



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE MECATRÓNICA

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE ETIQUETADO DE ENVASES PLÁSTICOS
CILÍNDRICOS, ORIENTADO A LA REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE PRODUCCIÓN**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero en Mecatrónica

AUTORES: Marcos Antonio Bajaña Guashpa
César Andrés Barroso Ruiz
TUTOR: Ing. David Mateo Cortez Saravia Msc.

Guayaquil - Ecuador
2023

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, **Marcos Antonio Bajaña Guashpa** con documento de identificación N° **0950016220** y **César Andrés Barroso Ruiz** con documento de identificación N° **0928522671**; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo.

Guayaquil, 8 de septiembre del año 2023

Atentamente,



Marcos Antonio Bajaña Guashpa
0950016220



César Andrés Barroso Ruiz
0928522671

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

Nosotros, **Marcos Antonio Bajaña Guashpa** con documento de identificación N° **0950016220** y **César Andrés Barroso Ruiz** con documento de identificación N° **0928522671**, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del **Dispositivo Tecnológico: DESARROLLO DE UN SISTEMA DE ETIQUETADO DE ENVASES PLÁSTICOS CILÍNDRICOS, ORIENTADO A LA REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE PRODUCCIÓN**, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mecatrónica, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

Guayaquil, 8 de septiembre del año 2023

Atentamente,

Marcos Antonio Bajaña Guashpa
0950016220

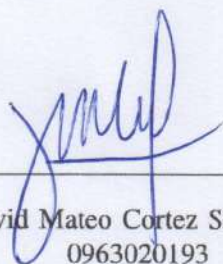
César Andrés Barroso Ruiz
0928522671

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **David Mateo Cortez Saravia**, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **DESARROLLO DE UN SISTEMA DE ETIQUETADO DE ENVASES PLÁSTICOS CILÍNDRICOS, ORIENTADO A LA REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE PRODUCCIÓN**, realizado por **Marcos Antonio Bajaan Guashpa** con documento de identificación N° **0950016220** y por **César Andrés Barroso Ruiz** con documento de identificación N° **0928522671**, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción **Dispositivo Tecnológico** que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 8 de septiembre del año 2023

Atentamente,



Ing. David Mateo Cortez Saravia, MSc.
0963020193

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación está dedicado a mi padre Marcos Bajaña Martillo, quien con sacrificio y constante apoyo ha sido el cimiento sobre el cual he construido mi sueño; a mi madre Melva Guashpa Sanchez, quien me ha brindado amor y fortaleza en todo momento.

Esta dedicado a ustedes por cada sacrificio que han hecho para verme triunfar y cada sonrisa que me han regalado en los momentos difíciles. A mis hermanas Joanna y Gabriela Bajaña que con sus palabras de aliento siempre me animaron a dar lo mejor de mí.

Marcos Antonio Bajaña Guashpa

En el camino de esta travesía académica, miro hacia atrás con gratitud y admiración por la fortaleza que encontré dentro de mí. A través de los desafíos y las dificultades, nunca me permití rendirme. Esta tesis no solo representa un logro intelectual, sino también un recordatorio constante de mi perseverancia y determinación. Agradezco a la versión más fuerte de mí que emergió en los momentos en que las dudas intentaron detenerme. Cada paso hacia adelante fue impulsado por la creencia en mis capacidades y el compromiso de enfrentar cualquier obstáculo que se cruzara en mi camino.

Que esta dedicatoria sea un recordatorio constante de que soy capaz de superar cualquier desafío que el futuro pueda presentar. Aquí está la fuerza que reside en mi interior y a la perseverancia que siempre llevaré conmigo.

Con gratitud hacia el pasado y entusiasmo hacia el futuro.

César Andrés Barroso Ruiz

AGRADECIMIENTO

Quisiera expresar mi gratitud hacia mi familia quienes con su amor, aliento y sacrificio a lo largo de mi formación universitaria hicieron posible este logro, cada paso que di en la realización de este trabajo de titulación lleva la huella de su apoyo y confianza.

Agradezco a la Universidad Politécnica Salesiana y los docentes de la carrera Ingeniería Mecatrónica por brindarme las herramientas, conocimientos y oportunidades para crecer como profesional y persona.

Finalmente agradezco a todas las personas que compartieron su tiempo y experiencia, siendo guías y dando una perspectiva valiosa para la elaboración del proyecto y culminación de este.

Marcos Antonio Bajaña Guashpa

A mi querida familia, amigos, maestros.

No tengo palabras suficientes para expresar cuánto aprecio su constante apoyo y creencia inquebrantable en mí. Cada uno de ustedes ha sido fundamental en este logro.

A mi familia, su amor y aliento han sido mi fortaleza. Gracias por creer en mí cuando a veces dudaba de mí mismo.

A mis amigos cercanos, su confianza en mí me ha impulsado a seguir adelante. Su presencia en mi vida ha sido un regalo invaluable.

A mis maestros por ser la guía y abrir las puertas al mundo de la ingeniería aportando con sus conocimientos, experiencias y consejos durante mi preparación académica.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi estimado tutor de tesis. Su apoyo constante, orientación experta y paciencia inquebrantable han sido fundamentales en este viaje académico. Gracias por compartir su conocimiento y dedicar su tiempo a guiarme en la culminación de este proyecto. Su influencia positiva ha sido invaluable en mi formación académica y profesional.

Este logro no solo es mío, sino también de ustedes. Gracias por acompañarme en este viaje.

César Andrés Barroso Ruiz

RESUMEN

A medida del paso del tiempo los procesos son cada vez más automatizados y eficientes, es así como nos enfocamos en actividades que se realizan de manera manual en un proceso para reducir tiempos producción, siendo el proceso de etiquetado manual un cuello de botella en distintos negocios. Dando con solución una máquina etiquetadora que se adapte a las necesidades de los negocios y reduzca el tiempo en este proceso.

El presente trabajo de titulación expone el proceso del diseño y construcción de una máquina etiquetadora modular para botellas cilíndricas aplicando una etiqueta adhesiva. La máquina etiquetadora consiste en la combinación de un sistema de banda transportadora, sistema de etiquetado y sistema de adherencia, los cuales fueron diseñados según los objetivos planteados.

La operatividad de la máquina consiste en colocar la botella en la banda transportadora a una velocidad moderada según el tipo de botella, mediante su avance la etiqueta será colocada en la cara lateral de esta por parte del sistema de etiquetado, este a su vez volverá a ser abastecido mientras la botella sigue trasladándose por la banda para pasar finalmente a el sistema de adhesión que lo conforma una banda lateral de textura rugosa que hará que mientras la botella avance la presión de contra la banda adhiera de la etiqueta a la botella.

El funcionamiento del tablero de control consta de un botón que tiene como función dar marcha y paro de la máquina, dos potenciómetros que darán las velocidades de la banda horizontal y lateral, un selector con dos posiciones que determinará la velocidad del motor a paso y un botón de paro de emergencia.

Tomando como punto de partida la recolección de datos del etiquetado manual, se realizaron pruebas de etiquetado con respecto a la máquina, donde se obtuvo como resultado la reducción en el tiempo de etiquetado, a su vez se mejoró la calidad y se logró obtener un etiquetado más uniforme en el envase, cumpliendo con los objetivos propuestos de manera eficiente y eficaz.

Palabras claves: etiquetado, diseño, máquina etiquetadora, automatización de procesos.

ABSTRACT

As time goes by, processes are becoming more automated and efficient, this is how we focus on activities that are performed manually in a process to reduce production times, being the manual labeling process a bottleneck in different businesses. Giving with solution a labeling machine that adapts to the needs of businesses and reduce the time in this process.

The present work of degree exposes the process of design and construction of a modular labeling machine for cylindrical bottles applying an adhesive label. The labeling machine consists of a combination of a conveyor belt system, labeling system and adhesive system, which were designed according to the proposed objectives.

The operation of the machine consists of placing the bottle on the conveyor belt at a moderate speed according to the type of bottle, by advancing the label will be placed on the side face of this by the labeling system, this in turn will be supplied again while the bottle continues moving along the belt to finally pass to the adhesion system that conforms a side band of rough texture that will make that while the bottle advances the pressure of against the band adheres the label to the bottle.

The operation of the control panel consists of a button whose function is to start and stop the machine, two potentiometers that will give the speeds of the horizontal and lateral band, a selector with two positions that will determine the speed of the stepper motor and an emergency stop button.

Taking as a starting point the data collection of manual labeling, labeling tests were carried out with respect to the machine, which resulted in a reduction in labeling time, in turn improved the quality and achieved a more uniform labeling on the container, meeting the proposed objectives efficiently and effectively.

Key words: labeling, design, labeling machine, process automation.

ÍNDICE

| | | |
|--------------|---|----|
| I. | INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. | PROBLEMA | 2 |
| III. | OBJETIVOS. | 3 |
| III-A. | Objetivo General | 3 |
| III-B. | Objetivos Específicos. | 3 |
| IV. | FUNDAMENTOS TEÓRICOS | 4 |
| IV-A. | Antecedentes | 4 |
| IV-B. | Máquina etiquetadora | 4 |
| IV-C. | Métodos de aplicación | 5 |
| IV-C1. | Aplicadores con rodillo y bandas | 5 |
| IV-C2. | Aplicadores con almohadillas de presión o pistones neumáticos | 6 |
| IV-D. | Bandas transportadoras | 7 |
| IV-E. | Sensores | 7 |
| IV-F. | Etapa de Potencia | 8 |
| IV-F1. | Motor eléctrico | 8 |
| V. | MARCO METODOLÓGICO | 9 |
| V-A. | Selección de materiales | 9 |
| V-B. | Fases del proceso de etiquetado | 9 |
| V-C. | Diseño de mecanismos de movimiento | 9 |
| V-D. | Selección de motor | 9 |
| V-E. | Selección de motor pasos | 11 |
| V-F. | Determinación de esfuerzos | 12 |
| V-G. | Esfuerzo cortante estructura de la banda | 13 |
| V-H. | Análisis de torsión de eje y rodillo | 15 |
| V-I. | Diseño mecánico de sistema de rodillos para etiquetas | 17 |
| V-J. | Aplicación de etiquetado | 17 |
| V-K. | Diseño Electrónico/Eléctrico | 18 |
| V-L. | Diseño Electrónico | 19 |
| V-M. | Diseño Eléctrico | 20 |
| V-N. | Integración de Fase Electrónico/Eléctrico | 20 |
| V-Ñ. | Validación de resultado | 21 |
| VI. | CRONOGRAMA | 22 |
| VII. | TABLA DE PRESUPUESTO | 23 |
| VIII. | CONCLUSIONES | 24 |
| IX. | RECOMENDACIONES | 24 |
| X. | ANEXOS | 26 |
| X-A. | Propuesta de Diseño de Máquina Etiquetadora | 26 |
| X-B. | Deformaciones | 28 |
| XI. | Planos | 31 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|-----|--|----|
| 1. | Máquina para el etiquetado de productos para el cuidado de cabello, Cosmético, Condimentos, Productos lácteos [5]. | 4 |
| 2. | Máquina etiquetadora de termofusible adhesivo, aplicación Aceites, Bebidas, Botellas de agua[8]. . . | 4 |
| 3. | Etiquetadora semiautomática de envases cilíndricos[9]. | 5 |
| 4. | Etiquetadora automática para etiquetado autoadhesivo[10]. | 5 |
| 5. | Aplicador con rodillos[3]. | 6 |
| 6. | Aplicador por banda de presión[9]. | 6 |
| 7. | Aplicadores con almohadillas de presión[11]. | 6 |
| 8. | Diagrama de funcionamiento de un sensor[4]. | 7 |
| 9. | Diagrama de fases del proceso de etiquetado, por M. Bajaña y C. Barroso | 9 |
| 10. | Reacciones y momento flector lineal del eje x | 12 |
| 11. | Reacción R_{ax}/R_{bx} | 13 |
| 12. | Momento flector M_{fx} | 13 |
| 13. | Esfuerzo cortante sección tipo U | 14 |
| 14. | Esfuerzo cortante sección tipo U modelo 3D | 14 |
| 15. | Torque generado sobre el eje y cilindro | 15 |
| 16. | Esfuerzo cortante sobre el eje y cilindro | 15 |
| 17. | Ángulo de rotación sobre el eje y cilindro | 16 |
| 18. | Diagrama de aplicación de etiquetado | 17 |
| 19. | Se presenta prototipo que demuestra la aplicación del diagrama | 17 |
| 20. | Diagrama eléctrico y de control de motores de pasos | 19 |
| 21. | Diagrama eléctrico de motores | 20 |
| 22. | Máquina etiquetadora V1, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidworks | 26 |
| 23. | Máquina etiquetadora simulación de banda, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidworks | 26 |
| 24. | Máquina etiquetadora V2, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidworks | 27 |
| 25. | Experimento para simular presión en botella, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso | 27 |
| 26. | Análisis estático, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork | 28 |
| 27. | Información de iteración, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork | 28 |
| 28. | Tensión y desplazamiento, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork | 29 |
| 29. | Análisis estático y desplazamiento, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork | 30 |
| 30. | Máquina etiquetadora explosionado, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork | 31 |
| 31. | Estructura principal de la máquina etiquetadora, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork . . | 32 |
| 32. | Eje sujetador, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork | 33 |
| 33. | Eje motriz banda principal, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork | 34 |
| 34. | Eje motriz banda lateral, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork | 35 |
| 35. | Eje conducido banda principal, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork | 36 |
| 36. | Eje conducido banda lateral, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork | 37 |
| 37. | Chumacera skf uc204, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork | 38 |
| 38. | Bocín sujetador, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork | 39 |
| 39. | Bocín fijador, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork | 40 |
| 40. | Bocín de aumento, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork | 41 |
| 41. | Base de etiquetado, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork | 42 |
| 42. | Rodillo lado libre, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork | 43 |
| 43. | Rodamiento 6205-2RSC3, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork | 44 |
| 44. | Platina de alineación lado motriz, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork | 45 |
| 45. | Platina de alineación banda lateral, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork | 46 |
| 46. | Platina lado motriz, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork | 47 |
| 47. | Platina lado libre, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork | 48 |
| 48. | Estructura principal banda lateral, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork | 49 |

| | | |
|-----|---|----|
| 49. | Soporte laterales, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork | 50 |
| 50. | Rodillo lado libre banda lateral, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork | 51 |
| 51. | Soportes de base, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork | 52 |

I. INTRODUCCIÓN

En Ecuador, las industrias vinculadas a multinacionales están experimentando una transformación significativa hacia la automatización de sus procesos, con el propósito de elevar su competitividad y satisfacer las exigencias de sus clientes. Esta transición se enfoca en la implementación de tecnología con el fin de reducir los costos de producción y agilizar la ejecución de tareas que son rutinarias y fácilmente codificables.

La introducción de una máquina de etiquetado automático se presenta como un avance, ya que promete mejorar la calidad y presentación del producto final, al mismo tiempo que reduce los tiempos de producción y los costos operativos. Un proceso automatizado asegura eficacia y eficiencia, cumpliendo con los estándares específicos de cada empresa. Un aspecto destacado de esta máquina etiquetadora es su costo, estimado en \$1,200 USD.

Con el tiempo, la automatización y eficiencia en los procesos se vuelven esenciales. En este contexto, el etiquetado manual ha demostrado ser un cuello de botella en muchas empresas. En respuesta a esta problemática, se ha desarrollado una máquina etiquetadora que se adapta a las necesidades de los negocios y reduce significativamente el tiempo dedicado a este proceso.

El presente trabajo de titulación expone el proceso de diseño y construcción de una máquina etiquetadora modular diseñada para aplicar etiquetas adhesivas en botellas cilíndricas. La máquina etiquetadora se compone de tres sistemas fundamentales: una banda transportadora, un sistema de etiquetado y un sistema de adherencia. Estos sistemas fueron meticulosamente diseñados para cumplir con los objetivos establecidos.

La operación de la máquina implica colocar la botella en la banda transportadora a una velocidad adecuada, y mientras avanza, el sistema de etiquetado aplica la etiqueta en el lateral de la botella. Simultáneamente, se abastece de nuevas etiquetas. Posteriormente, el sistema de adherencia, que utiliza una banda lateral de textura rugosa, garantiza que la etiqueta se adhiera de manera efectiva a la botella en movimiento.

El panel de control de la máquina incluye un botón para iniciar y detener la operación, potenciómetros para ajustar las velocidades de las bandas horizontal y lateral, un selector de velocidad del motor a pasos y un botón de paro de emergencia.

Este proyecto se basa en datos recopilados del etiquetado manual, y las pruebas comparativas entre el proceso manual y la máquina etiquetadora han demostrado una reducción significativa en el tiempo de etiquetado, una mejora en la calidad y una aplicación más uniforme de etiquetas en los envases, todo ello logrado de manera eficiente y efectiva.

II. PROBLEMA

En América Latina y Ecuador el 69% de los empleos pueden ser automatizados de acuerdo con un estudio realizado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). En el área laboral la nueva realidad se inclina a un mayor uso de robots y máquinas para la automatización de tareas y actividades.

A nivel nacional las empresas que se oponen a automatizar procesos con el paso del tiempo van perdiendo competitividad frente a las demás industrias. La automatización en Ecuador avanza a medida que las tecnologías como: el Machine Learning y la inteligencia artificial, alcanzan su madurez. En Ecuador varias empresas han optado por el uso de la automatización, capaz de transformar el modelo de negocio con múltiples beneficios y ahorros a sus compañías.

Localmente existen distintas empresas que aún se resisten a la modernización, ya que el automatizar procesos implica una inversión considerable y mano de obra especializada. Se tomó como punto de partida una empresa modelo ubicada en el sector industrial de la parroquia Eloy Alfaro en Durán, en la que según los datos recopilados el etiquetado manual de botellas es realizada por 2 operarios que producen un lote aproximado de 2500 botellas dentro de una jornada laboral. Este proceso al ser realizado de forma manual genera un cuello de botella en la línea de producción e implica costos adicionales.

En la empresa consultada su estructura se basa en generar distintos productos, sin embargo, en el proceso de etiquetado se encuentran distintas falencias, el proceso de poner cientos de etiquetas de manera manual resulta muy tedioso para el operario, este proceso es ineficiente y con el transcurso del tiempo llega a reducir la calidad. Las máquinas etiquetadoras que serían de utilidad para solventar este proceso en el mercado nacional están rondando los \$7.000 USD, mientras que importarla de China ronda los \$4.000 USD, esto llega a ser un valor muy alto de asumir, por lo que la inversión no resulta tan atractiva, aunque sea evidente la necesidad de tener una.

III. OBJETIVOS.

III-A. Objetivo General

Desarrollar una máquina de etiquetado automático, con capacidad de 200 envases por hora, mediante un sistema de bandas y rodillos, controlado por un microprocesador para la reducción de tiempos de producción.

III-B. Objetivos Específicos.

- Cuantificar la cantidad de botellas etiquetadas de manera manual para la comparación del resultado obtenido con el prototipo propuesto.
- Diseñar una máquina etiquetadora para envases cilíndricos de plástico, que permita una reducción de tiempos de producción.
- Construir el prototipo basado en las consideraciones evidenciadas en el diseño, simulación de las partes para la validación del funcionamiento adecuado del prototipo.

IV. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

IV-A. Antecedentes

En la actualidad las empresas en el Ecuador ejecutan una gran cantidad de sus procesos de manera manual o artesanal, estas prácticas suelen ser de baja eficiencia y menor productividad, lo que a su vez genera aumentos de costos operativos e influye de manera desfavorable al producto final.

La automatización por otra parte busca generar la mayor cantidad de producto, en menor tiempo, reducir gastos y garantizar una alta calidad.[1]

IV-B. Máquina etiquetadora

Dentro de la industria de envasado se utilizan diferentes máquinas para el etiquetado. Estas máquinas funcionan de manera similar dependiendo del trabajo que desempeñan como, por ejemplo de aplicado y de impresión. Por otra parte, los diferentes tipos de productos alimentos, químicos, cosméticos y envases de tipos cilíndricos o rectangulares, requieren materiales papel o plástico y métodos de aplicación diferentes como etiquetado en frío o etiquetado en caliente. [12]



Figura 1. Máquina para el etiquetado de productos para el cuidado de cabello, Cosmético, Condimentos, Productos lácteos [5].



Figura 2. Máquina etiquetadora de termofusible adhesivo, aplicación Aceites, Bebidas, Botellas de agua[8].

Las máquinas etiquetadoras totalmente automáticas son ampliamente usadas en el etiquetado de alta velocidad, las semiautomáticas son utilizadas en líneas menos exigentes de producción menor y las máquinas modulares por su construcción compacta aportan en la reducción de espacio, aumentan la eficiencia y reducen los costos de producción.[2]

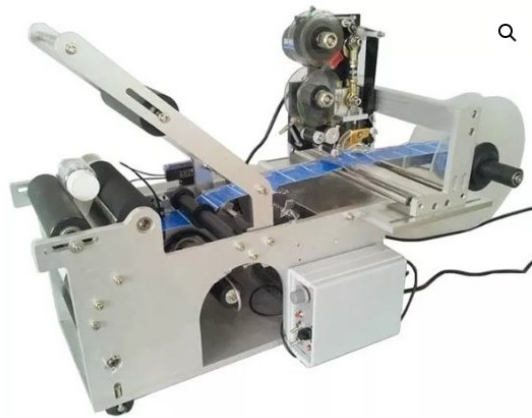


Figura 3. Etiquetadora semiautomática de envases cilíndricos[9].



Figura 4. Etiquetadora automática para etiquetado autoadhesivo[10].

IV-C. Métodos de aplicación

Las máquinas de etiquetado se dividen por sus métodos de aplicación, entre los más comunes tenemos: aplicador con rodillo y tambor, aplicadores con almohadillas de presión o pistones neumáticos, aplicadores con inyección de aire o soplado.

IV-C1. Aplicadores con rodillo y bandas: Es la forma más común de adherir la etiqueta utilizando bandas y rodillos de espuma o caucho. Este procedimiento es el más apropiado para la colocación de las etiquetas en envases, paquetes cilíndricos o planos, también en superficies más convexas o cóncavas. Utilizan en posición vertical, un

cabezal que presiona la superficie del producto, teniendo la posibilidad de utilizar más de un cabezal como por ejemplo para colocar etiquetas de manera simultánea en zonas diferentes o ambas caras del producto, para el etiquetado de superficies flexibles o dispares por lo general se usan rodillos de aluminio, la opción de utilizar un cilindro motorizado permite colocar etiquetas en los lugares más difíciles.[7]



Figura 5. Aplicador con rodillos[3].



Figura 6. Aplicador por banda de presión[9].

IV-C2. Aplicadores con almohadillas de presión o pistones neumáticos: Este es otro método de aplicación para colocar en un lugar adecuado las etiquetas. Este procedimiento comprende la succión de la etiqueta al vacío hacia una almohadilla situada en el eje del pistón, al libera la succión se puede ubicar de manera precisa la etiqueta sobre el producto. Estos sistemas son capaces de colocar las etiquetas en cualquier superficie en diferentes ángulos y direcciones incluso en el fondo de algunos objetos como, por ejemplo el fondo de un vaso.[7]



Figura 7. Aplicadores con almohadillas de presión[11].

IV-D. Bandas transportadoras

Las bandas transportadoras actualmente son muy utilizadas en el sector industrial como un elemento clave en un sinnúmero de procesos de todo tipo de sector productivo. Se diseñan de acuerdo a objetivos específicos.[6]

Transportadora de Cama de Rodillos: Esta transportadora consta de una superficie compuesta por rodillos. Hay tres tipos principales: los de giro libre, que permiten que los productos se muevan manualmente; los rodillos accionados por gravedad, que aprovechan la inclinación para mover los productos; y los rodillos motorizados, que utilizan un motor para impulsar el movimiento de los productos.[13] **Banda de Correa Plana:** Este tipo de banda se utiliza ampliamente en la industria. Se fabrica según las especificaciones y requerimientos de cada empresa. La banda transmite potencia entre ejes mediante la fricción con las poleas. Está compuesta de diferentes materiales, como telas sintéticas o naturales, nylon y poliéster. Un motor acciona las poleas para mover la banda.

Bandas de Caucho Industriales: Estas bandas son comunes en la construcción, minería y agricultura. Son resistentes, fáciles de limpiar y duraderas. Están hechas de caucho y suelen tener un recubrimiento para protegerlas de materiales afilados y abrasivos. Además, son resistentes a bajas temperaturas y a agentes químicos.

Transportadores de Cinta Eslabonada: Estos transportadores son especialmente resistentes y se utilizan para materiales filosos, rígidos, pesados y abrasivos. Están compuestos por eslabones de plástico que forman la estructura principal. Son fáciles de limpiar y funcionan bien en curvas y dobleces.

Transportadores de Cinta Curva: Diseñados para espacios reducidos en bodegas y fábricas, estos transportadores pueden instalarse en ángulos de 180, 90 y 45 grados. Son ideales para mantener el orden de productos en el sector de empaquetado de frutas, verduras y flores, donde el espacio es limitado.

IV-E. Sensores

Para controlar un proceso de automatización es necesario contar con la información de los estados del proceso. Esto se logra midiendo diferentes tipos de magnitudes físicas que son parte del proceso, por lo general tienen diferentes nombres (transductor, detector, sonda), pero son más conocidos en el mundo de la automatización como sensores, pueden ser de tipo eléctrico o también utilizar transductores para hacer la conversión a una señal eléctrica. El transductor transforma la señal no eléctrica a eléctrica, dado que los parámetros de la tensión eléctrica pueden ser (frecuencia, nivel de tensión, corriente) de esta manera con estos se puede tener información sobre la medida y su magnitud.[4]

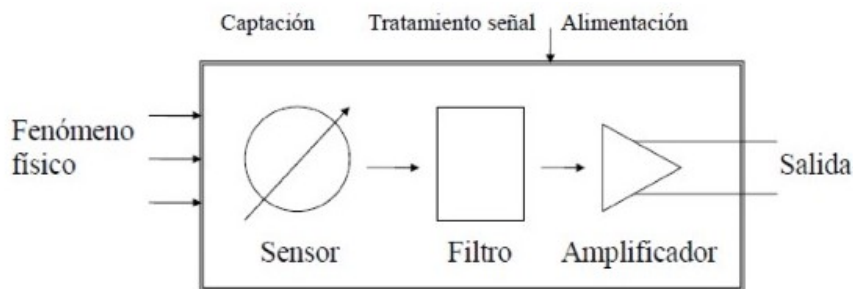


Figura 8. Diagrama de funcionamiento de un sensor[4].

Sensor de Estado Sólido: Este sensor es ampliamente utilizado en la industria debido a su simplicidad y bajo costo. Funciona mediante un contacto físico que normalmente acciona una palanca. Sin embargo, tiene una vida útil más corta debido al rozamiento y desgaste, y puede generar rebotes en la señal al conmutar. Se utiliza principalmente como un sensor de fin de carrera.[15] **Sensor Inductivo:** Este tipo de sensor detecta la presencia de materiales conductores utilizando un campo magnético generado por una bobina dentro del sensor. Incluye un circuito oscilador, un rectificador, un comparador y una etapa de salida. Se utiliza en aplicaciones donde es necesario detectar la presencia de objetos metálicos.

Sensor Capacitivo: Los sensores capacitivos pueden detectar tanto materiales metálicos como no metálicos a una distancia de 1 a 30 mm. Son útiles para controlar el nivel de llenado de un recipiente y para el conteo de productos que pasan por bandas transportadoras. Pueden detectar materiales como tela, papel, plástico y vidrio.[17] **Sensor Ultrasónico:** Estos sensores utilizan frecuencias sonoras que están por encima del rango de audición humano (20 kHz a 250 kHz). Funcionan con un emisor y un receptor de ultrasonido para detectar la presencia y medir la distancia de un objeto. Se utilizan para medir alturas, niveles en recipientes y fisuras en materiales.

Sensor de Contraste: Este sensor se basa en el uso de diferentes fuentes de luz, como la luz roja de un láser y la luz blanca, para detectar combinaciones y tonalidades cromáticas. Una aplicación común es el censado de etiquetas en procesos de etiquetado automático, donde se controla el inicio y el final de la etiqueta. Estos sistemas son esenciales para la automatización de procesos de empaclado, envasado y etiquetado.[16] Estos sensores desempeñan un papel fundamental en la automatización industrial y la detección de objetos y materiales en una variedad de entornos y aplicaciones.

IV-F. Etapa de Potencia

IV-F1. Motor eléctrico: Un motor es una máquina capaz de transformar la energía eléctrica en energía mecánica. Su funcionamiento se basa en la acción de los campos magnéticos que se generan por medio de bobinas alojadas en el interior del motor. Se clasifican en motores de corriente continua y corriente alterna, para el uso industrial dependerá de la aplicación y las cargas ejercidas. A continuación, se presentará la fórmula para dimensionar un motor, que en este caso será utilizado para el desarrollo del prototipo de etiquetadora automática.[14]

$$HP = \frac{(W + w) \times f \times s}{33000} \quad (1)$$

Donde:

- W= Peso de carga (lb)
- w= Peso de banda (lb)
- f= Coeficiente de fricción
- s= Velocidad (FPM)

V. MARCO METODOLÓGICO

En esta sección, se puede observar el diseño y el proceso que llevará a cabo la máquina etiquetadora. Este proceso se basa en los datos obtenidos de la empresa modelo en la que se busca suplir un proceso manual por uno automatizado.

V-A. Selección de materiales

Esta fase es crucial en todo el proyecto, ya que el diseño se basa en las condiciones en las que se va a dar uso la máquina y el producto para el que fue diseñado. En este caso, el material escogido para la estructura de la máquina etiquetadora es una plancha de acero galvanizado debido a su robustez y bajo costo, a su vez el sistema de rodillos en su mayoría estará hecho de nylon.

V-B. Fases del proceso de etiquetado

En base a los datos recopilados en pruebas de campo, se optimizará el proceso de etiquetado. La automatización de este proceso logrará que el etiquetado sea más eficiente, con menores tiempos de producción y por un bajo costo.

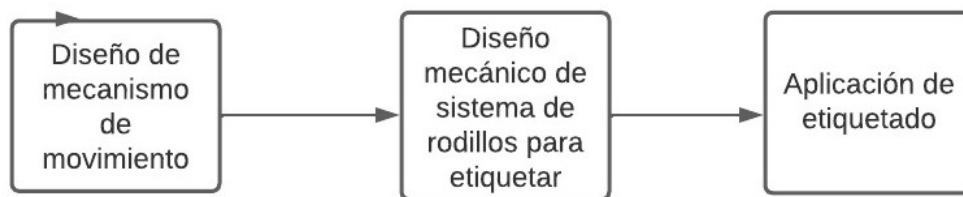


Figura 9. Diagrama de fases del proceso de etiquetado, por M. Bajaña y C. Barroso

V-C. Diseño de mecanismos de movimiento

En esta fase los mecanismos como la banda transportadora funcionarán para mover las botellas en dirección al sistema de rodillos para que sean etiquetados.

V-D. Selección de motor

Se realiza el cálculo de la potencia requerida para mover la banda transportadora en su carga máxima. Este análisis se centra en evaluar los parámetros relevantes, teniendo en cuenta la carga máxima a transportar y las características del sistema de transporte. El objetivo es determinar el motor más adecuado que cumple con los requisitos de potencia necesarios para garantizar un funcionamiento eficiente y seguro de la banda transportadora en su capacidad máxima de carga.

Para la banda 1 horizontal

$$HP = \frac{(W + w) \times f \times s}{33000} \quad (2)$$

Donde:

- W= Peso de carga (lb)
- w= Peso de banda (lb)
- f= Coeficiente de fricción
- s= Velocidad (FPM)
- W= 2,96 (lb)

- $w = 0,50$ (lb)
- $f = 0,4$
- $s = 51,51$ (FPM)

Resultado:

- $HP = 2,1602 \times [10^{-3}]$
- $Nm = 1,6109$ (Nm)
- Factor de diseño = 1,5
- $Nm = 1,6109$ (Nm) * Factor de diseño
- $Nm = 2,416$ (Nm)

Para la banda 2 etiquetado vertical

$$HP = \frac{(W + w) \times f \times s}{33000} \quad (3)$$

Donde:

- $W =$ Peso de carga (lb)
- $w =$ Peso de banda (lb)
- $f =$ Coeficiente de fricción
- $s =$ Velocidad (FPM)
- $W = 2,55$ (lb)
- $w = 0,42$ (lb)
- $f = 0,4$
- $s = 51,51$ (FPM)

Resultado:

- $HP = 1,85436 \times [10^{-3}]$
- $Nm = 1,3827$ (Nm)
- Factor de diseño = 1,5
- $Nm = 1,3827$ (Nm) * Factor de diseño
- $Nm = 2,074$ (Nm)

Se determina la elección de un motor-reductor de 24V DC con una capacidad de parada de 70 [kgf.cm] y un torque a plena carga de 28 [kgf.cm], lo cual equivale a 2,75 [Nm]. Este motor-reductor ha sido seleccionado en base a los cálculos de potencia requerida para el movimiento de la banda transportadora en su carga máxima. Se considera que esta opción cumple con los criterios establecidos y proporcionará el torque necesario para asegurar un desplazamiento adecuado de la carga máxima de la banda transportadora.

V-E. Selección de motor pasos

Se analizará el torque necesario para mover la carga de las etiquetas, el par resistente del mecanismo, el par inercial de la carga y la velocidad de rotación requerida. Con base en estos criterios, se evaluarán diferentes opciones de motores de pasos disponibles en el mercado para encontrar la solución óptima. El objetivo será garantizar un funcionamiento eficiente y preciso de la máquina etiquetadora, asegurando un posicionamiento exacto y un rendimiento confiable en todas las operaciones.

Par resistente (Tr)

$$Tr = f \times r \quad (4)$$

Donde:

- f = Fuerza (N)
- r = Radio (m)
- Tr = Par resistente (Nm)
- f = 5,8938 (N)
- r = 0,0125 (m)

Resultado:

- Tr = 0,0736725 (Nm)

Par inercial (Ti)

$$Ti = Fi \times r \quad (5)$$

$$Fi = m \times a \quad (6)$$

$$a = \frac{Vf - Vi}{t} \quad (7)$$

Donde:

- Ti = Par inercial (Nm)
- Fi = Fuerza de inercia (N)
- r = Radio (m)
- m = masa (kg)
- a = aceleración (m/s^2)
- Vf = Velocidad final (m/s)
- Vi = Velocidad inicial (m/s)
- t = tiempo (s)
- Vf = 0,13089 (m/s)
- m = 0,601 (kg)

Resultado:

- a = 0,26178 (m/s^2)
- Fi = 0,1573 (N)
- Ti = 1,96625 $\times [10^{-3}]$

Par Motor (T_m)

$$T_m = T_r + T_i \quad (8)$$

Donde:

- T_m = Par Motor (Nm)
- T_r = Par resistente (Nm)
- T_i = Par inercial (Nm)
- F_d = Factor de diseño
- $T_r = 0,0736725$ (Nm)
- $T_i = 0,00196625$ (Nm)
- $F_d = 1.5$

Resultado:

- $T_m = 0,07563875$ (Nm)
- $(T_m)(F_d) = 0,113458125$ (Nm)

Con base en los resultados obtenidos de $0,113458125$ [Nm], se ha seleccionado el motor NEMA 17HS4401 para la aplicación de etiquetado. Este motor ofrece un torque de $0,42$ [Nm], superando los requerimientos necesarios para mover la carga de las etiquetas de manera eficiente y precisa en la máquina etiquetadora. La elección del motor NEMA 17HS4401 garantiza un rendimiento confiable del sistema, permitiendo un posicionamiento preciso. Con su capacidad para proporcionar un torque superior al necesario, este motor ofrece un margen de seguridad adicional, asegurando una operación estable y sin problemas en la máquina etiquetadora.

V-F. Determinación de esfuerzos

En el siguiente apartado se presentarán los resultados de las reacciones y el momento flector obtenidos en el análisis de la estructura de la banda transportadora. Estos resultados son el producto de un estudio que tiene como objetivo evaluar la capacidad de la estructura para soportar las cargas aplicadas durante su funcionamiento. Se mostrarán los valores de las reacciones en los puntos de apoyo y el comportamiento del momento flector a lo largo de la estructura.

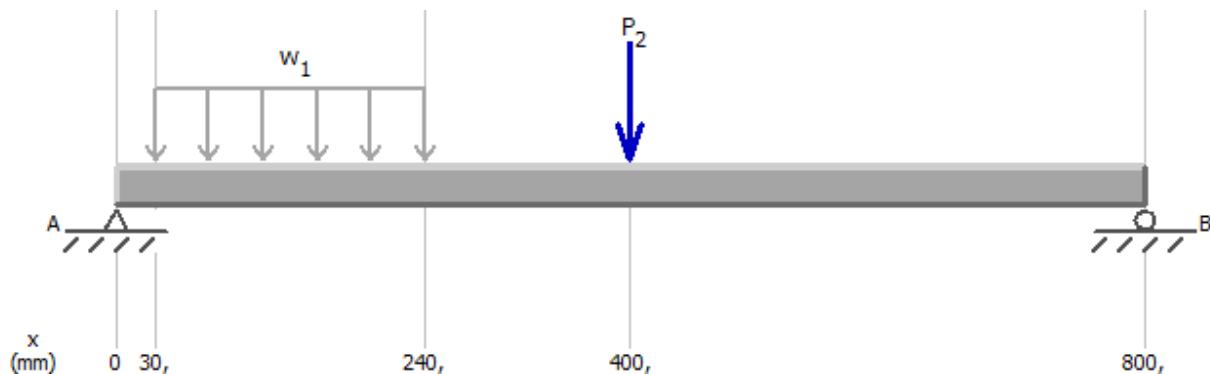


Figura 10. Reacciones y momento flector lineal del eje x

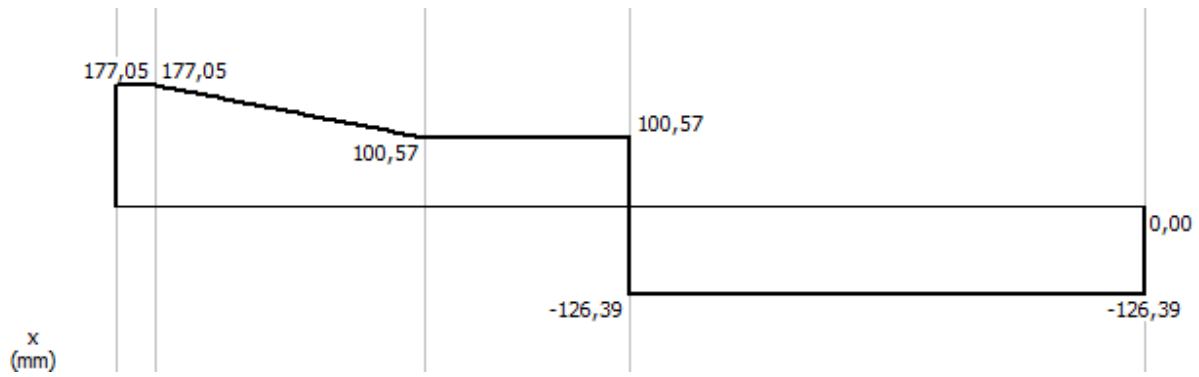


Figura 11. Reacción Rax/Rbx

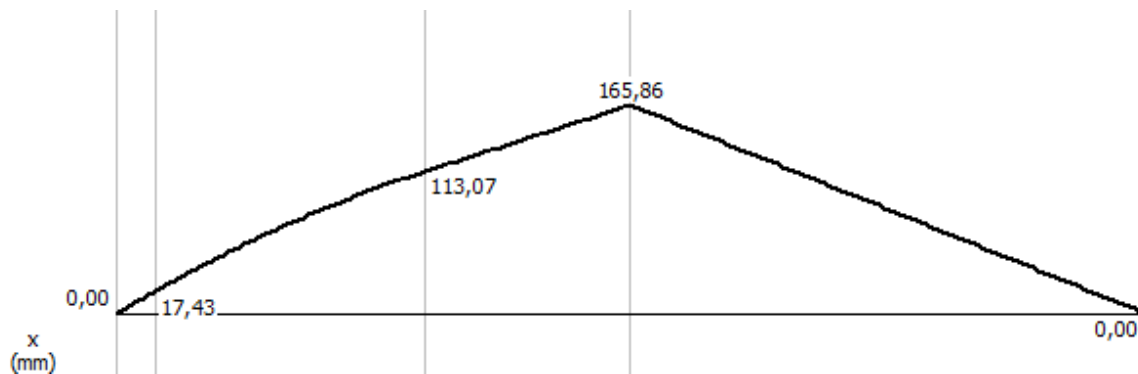


Figura 12. Momento flector Mfx

Resultados:

- Reacción Rax= 177,05 (N)
- Reacción Rbx= 126,39 (N)
- Momento flector Mfx= 165,86 (Nm)

V-G. Esfuerzo cortante estructura de la banda

En este estudio se realiza el análisis del esfuerzo cortante en la estructura de la banda transportadora. El objetivo es evaluar la resistencia de la estructura ante las cargas aplicadas y comprender la distribución del esfuerzo cortante en sus componentes. Se consideran las propiedades de los materiales, la configuración de la estructura y las fuerzas involucradas.

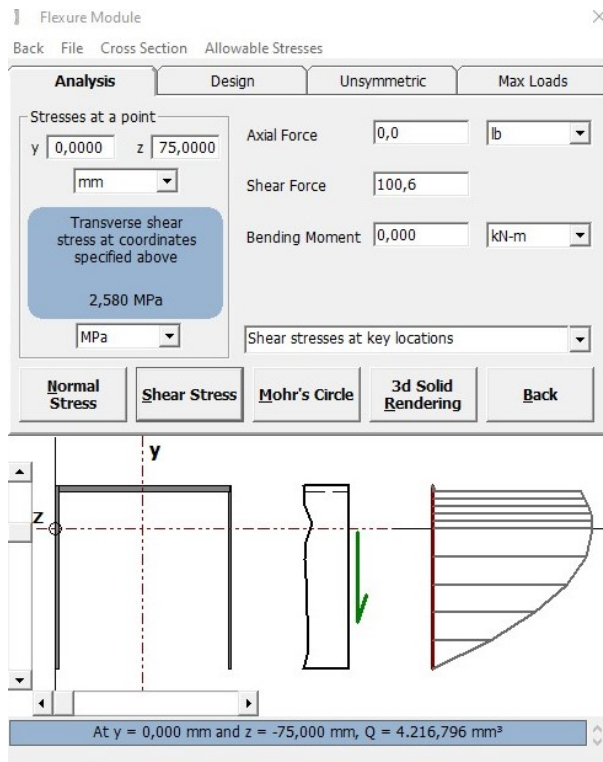


Figura 13. Esfuerzo cortante sección tipo U

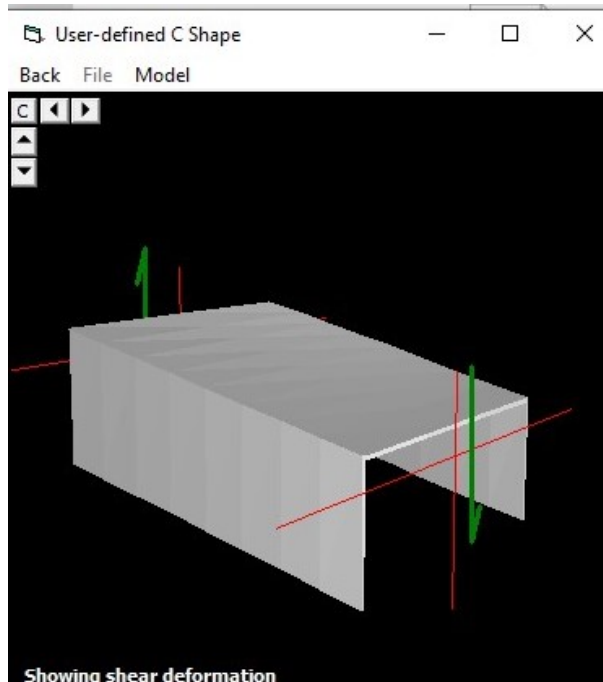


Figura 14. Esfuerzo cortante sección tipo U modelo 3D

V-H. Análisis de torsión de eje y rodillo

Se realiza el análisis de torsión del eje y rodillo de la banda transportadora. El objetivo es evaluar la resistencia y capacidad de torsión de estos componentes clave. Se examinan las cargas aplicadas, las propiedades de los materiales y las geometrías para comprender la distribución de tensiones y deformaciones.

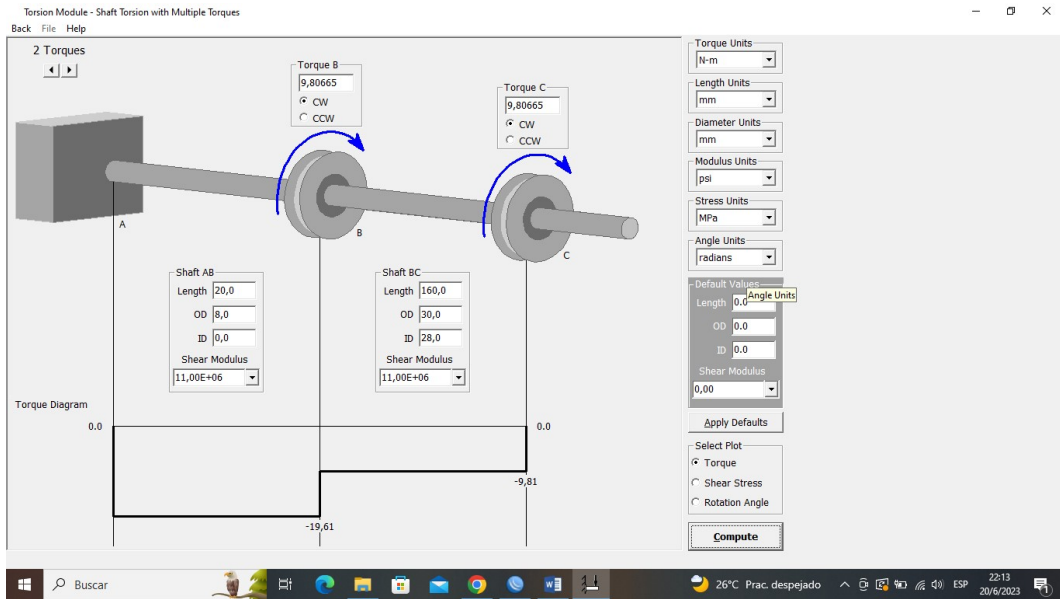


Figura 15. Torque generado sobre el eje y cilindro

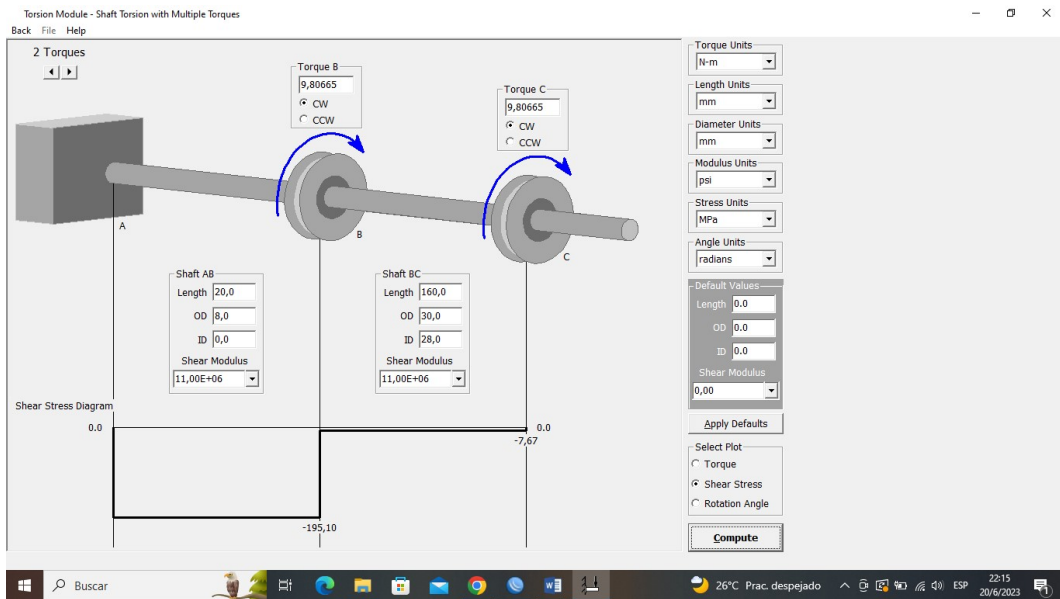


Figura 16. Esfuerzo cortante sobre el eje y cilindro

El esfuerzo cortante sobre un eje y un cilindro se aplica una fuerza tangencial o cortante a lo largo de la superficie de un cilindro. Este proceso induce una deformación en el cilindro, generando una resistencia interna que se opone al desplazamiento relativo de sus capas.

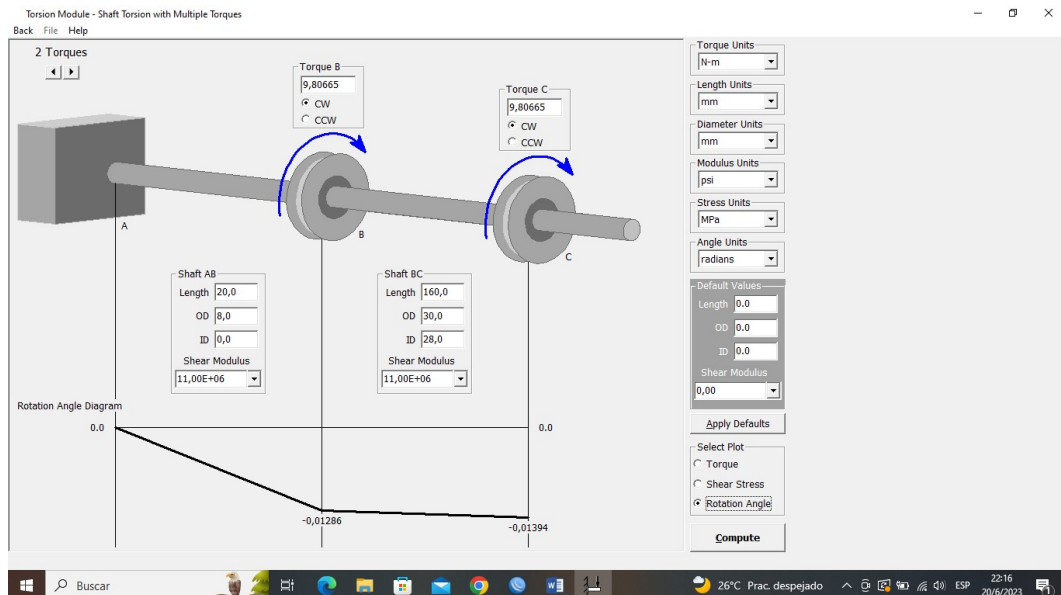


Figura 17. Ángulo de rotación sobre el eje y cilindro

Ecuación para calcular el diámetro mínimos de rodillos

$$D = \frac{(B + 2) \times t}{Pi} \quad (9)$$

Donde:

- D= Diámetro rodillo (m)
- B= Ancho de la banda (m)
- t= Espesor de la banda (m)
- Pi= 3.1415
- B= 0,10 (m)
- t= 0.02 (m)

Resultado:

- D= 0.0445 (m)
- D= 44.5 (mm)

La selección del diámetro mínimo, basado en el cálculo realizado, es de 44.5 [mm]. Con el propósito de garantizar una mayor seguridad y resistencia, se ha decidido seleccionar un diámetro de 50 [mm]. Esta elección permitirá asegurar una adecuada capacidad de carga y una mayor durabilidad del componente en cuestión.

V-I. Diseño mecánico de sistema de rodillos para etiquetas

En este apartado se mostrará la mejor manera de colocar el sistema de rodillos para la aplicación de etiquetas, ya que este sistema necesita que el rollo de etiquetas se encuentre templado para un mejor desprendimiento de la etiqueta.

V-J. Aplicación de etiquetado

Para la aplicación de la etiqueta se tiene en cuenta que se usará una banda vertical que tendrá un soporte paralelo con un recubrimiento de goma, el funcionamiento de este consiste en que una vez puesta la etiqueta la banda hará girar la botella y esta a su vez hará presión con el soporte en paralelo, lo que hará que la botella gire en su recorrido y al final tenga un etiquetado firme y uniforme.

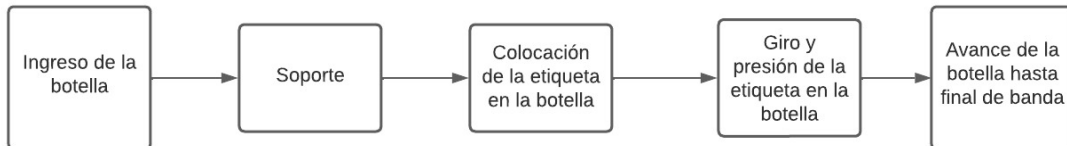


Figura 18. Diagrama de aplicación de etiquetado

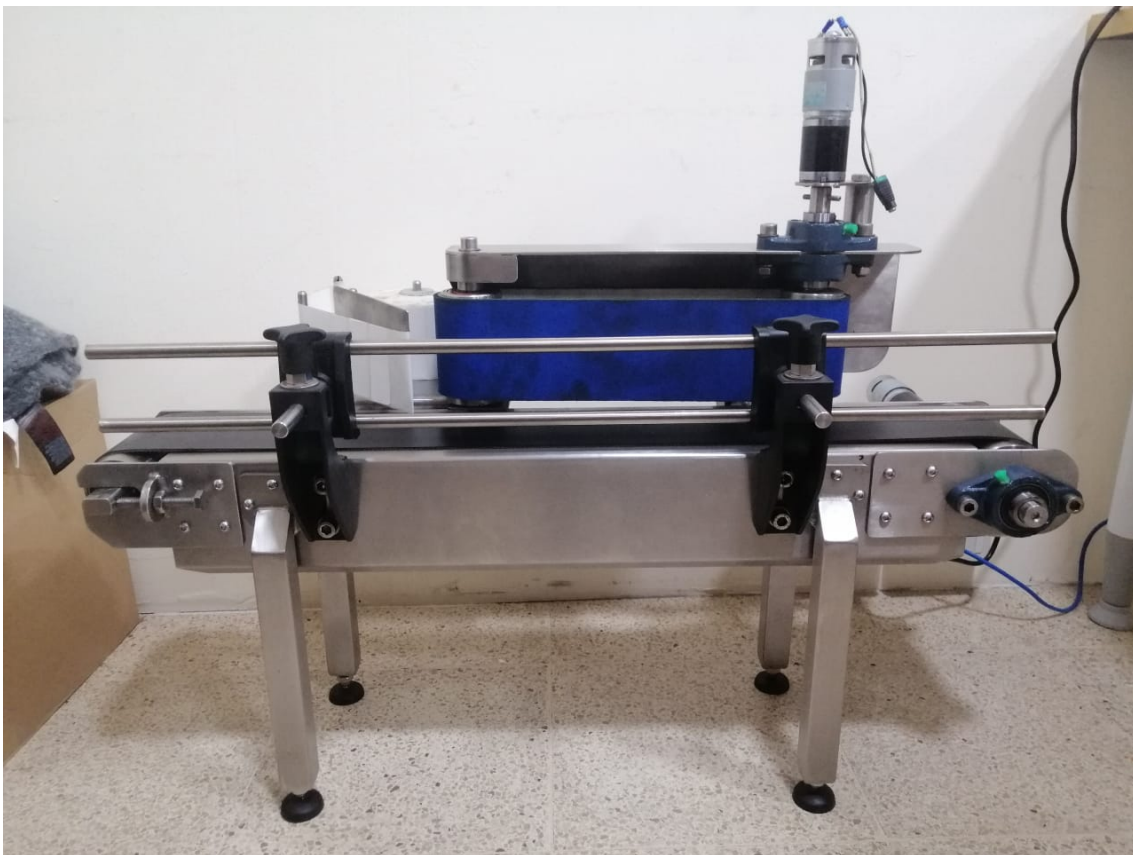


Figura 19. Se presenta prototipo que demuestra la aplicación del diagrama

V-K. Diseño Electrónico/Eléctrico

Se revisará el funcionamiento de la unión de componentes eléctricos y electrónicos, tales como relés, sensores, motores, botoneras, driver de motor de pasos. Además de verificar que todo componente involucrado en este sistema cuente con una integración segura.

Cálculos de potencia del sistema

$$P = V \times R \quad (10)$$

Los cálculos de potencia del sistema se llevaron a cabo utilizando la ecuación $P = V \times R$, donde P denota la potencia en vatios [*Watt*], V representa el voltaje en voltios [*Voltio*], y R corresponde a la resistencia en ohmios [*Ohm*]. Los resultados se desglosan de la siguiente manera:

La potencia de la fuente se establece en 192 [*W*], lo que indica la potencia suministrada por la fuente de alimentación.

La potencia de los motores se calcula en 36 [*W*] para cada uno, y dado que hay dos motores, la potencia total de los motores es de 72 [*W*].

La potencia del motor de pasos se determina en 48 [*W*]. La potencia del controlador lógico programable PLC FX2N-20MT-232 se estima en 24 [*W*].

La potencia de los sensores y actuadores se establece en 14,4 [*W*] para los sensores, y 13,44 [*W*] para los relés.

La potencia total del sistema se calcula al sumar todas las potencias individuales dando como resultado 157,44 [*W*]. Este valor representa la potencia total requerida por el sistema en funcionamiento.

V-L. *Diseño Electrónico*

Se realiza el correcto posicionamiento y distribución de los sensores, esto permite determinar el funcionamiento óptimo de los sensores en su aplicación, donde enviarán una señal por proceso asignado al PLC FX2N-20MT-232 controlador lógico programable que se encargará de unificar los procesos de control de la máquina.

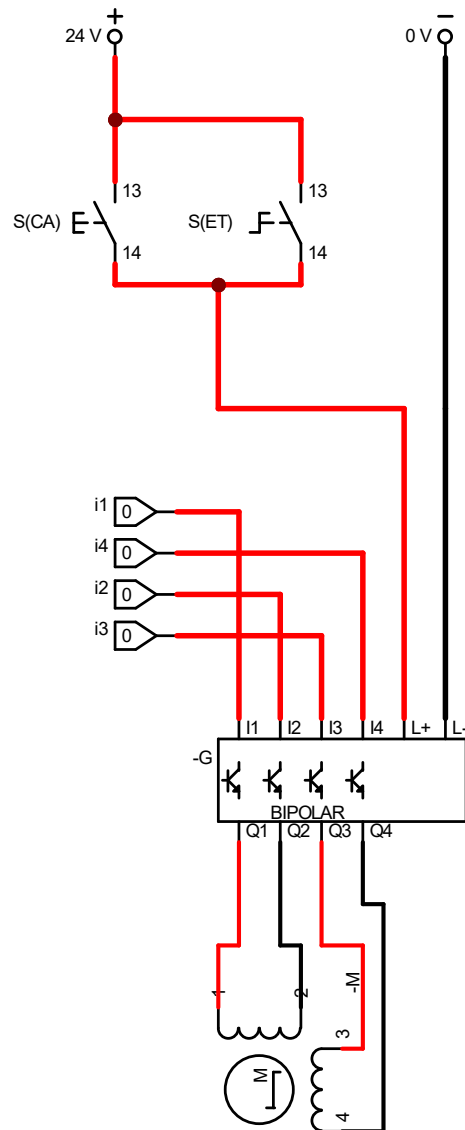


Figura 20. Diagrama eléctrico y de control de motores de pasos

V-M. Diseño Eléctrico

Por medio de cálculos y tablas de fabricantes se elige el motor a usarse como impulsor para los distintos sistemas de bandas, además de las conexiones que energizarán a todo el dispositivo.

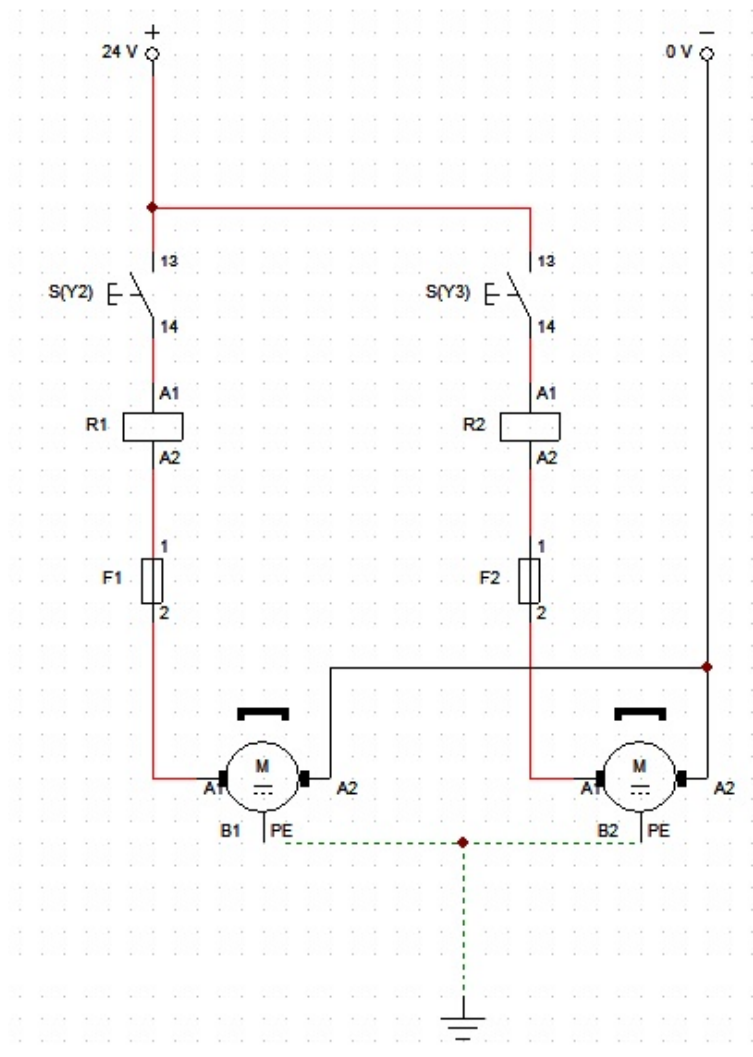


Figura 21. Diagrama eléctrico de motores

En el diagrama anterior, se describe el accionamiento de los motores de 24 V que operan la máquina etiquetadora. En este esquema, se puede observar que dichos motores son controlados a través de relés y cuentan con protección mediante el uso de fusibles.

V-N. Integración de Fase Electrónico/Eléctrico

Se comprobará mediante una simulación el adecuado acoplamiento de los componentes a usar en el sistema, para luego proceder al armado del tablero e incorporarlo a la máquina para validar el funcionamiento del prototipo.

V-Ñ. Validación de resultado

Luego del análisis, queda evidenciado el rendimiento del proceso de etiquetado de manera manual en contraste con el proceso modernizado, la automatización tiene beneficios como costos de producción por lote y los tiempos de proceso más cortos, con esta implementación en el proceso se pueden evaluar las mejoras en productividad, calidad de producto y costo de fabricación.

Análisis de costos y tiempos de producción manual versus automático

El estudio de los tiempos de producción se enfocó en una fábrica ubicada en el sector Eloy Alfaro del cantón Durán, especializada en la elaboración y desarrollo de productos químicos utilizados en las industrias de construcción y automotriz. En esta instalación, el etiquetado de las botellas se llevaba a cabo de manera manual los datos fueron tomados, por M. Bajaña y C. Barroso, en la empresa modelo.

En el proceso de etiquetado manual, se contaba con un único operario que dedicaba aproximadamente 25 segundos para etiquetar cada botella. Con un turno laboral de 8 horas, se calculó que se producían alrededor de 144 botellas por hora y un total de 1152 botellas en una jornada de trabajo.

Por otro lado, al considerar la implementación de una máquina etiquetadora, se obtuvieron datos diferentes. La operación de la máquina requería un operario y tan solo 18 segundos para etiquetar cada botella. Bajo estas condiciones, se estimó una producción de aproximadamente 200 botellas por hora y un total de 1600 botellas en una jornada de 8 horas.

| Procesos | Proceso manual (antes) | Proceso automático (ahora) |
|--------------------------|------------------------|----------------------------|
| Operarios | 1 | 1 |
| Tiempo de etiquetado [s] | 25 | 18 |
| Producción [unid/hr] | 144 | 200 |
| Turno [hr] | 8 | 8 |
| Producción [unid/día] | 1152 | 1600 |

Estos resultados evidencian una mejora significativa en la eficiencia y la productividad al utilizar la máquina etiquetadora en comparación con el proceso manual. La implementación de esta maquinaria no solo reduce el tiempo de producción por unidad, sino que también aumenta la capacidad de producción diaria, lo que podría tener un impacto positivo en la empresa y sus operaciones.

VII. TABLA DE PRESUPUESTO

A continuación se muestra el presupuesto de trabajo

Tabla II
PRESUPUESTO PARA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS

| Item | Descripción | Origen | Costo total |
|------|------------------------------------|-----------------------|-------------|
| 1 | Plc | Aliexpres | \$40,00 |
| 2 | Fuente 24[v] | Electronica Velasco | \$30,00 |
| 3 | Sen etiqueta | Aliexpres | \$35,00 |
| 4 | Sen Capacitivo | Elecquito | \$25,00 |
| 5 | Gabinete | Sisegusa | \$35,00 |
| 6 | Pulsador | Cgc | \$6,50 |
| 7 | Luces piloto | Cgc | \$12,00 |
| 8 | Botón de emergencia | Cgc | \$7,00 |
| 9 | Relés dc 24[v] | Cgc | \$16,00 |
| 10 | Riel | Cgc | \$14,00 |
| 11 | Canaletas | Cgc | \$8,00 |
| 12 | Driver | Aliexpres | \$21,00 |
| 13 | Motor pasos | Aliexpres | \$35,00 |
| 14 | Motor x 3 dc 24[v] | Aliexpres | \$125,00 |
| 15 | Potenciómetro industrial x 2 10[k] | Cgc | \$19,00 |
| 16 | Broca de 4 a 20[mm] | Cgc | \$4,50 |
| 17 | Terminales 22 18 16 | Cgc | \$8,25 |
| 18 | Distribuidor de carga | Cgc | \$10,00 |
| 19 | Fan dc 24[v] | Electrónica del norte | \$8,00 |
| 20 | Tapa de potenciómetro industrial | Cgc | \$16,40 |
| 21 | Cables 18 16 | Fercoelectsa | \$12,50 |
| 22 | Socket 2p 3p 4p | Electrónica del norte | \$12,50 |
| 23 | Asesoría en construcción Mecing | Mecing | \$700,00 |
| | Total | | \$1203,15 |

VIII. CONCLUSIONES

Se logró obtener los resultados esperados en la fabricación de la máquina etiquetadora, los componentes eléctricos y mecánicos trabajan en armonía. El sistema de etiquetado y bandas ejecuta las velocidades y adherencia de la etiqueta consiguiendo resultados favorables.

En definitiva, los datos recolectados en la cuantificación de botellas etiquetadas de manera manual permitieron establecer una base sólida para comparar y evaluar el rendimiento de la máquina propuesta, el cual reflejó la eficacia y mejora de este proceso.

Mediante el diseño de la máquina etiquetadora se obtuvo un avance significativo hacia la eficiencia en la producción al reducir los tiempos del proceso, mejorar y estandarizar el etiquetado de botellas.

En conjunto, se logró llevar a cabo la construcción de la máquina guiados por las consideraciones del diseño y la simulación de sus partes, lo que nos llevó a validar su funcionamiento adecuado.

En función de los hallazgos, los prototipos iniciales presentaron oportunidades de mejora en el diseño y construcción referente a materiales y componentes, lo que nos llevó abarcar el problema y el diseño desde distintas aristas obteniendo como resultado un diseño funcional y optimizando los recursos disponibles. En conclusión, la máquina etiquetadora cumple con los objetivos planteados logrando un correcto etiquetado de botellas y reduciendo tiempos de producción.

Se logró ejecutar las velocidades programadas dentro de los rangos establecidos para el sistema de banda horizontal y lateral, cumpliendo con el correcto traslado de las botellas a lo largo de máquina y efectuando mejor adherencia de la etiqueta.

Se demostró que el sistema de etiquetado en su implementación cumple con las exigencias propuestas, esto efectuando un etiquetado de mejor calidad y ayudando a reducir los tiempos de producción.

IX. RECOMENDACIONES

Verificar que la banda horizontal y lateral se encuentren correctamente alineadas, esto para evitar fallos en el traslado de las botellas y errores en la adherencia de las botellas, en caso de desalineación se recomienda desajustar los pernos tensores, colocar la banda en posición y volver a ajustar de manera uniforme.

Se recomienda no manipular las conexiones eléctricas y electrónicas que se encuentran de manera externas o internas de la máquina, ya que podría ocasionar el fallo o daño en la máquina. En caso de falla de una de sus partes, se debe desenergizar la máquina y revisar que los contactos se encuentren correctamente colocados.

Se sugiere que el lugar en que la máquina vaya a ser operada no se encuentre en un ambiente con excesivo nivel de polvo y/o agua, ya que el contacto con estos elementos podría ocasionar fallos o daño en los componentes de la máquina.

Es importante revisar que la posición de los selectores de velocidad de las bandas sea adecuada para la botella a usar, ya que de esta no ser adecuada haría perder estabilidad a la botella y caer en el transporte.

REFERENCIAS

- [1] J. Altamirano Rojas, «Análisis Y Cálculo De Una Banda Plana Para El Transporte De Cana Desfibrada En El Ingenio Casa Grande SAA,» 2019.
- [2] E. AyJ Transmisiones, «Tipos de bandas transportadoras,» *Obtenido de <https://tinyurl.com/umxsux7p>*, 2020.
- [3] E. E. bmr, «RODILLOS ESPONJA NARANJA,» *Obtenido de <https://tinyurl.com/m5x2efay>*, 2019.
- [4] A. Brunete, P. San Segundo y R. Herrero, «Introducción a la automatización industrial,» *linea*]. Available: https://bookdown.org/alberto_brunete/intro_automatica/sistemas-de-control.html. Último acceso: 23 Octubre 2021], 2020.
- [5] S. L. M. T. Company, «Máquina de envasado de la máquina de etiquetado de Shanghai Semiautomática máquina de etiquetado adhesivo etiquetadora Máquina de embalaje con impresora de etiquetas,» *Made in china*, 2019.
- [6] Contaval, «Sensores de color, contraste y luminiscencia de Sensopart,» Tesis de maestría., Contaval, 2022.
- [7] M. Cruz Vargas y M. García Figueroa, «Integración de un prototipo semiautomático para el etiquetado de frasco de medicamento.,»
- [8] A. Hou, «Hml de alta velocidad 200 OPP o BOPP de adhesivo termofusible y máquina de etiquetado de etiqueta privada de la botella de agua Precio máquina de etiquetado automático,» *Obtenido de https://es.made-in-china.com/co,unswell/product_High-Speed-Hml200-OPP-or-BOPP-Hot-Melt-Glue-Labeling-Machine-and-Private-Label-Water-Bottle-Automatic-Labeling-Machine-Price_reorrrnhg.html*, 2023.
- [9] I. MACHINERY, «Etiquetadora semiautomática,» *Obtenido de <https://tinyurl.com/357bp5jk>*, 2022.
- [10] I. MACHINERY, «Máquina para pegar etiquetas en botellas YT-10,» *Obtenido de <https://tinyurl.com/yh54c3nt>*, 2023.
- [11] R. C. Machinery, «Etiquetadora automática ET-1,» *Obtenido de <https://tinyurl.com/yck3pubp>*, 2022.
- [12] E. R. Pérez Castro, «Diseño de un sistema automatizado para mejorar el proceso de la máquina etiquetadora que se ajuste a distintos modelos de envase en La Casa De Esparadrappo Quins SA,» Tesis doct., Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial., 2021.
- [13] J. Piquer Tormo, «Diseño de máquina etiquetadora para línea de producción de muelles,» Tesis doct., Universitat Politècnica de Valencia, 2020.
- [14] M. A. Salazar Yopez y A. M. Chávez López, «Diseño del sistema de transporte de carbón para la mina La Maga ubicada en el departamento de Santander,» 2018.
- [15] O. Suárez Hernández, «Diseño de una banda transportadora de charolas de alimentos,»
- [16] Surjet, «¿Qué tipos de sistemas de etiquetado automático hay?» <https://tinyurl.com/283zzk5k>, 2022.
- [17] P. R. Viego Felipe, J. R. Gómez Sarduy y J. R. Fuentes Vega, «Motores sincrónicos sin devanados en el rotor accionados por variadores de frecuencia para su aplicación en vehículos eléctricos,» *Centro Azúcar*, vol. 45, n.º 1, págs. 62-72, 2018.

X. ANEXOS

X-A. Propuesta de Diseño de Máquina Etiquetadora

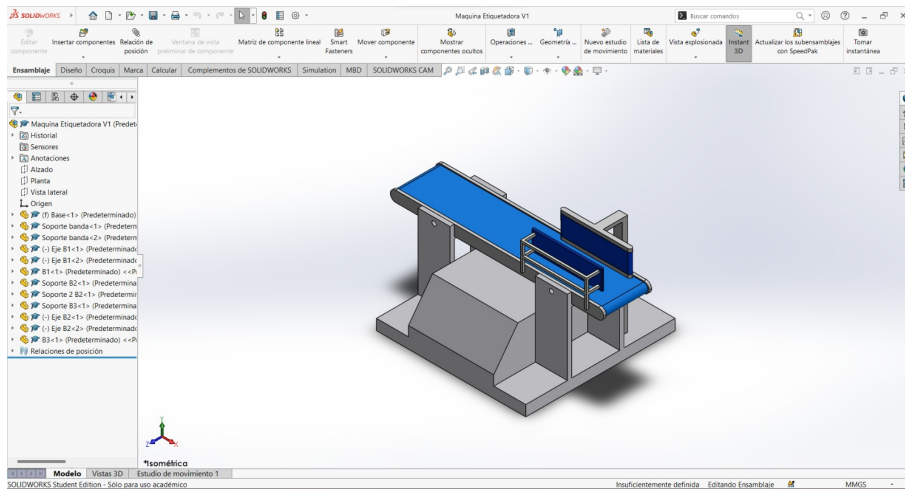


Figura 22. Máquina etiquetadora V1, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidworks

En este prototipo inicial podemos apreciar el sistema mecánico de movimiento, este está conformado por una banda transportadora que dará el avance de a la botella en todo el transcurso del proceso de etiquetado. Además, podemos ver la banda vertical que tiene como fin hacer girar la botella mientras avanza y a su vez es presionada con el soporte lo que le dará mejor adherencia de la etiqueta.

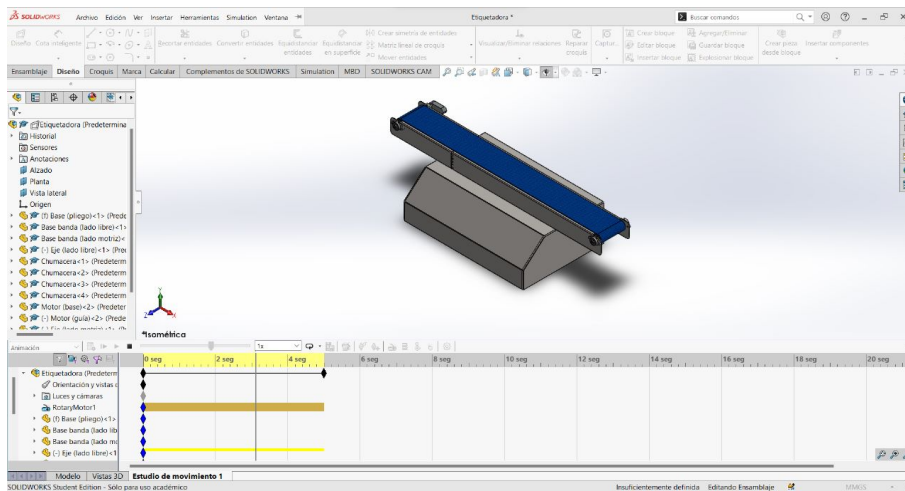


Figura 23. Máquina etiquetadora simulación de banda, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidworks

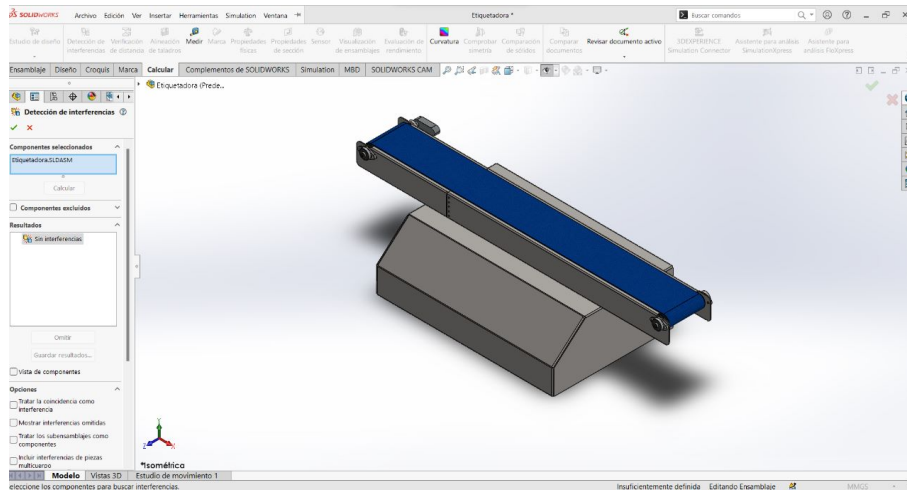


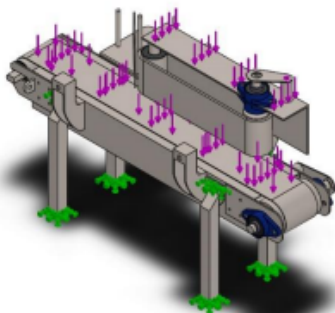
Figura 24. Máquina etiquetadora V2, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidworks

El nuevo diseño presentado en este trabajo de tesis fue proyectado considerando los requisitos específicos de los componentes de control, que demandaban un espacio adicional. Esta necesidad condujo a la modificación del diseño original, con el propósito de permitir la integración de todos los componentes en un gabinete de mayor tamaño.



Figura 25. Experimento para simular presión en botella, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso

Para simular la presión ejercida por la banda sobre la botella y la superficie de contacto, se llevó a cabo un experimento con el objetivo de obtener una medida referencial de la presión ejercida en una botella vacía.



Nombre del modelo: Máquina Etiquetadora
Configuración actual: Predeterminado

Figura 26. Análisis estático, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork

Información de interacción

| Interacción | Imagen de interacción | Propiedades de interacción |
|--------------------|--|--|
| Interacción global |  | Tipo: Unión rígida Componentes: 1 componente(s) Opciones: Mallado independiente |

Información de malla

| | |
|--|--|
| Tipo de malla | Malla sólida |
| Mallador utilizado: | Malla basada en curvatura de combinado |
| Puntos jacobianos para malla de alta calidad | 16 Puntos |
| Tamaño máximo de elemento | 61,5643 mm |
| Tamaño mínimo del elemento | 3,07822 mm |
| Calidad de malla | Elementos cuadráticos de alto orden |
| Mallar de nuevo las piezas fallidas de forma independiente | Desactivar |

Información de malla - Detalles

| | |
|---|----------|
| Número total de nodos | 118922 |
| Número total de elementos | 59251 |
| Cociente máximo de aspecto | 4,948,8 |
| % de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3 | 66,3 |
| El porcentaje de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10 | 8,77 |
| Porcentaje de elementos distorsionados | 0 |
| Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss): | 00:00:22 |
| Nombre de computadora: | MARCOS |

Figura 27. Información de iteración, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork

Tabla III
 TABLA DE FUERZA RESULTANTE, ELABORADO POR M. BAJAÑA Y C. BARROSO, SOLIDWORK

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

| Conjunto de selecciones | Unidades | Sum X | Sum Y | Sum Z | Resultante |
|-------------------------|----------|-------------|--------|-----------|------------|
| Todo el modelo | N | 0,000537339 | 211,78 | 0,0668945 | 211,78 |

Momentos de reacción

| Conjunto de selecciones | Unidades | Sum X | Sum Y | Sum Z | Resultante |
|-------------------------|----------|-------|-------|-------|------------|
| Todo el modelo | N.m | 0 | 0 | 0 | 0 |

Fuerzas de cuerpo libre

| Conjunto de selecciones | Unidades | Sum X | Sum Y | Sum Z | Resultante |
|-------------------------|----------|----------|-------------|--------|------------|
| Todo el modelo | N | 0,141422 | -0,00511477 | 1,3267 | 1,33423 |

Momentos de cuerpo libre

| Conjunto de selecciones | Unidades | Sum X | Sum Y | Sum Z | Resultante |
|-------------------------|----------|-------|-------|-------|------------|
| Todo el modelo | N.m | 0 | 0 | 0 | 1e-33 |

Resultados del estudio

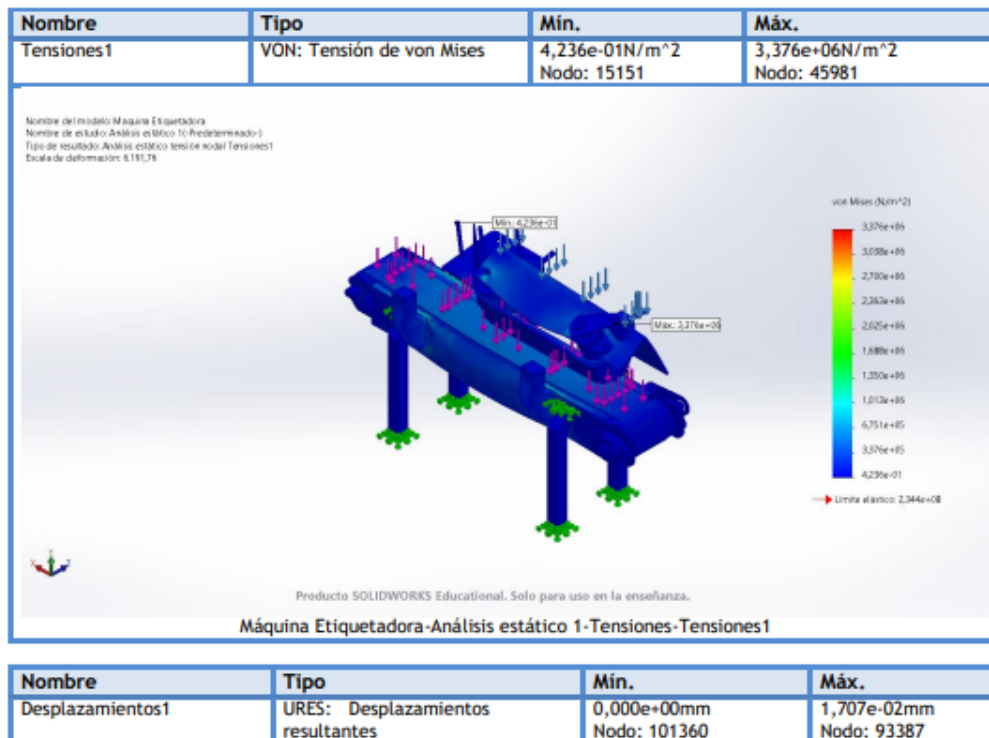


Figura 28. Tensión y desplazamiento, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork

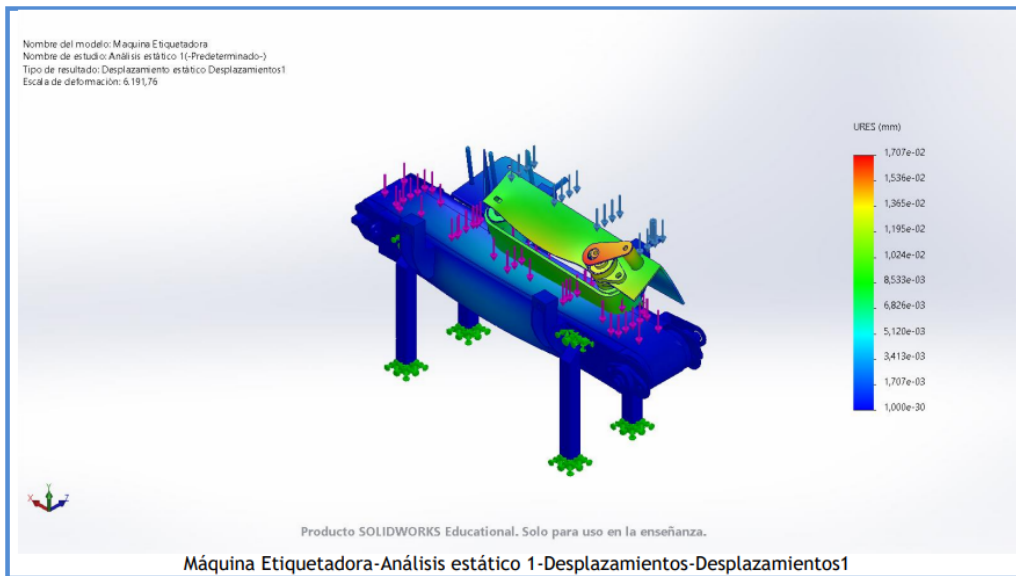


Figura 29. Análisis estático y desplazamiento, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork

XI. PLANOS

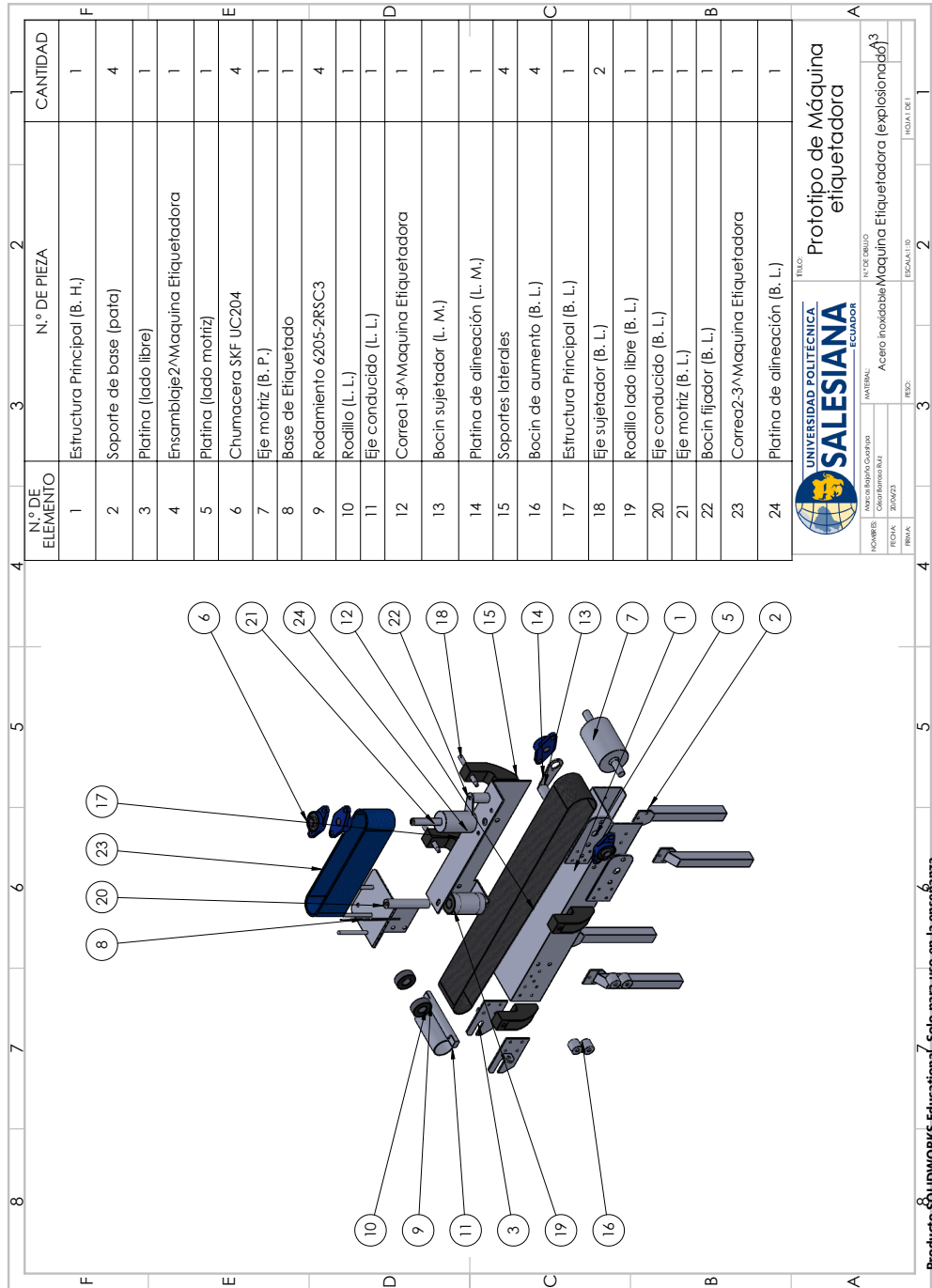


Figura 30. Máquina etiquetadora explosionado, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork

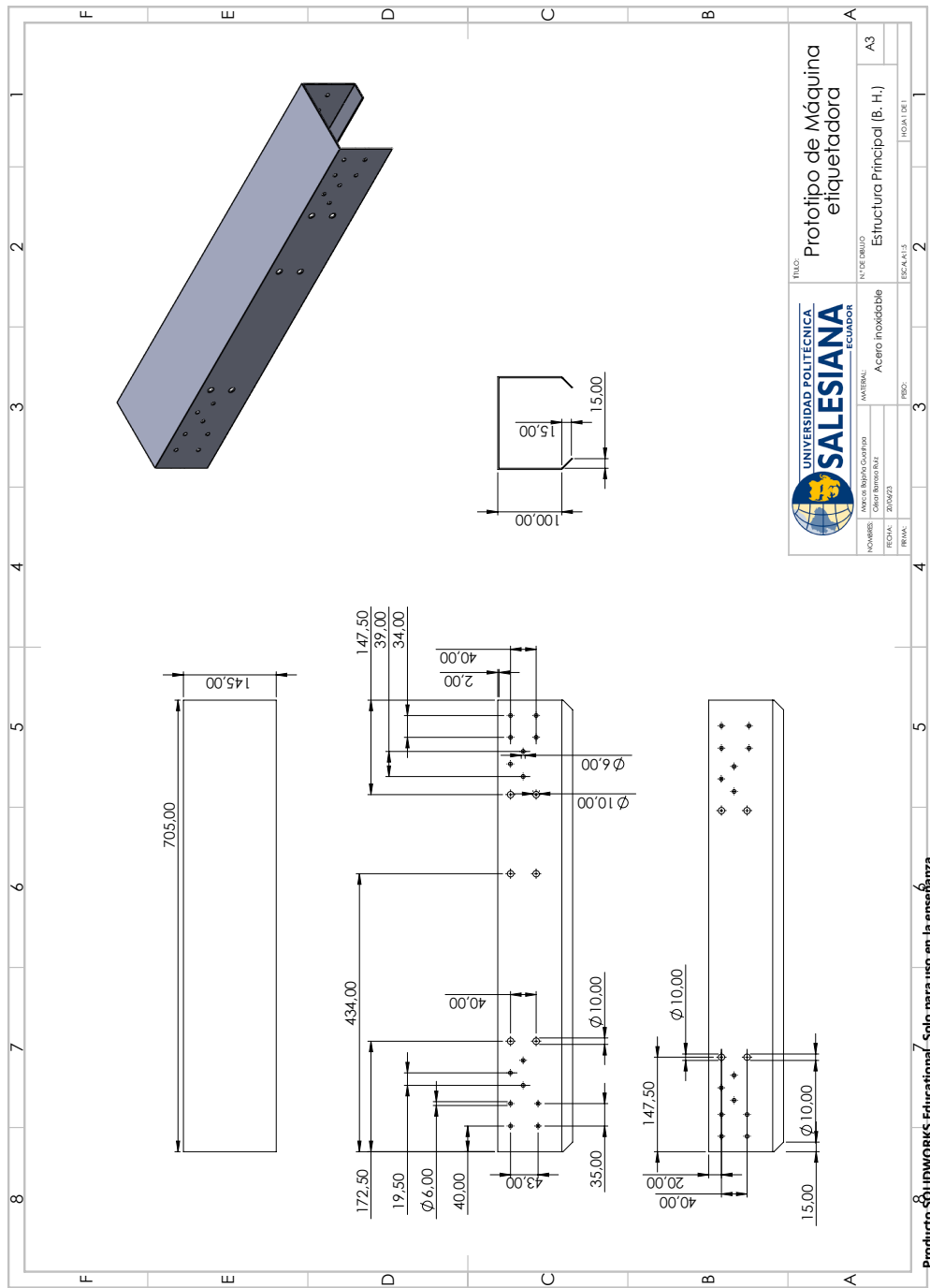


Figura 31. Estructura principal de la máquina etiquetadora, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork

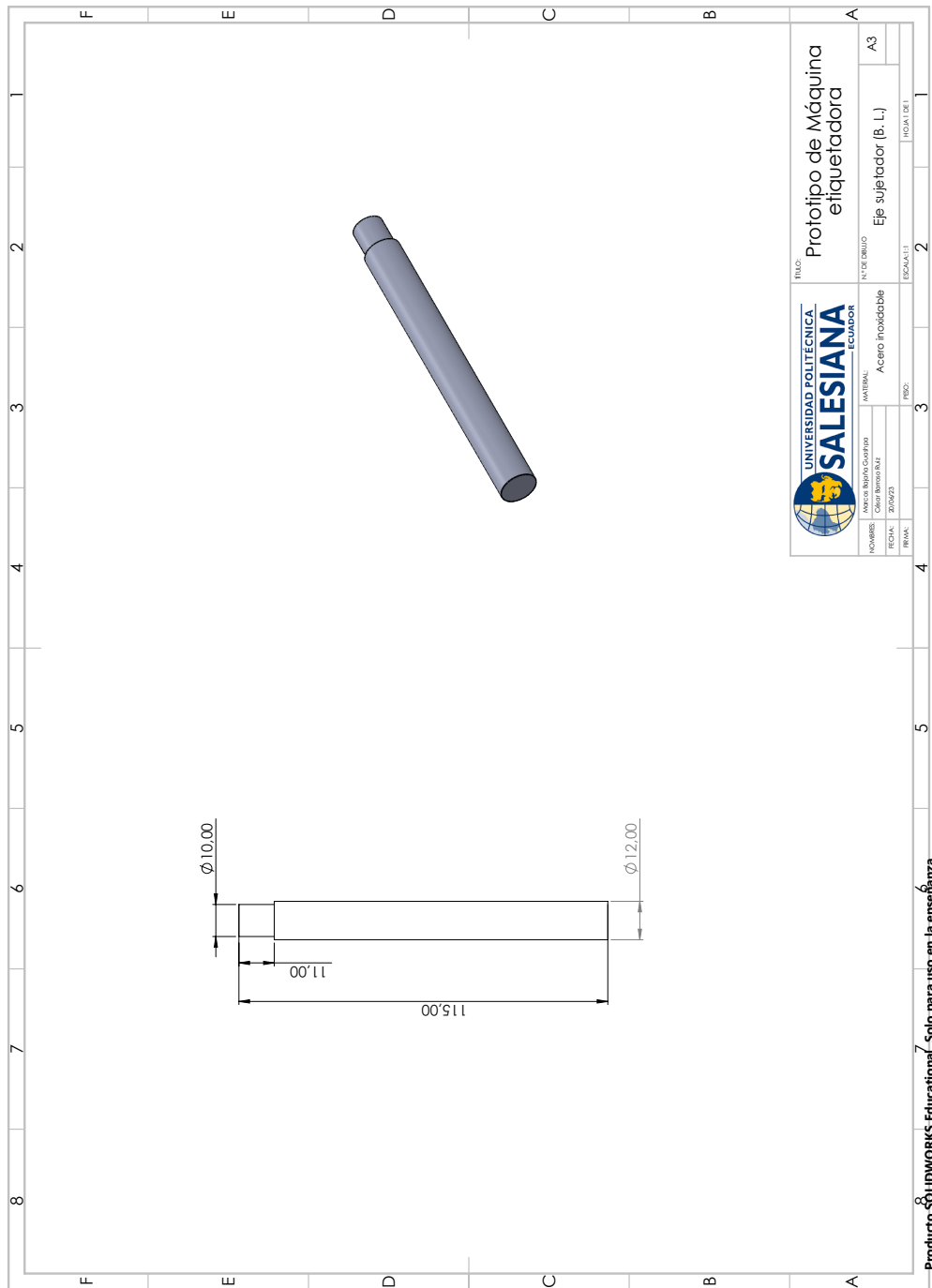


Figura 32. Eje sujetador, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork

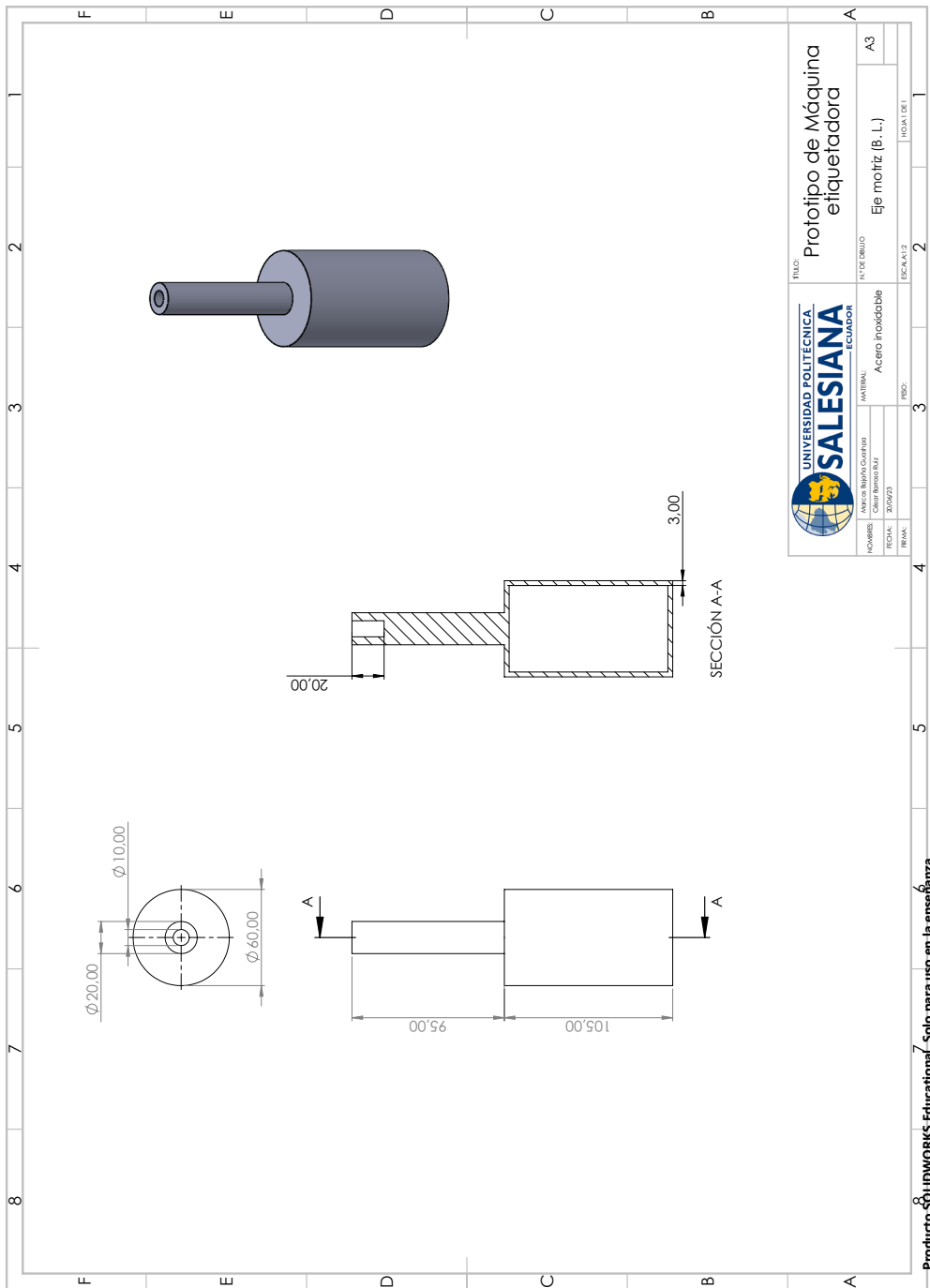


Figura 34. Eje motriz banda lateral, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork

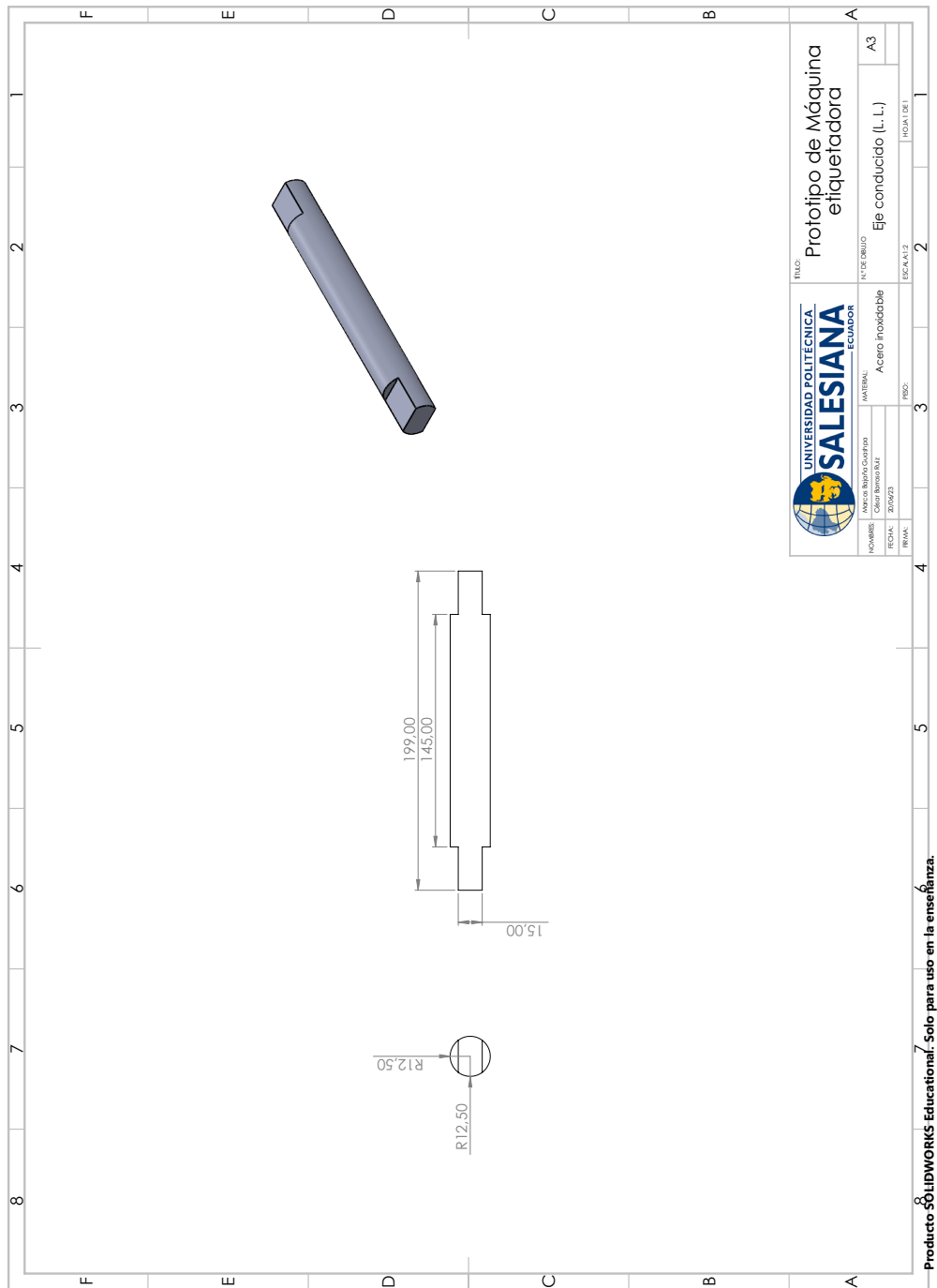


Figura 35. Eje conducido banda principal, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork

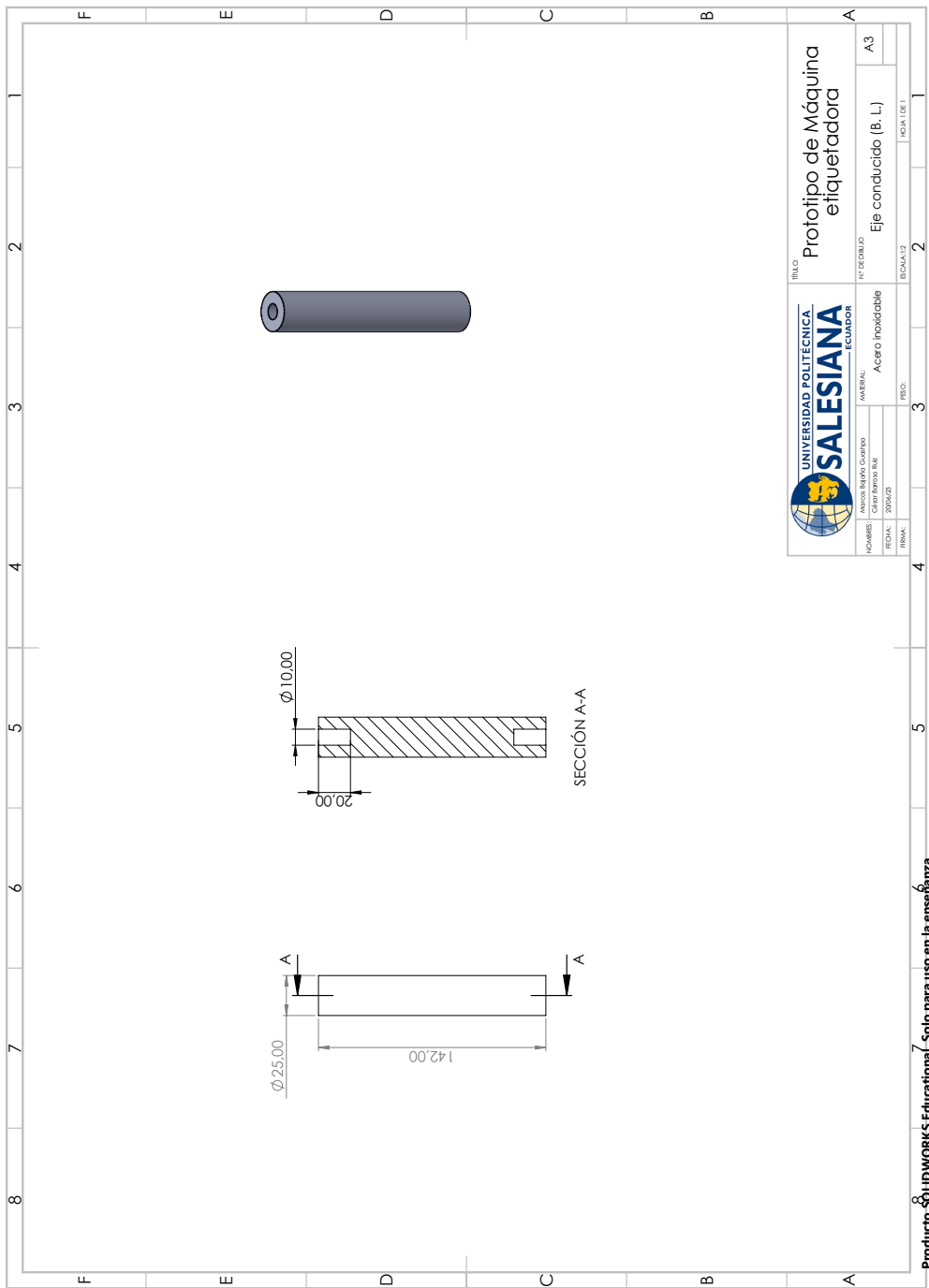


Figura 36. Eje conducido banda lateral, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork

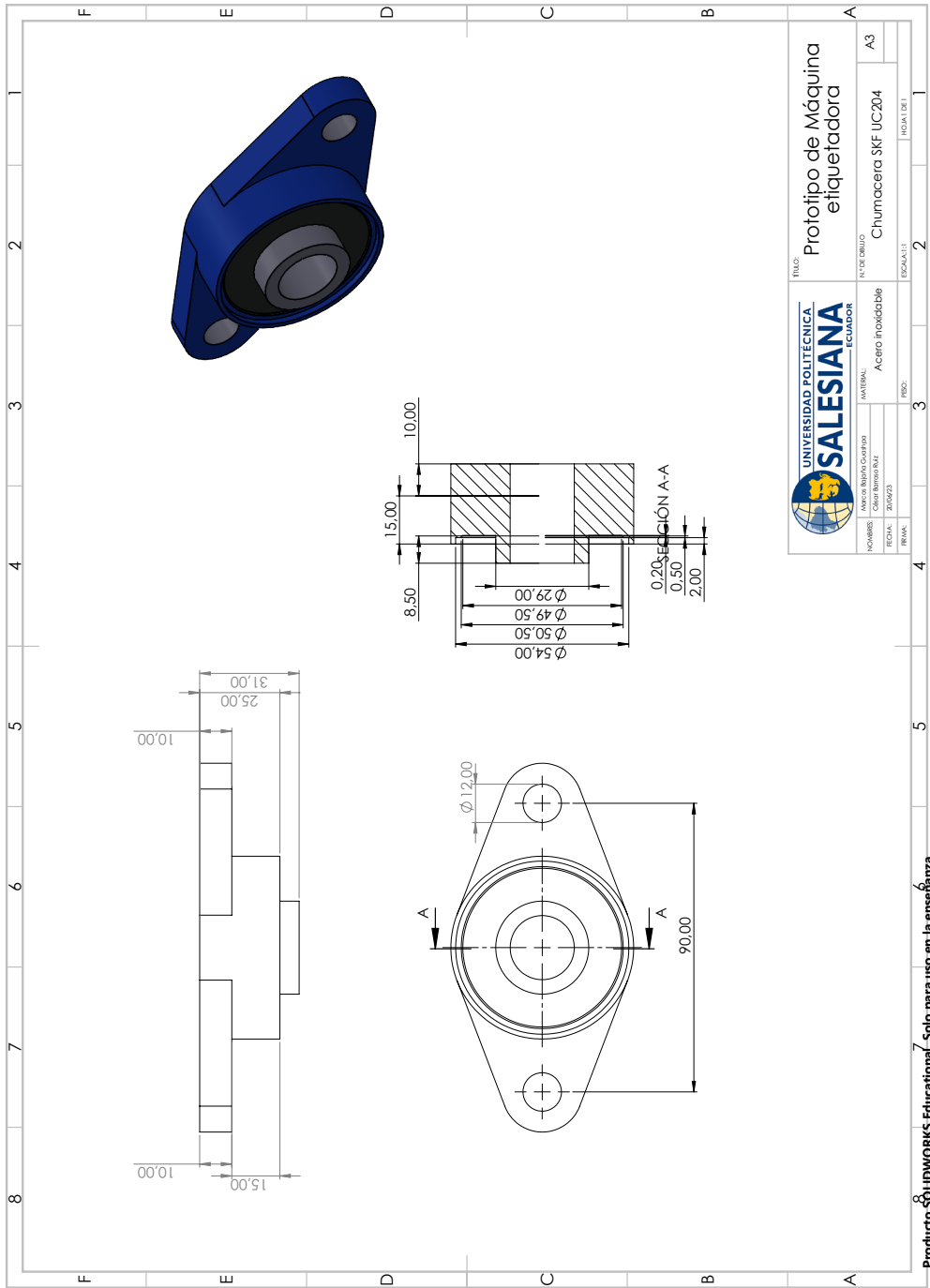


Figura 37. Chumacera skf uc204, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork

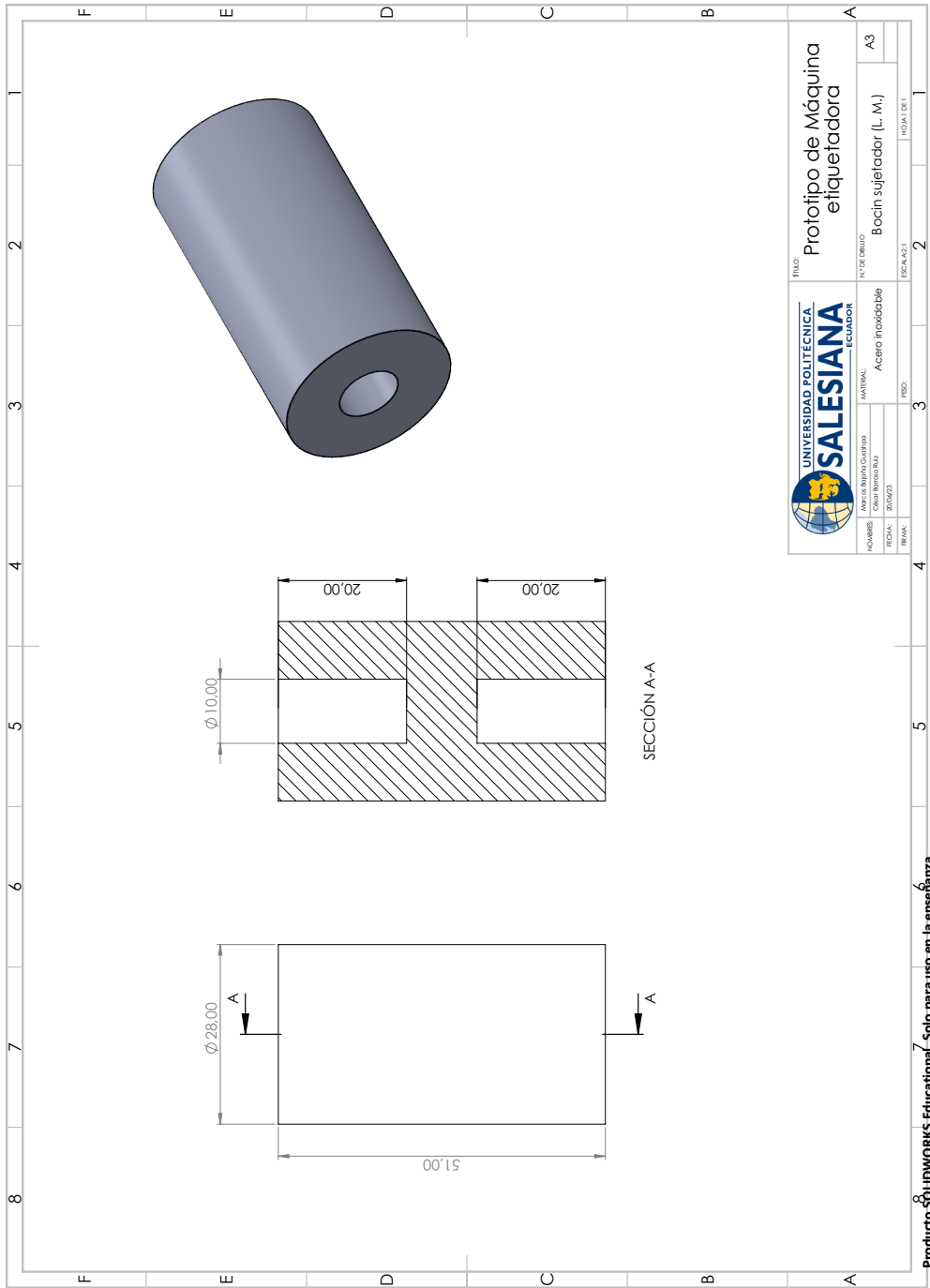


Figura 38. Bocín sujetador, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork

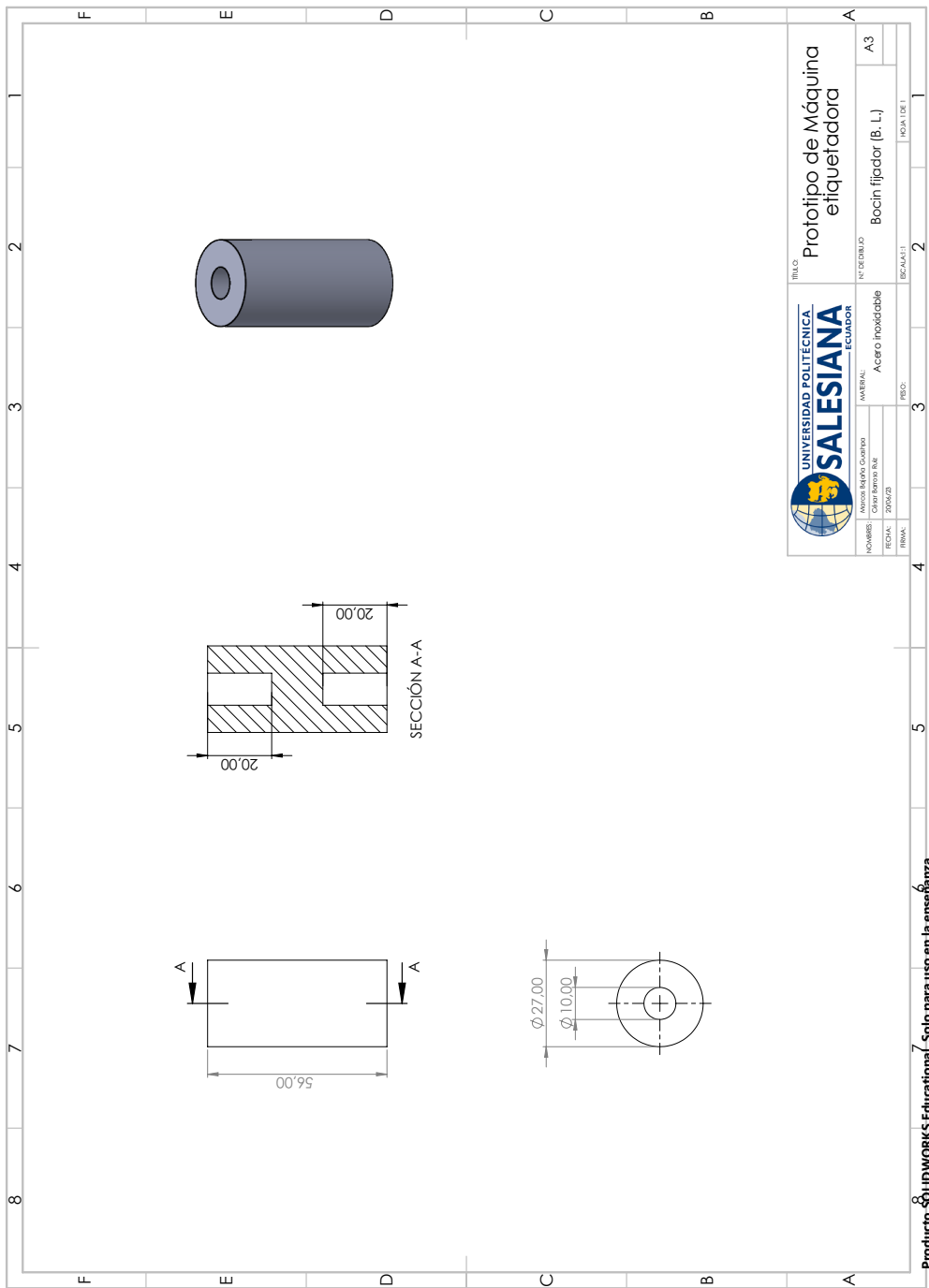


Figura 39. Bocín fijador, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork

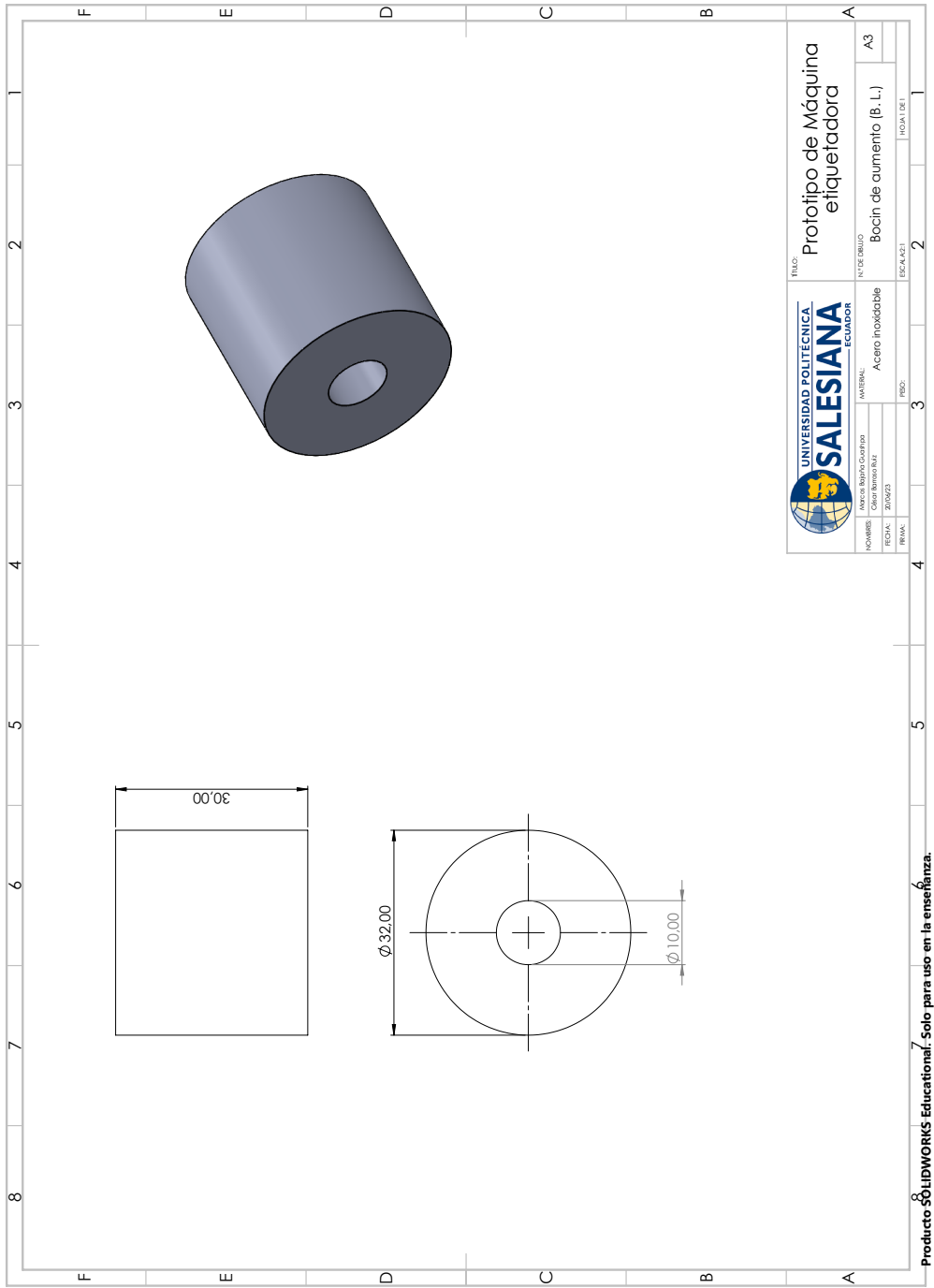


Figura 40. Bocín de aumento, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork

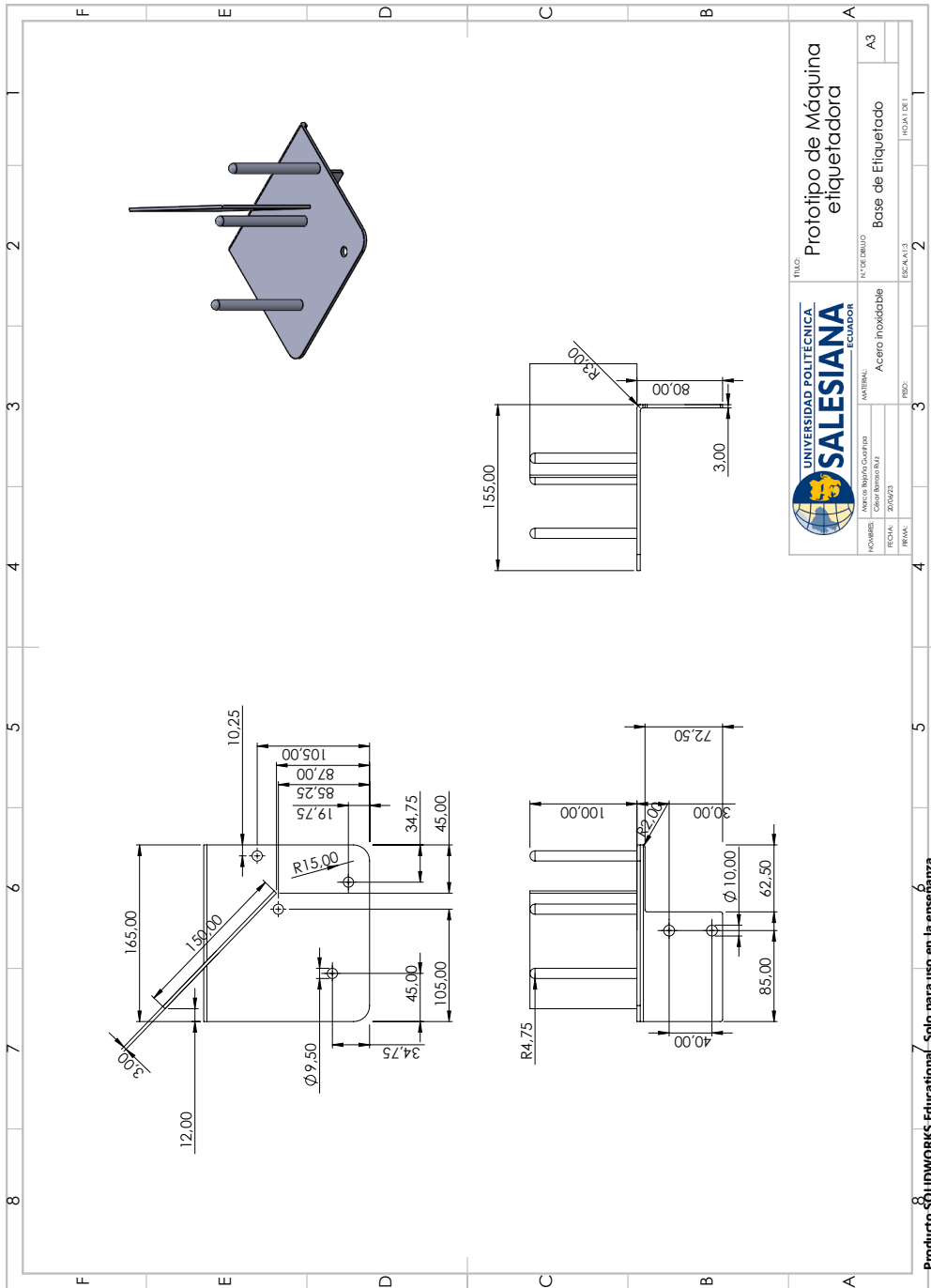


Figura 41. Base de etiquetado, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork

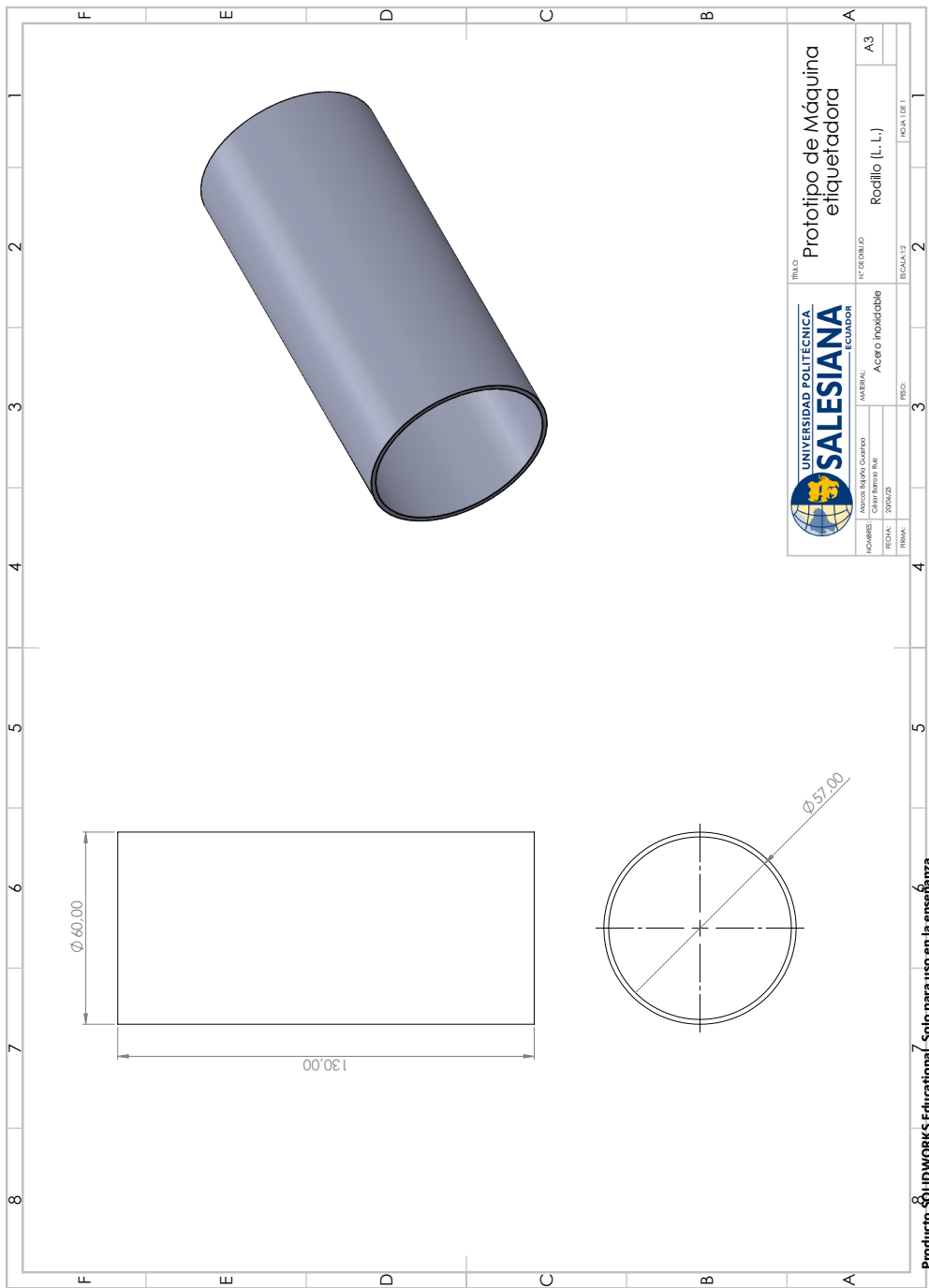


Figura 42. Rodillo lado libre, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork

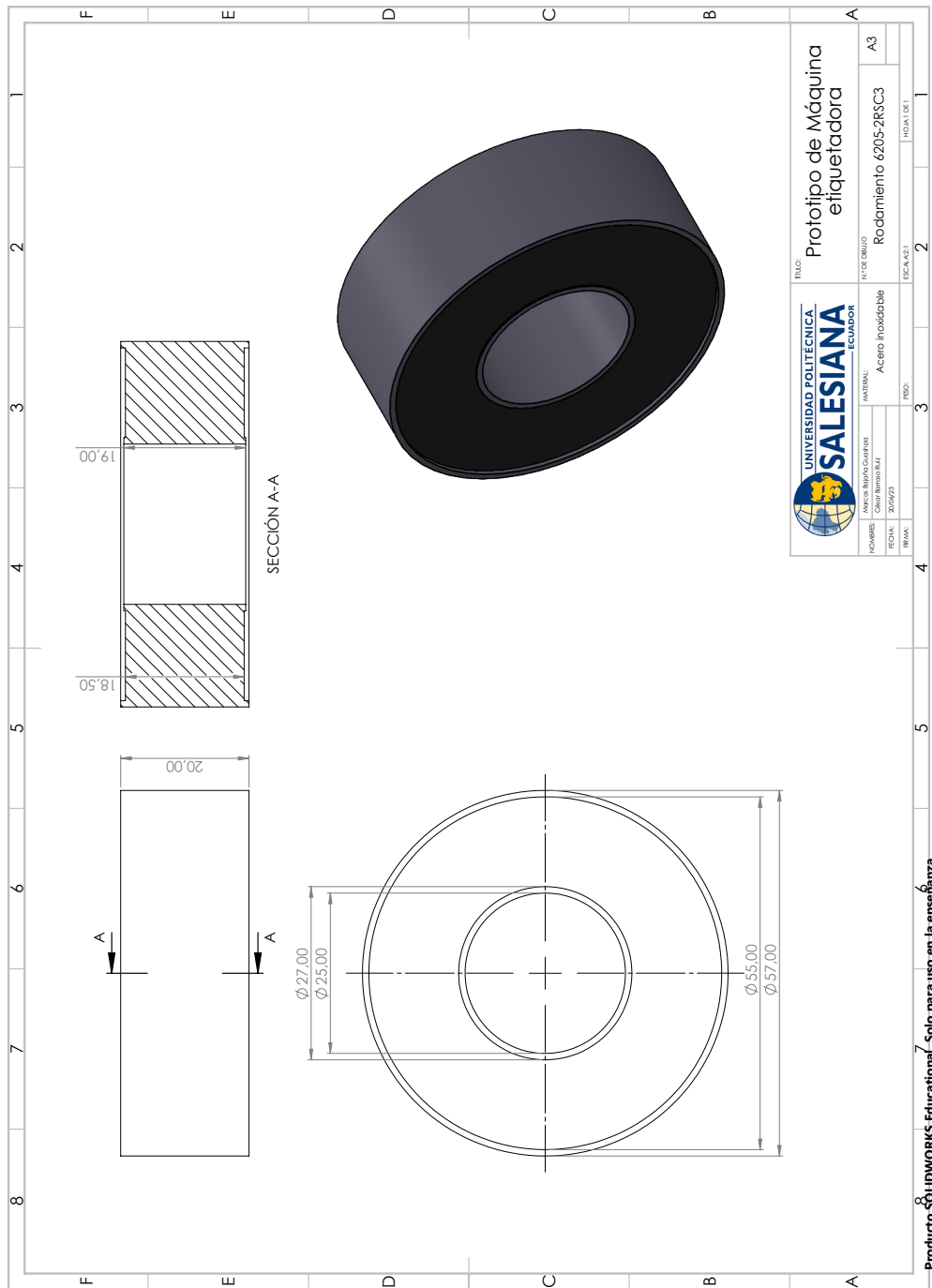


Figura 43. Rodamiento 6205-2RSC3, elaborado por M. Bajiña y C. Barroso, solidwork

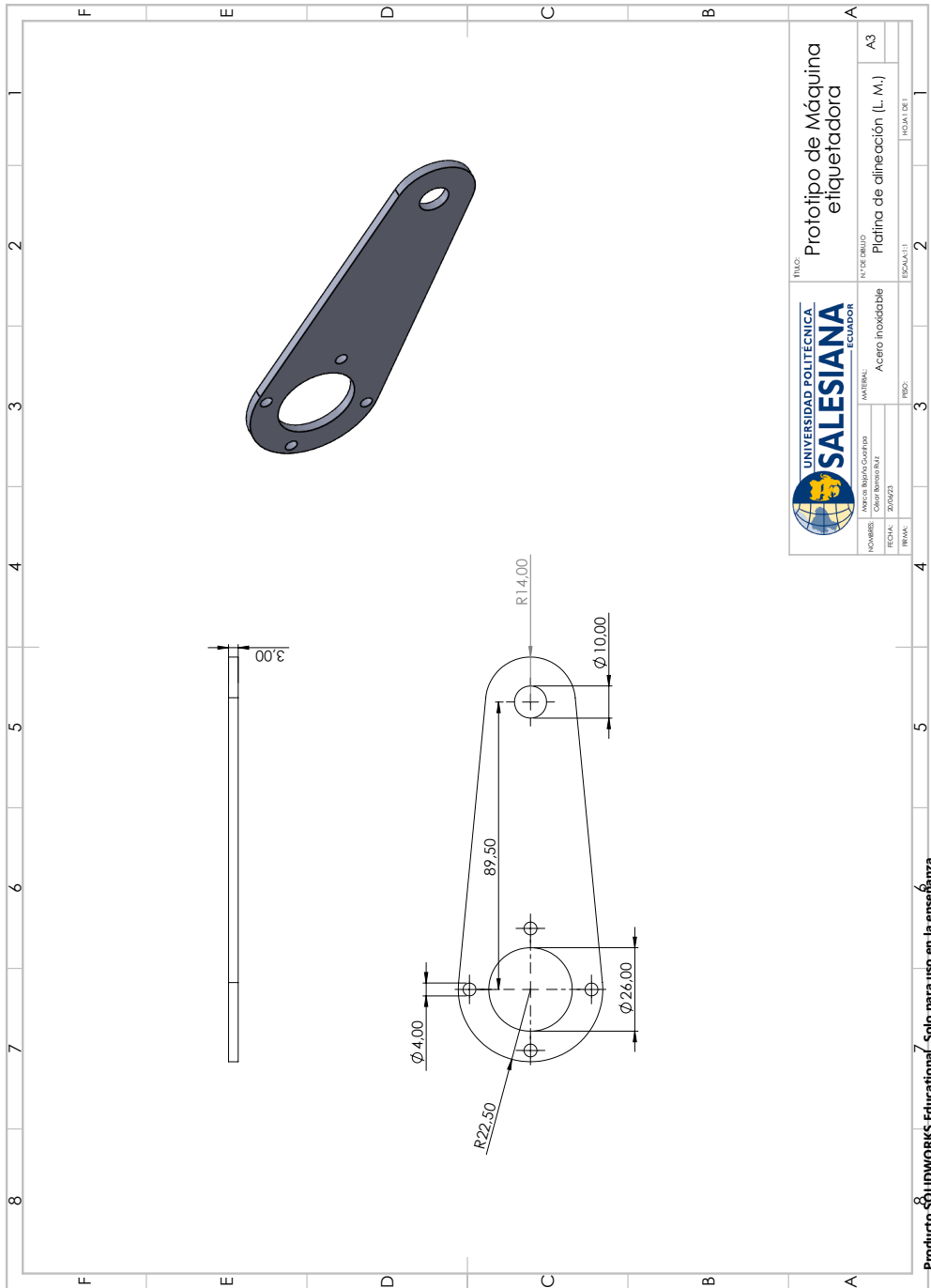


Figura 44. Platina de alineación lado motriz, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork

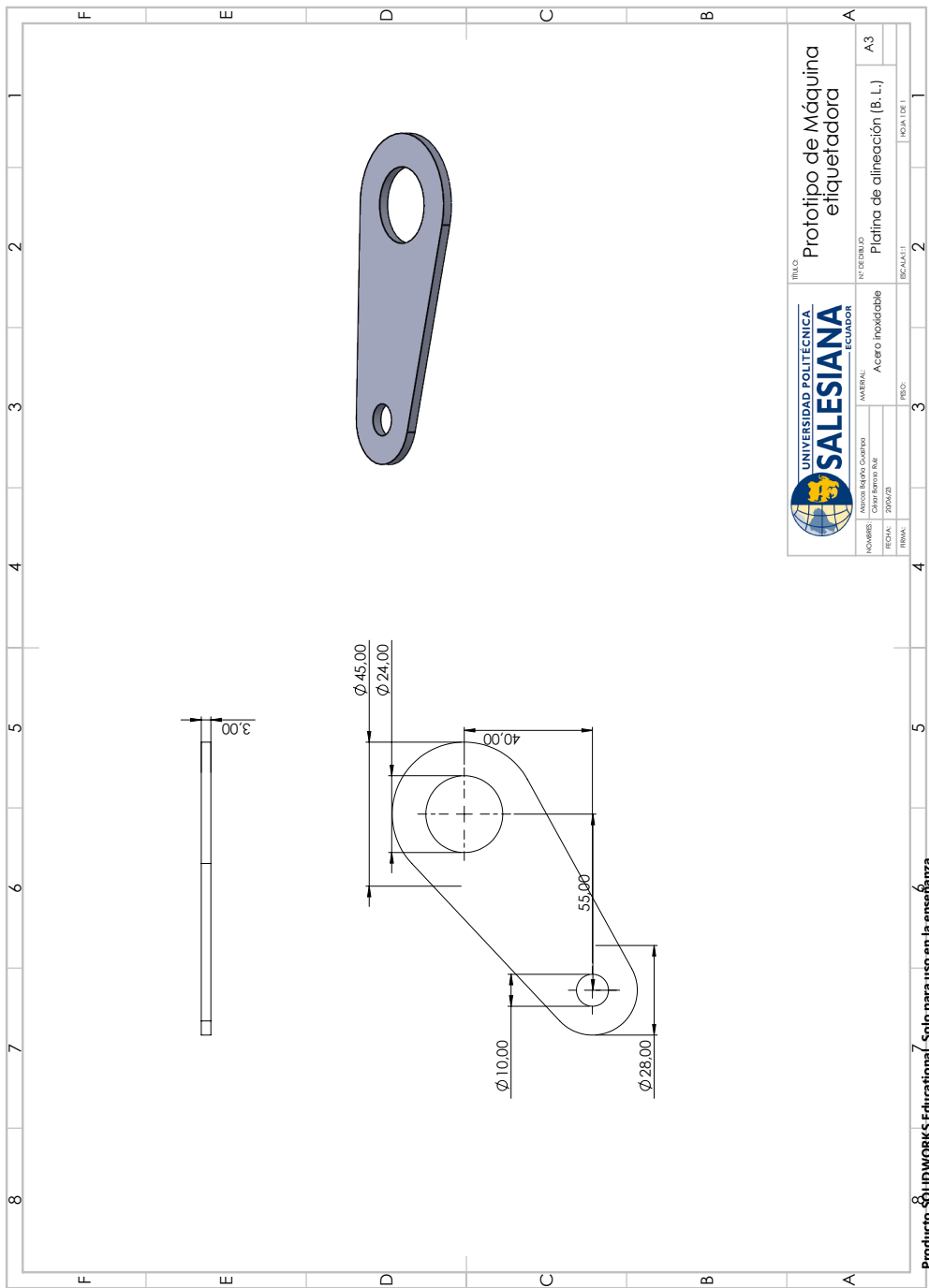


Figura 45. Platina de alineación banda lateral, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork

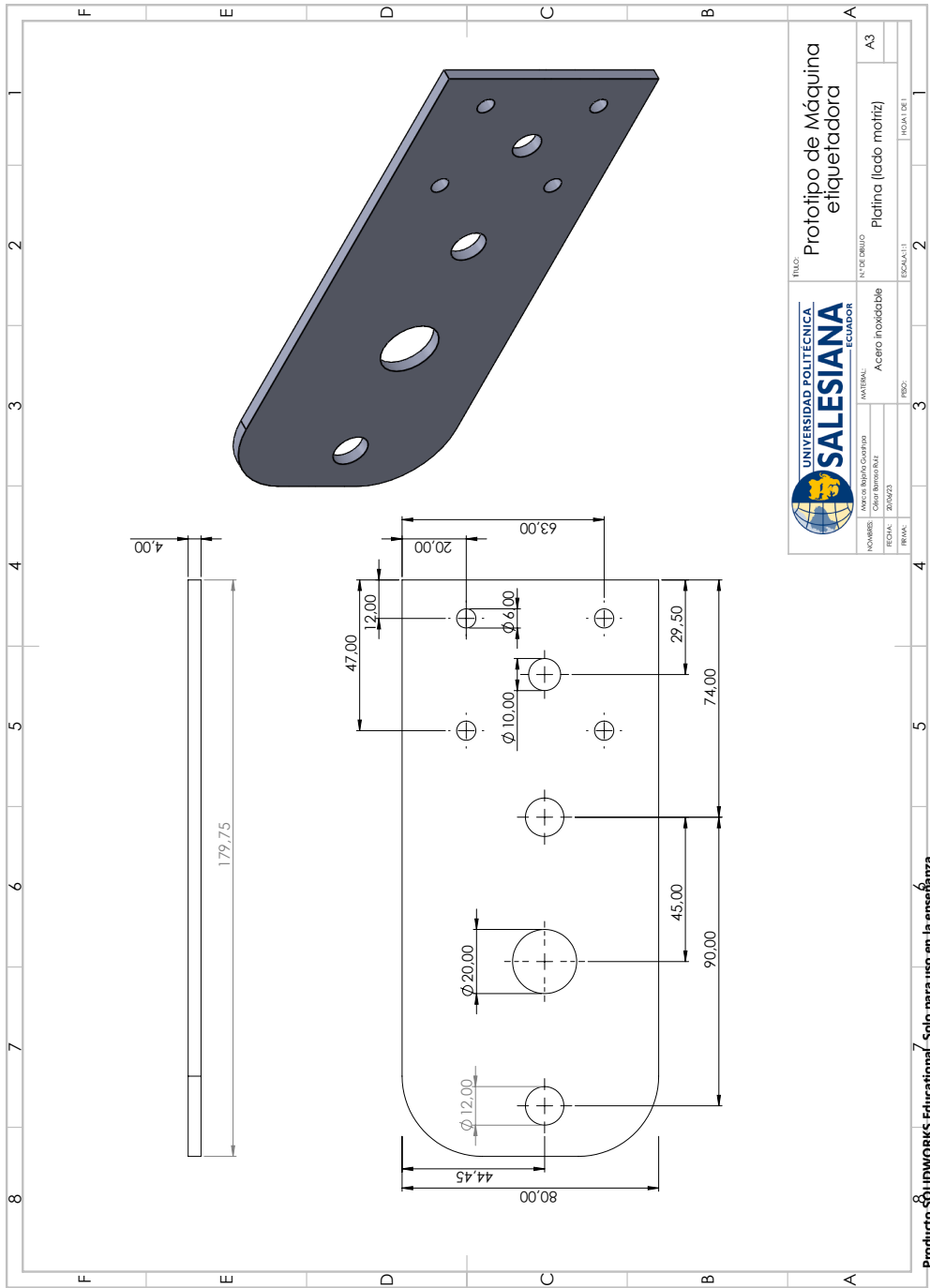


Figura 46. Platina lado motriz, elaborado por M. Bajiña y C. Barroso, solidwork

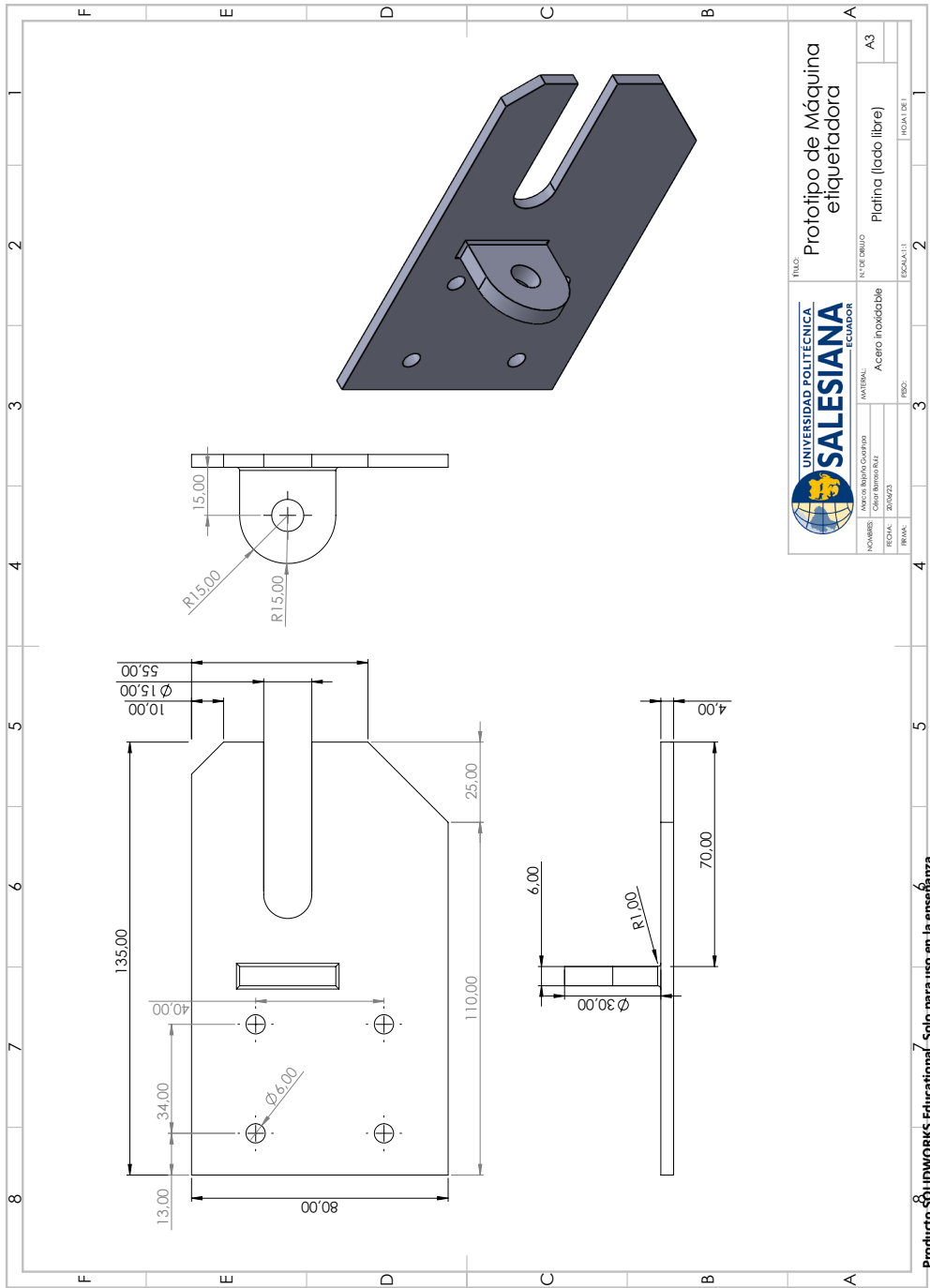


Figura 47. Platina lado libre, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork

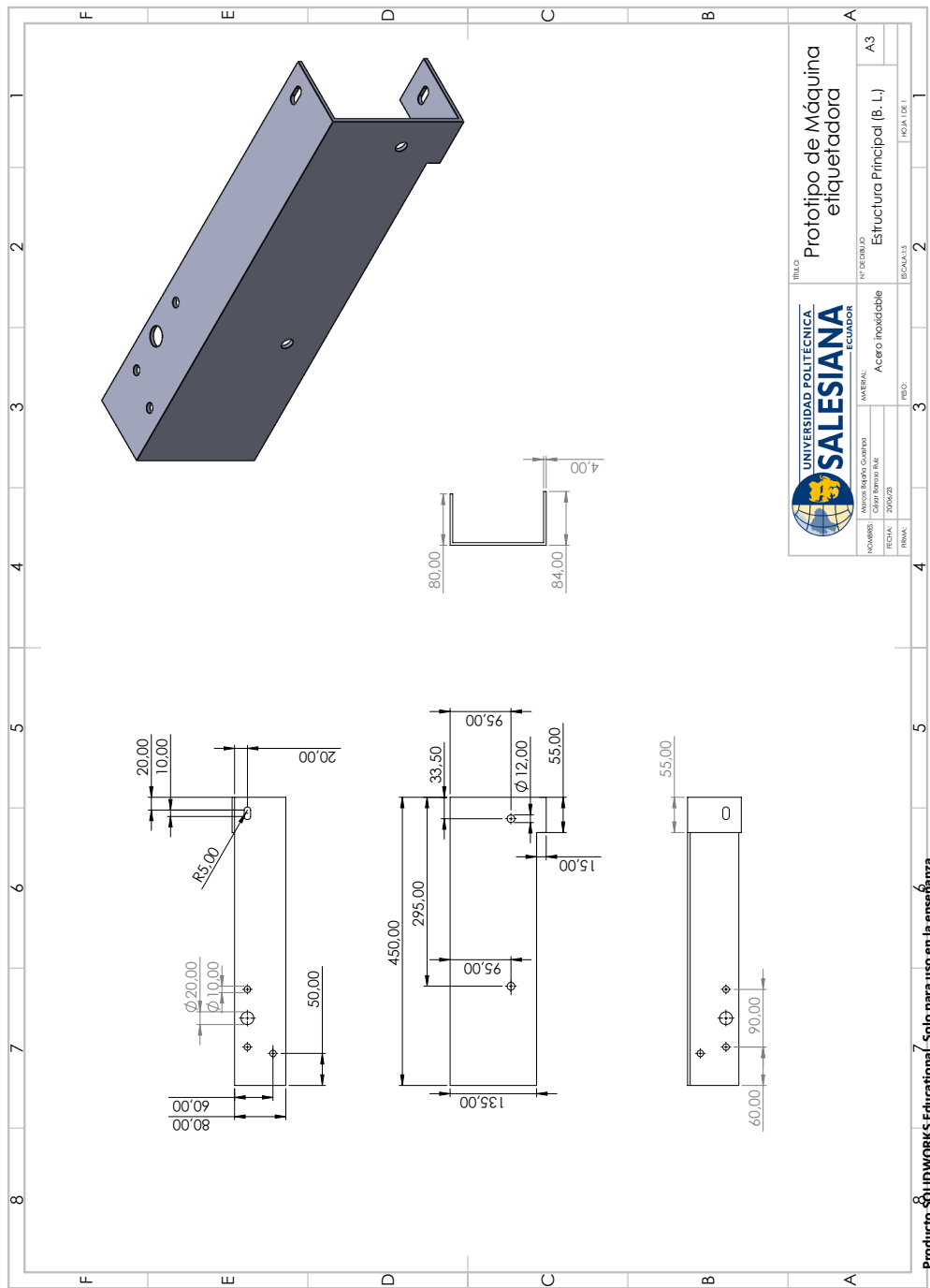


Figura 48. Estructura principal banda lateral, elaborado por M. Bajaan y C. Barroso, solidwork

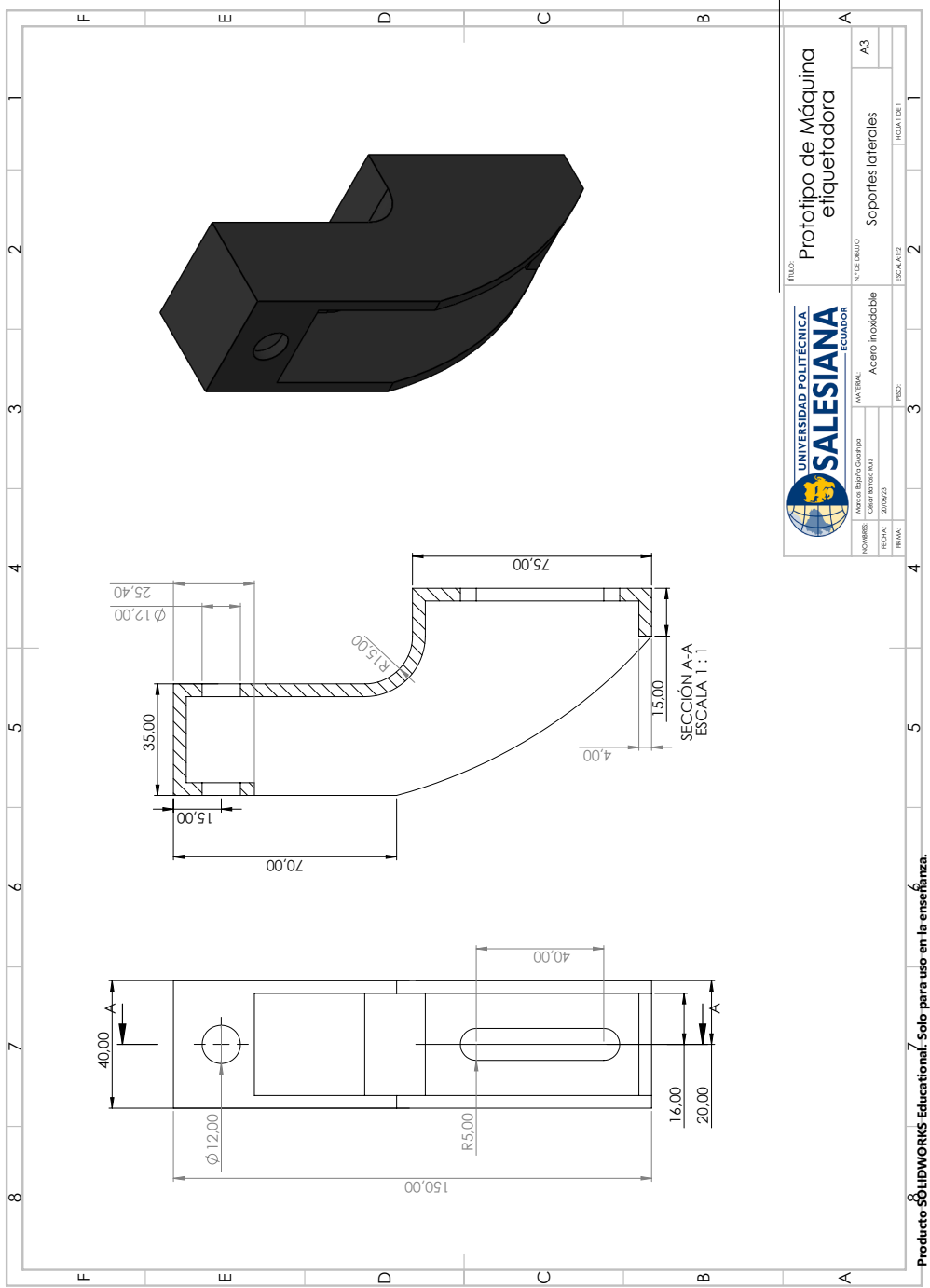


Figura 49. Soporte laterales, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork

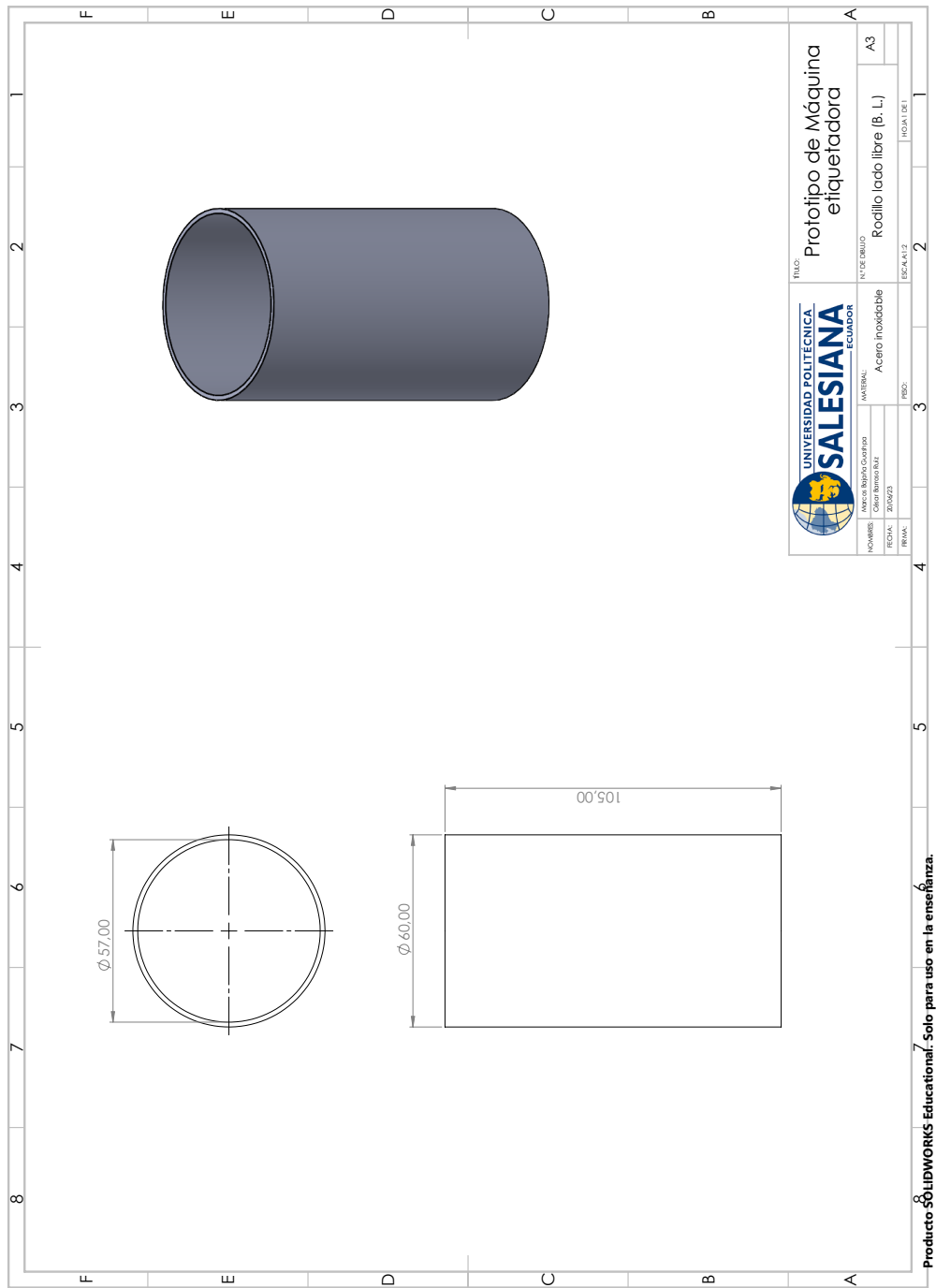


Figura 50. Rodillo lado libre banda lateral, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork

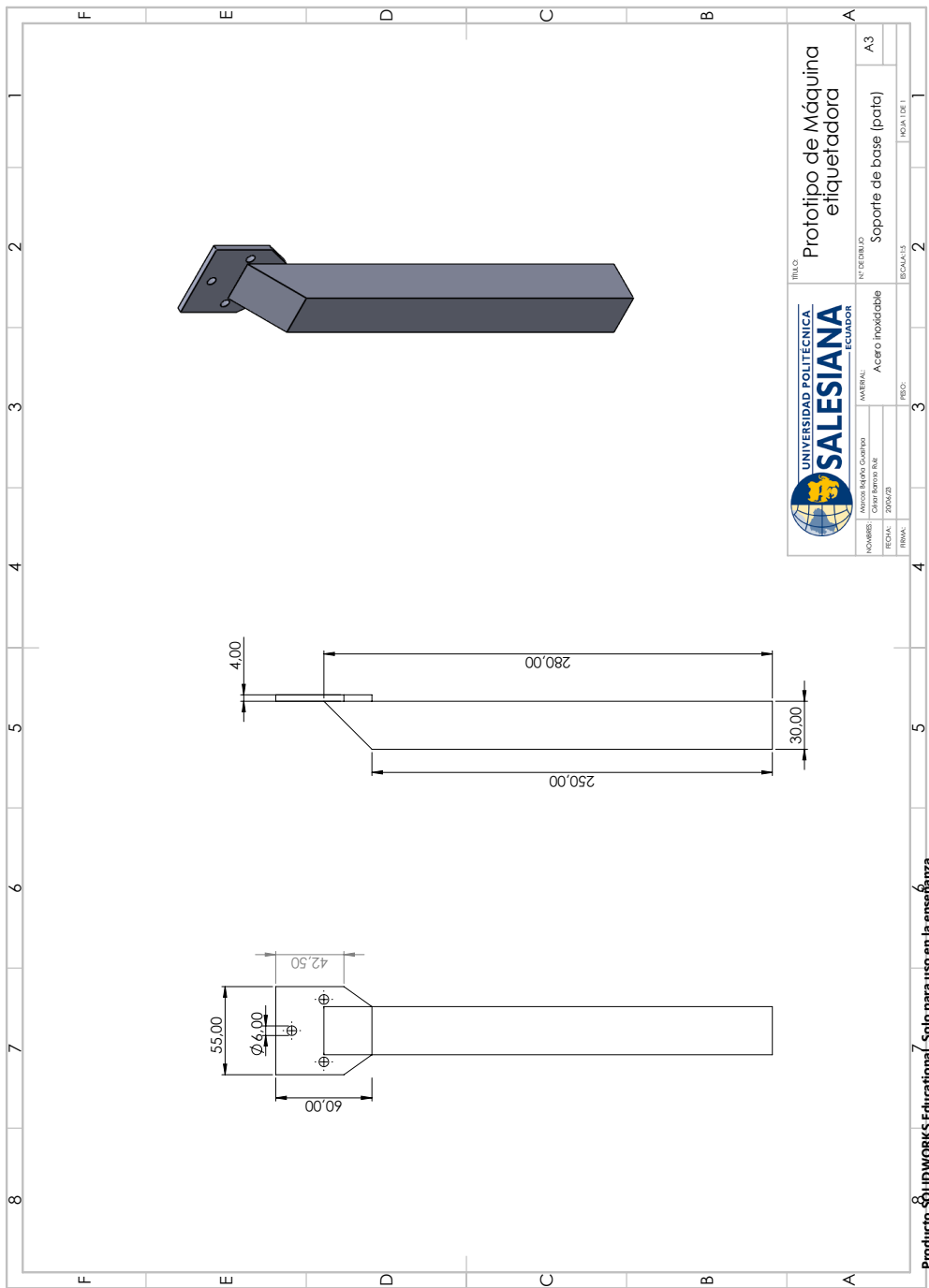


Figura 51. Soportes de base, elaborado por M. Bajaña y C. Barroso, solidwork