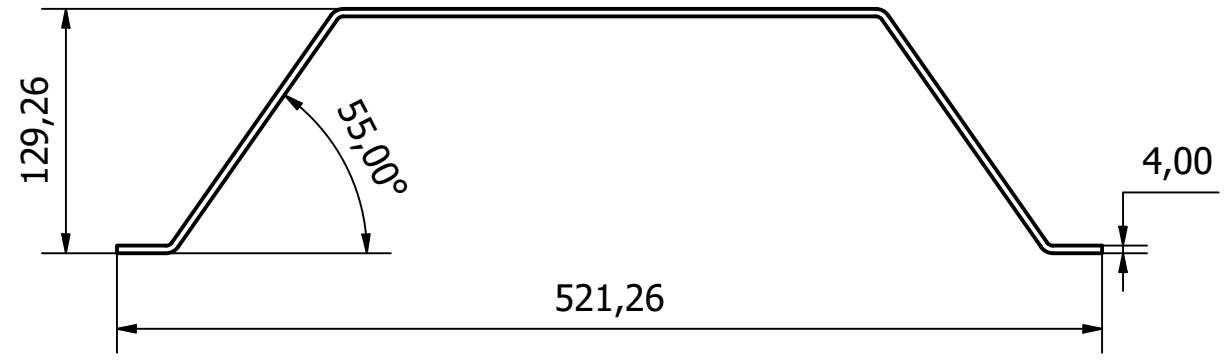
	PROYECTO: "Máquina para el corte de queso maduro orientada a las pequeñas y medianas industrias"			ESCALA 1 : 1	
	PARTE: Eje sistema sujeción			TOLERANCIA: ± 0,2 mm	
CÓDIGO: CDBB-2210-G02-033		MATERIAL: Acero inoxidable AISI 430	DISEÑO: Benavides C.	21/8/2022	HOJA 23
TRATAMIENTO: Ninguno		DIBUJÓ: Benavides C.	REVISÓ: Ing. Erazo Víctor	14/10/2022	
RECUBRIMIENTO: Ninguno		CANTIDAD: 02	APROBÓ: Ing. Erazo Víctor	14/10/2022	
FICA	CIME				

1 2 3 4 5 6 7 8

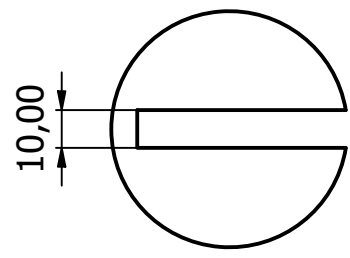
1 2 3 4 5 6 7 8

A
B
C
D
E
F

A
B
C
D
E
F

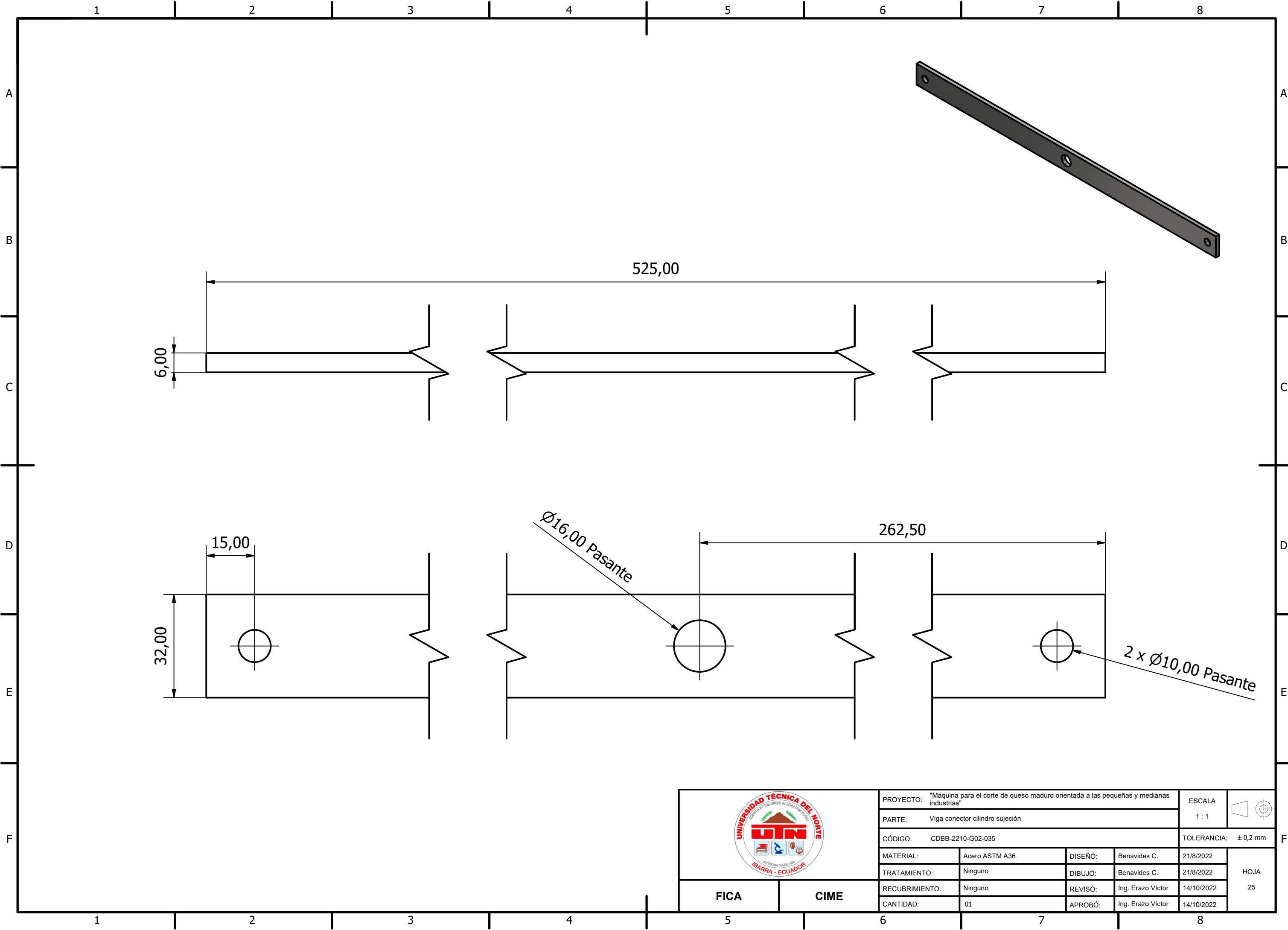




B (1 : 2)

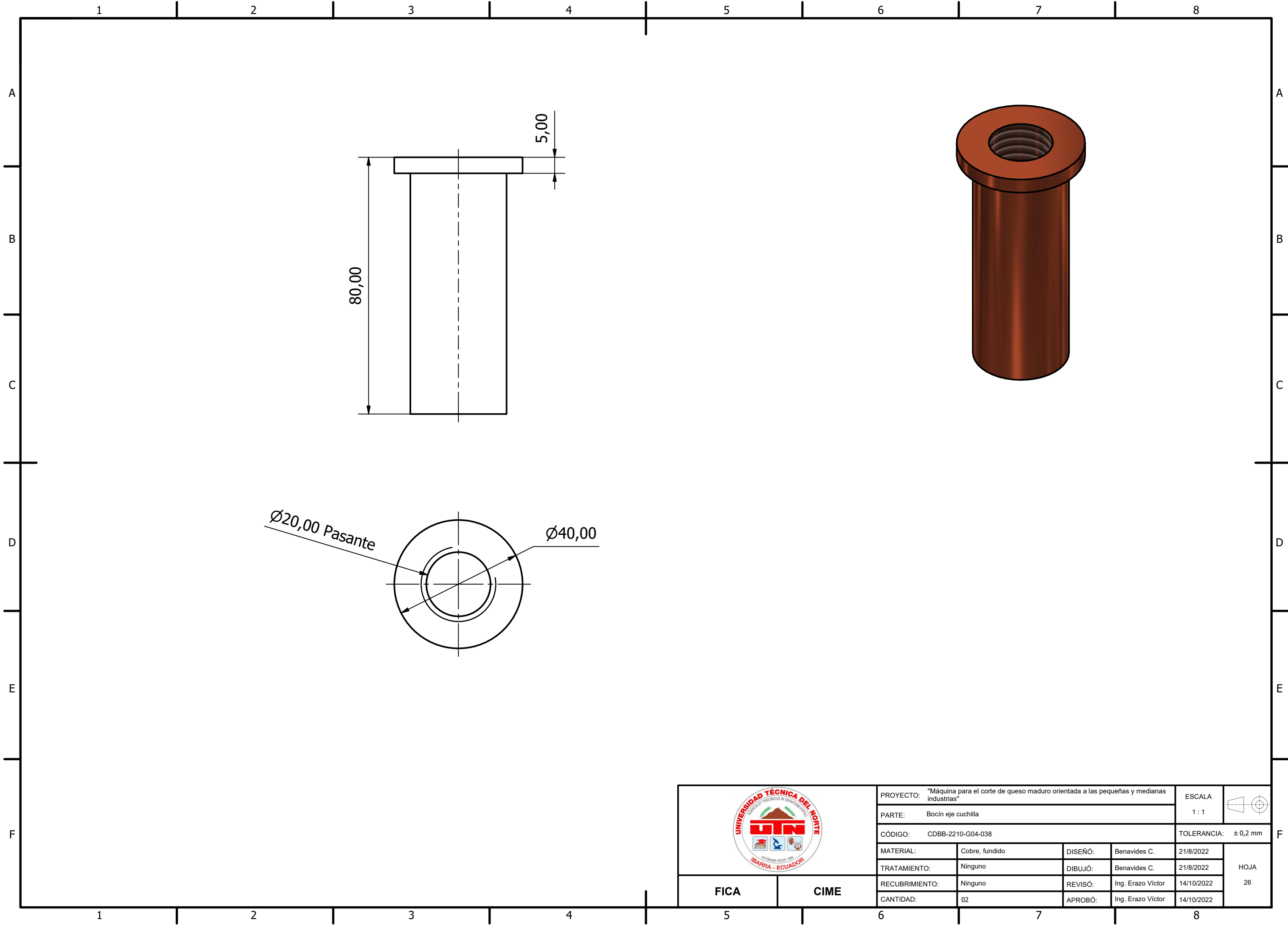


	PROYECTO: "Máquina para el corte de queso maduro orientada a las pequeñas y medianas industrias"			ESCALA 1 : 4	
	PARTE: Presionador			TOLERANCIA: ± 0,2 mm	
CÓDIGO: CDBB-2210-G02-034		MATERIAL: Acero inoxidable AISI 304		DISEÑO: Benavides C.	21/8/2022
TRATAMIENTO: Ninguno		DIBUJÓ: Benavides C.		21/8/2022	
RECUBRIMIENTO: Ninguno		REVISÓ: Ing. Erazo Víctor		14/10/2022	
CANTIDAD: 01		APROBÓ: Ing. Erazo Víctor		14/10/2022	
FICA	CIME			HOJA 24	

1 2 3 4 5 6 7 8



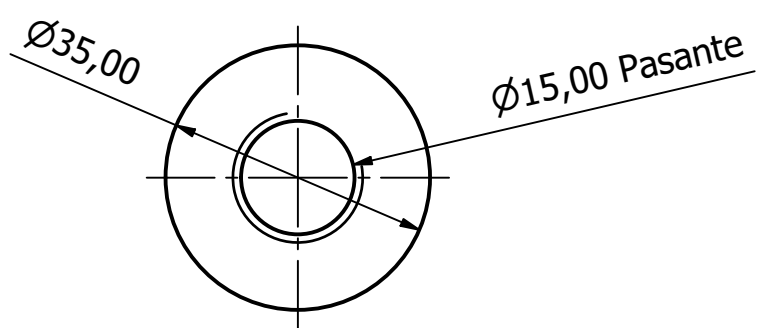
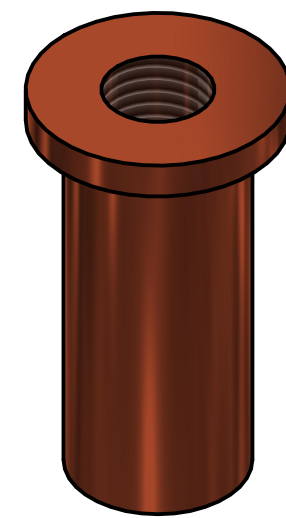
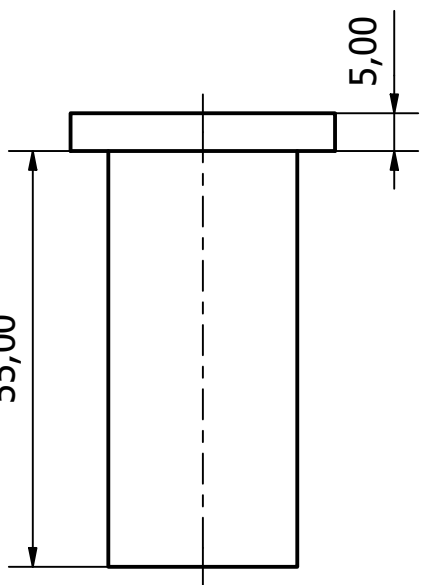
	PROYECTO: "Máquina para el corte de queso maduro orientada a las pequeñas y medianas industrias"			ESCALA 1:1	
	PARTE: Viga conector cilindro sujeción			TOLERANCIA: ± 0,2 mm	
CÓDIGO: CDBB-2210-G02-035		MATERIAL: Acero ASTM A36	DISEÑO: Benavides C.	21/8/2022	HOJA 25
TRATAMIENTO: Ninguno		DIBUJÓ: Benavides C.	REVISÓ: Ing. Erazo Víctor	21/8/2022	
RECUBRIMIENTO: Ninguno		CANTIDAD: 01	APROBÓ: Ing. Erazo Víctor	14/10/2022	
FICA		CIME			


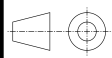


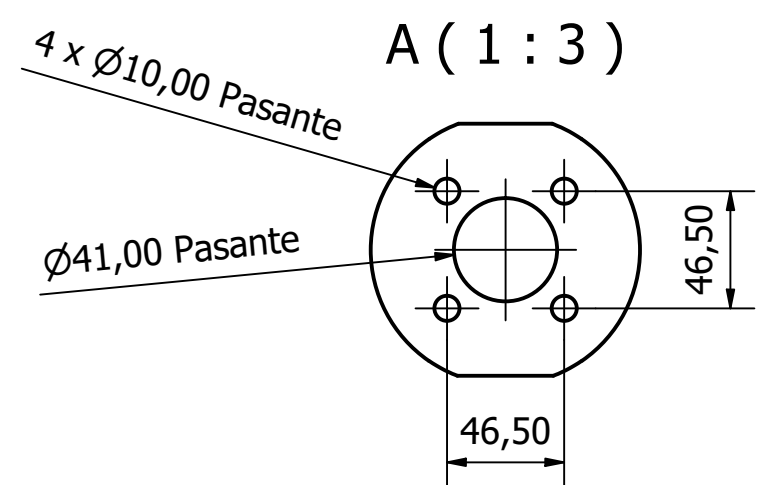
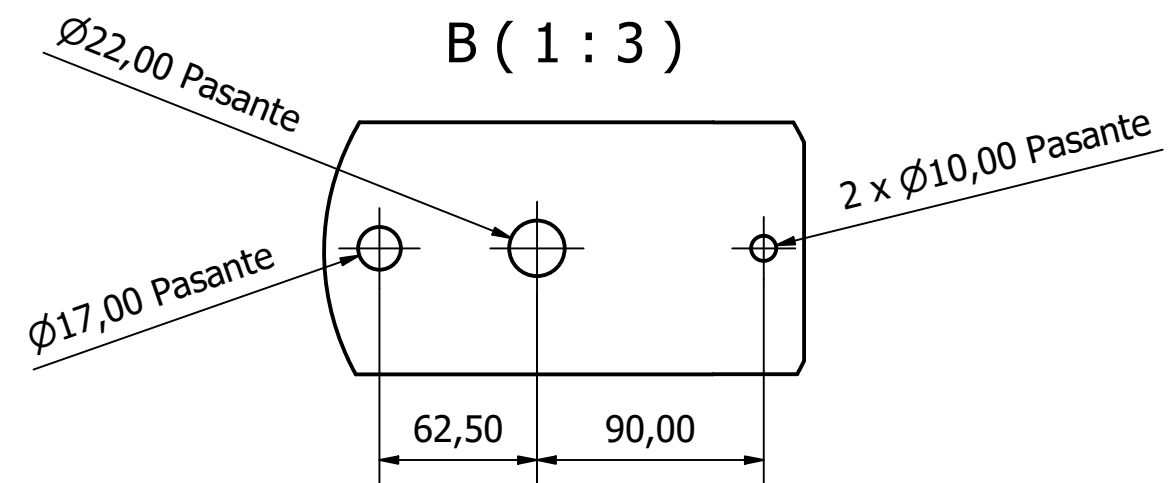
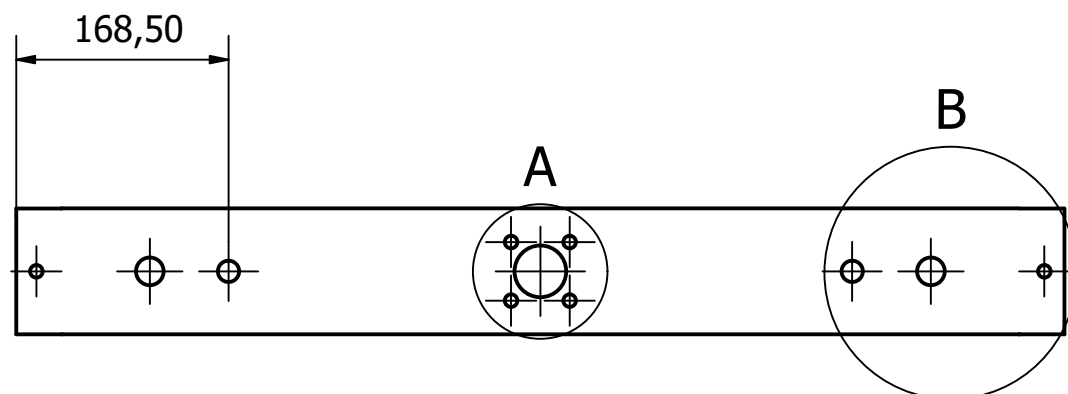
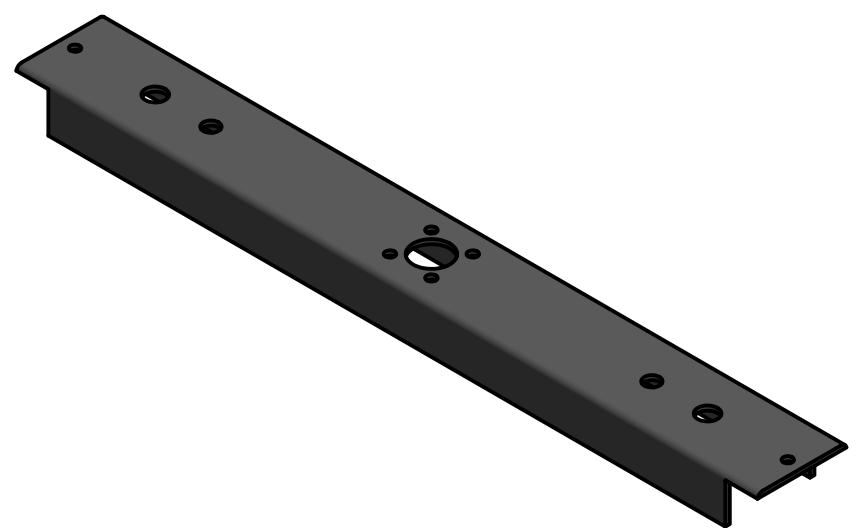
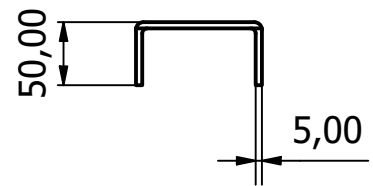
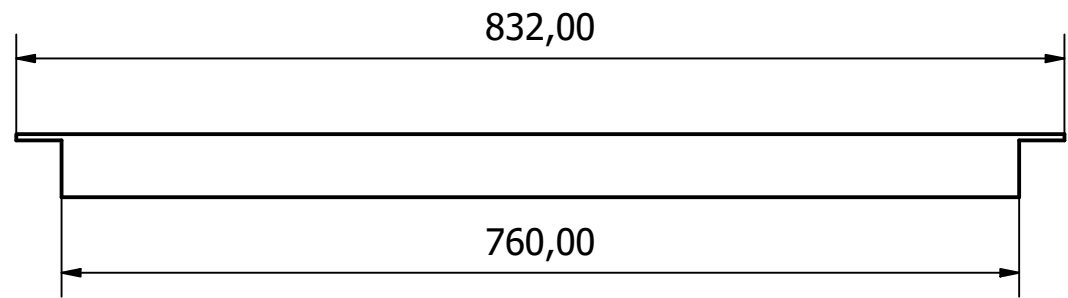
	PROYECTO: "Máquina para el corte de queso maduro orientada a las pequeñas y medianas industrias"			ESCALA 1:1	
	PARTE: Bocín eje cuchilla			TOLERANCIA: ± 0,2 mm	
CÓDIGO: CDBB-2210-G04-038					
MATERIAL:	Cobre, fundido	DISEÑO:	Benavides C.	21/8/2022	HOJA 26
TRATAMIENTO:	Ninguno	DIBUJÓ:	Benavides C.	21/8/2022	
RECUBRIMIENTO:	Ninguno	REVISÓ:	Ing. Erazo Víctor	14/10/2022	
CANTIDAD:	02	APROBÓ:	Ing. Erazo Víctor	14/10/2022	

FICA

CIME

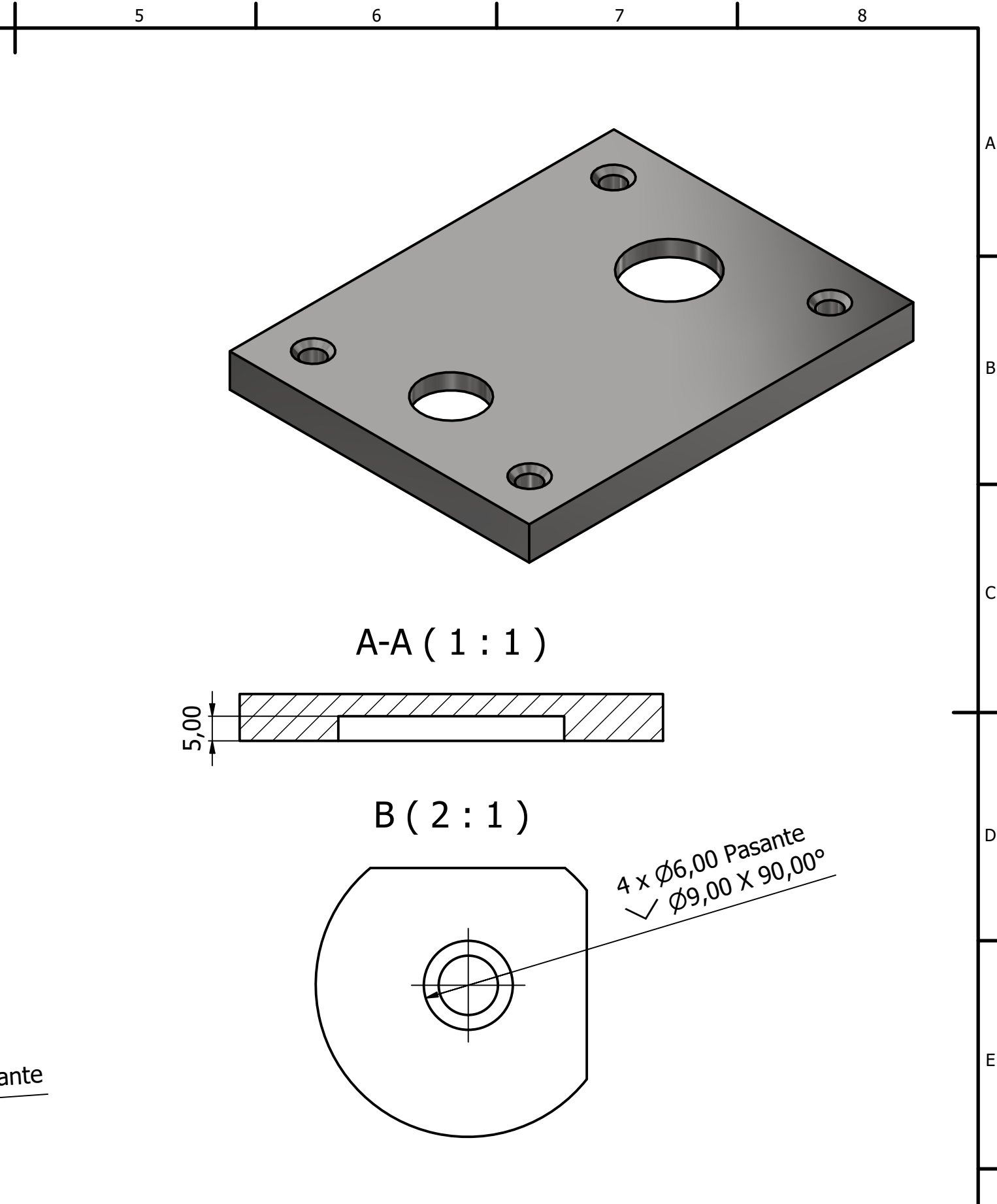
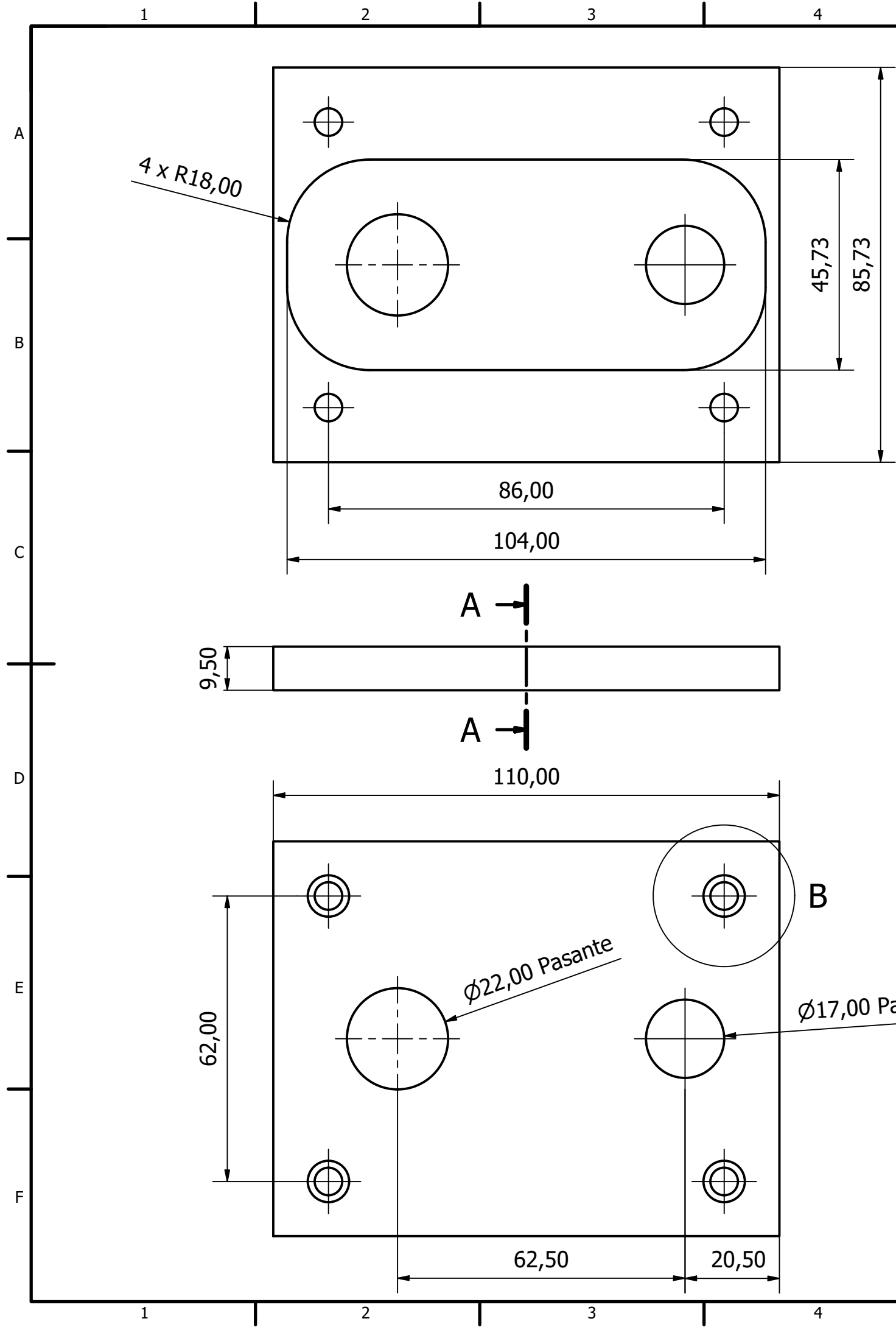


	PROYECTO: "Máquina para el corte de queso maduro orientada a las pequeñas y medianas industrias"			ESCALA 1:1	
	PARTE: Bocín eje presionador			TOLERANCIA: ± 0,2 mm	
CÓDIGO: CDBB-2210-G04-039		MATERIAL: Cobre	DISEÑO: Benavides C.	21/8/2022	HOJA 27
TRATAMIENTO: Ninguno		DIBUJÓ: Benavides C.	REVISÓ: Ing. Erazo Víctor	14/10/2022	
RECUBRIMIENTO: Ninguno		CANTIDAD: 02	APROBÓ: Ing. Erazo Víctor	14/10/2022	
FICA		CIME			



	PROYECTO: "Máquina para el corte de queso maduro orientada a las pequeñas y medianas industrias"			ESCALA 1 : 6	
	PARTE: Canal soporte de cilindro presionador			TOLERANCIA: ± 0,2 mm	
CÓDIGO: CDBB-2210-G04-042		MATERIAL: Acero ASTM A36			
TRATAMIENTO: Ninguno		DISEÑO: Benavides C.		21/8/2022	HOJA 28
RECUBRIMIENTO: Ninguno		DIBUJÓ: Benavides C.		21/8/2022	
CANTIDAD: 01		REVISÓ: Ing. Erazo Víctor		14/10/2022	
APROBÓ: Ing. Erazo Víctor		14/10/2022			

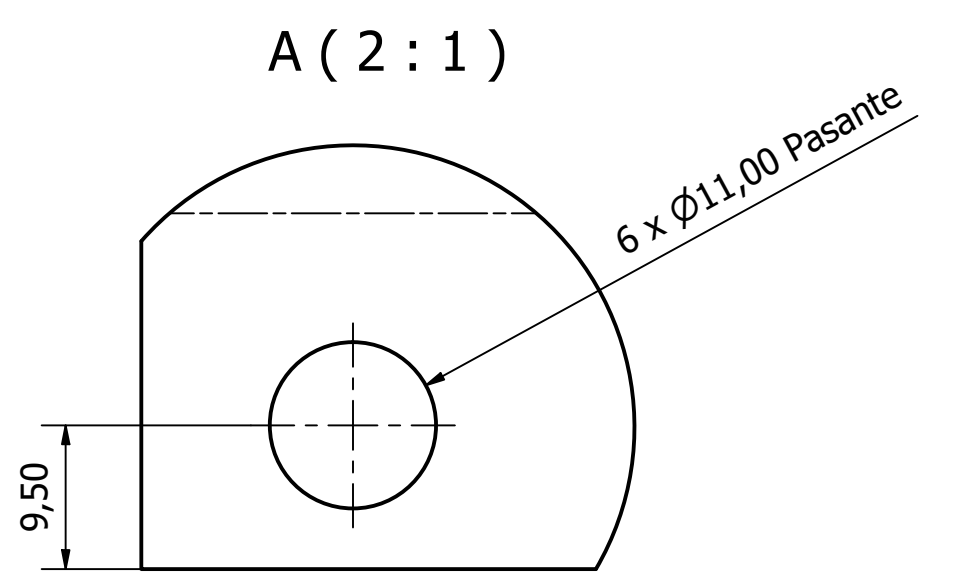
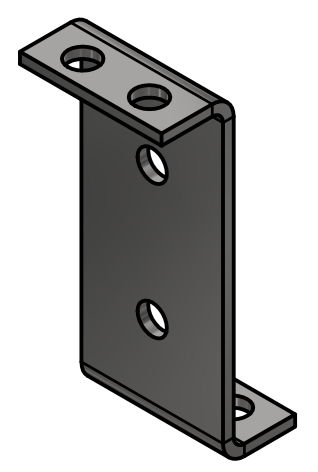
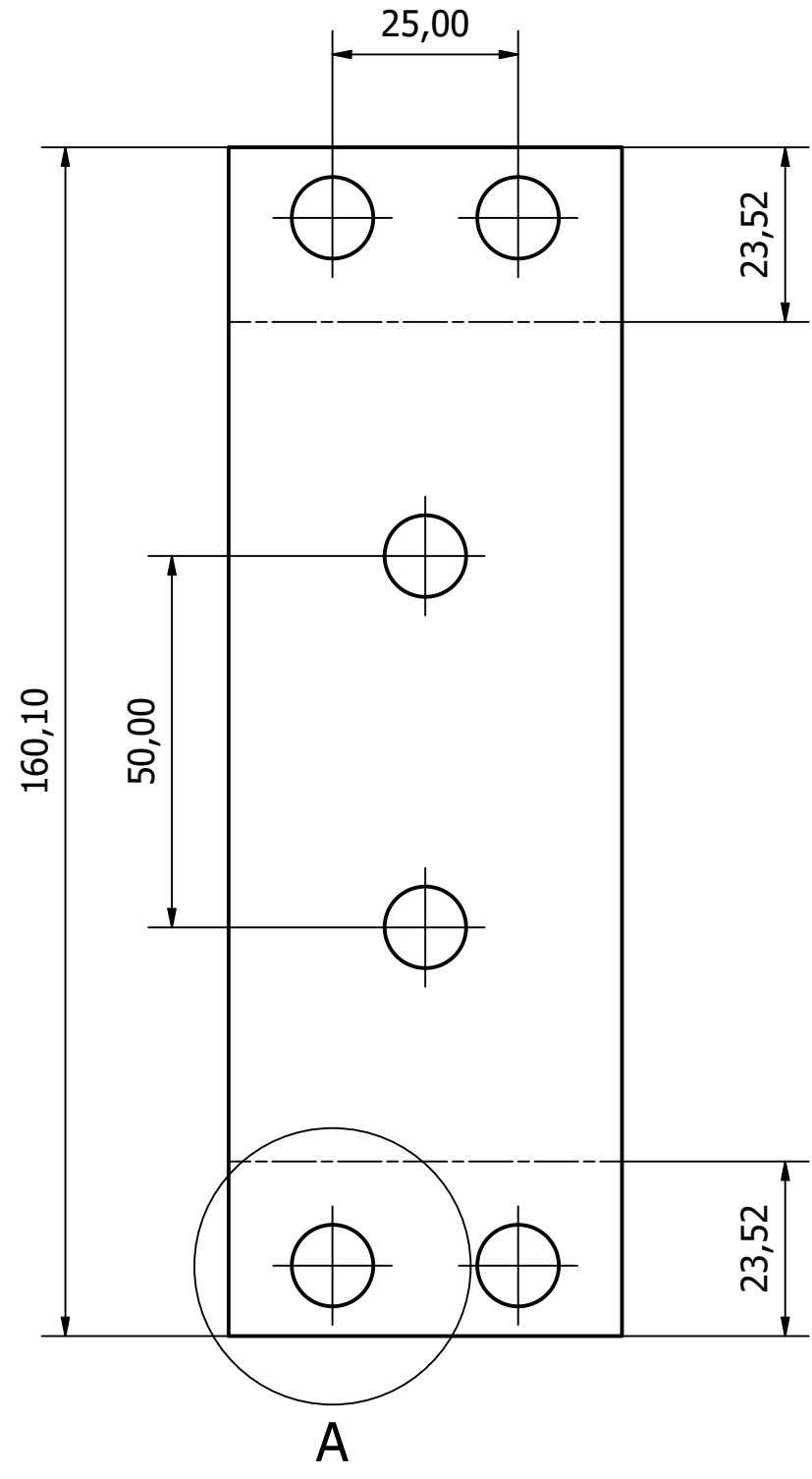
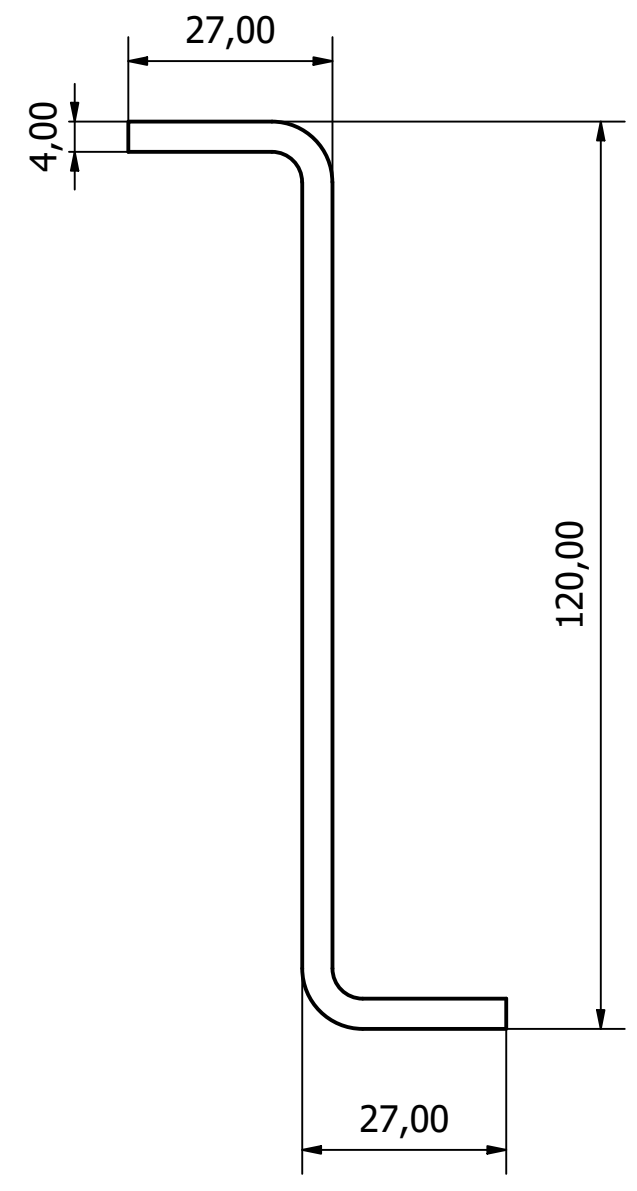
FICA CIME



	PROYECTO: "Máquina para el corte de queso maduro orientada a las pequeñas y medianas industrias"			ESCALA: 1:1	
	PARTE: Soporte bocines			TOLERANCIA: $\pm 0,2$ mm	
CÓDIGO: CDBB-2210-G04-043		MATERIAL: Acero inoxidable AISI 430	DISEÑO: Benavides C.	21/8/2022	HOJA 29
TRATAMIENTO: Ninguno		DIBUJÓ: Benavides C.	REVISÓ: Ing. Erazo Víctor	21/8/2022	
RECUBRIMIENTO: Ninguno		CANTIDAD: 02	APROBÓ: Ing. Erazo Víctor	14/10/2022	
FICA		CIME			

1 2 3 4 5 6 7 8

A
B
C
D
E
F



FICA	CIME	PROYECTO: "Máquina para el corte de queso maduro orientada a las pequeñas y medianas industrias"			ESCALA: 1:1	
		PARTE: Conector 03 cuchilla			TOLERANCIA: ±0,2 mm	
		CÓDIGO: CDBB-2210-G01-049				
		MATERIAL: Acero inoxidable AISI 430	DISEÑO: Benavides C.	21/8/2022	HOJA 30	
		TRATAMIENTO: Ninguno	DIBUJÓ: Benavides C.	21/8/2022		
		RECUBRIMIENTO: Ninguno	REVISÓ: Ing. Erazo Víctor	14/10/2022		
		CANTIDAD: 01	APROBÓ: Ing. Erazo Víctor	14/10/2022		

1 2 3 4 5 6 7 8