



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

TESIS

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA DE 50 KG/HORA PARA
EL PROCESO DE REMOCIÓN DE GRANOS DE MAÍZ
VERDE AMILÁCEO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECÁNICO ELECTRICISTA**

Autor:

Bach. Toro Coronado Danni Stalin
<https://orcid.org/0000-0002-1829-3839>

Asesor:

Mtro. Vives Garnique Juan Carlos
<https://orcid.org/0000-0003-0988-9881>

Línea de Investigación
Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente

Pimentel – Perú
2024

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN
DISEÑO DE UNA MÁQUINA DE 50KG/HORA PARA EL PROCESO DE REMOCIÓN
DE GRANOS DE MAÍZ VERDE AMILÁCEO

Aprobación del jurado

Dra. GASTIABURÚ MORALES SILVIA YVONE

Presidente del Jurado de Tesis

MSc. ROJAS CORONEL ANGEL MARCELO

Secretario del Jurado de Tesis

Mtro. VIVES GARNIQUE JUAN CARLOS

Vocal del Jurado de Tesis



DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien suscribe la DECLARACIÓN JURADA, soy egresado del Programa de Estudios de **Ingeniería Mecánica Eléctrica** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado:

DISEÑO DE UNA MÁQUINA DE 50KG/HORA PARA EL PROCESO DE REMOCIÓN DE GRANOS DE MAÍZ VERDE AMILÁCEO

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Toro Coronado Danni Stalin	DNI: 71194991	
----------------------------	---------------	---

Pimentel, 22 de enero de 2024.

Dedicatoria

Esta investigación es dedicada a mi familia, cuyo apoyo inquebrantable ha sido un pilar fundamental en mi formación profesional. En especial, quiero dedicar este trabajo a mis queridos padres, abuelos y hermano, quienes han sido mi fuente inagotable de inspiración y guía, y cuyo constante aliento me ha impulsado a alcanzar cada uno de mis objetivos. Sin ellos, este logro no hubiera sido posible. Su presencia y sabios consejos han sido una brújula en mi camino hacia el éxito.

Agradecimientos

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a todos aquellos que han sido parte fundamental en mi camino hacia la culminación de mi carrera profesional. En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme salud y fortaleza, permitiéndome alcanzar esta meta importante en mi vida.

A mis amados padres, les dedico mi más sincero reconocimiento por estar a mi lado en cada etapa, especialmente en los momentos difíciles. Sus sabios consejos y la confianza que depositaron en mí fueron un impulso inigualable que me logró superar obstáculos y crecer tanto personal como profesionalmente.

A mi querido hermano, por el apoyo a lo largo de mi trayectoria académica y profesional.

A los respetados docentes que compartieron sus conocimientos y experiencias, por su dedicación y pasión por la enseñanza han sido fundamentales en mi formación y desarrollo como profesional.

Índice

Dedicatoria	4
Agradecimientos	5
Resumen	14
Abstract	15
I. INTRODUCCIÓN	16
1.1. Realidad problemática	16
1.2. Formulación del problema	23
1.3. Hipótesis	23
1.4. Objetivos.....	23
1.5. Teorías relacionadas al tema	24
II. MATERIALES Y MÉTODO	38
2.1. Tipo y Diseño de Investigación	38
2.2. Variables, Operacionalización	39
2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección	41
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	41
2.5. Procedimiento de análisis de datos	42
2.6. Criterios éticos.....	45
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
3.1. Resultados	46
3.2. Discusión.....	131
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	134
4.1. Conclusiones.....	134
4.2. Recomendaciones.....	135
REFERENCIAS	136
ANEXOS	140

Índice de tablas

Tabla I Características físicas y agronómicas del maíz amiláceo en Perú.....	25
Tabla II Operacionalización de la variable	40
Tabla III Matriz de Necesidades - Métricas	48
Tabla IV Lista de exigencias para el diseño de la máquina removedora de maíz verde	49
Tabla V Matriz morfológica.....	53
Tabla VI Valorización de indicadores de criterios técnicos y ponderación	56
Tabla VII Nivel de satisfacción	57
Tabla VIII Evaluación de alternativas de solución	57
Tabla IX Datos de choclo de primera calidad	59
Tabla X Datos de choclo de segunda calidad	59
Tabla XI Conversión del perímetro a radio de la primera calidad	60
Tabla XII Conversión del perímetro a radio de la segunda calidad	60
Tabla XIII Promedio de radio	60
Tabla XIV Pruebas de la muestra 1	61
Tabla XV Pruebas de la muestra 2	61
Tabla XVI Pruebas de la muestra 3	62
Tabla XVII Pruebas de la muestra 4	62
Tabla XVIII Pruebas de la muestra 5	63
Tabla XIX Pruebas de la muestra 6	63
Tabla XX Pruebas de la muestra 7	64
Tabla XXI Pruebas de la muestra 8	64
Tabla XXII Pruebas de la muestra 9	64
Tabla XXIII Pruebas de la muestra 10	65
Tabla XXIV Promedios de las muestras de choclo	65

Tabla XXV	Fuerza aplicada para el desprendimiento de los granos de choclo	66
Tabla XXVI	Características del motor eléctrico Sew Euro Drive.....	72
Tabla XXVII	Resultados de reacciones	75
Tabla XXVIII	Resultado de momento Máximo.....	76
Tabla XXIX	Resultados de reacciones	77
Tabla XXX	Resultado de momento Máximo.....	77
Tabla XXXI	Propiedades físicas del SAE 1020	78
Tabla XXXII	Cojinetes radiales y auxiliares simplificados	82
Tabla XXXIII	Lados tabulados experimentalmente de las superficies de la tolva	94
Tabla XXXIV	Lista de los componentes de la máquina	96
Tabla XXXV	Resultados de reacciones.....	100
Tabla XXXVI	Resultado de momento Máximo	100
Tabla XXXVII	Propiedades del ASTM A36.....	101
Tabla XXXVIII	Propiedades del eje principal.....	105
Tabla XXXIX	Fuerzas resultantes aplicadas en el eje principal.....	106
Tabla XL	Cargas aplicadas en el eje principal	107
Tabla XLI	Tipo de malla - parte superior del eje principal.....	107
Tabla XLII	Análisis de tensiones del eje principal	109
Tabla XLIII	Análisis de desplazamiento del eje principal	110
Tabla XLIV	Análisis de factor de seguridad del eje principal	111
Tabla XLV	Propiedades del cilindro rallador	113
Tabla XLVI	Fuerzas resultantes del cilindro rallador.....	114
Tabla XLVII	Cargas aplicadas en el rallador	114
Tabla XLVIII	Tipo de malla - parte superior del cilindro rallador	115
Tabla XLIX	Análisis de tensiones del cilindro rallador	116
Tabla L	Análisis de desplazamiento del rodillo rallador	117
Tabla LI	Análisis de factor de seguridad del cilindro rallador.....	118
Tabla LII	Propiedades del soporte estructural de la máquina.....	119

Tabla LIII	Fuerzas resultantes aplicadas en el soporte de la máquina.....	120
Tabla LIV	Cargas aplicadas en el soporte de la máquina.....	120
Tabla LV	Tipo de malla - parte superior del soporte de la máquina	121
Tabla LVI	Análisis de tensiones del soporte de la máquina.....	122
Tabla LVII	Análisis de desplazamiento del soporte de la máquina.....	123
Tabla LVIII	Análisis de factor de seguridad del soporte de la máquina.....	124
Tabla LIX	Costo de materiales no fabricados.....	126
Tabla LX	Costos de elementos estándares.....	126
Tabla LXI	Costo de insumos para la fabricación	127
Tabla LXII	Mano de obra.....	127
Tabla LXIII	Diseño.....	128
Tabla LXIV	Resumen	128
Tabla LXV	Evaluación económica de la máquina	130
Tabla LXVI	Cálculo de período de Payback.....	130
Tabla LXVII	Comerciantes que han utilizado desgranadora de maíz verde	175
Tabla LXVIII	Procedimientos o métodos que emplean para separar los granos de la mazorca de maíz verde	175
Tabla LXIX	Cantidad de kg/h que desgrana un comerciante.....	175
Tabla LXX	Preferencias en cuanto a la fuente de energía para la máquina de remoción de granos de choclo.....	176
Tabla LXXI	Facilidad de mantenimiento de la máquina.....	176
Tabla LXXII	Capacidad que buscan los comerciantes en una maquina desgranadora de maíz verde	176
Tabla LXXIII	Capacidad de kg/h que requieren de maíz verde removido de las mazorcas para realizar productos derivados (humitas, tortas de choclo) para la venta al público	176
Tabla LXXIV	Disponibilidad de los comerciantes para adquirir una máquina que facilite la remoción de granos de maíz verde	177

Tabla LXXV Disponibilidad de presupuesto de los comerciantes para comprar una máquina de remoción de choclo.....177

Índice de figuras

Fig. 1. Desgranado a mano.....	28
Fig. 2. Desgranador manual con cuchillo.....	28
Fig. 3. Desgranador con utensilio pelador fabricado	29
Fig. 4. Desgranadora eléctrica	30
Fig. 5. Partes del choclo.....	30
Fig. 6. Raza de maíz Morocho	32
Fig. 7. Raza de maíz Cuzco	32
Fig. 8. Máquina desgranadora de maíz brother JX-368.....	46
Fig. 9. Ralladora maíz choclo modelo BM 04NR.....	47
Fig. 10. Máquina desgranadora de maíz modelo RY-Manual-Malta	47
Fig. 11. La caja negra es utilizada para representar la función global del mecanismo	50
Fig. 12. La máquina removedora de maíz verde tendrá la siguiente estructura de funciones	51
Fig. 13. Conceptos de solución de acuerdo a los colores establecidos para la evaluación de criterios de la matriz.....	52
Fig. 14. Solución 1.....	54
Fig. 15. Solución 2.....	55
Fig. 16. Solución 3.....	55
Fig. 17. Solución 4.....	56
Fig. 18. Contorno del choclo	59
Fig. 19. Esquema referencial de la mazorca de choclo	61
Fig. 20. Cilindro removedor	67
Fig. 21. Rallador dimensionado	68
Fig. 22. Funcionalidad del rallador con las mazorcas de choclo.....	69
Fig. 23. Eje del rallador removedor	73
Fig. 24. Esquema de fuerzas en XY	74
Fig. 25. Diagrama de fuerza en XZ.....	74

Fig. 26. Diagrama del momento flector en Z	75
Fig. 27. Diagrama de la fuerza cortante en Y	75
Fig. 28. Diagrama de fuerza en YZ.....	76
Fig. 29. Diagrama del momento flector en Z	76
Fig. 30. Diagrama de la fuerza cortante en Y	77
Fig. 31. Chaveta	80
Fig. 32. Sistema de transmisión de potencia.....	85
Fig. 33. Gráfica de selección de correa	86
Fig. 34. Amortiguadores	91
Fig. 35. Tolva.....	92
Fig. 36. Volumen de un tronco de pirámide	93
Fig. 37. Estructura de la máquina de remoción de granos de maíz verde.	96
Fig. 38. Diagrama de fuerzas de la estructura.....	99
Fig. 39. Diagrama de fuerzas	99
Fig. 40. Diagrama de momentos en Z	99
Fig. 41. Diagrama de la fuerza cortante en Y	100
Fig. 42. Electrodo AWS.	104
Fig. 43. Eje principal de la máquina	105
Fig. 44. Rallador	112
Fig. 45. Estructura de soporte de la máquina.....	119
Fig. 46. Diez muestras de maíz choclo.....	177
Fig. 47. Muestra individual de choclo con panca.....	178
Fig. 48. Muestra de choclo en vista longitudinal sin panca.....	178
Fig. 49. Muestra de choclo en vista frontal.	178
Fig. 50. Pesado de muestra de choclo con coronta.	178
Fig. 51. Muestras desgranadas con su respectiva coronta.....	179
Fig. 52. Pesado de muestra de coronta.....	179
Fig. 53. Pesado de muestra de granos de choclo.	179

Fig. 54. Medición de corontas de choclo.	180
Fig. 55. Desgramado a mano.....	180
Fig. 56. Desgramado con cuchillo.....	180

Resumen

El presente trabajo de investigación se enfocó en el diseño de una máquina de remoción de granos de maíz verde amiláceo, que reemplace el método manual. El diseño de esta máquina de remoción se inició con la aplicación de una encuesta a comerciantes y productores que se dedican a la realización de comida gastronómica a base de choclo en la ciudad de Cutervo, para identificar y determinar sus requerimientos de operación, donde se obtuvo que requerían una máquina con una capacidad promedio de 50 kg/h, para realizar dicha actividad. Además, se realizó una búsqueda de máquinas existentes en el mercado, a partir de allí se determinaron los parámetros de diseño. También se empleó la norma alemana VDI 2021 que permitió determinar el diseño más óptimo. Una vez determinado la alternativa de solución, se realizó el dimensionamiento de la máquina, donde se comenzó por la realización de medición de 10 muestras de mazorcas de choclo para determinar su diámetro inicial, diámetro final y longitud. Luego se realizó el dimensionamiento de los componentes de la máquina, como también se realizaron un análisis de tensiones, desplazamiento y factor de seguridad, donde el esfuerzo máximo es de 0.118 N/mm^2 en el cilindro rallador, en el eje principal de 6.443 N/mm^2 y en la estructura de soporte 60.203 N/mm^2 y con un factor de seguridad de mínimo de 2 lo cual es aceptable según los estándares de falla.

Palabras clave: Remoción, maíz verde, análisis, diseño de máquina.

Abstract

The present research work focused on the design of a machine for the removal of starchy green corn kernels to replace the manual method. The design of this removal machine began with the application of a survey to traders and producers dedicated to the production of gastronomic food based on corn in the city of Cutervo, to identify and determine their operating requirements, where it was obtained that they required a machine with an average capacity of 50 kg/h, to perform this activity. In addition, a search of existing machines in the market was carried out, from which the design parameters were determined. The German VDI 2021 standard was also used to determine the most optimal design. Once the alternative solution was determined, the sizing of the machine was carried out, starting with the measurement of 10 samples of corn cobs to determine their initial diameter, final diameter and length. Then the sizing of the machine components was carried out, as well as an analysis of stresses, displacement and safety factor, where the maximum stress is 0.118 N/mm² in the grater cylinder, 6.443 N/mm² in the main shaft and 60.203 N/mm² in the support structure, with a minimum safety factor of 2, which is acceptable according to failure standards.

Keywords: Removal, green corn, analysis, machine design.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La actividad de desgranado de maíz verde es crucial para obtener los granos necesarios, pero su proceso manual resulta lento y requiere de mejoras. Debido a la alta demanda y consumo del producto, es necesario diseñar y desarrollar maquinaria especializada que agilice esta tarea. Sin esta actividad automatizada, sería imposible obtener los productos derivados del maíz tierno, como el choclo. Es importante destacar que el maíz ocupa una posición destacada entre los cereales a nivel mundial y en el continente americano, desempeñando un papel esencial en la alimentación humana y siendo el segundo cereal más consumido [1].

Los altos gastos asociados con la fuerza laboral y la posibilidad de accidentes en el entorno laboral asociados al desgranado manual con herramientas afilados y cortantes son factores que limitan el consumo de maíz desgranado fresco. Por otro lado, los consumidores muestran preferencia por adquirir maíz desgranado, ya que simplifica la preparación de diferentes platos. Sin embargo, con frecuencia encuentran dificultades para encontrarlo en los mercados [2].

El proceso de desgranado de maíz puede llevarse a cabo de manera manual o mediante el uso de maquinaria mecanizada impulsada por motores. La desgranadora manual demanda tiempo y mano de obra, mientras que la desgranadora mecanizada implica un mayor costo de producción. Para los pequeños agricultores, el uso de herramientas simples para el desgranado de maíz puede resultar beneficioso [3].

El desgranado manual del maíz representa un desafío en términos de tiempo y energía invertidos, lo cual ha generado la urgencia de desarrollar y fabricar una máquina eléctrica avanzada para llevar a cabo esta tarea. Los problemas principales asociados con el proceso manual incluyen la fatiga del operador y la baja capacidad de desgranado, lo que a su vez

reduce la productividad. En este contexto, es fundamental abordar estas limitaciones mediante el desarrollo de una solución tecnológica eficiente y mejorada [4].

Una desgranadora de maíz ha sido desarrollada para sustituir el trabajo manual repetitivo que ocasiona lesiones y enfermedades en los agricultores. Actualmente, los agricultores realizan esta tarea de forma artesanal y manual, logrando desgranar aproximadamente 10 quintales de maíz al día. Sin embargo, este proceso conlleva riesgos ocupacionales que pone en peligro la seguridad física de los empleados. Algunas de las lesiones que pueden experimentar lesiones son la inflamación de los tendones en el pulgar o una curvatura excesiva hacia atrás en la región dorsal de la espalda, debido a la mala postura adoptada durante el desgranado. Para mitigar estos problemas, se ha desarrollado una desgranadora de maíz que busca automatizar y mejorar la eficiencia de esta tarea, minimizando así los riesgos de lesiones y enfermedades ocupacionales asociadas [5].

El maíz es un cultivo de gran importancia y se utiliza tanto como alimento humano y animal como en la producción de diversos productos industriales. Además, es un cultivo versátil que puede ser cultivado en diferentes zonas agroecológicas. Sin embargo, en la actualidad, en la India, los agricultores se enfrentan al desafío de llevar a cabo manualmente todos los procesos de segregación del maíz, lo cual es una tarea agotadora y también incrementa el costo de los productos finales [6].

El desgranado manual del maíz es una tarea tediosa y de baja productividad que se lleva a cabo tradicionalmente en Indonesia, donde el maíz es el segundo cereal más importante después del arroz. Esta operación es crucial para extraer los granos de las mazorcas después de la cosecha. Sin embargo, debido a la naturaleza manual de este proceso, se enfrenta a desafíos significativos en términos de eficiencia y productividad. Esto genera una necesidad urgente de desarrollar soluciones tecnológicas que permitan un desgranado más rápido y eficiente del grano de maíz, con el objetivo de mejorar la

productividad en la industria del maíz y optimizar la cadena de suministro alimentaria en el país [7].

Diversos investigadores llevaron a cabo los siguientes estudios:

Oheneba y Heather [8]. En su investigación “Diseño y fabricación de una desgranadora de maíz accionada por bicicleta para agricultores rurales de Ghana”, tuvieron como objetivo desarrollar una desgranadora de maíz a pedales de bajo costo con alto rendimiento y bajo daño al grano, en el cual se ha realizado un prototipo y probaron diferentes iteraciones de los mecanismos de descascarillado, obteniendo como resultados de que el diseño con más eficiencia es de 95 - 99% y con porcentaje daño en los granos de maíz de 3.3 – 6.2 %.

Madanhire, Chinguwa, & Ntini [9]. en su estudio “Diseño y simulación de desgranadora de maíz para pequeños agricultores” con el objetivo de desarrollar un diseño de bajo costo de fabricación y, por lo tanto, hacer que esté fácilmente disponible en el mercado para pequeños agricultores, utilizaron el método de conceptualización de tres soluciones, mediante una evaluación de parámetros de diseño y una matriz binaria, donde los elementos que lo componían la máquina seleccionada son marco de soporte, tolva de alimentación, cilindro desgranador, tamiz de granos, eje espiral y cubierta superior, como resultado obtuvieron una máquina con doble funcionalidad a la vez de descascarilladora y desgranadora de maíz accionada por un motor eléctrico, también realizaron una simulación de diseño en SolidWorks y también determinaron un aproximado de costo de fabricación de la máquina de USD 296.

Sianturi & Wijay [7] en su investigación “Método de proceso de jerarquía analítica difusa para seleccionar el mejor concepto de diseño de máquina desgranadora de maíz”, tuvieron por objetivo principal elegir el mejor concepto de diseño de la máquina en las etapas iniciales del proceso de desarrollo del producto, el método de investigación utilizado fue el método Fuzzy Analysis Hierarchy Process, donde evaluaron tres diseños alternativos para la determinación de concepto potenciales donde evaluaron a través de criterios en función al

cliente y las intenciones del diseñador, teniendo como criterios la facilidad de uso, facilidad de mantenimiento, capacidad y seguridad, facilidad de fabricación y coste de fabricación. Obteniendo como resultados que la alternativa C3 fue la que cumplía con el mayor puntaje de acuerdo a los criterios de evaluación para la máquina desgranadora de maíz.

Takawira-Nyakuchena & Mushiri [10] en su estudio “Diseño de una máquina descascarilladora de maíz automatizada para el caso de Zimbabwe”, tuvieron como objetivos diseñar una máquina que descascare el maíz y reduzca el esfuerzo humano, diseñar una máquina asequible y utilizada por casi todos los agricultores, que sea de construcción simple y fabricada localmente con una mayor eficiencia y obtener un prototipo en 3D de la máquina diseñada. En cual realizaron la medición de humedad de las mazorcas de maíz en 18 muestras a través de horno para eliminar la humedad en intervalo de tiempo de 2 horas, donde se obtuvieron un contenido de humedad promedio de 16.88%, también se realizó el análisis de resistencia emplearon análisis de Von Mises con el software SolidWorks, teniendo como resultado que es seguro el diseño y comprobada a través del prototipo en 3D que el diseño es muy compacto, por ende la máquina puede elaborarse de forma física.

Hidayat et al [11] en su investigación “Pruebas de rendimiento y análisis económicos de Desgranadora de Maíz Semi Mecánica”, tuvieron como objetivo probar el rendimiento de las herramientas y estudiar la eficiencia del trabajo a partir de herramientas simples para desgranar maíz, el método utilizado fue a través de la prueba de rendimiento de herramientas en las cuales 10 trabajadores realizaron el desgranado de maíz de forma manual como semi mecánicas simple, este mecanismo se realizó 3 veces. Cada estudio se realizó utilizando 10 kg de maíz seco. Los datos recopilados fueron desgranando tiempo y rendimientos. Los análisis de datos se realizaron mediante métodos descriptivos y ANOVA. Se llevó a cabo un análisis técnico-económico para evaluar la eficacia de una desgranadora simple de maíz en comparación con el desgranado manual. Se demuestra que las herramientas semi mecánicas simples para desgranar maíz conformado de tuberías de 2" resultaron más eficientes, con un tiempo de 59 minutos y 4 segundos, reduciendo la mano de obra en un 38%. Las herramientas

tenían una capacidad promedio de 12.50 kg/ hora, mientras que el desgranado a mano alcanzó los 5.63 kg/hora. Dando como resultado que la eficacia de las herramientas, en términos de rendimiento, fue del 75.7% para la desgranadora simple de maíz, en comparación con el 82.8% del trabajo manual.

Yadav et al [12] en su estudio “Evaluación del desempeño y análisis económico del desmontador de maíz en variedades de maíz”, tuvieron como objetivo diseñar y desarrollar una desgranadora eléctrica de maíz para los pequeños agricultores marginados, en donde el elemento principal cumplía el rol de realizar el desprendimiento de los granos, este estaba conformado por un eje utilizaba 6 púas de cadena en ambos lados del eje, donde la cadena tiene una longitud de aproximadamente 158 mm, para el funcionamiento de la máquina debe tener motor eléctrico monofásico de 1 HP y 1440 rpm, como resultado se logró determinar que la capacidad de la máquina desgranadora es de 671.70 kg/h con una eficiencia de descascarado del 95.11%.

Prajwal et al [13] en su investigación “Diseño y desarrollo de desgranadora de maíz accionada por pedal para agricultores pequeños y marginales”, tuvieron como objetivo construir una máquina a pedales con materiales disponibles localmente y que su costo sea bajo y asequible para desgranar maíz, para el desarrollo del proyecto han utilizado métodos y procedimientos como generación de ideas, boceto de anteproyecto, selección de materiales, parámetros de rendimiento de la máquina, capacidad de la máquina, entre otras consideraciones, tuvieron como resultados que la máquina a pedales cumpliera con una capacidad de 58-62 kg/h, que es de 3 a 4 veces más que la desgranadora tubular de maíz y con máxima eficiencia de descascarillado y grano de salida limpio, es decir, 98 % y mínimo daño mecánico, es decir, menor que el 2 %, con un contenido de humedad del maíz de 10 %.

Luckyardi et al [14] en su estudio “Tecnología de máquinas desgranadoras de maíz para mejorar la productividad de los agricultores”, tuvieron como objetivo diseñar una máquina separadora de semillas de maíz utilizando un motor económico, liviano y con poca fuerza

motriz, donde utilizaron el método empírico y reforzando con la observación en campo y cálculos simples, en cual la efectividad de la capacidad de la máquina desgranadora de maíz se calcula comparando el peso de los granos de maíz después de pelarlos con el peso del maíz según los estándares nacionales de Indonesia expresados en porcentaje. Lograron obtener como resultado el aumento de producción de la máquina de un 20%, con capacidad de producir 300 kg/hora. Por otro lado, el consumo de energía requerido es de sólo unos 0,8952 kW, con 130.164 m/min, y la fuerza de corte de 1 disco de cuchilla con 4 capas es de 42.44 kg.

Hamzah et al [15] en su investigación “Requisitos del desgrane mecánico del maíz”, tuvieron como objetivo identificar el efecto de la máquina trilladora local sobre el cultivar de maíz Rabie con base en algunos indicadores técnicos, bajo dos holguras de los cilindros de trilla (0.7 y 0.9 mm) y tres contenidos de humedad del grano de maíz. Aplicaron la metodología experimental donde realizaron un experimento factorial bajo diseño completamente al azar con tres repeticiones, donde el 0.9 mm fue significativamente mejor que el de 0.7 mm, mientras que el contenido de humedad de los granos de maíz oscilo en un rango de 13%-15% fue significativamente superior a otros rangos de 15%-17% y 17%-19% en todos los parámetros estudiados. Además, el espacio entre los cilindros de 0.9 mm fue significativamente superior al espacio de 0.7 mm en todas las propiedades estudiadas. La superposición entre el espacio libre de 0.9 mm y el contenido de humedad de los granos de maíz del 13% al 15% también fue significativamente superior.

Ezurike et al [16] en su estudio “Evaluación del desempeño de una máquina eléctrica desgranadora de maíz para industrias indígenas de pequeña escala en Nigeria” tuvieron por objetivo la construcción de una desgranadora con un diseño simple, que emplea un mecanismo rápido y accionamiento por polea, donde utilizaron una metodología de diseño cómo: Bosquejar y dibujar una propuesta de prototipo, realizar análisis y cálculos de diseño, diseñar y ensamblar utilizando software asistido por computadora, abastecimiento y selección de materiales y piezas asequibles, fabricación y construcción de la máquina, prueba de

rendimiento de la máquina utilizando maíz seco. Los resultados obtenidos mostraron que la máquina eléctrica desgranadora de maíz, es rentable y tiene una eficiencia de desgranado del 91,4%, mientras que la desgranadora de maíz manual demostró tener una eficiencia del 45% o menos. Por lo tanto, si se utiliza la máquina eléctrica especialmente en entornos rurales, se podría optimizar el tiempo de productividad.

Al-Khafajie & Taha [17] en su investigación “Estudiar el efecto de la velocidad angular del cilindro desgranador sobre algunos indicadores técnicos para operar la máquina desgranadora modificada”, tuvieron como objetivo analizar el impacto de la velocidad angular g del cilindro desgranador en algunos indicadores técnicos para operar la máquina desgranadora modificada, utilizando el efecto de la velocidad de alimentación de 8, 12 y 14 kg/h con una velocidad angular del cilindro de descascarado de 900, 1100 y 1300 rpm en algunos indicadores, como la eficiencia de descascarado, la tasa de descascarado, los costos de descascarado y el porcentaje de daño del grano, donde aplicaron el diseño de experimento factorial dentro de RCBD utilizando cuatro repeticiones. Logrando como resultado el aumento de la tasa de alimentación de 8, 12 y 14 kg/h provocando un aumento en la tasa de desgrane y el porcentaje de daño al grano y una disminución en la eficiencia y el costo del desgrane. La tasa de alimentación 8 (kg/h) indicó una superioridad significativa sobre la tasa de alimentación 12 y 14 (kg/h) logró una mayor eficiencia y costo de descascarado, mientras que la tasa de alimentación 14 kg/h logró una mayor tasa de desgranado. El aumento de la velocidad angular del cilindro de descascarado de 900 a 1100 y 1300 rpm provocó un aumento en la eficiencia y la tasa de desgranado, y una disminución en el porcentaje de daño al grano.

Cuba et al [18] en su investigación “Diseño e implementación de una procesadora automática para incrementar la producción de desgranado de maíz fresco”, tuvieron como objetivo desarrollar una máquina automatizada para optimizar la eficiencia en la producción de maíz choclo desgranado, donde utilizaron una metodología de diagrama de flujo enfocado en el diseño de elementos. Los resultados obtenidos mostraron que la procesadora

automática de choclo estaba conformada por un conjunto de cuclillas y elementos para el disco desgranador, también el prototipo realiza el proceso de pesado y empaçado, brindando calidad de producto, reducción de tiempo, ya que la máquina es asistida por computadora, lo cual el 90% corresponde al proceso de desgranado y el 10% corresponde al monitoreo.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál será el diseño más óptimo para una máquina 50 kg/h para el proceso de remoción de granos de maíz verde?

1.3. Hipótesis

El uso de desgranadora para la remoción de grano de maíz verde reduce el tiempo de producción en la elaboración de productos derivados de maíz verde amiláceo.

1.4. Objetivos

Objetivo general

Diseñar una máquina para la remoción de grano de maíz verde amiláceo con una capacidad de 50 kg/h.

Objetivos específicos

- Seleccionar los elementos de la máquina de remoción a través de diseño de concepto, necesidades y métricas además de matriz morfológica.
- Determinar el mejor diseño conceptual para la máquina removedora de maíz.
- Dimensionar los componentes mediante una evaluación de remoción del grano de maíz verde amiláceo.
- Evaluar los componentes estructurales mediante análisis de software CAD-CAE.
- Evaluar económicamente la máquina de remoción de choclo.

1.5. Teorías relacionadas al tema

Maíz Amiláceo

Según información proporcionada por la Dirección General de Desarrollo Agropecuario y Agroecología (DGDAA) del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (Midagri), la siembra de maíz amiláceo ocupa el cuarto lugar entre los cultivos de transición en el Perú y se sitúa en el tercer puesto en importancia como alimento para consumo directo. En el año 2021, se cosecharon 240 000 hectáreas de maíz amiláceo, siendo el 78% de grano seco, el 20% de maíz de grano verde y el 2% de maíz morado. A nivel nacional, se alcanzó una producción anual de 772 000 toneladas, desglosadas en 310 000 toneladas de grano seco, 442 000 toneladas de grano tipo choclo y 20,000 toneladas de maíz morado. Las principales regiones dedicadas a la producción de maíz amiláceo de grano seco son Cusco, Huancavelica, Apurímac y Cajamarca. En cuanto a la producción de maíz choclo, los departamentos líderes son Junín, Cusco, Áncash y Cajamarca. Es relevante destacar la tendencia en crecimiento de este tipo de maíz en grano verde en los departamentos de Lima e Ica. Cabe mencionar que la producción de maíz amiláceo, ya sea en forma seca o verde, es exclusiva de la agricultura familiar y constituye un producto de consumo directo, siendo fundamental en la alimentación rural. [19].

Características morfológicas

- Nombre común: Maíz
- Nombre científico: Zea mays
- Familia: Gramíneas
- Género: Zea

El maíz amiláceo en el Perú tiene las siguientes características promedio:

Tabla I

Características físicas y agronómicas del maíz amiláceo en Perú

Variedad	Polinización abierta
Altura de la planta	1,400 - 1,76 m
Altura de planta intermedia	0,75 - 0,85 m
Días a crecimiento femenina	93 – 95 días
Forma de la mazorca	Cónica
Textura de grano	Harinoso
Espesor de granos	7 - 18 mm
Número de hileras de granos	12 - 18
Longitud de mazorca	14 - 18 cm
N° de granos por mazorca	300 - 312
Peso de 1000 granos	1,2 - 1,3
Producción de choclo	120 - 125 días

Nota. La tabla muestra las características físicas y agronómicas del maíz peruano, (m) es la medida en metros, (cm) es la medida en centímetros. Tomado de [20].

Variedades de maíz Amiláceo

Dentados

Esta variedad es ampliamente cultivada y se distingue por tener granos con una forma de embudo en su parte más ancha. Contiene niveles elevados de almidón, pero su contenido

proteico es bajo, y sus granos son suaves y ligeros. Se utiliza comúnmente para la molienda y como alimento para animales, siendo poco consumida por los humanos debido a su bajo atractivo alimenticio [21].

Lisos

Los granos con superficie lisa presentan un nivel relativamente reducido de almidón, y debido a su masa, la composición del grano exhibe una concentración elevada de proteínas, siendo elegidos para la molienda en estado seco. Estos granos son habitualmente empleados en la producción de harina [21].

Harinosos

Esta variedad de maíz es una de las más antiguas, empleada por culturas como los Aztecas, incas y guaraníes. Se destaca por su textura suave, pero su limitación para participar en el comercio exterior. Además, muestra una baja resistencia a los impactos [21].

Dulces

Los granos de maíz dulce son ricos en contenido de azúcar y presentan las propiedades distintivas de ser transparentes. Este tipo de maíz es especialmente apreciado por los consumidores, ya que puede consumirse en estado verde o se conoce como maíz de mesa. En esta variante, el desarrollo del almidón se retrasa debido a la presencia de un gen específico durante su proceso de crecimiento [21].

Pisingallo

Posee una propiedad distintiva que se refiere a una córnea de notable dureza, con una composición mínima de almidón en una capa que es a la vez muy flexible y resistente. Se trata de un grano de tamaño especialmente reducido que fue empleado en épocas antiguas por las comunidades indígenas. Su atributo principal radica en su elevada resistencia tanto a impactos como a la fricción [21].

Ornamentales

El maíz ornamental se emplea típicamente con propósitos decorativos debido a su escasa concentración de proteínas. Múltiples genes regulan la formación de antocianinas y pigmentos en este tipo de maíz. Por lo general, para su cultivo se necesita un suelo altamente nutritivo, fértil y húmedo. Sin embargo, es importante tener en cuenta que este tipo de grano exhibirá un contenido reducido de proteínas. [21].

Tipos de desgranado

El descascarado del maíz se realiza manualmente, este método es convencional, pero la productividad y el rendimiento de este método son bajos y es por eso que existe la necesidad de cambiar a un sistema motorizado mecánico para descascarar el maíz [22].

La desgranadora mecánica brinda resultados más deseables que el método manual convencional. Tiende a ahorrar tiempo y también conduce a ahorrar dinero. Es deseable utilizar una desgranadora de maíz de bajo costo para un trabajo económico y para aumentar la productividad [22].

Desgranado a mano

Este es el método más simple y tradicional de desgranar, que consiste en utilizar el pulgar de la mano, presionando el grano con el mismo pulgar para separarlo de la coronta (tuza o zulo).

La desventaja de este método es que requiere mucha mano de obra cuando se trabaja con grandes cantidades de mazorcas de maíz.

La cantidad aproximada de maíz que una persona desgrana es de 9 kg por hora. Este método tiene una de las ventajas que el grano no percibirá ningún daño, además de la alta precisión y la capacidad de separar el grano dañado ubicado en las mazorcas, por su descomposición natural o por la presencia de insectos.

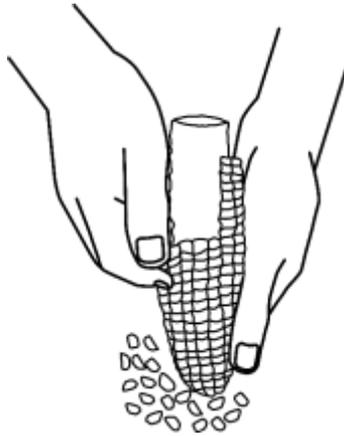


Fig. 1. Desgranado a mano

Desgranado con cuchillo o cuchillas

El método de desgranado de maíz verde con cuchillo es un proceso manual utilizado para separar los granos de maíz de la mazorca. Consiste en realizar cortes precisos con un cuchillo a lo largo de las hileras de granos en la coronta, de manera que se liberen y se separen de la estructura principal. Este método se realiza aproximadamente cuando el maíz está en su fase de madurez temprana y los granos aún están tiernos y jugosos.

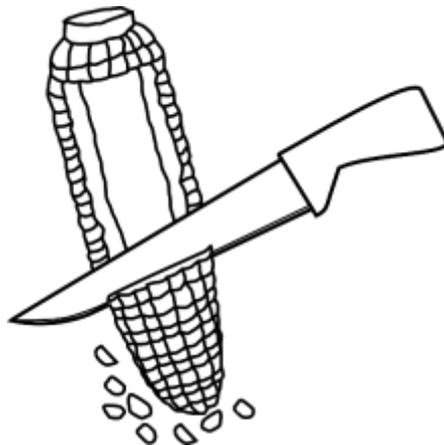


Fig. 2. Desgranador manual con cuchillo

Desgranado con utensilio pelador

El cortador de mazorca de maíz verde es una herramienta diseñada específicamente para facilitar la separación de los granos de mazorcas de maíz, cuando los granos están tiernos. Este utensilio está diseñado para la extracción de los granos de maíz de la mazorca de una manera más eficiente y menos laboriosa que el desgranado manual o con cuchillo, esta herramienta está conformado por un tubo cilíndrico con terminales puntiagudas o rectas tipo cuchilla., donde cuenta con una protección de polímero donde es sujeta por persona que va realizar la actividad.

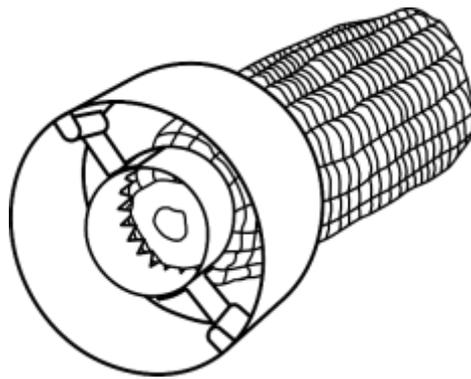


Fig. 3. Desgranador con utensilio pelador fabricado

Desgranado con máquinas eléctricas

Estas desgranadoras son muy eficientes en términos de cantidad- tiempo, siendo activadas con motores eléctricos que controlan su funcionamiento [23].

Para el funcionamiento de este tipo de máquina, se utilizan motores eléctricos la potencia va aumentar de acuerdo al volumen choclo, por lo consiguiente la velocidad angular va aumentar y por ende se verá reflejado la variación de su capacidad en kg/h.

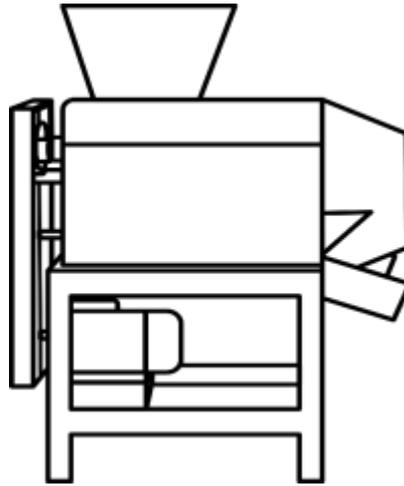


Fig. 4. Desgranadora eléctrica

Maíz verde

El maíz en su estado fresco es conocido como maíz tierno, verde o choclo, cuando sus granos aún están tiernos constituye uno de los alimentos tradicionales más consumidos en las naciones latinoamericanas [24].

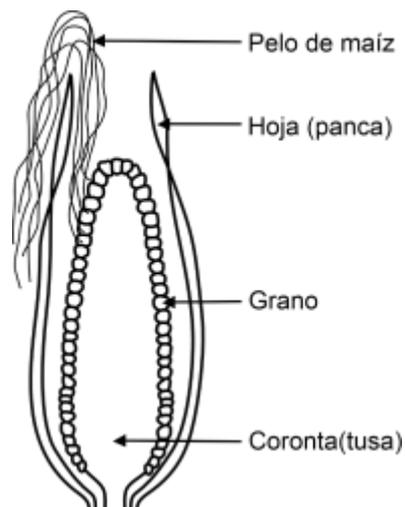


Fig. 5. Partes del choclo

Variiedad de maíz amiláceo que se cultiva en la provincia de Cutervo

En cuanto al maíz de variedad amiláceo, en la región de Cajamarca se siembran 36,693 hectáreas, logrando una cosecha de 33,526 toneladas. Se destacan en esta producción las provincias de Chota, Hualgayoc, Cutervo y Santa Cruz [25].

Perú destaca por su amplia variedad de tipos de maíz, siendo reconocido como uno de los países con mayor diversidad en este cultivo. Se calcula que hay aproximadamente 55 razas clasificadas en 6 grupos evolutivos, que incluyen razas primitivas, derivadas de las primitivas, de segunda derivación, introducidas e incipientes [26].

La provincia de Cutervo, al pertenecer a la región geográfica de la sierra en nuestro país, tiene un enfoque evolutivo primitivo. En esta localidad, las razas morocho y Cuzco son las que más predominan.

Raza Morocho

Este tipo de maíz se reproduce de manera natural, adaptándose sin dificultad a las particularidades del entorno en la región de la sierra del norte de Perú. Sus mazorcas, de forma ligeramente cónica y considerable tamaño, exhiben entre 14 y 16 hileras de granos de un tono amarillo-anaranjado característico, propio del tipo morocho. Su agradable sabor lo convierte en una elección ideal para diversas preparaciones, como harina precocida para platillos como chochoca, tamal y humitas, así como el grano utilizado en la elaboración de mote. Además, este maíz puede servir como alimento para animales, especialmente para porcinos y aves [27].



Fig. 6. Raza de maíz Morocho

Raza Cuzco

Esta variante de maíz se distingue por sus mazorcas de forma cilindro-ovoide, con un diámetro que se estrecha tanto en la base como en la punta, con una longitud de 15 cm y un grosor de 5 cm. Estas mazorcas cuentan con 8 hileras dispuestas de manera regular. Los granos, que son planos, destacan por ser grandes y circulares, con endospermo blanco y harinoso, mientras que el pericarpio suele presentarse en tonalidades incoloras, blancas, rojas o rojo variegadas. En Perú, las áreas más significativas para el cultivo de esta variedad incluyen el Cuzco, Cajamarca y las zonas bajas de Junín, Huancavelica y Ancash [28].

Se consumen granos de alta calidad en diversas formas, como choclo, mote, tostados, fritos, tamales, cremas, mazamorras y panes. Además, para fines industriales, se extrae el almidón y la harina de estos granos.



Fig. 7. Raza de maíz Cuzco

Comidas a base de maíz fresco

Humitas de choclo

Las humitas son una especialidad arraigada en la gastronomía latinoamericana, destacando su presencia en naciones como Perú, Ecuador, Chile y Argentina. Esta deliciosa preparación implica la combinación de maíz tierno triturado con variados ingredientes, todo envuelto en hojas de maíz y posteriormente cocido a vapor.

Torta de choclo

La torta de choclo, un plato típico de la cocina peruana, goza de gran popularidad especialmente en el norte del país. Se elabora a partir del uso predominante de maíz tierno, que, a diferencia del pastel de choclo, se presenta en forma de una mezcla parecida a un puré. Esta mezcla de choclo se combina con otros ingredientes, luego se fritura hasta lograr una consistencia firme y para luego degustar en acompañamiento de ceviche.

Pastel de choclo

El pastel de choclo representa un plato característico de la culinaria latinoamericana, destacando su popularidad en Perú y otros países. Se elabora mediante una combinación de maíz tierno molido, condimentado con una variedad de ingredientes, que se emplea tanto como base como capa superior en su preparación. La mezcla de choclo se cocina junto con cebolla, ajo y carne (comúnmente de pollo o res), y en ocasiones se le añaden huevo duro y aceitunas.

Componentes importantes para la máquina

Marco de soporte

El marco y el soporte serán los encargados de ofrecer el esqueleto de soporte y rigidez a todo el conjunto [9].

Tolva de alimentación

La tolva de alimentación es necesaria para facilitar la alimentación de las mazorcas de maíz en la máquina de remoción. El diseño de la tolva de alimentación debe permitir el flujo natural o gravitacional de las mazorcas de maíz [9].

El diseño de la tolva de entrada se fundamenta en un principio conocido como el ángulo de reposo o fricción de reposo. Este término se refiere a la inclinación máxima en la cual un montón de material suelto puede permanecer sin deslizarse. Se sugiere que la inclinación de la tolva sea al menos 8° mayor que el ángulo de reposo. Es esencial que la tolva esté concebida como una unidad de descarga por gravedad, lo que implica que solo se necesita la fuerza gravitatoria para alimentar las mazorcas de maíz a la máquina. Además de la funcionalidad, el diseño de la tolva debe tener en cuenta aspectos de proporcionalidad y estética [9].

Tolva de descarga

La tolva de descarga es una estructura diseñada para permitir la salida controlada de maíz verde removido de las mazorcas, que tiene una forma rectangular para facilitar el flujo de la materia prima hacia abajo, permitiendo una descarga eficiente.

Sistema de remoción de granos

Son los elementos encargados de lograr el proceso de desprendimiento de grano de la coronta del maíz verde. Debe ser accionado por el motor a través del conjunto de polea y correa [9].

Cilindro con extremos puntiagudos

Se compone de un único cilindro de 160 mm de diámetro con extremos puntiagudos, en el que una mazorca de maíz se introduce una presión entre los bordes puntiagudos y posteriormente se gira gradualmente por el operador. Este mecanismo logra desgranar el

maíz con un daño en el grano cercano al 35%, su mayor cantidad de bordes afilados conlleva el riesgo de lesiones para los operadores [8].

Cilindro rallador

El cilindro rallador de maíz verde suele tener un diseño cilíndrico con agujeros afilados en su superficie. Se utiliza como mecanismo para el desprendimiento del grano de maíz verde a través de la rotación del cilindro, lo que hace que el maíz se raspe contra los agujeros y se desmenuce en trozos más pequeños. El resultado es una masa o pulpa de maíz que se puede utilizar para diversas recetas.

Rodillos y disco de corte

Los rodillos cumplen la función de girar en direcciones contrapuestas generando la captura de la mazorca, propulsada por la fuerza gravitatoria, mediante el primer conjunto de rodillos. Posteriormente, la guía hacia el segundo par ocurre de manera inmediata. Durante este proceso de captura y dirección, factores como el rozamiento, deslizamiento y la velocidad de los rotores provocan que los granos se desprenden de la coronta. Estos rodillos pueden ser fabricados de plástico irrompible (teflón) o de caucho [29].

El mecanismo de cuchillas facilita la entrada del maíz mediante una rotación de hasta 10°, que coincide con el diámetro máximo de una mazorca de 70 mm. En la simulación, las cuchillas pueden realizar la rotación necesaria para permitir el paso de la corona, cuyo diámetro mínimo es de 38 mm. Además, el sistema cuenta con pinos sobresalientes que forman la continuación de los resortes, los cuales desempeñan funciones de contracción y expansión [2].

Los componentes de la máquina tales como la tolva de alimentación, tolva de descarga, rodillo rallador y discos de corte se utilizarán materiales de acero inoxidable, por la utilización de maíz verde que será de consumo humano.

El AISI 304, un acero inoxidable de tipo austenítico, se caracteriza por su elevado contenido de cromo y níquel. Este tipo de acero es ampliamente empleado en diversas aplicaciones, como en la fabricación de utensilios de cocina, máquinas para procesamiento de alimentos y equipos químicos. Destaca por su versatilidad y uso extendido gracias a su destacada resistencia a la corrosión, durabilidad y propiedades no magnéticas [30].

Sistemas de transmisión de potencia

Transferencia de potencia mediante mecanismo de engranajes: La precisión en la relación de transmisión es la principal fortaleza de las transmisiones mediante engranajes y ruedas dentadas, en comparación con otros sistemas de transmisión. Esta característica posibilita diversas aplicaciones, incluido su empleo en maquinaria de precisión [31].

Transferencia de potencia mediante mecanismo de bandas: Se hace referencia a una correa de transmisión como un sistema mecánico que conecta dos o más ruedas, todas ellas sujetas a un movimiento rotativo. Este mecanismo se logra mediante el uso de una cinta o correa continua que rodea las ruedas, generando fuerza de fricción y transfiriendo energía desde la rueda impulsora a las demás ruedas [31].

La transmisión por correa funciona principalmente según el principio de fricción. Es decir, la fricción entre la correa y la polea es la encargada de transmitir la potencia de una polea a la otra [16].

Transferencia de potencia mediante mecanismo por cadenas: Las transmisiones por cadenas son sistemas resistentes que pueden operar en entornos adversos y altas temperaturas, a pesar de necesitar lubricación [31].

Norma alemana VDI 2221.

Este procedimiento fue creado por la Asociación Alemana de Ingenieros, donde plantean que al crear un diseño se deben tener en cuenta diversos criterios, tales como la

comodidad, practicidad, seguridad, facilidad de uso, mantenimiento y reparación. Además, el diseño debe evaluar la viabilidad, confiabilidad, especificaciones de materiales, y la estructura o sistema de energía según su función, lo cual estos aspectos se enfocan sistemáticamente en una serie de etapas transformando un conjunto de tareas en un conjunto de resultados [32].

II. MATERIALES Y MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de Investigación

Tipo de investigación

Este estudio es de naturaleza aplicada, con un enfoque cuantitativo, ya que se orienta hacia la aplicación práctica de sus resultados en situaciones reales. Su objetivo es generar conocimientos y soluciones que puedan ser implementados para resolver problemas específicos y respaldar decisiones fundamentadas en diferentes áreas y disciplinas, dado que se busca desarrollar un diseño mecánico de una máquina removedora de maíz verde, que sustituya al proceso manual que se realiza.

El diseño de la investigación

De acuerdo con la forma en que se manipulan las variables, este estudio se clasifica como experimental, específicamente de tipo cuasi experimental, donde se manipulan algunas de las variables para observar su efecto sobre el proceso de remoción de los granos, pero sin el control total que caracteriza a un diseño experimental puro.

De acuerdo al número de mediciones de una variable en esta investigación, se utilizará un enfoque transversal, ya que solo se necesita la recopilación de datos en un momento específico. En este enfoque, se evalúan las variables de interés en un momento específico.

Debido al tiempo de recolección de datos para este proyecto, se clasifica como una investigación prospectiva. Se están recolectando datos nuevos para desarrollar el diseño de la máquina, ajustando las mediciones debido a la variedad de elementos y materiales utilizados para determinar las dimensiones correctas y alcanzar un factor de seguridad apropiado.

Considerando el número de variables de interés, este estudio adoptaría un enfoque analítico, esto implica que se realizaría un análisis detallado de múltiples variables relevantes

para el proceso de diseño de la máquina, que permitiría una evaluación exhaustiva de cada variable y su impacto en el diseño final.

2.2. Variables, Operacionalización

Variable independiente

Diseño de una máquina removedora de maíz verde amiláceo.

- Peso del maíz verde
- Fuerza de remoción
- Capacidad de producción

Variable dependiente

Proceso de remoción de granos de choclos.

- Potencia mecánica
- Tensión de Von Mises
- Resistencia a la fatiga
- Volumen

Tabla II

Operacionalización de la variable

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
Independiente								
Diseño de una máquina removedora de maíz verde amiláceo.	El diseño mecánico implica la etapa de diseñar o elegir elementos mecánicos para combinarlos de manera que se alcance una función específica deseada [33].	El diseño de la máquina de remoción de granos de maíz se obtendrá mediante el método de Karl T. Ulrich.	Peso del maíz verde	Maíz amiláceo	Cálculo de masa	kg	Numérica	Razón
			Fuerza de remoción	Eje	Cálculo mecánico	N		
			Capacidad de producción	Cantidad removida	Encuesta	kg/h		
Dependiente								
Proceso de remoción de granos de choclos.	Es la acción de separar los granos de maíz verde de las mazorcas. Este proceso es necesario para utilizar los granos de maíz en diversas preparaciones culinarias [22].	Se realizará mediante el cálculo mecánico de los elementos de la máquina removedora de granos de maíz verde.	Potencia mecánica	Motor	Cálculo mecánico	HP		
			Tensión de Von Mises	Materiales	Cálculo mecánico	MPa		
			Resistencia a la fatiga	Materiales	Cálculo mecánico	MPa		
			Volumen	Máquina	Cálculo de geometría	m ³		

Nota. Operacionalidad de variable independiente y dependiente

2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección

Población

Máquinas desgranadoras de maíz.

Muestra

Máquina de remoción de granos de maíz verde.

Muestreo

Se ha optado por el muestreo no probabilístico por conveniencia, dado que la muestra ha sido escogida por su disponibilidad o idoneidad para este estudio, sin seguir un procedimiento de selección aleatoria o probabilística.

Criterios de selección

Se considerado como parte de los criterios de exclusión: ya que se centrará únicamente en las personas que se dedican a la producción y venta de platos gastronómicos elaborados con maíz verde amiláceo, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

El diseño de la máquina deberá cumplir con las necesidades requeridas y con el cumplimiento de las normativas internacionales de diseño de elementos.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas e instrumentos

Análisis documental

Técnica utilizada para la recolección de información enfocadas al tema de estudio.

Se realizará un análisis de artículos científicos y otros documentos de confiabilidad relacionados al diseño de máquinas.

Encuesta

Técnica que permite la recolección de información, a través de una serie de preguntas enfocadas en el tema en investigación.

El cuestionario nos permitirá obtener datos importantes relacionados a la problemática que tienen los agricultores y comerciantes.

Observación

Técnica que consiste en la observación del objeto en estudio para registrar algún cambio que se presenta. La manera más adecuada para esta técnica es: identificar y tener en cuenta los objetivos en estudio, para así registrar, interpretar, analizar y elaborar conclusiones de lo observado.

Validez y confiabilidad

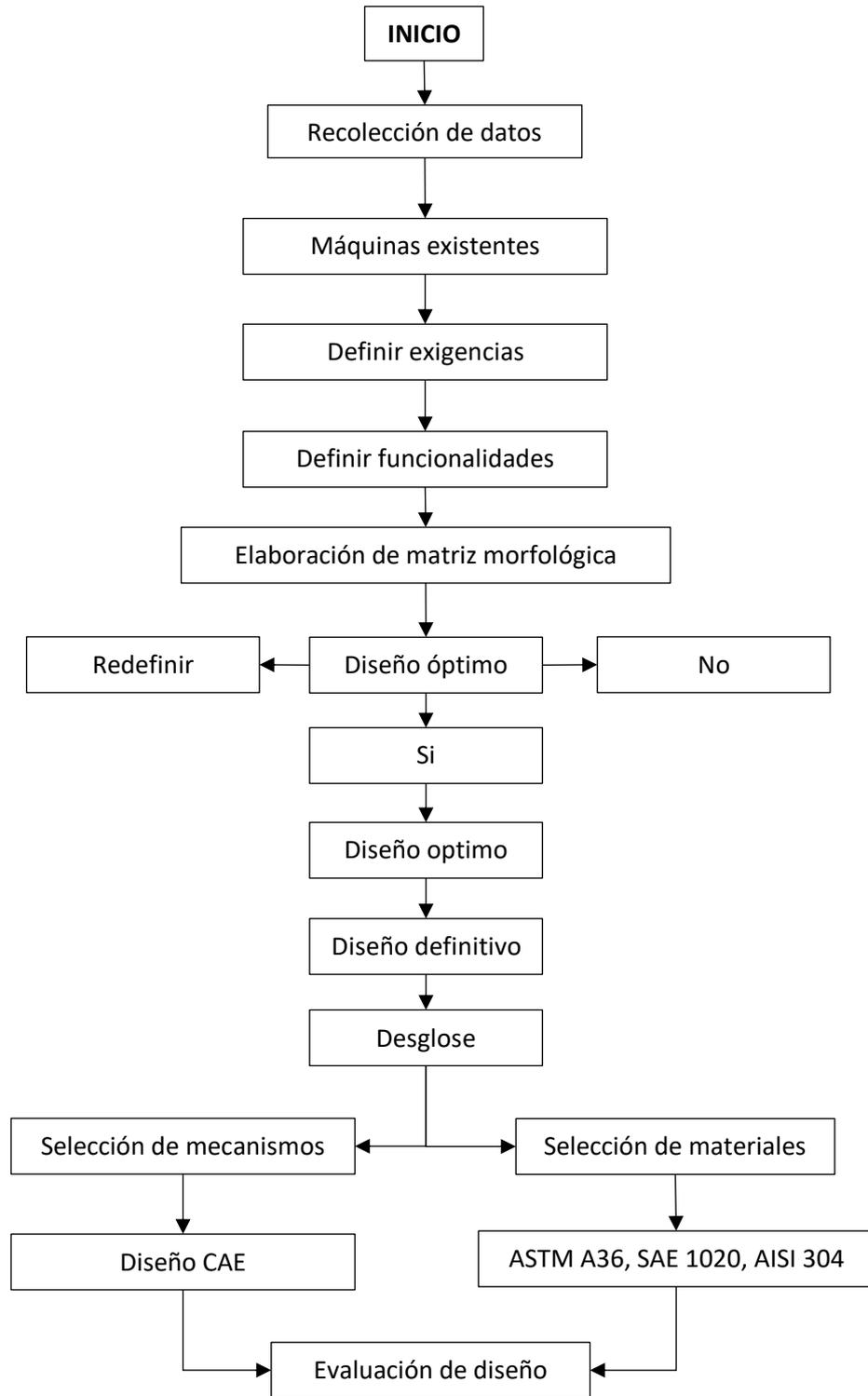
Para validar los datos obtenidos, se realizó una matriz de ponderación de los diseños conceptuales, para determinar el mejor diseño que se adecue a las necesidades requeridas.

2.5. Procedimiento de análisis de datos

En el proceso del diseño de la máquina, se aplicarán diversos pasos: se realizará una búsqueda bibliográfica referente al mecanismo de remoción de granos de maíz verde, dimensiones de la mazorca de maíz y fuerza aplicada para el desprendimiento de los granos. Así mismo se elaborará una encuesta, en las cuales se plasmarán una serie de interrogantes que estarán dirigidas a personas y centros comerciales que se dedican a la elaboración de potajes derivados del maíz verde en la ciudad de Cutervo, luego se ejecutará la encuesta, donde se logrará saber que tan factible resulta para los comerciantes contar con una máquina de remoción de granos de maíz fresco para realizar sus actividades comerciales, luego se procesarán los datos obtenidos, donde se analizarán mediante tablas y gráficas, con la finalidad de brindar la información más entendible. Tras llevar a cabo todas las etapas previamente mencionadas, se empleará el enfoque generalizado del procedimiento en el desarrollo del diseño, los principios del diseño mecánico, los principios fundamentales de la

mecánica, el conocimiento de los materiales y las matemáticas asociadas son aspectos esenciales.

Luego de haber elegido el diseño más óptimo a través de una evaluación de criterios, se realizará el dimensionamiento de la máquina a través de los datos obtenidos, que conlleva a realizar el análisis de esfuerzos admisibles con las medidas y la elección del material. Con la información del dimensionamiento y material de diseño se podrá realizar la simulación en SolidWorks 2023, para verificar el rendimiento del mecanismo de la máquina.



2.6. Criterios éticos

En esta investigación se priorizará los aspectos éticos en todas las fases de la actividad científica deben conducirse en base a los principios generales y principios específicos establecidos en los Art. 5 y Art. 6 en el Código de Ética en Investigación de la USS S.A.C. También se tendrán en cuenta los siguientes criterios éticos fundamentales.

Consentimiento: Obtener el consentimiento libre, voluntario e informado de los participantes de la investigación, asegurándose de que comprendan los objetivos, procedimientos, posibles beneficios y riesgos, así como su derecho a retirarse en cualquier momento sin consecuencias negativas.

Confidencialidad: Proteger la identidad y los datos personales de los participantes, garantizando que la información recopilada se mantenga confidencial y se utilice solo para los fines de la investigación.

Integridad científica: Realizar la investigación de manera honesta, precisa y objetiva, impidiendo la manipulación de datos o resultados. Los métodos y procedimientos deben estar basados en principios científicos y cumplir con los estándares aceptados en la comunidad científica.

Divulgación y transparencia: Compartir los resultados de la investigación de manera clara, precisa y comprensible, tanto con la comunidad científica como con el público en general. Esto incluye la divulgación de los métodos utilizados, los obtenidos y las limitaciones del estudio.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

Seleccionamiento de los elementos de la máquina de remoción a través de diseño de concepto, necesidades y métricas además de matriz morfológica.

Máquinas existentes

Máquina desgranadora de maíz brother JX-368: La máquina está construida con acero inoxidable, lo que la hace altamente móvil y fácil de manejar. Es adecuada tanto para la producción en masa como para el uso en hogares, siendo perfecta para procesar diversas variedades de maíz fresco. Su capacidad de ajustar automáticamente el tamaño de la mazorca permite trabajar con maíces de diferentes dimensiones, y también se puede regular la profundidad de la trilla. Gracias a esto, se logra una tasa de desmontaje de maíz dulce del 100%, garantizando una operación eficiente y efectiva, cuenta con las siguientes características: Con un voltaje de 200V, con capacidad de 400 a 500 kg/h, la máquina pesa 110kg y con un tamaño de 650 x 600 x 1250 mm [34].

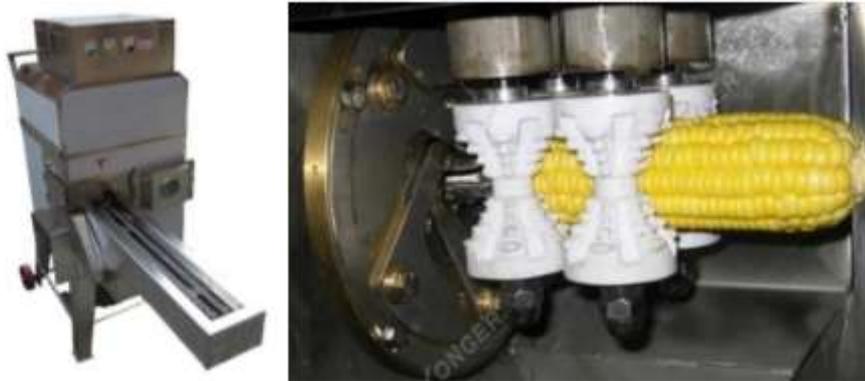


Fig. 8. Máquina desgranadora de maíz brother JX-368

Nota. Tomado de AQP Soluciones [34].

Ralladora maíz choclo tierno fresco modelo BM 04NR: Es una máquina fabricada de acero al carbono pintado con epoxi. La caja de rejilla está fabricada en acero inoxidable 430; desarrollado y probado para uso comercial, pudiendo ser utilizado en snack bars,

restaurantes, cantinas, panaderías y similares, No se recomienda su uso cuando el proceso de producción es continuo o a escala industrial porque no satisfará la demanda necesaria, temiendo las siguientes características técnicas: Un motor de ½ HP de 650W de 50Hz, con voltaje de 220V, consumo de 0.41kW/h, monofásico, con un rpm de 1720 de rallador, con un tamaño de 500 x 640 x 225 mm y con peso neto de la máquina 13kg [35].



Fig. 9. Ralladora maíz choclo modelo BM 04NR

Nota. Tomado de Magri [35].

Rallador Yuca Y Choclo Verde – modelo RY-MANUAL-MALTA - Centro Chef

Perú: Rallador manual diseñado para yuca y choclo verde, fabricado con acero inoxidable y aluminio. Se puede ajustar a la mesa de trabajo y es importado de Brasil [36].



Fig. 10. Máquina desgranadora de maíz modelo RY-Manual-Malta

Nota. Tomado de Ocompra [36].

Necesidades - Métricas

Es una herramienta que ayuda a organizar y visualizar las relaciones entre los requisitos del cliente y las medidas específicas de rendimiento que se emplearán para medir la eficacia de la máquina en la satisfacción de esas necesidades.

Las filas de la matriz representan las exigencias del cliente, mientras que las columnas reflejan las métricas asociadas. La presencia de un marcador en una celda de la tabla indica que la necesidad y la métrica vinculadas a esa celda están interconectadas; el desempeño relativo a la métrica determinará en qué medida el producto cumple con la exigencia del cliente [37].

Tabla III

Matriz de Necesidades - Métricas

		Métricas	Control del sistema de llenado de materia prima	Coefficiente de fricción	Fuerza de remoción	Vibración	Material	Transmisión de fuerza	Dimensiones	Factor de seguridad del diseño	Capacidad de remoción
	Necesidades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Remoción de los granos de choclo		X	X		X	X	X	X	X	
2	Ajustabilidad	X	X								

3	Durabilidad						X				
4	Fácil de usar		X								
5	Ergonómico		X								
6	Seguridad del operador						X			X	
7	Fácil mantenimiento						X		X		

Lista de exigencias

Tabla IV

Lista de exigencias para el diseño de la máquina removedora de maíz verde

LISTA DE EXIGENCIAS		
Proyecto	Diseño de una Máquina de 50kg/hora para el Proceso de Remoción de Granos de Maíz Verde Amiláceo	
Nº	Deseo (D) Exigencia (E)	Descripción
Función principal		
1	E	Remover los granos de maíz verde.
Energía		
2	E	Contar con un motor eléctrico como fuente de energía.
Ergonomía		
3	D	El usuario debe ser capaz de suministrar adecuadamente la materia prima de maíz verde para evitar cualquier explosión ante la máquina.
4	D	Grupo máximo de trabajo 1 persona.
Uso		
5	D	La operación del dispositivo debe ser fácil y no demandar de especificaciones técnicas.
Transporte		
6	E	Transportarlo, empleará una fuerza externa equivalente a la de 2 hombres.
7	D	Transpórtalo el equipo no debe implicar alteraciones en la estructura física de la máquina.
Fabricación		

8	E	La máquina removedora de grano debe ser fabricable en una pequeña factoría, utilizando materiales disponibles en el mercado nacional.
9	E	Este proceso de fabricación requiere que el fabricante tenga conocimientos técnicos especializados.
Peso		
10	D	El peso aproximado debe ser de alrededor de 90 kg.
Ensamblaje		
11	E	El ensamblaje y desmontaje se puede realizar utilizando herramientas básicas y fáciles de manejar.
12	E	Se debe utilizar los planos, para un buen ensamblaje, que están anexados en esta investigación.
13	E	Esta operación requiere un nivel de conocimientos técnicos especializados.
Mantenimiento		
14	E	Debe ser factible utilizar materiales y accesorios comunes en un taller mecánico para llevar a cabo la operación.
Costo		
15	D	El costo de construcción de la máquina no debe exceder a los 14000 soles.

Nota. En la tabla se presentan los deseos (D) y las exigencias (E)

Caja negra



Fig. 11. La caja negra es utilizada para representar la función global del mecanismo

Entradas:

- Energía: Energía eléctrica
- Señal: Maíz verde

Salidas:

- Energía: Energía mecánica
- Señal: Maíz removido

Estructura de funciones

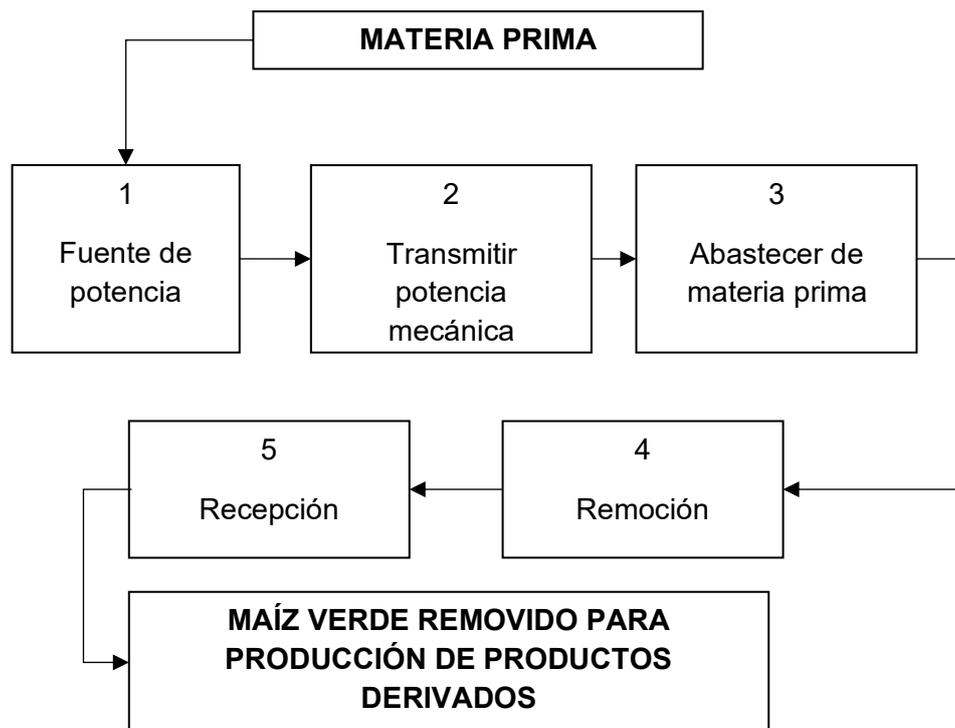


Fig. 12. La máquina removedora de maíz verde tendrá la siguiente estructura de funciones

Nota. Estructura de funciones de la máquina

Matriz morfológica de conceptos de solución

Para la selección del concepto, se implementó una herramienta conocida como matriz morfológica, la cual facilitó la evaluación y selección de las diferentes alternativas de soluciones disponibles.

Utilizando la matriz morfológica, se han generado cuatro opciones de elementos y sistemas para cada función requerida por la máquina removedora de maíz verde. Mediante la estimación de números del 0 al 4, se ha establecido una escala para medir y comparar el desempeño de cada opción en relación con los atributos deseados.

Además, el uso de colores como el verde, anaranjado, azul y rojo que ha ayudado a visualizar y relacionar las elecciones de una función con las de otra dentro de un mismo esquema. Esto ha permitido identificar patrones, conexiones y posibles sinergias entre las diferentes opciones. Obteniendo cuatro soluciones conceptuales.

Es importante resaltar que, durante este procedimiento de evaluación, se ha establecido que el valor 8 representa una opción altamente óptima, mientras que el valor 0 indica una opción poco óptima. Esta escala numérica ha permitido asignar puntajes a cada opción en relación con su rendimiento en las funciones específicas de los tres esquemas.

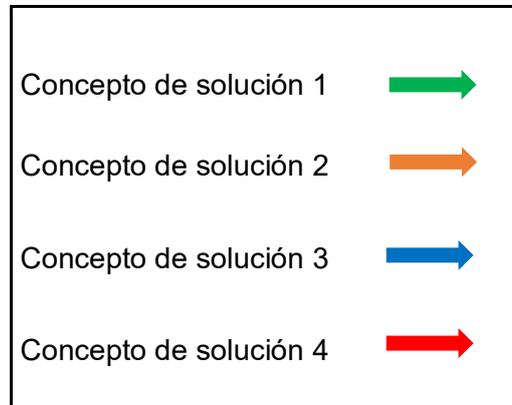
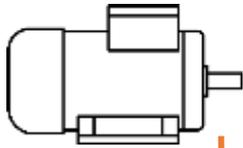
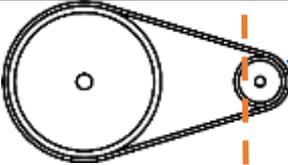
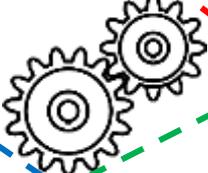
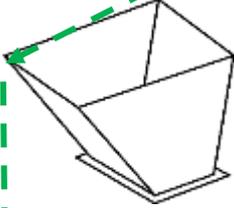
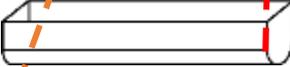
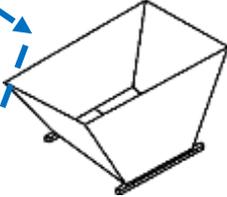
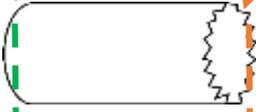
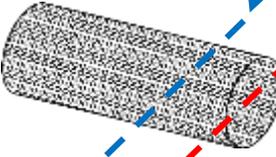
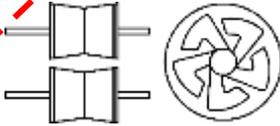
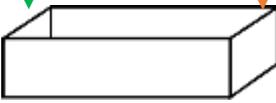


Fig. 13. Conceptos de solución de acuerdo a los colores establecidos para la evaluación de criterios de la matriz

Tabla V
Matriz morfológica

FUNCIONES	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN		
	Portadores de funciones		
Fuente de potencia	 Motor Eléctrico	 Tanque con aire comprimido	
Transmitir potencia mecánica	 Polea y faja	 Engranajes	 Cilindro hidráulico
Abastecer de materia prima	 Tolva de alimentación	 Bandeja	 Tolva basculante
Remoción	 Cilindro con extremos puntiagudos	 Cilindro rallador	 Rodillos y disco de corte
Recepción	 Recipiente		

Determinar el mejor diseño conceptual para la máquina removedora de maíz.

Diseños preliminares

En esta fase, se ha logrado bosquejar alternativas tentativas de los componentes primordiales, como se exhibe en los esquemas adjuntos, satisfaciendo las directrices y funciones especificadas en la lista de requisitos. Se trata de un acercamiento inicial hacia el proyecto definitivo, donde se han considerado las necesidades clave y se ha avanzado en la visualización y disposición de los elementos esenciales para el diseño final.

Solución 1

En esta alternativa de modelo de diseño, es por presión del sistema hidráulico hacia la mazorca de maíz para así lograr el desgrane. Esta alternativa está proyectada con una inclinación angular que facilita a cumplir el objetivo de remover y también de expulsar la tuza del maíz, de igual forma cuenta con una salida independiente para el grano removido.

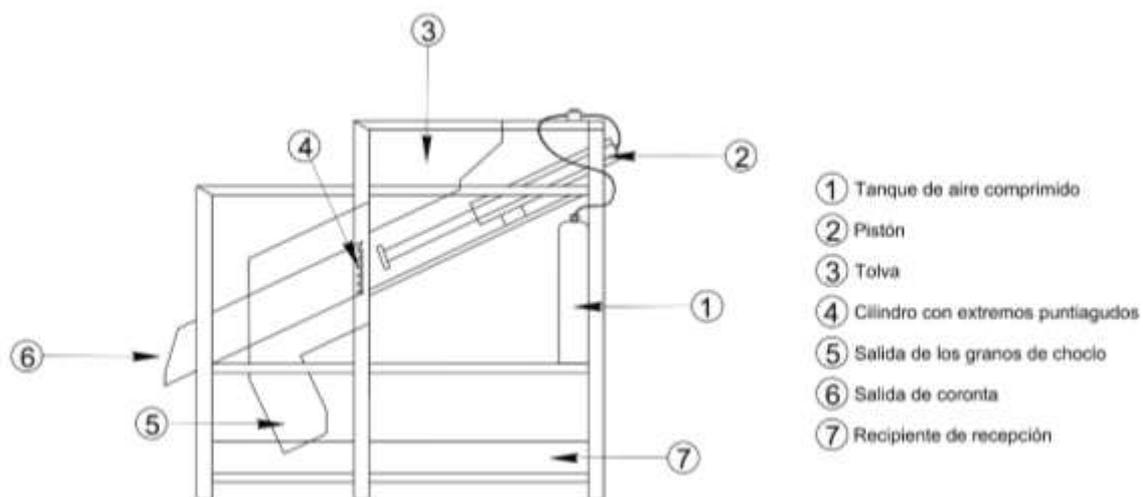


Fig. 14. Solución 1

Solución 2

En esta alternativa el modelo conceptual cuenta con 5 partes importantes, motor eléctrico, tubo de corte, tubo de diámetro pequeño con resorte para empujar la materia prima, orificio de salida de grano y la tuza de maíz, todo esto sistema comprende esta alternativa.

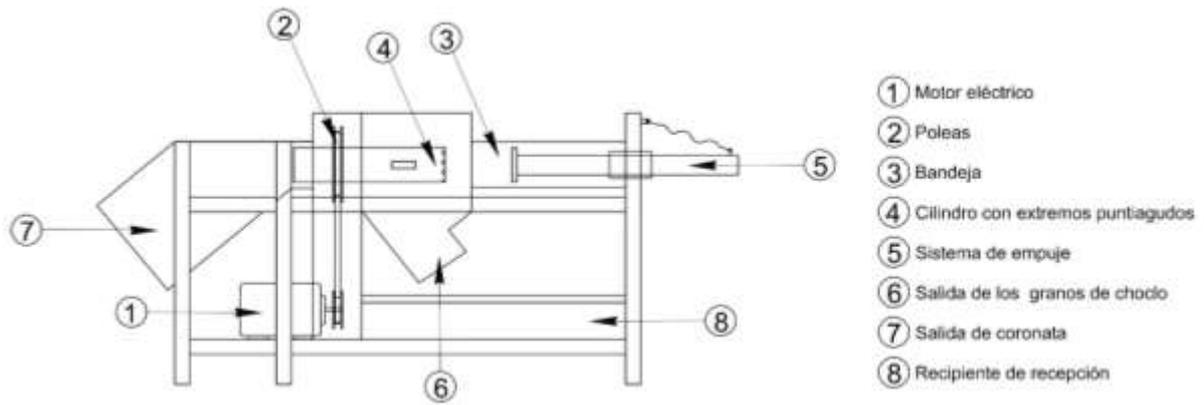


Fig. 15. Solución 2

Solución 3

En esta alternativa de solución conceptual está formada por un cilindro rallador que en superficie tiene orificios sobresalidos que cumplen la función de realizar el desprendimiento de los granos de la mazorca al momento de girar, y estará acoplado a un motor eléctrico por medio de una transmisión por faja.

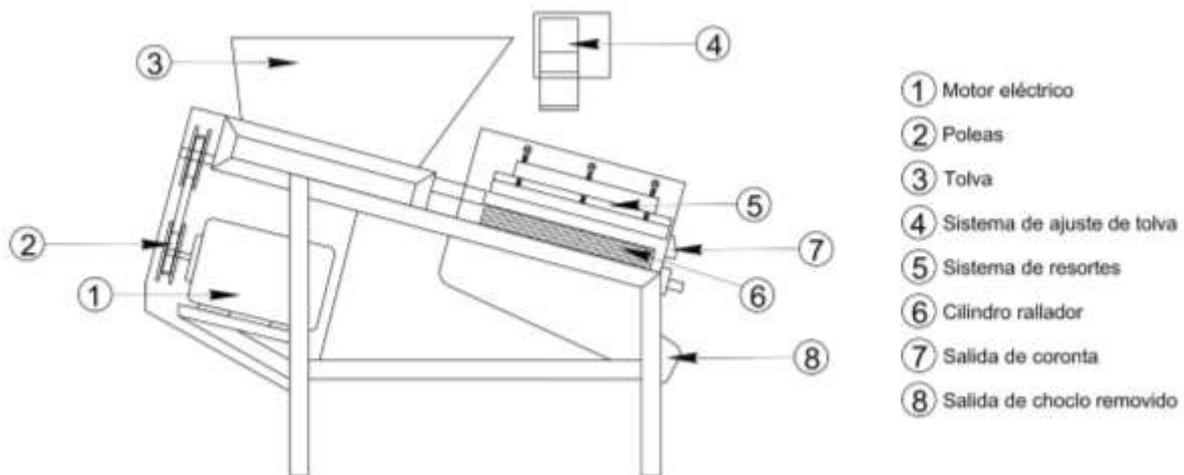


Fig. 16. Solución 3

Solución 4

En esta alternativa planteada un sistema de rodillos y cuchillas que giran para realizar el desprendimiento de los granos de maíz verde, las mazorcas de maíz ingresan de forma vertical que es ingresado por el operador, también cuenta con su respectiva salida tanto para la tuza, y el grano, por un solo lugar.

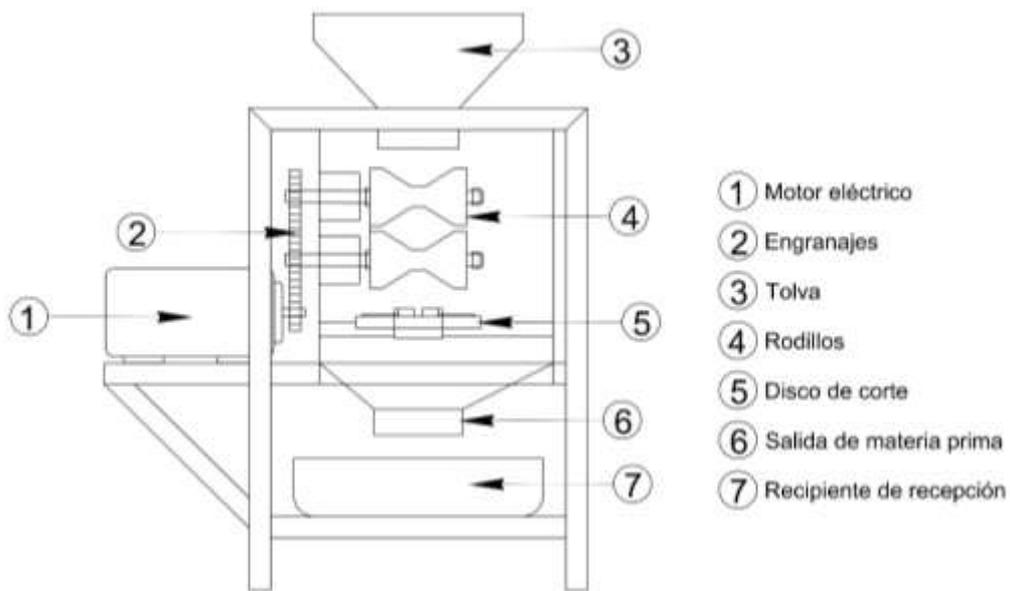


Fig. 17. Solución 4

Determinación del diseño conceptual óptimo

Tabla VI

Valorización de indicadores de criterios técnicos y ponderación

Indicadores		
	Criterios	Ponderado (%)
C1	Facilidad de fabricación	20
C2	Facilidad de ensamblaje	15
C3	Facilidad de operación	20
C4	Consumo de energía	15
C5	Facilidad de transportar	5
C6	Tamaño	10

C7	Facilidad de Mantenimiento	5
C8	Seguridad	10
Total		100

En la evaluación de los criterios, asignamos una puntuación que refleja el nivel de satisfacción, posteriormente calculamos una puntuación ponderada para las distintas soluciones.

Malo (1), Regular (2), Bueno (3), Excelente (4).

Tabla VII

Nivel de satisfacción

Nivel de satisfacción	Valor
Malo	1
Regular	2
Bueno	3
Excelente	4

Evaluación de criterios para los conceptos de diseño del proyecto.

Tabla VIII

Evaluación de alternativas de solución

Criterios	Ponderado	Alternativas de solución				
		S1	S 2	S3	S 4	Ideal

1	Facilidad de fabricación	20%	3	0.6	3	0.6	4	0.8	3	0.6	4	0.8
2	Facilidad de ensamblaje	15%	3	0.5	3	0.5	3	0.5	2	0.3	4	0.6
3	Facilidad de operación	20%	2	0.4	4	0.8	4	0.8	3	0.6	4	0.8
4	Consumo de energía	15%	2	0.3	3	0.5	3	0.5	4	0.6	4	0.6
5	Facilidad de transportar	5%	3	0.2	2	0.1	3	0.2	3	0.2	4	0.2
6	Tamaño	10%	4	0.4	3	0.3	4	0.4	3	0.3	4	0.4
7	Facilidad de Mantenimiento	5%	3	0.2	3	0.2	4	0.2	3	0.2	4	0.2
8	Seguridad	10%	4	0.4	4	0.4	4	0.4	3	0.3	4	0.4
	Total	100%		2.9		3.3		3.7		3		4
	Valor Técnico X₁			0.71		0.81		0.91		0.75		1.00
	Orden			4		2		1		3		

Observamos que la alternativa de solución 3 es la opción más óptima y servirá como punto de partida para llevar a cabo los cálculos necesarios.

Dimensionamiento de los componentes mediante una evaluación de remoción del grano de maíz verde amiláceo.

Para el dimensionamiento de los componentes de la máquina se necesitó realizar pruebas de medición en 10 muestras de choclo, para la obtención de los siguientes datos.

Datos del choclo

Tabla IX

Datos de choclo de primera calidad

Características	Perímetro
Contorno inicial del choclo	263.9 mm
Contorno final del choclo	135.1 mm

Nota. Transformación del contorno a radio con el fin de obtener el parámetro radial que pasará a través del cilindro rallador

Tabla X

Datos de choclo de segunda calidad

Características	Perímetro
Contorno inicial del choclo	210.5 mm
Contorno final del choclo	128.81 mm

Nota. Transformación del contorno a radio con el fin de obtener el parámetro radial que pasara a través del cilindro rallador

$$p = 2\pi * r$$

Nota. Donde (p) es el perímetro, (r) es radio.

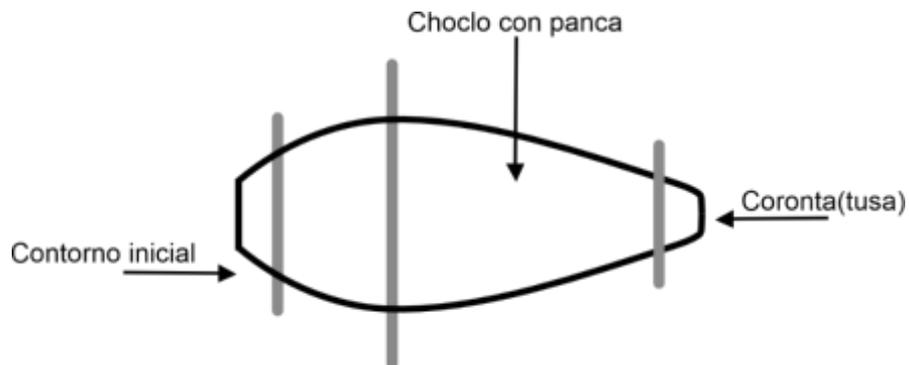


Fig. 18. Contorno del choclo

Nota. Adaptado del autor Cuba, K. [2].

Tabla XI

Conversión del perímetro a radio de la primera calidad

Contornos	Radio
Contorno inicial del choclo	42.0 mm
Contorno final del choclo	21.5 mm

Nota. Cálculo de conversión de perímetro a radio de los contornos de la mazorca de choclo

Tabla XII

Conversión del perímetro a radio de la segunda calidad

Contornos	Radio
Contorno inicial del choclo	33.5 mm
Contorno final del choclo	20.5 mm

Nota. Cálculo de conversión de perímetro a radio de los contornos de la mazorca de choclo

Tabla XIII

Promedio de radio

Contornos del choclo	Radio	Diámetro
Contorno inicial	37.75 mm	75.50 mm
Contorno final	21.00 mm	42.00 mm

Nota. Cálculo de promedio de los radios y diámetros de los contornos de la mazorca de choclo

Para realizar los cálculos de dimensionamiento de la tolva se tomarán los datos obtenidos de la mazorca de choclo de diámetro del contorno inicial de 75 mm y de contorno

final 40 mm. También se debe tener en cuenta los diámetros de la coronta o tuza de contorno inicial de 40 mm y contorno final de 18 mm.

Considerando la mayor longitud de las 10 muestras de choclo se obtuvo como valor de 180 mm.

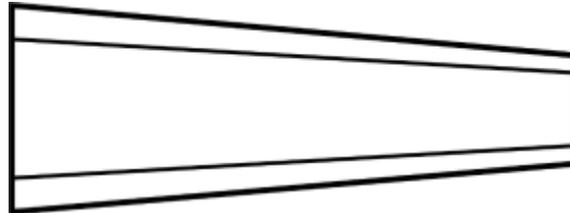


Fig. 19. Esquema referencial de la mazorca de choclo

Medición de la muestra de choclos

Tabla XIV

Pruebas de la muestra 1

Características	Perímetro
Peso completo de la mazorca	450 g
Peso de los granos de choclo	335 g
Peso de la coronta (tusa)	115 g
Tipo	Clasificación A
Estado	Fresco

Nota. Las características de la muestra 1

Tabla XV

Pruebas de la muestra 2

Características	Perímetro
------------------------	------------------

Peso completo de la mazorca	285 g
Peso de los granos de choclo	190 g
Peso de la coronta (tusa)	95 g
Tipo	Clasificación B
Estado	Fresco

Nota. Las características de la muestra 2

Tabla XVI

Pruebas de la muestra 3

Características	Perímetro
Peso completo de la mazorca	405 g
Peso de los granos de choclo	310 g
Peso de la coronta (tusa)	95 g
Tipo	Clasificación A
Estado	Fresco

Nota. Las características de la muestra 3

Tabla XVII

Pruebas de la muestra 4

Características	Perímetro
Peso completo de la mazorca	415 g
Peso de los granos de choclo	310 g
Peso de la coronta (tusa)	105 g

Tipo Clasificación A

Estado Fresco

Nota. Las características de la muestra 4

Tabla XVIII

Pruebas de la muestra 5

Características	Perímetro
Peso completo de la mazorca	470 g
Peso de los granos de choclo	345 g
Peso de la coronta (tusa)	125 g
Tipo	Clasificación A
Estado	Fresco

Nota. Las características de la muestra 5

Tabla XIX

Pruebas de la muestra 6

Características	Perímetro
Peso completo de la mazorca	380 g
Peso de los granos de choclo	260 g
Peso de la coronta (tusa)	120 g
Tipo	Clasificación B
Estado	Fresco

Nota. Las características de la muestra 6

Tabla XX

Pruebas de la muestra 7

Características	Perímetro
Peso completo de la mazorca	430 g
Peso de los granos de choclo	310 g
Peso de la coronta (tusa)	120 g
Tipo	Clasificación A
Estado	Fresco

Nota. Las características de la muestra 7**Tabla XXI**

Pruebas de la muestra 8

Características	Perímetro
Peso completo de la mazorca	490 g
Peso de los granos de choclo	320 g
Peso de la coronta (tusa)	170 g
Tipo	Clasificación B
Estado	Fresco

Nota. Las características de la muestra 8**Tabla XXII**

Pruebas de la muestra 9

Características	Perímetro
------------------------	------------------

Peso completo de la mazorca	330 g
Peso de los granos de choclo	225 g
Peso de la coronta (tusa)	105 g
Tipo	Clasificación A
Estado	Fresco

Nota. Las características de la muestra 9

Tabla XXIII

Pruebas de la muestra 10

Características	Perímetro
Peso completo de la mazorca	320 g
Peso de los granos de choclo	230 g
Peso de la coronta (tusa)	90 g
Tipo	Clasificación A
Estado	Fresco

Nota. Las características de la muestra 10

Tabla XXIV

Promedios de las muestras de choclo

Características	Perímetro
Peso completo de la mazorca	398 g
Peso de los granos de choclo	284 g
Peso de la coronta (tusa)	114 g

Nota. Promedio de las características de las muestras

Tabla XXV

Fuerza aplicada para el desprendimiento de los granos de choclo

Muestras	Características	Fuerza aplicada
1	Choclo	8.83 N
2	Choclo	8.93 N
3	Choclo	7.95 N
4	Choclo	7.36 N

Nota. Muestras para determinar la fuerza de desprendimiento de los granos de maíz verde [2].

Fuerza aplicada para desprender el grano del choclo

La fuerza de desprendimiento para los granos de maíz verde es de 8.93 N siendo el valor más alto de las 4 muestras que han sido obtenidas a través de un dinamómetro y el software Logic Pro, donde se trabajara valor redondeado que es 9 N para los cálculos necesario en la investigación [2].

El peso de la mazorca de choclo se ha determinado a través del promedio de las muestras aplicadas, lo cual se ha obtenido el valor de 398 g, y el peso promedio del grano sin la tuza es de 284 g con las cuales se estarán trabajando los cálculos.

El volumen se ha calculado a través de una simulación en el software SolidWorks 2023, en el cual se obtuvo $V=0.00034 \text{ m}^3$.

$$V_F = \frac{m_f}{\rho}$$

Nota. (V_F) es el volumen de la mazorca de maíz, (m_f) es la masa de la mazorca de maíz, (σ) es la densidad del choclo.

$$\rho = 1170 \text{ kg/m}^3$$

Por medio de pruebas se tiene un peso promedio del total de los granos de 284 g igual a 0.284 kg.

Cilindro removedor

Un cilindro desgranador de choclo verde es un dispositivo que sirve para separar los granos de maíz de la mazorca de forma rápida y fácil. Su forma es cilíndrica, con ranuras o dientes que se ajustan al tamaño de los choclos. Su material puede ser de metal, plástico o madera, dependiendo del modelo y la marca.

Su función es girar el rodillo sobre el choclo, presionando los granos para que se desprendan y caigan en un recipiente. De esta manera, se ahorra tiempo y esfuerzo al desgranar el choclo verde, que se puede usar para preparar diferentes platos típicos de la gastronomía latinoamericana.

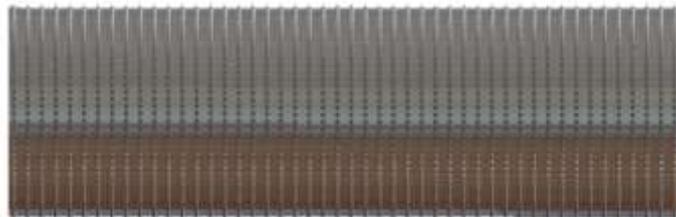


Fig. 20. Cilindro removedor

Mediante la técnica de observación para la recopilación de datos se observó y evaluó distintas máquinas existentes desgranadora de choclo, el cual su rodillo desgranador era de diferentes medidas y diámetros que van en función de su capacidad de trabajo.

La capacidad estimada para la máquina a diseñar es de $50 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$.

- **Cantidad de maíz choclo que debe de desgranar para obtener 50 Kg.**

1 maíz → 0.284 kg de masa de grano

? → 50 kg

La cantidad es de 176 choclos se requiere para obtener 50 Kg de masa de maíz removida. Sin embargo, existe un desperdicio que queda adherido a las paredes de la máquina, por lo tanto, se tomara como un 10%. Esto quiere decir que en una hora deben de procesarse un total de 194 maíz para obtener 50 Kg de masa de maíz.

- **Tiempo que se demora en la remoción de una mazorca de choclo.**

Si 1 hora son 3600s

$$\frac{3600s}{194 \text{ Maíz}} = 19^s/\text{maíz}$$

Cada choclo deberá desgranarse en 19 segundos.

- **Dimensiones del rallador o rodillo desgranador**

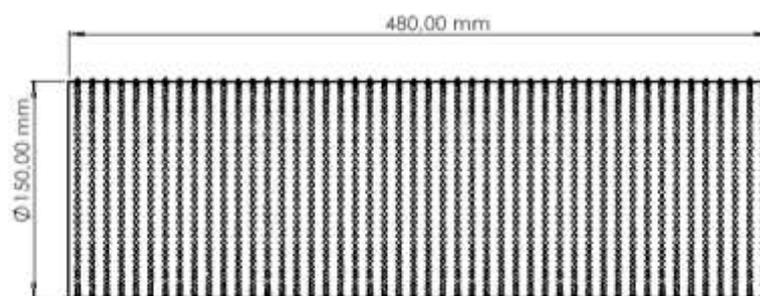


Fig. 21. Rallador dimensionado

Material acero Inoxidable AISI 304.

Peso del rodillo: 3.97 kg

Cada 76 segundos la máquina desgranará 4 choclos, esto quiere decir que deberá desgranar 4 choclos a la vez por lo tanto se requerirá una fuerza de 36N.



Fig. 22. Funcionalidad del rallador con las mazorcas de choclo

Conocida la fuerza aplicada y el diámetro del rodillo se determinará el torque necesario.

- **Cálculo de torque**

El torque requerido para desgranar el choclo puede determinarse de la siguiente manera:

$$T_{Total} = T_{desgranar} + T_{cilindro}$$

Nota. ($T_{desgranar}$) es el torque necesario para desgranar el chocho en Nm, ($T_{cilindro}$) es el torque necesario para mover el cilindro.

- **Torque para desgranar**

$$T_{Degranar} = Fxb$$

Nota. (T) es el torque en Nm, (F) es la fuerza en N, (b) es el brazo o radio en m.

Sustituyendo los valores:

$$T = 36 \text{ N} * 0.075 \text{ m}$$

$$T = 2.7 \text{ Nm}$$

- **Torque necesario para mover el cilindro**

Para determinar el torque producido por el movimiento del cilindro, es necesario conocer la inercia del rodete. La inercia se puede determinar de la siguiente manera

$$I = WK^2$$

Nota. (W) es el peso del rodete en kg, (K) es el radio de giro en m.

$$I = 3.97 \text{ kg}(0.075 \text{ m})^2$$

$$I = 0.022 \text{ kgm}^2$$

Aplicando la ecuación de torque para un impulsor:

$$T = I * \alpha$$

Nota. (T) es el torque Nm, (I) es la inercia en kg * m², (α) es la aceleración angular en rad / s².

Para determinar la aceleración angular :

$$\alpha = \frac{\omega}{t}$$

Nota. (ω) es la velocidad angular dividido entre (t) que es el tiempo.

- **Para la velocidad angular es necesario determinar a qué velocidad se debe mover el rodillo.**

La velocidad lineal del chocco:

$$76 \text{ segundos en } 0.480 \text{ m} \rightarrow 0.0063 \text{ m/s}$$

$$V = \frac{P * n}{60}$$

Nota. (P) es el paso del rodillo en m, (V) es la velocidad lineal en m/s, (n) es la velocidad de giro del rodillo en Rpm.

$$n = \frac{0.0063 \text{ m / s} * 60}{0.01} = 38.8 \text{ Rpm}$$

Velocidad que debe girar el rodillo es de 38.8 Rpm.

Conocida la velocidad angular se determinar la velocidad radial:

$$38.8 \frac{\text{rev}}{\text{min}} * \frac{2\pi \text{rad}}{1 \text{rev}} * \frac{1 \text{min}}{60 \text{seg}} = 3.97 \frac{\text{rad}}{\text{seg}}$$

Conocida la velocidad:

$$\alpha = \frac{3.97 \frac{\text{rad}}{\text{seg}}}{76 \text{s}}$$

$$\alpha = 0.052 \frac{\text{rad}}{\text{seg}^2}$$

Determinada la aceleración se retoma la ecuación de torque del cilindro:

$$T = I * \alpha$$

$$T = 0.022 \text{ Kgm}^2 * 0.052 \frac{\text{rad}}{\text{seg}^2}$$

$$T = 0.0011 \text{ Nm}$$

Torque total:

$$T_{Total} = T_{desgranar} + T_{cilindro}$$

$$T_{Total} = 2.7 \text{ Nm} + 0.0011 \text{ Nm}$$

$$T_{Total} = 2.7 \text{ Nm}$$

- **Potencia mecánica requerida**

$$P = \omega * T$$

$$P = 3.97 \frac{rad}{seg} * 2.7 Nm$$

$$P = 10.719 W$$

- **Potencia requerida por el motor**

$$P_m = \frac{P_1}{n}$$

Nota. (n) es el rendimiento que es igual a (n_m) es el rendimiento del motor eléctrico multiplicado por (n_r) es igual a 0.9 que viene siendo el rendimiento caja reductora.

$$P_m = \frac{10.719 W}{0.9 * 0.9}$$

$$P_m = 13.23 Watts$$

- **Selección del motor**

Mediante el catálogo Sew Euro Drive se seleccionará el siguiente motor.

Tabla XXVI

Características del motor eléctrico Sew Euro Drive

Marca	Sew Euro Drive
Velocidad de salida	78 Rpm
Par de salida	20 Nm

Potencia	0.37 Kw
Tensión del motor	220 V
Frecuencia	50 Hz

Nota. Características técnicas del motor eléctrico

Eje para el rodillo removedor

El eje motriz es el encargado en mover el tornillo desgranador y a su vez estará acoplado con el sistema de transmisión de correa polea por lo tanto transmitirá el torque necesario para desgranar, dicho torque se calculó anteriormente.



Fig. 23. Eje del rallador removedor

Para determinar el diámetro mínimo del eje que podrá usarse es necesario conocer el momento flector máximo producido al momento de desgranar debido a los puntos de apoyo (Chumacera) del eje.

A continuación, se presenta un esquema de fuerza aplicada.

- Esquema de fuerzas

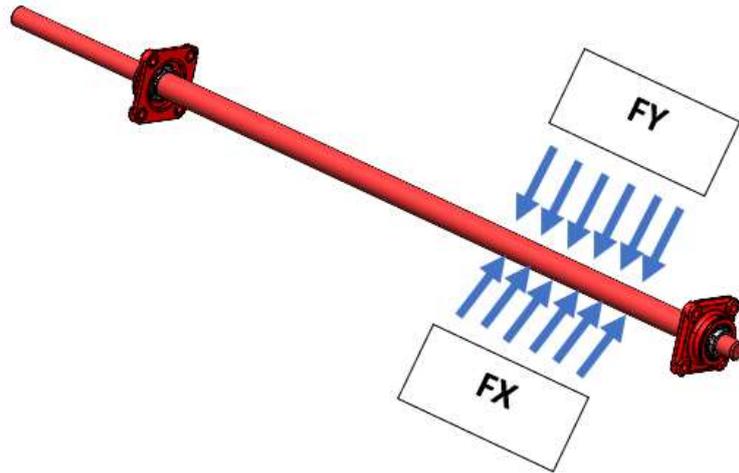


Fig. 24. Esquema de fuerzas en XY

$$F_y = 36N + 39.7 N = 75.7 N$$

$$F_x = 36 N$$

- **Diagrama de fuerza para el eje XZ**

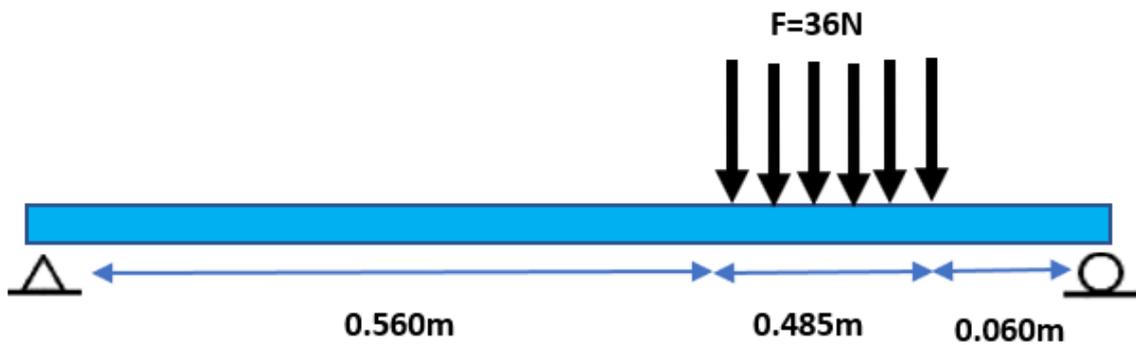


Fig. 25. Diagrama de fuerza en XZ

- **Diagrama de momentos**

Para realizar el diagrama de momentos se utilizó Software de Análisis y Diseño Estructural SkyCiv Engineering.

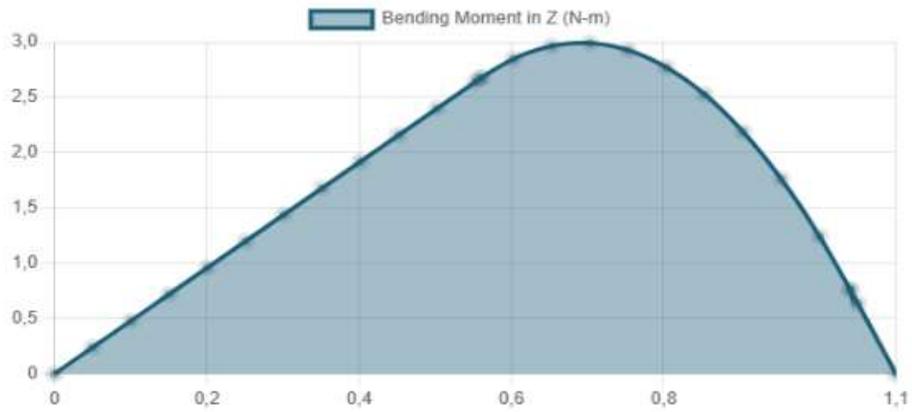


Fig. 26. Diagrama del momento flector en Z

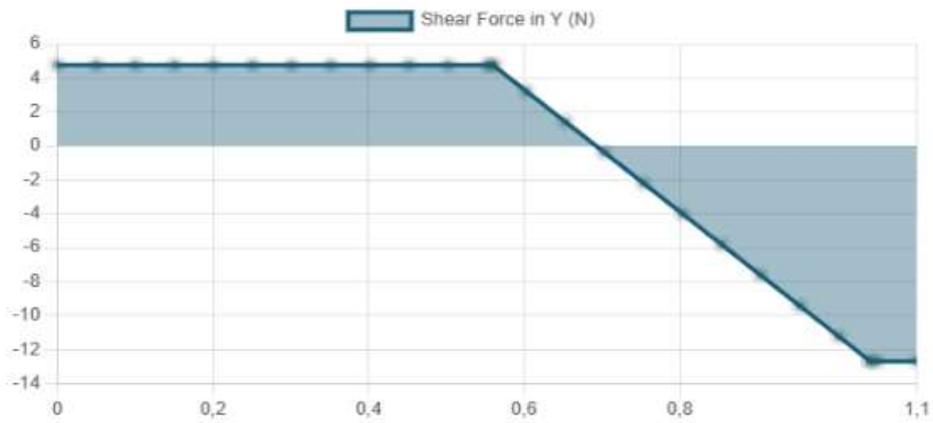


Fig. 27. Diagrama de la fuerza cortante en Y

Tabla XXVII

Resultados de reacciones

Distancia	y
0 m	4.78 N
1.1058 m	12.68 N

Tabla XXVIII

Resultado de momento Máximo

Resultado	Max
Momento	2.992 Nm

- Diagrama de fuerza para el eje YZ

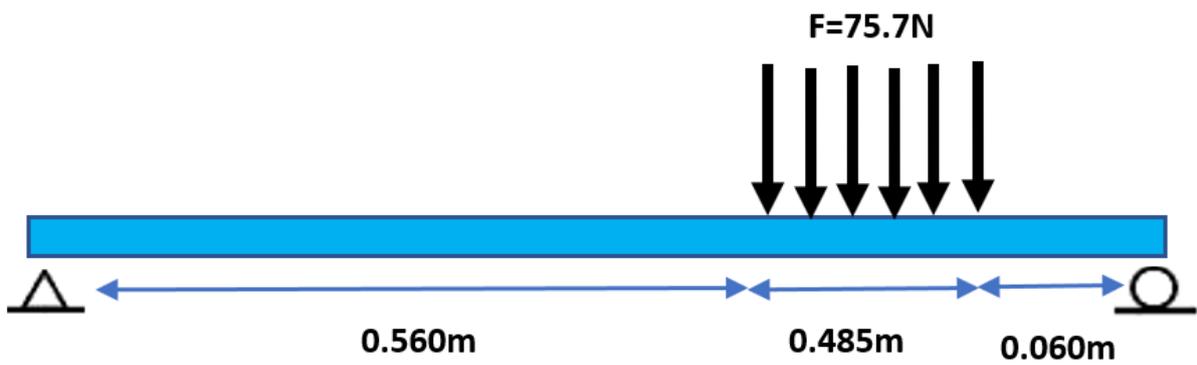


Fig. 28. Diagrama de fuerza en YZ

- Diagrama de momento

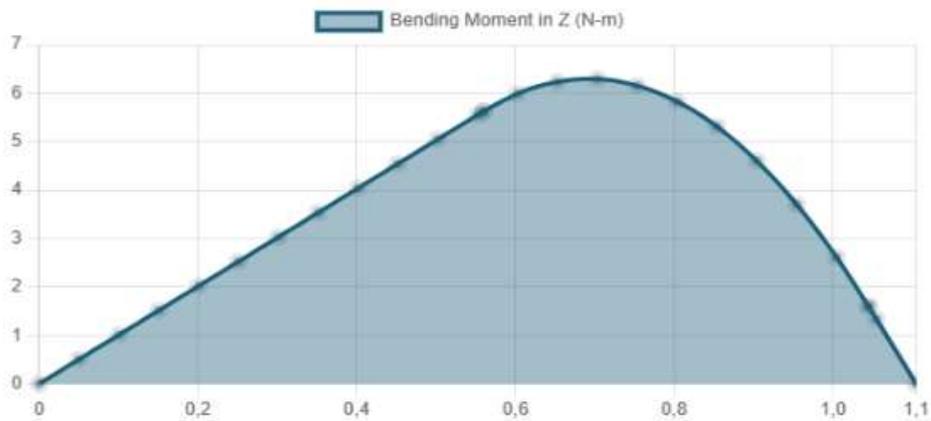


Fig. 29. Diagrama del momento flector en Z

- Diagrama de Corte

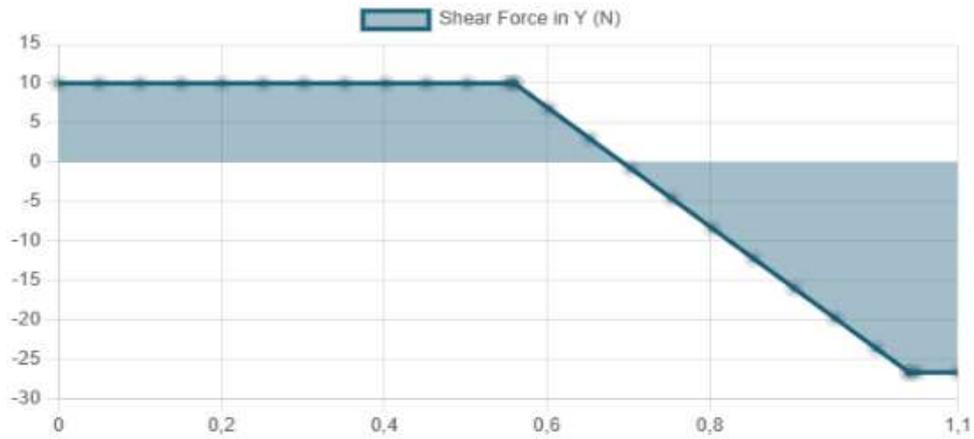


Fig. 30. Diagrama de la fuerza cortante en Y

Tabla XXIX

Resultados de reacciones

Distancia	y
0m	10.051 N
1.1058m	26.663 N

Tabla XXX

Resultado de momento Máximo

Resultado	Max
Momento	6.27 Nm

- **Cálculo del momento máximo total**

$$M_{max} = \sqrt{M_{yZ}^2 + M_{xZ}^2}$$

$$M_{max} = \sqrt{6.27 \text{ Nm}^2 + 2.99^2} = 6.9464 \text{ Nm}$$

Una vez que se ha identificado el punto máximo en el tiempo, se llevará a cabo la determinación del diámetro mínimo necesario mediante la aplicación de la teoría de falla, utilizando los siguientes parámetros como referencia:

$$\text{Torque: } 2.7 \text{ Nm}$$

$$\text{Momento Máximo: } 6.9464 \text{ Nm}$$

Para el eje se escogerá un material SAE 1020 con las siguientes especificaciones:

Tabla XXXI

Propiedades físicas del SAE 1020

Propiedades generales	Valores
Módulo de young	3,6 Gpa
Límite elástico	205 Mpa
Esfuerzo máximo	380 Mpa

Nota. Propiedades generales del acero SAE 1020 [38].

- **Cálculo de diámetro mínimo de eje según las fórmulas del R. Mott.**

$$\delta = \frac{32M}{\pi d^3} \quad \tau = \frac{16T}{\pi d^3}$$

Nota. (M) es el momento máximo, (d) diámetro, (T) es torque.

Sustituyendo se tiene como resultado 2 las ecuaciones que involucran al diámetro:

$$\delta = \frac{32(6.94 \text{ Nm})}{\pi d^3} \quad \tau = \frac{16(2.7 \text{ Nm})}{\pi d^3}$$

$$\delta = \frac{70.69 \text{ Nm}}{d^3} \quad \tau = \frac{13.75 \text{ Nm}}{d^3}$$

Asumiendo un factor de seguridad 2.

$$\delta = \frac{S_y}{F_s} \text{ Sabiendo que } S_y \text{ es } 205 \text{ Mpa}$$

$$\delta = \frac{205 \text{ Mpa}}{2}$$

$$\delta = 102.5 \text{ Mpa} = 102.5 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Dicho lo anterior, se aplica la ecuación del cálculo de eje por teoría de falla.

$$\delta_{eq} = \sqrt{\left(\frac{70.69 \text{ Nm}}{d^3}\right)^2 + 3\left(\frac{13.75 \text{ N} \cdot \text{m}}{d^3}\right)^2} = 102.5 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$\sqrt{\frac{4984.36}{d^6} + \frac{567.18}{d^6}} = 102.5 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$\frac{4984.36}{d^6} + \frac{567.18}{d^6} = \left(102.5 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}\right)^2$$

$$\frac{5551.54}{d^6} = 1.05 \times 10^{16} \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$d^6 = \frac{5551.54}{1.05 \times 10^{16} \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}$$

$$d = \sqrt[6]{5.28 \times 10^{-13}}$$

$$d = 0.009 \text{ m} = 9 \text{ mm}$$

Se seleccionará un eje mínimo con un diámetro de 9 mm con fines de cálculo; sin embargo, para elegir un diámetro comercial, se optará por un diámetro de 25 mm.

Cálculo de chaveta para el eje

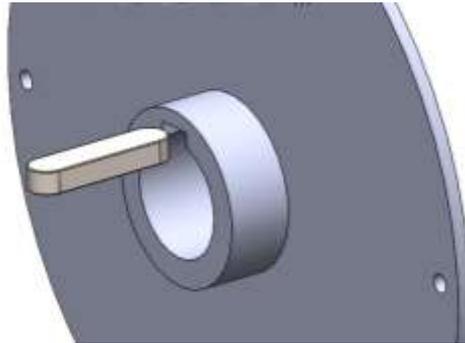


Fig. 31. Chaveta

La chaveta deberá dimensionarse de manera que pueda transmitir el mismo momento o par de torsión que el eje correspondiente.

Por ello, la longitud de dicha chaveta deberá ser, como mínimo, igual a 1.5 veces el diámetro del eje. Los chaveteros de eje y rueda se deben diseñar con bordes redondeados para evitar la formación de concentradores de tensión que provoque grietas y posteriores roturas. Para diseñar una chaveta para un eje de 25 mm de diámetro, torque 2.7 Nm y material ASTM A 36, debes seguir los siguientes pasos:

Elegir el tipo y tamaño de la chaveta según la norma DIN 6885/1. En este caso, puedes usar una chaveta paralela de 8x7 mm.

- Aplicación de criterio de presión superficial

$$P = \frac{Mt}{d * b * l}$$

Nota. (P) es la presión en Mpa, (Mt) es el torque en Nm, (d) es el diámetro del eje en m, (b) es el ancho de la chaveta en m, (l) es la longitud en m.

La longitud mínima debe ser 1.5 veces el diámetro del eje, es decir, 37.5 mm o 0.0375 m.

$$P = \frac{2.7 \text{ Nm}}{0.025 \text{ m} * 0.008 \text{ m} * 0.0375 \text{ m}}$$

$$P = 0.36 \text{ MPa}$$

Calcular la altura de la chaveta según el criterio de cizallamiento. La tensión de cizallamiento máxima admisible en el material es de 124 MPa. La fórmula para la tensión de cizallamiento es:

$$\tau = \frac{2 * Mt}{d * h * l}$$

Nota. (τ) es la tensión en cizallamiento Mpa, (h) es la altura de la chavetera en m.

$$\tau = \frac{2 * 2.7 \text{ Nm}}{0.025 \text{ m} * 0.007 * 0.0375}$$

$$\tau = 0.822 \text{ MPa}$$

Selección de rodamientos

Anteriormente se determinó el cortante generado en los apoyos que está situado en los soportes de los rodamientos, la cortante máxima de los 2 apoyos tiene un valor de 28N, el cual está situado en lado izquierdo.

A continuación, se expone el cálculo correspondiente a la carga equivalente, detallando el procedimiento extraído del catálogo SKF.

$$f = V(X)F_{rx} + (Y)F_{Ay}$$

Nota. (f) es la carga equivalente, (V) es el factor de rotación que viene siendo ($V=1$, si anillo interior gira), (F_{rx}) es la carga radial, (F_{Ay}) es la carga axial.

Para calcular la carga axial generada a partir de la carga radial, se empleará la siguiente fórmula:

$$F_{Axial} = \frac{0.47(F_{Radial})}{K}$$

Nota. (K) es el coeficiente de carga entre las capacidades de carga radial y axial $K = 1$ para cojinetes radiales.

$$F_{Axial} = \frac{0.47(28 N)}{1}$$

$$F_{Axial} = 13.16 N$$

A continuación, elegimos los datos XY de la tabla que contiene información simplificada sobre cojinetes radiales y axiales. Optamos por un rodamiento de contacto radial.

Tabla XXXII

Cojinetes radiales y auxiliares simplificados

Tipo de rodamiento	X1	Y1	X2	Y2
De contacto radial	1	0	0.50	1.4
De contacto angular suave	1	1.25	0.45	1.2
De contacto angular fuerte	1	0.75	0.4	0.75
De doble fila	1	0.75	0.63	1.25

Nota. Valores en XY de acuerdo al tipo de rodamientos

$$f = VXF_{rx} + YF_{Ay}$$

Al reemplazar los valores dentro de la fórmula de carga equivalente X1 e Y1:

$$f = 1 * 1 * 28 + 0 * 13.16 N$$

$$f = 28$$

Al reemplazar los valores dentro de la fórmula de carga equivalente X2 e Y2:

$$f = 0.50 * 1 * 28 + 1.4 * 13.16N$$

$$f = 32.424 N$$

Se elige la carga con mayor valor el cual es de 32.424 N.

Al reemplazar los valores dentro de la fórmula de carga equivalente X1 Y1:

$$f = 1 * 1 * 28 + 0 * 13.16 N$$

$$f = 28$$

Al reemplazar los valores dentro de la fórmula de carga equivalente X2 Y2:

$$f = 0.50 * 1 * 28 + 1.4 * 13.16 N$$

$$f = 32.424 N$$

Se elige la carga con mayor valor el cual es de 32.424 N.

- **Cálculo de carga Base**

$$L = \left(\frac{C}{F}\right)^P$$

Nota. (L) es la duración nominal expresada en millones de revoluciones, (C) es la capacidad de carga base, (F) es la carga equivalente, (P) es el factor de rodamiento, donde se selecciona 3 para rodamientos radiales.

Para determinar L utilizamos la tabla valores de duración operativa de las distintas categorías de máquinas y optamos por un funcionamiento corto o discontinuo, generando los siguientes períodos de utilización: $H = 300-3000$ horas.

Para establecer la duración estándar, se utiliza la siguiente pauta como punto de referencia:

$$L = 3000 \text{ Hrs} \left(\frac{78 \text{ rev}}{\text{min}}\right) \left(\frac{60 \text{ min}}{\text{hrs}}\right)$$

$$L = 14040000 \text{ rev} = 14.04 * 10^6$$

$$C = \sqrt[p]{L} * F$$

$$C = \sqrt[3]{14.04} * 32.4 \text{ N.}$$

$$C = 78.1629 \text{ N} = 0.078 \text{ kN}$$

En el proceso de escoger el rodamiento, nos apoyamos en la guía interactiva proporcionada por SKF. Al optar por el tipo adecuado, es esencial confirmar que su capacidad de carga dinámica (C0) sea igual o superior al valor previamente identificado durante la fase de diseño para un eje de 25 mm.

Seleccionamos de Skf 61805.

Selección de transmisión correa polea

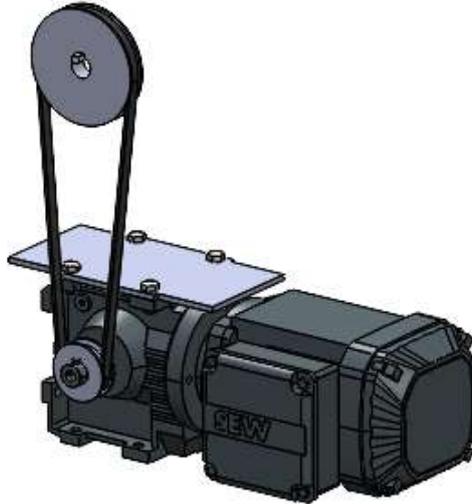


Fig. 32. Sistema de transmisión de potencia

- **Transmisión de correas**

Se tomará una potencia de 0.37 kW.

- **Corrección de potencia transmitida.**

De la tabla de coeficiente de corrección de la polea se puede apreciar los diversos valores para corregir la potencia efectiva, adaptando dichos valores a diversas aplicaciones.

$$P_c = P * K$$

Nota. (P_c) es la potencia corregida, (P) es la potencia generada por el rotor, (K) es el factor de servicio que es igual a 1.0.

$$P_c = 0.37 \text{ kW} * 1.0$$

$$P_c = 0.37 \text{ kW} = 0.4 \text{ Hp}$$

Con esta potencia de diseño (0.37 kW) y las revoluciones con lo que es impulsada la polea motriz (157 RPM) se elige el tipo de banda, lo cual se muestra en la siguiente imagen, correspondiente a correas métricas europeas.

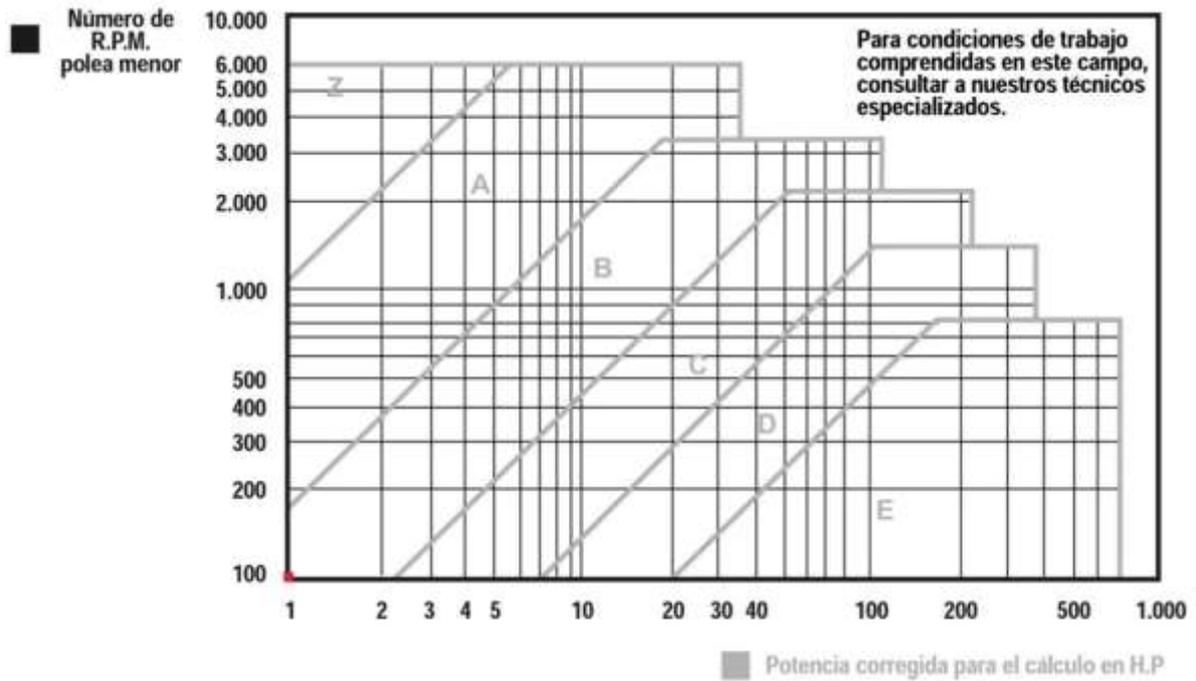


Fig. 33. Gráfica de selección de correa

Nota. Tomado del catálogo DUNLOP

- **Selección de tipo de correa**

Partiendo de la potencia y velocidad del motor se selecciona el tipo de correa para este caso será una correa tipo B.

- **Diámetro de poleas**

Cálculo de relación de transmisión:

$$R = \frac{n_p}{N_p}$$

$$R = \frac{90}{45} = 2.01$$

Partiendo de la relación de transmisión se determinará el diámetro menor de la polea partiendo de un diámetro menor.

$$d_m = 50 \text{ mm}$$

$$R = \frac{D_m}{d_m}$$

$$2.01 = \frac{D_M}{50 \text{ mm}}$$

$$D_m = 100.6 \text{ mm}$$

- **Distancia mínima entre ejes**

Según la experiencia de las compañías fabricantes y con el propósito de mejorar la eficiencia de la transmisión, la distancia mínima entre los ejes de las poleas (E) puede determinarse utilizando las siguientes expresiones:

Si la relación de transmisión R está comprendida entre 1 y 3 se aplica la siguiente ecuación:

$$E \geq \frac{(R + 1) * d}{2} + D$$

$$E \geq \frac{(2.01 + 1) * 50 \text{ mm}}{2} + 100.6 \text{ mm}$$

$$E = 130.7 \text{ mm}$$

Por lo tanto, la distancia mínima es de 103.7 mm, para comodidad del diseño se tomará una relación de 200 mm.

- **Longitud de la correa**

La longitud primitiva de la correa (Lp) de una transmisión se calcula directamente a partir de la siguiente expresión:

$$L_p = 2E + \frac{\pi}{2}(d + D) + \left(\frac{(d - D)^2}{4E}\right)$$

Nota. (E) es la distancia entre ejes de poleas, (d) es el diámetro de la polea menor, (D) es el diámetro de la polea mayor, (Π) es el número pi (3.14159265).

$$L_p = 2(2.01) + \frac{\pi}{2}(50 \text{ mm} + 100.6 \text{ mm}) + \left(\frac{(50 \text{ mm} - 100.6 \text{ mm})^2}{4 * 2.01 \text{ mm}}\right)$$

$$L_p = 559.03 \text{ mm}$$

- Selección de correa comercial

Para una sección B la longitud primitiva mínima existente o comercial es de 771 mm por lo tanto se escogerá este valor quedando de la siguiente forma.

Correa trapezoidal N° 29, sección B, de longitud primitiva nominal $L = 771$ mm.

Con la nueva longitud se determina la nueva distancia entre centro de la siguiente ecuación:

$$771 \text{ mm} = 2(Dc) + \frac{\pi}{2}(50 \text{ mm} + 100.6 \text{ mm}) + \left(\frac{(50 \text{ mm} - 100.6 \text{ mm})^2}{4 * Dc}\right)$$

$$771 \text{ mm} = 2(Dc) + 236.56 \text{ mm} + \frac{625 \text{ mm}}{Dc}$$

$$2(Dc^2) - 534.44 \text{ mm } Dc + 625 \text{ mm} = 0$$

$$Dc = 266.04$$

La distancia entre centro entre ambas poleas debe de ser 266 mm.

- Prestación base de la correa

De acuerdo a la distancia mínima entre ejes de 200 mm, para el factor de corrección de la longitud de la correa se selecciona de la tabla de factor de corrección en función de la longitud de la correa la cual se obtiene la siguiente data: FCL=1.27.

- **Cálculo de velocidad de correa**

Este procedimiento se aplicará para comprobar que la correa no supere el límite permisible para el perfil utilizado el cual es 30m/s para correas en V clásicas.

$$v = \frac{n_1 * \pi * d_1}{60000}$$

Nota. (n_1) es el Rpm de la polea, (d_1) es el diámetro de la polea.

$$v = \frac{157 \text{ rpm} * \pi * 50 \text{ mm}}{60000}$$

$$v = 4.11 \frac{m}{s}$$

- **Cálculo de arco de contacto**

La polea que más influye en el diseño y en la duración efectiva de la correa será aquella que tenga el diámetro más pequeño. Por lo tanto, es esencial tener información acerca del ángulo de contacto específico en esta polea.

La obtención del ángulo de contacto (A) entre la correa y la polea menor se lleva a cabo mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$A = 180 - 57 \frac{(D - d)}{E}$$

Nota. (A) es el ángulo de contacto sobre la polea menor en grados, (D) es el diámetro de la polea mayor, (d) es el diámetro de la polea menor, (E) es la distancia entre ejes de poleas.

Sustituyendo para poleas AB:

$$A = 180 - 57 \frac{(100.6 - 50 \text{ mm})}{266 \text{ mm}}$$

$$A = 169.15^\circ$$

Se selecciona de acuerdo al ángulo obtenido, ubicando en la tabla de factor de corrección del arco de contacto (FCA=0.98).

- Prestación base de la correa

Para obtener la prestación base de la correa se consulta en el catálogo del fabricante, que brindan en dichas tablas, junto con el diámetro menor de polea y revoluciones de giro se obtienen la prestación base en Hp y la prestación por relación de transmisión.

Prestación por diámetro menor: 0.57 Hp

Prestación por relación de transmisión: 0 Hp

Prestación total: 0.57 Hp

- Potencia efectiva por correa

A continuación, se determina la potencia efectiva por correa:

$$P_e = P_b * F_{cl} * F_{ca}$$

$$P_e = 0.57 * 1.27 * 0.98 = 0.70$$

- Cálculo de número de correas

El número de correas de correas requeridas se determina mediante la siguiente fórmula:

$$N_{Correas} = \frac{P_c}{P_e}$$

$$N_{Correas} = \frac{0.49}{0.70} = 0.7 = 1 \text{ Correa}$$

Como resultado final obtenido de los cálculos anteriores son los siguientes.

Correa trapezoidal N°29 Sección B L=771 mm

Polea menor: 50 mm

Polea mayor: 100.6 mm

Número de correas: 1

Diseño sistema de amortiguación

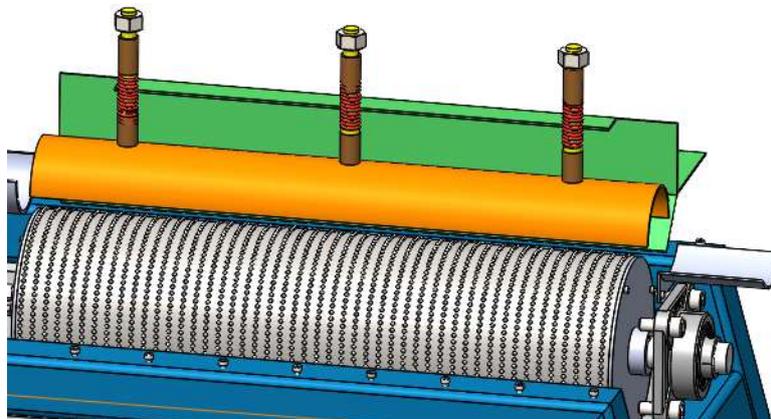


Fig. 34. Amortiguadores

Datos:

Diámetro interno del resorte: 12 mm.

Carga máxima a soportar: La carga total generada es de 36 N, cada resorte deberá de soportar 12 N se elegirá un factor de seguridad de 1.5 quedando así la carga en: 18 N=1.8 kg.

Longitud libre: 40 mm

De acuerdo a la longitud se identifica y selecciona los resortes en base del catálogo de Lee Spring para encontrar resortes personalizados según las necesidades.

Se seleccionará un resorte con las siguientes medidas:

Tipo: LC042G07

Diámetro interior: 12.70 mm

Diámetro del alambre: 1.07 mm

Carga aproximada: 4.3 kg

Longitud sin carga: 38.10 mm

Constante K: 0.152 kg/mm

Diseño de tolva

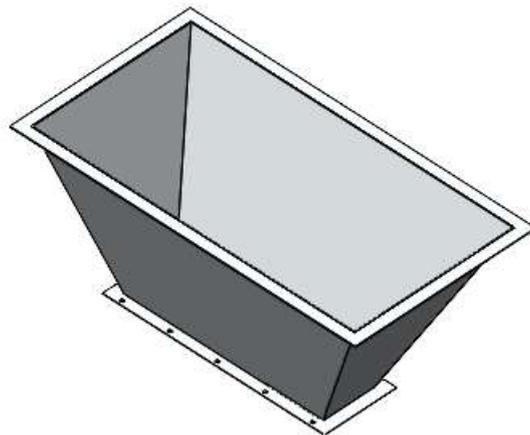


Fig. 35. Tolva

Volumen necesario para ocupar 50 kg de choclo sin desgranar.

Para obtener 50 kg se necesitan alrededor de 194 choclos.

Un choclo pesa 398 gr esto quiere decir que:

$$194 \text{ choclo} = 77.2 \text{ kg}$$

Aplicando la ecuación de densidad:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$1170 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{77.2 \text{ kg}}{v} \rightarrow v = 0.065 \text{ m}^3$$

Volumen de pirámide truncada:

$$Ab = 0.150\text{m} * 0.50 \text{ m}$$

$$AB = 0.460 * 0.8 \text{ m}$$

$$h = A \text{ determinar}$$

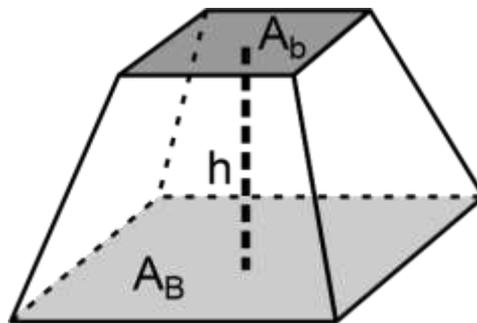


Fig. 36. Volumen de un tronco de pirámide

$$V = \frac{h}{3} * (Ab + AB + \sqrt{Ab * AB})$$

$$V = \frac{h}{3} * (0.075 + 0.37 + \sqrt{0.075 * 0.37})$$

$$0.065 \text{ m}^3 = h * 0.20 \rightarrow 0.325 \text{ m}$$

- Material a utilizar para la tolva

El material escogido consiste en una lámina fabricada en acero inoxidable del tipo AISI 304, cuyas propiedades las posee el software SolidWorks.

- **Cálculo del espesor de las paredes de la tolva**

Se determina el espesor de la lámina mediante el cálculo de los momentos generados por la carga del material sobre las paredes. Considerando las propiedades del acero elegido, se realiza un cálculo para determinar el espesor mínimo requerido que pueda resistir estas fuerzas.

Momento flector máximo

Es crucial comprender el valor máximo del momento flector al que están expuestas las placas de la tolva, específicamente la placa de mayor tamaño, ya que es en esta donde se experimentará el momento más significativo; suponiendo el momento flector máximo para placas con bordes simplemente apoyados o bordes fijos, viene dado por la siguiente expresión:

$$M_{max} = \varphi * p * a_{eq}^2 * b_{eq}$$

Nota. (a_{eq}/b_{eq}) son las dimensiones más corta y más larga de la pared de la tolva, (p) Es la presión normal, (φ) es la relación de lados tabulados experimentalmente ver (tabla).

Tabla XXXIII

Lados tabulados experimentalmente de las superficies de la tolva

a_{eq}/b_{eq}	1.0	1.25	1.5	1.75	2.0	>2.5
φ	0.0513	0.0665	0.0757	0.0817	0.0829	0.0833

Nota. Sistemas Estructurales (ITEA), Instituto Técnico de la Estructura del Acero. Tomo 19, lección 19.2

Se procede a determinar la Relación b_{eq}/a_{eq} para encontrar el valor de φ , se tiene que:

$$\frac{b_{eq}}{a_{eq}} = \frac{0.750 \text{ m}}{0.368 \text{ m}} = 2.03$$

De los datos se tiene que $\varphi = 0.0829$

Para la presión se determinará como

$$P = \frac{F}{A} = \frac{800 \text{ N}}{0.145 \text{ m} * 0.368 \text{ m}} = 14992.50 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$M_{maxt} = \varphi * p * a_{eq}^2 * b_{eq}$$

$$M_{maxt} = 0.0829 * 14992.50 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} * (0.368 \text{ m})^2 * 0.750 \text{ m}$$

$$M_{maxt} = 126.24 \text{ N} * \text{m}$$

- Cálculo de espesor

La determinación del espesor de las láminas de la tolva se basará en la lámina de mayor dimensión, como se ha indicado anteriormente. Esto se debe a que los esfuerzos están influenciados por el área en la que se aplica la fuerza. Ahora, con la información previa, tenemos conocimiento del momento que actúa sobre las láminas del acero seleccionado para la construcción.

$$e^2 = \frac{6 * M_{maxt}}{\sigma_{fmat}}$$

Nota. (e) espesor a determinar, (σ_{fmat}) es la resistencia a la flexión del material 235 MPa

$$F_s = 2 \rightarrow \sigma_{fmat} = 117.5 \text{ MPa}$$

$$e^2 = \frac{6 * 126.24 \text{ N} * \text{m}}{117.5 * 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}$$

$$e = \sqrt{6.45 * 10^{-6}}$$

$$e = 2.54 * 10^{-3} \rightarrow e = 3 \text{ mm}$$

Se empleará un espesor de 3 mm, que es el mínimo recomendado para este caso.

Diseño de estructura de soporte

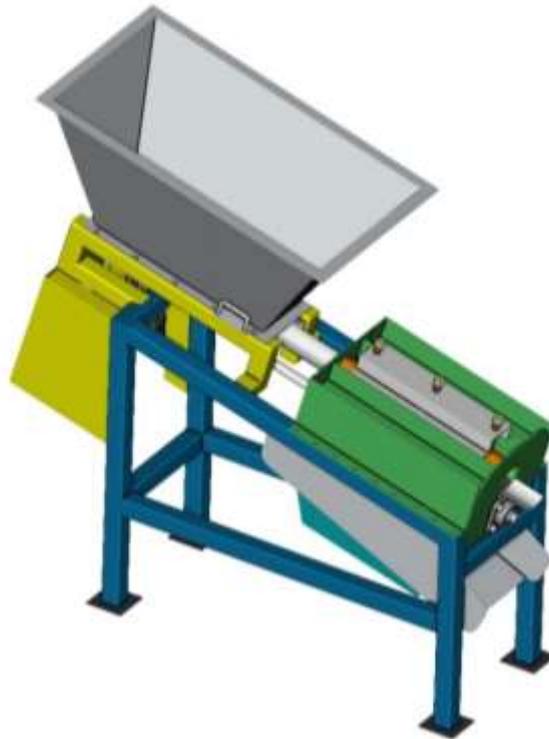


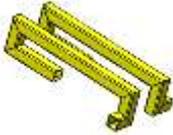
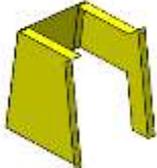
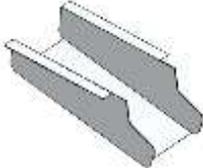
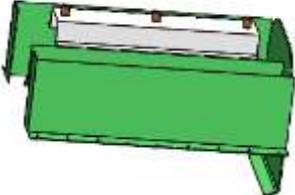
Fig. 37. Estructura de la máquina de remoción de granos de maíz verde.

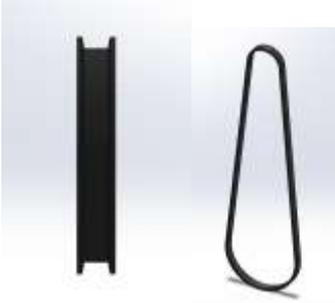
- Peso de componentes

Tabla XXXIV

Lista de los componentes de la máquina

Componente	Descripción	Peso
	Tolva	17.49 kg

	<p>Estructura de soporte tolva</p>	<p>9.5 kg</p>
	<p>Guarda motor</p>	<p>5.46 kg</p>
	<p>Motor</p>	<p>13 kg</p>
	<p>Tolva de descarga</p>	<p>9.7 kg</p>
	<p>Sistema de amortiguación</p>	<p>10.86 kg</p>
	<p>Sistema de remoción</p>	<p>3.97 kg</p>

	Sistema de eje	5.54 kg
	Sistema de traslado de mazorca	1.66 kg
	Poleas y correa	0.93 kg
Otros		2 kg

Total: 80.1 kg

Agregando carga viva: 77.2 kg

Total: 157.3 kg

Selección de perfil para la estructura

- Diagrama de fuerzas

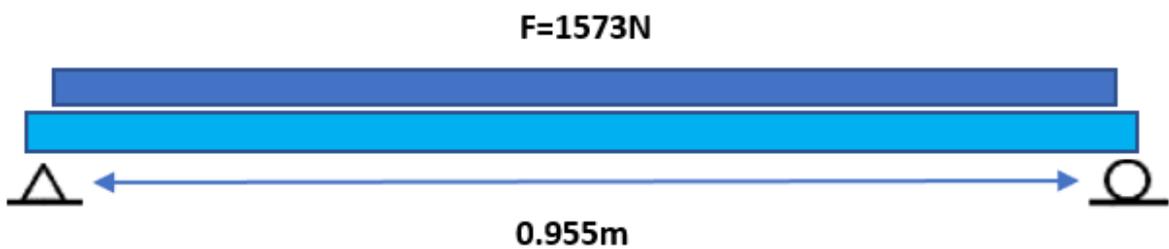


Fig. 38. Diagrama de fuerzas de la estructura

Nota. Elaboración Propia



Fig. 39. Diagrama de fuerzas

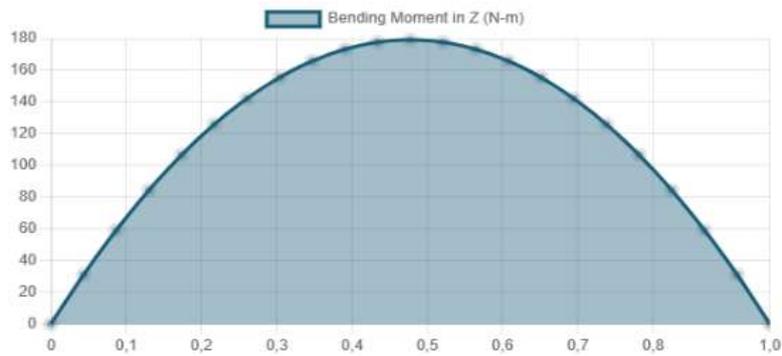


Fig. 40. Diagrama de momentos en Z

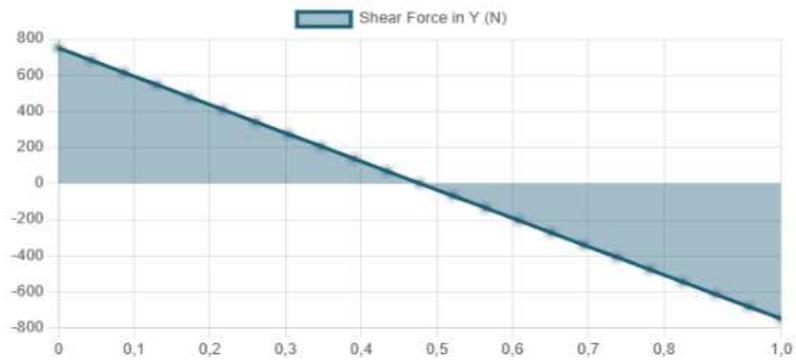


Fig. 41. Diagrama de la fuerza cortante en Y

Tabla XXXV

Resultados de reacciones

Distancia	y
0 m	751.107 N
1.1058 m	751.107 N

Tabla XXXVI

Resultado de momento Máximo

Resultado	Max
Momento	179.327 Nm

Para los perfiles se seleccionará un acero ASTM A36 el cual tiene las siguientes propiedades.

Tabla XXXVII

Propiedades del ASTM A36

Esfuerzo de fluencia	Esfuerzo de tracción	Elongación
Mpa	Mpa	%
250	400	20

Nota. Ficha técnica plancha laminada ASTM A-36. Tomado de Aceros Arequipa.

- **Esfuerzo admisible**

Se aplicará un factor de seguridad de 2.

Para flexión

$$\sigma_{adm(t)} = \frac{250 \text{ Mpa}}{2} \rightarrow \sigma_{adm(t)} = 125 \text{ MPa}$$

Para calcular el esfuerzo de flexión, se emplea la siguiente fórmula:

$$\sigma_{Flexion} = \frac{M_{MAX} * c}{I}$$

Nota. ($\sigma_{Flexion}$) es el esfuerzo de trabajo, (c) es el centro de gravedad al punto más alejado, (I) es la inercia.

C/I se puede expresar como módulo de sección, por lo tanto se determinara el módulo de sección mínimo partiendo del esfuerzo admisible y el momento máximo.

$$\sigma_{Flexion} = \frac{M_{MAX}}{S_w}$$

$$S_w = \frac{179.327 \text{ Nm}}{125 * 10^6 \text{ Pa}}$$

$$S_w = 1.43 * 10^{-6} m^3 = S_w = 1.434 cm^3$$

Con este módulo de sección podrá escogerse de cualquier catálogo estructural un perfil que su módulo de sección supere al valor obtenido. En este caso se ha elegido el catálogo de Acero Arequipa – Tubo ASTM.

De acuerdo a la ficha técnica de perfil estructural cuadrado se tomará un perfil cuadrado de 50 x 50 mm.

Soldadura

Para seleccionar el electrodo adecuado para la unión soldada, es esencial establecer la altura y la configuración del cordón de soldadura. En este proceso, se recurrió a la referencia de Shigley, específicamente a una tabla que presenta diversos escenarios de propiedades flexionantes para soldaduras de filete. En este caso, se optará por el caso número 4 de acuerdo con la información proporcionada en dicha bibliografía.

Para calcular el área de la soldadura será de la siguiente manera:

$$A = 0.707h(2b + d)$$

Nota. (A) es el área de la garganta, (h) es la altura del cordón de soldadura que se aplicará 5mm, ($b; d$) son las dimensiones del perfil un perfil rectangular de 50 mm x 50 mm x 2 mm.

$$A = 0.707h(2b + d)$$

$$A = 0.707(5 mm)(2 * 50 mm + 50 mm)$$

$$A = 530.25 mm^2$$

Una vez que se ha identificado el área, se procede a calcular el segundo momento de inercia, cuyo valor se obtiene de la tabla mencionada anteriormente.

$$I_U = \frac{d^2}{12}(6b + d)$$

$$I_U = \frac{50^2}{12}(6 * 50 + 50 \text{ mm})$$

$$I_U = 72916.66 \text{ mm}^3$$

Entendiendo el valor del segundo momento de inercia, se calcula el momento de inercia correspondiente al área.

$$I = 0.707h(I_U)$$

$$I = 0.707 * 5 \text{ mm}(72916.66 \text{ mm}^3)$$

$$I = 257760.41 \text{ mm}^4$$

Valores de esfuerzo obtenido anteriormente son los siguientes:

Cortante máxima

Magnitud: 847.563 N

Momento máximo

Magnitud: 202.356 Nm

Utilizando la fórmula del esfuerzo cortante primario para la unión soldada:

$$\tau = \frac{V}{A}$$

$$\tau = \frac{847.563 \text{ N}}{530.25 \text{ mm}^2}$$

$$\tau' = 1.59 \text{ MPa}$$

Aplicando la ecuación de esfuerzo secundario para el cordón de soldadura:

$$\tau'' = \frac{MC}{I} = \frac{1.414M}{bdh}$$

$$\tau'' = \frac{1.414(202.356 \text{ Nm})}{0.050 \text{ m} * 0.050 \text{ m} * 0.050 \text{ m}}$$

$$\tau'' = 22.89 \text{ Mpa}$$

Al combinar ambos esfuerzos será posible calcular el esfuerzo cortante máximo al que está sujeto el cordón de soldadura.

$$\tau_{max} = \sqrt{\tau'^2 + \tau''^2}$$

$$\tau_{max} = \sqrt{(22.89 \text{ MPa})^2 + (1.59 \text{ MPa})^2}$$

$$\tau_{max} = 22.92 \text{ MPa}$$

De la figura 42 se encuentran los valores del electrodo.

Número de electrodo AWS*	Resistencia a la tensión, kpsi (MPa)	Resistencia a la fluencia, kpsi (MPa)	Elongación porcentual
E60xx	62 (427)	50 (345)	17-25
E70xx	70 (482)	57 (393)	22
E80xx	80 (551)	67 (462)	19
E90xx	90 (620)	77 (531)	14-17
E100xx	100 (689)	87 (600)	13-16
E120xx	120 (827)	107 (737)	14

Fig. 42. Electrodo AWS.

Nota. Tomado de del libro de Diseño en ingeniería de Shigley

Para la aplicación de la soldadura usaremos un electrodo AWS E60XX.

Evaluación de los componentes estructurales mediante análisis de software CAD-CAE.

Resistencia mecánica del eje principal

- Análisis de elementos finitos

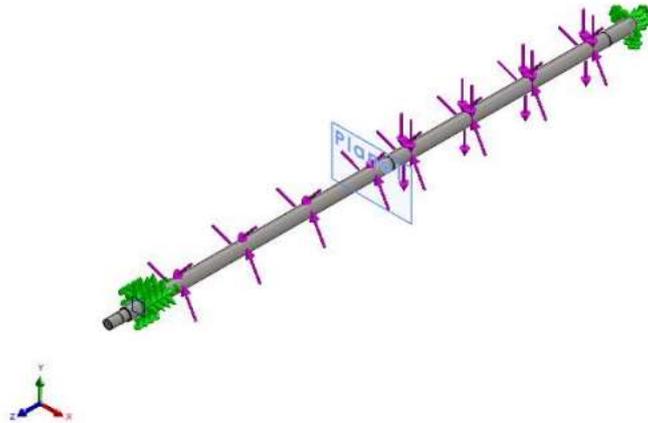


Fig. 43. Eje principal de la máquina

Tabla XXXVIII

Propiedades del eje principal

Propiedades	
Nombre del material	AISI 1020
Tipo de modelo	Isotrópico elástico lineal
Criterio de error predeterminado	Tensión de Von Mises máx.
Límite elástico	3.51571e+08 N/m ²
Límite de tracción	4.20507e+08 N/m ²
Módulo elástico	2e+11 N/m ²

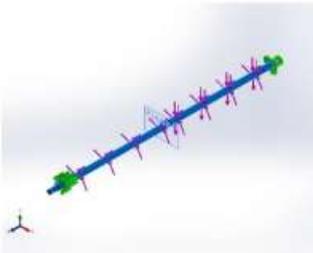
Coeficiente de Poisson	0.29
Densidad	7 950 kg/m ³
Módulo cortante	7.7e+10 N/m ²
Coeficiente de dilatación térmica	1.5e-05 /Kelvin
	

Tabla XXXIX

Fuerzas resultantes aplicadas en el eje principal

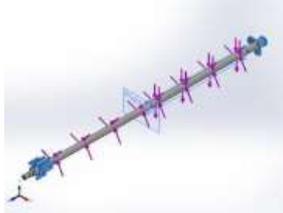
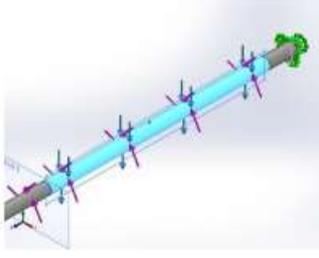
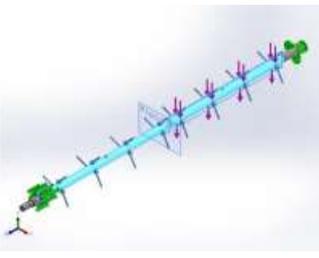
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción (N)	0.00114209	75.7162	-8.79893e-05	75.7162
Momento de reacción (N.m)	0	0	0	0
				

Tabla XL

Cargas aplicadas en el eje principal

Cargas	
Fuerza 1	...;...; -75.7 N
	
Torsión 1	2.7 Nm
	

- **Información de la malla de la parte superior del diseño**

Se presenta la información de las características a detalle sobre la malla de la parte superior que arroja la simulación de la estructura de soporte de la máquina.

Tabla XLI

Tipo de malla - parte superior del eje principal

Información de la malla	
Tipo de malla	Malla sólida
Malladar utilizado	Malla basada en curvatura de combinado

Puntos jacobianos para la malla de alta calidad	16 puntos
Tamaño máximo del elemento	8.28589 mm
Tamaño mínimo del elemento	2.76194 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Número total de nodos	16636
Número total de elementos	9724
Cociente máximo de aspecto	168.28
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	98.2
El porcentaje de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.278
Porcentajes de elementos distorsionados	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss)	00:00:01

- **Análisis de tensiones**

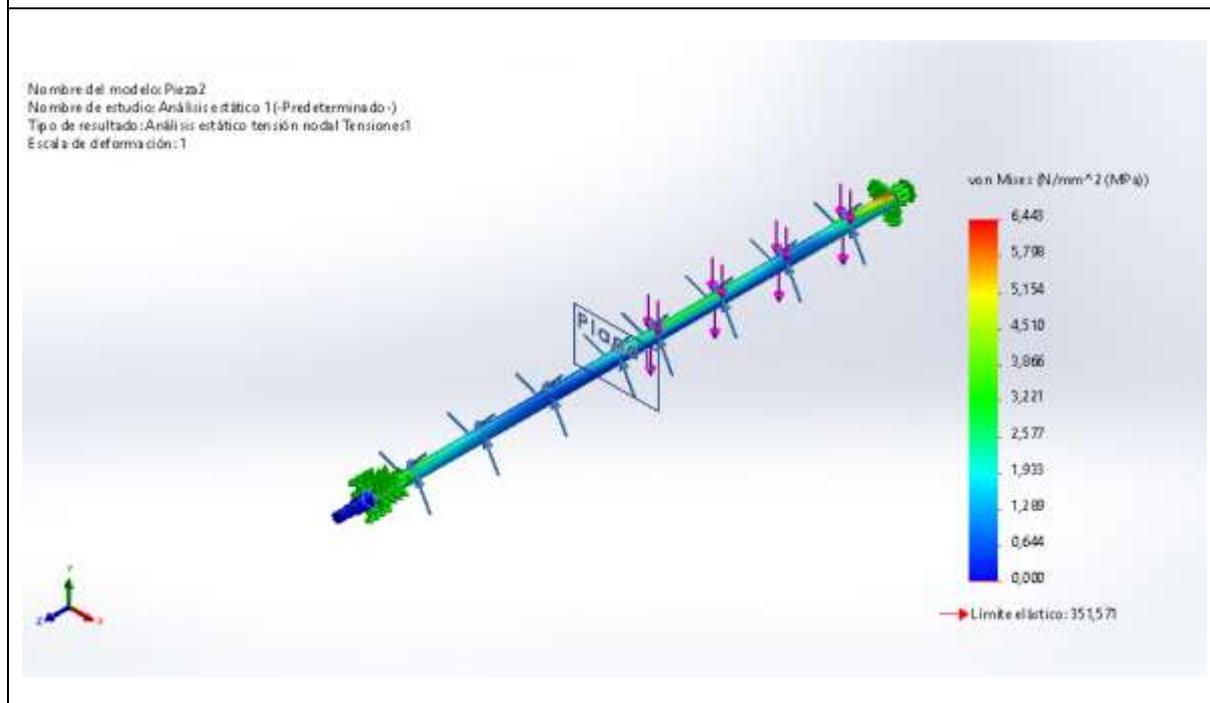
En el análisis de tensiones se puede apreciar el esfuerzo de Von Mises, hallando un valor mínimo de 0,000 N/mm² y un valor máximo de 6.443 N/mm² cómo se puede observar a continuación.

Tabla XLII

Análisis de tensiones del eje principal

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0.000N/mm ² (MPa) Nodo: 15562	6.443N/mm ² (MPa) Nodo: 993

Diseño de estructura de soporte - Análisis estático 1-Tensiones-Tensiones1



- Análisis de desplazamiento

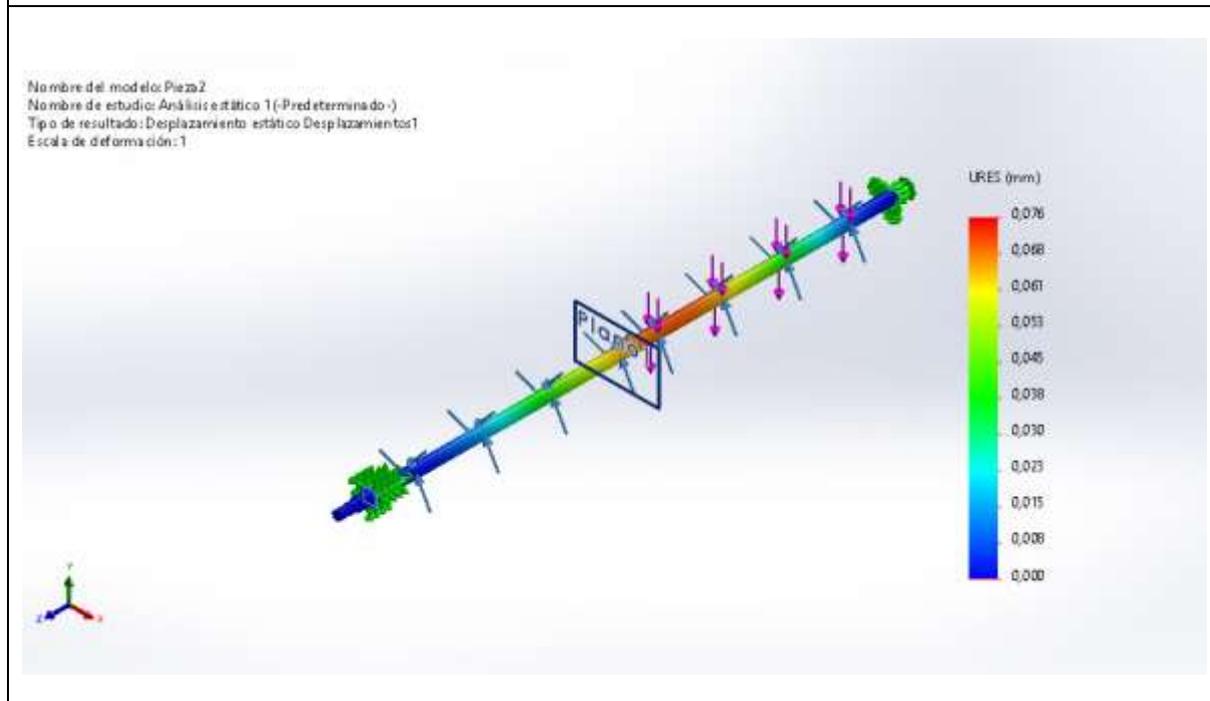
En el análisis de desplazamiento se encontró un desplazamiento mínimo de 0.000 mm y máximo de 0.076 mm como se muestra a continuación.

Tabla XLIII

Análisis de desplazamiento del eje principal

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000mm Nodo: 1	0.076mm Nodo: 10890

**Diseño de estructura de soporte - Análisis estático 1-Desplazamientos-
Desplazamientos1**

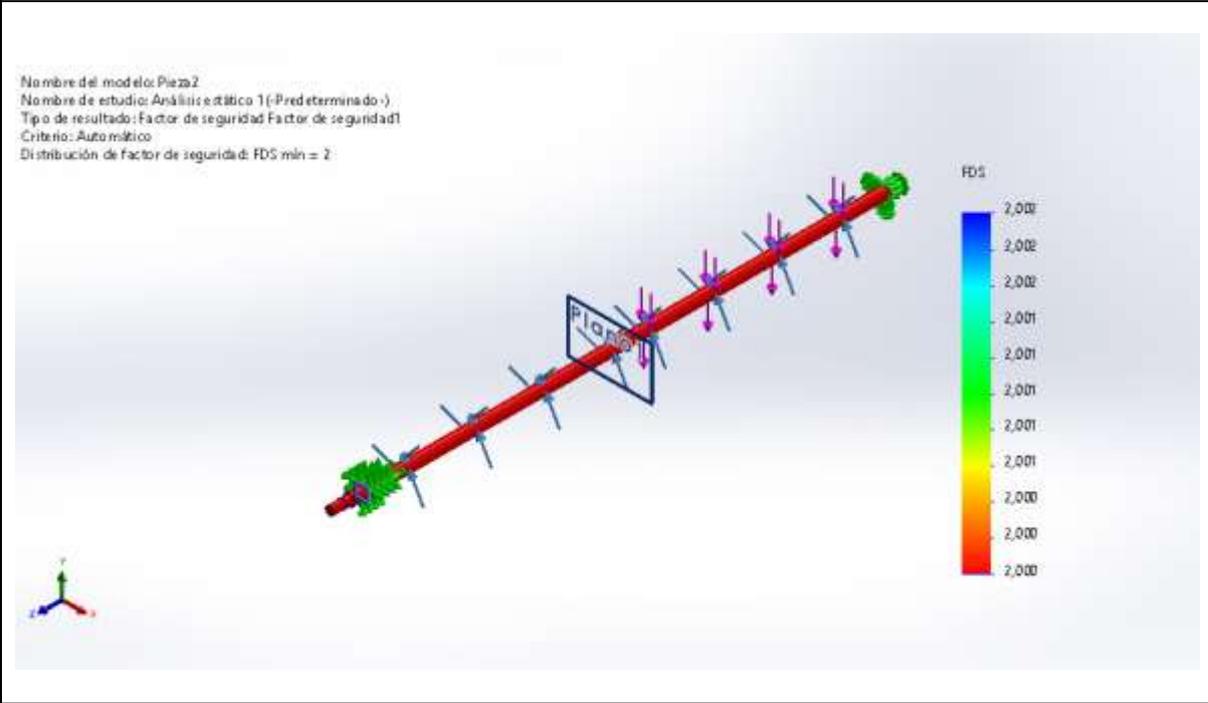


- Análisis de factor de seguridad

En el análisis de FS se encontró un factor de seguridad mínimo de 2 y máximo de 2 como se observa a continuación.

Tabla XLIV

Análisis de factor de seguridad del eje principal

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	2.000 Nodo: 1	2.000 Nodo: 1
Diseño de estructura de soporte - Análisis estático 1-Factor de seguridad-Factor de seguridad1			
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>Nombre del modelo: Pieza2 Nombre de estudio: Análisis estático 1 (-Predeterminado) Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1 Criterio: Automático Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 2</p> </div> <div style="width: 65%; text-align: right;">  </div> </div>			

La finalidad de este estudio consistió en analizar el rendimiento mecánico del eje principal de la máquina bajo una carga aplicada. Con este fin, se empleó la metodología de análisis de elementos finitos, que posibilita la simulación de las condiciones reales del problema y la obtención de los valores de tensión, desplazamiento en cada punto del perfil y un factor de seguridad. Los resultados obtenidos del análisis fueron los siguientes: Una tensión de Von Mises de 6.443 N/mm^2 , un desplazamiento de 0.076 mm y un factor de seguridad mínimo de 2.

Estos resultados señalan que la capacidad de carga aplicada es adecuadamente soportada por el eje de la máquina. La tensión máxima de Von Mises es inferior a la tensión admisible del material, indicando así que la estructura es lo suficientemente resistente. Además, el desplazamiento máximo es insignificante en relación con las dimensiones del perfil, lo que sugiere que la deformación es mínima no afecta la funcionalidad del producto. Por otro lado, el factor de seguridad es aceptable, ya que supera el valor mínimo de 1.2 requerido. Por lo tanto, se puede concluir que el dimensionamiento del eje principal cumple con las especificaciones de diseño y es adecuada para su aplicación.

Resistencia mecánica del cilindro rallador

- **Análisis de elementos finitos**

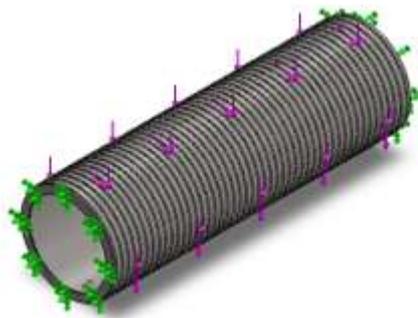


Fig. 44. Rallador

Nota. Elaboración Propia

Tabla XLV

Propiedades del cilindro rallador

Propiedades	
Nombre del material	AISI 304
Tipo de modelo	Isotrópico elástico lineal
Criterio de error predeterminado	Tensión de Von Mises máx.
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
Modulo cortante	7.5e+10 N/m ²
Coefficiente de dilatación térmica	1.8e-05 /Kelvin
	

Tabla XLVI

Fuerzas resultantes del cilindro rallador

Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción (N)	-0.000691075	35.9842	-0.000715009	35.9842
Momento de reacción (N.m)	0	0	0	0



Tabla XLVII

Cargas aplicadas en el rallador

Cargas	
Fuerza 1	-----;-----; -36 N
Torsión 1	2.7 N.m



- **Información de la malla de la parte superior del diseño**

Se presenta la información de las características a detalle sobre la malla de la parte superior que arroja la simulación del cilindro rallador.

Tabla XLVIII

Tipo de malla - parte superior del cilindro rallador

Tipo de malla	Malla sólida
Malladar utilizado	Malla basada en curvatura de combinado
Puntos jacobianos para la malla de alta calidad	16 puntos
Tamaño máximo del elemento	28.0851 mm
Tamaño mínimo del elemento	1.40425 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Número total de nodos	631400
Número total de elementos	310901
Coficiente máximo de aspecto	39.933
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	30.4
El porcentaje de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	11.1
Porcentajes para completar la malla	0

Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss)	00:08:34
---	----------

- Análisis de tensiones

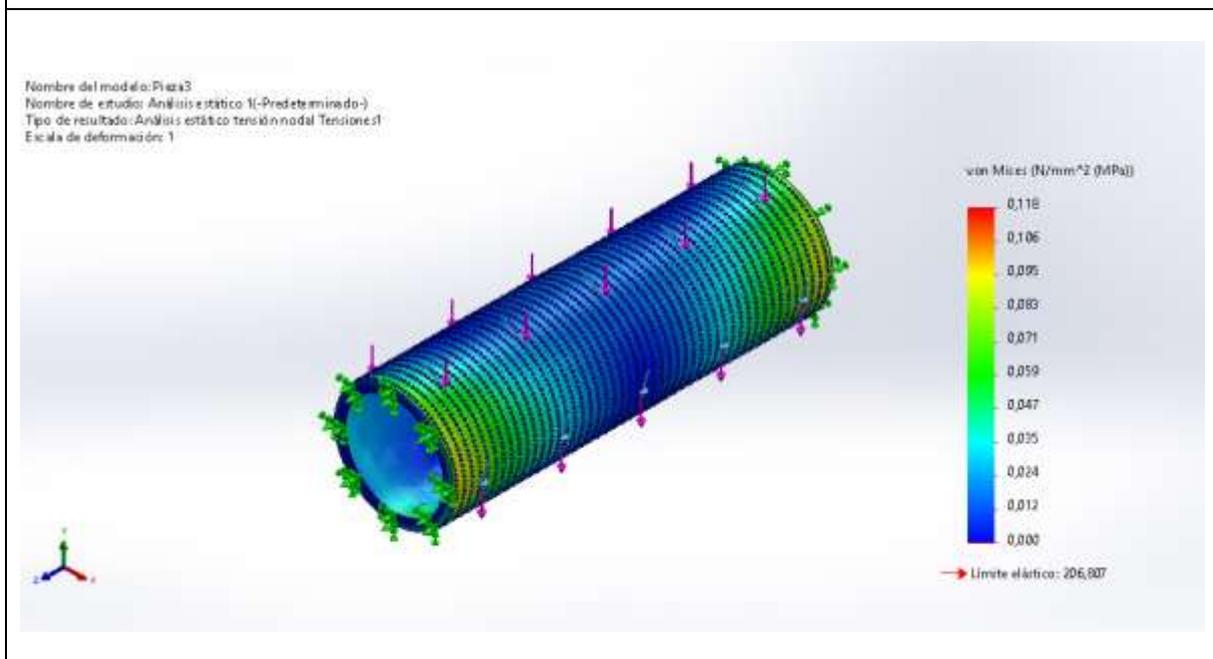
En la evaluación de las tensiones, se observa la determinación del esfuerzo de Von Mises, identificando un valor mínimo de 0.000 N/mm² y un valor máximo de 0.118 N/mm² cómo se puede observar a continuación.

Tabla XLIX

Análisis de tensiones del cilindro rallador

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0,000N/mm ² (MPa) Nodo: 609382	0,118N/mm ² (MPa) Nodo: 47264

Diseño de rallador - Análisis estático 1-Tensiones-Tensiones1



- Análisis de desplazamiento

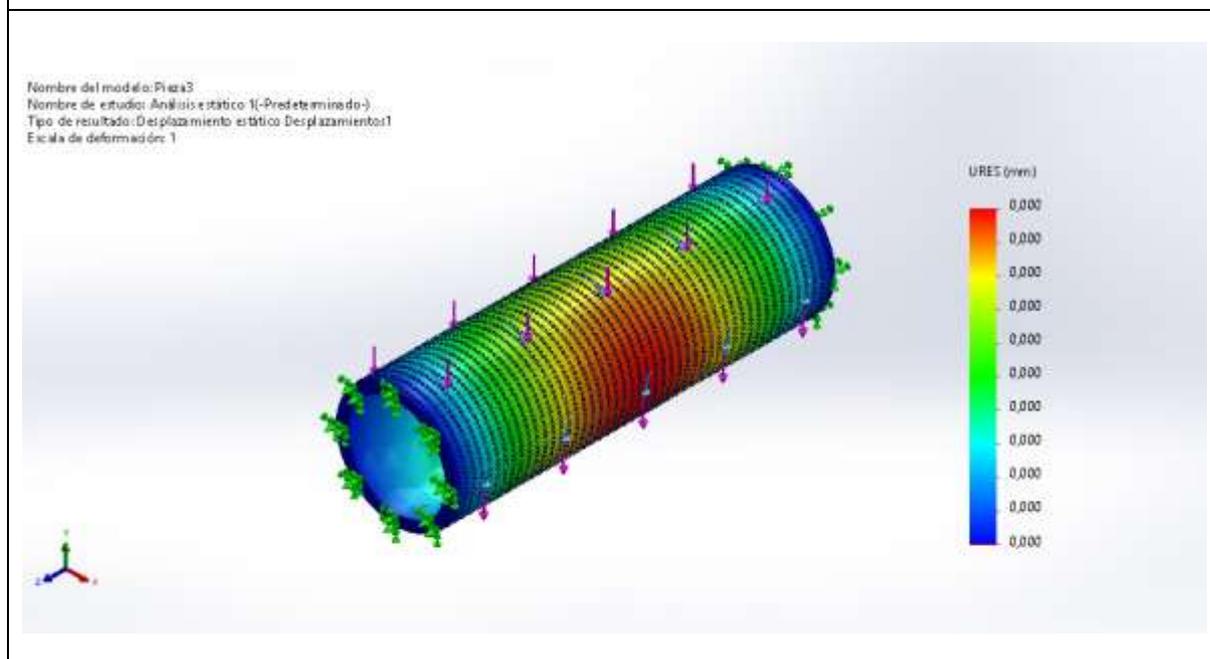
En la evaluación de los movimientos, se identificaron valores mínimos y máximos de desplazamiento de 0.000 mm como se muestra a continuación.

Tabla L

Análisis de desplazamiento del rodillo rallador

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0,000mm Nodo: 4321	0,000mm Nodo: 11072

Diseño de rallador - Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

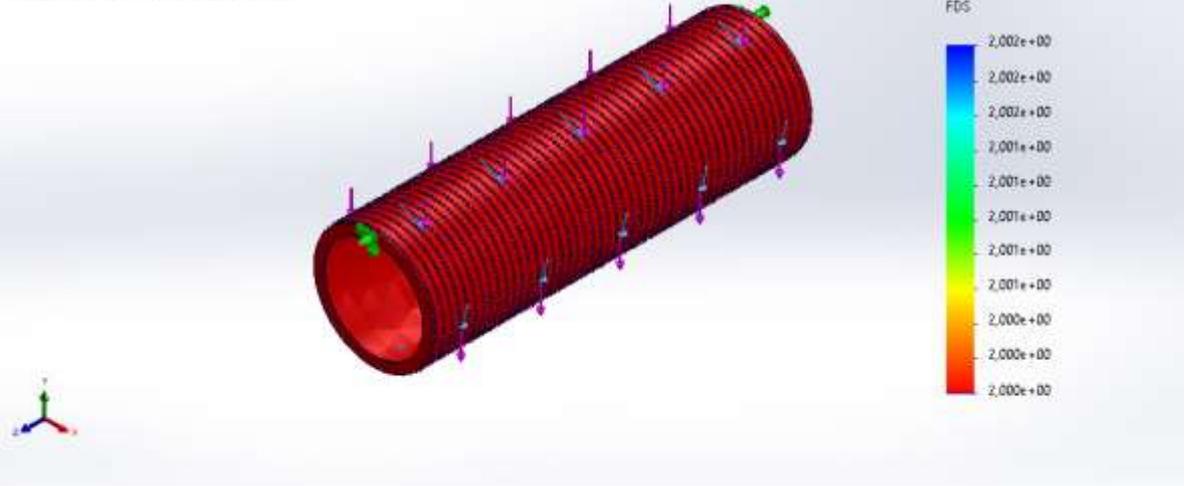


- Análisis de factor de seguridad

En el análisis de FS se encontró un factor de seguridad mínimo de 2 y máximo de 2 como se observa a continuación.

Tabla LI

Análisis de factor de seguridad del cilindro rallador

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	2.000e+00 Nodo: 1	2.000e+00 Nodo: 1
Diseño de estructura de soporte - Análisis estático 1-Factor de seguridad-Factor de seguridad1			
<div data-bbox="209 887 580 976"><p>Nombre del modelo: Pieza3 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-) Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1 Criterio: Automático Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 2</p></div> 			

La finalidad de este estudio consistió en analizar el desempeño mecánico del cilindro desgranador bajo la acción de una carga aplicada. Para llevar a cabo dicho análisis, se empleó la técnica de elementos finitos, la cual posibilita simular las condiciones reales del problema y calcular los valores de tensión y desplazamiento en cada punto del perfil. Los resultados obtenidos de esta evaluación incluyeron una tensión de Von Mises de 0.118 N/mm², un desplazamiento de 0 mm y un factor de seguridad mínimo 2.

En resumen, los resultados indican que el cilindro desgranador está bien diseñado y puede soportar las cargas aplicadas de manera segura, con una baja tensión en el material, sin deformación significativa y con un factor de seguridad mínimo de 2, lo que sugiere un diseño confiable.

Resistencia mecánica de la estructura de soporte

- **Análisis de elementos finitos**



Fig. 45. Estructura de soporte de la máquina

Tabla LII

Propiedades del soporte estructural de la máquina

Propiedades	
Nombre del material	ASTM 36
Tipo de modelo	Isotrópico elástico lineal
Criterio de error predeterminado	Tensión de Von Mises máx.
Límite elástico	2.5e+08 N/m ²
Límite de tracción	4e+08 N/m ²

Módulo elástico	2e+11 N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.26
Densidad	7 850 kg/m ³
Módulo cortante	7.93e+10 N/m ²
	

Tabla LIII

Fuerzas resultantes aplicadas en el soporte de la máquina

Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción (N)	-0.0162925	1 519.43	-470.125	1 573.03
Momento de reacción (N.m)	0	0	0	0
				

Tabla LIV

Cargas aplicadas en el soporte de la máquina

Cargas	
Fuerza 1	1 573 N
	

- **Información de la malla de la parte superior del diseño**

Se presenta la información de las características a detalle sobre la malla de la parte superior que arroja la simulación de la estructura de soporte de la máquina.

Tabla LV

Tipo de malla - parte superior del soporte de la máquina

Información de la malla	
Tipo de malla	Malla sólida
Malladar utilizado	Malla basada en curvatura de combinado
Puntos jacobianos para la malla de alta calidad	16 puntos
Tamaño máximo del elemento	73.6308 mm
Tamaño mínimo del elemento	3.68154 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Número total de nodos	515102

Número total de elementos	255881
Cociente máximo de aspecto	7.308
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	96
El porcentaje de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0
Porcentajes de elementos distorsionados	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss)	00:00:32

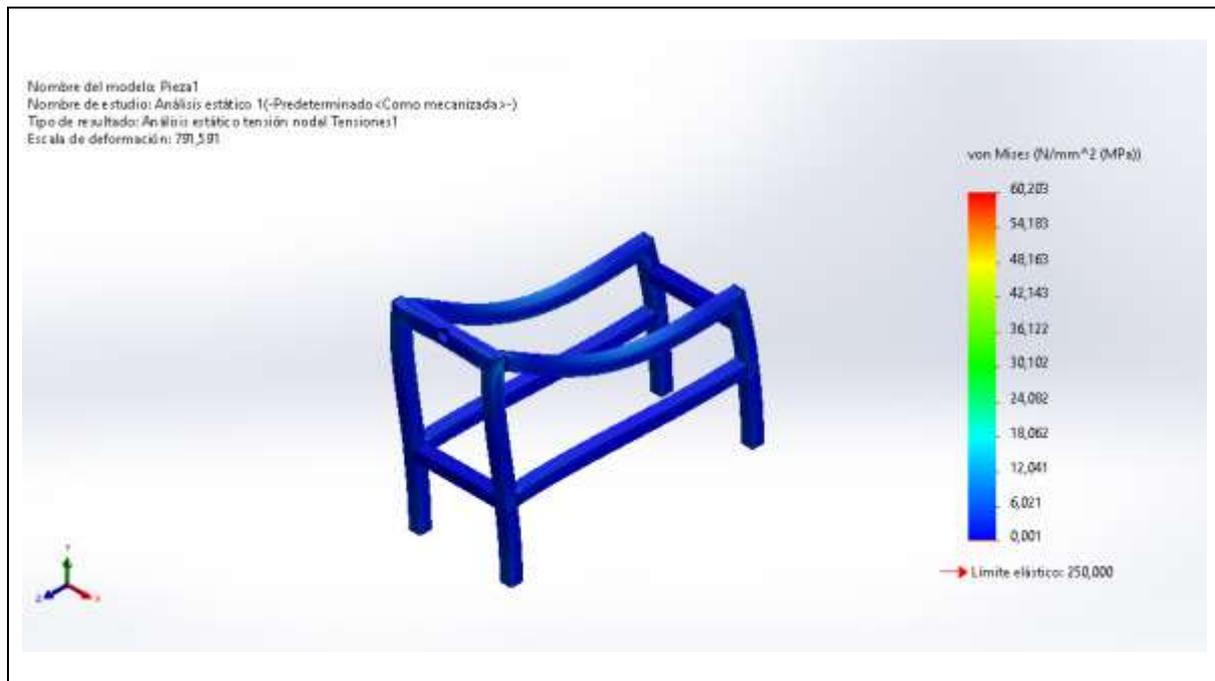
- **Análisis de tensiones**

En el análisis de tensiones se puede apreciar el esfuerzo de Von Mises, hallando un valor mínimo de 0.001 N/mm² y un valor máximo de 60.203 N/mm² cómo se puede observar a continuación.

Tabla LVI

Análisis de tensiones del soporte de la máquina

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0.001N/mm ² (MPa) Nodo: 477283	60.203N/mm ² (MPa) Nodo: 392375
Diseño de estructura de soporte - Análisis estático 1-Tensiones-Tensiones1			



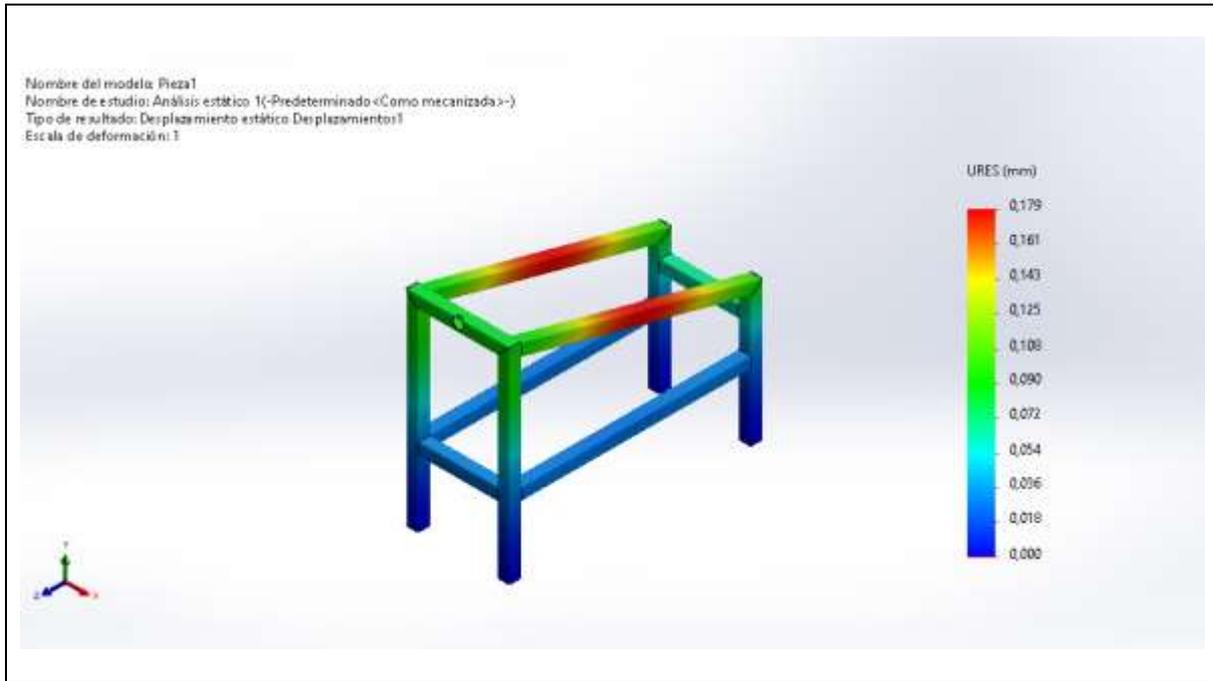
- **Análisis de desplazamiento**

En el análisis de desplazamiento se encontró un desplazamiento mínimo de 0.000 mm y máximo de 0,179 mm como se muestra a continuación.

Tabla LVII

Análisis de desplazamiento del soporte de la máquina

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000mm Nodo: 87516	0.179mm Nodo: 343965
Diseño de estructura de soporte - Análisis estático 1-Desplazamientos- Desplazamientos1			



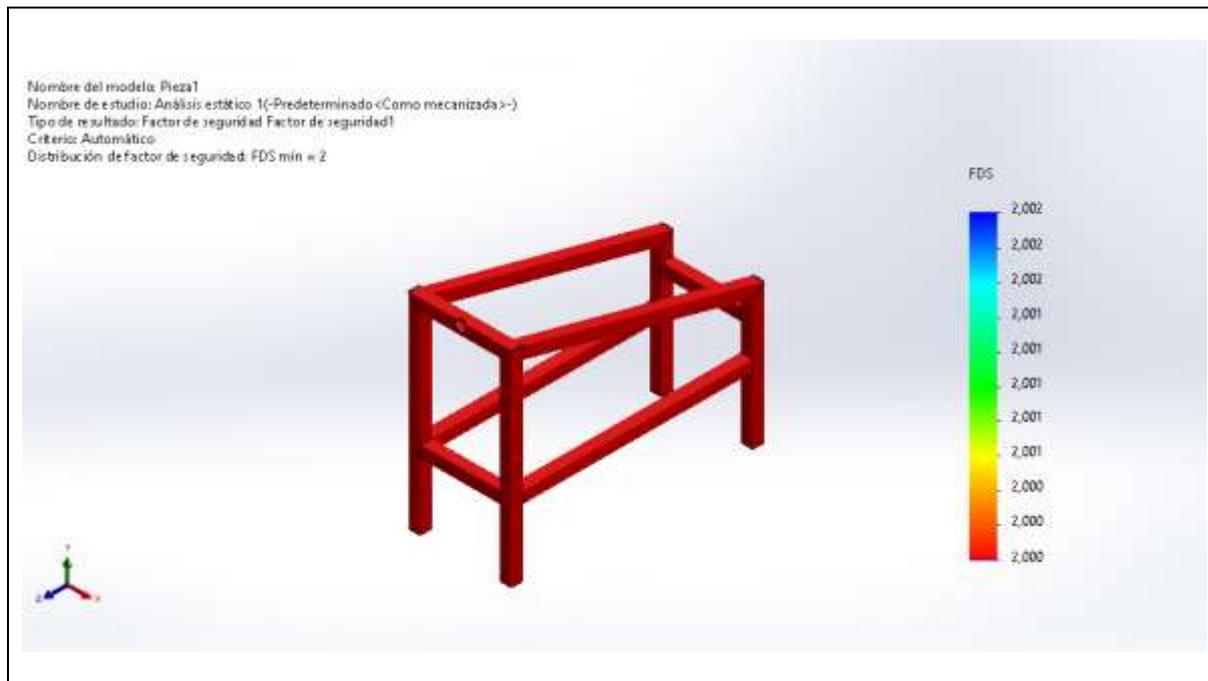
- **Análisis de factor de seguridad**

En el análisis de FS se encontró un factor de seguridad mínimo de 2 y máximo de 2 como se observa a continuación.

Tabla LVIII

Análisis de factor de seguridad del soporte de la máquina

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	2.000	2.000
		Nodo: 1	Nodo: 1
Diseño de estructura de soporte - Análisis estático 1-Factor de seguridad-Factor de seguridad1			



La finalidad de este estudio consistió en analizar el rendimiento mecánico de la estructura de la máquina bajo una carga aplicada. Con este fin, se empleó la metodología de análisis de elementos finitos, que posibilita la simulación de las condiciones reales del problema y la obtención de los valores de tensión y desplazamiento en cada punto del perfil. Los resultados obtenidos del análisis fueron los siguientes: una Tensión de Von Mises de 60.203 N/mm^2 , un desplazamiento de 0.179 mm y un factor de seguridad mínimo de 2.

Estos resultados indican que el componente analizado tiene una tensión y desplazamiento dentro de los límites aceptables y que cuenta con un buen margen de seguridad con un factor mínimo de 2, lo que sugiere que está diseñado de manera adecuada para cumplir con su función sin riesgo de falla bajo las condiciones evaluadas.

Evaluación económica de la máquina de remoción de choclo.

En el siguiente segmento, se ofrece un panorama general de la inversión necesaria para adquirir el valor económico asociado a los materiales, la manufactura y la mano de obra relacionada con la máquina de remoción de granos de maíz verde. También se aborda la determinación del lapso necesario para recuperar la inversión realizada.

Este análisis de costos se fundamenta en dos parámetros esenciales. Por un lado, se consideran los costos directos, englobando aspectos como materiales, herramientas especializadas, fuerza laboral calificada, procesos de fabricación y la actividad de mantenimiento. Por otro lado, se examinan los costos indirectos, limitados exclusivamente al ámbito del diseño.

Tabla LIX

Costo de materiales no fabricados

Detalle	Perfil	Cantidad	Valor S/.	Total, S/.
Lamina de 1mm ASTM A 36	2 m x 1 m	1 pieza	160	160
Lamina de 3mm ASTM A 36	1.50 m x 3 m	1 pieza	195	195
Lamina de 3 mm AISI 304	1.50 m x 3 m	2 pieza	1350	2700
Tubo Cuadrado ASTM A36	50 x 50 mm x 1.5 x 6 m	1 tubo	193.3	193.3
Eje - Acero SAE1020	Diámetro 25 mm	1 m	122.4	122.4
Eje - Acero SAE1020	Diámetro 15 mm	0.5 m	161.97	81.0
Total				3451.69

Tabla LX

Costos de elementos estándares

Detalle	Cantidad	Valor S/.	Total, S/.
----------------	-----------------	------------------	-------------------

Motor	1	4200	4200
Tornillería	-	30	150
Rodamiento 61805	2	96	192
Correa trapezoidal N°29 Sección B L =771mm	1	23	23
Polea diámetro 50 mm	1	24	24
Polea mayor 100 mm	1	29	29
Total			4618

Tabla LXI

Costo de insumos para la fabricación

Detalle	Cantidad	Valor S/.	Total, S/.
Disco de corte	3	4.5	13.5
Disco de esmeril	3	16	48
Electrodo AWG Ego13	3 kg	16.0	48
Pintura anticorrosiva	2 galones	22	44
Total			153.5

Tabla LXII

Mano de obra

Detalle	Cantidad	Valor S/.	Total, S/.
---------	----------	-----------	------------

Ingeniero	1	1500	1500
Técnico	1	1000	1000
Ayudante	1	500	500

Subtotal

3000

Tabla LXIII

Diseño

Costo de diseño

Detalle	Cantidad	Valor S/.	Total, S/.
Diseño de ingeniería	1	1500	1500
Impresiones	1	80	80
Dibujo CAD y simulación en SolidWorks	1	500	500
Subtotal			2080

Tabla LXIV

Resumen

Detalle	Total, S/.
Materiales	8223.2
Servicios	3000
Diseño	2080

Mantenimiento (3%)

336.7

Total, General

13639.9

Evaluación

Según Blank & Tarquin [39] en cualquier proyecto que aspire a ser considerado "Rentable", se parte del supuesto de que la inversión inicial debe ser recuperada. Por lo tanto, la relevancia del "Período de Payback" radica en el tiempo necesario para recuperar la inversión, ya que esto determinará la rentabilidad del proyecto y el nivel de riesgo asociado con su ejecución. La recuperación de la inversión ocurre en un lapso de tiempo que puede expresarse en meses o años.

$$\text{Período de Payback} = \left[\begin{array}{l} \text{Período último con flujo} \\ \text{acumulado negativo} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{l} \text{Valor absoluto del último} \\ \text{flujo acumulado negativo} \\ \hline \text{Valor del flujo de caja} \\ \text{en el siguiente período} \end{array} \right]$$

Presenta un desglose mensual de S/ 1500 en el flujo de efectivo, correspondiente al pago efectuado al operario por llevar a cabo el proceso de remoción de granos de maíz verde. Este factor afecta el flujo acumulado, que se tiene en cuenta en el cálculo del período de recuperación de la inversión conocido como "Payback".

Tabla LXV

Evaluación económica de la máquina

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Flujo de caja (S/)	-13639.9	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Flujo acumulado(S/)	-13639.9	-12139.9	-10639.9	-9139.9	-7639.9	-6139.9	-4639.9	-3139.9	-1639.9	-139.9	1360.1	2860.1	4360.1

Tabla LXVI

Cálculo de período de Payback

Periodo ultimo al cambio de signo	9
Valor absoluto del flujo acumulado	139.9
Flujo de caja en siguiente periodo	1500
Periodo de Payback	9.09

De acuerdo al cálculo de Payback se entiende que la inversión se recuperará en un periodo de 9 meses aproximadamente.

3.2. Discusión

La finalidad de este estudio fue desarrollar un diseño de una máquina 50kg/h para la remoción de granos de verde amiláceo para reemplazar la actividad manual que realizan los productores y comerciantes dedicados a la producción de platillos típicos gastronómicos de la zona a base de maíz fresco. A continuación, se discutirán los resultados clave obtenidos durante la investigación:

Se llevó a cabo un minucioso proceso de selección con el objetivo de elegir el diseño más óptimo, tanto desde la perspectiva mecánica como económica. Se consideraron cuatro diseños preliminares, los cuales fueron evaluados rigurosamente según los parámetros establecidos. Siguiendo este método, se procedió a seleccionar el diseño final que mejor cumplía con los requisitos y criterios de evaluación. El resultado de esta exhaustiva evaluación y discusión fue la identificación del concepto de solución 3 que se destacó por cumplir de manera sobresaliente con los criterios establecidos. Este enfoque sistemático garantizó la elección de una solución que no solo cumplía con los estándares de calidad mecánica, sino que también optimiza los aspectos económicos del proyecto, los cuales se asemejan a la investigación de Sianturi & Wijaya [7] donde mencionan que para evaluar las alternativas de solución utilizaron el método de Analysis Hierarchy Process. En el marco de esta investigación, se empleó la metodología de la norma alemana VDI 2021, que se asemeja por tener una estructura jerárquica para realizar la elección de la mejor alternativa de solución que va en base de las necesidades del cliente y en las intenciones del diseñador.

Se llevaron a cabo los cálculos relacionados con fuerzas, momentos y esfuerzos, extrayendo la información sobre la fuerza aplicada para la remoción del grano de maíz verde de una investigación. De acuerdo con Cuba et al [18], se estima que el valor más alto que se requiere para el desprendimiento de los granos de la mazorca de choclo es de 9 N.

Según Madanhire, Chinguwa, & Ntini [9] en su investigación “Diseño y simulación de desgranadora de maíz para pequeños agricultores” el principal elemento que realiza el

desgranado de maíz en estado seco, está conformado por una barra de cilindro con tres varillas con perillas acopladas a un eje principal que son accionados por un motor eléctrico. En esta investigación el sistema que realiza el desprendimiento de granos de maíz verde es a través de un rallador o rodillo de longitud de 480 mm por un diámetro de 150 mm con agujeros sobresalientes que giran a través del eje principal de la máquina, en el cual la semejanza que tiene estos mecanismos es que a medida que el cilindro rota, entra en interacción con las mazorcas de maíz y el contacto ocasiona el desprendimiento de los granos se realiza en la trayectoria del cilindro.

En la presente investigación el mecanismo para la extracción de los granos de choclo, fue necesario tener en cuenta las medidas de la mazorca, en este caso se han considerado 10 muestras de choclo para realizar las medidas del diámetro del contorno inicial de 75 mm, contorno final de 40 mm y una longitud de 180 mm. Esto permitirá el dimensionamiento del sistema de remoción, lo cual es diferente a la investigación de Cuba et al [18] en su investigación “Diseño e implementación de una procesadora automática para incrementar la producción de desgranado de maíz fresco” refiere que para efectuar la extracción de granos de maíz fresco es a través de un sistema de cuchillas, donde se ha establecido que la abertura mínima debe ser de 27 mm, llegando hasta los 42 mm. La elección de esa medida se fundamenta en el diámetro de la mazorca que transita entre ellas, siendo el diámetro promedio de alrededor de 30 mm.

La simulación de las piezas es a través de un análisis estático, dado que la máquina sólo experimentará movimiento en la parte del eje principal donde se encuentra acoplado al cilindro rallador. A través de estas simulaciones, se logró obtener análisis de tensiones, desplazamientos y finalmente el factor de seguridad. Es importante destacar que los resultados obtenidos en el software CAD - CAE están dentro de los parámetros permitidos.

En el análisis económico, se determinó el costo de la máquina y el periodo de retorno, arrojando un valor aproximado de 13 640 soles. Además, el tiempo que se recuperará la

inversión es de 9 meses. Este cálculo consideró diversos factores, incluyendo los gastos asociados con materiales, mano de obra y otros costos asociados a la producción, proporcionando así una estimación precisa del precio de las piezas.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

En conclusión, la metodología empleada se basó en un proceso de diseño de concepto que consideró las necesidades específicas del proceso y utilizó métricas para la elaboración de una matriz morfológica, lo que permitió una evaluación sistemática de las diferentes opciones y configuraciones posibles. Facilitando la identificación y elección de los elementos más adecuados para la máquina.

La determinación del mejor diseño conceptual se basó en una evaluación exhaustiva teniendo en cuenta las etapas de la norma VDI 2021, y la eficiencia en la remoción de los granos de maíz verde amiláceo, así como la viabilidad técnica y económica. Este enfoque permitió seleccionar un diseño que cumpla con la capacidad de 50kg/ hora de maíz verde removido de la mazorca.

Se realizó el dimensionamiento de los componentes considerando las características del grano de maíz verde amiláceo, con medidas iniciales de diámetro de 75 mm, final de 40 mm y longitud de 180 mm. Estas medidas condujeron al dimensionamiento de la tolva y del cilindro rallador, con un diámetro de 150 mm y longitud de 480 mm, respectivamente. El cilindro rallador se acoplará a un eje mediante un motor de 0.37 kW.

La evaluación estructural a través del análisis de software CAD-CAE aseguró la integridad y la resistencia de los componentes, validando las medidas del diseño y su capacidad para soportar las cargas y condiciones operativas previstas.

Finalmente, se llevó a cabo una evaluación económica detallada de la máquina de remoción de choclo. Este análisis incluyó costos de materiales, fabricación, mantenimiento y operación, proporcionando una perspectiva completa de la viabilidad financiera del proyecto que resultó un presupuesto de 13 640 soles con un periodo de recuperación de la inversión de 9 meses.

4.2. Recomendaciones

Con miras a mejorar la máquina se recomienda en un futuro realizar el prototipo para realizar pruebas físicas y ver si cumple en su totalidad con los requerimientos planteados o realizar reajustes para su buen funcionamiento.

Analizar los diferentes materiales que existen en el mercado para el componente del cilindro rallador de la máquina, lo cual es un componente importante para el proceso de remoción del grano del choclo, lo cual debe cumplir con las normas sanitarias de alimentación.

En una futura investigación se puede tomar en cuenta el proyecto realizado para realizar una implementación del sistema removedor con un sistema de molienda para que la masa salga directo para realizar los potajes como humitas, torta de choclo, entre otros.

Hacer un estudio de mercado para determinar la calidad/precio de los materiales que existen en el mercado para reducir costos.

En una posterior investigación se puede realizar el análisis de vibración de la máquina de remoción de granos de choclo, para conocer su estabilidad sin adherir al suelo la estructura de la máquina.

REFERENCIAS

- [1] S. Luckyardi, R. U. Mega, k. R, A. Naufal and A. Hanifa, "CORN SHELLER MACHINE TECHNOLOGY TO IMPROVE FARMERS' PRODUCTIVITY," *Journal of Engineering Science and Technology*, vol. 17, no. 3, pp. 1697 - 1707, 2022.
- [2] K. Cuba, "Diseño e implementación de una procesadora automática para incrementar la producción de desgranado de choclo fresco en el mercado Unicachi del distrito de Comas- 2021," Lima, 2021.
- [3] n. Yahumri, T. Hidayat, Miswanti, H. Iswadi, M. Rahman, S. Yuliasari and W. Mikasari, "IOP Conference Series: Earth and Environmental Science," Serang, 2021.
- [4] B. Ezurike, J. Osazuwa and C. Okoronkwo, "Performance evaluation of an electric corn shelling machine for small scale indigenous industries in Nigeria," *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, vol. 12, no. 4, pp. 355 - 364, 2020.
- [5] J. O. Pérez, L. C. C. Cacuango and G. A. Mantilla, "DESIGN AND CONSTRUCTION OF A CORN," *Ingenius, Revista Ciencia y Tecnología*, pp. 21-29, 2017.
- [6] A. Samudre, A. Thubrikar, H. Vaidya and R. Pohane, "Design and Fabrication of Corn Peeling and Cutter Machine," *International Journal of Scientific Research & Engineering Trends*, vol. 6, no. 3, pp. 1320-1322, 2020.
- [7] G. Sianturi y T. Wijaya, «Fuzzy Analytic Hierarchy Process Method for Selecting the Best Design Concept of Corn Shelling Machine,» *Materials Science and Engineering*, vol. 662, nº 5, p. 052014, 2019.
- [8] A. Oheneba y B. Heather, «Design and fabrication of a bicycle-powered maize sheller for rural Ghanaian farmers,» *IEEE Global Humanitarian Technology Conference (GHTC)*, 2020.
- [9] I. Madanhire, S. Chinguwa y E. Ntini, «Design and Simulation of Maize Sheller for Small Scale Farmers,» *Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad de Zimbabwe*, 2019.
- [10] M. Takawira-Nyakuchena y T. Mushiri, «Design of an automated maize de-husking machine for the case of Zimbabwe,» *Procedia Manufacturing*, vol. 43, pp. 127-13, 2020.
- [11] H. Hidayat, Yahumri, Miswanti, H. Iswadi, T. Rahman, S. Yuliasari y W. Mikasari, «Performance test and economic analyses of Semi Mechanic Corn Sheller,» *Earth and Environmental Science*, nº 715, 2021.
- [12] J. P. Yadav, D. Kumar, T. Maheshwari, D. Singh, Pratyush, V. K. Verma y P. Kumar, «PERFORMANCE EVALUATION AND ECONOMIC ANALYSIS OF CORN SHELLER ON CORN VARIETIES,» *GIS SCIENCE JOURNAL*, vol. 9, nº 7, 2022.
- [13] R. Prajwal, . V. Tanveer Mujtabha, V. Meghana y E. Prasanna Kumar, «Design and Development of Pedal Operated Maize Sheller for Small and Marginal Farmers,» *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, vol. 10, nº 01, pp. 1135-1144, 2021.

- [14] S. Luckyardi, R. U. Mega, R. Kevin, A. N. Naufal y A. P. Hanifah, «TO IMPROVE FARMERS' PRODUCTIVITY CORN SHELLER MACHINE TECHNOLOGY,» *Journal of Engineering Science and Technology*, vol. 17, nº 3, pp. 1697 - 1707, 2022.
- [15] I. J. Hamzah, S. K. Al Sharif y A. A. Ghali, «Requirements of maize mechanical shelling,» *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, vol. 23, nº 1, pp. 252-256, 2021.
- [16] B. O. Ezurike, J. O. Osazuwa y C. A. Okoronkwo, «Performance evaluation of an electric corn shelling machine for small scale indigenous industries in Nigeria,» *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, vol. 14, nº 4, p. 355–364, 2019.
- [17] A. H. Al-Khafajie y F. J. Taha, «Study the effect of angular speed of shelling cylinder on some technical indicators for operating modified sheller machine,» *Plant Archives*, vol. 20, p. 1863–1866, 2020.
- [18] K. Cuba Vargas, F. Pucuhuayla Revatta, J. L. Contreras Cossío, E. Rondon Jara y S. Martínez Martínez, «Diseño e implementación de una procesadora automática para incrementar la producción de desgranado de maíz fresco,» *Education, Research and Leadership in Post-pandemic Engineering: Resilient, Inclusive and Sustainable Actions*, 18 Julio 2022.
- [19] J. C. León, «Agraria,» 28 04 2022. [En línea]. Available: <https://agraria.pe/noticias/produccion-nacional-de-maiz-amilaceo-alcanzo-las-772-mil-ton-27743>.
- [20] INIA, «INIA 606-Choclero prolífico,» 2014.
- [21] J. A. Ricaldi, «Diseño de máquina desgranadora y clasificadora de granos secos de maíz amiláceo con capacidad de 500 kg/h para el Valle del Mantaro,» Huancayo, 2020.
- [22] K. Patil, S. Pandit, G. Pol, S. Kadam y A. Jadhav, «Design and Fabrication of Corn Shelling and Threshing Machine,» *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, vol. 5, nº 7, 2016.
- [23] J. F. Ureña y J. M. Villavicencio, «DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA EL PROCESO DE DESGRANADO DE MAÍZ DE LA COSTA,» Ecuador, 2013.
- [24] . E. G. Arenas Ochoa, A. O. Herrera Arévalo and G. A. Ligarreto Moreno, "Physicochemical Properties of Fresh Floury Corn Kernels Affected by Refrigeration and Packaging," *Ciencia Tecnologia Agropecuaria*, vol. 23, no. 23, 2022.
- [25] Dirección Regional de Agricultura Cajamarca, «FESTIVAL DEL CONOCIMIENTO Y EMPRENDIMIENTOS DEL MAÍZ EN CAJAMARCA,» 02 05 2023. [En línea]. Available: <http://www.agriculturacajamarca.gob.pe/portal/noticias/det/6221>.
- [26] E. Justiniano Aysanoa, «FENOLOGIA E INTENSIDAD DE COLOR EN CORONTAS DEL MAÍZ MORADO (Zea mays L.) EN SUS DIFERENTES ESTADOS DE DESARROLLO EN LA LOCALIDAD DE LA MOLINA,» Lima, 2010.
- [27] Instituto Nacional de Investigación Agraria, «MAÍZ INIA 604-MOROCHO,» 06 12 2019. [En línea]. Available: <https://www.inia.gob.pe/wp->

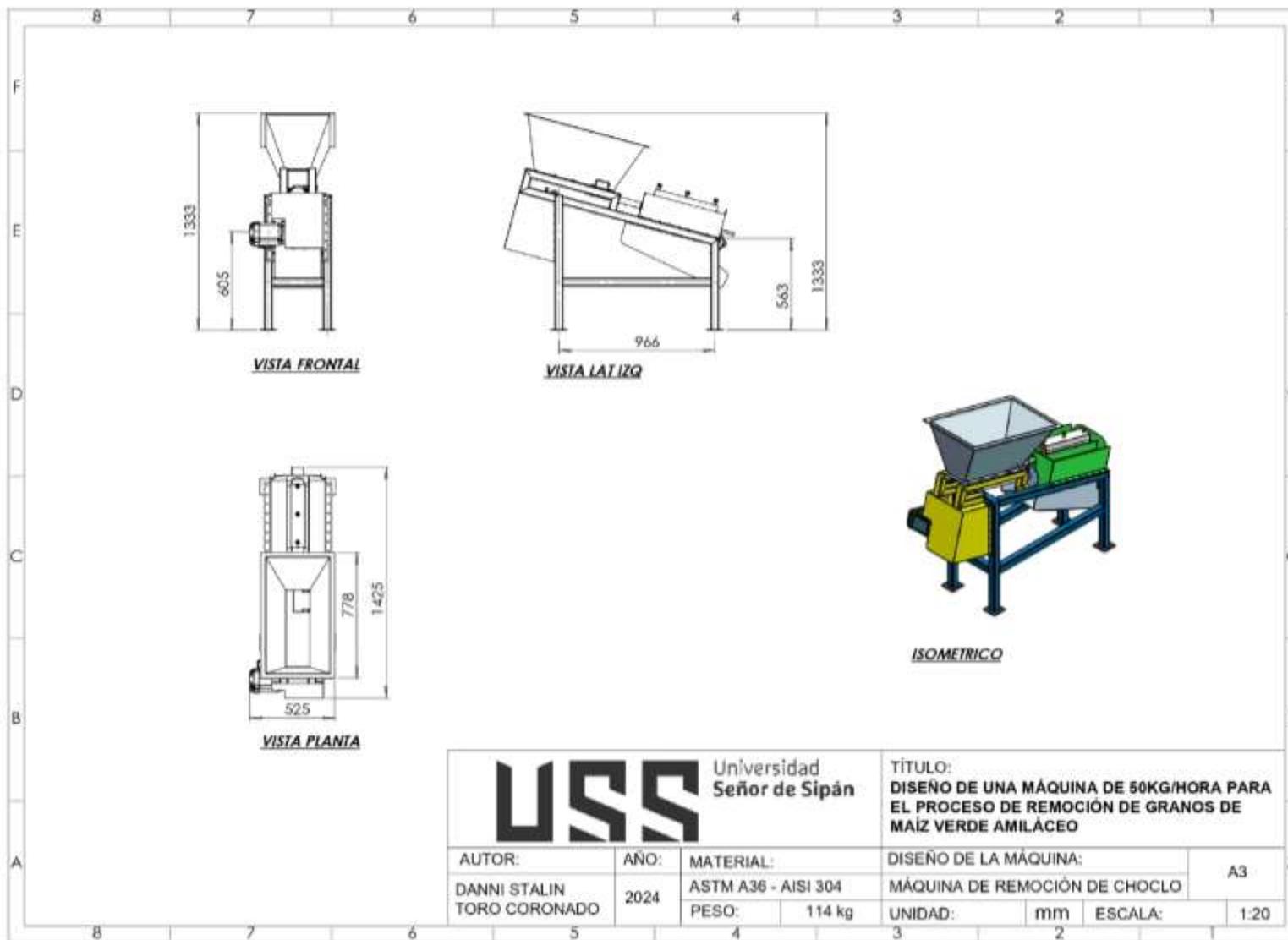
content/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/maiz-amarillo-duro/INIA_604.pdf.

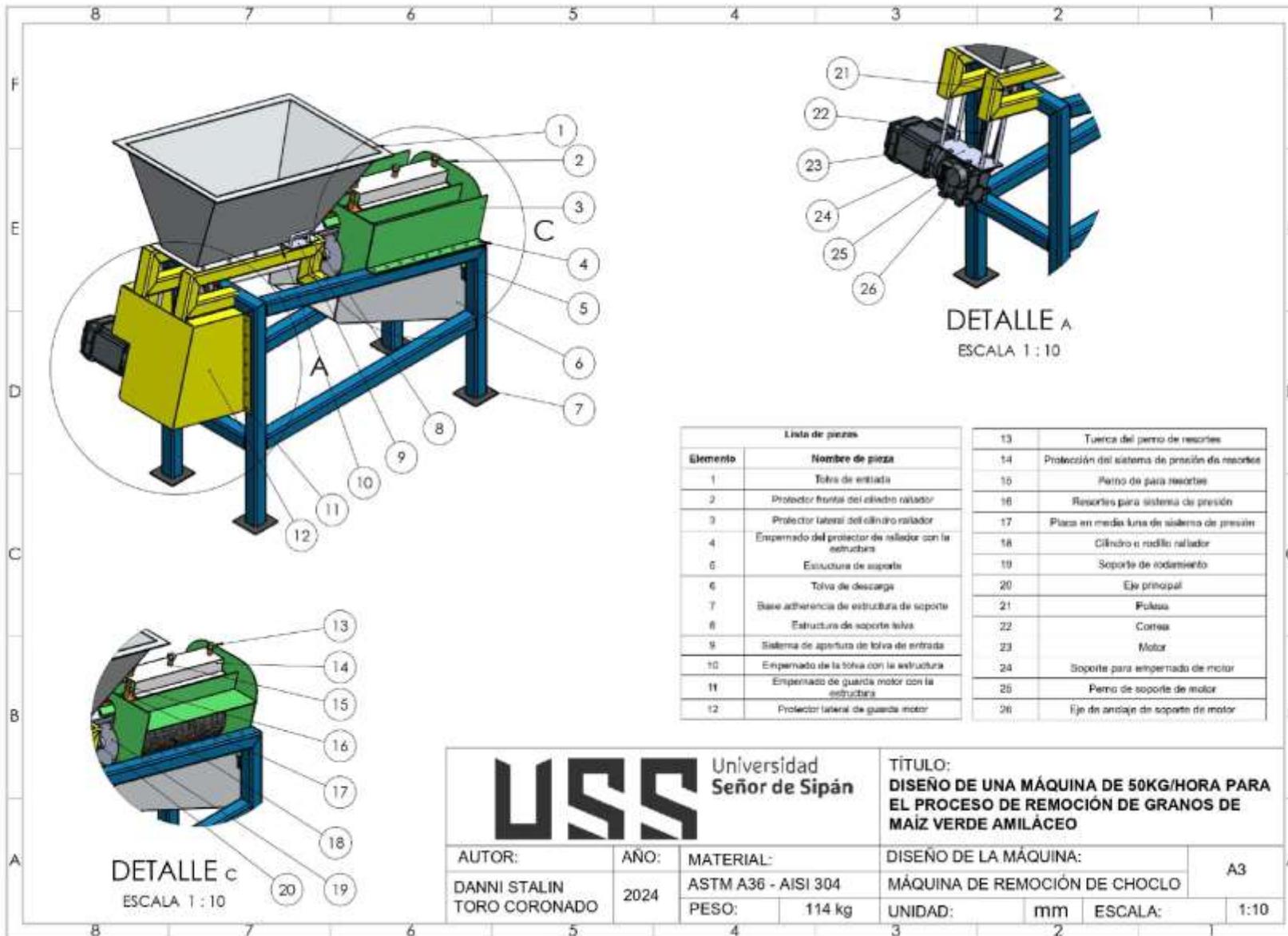
- [28] W. Salhuana, «DIVERSIDAD Y DESCRIPCIÓN DE LAS RAZAS DE MAIZ DEL PERÚ,» 2017.
- [29] M. Tapia, S. Arla y E. Tapia, «Implementación de una máquina agrícola de bajo costo para el proceso de desgranado de maíz secos suave originario de la sierra ecuatoriana,» *Enfoque UTE*, vol. 8, n° 2, pp. 1-14, 2017.
- [30] P. Ravi Kumar, K. Manivardhan Reddy, U. Mahatme, T. Karthik, M. Saravanakumar, J. Venkata Suresh y R. Subbiah, «Effects of Plasma Nitriding Process on AISI 304 Stainless Steel,» *E3S Web of Conferences*, vol. 391, n° 01110, 2023.
- [31] L. E. Hernández Uranga, «Mantenimiento de transmisiones por cadenas, bandas y engranajes.,» *Ingeniería Mecánica Automotriz*, 19 Junio 2017.
- [32] C. J. Atmadja, F. J. Daywin, L. Gozali, C. O. Doaly y A. P. Irawan, «Improving the Capacity of Espresso Machine Using Reverse Engineering Method and VDI 2221 Method,» *Annual International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 11 March 2021.
- [33] R. L. Mott, *Diseño de Elementos de Máquinas*, 2da ed., México: PEARSON Educación, 2006.
- [34] AQP Soluciones, «Máquina Desgranadora de Maiz,» 2 Noviembre 2020. [En línea]. Available: <http://larevista.aqpsoluciones.com/2020/11/02/maquina-desgranadora-de-maiz/>. [Último acceso: 15 Julio 2023].
- [35] Magri.cl, «Ralladora maiz choclo tierno fresco modelo BM 04NR,» 15 Marzo 2022. [En línea]. Available: https://www.magri.cl/desgranadora-rallador-choclo-tierno-fresco-humedo-hogar-r599?similar_product=true. [Último acceso: 15 Julio 2023].
- [36] Ocompra, "Rallador Yuca Y Choclo Verde - Manual - Centro Chef Peru," 2017. [Online]. Available: <https://www.ocompra.com/peru/item/rallador-yuca-y-choclo-verde-manual-centro-chef-peru-627574722/>.
- [37] K. T. Ulrich y S. D. Eppinger, *Diseño y desarrollo de productos*, 5a ed., México: McGraw-Hill, 2013.
- [38] Sumitec, *AISI 1020 acero grado maquinaria. Soluciones sólidas y duraderas*, 2010.
- [39] L. Blank y A. Tarquin, *Ingeniería Económica*, México: McGraw-Hill Interamericana, 2006.
- [40] C. Rudragouda y Sushilendra, «Performance assessment and optimization of maize dehusker cum sheller - A technology for Northern Transition Zone of Karnataka,» *Indian Journal of Agricultural Sciences*, vol. 87, n° 11, 2017.
- [41] M. Pius, «Design and fabrication of an improved maize shelling machine,» *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, vol. 8, n° 3, pp. 275 - 280, 2016.

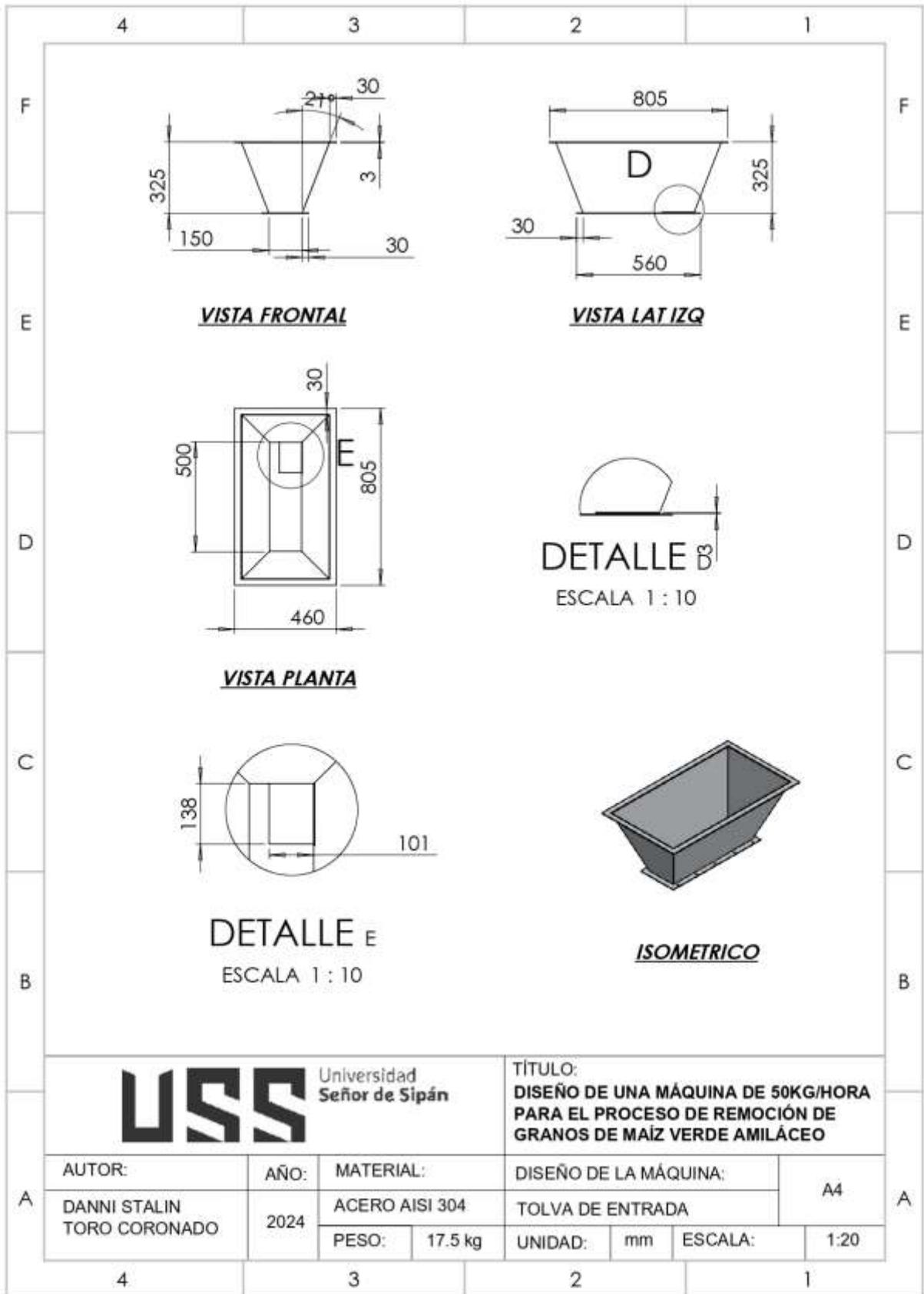
- [42] J. Dixit, J. Khan y K. Rohitashw, «Maize mechanization for hill Agriculture to enhance productivity and profitability,» *SKUAST Journal of Research*, vol. 19, n° 1, pp. 83-91, 2017.
- [43] R. Bello y C. Fabian, «Development and Performance Evaluation of a Spring-Loaded Hand Operated Maize Sheller with Variable Mechanisms,» *International Journal of Engineering and Technologies*, vol. 15, pp. 45-52, 2018.
- [44] R. Bello y C. Fabian, «Development and Performance Evaluation of a Spring-Loaded Hand Operated Maize Sheller with Variable Mechanisms,» *International Journal of Engineering and Technologies*, vol. 15, pp. 44-52, 2018.
- [45] H. H. Pande, N. Raj, J. J. Raut, A. V. Taral y S. S. Shirbhate, «DESIGN AND MANUFACTURING OF CORN SHELLING MACHINE,» *International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology*, 2018.
- [46] R. F. Butterworth, J.-F. Giguère, J. Michaud, J. Lavoie y G. P. Layrargues, «Ammonia: Key factor in the pathogenesis of hepatic encephalopathy,» *Neurochemical Pathology*, vol. 6, pp. 1-12, 1987.
- [47] E. M. Goma y M. N. O. a. S. F. Elsis, «Evaluation the Performance of the Locally Fabricated Maize Sheller Machine,» *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, vol. 13, n° 3, pp. 141-146, 2022.
- [48] I. Castelán y O. Vázquez, «Prototipo de desgranadora de maíz que mejora el proceso de desgranado en la Región de Influencia del Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla,» *TEPEXIC*, vol. 4, n° 8, 2017.
- [49] K. T. Ulrich y S. D. Eppinger, *Diseño y desarrollo de productos*, 5 ed., México: McGraw-Hill, 2013.

ANEXOS

Anexo 1. Planos







Universidad
Señor de Sipán

TÍTULO:
DISEÑO DE UNA MÁQUINA DE 50KG/HORA
PARA EL PROCESO DE REMOCIÓN DE
GRANOS DE MAÍZ VERDE AMILÁCEO

AUTOR:

AÑO:

MATERIAL:

DISEÑO DE LA MÁQUINA:

A4

DANNI STALIN
TORO CORONADO

2024

ACERO AISI 304

TOLVA DE ENTRADA

A

A

PESO: 17.5 kg

UNIDAD: mm

ESCALA:

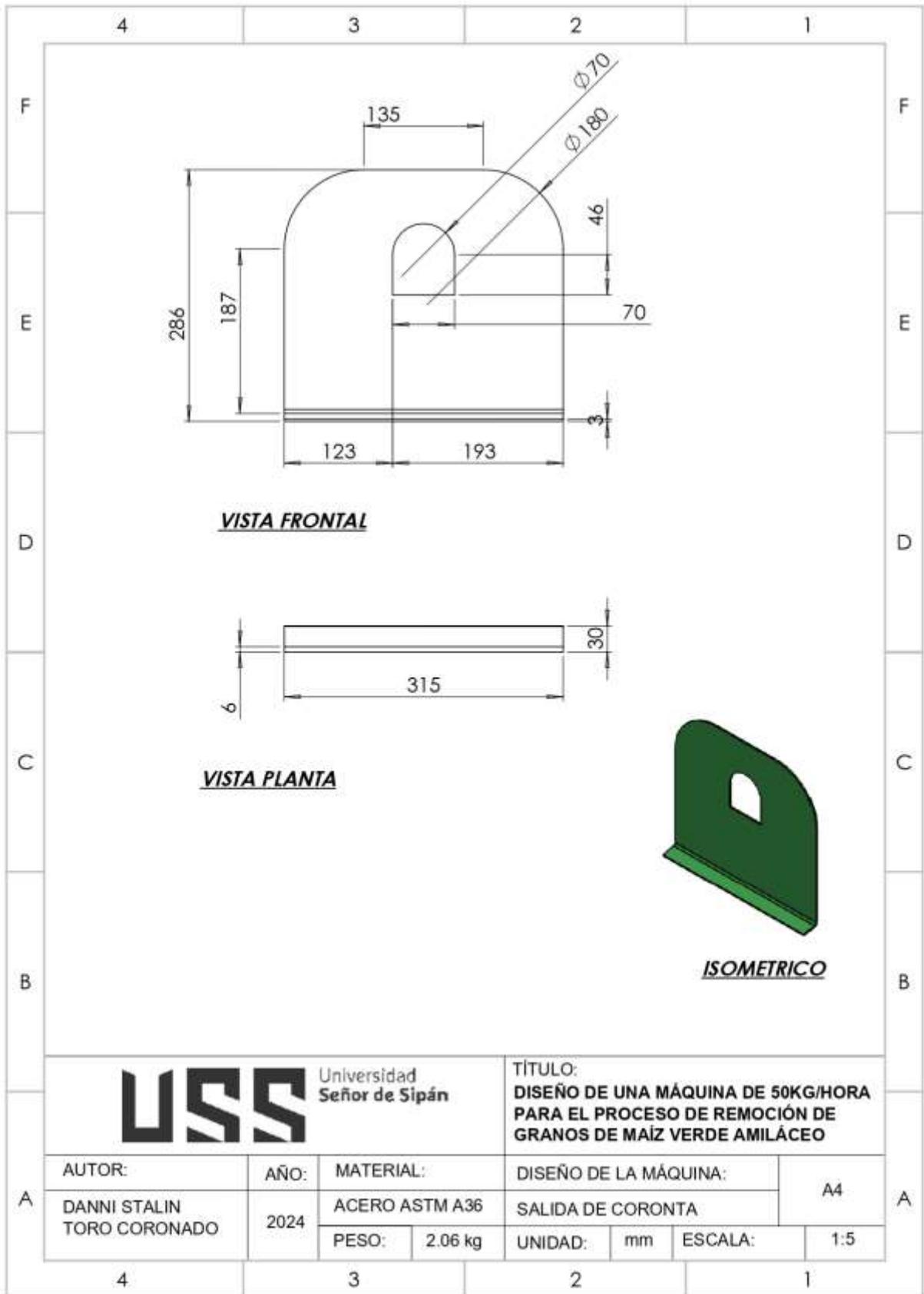
1:20

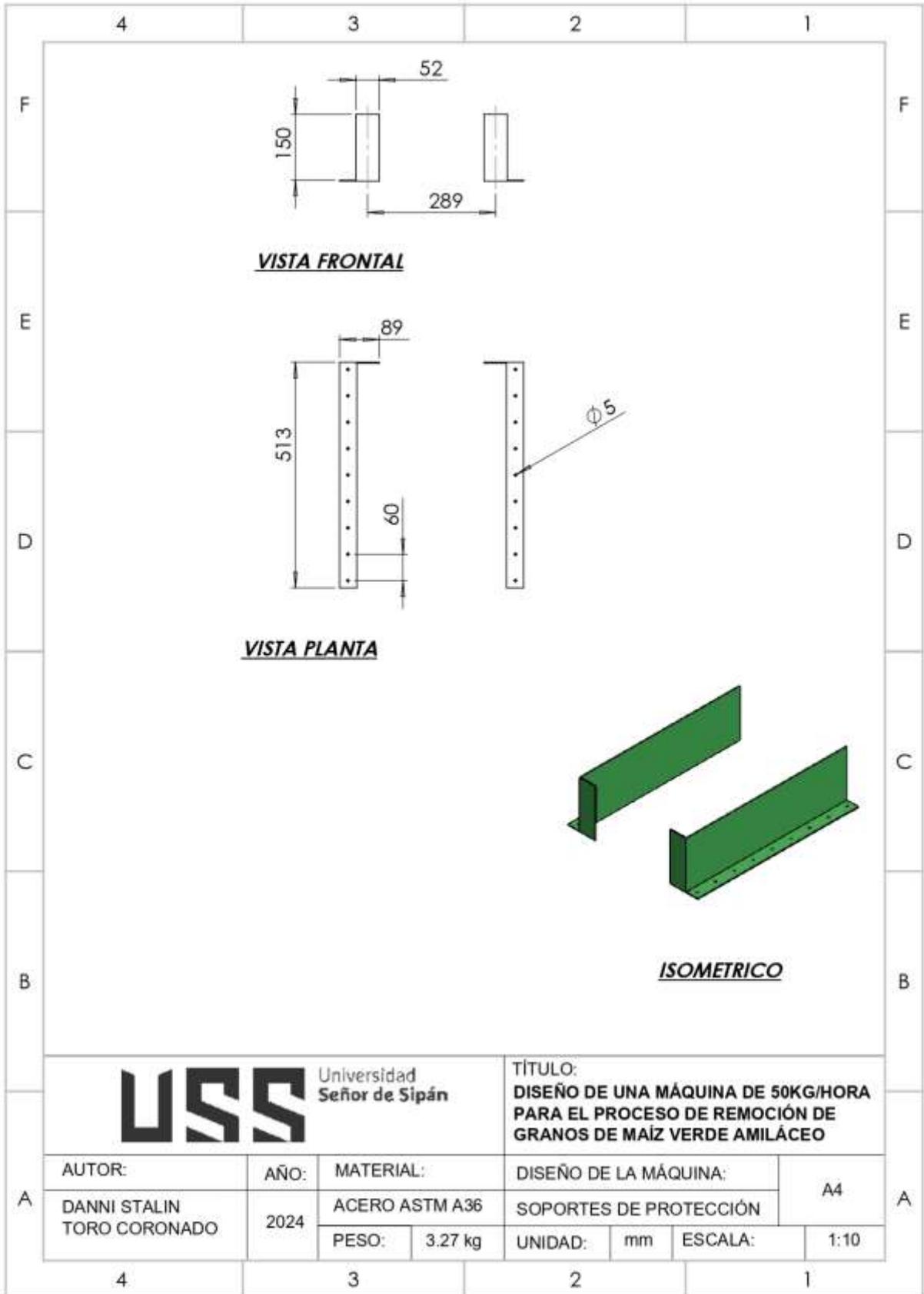
4

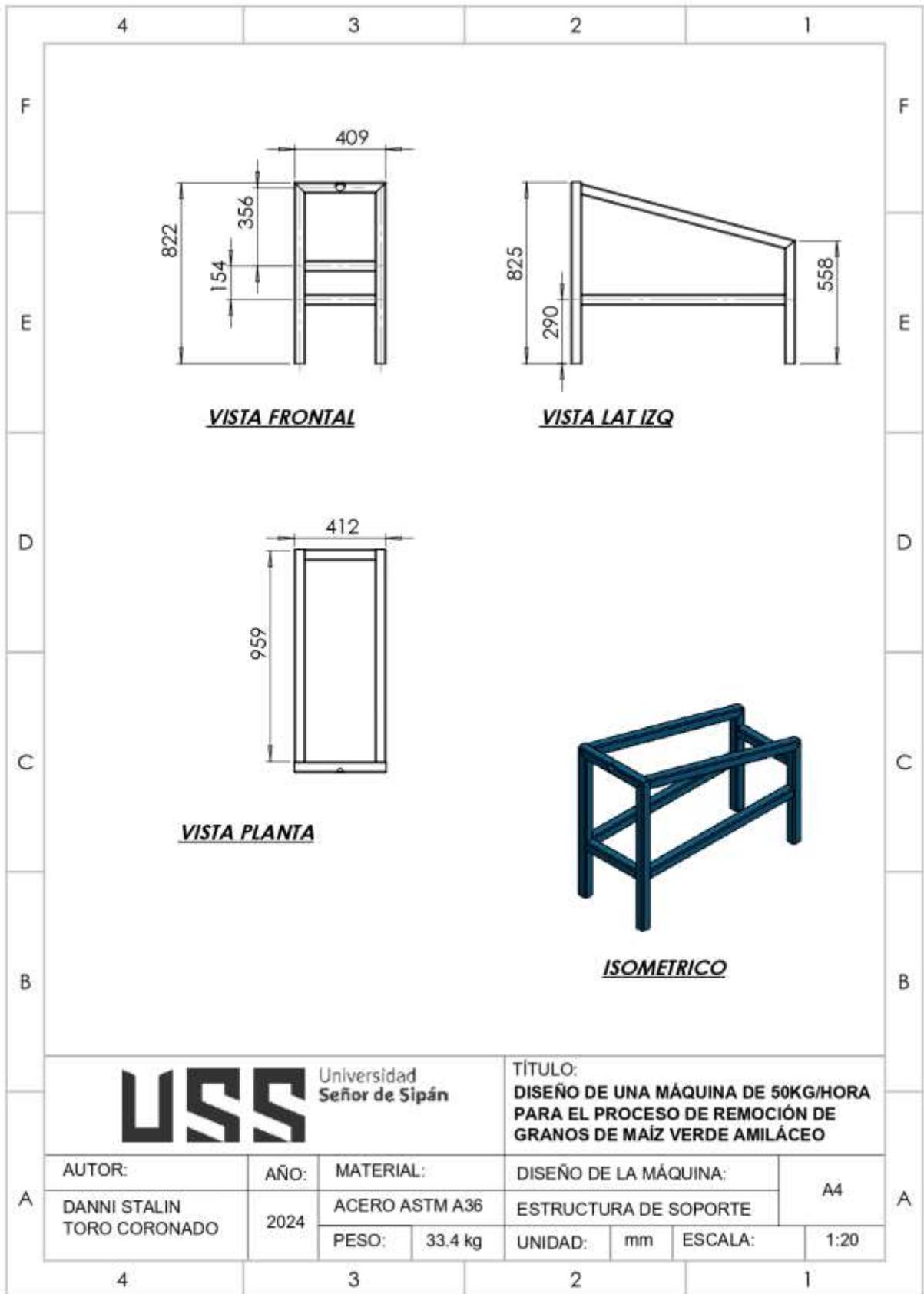
3

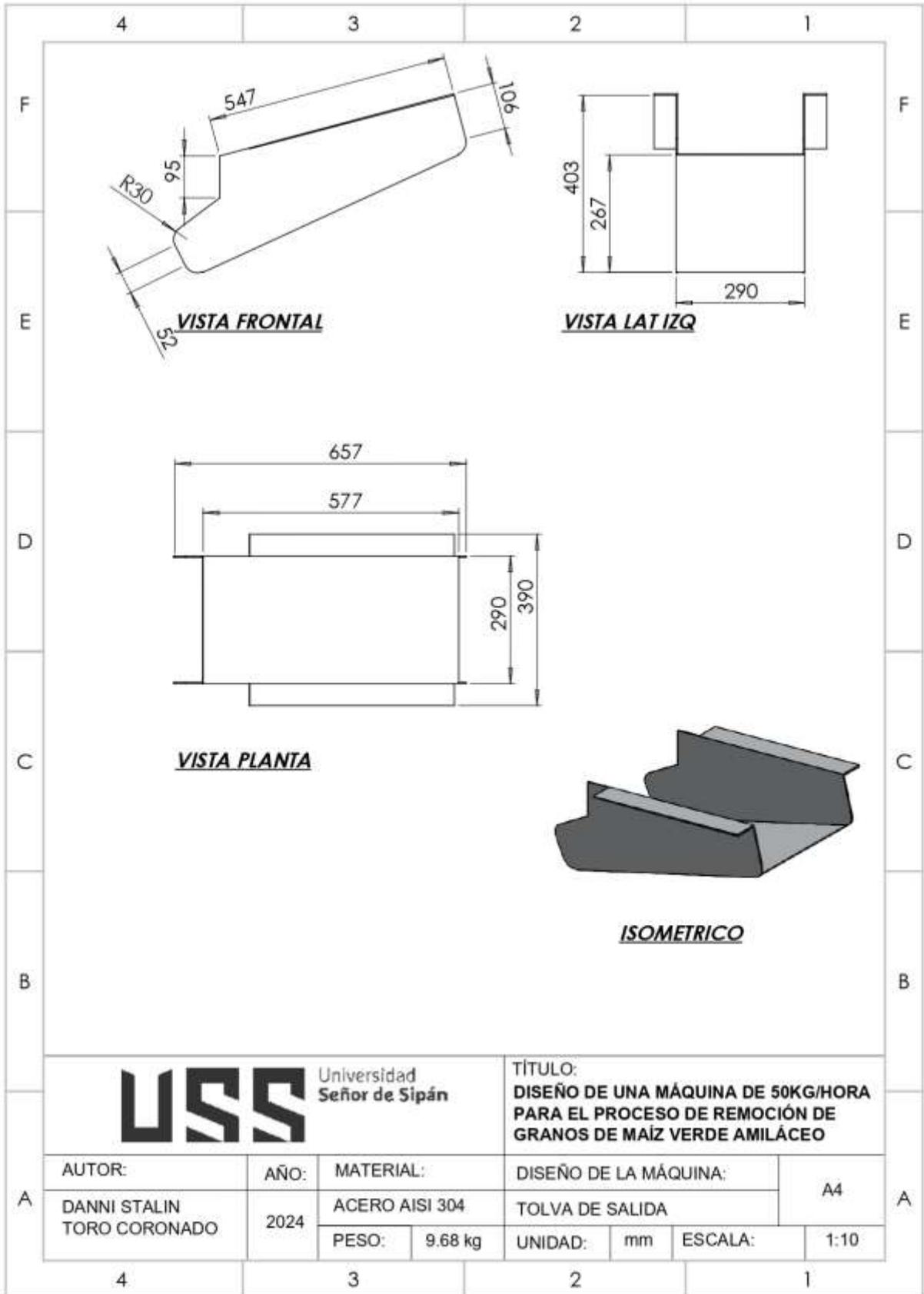
2

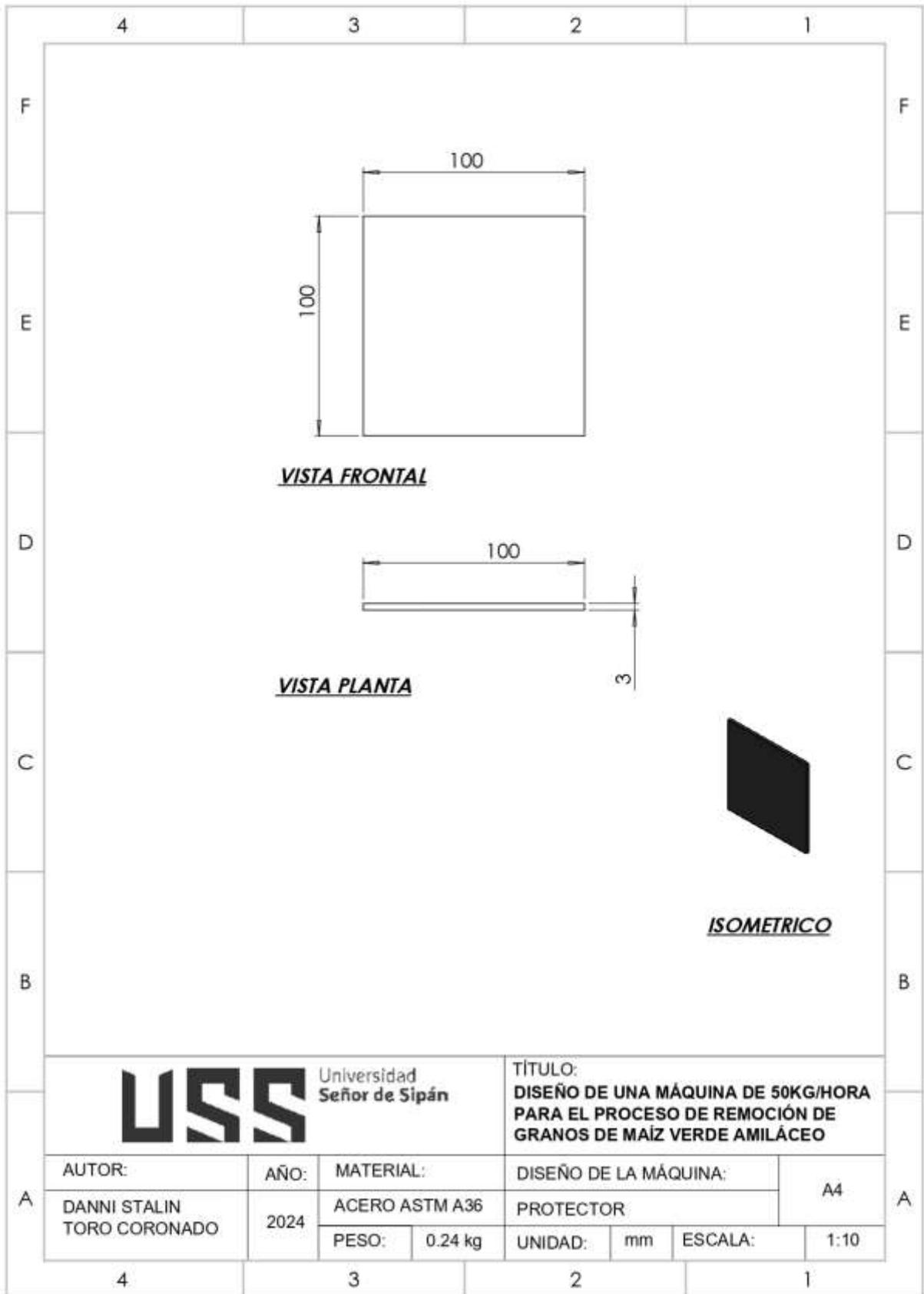
1







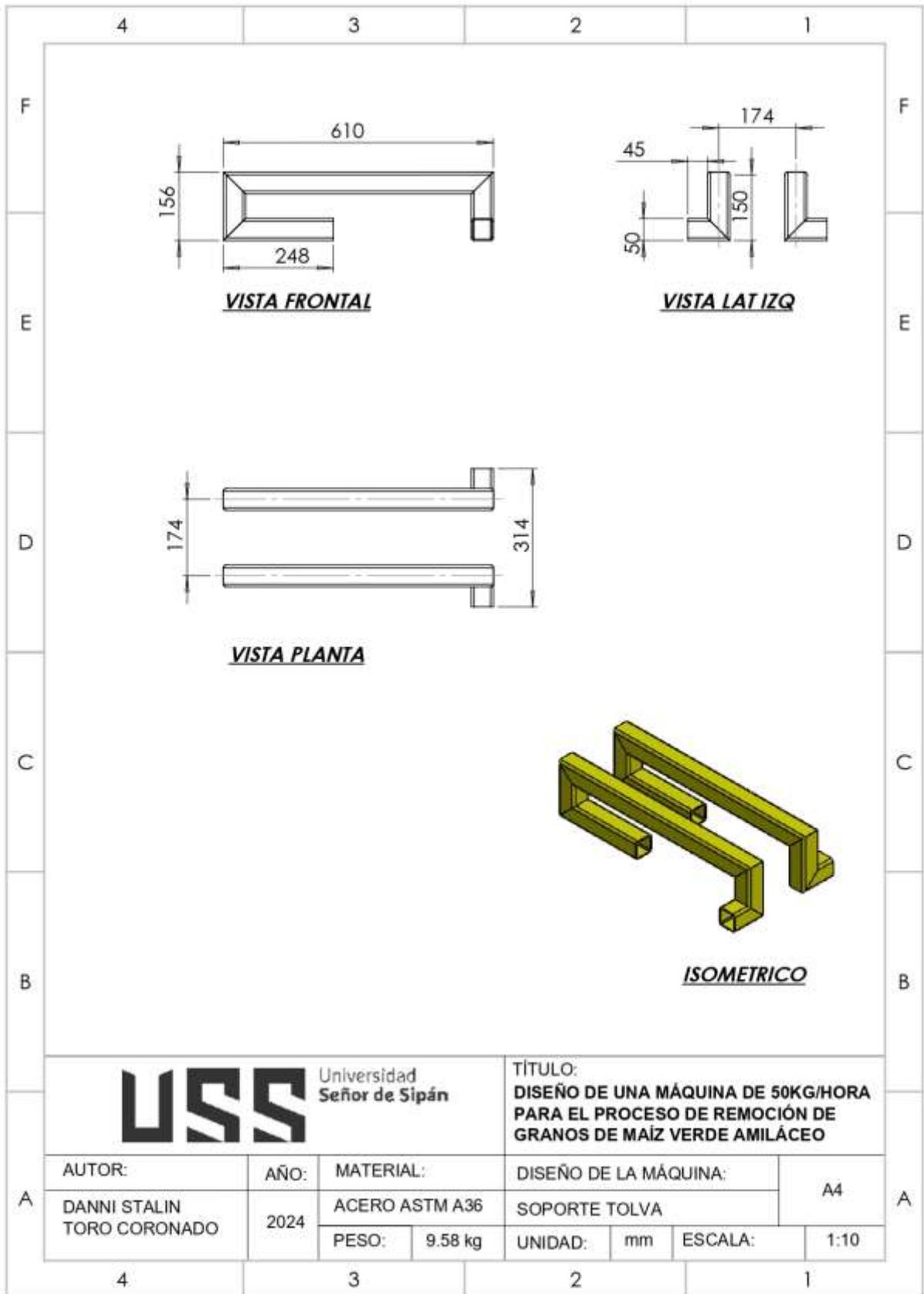


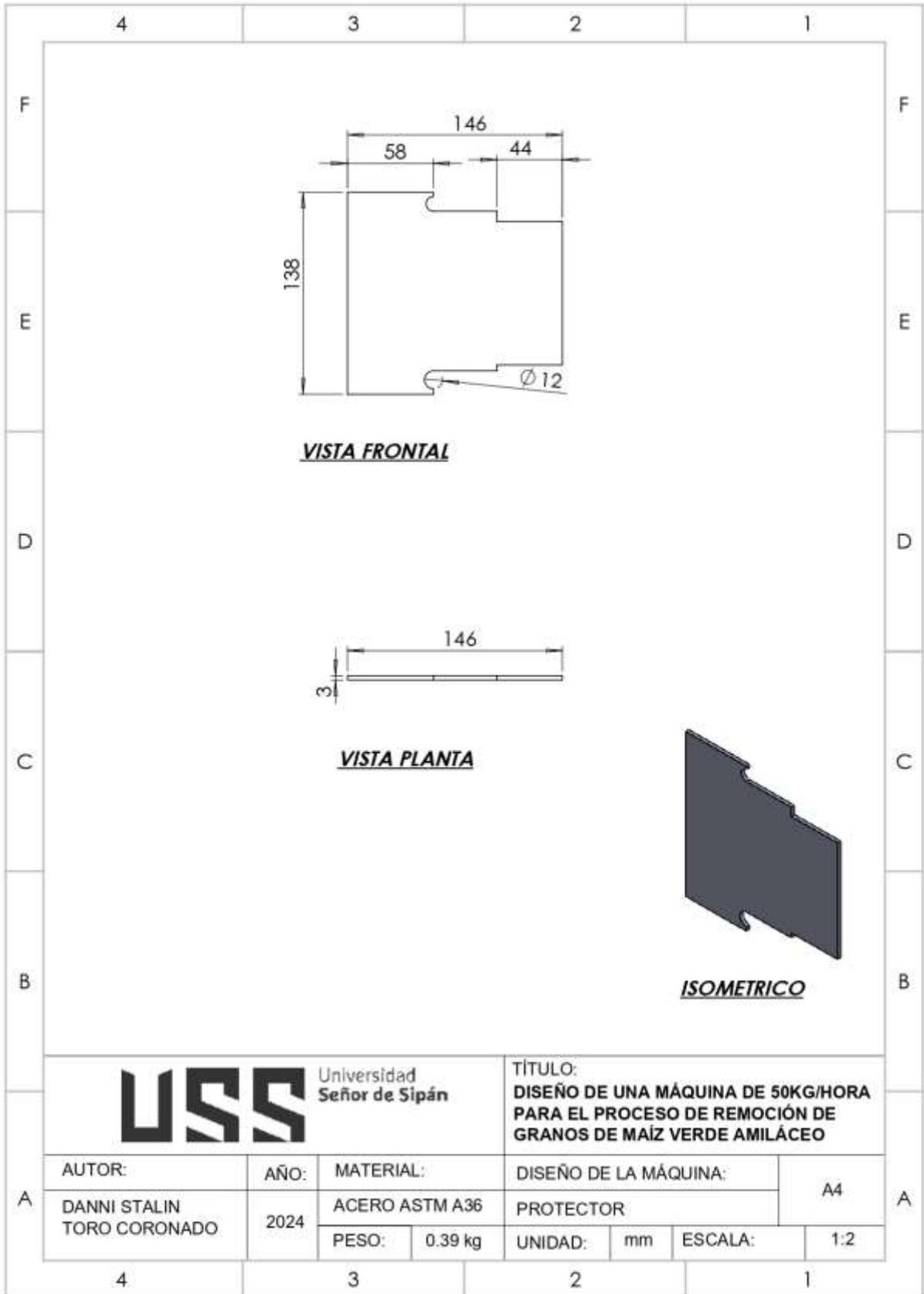


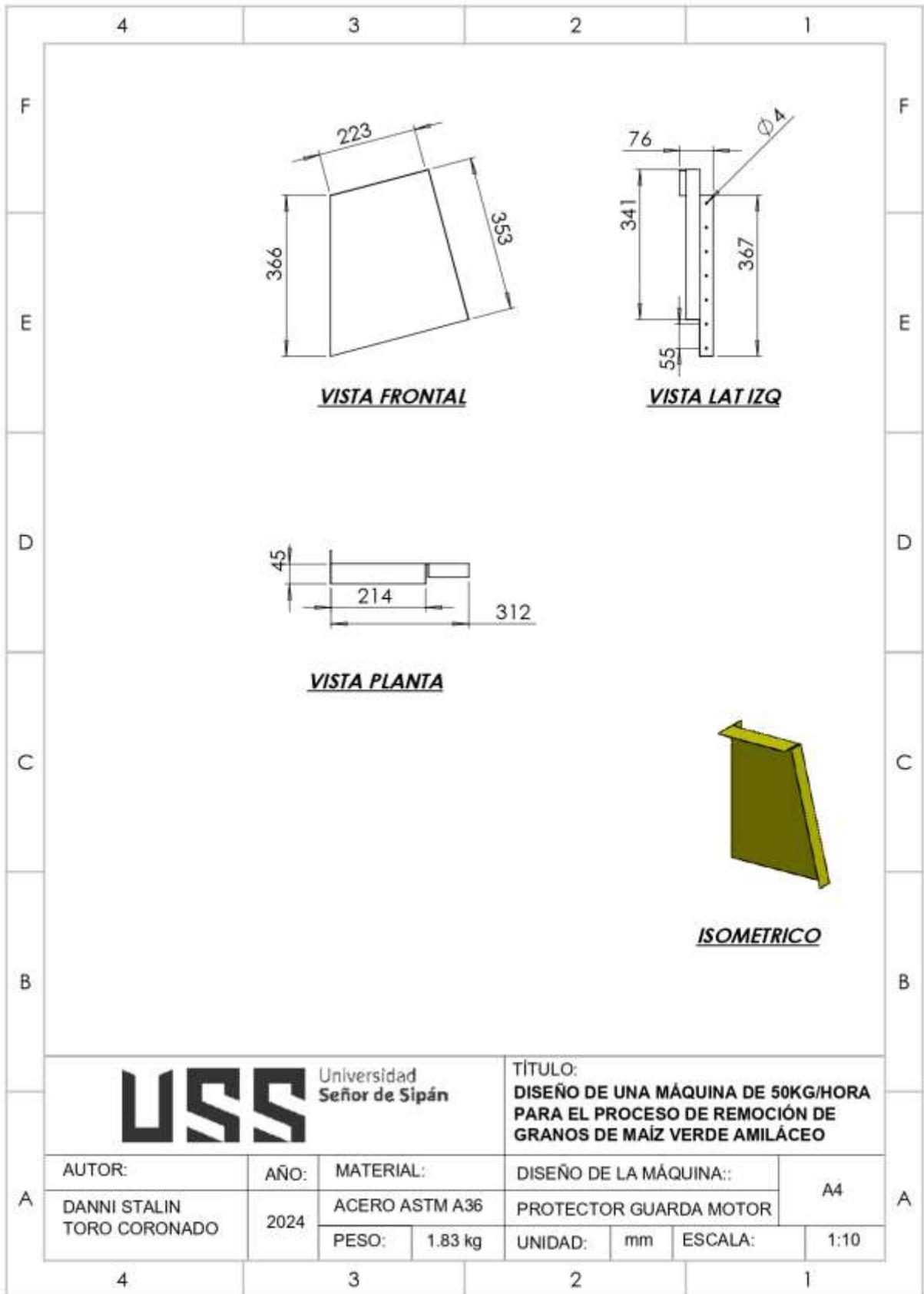
Universidad
Señor de Sipán

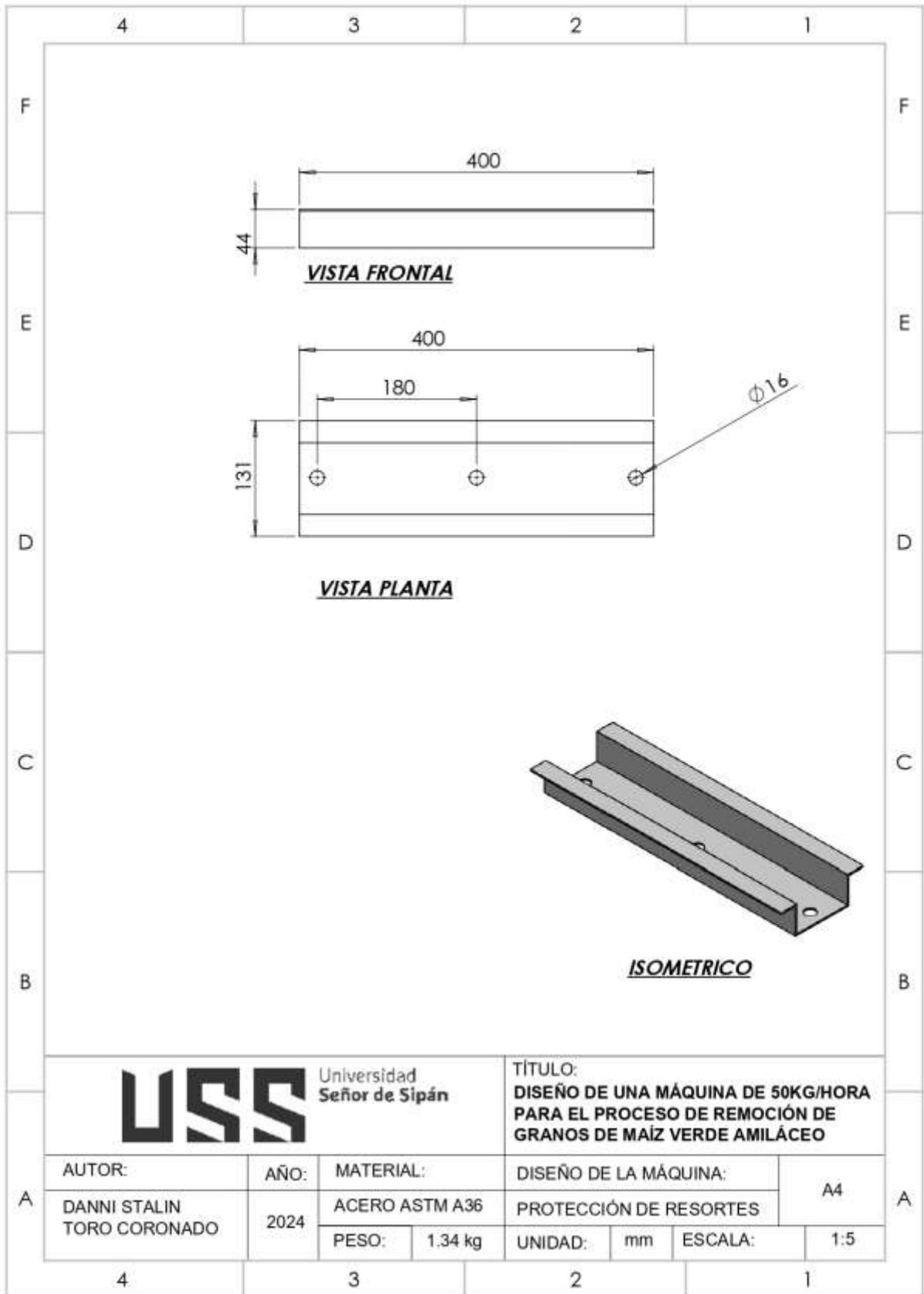
TÍTULO:
DISEÑO DE UNA MÁQUINA DE 50KG/HORA
PARA EL PROCESO DE REMOCIÓN DE
GRANOS DE MAÍZ VERDE AMILÁCEO

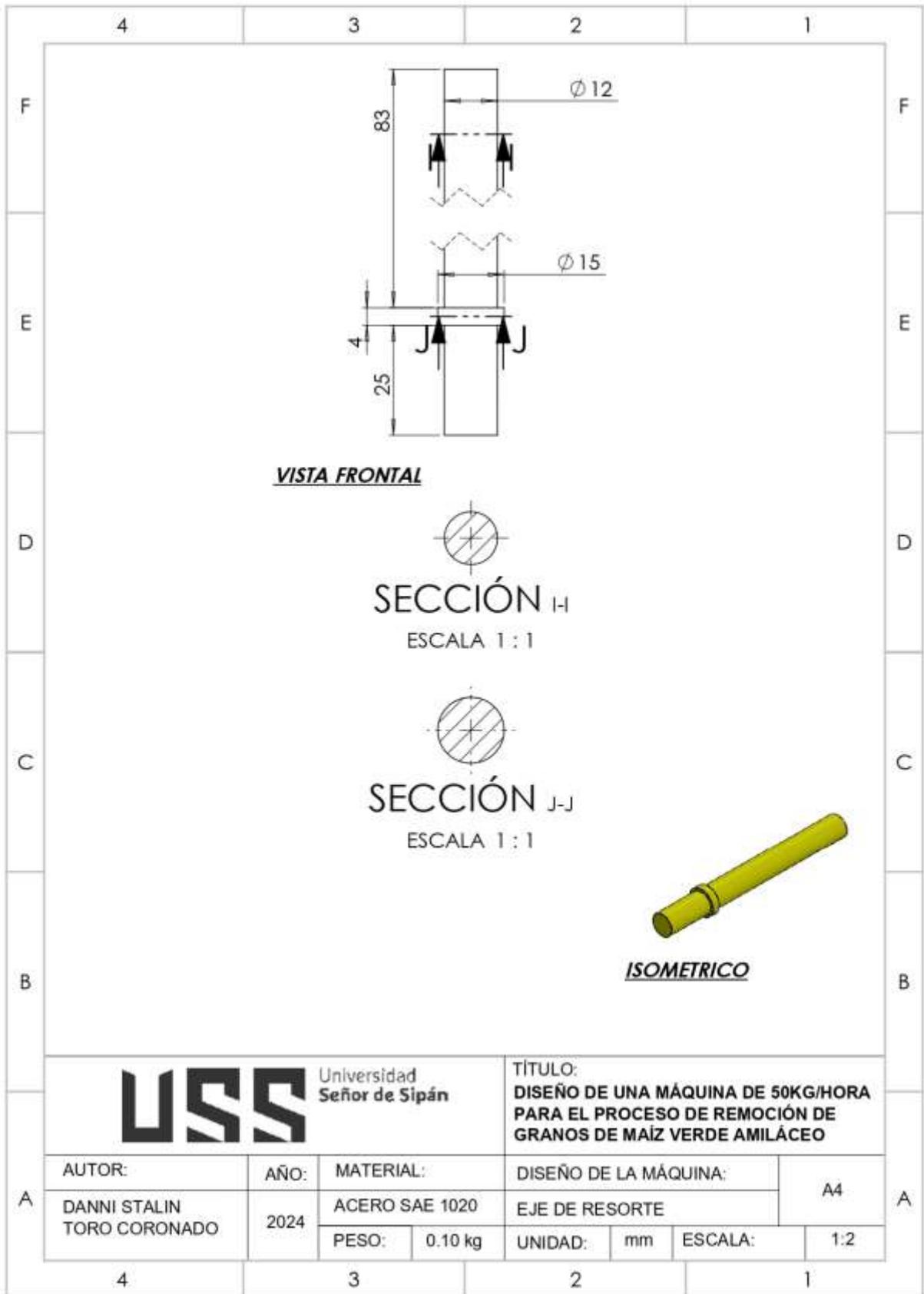
A	AUTOR:	AÑO:	MATERIAL:	DISEÑO DE LA MÁQUINA:			A4	A
	DANNI STALIN TORO CORONADO	2024	ACERO ASTM A36	PROTECTOR				
			PESO: 0.24 kg	UNIDAD:	mm	ESCALA:	1:10	

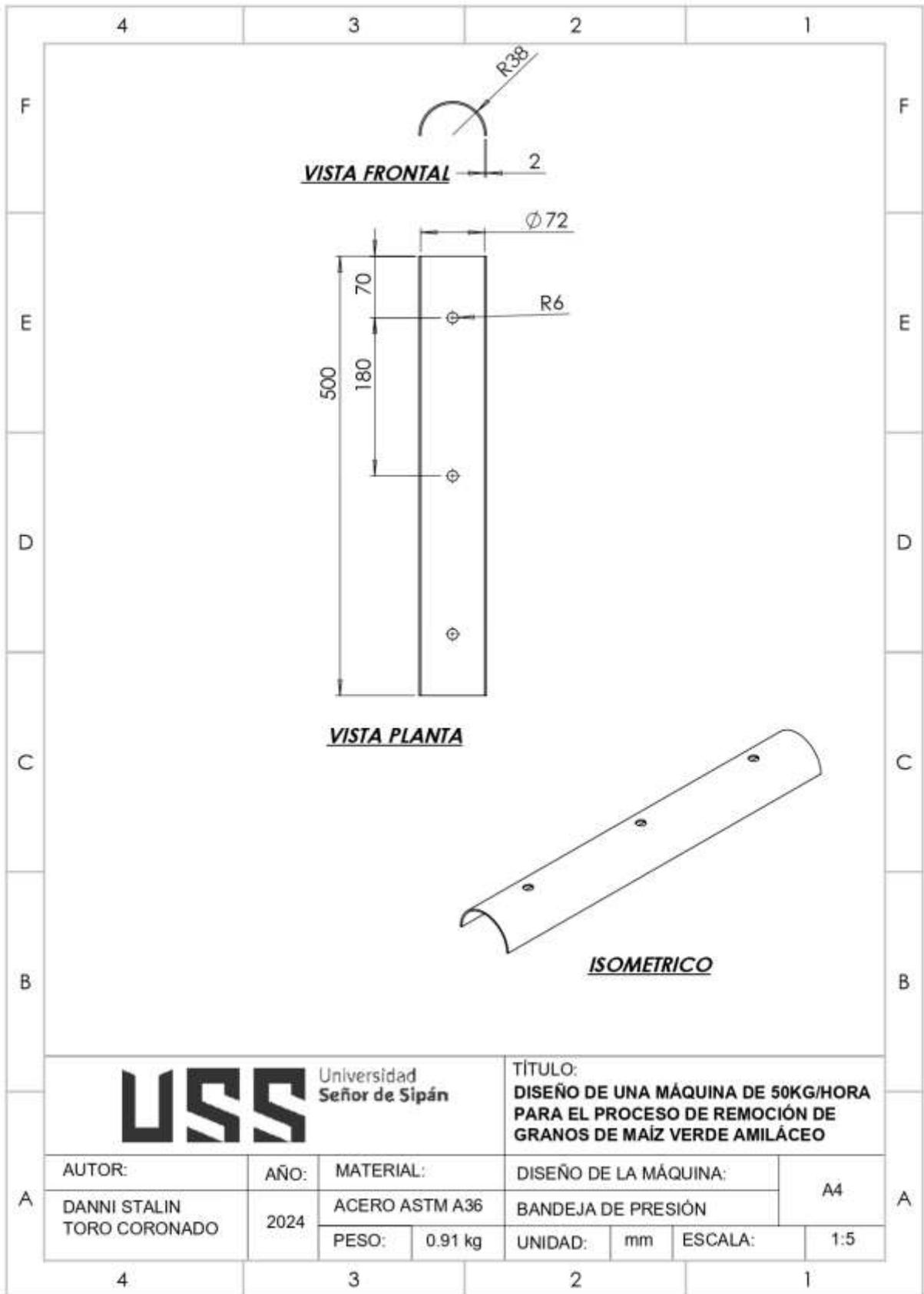








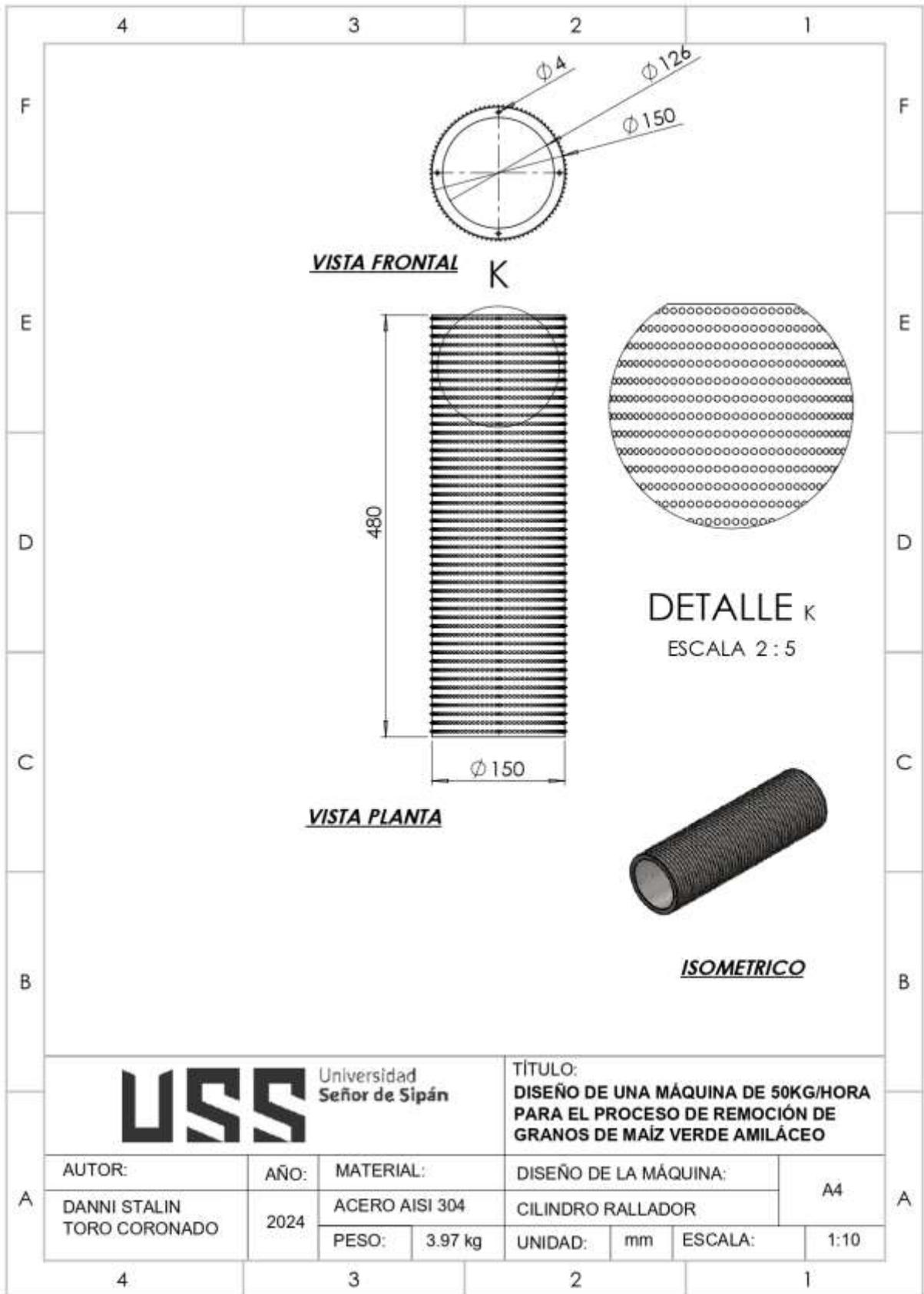




Universidad
Señor de Sipán

TÍTULO:
DISEÑO DE UNA MÁQUINA DE 50KG/HORA
PARA EL PROCESO DE REMOCIÓN DE
GRANOS DE MAÍZ VERDE AMILÁCEO

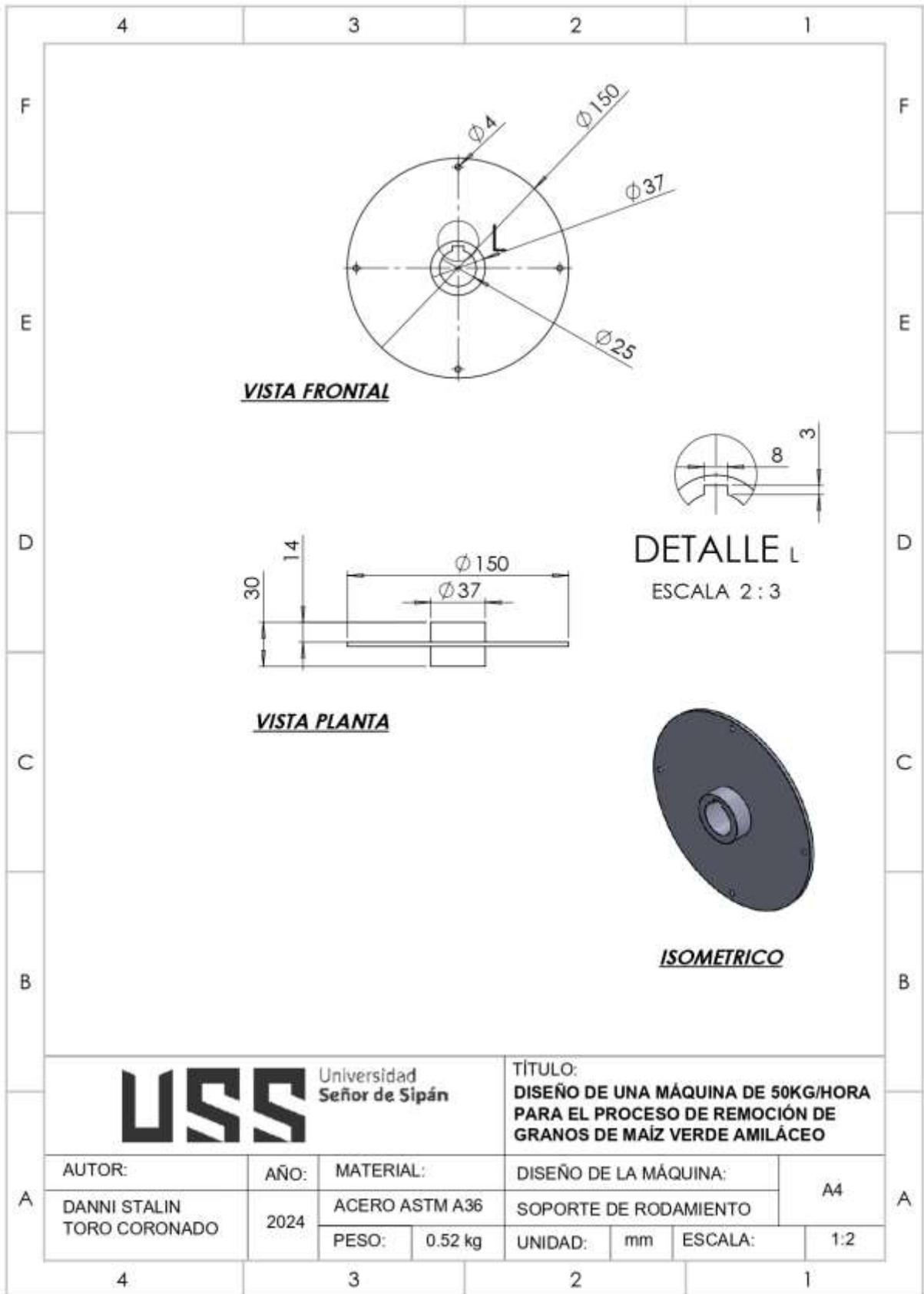
A	AUTOR:	AÑO:	MATERIAL:	DISEÑO DE LA MÁQUINA:			A4	A
	DANNI STALIN TORO CORONADO	2024	ACERO ASTM A36	BANDEJA DE PRESIÓN				
			PESO:	0.91 kg	UNIDAD:	mm	ESCALA:	

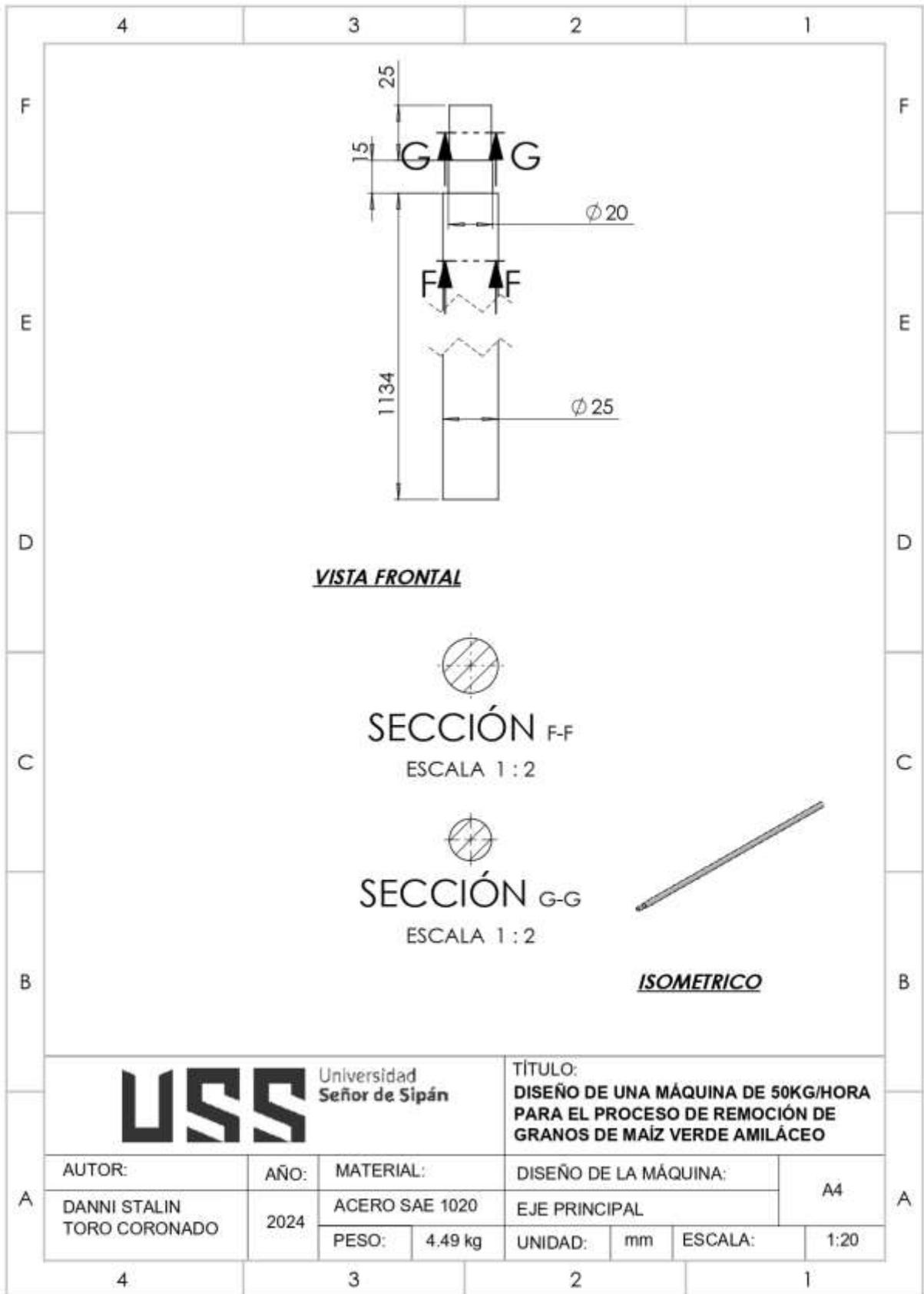


Universidad
Señor de Sipán

TÍTULO:
DISEÑO DE UNA MÁQUINA DE 50KG/HORA
PARA EL PROCESO DE REMOCIÓN DE
GRANOS DE MAÍZ VERDE AMILÁCEO

A	AUTOR:	AÑO:	MATERIAL:	DISEÑO DE LA MÁQUINA:			A4	A
	DANNI STALIN TORO CORONADO	2024	ACERO AISI 304	CILINDRO RALLADOR				
			PESO: 3.97 kg	UNIDAD: mm	ESCALA: 1:10			





Universidad
Señor de Sipán

TÍTULO:
DISEÑO DE UNA MÁQUINA DE 50KG/HORA
PARA EL PROCESO DE REMOCIÓN DE
GRANOS DE MAÍZ VERDE AMILÁCEO

AUTOR:

AÑO:

MATERIAL:

DISEÑO DE LA MÁQUINA:

DANNI STALIN
TORO CORONADO

2024

ACERO SAE 1020

EJE PRINCIPAL

A4

PESO: 4.49 kg

UNIDAD:

mm

ESCALA:

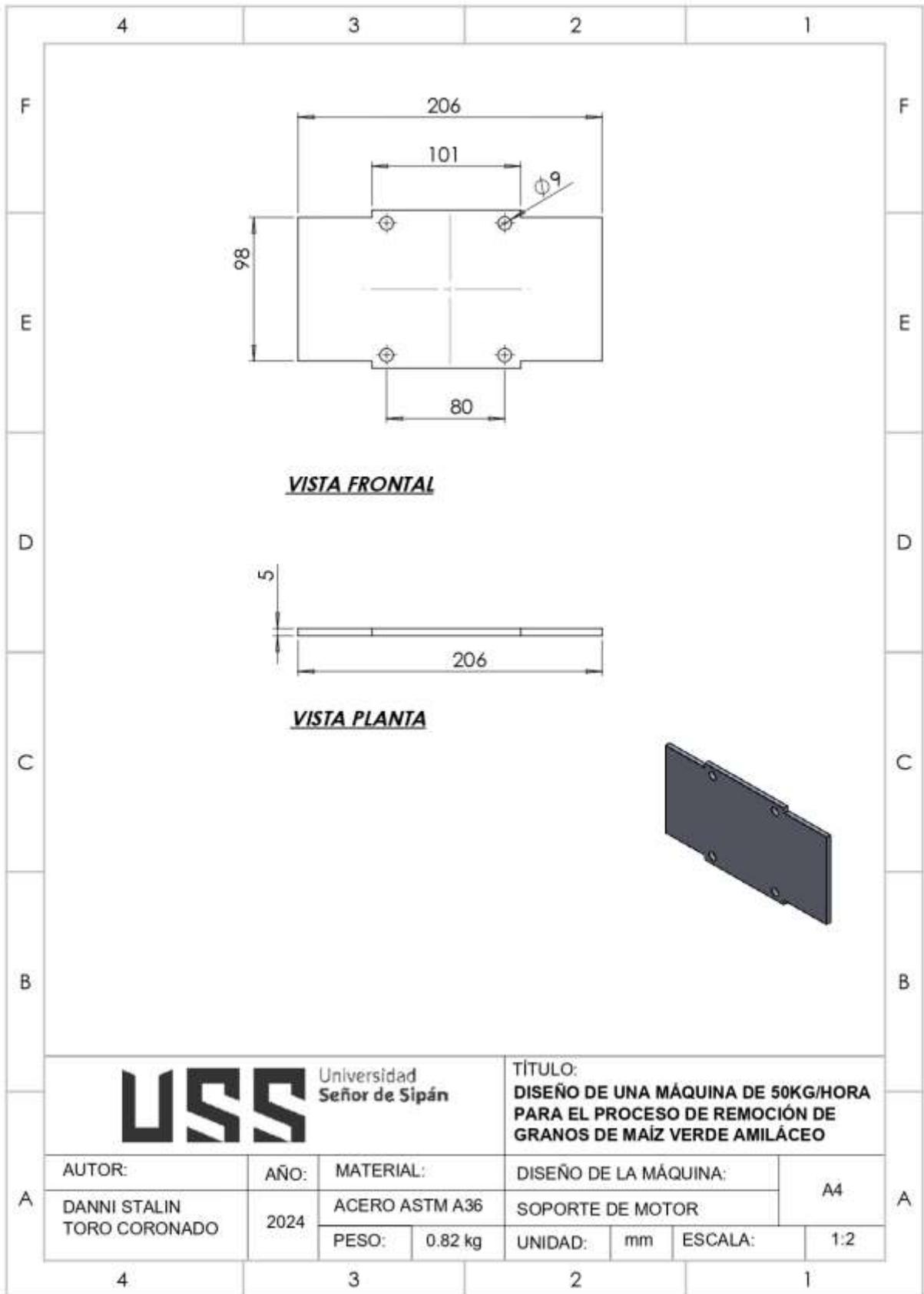
1:20

4

3

2

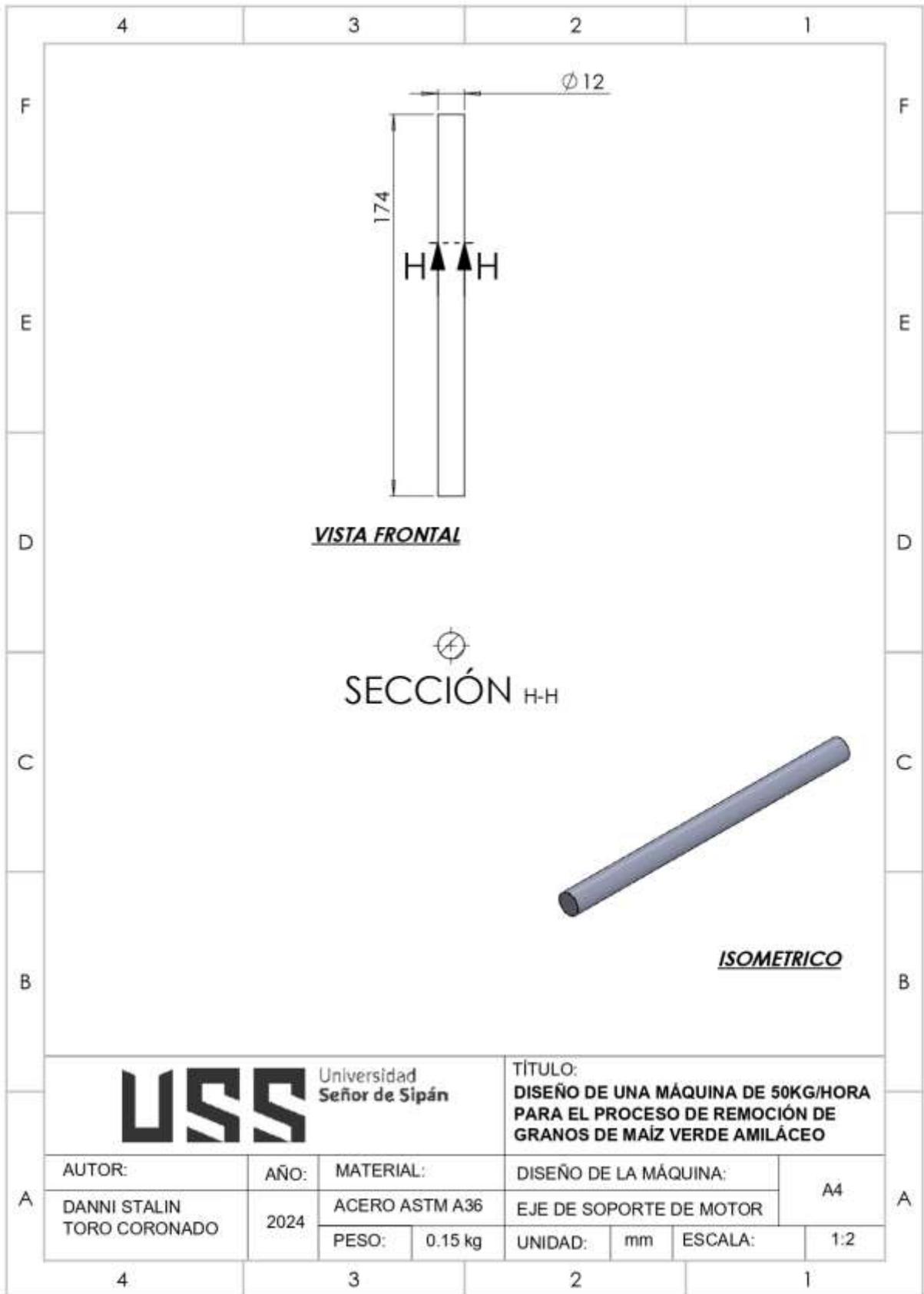
1



Universidad
Señor de Sipán

TÍTULO:
DISEÑO DE UNA MÁQUINA DE 50KG/HORA
PARA EL PROCESO DE REMOCIÓN DE
GRANOS DE MAÍZ VERDE AMILÁCEO

A	AUTOR:	AÑO:	MATERIAL:	DISEÑO DE LA MÁQUINA:			A4	A
	DANNI STALIN TORO CORONADO	2024	ACERO ASTM A36	SOPORTE DE MOTOR				
			PESO: 0.82 kg	UNIDAD: mm	ESCALA: 1:2			



Anexo 2. Catálogos de elementos estándares

Propiedades del acero ASI-SAE 1020

ACERO ASI-SAE 1020 (UNS G10200)

1. Descripción: acero de mayor fortaleza que el 1018 y menos fácil de conformar. Responde bien al trabajo en frío y al tratamiento térmico de cementación. La soldabilidad es adecuada. Por su alta tenacidad y baja resistencia mecánica es adecuado para elementos de maquinaria.

2. Normas involucradas: ASTM A108

3. Propiedades mecánicas: Dureza 111 HB
Esfuerzo de fluencia 205 MPa (29700 PSI)
Esfuerzo máximo 380 MPa (55100 PSI)
Elongación 25%
Reducción de área 50%
Módulo de elasticidad 205 GPa (29700 KSI)
Maquinabilidad 72% (AISI 1212 = 100%)

4. Propiedades físicas: Densidad 7.87 g/cm³ (0.284 lb/in³)

5. Propiedades químicas: 0.18 – 0.23 % C
0.30 – 0.60 % Mn
0.04 % P máx
0.05 % S máx

6. Usos: se utiliza mucho en la condición de cementado donde la resistencia al desgaste y el tener un núcleo tenaz es importante. Se puede utilizar completamente endurecido mientras se trate de secciones muy delgadas. Se puede utilizar para ejes de secciones grandes y que no estén muy esforzados. Otros usos incluyen engranes ligeramente esforzados con endurecimiento superficial, pines endurecidos superficialmente, piñones, cadenas, tornillos, componentes de maquinaria, prensas y levas.

7. Tratamientos térmicos: se puede cementar para aumentarle la resistencia al desgaste y su dureza mientras que el núcleo se mantiene tenaz. Se puede recocer a 870 °C y su dureza puede alcanzar los 111 HB, mientras que con normalizado alcanza los 131 HB.

Chavetas

Chaveteros y chavetas DIN 6885/1 – 6886 – 6887

Ø eje d mm desde-hasta	Medida chaveta b x h mm	Medidas del chavetero en el cubo				Medidas chavetero del eje para chavetas paralelas y de cuña		Medidas de los ejes en el cubo de la rueda	
		Chaveta paralela S/DIN 6885/1		Chaveta de cuña S/DIN 6886, 6887		t ₁ m/m	Tol. admisible (en altura) m/m	Ø m/m desde-hasta	Tol.H-7 m/m
		d + t ₂ m/m	Tol. admisible (en altura) m/m	d + t ₂ m/m	Tol. admisible (en altura) m/m				
6-8	2x2	d+0,9	+0,1	-	-	1,1	+0,1	6-10	+0,015 0
8-10	3x3	d+1,3		-	-	1,7			
10-12	4x4	d+1,6		d+1,4	-0,1	2,4		10-18	+0,018 0
12-17	5x5	d+2,1		d+1,9		2,9			
17-22	6x6	d+2,6		d+2,1		3,5	18-30	+0,021 0	
22-30	8x7	d+3,0		d+2,4		4,1			
30-38	10x8	d+3,4	+0,2	d+2,8	-0,2	4,7	30-50	+0,025 0	
38-44	12x8	d+3,2		d+2,8		4,9			
44-50	14x9	d+3,6		d+2,9		5,5	50-80	+0,030 0	
50-58	16x10	d+3,9		d+3,2		6,2			
58-65	18x11	d+4,3		d+3,5		6,8	80-120	+0,035 0	
65-75	20x12	d+4,7		d+3,9		7,4			
75-85	22x14	d+5,6		d+4,8		8,5	120-180	+0,040 0	
85-95	25x14	d+5,4		d+4,6		8,7			
95-110	28x16	d+6,2		d+5,4		9,9	180-250	+0,046 0	
110-130	32x18	d+7,1		d+6,1		11,1			
130-150	36x20	d+7,9		d+6,9		12,3	250-315	+0,052 0	
150-170	40x22	d+8,7		d+7,7		13,5			
170-200	45x25	d+9,9		d+8,9		15,3	315-400	+0,057 0	
200-230	51x28	d+11,2		d+10,1		17			
230-260	56x32	d+12,9	d+11,8	19,3	400-500	+0,063 0			
260-290	63x32	d+12,6	+0,3	d+11,5			-0,3	19,6	

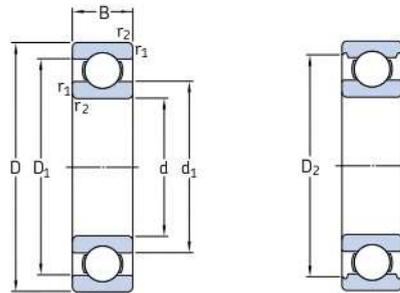
Rodamientos

Selección del tamaño del rodamiento

Tabla 8

Valores orientativos de vida nominal requeridos para diferentes clases de máquinas	
Clase de máquinas	Vida nominal Horas de funcionamiento
Electrodomésticos, máquinas agrícolas, instrumentos, equipos técnicos de uso médico	300 ... 3 000
Máquinas usadas intermitentemente o por cortos periodos: herramientas eléctricas portátiles, aparatos elevadores en talleres, máquinas y equipos para la construcción	3 000 ... 8 000
Máquinas para trabajar con alta fiabilidad de funcionamiento por cortos periodos o intermitentemente: ascensores (elevadores), grúas para mercancías embaladas o eslingas de tambores, etc.	8 000 ... 12 000
Máquinas para 8 horas de trabajo diario, no siempre totalmente utilizadas: transmisiones por engranajes para uso general, motores eléctricos de uso industrial, machacadoras rotativas	10 000 ... 25 000
Máquinas para 8 horas de trabajo diario totalmente utilizadas: máquinas herramientas, máquinas para trabajar la madera, máquinas para la industria de ingeniería, grúas para materiales a granel, ventiladores, cintas transportadoras, equipos para imprentas, separadores y centrifugas	20 000 ... 30 000
Máquinas para trabajo continuo, 24 horas al día: cajas de engranajes para laminadores, maquinaria eléctrica de tamaño medio, compresores, tornos de extracción para minas, bombas, maquinaria textil	40 000 ... 50 000
Máquinas para la industria de energía eólica, esto incluye el eje principal, la orientación, los engranajes, los rodamientos del generador	30 000 ... 100 000
Maquinaria para el abastecimiento de agua, hornos giratorios, máquinas cableadoras, maquinaria de propulsión para transatlánticos	60 000 ... 100 000
Maquinaria eléctrica de gran tamaño, centrales eléctricas, bombas y ventiladores para minas, rodamientos para la línea de ejes de transatlánticos	> 100 000

Rodamientos rígidos de una hilera de bolas
d 25 – 35 mm



Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga	Velocidades		Masa	Designación	
d	D	B	dinámica C	estática C ₀	P _u	Velocidad de referencia	Velocidad límite			
mm			kN		kN	rpm		kg	-	
25	37	7	4,36	2,6	0,125	38 000	24 000	0,022	61805	
	42	9	7,02	4,3	0,193	36 000	22 000	0,045	61905	
	47	8	8,06	4,75	0,212	32 000	20 000	0,060	*16005	
	47	12	11,9	6,55	0,275	32 000	20 000	0,080	*6005	
	52	9	10,6	6,55	0,28	28 000	18 000	0,078	98205	
	52	15	14,8	7,8	0,335	28 000	18 000	0,13	*6205	
	52	15	17,8	9,8	0,40	28 000	18 000	0,12	6205 ETN9	
	62	17	23,4	11,6	0,49	24 000	16 000	0,23	*6305	
	62	17	26	13,4	0,57	24 000	16 000	0,21	6305 ETN9	
	80	21	35,8	19,3	0,82	20 000	13 000	0,53	6405	
	28	58	16	16,8	9,5	0,405	26 000	16 000	0,18	62/28
		68	18	25,1	13,7	0,585	22 000	14 000	0,29	63/28
30	42	7	4,49	2,9	0,146	32 000	20 000	0,027	61806	
	47	9	7,28	4,55	0,212	30 000	19 000	0,051	61906	
	55	9	11,9	7,35	0,31	28 000	17 000	0,085	*16006	
	55	13	13,8	8,3	0,355	28 000	17 000	0,12	*6006	
	62	10	15,9	10,2	0,44	22 000	14 000	0,12	98206	
	62	16	20,3	11,2	0,48	24 000	15 000	0,20	*6206	
	62	16	23,4	12,9	0,54	24 000	15 000	0,19	6206 ETN9	
	72	19	29,6	16	0,67	20 000	13 000	0,35	*6306	
	72	19	32,5	17,3	0,74	22 000	14 000	0,33	6306 ETN9	
	90	23	43,6	23,6	1,00	18 000	11 000	0,74	6406	
35	47	7	4,75	3,2	0,17	28 000	18 000	0,030	61807	
	55	10	9,56	6,8	0,29	26 000	16 000	0,080	61907	
	62	9	13	8,15	0,38	24 000	15 000	0,11	*16007	
	62	14	16,8	10,2	0,44	24 000	15 000	0,16	*6007	
	72	17	27	15,3	0,66	20 000	13 000	0,29	*6207	
	72	17	31,2	17,6	0,75	20 000	13 000	0,27	6207 ETN9	
	80	21	35,1	19	0,82	19 000	12 000	0,46	*6307	
	100	25	55,3	31	1,29	16 000	10 000	0,95	6407	

* Rodamiento SKF Explorer

Descripción de catálogo

S37DRN71M4

Motorreductores de tornillo sin fin S..DRN.. (IE3)

Datos de producto

Velocidad nominal del motor	[1/min]: 1415
Velocidad de salida	[1/min]: 157
Índice de reducción total	: 9,02
Par de salida	[Nm]: 20
Factor de servicio SEW-FB	: 2,30
Posición de montaje	: M1A
Pintura imprimación/CapaFinal	: 7031 Gris azulado (51370310)
Posición de conexión/caja de bornas	[°]: 0
Entrada de cable/ Posición del conector	: X
Eje de salida	[mm]: 20x40
Tipo de diseño	: Diseño con patas
Salida permitida con carga radial n=1400	[N]: 2220
Potencia del motor	[kW]: 0,37
Factor de duración	: S1-100%
Clase eficiente	: IE3
Eficiencia (50/75/100% Pn)	[%]: 74,29 / 77,28 / 77,3
Marcado CE	: SI
Tensión del motor	[V]: 230/400
Esquema de conexionado	: R13
Frecuencia	[Hz]: 50
Corriente nominal	[A]: 1,78 / 1,02
Cos Phi	: 0,66
Clase de aislamiento	: 155(F)
Tipo protección del motor	: IP55
Requisito del diseño	: Europa (CE)
Momentos de inercia de masa (en [10 ⁻⁴ kgm ²]) referencia al lado de entrada)	: 7,10
Peso	[kg]: 13,00



Características adicionales

Eje de salida: 20x40 mm

Coeficiente de corrección de potencia



TABLA N° 3 - COEFICIENTE DE CORRECCION DE LA POTENCIA

Tabla N° 3 - Coeficiente de corrección de la potencia						
Tipo de máquina conductora Tipo de máquina conducida	Motores de corriente alterna, torque normal, a jaula de ardilla, sincronicos, fase partida, Motores de corriente continua, bobinado en shunt, Máquinas de combustión interna, cilindros múltiples.			Motores de corriente alterna, alto torque, alto deslizamiento, bobinado en serie y anillado colector, Motores de corriente continua, bobinado en serie y bobinado compound, Máquina a combustión interna, monocilíndrica, Ejes en línea, Arranque directo con embrague.		
	Servicio intermedio hasta 7 horas diarias	Servicio normal 8 a 15 horas diarias	Servicio continuo más de 16 horas diarias	Servicio intermedio hasta 7 horas diarias	Servicio normal 8 a 15 horas diarias	Servicio continuo más de 16 horas diarias
Agitador para líquidos y semilíquidos, ventiladores y aspiradores, compresores y bombas centrífugas. Sopladores hasta 10 HP, Transportadores livianos.	1.0	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3
Cintas transportadoras para arena, granos, etc. Mezcladores de panadería, Sopladores de más de 10 HP, generadores. Línea a ejes (ejes principales), máquinas de lavaderos, máquinas herramienta, punzadoras, prensa, guillotinas, bombas rotativas positivas, Máquinas de imprenta, zarandas vibradoras y giratorias.	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4
Máquina de ladrillos y cerámicas, elevadores a cangilones. Generadores y excitatrices. Compresores a pistón, transportadores, molinos a martillos, molinos batidores para papel, bombas a pistón, sopladores positivos, Pulverizadores, desmenuzadoras, sierras y máquinas para elaboración de madera, máquinas textiles.	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6
Trituradoras (giratorias, mandíbulas, bolas), Molinos (bolas, laminadores, barras), Calamandra para goma, bambury-extrusoras.	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.8

El uso de un coeficiente de corrección = 2 es recomendado para equipos sujetos a impactos. Cuando es necesario el uso de poleas tensoras, adicionar al coeficiente de corrección, los valores del cuadro siguiente:

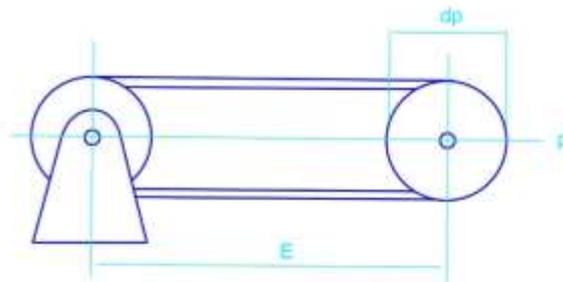
Posición de la polea tensora	Sobre el lado flojo	Interior - Exterior +0,1
	Sobre el lado tenso	Interior +0,1 Exterior +0,2

Selección de correa comercial

CORREAS DE TRANSMISIÓN INDUSTRIAL

MEDICION DE LA LONGITUD PRIMITIVA

Sección	Diámetros primitivos (milímetros)	Desarrollos primitivos (milímetros)	Carga de medición (p) NW
Z	57.6	180	110
A	95.5	300	200
B	127.3	400	300
C	228.6	700	750
D	318.3	1000	1400
E	573.0	1800	1800



Para calcular la longitud primitiva de la correa, se procede de la siguiente forma:



$$l_p = 2 E + d_p \times \pi \text{ en mm}$$

- l_p Longitud primitiva de la correa (mm).
- E Distancia entre ejes de las poleas (mm).
- d_p Diámetro primitivo de una polea (mm).

Sección	X (mm)	X ₁ (mm)
Z	13	25
A	17	33
B	26	43
C	32	86
D	43	76
E	52	105

Desarrollo externo = longitud primitiva nominal + valor X
Desarrollo interno = longitud primitiva nominal - valor X₁

TABLA N° 6

Carga (n)	Longitud primitiva nominal					
	Sección Z (mm)	Sección A (mm)	Sección B (mm)	Sección C (mm)	Sección D (mm)	Sección E (mm)
15	-	414	-	-	-	-
16	-	439	-	-	-	-
17	-	465	-	-	-	-
18	482	490	-	-	-	-
19	508	516	-	-	-	-
20	533	541	-	-	-	-
21	558	566	-	-	-	-
22	584	592	-	-	-	-
23	609	618	-	-	-	-
24	635	641	-	-	-	-
25	660	670	-	-	-	-
26	685	694	-	-	-	-
27	711	718	-	-	-	-
28	735	756	-	-	-	-
29	762	774	771	-	-	-
30	787	794	796	-	-	-
31	812	822	822	-	-	-
32	838	853	859	-	-	-
33	863	880	870	-	-	-
34	889	906	899	-	-	-
35	914	922	928	-	-	-
36	939	954	962	-	-	-
37	965	978	981	-	-	-
38	990	1001	1004	-	-	-
39	1016	1029	1032	-	-	-
40	1041	1052	1054	-	-	-

Prestación base de la correa

CORREAS DE TRANSMISIÓN INDUSTRIAL

TABLA N° 4 - FACTOR DE CORRECCION EN FUNCION DE LA LONGITUD DE LA CORREA

Longitud correa	Sección de la correa					
	Z	A	B	C	D	E
16	0.80	-	-	-	-	-
24	0.83	-	-	-	-	-
26	0.84	0.81	-	-	-	-
31	0.89	0.84	-	-	-	-
35	0.92	0.87	0.81	-	-	-
38	0.93	0.88	0.83	-	-	-
42	0.95	0.90	0.85	-	-	-
46	0.97	0.92	0.87	-	-	-
51	0.99	0.94	0.89	0.80	-	-
55	1.00	0.96	0.90	0.81	-	-
60	-	0.98	0.92	0.82	-	-
68	-	1.00	0.95	0.85	-	-
75	-	1.02	0.97	0.87	-	-
80	-	1.04	0.98	0.89	-	-
81	-	1.04	0.98	0.89	-	-
85	-	1.05	0.99	0.90	-	-
90	-	1.06	1.00	0.91	-	-
96	-	1.08	1.02	0.92	-	-
97	-	1.08	1.02	0.92	-	-
105	-	1.10	1.04	0.94	-	-
112	-	1.11	1.05	0.95	-	-
120	-	1.13	1.07	0.97	0.86	-
128	-	1.14	1.08	0.98	0.87	-
144	-	-	1.11	1.00	0.90	-
158	-	-	1.13	1.02	0.92	-
173	-	-	1.15	1.04	0.93	-
180	-	-	1.16	1.05	0.94	0.91
195	-	-	1.18	1.07	0.96	0.92
210	-	-	1.19	1.08	0.98	0.94
240	-	-	1.22	1.11	1.00	0.96
270	-	-	1.25	1.14	1.03	0.99
300	-	-	1.27	1.16	1.05	1.01
330	-	-	-	1.19	1.07	1.03
360	-	-	-	1.21	1.09	1.05
390	-	-	-	1.23	1.11	1.07
420	-	-	-	1.24	1.12	1.09
480	-	-	-	-	1.16	1.12
540	-	-	-	-	1.18	1.14
600	-	-	-	-	1.20	1.17
660	-	-	-	-	1.23	1.19

Arco de contacto



TABLA Nº 5 - FACTOR DE CORRECCION EN FUNCION DEL ARCO DE CONTACTO

Tabla Nº 5	Factor de corrección	
	Arco de contacto sobre polea menor	Poleas acanaladas
180°	1.00	0.75
175°	0.99	0.76
170°	0.98	0.77
167°	0.97	0.78
164°	0.96	0.79
160°	0.95	0.80
157°	0.94	0.81
154°	0.93	0.81
150°	0.92	0.82
147°	0.91	0.83
144°	0.90	0.83
140°	0.89	0.84
137°	0.88	0.85
134°	0.87	0.85
130°	0.86	0.86
127°	0.85	0.85
124°	0.84	0.84
120°	0.82	0.82
118°	0.81	0.81
115°	0.80	0.80
113°	0.79	0.79
110°	0.78	0.78
108°	0.77	0.77
106°	0.77	0.77
104°	0.76	0.76
102°	0.75	0.75
100°	0.74	0.74
98°	0.73	0.73
96°	0.72	0.72
94°	0.71	0.71
92°	0.70	0.70
90°	0.69	0.69



TABLA N° 2 - SECCION B

Tabla N° 2 - Sección B		Prestación Base (en HP)													Prestación adicional por reducción de transmisión (en HP)													
N° BPTA De la línea fuerza	Diámetro primitivo de la polea menor (mm)	Prestación Base (en HP)													Prestación adicional por reducción de transmisión (en HP)													
		117	122	127	132	137	142	147	152	157	162	166	171	176	181	186	191	196	201	1.00 al 1.01	1.02 al 1.04	1.05 al 1.08	1.10 al 1.12	1.13 al 1.18	1.19 al 1.24	1.25 al 1.34	1.35 al 1.51	1.52 al 1.99
870	1.74	1.93	2.12	2.31	2.49	2.68	2.87	3.05	3.24	3.42	3.60	3.79	3.97	4.15	4.33	4.50	4.66	4.86	0.00	0.04	0.09	0.13	0.17	0.21	0.26	0.30	0.34	0.38
1160	2.12	2.36	2.61	2.85	3.09	3.32	3.56	3.80	4.03	4.26	4.49	4.72	4.94	5.17	5.39	5.61	5.83	6.05	0.00	0.06	0.11	0.17	0.23	0.28	0.34	0.40	0.45	0.51
1750	2.72	3.06	3.39	3.72	4.05	4.37	4.69	5.01	5.32	5.62	5.92	6.22	6.51	6.80	7.08	7.36	7.90	0.00	0.09	0.17	0.26	0.34	0.43	0.51	0.60	0.69	0.77	
200	0.57	0.62	0.67	0.72	0.77	0.82	0.87	0.92	0.97	1.02	1.07	1.12	1.17	1.22	1.27	1.32	1.36	1.41	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
400	0.97	1.07	1.16	1.26	1.35	1.45	1.54	1.64	1.73	1.82	1.91	2.01	2.10	2.19	2.28	2.37	2.47	2.56	0.00	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18
600	1.32	1.46	1.60	1.73	1.87	2.01	2.14	2.28	2.41	2.54	2.68	2.81	2.94	3.07	3.20	3.33	3.46	3.59	0.00	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15	0.18	0.21	0.24	0.26
800	1.63	1.81	1.99	2.16	2.34	2.51	2.69	2.86	3.03	3.20	3.37	3.54	3.71	3.88	4.05	4.21	4.38	4.54	0.00	0.04	0.08	0.12	0.16	0.20	0.24	0.27	0.31	0.35
1000	1.91	2.13	2.34	2.56	2.77	2.98	3.19	3.40	3.61	3.81	4.02	4.22	4.42	4.62	4.82	5.02	5.22	5.41	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.29	0.34	0.39	0.44
1200	2.17	2.42	2.67	2.92	3.16	3.41	3.65	3.89	4.13	4.37	4.60	4.84	5.07	5.30	5.52	5.75	5.98	6.20	0.00	0.06	0.12	0.18	0.24	0.29	0.35	0.41	0.47	0.53
1400	2.39	2.68	2.96	3.24	3.52	3.79	4.07	4.34	4.61	4.87	5.13	5.39	5.65	5.91	6.16	6.41	6.66	6.90	0.00	0.07	0.14	0.21	0.27	0.34	0.41	0.48	0.55	0.62
1600	2.59	2.91	3.22	3.53	3.84	4.14	4.44	4.74	5.03	5.32	5.61	5.89	6.17	6.44	6.72	6.98	7.25	7.51	0.00	0.08	0.16	0.24	0.31	0.39	0.47	0.55	0.63	0.71
1800	2.76	3.11	3.45	3.78	4.12	4.45	4.77	5.09	5.40	5.71	6.02	6.32	6.61	6.90	7.19	7.47	7.74	8.01	0.00	0.09	0.18	0.26	0.35	0.44	0.53	0.62	0.71	0.79
2000	2.90	3.28	3.64	4.00	4.36	4.71	5.05	5.39	5.72	6.04	6.36	6.68	6.98	7.29	7.57	7.86	8.14	8.41	0.00	0.10	0.20	0.29	0.39	0.49	0.59	0.69	0.78	0.88
2200	3.02	3.41	3.80	4.18	4.56	4.92	5.28	5.63	5.98	6.31	6.64	6.96	7.27	7.57	7.87	8.15	8.42	8.69	0.00	0.11	0.22	0.32	0.43	0.54	0.65	0.75	0.86	0.97
2400	3.11	3.52	3.93	4.32	4.71	5.09	5.46	5.82	6.17	6.51	6.84	7.16	7.47	7.77	8.05	8.33	8.59	8.84	0.00	0.12	0.24	0.35	0.47	0.59	0.71	0.82	0.94	1.06
2600	3.16	3.59	4.01	4.42	4.82	5.21	5.58	5.95	6.30	6.64	6.96	7.28	7.58	7.86	8.13	8.39	8.63	8.86	0.00	0.13	0.26	0.38	0.51	0.64	0.76	0.89	1.02	1.15
2800	3.19	3.63	4.06	4.48	4.88	5.27	5.65	6.01	6.35	6.68	7.00	7.30	7.58	7.85	8.10	8.33	8.54	8.73	0.00	0.14	0.27	0.41	0.55	0.69	0.82	0.96	1.10	1.24
3000	3.18	3.63	4.06	4.48	4.89	5.28	5.65	6.00	6.33	6.65	6.95	7.23	7.48	7.72	7.94	8.13	8.31	8.46	0.00	0.15	0.29	0.44	0.59	0.74	0.88	1.03	1.18	1.32
3200	3.13	3.59	4.02	4.44	4.84	5.22	5.58	5.92	6.24	6.53	6.80	7.05	7.27	7.47	7.65	7.80	-	-	0.00	0.16	0.31	0.47	0.63	0.78	0.94	1.10	1.25	1.41
3400	3.05	3.51	3.94	4.35	4.74	5.11	5.45	5.76	6.05	6.32	6.55	6.77	6.95	7.10	-	-	-	-	0.00	0.17	0.33	0.50	0.67	0.83	1.00	1.17	1.33	1.50
3600	2.93	3.38	3.81	4.21	4.58	4.92	5.24	5.53	5.78	6.01	6.21	6.37	-	-	-	-	-	-	0.00	0.18	0.35	0.53	0.71	0.88	1.06	1.24	1.41	1.59
3800	2.77	3.21	3.62	4.00	4.35	4.67	4.96	5.21	5.42	5.60	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.19	0.37	0.56	0.75	0.93	1.12	1.30	1.49	1.68
4000	2.57	3.00	3.39	3.74	4.07	4.35	4.60	4.80	4.96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.20	0.39	0.59	0.78	0.98	1.18	1.37	1.57	1.76
4200	2.33	2.73	3.10	3.42	3.71	3.95	4.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.21	0.41	0.62	0.82	1.03	1.24	1.44	1.75	1.85
4400	2.04	2.42	2.75	3.04	3.28	3.47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.22	0.43	0.65	0.86	1.08	1.29	1.51	1.73	1.94
4600	1.70	2.05	2.34	2.59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.23	0.45	0.68	0.90	1.13	1.35	1.58	1.80	2.03
4800	1.32	1.63	1.88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.24	0.47	0.71	0.94	1.18	1.41	1.65	1.88	2.12
5000	0.88	1.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.25	0.49	0.73	0.98	1.23	1.47	1.72	1.96	2.21
5200	0.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.26	0.51	0.76	1.02	1.27	1.53	1.78	2.04	2.29

Resortes – Serie estándar

RESORTES DE COMPRESION: SERIE ESTANDAR (PULGADAS)

EXTREMOS RECTIFICADOS • Alambre de Piano (Platinado) o Acero Inoxidable 302 (Pasivado),
o 316 o Acero Inoxidable (Pasivado Ultrasonica)

RESORTES DE COMPRESION

NUMERO DE PARTE LEE	DIAMETRO EXTERIOR		DIAMETRO DEL AGUJERO		DIAMETRO DEL ALAMBRE		CARGA APROX. @ ALTURA SOLIDA		LONGITUD SIN CARGA		CONSTANTE		ALTURA SOLIDA		GRUPO DE PRECIO		
	PULG.	MM	PULG.	MM	PULG.	MM	LB.	KG	PULG.	MM	LB/PULG.	KG/MM	PULG.	MM	M	S	G316
LC 038G 01									0.500	12.70	20.00	0.357	0.144	3.68	F	F	K
LC 038G 02									0.625	15.88	15.00	0.267	0.172	4.37	F	F	K
LC 038G 03									0.750	19.05	12.50	0.223	0.191	4.85	F	F	K
LC 038G 04									0.875	22.23	10.50	0.187	0.210	5.33	F	F	K
LC 038G 05									1.000	25.40	9.00	0.160	0.229	5.82	F	F	K
LC 038G 06									1.250	31.75	7.50	0.134	0.267	6.78	G	G	L
LC 038G 07	.480	12.19	.500	12.70	.038	.96	7.250	3.284	1.500	38.10	6.00	0.107	0.315	8.00	G	G	L
LC 038G 08									1.625	41.28	5.50	0.098	0.332	8.43	G	G	L
LC 038G 09									1.750	44.45	4.90	0.087	0.361	9.17	J	J	M
LC 038G 10									2.000	50.80	4.25	0.076	0.407	10.34	J	J	M
LC 038G 11									2.250	57.15	3.68	0.066	0.460	11.68	J	J	M
LC 038G 12									2.500	63.50	3.30	0.059	0.503	12.78	K	K	N
LC 038G 13									2.750	69.85	3.00	0.054	0.546	13.87	K	K	N
LC 038G 14									3.000	76.20	2.73	0.049	0.589	14.96	K	K	N
LC 042G 01									0.500	12.70	28.00	0.499	0.169	4.29	F	F	K
LC 042G 02									0.625	15.88	22.00	0.392	0.201	5.10	F	F	K
LC 042G 03									0.750	19.05	18.00	0.321	0.222	5.64	F	F	K
LC 042G 04									0.875	22.23	15.00	0.267	0.248	6.30	F	F	K
LC 042G 05									1.000	25.40	13.00	0.232	0.274	6.96	F	F	K
LC 042G 06									1.250	31.75	10.00	0.178	0.327	8.30	G	G	L
LC 042G 07	.480	12.19	.500	12.70	.042	1.07	9.500	4.302	1.500	38.10	8.50	0.152	0.379	9.63	G	G	L
LC 042G 08									1.625	41.28	7.70	0.137	0.400	10.16	G	G	L
LC 042G 09									1.750	44.45	6.90	0.123	0.438	11.12	G	G	L
LC 042G 10									2.000	50.80	6.00	0.107	0.490	12.45	G	G	L
LC 042G 11									2.250	57.15	5.50	0.098	0.504	12.80	J	J	M
LC 042G 12									2.500	63.50	5.00	0.089	0.562	14.27	K	K	N
LC 042G 13									2.750	69.85	4.53	0.081	0.610	15.49	K	K	N
LC 042G 14									3.000	76.20	4.13	0.074	0.659	16.74	L	L	P
LC 045G 01									0.500	12.70	35.00	0.624	0.192	4.88	F	F	K
LC 045G 02									0.625	15.88	28.00	0.499	0.215	5.46	F	F	K
LC 045G 03									0.750	19.05	22.00	0.392	0.248	6.30	F	F	K
LC 045G 04									0.875	22.23	19.00	0.339	0.271	6.88	F	F	K
LC 045G 05									1.000	25.40	17.00	0.303	0.293	7.44	F	F	K
LC 045G 06									1.250	31.75	13.00	0.232	0.361	9.17	G	G	L
LC 045G 07	.480	12.19	.500	12.70	.045	1.14	11.500	5.208	1.500	38.10	11.00	0.196	0.404	10.26	G	G	L
LC 045G 08									1.625	41.28	9.75	0.174	0.446	11.33	G	J	M
LC 045G 09									1.750	44.45	9.00	0.160	0.482	12.24	G	J	M
LC 045G 10									2.000	50.80	7.70	0.137	0.541	13.74	G	J	M
LC 045G 11									2.250	57.15	6.70	0.119	0.610	15.49	J	J	M
LC 045G 12									2.500	63.50	6.20	0.110	0.666	16.92	J	J	M
LC 045G 13									2.750	69.85	5.60	0.100	0.686	17.42	L	L	P
LC 045G 14									3.000	76.20	5.10	0.091	0.742	18.85	L	L	P

Tees

CALIDAD: ASTM A36

DENOMINACIÓN:
T A36.

DESCRIPCIÓN:

Producto de acero laminado en caliente de sección en forma de "T".

USOS:

En la fabricación de estructuras metálicas para la construcción civil, torres de transmisión, tijaes, carpintería metálica, etc.

NORMAS TÉCNICAS:

- Propiedades Mecánicas: ASTM A36/A36M y NTP 350.400
- Tolerancias Dimensionales:
- Sistema Inglés: ASTM A6 / A6M y NTP 241.105
- Sistema Métrico: DIN 1024 y NTP 241.105

PRESENTACIÓN:

Se produce en longitudes de 6 metros. Se suministra en paquetes de 1 t.

DIMENSIONES Y PESOS NOMINALES en Kg/m:

SISTEMA INGLÉS:

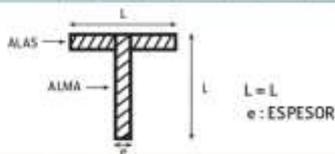
DIMENSIONES (pulg.)	PESO NOMINAL	
	kg/m	kg/Barra 6m
1/4 x 1 1/4 x 1/8	1,54	9,24
1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	1,84	11,04
1 1/2 x 1 1/2 x 3/16	2,72	16,32
2 x 2 x 1/4	4,97	29,82

SISTEMA MÉTRICO:

DIMENSIONES (mm)	PESO NOMINAL	
	kg/m	kg/Barra 6m
20 x 20 x 3.0	0,88	5,28
25 x 25 x 3.0	1,10	6,60

COMPOSICIÓN QUÍMICA EN LA CUCHARA [%]:

NORMA	%C máx	%Si máx	%P máx	%S máx
ASTM A36/A36M-05	0,26	0,40	0,04	0,05



PROPIEDADES MECÁNICAS:

- Límite de Fluencia = 250 Mpa (2,530 kg/cm²) mínimo.
- Resistencia a la Tracción = 400 - 550 Mpa (4,080-5,620 kg/cm²).
- Alargamiento en 200 mm: = 15,0% mínimo.
- 3,0 mm, 1/8" y 3/16" = 17,5% mínimo.
- 1/4" = Buena.
- Soldabilidad = Buena.

TOLERANCIAS DIMENSIONALES Y DE FORMA:

SISTEMA INGLÉS:

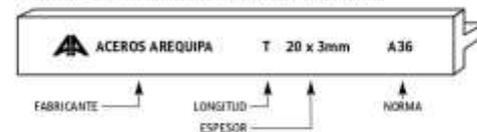
CARACTERÍSTICA DE CALIDAD	NORMA TÉCNICA ASTM A6-12
Longitud Ala/Alma (L) L ≤ 1 1/4" 1 1/4" < L ≤ 2"	± 1,19 mm (3/64") ± 1,99 mm (1/16")
Espesor Ala (e) L ≤ 1 1/4" 1 1/4" < L ≤ 2"	± 0,25 mm (0,010") ± 0,30 mm (0,012")
Espesor Alma (e) L ≤ 1 1/4" 1 1/4" < L ≤ 2"	+ 0,13 mm (0,005") / - 0,51 mm (0,020") + 0,25 mm (0,010") / - 0,51 mm (0,020")
Descentrado del Alma (m) L ≤ 1 1/4" 1 1/4" < L ≤ 2"	0,79 mm máx (1/32") 1,59 mm máx (1/16")
Des cuadrado de Corte (D) L 1/4" a 2"	± 1,5"
Longitud de Barra (l) 6m	+ 50 mm 0 mm
Flèche (f)	4,15 mm/m máx.

SISTEMA MÉTRICO:

CARACTERÍSTICA DE CALIDAD	NORMA TÉCNICA DIN 1024: 1982
Longitud Ala/Alma (L) L ≤ 30 mm	± 1,0 mm
Espesor Ala/Alma (e) L ≤ 30 mm	± 0,5 mm
Diferencia entre Ala/Alma (D) L ≤ 30 mm	1,0 mm máx.
Longitud de Barra (l) 6 ≤ l ≤ 12 m	+ 50 mm 0 mm
Flèche (f)	3,0 mm/m máx.
Excentricidad del Alma (m) L ≤ 30 mm	1,0 mm máx.
Fuera de Escuadra (K)	1,0 mm máx.
Variación de Peso Métrico e ≤ 3.5 mm	- 8 %

IDENTIFICACIÓN:

Las tees son identificadas con marcas estampadas que indican: el fabricante, las dimensiones nominales y la Norma.



QC0A01-F105/04/ENERO 23

Previo acuerdo se comercializa en otras medidas.

BOLIVIA

LA PAZ: Calle E - Lote 14, manzano A-08, Urbanización Cervecería Boliviana Nacional - Bellavista Viacha.

Tel. (591) 75555819/77641658.

SANTA CRUZ: Urb. Parque Industrial Latinoamericano, Unidad Industrial U106, Mz. 1, lote 4 - Warnes.

Tel. (591) 75555819/77641656.

COCHABAMBA: Calle Tie. Monasterios S/N Zona la Maica - Cochabamba.

Tel. (591) 75555819/69417963. E-mail: contactobolivia@csa.com.bo

PERÚ

LIMA: Av. Antonio Miró Quesada N.° 425, piso 17, Magdalena del Mar.

Tel. (51-01) 517 1800.

PISCO: Panamericana Sur, Km. 241, Ica. Tel. (51-056) 58 0830.

AREQUIPA: Variante de Uchumayo Km 5.5, Cerro Colorado, Arequipa.

Tel. (51-01) 517 1800.

COLOMBIA

CAJÍ: Cra. 25, N.° 13-117, Yumbo, Parcelación Industrial la Y, Valle del Cauca-Colombia.

Tel. (57) 324 421 4893.

E-mail: contactocolombia@acerosamerica.com

CHILE

ANTOFAGASTA: Ruta A-26 KM 2.4, El Salar. Tel.: (56) 939249279.

E-mail: contacto@acerosamerica.com



Encuétranos en: www.acerosarequipa.com

Tubo ASTM A500 LAC y GALV

PARA ESTRUCTURAS

DENOMINACIÓN:

TNM RED ND A500, TNM RED OD A500, TNM CUA A500, TNM REC A500, TGM RED OD A500, TGM RED ND A500, TGM CUA A500, TGM REC A500.

DESCRIPCIÓN:

Tubo fabricado con acero al carbono laminado en caliente o con superficie galvanizada, utilizando el sistema de soldadura de resistencia eléctrica por inducción de alta frecuencia longitudinal (ERW). Las secciones de fabricación son redondas, cuadradas y rectangulares.

USOS:

Diversas estructuras livianas y pesadas, correcerías, tijerales, postes, etc.

NORMAS TÉCNICAS DE FABRICACIÓN:

Las propiedades mecánicas, dimensiones, pesos y espesores se fabrican según la norma ASTM A500 - Grados A y B según lo solicitado.

PRESENTACIÓN:

- 1.- Longitud:
 - Redondos: 6.40 m y 6 m.
 - Cuadrados y rectangulares: 6 m.
 - Otras longitudes a pedido.
- 2.- Acabado de extremos: Refrentado (plano), limpios de rebordes.

DIMENSIONES Y PESOS NOMINALES en Kg/m:

DESIGNACIÓN NOMINAL	DIMENSIÓN EXTERIOR (mm)	ESPEORES (mm)								
		1.5	1.8	2.0	2.3	2.5	3.0	3.3	4.0	
REDONDO NOMINAL	1/4"	13.70	0.53	0.58	0.65					
	3/8"	17.10	0.68	0.75	0.84					
	1/2"	21.30	0.87	0.95	1.08	1.35	1.35			
	3/4"	26.70	1.11	1.22	1.38	1.49	1.75			
	1"	33.40	1.40	1.55	1.76	1.91	2.25			
	1 1/4"	42.20	1.79	1.98	2.26	2.45	2.90			
	1 1/2"	48.30	2.06	2.28	2.61	2.82	3.35	3.66	4.37	
	2"	60.30	2.60	2.88	3.29	3.56	4.24	4.64	5.96	
	2 1/2"	73.00				4.35	5.18	5.67	6.81	
	3"	88.90		4.25		5.33	6.36	6.97	8.38	
	4"	114.30		5.54		6.90	8.24	9.04	10.88	

■ Negro y Galvanizado.
 (R) Dimensiones y Tolerancias.

DESIGNACIÓN NOMINAL	DIMENSIÓN EXTERIOR (mm)	ESPEORES (mm)									
		1.5	1.8	2.0	2.3	2.5	3.0	4.0	4.5	6.0	
CUADRADO L.E.	-	25x25	0.96		1.46						
	-	30x30	1.10		1.70						
	-	40x40	1.78		2.24		3.32				
	-	50x50	2.35		3.12	3.87	4.32				
	2"	50.8			3.12	3.87	4.32				
RECT. L.E.	-	75x75			4.50	5.56	6.81				
	-	100x100			6.17	7.68	9.17	12.13	13.59	16.98	

■ Negro y Galvanizado.

SISTEMA INGLÉS:

DESIGNACIÓN NOMINAL	DIMENSIÓN EXTERIOR (mm)	ESPEORES (mm)								
		1.5	1.8	2.0	2.3	2.5	3.0	4.0	4.5	6.0
CUADRADO L.E.	1"	-		1.30	1.50	1.70	1.84	2.17		
	1 1/4"	-		1.71	1.90	2.16	2.34	2.77		
	1 1/2"	-		2.07	2.29	2.62	2.84	3.37		
	2"	-		2.79	3.09	3.54	3.83	4.54	5.59	
	3"	-		4.65	5.37	5.83	6.94	8.18		
RECT. L.E.	4"	-		6.38		7.82	9.35	10.37	13.86	
	1" x 2"	-		2.10	2.32					
RECT. L.E.	2" x 3"	-		3.54	3.92			4.87	5.81	
	2" x 4"	-		4.71				5.85	6.98	8.21
	2" x 6"	-		6.34				7.89	9.43	12.48
	4" x 10"	-								34.60

■ Negro y Galvanizado.

SISTEMA MÉTRICO:

DESIGNACIÓN EXTERIOR (mm)	ESPEORES (mm)											
	1.5	1.8	2.0	2.3	2.5	3.0	3.3	4.0	4.5	6.0	10.0	12.0
25mm	1.12	1.33	1.47		1.81							
30mm		1.62	1.79									
38mm		2.07	2.29		2.83	3.36						
40mm		2.18	2.41		2.99	3.53						
50mm		2.75	3.04		3.77	4.49		6.57	8.53			
75mm		4.61		5.73	6.84	8.03	10.10	13.24				
80mm		4.93		6.13	7.31	8.65	10.81					
100mm		6.18		7.70	9.20	11.17	13.62	17.95				
125mm					11.55		17.16	22.66				
150mm					13.91		20.76	27.37	36.10	44.84		
200mm					18.82		27.76	36.79	48.66	64.14		
250mm							34.81	46.21	61.22	79.64		
300mm										11.79	15.74	19.68
400mm											12.31	16.21

■ Negro y Galvanizado.

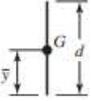
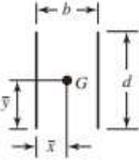
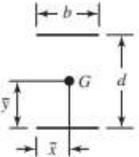
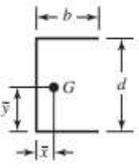
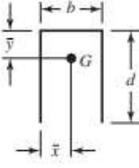
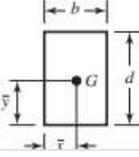
QCQ83-F219/05/JUL 20



Soldadura

Tabla 9-2

Propiedades flexionantes de las soldaduras de filete*

Soldadura	Área de la garganta	Ubicación de G	Segundo momento unitario del área
	$A = 0.707hd$	$\bar{x} = 0$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^3}{12}$
	$A = 1.414hd$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^3}{6}$
	$A = 1.414hd$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{bd^2}{2}$
	$A = 0.707h(2b + d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2b + d}$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^2}{12}(6b + d)$
	$A = 0.707h(b + 2d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = \frac{d^2}{b + 2d}$	$I_u = \frac{2d^3}{3} - 2d^2\bar{y} + (b + 2d)\bar{y}^2$
	$A = 1.414h(b + d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^2}{6}(3b + d)$

ENCUESTA

Tesista	Toro Coronado Danni Stalin
Tema de investigación	Diseño de una Máquina de 50kg/hora para el Proceso de Remoción de Granos de Maíz Verde Amiláceo

La presente encuesta busca llevar a cabo una evaluación acerca de la aceptación, la comodidad y la seguridad que puede ofrecer una máquina diseñada para la remoción de maíz verde.

1. ¿Ha utilizado una máquina desgranadora de maíz verde?

Si No

2. ¿Qué procedimiento o método suelen emplear de manera habitual para separar los granos de maíz de la mazorca?

- Desgranado manual
- Desgranado con la asistencia de un dispositivo operado manualmente
- Desgranadora

3. ¿Cuántos kilogramos de maíz verde desgrana durante una hora?

- 5 kg/h
- 10 kg/h
- 15 kg/h
- 20 kg/h
- 25 kg/h
- 30kg/h
- 35 kg/h
- 40 kg/h
- 45 kg/h
- 50 kg/h
- Más de 50 kg/h

4. **¿Tiene alguna preferencia en cuanto al tipo de energía de la máquina desgranadora?**

Mecánica Eléctrica

5. **¿Te gustaría que la máquina fuera fácil de mantenimiento?**

Si No

6. **¿Cuál es la capacidad que usted busca en una máquina desgranadora de maíz verde? (kilogramos por hora)**

.....

7. **¿Cuántos kg/h se requiere de maíz verde removido de las mazorcas para realizar productos derivados (humitas, tortas de choclo) para la venta al público?**

.....

8. **¿Está dispuesto en adquirir una máquina que facilite la remoción de granos de maíz verde?**

Si No

9. **¿Cuánto está dispuesto a pagar por la máquina desgranadora de maíz verde?**

.....

Anexo 4. Resultados de las encuestas

Tabla LXVII

Comerciantes que han utilizado desgranadora de maíz verde

Alternativas	Cantidad
Si	0
No	20
Total	20

Nota. Elaboración propia.

Tabla LXVIII

Procedimientos o métodos que emplean para separar los granos de la mazorca de maíz verde

Tipos de métodos	Cantidad
Desgranado manual	20
Desgranado con la asistencia de un dispositivo operado manualmente	0
Desgranadora	0
Total	20

Nota. Elaboración propia.

Tabla LXIX

Cantidad de kg/h que desgrana un comerciante

Capacidad	Cantidad
5 kg/h	9
10 kg/h	9
15 kg/h	2
20 kg/h	0
25 kg/h	0
30 kg/h	0
35 kg/h	0
40 kg/h	0
45 kg/h	0
50 kg/h	0
Más de 50 kg/h	0
Total	20

Nota. Elaboración propia.

Tabla LXX

Preferencias en cuanto a la fuente de energía para la máquina de remoción de granos de choclo

Tipo de energía	Cantidad
Mecánica	0
Eléctrica	20
Total	20

Nota. Elaboración propia.

Tabla LXXI

Facilidad de mantenimiento de la máquina

Alternativas	Cantidad
Si	20
No	0
Total	20

Nota. Elaboración propia.

Tabla LXXII

Capacidad que buscan los comerciantes en una maquina desgranadora de maíz verde

Funciones	Producción
Promedio	42 kg/h
Máximo	50 kg/h
Mínimo	30 kg/h

Nota. Elaboración propia.

Tabla LXXIII

Capacidad de kg/h que requieren de maíz verde removido de las mazorcas para realizar productos derivados (humitas, tortas de choclo) para la venta al público

Funciones	Producción
Promedio	34 kg/h
Máximo	50 kg/h
Mínimo	15 kg/h

Nota. Elaboración propia.

Tabla LXXIV

Disponibilidad de los comerciantes para adquirir una máquina que facilite la remoción de granos de maíz verde

Alternativas	Cantidad
Si	20
No	0
Total	20

Nota. Elaboración propia.

Tabla LXXV

Disponibilidad de presupuesto de los comerciantes para comprar una máquina de remoción de choclo

Funciones	Costo
Promedio	S/ 7,675.00
Máximo	S/ 12,000.00
Mínimo	S/ 4,500.00

Nota. Elaboración propia.

Anexo 5. Evidencias de ejecución - Muestras de choclo



Fig. 46. Diez muestras de maíz choclo.



Fig. 47. Muestra individual de choclo con panca.



Fig. 48. Muestra de choclo en vista longitudinal sin panca.



Fig. 49. Muestra de choclo en vista frontal.



Fig. 50. Pesado de muestra de choclo con coronta.



Fig. 51. Muestras desgranadas con su respectiva coronta.



Fig. 52. Pesado de muestra de coronta.

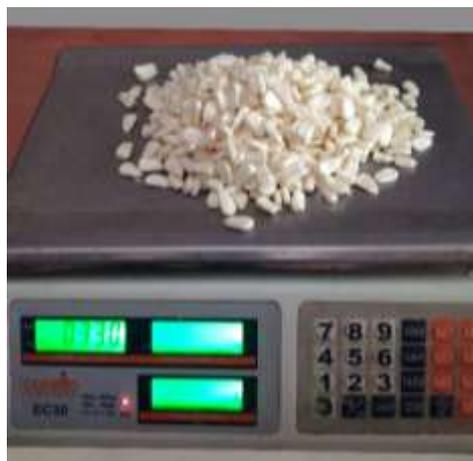


Fig. 53. Pesado de muestra de granos de choclo.

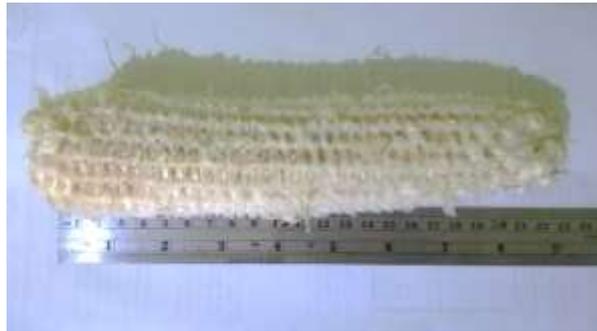


Fig. 54. Medición de corontas de choclo.



Fig. 55. Desgramado a mano.



Fig. 56. Desgramado con cuchillo.

NOMBRE DEL TRABAJO

DISEÑO DE UNA MÁQUINA DE 50 KG_HORA PARA EL PROCESO DE REMOCIÓN DE GRANOS DE MAÍZ VERDE AMILÁCEO

AUTOR

DANNI STALIN TORO CORONADO

RECUENTO DE PALABRAS

16929 Words

RECUENTO DE CARACTERES

87097 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

119 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

6.4MB

FECHA DE ENTREGA

Apr 14, 2024 10:36 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Apr 14, 2024 10:38 PM GMT-5

● 23% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 17% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)
- Material citado



**ACTA DE CONTROL DE REVISIÓN DE
SIMILITUD DE LA INVESTIGACIÓN**

Código:	F3.PP2-PR.02
Versión:	02
Fecha:	18/04/2024
Hoja:	1 de 1

Yo, **Silvia Yvone Gastiaturú Morales**, coordinador de investigación del Programa de Estudios de Ingeniería Mecánica Eléctrica, he realizado el control de originalidad de la investigación, el mismo que está dentro de los porcentajes establecidos para el nivel de Pregrado, según la Directiva de similitud vigente en USS; además certifico que la versión que hace entrega es la versión final de la Tesis titulado: **DISEÑO DE UNA MÁQUINA DE 50 KG/HORA PARA EL PROCESO DE REMOCIÓN DE GRANOS DE MAÍZ VERDE AMILÁCEO**

elaborado por el (los) Bachiller(es):

TORO CORONADO DANNI STALIN

Se deja constancia que la investigación antes indicada tiene un índice de similitud del **23 %**, verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el software de similitud TURNITIN.

Por lo que se concluye que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con lo establecido en la Directiva sobre índice de similitud de los productos académicos y de investigación vigente.

Pimentel, 29 de mayo de 2024

Dra. Gastiaturú Morales Silvia Yvone

Coordinador de Investigación

DNI N° 16481433