



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA
BARRENADORA CON TORNO PORTÁTIL PARA EL TALLER
TECNI TORNO ROSERO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Propuesta Tecnológica

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA/O INDUSTRIAL

AUTORES:

KATERIN LIZETH COELLO VILLACIS

MARCOS ALEXIS ESPINOZA SARMIENTO

Riobamba – Ecuador

2024



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA
BARRENADORA CON TORNO PORTÁTIL PARA EL TALLER
TECNI TORNO ROSERO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Propuesta Tecnológica

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA/O INDUSTRIAL

AUTORES: KATERIN LIZETH COELLO VILLACIS

MARCOS ALEXIS ESPINOZA SARMIENTO

DIRECTOR: Ing. BRYAN GUILLERMO GUANANGA RODRÍGUEZ MSc.

Riobamba – Ecuador

2024

©2024, Katerin Lizeth Coello Villacis & Marcos Alexis Espinoza Sarmiento

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, Katerin Lizeth Coello Villacis y Marcos Alexis Espinoza Sarmiento declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 29 de mayo de 2024

Katerin Lizeth Coello Villacis

C. I: 060473593-6

Marcos Alexis Espinoza Sarmiento

C. I: 060564985

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular: Tipo: Propuesta Tecnológica, **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA BARRENADORA CON TORNO PORTÁTIL PARA EL TALLER TECNI TORNO ROSERO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA”**, realizado por la señorita: **KATERIN LIZETH COELLO VILLACIS** y el señor **MARCOS ALEXIS ESPINOZA SARMIENTO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Jaime Iván Acosta Velarde, MSc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	_____	2024-05-29
Ing. Bryan Guillermo Guananga Rodríguez, Mgs. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	_____	2024-05-29
Ing. Carlos José Santillán Mariño, Mgs. ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	_____	2024-05-29

DEDICATORIA

A mis padres, Claudio Coello e Isabell Villacis por ser el pilar fundamental en mi vida, mi apoyo incondicional en todo momento y porque nunca me han dejado sola, gracias papitos por toda esa paciencia y por siempre motivarme a seguir adelante en mi profesión.

A mis hermanas, Lilian Coello y Evelin Coello porque siempre han estado a mi lado apoyándome, dándome consejos, motivándome en cada uno de mis semestres, que sepan que las quiero mucho y estoy orgullosa de las mujeres en que se están convirtiendo.

A mi angelito en el cielo, Ángela Beatriz Hidalgo Hidalgo por cuidarme como una hija más, apoyarme en todos los momentos, se que desde el cielo me sigues cuidando y protegiendo, no te fallé y lo logré te amo mucho abuelita querida un beso al cielo.

Este trabajo de titulación está dedicado a ustedes, quienes fueron mi fuerza y mi apoyo incondicional para seguir adelante, que estas palabras aquí escritas sean un humilde homenaje a todo su amor y paciencia, les quiero con el corazón y que mi éxito sea también el suyo.

Con todo el cariño.

Katerin

A mis padres, Marcos Espinoza y Narciza Sarmiento, quienes han sido mi roca inquebrantable, mi guía constante y mi fuente inagotable de amor y apoyo. Su sacrificio, dedicación y ejemplo han sido los pilares sobre los cuales he construido mi camino académico. A ustedes les debo todo lo que soy y todo lo que he logrado.

A mis queridas hermanas, Abigail Espinoza y Patricia Espinoza, quienes han sido mis compañeras de vida, mis confidentes más leales y mis más fervientes admiradoras. Su presencia ha iluminado mi sendero en los momentos de oscuridad, y su aliento ha sido el viento bajo mis alas.

Este trabajo está dedicado a ustedes, mis seres más amados, por ser mi inspiración constante, por creer en mí incondicionalmente y por acompañarme en cada paso de este viaje. Que estas páginas sean un humilde homenaje a su amor y dedicación, y que mi éxito sea también el suyo.

Con todo mi amor y gratitud,

Alexis

AGRADECIMIENTO

A Dios

Le agradezco a mi Dios y a mi Virgencita del Cisne por permitirme vivir este sueño, por permitirme levantarme cada día con la ilusión de ser una profesional.

A mis padres

Claudio Coello e Isabell Villacis, porque sin su apoyo yo no estuviera hoy aquí agradeciéndoles por permitirme estudiar una Carrera que me gusta, gracias papitos por siempre confiar en mí y nunca desmayar en todo este proceso; ha sido largo, pero lo estoy logrando y no solo es mi triunfo sino también el de ustedes.

A mis tíos

Franklin Coello y Gissela Bonilla por confiar en mi desde el día uno que fui a trabajar en su taller, por permitirme realizar mi tesis en su taller y porque siempre han estado apoyándome con sus consejos, palabras, gracias por escucharme y brindarme su cariño.

A mi amiga incondicional

Johana Nataly Rosero Becerra, te agradezco por siempre estar presente en mi vida, has sido una de mis mejores amigas y me has escuchado en todo momento, gracias por tus palabras de motivación, por tus si se puede, por tus orgullosa de mi inge, te quiero mucho y gracias por siempre estar.

Agradezco a cada uno de mis amig@s que siempre estuvieron apoyándome, gracias por motivarme a seguir adelante, y como no agradecer a mis Ingenieros de la Carrera de Ingeniería Industrial por brindarme sus conocimientos a lo largo de mi vida profesional.

Katerin

A Dios

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a Dios, fuente de fortaleza y sabiduría, por haberme brindado la oportunidad de emprender este camino académico y por haberme dado las fuerzas para perseverar en él.

A mis padres

Agradezco de manera especial a mis padres, Marcos Espinoza y Narciza Sarmiento, por su inquebrantable apoyo, amor incondicional y sacrificio constante a lo largo de todos estos años. Su ejemplo de dedicación y perseverancia ha sido mi mayor inspiración y motor para alcanzar mis metas.

A mis hermanas

Quiero agradecer a mis queridas hermanas, Abigail Espinoza y Patricia Espinoza, por su constante ánimo, comprensión y aliento durante este arduo proceso. Su presencia ha sido un pilar fundamental en mi vida, y su apoyo incondicional ha sido un faro de luz en los momentos más oscuros.

Este logro no habría sido posible sin el respaldo inquebrantable de mi familia y amigos que han sido parte de esta etapa tan maravillosa. A todos ustedes les estoy eternamente agradecido.

Alexis

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvi
RESUMEN	xvii
SUMMARY	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA	2
1.1. Planteamiento del problema	2
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	3
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	3

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Sistemas de Control	4
2.1.1. <i>Tipos de sistemas de control</i>	4
2.2. Automatización	4
2.2.1. <i>Tipos de automatización industrial</i>	5
2.3. Máquina barrenadora con torno portátil.....	5
2.3.1. <i>Función de la máquina barrenadora</i>	6
2.4. Motores eléctricos	6
2.5. Partes de un motor	6
2.6. Motores trifásicos	7
2.6.1. <i>Clasificación de motores trifásicos</i>.....	8
2.6.1.1. <i>Asincrónicos</i>	8
2.6.1.2. <i>Sincrónicos</i>	8
2.6.1.3. <i>Rotor en corto circuito (Jaula de ardilla)</i>	9
2.6.1.4. <i>Rotor bobinado (Anillos rozantes)</i>.....	10
2.6.2. <i>Arranque de motores trifásicos</i>	10

2.6.2.1.	<i>Arranque estrella – triangulo</i>	10
2.6.2.2.	<i>Arranque mediante autotransformador</i>	11
2.6.2.3.	<i>Arranque con resistencias en serie con el bobinado del estator</i>	11
2.7.	Motorreductor	12
2.8.	Variador de frecuencia	13
2.9.	Esfuerzo de corte	13
2.9.1.	<i>Aplicación del esfuerzo de corte en ingeniería</i>	13
2.9.2.	<i>Cómo se calcula el esfuerzo de corte</i>	14
2.10.	Mandrinado o mandrilado	14
2.11.	Esfuerzo	15
2.11.1.	<i>Esfuerzo Normal (σ)</i>	15
2.11.2.	<i>Esfuerzo cortante</i>	15
2.11.2.1.	<i>Esfuerzos de torsión y flexión</i>	15
2.11.3.	<i>Diagrama de esfuerzos</i>	16
2.11.4.	<i>Diseño de ejes</i>	17
2.11.5.	<i>Transmisión de potencia</i>	17
2.11.6.	<i>Tren de engranes compuesto</i>	18
2.12.	Casos de éxito en aplicación de una barrenadora con torno portátil	18

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	20
3.1.	Introducción al Marco Metodológico	20
3.2.	Fundamentos de la Metodología	20
3.2.1.	Tipo de estudio	20
3.2.2.	<i>Tipo de Investigación</i>	20
3.2.3.	<i>Enfoque de la Investigación</i>	21
3.2.4.	<i>Alcance de la Investigación</i>	21
3.2.5.	<i>Diseño de la Investigación</i>	22
3.2.6.	<i>Métodos, Técnicas e Instrumentos de Investigación</i>	22
3.2.7.	<i>Métodos de Investigación</i>	22
3.2.8.	<i>Técnicas de Investigación</i>	24
3.3.	Consideraciones generales	25
3.3.1.	<i>Avances tecnológicos</i>	25
3.3.1.1.	<i>Automatización y Control Digital</i>	26
3.3.1.2.	<i>Diseño Ergonómico y Portabilidad</i>	26
3.3.1.3.	<i>Herramientas de Corte de Alta Tecnología</i>	26

3.3.2.	<i>Desafíos Actuales</i>	26
3.3.2.1.	<i>Optimización de la Potencia</i>	26
3.3.2.2.	<i>Adaptabilidad a Materiales Avanzados</i>	26
3.3.2.3.	<i>Seguridad y Normativas</i>	26
3.4.	Requerimientos de la máquina	27
3.5.	Concepción del diseño de la maquina	27
3.6.	Descripción de los procesos de la máquina	28
3.6.1.	<i>Corte</i>	28
3.6.1.1.	<i>Selección del motor</i>	29
3.6.1.2.	<i>Selección del variador de frecuencia</i>	29
3.6.2.	<i>Movimiento de avance</i>	30
3.7.	Diseño Mecánico	31
3.7.1.	<i>Análisis del diseño en SolidWorks</i>	31
3.7.1.1.	<i>Análisis del sistema 2</i>	38
3.7.1.2.	<i>Análisis del sistema 3</i>	44
3.7.2.	<i>Diseño de piezas complementarias</i>	49
3.7.3.	<i>Definición de elementos de la maquina</i>	59
3.8.	Diseño Eléctrico	60
3.8.1.	<i>Diagrama eléctrico</i>	61
3.8.1.1.	<i>Circuito de control</i>	61
3.8.1.2.	<i>Circuito de potencia</i>	63
3.8.2.	<i>Diagrama de conexiones</i>	64
3.8.3.	<i>Tablero de control</i>	64
3.9.	Construcción de la maquina barrenadora	66
3.9.1.	<i>Base para motores</i>	66
3.9.2.	<i>Mecanismo de desplazamiento</i>	66
3.9.3.	<i>Mecanismo de giro</i>	67
3.9.4.	<i>Base para las chumaceras de pared(guía)</i>	67
3.9.5.	<i>Ensamblaje de la máquina barrenadora con torno portátil</i>	68
3.9.6.	<i>Tablero de control</i>	68

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	72
4.1.	Puesta a punto	72
4.2.	Pruebas de ajuste y trabajo	76
4.2.1.	<i>Evaluación de tiempos de operación con amoladora</i>	78

4.2.1.1.	<i>Evaluación de tiempos de operación con una máquina barrenadora con torno portátil (Manual)</i>	81
4.3.	Evaluación Económica	83
4.4.	Costos directos	83
4.4.1.	<i>Costos de la construcción del tablero de control</i>	84
4.4.2.	<i>Costos de la construcción del componente mecánico</i>	85
4.4.3.	<i>Costos de mano de obra para la construcción</i>	85
4.5.	Costos indirectos	86

CAPÍTULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	87
5.1.	Conclusiones	87
5.2.	Recomendaciones	88

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1:	Detalle de las partes del motor eléctrico.....	7
Tabla 3-1:	Requerimientos de la máquina.	27
Tabla 3-2:	Requerimientos del motor de corte.....	29
Tabla 3-3:	Elementos y materiales que conforman la maquina barrenadora.	60
Tabla 3-4:	Listado de los materiales para el circuito de control.	62
Tabla 3-5:	Listado de materiales para el circuito de potencia.....	63
Tabla 3-6:	Listado de materiales para el tablero de control.....	65
Tabla 4-1:	Resumen del diagrama de procesos.....	78
Tabla 4-2:	Resumen del diagrama de procesos.....	81
Tabla 4-3:	Resumen del diagrama de procesos.....	83
Tabla 4-4:	Detalle económico de la construcción del tablero de control.....	84
Tabla 4-5:	Detalle económico de la construcción del componente mecánico de máquina.	85
Tabla 4-6:	Costos de mano de obra.....	85
Tabla 4-7:	Resumen del diagrama de procesos.....	86
Tabla 4-8:	Resumen del diagrama de procesos.....	86
Tabla 4-9:	Resumen del diagrama de procesos.....	86

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1:	Partes Internas y Externas de un motor.....	7
Ilustración 2-2:	Bobinados de motor trifásico..	8
Ilustración 2-3:	Rotor de motor de jaula de ardilla simple.	9
Ilustración 2-4:	Rotor de motor de jaula de ardilla doble.	9
Ilustración 2-5:	Rotor bobinado. Fuente: Oviedo, 2008.	10
Ilustración 2-6:	Conexiones de motores trifásicos.....	11
Ilustración 2-7:	Esquema de arranque con autotransformador	11
Ilustración 2-8:	Esquema del arranque con reóstato	12
Ilustración 2-9:	Motorreductor industrial	12
Ilustración 2-10:	Variador de frecuencia industrial.	13
Ilustración 2-11:	Mandrinado	15
Ilustración 2-12:	Diagrama de esfuerzo cortante y momento.....	16
Ilustración 2-13:	Tren de engranajes compuesto	18
Ilustración 3-1:	Concepción del diseño de la máquina.	28
Ilustración 3-2:	Motor seleccionado para la operación de corte.	29
Ilustración 3-3:	Variador de frecuencia para operación de corte.....	30
Ilustración 3-4:	Motor LAFERT para operación de desplazamiento.....	30
Ilustración 3-5:	Despiece de la máquina barrenadora.....	31
Ilustración 3-6:	Transmisión de movimiento del sistema 1.	32
Ilustración 3-7:	Materiales de simulación del sistema 1	32
Ilustración 3-8:	Parámetros de simulación del sistema 1	33
Ilustración 3-9:	Esfuerzos asignados al sistema 1	33
Ilustración 3-10:	Calidad de malla de los elementos del sistema 1	34
Ilustración 3-11:	Tensiones en la escala VonMisses.	35
Ilustración 3-12:	Desplazamiento en la escala URES.....	36
Ilustración 3-13:	Deformaciones en la escala ESTRN del sistema 1.....	37
Ilustración 3-14:	Distribución del factor de seguridad del sistema 1.....	38
Ilustración 3-15:	Sistema de trasmisión de movimiento 2.....	39
Ilustración 3-16:	Materiales de los elementos del sistema 2.....	39
Ilustración 3-17:	Parámetros de simulación del sistema 2.....	40
Ilustración 3-18:	Esfuerzos asignados al sistema 2.....	40
Ilustración 3-19:	Parámetros de malla de los elementos del sistema 2.....	41
Ilustración 3-20:	Tensiones en la escala VonMisses del sistema 2	41
Ilustración 3-21:	Desplazamiento en la escala URES del sistema 2.....	42

Ilustración 3-22:	Deformaciones en la escala ESTRN del 2.....	43
Ilustración 3-23:	Distribución del factor de seguridad del sistema 2.....	43
Ilustración 3-24:	Sistema de transmisión de movimiento 3.....	44
Ilustración 3-25:	Materiales de los elementos del sistema 3.....	44
Ilustración 3-26:	Parámetros de simulación del sistema 3.....	45
Ilustración 3-27:	Esfuerzos asignados al sistema 3	45
Ilustración 3-28:	Detalles de malla del sistema 3	46
Ilustración 3-29:	Tensiones en la escala Von Misses del sistema 3	46
Ilustración 3-30:	Desplazamiento en la escala URES del sistema 3.....	47
Ilustración 3-31:	Deformaciones en la escala ESTRN del sistema 3.....	48
Ilustración 3-32:	Distribución del factor de seguridad del sistema 3.....	49
Ilustración 3-33:	Motor para corte.....	50
Ilustración 3-34:	Motor de control de avance.....	51
Ilustración 3-35:	Chavetero.....	52
Ilustración 3-36:	Rodamiento rígido de bolas.....	53
Ilustración 3-37:	Modelado del eje roscado.....	53
Ilustración 3-38:	Eje de transmisión	54
Ilustración 3-39:	Diseño del cono centrador.....	54
Ilustración 3-40:	Chumacera de pared.....	55
Ilustración 3-41:	Soporte placa para chumaceras	55
Ilustración 3-42:	Eje cuadrado con rosca para chumacera.....	56
Ilustración 3-43:	Ensamble de la placa y eje cuadrado en la chumacera.....	56
Ilustración 3-44:	Placa de soporte para motor de avance.....	57
Ilustración 3-45:	Placa soporte (motor corte).....	57
Ilustración 3-46:	Modelo del eje guía.....	58
Ilustración 3-47:	Soporte para eje de transmisión.....	58
Ilustración 3-48:	Placa para soporte de ejes.....	59
Ilustración 3-49:	Soporte para rodamientos.....	59
Ilustración 3-50:	Diagrama eléctrico de la máquina.....	61
Ilustración 3-51:	Circuito de control.....	62
Ilustración 3-52:	Circuito de potencia.....	63
Ilustración 3-53:	Circuito de potencia.....	64
Ilustración 3-54:	Diseño del tablero de control	65
Ilustración 3-55:	Proceso de construcción de las bases para motores.....	66
Ilustración 3-56:	Construcción del mecanismo de desplazamiento	67
Ilustración 3-57:	Construcción del mecanismo de giro.....	67
Ilustración 3-58:	Construcción de las bases para chumaceras	68

Ilustración 3-59: Proceso de ensamble de la máquina.....	68
Ilustración 3-60: Tablero de control terminado.	69
Ilustración 3-61: Diseño interior del tablero de control.	69
Ilustración 3-62: Fijación de rieles y canaletas del tablero.....	70
Ilustración 3-63: Colocación de los elementos de control de actuadores.	70
Ilustración 3-64: Tablero de control armado.	71
Ilustración 4-1: Colocación de los conos centradores.....	72
Ilustración 4-2: Soldadura de las chumaceras.....	73
Ilustración 4-3: Fijación de la máquina.	73
Ilustración 4-4: Soporte guía.	73
Ilustración 4-5: Prueba inicial de la máquina	74
Ilustración 4-6: Ajuste de cuchilla.....	74
Ilustración 4-7: Funcionamiento de la máquina	75
Ilustración 4-8: Prueba de arranque en el tablero	75
Ilustración 4-9: Funcionalidad de barrenado	76
Ilustración 4-10: Diagrama de procesos del barrenado de un cucharón de retroexcavadora... ..	77
Ilustración 4-11: Pines y bocinas para brazo de retroexcavadora.....	78
Ilustración 4-12: Pulido de los pines con amoladora.....	79
Ilustración 4-13: Esquema diagrama de procesos de la máquina barrenadora.	80
Ilustración 4-14: Esquema diagrama de procesos de la máquina barrenadora	81
Ilustración 4-15: Esquema diagrama de procesos de la máquina barrenadora (Manual)	82

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** PLANOS DE LA MÁQUINA.
- ANEXO B:** COTIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS Y MATERIALES DE LA MÁQUINA.
- ANEXO C:** HOJA DE DATOS DEL MOTOR DE CORTE.
- ANEXO D:** HOJA DE DATOS DEL MOTOR DE DESPLAZAMIENTO.
- ANEXO D:** HOJA DE DATOS DEL VARIADOR DE FRECUENCIA
- ANEXO E:** CATÁLOGOS DE LAS PLANCHAS UTILIZADAS.

RESUMEN

El Taller Tecni Torno Rosero busca mejorar el proceso de barrenado en los trabajos de gran esfuerzo que se le presentan como las articulaciones de brazos, palas y otras partes de la maquinaria pesada ya que no cuenta con una máquina barrenadora de mayor precisión y que su funcionamiento no sea manual. La finalidad de este trabajo de titulación es diseñar e implementar una máquina barrenadora con torno portátil para el Taller Tecni Torno Rosero que cumpla con las especificaciones requeridas por el mercado. Se empleó una metodología híbrida que combina el enfoque cualitativo y cuantitativo, se utilizó la encuesta para obtener datos cuantitativos con preguntas específicas dirigidas a la recolección numérica y objetiva de la máquina barrenadora y como enfoque cualitativo se recurrió a la entrevista que proporcionará una comprensión profunda de la experiencia del operario, además se utilizó la evidencia bibliográfica, así ampliando el conocimiento y adquiriendo información valiosa para la fabricación de la máquina. La implementación de la máquina barrenadora con torno portátil en el Taller Tecni Torno Rosero de la ciudad de Riobamba ha demostrado ser altamente exitosa, ya que ha mejorado significativamente la precisión y eficiencia en los procesos de barrenado. Los resultados obtenidos durante la fase de prueba indican un aumento en la productividad, además se evidenció una reducción en los tiempos de barrenado y una mejora en la calidad de los productos. De acuerdo al contexto presentado anteriormente se concluye que el Taller Tecni Torno Rosero no cuenta con una máquina barrenadora con torno portátil, razón por la cual se propone un diseño más sofisticado que cuenta con todas las especificaciones y necesidades que requiere el taller y que aportará significativamente al desarrollo de la misma.

Palabras clave: <BARRENADORA>, <TORNO PORTÁTIL>, <CORTE>, <POTENCIA>, <TORQUE>, <VELOCIDAD>, <MOTORES>

SUMMARY

Taller Tecni Torno Rosero seeks to improve the drilling process for heavy-duty tasks, such as the joints of arms, shovels, and other heavy machinery, as it currently lacks a more precise, non-manual drilling machine. This paper aims to design and implement a portable lathe drilling machine for Taller Tecni Torno Rosero that meets the market's required specifications. A hybrid methodology combining qualitative and quantitative approaches was employed. Surveys were used to obtain quantitative data with specific questions aimed at the numerical and objective information collection about the drilling machine. For the qualitative approach, interviews provided a deep understanding of the operator's experience. Additionally, bibliographic evidence was utilized to expand knowledge and acquire valuable information for the machine's manufacturing. The implementation of the portable lathe drilling machine at Taller Tecni Torno Rosero in the city of Riobamba has proven to be highly successful, significantly improving the precision and efficiency of the drilling processes. Test phase results indicate an increase in productivity, along with reduced drilling times and improved product quality. Based on the presented context, it is concluded that Taller Tecni Torno Rosero lacks a portable lathe drilling machine. Therefore, a more sophisticated design is proposed that includes all the required specifications and needs of the workshop, significantly contributing to its development.

Keywords: <DRILLING MACHINE>, <PORTABLE LATHE>, <PARTS MACHINING>, <ENGINE POWER>, <CUTTING SPEED>, <FREQUENCY INVERTER>.

Lic. Angela Cecibel Moreno Novillo
0602603938

INTRODUCCIÓN

En el año 2020, el taller "Tecní Torno Rosero" fue inaugurado al sur de la ciudad de Riobamba bajo la dirección del Tecnólogo Franklin Israel Coello Rosero. Su principal enfoque era el mecanizado de piezas, la corrección de aros, y trabajos de soldadura utilizando electrodos especiales, técnicos MIG y TIG. Sin embargo, al comenzar su actividad, la pandemia mundial afectó significativamente, obligando al cierre general y a las medidas de cuarentena. Esta situación afectó los resultados esperados del taller. Ante esto, surgió la idea de producir hebillas que son utilizadas para sogas en el campo agrícola, esto es manualmente para mitigar la crisis económica.

Esta iniciativa permitió al taller mantenerse durante los desafiantes tiempos de la pandemia, impulsando la generación de ideas para la creación de máquinas manuales destinadas a la fabricación de hebillas para sogas, evitando así la bancarrota. Con el paso del tiempo, la necesidad de nuevas máquinas se volvió evidente para el crecimiento sostenido del taller.

En el transcurso del año 2023, se realizaron inversiones en la adquisición de nuevas máquinas y equipos para el progreso continuo del taller, considerando la evolución hacia un entorno más digital. Aunque una máquina esencial para el taller, la "Barrenadora con torno portátil", se identificó como crucial, su alto costo y la falta de disponibilidad en el mercado local de Riobamba representaron un obstáculo significativo.

Debido a la demanda de reparaciones en máquinas pesadas como retroexcavadoras y gallinetas, con necesidades específicas de rectificación de bocines y acoples inaccesibles para el torno convencional por su pequeño tamaño, surgió la necesidad imperiosa de esta máquina "Barrenadora con torno portátil". Su implementación facilitaría la ejecución de estas tareas de manera eficiente y sin complicaciones, permitiendo así el continuo crecimiento del taller mediante la incorporación de nuevas tecnologías.

E eslabón pluma servirá para que la maquina barrenadora ingrese a la perforación de barrenado en los pines de este eslabón, con la finalidad que pueda realizar el barrenado al diámetro que se requiera para que puedan ingresar sus acoples y a continuación sus pines o bocines.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

En este capítulo se aborda el planteamiento del problema, la justificación teórica del proyecto y se establecen los objetivos, tanto generales como específicos, que serán el foco principal de este trabajo de investigación.

1.1. Planteamiento del problema

Se puede observar un entorno más exigente en las industrias, el cual permite que el país se desarrolle en un mundo más competitivo. Utilizar herramientas manuales o máquinas estacionarias en lugar de una máquina barrenadora portátil requiere de más tiempo y esfuerzo para completar tareas de perforación, esto afecta a la productividad y eficiencia en el trabajo.

En el Taller Tecni Torno Rosero, ubicado en la ciudad de Riobamba, se enfrentan actualmente a diversas dificultades en sus operaciones de mecanizado. La falta de una máquina barrenadora con torno portátil adecuada ha generado problemas como la limitación en la variedad de trabajos que pueden realizar, ya que se necesita perforar agujeros en lugares específicos y no se puede lograr sin esta máquina, lo que limita la capacidad para poder trabajar en diferentes espacios y ubicaciones donde es necesaria la perforación por lo que una máquina portátil sería esencial para su movilidad. La falta de precisión en ciertas operaciones y la dependencia de terceros para completar ciertos proyectos dan lugar a errores e imperfecciones al realizar los trabajos, afectando la satisfacción de sus clientes y la rentabilidad del negocio.

Motivo por el cual se requiere realizar un diseño de una máquina barrenadora con torno portátil para posteriormente ser implementada después del análisis exhaustivo, esta máquina debe ser ligera por el motivo que debe ser transportada de un área a otra e incluso se puede llevar a cualquier lugar que el operario necesite para su trabajo.

1.2. Justificación

El diseño e implementación de una máquina barrenadora con torno portátil radica en su capacidad para abordar desafíos específicos en el ámbito de la manufactura y reparación. Esta herramienta innovadora se orienta a satisfacer las crecientes demandas de la industria en términos de flexibilidad y eficiencia. Esta máquina ofrece una solución versátil y eficiente para perforaciones

precisas en lugares de difícil acceso. Su portabilidad facilita el transporte a lugares remotos o espacios reducidos donde las máquinas estacionarias no son prácticas.

La necesidad de realizar perforaciones precisas y de alta calidad ha aumentado la demanda de herramientas versátiles y compactas. La máquina barrenadora con torno portátil enfrenta este desafío combinando la potencia de un torno con la versatilidad de una barrenadora para que la perforación y el torneado se puedan realizar en un solo equipo.

Esta innovación facilita la implementación de proyectos de construcción, reparación y mantenimiento donde la movilidad y la eficiencia son importantes. Además, favorece la optimización de recursos y tiempos, eliminando la necesidad de desmontar estructuras y llevarlas a talleres de reparación especializados. En conclusión, el diseño e implementación de una máquina barrenadora con torno portátil satisface la demanda de la industria de soluciones prácticas, eficientes y versátiles, ofreciendo importantes ventajas en términos de accesibilidad, precisión y conservación de recursos.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Desarrollar e implementar una máquina barrenadora con torno portátil en el Taller Tecni Torno Rosero de la ciudad de Riobamba.

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar un análisis exhaustivo de los componentes que requiere la máquina barrenadora con torno portátil para su diseño e implementación.
- Diseñar la máquina Barrenadora con torno portátil con la herramienta de software CAD's, para determinar la viabilidad del diseño.
- Adquirir los materiales necesarios según el diseño más adecuado que se escogió, y ver los productos óptimos en el mercado con relación a su costo-beneficio para su construcción.
- Ensamblar la máquina Barrenadora con torno portátil con todos los productos ya adquiridos.
- Evaluar el diseño e implementación en el taller Tecni Torno Rosero, para saber si su funcionamiento es óptimo.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Sistemas de Control

Según (Industrias, 2022) es un sistema compuesto por un grupo de elementos que busca ejercer control sobre otros sistemas. Tiene como objetivo, completar de manera efectiva las tareas y asignaciones para las cuales fue programado. Para ello, deben comportarse de manera estable ante los errores. Tienen como función principal, organizar y administrar de manera efectiva toda la información computarizada con la que funcionan las máquinas y los equipos automatizados.

2.1.1. *Tipos de sistemas de control*

Sistema de control automático: Están constituido por métodos que funcionan automáticamente y realizan procesos exactos, rápidos y con autonomía. Su principal característica es su capacidad para para medir datos y compararlos con los de salida. Forman parte de los sistemas de lazo cerrado, donde la salida se nutre de la entrada para ejecutar la comparación. (Industrias, 2022).

Sistema de control de lazo abierto: En este tipo de sistema, la salida no tiene consecuencia sobre el sistema de control para concertar la operación. Algunos ejemplos de este tipo de sistema con lo que palpamos a diario están en el funcionamiento del semáforo, lavadoras, el sistema de riego de plantas automático, etcétera. (Industrias, 2022)

De acuerdo con la respuesta esperada: En esta categoría, existen dos tipos, los estables que se dedican a ofrecer una indicación reducida en su salida y los inestables, que se encargan de proporcionar entradas resumidas y no resumidas (Industrias, 2022).

Híbridos o conjuntos: Son aquellos donde está presente la mano del hombre y la automatización, como, por ejemplo, el controlador lógico programable (Industrias, 2022).

2.2. Automatización

Históricamente, la necesidad de crear herramientas eficaces para mejorar e impulsar la producción, la distribución y la comercialización de productos ha sido un trabajo constante para los seres humanos. Por tales motivos, la automatización industrial supone una herramienta indispensable a la hora de fabricar una cantidad de productos de alta calidad en un tiempo récord,

pues su función principal radica en crear máquinas y sistemas tecnológicos capaces de realizar tareas repetitivas y mecánicas que puedan sustituir la intervención humana y aumentar la producción. La automatización de procesos industriales, por lo tanto, permite que el tiempo de fabricación se reduzca, que los operadores reduzcan su carga laboral y que el margen de error sea cada vez menor en el área de producción (Robotics, 2020).

2.2.1. Tipos de automatización industrial

Al ser un campo de estudio bastante amplio e innovador, es importante diferenciar entre los tipos de automatización industrial que existen. Lógicamente el tipo de automatización dependerá del objetivo de la empresa o industria a la hora de fabricar sus productos (Robotics, 2020).

Si lo que se desea es producir en grandes volúmenes piezas idénticas, la automatización fija es la herramienta ideal para ejecutar esta acción. Este tipo de automatización está diseñada para llevar a cabo una tarea específica que puede, además, realizarse a bajo muy coste (Robotics, 2020). Por otra parte, la automatización programable es más útil cuando se busca la producción en volúmenes bajos de distintos tipos de objetos, pues esta herramienta permite configurar las máquinas y el software según las necesidades del programador.

Finalmente, la automatización flexible podría considerarse la mejor opción, dado que esta incorpora las funcionalidades de las dos anteriores. Su nivel de producción es mediano y permite realizar ajustes en la línea de producción (Robotics, 2020).

2.3. Máquina barrenadora con torno portátil

Desde un punto de vista técnico, la mandrinadora portátil (o barrenadora) es una máquina herramienta capaz de realizar operaciones de mecanizado por arranque de viruta en el interior de cavidades cilíndricas, garantizando la dimensión, la coaxialidad y la concentricidad dentro de tolerancias muy ajustadas (Elsa, 2022).

Comúnmente, debido a su pequeño tamaño y extrema versatilidad, la alisadora portátil se utiliza para reparaciones in situ, dando al usuario una ventaja considerable en términos de tiempo y coste. De hecho, el trabajo realizado directamente in situ reduce los costes de desmontaje y transporte a un taller especializado, minimizando el tiempo de inactividad y permitiendo la vuelta al pleno funcionamiento en el menor tiempo posible. (Elsa, 2022)

2.3.1. Función de la máquina barrenadora

Las barrenadoras o tornos portátiles comienzan su función primeramente con una parte llamada base, que se utiliza principalmente para procesar orificios internos, orificios concéntricos con tubos de vacío y extremos. Se utiliza en la base una cuchilla para mover la pieza sobre la base hasta obtener una forma deseada. El movimiento que realizan los tornos se produce de forma alternativa y a través de la hoja de metal que se coloca para realizar el corte en la pieza de trabajo, se produce un movimiento lineal y es el movimiento que hace la herramienta de corte. La barra de perforación está hecha de aleación de acero de alta resistencia y el diseño del mecanismo giratorio es muy preciso, lo que garantiza además de una gran precisión, una alta eficiencia de la máquina. La velocidad de alimentación se puede ajustar libremente dependiendo del diámetro del torno. Las partes giratorias son aquellos como los cilindros, conos y hélices. Las partes giratorias son guiadas a través de palancas que se controlan las revoluciones de lo que es el cilindro de la pieza. (Aeromaquinados, 2022)

2.4. Motores eléctricos

Un motor eléctrico es un dispositivo que convierte la energía eléctrica en energía mecánica, es decir, en movimiento además se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones, desde electrodomésticos y herramientas eléctricas hasta vehículos eléctricos y grandes maquinarias industriales. (Fitzgerald, A. E., Kingsley Jr., C. y Umans, S. D., 2018, p. 30)

La conversión de energía, los motores eléctricos también pueden ser controlados para regular su velocidad y su dirección de rotación los cuales se encuentran en sistemas de control que pueden variar desde un simple interruptor de encendido y apagado hasta un sistema sofisticado de control electrónico. (Fitzgerald, A. E., Kingsley Jr., C. y Umans, S. D., 2018, p. 45)

2.5. Partes de un motor

Con la definición de motor eléctrico, es indispensable conocer cuáles son sus elementos constructivos para tener un mejor panorama con respecto al funcionamiento del motor. En la Ilustración 2 – 1 se puede observar el despiece de un motor eléctrico.

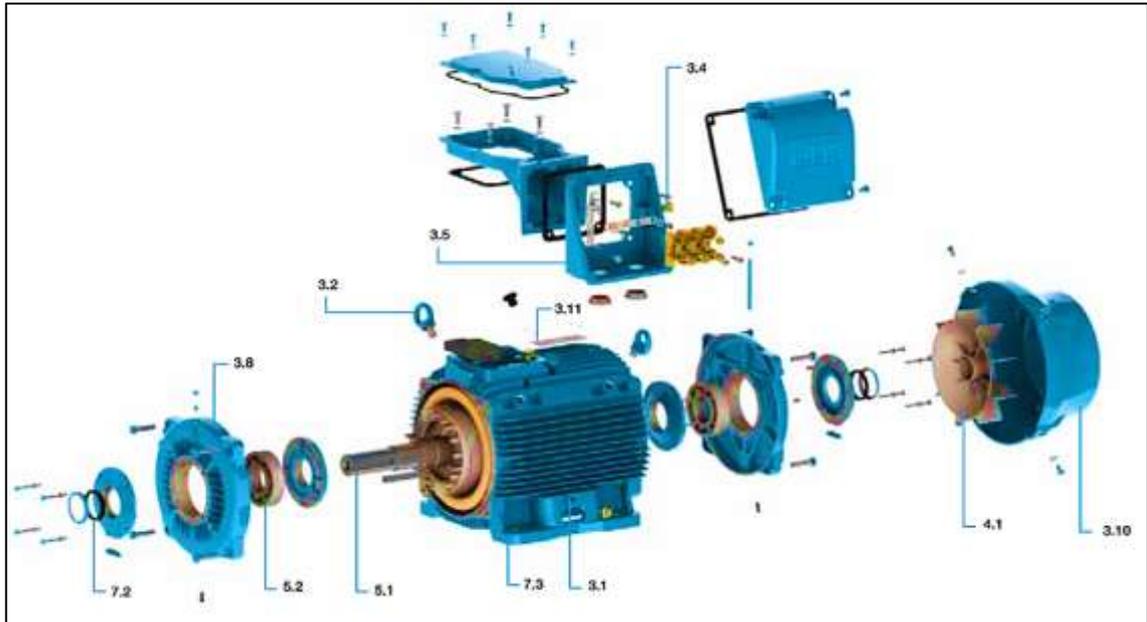


Ilustración 2-1: Partes Internas y Externas de un motor.

Fuente: Catálogo WEG W22.

De acuerdo con lo visto en la Ilustración 2 – 1 se detalla cada componente a continuación en la Tabla 2 – 1.

Tabla 2-1: Detalle de las partes del motor eléctrico.

Número	Nombre del elemento
3.1	Carcasa
3.2	Cáncamos de izaje
3.4	Terminales de puesta a tierra
3.5	Caja de conexiones
3.8	Tapas
3.10	Tapa deflectora
3.11	Placa de identificación
4.1	Sistema de refrigeración
5.1	Eje
5.2	Rodamientos
7.2	Sello
7.3	Pintura

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Fuente: Catálogo WEG W22.

2.6. Motores trifásicos

Son motores diseñados para trabajar en entornos industriales o comerciales por sus diferentes características constructivas y capacidad de trabajar en un rango amplio de potencia. La

característica diferencial de los motores eléctricos trifásicos es su bobinado. El motor trifásico está conformado por tres bobinados independientes con un desplazamiento de 120° eléctricos y alimentados por un sistema de tres fases en corriente alterna. Se puede apreciar esta disposición en la Ilustración 2 – 2. (Nascimento, 2019, pág. 8)

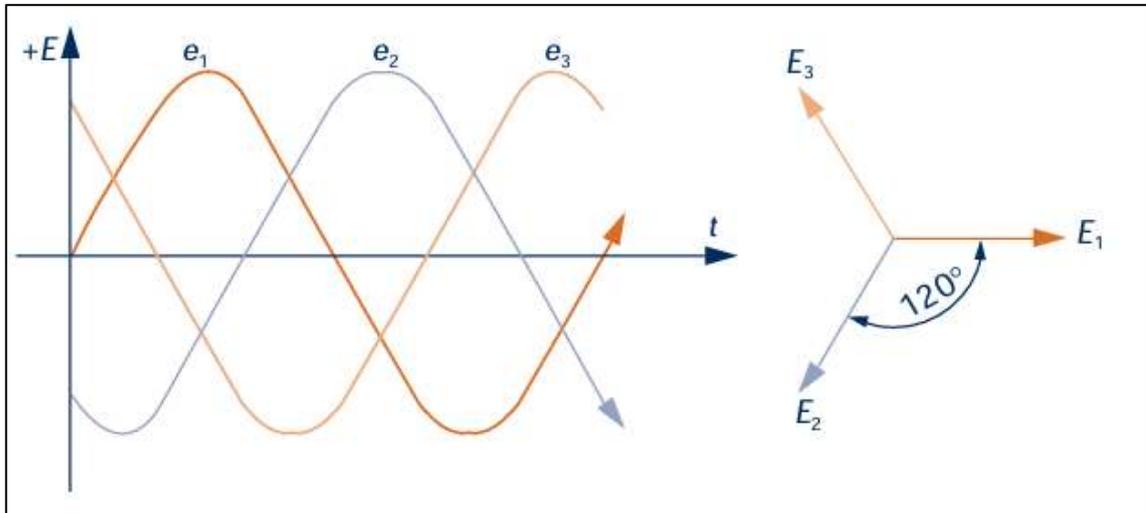


Ilustración 2-2: Bobinados de motor trifásico.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

2.6.1. Clasificación de motores trifásicos.

Esta clase de motores presentan una gran variedad de modelos y características. En este sentido, se pueden clasificar por su velocidad de giro y su tipo de rotor. (Oviedo, 2018, pág. 13)

2.6.1.1. Asíncronos

Un motor trifásico es considerado asíncrono cuando la velocidad del campo magnético generado por el estator supera a la velocidad de giro del rotor. Este tipo de configuración es la más utilizada en el sector industrial. (Nascimento, 2019, pág. 9)

2.6.1.2. Síncronos

Se dice que un motor es síncrono cuando la velocidad de giro del estator es igual a la velocidad de giro del rotor, es decir, los dos campos magnéticos generados por el rotor y estator son iguales. (Nascimento, 2019, pág. 10)

2.6.1.3. Rotor en corto circuito (Jaula de ardilla)

Constructivamente es el motor de construcción más sencilla, económico y con altos niveles de confiabilidad en cuanto a seguridad. Sin embargo, este tipo requiere una corriente más elevada que la tensión de funcionamiento durante el arranque. Esta característica relativamente negativa, clasifica a los motores de rotor en cortocircuito en jaula de ardilla simple y doble. (Oviedo, 2018, pág. 19)

El rotor de jaula de ardilla simple contempla una intensidad nominal de arranque de entre 6 y 8 veces mayor a la intensidad nominal del motor. (Oviedo, 2018) Se aprecia dicha configuración en la Ilustración 2 – 3.

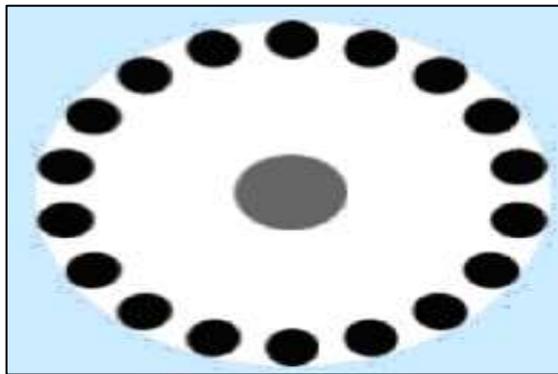


Ilustración 2-3: Rotor de motor de jaula de ardilla simple.

Fuente: Oviedo, 2008.

En el rotor de jaula de ardilla doble presenta dos ranuras separadas que permiten tener corrientes nominales de arranque de entre 3 y 5 veces la corriente nominal del motor. En relación con el visto anteriormente, este tipo soporta muy bien las sobrecargas sin tener repercusiones en la velocidad, es decir, presenta mayor estabilidad. (Oviedo, 2018, pág. 19) Esta configuración se puede apreciar en la Ilustración 2 – 4.

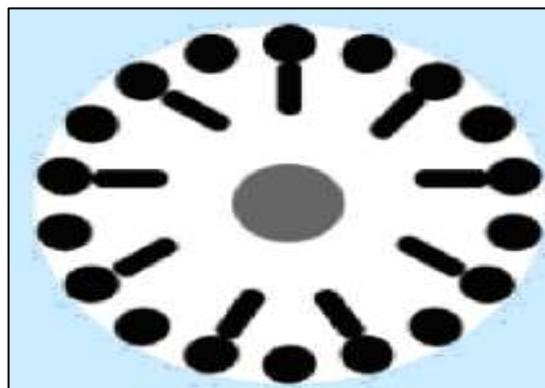


Ilustración 2-4: Rotor de motor de jaula de ardilla doble.

Fuente: Oviedo, 2008.

2.6.1.4. Rotor bobinado (Anillos rozantes)

En esta clase de motores el rotor está ranurado igual que el estator en donde se aloja un bobinado trifásico conectado en estrella. De esta forma, las fases del bobinado se presentan en el exterior por medio de escobillas que rozan en los anillos. A diferencia de los motores con jaula de ardilla, la corriente nominal de arranque en los motores de rotor bobinado, no supera dos veces la intensidad nominal del motor. (Oviedo, 2018, pág. 20) En la Ilustración 2 – 5 se puede apreciar el rotor bobinado con las características descritas.

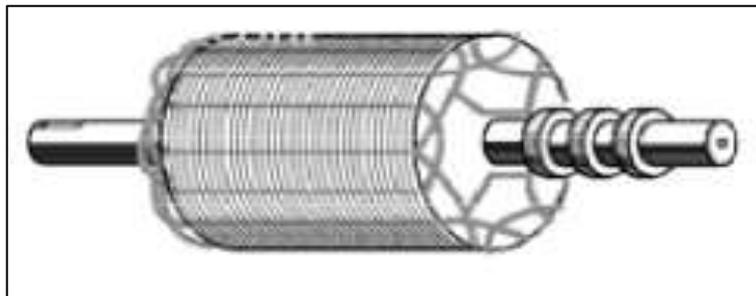


Ilustración 2-5: Rotor bobinado.

Fuente: Oviedo, 2008.

2.6.2. Arranque de motores trifásicos

Un aspecto muy importante al momento de emplear motores trifásicos es la corriente de arranque. Si esta intensidad es muy elevada las protecciones pertinentes pueden activarse o perjudicar el sistema de alimentación. Para contrarrestar los efectos de sobre corrientes, se disminuye la tensión durante el arranque y cuando se alcanza la velocidad nominal se conecta el motor a su tensión nominal. Para realizar estos procedimientos se presentan las siguientes técnicas. (Ortiz, 2024, pág. 32)

2.6.2.1. Arranque estrella – triángulo.

Es el método más empleado para motores de jaula de ardilla. Contempla la conexión del motor en estrella durante el arranque y una vez que el motor entra en su estado de régimen se lo conecta en triángulo a la tensión nominal. (Ortiz, 2024, pág. 33) En la Ilustración 2 – 6 se aprecia las conexiones estrella y triángulo en los bornes del motor.

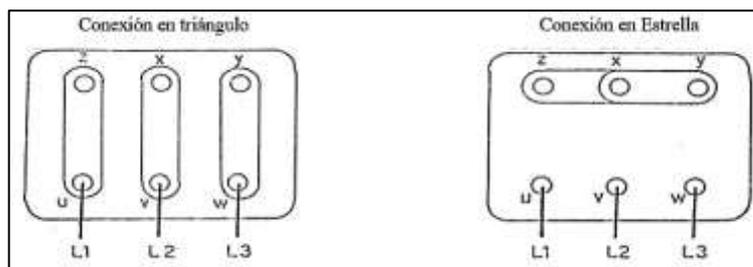


Ilustración 2-6: Conexiones de motores trifásicos.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

2.6.2.2. Arranque mediante autotransformador

Este método es empleado para motores de gran potencia. Contempla la realización de un intercalado entre el motor y la red de alimentación mediante un autotransformador. De manera similar con el arranque anterior, el autotransformador consta de distintas tomas de tensión reducida las cuales se van empleando de manera progresiva hasta conectarlo a la tensión nominal del motor. (Ortiz, 2024, pág. 35) El esquemático de este arranque se observa en la Ilustración 2 – 7.

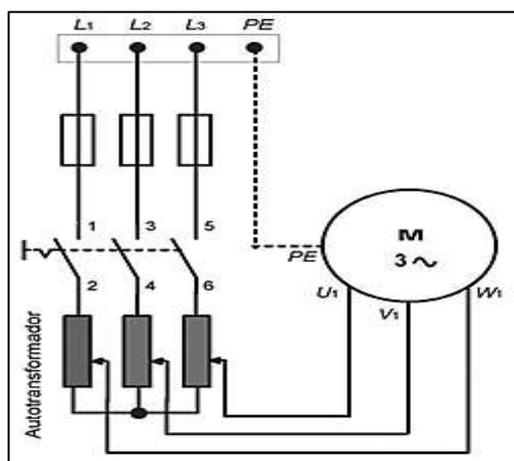


Ilustración 2-7: Esquema de arranque con autotransformador.

Fuente: Ortiz, 2024.

2.6.2.3. Arranque con resistencias en serie con el bobinado del estator

Para este método se requiere un reóstato variable conectado en serie con el bobinado del estator. El método consiste en arrancar el motor con la resistencia al máximo y se va reduciendo gradualmente hasta que quede conectado a la tensión nominal. (Ortiz, 2024, pág. 35) Se observa el circuito de conexión del método en la Ilustración 2 – 8.

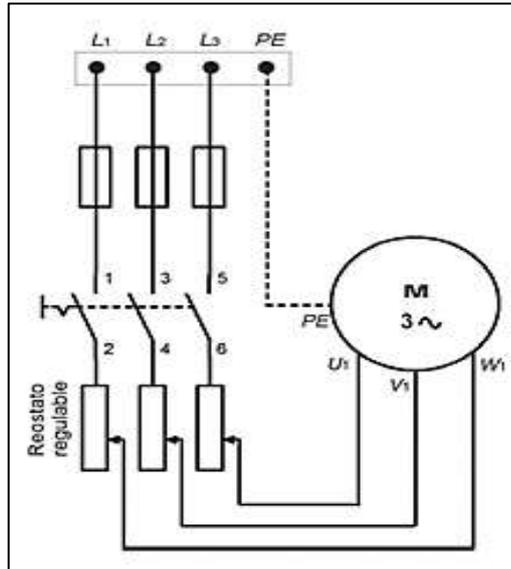


Ilustración 2-8: Esquema del arranque con reóstato.

Fuente: Ortiz, 2024.

2.7. Motorreductor

Es un mecanismo con la capacidad de regular la velocidad de giro de un motor para su operación en condiciones determinadas. Está conformado de un arreglo de engranajes que aplican velocidades diferentes a un motor. (Todo para la Industria, 2024) En la Ilustración 2 – 9 se puede apreciar un motorreductor de uso industrial.



Ilustración 2-9: Motorreductor industrial

Fuente: WEG, 2024.

Los motorreductores según a sus características constructivas y disposición interna se pueden clasificar en los siguientes tipos:

- Planetarios
- Sinfín – Corona
- De ejes paralelos

2.8. Variador de frecuencia

Es un dispositivo industrial regulador ubicado entre las líneas de alimentación y el motor. El variador de frecuencia permite regular la velocidad de motores de corriente alterna en función de la necesidad que la carga requiera. De esta forma el consumo de energía se reduce entre un 20 y 70%. La Ilustración 2 – 10 muestra un variador de frecuencia de uso industrial. (ABB, 2024)



Ilustración 2-10: Variador de frecuencia industrial.

Fuente: SICOLEC, 2024.

2.9. Esfuerzo de corte

El esfuerzo de corte, también conocido como tensión de corte, se define como la fuerza de corte dividida por el área transversal sobre la cual actúa. Se expresa en unidades de presión, como pascal (Pa) o libra por pulgada cuadrada (psi). El esfuerzo de corte es perpendicular a la dirección de la carga y provoca la deformación del material en forma de deslizamiento o corte (Polaridad, 2024).

2.9.1. Aplicación del esfuerzo de corte en ingeniería

El esfuerzo de corte es un parámetro crucial en el diseño y análisis de estructuras y componentes en diferentes campos de la ingeniería, como la mecánica, la estructural, la aeroespacial, entre

otros. Al comprender y calcular el esfuerzo de corte, los ingenieros pueden evaluar la resistencia de los materiales y garantizar la seguridad y eficiencia de los diseños (Polaridad, 2024).

Una de las aplicaciones más comunes del esfuerzo de corte es en el análisis de vigas y placas sometidas a cargas transversales. Al calcular el esfuerzo de corte en diferentes secciones transversales, los ingenieros pueden determinar la distribución de esfuerzos a lo largo de la estructura y dimensionar los elementos para resistir las fuerzas de corte (Polaridad, 2024).

2.9.2. *Cómo se calcula el esfuerzo de corte*

El cálculo del esfuerzo de corte puede ser realizado utilizando la ecuación 1:

$$\text{Tau} = F / A \quad (1)$$

Donde Tau es el esfuerzo de corte, F es la fuerza de corte aplicada y A es el área transversal sobre la cual actúa la fuerza. Es importante tener en cuenta que el esfuerzo de corte puede variar a lo largo de una sección transversal, por lo que es necesario considerar las diferentes áreas y fuerzas involucradas en el cálculo. (Polaridad, 2024)

2.10. Mandrinado o mandrilado

Según (ASDRÚBAL, 2022) el proceso de Mandrinado es una operación de mecanizado que se usa para ampliar o mejorar la calidad de los agujeros que ya están hechos, este proceso es común cuando se requiere mayor precisión o el diseño tienen tolerancias muy específicas para el mecanizado que no es posible conseguir con un proceso de cilindrado común. En 20 nuestro caso, es adecuado realizar el mecanizado con gran precisión en los agujeros de las orejas levantadoras, debido a que son las guías para la articulación de un brazo o un martillo hidráulicos. El Mandrinado también se puede realizar en un torno común, haciendo girar la pieza como se hace comúnmente y fijando la barra de mandrilar con el filo adecuado en el buril, también se pueden realizar mecanizados en cilindros de máquinas de vapor, soportes de bielas y en general piezas que deben permanecer fijas mientras gira la barra de mandrilar. En la Ilustración 2 – 11 se aprecia la operación de mandrinado.



Ilustración 2-11: Mandrinado.

Fuente: Asdrúbal, 2022.

2.11. Esfuerzo

Según (Richard, 2019, pág. 7), el esfuerzo se refiere a la fuerza que actúa sobre una sección transversal de un objeto, y se puede expresar como la relación entre la fuerza aplicada (F) y el área transversal (A). Estos esfuerzos se pueden clasificar en dos categorías:

2.11.1. Esfuerzo Normal (σ)

La intensidad de la fuerza que actúa sobre una pequeña área dA se denomina esfuerzo normal. Cuando este esfuerzo normal actúa en dirección de tracción, se conoce como tensión, y cuando actúa en dirección de compresión, se llama compresión. El esfuerzo normal se calcula utilizando la ecuación 2. (Richard, 2019, pág. 7)

$$\sigma = \frac{dF}{dA} \quad (2)$$

2.11.2. Esfuerzo cortante

La fuerza que actúa en la dirección tangencial a una pequeña área dA se determina mediante la ecuación 3. (Richard, 2019, pág. 8)

$$T_{zx} = \lim \frac{dFx}{dA} \quad (3)$$

2.11.2.1. Esfuerzos de torsión y flexión

Según (Richard, 2019) el esfuerzo de torsión se refiere a un momento que busca girar o torcer una pieza, y es de gran relevancia en la definición del diseño de ejes o árboles de transmisión. Se puede calcular utilizando la ecuación 4. (Richard, 2019, pág. 8)

$$T_{max} = \frac{Tc}{J} (N.m) \quad (4)$$

Donde:

T_{max} = esfuerzo cortante máximo que se produce en la superficie externa

T = par de torsión interno

C = radio exterior del eje

J = momento polar de inercia del área transversal

Para calcular el esfuerzo de flexión se necesita la ecuación 5.

$$\sigma_{max} = \frac{Mc}{I} \quad (5)$$

Donde:

σ_{max} = esfuerzo de flexión

M = momento interno resultante

c = distancia desde el eje neutro hasta el punto más alejado del eje neutro

I = momento de inercia del área de la sección transversal

2.11.3. Diagrama de esfuerzos

Según (Richard, 2019) para diseñar un eje de manera adecuada es esencial calcular los valores máximos de los esfuerzos cortantes y momentos que actúan sobre él. Estos esfuerzos se pueden representar de manera gráfica en lo que se conocen como diagramas de esfuerzos cortantes y diagramas de momentos como observa en la Ilustración 2 – 12.

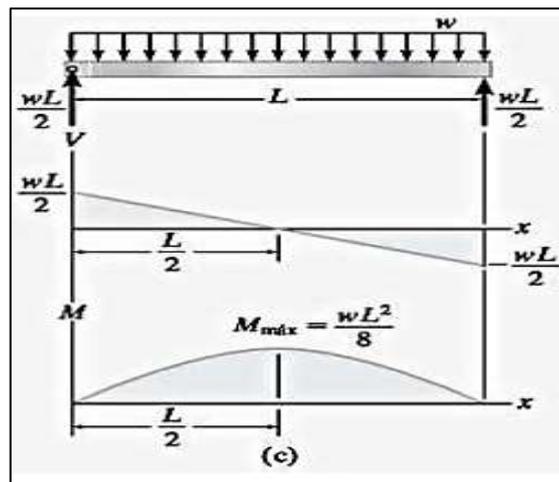


Ilustración 2-12: Diagrama de esfuerzo cortante y momento.

Fuente: Richard, 2019.

2.11.4. Diseño de ejes

Según (Richard, 2019, pág. 10) en esta sección se presenta la ecuación 6, la cual es utilizada para calcular el diámetro del eje requerido.

$$D = \left[\frac{32N}{\pi} \sqrt{\left[\frac{K_t}{S'_n} \right]^2 + \frac{3}{4} \left[\frac{T}{S_y} \right]^2} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (6)$$

Donde:

N = factor diseño

K_t = factor de concentración de esfuerzos

S'_n = resistencia a la fatiga según el material

T = torque al que está sometido el eje

S_y = esfuerzo de fluencia

La ecuación 7 se utiliza para calcular los efectos normales fluctuantes según el método de Goodman.

$$\frac{k_{t\sigma a}}{S'_n} + \frac{\sigma m}{S_u} = \frac{1}{N} \quad (7)$$

2.11.5. Transmisión de potencia

Al diseñar un sistema de transmisión de potencia, es fundamental seleccionar los componentes adecuados para lograr un sistema óptimo. Además, en lo que respecta al diseño del eje, se deben considerar los esfuerzos de torsión, tensión y flexión que se generan en él para determinar el diámetro adecuado. En el caso de los componentes, como los engranajes, es importante decidir si se utilizarán engranajes rectos u otros tipos, así como tener en cuenta el número de dientes y el diámetro de paso. También se deben considerar aspectos como cambios de sección (hombros) en los puntos de apoyo de los cojinetes, cuñeros para las poleas y engranajes, y otras consideraciones específicas. El conjunto de varios ejes y componentes utilizados en esta transmisión se conoce como un tren de engranes, que se utiliza para reducir o aumentar velocidades, como en el caso de una caja de cambios de un automóvil. (Richard, 2019, pág. 11)

2.11.6. Tren de engranes compuesto

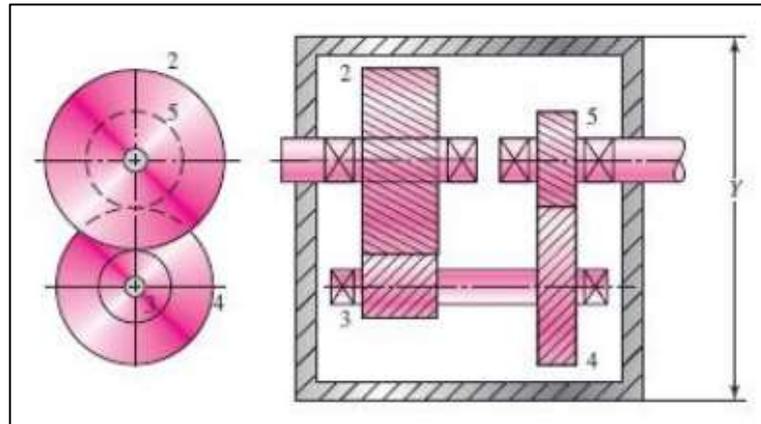


Ilustración 2-13: Tren de engranes compuesto.

Fuente: Vitores, 2021.

Según (Vitores, 2021), la Ilustración 2 – 12 se trata de un tren de engranes compuesto ya que en uno de los ejes hay más de una rueda dentada, y es un tren no recurrente porque el eje de entrada y el de salida no están alineados. Su relación de transmisión es de signo positivo, ya que el sentido de giro de la rueda de entrada y de la rueda de salida es el mismo. Todos sus engranes de tipo recto, esto es, con las líneas de los dientes paralelas entre sí y perpendiculares al disco de la rueda, y son exteriores, es decir, en cada pareja, los dientes engranan entre sí por su perímetro exterior.

2.12. Casos de éxito en aplicación de una barrenadora con torno portátil.

Según (Nina & Ancalla, 2019, pág. 18), la investigación “DISEÑO DE PROTOTIPO DE BARRENADORA PORTÁTIL PARA MEJORAR EL PROCESO DE BARRENADO EN LA EMPRESA RESER JAVIER.S E.I.R.L” en la UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL PERU que tiene como objetivo principal diseñar e implementar una barrenadora portátil eficiente que mejore significativamente el proceso de barrenado en las articulaciones de brazos y palas de maquinaria pesada en la empresa RESER JAVIER.S EIRL, con el propósito de reducir los tiempos de trabajo y aumentar la competitividad en el mercado, revirtiendo la disminución de contratos experimentada en los últimos meses, de tal manera que su aporte fue que podrían generar interés en el desarrollo de nuevas tecnologías y equipos en el ámbito de maquinaria pesada. Otras empresas del sector podrían explorar oportunidades similares para innovar y mejorar sus propios equipos.

Según (Cifuentes, Beltrán, & Asdrúbal, 2002), la investigación “DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA A PUNTO DE UNA BARRENADORA PORTÁTIL DE 10 HP DE POTENCIA PARA

REALIZAR MECANIZADOS EN HIDROSISTEMAS GIL S.A.S” en la UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO de Colombia tiene como objetivo lograr eficiencia, reducir tiempos de operación, mantener ligereza y asegurar un costo de fabricación razonable, ayudando en la investigación a enfocarse en la optimización de procesos de mecanizado en la industria de maquinaria pesada, utilizando la barrenadora como referencia para la mejora de eficiencia y reducción de tiempos de operación. La información detallada sobre diseño, cálculos y simulación podría servir como base teórica y práctica para proyectos similares en el mismo campo de estudio.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Introducción al Marco Metodológico

Al aplicar esta propuesta tecnológica la cual está centrada en el mejoramiento del Taller “Tecni Torno Rosero”, el Marco Metodológico establece el desarrollo de la idea para la construcción de la “Máquina Barrenadora con Torno Portátil”, la misma que será automatizada.

El taller "Tecni Torno Rosero" es reconocido por sus servicios de Barrenado, que ofrecen soluciones de mecanizado para perforar agujeros precisos en una variedad de materiales, incluyendo aluminio, acero y acero inoxidable. Estos servicios son fundamentales en la fabricación de piezas y componentes donde la precisión dimensional y la ubicación de los agujeros son críticas. "Tecni Torno Rosero" se especializa en desarrollar la perforación precisa de agujeros de acuerdo a las especificaciones del cliente, asegurando tolerancias ajustadas y un acabado de alta calidad. Proporciona barrenado en una variedad de tamaños y formas de agujeros, desde pequeños diámetros hasta perforaciones de mayor tamaño, con capacidades para agujeros simples o complejos. Este capítulo detalla cada uno de los elementos, materiales, técnicas que se ejecutaron para la formulación de mejoras en la “Máquina Barrenadora con Torno Portátil”, al realizar la metodología con los objetivos previamente establecidos en el planteamiento del problema, se garantiza que cada paso metodológico contribuya directamente a la consecución de un sistema más útil, productivo, duradero y beneficioso.

3.2. Fundamentos de la Metodología

3.2.1. *Tipo de estudio*

Este trabajo es una propuesta tecnológica, por lo que se requiere realizar una revisión bibliográfica y con esto poder analizar cada uno de los componentes que se van a utilizar, estos serán necesarios para la implementación del prototipo de una máquina barrenadora para poder realizar barrenados en maquinaria pesada, se considerará recursos tecnológicos, electromecánicos e informáticos para desarrollar esta propuesta de manera concreta.

3.2.2. *Tipo de Investigación*

La presente investigación se clasificó como aplicada, tuvo como objetivo resolver problemas específicos, ya que su orientación fue dada al mejoramiento de procesos y tecnologías que es realizar una “Máquina Barrenadora con Torno Portátil” para el taller “Tecn Torno Rosero”. Esta perspectiva se justificó por la necesidad de obtener resultados óptimos en el desarrollo del Barrenado para maquinaria pesada. Los resultados de esta investigación contribuyeron en implementar productos, prototipos o modelos materializados en cordura tecnológica. ((OCDE), 2019). Con esta investigación se pretendió generar soluciones prácticas que puedan ser implementadas en la máquina y así se obtenga un beneficio productivo.

3.2.3. Enfoque de la Investigación

El desarrollo de una máquina barrenadora implicó una combinación de enfoques cualitativos y cuantitativos a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Las decisiones de diseño, la optimización del rendimiento y la evaluación de la viabilidad económica son ejemplos de áreas donde ambos enfoques pueden desempeñar un papel fundamental. Para lograrlo, se consideró la integración, justificación, diseño, objetivos, métodos, análisis de datos y asignación y composición del equipo de investigación desde una perspectiva teórica. (Sara, Ramon, & Lourido, 2021, pág. 4).

En las etapas iniciales del desarrollo, se realizó evaluaciones cualitativas en esto pudo incluir consideraciones sobre la ergonomía, la facilidad de mantenimiento, las expectativas para identificar características clave que deben incorporarse en el diseño de la máquina, la elección de materiales en términos de durabilidad, resistencia a la corrosión, y otras propiedades relevantes. (Sara, Ramon, & Lourido, 2021)

Durante el diseño y la ingeniería, se realizó análisis cuantitativos para establecer tolerancias específicas y requisitos de precisión para los componentes de la máquina. Después de la construcción de prototipos, las pruebas incluyen mediciones cuantitativas para evaluar la eficacia del barrenado, la precisión y otros parámetros de rendimiento. (Sara, Ramon, & Lourido, 2021, pág. 4)

3.2.4. Alcance de la Investigación

El alcance del estudio es tanto descriptivo como correlacional, con finalidad cualitativa descriptiva el objetivo es tener una investigación fenomenológica descriptiva o constructivista en busca de comprensión, la opinión subjetiva expresada por un grupo de personas sobre un tema determinado. (Ramos, 2020, pág. 6). En una fase inicial aplicar un alcance descriptivo para documentar y describir las características específicas del diseño de la máquina barrenadora, sus

componentes clave, y cómo se espera que funcione para determinar los requerimientos que deben ser cumplidos por el diseño propuesto.

El alcance correlacional detalla la relación entre variables, para lo cual se recurrió a investigación documental para permitir la comprensión en la relación entre los parámetros tecnológicos y calidad de mecanizado. De igual manera, se detalla la relación entre aspectos de diseño y conformación de la maquinaria y su evaluación de desempeño, un alcance correlacional ayuda a comprender las relaciones entre estas variables y optimizar el diseño. (Ramos, 2020, pág. 6)

3.2.5. Diseño de la Investigación

En el desarrollo del proyecto se utilizó un diseño no experimental, que se sustenta con la investigación literaria, también conocida como revisión de la literatura, se centra en analizar y sintetizar estudios, documentos, y fuentes existentes relacionadas con el tema de interés. Es un diseño experimental ya que cuenta con una variable independiente razón por la que no es posible poder manipular el diseño. Este diseño relaciona 2 o más variables en una situación determinada que nos ayuda analizar sus causas y efectos en su entorno para poder ser analizadas.

3.2.6. Métodos, Técnicas e Instrumentos de Investigación

En la propuesta tecnológica de una máquina barrenadora con torno portátil del Taller Tecni Torno Rosero, se utilizó métodos y técnicas específicas para una recolección exhaustiva y un análisis de los datos. Estas metodologías fueron diseñadas y aplicadas para asegurar la adquisición eficiente y precisa de información relevante, empleando herramientas avanzadas y técnicas específicas de procesamiento de datos lo que permitió obtener patrones y áreas de mejora con mayor profundidad y precisión técnica.

3.2.7. Métodos de Investigación

Se empleó una estrategia metodológica híbrida que combina la encuesta para el tratamiento de datos cuantitativos que incluía preguntas específicas dirigidas a la recolección de información numérica y objetiva sobre la operación de la máquina barrenadora con torno portátil y la entrevista para los datos cualitativos que proporcionaron una comprensión más profunda de la experiencia del operario y las percepciones sobre la máquina barrenadora con torno portátil. La integración de ambas metodologías fue fundamental para obtener una visión holística y completa de los aspectos cuantitativos y cualitativos relacionados con el rendimiento de la máquina en el entorno

productivo del Taller Tecni Torno Rosero. Las preguntas que constituyen la encuesta se ven a continuación.

1- ¿Cuál es su experiencia previa en el uso de máquinas barrenadoras con torno portátil?

- Ninguna
- Principiante
- Intermedio
- Avanzado

2- ¿Considera importante que el motor de la máquina tenga la capacidad de cambiar de dirección para operaciones de roscado u otras funciones?

- Sí
- No
- No estoy seguro

3- ¿Prefiere que el cambio de velocidad de la máquina se realice a través de un switch o mediante otro método?

- A través de un switch
- Mediante un dial de control
- No tengo preferencia

4- ¿Considera que la máquina barrenadora con torno portátil debería tener un diseño flexible para adaptarse a diferentes espacios de trabajo o aplicaciones?

- Sí, es importante
- No, no es necesario

5- ¿Qué tipo de materiales planea mecanizar principalmente con esta máquina? (Seleccionar todas las opciones que correspondan)

- Metales
- Madera
- Plásticos
- Otro (especificar)

6- ¿Qué tipo de precisión requiere en sus operaciones de mecanizado? (Seleccionar una opción)

- Precisión alta (tolerancias muy ajustadas)
- Precisión media (tolerancias estándar)
- Precisión baja (tolerancias más flexibles)

7- ¿Prefiere una máquina barrenadora con torno portátil que sea más liviana y fácil de transportar, o una más robusta y resistente, aunque más pesada?

- Más liviana y fácil de transportar
- Más robusta y resistente, aunque más pesada

- No tengo preferencia
- 8- ¿Considera importante la disponibilidad de repuestos y accesorios para la máquina barrenadora con torno portátil?
- Sí, es muy importante
 - Sí, es importante
 - No es importante

3.2.8. *Técnicas de Investigación*

Se utilizó diferentes técnicas de investigación como fueron las observaciones no participativas donde se presenciaron las actividades realizadas en el Taller Tecni Torno Rosero para así obtener una comprensión más profunda y contextualizada de la máquina a realizar. Además, se utilizó la entrevista en profundidad para obtener requerimientos cualitativos que son necesarios para el objeto de estudio a través de las siguientes preguntas.

1. **Control en el cambio de dirección:**

- ¿Cómo describiría la importancia del control en el cambio de dirección al momento de realizar el corte de la máquina barrenadora?

Es muy importante, ya que el trabajo que se requiere en el taller necesita un constante cambio de dirección en el corte de piezas.

2. **Control de velocidad:**

- ¿Se requiere control en la velocidad de avance?

Si, porque de acuerdo con el material la velocidad va cambiando.

- ¿Se requiere control de velocidad en el husillo?

Si, porque al realizar el corte en las piezas se utiliza diferentes velocidades de acuerdo con el material.

- ¿Bajo experiencia considera que el control en las velocidades influye en la calidad del mecanizado?

Si influye debido a que la velocidad juega un papel fundamental al momento de realizar el corte de la pieza de acuerdo con su material.

- ¿Qué métodos o sistemas de control de velocidad considera más efectivos en el contexto de una máquina barrenadora?

Depende del material ya que material más suave se baja la velocidad, y cuando más duro el material se sube la velocidad.

3. **Control de posicionamiento:**

- ¿Cuál es la relevancia del control de posicionamiento al momento de realizar el barrenado?

Que la máquina trabaje en todos los ejes, ya que los cortes se realizan en todas las direcciones.

4. **Mantenimiento:**

- ¿Cómo afecta el diseño o las características del motor al mantenimiento general de la máquina barrenadora?

Que se encuentren alineados como son sus partes el corredizo y el eje

5. **Rendimiento silencioso:**

- ¿Cómo valora la importancia del rendimiento silencioso del motor en entornos operativos?

El sonido debe ser bajo para seguridad del operario

6. **Fiabilidad:**

- Desde su perspectiva, ¿qué aspectos del diseño o fabricación del motor son críticos para garantizar su fiabilidad en el largo plazo?

Debe contar con todas las especificaciones que se requiere para el trabajo y garantizar el tiempo de vida útil.

- ¿Qué experiencia tiene con motores que han demostrado alta fiabilidad en aplicaciones similares?

Los motores WEG son buenos y dan facilidad para el mantenimiento.

7. **Compatibilidad ambiental:**

- ¿Cómo considera la importancia ambiental de los motores en la actualidad?

Que sean lo más eficientes energéticamente y que no produzcas humos dañinos para el medio ambiente.

3.3. Consideraciones generales

El constante desarrollo industrial y tecnológico han permitido la mejora significativa en diversas maquinas. En este sentido, se consideran los siguientes aspectos relacionados con avances tecnológicos, aplicaciones industriales y desafíos actuales en máquinas barrenadoras con torno portátil.

3.3.1. Avances tecnológicos

Las maquinas barrenadoras con torno portátil han experimentado notables avances tecnológicos en los últimos años, impulsando su eficiencia y versatilidad. Entre los avances más relevantes se detallan los siguientes vistos a continuación.

3.3.1.1. Automatización y Control Digital

La incorporación de sistemas de control digital ha mejorado la precisión y la eficiencia en la operación de las máquinas. Esto permite una mayor automatización de los procesos de barrenado, reduciendo la intervención manual y mejorando la calidad de los resultados.

3.3.1.2. Diseño Ergonómico y Portabilidad

Se ha trabajado en el desarrollo de máquinas más compactas y livianas, facilitando su transporte y manipulación en entornos industriales. Estos diseños ergonómicos mejoran la capacidad de perforación.

3.3.1.3. Herramientas de Corte de Alta Tecnología

El desarrollo de herramientas de corte con materiales más resistentes y tecnologías de recubrimiento mejoradas ha aumentado la durabilidad y la eficacia de las máquinas barrenadoras.

3.3.2. Desafíos Actuales

A pesar de los avances, las máquinas barrenadoras con torno portátil enfrentan algunos desafíos actuales:

3.3.2.1. Optimización de la Potencia

Mejorar la relación potencia-peso es esencial para aumentar la eficiencia de estas máquinas sin sacrificar la portabilidad.

3.3.2.2. Adaptabilidad a Materiales Avanzados

La capacidad para perforar materiales modernos y avanzados, como aleaciones de titanio o materiales compuestos, sigue siendo un desafío que requiere desarrollo continuo.

3.3.2.3. Seguridad y Normativas

Garantizar la seguridad del operador y cumplir con las normativas industriales en evolución son aspectos cruciales que deben abordarse constantemente.

Las consideraciones y aspectos vistos constituyen el punto de partida de la construcción de la máquina, ya que permite la concepción del diseño que tendrá la máquina y los requerimientos que esta debe cumplir según las necesidades de las piezas o elementos que se requieran mecanizar.

3.4. Requerimientos de la máquina

Teniendo en cuenta las consideraciones vistas en el apartado anterior se plantean los requerimientos vistos a continuación, presentando un enfoque en la automatización, seguridad, ergonomía y portabilidad que debe tener la maquina barrenadora con torno portátil.

Tabla 3-1: Requerimientos de la máquina.

REQUERIMIENTO DE LA MÁQUINA	DETALLE
Peso	Entre 600 a 3900 kg
Control en inversión de giro	Diseñarla con inversión de giro en los dos motores.
Control en avance y retroceso	La máquina tiene que permitir el avance y retroceso de los ejes para poder tener un buen barrenado.
Sistema para sujeción y transmisión del movimiento	Diseño para posibles modificaciones o reparaciones en la máquina.
Control digital	Es necesario tener un tablero de control para que se pueda invertir el giro, realizar el avance y retroceso.
Velocidad / Torque	La máquina debe ofrecer una velocidad de rotación baja sompesada por un alto par de torsión (>150Nm) para que el motor pueda realizar el corte de manera óptima.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

3.5. Concepción del diseño de la máquina

Al analizar los métodos y técnicas de investigación para la máquina barrenadora con el tipo de diseño realizamos un diagrama lógico de procesamiento de datos indicado. El grafico se aprecia en la Ilustración 3 – 1.

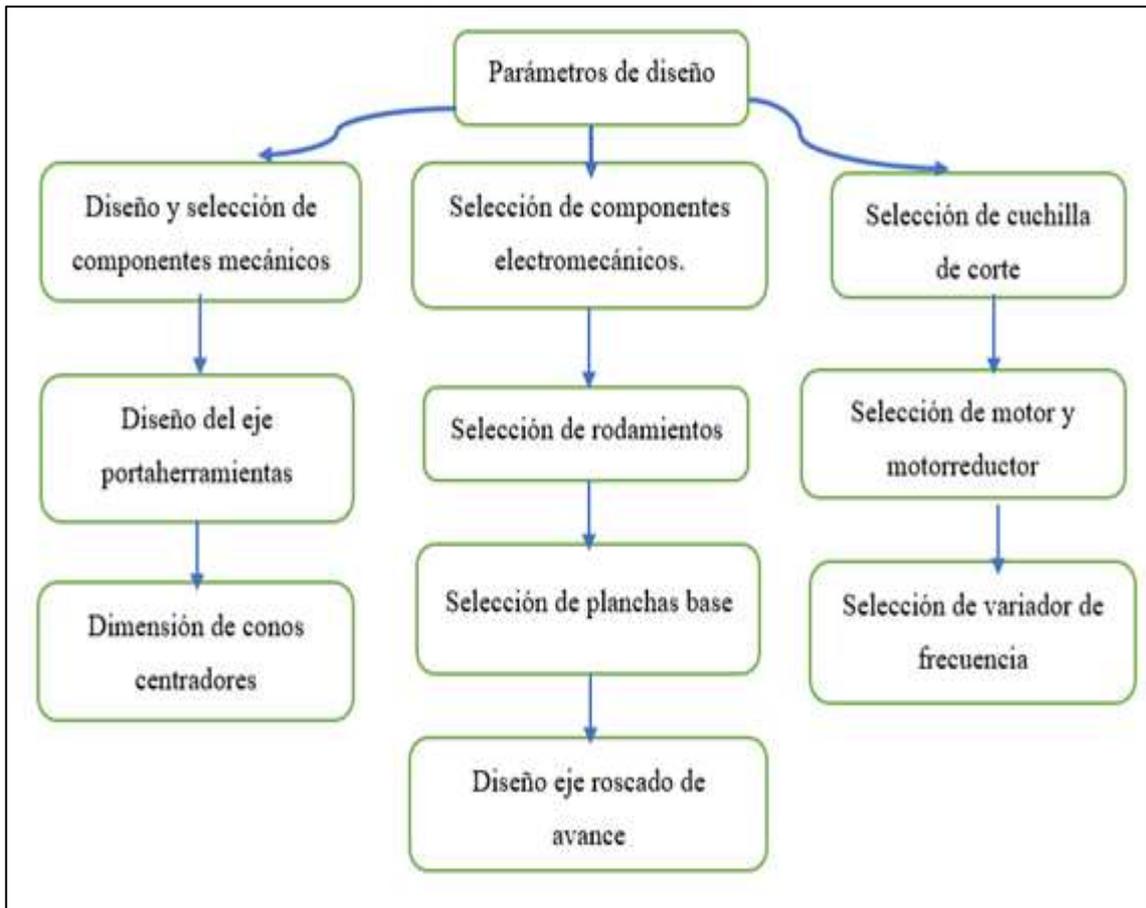


Ilustración 3-1: Concepción del diseño de la máquina.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

3.6. Descripción de los procesos de la máquina

A continuación, se describirá los procesos que se realizaron para el diseño e implementación de la máquina barrenadora con torno portátil para el Taller Tecni Torno Rosero de la ciudad de Riobamba.

3.6.1. Corte

La operación de corte implica desbastar una pieza para lograr una perforación con características específicas utilizando una cuchilla dedicada según el material. Se necesita un control constante de la velocidad de giro para obtener resultados óptimos y evitar roturas o alteraciones en la cuchilla que afecten la precisión del mecanizado. Es crucial emplear un motor que cumpla con los requerimientos necesarios para esta tarea vistos en la Tabla 3 – 2.

Tabla 3-2: Requerimientos del motor de corte.

Requerimientos		
Cuantitativos		Cualitativos
Frecuencia	60 Hz	Control de velocidad
Potencia	1 Hp	Control de posicionamiento
Par nominal	2,06 Nm	Control de cambio de dirección
Tamaño y Peso	< 15 Kg	Funcionamiento silencioso
Velocidad máxima	1720 rpm	Alta potencia de arranque
Eficiencia	b 100% - 71,4	Método de arranque partida directa
Resolución angular	1.8°	No tiene vibración

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

3.6.1.1. Selección del motor

Considerando los requerimientos vistos en la Tabla 3 – 2 y conforme a los modelos disponibles en el mercado se ha seleccionado el motor RELIANCE ELECTRIC DUTTY MASTER de 1HP visto en la Ilustración 3 – 2. Este motor presenta las siguientes características principales:

- Potencia: 1HP
- Velocidad Angular: 1725 RPM
- Voltaje: 230/460 V
- Corriente: 2.8 / 1.4 A
- Frecuencia: 60 HZ



Ilustración 3-2: Motor seleccionado para la operación de corte.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

3.6.1.2. Selección del variador de frecuencia

En base con los requerimientos necesarios para el proceso de corte, el mejor método para el control de la velocidad del motor es la utilización de un variador de frecuencia. Este dispositivo permite regular la velocidad del motor según la aplicación lo requiera mediante la variación en la frecuencia de alimentación. Teniendo en cuenta estos aspectos, el mejor variador de frecuencia

es el número de modelo AD100 del fabricante KEWO. En la Ilustración 3 – 3 se aprecia el variador seleccionado.



Ilustración 3-3: Variador de frecuencia para operación de corte.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

3.6.2. *Movimiento de avance*

El movimiento de avance de la maquina barrenadora permite ejecutar el desplazamiento controlado de la herramienta encargada de realizar la perforación según se desarrolle la operación de barrenado. Este desplazamiento según la operación que se realice puede ser de una velocidad u otra y de igual manera mantener un sentido de giro que permita el avance y retracción de la herramienta.

Según los requerimientos definidos para la operación de desplazamiento de la máquina, el motor seleccionado es un trifásico del fabricante LAFERT. En la Ilustración 3 – 4 se observa el motor elegido para el proceso de desplazamiento.



Ilustración 3-4: Motor LAFERT para operación de desplazamiento.

Realizado por: Autores Coello K; Espinoza A, 2024.

Las características fundamentales de este motor se enlistan a continuación:

- Potencia: 0.25 HP
- Velocidad Angular: 1590 RPM
- Voltaje: 208/460 V
- Corriente: 1.1 / 0.7 A
- Frecuencia: 60 HZ

3.7. Diseño Mecánico

En base con los requerimientos que debe cumplir la máquina para su funcionamiento y operabilidad adecuada, se realiza el modelado en un software CAD todos y cada uno de los elementos que constituyen la propuesta de la maquina con la finalidad de distribuir de manera adecuada las piezas y corregir cualquier defecto de forma y espacio antes de ensamblar físicamente la máquina. Este proceso se realiza de manera cuidadosa y respetando las normas de seguridad. En la Ilustración 3 – 5 se observa el diseño de la propuesta de implementación de la máquina.

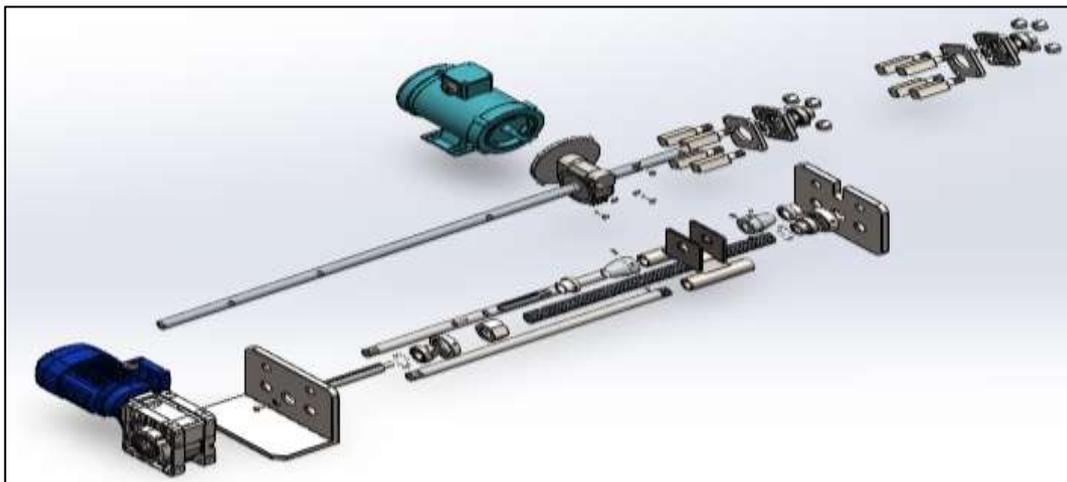


Ilustración 3-5: Despiece de la máquina barrenadora.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

3.7.1. Análisis del diseño en SolidWorks

El diseño propuesto de la máquina barrenadora necesita un análisis de esfuerzos para seleccionar los materiales apropiados y asegurar su funcionamiento óptimo. Este diseño consta de tres sistemas que necesitan ser analizados utilizando las herramientas y complementos proporcionados por el software de diseño SolidWorks.

Análisis del sistema 1

El sistema 1 de transmisión de movimiento se puede apreciar en la Ilustración 3 – 6.



Ilustración 3-6: Transmisión de movimiento del sistema 1.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Los materiales ideales para el diseño de este sistema se aprecian en la Ilustración 3 – 7.

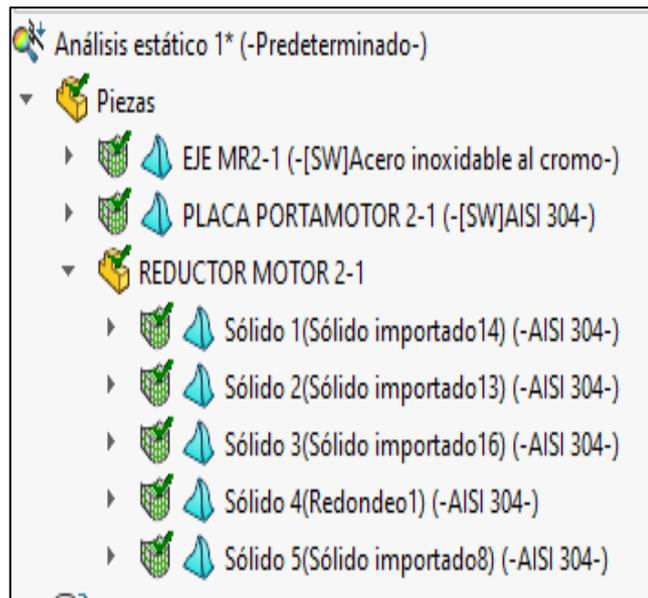


Ilustración 3-7: Materiales de simulación del sistema 1.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

El análisis de esfuerzos se realiza bajo los parámetros de sujeciones en geometría fija como se aprecia en la Ilustración 3 – 8.

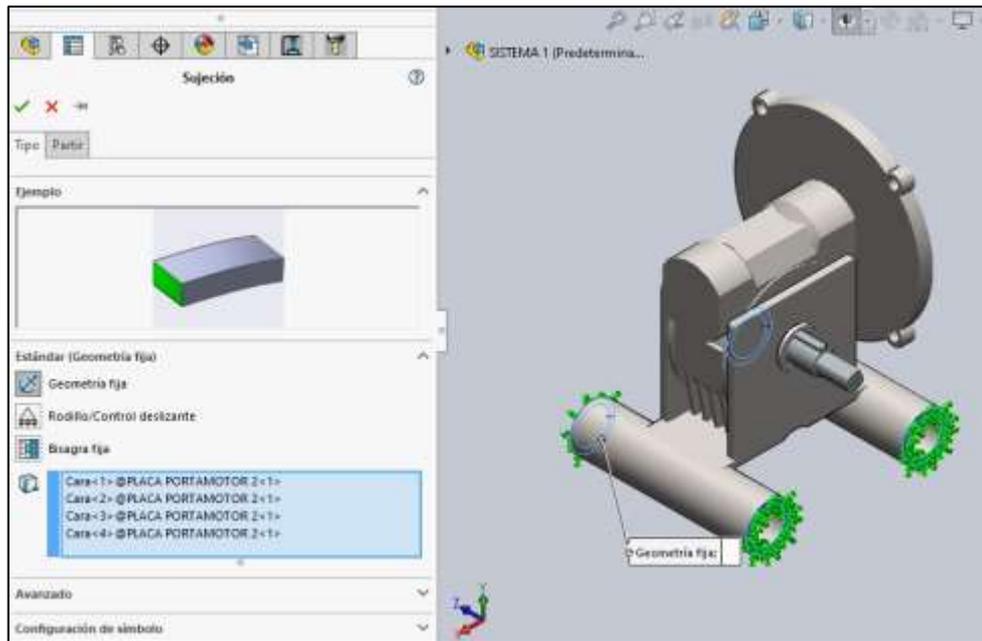


Ilustración 3-8: Parámetros de simulación del sistema 1.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Las cargas asignadas son de naturaleza de torsión sobre el eje motriz y el eje de salida conectado al eje porta punzones como se ve en la Ilustración 3 – 9.

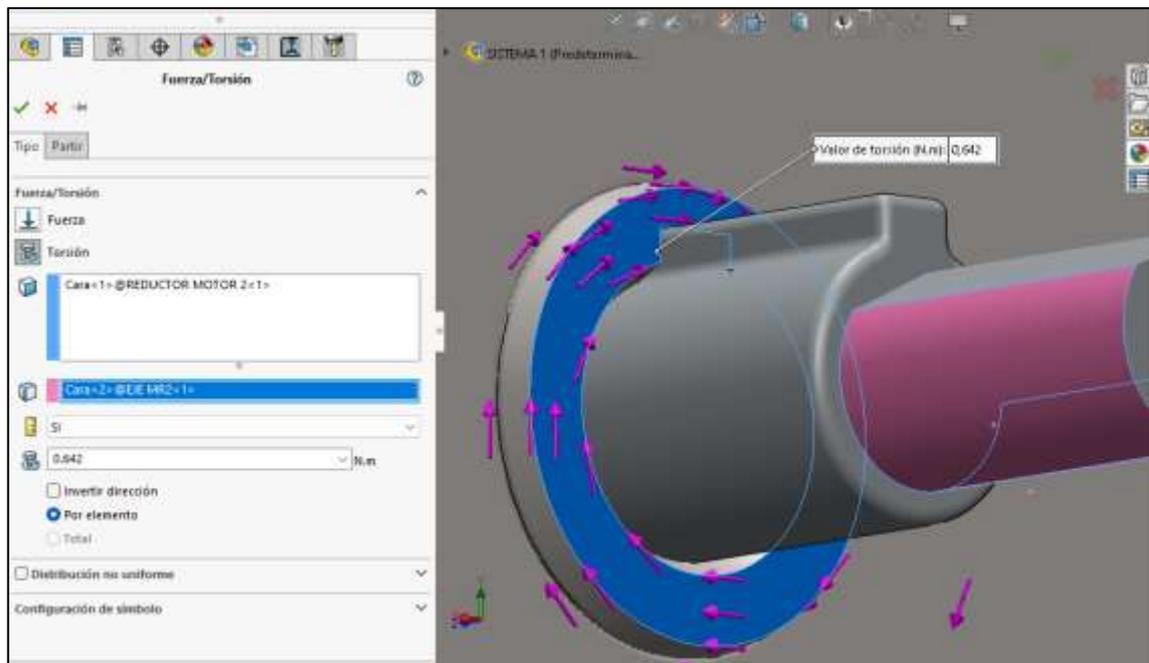


Ilustración 3-9: Esfuerzos asignados al sistema 1.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Con respecto a la calidad en la malla de los componentes se aprecian los resultados vistos a continuación en la Ilustración 3 – 10.

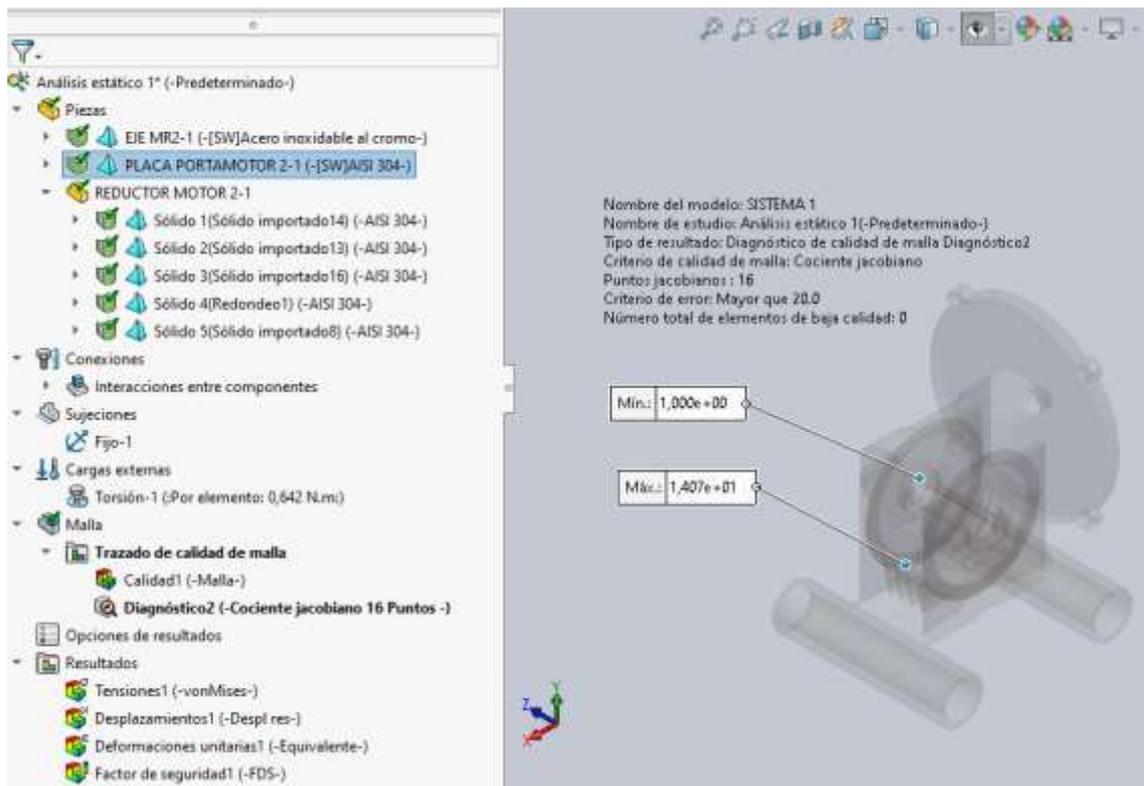


Ilustración 3-10: Calidad de malla de los elementos del sistema 1.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

El análisis de esfuerzos se puede observar mediante tres escalas que consideran particularidades del diseño del sistema.

Tensiones en la escala VonMises. – Los resultados del análisis estático revelan que la máxima tensión registrada es de $2.06e+06$ (unidad de medida) y la mínima es de 0.0212 (unidad de medida), utilizando una escala de deformación de 1. Estos valores están dentro de los límites aceptables para los materiales utilizados en el sistema. Además, la uniformidad del color azul en la representación visual de los resultados sugiere una distribución homogénea de las tensiones en todos los componentes. La ausencia de colores turquesa, verde, amarillo o rojo indica la falta de zonas críticas de tensión en cualquier componente. Por lo tanto, se puede concluir que el diseño es robusto y capaz de soportar las cargas aplicadas sin riesgo de fallo estructural. Se aprecia el análisis realizado en la Ilustración 3 – 11.

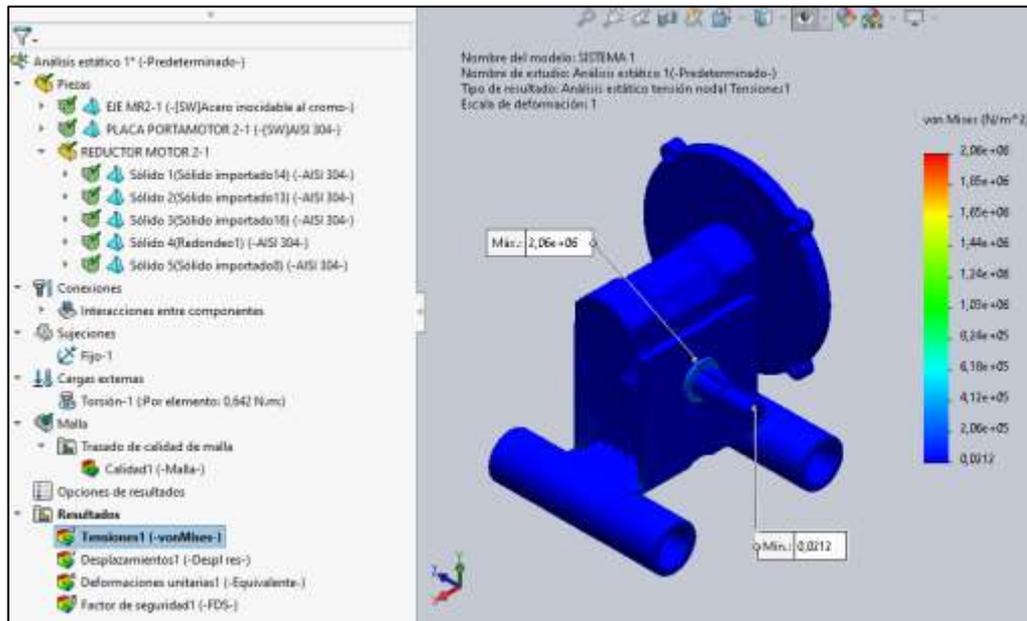


Ilustración 3-11: Tensiones en la escala VonMisses.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Desplazamiento en la escala URES. – El análisis de desplazamiento en la escala URES revela la magnitud de la deformación sufrida por el sistema ante las cargas aplicadas. Una escala de deformación de 1 indica una representación proporcional a la magnitud real de la deformación. El desplazamiento máximo registrado es de $9.836e-05$ (unidad de medida), indicando el mayor movimiento experimentado por cualquier punto del sistema.

Por otro lado, el desplazamiento mínimo es extremadamente pequeño, con un valor de $1.000e-30$ (unidad de medida), cercano a cero. Esto sugiere que en algunos puntos del sistema apenas hay desplazamiento o es tan mínimo que se aproxima a cero en la escala utilizada.

En general, los desplazamientos registrados son bajos, lo que sugiere que el sistema mantiene su integridad estructural bajo las cargas aplicadas. Es importante considerar que los desplazamientos pueden variar según la rigidez y geometría de los componentes del sistema, así como la distribución de las cargas. Se aprecia el análisis realizado en la Ilustración 3 – 12.

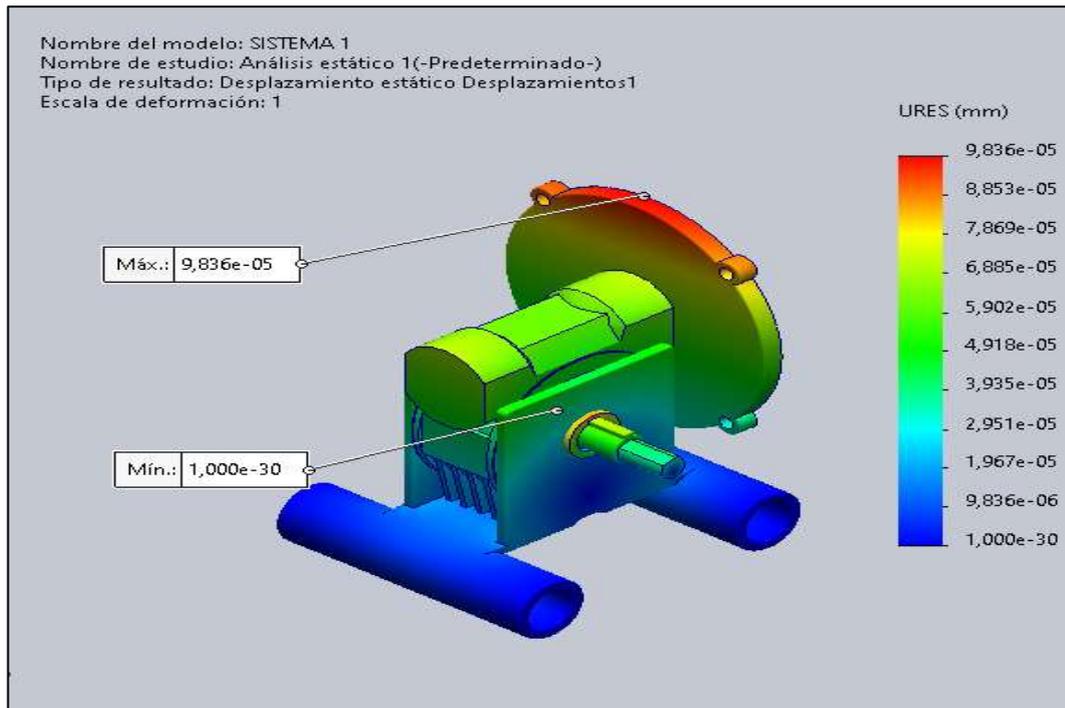


Ilustración 3-12: Desplazamiento en la escala URES.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Deformaciones en la escala ESTRN. – Muestran la magnitud de la deformación experimentada por unidad de longitud en el sistema. Una escala de deformación de 1 indica una representación proporcional a la magnitud real de la deformación.

La deformación unitaria máxima registrada es de $6.71e-06$ (unidad de medida), indicando la mayor cantidad de deformación experimentada por unidad de longitud en cualquier punto del sistema. Por otro lado, la deformación unitaria mínima registrada es extremadamente pequeña, con un valor de $1.684e-13$ (unidad de medida), cercano a cero, lo que indica que en algunos puntos del sistema la deformación unitaria es prácticamente insignificante o casi nula.

Estos datos sugieren que el sistema experimenta deformaciones unitarias relativamente bajas en comparación con la longitud original de los componentes, lo que indica que mantiene su integridad estructural y su capacidad para resistir las cargas aplicadas sin sufrir deformaciones excesivas. Se aprecia el análisis realizado en la Ilustración 3 – 13.

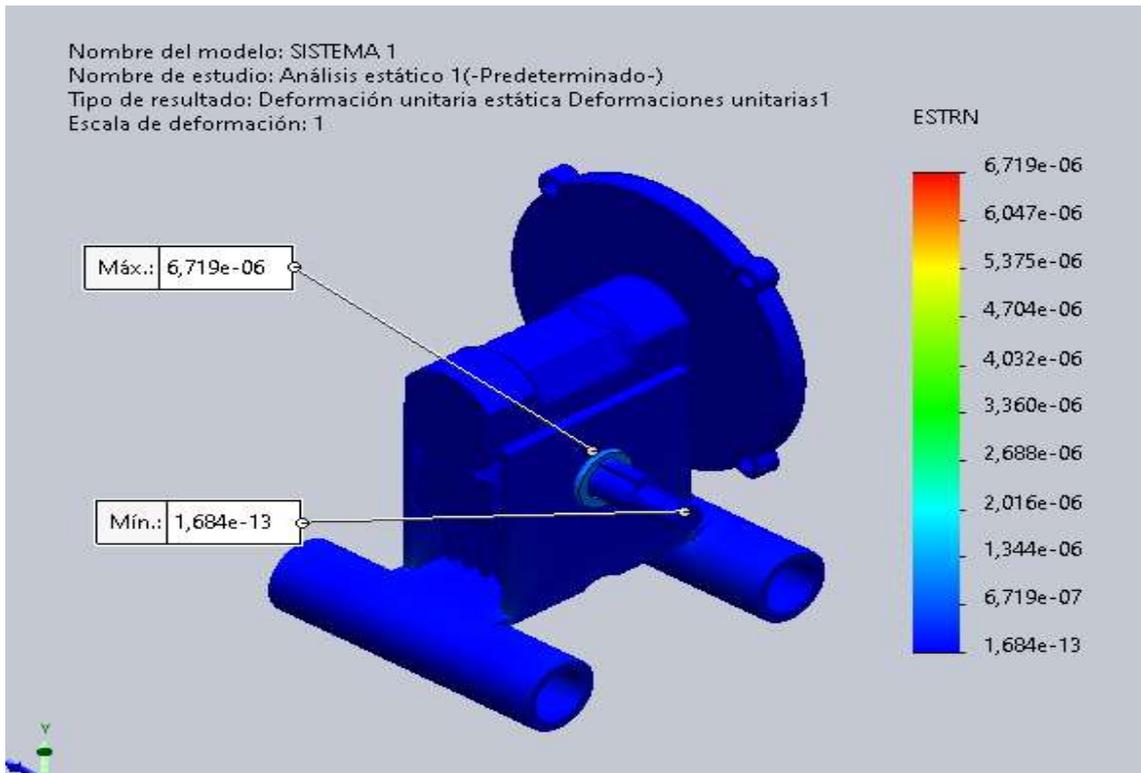


Ilustración 3-13: Deformaciones en la escala ESTRN del sistema 1.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Distribución del factor de seguridad FDS. – El Factor de Seguridad (FDS) es una medida que indica cuánto más fuerte es un componente o estructura en comparación con la carga que soporta. Un FDS mínimo de 84 sugiere que el componente o sistema es significativamente más resistente que la carga aplicada. Esto implica que existe un amplio margen de seguridad y que el componente puede soportar la carga sin riesgo de fallo o deformación excesiva.

Interpretación del Factor de Seguridad. - Un Factor de Seguridad (FDS) mínimo de 1.62 indica un diseño conservador con un amplio margen de seguridad. Esto significa que incluso bajo condiciones de carga extremas, el sistema puede resistir sin fallos. Un FDS tan alto señala un diseño robusto y confiable, brindando tranquilidad adicional en términos de seguridad estructural. Un FDS mínimo de 1,62 refleja una ingeniería sólida y un diseño que garantiza la integridad estructural y la seguridad del sistema, incluso en condiciones de carga extremas. Se aprecia el análisis realizado en la Ilustración 3 – 14.

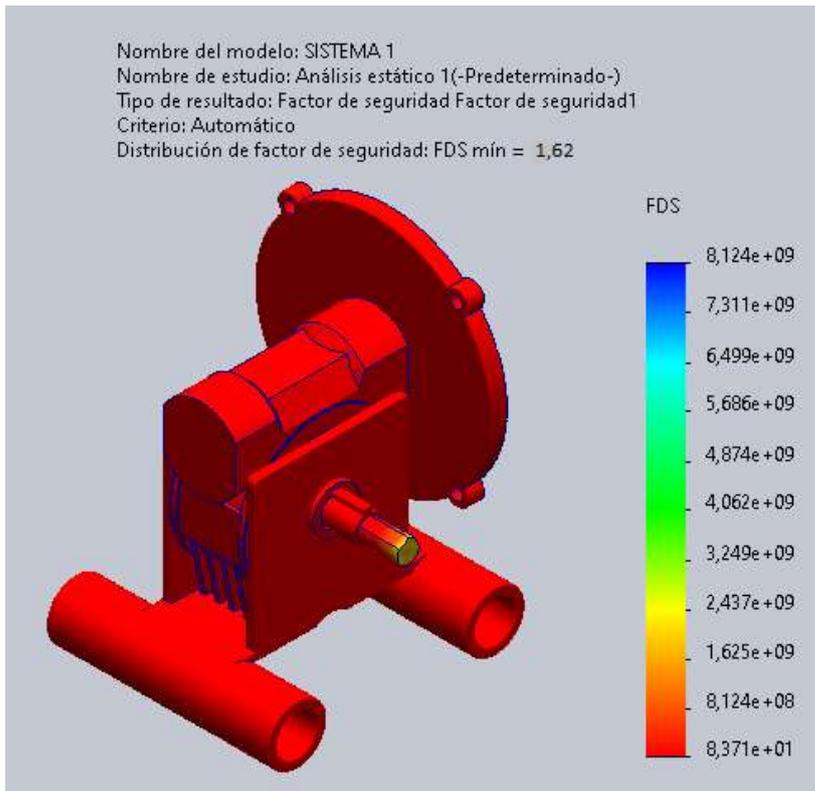


Ilustración 3-14: Distribución del factor de seguridad del sistema 1.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

3.7.1.1. Análisis del sistema 2

Dado que la velocidad de avance es de 2 cm cada 5 segundos, podemos calcularla como:

$$\text{Velocidad de avance} = 2 \text{ cm} / 5 \text{ s} = 0.4 \text{ cm/s}$$

$$1 \text{ pulgada} = 2.54 \text{ cm, por lo tanto:}$$

$$\text{Velocidad de avance} = 0.4 \text{ cm/s} * (1 \text{ pulgada} / 2.54 \text{ cm}) \approx 0.1575 \text{ pulgadas/s}$$

La velocidad de rotación del eje roscado se puede calcular dividiendo la velocidad de avance en pulgadas por segundo por el paso de la rosca en pulgadas por revolución. El paso de la rosca es el inverso de las vueltas por pulgada:

$$\text{Velocidad de rotación} = 0.1575 \text{ pulgadas/s} / (1/9 \text{ vueltas/pulgada}) = 1.4175 \text{ vueltas/s}$$

Ahora, se calcula la fuerza de avance utilizando la potencia del motor y la velocidad de avance. La potencia se puede expresar como la fuerza de avance (F) multiplicada por la velocidad de avance (V):

$$\text{Potencia} = \text{Fuerza de avance} * \text{Velocidad de avance}$$

Dado que la potencia del motor es de 2 hp (caballos de fuerza), primero se le convierte a watts (1 hp = 745.7 W):

$$\text{Potencia} = 2 \text{ hp} * 745.7 \text{ W/hp} \approx 1491.4 \text{ W}$$

Se despeja la fuerza de avance:

$$\text{Fuerza de avance} = \text{Potencia} / \text{Velocidad de avance}$$

$$\text{Fuerza de avance} = 1491.4 \text{ W} / 0.1575 \text{ pulgadas/s} \approx 9466.98 \text{ N}$$

Con estos datos se realizará el siguiente análisis estático donde se aplicarán las fuerzas a la placa porta motor y posteriormente con los resultados determinar si el diseño es viable para su posterior fabricación. El sistema 2 de transmisión de movimiento se puede apreciar en la Ilustración 3 – 15.



Ilustración 3-15: Sistema de transmisión de movimiento 2.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Los materiales ideales para el diseño de este sistema se aprecian en la Ilustración 3 – 16.

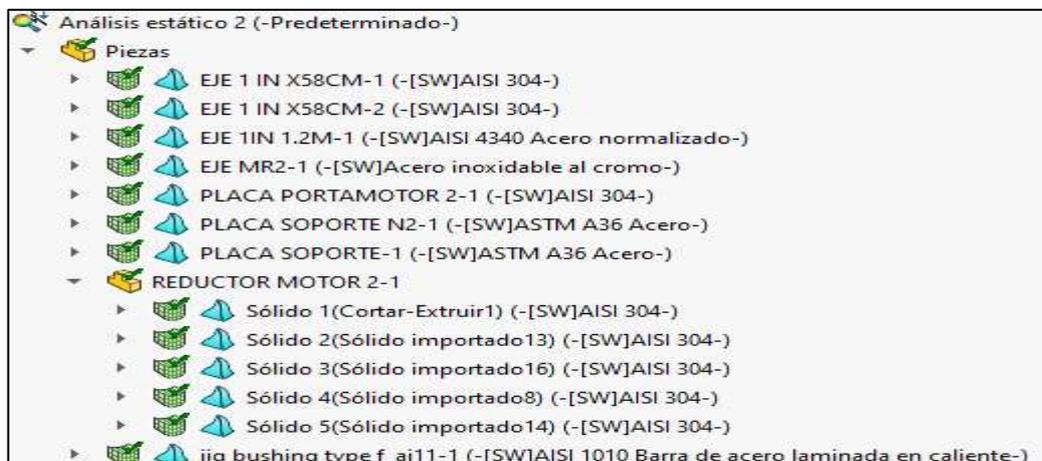


Ilustración 3-16: Materiales de los elementos del sistema 2.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

El análisis de esfuerzos se realiza bajo los parámetros de sujeciones en geometría fija como se aprecia en la Ilustración 3 – 17.

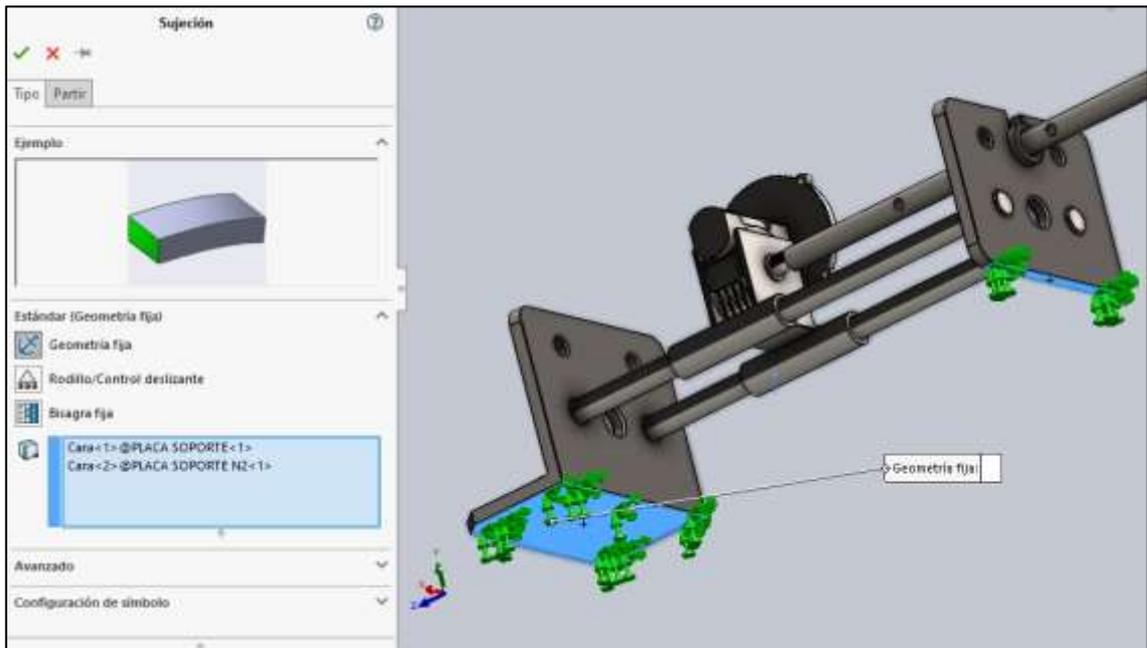


Ilustración 3-17: Parámetros de simulación del sistema 2.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

El tipo de cargas asignadas a la placa porta motor en función de su sistema de movimiento es el visto en la Ilustración 3 – 18.

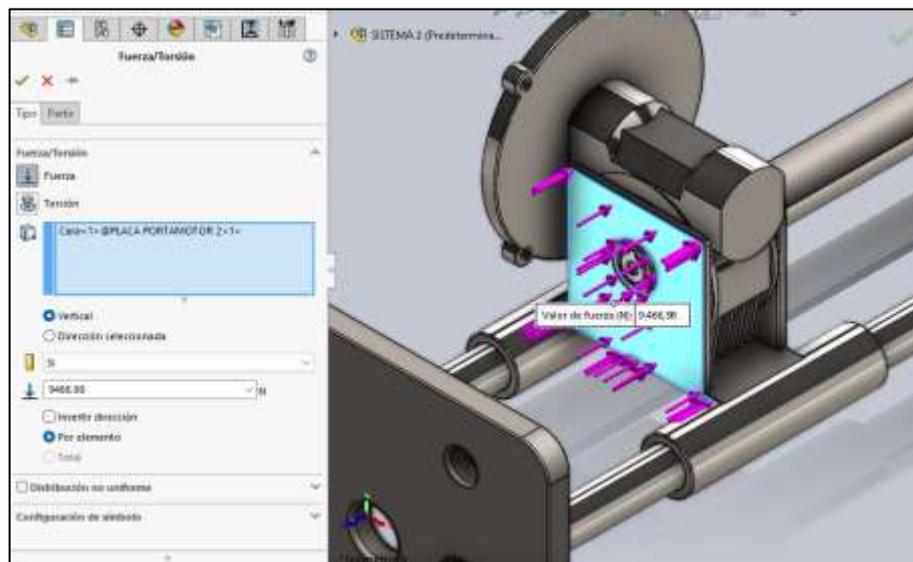


Ilustración 3-18: Esfuerzos asignados al sistema 2.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

En cuanto a la calidad de la malla de los componentes se presentan los resultados vistos en la Ilustración 3 – 19 .

Malla Detalles	
Nombre de estudio	Análisis estático 2* (-Predeterminado-)
DetallesTipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado	Malla basada en curvatura de combinado
Puntos jacobianos para malla de alta calidad	16 puntos
Tamaño máx. de elemento	34,2568 mm
Tamaño mín. de elemento	1,71284 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Número total de nodos	456129
Número total de elementos	277252
Cociente máximo de aspecto	49,43
Porcentaje de elementos con cociente de aspecto < 3	97,3
Porcentaje de elementos con cociente de aspecto > 10	0,795
Porcentaje de elementos distorsionados	0
Número de elementos distorsionados	0
Mallar de nuevo las piezas fallidas de forma independiente	Desactivar
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss)	00:01:52
Nombre de computadora	

Ilustración 3-19: Parámetros de malla de los elementos del sistema 2.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Tensiones en la escala VonMises. – El análisis estático del sistema de barrenadora con torno portátil, compuesto por un motor reductor de material AISI 304 montado en placas porta motor del mismo material, con ejes de acero al cromo acoplados a placas soporte, revela tensiones von Mises predominantemente moderadas, con un máximo de $2,186e+08$ Pascales y un mínimo de $2,741e-01$ Pascales. La escala de deformación de 202,47 indica deformaciones moderadas en el sistema. La ausencia de zonas de color rojo, amarillo o verde en la representación visual de las tensiones sugiere que no hay concentraciones significativas de tensiones que indiquen puntos de fallo inminente. Esto apunta a un diseño estructuralmente robusto y adecuado para soportar las cargas esperadas en condiciones normales de operación. El análisis descrito se aprecia en la Ilustración 3 – 20.

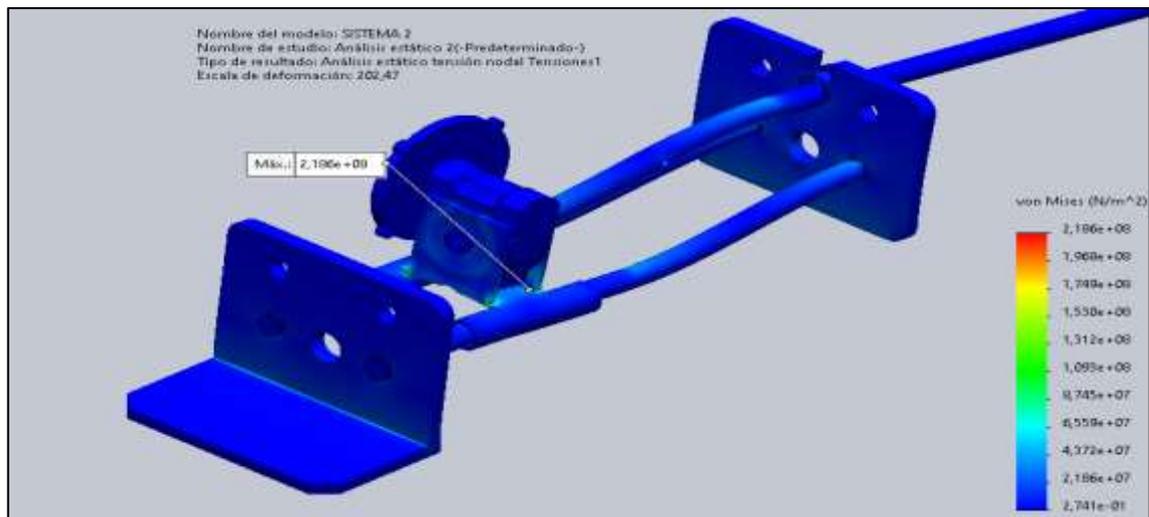


Ilustración 3-20: Tensiones en la escala VonMises del sistema 2.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Desplazamiento en la escala URES. – Con una escala de deformación de 202,47, se evidencia que el sistema experimenta deformaciones moderadas bajo las cargas analizadas, indicando una robustez en el diseño frente a condiciones operativas normales. Respecto a los Equivalentes de Desplazamiento (URES), se registra un máximo de $7,936e-01$ unidades, mientras que el mínimo es cercano a $1,000e-30$ unidades, sugiriendo una respuesta estructural adecuada del sistema. La presencia de desplazamientos prácticamente nulos puede atribuirse a restricciones en la simulación o a la precisión numérica del análisis. El análisis descrito se aprecia en la Ilustración 3 – 21.

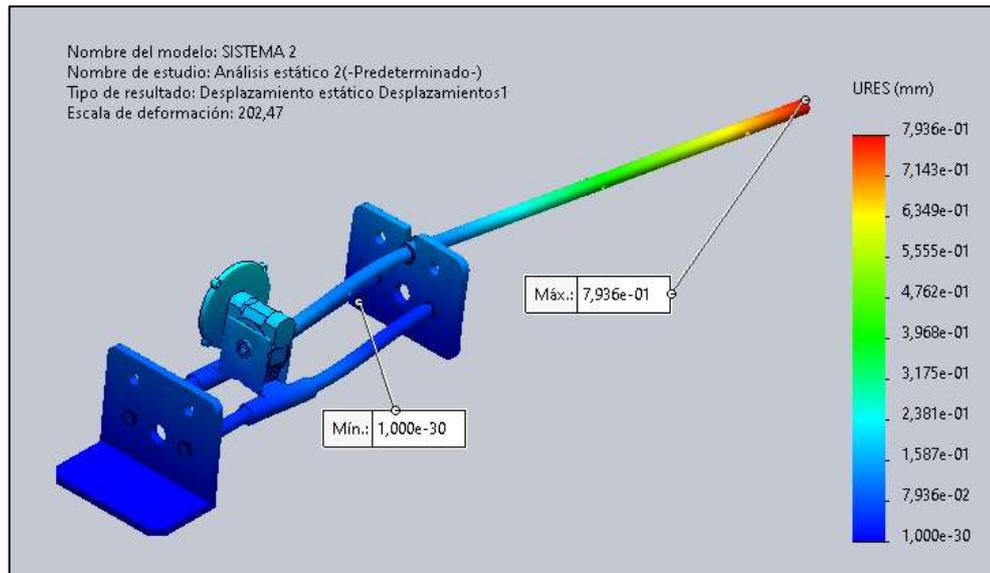


Ilustración 3-21: Desplazamiento en la escala URES del sistema 2.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Deformaciones en la escala ESTRN. – Con una escala de distorsión de 202,47, se observa que el sistema experimenta deformaciones moderadas bajo las cargas impuestas durante el análisis estático, lo que sugiere que el diseño es sólido y puede soportar las cargas esperadas en condiciones de operación habituales. En cuanto a las Deformaciones Unitarias, se registra un valor máximo de $9,193e-04$ unidades y un mínimo de $6,012e-13$ unidades en la escala ESTRN. Estos valores indican que las deformaciones en el sistema son bastante reducidas en general, lo que ratifica la integridad estructural del diseño y su capacidad para resistir las cargas aplicadas. El análisis descrito se aprecia en la Ilustración 3 – 22.

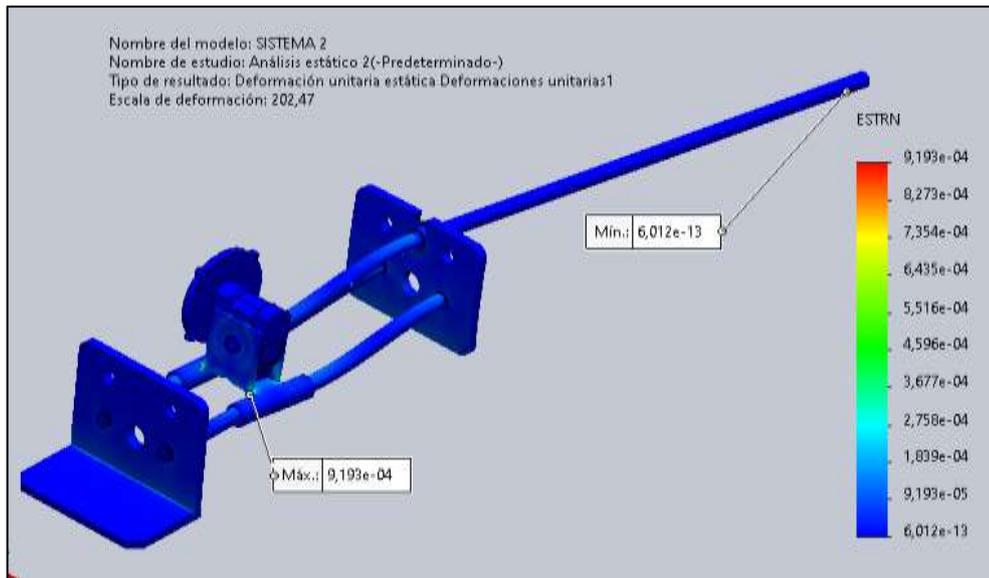


Ilustración 3-22: Deformaciones en la escala ESTRN del 2.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Distribución de factor de seguridad. – En la Distribución del Factor de Seguridad (FDS), se observa que el sistema presenta un valor mínimo de FDS de 0,95 y un valor máximo de $2,590e+09$. Esto indica que el diseño proporciona un margen de seguridad adecuado, asegurando que todas las partes del sistema estén dentro de los límites de seguridad establecidos. El FDS máximo extremadamente alto sugiere una robustez significativa en el diseño, lo que refleja una resistencia del sistema a las cargas aplicadas. El análisis descrito se aprecia en la Ilustración 3 – 23.

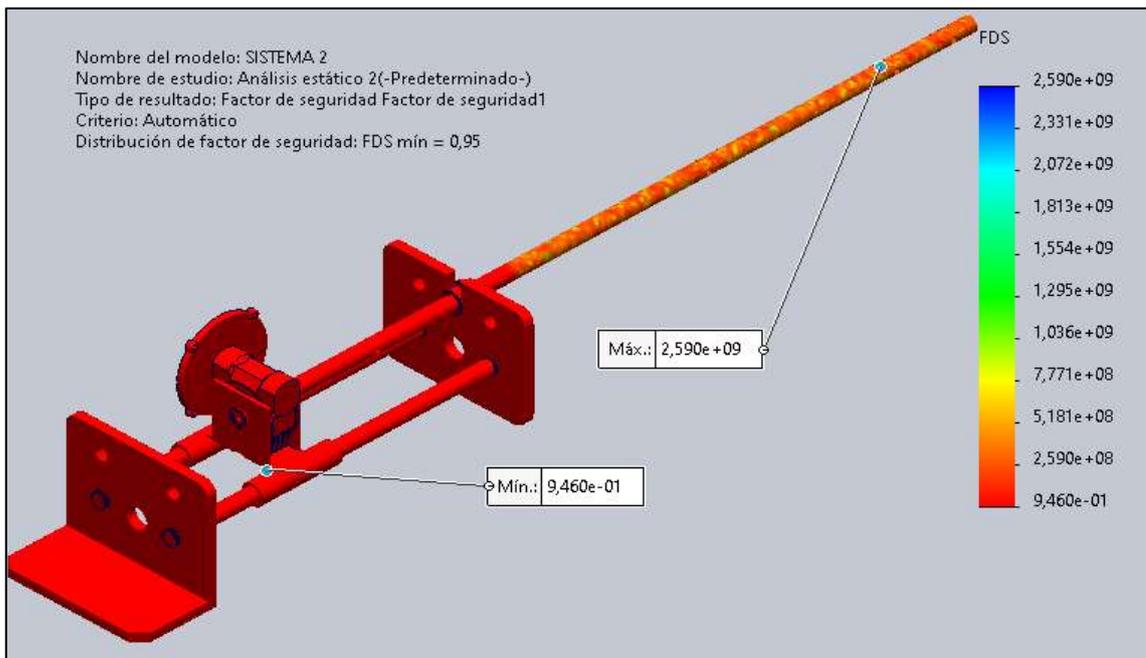


Ilustración 3-23: Distribución del factor de seguridad del sistema 2.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

3.7.1.2. Análisis del sistema 3

Para el Sistema 3 utilizaremos el torque utilizado en el sistema 1 aplicada al eje del motor reductor de corte. En el que aplicamos la fórmula siguiente:

$$\text{Torque} = \frac{HP (\text{Potencia motorreductor}) \times 716}{RPM (\text{Revoluciones por minuto})}$$

$$\text{Torque} = \frac{1HP \times 716}{1725RPM}$$

$$\text{Torque (Nm)} \approx 0.415\text{Nm}$$

El sistema 3 de transmisión de movimiento se puede apreciar en la Ilustración 3 – 24.

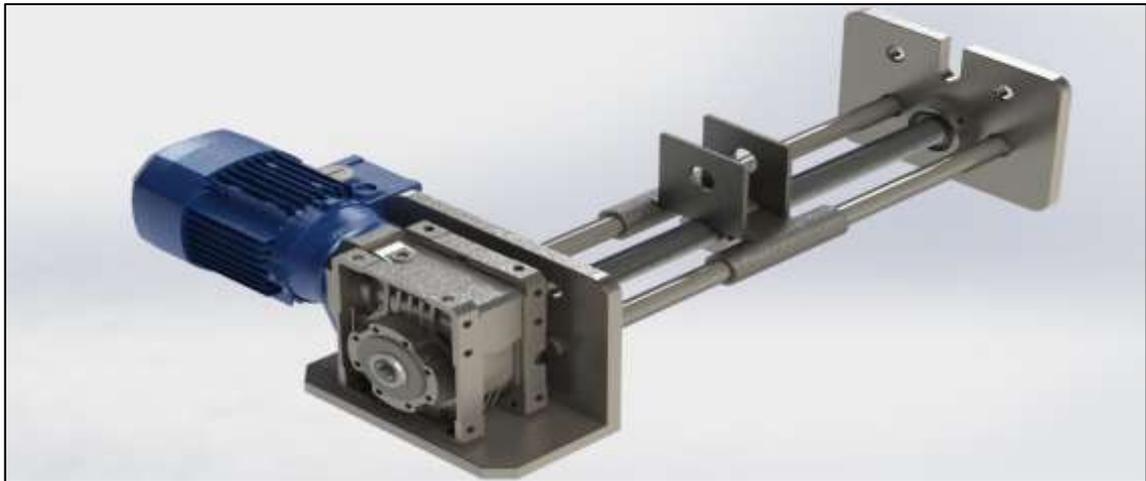


Ilustración 3-24: Sistema de transmisión de movimiento 3.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Los materiales ideales para el diseño de este sistema se aprecian en la Ilustración 3 – 25.

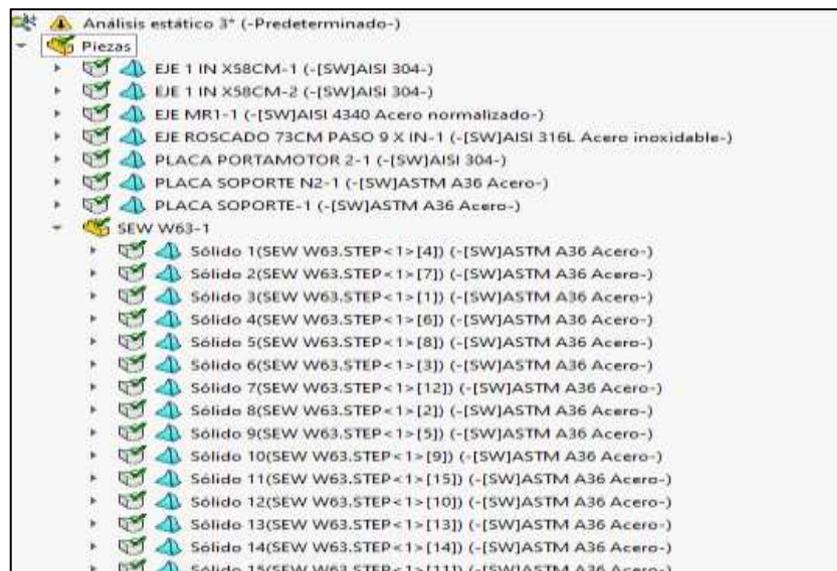


Ilustración 3-25: Materiales de los elementos del sistema 3.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

El análisis de esfuerzos se realiza bajo los parámetros de sujeciones en geometría fija como se aprecia en la Ilustración 3 – 26.

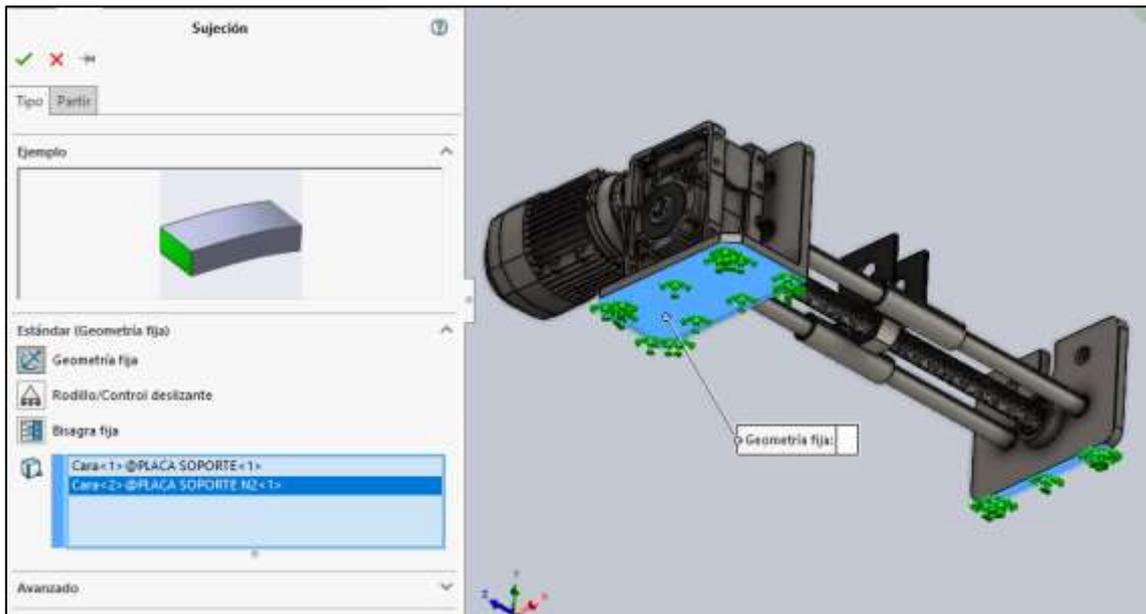


Ilustración 3-26: Parámetros de simulación del sistema 3.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

La carga asignada al eje del motor reductor numero 1 conectado al eje roscado de 9 pasos por pulgada se aprecia en la Ilustración 3 – 27.

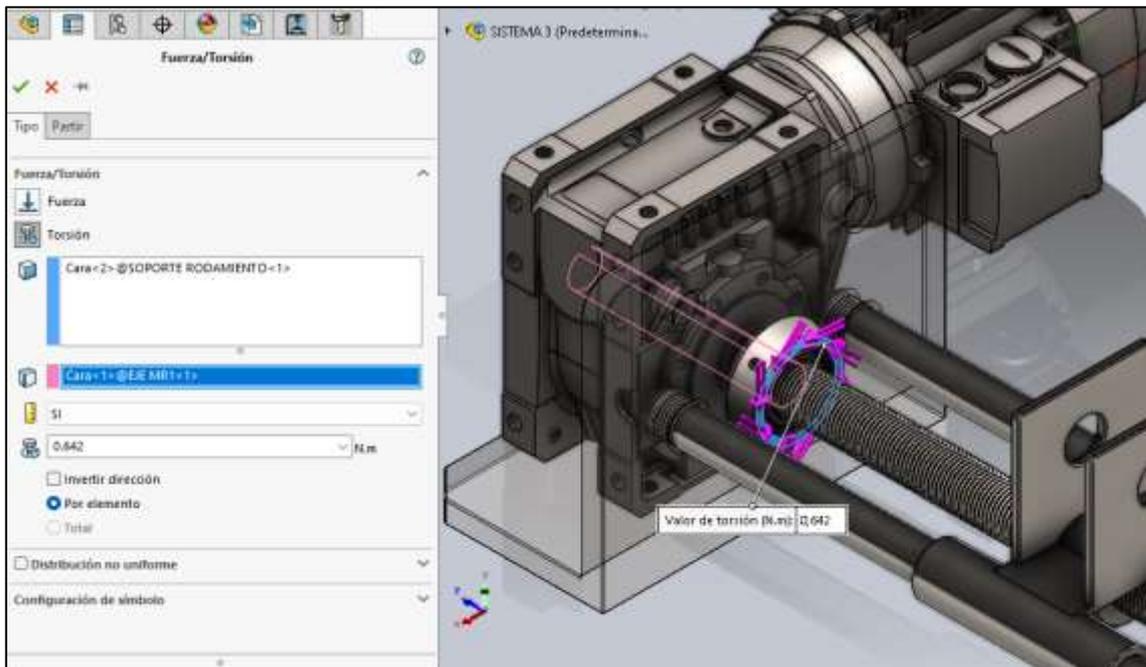


Ilustración 3-27: Esfuerzos asignados al sistema 3.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

En cuanto a la calidad de la malla de los componentes se presentan los resultados vistos en la Ilustración 3 – 28.

Malla Detalles	
Nombre de estudio	Análisis estático 3* (-Predeterminado-)
DetallesTipo de malla	Malla mixta
Mallador utilizado	Malla basada en curvatura de combinado
Puntos jacobianos para malla de alta calidad	16 puntos
Verificación jacobiana para el vaciado	Desactivar
Tamaño máx. de elemento	45,1592 mm
Tamaño mín. de elemento	2,25796 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Número total de nodos	800312
Número total de elementos	482619
Mallar de nuevo las piezas fallidas de forma independiente	Desactivar
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss)	00:58:07
Nombre de computadora	

Ilustración 3-28: Detalles de malla del sistema 3.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Tensiones en la escala VonMiseses. – Tras analizar los resultados del análisis estático del sistema de motor con reductor montado en una placa portamotor fija de material AISI 304, se observa que las tensiones von Mises son moderadas, con un máximo de $1,224e+05$ Pascales y un mínimo de $0,000e+00$ Pascales. Esto indica una distribución equilibrada de cargas en el sistema. La escala de deformación de $1,07767e+07$ sugiere deformaciones moderadas, probablemente atribuibles al movimiento del eje roscado de avance. La inspección visual revela predominio de tonos azules, indicando que la mayoría de los componentes están dentro de los límites aceptables de tensión, con pequeñas áreas verdes y turquesas que podrían señalar tensiones ligeramente más altas, pero aún seguras. En conjunto, estos resultados sugieren una sólida integridad estructural del sistema, con margen para rendimiento continuo bajo las cargas previstas. Se aprecia el análisis descrito en la Ilustración 3 – 29.

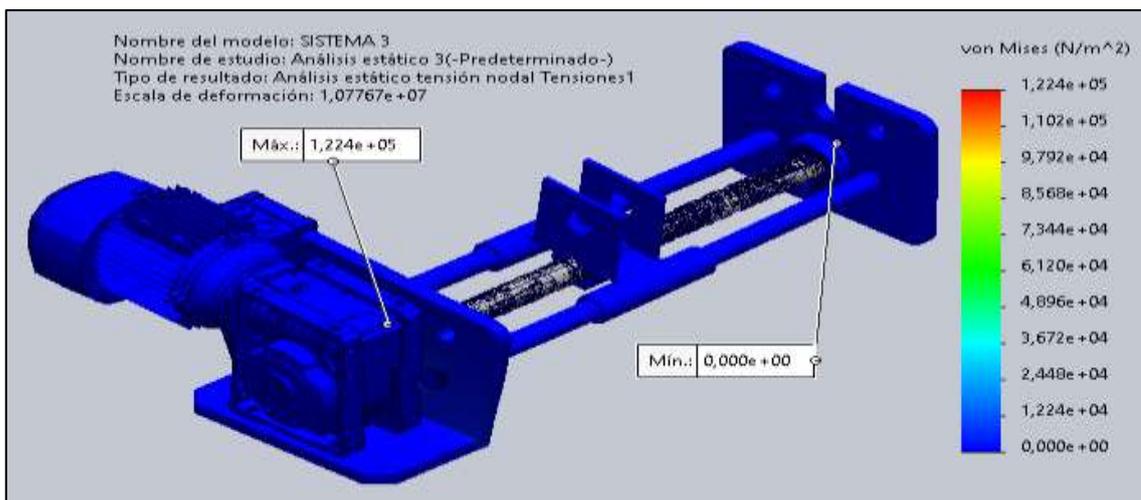


Ilustración 3-29: Tensiones en la escala Von Miseses del sistema 3.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Desplazamiento en la escala URES. – Los resultados del análisis estático muestran una escala de deformación de $1,07767e+07$, indicando deformaciones significativas en el sistema bajo las cargas aplicadas. En cuanto a los Equivalentes de Desplazamiento (URES), se observa un desplazamiento máximo de $6,612e-06$ unidades y un desplazamiento mínimo cercano a $1,000e-30$ unidades. Estos valores reflejan cambios pequeños en el sistema, lo que sugiere una respuesta estructural adecuada y una distribución controlada de las cargas. Es importante tener en cuenta que el desplazamiento mínimo cercano a cero puede ser el resultado de restricciones en la simulación o limitaciones numéricas del análisis. Se aprecia el análisis descrito en la Ilustración 3 – 30.

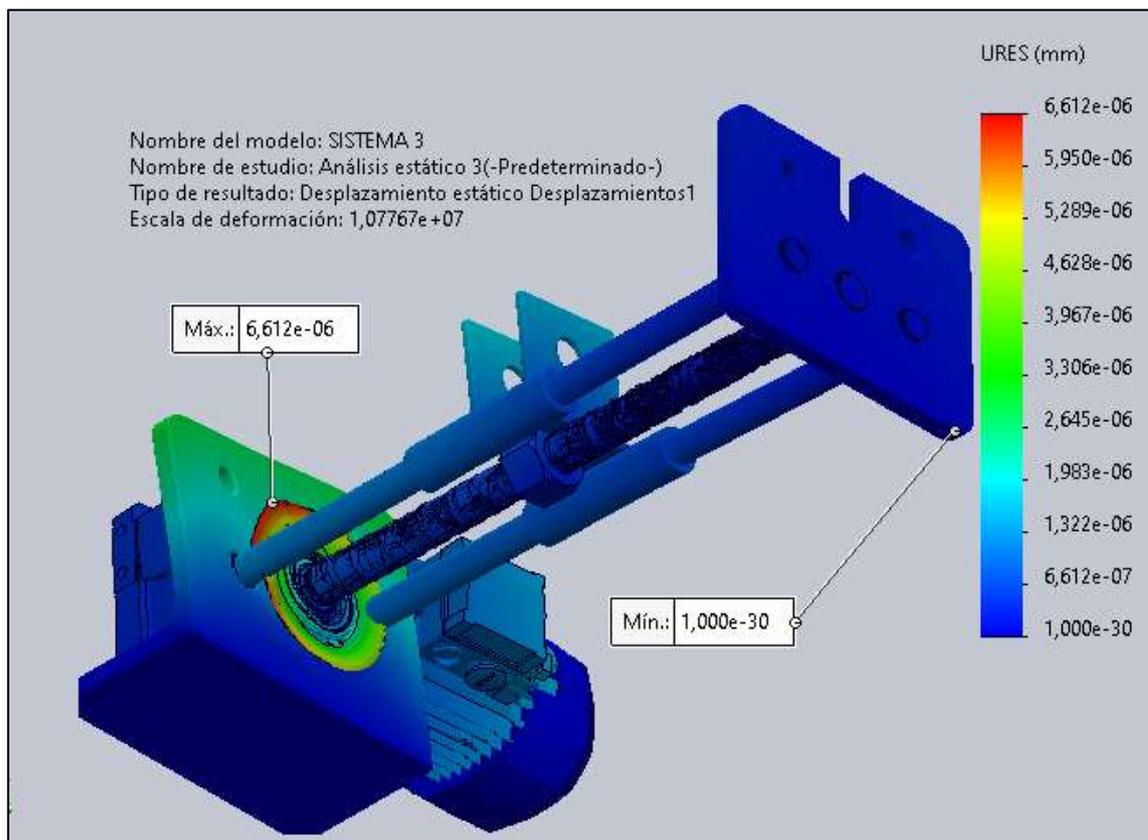


Ilustración 3-30: Desplazamiento en la escala URES del sistema 3.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Deformaciones en la escala ESTRN. – La escala de deformación de $1,07767e+07$ revela deformaciones significativas en el sistema bajo las cargas aplicadas durante el análisis estático. En la escala ESTRN, se observa una deformación máxima de $4,334e-07$ unidades y una deformación mínima de $0,000e+00$ unidades. Esto indica que las deformaciones en el sistema son relativamente pequeñas, lo que sugiere una respuesta estructural adecuada y una distribución controlada de las cargas.. Se aprecia el análisis descrito en la Ilustración 3 – 31.

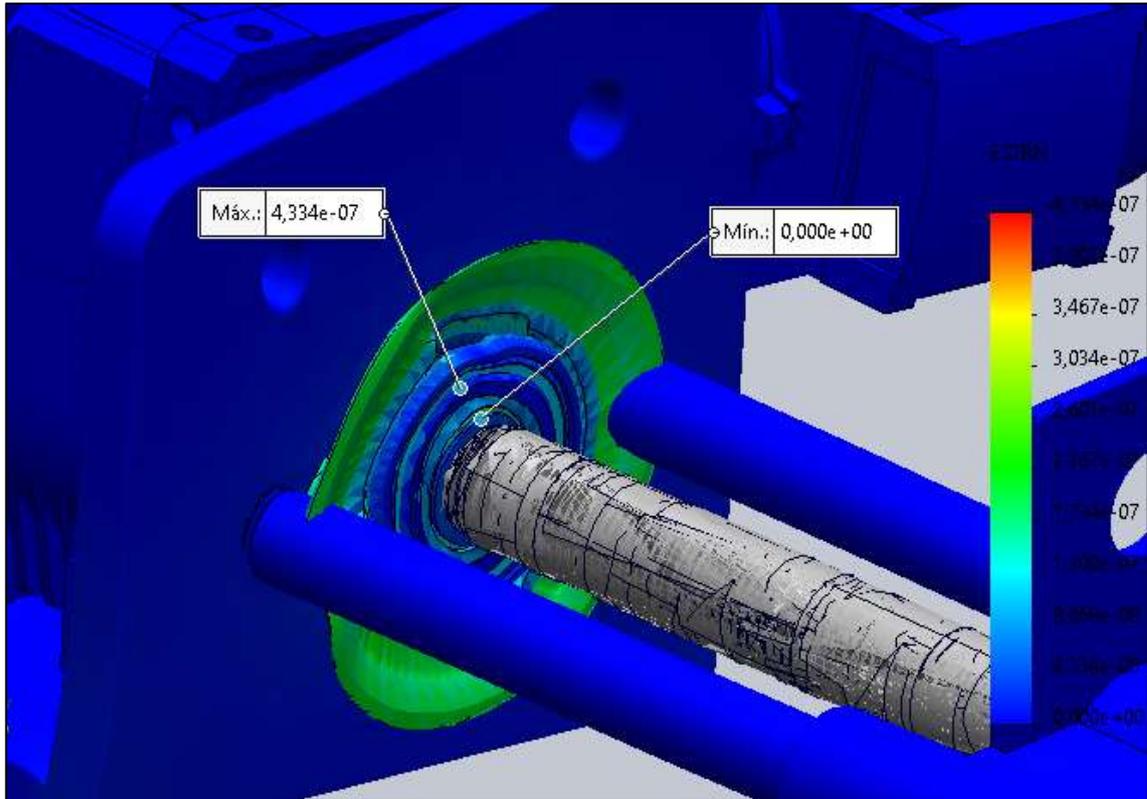


Ilustración 3-31: Deformaciones en la escala ESTRN del sistema 3.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Distribución de factor de seguridad. – Al analizar la Distribución del Factor de Seguridad (FDS), se observa que el sistema presenta un valor mínimo de FDS de $1,8e+03$ y un valor máximo de $1,000e+16$. Estos resultados indican que el diseño proporciona un amplio margen de seguridad, con todas las partes del sistema dentro de los límites aceptables de seguridad. El valor máximo extremadamente alto del FDS sugiere una robustez excepcional en el diseño, lo que refleja una sólida resistencia del sistema a las cargas aplicadas.

El diseño planteado para la perforadora con torno portátil demuestra una solidez estructural satisfactoria y una capacidad para afrontar las cargas operativas anticipadas. Los resultados del análisis estático indican que las tensiones von Mises, desplazamientos y deformaciones se mantienen dentro de los rangos aceptables para los materiales empleados en los sistemas de transmisión de movimiento 1, 2 y 3. Además, la distribución del Factor de Seguridad (FDS) corrobora un margen de resguardo adecuado en cada sistema, lo que respalda la confiabilidad y robustez del diseño. En consecuencia, considero que el diseño propuesto es viable para su implementación en la perforadora con torno portátil, garantizando un desempeño óptimo y una operación segura bajo las condiciones de carga especificadas. Se aprecia el análisis descrito en la Ilustración 3 – 32.

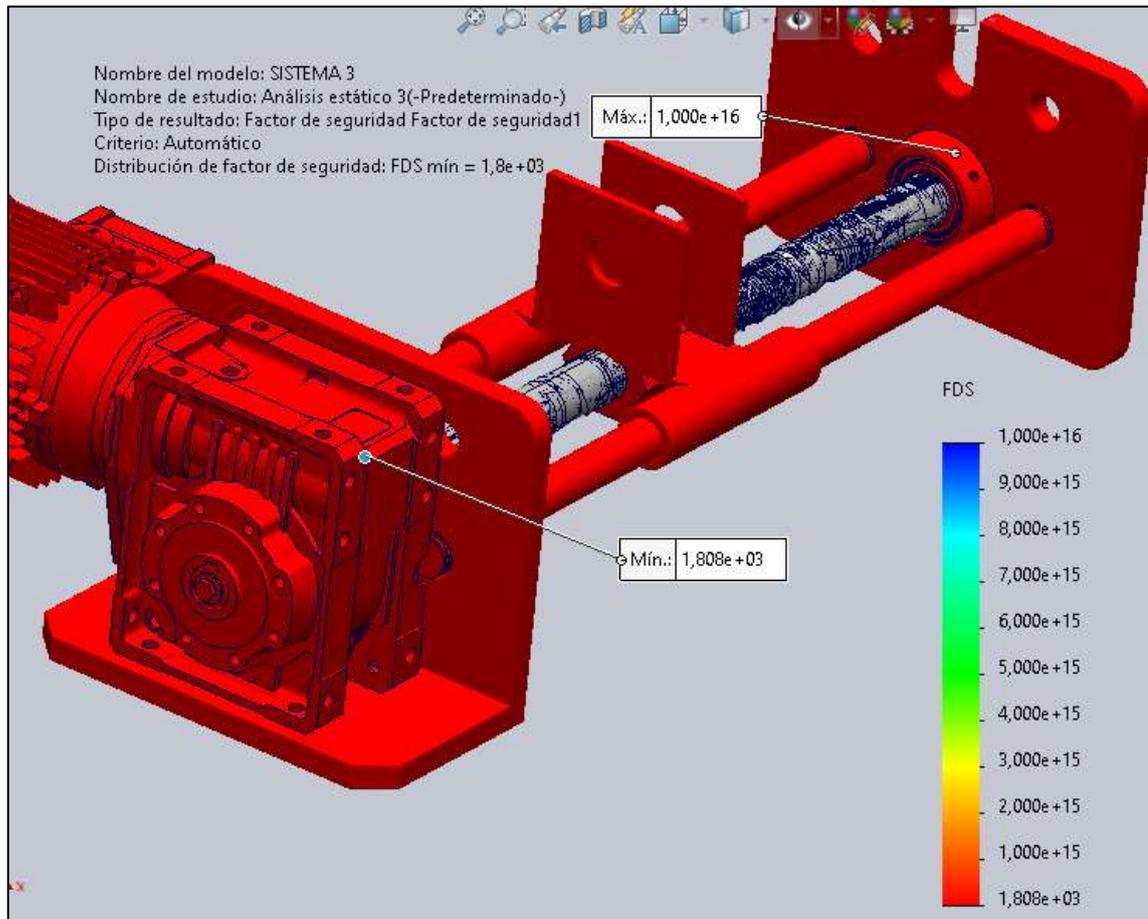


Ilustración 3-32: Distribución del factor de seguridad del sistema 3.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Conclusión del análisis de elementos finitos

Se realizó por sistemas los esfuerzos que va a contener cada uno de los materiales, y se puede observar que tienen una deformación baja, además los materiales están dentro de los límites aceptables de tensión, además el diseño realizado proporciona un amplio estado de seguridad por lo que no se verá afectado el operario al momento de utilizar la máquina, se concluye que su simulación es eficiente y los materiales elegidos son los mejores.

3.7.2. Diseño de piezas complementarias

El diseño de la maquina requiere algunas piezas que no son comerciales por lo que es necesario construirlas de tal forma que se puedan integrar correctamente y permitan el ensamble de la máquina. Las piezas necesarias son las descritas a continuación.

Motor para corte. – El motor seleccionado para el giro del eje de transmisión, es decir, el que controla el movimiento de corte, es un motor de potencia 1hp (caballos de fuerza) lo que equivale aproximadamente a 0.745 kW la cual es una potencia nominal de salida del motor. La velocidad

de rotación depende del número de polos, en este caso, 1725 rpm (revoluciones por minuto), el cual contiene 4 polos con una red de 60 Hz. El motor descrito se aprecia en la Ilustración 3 – 33.

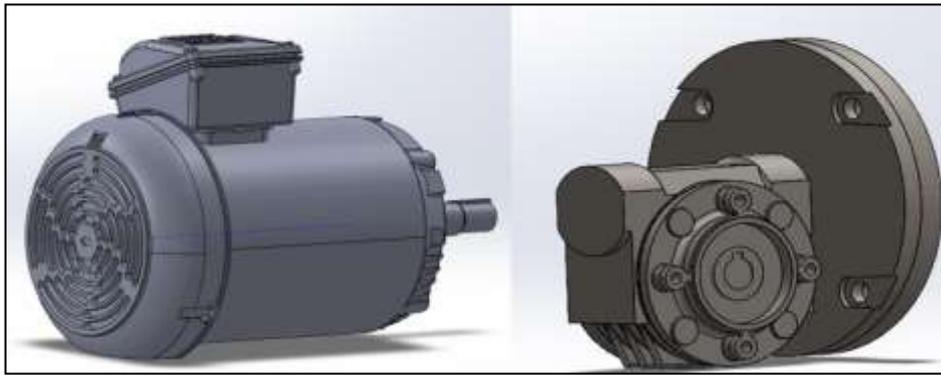


Ilustración 3-33: Motor para corte.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Relación de transmisión. – La operación de corte de la maquina requiere dos características particulares por medio de las cuales se puede garantizar el cumplimiento exitoso de la operación, la velocidad de corte y torque máximo siendo esta ultima la más importante. En este sentido, el motor como tal ofrece una potencia de 1HP y 1725 rpm. Por medio de la ecuación (9) se calcula el torque máximo que ofrece el motor por sí solo obteniendo un resultado de 4.12 Nm.

En base con los requerimientos de la maquina descritos, el torque mínimo requerido para obtener resultados óptimos en el mecanizado de piezas es de 150Nm. En este sentido, resulta preciso la utilización de un motorreductor cuya relación de transmisión sea de 40/1. Aplicando la ecuación (8) se obtiene la expresión requerida para obtener la velocidad a la salida del motorreductor.

$$i = \frac{n_e}{n_s} \quad (8)$$

Ahora, para calcular la velocidad angular en la salida del motorreductor, despejamos n_s de la ecuación (8) obteniendo:

$$n_s = \frac{n_e}{i}$$

$$n_s = \frac{1725 \text{ rpm}}{40}$$

$$n_s = 63.6 \text{ rpm}$$

Calculamos el torque en la salida con la ecuación (9).

$$\tau = \frac{P}{n_s} \quad (9)$$

$$\tau = \frac{746W}{43 * \frac{2\pi}{60}}$$

$$\tau = 165.7 \text{ Nm}$$

De manera exitosa se verifica una relación de transformación correcta de 40/1 al igual que un torque de 165.7 Nm el cual cumple con los requerimientos para un mecanizado óptimo.

Motor para avance. – Es un motor LAFERT elegido en catálogos ya existentes, se le añade el motorreductor para dotar al sistema del torque requerido para movilizar el mecanismo de transformación de movimiento circular a lineal. Lo que el motorreductor hace es que reduce la velocidad de rotación en el motor y así aumenta el torque de salida lo que permite un control en su desplazamiento. En la Ilustración 3 – 34 se observa modelado.

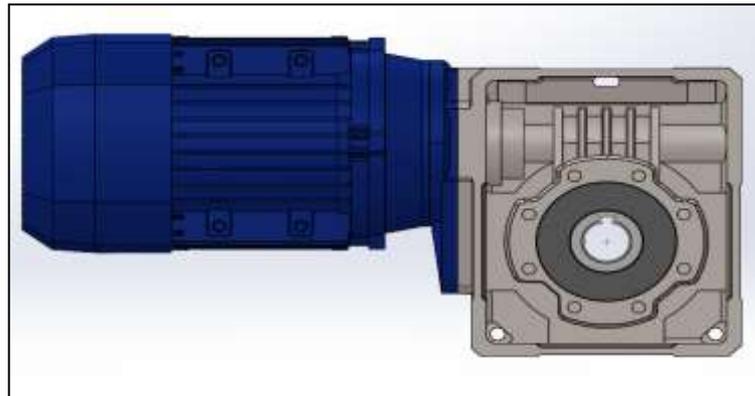


Ilustración 3-34: Motor de control de avance.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Relación de transmisión. – El movimiento de avance y retroceso que ofrece la maquina al igual que para la operación de corte requiere velocidad baja de manera constate y un torque elevado por lo que de igual manera se emplea un motorreductor. Sin embargo, para esta operación se emplea un motor de especificaciones reducida con respecto con el motor empleado para corte. El motor seleccionado es de 1/4 HP y 1590 rpm. Por medio de la ecuación (9) se calcula el torque máximo que ofrece el motor por sí solo obteniendo un resultado de 1.12 Nm.

Para el movimiento de avance y retroceso se requiere un torque elevado para mantener constante el perforado sobre la pieza trabajada por lo que se emplea un motorreductor cuya relación de reducción es de 25/1. Aplicando la ecuación (8) se obtiene el torque necesitado a la salida.

$$i = \frac{n_e}{n_s} \quad (8)$$

Partimos del cálculo de la velocidad angular en la salida del motorreductor, despejando n_s de la ecuación (8) se tiene:

$$n_s = \frac{n_e}{i}$$
$$n_s = \frac{1590 \text{ rpm}}{25}$$
$$n_s = 63.6 \text{ rpm}$$

Calculamos el torque en la salida con la ecuación (9).

$$\tau = \frac{P}{n_s} \quad (9)$$
$$\tau = \frac{186.5W}{63.6 * \frac{2\pi}{60}}$$
$$\tau = 28.01 Nm$$

De manera exitosa se verifica una relación de transformación correcta de 25/1 al igual que un torque de 28 Nm el cual permite mantener constante los desplazamientos de avance y retroceso de la máquina.

Chavetero. – El eje de salida del motorreductor tiene un chavetero para colocar una chaveta y acoplar el motorreductor a la máquina o mecanismo impulsado. En la Ilustración 3 – 35 se observa el chavetero modelado.

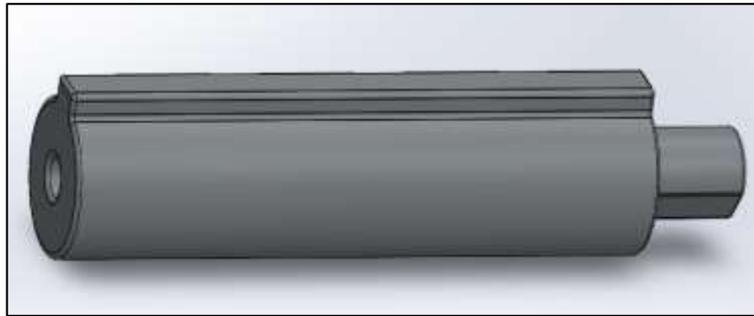


Ilustración 3-35: Chavetero.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Rodamientos. - Los rodamientos necesarios son del tipo rígidos de bolas con un diámetro interior de 25 mm y un diámetro exterior de 38 mm ya que están diseñados para reducir la fricción entre las superficies en movimiento. Esto permite un funcionamiento más suave y eficiente del sistema. En la barrenadora portátil es muy importante para garantizar que el movimiento del eje roscado y la herramienta de barrenado sean fluidos y no se vea obstaculizado por la fricción excesiva y también porque estos rodamientos soportan cargas axiales y radiales ya que ayudan a distribuir la carga de manera uniforme evitando daños en la máquina. En la Ilustración 3 – 36 se observa el rodamiento modelado.



Ilustración 3-36: Rodamiento rígido de bolas.

Elaborado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Eje roscado. – El eje roscado tiene un diámetro de $1\frac{1}{4}$ con una longitud de 73 cm de 9 hilos roscados lo que permite un movimiento lineal suave y preciso de la herramienta de barrenado a medida que avanza hacia el material, ya que garantiza que los agujeros perforados estén correctamente alineados y con la profundidad adecuada, especialmente en aplicaciones donde la precisión es esencial. Además proporciona un control preciso sobre la velocidad permitiendo ajustar la velocidad de avance según las necesidades específicas de la aplicación y el tipo de material que se está perforando, también nos ofrece mejor estabilidad y están diseñados para soportar cargas axiales significativas, lo que le hace adecuado para la aplicación de barrenado que involucra materiales duros o espesores considerablemente gruesos. El eje modelado se aprecia en la Ilustración 3 – 37.



Ilustración 3-37: Modelado del eje roscado

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Eje de transmisión de $1\frac{1}{2}$ * 1,10 cm (porta herramientas). – Este eje va en conjunto con el motor de corte, al momento de que el motor realice su movimiento de rotación este ayuda a que el eje portaherramientas gire a la velocidad que requiera la cuchilla para realizar el corte, este diseño tiene agujeros en diferentes medidas para así poder colocar nuestra cuchilla a la medida que se requiera, en estos agujeros viene añadido un perno de sujeción el cual ayudara ajustar nuestra cuchilla. La Ilustración 3 – 38 muestra el modelado de la pieza descrita.



Ilustración 3-38: Eje de transmisión.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Conos centradores. – Los conos centradores van adjuntos al eje portaherramientas los cuales se añadirán en los agujeros que se desea barrenar para poder centrar nuestro eje, este cuenta con un agujero interior por donde ingresa el eje portaherramientas. Son cónicos ya que al momento de ingresar al agujero que se va a barrenar no se sabe el diámetro que este tenga, así con esto el mismo puede irse acoplado a su agujero. El modelado de la pieza descrita se aprecia en la Ilustración 3 – 39.



Ilustración 3-39: Diseño del cono centrador.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Chumaceras 1 ½ de pared (guía). – Las chumaceras van fijadas en la estructura de la máquina al momento de barrenar, estas van soldadas en la máquina las cuales sirven como guías en el eje portaherramientas después de haberla centrado adecuadamente. La chumacera que se selecciono es de pared, del catálogo UFC 206. El diseño de esta pieza se aprecia en la Ilustración 3 – 40.

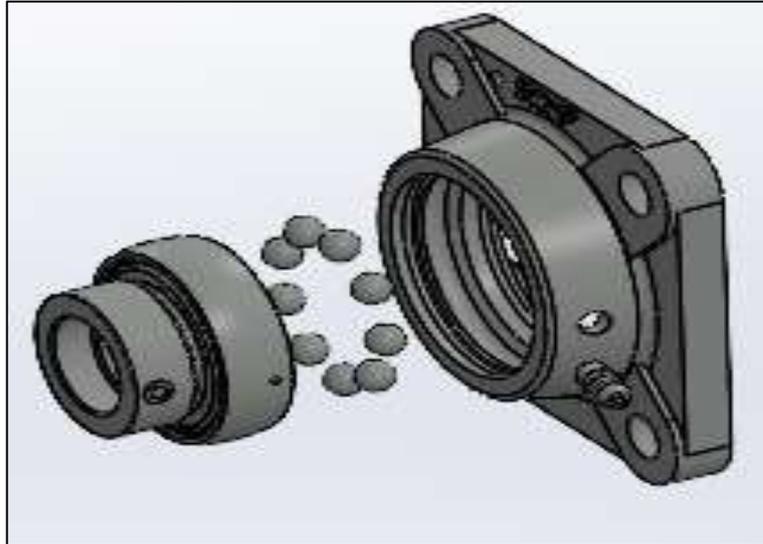


Ilustración 3-40: Chumacera de pared.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Placa soporte chumacera. – Esta placa nos ayuda a poder sostener la chumacera para con pernos hacia las 4 esquinas, la misma que será sujeta a 4 diferentes soportes para que tengan una mejor vista y puedan centrar de mejor manera el eje de transmisión. El diseño de esta pieza se aprecia en la Ilustración 3 – 41.

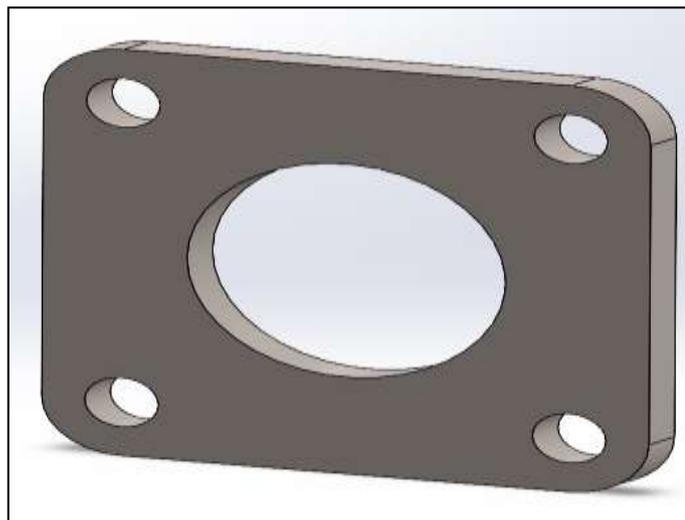


Ilustración 3-41: Soporte placa para chumaceras.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Eje cuadrado con rosca para chumacera. – Está diseñado para el soporte en la placa de las chumaceras, adjunto a este va una tuerca de la medida que está realizada la rosca para que pueda sujetar de mejor manera las chumaceras. El diseño se observa en la ilustración 3 – 42.

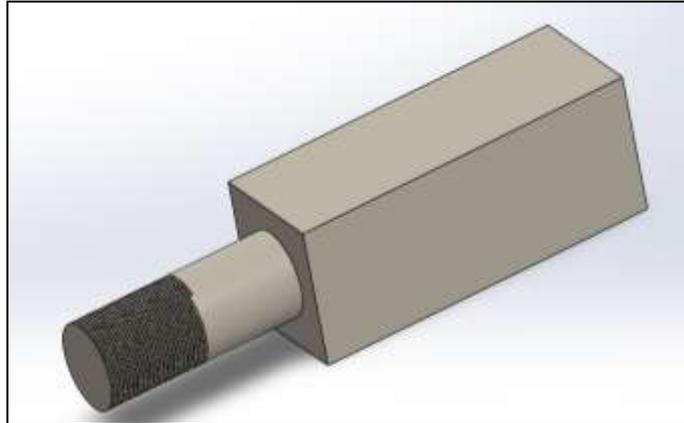


Ilustración 3-42: Eje cuadrado con rosca para chumacera

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Ensamblaje completo de la placa y el eje cuadrado en la chumacera. – A continuación, se muestra el ensamble completo de cómo queda el modelado de la chumacera adjunto a esta su placa y el eje cuadrado ya con las tuercas completas. El ensamble se muestra en la ilustración 3 – 43.

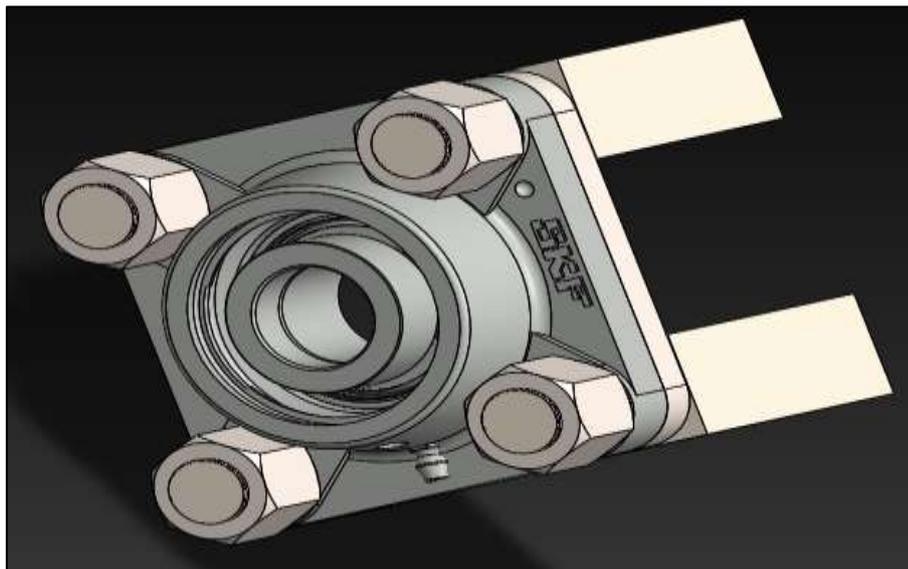


Ilustración 3-43: Ensamble de la placa y eje cuadrado en la chumacera.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Placa de soporte para motor de avance. – Es una placa que van a los extremos para poder sujetar los ejes guía, el eje roscado, los rodamientos, el motor de avance, los tubos deslizantes, es decir son de suma importancia para realizar el cuerpo de la máquina. La pieza descrita se observa en la Ilustración 3 – 44.

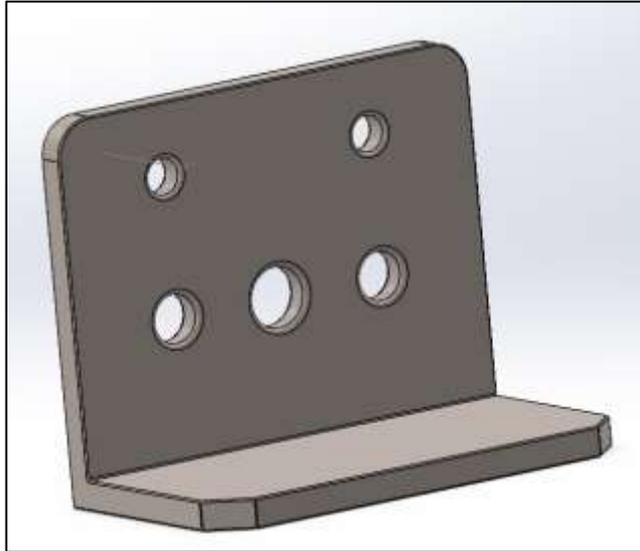


Ilustración 3-44: Placa de soporte para motor de avance.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Placa de soporte para motor de corte. – Son planchas para poder sujetar los motores de una manera segura y que al momento que la máquina funcione estos no sufran ningún tipo de fricción. Es de acero inoxidable AISI 304, este es el material más común en acero inoxidable. La placa porta motor se aprecia en la Ilustración 3 – 45.

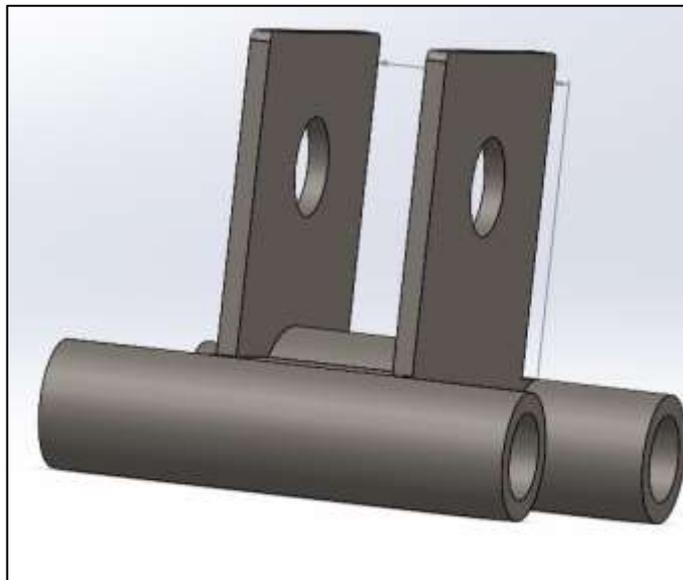


Ilustración 3-45: Placa soporte (motor corte).

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Ejes guía. – Son utilizados para el desplazamiento del motor de corte, adjunto a estos se encuentran las planchas guía y los tubos deslizantes. El material que se utilizará para el diseño de este eje es SAE 1045 ya que es un eje de acero macizo recubierto en la parte exterior con una capa de cromo, posee resistencia y dureza. El eje modelado se muestra en la Ilustración 3 – 46.

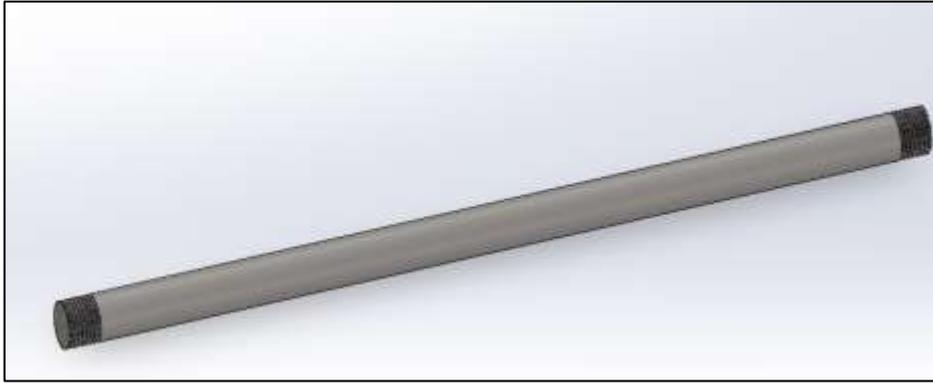


Ilustración 3-46: Modelo del eje guía.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Soporte para eje de transmisión. – Es un soporte cónico el cual nos ayudara para poder centrar de mejor manera el eje de transmisión y que este tenga un desplazamiento más apropiado de acuerdo con lo que se requiera. El modelado se muestra en la ilustración 3 – 47.

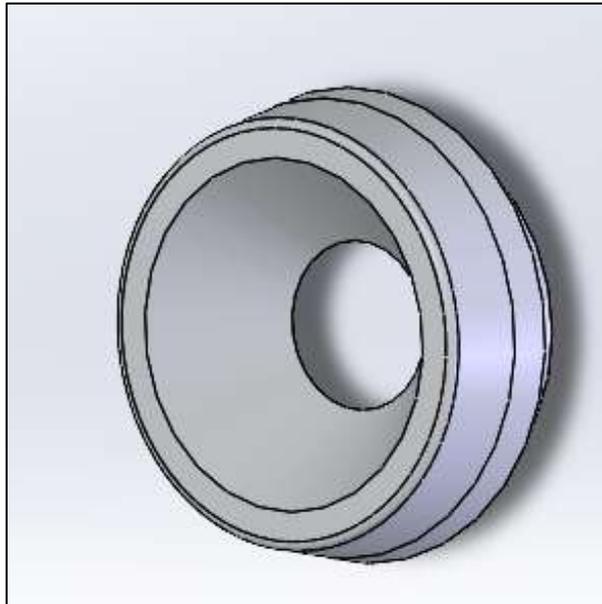


Ilustración 3-47: Soporte para eje de transmisión.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Placa para soporte de ejes. – En esta placa se sostienen los ejes ya detallados anteriormente, en la misma que a su extremo va el soporte para el eje de transmisión. El modelado de la placa se observa en la ilustración 3 – 48.

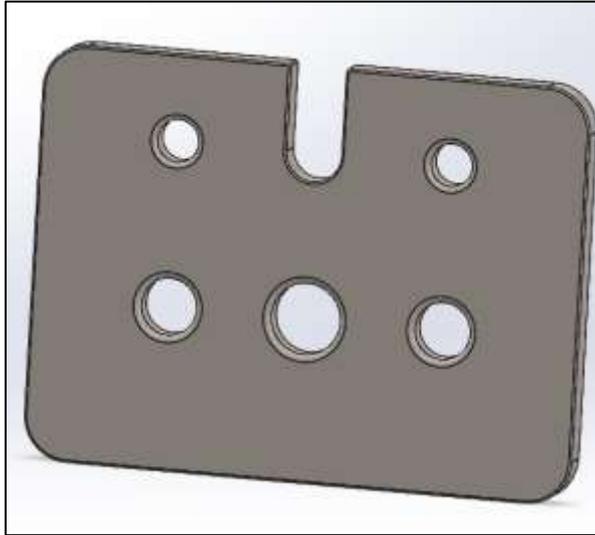


Ilustración 3-48: Placa para soporte de ejes.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Soporte para rodamientos. – Ese Son soportes para que los rodamientos puedan ser sostenidos de mejor manera al eje roscado, a este se le adjunta una vincha la cual ayuda a que el rodamiento o se salga. El modelado se observa en la ilustración 3 – 49.

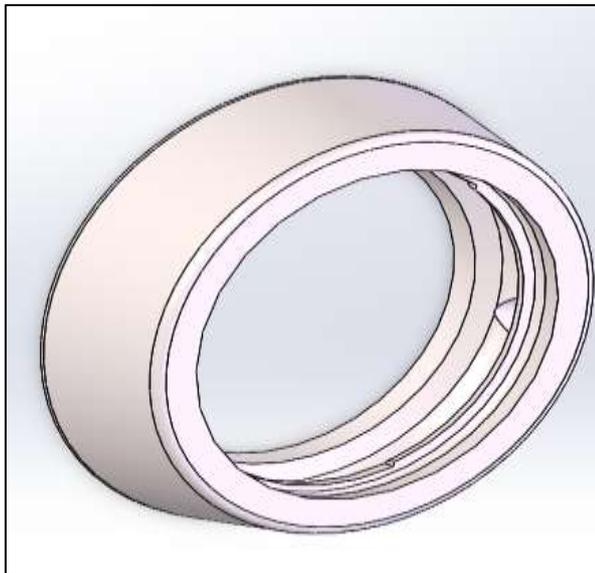


Ilustración 3-49: Soporte para rodamientos.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

3.7.3. Definición de elementos de la maquina

La barrenadora emplea una serie de elementos y piezas que con su integración permiten la conformación y correcta operación de la máquina. Estos elementos se pueden apreciar en la Tabla 3 – 3.

Tabla 3-3: Elementos y materiales que conforman la maquina barrenadora.

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD
1	EJE ROSCADO 73CM PASO 9 X IN	AISI 316L ACERO INOXIDABLE	1
2	EJE IIN 1.2M	AISI 4340 ACERO NORMALIZADO	1
3	EJE 1 IN X58CM	AISI 304	2
4	PLACA SOPORTE	ASTM A36 ACERO	1
5	ENGRASADOR SAE-LT	AISI 316 CHAPA DE ACERO INOXIDABLE (SS)	5
6	RODAMIENTO YET 205	AISI 4340	5
7	BOLAS DE RODAMIENTO	AISI 316 CHAPA DE ACERO INOXIDABLE (SS)	45
8	TUERCA PESADA HHFNUT 1.250-7-S	AISI 304	1
9	CONO CENTRADOR	NAILON 101	2
10	CASQUILLO DE PLANTILLA 1.0000-F-88-12	AISI 1010 BARRA DE ACERO LAMINADA EN CALIENTE	2
11	TORNILLO DE CABEZA HUECA HEXAGONAL HX-SHCS 0,19-32X0,4375X0,4375-5	AISI 304	8
12	SOPORTE RODAMIENTO	AISI 1010 BARRA DE ACERO LAMINADA EN CALIENTE	2
13	REDUCTOR MOTOR 2	AISI 304	1
14	MOTOR SEW W63	ASTM A36 ACERO	1
15	MOTOR RELIANCE S-2000 CA 3 FASES	AISI 304	1
16	CAJA DE CONEXIONES MOTOR S-2000	ASTM A36 ACERO	1
17	TAPACAJA DE BORNES	PE ALTA DENSIDAD	1
18	PLACA PORTAMOTOR 2	AISI 1010 BARRA DE ACERO LAMINADA EN CALIENTE	1
19	TORNILLO HEXAGONAL HFBOLT 0.25-28x1x0.75-S	AISI 1010 BARRA DE ACERO LAMINADA EN CALIENTE	4
20	PLACA SOPORTE N2	ASTM A36 ACERO	1
21	SOPORTES X4	AISI 4340 ACERO NORMALIZADO	8
22	PLACA SOPORTE CHUMACERA	ASTM A36 ACERO	2
23	CHUMACERA FY 505 M-h	AISI 304	2
24	TUERCA HEXAGONAL 0.6250-11-D-S	AISI 1010 BARRA DE ACERO LAMINADA EN CALIENTE	8
25	ARANDELA FW 0.25	AISI 1010 BARRA DE ACERO LAMINADA EN CALIENTE	4
26	EJE MR1	AISI 1340 ACERO NORMALIZADO	1
27	EJE MR2	AISI 1340 ACERO NORMALIZADO	1
28	TORNILLO HEXAGONAL HFBOLT 0.25-20x1x0.75-S	AISI 1010 BARRA DE ACERO LAMINADA EN CALIENTE	2
29	ARANDELA FW 0.25	AISI 1010 BARRA DE ACERO LAMINADA EN CALIENTE	2

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

3.8. Diseño Eléctrico

La máquina barrenadora con su construcción hasta este punto, no puede desempeñar sus funciones ya que el diseño contemplado requiere que presente un funcionamiento semiautomático, es decir, los parámetros como la velocidad de desbaste y el control de desplazamiento de la maquina son controlados eléctricamente, pero con la asistencia o la necesidad de un operador que varíe los parámetros necesarios para conseguir el control de la máquina durante su operación. En este sentido, de acuerdo con las operaciones de la maquina descritas, se requiere realizar o mantener un control sobre la velocidad de giro de la moto encargada del proceso de corte o desbaste. Para esta este procedimiento, la técnica más conveniente y versátil de acuerdo con la naturaleza de funcionamiento de la máquina, es el empleo de un variador de frecuencia y un elemento de configuración, es decir, un potenciómetro para poder establecer los valores adecuados en el

variador de frecuencia y realizar la acción de control sobre la velocidad de giro del motor de corte. De manera similar el segundo motor de la maquina requiere un control en el giro, ya que se necesita realizar una acción de control del desplazamiento en la máquina. Conforme a los requerimientos mencionados se realiza el diseño de eléctrico que representa el automatismo eléctrico para la operación de la maquina en los procesos requeridos.

3.8.1. Diagrama eléctrico

La máquina barrenadora requiere componentes eléctricos para su funcionamiento tales como motores y dispositivos de maniobra. Estos elementos son interconectados en un circuito eléctrico que permite el funcionamiento de la máquina. La Ilustración 3 – 50 presenta el circuito eléctrico que gobierna el funcionamiento de la máquina.

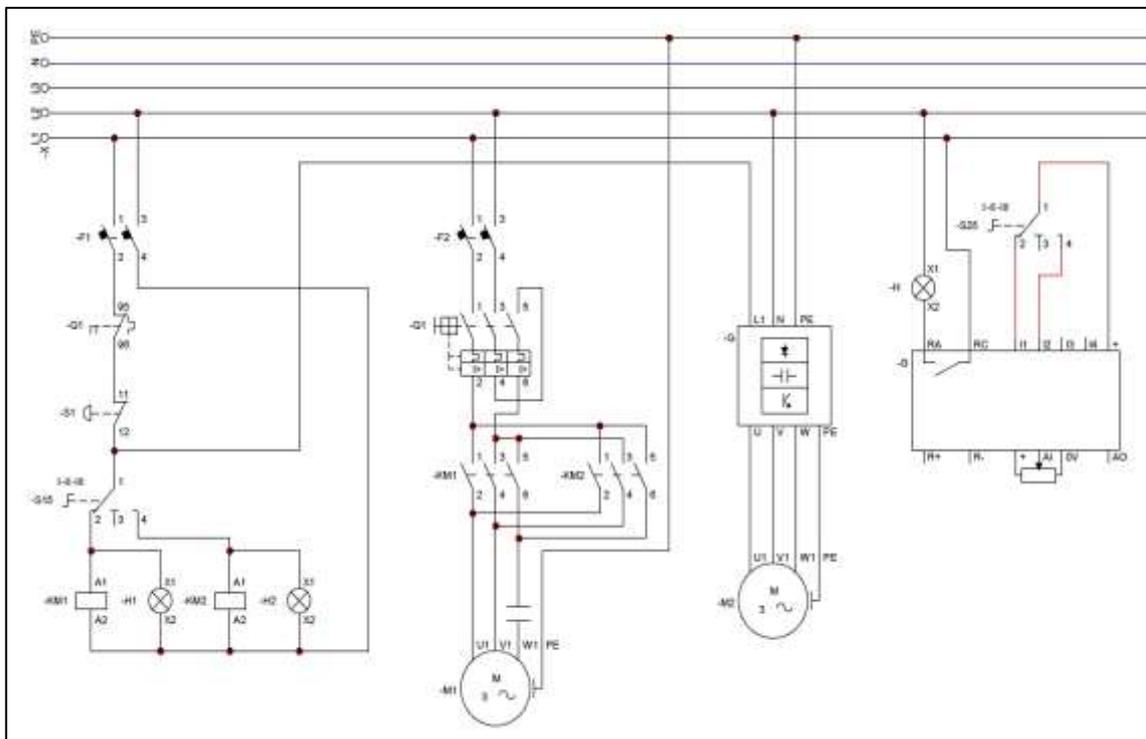


Ilustración 3-50: Diagrama eléctrico de la máquina.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

El esquema eléctrico está dividido en dos secciones que se detallan a continuación.

3.8.1.1. Circuito de control

Este circuito visto en la Ilustración 3 – 51, permite controlar la máquina, es decir, es conformado por elementos como selectores para establecer el sentido de giro de los motores según el

requerimiento, luces piloto para indicar el giro del motor en uno de los dos sentidos de giro y elementos de seguridad que permiten detener la maquina en casos de emergencia.

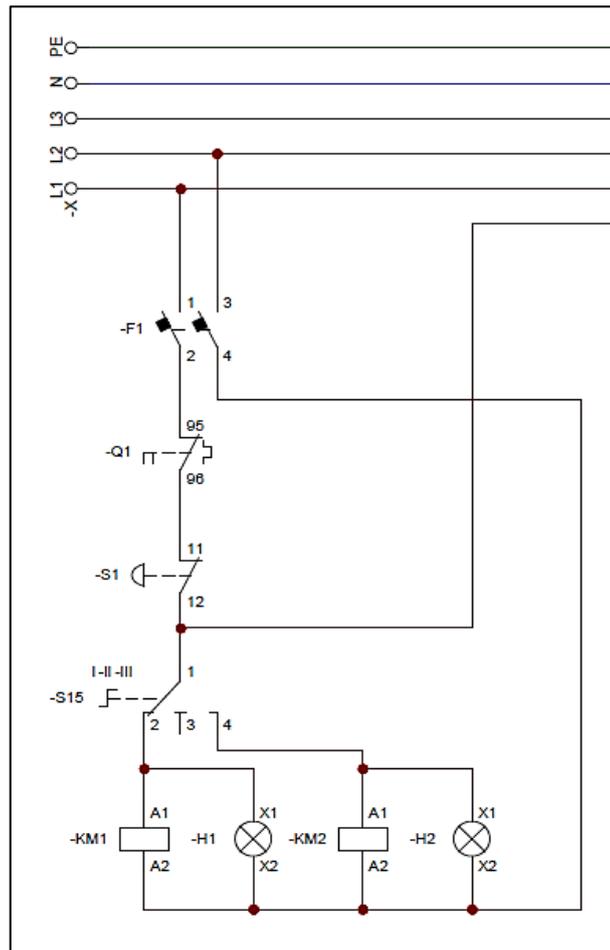


Ilustración 3-51: Circuito de control.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Los componentes requeridos según el diseño del circuito de control se ven en la Tabla 3 – 4.

Tabla 3-4: Listado de los materiales para el circuito de control.

Materiales	Cantidad
Pulsador 22 mm plast hongo 40 mm giro C/Retención Rojo 1NC	1
Placa amarilla paro de Emergencia 22mm 90mm	1
Selector 22mm 3POS PLAST 2NA	2
Luz piloto 22mm Led verde 220VAC	4
Luz piloto 22mm Led amarillo 220VAC	2
Potenciómetro lineal 10K 1V 22mm C/PERILLA TAYEE	1

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

3.8.1.2. Circuito de potencia

El circuito de potencia representado en la Ilustración 3 – 52 consta de los elementos de ejecución, es decir, dos motores para las operaciones de desplazamiento y corte, contactores que permiten realizar las maniobras de cambio de giro, guardamotore como elementos de protección, variador de frecuencia que permite asignar un cierto valor de velocidad según el usuario requiera, etc.

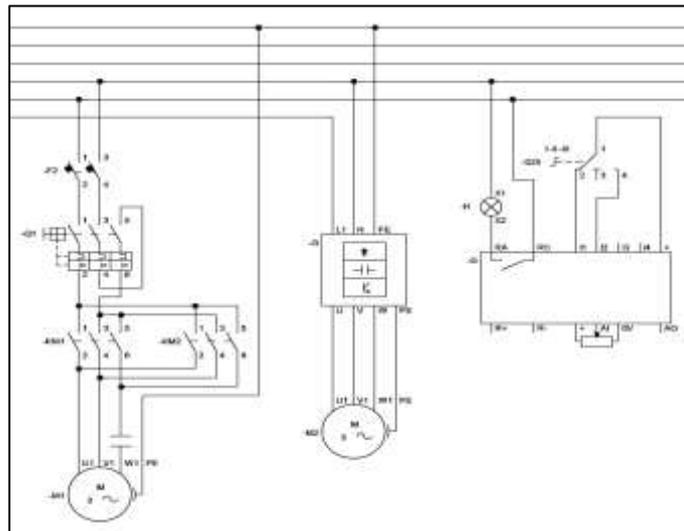


Ilustración 3-52: Circuito de potencia.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Los componentes requeridos según el diseño del circuito de potencia se ven en la Tabla 3 – 5.

Tabla 3-5: Listado de materiales para el circuito de potencia.

Materiales	Cantidad
Breaker riel CSC 2P 2A 6KA 400V	1
Breaker riel CSC 3P 6A 6KA 400V	1
Contactador 3.0 HP/9ª 1NO-1NC Bobina 220V CHNT	2
Variador Relk PI150 1HP 220V 1F	1
Guardamotor EBAS 2.5-4A	1
Bloque EBASEE AUX para guardamotor EGV2 1P	1
Motor 1HP	1
Motor ¼ HP	1

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

3.8.2. Diagrama de conexiones

Con la definición de los circuitos eléctricos para las secciones de control y potencia y la definición de los materiales, elementos y dispositivos necesarios, se puede construir el cableado necesario para integrar el diseño eléctrico a la máquina barrenadora. En la Ilustración 3 – 53 se presenta un esquema de las conexiones de todo el circuito eléctrico de la máquina para facilitar su construcción.

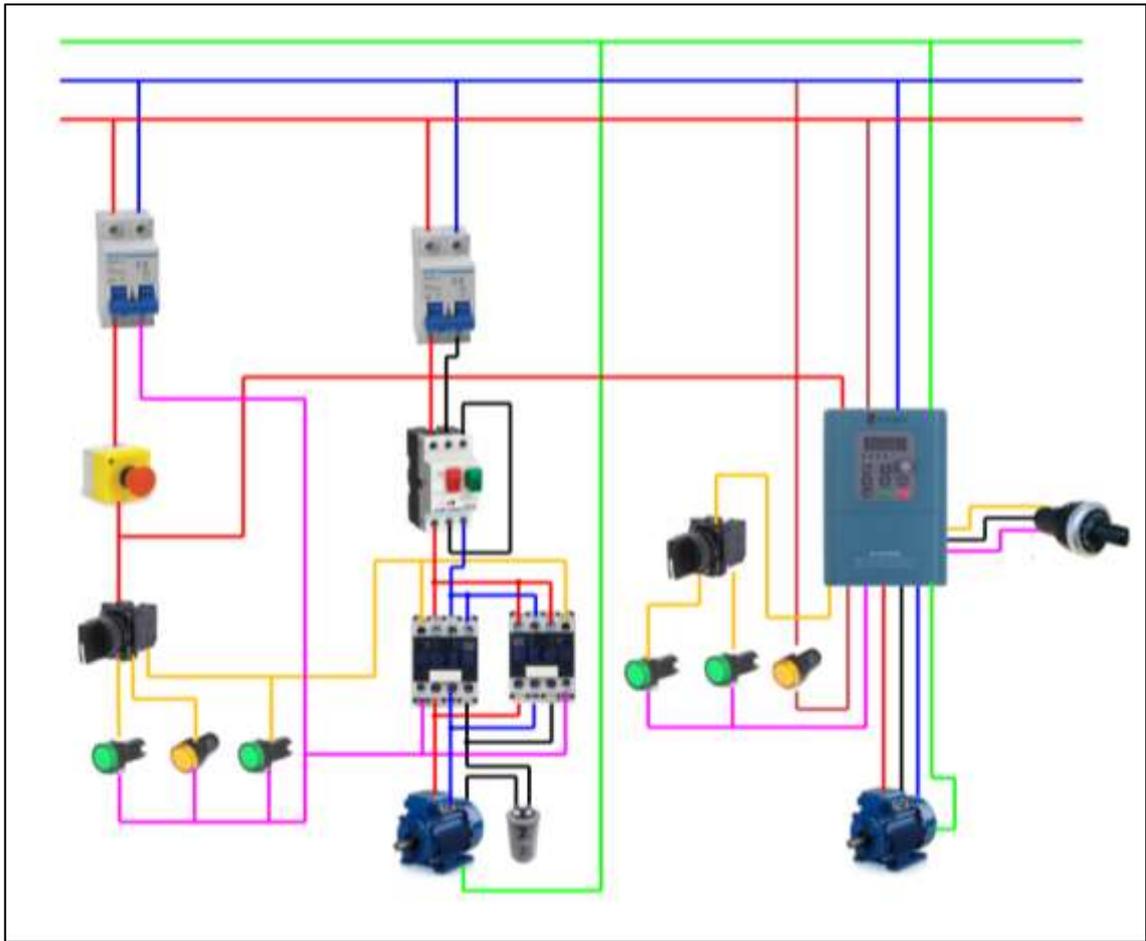


Ilustración 3-53: Circuito de potencia.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

3.8.3. Tablero de control

Para garantizar la seguridad durante la operación de la máquina barrenadora, los elementos de control y elementos de control de los elementos de potencia han sido concentrados en un tablero de control. El diseño del tablero descrito se aprecia en la Ilustración 3 – 54.

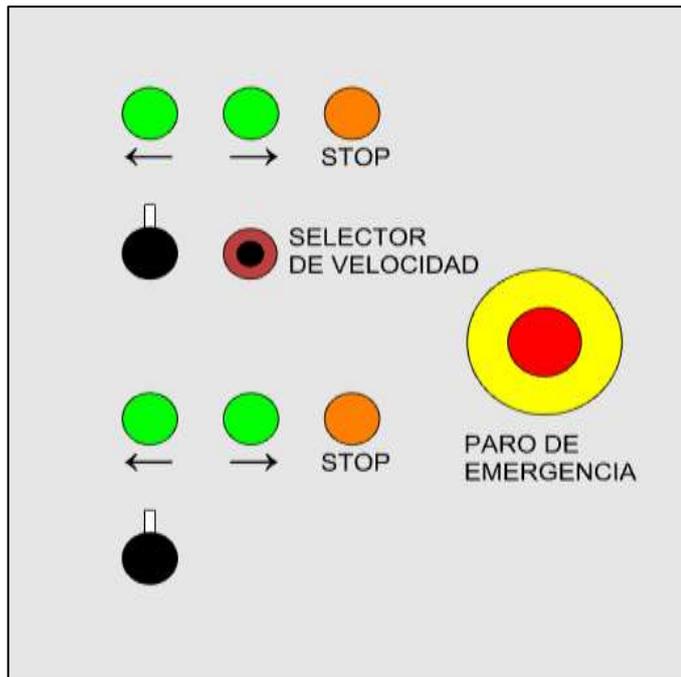


Ilustración 3-54: Diseño del tablero de control.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Con el diseño planteado se definen en la Tabla 3 – 6 los materiales y elementos requeridos para la construcción del tablero de control.

Tabla 3-6: Listado de materiales para el tablero de control.

Materiales	Cantidad
Bornera riel 4mm #10AWG LEIP/WK	10
Tope de bornera LEIP/WK/F	8
Gabinete metálico liviano 40x40x20cm IP41 BEIGE	1
Riel DIN 35mm 1metro Acero perforado	1
Canaleta ranurada gris DXN 10042 25x40mm	1
Tornillo autopercorante C/100 ½"	1 funda
Terminal puntera simple 18-16 AWG Amarillo	1 funda
Cable flexible #16AWG	5 metros
Cable flexible #18AWG	10 metros
Terminal U azul 5/32 16-14 AWG 2-4Y	20
Cable concéntrico 3x16 AWG ST	5 metros
Cable concéntrico 3x14 AWG	5 metros
Prensa estopa PG13.5 Negra hueco 20.4mm	3

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

3.9. Construcción de la maquina barrenadora

La construcción de la maquina comprende varias etapas de trabajo las cuales están destinadas a la construcción de las piezas complementarias y ensamblaje final, la conexión eléctrica de los dispositivos de control/fuerza y el armado del tablero de control. De esta forma se describe a continuación las tareas correspondientes a la construcción de la máquina.

3.9.1. Base para motores

Para la base de los motores se realizan 2 cortes cuadrados y 2 cortes rectangulares en la plancha de 8mm de espesor de acuerdo con la medida de los motores más 3 cm a cada lado para el motor Nema 34 y 2 cm para el motor Nema 24. También se realizan 2 perforaciones en los ejes de base guía para el motor de avance y 4 perforaciones en los extremos para sostener el motor y una perforación en el medio para el rotor, los cortes se realizan en las placas de ambos motores. Para el acoplamiento con los motores se utilizan pernos con cabeza alien y soldadura. La construcción de estos elementos se aprecian en la Ilustración 3 – 55.



Ilustración 3-55: Proceso de construcción de las bases para motores.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

3.9.2. Mecanismo de desplazamiento

Para la construcción del mecanismo de avance(desplazamiento) se realiza la unión del eje roscado de $1\frac{1}{2}$ y 73 cm de longitud mediante la soldadura de dos tuercas en la base de la parte inferior del motor y la soldadura de dos rodamientos rígidos de bolas, uno en cada placa para el movimiento del eje con una base para que los rodamientos no presenten movimientos que afecten el la movilidad del eje roscado. Además, se realiza en los dos lados del eje roscado una rectificación que permita el acople con los rodamientos. Uno de los lados del eje roscado debe ser perforado en su centro para acoplarse con el rotor del motor de avance. De igual forma en el otro extremo

se realiza una perforación en la parte superior para sostener al eje roscado con un prisionero. Se pueden apreciar estas operaciones en la Ilustración 3 – 56.



Ilustración 3-56: Construcción del mecanismo de desplazamiento.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

3.9.3. *Mecanismo de giro*

Para la construcción del mecanismo de giro se realiza la perforación del eje de transmisión de 1,10 m mediante una fresadora. Según el diseño, también es necesario realizar perforaciones con una rosca más pequeña al costado del eje hasta la mitad del mismo cada 10 cm. Además, se requieren algunas perforaciones adicionales en el eje de transmisión para el acoplamiento del rotor del motor y se produzca el movimiento. Finalmente se efectúan perforaciones en la mitad de los conos centradores de 6cmx1plg de Nylon. La Ilustración 3 – 57 muestra la construcción del mecanismo.



Ilustración 3-57: Construcción del mecanismo de giro.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

3.9.4. *Base para las chumaceras de pared(guía)*

Para construir las bases de las chumaceras de pared se realizan cortes en una plancha de acero de 8mm de espesor según las medidas que sugiere el diseño. Posteriormente, estas piezas se perforan en los cuatro extremos de la placa para la unión y un corte en el medio para el eje de transmisión. A continuación, se divide el eje cuadrado de 1mx1plg en 8 partes iguales para cada extremo de las chumaceras y se le realiza una rosca en un solo lado para cada uno de los ejes cuadrados. Esto

con el fin que las chumaceras de pared queden estabilizadas y listas para ser utilizadas. Se pueden observar las tareas realizadas para la construcción de las chumaceras en la Ilustración 3 – 58.



Ilustración 3-58: Construcción de las bases para chumaceras.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

3.9.5. Ensamblaje de la máquina barrenadora con torno portátil

El primer paso consiste en acoplar los ejes guía, el eje roscado y la base del motor de avance a las placas base que se encuentran soldadas con los rodamientos rígidos de bolas mediante sus tuercas. Consecutivamente, se colocan los motores en cada uno de los soportes con las tuercas para que no existan vibraciones durante el funcionamiento. Posteriormente, se coloca el eje de transmisión en el rotor del motor y por ende los conos centradores. Finalmente, se colocan las chumaceras de pared. Estas no van acopladas a la máquina, sin embargo, son necesarias para su movimiento. En la Ilustración 3 – 59 se presenta la realización del ensamble de la máquina.



Ilustración 3-59: Proceso de ensamble de la máquina.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

3.9.6. Tablero de control

Para la construcción del tablero de control es preciso realizar un diseño que permita distribuir de manera adecuada los elementos tanto de control e indicación, así como los elementos de control de los actuadores situados al interior del tablero.

El diseño exterior del tablero está dividido en dos partes. La primera, situada en la parte superior consta de un selector que permite controlar el sentido de giro y el estado de paro del motor para la operación de corte, 3 luces piloto que indican el sentido de giro y paro y selector lineal que permite variar la velocidad del motor de corte. La segunda sección comprende un selector para el control del desplazamiento, 3 luces piloto para indicar el estado de paro y sentido de avance y el pulsador general del paro de emergencia. El tablero de control construido se observa en la Ilustración 3 – 60.



Ilustración 3-60: Tablero de control terminado.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Los elementos de control situados en el interior del tablero de control han sido situados según la disposición vista en el diseño representado en la Ilustración 3 – 61.

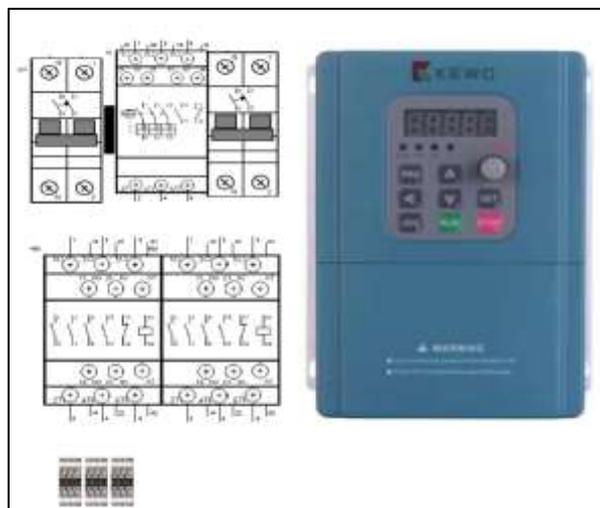


Ilustración 3-61: Diseño interior del tablero de control.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Partiendo del diseño visto en la imagen anterior, el primer paso para armar el interior del tablero es cortar los rieles y canaletas para los cables que permitan la conexión eléctrica de los elementos. Esta tarea se muestra en la Ilustración 3 – 62.



Ilustración 3-62: Fijación de rieles y canaletas del tablero.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Con los rieles y canaletas ubicadas se fijan los contactores, guardamotores, variador de frecuencia y breakers del control de la alimentación como se ve en la Ilustración 3 – 63.



Ilustración 3-63: Colocación de los elementos de control de actuadores.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Posteriormente se cablea todo el tablero y se realizan las conexiones respetando el diagrama eléctrico para el circuito de potencia y fuerza. Se aprecia el cableado y conexión de elemento en la Ilustración 3 – 64.



Ilustración 3-64: Tablero de control armado.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Puesta a punto

Este proceso consiste en perfilar agujeros, especialmente en las articulaciones de los brazos y palas de una retroexcavadora, para restaurarlos. Estos agujeros tienden a deformarse debido a la fricción y el movimiento en estas zonas, lo que puede provocar fallos en el funcionamiento de las máquinas. La máquina perforadora con torno portátil opera mediante una herramienta rotatoria que avanza horizontalmente para aumentar o perfilar el diámetro de cavidades cilíndricas. Elimina material en forma de viruta para dar forma al orificio deseado. Antes de iniciar la perforación, se debe asegurar un área de trabajo despejada y un piso nivelado para evitar accidentes. Se requiere reunir todas las herramientas y materiales necesarios, inspeccionar visualmente la máquina para verificar su estado y revisar los sistemas de seguridad, como dispositivos de parada de emergencia y protecciones. Los controles y ajustes deben configurarse según las especificaciones, y todas las partes móviles deben lubricarse adecuadamente.

Se debe también consultar las especificaciones del material que se va a barrenar para determinar la velocidad de corte adecuada. En este sentido, la puesta a punto de la maquina se detalla en los siguientes pasos.

1. Colocar los conos centradores en el cucharón de una retroexcavadora, junto a esta, las chumaceras a los lados y el eje guía principal. Este procedimiento se observa en la Ilustración 4 – 1.



Ilustración 4-1: Colocación de los conos centradores.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

2. Soldar las chumaceras a los cuatro lados como se ve en la Ilustración 4 – 2.



Ilustración 4-2: Soldadura de las chumaceras.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

3. Fijar la máquina al eje de transmisión de la tal forma que se obtenga lo visto en la Ilustración 4 – 3.



Ilustración 4-3: Fijación de la máquina.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

4. Colocar un soporte como guía para evitar vibraciones significativas y constantes durante el mecanizado. Este proceso se muestra en la Ilustración 4 – 4.

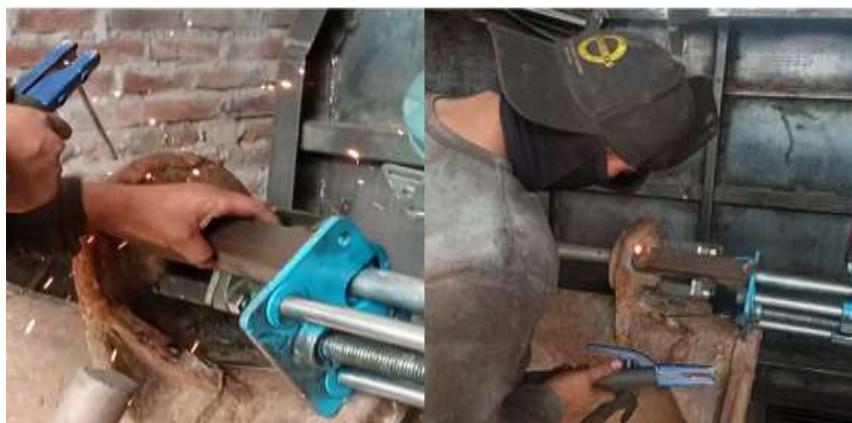


Ilustración 4-4: Soporte guía.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

5. Con el entorno de trabajo armado como se observa en la Ilustración 4 – 5, encender la máquina y ejecutar una prueba inicial para verificar que todo funcione como se espera.



Ilustración 4-5: Prueba inicial de la máquina

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

6. Ajustar la cuchilla para que realice el barrenado en el cucharón de una retroexcavadora, esto se realiza introduciendo nuestra cuchilla en el agujero y ajustando con un perno para que no se afloje. Se ve esta operación en la Ilustración 4 – 6.



Ilustración 4-6: Ajuste de cuchilla

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

7. Observar el funcionamiento de la máquina durante la prueba inicial y realiza ajustes adicionales si es necesario para optimizar su rendimiento. En la Ilustración 4 – 7 se puede apreciar el funcionamiento de la barrenadora.



Ilustración 4-7: Funcionamiento de la máquina

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

8. Prueba de arranque de la máquina en vacío para ver si todo funciona correctamente (motores, desplazamiento, variación de velocidad, cambios de giro, luces de indicación, paro de emergencia). Se aprecia la realización de esta prueba en la Ilustración 4 – 8.



Ilustración 4-8: Prueba de arranque en el tablero

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

9. Se puede observar que el funcionamiento es óptimo y su velocidad depende de lo que el operario quiera realizar el barrenado en el cucharón de la retroexcavadora. La operación de barrenado se aprecia en la Ilustración 4 – 9.



Ilustración 4-9: Funcionalidad de barrenado

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

4.2. Pruebas de ajuste y trabajo

Con el cumplimiento de los pasos descritos para la puesta a punto de la maquina se consiguió realizar correctamente la operación de barrenado sobre el cucharón de la retroexcavadora utilizada como prueba. Adicionalmente tras la ejecución de la perforación del cucharón se pudieron sintetizar los procedimientos realizados durante todo el maquinado en el diagrama de procesos visto en la Ilustración 4 – 10. El cual se realizó la operación de perforación con la maquina barrenadora, se registraron los tiempos: tiempo total de la operación, tiempo de preparación de la máquina, tiempo de maquinado, tiempo de desacople de la máquina.

DIAGRAMA DE PROCESOS										
METODO ACTUAL		X		Diagrama: Proceso de barrenado				Hoja N: 01 		
METODO PROPUESTO										
Fecha: 2024-04-08										
Realizado por: Katerin Coello y Marcos Espinoza				SUJETO DEL DIAGRAMA: El diagrama inicia en la preparación del lugar para realizar el proceso de barrenado y en el almacenamiento						
Tipo: Material										
N. actividad	N	Distancia (m)	Tiempo (min)	Simbología del diagrama						Descripción
1	1		8							Preparación del espacio de trabajo
2	1		10							Colocar el cucharón de la retroexcavadora en el área de trabajo
3	1		5							Verificar que la máquina barrenadora esté en buen estado
4	2		10							Medir y marcar los puntos de perforación en el cucharón de la retroexcavadora
5	2	3								Transporte al área de almacenamiento de herramientas
6	3		3							Verificar que los conos centradores y chumaceras estén en buen estado
7	4	3								Transporte al espacio de trabajo
8	2		2							Colocación de la máquina barrenadora en la posición adecuada
9	5		3							Colocar los conos centradores en el cucharón de una retroexcavadora
10	6		4							Colocación de las chumaceras a los lados
11	3		8							Colocación del eje principal (eje de transmisión)
12	1		15							Soldar las chumaceras a los cuatro lados
13	4		1							Verificar que las chumaceras se encuentren bien soldadas
14	3		2							Fijación de la máquina al eje de transmisión
15	7		1							Verificar el eje de transmisión con la máquina ya fijados
16	8		12							Colocar un soporte guía para evitar vibraciones
17	9		5							Verificar que la máquina se encuentre ajustada y configurada correctamente
18	5		2							Encender la máquina y prueba inicial de funcionamiento
19	10		6							Verificar que todo se encuentre funcionando correctamente
20	4		0.02							Apagar la máquina barrenadora
21	11		7							Ajustar cuchilla de corte
22	6		4							Ajustar pernos para que no se afloje
23	12		1							Encender la máquina y realizar ajustes adicionales si es necesario
24	13		3							Prueba de arranque a vacío
25	1		5							Verificar motores, desplazamiento, variación de velocidad, cambios de giro, luces y paro de emergencia
26	2		2							Ajuste de velocidad
27	14		12							Perforación inicial en los puntos marcados
28	15		20							Perforación final
29	5		0.02							Apagar la máquina barrenadora
30	16		10							Verificar la calidad de los agujeros perforados
31	6		3							Realizar el corte de soldadura en las chumaceras
32	7		10							Desmontar la máquina barrenadora
33	17	3								Transporte al área de almacenamiento
34	7		3							Almacenar retroexcavadora perforada
35	18	3								Transporte al área de almacenamiento.
36	8		11							Limpiar el espacio de espacio de trabajo
37	9		28							Realizar mantenimiento básico en la máquina barrenadora

Ilustración 4-10: Diagrama de procesos del barrenado de un cucharón de retroexcavadora.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024

En resumen, del diagrama de procesos visto en la Ilustración 4 – 10 se tiene como resumen el visto en la Tabla 4 – 1. En el que se puede verificar cuantos puntos de operación, transporte, inspección, demora, almacenaje se tienen, dándonos una distancia de recorrido en todo el proceso de 12 metros y un tiempo empleado en el barrenado del cucharón de la retroexcavadora de 216.04 minutos, lo que quiere decir que el barrenado completo de los dos lados del cucharón de la retroexcavadora se da en un tiempo en horas de 3,06.

Tabla 4-1: Resumen del diagrama de procesos.

TABLA RESUMEN		
OPERACIÓN		22
TRANSPORTE		4
INSPECCION		7
DEMORA		0
ALMACENAJE		1
OPERACIÓN COMBINADA		2
DISTANCIA RECORRIDA (m)	metros	12
TIEMPO EMPLEADO (min)	minutos	216.04

Realizado por: Coello K; Espinoza a, 2024.

4.2.1. Evaluación de tiempos de operación con amoladora

Se realizó una evaluación con la amoladora ya que es una de las herramientas que usaban antes de tener la máquina barrenadora, en el que su proceso consistía en poner un disco de pulir metal en la amoladora al diámetro del agujero y así irlo perforando o desbastar el agujero del cucharón hasta dejarlo a la medida que requerían para que pueda ingresar los pines y bocinas en el agujero barrenado. En la Ilustración 4 – 11 se muestran los pines y bocinas en el brazo de una retroexcavadora, estos tienen que ingresar en el agujero barrenado.



Ilustración 4-11: Pines y bocinas para brazo de retroexcavadora.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Para poder entender de mejor manera como se desarrolla el trabajo con la amoladora en la Ilustración 4 – 12 se aprecia de mejor manera el pulido que este desarrolla.



Ilustración 4-12: Pulido de los pines con amoladora.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Su evaluación se detalla en el diagrama de procesos mostrado en la Ilustración 4 -13

DIAGRAMA DE PROCESOS									
METODO ACTUAL				Diagrama: Proceso de pulido con amoladora en un brazo de retroexcavadora			Hoja N: 01		
METODO ANTERIOR		X					<p>El proceso empieza en el pulido del brazo de una retroexcavadora y termina en la puesta de pines y bocinas</p>		
Fecha: 2024-04-10									
Realizado por: Katerin Coello y Marcos Espinoza									
Tipo: Material									
N. actividad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Simbología del diagrama						Descripcion
1		10							Preparación del espacio de trabajo
2		20							Colocar el brazo de la retroexcavadora en el área de trabajo
3	5								Llevar la amoladora al sitio de trabajo
4		12							Con el calibrador medir los agujeros del brazo de la retroexcavadora
5		5							Colocar el disco de pulir en la amoladora
6		30							Empezar a pulir el brazo de la retroexcavadora
7									Medir con el calibrador el diámetro del agujero pulido
8		20							Seguir puliendo el brazo de la retroexcavadora
9		5							Medir con el calibrador el diámetro del agujero pulido
10		40							Seguir puliendo el brazo de la retroexcavadora
11		5							Medir con el calibrador el diámetro del agujero pulido
12		45							Colocar los pines en los agujeros perforados
13		1							Con ayuda de dos personas alzan el brazo para colocarlo en la retroexcavadora
14		50							Colocar las bocinas en conjunto con el brazo de la retroexcavadora
15		10							Revisar que estén bien colocadas los pines y bocinas en la retroexcavadora
16		15							Junta todas las herramientas del área de trabajo
17		10							Almacenar las herramientas en los anaqueles
18		15							Prender la maquina retroexcavadora y moverle el brazo de levantamiento
19		10							Visualizar que el brazo pueda moverse sin dificultad
20		5							Ajustar pernos de bocinas
21		30							Soldar dos puntos en cada uno de los pines puestos
22		10							Limpiar la maquina en los lados utilizados de suelda para pintarla
23		20							Recoger todas las herramientas utilizadas en la operación

Ilustración 4-13: Esquema diagrama de procesos de la máquina barrenadora.

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

El resumen del análisis de tiempos realizado se aprecia en la tabla 4 – 2.

Tabla 4-2: Resumen del diagrama de procesos.

TABLA RESUMEN		
OPERACIÓN	●	12
TRANSPORTE	→	1
INSPECCION	□	5
DEMORA	■	0
ALMACENAJE	▲	1
OPERACIÓN COMBINADA	●	5
DISTANCIA RECORRIDA (m)	metros	5
TIEMPO EMPLEADO (min)	minutos	368

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Se puede observar que tenemos 12 operaciones, 1 transporte, 5 inspecciones, 1 almacenaje, 5 operaciones combinadas, una distancia recorrida de 5 metros y un tiempo en toda la operación de 368 minutos lo que en horas sería 6.13 horas que se demoran realizando el pulido para que los pines y bocinas puedan ser colocados.

4.2.1.1. Evaluación de tiempos de operación con una máquina barrenadora con torno portátil (Manual)

Para poder observar estos tiempos se analizó la máquina que ya tenían en el Taller por el motivo de que se necesitaba realizar trabajos, entonces hicieron la máquina, pero como no tenían ninguna guía o cálculo que se requiere esta máquina funciona con un operario que ayuda a moverle al motor. A continuación, se podrá observar de mejor manera como es la máquina en la ilustración 4 – 14.



Ilustración 4-14: Esquema diagrama de procesos de la máquina barrenadora

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Para poder obtener los tiempos de barrenado se realizó un video de todo el proceso que este conlleva y así sacar justo los tiempos para realizar el diagrama de procesos que se muestra a continuación, el cual indica los pasos uno por uno de como este operando esta máquina barrenadora manual. En la ilustración 4 – 15 se detalla el diagrama de procesos.

DIAGRAMA DE PROCESOS									
METODO ACTUAL				Diagrama: Proceso de barrenado (Manual)				Hoja N: 01	
METODO ANTERIOR		x							
Fecha: 2024-04-23		SUJETO DEL DIAGRAMA: El diagrama inicia en la preparación del lugar para realizar el proceso de barrenado y termina en la colocación de pines y bocinas.							
Realizado por: Katerin Coello y Marcos Espinoza									
Tipo: Material									
N. actividad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Simbología del diagrama						Descripcion
1		10							Preparación del espacio de trabajo
2		25							Colocar la retroexcavadora en el área de trabajo
3		20							Con ayuda de dos operarios llevar la maquina barrenadora a la retroexcavadora
4		15							Verificar todas las herramientas necesarias para el barrenado
5	10								Llevar las herramientas al área de trabajo
6		3							Verificar que los conos centradores y chumaceras estén en buen estado
7	5								Transporte al espacio de trabajo
8	12								Llevar la máquina barrenadora con ayuda de dos operarios al espacio de trabajo
9		6							Colocar los conos centradores en el brazo de la retroexcavadora
10		24							Colocación de las chumaceras a los lados para poder centrar el eje de transmisión
11		11							Colocación del eje de transmisión en las chumaceras
12		8							Soldar soportes en la maquina barrenadora
13		3							Verificar que las chumaceras se encuentren bien soldadas
14		31							Fijación de la máquina al eje de transmisión
15		17							Verificar el eje de transmisión con la máquina ya fijados
16		15							Con ayuda del operario girar el motor para poner la cuchilla
17		9							Colocar la cuchilla y ajustar con el perno
18		5							Encender la máquina y prueba inicial de funcionamiento
19		5							Verificar que todo se encuentre funcionando correctamente
20		32							El operario gira el motorreductor con ayuda de una copa y un ratchet
21		12							Verifica los milímetros que van a realizar el corte y señala
22		42							Se enciende la maquina barrenadora y el operario gira despacio el motorreductor
23		13							Realiza todo el procedimiento ya detallado hasta que salga la cuchilla
24		18							Regresa la cuchilla con los milímetros que desea cortar
25		12							Realiza la operación hasta que salga nuevamente la cuchilla
26		25							El operario realiza esto hasta terminar de cortar a la dimensión que se requiere.
27		16							Con ayuda de la amoladora desmonta la maquina cortando las partes soldadas.
28		30							Dos operarios retiran la máquina del brazo de la retroexcavadora
29		5							Guardan las herramientas y la máquina
30		28							Empiezan a poner los pines y bocinas en la parte barrenada
31		10							Realizan limpieza del lugar de trabajo y de la máquina.

Ilustración 4-15: Esquema diagrama de procesos de la máquina barrenadora (Manual)

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

El resumen del análisis de tiempos realizado se aprecia en la tabla 4 – 3.

Tabla 4-3: Resumen del diagrama de procesos.

RESUMEN		
Operación		17
Transporte		3
Inspección		6
Demora		0
Almacenaje		1
Operación Combinada		4
Distancia	metros	27
Tiempo	minutos	450

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Se puede observar que se tiene 17 operaciones, 3 transporte, 6 inspecciones, 1 almacenaje, 4 operaciones combinadas, una distancia recorrida de 27 metros y un tiempo en toda la operación de 450 minutos lo que en horas es 7.5 horas que se demoran realizando la operación de barrenado con la maquina manual.

Al observar conjuntamente los tres diagramas de procesos se tiene como resultados que la maquina barrenadora automatizada realiza el trabajo en un menor tiempo, requiere un solo operario para su barrenado y no necesitan estar trasladándose de un sitio a otro para buscar las herramientas de trabajo porque con el tablero se controla todo, en cambio con los otros dos procesos mostrados anteriormente se observa que en el Taller se demoraban demasiado tiempo en realizar el barrenado ya que son máquinas que no tienen la suficiente automatización o control de velocidad que se requiere por lo que se puede concluir que la Maquina Barrenadora implementada en el taller es de gran ayuda para reducir tiempo, el operario puede controlar su velocidad, diámetro que se va a cortar, giro, todo esto con tan solo utilizar el tablero de control.

4.3. Evaluación Económica

La evaluación económica del diseño e implementación de la maquina barrenadora se detalla en la consideración de costos directos e indirectos los cuales se muestran a continuación.

4.4. Costos directos

Estos son necesarios para empezar con el ensamble de la máquina de manera inmediata, a continuación, se detallan los costos directos de cada uno.

4.4.1. Costos de la construcción del tablero de control

En la Tabla 4 – 3 se aprecia el detalle correspondiente al costo de la construcción del tablero de control de la máquina.

Tabla 4-4: Detalle económico de la construcción del tablero de control.

Materiales	Cantidad	Precio Unitario	Total
Breaker riel CSC 2P 2A 6KA 400V	1	6.7	6.7
Breaker riel CSC 3P 6A 6KA 400V	1	9.82	9.82
Contactador 3.0 HP/9ª 1NO-1NC Bobina 220V CHNT	2	10.42	20.84
Pulsador 22 mm plast hongo 40 mm giro C/Retención Rojo 1NC	1	2.41	2.41
Placa amarilla paro de Emergencia 22mm 90mm	1	0.89	0.89
Selector 22mm 3POS PLAST 2NA	2	2.45	4.9
Luz piloto 22mm Led verde 220VAC	4	1.51	6.04
Luz piloto 22mm Led amarillo 220VAC	2	1.34	2.68
Bornera riel 4mm #10AWG LEIP/WK	10	0.4	4
Tope de bornera LEIP/WK/F	8	0.22	1.76
Variador Relk PI150 1HP 220V 1F	1	174.1	174.1
Potenciómetro lineal 10K 1V 22mm C/PERILLA TAYEE	1	18.48	18.48
Guardamotor EBAS 2.5-4A	1	20.36	20.36
Bloque EBASEE AUX para guardamotor EGV2 1P	1	6.26	6.26
Gabinete metálico liviano 40x40x20cm IP41 BEIGE	1	44.16	44.16
Riel DIN 35mm 1metro Acero perforado	1	2.24	2.24
Canaleta ranurada gris DXN 10042 25x40mm	1	7.15	7.15
Tornillo autoperforante C/100 ½”	1 funda	1.78	1.78
Terminal puntera simple 18-16 AWG Amarillo	1 funda	1.8	1.8
Cable flexible #16AWG	5 metros	0.27	0.27
Cable flexible #18AWG	10 metros	0.18	0.18
Terminal U azul 5/32 16-14 AWG 2-4Y	20	0.08	1.6
Cable concéntrico 3x16 AWG ST	5 metros	0.88	4.38
Cable concéntrico 3x14 AWG	5 metros	1.26	6.25
Prensa estopa PG13.5 Negra hueco 20.4mm	3	0.38	1.14
		SUBTOTAL 1	350.19

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

4.4.2. Costos de la construcción del componente mecánico

En la Tabla 4 – 4 se aprecia el detalle correspondiente al costo de la construcción del componente mecánico de la máquina.

Tabla 4-5: Detalle económico de la construcción del componente mecánico de máquina.

Materiales	Cantidad	Precio Unitario	Total
Motor para corte	1	400	400
Motor para avance	1	100	100
Rodamientos (interior 25, exterior 52)	2	6.5	13
Eje roscado 1 ¼ de 73cm	1	8.25	8.25
Tuercas 7/8 rosca gruesa	4	1.25	5
Cortes de 22mm de interior y 45 exterior	2	7.2	14.4
Vinchas I52	2	1.75	3.5
Prisioneros m8* ½ plg	4	0.25	1
Pernos M5* 1plg cabeza alien	4	0.17	0.68
Pernos ¼ * 1 plg rosca gruesa cabeza alien	4	0.12	0.48
Tuercas 5/8 rosca gruesa	4	0.35	1.4
Plancha de 1m * 1m espesor 8mm	2	45	90
Ejes guía 1plg de 58 cm	2	14	28
Cortes de 6cm*3plg en nailon (Conos centradores)	2	6.25	12.5
Vincha I80	1	2.2	2.2
Chumaceras 1 ½ de pared (guía)	2	15	30
Eje de transmisión de 1 ½ * 1,10 cm	1	22	22
Eje cuadrado de 1m * 1plg	1	28	28
		SUBTOTAL 2	760.41

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

4.4.3. Costos de mano de obra para la construcción

Los costos de mano de obra que se utilizó para la construcción de la maquina barrenadora en la estructura metálica se aprecia en la Tabla 4 – 5.

Tabla 4-6: Costos de mano de obra.

Descripción	Cantidad	Horas/hombre	USD/hora	Costo total
Técnico soldador	1	8	10	80
Ayudante de corte con amoladora	2	8	5	40
			SUBTOTAL 3	120

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

Finalmente, en la Tabla 4 – 6 se muestra el detalle total de los costos Directos de fabricación.

Tabla 4-7: Resumen del diagrama de procesos.

Descripción	Costo total (USD)
Subtotal 1	350.19
Subtotal 2	760.41
Subtotal 3	120
TOTAL	1230.6

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

4.5. Costos indirectos

Son costos producidos fuera del proceso o no son tan necesarios en ese momento. En el que se consideró los pasajes para movilizarnos al taller y las copias de los planos en SolidWorks. Su detalle se muestra en la Tabla 4 – 7.

Tabla 4-8: Resumen del diagrama de procesos.

Descripción	Costo (USD)
Transporte	10
Impresiones	5
TOTAL	15

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

En resumen, la Tabla 4 – 8 muestra el costo total requerido para el diseño e implantación de la maquina barrenadora.

Tabla 4-9: Resumen del diagrama de procesos.

Descripción	Costo (USD)
Costos directos	1230.6
Costos indirectos	15
TOTAL	1245.6

Realizado por: Coello K; Espinoza A, 2024.

La fuente de financiamiento para cubrir los gastos fue el gerente del taller Tecni Torno Rosero de la ciudad de Riobamba.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El análisis exhaustivo de los componentes necesarios para la máquina barrenadora con torno portátil ha permitido establecer una base sólida para su diseño e implementación. Este estudio ha identificado y evaluado cada componente crítico, considerando factores como la funcionalidad, la eficiencia, la durabilidad y la facilidad de integración. La comprensión detallada de estos elementos asegura que el diseño final no solo cumpla con los requisitos operativos y de seguridad, sino que también optimice el rendimiento y la productividad del equipo.

El diseño de la máquina Barrenadora con torno portátil utilizando la herramienta de software SolidWorks ha permitido evaluar exhaustivamente la viabilidad del proyecto. A través de este sistema, se han podido modelar y simular con precisión todos los componentes y mecanismos, asegurando que el diseño cumpla con los estándares requeridos de eficiencia y funcionalidad. Este proceso no solo ha facilitado la identificación y corrección de posibles fallos antes de la construcción física, sino que también ha optimizado el uso de materiales y recursos, reduciendo costos y tiempos de desarrollo.

Al evaluar los productos óptimos disponibles en el mercado, se ha logrado identificar aquellos que ofrecen la mejor relación costo-beneficio, garantizando tanto la calidad como la economía en la construcción de la máquina. Este enfoque estratégico no solo optimiza los recursos, sino que también asegura que el producto final cumpla con los estándares de rendimiento y durabilidad esperados. Así, la selección cuidadosa y la compra de materiales adecuados fundamentan el éxito y la eficiencia del proyecto en su fase de implementación.

Este trabajo de titulación ha demostrado que las empresas que están dispuestas a adoptar tecnologías emergentes y ajustar sus diferentes procesos operativos pueden mejorar su eficiencia y su posición en el mercado. La capacidad de responder rápidamente a los cambios en las demandas del mercado y a las oportunidades emergentes es esencial para mantener la relevancia a largo plazo.

5.2. Recomendaciones

Al diseñar e implementar una maquina barrenadora con torno portátil, es crucial priorizar la seguridad en todas las etapas del proceso.

Se recomienda a los proyectos que repliquen la metodología propuesta, incorporar medidas de seguridad robustas, como dispositivos de parada de emergencia, protecciones adecuadas y sistemas de control que minimicen los riesgos para los operadores y otras personas presentes en el entorno de trabajo. Además, se debe proporcionar capacitación adecuada para el personal que utilizara la máquina, asegurando que estén conscientes de los posibles peligros y cómo manejar la tecnología de manera segura.

Se recomienda que previo a la utilización de la máquina desarrollada, se implementen acciones de capacitación para el personal operativo para garantizar un uso adecuado de la máquina barrenadora con torno portátil. Esto incluye programas de capacitación periódicos para ir actualizando las habilidades operativas del equipo. Una fuerza laboral capacitada es fundamental para maximizar el entorno del área de trabajo y mantener competitivo el Taller.

Establecer un sistema de evaluación continuo para medir el rendimiento y los resultados de la máquina barrenadora con torno portátil, identificando áreas de mejora y oportunidades donde se pueda obtener mayor optimización. Esto incluye la recopilación de datos de producción, análisis de eficiencia y calidad. Al mantener un enfoque proactivo en la mejora y la optimización de los procesos, la empresa puede maximizar el rendimiento de la máquina implementada y garantizar su continuo éxito.

BIBLIOGRAFÍA

ABB. *Qué es un variador de frecuencia: Definición, cómo funciona, características y ventajas.*
Obtenido de <https://new.abb.com/drives/es/que-es-un-variador#:~:text=Un%20variador%20de%20frecuencia%20por,de%20los%20requisitos%20del%20procedimiento.>

AEROMAQUINADOS. <https://aeromaquinados.com/tornos-portatilesque-son-y-como-funcionan/>.
Obtenido de <https://aeromaquinados.com/tornos-portatilesque-son-y-como-funcionan/>

ASDRÚBAL, B. M.
http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/7398/1/2023_%20Johan%20Sebasti%C3%A1n%20Cifuentes%20Pach%C3%B3n.pdf.
Obtenido de http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/7398/1/2023_%20Johan%20Sebasti%C3%A1n%20Cifuentes%20Pach%C3%B3n.pdf

CARLETTI, E. *Motores paso a paso características básicas.* Robots Didácticos.2014

CASILLAS, A. *Velocidades y avances de Maquinas calculos de taller.* 2018.

CIFUENTES, P., BELTRÁN, J. & ASDRÚBAL, C. *Diseño, construcción y puesta a punto de una barrenadora portátil de 10 HP de potencia para realizar mecanizados en Hidrosistemas Gil S.A.S.*
Obtenido de http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/7398/1/2023_%20Johan%20Sebasti%C3%A1n%20Cifuentes%20Pach%C3%B3n.pdf

COMPONENTS, E. <https://www.tme.eu/es/news/library-articles/page/41861/Motor-paso-a-paso-tipos-y-ejemplos-del-uso-de-motores-paso-a-paso/#:~:text=El%20motor%20paso%20a%20paso,eje%20cada%201%2C8%C2%B0.>
Obtenido de <https://www.tme.eu/es/news/library-articles/page/41861/Motor-paso-a-paso-tipos-y-ejemplos-del-uso-de-motores-paso-a-paso/#:~:text=El%20motor%20paso%20a%20paso,eje%20cada%201%2C8%C2%B0.>

ELSA. <https://elsasrl.com/es/noticias/alesatrice-portatile-lavorazioni-utilizzo-e-modelli.>
Obtenido de <https://elsasrl.com/es/noticias/alesatrice-portatile-lavorazioni-utilizzo-e-modelli>

FITZGERALD, A. E., KINGSLEY JR., C. & UMANS, S. D. *Electric Machinery*.

GONZÁLEZ, I. *Diseño de experimentos y su aplicación en la industria*. (Escuela Superior de Ciudad Sahagún de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo) Recuperado el 07 de Enero de 2024, de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/sahagun/article/view/1340/4647>
<https://elsasrl.com/es/noticias/alesatrice-portatile-lavorazioni-utilizzo-e-modelli>. (02 de agosto de 2022). *elsa*. Obtenido de <https://elsasrl.com/es/noticias/alesatrice-portatile-lavorazioni-utilizzo-e-modelli>

INDUSTRIAS, G. <https://industriassgl.com/blogs/automatizacion/sistema-de-control>. Obtenido de <https://industriassgl.com/blogs/automatizacion/sistema-de-control>

NASCIMIENTO, G. *Máquinas Eléctricas: Teoría de ensaios*. Sao Paulo.

NINA, M., & ANCALLA, F.
https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/1929/Francisco%20Mayta_Edgar%20Ancalla_Tesis_Titulo%20Profesional_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Obtenido de https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/1929/Francisco%20Mayta_Edgar%20Ancalla_Tesis_Titulo%20Profesional_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ORTIZ, E. *Motores Eléctricos*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448173104.pdf>

OVIEDO, R. *Manual para el participante motores trifásicos*. Nicaragua.

POLARIDAD. <https://polaridad.es/definicion-de-esfuerzo-de-corte/>. Obtenido de <https://polaridad.es/definicion-de-esfuerzo-de-corte/>

RAMOS, C. Los alcances de una investigación. 9(3).

RICHARD, R. M.
https://www.academia.edu/39267570/ESFUERZO_NORMAL_Y_CORTANTE?uc-g-sw=12660816. Obtenido de https://www.academia.edu/39267570/ESFUERZO_NORMAL_Y_CORTANTE?uc-g-sw=12660816

ROBOTICS, E. <https://www.edsrobotics.com/blog/que-es-la-automatizacion-industrial/>.
Obtenido de <https://www.edsrobotics.com/blog/que-es-la-automatizacion-industrial/>

SARA, B., RAMON, R., & LOURIDO, P. El Enfoque integrador de la metodología mixta en la investigación educativa. 27(1).

TODO PARA LA INDUSTRIA. *Componentes de un motorreductor y para qué sirve.* Obtenido de <https://todoparalaindustria.com/blogs/blog/definicion-de-un-motorreductor-y-como-funciona#:~:text=Qu%C3%A9%20es%20un%20motorreductor,piezas%20giratorias%20de%20un%20motor.>

VARGAS, F. *Máquinas Eléctricas Rotativas.* Lima: Megaprint.1990

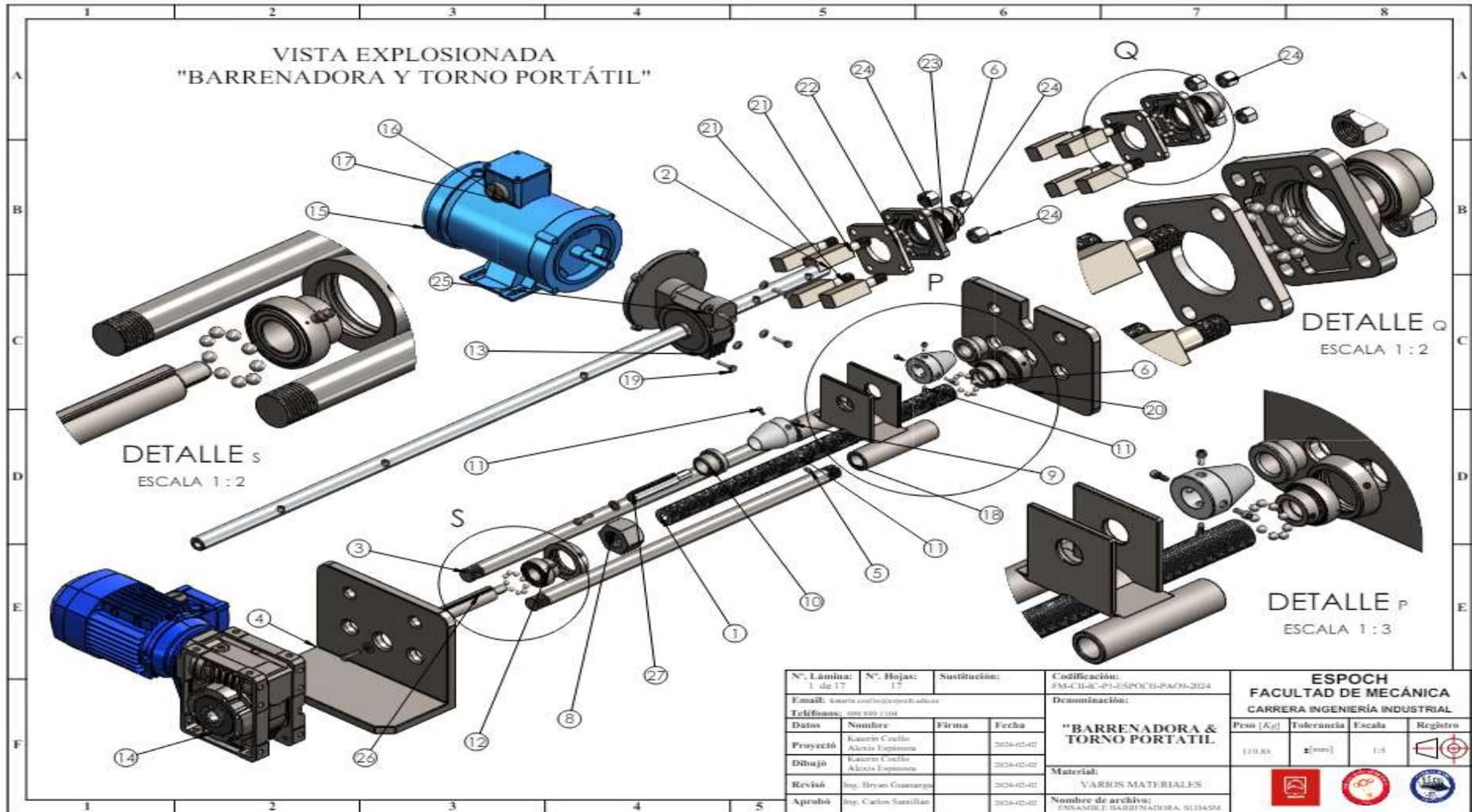
VITORES, A. <https://blogs.upm.es/museoetsidi/2023/07/04/no-0610224-tren-de-engranajes-compuesto-1986/#:~:text=Un%20tren%20de%20engranajes%20es%20un%20mecanismo%20formado,una%20pareja%20es%20el%20conductor%20de%20la%20siguiente.> Obtenido de

<https://blogs.upm.es/museoetsidi/2023/07/04/no-0610224-tren-de-engranajes-compuesto-1986/#:~:text=Un%20tren%20de%20engranajes%20es%20un%20mecanismo%20formado,una%20pareja%20es%20el%20conductor%20de%20la%20siguiente.>

WEG. (2019). *Catalogo de motores WEG w22.*

ANEXOS

ANEXO A: PLANOS DE LA MÁQUINA



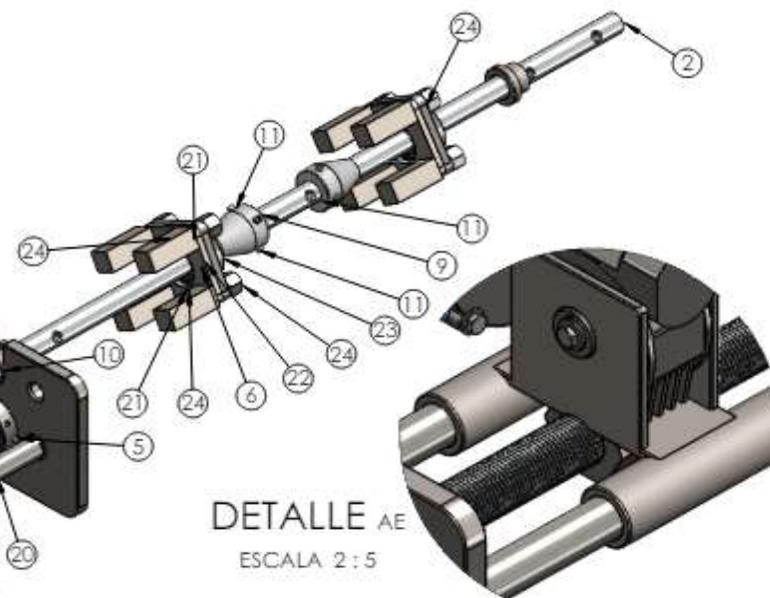
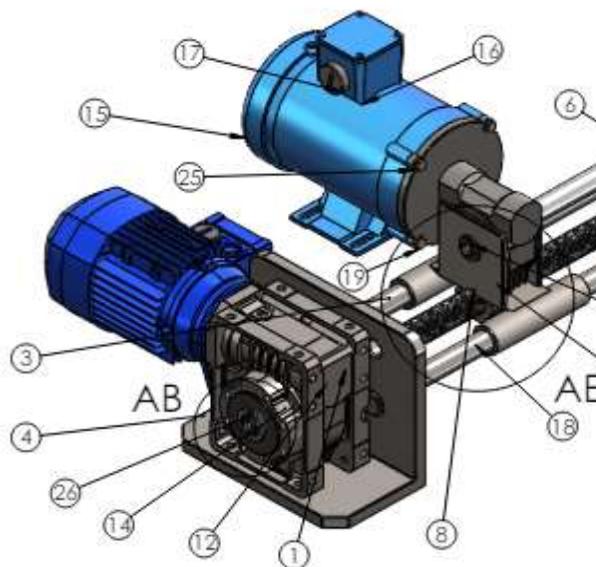
LISTA DE MATERIALES

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD
1	EJE ROSCADO 7/2CM PASO 9 X IN	ASIS 316L ACERO INOXIDABLE	1
2	EJE 1IN 1.2M	ASIS 4340 ACERO NORMALIZADO	1
3	EJE 1 IN X38CM	ASIS 304	2
4	PLACA SOPORTE	ASTM A36 ACERO	1
5	ENGRASADOR SAF-LT	ASIS 316 CHAPA DE ACERO INOXIDABLE (SS)	5
6	RODAMIENTO YET 205	ASIS 4340	5
7	BOLAS DE RODAMIENTO	ASIS 316 CHAPA DE ACERO INOXIDABLE (SS)	45
8	TUERCA PESADA HHFNUT 1 250-7-5	ASIS 304	1
9	CONO CENTRADOR	NAILON 101	2
10	CASQUILLO DE PLANILLA 1.0000-F-88-12	ASIS 1010 BARRA DE ACERO LAMINADA EN CALIENTE	2
11	TORNILLO DE CABEZA HUECA HEXAGONAL HX-SHCS 0.19-32X0.4375X0.4375-5	ASIS 304	8
12	SOPORTE RODAMIENTO	ASIS 1010 BARRA DE ACERO LAMINADA EN CALIENTE	2
13	REDUCTOR MOTOR 2	ASIS 304	1
14	MOTOR SEW W63	ASTM A36 ACERO	1
15	MOTOR RELIANCE S-2000 CA 3 FASES	ASIS 304	1
16	CAJA DE CONEXIONES MOTOR S-2000	ASTM A36 ACERO	1
17	TAPACAJA DE BORNES	PE ALTA DENSIDAD	1
18	PLACA PORTAMOTOR 2	ASIS 1010 BARRA DE ACERO LAMINADA EN CALIENTE	1
19	TORNILLO HEXAGONAL HFBOLT 0.25-28x180.75-5	ASIS 1010 BARRA DE ACERO LAMINADA EN CALIENTE	4

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD
20	PLACA SOPORTE N2	ASTM A36 ACERO	1
21	SOPORTES X4	ASIS 4340 ACERO NORMALIZADO	8
22	PLACA SOPORTE CHUMACERA	ASTM A36 ACERO	2
23	CHUMACERA FY 505 M-L	ASIS 304	2
24	TUERCA HEXAGONAL 0.6250-11-D-S	ASIS 1010 BARRA DE ACERO LAMINADA E	8
25	ARANDELA FW 0.25	ASIS 1010 BARRA DE ACERO LAMINADA E	4
26	EJE MR1	ASIS 1340 ACERO NORMALIZADO	1
27	EJE MR2	ASIS 1340 ACERO NORMALIZADO	1
28	TORNILLO HEXAGONAL HFBOLT 0.25-20x180.75-5	ASIS 1010 BARRA DE ACERO LAMINADA E	2
29	ARANDELA FW 0.25	ASIS 1010 BARRA DE ACERO LAMINADA E	2

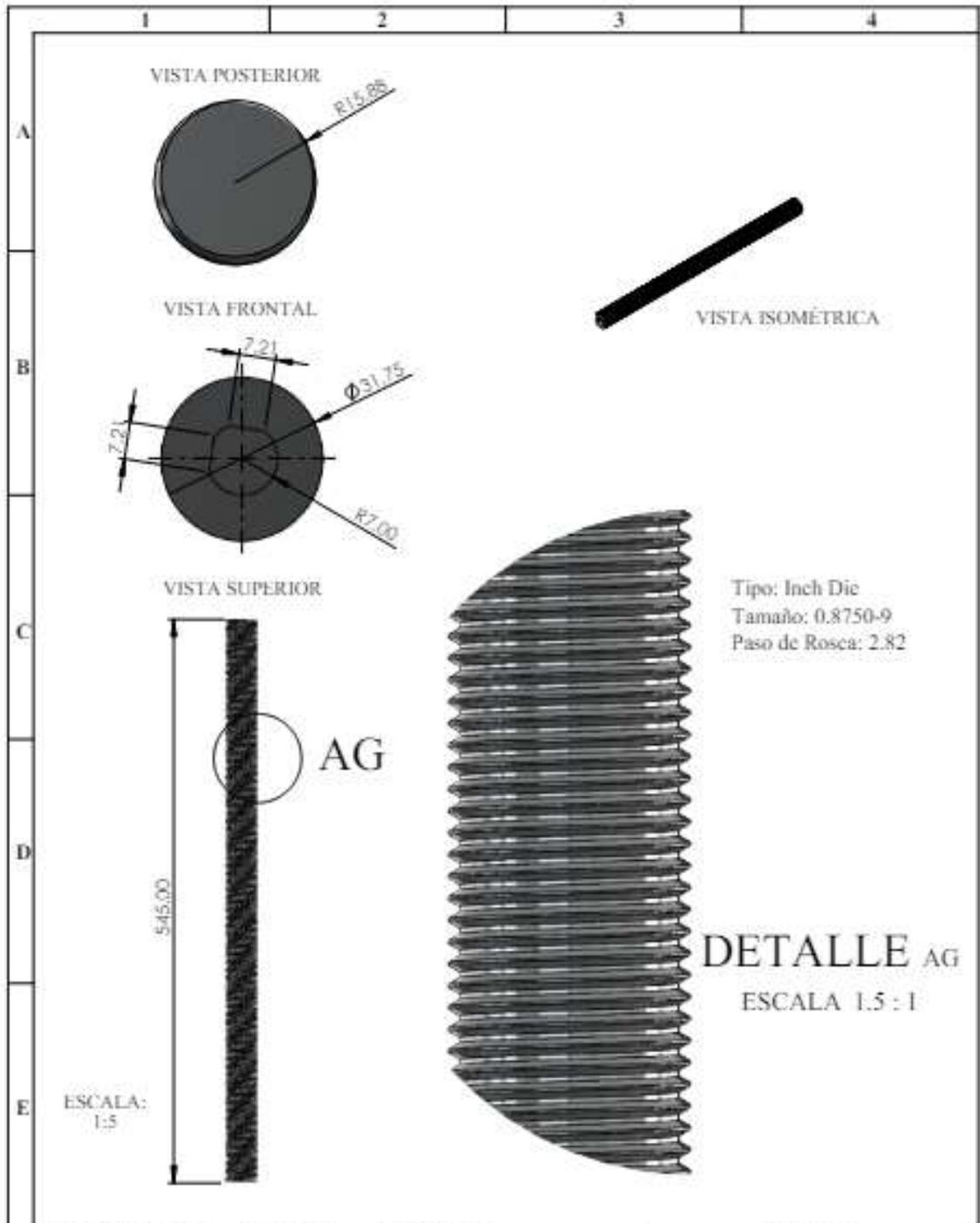


DETALLE AB
ESCALA 2 : 5

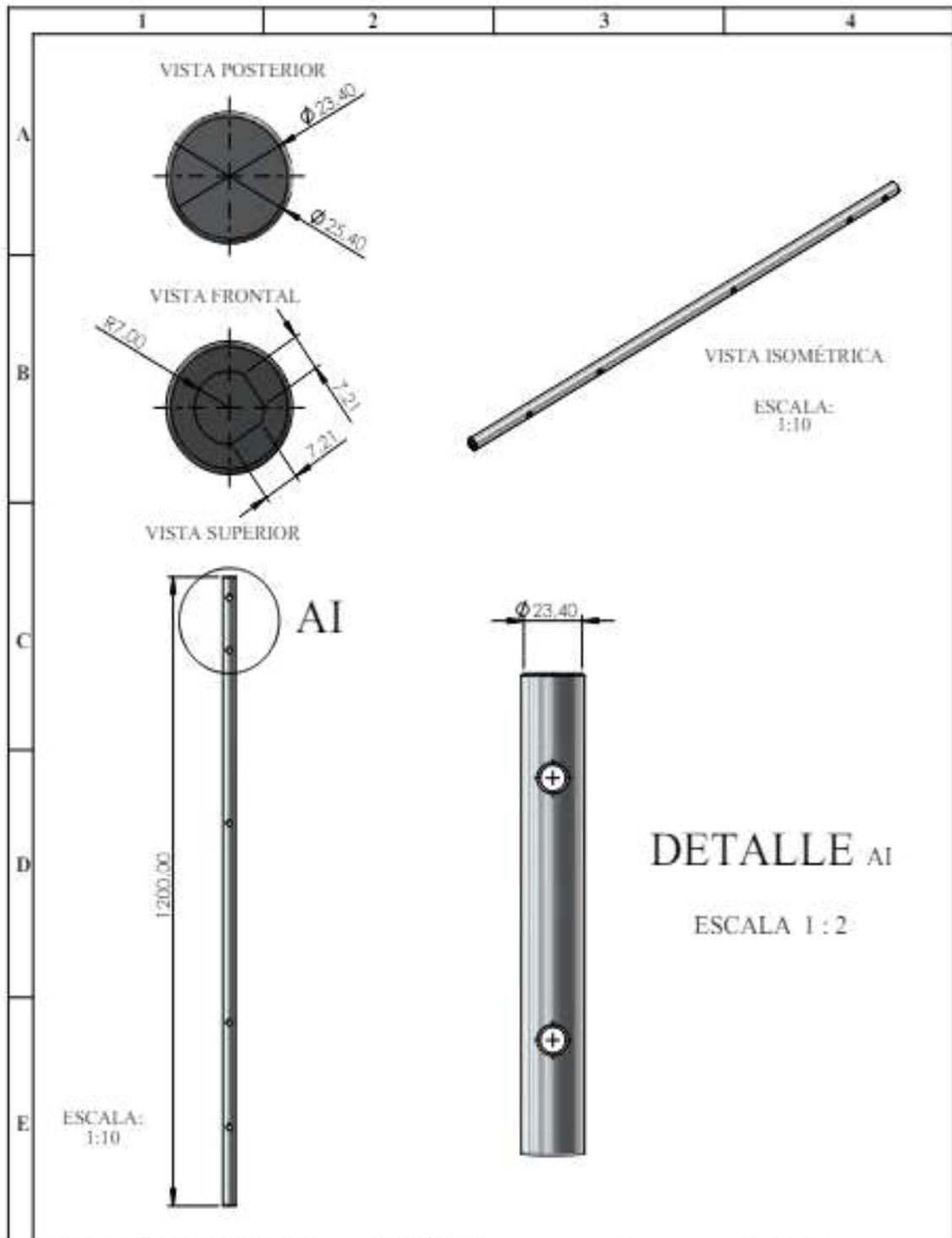


DETALLE AE
ESCALA 2 : 5

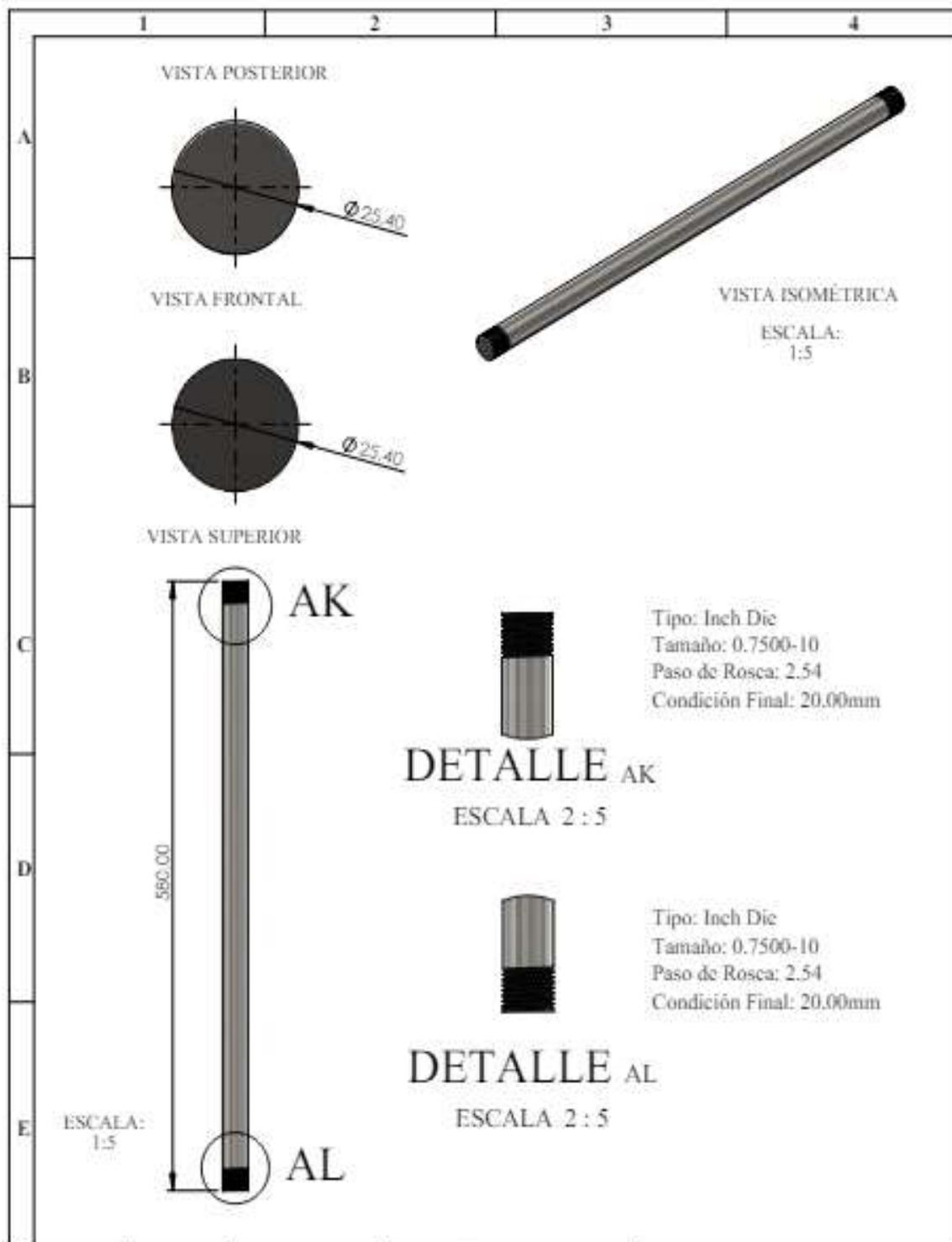
N.º Lámina: 2 de 17	N.º Hojas: 17	Sustitución:	Codificación: FM-CI-IC-P1-ESPOCH-PA09-2024	ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA				
Email: kayara.ana@esPOCH.edu.ec			CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL					
Teléfono: 099 530 1104			"LISTA DE MATERIALES BARRENADORA & TORNO PORTATIL"					
Datos:		Nombre	Firma	Fecha	Peso [Kg]	Tolerancia	Escala	Registro
Proyectó		Kayara Cecilia Alexis Espinosa		2024-02-02	119.85	±[mm]	1:5	
Dibujó		Kayara Cecilia Alexis Espinosa		2024-02-02				
Revisó		Ing. Bryan Guzmán		2024-02-02				
Aprobó		Ing. Carlos Santillán		2024-02-02				
			Material:		VARIOS MATERIALES			
			Nombre de archivo:		ENSAMBLAJE BARRENADORA.SLDASM			



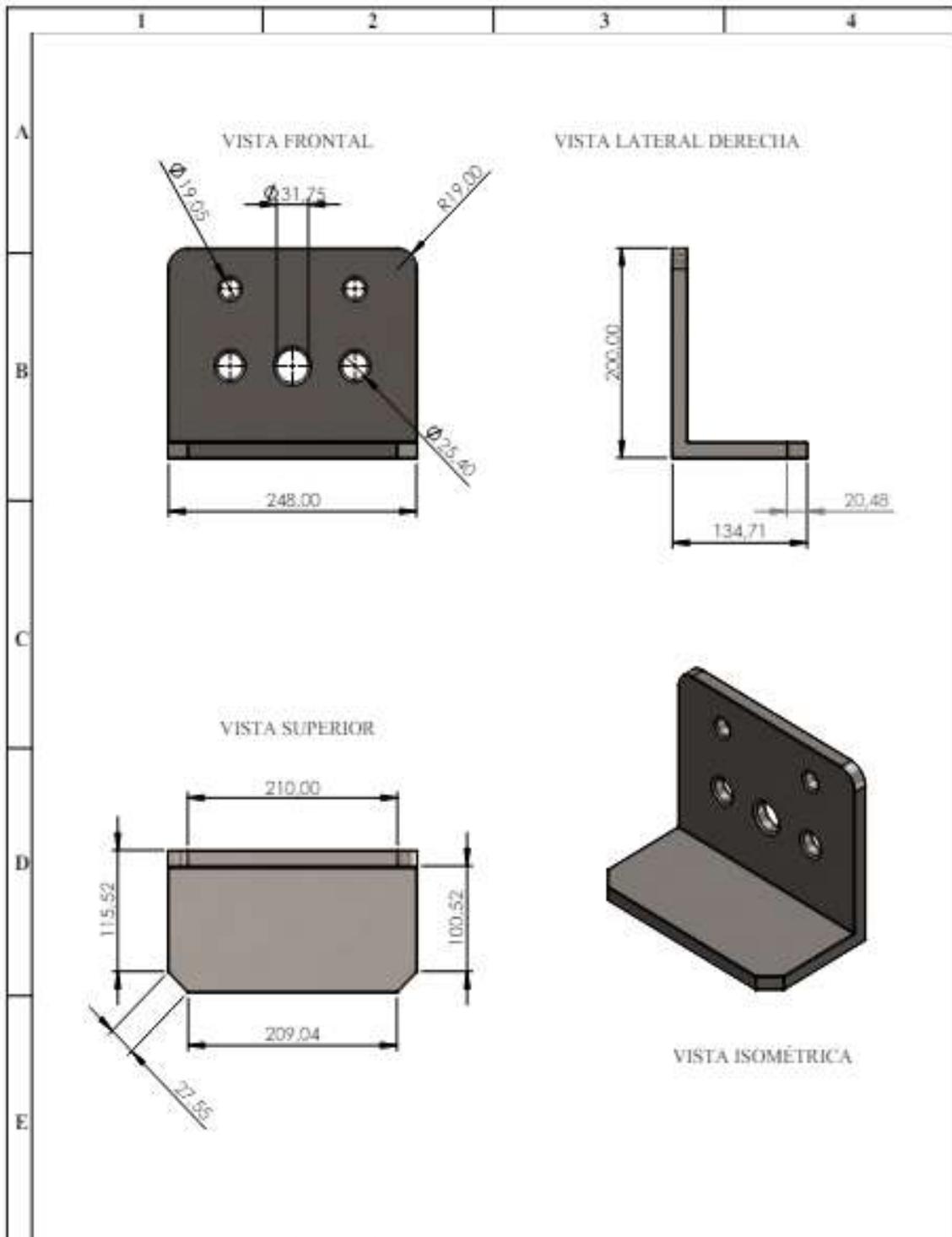
N° Lámina: 3 de 17	N° Hojas: 17	Sustitución:	Codificación: EM-CI-B-C-PI-ESPOCH-PAO9-2024	ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL				
Email: ingenieria@esPOCH.edu.ec Teléfonos: 008 899 1104			Denominación: EJE ROSCADO					Peso [Kg]
Datos	Nombre	Firma	Fecha	Materiales: A304 T304 ACTIVO INOXIDABLE	3.01	±0.3 [mm]	1:1	
Proyectó	Katerin Cuello Alexia Espinosa		2024-02-02					
Dibujó	Katerin Cuello Alexia Espinosa		2024-02-02					
Revisó	Ing. Bryan Guzmán		2024-02-02					
Aprobó	Ing. Carlos Saucedo		2024-02-02					
Nombre de archivo: EJE ROSCADO T304 PASO 9 X 0.875								



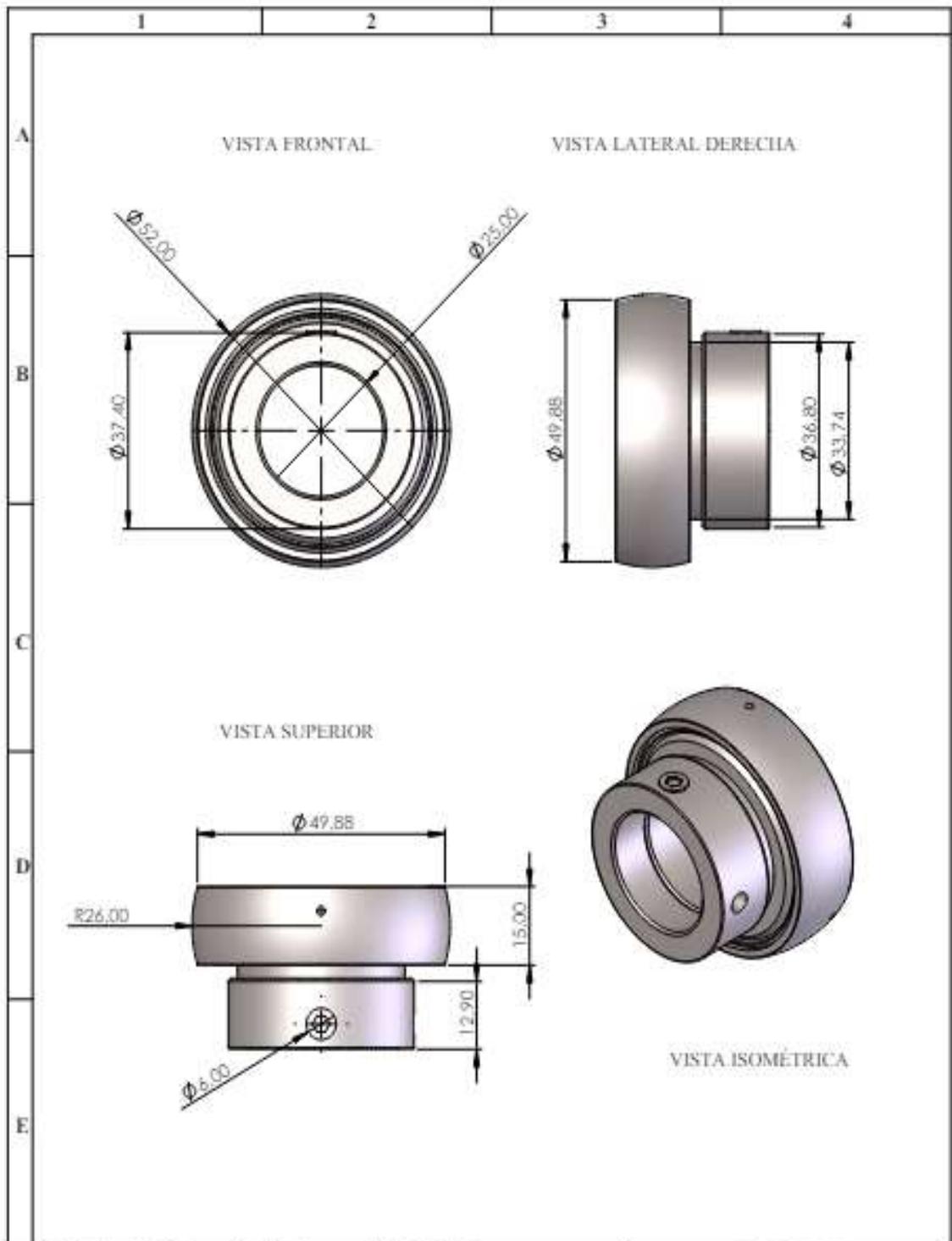
N°. Lámina: 4 de 17	N°. Hojas: 17	Sustitución:	Codificación: FM-CI-IC-PI-ESPOCH-PA09-2024	ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL			
Email: carerra@esPOCH.edu.ec Teléfonos: 008 898 1104			Denominación:	Peso [Kg]	Tolerancia	Escala	Registro
EJE PORTACUCHILLAS			4.67	±0.3 [mm]	1:1		
Materiales: AISI 4140 ACERO NORMALIZADO							
Nombre de archivo: EJE-1IN-12M.dwg							
Datos	Nombre	Firma	Fecha				
Proyectó	Kateros Cuello Alexis Espinosa		2024-02-02				
Dibujó	Kateros Cuello Alexis Espinosa		2024-02-02				
Revisó	Ing. Bryan Guzmán		2024-02-02				
Aprobó	Ing. Carlos Saucedo		2024-02-02				



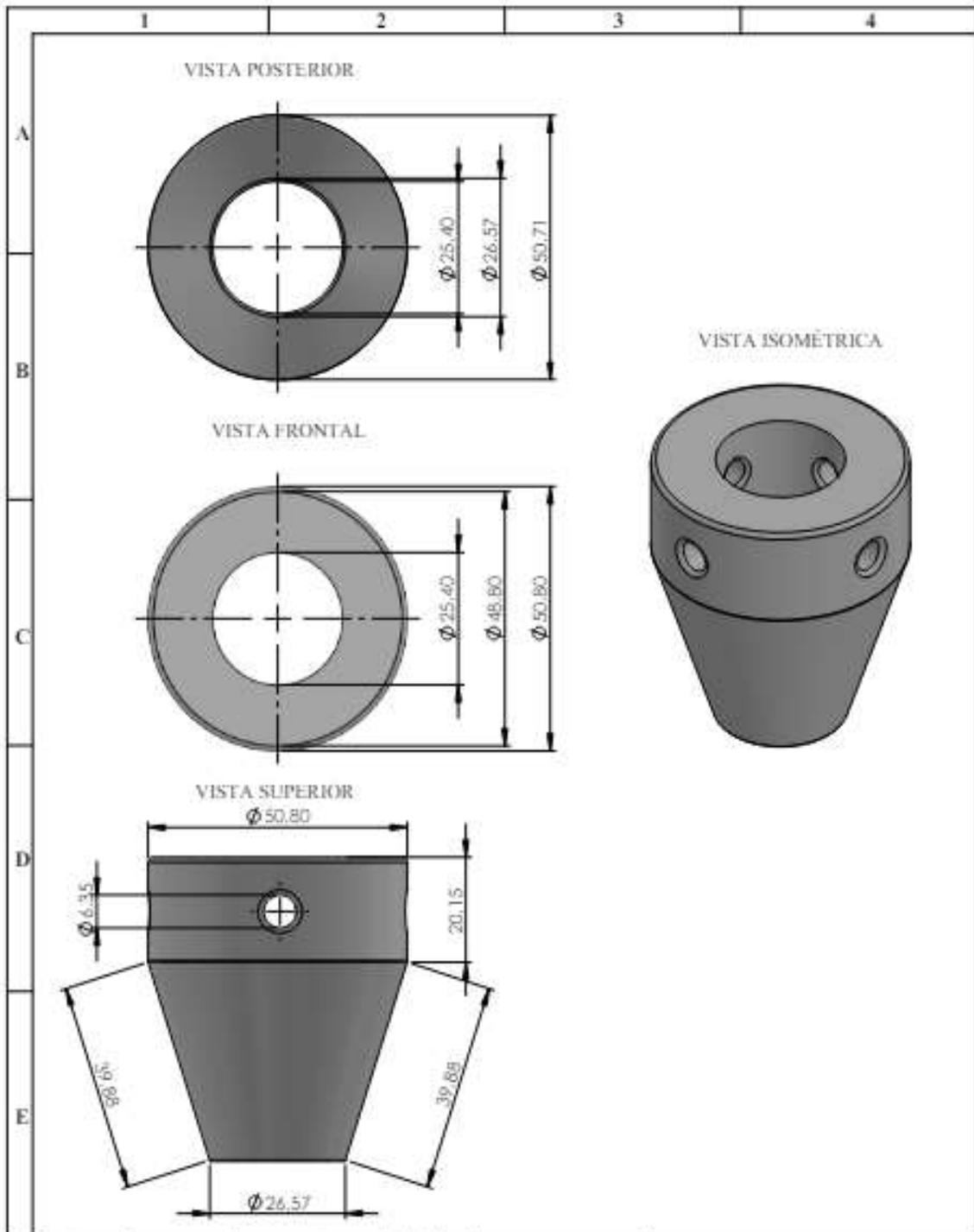
N°. Lámina: 5 de 17		N°. Hojas: 17		Sustitución:		Codificación: FM-CI-IC-PI-ESPOCH-PA09-2024		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL			
Email: ingenieria@esPOCH.edu.ec						Denominación: EJE PORTA PLACA MÓVIL DE MOTOR DE CORTE					
Teléfonos: 098 939 1104						Materiales: AISI 304		Peso [Kg]	Tolerancia	Escala	Registro
Datos	Nombre	Firma	Fecha					2.33	±0.3 [mm]	1:1	
Proyectó	Katerin Cuello Alexis Espinosa		2024-02-02								
Dibujó	Katerin Cuello Alexis Espinosa		2024-02-02								
Revisó	Ing. Bryan Guano		2024-02-02								
Aprobó	Ing. Carlos Samillán		2024-02-02								
						Nombre de archivo: EJE PORTA PLACA.dwg					



N°. Lámina: 6 de 17		N°. Hojas: 17		Sustitución:		Codificación: FM-CIB-IC-PI-ESPOCH-PA09-2024		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL							
Email: ingenieria@esPOCH.edu.ec Teléfonos: 001 800 1104						Denominación: PLACA SOPORTE MOTOR DE AVANCE						Peso [Kg]: 9.60		Tolerancia: ±0.3 [mm]	
Datos		Nombre		Firma		Fecha		Materiales: ASTM A36 ACERO							
Proyectó		Karen Cuello Alejandra Espinosa				2024-02-02									
Dibujó		Karen Cuello Alejandra Espinosa				2024-02-02									
Revisó		Ing. Bryan Guzmán				2024-02-02									
Aprobó		Ing. Carlos Santillán				2024-02-02									
Nombre de archivo: PLACA SOPORTE-02.dwg															

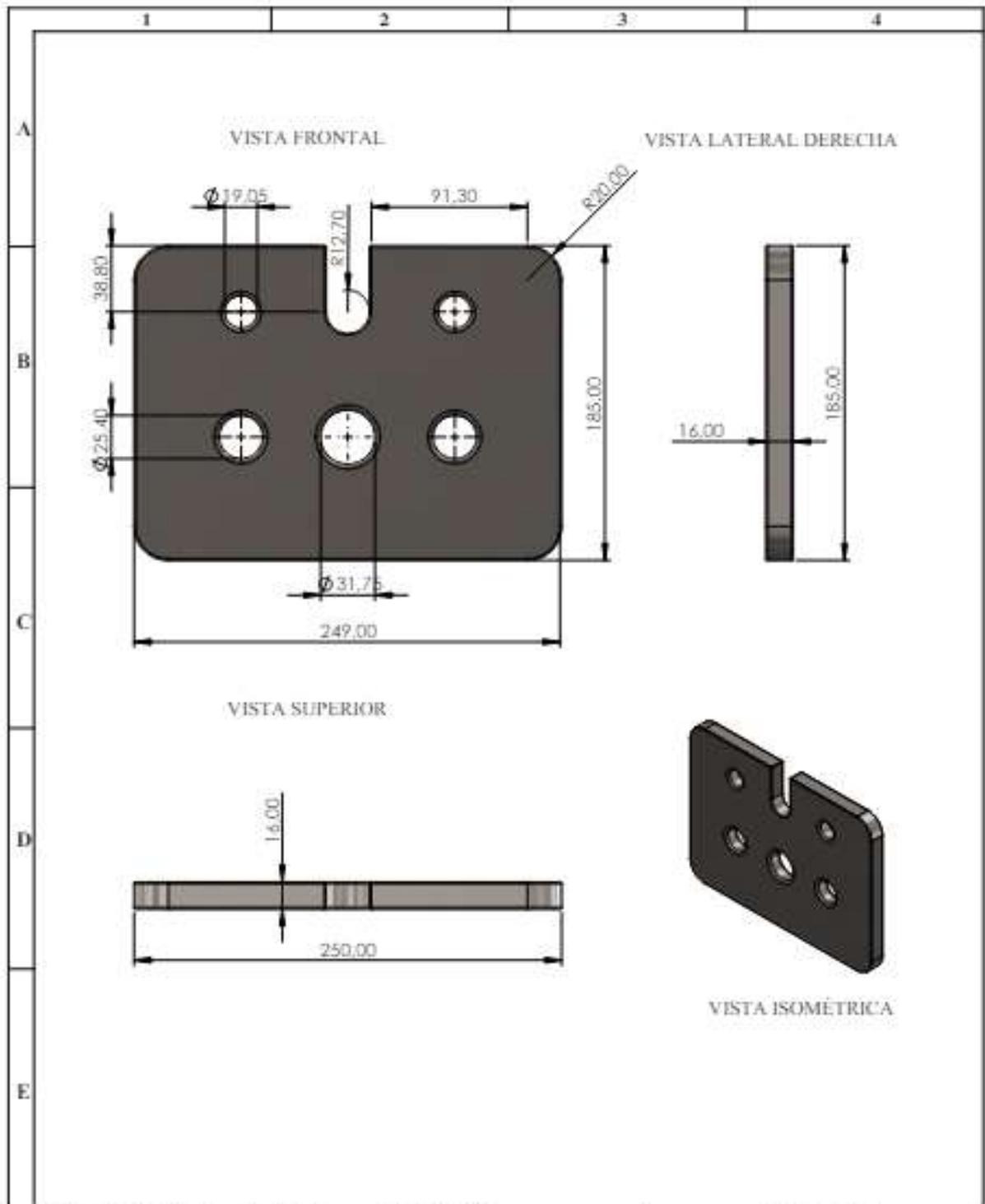


N°. Lámina: 7 de 17		N°. Hojas: 17		Sustitución:		Codificación: FM-CII-IC-PI-ESPOCH-PA09-2024		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL							
Email: ingenieria@esPOCH.edu.ec Teléfonos: 398 8901104						Denominación:						Peso [Kg]	Tolerancia	Escala	Registro
Dato		Nombre		Firma		Fecha		0.17		± 0.1 [mm]		1:5			
Proyectó		Katerin Coello Alexia Espinoza				2024-02-02		RODAMIENTO YET 205							
Dibujó		Katerin Coello Alexia Espinoza				2024-02-02									
Revisó		Ing. Bryan Guzmán				2024-02-02		Materiales: AISI 438							
Aprobó		Ing. Carlos Samalá				2024-02-02									
						Nombre de archivo:									
						RODAMIENTO YET 205									

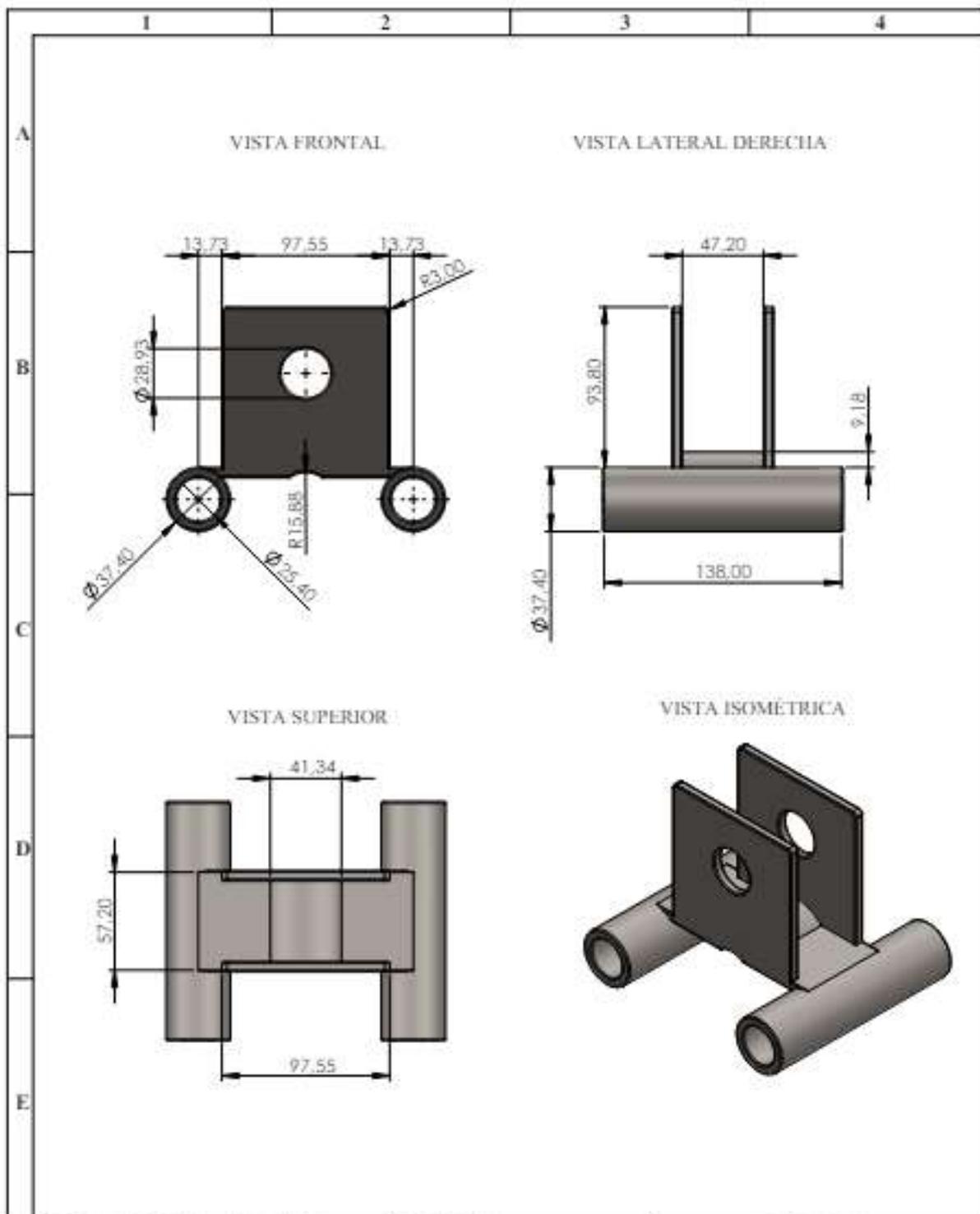


N°. Lámina: 8 de 17		N°. Hojas: 17		Sustitución:		Codificación: FM-CII-IC-PI-ESPOCH-PA09-2024		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL							
Email: ingenieria@esPOCH.edu.ec				Denominación:								Peso [Kg]		Tolerancia	
Teléfono: 098 699 1104				CONO CENTRADOR				0.08		±0.3 [mm]		1:1			
Datos		Nombre						Firma		Fecha		Materiales: NAILON 101			
Proyectó		Katerin Couño Alejo Espinosa								2024-02-02					
Dibujó		Katerin Couño Alejo Espinosa								2024-02-02					
Revisó		Ing. Bryan Guzmán								2024-02-02					
Aprobó		Ing. Carlos Santillán				2024-02-02									
Nombre de archivo:						CONO CENTRADOR.dwg									

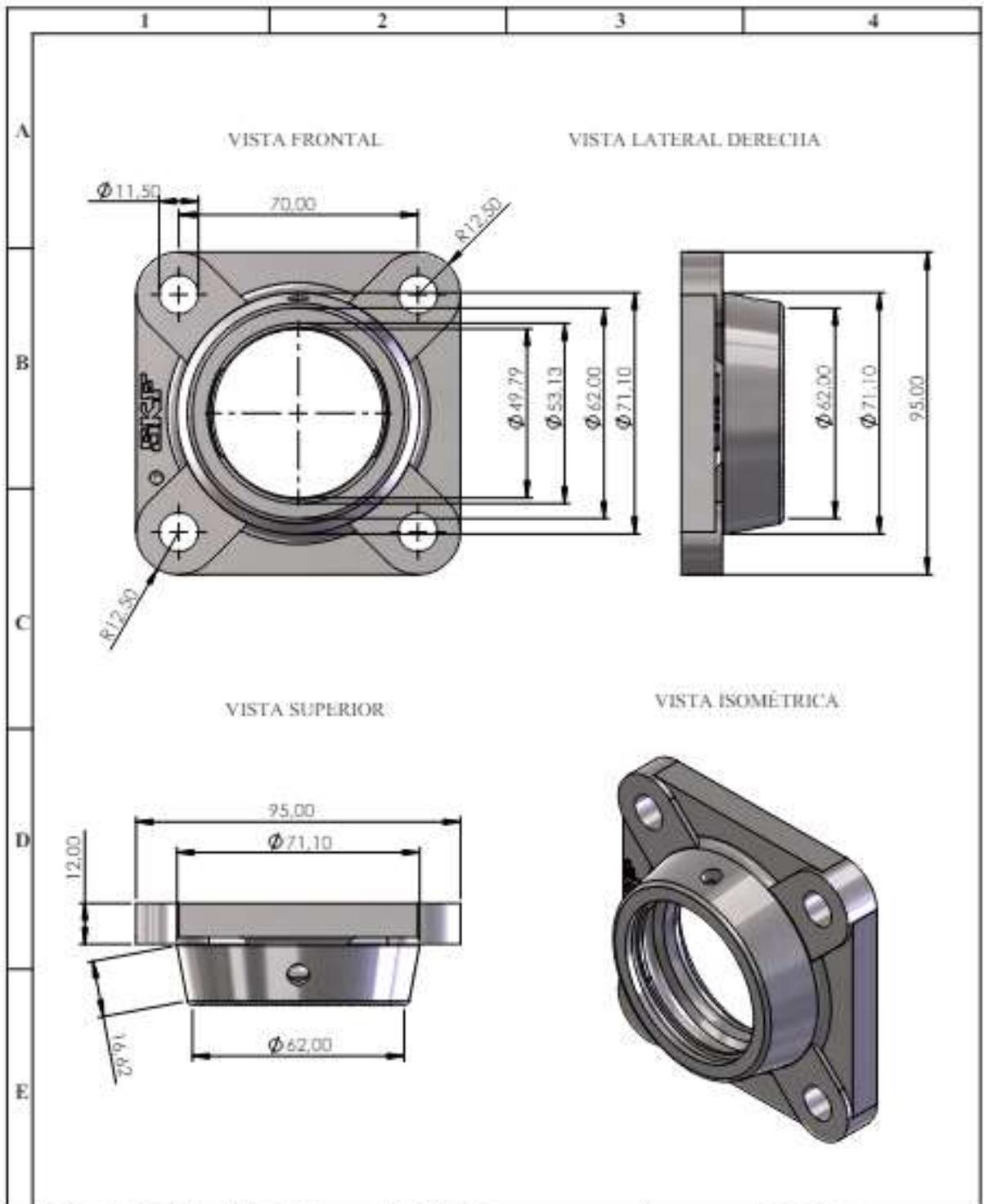




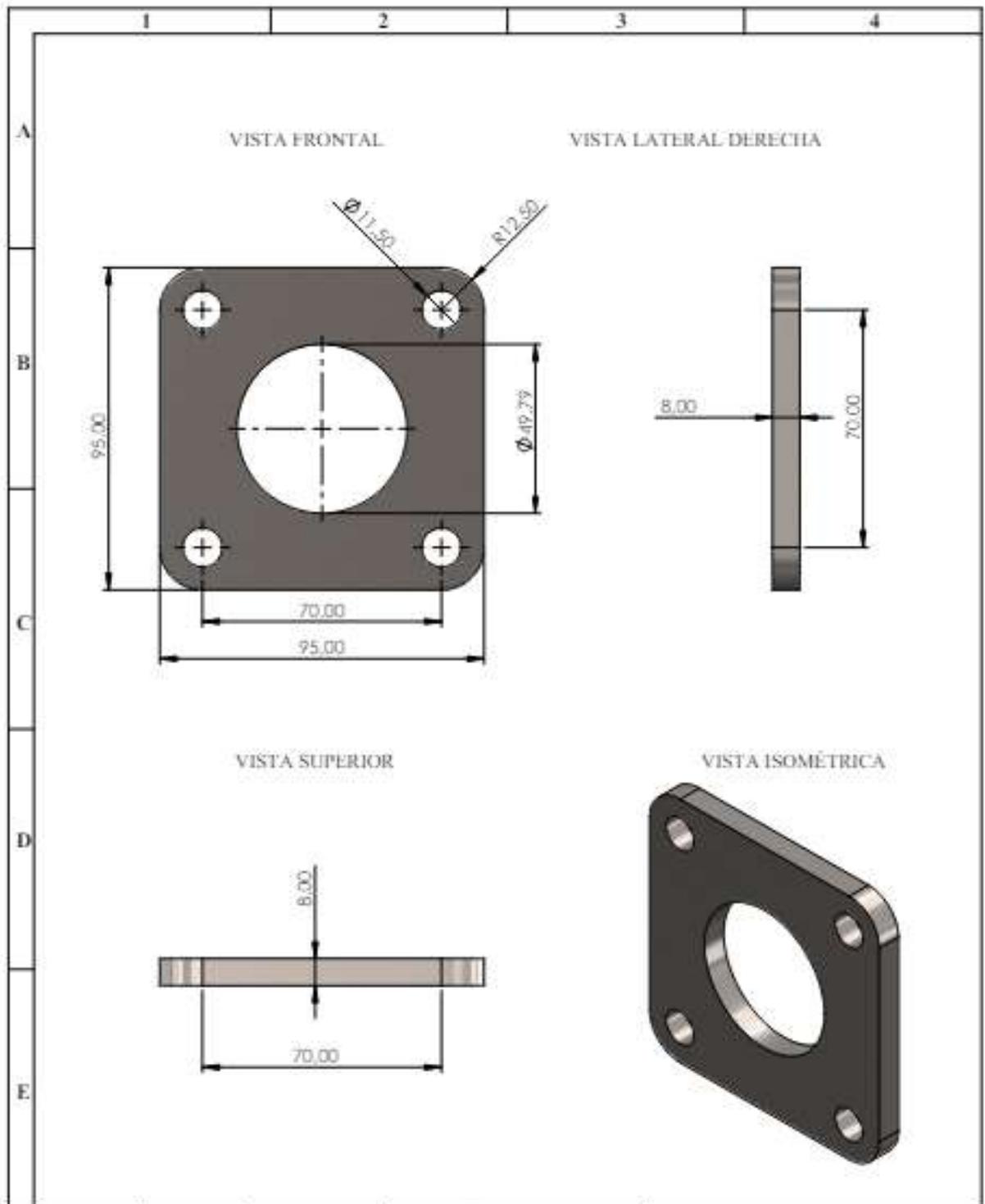
N°. Lámina: 9 de 17		N°. Hojas: 17		Sustitución:		Codificación: FM-CII-AC-P1-ESPOCH-PA/01-2024		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL			
Email: mauro.cuello@esPOCH.edu.ec Teléfonos: 008 898 1104						Denominación: PLACA SOPORTE N2					
Datos	Nombre:	Firma	Fecha	Materiales: ASTM A36 ACERO		Nombre de archivo: PLACA SOPORTE N2.dwg					
Proyectó	Karim Cuello Alejo Espinosa		2024-02-02								
Dibujó	Karim Cuello Alejo Espinosa		2024-02-02								
Revisó	Ing. Bryan Guzmán		2024-02-02								
Aprobó	Ing. Carlos Saenz		2024-02-02								



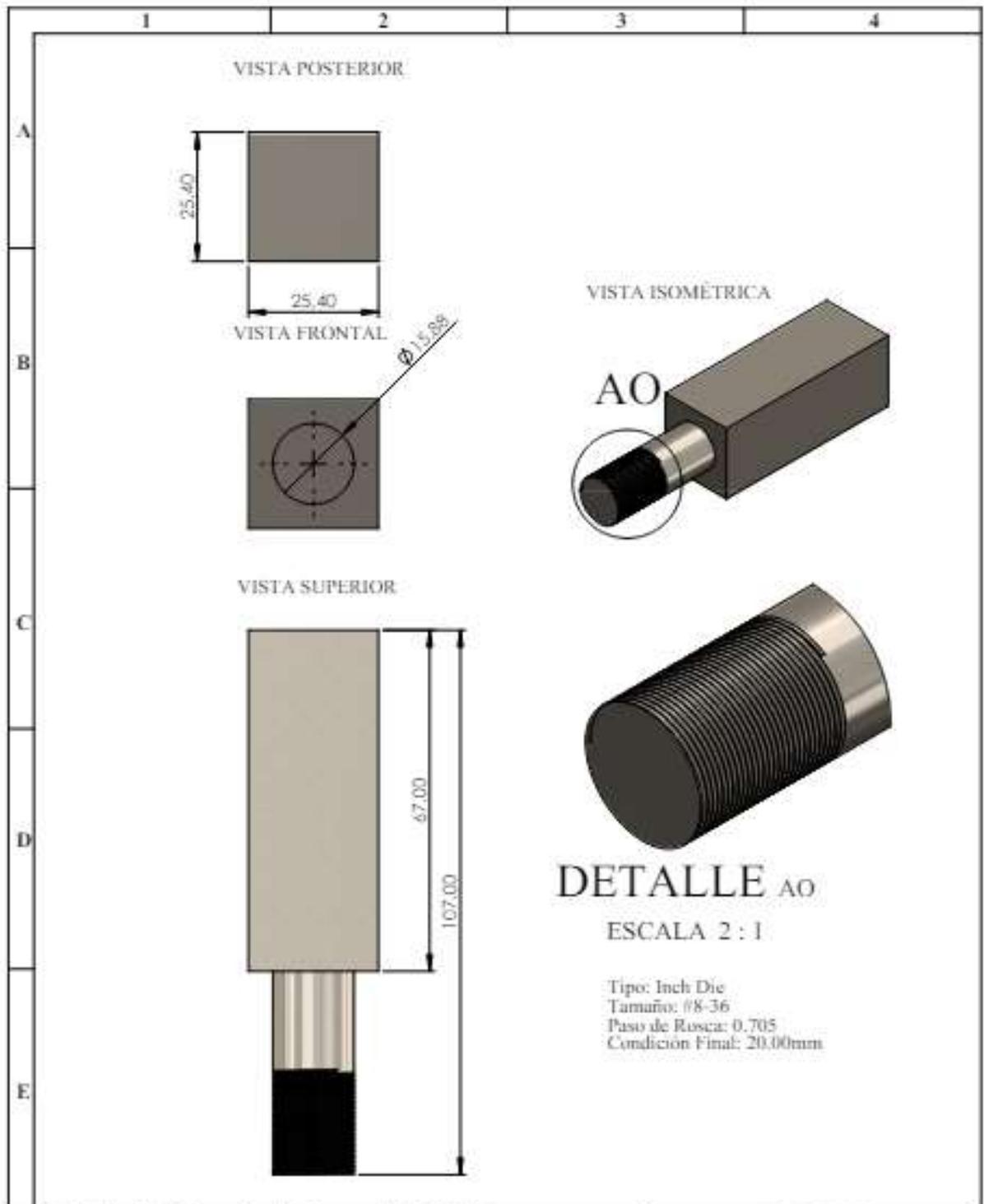
N°. Lámina: 10 de 17		N°. Hojas: 17		Sustitución:		Codificación: FM-CI-IC-P1-ESPOCH-PA(7)-2024		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL			
Email: katerin.cochin@esPOCH.edu.ec Teléfono: 098 999 1104						Denominación: PLACA PORTAMOTOR 2					
Datos	Nombre	Firma	Fecha					2.52	±0.3 [mm]	1:1	
Proyectó	Katerin Cochín Alexis Espinosa		2024-05-02					Materiales: A307 304			
Dibujó	Katerin Cochín Alexis Espinosa		2024-05-02					Nombre de archivo: PLACA PORTAMOTOR 2.dwg			
Revisó	Ing. Bryan Guzmán		2024-05-02								
Aprobó	Ing. Carlos Santillán		2024-05-02								



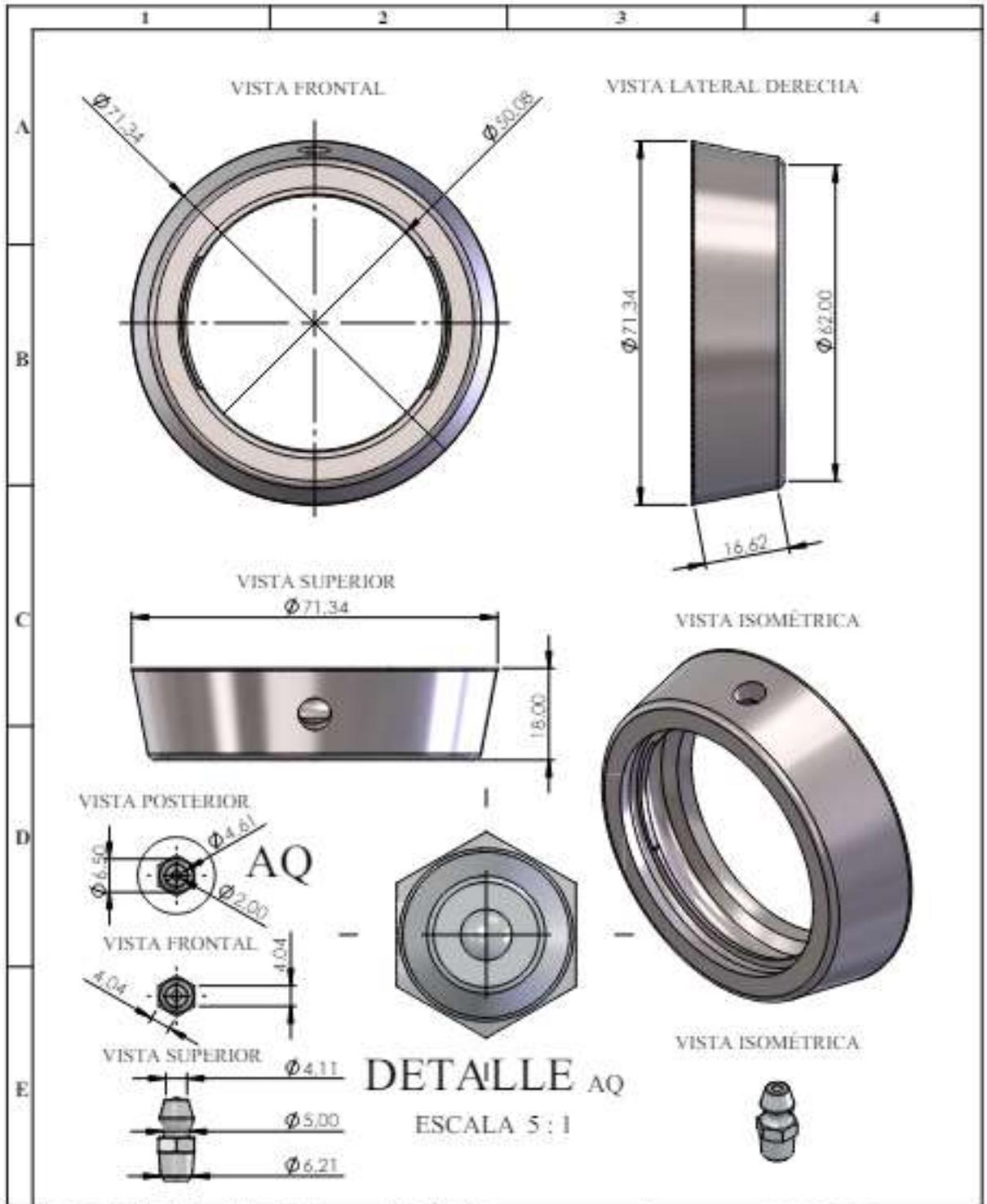
N°. Lámina: 11 de 17		N°. Hojas: 17		Sustitución:		Codificación: FM-CH-C-P1-ESPOCH-PA09-2024		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL						
Email: ingenieria@esPOCH.edu.ec Teléfono: 008 008 1104				Denominación: CHUMACERA FY 505 M-h								Peso [Kg]	Tolerancia	Escala
Datos	Nombre	Firma	Fecha	Materiales: 4202 304				0.60	± 0.1 [mm]	1:1.5				
Proyectó	Katerin Cuello Alexis Espinosa		2024-02-02					Nombre de archivo: FY 505 M-h-Buarig_01bvt						
Dibujó	Katerin Cuello Alexis Espinosa		2024-02-02											
Revisó	Ing. Bryan Guano		2024-02-02											
Aprobó	Ing. Carlos Santillán		2024-02-02											



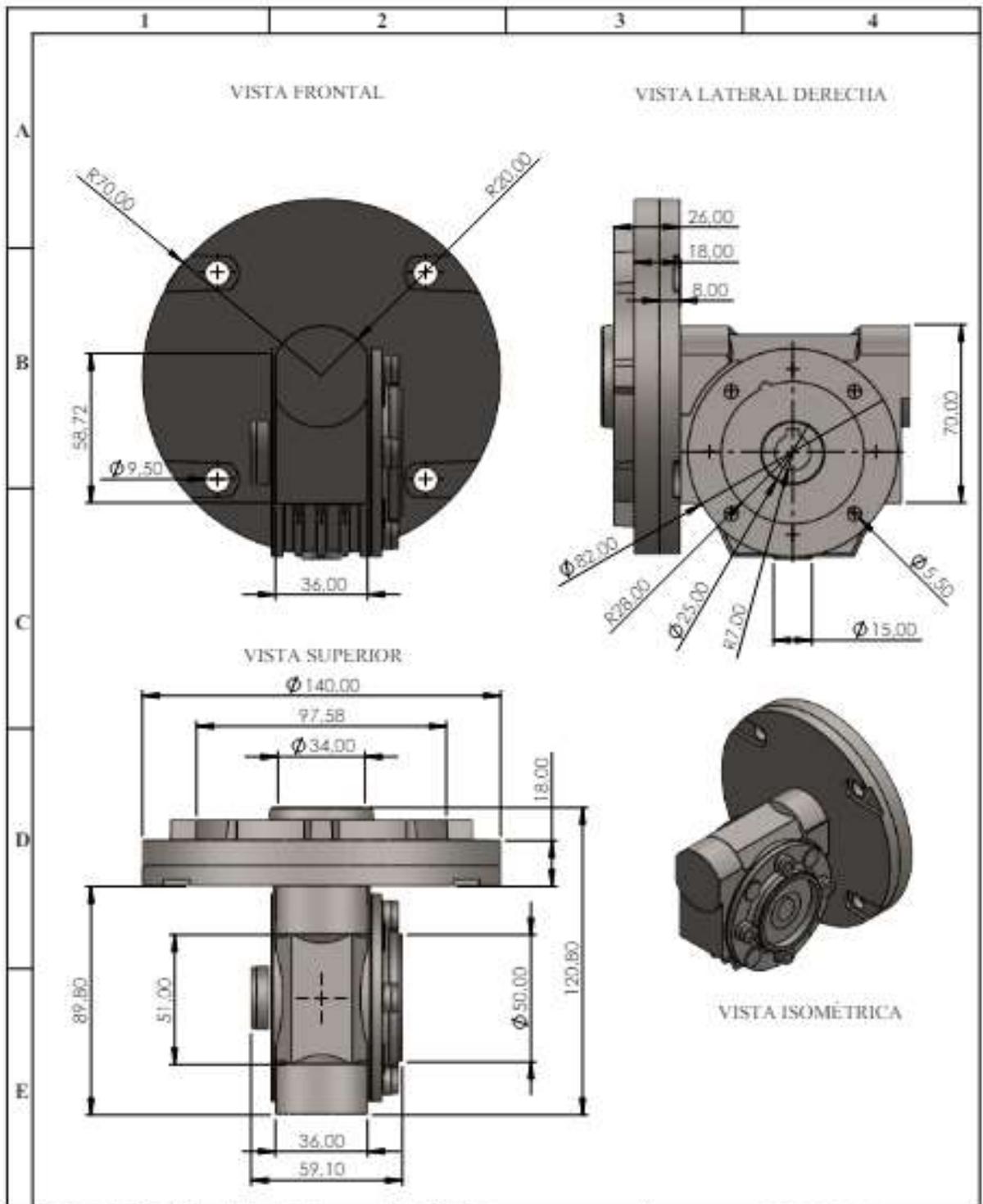
N°. Lámina: 12 de 17		N°. Hojas: 17		Sustitución:		Codificación: FM-CII-IC-P1-25POCH-PA09-2024		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL			
Email: carerra.mec@esPOCH.edu.ec Teléfonos: 098 859 1104				Denominación: PLACA SOPORTE CHUMACERA							
Datos	Nombre	Firma	Fecha	Materiales: ASTM A36-AC308				0.41	±0.3 [mm]	1:1.5	
Proyectó	Kacero Cordero Alexis Espinosa		2024-02-02					Nombre de archivo: PLACA SOPORTE CHUMACERA.dwg			
Dibujó	Kacero Cordero Alexis Espinosa		2024-02-02								
Revisó	Ing. Bryan Guzmán		2024-02-02								
Aprobó	Ing. Carlos Samillán		2024-02-02								



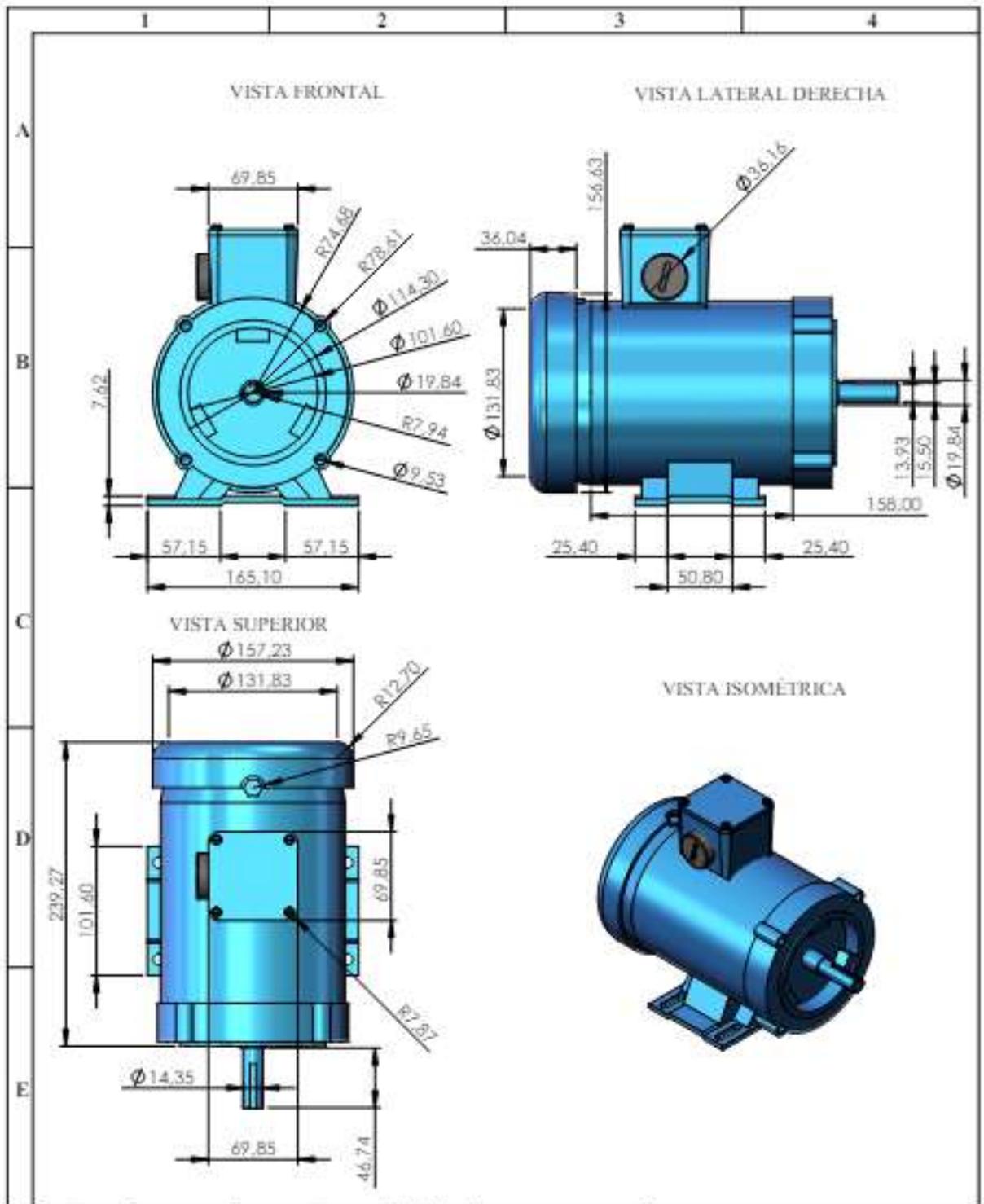
N°. Lámina: 13 de 17		N°. Hojas: 17		Sustitución:		Codificación: EM-CIB-IC-P1-ESPOCH-PA09-2024		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL							
Email: ingenieria@esPOCH.edu.ec						Denominación:						Peso [Kg]		Tolerancia	
Teléfonos: 398 899 1104						SOPORTE RECTANGULAR CON ROSCA DE CHUMACERA		0.39		±0.1 [mm]		1:1			
Datos		Nombre:		Firma				Fecha		Materiales: ANSI 430 (ACERO NORMALIZADO)					
Proyectó		Katerin Cuello Alexis Espinosa				2024-02-02		Nombre de archivo: SOPORTES N4.dwg							
Dibujó		Katerin Cuello Alexis Espinosa				2024-02-02									
Revisó		Ing. Bryan Guzmán				2024-02-02									
Aprobó		Ing. Carlos Saucedo				2024-02-02									



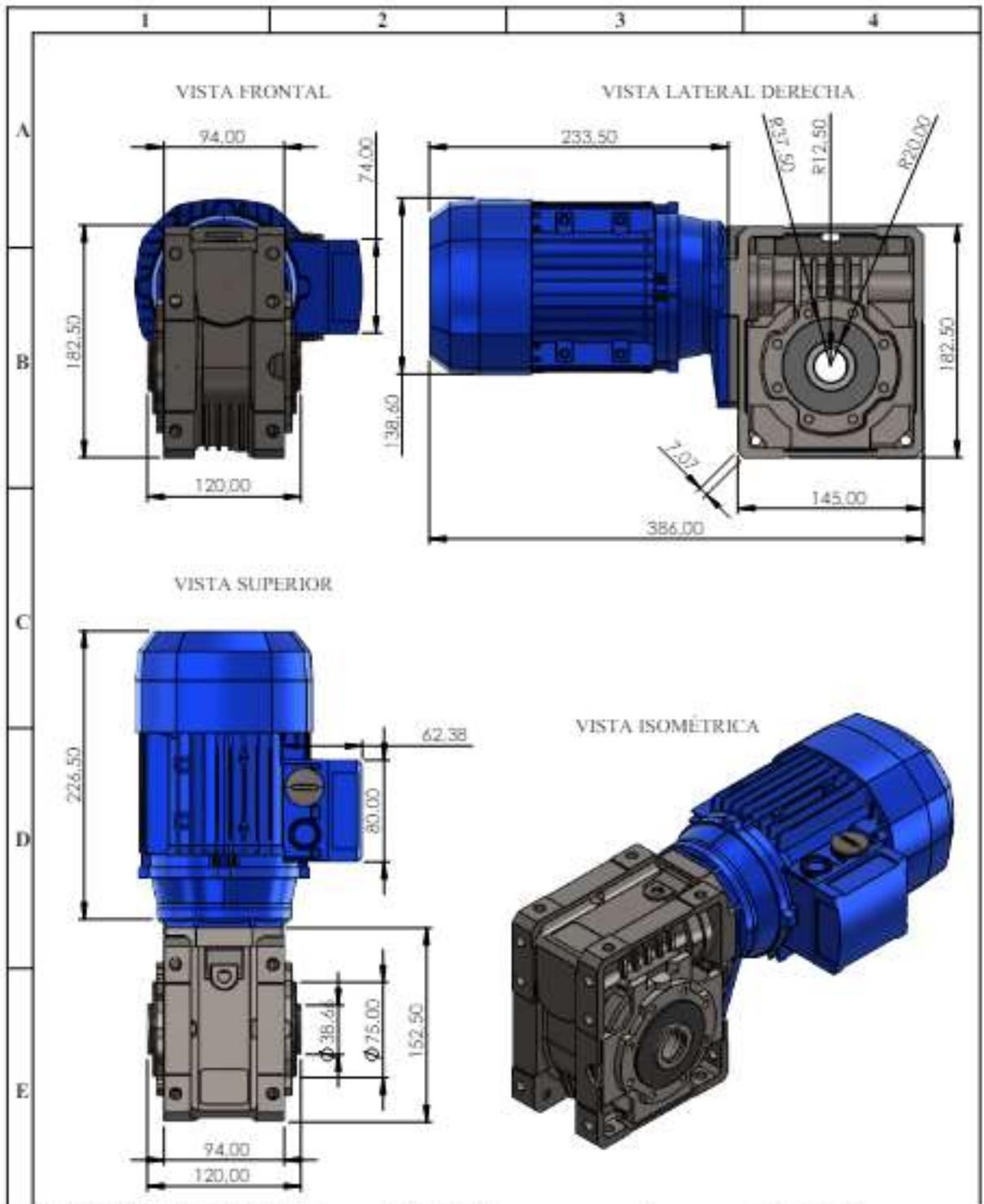
N°. Lámina: 14 de 17	N°. Hojas: 17	Sustitución:	Codificación: FM-CII-IC-P1-ESPOCH-PA09-2024	ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL			
Email: ingenieria@esPOCH.edu.ec Teléfono: 008 098 1104			Denominación: SOPORTE DE RODAMIENTO				
Datos	Nombre	Firma	Fecha	Materiales: AISI 3010 BARRA DE ACERO LAMINADA EN CALIENTE			
Proyectó	Katerin Cuello Alexis Espinosa		2024-02-02	Nombre de archivo: SOPORTE RODAMIENTO.sldprt			
Dibujó	Katerin Cuello Alexis Espinosa		2024-02-02				
Revisó	Ing. Bryan Guaranza		2024-02-02				
Aprobó	Ing. Carlos Santillán		2024-02-02				



N°. Lámina: 15 de 17	N°. Hojas: 17	Sustitución:	Codificación: FM-CII-C-P1-ESPOCH-PA/09-2024	ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL			
Email: asesoria.mecanica@esPOCH.edu.ec Teléfono: 008 098 1104			Denominación: REDUCTOR MOTOR 2				
Datos	Nombre	Firma	Fecha	Materiales: AISI 304			
Proyectó	Katerin Cuello Alexis Espinosa		2024-02-02	Nombre de archivo: REDUCTOR MOTOR 2.dwg			
Dibujó	Katerin Cuello Alexis Espinosa		2024-02-02				
Revisó	Ing. Bryan Guatamba		2024-02-02				
Aprobó	Ing. Carlos Samillán		2024-02-02				



N°. Lámina: 16 de 17		N°. Hojas: 17		Sustitución:		Codificación: FM-CIL-IC-P1-ESPOCH-PA09-2024		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL			
Email: maestr@esPOCH.edu.ec Teléfonos: 098 099 1104						Denominación: MOTOR RELIANCE S-2000 CA 3 FASES					
Datos	Nombre	Firma	Fecha	Materiales: AISI 304							
Proyectó	Katerin Cuello Alicia Espinosa		2024-03-02								
Dibujó	Katerin Cuello Alicia Espinosa		2024-03-02								
Revisó	Ing. Bryan Guaman		2024-03-02								
Aprobó	Ing. Carlos Santillán		2024-03-02	Nombre de archivo: 1761314-01.dwg							



N°. Lámina: 17 de 17		N°. Hojas: 17		Sustitución:		Certificación: FM-CI-R'-PI-ESPOCH-PA09-2024		ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL			
Email: ingenieria@esPOCH.edu.ec Teléfono: 098 399 1101						Denominación: MOTOR SEW W63 + REDUCTOR					
Datos	Nombre	Firma	Fecha					43.18	±0.3 [mm]	1:4	
Proyectó	Katerin Cuello Alexis Espinosa		2024-02-02								
Dibujó	Katerin Cuello Alexis Espinosa		2024-02-02								
Revisó	Ing. Bryan Guzmán		2024-02-02			Materiales: ASTM A36 ACERO					
Aprobó	Ing. Carlos Sevilla		2024-02-02			Número de archivo: MOTOR SEW W63.dwg					

ANEXO B: COTIZACIÓN DE LOS ELEMENTO SY MATERIALES DE LA MÁQUINA.



DiNELEC
AUTOMATIZACIÓN & CONTROL

SILVA CONDE ANGEL ALBERTO
Dirección Matriz: DIEGO DE IBARRA Y FEBRES
CORDERO
Teléfono 1: 0992962640 Teléfono 2: 0984861630 Celular:
032963928
Correo: dinelec-contabilidad@hotmail.com

Obligado a Llevar Contabilidad: NO

RUC.: 0603969387001

FACTURA N. 001-100-000002653

FECHA AUTORIZACION :

AMBIENTE: PRODUCCION

EMISION: NORMAL

NUMERO DE AUTORIZACION:

2703202401060396938700120011000000026531234567815

CLAVE DE ACCESO:



2703202401060396938700120011000000026531234567815

Nombre: COELLO VILLACIS KATERIN LIZETH

Dirección: RIOBAMBA

RUC: 0604735936

Fecha Emisión: 27/03/2024

Vence: 27/03/2024

Teléfono: -

Código	Descripción	Med.	Cantidad	Precio Unitario	Desc.	Total
100063	BREAKER RIEL CSC 2P 2A 6KA 400V	Unidad	1,00	6,696429	0,00	6,70
100106	BREAKER RIEL CSC 3P 6A 6KA 400V	Unidad	1,00	9,821429	0,00	9,82
100493	CONTACTOR 3.0 HP / 8A 1NO - 1NC BOBINA: 220V CHNT	Unidad	2,00	10,428571	0,00	20,86
100158	PULSADOR 22MM PLAST HONGO 40MM GIRO CRETENCION ROJO 1NC	Unidad	1,00	2,410714	0,00	2,41
100171	PLACA AMARILLA PARO DE EMERGENCIA 22MM 90MM	Unidad	1,00	0,892857	0,00	0,89
100161	SELECTOR 22MM 3POS PLAST 2NA	Unidad	2,00	2,455357	0,00	4,91
100120	LUZ PILOTO 22MM LED VERDE 220VAC	Unidad	4,00	1,517857	0,00	6,07
100126	LUZ PILOTO 22MM LED AMARILLO 220VAC	Unidad	2,00	1,339286	0,00	2,68
100229	BORNERA RIEL 4MM #10AWG LEIP/WK	Unidad	10,00	0,401786	0,00	4,02
101480	TOPE DE BORNERA LEIP/WK/F	Unidad	8,00	0,223214	0,00	1,79
101411	VARIADOR RELX PI150 1HP 220V 1F	Unidad	1,00	174,107143	0,00	174,11
100537	POTENCIOMETRO LINEAL 15K 1V 22MM CPERILLA TAYEE	Unidad	1,00	18,482143	0,00	18,48
101660	GUARDAMOTOR EBAS 2.5-4A	Unidad	1,00	20,357143	0,00	20,36
100288	BLOQUE EBAS EE AUX PARA GUARDAMOTOR EQV2 1P	Unidad	1,00	6,250000	0,00	6,25
101068	GABINETE METALICO LIVIANO 40X40X20CM IP41 BEIGE	Unidad	1,00	44,166429	0,00	44,20
101373	RIEL DIN 35MM 1METRO ACERO PERFORADO	Unidad	1,00	2,232143	0,00	2,23
101056	CANAleta RANURADA GRIS DIN10042 25X40MM	Unidad	1,00	7,142857	0,00	7,14
100683	TORNILLO AUTOPERFORANTE C/100 1/2"	FUNDA	1,00	1,785714	0,00	1,79
101092	TERMINAL PUNTERA SIMPLE 18-16AWG AMARILLO	FUNDA	1,00	1,776786	0,00	1,78
100978	CABLE FLEXIBLE #16AWG	METRO	5,00	0,267857	0,00	1,34
100979	CABLE FLEXIBLE #18AWG	METRO	10,00	0,178571	0,00	1,79
101108	TERMINAL U AZUL 5/32 16-14AWG 2-4Y	Unidad	20,00	0,089286	0,00	1,79
100968	CABLE CONCENTRICO 3X16AWG ST	METRO	5,00	0,875000	0,00	4,38
100964	CABLE CONCENTRICO 3X14AWG	METRO	5,00	1,250000	0,00	6,25
100200	PRENSA ESTOPA PG13.5 NEGRA HUECO=20.4MM	Unidad	3,00	0,375000	0,00	1,12

ANEXO C: HOJA DE DATOS DEL MOTOR DE CORTE.

- Leads - Permanently marked providing fast identification.

Specifications

Horsepower	1/8 - 5
Speed	3600, 1800, 1200, 900 RPM
Enclosure	Totally Enclosed Fan Cooled or Totally Enclosed Non-Ventilated
Frame	48, 56, 140T, and 180T
NEMA Design	B
Power Supply	Single-phase, 60 Hertz, 115/208-230 or Three-phase, 60 Hertz, 208-230/460 A wide range of other frequencies and voltages are also available.)
Insulation	Class F
Duty	Continuous
Ambient	40°C
Service Factor	1.15

1 Single-Phase 900 RPM not available

Performance Data

HP	Full Load RPM	Encl	Type	Amperes @230V			Efficiency Load			Power Factor Load			S.F.	Torque Lb. Ft.			Perf. Data Design
				FL	LR	Code	4/4	3/4	2/4	4/4	3/4	2/4		FL	BD	LR	
Single-Phase - TENV, TEFC																	
1/8	1140	TENV	CS	2.20	9.20	N	48.0	42.0	36.0	48.0	43.0	36.0	1.15	0.74	1.83	2.70	M2806E
1/4	1725	TENV	CS	2.60	16.20	M	58.1	53.9	45.2	59.2	51.6	43.3	1.15	0.75	2.90	2.83	M2270U
	1140	TENV	CS	2.90	13.00	L	58.0	53.0	43.0	50.0	44.0	36.0	1.15	1.12	3.56	3.81	M3129
1/3	3450	TENV	CS	3.30	13.50	L	54.0	52.0	43.0	65.0	62.0	54.0	1.15	0.49	1.44	1.31	M2274B
	1725	TENV	CS	3.20	16.65	M	64.0	58.0	51.0	58.0	50.0	43.0	1.15	0.99	3.16	3.58	M2269F
	1140	TENV	CS	3.90	16.15	M	56.0	51.0	43.0	53.0	46.0	38.0	1.15	1.49	4.40	5.48	M3122A
1/2	3450	TENV	CS	3.50	18.25	N	66.0	64.0	56.0	73.0	67.0	58.0	1.15	0.79	2.06	1.69	M2273A
	1750	TEFC	CS	4.30	25.00	L	67.9	63.6	55.7	58.8	50.4	40.7	1.15	1.50	5.00	4.00	M2268P
	1140	TENV	CS	4.70	22.50	L	61.0	59.0	52.0	58.0	50.0	41.0	1.15	2.27	5.24	6.50	M3131C
3/4	3450	TEFC	CS	4.70	26.25	N	70.6	69.3	63.0	75.8	68.3	58.0	1.15	1.13	2.54	2.36	M2272A
	1750	TEFC	CS	5.50	28.50	K	70.7	69.4	64.2	68.1	59.7	48.8	1.15	2.25	5.92	7.31	M6983M
	1140	TEFC	CH	5.40	24.50	H	69.0	67.0	62.0	64.0	56.0	45.0	1.15	3.41	6.80	7.50	M2678A
1	3450	TEFC	CS	5.60	34.30	J	70.0	69.0	65.0	78.0	74.0	63.0	1.15	1.45	3.58	3.56	M2651
	1750	TEFC	CS	6.80	34.30	K	72.0	70.0	64.0	67.0	58.0	47.0	1.15	3.01	7.50	10.00	M2688
	1140	TEFC	CH	5.90	28.20	J	74.9	73.1	67.5	77.1	73.1	64.0	1.15	4.57	9.10	9.80	M4576A
1.5	3450	TEFC	CS	8.50	58.40	K	80.0	79.5	76.5	77.8	70.2	58.3	1.15	2.19	6.09	5.42	M2646
	1750	TEFC	CH	8.00	59.00	K	77.0	76.0	72.0	79.0	73.0	61.0	1.15	4.52	11.60	14.20	M3145G
2	3450	TEFC	CS	10.00	65.00	K	79.0	77.8	74.6	81.0	76.9	66.2	1.15	3.00	8.25	6.68	M6637A
	1750	TEFC	CH	9.00	60.60	H	79.9	81.0	78.8	84.9	81.7	73.2	1.00	5.99	14.20	15.80	M6626

Three-Phase - TENV, TEFC																	
1/6	1140	TENV	P	0.50	1.75	L	66.0	62.0	57.0	56.0	50.0	40.0	1.15	0.77	2.58	2.16	M2721
1/4	3450	TENV	P	0.50	3.25	M	65.7	64.0	56.0	74.0	67.0	56.0	1.15	0.39	1.54	1.44	M2707
	3450	TEFC	P	0.70	4.05	L	62.0	52.8	42.9	68.3	60.0	52.2	1.15	0.47	1.51	1.25	M1671
	1730	TENV	P	0.55	3.45	M	71.0	66.0	60.0	61.0	52.0	42.0	1.15	0.78	3.56	1.19	M2706
	1730	TEFC	P	0.80	2.90	K	62.0	56.8	47.5	57.8	50.8	41.7	1.15	0.76	2.87	2.19	M1645
	1140	TENV	P	0.70	3.25	M	67.0	61.0	55.0	52.0	44.0	36.0	1.15	1.14	5.06	4.00	M2709
1/3	3450	TENV	P	0.60	3.75	L	70.6	67.0	60.9	71.2	62.6	50.8	1.15	0.52	2.06	2.00	M2708
	3450	TEFC	P	0.60	3.75	L	70.6	67.0	60.9	71.2	62.6	50.8	1.15	0.52	2.06	2.00	M2708
	1730	TENV	P	0.70	4.05	L	74.9	73.1	65.9	59.9	49.8	40.3	1.15	1.03	4.38	3.88	M2705
	1730	TEFC	P	0.85	3.70	L	71.0	66.8	60.0	62.3	53.4	43.6	1.15	1.02	3.66	3.08	M1651
	1140	TENV	P	0.80	3.70	K	67.0	64.0	57.0	51.0	43.0	34.0	1.15	1.50	5.38	4.38	M2710
1/2	3450	TENV	P	0.80	6.50	N	79.0	76.0	70.4	80.0	73.2	61.0	1.15	0.76	3.00	2.38	M2712
	3450	TEFC	P	1.00	5.05	K	72.0	69.0	61.0	73.0	66.0	55.0	1.15	0.76	2.46	2.31	M1699
	1730	TENV	P	1.10	6.10	L	74.3	72.1	66.8	63.7	56.1	44.0	1.15	1.50	5.58	3.92	M6976
	1730	TEFC	P	1.15	5.50	L	74.4	71.8	65.9	66.6	58.1	46.3	1.15	1.51	5.58	4.33	M1690
	1140	TENV	P	1.20	5.60	L	74.0	72.0	68.0	60.0	52.0	40.0	1.15	2.26	7.81	5.86	M2949
1140	TEFC	P	1.20	5.60	L	74.0	72.0	68.0	60.0	52.0	40.0	1.15	2.26	7.81	5.86	M2949	
3/4	3450	TENV	P	1.20	9.80	L	79.0	78.0	73.0	82.0	78.0	68.0	1.15	1.16	4.23	3.09	M2957
	3450	TEFC	P	1.30	7.25	J	70.0	64.0	57.0	75.0	66.0	57.0	1.15	1.13	3.75	2.50	M1660
	1730	TENV	P	1.25	10.00	M	78.0	76.0	70.0	74.0	66.0	56.0	1.15	2.25	10.69	8.00	M2925
	1730	TEFC	P	1.50	8.30	K	75.2	72.7	67.6	67.6	58.5	46.0	1.15	2.25	8.06	6.00	M4701
	1140	TENV	P	1.50	8.70	L	79.0	77.0	72.0	62.0	52.0	41.0	1.15	3.40	14.20	10.90	M2945
1140	TEFC	P	1.60	7.15	J	74.0	72.0	68.0	66.0	57.0	46.0	1.15	3.43	10.00	7.75	M2948	
1	3450	TENV	P	1.50	10.75	K	80.0	80.0	76.0	87.0	82.0	73.0	1.15	1.50	5.49	4.08	M2994
	3450	TEFC	P	1.60	10.00	K	69.0	67.0	67.0	84.0	77.0	67.0	1.15	1.50	4.50	3.56	M2753
	1730	TENV	P	1.60	12.30	M	81.0	81.0	77.0	78.0	70.0	59.0	1.15	3.01	13.30	12.50	M2968
	1730	TEFC	P	1.70	11.30	L	73.7	70.6	63.1	80.0	72.8	62.1	1.15	3.00	11.60	8.63	M7027
	1140	TEFC	P	2.00	9.95	J	74.0	73.0	66.0	58.0	49.0	39.0	1.15	4.56	14.90	10.80	M0141
1.5	3450	TEFC	P	2.00	11.30	-	81.0	80.0	79.0	88.0	88.0	84.0	1.15	2.29	5.31	4.50	M2756
	1730	TEFC	P	2.80	15.80	K	78.5	76.0	70.3	64.7	55.0	44.0	1.15	4.51	16.70	12.90	M2920
2	3450	TEFC	P	2.80	22.70	L	79.7	74.8	67.1	84.3	76.0	68.0	1.15	3.04	11.00	9.38	M6743
	1730	TEFC	P	3.20	21.00	J	81.8	80.2	77.5	74.6	67.4	55.2	1.15	6.10	21.20	16.80	M2916
3	3450	TEFC	P	3.80	28.00	K	85.0	82.0	82.0	91.0	92.0	86.0	1.15	4.63	15.00	12.40	M2993

Reliance® is a trademark of Rockwell Automation.
 UL® is a registered trademark of Underwriter's Laboratories, Inc.
 document b2757_2

Note: This material is not intended to provide operational instructions.
 Appropriate Reliance Electric Industrial Company instruction manuals
 and precautions should be studied prior to installation, operation, or
 maintenance of equipment.

ANEXO D: HOJA DE DATOS DEL MOTOR DE DESPLAZAMIENTO.

ELECTRICAL TOLERANCES

For industrial motors to **EN 60034-1**, certain tolerances must be allowed on guaranteed values, taking into consideration the necessary tolerances for the manufacture of such motors and the materials used. The standard includes the following remarks:

1- It is not intended that guarantees necessarily have to be given for all or any of the items involved. Quotations including guaranteed values subject to tolerances should say so, and the tolerances should be in accordance with the table.

2- Attention is drawn to the different interpretation of the term guarantee. In some countries a distinction is made between guaranteed values and typical or declared values.

3- Where a tolerance is stated in only one direction, the value is not limited in the other direction.

Values for	Tolerance
Efficiency (η) (by indirect determination)	- 0.15 (1 - η) at $P_N \leq 150$ kW - 0.1 (1 - η) at $P_N > 150$ kW
Power factor ($\cos \varphi$)	$\frac{1 - \cos \varphi}{6}$, minimum 0.02, maximum 0.07
Slip (s) (at rated load and at working temperature)	± 20 % of the guaranteed slip at $P_N \geq 1$ kW ± 30 % of the guaranteed slip at $P_N < 1$ kW
Breakaway starting current (I_k) (in the starting circuit envisaged)	+ 20 % of the guaranteed starting current (no lower limit)
Breakaway torque (M_k)	- 15 % and + 25 % of the guaranteed breakaway torque (+ 25 % may be exceeded by agreement)
Pull-up torque (M_j)	- 15 % of the guaranteed value
Pull-out torque (M_o)	- 10 % of the guaranteed value (after allowing for this tolerance, M_k/M_o not less than 1.6)
Moment of inertia (J)	± 10 % of the guaranteed value

MECHANICAL TOLERANCES

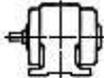
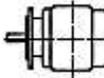
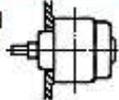
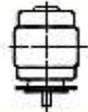
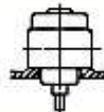
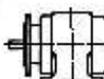
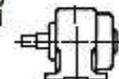
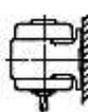
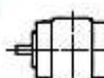
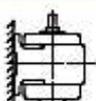
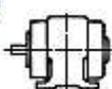
According to **IEC 60072-1**, the following tolerances on mechanical dimensions of electric motors are permitted:

Parameter	Code	Tolerance	
Shaft height	H	- up to 250	-0.5 mm
		- over 250	-1 mm
Diameter of shaft end ¹⁾	D-DA	- from 11 to 28 mm	j6
		- from 38 to 48 mm	k6
		- from 55 to 100 mm	m6
Hub key width	F-FA		h9
Flange spigot	N	- up to 132	j6
		- over size 132	h6

1) Centering holes in shaft extension to DIN 332 part 2

MOUNTING ARRANGEMENTS

Mounting arrangements for rotating electrical machines are designated according to IEC 60034-7, Code I (in brackets Code II).

Foot mounting	Flange mounting	Motors without endshield
IM B3 (IM 1001) 	IM B5 (IM 3001) Flange type A to DIN 42 948 at drive end 	IM B9 (IM 9101) without endshield and without ball bearings on drive end 
IM B6 (IM 1051) 	IM V1 (IM 3011) Flange type A to DIN 42 948 at drive end 	IM V8 (IM 9111) without endshield and without ball bearings on drive end 
IM B7 (IM 1061) 	IM V3 (IM 3031) Flange type A to DIN 42 948 at drive end 	IM V9 (IM 9131) without endshield and without ball bearings on drive end 
IM B8 (IM 1071) 	IM B35 (IM 2001) Flange type A to DIN 42 948 at drive end 	IM B15 (IM 1201) without endshield and without ball bearings on drive end 
IM V5 (IM 1011) 	IM B14 (IM 3601) Flange type C to DIN 42 948 at drive end 	
IM V6 (IM 1031) 	IM V18 (IM 3611) Flange type C to DIN 42 948 at drive end 	
IM B34 (IM 2101) Flange type C to DIN 42 948 at drive end 	IM V19 (IM 3631) Flange type C to DIN 42 948 at drive end 	

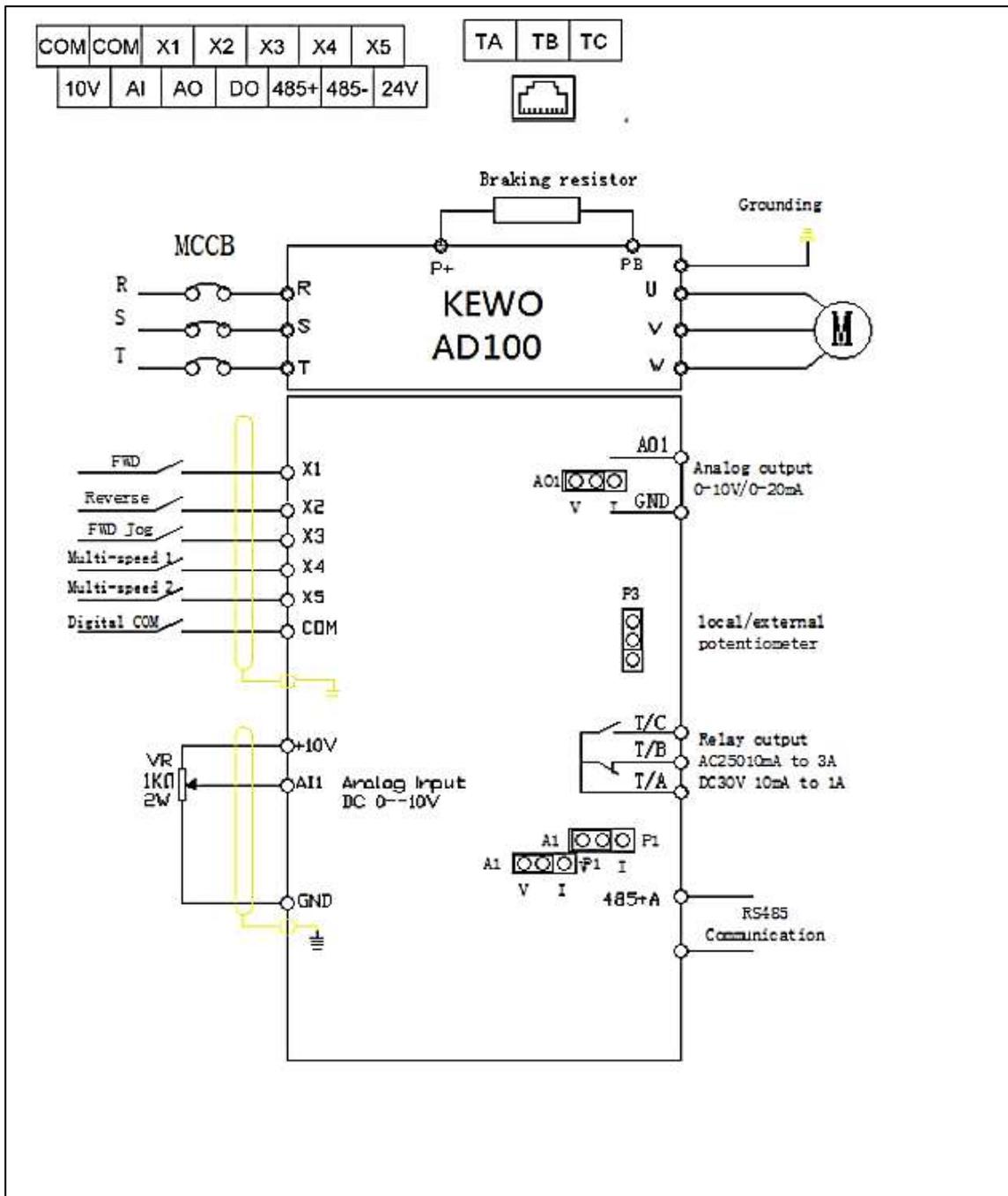
All standard motors can be installed according to the following mounting arrangements:

Frame Size	B3	B5	B35	Based on B5		Based on B3					Based on B35	
				V1	V3	V5	V6	B6	B7	B8	V15	V36
56-160	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
180-225	√	√	√	√	*	*	*	*	*	*	*	*
250-315	√	*	√	*	*	*	*	*	*	*	*	*

* for high loads refer to us

It is essential to state the desired mounting arrangement when ordering, as the constructive design depends partly on the mounting arrangement.

ANEXO D: HOJA DE DATOS DEL VARIADOR DE FRECUENCIA



Terminal label	Terminal name	Function description
X1 COM	Multi-function input terminal 1	1: input specification : 24V DC , 5mA 2. Frequency range : 0 ~ 200Hz 3. Voltage range : 10V ~ 30V
X2 COM	multi-function input terminal 2	
X3 COM	multi-function input terminal 3	
X4 COM	Multi-function input terminal 4	
X5 COM	Multi-function input terminal 5 High speed pulse train input terminal	
10V COM	Supply 10V power supply	Provides 10V power supply, maximum output current:10mA, Connect potentiometer, the resistor of potentiometer is 1-5KΩ.
24V COM	24 external power supply	Provide 24V power supply, maximum current is 200mA. Use for power on sensors or small relay
AI COM	analog input terminal	1. Input voltage range : DC 0—10V 2. Input impedance : 22KΩ
AO COM	Analog output terminal	Output current or voltage signal selected by jumper P2 of controller board. Voltage signal range: 0-10V, current signal range:0-20mA
DO COM	Open controller output terminal	Multi-function single output
TA TB TC	Relay output	Multiple relay output: TA and TC is normal open, TA and TB is normal close. Specification: AC250V,3A/DC30V, 1A
485+ 485-	485 communication	Built in Rs485 connection terminals

ANEXO E: CATÁLOGO DE LAS PLANCHAS UTILIZADAS.

DETALLES DEL PRODUCTO

El acero inoxidable 304L se utiliza principalmente en accesorios para automóviles, herramientas de hardware, vajillas, gabinetes, aparatos médicos, equipos de oficina, tejidos, artesanías, petróleo, electrónica, productos químicos, textiles, alimentos, maquinaria, construcción, energía nuclear, aeroespacial, militar y otras industrias.

Nombre del producto	Hoja de acero inoxidable 304L
Grado	304L
Rango de espesor	0,3mm-3,0mm,
Gama de la anchura	600mm-1500mm
Longitud	2000mm, 2438mm, 3048mm
Tamaño	1000mm * 2000mm, 1219mm * 2438mm, 1219mm * 3048mm, o según sea necesario
Acabado	No. 1 , No. 4, rayita, 2b, BA, 8K, en relieve, recubierto de color PVD, con chorro de arena, anti-huella digital
Tiempo de plomo	7 a 15 días laborables después del recibo
Embalaje	Palet de madera o según la petición del cliente
Aplicación	Decoración interior/externa/arquitectónica/del cuarto de baño, decoración del elevador, decoración del hotel, equipo de la cocina, techo, gabinete, fregadero de cocina, haciendo publicidad del letrero

Grado	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
304L	≤ 0,03	≤ 1,0	≤ 2,0	≤ 0,035	≤ 0,03	9,0-13,0	18,0-20,0	--



