

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA



**PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA
SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA
FABRICAR O'RINGS DE COBRE**

PRESENTADO POR:

**CÉSAR MAURICIO HENRÍQUEZ JURADO
JORGE ALEXANDER PEÑA GARCÍA**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO MECÁNICO

CIUDAD UNIVERSITARIA, OCTUBRE DE 2022

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR :

M.Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIA GENERAL :

M.Sc. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO :

Dr. EDGAR ARMANDO PEÑA FIGUEROA

SECRETARIO :

Ing. JULIO ALBERTO PORTILLO

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

DIRECTOR INTERINO :

Ing. FRANCISCO ALFREDO DE LEÓN TORRES

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

INGENIERO MECÁNICO

Título :

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA
SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA
FABRICAR O'RINGS DE COBRE**

Presentado por :

**CÉSAR MAURICIO HENRÍQUEZ JURADO
JORGE ALEXANDER PEÑA GARCÍA**

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor :

Dr. y M.Sc. JONATHAN ANTONIO BERRÍOS ORTIZ

San Salvador, octubre de 2022

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor :

Dr. y M.Sc. JONATHAN ANTONIO BERRÍOS ORTIZ

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso por su bendición, sabiduría, protección y guía que me ha dado durante toda mi vida.

A mi padre Jorge Cruz Peña Regalado, por todo su amor de padre, el esfuerzo que ha realizado para brindarme mi formación profesional, su apoyo incondicional en cualquier circunstancia, por corregir mis fallas, por sus consejos y su sabiduría de padre.

A mi mamá Edith García Arriola, por todo el amor de madre, por su apoyo incondicional en cualquier circunstancia, por todos sus consejos y sabiduría transmitida, por todo el esfuerzo que ha realizado en toda mi formación profesional.

A mis hermanos Edwin Isaac Peña García y Karla Irene Peña García por todo su amor brindado, por su apoyo cuando yo les he solicitado, brindarme consejos, compartir sus conocimientos y corregirme.

A mis abuelos que durante toda la carrera estuvieron apoyándome incondicionalmente hasta lograr mi objetivo.

Jorge Alexander

DEDICATORIA

A Julio César Henríquez Contreras, mi padre que, con su, sacrificio y entrega por darme incondicionalmente el apoyo en cada etapa de mi formación académica, me acompaña de igual manera en mi formación en la vida, forjando mi carácter brindándome sus consejos y estando presente en cada momento de adversidad.

A Rosa Aminta Jurado de Henríquez, mi madre la cual es un motor importante que con su infinito amor y cariño ha sido una fuente de consejos y la inspiración para ser una persona de bien y que de igual forma ha estado presente de forma abnegada en cada segundo de mi formación y la vida.

A Julio César Henríquez Jurado y Maricela del Socorro Henríquez Jurado, mis hermanos, los cuales me acompañan y me animan a no desistir de mis propósitos y metas propuestas, apoyándome incondicionalmente.

A Dios por el milagro de la vida y permitirme culminar mi carrera rodeado de mis seres queridos.

César Mauricio

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darnos sabiduría e inteligencia para culminar con éxito esta etapa de nuestra formación académica.

A nuestras familias por proveernos los elementos necesarios, brindarnos su apoyo incondicional y motivarnos a culminar nuestras metas.

A la Universidad de El Salvador, por ser nuestra alma mater y formarnos como ingenieros.

A nuestro asesor, Dr. y M.Sc. Jonathan Antonio Berríos Ortiz por brindarnos su apoyo, conocimientos y ayuda durante el trabajo de graduación, en especial a su esfuerzo y deseo por terminar con éxito aún en el transcurso de una pandemia.

Y de manera muy especial a todos mis compañeros y amigos que me motivaron y ayudaron a cumplir la finalización de este sueño.

A mi compañero de trabajo de graduación Cesar Henríquez por no desistir en acompañar la búsqueda de soluciones ante los obstáculos que se nos presentaron en el desarrollo de nuestro trabajo.

Jorge Alexander

AGRADECIMIENTOS

A mis padres que con su incondicional apoyo, ánimos y sacrificios fueron el pilar fundamental para culminar mi carrera, quienes forjaron mi carácter y me inculcaron valores para ser un profesional íntegro y con empatía hacia el prójimo, principios que llevaré por siempre gracias a sus consejos.

A mis hermanos por ser parte importante e inspiración para salir adelante.

A mis primos Diana Chávez y Santiago Chávez de quienes recibí un gran apoyo y compañía en todo momento.

A mis grandes amigos y compañeros de estudio Gabriela Aguirre, David Cárcamo, Leonel Hernández, Josué Moran, Marcos Rivas, Kimberly Núñez, Roberto Martínez, con los cuales viví momentos muy preciados en la facultad y sin duda fue indispensable su apoyo en buenos y malos momentos en el transcurso de los años y a todas las familias que abrieron sus puertas y me hicieron sentir como parte de ellos en el transcurso de mi carrera.

A mi compañero de trabajo de graduación Jorge Peña por no desistir en acompañar la búsqueda de soluciones ante los obstáculos que se nos presentaron en el desarrollo de nuestro trabajo.

A todos los docentes que han contribuido en mi formación académica en especial a mi asesor Dr. y M.Sc. Jonathan Antonio Berríos Ortiz por su ayuda y sus muy acertados consejos en todas las sesiones de asesoría.

Y principalmente a Dios por permitirme este logro y permitirme compartir este triunfo con todos mis seres queridos.

César Mauricio

PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE

Estudiantes: Br. César Mauricio Henríquez Jurado¹
Br. Jorge Alexander Peña García²
Docente Asesor: Dr. y M.Sc. Jonathan Antonio Berríos Ortiz³

Escuela de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería y Arquitectura,
Universidad de El Salvador

RESUMEN

Se ha realizado el diseño y desarrollo del proceso constructivo de una máquina semiautomática didáctica para el rolado en caliente de o'rings de cobre para lo cual se recopiló la información bibliográfica con el fin de describir el proceso de laminado en caliente de cobre y las propiedades del material seleccionado. Así mismo, se describen los principales tipos de equipo utilizados actualmente en la industria con el fin de seleccionar los elementos principales que conformaron el modelo a desarrollar según la naturaleza del proyecto. Posteriormente, se presenta la etapa de diseño definiendo cada parte necesaria para poder realizar la laminación de la mejor forma posible, reduciendo costos de producción y seleccionando el mejor diseño para el cual se determinó cada una de las variables del diseño y se establece la potencia necesaria para realizar el rolado. Se detalla teóricamente la etapa constructiva del equipo como resultado del diseño; se presentan los costos de materiales, equipo y herramienta utilizados para dicho fin y finalmente se presentan los planos técnicos de dicha máquina para el rolado en caliente.

Palabras claves: Trabajo en caliente, Roladora, y Laminado,

1 cesarmauricio78@gmail.com

2 jorgexgarcia14@gmail.com

3 jonathan.berrios@ues.edu.sv

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	1
1. MARCO TEÓRICO.....	4
1.1. Teoría del conformado.....	4
1.2. Elementos principales de una máquina de conformado.....	6
1.3. Tipos de conformadoras.....	7
1.3.1. Máquina laminadora.....	7
1.3.2. Forjadora.....	8
1.3.3. Trefiladora.....	10
1.3.4. Dobladora.....	11
1.3.5. Embutidora.....	12
1.4. Parámetros involucrados en el proceso de conformado.....	13
1.4.1. Efecto de la temperatura.....	13
1.4.2. Efectos de la velocidad de deformación.....	15
1.4.3. Efectos de las estructuras metalúrgicas.....	16
1.5. Mecánica de la conformación de los metales.....	17
1.6. Introducción a los controladores lógicos programables.....	20
1.6.1. Campos de aplicación.....	21
1.6.2. Ventajas e inconvenientes de su utilización.....	21
1.6.3. Estructura de los controladores lógicos programables.....	22
1.6.4. Fuentes de alimentación.....	23
1.6.5. Dispositivos de programación.....	23
1.6.6. Unidad central de procesos CPU.....	24
1.6.7. Memoria.....	24
1.7. Transferencia de calor.....	25
1.7.1. Mecanismos de transferencia de calor.....	26
2. Diseño de máquina roladora.....	39
2.1. Determinación de los principales elementos del equipo.....	39
2.1.1. Propiedades físicas del cobre.....	40
2.1.2. Dimensiones iniciales y finales de la pieza a laminar.....	43
2.1.3. Cinemática de laminación.....	44
2.1.4. Cálculo de fuerzas máximas de laminación en rodillos cónico conformador.....	45
2.1.5. Determinación de geometría de deformaciones máxima que se generara por cada vuelta de la pieza.....	49
2.1.6. Fuerzas transmitidas a los rodillos.....	51
2.1.7. Potencia de laminación.....	53
2.1.8. Cálculo de fuerzas de laminación.....	54
2.1.9. Selección de rodamientos de rodillo motriz.....	56
2.1.10. Diseño de eje de rodillo motriz cónico por resistencia a la fatiga.....	56
2.1.11. Elección de rodamientos de eje motriz.....	64
2.1.12. Cálculo de rodamientos de aguja.....	64
2.1.13. Cálculo de tornillo de potencia.....	65
2.1.14. Tornillo de potencia horizontal.....	66
2.1.15. Cálculo de corona y tornillo sin fin.....	67

	Pág.
2.1.16. Para el cálculo de la corona.....	68
2.1.17. Cálculo de esfuerzo de puente elevador de rodillo.....	69
2.1.18. Cálculo de esfuerzos de viga superior.....	71
2.1.19. Cálculo de pernos en uniones.....	72
2.1.20. Cálculo de soldaduras de unión.....	73
2.2. Funciones y movimientos de la máquina.....	76
2.2.1. Interfaz gráfica de pantalla de control táctil.....	81
2.2.2. Funcionamiento e interacción por medio de la pantalla HMI siemens.....	83
2.2.3. Funcionamiento manual.....	84
2.3. Programación del controlador lógico programable.....	90
2.4. Análisis de comportamiento térmico de laminado y transferencia de calor a los rodillos laminadores.....	92
2.4.1. Comportamiento térmico de los rodillos.....	92
2.4.2. Comportamiento térmico del tocho.....	95
 3. PROCESOS DE FABRICACIÓN.....	 98
 4. COSTOS DE FABRICACIÓN DE LA MÁQUINA.....	 110
 5. MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	 113
 CONCLUSIONES.....	 127
 BIBLIOGRAFÍA.....	 129
 ANEXOS.....	 130

ÍNDICES DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1. Valores típicos de las velocidades encontradas en diferentes ensayos y operaciones de conformación [6].....	15
Tabla 2.1. Composición química en % en peso del cobre.....	41
Tabla 2.2. Propiedades físicas del cobre [1 y 2].....	42
Tabla 2.3. Cálculo de la variación de las dimensiones de la pieza a trabajar.....	43
Tabla 2.4. Parámetros en el factor de la condición superficial.....	60
Tabla 2.5. Efecto de la temperatura de la operación en la resistencia a la tracción del acero.....	61
Tabla 2.6. Factor de confiabilidad.....	62
Tabla 2.7. Tabla para elección de rodamientos axial.....	64
Tabla 2.8. Rodamiento de aguja separable con anillo interior.....	65
Tabla 2.9. Clasificaciones y especificaciones técnicas de pernos.....	72
Tabla 2.10. Propiedades mínimas del material de aporte.....	74
Tabla 2.11. Descripción de elementos de interfaz.....	82
Tabla 3.1. Proceso de fabricación de puente de soporte axial (Detalle B2.3).....	98
Tabla 3.2. Proceso de fabricación de guías de correderas.....	101
Tabla 3.3. Proceso de fabricación de puente de elevación.....	105
Tabla 3.4. Proceso de fabricación de soporte superior.....	108
Tabla 4.1. Lista de materiales para roladora en caliente automática de o´ring de cobre.....	110

ÍNDICES DE FIGURAS

	Pág.
Fig. 1.1. Operación típica de conformado: a) Forja; b) laminado; c) trefilado; d) extrusión; e) doblado; f) estirado; g) embutido profundo; y h) cizalle [6].....	5
Fig. 1.2. Disposiciones de los cilindros de los laminadores. a) Dúo; b) dúo reversible; c) trío; d) cuarteto; y e) clúster [6].....	8
Fig. 1.3. Operaciones de forja: a) Estampado b) rebordeado; c) estrangulado; d) estirador; e) estirado con herramientas cóncavas; f) punzonado; y g) troquelado [6].....	9
Fig. 1.4. Esquemas de equipos de forja: a) Martillo mecánico; b) Martillo de vapor; c) Prensa de cigüeñal; y d) Prensa Hidráulica [6].....	10
Fig. 1.5. Estirado de barra, varillas o alambre [7].....	11
Fig. 1.6. Operación típica de doblado: a) Doblado de lámina metálica; y b) elongación a la tracción y a la compresión [7].....	12
Fig. 1.7. Métodos comunes de doblado: a) Doblado en V; y b) doblado de bordes [7].....	12
Fig. 1.8. Proceso de embutido: a) Aplicación de la carga en el sujetador; y b) Aplicación de la carga de embutido sobre la pieza de trabajo.....	13
Fig. 1.9. Estructura de un PLC [9].....	23
Fig. 1.10. Conducción de calor a través de una pared plana grande de espesor x y área A	27
Fig. 1.11. Área perpendicular a la dirección de transferencia de calor.....	29
Fig. 1.12. Condición de pared compuesta por 3 materiales.....	30
Fig. 1.13. Condición unidimensional del calor a través de un elemento de volumen en un cilindro largo.....	32
Fig. 1.14. Transferencia de calor de una superficie caliente hacia el fluido circundante, por convección y conducción.....	33
Fig. 1.15. Pérdida de calor solo por radiación [10].....	35
Fig. 1.16. Para las superficies opacas (no transparentes), la parte de la radiación incidente no absorbida por la superficie se refleja.....	37
Fig. 2.1. Ensamble de máquina.....	39
Fig. 2.2. Ensayo de tracción.....	41
Fig. 2.3. Comportamiento de las curvas experimentales de esfuerzo vs deformación para el cobre con 297 ppm de P a diferentes tasas de deformación [1].....	42
Fig. 2.4. Pieza de trabajo: a) Dimensiones iniciales; y b) dimensiones finales.....	44
Fig. 2.5. Cinemática inicial de la máquina.....	45
Fig. 2.6. Cinemática final de la máquina.....	45
Fig. 2.7. Dimensiones iniciales para el cálculo del diámetro medio.....	46
Fig. 2.8. Cálculo de área de contacto inicial.....	46
Fig. 2.9. Dimensiones finales de rodillo cónico.....	47
Fig. 2.10. Demostración de área de contacto de rodillo cónico con pieza de trabajo..	48
Fig. 2.11. Descomposición de fuerzas rodillo cónico.....	51
Fig. 2.12. Fuerzas sobre el eje principal.....	53
Fig. 2.13. Demostración de fuerzas sobre pieza de trabajo.....	54
Fig. 2.14. Rodamientos sobre eje de rodillo cónico.....	56

Fig. 2.15. Eje motriz mínimo para soportar las fuerzas.....	57
Fig. 2.16. Fracción de resistencia a la fatiga (f) de Sut a los 103ciclos.....	63
Fig. 2.17. Nomenclatura de un cojinete de rodillo cónico.....	64
Fig. 2.18. Nomenclatura de un rodamiento de aguja.....	65
Fig. 2.19. Nomenclatura básica de un tornillo de potencia.....	65
Fig. 2.20. Diseño de tornillo son fin.....	66
Fig. 2.21. Nomenclatura básica de un torillo sin fin.....	67
Fig. 2.22. Tornillo sin fin y corona.....	68
Fig. 2.23. Puente elevador.....	70
Fig. 2.24. Esfuerzo de Von Mises en puente elevador.....	70
Fig. 2.25. Deformación en puente elevador.....	71
Fig. 2.26. Puente elevador.....	71
Fig. 2.27. Esfuerzo de Von Mises puente superior.....	72
Fig. 2.28. Deformación máxima de viga superior.....	72
Fig. 2.29. Soldadura de filete.....	74
Fig. 2.30. Voladizo de sección transversal rectangular soldado a un soporte en los bordes superior e inferior.....	75
Fig. 2.31. Ubicación del centroide.....	75
Fig. 2.32. Ubicación de servos motores.....	77
Fig. 2.33. Guías de movimiento vertical y axial.....	77
Fig. 2.34. Contacto inicial con la pieza.....	78
Fig. 2.35. Contacto final con la pieza.....	79
Fig. 2.36. Alejamiento de rodillo cónico superior.....	79
Fig. 2.37. Acercamiento de rodillo cónico superior.....	80
Fig. 2.38. Conjunto de elevación.....	81
Fig. 2.39. Interfaz de pantalla HMI.....	82
Fig. 2.40. Paro de emergencia en interfaz HMI.....	85
Fig. 2.41. Alerta por enfriamiento.....	86
Fig. 2.42. Alerta de pieza finalizada.....	86
Fig. 2.43. Botonera de función manual.....	87
Fig. 2.44. Introducción manual de datos.....	88
Fig. 2.45. Botonera de desplazamientos.....	89
Fig. 2.46. Botonera de rodillos laminadores.....	89
Fig. 2.47. Alerta de enfriamiento modo manual.....	90
Fig. 2.48. Paro de emergencia en modo manual.....	90
Fig. 2.49. Esquemas de conexiones PLC S7-1200 1214 DC/DC/DC.....	91
Fig. 2.50. Pieza de trabajo: a) Área de contacto; y b) configuración de contactos en rodillos.....	92
Fig. 2.51. Ganancia de calor de rodillos en reposo.....	93
Fig. 2.52. Interacción entre rodillos y tocho.....	93
Fig. 2.53. Absorción de energía de los rodillos.....	94
Fig. 2.54. Aumento del área de contacto en rodillos cónicos.....	94
Fig. 2.55. Equilibrio térmico generado entre la pieza y los rodillos.....	95
Fig. 2.56. Mayor rapidez de enfriamiento a mayor área de contacto.....	96
Fig. 2.57. Súbito enfriamiento de la pieza de trabajo.....	97

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

- A : Área final transversal
- AISI: Instituto Americano de Hierro y Acero
- AWG: Calibre de Alambre Estadounidense
- A_0 : Área inicial transversal
- BCC Cúbica centrada en el cuerpo
- c : Distancia del eje neutro a la fibra más alejada en la sección transversal de la viga
- D_f : Diámetro final a la salida de la hilera
- D_0 : Diámetro inicial a la entrada de la hilera
- ETP: Cobre Electrolíticamente Puro
- F : Carga de trefilado
- FCC: Cúbica centrada en la cara
- h : Espesor final de material
- h_0 : Espesor inicial de material
- I : Momento de inercia del área transversal con respecto al eje neutro
- IACS: Estándar Internacional de Conductividad del Cobre
- J : Momento polar de inercia
- K : Coeficiente de resistencia a la tracción

INTRODUCCIÓN

Desde los inicios de la civilización el hombre ha tenido la necesidad de crear métodos, máquinas y procesos para sistematizar operaciones que faciliten las tareas.

A lo largo del tiempo las distintas revoluciones industriales en diferentes épocas, se han creado infinidad de máquinas que agilizan operaciones y que aumentan la estandarización de productos y servicios; así, en la actualidad se da por sentado que la industria global posee todo tipo de maquinaria necesaria para cumplir cualquier tarea de acuerdo al volumen de producción deseado en muchas áreas, para lo cual la industria siderúrgica y metalmeccánica no es la excepción.

La metalurgia mecánica es la rama de la metalurgia que se ocupa principalmente de la respuesta de los metales frente a las fuerzas o cargas. Las fuerzas pueden resultar del empleo del material como miembro o pieza de una estructura o máquina, en cuyo caso es necesario saber algo respecto a los valores límites que aquel puede resistir sin fallar. Por otro lado, es necesario a veces transformar un lingote colado en una forma más útil, tal como una plancha, barras, tuberías, perfiles, aros, entre otros. Por lo tanto, es preciso conocer las condiciones de temperatura y velocidad de carga para las que son mínimas las fuerzas que se necesitan para realizar tal trabajo de transformación.

La industria de la forja de anillos rolados ha estado estrechamente vinculada con los avances logrados en el desarrollo de metales y aleaciones de alto desempeño, así como el diseño de procesos y a los avances en la capacidad y precisión de los equipos de forja, rolado, tratamientos térmicos y maquinado.

Para la industria en general, es de suma importancia la competitividad y la capacidad de ofrecer productos que logren la satisfacción de los usuarios. En el caso de la industria de la forja, esto se logra con el cumplimiento de las especificaciones de los clientes, normas internacionales y alcanzar las estrategias de ahorro del material, ahorro energético, reducción del impacto ambiental, cumplir con los tiempos de entrega, entre otros más. Por otro lado, la

industria de la forja de productos especiales, se busca posicionar con antelación a los requerimientos futuros. Tal es el caso de las nuevas tecnologías para la producción de energía eléctrica a partir de fuentes no convencionales. Un ejemplo es el complejo equipo mecánico que se requiere para diseñar y fabricar los generadores eólicos.

Las principales áreas industriales donde se utilizan piezas forjadas de acero son las del gas y petróleo, generación de energía, construcción, minería, aeronáutica y aeroespacial, automotriz, ferroviaria, bienes de consumo y fabricación de maquinaria en general.

Los requerimientos y condiciones de trabajo dentro de estas áreas industriales son cada vez más estrictos. Esto ha forzado a la industria metal mecánica en general, y a la de la forja de aceros en particular a mejorar su práctica productiva y a ser más estricta en cuanto a los requerimientos en las propiedades mecánicas, dureza y vida útil. Por tal motivo se necesita de la innovación o desarrollo de nuevos aceros en cuanto a su composición química, como parte del avance de nuevos materiales.

En el presente documento se evalúa el proceso de transformación de un metal cuya forma debe contar con cualidades específicas, de este modo se abordan temas de conformado de metales ferrosos y no ferrosos, así también la teoría general de los principios y diferencias entre un proceso y otro, precisando en detallar todo sobre el rolado en caliente, sus limitaciones, variedad de maquinaria y los esfuerzos involucrados en la deformación del material, así como también a los que se someten las máquinas que realizan dicha acción, de este modo se plantea un diseño para la futura fabricación de una máquina didáctica roladora de aros para poder presentar de forma práctica el proceso de conformado.

La industria de la forja de anillos rolados ha estado estrechamente vinculada con los avances logrados en el desarrollo de metales y aleaciones de alto desempeño, así como el diseño de procesos y a los avances en la capacidad y precisión de los equipos de forja, rolado, tratamientos térmicos y maquinado.

Para la industria en general, es de suma importancia la competitividad y la capacidad de ofrecer productos que logren la satisfacción de los usuarios. En el caso de la industria de la forja, esto se logra con el cumplimiento de las especificaciones de los clientes, normas internacionales y alcanzar las estrategias de ahorro del material, ahorro energético, reducción del impacto ambiental, cumplir con los tiempos de entrega, entre otros más. Por otro lado, la industria de la forja de productos especiales, se busca posicionar con antelación a los requerimientos futuros.

Con el desarrollo de este tipo de máquina se busca ayudar a los estudiantes de generaciones futuras para que el diseño y el desarrollo de este tipo de máquinas sirvan de plataforma para materializar proyectos, reforzando de ese modo la calidad de la enseñanza en la escuela de ingeniería mecánica del mismo modo promover el desarrollo de más prototipos que tengan como fin lograr que los laboratorios se acompañen de prácticas lo más cercanas posibles a los procesos industriales que el mundo laboral maneja, disminuyendo drásticamente la brecha de la experiencia requerida en el campo y de igual forma preparar a profesionales competitivos en todas las áreas o ramas de la mecánica.

Finalmente, el propósito final de esta propuesta de diseño de un prototipo didáctico de rolado de aros metálicos en caliente, es tanto detallar su diseño, proceso de fabricación teórico y los pormenores de su desarrollo, como también priorizar que reproduzca fielmente todas las variables involucradas en las máquinas industriales que actualmente realizan este tipo de trabajos en el mercado.

1. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presenta la teoría básica en referencia a unas coordenadas históricas necesarias para la implementación de una máquina roladora en caliente, así como también resumir las consideraciones básicas de conformado sobre los materiales ferrosos y sobre la teoría de conformado.

De igual forma de finir los elementos básicos de una máquina conformadora, así como también los tipos de máquinas de este tipo de máquinas que existen y sus componentes.

1.1. TEORÍA DEL CONFORMADO

La importancia de los metales en la tecnología moderna se debe, en gran parte, a la facilidad con que se les pueden darles formas útiles. Se han desarrollado centenares de procesos para trabajar los metales destinados a aplicaciones específicas los principales procesos se presentan en la Fig. 1.1. Sin embargo, estos se pueden clasificar en un número reducido de clases sobre la base de las fuerzas aplicadas al material cuando se le da la forma requerida, estas clases son [6]:

- ✓ Proceso de compresión directa,
- ✓ Proceso de compresión indirecta,
- ✓ Proceso de tracción,
- ✓ Proceso de plegado o flexión, y
- ✓ Proceso de cizallamiento.

En los procesos de compresión directa la fuerza se aplica a la superficie de la pieza que se trabaja y el metal fluye formando ángulos rectos con la dirección de la compresión. Los principales ejemplos de esta clase de procesos son la forja a) y la laminación b) [6].

Los procesos de compresión indirecta incluyen el estirado de tubos y alambres c), la extrusión d) y la embutición profunda de una copa g).

Las fuerzas aplicadas son frecuentemente son de tracción que se generan entre la pieza que se trabaja y la matriz.

El mejor ejemplo de un proceso de conformación por tracción es la conformación por estirado f), en la que un metal se adapta al contorno de una matriz por aplicación de fuerzas de tracción [6].

La conformación plástica se lleva a cabo por dos razones principalmente.

- ✓ Obtener la forma deseada, y
- ✓ Mejorar las propiedades del material por modificación de la distribución de los microconstituyentes, el afino del tamaño de grano y la generación de dislocaciones.

Los procesos de conformación plástica destinados a transformar un lingote o palanquilla en un producto tipificado de forma sencilla, tal como una chapa, una plancha, o una barra, se llama procesos primarios de trabajo mecánico.

Los métodos de conformación que producen piezas de forma acabada se llaman procesos secundarios de trabajo mecánico [6].

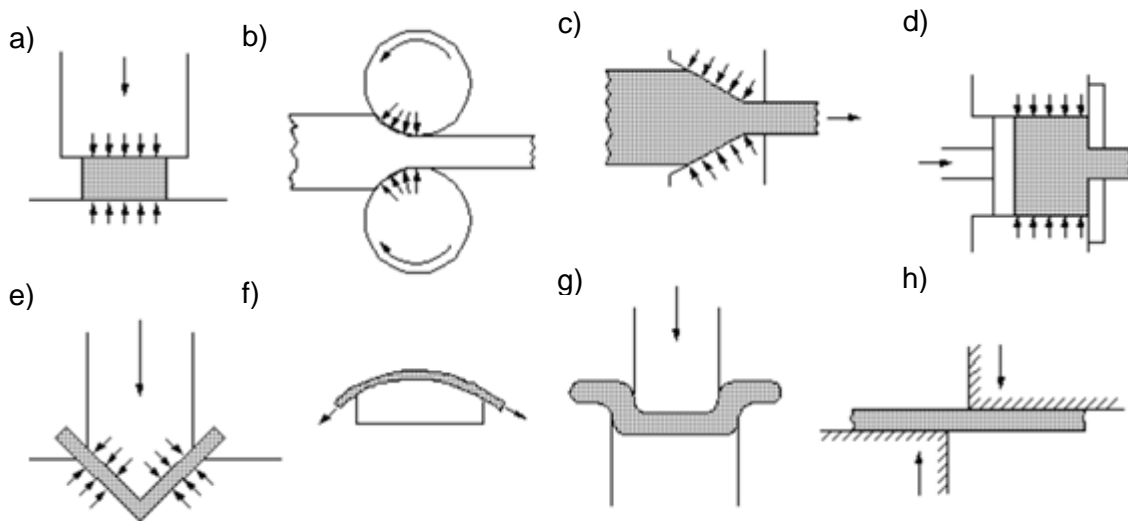


Fig. 1.1. Operación típica de conformado: a) Forja; b) laminado; c) trefilado; d) extrusión; e) doblado; f) estirado; g) embutido profundo; y h) cizalle [6].

La mayoría de las operaciones de conformación de chapa, el estirado de tubos y el trefilado son procesos secundarios. La terminología en este campo no es muy precisa. Es frecuente que los procesos de la segunda clase se llamen

fabricación, pero esta palabra se aplica también a los de la primera (p. Ej.: fabricación de chapa). También, se llaman de transformación y de manufactura.

Una finalidad importante de las operaciones de conformación plástica es destruir y afinar la estructura columnar o dendrítica presente en los metales y aleaciones colados. Es frecuente que la baja resistencia mecánica y poca ductilidad de las piezas coladas se deba a la presencia de un constituyente frágil en los límites de los granos y de las dendritas. La deformación por compresión permite usualmente fragmentar el constituyente frágil y hace posible el flujo de la matriz dúctil entre los fragmentos para que, soldándose entre sí, den lugar a una estructura perfectamente sana. Una vez que el constituyente frágil se ha fragmentado influye menos en las propiedades mecánicas y mejoran la ductilidad y la resistencia. La forja y la laminación son procesos que normalmente se destinan a destruir la estructura de colada, aunque la extrusión es el mejor método para conseguirlo, porque la extrusión es el mejor método para conseguirlo, porque la palanquilla esta exclusivamente sometida a fuerzas de compresión [6].

1.2. ELEMENTOS PRINCIPALES DE UNA MÁQUINA DE CONFORMADO

En la industria metalúrgica se suplen necesidades muy específicas y cada maquinaria se adapta a cada necesidad, pero para dicho proceso se encuentran elementos básicos que crean el principio de la deformación solicitada, entre las cuales se pueden catalogar como las siguientes:

- ✓ Cuerpo o bastidor principal de la máquina,
- ✓ Rodillos conformadores,
- ✓ Unidad motriz conductora,
- ✓ Elementos conducidos,
- ✓ Mecanismo de compresión o de fuerza de aplastamiento,
- ✓ Centro de control o tablero de control,
- ✓ Elementos refrigerantes,

- ✓ Escobillas limpiadoras de cascarilla de laminación,
- ✓ Empotramiento,
- ✓ Puntos de lubricación,
- ✓ Accesorios de conformado modular, y
- ✓ Parada de emergencia.

1.3. TIPOS DE CONFORMADORAS

La demanda de piezas o elementos de máquina parten de una necesidad puntual, la cual se debe solventar de la manera más eficiente y de igual forma evitar generar un gasto energético y económico excesivo, debido a esto se simplificaron procesos de producción ajustándose a la demanda inmediata de la necesidad a suplir, esto dio paso al desarrollo de maquinarias para tareas específicas las cuales son más eficientes y relativamente económicas a comparación de su contraparte modular multipropósito o polivalentes estas categorías se puede clasificarlas de la siguiente forma.

1.3.1. MÁQUINA LAMINADORA

Un laminador se compone esencialmente de los cilindros, cojinetes adecuados, las columnas que los soportan y un sistema de accionamiento para aplicar a los cilindros la fuerza motriz y controlar su velocidad.

Las fuerzas que intervienen en la laminación llegan fácilmente a los millones de kilogramos. Por ello, se requieren construcciones muy robustas y motores muy grandes para conseguir la potencia necesaria.

Se suelen llamar trenes de laminación a cada uno de los laminadores de una instalación, aunque el nombre conviene mejor al conjunto de laminadores que conducen a un producto determinado a través del paso sucesivo por ellos del material (ver, Fig. 1.2) [6].

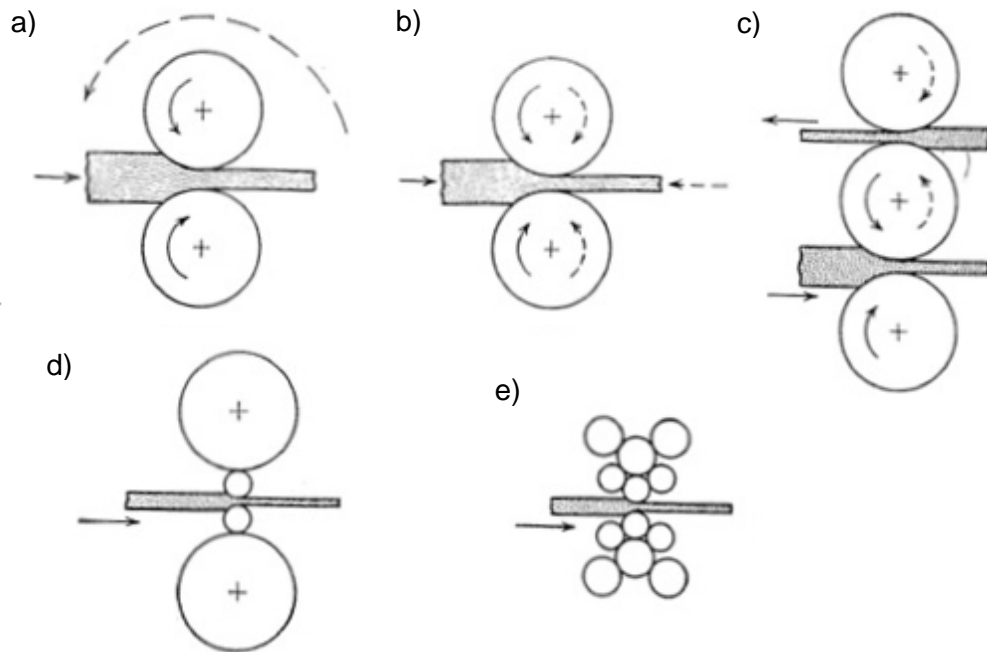


Fig. 1.2. Disposiciones de los cilindros de los laminadores. a) Dúo; b) dúo reversible; c) trío; d) cuarteto; y e) clúster [6].

1.3.2. FORJADORA

En los martinetes de forja la caída del martillo suministra la fuerza. Se tiene dos tipos básicos: los mecánicos, de tabla, y los de vapor (ver, Fig. 1.3). En los primeros la masa y la estampa se elevan cuando la tabla es agarrada por dos cilindros; al soltarla, la maza cae por gravedad. La energía suministrada por golpe es la potencial perdida en la caída, y, por tanto, es igual al peso del mazo multiplicado por la altura de caída. Los martillos se distinguen por el peso de la masa, que puede oscilar entre, p. Ej.: 200 kg y una altura de caída de 80 cm y 3,500 kg y 200 cm de caída. Con esta clase de equipos se pueden forjar piezas de hasta 50 kg de peso, aproximadamente.

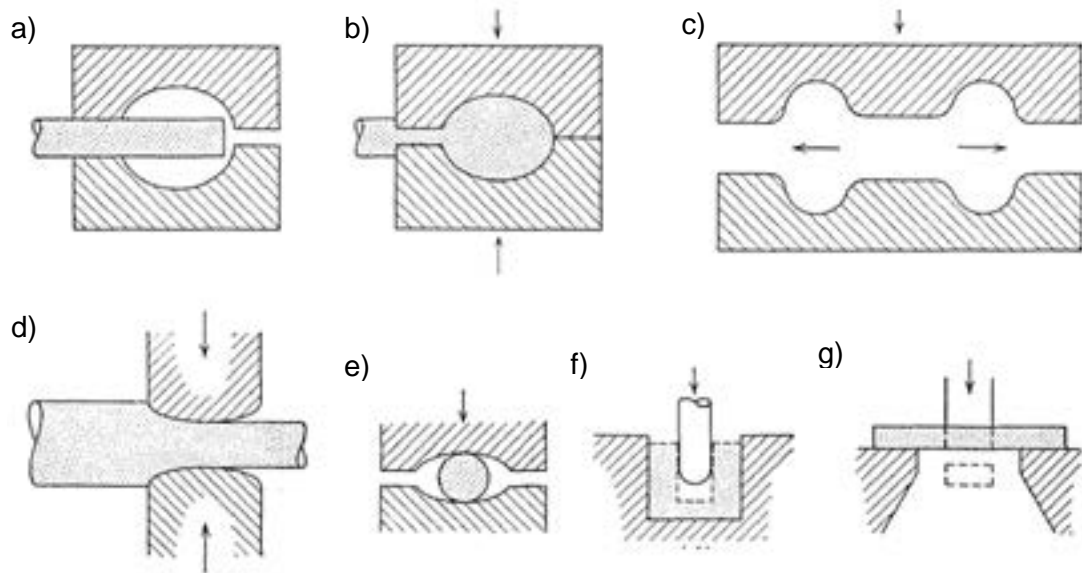


Fig. 1.3. Operaciones de forja: a) Estampado b) rebordeado; c) estrangulado; d) estirador; e) estirado con herramientas cóncavas; f) punzonado; y g) troquelado [6].

Para forjar piezas más grandes, de 500 a 25,000 kg, se emplean los martillos de vapor. En ellos se suministra vapor por la parte inferior del cilindro para elevar el mazo, y por la parte superior para acelerar la caída. La velocidad de caída del mazo depende, por lo tanto, de la presión del vapor; la energía cinética del mazo se calcula como se presenta en la Ec. 1.1., que es la que se aplica en cada golpe, así [6]:

$$w = \frac{Mv^2}{2g} \quad (1.1)$$

donde: w es trabajo generado por un martinete en J,

M es la masa del mazo en kg,

V es la velocidad de la masa en m/s, y

g es la aceleración de la gravedad, la cual es 9.81 m/s².

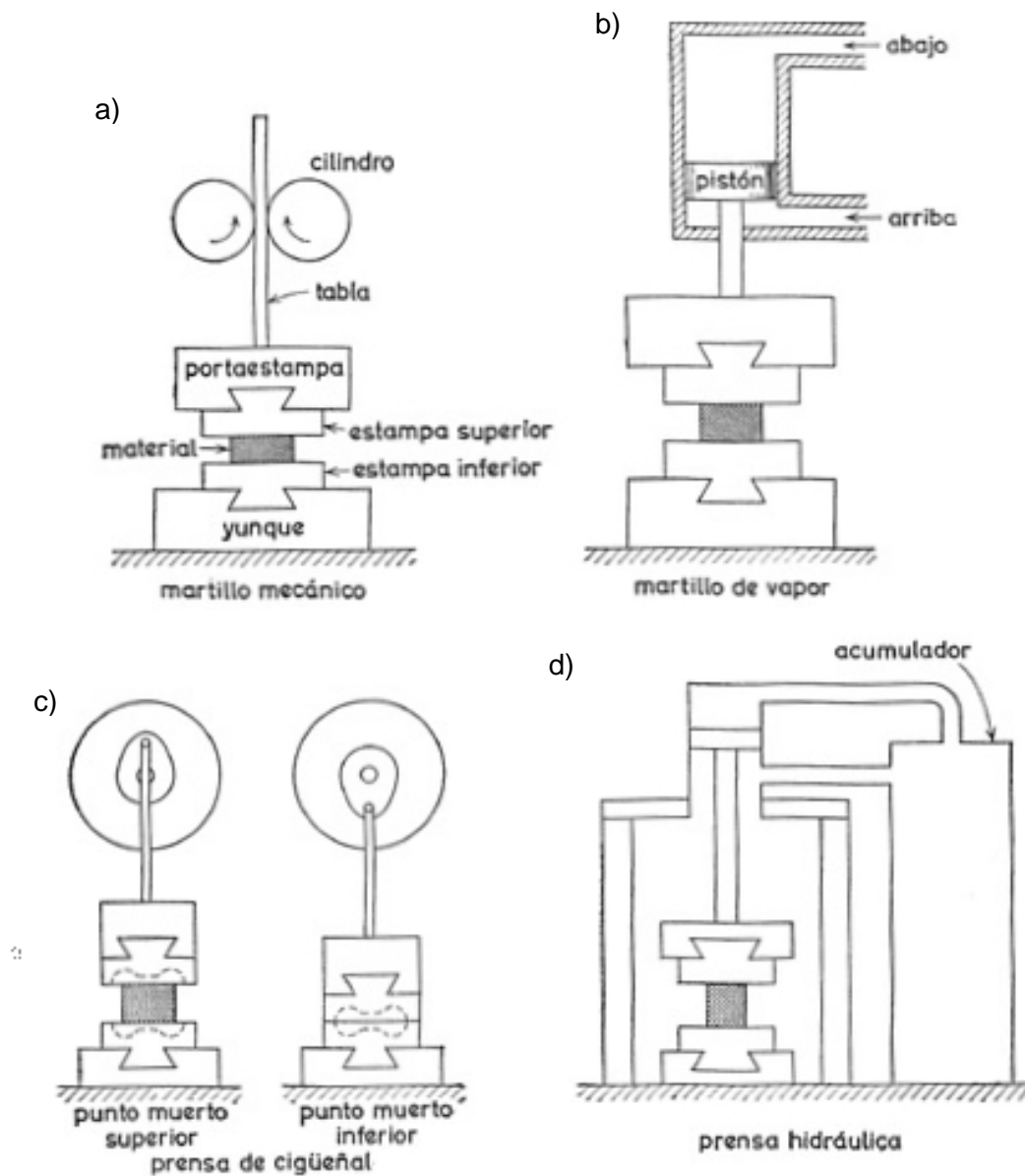


Fig. 1.4. Esquemas de equipos de forja: a) Martillo mecánico; b) martillo de vapor; c) prensa de cigüeñal; y d) prensa hidráulica [6].

1.3.3. TREFILADORA

El trefilado se realiza generalmente como una operación de trabajo en frío. Se usa más frecuentemente para producir secciones redondas tal como se presenta en la Fig. 1.5, pero también se pueden estirar secciones cuadradas o

de otras formas. El trefilado de alambre es un proceso industrial importante que provee productos comerciales como cables y alambres eléctricos; alambre para cercas, etc.; varillas para producir clavos, tornillos, remaches resortes y otros artículos de ferretería. El estirado de barras se usa para producir barras de metal para maquinado y para otros procesos.

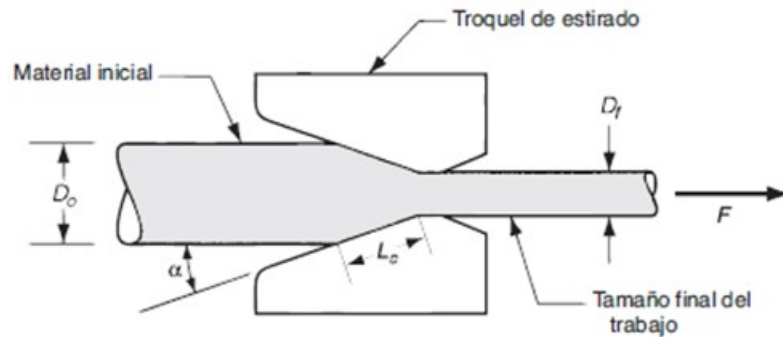


Fig. 1.5. Estirado de barra, varillas o alambre [7].

1.3.4. DOBLADORA

En el trabajo de láminas metálicas, el doblado se define como la deformación del metal alrededor de un eje recto, tal como se presenta en la Fig. 1.6. Durante la operación de doblado, el metal dentro del plano neutral se comprime, mientras que el metal por fuera del plano neutral se estira. Estas condiciones de deformación se presentan en la Fig. 1.6b. El metal se deforma plásticamente, así que el doblado toma una forma permanente al remover los esfuerzos que lo causaron. El doblado produce poco o ningún cambio en el espesor de la lámina metálica [7].

Las operaciones de doblado se realizan usando como herramienta de trabajo diversos tipos de punzones y troqueles. Los dos métodos de doblado más comunes y sus herramientas asociadas son el doblado en V, ejecutado con un troquel en V; y el doblado de bordes, ejecutado con un troquel deslizante. Estos métodos se ilustran en la Fig. 1.7.

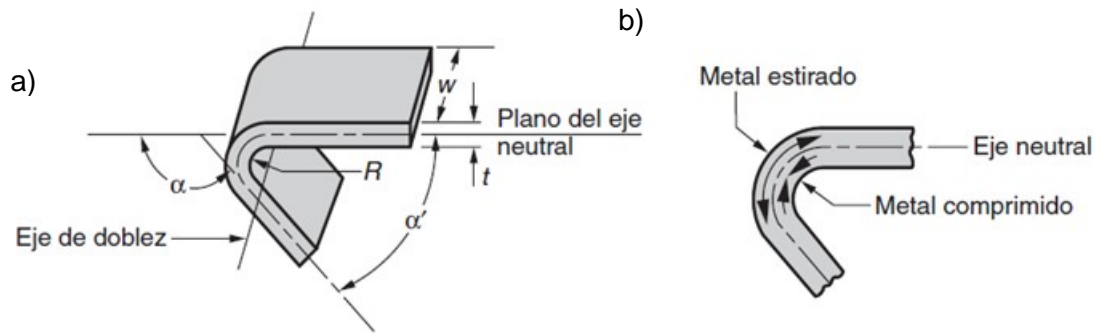


Fig. 1.6. Operación típica de doblado: a) Doblado de lámina metálica; y b) elongación a la tracción y a la compresión [7].

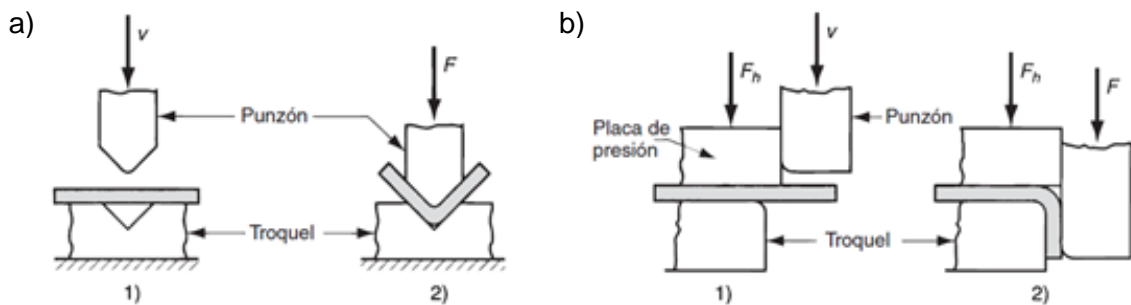


Fig. 1.7. Métodos comunes de doblado: a) Doblado en V; y b) doblado de bordes [7].

1.3.5. EMBUTIDORA

El embutido es una operación de formado de láminas metálicas que se usa para hacer piezas de forma acopada, de caja u otras formas huecas más complejas. Se realiza colocando una lámina de metal sobre la cavidad de un troquel y empujando el metal hacia la cavidad de éste con un punzón, tal como se presenta en la Fig. 1.8. La forma se debe aplanar contra el troquel por un sujetador de formas. Las piezas comunes que se hacen por embutido son latas de bebidas, casquillos de municiones, lavabos, utensilios de cocina y piezas para carrocería de automóviles.

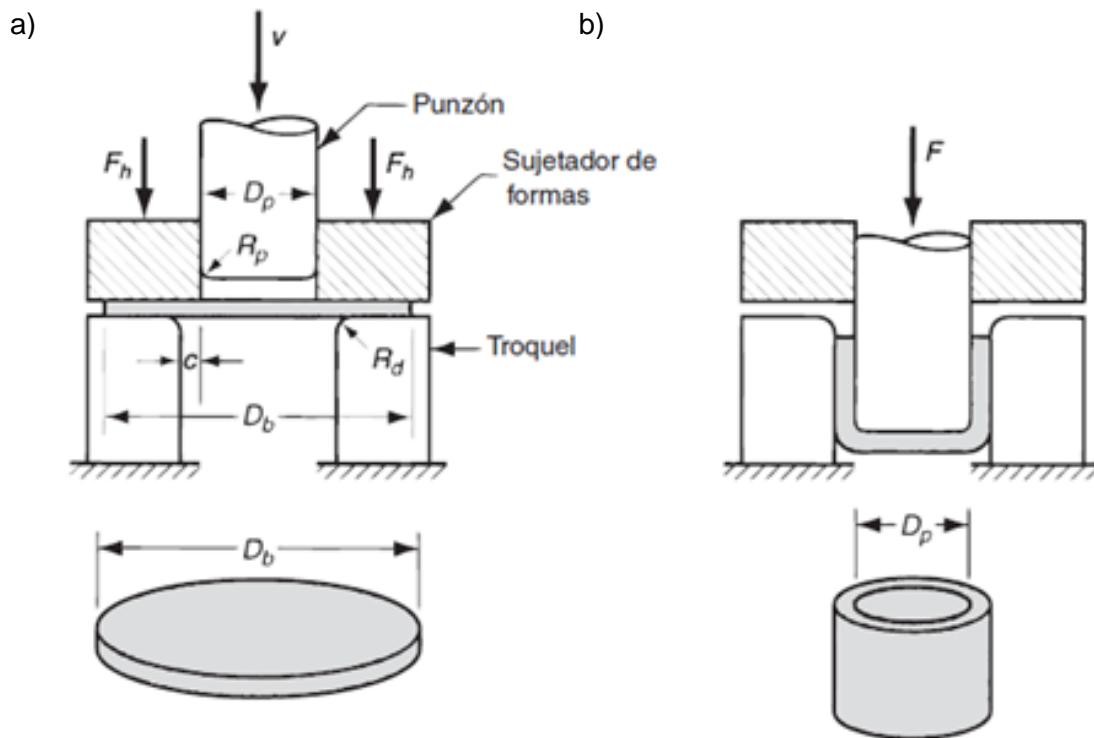


Fig. 1.8. Proceso de embutido: a) Aplicación de la carga en el sujetador; y b) Aplicación de la carga de embutido sobre la pieza de trabajo.

1.4. PARÁMETROS INVOLUCRADOS EN EL PROCESO DE CONFORMADO

En el conformado de metales se deben considerar diferentes efectos o causales que suponen un factor crítico en la transformación física del metal, ya que esto se refleja en la cantidad de energía involucrada para realizar la acción, así como también se alteran las reacciones físicas que sufren las partes que intervienen en el conformado. A continuación, se presentan los parámetros más relevantes cuando se realiza una deformación en caliente.

1.4.1. EFECTO DE LA TEMPERATURA

El trabajo de los metales se suele dividir en procesos de trabajo o conformación en caliente y procesos de trabajo o conformación en frío. El trabajo

en caliente se define como una deformación en condiciones tales de temperatura y velocidad de deformación que se producen simultáneamente la restauración y la deformación. Por el contrario, el trabajo en frío es el realizado en condiciones tales que no es posible que se produzcan eficazmente los procesos de restauración. En el trabajo en caliente se eliminan rápidamente el endurecimiento por deformación, y la estructura granular trastornada, por la formación de nuevos granos libres de deformación en un proceso de recristalización. Se pueden lograr deformaciones muy grandes trabajando en caliente, porque la recristalización elimina las perturbaciones introducidas por la deformación. El trabajo en caliente se produce bajo condiciones de constancia práctica del límite elástico o esfuerzo de fluencia, y como este límite disminuye con la temperatura, la energía necesaria para la conformación es generalmente más pequeña que en el trabajo en frío. En el trabajo en frío no se elimina el endurecimiento por deformación y el límite elástico, o esfuerzo de fluencia necesaria, aumenta con la deformación. Por esta razón, la deformación total que se puede producir sin provocar la rotura es menor que la que se alcanzaría trabajando en caliente, a menos de que se elimine, mediante recocidos intermedios, el endurecimiento por deformación [6].

Es importante tener en cuenta que la distinción entre trabajo en frío y trabajo en caliente no se basa en una determinada temperatura arbitraria de deformación. La mayoría de las aleaciones industriales se trabajan en caliente a temperaturas relativamente altas, con el fin de que la recristalización sea rápida. Sin embargo, el estaño y el plomo recristalizan rápidamente a la temperatura ordinaria, después de deformaciones grandes, por lo que el trabajo de estos metales se debe considerar como un trabajo en caliente cuando se realiza a la temperatura ambiente. Un caso opuesto es el del wolframio; si se trabaja en caliente a temperaturas análogas a las del acero, del orden de los 1,100 °C, la operación para el metal citado es un trabajo en frío, porque, a causa del elevado punto de fusión del wolframio su temperatura de recristalización es muy elevada [6].

1.4.2. EFECTOS DE LA VELOCIDAD DE DEFORMACIÓN

La respuesta de un metal a las operaciones de conformación puede depender de la velocidad de deformación. Se ha discutido la existencia de una transición de la condición dúctil a frágil, en la mayoría de los metales cúbicos centrados, dentro de determinado intervalo de temperatura. El fenómeno de la temperatura de transición es más pronunciado cuando las velocidades de deformación son grandes. Ciertos metales se pueden romper por debajo de una temperatura determinada si le aplica una carga a mucha velocidad o por choque. Así, p. Ej.: el hierro y el acero se agrietan si se martillan a temperaturas muy por debajo del ambiente, aunque podrían admitir una cantidad limitada de deformación lenta a las mismas temperaturas [6].

Tabla 1.1. Valores típicos de las velocidades encontradas en diferentes ensayos y operaciones de conformación [6].

Operación	Velocidad, m/s
Ensayo de tracción	5×10^{-5} a 5×10^{-1}
Extrusión con presan hidráulica	0.003 a 3
Prensa mecánica	0.15 a 1.5
Ensayo de Charpy	3 a 6
Martillo de forja	3 a 10
Conformación con explosivos	30 a 120

En la Tabla 1.1 se presenta valores de las velocidades de diferentes tipos de ensayos y operaciones de conformación. Obsérvese que las velocidades de la mayor parte de los procesos industriales de conformación son apreciablemente mayores que la de la cabeza de la máquina en un ensayo de tracción, por lo que los valores del límite elástico o esfuerzo de fluencia determinados en el ensayo citado no se pueden aplicar directamente al cálculo de las cargas empleadas en la conformación. Para el trabajo en frío una variación de varios órdenes de magnitud en la velocidad de deformación solo produce un aumento del 20%, aproximadamente, en las ordenadas de la curva de fluencia, de donde se deduce que la variación de la velocidad de deformación tiene poca influencia en la

práctica de las operaciones de conformación. Son excepciones a esta regla el posible comportamiento frágil en ciertos intervalos de temperatura para elevadas velocidades de deformación y el hecho de que, al aumentar la velocidad de deformación se acentúa el fenómeno del límite elástico aparente del acero suave. Si la velocidad de deformación es grande, pueden aparecer regiones de deformación no uniforme (marcas de deformación) en zonas de una chapa que no las presentaría a velocidades de deformación más bajas [6].

1.4.3. EFECTOS DE LAS ESTRUCTURAS METALÚRGICAS

Las fuerzas necesarias para realizar una operación de conformación están relacionadas directamente con el límite elástico del material que se trabaja, y dicho límite, a su vez, depende de la estructura metalúrgica y la composición de la aleación. En los metales puros la facilidad para el trabajo mecánico disminuye al aumentar el punto de fusión. Puesto que la temperatura mínima de recristalización es aproximadamente proporcional al punto de fusión, la temperatura mínima de trabajo en caliente aumentará también con el punto de fusión. En una aproximación grosera, la temperatura mínima de recristalización es la mitad del punto de fusión. La adición de elementos de aleación eleva, en general, la curva de fluencia cuando forman solución sólida y las cargas de conformación aumentarán proporcionadamente. Puesto que los aleantes que forman solución sólida hacen descender el punto de fusión, para eludir el peligro de la fragilidad en caliente es necesario emplear temperaturas máximas de trabajo más bajas [6].

Las características del trabajo plástico de las aleaciones de dos fases dependen de la distribución microscópica de la segunda fase. La presencia de una fracción grande, en volumen, de partículas uniformemente dispersas de una fase dura, como es el caso de las aleaciones SAP de alta temperatura, incrementa mucho el límite elástico y hace el trabajo muy difícil. Si las partículas de la segunda fase son blandas solo modifican escasamente las características

de trabajo. Si estas partículas tienen un punto de fusión más bajo que la matriz, se presentarán dificultades por fragilidad en caliente. La presencia de un microconstituyente en masas grandes, uniformemente distribuidas, produce menos aumento del límite elástico que las partículas muy finamente divididas de una segunda fase; tal es el caso de la perlita del acero. La forma de las partículas de carburo tiene mucha importancia en el trabajo en frío. En el acero recocido, un tratamiento de globalización, que convierte las laminillas de cementita de la perlita en glóbulos, se emplea corrientemente para mejorar las condiciones de la conformación en frío. Una excepción importante a la regla general de que las partículas de una segunda fase dura aumentan la dificultad de la conformación la constituyen los latones que contienen 35 a 45 % de cinc [2]. Estas aleaciones, que están constituidas por una fase beta dura en una matriz de latón alfa, fluyen bajo esfuerzos menores en la región de trabajo en caliente que las aleaciones monofásicas alfa. En la región del trabajo en frío, el límite elástico del latón alfa-beta es considerablemente más elevado que el del latón alfa. Las aleaciones que presentan una segunda fase dura localizada a lo largo de los límites de grano plantean dificultades considerables para la conformación, debido a la tendencia a que se produzca fractura a lo largo de esos límites de grano [6].

1.5. MECÁNICA DE LA CONFORMACIÓN DE LOS METALES

Uno de los primeros objetivos de la investigación relativa a la conformación de los metales es llegar a expresar las fuerzas y las deformaciones implicadas en los procesos en el lenguaje matemático de la mecánica aplicada, para poder predecir las fuerzas que se necesitan para obtener una forma determinada. Como las fuerzas y las deformaciones suelen ser muy complejas, para llegar a soluciones de fácil utilización es necesario emplear hipótesis simplificadas. Esta rama de la mecánica forma parte de la teoría de la plasticidad.

La teoría de la plasticidad ha experimentado avances importantes desde la segunda guerra mundial, mediante los cuales se ha intentado mejorar la

precisión de las predicciones de las ecuaciones de la conformación de los metales. La mayoría de este trabajo implica el empleo de la teoría de los campos de líneas de deslizamiento. En muchos casos el uso de estos métodos avanzados proporciona una mejor comprensión de los procesos de conformación, pero esta información adicional no se puede lograr sin complicar considerablemente los tratamientos matemáticos.

El trabajo posterior demostró que el criterio de fluencia de von Mises, o de la energía de distorsión Ec. 1.2, produce resultados que están más de acuerdo con los experimentos realizados:

$$(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 = 2\sigma_0^2. \quad (1.2)$$

donde: σ_1 es el esfuerzo principal en el eje x,

σ_2 es el esfuerzo principal en el eje y,

σ_3 es el esfuerzo principal en el eje z, y

σ_0 es el esfuerzo de fluencia del material a utilizar.

Esta relación es comúnmente utilizada para la mayoría de los análisis de procesos de conformación. En la conformación de metales se expresan las deformaciones y fuerzas en términos de deformaciones y fuerzas naturales o reales, ya que durante cada proceso grandes deformaciones son generadas. Así, asumiendo una constancia en el volumen durante la deformación se pueden utilizar la Ec. 1.3, la cual se expresa cómo:

$$\epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_3 = 0. \quad (1.3)$$

donde: ϵ_1 es deformación unitaria en el eje x,

ϵ_2 es deformación unitaria en el eje y, y

ϵ_3 es deformación unitaria en el eje z.

Para deformaciones de tracción o compresión equivalentes se producen endurecimientos por deformación equivalentes, para una deformación mediante tracción (ϵ_1), igual a una deformación por compresión (ϵ_2), y de la constancia de volumen se tiene la E. 1.4, la cual se expresa de la manera siguiente:

$$\frac{h_0 - h_f}{h_0} = \frac{A_0 - A_f}{A_0}. \quad (1.4)$$

donde: h_0 es la altura inicial,

h_f es la altura final,

A_0 es el área inicial, y

A_f es el área final.

La relación anterior expresa que para deformaciones iguales la reducción de la sección transversal se puede igualar a la reducción de altura o de espesor. Dentro de la teoría de plasticidad también se asume que en cualquier instante del proceso de deformación las condiciones geométricas de las velocidades de deformación serán coaxiales con los esfuerzos, o sea que tanto los esfuerzos como las deformaciones se asumen coaxiales o paralelas. En cuanto al trabajo necesario para producir deformación plástica éste consta de componentes de trabajo parciales, las cuales son:

- 1) Trabajo de deformación (W_d): Es el trabajo necesario para que todo el volumen pase de una sección inicial a otra final asumiendo una deformación uniforme, es la energía mínima que se debe consumir para llevar a cabo un proceso en particular de conformación;
- 2) Trabajo superfluo (W_r): Es el trabajo relacionado con la deformación interna que se da en el material, el cual no contribuye en el puro cambio de forma como lo hace el trabajo de deformación; y
- 3) Trabajo de fricción (W_f): Es la parte del trabajo total que se consume para vencer lo que son las fuerzas de fricción que se desarrollan entre la pieza de trabajo y la herramienta.

Por lo tanto, el trabajo total (W_T) se puede expresar como la suma de estas tres componentes, tal como se presenta en Ec. 1.5, así:

$$W_T = W_d + W_r + W_f \quad (1.5)$$

donde: W_d es el trabajo de deformación,

W_r es el trabajo superfluo,

W_f es el trabajo de fricción, y

W_T es el trabajo total.

Suponiendo que el metal se comporta como un plástico ideal que obedece al criterio de deformación de Levy-von Mises y para el caso de deformación proporcional se puede obtener el trabajo total ideal por unidad de volumen mediante la Ec. 1.6, así:

$$W_d = \int dW_d = \frac{2}{\sqrt{3}} \sigma_0 (\epsilon_1^2 + \epsilon_1 \epsilon_2 + \epsilon_2^2)^{1/2}. \quad (1.6)$$

Asimismo, el rendimiento o eficiencia (η) de un proceso de conformación se expresa mediante la Ec. 1.7, así:

$$\eta = \frac{W_d}{W_T}. \quad (1.7)$$

1.6. INTRODUCCIÓN A LOS CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES

Un Controlador lógico Programable, es un dispositivo que fue inventado para reemplazar los circuitos de relés secuenciales necesarios para máquinas de

control. El Controlador Lógico Programable trabaja leyendo sus entradas y dependiendo de su estado, varía las salidas de acuerdo a la lógica que se plantee [9].

Un controlador lógico programable es una máquina electrónica programable, por personal no informático, destinada a cumplir funciones de procesamientos lógicos automatizados y control de procesos de manufactura, en ambiente industrial y tiempo real, tanto sean de tipo combinacional o secuencial [9].

1.6.1. CAMPOS DE APLICACIÓN

Un autómeta programable se suele emplear en procesos industriales que tengan una o varias de las siguientes necesidades:

- ✓ Espacio reducido;
- ✓ Procesos de producción periódicamente cambiantes;
- ✓ Procesos secuenciales;
- ✓ Maquinaria de procesos variables;
- ✓ Instalaciones de procesos complejos y amplios; y
- ✓ Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.

1.6.2. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE SU UTILIZACIÓN

Entre las principales ventajas que se pueden resaltar en cuanto al uso de controladores lógicos programables se señalan las siguientes:

- ✓ Menor tiempo de elaboración de proyectos,
- ✓ Posibilidad de añadir modificaciones sin costo añadido en otros componentes,
- ✓ Menor espacio de ocupación,
- ✓ Menor costo de mano de obra,
- ✓ Mantenimiento más económico,

- ✓ Posibilidad de gobernar varias máquinas con el mismo Controlador Lógico Programable, y
- ✓ Menor tiempo de puesta en funcionamiento.

1.6.3. ESTRUCTURA DE LOS CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES

Básicamente un Autómata Programable se divide en dos sistemas funcionales principales uno es la unidad central, y el sistema de entradas y salidas.

La estructura de los autómatas se puede clasificar atendiendo a los conceptos de:

- ✓ Estructura modular, y
- ✓ Estructura compacta.

La estructura básica de un PLC se puede observar en la Fig. 1.9 y se divide en distintos módulos dedicados a las estructuras funcionales anteriormente referidas. De tal forma, físicamente existen módulos tanto para la Unidad Central de Procesos CPU como para los distintos módulos de entradas/salidas. La principal ventaja de esta disposición radica en la posibilidad de adecuar la arquitectura del sistema a las necesidades estrictas de diseño y funcionamiento. También, permite el funcionamiento parcial del sistema en caso de averías del tiempo que hace posible la reducción de los tiempos de reparación de forma notable. La estructura compacta resulta adecuada para pequeñas aplicaciones con un número prefijado de entradas/salidas [9].



Fig. 1.9. Estructura de un PLC [9].

1.6.4. FUENTES DE ALIMENTACIÓN

Es la encargada de convertir la tensión de la red (120 - 220) V CA, a baja tensión de C.C, normalmente 24 V CC. Siendo esta la tensión de trabajo en los circuitos electrónicos que forman el Controlador Lógico Programable. La fuente de alimentación puede ser externa (modulo adicional a un lado o cerca de la Unidad Central de Procesos CPU) o interna (incluida dentro del equipo) [9].

1.6.5. DISPOSITIVOS DE PROGRAMACIÓN

El terminal o consola de programación es el que permite comunicar al operario con el sistema. Las funciones básicas de este son las siguientes:

- Transferencia y modificación de programas;
- Verificación de la programación; y
- Información del funcionamiento de los procesos.

Como Consolas de Programación pueden ser utilizadas las construidas específicamente para el Controlador Lógico Programable, tipo dispositivos de

mano o bien un PC, que soporte un software especialmente diseñado para resolver los problemas de programación y control [9].

1.6.6. UNIDAD CENTRAL DE PROCESOS CPU

La Unidad Central de Procesos CPU es el auténtico cerebro del sistema. Se encarga de recibir las órdenes, del operario por medio de la consola de programación y el módulo de entradas. Posteriormente son procesadas para enviar respuestas al módulo de salidas. En su memoria se encuentra residente el programa destinado a controlar el proceso [9].

1.6.7. MEMORIA

Dentro de la Unidad Central de Procesos vamos a disponer de un área de memoria, la cual emplearemos para diversas funciones [9]:

- Memoria del Programa de Usuario: aquí introduciremos el programa que el Controlador Lógico Programable, va a ejecutar cíclicamente.
- Memoria de la tabla de datos: se suele subdividir en zonas según el tipo de datos (marcas de memoria, temporizadores, contadores, etc.).
- Memoria del sistema: aquí se encuentra el programa en código máquina que monitoriza el sistema (programa del sistema o firmware). Este programa es ejecutado directamente por el microprocesador que posea el Controlador Lógico Programable.
- Memoria de almacenamiento: se trata de memoria externa que empleamos para almacenar el programa de usuario, y en ciertos casos parte de la memoria de la tabla de datos. Suele ser de uno de los siguientes tipos: EPROM, EEPROM, o FLASH.

1.7. TRANSFERENCIA DE CALOR

El calor es la forma de energía que se puede transferir de un sistema a otro como resultado de la diferencia en la temperatura. La ciencia que trata sobre la determinación de las velocidades de esa transferencia es la transferencia de calor.

La cantidad de calor de un sistema que desarrolle cierto proceso, desde un estado de equilibrio a otro, se puede determinar con la aplicación del análisis termodinámico, pero, la termodinámica no indicará cuánto tiempo transcurrirá. En la práctica tiene gran interés hallar la velocidad de transferencia de calor. La termodinámica trata de estados de equilibrio y de los cambios desde un estado de equilibrio hacia otro. Por otra parte, la transferencia de calor se ocupa de los sistemas en los que falta el equilibrio térmico y por lo tanto, existe un fenómeno de no equilibrio. Sin embargo, las leyes de la termodinámica ponen la estructura para la ciencia de la transferencia de calor. En la primera ley se requiere que la velocidad de transferencia de energía hacia un sistema sea igual a la velocidad de incremento de energía de ese sistema. En la segunda ley se requiere que el calor se transfiera en la dirección de la temperatura decreciente [10].

Como se dijo, el requisito básico para la transferencia de calor es la presencia de una diferencia de temperatura. Esa diferencia de temperatura es la fuerza impulsora para la transferencia de calor, así:

- Q [J] es la cantidad de calor transferido durante un proceso. La cantidad de calor transferido por unidad de tiempo se llama velocidad de transferencia de calor, \dot{Q} [J/ s].
- La cantidad total de calor transferido durante un intervalo de tiempo Δt se puede determinar. tal como se presenta en la Ec. 1.8, así:

$$Q = \int_0^t \dot{Q} dt \quad (1.8)$$

Siempre que se conozca la variación de \dot{Q} con el tiempo. Para el caso especial

de $\dot{Q} = cte$ (*estado estacionario*), integrando la Ec. 1.8 se reduce a:

$$Q = \dot{Q}\Delta t [J]$$

La velocidad de transferencia de calor por unidad de área perpendicular a la dirección de esa transferencia se llama flujo de calor y el flujo promedio de calor se expresa como:

$$\dot{q} = \frac{\dot{Q}}{A} \quad (1.9)$$

donde: \dot{q} es el flujo promedio de calor,

\dot{Q} es el flujo de calor, y

A es el área.

1.7.1. MECANISMOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR

El calor se puede transferir de tres modos diferentes: conducción, radiación y convección. Todos los modos de transferencia de calor requieren la existencia de una diferencia de temperatura y todos ellos ocurren desde el medio que posee la temperatura más elevada hacia uno de temperatura más baja, y la transferencia de calor se detiene cuando los dos medios alcanzan la misma temperatura, así:

A) CONDUCCIÓN

La conducción es la transferencia de energía de las partículas más energéticas de una sustancia hacia las adyacentes de menos energéticas, como resultado de interacciones entre esas partículas [10].

La conducción puede tener lugar en los sólidos, líquidos o gases. En los gases y líquidos la conducción se debe a las colisiones y a la difusión de las moléculas durante su movimiento aleatorio. En los sólidos se debe a la combinación de las vibraciones de los átomos, ubicados en posiciones más o menos fijas de una red cristalina y al transporte de energía por parte de los electrones libres [10].

La rapidez de la conducción de calor a través de un medio depende de la configuración geométrica de éste, su espesor y el material del que esté hecho, así como de la diferencia de temperatura a través del mismo. Se sabe que al envolver un tanque de agua caliente con fibra de vidrio (un material aislante) se reduce la velocidad de la pérdida de calor de ese tanque. Cuanto más grueso sea el aislamiento, menor será la pérdida de calor. También se conoce que un tanque de agua caliente perderá calor a mayor velocidad cuando se baja la temperatura del medio en donde se aloja. Además, entre más grande sea el tanque, mayor será el área superficial y, por consiguiente, la velocidad de la pérdida de calor [10].

La experiencia ha demostrado que la velocidad de transferencia de calor por conducción a través de una capa plana es proporcional a la diferencia de temperatura a través de esta y al área de transferencia, pero es inversamente proporcional al espesor de esa capa, es decir

$$\text{Razon de conducción del calor } \alpha = \frac{\text{Área} * \text{Diferencia de tempratura}}{\text{Espesor}}$$

O bien:

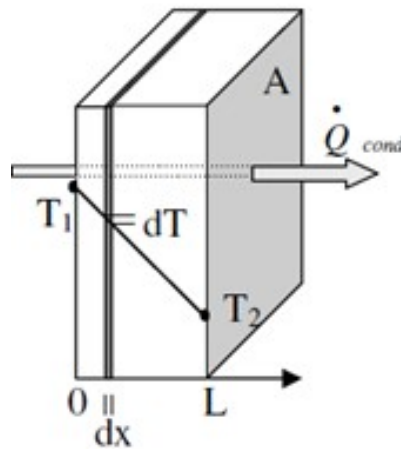


Fig. 1.10. Conducción de calor a través de una pared plana grande de espesor x y área A.

$$\dot{Q}_{cond} = kA \frac{(T_1 - T_2)}{(\Delta x)} \quad (1.10)$$

donde: \dot{Q}_{cond} es la rapidez con la que se conduce el calor,

k es la conducción térmica del material,

A es el área de transferencia de calor, y

$(T_1 - T_2)$ es la diferencia de temperatura.

Adicionalmente se define la constante de proporcionalidad térmica (k) es la conductividad térmica del material. En el caso límite de $\Delta x \rightarrow 0$, la Ec. 1.10 se reduce a la forma diferencial.

$$\dot{Q}_{cond} = -kA \frac{dT}{dx} \quad (1.11)$$

Así, se denomina a la Ec. 1.11 como la Ley de Fourier de la conducción del calor.

Aquí, dT/dx es el gradiente de temperatura, esto es, la pendiente de la curva en un diagrama $T - x$, o sea, la razón de cambio de T con respecto a la ubicación x . El calor es conducido en la dirección de la T decreciente y el gradiente de temperatura se vuelve negativo al crecer x . El signo negativo garantiza que la transferencia de calor en la dirección de x positiva sea una cantidad positiva. El área (A) de transferencia siempre es normal a la dirección de esa transferencia [10].

Por otro lado, la conductividad térmica de un material (k), es la medida de la capacidad del material para conducir calor. Un valor elevado para la conductividad térmica indica que el material es un buen conductor del calor, y un valor bajo indica que es un mal conductor o aislante

Las conductividades térmicas de los materiales varían con la temperatura. Esta variación sobre ciertos intervalos de temperatura es despreciable para algunos materiales, pero significativa para otros. Las conductividades térmicas de ciertos sólidos exhiben incrementos sorprendentes a temperaturas cercanas

al cero absoluto, cuando estos sólidos se convierten en superconductores, p. Ej.: la conductividad del cobre alcanza un valor máximo de alrededor de 20,000 W/m·°C, la cual es alrededor de 50 veces mayor que la correspondiente a la temperatura ambiente. La dependencia de k con la temperatura causa complejidad considerable en el análisis de la conducción, por lo tanto, es práctica común evaluar la conductividad térmica a la temperatura promedio y tratarla como una constante en los cálculos [10].

A continuación se menciona algunos mecanismos de transferencia de calor que intervienen en el funcionamiento o son más representativos en los procesos de laminado.

a) conducción a través de una pared plana

La conducción de calor en muchas configuraciones geométricas se puede considerar unidimensional ya que la conducción a través de ellas será dominante en una dirección y despreciable en las otras. Así, p. Ej.: una pared plana grande, el vidrio de una ventana, la pared de un recipiente esférico, una bola metálica que está siendo templada por inmersión o revenida, etc.

Después de alcanzar un estado estacionario, con flujo de calor unidimensional en un material homogéneo simple, cuya conductividad térmica k es constante, el gradiente de temperatura dT/dx para una pared plana es constante (una línea recta - no lo es cuando k varía con la temperatura).

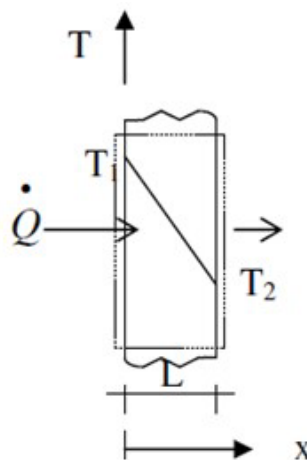


Fig. 111. Área perpendicular a la dirección de transferencia de calor.

Retomando la Ec. 1.11 y diferenciando ambos lados queda:

$$\dot{Q} = -kA \frac{dT}{dx}$$

$$\dot{Q} \int_0^L dx = -kA \int_{T_1}^{T_2} dT$$

$$\dot{Q} = -kA \frac{T_2 - T_1}{L} \quad (1.12)$$

Aplicando la Ec. 1.12 a una pared compuesta formada por tres materiales homogéneos A, B y C, se obtiene:

$$\dot{Q}_A = -k_{AA} \frac{T_2 - T_1}{L_A}, \dot{Q}_B = -k_{BA} \frac{T_3 - T_2}{L_B}, \text{ y } \dot{Q}_C = -k_{CA} \frac{T_4 - T_3}{L_C}$$

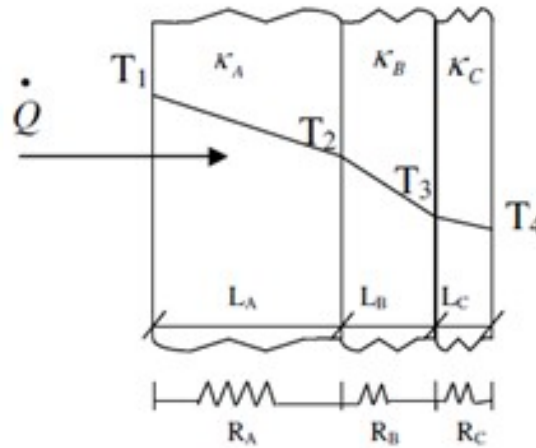


Fig. 1.12. Condición de pared compuesta por 3 materiales.

Notando que $\dot{Q}_A = \dot{Q}_B = \dot{Q}_C = \dot{Q} [W]$ para flujo en estado estacionario, encontramos

$$(T_1 - T_2) = \frac{\dot{Q}L_A}{k_{AA}}, (T_2 - T_3) = \frac{\dot{Q}L_B}{k_{BA}}, (T_3 - T_4) = \frac{\dot{Q}L_C}{k_{CA}}$$

$$(T_1 - T_4) = \frac{\dot{Q}}{A} \left[\frac{L_A}{k_A} + \frac{L_C}{k_B} + \frac{L_C}{k_C} \right]$$

$$\dot{Q} = \frac{A(T_1 - T_4)}{L_A/k_A + L_B/k_B + L_C/k_C} = \frac{\Delta T}{\sum(L/kA)} = \frac{\Delta T}{\sum R_i} \quad (1.13)$$

Se puede observar que si se adiciona otra pared, el único cambio necesario en el Ec. (1.13) será adicionar otro término del tipo (L/kA) y considerar el correspondiente salto térmico.

Cada término $R = L/(kA)$ se denomina resistencia térmica, y su inversa conductancia $C = (kA)/L$, que es la velocidad de transferencia de calor por unidad de diferencia de temperatura.

b) Conducción a través de una pared curva

En este caso, el área por el que fluye el calor no es constante. Considerando un cilindro para el cual la temperatura en la superficie interna es T_1 y la conductividad térmica es k [10]. El calor fluirá radialmente, p. Ej.: desde adentro hacia fuera, cruzando áreas cada vez mayores, dado que el área cilíndrica crece con el radio. Si las temperaturas de los fluidos dentro y fuera del tubo permanecen constantes, entonces la transferencia de calor a través de ese tubo es estacionaria y unidimensional. En este caso, la temperatura del tubo dependerá solo de una dirección (radial). Esta situación se presenta aproximadamente en la práctica en tubos cilíndricos largos y recipientes esféricos. En operación estable no se tienen cambios en la temperatura con el tiempo en cualquier punto, o sea $\dot{Q} = cte$.

Considerando un cilindro de longitud z y tomando un elemento muy delgado de cilindro de espesor dr con un radio r . El área de esta superficie cilíndrica es $2\pi r z$. El cambio de temperatura que cruza dr es una cantidad diferencial dT [10].

De esta forma, la Ec. 1.11 de Fourier se expresa:

$$\dot{Q} = -k2\pi rz \frac{dT}{dr} \quad (1.14)$$

Separando las variables de la Ec. 1.14 integrando, se obtendrá:

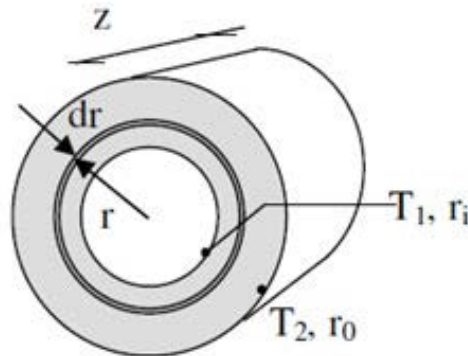


Fig. 1.13. Condición unidimensional del calor a través de un elemento de volumen en un cilindro largo.

$$\dot{Q} \int_{r_i}^{r_o} \frac{dr}{r} = -2\pi zk \int_{T_1}^{T_2} dT$$

$$\dot{Q} \ln \frac{r_o}{r_i} = 2\pi zk(T_1 - T_2)$$

$$\dot{Q} = \frac{2\pi zk(T_1 - T_2)}{\ln(r_o/r_i)} = \frac{\Delta T}{R} \quad (1.15)$$

Siendo en la Ec. 1.15 $R = \frac{\Delta T}{\dot{Q}} = \frac{\ln(r_o/r_i)}{2\pi zk}$, la resistencia térmica para una pared cilíndrica.

Si la pared cilíndrica es compuesta, como en el caso de una cañería aislada, $\dot{Q} = \Delta T / \Sigma R_i$.

B) CONVECCIÓN

La convección es un modo de transferencia de energía entre una superficie sólida y el líquido o gas adyacentes que están en movimiento y

comprende los efectos combinados de la conducción y el movimiento de fluidos [10].

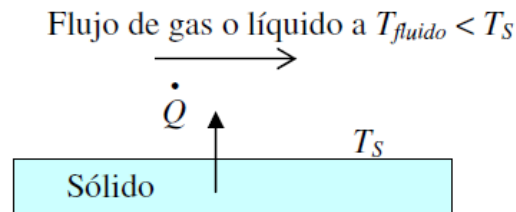


Fig. 1.14. Transferencia de calor de una superficie caliente hacia el fluido circundante, por convección y conducción.

Cuanto más rápido es el movimiento del fluido, mayor es la transferencia de calor por convección. En ausencia de cualquier movimiento masivo de fluido, la transferencia de calor entre una superficie sólida y el fluido adyacente es por conducción pura. La presencia de movimiento masivo del fluido acrecienta la transferencia de calor entre la superficie sólida y el fluido, pero también complica la determinación de la velocidad de transferencia [10].

Considere el enfriamiento de un bloque caliente al soplar aire frío sobre su superficie superior Fig. 1.14. La energía se transfiere primero a la capa de aire adyacente al bloque, por conducción. Posteriormente esta energía es transportada alejándola de la superficie, por convección; es decir, por los efectos combinados de la conducción dentro del aire, que se debe al movimiento aleatorio de las moléculas de éste, y por el movimiento masivo o macroscópico de ese aire que remueve el aire calentado cercano a la superficie y lo reemplaza por otro más frío [10].

La convección recibe el nombre de convección forzada si el fluido es forzado a fluir sobre la superficie mediante medios externos como un ventilador, una bomba o el viento. Por otro lado, se dice que es convección natural (o libre) si el movimiento del fluido es causado por las fuerzas de empuje que son inducidas por diferencia de densidades debidas a la variación de temperatura en ese fluido, p. Ej.: en ausencia de un ventilador, la transferencia de calor del bloque

caliente de la figura será por convección natural, ya que, en este caso, cualquier movimiento en el aire se deberá a la elevación del aire más caliente (y, por lo tanto, más liviano) cercano a la superficie y la caída del más frío (y, por lo tanto, más pesado) para llenar su lugar [10].

A pesar de la complejidad de la convección, se observa que la rapidez de la transferencia de calor por convección es proporcional a la diferencia de temperatura y se expresa por la ley de Newton del enfriamiento tal como se presenta en la Ec. 1.16.

$$\dot{Q}_{conv} = hA(T_s - T_{fluido}) \quad (1.16)$$

donde: \dot{Q}_{conv} en W,

h es el coeficiente de transferencia de calor por convección en W/m²,

A es el área superficial de transferencia de calor,

T_s es la temperatura de la superficie, y

T_{fluido} es la temperatura del fluido suficientemente alejado de esta superficie.

Se debe notar que, en la superficie, la temperatura del fluido es la misma que la del sólido. Por otro lado, el coeficiente h no es una propiedad del fluido. Es un parámetro que se determina en forma experimental y cuyo valor depende de todas las variables que influyen sobre la convección, como la configuración geométrica de la superficie, la naturaleza del movimiento del fluido, las propiedades de éste y la velocidad masiva del mismo.

C) RADIACIÓN TÉRMICA

La radiación es la energía emitida por la materia en la forma de ondas electromagnéticas (o fotones), como resultado de los cambios en las configuraciones electrónicas de los átomos o moléculas. En los estudios de transferencia de calor es de interés la radiación térmica, que es la forma de radiación emitida por los cuerpos debido a su temperatura [10].

Considere un objeto caliente que está suspendido en una cámara en la que se ha hecho vacío y cuyas paredes se encuentran a la temperatura ambiente. Llegará un momento en que el objeto caliente se enfriará y alcanzará un equilibrio térmico con sus alrededores. Es decir, perderá calor hasta que su temperatura alcance la de las paredes de la cámara. Esta transferencia de calor no pudo haber tenido lugar por conducción o convección, ya que estos mecanismos no pueden desarrollarse en el vacío. Este nuevo mecanismo es la radiación.

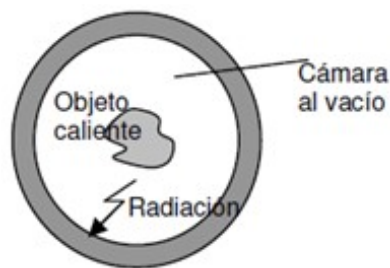


Fig. 1.15. Pérdida de calor solo por radiación [10].

La transferencia de energía por radiación ocurre en los sólidos, líquidos y gases. En la mayor parte de las aplicaciones prácticas, los tres modos de transferencia de calor ocurren de manera concurrente en grados variables. Pero la transferencia a través de un espacio en el que se ha hecho el vacío solo puede ocurrir por radiación, p. Ej.: el calor del sol llega a la tierra por radiación [10].

Se recordará que la transferencia de calor por conducción o convección tiene lugar en la dirección de la temperatura decreciente. Resulta interesante observar que la transferencia de calor por radiación puede ocurrir entre dos cuerpos separados por un medio más frío que ambos, p. Ej.: la radiación solar llega a la superficie de la Tierra después de pasar a través de capas de aire frías a grandes altitudes. Asimismo, las superficies que absorben radiación dentro de un invernadero alcanzan temperaturas elevadas incluso cuando sus cubiertas de plástico o de vidrio permanecen más o menos frías [10].

Aun cuando todas las ondas electromagnéticas (los rayos X, los rayos gama, las microondas, las ondas de radio, de televisión) tienen las mismas

características generales, las ondas de distinta longitud difieren significativamente en su comportamiento. El tipo de radiación electromagnética que resulta pertinente para la transferencia de calor es la radiación térmica emitida como resultado de las transiciones energéticas de las moléculas, los átomos y los electrones de una sustancia. La temperatura es una medida de la intensidad de estas actividades en el nivel microscópico y la rapidez de la emisión de radiación térmica se incrementa al aumentar la temperatura.

La radiación térmica es emitida en forma continua por toda la materia cuya temperatura está por arriba del cero absoluto. Es decir, todo lo que nos rodea, como las paredes, los muebles y nuestros amigos, constantemente emiten (y absorbe) radiación. La radiación térmica incluye toda la radiación visible y la infrarroja, así como parte de la ultravioleta.

La radiación es un fenómeno volumétrico. Sin embargo, para los sólidos opacos (no transparentes), como los metales, la madera y las rocas, se consideran que la radiación es un fenómeno superficial, ya que solo la radiación emitida por las moléculas que se hallan en la superficie puede escapar del sólido. Note que las características relativas a la radiación de las superficies se pueden cambiar por completo mediante la aplicación de capas delgadas de recubrimiento sobre ellas.

En el mismo sentido, un cuerpo por encima de cero absoluto emite radiación en todas las direcciones a lo largo de una amplia gama de longitudes de ondas. La cantidad máxima de radiación que puede ser emitida por una superficie a una temperatura dada requiere de la definición de un cuerpo idealizado, llamado cuerpo negro, para que sirva como estándar contra el cual se puedan comparar las propiedades de radiación de las superficies reales.

Un cuerpo negro se define como un emisor y absorbedor perfecto de la radiación. A una temperatura y una longitud de onda específica, ninguna superficie puede emitir más energía que un cuerpo negro.

La velocidad máxima de radiación que puede ser emitida desde una superficie a una temperatura T_s (en K o R) se expresa por la ley de Stefan-Boltzmann como:

$$\dot{Q}_{emitida,m\acute{a}x} = \sigma A T_s^4 \quad (1.17)$$

donde: $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} [W/m^2 \cdot K^4]$ es la constante de Stefan-Boltzmann.

La superficie idealizada que emita radiaci3n a esta velocidad máxima se llama cuerpo negro y la radiaci3n emitida por éste es la radiaci3n de cuerpo negro.

La radiaci3n emitida por todas las superficies reales es menor que la emitida por un cuerpo negro a la misma temperatura y se expresa como:

$$\dot{Q}_{emitida} = \varepsilon \sigma A T_s^4$$

donde: ε es la emisividad de la superficie.

La emisividad cuyo valor está en el intervalo ($0 \leq \varepsilon \leq 1$), es una medida de cuán pr3xima está una superficie de ser un cuerpo negro, para el cual $\varepsilon = 1$.

Otra importante propiedad relativa a la radiaci3n de una superficie es su absortividad (α), la cuál es la fracci3n de la energía de radiaci3n incidente sobre una superficie que es absorbida por ésta.

También su valor está en el intervalo ($0 \leq \alpha \leq 1$). Un cuerpo negro absorbe toda la radiaci3n incidente sobre él. Es decir, un cuerpo negro es un absorbente perfecto $\alpha = 1$, del mismo modo que es un emisor perfecto.

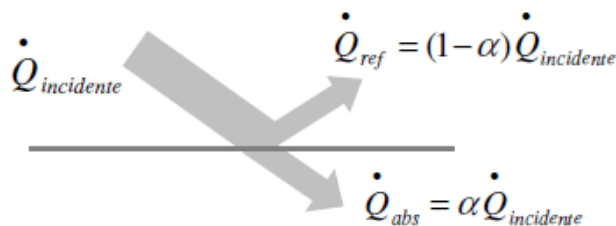


Fig. 1.16. Para las superficies opacas (no transparentes), la parte de la radiaci3n incidente no absorbida por la superficie se refleja.

La diferencia entre las velocidades de la radiaci3n emitida por la superficie y la radiaci3n absorbida es la transferencia neta de calor por radiaci3n. Si la

velocidad de absorción de la radiación es mayor que la de emisión, se dice que la superficie está ganando energía por radiación.

De lo contrario, se dice que la superficie está perdiendo energía por radiación. En general, la determinación de la velocidad neta de la transferencia de calor por radiación entre dos superficies es un tema complicado, ya que depende de las propiedades de las superficies, de la orientación de una con respecto a la otra y de la interacción del medio que existe entre ellas con la radiación.

Cuando una superficie de emisividad ε y área superficial A que se encuentra a una temperatura absoluta T_s , está completamente encerrada por una superficie mucho mayor que se encuentra a la temperatura absoluta T_{alred} y separada por un gas (como el aire) que no interviene con la radiación, la rapidez neta de transferencia de calor por radiación entre esas dos superficies se expresa por la Ec. 1.18, así:

$$\dot{Q}_{rad} = \varepsilon \sigma A (T_s^4 - T_{alred}^4) \quad (1.18)$$

Una vez conocido los fundamentos teóricos de los procesos de laminación, en el siguiente capítulo se da a conocer la concepción del diseño de una máquina roladora, los factores que intervienen, esfuerzos y dimensionamiento de los elementos y componentes estructurales de dicha máquina, fundamentando los procedimientos vigentes del diseño mecánico industrial.

2. DISEÑO DE MÁQUINA ROLADORA

En esta etapa del presente trabajo de graduación se tratarán los puntos de diseño esenciales de la máquina de roladora (ver, Fig. 2.1), así como los elementos mecánicos involucrados en éste, estableciendo al mismo tiempo los criterios sobre la base en los cuales se fundamentará la ejecución del análisis.

Las condiciones o requerimientos relacionados al proceso como tal se referirán tomando en consideración la naturaleza del trabajo, la cual es didáctica y de aprendizaje, así como los costos de forma que ambas situaciones puedan equilibrarse conjuntamente.

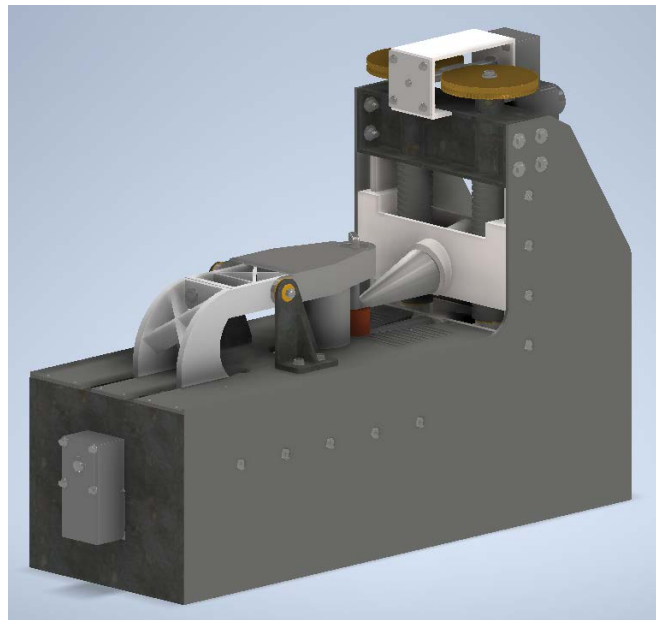


Fig. 2.1. Ensamble de máquina.

2.1. DETERMINACIÓN DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS DEL EQUIPO

La manera en que se realizará el proceso de rolado en caliente será mediante un proceso de laminado en caliente, constará de las siguientes partes:

- ✓ Identificación de propiedades mecánicas del material a trabajar,
- ✓ Dimensiones iniciales y finales de la pieza a laminar,

- ✓ Cinemática de laminación,
- ✓ Cálculo de fuerzas máximas en rodillos cónico conformador,
- ✓ Fuerza de laminación,
- ✓ Fuerzas transmitidas a los rodillos,
- ✓ Potencia de laminación,
- ✓ Cálculo de flexión de eje motriz,
- ✓ Selección de rodamientos de rodillo motriz,
- ✓ Cálculo de tornillo de potencia,
- ✓ Cálculo de eje cojinete,
- ✓ Cálculo de potencia de motores,
- ✓ Cálculo de corona y tornillo sin fin,
- ✓ Cálculo de esfuerzo de puente elevador de rodillo,
- ✓ Cálculo de esfuerzos de viga superior,
- ✓ Cálculo de puente inferior,
- ✓ Cálculo de guías elevadores,
- ✓ Cálculo de arco contrapunto,
- ✓ Cálculo de pernos en uniones,
- ✓ Cálculo de soldaduras de unión,
- ✓ Programa de mantenimiento,
- ✓ Presupuesto de materiales, costos de mano de obra y partes a pedir,
- ✓ Diseño de elementos y simulaciones, y
- ✓ Programa de fabricación de piezas.

Para comprender la función de cada uno de estos elementos se examinará cada una de ellos.

2.1.1. PROPIEDADES FÍSICAS DEL COBRE

El cobre es un metal rojizo cuyo número atómico es 29 en la tabla periódica, es un elemento con propiedades excepcionales, dentro de las cuales destacan su alta conductividad eléctrica comparable con el oro y la plata,

también posee una alta conductividad térmica, buena resistencia a la corrosión, resistencia y maquinabilidad para el desarrollo de este diseño se utilizará el cobre electrolítico indicado en la Tabla 2.1 [2].

Tabla 2.1 Composición química en % en peso del cobre.

Cu	P	Sn	Pb	Ni	Ag	S	Fe	Zn	O	Φ grano
99.9	0.0297	0.0086	0.0064	0.0032	0.0031	0.0002	0.0017	0.0016	0.0026	637

Para el desarrollo de este diseño se utilizarán las curvas experimentales obtenidas en el laboratorio por medio de un ensayo de tracción a diferentes temperaturas como se presenta en la Fig. 2.2 para la determinación de los valores de fluencia en caliente se hará uso de la maquinaria del laboratorio de Ensayos Mecánicos, sometiendo a diferentes temperaturas probetas de cobre fosfórico y realizando ensayo de tracción controlando o monitoreando constantemente la temperatura y tomando lectura de los valores de esfuerzos correspondientes



Fig. 2.2. Ensayo de tracción.

Luego de alcanzar un máximo en la tracción se producía un ablandamiento hasta alcanzar un estado de alivio de tensiones internas entre los átomos que conforman la estructura cristalina. Dicho ablandamiento podría ser cíclico los

ensayos a 950 °C, a casi todas las velocidades, mostraron el comportamiento como se presenta en la Fig. 2.3.

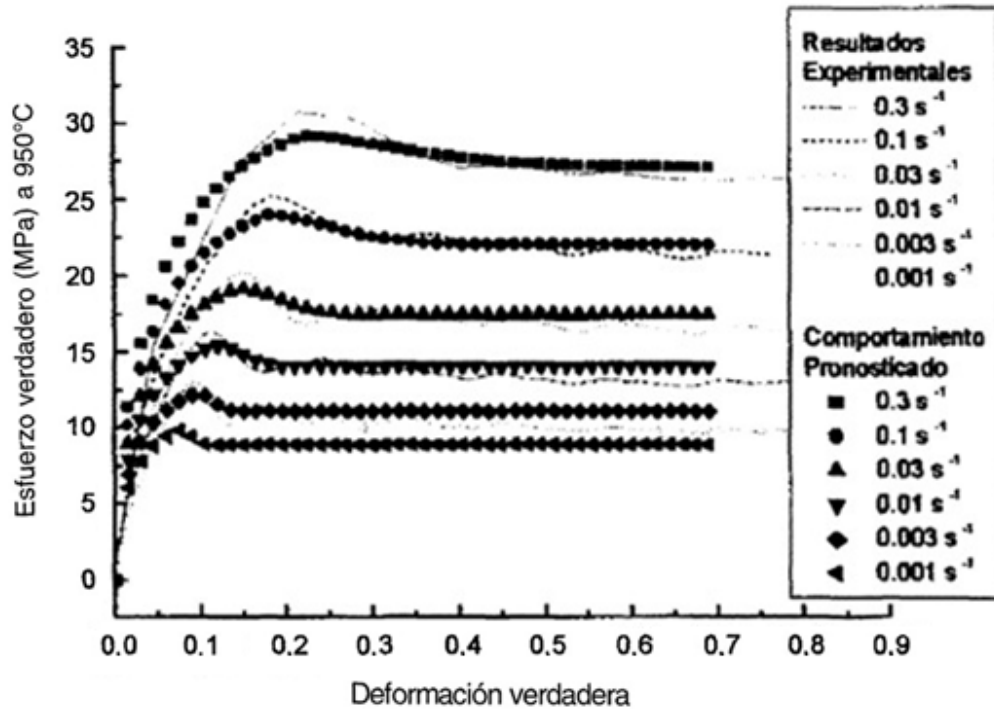


Fig. 2.3. Comportamiento de las curvas experimentales de esfuerzo vs deformación para el cobre con 297 ppm de P a diferentes tasas de deformación [1].

En la Tabla 2.2 se presentan algunas propiedades físicas más importantes del cobre.

Tabla 2.2 Propiedades físicas del cobre [1 y 2].

Propiedad física	Valores
Aleación	1100
Conductividad térmica a 950 °C, W/m·K	226
Temperatura de fusión del cobre, °C	1085
% de temperatura de laminación	0.7 - 0.85
Temperatura de laminación, °C	759 -922
Temperatura de trabajo en caliente, °C	910
Coefficiente de fricción a 950 °C	0.4
Esfuerzo de fluencia a 950 °C, MPa	10

2.1.2. DIMENSIONES INICIALES Y FINALES DE LA PIEZA A LAMINAR

Para determinar la variación de la pieza durante la laminación se partirá con la siguiente condición:

- ✓ Que la laminación será volumen constante de un cilindro hueco como se presenta en la Ec. 2.1, así:

$$V = \frac{\pi}{4}h(D_e - D_i) \quad (2.1)$$

donde: V es el volumen total del cilindro en mm³,

h es la altura del cilindro en mm,

D_e es el diámetro interno del cilindro en mm, y

D_i es el diámetro externo del cilindro en mm.

Sustituyendo en la Ec. 2.1 se calcula el volumen de material necesario para la fabricación de la pieza.

$$V = 69317.4428 \text{ mm}^3.$$

Teniendo calculado el volumen de la pieza de trabajo se obtendrá la variación de las dimensiones obteniendo las dimensiones como se presenta en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3 Cálculo de la variación de las dimensiones de la pieza a trabajar

	h, mm	W, mm	D _i , mm	D _e , mm
Dimensión inicial	45.6	12.7	25.4	50.8
1	41.4	15.6	6.8	76.4
2	37.1	18.4	55.4	73.8
3	32.9	21.3	52.5	73.7
4	28.6	24.1	51.8	75.9
5	24.4	27.0	53.6	80.5
6	20.1	29.8	58.5	88.3
7	15.9	32.7	68.5	101.2
8	11.7	35.6	88.6	124.2
9	7.4	38.4	135.7	174.1
Dimensión final	3.2	41.3	127.0	209.6

Para dar inicio al proceso de laminación se necesita una pieza de trabajo con las dimensiones como se presenta en la Fig. 2.4a ya realizado el proceso de

laminación se espera obtener una pieza laminada con las dimensiones como se presenta en la Fig. 2.4b.

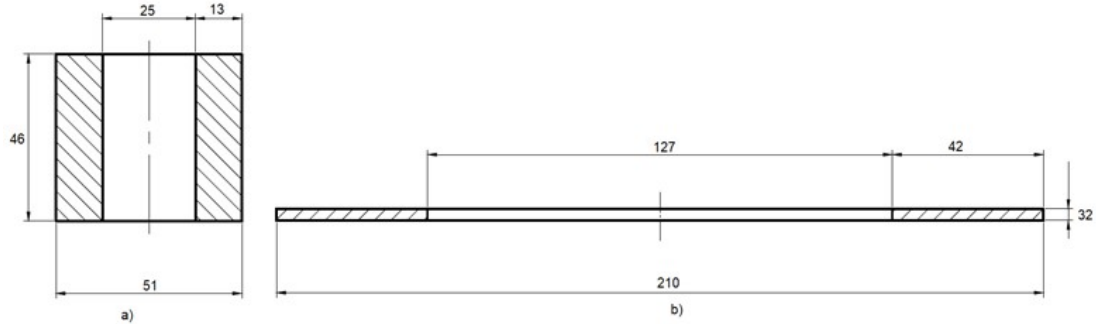


Fig. 2.4. Pieza de trabajo: a) Dimensiones iniciales; y b) dimensiones finales.

2.1.3. CINEMÁTICA DE LAMINACIÓN

Para el cálculo de la cinemática de los rodillos laminadores, se asumirá una velocidad angular adecuada para el tipo de laminación y evitar así agrietamientos y delaminaciones, para ello se tomará un valor de $w = 1.5 \text{ rad/s}$ en el rodillo cónico y se utilizará la Ec. 2.2.

$$w = \frac{v_t}{r} \quad (2.2)$$

donde: w es la velocidad angular de 1.5 rad/s ,

v_t es la velocidad tangencial en m/s , y

r es el radio de contacto en m .

Para determinar la cinemática inicial de la deformación se hace uso de la Ec. 2.3, as:

$$v_t = w * r \quad (2.3)$$

Partiendo de las dimensiones iniciales se puede encontrar las velocidades tangenciales en los puntos de contacto interno y externo tal como se presenta en la Fig. 2.5.

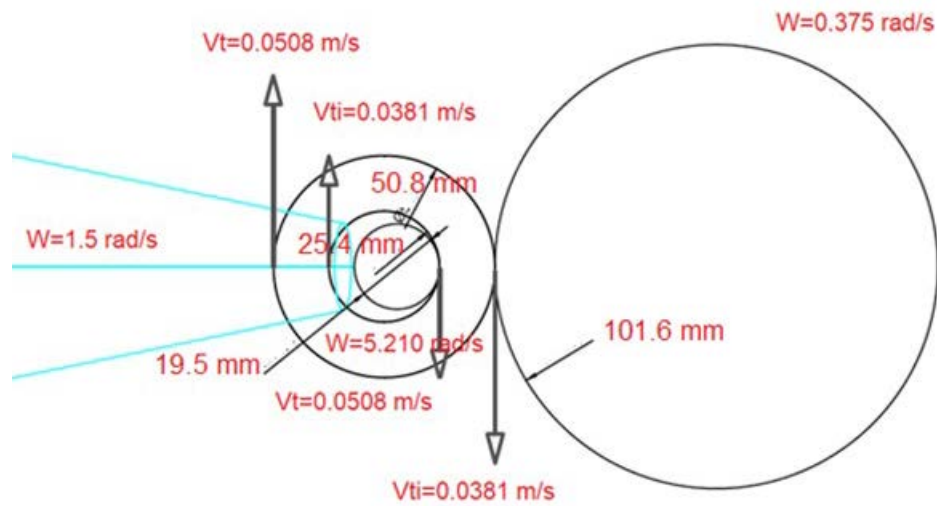


Fig. 2.5. Cinemática inicial de la máquina.

Partiendo de las dimensiones finales se puede encontrar las velocidades tangenciales en los puntos de contacto interno y externo, tal como se presenta en la Fig. 2.6.

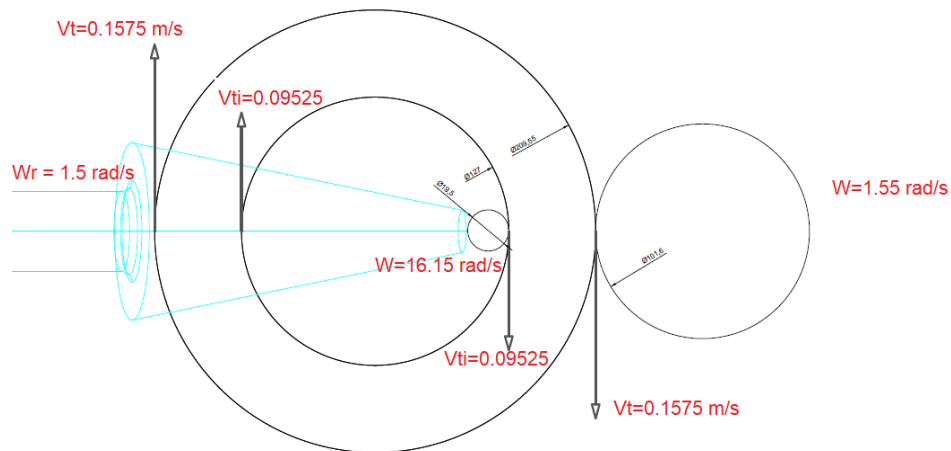


Fig. 2.6. Cinemática final de la máquina.

2.1.4. CÁLCULO DE FUERZAS MÁXIMAS DE LAMINACIÓN EN RODILLOS CÓNICO CONFORMADOR

Para el cálculo de las fuerzas máximas será necesario la utilización de las áreas de contacto inicial y finales que se generan entre el rodillo loco y la pieza de trabajo.

Para el cálculo de la fuerza inicial de contacto se hará uso de un diámetro promedio que se determinó utilizando el centro del área de deformación inicial obtenido mediante la geometría presentada en la Fig. 2.7.

$$D_A = 23.44 \text{ mm}$$

$$D_C = 28.43 \text{ mm}$$

$$D_{BD} = 25.93 \text{ mm.}$$

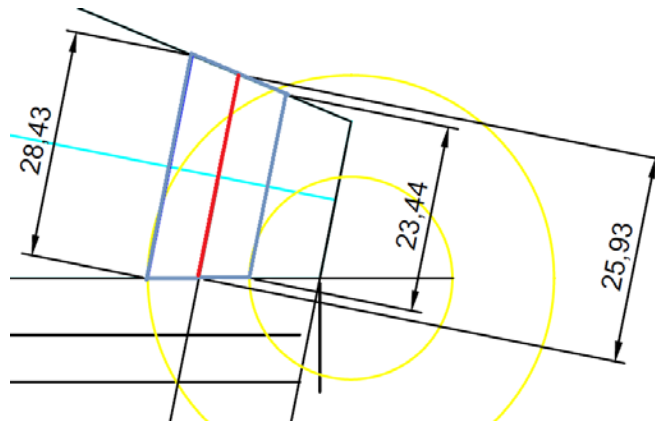


Fig. 2.7. Dimensiones iniciales para el cálculo del diámetro medio.

Así, para el calcular el área de contacto inicial que tendrá el rodillo, se hará uso de un programa de diseño como se presenta en la Fig. 2.8.

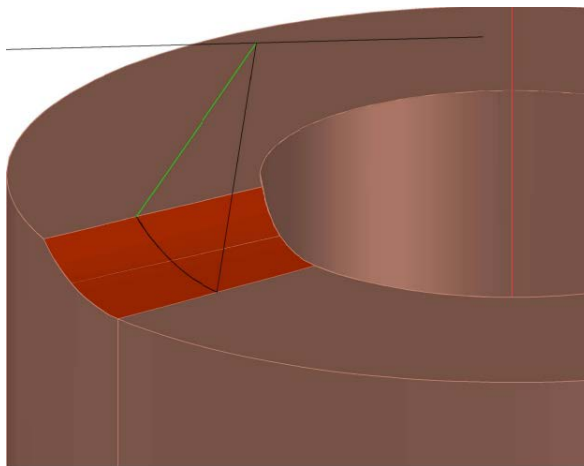


Fig. 2.8. Cálculo de área de contacto inicial.

$$A_{ci} = 95.16 \text{ mm}^2$$

Ya teniendo calculado el área de contacto y diámetro promedio se procede a calcular la fuerza necesaria para deformar, tal como se presenta en la Ec. 2.4.

$$F_i = \sigma_{ci} A_{ci} \quad (2.4)$$

donde: F_i es la fuerza interna en N,

σ_{ci} es el esfuerzo de fluencia del cobre 10 MPa, y

A_{ci} es el área inicial de contacto del rodillo en m^2 .

Sustituyendo en la Ec. 2.4, se obtiene:

$$F_i = \left(10 \times 10^6 \frac{N}{m^2}\right) (95.16 \times 10^{-6} m^2)$$

$$F_i = 951.6 N$$

Para el cálculo del área de contacto final se hará uso de un diámetro medio que se calculó utilizando la geometría del área de contacto de la etapa final de deformación Fig. 2.9.

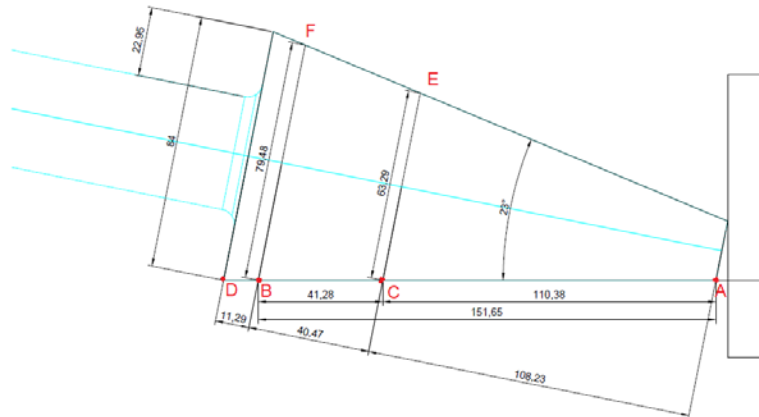


Fig. 2.9. Dimensiones finales de rodillo cónico.

Puntos de contacto:

Espesor de cara de aro

$$B, C = 41.28 \text{ mm}$$

Distancia

$$(A, D) - (D, B) = 151.65 \text{ mm}$$

$$(A, D) - (C, A) = 110.38 \text{ mm}$$

Por relación de triángulos

$$BF = 79.48 \text{ mm}$$

$$CE = 63.29 \text{ mm}$$

Por tanto:

$$\theta_{medio} = 71.385 \text{ mm}$$

Así, para el calcular el área de contacto final que tendrá el rodillo, se hará uso de un programa de diseño como se presenta en la Fig. 2.10.

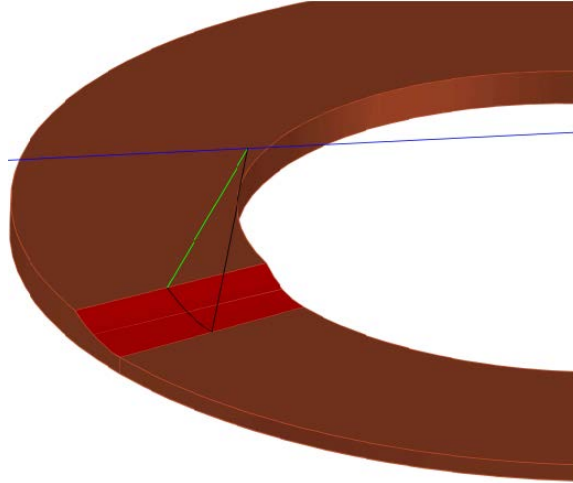


Fig. 2.10. Demostración de área de contacto de rodillo cónico con pieza de trabajo.

Haciendo uso de herramienta de diseño asistido se determinó que el área de contacto es de:

$$A_{cf} = 633.5091 \text{ mm}^2$$

Sustituyendo en la Ec. 2.4, se procederá al cálculo de la fuerza final, así:

$$F_{CF} = \left(10 \times 10^6 \frac{N}{m^2}\right) (633.50 \times 10^{-6} m^2)$$

$$F_{CF} = 6335.00 N.$$

Finalmente, las fuerzas de laminación encontradas se utilizarán como fuerza de diseño.

2.1.5. DETERMINACIÓN DE GEOMETRÍA DE DEFORMACIONES MÁXIMA QUE SE GENERARA POR CADA VUELTA DE LA PIEZA

Para calcular la Deformación máxima por cada vuelta aremos uso de la Ecu. 2.5

$$d_{m\acute{a}x} = \mu^2 \cdot R_{rod} \quad (2.5)$$

donde: $d_{m\acute{a}x}$ es la deformación máxima en mm,

μ es el coeficiente de fricción durante el laminado en caliente a 0.4, y

R_{rod} es el radio del rodillo.

Sustituyendo en la Ec. 2.5, se obtiene:

$$d_{m\acute{a}x} = (0.4)^2 \left(\frac{71.385 \text{ mm}}{2}\right)$$

$$d_{m\acute{a}x} = 5.71 \text{ mm}.$$

Por lo tanto, el valor aplicado de 3.175 mm está dentro de la deformación óptima para evitar distorsiones innecesarias y lograr un mejor acabado.

A continuación, se procederá a efectuar una serie de pasos para el cálculo de la deformación máxima de laminación.

- Longitud de contacto

Se selecciona un radio medio donde hace contacto el rodillo cónico.

$$R_{rod} = 35.6925 \text{ mm}$$

$$\theta = \pi \frac{25^\circ}{180^\circ}$$

$$\theta = 0.436 \text{ rad}$$

$$L_C = R_{rod} \cdot \theta \tag{2.6}$$

donde: L_C es longitud de contacto,

θ es el ángulo del arco formado por la cuerda, y

R_{rad} es el radio medio de contacto.

$$L_C = (35.6925 \text{ mm})(0.436)$$

$$L_C = 15.57 \text{ mm.}$$

- Punto de fuerza máxima de laminación

Teóricamente se utiliza $0.5 L_C$ para determinar el brazo de palanca que genera el torque de laminado.

$$R_{radi} = 12.965 \text{ mm.}$$

Longitud de contacto inicial

$$\theta_i = \pi \text{rad} \left(\frac{33}{180} \right)$$

$$\theta_i = 0.576 \text{ rad}$$

$$L_{ci} = (R_{radi})(\theta_i)$$

$$L_{ci} = (12.965)(0.576)$$

$$L_{ci} = 7.47 \text{ mm}$$

$$FL_i = 951 \text{ N}$$

$$T = (0.5)(7.47 \times 10^3)(951)$$

$$T = 3.55 \text{ W}$$

$$T_{x2} = 7.10 \text{ W} \approx 0.0095 \text{ HP.}$$

- Deformación máxima de laminación utilizando Ec. 2.5.

$$d_{m\acute{a}x} = (\mu)^2(R_{rod})$$

$$d_{m\acute{a}x} = (0.4)^2(12.965)$$

$$d_{m\acute{a}x} = 2.074.$$

Es posible la laminación dado que el torque requerido en la etapa final da como resultado un mayor valor, para etapa de diseño se tomará dicho valor.

2.1.6. FUERZAS TRANSMITIDAS A LOS RODILLOS

Para la descomposición de las fuerzas aplicadas al rodillo cónico se utiliza sumatorias de fuerzas como se presenta en la Fig. 2.11.

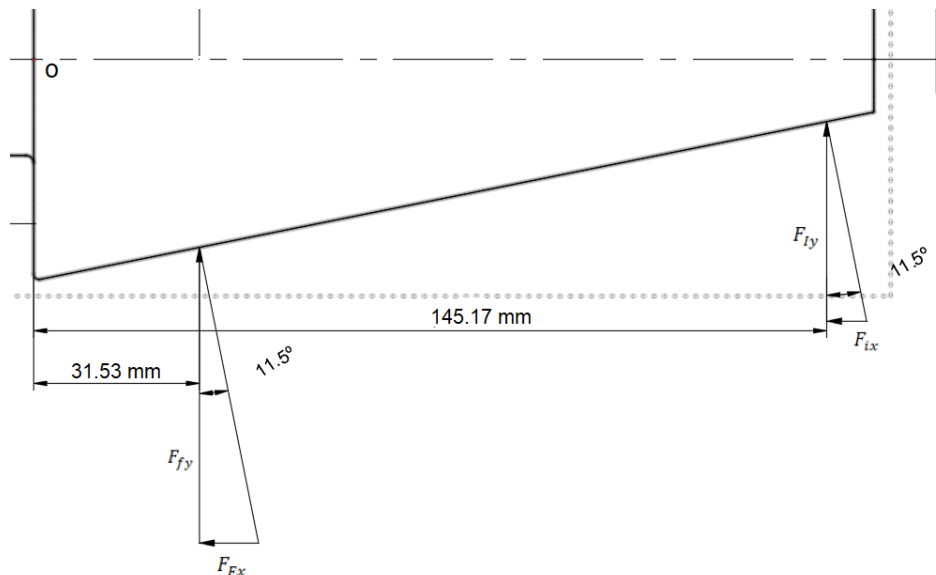


Fig. 2.11. Descomposición de fuerzas rodillo cónico.

- Descomposición de fuerza inicial

$$F_{ix} = 951 \cos(\emptyset)$$

$$F_{ix} = 951 \cos(11.5)$$

$$F_{ix} = 931.9 \text{ N}$$

$$F_{iy} = 951 \text{ sen}(\emptyset)$$

$$F_{iy} = 951 \text{ sin}(11.5)$$

$$F_{iy} = 189.6 \text{ N}$$

$$+\cup \Sigma M_0 = 0$$

$$+(F_{ix})(0, d) - T_{Ri} = 0$$

$$+(931.9)(145.17 \times 10^{-3}) = T_{Ri}$$

$$T_{Ri} = 135.28 \text{ Nm}$$

- Descomposición de fuerza final

$$F_{Fx} = 6335 \text{ cos}(\emptyset)$$

$$F_{fx} = 6335 \text{ cos}(11.5)$$

$$F_{fx} = 6207.82 \text{ N}$$

$$F_{Fy} = 6335 \text{ sen}(\emptyset)$$

$$F_{fy} = 6335 \text{ sin}(11.5)$$

$$F_{fy} = 122.99 \text{ N}$$

$$+\cup \Sigma M_0 = 0$$

$$+(F_{FT})(0, d) - T_R = 0$$

$$+(6207,83)(31.53 \times 10^{-3}) = T_{Rf}$$

$$T_R = 195.73 \text{ N} \cdot \text{m} \text{ (torque crítico)}$$

- Cálculo de fuerzas actuando sobre el eje de rodillo principal cónico

Para el cálculo de las fuerzas sobre el rodillo cónico principal se utiliza suma de momento en un punto igualadas a 0 como se presenta en la Fig. 2.12.

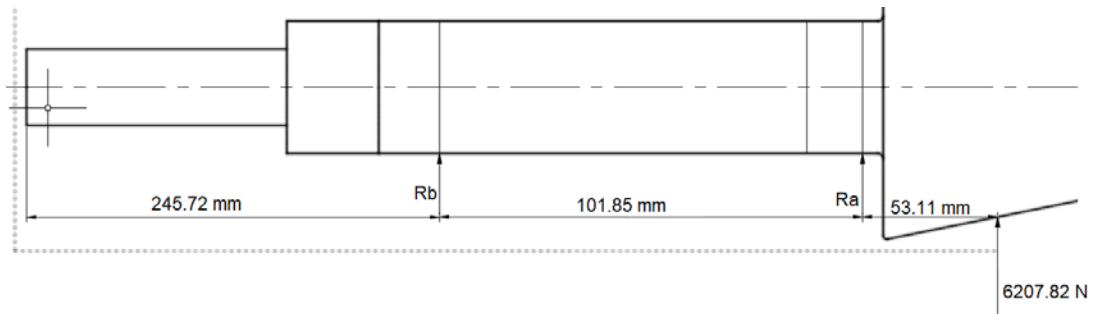


Fig. 2.12. Fuerzas sobre el eje principal.

$$+\circlearrowleft \Sigma M_a = 0$$

$$-R_b(101.85) + (6207.82)(53.11) = 0$$

$$R_b = 3237.09 \text{ N } \uparrow$$

$$+\circlearrowleft \Sigma M_b = 0$$

$$-R_a(101.85) + (6207.82)(154.96) = 0$$

$$R_a = 9444.9 \text{ N } \downarrow$$

2.1.7. POTENCIA DE LAMINACIÓN

Para el cálculo del torque de laminación se utiliza las fuerzas de laminación encontrada anteriormente y se utiliza la Ecu. 2.7.

$$T = F_{laminacion} 0.5 L_c \quad (2.7)$$

$$T = (0.5)(15.57 \times 10^{-3})(6335.091)$$

$$T = 49.31 \text{ N.m}$$

Potencia

$$Pot = (T)(\omega)$$

$$Pot = (49.31 \text{ N.m}) \left(1.04 \frac{\text{rad}}{\text{s}}\right)$$

$$Pot = 51.29 \text{ W} \times 2 = 102.58 \text{ W}$$

$$Pot = 0.068 \text{ HP} \times 2 = 0.136 \text{ HP}$$

Para proteger la máquina debe considerarse el enfriamiento hasta un valor de fluencia de 75 MPa por lo cual demandará 377.78 W o 0.5 HP.

2.1.8. CÁLCULO DE FUERZAS DE LAMINACIÓN

Para el cálculo de las áreas de contacto durante la laminación se hará uso de un programa de diseño asistido por computadora como se presenta en la Fig. 2.13.

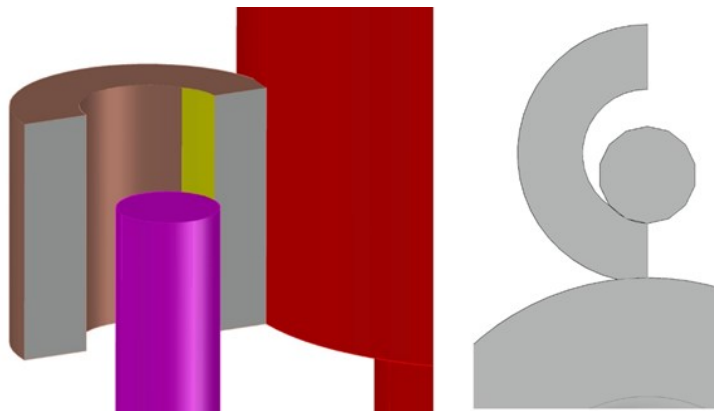


Fig. 2.13. Demostración de fuerzas sobre pieza de trabajo.

$$S = \theta \cdot r$$

Área de contacto

$$S_1 = 20.7 \text{ mm}$$

$$s_e = 7.28 \text{ mm}$$

$$A_1 = S_1 h = (20.7)(53.98) = 1.12 \times 10^{-3}$$

$$A_e = s_e h = (7.28)(53.98) = 392.97 \times 10^{-6}$$

$$A_{total} = A_1 + A_e = 1.51 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

Ahora se procederá a calcular las Fuerzas ejercida al rodillo utilizando el esfuerzo de fluencia del cobre

$$F_M = \bar{Y}_f \delta L$$

$$F_M = (10 \times 10^6)(1.51 \times 10^{-3})$$

$$F_M = 15103.6 \text{ N} \approx 1539.6 \text{ kg} \approx 1.5 \text{ Ton}$$

$$A_{\text{interna}}$$

$$A_i = 431.48 \text{ mm}^2$$

$$A_e = 313.26 \text{ mm}^2$$

$$L_{ci} = 51.85 \text{ mm}$$

$$L_{ce} = 5.8 \text{ mm}$$

$$F_i = (10 \times 10^6)(431.48 \times 10^{-6})$$

$$F_i = 4314.8 \text{ N}$$

$$F_e = (10 \times 10^6)(313.26 \times 10^{-6})$$

$$F_e = 3132.6 \text{ N}$$

$$F_t = 7447.4 \text{ N}$$

Seguidamente se calcula el torque necesario, así:

$$T_i = (0.5)(51.85 \times 10^{-3})(4314.8)$$

$$T_i = 111.86 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$T_e = (0.5)(5.8 \times 10^{-3})(3132.6)$$

$$T_e = 9.08 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Calcularemos la potencia necesaria del motor para poder deformar el material y llevarlo a las condiciones finales necesarias:

$$P_i = (111.86)(1.375)$$

$$P_i = 153.81 \text{ W} \approx 0.2 \text{ HP}$$

$$P_e = (9.08)(9.47)$$

$$P_e = 85.99 \text{ W} \approx 0.11 \text{ HP}.$$

2.1.9. SELECCIÓN DE RODAMIENTOS DE RODILLO MOTRIZ

Para el cálculo de los rodamientos para el rodillo motriz aremos uso de la geometría antes calculada del eje motriz, así como se presenta en Fig. 2.14.

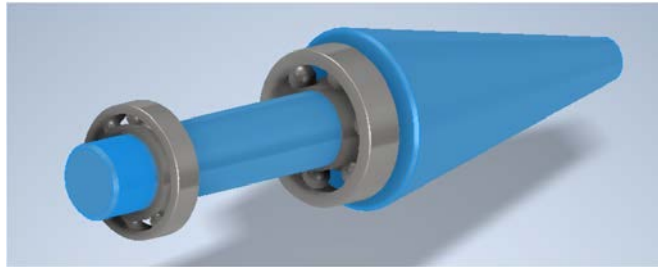


Fig. 2.14. Rodamientos sobre eje de rodillo cónico.

$$\theta_{int} = 38.1 \text{ mm} \approx 1.5 \text{ pulg.}$$

Capacidad de carga estática

$$3650 \text{ lb} \approx 1655.612 \text{ kg.}$$

Capacidad de carga dinámica

$$5550 \text{ lb} \approx 2290.6 \text{ kg}$$

$$a = \frac{10}{3}$$

Factor $K_R = 1 \approx 90\%$

Carga equivalente para cada cojinete

$$F_{AC} = 0.4F_{RA} + K_a \left(\frac{0.5F_{RB}}{K_b} \right) + F_{Aa}$$

$$F_{BE} = 0.4F_{RB} + K_a \left(\frac{0.5F_{RA}}{K_a} \right) - F_{Ba}$$

2.1.10. DISEÑO DE EJE DE RODILLO MOTRIZ CÓNICO POR RESISTENCIA A LA FATIGA

Para poder diseñar el eje del rodillo cónico fue necesario antes determinar los esfuerzos a los que se somete el eje para poder dimensionar así los puntos críticos de la geometría de la pieza como se presenta en la Fig. 2.15.



Fig. 2.15. Eje motriz mínimo para soportar las fuerzas.

Para el calcular las condiciones mínimas necesarias para el rodillo motriz cónico se asumirá un acero SAE 8620.

Se hará uso de la Ec. 2.8 la cual permite dar un factor de seguridad para prevenir daños si la máquina en operación sufre sobre cargas esto se logra considerando el esfuerzo de fluencia del material a utilizar.

$$\sigma_{ad} = \frac{\sigma_y}{n} \quad (2.8)$$

donde: σ_{ad} es el esfuerzo admisible;

σ_y es el esfuerzo de fluencia del material, para el cual se utiliza un valor de 680 MPa; y

n es el factor de seguridad, para el cual se utiliza un valor de 2.5.

Sustituyendo en la Ec. 2.8, se obtiene:

$$\sigma_{ad} = 273.2 \text{ MPa.}$$

Para el cálculo del esfuerzo cortante a la cual estará sometido el eje motriz se calculará mediante la Ec. 2.9:

$$\tau = (0.3)(\sigma_{ad}) \quad (2.9)$$

$$\tau = (0.3)(273.2 \text{ MPa})$$

$$\tau = 81.96 \text{ MPa}$$

Tenido el esfuerzo cortante máximo procederemos al cálculo del radio mínimo necesario para que el eje motriz pueda soportar todos los esfuerzos al cual estará sometido utilizando la Ec. 2.10.

$$\tau = \frac{TC}{J} \quad (2.10)$$

donde: τ es el esfuerzo cortante en MPa,

T es el torque de laminado en N·m,

C es el radio del eje en m, y

J es el momento polar de Inercia m^4 .

$$J = \frac{\pi}{2} C^4$$

Sustituyendo J y despejando c

$$\tau = \frac{2TC}{\pi C^4}$$

$$\tau = \frac{2T}{C^3}$$

Despejando c

$$C^3 = \frac{2T}{\pi\tau}$$

$$C = \sqrt[3]{\frac{2T}{\pi\tau}}$$

$$c = \sqrt[3]{\frac{2(49.31)}{\pi(81.96 \times 10^6)}}$$

$$c = 0.00726 \text{ m} \cong 7.26 \text{ mm}$$

$$\varnothing = 14.52 \text{ mm}$$

Calculando el diámetro final por el límite de resistencia a la fatiga.

$$+\cup \Sigma M_a = 0$$

$$M_a = (6207.82)(53.11) = 329.69 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M_m = 0$$

$$T_a = 0$$

$$T_m = 49.31 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \left[\left(\frac{32K_f M_a}{\pi d^3} \right)^2 + 3 \left(\frac{16K_{fs} T_m}{\pi d^3} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$n = \frac{S_y}{\sigma_{m\acute{a}x}}$$

Se toma un factor de seguridad de 2.5

$$2.5 = \frac{683 \text{ MPa}}{\sigma_{m\acute{a}x}}$$

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{683}{2.5} = 273.2 \text{ MPa}$$

Para el cálculo del límite de resistencia a la fatiga se utiliza la Ec. 2.11.

$$S'_e = (0.5)S_{ut} \quad (2.11)$$

$$S'_e = (0.5)(908 \times 10^6)$$

$$S'_e = 451.5 \text{ MPa}$$

Utilizando la Ec. 2.12 (ecuación de Marín):

$$S_e = K_a \cdot K_b \cdot K_c \cdot K_d \cdot K_e \cdot K_f \cdot S'_e \quad (2.12)$$

donde: K_a es el factor de modificación por la condición superficial.

K_b es el factor de modificación por el tamaño.

K_c es el factor de modificación por la carga.

K_d es el factor de modificación por la temperatura.

K_e es el factor de confiabilidad.

K_f es el factor de modificación por efectos varios

S_e es el límite de resistencia a la fatiga en viga rotatoria

S_e es el límite de resistencia a la fatiga en la ubicación crítica de una parte de máquina en la geometría y condición de uso.

Calculando el factor de modificación por la condición superficial utilizando la Ec 2.13 y obteniendo los datos necesarios para su sustitución de la Tabla 2.4:

$$K_a = a \cdot S_{ut}^b \quad (2.13)$$

donde: S_{ut} es la resistencia a la tracción es 903 MPa,

a es un coeficiente y se encuentra en la Tabla 2.4 y es 4.51, y

b se encuentra en la Tabla 2.4 y es - 0.265.

$$K_a = (4.51)(903)^{-0.265}.$$

$$K_a = 0.743 .$$

Tabla 2.4 Parámetros en el factor de la condición superficial.

Acabado superficial	Factor a		Exponente b
	S_{ut} , ksi	S_{ut} , MPa	
Esmerilado	1.34	1.58	-0.085
Maquinado o laminado en frío	2.70	4.51	-0.265
Laminado en caliente	14.4	57.7	-0.718
Como sale de la forja	39.9	272	-0.995

Calculando el factor de modificación por el tamaño.

$$k_b = \begin{cases} \left(\frac{d}{0.3}\right)^{-0.107} = 0.879d^{-0.107} & 0.11 \leq d \leq 2 \text{ pulg} \\ 0.91d^{-0.157} & 2 < d \leq 10 \text{ pulg} \\ \left(\frac{d}{7.62}\right)^{-0.107} = 1.24d^{-0.107} & 2.79 \leq d \leq 51 \text{ mm} \\ 1.51d^{-0.157} & 51 < d \leq 254 \text{ mm} \end{cases}$$

$$0.11d \leq 2 \text{ pulg}$$

$$K_b = 0.879d^{-0.107}$$

$$K_b = 0.879(38.1)^{-0.107}$$

$$K_b = 0.5954$$

Calculando el factor de modificación por carga

$$k_c = \begin{cases} 1 & \text{flexión} \\ 0.85 & \text{axial} \\ 0.59 & \text{torsión}^{17} \end{cases}$$

$$K_c = 1 \text{ Flexión}$$

Para el cálculo del factor de modificación por temperatura se hace uso de la Tabla 2.5.

Tabla 2.5 Efecto de la temperatura de la operación en la resistencia a la tracción del acero.

Temperatura, °C	s_T/s_{RT}	Temperatura, °F	s_T/s_{RT}
20	1.000	70	1.000
50	1.010	100	1.008
100	1.020	200	1.020
150	1.025	300	1.024
200	1.020	400	1.018
250	1.000	500	0.995
300	0.975	600	0.963
350	0.943	700	0.927
400	0.900	800	0.872
450	0.843	900	0.797
500	0.768	1000	0.698
550	0.672	1100	0.567
600	0.549		

K_d a 150 °C de Tabla 2.5, se obtiene:

$$K_d = 1.025$$

Para el cálculo del factor de confiabilidad se hará uso de la Tabla 2.6 para la selección de los factores.

Tabla 2.6 Factor de confiabilidad.

Confiabilidad, %	Variación de la transformación z_a	Factor de confiabilidad K_e
50	0.000	0.620
90	1.288	0.897
95	1.645	0.868
99	2.326	0.814
99.9	3.091	0.753
99.99	3.819	0.702
99.999	4.265	0.659
99.9999	4.753	0.620

$$K_e = 1 - 0.08z_a$$

Con un factor de confiabilidad del 95%

$$z_a = 1.645$$

$$K_e = 1 - 0.08(1.645)$$

$$K_e = 0.8684$$

Para el cálculo de factores varios, sin incluir muescas:

$$K_f = 1$$

Sustituyendo los valores encontrados anteriormente, en la Ec. 2.8, se obtiene:

$$S_e = (0.743)(0.5954)(1) (1.025) (0.8684) (1) (451.5)$$

$$S_e = 177.79 \text{ MPa.}$$

Análisis para vida infinita $N = 10^6$ ciclos

$$S_f = aN^b \tag{2.14}$$

donde: S_f es la resistencia a la fatiga,

a es una constante definida,

N es el número de ciclos hasta a falla, y

b es una constante definida.

$f = 0.81$, según la Fig. 2.16, con $S_{ut} = 130 \text{ ksi}$

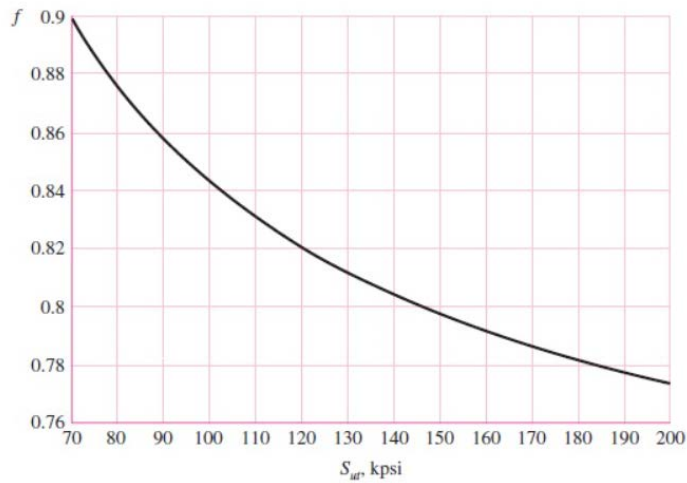


Fig. 2.16. Fracción de resistencia a la fatiga (f) de S_{ut} a los 10^3 ciclos.

$$a = \frac{(fS_{ut})^2}{S_e} = \frac{(0.81 \times 903)^2}{177.79} = 3009.11$$

$$b = -\frac{1}{3} \log\left(\frac{fS_{ut}}{S_e}\right) = -\frac{1}{3} \log\left(\frac{0.81 \times 903}{177.79}\right) = -0.2048$$

Sustituyendo la Ec. 2.14 se obtiene

$$S_f = (3009.11)(10^6)^{-0.2048}$$

$$S_f = 177.68 \text{ MPa}$$

Según norma ANSI 13106-IM-1985

$$D = \left[\frac{32N}{\pi} \sqrt{\left[\frac{K_f M}{S_n} \right]^2 + \frac{3}{4} \left[\frac{T}{S_y} \right]^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

Donde N: Factor de seguridad=2.5

$$D = \left[\frac{32(2.5)}{\pi} \sqrt{\left[\frac{(1)(329.68)}{177.79 \times 10^6} \right]^2 + \frac{3}{4} \left[\frac{49.31}{685 \times 10^6} \right]^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$D = 0.03615 \text{ m} \approx 36.15 \text{ mm.}$$

2.1.11. ELECCIÓN DE RODAMIENTOS DE EJE MOTRIZ

Para el cálculo de los rodamientos axial y radial se eligen utilizando el diámetro del eje calculado y con la ayuda de la nomenclatura de un cojinete como se presenta en la Fig. 2.17.

$$d = 0.03615 \text{ m} \approx 36.15 \text{ mm.}$$

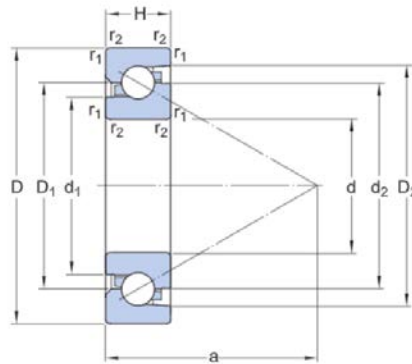


Fig. 2.17. Nomenclatura de un cojinete de rodillo cónico.

Ya teniendo el diámetro iremos a las tablas a buscar nuestro diámetro. Ya que en el catálogo de rodamientos utilizados no se encontró el diámetro antes calculado se tomó como elección tomar el rodamiento más cercano al antes calculado como se presenta en la Tabla 2.7.

Tabla 2.7 Tabla para elección de rodamientos axial.

Denominación	Di, mm	De. mm	Ancho del anillo exterior	Capacidad de carga dinámica, kN	Capacidad de carga estática, kN
BSA 207 CGB	36.487	72	19.050	36.5	98

2.1.12. CÁLCULO DE RODAMIENTOS DE AGUJA

Para la elección de los rodamientos de aguja partiremos de los diámetros antes cálculos con la cual no iremos a la Tabla 2.8 y ayudándonos de la Fig. 2.18 para lograr la mejor elección.

Tabla 2.8 Rodamiento de aguja separable con anillo interior.

Designación	D, mm	F, mm	E, mm	D, mm	C, mm	Rs, min
NAO-17X35X16	22	17	29	35	16	0.3
NAO-29X35X17	25	20	29	35	17	0.3

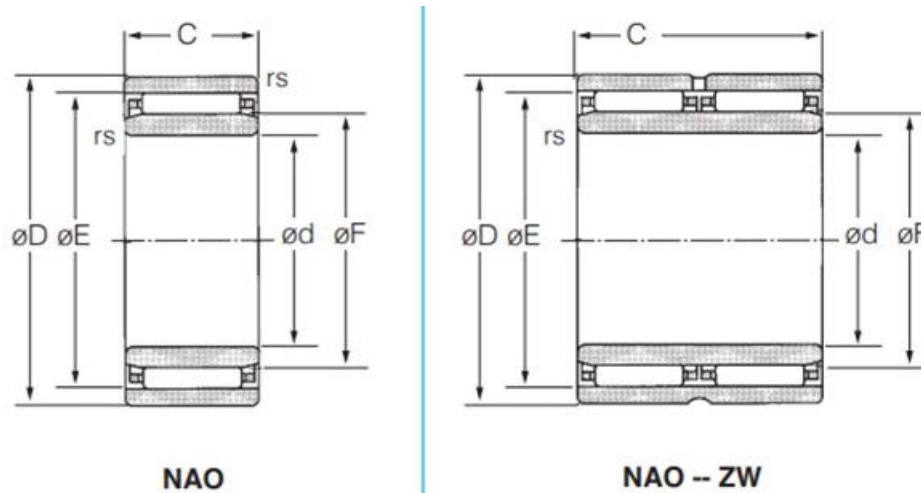


Fig. 2.18. Nomenclatura de un rodamiento de aguja.

2.1.13. CÁLCULO DE TORNILLO DE POTENCIA

Para el cálculo del tornillo de potencia aremos uso de la nomenclatura básica como se presenta en la Fig. 2.19.

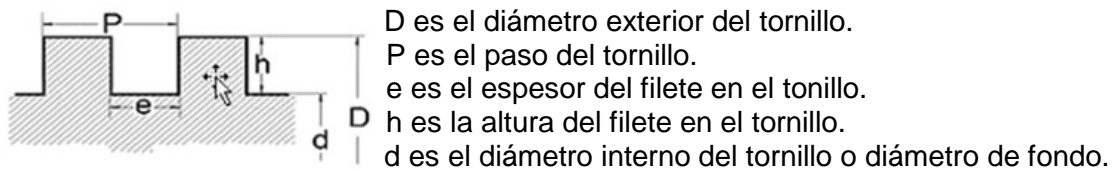


Fig. 2.19. Nomenclatura básica de un tornillo de potencia.

Para el cálculo de los tornillos de potencia se asume un acero SAE 1045 que su esfuerzo a la fluencia es de $\sigma_y = 250 \text{ MPa}$

Ecuaciones fundamentales de las dimensiones de un tornillo de potencia.

$$p = 0.2D$$

$$D = p + 0.2$$

$$e = 0.5 * p$$

$$h = 0.5 * p$$

$$d = D - 2h$$

Despejando las ecuaciones anteriores dejándolas en términos del diámetro y sustituyéndolas se obtiene la Ec. 2.15, así:

$$\sigma = \frac{F * \frac{h}{2} * \frac{e}{2}}{\frac{1}{12} * 2 * \pi * n * rm \cdot b^3} \quad (2.15)$$

donde: σ es el esfuerzo, y

F es la fuerza.



Fig. 2.20. Diseño de tornillo son fin.

Sustituyendo las en la Ec. 2.15 llegaremos a una ecuación en términos del diámetro exterior del tornillo y se obtendrá un tornillo como se presenta en la Fig. 2.20.

$$\sigma = \frac{F * (0.05D) * (0.05D)}{\frac{1}{12} * 2 * \pi * (0.45D) \cdot (0.1D)^3}$$

donde: F=23.73 kN

$$D = 36.46 \text{ mm}$$

2.1.14. TORNILLO DE POTENCIA HORIZONTAL

Para cálculo del tornillo de potencia se asume un acero SAE 1045 con un esfuerzo de fluencia de $\sigma_y = 250 \text{ MPa}$.

Utilizando la Ec. 2.15, así:

$$\sigma = \frac{F * \frac{h}{2} * \frac{e}{2}}{\frac{1}{12} * 2 * \pi * n * r m \cdot b^3} \quad (2.15)$$

Con una fuerza de 23.73 kN, Se obtiene un diámetro de
D= 54.98 mm.

Por medio del software se realizó un análisis de elementos finitos que se presenta en los anexos

2.1.15 CÁLCULO DE CORONA Y TORNILLO SIN FIN

En el cálculo del tornillo sin fin demostraremos y definiremos cada una de sus características, así como se presenta en la Fig. 2.21.

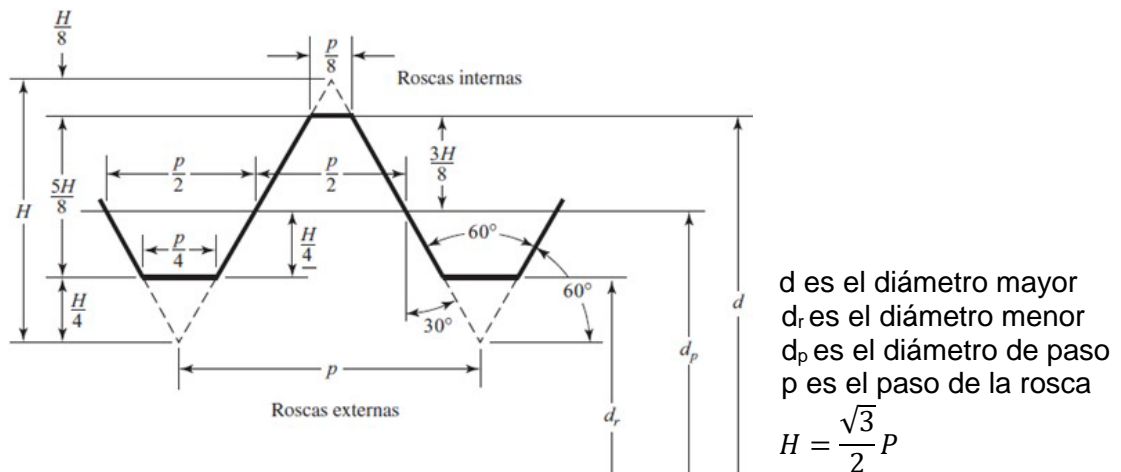


Fig. 2.21. Nomenclatura básica de un torillo sin fin.

Para el cálculo del tornillo sin fin se asume un módulo de 2 y un número de dientes de 80.

$$M = 2$$

$$N = 80$$

El paso de la rosca viene dado por:

$$p = \pi * M$$

$$P = 3.1416 * 2 = 6.28 \text{ mm}$$

Calculando la altura

$$h = 2.167 * M$$

$$h = 2.167 * 2 = 4.33 \text{ mm}$$

Para el cálculo del diámetro de paso se utiliza la ecuación:

$$d_p = 12 * M$$

$$d_p = 12 * 2 = 24 \text{ mm}$$

Para el cálculo del diámetro externo

$$d = d_p + 2M$$

$$d = 24 + 2 * 2 = 28 \text{ mm}$$

Para el cálculo del diámetro interno

$$d_r = d - 2h$$

$$d_r = 28 - 2 * 4.33 = 19.33 \text{ mm}$$

2.1.16 PARA EL CÁLCULO DE LA CORONA

La geometría de las piezas es importante en el instante de realizar cálculos de resistencia esto define las capacidades que podrá soportar el mecanismo en la Fig. 2.22 se puede observar las dimensiones fundamentales que intervienen en el cálculo del conjunto tornillo sin fin y engrane corona.

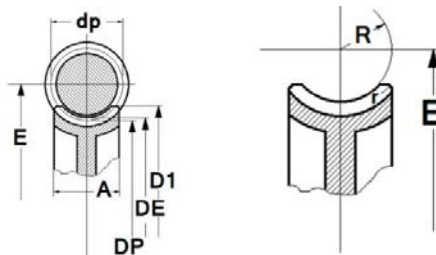


Fig. 2.22. Tornillo sin fin y corona.

Para el cálculo del diámetro del paso se utiliza:

$$D_p = M \cdot N$$

$$D_p = 2 \cdot 80 = 160 \text{ mm}$$

Para el cálculo del diámetro externo

$$d = D_p + 2M$$

$$d = 160 + 2 \cdot 2 = 164 \text{ mm}$$

Distancia entre centros:

$$E = (D_p + d_p)/2$$

$$d = (160 + 24)/2 = 92 \text{ mm.}$$

2.1.17. CÁLCULO DE ESFUERZO DE PUENTE ELEVADOR DE RODILLO

Para realizar el análisis de es esfuerzos en el puente elevador de rodillo se hará uso de un programa de diseño asistido por computadora debido a la complejidad de la geometría y las cargas a las que la pieza está sometida mejorando así la precisión de los cálculos obtenidos como se presenta en la Fig. 2.23.

Una vez realizado el dibujo del puente elevador en SolidWorks, cuyas dimensiones se pueden ver a detalle en anexos, se debe definir un estudio de simulación, siguiendo los pasos enlistados a continuación:

- 1) Calcular las cargas a las cuales estará sometida la pieza.
- 2) Una vez dimensionada la pieza en SolidWorks se procede a colocar las cargas a la cual está sometida.

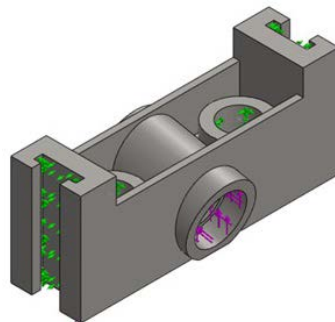


Fig. 2.23. Puente elevador.

- 3) Colocar el material con el cual está fabricada la pieza que en nuestro caso será un acero SAE 1008.
- 4) Generar un estudio de fatigas para poder someter a un estrés y poder verificar las zonas de mayor carga y poder dimensionar de tal manera que soporte la carga antes colocada.
- 5) Una vez obtenida la simulación se comprueban los esfuerzos máximos como se presenta en la Fig. 2.24 y de igual forma se comprueba que cumpla con la deformación y desplazamientos límites estipulados para obtener piezas uniformes evitando así márgenes de error excesivos como se presenta en la Fig. 2.25.

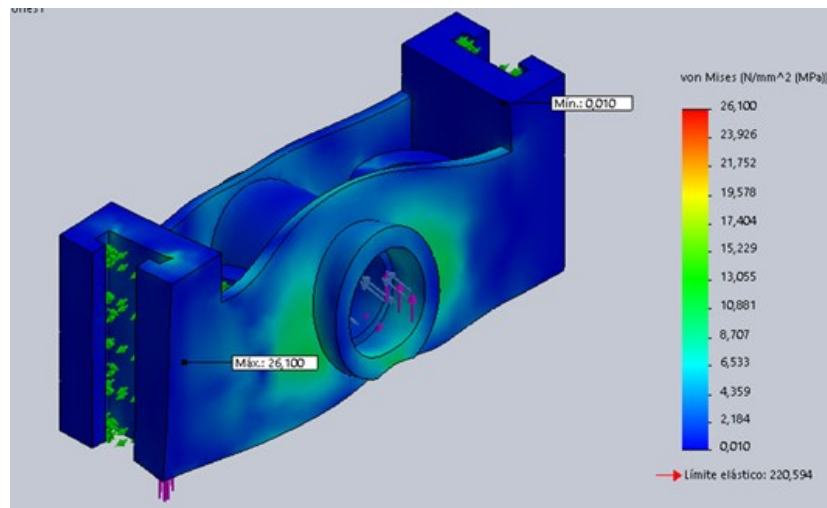


Fig. 2.24. Esfuerzo de Von Mises en puente elevador.

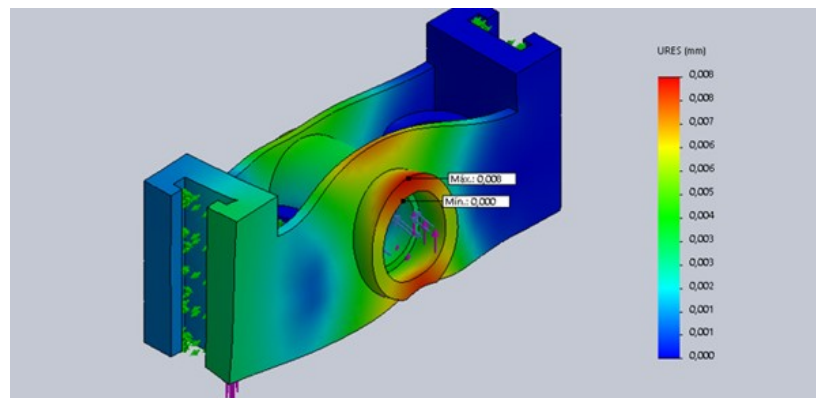


Fig. 2.25. Deformación en puente elevador.

2.1.18. CÁLCULO DE ESFUERZOS DE VIGA SUPERIOR

Se utilizará la metodología descrita anteriormente para el análisis de esfuerzos y deformaciones de los elementos, esto dará como resultado valores más fiables y garantizará una estructura adecuada para cumplir con su propósito como se presenta en la Fig. 2.26.

- 1) Calcular las cargas a las cuales estará sometida la pieza.
- 2) Se determinan las regiones fijas y se colocan las fuerzas en la zona de aplicación.
- 3) Se selecciona el material, en este caso se utilizará acero SAE 1008.
- 4) Con la obtención de datos se evalúa si las dimensiones de la pieza son las adecuadas para soportar las cargas Fig. 2.27.
- 5) Se verifican esfuerzos como se presenta en la Fig. 2.28 y deformaciones en la Fig. 2.26 para garantizar la precisión de la máquina en operación.

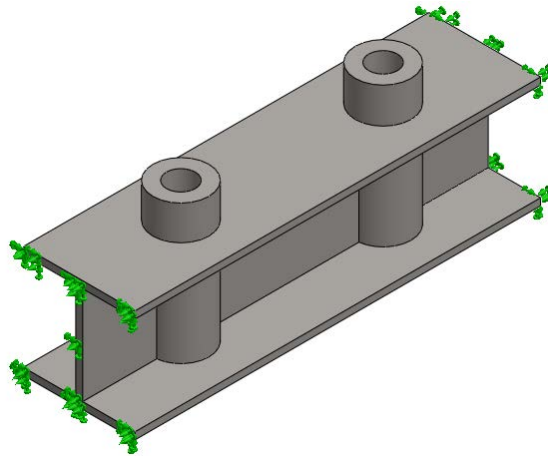


Fig. 2.26. Puente elevador.

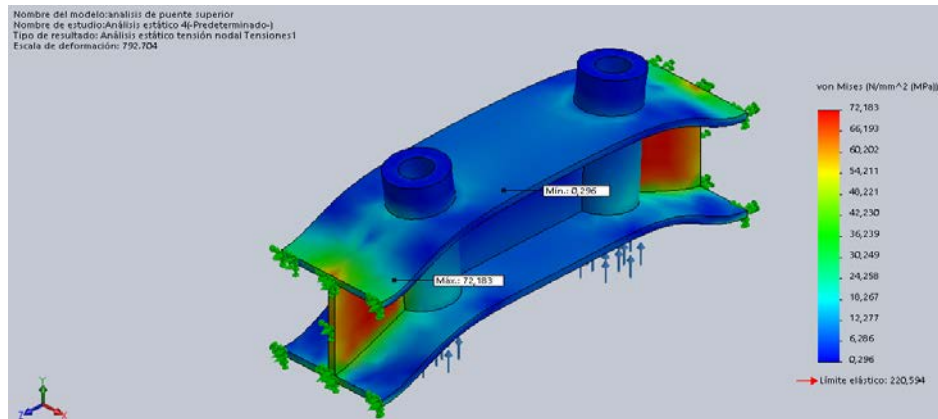


Fig. 2.27. Esfuerzo de Von Mises puente superior.

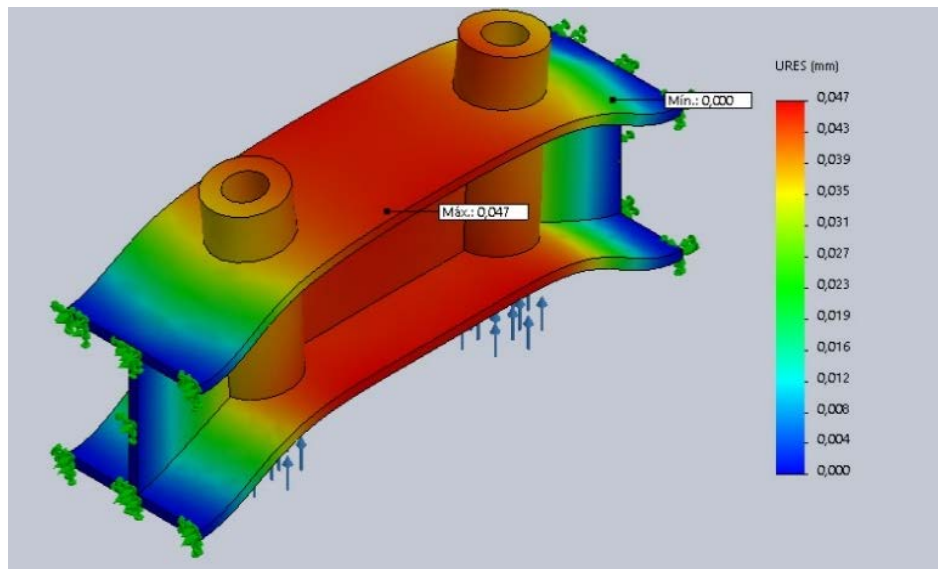


Fig. 2.28. Deformación máxima de viga superior.

2.1.19. CÁLCULO DE PERNOS EN UNIONES

Para el cálculo de los pernos se seleccionará un perno de clase 4.8 y un factor de seguridad de 3 como se especifica en la Tabla 2.9.

Tabla 2.9 Clasificaciones y especificaciones técnicas de pernos.

Material	Clase de propiedades	Intervalo de tamaño, inclusive	Esfuerzo de fluencia, MPa	Resistencia a la tracción, MPa	Resistencia de prueba mínima, MPa
Acero de bajo y medio carbono	4.8	M1.6-M16	340	420	310

$$\frac{F}{2td} = \frac{\sigma_y}{n} \quad (2.16)$$

donde: F es la fuerza a la que está sometido el perno,

t es largo del perno,

d es el diámetro del perno,

σ_y es el es fuerza de fluencia del perno, y

n es el factor de seguridad estipulado para el tipo de maquinaria.

Despejando d de la Ec. 2.16 y sustituyendo, se obtiene:

$$d = \frac{F * n}{2t\sigma_y}$$

$$d = 8.11.$$

2.1.20. CÁLCULO DE SOLDADURAS DE UNIÓN

Los cálculos de resistencia en soldaduras de acuerdo a sus configuraciones y tipo de juntas y posiciones entre los elementos, se determinan así:

- Cálculo de soldadura por cortante simple

Para el cálculo de las uniones soldadas se utiliza una soldadura de filete como se presenta en la Fig. 2.29 se asume los siguientes datos se utilizará un electro E6013 (ver, Tabla 2.10) con un esfuerzo último a atracción de 345 MPa.

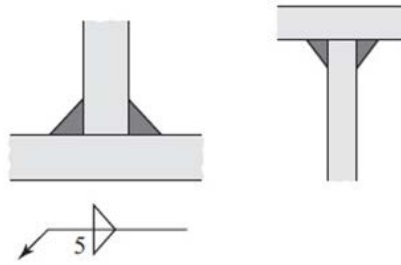


Fig. 2.29. Soldadura de filete.

Tabla 2.10 Propiedades mínimas del material de aporte.

Número de electrodo AWS	Resistencia a la tracción, MPa (ksi)	Resistencia a la fluencia, MPa (ksi)	Elongación, %
E60XX	427 (64)	345 (50)	17-25
E70XX	482 (70)	393 (57)	22
E80XX	551 (80)	462 (67)	19
E90XX	620 (90)	531 (77)	14-17
E100XX	689 (100)	600 (87)	13-16
E120XX	827 (120)	737 (107)	14

$$\tau = \frac{p}{0.707 * h * Lw * N} \quad (2.17)$$

donde: τ es el esfuerzo cortante generado por la fuerza en MPa.

p es la fuerza en la que la pieza está sometida y es de 23430 N.

N es el número de soldaduras en la pieza que es igual a 2,

h_c es la altura de la soldadura, y

l_w es la longitud de la soldadura que es igual a 0.04445 m.

$$\tau = \frac{\tau_p}{n} \quad (2.18)$$

donde: τ_p es el esfuerzo permisible, y

n es el factor de seguridad que es igual a 2.

$$\tau = \frac{345}{2} = 172.5 \text{ MPa} \quad (2.19)$$

Igualando las Ecs. 2.17 y 2.19 y despejando h , se obtiene:

$$h = 2.16 \text{ mm.}$$

- Cálculo por soldadura sometida a flexión

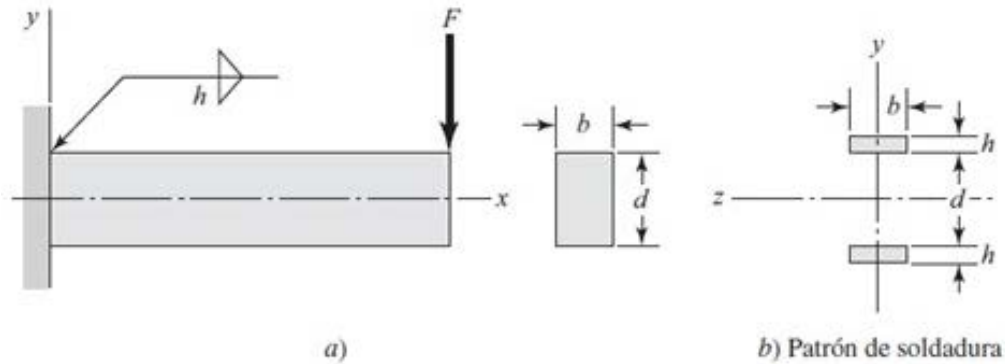


Fig. 2.30. Voladizo de sección transversal rectangular soldado a un soporte en los bordes superior e inferior.

$$\tau_{ad} = \sqrt{\tau' + \tau''} \quad (2.20)$$

donde: τ_{ad} es el esfuerzo admisible

τ' es el esfuerzo cortante primario, y

τ'' es el esfuerzo cortante nominal.

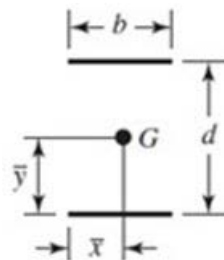


Fig. 2.31. Ubicación del centroide.

Para el cálculo de la geometría se utilizarán las Ecs. 2.20 - 2.23, así:

$$A = 1.414hb \quad (2.21)$$

$$\bar{x} = \frac{b}{2} \quad (2.22)$$

$$\bar{y} = \frac{d}{2} \quad (2.23)$$

$$I_u = \frac{bd^2}{2} \quad (2.24)$$

Sustituyendo las Ecs. 2.21 a 2.24 en la Ec. 2.20, se obtiene:

$$\tau_{ad} = \sqrt{\left(\frac{F}{1.414 * b * h_c}\right)^2 + \left(\frac{1.414 * M}{bdh_c}\right)^2}$$

Sustituyendo y despejando h_c , se obtiene:

$$h_c = 2.18 \text{ mm.}$$

2.2. FUNCIONES Y MOVIMIENTOS DE LA MÁQUINA

El sistema utiliza 4 motores eléctricos serbos controlados como se presenta en la Fig. 2.32 mediante una interfaz asistida por computadora se crean órdenes para detectar el sentido de giro, la posición, velocidad y potencia de cada motor.

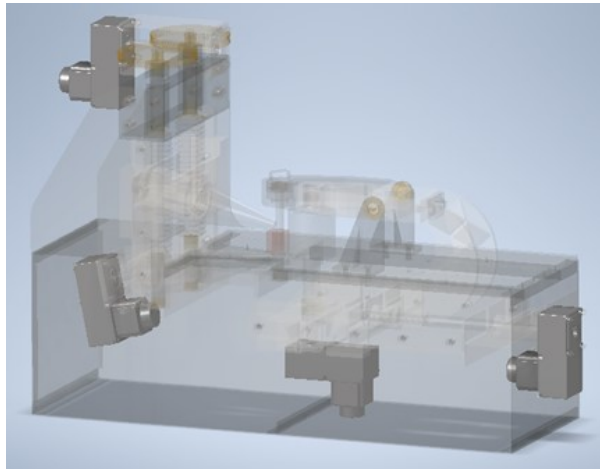


Fig. 2.32. Ubicación de servos motores.

Cada motor es controlado por una interfaz individual la cual da la orden y el encargado de procesar la información será la computadora por medio de los sensores respectivos.

Para los motores que controlan los rodillos laminadores, los sensores de posición de los servos serán los encargados de controlar las rpm, en cuanto a los motores que controlan los desplazamientos, adicional al potenciómetro interno se instalará un sensor deslizante para controlar el movimiento real de las guías sin perder precisión por medio de los elementos móviles tal como se presenta en la Fig. 2.33.

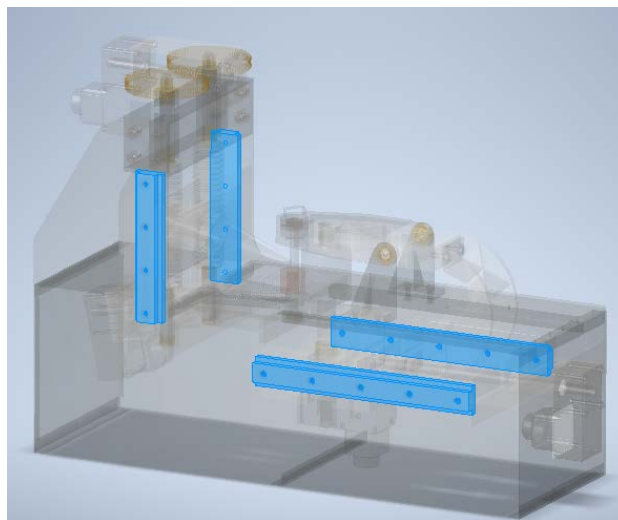


Fig. 2.33. Guías de movimiento vertical y axial.

El mecanismo interpreta las dimensiones iniciales y finales de la etapa de laminado, mediante un programa establecido previamente y cargado al PLC, al iniciar y ejecutar la acción después de posicionado el tocho inicial, la máquina hará contacto con la pieza tal como se presenta en la Fig. 2.34, seguidamente iniciará la coordinación entre los motores motrices que inician el giro y el aplastamiento para lograr la laminación,

Los cuatro motores iniciarán su desplazamiento de manera diferida de acuerdo a la cinemática de la geometría del momento y realizando los desplazamientos lo más rápido posible antes de hacer contacto.

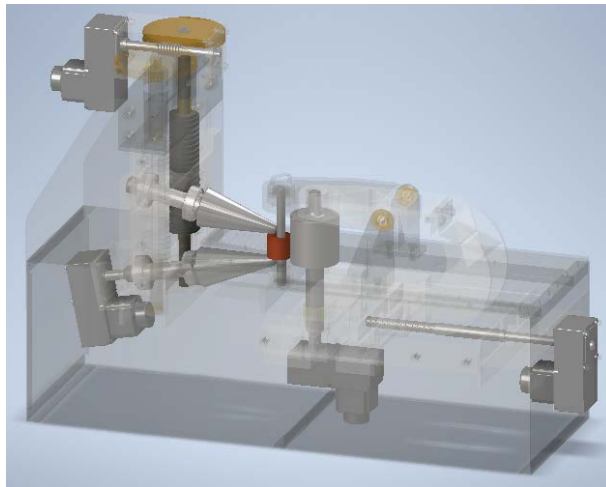


Fig. 2.34. Contacto inicial con la pieza.

Todo el proceso será controlado por medio de un sensor térmico que monitoreará la temperatura de la pieza laminada, al detectar la temperatura crítica o mínima para laminación, el sistema deberá suspender el proceso y guardar la posición última tal como se presenta en la Fig. 2.35 de deformación para retomar la laminación en el punto donde se detuvo el proceso.

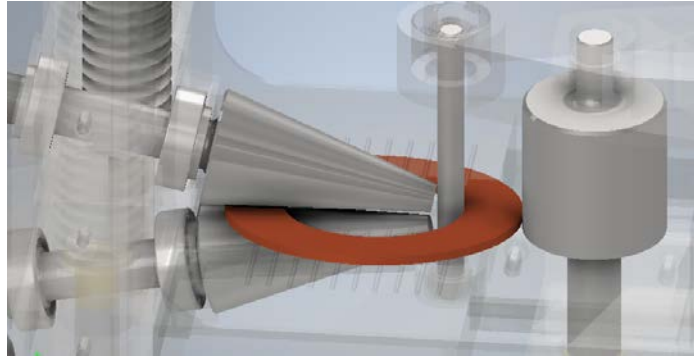


Fig. 2.35. Contacto final con la pieza.

Mediante una orden de paro la máquina debe levantar el rodillo cónico conducido tal como se presenta en la Fig. 2.36 para que permita retirar la pieza y recalentara.

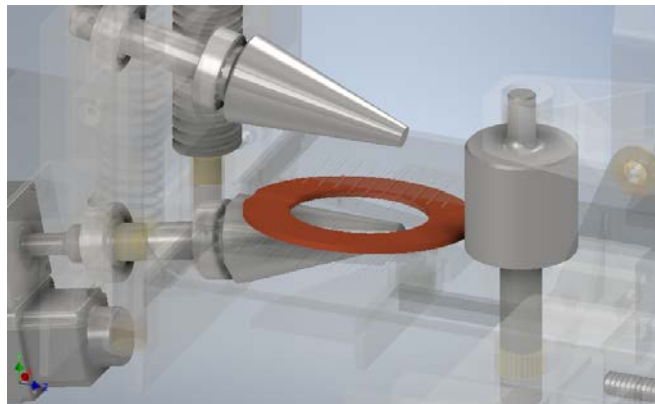


Fig. 2.36. Alejamiento de rodillo cónico superior.

Al instante que se coloque el material el rodillo iniciará su desplazamiento al punto último de parada tal como se presenta en la Fig. 2.37, ese desplazamiento será a velocidad máxima para evitar el enfriamiento de la pieza.

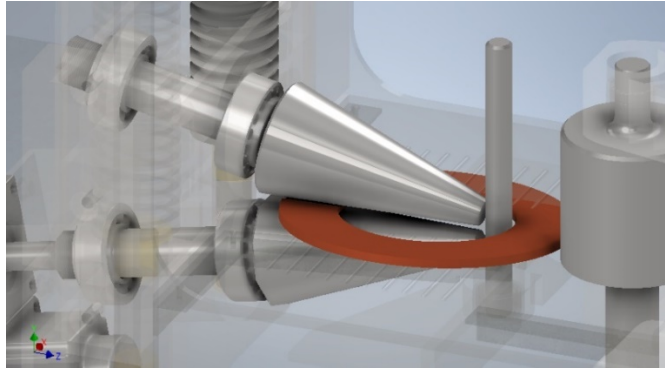


Fig. 2.37. Acercamiento de rodillo cónico superior.

Al retomar la laminación se controlará de igual forma la temperatura y al terminar el proceso de deformación deseada el sistema dará un aviso sonoro y lumínico que indique que la laminación ha culminado y no se trata de un paro por enfriamiento.

La máquina también contará con un sistema de control manual, donde por medio de una botonera se podrá seleccionar el movimiento de cada motor por separado, únicamente seteando en una casilla la velocidad rotación.

Este movimiento podrá ser controlado con o sin el control de temperatura de material, teniendo la opción de desactivarlo si de forma didáctica se trabaja con un material más blando a temperatura ambiente (recomendado aleación plomo-estaño).

La máquina en un futuro puede ser modificable para ensayos de tracción o compresión, por lo tanto, debe contar con la opción de la captura de lectura del sensor de posición lineal de las guías de elevación ya que es la plataforma o grupo de elementos que servirán para dicho propósito (ver, Fig. 2.38).

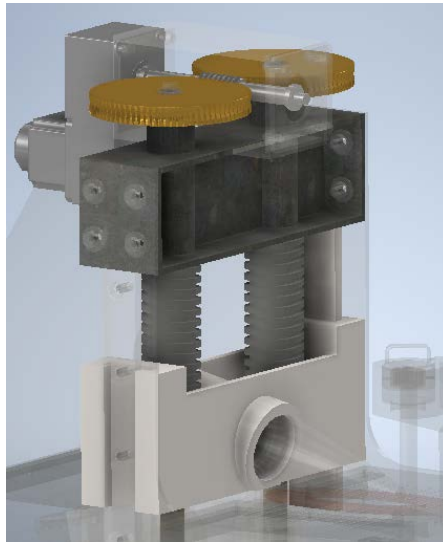


Fig. 2.38. Conjunto de elevación.

La máquina deberá contar siempre con un paro de emergencia que detiene el giro y a la vez levanta únicamente liberando el contacto del rodillo cónico conducido para liberar la carga en la pieza y disminuir riesgos por sobrecalentamiento de rodillo conformador.

2.2.1. INTERFAZ GRÁFICA DE PANTALLA DE CONTROL TÁCTIL

Para optimizar la producción se debe contar con un controlador amigable e intuitivo con el operario, el sistema debe ser seguro de usar y práctico, de igual forma debe contar con un controlador multipunto, es decir con diferentes puntos acceso a la operación para ser monitoreada de mejor manera.

Por medio de una pantalla HMI SIEMENS presentada en la Fig. 2.39 cuyos botones y elementos se definen en la Tabla. 2.11.

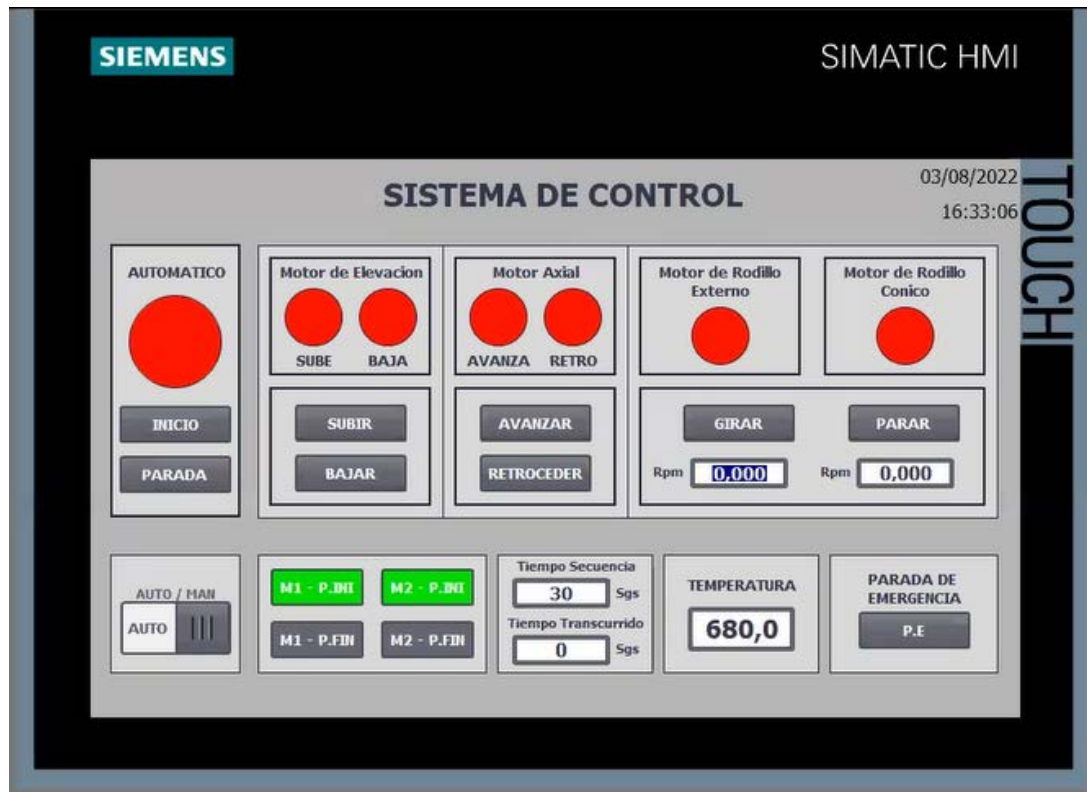









Fig. 2.39. Interfaz de pantalla HMI.

Tabla 2.11 Descripción de elementos de interfaz.

Elemento	Descripción	Función
	Selector de modo automático/manual	Interruptor encargado de seleccionar el modo de operación de la máquina, ya sea de forma automática para producir aros metálicos con una medida preestablecida o bien de forma manual permitiendo el funcionamiento de cada elemento.
	Botonera de inicio y parada de laminado automático	Esta botonera permite dar inicio a la laminación automática de la pieza programada, de igual forma permite detener el proceso en el punto que se desee.



Continúa.

Continuación.- Tabla 2.11. Descripción de elementos de interfaz.

Elemento	Descripción	Función
	Controlador de movimiento vertical	Permite de forma manual subir y bajar el puente de rodillo cónico conducido, controlado por el motor "M1".
	Controlador de movimiento axial	Por medio de estos pulsadores es posible desplazar el rodillo de laminación exterior utilizando el comando "AVANZAR" para desplazar el rodillo hacia el rodillo interior, y "RETROCEDER" para alejar el rodillo externo del rodillo interno, controlado por el motor denominado "M2".
	Indicador de desplazamiento máximo	Indica la posición inicial y posición final del motor M1 y M2 de forma manual. En el modo automático presenta el inicio y el final de los desplazamientos de la laminación programada.
	Controlador de rodillos laminadores	Permite iniciar y parar el giro de los rodillos laminadores seleccionado el modo manual. Admite el ingreso de las rpm deseadas en cada rodillo y sobre la marcha es posible modificarlas en incrementos de 0.005 rpm de forma diferenciada hasta un valor máximo de 30 rpm.
	Cronómetro	Presenta el tiempo transcurrido de la laminación, de igual forma es posible introducir el tiempo estimado de duración de un proceso para fines didácticos.

Continúa.

Continuación.- Tabla 2.11. Descripción de elementos de interfaz.

Elemento	Descripción	Función
	Termómetro	<p>En modo automático, presenta la temperatura en tiempo real de la pieza.</p> <p>En modo manual antes de iniciar el movimiento de los rodillos, se digita la temperatura de paro por enfriamiento, una vez iniciado el giro presenta la temperatura real de la pieza a laminar.</p>
	Paro de emergencia	Detiene todos los movimientos de la máquina, ya sea en modo manual o modo automático.

2.2.2. FUNCIONAMIENTO E INTERACCIÓN POR MEDIO DE LA PANTALLA HMI SIEMENS

La máquina contara con dos formas de operar, estas pueden ser automática y manual, según sea la pieza que se desea elaborar, a continuación, se detallan los procedimientos a seguir para operar en las diferentes modalidades, así:

a) funcionamiento automático

Para producciones en masa de piezas es necesario contar con una función que agilice las operaciones, por tal motivo la máquina cuenta con esta operación, seguidamente se detallan los pasos y procedimientos a efectuar.


b) Selector en modo automático



Programada la pieza a fabricar, se selecciona modo “AUTO” Esto se logra por medio de un interruptor deslizable de dos posiciones en modo gráfico en la pantalla digital y por medio de un interruptor en la botonera física de la máquina.

c) Inicio y parada de laminado automático



En esta región de la pantalla se presenta la botonera de inicio y parada  de la máquina cuando se encuentra de modo automático, con el selector en la posición se desactiva toda la región manual y el testigo color verde se enciende, es posible operar la máquina con los pulsadores de “INICIO” y “PARADA” el pulsador de paro de emergencia se mantendrá activo y al pulsarlo automáticamente se detendrá la operación.

Al pulsar el botón paro de emergencia, una alerta sonora en la máquina enciende y en la pantalla se presenta una alerta con el mensaje, tal como se presenta en la Fig. 2.40 que el paro se dio por una emergencia, este pulsador se puede oprimir desde la pantalla como físicamente en el panel de la máquina.

Si la temperatura de la pieza laminada baja hasta su límite de laminación, se detiene el proceso y envía una alerta de paro por enfriamiento en la pantalla digital, tal como se presenta en la Fig. 2.41, en forma física una alarma sonora se activa y una luz naranja enciende para saber que la máquina paró por temperatura baja.

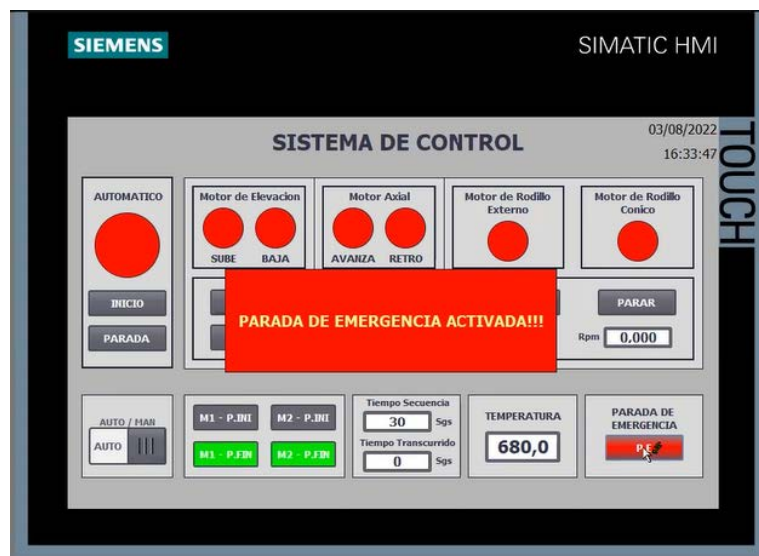


Fig. 2.40. Paro de emergencia en interfaz HMI.

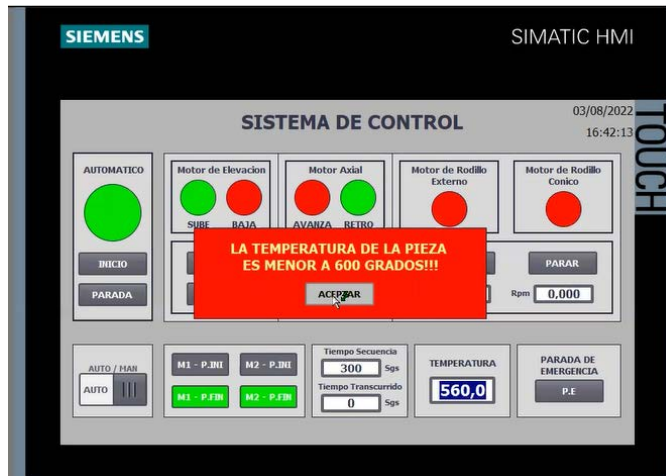


Fig. 2.41. Alerta por enfriamiento.

Los motores de los rodillos laminadores se detienen, e inicia el desplazamiento del rodillo cónico conducido hacia arriba para poder retirar la pieza y de igual forma el rodillo externo se aleja de la pieza para facilitar su extracción y colocación.

Colocada la pieza recalentada, los rodillos regresan a la posición última de la laminación y con sus rpm establecidas en ese punto hasta finalizar el conformado.

Una vez finalizado el proceso emite una alerta verde de finalización en la pantalla, tal como se presenta en la Fig. 2.42, del mismo modo el indicador físico enciende una luz verde.

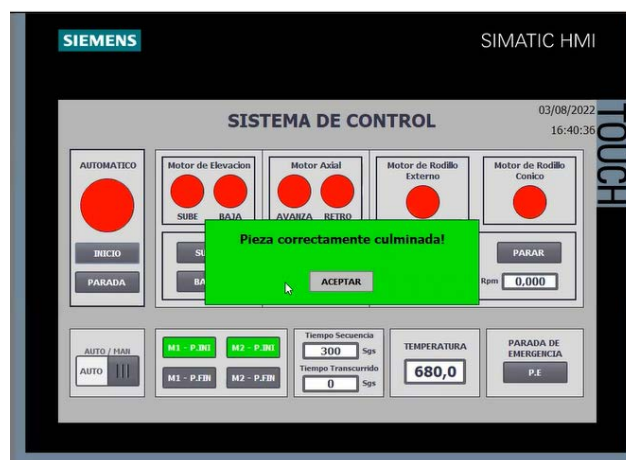


Fig. 2.42. Alerta de pieza finalizada.

2.2.3. FUNCIONAMIENTO MANUAL

Debido a que el fin de la máquina es poseer una herramienta didáctica que permita recrear procedimientos industriales de laminado, para ensayos en prácticas estudiantiles, la máquina debe poder operar de forma manual para que los estudiantes conozcan los diferentes efectos en la laminación al modificar variables en la máquina, esta función está integrada en el sistema de control y se detalla su operación a continuación, así:

a) Selector en modo manual



Desplazado el selector mostrando la función "MAN"

A través de un interruptor deslizable de dos posiciones en modo gráfico en la pantalla digital y por medio de un interruptor en la botonera física de la máquina se selecciona esta modalidad de funcionamiento esto habilita la botonera presentada en la Fig. 2.43.

De esta forma se activan los pulsadores de los motores, las casillas selectoras de rpm, el ingreso de temperatura de paro automático y los tiempos de operación de cronometro.

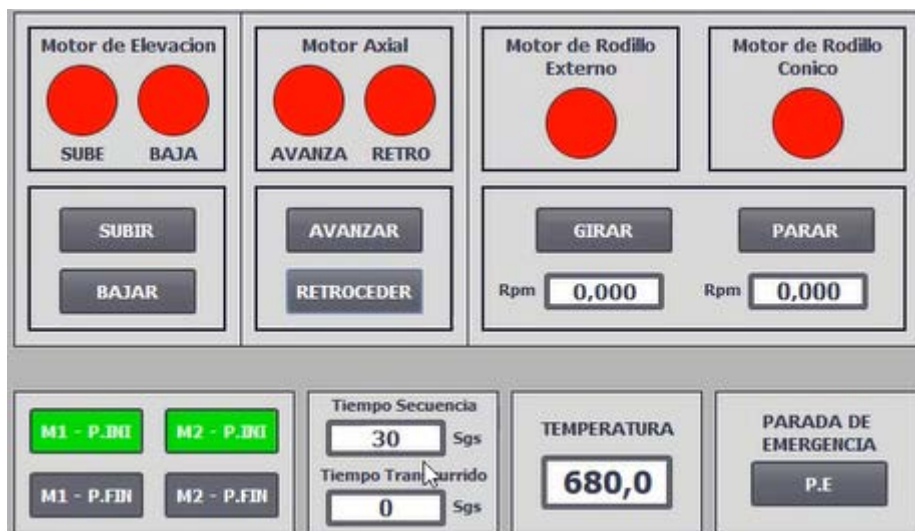


Fig. 2.43. Botonera de función manual.

Inicialmente la interfaz presenta la ubicación de los motores M1 y M2 en su posición inicial, los valores de rpm a cero y el valor de temperatura y tiempo de secuencia seteado en el último proceso realizado.

Antes de dar marcha se debe seleccionar la temperatura en °C que permitirá el paro automático, con el fin de trabajar con seguridad cada material desplegando la opción de ingreso manual de datos. tal como se presenta en la Fig. 2.44.



Fig. 2.44. Introducción manual de datos.

Si se desea trabajar un material dúctil de manera didáctica, se desactiva el paro de emergencia ingresando un valor de temperatura igual o menor a la del ambiente digitando directamente en la casilla el valor en °C.

Una vez seleccionados los parámetros de operación, se realiza la aproximación de los rodillos para hacer contacto con la pieza, oprimiendo los pulsadores de "BAJAR" y "AVANZAR" (ver, Fig. 2.45), esta acción iniciará los desplazamientos mientras en la interfaz se presenta un indicador de color verde mostrando que el motor se está desplazando.



Fig. 2.45. Botonera de desplazamientos.

Ya con los rodillos posicionados y en contacto con la pieza, se inicia el giro de los rodillos pulsando “GIRAR” (ver, Fig. 2.46), la máquina encenderá los testigos color verde y al mismo tiempo hará girar los motores a las revoluciones ingresadas al inicio, dependiendo de la geometría de la pieza los valores pueden cambiar de forma dinámica, por la parte digital se colocan los valores requeridos, de forma física la máquina contará con un panel de control con potenciómetros que permitirán modificar este valor en tiempo real por el operario.



Fig. 2.46. Botonera de rodillos laminadores.

Si se ha ingresado un valor mínimo de temperatura y es igualada al valor seteado, el paro de emergencia emitirá una alarma y una ventana emergente anunciando el motivo del paro, tal como se presenta en la Fig. 2. 47.



Fig. 2.47. Alerta de enfriamiento modo manual.

En esta modalidad, solo apagará de forma automática todos los motores y la separación de los rodillos será de forma manual si se desea retirar la pieza.

El paro de emergencia se presentará de igual forma que en el modo automático, deteniendo todos los giros y desplazamientos de la máquina y emitiendo una alerta visual y sonora tal como se presenta en la Fig. 2.48.



Fig. 2.48. Paro de emergencia en modo manual.

2.3. PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

Cada elemento y acción controlada por el sistema está basada en la función que se espera desempeñar, por medio de herramientas y software libre de uso estudiantil se determinan los valores requeridos para comandar cada movimiento de la máquina,

Haciendo uso de una tabla de deformaciones en condiciones iniciales y finales se establecen las medidas de los desplazamientos y revoluciones estipuladas para generar la pieza de forma automática.

Con la ayuda del Software **Tia portal versión 16** se programa cada elemento y se programan los timer y generadores de pulso para los motores (ver, anexo B).

De forma esquemática se presentan los sensores y actuadores conectados a la unidad de procesamiento PLC S7-1200 1214 DC/DC/DC, tal como se presenta en la Fig. 2.49.

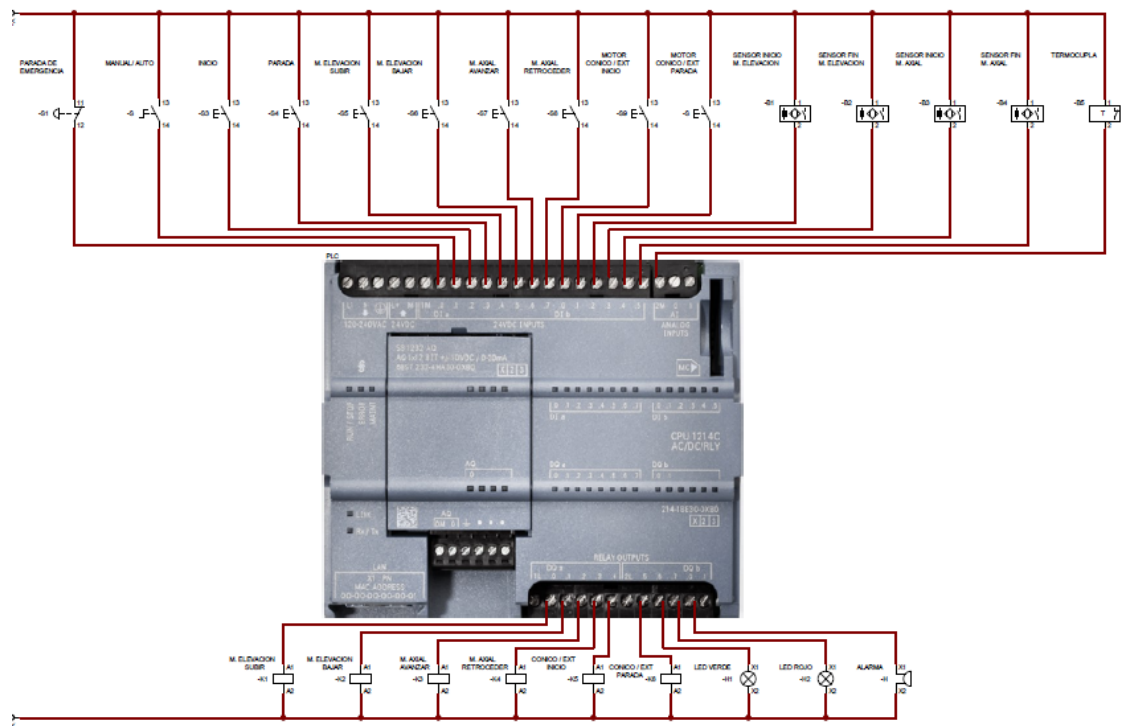


Fig. 2.49. Esquemas de conexiones PLC S7-1200 1214 DC/DC/DC.

Las líneas de pulsos hacia los motores están representadas por las bobinas de relé, cada motor posee su controlador individual al cual se le enviarán las señales para llevar a cabo la función automática, así como también las acciones ejecutadas de forma manual.

La configuración de cada motor se presenta a detalle en el anexo H ficha técnica del motor.

2.4. ANÁLISIS DE COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LAMINADO Y TRANSFERENCIA DE CALOR A LOS RODILLOS LAMINADORES

El comportamiento térmico se vuelve de real importancia para lograr comprender bajo qué condiciones operarán los diferentes elementos que intervienen en el proceso de laminación

Para entender la dinámica térmica y obtener resultados más fiables con márgenes de error relativamente bajos a comparación de los cálculos teóricos manuales, se hizo uso del programa ANSYS, con licencia versión estudiantil, una herramienta CAE (Ingeniería asistida por computadora por sus siglas en ingles) que permite analizar bajo criterios completos de transferencia de calor y todos los factores externos que pudiesen afectar o absorber la energía del material calentado.

2.4.1. COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LOS RODILLOS

Como primer punto se establecen las variables que están bajo criterio del operador como temperatura a la cual se precalienta el tocho, materiales a usar, materiales de los rodillos, conductividad térmica de cada elemento en contacto.

Se elabora un diseño 3D de los elementos remarcando los puntos de contacto entre tocho y rodillos, tal como se presenta en la Fig. 2.50.

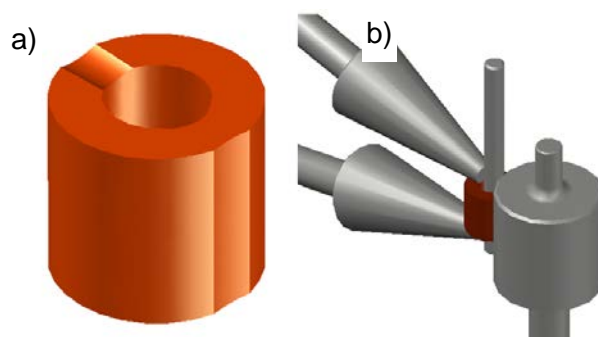


Fig. 2.50. Pieza de trabajo: a) Área de contacto; y b) configuración de contactos en rodillos.

Posteriormente se establecen los puntos de contactos y se generan las condiciones teóricas de operación en cuanto a temperaturas iniciales de los elementos, temperatura del ambiente y el tiempo de la simulación para generar el período transitorio donde se obtendrán resultados.

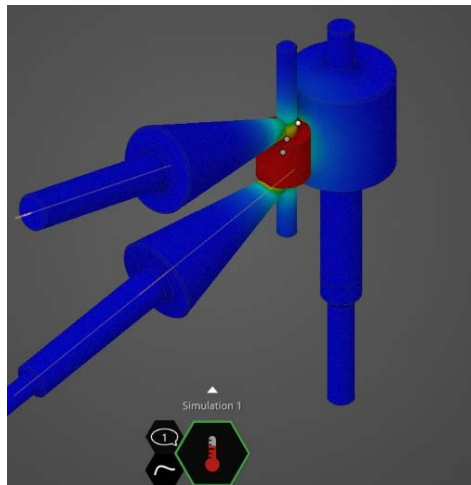


Fig. 2.51. Ganancia de calor de rodillos en reposo.

Los puntos de contacto con los rodillos absorben una energía de 1,160 W misma energía que emite el tocho a una temperatura de 950 °C, tal como se presenta en la Fig. 2.51.

Mientras los rodillos permanecen estáticos previos a iniciar la laminación la interacción entre elementos (ver, Fig. 2.52).

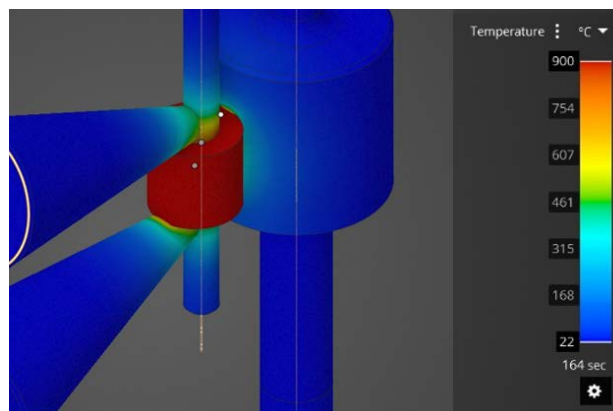


Fig. 2.52. Interacción entre rodillos y tocho.

Mientras se produce la laminación, los rodillos giran y el tiempo de contacto con el material caliente se reduce y existe una menor transferencia y la absorción de energía en los rodillos se presenta en la Fig. 2.53.

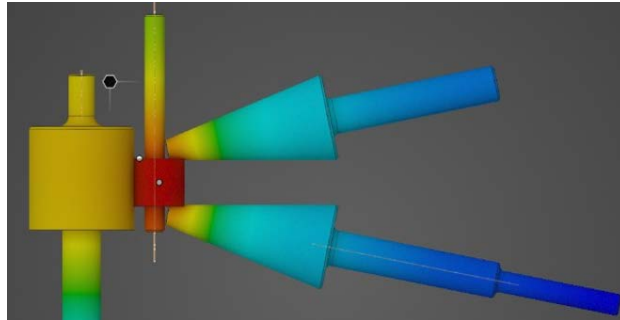


Fig. 2.53. Absorción de energía de los rodillos.

Este comportamiento se presenta únicamente en el período mientras la deformación del tocho se produce en las primeras etapas, se puede observar que el rodillo cilíndrico externo absorbe mucha energía, el tiempo estimado de la transferencia se seleccionó de 3 min, alcanzando una temperatura externa de 620 °C si el área de contacto se mantuviera constante con un coeficiente de convección hacia el ambiente de 10 W/m²·°C y una temperatura de 25 °C.

A medida se produce la transformación el área de contacto con los rodillos cilíndricos disminuye, y aumenta el área con respecto a los rodillos cónicos. Se genera un análisis para esas condiciones específicas y se obtiene un comportamiento tal como se presenta en la Fig. 2.54.

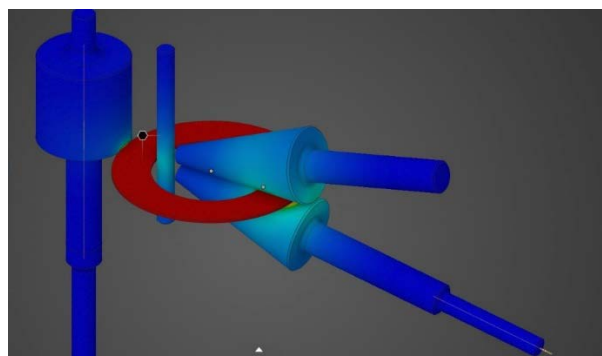


Fig. 2.54. Aumento del área de contacto en rodillos cónicos.

Estos resultados son importantes para controlar la temperatura no solo de laminación, sino también para asegurarse que los elementos en contacto con los rodillos soporten las condiciones de trabajo, en esta etapa se produce poco intercambio de calor que existe en el rodillo externo, mientras que el contacto con los rodillos cónicos si presenta una significativa ganancia térmica.

2.4.2. COMPORTAMIENTO TÉRMICO DEL TOCHO

Es de vital importancia conocer de qué forma pierde energía el material mientras se produce la laminación, esto no solo determina la temperatura de laminación óptima, sino también el tiempo estimado que se cuenta para trabajar de manera satisfactoria el material, del mismo modo ayuda a conocer la forma en que puede afectar la laminación al material si en un futuro se desea hacer un tipo de pieza diferente al programado para la maquinaria.

Se puede observar los puntos fríos y el equilibrio térmico al que llegan los puntos de contactos entre la pieza y los rodillos, tal como se presenta en la Fig. 2.55.

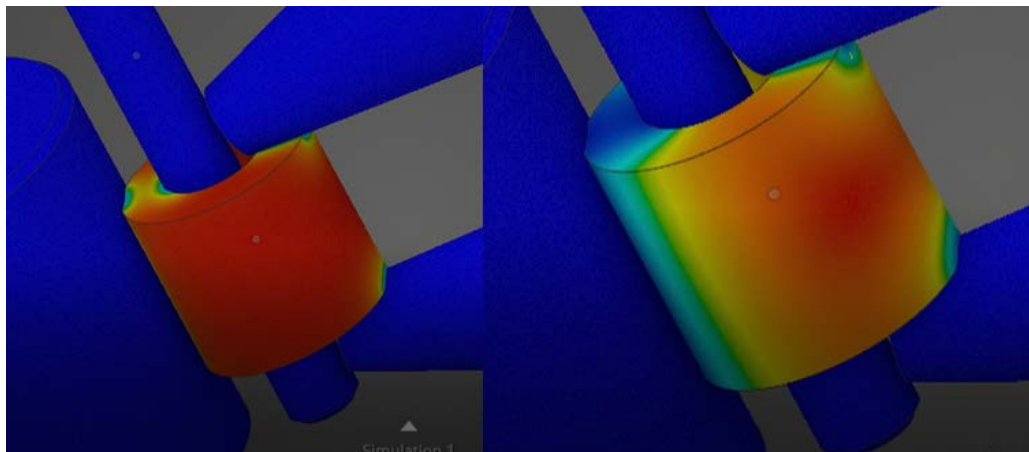


Fig. 2.55. Equilibrio térmico generado entre la pieza y los rodillos.

Con la ayuda de la simulación se puede conocer el tiempo en el cual alcanza la temperatura mínima de laminado, si la máquina se mantiene estática

la temperatura de 600 °C se alcanza en un tiempo aproximado de 98 s mientras que el equilibrio térmico en contacto se alcanza en 180 s.

A medida se produce la rotación el contacto directo con los rodillos se da por un intervalo de tiempo muy corto y la transferencia de calor con mayor incidencia es por convección al ambiente, en la laminación existe un fenómeno en el cual si bien el material pierde temperatura al contacto con los rodillos, existe una ganancia de temperatura por el trabajo aplicado para dicha deformación, este fenómeno se omite dado a las limitaciones del software, por lo tanto se puede concluir que el tiempo estimado de laminación en las primeras etapas es de 120 s hasta alcanzar el límite mínimo permitido, luego de alcanzar esta temperatura, el material se retira y es llevado nuevamente al horno, siempre y cuando las dimensiones del horno permitan este proceso, de no ser así se pueden implementar diferentes métodos como por ejemplo la utilización de una bobina de inducción.

A medida avanza la deformación la pieza tiene una mayor área superficial, esto limita los tiempos de operación, ya que el enfriamiento se da con mayor rapidez

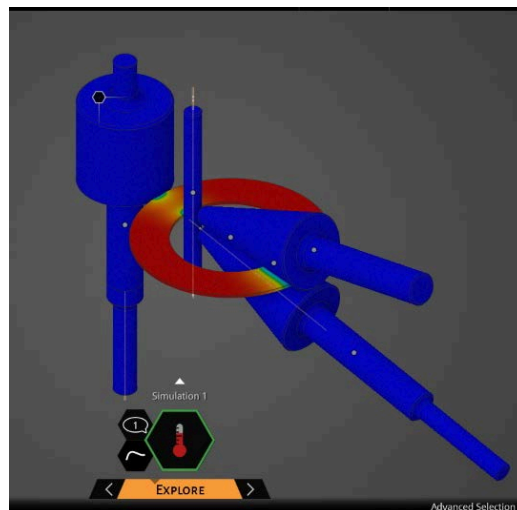


Fig. 2.56. Mayor rapidez de enfriamiento a mayor área de contacto.

Como se presenta en la Fig. 2.56 aproximadamente a los 10 s de haber sido colocada la pieza con las dimensiones casi totales, se observan puntos fríos que alcanzan una temperatura de ~ 300 °C en los puntos de contacto esto se traduce en tiempos muy cortos para estas etapas y se debe recalentar con más frecuencia.

Si se prolonga el tiempo estático de los rodillos, se puede notar el súbito enfriamiento que sufren los segmentos donde se produce el contacto, tal como se presenta en la Fig. 2.57.

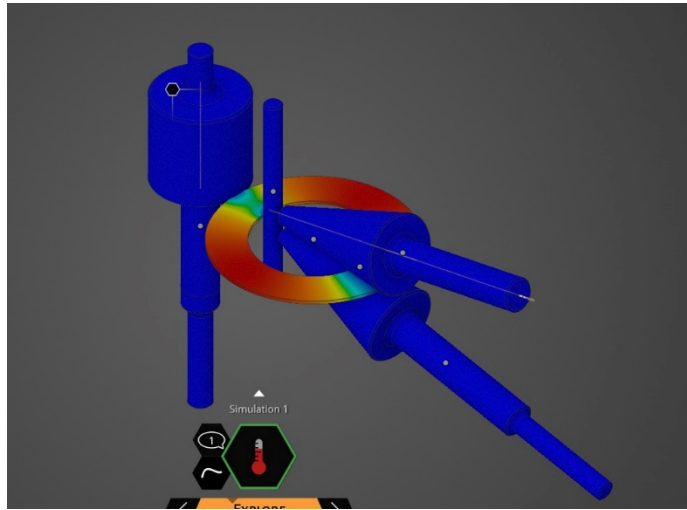


Fig. 2.57. Súbito enfriamiento de la pieza de trabajo.

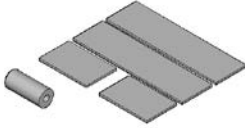
Cabe destacar que las simulaciones representan un comportamiento aproximado del intercambio térmico, en la realidad se tienen muchos más factores los cuales pueden intervenir y afectar de una u otra manera el comportamiento del flujo de energía, es por ello que la máquina debe contar con un muy bien sistema de control automático para evitar sobre esfuerzos por el enfriamiento repentino de la pieza.

3. PROCESOS DE FABRICACIÓN

En el capítulo anterior se ha determinado la geometría y el material que se requiere para cada uno de los elementos que componen la máquina semiautomática roladora en caliente para fabricar o'rings de cobre, haciendo uso de software CAE, CAD, se logra determinar los puntos críticos de distorsiones máximas generadas por la aplicación de las soldaduras también el programa nos ayuda realizar los cortes en el material en bruto disminuyendo al mínimo el desperdicio , por lo que en este capítulo se describirá de forma breve el proceso de fabricación que se requirió para la construcción, así como el ensamble de cada elemento.

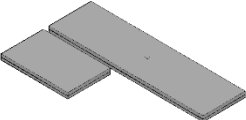
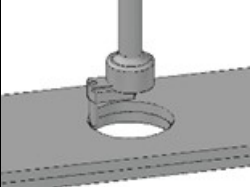
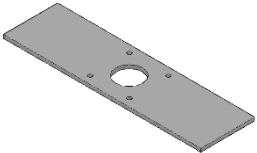
A continuación, en las Tablas 3.1 – 3.4 se presenta el proceso de fabricación de los componentes que conllevan un sub ensamblaje detallando los procesos de corte, maquinado y soldadura. Se omitirán los procesos de fabricación repetitivos en las diferentes partes mostrando únicamente los elementos más complejos que componen la máquina.

Tabla 3.1 Proceso de fabricación de puente de soporte axial (Detalle B2.3).

Herramientas y equipo	Maquinaria	Procedimientos	Descripción gráfica
Rallador Escuadra Cinta métrica Guantes Gafas de seguridad Mascarilla para partículas suspendidas	Pulidora	Partiendo de pletina de (4 x ¼) pulg y de barra perforada de (2 x 1) pulg, trazar las medidas y marcar las porciones a cortar según detalle de plano. Posteriormente con un disco abrasivo de corte para metal realizar el corte dejando una pequeña sobre medida para dar el acabado final con maquinado.	

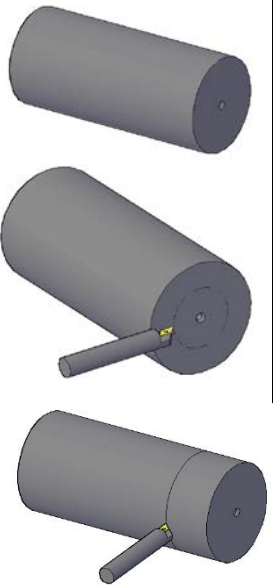
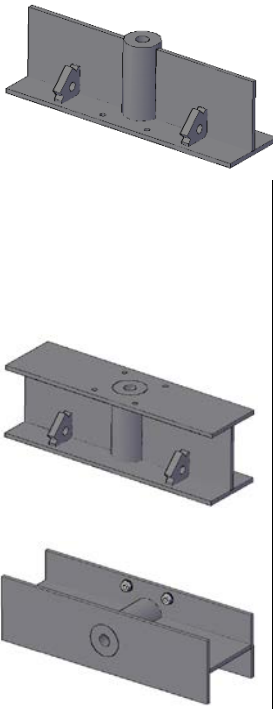
Continúa.

Continuación.- Tabla 3.1. Proceso de fabricación de puente de soporte axial.

Herramientas y equipo	Maquinaria	Procedimientos	Descripción gráfica
Rallador Escuadra Centro punto Martillo Lima Cinta métrica Gafas de seguridad Nivel Llaves fijas Fresa cilíndrico frontal de 12 mm Broca de centro Broca de 8 mm Broca de 10 mm Broca de ¾ pulg Broca de 1 pulg Aceitera Vernier	Aparato de soldadura eléctrica por electrodo revestido. Fresadora universal	Unir las placas iguales entre si con un punto de soldadura en cada esquina. Macar las dimensiones finales en una cara. Con el centro punto y el martillo marcar los puntos donde irán las perforaciones. Colocar las piezas en la mesa de la fresadora para rectificar con una fresa cilíndrico frontal los laterales de los grupos soldados y realizar agujeros guías para su maquinado posterior.	
Mandrinador Aceitera Vernier Lima Cinzel Martillo Gafas protectoras	Fresadora universal	Ampliar las perforaciones con el mandrinador y posteriormente separar las partes haciendo uso del cinzel y el martillo, con la lima limpiar los bordes o aristas vivas en las piezas.	
Rallador Escuadra Centro punto Martillo Lima Cinta métrica Gafas de seguridad Broca de 10 mm	Taladro de columna	Separando las piezas, en la pieza frontal se marcan los agujeros y se perforan con una broca de 10 mm donde posteriormente en el ensamble se instalará el motor.	

Continúa.

Continuación.- Tabla 3.1. Proceso de fabricación de puente de soporte axial.

Herramientas y equipo	Maquinaria	Procedimientos	Descripción gráfica
<p>Calibrador vernier Aceite soluble Gafas protectoras Lija #300 Buril con pastilla de tungsteno Broca de centro Llave T Juego de llaves fijas</p>	<p>Torno paralelo</p>	<p>Colocar en el torno paralelo la pieza de barras de acero cilíndrica de 2 pulg de diámetro Y realizar un centro con la broca de centrar en una de las caras. Refrentar hasta obtener la longitud especificada en los planos de detalle. Cilindrar la parte externa si fuese necesario para su ensamblaje con las placas. Haciendo uso de un porta brocas iniciar perforaciones con una broca de 10 mm refrigerando con aceite soluble y sacando de forma regular la broca para desalojar mejor la viruta. Con un buril para mandrinado realizar el maquinado interno hasta lograr el diámetro de $\frac{3}{4}$ pulg.</p>	
<p>Guantes Lentes de protección Careta Electrodo E6013- 1/8 pulg de Ø Escuadras magnéticas a 90° Escuadra Cincel Removedor de escoria Cepillo de alambre Tenaza de presión Cinta métrica Vernier Martillo</p>	<p>Aparato de soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido</p>	<p>Presar las piezas cilíndricas en las ranuras de las pletinas y alinearlas sobre una superficie plana para asegurarse que se mantengan simétricas durante la soldarse. Con escuadras magnéticas sostener y puntear la barra en la pletina frontal auxiliándose de las placas laterales para evitar alabeos y deformaciones. Girando la pieza se repite el procedimiento colocando la pieza trasera. Soldar tuercas M8 x 1.5 al reverso de la cara frontal. Las soldaduras se deberán hacer de forma diferida y alternando caras para evitar la distorsión.</p>	

Continúa.

Continuación.- Tabla 3.1. Proceso de fabricación de puente de soporte axial.

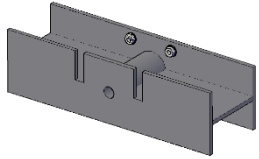
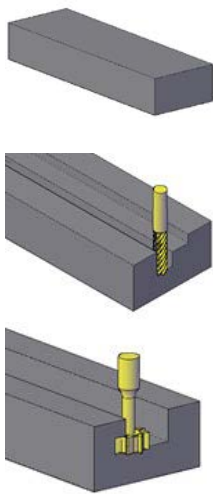
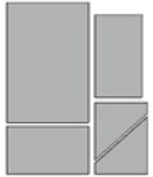
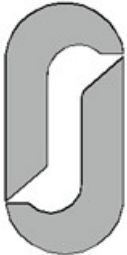
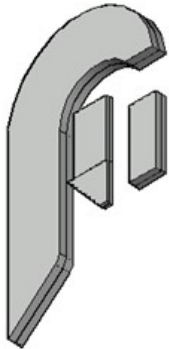
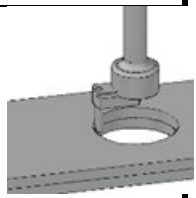
Herramientas y equipo	Maquinaria	Procedimientos	Descripción gráfica
Cincel Martillo Cepillo de alambre Lija #100 Disco de corte para metal Disco abrasivo para pulir Disco flap #150 de 4 ½ pulg Disco de alambre trenzado de 4 ½ pulg	Pulidora o amoladora angular de 4 ½ pulg	Posterior a las soldaduras se pulen las soldaduras o lugares donde la superficie debe estar completamente libre de posibles salpicaduras o excesos debido a la aplicación de la misma y realizar los cortes de desahogo según presentan los planos de detalle.	

Tabla 3.2 Proceso de fabricación de guías de correderas.

Herramientas y equipo	Maquinaria	Procedimientos	Descripción gráfica
Rallador Escuadra Cinta métrica Guantes Aceitera Brocha Vernier Nivel Gafas de seguridad Fresa de ranurado en T Fresa cilíndrico frontal Lima Lija 600 3M	Fresadora universal Sierra alternativa	Partiendo de pletina de 4 x 2 pulg, todas las guías necesarias para la fabricación de las partes se realizarán en un solo bloque. Se colocará en la fresadora universal el bloque sólido con la longitud adecuada para dar margen a cortes y rectificaciones. Con la fresa de corte lateral y frontal realizar la guía central hasta profundizar a la medida especificada. Haciendo uso de la fresa de ranurado en T se procede a cortar por etapas para garantizar una superficie sin irregularidades y poder utilizar velocidades de corte de la herramienta mayores. Posteriormente con herramientas manuales de desbaste limpiar las aristas y si existiesen irregularidades con la ayuda de la lija hacer el pulido de superficie.	

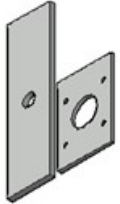
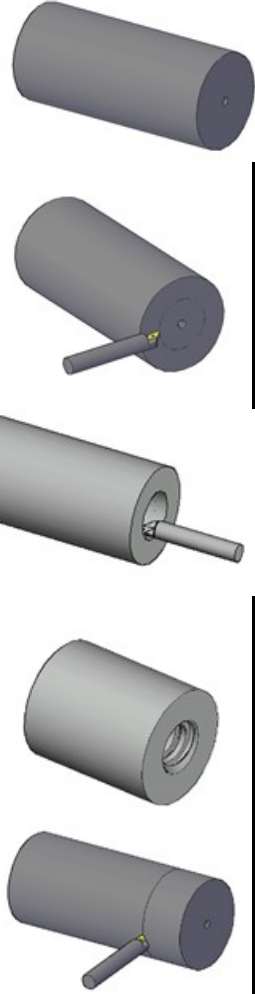
Continúa.

Continuación.- Tabla 3.2. Proceso de fabricación de guías de correderas.

Herramientas y equipo	Maquinaria	Procedimientos	Descripción
Rallador Escuadra Cinta métrica Guantes Gafas de seguridad Mascarilla para partículas suspendidas Chispero Tiza jabonosa Cincel Martillo Cepillo de alambre Lija #100 Disco de corte para metal Disco abrasivo para pulir Disco flap #150 de 4 ½ pulg Disco de alambre trenzado de 4 ½ pulg	Pulidora Equipo de oxicorte	Partiendo de pletina de 4 x ¼ pulg y de barra perforada de 2 x 1 pulg, trazar las medidas y marcar las porciones a cortar según detalle de planos. Con un disco abrasivo de corte para metal realizar el corte dejando una pequeña sobre medida para realizar el acabado final maquinado. Para las piezas con curvas el corte se realizará en lámina de media pulg de espesor y se hará uso de una antorcha cortadora oxiacetilénica.	 
Rallador Escuadra Centro punto Martillo Lima Cinta métrica Gafas de seguridad Nivel Llaves fijas Fresa cilíndrico frontal de 12 mm Broca de centro Broca de 8 mm Broca de 10 mm Broca de ¾ pulg Broca de 1 pulg Aceitera Vernier Disco de desbaste para metal de 4.5 pulg.	Aparato de soldadura eléctrica por electrodo revestido. Fresadora universal Pulidora	Unir las placas iguales entre si con un punto de soldadura en cada esquina. Macar las dimensiones finales en una cara. Colocar las piezas en la mesa de la fresadora para rectificar con una fresa cilíndrico frontal los laterales de los grupos soldados y realizar agujeros guías para su maquinado posterior. Con el disco abrasivo rectificar los costados de los elementos con curvas.	
Mandrinador Aceitera Vernier Lima Cincel Martillo Gafas protectoras	Fresadora universal	Ampliar las perforaciones con el mandrinador posteriormente utilizar la lima para limpiar los bordes o aristas vivas en las piezas.	

Continúa.

Continuación.- Tabla 3.2. Proceso de fabricación de guías de correderas.

Herramientas y equipo	Maquinaria	Procedimientos	Descripción
Rallador Escuadra Centro punto Martillo Lima Cinta métrica Gafas de seguridad Broca de 10 mm Llave de mandril Aceitera	Taladro de columna	Se marcan los agujeros y se perforan con una broca de 10 mm donde posteriormente en el ensamble se instalará el motor. Se perfora la placa donde pasa el tornillo de potencia.	
Calibrador vernier Aceite soluble Gafas de seguridad Lija #300 Buril con pastilla de tungsteno corte izquierdo. Broca de centro Llave T Juego de llaves fijas Buril para rosca cuadrada Porta brocas o mandril	Torno paralelo	Colocar en el torno paralelo la pieza de barras de acero cilíndrica de 2 pulg diámetro y realizar un centro con la broca de centrar en una de las caras. -Refrentar las caras hasta obtener la longitud especificada en los planos de detalle. -Cilindrar la parte externa si fuese necesario para su ensamblaje con las placas. -Haciendo uso de un porta brocas iniciar perforaciones con una broca de 10 mm refrigerando con aceite soluble y sacando de forma regular la broca para desalojar mejor la viruta. haciendo uso de un buril para mandrinar ampliar el agujero interno hasta obtener el diámetro de fondo de la rosca luego con un buril para rosca cuadrada interna, realizar el maquinado de la rosca hasta lograr la altura del filete especificada	

Continúa.

Continuación.- Tabla 3.2. Proceso de fabricación de guías de correderas.

Herramientas y equipo	Maquinaria	Procedimientos	Descripción
Guantes Lentes de protección Careta Electrodo E6013- 1/8 Escuadras magnéticas a 90° Escuadra Cincel Removedor de escoria Cepillo de alambre Tenaza de presión Cinta métrica Vernier Martillo	Aparato de soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido	<p>Presentar la pieza cilíndrica haciendo coincidir el agujero de la pletina y alinearlas sobre una superficie plana para asegurarse que se mantenga estable en el instante de soldarse.</p> <p>Con la ayuda de escuadras magnéticas puntear la barra en las pletinas como se presenta auxiliándose de las placas laterales punteándolas antes de soldar para evitar alaveos y deformaciones.</p> <p>Girando la pieza se repite el procedimiento colocando la pieza que contiene el buje con el soporte.</p> <p>A continuación, se colocan las guías únicamente punteadas antes de soldarse de forma definitiva alineada con el riel para garantizar que sean colineales.</p> <p>Para realizar las soldaduras se deberán hacer de forma diferida y alternando caras para evitar la distorsión por el efecto térmico de la soldadura.</p> <p>Presentado las piezas curvas, se procede a realizar unos puntos ubicando la posición de acuerdo al plano técnico, haciendo uso de las guías se ensamblan las partes y se refuerza con varillas tensoras de 3/8 pulg.</p> <p>Antes de realizar las soldaduras verificar si los tensores son suficientes para evitar las deformaciones, en caso de no ser suficiente, se deben colocar más tensores en forma cruzada para mantener la geometría.</p> <p>Finalmente se sueldan las placas traseras que ayudan de soporte para evitar deformaciones mientras opera la máquina.</p>	

Continúa.

Continuación.- Tabla 3.2. Proceso de fabricación de guías de correderas.

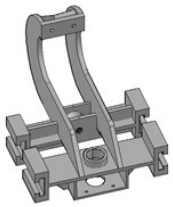
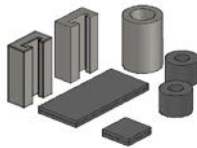
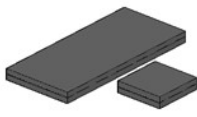
Herramientas y equipo	Maquinaria	Procedimientos	Descripción
Cincel Martillo Cepillo de alambre Lija #100 Disco de corte para metal Disco abrasivo para pulir Disco flap #150 de 4 ½ pulg Disco de alambre trenzado de 4 ½ pulg	Pulidora o amoladora angular de 4 ½ pulg	Posterior a las soldaduras se pulen las soldaduras o lugares donde la superficie debe estar completamente libre de posibles salpicaduras o excesos debido a la aplicación de la misma, con ayuda de herramientas de reborde limpiar agujeros y aristas con rebabas excesivas.	

Tabla 3.3 Proceso de fabricación de puente de elevación.

Herramientas y equipo	Maquinaria	Procedimientos	Descripción
Rallador Escuadra Cinta métrica Guantes Gafas de seguridad Mascarilla para partículas suspendidas Aceitera	Sierra alternativa Pulidora	Partiendo de pletina de 4 x 3/8 pulg, de barra perforada de 2 x 1 pulg, y barra perforada de 4 x 2 pulg, trazar y cortar según detalle de plano. Posteriormente con un disco abrasivo de corte para metal realizar el corte dejando una pequeña sobre medida para realizar el acabado final con maquinado en las placas y con la sierra alternativa cortar las porciones de guía y barra perforada.	
Rallador Escuadra Centro punto Martillo Lima Cinta métrica Gafas de seguridad Nivel Llaves fijas Fresa cilíndrico frontal de 12 mm Broca de centro Brocas de 8 y 10 mm Brocas de ¾ y 1 pulg Aceitera y Vernier	Aparato de soldadura eléctrica por electrodo revestido. Fresadora universal	Unir las placas iguales entre si con un pinto de soldadura en cada esquina. Macar las dimensiones finales en una cara. Con el centro punto y el martillo marcar los puntos donde irán las perforaciones Colocar las piezas en la mesa de la fresadora para rectificar con una fresa cilíndrico frontal los laterales de los grupos soldados y realizar agujeros guías para su maquinado posterior.	

Continúa.

Continuación.- Tabla 3.3. Proceso de fabricación de puente de elevación.

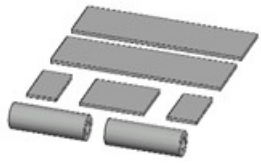
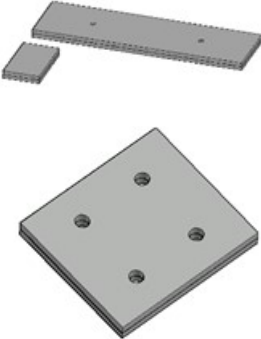
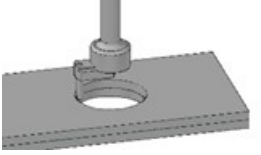
Herramientas y equipo	Maquinaria	Procedimientos	Descripción
Mandrinador Aceitera Vernier Lima Cinzel Martillo Gafas protectoras	Fresadora universal	Marcando con un centro punto los agujeros guías se hacen perforaciones piloto para su ampliado. Ampliar las perforaciones con el mandrinador dejando un diámetro menor al final y posteriormente separarlas haciendo uso del cinzel y el martillo, con la lima limpiar los bordes o aristas vivas en las piezas.	
Guantes Lentes de protección Caretas Electrodo E6013- 1/8 pulg de Ø Escuadras magnéticas a 90° Escuadra Cinzel Removedor de escoria Cepillo de alambre Tenaza de presión Cinta métrica Vernier Martillo	Taladro de columna	Haciendo uso de escuadras magnéticas colocar las placas de modo que mantengan paralelas las caras para puntear. Para dar estabilidad se puntean las guías. Se realiza la soldadura de manera segmentada con el fin de que se enfríen los cordones. Se coloca la pieza en la fresadora y se inclina la mesa 11.5° y con el mandrinador se máquina el radio del buje porta rodillos Una vez realizado el espacio de alojamiento del buje se coloca para ser soldado en la pieza. Una vez unidas las partes se perforan las posiciones de las tuercas de potencia. Hechas las perforaciones se colocan las tuercas y se sueldan con la ayuda de niveles y soportes para mantener las piezas paralelas Se coloca la pieza en la fresadora para rectificar la cara inferior que quedará paralela al puente inferior de rodillo.	

Continúa.

Continuación.- Tabla 3.3. Proceso de fabricación de puente de elevación.

Herramientas y equipo	Maquinaria	Procedimientos	Descripción
Calibrador vernier Aceite soluble Gafas protectoras Lija #300 Buril con pastilla de tungsteno Broca de centro Llave T Juego de llaves fijas Guantes Lentes de protección Careta Electrodo E6013- 1/8 pulg de Ø Escuadras magnéticas a 90° Escuadra Cincel Removedor de escoria Cepillo de alambre Tenaza de presión Cinta métrica Vernier Martillo	Torno paralelo Aparato de soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido	Colocar en el torno paralelo la pieza de barras perforada para refrentar y cilindrar el exterior según se indique. Hacer el cilindrado interno y los alojamientos donde se colocarán las cunas los rodamientos Refrentar las caras hasta obtener la longitud especificada en los planos de detalle. Para realizar la tuerca, se parte de la barra perforada y cilindrando las dimensiones internas de la rosca. Con un buril con la forma del filete de la rosca derecha, tallar la rosca en toda la pieza. De igual forma configurar el torno para fabricar una rosca izquierda.	
Cincel Martillo Cepillo de alambre Lija #100 Disco de corte para metal Disco abrasivo para pulir Disco flap #150 de 4 ½ pulg Disco de alambre trenzado de 4 ½ pulg	Pulidora o amoladora angular de 4 ½ pulg	Posterior a las soldaduras se pulen las soldaduras o lugares donde la superficie debe estar completamente libre de posibles salpicaduras o excesos debido a la aplicación de la misma y realizar los cortes de desahogo según presentan los planos de detalle. El proceso de fabricación del puente inferior es similar en su procedimiento con la adición de soporte para motor.	

Tabla 3.4 Proceso de fabricación de soporte superior.

Herramientas y equipo	Maquinaria	Procedimientos	Descripción
Rallador Escuadra Cinta métrica Guantes Gafas de seguridad Mascarilla para partículas suspendidas	Pulidora	Partiendo de pletina de 4 x ¼ pulg y de barra perforada de 2 x 1 pulg, trazar las medidas y marcar las porciones a cortar según detalle de planos Posteriormente con un disco abrasivo de corte para metal realizar el corte dejando una pequeña sobre medida para realizar el acabado final con máquina	
Rallador Escuadra Centro punto Martillo Lima Cinta métrica Gafas de seguridad Nivel Llaves fijas Fresa cilíndrico frontal de 12 mm Broca de centro Broca de 8 mm Broca de 10 mm Broca de ¾ pulg Broca de 1 pulg Aceitera Vernier	Aparato de soldadura eléctrica por electrodo revestido. Fresadora universal	Unir las placas iguales entre si con un pinto de soldadura en cada esquina. Macar las dimensiones finales en una cara. Con el centro punto y el martillo marcar los puntos donde irán las perforaciones Colocar las piezas en la mesa de la fresadora para rectificar con una fresa cilíndrico frontal los laterales de los grupos soldados y realizar agujeros guías para su maquinado posterior. Del mismo modo realizar las perforaciones de las placas laterales rectificando sus costados y perforando en una sola pieza utilizando una broca de 8 mm.	
Mandrinador Aceitera Vernier Lima Cinzel Martillo Gafas protectoras	Fresadora universal	Mandrinar las perforaciones y posteriormente separarlas haciendo uso del cinzel y el martillo, con la lima limpiar los bordes o aristas vivas en las piezas.	

Continúa.

Continuación.- Tabla 3.4. Proceso de fabricación de soporte superior.

Herramientas y equipo	Maquinaria	Procedimientos	Descripción
<p>Calibrador vernier Aceite soluble Gafas protectoras Lija #300 Buril con pastilla de tungsteno Llave T Juego de llaves fijas</p>	<p>Torno paralelo</p>	<p>Colocar en el torno paralelo las piezas de barras perforadas de 2 pulg diámetro externo y 1 pulg de diámetro interno. Refrentar las caras hasta obtener la longitud especificada en los planos de detalle. Cilindrar la parte externa si fuese necesario para su ensamblaje con las placas. Haciendo uso de un buril para mandrinado realizar el maquinado interno según lo indiquen los planos.</p>	
<p>Guantes Lentes de protección Caretas Electrodo E6013- 1/8 pulg de Ø Escuadras magnéticas a 90° Escuadra Cinzel Removedor de escoria Cepillo de alambre Tenaza de presión Cinta métrica Vernier Martillo</p>	<p>Aparato de soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido</p>	<p>Presar las piezas cilíndricas en las ranuras de las pletinas y alinearlas sobre una superficie plana para asegurar que se mantengan simétricas en el instante de soldar. Con escuadras magnéticas puntear las barras en las pletinas. Seguidamente presentar las otras placas y puntearlas en su posición. Para realizar las soldaduras se deberán hacer de forma diferida y alternando caras para evitar la distorsión por el efecto térmico de la soldadura.</p>	
<p>Cinzel Martillo Cepillo de alambre Lija #100 Disco abrasivo para pulir Disco flap #150 de 4 ½ pulg Disco de alambre trenzado de 4 ½ pulg</p>	<p>Pulidora o amoladora angular de 4 ½ pulg</p>	<p>Posterior a las soldaduras se pulen las soldaduras o lugares donde la superficie debe estar completamente libre de posibles salpicaduras o excesos debido a la aplicación de la misma.</p>	

4. COSTOS DE FABRICACIÓN DE LA MÁQUINA

En la estimación de costos para la fabricación de la máquina roladora semiautomática se detallan materiales, mano de obra, componentes electrónicos para una futura construcción, teniendo siempre presente que los precios del mercado global son fluctuantes y para la futura realización del equipo se deberá tomar en cuenta y reevaluar los precios del mercado actual.

Realizado lo más económicamente posible y así poner a disposición en el curso didáctico que se espera lograr con éste en la Escuela de Ing. Mecánica.

La selección de la propuesta y sus componentes que constituirán las partes y piezas principales del equipo ha sido realizada en base al análisis presentado en las secciones anteriores de los esfuerzos y condiciones de operación, así como las dimensiones de cada elemento, factores que son necesarios conocer en el instante de cotizar. Dentro de este mismo proceso de selección ha sido muy importante el factor económico ya que se ha velado por equilibrar factores de seguridad y calidad con costos monetarios.

A continuación, se presenta detalladamente el listado de precios, así como cantidad a utilizar de todos los materiales y equipos, en base a precios del mercado local y exterior tratando de obtenerlos lo más actualizados posible:

Tabla 4.1. Lista de materiales para roladora en caliente automática de o´ring de cobre.

N°	Descripción de materiales	Unid.	Cant.	P/u, \$	P/t, \$
1	Pletina de 60 X 30 mm	Pieza	1	1,248.00	1,248.00
2	Barra perforada de 2 x 1 pulgadas	Pieza	1	46.00	46.00
3	Barra perforada de 63,5 x 46 mm	Pieza	1	84.00	84.00
4	Lingote 1008 diámetro 2 pulg	metro	2	700.00	1,400.00
5	Lingote 1020 diámetro 1,5 pulg	Pieza	1	56.00	56.00
6	Lingote 1020 diámetro 1 pulg	Pieza	1	21.20	21.20
7	Lingote 1020 diámetro 4 pulg	Pieza	1	64.00	64.00
8	Lingote 1020 diámetro 65 mm x 40 cm	Pieza	1	52.00	52.00
9	Barra perforada de 2 x 1,5 pulgadas	Pieza	1	51.90	51.90
10	Barra perforada de 98,4 x 60 mm	Pieza	1	176.00	176.00
11	Barra perforada de 57,8 x 37 mm	Pieza	1	64.80	64.80
12	Barra perforada de bronce fosfórico 2 x 1 pulgadas	Pieza	1	253.00	253.00

Continúa.

Continuación. - Tabla 4.1. Lista de materiales para roladora en caliente automática de óring de cobre.

Nº	Descripción de materiales	Unid.	Cant.	P/U,\$	P/T,\$
13	Bronce fosfórico diámetro 170 mm	Pieza	1	920.00	920.00
14	Acero redondo AISI 8620 diámetro 85 mm x 120 cm	Pieza	1	1,200.00	1,200.00
15	Acero redondo AISI 8620 diámetro 3/4 mm x 40 cm	Pieza	1	60.00	60.00
16	Lámina hierro negro 4 x 8 pies x 1/16 pulg.	Pliego	1	74.90	74.90
17	Lámina hierro negro 4 x 8 pies x ½ pulg.	Pliego	1	660.00	660.00
18	Lámina hierro negro 2 x 1 m x ¼ pulg.	Pliego	1	193.00	193.00
19	Hierro plano 3/8 x 4 pulg	Pieza	1	82.00	82.00
20	Hierro plano 1/4 x 4 pulg	Pieza	1	57.00	57.00
21	Hierro plano 1/4 x 2 pulg	Pieza	1	24.50	24.50
22	Hierro plano 1/2 x 2 pulg	Pieza	1	51.95	51.95
23	Hierro ángulo 1/4 x 1 pulg	Pieza	1	21.75	21.75
24	Esmalte industrial verde J Deer secado rápido	Qto/Gal	2	10.21	20.42
25	Catalizador mega 2010-1/8	Octavo/Gal	1	21.10	21.10
26	Tinner premium con envase	Galon	1	8.50	8.50
27	Wipe de tela	Libra	1	0.75	0.75
28	Disco para metal en frio 7 x 7/8 pulg	Pieza	1	25.50	25.50
29	Disco lija Zirconio 4 1/2 pulg 120 Articulado	Pieza	1	5.50	5.50
30	Disco lija Zirconio 4 1/2 pulg 80 Articulado	Pieza	1	5.20	5.20
31	Disco para metal desbaste 7 x 1/4 x 7/8	Pieza	1	4.25	4.25
32	Lija para agua 100 3M	Pliego	2	1.15	2.30
33	Lija para agua 150 3M	Pliego	2	1.15	2.30
34	Lija para agua 500 3M	Pliego	2	0.95	1.90
35	Lija para agua 1000 3M	Pliego	2	0.95	1.90
36	Porta inserto AL-8 1/2 pulg grado C6 Izquierdo	Pieza	1	4.95	4.95
37	porta inserto E-8 1/2 pulg grado C2	Pieza	1	4.95	4.95
38	Perno hex zincado 8 x 30 mm	Pieza	12	0.30	3.60
39	Perno hex zincado 8 x 80 mm	Pieza	4	0.75	3.00
40	Tuerca hex 8 mm zinc flangeada	Pieza	4	0.13	0.52
41	Arandela plana Zincada 10 mm	Pieza	24	0.10	2.40
42	Perno hex zincado 10 x 25 mm	Pieza	14	0.40	5.60
43	Perno hex zincado 10 x 35 mm	Pieza	6	0.50	3.00
44	Tuerca hex 10 mm zinc paso 150	Pieza	16	0.16	2.56

Continúa.

Continuación.- Tabla 4.1. Lista de materiales para roladora en caliente automática de óring de cobre.

Nº	Descripción de materiales	Unid.	Cant.	P/U,\$	P/T,\$
45	Perno hex zincado 10 x 30 mm	Pieza	8	0.45	3.60
46	Tornillo goloso hex punta broca 12 x 1 pulg C/A	Pieza	12	0.10	1.20
47	Tornillo goloso para lam cab plana 8 x 5/8	Pieza	14	0.03	0.42
48	Balero de carga axial SKFB7207BE	Pieza	2	30.00	60.00
49	Balero de carga radial SKF6007-Z	Pieza	2	26.50	53.00
50	Balero de agujas 8236	Pieza	1	29.91	29.91
51	Balero de agujas 62925	Pieza	1	22.00	22.00
52	HMI TP900	Pieza	1	2,005.00	2,005.00
53	PLC S7-1200 1214 DC/DC/DC	Pieza	1	398.67	398.67
54	Sensores inductivos distancia 5mm 0-36 v	Pieza	4	17.50	70.00
55	Sensor de temperatura termocupla tipo K 0 - 1200 °C	Pieza	1	7.91	7.91
56	Pulsadores verde arranque de motor	Pieza	6	15.50	93.00
57	Pulsadores inicio y parada	Pieza	2	12.95	25.90
58	Pulsador de parada de emergencia	Pieza	1	10.50	10.50
59	Baliza de con los colores, verde y rojo. (con bocina)	Pieza	1	20.00	20.00
60	Gabinete metálico 50x40x20 cm IP54 S/D CHINT	Pieza	1	69.83	69.83
61	Sensor inductivo PR18-5DN DIST. 5 mm ø 18 mm NPN/NO 12-24 VDC S/D	Pieza	4	38.42	153.68
62	Termocupla Tipo K, rosca Ø ¼ X 3/8 pulg 1200 °C	Pieza	1	7.91	7.91
63	Control de temp. DIG. AX2-1-A 48x96 mm	Pieza	1	96.05	96.05
64	Pulsador verde 1NO 22 mm plástico	Pieza	6	6.22	37.29
65	Pulsador rojo 1NC 22 mm plástico	Pieza	2	6.22	12.43
66	Selector 2 posiciones N/B 1NO 22 mm plástico	Pieza	1	7.91	7.91
67	Borne de conexión 2.5 mm² 24 A. 26-12 AWG 600 V RIEL DIN	Pieza	6	0.60	3.59
68	Pulsador doble 1NO/1NC plástico	Pieza	1	10.17	10.17
69	Pulsador de emergencia c/enclave rojo	Pieza	1	11.30	11.30
70	Contactador 12 A 24 VDC 1 NO+1NC LS	Pieza	6	49.66	297.98
71	Relé bimetalico 4-6A LS	Pieza	6	42.60	255.61
72	Piloto led verde 24 VDC 22 mm	Pieza	8	5.09	40.68
73	Piloto led rojo 24 VDC 22 mm	Pieza	6	5.09	30.51
74	Fuente entrada: 110-220 VAC salida: 24 VDC 10 A	Pieza	1	243.52	243.52
				TOTAL	11,071.76

5. MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

MANUAL DE OPERACIÓN-MÁQUINA ROLADORA SEMIAUTOMÁTICA



Todas las advertencias están marcadas con este símbolo y deben ser estrictamente respetadas.

INTRODUCCIÓN

Antes de trabajar con este equipo, este manual debe ser leído cuidadosamente y claramente entendido. La operación de este equipo debe realizarse bajo ciertas precauciones para evitar ocasionar problemas en el mismo equipo, u ocasionar accidentes en las personas que lo manipulan. Con el adecuado cuidado y su respectivo mantenimiento se garantiza el correcto funcionamiento de dicho equipo. Esta es una máquina semiautomática roladora en caliente para fabricar o'rings de cobre, por lo tanto, para mantener el correcto funcionamiento no olvide seguir las indicaciones estipuladas en el Manual de Mantenimiento.



Normas de seguridad

- 1) La máquina sólo deberá ser utilizada según lo establecido en este manual de operaciones.
- 2) El mantenimiento, limpieza y ajuste, sólo deberá llevarse a cabo una vez que el equipo se encuentre apagado y desenergizado.
- 3) Antes de poner en la máquina en funcionamiento, retire de la plataforma de la máquina cualquier elemento extraño como cascarillas, rastros de aceites, grasa, etc.

- 4) Después de un trabajo de reparación o de mantenimiento, asegúrese de que todos los elementos están en su sitio, correctamente instalados y todos los elementos de unión con el torque específico.
- 5) El usuario de la máquina es responsable de que no se encuentren terceras personas o animales en las áreas de operación o de riesgo.
- 6) La máquina roladora sólo puede ser usada por personal capacitado.
- 7) Además de gafas de protección, es obligatorio el uso de calzado de seguridad, ropa de trabajo bien ajustada, guates y delantal refractario.
- 8) Al personal encargado de precalentar la pieza se le recomienda el uso de un bloqueador de rayos ultravioleta para disminuir la incidencia de la radiación emitida por la pieza en la piel expuesta.
- 9) Antes de iniciar operación en la máquina roladora, asegúrese de que la estructura está firme y estable.
- 10) EL operario deberá mantenerse en una zona segura alejado de los rodillos de laminación y las piezas a altas temperaturas hasta que el paro automático de la máquina emita la alerta de retiro de la pieza la cual se realizará con pinzas especializadas.
- 11) El operario deberá estar atento siempre a la pieza de trabajo para accionar el paro de emergencia al presentarse alguna anomalía en la laminación minimizando así riesgos mayores.

Pictogramas

<p>¡Use gafas protectoras!</p>	
<p>¡Use guantes protectores!</p>	
<p>¡Use calzado de protección!</p>	
<p>Lea el manual de instrucciones antes de empezar a usar la máquina</p>	
<p>No manipule ninguna de las partes de la máquina hasta que esté completamente parada.</p>	
<p>No se acerque a las partes de la máquina que estén en movimiento.</p>	
<p>No tomar ninguna pieza que se encuentre encima de la mesa de trabajo sin la protección térmica o pinzas.</p>	

Descripción técnica de los elementos principales

Elemento	Descripción
Alimentación de pieza a laminar	La máquina roladora no está diseñada para realizar trabajos en frío ni laminaciones en materiales con un coeficiente elástico mayor a $E=40$ MPa
Plataforma fija	La máquina cuenta con una bancada metálica que sirve de base donde se instalan los demás elementos que la componen.
Tren motriz axial	La potencia mecánica se transmite por medio de un tornillo de rosca cuadrada, este sistema se encarga de desplazar el rodillo laminador externo del tocho además de poseer el motor encargado del giro del rodillo.
Rodillo cónico motriz	Este sub ensamble es el encargado de proporcionar la rotación del rodillo cónico inferior imprimiendo la velocidad adecuada para la laminación.
Sistema de elevación de rodillo cónico	Es el encargado de presionar el tocho con el rodillo cónico conducido y generar el aplastamiento o fuerza de laminación dando la cota de espesor del o'ring.
Soporte abatible	Por medio de este elemento, es posible colocar y retirar la pieza generada por la máquina y funcionando además como soporte para el rodillo interior.

Operación

A. Procedimientos y lista de verificación previos a la puesta en servicio	
<p>Antes de poner en marcha la máquina roladora, conviene que se asegure de haber completado los pasos siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Utilizar equipo de protección 2) Inspeccionar los tornillos de potencia y los rodillos. 3) Verificar que el sensor de temperatura presente la lectura. 4) Despejar el área, alejando personas y objetos. 5) Trabajar con la iluminación adecuada. 6) Tener a la mano un extintor. 	
<p>Use ropa de protección aprobada y equipos de protección personal cuando la máquina esté en funcionamiento:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Use siempre gafas de seguridad aprobadas por la ANSI, que cuenten con defensas laterales. • Use pantalones largos para protegerse las piernas contra algún desprendimiento de cascarilla de laminación. • No use nunca joyas ni ropa holgada cuando ponga en marcha o use la máquina roladora. La ropa holgada o colgante, las joyas y el cabello se puede enredar en las piezas móviles.
<p>Inspeccionar los tornillos de potencia y los rodillos:</p>	<p>Realizar una Inspección visual a fin de verificar que no se encuentre ningún daño o abolladura en los filetes de la rosca y en la superficie de los rodillos que afecten el proceso.</p>
<p>Verificar que el sensor de temperatura presente la lectura</p>	<p>Asegurarse que el sensor muestre la lectura de temperatura del ambiente y cambie al colocar una pieza de temperatura diferente para confirmar que el paro de emergencia se hará correctamente.</p>
<p>Despejar el área alejando personas y cosas</p>	<p>Despeje el área operativa e informe a las personas de su entorno a fin de evitar accidentes.</p>
<p>Trabajar durante las horas de luz del día</p>	<p>Use la máquina solamente en horas de luz del día o en condiciones de iluminación adecuada.</p>
<p>Tener a la mano un extintor:</p>	<p>Asegurarse de tener un extintor ya que se manipulan piezas potencialmente incendiarias al contacto con otros objetos.</p>
B. Accione la máquina roladora	
<p>Una vez completados los procedimientos y la lista de verificación previos al arranque, usted está listo para operar la máquina roladora.</p>	



ADVERTENCIA:

No trate nunca de usar la máquina roladora sin equipo de protección adecuado, especialmente elementos de protección para los ojos.

Para accionar la máquina roladora:

- 1) El operador encargado de accionar la máquina roladora debe seleccionar el modo de uso entre manual y automático,
- 2) Otro operador será encargado de retirar el tocho del horno y colocarlo en la máquina roladora para iniciar el proceso de laminación a la brevedad posible.
- 3) El operador encargado de la máquina es el responsable de inspeccionar visualmente los rodillos de laminación el buen funcionamiento de todos los elementos que intervienen en la operación.



ADVERTENCIA:

Manténgase en la POSICIÓN DEL OPERADOR. No deje nunca la máquina roladoras sin vigilancia.

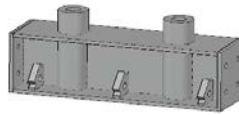
C) Parada la máquina roladora

Siga estos pasos para detener la máquina roladora:

- a) En el modo automático la máquina se detendrá una vez finalizada la laminación programada



ADVERTEN



CIA:

Los rodillos laminadores se encuentran a altas temperaturas por el contacto del material a trabajar a temperaturas mayores de 600 grados Celsius.

- b) En el modo manual es necesario oprimir el botón de parada de los rodillos.
- c) Oprimir el botón de paro de emergencia.

D) Limpieza e Inspección final

Luego de haber terminado el proceso de laminado siga los siguientes pasos:

- a) Inspeccionar el producto final, pues de este dependerá si es necesario realizar algún tipo de mantenimiento en la superficie de los rodillos de laminación.
- b) Limpie toda la escoria o materias extrañas que puede quedar en la superficie de la mesa de trabajo.
- c) Inspeccione la máquina para detectar piezas desgastadas o dañadas y orquear las tuercas o los tornillos que se hayan aflojado.

E) Disposiciones finales

Si la máquina roladora no se usara de forma cotidiana, es necesario accionar los motores en modo manual a intervalos regulares cada cierto tiempo, como mínimo cada cuatro semanas, y por lo menos 10 min. Se tiene que tener en cuenta que intervalos de uso mensuales ayuda a secar la humedad acumulada y lubrica las partes esenciales de la máquina, recordar que las piezas mecánicas secas pueden deteriorar la máquina y unos de los objetivos primordiales es mantener el equipo en condiciones adecuadas para su funcionamiento.

Recuerde proteger la superficie de la máquina:

- Cubierto para ofrecer mayor resguardo de la suciedad u objetos extraños.



ADVERTENCIA:

Antes de ejecutar labores de mantenimiento lea detenidamente el "Manual de Mantenimiento" y siga sus instrucciones.

MANUAL DE MANTENIMIENTO-MÁQUINA ROLADORA

Introducción

En la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad de El Salvador se encuentran laboratorios específicos que ayudan a comprender conceptos y a dinamizar el aprendizaje por medio de equipos especiales, al ser una entidad de educación será de consecuencias graves tener accidentes que pongan en riesgo la salud de los estudiantes y también se evita degradar los equipos para que su nivel de alcance sea mayor. Por lo tanto, las causas pueden ser múltiples y diversas, entre las principales están los malos usos de los equipos, las condiciones de trabajo a las que están sometidas, fallas técnicas o bien la finalización de la vida útil del equipo. Antes de que la seguridad de las personas y de los equipos se vean comprometidas es necesario llevar a cabo mantenimiento de los mismo. Es en este punto donde cabe mencionar la importancia de realizar un programa de mantenimiento efectivo y confiable para los equipos de los laboratorios. Entonces será necesario llevar un control periódico y ordenado de los trabajos de mantenimiento para reducir al máximo los posibles problemas que puedan surgir en los equipos de laboratorio.

El objetivo de este manual de mantenimiento es proporcionar un protocolo que brinde la oportunidad de centrar la atención en la periodicidad de actividades que se deben ejecutar, para garantizar el mantenimiento del equipo. De esta manera se darán pautas necesarias sobre las formas de realización, medición y distribución de los tiempos de mantenimiento, seguridad de los trabajos y aspectos a tener en cuenta para facilitar el mantenimiento.

Beneficio del mantenimiento

Es importante conocer el ensamble de la máquina (ver, Fig. 5.1), esto es útil en el instante de realizar el mantenimiento requerido. Entre los beneficios alcanzados al desarrollar un programa de mantenimiento efectivo se encuentran:

- a) Reducción de fallas inesperadas de los equipos.
- b) Aumento de tiempo medio de funcionamiento de la maquinaria sin paradas.

- c) Reducción de la cantidad de repuestos de reserva.
- d) El buen estado de los equipos durante su vida útil.

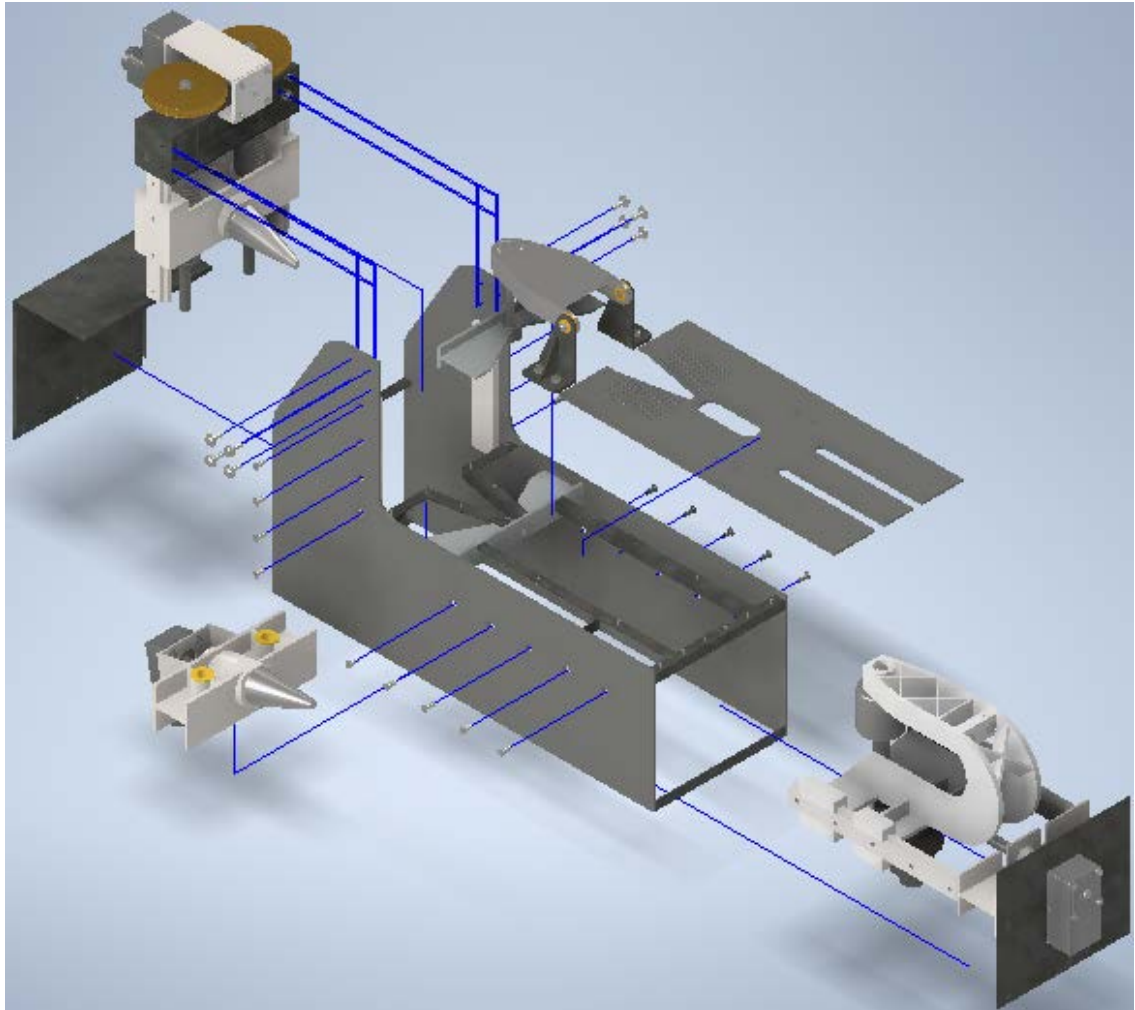


Fig. 5.1 Dibujo de ensamble de sub conjuntos de máquina roladora.

RUTINAS DE MANTENIMIENTO		
Realice las tareas de mantenimiento regular	Realice las tareas de mantenimiento periódico según se indica en el manual para mantener la máquina roladora en condiciones seguras de trabajo.	
Respete las reglas de seguridad	<p>Lea y respete estas reglas de seguridad cuando realiza tareas de mantenimiento y servicio a la máquina roladora:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplique todas las medidas de seguridad ocupacional citadas en el manual de operaciones. • Piezas de repuesto. Si se tiene que cambiar una pieza, use solamente piezas de reparación acordes al diseño de la máquina. Las piezas de repuesto que no responden a las especificaciones pueden resultar peligrosas para la seguridad o provocar el funcionamiento deficiente de la máquina laminadora. 	
Lubricación	Se deben lubricar los rodamientos y guías según el uso y condiciones de trabajo de la máquina, Aplique un film lubricante, también llamado película de aceite, entre los cuerpos rodantes y la pista de rodadura.	
	Especificaciones del lubricante	
	Tipo de lubricante	ULTRA HIGH TEMP/C800G-NSR grasa para lubricación de larga duración de todo tipo de rodamiento hasta 260°C.
	Usos	Equipamiento de hornos, motores eléctricos funcionando a temperaturas extremas.
	Intervalo de temperaturas	-30 a +260 °C
	Consistencia	2
	Viscosidad a 100 °C	40 cst
	Viscosidad a 40 °C	460 cst
Aceite de base	Sintética, polieter perfluorado	
Medición de deformación de rodillos	<p>Los elementos que sufren mayor estrés cuando la máquina se encuentra en servicios son los rodillos de laminación, fabricado con acero AISI/SAE 8620 es un material especialmente diseñado para mantener sus propiedades mecánicas a altas temperaturas, si bien ofrece excelentes propiedades para esa función, la fatiga de trabajo acumulada puede dar paso a deformaciones y disminución en las propiedades planteadas en el diseño original, es por ello que se vuelve importante la inspección constante en el reglaje y paralelismo entre los rodillos laminadores, esto revelara posibles deformaciones que supondrían una pieza con acabados imprecisos, de igual será indicio de perdidas de las propiedades superficiales o internas del material.</p> <p>Para realizar la inspección proceda con los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apagar la máquina, colocar llaves físicas a los interruptores que energizan la máquina, rotular y acordonar el área de mantenimiento. • Si la máquina ha operado previo al mantenimiento, con un termómetro infrarrojo medir la temperatura de la superficie de los rodillos al igual que la plataforma y cualquier elemento que intervenga en la laminación para corroborar si es seguro manipular los elementos, si la temperatura excede los 40 °C no manipular las piezas y esperar que baje la temperatura 	

	<ul style="list-style-type: none"> • Para realizar las mediciones, tomar la medida entre los rodillos en tres puntos diferentes a lo largo de su superficie de contacto y monitorear que sean iguales o con una tolerancia de 0.5 mm de diferencia. • Colocar una regla en la superficie de los rodillos y observar a contra luz si existen valles o crestas sobre la superficie que indiquen aplastamientos y deformaciones no deseadas y repetir el proceso para todos los rodillos. • Al obtener las mediciones y concluir en base a los resultados el cambio o reparación de los elementos, proceder a desmontarlos. • Para rectificar la superficie de la máquina, se deberá retirar un exceso de material no mayor de 0.5 mm de la capa externa, si fuese necesario normalizar el material para reestablecer las propiedades del diseño original, se gestionará dicho tratamiento térmico. • Si el daño es irreversible reemplazar la pieza por una nueva con iguales características a la original o superiores.
--	--

Tornillos de potencia, sinfín y engrane corona.	Se debe realizar una inspección periódica de los elementos que presentan más fricción y esfuerzos para descartar daños apreciables a la vista y monitorear la lubricación de los mismos
---	---

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO



ADVERTENCIA:

Antes de intentar realizar tareas de mantenimiento, asegúrese de que tiene todo el equipo de seguridad adecuado y que la máquina este totalmente detenida!

Elemento a verificar	Cada uso	20 h	Mensual	Cada 6 meses
Rodamientos, eje-grasa		X		
Pernos-apriete			X	
Calcomanías de advertencia- legibilidad	X			
Superficies de contactos despejadas y sin abolladuras	X			
Engrane corona, tornillos sin fin y tornillos de potencia				X
Engrase de motorreductores			X	
Reglaje de rodillos laminadores			X	
Limpieza externa	X			
Revisión del aspecto físico general del equipo y sus componentes			X	
Inspección interna del equipo				X

NOTA:

Si es necesario cambiar una pieza, use solamente piezas que responden a las especificaciones por la cual fueron diseñadas. Las piezas de repuesto que no responden a las especificaciones pueden resultar peligrosas para la seguridad o provocar el funcionamiento deficiente del molino triturador.

INSTRUCTIVO DE USO DEL FORMATO DE CALENDARIZACIÓN DE MANTENIMIENTO A EQUIPOS

Con este formato se pretende programar los mantenimientos de acuerdo a su uso y necesidades de la máquina, considerando también las actividades del laboratorio y días festivos, Por lo tanto, su llenado es de la siguiente manera:

- 1) Período: Anotar el periodo actual en base a la clase.
- 2) Mes: Se anota el mes a efectuar el mantenimiento.
- 3) Área: Especificar el área que recibirá el mantenimiento.
- 4) Responsable: Nombre de la persona responsable del área.
- 5) Cantidad: Especificar el número de equipos.
- 6) Descripción del equipo: Indicar una breve descripción del equipo.
- 7) Fecha: Anotar el período en que se realizará el mantenimiento.

Período (1)

Mes (2)	Área (3)	Responsable (4)	Cantidad (5)	Descripción del equipo (6)	Fecha (7)

Con el programa ya establecido se pretende hacer el mantenimiento a los equipos en tiempo y forma.

FORMATO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO O CORRECTIVO

Complemente el presente formulario cada vez que se realicen tareas de mantenimiento en la máquina. Sea claro y breve. Garantizar que todos los campos estén complementados al final de cada mantenimiento. Complemente con una X los campos que lo requieran.

- 1) N° de mantenimiento. Indicar el número de servicio
- 2) Tipo de mantenimiento. Especificar el tipo de mantenimiento correctivo o preventivo.
- 3) Fecha de inicio. Especificar la fecha de inicio del mantenimiento.
- 4) Fecha de finalización. Especificar la fecha de finalización del mantenimiento.
- 5) Nombre del encargado. Escribir el nombre del encargado de realizar el mantenimiento.
- 6) Traslado: Indicar si el bien será reparado fuera de la escuela de Ingeniería mecánica.
- 7) Lugar de traslado: Indicar si es el caso, el lugar de traslado de la máquina.
- 8) Descripción del servicio o falla. Describir la falla o el servicio a realizar.
- 9) Diagnóstico de la falla. Describir el diagnóstico de la falla.
- 10) Elementos a realizar mantenimiento: Elementos que se verán afectados por el mantenimiento.
- 11) Descripción del mantenimiento: Descripción del proceso desarrollado en el mantenimiento.
- 12) Firma responsable. El responsable del mantenimiento firmará el documento.
- 13) Observaciones. Cualquier imprevisto que surgiera en la realización del mantenimiento.

A continuación, se presenta el formato que se usa para el mantenimiento preventivo o correctivo según sea el caso.

REGISTRO DEL MANTENIMIENTO

N° de mantenimiento (1):

Tipo de mantenimiento (2): Preventivo Correctivo

Fecha de inicio (3): Fecha de finalización (4):

Traslado (6): Lugar de traslado (7).

Descripción del servicio o falla (8):

Diagnóstico de la falla (9):

Elementos a realizar mantenimiento (10):

Descripción del mantenimiento (11):

Firma del responsable (12): _____

Observaciones (13):

CONCLUSIONES

- ✓ En el proceso de laminado intervienen muchos esfuerzos transmitidos a la máquina, reducir las dimensiones o escalar la máquina se vuelve contra productivo ya que existen pocos materiales que sean de utilidad en la industria que posean punto de fluencia relativamente bajo para poder reducir los esfuerzos acorde a lo que solicita la escala, por eso mismo aunque el fin real del diseño de la máquina es fungir como herramienta didáctica, debe ser capaz de soportar los esfuerzos de laminación reales del material, debido a esa limitante el diseño resulta ser robusto y entra en la categoría de semi-industrial, reflejándose esto en los costos de fabricación.
- ✓ Partiendo de los esfuerzos máximos para deformación del cobre en caliente, se determinó que el punto óptimo de apoyo y de contacto con los rodillos para efectuar la laminación se establece en el número de etapas de la laminación la cual presenta una variación de 1.5 a 4 milímetros de deformación por etapa, corriendo el riesgo de deformaciones indeseadas o descontroladas al sobrepasar esos límites, la velocidad de laminación para mantener el enfriamiento por conducción al mínimo y darle tiempo al material que fluya de una manera más controlada es de 0.0952 a 0.1575 m/s la velocidad tangencial en el aro externo, con respecto a la caída de temperatura, se vuelve de gran importancia controlar el proceso de laminado para mantener los esfuerzos de laminación al mínimo, esto se puede lograr por medio de un sensor térmico que emita una alerta y ordene el paro de emergencia, al realizar este paro indica recalentar el material, esto se puede lograr hasta las etapas finales de la pieza que se espera producir con la máquina roladora ya que el horno en funcionamiento que posee actualmente el laboratorio tratamientos térmicos tiene la capacidad de admitir el o'rings de 210 mm de diámetro, en futuras modificaciones de la máquina para producir piezas de volumen mayor se debe contemplar un calentador por inducción ya que puede sobrepasar las capacidades máximas del horno de laboratorio.

- ✓ El acero con el cual se fabrican los rodillos de laminación AISI/SAE 8620 puede ser reemplazado por un material que mantenga las propiedades físicas a altas temperaturas, confiriendo estas propiedades los porcentajes en peso de Níquel (0.40%), Cromo (0.40%) y Molibdeno (0.15%), pudiendo variar el porcentaje en peso de Carbono (0.18%).

- ✓ El costo total para la fabricación de una máquina roladora de aros, es de aproximadamente \$ 11,019.12 tomando en consideración materiales, mano de obra, costos indirectos, gastos imprevistos, y tiempos de fabricación. La rentabilidad del equipo no es medible económicamente ya que ha sido diseñado para uso didáctico sin fines de lucro, el impacto directo relacionado con el beneficio académico que se espera lograr al ser implementado dentro de los equipos disponibles del taller mecánico para las prácticas de laboratorio, es la formación integral en la población estudiantil de dicha escuela.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Askeland, D. (1998). *Ciencia e Ingeniería de los Materiales*. México: International Thomson Editores.
- [2] Avner, S. (1988). *Introducción a la Metalurgia Física*. México: McGraw-Hill.
- [3] Budynass, R. (2011). *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*. México: McGraw Hill.
- [4] Callister, W. (1995). *Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales*. México: Reverté.
- [5] Degarmo, P. (1994). *Materiales y procesos de fabricación*. España: Reverte.
- [6] Dieter, G. (1967). *Metalurgia Mecánica*. España: McGraw-Hill.
- [7] Groover, M. P. (2007). *Fundamentos de manufactura moderna*. McGraw-Hill Education.
- [9] Arrieta, R. E. y Arvilla, F. (2003). *Tutorial básico para programación de PLC*.
- [10] Cengel, Y. A. (2012). *Transferencia de calor*. McGraw-Hill.

ANEXOS

ANEXO A. FICHAS TÉCNICAS DE LOS MATERIALES A UTILIZAR

Acero SISA 8620

acero grado maquinaria

ACEROS



desde 1941

SERVICIO INDUSTRIAL, S.A. DE C.V.

Color de distinción

aluminio

verde

CARACTERÍSTICAS

Acero grado maquinaria al Níquel-Cromo-Molibdeno para cementado. Ofrece muy buena dureza superficial y gran tenacidad al núcleo. El proceso de cementado se aplica para incrementar el contenido de carbón en la superficie para que con un tratamiento térmico adecuado, la superficie sea substancialmente mas dura que el núcleo.

COMPOSICIÓN QUÍMICA - % PROMEDIO

C	Mn	Si	Ni	Cr	Mo
0.20	0.80	0.25	0.60	0.50	0.20

NORMAS:

SAE / AISI	DIN
8620	1.6523 - 21NiCrMo2

APLICACIONES TÍPICAS

Cigüeñales	Tornillos Sin Fin
Piñones	Pernos
Engranés	Pistones
Engranés para Reductores	Flechas

Nota: Estas son algunas de las aplicaciones típicas. No debe intentar su aplicación específica sin un estudio independiente y una evaluación de funcionalidad.

PROPIEDADES FÍSICAS

Módulo de Elasticidad	30 psi x 10 ⁶	(207 GPa)
Gravedad Específica		(7.84)
Densidad	7840 kg/m ³	(0.283 lb/in ³)

TRATAMIENTO TÉRMICO

Forjar

1050-850°C (1920-1560°F)

No forjar por debajo de 825°C (1520°F), enfriamiento lento en horno o material termoaislante.

Recocer

Calentar a 870°C (1600°F), mantener 2 horas, enfriamiento lento de 30°C (50°F) por hora hasta 650°C (1200°F), dejar enfriar en el horno o en aire quieto a temperatura ambiente.

Dureza en Estado Recocido

Aprox. BHN 143/163

Relevado de Esfuerzos

Piezas Recocidas: Calentar a 1100-1300°F (595-740°C), mantener 2 horas, dejar enfriar en aire quieto.

Piezas Templadas: Calentar a 30-55°C (50-100°F) debajo de la temperatura original de revenido, mantener 2 horas, dejar enfriar en aire quieto.

Enderezado: Recomendable hacerlo entre 205-425°C (400-800°F)

CEMENTAR - Carburizado

En caja o en sales a la profundidad deseada a 880-925°C (1615-1700°F). Enfriamiento en aceite o al ambiente. Revenir inmediatamente.

Revenir

Durante 1 hora mínimo a 150-260°C (300-500°F).

El proceso de cementado se aplica para incrementar el contenido de carbón en la superficie para que a través de un tratamiento térmico adecuado, la superficie cementada se vuelve substancialmente mas dura que el núcleo. El proceso combinado de carburizar y de templar por medio del tratamiento térmico es generalmente conocido como "cementado". El proceso de tratamiento térmico es seleccionado para cada aplicación en particular, de acuerdo a las propiedades requeridas tanto en la superficie como en el núcleo. Aunque existen muchos tratamientos térmicos para los aceros de cementado, los siguientes tratamientos son algunos de los típicamente usados.

SISA 8620

La temperatura de cementado comúnmente usada para el acero SISA 8620 es de 880-925°C (1615-1700°F). Deben proveerse temperaturas uniformes para producir un cementado y temple uniforme y para disminuir la distorsión. Es más importante que la temperatura del acero sea mantenida que solo la temperatura del horno. Revenir inmediatamente.

Enfriamiento directo desde la caja de cementado:

Este tratamiento es aplicado al enfriar en aceite directo a partir de la temperatura de cementado de 925°C (1700°F). El núcleo quedara totalmente endurecido pero con grano burdo. La superficie queda endurecida al grado de que no se marca con la lima, siempre y cuando el contenido de carbón sea alto durante la operación de cementado.

Enfriamiento en la caja de cementado a partir de la temperatura de cementado, recalentar por arriba de la temperatura crítica superior del núcleo y enfriar:

Este tratamiento se aplica al enfriar la pieza en la caja de cementado hasta temperatura ambiente a partir de la temperatura de cementado de 925°C (1700°F).

Posteriormente, la pieza es calentada arriba de 835°C (1535°F) y enfriada al aceite. El grano del núcleo será refinado y exhibirá la máxima dureza y resistencia. La superficie será endurecida y el grano algo crecido.

Enfriamiento a partir de la temperatura de cementado en la caja de cementado, recalentar por arriba de la temperatura crítica baja de la superficie y enfriar:

Este tratamiento es aplicado al dejar que la pieza se enfríe en la caja a partir de la temperatura de cementado de 925°C (1700°F). Posteriormente la pieza es recalentada arriba de 730°C (1350°F) y enfriada al aceite para endurecer y refinar el grano de la superficie.

El grano del núcleo estará sin refinar, blando y maquinable y la superficie estará endurecida.

Enfriamiento a partir de la temperatura de cementado en la caja de cementado. Recalentar por arriba de la temperatura crítica alta del núcleo y enfriar. Nuevamente recalentar por arriba de la temperatura crítica baja de la superficie y enfriar:

Este tratamiento es aplicado al dejar que la pieza se enfríe en la caja a partir de la temperatura de cementado de 925°C (1700°F). Posteriormente la pieza es recalentada por arriba de 835°C (1535°F) y enfriada al aceite para refinar el grano del núcleo. La pieza es nuevamente recalentada a 730°C (1350°F) y enfriada al aceite para refinar el grano de la superficie. Por este método de doble calentado y enfriado, se obtiene refinación de grano tanto en el núcleo como en la superficie. El núcleo con grano refinado será blando y maquinable con tenacidad máxima y resistencia al impacto. La superficie con grano refinado será endurecida para obtener resistencia al desgaste.

REVENIR

El revenir piezas cementadas a 150°C (300°F), resulta en virtualmente ninguna pérdida de dureza superficial. En caso de que se pueda tolerar algo de pérdida de dureza, la tenacidad se puede incrementar reviniendo a temperaturas superiores, hasta de 260°C (500°F).

TEMPLAR

840-860°C (1540-1580°F), al aceite o agua. Si por alguna razón el acero SISA 8620 es templado tal cual (enfriado al agua o al aceite sin cementar), el revenido es efectuado a 200-700°C (400-1300°F). Se obtiene mayor dureza usando las temperaturas mas bajas de revenido.

Revenir inmediatamente durante 1 hora mínimo.

Nota: Las propiedades indicadas en esta hoja técnica son valores típicos. Variaciones normales en la química, tamaño y condiciones de tratamiento térmico pueden producir desviaciones de estos valores. Para datos adicionales o asistencia en ingeniería metalúrgica, favor de acudir al departamento técnico de SISA.



Aceros Especiales Grados Herramienta y Maquinaria
Aceros SISA-MET® de Metalurgia en Polvo (PM)
Piezas Industriales Forjadas

Ciudad de México: Naranjos 6 - Col. San Francisco Cuautlalpan, Naucalpan - cp 53569, Estado de México
Tel - (55) 5576-4011 Fax - (55) 5576-4997 sisa@sisa1.com.mx

Monterrey: Guerrero Norte 4120 - Col. del Norte, Monterrey - cp 64500, Nuevo León
Tel - (81) 8351-7220 Fax - (81) 8351-2981 sisamty@sisa1.com.mx

ACERO SAE 1020

DIN	CK - 20
UNI	C - 20
AFNOR	XC - 20
SAE	1020

CARACTERÍSTICAS DE EMPLEO

Acero al carbono que puede utilizarse en estado cementado, templado y revenido o simplemente en estado calibrado. Por su contenido de carbono estos aceros se utilizan para la fabricación de piezas estructurales o de maquinaria de mediana resistencia con una gran tenacidad. Es fácilmente soldable con soplete ó al arco.

COMPOSICION QUÍMICA	C %	Mn %	P máx. %	S máx. %	Si máx. %
Análisis típico en %	0.18 0.23	0.3 0.6	0.04	0.05	0.15 0.3

Estado de suministro: Recocido
Dureza de suministro: 150 - 190 HB

PROPIEDADES MECÁNICAS

Estado de suministro	Resistencia a la tracción MPa	Limite elástico MPa	Alargamiento %	Reducción de área %	Dureza Brinell aprox.
Laminado en caliente	441	196	25	45	140 / 180
Normalizado	490 - 588	343	30	55	150
Recocido	441 - 539	294	35	60	130 / 150
Calibrado	539 - 686	441	10	35	180 / 220
Cementado, templado y rev.	686 - 833	441	15	45	-----

TRATAMIENTO TÉRMICO	TEMPERATURA °C	MEDIO DE ENFRIAMIENTO
Forja	850 - 1150	Arena seca
Normalizado	880 - 920	Aire
Recocido	660 - 720	Horno
Cementacion	900 - 930	Horno/agua
Temple capa cementada	850 - 900	Agua
Revenido capa cementada	180 - 240	Aire

APLICACIONES

Se usa principalmente para partes de maquinaria que no estén sometidas a grandes esfuerzos mecánicos como ejes, eslabones para cadenas, pasadores, bujes cementados, tornillería corriente, bridas, piñones para transmisión de cadena a bajo esfuerzo, clavos para ferrocarril, grapas, etc.



SOLDADURA

Este acero se puede soldar fácilmente, se recomienda soldadura A.W.S clase E-6010, E-6011, E-6013 de la American Welding Society.

ACERO SAE 1045

DIN	CK - 45
UNI	C - 45
AFNOR	XC - 45
SAE	1045

CARACTERÍSTICAS DE EMPLEO

SAE 1045 es un acero grado ingeniería de aplicación universal que proporciona un nivel medio de resistencia mecánica y tenacidad a bajo costo con respecto a los aceros de baja aleación. Frecuentemente se utiliza para elementos endurecidos a la llama ó por inducción. Este acero puede ser usado en condiciones de suministro: laminado en caliente o con tratamiento térmico (templado en aceite y revenido; ó templado en agua y revenido).

SAE 1045 es un acero de baja templabilidad que puede ser endurecido totalmente en espesores delgados por temple en agua. En secciones más gruesas se puede obtener un endurecimiento parcial de la sección de la pieza y el incremento de la resistencia será proporcional a la capa o espesor endurecido, al ser deformado en frío se presenta un incremento en la dureza y la resistencia mecánica.

COMPOSICION QUÍMICA	C %	Mn %	P máx. %	S máx. %	Si máx. %
Análisis típico en %	0.43 0.50	0.6 0.9	0.04	0.05	0.2 0.4

Estado de suministro: Recocido

Dureza de suministro: 160 - 200 Brinell

PROPIEDADES FÍSICAS

Estos valores son obtenidos a partir de probetas bajo condiciones específicas de laboratorio y deben ser usados como referencia.

- Densidad → 7.85 gr/cm³.
- Módulo de elasticidad → 2×10^{11} Pa (24×10^6 PSI).
- Conductividad térmica → 52 W/(m·°C).
- Calor específico J/(Kg·K) → 460
- Coefficiente de Poisson → 0,3
- Resistividad eléctrica (microhm-cm):
a 32°F = 16.2
a 212°F = 22.3
- Coefficiente de dilatación térmica / °C
(20 - 100°C) 12.3×10^{-6}
(20 - 200°C) 12.7×10^{-6}
(20 - 400°C) 13.7×10^{-6}

PROPIEDADES TÍPICAS A TEMPERATURA AMBIENTE SIN ENDURECIMIENTO			
Diámetro de la barra: 12 a 38 mm			
Propiedad	Laminado en caliente	Normalizado	Recocido
Resistencia a la tracción MPa	655	655	620
Punto de fluencia MPa	413	413	379
% de elongación	23	23	26
% de reducción de área	44	45	53
Dureza brinell (3000 kg.)	190	190	180

Cia. General de Aceros | aing 05



**PROPIEDADES TÍPICAS A TEMPERATURA AMBIENTE CON TEMPLE EN ACEITE
- REDONDO DE 25 MM**

(Temple en aceite desde 820°C, revenido a la temperatura indicada)

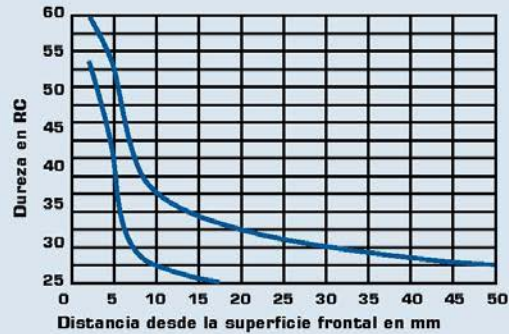
Temperatura de revenido °C	Resistencia a la tracción MPa	Punto de Fluencia MPa	Elongación (en 50 mm) %	Reducción de área %	Dureza Brinell (3000 Kg.)
320	965	655	11	34	278
430	875	621	15	39	257
540	793	558	18	45	228
650	703	482	23	51	203
705	641	462	25	55	195

PROPIEDADES TÍPICAS A TEMPERATURA AMBIENTE CON TEMPLE EN AGUA - REDONDO DE 25 MM

(Temple en agua desde 820°C, revenido a la temperatura indicada)

Temperatura de revenido °C	Resistencia a la tracción N/mm ²	Punto de Fluencia N/mm ²	Elongación (en 50 mm) %	Reducción de área %	Dureza Brinell (3000 Kg.)	Impacto Izod ft - lb
320	1034	786	8	33	313	15
430	965	731	13	43	281	24
540	827	621	19	52	242	38
650	717	503	24	60	210	61
705	669	455	27	62	198	70

BANDA DE TEMPLABILIDAD



TRATAMIENTOS TÉRMICOS

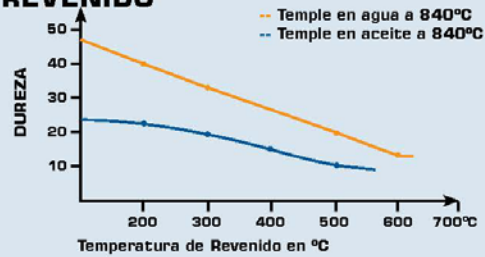
TRATAMIENTO TÉRMICO	TEMPERATURA °C	MEDIO DE ENFRIAMIENTO
Forja	850 - 1100	Arena seca
Normalizado	856 - 900	Aire
Recocido total	815 - 885	Horno
Recocido posterior al trabajo en frío	595 - 662	Horno luego aire
Temple (*)	815 - 870	Agua - aceite
Revenido		Aire

* El enfriamiento en aceite minimiza la deformación sin garantizar la máxima dureza.

Hasta 12 mm de diámetro con enfriamiento en aceite se consigue un temple aceptable en el centro de la pieza



DIAGRAMA DE REVENIDO



El tiempo de sostenimiento a esta temperatura es de 1 hora + 1 hora por pulgada de espesor o diámetro de la pieza. Posteriormente se enfría en el horno o al aire.

MAQUINABILIDAD

Puede ser mecanizado fácilmente en estado recocido, normalizado o templado, tomando como referencia al 12L14 (100% de maquinabilidad). El acero 1045 presenta la siguiente maquinabilidad:

En estado calibrado = 55%

En estado recocido = 68 - 70%

Este acero presenta un buen acabado superficial y su mecanizado se caracteriza por presentar una larga vida útil de la herramienta de corte.

TORNEADO					
PROFUNDIDAD DE CORTE mm	ACERO RÁPIDO		HERRAMIENTA DE CARBURO		
	Velocidad m/min	Avance mm/rev	Soldado velocidad m/min	Insertado velocidad m/min	Avance mm/rev
Dureza, 125 a 175 HB					
1	43	0.18	140	180	0.18
4	35	0.40	110	140	0.50
8	27	0.50	85	110	0.75
16	11	0.75	67	85	1.00
Dureza, 175 a 225 HB					
1	40	0.18	130	160	0.18
4	30	0.40	100	125	0.50
8	26	0.50	78	100	0.75
16	20	0.75	60	78	1.00

CONFORMABILIDAD

SAE 1045 puede ser conformado fácilmente en caliente a temperaturas entre 980 y 1230°C. Este material no debe ser deformado en frío extensivamente sin realizar recocidos intermedios. Un recocido subcrítico será suficiente excepto cuando un trabajo severo en frío ha de ser seguido por más trabajo en frío en cuyo caso se requiere de un recocido total.

SOLDABILIDAD

El acero SAE 1045 está cerca al límite superior de aceros con porcentaje de carbono que pueden ser soldados satisfactoriamente por todos los métodos comunes. Sin embargo, precalentamiento y postcalentamiento pueden ser necesarios en función del espesor. Usualmente hay menos necesidad de precalentamiento y postcalentamiento con procesos de soldadura con gas que con métodos de soldadura por arco debido a que el proceso de soldadura por gas genera una zona afectada por el calor

mayor que el proceso de arco eléctrico y por tal razón el enfriamiento es más lento. Se recomienda el uso de electrodos de bajo hidrógeno.

DATOS DE IMPACTO							
Templado al agua y revenido a 870°C							
Dureza Brinell	Probeta Charpy (entalla en V), Joules, realizado a diferentes temperaturas						
	- 73°C	- 45°C	- 18°C	10°C	40°C	65°C	95°C
225	7 - 15	11 - 20	27 - 40	51 - 65	55 - 70	63 - 74	70 - 81
300	----	8 - 12	10 - 16	13 - 24	19 - 36	27 - 40	36 - 47

APLICACIONES

Este acero de medio carbono se usa cuando la resistencia y dureza obtenidas por el tratamiento térmico o por deformación en frío, son suficientes para satisfacer las condiciones de servicio requeridas.

Es ampliamente utilizado en la industria automotriz (productos forjados y estampados). Se usa en partes de máquinas que requieran dureza y tenacidad como: manivelas, chavetas, pernos, bulones, engranajes de baja velocidad, acoplamientos, árboles, bielas, cigüeñales, ejes de maquinaria de resistencia media, piezas de armas, cañones de fusiles, espárragos, barras de conexión, tornillería grado 5, pernos de anclaje, fabricación de herramientas agrícolas, mecánicas y de mano forjadas de todo tipo como: hachas, azadones, rastrillos, picas, martillos, palas, barretones, llaves, etc.

ACERO SAE 1045 EN PLACA

Estado de suministro: Normalizado

Dureza de suministro: 175 - 200 HB

Acabados: Laminado en caliente (negro), premaquinado, rectificado

Cía. General de Aceros (C.G.A.) cuenta con una gama amplia de espesores de productos laminados en acero SAE 1045 que permite satisfacer sus necesidades de placas, discos, anillos y cortes especiales hasta espesores de 254 mm.

Para minimizar los sobrecostos de consumo de sus herramientas durante el mecanizado, C.G.A. realiza a los productos oxicotados en placa 1045 una homogenización de dureza (ya que el proceso de corte en caliente altera las propiedades en la zona afectada por el calor) garantizándole una adecuada maquinabilidad.

Con la filosofía de disminuir tiempos de fabricación en su taller y aumentar la competitividad de su negocio, C.G.A. ofrece productos oxicotados con servicio adicional de premaquinado (caras y cantos) y rectificado plano con tolerancias acordadas previamente. Consulte a nuestros asesores para definir su mejor alternativa.

SUCURSALES C.G.A.

BARRANQUILLA

Via 40 No. 51 - 444 PBX: 3444 188/3720 222 Fax: 3443 328/3720 220

MEDELLÍN

Calle 32 No. 41 - 139 Itagui PBX: 3724 500/3738 111 Fax: 2776 088

CALI

Cra. 31A No. 15 - 59 Acopi - Yumbo PBX: 6918 585 Call Center: 6918 586 Fax: 6658 593

BUCARAMANGA

Cra. 14 No. 23 - 02 PEX: 6337 708/8323 Fax: 6332 779

PRINCIPAL BOGOTÁ D.C.

Av. 68 No. 37B - 51 Sur PBX: 7700 560 Fax: 7700 530/550
Call Center: 7700 590 - Línea de Servicio al Cliente: 7700 543

www.cga.com.co - e-mail: aceros@cga.com.co

ANEXO B. PROGRAMACIÓN PLC TIA PORTAL VERSIÓN 16

Totally Integrated Automation Portal			
Bloques de programa			
Main [OB1]			
Main Propiedades			
General			
Nombre	Main	Número	1
Tipo	OB	Idioma	KOP
Numeración	Automático		
Información			
Título	"Main Program Sweep (Cycle)"	Autor	
Versión	0.1	ID personalizado	
Comentario			Familia
Nombre			
Tipo de datos			
Valor predet.			
Comentario			
▼ Input			
Initial_Call	Bool		Initial call of this OB
Remanence	Bool		=True, if remanent data are available
Temp			
Constant			
Segmento 1:			
Segmento 2:			
Segmento 3:			
Segmento 4:			

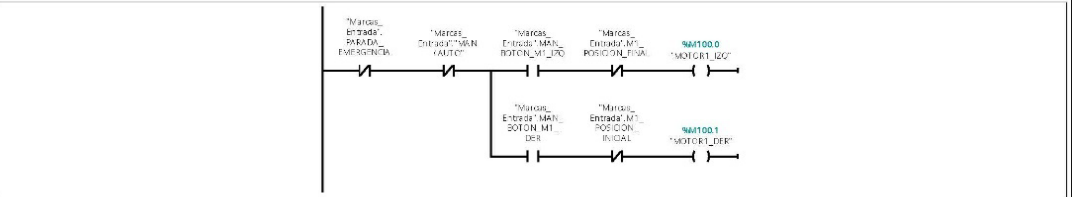
Bloques de programa

Control_Manual [FC1]

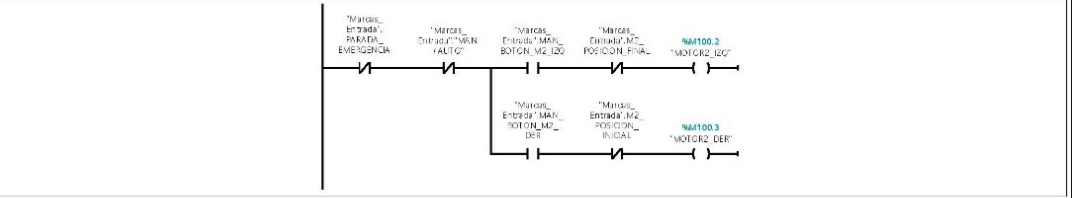
Control_Manual Propiedades							
General							
Nombre	Control_Manual	Número	1	Tipo	FC	Idioma	KOP
Numeración	Automático						
Información							
Título		Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizado					

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Comentario
Input			
Output			
InOut			
Temp			
Constant			
Return			
Control_Manual	Void		

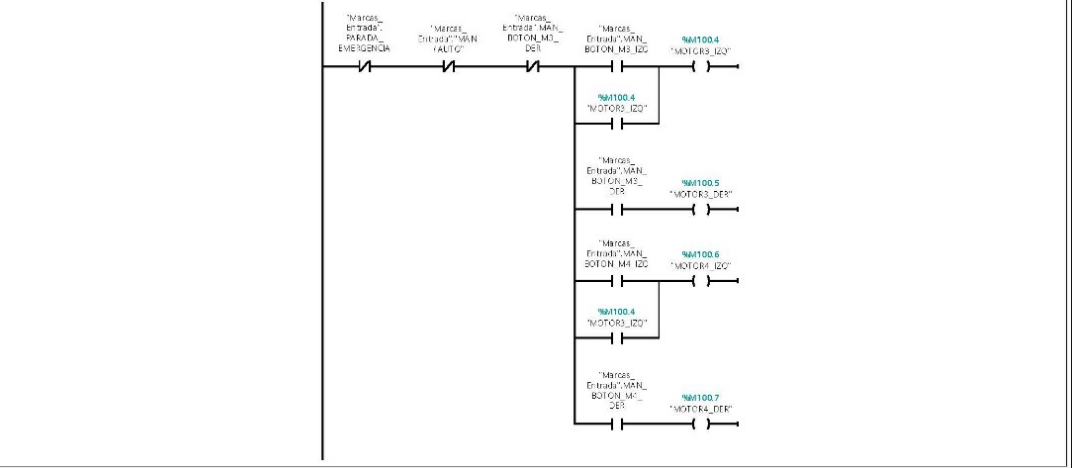
Segmento 1: MOTOR 1



Segmento 2: MOTOR 2



Segmento 3: MOTOR 3 y 4



Bloques de programa

Entradas [FC2]

Entradas Propiedades

General

Nombre	Entradas	Número	2	Tipo	FC	Idioma	KOP
--------	----------	--------	---	------	----	--------	-----

Numeración

Numeración	Automático
------------	------------

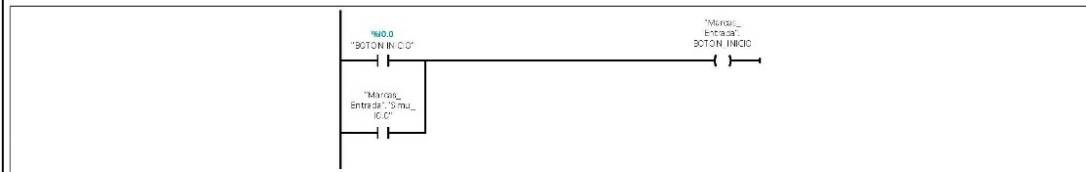
Información

Título		Autor		Comentario		Familia	
--------	--	-------	--	------------	--	---------	--

Versión	0.1	ID personaliza- do	
---------	-----	-----------------------	--

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Comentario
Input			
Output			
InOut			
Temp			
Constant			
▼ Return			
Entradas	Void		

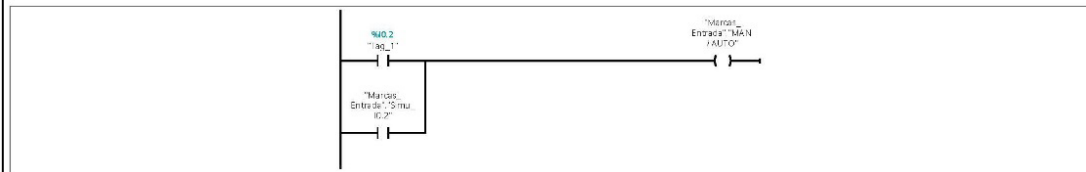
Segmento 1:



Segmento 2:



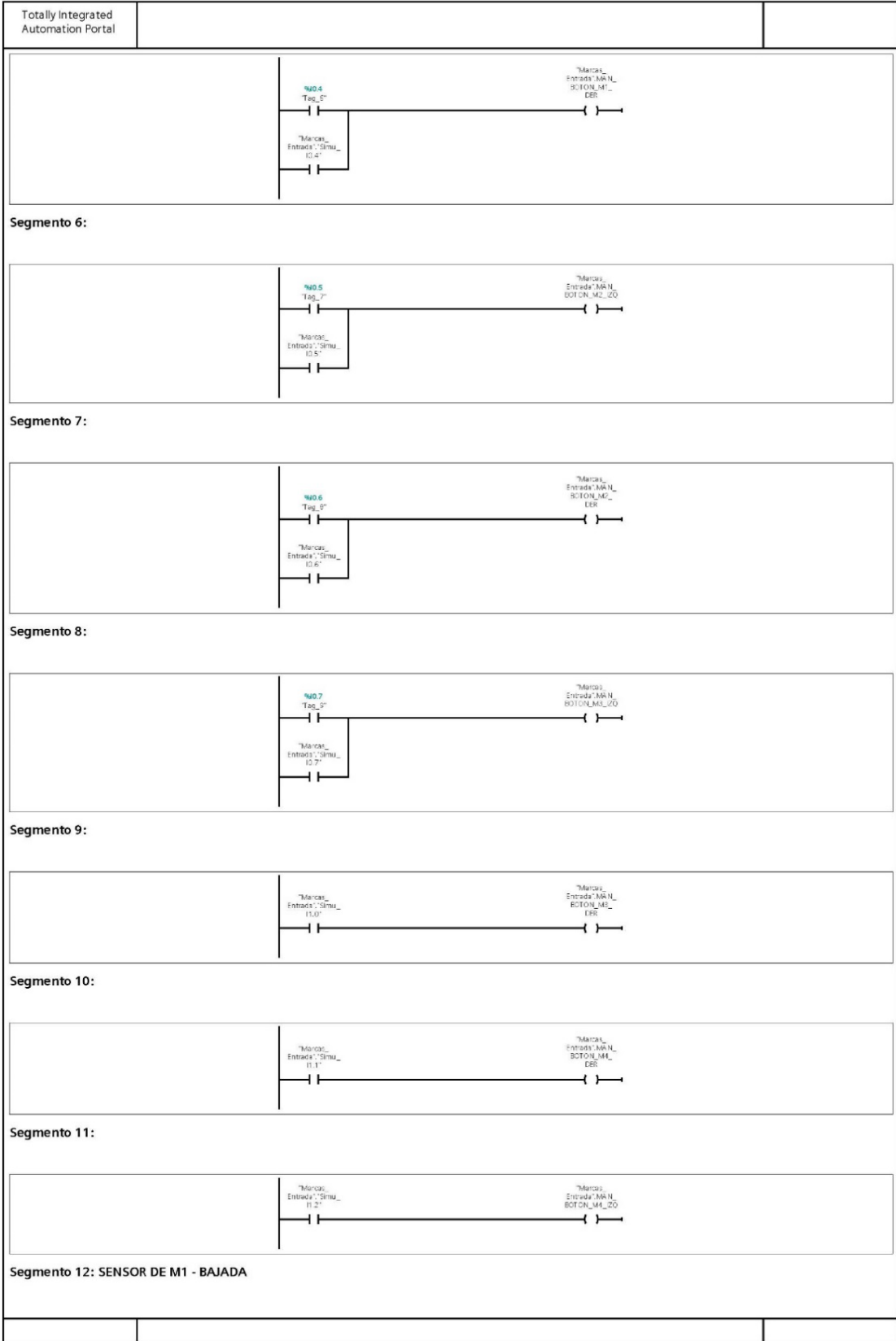
Segmento 3:

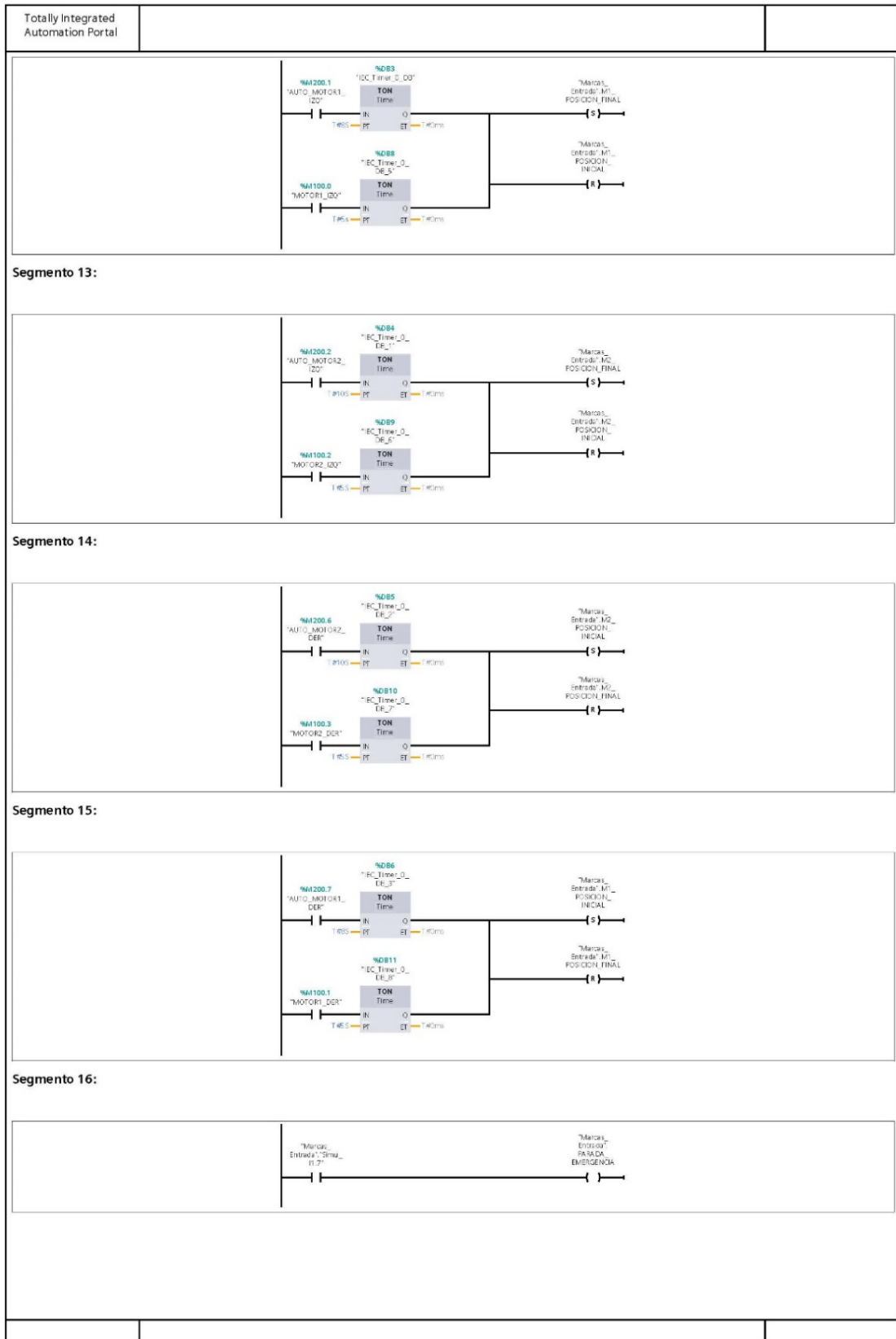


Segmento 4:



Segmento 5:





Bloques de programa

Salidas [FC3]

Salidas Propiedades

General

Nombre	Salidas	Número	3	Tipo	FC	Idioma	KOP
--------	---------	--------	---	------	----	--------	-----

Numeración Automático

Información

Título	Autor	Comentario	Familia
Versión	0.1	ID personalizado	

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Comentario
Input			
Output			
InOut			
Temp			
Constant			
Return			
Salidas	Void		

Segmento 1:



Segmento 2:



Segmento 3:



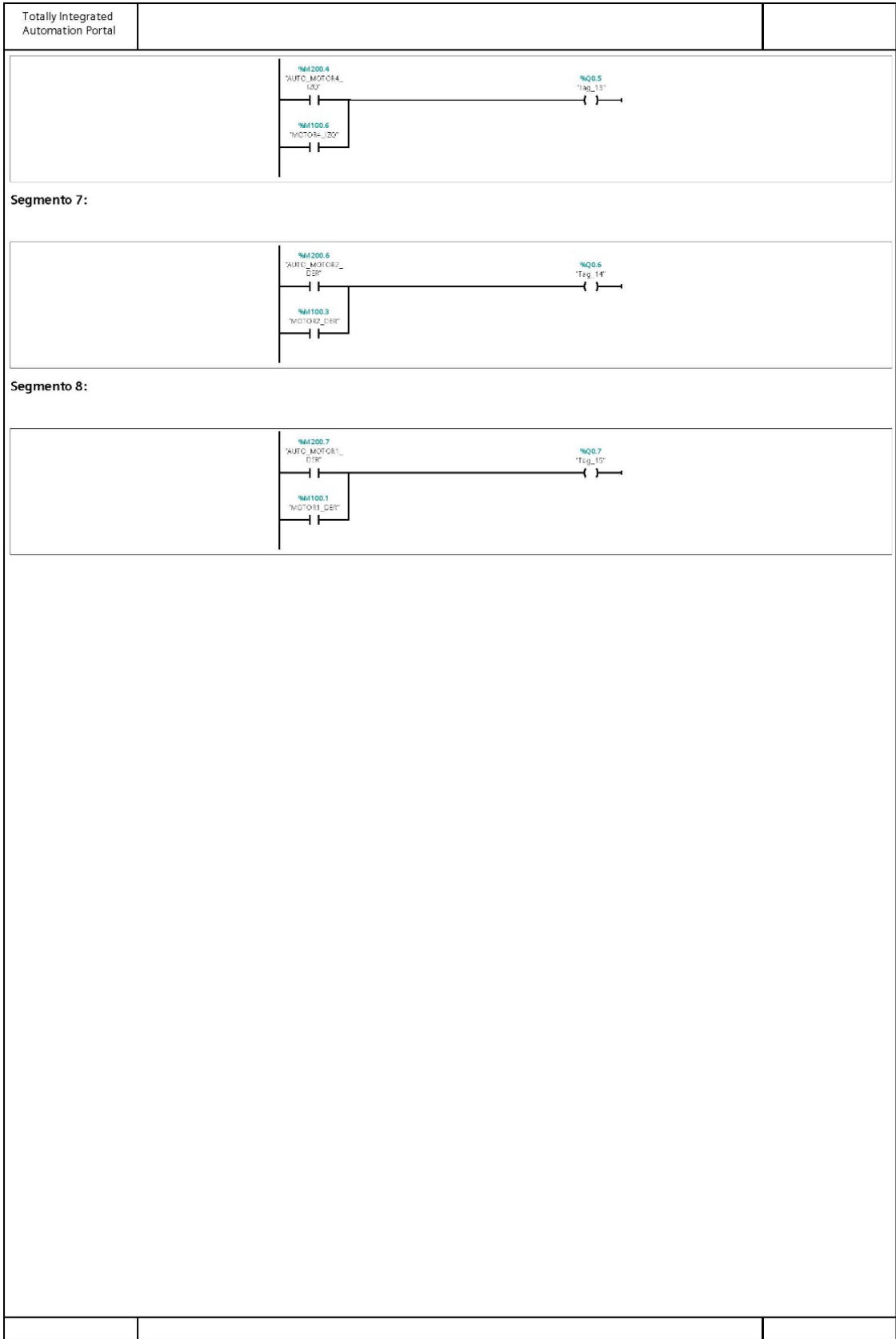
Segmento 4:



Segmento 5:



Segmento 6:



Bloques de programa

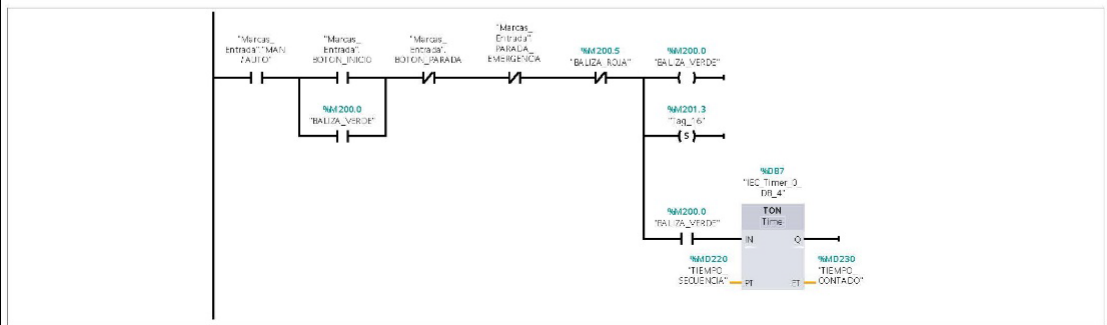
Control_Automatico [FC4]

Control_Automatico Propiedades

General							
Nombre	Control_Automatico	Número	4	Tipo	FC	Idioma	KOP
Numeración	Automático						
Información							
Título		Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada					

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Comentario
Input			
Output			
InOut			
Temp			
Constant			
Return			
Control_Automatico	Void		

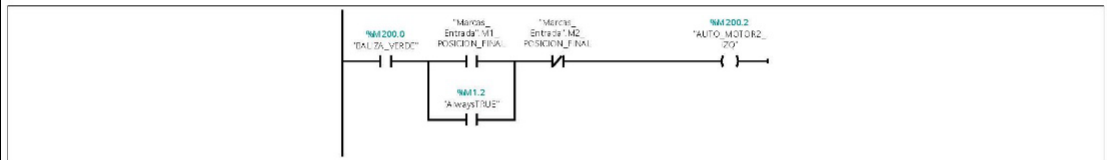
Segmento 1:



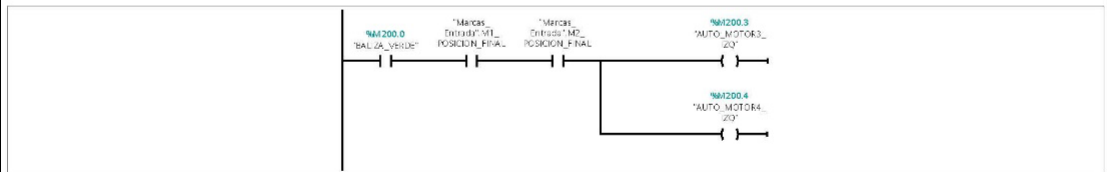
Segmento 2: ARRANCA MOTOR 1



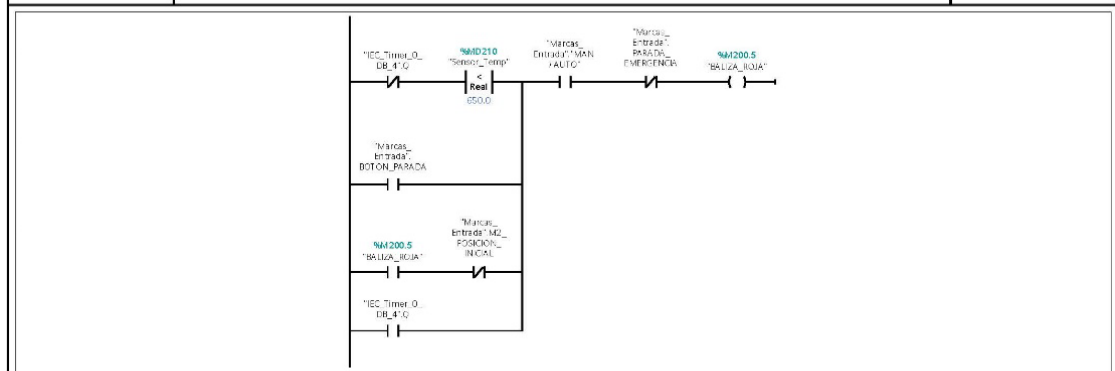
Segmento 3: ARRANCA MOTOR 2



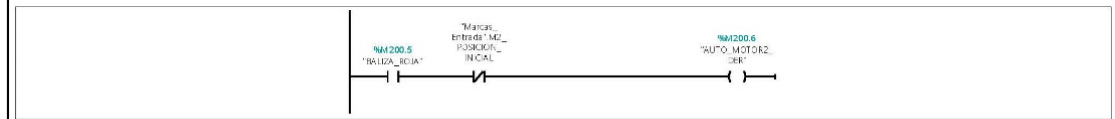
Segmento 4: ARRANCAN Y PARAN LOS MOTORES 3 Y 4



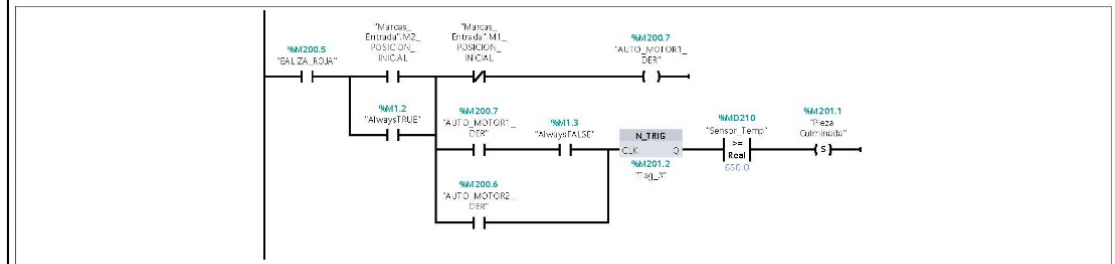
Segmento 5: SECUENCIA DE PARADA



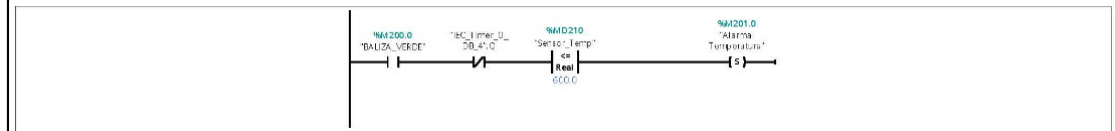
Segmento 6: REGRESA EL MOTOR 2



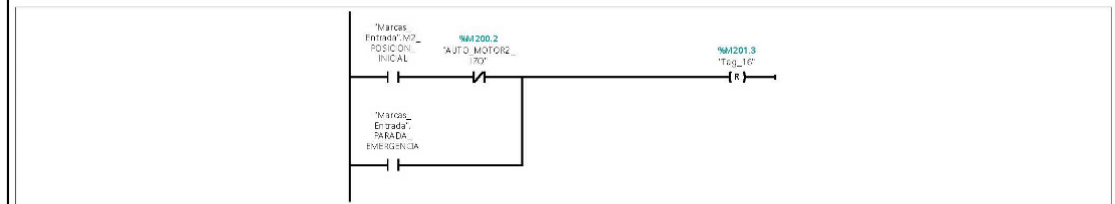
Segmento 7: REGRESA EL MOTOR 1



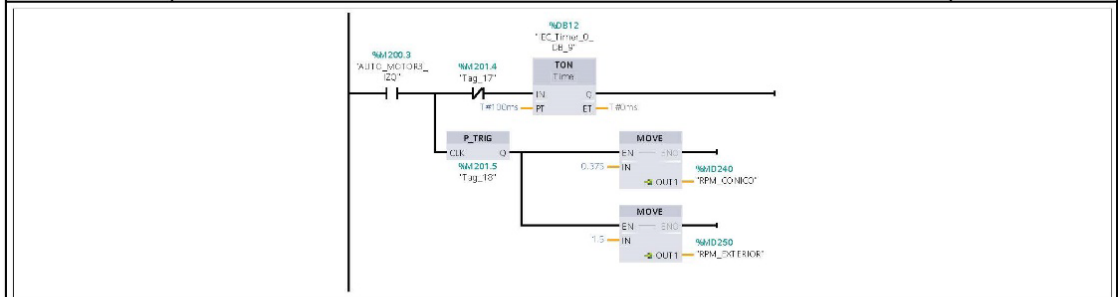
Segmento 8:



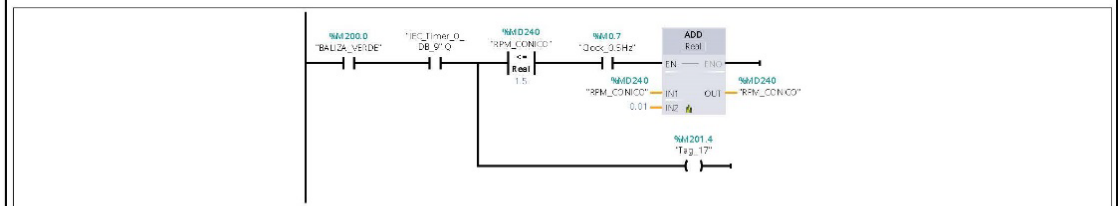
Segmento 9: RESET DE AUTOMATICO



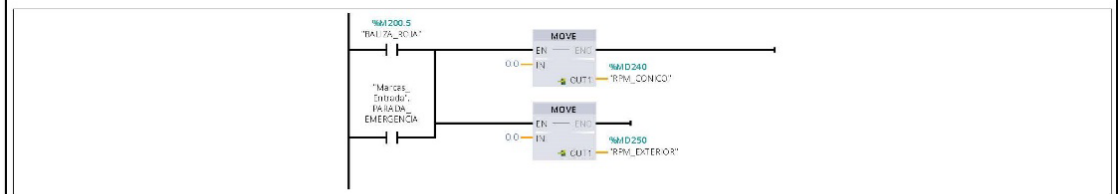
Segmento 10:



Segmento 11:



Segmento 12:



Bloques de programa

Marcas_Entrada [DB1]

Marcas_Entrada Propiedades

General

Nombre	Marcas_Entrada	Número	1	Tipo	DB	Idioma	DB
Numeración	Automático						

Información

Título	Autor		Comentario		Familia		
Versión	0.1	ID personaliza- do					

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia	Accesible desde HMI/OPC UA/Web API	Escribible desde HMI/OPC UA/Web API	Visible en HMI Engineering	Valor de ajuste	Supervisión	Comentario
▼ Static									
BOTON_INICIO	Bool	false	False	True	True	True	False		
BOTON_PARADA	Bool	false	False	True	True	True	False		
MAN / AUTO	Bool	false	False	True	True	True	False		
MAN_BOTON_M1_IJZQ	Bool	false	False	True	True	True	False		
MAN_BOTON_M1_DER	Bool	false	False	True	True	True	False		
MAN_BOTON_M2_IJZQ	Bool	false	False	True	True	True	False		
MAN_BOTON_M2_DER	Bool	false	False	True	True	True	False		
MAN_BOTON_M3_IJZQ	Bool	false	False	True	True	True	False		
MAN_BOTON_M3_DER	Bool	false	False	True	True	True	False		
MAN_BOTON_M4_IJZQ	Bool	false	False	True	True	True	False		
MAN_BOTON_M4_DER	Bool	false	False	True	True	True	False		
M1_POSICION_FINAL	Bool	false	False	True	True	True	False		
M2_POSICION_FINAL	Bool	false	False	True	True	True	False		
M2_POSICION_INICIAL	Bool	false	False	True	True	True	False		
M1_POSICION_INICIAL	Bool	false	False	True	True	True	False		
PARADA_EMERGENCIA	Bool	false	False	True	True	True	False		
Simu_I0.0	Bool	false	False	True	True	True	False		
Simu_I0.1	Bool	false	False	True	True	True	False		
Simu_I0.2	Bool	false	False	True	True	True	False		
Simu_I0.3	Bool	false	False	True	True	True	False		
Simu_I0.4	Bool	false	False	True	True	True	False		
Simu_I0.5	Bool	false	False	True	True	True	False		
Simu_I0.6	Bool	false	False	True	True	True	False		
Simu_I0.7	Bool	false	False	True	True	True	False		
Simu_I1.0	Bool	false	False	True	True	True	False		
Simu_I1.1	Bool	false	False	True	True	True	False		
Simu_I1.2	Bool	false	False	True	True	True	False		
Simu_I1.3	Bool	false	False	True	True	True	False		
Simu_I1.4	Bool	false	False	True	True	True	False		
Simu_I1.5	Bool	false	False	True	True	True	False		
Simu_I1.6	Bool	false	False	True	True	True	False		
Simu_I1.7	Bool	false	False	True	True	True	False		

Bloques de programa

Marca_Salida [DB2]

Marca_Salida Propiedades

General

Nombre	Marca_Salida	Número	2	Tipo	DB	Idioma	DB
--------	--------------	--------	---	------	----	--------	----

Numeración

Numeración	Automático
------------	------------

Información

Título		Autor		Comentario		Familia	
--------	--	-------	--	------------	--	---------	--

Versión	0.1	ID personalizado	
---------	-----	------------------	--

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia	Accesible desde HMI/OPC UA/Web API	Escribible desde HMI/OPC UA/Web API	Visible en HMI Engineering	Valor de ajuste	Supervisión	Comentario
▼ Static									
Q0.0	Bool	false	False	True	True	True	False		
Q0.1	Bool	false	False	True	True	True	False		
Q0.2	Bool	false	False	True	True	True	False		
Q0.3	Bool	false	False	True	True	True	False		
Q0.4	Bool	false	False	True	True	True	False		
Q0.5	Bool	false	False	True	True	True	False		
Q0.6	Bool	false	False	True	True	True	False		
Q0.7	Bool	false	False	True	True	True	False		
Q1.0	Bool	false	False	True	True	True	False		
Q1.1	Bool	false	False	True	True	True	False		
Q1.2	Bool	false	False	True	True	True	False		
Q1.3	Bool	false	False	True	True	True	False		
Q1.4	Bool	false	False	True	True	True	False		
Q1.5	Bool	false	False	True	True	True	False		
Q1.6	Bool	false	False	True	True	True	False		
Q1.7	Bool	false	False	True	True	True	False		

Bloques de programa / Bloques de sistema / Recursos de programa

IEC_Timer_0_DB [DB3]

IEC_Timer_0_DB Propiedades

General

Nombre	IEC_Timer_0_DB	Número	3	Tipo	DB	Idioma	DB
--------	----------------	--------	---	------	----	--------	----

Numeración

Numeración	Automático
------------	------------

Información

Título		Autor	Simatic	Comentario		Familia	IEC
--------	--	-------	---------	------------	--	---------	-----

Versión	1.0	ID personaliza- do	IEC_TMR
---------	-----	-----------------------	---------

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanen- cia	Accesible desde HMI/OPC UA/Web API	Es- cribi- ble desd e HMI/ OPC UA/ Web API	Visible en HMI Engi- neering	Valor de ajuste	Supervi- sión	Comentario
▼ Static									
PT	Time	T#0ms	False	True	True	True	False		
ET	Time	T#0ms	False	True	False	True	False		
IN	Bool	false	False	True	True	True	False		
Q	Bool	false	False	True	False	True	False		

Bloques de programa / Bloques de sistema / Recursos de programa

IEC_Timer_0_DB_1 [DB4]

IEC_Timer_0_DB_1 Propiedades

General

Nombre	IEC_Timer_0_DB_1	Número	4	Tipo	DB	Idioma	DB
Numeración	Automático						

Información

Título		Autor	Simatic	Comentario		Familia	IEC
Versión	1.0	ID personalizado	IEC_TMR				

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia	Accesible desde HMI/OPC UA/Web API	Escribible desde HMI/OPC UA/Web API	Visible en HMI Engineering	Valor de ajuste	Supervisión	Comentario
▼ Static									
PT	Time	T#0ms	False	True	True	True	False		
ET	Time	T#0ms	False	True	True	True	False		
IN	Bool	false	False	True	True	True	False		
Q	Bool	false	False	True	False	True	False		

Bloques de programa / Bloques de sistema / Recursos de programa

IEC_Timer_0_DB_2 [DB5]

IEC_Timer_0_DB_2 Propiedades

General							
Nombre	IEC_Timer_0_DB_2	Número	5	Tipo	DB	Idioma	DB

Numeración Automático

Información

Título	Autor	Comentario	Familia
Versión	1.0	Simatic	IEC
	ID personaliza- do	IEC_TMR	

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanen- cia	Accesible desde HMI/OPC UA/Web API	Es- cribi- ble desd e HMI/ OPC UA/ Web API	Visible en HMI Engi- neering	Valor de ajuste	Supervi- sión	Comentario
▼ Static									
PT	Time	T#0ms	False	True	True	True	False		
ET	Time	T#0ms	False	True	False	True	False		
IN	Bool	false	False	True	True	True	False		
Q	Bool	false	False	True	False	True	False		

Bloques de programa / Bloques de sistema / Recursos de programa

IEC_Timer_0_DB_3 [DB6]

IEC_Timer_0_DB_3 Propiedades

General

Nombre	IEC_Timer_0_DB_3	Número	6	Tipo	DB	Idioma	DB
Numeración	Automático						

Información

Título		Autor	Simatic	Comentario		Familia	IEC
Versión	1.0	ID personalizado	IEC_TMR				

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia	Accesible desde HMI/OPC UA/Web API	Escribible desde HMI/OPC UA/Web API	Visible en HMI Engineering	Valor de ajuste	Supervisión	Comentario
▼ Static									
PT	Time	T#0ms	False	True	True	True	False		
ET	Time	T#0ms	False	True	False	True	False		
IN	Bool	false	False	True	True	True	False		
Q	Bool	false	False	True	False	True	False		

Bloques de programa / Bloques de sistema / Recursos de programa

IEC_Timer_0_DB_4 [DB7]

IEC_Timer_0_DB_4 Propiedades

General

Nombre	IEC_Timer_0_DB_4	Número	7	Tipo	DB	Idioma	DB
--------	------------------	--------	---	------	----	--------	----

Numeración	Automático
------------	------------

Información

Título		Autor	Simatic	Comentario		Familia	IEC
--------	--	-------	---------	------------	--	---------	-----

Versión	1.0	ID personalizado	IEC_TMR
---------	-----	------------------	---------

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia	Accesible desde HMI/OPC UA/Web API	Escribible desde HMI/OPC UA/Web API	Visible en HMI Engineering	Valor de ajuste	Supervisión	Comentario
▼ Static									
PT	Time	T#0ms	False	True	True	True	False		
ET	Time	T#0ms	False	True	False	True	False		
IN	Bool	false	False	True	True	True	False		
Q	Bool	false	False	True	False	True	False		

Bloques de programa / Bloques de sistema / Recursos de programa

IEC_Timer_0_DB_5 [DB8]

IEC_Timer_0_DB_5 Propiedades

General

Nombre	IEC_Timer_0_DB_5	Número	8	Tipo	DB	Idioma	DB
--------	------------------	--------	---	------	----	--------	----

Numeración

Numeración	Automático
------------	------------

Información

Título		Autor	Simatic	Comentario		Familia	IEC
--------	--	-------	---------	------------	--	---------	-----

Versión	1.0	ID personalizado	IEC_TMR
---------	-----	------------------	---------

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia	Accesible desde HMI/OPC UA/Web API	Escribible desde HMI/OPC UA/Web API	Visible en HMI Engineering	Valor de ajuste	Supervisión	Comentario
▼ Static									
PT	Time	T#0ms	False	True	True	True	False		
ET	Time	T#0ms	False	True	False	True	False		
IN	Bool	false	False	True	True	True	False		
Q	Bool	false	False	True	False	True	False		

Bloques de programa / Bloques de sistema / Recursos de programa

IEC_Timer_0_DB_6 [DB9]

IEC_Timer_0_DB_6 Propiedades

General

Nombre	IEC_Timer_0_DB_6	Número	9	Tipo	DB	Idioma	DB
--------	------------------	--------	---	------	----	--------	----

Numeración Automático

Información

Título		Autor	Simatic	Comentario		Familia	IEC
Versión	1.0	ID personalizado	IEC_TMR				

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia	Accesible desde HMI/OPC UA/Web API	Escribible desde HMI/OPC UA/Web API	Visible en HMI Engineering	Valor de ajuste	Supervisión	Comentario
▼ Static									
PT	Time	T#0ms	False	True	True	True	False		
ET	Time	T#0ms	False	True	True	True	False		
IN	Bool	false	False	True	True	True	False		
Q	Bool	false	False	True	False	True	False		

Bloques de programa / Bloques de sistema / Recursos de programa

IEC_Timer_0_DB_7 [DB10]

IEC_Timer_0_DB_7 Propiedades

General							
Nombre	IEC_Timer_0_DB_7	Número	10	Tipo	DB	Idioma	DB

Numeración	Automático
------------	------------

Información

Título		Autor	Simatic	Comentario		Familia	IEC
Versión	1.0	ID personalizado	IEC_TMR				

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia	Accesible desde HMI/OPC UA/Web API	Escribible desde HMI/OPC UA/Web API	Visible en HMI Engineering	Valor de ajuste	Supervisión	Comentario
▼ Static									
PT	Time	T#0ms	False	True	True	True	False		
ET	Time	T#0ms	False	True	False	True	False		
IN	Bool	false	False	True	True	True	False		
Q	Bool	false	False	True	False	True	False		

Bloques de programa / Bloques de sistema / Recursos de programa

IEC_Timer_0_DB_8 [DB11]

IEC_Timer_0_DB_8 Propiedades

General

Nombre	IEC_Timer_0_DB_8	Número	11	Tipo	DB	Idioma	DB
--------	------------------	--------	----	------	----	--------	----

Numeración Automático

Información

Título	Autor		Simatic	Comentario	Familia		IEC
Versión	1.0	ID personalizado	IEC_TMR				

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia	Accesible desde HMI/OPC UA/Web API	Escribible desde HMI/OPC UA/Web API	Visible en HMI Engineering	Valor de ajuste	Supervisión	Comentario
▼ Static									
PT	Time	T#0ms	False	True	True	True	False		
ET	Time	T#0ms	False	True	False	True	False		
IN	Bool	false	False	True	True	True	False		
Q	Bool	false	False	True	False	True	False		

Bloques de programa / Bloques de sistema / Recursos de programa

IEC_Timer_0_DB_9 [DB12]

IEC_Timer_0_DB_9 Propiedades

General

Nombre	IEC_Timer_0_DB_9	Número	12	Tipo	DB	Idioma	DB
--------	------------------	--------	----	------	----	--------	----

Numeración Automático

Información

Título		Autor	Simatic	Comentario		Familia	IEC
Versión	1.0	ID personalizado	IEC_TMR				

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia	Accesible desde HMI/OPC UA/Web API	Escribible desde HMI/OPC UA/Web API	Visible en HMI Engineering	Valor de ajuste	Supervisión	Comentario
▼ Static									
PT	Time	T#0ms	False	True	True	True	False		
ET	Time	T#0ms	False	True	False	True	False		
IN	Bool	false	False	True	True	True	False		
Q	Bool	false	False	True	False	True	False		

ANEXO C. GUÍA DE ENSAMBLE

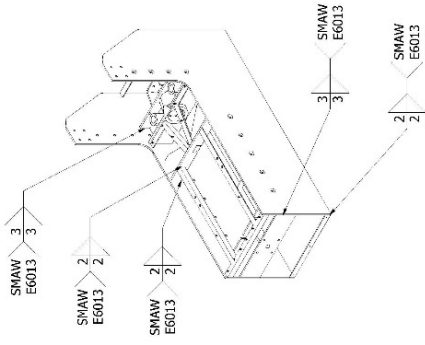
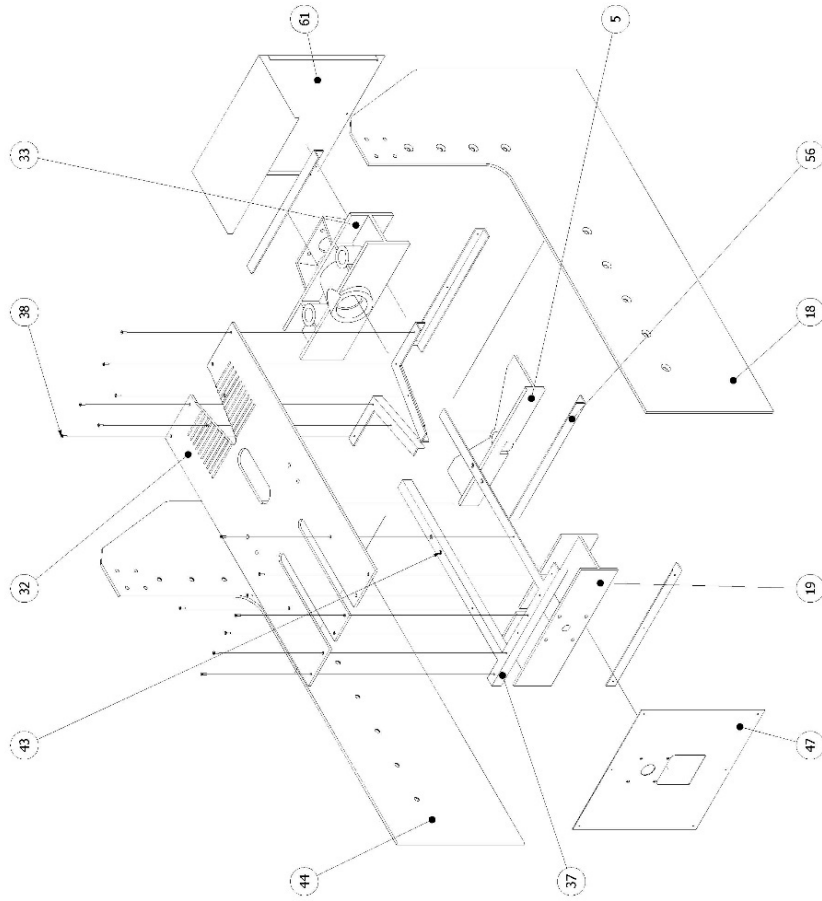
VISTA 17 (1:5)

AG-AG (1:6)

1166

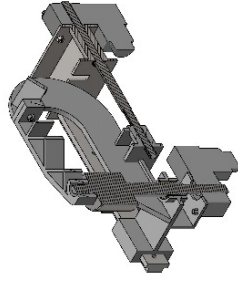
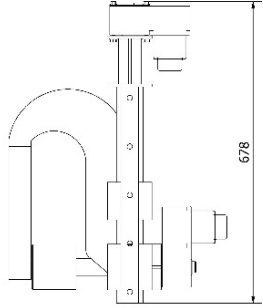
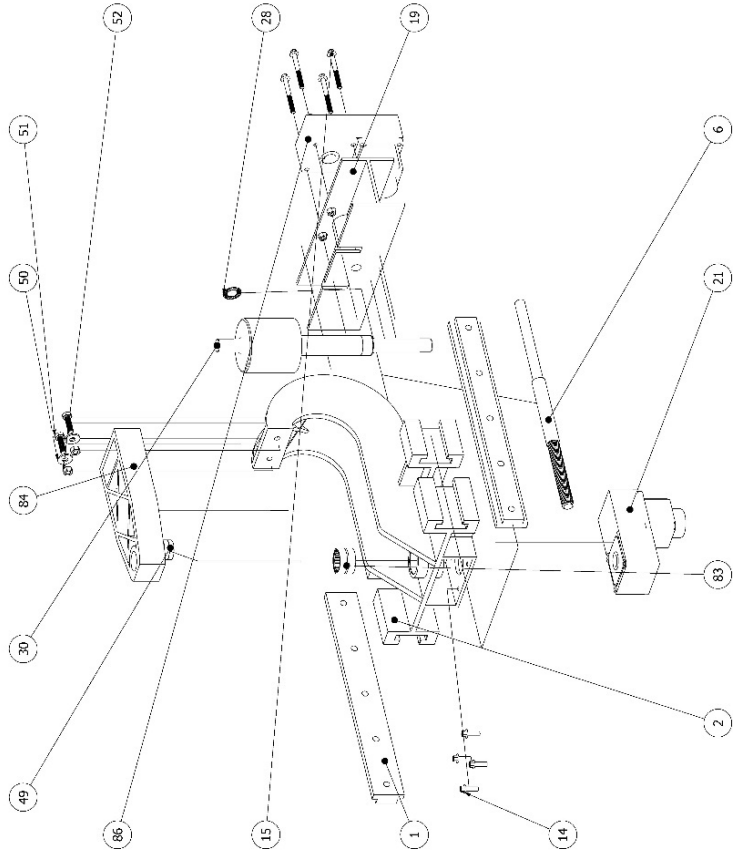
F1	Soporte ajustable completo	1	Subconjunto 5
E1	Sistema de elevación de molinillo	1	Subconjunto 4
D1	Motor eléctrico	1	Subconjunto 3
C1	Tronco de eje	1	Subconjunto 2
B1	Soportes (1)	1	Subconjunto 1
A1	Perno hexagonal 8.8 x 25	10	M10 x L15 x 25
A2	Perno hexagonal 8.8 x 25	6	M10 x L15 x 25 DIN 965
A3	Arandela plana	8	M10xL25 DIN 934
A4	Perno hexagonal 8.8 x 30	15	M10 x L30 DIN 965, DIN 960
A5	Arandela plana	15	M10 x 25 DIN 934
A6	Guía de elevación	2	ASE/SAE 1008
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	ESPECIFICACIÓN
LISTA DE PIEZAS: IDENTIFICACIÓN			
DIMENSIONES:			
UNIDADES:			
CONJUNTO:			
UNIDADES DE COLORES:			
ESCALA:			
MATERIAL:			
ANI			
Hoja No. 1 : 8			

VISTA80 (1:6)



61	Tapa trasera	1	AISI/SAE 1008
56	Soportera de anillo	4	Anillo 1 x 1/8 pulg. AISI/SAE 1008
47	Tapa frontal	1	AISI/SAE 1008
44	Lateral izquierdo	1	AISI/SAE 1008
43	Tuerca hexagonal G8	2	M10x1.25 DIN 934
38	Tornillo cabeza plana avellanado	14	M2 x 0.4 x 8 JCI510-70
37	Soportera de plataforma	1	Anillo 1 x 1/8 pulg. AISI/SAE 1008
33	Puente de rodillo conico inferior	1	Placas de acero AISI/SAE 1008, barra perforada AISI/SAE 1020
32	Plataforma base	1	AISI/SAE 1008
19	Puente de soporte axial	1	Placas de acero AISI/SAE 1008 buje AISI/SAE 1020
18	Lateral derecho	1	AISI/SAE 1008
5	Puente inferior rodillo interno	1	AISI/SAE 1008
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT	ESPECIFICACIÓN
LISTA DE PIEZAS			
AN2	SUBCONJUNTO:1 Plataforma fija		UNIDADES: ESQA: 1:6
NO. PLANO:		FORMATO: A2	

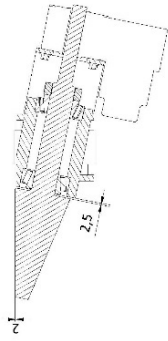
VISTA94 (1 : 5)



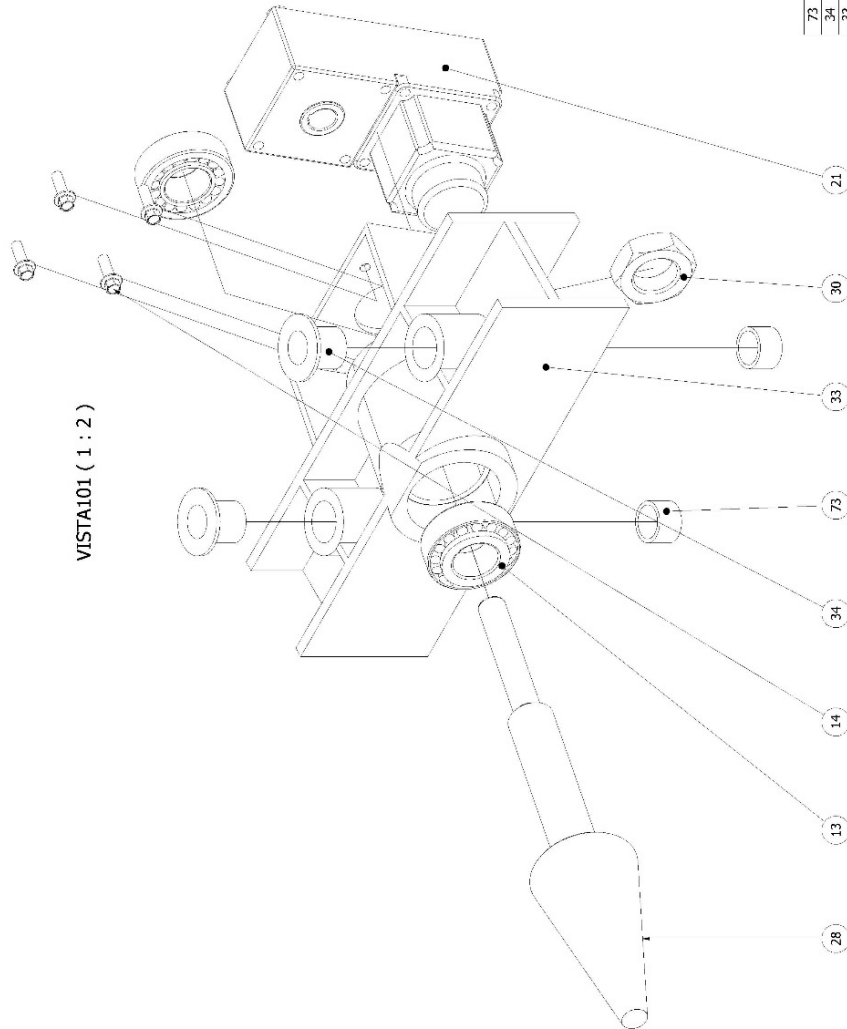
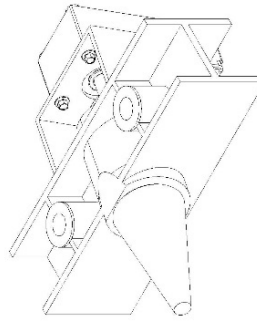
86	Motor axial	1	BXN6400H-GFS
84	Brazo de soporte de rodillo exterior	1	AlSi/SAE 1008
83	Rodamiento de ahus radial	1	SKF NK 38/30
52	Tuerca hexagonal G8	2	M10x1,25 DIN 934
51	Perno hexagonal 8,8 x35	2	M10 x 1,5 x 35
50	Arandela plana ancha	2	M10-25 DIN 7349
49	Rodamiento de agujas radial	1	SKF NK 45/35
30	Rodillo motriz mayor	1	AlSi/SAE 1020
28	Rodamiento de agujas axial	1	DIN 5405-2
21	Motor de rodillo externo	1	BXN6400H-GFS
19	Puente de soporte axial	1	Placas de acero AlSi/SAE 1008 buje AlSi/SAE 1020
15	Hex flange MBx1.25x80	4	JIS B 1189 TIPO 2
14	Hex Flange MBx1.25x30	4	DIN 6921
6	Tornillo de potencia axial	1	AlSi/SAE 8660
2	Soporte de rodillo externo	1	AlSi/SAE 1008
1	Guia axial	2	AlSi/SAE 1008

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT	ESPECIFICACIÓN
LISTA DE PIEZAS			
SUBCONJUNTO: 2 Tren motriz axial			
AN3			ESCALA: 1 : 6

W-W (1 : 4)



VISTA100 (1 : 3)



73	Buje de tornillo de potencia	2	Bronce fosforico
34	Buje inferior de elevación	2	Bronce fosforico
33	Puente de rodillo cónico inferior	1	Placas de acero AISI/SAE 1008, barra perforada AISI/SAE 1020
30	Contratuera de ajuste	1	M36x1,5-60
28	Rodillo cónico moztz	1	AISI/SAE 8620
21	Mozz de rodillo cónico	1	BXW6400M-GFS
14	Hex Flange M6x1,25x30	4	DIN 6921
13	Batero de rodillos cónicos	2	30207
ITEM	DESCRIPCIÓN	CAANT	ESPECIFICACIÓN
LISTA DE PIEZAS			
REP. PLANO:	SUBCONJUNTO 3 Rodillo cónico moztz		
NUMEROS:	ESCALA:		
FORMA:	1 : 4		

REP. PLANO: AN4

NUMEROS: AN4

FORMA: AN4

ESCALA: 1 : 4

ESPECIFICACIÓN

LISTA DE PIEZAS

SUBCONJUNTO 3 Rodillo cónico moztz

CAANT

DESCRIPCIÓN

BATERO DE RODILLOS CÓNICOS

HEX FLANGE M6X1,25X30

MOZZ DE RODILLO CÓNICO

RODILLO CÓNICO MOZTZ

CONTRATUERA DE AJUSTE

PUENTE DE RODILLO CÓNICO INFERIOR

BUJE INFERIOR DE ELEVACIÓN

BUJE DE TORNILLO DE POTENCIA

ITEM

ESPECIFICACIÓN

LISTA DE PIEZAS

SUBCONJUNTO 3 Rodillo cónico moztz

CAANT

DESCRIPCIÓN

BATERO DE RODILLOS CÓNICOS

HEX FLANGE M6X1,25X30

MOZZ DE RODILLO CÓNICO

RODILLO CÓNICO MOZTZ

CONTRATUERA DE AJUSTE

PUENTE DE RODILLO CÓNICO INFERIOR

BUJE INFERIOR DE ELEVACIÓN

BUJE DE TORNILLO DE POTENCIA

ITEM

ESPECIFICACIÓN

LISTA DE PIEZAS

SUBCONJUNTO 3 Rodillo cónico moztz

CAANT

DESCRIPCIÓN

BATERO DE RODILLOS CÓNICOS

HEX FLANGE M6X1,25X30

MOZZ DE RODILLO CÓNICO

RODILLO CÓNICO MOZTZ

CONTRATUERA DE AJUSTE

PUENTE DE RODILLO CÓNICO INFERIOR

BUJE INFERIOR DE ELEVACIÓN

BUJE DE TORNILLO DE POTENCIA

ITEM

ESPECIFICACIÓN

LISTA DE PIEZAS

SUBCONJUNTO 3 Rodillo cónico moztz

CAANT

DESCRIPCIÓN

BATERO DE RODILLOS CÓNICOS

HEX FLANGE M6X1,25X30

MOZZ DE RODILLO CÓNICO

RODILLO CÓNICO MOZTZ

CONTRATUERA DE AJUSTE

PUENTE DE RODILLO CÓNICO INFERIOR

BUJE INFERIOR DE ELEVACIÓN

BUJE DE TORNILLO DE POTENCIA

ITEM

ESPECIFICACIÓN

LISTA DE PIEZAS

SUBCONJUNTO 3 Rodillo cónico moztz

CAANT

DESCRIPCIÓN

BATERO DE RODILLOS CÓNICOS

HEX FLANGE M6X1,25X30

MOZZ DE RODILLO CÓNICO

RODILLO CÓNICO MOZTZ

CONTRATUERA DE AJUSTE

PUENTE DE RODILLO CÓNICO INFERIOR

BUJE INFERIOR DE ELEVACIÓN

BUJE DE TORNILLO DE POTENCIA

ITEM

ESPECIFICACIÓN

LISTA DE PIEZAS

SUBCONJUNTO 3 Rodillo cónico moztz

CAANT

DESCRIPCIÓN

BATERO DE RODILLOS CÓNICOS

HEX FLANGE M6X1,25X30

MOZZ DE RODILLO CÓNICO

RODILLO CÓNICO MOZTZ

CONTRATUERA DE AJUSTE

PUENTE DE RODILLO CÓNICO INFERIOR

BUJE INFERIOR DE ELEVACIÓN

BUJE DE TORNILLO DE POTENCIA

ITEM

ESPECIFICACIÓN

LISTA DE PIEZAS

SUBCONJUNTO 3 Rodillo cónico moztz

CAANT

DESCRIPCIÓN

BATERO DE RODILLOS CÓNICOS

HEX FLANGE M6X1,25X30

MOZZ DE RODILLO CÓNICO

RODILLO CÓNICO MOZTZ

CONTRATUERA DE AJUSTE

PUENTE DE RODILLO CÓNICO INFERIOR

BUJE INFERIOR DE ELEVACIÓN

BUJE DE TORNILLO DE POTENCIA

ITEM

ESPECIFICACIÓN

LISTA DE PIEZAS

SUBCONJUNTO 3 Rodillo cónico moztz

CAANT

DESCRIPCIÓN

BATERO DE RODILLOS CÓNICOS

HEX FLANGE M6X1,25X30

MOZZ DE RODILLO CÓNICO

RODILLO CÓNICO MOZTZ

CONTRATUERA DE AJUSTE

PUENTE DE RODILLO CÓNICO INFERIOR

BUJE INFERIOR DE ELEVACIÓN

BUJE DE TORNILLO DE POTENCIA

ITEM

ESPECIFICACIÓN

LISTA DE PIEZAS

SUBCONJUNTO 3 Rodillo cónico moztz

CAANT

DESCRIPCIÓN

BATERO DE RODILLOS CÓNICOS

HEX FLANGE M6X1,25X30

MOZZ DE RODILLO CÓNICO

RODILLO CÓNICO MOZTZ

CONTRATUERA DE AJUSTE

PUENTE DE RODILLO CÓNICO INFERIOR

BUJE INFERIOR DE ELEVACIÓN

BUJE DE TORNILLO DE POTENCIA

ITEM

ESPECIFICACIÓN

LISTA DE PIEZAS

SUBCONJUNTO 3 Rodillo cónico moztz

CAANT

DESCRIPCIÓN

BATERO DE RODILLOS CÓNICOS

HEX FLANGE M6X1,25X30

MOZZ DE RODILLO CÓNICO

RODILLO CÓNICO MOZTZ

CONTRATUERA DE AJUSTE

PUENTE DE RODILLO CÓNICO INFERIOR

BUJE INFERIOR DE ELEVACIÓN

BUJE DE TORNILLO DE POTENCIA

ITEM

ESPECIFICACIÓN

LISTA DE PIEZAS

SUBCONJUNTO 3 Rodillo cónico moztz

CAANT

DESCRIPCIÓN

BATERO DE RODILLOS CÓNICOS

HEX FLANGE M6X1,25X30

MOZZ DE RODILLO CÓNICO

RODILLO CÓNICO MOZTZ

CONTRATUERA DE AJUSTE

PUENTE DE RODILLO CÓNICO INFERIOR

BUJE INFERIOR DE ELEVACIÓN

BUJE DE TORNILLO DE POTENCIA

ITEM

ESPECIFICACIÓN

LISTA DE PIEZAS

SUBCONJUNTO 3 Rodillo cónico moztz

CAANT

DESCRIPCIÓN

BATERO DE RODILLOS CÓNICOS

HEX FLANGE M6X1,25X30

MOZZ DE RODILLO CÓNICO

RODILLO CÓNICO MOZTZ

CONTRATUERA DE AJUSTE

PUENTE DE RODILLO CÓNICO INFERIOR

BUJE INFERIOR DE ELEVACIÓN

BUJE DE TORNILLO DE POTENCIA

ITEM

ESPECIFICACIÓN

LISTA DE PIEZAS

SUBCONJUNTO 3 Rodillo cónico moztz

CAANT

DESCRIPCIÓN

BATERO DE RODILLOS CÓNICOS

HEX FLANGE M6X1,25X30

MOZZ DE RODILLO CÓNICO

RODILLO CÓNICO MOZTZ

CONTRATUERA DE AJUSTE

PUENTE DE RODILLO CÓNICO INFERIOR

BUJE INFERIOR DE ELEVACIÓN

BUJE DE TORNILLO DE POTENCIA

ITEM

ESPECIFICACIÓN

LISTA DE PIEZAS

SUBCONJUNTO 3 Rodillo cónico moztz

CAANT

DESCRIPCIÓN

BATERO DE RODILLOS CÓNICOS

HEX FLANGE M6X1,25X30

MOZZ DE RODILLO CÓNICO

RODILLO CÓNICO MOZTZ

CONTRATUERA DE AJUSTE

PUENTE DE RODILLO CÓNICO INFERIOR

BUJE INFERIOR DE ELEVACIÓN

BUJE DE TORNILLO DE POTENCIA

ITEM

ESPECIFICACIÓN

LISTA DE PIEZAS

SUBCONJUNTO 3 Rodillo cónico moztz

CAANT

DESCRIPCIÓN

BATERO DE RODILLOS CÓNICOS

HEX FLANGE M6X1,25X30

MOZZ DE RODILLO CÓNICO

RODILLO CÓNICO MOZTZ

CONTRATUERA DE AJUSTE

PUENTE DE RODILLO CÓNICO INFERIOR

BUJE INFERIOR DE ELEVACIÓN

BUJE DE TORNILLO DE POTENCIA

ITEM

ESPECIFICACIÓN

LISTA DE PIEZAS

SUBCONJUNTO 3 Rodillo cónico moztz

CAANT

DESCRIPCIÓN

BATERO DE RODILLOS CÓNICOS

HEX FLANGE M6X1,25X30

MOZZ DE RODILLO CÓNICO

RODILLO CÓNICO MOZTZ

CONTRATUERA DE AJUSTE

PUENTE DE RODILLO CÓNICO INFERIOR

BUJE INFERIOR DE ELEVACIÓN

BUJE DE TORNILLO DE POTENCIA

ITEM

ESPECIFICACIÓN

LISTA DE PIEZAS

SUBCONJUNTO 3 Rodillo cónico moztz

CAANT

DESCRIPCIÓN

BATERO DE RODILLOS CÓNICOS

HEX FLANGE M6X1,25X30

MOZZ DE RODILLO CÓNICO

RODILLO CÓNICO MOZTZ

CONTRATUERA DE AJUSTE

PUENTE DE RODILLO CÓNICO INFERIOR

BUJE INFERIOR DE ELEVACIÓN

BUJE DE TORNILLO DE POTENCIA

ITEM

ESPECIFICACIÓN

LISTA DE PIEZAS

SUBCONJUNTO 3 Rodillo cónico moztz

CAANT

DESCRIPCIÓN

BATERO DE RODILLOS CÓNICOS

HEX FLANGE M6X1,25X30

MOZZ DE RODILLO CÓNICO

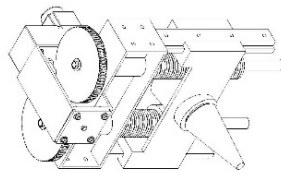
RODILLO CÓNICO MOZTZ

CONTRATUERA DE AJUSTE

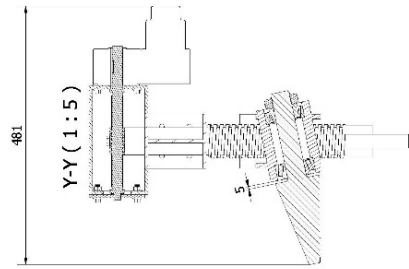
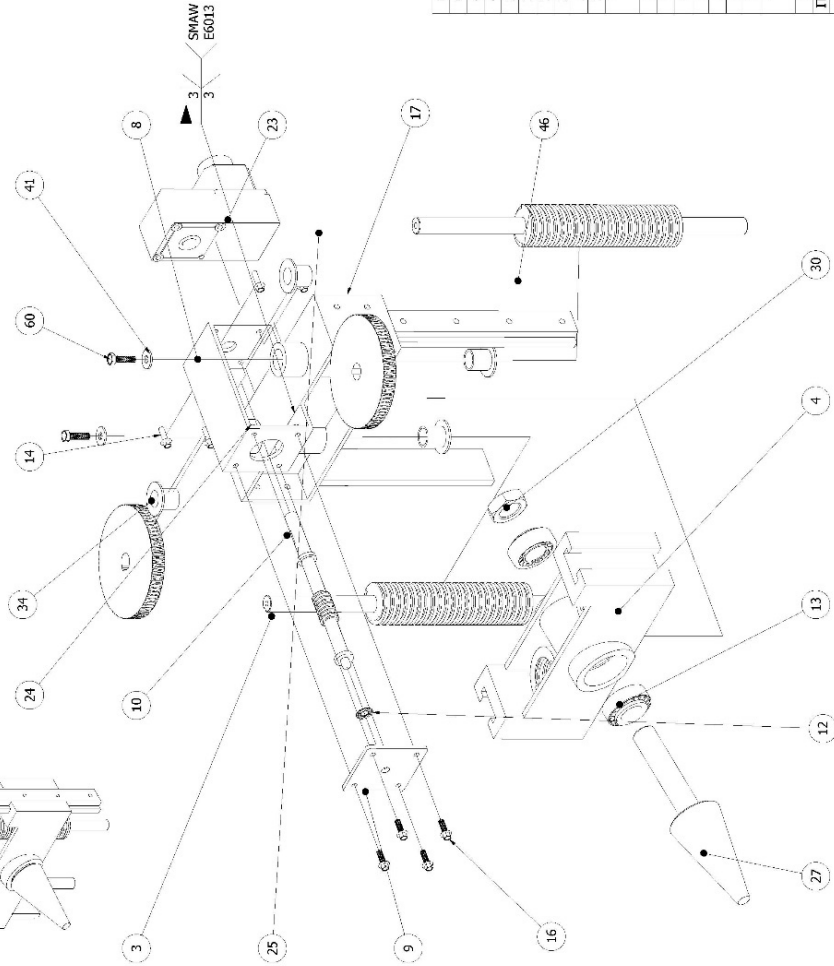
PUENTE DE RODILLO CÓNICO INFERIOR

BUJE INFERIOR DE ELEVACIÓN

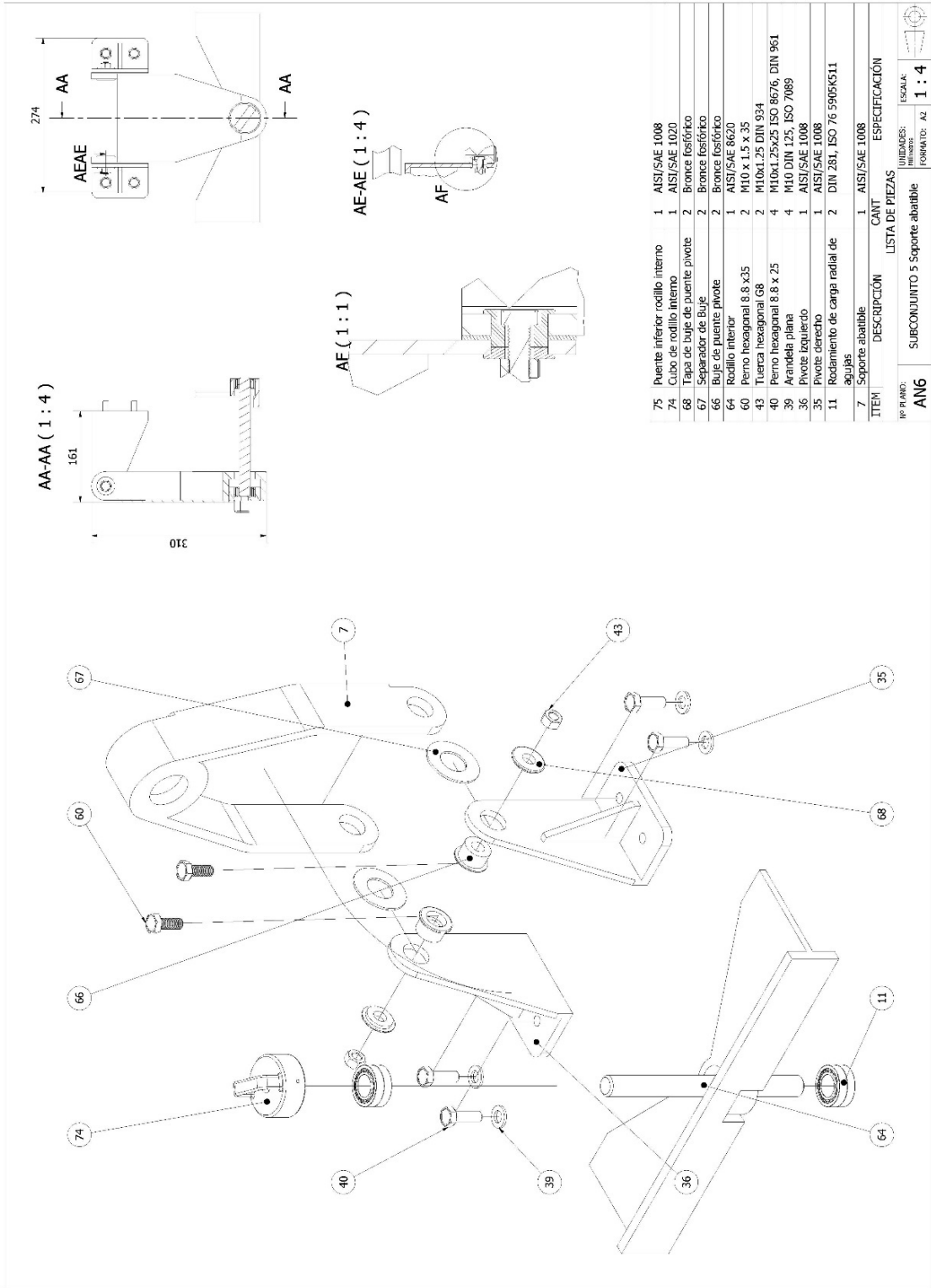
VISTA105 (1 : 6)



VISTA106 (1 : 4)



61.	Guía de elevación	2	ANSI/SAE 1008
60.	Perno hexagonal 8,8 x35	2	M10 x 1,5 x 35
46.	Tornillo elevador RD	1	ANSI/SAE 1020
41.	Axaradela plana ancha	2	M10-25 DIN 7949
34.	Buje inferior de elevación	4	Bronce fosfórico
30.	Cabruera de ajuste	1	M30x1,5-6g
27.	Rodillo cónico conducido	1	ANSI/SAE 8620
25.	Engrane corona	2	Bronce fosfórico
24.	Tuerca hex flange	4	DIN 6923, ISO 4161
23.	Motor de elevación	1	BXNIG400M-GFS
17.	Puente superior	1	Acero ANSI/SAE 1008, barra perforada ANSI/SAE 1020
16.	Hex flange M8x1,25x25	4	ISO 898-1, DIN 6921
14.	Hex flange M8x1,25x30	4	DIN 6921
13.	Balero de rodillos cónicos	2	30207
12.	Redamiento axial de agujas	1	ISO 5909K31
10.	Tornillo sin fin	1	ANSI/SAE 1020
9.	Tapa de tornillo sin fin	1	ANSI/SAE 1020
8.	Soporte de motor elevador	1	ANSI/SAE 1008
4.	Puente porta rodillo	1	Acero ANSI/SAE 1008, barra perforada ANSI/SAE 1020
3.	Tornillo de elevación RI	1	ANSI/SAE 1020
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT	ESPECIFICACIÓN
LISTA DE PIEZAS			
SUBCONJUNTO 4 Sistema de elevación			
AN5	de rodillo cónico conducido		
REP. FRASE:	UTILIDADES:	ESCALA:	
	FORMATO: AZ	1 : 5	

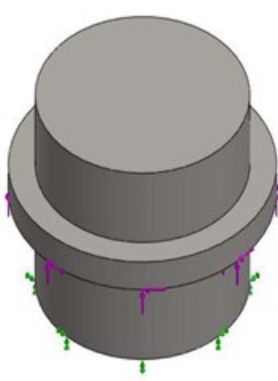



75	Puente inferior rodillo interno	1	SAE 1008
74	Cubo de rodillo interno	1	SAE 1020
68	Tapa de buje de puente pivote	2	Bronce fosforico
67	Separador de buje	2	Bronce fosforico
66	Buje de puente pivote	2	Bronce fosforico
64	Rodillo interior	1	SAE 8620
60	Perno hexagonal 8.8 x35	2	M10 x 1.5 x 35
43	Tuerca hexagonal G8	2	M10x1.25 DIN 934
40	Perno hexagonal 8.8 x 25	4	M10x1.25x25 ISO 8676, DIN 961
39	Arandela plana	4	M10 DIN 125, ISO 7089
35	Pivote izquierdo	1	SAE 1008
36	Pivote derecho	1	SAE 1008
11	Rodamiento de carga radial de agujas	2	DIN 281, ISO 76 5905K511
7	Soporte abatible	1	SAE 1008
ITEM DESCRIPCION		CANT	ESPECIFICACION
LISTA DE PIEZAS			
RP PLANO:	SUBCONJUNTO 5 soporte abatible		ESCALA:
AN6			FORMATO: A2
			1 : 4

ANEXO D. ANÁLISIS DE ESFUERZOS

ANEXO D.1. TORNILLO DE POTENCIA AXIAL

Información de modelo

 Nombre del modelo: analisis de resistencia Configuración actual: Predeterminado			
Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Revolución1 	Sólido	Masa:0.0394856 kg Volumen:5.06226e-06 m ³ Densidad:7800 kg/m ³ Peso:0.386959 N	C:\Users\Cesar\Desktop\piezas para armado\tornillo de potencia axial\ analisis estatico\ analisis de resistencia.SLDPRT May 10 00:07:35 2022


Propiedades de estudio

Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\Cesar\Desktop\piezas para armado\tornillo de potencia axial\análisis estatico)

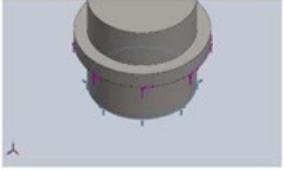
Unidades

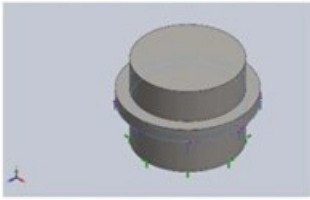
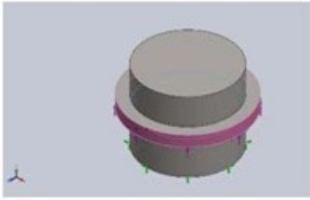
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: Acero al carbono no aleado</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 2.20594e+08 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 3.99826e+08 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 2.1e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.28</p> <p>Densidad: 7800 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 7.9e+10 N/m²</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1.3e-05 /Kelvin</p>	Sólido 1(Revolución1)(Pieza1)
Datos de curva:N/A		

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		<p>Entidades: 1 cara(s)</p> <p>Tipo: Geometría fija</p>		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-0.243671	-3999.96	-0.0368481	3999.96
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 4000 N
Torsión-1		Entidades: 1 cara(s) Referencia: Cara < 1 > Tipo: Aplicar momento torsor Valor: 47.87 N.m

Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	1.71774 mm
Tolerancia	0.0858871 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	10549
Número total de elementos	6896
Cociente máximo de aspecto	3.9017
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	99.8
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:02
Nombre de computadora:	

Nombre del modelo: análisis de resistencia
Nombre de estudio: Análisis estático 1j-Predeterminado
Tipo de malla: Malla sólida



Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	-0.243671	-3999.96	-0.0368481	3999.96

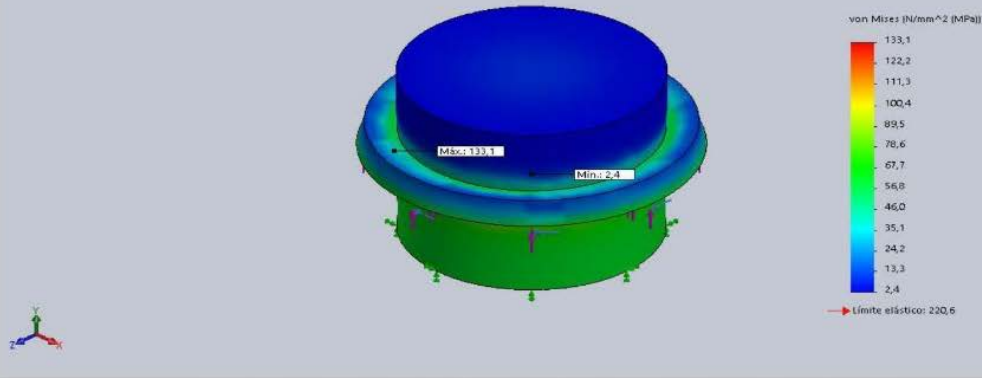
Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	2,4 N/mm ² (MPa) Nodo: 5047	133,1 N/mm ² (MPa) Nodo: 10439

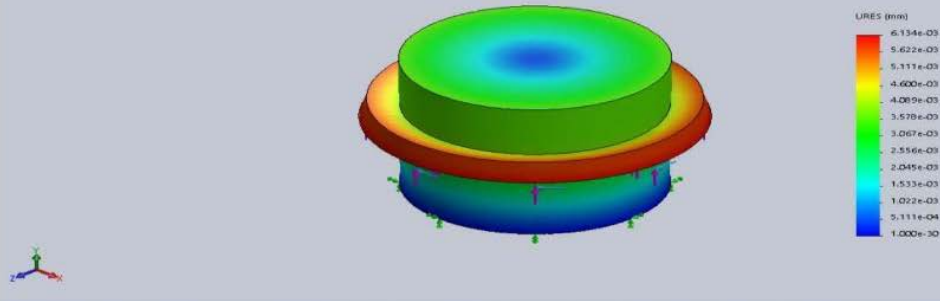
Nombre del modelo: análisis de resistencia
 Nombre de estudio: Análisis estático 1 (Predeterminado)
 Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1
 Escala de deformación: 427,166



análisis de resistencia-Análisis estático 1-Tensiones-Tensiones1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+00 mm Nodo: 18	6.134e-03 mm Nodo: 208

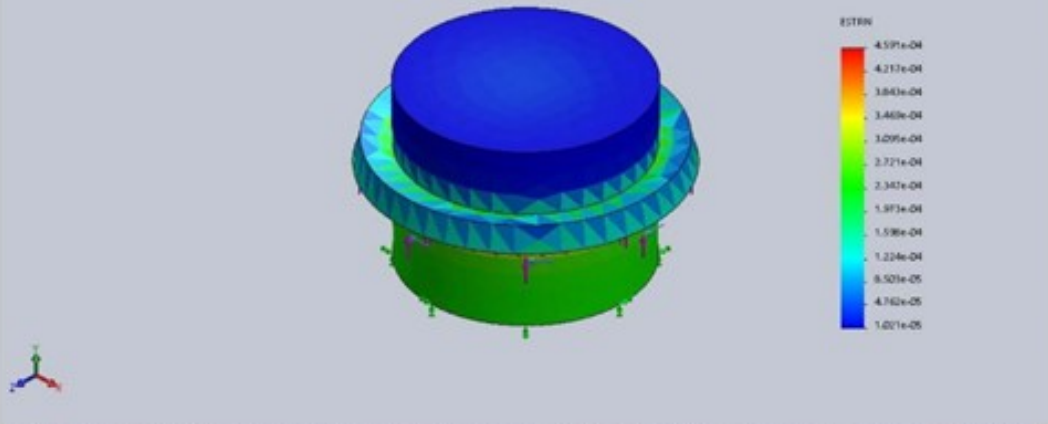
Nombre del modelo: análisis de resistencia
 Nombre de estudio: Análisis estático 1 (Predeterminado)
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
 Escala de deformación: 427,166



análisis de resistencia-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

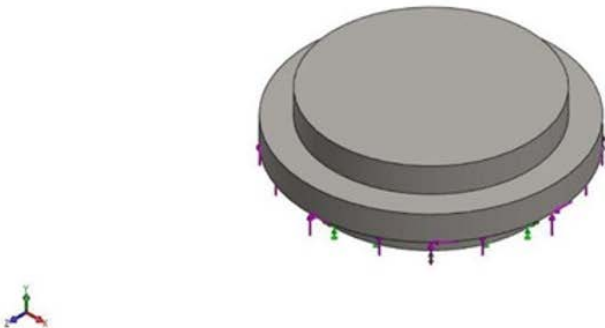

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	1.021e-05 Elemento: 3285	4.591e-04 Elemento: 1730

Nombre del modelo: análisis de resistencia
Número de estudio: Análisis estático 1-Predeformado-1
Tipo de resultado: Deformación unitaria estática-Deformaciones unitarias-1
Escala de deformación: 427.166



análisis de resistencia-Análisis estático 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

ANEXO D.2. TORNILLO DE POTENCIA ELEVADOR

			
Nombre del modelo: analisis de resistencia Configuración actual: Predeterminado			
Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Revolución1 	Sólido	Masa: 0.260448 kg Volumen: 3.33908e-05 m ³ Densidad: 7800 kg/m ³ Peso: 2.55239 N	C:\Users\Cesar\Desktop\piezas para armado\tornillos para armado\potencia elevador\ analisis estatico\ analisis de resistencia.SLDPRT May 10 00:17:06 2022

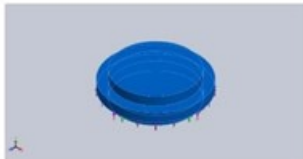
Propiedades de estudio

Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\Cesar\Desktop\piezas para armado\tornillo de potencia axial\análisis estatico)

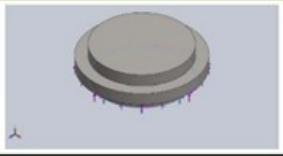
Unidades


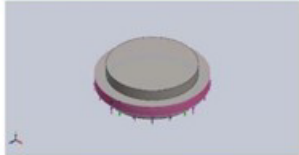
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: Acero al carbono no aleado</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 2.20594e+08 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 3.99826e+08 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 2.1e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.28</p> <p>Densidad: 7800 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 7.9e+10 N/m²</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1.3e-05 /Kelvin</p>	Sólido 1(Revolución1)(análisis de resistencia)
Datos de curva:N/A		

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-0.0520859	-23730	-0.0480618	23730
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

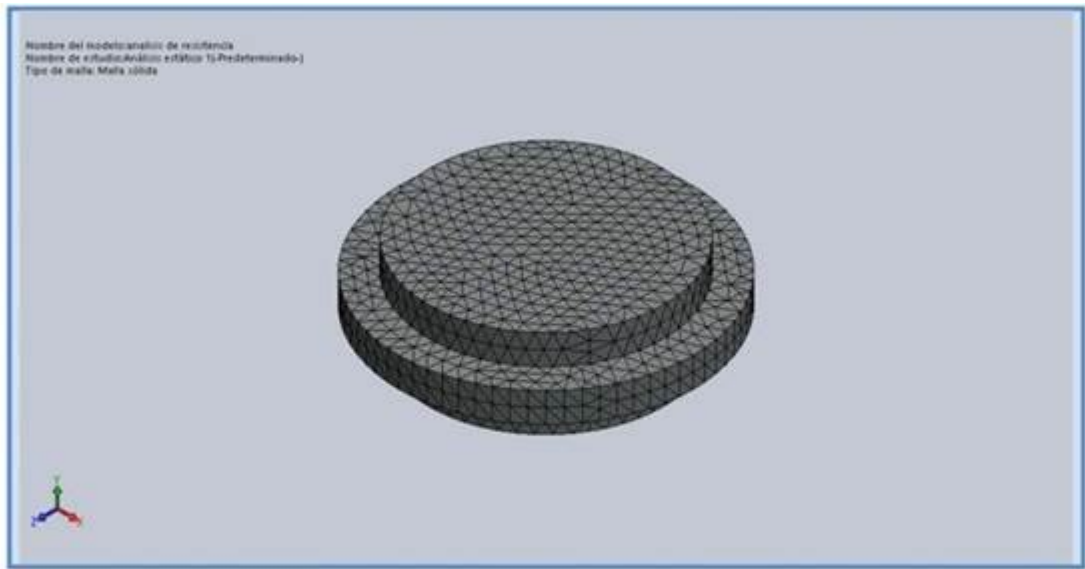
Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 23730 N
Torsión-1		Entidades: 1 cara(s) Referencia: Cara< 1 > Tipo: Aplicar momento torsor Valor: 47.87 N.m

Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	2.53425 mm
Tolerancia	0.126713 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	21417
Número total de elementos	14251
Cociente máximo de aspecto	4.0674
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	99.9
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:02
Nombre de computadora:	



Detalles del sensor

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

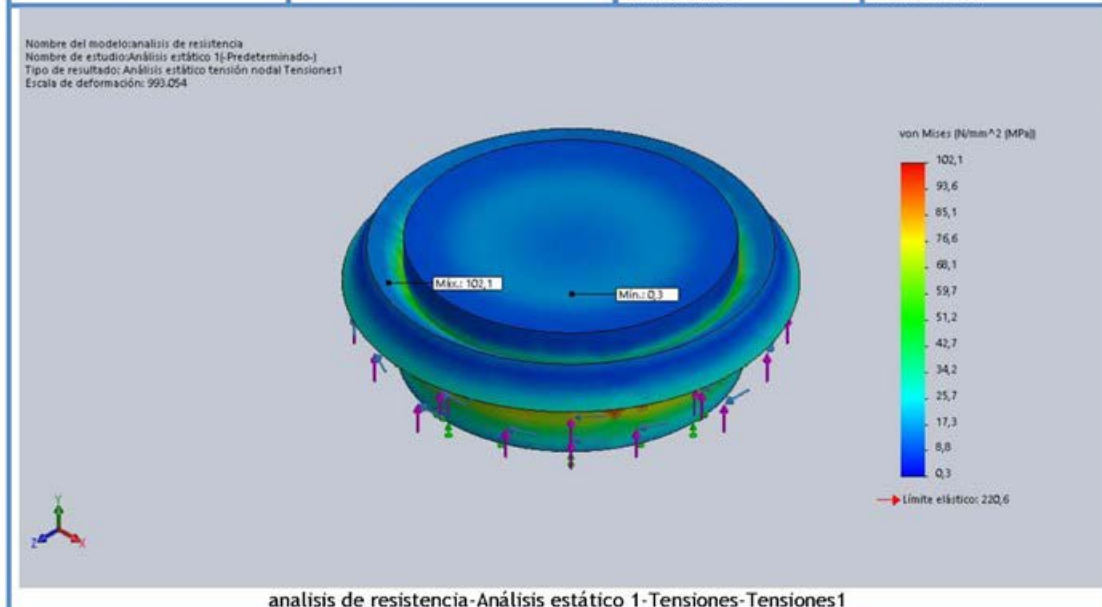
Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	-0.0520859	-23730	-0.0480618	23730

Momentos de reacción

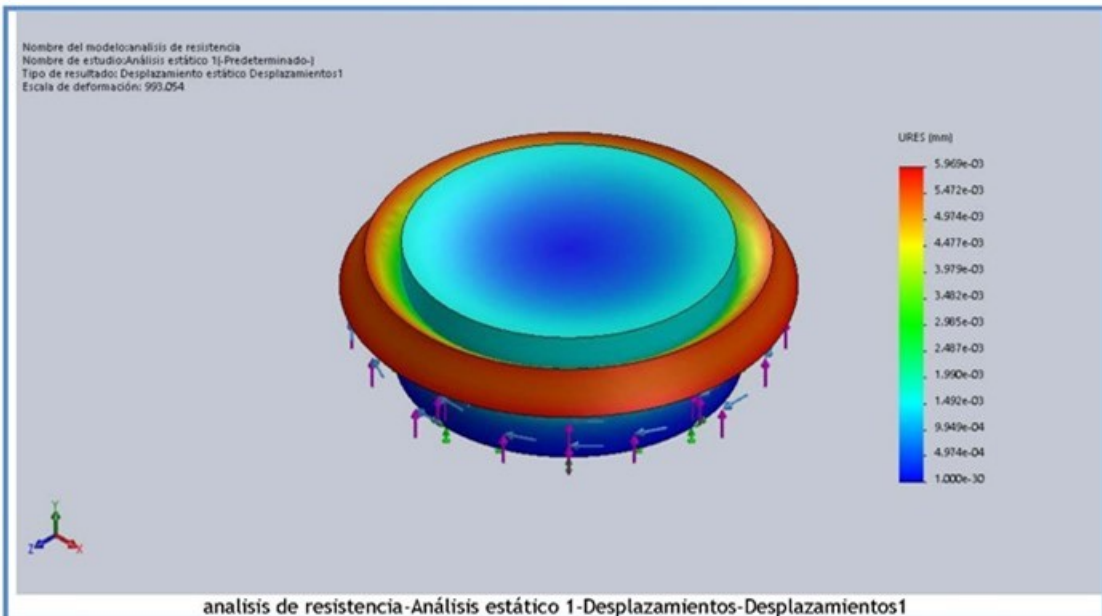
Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

Resultados del estudio

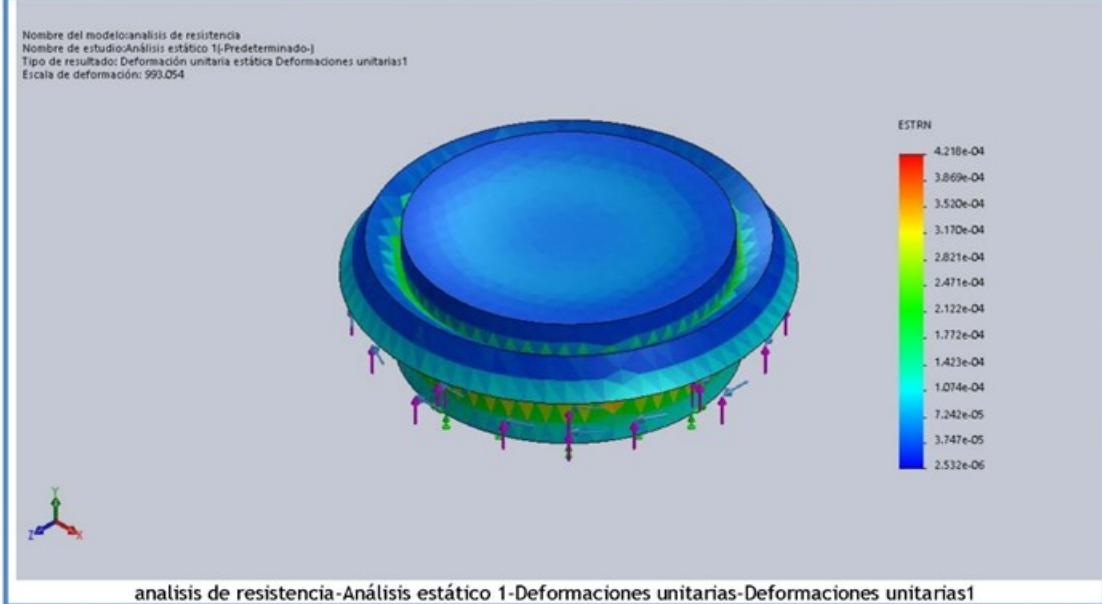
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0,3 N/mm ² (MPa) Nodo: 10991	102,1 N/mm ² (MPa) Nodo: 21187



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+00 mm Nodo: 23	5.969e-03 mm Nodo: 168

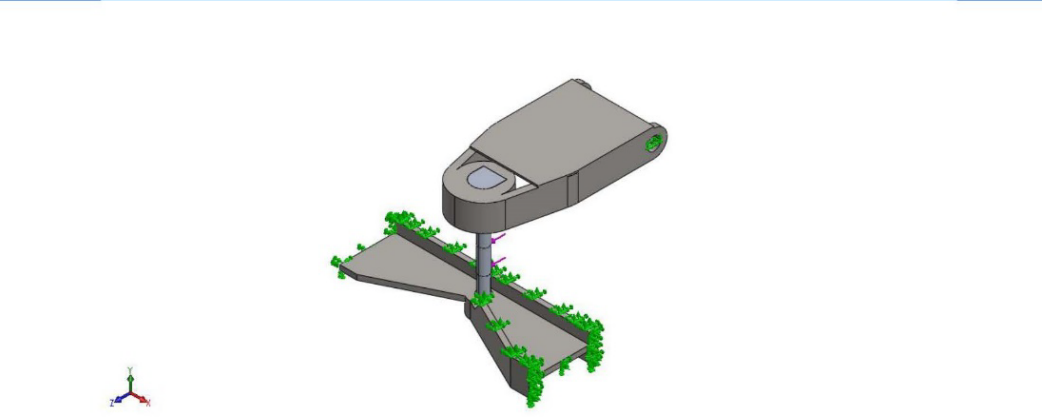
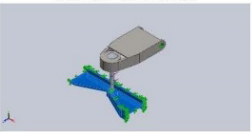
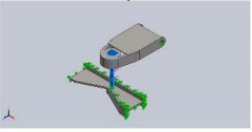



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	2.532e-06 Elemento: 1677	4.218e-04 Elemento: 9025



ANEXO D.3. RODILLO INTERIOR Y SOPORTE DE RODILLO INTERIOR

Información de modelo

 <p>Nombre del modelo: analisis de deformacion Configuración actual: Predeterminado</p>			
Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
 <p>Cortar-Extruir2</p>	Sólido	<p>Masa: 4.31777 kg Volumen: 0.00055356 m³ Densidad: 7800 kg/m³ Peso: 42.3141 N</p>	<p>C:\Users\Cesar\Desktop\piezas para armado\sopORTE de rodillo loco inferior\pieza\puente inferior rodillo loco.SLDPRT May 11 19:00:59 2022</p>
 <p>Sólido importado1</p>	Sólido	<p>Masa: 0.310014 kg Volumen: 0.00011482 m³ Densidad: 2700 kg/m³ Peso: 3.03814 N</p>	<p>C:\Users\Cesar\Desktop\piezas para armado\sopORTE de rodillo loco superior\analisis estatico\rodillo conducido para simulacion.SLDPRT May 12 15:58:30 2022</p>
 <p>Sólido importado1</p>	Sólido	<p>Masa: 5.78202 kg Volumen: 0.000741285 m³ Densidad: 7800 kg/m³ Peso: 56.6638 N</p>	<p>C:\Users\Cesar\Desktop\piezas para armado\sopORTE de rodillo loco superior\pieza\sopORTE de rodillo conducido.SLDPRT May 12 15:51:22 2022</p>

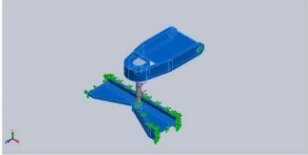
Propiedades de estudio

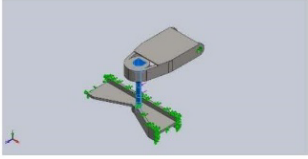
Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Activar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\Cesar\Desktop\piezas para armado\soporte de rodillo loco inferior\pieza\puente inferior rodillo loco-Análisis estático 1)

Unidades

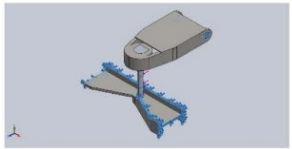
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

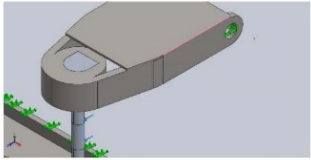
Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: Acero al carbono no aleado</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 2.20594e+08 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 3.99826e+08 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 2.1e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.28</p> <p>Densidad: 7800 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 7.9e+10 N/m²</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1.3e-05 /Kelvin</p>	<p>Sólido 1(Cortar-Extruir2)(puente inferior rodillo loco-1), Sólido 1(Sólido importado1)(soporte de rodillo conducido-1)</p>

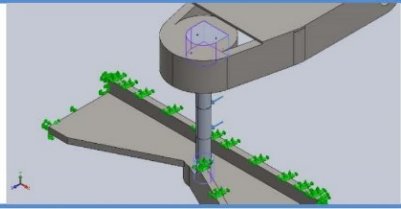
Datos de curva:N/A		
	Nombre: Aleación 1060 Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Desconocido Límite elástico: 2.75742e+07 N/m ² Límite de tracción: 6.89356e+07 N/m ² Módulo elástico: 6.9e+10 N/m ² Coefficiente de Poisson: 0.33 Densidad: 2700 kg/m ³ Módulo cortante: 2.7e+10 N/m ² Coefficiente de dilatación térmica: 2.4e-05 /Kelvin	Sólido 1(Sólido importado1)(rodillo conducido para simulacion-1)
Datos de curva:N/A		

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: 6 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	6.10352e-05	0.000137329	-7000	7000
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: 1 arista(s) Referencia: Arista< 1 > Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -7000 N

Información de contacto

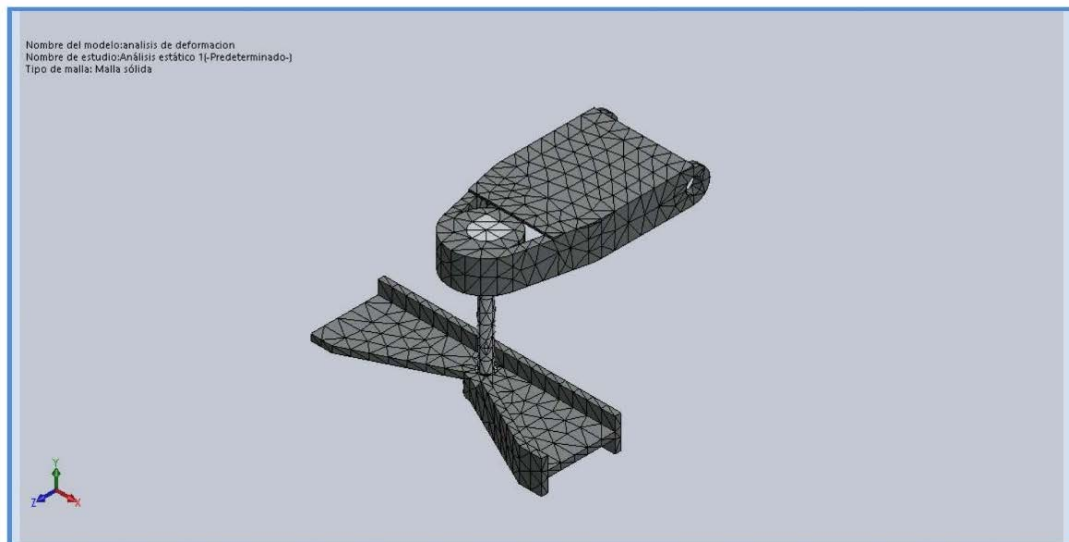
Contacto	Imagen del contacto	Propiedades del contacto		
Contacto-1		Tipo: Sin par de contacto de penetración Entidades: 11 cara(s) Avanzado: Nodo a superficie		
Fuerza de contacto/rozamiento				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de contacto(N)	3.979E-13	3.3237E-15	4.0927E-12	4.112E-12

Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	22.43 mm
Tolerancia	1.1215 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Regenerar la malla de piezas fallidas con malla incompatible	Desactivar

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	5239
Número total de elementos	2445
Cociente máximo de aspecto	13.042
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	72.9
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.123
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:03
Nombre de computadora:	



Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	6.10352e-05	0.000137329	-7000	7000

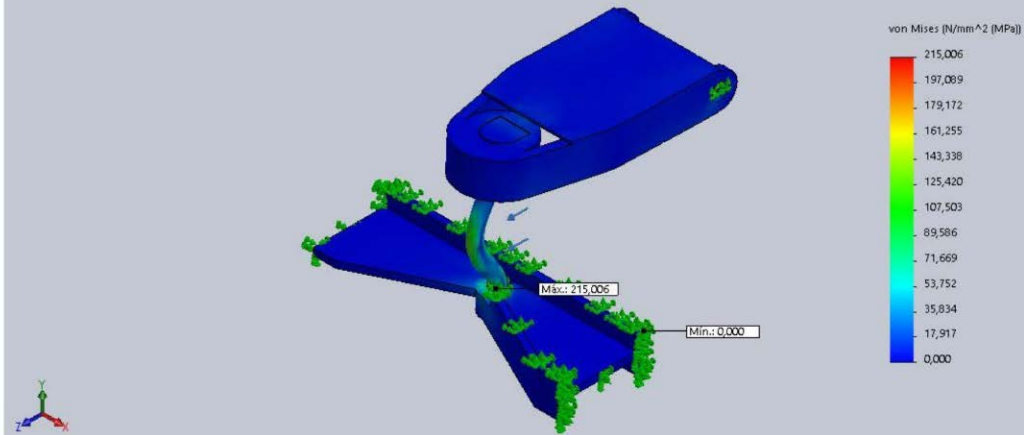
Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0,000 N/mm ² (MPa) Nodo: 253	215,006 N/mm ² (MPa) Nodo: 2205

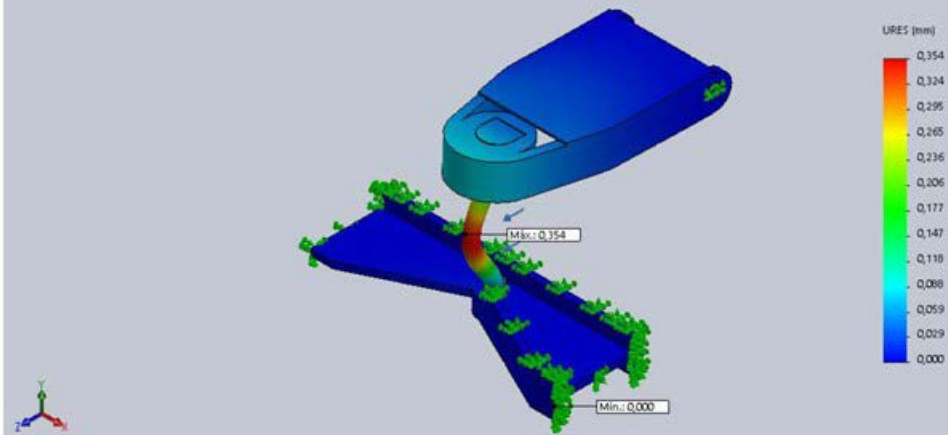
Nombre del modelo: analisis de deformacion
Nombre de estudio: Análisis estático 1[-Predeterminado-]
Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1
Escala de deformación: 105.776



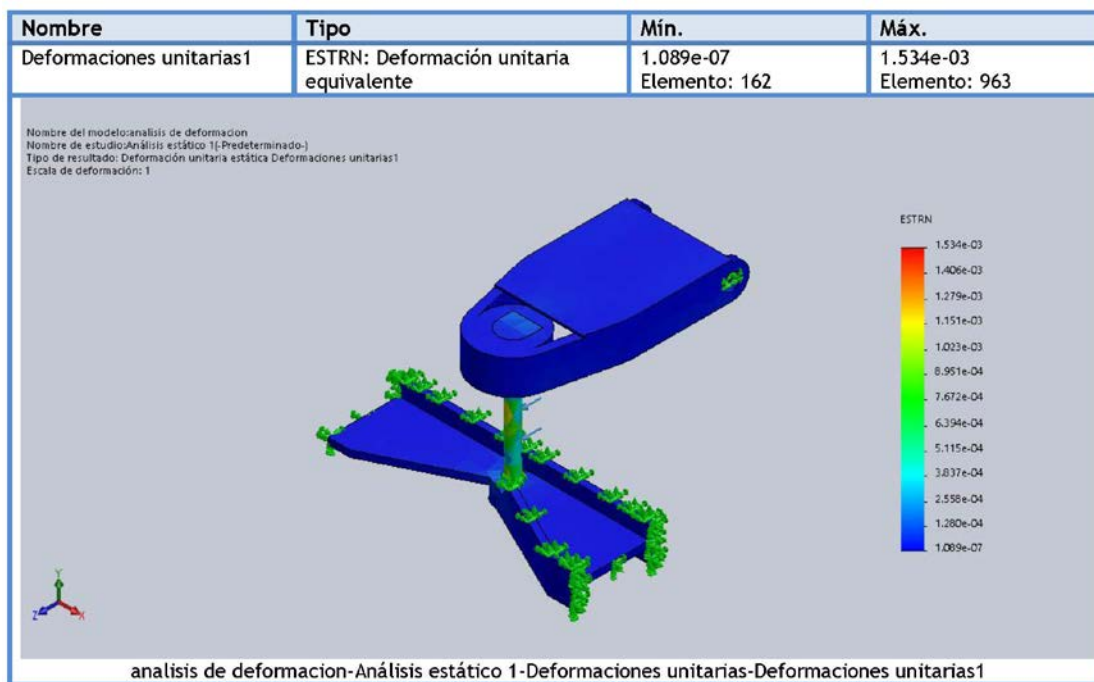
analisis de deformacion-Análisis estático 1-Tensiones-Tensiones1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0,000 mm Nodo: 37	0,354 mm Nodo: 2522

Nombre del modelo: analisis de deformacion
Nombre de estudio: Análisis estático 1[-Predeterminado-]
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
Escala de deformación: 105.776

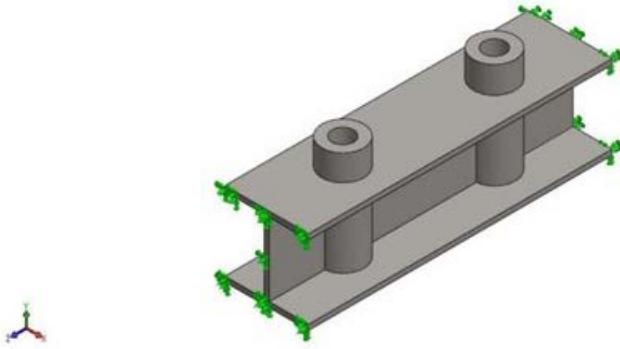



analisis de deformacion-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1



ANEXO D.4. PUENTE SUPERIOR

Información de modelo

 <p>Nombre del modelo: analisis de puente superior Configuración actual: Predeterminado</p>			
Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Taladro de margen para 11 	Sólido	Masa: 7.65676 kg Volumen: 0.000981636 m ³ Densidad: 7800 kg/m ³ Peso: 75.0363 N	C:\Users\Cesar\Desktop\di seños y simulaciones tesis\jeje en solidworks\viga superior.SLDPRT Apr 27 02:20:17 2022

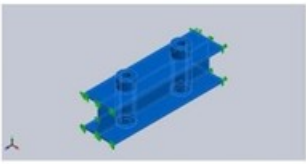
Propiedades de estudio

Nombre de estudio	Análisis estático 4
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\Cesar\Desktop\diseños y simulaciones tesis\leje en solidworks\análisis de puente superior)

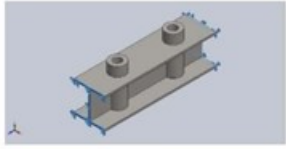
Unidades

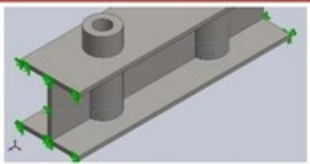
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: Acero al carbono no aleado</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 2.20594e+08 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 3.99826e+08 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 2.1e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.28</p> <p>Densidad: 7800 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 7.9e+10 N/m²</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1.3e-05 /Kelvin</p>	Sólido 1(Taladro de margen para 11)(viga superior-1)
Datos de curva:N/A		

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	0.248672	-47475.5	0.792297	47475.5
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

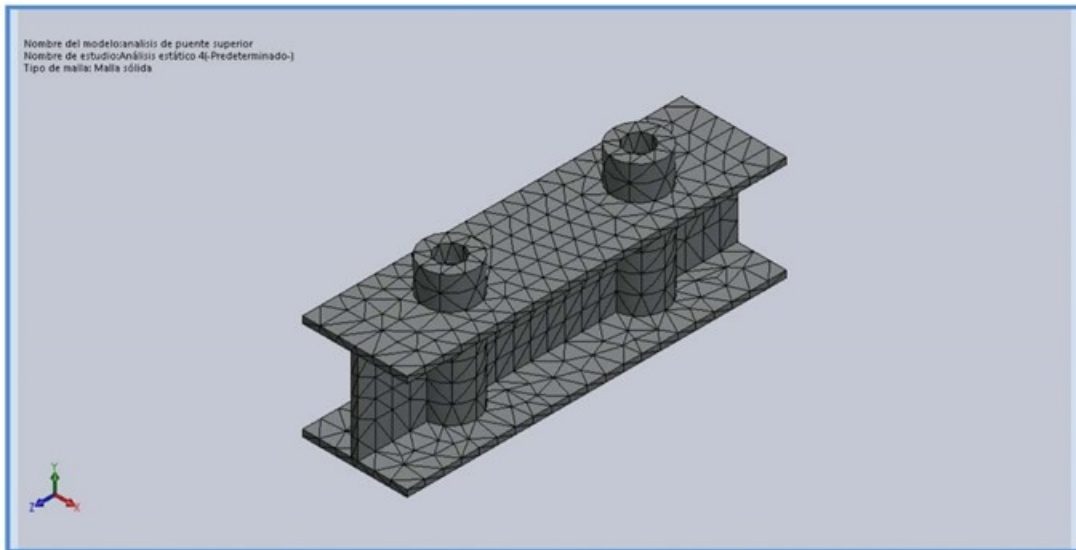
Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 23737.5 N

Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	17.8304 mm
Tolerancia	0.891519 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Regenerar la malla de piezas fallidas con malla incompatible	Desactivar

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	5848
Número total de elementos	2875
Cociente máximo de aspecto	8.9024
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	63.1
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:01
Nombre de computadora:	



Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

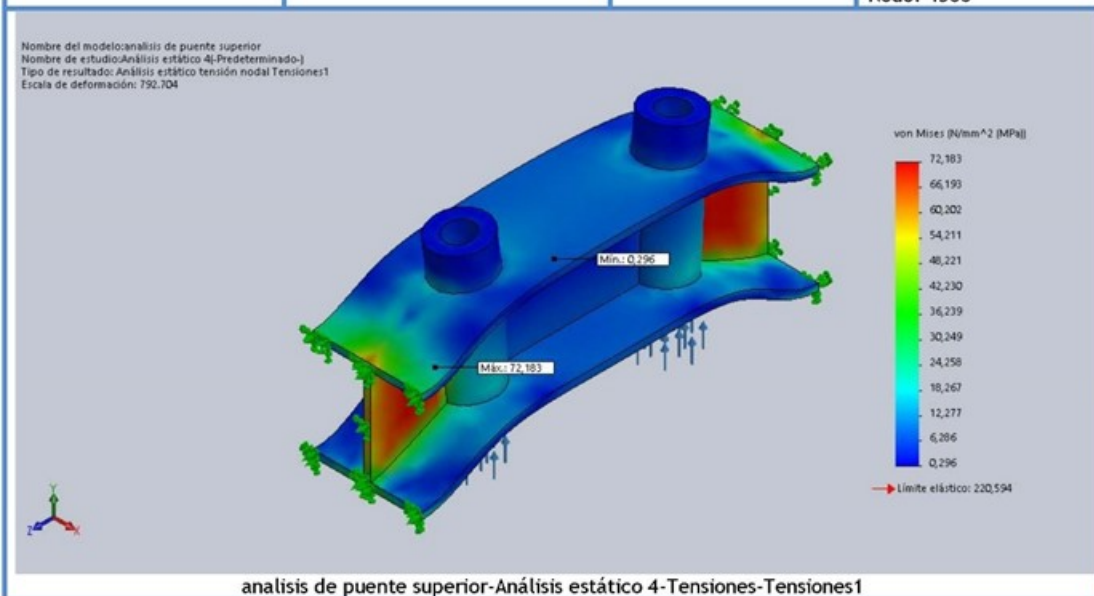
Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	0.248672	-47475.5	0.792297	47475.5

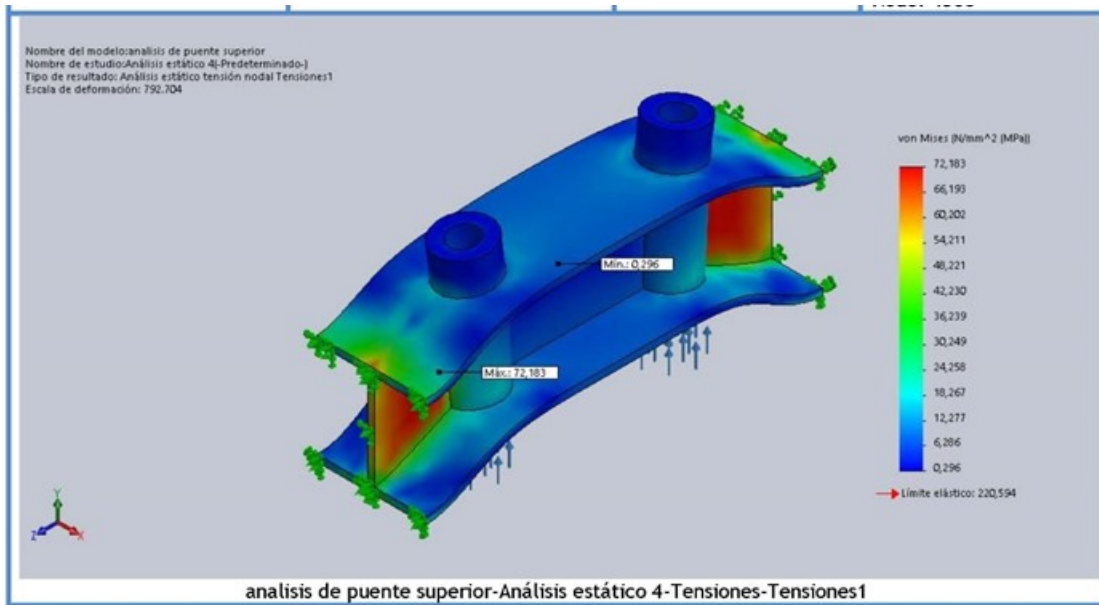
Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

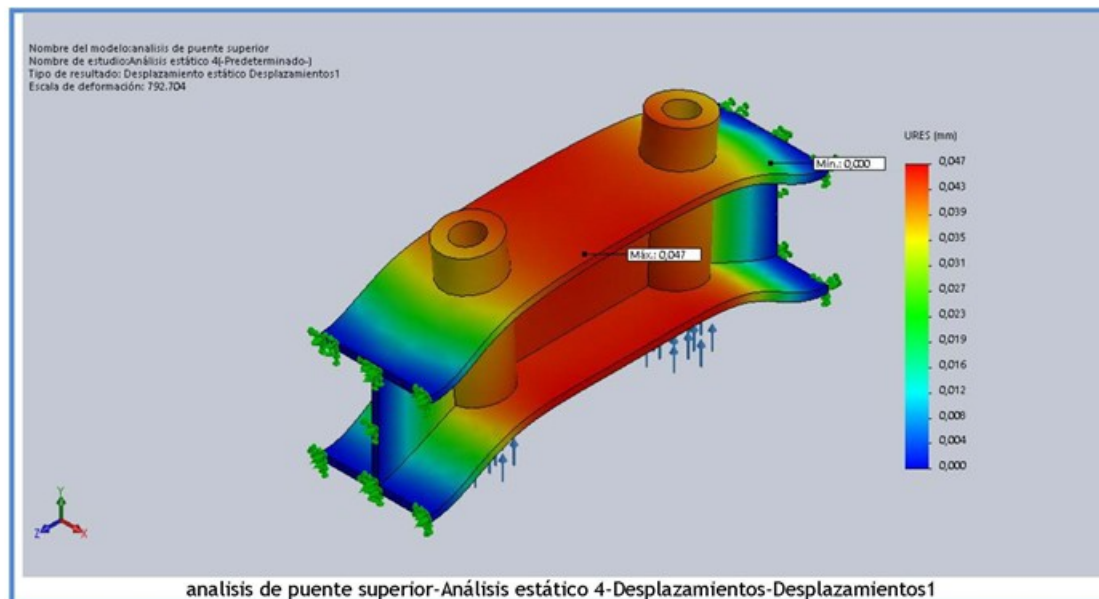
Resultados del estudio

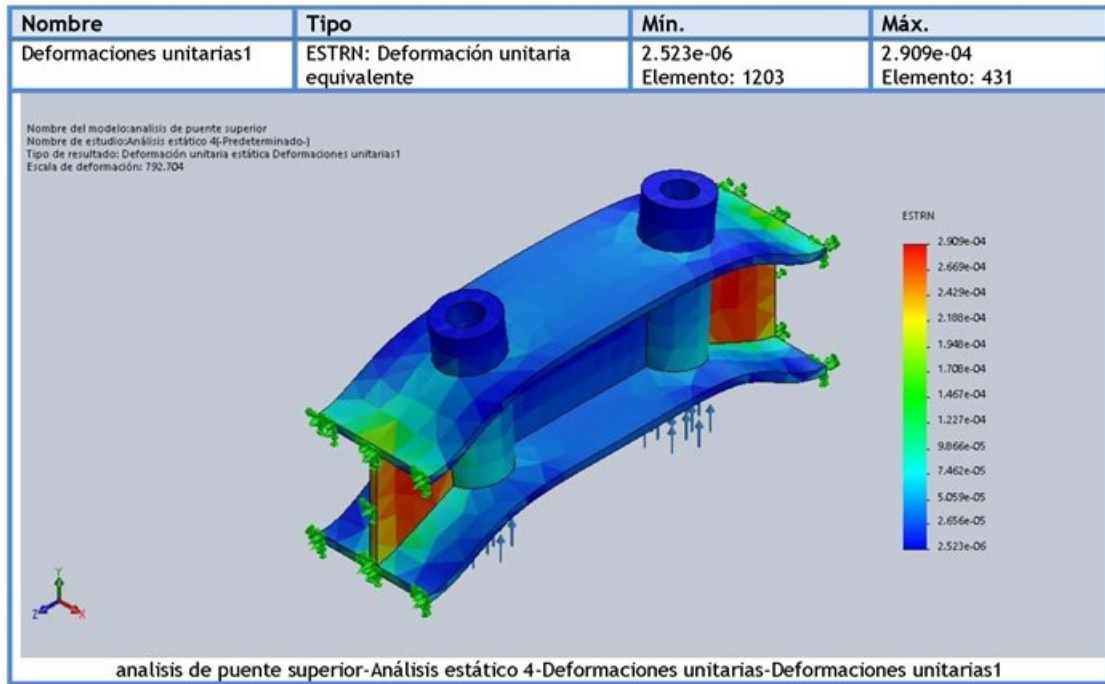
Nombre	Tipo	Min.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0,296 N/mm ² (MPa) Nodo: 3771	72,183 N/mm ² (MPa) Nodo: 4366





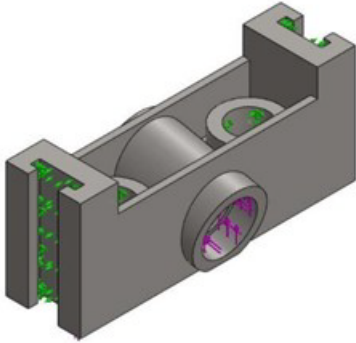

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0,000 mm Nodo: 254	0,047 mm Nodo: 890





ANEXO D.5. PUENTE ELEVADOR

Información de modelo

 <p>Nombre del modelo: Ensamblaje2 Configuración actual: Predeterminado</p>			
Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Cortar-Extruir2 	Sólido	Masa: 20.4454 kg Volumen: 0.00262108 m ³ Densidad: 7800.37 kg/m ³ Peso: 200.365 N	C:\Users\Cesar\Desktop\di seños y simulaciones tesis\piezas de roladora inventor a solid\puente porta rodillo.SLDPRT May 7 22:47:34 2022

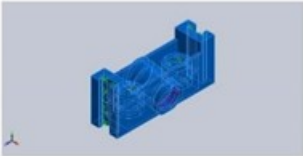
Propiedades de estudio

Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (c:\users\cesar\appdata\local\temp)

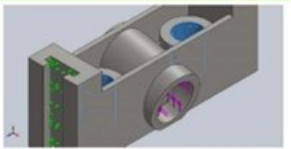
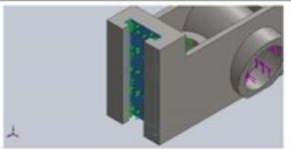
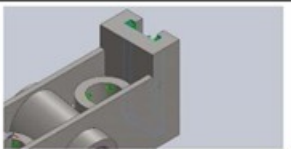
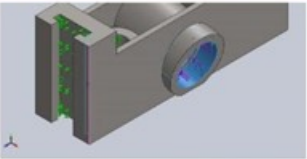
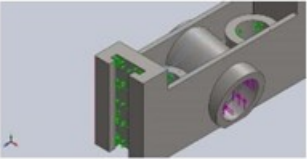
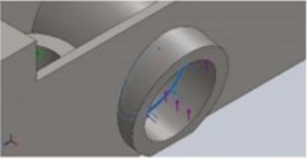
Unidades

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

Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: Acero al carbono no aleado</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 2.20594e+08 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 3.99826e+08 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 2.1e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.28</p> <p>Densidad: 7800 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 7.9e+10 N/m²</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1.3e-05 /Kelvin</p>	Sólido 1(Cortar-Extruir2)(puente porta rodillo-1)
Datos de curva:N/A		

Cargas y sujeciones

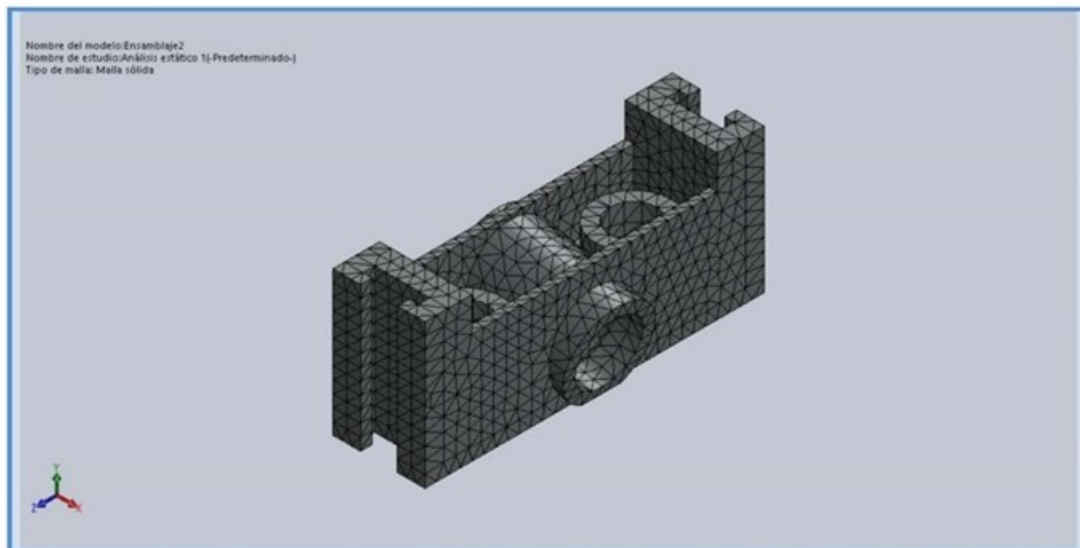
Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	153.965	-15712.6	-459.057	15720.1
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0
Rodillo/Control deslizante-1		Entidades: 5 cara(s) Tipo: Rodillo/Control deslizante		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	203.07	0	422.546	468.809
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0
Rodillo/Control deslizante-2		Entidades: 5 cara(s) Tipo: Rodillo/Control deslizante		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-63.0602	0	36.6998	72.962
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0
Fuerza-1		Entidades: 2 cara(s) Referencia: Arista< 1 > Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -9444.9 N		
Fuerza-2		Entidades: 1 cara(s) Referencia: Arista< 1 > Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, 3237.09 N		
Fuerza-3		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 300 N		

Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	13.7906 mm
Tolerancia	0.689531 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Regenerar la malla de piezas fallidas con malla incompatible	Desactivar

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	16003
Número total de elementos	8743
Cociente máximo de aspecto	8.2153
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	95.7
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:01
Nombre de computadora:	



Fuerzas resultantes

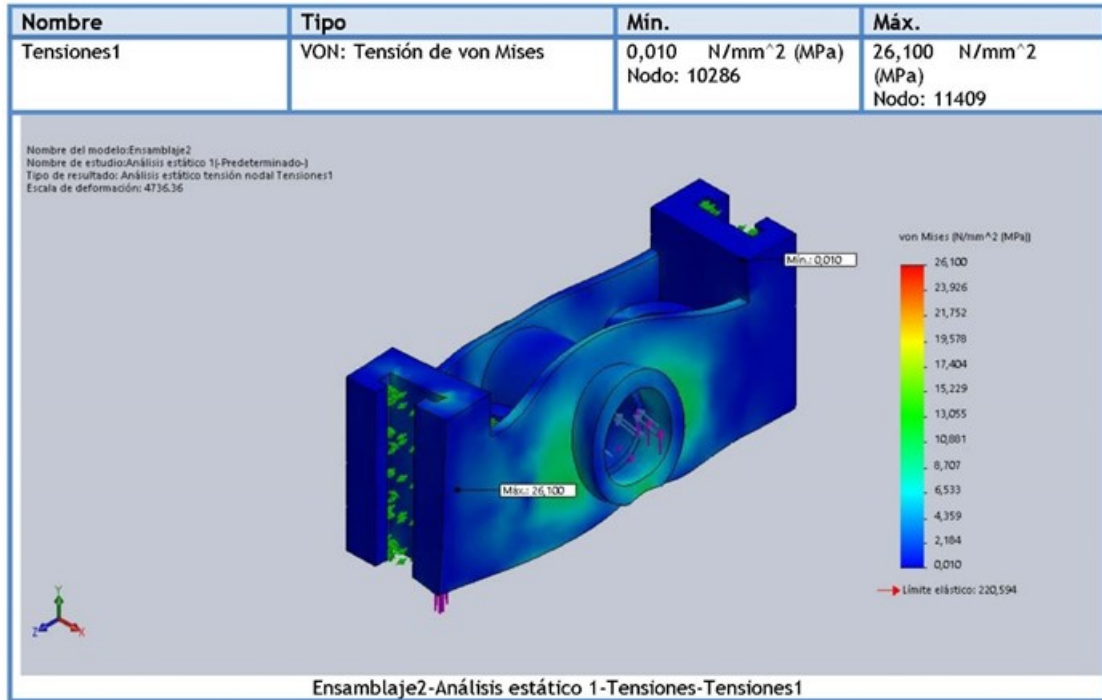
Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	293.975	-15712.6	0.188633	15715.4

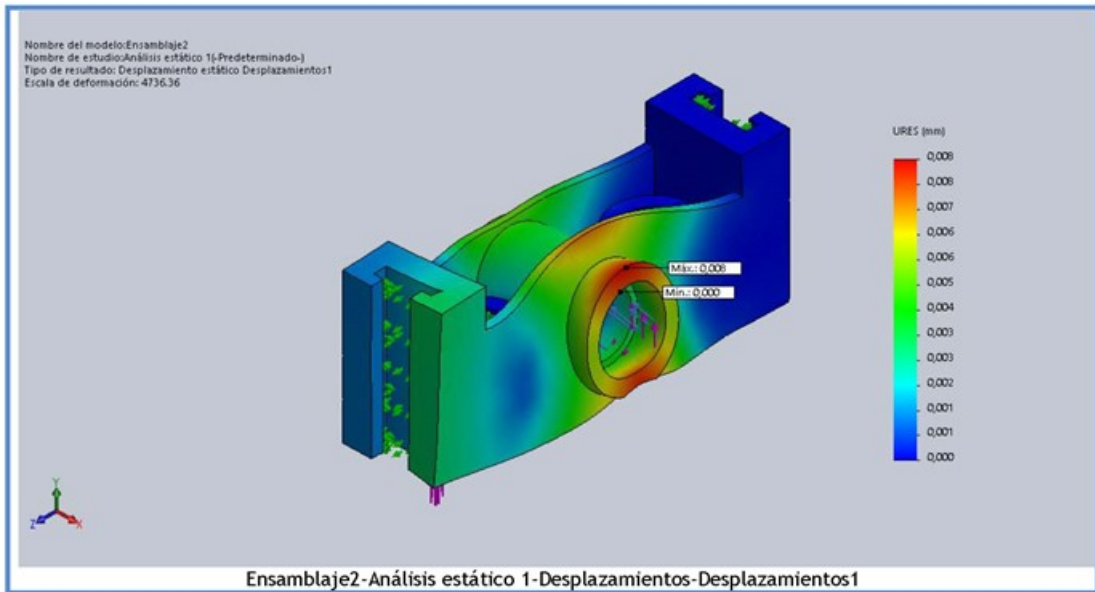
Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

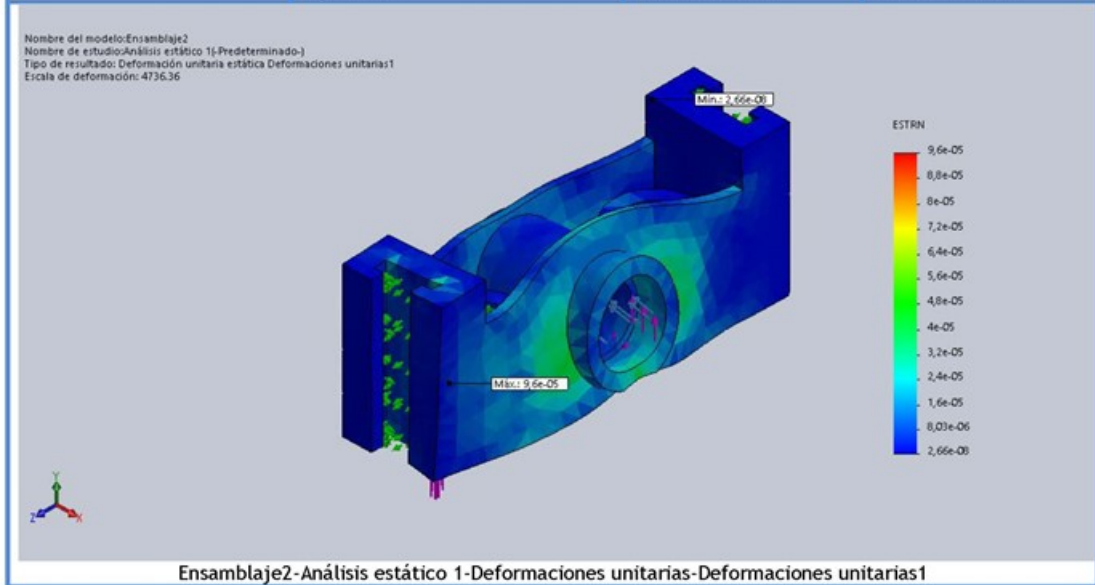
Resultados del estudio



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0,000 mm Nodo: 297	0,008 mm Nodo: 12093






Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	2,66e-08 Elemento: 2640	9,6e-05 Elemento: 3403



ANEXO D.6. ENSAYO DE PERNOS

Información de modelo

Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
 <p>Cortar-Extruir1</p>	Sólido	Masa: 23.2585 kg Volumen: 0.00298187 m ³ Densidad: 7800 kg/m ³ Peso: 227.934 N	C:\Users\Cesar\Desktop\piezas para armado\costados\pieza\costados.SLDPRT May 17 02:29:15 2022
 <p>Cortar-Extruir1</p>	Sólido	Masa: 23.2585 kg Volumen: 0.00298187 m ³ Densidad: 7800 kg/m ³ Peso: 227.934 N	C:\Users\Cesar\Desktop\piezas para armado\costados\pieza\costados.SLDPRT May 17 02:29:15 2022
 <p>Cortar-Extruir2</p>	Sólido	Masa: 9.32418 kg Volumen: 0.00119541 m ³ Densidad: 7800 kg/m ³ Peso: 91.377 N	C:\Users\Cesar\Desktop\piezas para armado\puente superior\pieza\puente superior empernado.SLDPRT May 16 21:10:52 2022


Propiedades de estudio

Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\Cesar\Desktop\piezas para armado\costados\simulacion)


Unidades

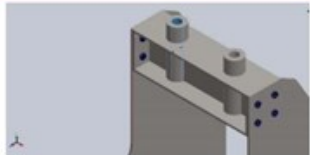

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: Acero al carbono no aleado</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 2.20594e+08 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 3.99826e+08 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 2.1e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.28</p> <p>Densidad: 7800 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 7.9e+10 N/m²</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1.3e-05 /Kelvin</p>	<p>Sólido 1(Cortar-Extruir1)(costados-1), Sólido 1(Cortar-Extruir1)(costados-2), Sólido 1(Cortar-Extruir2)(puente superior empernado-1)</p>
Datos de curva:N/A		

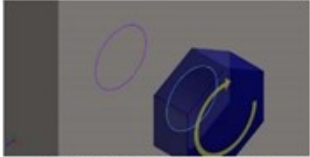
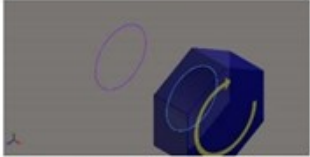
Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: 4 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-0.000549316	-47460	-0.000701904	47460
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

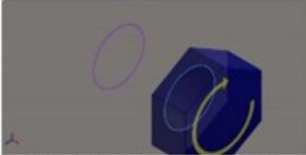
Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Fuerza-1		Entidades: 2 cara(s) Referencia: Arista< 1 > Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -23730 N		
Fuerza-2		Entidades: 2 cara(s) Referencia: Arista< 1 > Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, 23730 N		

Definiciones de conector

Conector de pasador/perno/rodamiento

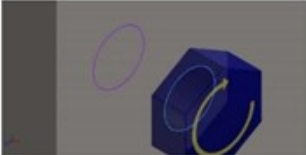
Referencia de modelo	Detalles del conector	Detalles de resistencia		
 <p>Refrentado con tuerca-1</p>	<p>Entidades: 2 arista(s) Tipo: Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Refrentado) Diámetro de la cabeza: 13.5 mm Diámetro de tuerca: 13.5 mm Diámetro del vástago nominal: 9 Precarga (Torsión): 15 Módulo de Young: 2.1e+11 Cociente de Poisson: 0.28 Unidades de precarga: N.m</p>	No hay datos		
Fuerzas del conector				
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	8015.8	0	0	8015.8
Fuerza cortante (N)	0	-6241	-9.9165	6241
Momento flector (N.m)	0	-0.10212	39.738	39.738
 <p>Refrentado con tuerca-2</p>	<p>Entidades: 2 arista(s) Tipo: Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Refrentado) Diámetro de la cabeza: 13.5 mm Diámetro de tuerca: 13.5 mm Diámetro del vástago nominal: 9 Precarga (Torsión): 15 Módulo de Young: 2.1e+11 Cociente de Poisson: 0.28 Unidades de precarga: N.m</p>	No hay datos		
Fuerzas del conector				
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	8066.9	0	0	8066.9

Fuerza cortante (N)	0	-6142	33.801	6142.1
Momento flector (N.m)	0	0.16616	39.034	39.034

 <p>Refrentado con tuerca-3</p>	<p>Entidades: 2 arista(s) Tipo: Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Refrentado) Diámetro de la cabeza: 13.5 mm Diámetro de tuerca: 13.5 mm Diámetro del vástago nominal: 9 Precarga (Torsión): 15 Módulo de Young: 2.1e+11 Cociente de Poisson: 0.28 Unidades de precarga: N.m</p>	<p>No hay datos</p>
--	---	---------------------


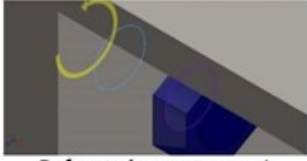

Fuerzas del conector

Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	8022.3	0	0	8022.3
Fuerza cortante (N)	0	-5708.9	96.024	5709.7
Momento flector (N.m)	0	0.59816	36.227	36.232


 <p>Refrentado con tuerca-4</p>	<p>Entidades: 2 arista(s) Tipo: Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Refrentado) Diámetro de la cabeza: 13.5 mm Diámetro de tuerca: 13.5 mm Diámetro del vástago nominal: 9 Precarga (Torsión): 15 Módulo de Young: 2.1e+11 Cociente de Poisson: 0.28 Unidades de precarga: N.m</p>	<p>No hay datos</p>
---	---	---------------------

Fuerzas del conector

Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	8007.7	0	0	8007.7
Fuerza cortante (N)	0	-5641.9	-122.01	5643.2
Momento flector (N.m)	0	-0.76702	35.813	35.821


 <p>Refrentado con tuerca-5</p>	<p>Entidades: 2 arista(s) Tipo: Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Refrentado) Diámetro de la cabeza: 13.5 mm Diámetro de tuerca: 13.5 mm Diámetro del vástago nominal: 9 Precarga (Torsión): 15 Módulo de Young: 2.1e+11 Cociente de Poisson: 0.28 Unidades de precarga: N.m</p>	<p>No hay datos</p>																						
<p>Fuerzas del conector</p>																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo</th> <th>Componente X</th> <th>Componente Y</th> <th>Componente Z</th> <th>Resultante</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fuerza axial (N)</td> <td>-8034</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>8034</td> </tr> <tr> <td>Fuerza cortante (N)</td> <td>0</td> <td>-5665.7</td> <td>92.035</td> <td>5666.4</td> </tr> <tr> <td>Momento flector (N.m)</td> <td>0</td> <td>-0.54465</td> <td>-35.942</td> <td>35.946</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante	Fuerza axial (N)	-8034	0	0	8034	Fuerza cortante (N)	0	-5665.7	92.035	5666.4	Momento flector (N.m)	0	-0.54465	-35.942	35.946				
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante																				
Fuerza axial (N)	-8034	0	0	8034																				
Fuerza cortante (N)	0	-5665.7	92.035	5666.4																				
Momento flector (N.m)	0	-0.54465	-35.942	35.946																				
 <p>Refrentado con tuerca-6</p>	<p>Entidades: 2 arista(s) Tipo: Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Refrentado) Diámetro de la cabeza: 13.5 mm Diámetro de tuerca: 13.5 mm Diámetro del vástago nominal: 9 Precarga (Torsión): 15 Módulo de Young: 2.1e+11 Cociente de Poisson: 0.28 Unidades de precarga: N.m</p>	<p>No hay datos</p>																						
<p>Fuerzas del conector</p>																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo</th> <th>Componente X</th> <th>Componente Y</th> <th>Componente Z</th> <th>Resultante</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fuerza axial (N)</td> <td>-7991</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>7991</td> </tr> <tr> <td>Fuerza cortante (N)</td> <td>0</td> <td>-5639.9</td> <td>-114.59</td> <td>5641.1</td> </tr> <tr> <td>Momento flector (N.m)</td> <td>0</td> <td>0.73389</td> <td>-35.786</td> <td>35.794</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante	Fuerza axial (N)	-7991	0	0	7991	Fuerza cortante (N)	0	-5639.9	-114.59	5641.1	Momento flector (N.m)	0	0.73389	-35.786	35.794				
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante																				
Fuerza axial (N)	-7991	0	0	7991																				
Fuerza cortante (N)	0	-5639.9	-114.59	5641.1																				
Momento flector (N.m)	0	0.73389	-35.786	35.794																				
 <p>Refrentado con tuerca-7</p>	<p>Entidades: 2 arista(s) Tipo: Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Refrentado) Diámetro de la cabeza: 13.5 mm</p>	<p>No hay datos</p>																						
	<p>Diámetro de tuerca: 13.5 mm Diámetro del vástago nominal: 9 Precarga (Torsión): 15 Módulo de Young: 2.1e+11 Cociente de Poisson: 0.28 Unidades de precarga: N.m</p>																							

Fuerzas del conector				
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	-7996.9	0	0	7996.9
Fuerza cortante (N)	0	-6146.7	32.754	6146.7
Momento flector (N.m)	0	-0.097721	-39.043	39.043

 <p>Refrentado con tuerca-8</p>	<p>Entidades: 2 arista(s) Tipo: Tornillo(Diámetro de la cabeza/tuerca)(Refrentado) Diámetro de la cabeza: 13.5 mm Diámetro de tuerca: 13.5 mm Diámetro del vástago nominal: 9 Precarga (Torsión): 15 Módulo de Young: 2.1e+11 Cociente de Poisson: 0.28 Unidades de precarga: N.m</p>	No hay datos
--	---	--------------

Fuerzas del conector				
Tipo	Componente X	Componente Y	Componente Z	Resultante
Fuerza axial (N)	-7910.4	0	0	7910.4
Fuerza cortante (N)	0	-6274	-8.1043	6274.1
Momento flector (N.m)	0	0.097765	-39.853	39.853

Información de contacto

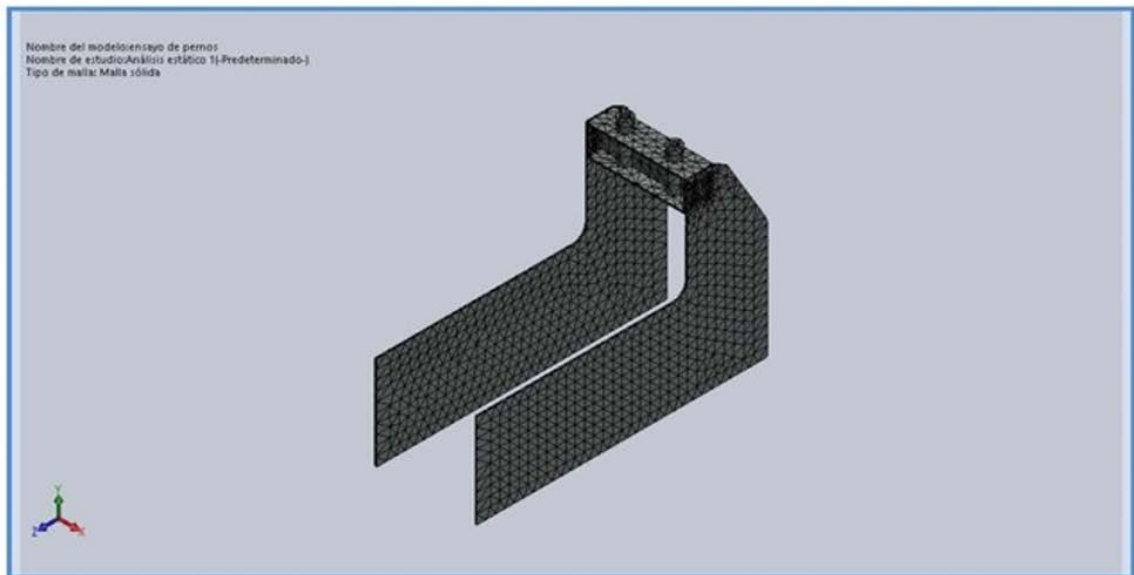
Contacto	Imagen del contacto	Propiedades del contacto
Contacto entre componentes-2		<p>Tipo: Sin penetración (Superficie a superficie) Componentes: 3 componente(s)</p>

Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	35.8671 mm
Tolerancia	1.79335 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Regenerar la malla de piezas fallidas con malla incompatible	Activar

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	18453
Número total de elementos	8810
Cociente máximo de aspecto	17.606
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	25.7
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	2.16
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:05
Nombre de computadora:	



Fuerzas resultantes

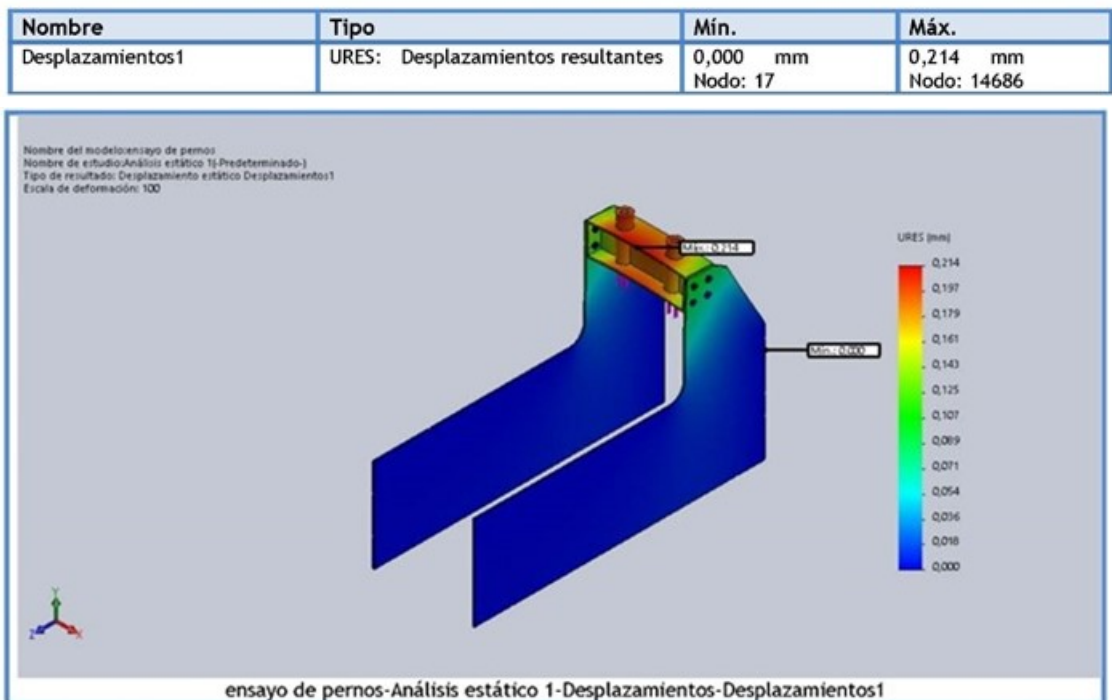
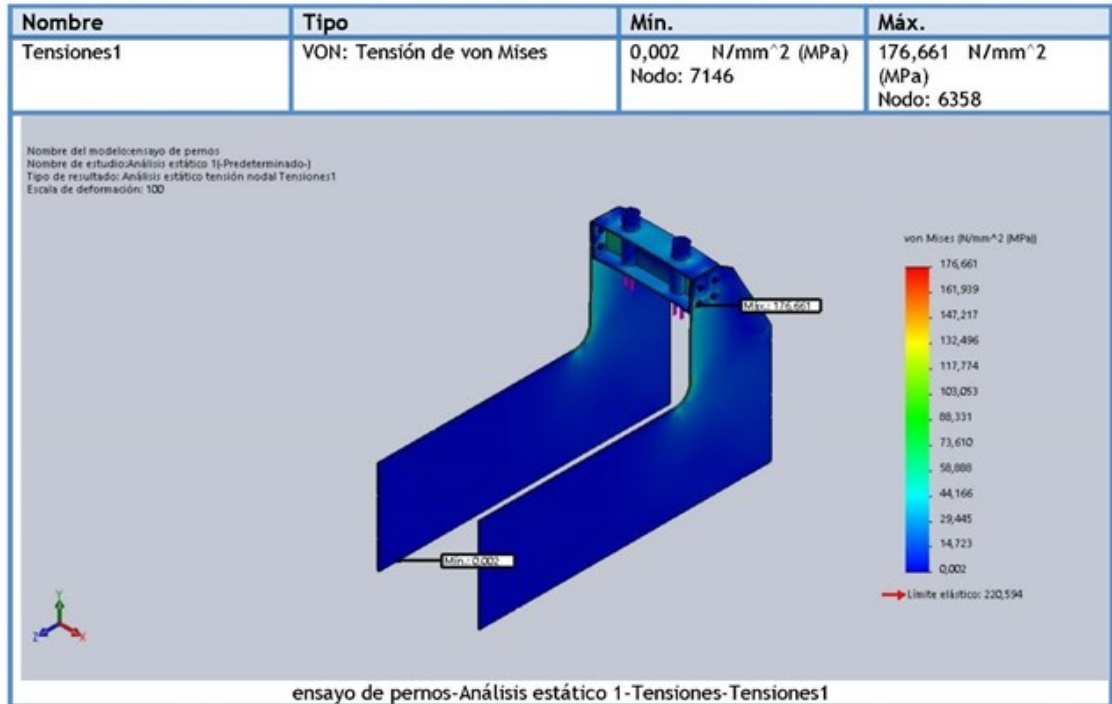
Fuerzas de reacción

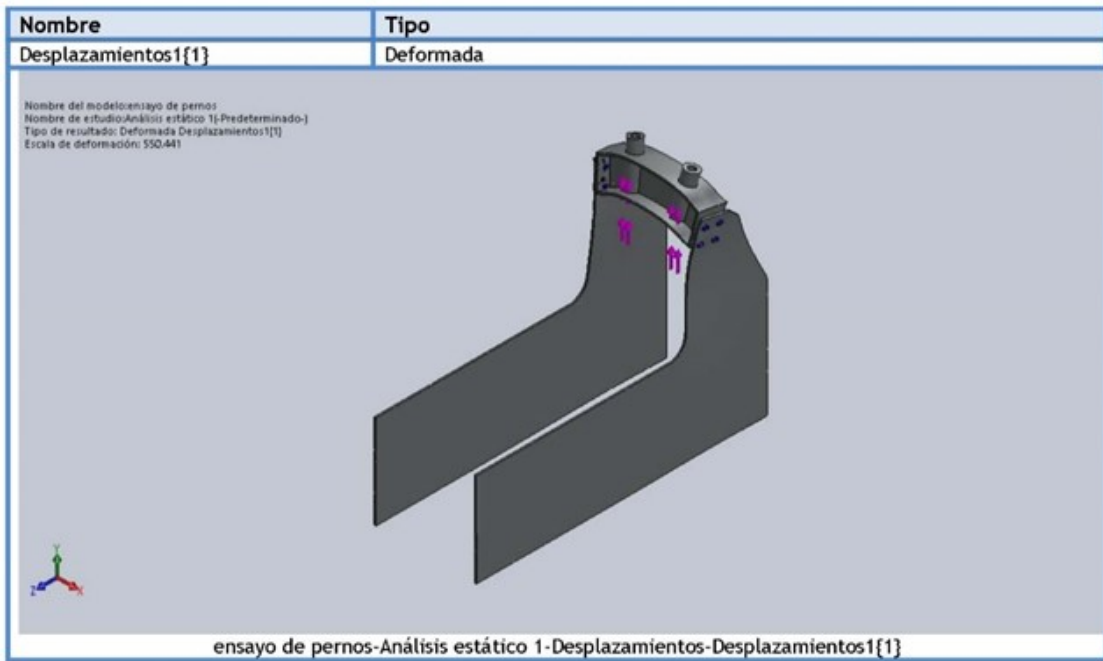
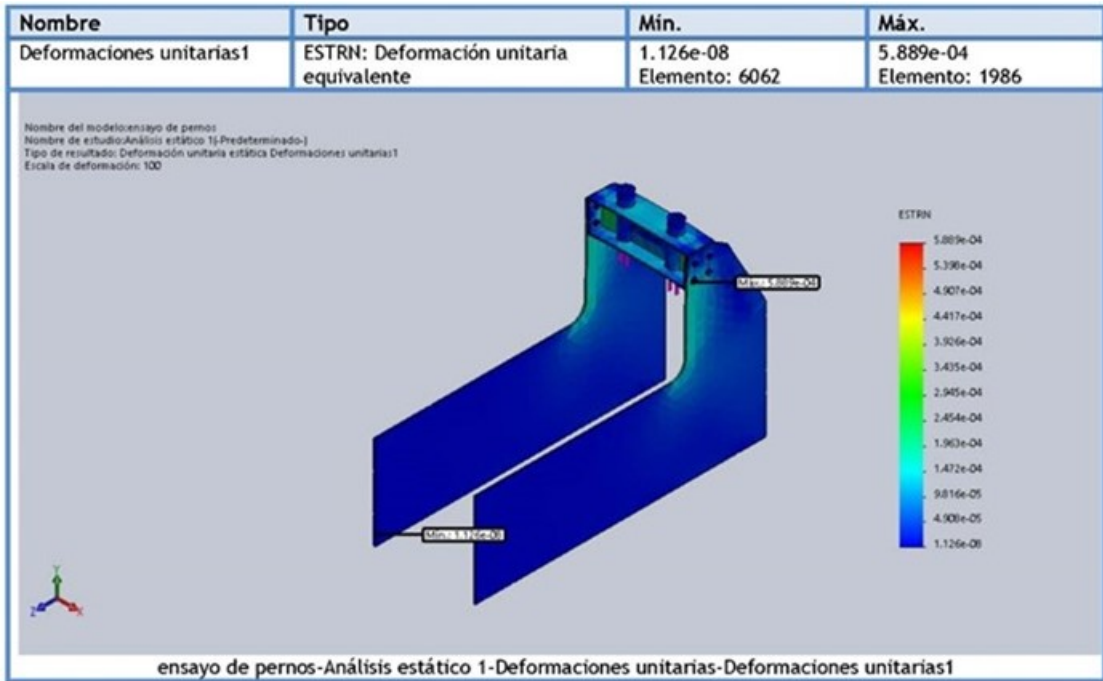
Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	-0.000549316	-47460	-0.000701904	47460

Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

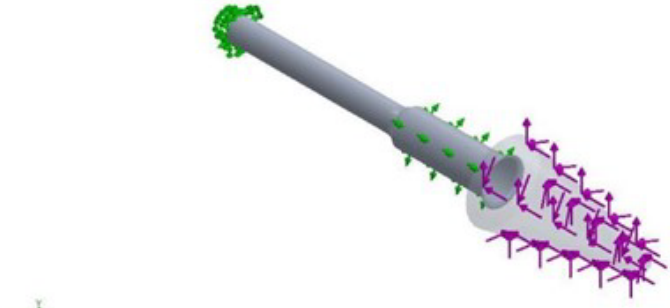

Resultados del estudio





ANEXO D.7. RODILLO LOCO

Información de modelo

 <p>Nombre del modelo: Pieza1 Configuración actual: Predeterminado</p>			
Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Redondeo2 	Sólido	Masa: 1.63741 kg Volumen: 0.000606447 m ³ Densidad: 2700 kg/m ³ Peso: 16.0466 N	C:\Users\Cesar\Desktop\di seños y simulaciones tesis\je en solidworks\Pieza1.SLDPRT May 9 01:11:48 2022


Propiedades de estudio

Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\Cesar\Desktop\diseños y simulaciones tesis\seje en solidworks)

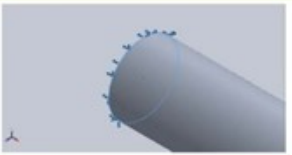
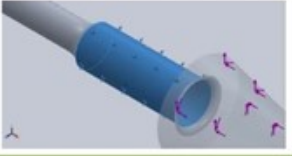
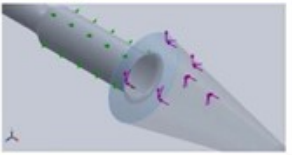
Unidades


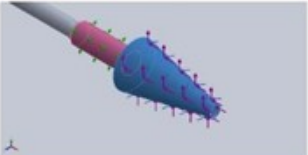
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: Aleación 1060 Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Desconocido Límite elástico: 2.75742e+07 N/m² Límite de tracción: 6.89356e+07 N/m² Módulo elástico: 6.9e+10 N/m² Coeficiente de Poisson: 0.33 Densidad: 2700 kg/m³ Módulo cortante: 2.7e+10 N/m² Coeficiente de dilatación térmica: 2.4e-05 /Kelvin</p>	Sólido 7 (Redondeo2) (Pieza1)
Datos de curva: N/A		

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: 1 arista(s), 1 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-0.0132647	0.075943	-0.0723	0.105691
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0
Bisagra fija-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Bisagra fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	0.280312	-6262.07	0.0635376	6262.07
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0
Rodillo/Control deslizante-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Rodillo/Control deslizante		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	149.758	0	0	149.758
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

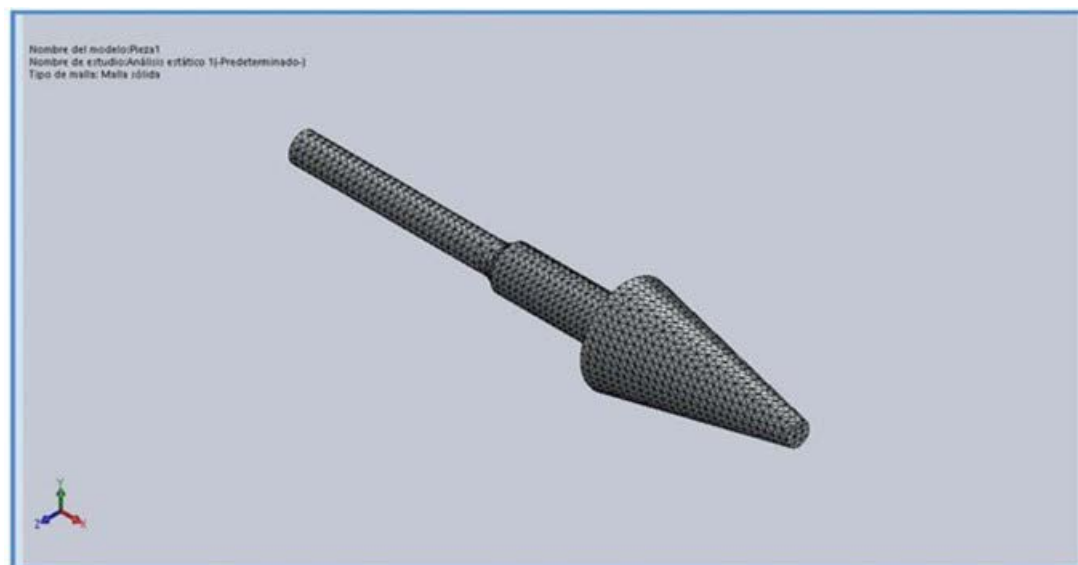
Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: 1 cara(s), 1 plano(s) Referencia: Planta Tipo: Aplicar fuerza Valores: -150, ---, 6262 N
Torsión-1		Entidades: 1 cara(s) Referencia: Cara< 1 > Tipo: Aplicar momento torsor Valor: 49.26 N.m

Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	5.92182 mm
Tolerancia	0.296091 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	28087
Número total de elementos	18377
Cociente máximo de aspecto	4.1374
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	99.8
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:03
Nombre de computadora:	



Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

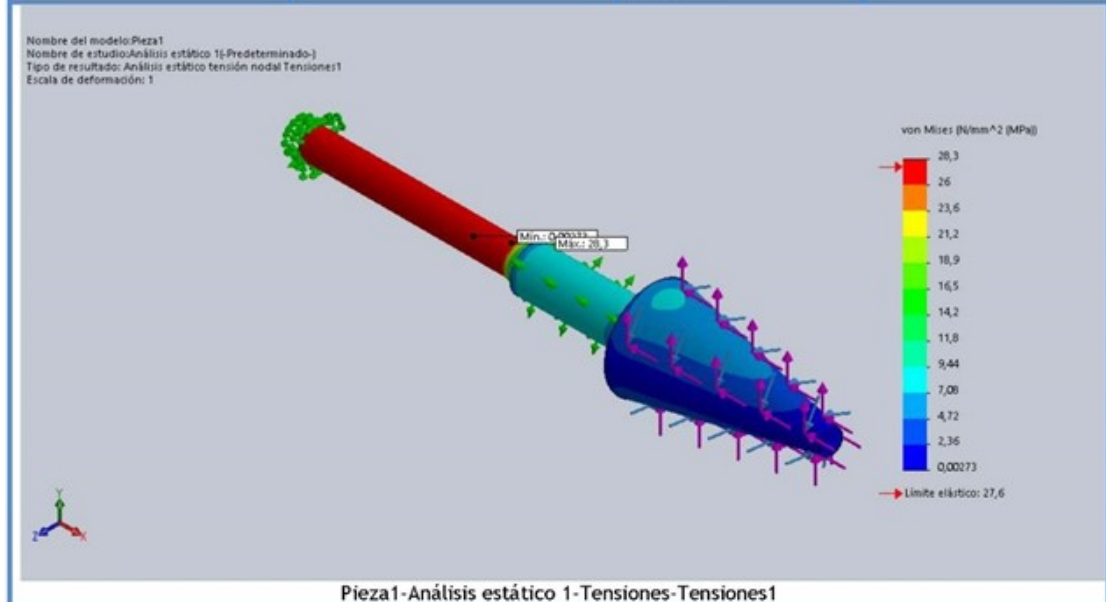
Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	150.027	-6262	-0.00894165	6263.8

Momentos de reacción

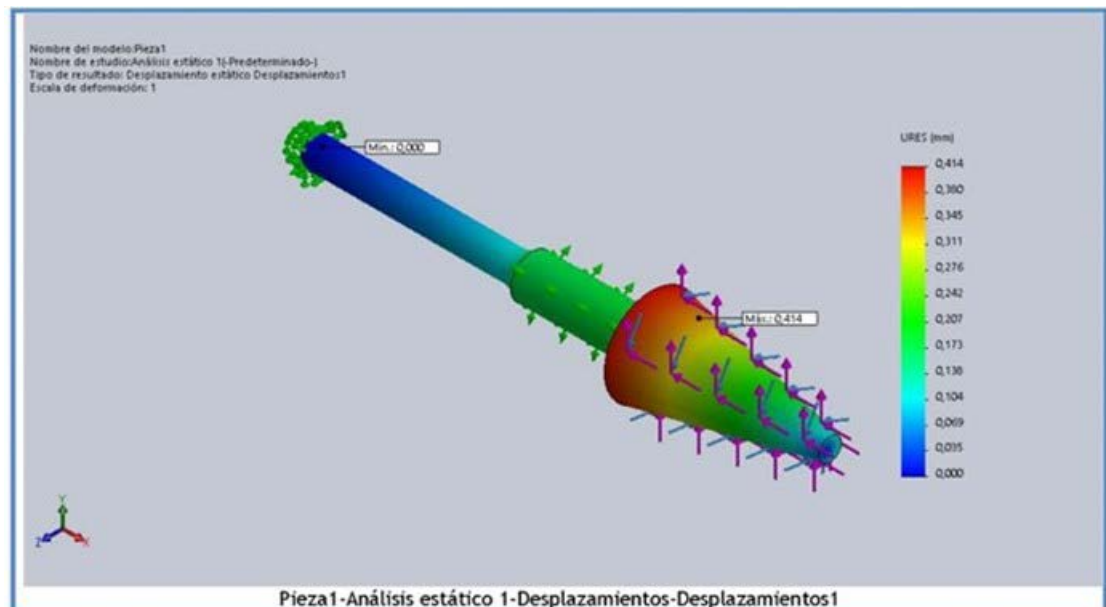
Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

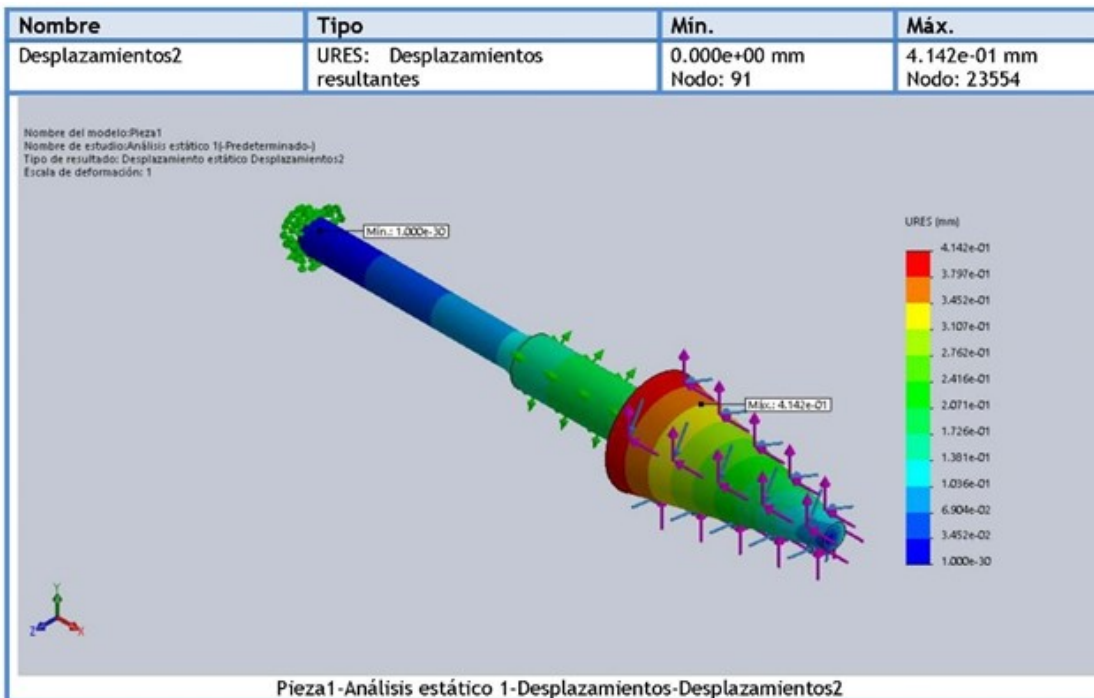
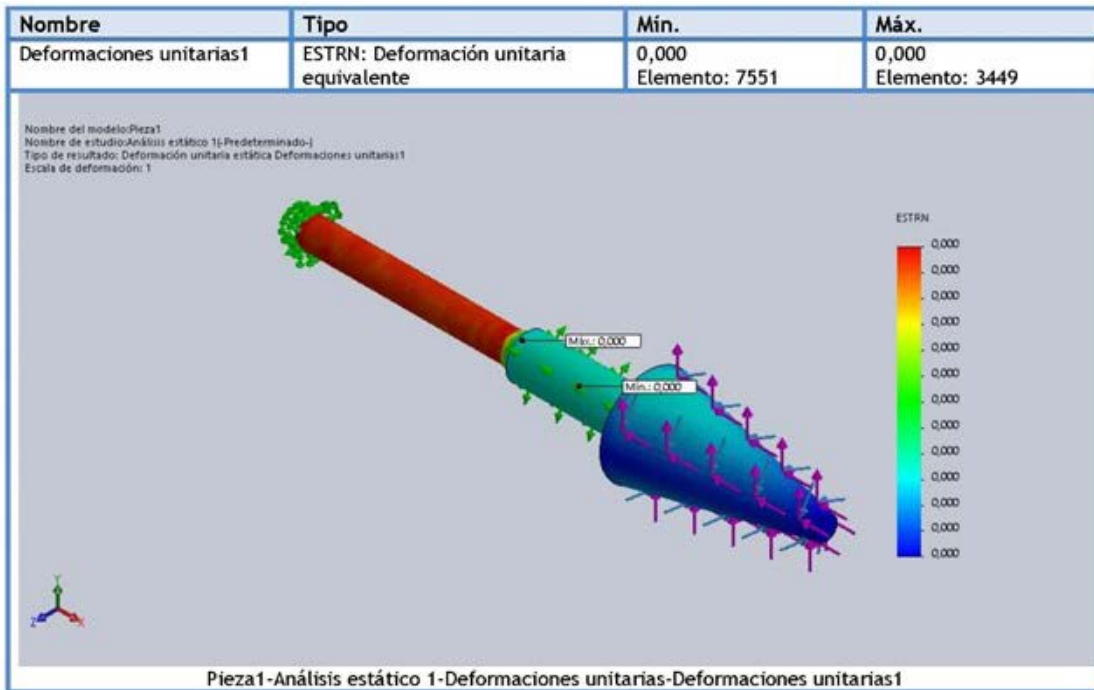
Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0,00273 N/mm ² (MPa) Nodo: 6880	28,3 N/mm ² (MPa) Nodo: 247





Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0,000 mm Nodo: 91	0,414 mm Nodo: 23554





ANEXO D.8. SOPORTE ABATIBLE

Información de modelo

			
<p>Nombre del modelo: soporte abatible Configuración actual: Predeterminado</p>			
Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
<p>Sólido importado1</p> 	Sólido	<p>Masa: 3.69111 kg Volumen: 0.000473219 m³ Densidad: 7800 kg/m³ Peso: 36.1729 N</p>	<p>C:\Users\Cesar\Desktop\piezas para armado\soporte abatible\pieza\soporte abatible.SLDPRT May 14 19:36:04 2022</p>


Propiedades de estudio

Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\Cesar\Desktop\piezas para armado\soporte abatible\pieza)


Unidades


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

Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: Acero al carbono no aleado</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 2.20594e+08 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 3.99826e+08 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 2.1e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.28</p> <p>Densidad: 7800 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 7.9e+10 N/m²</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1.3e-05 /Kelvin</p>	Sólido 1(Sólido importado1)(soporte abatible)
Datos de curva:N/A		

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: 4 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-0.0354805	7000.1	0.03722	7000.1
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

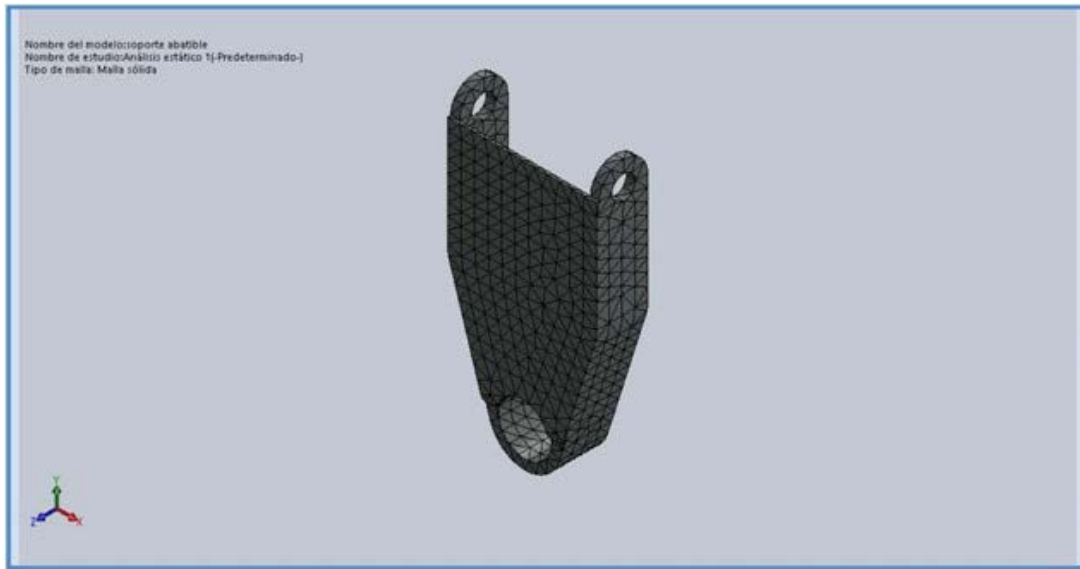
Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Fuerza-1		Entidades: 1 cara(s) Referencia: Arista < 1 > Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -7000 N		

Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	13.6407 mm
Tolerancia	0.682034 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	5504
Número total de elementos	2711
Cociente máximo de aspecto	10.511
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	62.9
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.0738
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:02
Nombre de computadora:	



Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

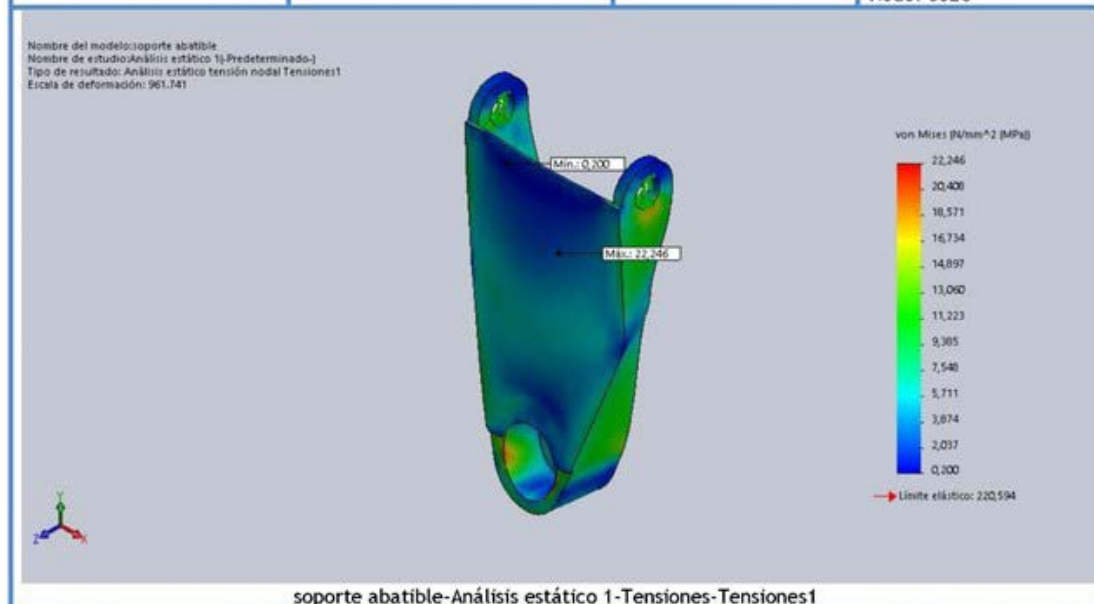
Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	-0.0354805	7000.1	0.03722	7000.1

Momentos de reacción

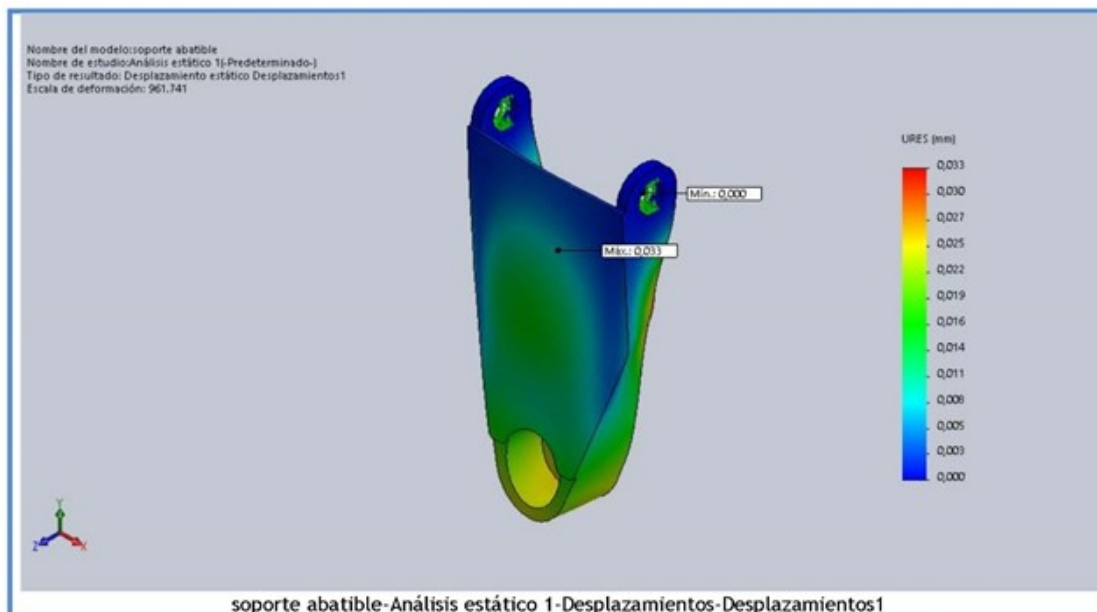
Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

Resultados del estudio

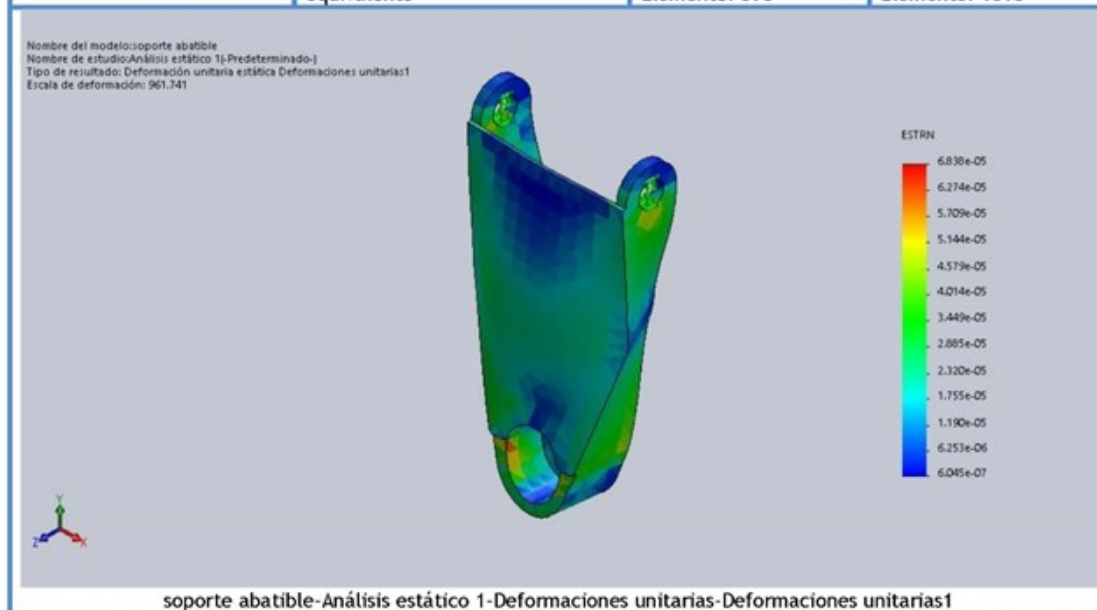
Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0,200 N/mm ² (MPa) Nodo: 890	22,246 N/mm ² (MPa) Nodo: 3528



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0,000 mm Nodo: 75	0,033 mm Nodo: 2195

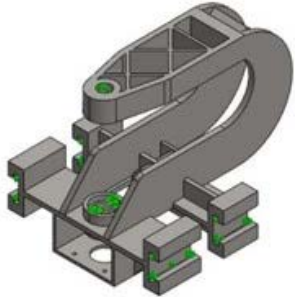



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	6.045e-07 Elemento: 398	6.838e-05 Elemento: 1818



ANEXO D.9. SOPORTE DE RODILLO MOTRIZ

Información de modelo

			
<p>Nombre del modelo: soporte de rodillo motriz Configuración actual: Predeterminado</p>			
Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
<p>Saliente-Extruir4</p> 	Sólido	<p>Masa: 32.4983 kg Volumen: 0.00416645 m³ Densidad: 7800 kg/m³ Peso: 318.484 N</p>	<p>C:\Users\Cesar\Desktop\di seños y simulaciones tesis\piezas de roladora inventor a solid\SOPORTE DE RODILLO MAYOR.SLDPRT May 8 01:16:30 2022</p>


Propiedades de estudio

Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\Cesar\Desktop\diseños y simulaciones tesis\piezas de roladora inventor a solid)

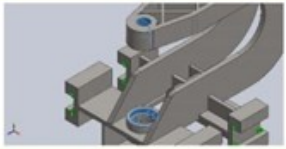
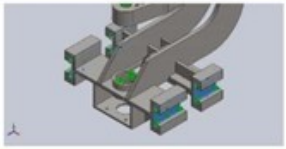
Unidades

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

Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: Acero al carbono no aleado</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 2.20594e+08 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 3.99826e+08 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 2.1e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.28</p> <p>Densidad: 7800 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 7.9e+10 N/m²</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1.3e-05 /Kelvin</p>	Sólido 1(Saliente-Extruir4)(SOPORTE DE RODILLO MAYOR-1)
Datos de curva:N/A		

Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción			
Fijo-1		Entidades: 3 cara(s) Tipo: Geometría fija			
Fuerzas resultantes					
Componentes	X	Y	Z	Resultante	
Fuerza de reacción(N)	-24.6983	-535.145	-29397.6	29402.5	
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0	
Rodillo/Control deslizante-1		Entidades: 12 cara(s) Tipo: Rodillo/Control deslizante			
Fuerzas resultantes					
Componentes	X	Y	Z	Resultante	
Fuerza de reacción(N)	26.2082	532.85	0	533.494	
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0	

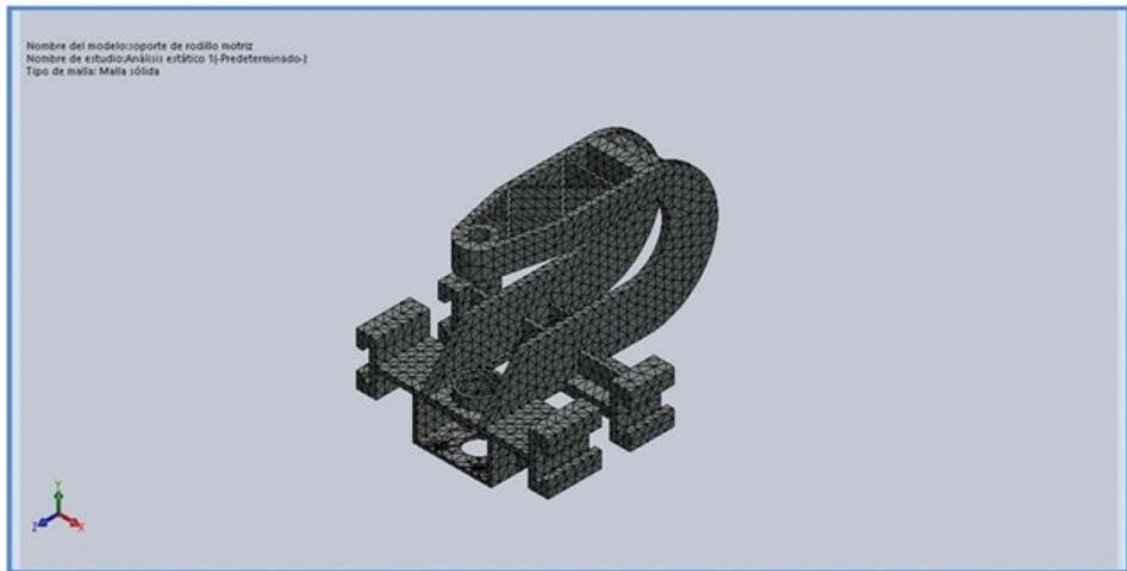
Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga	
Fuerza-1		Entidades: 1 cara(s) Referencia: Arista < 1 > Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, 29400 N	

Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	18.1952 mm
Tolerancia	0.909761 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Regenerar la malla de piezas fallidas con malla incompatible	Desactivar

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	20363
Número total de elementos	9893
Cociente máximo de aspecto	30.902
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	82.4
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.142
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:03
Nombre de computadora:	



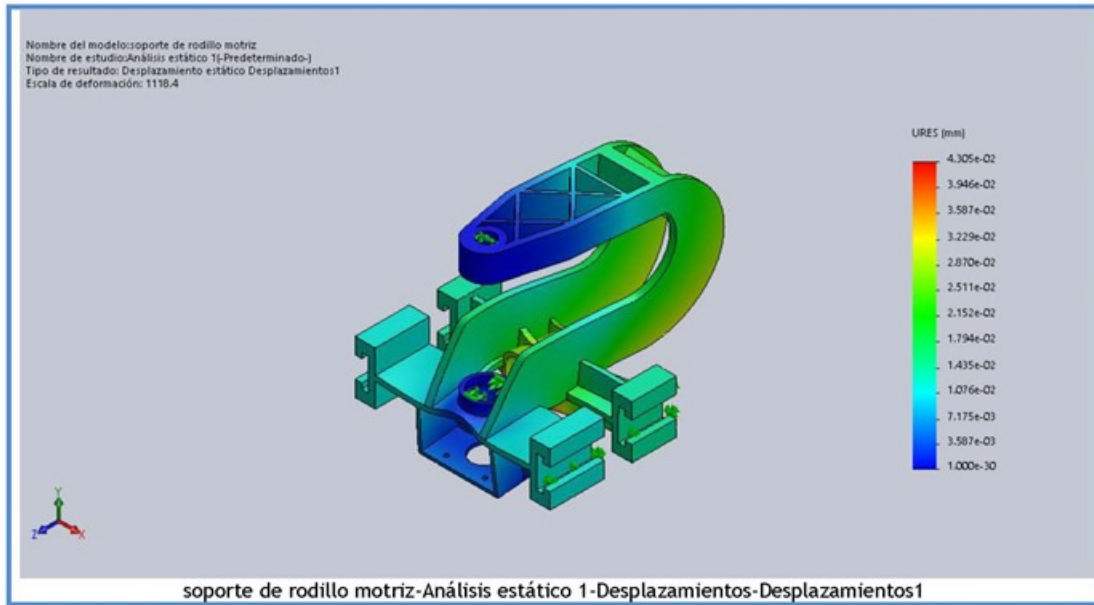
Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

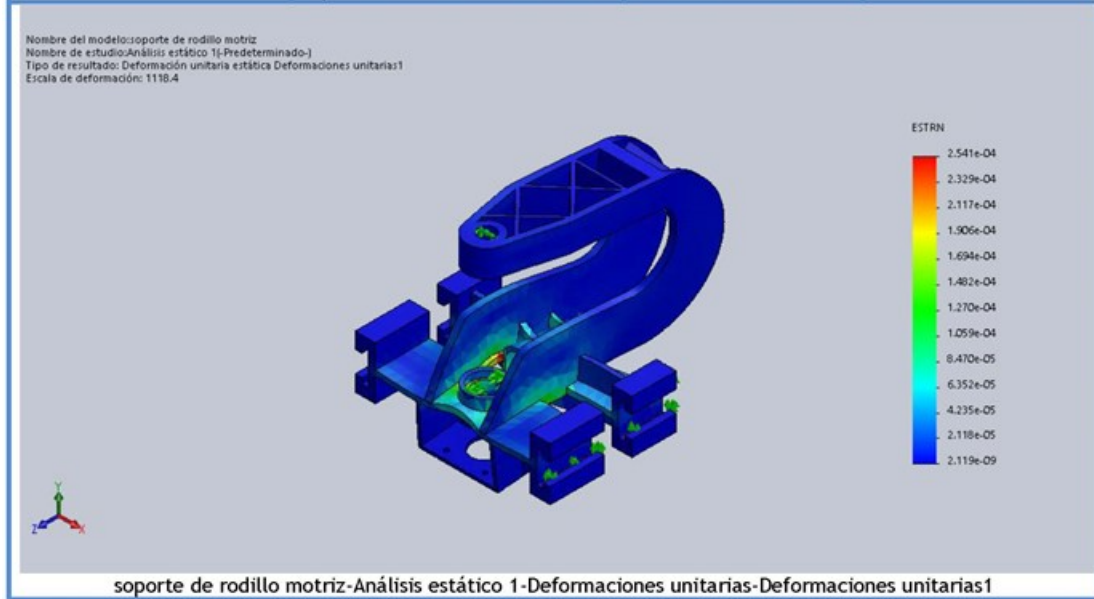
Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	1.5092	-2.29436	-29397.6	29397.6

Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	2.119e-09 Elemento: 903	2.541e-04 Elemento: 9110



ANEXO E. FICHA TÉCNICA DE PANTALLA HDMI

SIEMENS

Hoja de datos


6AV6646-7BA00-0AA0

SIMATIC HMI, IWP1500MT, Industrial Webpanel, Multitouch, navegador HTML5, pantalla TFT panorámica de 15", versión para montaje incorporado



Información general	
Designación del tipo de producto	IWP
Display	
Tipo de display	Pantalla TFT panorámica, retroiluminación LED
Diagonal de pantalla	15,6 in
Achura del display	344,2 mm
Altura del display	193,5 mm
Nº de colores	16 777 216
Resolución (píxeles)	
• Resolución de imagen horizontal	1 366 píxel
• Resolución de imagen vertical	768 píxel
Características generales	
• Cristal mineral endurecido y con tratamiento antirreflejos	Sí
Retroiluminación	
• MTBF de la retroiluminación (con 25 °C)	50 000 h; con 25°C
• Retroiluminación variable	Sí; LED, regulable
Elementos de mando	
Manejo táctil	
• Variante con pantalla táctil	Sí
• Variante con pantalla multitouch	Sí; Capacitiva proyectada
• Teclado de pantalla	Sí
Diseño/montaje	
Diseño	Equipo empotrable
Montaje frontal	Sí
Montaje en brazo soporte	No
Montaje sobre pie	No
Equipo empotrable	Sí
Máx. ángulo de inclinación admisible con la vertical hacia delante	35°
Máx. ángulo de inclinación admisible con la vertical hacia atrás	35°
Tensión de alimentación	
Tipo de tensión de la alimentación	DC
Valor nominal (DC)	24 V
Rango admisible, límite inferior (DC)	19,2 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Intensidad de entrada	
Consumo (valor nominal)	1,4 A

Intensidad transitoria de conexión I ² t	0,5 A ² s
Potencia	
Consumo de potencia activa, típ.	34 W
Pérdidas	
Pérdidas, típ.	34 W
Interfaces	
Nº de interfaces Industrial Ethernet	2; 2 puertos (switch)
Nº de interfaces USB	4; en lado posterior
Conexión para teclado/ratón	solo ratón
Industrial Ethernet	
• Velocidad de transferencia, máx.	1 000 Mbit/s
Protocolos	
Protocolos (Ethernet)	
• TCP/IP	Si
• DHCP	Si
Propiedades WEB	
• HTTP	Si
• HTTPS	Si
• HTML	Si; HTML5
• XML	Si
• CSS	Si
• Active X	No
• JavaScript	Si
• Java VM	No
Grado de protección y clase de protección	
IP (frontal)	IP65
IP (lado posterior)	IP20
NEMA (frontal)	
• Enclosure Type 4x en el frente	Si
• Enclosure Type 12 en el frente	Si
Normas, homologaciones, certificados	
Marcado CE	Si
cULus	Si
Homologación FM	No
RCM (anteriormente C-TICK)	Si
Homologación KC	No
EAC (anteriormente Gost-R)	Si
Condiciones ambientales	
Temperatura ambiente en servicio	
• mín.	0 °C
• máx.	50 °C
Temperatura ambiente en almacenaje/transporte	
• mín.	-20 °C
• máx.	60 °C
Humedad relativa del aire	
• En servicio máx.	90 %; sin condensación
Vibraciones	
• Resistencia a vibraciones en servicio	10 m/s ²
• Resistencia a vibraciones durante transporte/almacenamiento	10 m/s ²
Ensayo de resistencia a choques	
• Resistencia a choques en servicio	150 m/s ²
• aceleración de choque durante almacenamiento/transporte	150 m/s ²
Software	
Navegador web	Si; HTML5, CSS
PDF Reader	Si
configuración / título	
Configuración	

• Local	SI
• Remota	No
Idiomas	
Idiomas online	
• Número de idiomas online/runtime	2; alemán / inglés
Periferia/Opciones	
Memoria USB	SI; Posibilidad de conectar soportes de memoria USB
Elementos mecánicos/material	
Material de la caja (en el frente)	
• Aluminio	SI
Dimensiones	
Ancho del frente de la caja	398 mm
Altura del frente de la caja	257 mm
Recorte para montaje, ancho	382 mm
Recorte para montaje, Altura	241 mm
Profundidad de montaje	73 mm
Pesos	
Peso (sin embalaje)	5 kg
Última modificación:	6/10/2021 

ANEXO F. ENSAYOS DE FLUENCIA A DIFERENTES TEMPERATURAS



Fig. F.1. Preparación de probetas para ensayo.



Fig. F.2. Temperatura de ensayo a 500 °C.



Fig. F.3. Temperatura de ensayo a 600 °C.

ANEXO G. PRUEBA DE DUREZA DEL COBRE ELECTROLÍTICO



Tester info

Statistics

Type	VERZUS 750CCD	Nr of measurements	3
Date	17/03/2022	Max	41.59
Operator	Admin	Min	36.28
Test	HRB	Average	38.80
Dwell time	4 sec.	Std.dev	2.18

Notes:

HARDNESS DIAGRAM



1 X=0.00m Y=0.00m

36.28 HRB

depth: 189.9

--- --- ---

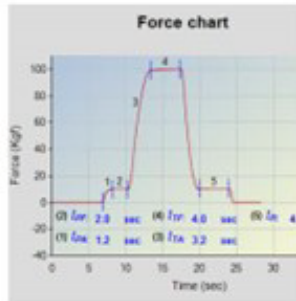
17 Mar 2022 13:42

Comment

2 X=0.00m Y=0.00m

38.52 HRB

17 Mar 2022 13:46



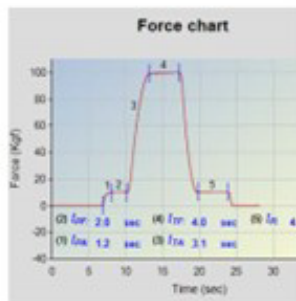
depth: 185.3

Comment

3 X=0.00m Y=0.00m

41.59 HRB

17 Mar 2022 13:47

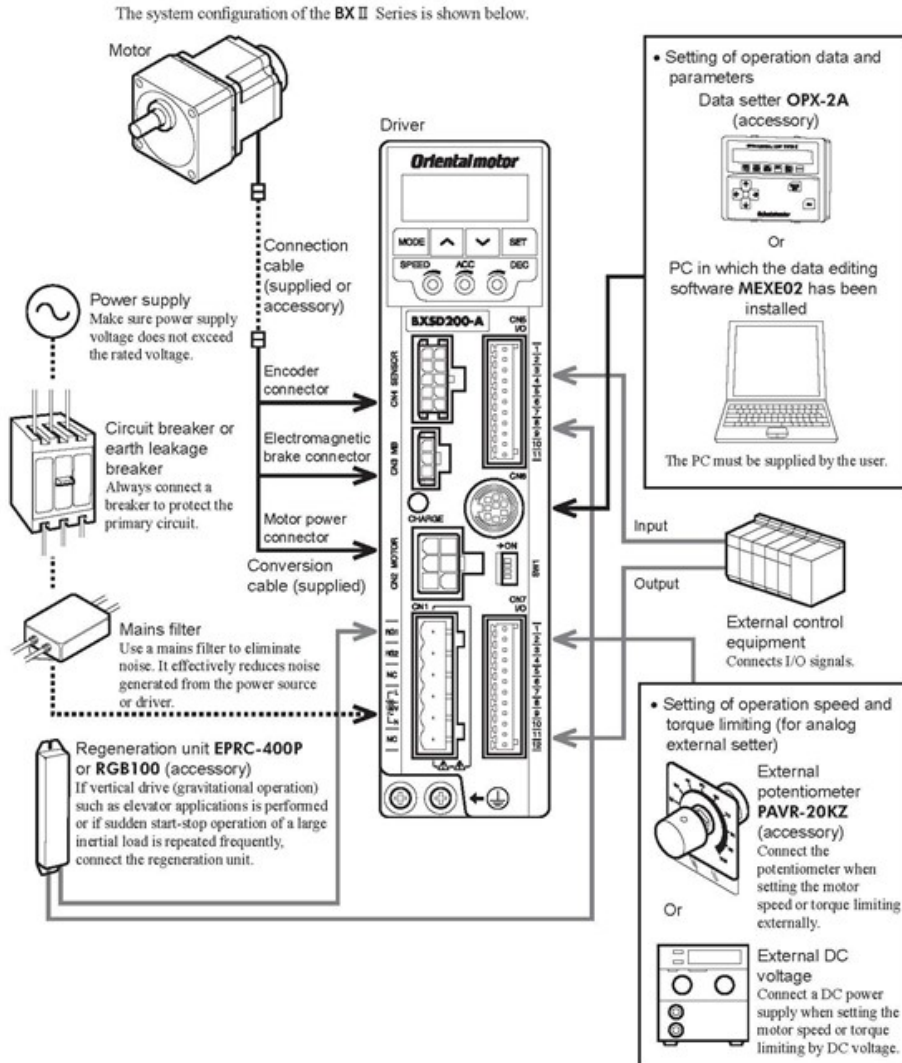


depth: 179.0

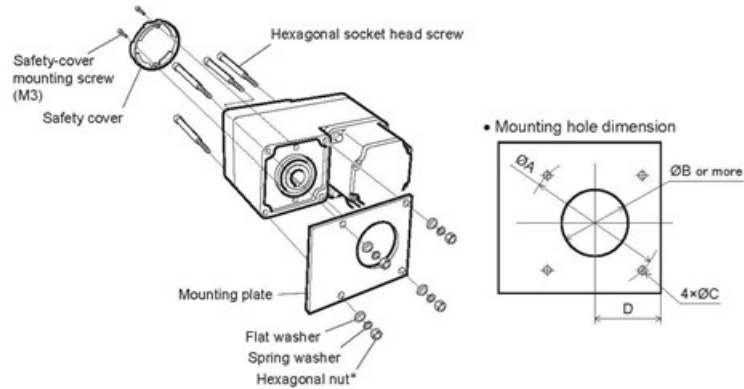
Comment

ANEXO H. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MOTOR A UTILIZAR

5 System configuration



■ Using the rear side as the mounting surface



* The **BXS6200** and **BXS6400** do not come with hexagonal nuts. Provide hexagonal nuts separately or drill tapped holes in the mounting plate.

Mounting hole dimensions

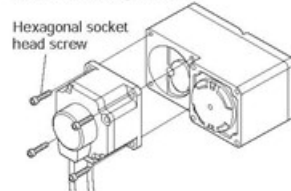
Model	Screw size	Tightening torque	ØA mm (in.)	ØB mm (in.)	ØC mm (in.)	D mm (in.)
BXS230	M5	3.8 N·m (33 lb-in)	70 (2.76)	25 (0.98)	5.5 (0.217)	29 (1.14)
BXS460	M6	6.4 N·m (56 lb-in)	94 (3.70)	30 (1.18)	6.5 (0.256)	39 (1.54)
BXS5120	M8	15.5 N·m (137 lb-in)	104 (4.09)	35 (1.38)	8.5 (0.335)	44 (1.73)
BXS6200 BXS6400			120 (4.72)	42 (1.65)	-	57 (2.24)

Note When installing the gearhead by using its rear side as the mounting surface, prevent contact between the mounting plate and motor by keeping dimension D below the specified value.

■ Removing/Installing the gearhead

To replace the gearhead or change the cable outlet direction, remove the screws assembling the gearhead. The gearhead can be removed and the motor cable position can be changed to one of three 90° directions. Note that the motor cable cannot be positioned in the direction where the cable faces the gearhead output shaft.

1. Remove the hexagonal socket head screws (4 pcs.) attaching the gearhead and motor and detach the motor from the gearhead.



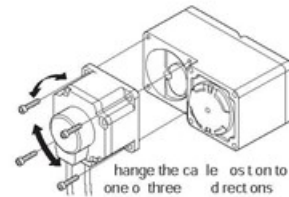
Assembly screws

Model	Screw size	Tightening torque
BXS230	M4	1.8 N·m (15.9 lb-in)
BXS460	M6	6.4 N·m (56 lb-in)
BXS5120 BXS6200 BXS6400	M8	15.5 N·m (137 lb-in)

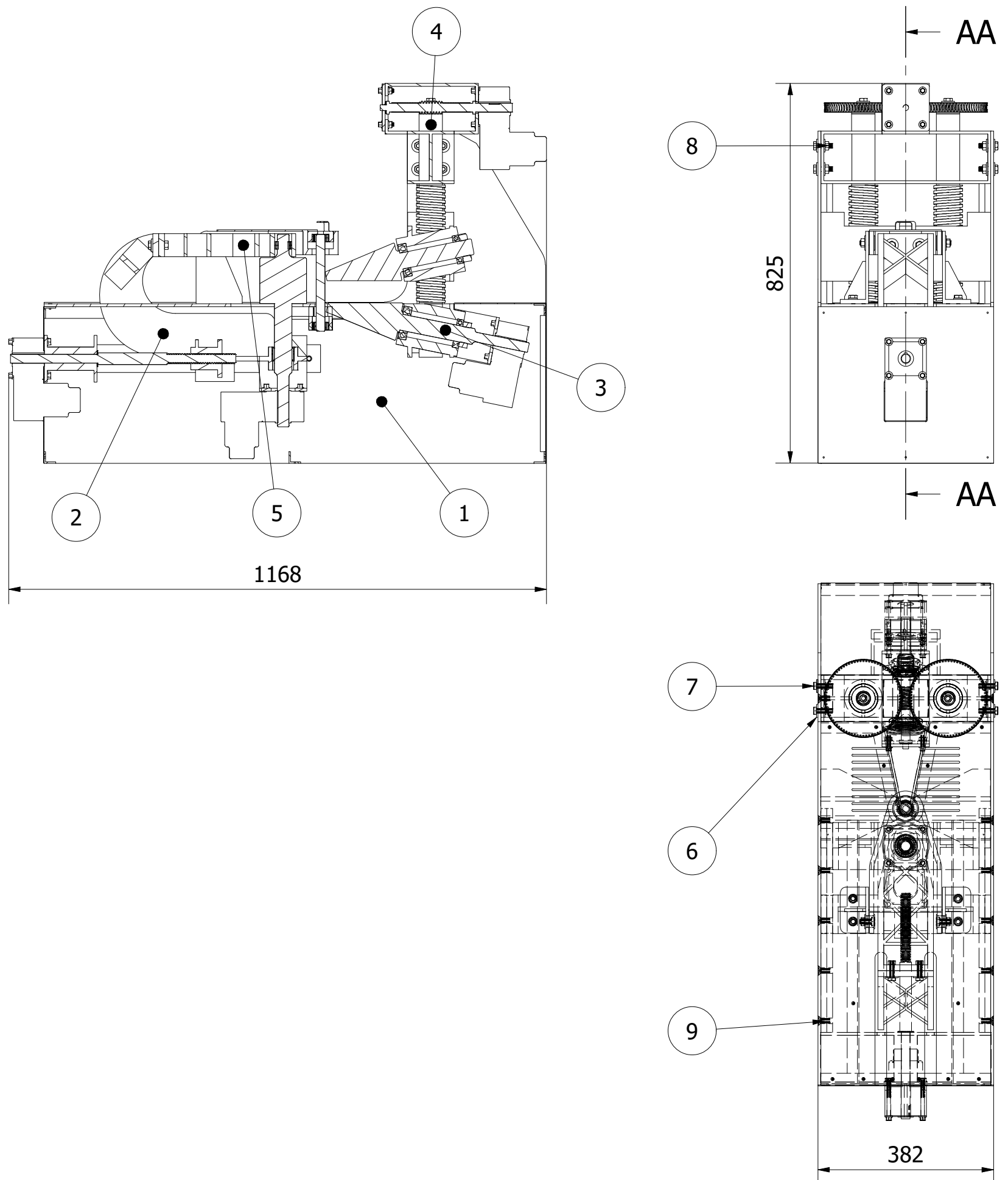
2. Using the pilot sections of the motor and gearhead as guides, install the motor to the gearhead and tighten the hexagonal socket head screws.

At this time, the motor cable position can be changed to one of three 90° directions. Install the motor carefully to prevent the pinion of the motor output shaft from contacting the casing or gear of the gearhead.

Also confirm that no gaps remain between the motor flange surface and the end face of the gearhead pilot section.

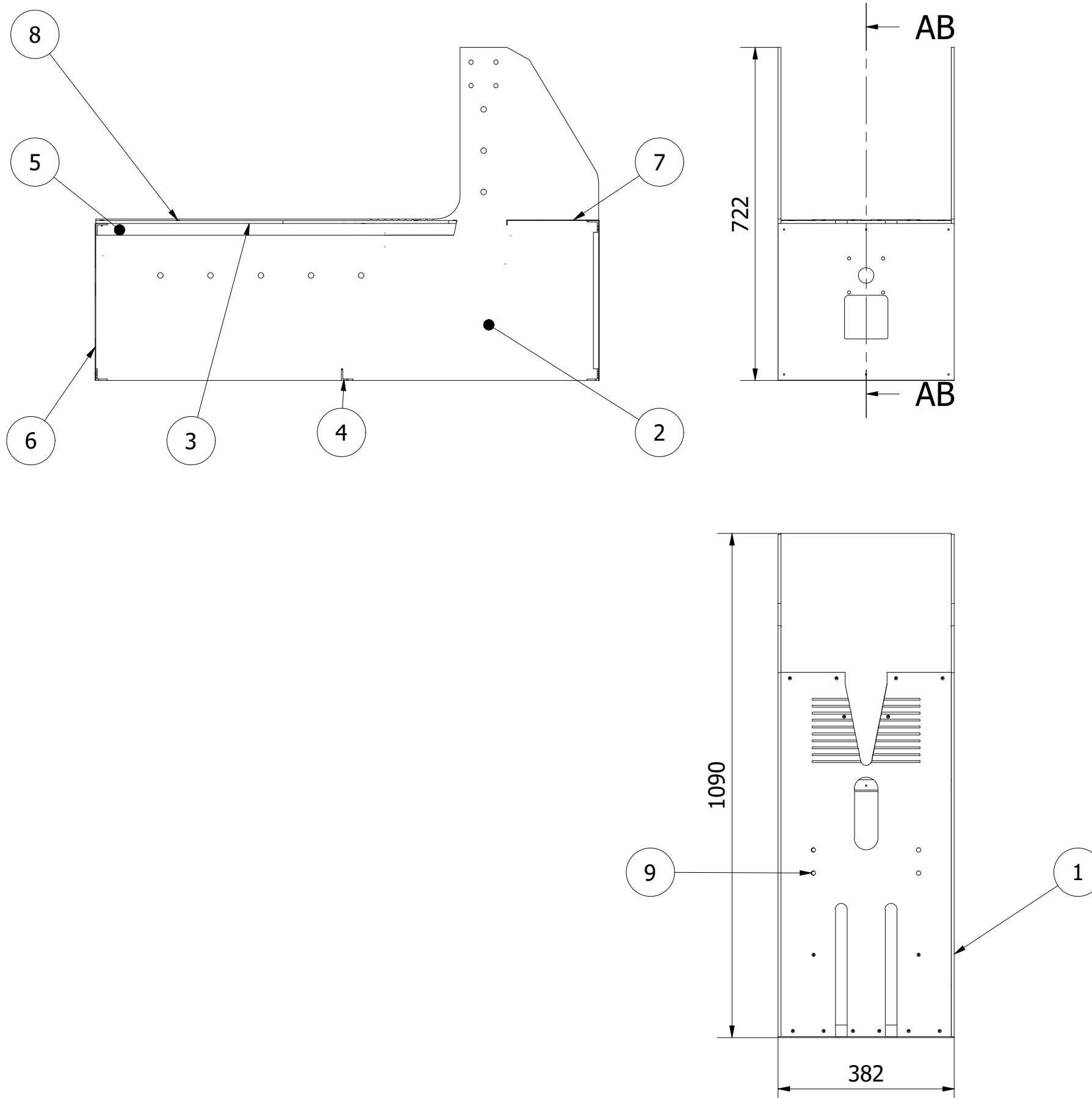


ANEXO I. PLANOS DE DETALLER



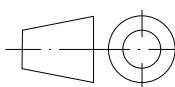
9	Tornillo cabeza plana avellanada	8	M10 x 1.5 x 25 DIN 965
8	Tuerca hexagonal G8	8	M10x1.25 DIN 934
7	Perno hexagonal 8.8 x 30	8	M10x1.25x30 ISO 8765, DIN 960
6	Arandela plana ancha	16	M10-25 DIN 7349
5	Soporte abatible	1	Subconjunto 5
4	Sistema de elevación de rodillo conducido	1	Subconjunto 4
3	Rodillo cónico motriz	1	Subconjunto 3
2	Tren motriz axial	1	Subconjunto 2
1	Plataforma fija	1	Subconjunto 1

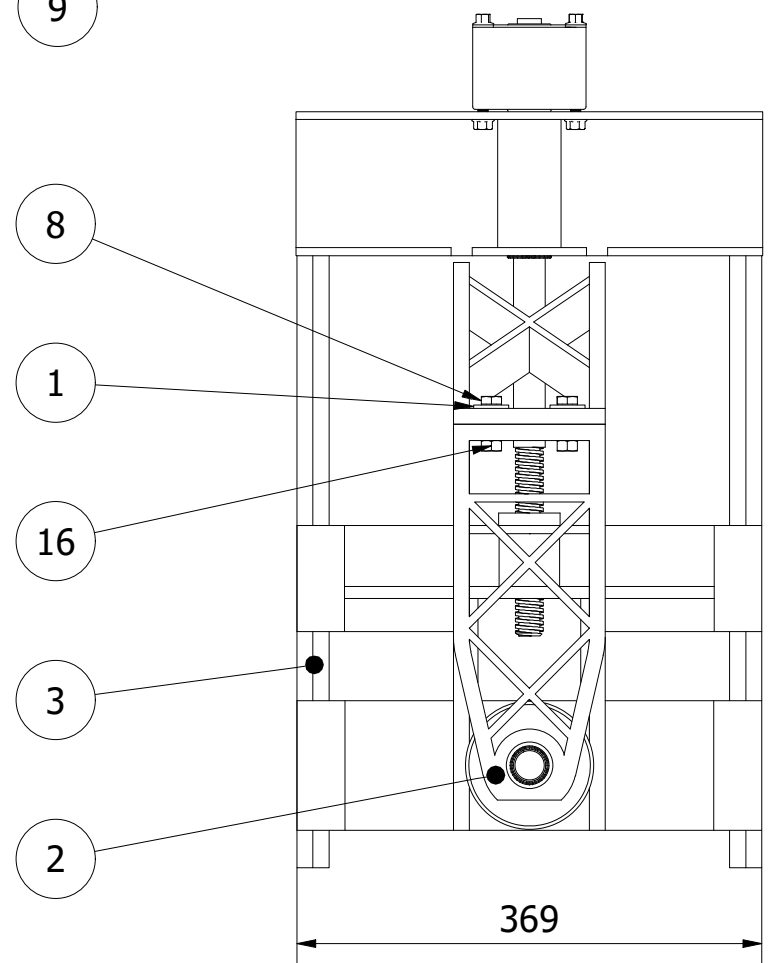
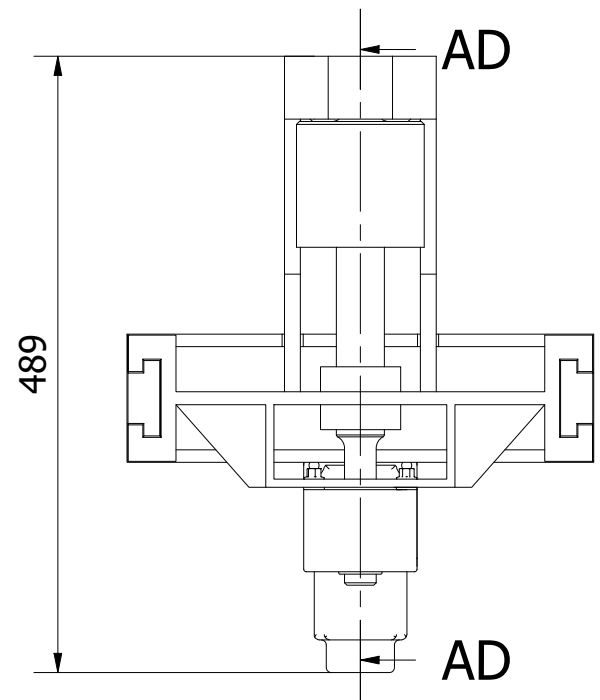
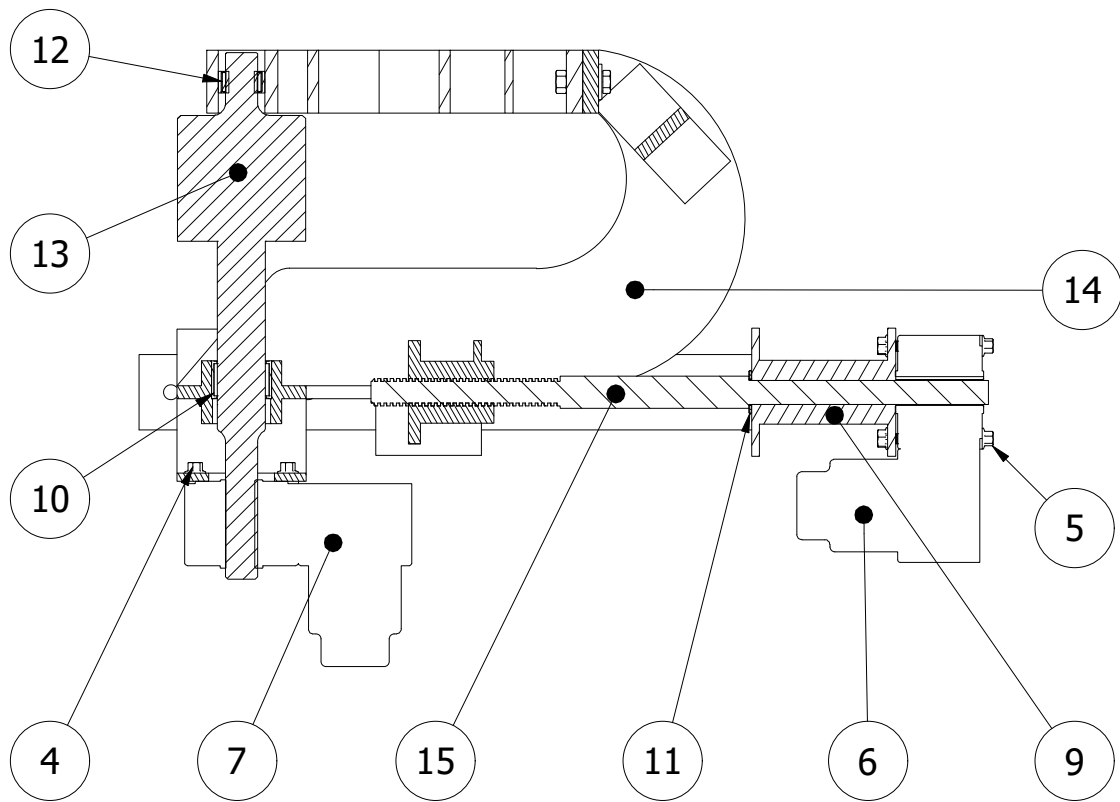
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT	ESPECIFICACIÓN
LISTA DE PIEZAS			
TRABAJO DE GRADUACION:	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE		FECHA: 30/05/2022
ENTREGADO POR:	César Mauricio Henríquez Jurado Jorge Alexander Peña García	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
DOCENTE ASESOR:	Dr. y M.Sc Jonathan Antonio Berríos Ortiz		
Nº PLANO:	CONJUNTO 1.: Ensamble de roladora	UNIDADES: Milímetros	ESCALA: 1 : 10
A1		FORMATO: A3	



9	Tuerca hexagonal G8	2	M10x1.25 DIN 934
8	Tornillo cabeza plana avellanado	14	M2 x 0.4 x 8 JCIS10-70
7	Tapa trasera	1	AISI/SAE 1008
6	Tapa frontal	1	AISI/SAE 1008
5	Soportería de plataforma	1	Ángulo 1 x 1/8 pulg, AISI/SAE 1008
4	Soportería de ángulo	4	Ángulo 1 x 1/8 pulg, AISI/SAE 1008
3	Plataforma base	1	AISI/SAE 1008
2	Lateral izquierdo	1	AISI/SAE 1008
1	Lateral derecho	1	AISI/SAE 1008

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT	ESPECIFICACIÓN
LISTA DE PIEZAS			
TRABAJO DE GRADUACION:		PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE	FECHA: 30/05/2022
ENTREGADO POR:		César Mauricio Henríquez Jurado Jorge Alexander Peña García	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
DOCENTE ASESOR:		Dr. y M.Sc Jonathan Antonio Berríos Ortiz	
Nº PLANO:	SUBCONJUNTO 1: Plataforma fija	UNIDADES: Milímetros	ESCALA:
B1		FORMATO: A3	1 : 10



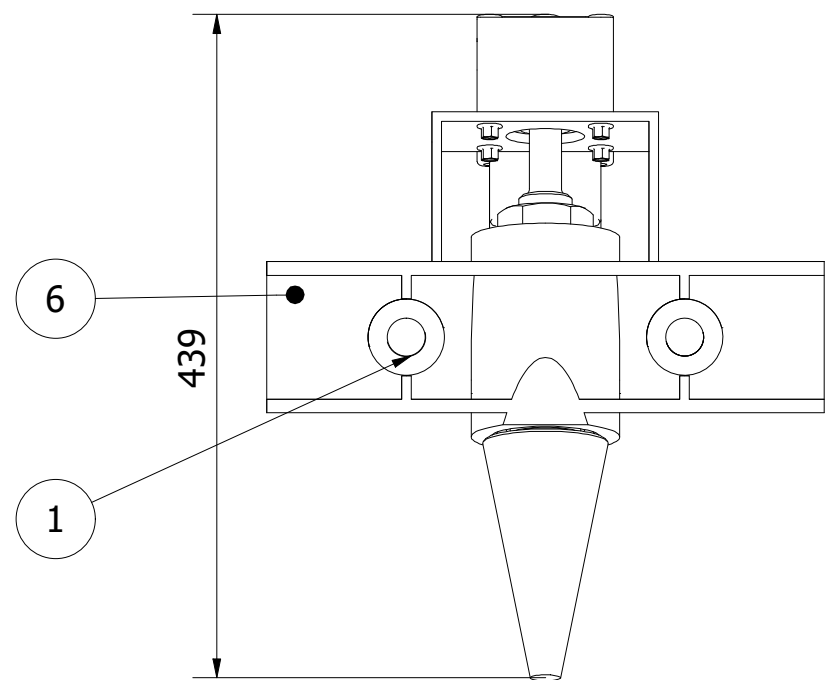
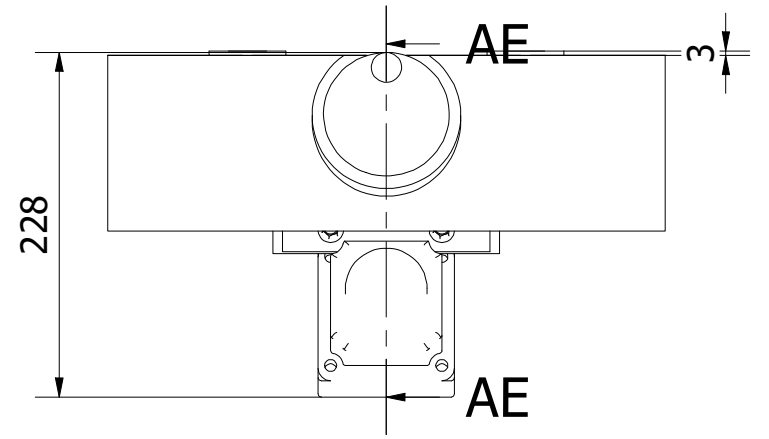
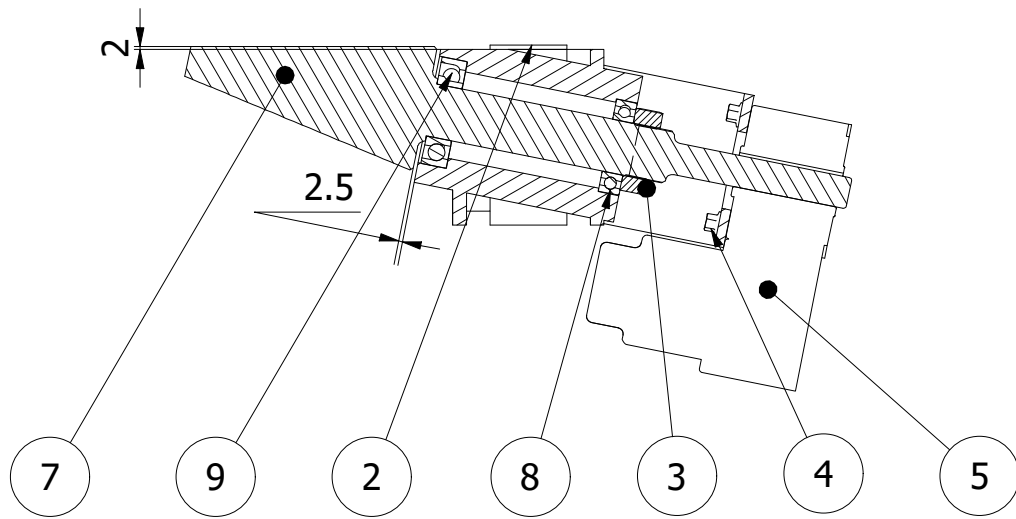


16	Tuerca hexagonal G8	2	M10x1.25 DIN 934
15	Tornillo de potencia axial	1	AISI/SAE 8660
14	Soporte de rodillo externo	1	AISI/SAE 1008
13	Rodillo motriz externo	1	AISI/SAE 1020
12	Rodamiento de agujas radial	1	SKF_NK 45/35
11	Rodamiento de agujas axial	1	DIN 5405-2
10	Rodamiento de aguas radial	1	SKF_NK 38/30
9	Puente de soporte axial	1	Placas de acero AISI/SAE 1008 buje AISI/SAE 1020
8	Perno hexagonal 8.8 x35	2	M10 x 1.5 x 35
7	Motor de rodillo externo	1	BXM6400M-GFS
6	Motor axial	1	BXM6400M-GFS
5	Hex flange M8x1.25x80	4	JIS B 1189 TIPO 2
4	Hex Flange M8x1.25x30	4	DIN 6921
3	Guia axial	2	AISI/SAE 1008
2	Brazo de soporte de rodillo exterior	1	AISI/SAE 1008
1	Arandela plana ancha	2	M10-25 DIN 7349
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT	ESPECIFICACIÓN

LISTA DE PIEZAS

TRABAJO DE GRADUACION:	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE	FECHA: 30/05/2022		
ENTREGADO POR:	César Mauricio Henríquez Jurado Jorge Alexander Peña García	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA		
DOCENTE ASESOR:	Dr. y M.Sc Jonathan Antonio Berríos Ortiz			
Nº PLANO:	SUBCONJUNTO 2: Tren motriz axial	UNIDADES: Milímetros	ESCALA: 1 : 6	
B2		FORMATO: A3		

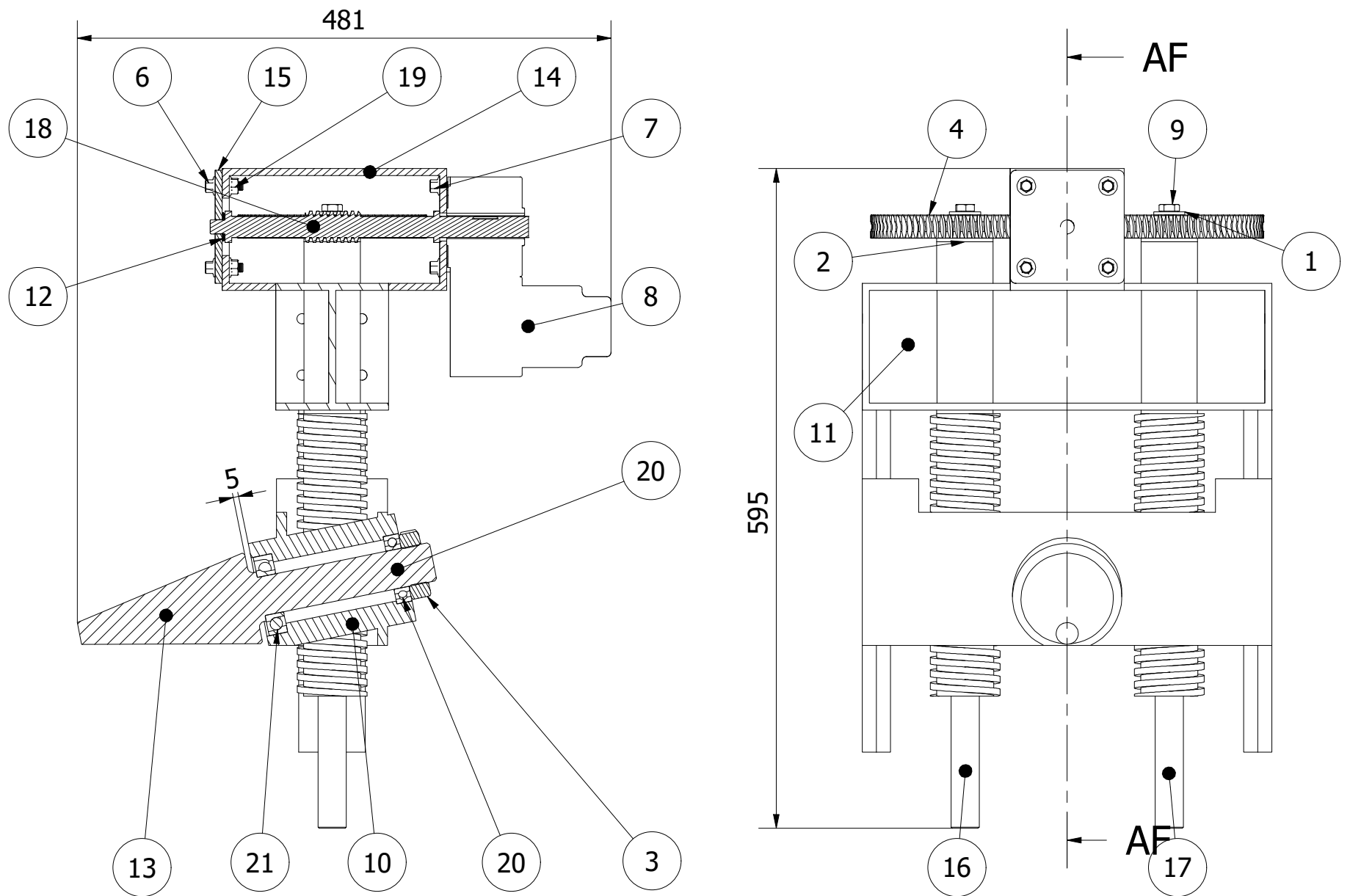
AE-AE (1 : 5)



9	Rodamiento de bola con contacto angular	1	SKF B7207 BE
8	Rodamiento de bolas con canal profundo	1	STN 024640 SKF (C) - SKF 6007-Z
7	Rodillo cónico motriz	1	AISI/SAE 8620
6	Puente de rodillo cónico inferior	1	Placas de acero AISI/SAE 1008, barra perforada AISI/SAE 1020
5	Motor de rodillo cónico	1	BXM6400M-GFS
4	Hex Flange M8x1.25x30	4	DIN 6921
3	Cótratuerca de ajuste	1	M36x1.5-6g
2	Buje inferior de elevación	2	Bronce fosfórico
1	Buje de tornillo de potencia	2	Bronce fosfórico

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT	ESPECIFICACIÓN
LISTA DE PIEZAS			
TRABAJO DE GRADUACION:		PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE	FECHA: 30/05/2022
ENTREGADO POR:		César Mauricio Henríquez Jurado Jorge Alexander Peña García	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
DOCENTE ASESOR:		Dr. y M.Sc Jonathan Antonio Berríos Ortiz	
Nº PLANO:	SUBCONJUNTO 3: Rodillo cónico motriz	UNIDADES: Milímetros	ESCALA: 1 : 5
B3		FORMATO: A3	

AF-AF (1 : 5)

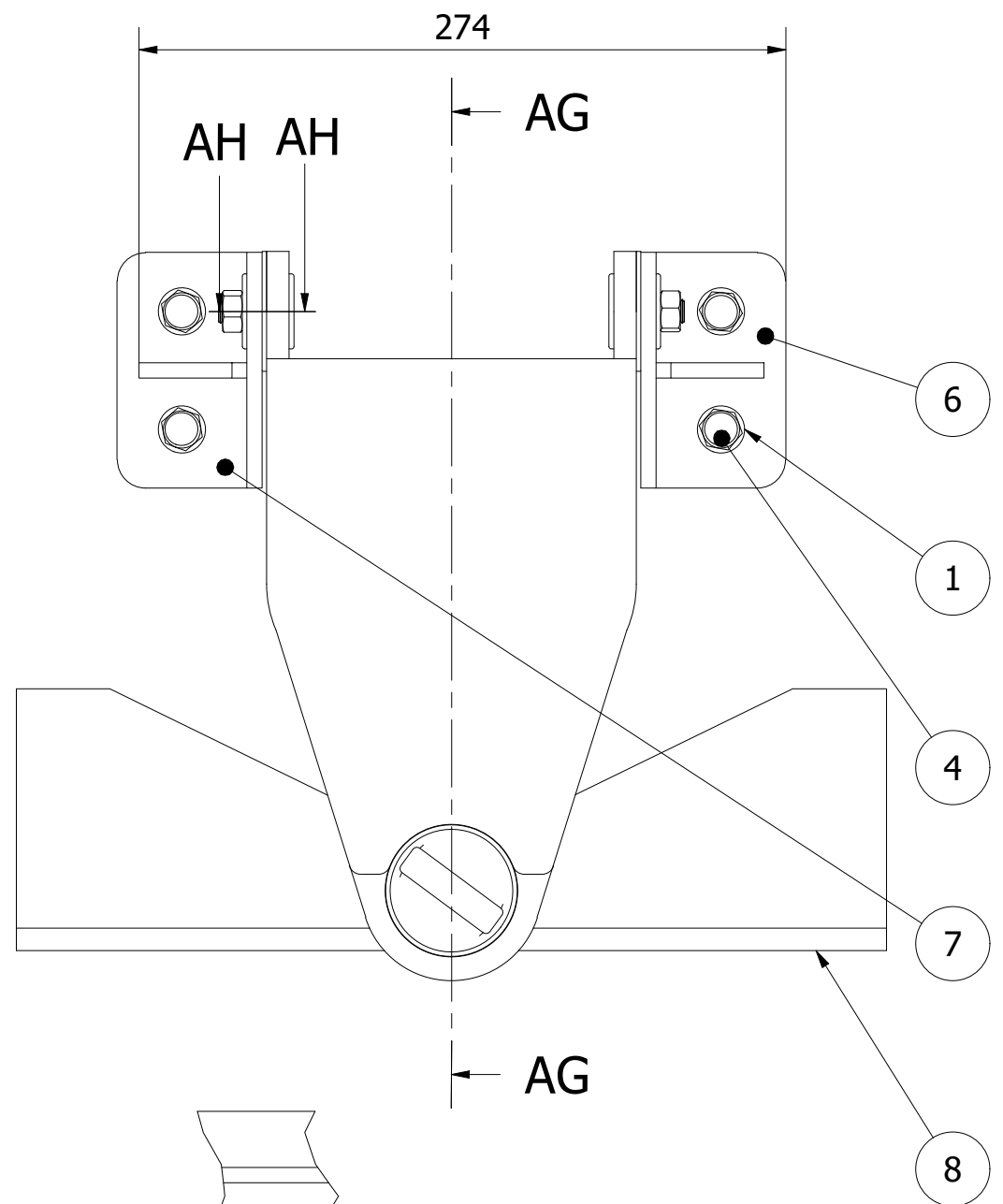
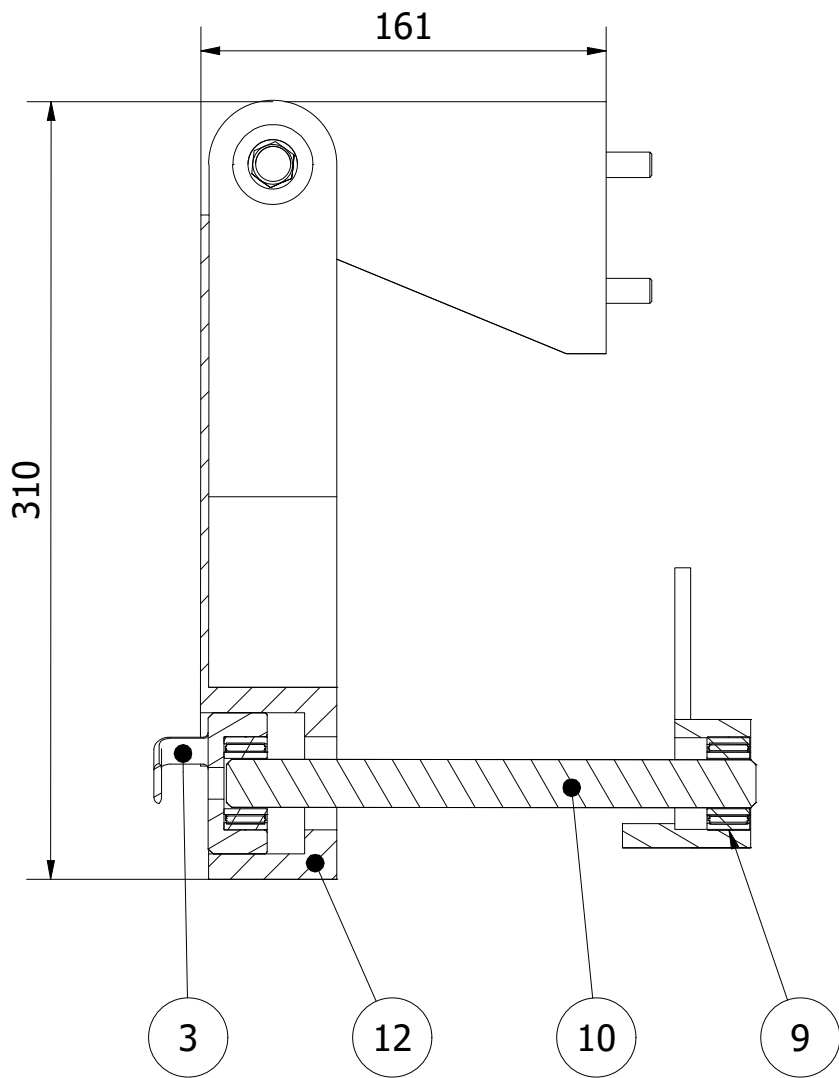


21	Rodamiento de bolas de contacto axial	1	SKF B7207 BE
20	Rodamiento de bolas con acanalado profundo	1	SKF 6007-Z
19	Tuerca hex flange	4	DIN 6923, ISO 416I
18	Tornillo sin fin	1	AISI/SAE 1020
17	Tornillo elevador RD	1	AISI/SAE 1020
16	Tornillo elevador RI	1	AISI/SAE 1020
15	Tapa de tornillo sin fin	1	AISI/SAE 1020
14	Soporte de motor elevador	1	AISI/SAE 1008
13	Rodillo cónico conducido	1	AISI/SAE 8620
12	Rodamiento axial de agujas	1	ISO __ 5909K31
11	Puente superior	1	Acero AISI/SAE 1008, barra perforada AISI/SAE 1020
10	Puente de elevación	1	Acero AISI/SAE 1008, barra perforada AISI/SAE 1020
9	Perno hexagonal 8.8 x35	2	M10 x 1.5 x 35
8	Motor de elevación	1	BXM6400M-GFS
7	Hex Flange M8x1.25x30	4	DIN 6921
6	Hex flange M8x1.25x25	4	ISO 898-1, DIN 6921
5	Guia de elevación	2	AISI/SAE 1008
4	Engrane corona	2	Bronce fosfórico
3	Cótratuerca de ajuste	1	M36x1.5-6g
2	Buje inferior de elevación	4	Bronce fosfórico
1	Arandela plana ancha	2	M10-25 DIN 7349
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT	ESPECIFICACIÓN

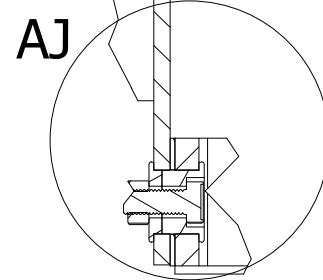
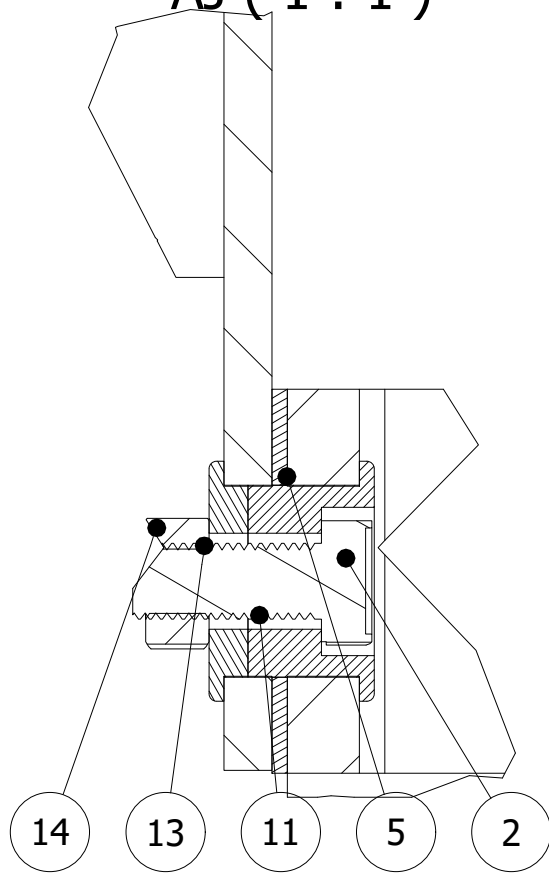
LISTA DE PIEZAS

TRABAJO DE GRADUACION:	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE	FECHA: 30/05/2022		
ENTREGADO POR:	César Mauricio Henríquez Jurado Jorge Alexander Peña García	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA		
DOCENTE ASESOR:	Dr. y M.Sc Jonathan Antonio Berríos Ortiz			
Nº PLANO:	SUBCONJUNTO 4: Sistema de elevación de rodillo cónico conducido	UNIDADES: Milímetros	ESCALA: 1 : 5	
B4		FORMATO: A3		

AG-AG (1 : 3)



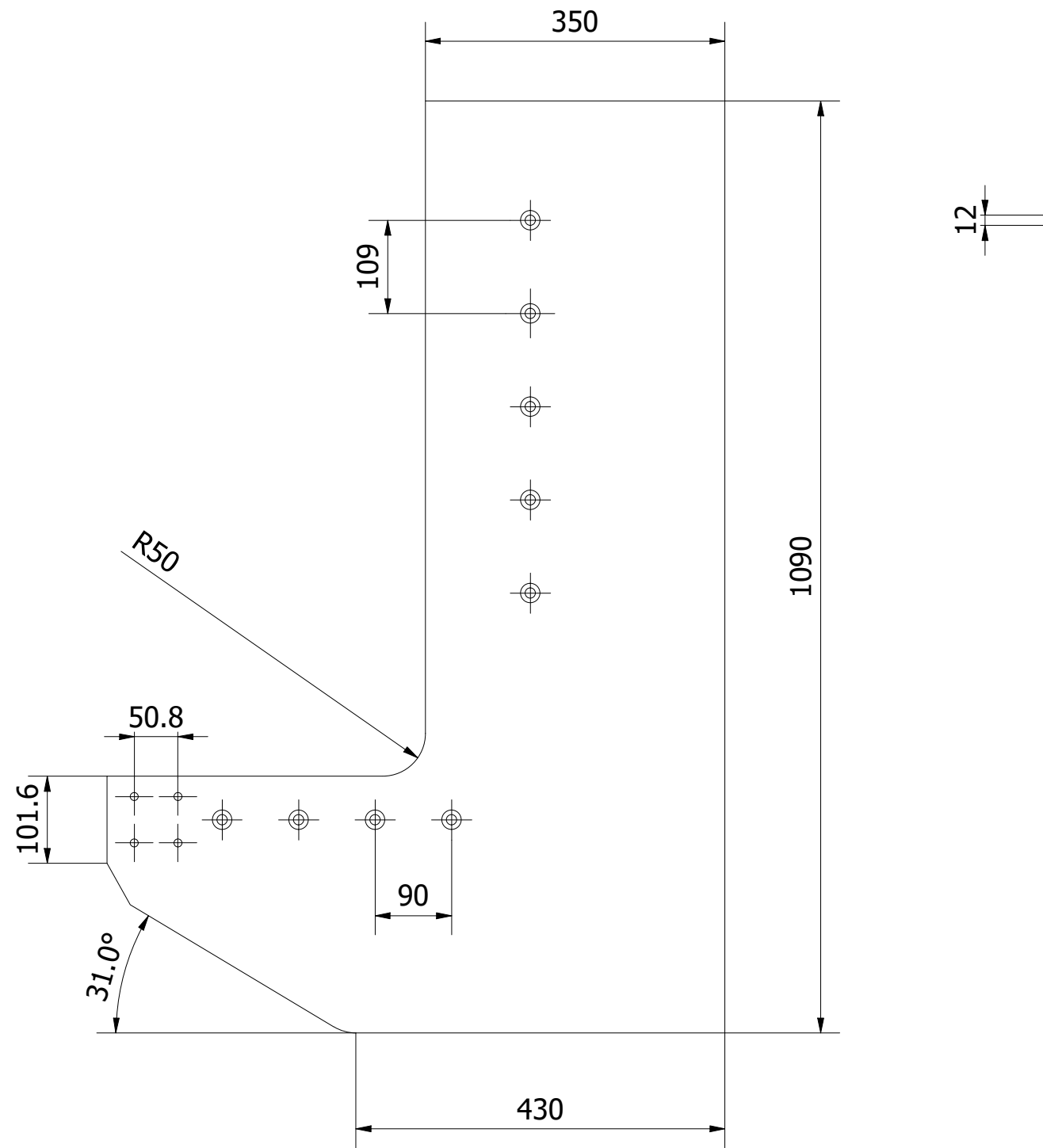
AJ (1 : 1)



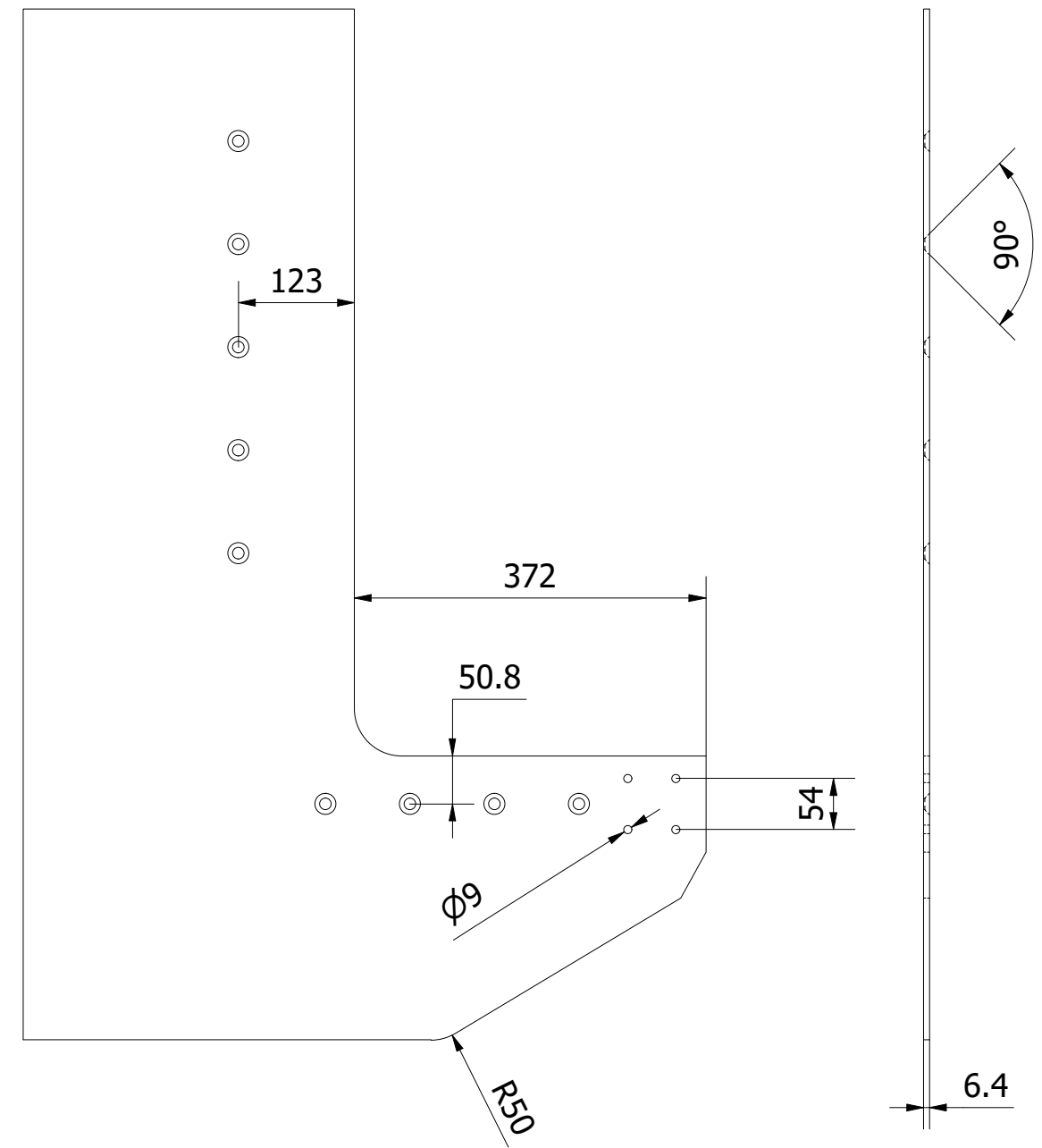
14	Tuerca hexagonal G8	2	M10x1.25 DIN 934
13	Tapa de buje	2	Bronce fosfórico
12	Soporte abatible	1	AISI/SAE 1008
11	Separador de Buje	2	Bronce fosfórico
10	Rodillo interior	1	AISI/SAE 8620
9	Rodamiento de carga radial de agujas	2	DIN 281, ISO 76 5905K511
8	Puente inferior rodillo interno	1	AISI/SAE 1008
7	Pivote izquierdo	1	AISI/SAE 1008
6	Pivote derecho	1	AISI/SAE 1008
5	Perno hexagonal 8.8 x35	2	M10 x 1.5 x 35
4	Perno hexagonal 8.8 x 25	4	M10x1.25x25 ISO 8676, DIN 961
3	Cubo de rodillo interno	1	AISI/SAE 1020
2	Buje de puente pivote	2	Bronce fosfórico
1	Arandela plana	4	M10 DIN 125, ISO 7089
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT	ESPECIFICACIÓN

LISTA DE PIEZAS

TRABAJO DE GRADUACION:	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE	FECHA: 30/05/2022		
ENTREGADO POR:	César Mauricio Henríquez Jurado Jorge Alexander Peña García	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA		
DOCENTE ASESOR:	Dr. y M.Sc Jonathan Antonio Berríos Ortiz			
Nº PLANO:	SUBCONJUNTO 5: Soporte abatible	UNIDADES: Milímetros	ESCALA: 1 : 3	
B5		FORMATO: A3		

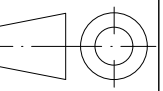


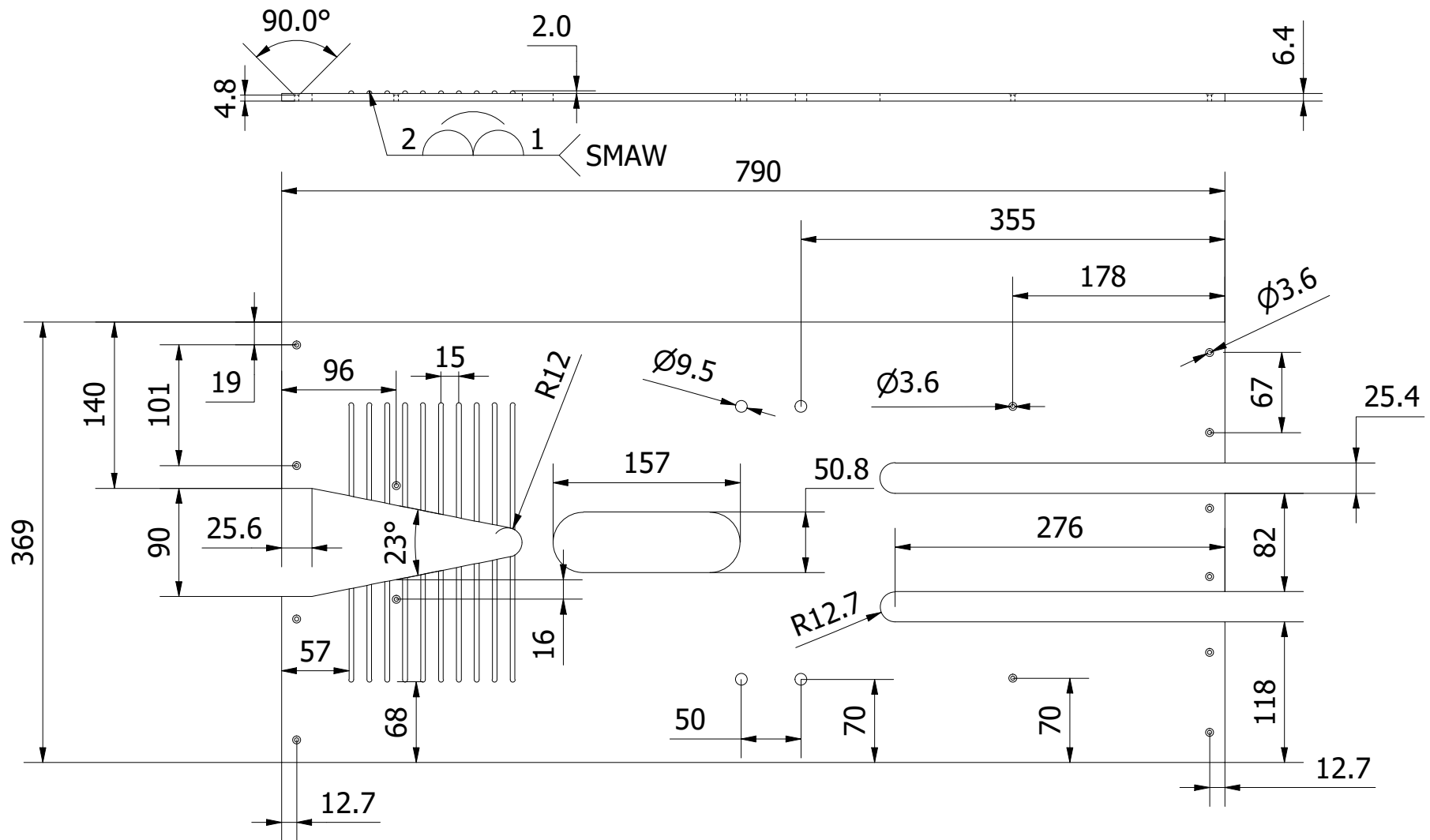
DETALLE B1.1.: Lateral derecho



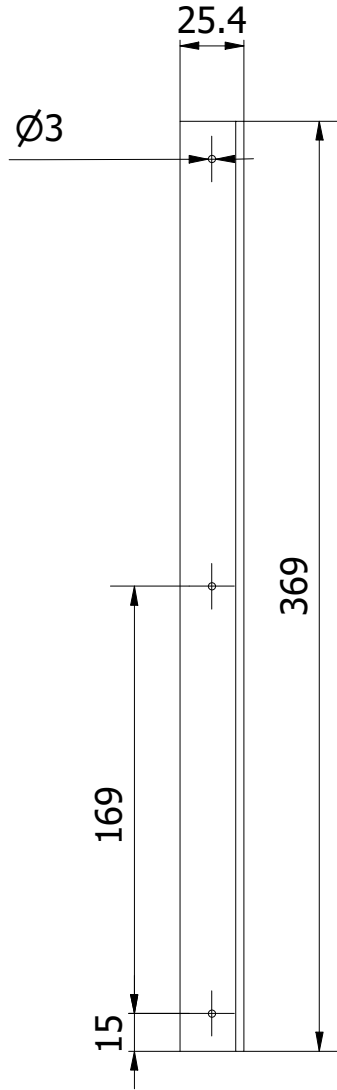
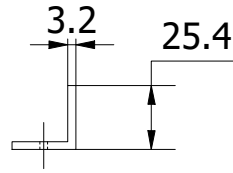
DETALLE B1.2.: Lateral izquierdo

TRABAJO DE GRADUACION:		PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE	FECHA: 30/05/2022	
ENTREGADO POR:		César Mauricio Henríquez Jurado Jorge Alexander Peña García	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
DOCENTE ASESOR:		Dr. y M.Sc Jonathan Antonio Berríos Ortiz		
Nº PLANO:	DETALLE B1.1.: Lateral derecho DETALLE B1.2.: Lateral izquierdo		UNIDADES: Milímetros	ESCALA:
C1			FORMATO: A3	1 : 7

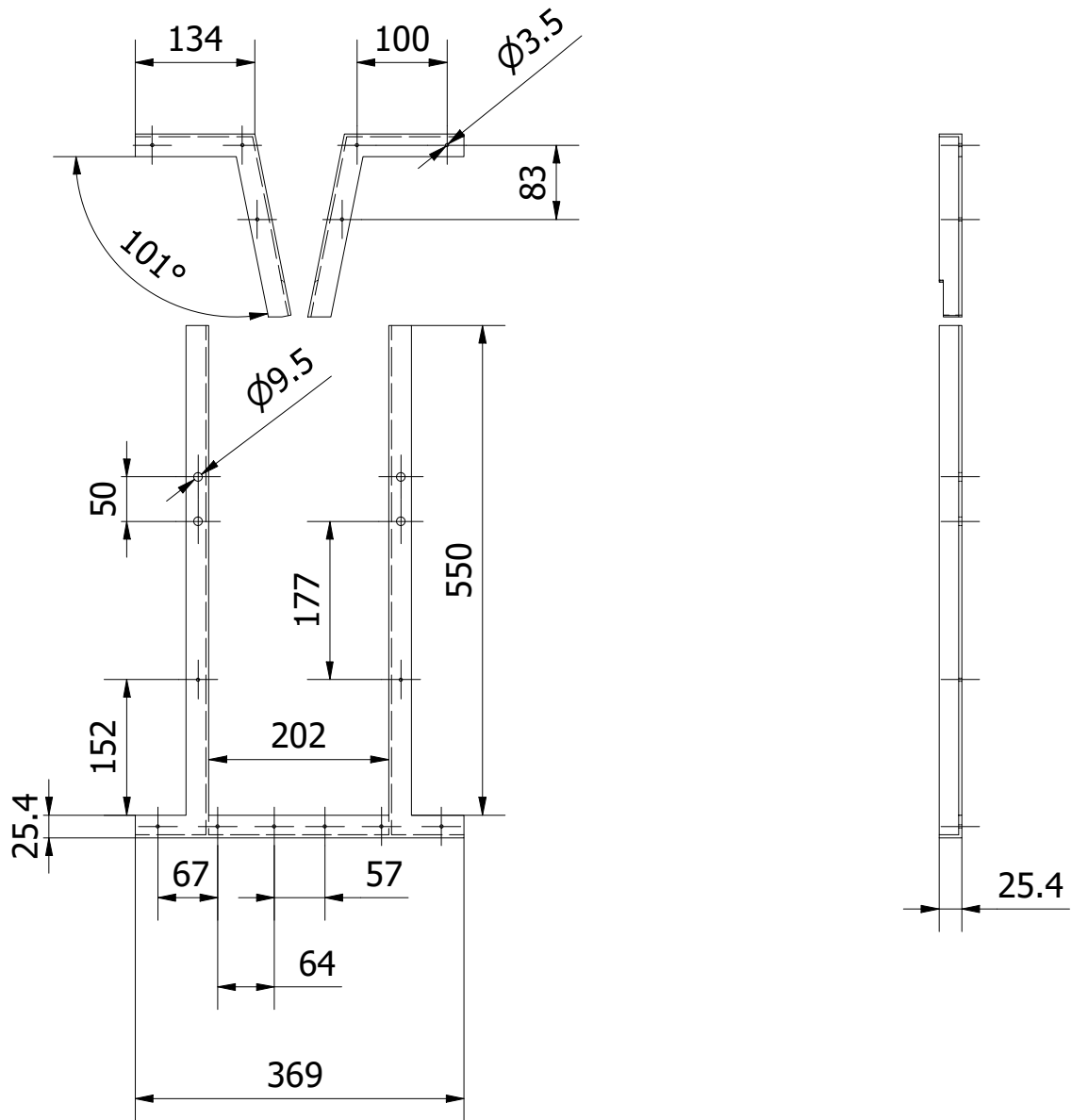




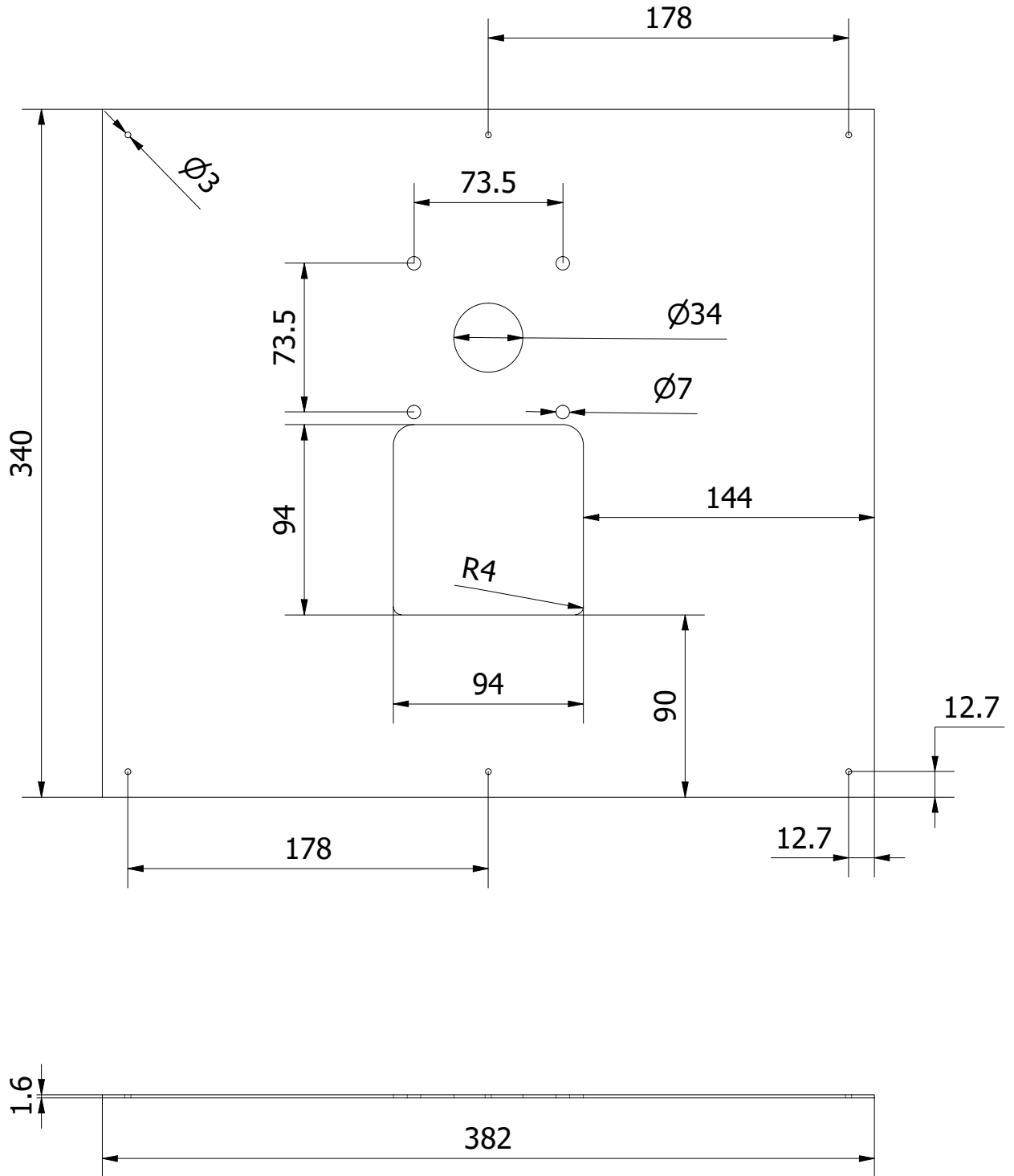
TRABAJO DE GRADUACION:	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE	FECHA: 30/05/2022		
ENTREGADO POR:	César Mauricio Henríquez Jurado Jorge Alexander Peña García	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA		
DOCENTE ASESOR:	Dr. y M.Sc Jonathan Antonio Berríos Ortiz			
Nº PLANO:	DETALLE B1.3.: Plataforma base	UNIDADES: Milímetros	ESCALA:	
C2		FORMATO: A4	1 : 5	



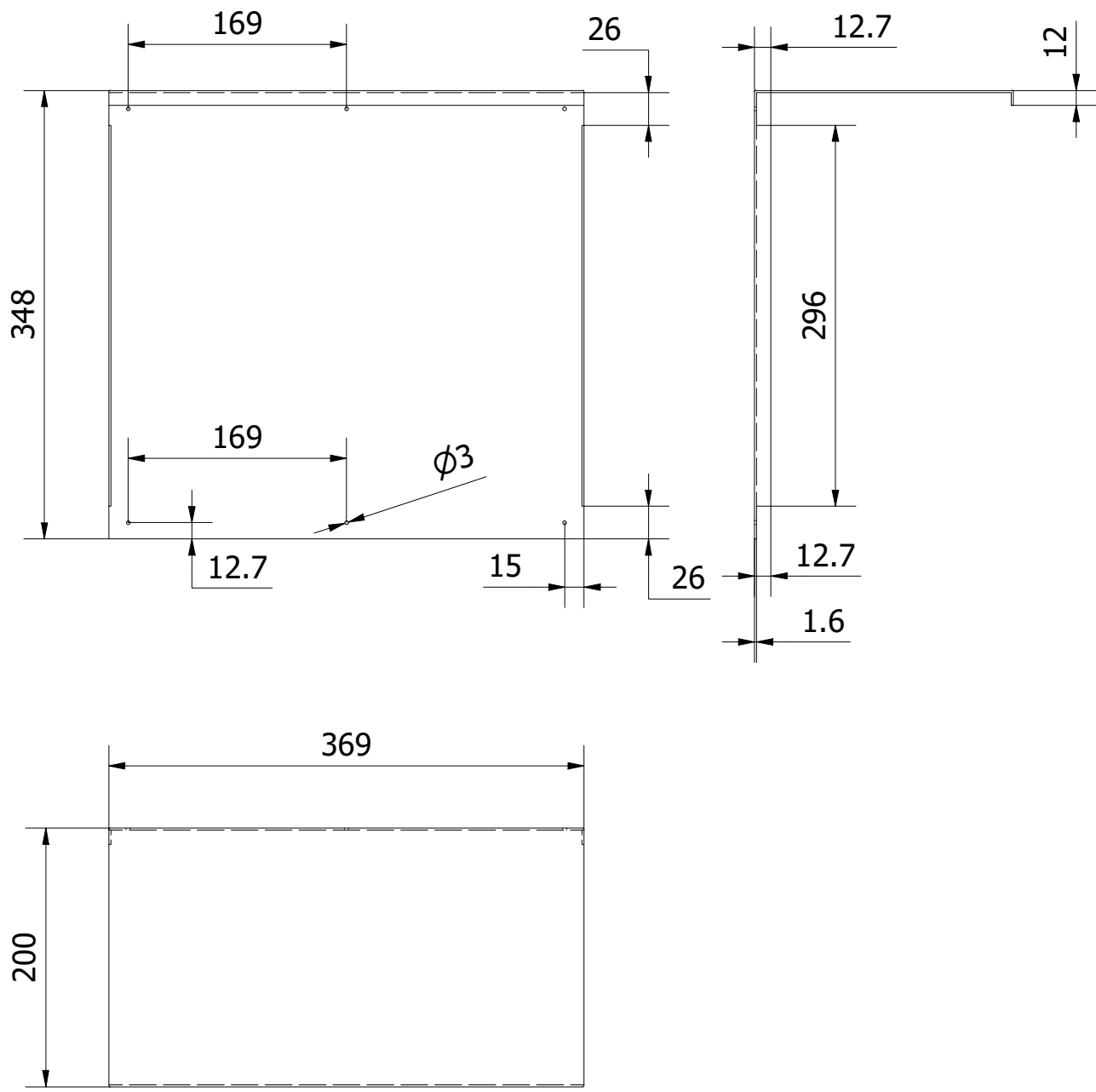
TRABAJO DE GRADUACION:		PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE	FECHA: 30/05/2022		
ENTREGADO POR:		César Mauricio Henríquez Jurado Jorge Alexander Peña García	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA		
DOCENTE ASESOR:		Dr. y M.Sc Jonathan Antonio Berríos Ortiz			
Nº PLANO:	DETALLE B1.4.: Soportería de ángulo		UNIDADES: Milímetros	ESCALA:	
C3			FORMATO: A4	1 : 3	



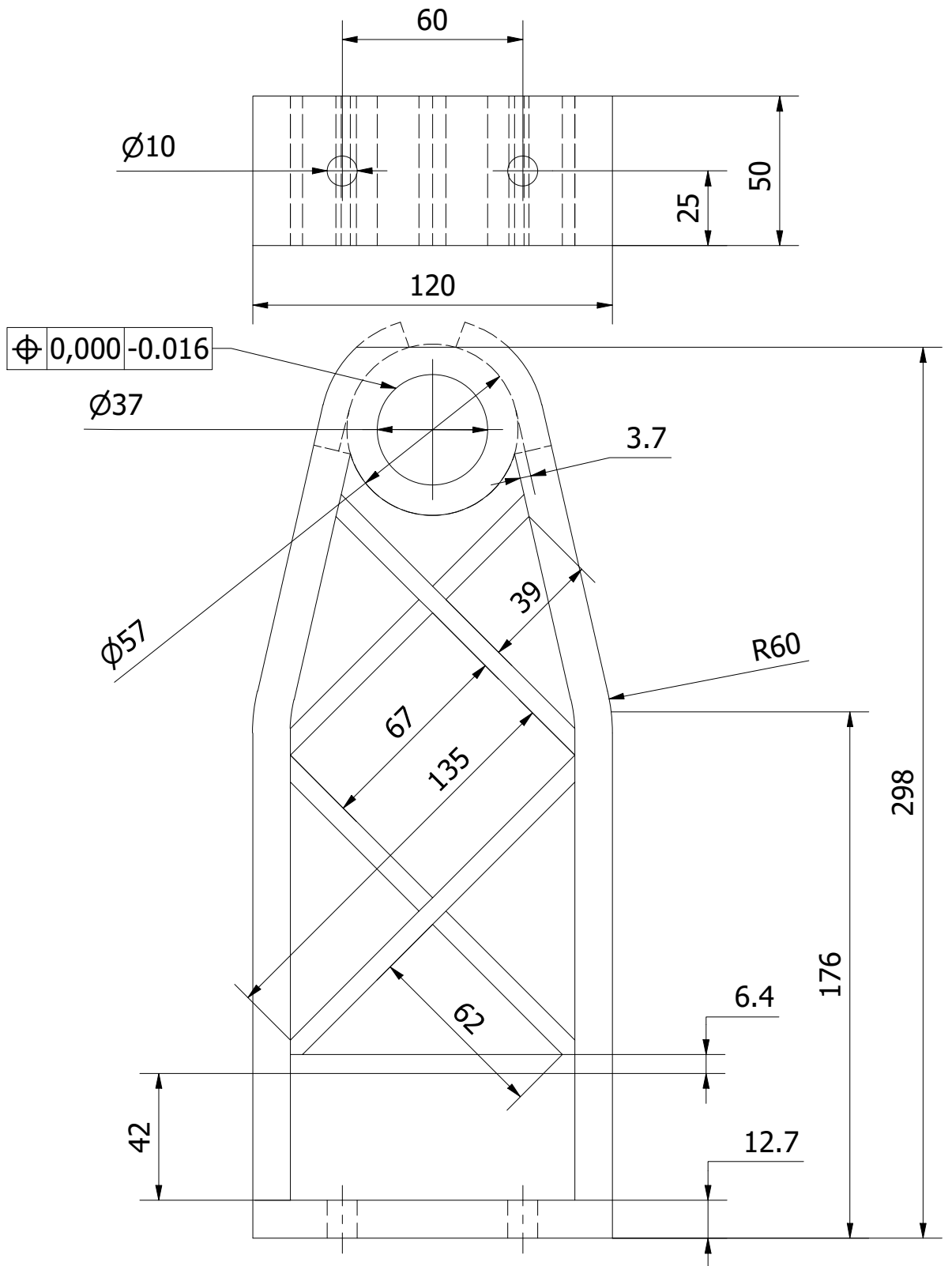
TRABAJO DE GRADUACION:		PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE	FECHA: 30/05/2022		
ENTREGADO POR:		César Mauricio Henríquez Jurado Jorge Alexander Peña García	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA		
DOCENTE ASESOR:		Dr. y M.Sc Jonathan Antonio Berríos Ortiz			
Nº PLANO:	DETALLE B1.5.: Soportería de plataforma		UNIDADES: Milímetros	ESCALA:	
C4			FORMATO: A4	1 : 8	



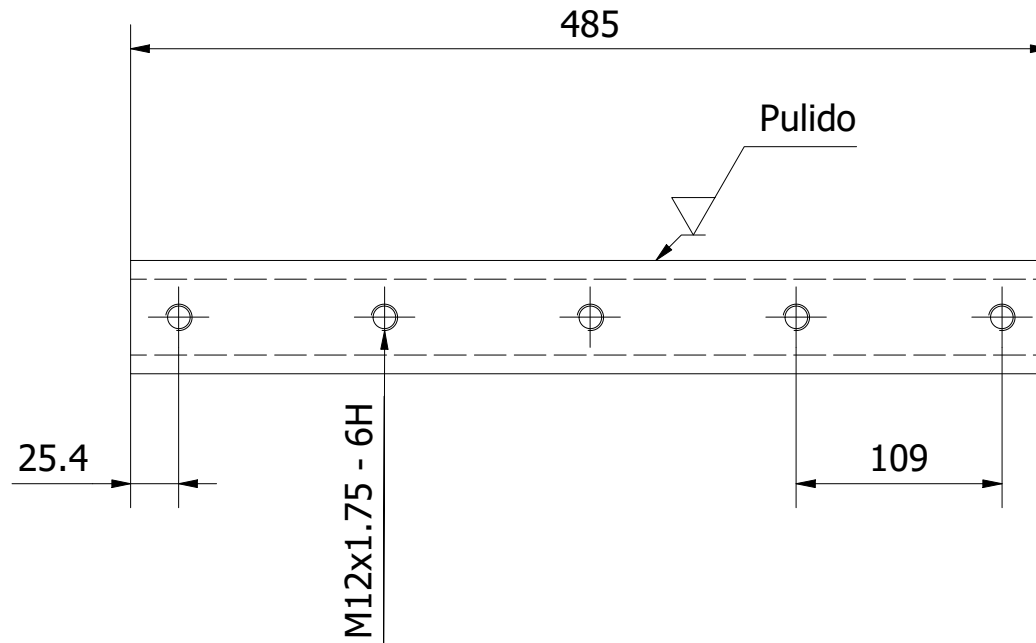
TRABAJO DE GRADUACION:	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE	FECHA: 30/05/2022		
ENTREGADO POR:	César Mauricio Henríquez Jurado Jorge Alexander Peña García	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA		
DOCENTE ASESOR:	Dr. y M.Sc Jonathan Antonio Berríos Ortiz			
Nº PLANO: C5	DETALLE B1.6.: Tapa frontal	UNIDADES: Milímetros FORMATO: A4	ESCALA: 1 : 3	



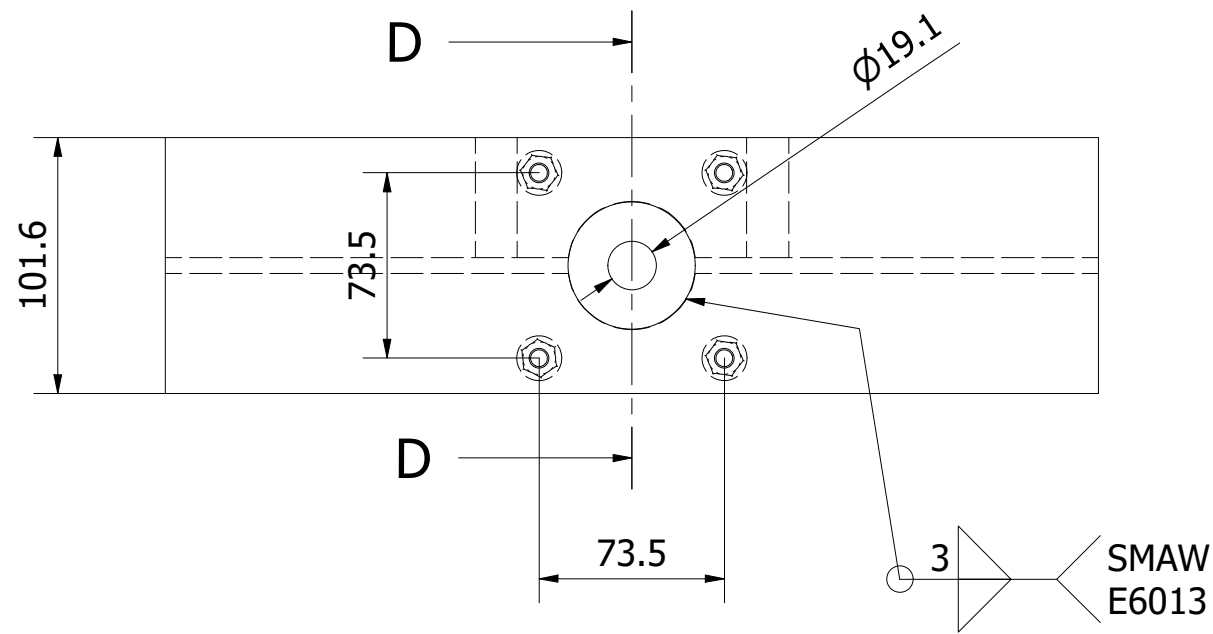
TRABAJO DE GRADUACION:		PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE	FECHA: 30/05/2022		
ENTREGADO POR:		César Mauricio Henríquez Jurado Jorge Alexander Peña García	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA		
DOCENTE ASESOR:		Dr. y M.Sc Jonathan Antonio Berríos Ortiz			
Nº PLANO:	DETALLE B1.7.: Tapa trasera		UNIDADES: Milímetros	ESCALA:	
C6			FORMATO: A4	1 : 5	



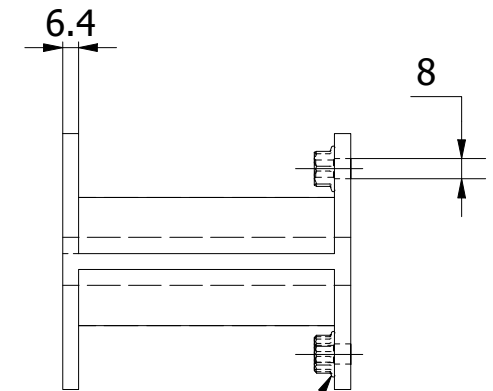
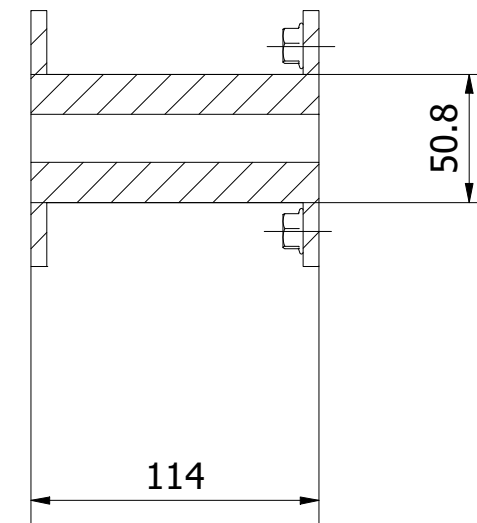
TRABAJO DE GRADUACION:		PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE	FECHA: 30/05/2022		
ENTREGADO POR:		César Mauricio Henríquez Jurado Jorge Alexander Peña García	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA		
DOCENTE ASESOR:		Dr. y M.Sc Jonathan Antonio Berríos Ortiz			
Nº PLANO:	DETALLE B2.1.: Brazo de soporte de rodillo exterior		UNIDADES: Milímetros	ESCALA:	
C7			FORMATO: A4	1 : 2	



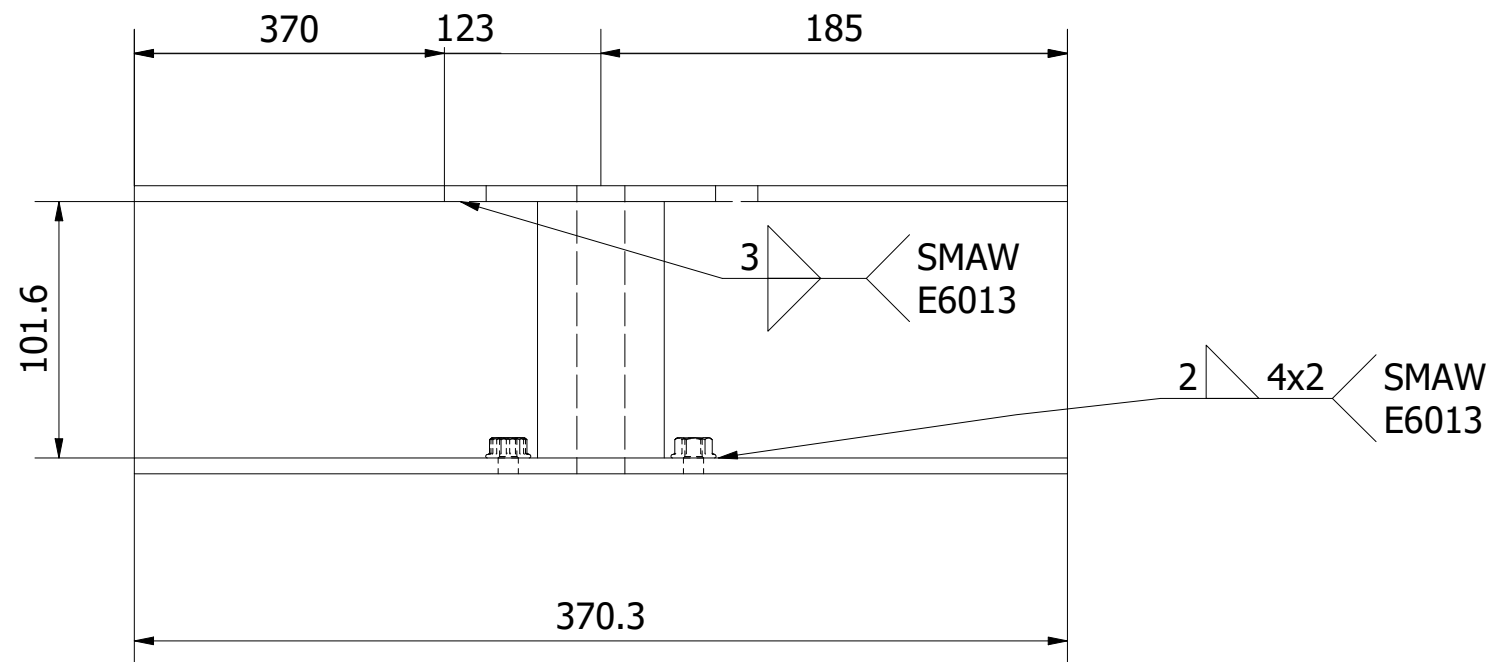
TRABAJO DE GRADUACION:		PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE		FECHA: 30/05/2022	
ENTREGADO POR:		César Mauricio Henríquez Jurado	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA		
		Jorge Alexander Peña García			
DOCENTE ASESOR:		Dr. y M.Sc Jonathan Antonio Berríos Ortiz			
Nº PLANO:	DETALLE B2.2.: Guía axial			UNIDADES: Milímetros	ESCALA:
C8				FORMATO: A4	1 : 4



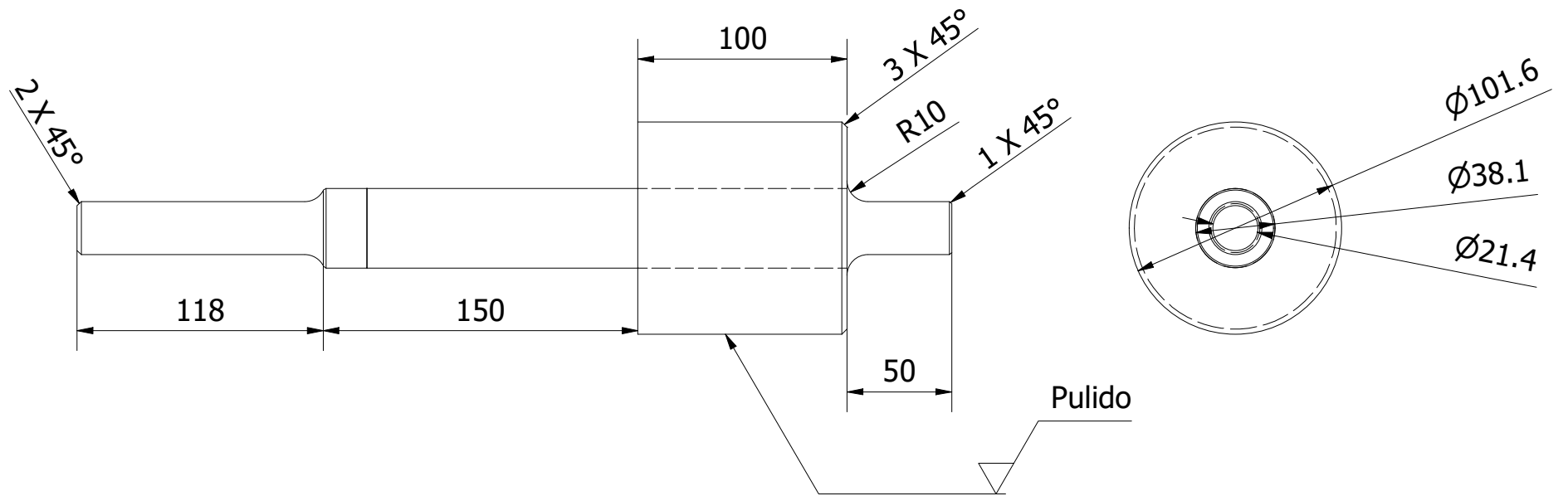
D-D (1 : 3)



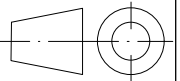
Tuerca M8 soldada

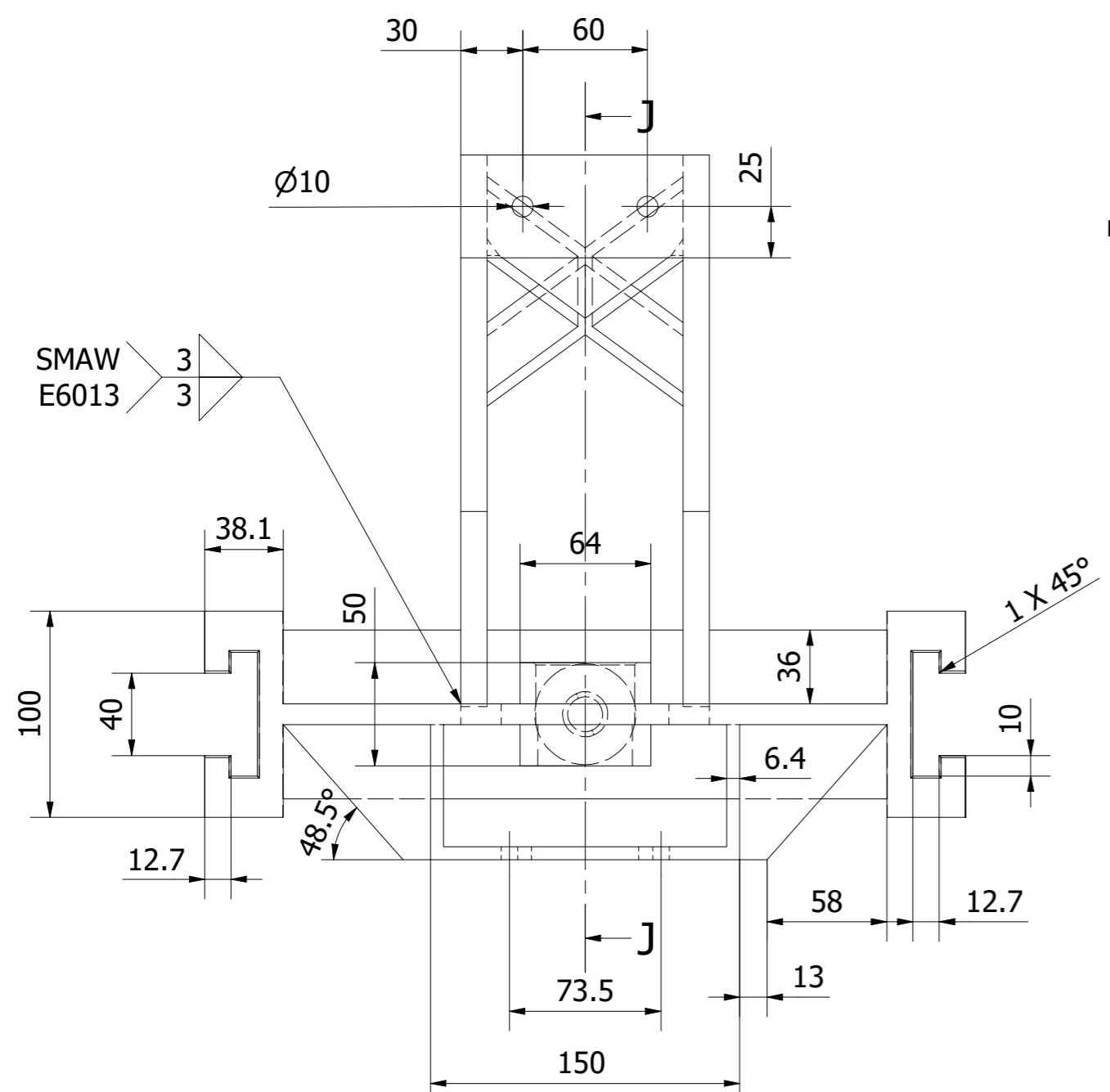
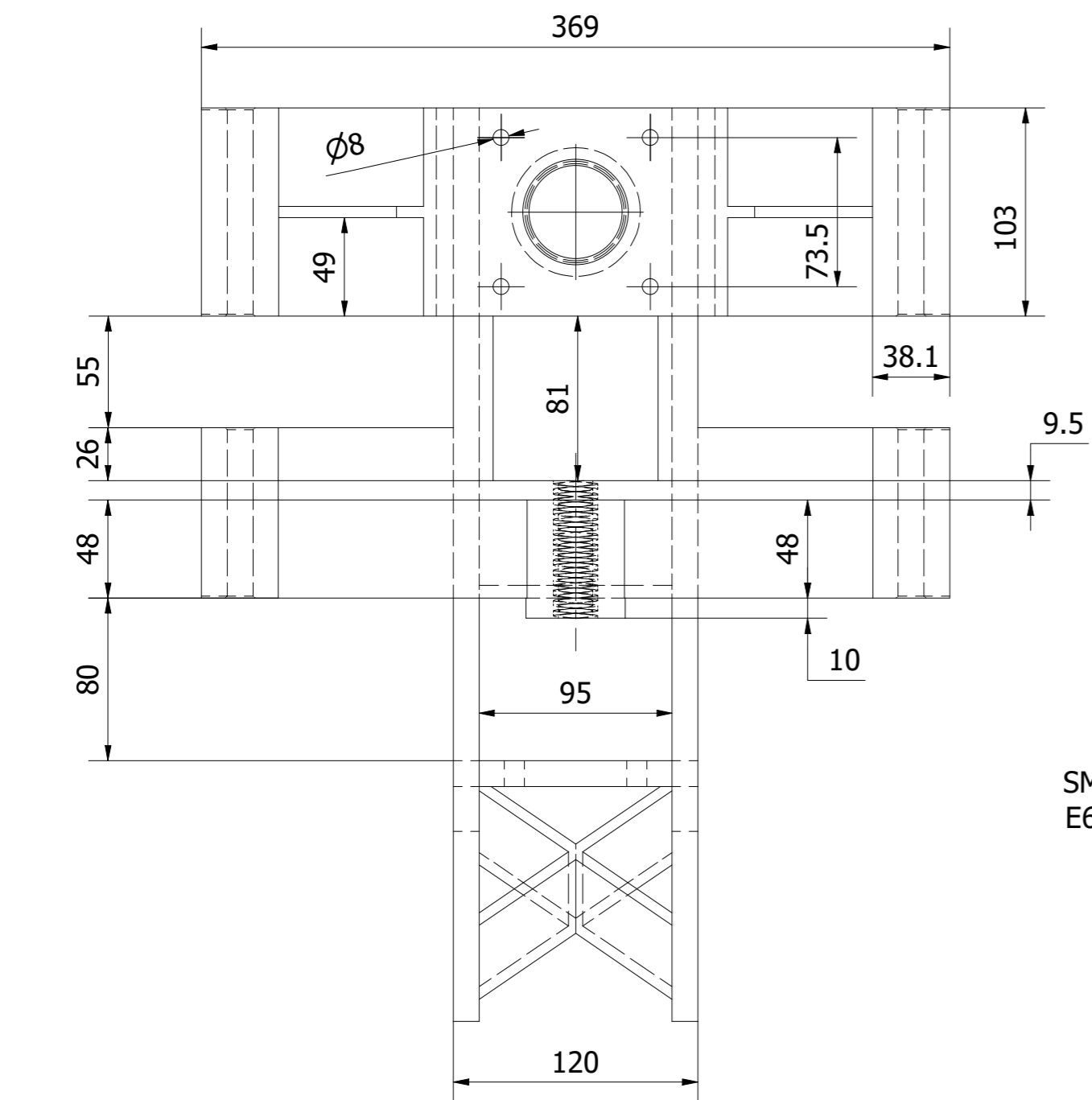


TRABAJO DE GRADUACION:	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE	FECHA: 30/05/2022
ENTREGADO POR:	César Mauricio Henríquez Jurado Jorge Alexander Peña García	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
DOCENTE ASESOR:	Dr. y M.Sc Jonathan Antonio Berríos Ortiz	
Nº PLANO:	DETALLE B2.3.: Puente de soporte axial	UNIDADES: Milímetros ESCALA: 1 : 3
C9		FORMATO: A3

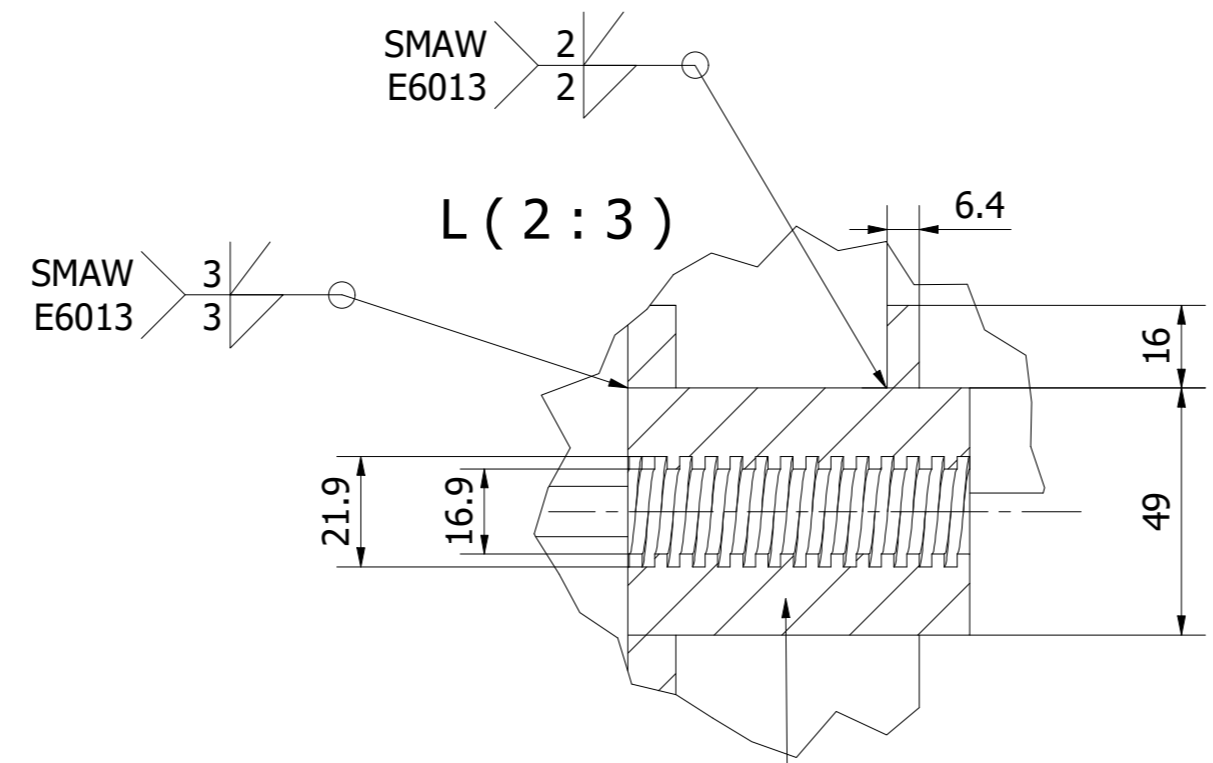


TRABAJO DE GRADUACION:		PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE		FECHA: 30/05/2022	
ENTREGADO POR:		César Mauricio Henríquez Jurado Jorge Alexander Peña García		UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
DOCENTE ASESOR:		Dr. y M.Sc Jonathan Antonio Berríos Ortiz			
Nº PLANO:	DETALLE B2.4.: Rodillo motriz externo			UNIDADES:	ESCALA:
C10				Milímetros	
				FORMATO: A4	

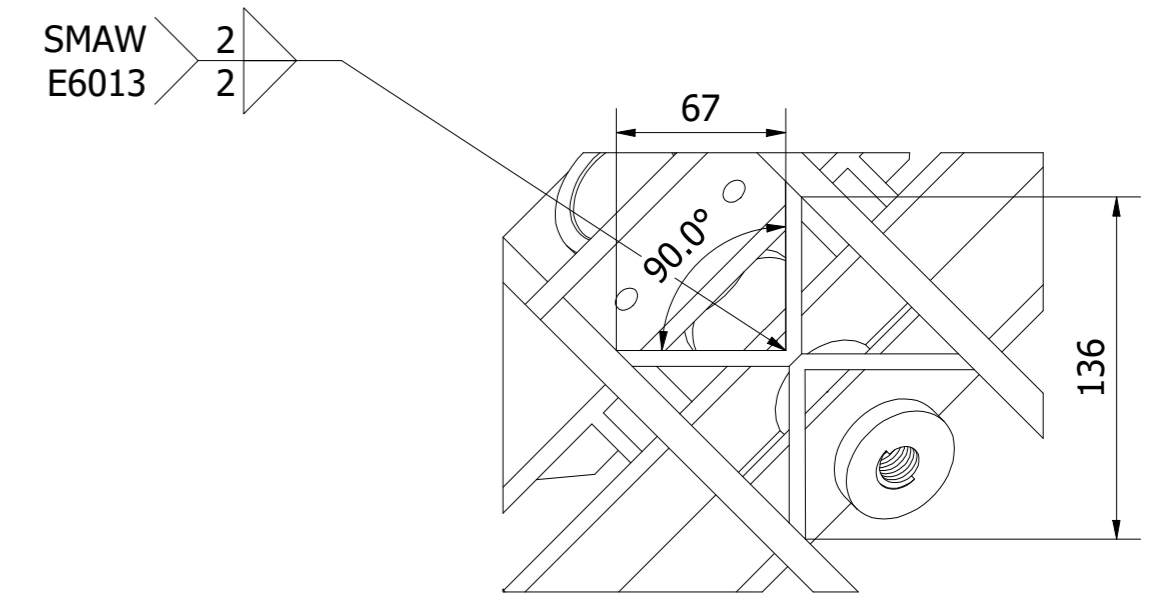
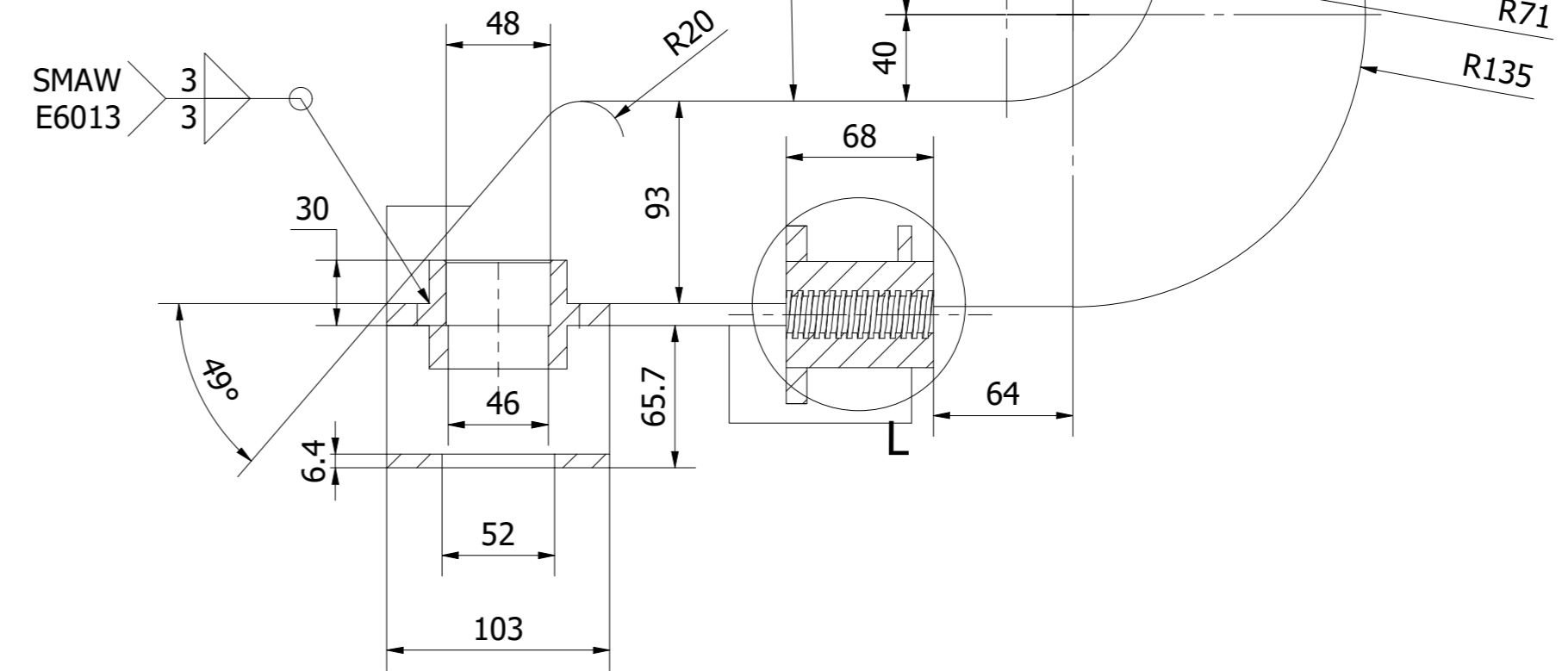




Para el ensamble de la pieza se deberá hacer uso de tensores provisionales cuando el conjunto de placas esté presentado antes de resoldar, para reducir la deformación y el alabeo de placas grandes y se deberá soldar con las guías axiales en su posición para garantizar la alineación.

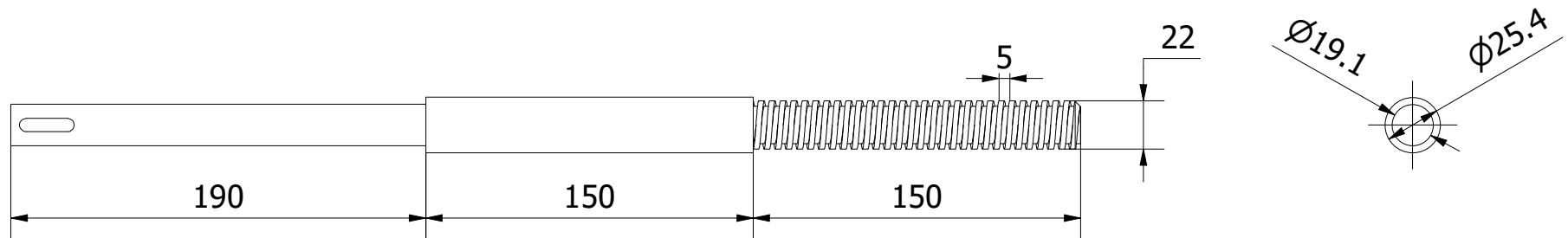


El elemento roscado se deberá maquinar previo al ensamble y se soldará de forma diferenciada alternando cordones de soldadura opuestos para reducir al mínimo la distorsión térmica

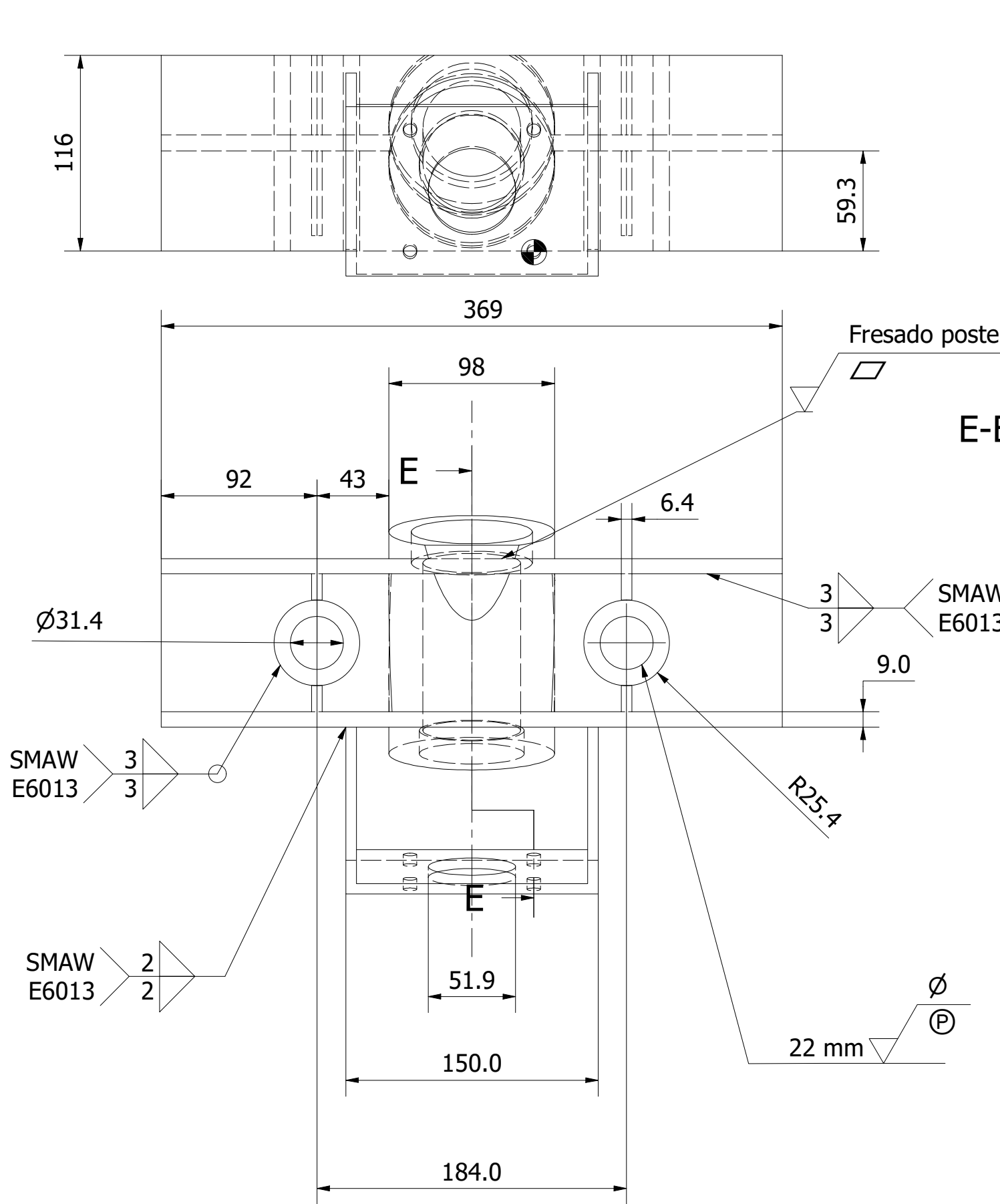


TRABAJO DE GRADUACION:	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE	FECHA: 30/05/2022
ENTREGADO POR:	César Mauricio Henríquez Jurado Jorge Alexander Peña García	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
DOCENTE ASESOR:	Dr. y M.Sc Jonathan Antonio Berrios Ortiz	
Nº PLANO:	C11	UNIDADES: Milímetros
	DETALLE B2.5.: Soporte de rodillo externo	ESCALA: 1 : 3
		FORMATO: A2

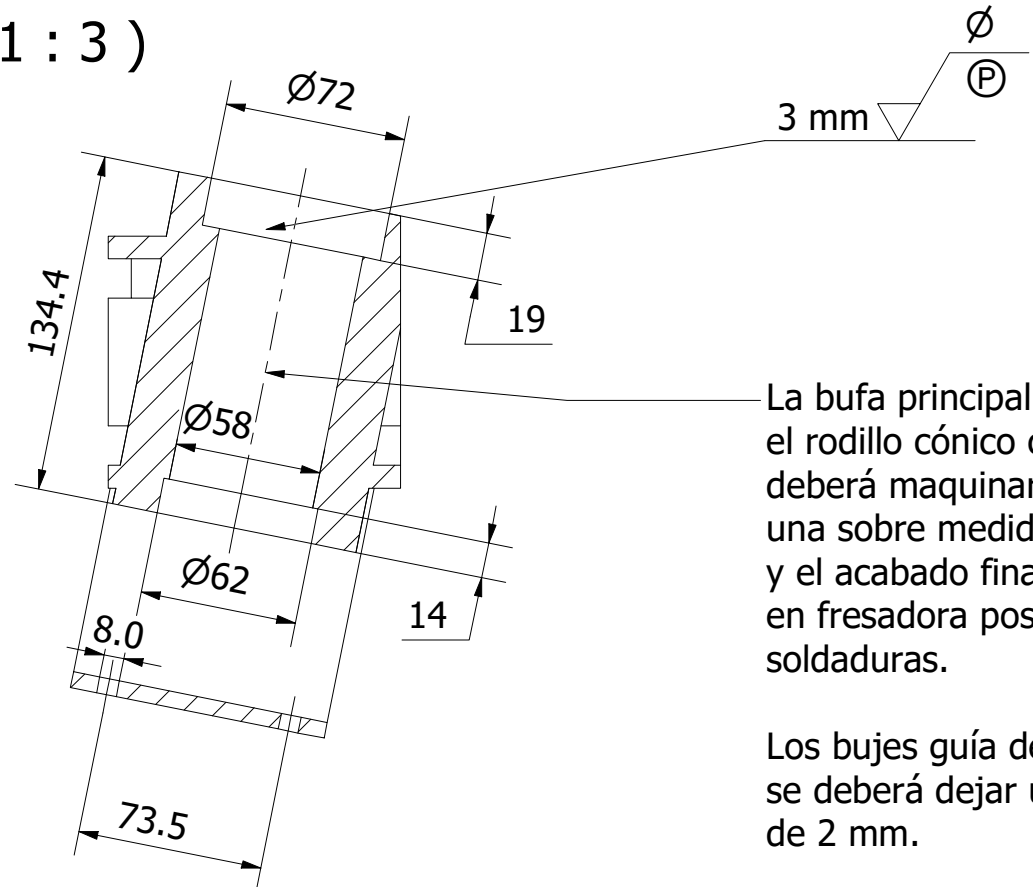
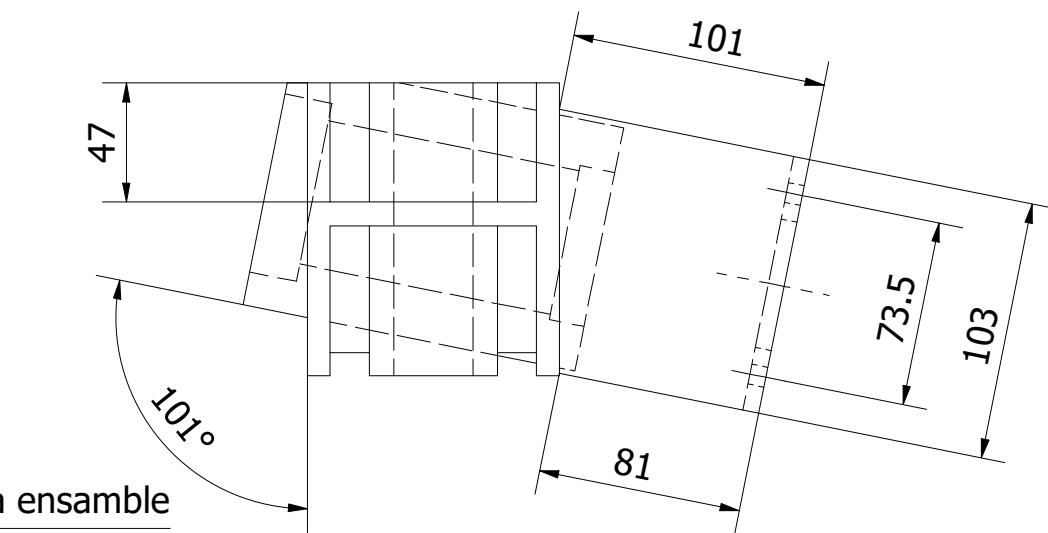
DETALLE DE ROSCA					
PASO	De	Di	ÁNGULO DE HELICE	SENTIDO DE ROSCA	Nº DE ENTRADAS
5	22	17	4° 39' 57.67"	DERECHA	1



1	Tornillo de potencia axial	1	AISI/SAE 8660	
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT	ESPECIFICACIÓN	
LISTA DE PIEZAS				
TRABAJO DE GRADUACION:		PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE		FECHA: 30/05/2022
ENTREGADO POR:		César Mauricio Henríquez Jurado Jorge Alexander Peña García		UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
DOCENTE ASESOR:		Dr. y M.Sc Jonathan Antonio Berríos Ortiz		
Nº PLANO:		UNIDADES:		ESCALA:
C12		Milímetros		1 : 3
DETALLE B2.6.: Tornillo de potencia axial		FORMATO: A4		



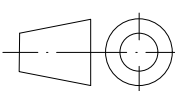
E-E (1 : 3)

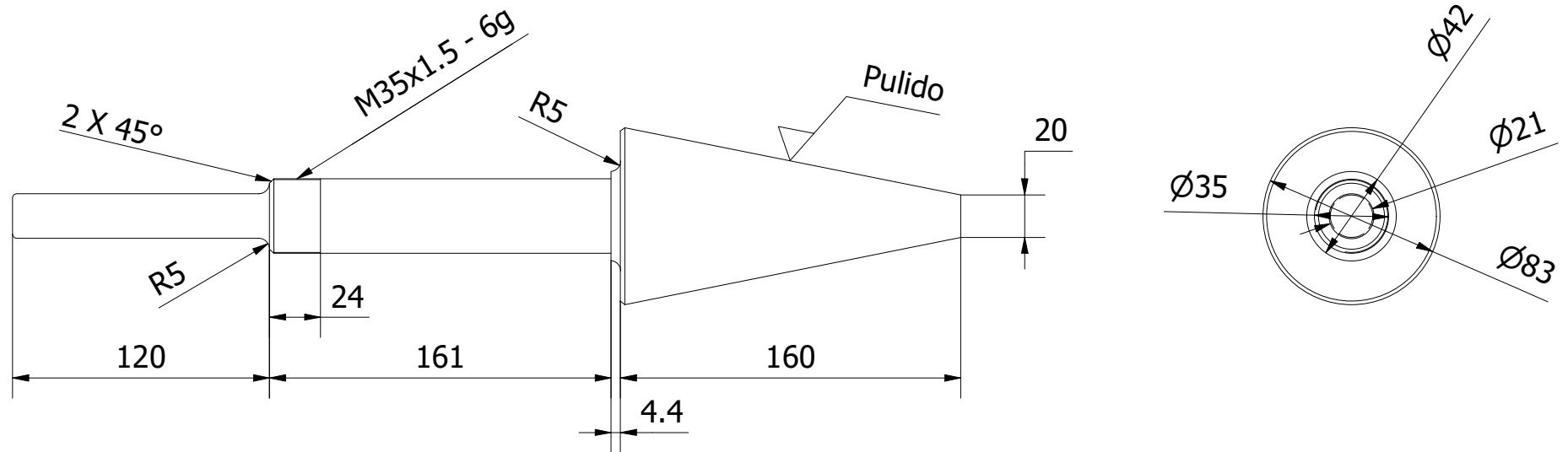


La bufa principal donde se aloja el rodillo cónico conductor se deberá maquinar dejando una sobre medida de 3 mm y el acabado final se dará en fresadora posterior a las soldaduras.

Los bujes guía de tornillos se deberá dejar una sobre medida de 2 mm.

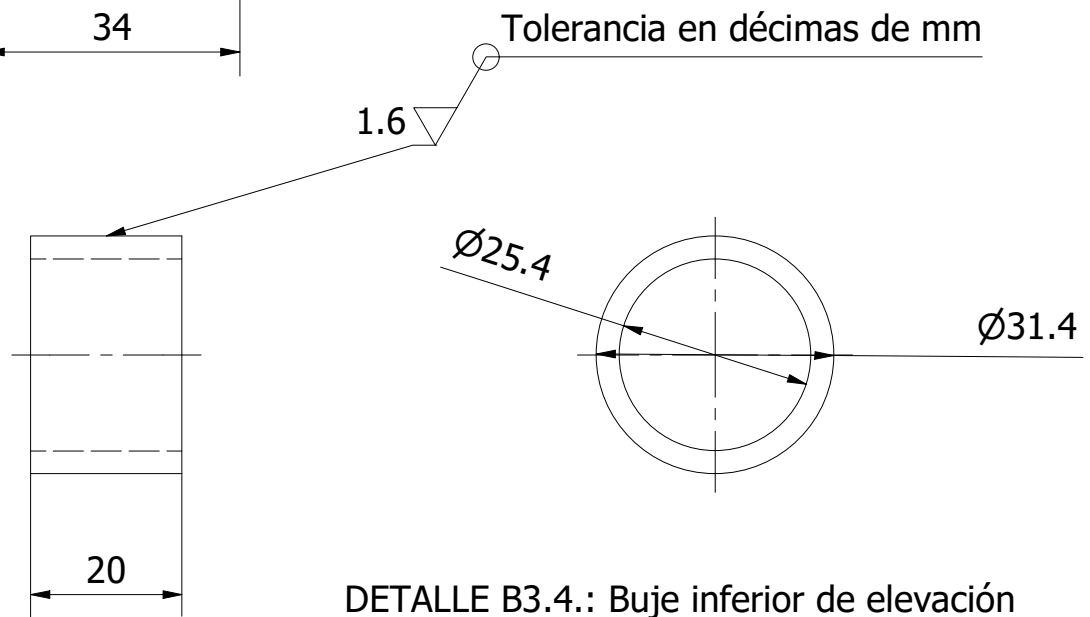
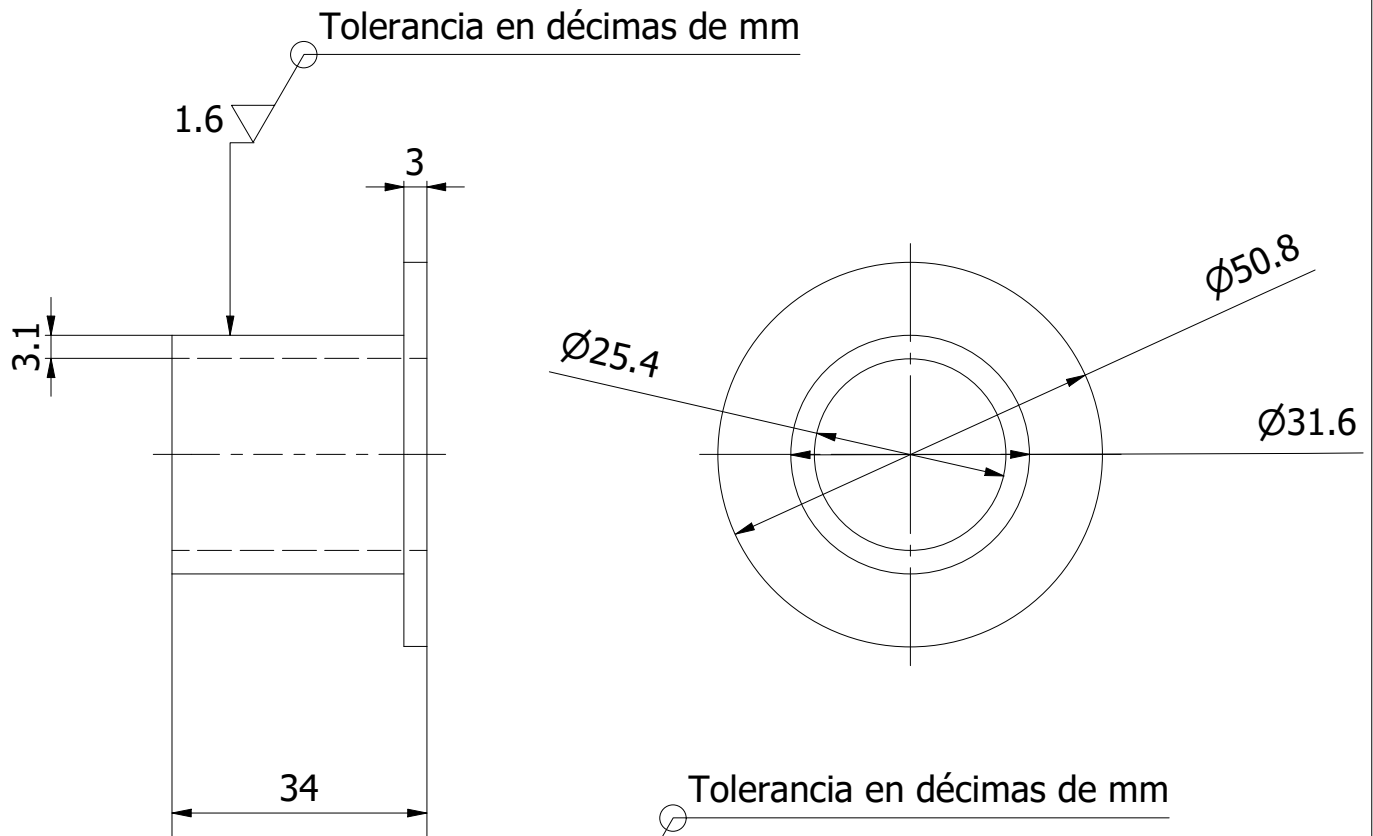
TRABAJO DE GRADUACION:		PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE	FECHA: 30/05/2022
ENTREGADO POR:		César Mauricio Henríquez Jurado Jorge Alexander Peña García	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
DOCENTE ASESOR:		Dr. y M.Sc Jonathan Antonio Berríos Ortiz	
Nº PLANO:	DETALLE B3.1: Puente de rodillo cónico inferior	UNIDADES: Milímetros	ESCALA:
C13		FORMATO: A3	1 : 3





TRABAJO DE GRADUACION:		PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE		FECHA: 30/05/2022	
ENTREGADO POR:		César Mauricio Henríquez Jurado Jorge Alexander Peña García		UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
DOCENTE ASESOR:		Dr. y M.Sc Jonathan Antonio Berríos Ortiz			
Nº PLANO:	DETALLE B3.2.: Rodillo cónico motriz			UNIDADES: Milímetros	ESCALA:
C14				FORMATO: A4	1 : 3

DETALLE B3.3.: Buje de tornillo elevador

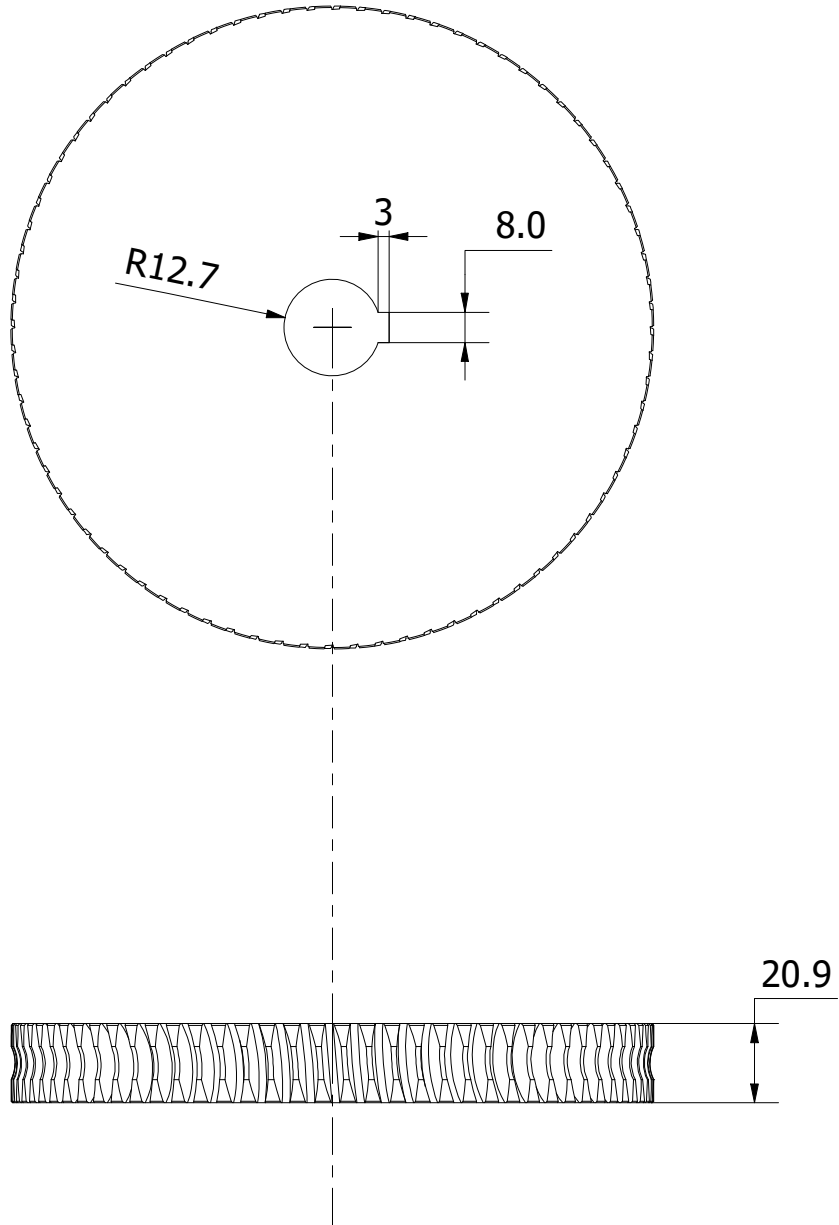


DETALLE B3.4.: Buje inferior de elevación

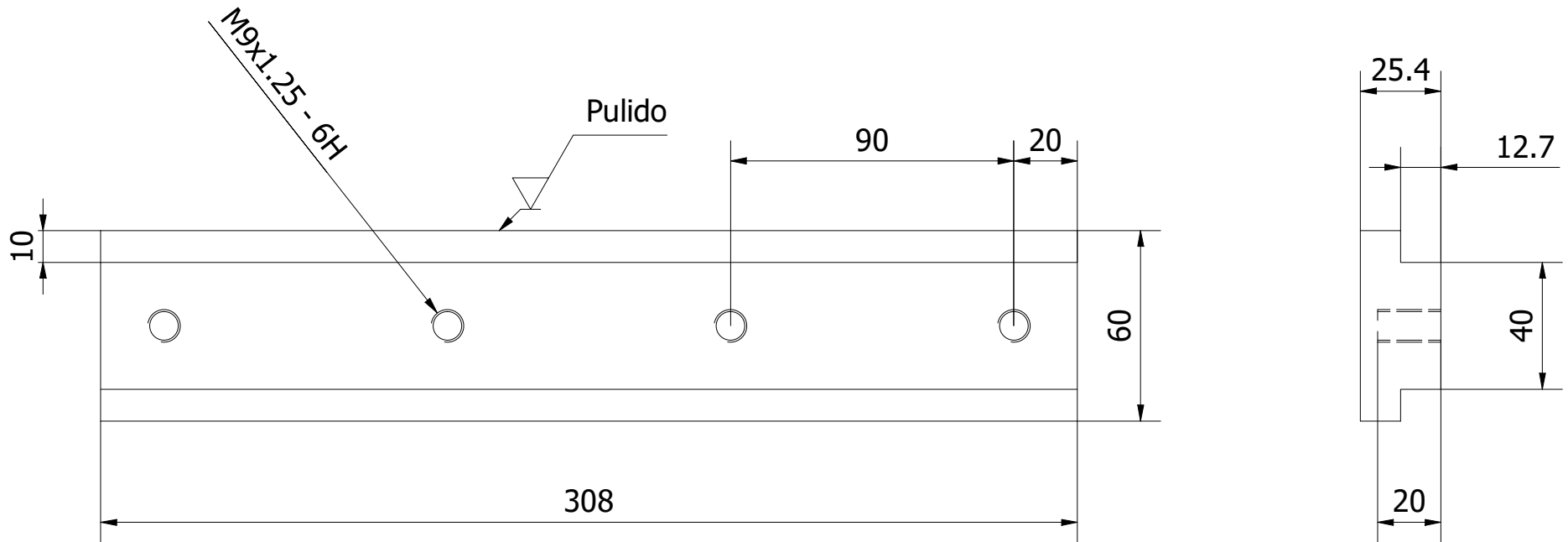
2	Buje liso	4	Bronce fosfórico	
1	Buje con arandela de contacto	6	Bronce fosfórico	
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT	ESPECIFICACIÓN	
LISTA DE PIEZAS				
TRABAJO DE GRADUACION:	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE	FECHA: 30/05/2022		
ENTREGADO POR:	César Mauricio Henríquez Jurado Jorge Alexander Peña García	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA		
DOCENTE ASESOR:	Dr. y M.Sc Jonathan Antonio Berríos Ortiz			
Nº PLANO:	DETALLE B3.3.: Buje de tornillo de potencia DETALLE B3.4.: Buje inferior de elevación	UNIDADES: Milímetros	ESCALA:	
C15		FORMATO: A4	1 : 1	

DATOS DE CORONA

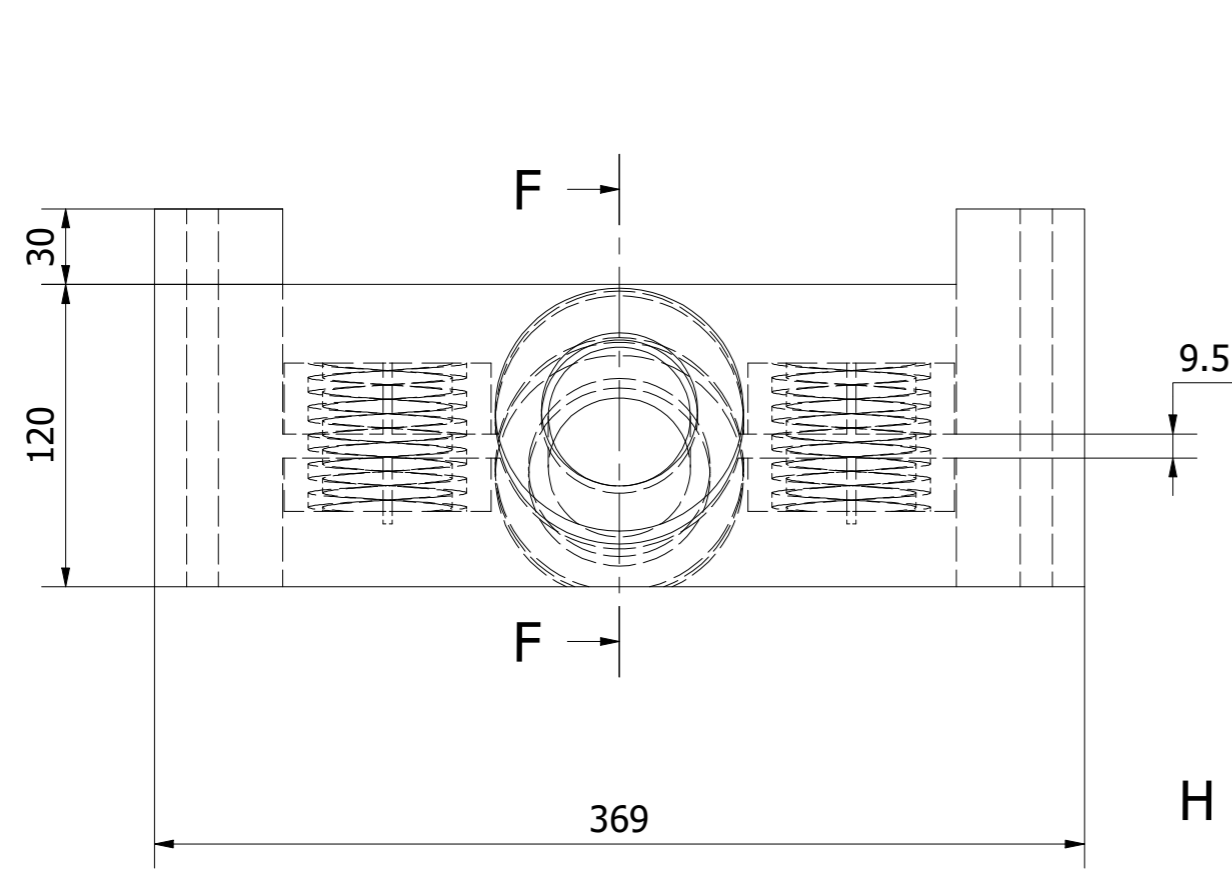
MODULO	PASO	Z	DIAMETRO SOBRE ARISTAS	De	Dp	RADIO CE CONCAVIDAD	ALTURA DE DIENTE
2	6.28	80	167	164	160	10	4.33



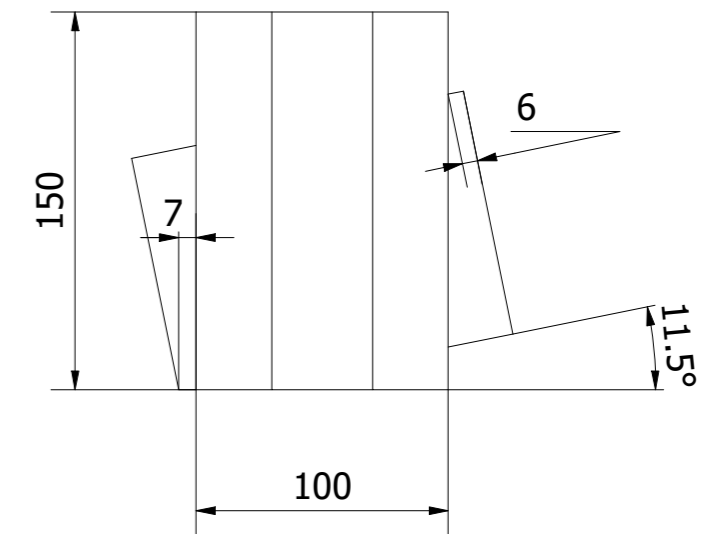
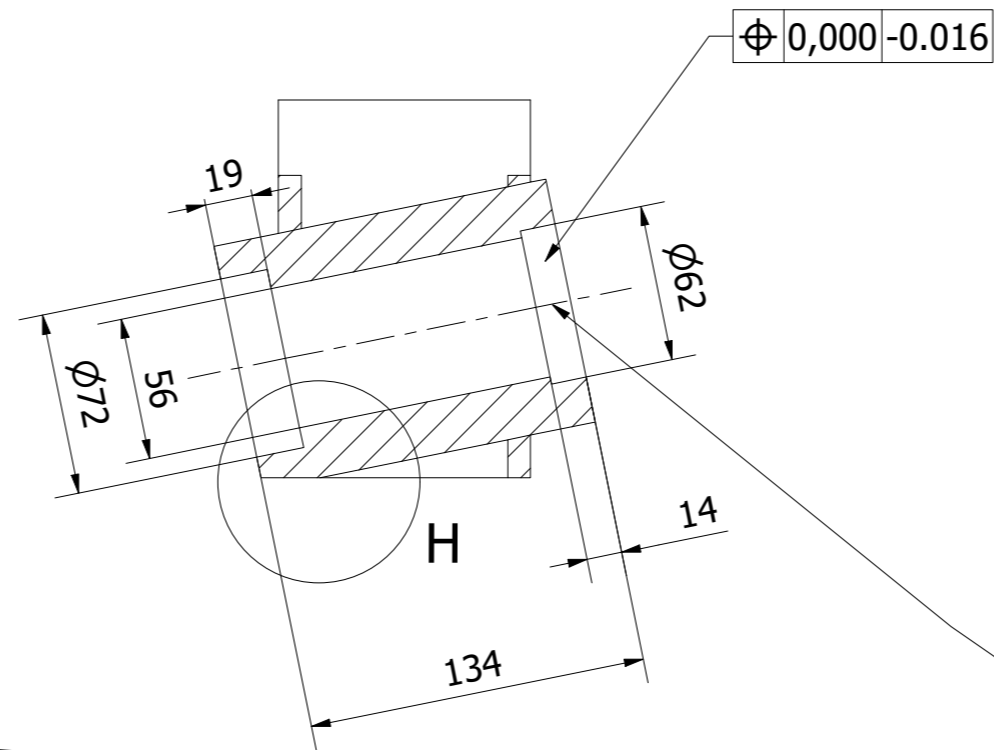
TRABAJO DE GRADUACION:		PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE	FECHA: 30/05/2022
ENTREGADO POR:		César Mauricio Henríquez Jurado Jorge Alexander Peña García	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
DOCENTE ASESOR:		Dr. y M.Sc Jonathan Antonio Berríos Ortiz	
Nº PLANO:	DETALLE B4.1.: Engrane corona		UNIDADES: Milímetros
C16			FORMATO: A4
			ESCALA: 1 : 2



TRABAJO DE GRADUACION:		PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE		FECHA: 30/05/2022	
ENTREGADO POR:		César Mauricio Henríquez Jurado Jorge Alexander Peña García		UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
DOCENTE ASESOR:		Dr. y M.Sc Jonathan Antonio Berríos Ortiz			
Nº PLANO:	DETALLE B4.2.: Guía de elevación			UNIDADES:	ESCALA:
C17				Milímetros	
				FORMATO: A4	



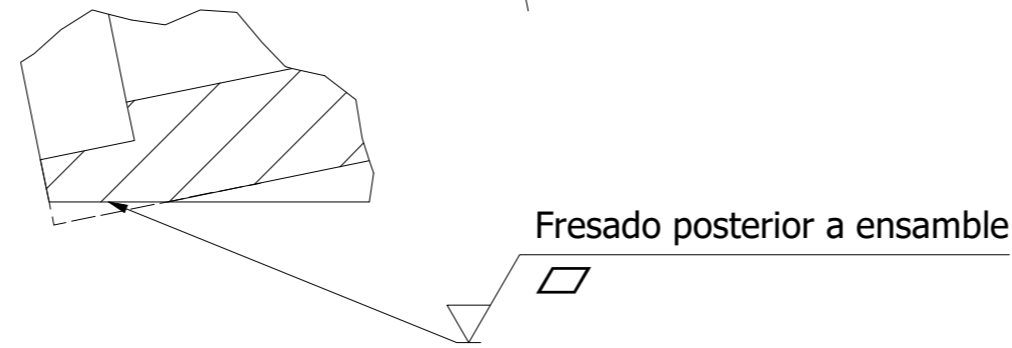
F-F (1 : 3)



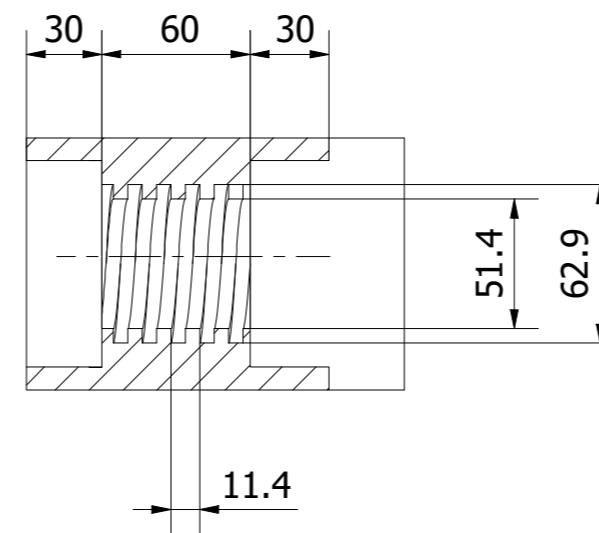
La bufa principal donde se aloja el rodillo cónico conducido se deberá maquinar dejando una sobre medida de 3 mm y el acabado final se dará en fresadora posterior a las soldaduras.

Las roscas cuadradas deberán maquinarse previo al ensamblaje y se deberá mantener al mínimo el estires térmico alternando cordones de soldadura para evitar su distorsión.

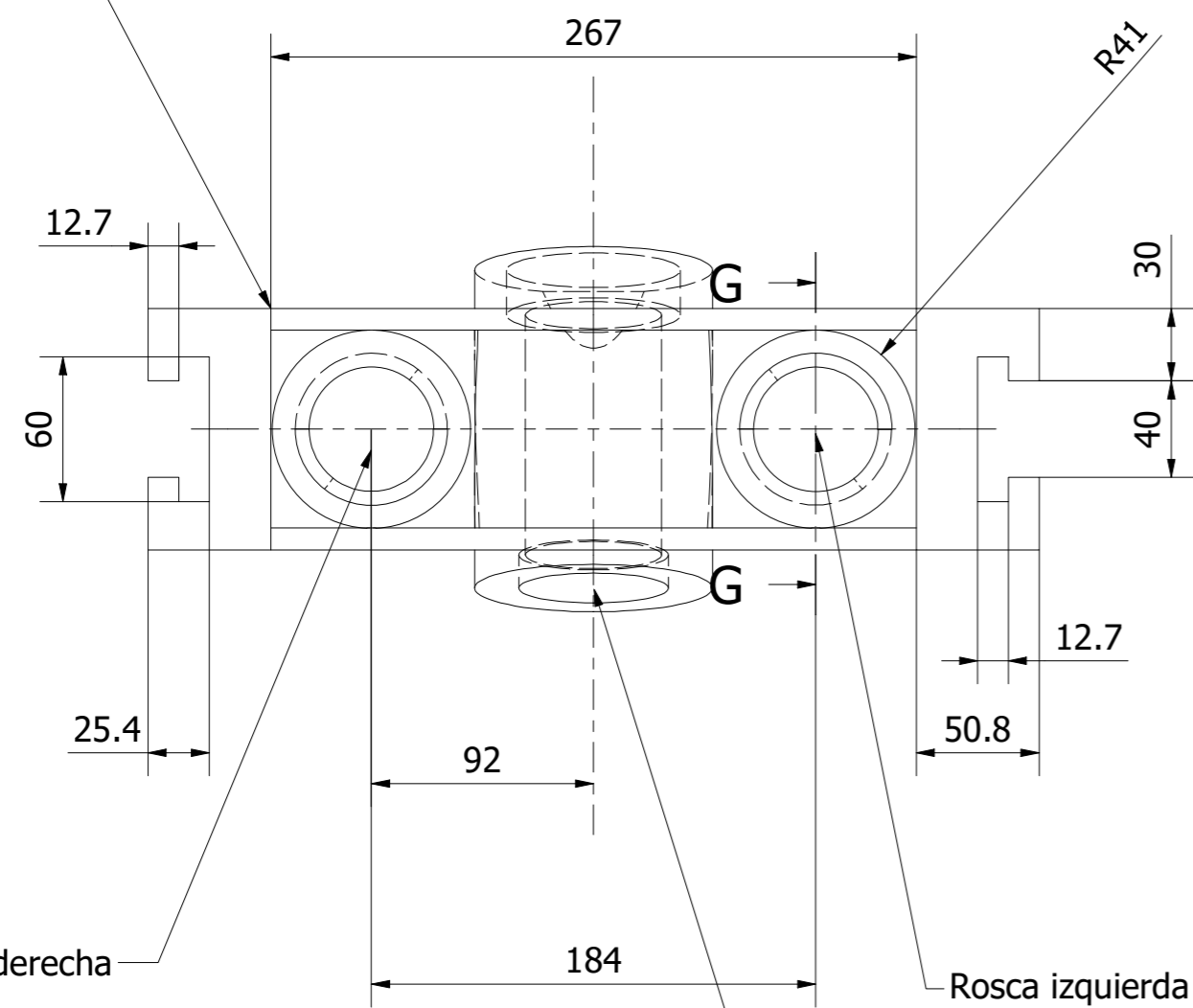
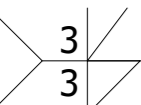
H (2 : 3)



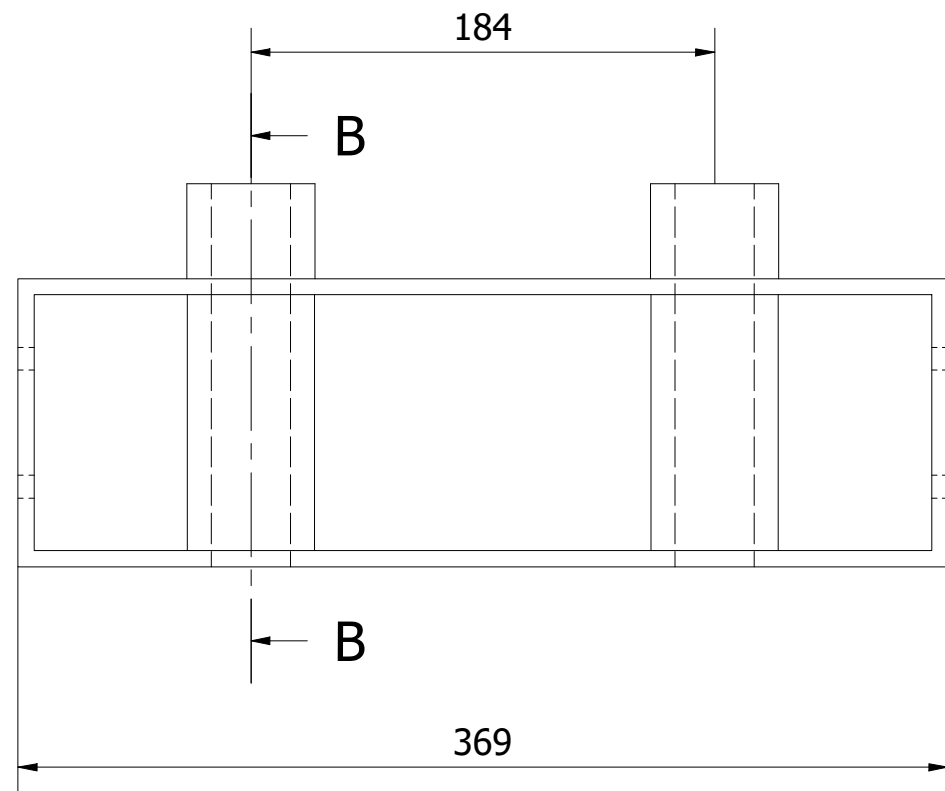
G-G (1 : 3)



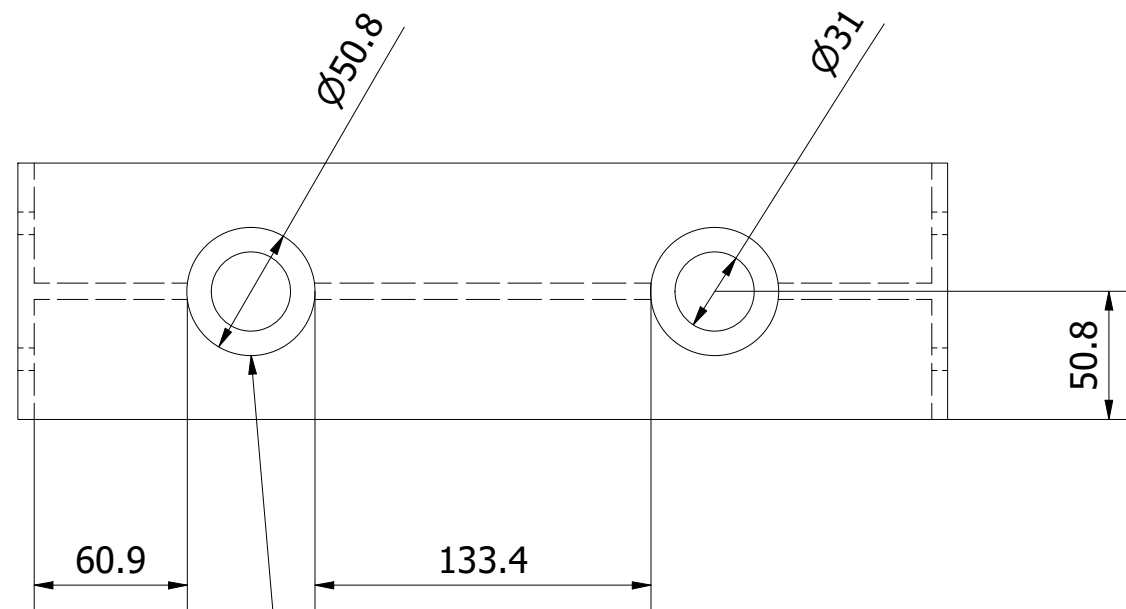
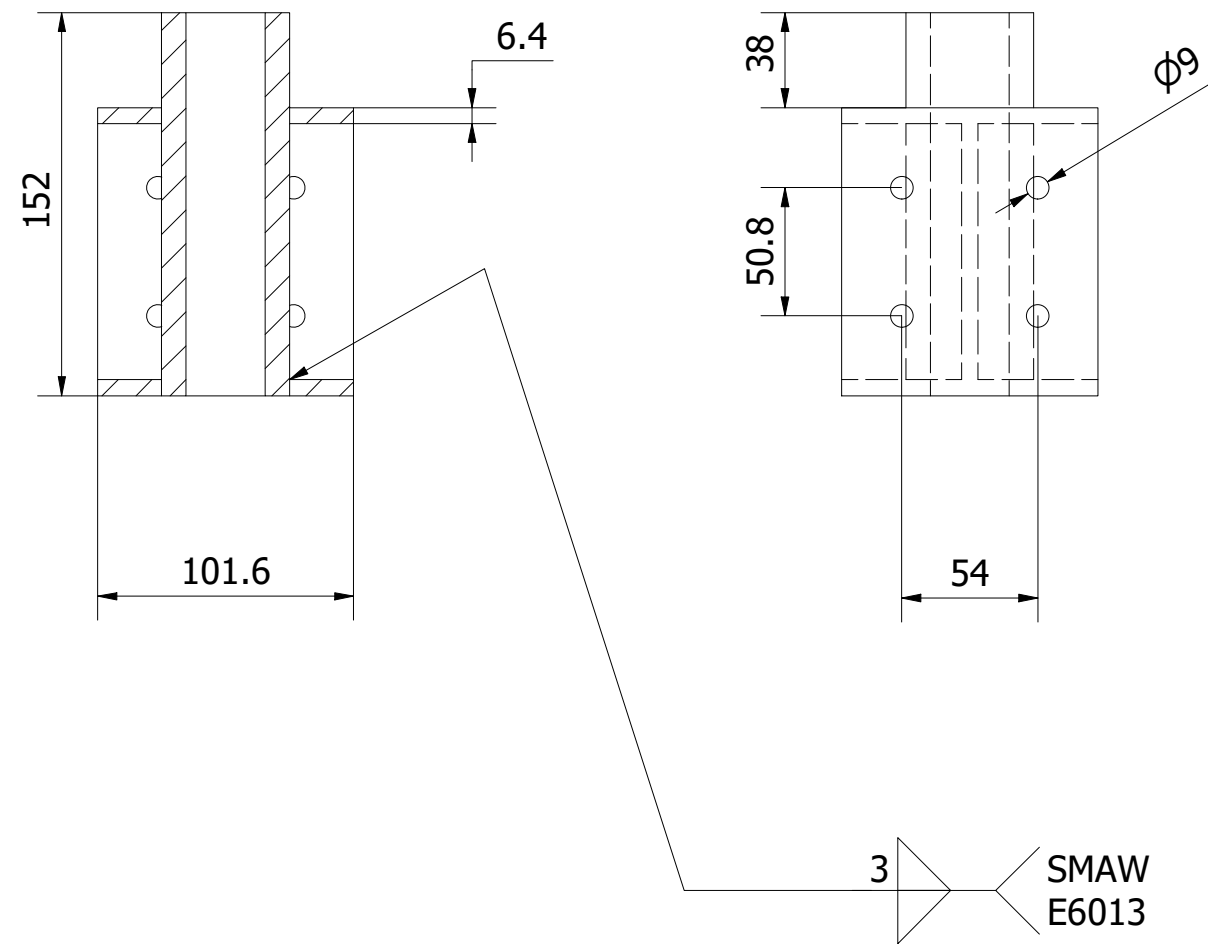
SMAW E6013



TRABAJO DE GRADUACION:	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE	FECHA: 30/05/2022
ENTREGADO POR:	César Mauricio Henríquez Jurado Jorge Alexander Peña García	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
DOCENTE ASESOR:	Dr. y M.Sc Jonathan Antonio Berríos Ortiz	
Nº PLANO:	DETALLE B4.3.: Puente de elevación	UNIDADES: Milímetros FORMATO: A2
C18		ESCALA: 1 : 3

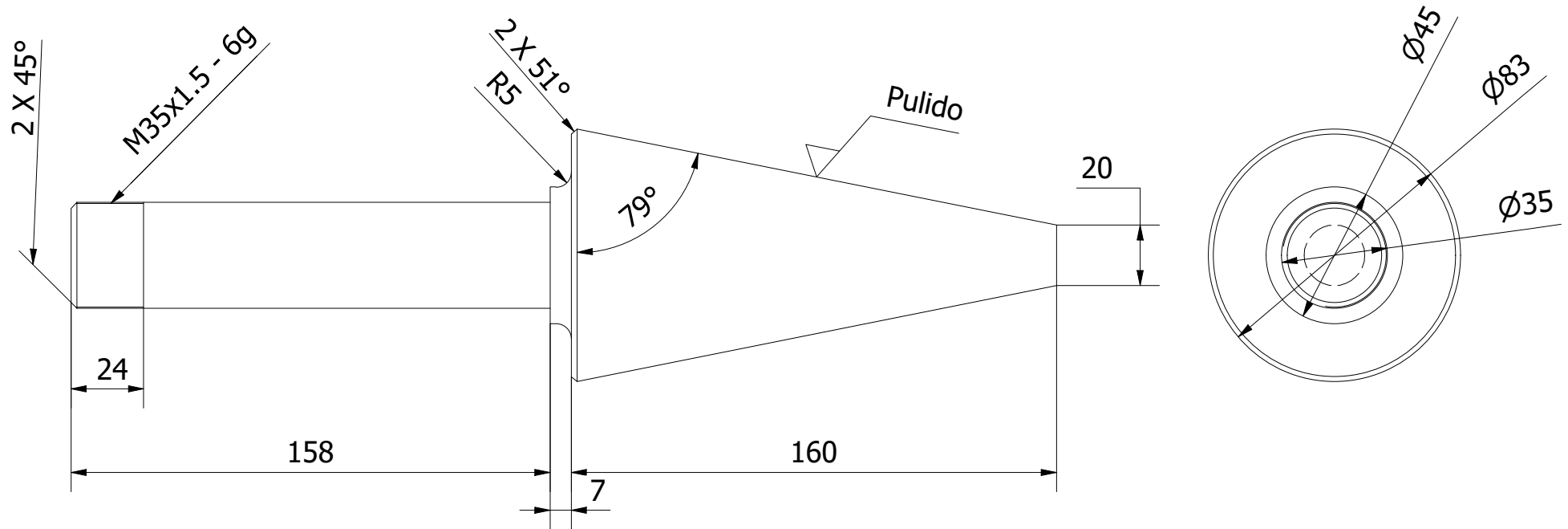


B-B (1 : 3)

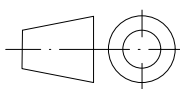


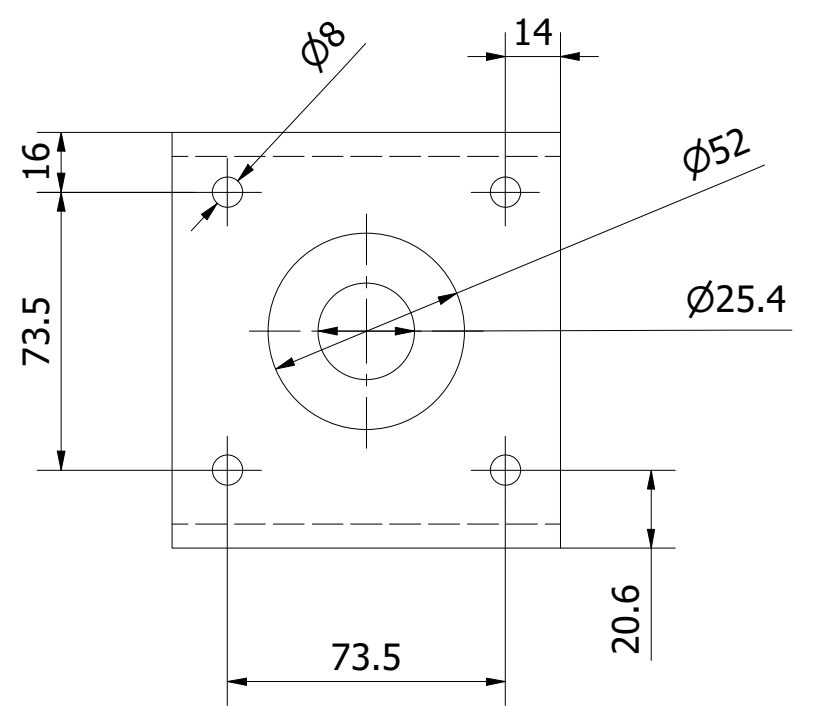
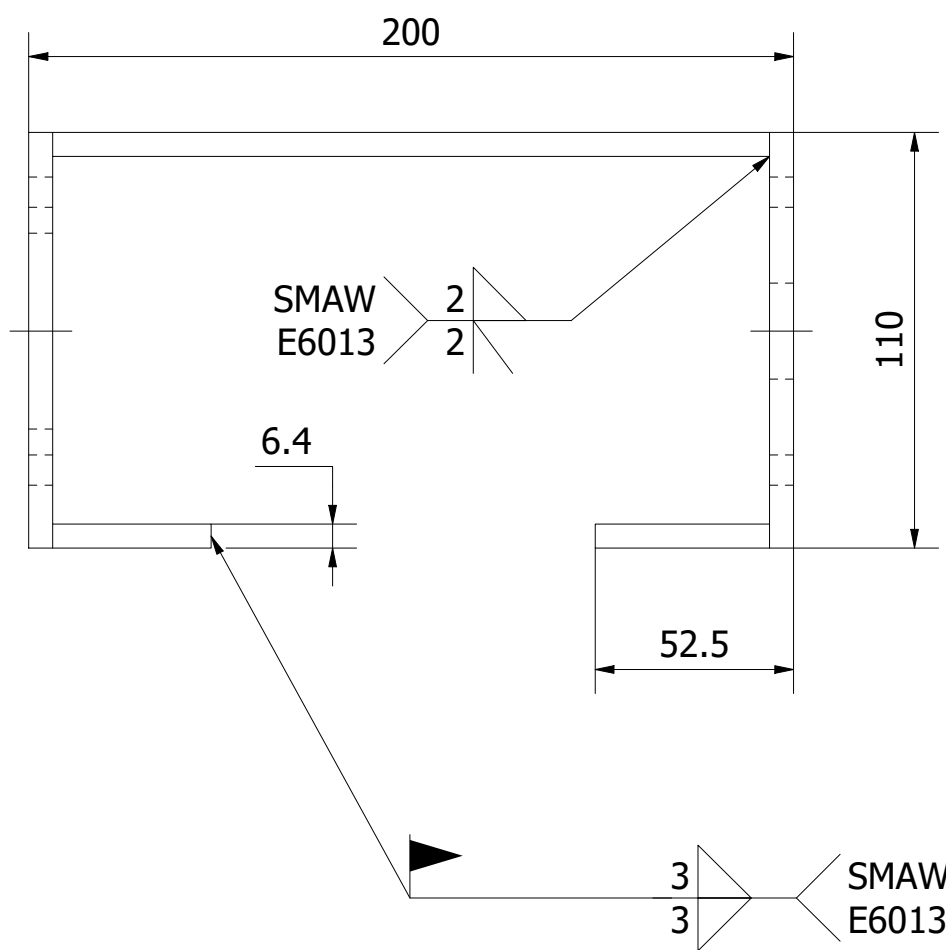
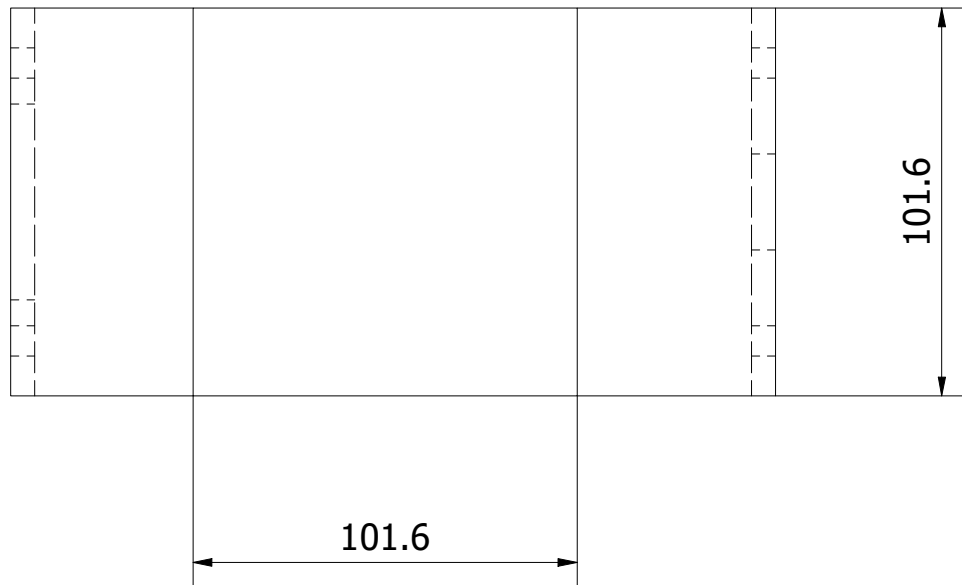
El maquinado de las placas debe hacerse en simultáneo para garantizar que las barras queden en paralelo y evitar inconvenientes en el ensamblaje.

TRABAJO DE GRADUACION:	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE	FECHA: 30/05/2022
ENTREGADO POR:	César Mauricio Henríquez Jurado Jorge Alexander Peña García	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
DOCENTE ASESOR:	Dr. y M.Sc Jonathan Antonio Berríos Ortiz	
Nº PLANO:	DETALLE B4.4.: Puente superior	UNIDADES: Milímetros
C19		ESCALA: 1 : 3
		FORMATO: A3

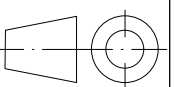


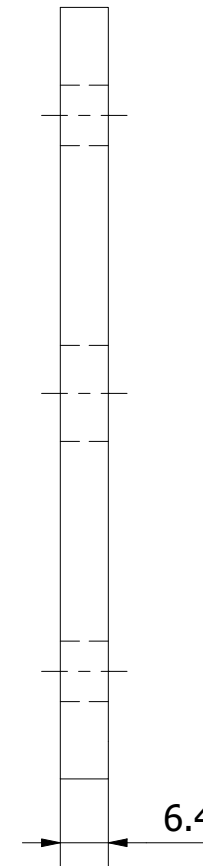
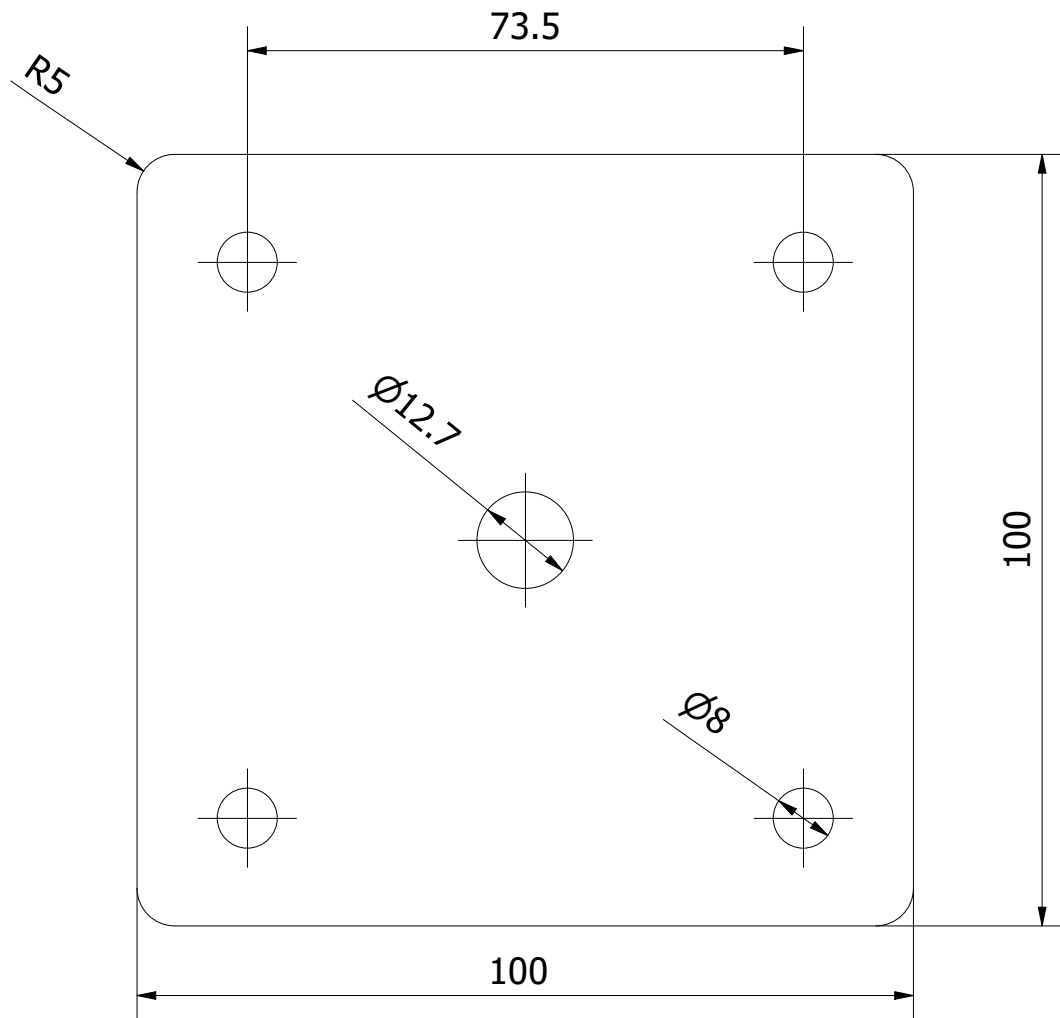
TRABAJO DE GRADUACION:		PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE		FECHA: 30/05/2022	
ENTREGADO POR:		César Mauricio Henríquez Jurado Jorge Alexander Peña García		UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
DOCENTE ASESOR:		Dr. y M.Sc Jonathan Antonio Berríos Ortiz			
Nº PLANO:	DETALLE B4.5.: Rodillo cónico conducido			UNIDADES:	ESCALA:
C20				Milímetros	
				FORMATO: A4	





TRABAJO DE GRADUACION:		PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE	FECHA: 30/05/2022
ENTREGADO POR:		César Mauricio Henríquez Jurado Jorge Alexander Peña García	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
DOCENTE ASESOR:		Dr. y M.Sc Jonathan Antonio Berríos Ortiz	
Nº PLANO:	DETALLE B4.6.: Soporte de motor elevador	UNIDADES: Milímetros	ESCALA:
C21		FORMATO: A3	1 : 2

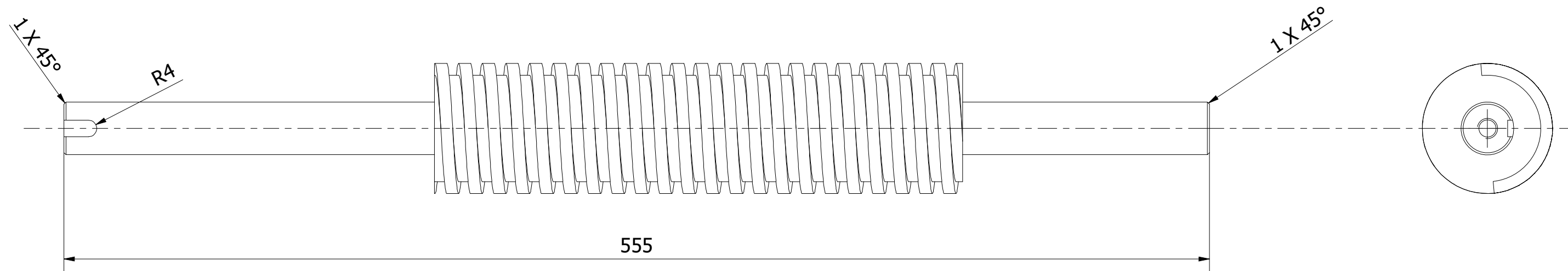




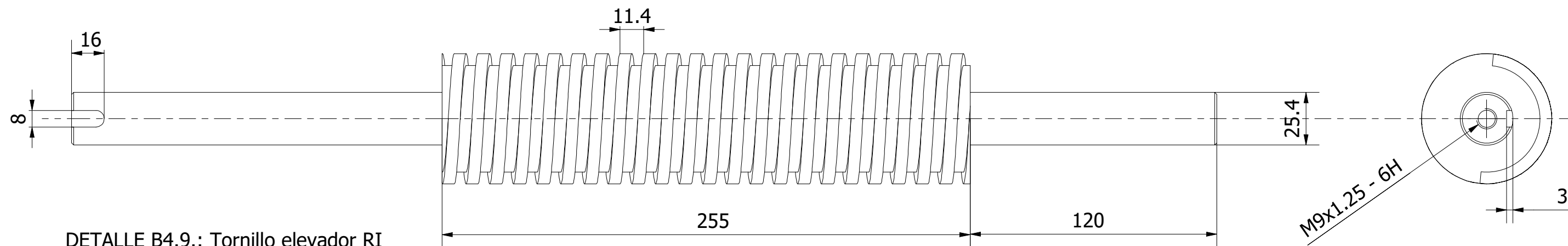
TRABAJO DE GRADUACION:		PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE	FECHA: 30/05/2022
ENTREGADO POR:		César Mauricio Henríquez Jurado Jorge Alexander Peña García	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
DOCENTE ASESOR:		Dr. y M.Sc Jonathan Antonio Berríos Ortiz	
Nº PLANO:	DETALLE B4.7.: Tapa de rodillo sin fin		UNIDADES: Milímetros
C22			ESCALA: 1 : 1
		FORMATO: A4	

DETALLE DE ROSCA

ELEMENTO	PASO	De	Di	Nº DE ENTRADAS	SENTIDO DE ROSCA	ÁNGULO DE HELICE
1	11.43	62.9	51.47	1	ROSCA DERECHA	3° 38' 25.52"
2	11.43	62.9	51.47	1	ROSCA IZQUIERDA	3° 38' 25.52"



DETALLE B4.8.: Tornillo elevador RD



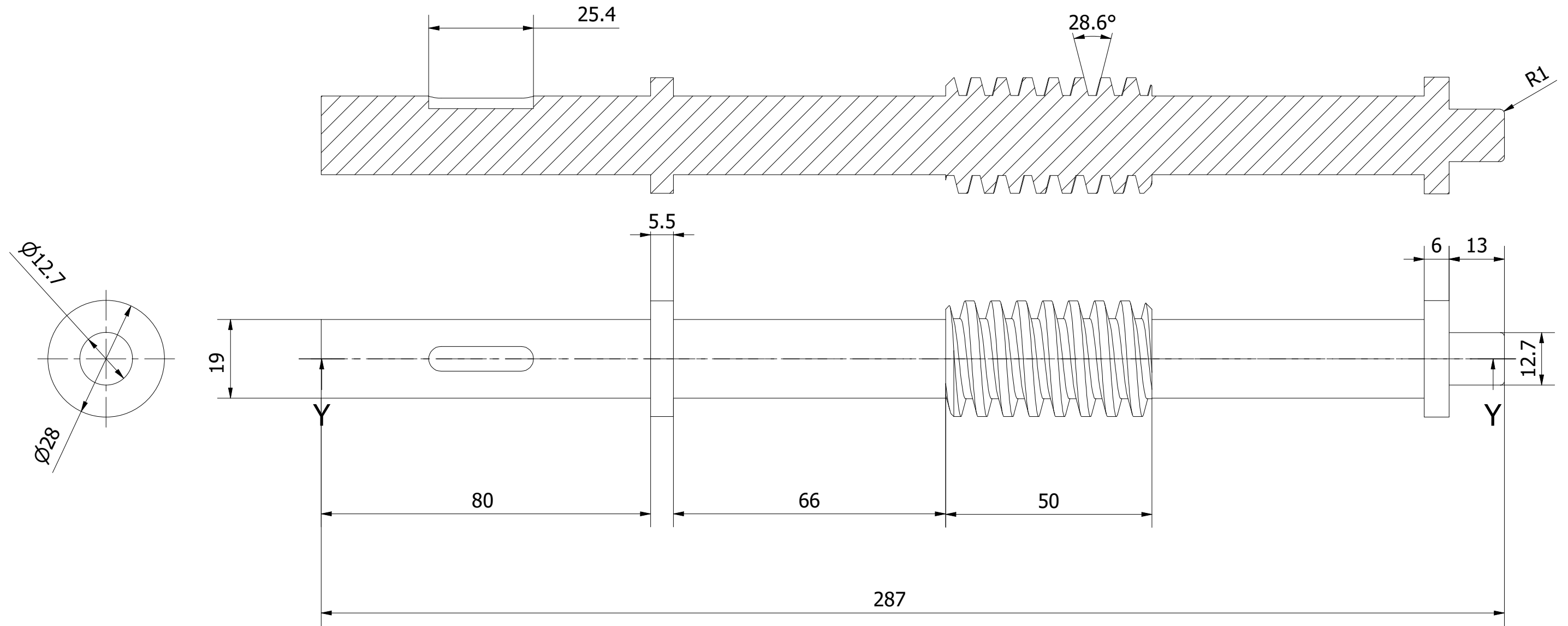
DETALLE B4.9.: Tornillo elevador RI

TRABAJO DE GRADUACION:	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE	FECHA: 30/05/2022
ENTREGADO POR:	César Mauricio Henríquez Jurado Jorge Alexander Peña García	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
DOCENTE ASESOR:	Dr. y M.Sc Jonathan Antonio Berríos Ortiz	
Nº PLANO:	DETALLE B4.8.: Tornillo elevador RD DETALLE B4.9.: Tornillo elevador RI	UNIDADES: Milímetros ESCALA: 1 : 2
C23		FORMATO: A3

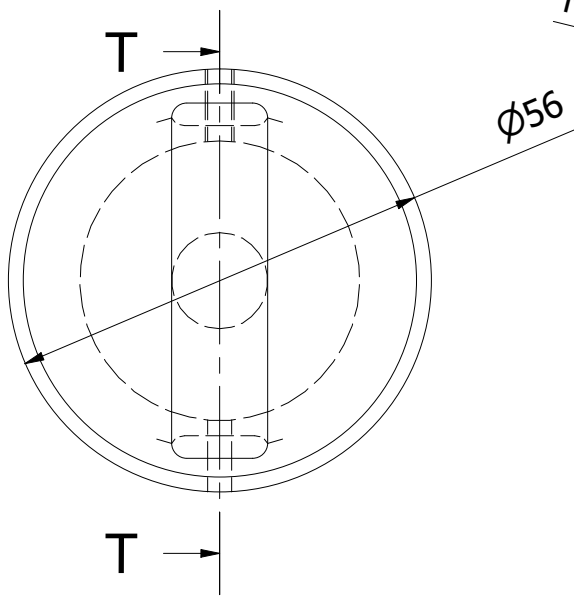
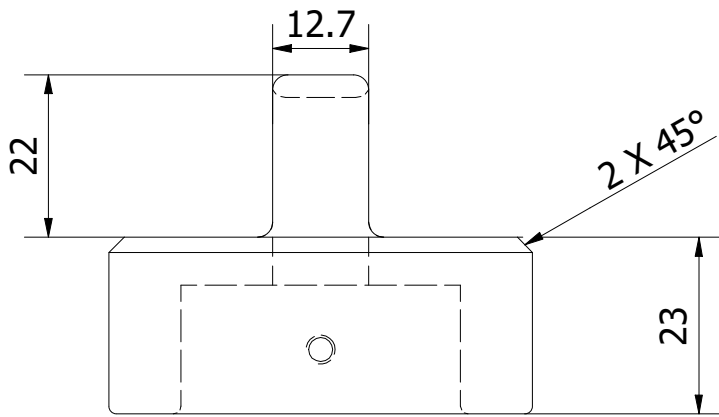
Especificación de tornillo

Nº DE ENTRADAS	MODULO	Dp	De	Di	ÁNGULO DE HELICE	PASO
1	2	24	28	19.33	4° 45' 49.11"	6.28

Y-Y (1 : 1)

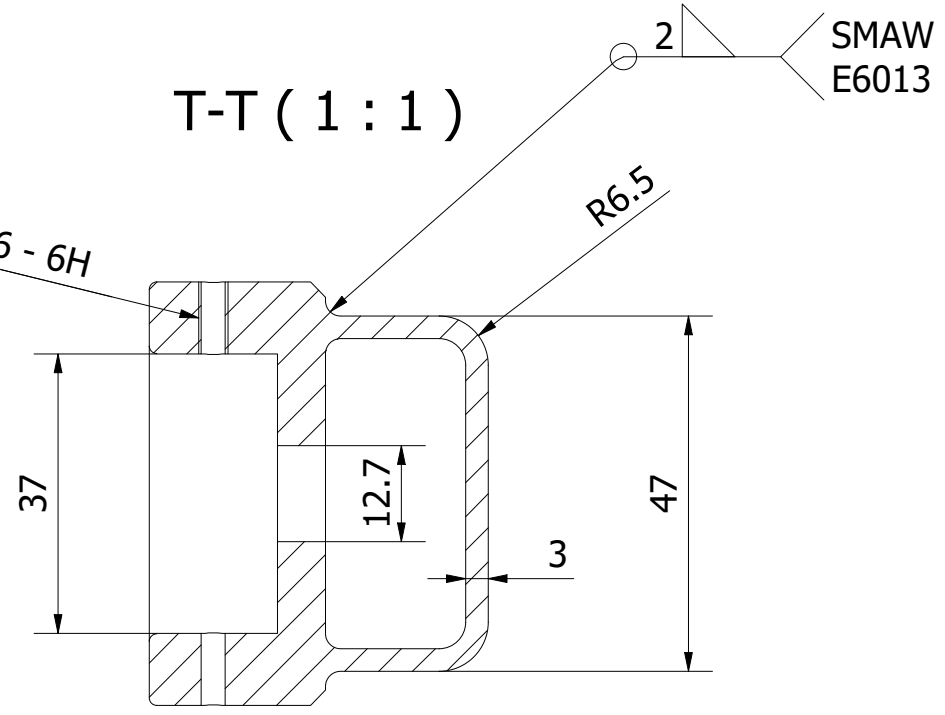


TRABAJO DE GRADUACION:	PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE	FECHA: 30/05/2022
ENTREGADO POR:	César Mauricio Henríquez Jurado Jorge Alexander Peña García	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
DOCENTE ASESOR:	Dr. y M.Sc Jonathan Antonio Berríos Ortiz	
Nº PLANO:	DETALLE B4.10.: Tornillo sin fin	UNIDADES: Milímetros
C24		ESCALA: 1 : 1
		FORMATO: A3

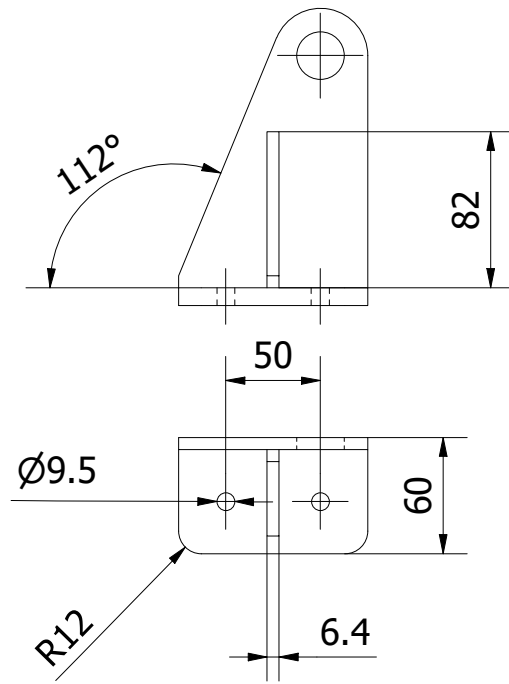


T-T (1:1)

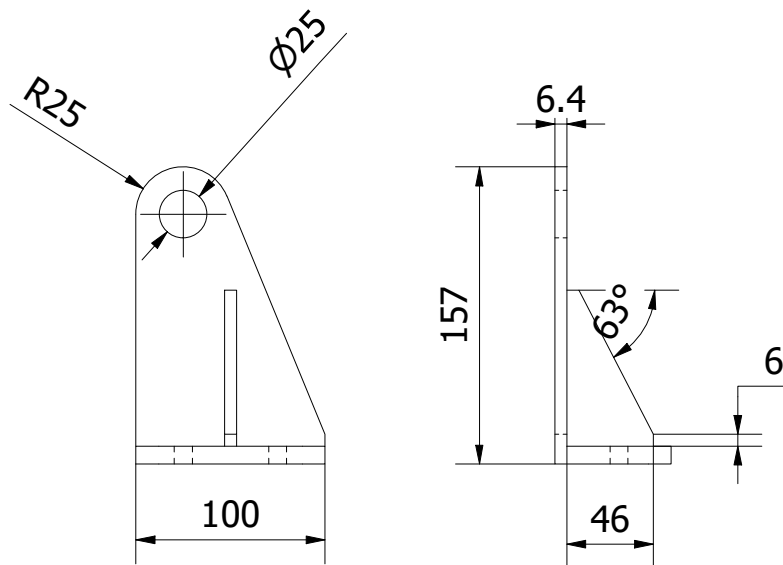
M3.5x0.6 - 6H



TRABAJO DE GRADUACION:		PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE	FECHA: 30/05/2022	
ENTREGADO POR:		César Mauricio Henríquez Jurado Jorge Alexander Peña García	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
DOCENTE ASESOR:		Dr. y M.Sc Jonathan Antonio Berríos Ortiz		
Nº PLANO:	DETALLE B5.1.: Cubo de rodillo interno	UNIDADES: Milímetros	ESCALA:	
C25		FORMATO: A4	1 : 1	

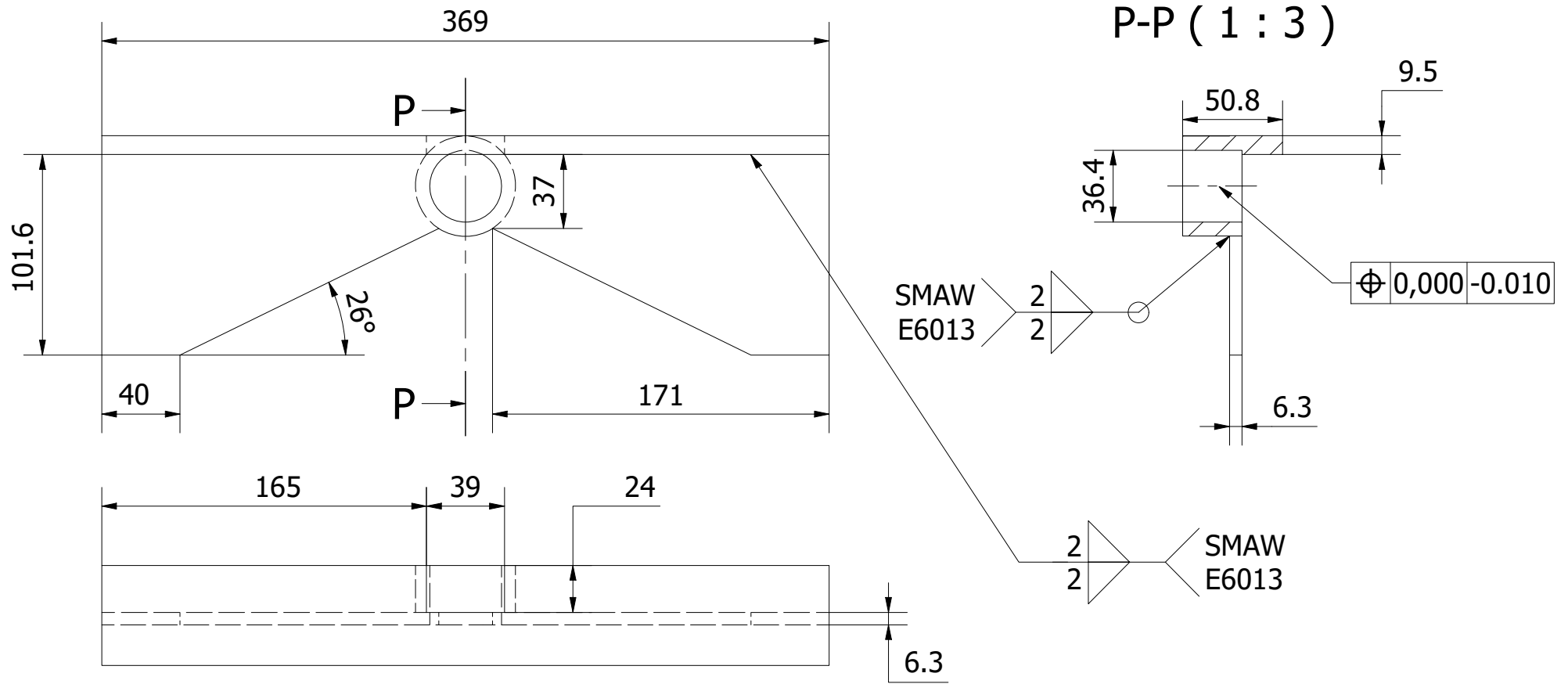


DETALLE B5.2.: Pivote derecho

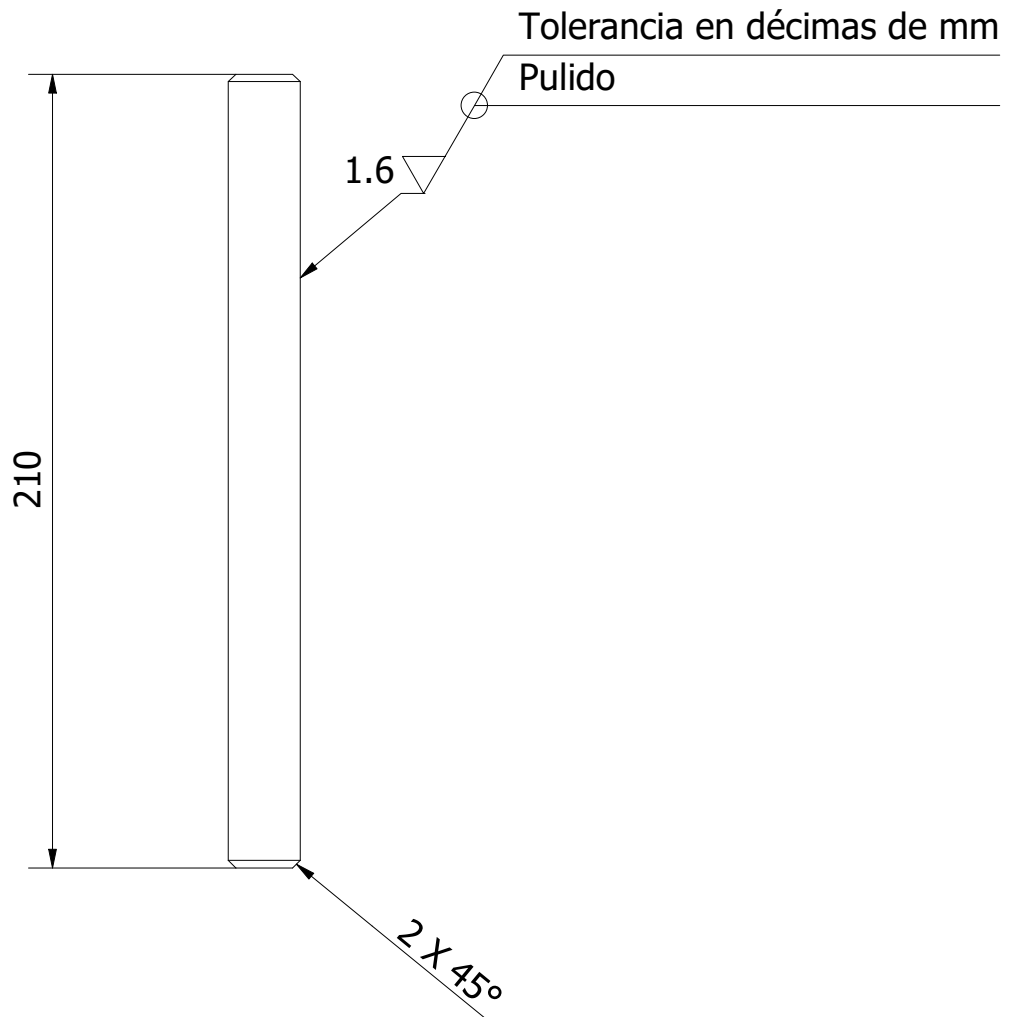
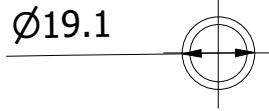


DETALLE B5.3.: Pivote izquierdo

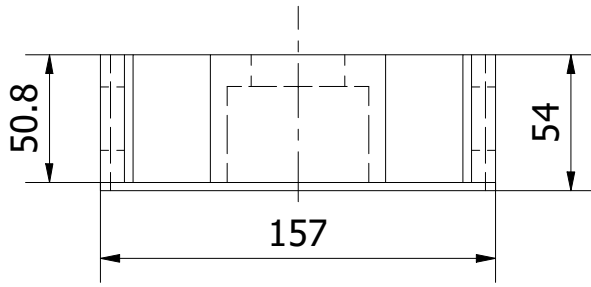
TRABAJO DE GRADUACION:		PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE	FECHA: 30/05/2022		
ENTREGADO POR:		César Mauricio Henríquez Jurado Jorge Alexander Peña García	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA		
DOCENTE ASESOR:		Dr. y M.Sc Jonathan Antonio Berríos Ortiz			
Nº PLANO:	DETALLE B5.2.: Pivote derecho DETALLE B5.3.: Pivote izquierdo		UNIDADES: Milímetros	ESCALA:	
C26			FORMATO: A4	1 : 4	



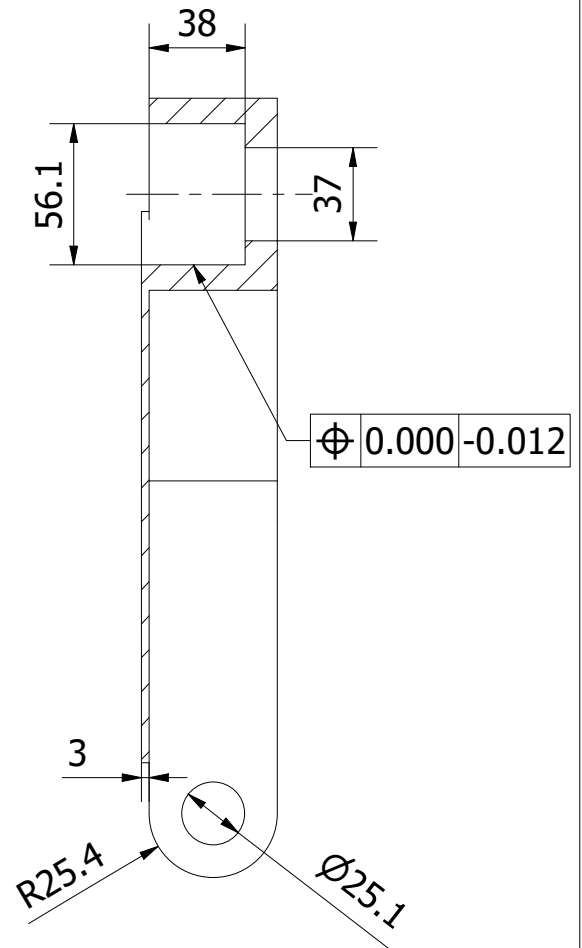
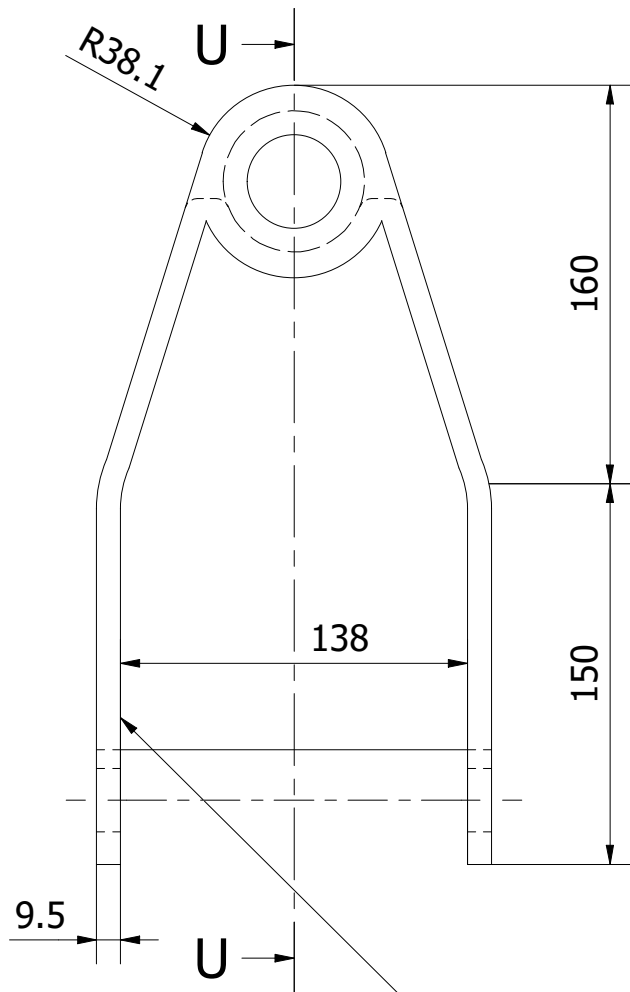
TRABAJO DE GRADUACION:		PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE	FECHA: 30/05/2022	
ENTREGADO POR:		César Mauricio Henríquez Jurado Jorge Alexander Peña García	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
DOCENTE ASESOR:		Dr. y M.Sc Jonathan Antonio Berríos Ortiz		
Nº PLANO:	DETALLE B5.4.: Puente inferior de rodillo interno	UNIDADES:	ESCALA:	
C27		Milímetros	1 : 3	
		FORMATO: A4		



TRABAJO DE GRADUACION:		PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE	FECHA: 30/05/2022		
ENTREGADO POR:		César Mauricio Henríquez Jurado Jorge Alexander Peña García	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA		
DOCENTE ASESOR:		Dr. y M.Sc Jonathan Antonio Berríos Ortiz			
Nº PLANO:	DETALLE B5.5.: Rodillo interior		UNIDADES: Milímetros	ESCALA:	
C28			FORMATO: A4	1 : 2	



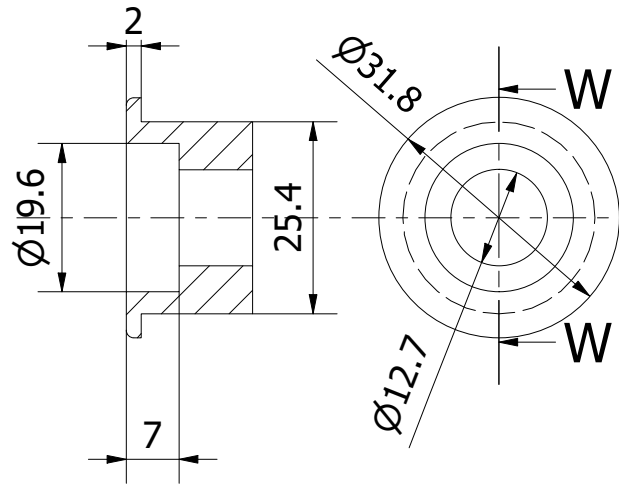
U-U (1 : 3)



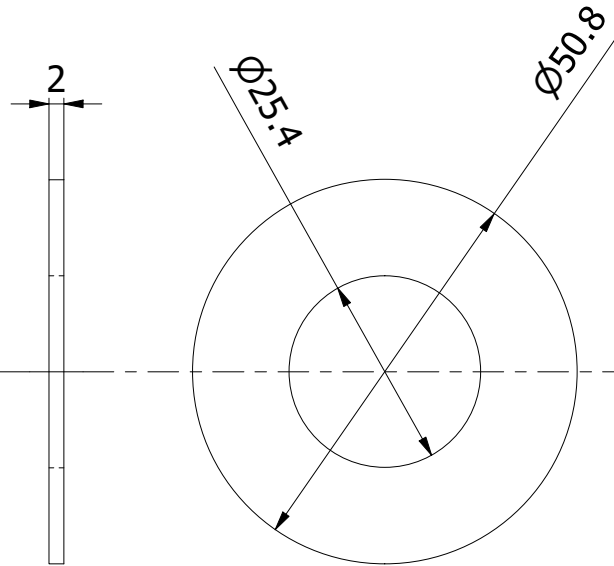
2 18x10(25.4) SMAW E6013

TRABAJO DE GRADUACION:		PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE	FECHA: 30/05/2022		
ENTREGADO POR:		César Mauricio Henríquez Jurado Jorge Alexander Peña García	UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA		
DOCENTE ASESOR:		Dr. y M.Sc Jonathan Antonio Berríos Ortiz			
Nº PLANO:	DETALLE B5.6.: Soporte abatible		UNIDADES: Milímetros	ESCALA:	
C29			FORMATO: A4	1 : 3	

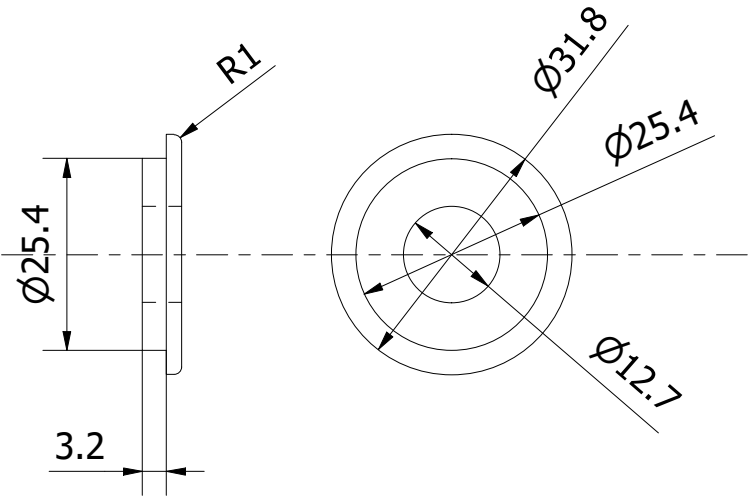
W-W (1 : 1)



DETALLE B5.7.: Buje de puente pivote



DETALLE B5.8.: Separador de buje



DETALLE B5.9.: Tapa de buje

TRABAJO DE GRADUACION:		PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA ROLADORA EN CALIENTE PARA FABRICAR O'RINGS DE COBRE		FECHA: 30/05/2022	
ENTREGADO POR:		César Mauricio Henríquez Jurado Jorge Alexander Peña García		UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
DOCENTE ASESOR:		Dr. y M.Sc Jonathan Antonio Berríos Ortiz			
Nº PLANO:	DETALLE B5.7.: Buje de puente pivote DETALLE B5.8.: Separador de buje DETALLE B5.9.: Tapa de buje			UNIDADES: Milímetros	ESCALA:
C30				FORMATO: A4	1 : 1