



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE MECATRÓNICA

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PROCESADORA
DE ALIMENTOS PARA LA FUNDACIÓN NIÑOS CON FUTURO**

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

AUTORES: Xavier Israel López Cervantes
Albert David Ochoa Robayo

TUTOR: Ing. José Alexander Zambrano García MSc.

Guayaquil - Ecuador

2023

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, **Xavier Israel López Cervantes** con documento de identificación N° 0955106885 y **Albert David Ochoa Robayo** con documento de identificación N° 0932202864; manifestamos que:

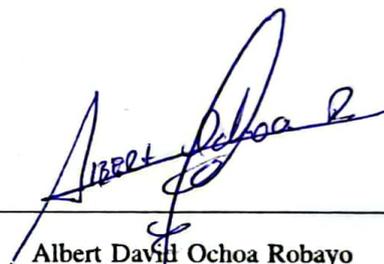
Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo.

Guayaquil, 12 de septiembre del año 2023

Atentamente,



Xavier Israel López Cervantes
0955106885



Albert David Ochoa Robayo
0932202864

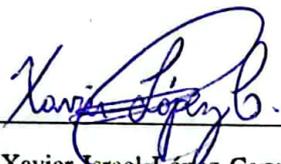
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, **Xavier Israel López Cervantes** con documento de identificación N° **0955106885** y **Albert David Ochoa Robayo** con documento de identificación N° **0932202864**, 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: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PROCESADORA DE ALIMENTOS PARA LA FUNDACIÓN NIÑOS CON FUTURO**, 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, 12 de septiembre del año 2023

Atentamente,



Xavier Israel López Cervantes
0955106885



Albert David Ochoa Robayo
0932202864

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **José Alexander Zambrano García**, docente de la Universidad Politécnica Salesiana , declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PROCESADORA DE ALIMENTOS PARA LA FUNDACIÓN NIÑOS CON FUTURO**, realizado por **Xavier Israel López Cervantes** con documento de identificación N° **0955106885** y por **Albert David Ochoa Robayo** con documento de identificación N° **0932202864**, 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, 12 de septiembre del año 2023

Atentamente,



Ing. José Alexander Zambrano García, MSc.
0703175521

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Mecatrónico en primer lugar a Dios y en segundo lugar a mi familia, especialmente a mis padres, a ti mamá **Bella Irene Cervantes Jurado** te lo dedico con todo mi corazón y mi amor por ser ese pilar fundamental en mi desarrollo como persona, pues sin tí no lo hubiera podido lograr, tu perseverancia, sacrificio y paciencia a lo largo de mi camino como estudiante me motivo constantemente para alcanzar mis anhelos y metas, a ti papá **Fausto Xavier López Salas** por siempre estar conmigo a pesar de la distancia, tus consejos y tu sabiduría me hicieron entender y comprender que el éxito solo se consigue con esfuerzo y perseverancia, te debo mucho querido padre, éste logro y los próximos son para tí y mamá.

Las personas que me rodean han sido un faro en mi vida, brindándome valiosos consejos, aliento, un apoyo inquebrantable y una paciencia infinita. Todo lo que soy en la actualidad se debe a su influencia constante. Siempre encontraré en ellos mi inspiración y motivación para superarme cada día, y trabajaré incansablemente para forjar un futuro mejor para todos nosotros.

Xavier López Cervantes

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de titulación a mi amada madre Jacqueline Mirella Robayo Navarrete por saberme inculcar valores, principios y haberme levantado cada mañana para ir a estudiar. Ella es fundamental en mi vida para seguir siempre adelante y nunca decaer a pesar de las dificultades y adversidades que se me presentan día a día.

A mi padre Luis Polivio Ochoa León por apoyarme incondicionalmente durante toda mi formación académica, ya que sin su apoyo no hubiese podido culminar mis estudios.

A mis hermanos Diego y Fergie por estar siempre pendientes y ser un motivo por el cual seguir adelante.

A mis abuelos Amado Robayo y Rosa Cristina Navarrete que a pesar de que no están conmigo siempre los tendré presente en mi corazón.

A mi querida tía Carmen Ochoa por su ayuda incondicional gracias por brindarme su apoyo.

Albert Ochoa

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi agradecimiento inicialmente a Dios por las invaluable bendiciones que recibo a diario. También agradezco a mis padres, quienes me inspiran y me brindan el apoyo necesario para avanzar en mi camino. Aunque ha habido desafíos en mi trayecto hasta ahora, gracias a sus contribuciones y generosidad, he encontrado la manera de superar las dificultades. Les estoy sinceramente agradecido y quiero hacerles saber el profundo cariño que siento hacia mi familia.

También agradezco a una mujer muy especial que con el pasar de los años se convirtió en alguien importante en mi vida, a tí **Gabriela Estefanía Zamora Laje** te agradezco de todo corazón ese apoyo que me brindas para que yo siga avanzando con mis estudios, por ser parte fundamental en mi crecimiento académico como personal, de tí siempre estaré agradecido mi hermosa mujer.

A todos mis profesores, amigos, conocidos y familiares que me motivaron a seguir en mi lucha por alcanzar una meta más en mi vida académica, gracias a todos ustedes por brindarme conocimiento, cariño y ayuda cuando más necesite y también por creer en mí, éste título también va para todos ustedes.

Xavier López Cervantes

AGRADECIMIENTO

Dedico el presente trabajo a toda mi familia. Principalmente a mis padres que me apoyaron, cuidaron, aguantaron mis malos y no tan malos momentos. Gracias por enseñarme a enfrentar la adversidad con serenidad y resolver cualquier inconveniente o problema que se me presente.

A mis docentes, quienes han impartido conocimientos para mi vida profesional y me han enseñado que debemos esforzarnos para lograr nuestros objetivos.

A mi tutor de Tesis **Ing. José Alexander Zambrano** por todos sus conocimientos impartidos, que siempre me ha dado ya que sin su ayuda no hubiese podido culminar con éxito el presente trabajo.

Albert Ochoa

RESUMEN

En el presente proyecto se ejecutó el diseño, construcción e implementación de una máquina procesadora de alimentos, la cual estará enfocada al beneficio de niños con escasos recursos que se encuentran en la fundación "Niños con Futuro".

El prototipo emplea el uso de componentes industriales para producir de manera eficiente y eficaz los productos que serán destinados para la alimentación de los niños con escasos recursos.

Los alimentos serán procesados por máquinas que se encuentran con un movimiento continuo gracias a motores independientes conectados a ejes los cuales generaran el torque necesario para moler o cortar los alimentos que se van a utilizar.

Se llevó a cabo el diseño basado en un estudio del proceso tradicional de rebanado y triturado de alimentos, considerando las condiciones y los tipos de alimentos involucrados. Este estudio determinó la viabilidad de implementar el diseño. Luego, se procedió con el diseño de cada una de las partes que conformarán la máquina utilizando el software de diseño CAD-CAM SolidWorks. Además, se evaluó el proceso de selección de componentes eléctricos necesarios, asegurándose de que fueran fácilmente disponibles en el mercado nacional.

La automatización y control de la máquina se realizarán utilizando un PLC DVP20EX200T de la marca Delta, el cual será programado mediante el software ISPSOft. Este software utiliza un lenguaje de programación tipo Ladder, lo que facilita la interpretación gracias a los nombres de las variables, segmentos y descripciones asociadas a cada uno de ellos. Esto permitirá futuras actualizaciones o mejoras en la programación de manera efectiva.

Se implemento un variador de velocidad que controlará las revoluciones por minuto (RPM) del motor para evitar alteraciones del proceso de molienda, el cual también ayudará a reducir el consumo de energía del mismo y a su vez generará un torque mayor. Se diseña un tablero de control con selector, botoneras y protecciones contra excesos de corriente.

Palabras Claves Solidworks, Torque, Control, Maquinaria, PLC, variador de velocidad, RPM

ABSTRACT

In the present project, the design, construction and implementation of a food processing machine was carried out, which will be focused on the benefit of children with scarce resources that are in the foundation "Niños con Futuro".

The prototype employs the use of industrial components to efficiently and effectively produce the products that will be used to feed underprivileged children. The food will be processed by machines that are in continuous motion thanks to independent motors connected to shafts that generate the necessary torque to grind or cut the food to be used.

The design was carried out based on a study of the traditional food slicing and grinding process, considering the conditions and types of food involved. This study determined the feasibility of implementing the design. Then, we proceeded with the design of each of the parts that will make up the machine using SolidWorks CAD-CAM design software. In addition, the process of selecting the necessary electrical components was evaluated, making sure that they were readily available in the local market.

The automation and control of the machine will be done using a Delta PLC DVP20EX200T, which will be programmed using ISPSOFT software. This software uses a Ladder programming language, which facilitates the interpretation thanks to the names of the variables, segments and descriptions associated with each one of them. This will allow future updates or improvements in the programming in an effective way.

A variable speed drive was implemented to control the revolutions per minute (RPM) of the motor to avoid alterations in the milling process, which will also help to reduce its energy consumption and in turn generate a higher torque. A control panel is designed with selector, push buttons and protections against current excess.

SolidWorks, Torque, Control, Machinery, PLC, variable speed drive, RPM.

ÍNDICE

| | | |
|-------------|---|----|
| I. | INTRODUCCIÓN | 10 |
| II. | PROBLEMA | 11 |
| II-A. | ANTECEDENTES | 11 |
| II-B. | JUSTIFICACIÓN | 11 |
| III. | OBJETIVOS | 12 |
| III-A. | OBJETIVO GENERAL | 12 |
| III-B. | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 12 |
| IV. | MARCO HIPOTÉTICO | 13 |
| V. | MARCO TEÓRICO REFERENCIAL | 13 |
| V-A. | ANTECEDENTES DEL PROBLEMA | 13 |
| V-B. | PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS | 13 |
| V-C. | AVANCES TECNOLÓGICOS EN EL PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS | 13 |
| V-D. | DISEÑO Y DESARROLLO DE EQUIPOS PROCESADORES | 13 |
| V-E. | TECNOLOGÍAS DE PROCESAMIENTO Y MAQUINARIA | 14 |
| V-F. | NORMATIVAS Y REGULACIONES EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA | 14 |
| V-G. | NORMA ISO 22000 - SISTEMA DE GESTIÓN DE INOCUIDAD ALIMENTARIA | 14 |
| V-H. | APLICACIÓN EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA EN ECUADOR | 14 |
| | V-H1. EVALUACIÓN DE PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (HACCP) | 14 |
| | V-H2. ESTABLECIMIENTO DEL SISTEMA DE GESTIÓN | 15 |
| | V-H3. CAPACITACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN | 15 |
| | V-H4. CUMPLIMIENTO CON REGULACIONES LOCALES | 15 |
| V-I. | SISTEMA DE GESTION | 15 |
| V-J. | IDENTIFICACIÓN DE SECCIONES | 15 |
| V-K. | INTEGRACIÓN DE SOSTENIBILIDAD Y SEGURIDAD ALIMENTARIA EN MÁQUINAS PROCESADORAS DE ALIMENTOS | 15 |
| | V-K1. Eficiencia Energética y Recursos | 16 |
| | V-K2. Reducción de Desperdicios | 16 |
| | V-K3. Calidad e Higiene | 16 |
| | V-K4. Innovación Tecnológica | 16 |
| V-L. | HIGIENE ALIMENTARIA | 16 |
| | V-L1. Microbiología y Contaminación | 16 |
| | V-L2. Prácticas de Higiene Personal | 16 |
| | V-L3. Manipulación Segura de Alimentos | 16 |
| V-M. | ALIMENTOS DE ESTUDIO | 16 |
| | V-M1. INTRODUCCIÓN A LOS GRANOS | 16 |
| | V-M2. MAÍZ | 17 |
| V-N. | CHOCLO (MAÍZ TIERNO) | 17 |
| V-Ñ. | Valor Nutricional del Maíz | 17 |
| V-O. | TRIGO | 18 |
| V-P. | CEBADA | 19 |
| V-Q. | IMPORTANCIA NUTRICIONAL | 19 |
| V-R. | IMPACTO EN LA ALIMENTACION | 19 |
| V-S. | HISTORIA Y DESARROLLO DE LOS MOLINOS | 20 |
| V-T. | MÉTODOS DE MOLIENDA | 20 |
| | V-T1. Molino de Martillos | 20 |
| | V-T2. Molino de discos | 20 |
| V-U. | HISTORIA DEL PLÁTANO VERDE | 21 |
| V-V. | VALOR NUTRICIONAL DEL PLÁTANO | 22 |
| V-W. | MATERIALES | 23 |
| | V-W1. ACERO INÓXIDABLE AISI 304 | 23 |
| V-X. | PARTES ELÉCTRICAS | 23 |

| | | |
|--------------|---|-----------|
| V-X1. | MOTOR TRIFÁSICO | 23 |
| V-X2. | Gabinete Plástico Eléctrico | 24 |
| V-X3. | Rele | 24 |
| V-X4. | Factor de servicio | 24 |
| V-X5. | Variador de Frecuencia GD10 | 24 |
| V-Y. | PARTES DE CONTROL DEL PROCESO | 25 |
| V-Y1. | DVP20EX200R | 25 |
| V-Z. | ISPSOft | 25 |
| VI. | MARCO METODOLÓGICO | 26 |
| VI-A. | DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN | 26 |
| VI-B. | DISEÑO DE PROTOTIPO | 26 |
| VI-C. | DIAGRAMA DE FLUJO | 28 |
| VI-D. | PROGRAMACIÓN DE LA MÁQUINA PROCESADORA DE ALIMENTOS | 31 |
| VI-E. | CONEXIONES | 32 |
| VII. | SELECCIÓN DE COMPONENTES ELECTRICOS | 34 |
| VII-A. | CALCULO DE PROTECCIÓN | 34 |
| VII-B. | SELECCIÓN DE CONDUCTOR ELÉCTRICO | 34 |
| VIII. | DISEÑO DE ELEMENTOS Y SISTEMAS | 35 |
| VIII-A. | CAPACIDAD DE MOLIENDA | 35 |
| VIII-B. | FUERZA DE RUPTURA DE LOS GRANOS | 35 |
| VIII-C. | DETERMINACIÓN DE FUERZAS Y POTENCIAS | 36 |
| VIII-D. | VELOCIDAD DE FUNCIONAMIENTO | 37 |
| VIII-E. | DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA DEL MOTOR | 37 |
| VIII-F. | POTENCIA Y VELOCIDAD DE ENTRADA | 37 |
| VIII-G. | SELECCIÓN DEL MOTOR | 37 |
| VIII-H. | CÁLCULO DE LA ECUACIÓN DE TRANSMISIÓN DEL TREN DE POLEAS. | 38 |
| VIII-I. | CÁLCULO DEL DIÁMETRO MÍNIMO EJE 1 | 38 |
| VIII-J. | PRIMER TREN REDUCTOR DE POLEAS | 39 |
| VIII-K. | CÁLCULO DEL TORQUE 1 | 39 |
| VIII-L. | SEGUNDO TREN REDUCTOR DE POLEAS | 40 |
| VIII-M. | CÁLCULO DEL TORQUE 2 | 40 |
| VIII-N. | ANÁLISIS ESTÁTICO | 41 |
| VIII-N1. | EJE 1 | 41 |
| VIII-N2. | EJE 2 | 48 |
| VIII-Ñ. | ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS DEL EJE | 50 |
| VIII-O. | SELECCIÓN DE RODAMIENTOS | 54 |
| VIII-P. | SELECCIÓN DE BANDA | 57 |
| VIII-Q. | LONGITUD DE BANDA | 59 |
| VIII-R. | CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN MÁQUINA REBANADORA DE PLÁTANO | 60 |
| VIII-S. | SISTEMA DE CORTE | 60 |
| VIII-T. | ESFUERZO CORTANTE | 60 |
| VIII-U. | ANÁLISIS CHIFLE CORTE REDONDO | 60 |
| VIII-V. | ANÁLISIS CHIFLE CORTE LARGO | 61 |
| VIII-W. | DETERMINACIÓN DEL TORQUE DE CARGA | 62 |
| VIII-X. | VELOCIDAD DE LAS CUCHILLAS | 63 |
| VIII-Y. | PRODUCCIÓN CONSIDERANDO TIEMPOS MUERTOS | 64 |
| VIII-Z. | DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA DE CARGA | 64 |
| VIII-. | SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA | 65 |
| VIII-. | CALCULO DE LA TRANSMISIÓN DE POTENCIA | 65 |
| VIII-. | VELOCIDAD TANGENCIAL | 65 |
| VIII-. | CALCULO DE LA RELACIÓN DE TORQUE | 66 |

| | |
|---|-----|
| IX. ANÁLISIS DE SELECCION DE ELEMENTOS | 68 |
| IX-A. PROGRAMA PROPUESTO | 68 |
| IX-B. PLANTILLA DE ENCUESTA ISO 22000:2018 | 94 |
| IX-C. VERIFICACIÓN DEL SISTEMA HACCP | 102 |
| X. RESULTADOS | 105 |
| XI. CRONOGRAMA | 108 |
| XII. PRESUPUESTO | 109 |
| XIII. CONCLUSIONES | 110 |
| XIV. RECOMENDACIONES | 111 |
| XV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 112 |
| XVI. ANEXOS | 113 |
| XVI-A. REUNIÓN CON DIRIGENTES DE LA FUNDACIÓN | 113 |
| XVI-B. DISEÑO DE LA MÁQUINA PROCESADORA DE ALIMENTOS | 113 |
| XVI-C. FABRICACIÓN DE LAS PARTES DEL ÁREA DE MOLIENDA | 123 |
| XVI-D. FABRICACIÓN DE LA REBANADORA DE ALIMENTOS | 128 |
| XVI-E. FABRICACIÓN DE BASE PARA ACOPLAR LOS COMPONENTES DE LA MÁQUINA PROCESA- DORA DE ALIMENTOS | 129 |
| XVI-F. ENSAMBLE DE LA MÁQUINA PROCESADORA DE ALIMENTOS | 133 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|-----|---|----|
| 1. | Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control.[9] | 14 |
| 2. | "Maíz".[18]. | 17 |
| 3. | "Maíz Tierno o Choclo".[18]. | 17 |
| 4. | Valor nutricional del maíz. Por [10] | 18 |
| 5. | Valor nutricional del trigo. Por [10] | 18 |
| 6. | Valor nutricional de la cebada. Por [10] | 19 |
| 7. | Molino de Discos Marca Corona. | 21 |
| 8. | Plátano verde macho. | 21 |
| 9. | Cortadora de plátano. Por Incalfer. | 22 |
| 10. | Tabla Valor nutricional del plátano macho. Por Botánica online. | 22 |
| 11. | Propiedades mecánicas del acero inoxidable. Por [15]. | 23 |
| 12. | Motor Trifásirco 0.5HP. por WEG. | 23 |
| 13. | Rele 24v. por Siemens. | 24 |
| 14. | Rele 24v. por Siemens. | 24 |
| 15. | Variador de frecuencia GD10 series. por Invt. | 25 |
| 16. | Dispositivo para automatizar el proceso. por Delta. | 25 |
| 17. | Programa para el desarrollo de tareas. por Delta. | 25 |
| 18. | Diseño del prototipo estructura interna. por A. Ochoa y X. López, SolidWorks, 2023. | 26 |
| 19. | Capa externa del diseño de maquina procesadora de alimentos. por A. Ochoa y X. López, SolidWorks, 2023. | 27 |
| 20. | Diseño del prototipo de la Maquina procesadora de alimentos. por A. Ochoa y X. López, SolidWorks, 2023. | 27 |
| 21. | Estructura del eje y de poleas. por A. Ochoa y X. López, SolidWorks, 2023. | 28 |
| 22. | Diagrama de flujo proceso molienda, por A. Ochoa y X. López, Draw io. | 29 |
| 23. | Diagrama de flujo proceso molienda, por A. Ochoa y X. López, Draw io. | 30 |
| 24. | Diagrama ladder - funcionamiento en automático, Por A. Ochoa y X. López, ISPsoft. | 31 |
| 25. | Simulación del funcionamiento en automático, Por A. Ochoa y X. López, ISPsoft. | 32 |
| 26. | Conexión de un motor trifasico y Diagrama de fuerza. por A. Ochoa y X. López, CADESIMU. | 33 |
| 27. | Conexión del PLC. por A. Ochoa y X. López, AutoCAD. | 33 |
| 28. | Tabla para la selección de los conductores eléctricos a utilizar dependiendo de su Amperaje. por [14] | 34 |
| 29. | Ficha técnica motor weg. por WEG. | 38 |
| 30. | Tren de poleas para reducción de velocidad. Por A. Ochoa y X. López. | 38 |
| 31. | Representacion grafica del eje 2 con su polea de 7in | 41 |
| 32. | Representacion grafica del eje 1 con su polea de 2in y 9in | 43 |
| 33. | Diagrama fuerzas presentes en el eje 1 | 45 |
| 34. | Diagramas de Fuerzas cortantes del eje 1 | 46 |
| 35. | Diagrama de Momentos del eje 1 | 46 |
| 36. | Circulo de Mohr | 47 |
| 37. | Diagrama fuerzas presentes en el eje 2 | 48 |
| 38. | Diagramas de Fuerzas cortantes del eje 2 | 49 |
| 39. | Diagrama de Momentos del eje 2 | 49 |
| 40. | Circulo de Mohr | 50 |
| 41. | Factor de seguridad del eje 1 | 51 |
| 42. | Tensión de Von Mises en el eje 1 | 51 |
| 43. | Desplazamientos en el eje 1 | 52 |
| 44. | Factor de seguridad del eje 2 | 52 |
| 45. | Tensión de Von Mises en el eje 2 | 53 |
| 46. | Desplazamientos en el eje 2 | 53 |
| 47. | Factores de aplicación de carga. Por SFK | 55 |
| 48. | Duración o vida de rodamientos. Por SFK | 55 |
| 49. | Tabla de rodamientos. Por SFK | 56 |
| 50. | Dimensiones del rodamiento UCP 204-12. Por SFK | 57 |
| 51. | Factor de servicio para motores AC y DC. Por [6] | 58 |
| 52. | Tabla HP vs RPM. Por [6] | 59 |
| 53. | Esquema sobre la distancia de la cuchilla al centro de rotación, por A. Ochoa y X. Lopez | 63 |
| 54. | Cavidad o Tolva porta plátanos. Por A. Ochoa y X. Lopez | 64 |
| 55. | Relacion de la velocidad tangencial de los engranajes. | 65 |

| | | |
|------|--|-----|
| 56. | Análisis estático de la bandeja receptora del producto (Molienda). | 68 |
| 57. | Datos que se obtuvieron del análisis para la simulación de cargas. | 69 |
| 58. | Datos que se obtuvieron del análisis para la simulación de cargas. | 77 |
| 59. | Datos que se obtuvieron del análisis para la simulación de cargas. | 78 |
| 60. | Datos que se obtuvieron del análisis para la simulación de cargas. | 86 |
| 61. | Tabla para verificación de la norma iso 22000:2018. Por A. Ochoa Y X. López. | 94 |
| 62. | Tabla para verificación de la norma iso 22000:2018. Por A. Ochoa Y X. López. | 95 |
| 63. | Tabla para verificación de la norma iso 22000:2018. Por A. Ochoa Y X. López. | 96 |
| 64. | Tabla para verificación de la norma iso 22000:2018. Por A. Ochoa Y X. López. | 97 |
| 65. | Tabla para verificación de la norma iso 22000:2018. Por A. Ochoa Y X. López. | 98 |
| 66. | Tabla para verificación de la norma iso 22000:2018. Por A. Ochoa Y X. López. | 99 |
| 67. | Tabla para verificación de la norma iso 22000:2018. Por A. Ochoa Y X. López. | 100 |
| 68. | Tabla para verificación de la norma iso 22000:2018. Por A. Ochoa Y X. López. | 101 |
| 69. | Tabla para verificación HACCP. Por A. Ochoa Y X. López. | 102 |
| 70. | Tabla para verificación HACCP. Por A. Ochoa Y X. López. | 103 |
| 71. | Tabla para verificación HACCP. Por A. Ochoa Y X. López. | 104 |
| 72. | Tabla de tiempos necesarios para el proceso sde tritucación. [Ilustración 8], Por A. Ochoa Y X. López. | 105 |
| 73. | Tabla de tiempos necesarios para el proceso sde tritucación. [Ilustración 8], Por A. Ochoa Y X. López. | 105 |
| 74. | Grano de maiz proximamente a ser triturado, Por A. Ochoa Y X. López. | 105 |
| 75. | Grano de maiz siendo triturado, Por A. Ochoa Y X. López. | 106 |
| 76. | Grano de maiz triturado por la máquina procesadora de alimentos, Por A. Ochoa Y X. López. | 106 |
| 77. | Grano de maiz triturado por la máquina procesadora de alimentos, Por A. Ochoa Y X. López. | 107 |
| 78. | Grano de maiz triturado por la máquina procesadora de alimentos, Por A. Ochoa Y X. López. | 107 |
| 79. | Reunión con el director y la cordinadora de proyectos de la fundación niños con futuro. | 113 |
| 80. | Diseño de prototipo Maquina procesadora de alimentos, por A. Ochoa y X. López, SolidWorks, 2022. | 113 |
| 81. | Diseño de las Aspas del prototipo Maquina procesadora de alimentos, por A. Ochoa y X. López, SolidWorks, 2022. | 114 |
| 82. | Molino de discos manual marca CORONA, por A. Ochoa y X. López, SolidWorks, 2022. | 114 |
| 83. | Diseño de la base del prototipo Maquina procesadora de alimentos, por A. Ochoa y X. López, SolidWorks, 2022. | 123 |
| 84. | Cuerpo de moledora, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 123 |
| 85. | Barrena, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 124 |
| 86. | Soporte de montaje con tornillo de fijación, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 124 |
| 87. | Primer prototipo de tolva de altura, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 124 |
| 88. | Cubierta o proteccion de poleas, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 125 |
| 89. | Bandeja recolectora de desechos del molino, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 125 |
| 90. | Cuerpo de moledora, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 125 |
| 91. | Bandeja receptora de producto final, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 126 |
| 92. | Segundo prototipo de tolva de altura, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 126 |
| 93. | Motor trifásico usado para la molienda, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 126 |
| 94. | Características del motor trifásico, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 127 |
| 95. | Polea superior que conecta con el cuerpo de la moledora, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 127 |
| 96. | Poleas de en medio que conecta con la polea superior y la polea inferior, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 127 |
| 97. | Aspas de la rebanadora de alimentos, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 128 |
| 98. | Palanca con resorte para empuje de los alimentos hacia las aspas de corte, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 128 |
| 99. | Cuerpo del área de rebanado, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 128 |
| 100. | Toma de mediciones, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 129 |
| 101. | Toma de mediciones, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 129 |
| 102. | Toma de mediciones, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 129 |
| 103. | Corte de barras para la fabricación de la base, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 130 |
| 104. | Corte de barras para la fabricación de la base, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 130 |
| 105. | Contrucción de base soldandolas con electrodos, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 130 |
| 106. | Contrucción de base soldandolas con electrodos, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 131 |
| 107. | Contrucción de base soldandolas con electrodos, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 131 |
| 108. | Contrucción de base soldandolas con electrodos, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 131 |
| 109. | Contrucción de base, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 132 |
| 110. | Contrucción de base, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 132 |
| 111. | Contrucción de base, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 132 |

| | | |
|------|--|-----|
| 112. | Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 133 |
| 113. | Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 133 |
| 114. | Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 133 |
| 115. | Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 134 |
| 116. | Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 134 |
| 117. | Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 134 |
| 118. | Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 135 |
| 119. | Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 135 |
| 120. | Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 135 |
| 121. | Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 136 |
| 122. | Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 136 |
| 123. | Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 136 |
| 124. | Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 137 |
| 125. | Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 137 |
| 126. | Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 137 |
| 127. | Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 138 |
| 128. | Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 138 |
| 129. | Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 138 |
| 130. | Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 139 |
| 131. | Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 139 |
| 132. | Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 139 |
| 133. | Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 140 |
| 134. | Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 140 |
| 135. | Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 140 |
| 136. | Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 141 |
| 137. | Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 141 |
| 138. | Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 141 |
| 139. | Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 142 |
| 140. | Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 142 |
| 141. | Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023. | 142 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | | |
|-----|--|-----|
| I. | Cronograma y actividades a realizar, por autores | 108 |
| II. | Presupuesto para el prototipo, por autores | 109 |

I. INTRODUCCIÓN

Los infantes de género masculino y femenino que experimentan malnutrición durante los primeros años de su vida presentan una mayor probabilidad de fallecer en edades tempranas, contraer enfermedades y experimentar limitaciones en el desarrollo de sus facultades físicas y cognitivas. Durante su etapa educativa, estos menores se verán impedidos de aprovechar de manera adecuada su formación académica y otras posibilidades de índole social.[12]

En el territorio ecuatoriano, se observa una prevalencia de desnutrición que alcanza el 23,2 %. Esta problemática se torna más grave en las áreas rurales, siendo más pronunciada en las regiones de la Sierra con un 32 %, seguida por la Costa con un 15,7 %, la Amazonía con un 22,7 % y la zona Insular con un 5,8 %. A pesar de la implementación de programas de intervención nutricional, los avances positivos en los indicadores relacionados con la nutrición no han logrado generar un impacto suficiente en determinadas comunidades indígenas. En estos grupos se estima que la tasa de desnutrición crónica en niños supera el 50 %, evidenciando la persistencia de la problemática.[4]

Actualmente, la industria alimentaria es una de las industrias más desarrolladas en tecnología de procesamiento de alimentos y maquinaria especializada. Para mejorar la eficiencia de la producción, muchas organizaciones buscan implementar equipos automatizados para procesar los alimentos de manera más rápida y precisa.

La Fundación Niños con Futuro es una organización dedicada al cuidado y provisión de alimentos para niños vulnerables de escasos recursos. De acuerdo con nuestra misión, el objetivo de este proyecto es diseñar y construir una máquina de procesamiento de alimentos capaz de triturar, cortar y procesar eficientemente los alimentos, cumpliendo con estándares de producción.

El equipo se automatiza mediante sensores, controladores lógicos y actuadores que serán programados para controlar el proceso de producción, mejorar la precisión y la velocidad del equipo. Para lograrlo se seleccionan procesos de corte adecuados y se analizan las secciones con alta carga de trabajo y desgaste de la máquina para evitar posibles fallas durante el proceso.

La finalidad de este proyecto es contribuir al bienestar de los niños de la Fundación Niños con Futuro al introducir la maquinaria adecuada que aumentará la eficiencia y la calidad de la producción de alimentos y a su vez reducirá los costos asociados con la producción. Se espera que esto tenga un impacto positivo en la vida de los niños y de la organización en su conjunto.

II. PROBLEMA

II-A. ANTECEDENTES

En Ecuador específicamente en la ciudad de Guayaquil, uno de los problemas que existen, y que han existido desde hace varios años es acerca del tema específico de la desnutrición en los niños y jóvenes. Para esto, se han creado programas de entrega de víveres junto a brigadistas de la dirección de salud, algunas dadas por fundaciones o albergues y otras realizadas por la municipalidad de Guayaquil.

La Fundación Niños Con Futuro ayuda a niños ecuatorianos de 5 a 18 años en extrema pobreza, brindándoles alimentación y educación a lo largo de su vida estudiantil. Dicha fundación es sin fines de lucro y se encarga de buscar una solución al problema de los niños de alto riesgo y escasos recursos. En la actualidad presentan un problema socio- económico el cual ha hecho que sean escasos sus recursos; hace 3 años la fundación dejó de recibir suministros para la institución y esto ha generado que recurran a recolectar donaciones externas ya sea por parte de padres de familia o entidades solidarias.

Los hábitos alimenticios comienzan en la niñez y se fijan en la edad adulta. Por lo tanto, con el resumen de la investigación realizada, los padres deben adoptar hábitos de alimentación saludables para que sus hijos tengan un estado nutricional saludable. Se realizó un estudio descriptivo óptimo y un estudio cualitativo. El estudio se realizó en un barrio urbano del sector Prosperina de la ciudad de Guayaquil, Ecuador, e incluyó a niños y adolescentes desde los 0,5 meses hasta los 17 años de edad. Se recolectaron datos antropométricos como peso y talla para evaluar el estado nutricional. Se elaboró una encuesta de frecuencia de alimentos para determinar los hábitos alimentarios.

“Se demostró que 20.6 % examinó a hombres y mujeres que son bajos y tienen un cuerpo fuerte. Según el índice de peso/edad e IMC/edad, la prevalencia de sobrepeso fue de 6.8 % y 6.5 %, respectivamente. El mayor porcentaje de los examinados tienen un estado nutricional normal, sin embargo, como consecuencia de la falta de nutrientes necesarios durante mucho tiempo, las cifras alarmantes son 5 veces inferiores, por lo que es importante identificarlo y tratarlo de manera temprana y prevenir complicaciones.”[1]

“En la agroindustria la preparación y la comercialización de productos alimenticios se encuentra en continuo desarrollo, mejorando la calidad de los mismos y disminuyendo tiempos de producción. Actualmente, la preparación de plátano rebanado aún se realiza manualmente debido a que en el país no se cuenta con una máquina para ejecutar labores de corte y rebanado del plátano verde enfocada a la preparación de frituras que ayudará a evitar accidentes laborales, disminuir la insalubridad de alimentos, mejorar los procesos y tiempos de producción aumentando la calidad del producto.” Contreras Paredes, K. C. (2017).

Para lograr mejorar esta incertidumbre es de suma importancia tener en cuenta todas las posibles opciones para la fabricación de la maquinaria, teniendo en consideración el resultado que se necesitará obtener.

II-B. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad la producción de granos molidos además del plátano verde es producida mayormente de manera artesanal. En este campo se nota la carencia de inversión para su propio desarrollo, ya que , en el caso que se necesite importar alguna maquinaria los costos serían muy altos, además de no ajustarse a la producción, lo que generara será un mayor costo de producción al adquirir alguna maquinaria mediante importación.

Dada las circunstancias ocurridas por el déficit de la producción en las materias primas del grano molido y del plátano verde, se ha implementado un sistema automatizado que permita aumentar la productividad y reducir el tiempo de creación de la materia prima, generando un mayor suministro en beneficio social para la Fundación Niños Con Futuro.

Debido a los factores que se presentan en la actualidad dentro de la fundación, se propuso una resolución el cual será una gran ayuda que corresponde en la alimentación dentro de la institución.

La creación del proyecto de tesis se adapta notoriamente desde el punto de vista ingenieril, ya que en el diseño y fabricación de la molienda de granos secos, además de ser una rebanadora de plátanos verdes, se requerirán diferentes factores para el óptimo funcionamiento en la maquinaria industrial.

Por lo antes mencionado la importancia de este proyecto de tesis es alta: por un lado, se aplicarán los conocimientos adquiridos dentro de la carrera y por otro lado, la fundación contará con un equipo que optimizará los procesos de fabricación y reduciendo el tiempo de producción.

III. OBJETIVOS

III-A. OBJETIVO GENERAL

- Lograr el diseño y construcción de un equipo de molienda y cortadora de plátano verde, el cual estará automatizado mediante un controlador lógico programable para el beneficio de la Fundación Niños Con Futuro.

III-B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Escoger un proceso adecuado de molienda para granos secos y rebanadora de plátano verde, capaz de entregar un producto final de buena calidad, cumpliendo con los estándares de producción bajo las normas establecidas en alimentos para el consumo.

- Identificar las secciones donde existe mayor carga de trabajo y desgaste de la máquina, para evitar posibles fallas en el funcionamiento de la maquinaria.

- Evaluar y mejorar la calidad de los productos procesados aplicando las normas ISO22000.

IV. MARCO HIPOTÉTICO

El proyecto a realizar está situado en el área de nutrición para los niños de escasos recursos que se encuentran dentro de la Fundación Niños con Futuro. Al existir escasez de medios para la alimentación diaria, se generó una propuesta significativa para combatir la desnutrición dentro de la institución la cual realiza sus funciones sin fines de lucro.

Mediante el diseño y construcción de la máquina procesadora de alimentos lograremos reducir significativamente la problemática dentro de la institución. La procesadora tendrá una funcionalidad eficaz con una interfaz accesible al usuario que será sencilla y fácil de manejar. Mediante la implementación de la máquina podremos mejorar el estado nutricional de los niños que se encuentran en la institución.

V. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

V-A. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

En Ecuador, uno de cada cuatro niños menores de cinco años experimenta desnutrición crónica en la infancia, particularmente en zonas rurales y en familias que enfrentan vulnerabilidades en su entorno. Estas circunstancias se vinculan con aspectos como la calidad de la alimentación, el estado nutricional y el nivel de vida de la comunidad. Estos factores impactan negativamente en el proceso de crecimiento y desarrollo de los niños, influyendo en su bienestar.[11]

Las actividades y procesos de molienda de granos, semillas entre otros representan una amplia gama de opciones a nivel técnico y productivo. En Ecuador el aspecto tecnológico es deficiente en los pequeños productores quienes recurren a los molinos tradicionales de manivela, los cuales si son utilizados por largos periodos de tiempo provocaran fatiga y cansancio al usuario o trabajador.

En el proceso de producción de alimentos, también existen diferentes métodos de rebanado de alimentos de acuerdo a la demanda que realizan los consumidores de estos productos. Para seleccionar cuál es el prototipo que cubre las expectativas del proyecto se deberá hacer un análisis detallado para identificar la mejor opción que se va a utilizar. Así mismo es importante conocer las propiedades y valor nutricional de los productos alimenticios para sus consumidores.

Se deben cumplir los requisitos previamente determinados para el diseño y construcción de la máquina procesadora de alimentos, es esencial que la calidad del producto se ajuste a los criterios de fabricación correspondientes, con el fin de garantizar que el prototipo cumpla con los niveles de excelencia requeridos para los productos destinados al consumo humano.

V-B. PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS

El procesamiento de alimentos implica una serie de operaciones para modificar las características de las materias primas y crear productos alimenticios seguros y de alta calidad. Las máquinas procesadoras son elementos esenciales en este proceso, ya que permiten la transformación eficiente de ingredientes en productos finales listos para el consumo.

V-C. AVANCES TECNOLÓGICOS EN EL PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS

Los avances tecnológicos han revolucionado la industria alimentaria. La implementación de sistemas automatizados, ha mejorado la precisión y la eficiencia en la producción de alimentos. Esto se aplica especialmente a las máquinas procesadoras, que ahora incorporan tecnologías de vanguardia para cumplir con las demandas del mercado.

V-D. DISEÑO Y DESARROLLO DE EQUIPOS PROCESADORES

El diseño de máquinas procesadoras de alimentos requiere una consideración cuidadosa de diversos factores. Esto incluye la selección de materiales seguros para alimentos, la ergonomía del operador y la adaptación a diferentes tipos de procesos. La maquinaria debe ser eficiente, higiénica y fácil de mantener para asegurar la calidad y la seguridad del producto final.

V-E. TECNOLOGÍAS DE PROCESAMIENTO Y MAQUINARIA

Las tecnologías de procesamiento, como la trituración, mezcla, homogeneización y extrusión, son esenciales en la producción de alimentos transformados. Las máquinas procesadoras implementan estos principios para lograr resultados consistentes y reproducibles. La selección adecuada de la tecnología y la maquinaria influye en la textura, sabor y calidad general del producto final [2].

V-F. NORMATIVAS Y REGULACIONES EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Destaca la importancia del cumplimiento de normativas y regulaciones en la fabricación y operación de máquinas procesadoras de alimentos. Menciona estándares de seguridad, higiene y calidad que las máquinas deben cumplir para garantizar la seguridad del producto final y del consumidor

V-G. NORMA ISO 22000 - SISTEMA DE GESTIÓN DE INOCUIDAD ALIMENTARIA

La norma ISO 22000 es un estándar internacional desarrollado por la Organización Internacional de Normalización (ISO) que establece requisitos para un sistema de gestión de seguridad alimentaria. El objetivo de la norma es garantizar que las organizaciones en la cadena alimentaria produzcan alimentos seguros para el consumo humano y cumplan con los requisitos legales y reglamentarios aplicables.

V-H. APLICACIÓN EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA EN ECUADOR

Para aplicar la normativa ISO 22000 en Ecuador, las organizaciones del sector alimentario deben seguir los siguientes pasos:

V-HI. **EVALUACIÓN DE PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (HACCP):** Las organizaciones deben identificar los peligros potenciales en su proceso de producción, establecer medidas de control y determinar los puntos críticos de control para garantizar la seguridad alimentaria.



Figura 1. Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control.[9]

Ventajas de implementar el sistema HACCP en tu empresa: [9]

- Asegura la producción de los alimentos
- Los riesgos de enfermedades y muertes de los consumidores se minimiza
- Confianza y mayor venta en productos
- Mayor confianza en tus clientes
- Disminuye pérdidas
- Evitas multas de las entidades nacionales e internacionales en materia de salud
- Valor agregado a tu empresa

V-H2. ESTABLECIMIENTO DEL SISTEMA DE GESTIÓN: Se debe implementar un sistema de gestión que cumpla con los requisitos de la norma ISO 22000. Esto incluye la definición de políticas y objetivos de seguridad alimentaria.

V-H3. CAPACITACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN: El personal debe ser capacitado en prácticas seguras de manipulación de alimentos y en la importancia de la seguridad alimentaria.

V-H4. CUMPLIMIENTO CON REGULACIONES LOCALES: Las organizaciones deben mantener y mejorar continuamente su sistema de gestión de seguridad alimentaria.

V-I. SISTEMA DE GESTIÓN

Un sistema de gestión de una máquina procesadora de alimentos es un conjunto de procedimientos y prácticas que se implementan para garantizar que la máquina se utilice de forma segura y eficiente. El sistema debe estar diseñado para abordar los riesgos específicos asociados con la máquina, y debe estar implementado y mantenido por personal capacitado.

Los elementos clave de un sistema de gestión para una máquina procesadora de alimentos incluyen:

- Requisitos de seguridad.
- Procedimientos operativos.
- Capacitación.
- Inspección y mantenimiento

El sistema debe cumplir con los requisitos de seguridad establecidos por las leyes y regulaciones aplicables, los procedimientos operativos escritos que describan cómo utilizar la máquina de forma segura y eficiente.

El personal que opera la máquina debe estar capacitado en los procedimientos operativos y en los riesgos asociados con la máquina.

La máquina debe ser inspeccionada y mantenida de forma regular para garantizar que esté en buen estado de funcionamiento y que se utilice de forma segura.

Un sistema de gestión efectivo para una máquina procesadora de alimentos puede ayudar a prevenir lesiones y accidentes, además de ayudar a garantizar que la máquina se utilice de forma segura y eficiente.

V-J. IDENTIFICACIÓN DE SECCIONES

la identificación y gestión de las secciones con mayor carga de trabajo y desgaste de la maquinaria son aspectos críticos para mejorar la eficiencia operativa, aumentar la vida útil de los equipos y garantizar la seguridad en el entorno de trabajo.

V-K. INTEGRACIÓN DE SOSTENIBILIDAD Y SEGURIDAD ALIMENTARIA EN MÁQUINAS PROCESADORAS DE ALIMENTOS

La industria de procesamiento de alimentos desempeña un papel crucial en la seguridad alimentaria y la sostenibilidad. La creciente demanda de alimentos procesados y la necesidad de minimizar el impacto ambiental han llevado a la importancia de integrar conceptos de sostenibilidad y seguridad alimentaria en el diseño y operación de máquinas procesadoras de alimentos. Aquí, se examina cómo estos dos conceptos se entrelazan en el contexto de estas máquinas:

V-K1. Eficiencia Energética y Recursos: Las máquinas procesadoras de alimentos consumen energía y recursos naturales durante su operación. La sostenibilidad exige la adopción de tecnologías que reduzcan el consumo de energía y agua, así como la gestión eficiente de los recursos utilizados en la producción y operación de estas máquinas.

V-K2. Reducción de Desperdicios: Una parte esencial de la seguridad alimentaria es minimizar el desperdicio de alimentos. Las máquinas procesadoras deben ser diseñadas y operadas de manera que reduzcan la pérdida de ingredientes y productos durante el proceso de producción, contribuyendo así a la seguridad alimentaria al maximizar la utilización de los recursos disponibles.

V-K3. Calidad e Higiene: La seguridad alimentaria requiere que los alimentos sean procesados y manipulados de manera higiénica para prevenir la contaminación y garantizar su calidad. Las máquinas procesadoras deben cumplir con estándares de diseño que permitan una limpieza y desinfección efectivas, minimizando el riesgo de contaminación microbiológica.

V-K4. Innovación Tecnológica: La innovación en maquinaria procesadora de alimentos puede impulsar la sostenibilidad y la seguridad alimentaria. La adopción de tecnologías avanzadas, como la automatización y la inteligencia artificial, puede mejorar la eficiencia, reducir el consumo de recursos y mejorar la calidad del procesamiento.

La integración de sostenibilidad y seguridad alimentaria en máquinas procesadoras de alimentos es esencial para asegurar la calidad de los productos alimenticios. La adopción de prácticas y tecnologías sostenibles puede mejorar la eficiencia operativa, reducir el desperdicio y garantizar que los alimentos procesados cumplan con los más altos estándares de seguridad alimentaria. Al hacerlo, la industria de procesamiento de alimentos puede contribuir significativamente a un sistema alimentario más sostenible y seguro.

V-L. HIGIENE ALIMENTARIA

La higiene alimentaria es un conjunto de prácticas y medidas destinadas a garantizar la seguridad y la calidad de los alimentos desde su producción hasta su consumo. Se centra en prevenir la contaminación, reducir el riesgo de enfermedades transmitidas por los alimentos y garantizar que los productos alimenticios sean seguros y aptos para el consumo humano. La higiene alimentaria abarca múltiples aspectos, desde la manipulación de alimentos hasta la limpieza y desinfección de instalaciones.

V-L1. Microbiología y Contaminación: La higiene alimentaria considera los microorganismos patógenos, como bacterias, virus y parásitos, que pueden contaminar los alimentos y causar enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA). La manipulación inadecuada de alimentos, la falta de higiene personal y la contaminación cruzada son factores que pueden llevar a la presencia de patógenos en los alimentos.

V-L2. Prácticas de Higiene Personal: La higiene personal es esencial para prevenir la contaminación de los alimentos. Esto incluye el lavado adecuado de manos antes de manipular alimentos, el uso de ropa y equipo de protección adecuados y la restricción de actividades que puedan contribuir a la contaminación.

V-L3. Manipulación Segura de Alimentos: La manipulación de alimentos debe seguir pautas estrictas para evitar la contaminación cruzada. Esto implica separar los alimentos crudos de los cocidos, utilizar tablas y utensilios diferentes para cada tipo de alimento y asegurarse de que los alimentos se almacenen a temperaturas seguras para prevenir el crecimiento de microorganismos.

V-M. ALIMENTOS DE ESTUDIO

En base a los alimentos comúnmente utilizados para la nutrición de niños y jóvenes, se han realizado varios estudios de alimentos que se mencionaran a continuación:

V-M1. INTRODUCCIÓN A LOS GRANOS: Los granos son una parte fundamental de la dieta humana en todo el mundo. Son considerados una fuente rica en carbohidratos, proteínas, vitaminas, minerales y fibra dietética. Tres de los granos más consumidos y estudiados son el maíz, el choclo y el trigo. Estos granos han sido elementos esenciales en la alimentación humana durante siglos y tienen aplicaciones culinarias y nutricionales variadas.

V-M2. **MAÍZ:** El maíz (*Zea mays*) es uno de los granos más importantes a nivel mundial. Originario de América, el maíz ha sido una fuente esencial de alimento y materia prima durante siglos. Se utiliza tanto en su forma madura como en su forma tierna (choclo). El maíz es una excelente fuente de carbohidratos, fibra dietética, vitaminas y minerales. Además de su valor nutricional, el maíz es utilizado en la industria alimentaria para la producción de harina, aceite, almidón y otros derivados.



Figura 2. "Maíz".[18].

V-N. **CHOCLO (MAÍZ TIERNO)**

El choclo, también conocido como maíz tierno o elote, es la forma inmadura del maíz. Se consume en muchas partes del mundo como alimento básico. El choclo es una fuente rica en carbohidratos, fibra, vitaminas (como la vitamina A y C) y minerales (como el potasio). Su dulzura y textura lo convierten en un ingrediente versátil en platos salados y dulces.



Figura 3. "Maíz Tierno o Choclo".[18].

En las épocas de cosecha del maíz arbustivo varían según la región, pero generalmente son primavera y verano. Almacenamiento: El maíz tierno es perecedero y debe consumirse unos días después de la cosecha. Mantener refrigerado y consumir lo antes posible para mantener la frescura. Sin embargo, el maíz tierno es un alimento altamente nutritivo y versátil que se usa ampliamente en la cocina latinoamericana y en otras partes del mundo y brinda muchos beneficios para la salud cuando se consume regularmente como parte de la dieta.

V-Ñ. **Valor Nutricional del Maíz**

Las partes principales de los granos de maíz varían mucho en su composición química. La cubierta de la semilla o pericarpio se caracteriza por un alto contenido de fibra cruda de aproximadamente 87 % y por lo tanto está compuesta principalmente por hemicelulosa (67 %), celulosa (23 %) y lignina (0,1 %). (Burga y Duensing, 1989) . El endospermo, por otro lado, tiene un alto contenido de almidón (87 %), alrededor de un 8 % de proteína y un contenido de grasa cruda relativamente bajo.

| maíz | |
|----------------|--------------------|
| Nutriente | Cantidad por 100 g |
| Calorías | 365 kcal |
| Agua | 10,37 g |
| Proteínas | 9,42 g |
| Grasas totales | 4,74 g |
| Carbohidratos | 74,26 g |
| Fibra | 7,3 g |
| Azúcares | 0,64 g |
| Calcio | 7 mg |
| Fósforo | 309 mg |
| Potasio | 270 mg |
| Magnesio | 190 mg |
| Zinc | 1,02 mg |
| Vitamina B1 | 0,16 mg |
| Vitamina B2 | 0,08 mg |
| Niacina | 2,2 mg |
| Ácido fólico | 46 µg |
| Vitamina A | 104 µg |

Figura 4. Valor nutricional del maíz. Por [10]

Como se puede observar en la tabla, el endospermo es la parte más grande del grano y está compuesto principalmente de almidón. El germen es la parte más pequeña del grano y está compuesto principalmente de grasas y proteínas. El pericarpio es la capa exterior del grano y está compuesto principalmente de fibra.

El grano de maíz es un alimento rico en nutrientes que puede ser una parte saludable de una dieta equilibrada. Es una buena fuente de carbohidratos, proteínas, fibra, vitaminas y minerales.

V-O. TRIGO

El trigo es uno de los granos más cultivados a nivel mundial y se utiliza principalmente para la producción de harina. Es un componente básico de muchos alimentos, incluyendo pan, pasteles, galletas y pastas. El trigo es una fuente significativa de carbohidratos, proteínas (gluten), fibra y diversos nutrientes, como la vitamina B y el hierro.

| trigo | |
|----------------|--------------------|
| Nutriente | Cantidad por 100 g |
| Calorías | 340-360 kcal |
| Agua | 10-12 g |
| Proteínas | 10-12 g |
| Grasas totales | 1-2 g |
| Carbohidratos | 67-73 g |
| Fibra | 10-12 g |
| Azúcares | 0,5-1 g |
| Calcio | 20-30 mg |
| Fósforo | 200-250 mg |
| Potasio | 200-250 mg |
| Magnesio | 100-150 mg |
| Zinc | 1,5-2 mg |
| Vitamina B1 | 0,2-0,3 mg |
| Vitamina B2 | 0,15-0,2 mg |
| Niacina | 2-3 mg |
| Ácido fólico | 40-50 µg |
| Vitamina A | 100-150 µg |

Figura 5. Valor nutricional del trigo. Por [10]

Como se puede observar en la tabla, el endospermo del grano de trigo es rico en almidón, mientras que el germen es rico en aceites y proteínas. La cascara es rica en fibra.

El trigo es un alimento rico en nutrientes que puede ser una parte saludable de una dieta equilibrada. Es una buena fuente de carbohidratos, proteínas, fibra, vitaminas y minerales.

V-P. CEBADA

La cebada es un cereal con aplicaciones diversas. Además de ser un alimento para el consumo humano en forma de grano entero o perlas de cebada, también se utiliza en la producción de cerveza y como alimento para animales. La cebada es una fuente de carbohidratos, fibra soluble, proteínas y minerales como el zinc y el selenio.

| cebada | |
|----------------|--------------------|
| Nutriente | Cantidad por 100 g |
| Calorías | 342 kcal |
| Agua | 10,3 g |
| Proteínas | 11,3 g |
| Grasas totales | 2,2 g |
| Carbohidratos | 67,4 g |
| Fibra | 10,6 g |
| Azúcares | 0,4 g |
| Calcio | 20 mg |
| Fósforo | 309 mg |
| Potasio | 270 mg |
| Magnesio | 190 mg |
| Zinc | 1,02 mg |
| Vitamina B1 | 0,16 mg |
| Vitamina B2 | 0,08 mg |
| Niacina | 2,2 mg |
| Ácido fólico | 46 µg |
| Vitamina A | 104 µg |

Figura 6. Valor nutricional de la cebada. Por [10]

Como se puede observar en la tabla, el endospermo del grano de cebada es rico en almidón, mientras que el germen es rico en aceites y proteínas. La cascara es rica en fibra.

La cebada es un alimento rico en nutrientes que puede ser una parte saludable de una dieta equilibrada. Es una buena fuente de carbohidratos, proteínas, fibra, vitaminas y minerales.

V-Q. IMPORTANCIA NUTRICIONAL

Los granos en general, incluidos el maíz, el choclo, el trigo, y la cebada aportan una serie de beneficios nutricionales. Son fuentes ricas de energía en forma de carbohidratos, lo que los convierte en una fuente esencial de combustible para el cuerpo. También contienen fibra, que es importante para la salud digestiva y puede contribuir a la regulación del azúcar en sangre y la saciedad. Además, contienen vitaminas y minerales esenciales para el funcionamiento adecuado del cuerpo.

V-R. IMPACTO EN LA ALIMENTACION

Estos granos desempeñan un papel vital en la seguridad alimentaria. Son una fuente asequible y sostenible de alimentos básicos para muchas comunidades y ciudades. La producción y el comercio de estos granos tienen un impacto significativo en la economía y la seguridad alimentaria.

V-S. HISTORIA Y DESARROLLO DE LOS MOLINOS

Los molinos son máquinas que se utilizan para moler o triturar diversos materiales, como frutos secos, granos, semillas, especias, etc. Su historia se remonta a la antigüedad, cuando los primeros grupos de personas necesitaban procesar estos alimentos para su consumo.

Los primeros molinos eran muy simples, y consistían en dos piedras que se frotaban entre sí. Las piedras podían ser de piedra, madera o incluso cerámica. Este tipo de molinos se utilizaban para moler granos, y eran operados a mano.

Con el tiempo, los molinos se fueron haciendo más sofisticados. Se desarrollaron molinos de agua, que eran impulsados por la fuerza del agua de un río o arroyo. Los molinos de agua eran más eficientes que los molinos manuales, y podían moler más granos en menos tiempo.

También se desarrollaron molinos de viento, que eran impulsados por el viento. Los molinos de viento eran más versátiles que los molinos de agua, ya que podían funcionar en cualquier lugar donde hubiera viento.

Los molinos se utilizaron para una variedad de propósitos, además de moler granos. También se utilizaban para moler especias, semillas, y para hacer harina. Los molinos también se utilizaban para bombear agua, para aserrar madera, y para fabricar otros productos.

En la actualidad, los molinos son máquinas mucho más eficientes que las que se utilizaban en la antigüedad. Los molinos modernos suelen ser impulsados por electricidad, y pueden moler una gran cantidad de material en poco tiempo.

Los molinos han jugado un papel importante en la historia de la humanidad. Han ayudado a mejorar la eficiencia de la agricultura, y han contribuido al desarrollo de la industria.

V-T. MÉTODOS DE MOLIENDA

En el ámbito tecnológico y de producción de las actividades de molienda, se encuentran diversas alternativas que abarcan desde máquinas pequeñas que manejan cantidades reducidas de kilogramos por hora hasta enormes silos que pueden procesar varias toneladas por hora.

Existen muchos molinos para la obtención de harina a partir de grano seco, pero su costo, versatilidad, confiabilidad y uso varían mucho, por lo que se consideran y comparan los tres tipos de molinos más comunes:

- Molino de Martillos
- Molino de Discos
- Molino de Gravedad

se analizan sus componentes, funcionamiento, rendimiento, ventajas y desventajas, de manera que analizando la calidad y modularidad de la casa se puede decidir el mejor diseño para la tarea a realizar.

V-T1. Molino de Martillos: Los molinos de martillos se emplean en diversas industrias, como la metalurgia, la agroindustria y la reciclaje, entre otras. La molienda ocurre en una cámara que contiene un rotor de eje horizontal compuesto por martillos, que pueden ser extensiones fijas o móviles, dispuestos perpendicularmente a lo largo del eje. El rotor gira a una velocidad y potencia adecuadas para triturar el material que se introduce en la cámara, golpeándolo tanto con los martillos como con la superficie interna de la misma. El material molido sale una vez que cumple con la granulometría definida por la criba, zaranda o rejilla de retención en la salida del molino.

V-T2. Molino de discos: En el molino de discos, se pueden identificar dos tipos principales: el molino de discos convencional y el molino de discos vibratorio u oscilante. El primero se emplea en diversas industrias, como la minería, la metalurgia, la siderurgia, la industria del cemento, la agroindustria y laboratorios, entre otras. Por otro lado, el segundo tipo se utiliza principalmente en aplicaciones de laboratorio en diversas industrias.

La acción de molienda en el molino de discos se produce debido a la presión y la fricción generadas entre los discos. Estos discos se ajustan según la granulometría deseada para el producto final y pueden ser lisos, dentados o tener ciertos relieves en

su superficie. Los discos giran en direcciones opuestas, uno permanece estático mientras el otro está en movimiento.

En el caso del molino de discos vibratorio u oscilante, la molienda se logra mediante impactos y fricciones entre el material a moler y los componentes del sistema que se encuentran en el interior del recipiente, incluyendo una masa en forma de disco y anillo, y estos impactos y fricciones resultan del movimiento horizontal rotatorio del sistema.



Figura 7. Molino de Discos Marca Corona.

V-U. HISTORIA DEL PLÁTANO VERDE

El plátano verde es un alimento básico en la dieta ecuatoriana, y se utiliza en una variedad de platos, como el bolón, el patacón y el mofongo. El plátano verde es un tipo de plátano que aún no ha madurado, y tiene un sabor más amargo y una textura más firme que el plátano maduro.



Figura 8. Plátano verde macho.

El origen del plátano verde se remonta a la antigüedad, y se cree que fue domesticado en el sudeste de Asia. El plátano verde llegó a América en el siglo XVI, traído por los españoles.

En Ecuador, el plátano verde se cultiva en la costa, y es una de las principales fuentes de ingresos para los agricultores de la región. El plátano verde se cosecha durante todo el año, y se vende fresco o procesado.

El plátano verde se puede preparar de diversas formas, pero la forma más común es freírlo. Los chifles son plátanos verdes fritos, y son un snack popular en Ecuador.

La industria de los chifles en Ecuador es un sector importante de la economía. Los chifles se exportan a todo el mundo, y son un producto de exportación importante para Ecuador.

Las máquinas que se utilizan en la industria de los chifles son relativamente simples. Las máquinas básicas para hacer chifles incluyen una cortadora, un freidor y un secador.



Figura 9. Cortadora de plátano. Por Incalfer.

La cortadora corta los plátanos verdes en rodajas finas. Las rodajas de plátano se fríen en aceite caliente hasta que estén crujientes. Los chifles se retiran del aceite y se secan para eliminar el exceso de aceite.

Las máquinas más modernas para hacer chifles son más eficientes y producen chifles de mayor calidad. Estas máquinas utilizan tecnología de enfriamiento de aire para enfriar los chifles rápidamente, lo que ayuda a preservar su crujiente.

Los siguientes son los principales tipos de plátanos verdes que se cultivan en Ecuador:

- Barrasganete: Es el tipo de plátano verde más común en Ecuador. Es un plátano de tamaño mediano, con una piel delgada y una pulpa amarilla.
- Dominicó: Es un plátano verde de tamaño grande, con una piel gruesa y una pulpa blanca.
- Harton: Es un plátano verde de tamaño pequeño, con una piel gruesa y una pulpa blanca.

Los chifles son una fuente de energía y fibra, y son un alimento nutritivo.

V-V. VALOR NUTRICIONAL DEL PLÁTANO

El plátano verde es un alimento nutritivo que se puede disfrutar como parte de una dieta saludable.

| plátano verde | |
|----------------|--------------------|
| Nutriente | Cantidad por 100 g |
| Calorías | 90 kcal |
| Agua | 72,4 g |
| Proteínas | 1,4 g |
| Grasas totales | 0,4 g |
| Carbohidratos | 25 g |
| Fibra | 3,4 g |
| Azúcares | 2,8 g |
| Calcio | 15 mg |
| Fósforo | 27 mg |
| Potasio | 422 mg |
| Magnesio | 27 mg |
| Zinc | 0,3 mg |
| Vitamina B1 | 0,16 mg |
| Vitamina B2 | 0,08 mg |
| Niacina | 1,2 mg |
| Ácido fólico | 4 µg |
| Vitamina A | 20 µg |

Figura 10. Tabla Valor nutricional del plátano macho. Por Botánica online.

V-W. MATERIALES

V-W1. **ACERO INÓXIDABLE AISI 304:** El acero inoxidable es una aleación a base de hierro, con bajo contenido en carbono de hasta 0.8% y con mínimo 11% de cromo. La característica sobresaliente reside en su notable resistencia a la corrosión, la cual se logra gracias a la formación de una capa de óxido de cromo en su superficie como consecuencia de la exposición a un entorno que contiene oxígeno disuelto. Si su aplicación requiere otras funciones específicas, se pueden agregar otros materiales como níquel o molibdeno. Este material es la base para el procesamiento total de industrias alimentarias en máquinas o estructuras donde siempre se procesan alimentos.[17]

El acero inoxidable 304 es un acero austenítico con un mínimo de 18% de cromo y 8% de níquel en su composición. Este acero es el estándar entre los aceros inoxidables y se utiliza principalmente en equipos de procesamiento de alimentos.

| Inox 304 Propiedades Mecánicas | | | | | | |
|--------------------------------|--|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------------------|
| Acero | Resistencia a la tracción (MPa) \geq | Esfuerzo de fluencia (MPa) \geq | Elongación en 50 mm (%) \geq | Reducción de área (%) | Dureza (HBW) \leq | Condiciones |
| 304 | 585 | 235 | 60 | 70 | 149 | Barra recocida |
| | 690 | 415 | 45 | | 212 | Recocido y estirado en frío |
| | 860 | 655 | 25 | | 275 | Estirado en frío de alta resistencia |

Figura 11. Propiedades mecánicas del acero inoxidable. Por [15].

V-X. PARTES ELÉCTRICAS

V-X1. **MOTOR TRIFÁSICO:** Un motor es un dispositivo que puede convertir energía eléctrica en energía mecánica. El movimiento mecánico se produce cuando una fuente de alimentación externa induce corriente en la máquina. Esta corriente interactúa con el campo magnético de la máquina y da movimiento al motor.



Figura 12. Motor Trifásico 0.5HP. por WEG.

V-X2. *Gabinete Plástico Eléctrico*: Son cajas diseñadas para contener todos los componentes de una instalación eléctrica o electrónica. Estos armarios de plástico están diseñados para montaje en pared o empotrado, según las necesidades estéticas del lugar a colocar, y están fabricados en material aislante.



Figura 13. Rele 24v. por Siemens.

V-X3. *Rele*: Los relés son dispositivos electromagnéticos. Actúa como un interruptor controlado por un circuito eléctrico, con bobinas y electroimanes que permiten que uno o más conjuntos de contactos de accionamiento abran y cierren otros circuitos eléctricos independientes.



Figura 14. Rele 24v. por Siemens.

V-X4. *Factor de servicio*: El factor de servicio más común es de 1,0 a 1,15. No se especifica un factor de servicio de 1,0 en la placa de identificación del motor (solo si el factor difiere de 1). Esto significa que no necesita más que la potencia nominal de su motor si desea evitar daños por sobrecarga.

Cuando un motor de inducción funciona con un servicio de factor superior a 1,0, puede tener una eficiencia, un factor de potencia y una velocidad diferentes de los de carga nominal. El torque máximo, torque y corriente de arranque pueden no tener cambios. Aunque el motor opere continuamente, no se recomienda emplear permanentemente el factor de servicio, para evitar la menor esperanza de vida en comparación con las condiciones nominales.[8]

El uso de 1,15 (o 1,0 o superior) proporcionará una potencia igual a los tiempos nominales del ciclo de trabajo sin dañar el aislamiento si no se elimina la sobrecarga y la temperatura de la bobina no es constante. No exceder.

Sin embargo, se debe tener en cuenta que la operación continua dentro del factor de mantenimiento reducirá la expectativa de vida del sistema de aislamiento y conducirá a una falla prematura de los componentes del sistema.

V-X5. *Variador de Frecuencia GD10*: El Minidrive GD10 es reconocido como una aplicación popular en el mercado OEM de baja potencia. Utiliza tecnología de control de curva V/f vectorizada y tiene muchas características comunes, como PID, velocidades múltiples, frenado de CC y comunicación Modbus. Tiene muchas características. Debido a la miniaturización, el espacio de instalación se puede reducir aún más (aproximadamente un 15% menos que los productos convencionales).



Figura 15. Variador de frecuencia GD10 series. por Invt.

V-Y. PARTES DE CONTROL DEL PROCESO

V-YI. *DVP20EX200R*: Un controlador lógico programable (PLC) es un sistema de control que utiliza aritmética electrónica. Los controladores lógicos programables de la serie DVP de Delta brindan aplicaciones rápidas, estables y confiables en todo tipo de maquinaria de automatización industrial.

El sistema de programación ofrecido por DELTA ofrece una gran flexibilidad con respecto a las características y opciones del PLC. En este desarrollo tomamos como referencia el PLC DVP20ex, el cual ofrece varias opciones de expansión, pero existen otros PLC ofrecidos por la misma marca que ofrecen más opciones tanto de programación como de futuras incorporaciones. Más lenguajes de programación que permitan un desarrollo más flexible.[13]



Figura 16. Dispositivo para automatizar el proceso. por Delta.

V-Z. ISPSoft

ISPSoft es la última herramienta de desarrollo de programas para los controladores lógicos programables (PLC) de Delta que cumple con el estándar IEC 61131-3 para integrar múltiples tareas para la gestión de proyectos. Los clientes pueden utilizar bloques de funciones estándar de PLCopen®, así como bloques de funciones de desarrollo propio de Delta para lograr fácilmente diferentes requisitos de control. ISPSoft ofrece a los usuarios un entorno de desarrollo eficiente y conveniente, y es adecuado tanto para sistemas de control pequeños como complejos.



Figura 17. Programa para el desarrollo de tareas. por Delta.

VI. MARCO METODOLÓGICO

El objetivo del presente capítulo es establecer y detallar los procesos, técnicas y el nivel de conocimiento que se busca a través de información y formas de estudio, lo que permitirá estructurar y desarrollar el mismo. Además de describir el diseño, el enfoque y muestra, con el que se pretende plantear en la investigación.

Los hechos destinados a delinear, estudiar y examinar el fondo de la problemática planteada, a través de medios característicos que incorporan los métodos de investigación y recolección de la información, estableciendo el cómo se llevara a cabo el estudio, Ésta labor consiste en hacer efectivo los conceptos y componentes del problema que estudiamos.

VI-A. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El objeto de estudio será implementar dos tipos diferentes de trabajo (rebanado y molienda), con la finalidad de procesar una cantidad considerable de productos de consumo para los niños de escasos recursos de la fundación.

El prototipo en cuestión estará desarrollado bajo las normas ISO22000 correspondientes que irían dirigidas a todo tipo de organización en el área alimenticia.

Dado que nuestra investigación se centra en la creación de un prototipo de máquina procesadora de alimentos, hemos optado por un enfoque de investigación experimental, basado en la experimentación pura. Este enfoque se ha elegido con el propósito de determinar el método más viable para alcanzar los objetivos que hemos establecido previamente.

La selección del material a emplear es de gran importancia porque se trabajará con productos para consumo y debemos estar acorde a las normativas establecidas por la industria alimenticia, también estableceremos una variación en las revoluciones del motor para obtener un proceso idóneo en la molienda.

VI-B. DISEÑO DE PROTOTIPO

Tal como se aprecia en la figura 18, el modelo incorporará una lámina de acero inoxidable AISI 304 que estará en contacto directo con los alimentos procesados. La estructura principal estará construida utilizando acero negro. La zona de molienda se encontrará en el extremo izquierdo de la estructura, mientras que la rebanadora estará ubicada en el lado derecho.

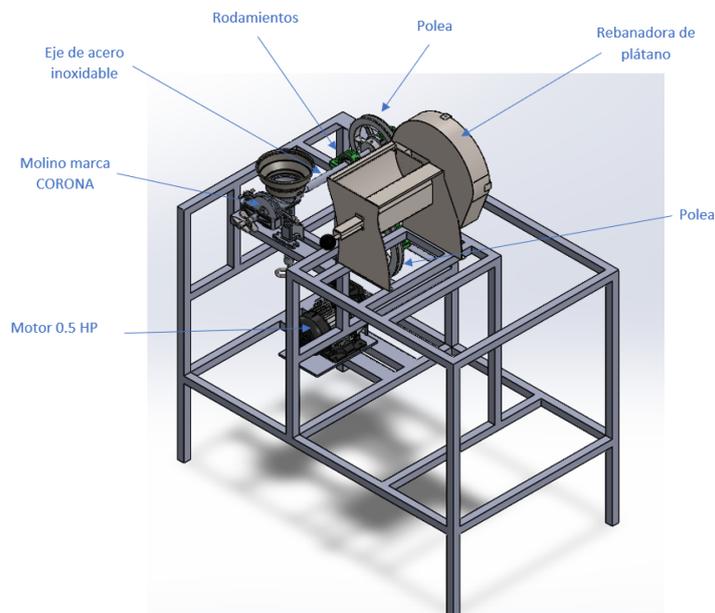


Figura 18. Diseño del prototipo estructura interna. por A. Ochoa y X. López, SolidWorks, 2023.

Se utilizó un molino de la marca CORONA el cual será impulsado por un motor trifásico de 0.5 HP. La relación estará dada por un juego de poleas de las cuales se hablara en los siguientes capítulos.

Se propone utilizar una cubierta externa de acero inoxidable AISI304 para la estructura (figura 19) de esta manera estaremos conservando la inocuidad de los alimentos.

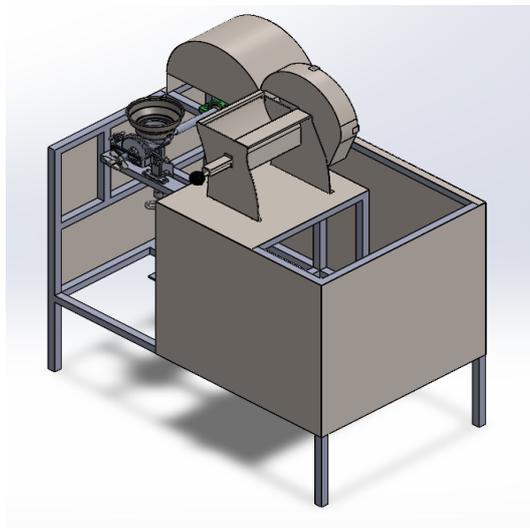


Figura 19. Capa externa del diseño de maquina procesadora de alimentos. por A. Ochoa y X. López, SolidWorks, 2023.

Para visualizar los componentes del prototipo, disponemos de una representación en vista explosionada, tal como se muestra en la Figura 20.

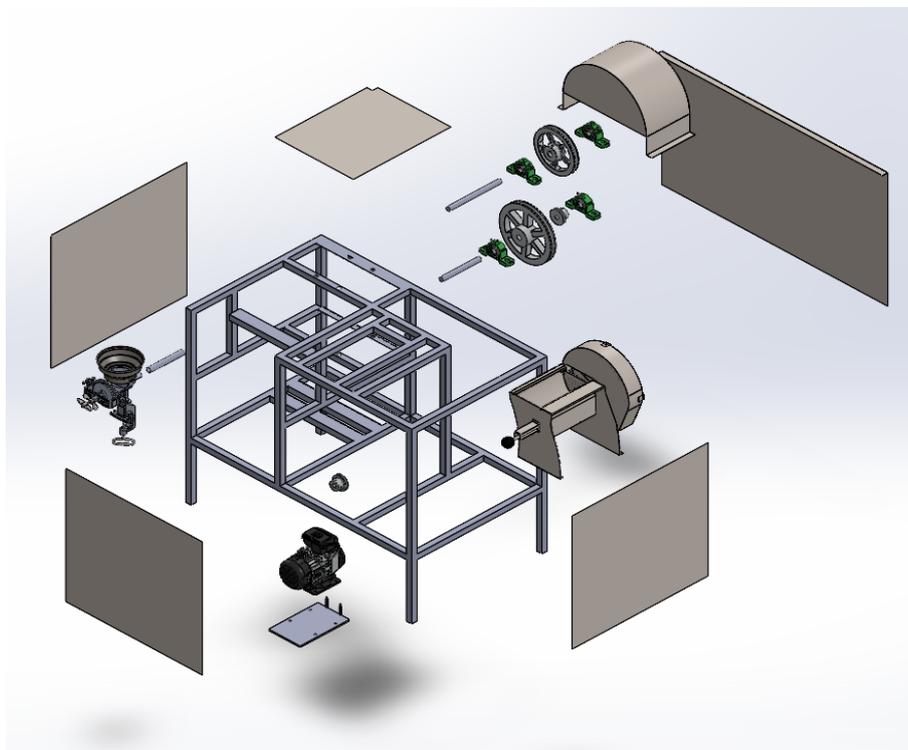


Figura 20. Diseño del prototipo de la Maquina procesadora de alimentos. por A. Ochoa y X. López, SolidWorks, 2023.

El eje y las poleas se encargarán de ejercer un movimiento continuo en el eje principal del molino donde se encontrarán los granos a utilizar dependiendo del estudio realizado, tal como vualizamos en la figura 21.

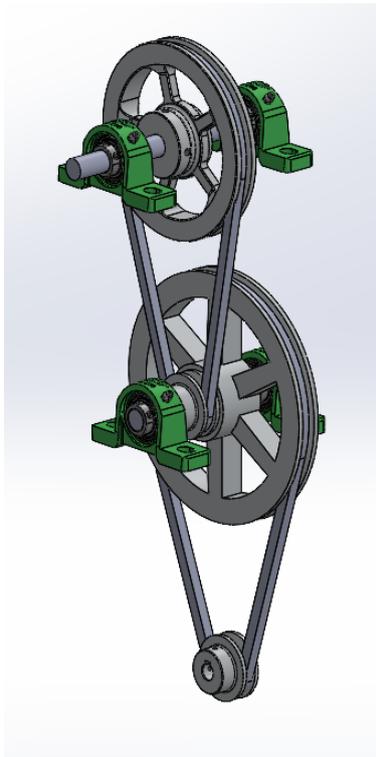


Figura 21. Estructura del eje y de poleas. por A. Ochoa y X. López, SolidWorks, 2023.

VI-C. DIAGRAMA DE FLUJO

Los diagramas de flujo se basan en el concepto de flujo de datos. Los datos son los elementos que se ejecutan durante un proceso.

Un diagrama de flujo es una representación gráfica de un proceso o algoritmo. Se utiliza para representar paso a paso las acciones que se realizan para completar una tarea o lograr un objetivo.

Los diagramas de flujo para máquinas procesadoras de alimentos deben incluir información específica sobre el proceso de producción que se lleva a cabo. Por ejemplo, el diagrama de flujo podría incluir información sobre los siguientes elementos:

- Las materias primas utilizadas
- Los equipos y materiales utilizados
- Las operaciones de procesamiento realizadas
- Los controles para garantizar la seguridad alimentaria

La información específica sobre el proceso de producción ayudará a garantizar que el diagrama de flujo sea preciso y que se utilice para mejorar la seguridad alimentaria.

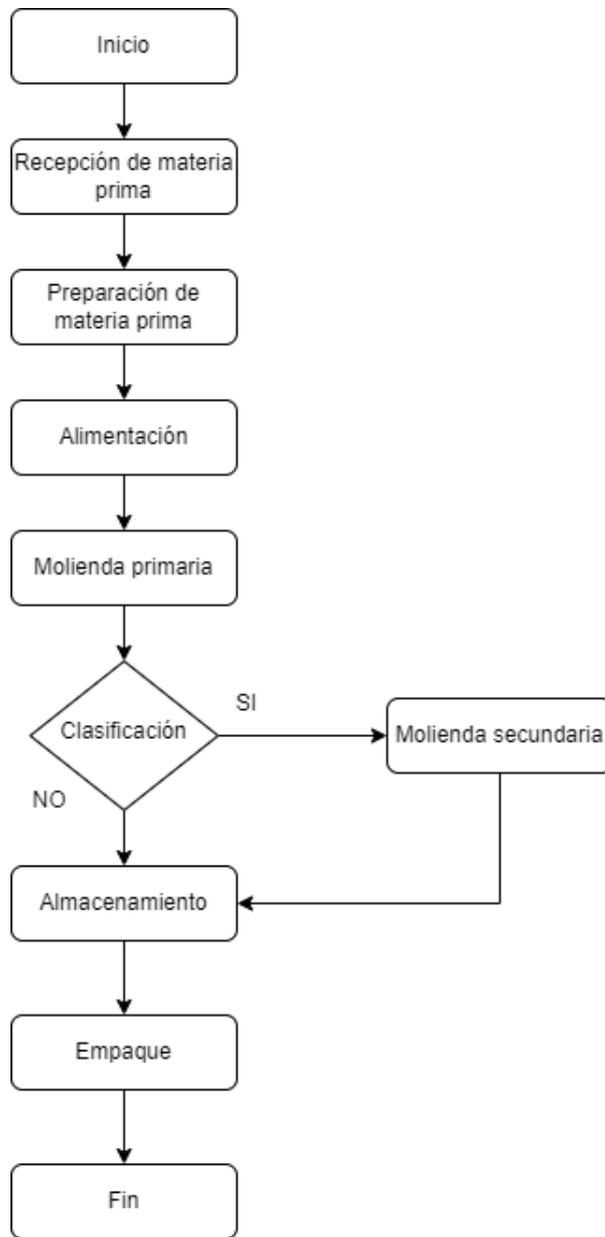


Figura 22. Diagrama de flujo proceso molienda, por A. Ochoa y X. López, Draw io.

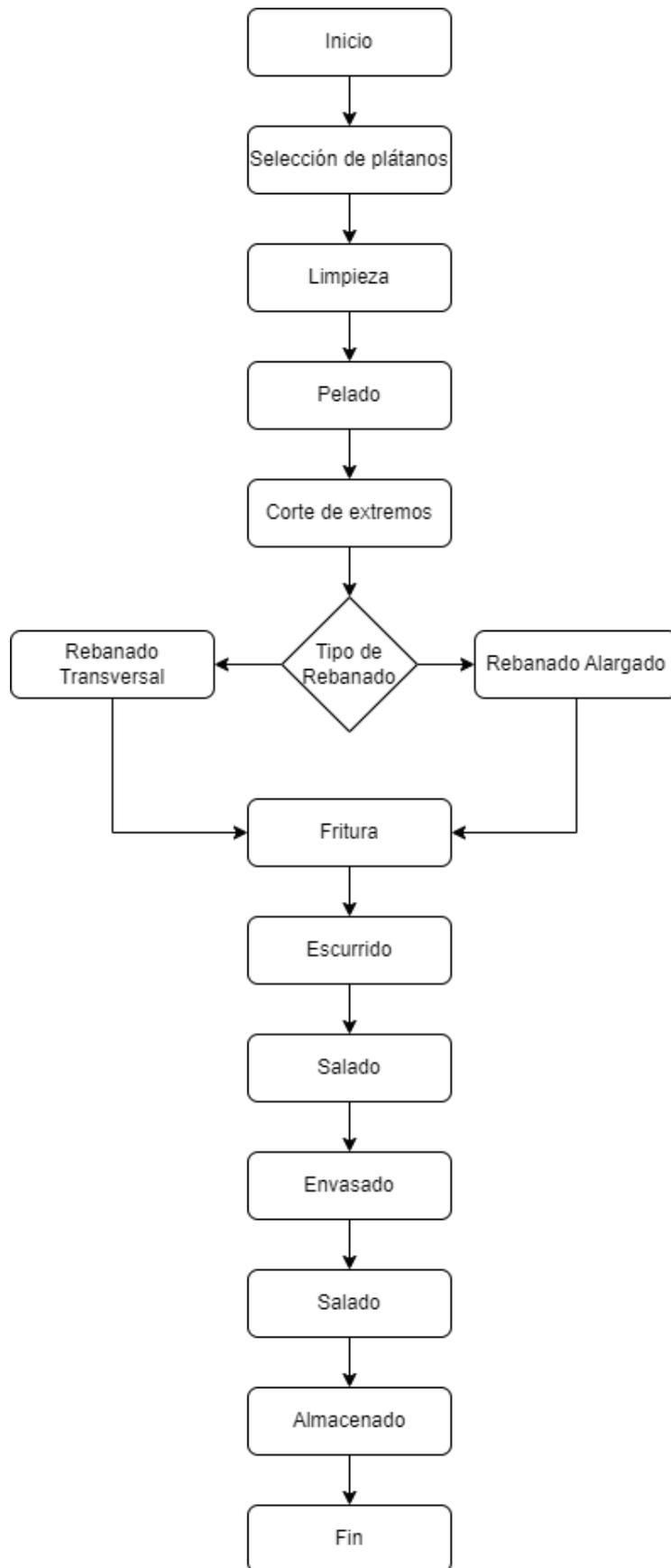


Figura 23. Diagrama de flujo proceso molienda, por A. Ochoa y X. López, Draw io.

VI-D. PROGRAMACIÓN DE LA MÁQUINA PROCESADORA DE ALIMENTOS

En la siguiente sección, se podrá visualizar en la figura 24 la programación del sistema de forma automática, con sus respectivas variables. En la figura 25 se muestra la simulación que debe cumplir nuestro proyecto al satisfacer las condiciones propuestas por los docentes que nos brindan asesoramiento en nuestro proyecto de titulación.

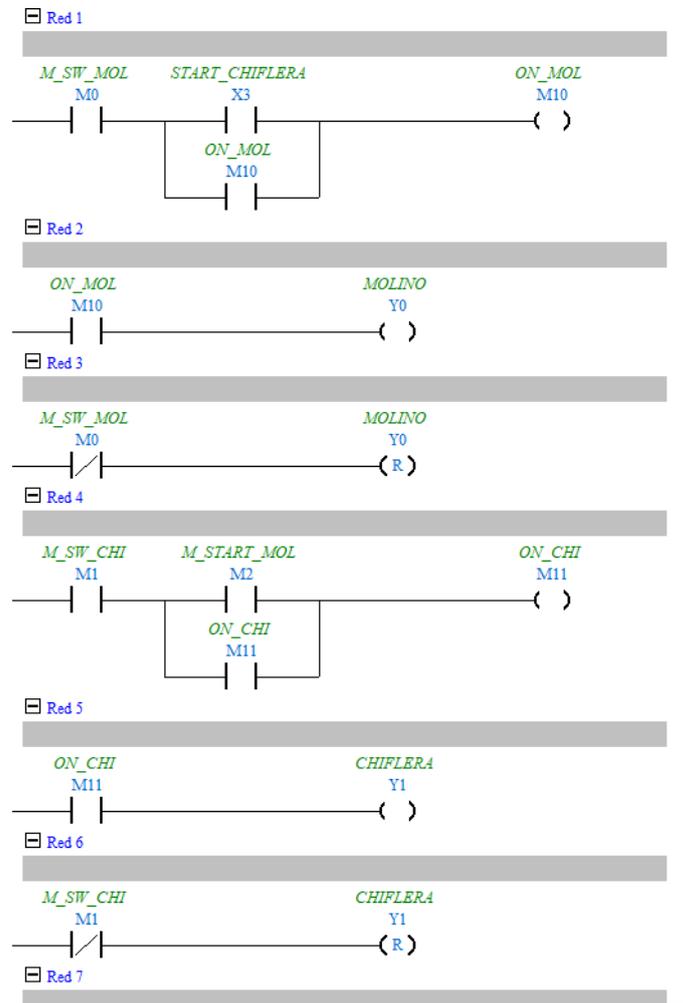


Figura 24. Diagrama ladder - funcionamiento en automático, Por A. Ochoa y X. López, ISPsoft.

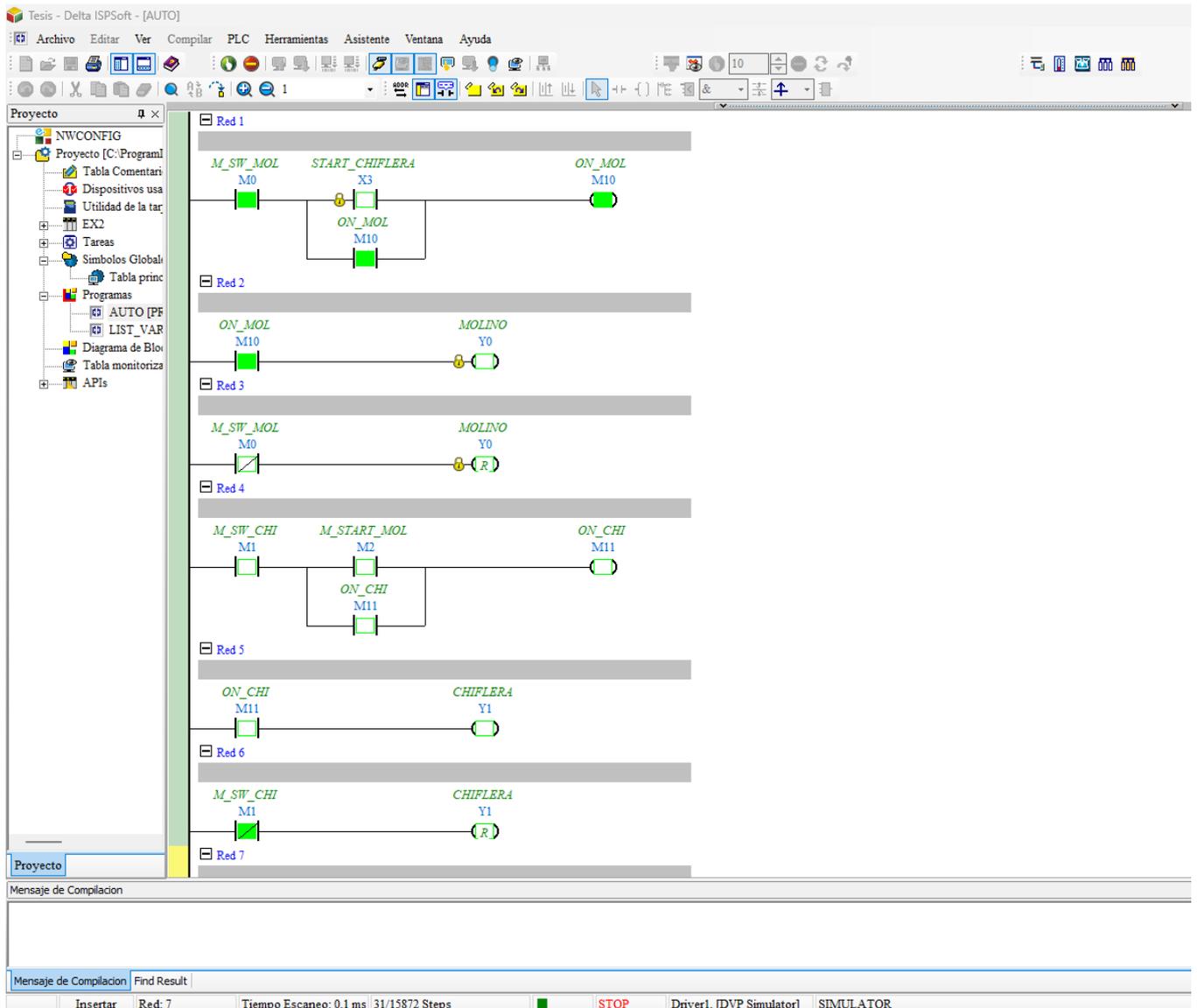


Figura 25. Simulación del funcionamiento en automático, Por A. Ochoa y X. López, ISPSOFT.

VI-E. CONEXIONES

El motor trifásico de 0.5 HP se encuentra conectado a un variador de frecuencia que trabaja a 220V, esta tensión es usualmente usada para evitar un mayor consumo a diferencia de un motor monofásico.

Para el control eléctrico se implementó 1 motor Trifásicos además de 1 motor DC, uno para la molienda y el otro para la rebanadora que se encargara de mover la cuchilla para el respectivo corte del producto. En la figura 26 podemos visualizar las conexiones que se implementaron desde el simulador CADE SIMU.

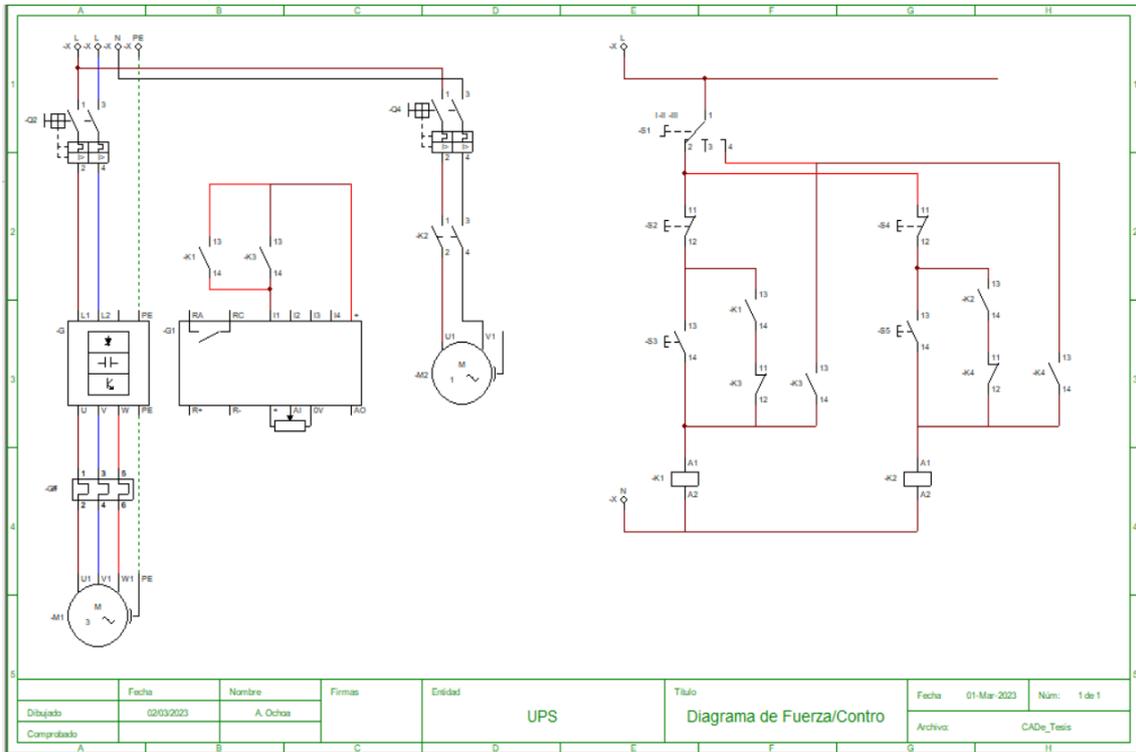


Figura 26. Conexión de un motor trifasico y Diagrama de fuerza. por A. Ochoa y X. López, CADESIMU.

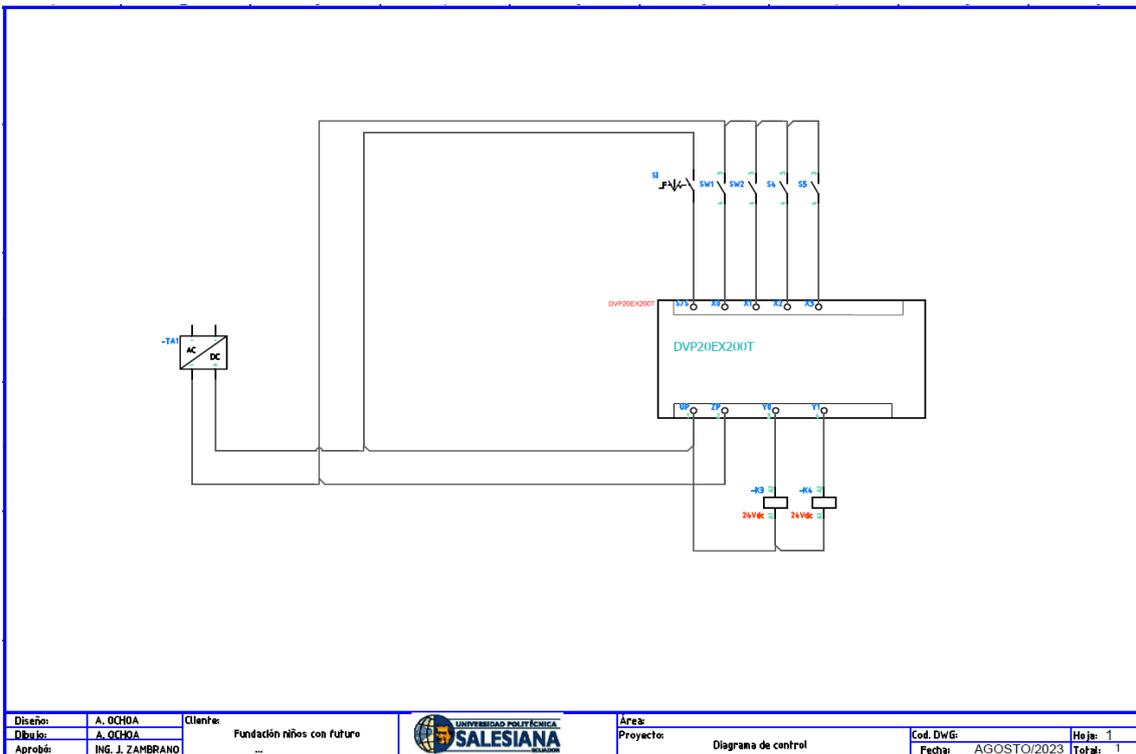


Figura 27. Conexión del PLC. por A. Ochoa y X. López, AutoCAD.

VII. SELECCIÓN DE COMPONENTES ELECTRICOS

VII-A. CALCULO DE PROTECCIÓN

Las protecciones eléctricas se calculan al 125 % de la corriente nominal del circuito para proteger los cables y los equipos eléctricos de daños causados por sobrecargas. Una sobrecarga es una condición en la que la corriente que fluye a través de un circuito excede la corriente nominal del circuito durante un período prolongado. Las sobrecargas pueden ser causadas por una serie de factores, incluyendo el uso de equipos de mayor potencia que la capacidad del circuito, el mal funcionamiento de los equipos y los errores de instalación.

Al calcular las protecciones eléctricas al 125 % de la corriente nominal del circuito, se garantiza que las protecciones se activen antes de que la corriente exceda la capacidad de los cables y los equipos eléctricos. Esto ayuda a evitar daños y accidentes.

Para calcular la corriente nominal de un circuito en el que se conectan equipos que consumen 5A, 2A, 2A y 3A, se debe sumar la corriente nominal de cada equipo. En este caso, la corriente nominal total es de 12A.

$$C_{total} = C_{carga} * 125\%$$

$$C_{total} = 12A * 125\%$$

$$C_{total} = 15A$$

Se recomienda utilizar un disyuntor de 15A para garantizar que el circuito esté protegido de sobrecargas.

VII-B. SELECCIÓN DE CONDUCTOR ELÉCTRICO

Seleccionar el calibre o tamaño adecuado de un conductor eléctrico basado en el amperaje es esencial para garantizar la seguridad y el rendimiento de un sistema eléctrico.

Mediante la siguiente tabla seleccionamos el calibre del conductor para cada una de las secciones o equipos a energizar.

| Amperaje que soportan los cables de cobre | | | | | |
|---|--------------------|----------------|----------------------|----------------------------|--------------------|
| Nivel de temperatura: | 60°C | 75°C | 90°C | 60°C | |
| Tipo de aislante: | TW | RHW, THW, THWN | THHN, XHHW-2, THWN-2 | SPT | |
| Medida / calibre del cable | Amperaje soportado | | | Medida / calibre del cable | Amperaje soportado |
| 14 AWG | 15 A | 15 A | 15 A | 20 AWG | 2 A |
| 12 AWG | 20 A | 20 A | 20 A | | |
| 10 AWG | 30 A | 30 A | 30 A | 18 AWG | 10 A |
| 8 AWG | 40 A | 50 A | 55 A | | |
| 6 AWG | 55 A | 65 A | 75 A | 16 AWG | 13 A |
| 4 AWG | 70 A | 85 A | 95 A | | |
| 3 AWG | 85 A | 100 A | 115 A | 14 AWG | 18 A |
| 2 AWG | 95 A | 115 A | 130 A | | |
| 1 AWG | 110 A | 130 A | 145 A | 12 AWG | 25 A |
| 1/0 AWG | 125 A | 150 A | 170 A | | |
| 2/0 AWG | 145 A | 175 A | 195 A | | |
| 3/0 AWG | 165 A | 200 A | 225 A | | |
| 4/0 AWG | 195 A | 230 A | 260 A | | |

Figura 28. Tabla para la selección de los conductores eléctricos a utilizar dependiendo de su Amperaje. por [14]

Se utiliza el calibre 18 para las secciones de control porque trabajan a bajos niveles de corriente.

VIII. DISEÑO DE ELEMENTOS Y SISTEMAS

VIII-A. CAPACIDAD DE MOLIENDA

La primera consideración en el diseño es evaluar la capacidad de molienda. Esta cifra se basa en las investigaciones de mercado para satisfacer las necesidades. Por lo tanto, partimos de la siguiente relación de unidades para estimar la cantidad de granos que deben ser molidos por minuto y cumplir con la capacidad requerida de 30 kg/h.

La productividad manual esperada de un molino debería situarse entre 20 y 25 kg/h. Sin embargo, debido a la fatiga, esta cifra se reduce a 10-15 kg/h. [3] Con la implementación del motor, se espera una nueva productividad de 30 kg/h. Estos se reflejarán en la sección de resultados en relación con los tiempos de molienda, considerando una base de 500 g/min.

Los siguientes parámetros se recopilan como datos de muestra a partir de 50 granos de cada variedad que se va a procesar:

MAÍZ: largo 6 - 9 mm, Ancho 4.1 - 7.5 mm, 136 granos pesan al rededor de 35 - 51 gramos.

TRIGO: largo 1.5 - 3 mm, Ancho 2.1 - 2.9 mm, 14 granos pesan al rededor de 1 gramo.

CEBADA: largo 2.4 - 3.5 mm, Ancho 0.79 - 1.31 mm, 135 granos pesan al rededor de 40 - 50 gramos.

El volumen molido por revolución es el volumen de material que se puede moler en una sola revolución de los discos del molino. Este valor depende de varios factores, como el tamaño del disco, el tamaño del material a moler y la configuración del molino.

Para calcular el volumen molido por revolución, se pueden utilizar las siguientes fórmulas:

$$\text{Capacidad de producción} = \text{Velocidad del disco} * \text{Volumen molido por revolución}$$

$$\text{Volumen molido por revolución} = (\pi * 9 \text{ cm})^2 * 0,1 \text{ cm} / 4$$

$$\text{Volumen molido por revolución} = 4,92 \text{ cm}^3$$

Datos:

diámetro del disco = 9cm

Profundidad de molienda = 0.1cm

El peso específico del maíz es de aproximadamente $1,25 \text{ g/cm}^3$. Esto significa que 1 cm^3 de maíz tiene un peso de aproximadamente 1,25 gramos.

Por lo tanto, $4,92 \text{ cm}^3$ de maíz tienen un peso de aproximadamente $5,90 \text{ gramos/rev}$.

$$\text{Capacidad de producción} = 115 \frac{\text{rev}}{\text{min}} * 5.90 \frac{\text{gramos}}{\text{rev}}$$

$$\text{Capacidad de producción} = 678.5 \frac{\text{gramos}}{\text{min}}$$

VIII-B. FUERZA DE RUPTURA DE LOS GRANOS

La fuerza de ruptura es una medida importante en la industria de la molienda para evaluar la resistencia de los granos al ser triturados o molidos. En el caso del maíz, la fuerza de ruptura se refiere a la cantidad de fuerza necesaria para romper o triturar un grano. Esta medida puede ser relevante para ajustar la configuración de los molinos y garantizar una molienda eficiente y consistente.

Estos datos se obtuvieron mediante un ensayo ampliamente empleado en la industria alimentaria, el cual consiste en dejar caer un objeto con una densidad específica desde diversas alturas hasta que la energía potencial resultante cause la fractura del grano.

$$E_{ruptura} = m_o * g * h$$

Donde:

m_o = masa del objeto de prueba

g = gravedad = 9.8 m/s^2

h = altura del objeto

De esta forma, se obtiene que:

$$\text{MAÍZ: } E_{ruptura} = 0.2 \text{ kg} * 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 0.4 \text{ m} = 0.78 \text{ Nm}$$

$$\text{TRIGO: } E_{ruptura} = 0.2 \text{ kg} * 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 0.3 \text{ m} = 0.59 \text{ Nm}$$

$$\text{CEBADA: } E_{ruptura} = 0.2 \text{ kg} * 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 0.25 \text{ m} = 0.39 \text{ Nm}$$

Entre los parámetros analizados, se nota que el maíz exhibe la mayor resistencia a la ruptura. Debido a que este grano es considerablemente más grande que los demás, el diseño del proceso de molienda se fundamentará en los resultados obtenidos a partir de este grano.

VIII-C. DETERMINACIÓN DE FUERZAS Y POTENCIAS

Para lograr la rotación del mango del molino de disco manual, que se encuentra a una distancia de 0.23 metros, se requiere aplicar una fuerza equivalente a 10.7 kilogramos, según lo demostrado en ensayos efectuados en la molienda de granos secos. Esta fuerza puede ser suministrada tanto por un operario como por un motor equipado con un sistema de transmisión capaz de ejercer una fuerza equivalente. Por consiguiente, se llevará a cabo el cálculo necesario para determinar el torque requerido en este proceso.[3]

$$10.7 \text{ kg} * 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 104.86 \text{ N}$$

Torque requerido.

$$T = F * r$$

$$T = 104.86 \text{ N} * 0.23 \text{ m}$$

$$T = 24.11 \text{ Nm}$$

Donde,

T=Torque (Nm)

F=Fuerza (N)

r=radio o distancia (m)

VIII-D. VELOCIDAD DE FUNCIONAMIENTO

Este molino está diseñado para un uso manual, por lo que es importante no exceder la velocidad que normalmente alcanza durante la molienda. Según pruebas realizadas, las personas suelen alcanzar velocidades de entre 110 y 120 revoluciones por minuto (rpm) al moler, aunque esto solo se puede mantener durante breves periodos debido al esfuerzo físico involucrado, que limita la capacidad de mantener estas velocidades de manera prolongada.[3]

Sin embargo, se ha considerado una velocidad de 115 rpm con el propósito de aumentar la producción y destacar la importancia del proyecto. Esto se debe a que la máquina no sufrirá la fatiga que experimenta una persona al usar el molino de forma manual. Además, se podrá trabajar durante periodos más largos manteniendo una potencia y velocidad constantes a lo largo del proceso, lo que resultará en un producto más uniforme.

$$\text{Velocidad requerida} = 115 \text{ rpm}$$

VIII-E. DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA DEL MOTOR

La potencia requerida para el proceso de molienda de granos secos se determina mediante la combinación del torque (fuerza rotativa) y la velocidad angular del eje del molino. Esto proporciona información esencial para la selección del motor adecuado en el proceso de automatización. La fórmula para calcular esta potencia se expresa de la siguiente manera:

$$P = T * \omega$$
$$P = 24.11 \text{ Nm} * \left(115 \frac{\text{rev}}{\text{min}} * \frac{2\pi \text{rad}}{60\text{s}} \right)$$
$$P = 290.35 \text{ W}$$

Donde:

P=Potencia en (kW)

T=Torque (N)

ω =velocidad angular (rad/s)

Al calcular el torque necesario para girar el molino a una velocidad de 115 rpm (como se mencionó anteriormente) y teniendo en cuenta la distancia desde el centro del molino, podrás determinar la potencia requerida del motor para automatizar eficazmente el proceso de molienda.

VIII-F. POTENCIA Y VELOCIDAD DE ENTRADA

El motor que se utilizara para este sistema es de 0.5 HP y una velocidad de 1800 rpm.

Conversión de HP a kW.

$$P = 0.5 \text{ HP} * \frac{745.7\text{W}}{1 \text{ HP}} * \frac{1 \text{ kW}}{1000\text{W}} = 0.37\text{kW}$$

VIII-G. SELECCIÓN DEL MOTOR

Se ha optado por seleccionar un motor con una potencia de 0.5HP. Esta elección se basa en consideraciones económicas y en la expectativa de que la máquina no se someterá a cargas significativas.

Resumen de las características técnicas

| | | | |
|---------------------|---------------|-------------------------------|--------------|
| Norma | IEC 60034-1 | Potencia | 0.5 HP |
| Frecuencia | 60 Hz | Fijación | Con pies |
| Tensión | 220/380-440 V | Forma constructiva | B34T |
| Numero de polos | 4 | Caja de conexión ¹ | Superior |
| Grado de protección | IP55 | Refrigeración | IC411 - TEFC |
| Rotación sincrona | 1800 rpm | | |

Figura 29. Ficha técnica motor weg, por WEG.

La selección del motor se llevó a cabo después de conocer la potencia necesaria para el proceso de molienda. Para ello, se utilizó el catálogo de la marca WEG para identificar y adquirir el motor adecuado. Las características específicas del motor se pueden observar en la figura 29, que se obtuvo del catálogo.

VIII-H. CÁLCULO DE LA ECUACIÓN DE TRANSMISIÓN DEL TREN DE POLEAS.

Un tren de poleas para reducción de velocidad es una forma efectiva de ajustar la velocidad de rotación de un sistema mecánico mediante la variación de los tamaños de las poleas involucradas en la transmisión.

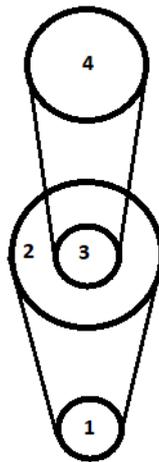


Figura 30. Tren de poleas para reducción de velocidad. Por A. Ochoa y X. López.

Mediante esta disposición de poleas, se logra reducir la velocidad del motor hasta alcanzar la velocidad necesaria para realizar su trabajo de manera eficiente.

VIII-I. CÁLCULO DEL DIÁMETRO MÍNIMO EJE 1

Se conoce el momento de torsión y las propiedades típicas del acero AISI 1018, podemos usar esta fórmula para obtener una estimación del diámetro necesario del eje.

$$Diámetro = \sqrt[3]{\frac{T}{\frac{\pi}{2} * resistencia\ del\ material}}$$

Para el acero AISI 1018, consideraremos los siguientes valores de resistencia:

Resistencia a la Torsión máxima: 370 - 440 MPa

$$Diámetro = \sqrt[3]{\frac{2 * 8.9}{\pi(390 * 10^6)}}$$

$$Diámetro \approx 0.001879\ m$$

$$Diámetro \approx 18\ mm$$

Por lo tanto, con el material AISI 1018 y el momento de torsión calculado previamente, el diámetro necesario del eje sería aproximadamente 17 mm.

VIII-J. PRIMER TREN REDUCTOR DE POLEAS

La velocidad del eje de salida se calcula mediante la relación entre las primeras poleas, donde el diámetro de la polea conductora 1 se multiplica por la velocidad del motor, y luego ese resultado se divide por el valor del diámetro de la polea conducida 1. Este cálculo te proporcionará la velocidad resultante en el eje de salida después de la reducción de velocidad.

$$n2 = \frac{\varnothing1 * n1}{\varnothing2}$$

$$n2 = \frac{2 * 1800}{9}$$

$$n2 = 400\ rpm$$

VIII-K. CÁLCULO DEL TORQUE 1

La potencia (P) y el momento de torsión (τ) están relacionados a través de la velocidad angular (ω) de la siguiente manera:

$$P = \tau * \omega$$

Donde,

P = se mide en vatios (W).

τ = se mide en newton metros (Nm).

ω = se mide en radianes por segundo (rad/s).

$$\tau_1 = \frac{P}{\omega}$$

$$\tau_1 = \frac{373}{400 \frac{rev}{min} * \frac{1 min}{60 s} ** \frac{2\pi rad}{1 rev}}$$

$$\tau_1 = 8.9 Nm$$

VIII-L. SEGUNDO TREN REDUCTOR DE POLEAS

La velocidad del eje de salida se calculará mediante la relación entre las segundas poleas, tomando en cuenta el diámetro de la polea conductora 2. Para hacer este cálculo, generalmente se multiplicaría el diámetro de la polea conductora 2 por la velocidad resultante del cálculo anterior o por la velocidad en la polea conducida 1, dependiendo de cómo estén conectadas las poleas en tu configuración específica. Esto te dará la velocidad final en el eje de salida después de la segunda etapa de reducción de velocidad.

$$n4 = \frac{\emptyset 3 * n2}{\emptyset 4}$$

$$n2 = \frac{2 * 400}{7}$$

$$n2 = 114.28 rpm$$

VIII-M. CÁLCULO DEL TORQUE 2

$$\tau_2 = \frac{P}{\omega}$$

$$\tau_2 = \frac{373}{114.28 \frac{rev}{min} * \frac{1 min}{60 s} ** \frac{2\pi rad}{1 rev}}$$

$$\tau_2 = 31.16 Nm$$

Como se evidencia claramente, los resultados de la velocidad en la ecuación se asemejan de manera notable a la velocidad necesaria, y el valor del torque obtenido en la ecuación supera el torque requerido. Esto sugiere que los valores calculados son apropiados para garantizar el funcionamiento óptimo del sistema.

Aplicamos la ecuacion para el tren de poleas (4 poleas).

$$n4 = n1 * \left(\frac{d1 * d3}{d2 * d4} \right) = n1 * i_T$$

$$i_T = \frac{50.8 * 50.8}{228.6 * 177.8} = \frac{4}{63} = 0.06$$

VIII-N. ANÁLISIS ESTÁTICO

VIII-N1. EJE 1: Las fuerzas que actúan en el eje incluyen las reacciones de las fuerzas presentes en las poleas de 2in y 9in. Para determinar estas fuerzas y obtener el diagrama de fuerzas cortantes de los ejes secundarios, se realizará un análisis detallado de las fuerzas y momentos que actúan sobre el sistema que se detallan a continuación:

- Datos:
 Polea de 2" = 0.43lb
 Polea de 9" = 4.91lb
 Polea de 7" = 1.85lb
 Masa de eje 1 = 2.95lb
 Masa de eje 2 = 1.15lb

Para tener en consideración el peso estará establecida por los pesos de la polea de 7" y por el peso del eje 2, es decir:

$$Polea\ de\ 7'' = 1.85\ lb * \frac{0.4535923\ kg}{1\ lb} = 0.84\ kg$$

$$Eje\ 2 = 2.95\ lb * \frac{0.4535923\ kg}{1\ lb} = 1.34\ kg$$

$$Masa\ total = 0.84kg + 1.34\ kg = 2.18\ kg$$

$$Peso\ o\ tensión\ que\ se\ ejerce = 2.18kg * 9.81 \frac{m}{s^2} = 21.39\ N$$

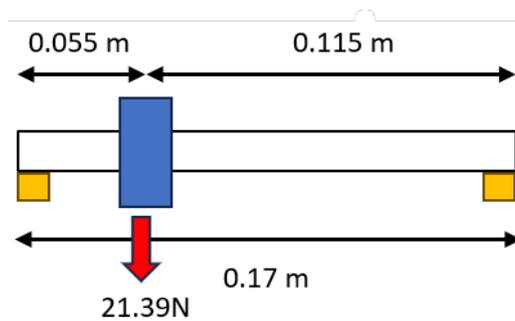


Figura 31. Representación gráfica del eje 2 con su polea de 7in

$$\sum \text{Fuerza} = 0$$

$$\sum \text{Fuerza} = F_1 + F_2 - 2T$$

$$\sum \text{masa} = -2(m_1) * L_1 + m_2(L_1 + L_2)$$

$$m_2 = \frac{2(m_1) * L_1}{(L_1 + L_2)} = \frac{2(2.18\text{kg}) * (0.055\text{m})}{(0.055\text{m} + 0.115\text{m})} = 1.41 \text{ kg}$$

$$F_2 = 1.41 \text{ kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 13.83 \text{ N}$$

$$F_1 = 2(21.39 \text{ N}) - 13.83 \text{ N}$$

$$F_1 = 28.95 \text{ N}$$

Para tener en consideración el peso estará establecida por los pesos de la polea de 2", polea de 9" y por el peso del eje 1, es decir:

$$\text{Polea de 9''} = 4.91 \text{ lb} * \frac{0.4535923 \text{ kg}}{1 \text{ lb}} = 2.23 \text{ kg}$$

$$\text{Polea de 2''} = 0.43 \text{ lb} * \frac{0.4535923 \text{ kg}}{1 \text{ lb}} = 0.20 \text{ kg}$$

$$\text{Eje 1} = 1.15 \text{ lb} * \frac{0.4535923 \text{ kg}}{1 \text{ lb}} = 0.52 \text{ kg}$$

$$\text{Masa total} = 2.23 \text{ kg} + 0.20 \text{ kg} + 0.52 \text{ kg} = 2.95 \text{ kg}$$

$$\text{Peso o tensión que se ejerce} = 2.95 \text{ kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 28.94 \text{ N}$$

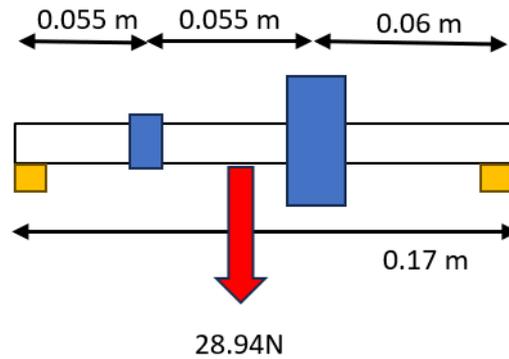


Figura 32. Representación grafica del eje 1 con su polea de 2in y 9in

Reacción en el punto A:

$$\sum \text{Fuerza}_A = 0$$

$$\sum \text{Fuerza}_A = F1 + F2 - 2T$$

$$\sum masa_A = -2(m_1) * L1 + m_2(L1 + L2)$$

$$m_{2A} = \frac{2(m_1) * L1}{(L1 + L2)} = \frac{2(2.95kg) * (0.055m)}{(0.055m + 0.055m)} = 2.95 kg$$

$$F_{2A} = 2.95 kg * 9.81 \frac{m}{s^2} = 28.94 N$$

$$F_{1A} = 2(28.94 N) - 28.94 N$$

$$F_{1A} = 28.94 N$$

Reacción en el punto B:

$$\sum Fuerza_B = 0$$

$$\sum Fuerza_B = F1 + F2 - 2T$$

$$\sum masa_B = -2(m_1) * L1 + m_2(L1 + L2)$$

$$m_{2B} = \frac{2(m_1) * L1}{(L1 + L2)} = \frac{2(2.95kg) * (0.055m)}{(0.055m + 0.06m)} = 2.82 kg$$

$$F_{2B} = 2.82 kg * 9.81 \frac{m}{s^2} = 27.66 N$$

$$F_{1B} = 2(28.94 N) - 27.66 N$$

$$F_{1B} = 30.22 N$$

Luego, se trazarán los diagramas de fuerzas cortantes correspondientes para visualizar cómo varían las fuerzas a lo largo del eje 1.

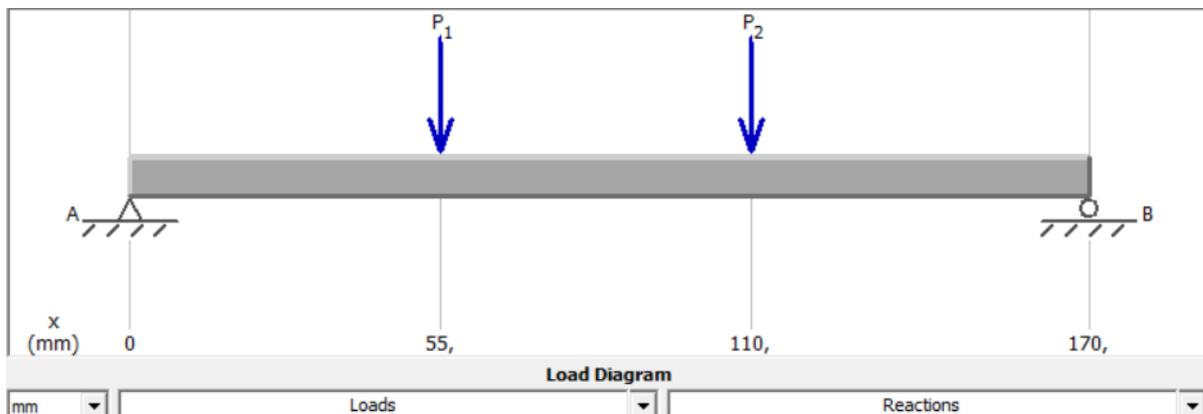


Figura 33. Diagrama fuerzas presentes en el eje 1

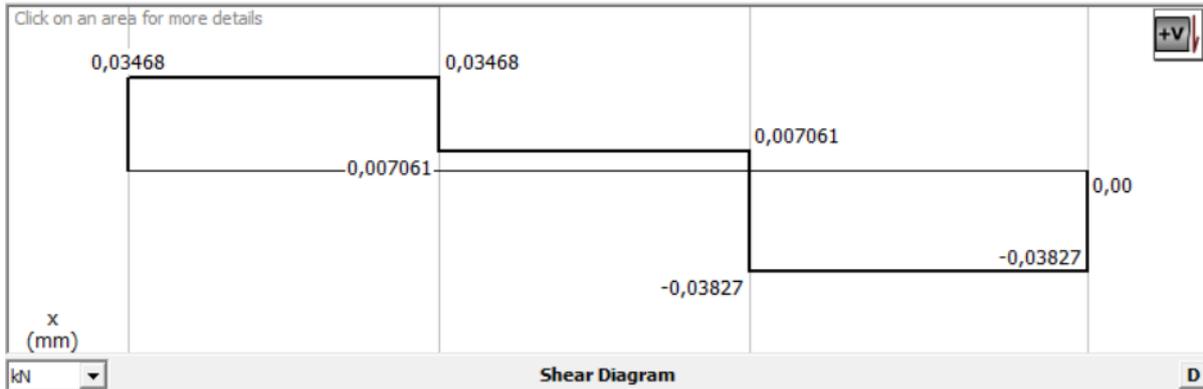


Figura 34. Diagramas de Fuerzas cortantes del eje 1

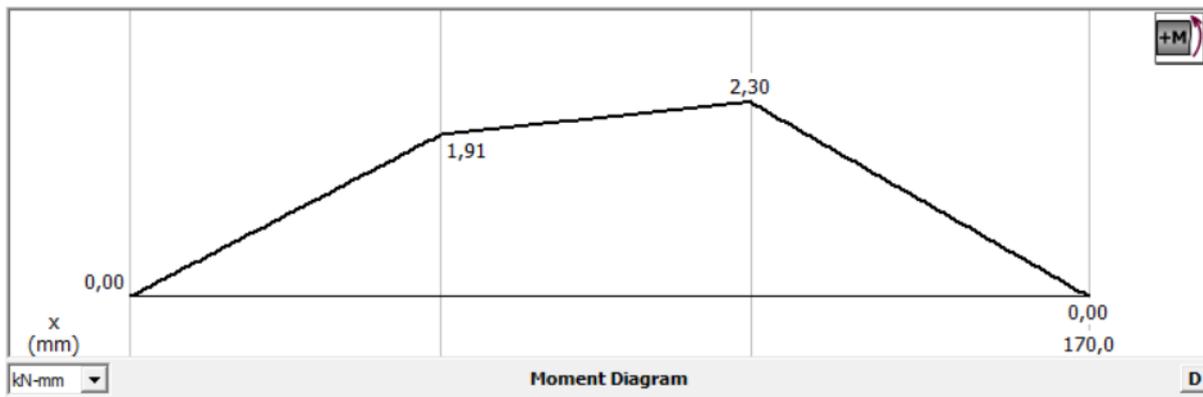


Figura 35. Diagrama de Momentos del eje 1

Para calcular los esfuerzos flexionantes y cortantes en el eje, se utilizan las siguientes ecuaciones:

Esfuerzo por flexión:

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{M_{m\acute{a}x}}{S}$$

Módulo de sección:

$$S = \frac{32}{\pi * d^3}$$

Esfuerzo cortante:

$$\tau = \frac{4}{3} * \frac{V}{A}$$

$$\tau = \frac{16}{3} * \frac{V}{\pi * d^2}$$

El momento máximo según la figura 35 es $M_{max} = 2,30 Nm$, mientras que la fuerza cortante en este punto, como se muestra en la figura 34 es $V = 34,68 N$

se establece un eje de diámetro $d = 19,05$, reemplazando d en la ecuación de módulo de sección y se tiene:

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{2.30 Nm * 32}{\pi * (0.01905m)^3}$$

$$\sigma_{m\acute{a}x} = 3.39 MPa$$

$$\tau = \frac{16}{3} * \frac{34.68 N}{\pi * (0.01905 m)^2}$$

$$\tau = 0.162 MPa$$

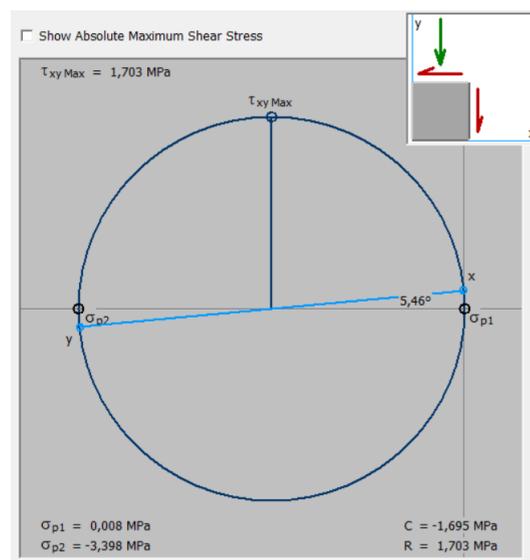


Figura 36. Circulo de Mohr

Se optará por utilizar el método del círculo de Mohr para abordar los esfuerzos combinados, el cual se obtiene a través del programa Md Solid y se ilustra en la figura 36.

Mediante el método de energía de distorsión y basándonos en los valores derivados de la figura 36, se obtienen los siguientes resultados:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 * \sigma_2}$$

$$\sigma = \sqrt{0.008^2 + (-3.398)^2 - (0.008 * (-3.398))} MPa$$

$$\sigma = 3.40 MPa$$

El factor de seguridad varía en función del tipo de material con el que está construido el eje y del esfuerzo al que está sometido.

AISI 1018: $S_y = 370 MPa$

$$N = \frac{S_y}{\sigma}$$

$$N = \frac{370 MPa}{3.40 MPa}$$

$$N = 108$$

VIII-N2. EJE 2: Las fuerzas que influyen en el eje 2 involucran las reacciones de las fuerzas asociadas a la polea de 7 in. Con el fin de determinar estas fuerzas y obtener los diagramas de fuerzas cortantes de los ejes secundarios, se llevará a cabo un análisis minucioso de las fuerzas y momentos que afectan al sistema. Posteriormente, se procederá a la elaboración de los diagramas de fuerzas cortantes correspondientes para representar gráficamente cómo se modifican las fuerzas a lo largo del eje.

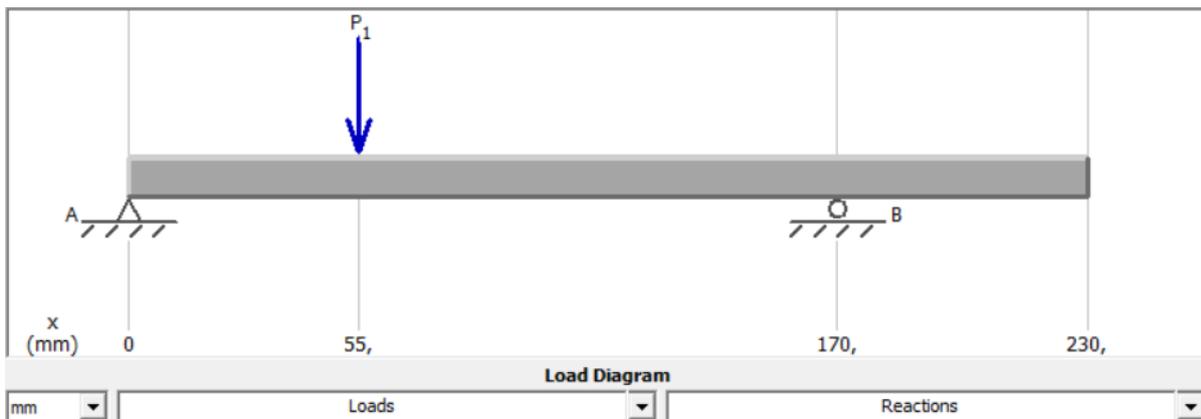


Figura 37. Diagrama fuerzas presentes en el eje 2

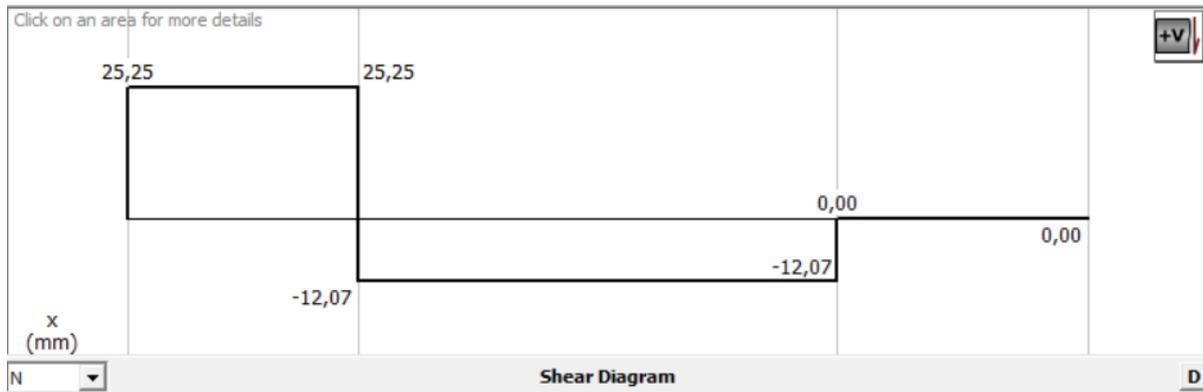


Figura 38. Diagramas de Fuerzas cortantes del eje 2

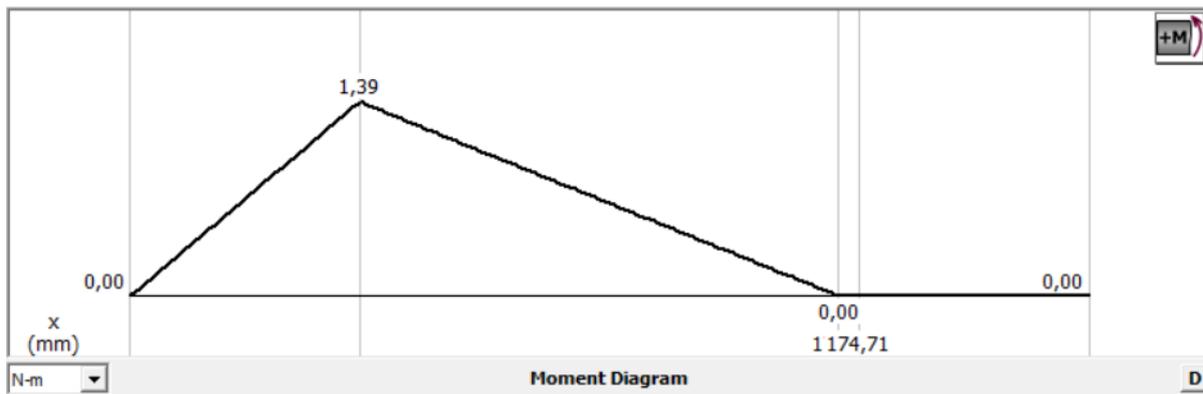


Figura 39. Diagrama de Momentos del eje 2

El momento máximo según la figura 39 es $M_{max} = 1,39 Nm$, mientras que la fuerza cortante en este punto, como se muestra en la figura 38 es $V = 25,25 N$

se establece un eje de diámetro $d = 19,05$, en la ecuación de módulo de sección y se tiene:

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{1,39 Nm * 32}{\pi * (0,01905 m)^3}$$

$$\sigma_{m\acute{a}x} = 2,05 MPa$$

$$\tau = \frac{16}{3} * \frac{25,25 N}{\pi * (0,01905 m)^2}$$

$$\tau = 0,118 MPa$$

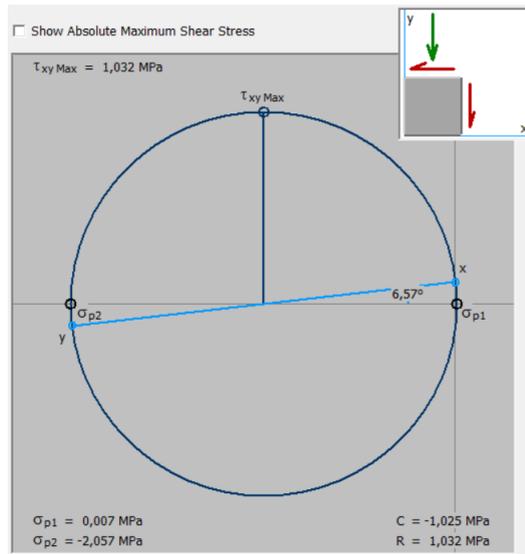


Figura 40. Circulo de Mohr

$$\sigma = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 * \sigma_2}$$

$$\sigma = \sqrt{0,007^2 + (-2,057)^2 - (0,007 * (-2,057))} MPa$$

$$\sigma = 2,06 MPa$$

El factor de seguridad varía en función del tipo de material con el que está construido el eje y del esfuerzo al que está sometido.

AISI 304: $S_y = 620 MPa$

$$N = \frac{S_y}{\sigma}$$

$$N = \frac{620 MPa}{2,06 MPa}$$

$$N = 300$$

Mediante el método de energía de distorsión y basándonos en los valores derivados de la figura 38, se obtienen los siguientes resultados:

VIII-Ñ. ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS DEL EJE

El análisis de elementos finitos de este componente se realiza aplicando la fuerza máxima a la que estará sometido el eje secundario, la cual fue calculada previamente. Este análisis se lleva a cabo utilizando el software SolidWorks.

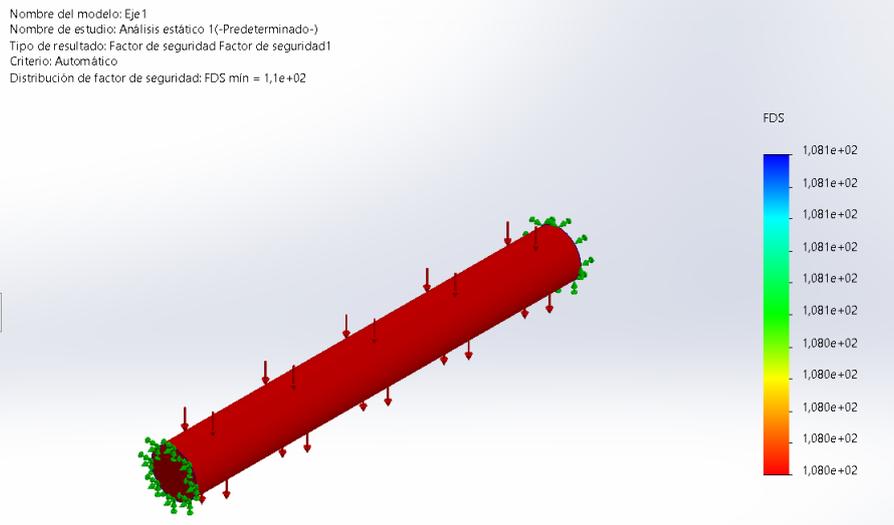


Figura 41. Factor de seguridad del eje 1

La figura 41 indica que, el factor de seguridad mínimo del eje es aceptable según las condiciones preestablecidas, lo que confirma la validez del diseño del eje secundario con un diámetro de 19.05 mm.

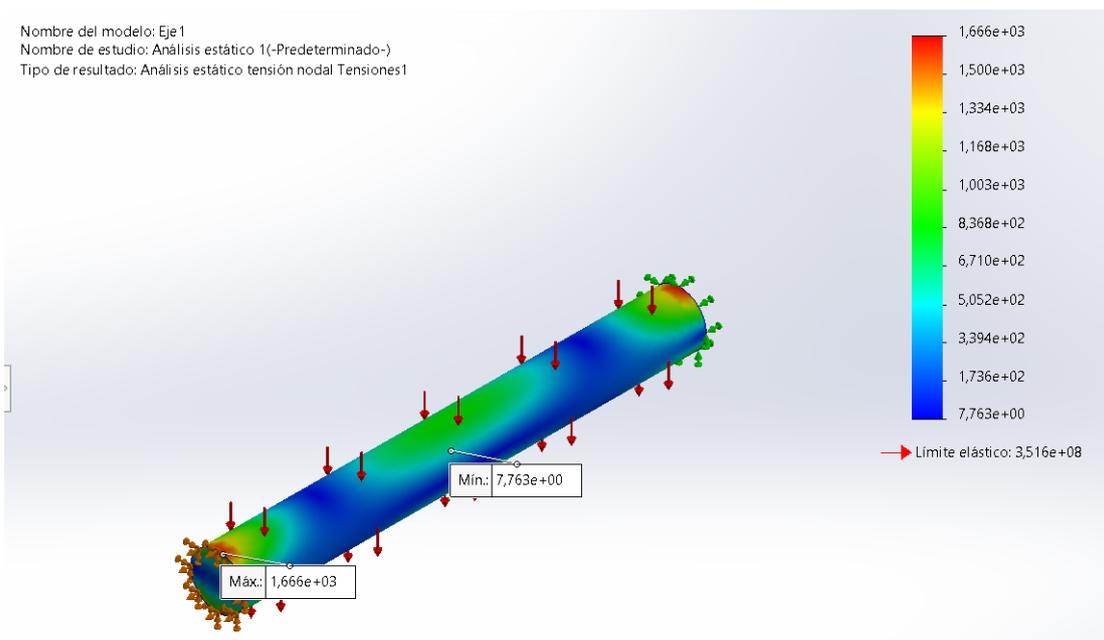


Figura 42. Tensión de Von Mises en el eje 1

En la figura 42, se puede notar que el esfuerzo máximo de Von Mises al que se somete el eje, lo cual se encuentra por debajo del límite elástico del material que es de 370 MPa. Además, se identifica que la región central del eje es moderadamente afectada por las fuerzas aplicadas.

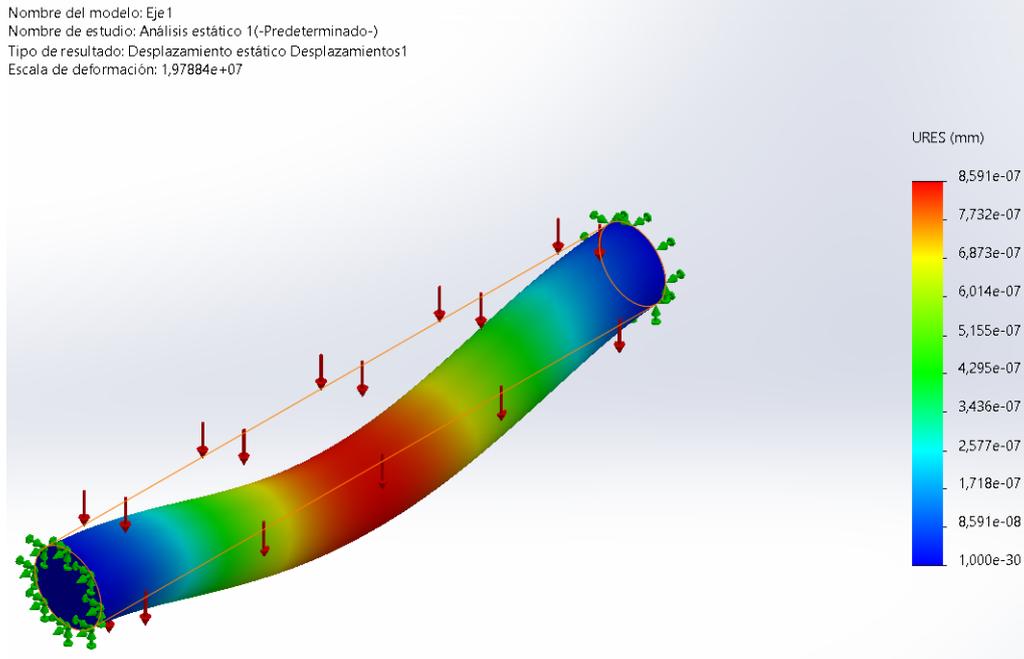


Figura 43. Desplazamientos en el eje 1

El análisis de los desplazamientos en el eje secundario se representa en la figura. El desplazamiento máximo, causado por las fuerzas aplicadas, se encuentra en la región central del eje.

El análisis de elementos finitos de este componente se realiza aplicando la fuerza máxima a la que estará sometido el eje secundario, la cual fue calculada previamente. Este análisis se lleva a cabo utilizando el software SolidWorks.

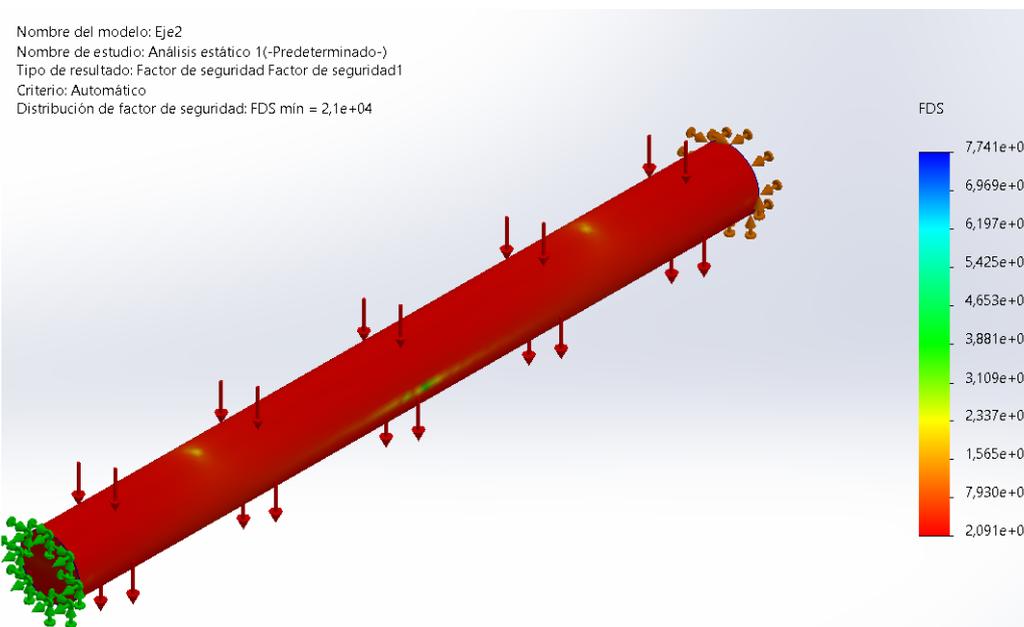


Figura 44. Factor de seguridad del eje 2

Según se representa en la figura 44, el factor de seguridad mínimo del eje cumple con las condiciones previamente establecidas, lo que ratifica la idoneidad del diseño del eje secundario con un diámetro de 19.05 mm.

Nombre del modelo: Eje2
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1

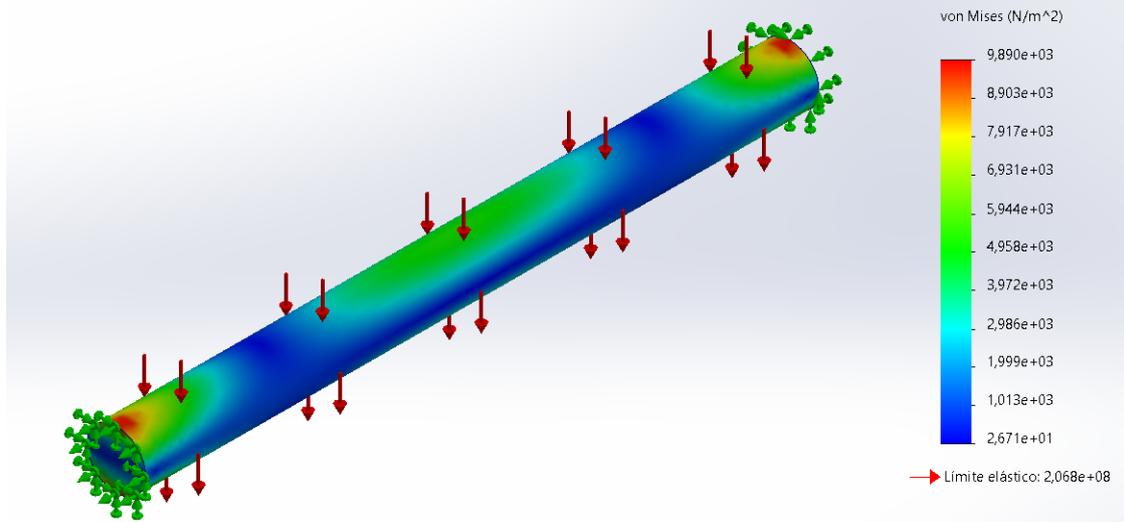


Figura 45. Tensión de Von Mises en el eje 2

En la figura 45, se evidencia que el esfuerzo de Von Mises máximo soportado por el eje se sitúa por debajo del límite elástico del material, que es de 620 MPa. También se aprecia que la región central del eje es la zona afectada por las fuerzas aplicadas.

Nombre del modelo: Eje2
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
Escala de deformación: 2,36723e+06

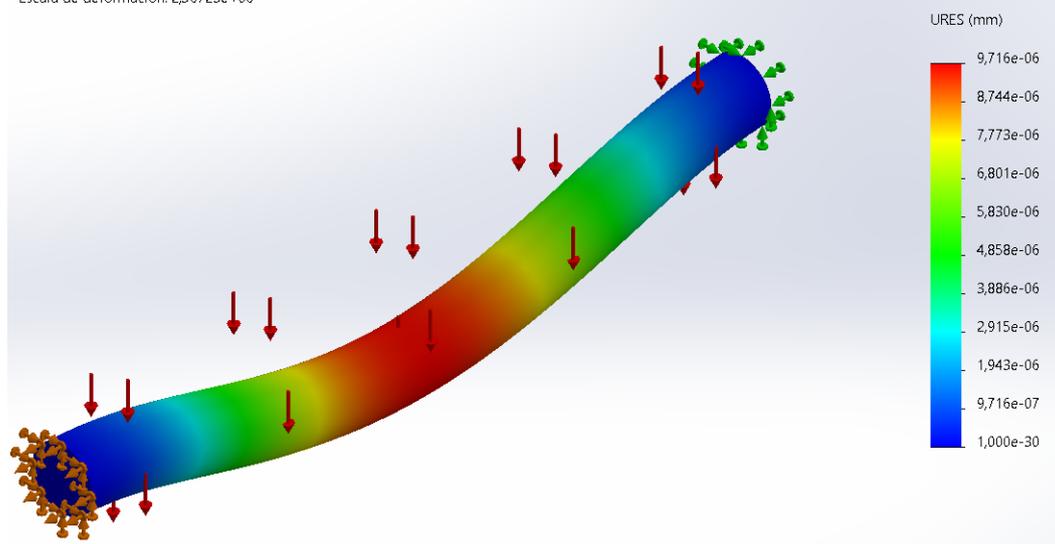


Figura 46. Desplazamientos en el eje 2

La representación gráfica en la figura 46 ilustra el análisis de los desplazamientos en el eje secundario. Se observa que el desplazamiento máximo, ocasionado por las fuerzas aplicadas, está ubicado en la región central del eje.

VIII-O. SELECCIÓN DE RODAMIENTOS

Se llevará a cabo la selección de cojinetes de bolas y chumaceras para el eje principal siguiendo el procedimiento proporcionado en el Manual SKF Rodamientos 2018, el cual define la ecuación para calcular la carga dinámica de la siguiente manera:

$$P = XF_r + YF_a$$

Donde,

P = Carga dinámica equivalente, N

X = Factor de carga radial (tabla)

Fr = Carga radial real, N

Y = Factor de carga axial

Fa = Carga axial real, N

En nuestro caso, la carga radial F_r se refiere a la fuerza que actúa en el apoyo derecho, y su valor es el siguiente:

$$F_r = 59.16 \text{ N}$$

Dado que no tenemos cargas axiales en este caso, podemos concluir que:

$$F_a = 0$$

$$P = X(59.16) + Y(0)$$

De la tabla Factores de aplicación de carga,

Factores de aplicación de carga

| Tipos de Aplicación | Factor de carga |
|---|-----------------|
| Engranés de precisión | 1.0 – 1.1 |
| Engranés | 1.1 – 1.3 |
| Aplicaciones con sellos deficientes en cojinetes. | 1.2 |
| Maquinaria sin impactos | 1.0 – 1.2 |
| Maquinaria con impactos ligeros | 1.2 – 1.5 |
| Maquinaria con impactos moderados | 1.5 – 3.0 |

Figura 47. Factores de aplicación de carga. Por SKF

Se elige en el factor de carga un valor de entre 1.5 - 3.0, el valor a utilizar sera 2 para reemplazar en X, para maquinaria con impactos moderados

$$P = 2(59.16) = 118.32 \text{ N}$$

Antes de proceder a realizar el cálculo de la carga nominal debemos tener en cuenta el parámetro de la tabla que está en la figura 46 , del cual usaremos la duración de maquinaria para 8 horas, de esta elección utilizaremos la media de tiempo que sera 25000h.

| Aplicación | Duración en horas (L) |
|---|-----------------------|
| Electrodomésticos, Máquinas Agrícolas, Instrumentos, aparatos para uso médico. | 300 – 3000 |
| Máquinas utilizadas en periodos cortos: Elevadores para talleres, máquinas para la construcción, máquinas herramientas. | 3000 – 8000 |
| Máquinas para trabajar con alta fiabilidad de funcionamiento en periodos intermitentes como: ascensores. | 8000 – 12000 |
| Máquinas para 8 horas de trabajo diario: Máquina- herramienta, grúas para material a granel, ventiladores, cintas transportadoras | 20000 – 30000 |
| Máquinas para 24 horas de trabajo continuo: Máquina textil, cajas de engranajes, compresores, bombas. | 40000 – 50000 |
| Maquinaria eléctrica de gran tamaño, centrales eléctricas, bombas y ventiladores para minas. | 1000000 |

Figura 48. Duración o vida de rodamientos. Por SKF

La capacidad de carga nominal se puede calcular con:

$$C = P * \left(\frac{L_d * N_d * 60}{10^6} \right)^{\frac{1}{\alpha}}$$

Dónde,
C = Capacidad de carga nominal

L10 = Vida nominal en millones de revoluciones
 N = Velocidad de giro, rpm
 p = 3, para rodamientos de bolas
 L10 = 25000
 N = 400 rpm

$$C = 118.32 * \left(\frac{25000 * 400 * 60}{10^6} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$C = 997.94 \text{ N} = 0.997 \text{ kN}$$

Que es el valor de carga dinámica nominal.

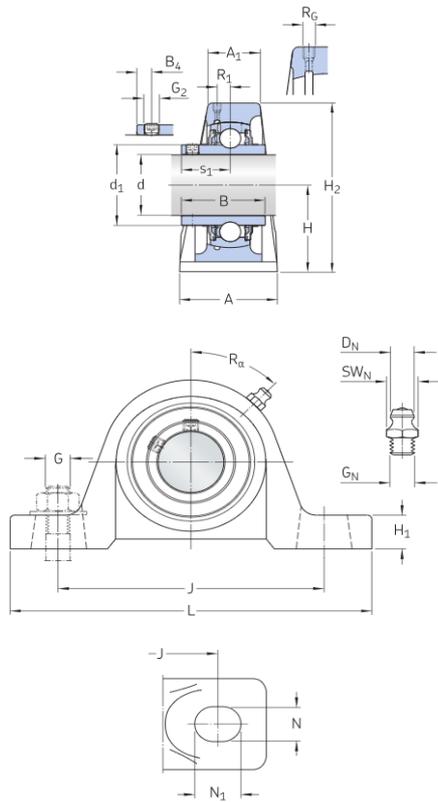
Utilizando los valores de carga dinámica nominal (C), carga estática real, y el diámetro del eje, procederemos a seleccionar un cojinete de bolas adecuado junto con su correspondiente soporte de hierro fundido. De la tabla correspondiente, seleccionaremos el soporte requerido con las siguientes características principales:

Diámetro del eje = 19.05mm
 Designación del soporte = UCP204
 Designación del rodamiento = UC204-12
 Carga dinámica básica = 12.7 kN > C = 0.997 kN
 Carga estática básica = 6.7 kN > Fr = 59.16 N

○

| Designación | Dimensiones | | | | | | | Capacidad de carga básica | | Velocidad límite |
|--------------|-------------|----------------|--------|--------|---------------------|--------|--------|---------------------------|---------------------|------------------|
| | d [mm] | t _d | A [mm] | H [mm] | H ₂ [mm] | J [mm] | L [mm] | C [kN] | C ₀ [kN] | [r/min] |
| SY 3/4 TF | 19.05 | | 32 | 33.3 | 64.5 | 97 | 127 | 12.7 | 6.55 | 8 500 |
| SYJ 3/4 TF | 19.05 | | 34 | 33.3 | 64.5 | 97 | 127 | 12.7 | 6.55 | 8 500 |
| SYWK 3/4 YTA | 19.05 | | 32 | 33.3 | 64 | 96.5 | 126 | 12.7 | 6.55 | 5 000 |
| SYWK 3/4 YTH | 19.05 | | 32 | 33.3 | 64 | 96.5 | 126 | 10.8 | 6.55 | 5 000 |
| UCP 204-12 | 19.05 | | 34 | 33.3 | 64.5 | 95 | 127 | 12.7 | 6.7 | 6 500 |

Figura 49. Tabla de rodamientos. Por SKF



Dimensiones

| | | |
|----------------|-------------|---|
| d | 20 mm | Diámetro interno |
| d ₁ | ≈ 28.7 mm | Diámetro del resalte del aro interior |
| A | 34 mm | Ancho de la base |
| A ₁ | 23 mm | Ancho superior |
| B | 31 mm | Ancho del aro interior |
| B ₄ | 5 mm | Distancia de la cara lateral del dispositivo de fijación al centro de la rosca |
| H | 33.3 mm | Altura del centro del asiento esférico |
| H ₁ | 13.5 mm | Altura del pie |
| H ₂ | 64.5 mm | Altura total |
| J | 95 mm | Distancia entre los tornillos de fijación |
| J | max. 100 mm | Distancia entre los tornillos de fijación |
| J | min. 90 mm | Distancia entre los tornillos de fijación |
| L | 127 mm | Longitud total |
| N | 13 mm | Diámetro del agujero del tornillo de fijación |
| N ₁ | 18 mm | Longitud del agujero del tornillo de fijación |
| s ₁ | 18.3 mm | Distancia de la cara lateral del dispositivo de fijación al centro del camino de rodadura |

Figura 50. Dimensiones del rodamiento UCP 204-12. Por SKF

VIII-P. SELECCIÓN DE BANDA

Para la selección de banda, en inicio se requiere la potencia de diseño que viene dado por la siguiente ecuación:

$$P_d = P_s * F_s$$

Donde,

F_s = Factor de servicio, que tiene un valor de 1.4 para uso continuo.

P_m = Potencia del motor = 0.5 HP

$$P_d = 0.5 * 1.4$$

$$P_d = 0.7 \text{ HP}$$

Con el factor de servicio es de 1.4 que se obtiene de la siguiente tabla.

| MAQUINAS MOVIDAS | CLASE 1 | CLASE 2 |
|---|---------|---------|
| Agitadores de líquidos | 1.1 | 1.2 |
| Agitadores de semilíquidos | 1.2 | 1.3 |
| Batidora en la industria papelera | 1.3 | 1.5 |
| Bombas centrífugas | 1.1 | 1.2 |
| Bombas reciprocantes | 1.3 | 1.5 |
| Bombas rotativas de desplazamiento positivo | 1.2 | 1.3 |
| Chancadoras de mandíbula, de rodillos, giratorias | 1.4 | 1.6 |
| Comprensoras centrífugas | 1.1 | 1.2 |
| Comprensoras reciprocantes | 1.3 | 1.5 |
| Cribas giratorias | 1.3 | 1.5 |
| Elevadores de cangilones | 1.3 | 1.5 |
| Excitadores | 1.3 | 1.5 |
| Extractores | 1.1 | 1.2 |
| Generadores | 1.2 | 1.3 |
| Líneas de ejes (Ejes de transmisión) | 1.2 | 1.3 |
| Maquinarias de imprenta | 1.2 | 1.3 |
| Maquinarias de lavandería | 1.2 | 1.3 |
| Maquinarias de aserraderos | 1.3 | 1.5 |
| Maquinarias de fabricación de ladrillos | 1.3 | 1.5 |
| Maquinarias para fabricación de caucho: | | |
| Calandrias, Mezcladoras, Extrusores | 1.4 | 1.6 |
| Maquinaria textil | 1.3 | 1.5 |
| Maquinas herramientas | 1.2 | 1.3 |
| Mezcladoras de masa en la industria panificadora | 1.2 | 1.3 |
| Molino de barras, de bolas, de tubos | 1.4 | 1.6 |
| Molinos de martillo | 1.3 | 1.5 |
| Prensa punzadoras | 1.2 | 1.3 |
| Pulverizadores | 1.3 | 1.5 |
| Sopladores | 1.1 | 1.2 |
| Sopladores de desplazamiento positivo | 1.3 | 1.5 |
| Transportadores de artesas, de paletas, de tornillo | 1.3 | 1.5 |
| Transportadoras de fajas para arena, granos, etc. | 1.2 | 1.3 |
| Transportadores para trabajos livianos | 1.1 | 1.2 |
| Ventiladores hasta 10 HP | 1.1 | 1.2 |
| Ventiladores mayores de 10 HP | 1.2 | 1.3 |
| Winches, Montacargas, Elevadores | 1.4 | 1.6 |
| Zarandas vibratorias | 1.2 | 1.3 |

Figura 51. Factor de servicio para motores AC y DC. Por [6]

En el factor de servicio se utilizó la clase 1 correspondiente a los motores de corriente alterna.

Considerando la potencia de diseño se selecciona una banda tipo A, en la siguiente tabla podemos observar los parámetros para el tipo de banda que se debe utilizar dependiendo de la potencia del motor eléctrico.

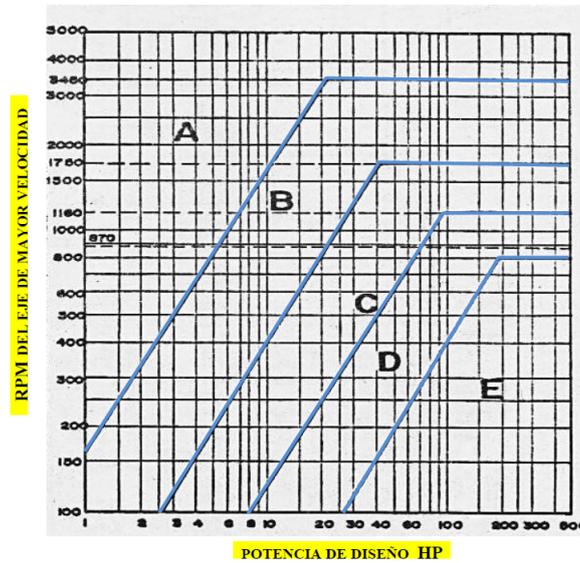


Figura 52. Tabla HP vs RPM. Por [6]

VIII-Q. LONGITUD DE BANDA

Para calcular la longitud de banda en este contexto, puedes utilizar la siguiente fórmula:

a = Distancia entre los centros de las poleas (mm).

D = Diámetro De la polea mayor

d = Diámetro de la polea menor

$$L_{ca} = 2(210) + \frac{\pi}{2}(228.6 + 50.8) + \frac{(228.6 - 50.8)^2}{4(210)}$$

$$L_{ca} = 896.514 \text{ mm}$$

La longitud para la primera banda es de 897mm.

$$L_{cb} = 2(275) + \frac{\pi}{2}(177.8 + 50.8) + \frac{(177.8 - 50.8)^2}{4(275)}$$

$$L_c = 923.74 \text{ mm}$$

La longitud para la segunda banda es de 924mm.

VIII-R. CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN MÁQUINA REBANADORA DE PLÁTANO

La máquina trabaja 2 horas al día de manera continua, realizando la operación de corte, es decir, sin considerar tiempos muertos como el tiempo necesario para la dosificación. La capacidad de la máquina es de 57.6 Kg/día. Donde:

- La producción aproximada es de 4 Platanos/min.
- Se planteo un tiempo de operación de 2 horas por día.

$$C_{Max} = 4 \frac{\text{Platanos}}{\text{minutos}} * \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} = 240 \frac{\text{Platanos}}{\text{hora}}$$

$$C_{Max} = 240 \frac{\text{Platanos}}{\text{hora}} * 2 \frac{\text{hora}}{\text{dia}} = 480 \frac{\text{Platanos}}{\text{dia}}$$

$$C_{Max} = 480 \frac{\text{Platanos}}{\text{dia}}$$

- El peso promedio de un plátano es de 120g.

$$C_{kg} = 480 \frac{\text{Platano}}{\text{dia}} * \frac{120 \text{ gramos}}{1 \text{ Platano}} * \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}}$$

$$C_{kg} = 57.6 \frac{\text{kg}}{\text{dia}}$$

VIII-S. SISTEMA DE CORTE

El sistema de corte está compuesto principalmente por dos elementos principales: el disco porta cuchillas y las propias cuchillas. En el disco, se han dispuesto 2 cuchillas que permiten realizar un corte uniforme en los plátanos verdes, con un espesor de 2.7 mm, lo que optimiza el procesamiento de la materia prima.

Para la construcción de estos elementos, se han seleccionado materiales específicos: aluminio para el porta cuchillas y acero inoxidable para las cuchillas. Esta elección se basa en la disponibilidad de estos materiales en el mercado nacional, sus costos de adquisición y sus propiedades particulares que los hacen adecuados para su aplicación en la industria alimentaria. Estas decisiones están alineadas con los estándares de la norma ISO 22000:2018.

En un ensayo realizado, se determina utilizar el valor más crítico considerando siempre un factor de seguridad amplio que permita el funcionamiento adecuado de la máquina. Por lo tanto, el valor a utilizar a partir de aquí en los cálculos posteriores es de $F_{cp} = 30N$. [5]

VIII-T. ESFUERZO CORTANTE

Para calcular el esfuerzo cortante, es imperativo calcular primero el área de corte de la sección del chifle”. Esto se aplica tanto para el chifle redondo como para el chifle largo. A través de este proceso, se determinarán dos fuerzas máximas de corte, una para cada tipo de chifle. Para proceder con los cálculos subsiguientes, se empleará el valor más alto entre las dos fuerzas máximas de corte obtenidas.

VIII-U. ANÁLISIS CHIFLE CORTE REDONDO

Diámetro del plátano seleccionado para el diseño.

$$A_c = \frac{\pi * D^2}{3}$$

$$A_c = \frac{\pi * (0.03m)^2}{3} = 0.00094 m^2$$

El esfuerzo cortante se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\tau_c = \frac{F_{cp}}{A_c}$$

Como el ensayo realizado fue a doble cortante es necesario dividir el esfuerzo cortante para dos veces el área.[5]

$$\tau_{c1} = \frac{30 N}{2 * 0.00094 m^2}$$

$$\tau_{c1} = 15957 \frac{N}{m^2}$$

La fuerza de corte para los 3 plátanos colocados en la matriz se determina de la siguiente manera.

$F_{c3} \rightarrow$ fuerza de corte para 3 platanos verdes

$$F_{c3} = 3 * A_c * \tau_{c1}$$

$$F_{c3} = 3 * 0.00094m^2 * 15957 \frac{N}{m^2}$$

$$F_{c3} = 45 N$$

VIII-V. ANÁLISIS CHIFLE CORTE LARGO

Cálculo del área para la disposición 2 chile largo.

El esfuerzo cortante se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\tau_c = \frac{F_{cp}}{A_c}$$

Como el ensayo realizado fue a doble cortante es necesario dividir el esfuerzo cortante para dos veces el área.[5]

$$\tau_{c2} = \frac{F_{cp}}{2 * A_{c2}}$$
$$\tau_{c2} = \frac{30}{2 * 0.019m^2}$$
$$\tau_{c2} = 789.47 \frac{N}{m^2}$$

La fuerza de corte en esta configuración se aplica únicamente a un plátano, ya que, al colocarse en posición longitudinal, solo se puede alojar uno en la matriz. En consecuencia, consideramos lo siguiente:

$$F_c = A_{c2} * \tau_{c2}$$
$$F_{c2} = 0.019m^2 * 789.47 \frac{N}{m^2}$$
$$F_{c2} = 14.9 N$$

Una vez que hayamos calculado las dos fuerzas máximas de corte, tomando en cuenta tanto la disposición vertical donde se introducen 3 plátanos en la matriz como la disposición alternativa donde solo es posible colocar 1 plátano.

VIII-W. DETERMINACIÓN DEL TORQUE DE CARGA

La distancia entre el eje de rotación y el centro del plátano es de 60mm, como se muestra, se hallará la fuerza de corte con el peso de la cuchilla.

el valor a utilizar a partir de aquí en los cálculos posteriores es de $F_{corte} = 30N$. [5]

$$T_{carga} = F_{corte} * Distancia$$

$$T_{carga} = 30 N * 0.06 m$$

$$T_{carga} = 1.8 Nm$$

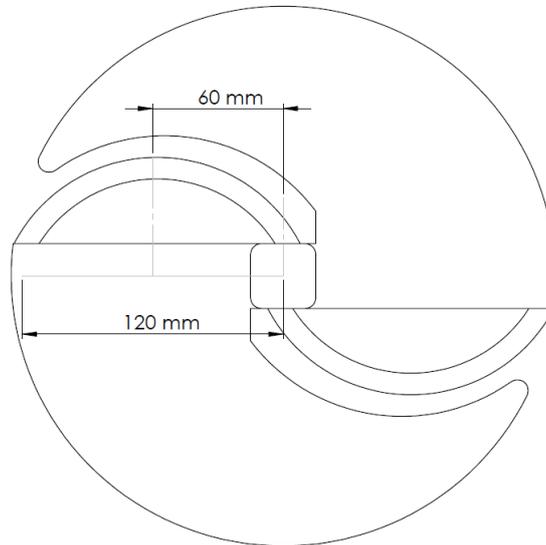


Figura 53. Esquema sobre la distancia de la cuchilla al centro de rotación, por A. Ochoa y X. Lopez

VIII-X. VELOCIDAD DE LAS CUCHILLAS

La capacidad de procesamiento del plátano es de 28.8 kg/h. Para el cálculo, se asumió una media de 30mm de diámetro y 170mm de largo para todos los plátanos, los cuales pesan un promedio de 120g.

$$\frac{N^{\circ}platanos}{hora} = 28.8 \frac{kg}{h} * \frac{1 Platanos}{0.12kg} = 240 \frac{platanos}{hora}$$

- Se halla los cortes por unidad:

$$L_{platanos} = \frac{170 mm}{1 mm} = 170 \frac{cortes}{Platanos}$$

- El número de revoluciones por minuto es:

$$\omega = 240 \frac{\text{platanos}}{\text{hora}} * 170 \frac{\text{cortes}}{\text{platano}} * \frac{1 \text{ revolucion}}{2 \text{ cortes}} * \frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min}}$$

$$\omega = 340 \text{ rpm}$$

VIII-Y. PRODUCCIÓN CONSIDERANDO TIEMPOS MUERTOS

La eficiencia de la producción se ve impactada por el período inactivo requerido para ubicar los plátanos en la sección de dosificación. El tiempo estimado necesario para llenar esta sección es de 16 segundos, con 6 segundos destinados a colocar los plátanos en la parte cóncava, pudiendo ser dispuestos en posición vertical u horizontal. Después de esto, se calcula el tiempo necesario exclusivamente para cortar un plátano completo de 170 mm de longitud.

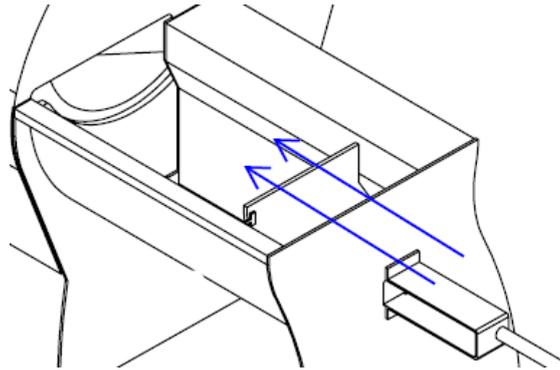


Figura 54. Cavidad o Tolva porta plátanos. Por A. Ochoa y X. Lopez

Capacidad de producción media por unidad:

$$C_{pm} = \frac{2 \text{ cortes}}{1 \text{ rev}} * 340 \frac{\text{rev}}{\text{min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} * \frac{1 \text{ mm}}{1 \text{ corte}} * \frac{1 \text{ platano}}{170 \text{ mm}}$$

$$C_{pm} = \frac{1 \text{ platano}}{15 \text{ seg}}$$

El tiempo que tarda en cortar un plátano entero es de 15 segundos, y el tiempo muerto de dosificación es de 4 segundos por plátano. La máquina está diseñada para albergar 3 plátanos, por lo tanto, el tiempo total de dosificación es:

$$t_{dt} = 3 * 15 + 4 = 49 \text{ segundos}$$

La capacidad de producción inicial de 28.8 kg/h se reduce una parte. Finalmente, la capacidad neta considerando los tiempos muertos debido a la dosificación es de 21.6 kg/h.

VIII-Z. DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA DE CARGA

Se conoce el torque y la velocidad angular del corte, por lo tanto, calcula la potencia de carga mediante la siguiente ecuación.

$$P_{carga} = T_{carga} * \omega_{carga}$$

$$P_{carga} = 1.8 Nm * \left(340 rpm * \frac{\pi}{30} \right)$$

$$P_{carga} = 64.08 W$$

VIII-. SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA

Se ha elegido un sistema de engranes rectos por las siguientes razones:

- Debido al tamaño de la máquina, además del tipo de motor que se va a utilizar es necesario para una transferencia directa de la potencia.
- Los engranajes rectos son especialmente adecuados para aplicaciones que involucran cargas axiales. Su disposición permite soportar cargas en la dirección axial, lo que puede ser útil en ciertas aplicaciones industriales.
- Los dientes de los engranajes rectos están dispuestos en línea recta, no hay componente de deslizamiento lateral entre los dientes durante el contacto, lo que reduce el desgaste y la fricción.
- Debido a su simplicidad y a menudo a su uso en aplicaciones estándar, los engranajes rectos pueden ser fabricados en masa con relativa facilidad, lo que los hace adecuados para industrias que requieren producción a gran escala.

VIII-. CALCULO DE LA TRANSMISIÓN DE POTENCIA

La transmisión de potencia por engranes es un método comúnmente utilizado para transmitir el movimiento y el torque de un eje a otro en una variedad de máquinas y sistemas. Los engranajes son dispositivos mecánicos que consisten en ruedas dentadas que engranan entre sí. Los dientes de los engranajes se diseñan de manera que permiten la transferencia eficiente y suave de la potencia y el movimiento.

El cálculo de la transmisión de potencia por engranes implica determinar cómo se relacionan la velocidad y el torque entre el engrane impulsor y el conducido. Esto se puede hacer utilizando la siguiente ecuación:

$$P = T * W$$

Despejamos la velocidad angular (ω):

$$W = \frac{P}{T}$$

VIII-. VELOCIDAD TANGENCIAL

La velocidad tangencial es la velocidad en la dirección tangente al círculo formado por el perímetro del engrane.

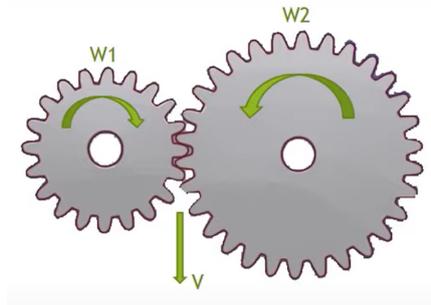


Figura 55. Relacion de la velocidad tangencial de los engranajes.

La fórmula para calcular la velocidad tangencial V_t en un engrane es:

$$V_t = W * R$$

$V_t =$ Velocidad tangencial

$W =$ Velocidad angular

$R =$ Relación de los engranajes

Para obtener los datos necesario realizamos un despeje de la igualación con relacion de los engranajes:

$$W_2 * R_2 = W_1 * R_1$$

$$W_2 = W_1 * \frac{R_1}{R_2}$$

VIII-. CALCULO DE LA RELACIÓN DE TORQUE

la potencia es el producto del torque y la velocidad angular, la relación de engranajes también afecta la relación de torque entre los engranajes utilizando la siguiente ecuación:

$$T_i = \frac{P}{W_i}$$

$T_i =$ Torque inicial.

$P =$ Potencia.

$W_i =$ Velocidad angular inicial.

Se realiza la conversión de 1200 rpm a rad/s.

$$W_i = \frac{12000rev}{min} * \frac{1min}{60s} * \frac{2\pi rad}{1rev} = 400 \frac{rad}{s}$$

Con estos datos podemos calcular el toque inicial.

$$T_i = \frac{P}{\omega_i} = \frac{100W}{400 \frac{rad}{s}} = 0.25 Nm$$

Para encontrar la velocidad angular final ω_t utilizamos los siguientes datos correspondientes a los diámetros de los engranes utilizados

$$d_1 = 11 mm$$

$$d_{2a} = 26.5 mm \quad d_{2b} = 11mm$$

$$d_{3a} = 26.5 mm \quad d_{3b} = 11mm$$

$$d_{4a} = 26.5 mm \quad d_{4b} = 14mm$$

$$d_5 = 28.5 mm$$

$$\omega_1 = \omega_i = 400 \frac{rad}{s}$$

$$\omega_2 = \omega_1 \frac{d_1}{d_{2a}} = 400 * \frac{0.011}{0.0265} = 166.03 \frac{rad}{s}$$

$$\omega_3 = \omega_2 = 166.03 \frac{rad}{s}$$

$$\omega_4 = \omega_3 \frac{d_{2b}}{d_{3a}} = 166.03 * \frac{0.011}{0.0265} = 68.91 \frac{rad}{s}$$

$$\omega_4 = \omega_5 = 68.91 \frac{rad}{s}$$

$$\omega_6 = \omega_5 \frac{d_{4b}}{d_5} = 68.91 * \frac{0.014}{0.0285} = 33.85 \frac{rad}{s}$$

$$\omega_f = \omega_6 = 33.85 \frac{rad}{s}$$

Con la velocidad angular final ω_t obtenida procedemos a calcular el Torque final T_f .

$$T_o = \frac{100W}{33.85 \frac{rad}{s}} = 2.95Nm$$

IX. ANÁLISIS DE SELECCION DE ELEMENTOS

IX-A. PROGRAMA PROPUESTO

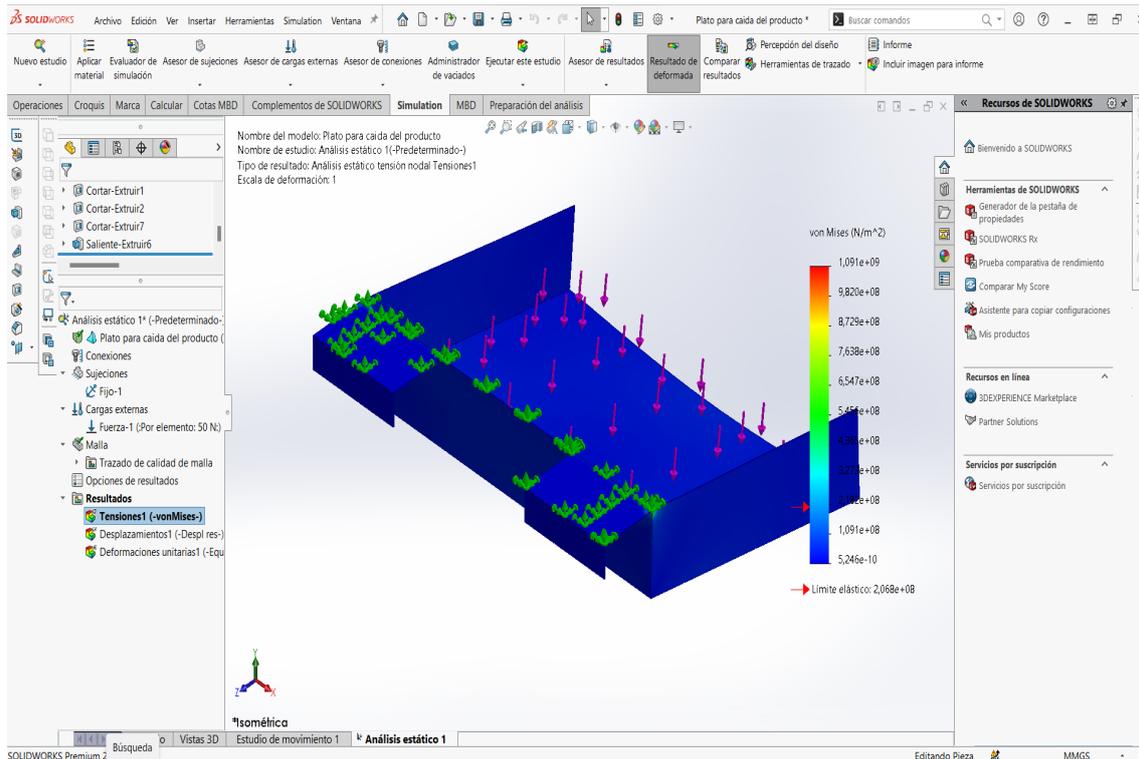


Figura 56. Análisis estático de la bandeja receptora del producto (Molienda).

En esta sección se proporciona información detallada sobre la ubicación de los puntos críticos donde se aplican las cargas. Además, se muestra el resultado de la simulación que indica el rango de tensiones mínimas y máximas. Cuando las tensiones se encuentran dentro de este rango, lo cual se confirma mediante el color azul en la bandeja receptora, significa que están dentro de los límites permitidos o aceptables.

En una simulación de análisis estático, cuando los resultados se presentan en color azul, esto generalmente indica que las áreas de la pieza o ensamblaje representadas en ese color están experimentando una deformación baja o una concentración de esfuerzos baja. El color azul suele ser utilizado para representar valores bajos en los resultados de la simulación, lo que significa que esa región específica está experimentando una carga o estrés relativamente menor en comparación con otras áreas de la pieza o el ensamblaje.

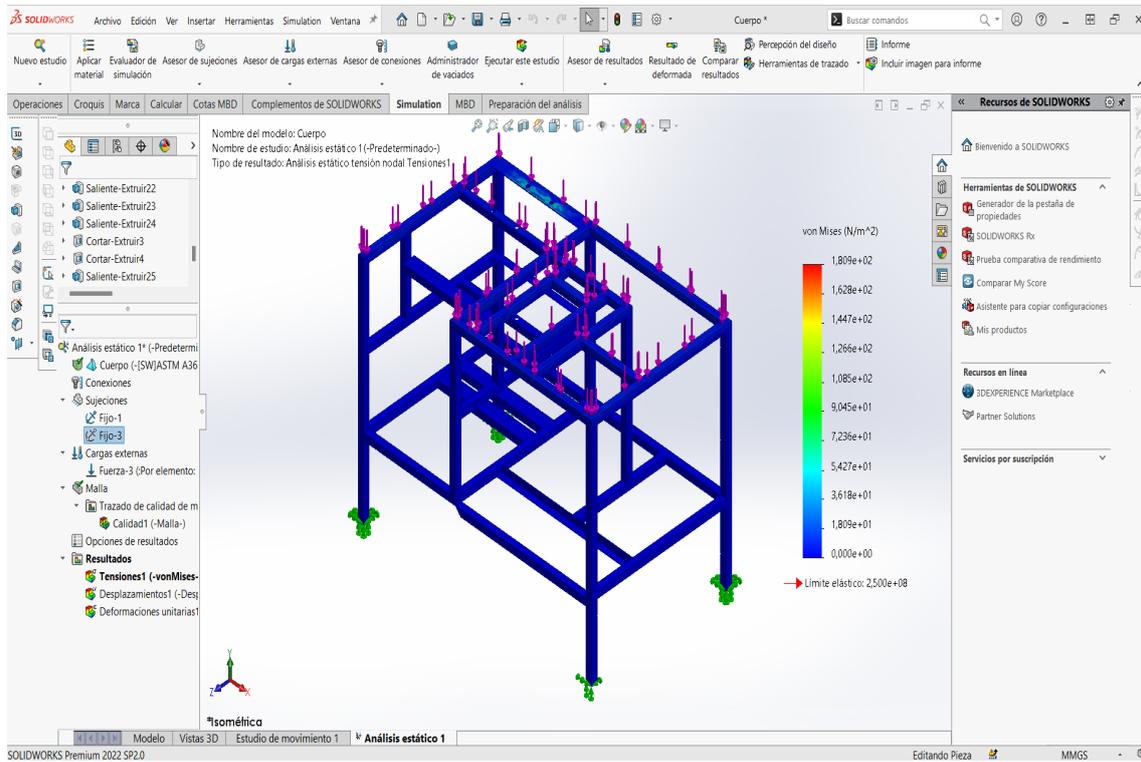
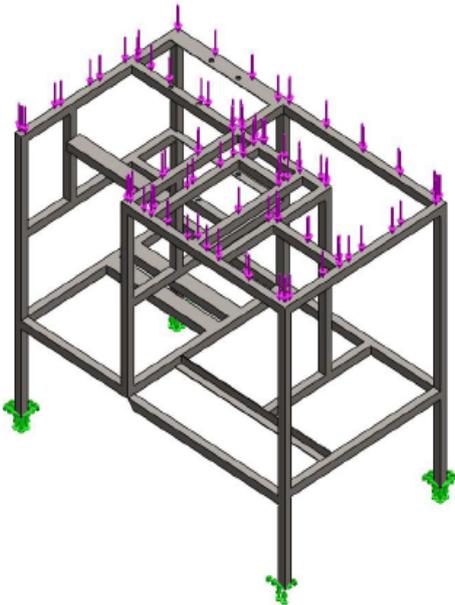
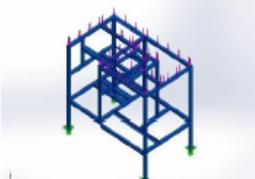


Figura 57. Datos que se obtuvieron del análisis para la simulación de cargas.

En la figura 57, el área donde existe mayor carga se encuentra en los ángulos que soportan las chumaceras, esto puede mejorar al utilizar un ángulo de mayor espesor.

Información de modelo

|  | | | |
|---|--------------|---|--|
| <p>Nombre del modelo: Cuerpo Configuración actual: Predeterminado</p> | | | |
| Sólidos | | | |
| Nombre de documento y referencia | Tratado como | Propiedades volumétricas | Ruta al documento/Fecha de modificación |
| <p>Chaflán1</p>  | Sólido | <p>Masa: 2,7324 kg Volumen: 0,00924173 m³ Densidad: 7.870 kg/m³ Peso: 26.7957 N</p> | <p>C:\Users\Toby\Desktop\la TEX\Solid Tesis\Cuerpo.SLDPR Sep 1 18:37:48 2023</p> |

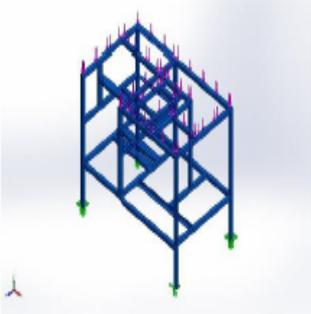
Propiedades de estudio

| | |
|---|--|
| Nombre de estudio | Análisis estático 1 |
| Tipo de análisis | Análisis estático |
| Tipo de malla | Malla sólida |
| Efecto térmico: | Activar |
| Opción térmica | Incluir cargas térmicas |
| Temperatura a tensión cero | 298 Kelvin |
| Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation | Desactivar |
| Tipo de solver | Automático |
| Efecto de rigidización por tensión (Inplane): | Desactivar |
| Muelle blando: | Desactivar |
| Desahogo inercial: | Desactivar |
| Opciones de unión rígida incompatibles | Automático |
| Gran desplazamiento | Desactivar |
| Calcular fuerzas de cuerpo libre | Activar |
| Fricción | Desactivar |
| Utilizar método adaptativo: | Desactivar |
| Carpeta de resultados | Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\Toby\Desktop\laTEX\Solid Tesis) |

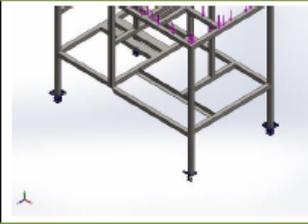
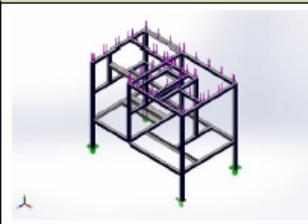
Unidades

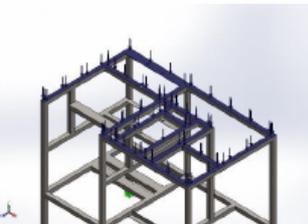
| | |
|-------------------------|------------------|
| Sistema de unidades: | Métrico (MKS) |
| Longitud/Desplazamiento | mm |
| Temperatura | Kelvin |
| Velocidad angular | Rad/seg |
| Presión/Tensión | N/m ² |

Propiedades de material

| Referencia de modelo | Propiedades | Componentes |
|--|---|-----------------------------------|
|  | <p>Nombre: AISI 1020 Acero laminado en frío</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 3,5e+08 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 4,2e+08 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 2,05e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0,29</p> <p>Densidad: 7.870 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 8e+10 N/m²</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1,17e-05 /Kelvin</p> | <p>Sólido 1(Chaflán1)(Cuerpo)</p> |
| <p>Datos de curva:N/A</p> | | |

Cargas y sujeciones

| Nombre de sujeción | Imagen de sujeción | Detalles de sujeción | | |
|----------------------------|---|---|--------------|------------|
| Fijo-1 |  | Entidades: 1 arista(s), 3 cara(s) Tipo: Geometría fija | | |
| Fuerzas resultantes | | | | |
| Componentes | X | Y | Z | Resultante |
| Fuerza de reacción(N) | -6,77002e-24 | -7,05569e-24 | -2,34749e-23 | 2,543e-23 |
| Momento de reacción(N.m) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Fijo-3 |  | Entidades: 46 cara(s) Tipo: Geometría fija | | |
| Fuerzas resultantes | | | | |
| Componentes | X | Y | Z | Resultante |
| Fuerza de reacción(N) | 3,46336e-09 | 0,999999 | -4,37922e-10 | 0,999999 |
| Momento de reacción(N.m) | 0 | 0 | 0 | 0 |

| Nombre de carga | Cargar imagen | Detalles de carga |
|-----------------|---|--|
| Fuerza-3 |  | Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 10 N |

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 | 53,8957 mm |
| Tamaño mínimo del elemento | 4,97488 mm |
| Calidad de malla | Elementos cuadráticos de alto orden |

Información de malla - Detalles

| | |
|---|----------|
| Número total de nodos | 11634 |
| Número total de elementos | 4777 |
| Cociente máximo de aspecto | 451,93 |
| % de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3 | 42,7 |
| El porcentaje de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10 | 20,3 |
| Porcentaje de elementos distorsionados | 0 |
| Tiempo para completar la malla (hh; mm; ss): | 00:00:11 |
| Nombre de computadora: | |

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

| Conjunto de selecciones | Unidades | Sum X | Sum Y | Sum Z | Resultante |
|-------------------------|----------|-------------|----------|--------------|------------|
| Todo el modelo | N | 3,46336e-09 | 0,999999 | -4,37922e-10 | 0,999999 |

Momentos de reacción

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

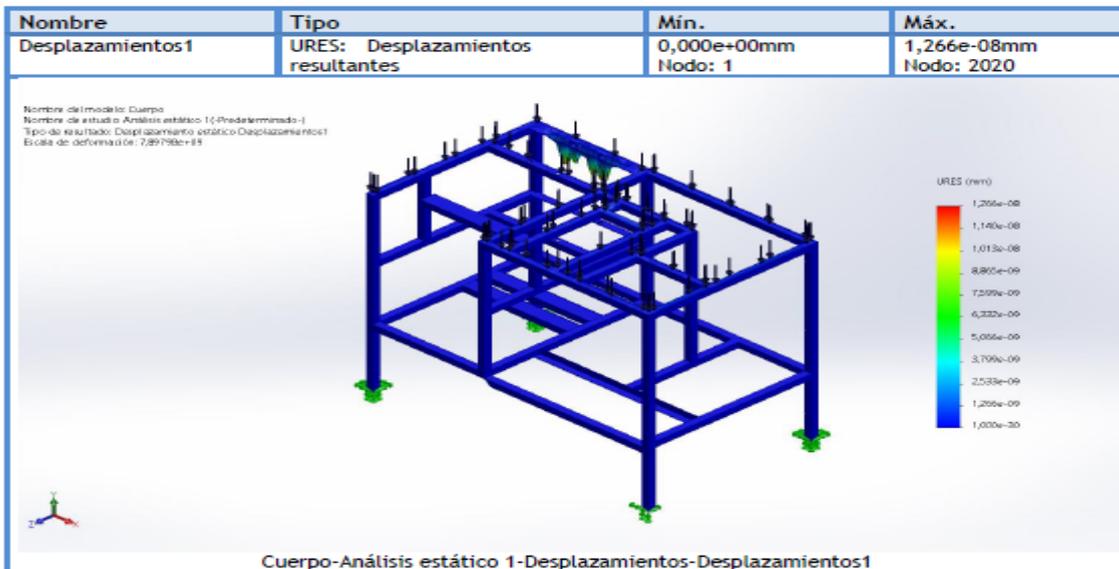
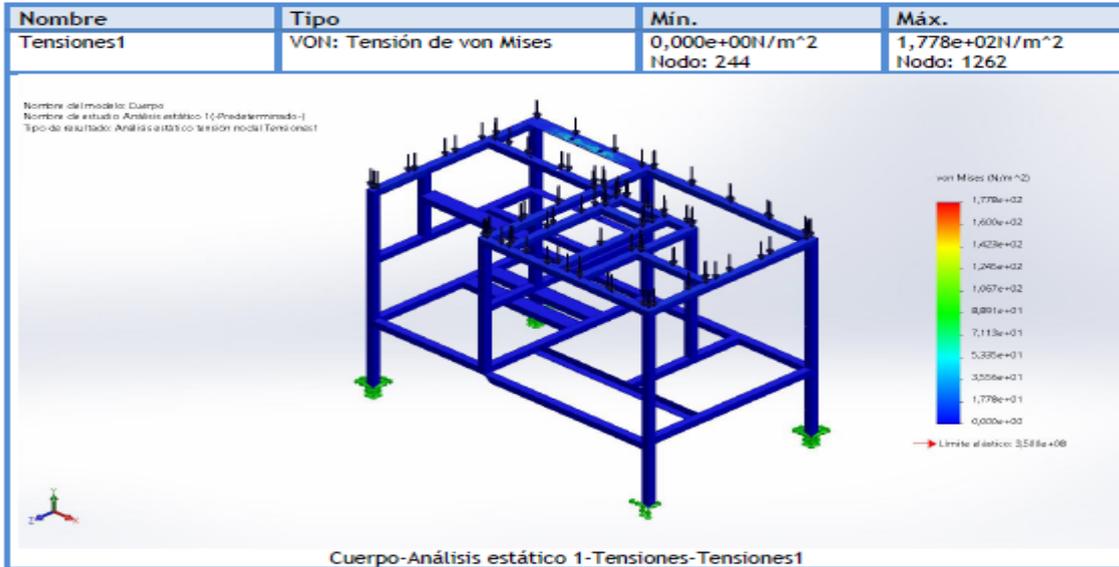
Fuerzas de cuerpo libre

| Conjunto de selecciones | Unidades | Sum X | Sum Y | Sum Z | Resultante |
|-------------------------|----------|-------------|--------------|--------------|-------------|
| Todo el modelo | N | 4,51109e-09 | -1,71713e-09 | -4,37922e-10 | 4,84668e-09 |

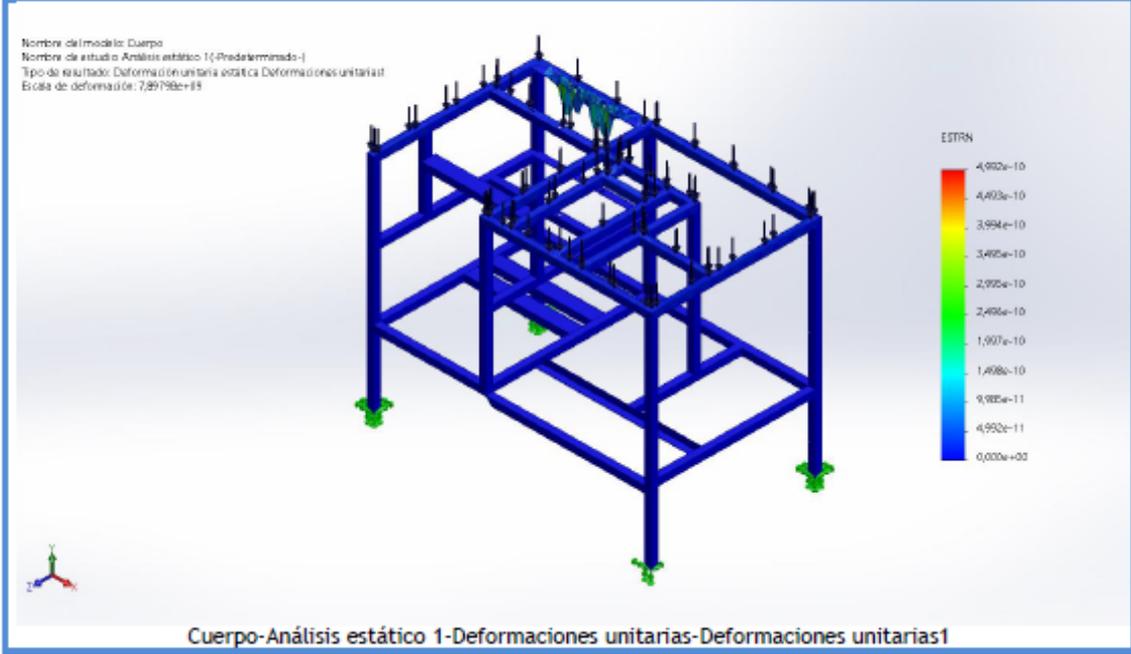
Momentos de cuerpo libre

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

Resultados del estudio



| Nombre | Tipo | Min. | Máx. |
|--------------------------|---|---------------------------|----------------------------|
| Deformaciones unitarias1 | ESTRN: Deformación unitaria equivalente | 0,000e+00 Elemento: 22 | 4,992e-10 Elemento: 209 |



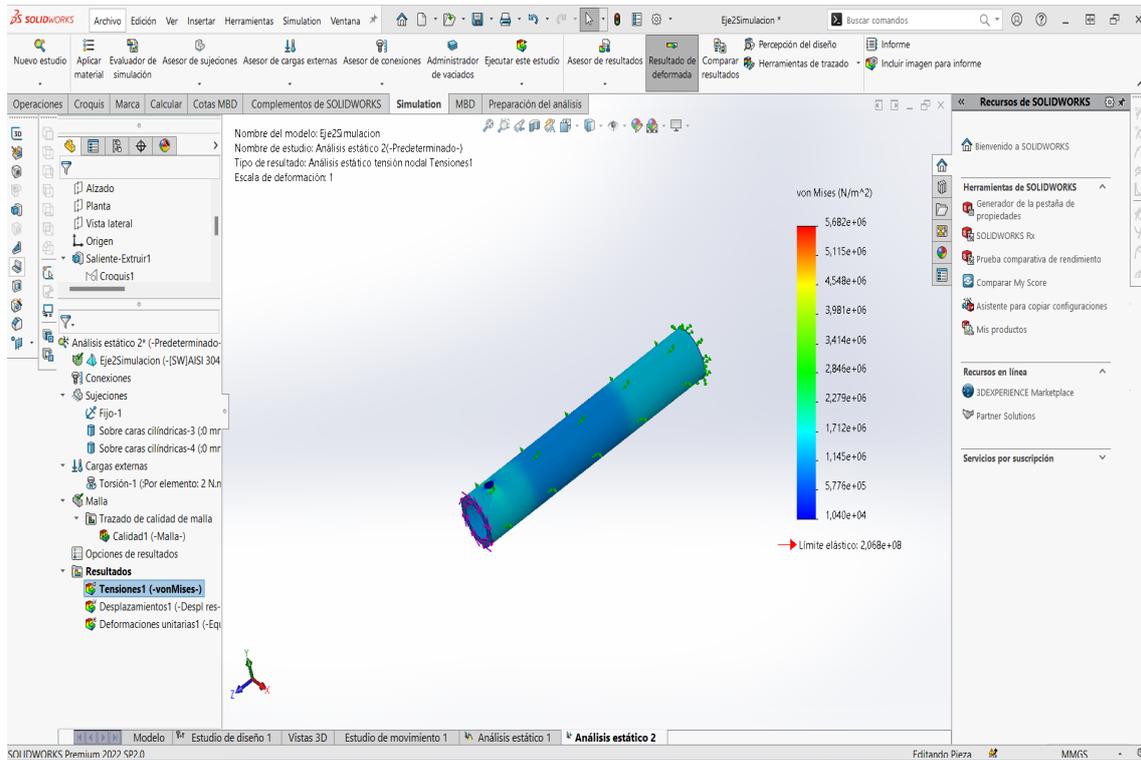


Figura 58. Datos que se obtuvieron del análisis para la simulación de cargas.

En la Figura 58, se pueden identificar las secciones que soportan las cargas más significativas. La fuerza de torsión aplicada en la simulación se basa en los resultados obtenidos a través de los cálculos previos. El eje de acero inoxidable que impulsa el disco del molino está cumpliendo con su función sin mostrar deformaciones notables.

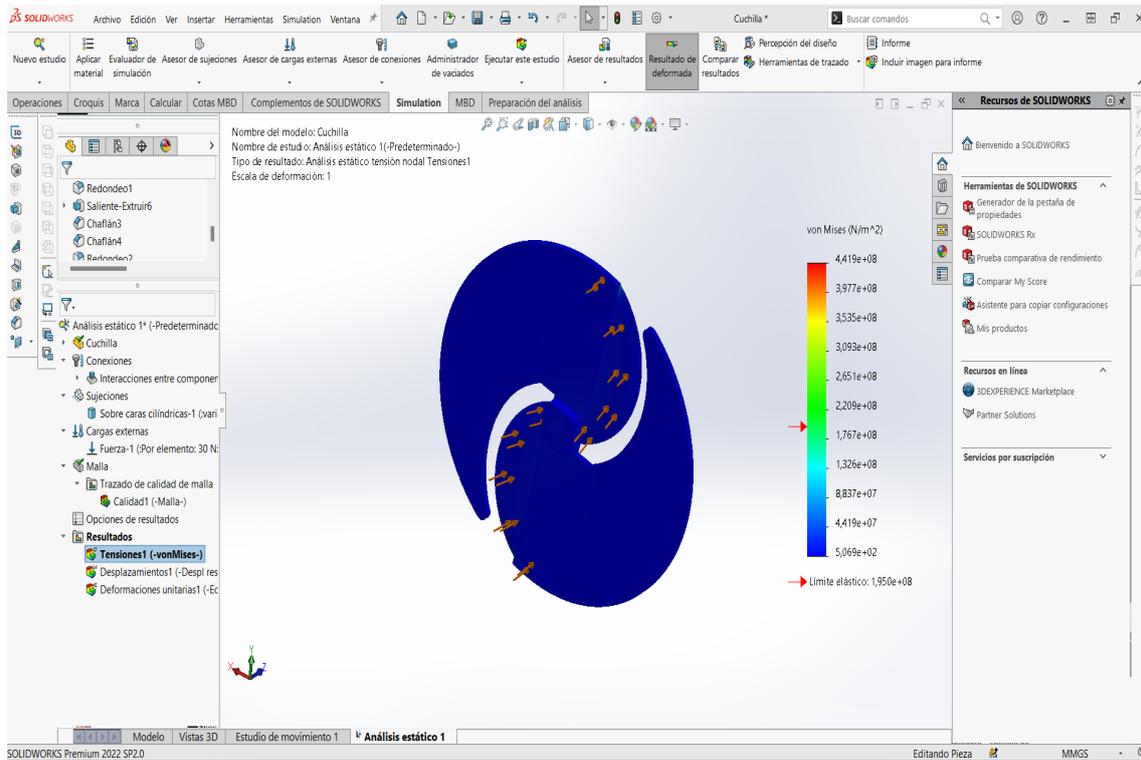
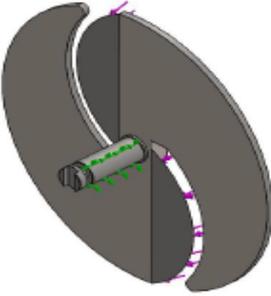


Figura 59. Datos que se obtuvieron del análisis para la simulación de cargas.

En la Figura 59, la potencia de corte con la que se diseñaron las cuchillas parece ser adecuada, ya que en la simulación de esfuerzos estáticos, al aplicar una carga preestablecida anteriormente, las cuchillas y el disco porta cuchillas no presentan deformaciones notables. Esto es evidente debido a que en la simulación, la pieza aparece en color azul, lo que sugiere que las tensiones y deformaciones están dentro de los rangos permitidos y que la estructura se mantiene en condiciones aceptables.

Información de modelo



Nombre del modelo: Cuchilla
 Configuración actual: Predeterminado

| Sólidos | | | |
|--|--------------|---|--|
| Nombre de documento y referencia | Tratado como | Propiedades volumétricas | Ruta al documento/Fecha de modificación |
|  <p>Saliente-Extruir7</p> | Sólido | Masa: 1,74285 kg Volumen: 0,000217856 m ³ Densidad: 8.000 kg/m ³ Peso: 17,0799 N | C:\Users\Toby\Desktop\la TEX\Solid Tesis\Chiflera\Cuchilla.SL DPRT Sep 1 16:05:39 2023 |
|  <p>Chaflán3</p> | Sólido | Masa: 0,048009 kg Volumen: 6,00113e-06 m ³ Densidad: 8.000 kg/m ³ Peso: 0,470489 N | C:\Users\Toby\Desktop\la TEX\Solid Tesis\Chiflera\Cuchilla.SL DPRT Sep 1 16:05:39 2023 |
|  <p>Chaflán4</p> | Sólido | Masa: 0,048009 kg Volumen: 6,00113e-06 m ³ Densidad: 8.000 kg/m ³ Peso: 0,470489 N | C:\Users\Toby\Desktop\la TEX\Solid Tesis\Chiflera\Cuchilla.SL DPRT Sep 1 16:05:39 2023 |

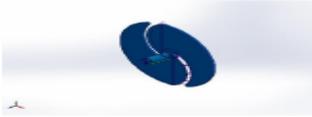
Propiedades de estudio

| | |
|---|---|
| Nombre de estudio | Análisis estático 1 |
| Tipo de análisis | Análisis estático |
| Tipo de malla | Malla sólida |
| Efecto térmico: | Activar |
| Opción térmica | Incluir cargas térmicas |
| Temperatura a tensión cero | 298 Kelvin |
| Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation | Desactivar |
| Tipo de solver | Automático |
| Efecto de rigidización por tensión (Inplane): | Desactivar |
| Muelle blando: | Desactivar |
| Desahogo inercial: | Desactivar |
| Opciones de unión rígida incompatibles | Automático |
| Gran desplazamiento | Activar |
| Calcular fuerzas de cuerpo libre | Activar |
| Fricción | Desactivar |
| Utilizar método adaptativo: | Desactivar |
| Carpeta de resultados | Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\Toby\Desktop\laTEX\Solid Tesis\Chiflera) |

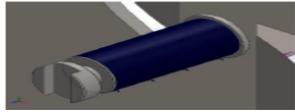
Unidades

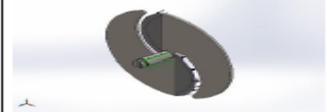
| | |
|-------------------------|------------------|
| Sistema de unidades: | Métrico (MKS) |
| Longitud/Desplazamiento | mm |
| Temperatura | Kelvin |
| Velocidad angular | Rad/seg |
| Presión/Tensión | N/m ² |

Propiedades de material

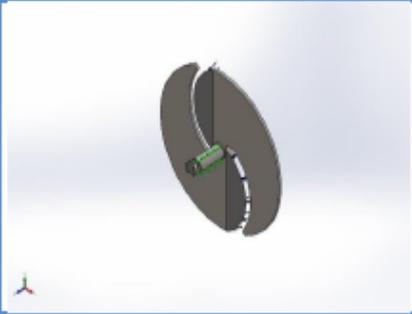
| Referencia de modelo | Propiedades | Componentes |
|---|---|---|
|  | Nombre: AISI 304 Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Desconocido Límite elástico: 2,06807e+08 N/m ² Límite de tracción: 5,17017e+08 N/m ² Módulo elástico: 1,9e+11 N/m ² Coefficiente de Poisson: 0,29 Densidad: 8,000 kg/m ³ Módulo cortante: 7,5e+10 N/m ² Coefficiente de dilatación térmica: 1,8e-05 /Kelvin | Sólido 1(Saliente-Extruir7)(Cuchilla), Sólido 2(Charlán3)(Cuchilla), Sólido 3(Charlán4)(Cuchilla) |
| Datos de curva:N/A | | |

Cargas y sujeciones

| Nombre de sujeción | Imagen de sujeción | Detalles de sujeción | | |
|----------------------------|---|--|----------|-------------------|
| Sobre caras cilíndricas-1 |  | Entidades: 1 cara(s) Tipo: Sobre caras cilíndricas Traslación: 0; ---; 0 Unidades: mm | | |
| Fuerzas resultantes | | | | |
| Componentes | X | Y | Z | Resultante |
| Fuerza de reacción(N) | -12.964,1 | -3.603,38 | 30.473,1 | 33.311,6 |
| Momento de reacción(N.m) | 0 | 0 | 0 | 0 |

| Nombre de carga | Cargar imagen | Detalles de carga |
|-----------------|---|---|
| Fuerza-1 |  | Entidades: 2 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 30 N |

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 | 6,4381 mm |
| Tamaño mínimo del elemento | 2,14601 mm |
| Calidad de malla | Elementos cuadráticos de alto orden |

Información de malla - Detalles

| | |
|---|----------|
| Número total de nodos | 19537 |
| Número total de elementos | 9674 |
| Cociente máximo de aspecto | 18,923 |
| % de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3 | 93,9 |
| El porcentaje de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10 | 0,165 |
| Porcentaje de elementos distorsionados | 0 |
| Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss): | 00:00:07 |
| Nombre de computadora: | |

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

| Conjunto de selecciones | Unidades | Sum X | Sum Y | Sum Z | Resultante |
|-------------------------|----------|-----------|-----------|----------|------------|
| Todo el modelo | N | -12.964,1 | -3.603,38 | 30.473,1 | 33.311,6 |

Momentos de reacción

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

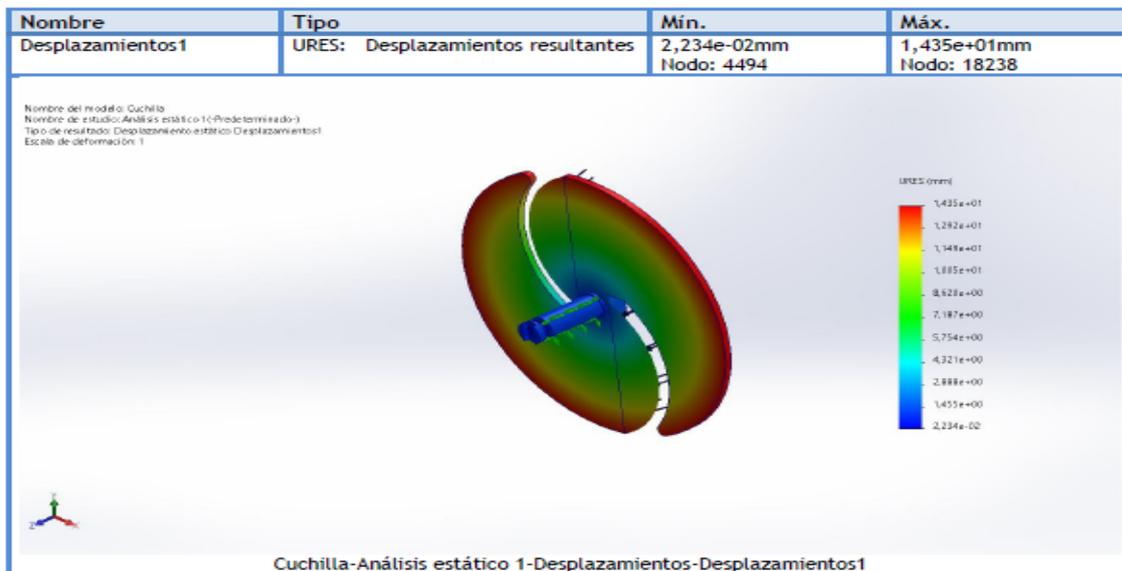
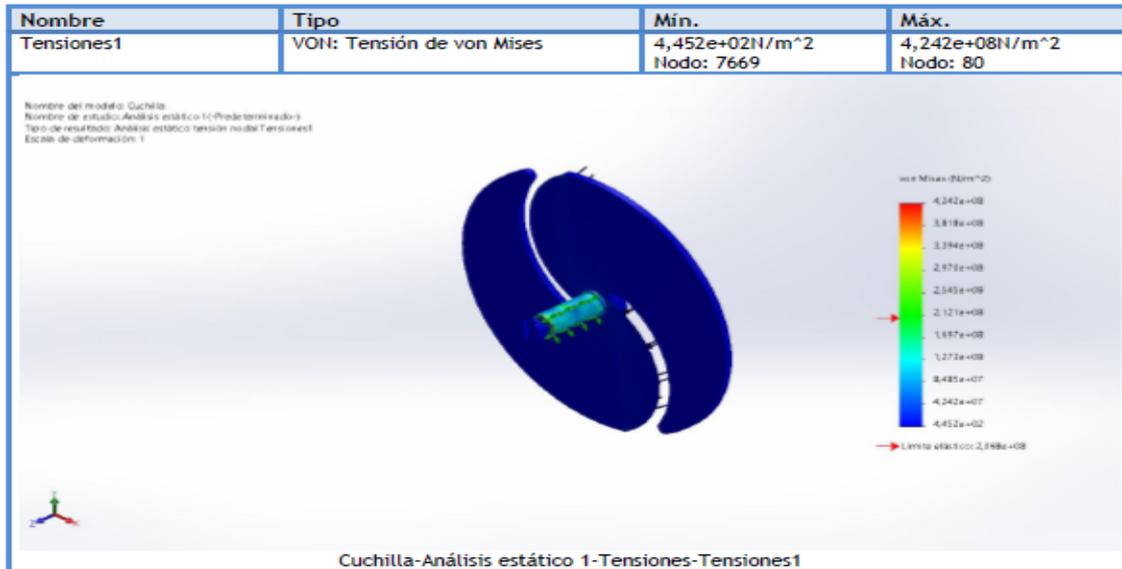
Fuerzas de cuerpo libre

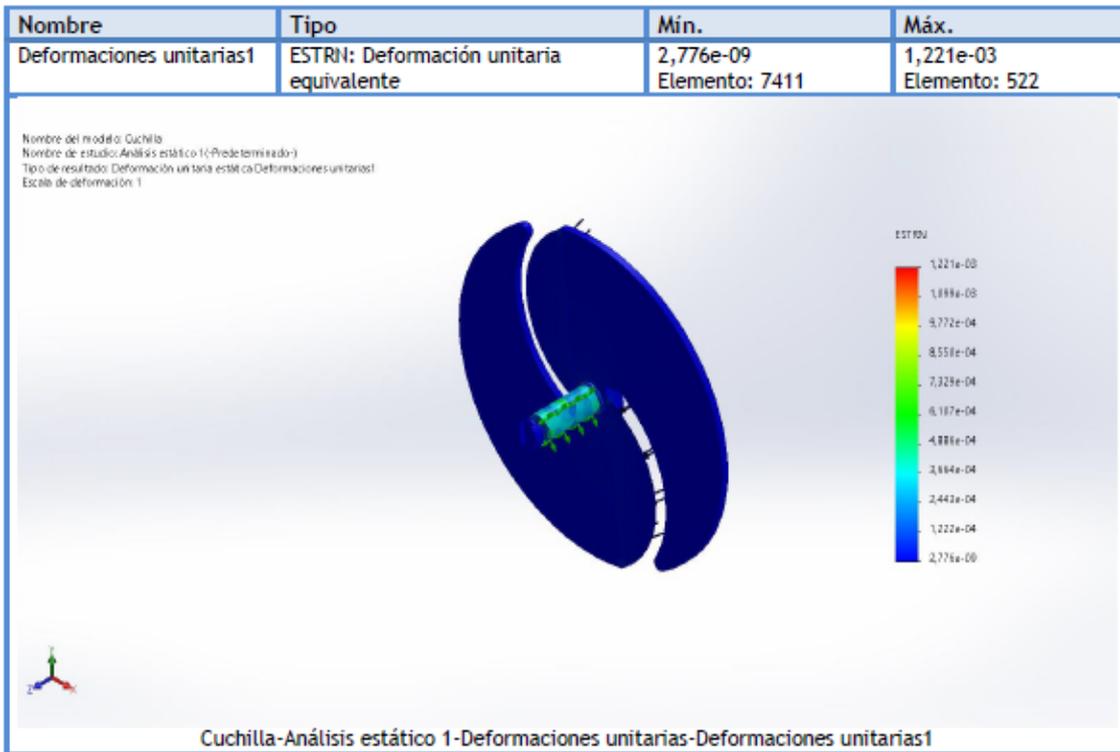
| Conjunto de selecciones | Unidades | Sum X | Sum Y | Sum Z | Resultante |
|-------------------------|----------|-------|-------|-------|------------|
| Todo el modelo | N | 0 | 0 | 0 | 0 |

Momentos de cuerpo libre

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

Resultados del estudio





Nombre del modelo: Base compuerta
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
Escala de deformación: 175.527

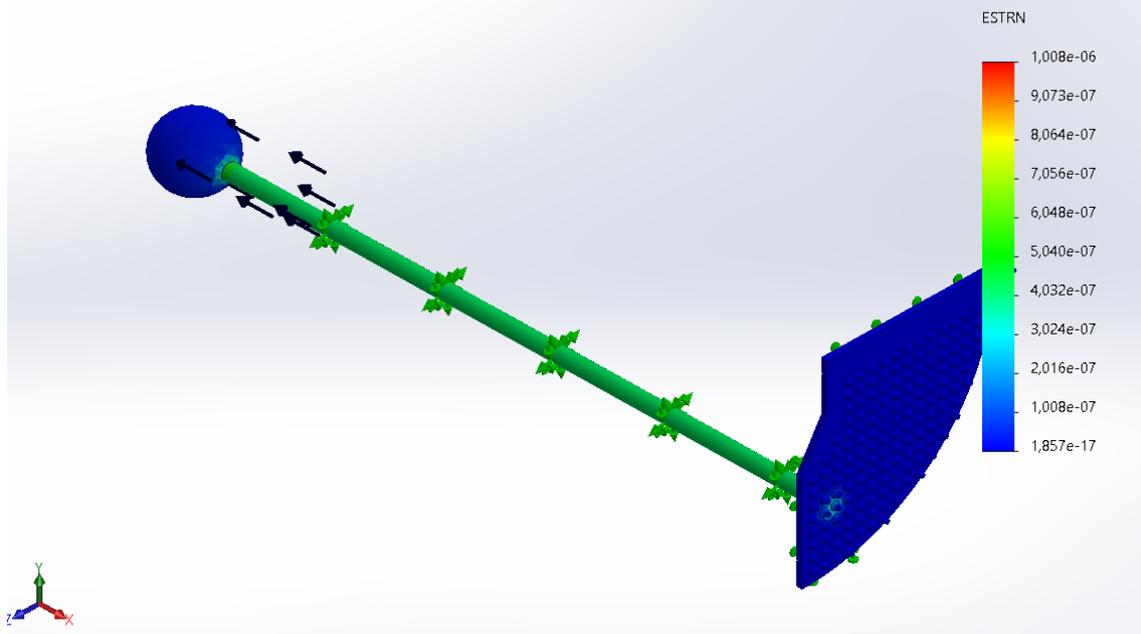
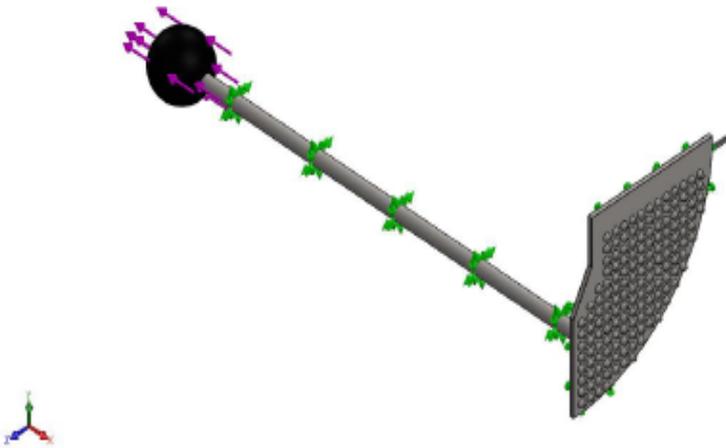


Figura 60. Datos que se obtuvieron del análisis para la simulación de cargas.

la simulación ha demostrado que las tensiones, deformaciones y otros factores de carga están dentro de los límites de seguridad y cumplen con los estándares de diseño, puedes concluir que la estructura o el componente es seguro para su uso bajo las condiciones especificadas.

Información de modelo

|  | | | |
|--|--------------|--|---|
| <p>Nombre del modelo: Base compuerta Configuración actual: Predeterminado</p> | | | |
| Sólidos | | | |
| Nombre de documento y referencia | Tratado como | Propiedades volumétricas | Ruta al documento/Fecha de modificación |
| Revolución2  | Sólido | Masa:0,725035 kg Volumen:9,06294e-05 m ³ Densidad:8.000 kg/m ³ Peso:7,10534 N | C:\Users\Toby\Desktop\la TEX\Solid Tesis\Chiflera\Base compuerta.SLDPRT Sep 8 17:34:27 2023 |

Propiedades de estudio

| | |
|---|---|
| Nombre de estudio | Análisis estático 1 |
| Tipo de análisis | Análisis estático |
| Tipo de malla | Malla sólida |
| Efecto térmico: | Activar |
| Opción térmica | Incluir cargas térmicas |
| Temperatura a tensión cero | 298 Kelvin |
| Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation | Desactivar |
| Tipo de solver | Automático |
| Efecto de rigidización por tensión (Inplane): | Desactivar |
| Muelle blando: | Desactivar |
| Desahogo inercial: | Desactivar |
| Opciones de unión rígida incompatibles | Automático |
| Gran desplazamiento | Desactivar |
| Calcular fuerzas de cuerpo libre | Activar |
| Fricción | Desactivar |
| Utilizar método adaptativo: | Desactivar |
| Carpeta de resultados | Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\Toby\Desktop\laTEX\Solid Tesis\Chiflera) |

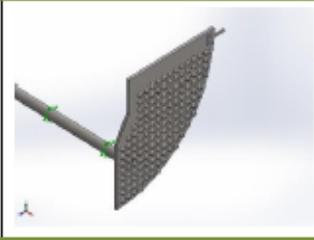
Unidades

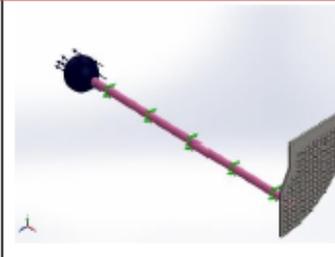
| | |
|-------------------------|------------------|
| Sistema de unidades: | Métrico (MKS) |
| Longitud/Desplazamiento | mm |
| Temperatura | Kelvin |
| Velocidad angular | Rad/seg |
| Presión/Tensión | N/m ² |

Propiedades de material

| Referencia de modelo | Propiedades | Componentes |
|--|---|--|
|  | <p>Nombre: AISI 304 Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Desconocido Límite elástico: 2,06807e+08 N/m² Límite de tracción: 5,17017e+08 N/m² Módulo elástico: 1,9e+11 N/m² Coeficiente de Poisson: 0,29 Densidad: 8.000 kg/m³ Módulo cortante: 7,5e+10 N/m² Coeficiente de dilatación térmica: 1,8e-05 /Kelvin</p> | <p>Sólido 1(Revolución2)(Base compuerta)</p> |
| <p>Datos de curva:N/A</p> | | |

Cargas y sujeciones

| Nombre de sujeción | Imagen de sujeción | Detalles de sujeción | | |
|---------------------------|---|---|------------|------------|
| Fijo-1 |  | Entidades: 1 cara(s) Tipo: Geometría fija | | |
| Fuerzas resultantes | | | | |
| Componentes | X | Y | Z | Resultante |
| Fuerza de reacción(N) | 10,0001 | -0,0615996 | -0,0293642 | 10,0003 |
| Momento de reacción(N.m) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sobre caras cilíndricas-1 |  | Entidades: 1 cara(s) Tipo: Sobre caras cilíndricas Traslación: 0; 0 rad.; --- Unidades: mm | | |
| Fuerzas resultantes | | | | |
| Componentes | X | Y | Z | Resultante |
| Fuerza de reacción(N) | 9,26787 | 0,0260816 | 0,0296355 | 9,26796 |
| Momento de reacción(N.m) | 0 | 0 | 0 | 0 |

| Nombre de carga | Cargar imagen | Detalles de carga |
|-----------------|---|---|
| Fuerza-1 |  | Entidades: 1 cara(s) Referencia: Cara< 1 > Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---; ---; -10 N |

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 | 8,98644 mm |
| Tamaño mínimo del elemento | 0,929847 mm |
| Calidad de malla | Elementos cuadráticos de alto orden |

Información de malla - Detalles

| | |
|---|----------|
| Número total de nodos | 43419 |
| Número total de elementos | 22402 |
| Cociente máximo de aspecto | 10,221 |
| % de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3 | 80,6 |
| El porcentaje de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10 | 0,00893 |
| Porcentaje de elementos distorsionados | 0 |
| Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss): | 00:00:15 |
| Nombre de computadora: | |

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

| Conjunto de selecciones | Unidades | Sum X | Sum Y | Sum Z | Resultante |
|-------------------------|----------|---------|-------------|-------------|------------|
| Todo el modelo | N | 10,0001 | 0,000426292 | -0,00103247 | 10,0001 |

Momentos de reacción

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

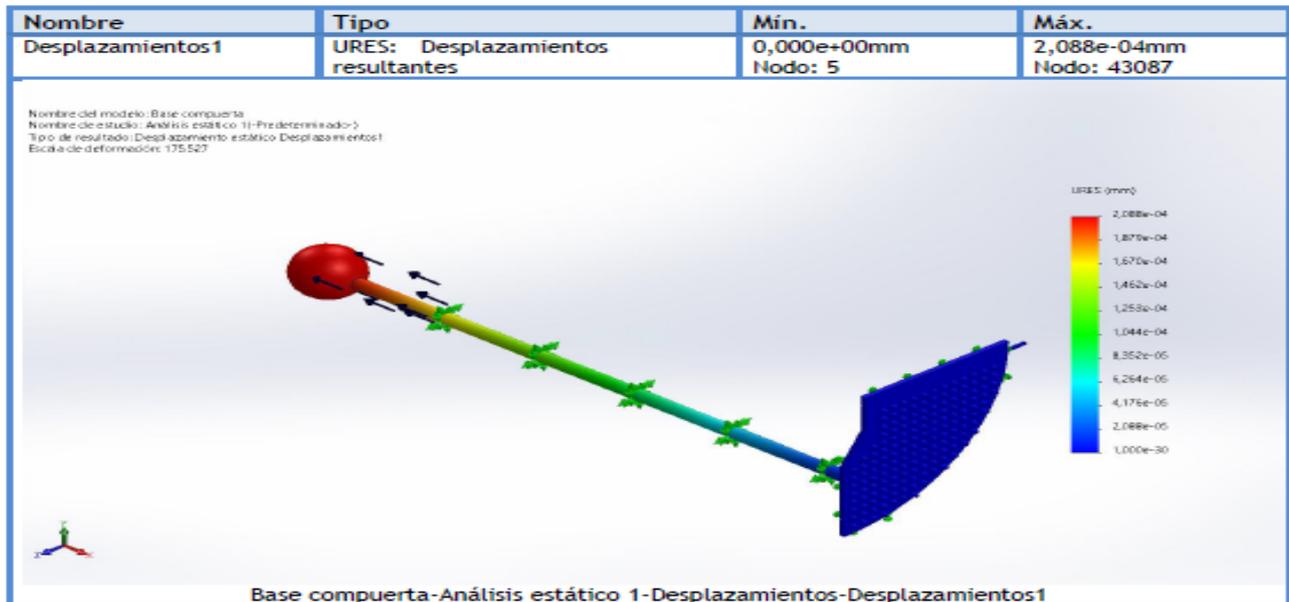
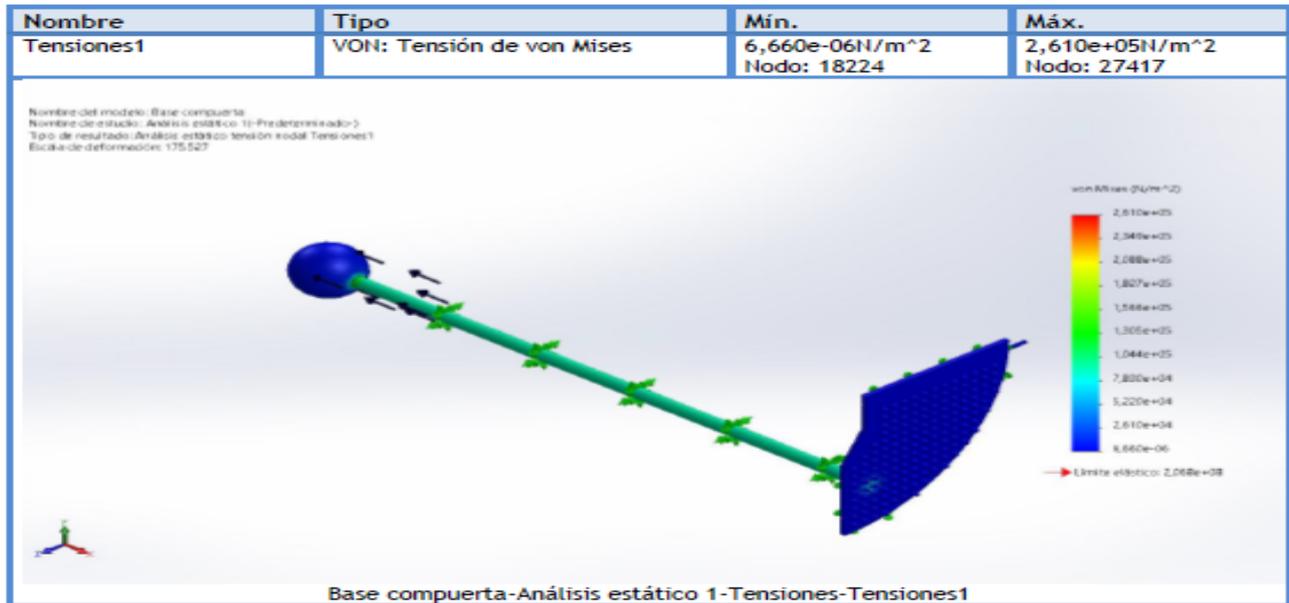
Fuerzas de cuerpo libre

| Conjunto de selecciones | Unidades | Sum X | Sum Y | Sum Z | Resultante |
|-------------------------|----------|-------------|-------------|-------------|------------|
| Todo el modelo | N | -0,00391733 | 0,000226696 | -0,00131181 | 0,00413735 |

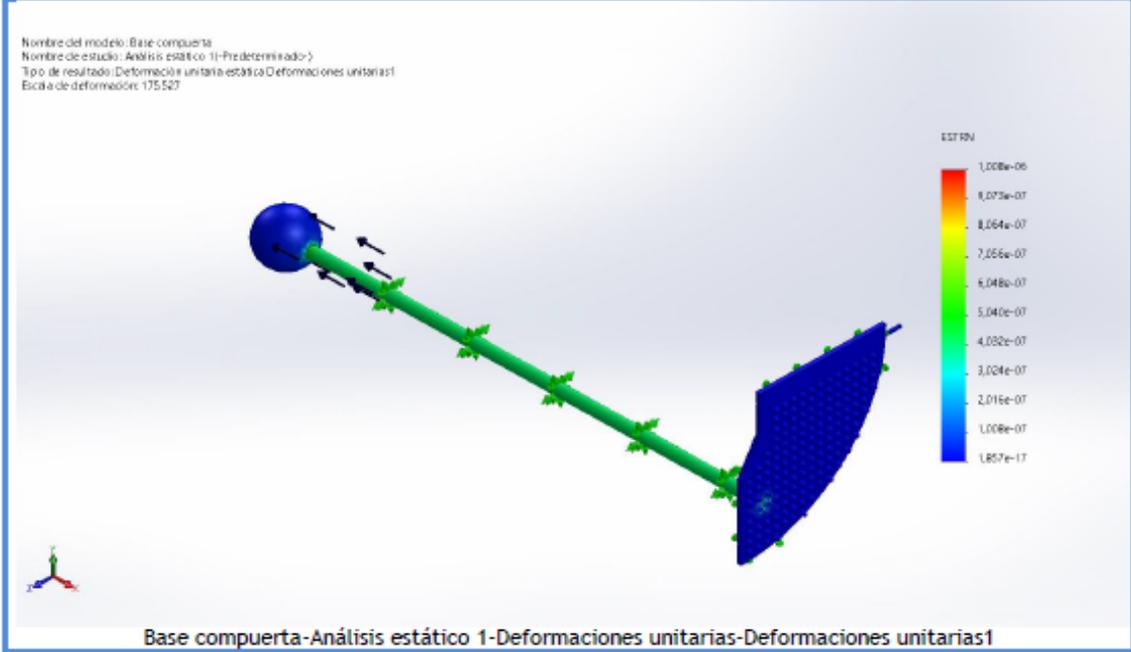
Momentos de cuerpo libre

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

Resultados del estudio



| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|--------------------------|---|-----------------------------|-----------------------------|
| Deformaciones unitarias1 | ESTRN: Deformación unitaria equivalente | 1,857e-17 Elemento: 2639 | 1,008e-06 Elemento: 5963 |



| Lista de chequeo ISO 22000:2018 | | | |
|---|--|---|---------------------|
| Elaborado por | | Xavier Israel López Cervantes Albert David Ochoa Robayo | Fecha Julio 2023 |
| SISTEMA DE GESTIÓN DE INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS | | | |
| Preguntas | | | |
| 1 | Se tiene determinado el alcance del SGIA | | |
| S i | x | De acuerdo a la norma ISO 22000:2018, se demuestra que la máquina cumple con el alcance de SGIA. | |
| N o | | | |
| 2 | Se especifica los productos o categoría de productos, los procesos y lugares de producción cubiertos por el SGIA | | |
| S i | x | El proyecto establece, efectúa y mantiene actualizado continuamente el SAIA, incluyendo los procesos necesarios. | |
| N o | | | |
| 3 | Se identifican, evalúan y controlan los peligros relacionados con la inocuidad de los alimentos para asegurarse que no dañen al consumidor | | |
| S i | x | Se hace un proceso de control de calidad antes y después de la obtención del producto. | |
| N o | | | |
| 4 | La organización se comunica a través de toda la cadena alimentaria, relativa a temas de inocuidad relacionados con sus productos | | |
| S i | x | En relación con la norma ISO22000:2018, se evidencia que se incluye el compromiso con los requerimientos de inocuidad alimentaria durante toda la cadena productiva hasta llegar al consumidor. | |
| N o | | | |

Figura 61. Tabla para verificación de la norma iso 22000:2018. Por A. Ochoa Y X. López.

| | | |
|----------------------|--|--|
| 5 | Se controlan los procesos externamente para asegurarse que están conforme al SGIA | |
| S i | x | Se evidencia la competencia necesaria de las personas, incluyendo los proveedores externos, que realizan bajo su control, un trabajo que sobresalta al desempeño de la efectividad del SGIA. |
| N o | | |

| RESPONSABILIDADES DE LA DIRECCION | | |
|--|--|---|
| Preguntas | | |
| 6 | Se evidencia el compromiso de la dirección en el desarrollo e implementación del SGIA | |
| S i | x | Se evidencia que dentro del proyecto que tiene compromiso en la dirección, en el desarrollo e implementación del SGIA. De acuerdo a la norma ISO22000:2018 numeral 5 liderazgo. |
| N o | | |
| 7 | La inocuidad de los alimentos es apoyada por los objetivos del proyecto | |
| S i | x | Se evidencia que la inocuidad de los alimentos es apoyada por los objetivos del proyecto. De acuerdo con lo establecido por la norma ISO22000:2018 numeral 5.1 |
| N o | | |

| | | |
|----------------------|---|--|
| 8 | Está establecida la política de inocuidad de alimentos | |
| S i | x | Se evidencia que está establecida la política de inocuidad de alimentos de acuerdo a la norma ISO22000:2018. |
| N o | | |
| 9 | Se aseguran la disponibilidad de los recursos para el mantenimiento del SGIA | |
| S i | x | Se evidencia que la organización asegura que la disponibilidad de los recursos para el mantenimiento para el SGIA esté disponible de acuerdo a lo establecido por la norma ISO22000:2018 numeral 6.2.2 |
| N o | | |

Figura 62. Tabla para verificación de la norma iso 22000:2018. Por A. Ochoa Y X. López.

| | | |
|--------|--|---|
| 10 | La capacidad es apropiada para la función que cumple el proyecto dentro de la cadena alimentaria | |
| S i | x | Se evidencia que el proyecto cuenta con una capacidad apropiada para la función que cumple dentro de la cadena alimentaria de acuerdo a lo establecido en la norma ISO22000:2018. |
| N o | | |
| 11 | La dirección es acorde con los requisitos legales, reglamentarios y del cliente sobre la inocuidad de alimentos | |
| S i | x | Se evidencia que el proyecto cuenta con una dirección apropiada para la función que cumple dentro de la cadena alimentaria de acuerdo a lo establecido en la norma ISO22000:2018 |
| N o | | |
| 12 | Se lleva a cabo la planificación del SGIA para cumplir con los requisitos de la norma y los objetivos de inocuidad | |
| S i | x | Se evidencia que el proyecto lleva a cabo la planificación del SGIA para cumplir con los requisitos y los objetivos de inocuidad, de acuerdo con lo establecido en la norma ISO22000:2018. |
| N o | | |
| 13 | Se tiene identificado al personal designado con autoridad y responsabilidad para iniciar y registrar acciones del SGIA | |
| S i | x | Es evidencia identificado al personal designado con autoridad y responsabilidad para iniciar acciones del SGIA de acuerdo a la norma ISO22000:2018 numeral 5.3 roles, responsabilidades y autoridades en la organización. |
| N o | | |

Figura 63. Tabla para verificación de la norma iso 22000:2018. Por A. Ochoa Y X. López.

| PLANIFICACIÓN Y OBTENCIÓN DE PRODUCTOS INOCUOS | | |
|---|---|--|
| Preguntas | | |
| 14 | Se desarrollan y proyectan los procesos necesarios para la realización de productos inocuos | |
| S i | x | Se evidencia que se desarrolla y planifica los procesos necesarios para la realización de productos, de acuerdo con la norma ISO22000:2018 numeral 8.1 planeación y control operacional. |
| N o | | |
| 15 | Se tienen implementados los PPR para ayudar a controlar los niveles de peligro relacionado con la inocuidad de los alimentos en el producto y en el ambiente de elaboración | |
| S i | x | Se identifican implementados los PPR para ayudar a controlar los niveles de peligro relacionado con la inocuidad de los alimentos en el producto y en el ambiente de elaboración de acuerdo a lo establecido por la norma ISO22000:2018 numeral 8.2 programas de prerrequisitos PPR. |
| N o | | |
| 16 | Los PPR son apropiados a las necesidades de la organización en relación a la inocuidad de los alimentos | |
| S i | x | Se evidencia que los PPR son apropiados a las necesidades de la organización en relación a la inocuidad de los alimentos de acuerdo a la norma ISO22000:2018. |
| N o | | |
| Instalaciones físicas | | |
| 17 | El proyecto está ubicado en un lugar alejado de focos de contaminación y sus accesos y alrededores se encuentra limpia. | |
| S i | x | Durante el recorrido por las instalaciones de la fundación se observa que las instalaciones están retiradas de focos de contaminación. |
| N o | | |

Figura 64. Tabla para verificación de la norma iso 22000:2018. Por A. Ochoa Y X. López.

| | | |
|----|--|---|
| 18 | El funcionamiento del proyecto no pone en riesgo la salud y bienestar de la comunidad | |
| Si | x | Se evidencia que las instalaciones del proyecto están retiradas de las viviendas y no representan ningún tipo de riesgo a la salud y bienestar de la comunidad. |
| No | | |
| 19 | Existe un sitio adecuado e higiénico para el consumo de alimentos y descanso de los colaboradores. | |
| Si | x | Se evidencia que la fundación cuenta con servicio de cocina y horno microondas donde los colaboradores calientan sus alimentos, además de eso cuentan con zonas verdes donde las pueden utilizar como descanso. |
| No | | |

| | | |
|--|--|--|
| Condiciones de saneamiento | | |
| 20 | El suministro de agua y su presión es adecuado para todas las operaciones. | |
| Si | x | Se evidencia suficiente capacidad de agua ya que se cuenta con reservorios y estos cuentan con un sistema de bombeo capaz de mantener la presión necesaria para las operaciones. |
| No | | |
| Manejo y disposición de residuos líquidos | | |
| 21 | El manejo de residuos líquidos dentro de la fundación no representa riesgos de contaminación para los productos ni para las superficies en contacto con estos. | |
| Si | x | Se evidencian que la empresa cuenta con un sistema de recolección de residuos líquidos evitando que estos entren en contacto con los productos. |
| No | | |

Figura 65. Tabla para verificación de la norma iso 22000:2018. Por A. Ochoa Y X. López.

| Manejo y disposición de residuos sólidos (basuras) | | |
|---|---|--|
| 22 | Existen programas y procedimientos sobre el manejo y disposición de los residuos sólidos. | |
| Si | | Se evidencia que existe un procedimiento de manejo y disposición de residuos sólidos, pero este no se le hace seguimiento, ya que se observaron residuos sólidos dispuestos en lugares inapropiados. |
| No | x | |

| 23 | Existen suficientes y adecuados recipientes para la recolección de residuos sólidos o basuras. | |
|--------------------------|---|--|
| Si | | A pesar de que se cuenta con los recipientes adecuados para la recolección de residuos sólidos estos no están siendo utilizados de la manera correcta. |
| No | x | |
| 24 | Son removidas las basuras con la frecuencia necesaria para evitar generación de olores o molestias sanitarias dentro de la fundación. | |
| Si | x | Se evidencia que el camión recolector de basuras pasa en los horarios establecidos recolectando las basuras. |
| No | | |
| Control de plagas | | |
| 25 | Existe programas de control de roedores | |
| Si | x | Se evidencia el procedimiento de control de roedores donde especifica la instalación de trampas. |
| No | | |

Figura 66. Tabla para verificación de la norma iso 22000:2018. Por A. Ochoa Y X. López.

| | | |
|---------------------------------|---|--|
| 26 | Los productos utilizados se encuentran sellados y se almacenan en un sitio alejado, protegidos, bajo llave. | |
| S i | x | Se evidencia que los productos utilizados para el control de roedores son almacenados correctamente. |
| N o | | |
| Limpieza y desinfección | | |
| 27 | Existe programa y procedimientos específicos para el establecimiento, limpieza y desinfección de las diferentes áreas de la fundación. | |
| S i | x | Se evidencian los procedimientos y registros donde se especifica la limpieza y desinfección de las diferentes áreas de fundación. |
| N o | | |
| 28 | Se tienen claramente definidos los productos utilizados: periodicidad de la limpieza y desinfección | |
| S i | x | Se evidencian las fichas técnicas de los productos utilizados para la desinfección de herramientas y áreas utilizadas. |
| N o | | |
| Instalaciones sanitarias | | |
| 29 | La fundación cuenta con servicios sanitarios bien ubicados, en cantidad suficiente, separados por género, en buen estado, en funcionamiento (lavamanos, inodoros), dotados con los elementos para la higiene personal (jabón desinfectante, toallas desechables o secador eléctrico, papel higiénico, caneca con tapa, etc.) y se encuentran limpios. | |
| S i | x | Durante el recorrido se observó que la fundación cuenta con suficientes baños dotados con los elementos necesarios para la higiene del personal. |
| N o | | |

Figura 67. Tabla para verificación de la norma iso 22000:2018. Por A. Ochoa Y X. López.

| | | |
|---|--|--|
| 30 | Son apropiados los avisos alusivos a la necesidad de lavarse las manos después de ir al baño o de cualquier cambio de actividad y a prácticas higiénicas | |
| S i | x | Se evidencia los procedimientos y registros además de los pictogramas que están ubicados en las diferentes zonas donde se deben lavar las manos. |
| N o | | |
| Prácticas higiénicas y medidas de protección | | |
| 31 | Se realiza control y reconocimiento médico a manipuladores y operarios (certificado médico de aptitud para manipular alimentos), por lo menos 1 vez al año y cuando se considere necesario por razones clínicas y epidemiológicas. | |
| S i | x | Se evidencia que la fundación cuenta con un programa donde se <u>le</u> realiza un examen médico a los colaboradores una vez al año donde se evalúa la aptitud para manipular alimentos. |
| N o | | |
| 32 | Todos los empleados que manipulan los alimentos llevan uniforme adecuado, limpio y están dotados con los elementos de protección requeridos. | |
| S i | x | Se evidencia que los colaboradores tienen los epps <u>epps</u> necesarios <u>para la</u> manipulación de alimentos |
| N o | | |

Figura 68. Tabla para verificación de la norma iso 22000:2018. Por A. Ochoa Y X. López.

IX-C. VERIFICACIÓN DEL SISTEMA HACCP

| LISTA DE VERIFICACIÓN SISTEMA APPCC(HACCP) | | | | |
|--|---|---------------|------------------|------------------|
| Elaborado por: | Xavier Israel López Cervantes – Albert David Ochoa Robayo | | | |
| | SISTEMA APPCC (HACCP) | | | |
| | Requisitos | | | |
| ÍTEM | Requisito | CUMPLE | NO CUMPLE | NO APLICA |
| | ANÁLISIS DE RIESGOS | | | |
| 1 | ¿El producto ha sido adecuadamente descrito? | X | | |
| 2 | ¿Se ha definido un diagrama de flujo del proceso global? | X | | |
| 3 | ¿ha sido verificado el diagrama de procesos in situ y por quién? | | | X |
| 4 | ¿Están todas las materias primas y las actividades del proceso / de almacenamiento / reprocesos /etc.... incluidos en el diagrama de flujo? | X | | |
| 5 | ¿Está el diagrama de procesos correcto? | X | | |
| 6 | ¿Fueron los cambios registrados y aprobados? | X | | |
| 7 | ¿Se ha tenido en cuenta la opinión del equipo para la aprobación del diagrama de flujo? | X | | |
| 8 | ¿Se ha llevado a cabo un amplio y exhaustivo análisis de riesgos? | X | | |
| 9 | ¿Han sido tenidos en cuenta todos los peligros significativos? | X | | |
| 10 | ¿Se han tenido en cuenta todas las materias primas, incluyendo reprocesos? | X | | |
| 11 | ¿Se han considerado todos los procesos? | X | | |
| 12 | ¿Ha sido específicamente identificados los riesgos por tipo o la fuente que los genera? | X | | |
| 13 | ¿se ha evaluado la probabilidad de ocurrencia? | X | | |

Figura 69. Tabla para verificación HACCP. Por A. Ochoa Y X. López.

| | | | | |
|---|--|---|---|---|
| 14 | ¿Se han establecido o identificado medidas de control apropiadas para cada situación de riesgo? | X | | |
| PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (PCC) | | | | |
| 15 | ¿Se identifican los puntos críticos de control? | X | | |
| 16 | ¿Se ha sometido a examen cada peligro identificado? | | | X |
| LÍMITES CRÍTICOS | | | | |
| 17 | ¿Se han establecido límites críticos para cada PCC identificado? | X | | |
| 18 | ¿Existe evidencia (datos experimentales, referencias bibliográficas, etc.)? | X | | |
| 19 | ¿Se ha podido validar que esos límites críticos controlan los riesgos identificados? | | | X |
| 20 | ¿Se han establecido límites críticos para cada PCC? | | | X |
| SITEMA PARA MONITOREAR EL CONTROL DE LOS PCC | | | | |
| 21 | ¿Se han establecido y planificado métodos de vigilancia? | X | | |
| 22 | ¿Cubren todos los PCC? | | X | |
| 23 | ¿Se ha evaluado la fiabilidad de los procedimientos de supervisión de cada PCC? | | X | |
| 24 | ¿El estado de los equipos de monitoreo se encuentran en buen estado? | X | | |
| 25 | ¿Están debidamente calibrados los equipos de medida? | X | | |
| 26 | ¿Es la planificación de muestreo estadísticamente válida? | X | | |
| 27 | ¿Son los registros de control de procesos capaces de demostrar que el proceso está bajo control en el día a día? | X | | |
| 28 | ¿El personal de vigilancia y sus suplentes están correctamente asignados y formados para ello? | X | | |

Figura 70. Tabla para verificación HACCP. Por A. Ochoa Y X. López.

| MEDIDAS CORRECTIVAS AL PCC NO ESTAR BAJO CONTROL | | | | |
|---|---|---|--|--|
| 29 | ¿Ha sido implementada la acción correctiva y se verifica la eficacia de la misma? | X | | |
| 30 | ¿se ha asignado responsable para la acción correctiva? | X | | |
| 31 | ¿Ha sido el producto no conforme controlado e identificado? | X | | |
| PROCEDIMIENTO DE COMPROBACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO EFICAZ | | | | |
| 32 | ¿Han sido establecidos los procedimientos de verificación de forma clara y correcta? | X | | |
| 33 | ¿Han sido comunicados estos procedimientos a través de la fundación al personal relevante? | X | | |
| 34 | ¿han sido asignadas las responsabilidades de los procedimientos de verificación? | X | | |
| 35 | ¿Se está llevando a cabo de manera efectiva? | X | | |
| 36 | ¿Se usan los datos generados del sistema APPCC para mejorarlo? | X | | |
| 37 | ¿Se utiliza los datos de quejas para mejorar el sistema APPCC? | X | | |
| 38 | ¿Existe una revisión periódica de las pérdidas de control de los PCC y de las disposiciones de productos? | X | | |
| 39 | ¿Están los sistemas de pre-requisitos incluidos en el programa de verificación? | X | | |

Figura 71. Tabla para verificación HACCP. Por A. Ochoa Y X. López.

X. RESULTADOS

En la fundación se realizaron pruebas de molienda con un molino de manivela o manual, en los cuales se obtuvieron los tiempos utilizados por el personal para cumplir el proceso de trituración de la materia prima que en este caso se trataron de granos secos.

| Esfuerzo Humano | Cantidad de Maiz (gramos) | Tiempos de molienda (minutos) | Tiempos de descanso (minutos) |
|-----------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Bajo | 500 | 4 a 7 | 1 a 2 |
| Medio | 2500 | 10 a 15 | 2 a 4 |
| Alto | 5000 | 25 a 30 | 5 a 7 |

Figura 72. Tabla de tiempos necesarios para el proceso sde trituración. [Ilustración 8], Por A. Ochoa Y X. López.

Dependiendo la cantidad necesitada por los operadores, el esfuerzo humano aumenta al igual que aumenta los tiempos de descanso. Con la finalidad de evitar lesiones o fatiga en el usuario se realizaron pruebas de molienda con la maquina ensamblada, reduciendo considerablemente los tiempos de procesamiento, lo cual significa un aumento en la producción.

| Cantidad de Maiz (gramos) | Tiempo de molienda |
|---------------------------|--------------------|
| 500 | 1 a 2 |
| 2500 | 4 a 6 |
| 5000 | 8 a 10 |

Figura 73. Tabla de tiempos necesarios para el proceso sde trituración. [Ilustración 8], Por A. Ochoa Y X. López.

Al realizar las pruebas correspondientes con el grano de maiz el cual se puede apreciar en la figura 74 - 75 obtuvimos un maiz molido de buena calidad y de buena textura como se aprecia en la figura 76



Figura 74. Grano de maiz proxicamente a ser triturado, Por A. Ochoa Y X. López.



Figura 75. Grano de maiz siendo triturado, Por A. Ochoa Y X. López.



Figura 76. Grano de maiz triturado por la máquina procesadora de alimentos, Por A. Ochoa Y X. López.

Al realizar las pruebas correspondientes con la rebanadora, utilizamos el platano verde como materia prima en estas pruebas, dando como resultado un corte fino y ajustable a cortes gruesos, a su vez se puede elegir el tipo de corte en la rebanadora, puede ser horizontal o cortes en circulo.



Figura 77. Grano de maiz triturado por la máquina procesadora de alimentos, Por A. Ochoa Y X. López.



Figura 78. Grano de maiz triturado por la máquina procesadora de alimentos, Por A. Ochoa Y X. López.

XI. CRONOGRAMA

Es el proceso de establecer las políticas, los procedimientos y la documentación necesarios para planificar, desarrollar, gestionar, ejecutar y controlar en el proyecto.[7]

A continuación, se proporciona una tabla que muestra las actividades llevadas a cabo en semanas consecutivas.

Cuadro I
CRONOGRAMA Y ACTIVIDADES A REALIZAR. POR AUTORES

| SEDE: | CAMPUS: | CARRERA: | PERIODO: | TEMA DE TRABAJO DE TITULACIÓN | TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN | ESTUDIANTE - AUTOR (1) | | ESTUDIANTE - AUTOR (2) | | Estado | Horas | Fecha final | Fecha de inicio | Meses / Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|---|----------|----------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------|------------------------|--|--------|-------|-------------|-----------------|---------------------------|---|---|---|---|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|---|---|
| | | | | | | XAVIER ISRAEL LÓPEZ CERVANTES | | | | | | | | ALBERT DAVID OCHOA ROBAYO | | | | | | abr-22 | may-22 | jun-22 | jul-22 | ago-22 | sep-22 | oct-22 | nov-22 | dic-22 | ene-23 | feb-23 | | | |
| N° | Actividades | | | | | | | | | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Selección de tema | | | 04/04/2022 | 14/04/2022 | 18 | Completado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Revisión del tema | | | 14/04/2022 | 22/04/2022 | 18 | Completado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Confirmación del tema | | | 29/4/2022 | 06/05/2022 | 18 | Completado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Inicio del proyecto | | | 06/05/2022 | 13/05/2022 | 18 | Completado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Planificación de Investigación | | | 15/05/2022 | 25/05/2022 | 18 | Completado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Origen, Causa, Efecto y Problemática | | | 26/05/2022 | 30/05/2022 | 20 | Completado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Objetivos - Investigación | | | 31/05/2022 | 06/06/2022 | 18 | Completado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Estado del Arte | | | 09/06/2022 | 29/06/2022 | 34 | Completado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Base de Datos Artículos | | | 30/06/2022 | 05/07/2022 | 18 | Completado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Plantamiento del problema | | | 06/07/2022 | 14/07/2022 | 20 | Completado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Marco teórico referencial | | | 14/07/2022 | 22/07/2022 | 20 | Completado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Busqueda y elaboración del marco teórico | | | 23/07/2022 | 02/08/2022 | 34 | Completado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Marco Metodológico | | | 03/08/2022 | 07/08/2022 | 18 | Completado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | Justificación del proyecto | | | 07/08/2022 | 12/08/2022 | 20 | Completado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | Hipótesis | | | 12/08/2022 | 14/08/2022 | 16 | Completado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | Propuesta de solución | | | 14/08/2022 | 21/08/2022 | 18 | Completado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | Referencias | | | 28/08/2022 | 28/08/2022 | 32 | Completado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | Trabajo Consolidado | | | 28/08/2022 | 01/09/2022 | 18 | Completado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | Análisis de presupuesto | | | 01/09/2022 | 08/09/2022 | 18 | Completado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | Importación de equipos a ensamblar | | | 15/09/2022 | 05/10/2022 | 18 | Completado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | Cronograma de actividades | | | 10/10/2022 | 17/10/2022 | 18 | Completado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | Primer revisión consolidado | | | 24/10/2022 | 07/11/2022 | 34 | Completado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | Segunda revisión consolidado | | | 21/11/2022 | 28/11/2022 | 18 | Completado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | Ensamblaje y actualización de los equipos | | | 01/12/2022 | 31/12/2022 | 120 | Completado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | Pruebas de equipo | | | 04/01/2023 | 31/01/2023 | 120 | Completado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | Análisis de resultados | | | 03/02/2023 | 19/02/2023 | 20 | Completado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | Recomendaciones y conclusiones | | | 20/02/2023 | 25/02/2023 | 20 | Completado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tal como se observa, el proceso se inicia con la formulación del proyecto y culmina con la obtención de conclusiones y recomendaciones después de haber completado las pruebas necesarias.

XII. PRESUPUESTO

“El presupuesto expresa la forma en que se van a aplicar los recursos disponibles en el futuro para conseguir los objetivos fijados en el proyecto.”[16]

A continuacion se puede visualizar una tabla referencial al presupuesto que se va a requerir en la compra de los componentes del prototipo.

Cuadro II
PRESUPUESTO PARA EL PROTOTIPO, POR AUTORES

| SEDE: | GUAYAQUIL | ESTUDIANTE - AUTOR (1) | XAVIER ISRAEL LÓPEZ CERVANTES |
|---------------------------------|---|------------------------|-------------------------------|
| CAMPUS: | CENTENARIO | | |
| CARRERA: | MECATRÓNICA | ESTUDIANTE - AUTOR (2) | ALBERT DAVID OCHOA ROBAYO |
| PERIODO: | 2022-2023 | | |
| TEMA DE TRABAJO DE TITULACIÓN | DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA MAQUINA PROCESADORA DE ALIMENTOS PARA LA FUNDACION NIÑOS CON FUTURO. | | |
| TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN | ING. JOSE ZAMBRANO, Msc. | | |
| PRESUPUESTO | | | |
| Cantidad | Descripción | P. Unitario | Total de Línea |
| 1 | Motor eléctrico trifasico / Marca WEG 0.50 HP 220/380/440V 1750 RPM IE2 en Aluminio | \$174,26 | \$174,26 |
| 1 | Variador de frecuencia trifasico GD10-0R7G-2-B / 1 HP 220V / Marca INVT | \$195,00 | \$195,00 |
| 2 | Pulsador doble luminoso 22mm 110/230V-CHINT | \$7,80 | \$15,60 |
| 1 | PLC Delta DVP20EX200T 8ID / 6OD / 4IA / 2OA salida de transistor | \$268,94 | \$268,94 |
| 1 | Banda tipo A 90mm | \$5,00 | \$5,00 |
| 1 | Banda tipo A 85mm | \$5,00 | \$5,00 |
| 2 | TUBO CUADRADO 1X1.5 | \$8,93 | \$17,86 |
| 1 | ANGULO 1X1/8 (25X3MM) | \$6,62 | \$6,62 |
| 1 | KILO DE SOLDADURA AGA6011 (1/8) | \$4,98 | \$4,98 |
| 1 | Polea de 2 pulgadas | \$2,50 | \$2,50 |
| 1 | Polea de 7 pulgadas | \$9,00 | \$9,00 |
| 1 | Polea de 9 pulgadas | \$11,00 | \$11,00 |
| 1 | Guardamotor MM-325 / 9A- 13A / potencia HP 220V 60HZ 3P 3 | \$43,03 | \$43,03 |
| 1 | Gabinete electrico T/Gris 50x40x17,5CM FONSO METAL PLASTIM | \$61,00 | \$61,00 |
| 2 | Ejes | \$5,00 | \$10,00 |
| 4 | Prensa Estopa 1/2 | \$0,59 | \$2,36 |
| 10 | Cable Concentrico 3x12 AWG | \$1,68 | \$16,80 |
| 10 | Cable Concentrico 3x14 AWG | \$1,13 | \$11,34 |
| 3 | Cable Concentrico 3x14 AWG | \$1,40 | \$4,20 |
| 1 | Molino casero/ Marca CORONA | \$35,00 | \$35,00 |
| 1 | Aspas de acero inoxidable | \$60,00 | \$60,00 |
| 1 | Planchas de acero Inoxidable | \$80,00 | \$80,00 |
| 1 | Fuente de poder 60W 24V DC 2.5A / Marca Meanwell | \$52,40 | \$52,40 |
| 1 | Disyuntor 2P x10A MDW-C10 / Marca WEG | \$11,00 | \$11,00 |
| 2 | Disyuntor 1P x20A 5SL 4-7RC 440V / Marca Siemens | \$4,73 | \$9,46 |
| 1 | Disyuntor 2P x10A 5SL 4-7RC 440V / Marca Siemens | \$11,16 | \$11,16 |
| 2 | Disyuntor 1P x4A 5SL 4 / 440V / Marca Siemens | \$5,84 | \$11,68 |
| 2 | Disyuntor 1P x2A 5SL 4-7RC 440V / Marca Siemens | \$6,51 | \$13,01 |
| 2 | Rele Aux. Enchuf. 6A 4 Conm. 24VDC-SCHRACK / Marca Siemens | \$6,18 | \$12,35 |
| 2 | Base para relé miniatura 14 pines / LZS:PT78740 | \$5,33 | \$10,66 |
| 1 | CANALETA RANURADA 33X65MMX2M | \$7,57 | \$7,57 |
| 1 | TERMINAL TIPO PUNTERA #12-10 | \$3,48 | \$3,48 |
| 1 | TERMINAL TIPO PUNTERA #14-12 | \$2,34 | \$2,34 |
| 1 | TERMINAL TIPO OJO #16-14 | \$5,07 | \$5,07 |
| 25 | BORNERA P/RIEL CERRADA P/CABLE #14 2.5MM2 Gris | \$0,88 | \$22,00 |
| 1 | DC 12V 100W 13000-15000rpm | \$15,00 | \$15,00 |
| 0,25 | Brillo 810 LT Sellado | \$26,00 | \$6,50 |
| 1 | Diluyente PU Litro Latina | \$3,40 | \$3,40 |
| 2 | Micro switch mini T/Palanca Corta Roldana Plastica XV-155-1C25 XURUI | \$2,65 | \$5,30 |
| 2 | Micro switch mini T/Palanca Larga Roldana Plastica XV-156-1C25 XURUI | \$2,65 | \$5,30 |
| 2 | Micro switch mini T/Palanca Larga XV-153-1C25 XURUI | \$2,65 | \$5,30 |
| 1 | Forrada de estructura con acero inoxidable | \$100,00 | \$100,00 |
| 1 | Bandeja pequeña de acero inoxidable a la medida | \$50,00 | \$50,00 |
| 1 | Bandeja pequeña receptora de alimentos de acero inoxidable | \$30,00 | \$30,00 |
| 0,50 | ROCCI Aluminio | \$21,00 | \$10,50 |
| 1 | Juego de engranajes | \$25,00 | \$25,00 |
| 1 | Selector I-O-II 22mm 2NA-CHINT | \$3,35 | \$3,35 |
| | Total | | \$1.471,32 |

Además, en la sección inferior, señalada en un cuadro de color amarillo, se encuentra el monto total de la inversión efectuada.

XIII. CONCLUSIONES

En el diseño y construcción de la máquina procesadora de alimentos, se emplearon materiales disponibles en el mercado nacional y se utilizaron repuestos de fácil obtención o adquisición con el propósito de extender su durabilidad.

La máquina procesadora de alimentos ofrece seguridad al operador, porque la mayoría de sus componentes se encuentran en la parte interna de la máquina, lo que reduce de manera significativa la posibilidad de que ocurra algún accidente por parte del personal encargado.

El diseño estructural de la máquina procesadora de alimentos asegura su rigidez, incorporando un sistema de regatones en sus bases para nivelar y amortiguar las vibraciones generadas por el motor trifásico de la máquina.

Durante el proceso de montaje, se considera que cada componente de la máquina tiene potencial para mejoras, como la implementación de sensores adicionales para un control más preciso, así como la integración de sistemas de seguridad adicionales para prevenir accidentes.

En el proceso de elaboración de éste trabajo de titulación, se llevó a cabo el diseño y la construcción teniendo en cuenta las pautas establecidas por la Norma ISO 22000:2018. Dicha norma establece los criterios que nuestro sistema de procesamiento el cuál debe cumplir con el objetivo de garantizar la seguridad alimentaria en el producto final.

Después de identificar las áreas con mayor carga estructural y desgaste en los componentes, se ha establecido un plan de mantenimiento preventivo que se llevará a cabo cada 2 meses. El objetivo principal de este plan es examinar y evaluar el desgaste en las áreas de trabajo más críticas, como los engranajes, rodamientos, poleas y la banda. Este enfoque preventivo tiene como finalidad evitar riesgos asociados con posibles fallas inesperadas, minimizar tiempos de inactividad no planificados y reducir los costos relacionados con reparaciones mayores.

Un aspecto importante es mantener un registro constante de cada una de estas secciones para poder tomar decisiones a largo plazo, como la modificación de la estructura de la maquinaria si es necesario. Esto permite una gestión más efectiva de los recursos y una mayor confiabilidad en la operación de la maquinaria.

XIV. RECOMENDACIONES

Como futuros ingenieros, éstas son las siguientes recomendaciones que brindaremos al momento de seleccionar una máquina procesadora de alimentos:

Se recomienda la aplicación de pintura anticorrosiva o pintura horneada en todas las áreas que puedan ser propensas a la corrosión.

Con el propósito de asegurar tanto la calidad de la máquina como la del producto final, se aconseja la utilización de los materiales que han sido especificados en el diseño y seguir las dimensiones indicadas en los planos correspondientes.

La máquina requiere un mantenimiento regular, que puede ser tanto preventivo como correctivo, con una frecuencia periódica recomendada de cada 2 meses o después de cada 500 horas de uso. Esto es esencial para asegurar un rendimiento óptimo y para garantizar una larga duración de la vida útil de la máquina.

Para evitar problemas causados por la acumulación de residuos en las partes móviles de la máquina, se recomienda llevar a cabo una limpieza completa al concluir la producción.

XV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS

- [1] R. A. Y. Alarcón, C. P. Loor y G. M. T. Mera, «Caracterización del estado nutricional de niños y adolescentes de zonas urbano-marginales de la ciudad de Guayaquil-Ecuador,» *Revista española de nutrición comunitaria= Spanish journal of community nutrition*, vol. 26, n.º 4, pág. 4, 2020.
- [2] J. G. Brennan, A. S. Grandison y G. Butler, *Food Processing Handbook*. Wiley-VCH, 2013.
- [3] E. V. Chicaiza Iza, «Implementación de un sistema semiautomático de molienda para la producción de harina, mediante el uso de elementos electromecánicos,» Tesis doct., Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2023.
- [4] M. F. Cueva Moncayo, C. A. Pérez Padilla, M. Ramos Argilagos y R. Guerrero Caicedo, «La desnutrición infantil en Ecuador. Una revisión de literatura,» *Bol. malariol. salud ambient*, págs. 556-564, 2021.
- [5] M. Á. Espinosa Quillupangui y C. J. Tipantuña Tarco, «Diseño y construcción de una máquina cortadora de chifles para la Fundación Héroes de Vida,» Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, feb. de 2023.
- [6] S. P. Fuentes, «FAJAS EN V TABLAS SECCION: A B C D - E,» ago. de 2016.
- [7] D. A. Guerrero Chanduvi, «Cronograma del proyecto,» 2017.
- [8] O. Guerrero-Castro, «Prevención de las fallas de los motores trifásicos de inducción mediante una adecuada selección,» *Revista Tecnología en Marcha*, vol. 23, n.º 1, ág-78, 2010.
- [9] «HACCP (ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL),» dirección: <https://ingeniia.com/haccp/>.
- [10] D. Haytowitz, J. Ahuja, X. Wu et al., «USDA National Nutrient Database for standard reference, legacy,» *USDA National Nutrient Database for Standard Reference*, 2018.
- [11] V. E. G. Lara, A. N. M. Ramirez, J. P. A. Tanguila y R. K. G. Barragán, «Desnutrición infantil en Ecuador, emergencia en los primeros 1000 días de vida, revisión bibliográfica,» *Mediencias UTA*, vol. 6, n.º 3, págs. 24-36, 2022.
- [12] M. Manosalvas, «La política del efectivismo y la desnutrición infantil en el Ecuador,» *Perfiles latinoamericanos*, vol. 27, n.º 54, 2019.
- [13] A. F. Martinez Jaimes et al., «Aplicación computacional para el control de llenado de tanques de almacenamiento y mezclas de combustibles con aditivos,»
- [14] MASVOLTAJE.COM. «¿Qué tipos de cables eléctricos existen?» (2017), dirección: <https://masvoltaje.com/blog/analisis-de-productos/tipos-de-cables-electricos-que-existen> (visitado 29-01-2017).
- [15] M. MUNDIAL. «Acero Inoxidable AISI 304,» (nov. de 2020), dirección: <https://www.materialmundial.com/acero-inoxidable-ss-astm-sae-aisi-304-ficha-tecnica/>.
- [16] L. Muñiz y L. M. González, *Control presupuestario: Planificación, elaboración, implantación y seguimiento del presupuesto*. Profit editorial, 2009.
- [17] F. D. Nacimba Amagua, «Sistemas de Gestión de Seguridad en los Alimentos Mediante Normas ISO 22000,» B.S. thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2012.
- [18] J. L. Zambrano Mendoza, J. S. Velásquez Carrera, D. F. Peñaherrera Mafla et al., «Guía para la producción sustentable de maíz en la Sierra ecuatoriana,» 2021.

XVI. ANEXOS

XVI-A. REUNIÓN CON DIRIGENTES DE LA FUNDACIÓN



Figura 79. Reunión con el director y la coordinadora de proyectos de la fundación niños con futuro.

XVI-B. DISEÑO DE LA MÁQUINA PROCESADORA DE ALIMENTOS

Plano de Prototipo completo para implementación. (Figura 80)

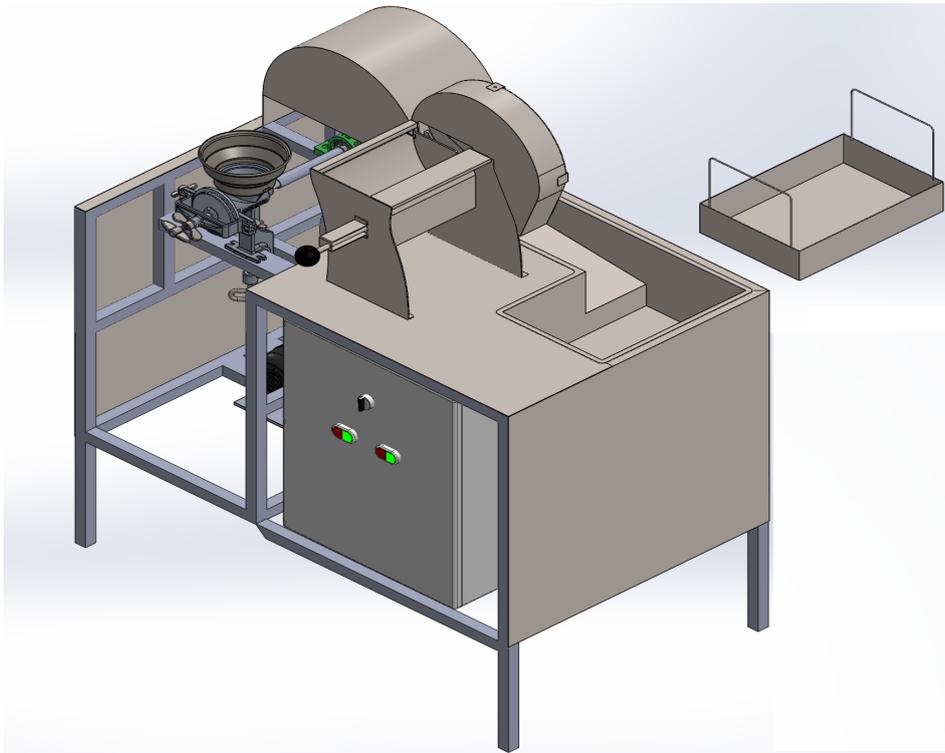


Figura 80. Diseño de prototipo Máquina procesadora de alimentos, por A. Ochoa y X. López, SolidWorks, 2022.

Aspas internas para movimiento del material en forma horaria. (Figura 81)

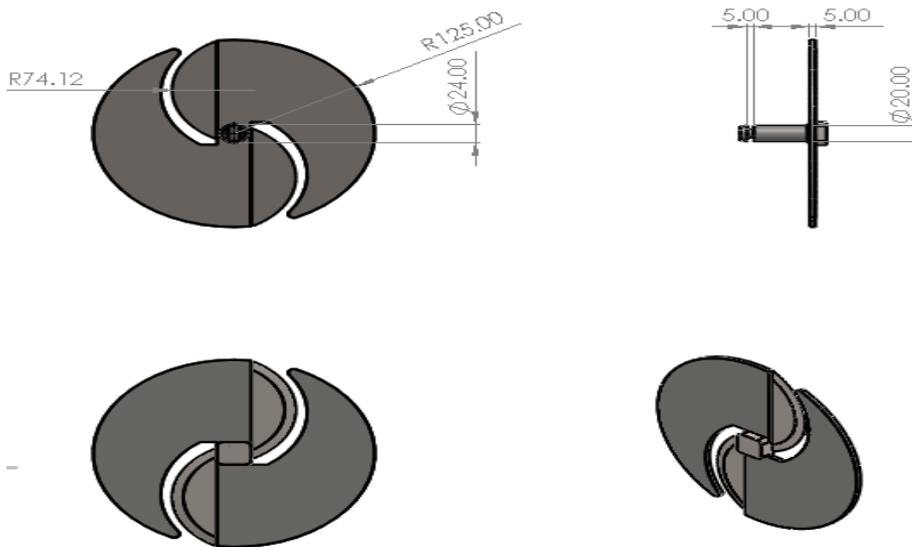


Figura 81. Diseño de las Aspas del prototipo Máquina procesadora de alimentos, por A. Ochoa y X. López, SolidWorks, 2022.

Para la molienda utilizamos un molino de discos manual. (Figura 82)

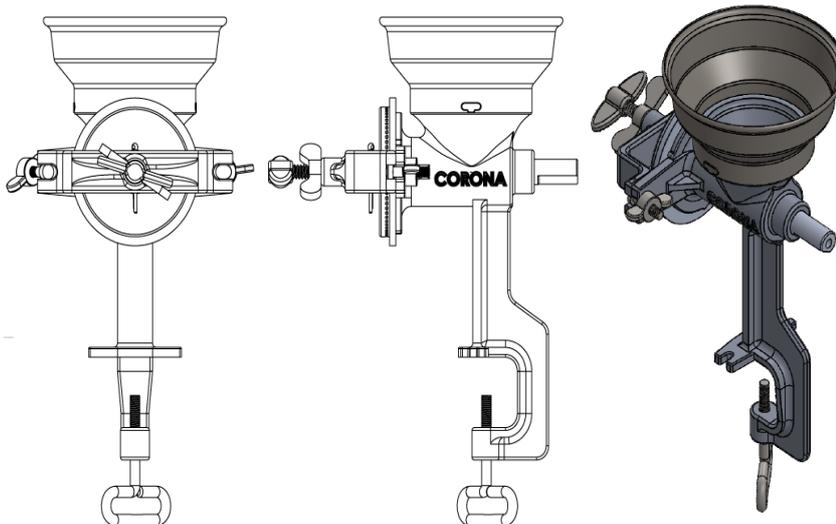
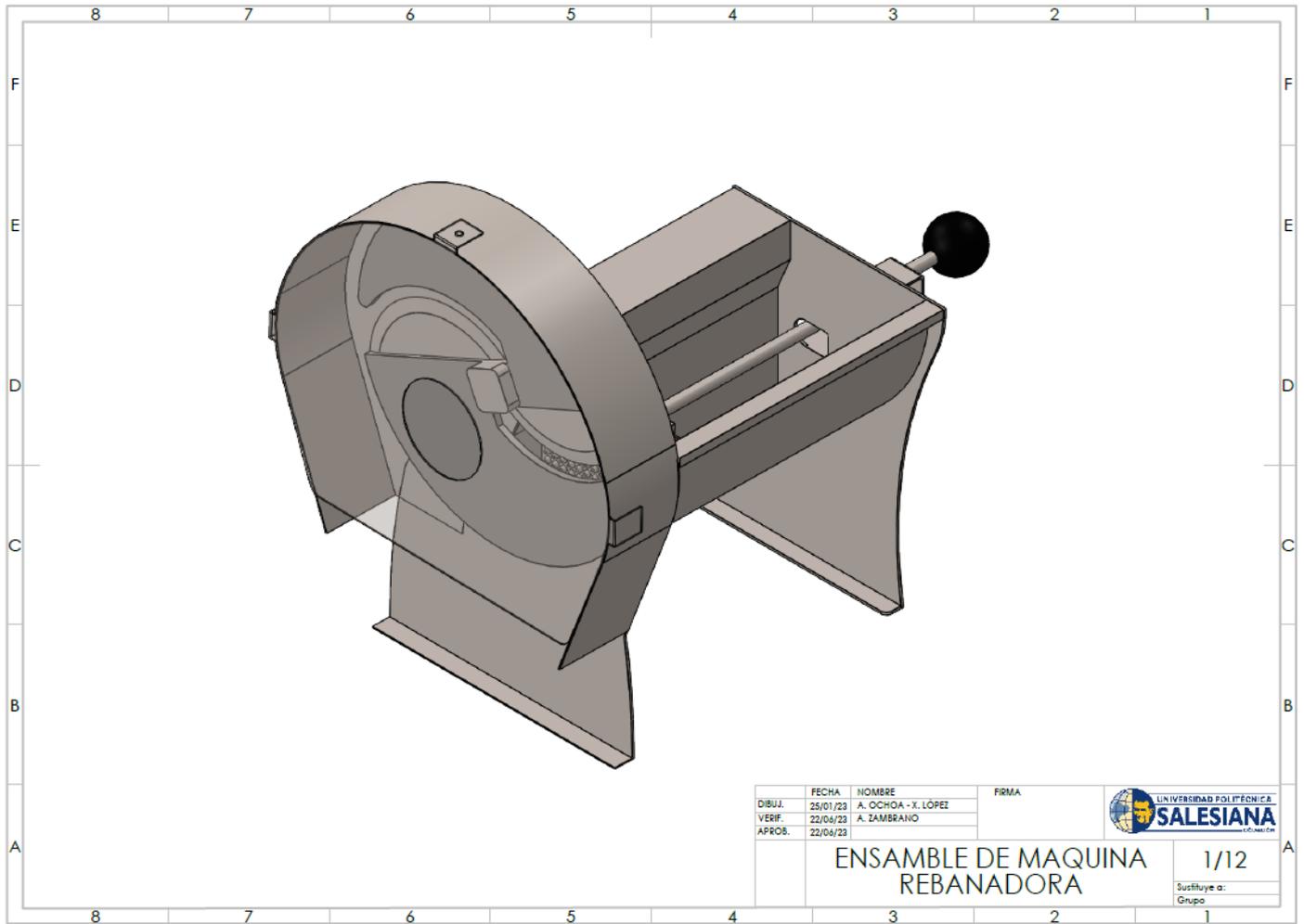


Figura 82. Molino de discos manual marca CORONA, por A. Ochoa y X. López, SolidWorks, 2022.



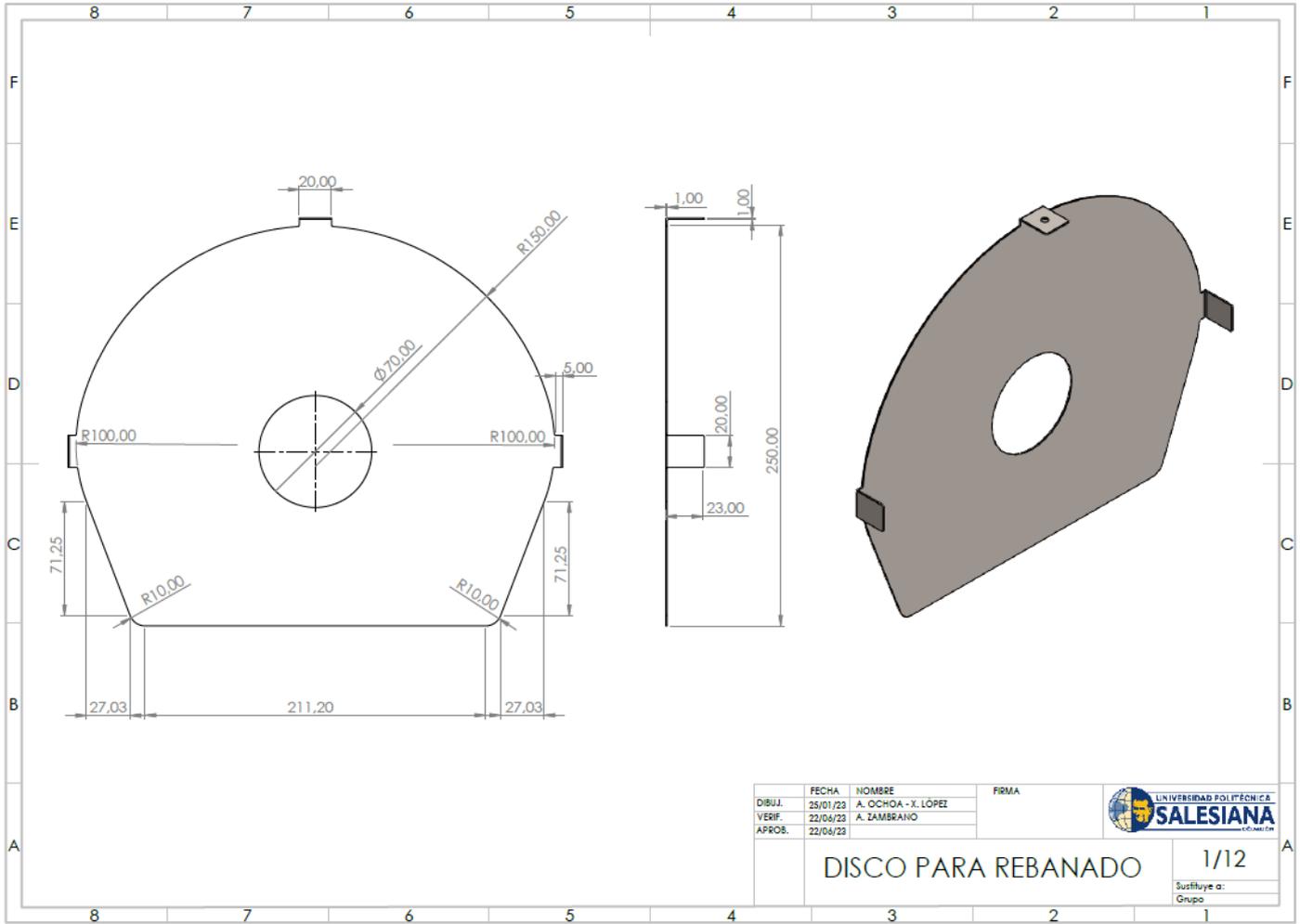
| | FECHA | NOMBRE | FIRMA |
|--------|----------|---------------------|-------|
| DIBUJ. | 25/01/23 | A. OCHOA - X. LÓPEZ | |
| VERIF. | 22/04/23 | A. ZAMBRANO | |
| APROB. | 22/04/23 | | |

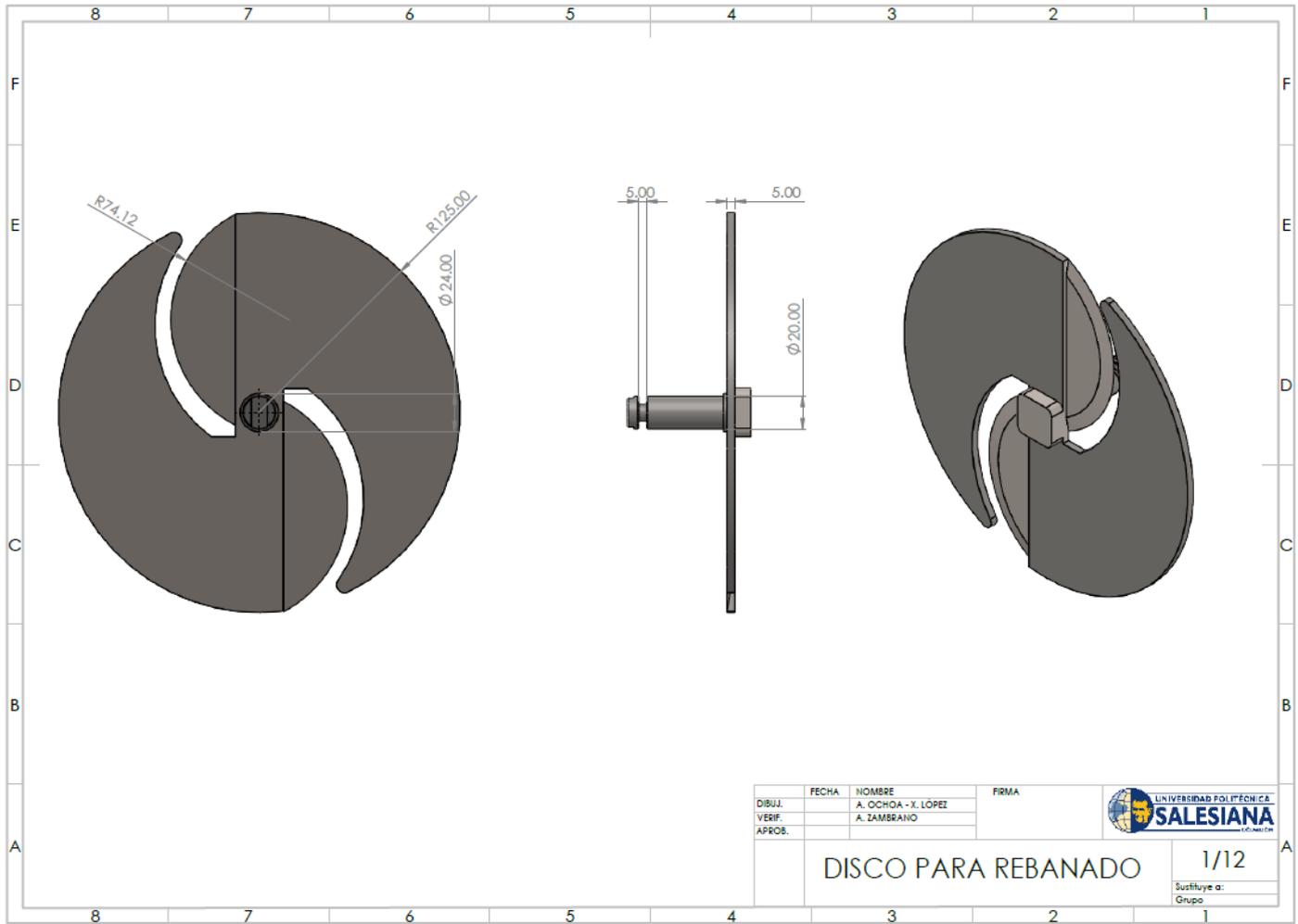


ENSAMBLE DE MAQUINA REBANADORA

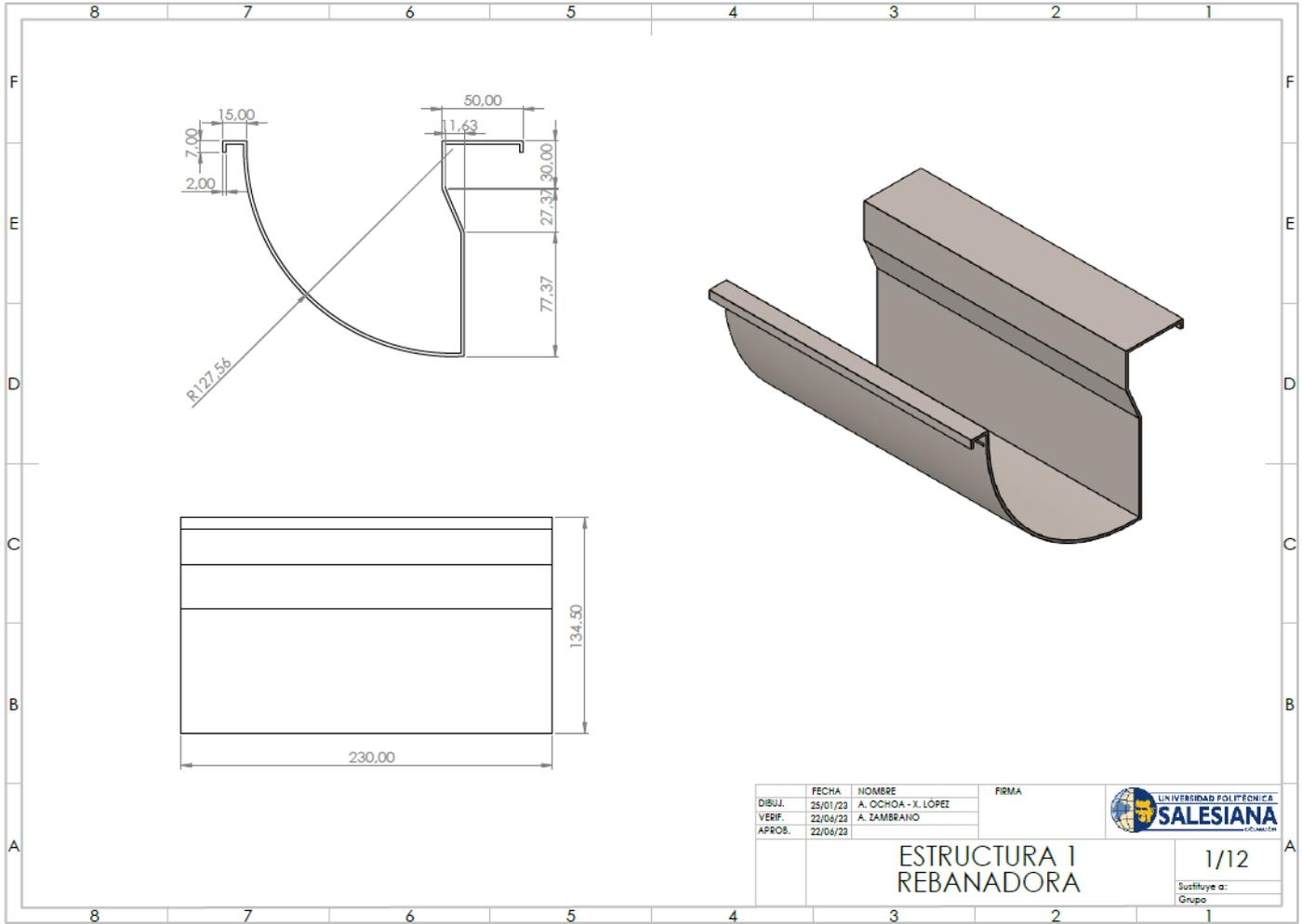
1/12

Sustituye a:
Grupo:





| | | | |
|---------------------|---------------------|-------|---|
| FECHA | NOMBRE | FIRMA |  UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA |
| DIBUJ. | A. OCHOA - X. LOPEZ | | |
| VERIF. | A. ZAMBRANO | | |
| APROB. | | | |
| DISCO PARA REBANADO | | | 1/12 |
| | | | Sustituye a: Grupo: |



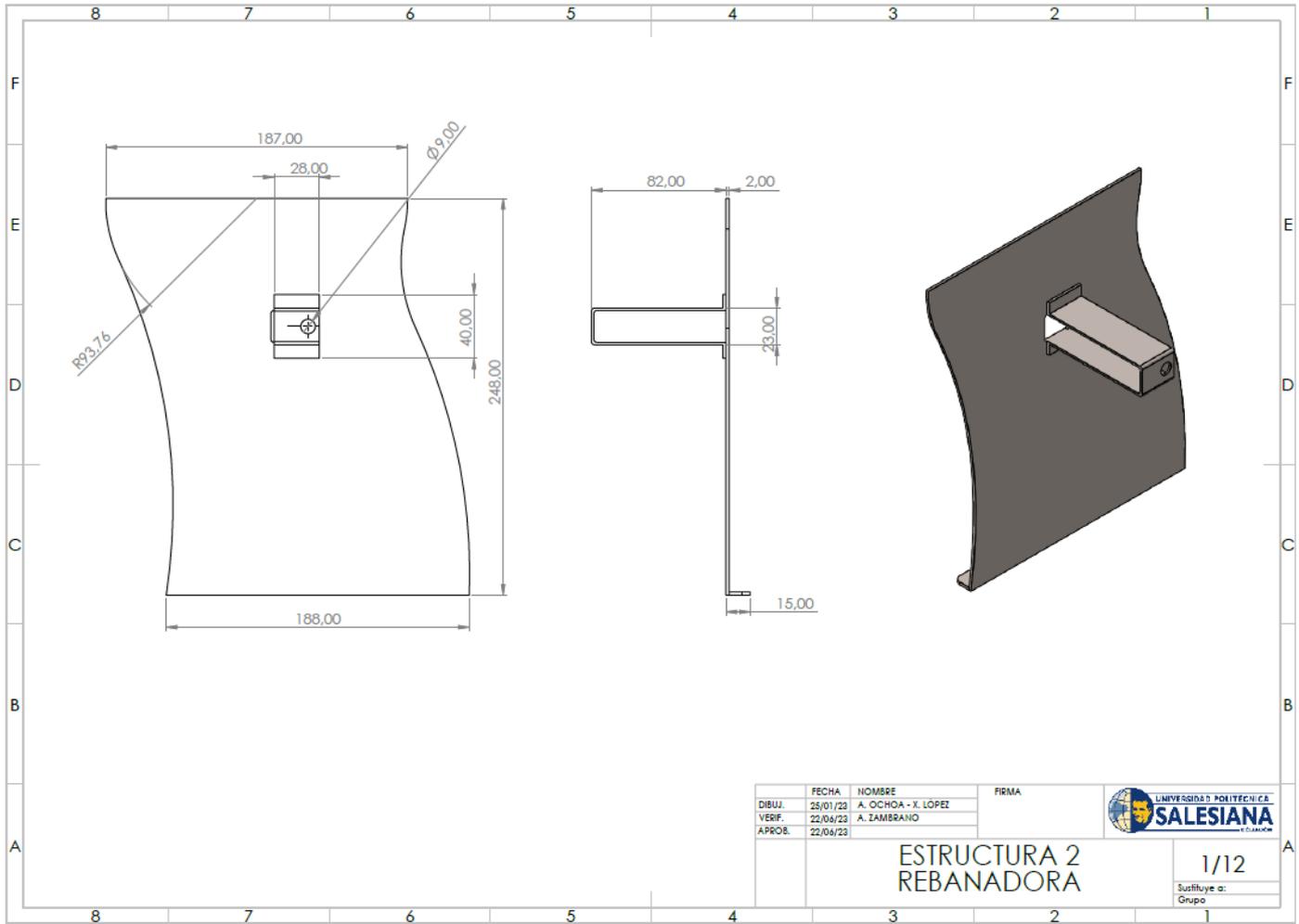
| | FECHA | NOMBRE | FIRMA |
|--------|----------|---------------------|-------|
| DIBUJ. | 25/01/23 | A. OCHOA - X. LÓPEZ | |
| VERIF. | 22/04/23 | A. ZAMBRANO | |
| APROB. | 22/04/23 | | |



**ESTRUCTURA 1
REBANADORA**

1/12

Sustituye a:
Grupo



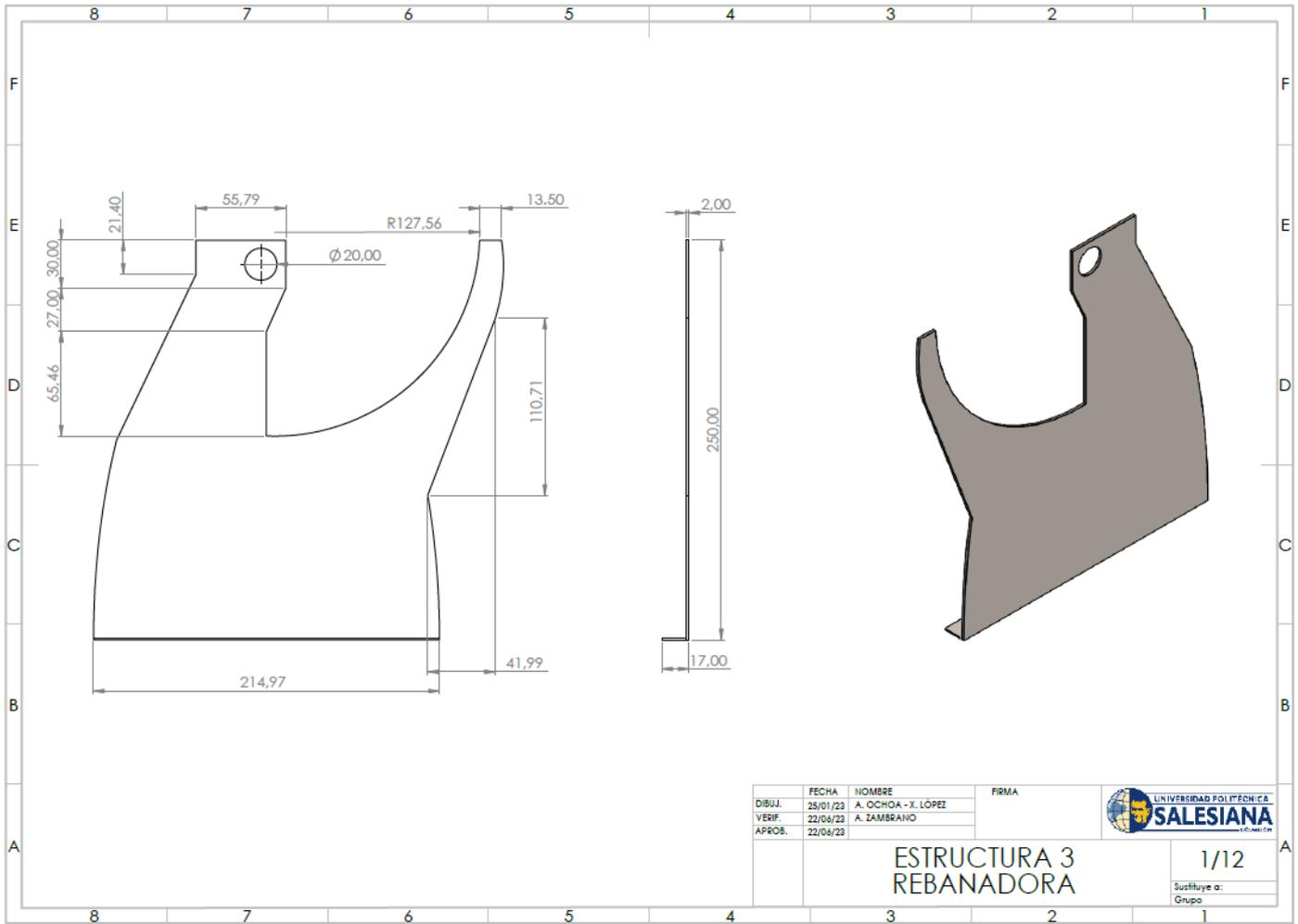
| FECHA | NOMBRE | FIRMA |
|--------|----------|---------------------|
| DIBUJ. | 25/01/23 | A. OCHOA - X. LOPEZ |
| VERIF. | 22/04/23 | A. ZAMBRANO |
| APROB. | 22/04/23 | |



**ESTRUCTURA 2
REBANADORA**

1/12

Reemplaza a:
Grupo



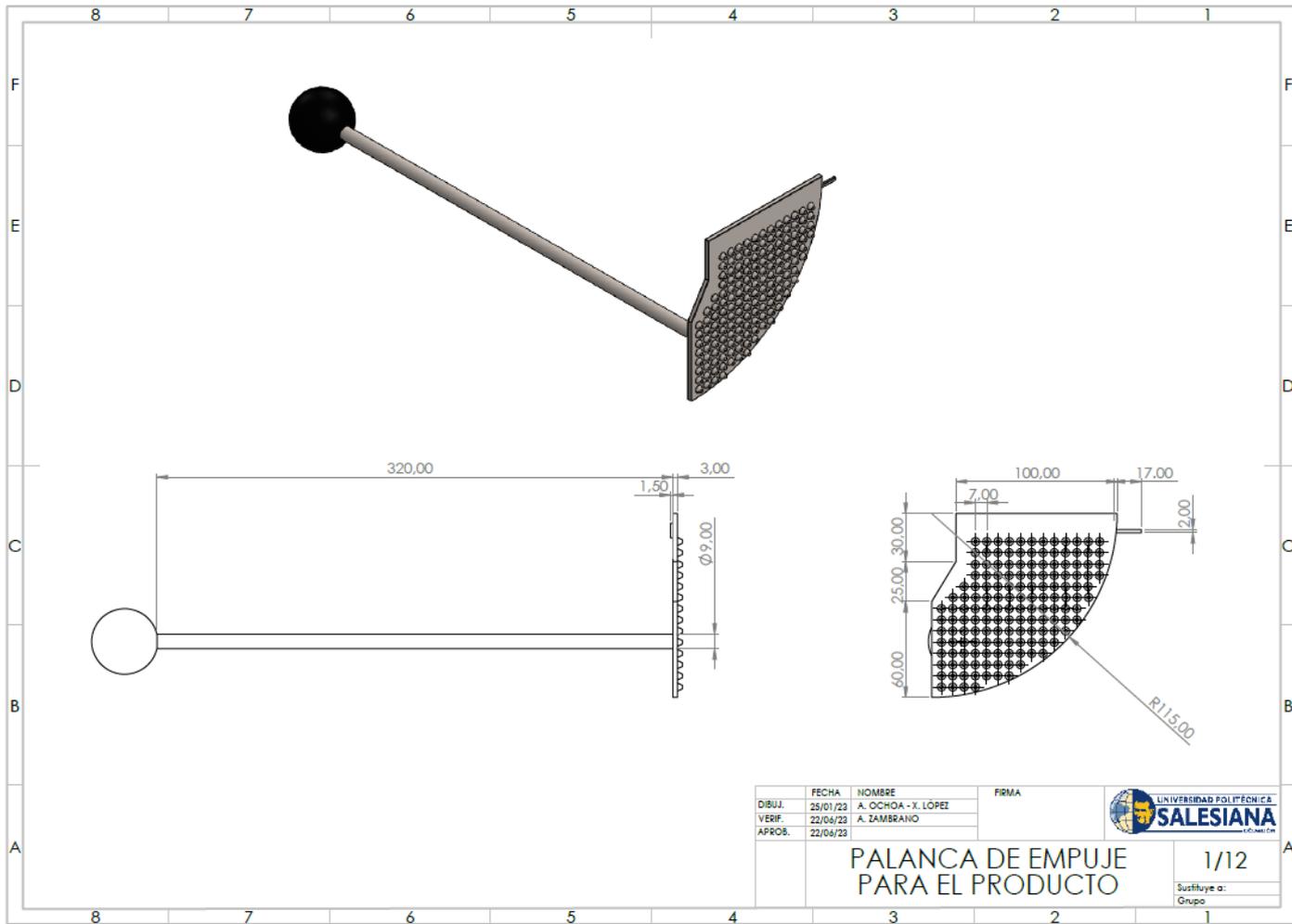
| | FECHA | NOMBRE | FIRMA |
|--------|----------|---------------------|-------|
| DIBUJ. | 25/01/23 | A. OCHOA - X. LOPEZ | |
| VERIF. | 22/04/23 | A. ZAMBRANO | |
| APROB. | 22/04/23 | | |



**ESTRUCTURA 3
REBANADORA**

1/12

Sustituye a:
Grupo

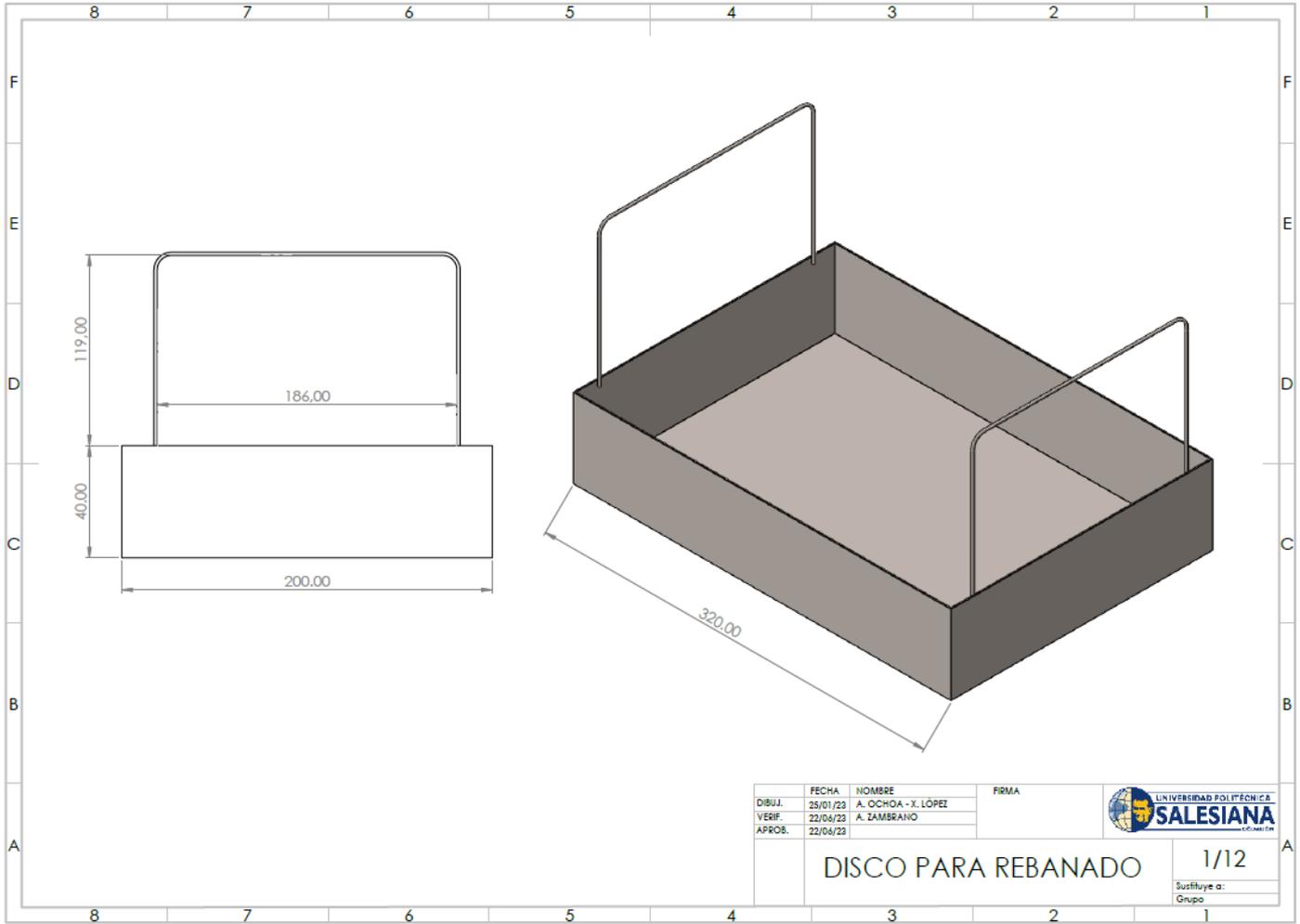


| | FECHA | NOMBRE | FIRMA |
|--------|----------|---------------------|-------|
| DIBUJ. | 25/01/23 | A. OCHOA - X. LÓPEZ | |
| VERIF. | 22/04/23 | A. ZAMBRANO | |
| APROB. | 22/04/23 | | |



**PALANCA DE EMPUJE
PARA EL PRODUCTO**

1/12
Sustituye a:
Grupo



| | FECHA | NOMBRE | FIRMA |
|--------|----------|---------------------|-------|
| DIBUJ. | 25/01/23 | A. OCHOA - X. LÓPEZ | |
| VERIF. | 22/04/23 | A. ZAMBRANO | |
| APROB. | 22/04/23 | | |



DISCO PARA REBANADO

1/12

Sustituye a:
Grupo

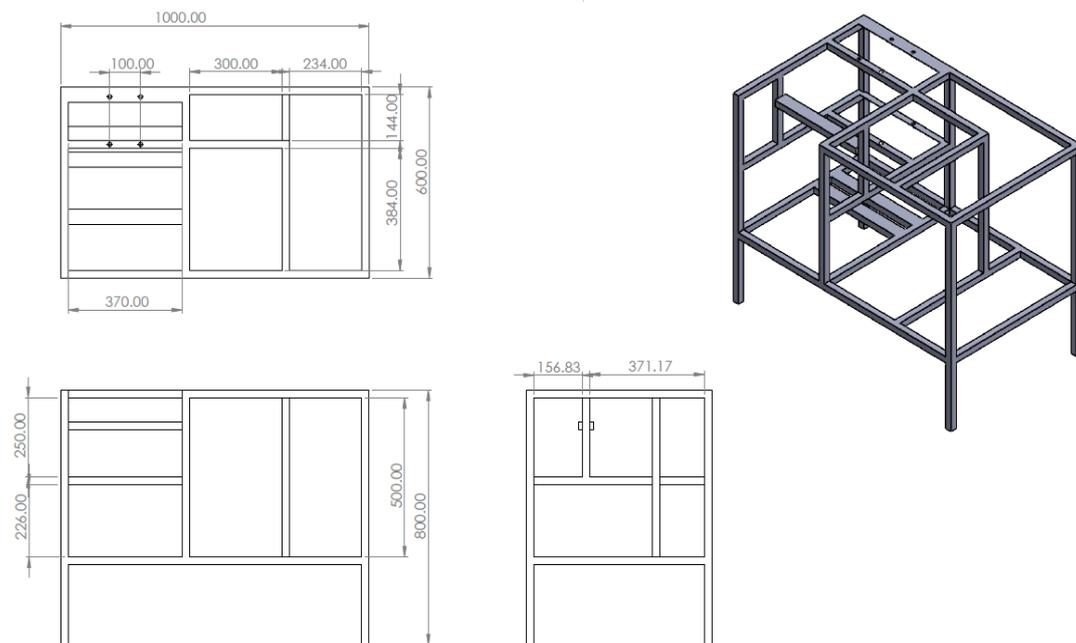


Figura 83. Diseño de la base del prototipo Máquina procesadora de alimentos, por A. Ochoa y X. López, SolidWorks, 2022.

XVI-C. FABRICACIÓN DE LAS PARTES DEL ÁREA DE MOLIENDA



Figura 84. Cuerpo de moladora, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 85. Barrena, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 86. Soporte de montaje con tornillo de fijación, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 87. Primer prototipo de tolva de altura, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 88. Cubierta o proteccion de poleas, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 89. Bandeja recolectora de desechos del molino, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 90. Cuerpo de moladora, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 91. Bandeja receptora de producto final, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 92. Segundo prototipo de tolva de altura, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 93. Motor trifásico usado para la molienda, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 94. Características del motor trifásico, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 95. Polea superior que conecta con el cuerpo de la moledora, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 96. Poleas de en medio que conecta con la polea superior y la polea inferior, por A. Ochoa y X. López, 2023.

XVI-D. FABRICACIÓN DE LA REBANADORA DE ALIMENTOS



Figura 97. Aspas de la rebanadora de alimentos, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 98. Palanca con resorte para empuje de los alimentos hacia las aspas de corte, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 99. Cuerpo del área de rebanado, por A. Ochoa y X. López, 2023.

XVI-E. FABRICACIÓN DE BASE PARA ACOPLAR LOS COMPONENTES DE LA MÁQUINA PROCESADORA DE ALIMENTOS



Figura 100. Toma de mediciones, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 101. Toma de mediciones, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 102. Toma de mediciones, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 103. Corte de barras para la fabricación de la base, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 104. Corte de barras para la fabricación de la base, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 105. Contrucción de base soldandolas con electrodos, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 106. Contrucción de base soldandolas con electrodos, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 107. Contrucción de base soldandolas con electrodos, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 108. Contrucción de base soldandolas con electrodos, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 109. Contrucción de base, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 110. Contrucción de base, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 111. Contrucción de base, por A. Ochoa y X. López, 2023.

XVI-F. ENSAMBLAJE DE LA MÁQUINA PROCESADORA DE ALIMENTOS



Figura 112. Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 113. Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 114. Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 115. Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 116. Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 117. Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 118. Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 119. Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 120. Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 121. Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 122. Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 123. Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 124. Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 125. Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 126. Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 127. Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 128. Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 129. Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 130. Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 131. Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 132. Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 133. Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 134. Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 135. Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 136. Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 137. Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023.

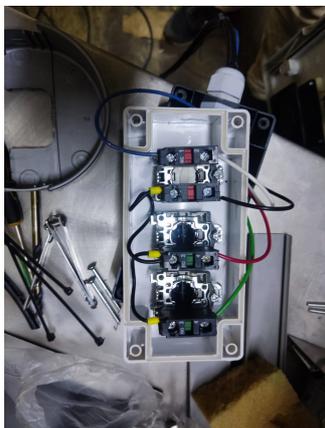


Figura 138. Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 139. Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 140. Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023.



Figura 141. Ensamblaje, por A. Ochoa y X. López, 2023.