UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTA DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

TESIS

DISEÑO DE UNA MÁQUINA AUTOMATIZADA, PARA EL LAVADO DE ZANAHORIA, EN EL CENTRO POBLADO MENOR DE CALLANCA, DISTRITO DE MONSEFÚ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

Autor(es):
Bach. Barreto Castillo Segundo Moisés.
Bach. Custodio Agapito Ismael.

Asesor:
Mg. Juan Carlos Vives Garnique.

Línea de Investigación:
Ingeniería de Procesos Productivos.

Pimentel - Perú
2018

“DISEÑO DE UNA MÁQUINA AUTOMATIZADA, PARA EL LAVADO DE ZANAHORIA, EN EL CENTRO POBLADO MENOR DE CALLANCA, DISTRITO DE MONSEFÚ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE”

Aprobación de tesis

Ismael Custodio Agapito | **Segundo Moisés Barreto Castillo**

Autor (es)

Mg. VIVES GARNIQUE, Juan Carlos
Asesor

MSc. ROJAS CORONEL, Ángel Marcelo
Presidente del Jurado de tesis

Mg. GASTIABURÚ MORALES, Silvia Yvone.
Secretario del Jurado de tesis

Mg. VIVES GARNIQUE, Juan Carlos
Vocal del Jurado de tesis

Dedicatoria

A mis padres: Román y Yolanda, por su apoyo incondicional y por confiar siempre en mí. A mis hermanas: Carolina, Inés y Micaela, y a mi hermano Josué, por su preocupación en mi persona y porque siempre están a mi lado, motivo más importante para seguir adelante y culminar mi vida universitaria y ser un profesional de éxito.

A mis abuelos, en especial a mi abuelo Francisco por los consejos dados y que Dios ahora lo tiene en su gloria.

Ismael Custodio Agapito.

Dedicado a mi madre Arminda Castillo Collas, ya que gracias a su apoyo tanto económico como espiritual ha permitido alcanzar mi objetivo de ser ingeniero mecánico electricista.

Así mismo a todos nuestros docentes por habernos transmitido sus conocimientos y experiencias vitales para alcanzar nuestro objetivo.

Segundo M. Barreto Castillo

Agradecimiento

A Dios, por demostrarme tantas veces su existencia y con ello darme fuerzas para salir adelante de cada tropiezo y llegar hasta donde ahora me encuentro. A mis padres y hermanos por el apoyo que me brindan, por su entrega y humildad que me demuestran.

A mi compañero Segundo Moisés y a todas aquellas personas que nos han apoyado incondicionalmente permitiéndonos realizar nuestra investigación.

Ismael Custodio Agapito

A Dios todo poderoso que escucha mis oraciones para saber tomar buenas decisiones y luchar cada día hasta llegar en esta etapa de mi vida y de poder alcanzar una meta propuesta en mi vida.

Agradezco de todo corazón a mi madre Arminda Castillo Collas, a mis hermanas Marianela, Cecilia, Iris y a mi hermana que en paz descanse Paola, que fue también mi fuerza espiritual para lograr mi meta.

A mi amigo Ismael Custodio Agapito por su gran apoyo incondicional.

Segundo Moisés Barreto Castillo

RESUMEN

La presente investigación aborda el diseño de una máquina automatizada para el lavado de zanahoria en el centro poblado de Callanca, debido a que la producción de esta hortaliza se encuentra en aumento y para evitar el desgaste físico de las personas, reducir el tiempo de operación del proceso de lavado y entregar un producto de buena calidad para el consumidor se desarrolló la presente investigación.

Como objetivo principal tenemos el diseño de una máquina automatizada para el lavado de zanahoria. Para cumplir con dicho objetivo; se realizó un diseño conceptual de la máquina, en el cual se describió todo lo referente a los distintos tipos de proceso y máquinas de lavado existentes en el mercado; debido a la escasa información referente al diseño de la máquina se optó por realizar estudios experimentales de algunos datos muy importantes para el diseño adecuado de la máquina.

En este mismo orden de idas; se trabajó con un diseño detallado, en el que se realizaron los cálculos pertinentes al diseño mecánico y selección de los distintos mecanismos que conforman la máquina, siendo estos analizados mediante software de Análisis de Elementos Finitos.

La máquina automatizada lavadora de zanahoria tiene una capacidad de 787.5 Kg/h, y trabaja con un motor de 3 Kw a 100 rpm, además de 11 cepillos en el contenedor para el pulido de la zanahoria, que son girados por el motor mediante una faja dentada de 3.138 m. de longitud; además se seleccionó una bomba de ¼ de hp para el abastecimiento del agua para el lavado. El diseño de la máquina tiene un costo total de $ 4, 362.3. Con el diseño de la máquina se obtiene un producto de buena calidad con un menor tiempo de ejecución, lo que permite aumentar la eficiencia y productividad de la misma.

PALABRAS CLAVE:

Lavadora, Zanahorias, Diseño, Automatización.

ABSTRACT

This research project deals with the design of an automated machine for the washing of carrots in the town center of Callanca, because the production of this vegetable is increasing and to avoid the physical exhaustion of people, reduce the time of Operation of the washing process and deliver a good quality product for the consumer the present research was developed.

As the main objective we have the design of an automated machine for the washing of carrots. To meet this goal; A conceptual design of the machine was carried out, describing everything related to the different types of process and washing machines in the market; Due to the scarce information regarding the design of the machine it was decided to carry out experimental studies of some very important data for the proper design of the machine.

In this same order of going; We worked with a detailed design, in which the calculations were made pertinent to the mechanical design and selection of the different mechanisms that make up the machine, being these analyzed by Finite Element Analysis software.

The automated carrot washing machine has a capacity of 787.5 Kg / h, and works with a motor of 3 Kw at 100 rpm, in addition to 11 brushes in the container for the polishing of the carrot, which are turned by the motor through a belt 3.138 m. of length; In addition, a ¼ hp pump was selected to supply the water for washing. The design of the machine has a total cost of $ 4, 362.3. With the design of the machine you get a good quality product with a shorter run time, which allows to increase the efficiency and productivity of the same.

KEYWORDS:

Washing, Carrots, Design, Automation.

ÍNDICE

CONTENIDO **Pág.**

Dedicatoria 3

Agradecimiento 4

RESUMEN 5

PALABRAS CLAVE: 5

ABSTRACT 6

KEYWORDS: 6

ÍNDICE 7

TABLA DE FIGURAS 13

ÍNDICE DE TABLAS 16

ÍNDICE DE ECUACIONES 17

I. INTRODUCCIÓN 21

1.1. Realidad problemática. 21

1.2. Antecedentes de Estudio. 24

1.3. Teorías relacionadas al tema. 28

1.3.1 Aspectos Generales. 28

1.3.2 Mecanismo para el lavado de zanahoria. 35

1.3.3 Tipos de máquinas de lavado de zanahoria. 36

1.3.4 Selección de la mejor alternativa. 40

1.3.5 Teoría de cálculo para el diseño de la máquina lavadora de zanahoria con cepillos. 41

1.3.6 Parámetros para el diseño de la máquina lavadora de zanahoria. 42

1.3.7 Esfuerzo y resistencia. 42

1.3.8 Resistencia y rigidez del material. 43

1.3.9 Torsión. 45

1.3.10 Fallas por fatiga. 45

1.4. Formulación del problema. 47
1.5. Justificación e importancia del estudio. 47
1.5.1. Justificación económica. 47
1.5.2. Justificación ambiental. 48
1.5.3. Justificación social. 48
1.5.4. Justificación técnica. 48
1.6. Hipótesis. 49
1.7. Objetivos. 49
1.7.1 Objetivo General: 49
1.7.2 Objetivos Específicos: 49
1.8. Delimitación de la investigación. 50
1.9. Limitaciones de la investigación. 50
1.10. Definición de terminología. 51
II. MATERIAL Y MÉTODO 53
2.1. Tipo y Diseño de la Investigación. 53
2.1.1 Tipo de investigación. 53
2.1.2 Diseño de la investigación. 53
2.2. Población y muestra. 54
2.3. Variables, Operacionalización. 54
2.3.1 Variables. 54
2.3.2 Operacionalización. 56
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad. 57
2.4.1 Abordaje metodológico. 57
2.4.2 Técnicas de recolección de datos. 58
2.4.3 Instrumentos de recolección de datos. 59
2.5. Procedimiento de análisis de datos. 60
2.5.1 Guías de observación. 60

2.5.2 Guías de análisis de documentos. 60
2.5.3 Encuestas.....60
2.5.4 Entrevistas.....60
2.6. Criterios éticos. 60
2.7. Criterios de rigor científico.....61
2.8. Análisis estadístico de datos. 62
2.9. Normatividad. 62
III. RESULTADOS 64
RESUMEN DE ENTREVISTA. 64
RESUMEN DE ENCUESTA. 66
3.1. Resultados en tablas y gráficos. 66
3.1.1 Análisis de confiabilidad. 66
3.2. Matriz morfológica, para obtener el mejor diseño de la máquina. 67
3.2.1 Selección del sistema mecánico de la máquina lavadora. 67
3.2.2 Lista de exigencias. 67
3.2.3 Caja Negra. 70
3.2.4 Procesos Técnicos. 71
3.2.5 Matriz Morfológica. 72
3.2.6 Estudio del valor técnico y económico del sistema a utilizar. 74
3.3. Determinación de la capacidad de la máquina. 76
3.3.1 Cálculo de la capacidad de la máquina. 76
3.4. Determinar la fuerza de fregado para el proceso de lavado. 78
3.4.1 Características de la hortaliza a lavar. 78
3.4.2 Partes de la máquina lavadora de zanahorias. 80
3.5. Realizar el cálculo mecánico teórico de los elementos mecánicos más críticos para el correcto dimensionamiento y selección de los componentes de la máquina lavadora.....81

3.5.1 Sistema mecánico de la máquina lavadora. 81
3.5.2 Cálculo y diseño teórico de la tolva de alimentación. 81
3.5.3 Cálculo del volumen contenido de la tolva de alimentación. 82
3.5.4 Análisis de la tolva con software FEA. 92
3.5.5 Cálculo y diseño del contenedor de lavado de zanahoria. 96
3.5.6 Cálculo y selección de la base del cepillo lavador.....99
3.5.7 Análisis de la base del cepillo lavador con software FEA. 105
3.5.8 Cálculo y selección del eje del rodillo de la base del cepillo. 108
3.5.9 Análisis del eje del rodillo del cepillo con software FEA. 111
3.5.10 Cálculo de soldadura de placa eje. 114
3.5.11 Selección de rodamientos de los rodillos lavadores. 116
3.5.12 Análisis mediante Solidworks de los rodamientos. 120
3.5.13 Análisis del eje de la polea con software FEA. 121
3.5.14 Cálculo y diseño de la chaveta del eje. 124
3.5.15 Análisis de la chaveta del eje con software FEA. 126
3.5.16 Cálculo y diseño del sistema de transmisión. 129
4.5.17 Cálculo y selección de fajas. 134
3.5.18 Cálculo y selección del reductor de velocidad. 140
3.5.19 Cálculo y selección del motor. 142
3.5.20 Diseño y análisis de la estructura base. 143
3.6. Comparar el consumo de agua de la máquina con respecto al lavado manual de zanahoria. 151
3.6.1 Sistema dosificador de agua. 151
3.7. Diseñar el sistema automatizado de la máquina. 154
3.7.1 Evaluación técnica y económica del sistema a utilizar. 154
3.7.2 Tecnologías a Considerar en el Sistema de Automatización. 158
3.7.3 Diagrama de Bloques del Sistema. 158

3.7.4 Sistema Electro neumático. 159
3.7.5 Selección de los cilindros neumáticos. 160
3.7.6 Sistema de Fuerza. 161
3.7.7 Funcionamiento del Sistema de Automatizado. 161
3.7.8 Descripción del funcionamiento de la máquina lavadora de zanahoria automatizado. 162
3.8. Diseñar el sistema eléctrico de la máquina. 163
3.8.1 Sistema eléctrico de la máquina lavadora. 163
3.9. Evaluación económica VAN, TIR. 165
3.10. Costos. 167
3.10.1 Costos Directos. 167
3.10.2 Costos Indirectos. 172
3.10.3 Costos Totales. 172
3.11. Planos. 172
3.12. Plan de mantenimiento 173
3.12.1 Descripción de la máquina. 173
3.12.2 Operación y funcionamiento de la máquina automatizada lavadora de zanahoria. 173
3.12.3 Manual de usuario. 174
3.13. Construcción y montaje. 174
3.13.1 Construcción de la máquina. 174
3.13.2 Requerimientos para la construcción. 175
3.14. Rutinas de mantenimiento 176
3.15. Manual de operación. 179
3.15.1 Puesta en marcha. 179
3.16. Normatividad. 180
3.17. Discusión de Resultados. 185

3.18. Aporte practico. 186
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. 188
4.1. Conclusiones.....188
4.2. Recomendaciones. 190
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 192
ANEXOS 194

TABLA DE FIGURAS

Figura 1: Partes que conforman la zanahoria..... 29
Figura 2: Variedad De Zanahoria: Ábaco. 30
Figura 3: Variedad de zanahoria: Santa Cruz. 31
Figura 4: Tamaño de las diferentes variesades e híbridos de zanahoria. 32
Figura 5: Maquina lavadora de zanahoria con tanque giratorio..... 37
Figura 6: Máquina lavadora de zanahoria con rodillos. 38
Figura 7: Máquina lavadora de zanahoria con eje central. 39
Figura 8: Máquina lavadora con cepillos. 40
Figura 9: Tipica pieza de prueba. 44
Figura 10: Caja negra de la máquina lavadora de zanahoria. 70
Figura 11: Estructura de funciones de la máquina lavadora de zanahoria. 71
Figura 12: Representación lineal de la escala valorativa del aspecto técnico y eco nómico. 75
Figura 13: Grafica de la producción de zanahoria en Callanca. 76
Figura 14: Medidas a tomar de lasmuestras. 78
Figura 15: Pruebas de la fuerza para el lavado de lazanahoria..... 78
Figura 16: Máquina lavadora de zanahoria. 80
Figura 17: Diseño final de la tolva. 81
Figura 18: Diseño de tolva de máquina lavadora de zanahoria..... 83
Figura 19: Vista frontal del diseño de tolva..... 84
Figura 20: Volumen total del contenedor obtenido con el software Solidworks... 86
Figura 21: Altura de inclinacion de tolva obtenido con software solidworks. 87
Figura 22: DCL de la pared inclinada de la tolva. 88
Figura 23: Diagrama de fuerza cortante y momento flector de tolva. 89
Figura 24: Análisis de elementos finitos en tolva..... 92
Figura 25: Análisis estático - tensiones en la tolva. 94
Figura 26: Análisis estático - desplazamientos en el diseño en la tolva**.** 95
Figura 27: Análisis estático - factor de seguridad de la tolva..... 95
Figura 28: Diseño del sistema de lavado de la máquina. 96
Figura 29: Detalle del diseño del contenedor de lavado..... 98
Figura 30: Diseño del contenedor de lavado. 98

Figura 31: Cepillo para el lavado de zanahoria. 99
Figura 32: Tipos de cepillos para el análisis.....100
Figura 33: DCL de la pader inclinada de la base del cepillo.....102
Figura 34: Diagrama de fuerza cortante y momento flector de la base delcepillo. 103
Figura 35: FEA del rodillo base del cepillo. 105
Figura 36: Análisis estático - tensiones en el rodillo base del cepillo. 106
Figura 37: Análisis estático - desplazamiento en el rodillo base del cepillo.....107
Figura 38: Análisis estático – Factorde seguridad del rodillo, base del cepillo. ..107
Figura 39: Eje del rodillo de la base del cepillo.....108
Figura 40: DCL de la pared inclinada. 108
Figura 41: Diagrama de fuerza cortante y momento flector.....109
Figura 42: Análisis del eje del rodillo con software FEA.....111
Figura 43: Análisis estático – tensiones del eje del rodillo.....112
Figura 44: Análisis estático – desplazamientos del eje del rodillo. 113
Figura 45: Análisis estático – Factor de seguridad del eje del rodillo. 113
Figura 46: Eje soldado con la placa circula, soldado al rodillo.....114
Figura 47: Factor de seguridad de rodamientos. 117
Figura 48: Factor de vida de rodamientos. 117
Figura 49: Análisis de rodamientos con calculadora de Solidworks. 120
Figura 50: Análisis del eje de la polea con software FEA. 121
Figura 51: Análisis estático – tensiones del eje de la polea.....122
Figura 52: Deformacion máxima que sufre el eje de la polea debido al peso de la zanahoria.....123
Figura 53: Análisis estático – Factor de seguridad del eje de la polea. 123
Figura 54: Fuerzas en una chaveta. 124
Figura 55: Análisis de la chaveta del eje con software FEA. 126
Figura 56: Análisis estático - tensiones en la chaveta. 128
Figura 57: Deformación máxima que sufre la chaveta. 128
Figura 58: Análisis estático - Factor de seguridad de la chaveta.....129
Figura 59: Diseño del sistema de arrastre.....130
Figura 60: Representación de la velocidad y sentido de giro. 133
Figura 61: Representación de la velocidad y sentido de giro. 134

Figura 62: Representación de la velocidad y sentido de giro. 135
Figura 63: Factor de corrección C1. 136
Figura 64: Factor de corrección C2. 137
Figura 65: Factor de corrección C3. 137
Figura 66: Determinación de la longitud de la correa. 139
Figura 67: Diseño de estructura. 143
Figura 68: Partes soldadas de la estructura. 144
Figura 69: Representación de cargas en la estructura base de la máquina. 145
Figura 70: Enmallado de la estructura base. 147
Figura 71: Tensión axial y de flexión en la base. 148
Figura 72: Cartela. 149
Figura 73: Análisis estático – desplazamientos en la estructura base. 149
Figura 74: Análisis estático – factor de seguridad de la estructura base. 150
Figura 75: Diseño del sistema dosificador de agua. 151
Figura 76: Perforaciones en la tubería 152
Figura 77: Gráfica lineal de la escala valorativa del aspecto técnico y económico. 156
Figura 78: Operaciones a ser automatizadas. 157
Figura 79: Resumen de tecnología a utilizar. 158
Figura 80: Diagrama de bloques del sistema. 159
Figura 81: Ubicación del cilindro neumático. 159
Figura 82: Circuito neumático 160
Figura 83: Circuito de control 163
Figura 84: Circuito de potencia. 164
Figura 85: Cortado de la hoja de zanahoria, en el fundo José Guzman 233
Figura 86: Mallado manual de zanahoria - C. P. Callanca 233
Figura 87: Cosecha y mallado de zanahoria - en Callanca, en el fundo Andres Far ro. 234

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: *Evaluación de proyectos preliminares según el valor técnico y económico*…74

Tabla 2: *Determinación de la fuerza de fregado.*..... 79

Tabla 3: *Resultado del análisis estático de la tolva* 93

Tabla 4: *Evaluación* 97

Tabla 5: *Análisis de lavado y fregado*..... 101

Tabla 6: *Resultado del análisis estático de la base del rodillo.* 105

Tabla 7: *Resultado del análisis estático del eje del rodillo*..... 111

Tabla 8: *Características del Rodamiento FAG 6004* 119

Tabla 9: *Resultado del análisis estático del eje del rodillo.*..... 121

Tabla 10: *Resultado del análisis estático de la chaveta.* 127

Tabla 11: *Selección de faja* 139

Tabla 12: *Grado de protección.* 140

Tabla 13: *Características del reductor de velocidad* 141

Tabla 14: *Selección de motor.*..... 142

Tabla 15: *Cargas que soporta la estructura base.*..... 146

Tabla 16: *Resultados del análisis dela estructura base.* 147

Tabla 17: *Análisis de consumo de agua.* 153

Tabla 18: *Evaluación de proyectos preliminares según el valor técnico*. 154

Tabla 19: *Evaluación de proyectos preliminares según el valor económico.*..... 155

Tabla 20: *Requerimientos para la construcción de la máquina.* 175

Tabla 21: *Tabla de mantenimiento preventivo y correctivo.* 177

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Capacidad de trabajo. 77
Ecuación 2: Volumen. 82
Ecuación 3: Angulo de inclinación. 82
Ecuación 4: Volumen total. 84
Ecuación 5: Volumen del solido rectangular. 84
Ecuación 6: Volumen del triángulo rectángulo recortado. 85
Ecuación 7: Presión. 86
Ecuación 8: Área de contacto. 87
Ecuación 9: Fuerza sobre la pared inclinada. 88
Ecuación 10: Fuerza por unidad de longitud. 88
Ecuación 11: Factor de seguridad 90
Ecuación 12: Esfuerzo de Von Misses 90
Ecuación 13: Esfuerzo normal. 90
Ecuación 14: Esfuerzo cortante. 90
Ecuación 15: Módulo de sección 90
Ecuación 16: Volumen del contenedor 96
Ecuación 17: Volumen de un cilindro. 97
Ecuación 18: Esfuerzo normal máximo para ejes huecos. 104
Ecuación 19: Esfuerzo cortante máximo. 104
Ecuación 20: Factor de seguridad para soldadura. 114
Ecuación 21: Carga resultante de rodamientos 116
Ecuación 22: Carga dinámica 118
Ecuación 23: Capacidad de carga dinámica requerida. 118
Ecuación 24: Capacidad de carga estática requerida 118
Ecuación 25: Carga estática equivalente 119
Ecuación 26: Falla debida al corte. 124
Ecuación 27: Esfuerzo cortante en la chaveta. 125
Ecuación 28: Falla debido a la compresión 125
Ecuación 29: Esfuerzo normal en la chaveta. 125
Ecuación 30: Potencia de un rodillo. 130
Ecuación 31: Torque. 131
Ecuación 32: Potencia para mover la zanahoria. 131

Ecuación 33: Momento torsor. 132
Ecuación 34: Velocidad lineal. 132
Ecuación 35: Relación de transmisión. 134
Ecuación 36: Relación de transmisión. 136
Ecuación 37: Ancho de faja. 138
Ecuación 38: Potencia de selección 141

INTRODUCCIÓN

En el centro poblado de Callanca las frutas, verduras, hortalizas y tubérculos conforman gran parte de la producción agrícola y la zanahoria es uno de los cultivos que se halla dentro de este crecimiento.

Debido a que la zanahoria es una raíz, se deben pasar por un proceso de lavado donde se elimina los restos de tierra, insectos y otras impurezas, y esto se realiza con abundante agua, este proceso conlleva una actividad física por parte del trabajador el cual demanda un excesivo tiempo de lavado y un consumo exagerado de agua.

Debido a lo antes mencionado se realiza la presente investigación.

La investigación, tiene una estructura de cuatro (04) Capítulos, en los que se distribuyó de la siguiente manera:

CAPÍTULO I "Introducción": Se explica de forma breve la realidad problemática internacional, nacional y local de la investigación. Además se presenta una síntesis de las investigaciones más importantes (por su actualidad y valor teórico) realizadas sobre el problema de estudio.

CAPÍTULO II "Material y Método": En el presente capítulo se describe el tipo y diseño de la investigación, variables y métodos de la investigación.

CAPÍTULO III "Resultados": En éste capítulo se realizaron los cálculos necesarios para determinar los parámetros de funcionamiento de la máquina, fuerza de fregado para lavar la zanahoria y selección de los componentes a utilizar para el diseño de la máquina lavadora; Además en este capítulo se realiza el análisis de costos asociados con el diseño del sistema automatizado de la máquina lavadora.

CAPITULO IV "Conclusiones y Recomendaciones": Se redactan las conclusiones y recomendaciones de la investigación y por último las referencias bibliográficas y anexos.

INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática.

A) A Nivel Internacional

La zanahoria es un producto que se cultiva a nivel mundial. Esta es conocida debido a ser un alimento funcional muy importante. Es una fuente rica en β-caroteno (80 mg por cada kg de zanahoria), α-caroteno, vitamina E y C. (Kaur et al., 2010; Nicolle et al., 2002; NRC, 1982).

La producción mundial de zanahoria está en torno a los 20 millones de toneladas, siendo China el principal país productor con el 24% del total mundial, seguido de Estados Unidos con el 10.6%, que junto con Rusia, Polonia y Japón producen algo más del 50% de la producción total mundial.

En Estados Unidos, la casi totalidad de la producción se recolecta mecánicamente. Existen dos tipos de máquinas que se utilizan según la presencia o ausencia de follaje en el momento de la recolección, ambas desplazándose mediante un tractor, aunque también existen máquinas autopropulsadas. Las máquinas arrancadoras por empuje se utilizan para arrancar las zanahorias desprovistas de follaje, por tanto son indicadas para variedades de follaje poco frondoso o raíces de pequeño tamaño. La eliminación del follaje se realiza previamente o en la misma operación de recolección, acoplando la herramienta al tractor. Las operaciones de lavado y acondicionado se realizan en almacén, normalmente con maquinaria específica para evitar los golpes a las zanahorias. Para las raíces sin hojas existen líneas que permiten mecanizar la mayoría de las operaciones: lavado, selección, calibrado y envasado.

En Argentina, La mayoría de los lavaderos son productores, pero también compran en el campo haciéndose cargo de los gastos de cosecha. Las instalaciones y equipamiento que presentan son variados, existiendo lavaderos que poseen una muy buena infraestructura, inclusive con cámaras de frío para la conservación pos cosecha, y otros que solo disponen de las instalaciones básicas para el procesamiento de esta hortaliza.

En Bolivia, se registran pérdidas entre el 30% y el 40% de los productos, debido a factores de orden tecnológico, fallas y carencias en los procesos de recolección, selección y clasificación de la zanahoria, aspecto que es especialmente en el proceso del lavado de zanahoria, el mismo que actualmente es un proceso netamente manual. Al presente uno de los eslabones críticos en la cadena productiva de la zanahoria, es el proceso del lavado de esta hortaliza, ya que el producto cosechado está cubierto de restos de tierra, elementos incrustados en su corteza. La operación de su lavado mecánico en la región, actualmente es realizada solo por empresas comercializadoras grandes, por lo que el precio que pagan al producto sin lavar es relativamente bajo.

Uno de los requerimientos del mercado de la zanahoria, es que el producto final se encuentre en buenas condiciones de presentación, requisitos que debido a la falta de mecanización actualmente no se efectúa, debido a las malas prácticas en la pos cosecha de este producto, ya que el mismo es un proceso totalmente manual y por consecuencia difícilmente cumple con los requisitos, además que en este proceso se emplea mucho tiempo y desgaste. (Municipio de Caracollo-Oruro)

B) A Nivel Nacional

En nuestro país esta hortaliza ha mostrado un importante crecimiento desde 1995, a tal grado que se han duplicado tanto las áreas sembradas como la producción y asimismo se ha incrementado los niveles de rendimiento en promedio de 10.33 Tm/ha en el periodo 1980 – 1994 y en el periodo 1995 – 2008 se obtuvo un rendimiento promedio de 17.70 Tm/ha. Las principales regiones que han destinado parte de su superficie para el cultivo de zanahoria en la campaña 2008-2009, son: Junín y Lima con 1,725 y 1,087 ha. y con porcentajes de 26.6 % y 16.7% respectivamente. Arequipa ha sembrado de 518 ha., aportando un 7.98 %, asimismo siguen Cusco y Amazonas 493 ha. y 421 ha., aportando 7.6% y 6.49%. Los departamentos que menor siembra han registrado, son Ica y Tacna con 3 ha., cada una. Lambayeque ha sembrado 210 ha., aportando un 3.24 % de 6,490 has. (IMAR Costa Norte, 2010)

En Perú la producción de zanahoria en el año 2010 fue de 2, 521 toneladas y la superficie dedicadas a dicho cultivo de 26, 568 ha. Tanto la producción como la superficie han ido creciendo a lo largo de los últimos años.

En Huancayo, en el pueblo de Chupaca, Luis Antezano innova con el lavado de zanahorias artesanal. Con su máquina: El automático (lavado de zanahorias), según el reportaje de haciendo Perú. En Huancayo anteriormente con el lavado artesanal, para lavar 100 sacos de zanahoria con 30 personas se demoraban 2 días. Y con su máquina actualmente está atendiendo de 6 hasta 12 productores al día, que en su total en el día lava 60 toneladas de zanahoria. Su diseño de máquina cuenta con 4 pozas de remojo, que es una poza para cada cliente; cuenta con una cámara de lavado y una faja transportadora. Según su diseño la zanahoria se remoja durante cuarenta minutos en la poza de remojo y luego media hora más es lavada en la cámara de lavado. (Luis Antezano, 2010)

C) A Nivel Local

En el departamento de Lambayeque, las zonas de producción de zanahoria se encuentran ubicadas en los distritos de Reque, Monsefú, Eten, La Victoria y Pimentel, siendo estas zonas las que proveen del producto a los distintos mercados y supermercados de la región y la región nororiental del Perú, como los departamentos de Amazonas, Cajamarca y San Martin. La mayor producción de zanahoria de la región se concentra en el distrito de Monsefú, específicamente en la localidad del CPM de Callanca, destinando desde décadas gran porcentaje de superficie para el sembrío de esta hortaliza. (Instituto de Apoyo al Manejo del Agua de Riego - IMAR Costa Norte, 2010)

Desde hace mucho tiempo y hasta la actualidad, en Callanca el lavado y pulido (mallado) de la zanahoria es un proceso netamente manual, donde los agricultores y en su mayoría las mujeres junto con su familia realizan este tipo de trabajo. Para la cosecha son las mujeres (malladoras); la contratante y su familia y un pequeño grupo de peones, quienes se hacen cargo de la extracción, separación de las hojas de la raíz, selección y transporte hasta sus propias casas que es el lugar del mallado. Cada mallador o malladora se hace cargo de un número de

sacos según su capacidad; aquí en sus casas, la zanahoria lo colocan en tinas con agua para que vaya remojando y así estén suaves para el momento de pulido (mallado).

1.2. Antecedentes de Estudio.

Al realizar la búsqueda de antecedentes a nivel internacional, nacional y local del objeto en estudio; se encontraron los siguientes:

Tesis: Máquina de lavado y cortado de zanahoria para alimentación de vacas en producción lechera.
Autor: José Medardo Yandún Bolaños.
Año: 2015

El presente trabajo de grado: "MÁQUINA DE LAVADO Y CORTADO DE ZANAHORIA PARA ALIMENTACIÓN DE VACAS EN PRODUCCIÓN LECHERA", tiene como finalidad reducir la actividad física y el tiempo del trabajador al momento de realizar el lavado y cortado de la zanahoria. La zanahoria es un alimento utilizado en el ganado bovino para mejorar la producción de leche.

Este trabajo inicia con la descripción de especificaciones generales, principalmente la historia de la zanahoria, sus procesos de lavado y cortado manual, los tipos de máquinas existentes, una selección del diseño y descripción preliminar de la máquina de lavado y cortado de zanahoria. Seguidamente se diseña los elementos que forman parte de la máquina y el sistema eléctrico de mando, que controla el funcionamiento de la misma. Además el trabajo detalla la implementación, pruebas realizadas, requisitos para la construcción y operaciones técnicas de la máquina mencionada. Finalmente la tesis cuenta con planos y documentos que justifican la información presentada, resaltando que la máquina diseñada y elaborada si cumple con los requerimientos propuestos.

Es decir, los resultados obtenidos de las pruebas realizadas a la máquina de lavado y cortado de zanahoria, indican que la hortaliza sale en las óptimas condiciones para ser

suministrada como suplemento alimenticio para las vacas en producción lechera de la Hacienda "Las Playas", incluso con el uso de menor cantidad de agua. Cabe señalar, que para evitar posibles daños de la máquina, se la debe utilizar de acuerdo al manual de usuario y mantenimiento, descrito en este trabajo. (Yandun Bolaños, 2015, pág. 70)

Tesis: Diseño de un sistema de automatización de una planta de lavado de zanahoria de 10 t/h.
Autor: José Martín Requena Torpoco
Año: 2012

La zanahoria es una de las hortalizas de mayor demanda y su lavado es una de las etapas más importantes para su posterior comercialización.

En la presente tesis, se realizó el diseño de un sistema de automatización de una Planta de lavado de zanahoria de 10 t/h, empleando un sistema electroneumático y un sistema de control con PLC, que permita tener un control y funcionamiento automático para el sistema de lavado de las zanahorias, el cual incluye los procesos de: Remojo, lavado y direccionamiento a la zona de tendal.

El diseño del sistema de automatización consta de un sistema electroneumático para el accionamiento (apertura y cerrado) de las compuertas que se realiza en los procesos; diseño del sistema de control con PLC el cual procesará la información proveniente de los sensores y según la lógica programada en lenguaje ladder controle los procesos del sistema de lavado gobernando el funcionamiento de los actuadores; la selección de sensores, actuadores y controlador. Finalmente el diseño de un interfaz de usuario empleando un panel de operador el cual permitirá monitorear el estado de la Planta.

Se realizaron simulaciones para el sistema electroneumático a fin de comprobar el accionamiento de las compuertas. Asimismo se simuló el sistema de control en PLC para verificar el funcionamiento automático y secuencial de la Planta. (José Martín Requena Torpoco, 2012)

Tesis: Diseño de una máquina picadora de rastrojo, para producción de abono orgánico en el fundo José Farro del centro poblado menor Callanca – Monsefú.
Autor: Bach. Alvines Arbaiza Jhonny Wuillians, Bach. Guzmán Agapito Elder Rony.
Año: 2014

El uso intensivo e inadecuado de los fertilizantes y productos químicos ha con llevado al deterioro de los suelos y pérdida de terrenos agrícolas siendo un grave problema, no solo en el Perú si no en todo el mundo, motivo por el cual se realizó la presente investigación titulada: Diseño de una máquina picadora de rastrojo, para la producción de abono orgánico en el fundo José Farro, que tuvo como objetivos :diseñar, caracterizar, modelar, elaborar, desarrollar y evaluar el diseño de una maquina picadora de rastrojo, el respaldo teórico utilizado fue articulado a la investigación. El tipo de investigación fue de tipo aplicada y de diseño cuasi experimental, el escenario lo constituyó el fundo José Farro del centro poblado menor Callanca – Monsefú. Para el análisis de datos se detalla el proceso realizado para el diseño de los componentes y de los sistemas que integran el mecanismo. Para lograrlo, se recurre a varios materiales de apoyo como libros de diseño mecánico, manuales de fabricantes, catálogos de proveedores, además del uso de software CAD/CAE. En el último capítulo está la propuesta de investigación, aquí se narraron los pasos para el diseño; es así con lo antes mencionado, se logró diseñar una máquina picadora de rastrojo con la capacidad de picar un volumen de producción de, 166 m3/día de trabajo gracias a los cálculos: potencia de motor de 10 HP, diseño de transmisión, selección de rodamientos de bolas, calculas de fajas de sección en B tipo V y poleas de 3 canales, cuyo diámetro de las polea de mayor es de 9.6 pulg., y de la polea menor 4.6 pulg., por último el diseño de sistema de corte constituido por 3 cuchillas y 36 martillos. Cabe mencionar que en la investigación, su posible fabricación contaría con un presupuesto de S/.7216.30; que comparado con los precios del mercado esta sería rentable. (Bach. Alvines Arbaiza Jhonny Wuillians, 2014)

Tesis: Diseño de una máquina lavadora y secadora de plástico reciclado (polietileno tereftalato) con capacidad de 51 kg/h en la Universidad Señor de Sipán 2011
Autor: Rafael Cardozo Juan Pablo
Año: 2011

La presencia de agentes contaminantes en nuestro entorno son factores que se van acrecentando día a día, poco o casi nada se hace por lograr que las proporciones generadas a año disminuyan. Los envases plásticos de bebidas carbonatadas o gaseosas son causantes de mucha contaminación ya que para que estos se descompongan deben pasar millones de años haciendo que estos causen grandes impactos contra el ambiente.
El reciclaje de botellas de PET pasa desde una selección picado y demás fases trasformación hasta obtener componentes.

Dentro de esta trasformación existen dos fases la de lavado y secado las cuales si no son efectuadas de adecuada el producto será defectuoso ubicando el problema de planteo la siguiente pregunta "¿Cómo asegurar que las hojuelas de botellas de plástico PET (Polietileno Tereftalato) inmersas en un proceso de reciclaje sean una materia prima de calidad?" ;con lo cual se inicia el estudio y se planteó la hipótesis de " Sí se realiza el diseño de una máquina lavadora y secadora de plástico reciclado (Polietileno tereftalato) entonces se mejorará las fases de lavado y secado para asegurar la calidad del producto obtenido" dando como resultado la propuesta de " Elaborar el diseño de una máquina lavadora y secadora de plástico reciclado (Polietileno tereftalato) con capacidad de 51 kg/h en la Universidad Señor de Sipán de acuerdo a la normatividad: técnica, de seguridad y de gestión ambiental vigentes". (Rafael Cardozo Juan Pablo, 2011)

1.3. Teorías relacionadas al tema.

1.3.1 Aspectos Generales.

A) Descripción de la zanahoria.

La zanahoria (Daucus carota L. ssp. Sativa), es una hortaliza originaria de Asia (Irán, India, Afganistán y Usbekistán) que fue traída al nuevo mundo por los colonizadores tanto españoles como ingleses, haciéndose rápidamente popular en América. Es una raíz comestible de color naranja. Alimento muy rico en Vitamina A y también C, B1 y B2. Tiene un alto contenido de minerales como calcio, fósforo, potasio, cobre, sodio y hierro, lo cual los nutricionistas recomiendan como alimento indispensable para los niños en crecimiento. Al igual que otras verduras y hortalizas, está formada en su mayor parte por agua. Estas sustancias actúan sobre el organismo previniendo enfermedades degenerativas o cardiovasculares, gracias a su acción antioxidante, así como beneficiando los sistemas digestivo o inmunológico, la vista y regulando el desarrollo de la piel y los huesos.

Familia: Umbelíferas.
Nombre científico: Daucus carota L.
Origen: Europa y Asia.
Planta: Bianual. Durante el primer año se forma una roseta de pocas hojas y la raíz. Después de un período de descanso, se presenta un tallo corto en el que se forman las flores durante la segunda estación de crecimiento.

Sistema radicular: Raíz napiforme, de forma y color variables. Tiene función almacenadora, y también presenta numerosas raíces secundarias que sirven como órganos de absorción. Al realizar un corte transversal se distinguen dos zonas bien definidas: una exterior, constituida principalmente por el floema secundario y otra exterior formada por el xilema y la médula. Las zanahorias más aceptadas son las que presentan gran proporción de corteza exterior, ya que el xilema es generalmente leñoso y sin sabor.

Flores: De color blanco, con largas brácteas en su base, agrupadas en inflorescencias enumbela compuesta, con predominio de polinización cruzada como consecuencia de mecanismos de protandria.

Semillas: Semillas pequeñas de color verde oscuro y con dos caras asimétricas, una plana y otra convexa, provista en sus extremos de unos aguijones curvados. El peso de 1.000 semillas es de unos 0.70 g y su capacidad germinativa media de tres años.

Partes de la zanahoria

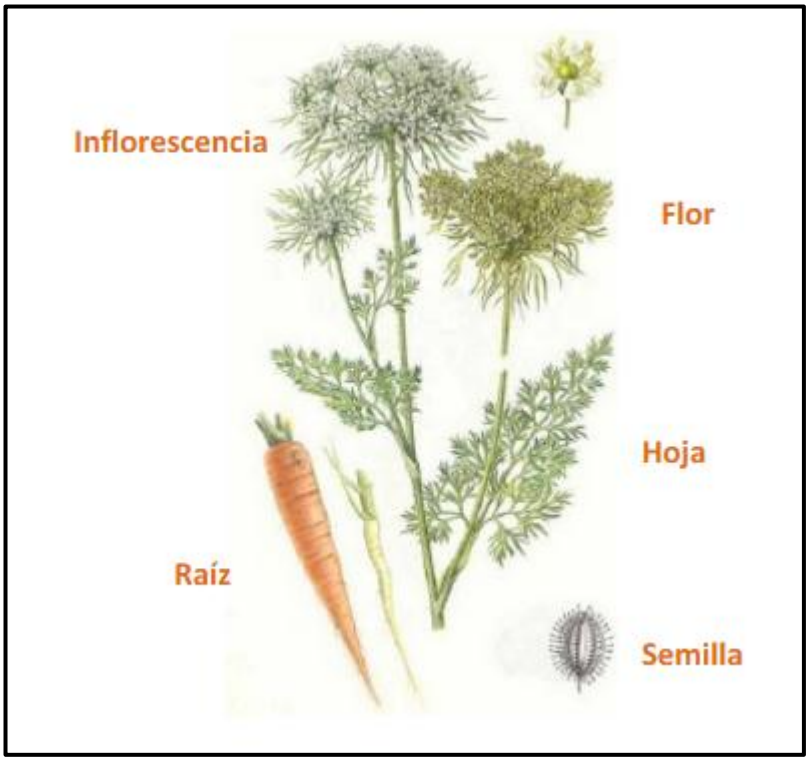


Figura 1: Partes que conforman la zanahoria.

Fuente: (Instituto de Apoyo al Manejo del Agua de Riego - IMAR Costa Norte, 2010)

B) Variedades cultivadas y dimensiones típicas.

Bonanza: Con características similares a la vilmorín, la diferencia esencial es que está, es específicamente para bajío. (Aproximadamente 2500 m sobre el nivel del mar)

Niagara: Cilíndrica, recta, lisa y larga, zanahoria de lavado con buena aptitud para la conservación, destaca por su rusticidad y elevados rendimientos.

Existen además híbridos como Ábaco, Santa cruz, sin embargo todavía su demanda es limitada.

Ábaco: Variedad líder del mercado con una extraordinaria calidad y presentación. Se destaca por su mayor rendimiento comercial, excelente uniformidad de raíces y amplia adaptación.

Es una variedad cuya planta posee un buen follaje, es frondosa, vigorosa y uniforme, buena rama, de 55 cm de alto. Resistente a la subida (105 días de precocidad en verano o en períodos de calor). Raíz de 15 a 17 cm de largo, tipo Kuroda con cruza de Chantenay corta, muy uniforme en forma y tamaño. Alto porcentaje de punta roma, excelente color interno (anaranjado intenso), corazón de igual color que la pulpa. Sabor fuerte, seca, corona tamaño medio, hombro ligeramente hundido.

Variedades De Zanahoria

Figura 2: Variedad De Zanahoria: Ábaco.

Fuente: (Seminis, s.f.)

Santa Cruz: Entre sus características tenemos que es muy tolerante a rajado de raíz, excelente rendimiento en campo con alto porcentaje de zanahoria gruesa, tolerante a floración prematura, optima duración después de cosechada. Lista para ser cosechada desde los 135 días a partir de la fecha de siembra.

Variedades de zanahoria

Figura 3: Variedad de zanahoria: Santa Cruz.

Fuente: (Semillas Arroyave SAS.,)

Tipos de zanahorias:

Zanahorias grandes: Destinadas fundamentalmente a la transformación, pero también al producto crudo preparado y al producto fresco.

Zanahorias finas: Lavadas y en manojos, para uso industrial, empleándose para ello variedades de tamaño alargado, que permite hacer de cada pieza varios trozos que mantienen la forma original, seguidamente se procede al envasado directamente en bolsas pequeñas que son consumidas a modo de aperitivo. Este producto de cuarta gama funciona muy bien comercialmente.

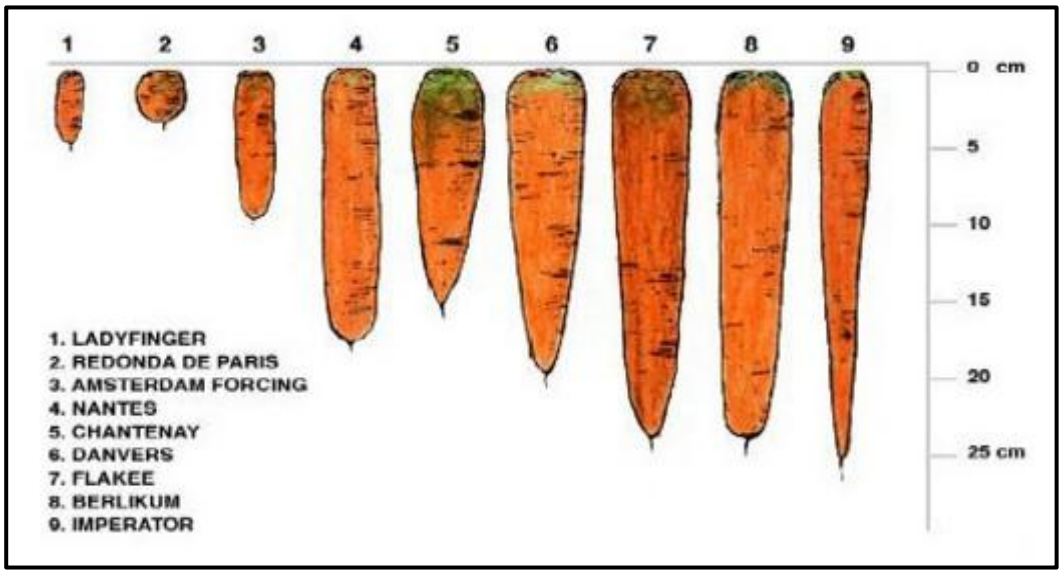


Figura 4: Tamaño de las diferentes variesades e híbridos de zanahoria.

Fuente: (Instituto de Apoyo al Manejo del Agua de Riego - IMAR Costa Norte, 2010)

C) Proceso de lavado de la zanahoria.

a) Lavado manual.

Es una actividad complementaria e interesante, que ha surgido del mismo desarrollo del producto; provee a las familias de Callanca de recursos extra para su sostenimiento, pues generalmente ellas también son productoras. Esta actividad consiste en el lavado del producto, dándole una mejor presentación e incluye su comercialización en el Mercado Mayorista de Chiclayo (Los Patos). Por lo general se le da un saco de zanahoria por persona que llega a pedirle que le venda al productor o dueño (1 saco de 180 Kg / día/persona).

El mallado es una actividad de post cosecha que se realiza con la finalidad de darle una presentación adecuada al producto, el cual tiene un mayor valor agregado para el mercado. Desde el día anterior a la cosecha, las malladoras recolectan el agua necesaria a utilizar en la actividad; siempre se realiza al interior de sus casas, o en zonas con cubierta ya que el sol no es conveniente porque puede deteriorar el producto. El mallado se comienza antes al medio día, después de la

cosecha y se está terminando casi a las siete u ocho de la noche, dependiendo del apoyo de la familia. Los días en que realizan esta actividad son generalmente los días miércoles y domingos; pero el producto se lleva a vender los jueves y lunes.

Primer lavado:

Toda la zanahoria es depositada en la tina con agua, y la persona que malla, va haciendo a cada zanahoria una frotación con la malla para sacar todo rastro de tierra, hasta sacar la epidermis que permite que el color anaranjado se uniformice.

Segundo lavado:

Cada zanahoria es pasada nuevamente por agua limpia.

Destilar:

Luego del segundo lavado, se va colocando la zanahoria lavada (mallada) en canastas o cajas, con el fin que el agua vaya escurriendo y no se produzca la pudrición del producto.

Secado:

Luego se extienden sacos sobre el piso (mantas) y se va colocando el producto para que se vaya terminando de secar.

Embalaje:

Comúnmente en Callanca se le llama el llenado de zanahoria, aquí es cuando el producto ya está seco, se embala en saquetas transparentes de aproximadamente 90 kilogramos y se cierra con el mismo material de saqueta transparente y se cose con rafia.

b) Pisado de la zanahoria.

El dueño ya no vende la zanahoria a las familias sino que él mismo realiza el lavado. Contrata un grupo de peones y con ellos realizan este

trabajo en el mismo lugar de la cosecha o donde tengan fácil acceso al agua para el pisado.

Este proceso de lavado es parecido al lavado de la betarraga; consiste en vaciar la zanahoria en tinas grandes donde cabe aproximadamente un saco de zanahoria (180 Kg.) ahí con mallas en los pies lo pisan en un lapso de 10 min y luego lo sacan en cajas y de inmediato lo empacan en sacos de 45 Kg. aproximadamente para luego llevarlo al mercado mayorista.

1.3.1.1 Diseño.

Diseñar es formular un plan para satisfacer una necesidad específica o resolver un problema. Si el plan resulta en la creación de algo físicamente real, entonces el producto debe ser funcional, seguro, confiable, competitivo, útil, que pueda fabricarse y comercializarse. El diseño es un proceso innovador y altamente iterativo. También es un proceso de toma de decisiones. Algunas veces éstas deben tomarse con muy poca información, en otras con apenas la cantidad adecuada y en ocasiones con un exceso de información parcialmente contradictoria.

Algunas veces las decisiones se toman de manera tentativa, por lo cual es conveniente reservarse el derecho de hacer ajustes a medida que se obtengan más datos. Lo importante es que el diseñador en ingeniería debe sentirse personalmente cómodo cuando ejerce la función de toma de decisiones y de resolución de problemas.

El diseño es una actividad de intensa comunicación en la cual se usan tanto palabras como imágenes y se emplean las formas escritas y orales. Los ingenieros deben comunicarse en forma eficaz y trabajar con gente de muchas disciplinas. Éstas son habilidades importantes y el éxito de un ingeniero depende de ellas.

Las herramientas de la ingeniería (como las matemáticas, la estadística, la computación, las gráficas y el lenguaje) se combinan para producir un plan, que cuando se lleva a cabo crea un producto funcional, seguro, confiable, competitivo, útil, que se puede fabricar y comercializar, sin importar quién lo construya o lo use.

1.3.1.2 El diseño en la ingeniería mecánica.

El diseño mecánico es el diseño de objetos y sistemas de naturaleza mecánica; piezas, estructuras, mecanismos, máquinas, dispositivos e instrumentos diversos. En su mayor parte el diseño hace uso de la matemática y la física (cinemática, estática, dinámica y resistencia de materiales), pero existen muchas otras materias a considerar: el dibujo, la economía, la metalurgia, la termodinámica y la transmisión de calor, la mecánica de los fluidos. El diseño puede ser simple o enormemente complejo, fácil o difícil, matemático o no matemático, y puede implicar un problema trivial o uno de gran importancia.

1.3.1.3 Proceso de diseño.

1.- Definir el problema que siempre nace de una necesidad.

2.- La forma o esquema para resolver la necesidad y elegir uno para analizarlo. Estudio de factibilidad.

3.- Diseñar de forma preliminar la máquina, estructura, sistema o proceso seleccionado; permitiendo establecer las características globales y las específicas de cada componente.

4.- Realizar el análisis de todas y cada uno de los componentes y preparar los dibujos necesarios con sus respectivas especificaciones.

1.3.2 Mecanismo para el lavado de zanahoria.

Hoy en día en el exterior del país existe un gran número de máquinas para el pulido (mallado) de zanahoria, muchas de estas tienen un elevado precio por ser muy sofisticadas, ya que son dedicadas para la producción de

alimento para el ser humano, y su construcción en acero inoxidable, haciendo que aumente su valor comercial.

1.3.3 Tipos de máquinas de lavado de zanahoria.

En la actualidad existen varias máquinas que permiten obtener la zanahoria lavada, todas ellas dedicadas para el área industrial y alimenticia, ya que son de gran tamaño y capacidad de lavado, por ello poseen un elevado costo para la adquisición de pequeños productores, dando lugar a la realización de esta actividad de forma manual.

Dentro de las máquinas de lavado se encuentra algunos tipos de máquinas:

a) M. de lavado con tanque giratorio.
b) M. de lavado con rodillos.
c) M. de lavado con eje central.
d) M. de lavado con cepillos.

a) Máquina de lavado con tanque giratorio.

Como bien lo dice su nombre este tipo de máquinas para el proceso de lavado lo realiza mediante el movimiento del tanque en el cual se encuentra el producto a lavar.

Ventajas y desventajas de la máquina de lavado con tanque giratorio.

Ventajas

1) Buena limpieza de la hortaliza
2) Tiempo corto de lavado.
3) Lavado de zanahoria de distintos tamaños.

Desventajas

1) Poca carga para el proceso de lavado
2) Daño de la hortaliza, porque el tanque posee aberturas u orificios en todo su cuerpo.
3) Mayor fuerza de máquina para el lavado y movimiento del mismo.
4) Dificultad para desmontaje y mantenimiento.

5) Dificultad para el transporte.

Máquina de lavado con tanque giratorio

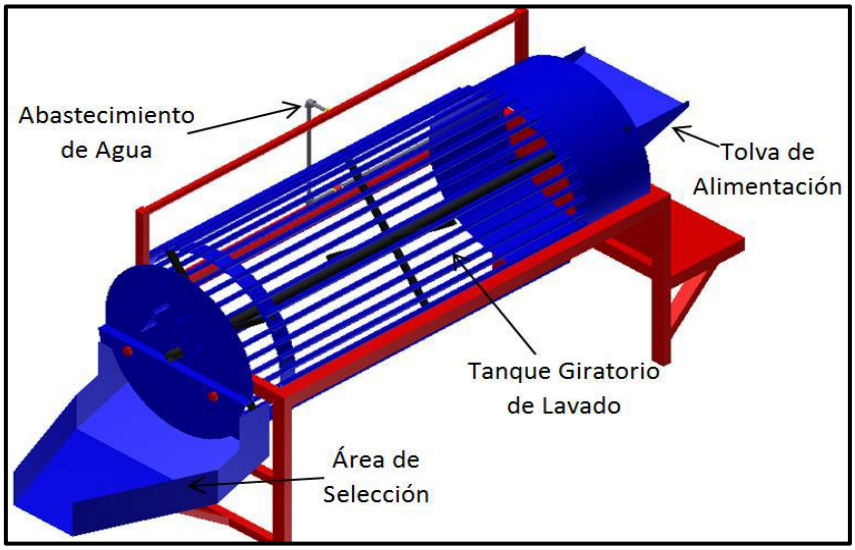


Figura 5: Maquina lavadora de zanahoria con tanque giratorio.

Fuente: (Yandun Bolaños, 2015)

b) Máquina de lavado con rodillos.

Para este tipo de máquinas de lavado, se requiere de rodillo, mismos que están dispuestos en forma longitudinal dentro del tanque de lavado, y para otros modelos los rodillos se encuentran de forma transversal utilizándoles como banda transportadora, con ventajas y desventajas que se describen a continuación.

Ventajas

1. Buena limpieza de la hortaliza.
2. Tiempo corto de lavado.

Desventajas

1. Poca carga para el proceso de lavado.
2. Lavado de zanahoria de tamaño estándar, hortaliza de diámetro en corona de 4 a 6 cm y largo entre 12 a 16 cm.
3. Dificultad para desmontaje y mantenimiento.
4. Dificultad para el transporte.

Máquina de lavado con rodillos

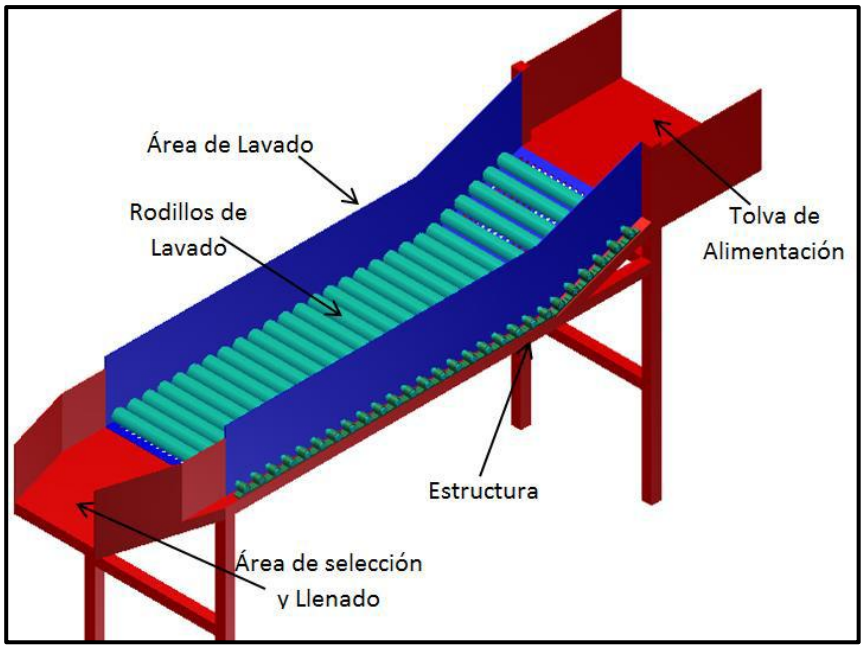


Figura 6: Máquina lavadora de zanahoria con rodillos.

Fuente: (Yandun Bolaños, 2015)

c) Máquina de lavado con eje central.

Este tipo de modelo de máquinas poseen un eje en la parte central, este eje central tiene unidos partes de tubo, formado una cruz y distribuidos a lo largo del eje central, dichas partes son las que golpean a la zanahoria en el lavado, las ventajas y desventajas se describen a continuación.

Ventajas

1. Buena limpieza de la hortaliza.
2. Poco daño a la hortaliza.
3. Mayor capacidad de lavado.
4. Tiempo corto de lavado
5. Fácil desmonte y mantenimiento.
6. Variedad de tamaño para el lavado.

Desventajas

1. Dificultad para el transporte.

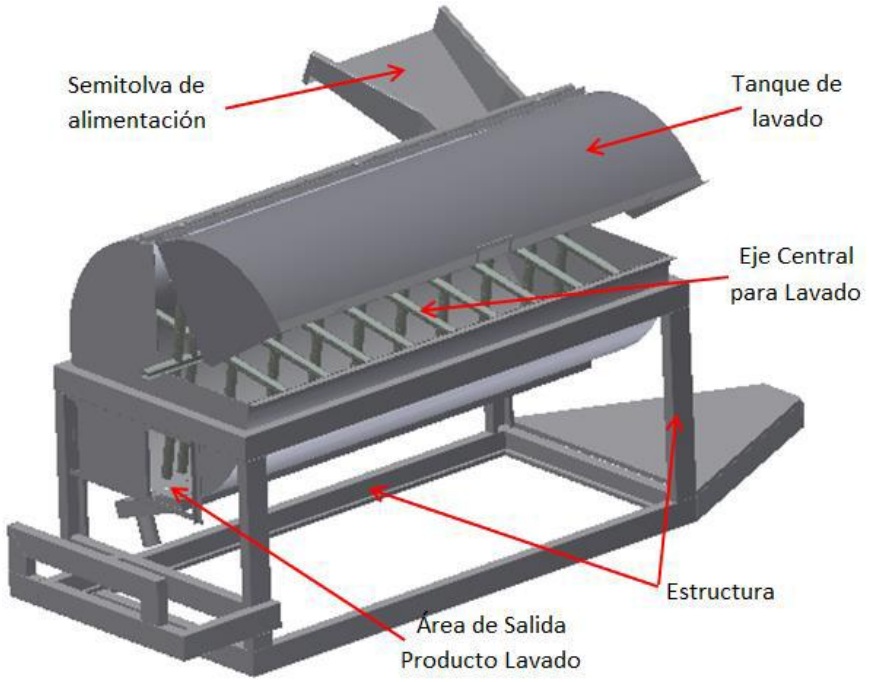


Figura 7: Máquina lavadora de zanahoria con eje central.

Fuente: (Yandun Bolaños, 2015)

d) Máquina de lavado con cepillos.

Este modelo de máquina está constituido por una banda transportadora la que permite el transporte del producto lavado y cepillos de forma cilíndrica, los mismos que se encuentran de forma secuencial, quienes permiten limpiar el producto a lavar, a continuación, se describen las ventajas y desventajas.

Ventajas

1. Buena limpieza de la hortaliza.
2. Lavado de excelente calidad ya que los cepillos al ser flexibles entran en todas las cavidades que conforman la hortaliza.
3. No requiere de mucha agua.
4. Puede ser directamente empacado.
5. El fruto no es maltratado por abrasión, dado que las impurezas decantan por gravedad.
6. Tiempo corto de lavado.

Desventajas

1. Lavado de zanahoria de tamaño estándar, hortaliza de diámetro en corona de 4 a 6 cm y largo entre 12 a 16 cm.
2. Dificultad para desmontaje y mantenimiento.
3. Es necesario de un cambio periódico de cepillos.
4. Se debe tener cuidado al momento de la alineación de los sistemas de transmisión.

Máquina de lavado con cepillos

Figura 8: Máquina lavadora con cepillos.

Fuente: (Sormac)

1.3.4 Selección de la mejor alternativa.

Para la evaluación de las diferentes alternativas se requiere de algunos factores que influyen en una adecuada selección del tipo de máquina, que se requiere dentro de los pequeños y medianos productores de zanahoria. Por ello se revisan los siguientes factores:

a) Seguridad de la máquina.

Se valora los peligros que puede presentar la máquina al momento de su puesta en marcha para el proceso de lavado de la zanahoria.

b) Calidad de lavado del producto.

Se determina la calidad de la zanahoria posterior al lavado, se verifica la calidad de limpieza que presenta la hortaliza, al final del lavado.

c) Calidad de la hortaliza.

Se evalúa las condiciones en las cuales sale el producto posterior al lavado, se revisa la corteza del producto para determinar el tipo de daño que puede presentar.

d) Facilidad para la operación.

Se evalúa las condiciones, que presenta la máquina para su funcionamiento, su complejidad para operarle, las cuales pueden ser mecánicas, digitales o una combinación de ambas.

De acuerdo a todos los factores mencionados, podemos darnos cuenta que con el diseño del tipo de una **máquina lavadora con cepillos** satisfacen los factores mencionados anteriormente y las expectativas del trabajo que se realiza del lavado manual de la zanahoria en el centro poblado menor de Callanca.

1.3.5 Teoría de cálculo para el diseño de la máquina lavadora de zanahoria con cepillos.

En el diseño de los elementos para la máquina de lavado, se considera su funcionamiento y los materiales a utilizar, tomando en cuenta que estos elementos se encuentren en el mercado y cumplan con las especificaciones técnicas requeridas.

En esta máquina sus componentes principales que la conforman son:

a) Tolva
b) Estructura
c) Cepillos
d) Tanque de lavado
e) Motores

a) **Tolva:** La tolva es el primer recipiente en el que se deposita la zanahoria. Aquí esta se acumula en proporciones iguales y en tiempos iguales para su posterior distribución al tanque de lavado.

b) **Estructura:** La misma que sirve para soportar el tanque, también hay otra estructura que soporta la tolva y banda dosificadora.

1.3.6 Parámetros para el diseño de la máquina lavadora de zanahoria.

A) Diseño del área de lavado.

En el dimensionamiento del cilindro de lavado se toma en cuenta la capacidad o cantidad a lavar de zanahoria, para un adecuado funcionamiento se recomienda que el volumen ocupado por la zanahoria debe ser menor.

B) Diseño de los elementos de lavado.

Para el diseño de los elementos de lavado se procede a determinar los que influyen en el lavado, dentro de los elementos se encuentran el eje de lavado, el motor que impulsa al eje para el lavado y el abastecimiento del agua.

C) Diseño del sistema de movimiento.

Para el sistema de movimiento se utiliza un motor eléctrico, para este se calcula la potencia requerida que genere el movimiento necesario a todo el sistema de lavado.

1.3.7 Esfuerzo y resistencia.

La supervivencia de muchos productos depende de la forma en que el diseñador ajusta el esfuerzo inducido por la carga para que sea menor que la resistencia en un punto de interés. En resumen, debe permitir que la resistencia exceda al esfuerzo por un margen suficiente, de manera que a pesar de las incertidumbres, la falla no sea frecuente. (Richard G. Budynas, 2008)

1.3.7.1 Incertidumbre.

El método determinístico establece un factor de diseño basado en las incertidumbres absolutas de un parámetro de pérdida de función y un parámetro máximo permisible. En ciertos casos el parámetro puede ser la carga, el esfuerzo, la deflexión, etc. Por lo tanto, el factor de diseño $\boldsymbol{n_d}$ se define (según (Richard G. Budynas, 2008) como:

$$n_d = \frac{parámetro\ de\ pérdida\ de\ función}{parámetro\ máximo\ permisible}$$

Si el parámetro es la carga, entonces la carga máxima permisible puede encontrarse con:

$$Carga\ máxima\ permisible = \frac{carga\ de\ pérdida\ de\ función}{n_d}$$

1.3.7.2 Factor de diseño y factor de seguridad.

Después de terminar el diseño, el factor de diseño real puede cambiar como resultado de cambios como el redondeo a un tamaño estándar de una sección transversal o el uso de componentes recién lanzados con clasificaciones más altas en lugar de emplear lo que se había calculado usando el factor de diseño. En este caso, el factor se conoce como factor de seguridad, n, que tiene la misma definición que el factor de diseño, pero por lo general difiere en su valor numérico. (Richard G. Budynas, 2008)

$$n_d = \frac{resistencia\ de\ pérdida\ de\ la\ función}{esfuerzo\ permisible} = \frac{S}{\sigma(o\ \tau)}$$

1.3.8 Resistencia y rigidez del material.

La probeta de ensayo estándar se usa para obtener una variedad de características y resistencias de los materiales que se emplean en el diseño.

En la figura 2-1 se ilustra una probeta para prueba de tensión típica y sus dimensiones características. El diámetro original d_0 y la longitud calibrada l_0, que se usan para medir las deflexiones, se registran antes de comenzar la prueba. Después, la probeta se monta en la máquina de pruebas y se carga lentamente en tensión mientras se observan la carga P y la deflexión. La carga se convierte en esfuerzo mediante la fórmula:

$$\sigma = \frac{P}{A_0}$$

Donde $A_0 = \frac{1}{4}\pi d^2$ es el área original de la probeta.

Pieza de prueba

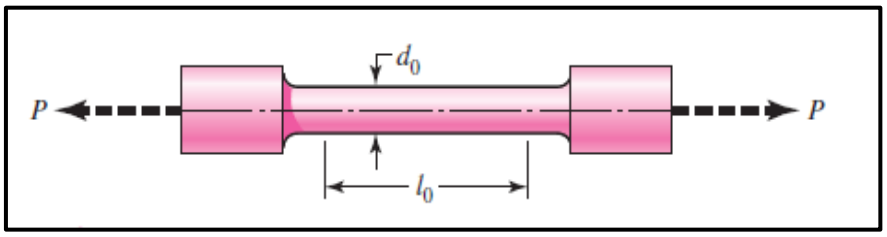


Figura 9: Tipica pieza de prueba.

Fuente: (Richard G. Budynas, 2008)

El esfuerzo cortante máximo $\boldsymbol{\tau_{máx}}$ se relaciona con el ángulo de giro θ mediante:

$$\tau_{máx} = \frac{G_r}{l_0}\,\theta$$

Dónde:

θ : Está en radianes

r: Es el radio de la pieza

l_0: Es la longitud calibrada

G: es la propiedad de rigidez del material llamada módulo de corte o módulo de rigidez.

El esfuerzo cortante máximo también se relaciona con el par de torsión T aplicado, mediante

$$\tau_{máx} = \frac{T_r}{J}$$

Dónde:

J = Es el segundo momento polar de área de la sección transversal.

$$J = \frac{1}{2}\,\pi\, r^4$$

1.3.9 Torsión.

Cualquier vector momento que sea colineal con un eje de un elemento mecánico se llama vector de par de torsión, porque el momento causa que el elemento se tuerza respecto a ese eje. Una barra sometida a un momento de ese tipo se dice que está sometida a torsión.

El ángulo de giro, en radianes, de una barra sólida de sección circular se calcula mediante

$$\theta = \frac{Tl}{GJ}$$

Donde:

T: Par de torsión

l: Longitud

G: Módulo de rigidez

J: Segundo momento polar de área

1.3.10 Fallas por fatiga.

A menudo, se encuentra que los elementos de máquinas han fallado bajo la acción de esfuerzos repetidos o fluctuantes; no obstante, el análisis más cuidadoso revela que los esfuerzos máximos reales estuvieron por debajo de la resistencia última del material y con mucha frecuencia incluso por debajo de la resistencia a la fluencia. La característica más notable de estas fallas consiste en que los esfuerzos se repitieron un gran número de

veces. Por lo tanto, a la falla se le llama falla por fatiga. (Richard G. Budynas, 2008)

1.3.10.1 Factores que modifican el límite de resistencia a la fatiga.

La cuestión respecto de ajustar el límite de resistencia a la fatiga por medio de correcciones sustractivas o multiplicativas se resolvió mediante un extenso análisis estadístico del acero 4340 (horno eléctrico, calidad de aeronave), en el que se determinó un coeficiente de correlación de 0.85 para la forma multiplicativa, y 0.40 para la forma aditiva. Por lo tanto, la ecuación de Meriam se escribe:

$$S_e = K_a K_b K_c K_d K_e K_f S'_e$$

Dónde:

K_a= factor de modificación de la condición superficial

K_b= factor de modificación del tamaño

K_c= factor de modificación de la carga

K_d= factor de modificación de la temperatura

K_e = factor de confiabilidad

K_f = factor de modificación de efectos varios

S'_e = límite de resistencia a la fatiga en viga rotatoria

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

1.4. Formulación del problema.

¿De qué manera el diseño de una máquina automatizada lavadora de zanahoria, disminuirá el tiempo de lavado de la zanahoria, y disminuir el esfuerzo físico de las personas, siguiendo las normas adecuadas establecidas?

1.5. Justificación e importancia del estudio.

En la actualidad las frutas, hortalizas y tubérculos conforman una parte cada vez más importante de la producción agrícola nacional. La zanahoria es uno de los cultivos que se halla dentro de este crecimiento. La limpieza para eliminar restos de tierra, insectos y otros elementos extraños, en la zanahoria, se realiza mediante el lavado con abundante agua, que remueve las sustancias adheridas a su corteza.

El lavado y pulido (mallado) actual es un proceso netamente manual. En este proceso comienzan a las 10:00 am y van terminando a las 7:00 pm. Durante este tiempo pulen (mallan) de un saco y medio hasta tres sacos de zanahoria, un saco equivale a 180 Kg., dependiendo de la ayuda que la familia le brinde y de la habilidad que tengan. Así se pasan muchas horas en una tina de agua y con una malla en su mano para pulir (mallar) zanahoria por zanahoria hasta terminar la cantidad de sacos que hayan pedido. Es así que el diseño de una máquina automatizada para el lavado de zanahoria, en el centro poblado menor de Callanca es un eslabón que se tendría en cuenta ya que sería de gran ayuda para los agricultores y mujeres que realizan este trabajo.

1.5.1. Justificación económica.

Esta actividad del mallado manual de la zanahoria genera grandes gastos a los productores, por que destinan un promedio del 30% de su producción en pago a los "malladores" reduciendo los índices de rentabilidad del productor**.**

Cabe también mencionar que la población invierte mucho tiempo para realizar este trabajo. Es así que con el diseño de una máquina lavadora de zanahoria reducirían el tiempo de lavado pudiendo así invertir

ese tiempo en otras actividades y generar otros ingresos para el sustento diario de sus familias.

1.5.2. Justificación ambiental.

Generalmente las personas que realizan el trabajo del pulido (mallado) manual de la zanahoria, el agua que utilizan lo botan a los exteriores de su vivienda, ya sea en la acequia que pasa cerca de sus casas, en el camino o en la pista, pues se sabe que el agua del residuo del mallado de la zanahoria va con un hongo propio de la zanahoria, además de dar cabida a la procreación de insectos como mosquitos y zancudos.

Con la propuesta de nuestro diseño de la máquina para el pulido (mallado) de zanahoria, el agua empleada se sugiere se recirculada, y luego conducida a los terrenos de cultivo por medio de canales ya construidos, así no estaríamos desperdiciando el agua y disminuyendo la procreación de insectos como mosquitos y zancudos.

1.5.3. Justificación social.

Con esta propuesta, de diseño de una máquina automatizada para el pulido (mallado) de zanahoria, es una opción para disminuir el tiempo y mejorar el proceso de pulido (mallado), ya que los agricultores y las mujeres disminuirán su esfuerzo físico en el pulido (mallado) de la zanahoria, además no sufrirán de problemas de salud como son broncopulmonares (respiratorios), musculares, articulares, y dermatológicas (problemas en la piel), al realizar este trabajo.

1.5.4. Justificación técnica.

Como se sabe, en el centro poblado de Callanca, la actividad del pulido (mallado) de la zanahoria es netamente manual y que lo realizan principalmente las mujeres en condiciones precarias sin tecnificación y afectando su salud. Es un trabajo donde se invierten muchas horas para el pulido (mallado); Es así que con el diseño de una máquina automatizada para el pulido de zanahoria, estaremos contribuyendo al desarrollo

tecnológico local y nacional, además de mejorar la producción en el proceso de pulido de la zanahoria.

1.6. Hipótesis.

El diseño de la máquina para el lavado y pulido (mallado) de zanahoria, permitirá la optimización del proceso, disminuyendo el esfuerzo físico y el tiempo de lavado.

1.7. Objetivos.

1.7.1 Objetivo General:

Diseñar una máquina automatizada, para el lavado de zanahoria, en el centro poblado menor de Callanca, distrito de Monsefú, departamento de Lambayeque, de acuerdo a la normativa: técnica, de seguridad, y de gestión ambiental vigentes.

1.7.2 Objetivos Específicos:

1) Realizar una matriz morfológica, para determinar la mejor solución para la máquina.
2) Determinar la capacidad de la máquina lavadora.
3) Determinar la fuerza de fregado para el proceso de lavado.
4) Realizar el cálculo mecánico teórico de los elementos mecánicos más críticos para el correcto dimensionamiento y selección de los componentes de la máquina lavadora.
5) Analizar mediante software FEA (Análisis de Elementos Finitos), los elementos mecánicos más críticos de la máquina.
6) Diseñar el sistema eléctrico de la máquina.
7) Elaborar el análisis económico de la máquina.

1.8. Delimitación de la investigación.

La investigación, merece una descripción minuciosa, ya que esta considerará cómo el contexto responderá ante la creación del diseño de una máquina automatizada para el lavado de zanahoria en el centro poblado de Callanca. Se encuentra a 20 minutos de la Ciudad de Chiclayo, Actualmente cuenta con una carretera asfaltada de 4,5 km.

Cabe mencionar que sus límites:
Norte: con los distritos de Chiclayo y Pomalca
Sur: con el distrito de Reque
Este: con el distrito de Zaña
Oeste: con el distrito de Monsefú.

1.9. Limitaciones de la investigación.

La investigación presentó limitaciones por la carente información bibliográfica, esta se debe a escasa información que existe en la actualidad sobre los mecanismos para el lavado y mallado (pulido) de la zanahoria; además dentro de nuestra región no hay este tipo de máquinas, y a nivel nacional solo se sabe que hay un diseño de máquina en Huancayo; Sin embargo existe información virtual pero limitada.

1.10. Definición de terminología.

a) Diseño:

Proceso previo de configuración mental, "pre-figuración", en la búsqueda de una solución en cualquier campo. Utilizado habitualmente en el contexto de la industria, ingeniería, arquitectura, comunicación y otras disciplinas creativas.

b) Diseño Mecánico:

La finalidad del diseño mecánico es idear máquinas y dispositivos cuyo funcionamiento posibilita aprovechar, dirigir, regular o transformar energía o realizar un trabajo con un fin determinado.

c) Sistema Mecánico:

Los sistemas mecánicos son aquellos sistemas constituidos fundamentalmente por componentes, dispositivos o elementos que tienen como función específica transformar o transmitir el movimiento desde las fuentes que lo generan, al transformar distintos tipos de energía.

d) Máquina:

Las máquinas son conjuntos de piezas (fijas y móviles) que realizan un trabajo determinado. Son inventadas por el hombre buscando reducir el esfuerzo necesario para realizar una actividad, y llegan a realizar cosas que serían imposibles para las capacidades humanas.

e) Motor monofásico:

El motor eléctrico monofásico es una maquina eléctrica rotativa con devanados en el estator y roto, conectados en serie que opera de igual forma, conectado a una fuente de corriente alterna.

MATERIAL Y MÉTODO

II. MATERIAL Y MÉTODO

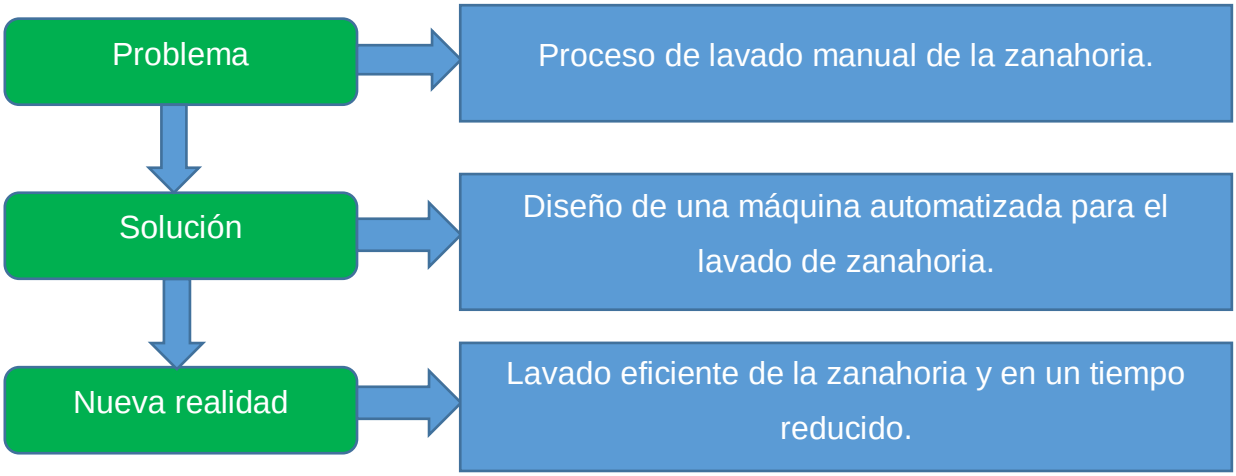
2.1. Tipo y Diseño de la Investigación.

2.1.1 Tipo de investigación.

Esta investigación es de tipo **Cuasi experimental**, debido a que solo llegamos a la propuesta y diseño, más no a la ejecución por falta de recursos. Además porque se usaron herramientas y metodologías conocidas para el diseño de una máquina automatizada para el lavado de zanahoria, con el fin de obtener resultados que nos permitieron llegar a conclusiones favorables.

Analítica, ya que se realizó una metodología de cálculos para el diseño de una máquina automatizada para el lavado de zanahoria.

2.1.2 Diseño de la investigación.



Fuente: (Elaboración Propia)

2.2. Población y muestra.

a) Población.

Nuestra población son las hectáreas sembradas de zanahoria en el centro poblado de Callanca, de una manera alternada durante todo el año, cabe mencionar que esta población nos proporcionó las características que nos permitió analizar datos de la investigación.

b) Muestra.

La muestra son las 6 hectáreas del señor Andrés Farro que se dedica al sembrío de zanahoria y otras hortalizas de manera escalonada durante todo el año, y de diferentes variedades de semillas, que nos garantiza un análisis más real de las características de la zanahoria.

2.3. Variables, Operacionalización.

2.3.1 Variables.

Variable independiente:

Flujo másico.

Características geométricas.

Variables dependientes:

Máquina lavadora de zanahoria: Sistema mecánico y Sistema eléctrico.

Variables Independientes.

a) **Flujo Másico:**

En física es la magnitud que expresa la variación de la masa en el tiempo. Matemáticamente es la diferencial de la masa con respecto al tiempo.

Variables Dependientes.

a) **Sistema mecánico:**

Se caracterizan por presentar elementos o piezas sólidos, con el objeto de realizar movimientos por acción o efecto de una fuerza. En

ocasiones, pueden asociarse con sistemas eléctricos y producir movimiento a partir de un motor accionado por la energía eléctrica.

En general la mayor cantidad de sistemas mecánicos usados actualmente son propulsados por motores de combustión interna. En los sistemas mecánicos se utilizan distintos elementos relacionados para transmitir un movimiento.

b) Sistema eléctrico:

Es el recorrido de la electricidad a través de un conductor, desde la fuente de energía hasta su lugar de consumo.

Es muy importante, puesto que este se encarga de suministrar energía a todos los demás sistemas y componentes de la máquina.

2.3.2 Operacionalización.

VARIABLES	DESCRIPCIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	SUB INDICADORES	ÍNDICES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
VARIABLE INDEPENDIENTE	Lavado de la zanahoria	Flujo másico	Características de la zanahoria		Kg/hora	Guía de observación, encuesta, entrevistas, pie de Rey.
VARIABLE DEPENDIENTE	Diseño de la máquina	Sistema mecánico	Sistema de lavado	Cilindro giratorio	Volumen	Guía de análisis de documentos
			Sistema de transmisión	Potencia mecánica	Hp	Guía de análisis de documentos; tacómetro, cronometro
			Sistema de descarga		Kg/hora	
		Sistema eléctrico	Potencia eléctrica	Motor	Hp	Guía análisis de documentos
			Amperaje	Conductor/ Llave termo magnética	Calibre AWG/ Cantidad de corriente	Guía de análisis de documentos; vatímetro
			Frecuencia	Variador de Velocidad	Hz	

Fuente: (Elaboración propia)

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

Métodos de investigación:

a) Método analítico
b) Método deductivo

2.4.1 Abordaje metodológico.

a) Método analítico.

Utilizamos este método debido a que consiste en la desmembración de un todo, pudiendo así observar las causas, naturaleza y los efectos, teniendo como análisis la observación.

También nos permitió conocer más el objeto de estudio el cual se basa en el proceso de lavado de la zanahoria, donde se puede explicar, hacer analogías y comprender su comportamiento como producto para el mercado.

b) Método deductivo.

Deducción es el proceso de razonamiento que parte de un marco general (el cual sirve de referencia), y va hacia lo particular. Es un método que se utiliza para inferir de lo general a lo específico, de lo universal a lo particular.

El razonamiento deductivo permite inferir los hechos con base en leyes generales, premisas o teorías de aplicación universal para llegar a conclusiones particulares.

Las reglas aplicables al método de deducción o deductivo son:

a) Deducir las consecuencias de la teoría con respecto a esos nuevos fenómenos.

b) Hacer observaciones o experimentos para ver si las consecuencias son verificadas por los hechos.

c) Dicho método considera que cuanto mayor sea el número de experimentos realizados, mayor serán las probabilidades de que las leyes sean verídicas.

2.4.2 Técnicas de recolección de datos.

a) Guías de observación.

Las guías de observación es la inspección que se hace directamente en el ambiente donde se presenta el hecho o fenómeno estudiado, para contemplar todos los aspectos inherentes a su comportamiento, conductas y características dentro de ese ambiente.

El investigador entra en contacto directo con el fenómeno, analizando su comportamiento de dos maneras: permanece aislado y sólo estudia el comportamiento del hecho o fenómeno, o bien, al observar el fenómeno en estudio, también participa dentro de éste o manipula sus variables para analizar su comportamiento. Se realizará una guía de observaciones a todas las tareas a realizar, para la obtención de datos, con el fin de identificar y evaluar su comportamiento en un periodo de tiempo

b) Guías de análisis de documentos.

Se tomaron normas dadas por INDECOPI las cuales están destinadas al diseño, maquinado y protección para la máquina. También asumiremos normas internacionales, como la norma AISI 304, que establece la aplicación del material (Acero Inoxidable) para el tratamiento de alimentos, y con las normas de diseño mecánico y seguridad vigente.

Además se tomó en cuenta catálogos de motores eléctricos para seleccionar la potencia requerida para el sistema de selección, así como catálogos para la selección de rodamientos, fajas, etc.

c) Encuestas.

Es la información que se obtiene a través de cuestionarios y sondeos de opinión masiva, generalmente en anonimato, con el propósito

de conocer comportamientos y conocer tendencias de los encuestados sobre el hecho o fenómeno a estudiar.

d) Entrevistas.

La entrevista es la recopilación de información en forma directa, cara a cara, donde el entrevistador interroga y obtiene información directamente del entrevistado, siguiendo una serie de preguntas preconcebidas y adaptándose a las circunstancias que las respuestas del entrevistado le presenten. Es así que las entrevistas se realizarán a las personas involucradas en la investigación.

Así mismo considerando las características de la presente investigación se utilizó como técnicas de recolección de datos la entrevista, esta se tornó una técnica principal para el estudio.

e) Instrumentos de medición.

Cronómetro.

Es un reloj de precisión que se emplea para medir fracciones de tiempo muy pequeñas. El cronómetro puede utilizarse para, por ejemplo, registrar los tiempos realizados en las vueltas a un circuito.

Dinamómetro.

Es una herramienta que, a partir de los cambios en la elasticidad de un muelle con una determinada calibración, permite calcular el peso de un cuerpo o realizar la medición de una fuerza. En nuestro trabajo de investigación lo utilizamos para medir la fuerza de fregado en la zanahoria con respecto a las escobilla a utilizar.

2.4.3 Instrumentos de recolección de datos.

a. Guías de observación
b. Guías de análisis de documentos
c. Encuestas
d. Entrevistas

2.5. Procedimiento de análisis de datos.

A continuación se explica el procedimiento de intervención de los métodos y/o técnicas de investigación utilizadas.

2.5.1 Guías de observación.

Es la que nos permitió llevar un control de las investigaciones del objeto o fenómeno observado. Esta guía de observación se muestra en el **ANEXO N° 1.**

2.5.2 Guías de análisis de documentos.

Se realizó un documento sencillo donde se informará los datos analizados como: mediciones, cálculos, etc. que se necesitarán en el diseño de la máquina automatizada lavadora de zanahoria. Esta guía de análisis de documentos se muestra en el **ANEXO N° 2.**

2.5.3 Encuestas.

Se aplicó encuestas a los agricultores del C.P. de Callanca para conocer cuál es el promedio de producción de la zanahoria, sus variedades de semillas que siembran, si desean adquirirla y cuanto estarían dispuestos a pagar por la máquina. Esta encuesta se muestra en el **ANEXO Nº 3**

2.5.4 Entrevistas.

Se entrevistó a los compradores mayoristas de zanahoria del mercado los Patos y Moshoqueque, con el propósito de conoces la cantidad de zanahoria que ellos compran y además cuales son las características de la zanahoria que ellos prefieren comprar. El cuestionario de la entrevista se muestra en el **ANEXO N° 4.**

2.6. Criterios éticos.

Para la presente investigación se tuvo en cuenta los siguientes criterios éticos:

Se tomó en cuenta la no adulteración de los datos obtenidos en la investigación de campo, trasparencia en los mismos para fines netamente académicos.

Aporta a la investigación en ciencias de ingeniería; como es la ingeniería mecánica eléctrica que trata por lo general las bases en los principios de la física, para análisis y creación de diseños asociados con sistemas eléctricos; pero que sin embrago no está ajeno de interactuar con personas que se involucren en esta investigación, por lo tanto se tuvo mucho cuidado para asegurar que sus derechos no se vean perjudicados.

2.7. Criterios de rigor científico.

Actualmente las investigaciones en ingeniería mecánica eléctrica a demostrando un crecimiento en relación a las cuestiones de rigor científico, el investigador no pude confirmar en sus resultados, si los procedimientos e instrumentos de recolección de datos producen datos de calidad dudosa. En este sentido en la investigación, los aspectos de confiabilidad de los resultados cualitativos serán explorados para asegurar que sus resultados sean considerados confiables.

Validez: La adecuada operacionalización de las preguntas de investigación, de forma que las variables que se estudian sean relevantes y abarquen todas las dimensiones que incorporan las preguntas de investigación.

Generalizabilidad: También llamada validez externa, consiste en que la muestra sea representativa de la población. Para ello debe evitar sesgos a través de marcos muestrales adecuados y muestreos aleatorios.

Fiabilidad: La medición ha de tener la precisión suficiente. Se relaciona con la minimización del error aleatorio y requiere de un tamaño de muestra suficiente.

Replicabilidad: es la posibilidad de que se pueda repetir la investigación y que los resultados no se contradigan.

2.8. Análisis estadístico de datos.

En el análisis estadístico de datos se describe como se organizara estadísticamente la información obtenida, las técnicas de análisis estadístico utilizadas para procesar los datos que permitirán obtener los resultados, y cómo se analizarán para llegar a las conclusiones. (Según software estadístico a elegir)

2.9. Normatividad.

a) LEY GENERAL DEL AMBIENTE - LEY N° 28611
b) LEY MARCO DEL SISTEMA NACIONAL DE GESTIÓN AMBIENTAL - LEY N° 28245
c) REGLAMENTO DE LA LEY MARCO DEL SISTEMA NACIONAL DE GESTIÓN AMBIENTAL-DECRETO SUPREMO Nº 008 - 2005 - PCM
d) LEY DE CREACIÓN, ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE-DECRETO LEGISLATIVO Nº 1013
e) American Society of Mechanical Engineers (ASME)
f) American Society of Testing and Materials (ASTM)
g) American Bearing Manufacturers Association (ABMA).
h) British Standards Institution (BSI)
i) Verein Deutscher Ingenieure (VDI)
j) International Standard Organization (ISO)
k) American Iron and Steel Institute (AISI)

RESULTADOS

III. RESULTADOS

RESUMEN DE ENTREVISTA.

ENTREVISTA REALIZADA AL SEÑOR FLORENCIO SOSA MARTÍNEZ, COMPRADOR MAYORISTA DE ZANAHORIA, DEL MERCADO LOS PATOS.

I. DATOS DEL ENTREVISTADO

Nombre: Florencio Sosa Martínez **DNI:** 16530557

Ocupación: Comerciante **Edad:** 59 años

Fecha: 13/09/2016 **Hora:** 4:50 pm.

Resumen del cuestionario

1. **¿Qué cantidad de zanahoria compra?**
   Semanalmente compra un aproximado de 6 000 kg. De zanahoria.
   Son 2 días a la semana: Lunes compra: 3 000 kg. y Jueves compra: 3000 kg.

2. **¿Qué tipo de variedad de zanahoria compra más? ¿zanahorias normales o zanahorias híbridas? ¿Porqué?**
   Zanahorias normales, porque dura más que la hibrida.

3. **¿A qué precio compra usted, cuando hay abundante zanahoria?**
   El precio lo manda el mercado. Todo producto perecible el precio lo pone la oferta y la demanda. El precio base es de 0.50 céntimos el kg. a más.

4. **¿A qué precio compra usted, cuando hay escases de zanahoria?**
   De acuerdo a la oferta y la demanda teniendo en consideración que siempre está como mínimo de 0.50 céntimos el kg. a más, el precio más alto que haya llegado en tiempo se escases es de 2. 50 soles el kg.

5. **¿De qué lugar proviene la zanahoria que compra usted?**
   De Chiclayo - Callanca, Eten, Pimentel, Reque. También de Huancabanba y Cajamarca.

6. **¿Usted compra la zanahoria directo de chacra, o el agricultor le vende en el mismo mercado?**

   Lo compra en el mercado, porque lo compra seleccionada.

7. **¿Cómo compra usted la zanahoria?**

   Solo compra zanahoria lavadas. Porque lo destina para otros lugares como Iquitos, Tarapoto y Yurimaguas. Las zanahorias lavada dura más que la mallada.

8. **¿Cuánto es la diferencia de precio entre la zanahoria lavada y pulida (mallada)?**

   La Diferencia es un punto, si la zanahoria lavada está a 0.80 céntimos el kg. la mallada se paga a 0.90 céntimos el kg.

9. **¿Considera que sería recomendable el diseño de una máquina para el lavado de zanahoria? ¿Por qué?**

   Sí, porque las señoras que mallan ahorrarían mucho tiempo y no afectarían su salud.

10. **¿Estaría dispuesto a comprar una máquina para el lavado de zanahoria? ¿Cuánto podría invertir?**

    Si.

RESUMEN DE ENCUESTA.

ENCUESTA DIRIGIDA A LOS AGRICULTORES Y MUJERES MALLADORAS DEL C. P. DE CALLANCA

La encuesta a continuación mencionada lo realizamos en el centro poblado de Callanca, Distrito de Monsefú, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque. Esta encuesta fue aplicada a los agricultores que se dedican a la siembra de la zanahoria y a las mujeres que se dedican al mallado de esta hortaliza. Esta encuesta se muestra en el **ANEXO Nº 3**

3.1. Resultados en tablas y gráficos.

3.1.1 Análisis de confiabilidad.

Estadísticas de fiabilidad

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Número de elementos
0,595	24

En los resultados de estudio de fiabilidad podemos observar que el valor de alfa es de **0.595**, este resultado es un indicador elevado; teniendo en cuenta que el coeficiente alfa de Cronbach, varía en una escala de **0 a 1**, midiendo el nivel de confianza. Por lo tanto podemos afirmar que la confiabilidad de los datos recolectados son **MEDIANAMENTE ACEPTABLES.**

3.2. Matriz morfológica, para obtener el mejor diseño de la máquina.

3.2.1 Selección del sistema mecánico de la máquina lavadora.

En el mercado no hay mucha referencia sobre máquinas lavadoras de zanahorias, entonces para analizar y evaluar la mejor alternativa de diseño, se realizó una matriz morfológica, la cual mediante una evaluación tanto técnica como económica nos permite ver la viabilidad de las opciones.

Nuestra matriz morfológica es la base importante para la elección de los elementos electromecánicos que tendrá la maquina; con criterio técnico mediante fórmulas sobre diseño de máquinas y mecanismos.

Se inició con la lista de exigencias, la caja negra y los procesos técnicos de la máquina.

3.2.2 Lista de exigencias.

LISTA DE EXIGENCIAS		
Proyecto: **DISEÑO DE UNA MÁQUINA AUTOMATIZADA PARA EL LAVADO DE ZANAHORIA**		
N°	**DESEO O EXIGENCIA**	**DESCRIPCIÓN**
1	E	**FUNCIÓN PRINCIPAL:** La máquina debe lavar zanahorias, dejándolas libres de tierra para luego ser secadas en un tendal al aire libre.
2	E	**GEOMETRÍA:** 1. Debe tener una altura máxima de 1.7 metros, un ancho no mayor a 1 metro y 2 metros de largo. 2. Conexiones simples, fáciles de hallar en la industria y seguras.
3	E	**MATERIAL:** 1. El flujo del material son zanahorias. 2. Las zanahorias al ingresar no contaran con las hojas verdes, ni mucho menos con hojas secas.

		3. A la salida del proceso de lavado la zanahoria no sufrirá cambios químicos ni cambios en su forma. Pero si saldrá limpia y pulida (mallada).
4	E	**FUERZAS:** La fuerza de lavado debe ser la necesaria para no dañar la zanahoria.
5	E	**ERGONOMÍA:** 1. El manejo de la máquina es sencillo y amigable, es decir de fácil manejo para cualquier persona. 2. El ingreso de la materia prima debe estar aproximadamente a una altura de 1 m. 3. El color de la máquina será claro y el modelo sin ninguna sorpresa para no provocar alguna distracción en el operador.
6	E	**SEGURIDAD:** 1. El diseño no pondrá en peligro al usuario bajo ninguna circunstancia, esto se entiende tanto a la integridad física como emocional. 2. Así mismo la máquina debe contar con señalización de seguridad.
7	E	**SEÑALES:** Se contará con botones de encendido y apagado. Serán de fácil comprensión y manejo para el operador y usuario.
8	D	**CINEMÁTICA:** El proceso de lavado debe ser rápido.
9	E	**MATERIA:** Para su construcción deben utilizarse materiales con buenas propiedades de dureza, resistencia y tenacidad, además que no contamine el ambiente.
10	E	**ENERGÍA:** La energía empleada en la máquina debe de ser del tipo mecánica suministrada por la persona que opera la máquina.
11	E	**FABRICACIÓN:** La fabricación y ensamble de la máquina debe ser fácil. Los procesos de manufactura podrán ser realizados en un taller local.
12	E	**CONTROL:** Se debe controlar todas las etapas de la fabricación de la máquina según las normas correspondientes.
13	E	**MONTAJE:**

		El montaje de la máquina debe ser de rápida instalación y de fácil comprensión para los operarios; así mismo, el desmontaje deberá ser rápido y simple para el posterior traslado y así poder usarla en diferentes lugares.
14	E	**MANTENIMIENTO** 1. EL mantenimiento de la máquina será factible y sin complicaciones gracias a su diseño (disposición de componentes). 2. El tiempo estimado de mantenimiento lo determinará el desgaste de las piezas involucradas. La pintura exterior será protectora (anticorrosivo). 3. Para conseguir los repuestos se podrá buscar en el mercado nacional como en el internacional, dependiendo de la calidad del producto y el precio.

3.2.3 Caja Negra.

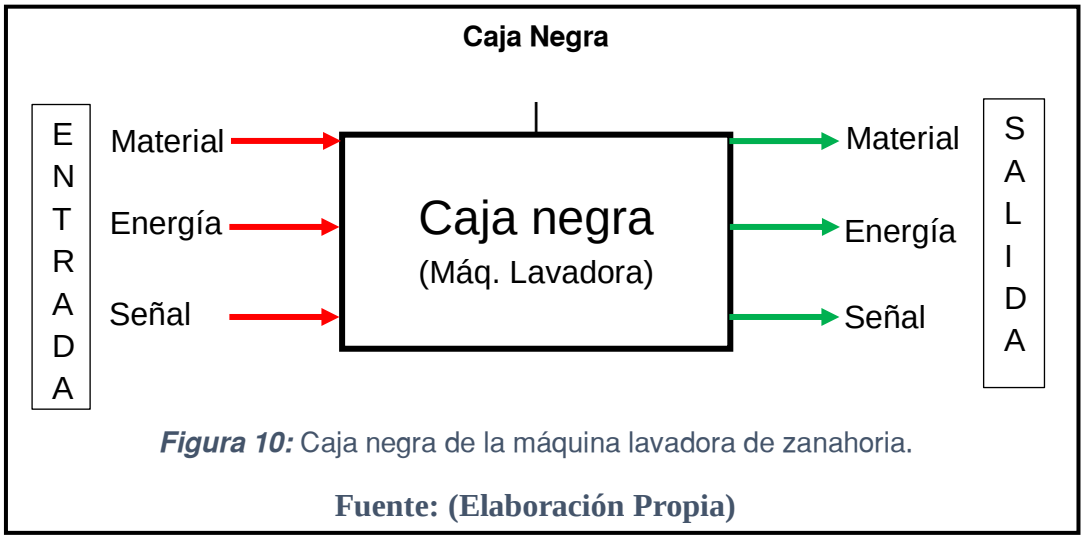


Figura 10: Caja negra de la máquina lavadora de zanahoria.

Fuente: (Elaboración Propia)

ENTRADAS

Material : Zanahoria sucia, con impurezas propias de la tierra.

Energía : Energía humana para colocar la hortaliza en la tolva
Energía mecánica suministrada por el motor.

Señal : Inicio de funcionamiento.

SALIDAS:

Material : Una zanahoria limpia, sin tierra ni impurezas.

Energía : Calor, vibraciones y energía cinética.

Señal : Indicador de correcto funcionamiento.

3.2.4 Procesos Técnicos.

A continuación se describen los procesos que están involucrados en el proceso de lavado de zanahoria:

a) Alimentar.

b) Almacenar.

c) Accionar

d) Transmitir.

e) Lavar.

f) Verificar.

g) Expulsar.

En la siguiente imagen se muestra la estructura de funciones del proceso de lavado de zanahorias el cual de manera simplificada se aprecia la trayectoria que tiene la zanahoria con impurezas de la tierra hasta el lavado.

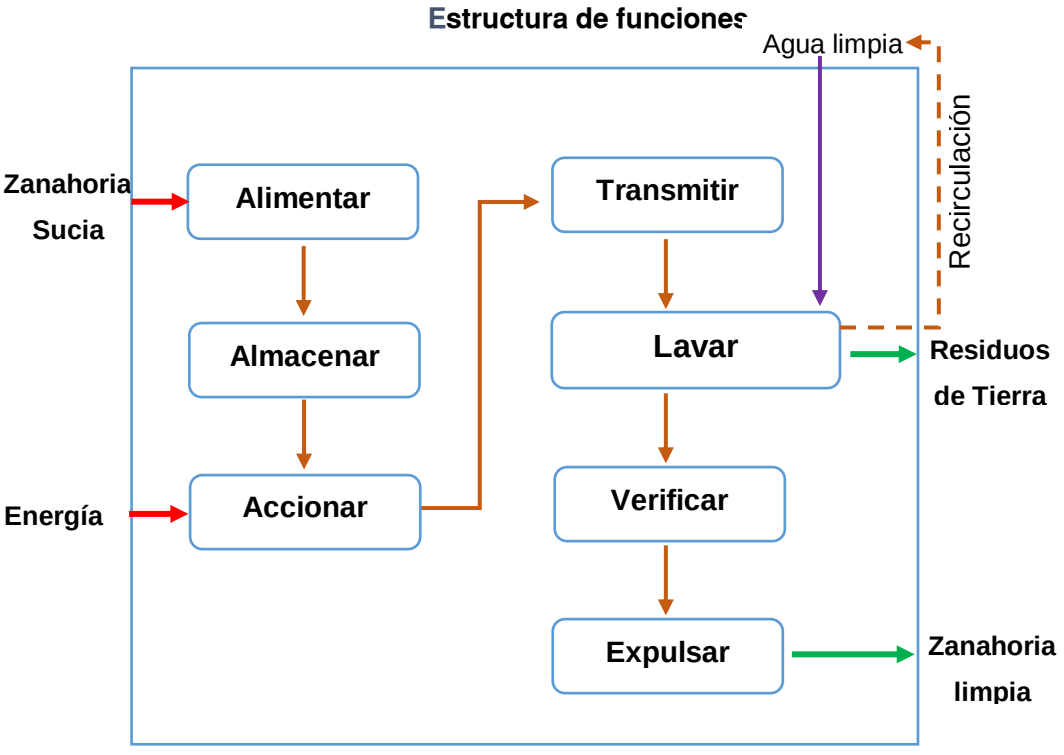
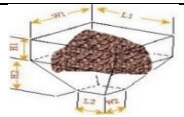
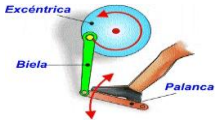
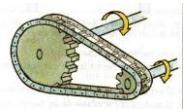
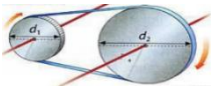
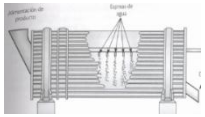
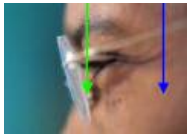
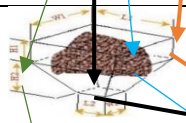
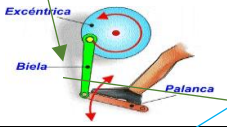
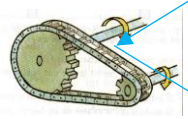
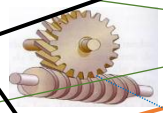
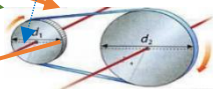
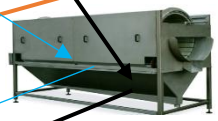
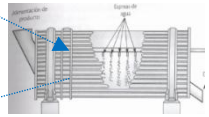
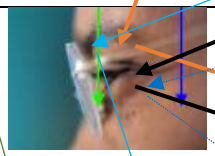
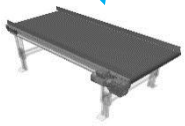


Figura 11: Estructura de funciones de la máquina lavadora de zanahoria.

Fuente: (Elaboración propia)

3.2.5 Matriz Morfológica.

1	**Alimentar**					
2	**Almacenar**					
3	**Accionar**					
4	**Transmitir**					
5	**Lavar**					
6	**Verificar**					
7	**Expulsar**					

1	**Alimentar**				LEYENDA Proyecto 1 Proyecto 2 Proyecto 3 Proyecto 4 Proyecto 5	
2	**Almacenar**					
3	**Accionar**					
4	**Transmitir**					
5	**Lavar**					
6	**Verificar**					
7	**Expulsar**					

Fuente: (Elaboración propia)

3.2.6 Estudio del valor técnico y económico del sistema a utilizar.

Se muestra la evaluación del sistema a utilizar en la tabla 1, una parte evaluando únicamente el valor técnico y la otra parte el valor económico. Se tienen las siguientes consideraciones: p: puntaje de 0 a 4 (Escala de valores según **VDI 2225**)

0 = No satisface, 1 = Casi aceptable, 2 = Suficiente, 3 = Bien, 4 = Muy bien (ideal), g: el peso ponderado.

Tabla 1:

Evaluación de proyectos preliminares según el valor técnico y económico.

PROYECTO: MÁQUINA LAVADORA DE ZANAHORIAS.																									
EVALUACIÓN DE PROYECTOS		**VALOR TÉCNICO**												**VALOR ECONÓMICO**											
Variantes de Proyectos		**P1**			**P2**		**P3**		**P4**		**P5**		**Solución ideal**	**P1**			**P2**		**P3**		**P4**		**P5**		**Solución ideal**	
N°	Criterios de evaluación	g	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp	g	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp
1	Función	9	3	27	3	27	3	27	3	27	3	27	4	36	7	***3***	21	***3***	21	***3***	21	3	21	3	21	4	28
2	Forma	8	2	16	3	24	3	24	3	24	2	16	4	32	7	*3*	21	*3*	21	*3*	21	3	21	2	14	4	28
3	Diseño	8	3	24	3	24	3	24	3	24	3	24	4	32	8	*3*	24	*3*	24	*3*	24	3	24	3	24	4	32
4	Seguridad	8	3	24	3	24	4	32	4	32	3	24	4	32	6	*3*	18	*3*	18	*3*	18	3	18	3	18	4	24
5	Ergonomía	6	3	18	2	12	3	18	3	18	3	18	4	24	6	*3*	18	*3*	18	*3*	18	3	18	3	18	4	24
6	Fabricación	7	3	21	2	14	3	21	2	14	3	21	4	28	8	*3*	24	*2*	16	*3*	24	2	16	3	24	4	32
7	Sencillez de operación	7	3	21	3	21	3	21	3	21	3	21	4	28	7	*4*	28	*2*	14	*3*	21	3	21	3	21	4	28
8	Montaje	6	3	18	2	12	3	18	3	18	3	18	4	24	6	*3*	18	*2*	12	*3*	18	3	18	3	18	4	24
9	Transporte	5	3	15	3	15	4	20	3	15	4	20	4	20	6	*3*	18	*3*	18	*4*	24	3	18	3	18	4	24
10	Mantenimiento	8	3	24	3	24	4	32	3	24	4	32	4	32	6	*3*	18	*2*	12	*4*	24	3	18	4	24	4	24
	Puntaje Máximo			208		197		237		217		221		288			208		174		213		193		200		268
	Valor Técnico			0.72		0.68		0.82		0.75		0.77		1.00			0.78		0.65		0.79		0.72		0.75		1.00
	Orden			4		5		1		3		2					2		5		1		4		3		

Fuente: (Elaboración Propia)

En la siguiente gráfica se aprecia que el proyecto preliminar 3 es mucho más factible en lo técnico y económico. La gráfica nos muestra la solución ideal con una línea de color rojo; Y los cinco puntos son los proyectos, se observa que el proyecto 3 está mucho más cerca a la línea ideal, de este modo se procederá a realizar el cálculo de todos los componentes y elementos de máquinas que estarán presentes en este proyecto.

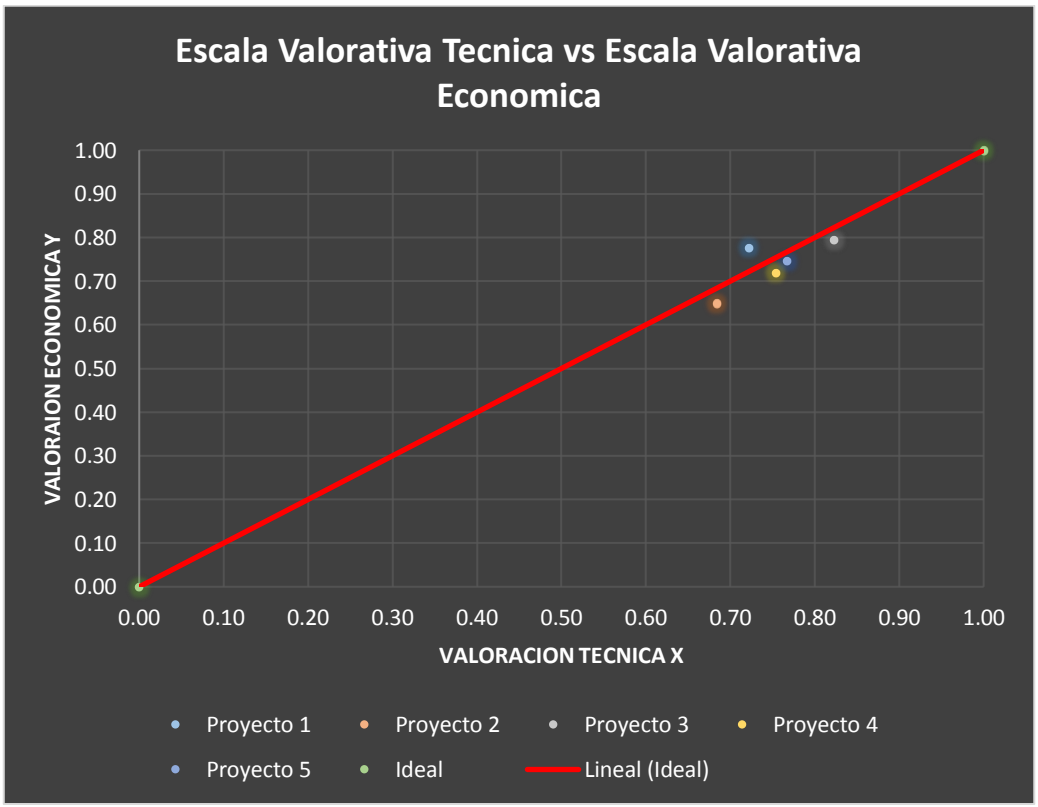


Figura 12: Representación lineal de la escala valorativa del aspecto técnico y económico.

Fuente: (Elaboración Propia)

3.3. Determinación de la capacidad de la máquina.

3.3.1 Cálculo de la capacidad de la máquina.

El cálculo para determinar la capacidad de la máquina es de suma importancia porque de ello dependerá el dimensionamiento de los componentes de la máquina lavadora de zanahoria. A continuación se representa los resultados de producción de zanahoria en la siguiente gráfica:

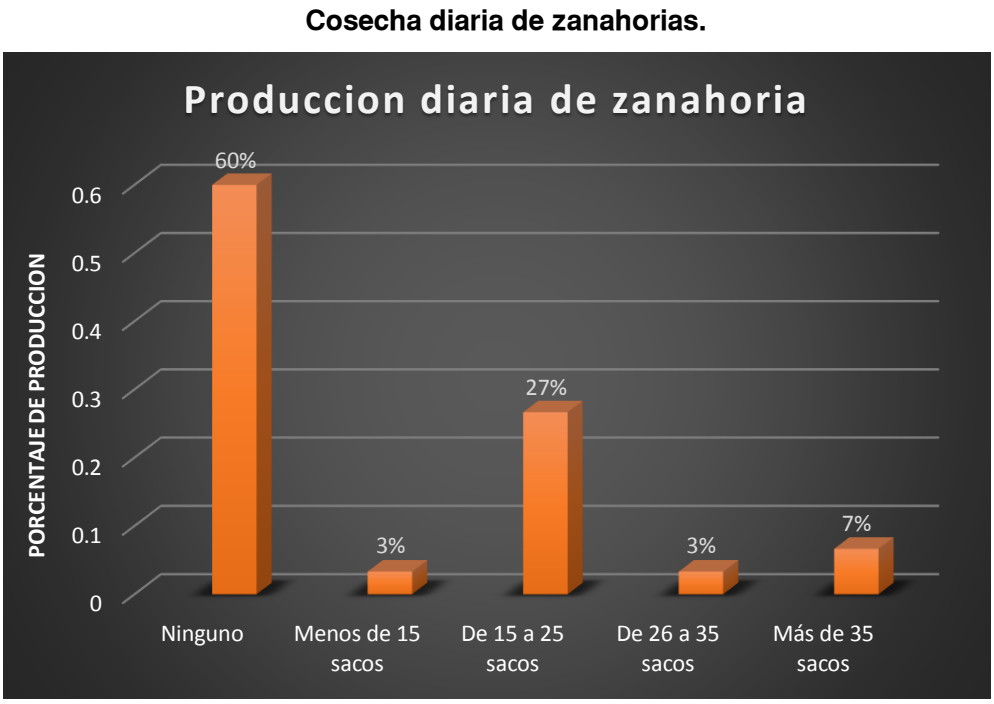


Figura 13: Grafica de la producción de zanahoria en Callanca.

Fuente: (Elaboración Propia)

De la gráfica anterior se determinó que un 27 % de los agricultores cosecha entre 15 a 25 sacos diarios y solo un 7% cosecha más de 35 sacos diarios de zanahoria.

De acuerdo al tiempo recomendable entre cosecha y lavado(ver anexo A) este no debe exceder las 24 horas debido a que la residuos de tierra tienden a secarse haciendo mucho más difícil el lavado de la zanahoria lo cual ocasiona un producto de mala calidad.

Para la determinación de la capacidad de nuestra máquina se consideró en el peor de los casos, como es así que un agricultor coseche 35 sacos en el día, un saco equivale a 180 kg., en 35 sacos estaríamos hablando de 6300 kg de zanahoria en un día.

Si la máquina funcionara en un periodo de 8 horas de manera continua se tendría la siguiente ecuación:

Ecuación 1: Capacidad de trabajo.

$$Pw = \frac{Produccion\ diaria}{\#\ de\ horas\ de\ funcionamiento}$$

$$Pw = \frac{6300\ Kg}{8\ h}$$

$$\boldsymbol{Pw = 787.5\ \frac{Kg}{h}}$$

Lo cual representa en sacos:

$$787.5\ \frac{Kg}{h} * \frac{1\ saco}{180\ kg} = \boldsymbol{4.3\ \frac{sacos}{h}}$$

Con la capacidad ya establecida se procede a desarrollar el cálculo necesario para el dimensionamiento de los componentes que tendrá la máquina lavadora de zanahoria.

3.4. Determinar la fuerza de fregado para el proceso de lavado.

3.4.1 Características de la hortaliza a lavar.

Se tomaron 20 muestras de zanahorias de las cuales se pudo determinar la longitud, diámetro mayor con ayuda de un centímetro y calibrador vernier, además se realizó la medición de la masa y la determinación de la fuerza de fregado con ayuda del dinamómetro.

Medidas de zanahoria

Figura 14: Medidas a tomar de lasmuestras.

Fuente: (Elaboración Propia)

Dinamómetro para determinar la fuerza de fregado

Figura 15*:* Pruebas de la fuerza para el lavado de lazanahoria.

Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla 2:

Determinación de la fuerza de fregado.

Muestra	Longitudes dela zanahoria (mm) Diámetro mayor	Largo	Masa de la zanahoria (gr)	Volumen de la zanahoria (cm3)	Densidad de la zanahoria (kg/m3)	Fuerza de fregado (N) Pasada 1	Pasada 2	promedio
1	*42*	*140*	*105.00*	*0.0001200*	*875.00*	*4.6*	*4.5*	*4.55*
2	*40*	*132*	*96.29*	*0.0001078*	*893.56*	*4.2*	*4.6*	*4.4*
3	*38*	*142*	*98.36*	*0.0001101*	*893.16*	*4.5*	*4.3*	*4.4*
4	*43*	*130*	*101.82*	*0.0001141*	*892.53*	*4.4*	*4.5*	*4.45*
5	*41*	*120*	*89.86*	*0.0001004*	*894.92*	*4.9*	*4.2*	*4.55*
6	*40*	*131*	*95.57*	*0.0001069*	*893.70*	*4.6*	*4.4*	*4.5*
7	*39*	*140*	*99.50*	*0.0001114*	*892.95*	*4.3*	*4.3*	*4.3*
8	*42*	*140*	*107.00*	*0.0001200*	*891.67*	*4.5*	*4.8*	*4.65*
9	*43*	*130*	*101.82*	*0.0001141*	*892.53*	*4.2*	*4.5*	*4.35*
10	*41*	*128*	*95.71*	*0.0001071*	*893.67*	*4.4*	*4.2*	*4.3*
11	*39*	*140*	*99.50*	*0.0001114*	*892.95*	*4.3*	*4.3*	*4.3*
12	*38*	*132*	*91.57*	*0.0001024*	*894.54*	*4.8*	*4.2*	*4.5*
13	*43*	*142*	*111.04*	*0.0001246*	*891.05*	*4.5*	*4.5*	*4.5*
14	*42*	*130*	*99.50*	*0.0001114*	*892.95*	*4.2*	*4.4*	*4.3*
15	*44*	*120*	*96.29*	*0.0001078*	*893.56*	*4.3*	*4.9*	*4.6*
16	*41*	*131*	*97.91*	*0.0001096*	*893.25*	*4.6*	*4.6*	*4.6*
17	*39*	*132*	*93.93*	*0.0001051*	*894.04*	*4.2*	*4.3*	*4.25*
18	*40*	*133*	*97.00*	*0.0001086*	*893.42*	*4.8*	*4.2*	*4.5*
19	*42*	*140*	*107.00*	*0.0001200*	*891.67*	*4.6*	*4.3*	*4.45*
20	*43*	*142*	*111.04*	*0.0001246*	*891.05*	*4.9*	*4.8*	*4.85*
Valores promedio			99.78	0.0001119	*891.98*	**Fuerza promedio**		*4.465*

Fuente: (Elaboración Propia)

3.4.2 Partes de la máquina lavadora de zanahorias.

La máquina lavadora estará formada por un conjunto de partes las cuales se mencionan a continuación y se aprecian en la siguiente imagen, el dimensionamiento se vera de forma detallada mientras se avanza en la investigación.

a) Motor eléctrico.
b) Tolva de alimentación.
j) Chumaceras.
d) Soporte del contenedor.
e) Estructura base.
f) Contenedor de agua.
g) Bomba de agua.
h) Cepillos lavadores.
i) Salida de zanahoria.
c) Caja de control.
k) Tubería de lavado.
l) Compuerta de salida.
m) Contenedor.
n) Soporte de tanque.
o) Faja.

La figura N° 16 se muestran las partes que componen la máquina.

Partes del diseño de la máquina.

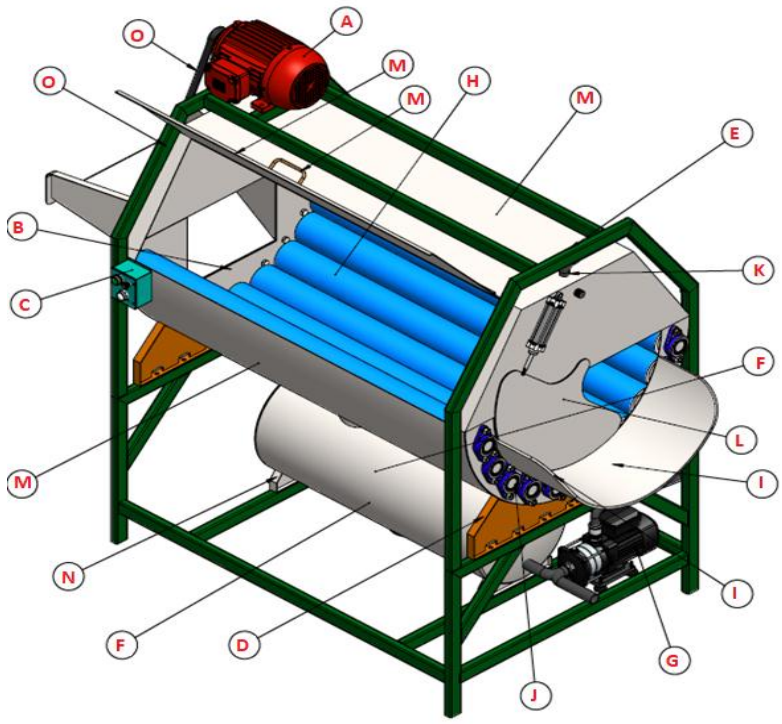


Figura 16: Máquina lavadora de zanahoria.

Fuente: (Elaboración Propia)

3.5. Realizar el cálculo mecánico teórico de los elementos mecánicos más críticos para el correcto dimensionamiento y selección de los componentes de la máquina lavadora.

3.5.1 Sistema mecánico de la máquina lavadora.

En éste capítulo se procede a realizar los cálculos teóricos para el diseño y selección de los diferentes componentes que conforman la máquina lavadora, de acuerdo a las exigencias; la máquina deberá ser capaz de soportar y lavar 787.5 Kg/h en su contenedor.

3.5.2 Cálculo y diseño teórico de la tolva de alimentación.

En la siguiente imagen se muestra el diseño terminado de la tolva de alimentación. Para el diseño de la tolva se tomó en cuenta la norma DIN 1055-6:2005-03 lo cual hace referencia al diseño de silos o tolvas de alimentación.

Diseño de tolva

Figura 17: Diseño final de la tolva.

Fuente: (Elaboración Propia)

En el caso del presente diseño se consideró el acero inoxidable AISI 304, por sus propiedades de resistencia a la oxidación o corrosión.

3.5.3 Cálculo del volumen contenido de la tolva de alimentación.

La tolva cumple la función de contener e ingresar la zanahoria al cilindro de lavado cuya actividad se desarrolla de forma manual como se determinó en la matriz morfológica.

Para el cálculo del volumen de la tolva se tiene la siguiente ecuación:

Ecuación 2: Volumen.

$$V_T = \frac{m_z}{\sigma}$$

Donde:

$V_T = Volumen\ de\ la\ tolva.$

$m_z = Masa\ a\ soportar\ de\ la\ zanahoria.$

$\sigma = densidad\ de\ la\ zanhoria = 891.98\ \frac{Kg}{m^3}$

La tolva será diseñada para soportar el peso de 45 kg.

$$V_T = \frac{45\ Kg}{891.98\ \frac{Kg}{m^3}}$$

$$\boldsymbol{V_T = 0.0504\ m^3}$$

Además del diseño se necesita conocer el Angulo de inclinación que tendrá la tolva el cual se determina mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 3: Angulo de inclinación.

$$\theta = \tan^{-1}(\mu_s)$$

Donde:

$\theta = Angulo\ de\ inclinacion.$

$\mu_s = coeficiente\ de\ friccion\ acero - zanahoria = 0.370$

Remplazando los datos se tiene:

$$\theta = \tan^{-1}(0.370)$$

$$\theta = 20.30°$$

Con estos datos se procede a diseñar la tolva en el programa SolidWorks. En la siguiente figura se muestra el tipo de tolva diseñado.

Tolva de la máquina.

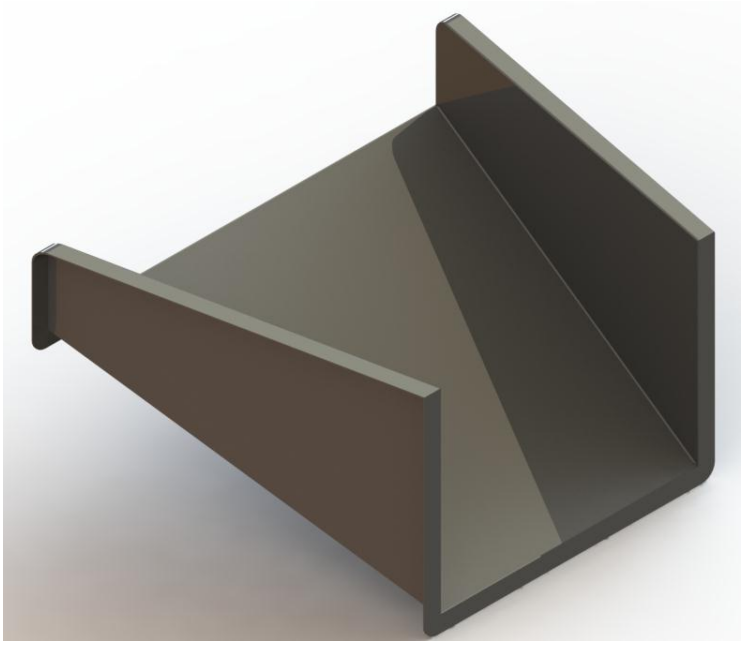


Figura 18: Diseño de tolva de máquina lavadora de zanahoria.

Fuente: (Elaboración Propia)

Conociendo entonces el volumen que debe tener el contenedor se procederá a calcular las dimensiones:

En la siguiente imagen se muestra en vista frontal la forma geométrica de la tolva:

Tolva de la máquina.

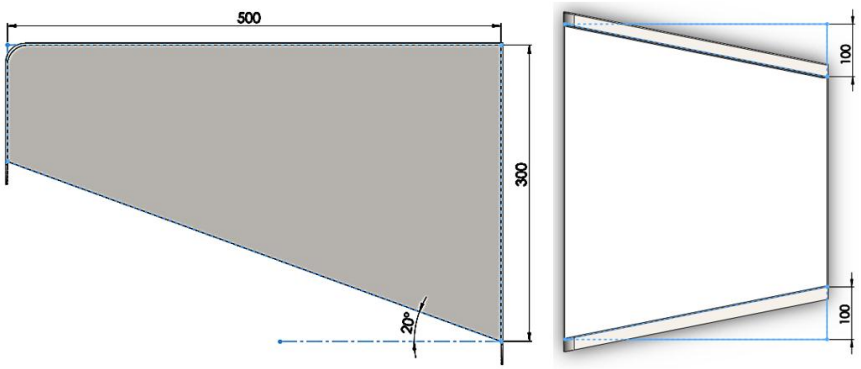


Figura 19: Vista frontal del diseño de tolva.

Fuente: (Elaboración Propia)

El ancho de la tolva es de 600 mm entonces para determinar el volumen de la tolva se tiene:

Ecuación 4: Volumen total.

$$V_T = V_1 - V_2$$

Donde:

$V_T = Volumen\ total.$

$V_1 = Volumen\ de\ un\ solido\ rectangular.$

$V_2 = Volumen\ del\ triangulo\ rectangulo.$

Ecuación 5: Volumen del solido rectangular.

$$V_1 = A\ x\ B\ x\ C$$

Donde:

$A = Altura$

$B = Base$

$C = Ancho$

$$V_1 = 0.50 * 0.30 * 0.60$$

$$V_1 = 0.09\ m^3$$

Ecuación 6: Volumen del triángulo rectángulo recortado.

$$V_2 = A * B * C' + \frac{A^2 * \tan\theta * C}{2 * \cos\theta}$$

Donde:

$C' = base\ del\ triangulo$

$$V_2 = 0.5 * 0.3 * 0.1 + \frac{0.5^2 * \tan 20° * 0.6}{2 * \cos 20°}$$

$$V_2 = 0.039\ \boldsymbol{m^3}$$

Remplazando los datos en la ecuación 4 se tiene:

$$V_T = 0.09 - 0.039$$

$$\boldsymbol{V_T = 0.051\ m^3}$$

El volumen de la tolva es mayor al volumen de la zanahoria a contener. Para datos más reales se utilizó el software SolidWorks el cual nos genera el volumen total del contenedor. (Ver figura 20)

Volumen obtenido con software Solidworks

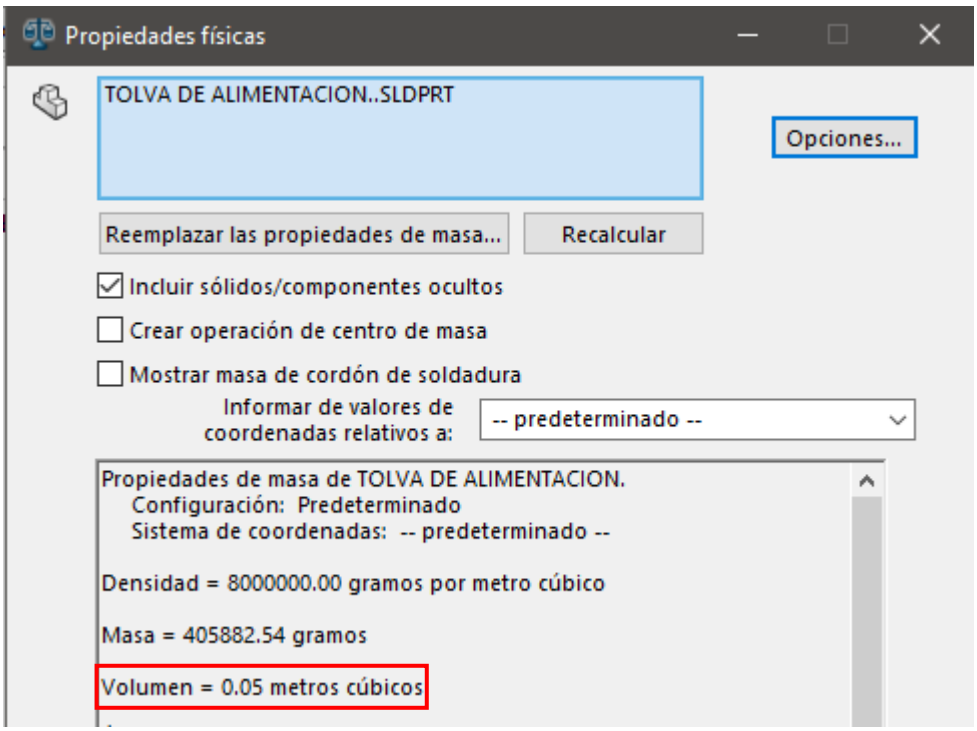


Figura 20: Volumen total del contenedor obtenido con el software Solidworks.

Fuente: (Elaboración Propia)

Como se puede apreciar el volumen que arroja el programa SolidWorks es mayor al volumen del producto a contener de esta forma se sabe que la tolva podrá contener 45 Kg de zanahoria.

A). Presión interna en la tolva.

Para determinara la presión que se tienen el lado inclinado de la tolva se tiene la siguiente ecuación:

Ecuación 7: Presión.

$$P = \rho * g * h$$

Donde:

$P = Presion$
$\rho = Densidad$
$g = Gravedad$
$h = Altura$

Remplazando los valores se tiene:

$$P = 891.98\ x\ 9.8\ x\ 0.3$$

$$\boldsymbol{P = 2.622\ Kpa}$$

Para determinar el área de contacto de la pared inclinada se tiene:

Ecuación 8: Área de contacto.

$$A_1 = \left(\frac{L_{mayor} * L_{menor}}{2}\right) x\ H_{tolva\ incl}$$

La altura inclinada se obtuvo con la ayuda del software SolidWorks:

Altura de inclinación de tolva

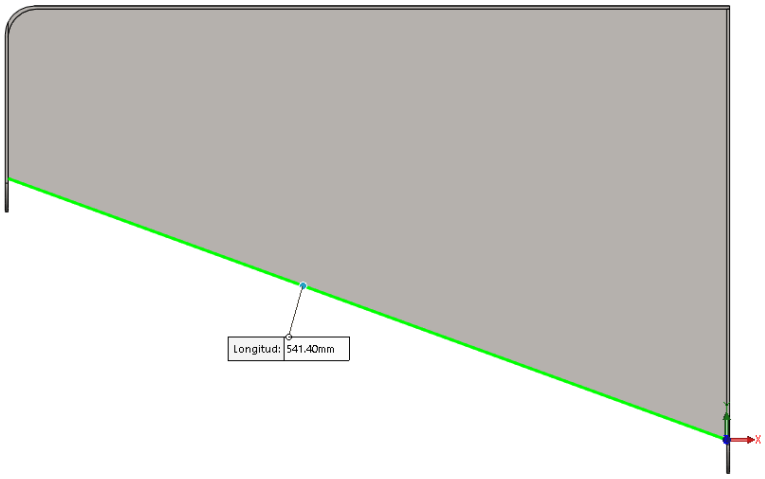


Figura 21: Altura de inclinacion de tolva obtenido con software solidworks.

Fuente: (Elaboración Propia)

$$H_{tolva\ incl} = 541.4\ mm \approx 0.54\ m$$

Remplazando los datos en la ecuación se tienen:

$$A_1 = \left(\frac{0.6 * 0.4}{2}\right) x\ 0.5414$$

$$A_1 = 0.064\ m^2$$

Para determinar la fuerza que ejerce sobre la pared inclinada de la tolva se tiene:

Ecuación 9: Fuerza sobre la pared inclinada.

$$F = P * A_1$$

Donde:

$A_1 = Area\ inclinada.$

$P = Presion.$

$W_{Zanah} = peso\ de\ la\ zanahoria$

Remplazando datos se tiene:

$$F = 2622 * 0.064$$

$$F = 167.81\ N$$

Para determinar la fuerza de por unidad de longitud se tiene:

Ecuación 10: Fuerza por unidad de longitud.

$$W_{longitud} = \frac{F}{L}$$

Remplazando datos:

$$W_{Zanah} = \frac{167.81N}{0.54}$$

$$W_{Zanah} = 310.76\ N/m$$

Con la carga calculada se procede a realizar el DCL de la pared inclinada tal como se muestra en la siguiente imagen.

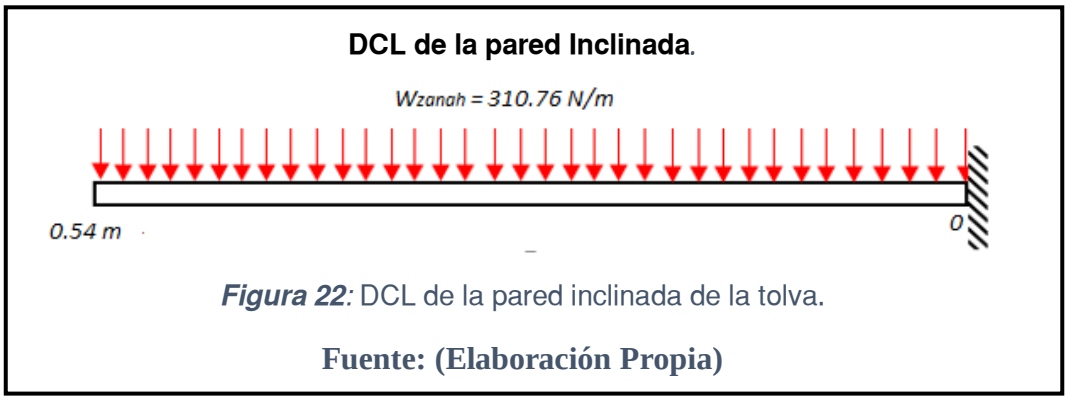


Figura 22: DCL de la pared inclinada de la tolva.

Fuente: (Elaboración Propia)

Con el apoyo del software MDSolids se encontró los diagramas de momento cortante y momento flector.

Diagrama de fuerza cortante y momento flector

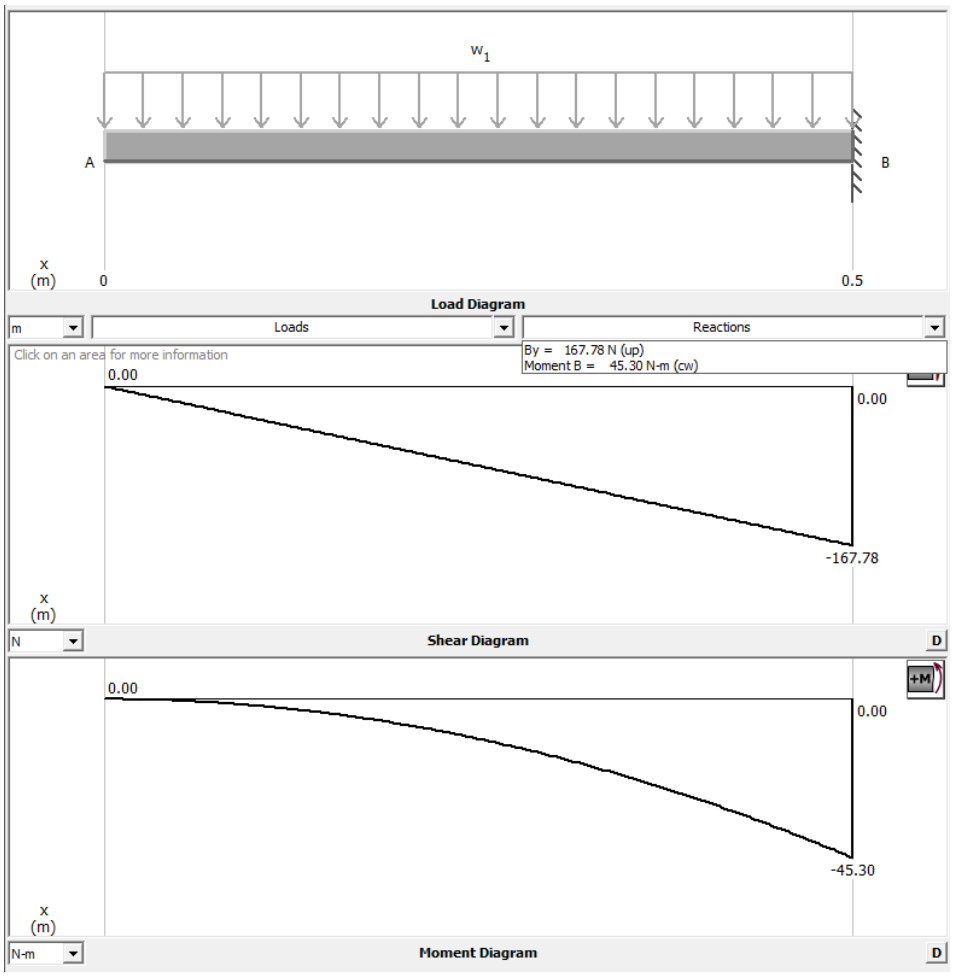


***Figura 23**:* Diagrama de fuerza cortante y momento flector de tolva.

Fuente: (Elaboración Propia)

$$V_{max} = 0.167.78\ kN \approx 167.78N$$

$$M_{flector,max} = 0.045\ kN.m \approx 45.30\ N.m$$

Para el diseño de la tolva se tomó como material Acero inoxidable AISI 304 de 2.5 mm de espesor, las propiedades del acero se muestran en el anexo B. El factor de seguridad se determinara mediante la ecuación de la Energía de Distorsión de Von Mises:

Ecuación 11: Factor de seguridad

$$\sigma' = \frac{Sy}{n}$$

Debido a que en nuestro diseño no se presentan esfuerzos axiales se tiene:

Ecuación 12: Esfuerzo de Von Misses

$$\sigma' = \sqrt{{\sigma_x}^2 + 3\left(\tau_{xy}\right)^2}$$

De donde

Ecuación 13: Esfuerzo normal.

$$\sigma_x = \frac{M}{Z}$$

Ecuación 14: Esfuerzo cortante.

$$\tau_{xy} = \frac{3V}{2A}$$

Donde:

$M = momento\ flexionante$
$V = fuerza\ cortante$
$A = seccion\ a\ calcular\ del\ esfuerzo\ cortante$
$Z = modulo\ de\ seccion$
$\sigma_x = esfuerzo\ de\ flexion$
$\tau_{xy} = esfuerzo\ cortante$

Ecuación 15: Módulo de sección

$$Z = \frac{\frac{1}{12}\ x\ b^3\ x\ h}{\frac{b}{2}}$$

Donde:

$b = espesor\ de\ la\ plancha\ (m\ )$
$h = longitud\ inclinada\ de\ la\ plancha\ (m)$

$$Z = \frac{\frac{1}{12}\ x\ 0.0025^3\ x\ 0.54}{\frac{0.0025}{2}}$$

$$Z = 5.6x\ 10^{-7}$$

Remplazando en la ecuación se tiene:

$$\sigma_x = \frac{45.30}{5.6\ x\ 10^{-7}}$$

$$\sigma_x = 80.89\ MPa$$

También se tiene:

$$A = b\ x\ h$$

$$A = 1.35x\ 10^{-3}\ m$$

Este valor lo remplazamos en ecuación N° 14 y se tiene:

$$\tau_{xy} = \frac{3\ x\ 167.78}{2\ x\ 1.3535x\ 10^{-3}}$$

$$\tau_{xy} = 0.185\ MPA$$

Con los esfuerzos máximos calculados remplazamos en la ecuación 12:

$$\sigma' = \sqrt{80.89^2 + 3(0.185)^2}$$

$$\sigma' = 80.89\ Mpa$$

Remplazando en la ecuación 11 y despejando el factor de seguridad se tiene:

$$n = \frac{Sy}{\sigma'}$$

Donde:

$$Sy = esfuerzo\ de\ fluencia\ del\ material\ (276\ Mpa)$$

$$n = \frac{276\ Mpa}{80.89\ Mpa}$$

$$\boldsymbol{n = 3.41}$$

3.5.4 Análisis de la tolva con software FEA.

La tolva se modelo con el software SolidWorks, se utilizó el análisis de elementos finitos para determinar los valores de los esfuerzos, desplazamientos y el factor de seguridad.

Tolva sometido a fuerzas en software FEA

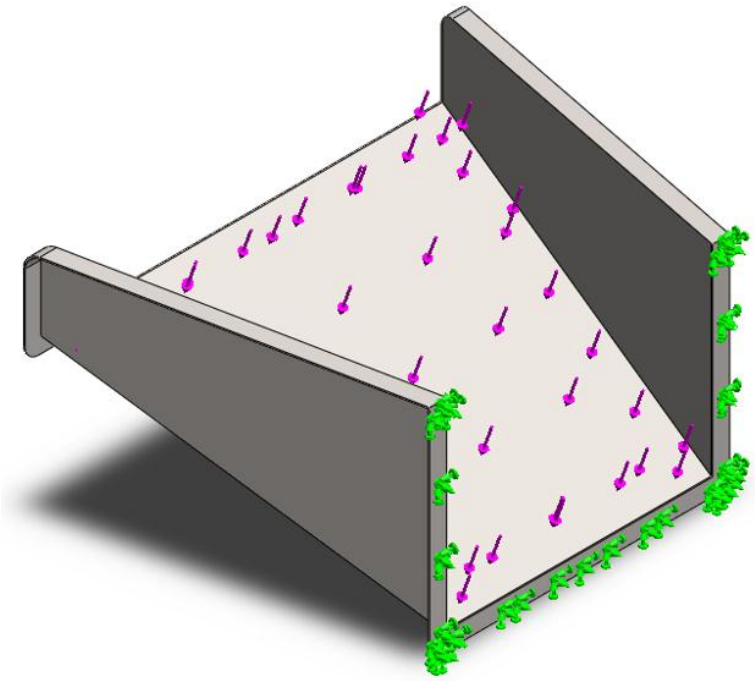


Figura 24: Análisis de elementos finitos en tolva.

Fuente: (Elaboración Propia)

En la tabla N° 3 se aprecia los resultados del análisis.

Tabla 3:

Resultado del análisis estático de la tolva

Resultados del Análisis FEA de la tolva			
Descripción	**Clase de análisis**	**Resultado Mínimo**	**Resultado máximo**
Análisis de tensión	VON: tensión de von mises	42998.9 N /m^2	7.94 x 10^7N/m^2
Análisis de desplazamientos	URES: Desplazamiento resultante	0.0 mm	3.2 mm
Análisis del Factor de seguridad	Automático	2.6	-------
Características del material utilizado			
Nombre comercial:		Acero inoxidable **AISI 304**	
Valor Limite elástico:		2.06 x 10^8 N/m^2	
Valor Límite de tracción:		5.17 x 10^8 N/m^2	

Fuente: (Elaboración Propia)

De la tabla N° 3 se concluye, que las tensiones son menores al límite elástico, el factor de seguridad mínimo es de 2.6 y el desplazamiento máximo es de 3.2 mm. Por lo que podemos afirmar que el contenedor no fallará por resistencia mecánica debido a que tiene un factor de seguridad mayor a 1; aunque el desplazamiento es mayor a 3.2 mm no afectará al diseño de la tolva.

Análisis estático – tensiones en la tolva

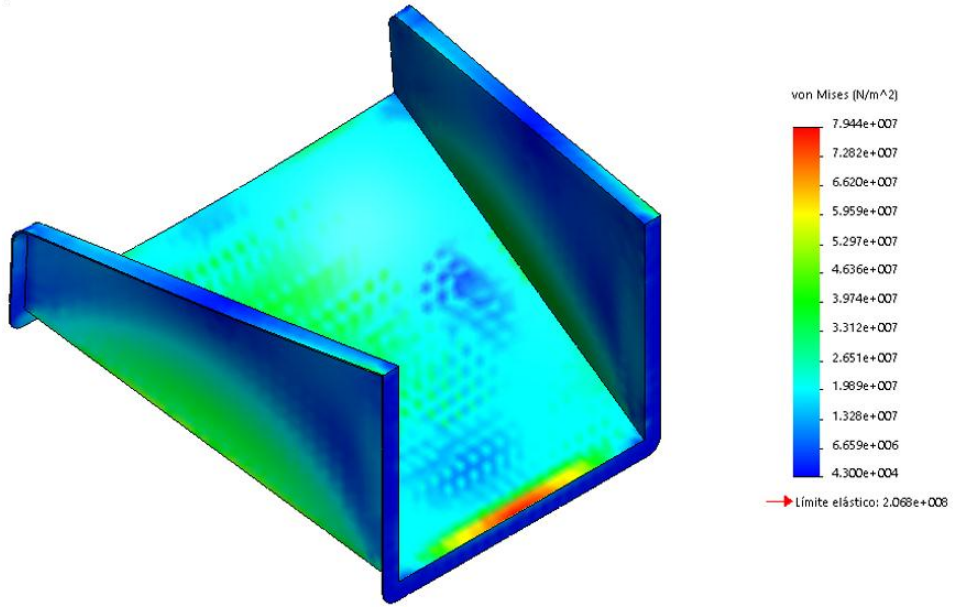


***Figura 25**:* Análisis estático - tensiones en la tolva.

Fuente: (Elaboración Propia)

De la ilustración se concluye que el esfuerzo de Von Misses, oscila entre $4.3 \times 10^{-4}\ N/m^2$ y $7.94 \times 10^{7}\ N/m^2$, para un límite elástico de $206.8\ MPA$, por lo tanto llegamos a la conclusión que el diseño de la tolva es adecuado para las condiciones de soportar 45 Kg de zanahoria.

En la ilustración siguiente se observa la deformación máxima que sufre la tolva debido al peso de la zanahoria, el desplazamiento es de 3.2 mm, lo cual indica que el diseño y selección del espesor es el adecuado.

Análisis estático – desplazamientos

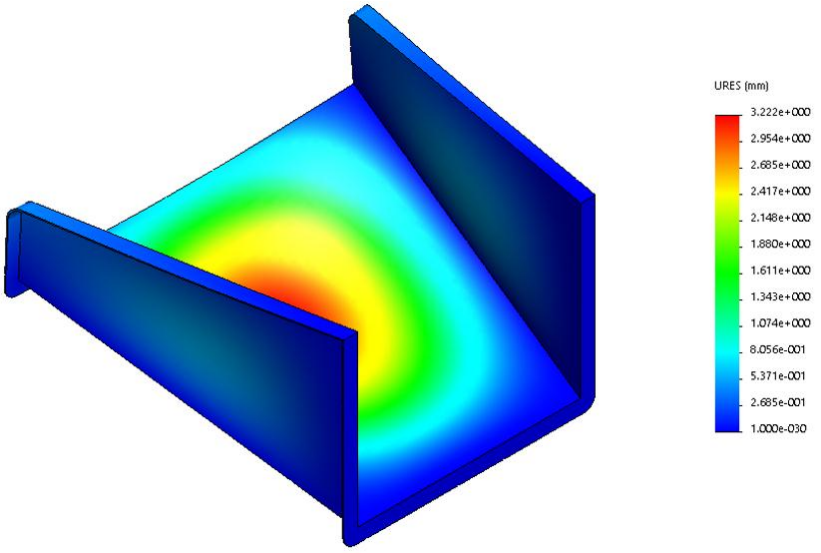


Figura 26: Análisis estático - desplazamientos en el diseño en la tolva**.**

Fuente: (Elaboración Propia)

Análisis estático – Factor de seguridad de la tolva

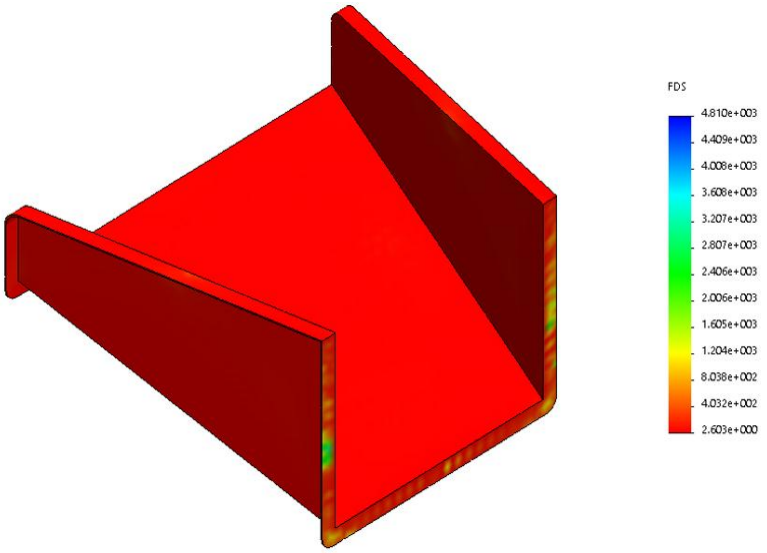


Figura 27: Análisis estático - factor de seguridad de la tolva.

Fuente: (Elaboración Propia)

De la ilustración anterior se concluye que el factor de seguridad mínimo de la tolva es de 2.6 con este valor podemos garantizar que las dimensiones que se tomaron para el diseño de la tolva son las adecuadas.

3.5.5 Cálculo y diseño del contenedor de lavado de zanahoria.

El sistema de lavado está comprendido por el contenedor de lavado, los elementos de lavado y el sistema de aspersión de agua en la siguiente imagen se muestra el sistema de lavado.

Sistema de lavado de la máquina

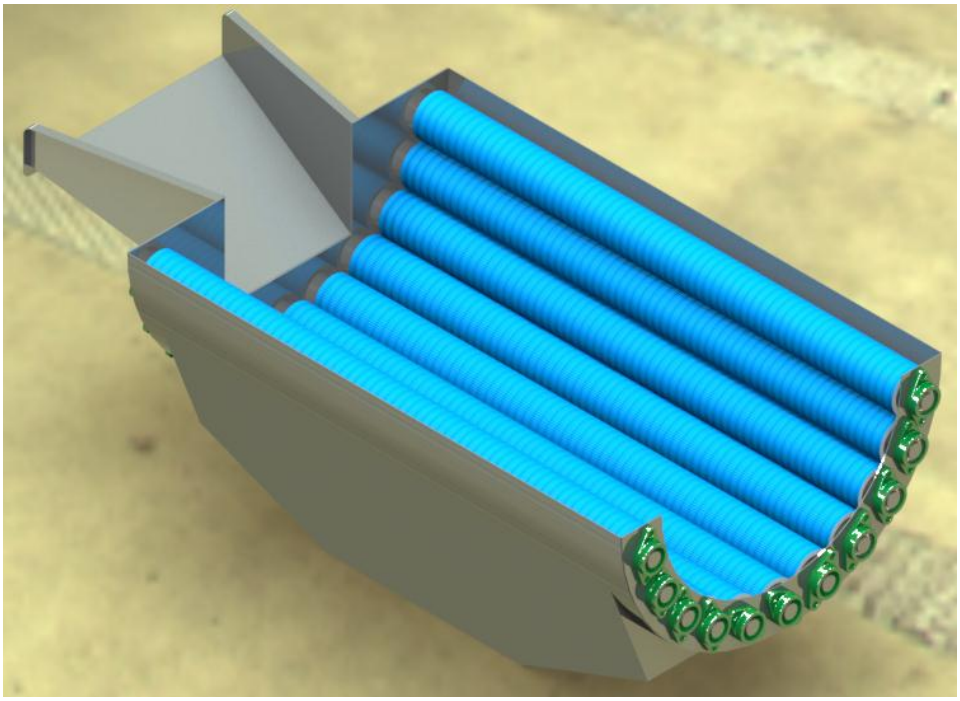


Figura 28: Diseño del sistema de lavado de la máquina.

Fuente: (Elaboración Propia)

A). Cálculo de la capacidad del contenedor.

Para un adecuado funcionamiento se recomienda que el volumen ocupado por la zanahoria sea menor que el volumen del contenedor.

Para el cálculo de la capacidad se tiene la siguiente ecuación:

Ecuación 16: Volumen del contenedor

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

Donde:

$Vc = Volumen\ del\ contenedor.$

$m = masa\ de\ la\ zanahoria\ a\ lavar.$

$\rho = densidad\ de\ la\ zanahoria.$

Además se sabe que el volumen de un contenedor circular está dado por la siguiente ecuación:

Ecuación 17: Volumen de un cilindro.

$$V = \frac{\pi * D^2 * L}{4}$$

Donde:

$D = diametro\ del\ contenedor.$

$L = longitud\ del\ contendor.$

Remplazando los datos en la ecuación 16 se tiene y sabiendo que la capacidad de lavado de la maquina es de 787.5 kg/h el contenedor debe tener la capacidad de lavar 200 Kg en un aproximado de 15 min:

$$Vc = \frac{200}{891.98}$$

$$\boldsymbol{Vc = 0.224\ m^3}$$

La relación que debe tener entre longitud y diámetro debe ser de 2 (Chamorro, 2012).

$$\frac{L}{D} = 2$$

Tabla 4:

Evaluación

L	D	L/D	VOLUMEN
0.5	0.25	2	0.02454375
1	0.5	2	0.19635
1.5	0.75	2	0.66268125
2	1	2	1.5708

Fuente: (Elaboración Propia)

De acuerdo a que los rodillos lavadores estarán ubicados de forma circular se colocan de manera que en el diámetro interior donde estará la zanahoria será de 75 cm tal como se muestra en la imagen.

Detalle del contenedor de lavado

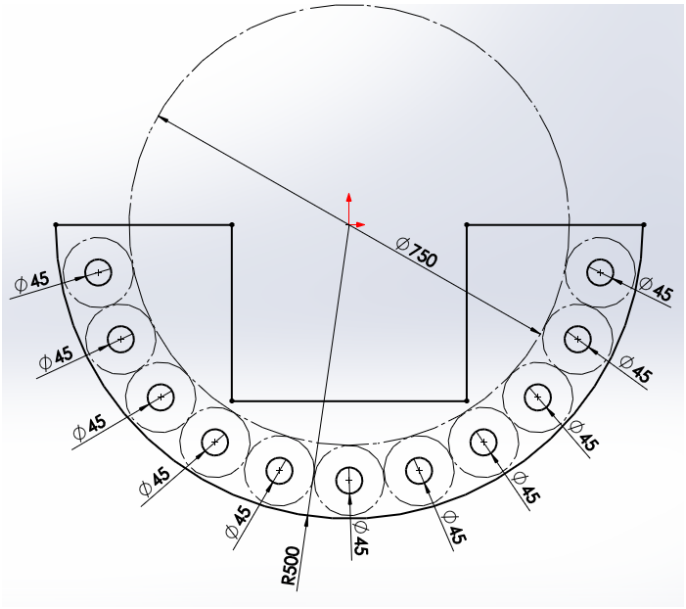


Figura 29: Detalle del diseño del contenedor de lavado.

Fuente: (Elaboración Propia)

Con las medidas a considerar se diseñó el contenedor de lavado.

Diseño del contenedor de lavado

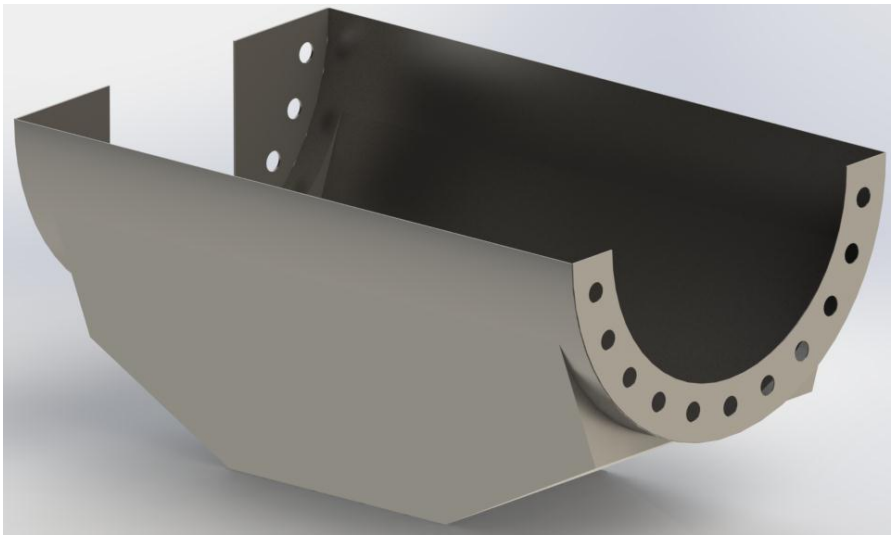


Figura 30*:* Diseño del contenedor de lavado.

Fuente: (Elaboración Propia)

3.5.6 Cálculo y selección de la base del cepillo lavador.

El cepillo lavador será el encargado de lavar y retirar las impurezas de la zanahoria; su adecuada selección dependerá de la fuerza de fregado y de la fricción que debe tener contra la zanahoria.

Cepillo lavador

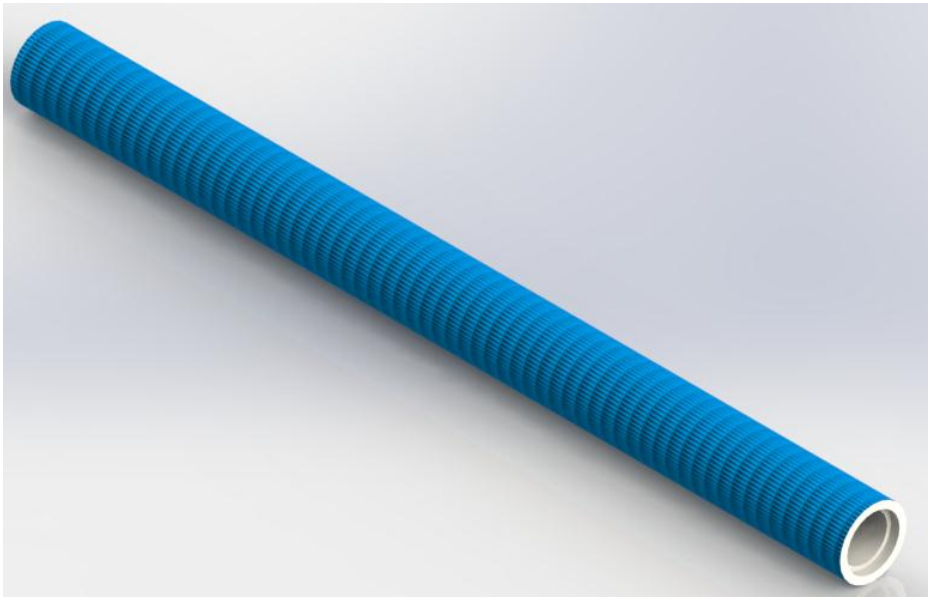


***Figura 31**:* Cepillo para el lavado de zanahoria.

Fuente: (Elaboración Propia)

Para la selección del rodillo se tuvo en consideración realizar pruebas de lavado manual con diferentes tipos de cepillos como se muestra a continuación.

Tipos de cepillos

A: Spazzolone Legno Wooden Scrubber. B: Spazzola Bucato Manichetto Washing Brush.
C: Spazzola Abiti Setola Bristle Clothes Brush. D: Spazzola Violino Bucato Plastic Washing.

Figura 32: Tipos de cepillos para el análisis.

Fuente: (Municipio de Caracollo-Oruro)

De acuerdo a los tipos de cepillo se realizó un análisis de lavado y fregado para determinar qué tipo de cerda es la adecuada para el lavado de zanahoria sin deteriorar la zanahoria. Las características de cada tipo de cerda se encuentran en el **anexo 7.**

Tabla 5:

Análisis de lavado y fregado

Tiempo de Fregado. (seg.)	TIPOS DE CERDA A UTILIZAR											
	Spazzolone Legno Wooden Scrubber			Spazzola Bucato Manichetto Washing Brush.			Spazzola Abiti Setola Bristle Clothes Brush			Spazzola Violino Bucato Plastic Washing.		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
10 seg.	0			0			0			0		
	0			0			0				0	
	0				0		0				0	
		0			0		0				0	
		0			0		0				0	
		0			0		0				0	
		0				0	0					0
			0			0	0					0
			0			0	0					0
			0			0		0				0
I: Limpia e integra. II: Rasgada y sucia III: Sucia												

Fuente: (Elaboración Propia)

De la tabla N° 5 se concluye que mientras más tiempo exista entre el tiempo de cosecha y lavado, la calidad del producto tiende a disminuir además que de los 4 tipos de cerda utilizadas la más recomendable es la Spazzola Abiti Setola Bristle Clothes Brush debido que después de 24 horas de cosechada la zanahoria al ser lavada tiene una apariencia limpia e integra.

Determinado la cerda se procede a diseñar la base donde estará colocada la cerda. Teniendo en cuenta que debe de soportar el peso de 200 Kg.

Con la carga calculada se procede a realizar el DCL de la pared inclinada tal como se muestra en la siguiente imagen.

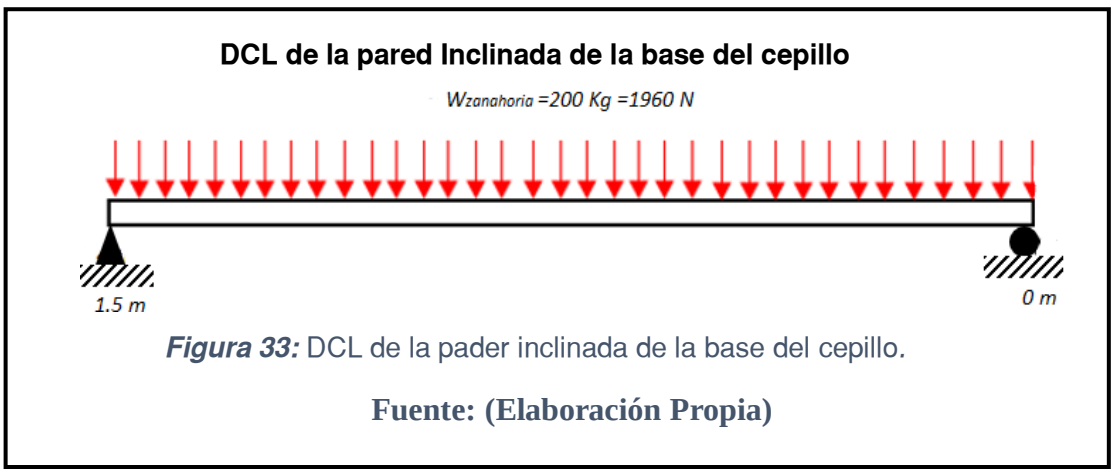


Figura 33: DCL de la pader inclinada de la base del cepillo.

Fuente: (Elaboración Propia)

Con ayuda del software MDSolids se encontró los diagramas de momento cortante y momento flector de la base del cepillo.

Diagrama de fuerza cortante y momento flector

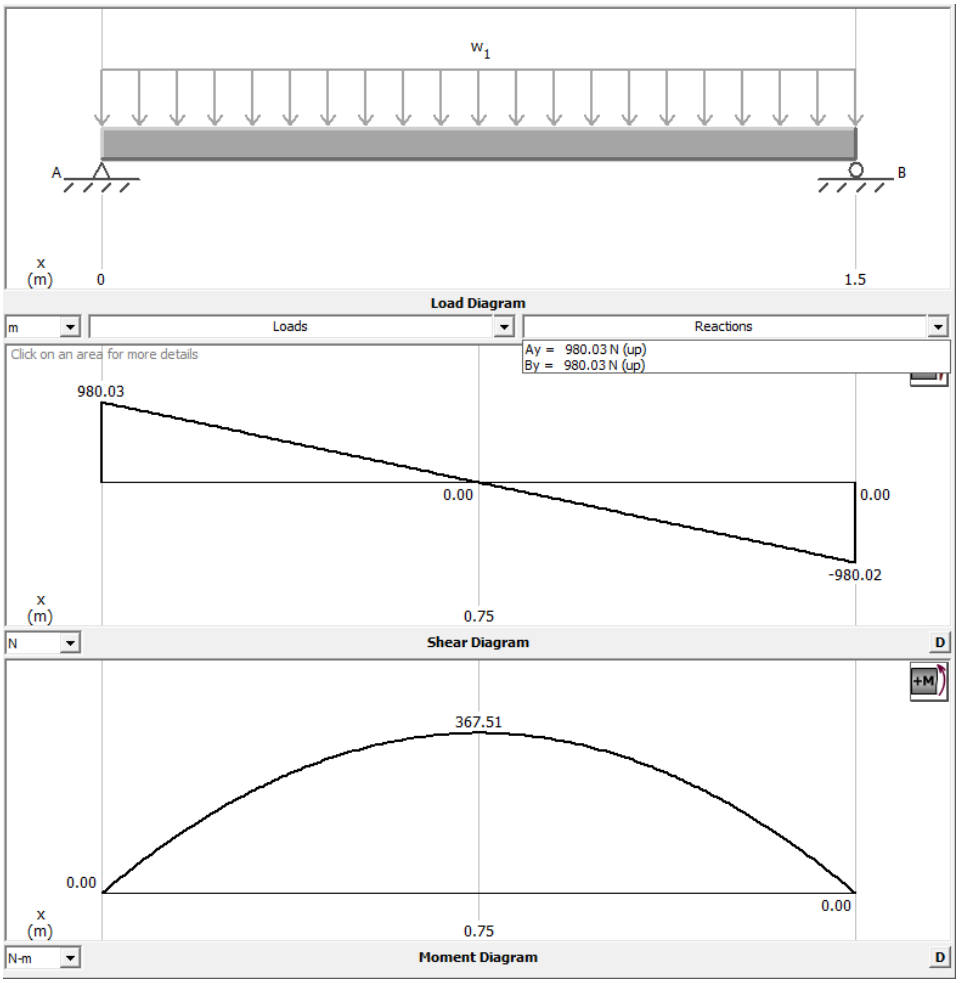


***Figura 34**:* Diagrama de fuerza cortante y momento flector de la base delcepillo.

Fuente: (Elaboración Propia)

$$V_{max} = 980.02\ N$$

$$M_{flector,max} = 367.51\ N.m$$

Para el diseño de la base del cepillo lavador se tomó como material tubo de Acero inoxidable AISI 304 de 1.5 mm de espesor, las propiedades del acero se Muestran en el **anexo 6.**

Primero se determina el esfuerzo normal y cortante máximo para ejes huecos.

Ecuación 18: Esfuerzo normal máximo para ejes huecos.

$$\sigma_x = \frac{M_C \; x \; \frac{D_{ext}}{2}}{\frac{\pi}{64}({D_{ext}}^4 - {d_{int}}^4)}$$

Ecuación 19: Esfuerzo cortante máximo.

$$\tau_{xy} = \frac{T \; x \; \frac{D_{ext}}{2}}{\frac{\pi}{32}({D_{ext}}^4 - {d_{int}}^4)}$$

Las ecuaciones están dadas para coronas circulares y remplazando datos se tiene

$$\sigma_x = \frac{367.51 \; x \; \frac{0.12}{2}}{\frac{\pi}{64}(0.12^4 - 0.117^4)} \quad ; \quad \tau_{xy} = \frac{980.02 \; x \; \frac{0.12}{2}}{\frac{\pi}{32}(0.12^4 - 0.117^4)}$$

$$\boldsymbol{\sigma_x = 22.49\ Mpa} \quad ; \quad \boldsymbol{\tau_{xy} = 29.99\ Mpa}$$

Con los datos remplazando en la ecuación de la teoría de falla estática de la energía de la distorsión se tiene.

$$\sigma'_X = \sqrt{22.49^2 + 3(29.99)^2}$$

$$\boldsymbol{\sigma'_X = 56.60\ Mpa}$$

Para encontrar el factor de seguridad tenemos lo siguiente:

$$ns = \frac{250}{56.60}$$

$$\boldsymbol{ns = 4.41}$$

De esta forma se calculó el factor de seguridad de manera teórica asegurando que el material propuesto y las dimensiones son las correctas y asegurando el correcto funcionamiento del elemento de máquina.

3.5.7 Análisis de la base del cepillo lavador con software FEA.

El rodillo base del cepillo se modelo con el software SolidWorks, se utilizó el análisis de elementos finitos para determinar los valores de los esfuerzos, desplazamientos y el factor de seguridad.

Base del cepillo sometido a fuerzas en software FEA

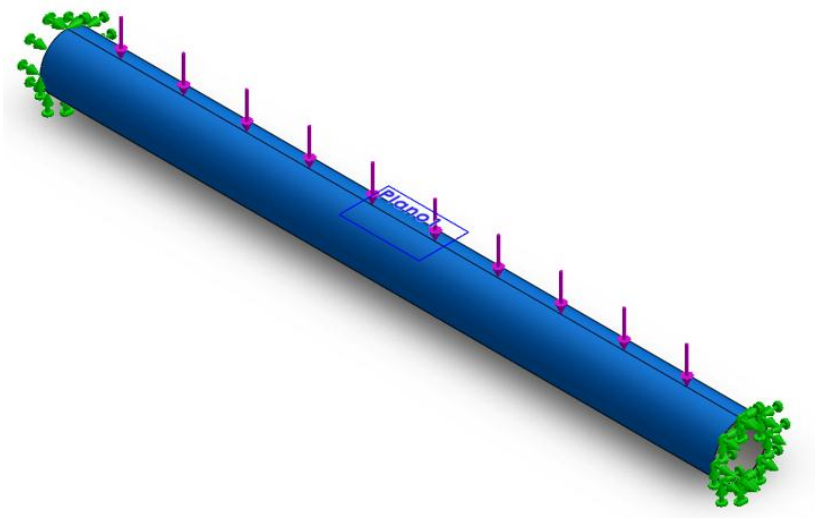


Figura 35: FEA del rodillo base del cepillo.

Fuente: (Elaboración Propia)

En la tabla N° 6 se aprecia los resultados del análisis.

Tabla 6:

Resultado del análisis estático de la base del rodillo.

Resultados del Análisis FEA de la tolva			
Descripción	**Clase de análisis**	**Resultado Mínimo**	**Resultado Máximo**
Análisis de Tensiones 1	VON: tensión de von mises	475459 N /m^2	3.08 x 10^7N/m^2
Análisis de Desplazamientos	URES: Desplazamiento resultante	0.0 mm	0.22 mm
Análisis de Factor de seguridad	Automático	6.7	-------
Características del material utilizado			
Nombre Comercial:		Acero inoxidable **AISI 304**	
Valor Limite elástico:		2.06 x 10^8 N/m^2	
Valor Límite de tracción:		5.17 x 10^8 N/m^2	

Fuente: (Elaboración Propia)

De la tabla N° 6 se concluye que las tensiones son menores al límite elástico, el factor de seguridad mínimo es de 6.7 y el desplazamiento máximo es de 0.22 mm. Por lo tanto podemos afirmar que el contenedor no fallará por resistencia mecánica debido a que tiene un factor de seguridad mayor a 1.

Análisis estático – tensiones en la base del cepillo

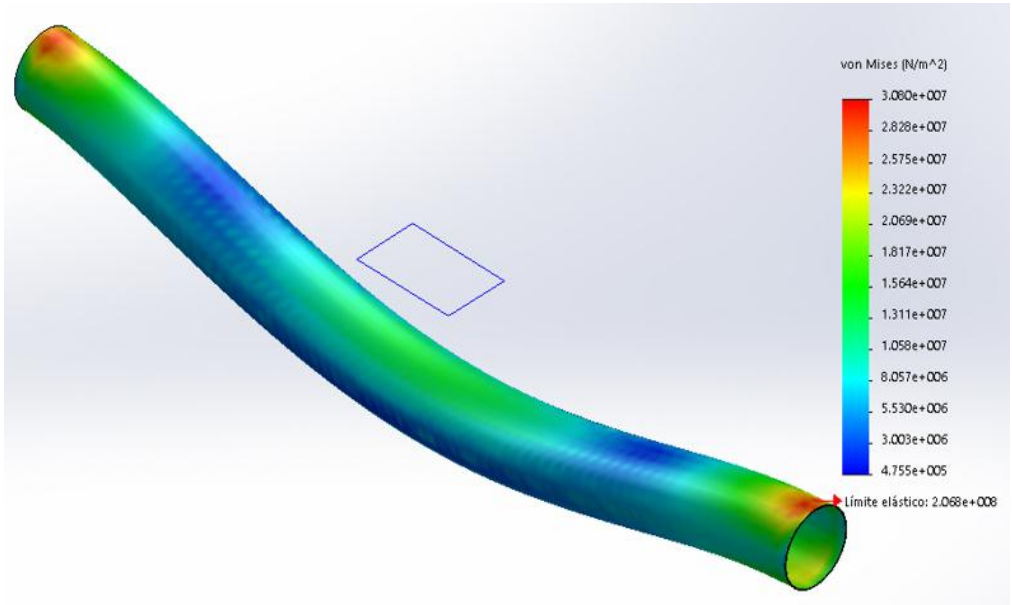


Figura 36: Análisis estático - tensiones en el rodillo base del cepillo.

Fuente: (Elaboración Propia)

De la ilustración se concluye que el esfuerzo de Von Misses, oscila entre $47.5 \times 10^{4}\ N/m^2$ y $3.08 \times 10^{7}\ N/m^2$, para un límite elástico de $206.8\ MPA$, por lo tanto llegamos a la conclusión que el diseño de la tolva es adecuado para las condiciones de soportar 200 Kg de zanahoria.

En la ilustración siguiente se observa la deformación máxima que sufre el rodillo base del cepillo debido al peso de la zanahoria, el desplazamiento es de 0.22 mm, lo cual indica que el diseño y selección del espesor es el adecuado.

Análisis estático – desplazamientos en la base del cepillo

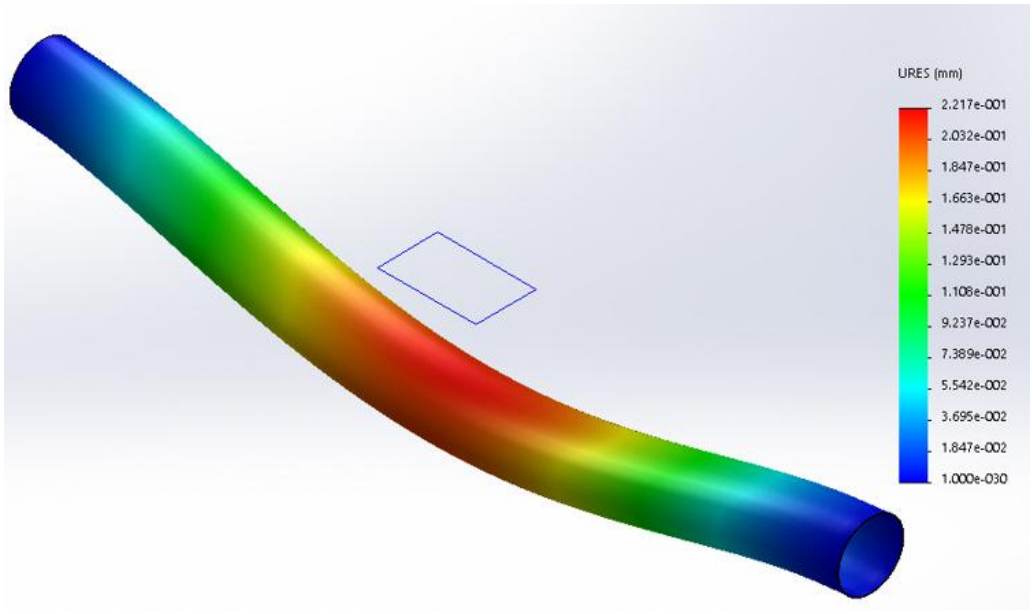


Figura 37: Análisis estático - desplazamiento en el rodillo base del cepillo.

Fuente: (Elaboración Propia)

Análisis estático – Factor de seguridad de la base del cepillo

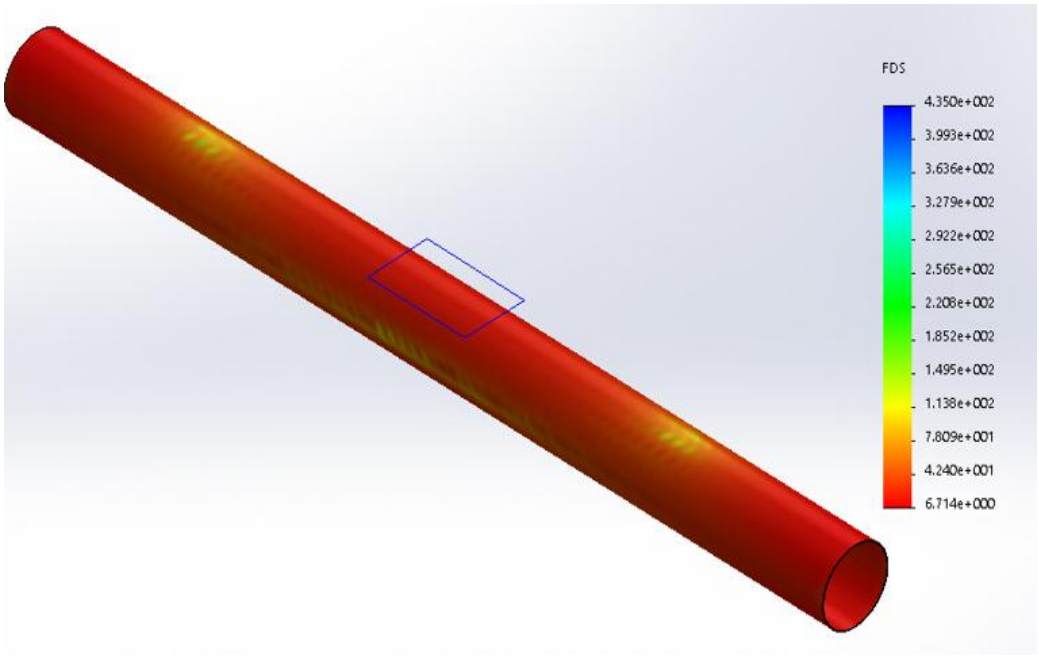


Figura 38: Análisis estático – Factorde seguridad del rodillo, base del cepillo.

Fuente: (Elaboración Propia)

De la ilustración se concluye que el factor de seguridad mínimo de la base del rodillo lavador es de 6.7 con este valor se garantiza que las dimensiones que se tomaron para el diseño de la tolva son las adecuadas.

3.5.8 Cálculo y selección del eje del rodillo de la base del cepillo.

Sobre el eje del rodillo de la base del cepillo lavador será el encargado de lavar y retirar las impurezas de la zanahoria; su adecuada selección dependerá de la fuerza de fregado y de la fricción que debe tener contra la zanahoria.

Eje del rodillo lavador

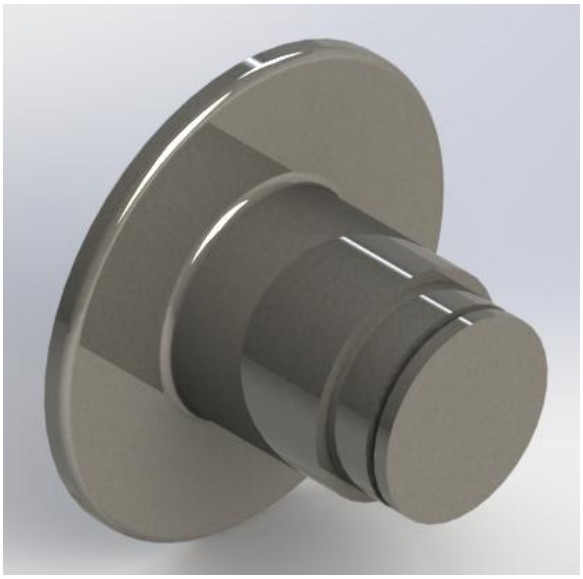


***Figura 39**:* Eje del rodillo de la base del cepillo.

Fuente: (Elaboración Propia)

Con la carga calculada se procede a realizar el DCL de la pared inclinada tal como se muestra en la siguiente imagen.

DCL de la pared Inclinada.

***Figura 40**:* DCL de la pared inclinada.

Fuente: (Elaboración Propia)

Con ayuda del software MDSolids se encontró los diagramas de momento cortante y momento flector.

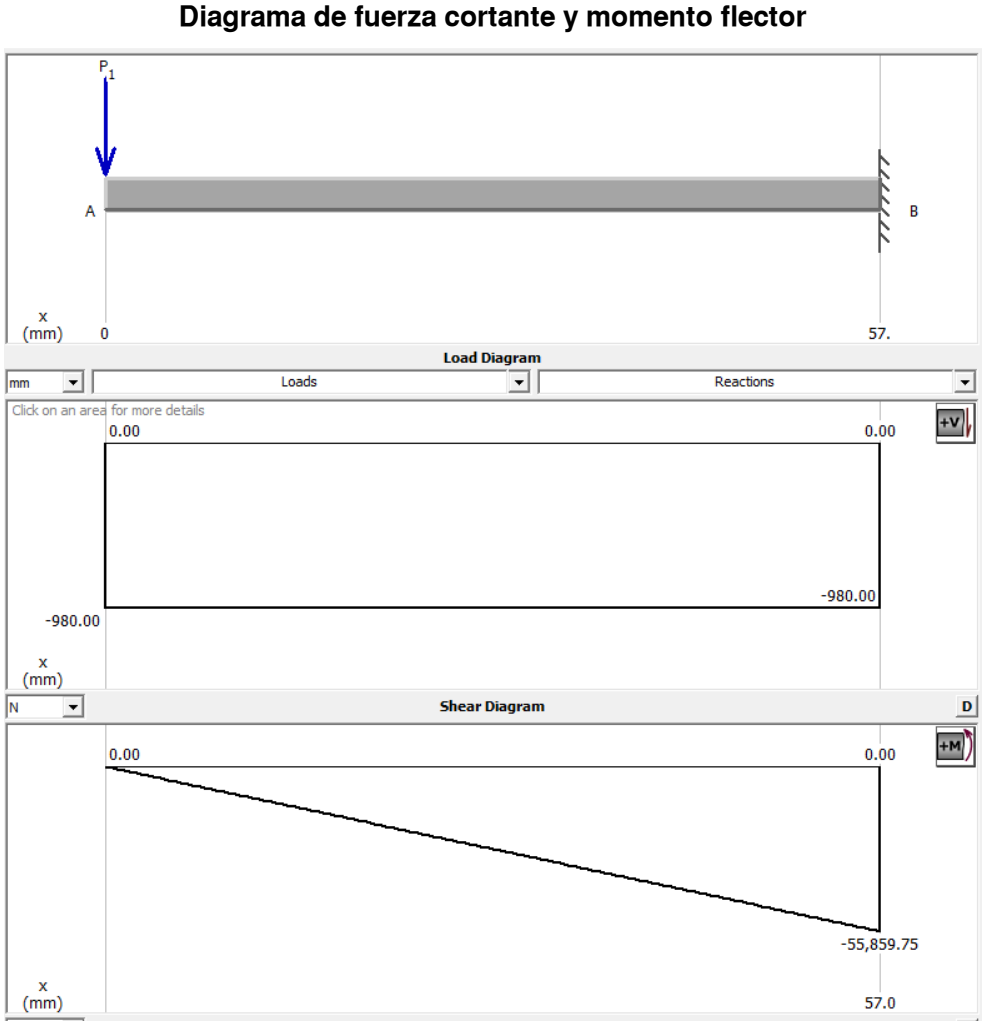


***Figura 41**:* Diagrama de fuerza cortante y momento flector.

Fuente: (Elaboración Propia)

$$V_{max} = 980\ N$$

$$M_{flector,max} = 55.859\ N.m$$

Con los valores obtenidos se procede a calcular el factor de seguridad del eje de la base del rodillo del cepillo, el cual será tubo de 45 x 5 mm. de acero inoxidable AISI 304

Las ecuaciones están dadas para coronas circulares y remplazando datos se tiene:

$$\sigma_x = \frac{55.56\ x\ \frac{0.045}{2}}{\frac{\pi}{64}(0.045^4 - 0.042^4)} \quad ; \quad \tau_{xy} = \frac{980\ x\ \frac{0.045}{2}}{\frac{\pi}{32}(0.045^4 - 0.035^4)}$$

$$\boldsymbol{\sigma_x = 9.79\ Mpa} \quad ; \quad \boldsymbol{\tau_{xy} = 86\ Mpa}$$

Con los datos remplazando en la ecuación de la teoría de falla estática de la energía de la distorsión se tiene.

$$\sigma'_X = \sqrt{9.79^2 + 3(86)^2}$$

$$\boldsymbol{\sigma'_X = 149.27\ Mpa}$$

Para encontrar el factor de seguridad tenemos lo siguiente:

$$ns = \frac{250}{149.27}$$

$$\boldsymbol{ns = 1.67}$$

3.5.9 Análisis del eje del rodillo del cepillo con software FEA.

El eje del rodillo se modelo con el software SolidWorks, se utilizó el análisis de elementos finitos para determinar los valores de los esfuerzos, desplazamientos y el factor de seguridad.

Eje del rodillo sometido a fuerzas en software FEA

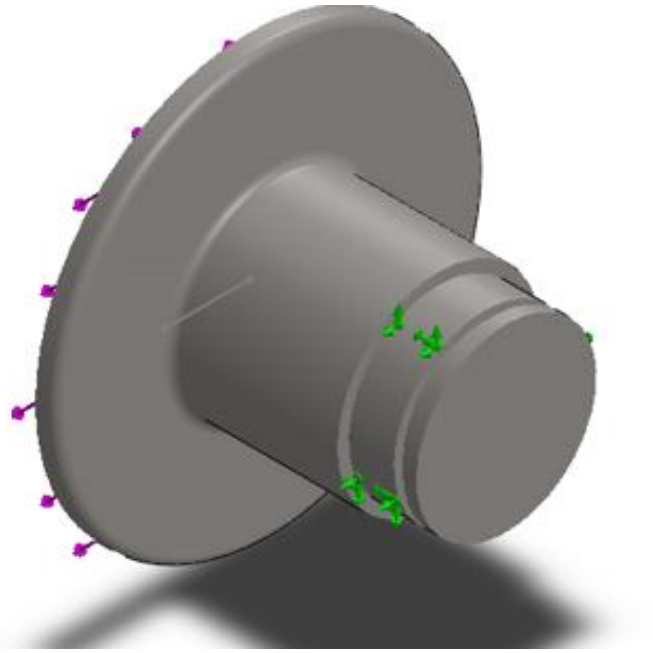


Figura 42: Análisis del eje del rodillo con software FEA.

Fuente: (Elaboración Propia)

En la tabla N° 7 se aprecia los resultados del análisis.

Tabla 7:

Resultado del análisis estático del eje del rodillo

Resultados del Análisis Estático del eje			
Descripción	**Clase de Análisis**	**Resultado Mín.**	**Resultado Máx.**
Análisis de Tensiones 1	VON: tensión de von mises	3620.79 N /m^2	4.26 x 10^7N/m^2
Análisis de Desplazamientos	URES: Desplazamiento resultante	0.0 mm	0.02 mm
Análisis de Factor de seguridad	Automático	4.8	-------
Propiedades del material utilizado			
Nombre comercial:		Acero inoxidable **AISI 304**	
Valor Limite elástico:		2.06 x 10^8 N/m^2	
Valor Límite de tracción:		5.17 x 10^8 N/m^2	

Fuente: (Elaboración Propia)

De la tabla N°7 se concluye que las tensiones son menores al límite elástico, el factor de seguridad mínimo es de 4.8 y el desplazamiento máximo es de 0.02 mm. Por lo tanto podemos afirmar que el contenedor no fallará por resistencia mecánica debido a que tiene un factor de seguridad mayor a 1.

Análisis estático – tensiones del eje del rodillo

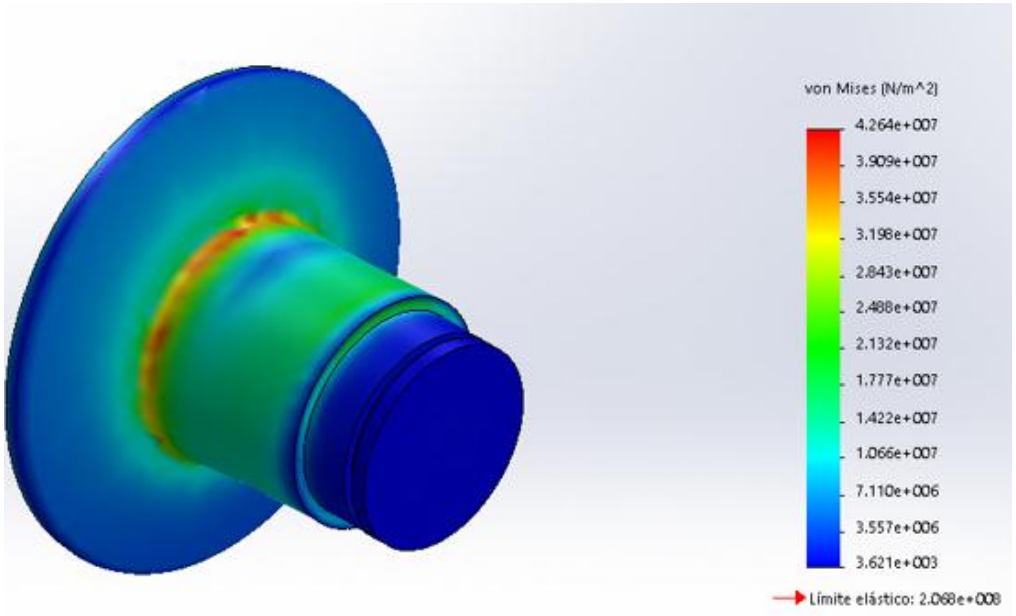


***Figura 43**:* Análisis estático – tensiones del eje del rodillo.

Fuente: (Elaboración Propia)

De la ilustración se concluye, que el esfuerzo de Von Misses, oscila entre $3620.79\ N/m^2$ y $4.26 \times 10^7\ N/m^2$, para un límite elástico de $206.8\ MPA$, por lo tanto llegamos a la conclusión que el diseño de la tolva es adecuado para las condiciones de soportar 200 Kg de zanahoria.

En la ilustración siguiente se observa la deformación máxima que sufre la base del rodillo debido al peso de la zanahoria, el desplazamiento es de 0.02 mm, por lo tanto podemos afirmar que el diseño y selección del espesor es el adecuado.

Análisis estático – desplazamientos del eje del rodillo

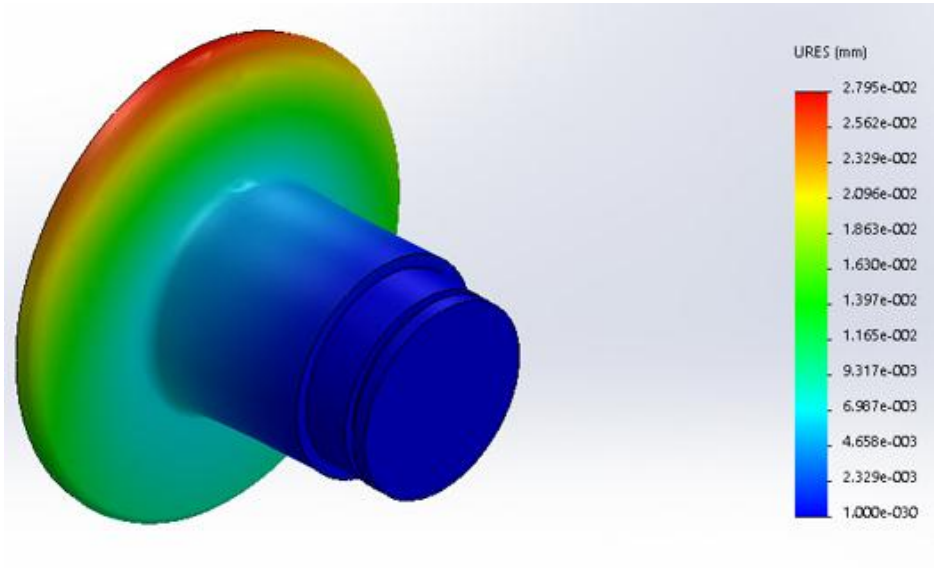


***Figura 44**:* Análisis estático – desplazamientos del eje del rodillo.

Fuente: (Elaboración Propia)

Análisis estático – Factor de seguridad del eje del rodillo

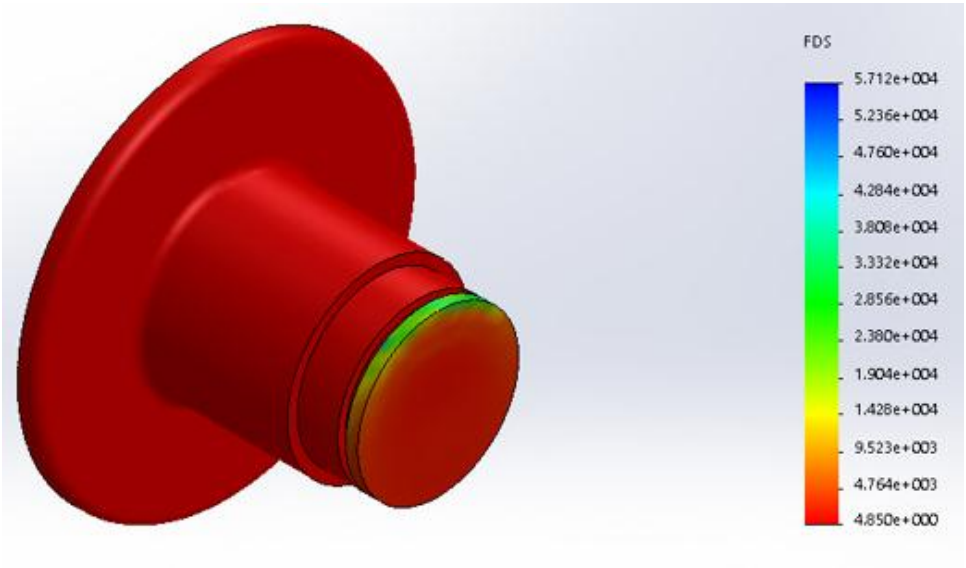


***Figura 45**:* Análisis estático – Factor de seguridad del eje del rodillo.

Fuente: (Elaboración Propia)

De la ilustración se concluye que el factor de seguridad mínimo de la base del rodillo lavador es de 4.8 con este valor se garantiza que las dimensiones que se tomaron para el diseño de la tolva son las adecuadas.

3.5.10 Cálculo de soldadura de placa eje.

En la ilustración siguiente se observa el detalle de la soldadura donde se muestra el eje soldado con la placa circular y está a la vez va soldada con el rodillo lavador.

Detalle de soldadura con el eje y la placa circular

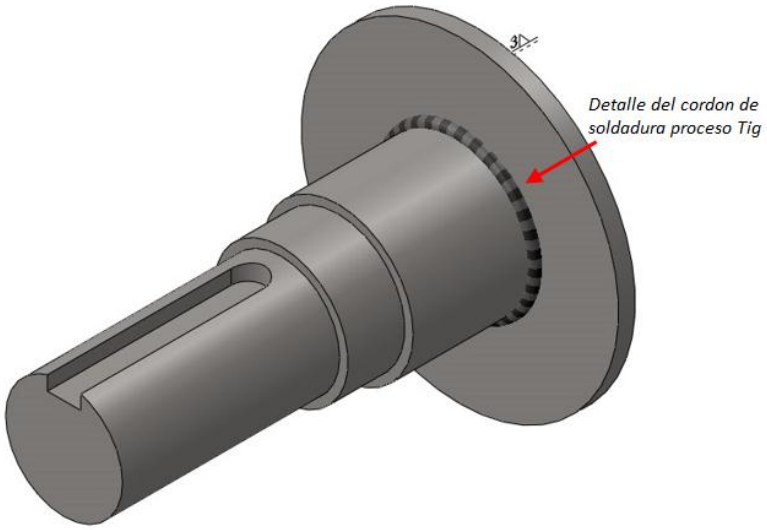


Figura 46: Eje soldado con la placa circula, soldado al rodillo.

Fuente: (Elaboración Propia)

Debido a que los componentes son de acero inoxidable el proceso de soldadura más recomendable es GTAW o TIG (Gas Inerte Tungsteno).
Para determinar el factor de seguridad de la soldadura se tiene la siguiente ecuación:

Ecuación 20: Factor de seguridad para soldadura.

$$n_{sol} = \frac{Sy_{corte}}{\tau_{max\ sold.}}$$

Donde:

$Sy_{corte} = Resistencia\ del\ material\ de\ aporte.$

$\tau_{max\ sold.} = esfuerzo\ cortante\ de\ la\ soldadura.$

Para determinar el esfuerzo de la soldadura se tiene:

$$\tau_{max\ sold.} = \frac{T\ x\ r}{J}$$

De donde el momento polar de inercia se tiene:

$$J = \frac{\pi}{32}(D^4 - d^4)$$

$$D = d + 2g$$

Donde:

$d = diametro\ del\ eje$

$D = diametro\ exterior\ de\ la\ soldadura$

$g = garganta\ de\ la\ soldadura$

Remplazando los datos se tiene:

$$J = \frac{\pi}{32}\left(\left(\frac{40 + 2 * 3}{1000}\right)^4 - \left(\frac{40}{1000}\right)^4\right)$$

$$J = 1.882 * 10^{-7}\ m^4$$

Remplazando se tiene:

$$\tau_{max\ sold.} = \frac{237.86\ \ x0.026}{1.882 * 10^{-7}}$$

$$\tau_{max\ sold.} = 32.86\ Mpa$$

Para determinar la resistrencia al corte de la soldadura se tiene

$$Sy_{corte} = 0.6\ S_y$$

$$Sy_{corte} = 0.6 * 250$$

$$Sy_{corte} = 150\ Mpa$$

$$n_{sol} = \frac{150}{32.86}$$

$$\boldsymbol{n_{sol} = 4.56}$$

Con este valor se determina que con un ancho de 3 garganta de 3 mm. la soldadura no fallara debido a que el factor de seguridad es mayor a 1.

3.5.11 Selección de rodamientos de los rodillos lavadores.

El empleo de los cojinetes de rodamiento es importante para reducir la fricción del eje que está rotando; por lo cual la fricción de deslizamiento se sustituye por fricción de rodamiento.

Realizamos el cálculo para la selección del rodamiento:

Punto A:

$R_{ay} = 980.7\ N$

$R_{az} = 88.2\ N$

Punto B:

$R_{ay} = 980.7\ N$

$R_{az} = 88.2\ N$

Entonces la resultante total será:

Ecuación 21: Carga resultante de rodamientos

$$RT_A = \sqrt{(R_{ay})^2 + (R_{az})^2}$$

$$RT_A = \sqrt{(980.7)^2 + (88.2)^2}$$

$$\boldsymbol{RT_A = 984.65\ N}$$

Según la tabla de rodamientos rígidos de bolas con un diámetro de 40 mm se obtuvo del catálogo de rodamientos FAG, los valores de los índices de carga básica. Ver **anexo 8**

C = 16600 N.

C_o = 11600 N.

Y a la vez para una velocidad de 100 rpm y una vida útil de 10 000 hrs. tenemos los siguiente valores (Ver figura 66 y 67)

$$\boldsymbol{f_n = 0.693}$$

$$\boldsymbol{f_l = 2.71}$$

Factor de velocidad

▼ Valores f_n para rodamientos de bolas

$$f_n = \sqrt[3]{\frac{33\,1/3}{n}}$$

n	f_n	n	f_n	n	f_n	n	f_n	n	f_n
min^{-1}		min^{-1}		min^{-1}		min^{-1}		min^{-1}	
10	1,49	55	0,846	340	0,461	1800	0,265	9500	0,152
11	1,45	60	0,822	360	0,452	1900	0,26	10000	0,149
12	1,41	65	0,8	380	0,444	2000	0,255	11000	0,145
13	1,37	70	0,781	400	0,437	2200	0,247	12000	0,141
14	1,34	75	0,763	420	0,43	2400	0,24	13000	0,137
15	1,3	80	0,747	440	0,423	2600	0,234	14000	0,134
16	1,28	85	0,732	460	0,417	2800	0,228	15000	0,131
17	1,25	90	0,718	480	0,411	3000	0,223	16000	0,128
18	1,23	95	0,705	500	0,405	3200	0,218	17000	0,125
19	1,21	100	0,693	550	0,393	3400	0,214	18000	0,123
20	1,19	110	0,672	600	0,382	3600	0,21	19000	0,121
22	1,15	120	0,652	650	0,372	3800	0,206	20000	0,119
24	1,12	130	0,635	700	0,362	4000	0,203	22000	0,115
26	1,09	140	0,62	750	0,354	4200	0,199	24000	0,112
28	1,06	150	0,606	800	0,347	4400	0,196	26000	0,109
30	1,04	160	0,593	850	0,34	4600	0,194	28000	0,106
32	1,01	170	0,581	900	0,333	4800	0,191	30000	0,104
34	0,993	180	0,57	950	0,327	5000	0,188	32000	0,101
36	0,975	190	0,56	1000	0,322	5500	0,182	34000	0,0993
38	0,957	200	0,55	1100	0,312	6000	0,177	36000	0,0975
40	0,941	220	0,533	1200	0,303	6500	0,172	38000	0,0957
42	0,926	240	0,518	1300	0,295	7000	0,168	40000	0,0941
44	0,912	260	0,504	1400	0,288	7500	0,164	42000	0,0926
46	0,898	280	0,492	1500	0,281	8000	0,161	44000	0,0912
48	0,886	300	0,481	1600	0,275	8500	0,158	46000	0,0898
50	0,874	320	0,471	1700	0,27	9000	0,155	50000	0,0874

***Figura 47**:* Factor de seguridad de rodamientos.

Fuente: (Catalogo FAG)

Factor de vida

▼ Valores f_L para rodamientos de bolasr

$$f_L = \sqrt[3]{\frac{L_h}{500}}$$

L_h	f_L	L_h	f_L	L_h	f_L	L_h	f_L	L_h	f_L
h		h		h		h		h	
100	0,585	420	0,944	1700	1,5	6500	2,35	28000	3,83
110	0,604	440	0,958	1800	1,53	7000	2,41	30000	3,91
120	0,621	460	0,973	1900	1,56	7500	2,47	32000	4
130	0,638	480	0,986	2000	1,59	8000	2,52	34000	4,08
140	0,654	500	1	2200	1,64	8500	2,57	36000	4,16
150	0,669	550	1,03	2400	1,69	9000	2,62	38000	4,24
160	0,684	600	1,06	2600	1,73	9500	2,67	40000	4,31
170	0,698	650	1,09	2800	1,78	10000	2,71	42000	4,38
180	0,711	700	1,12	3000	1,82	11000	2,8	44000	4,45
190	0,724	750	1,14	3200	1,86	12000	2,88	46000	4,51
200	0,737	800	1,17	3400	1,89	13000	2,96	48000	4,58
220	0,761	850	1,19	3600	1,93	14000	3,04	50000	4,64
240	0,783	900	1,22	3800	1,97	15000	3,11	55000	4,79
260	0,804	950	1,24	4000	2	16000	3,17	60000	4,93
280	0,824	1000	1,26	4200	2,03	17000	3,24	65000	5,07
300	0,843	1100	1,3	4400	2,06	18000	3,3	70000	5,19
320	0,862	1200	1,34	4600	2,1	19000	3,36	75000	5,31
340	0,879	1300	1,38	4800	2,13	20000	3,42	80000	5,43
360	0,896	1400	1,41	5000	2,15	22000	3,53	85000	5,54
380	0,913	1500	1,44	5500	2,22	24000	3,63	90000	5,65
400	0,928	1600	1,47	6000	2,29	26000	3,73	100000	5,85

***Figura 48**:* Factor de vida de rodamientos.

Fuente: (Catalogo FAG)

Realizaremos el análisis dinámico

Ecuación 22: Carga dinámica

$$\boldsymbol{P = Fr}$$

Donde $P = RT_b$

Para

$$\frac{Fa}{Fr} \leq e \; ; Fa = 0$$

Remplazando los valores en la ecuación 22 tenemos:

Ecuación 23: Capacidad de carga dinámica requerida.

$$C_{req} = \frac{f_l}{f_n} * P$$

$$C_{req} = \frac{2.71}{0.693} * 984.65$$

$$C_{req} = 3850.50$$

$$C_{req} \leq C_{dis}$$

$$\mathbf{3850.50 \leq 16600}$$

Como podemos observar se cumple con la condición necesaria

Para el análisis estático

Ecuación 24: Capacidad de carga estática requerida

$$Co_{req} = fs * Po$$

El valor de fs: 1,2 – 2.5 para condiciones elevadas para ello tomamos, un valor de 2.

Ecuación 25: Carga estática equivalente

$$Po = Xo * Fr + Yo * Fa$$

$X_o = 1\ factor\ radial$

$F_a = 0$

Remplazando los valores en la ecuación 24

$$Co_{req} = 2 * 984.65$$

$$Co_{req} = 1969.3$$

$$Co_{req} \leq Co_{dis}$$

$$\mathbf{1405.4 \leq 11600}$$

Al comprobar que con los valores del rodamiento seleccionado anteriormente cumple con las condiciones planteadas, se define el rodamiento SERIE FAG 6004.

Tabla 8:

Características del Rodamiento FAG 6004

Denominación.		**-**		**Rodamiento FAG 6008**
Ø exterior (mm)	**Ø interior (mm)**	**Longitud (mm)**	**Capacidad de carga (N)**	**Peso (kg)**
68	40	15	16600	

Fuente: (Catalogo FAG)

3.5.12 Análisis mediante Solidworks de los rodamientos.

Para el analisis de rodamientos se empleo la calculadora de rodamientos de soliwork, el cual nos muestra la cantidad de vida en horas de los rodamientos, pero este valor varia de acuerdo a la lubricacion y mantenimiento que reciba el rodamiento.

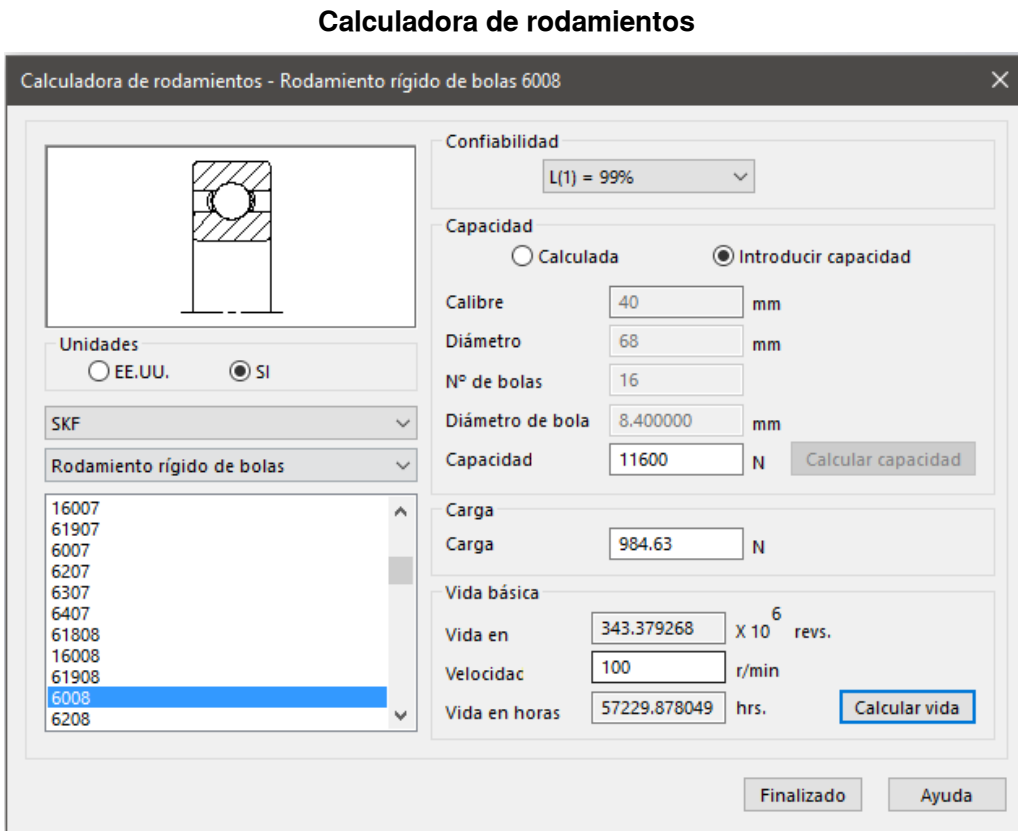


***Figura 49**:* Análisis de rodamientos con calculadora de Solidworks.

Fuente: (Software SolidWorks)

De la ilustracion anterior se puede apreciar que hemos seleccionado el rodamiento SKF 6008 a una confiabilidad del 99%, la carga que se presenta en el rodamiento debido a las fuerzas es de $\mathbf{984.65}\ \boldsymbol{N}$ a soportar y a una velocidad de 100 RPM nos da el valor de 57229 horas de vida siempre que el rodamienta tenga la adecuada lubricación.

3.5.13 Análisis del eje de la polea con software FEA.

El eje que va acoplado a la polea y al rodillo se modelo con el software SolidWorks, se utilizó el análisis de elementos finitos para determinar los valores de los esfuerzos, desplazamientos y el factor de seguridad.

Eje de la polea sometido a fuerzas en software FEA

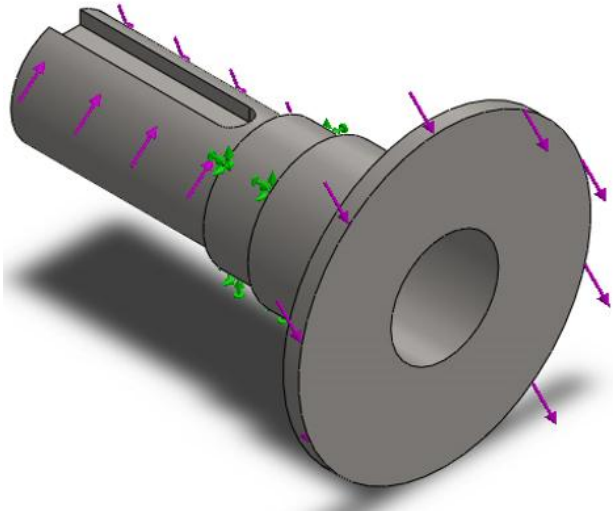


***Figura 50**:* Análisis del eje de la polea con software FEA.

Fuente: (Elaboración Propia)

En la tabla N° 9 se aprecia los resultados del análisis.

Tabla 9:

Resultado del análisis estático del eje del rodillo.

Resultados del Análisis Estático del eje de la polea			
Descripción	**Clase de análisis**	**Resultado Mín.**	**Resultado Máx.**
Análisis de Tensiones 1	VON: tensión de von mises	927.272 N /m^2	5.85 x 10^7N/m^2
Análisis de Desplazamientos	URES: Desplazamiento resultante	0.0 mm	0.04 mm
Análisis de Factor de seguridad	Automático	3.53	-------
Propiedades del material utilizado			
Nombre comercial:		Acero inoxidable **AISI 304**	
Valor Limite elástico:		2.06 x 10^8 N/m^2	
Valor Límite de tracción:		5.17 x 10^8 N/m^2	

Fuente: (Elaboración Propia)

De la tabla N° 9 se concluye que las tensiones son menores al límite elástico, el factor de seguridad mínimo es de 3.53 y el desplazamiento máximo es de 0.04 mm. Por lo que podemos indicar que el eje de la polea no fallará por resistencia mecánica debido a que tiene un factor de seguridad mayor a 1.

Análisis estático – tensiones del eje de la polea

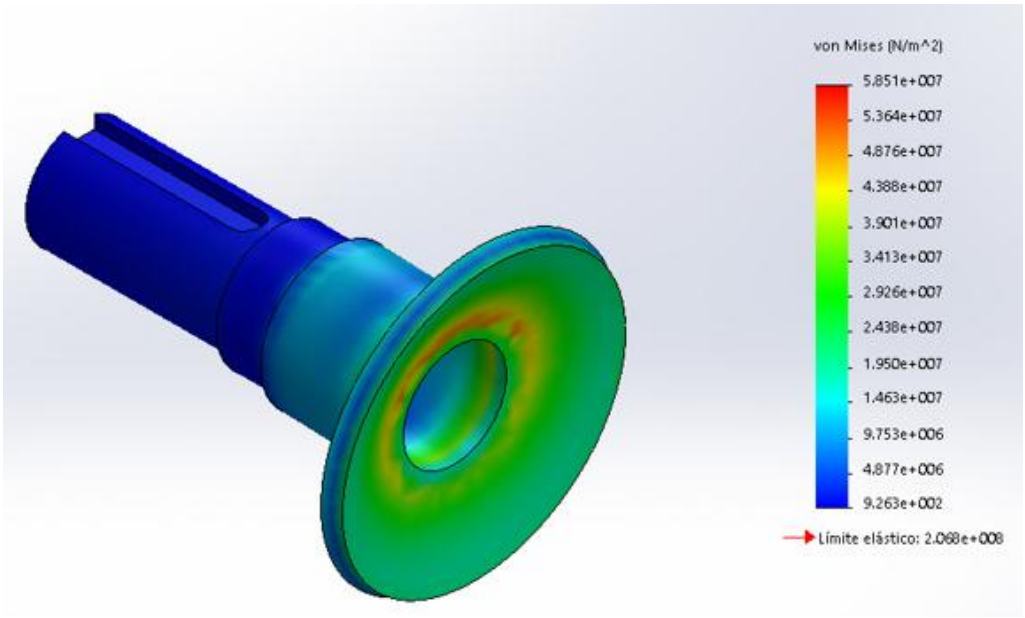


Figura 51: Análisis estático – tensiones del eje de la polea.

Fuente: (Elaboración Propia)

De acuerdo a la ilustración se tiene que los valores del esfuerzo de Von Misses, están comprendidos entre los siguientes valores: $927.2\ N/m^2$ y $8.71\text{x}\,10^7\ N/m^2$, los cuales no superan el valor del límite elástico $206.8\,MPA$, llegando a la conclusión que el diseño propuesto del eje de la polea es el apropiado para soportar las cargas máximas.

En la siguiente ilustración se observa la deformación máxima que sufre eje de la polea debido al peso de la zanahoria, el desplazamiento es de 0.04 mm, lo cual indica que el diseño y el material seleccionado es el adecuado.

Análisis estático – desplazamientos del eje de la polea.

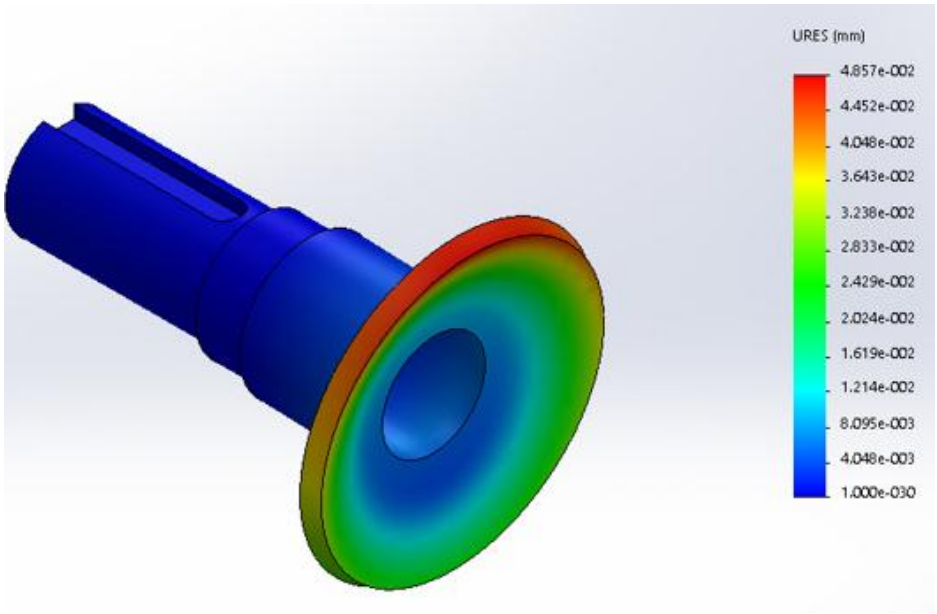


***Figura 52**:* Deformacion máxima que sufre el eje de la polea debido al peso de la zanahoria.

Fuente: (Elaboración Propia)

Análisis estático – Factor de seguridad del eje de la polea

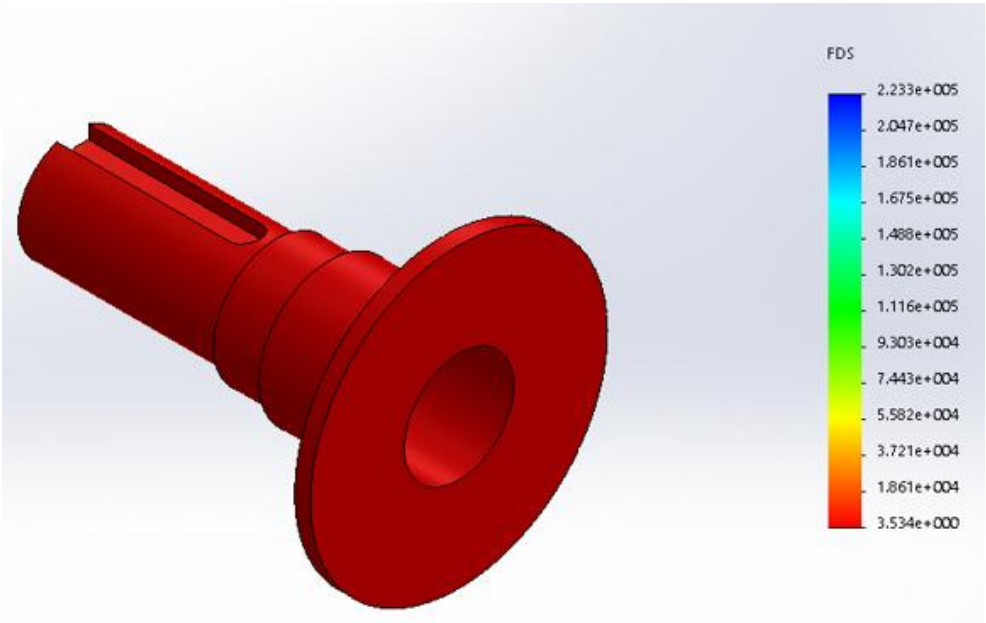


***Figura 53**:* Análisis estático – Factor de seguridad del eje de la polea.

Fuente: (Elaboración Propia)

De la ilustración anterior se determina que el factor de seguridad mínimo del eje de la polea es 3.5 con este valor se garantiza que las dimensiones que se tomaron para el diseño del eje son las adecuadas.

3.5.14 Cálculo y diseño de la chaveta del eje.

El motivo por la cual se utiliza una cuña es de transmitir el par de torsión completo, y porque cumple la función de un sistema de seguridad. La cuña fallara por cortante antes de que falle el eje o la polea.

Las chavetas fallan principalmente por corte o por compresión. Ver figura 55:

Fuerzas en una chaveta

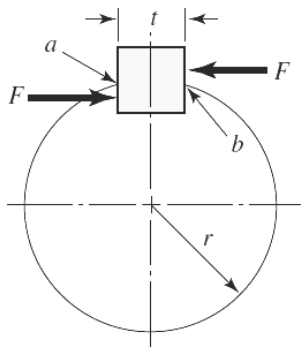


Figura 54: Fuerzas en una chaveta.

Fuente: (Budynas & Keith Nisbett, 2008)

A). Cálculo de Falla por corte en la chaveta

Ecuación 26: Falla debida al corte.

$$\tau_{diseño} < \frac{S_{sy}}{n_s}$$

Donde S_{Sy} es el esfuerzo de fluencia en cortante y n_s es el factor de seguridad

Para nuestro diseño empleamos una chaveta cuadrada, hecha de acero AISI 1020 (ver anexo 9), tiene un ancho y largo de 10 mm y una longitud de 25 mm de longitud.

Ecuación 27: Esfuerzo cortante en la chaveta.

$$\tau_{diseño} = \frac{2T}{Dwl}$$

$$\tau_{diseño} = \frac{2(237.86)}{(0.020)\ (0.010)(0.06)}$$

$$\boldsymbol{\tau_{diseño} = 39.64\ \text{MPa}}$$

$$\tau_{perm} = S_{ys} = 0.4S_y$$

$$S_{ys} = 0.4(250)$$

$$\boldsymbol{S_{ys} = 100\ Mpa}$$

Remplazando los datos en la ecuación 26 se tiene:

$$n_s = \frac{100}{39.64}$$

$$\boldsymbol{n_s = 2.52}$$

En el resultado de la condición se garantiza que la chaveta no fallara por corte teniendo un factor de seguridad de 2.5

B). Cálculo de Falla debida al esfuerzo de compresión en la chaveta:

Ecuación 28: Falla debido a la compresión

$$\sigma_{diseño} \leq \frac{0.90\ S_y}{n_s}$$

Se procede a garantizar la falla debido al esfuerzo por compresión.

Ecuación 29: Esfuerzo normal en la chaveta.

$$\sigma_{diseño} = \frac{4\ T}{Dlh}$$

$$\sigma_{diseño} = \frac{4\ (237.86)}{(0.020)(0.06)(0.010)}$$

$$\boldsymbol{\sigma_{diseño} = 79.28\ MPa}$$

$$\sigma_{perm} = S_{ys} = 0.9S_y$$

$$S_{ys} = 0.9(250)$$

$$\boldsymbol{S_{ys} = 225\ Mpa}$$

Remplazando los datos en la ecuación 28 se tiene que el factor de seguridad es:

$$n_s \leq \frac{S_{ys}}{\sigma_{diseño}}$$

$$n_s = \frac{225\ MPa}{79.28\ MPa}$$

$$\boldsymbol{n_s = 2.83}$$

3.5.15 Análisis de la chaveta del eje con software FEA.

Se inició primero con el diseño de la chaveta y a continuación se simuló el modelo en Elementos Finitos utilizando el software SolidWorks. En la ilustración 55 se aprecia el eje sometido a fuerzas.

Chaveta del eje sometido a fuerzas en software FEA

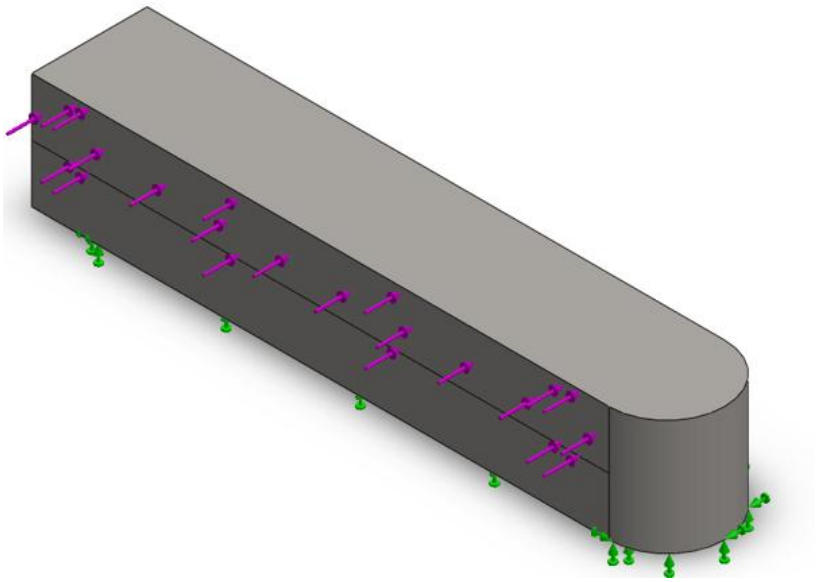


***Figura 55**:* Análisis de la chaveta del eje con software FEA.

Fuente: (Elaboración Propia)

En la tabla N° 10 se aprecia los resultados del análisis.

Tabla 10:

Resultado del análisis estático de la chaveta.

Resultados del Análisis Estático del eje de la polea			
Descripción	**Clase de análisis**	**Resultado Mín.**	**Resultado Máx.**
Análisis de Tensiones 1	VON: tensión de von mises	253871 N /m^2	4.345 x 10^7N/m^2
Análisis de Desplazamientos	URES: Desplazamiento resultante	0.0 mm	0.002 mm
Análisis del Factor de seguridad	Automático	4.75	-------
Características del material utilizado			
	Nombre comercial:	Acero inoxidable **AISI 304**	
	Valor Limite elástico:	2.06 x 10^8 N/m^2	
	Valor Límite de tracción:	5.17 x 10^8 N/m^2	

Fuente: (Elaboración Propia)

De la tabla N° 10 se concluye que las tensiones son menores al límite elástico, el factor de seguridad mínimo es de 4.75 y el desplazamiento máximo es de 0.002 mm. Por lo tanto, podemos afirmar que la chaveta no fallará por resistencia mecánica debido a que tiene un factor de seguridad mayor a 1.

De la ilustración siguiente se determina que el esfuerzo de Von Misses, oscila entre $253871\ \ N/m^2$ y $4.345 \times 10^7\ \ N/m^2$, para un límite elástico de $206.8\ MPA$, por lo tanto podemos afirmar que el diseño de la chaveta es adecuado para las condiciones a soportar.

Análisis estático – tensiones en la chaveta

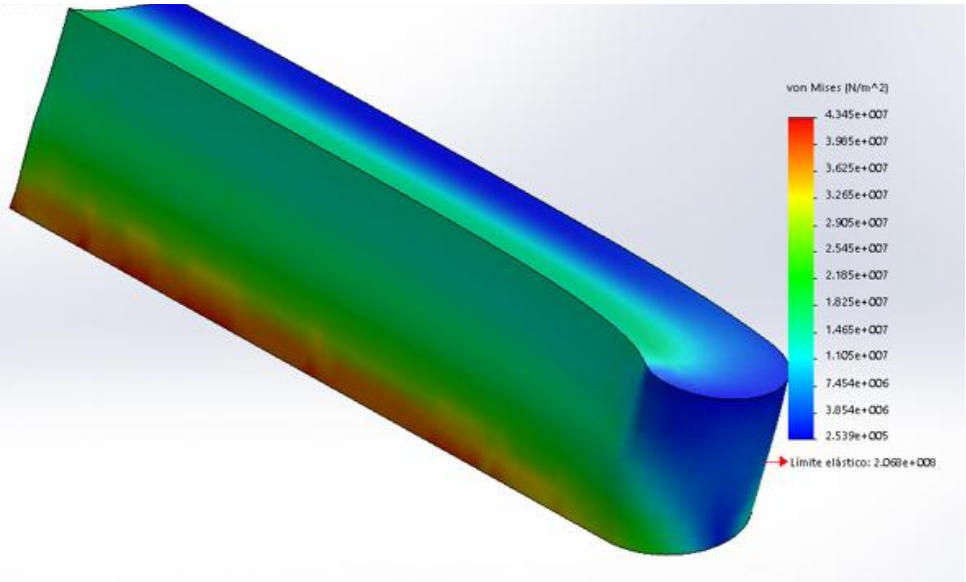


Figura 56: Análisis estático - tensiones en la chaveta.

Fuente: (Elaboración Propia)

En la ilustración siguiente se observa la deformación máxima que sufre la chaveta, el desplazamiento es de 0.02 mm, lo cual indica que el diseño y selección del espesor es el adecuado.

Análisis estático – desplazamientos de la chaveta

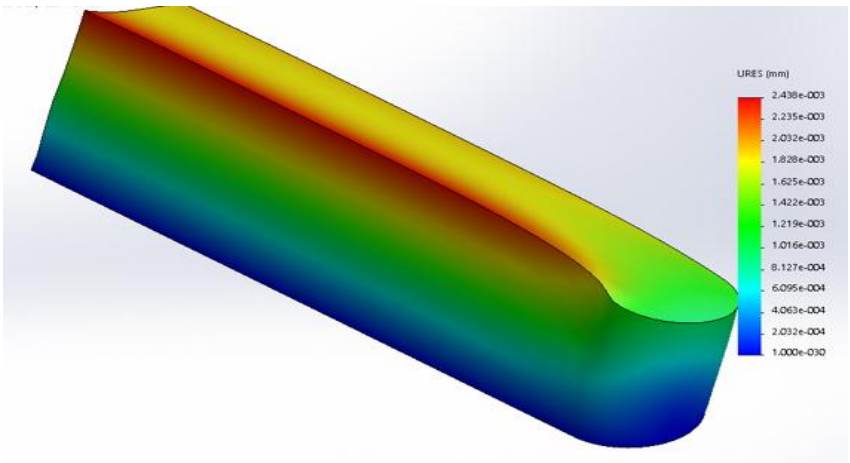


Figura 57: Deformación máxima que sufre la chaveta.

Fuente: (Elaboración Propia)

De la ilustración siguiente se determina que el factor de seguridad mínimo de la chaveta es de 4.75 y con este valor se garantiza que las dimensiones que se tomaron para el diseño de la tolva son las adecuadas.

Análisis estático – Factor de seguridad de la chaveta

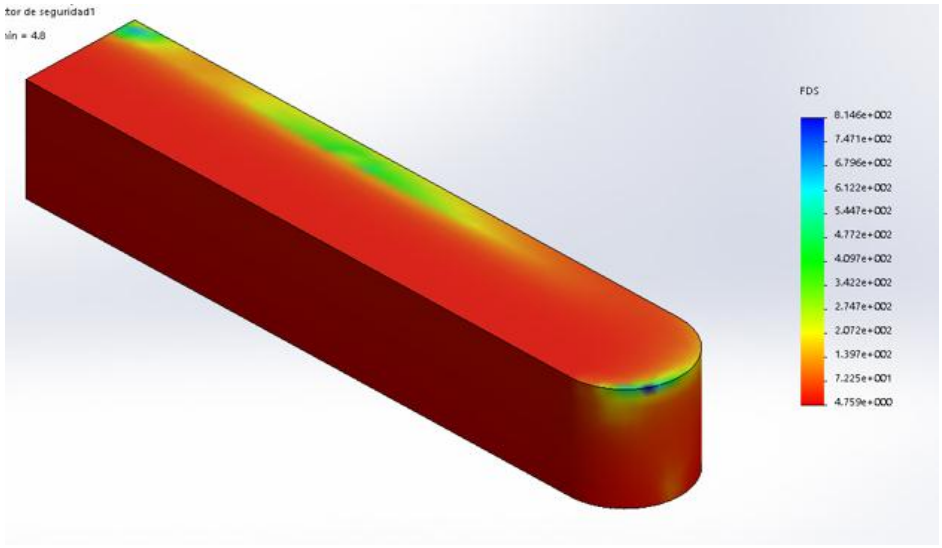


***Figura 58**:* Análisis estático - Factor de seguridad de la chaveta.

Fuente: (Elaboración Propia)

3.5.16 Cálculo y diseño del sistema de transmisión.

En la ilustración siguiente se muestra el sistema de arrastre el cual está comprendido por un motor y por las poleas que cada rodillo tendrá; también es fundamental saber que cada rodillo debe girar en el mismo sentido y la misma velocidad.

Diseño del sistema de arrastre

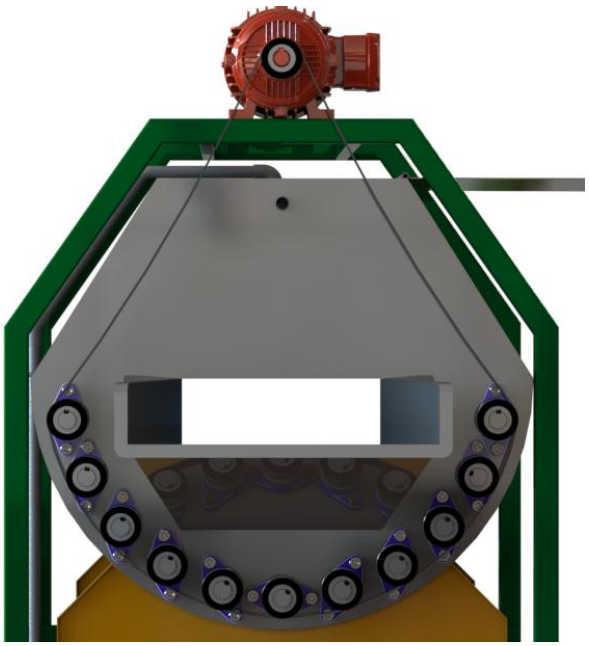


Figura 59: Diseño del sistema de arrastre.

Fuente: (Elaboración Propia)

Para determinar la potencia del motor se determinó primero la potencia que requieren los rodillos que son la base del cepillo para ser trasladados.

Ecuación 30: Potencia de un rodillo.

$$P_r = T * w$$

Donde:

$P_r = Potencia\ del\ rodillo$

$T = Torque\ del\ rodillo$

$w = Velocidad\ angular\ del\ rodillo$

De acuerdo a referencias bibliográficas se toma una velocidad de 100 rpm en los rodillos.

Ecuación 31: Torque.

$$T = F_f * r$$

Donde:

$F_f = fuerza\ de\ fregado$

$r = radio\ del\ rodillo$

Remplazando los datos se tiene:

De los cálculos anteriores se tiene que la fuerza de fregado es de 4.5 Kg.

$$T = (9kg * 9.8) * 0.06\ m$$

$$T = 5.292\ N.m$$

Remplazando en la ecuación 30 de la potencia se tiene:

$$P_r = 5.292 * \frac{100\ rpm * \pi}{30}$$

$$\boldsymbol{P_r = 55.42\ W}$$

Debido a que la máquina tiene 11 rodillos entonces:

$$P_r = 55.42 * 11$$

$$\boldsymbol{P_r = 609.59\ W \approx 0.82\ Hp}$$

Esta es la potencia que se necesita para mover los 11 rodillos además se debe calcular la fuerza para mover los 200 Kg además que el peso de un rodillo es aproximadamente 7 kg de zanahoria la cual se ha de calcular con la siguiente expresión:

Ecuación 32: Potencia para mover la zanahoria.

$$P_z = M_o * w$$

Donde:

$P_z = Potencia\ para\ la\ zanahoria$

$M_T = Momento\ torsor$

$w = \ velocidad\ angular$

El cual el momento torsor se dará por la siguiente ecuación:

Ecuación 33: Momento torsor.

$$M_o = m * g * r_{int}$$

$$M_o = (200 + (7 * 11))Kg * 9.8 * 0.375\ m$$

$$M_o = 1017.9\ N.m$$

Para determinar la nueva velocidad angular se calculará la velocidad lineal del rodillo de la siguiente forma:

Ecuación 34: Velocidad lineal.

$$V = W * r$$

Donde:

$V = velocidad\ lineal$

$W = velocidad\ angular$

$r = radio$

$$V = \frac{100\ rpm * \pi}{30} * 0.06$$

$$V = 0.63\ m/s$$

Con esta velocidad que tiene los rodillos, se calcula la velocidad angular con la que girara la zanahoria:

Representación de la velocidad y sentido degiro

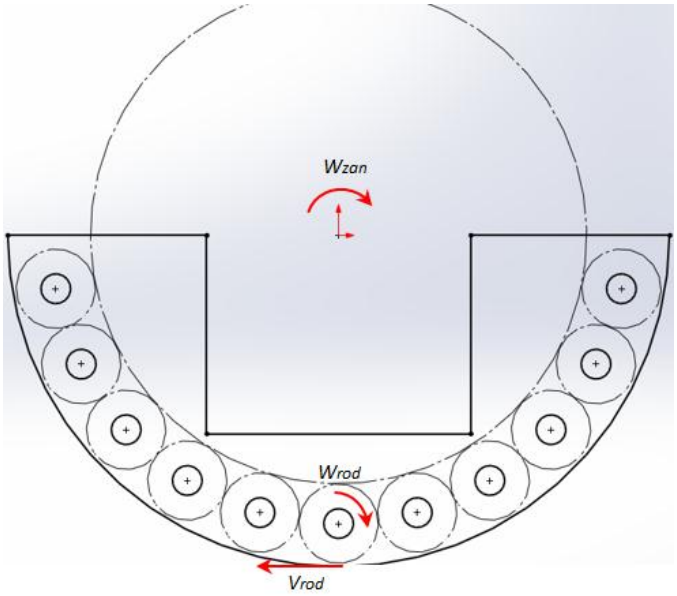


***Figura 60**:* Representación de la velocidad y sentido de giro.

Fuente: (Elaboración Propia)

$$W = \frac{V}{r}$$

Remplazando valores se tiene:

$$W = \frac{0.63}{0.375}$$

$$W = 1.68 \frac{rad}{s} \approx 16.04\ rpm$$

$$P_z = 1017.97 * 1.68$$

$$P_z = 1710.18\ w \approx 2.32\ Hp$$

Entonces la potencia del motor será:

$$P_m = 2.32 + 0.82$$

$$\mathbf{P_m = 3.14\ hp}$$

4.5.17 Cálculo y selección de fajas.

En la siguiente imagen se muestra la transmisión.

Representación de la velocidad y sentido de giro

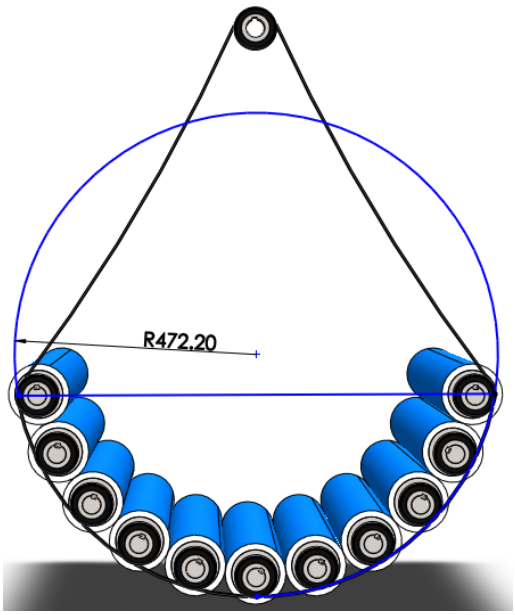


Figura 61: Representación de la velocidad y sentido de giro.

Fuente: (Elaboración Propia)

La correa debe transmitir el movimiento uniforme a cada rodillo lavador sin que se produzca deslizamiento por lo que se decidió utilizar correas de sincronización.

Para determinar la relación de transmisión se asumió que todos los rodillos forman el Diámetro primitivo de una polea, donde se tiene que la relación de transmisión es:

Ecuación 35: Relación de transmisión.

$$i = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

Donde:

$i =$ Relación de transmisión

$n_1 =$ Velocidad angular de la polea conducida

$n_2 =$ Velocidad angular de la polea motriz

$d_1 =$ Diámetro primitivo de la polea motriz

$d_2 =$ Diámetro primitivo de la polea conducida.

$$i = \frac{n_2}{n_1}$$

$$i = \frac{100}{16.04} = \mathbf{6.23}$$

Para la selección de la correa dentada se debe conocer los valores como el diámetro primitivo y el paso como se muestra en la siguiente imagen.

Representación de la velocidad y sentido de giro.

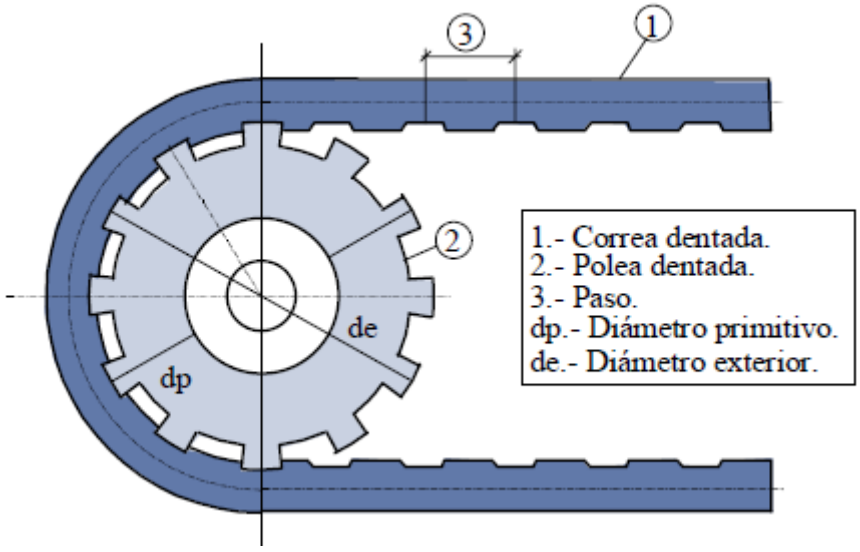


***Figura 62**:* Representación de la velocidad y sentido de giro.

Fuente: (Elaboración Propia)

La potencia que transmitirá la correa sebe ser corregida mediante unos coeficientes del cual depende el tipo de máquina, duración y condiciones diarias de trabajo, se tiene la siguiente ecuación.

Ecuación 36: Relación de transmisión.

$$P_C = P * (C_1 * C_2 * C_3)$$

Donde:

$P = potencia\ a\ transmitir$

$C_1 = coeficiente\ \ debido\ a\ sobrecargas\ en\ la\ transmision.$

$C_2 = coeficiente\ \ debido\ al\ contacto\ de\ la\ correa\ con\ la\ poleas.$

$C_3 = coeficiente\ \ debido\ al\ continuo\ funcionamiento.$

Para el primer factor C1 se tiene:

Factor de corrección C1.

Aplicación	
Agitador mezclador:	
Para líquidos	1'4 - 1'8
Para semilíquidos	1'5 - 1'9
Aspiradores y ventiladores:	
Centrífugos	1'6 - 2'0
Helicoidales, insufladores para minería	1'8 - 2'2
Centrifugadoras	1'7 - 1'9
Compresores:	
Centrífugos o rotativos	1'6 - 1'8
a pistones	2'0 - 2'4
Elevadores	1'6 - 2'0
Trituradoras:	
Cilindros y martillos	2'2 - 2'5
Grupos generadores y excitadores	1'6 - 2'0
Líneas de ejes (árboles de transmisión)	1'5 - 1'9
Máquinas industriales	
Agitadores, calandrias secadores, bobinadores, batidores, bombas,	1'4 - 1'8
trituradoras, refinadores	1'7 - 2'1

***Figura 63**:* Factor de corrección C1.

Fuente: (Elaboración Propia)

Para el segundo factor C2 se debe conocer el número de dientes:

Se tiene la siguiente relación la cual depende del número de dientes de la polea motora y el número de dientes de la polea arrastrada.

$$Si: \frac{Z_1}{Z_2} \leq 1 \rightarrow C_2 = 0$$

$$Si: \frac{Z_1}{Z_2} > 1 \rightarrow C_2 = Segun\ tabla$$

Debido a que no tenemos los números de dientes pero si las revoluciones se tienen:

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{n_2}{n_1} = 6.23$$

Factor de corrección C2

Coeficiente por multiplicación	
Relación transmisión i-	C_2
De 1 a 1'24	-
De 1'25 a 1'74	+ 0'10
De 1'75 a 2'49	+ 0'20
De 2'50 a 3'50	+ 0'30
Más de 3'50	+ 0'40

***Figura 64**:* Factor de corrección C2.

Para el valor de C3 se tiene:

Factor de corrección C3

Coeficiente por funcionamiento	
Tipo de funcionamiento	C_3
8 - 10 horas día	-
Continuo 10 - 16 " "	+ 0'10
16 - 24 " "	+ 0'20
Intermitente estacional	- 0'10
Con poleas tensoras	+ 0'10

***Figura 65**:* Factor de corrección C3.

Remplazando los valore se tiene:

$$P_C = 3.14\ hp * (1.4 + 0.4 + 0.10)$$

$$\boldsymbol{P_C = 5.966\ hp}$$

Para determinar el ancho de la faja se tiene que calcular.

Ecuación 37: Ancho de faja.

$$b = \frac{P_C}{P_b * C_3 * Z_1 * Z_2}$$

Donde:

$$P_b\ = potencia\ especifica\ del\ catalogo\ es\ 1.6\left(\frac{W}{cm}\right)$$

El número de dientes que se tiene es de 30 para la polea menor y debido a la relación de transmisión de 6.23 se tiene que la polea mayor es de 187 dientes remplazándolos valores se tiene:

$$b = \frac{(5.966 * 736)\ W}{(1.6 * 0.1 * 30 * 187) W/cm}$$

$$\boldsymbol{b = 4.89\ cm}$$

Se toma como ancho de faja de 5 cm.

Para determinar la longitud de la faja debido a configuración se optó por usar el software Solidworks el cual nos dio la longitud exacta de la faja.

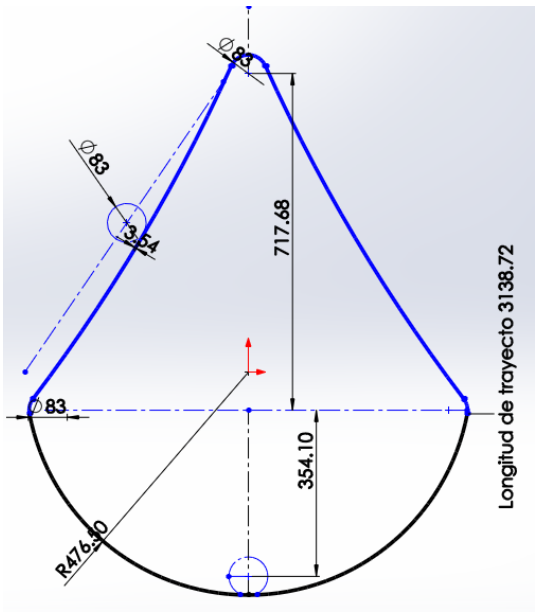


Figura 66: Determinación de la longitud de la correa.

Fuente: (Elaboración Propia)

En la ilustración se observa la longitud de la faja la cual es de 3.138 metros y según catalogo se selecciona la correa sincrónica clásica pesada de serie 1250 H 200, las características se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 11:

Selección de faja

H **PESADA**

Paso: 1/2" (12,7 mm)

Referencia longitud y paso	Longitud primitiva mm ISO	Número de dientes
1000 H	**2540,00**	**200**
1100 H	**2794,00**	**220**
1130 H	2870,00	226
1250 H	**3175,00**	**250**
1325 H	3365,50	265

Fuente: (Elaboración Propia)

3.5.18 Cálculo y selección del reductor de velocidad.

Para la selección de un reductor de velocidad se debe tener en cuenta el factor de seguridad el cual nos indica el grado de protección con el que operará el reductor además dependerá básicamente del tipo de operación diaria y del tipo de servicio al que será sometido.

Mediante la siguiente tabla de un proveedor se conocerá cual es el factor de servicio.

Tabla 12:

Grado de protección.

Duración del servicio Tiempo total de operación por día	Clasificación de carga Máquina movida								
	Con Motor Eléctrico			Con Motor Combustión (un cilindro)			Con Motor de combustión (multicilindro)		
	Uniforme	Choque moderado	Choque pesado	Uniforme	Choque moderado	Choque pesado	Uniforme	Choque moderado	Choque pesado
Ocasionales ½ hr.	0.80	0.90	1.00	1.00	1.25	1.50	.90	1.00	1.25
Intermitente 2 hrs.	0.90	1.00	1.25	1.25	1.50	1.75	1.00	1.25	1.50
Hasta 10 hrs.	1.00	1.25	1.50	1.50	1.75	2.00	1.25	1.50	1.75
Hasta 24 hrs.	1.25	1.50	1.75	1.75	2.00	2.25	1.50	1.75	2.00

Fuente: (Catalogo RAYSA)

De tabla N° 12 podemos apreciar que para nuestro caso seleccionaremos que la clasificación de carga será con motor eléctrico y el tiempo total de operación será de hasta 10 horas con un choque moderado.

$$Fs = 1.25$$

Se conoce que necesitábamos transmitir una potencia de 3.14 hp y una velocidad de 100 RPM para el eje motriz con estos datos obtenemos el torque.

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

Donde:

$P = potencia$

$T = torque$

$\omega = velocidad$

$$T = \frac{3.14 * 736}{\frac{\pi * 92.78}{30}}$$

$$\boldsymbol{T = 237.86\ N.m}$$

Además debemos saber que la velocidad de salida del reductor que conecta con el eje es de 100 RPM y con el factor de servicio de 1.25 se obtiene lo siguiente:

Ecuación 38: Potencia de selección

$$Ps = P\ x\ Fs$$

Donde

$Ps = potencia\ de\ salida\ del\ reductor$

$$Ps = P\ x\ Fs$$

$$Ps = 3.14\ x\ 1.25$$

$$\boldsymbol{Ps = 3.92\ HP}$$

Con los datos de potencia, velocidad de salida y de entrada se obtiene el modelo de reductor de velocidad.

Tabla 13:

Características del reductor de velocidad

Reductor de Velocidad marca RAYSA UGS – 90 REL=5:1		
Reducción nominal	***Descripción de la capacidad***	***Velocidad de entrada***
		1750
15	Pot. Entrada Hp	3.92
	Pot. Salida HP	3.41
	Par Salida Kg-cm	2450
	Vel. Salida RPM	117

Fuente: (Catalogo RAYSA)

Las especificaciones técnicas de reductor seleccionado se muestran en el **anexo 10.**

3.5.19 Cálculo y selección del motor.

Para el cálculo del motor se puede pedir al proveedor que la caja reductora de velocidad tenga su propio motor o de otra forma como buscar catálogos de proveedores tal como se hará a continuación.

Sabemos que la potencia que debe tener en la entrada de la caja reductora es de 3.92 HP.

Entonces transformamos este valor en KW para ingresar al catálogo de motores WEG.

$$\boldsymbol{Pm = 3.92\ x\ 746}$$

$$\boldsymbol{Pm = 2.924\ Kw\ \cong 3Kw}$$

Tabla 14:

Selección de motor.

Potencia	Carcasa	In (A) 400V	Il/In	Cp/Cn	Cm/Cn	Inercia (kgm2)	Nivel sonoro dB(A)	Peso (kg)	% de plena carga					
									Eficiencia			Factor de potencia		
kW									50	75	100	50	75	100
W22 - Fundición de hierro- Alta Eficiencia - IE2- 4 Polos														
0,25	80	0,6	5,5	200%	250%	0,00153	7644	9	70	74	74	0,61	0,74	0,81
0,37	80	0,87	5,7	220%	270%	0,00187	44	9,5	73	75,5	75,5	0,6	0,73	0,81
0,55	80	1,27	5,8	240%	280%	0,00221	44	10,5	75	76,5	76,5	0,61	0,74	0,82
0.75	90S	1,69	5,9	220%	260%	0,00384	49	17,5	78	80	80	0,59	0,72	0,8
1,1	90S	2,4	6,5	210%	260%	0,00494	49	19	81	81,8	81,8	0,62	0,75	0,81
1,5	90L	3,26	6,3	200%	280%	0,00546	49	22	81,5	83	83	0,57	0,72	0,8
2,2	100L	4,64	6,6	310%	320%	0,00822	53	30,5	84	84,5	84,5	0,63	0,75	0,81
3	100L	6,17	6,5	320%	330%	0,00972	53	33	85	85,6	85,6	0,64	0,76	0,82
4	112M	8,12	6,6	200%	260%	0,01558	56	42	86	86,7	86,7	0,64	0,76	0,82
5,5	132S	10,5	7,3	190%	300%	0,04163	56	63	88	88,1	88,1	0,69	0,81	0,86
7,5	132M	14,1	7,2	200%	300%	0,05284	56	72	88,7	89	89	0,71	0,81	0,86
9,2	132M	17,3	7,7	220%	320%	0,06039	56	75	89,2	89,5	89,5	0,7	0,81	0,86
11	160M	21,2	6,4	230%	280%	0,07304	61	105	89	90,2	90,2	0,65	0,76	0,83

Fuente: (Motores WEG)

Debido a que las potencias de los motores están normalizadas se escoge la potencia superior teniendo un motor de 3 Kw o 4 Hp las especificaciones de este motor se encuentran en el **anexo 11.**

3.5.20 Diseño y análisis de la estructura base.

Mediante el análisis de elementos finitos se realizó el cálculo del factor de seguridad de la estructura base de la máquina lavadora de zanahoria, este factor nos determinó que el diseño funciona correctamente cuando esté sometido a las cargas de los componentes mecánicos y del producto a mezclar.

Estructura base

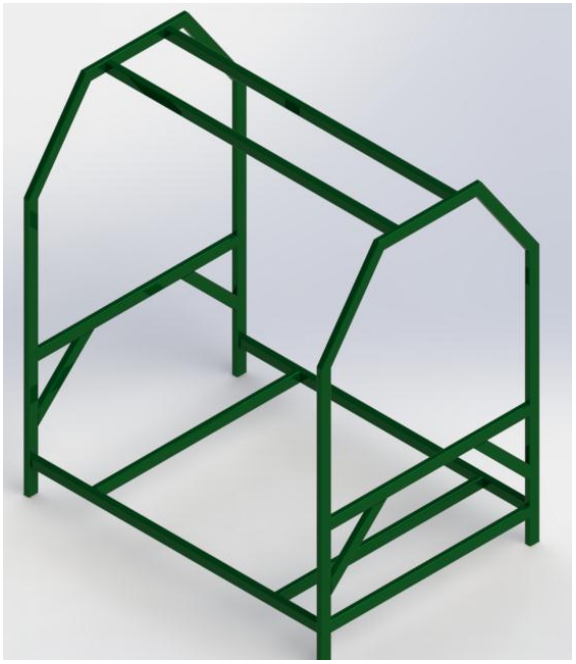


Figura 67: Diseño de estructura.

Fuente: (Elaboración Propia)

Para el modelamiento de la base se utilizó perfil estructural cuadrado de 50 x 30 x 2.5 mm.

En la figura 68 podemos observas las zonas que están soldadas.

Juntas soldadas.

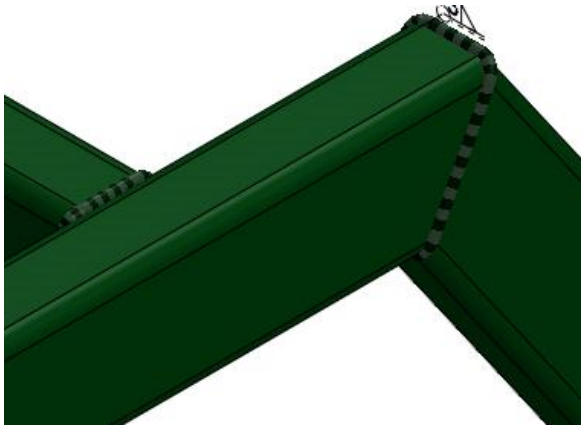


***Figura 68**:* Partes soldadas de la estructura.

Fuente: (Elaboración Propia)

A continuación, se mostrara las cargas que se presentan en la estructura base de la máquina lavadora.

Estructura base

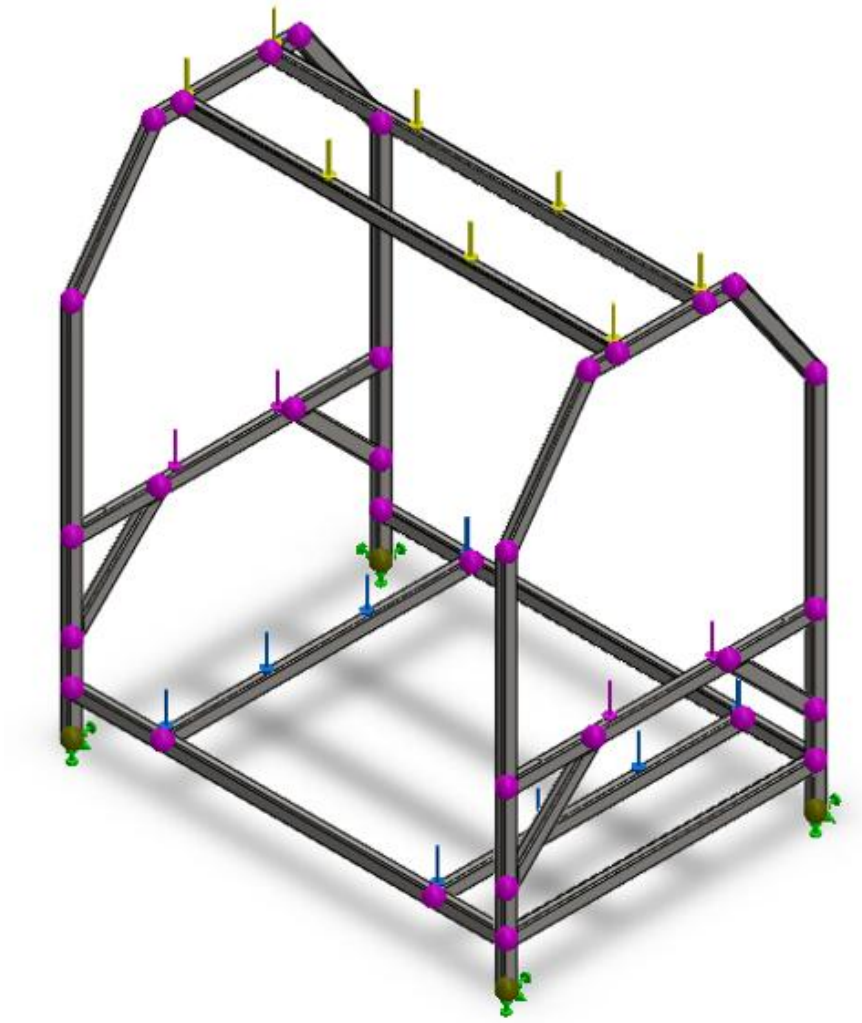


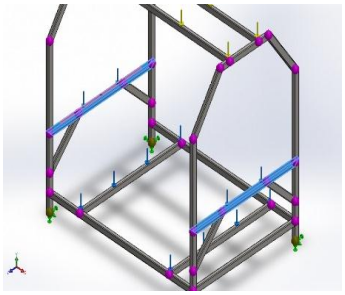
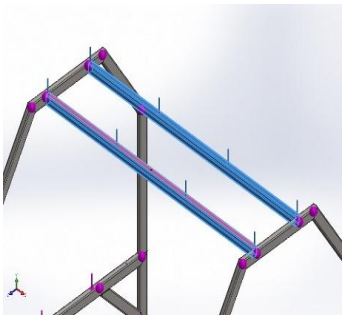
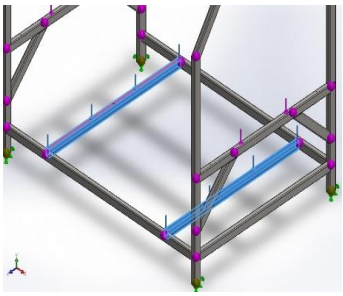
***Figura 69**:* Representación de cargas en la estructura base de la máquina.

Fuente: (Elaboración Propia)

En la ilustración 69 se aprecia las cargas que ejercen sobre la estructura, estas cargas se obtuvieron con el software SOLIWORKS. Como se puede apreciar en la tabla 15.

Tabla 15:

Cargas que soporta la estructura base.

Nombre de carga	Ubicación de la carga	Detalles de la carga
Fuerza-1 (Sistema del contenedor de lavado)		**Entidades:** **2 Viga(s)** **Referencia:** **Planta** **Tipo:** **Fuerza** **Valores:** **4116 N** **(Fuerza que ejerce el contenedor de lavado)**
Fuerza-2 (motor y reductor)		**Entidades:** **2 Viga(s)** **Referencia:** **Planta** **Tipo:** **Fuerza** **Valores**: **784 N** **(Fuerza que ejerce el motor y redactor)**
Fuerza-3 (Sistema de Agua)		**Entidades:** **2 Viga(s)** **Referencia:** **Planta** **Tipo:** **Fuerza** **Valores:** **1421 N** **(Fuerza que ejerce el tanque de agua)**

Fuente: (Elaboración Propia)

En la figura 70 se aprecia el enmallado de la estructura.

Enmallado de la estructura base

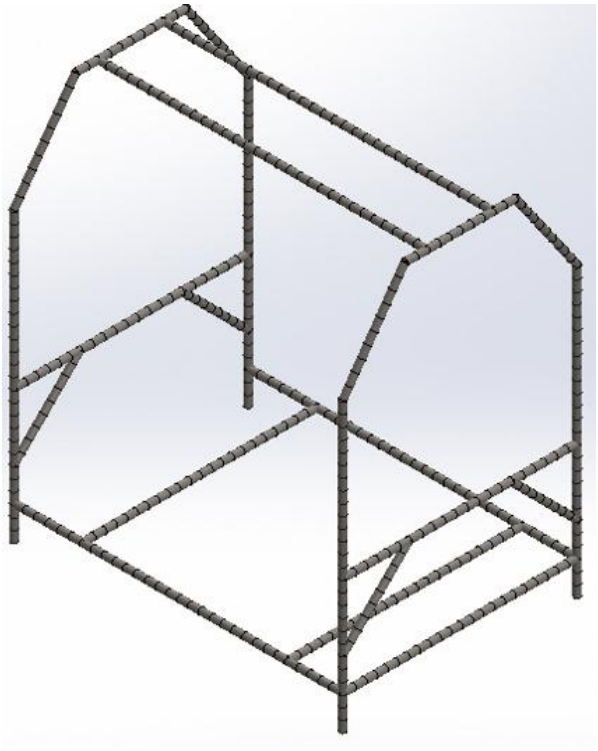


Figura 70: Enmallado de la estructura base.

Fuente: (Elaboración Propia)

En la figura N° 71, 73 y 74 se aprecian los resultados del análisis de la estructura, se aprecia la tensión axial y flexión en el límite superior, el desplazamiento de 1.19 mm y el factor de seguridad de 4.5.

Tabla 16:

Resultados del análisis de la estructura base.

Resultados del Análisis Estático de la estructura base			
Descripción	**Clase de Análisis**	**Resultado Mín.**	**Resultado Máx.**
Análisis de Tensiones 1	Tensión axial y de flexión	$2.47x10^6$ N /m^2	4.58×10^7N/m^2
Análisis de Desplazamientos	URES: Desplazamiento resultante	0.0 mm	1.19 mm
Análisis de Factor de Seguridad	Automático	4.5	-------
Características del material utilizado			
Nombre comercial:		Acero inoxidable **AISI 304**	
Valor Limite Elástico:		2.06×10^8 N/m^2	
Valor Límite de Tracción:		5.17×10^8 N/m^2	

Fuente: (Elaboración Propia)

Tensión axial y de flexión en la base

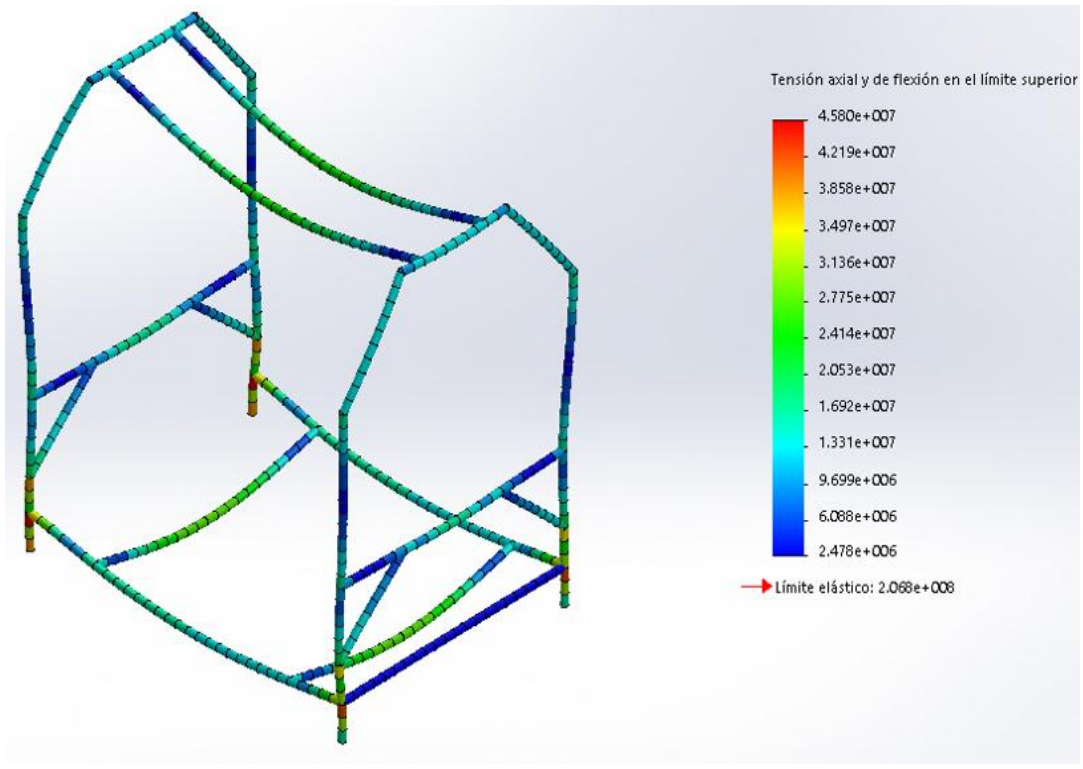


Figura 71: Tensión axial y de flexión en la base.

Fuente: (Elaboración Propia)

Como podemos apreciar en la figura N° 71 el análisis ubica las zonas donde se encuentra la mayor tensión axial y de flexión como se puede apreciar que la tensión máxima axial y de flexión es 4.58 x10^7 N/m^2.

Esto nos ayuda a mejorar el diseño colocándole cartelas (ver figura 72). Para disminuir el esfuerzo, pero para el presente proyecto no se tomó en consideración agregarles.

Cartela

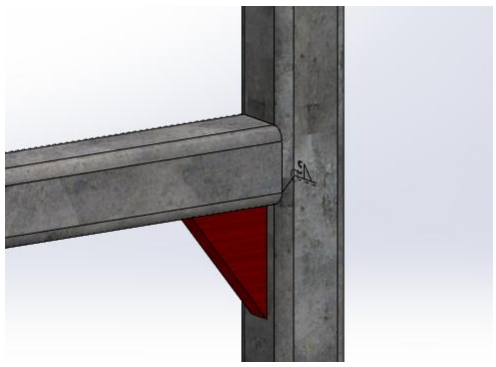


Figura 72: Cartela.

Fuente: (Elaboración Propia)

Análisis estático – desplazamientos en la estructura base

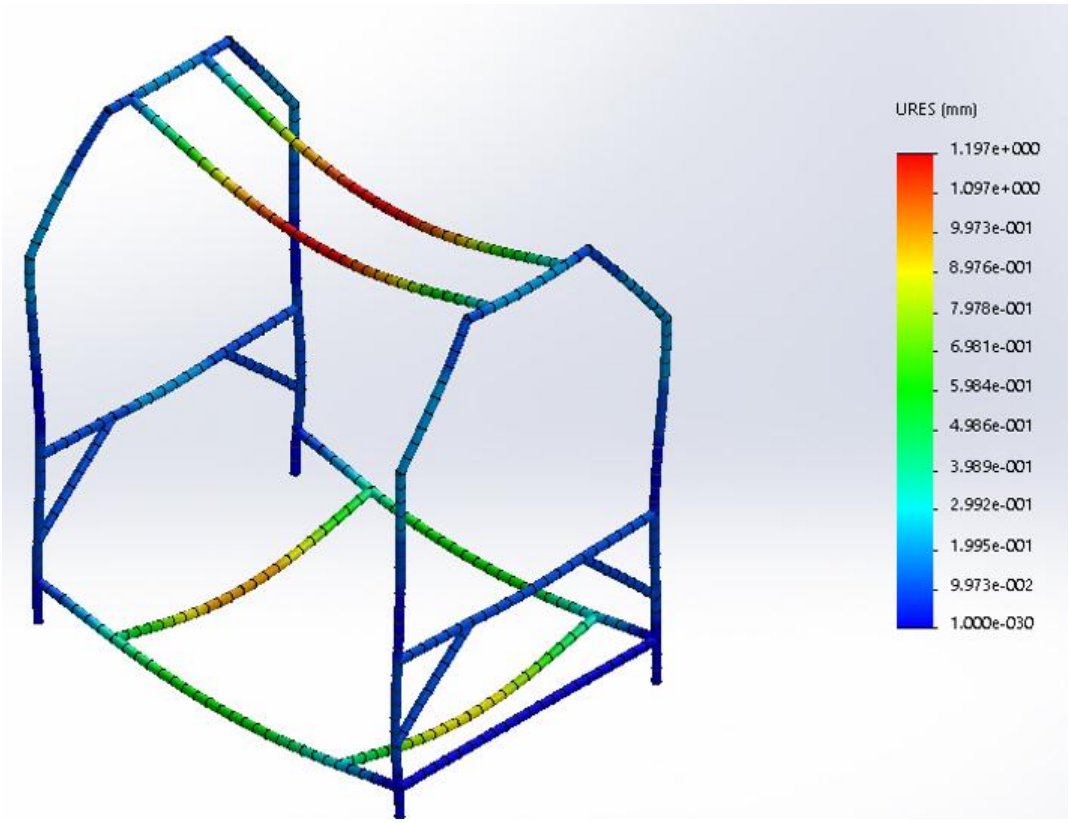


Figura 73: Análisis estático – desplazamientos en la estructura base.

Fuente: (Elaboración Propia)

El desplazamiento máximo generado para las cargas es de 0.19 mm y se encuentra justo por el lado donde está ubicado el motor.

Para garantizar que el diseño de la estructura base soporte las cargas a la que está sometida se realizó el análisis para determinar el factor de seguridad de la base; este nos dio como resultado el valor de 4.5 lo que hace que el diseño sea óptimo y adecuado para la máquina. De esta manera se garantiza el buen funcionamiento de la estructura base.

Análisis estático – factor de seguridad de la estructura base

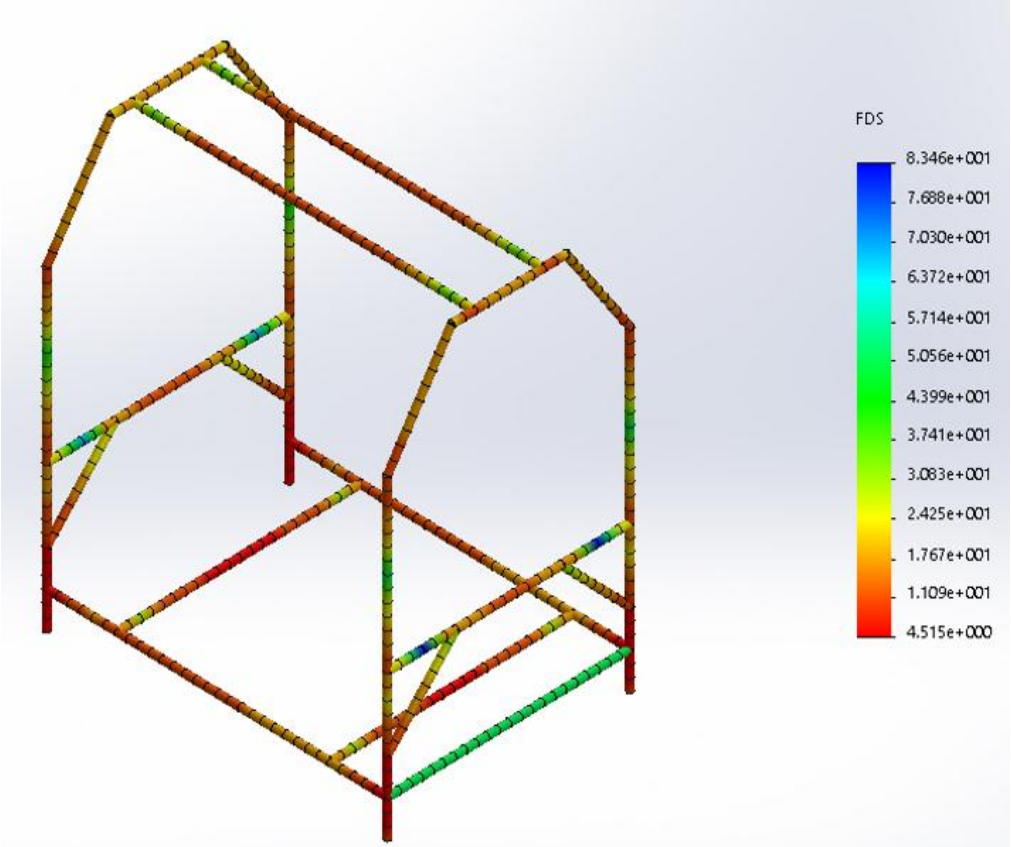


***Figura 74**:* Análisis estático – factor de seguridad de la estructura base.

Fuente: (Elaboración Propia)

3.6. Comparar el consumo de agua de la máquina con respecto al lavado manual de zanahoria.

3.6.1 Sistema dosificador de agua.

El sistema será el encargado de suministrar agua al contenedor de lavado donde se encuentra la zanahoria; en la siguiente imagen se muestra las partes del sistema de suministro de agua.

Sistema dosificador de agua

***Figura 75**:* Diseño del sistema dosificador de agua.

Fuente: (Elaboración Propia)

El sistema está comprendido por lo siguiente:

A: Contenedor de agua.

B: Bomba de agua.

C: Tubería de conducción.

D: Tubería de suministro.

E: Drenaje.

El sistema tendrá una tubería que posee perforaciones en las paredes a lo largo del tubo, las que permiten la salida del agua.

Perforaciones en la tubería.

***Figura 76**:* Perforaciones en la tubería.

Fuente: (Elaboración Propia)

Se aprovechará la presión del agua, para lograr un buen lavado de la hortaliza; además más adelante se está sugiriendo que el agua utilizada se vuelva a recircular para lograr el menor consumo posible (La finalidad de optar este sistema es debido al excesivo consumo de agua que lleva el proceso de lavado manual de zanahoria).

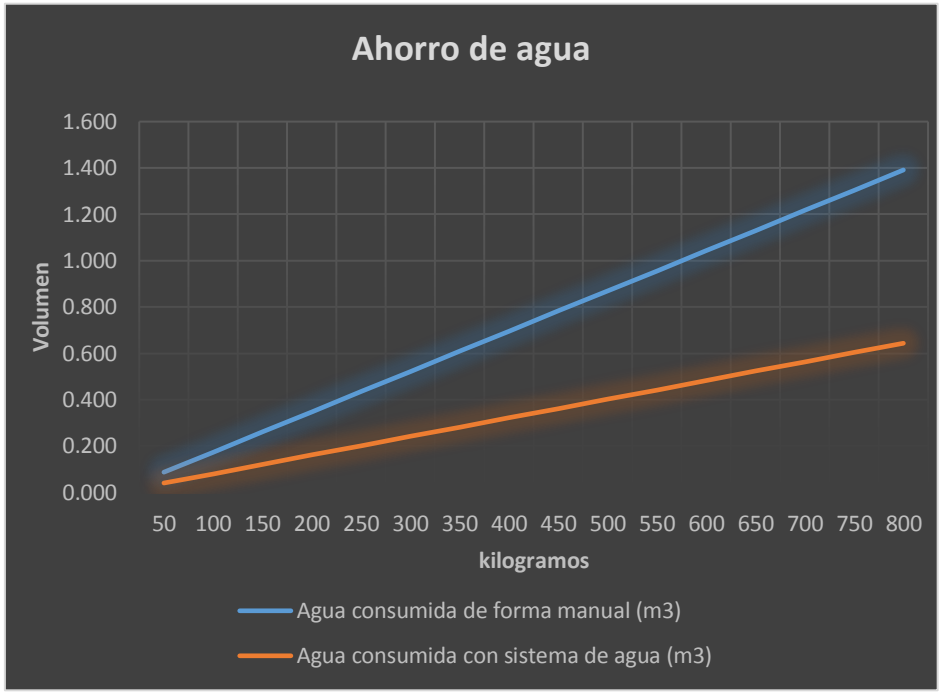
De acuerdo a las entrevistas realizadas se determinó que la cantidad de agua utilizada para el lavado de zanahoria es aproximadamente 40 litros de agua por 23 kg. de zanahorias.

En la siguiente tabla se muestra el ahorro de agua que se genera con el sistema de agua en la máquina.

Tabla 17:

Análisis de consumo de agua.

Según encuesta			Según datos experimentales	
Kilogramos	**Consumo de agua lavado manual (m3)**	**Tiempo de lavado (min)**	**Consumo de agua con sistema a utilizar**	
23	0.04	111.92	0.02	
Valores Calculados				
Capacidad de la máquina (Kg)	**Tiempo de lavado(min)**	**Agua consumida de forma manual (m3)**	**agua consumida con sistema de agua (m3)**	**Ahorro**
50	3.75	0.087	0.0402	
100	7.5	0.174	0.0804	
150	11.25	0.261	0.1206	
200	15	0.348	0.1608	
250	18.75	0.435	0.2010	
300	22.5	0.522	0.2412	
350	26.25	0.609	0.2815	
400	30	0.696	0.3217	
450	33.75	0.783	0.3619	53.8%
500	37.5	0.870	0.4021	
550	41.25	0.957	0.4423	
600	45	1.043	0.4825	
650	48.75	1.130	0.5227	
700	52.5	1.217	0.5629	
750	56.25	1.304	0.6031	
800	60	1.391	0.6433	



Fuente: (Elaboración Propia)

3.7. Diseñar el sistema automatizado de la máquina.

Se presenta la evaluación del sistema a utilizar en dos tablas, tabla 18 y tabla 19, una evaluando únicamente la parte técnica y la otra la parte económica. Se tienen las siguientes consideraciones: p: puntaje de 0 a 4 (Escala de valores según **VDI 2225**)

0 = No satisface, 1 = Casi aceptable, 2 = Suficiente, 3 = Bien,

4 = Muy bien (ideal) g: el peso ponderado y está en función de los criterios de evaluación.

3.7.1 Evaluación técnica y económica del sistema a utilizar.

Tabla 18:

Evaluación de proyectos preliminares según el valor técnico.

DISEÑO MECÁNICO - EVALUACIÓN DE PROYECTOS										**Área de**
Valor Técnico (Xi)										**Diseño**
Proyecto: *Sistema automatizado de la máquina lavadora de zanahoria.*										
Criterios de evaluación para diseño en fase de conceptos o proyectos										
	Variantes de Proyectos		**Contactores**		**micro controlador**		**PLC**		**Solución Ideal**	
N°	**Criterios de Evaluación**	**g**	**P**	**gp**	**p**	**gp**	**p**	**gp**	**p**	**gp**
1	Prestaciones	9	3	27	3	27	3	27	4	**36**
2	Comunicaciones	8	2	16	3	24	3	24	4	**32**
3	Facilidad de programación	8	4	32	3	24	3	24	4	**32**
4	costo	8	4	32	3	24	3	24	4	**32**
5	Instalación	6	3	18	2	12	3	18	4	**24**
6	ergonomía	7	3	21	2	14	3	21	4	**28**
7	Sencillez de operación	7	4	28	3	21	3	21	4	**28**
8	Seguridad	6	3	18	2	12	3	18	4	**24**
9	Versatilidad	5	4	20	3	15	4	20	4	**20**
10	Mantenimiento	8	4	32	3	24	4	32	4	**32**
Puntaje máximo ∑p o ∑gp			**29**	**244**	**27**	**197**	**33**	**229**	-	**288**
Valor Técnico Xi			-	**0.82**	-	**0.68**	-	**0.72**	-	**1.00**
Orden			-	2	-	3	-	1	-	-

Fuente: (Elaboración Propia)

A continuación, se muestra en la siguiente tabla la evaluación según el criterio económico.

Tabla 19:

Evaluación de proyectos preliminares según el valor económico.

DISEÑO MECÁNICO - EVALUACIÓN DE PROYECTOS ***Valor Económico (Yi)***										**Área de Diseño**
Proyecto: *Sistema automatizado de la máquina lavadora de zanahoria.* ***Criterios de evaluación para diseño en fase de conceptos o proyectos***										
	Variantes de Proyectos		**Contactores**		**Micro controlador**		**PLC**		**Solución Ideal**	
N°	**Criterios de Evaluación**	**g**	**p**	**gp**	**p**	**gp**	**p**	**gp**	**p**	**gp**
1	Función	7	3	21	3	21	3	21	4	**28**
2	Forma	7	3	21	3	21	3	21	4	**28**
3	Diseño	8	3	24	3	24	3	24	4	**32**
4	Seguridad	6	3	18	3	18	3	18	4	**24**
5	Ergonomía	6	3	18	3	18	3	18	4	**24**
6	Fabricación	8	3	24	2	16	3	24	4	**32**
7	Sencillez de operación	7	4	28	2	14	3	21	4	**28**
8	Montaje	6	3	18	2	12	3	18	4	**24**
9	Versatilidad	6	4	24	3	18	3	18	4	**24**
10	Mantenimiento	8	4	32	2	16	3	24	4	**32**
Puntaje máximo ∑p ó ∑gp			**31**	**228**	**26**	**178**	**32**	**207**	-	**276**
Valor Económico Yi			-	**0.8**	-	**0.64**	-	**0.78**	-	**1.0**
Orden			-	2	-	3	-	**1**	-	-

Fuente: (Elaboración Propia)

Gráfica lineal de la escala valorativa del aspecto técnico y económico

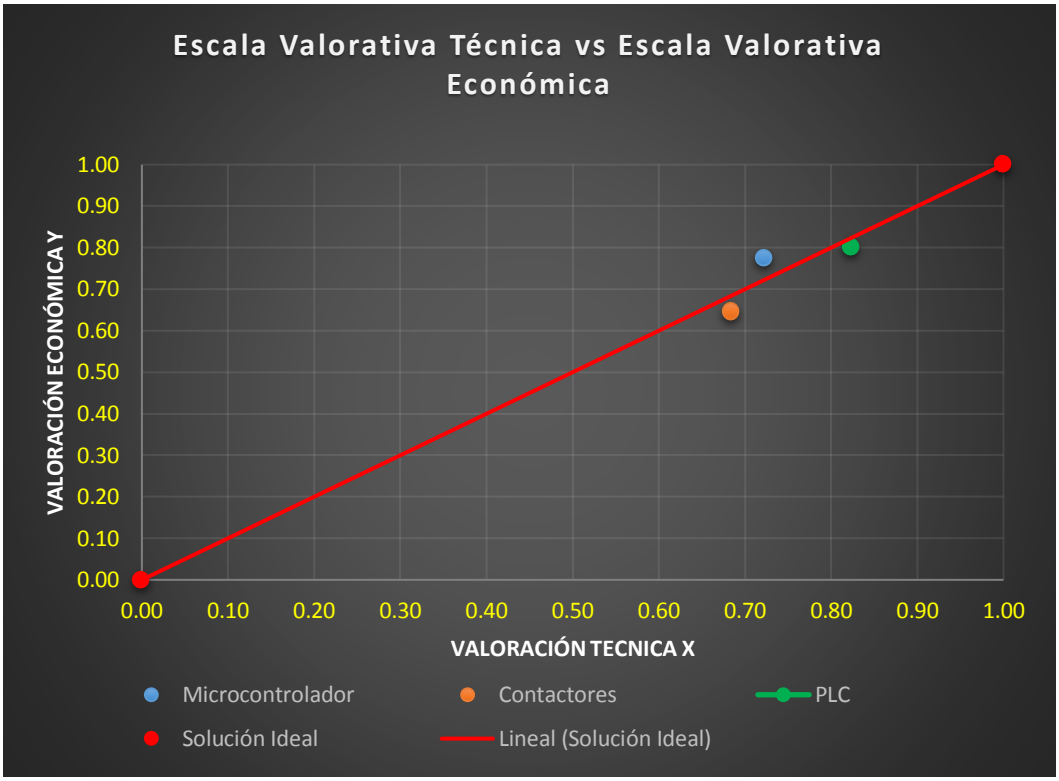


Figura 77: Gráfica lineal de la escala valorativa del aspecto técnico y económico.

Fuente: (Elaboración propia)

En la grafica anterior se puede apreciar y determinar que la utilizacion de contactores es mucho más factible en lo tecnico y economico, la grafica muestra la solución ideal con una linea de color roja; y los tres puntos son los sistemas a utlizar, se observa que en el proyecto la utilizacion de contactores está mucho más cerca a la linea ideal, de este modo se procedera a realizar el cálculo y selección de todos los componentes y elementos de máquinas que estaran presentes en este proyecto.

Debido a que se busca automatizar las operaciones del proceso de lavado de zanahoria, a continuación, se muestra las operaciones a automatizar mediante un diagrama de flujo.

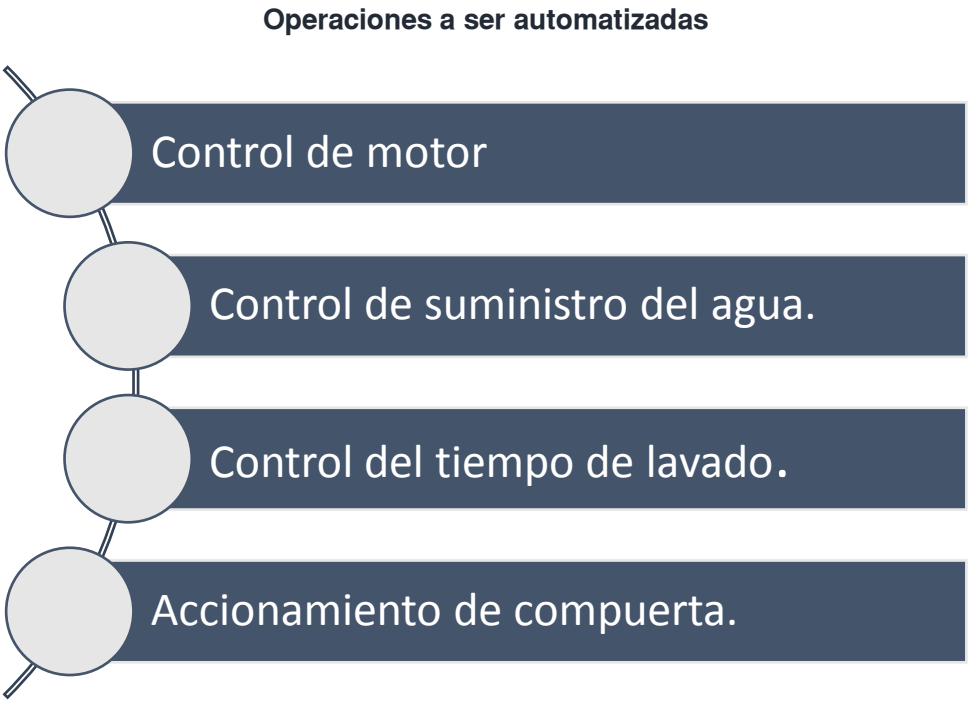


Figura 78: Operaciones a ser automatizadas.

Fuente: (Elaboración propia)

Control del motor: El control del motor (arranque y parada) será controlado por sistema de contactores que seguirá la lógica de tiempos programados, determinando el momento exacto para su funcionamiento.
Una vez que los operarios ingresen la zanahoria en la tolva, se procederá al encendido de la máquina.

Una vez dentro la cantidad de zanahoria a lavar, se encenderá una lámpara de señalización de encendido la cual dará el aviso para evitar accidentes laborales y la bomba de alimentación de agua y el motor que acciona los rodillos lavadores entraran en funcionamiento.

Control de suministro de agua: para el control de suministro se utilizará temporizadores que pondrán en funcionamiento la bomba de agua para el proceso de lavado.

Control del tiempo de lavado: El control del tiempo de lavado lo realizará un temporizador programado con un tiempo ya calculado que garantice el lavado total de la zanahoria.

Accionamiento de compuerta: Para la apertura y cierre de la compuerta se eligió trabajar con un sistema electro neumático por el cual para el accionamiento de la compuerta se empleará un cilindro neumático que será controlado por una electroválvula.

3.7.2 Tecnologías a Considerar en el Sistema de Automatización.

El sistema de automatización estará compuesto por un sistema de contactores, con temporizadores secuenciados. En la siguiente figura N° 79 se resume las tecnologías propuestas para el diseño del sistema de automatización de la Máquina.

Resumen de tecnología a utilizar

Operación	Tecnología a utilizar	Control	Monitoreo
Control del motor	Contactor	Contactores	Panel del operador
Control de suministro de agua	Temporizador		
Control del tiempo de lavado	Temporizador		
Accionamiento de compuerta	Sistema electro neumático		

Figura 79: Resumen de tecnología a utilizar.

Fuente: (Elaboración propia)

3.7.3 Diagrama de Bloques del Sistema.

Al tener seleccionadas las tecnologías de control que se desarrollarán para el sistema de control, se presenta el diagrama de bloques de los subsistemas involucrados.

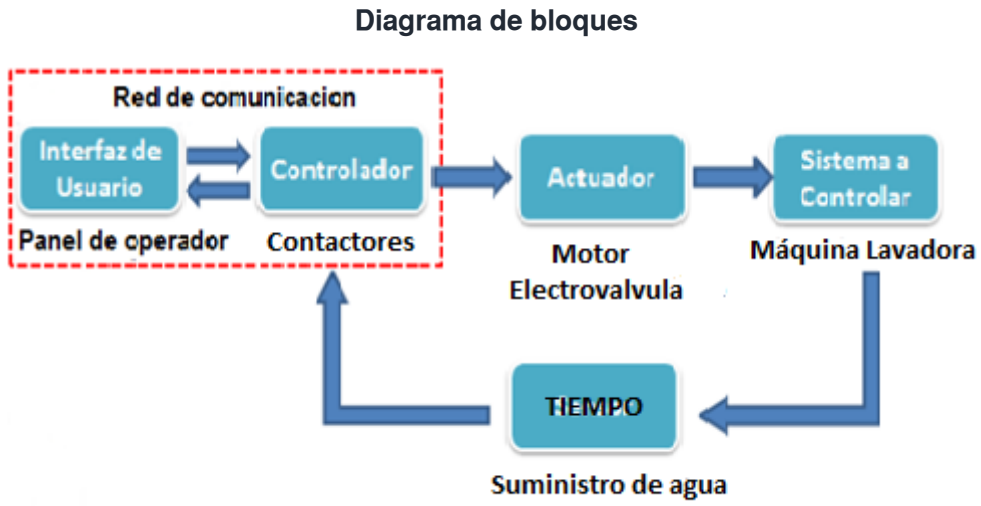


Figura 80: Diagrama de bloques del sistema.

Fuente: (Elaboración propia)

3.7.4 Sistema Electro neumático.

La compuerta será accionada por un cilindro neumáticos de doble efecto en donde la contracción y extensión del vástago abrirá y cerrará la compuerta respectivamente.

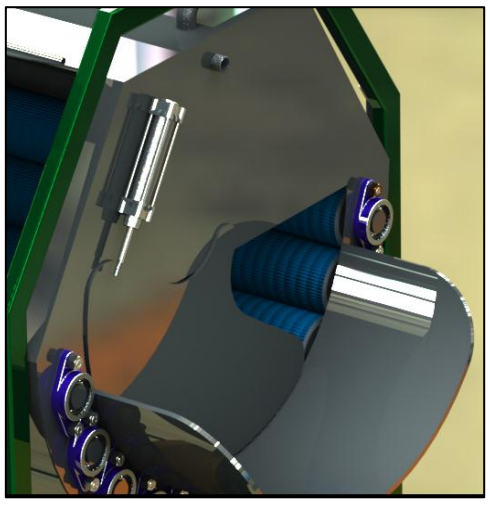


Figura 81: Ubicación del cilindro neumático.

Fuente: (Elaboración propia)

3.7.5 Selección de los cilindros neumáticos.

Un cilindro neumático debe ser dimensionado para tener un empuje mayor al requerido de tal manera que pueda contrarrestar la carga. El monto de sobredimensionamiento está gobernado por la velocidad deseada del movimiento del émbolo. Debido a que la velocidad de desplazamiento no es importante, se seleccionará un cilindro con una fuerza de empuje en 25% superior a lo necesario.

Entonces realizando el sobredimensionamiento a la fuerza externa mínima necesaria, para mover la compuerta, calculada en la parte anterior se tiene:

$$Femp = 1.25 * F$$

$$Femp = 1.25 * (10 * 9.8)$$

$$\boldsymbol{Femp = 122.5\ N}$$

La distancia de movimiento de la compuerta es de 0.25 m y en un tiempo de duración de movimiento de 5 segundos, a continuación, se muestra el circuito neumático.

Circuito neumático

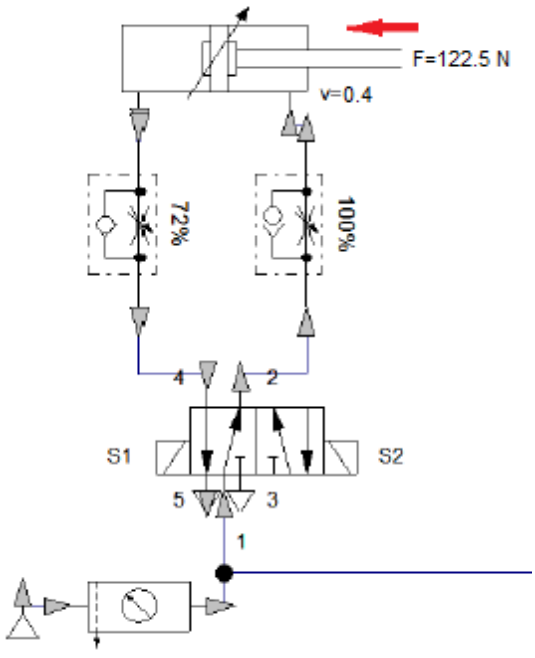


Figura 82: Circuito neumático.

Fuente: (Elaboración propia)

3.7.6 Sistema de Fuerza.

El diseño fue determinado por el método de arranque directo por medio de contactores, los cuales contaran con sistemas de protección de acuerdo al amperaje de arranque de los motores y las variedades encontradas en el mercado de automatismos.

Para hallar el tamaño de los contactores, debemos encontrar la intensidad de trabajo del motor, para lo que recurrimos a la placa del motor la cual nos indica tales características.

En base a este dato podemos escoger el tipo de contactor, que de preferencia debe ser mayor o igual al resultado obtenido; Por lo que se consideró 1 contactor de 20 Amperios; Modelo LC1D20M7C de la marca Schneider Electric, 1 contactor de 9 Amperios; Modelo LC1D09M7C de la misma marca y con una electroválvula monoestable junto con un cilindro de simple efecto para el accionamiento de la compuerta de salida. El proceso de arranque se graficó en el software Cade Simulación.

3.7.7 Funcionamiento del Sistema de Automatizado.

El sistema automatizado se ha diseñado teniendo en cuenta los requerimientos de la máquina lavadora de zanahorias.

Una vez encendido el sistema automatizado la secuencia del lavado y el vaciado de la zanahoria será de manera automática hasta su nuevo requerimiento de materia prima. Los tiempos serán controlados por temporizadores los cuales se encuentran programados en base a cálculos ya realizados.

Al finalizar el lavado de zanahoria programada, automáticamente el sistema se desconecta para ser activado nuevamente de manera manual.

También se hiso el uso de temporizadores On Delay Modelo RE11RMMW de la marca Schneider Electric porque estos cuentan con las características necesarias para las aplicaciones necesitadas.

3.7.8 Descripción del funcionamiento de la máquina lavadora de zanahoria automatizado.

El sistema de la máquina lavadora de zanahoria funciona de la siguiente manera:

- Se ingresa la zanahoria a la máquina por medio de una tolva ya diseñada y se presiona el interruptor de marcha.
- El Star M1 activa los contactores K1 y K2 los cuales encienden dos motores uno que hace girar los rodillos con las escobillas y otro que pone en funcionamiento la bomba de agua. También a su vez activa un temporizador T1 y una lámpara de señalización que indica que la máquina ya se encuentra en funcionamiento.
- Al término del conteo del temporizador T1 se energiza una electroválvula que pone en funcionamiento el vástago del cilindro neumático que levanta la compuerta para la salida de la zanahoria lavada y a su vez apaga la bomba de agua.
- Al llegar el vástago a su límite choca con un final de carrera el cual activa un temporizador T2.
- Al término del conteo de T2 deja sin energía todo el sistema apagando la máquina y serrando la compuerta de salida de la zanahoria.

Tabla 20:

Variables del sistema automatizado.

NOMBRE	DIRECCIÓN	TIPO	FUNCIÓN
Star	M1	Pulsador NA	Energizar el sistema
Stop	PE	Pulsador NC	Desenergiza el sistema
Motor	K1	Contactor	Encendido/ Apagado de motor para las escobillas
	K2	Contactor	Energizar/Desenergizar electrobomba
	EV	Electroválvula	Permitir/ Bloquear la salida de la zanahoria lavada
Temporizador	T1, T2	Contador	Controlar el tiempo de lavado y sacado de la zanahoria

Fuente: (Elaboración propia)

3.8. Diseñar el sistema eléctrico de la máquina.

3.8.1 Sistema eléctrico de la máquina lavadora.

La máquina lavadora consta de 2 circuitos: circuito de fuerza o potencia y el circuito de mando o control.

A). Circuito de mando o control:

Es el encargado de accionar el motor por medio de pulsadores de encendido y apagado.

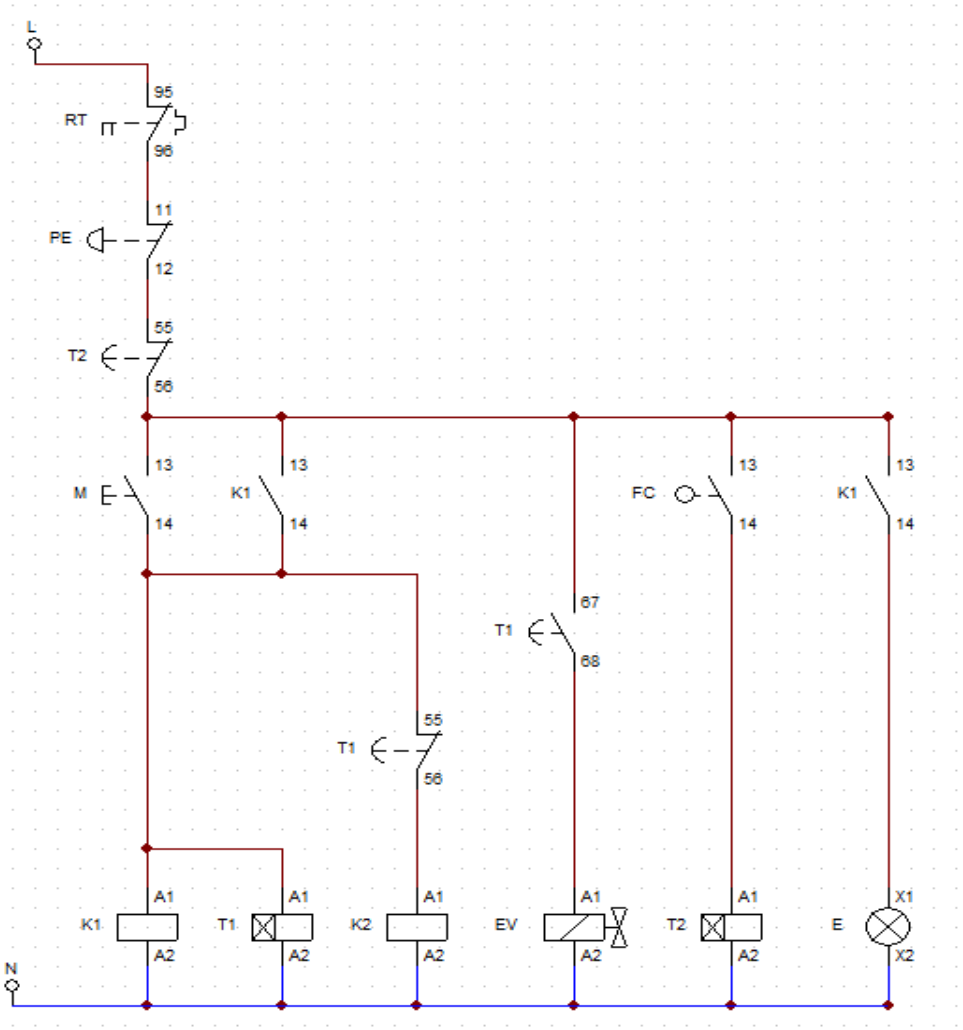


Figura 83: Circuito de control.

Fuente: (Elaboración Propia)

B). Circuito de fuerza o potencia:

Permite el paso de la corriente para el encendido del motor

Circuito de potencia

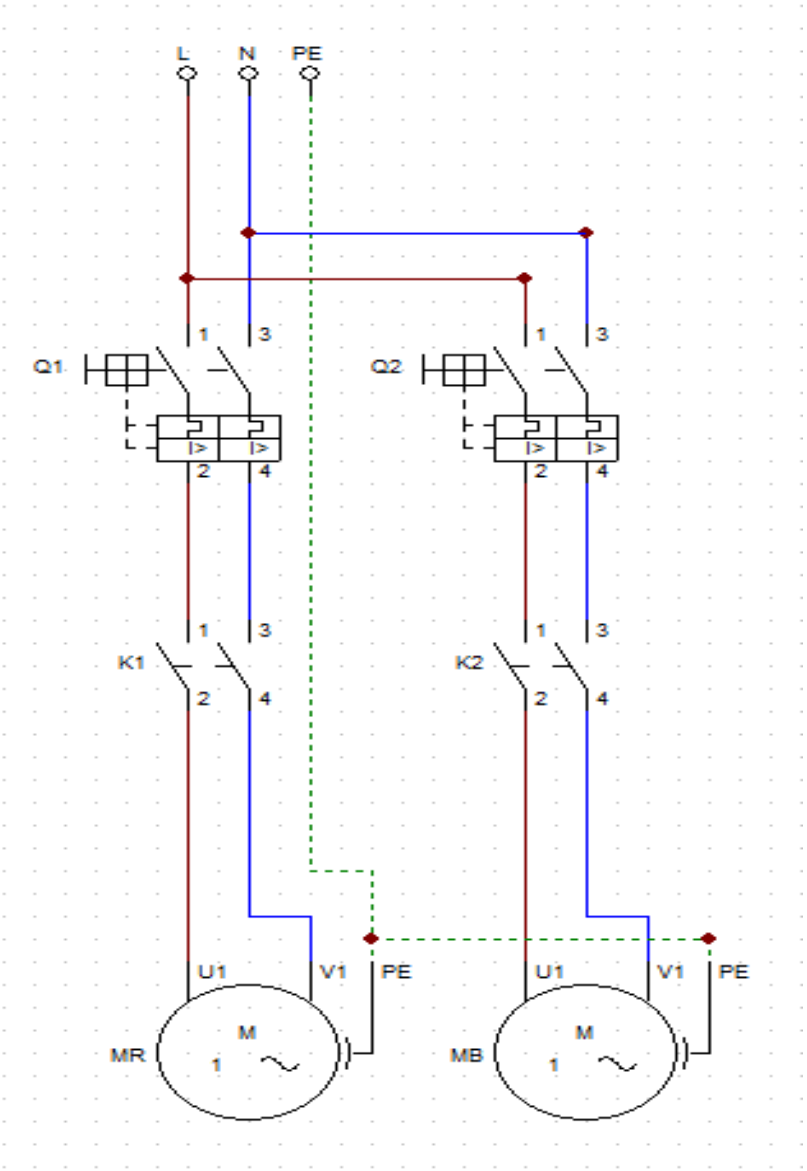


***Figura 84**:* Circuito de potencia.

Fuente: (Elaboración Propia)

3.9. Evaluación económica VAN, TIR.

El costo total de la inversión es de S/ 14, 375.36 Soles o $ 4, 492.3 Dólares (ver cuadros de costos totales)

Para tener el beneficio neto se tomo en cuenta el precio de lavado a mano y costos de producción en base al precio de lavado por saco S/ 20.00 soles, 5 soles menos que el lavado a mano de forma que sea mas beneficioso.

Además se tiene que la máquina podría trabajar al mes solo 12 días:

$$Produccion\ mensual = 20.00\ \frac{S/}{saco} x\ 35 \frac{sacos}{dia}\ x\ 12 \frac{dias}{mes}$$

$$\boldsymbol{Venta\ mensual = S/\ 8,400.00}$$

Y el costo de producción se detalla a continuación:

Insumo	Valor mensual
Mantenimiento	S/ 1000,00
Operador	S/ 900,00
Energia electrica	S/ 322,00
Total	**S/ 2222.00**

Entonces el beneficio neto que se tiene es:

$$Bn = produccion\ mensual - costo\ mensual$$

$$Bn = S/\ 8,400.00 -\ S/\ 2,222.00$$

$$\boldsymbol{Bn = S/\ 6,178.00}$$

Con el costo de la inversion y el beneficio neto se procede a calcular el valor actual neto la tasa de retorno y el periodo de retorno de la inversion.

A). Cálculo del valor actual neto (VAN) y de la tasa interna de retorno (TIR)

PERIODO (Meses)	0	-S/. 14,375.36
	1	S/. 6,178.00
	2	S/. 6,178.00
	3	S/. 6,178.00
	4	S/. 6,178.00
	5	S/. 6,178.00
	6	S/. 6,178.00
	7	S/. 6,178.00
	8	S/. 6,178.00
	9	S/. 6,178.00
	10	S/. 6,178.00
	11	S/. 6,178.00
	12	S/. 6,178.00
TASA DE DESCUENTO MENSUAL		3.80%
VAN		S/. 44,284.32
TIR		42%

B). Cálculo del periodo de retorno de inversión (ROI)

$$ROI = \frac{Unidad\ neta\ o\ ganancia\ obtenida}{Inversion} * 100$$

Remplazando:

$$ROI = \frac{S/.\quad 6{,}178.00}{S/.\quad 14,375.36} * 100$$

$$\boldsymbol{ROI = 0.42\%}$$

De acuerdo al resultado de ROI la rentabilidad del proyecto es de un 42% mensual y el tiempo aproximado del retorno de la inversión es de 3 meses.

3.10. Costos.

En el siguiente análisis económico es pretende dar una descripción general de todos los gastos realizados para obtener el valor de la inversión realizada en el diseño y futura construcción de la máquina.

3.10.1 Costos Directos.

A → Costos de materiales y componentes mecánicos.

B → Costos de materiales y accesorios para el sistema de control eléctrico.

C → Costos por mano de obra.

D → Costos por maquinaria y equipos utilizados.

A continuación se muestran los cuadros con los costos detallados para la fabricación de la máquina antes mencionados.

CUADRO DE COSTOS A

N°	*DENOMINACIÓN*	*Cantidad*	*DIMENSIONES*	*OBSERVACIONES*	*MATERIAL*	*IMPORTE*
	Costos de materiales y componentes mecánicos					
01	Motor monofásico de 4 HP	**1**				**$ 820.00**
02	Reductor de velocidad	**1**				**$ 415.00**
03	Plancha de acero AISI 304	**1**	e = 1.5			**$ 115.50**
04	Plancha de acero AISI 304	**½ Pulg.**	e = 5			**$ 172.50**
05	Tubo estructural galvanizado	**3**	50x30x2.5mm			**$ 70.50**
06	Soportes de pared	**22**				**$ 183.80**
07	Poleas dentadas	**22**	Ø 82 x 60			**$ 220.00**
08	Chavetas.	**23**	10 x 10 x 60			**$ 20.00**
09	Rodillos lavadores.	**11**				**$ 660.00**
10	Fajas dentada	**1**				**$ 18.00**
11	Eje de acero AISI 304	**1 m**	50 mm			**$ 57.00**
12	Tubo de acero AISI 304	**1 m**	Ø 50 x 5 mm			**$ 19.00**
13	Pernos de ½ x 1”	**70**				**$ 11.70**
14	Bomba de agua de ¼ Hp	**1**				**$ 67.80**
15	Cilindro contenedor de agua	**1**				**$ 120.00**
16	Compresor	**1**				**$ 200.00**
17	Electroválvula biestable	**1**				**$ 50.00**
18	Cilindro de simple efecto	**1**				**$ 80.00**
					SUB TOTAL :	

RESPONSABLES: Custodio Agapito Ismael – Barreto Castillo Segundo Moisés

Total *1:* $ 3300.80

PZA	*CANT*	*MÁQUINA LAVADORA DE ZANAHORIA*	*TIEMPO:* -- Sem
USS			

CUADRO DE COSTOS B

N°	*DENOMINACIÓN*	*Cantidad*	*DIMENSIONES*	*OBSERVACIONES*	*MATERIAL*	*IMPORTE*
Costos de materiales y COMPONENTES eléctricos						
01	Caja modular	**1**				**$ 60.0**
02	Pulsador verde	**1**				**$ 3.5**
03	Pulsador con enclave	**1**				**$ 5.6**
04	Temporizador on delay	**3**				**$ 80.0**
05	Luz piloto verde	**1**				**$ 1.3**
06	Llave termo magnética	**2**				**$ 30.0**
07	Contactor	**2**				**$ 60.0**
08	Conductor flexible # 12	**4 mts**				**$ 2.7**
09	Conductor flexible # 14	**12 mts**				**$ 8.5**
10	Riel de montaje	**1**				**$ 0.4**
11	Bornera para cable 12	**6**				**$ 0.5**
12	Final de carrera	**1**				**$ 5.0**
13	Otros					**$ 100.0**
					SUB TOTAL	
RESPONSABLES: ***Custodio Agapito Ismael – Barreto Castillo Segundo Moisés***					**Total *2:*** ***$ 357.5***	

PZA	*CANT*		
USS		***MÁQUINA LAVADORA DE ZANAHORIA***	***TIEMPO:*** -- Sem

CUADRO DE COSTOS C						
N°	***Trabajador***	***Salario***	***Descripción***	***OBSERVACIONES***	***Horas***	***IMPORTE***
Costos de mano de obra						
01 **02** **03**	**Bachiller de ingeniería** **Técnico mecánico** **Técnico electricista**	**4** **3.5** **3.5**			**80** **80** **20**	**$ 320.00** **$ 280.00** **$ 70.00**
					SUB TOTAL	
RESPONSABLE: ***Custodio Agapito Ismael – Barreto Castillo Segundo Moisés***					**Total *3*** **$ 670.00**	

PZA	***CANT***		
USS		***MÁQUINA LAVADORA DE ZANAHORIA***	***TIEMPO:*** -- Sem

CUADRO DE COSTOS D						
N°	***DENOMINACIÓN***	***Costo/ hora***	***DIMENSIONES***	***OBSERVACIONES***	***Hora Empleada***	***IMPORTE***
Costos de maquinarias y equipos utilizados						
01 ***02*** ***03*** ***04*** ***05*** ***06*** ***07*** ***08***	*Torno* *Guillotina* *Plegadora* *Sierra de cinta* *Taladro* *Soldadora TIG* *Amoladora/ Pulidora* *Herramienta Manual*	***10*** ***2*** ***2*** ***3*** ***2*** ***4*** ***3*** ***5% mano de obra***			***4*** ***5*** ***5*** ***4*** ***3*** ***8*** ***8***	***$ 40.0*** ***$ 10.0*** ***$ 10.0*** ***$ 20.0*** ***$ 6.0*** ***$ 32..0*** ***$ 24.0*** ***$ 22.0***
					SUB TOTAL ***$ 164.0***	
RESPONSABLE: Custodio Agapito Ismael - Barreto Castillo Segundo Moisés					**Total $ 4492.3**	

PZA.	***CANT***	***MÁQUINA LAVADORA DE ZANAHORIA***	***TIEMPO:*** -- Sem
USS			

3.10.2 Costos Indirectos.

Cuando hablamos de costos indirectos nos referimos a los costos de mano de obra indirecta y de gastos de fabricación que no pueden cargarse directamente a unidades específicas. Tales como mano de obra indirecta (fuera del maquinado) tal como:

Costos de ingeniería.

Los costos de ingeniería son todos aquellos que intervienen en el diseño pues para cada uno de los elementos maquinados y seleccionados; se tuvo que hacer cálculo que nos permitiera saber que cada elemento funcionara correctamente, aun bajo condiciones críticas.

3.10.3 Costos Totales.

COSTO TOTAL
El costo total del diseño de la máquina es aproximadamente:
***$* 4492.30**

3.11. Planos.

Los planos de la máquina se presentan en el anexo 11, en ellos se encontrará toda la información necesaria para la construcción y montaje de la máquina.

3.12. Plan de mantenimiento.

3.12.1 Descripción de la máquina.

La máquina automatizada para el lavado de zanahoria, está diseñada específicamente para lavar zanahorias normales e hibridas que tengan un tiempo aproximado de 24 horas de cosechada la zanahoria, ya que al ser lavada tiene una apariencia limpia e integra, pasado ese lapso de tiempo, el fabricante no se responsabiliza por la calidad del producto o de los daños causados de la máquina o las personas que la utilicen.

3.12.2 Operación y funcionamiento de la máquina automatizada lavadora de zanahoria.

3.12.2.1 Funcionamiento de la Máquina:

Su funcionamiento es sencillo y se basa en una tolva para la recepción de la zanahoria a lavar, luego la zanahoria cae por inercia al contenedor de lavado donde están los cepillos y la tubería de agua a presión, los cepillos van girando y la zanahoria va avanzando y va saliendo lavada. El motor eléctrico esta acoplado a esta máquina mediante una faja dentada, que hace girar los cepillos y permite lavar la zanahoria a una velocidad, donde la zanahoria queda completamente limpia, para después ser recepcionadas en javas y pasar a un tendal y se seque al aire libre para su posterior empacado.

La máquina cuenta con una fuente de alimentación la cual está abastecida por una fuente de energía eléctrica conectada a la red de 220 v.

3.12.2.2 Operación de la máquina:

Para la operación correcta de la máquina se muestra a continuación unos pasos que permitirán hacer un buen uso de este y evitar fallas algunas:

La máquina diseñada se alimenta por una fuente de energía eléctrica de 220 v, además debido a que la máquina cuenta con un buen diseño, no sufrirá daño alguno si esta al interperie.

3.12.3 Manual de usuario.

Se elaboró un manual para el usuario que manipula el dispositivo a fabricar.

a. Pasos para la construcción, montaje y desmontaje de la máquina.
b. Descripción de cada una de las partes de la máquina
c. Esquemas eléctricos de la máquina.
d. Modo y uso de la máquina.
e. Plan e Instrucciones de mantenimiento.

Características generales.

a. Capacidad de la máquina 787.5 $\frac{Kg}{h}$
b. Longitud de la faja dentada 3.138 metros.
c. Motor de 3 Kw a 100 RPM
d. Numero de cepillos 11
e. Bomba de agua de un ¼ hp

3.13. Construcción y montaje.

La construcción de la maquina lavadora de zanahoria se debe realizar en un taller mecánico donde existan todos los equipos necesarios para la construcción de cada uno de los elementos que conforman la máquina.

Los elementos de la maquina lavadora de zanahoria se construye de acuerdo con los planos (**ver anexo N° 11**)

Un factor importante que se debe tomar en cuenta es el de obtener en el mercado local la materia prima y los elementos que conforman la lavadora de zanahoria.

3.13.1 Construcción de la máquina.

Para la construcción de la máquina se requiere lo siguiente:

a) Requerimientos para la construcción.
b) Máquinas y equipos.
c) Herramientas.

d) Instrumentos de verificación y medición.
e) Materia prima.
f) Elementos normalizados.
g) Elementos seleccionados.
h) Elementos a construir.
i) Planos.

Los procesos de construcción son tales que la construcción de la máquina puede realizarse en cualquier taller que tenga los equipos básicos, ya que no es necesario contar con equipos de alta tecnología o mano de obra calificada. La construcción para esta máquina básicamente incluye procesos de corte, doblado y soldadura.

3.13.2 Requerimientos para la construcción.

Para realizar la construcción de cada uno de los elementos que conforman la máquina lavadora de zanahoria se requiere lo que se detalla a continuación en el siguiente cuadro:

Tabla 21:

Requerimientos para la construcción de la máquina.

REQUERIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA LAVADORA		
MÁQUINAS Y EQUIPOS	**HERRAMIENTAS**	**INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN Y VERIFICACIÓN**
Dobladora	Brocas	Calibrador pie de rey
Cizalla	Útiles para tornear	Compás
Fresadora	Escuadras	Nivel
Esmeril	Limas	Flexómetro
Torno	Martillo	Escuadra
Soldadura Eléctrica	Llaves	
Equipo de pintura	Rayador	
	Sierra de arco	

Fuente: (Elaboración propia)

3.14. Rutinas de mantenimiento.

Debido a la importancia del Mantenimiento Preventivo en la prolongación de la vida útil de la máquina y su funcionamiento adecuado, se han determinado procedimientos generales para las rutinas de mantenimiento, constituidas por la frecuencia, materiales y herramientas a utilizar, implementos de seguridad que el personal encargado de dicha actividad debe utilizar, y las condiciones en las que se puede efectuar tal rutina, identificadas como Notas.

Las rutinas se clasifican principalmente por la frecuencia en las que se deben realizar:

a) **Rutinas diarias**, deben ejecutarse antes de iniciar la fase de trabajo. La máquina debe encenderse ejecutando esta actividad.
b) **Las rutinas semanales, mensuales** deben planificarse, con el fin de tomar previsiones en el sistema productivo.

Posteriormente, se clasifican según sea su categoría:

a) **Sistema Eléctrico.**
b) **Lubricación**
c) **Limpieza interna y externa.**
d) **Apariencia en general.**

Abarcando en este punto la limpieza del área de trabajo, examinar el estado de los componentes en función de desgastes, corrosión, fatiga, o cualquier signo que obligue a sustituir las partes afectadas o tomar alguna acción pertinente.

A). Ajuste y calibración.

Comprende partes mecánicas, eléctricas y/o electrónicas. Debe tomarse en cuenta lo observado en la apariencia general.

B). Pruebas funcionales completas.

Actividad que debe realizarse para verificar el buen funcionamiento.

En la siguiente lista se muestra el mantenimiento regular necesario para la máquina lavadora de zanahoria, las cuales deben cumplirse para así mantener la máquina en buenas condiciones.

Tabla 22:

Tabla de mantenimiento preventivo y correctivo.

TABLA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LA MÁQUINA LAVADORA DE ZANAHORIA			
Equipo	**Frecuencia**	**Acciones**	**Personal Autoriz.**
APARIENCIA DE MÁQUINA	Diaria	A fin de conservar la máquina y mantener un buen aspecto físico de la misma, es necesario realizar una sencilla limpieza externa en los alrededores de la máquina, área de trabajo y las demás partes, antes de iniciar la primera fase de trabajo.	Operario
LIMPIEZA INTERNA	Semanal	Apagar el equipo y Verificar que la perilla este posicionada en OFF. Se realiza con fin de eliminar el polvo y demás impurezas. Excesiva cantidad de estas partículas ocasiona una temperatura elevada en la parte eléctrica causando un funcionamiento irregular del equipo.	Operario
SISTEMA ELÉCTRICO	Diaria	Encender la máquina. Observar que la lámpara 1 este energizada en el momento que se encendió la máquina. Verificar las señales de encendido y apagado. Por lo tanto diariamente se debe verificar el funcionamiento de los bombillos del armario eléctrico.	Operario
MOTOR ELÉCTRICO	Semanal	Revisar el motor eléctrico por posibles recalentamientos y concentración de polvo.	Operario
		Lubricar los rodamientos con grasa Soil Oild	Operario
		Revisar los cables de alimentación del motor con el instrumento pinza amperimétrica para medir los rangos de AC	Operario

FAJAS	Diaria	Revisar la faja con un tensiómetro para medir la fuerza de deflexión y así evitar las pérdidas de transmisión.	Operario
CHUMACERAS	Semanal	Lubricar las chumaceras con grasa Soil Oild	Operario
CEPILLOS LAVADORES	Diaria	Revisar los cepillos lavadores ante posibles desgastes y acumulación de partículas de lodo, hojas de zanahoria, etc.	Operario
		Limpiar con agua a presión los cepillos lavadores a fin de evitar posibles atascamientos con partículas propias de la zanahoria.	Operario
CONTENEDOR DE AGUA	Diaria	Verificar que la máquina este apagada. Proceder a la limpieza del filtro del contenedor de agua, eliminar las impurezas que en el puedan encontrarse, en caso de estar obstruido es necesario la sustitución del mismo, para ello omita los pasos de limpieza y proceda a realizar el cambio.	Operario

Fuente: (Elaboración propia)

3.15. Manual de operación.

El manual de operación permite conocer las partes constitutivas de la máquina de lavado y cortado de zanahoria, y su adecuado funcionamiento. Para las partes de la máquina ver ilustración N° 16

3.15.1 Puesta en marcha.

Para la puesta en marcha de la máquina de lavado se debe seguir los siguientes pasos:

1) Energizar el sistema eléctrico de la máquina, con el botón de llave.
2) Dotar de agua a la máquina.
3) Encender el motor de lavado pulsando el botón de encendido (ON) que se encuentra en la caja de mando.
4) Alimentar a la máquina de lavado de zanahoria.

Antes de la puesta en marcha hay que verificar algunas condiciones iniciales tales como:

1) Realizar el checklist.
2) Verificar que el sistema eléctrico de mando este apagado.
3) Verificar que la máquina de lavado no tenga objetos dentro.
4) Verificar que todas las partes de la máquina se encuentren correctamente ubicadas y sujetas.

Después del uso de la máquina de lavado y cortado realizar las siguientes acciones:

1) Verificar que la máquina se encuentre totalmente apagada con el botón de llave.

3.16. Normatividad.

LEY GENERAL DEL AMBIENTE - LEY N° 28611
TÍTULO PRELIMINAR DERECHOS Y PRINCIPIOS

Artículo III.- Del derecho a la participación en la gestión Ambiental

Toda persona tiene el derecho a participar responsablemente en los procesos de toma de decisiones, así como en la definición y aplicación de las políticas y medidas relativas al ambiente y sus componentes, que se adopten en cada uno de los niveles de gobierno. El Estado concerta con la sociedad civil las decisiones y acciones de la gestión ambiental.

TÍTULO III: INTEGRACIÓN DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL
CAPÍTULO 3: CALIDAD AMBIENTAL

Artículo 113.- De la calidad ambiental

113.1 Toda persona natural o jurídica, pública o privada, tiene el deber de contribuir a prevenir, controlar y recuperar la calidad del ambiente y de sus componentes.

113.2 Son objetivos de la gestión ambiental en materia de calidad ambiental:

a) Preservar, conservar, mejorar y restaurar, según corresponda, la calidad del aire, el agua y los suelos y demás componentes del ambiente, identificando y controlando los factores de riesgo que la afecten.
b) Prevenir, controlar, restringir y evitar según sea el caso, actividades que generen efectos significativos, nocivos o peligrosos para el ambiente y sus componentes, en particular cuando ponen en riesgo la salud de las personas.
c) Recuperar las áreas o zonas degradadas o deterioradas por la contaminación ambiental.

d) Prevenir, controlar y mitigar los riesgos y daños ambientales procedentes de la introducción, uso, comercialización y consumo de bienes, productos, servicios o especies de flora y fauna.
e) Identificar y controlar los factores de riesgo a la calidad del ambiente y sus componentes.
f) Promover el desarrollo de la investigación científica y tecnológica, las actividades de transferencia de conocimientos y recursos, la difusión de experiencias exitosas y otros medios para el mejoramiento de la calidad ambiental.

LEY MARCO DEL SISTEMA NACIONAL DE GESTIÓN AMBIENTAL - LEY N° 28245

Artículo 6°.- Diseño y aplicación de políticas ambientales

El diseño, formulación y aplicación de las políticas ambientales de nivel nacional deben asegurar la efectiva aplicación de los siguientes mandatos:

1. El respeto de la dignidad humana y el mejoramiento continuo de la calidad de vida de la población.
2. La protección de la salud de las personas, previniendo riesgos o daños ambientales.
3. La protección, rehabilitación y recuperación del ambiente, incluyendo los componentes que lo integran.
4. La protección y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, en condiciones compatibles con la capacidad de depuración o recuperación del ambiente y la regeneración de los recursos naturales renovables.
5. La prevención y el control de la contaminación ambiental, principalmente en las fuentes emisoras. Los costos de la prevención, vigilancia, recuperación y compensación del deterioro ambiental corren a cargo del causante del perjuicio.
6. La protección y el uso sostenible de la diversidad biológica, los procesos ecológicos que la mantienen, así como los bienes y servicios ambientales que proporcionan. Ninguna consideración o circunstancia puede legitimar o excusar acciones que pudieran amenazar o generar riesgo de extinción a cualquier especie, sub-especie o variedad de flora o fauna; generar erosión de los recursos genéticos, así como a la fragmentación y reducción de ecosistemas.
7. La promoción del desarrollo y uso de tecnologías, métodos, procesos y prácticas de producción y comercialización más limpias, incentivando el uso de las mejores tecnologías disponibles desde el punto de vista ambiental.
8. El desarrollo sostenible de las zonas urbanas y rurales, incluyendo la preservación de las áreas agrícolas, los agros ecosistemas, y la prestación ambientalmente sostenible de los servicios públicos.
9. La promoción efectiva de la educación ambiental, de la participación ciudadana y de una ciudadanía ambientalmente responsable.

10. El carácter transversal de la gestión ambiental, por lo cual las cuestiones y problemas ambientales deben ser considerados y asumidos integral e intersectorialmente y al más alto nivel, no pudiendo ninguna autoridad eximirse de tomar en consideración o de prestar su concurso a la protección del ambiente y la conservación de los recursos naturales.

11. Los planes de lucha contra la pobreza, la política comercial y las políticas de competitividad del país deben estar integradas en la promoción del desarrollo sostenible.

12. El aprovechamiento de las sinergias en la implementación de los acuerdos multilaterales ambientales a fin de reducir esfuerzos, mejorar la inversión en su implementación y evitando superposiciones para obtener resultados integradores y eficaces.

13. El régimen tributario debe incentivar el desarrollo y el uso de tecnologías apropiadas y el consumo de bienes y servicios, ambientalmente responsable, garantizando una efectiva conservación de los recursos naturales, su recuperación y la promoción del desarrollo sostenible.

Norma ISO 14000

La ISO 14000 son normas internacionales que se refieren a la gestión ambiental de las organizaciones. Su objetivo básico consiste en promover la estandarización de formas de producir y prestar servicios que protejan al medio ambiente, minimizando los efectos dañinos que pueden causar las actividades organizacionales.

La gestión medioambiental por ISO 14001 aporta beneficios en múltiples áreas de una organización, entre ellos: ayuda a prevenir impactos ambientales negativo; evita multas, sanciones, demandas y costos judiciales, al reducir los riesgos de incumplimiento de la normativa legal aplicable; facilita el cumplimiento de las obligaciones formales y materiales exigidas por la legislación medioambiental vigente; permiten optimizar inversiones y costos derivados de la implementación de medidas correctoras; facilita el acceso a las ayudas económicas de protección ambiental; reduce costos productivos al favorecer el control y el ahorro de las materias primas, la reducción del consumo de energía y de agua y la minimización de los recursos y desechos; mejora la relación o imagen frente a la comunidad.

3.17. Discusión de Resultados.

Con el análisis de los resultados que se obtuvo en las encuestas y mediante el software SPSS, se realizó el análisis de confiabilidad mediante el factor **ALFA DE CRONBACH**, el cual mide el nivel de entendimiento de los ítems (preguntas planteados), del cual el ALFA DE CRONBACH obtenido fue de aprox. **0.6,** el cual nos indica que se encuentra en la región entre medianamente confiable **(0.4 - 0.7)** y bastante cercana a la zona altamente confiable **(0.7 - 1)**, por lo tanto los resultados obtenidos, son de mucha importancia y consideración para nuestro estudio.

Con el análisis e interpretación por ítems, **VER ANEXO 5**, concluimos que el diseño de una máquina para el lavado de zanahorias, resultaría beneficioso en muchos aspectos:

En lo económico se lograría mejorar los ingresos económicos de los agricultores del C.P. de Callanca. Además se lograría optimizar tiempos de procesamiento en el lavado de zanahoria, además de contribuir con el medio ambiente, debido a que no se empleará motor de combustión interna.

En la encuesta, realizada, en nuestro último ítem (pregunta), el **93.33%** de la población considera que nuestra máquina generaría desempleo o descontento por desempleo, ya que consideran que con una máquina lavadora de zanahoria los agricultores productores de zanahoria ya no les venderán zanahoria a la población, sino que ellos mismos lo lavarían dejándolos sin empleo, y ya que esta actividad es un extra para el sustento de su familia.

En vista a este desacuerdo se propone crear un centro de acopio donde la población llegue con sus sacos de zanahoria y que paguen lo mínimo por el lavado de un saco de zanahoria, así de esta manera se estaría beneficiando a los agricultores y población en general.

En el diseño de nuestra estructura, a manera de poder mejorar el diseño se puede colocar cartelas para disminuir el esfuerzo; pero para nuestro presente proyecto no se tomó en consideración agregarles.

3.18. Aporte practico.

Sugerimos tener en cuenta la recirculación del agua del sistema, para evitar la utilización de abundante agua; ya que con dicho sistema se estaría ahorrando un 53.8% con respecto al lavado manual (según estudio realizado en la tabla N° 17). Para este sistema se utiliza el tanque de agua para su almacenamiento y por medio de la bomba de un ¼ de hp hacer recircular el agua.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. Conclusiones.

1. Mediante una matriz morfológica y una evaluación técnica y económica se evaluaron 5 alternativas para determinar la viabilidad de cada proyecto de las cuales el lavado por cepillos es el más adecuado para este tipo de hortaliza.

2. Se realizó un estudio de campo donde se determinó que la producción de zanahoria de un agricultor es de 35 sacos en un día, los cuales representan 6300 Kg de zanahoria cosechada, además el tiempo entre lavado y cosechado no debe ser mayor de 24 horas, lo cual resulta una capacidad de lavado de 787.5 Kg/h o 4.5 sacos/h.

3. Mediante un método experimental con la ayuda de un dinamómetro se determinó que la fuerza de fregado óptima para este tipo de vegetal es de 49 N, además se evaluó la cerda más adecuada para el lavado siendo la Spazzola Abiti Setola Bristle Clothes Brush (escobilla de zapatos de cerda gruesa) la que da mejores resultados al vegetal.

4. Se realizó el cálculo teórico tomando en cuenta un factor de seguridad de 2, recomendados según la norma ASME. El eje, rodamientos, chaveta son algunos de los elementos principales de la máquina, se tuvo gran consideración al momento del diseño realizando el análisis de carga estática asegurarando el buen y correcto funcionamiento de la máquina.

5. Se obtuvo de los elementos principales los siguientes resultados: factores de seguridad mayores a 2, los desplazamientos son menores a 1 mm y las tensiones generadas se encuentran dentro del límite elástico, todos estos datos se obtuvieron con el software FEA.

6. Mediante un estudio de campo se determinó que el consumo de agua para el lavado de forma manual para 23 kg es de 40 litros de agua que resultaría un aproximado de 1.39 m^3 de agua para el lavado de 800 Kg al considerar el diseño del sistema de agua para la osificación de agua se utilizara un volumen de 0.643 m3 de agua lo cual representa un ahorro de 53.8 % de agua.

7. Se elaboró los planos de acuerdo a las normas técnicas peruanas NTP: ICS 01.100.01 y las normas UNE 1032 de dibujo técnico en general con la necesidad de plasmar en el plano (dos dimensiones) la representación de objetos tridimensionales así como de poder construir las piezas partiendo de los planos correspondientes.

8. Se elaboró el plan de mantenimiento clasificando las rutinas en: diarias, semanales, mensuales. Ayudando a facilitar una mejor operación y del mismo modo asegurar la vida útil de la máquina.

4.2. Recomendaciones.

1. La máquina, fue diseñada específicamente para lavar zanahoria sin embargo se puede utilizar para lavar otro tipo de vegetal u hortaliza dependiendo de la fuerza necesaria de fregado se puede diseñar un sistema para cambiar la cerda o el rodillo lavador de ser necesario.

2. Elaborar una alternativa para la limpieza del contenedor de agua y las paredes del contenedor de lavado para evitar la acumulación de suciedad y la obstrucción de las tuberías o el deterioro de la bomba de agua.

3. Diseñar una carrocería para la máquina, para ser transportable de un lugar a otro.

4. Para altos volúmenes de producción de lavado se le podría instalar a la máquina un sistema de auto lubricación para los rodamientos incluyendo una pequeña bomba y recipiente para la recirculación del lubricante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bach. Alvines Arbaiza Jhonny Wuillians, B. G. (2014). *Diseño de una máquina picadora de rastrojo, para producción de abono orgánico en el fundo José Farro del centro poblado menor Callanca – Monsefú. (Tesis de pregrado).* Universidad Señor de Sipan. Chiclayo - Perú.

Chamorro. (2012).

IMAR Costa Norte. (2010). Estudio de Mercado de Zanahoria.

Instituto de Apoyo al Manejo del Agua de Riego - IMAR Costa Norte. (2010). Estudio de Mercado de Zanahoria. 49.

José Martín Requena Torpoco. (2012). *Diseño de un sistema de automatización de una planta de lavado de zanahoria de 10 t/h (Tesis de Pregrado).* Lima - Perú.

Luis Antezano, R. h. (2010, Abril 23). El automatico (Lavado de zanahoria). (Mirtha- haciendo Perú TV Perú, Interviewer)

Municipio de Caracollo-Oruro. (n.d.). *IMPLEMENTACIÓN DE LAVADORAS MÓVILES DE ZANAHORIA EN EL MUNICIPIO DE CARACOLLO - ORURO.* Caracollo.

Rafael Cardozo Juan Pablo. (2011). *DISEÑO DE UNA MÁQUINA LAVADORA Y SECADORA DE PLÁSTICO RECICLADO (POLIETILENO TEREFTALATO) CON CAPACIDAD DE 51 Kg/h EN LA UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN 2011 (Tesis de Pregrado).* Universidad Señor de Sipan. Chiclayo - Perú.

Richard G. Budynas, J. K. (2008). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley.* México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Semillas Arroyave SAS.,. (n.d.). Retrieved from http://www.semillasarroyave.com/pagina-ejemplo/

Seminis. (n.d.). *Compañía de desarrollo de semillas de hortalizas*. Retrieved from http://www.seminis.com/global/cl/products/Pages/Zanahoriaabaco.aspx

Sormac. (n.d.). Retrieved from http://www.sormac.es/?id=145&mid=22

Yandun Bolaños, J. m. (2015). *MÁQUINA DE LAVADO Y CORTADO DE ZANAHORIA PARA ALIMENTACIÓN DE VACAS EN PRODUCCIÓN*

LECHERA (Tesis de Pregrado). Universidad Tecnica del Norte. IBARRA - ECUADOR.

ANEXOS

ANEXO N° 1: GUÍAS DE OBSERVACIÓN

Guía de análisis de documentos

Etapas	Duración	Herramientas	Equipo	Instrumento de Medición	Responsable
Conocer los procesos de diseño de una máquina lavadora de zanahoria.					
Controlar el tiempo del lavado manual de la zanahoria.					
Hacer medición de los tamaños promedios de la zanahoria.					
Toma de resultados del gasto económico del diseño de una máquina lavadora de zanahoria.					

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 2: ANÁLISIS DE DOCUMENTOS.

Guía de análisis de documentos.

Ítem	Finalidad	Aplicación
Potencia eléctrica.		
Flujo másico.		
Rango de tamaño.		
Velocidad.		
Tiempo.		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 3: ENCUESTAS.

ENCUESTA DIRIGIDA A LOS AGRICULTORES DEL C. P. DE CALLANCA.

Proyecto de Investigación

Título del Proyecto de Investigación

DISEÑO DE UNA MÁQUINA AUTOMATIZADA, PARA EL LAVADO DE ZANAHORIA, EN EL CENTRO POBLADO MENOR DE CALLANCA, DISTRITO DE MONSEFÚ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

Objetivo: Recopilar información para el estudio de la producción de la zanahoria, que nos permitirá obtener datos reales para nuestro diseño de una máquina automatizada lavadora de zanahoria.

INSTRUCCIONES: Marque el casillero en blanco con una X para responder las siguientes preguntas.

I. DATOS DEL ENTREVISTADO

Nombre:…….. DNI:……

Ocupación:……..

Edad:…….. Sexo: H M

II. CUESTIONARIO

1. ¿Usted se dedica a la siembra de zanahoria?

   SI ☐ NO ☐

2. ¿Qué tipo de variedad de semilla siembra Ud.?

Hortus	
Niagara	
Santa Cruz	
Ábaco	
Taqui	
Yuriko	

3. ¿Qué cantidad de terreno utiliza en la siembra de zanahoria?

Menor a 1 Hectárea	
Más de 1 a 3 Hectáreas	
Más de 3 a 5 Hectáreas	
Mayor a 5 Hectáreas	

4. ¿Cuántas veces al año cosecha zanahoria?

1 vez	
2 veces	
3 veces	
Más de 3 veces	

5. ¿Cuál es el Rendimiento aproximado (Toneladas/hectárea) de su terreno?

Menor a 10 T/ha	
10 a 30 T/ha	
31 a 50 T/ha	
Mayor a 50 T/ha	

6. ¿Cuántos sacos de zanahoria le produce una hectárea de sembrío de zanahoria?

Menos de 150 sacos	
De 150 a 200 sacos	
De 201 a 250 sacos	
Más de 250 sacos	

7. ¿Cuántos sacos de zanahoria cosecha en un día?

Menos de 15 sacos	
De 15 a 25 sacos	
De 26 a 35 sacos	
Más de 35 sacos	

8. ¿Cuánto es su ganancia aproximada en un saco de zanahoria, en mala temporada?

   ……

9. ¿Cuánto es su ganancia aproximada en un saco de zanahoria, en buena temporada?

   ……

10. ¿Cómo compran la zanahoria en el mercado?

Sólo lavada	
Pulida (Mallada)	

11. ¿Usted realiza el lavado y mallado de la zanahoria?

SI ☐ NO ☐

12. ¿Qué técnicas de acabado conoce usted?

Manual	
Mecánico	
Electromecánico	

13. ¿Qué técnicas de acabado utiliza usted?

Manual	
Mecánico	
Electromecánico	

14. ¿Cuántos sacos de zanahoria procesa (lava ó malla) en un día?

N° de Sacos	Lavado	Mallado	Total
1 saco			
2 sacos			
3 sacos			
Más de 4 sacos			

15. ¿Cuál es el tiempo promedio que se demora para lavar ó mallar un saco de la zanahoria?

Tiempo	Lavado	Pulido (Mallado)
Menor a 30 min.		
Más de 30min a 1		
Más de 1 h. a 2 h		
Mayor de 2 horas		

16. ¿Cuánto cuesta el acabado de un saco de zanahoria?

……..

17. ¿Ha sufrido alguna enfermedad a consecuencia de realizar el lavado de la zanahoria? ¿Cuáles?

Broncopulmonares (Respiratorias)	
Musculares	
Articulares	
Dermatológicas (Problemas en la piel)	

18. ¿Conoce usted de alguna máquina lavadora de zanahoria en la zona?
    SI ☐ ¿Dónde está ubicada?……..
    NO ☐

19. ¿Cree usted que, una máquina lavadora de zanahoria reduciría el tiempo del lavado?
    SI ☐ NO ☐

20. ¿Cree qué, el diseño de una máquina para el lavado, mejorará las características de la zanahoria para la venta en el mercado mayorista?
    SI ☐ NO ☐

21. ¿Usted cree que sería recomendable el diseño de una máquina para el lavado de zanahoria?
    SI ☐ NO ☐

22. ¿Usted cree que su ganancia mejoraría con la adquisición de una máquina lavadora de zanahoria?
    SI ☐ NO ☐

23. ¿Estaría dispuesto a comprar una máquina para el lavado de zanahoria?
    SI ☐ NO ☐

24. ¿Considera que una máquina lavadora de zanahoria, generaría desempleo?
    SI ☐ NO ☐

ANEXO N° 4: CUESTIONARIO DE ENTREVISTAS.

ENTREVISTA DIRIGIDA A LOS COMPRADORES MAYORISTAS DE ZANAHORIA, DEL MERCADO LOS PATOS.

Proyecto de Investigación

Título del Proyecto de Investigación

DISEÑO DE UNA MÁQUINA AUTOMATIZADA, PARA EL LAVADO DE ZANAHORIA, EN EL CENTRO POBLADO MENOR DE CALLANCA, DISTRITO DE MONSEFÚ, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

I. DATOS DEL ENTREVISTADO

Nombre :…… DNI:……...

Ocupación :……..

Edad:…… Sexo:……

Fecha: ……. Hora: ……...

II. CUESTIONARIO

1. **¿Qué cantidad de zanahoria compra?**

   ……

   ……

2. **¿Qué tipo de variedad de zanahoria compra más? ¿zanahorias normales o zanahorias híbridas? ¿Por qué?**

   ……

   ……

3. **¿A qué precio compra usted, cuando hay abundante zanahoria?**

   ……

   ……

4. **¿A qué precio compra usted, cuando hay escases de zanahoria?**

   ……

   ……

   ……

5. **¿De qué lugar proviene la zanahoria que compra usted?**

   ……

   ……

6. **¿Usted compra la zanahoria directo de chacra, o el agricultor le vende en el mismo mercado?**

   Chacra [ ] Mercado [ ]

7. **¿Cómo compra usted la zanahoria?**

   Lavada [ ] Pulida (Mallada) [ ]

8. **¿Cuánto es la diferencia de precio entre la zanahoria lavada y pulida (mallada)?**

   ……

   ……

9. **¿Considera que sería recomendable el diseño de una máquina para el lavado de zanahoria? ¿Por qué?**

   ……

   ……

10. **¿Estaría dispuesto a comprar una máquina para el lavado de zanahoria? ¿Cuánto podría invertir?**

    SÍ [ ] NO [ ]

    ……

    ……

ANEXO N° 5: RESULTADO ESTADÍSTICOS POR ÍTEMS

It. 1 – Pregunta 1

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	18	60,0	60,0	60,0
	Si	12	40,0	40,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla N° 01: Tabla de Frecuencias y Porcentajes, sobre el porcentaje de personas que se dedican a la siembra de zanahoria.

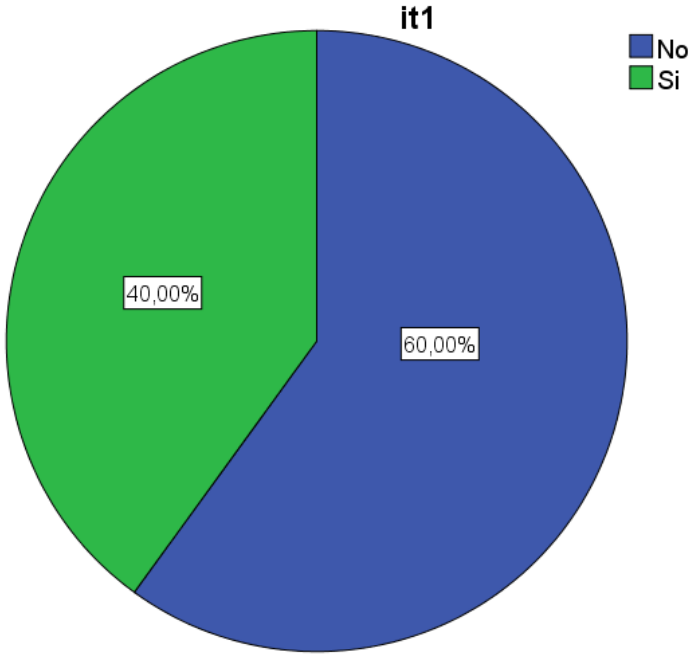


Gráfico N° 01: Diagrama circular sobre el porcentaje de personas que se dedican a la siembra de zanahoria.

INTERPRETACIÓN: De la **Tabla y Gráfico N° 01** se puede afirmar que un **40%** de la población de Callanca se dedica a la siembra de zanahoria y a la actividad del mallado de zanahoria, mientras un **60% no se dedica a dicha actividad; sin embargo realiza la actividad del mallado de zanahoria.**

It. 2 – Pregunta 2

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Ninguna	18	60,0	60,0	60,0
	Santa Cruz	2	6,7	6,7	66,7
	Ábaco	5	16,7	16,7	83,3
	Taqui	2	6,7	6,7	90,0
	Yuriko	3	10,0	10,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla N° 02: Tabla de Frecuencias y Porcentajes, sobre el porcentaje de variedades de zanahoria que siembran.

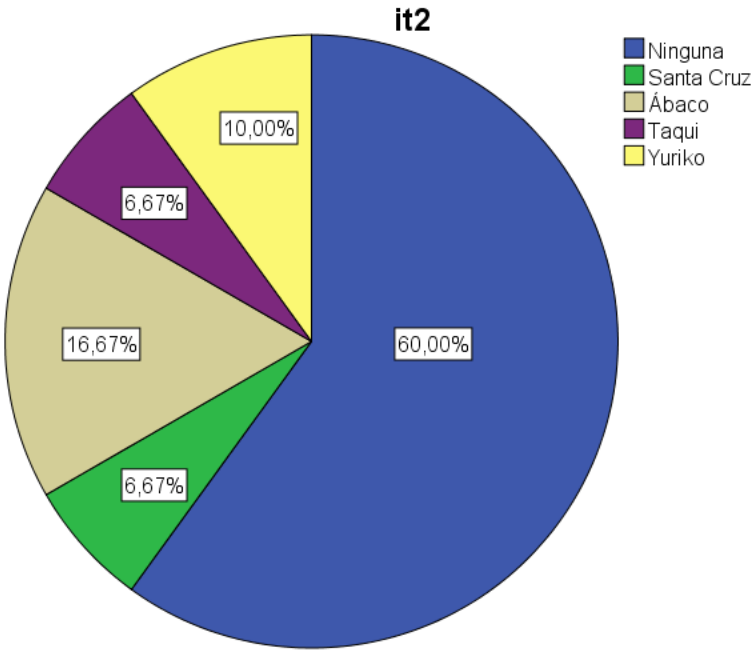


Gráfico N° 02: Diagrama circular sobre el porcentaje de personas que se dedican a la siembra de zanahoria.

INTERPRETACIÓN: De la **Tabla y Gráfico N° 02** se puede afirmar que la variedad mayormente empleada es el **Ábaco con un 16,67%,** seguido de la variedad **Yuriko con 10%** y finalmente las variedades **Taqui y Santa Cruz** son usadas por un **6.67%** de la población, mientras un **60% no se dedica a la siembra de zanahoria; sin embargo realiza la actividad del mallado de zanahoria.**

It. 3 – Pregunta 3

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No siembra	18	60,0	60,0	60,0
	Menor a 1 Ha	8	26,7	26,7	86,7
	De 1 a 3 Has	3	10,0	10,0	96,7
	de 3 a 5 Has	1	3,3	3,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla N° 03: Tabla de Frecuencias y Porcentajes, sobre el porcentaje de la cantidad de terreno utilizado en la siembra de zanahoria.

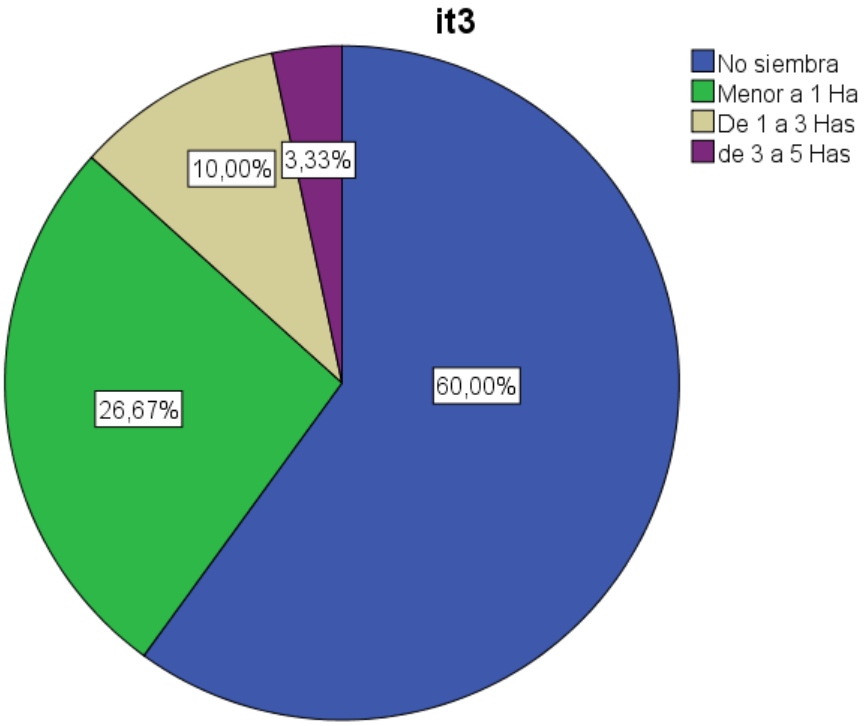


Gráfico N° 03: Diagrama circular sobre el porcentaje de la cantidad de terreno utilizado en la siembra de zanahoria.

INTERPRETACIÓN: De la **Tabla y Gráfico N° 03** se puede afirmar que un **26.67%** emplea **menos de 1 Ha de terreno** en la siembra de zanahoria, un **10%** entre **1 y 3 Has** y finalmente un **3.33% emplea entre 3 y 5 Has**, mientras un **60% no se dedica a la siembra de zanahoria; sin embargo realiza la actividad del mallado de zanahoria.**

It. 4 – Pregunta 4

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No cosecha	18	60,0	60,0	60,0
	1 vez	8	26,7	26,7	86,7
	2 veces	3	10,0	10,0	96,7
	3 veces	1	3,3	3,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla N° 04: Tabla de Frecuencias y Porcentajes, sobre el porcentaje de la cantidad de cosechas anuales de zanahoria.

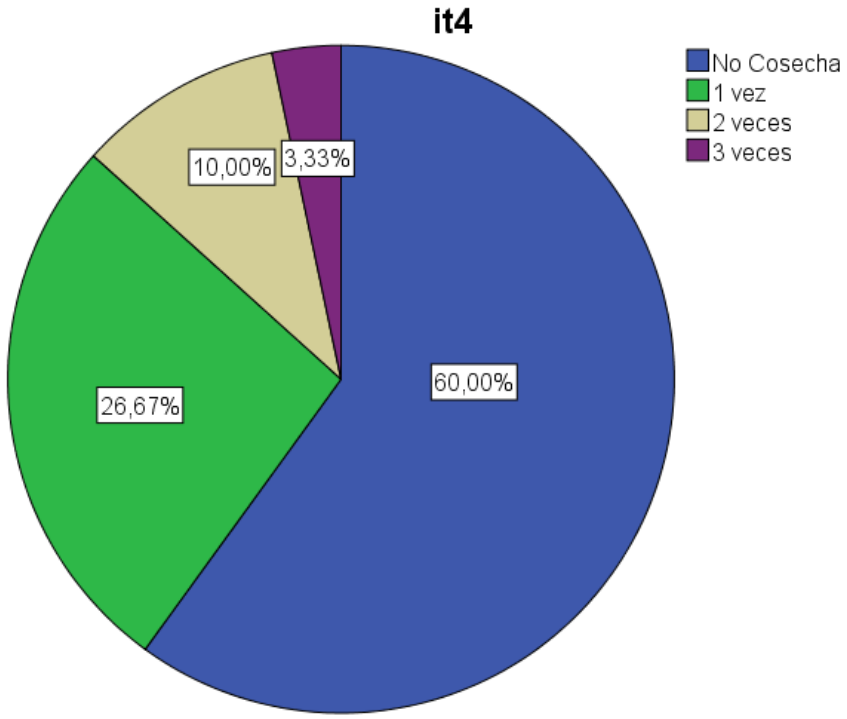


Gráfico N° 04: Diagrama circular sobre el porcentaje de la cantidad de cosechas anuales de zanahoria.

INTERPRETACIÓN: De la **Tabla y Gráfico N° 04** se puede afirmar que un **26.67%** cosecha zanahoria **1 vez al año**, un **10%** cosecha zanahoria **2 veces al año** y finalmente un **3.33%** cosecha zanahoria **3 veces al año**, mientras un **60% no se dedica a la siembra de zanahoria; sin embargo realiza la actividad del mallado de zanahoria.**

It. 5 – Pregunta 5

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	0	18	60,0	60,0	60,0
	10 T/ha	5	16,7	16,7	76,7
	De 10 a 30 T/ha	6	20,0	20,0	96,7
	De 31 a 50 T/ha	1	3,3	3,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla N° 05: Tabla de Frecuencias y Porcentajes, sobre el rendimiento de los terrenos cultivados con zanahoria.

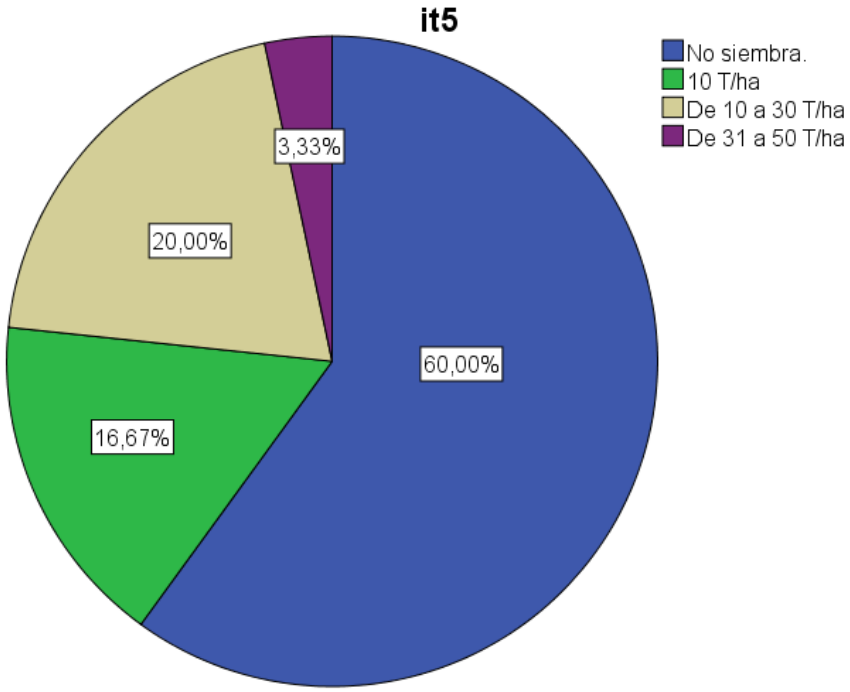


Gráfico N° 05: Diagrama circular sobre el rendimiento de los terrenos cultivados con zanahoria.

INTERPRETACIÓN: De la **Tabla y Gráfico N° 05** se puede afirmar que el rendimiento de **10T/ha** pertenece a un **16.67%,** el rendimiento de **10 – 30 T/ha** pertenece a un **20%** y el rendimiento de **31 – 50 T/Ha** pertenece a un **3.33%**, mientras un **60% no se dedica a la siembra de zanahoria; sin embargo realiza la actividad del mallado de zanahoria.**

It. 6 – Pregunta 6

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No posee terrenos	18	60,0	60,0	60,0
	Menor a 150 sacos	3	10,0	10,0	70,0
	De 150 a 200 sacos	9	30,0	30,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla N° 06: Tabla de Frecuencias y Porcentajes, sobre el rendimiento en sacos de los cultivos de zanahoria.

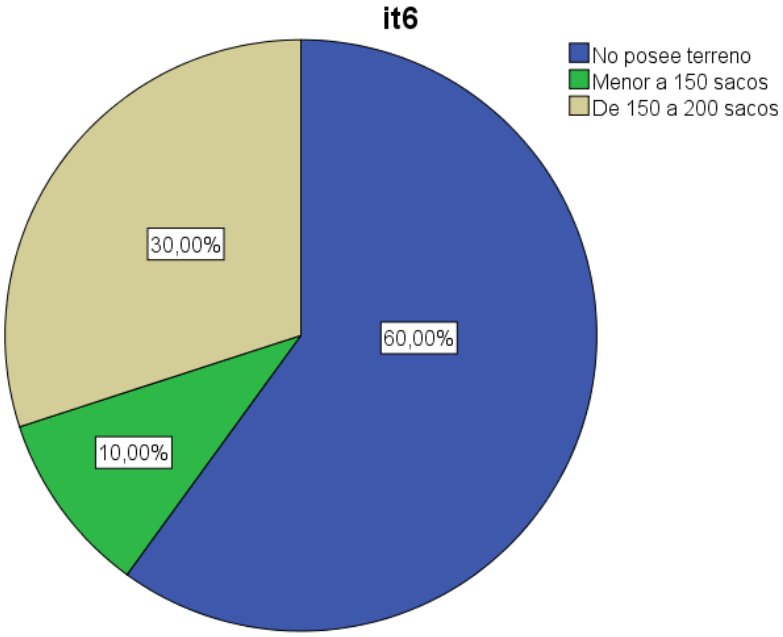


Gráfico N° 06: Diagrama circular en porcentajes, sobre el rendimiento en sacos de los cultivos de zanahoria.

INTERPRETACIÓN: De la **Tabla y Gráfico N° 06** se puede afirmar que de un **10%** cosecha **menos de 150 sacos,** un **30%** cosecha **entre 150 a 200 sacos**, mientras un **60% no se dedica a la siembra de zanahoria; sin embargo realiza la actividad del mallado de zanahoria.**

It. 7 – Pregunta 7

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Ninguno	18	60,0	60,0	60,0
	Menos de 15 sacos	1	3,3	3,3	63,3
	De 15 a 25 sacos	8	26,7	26,7	90,0
	De 26 a 35 sacos	1	3,3	3,3	93,3
	Más de 35 sacos	2	6,7	6,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla N° 07: Tabla de Frecuencias y Porcentajes, sobre cosecha diaria de zanahoria.

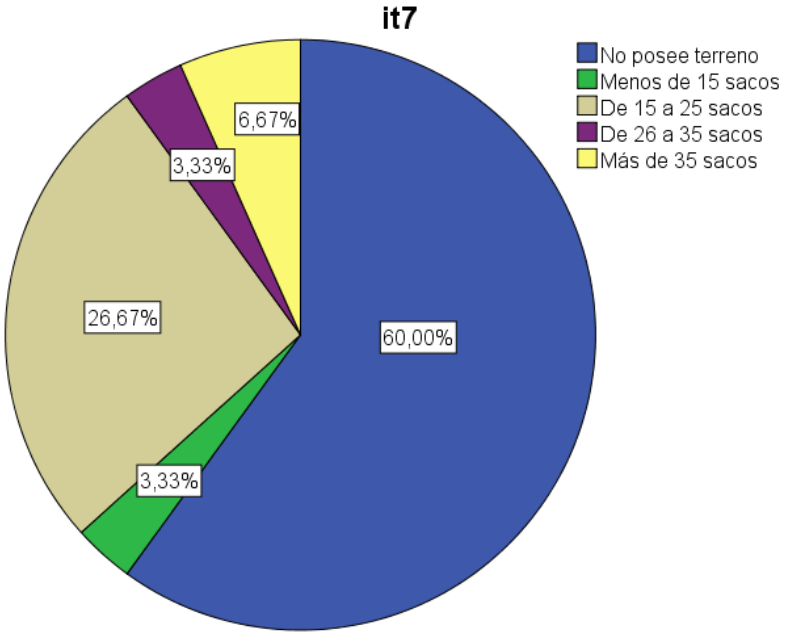


Gráfico N° 07: Diagrama circular en porcentajes, sobre la cosecha diaria de zanahoria.

INTERPRETACIÓN: De la **Tabla y Gráfico N° 07** se puede afirmar que un **3.33%** cosecha **menos de 15 sacos** diarios**,** un **3.33%** cosecha entre **26 a 35 sacos** diarios, un **26.67%** cosecha **entre 15 a 25 sacos** diarios, un **6.67%** cosecha más de 35 sacos diarios, mientras un **60% no se dedica a la siembra de zanahoria; sin embargo realiza la actividad del mallado de zanahoria.**

It. 8 – Pregunta 8

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De 10 a 20 Soles	5	16,7	16,7	16,7
	De 20 a 30 soles	12	40,0	40,0	56,7
	De 30 a 40 soles	8	26,7	26,7	83,3
	De 40 a 50 soles	5	16,7	16,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla N° 08: Tabla de Frecuencias y Porcentajes, sobre la ganancia en mala temporada.

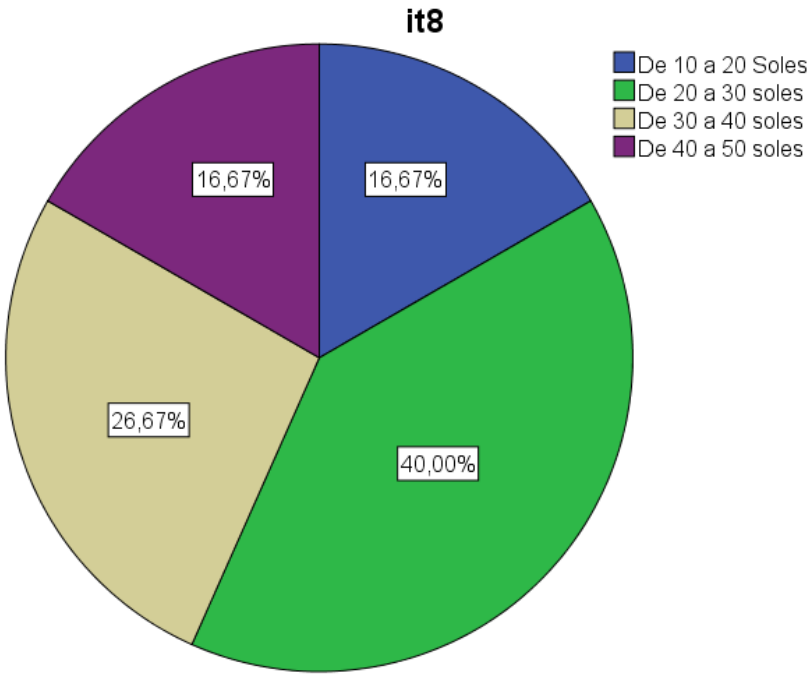


Gráfico N° 08: Diagrama circular en porcentajes, sobre la ganancia en mala temporada.

INTERPRETACIÓN: De la **Tabla y Gráfico N° 08** se puede afirmar que un **16.67%** gana entre **10 a 20 soles** en mala temporada**,** un **40%** gana entre **20 a 30 soles** en mala temporada, un **26.67%** gana entre **30 a 40 soles** en mala temporada, un **16.67%** gana entre **40 a 50 soles**.

It. 9 – Pregunta 9

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De 40 a 50 soles	1	3,3	3,3	3,3
	De 50 a 60 soles	3	10,0	10,0	13,3
	De 60 a 70 soles	2	6,7	6,7	20,0
	De 70 a 80 soles	1	3,3	3,3	23,3
	De 80 a 90 soles	4	13,3	13,3	36,7
	De 90 a 100 soles	1	3,3	3,3	40,0
	De 100 soles a más	18	60,0	60,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla N° 09: Tabla de Frecuencias y Porcentajes, sobre la ganancia en buena temporada.

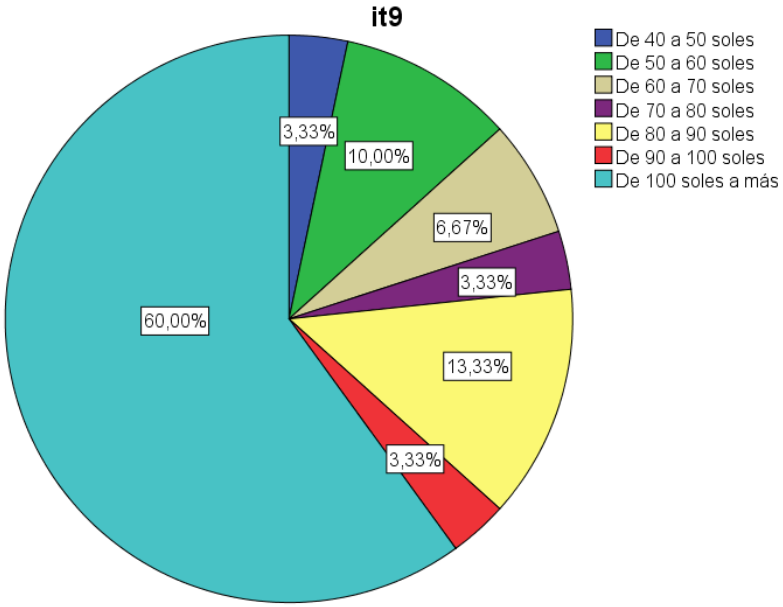


Gráfico N° 09: Diagrama circular en porcentajes, sobre la ganancia en buena temporada.

INTERPRETACIÓN: De la **Tabla y Gráfico N° 09** se puede afirmar que un **3.33%** gana entre **40 a 50 soles** en buena temporada**,** un **10%** gana entre **50 a 60 soles** en buena temporada, un **6.67%** gana entre **60 a 70 soles** en buena temporada, un **3.33%** gana entre **70 a 80 soles** en buena temporada, un **13.33%** gana entre **80 a 90 soles** en buena temporada, un **3.33%** gana entre **90 a 100 soles** en buena temporada y más de un **60%** gana de **100 soles a más** en buena temporada.

It. 10 – Pregunta 10

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Pulida (Mallada)	30	100,0	100,0	100,0

Tabla N° 10: Tabla de Frecuencias y Porcentajes, sobre la modalidad de compra de la zanahoria.

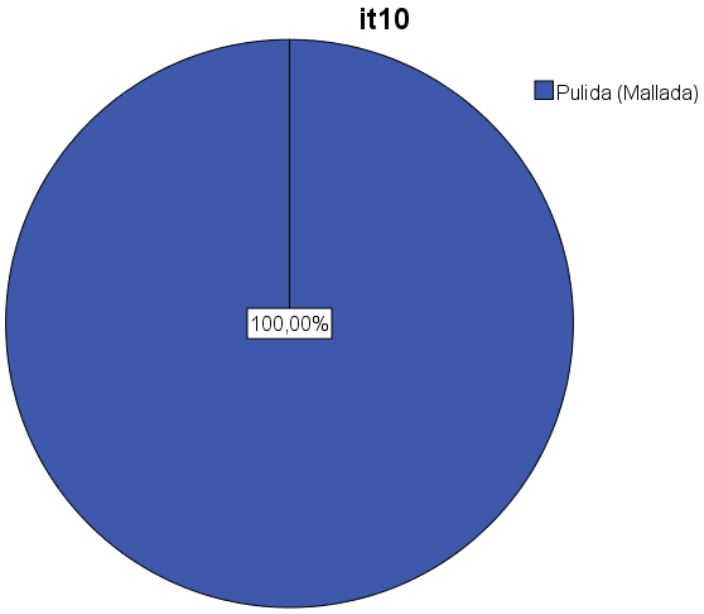


Gráfico N° 10: Diagrama circular en porcentajes, sobre la modalidad de compra de la zanahoria.

INTERPRETACIÓN: De la **Tabla y Gráfico N° 10** se puede afirmar que el **100%** compra la zanahoria pulida (mallada) en el mercado.

It. 11 – Pregunta 11

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	28	93,3	93,3	93,3
	No	2	6,7	6,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla N° 11: Tabla de Frecuencias y Porcentajes, sobre el pulido y mallado a la zanahoria.

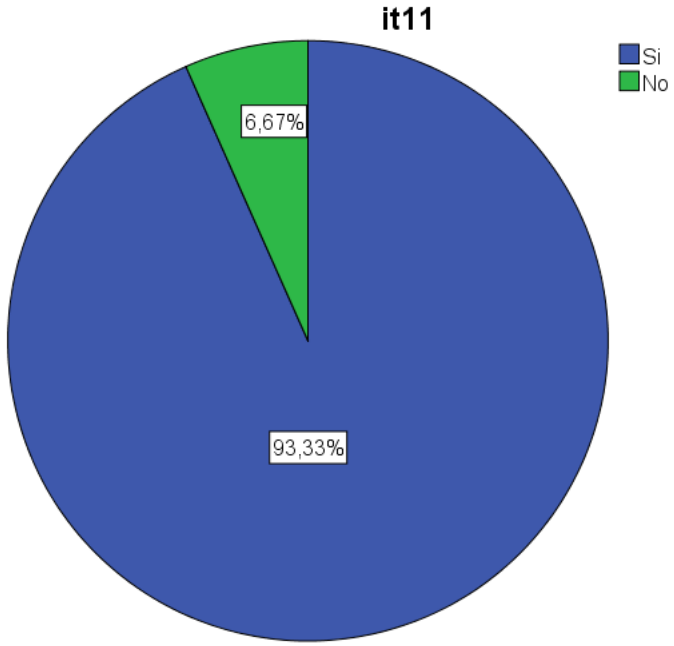


Gráfico N° 11: Diagrama circular en porcentajes, sobre el pulido y mallado a la zanahoria.

INTERPRETACIÓN: De la **Tabla y Gráfico N° 11** se puede afirmar que el **93.33%** realiza pulido y mallado a la zanahoria, mientras que un **6.67%** no realiza el pulido y mallado de zanahoria.

It. 12 – Pregunta 12

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Manual	30	100,0	100,0	100,0

Tabla N° 12: Tabla de Frecuencias y Porcentajes, sobre técnicas conocidas de acabado de la zanahoria.

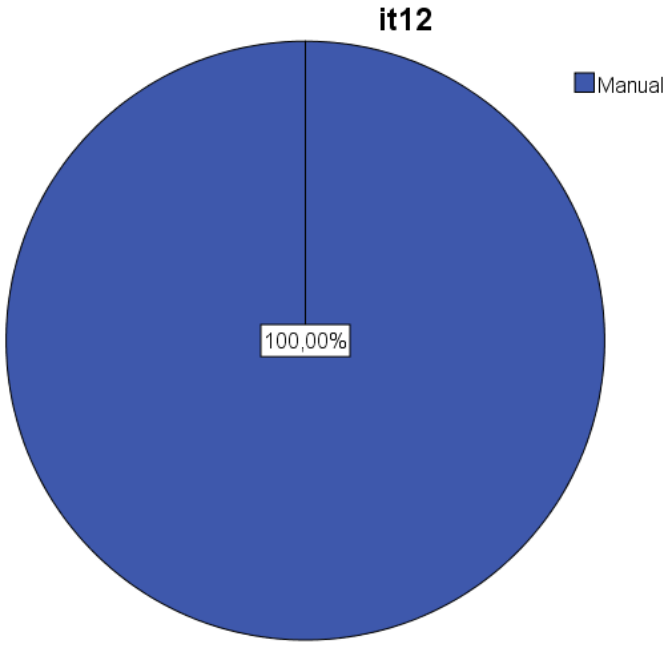


Gráfico N° 12: Diagrama circular en porcentajes, sobre técnicas conocidas de acabado de la zanahoria.

INTERPRETACIÓN: De la **Tabla y Gráfico N° 12** se puede afirmar que el **100%** únicamente conoce el acabado manual para la zanahoria.

It. 13 – Pregunta 13

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Manual	30	100,0	100,0	100,0

Tabla N° 13: Tabla de Frecuencias y Porcentajes, sobre técnicas de acabado que utilizan en la zanahoria.

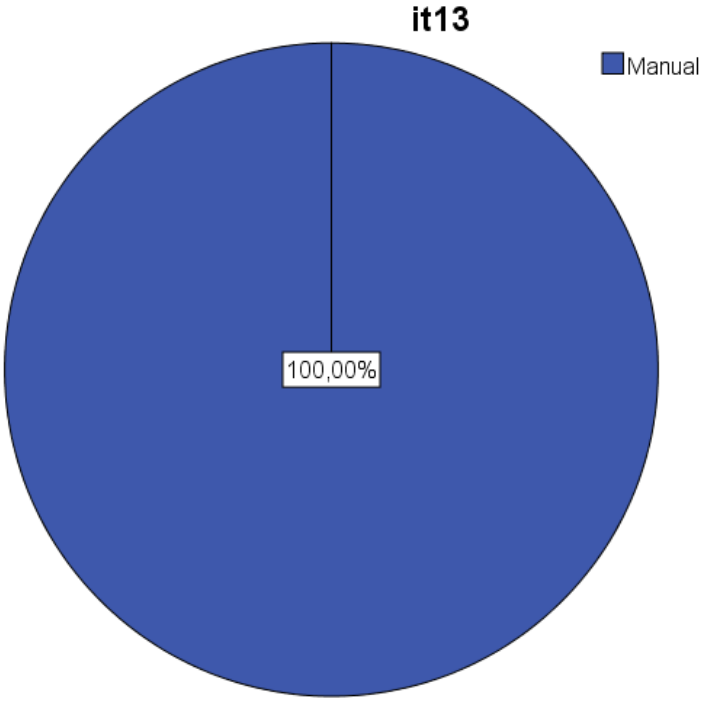


Gráfico N° 13: Diagrama circular en porcentajes, sobre técnicas de acabado que utilizan en la zanahoria.

INTERPRETACIÓN: De la **Tabla y Gráfico N° 13** se puede afirmar que el **100%** únicamente utiliza el acabado manual para la zanahoria.

It. 14 – Pregunta 14

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Ninguno	2	6,7	6,7	6,7
	1 saco	6	20,0	20,0	26,7
	2 sacos	8	26,7	26,7	53,3
	3 sacos	7	23,3	23,3	76,7
	Más de 4 sacos	7	23,3	23,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla N° 14: Tabla de Frecuencias y Porcentajes, sobre cantidad de sacos con zanahoria procesados en un día.

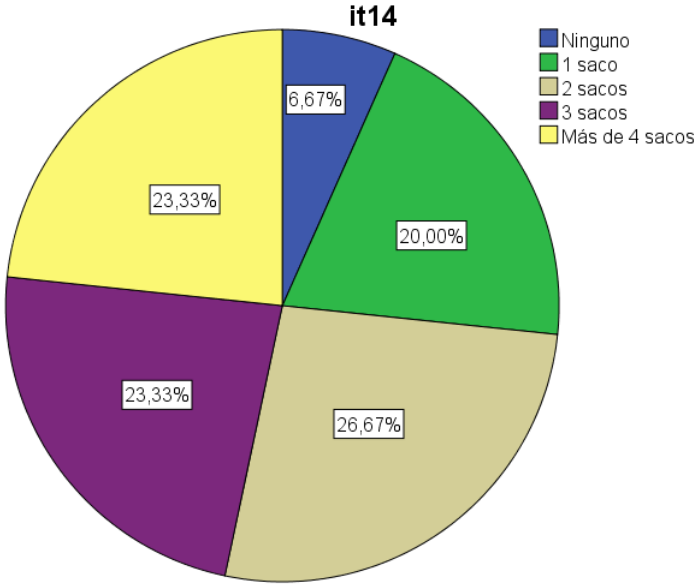


Gráfico N° 14: Diagrama circular en porcentajes, sobre cantidad de sacos con zanahoria procesados en un día.

INTERPRETACIÓN: De la **Tabla y Gráfico N° 14** se puede afirmar que un **20%** procesa **1 saco** al día, un **26.67%** procesa **2 sacos** al día, un **23.33%** procesa **3 sacos** al día, un **23.33%** más de **4 sacos** al día y finalmente un **6.67%** no procesa sacos diarios.

It. 15 – Pregunta 15

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	0	2	6,7	6,7	6,7
	de 1h a 2h	5	16,7	16,7	23,3
	Más de 2h	23	76,7	76,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla N° 15: Tabla de Frecuencias y Porcentajes, sobre el tiempo promedio de procesamiento de la zanahoria.

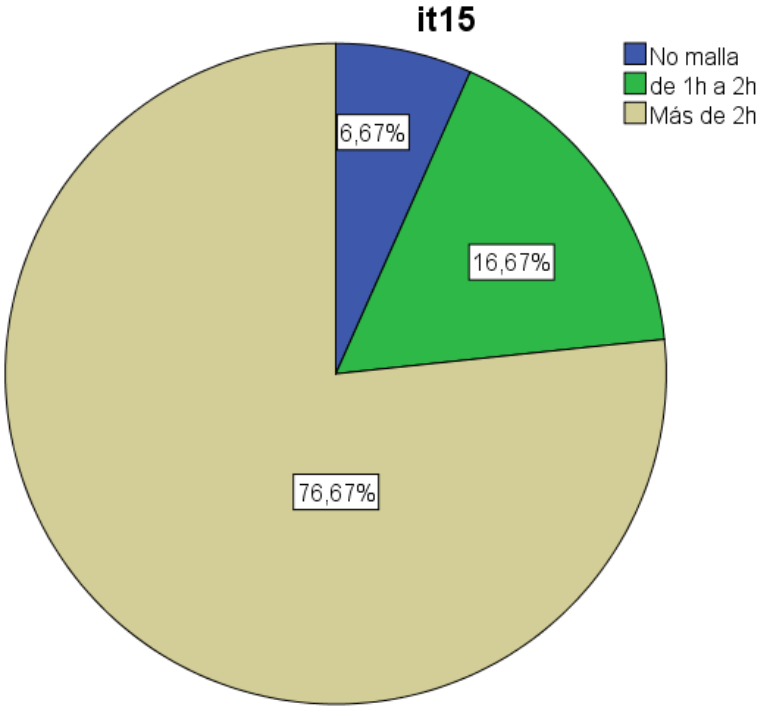


Gráfico N° 15: Diagrama circular en porcentajes, sobre el tiempo promedio de procesamiento de la zanahoria.

INTERPRETACIÓN: De la **Tabla y Gráfico N° 15** se puede afirmar que un **16.67%** procesa un saco en un intervalo de **1 a 2 horas**, un **76.67%** procesa un saco en un intervalo de **2 a más horas,** un **6.67%** no procesa sacos diarios (no malla).

It. 16 – Pregunta 16

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De 25 a 30 soles	26	86,7	86,7	86,7
	De 30 a 40 soles	3	10,0	10,0	96,7
	Más de 40 soles	1	3,3	3,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla N° 16: Tabla de Frecuencias y Porcentajes, sobre el costo de acabado de un saco de zanahoria.

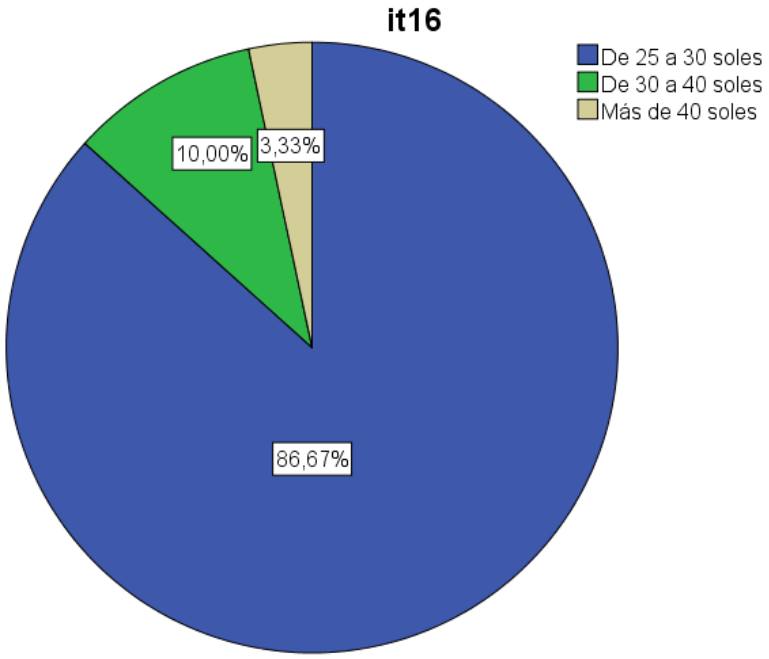


Gráfico N° 16: Diagrama circular en porcentajes, sobre el costo de acabado de un saco de zanahoria.

INTERPRETACIÓN: De la **Tabla y Gráfico N° 16** se puede afirmar que un **86.67%** opinó que el costo oscila entre **25 a 30 soles**, un **10%** opinó que el costo oscila entre **30 a 50 soles** y finalmente un **3.33%** opinó que el costo oscila entre **más de 40 soles**.

It. 17 – Pregunta 17

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Ninguna	2	6,7	6,7	6,7
	Broncopulmonares	20	66,7	66,7	73,3
	Musculares	8	26,7	26,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla N° 17: Tabla de Frecuencias y Porcentajes, sobre enfermedades sufridas por el procesamiento manual de zanahoria.

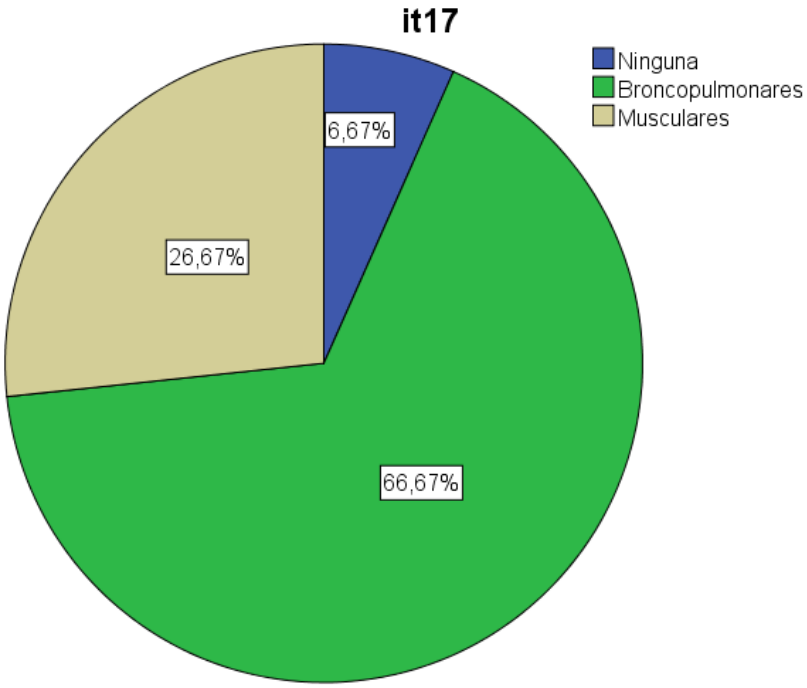


Gráfico N° 17: Diagrama circular en porcentajes, sobre enfermedades sufridas por el procesamiento manual de zanahoria.

INTERPRETACIÓN: De la **Tabla y Gráfico N° 17** se puede afirmar que un **66.67%** opinó que ha sufrido enfermedades **broncopulmonares**, un **26.67%** opinó que ha sufrido enfermedades musculares y un 6.67% no ha sufrido enfermedad alguna.

It. 18 – Pregunta 18

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	30	100,0	100,0	100,0

Tabla N° 18: Tabla de Frecuencias y Porcentajes, sobre la existencia de alguna máquina lavadora de zanahoria.

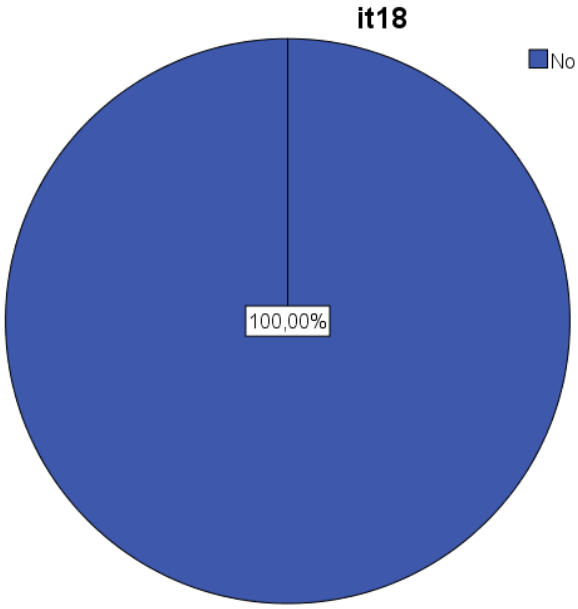


Gráfico N° 18: Diagrama circular en porcentajes, sobre sobre la existencia de alguna máquina lavadora de zanahoria.

INTERPRETACIÓN: De la **Tabla y Gráfico N° 18** se puede afirmar que un **100%** opinó que en la zona no existe una máquina de lavado de zanahoria.

It. 19 – Pregunta 19

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	30	100,0	100,0	100,0

Tabla N° 19: Tabla de Frecuencias y Porcentajes, sobre la opinión acerca de los tiempos de procesamiento si existiese una máquina lavadora de zanahoria.

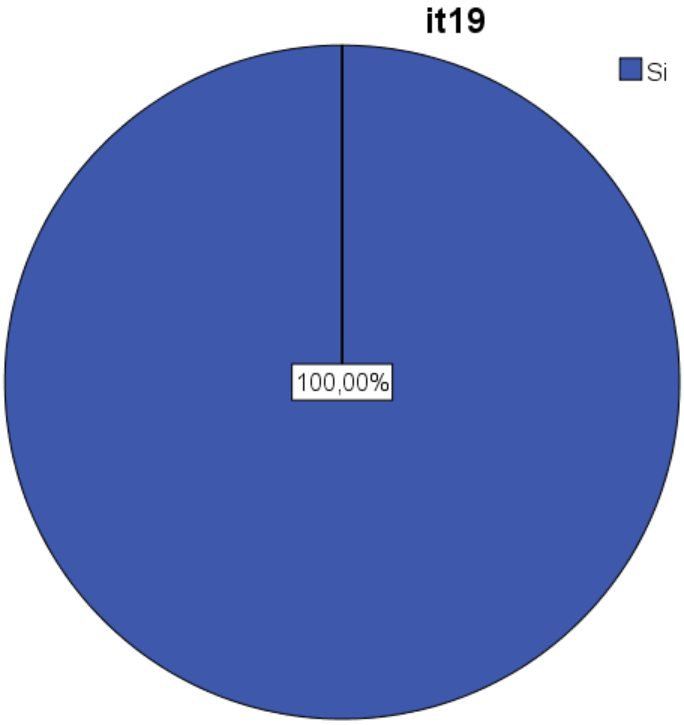


Gráfico N° 19: Diagrama circular en porcentajes, sobre la opinión acerca de los tiempos de procesamiento si existiese una máquina lavadora de zanahoria.

INTERPRETACIÓN: De la **Tabla y Gráfico N° 19** se puede afirmar que un **100%** opinó que de existir una máquina lavadora de zanahoria en la zona, reduciría el tiempo de lavado o procesamiento de la zanahoria.

It. 20 – Pregunta 20

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	25	83,3	83,3	83,3
	No	5	16,7	16,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla N° 20: Tabla de Frecuencias y Porcentajes, sobre la opinión acerca de los tiempos de procesamiento si existiese una máquina lavadora de zanahoria.

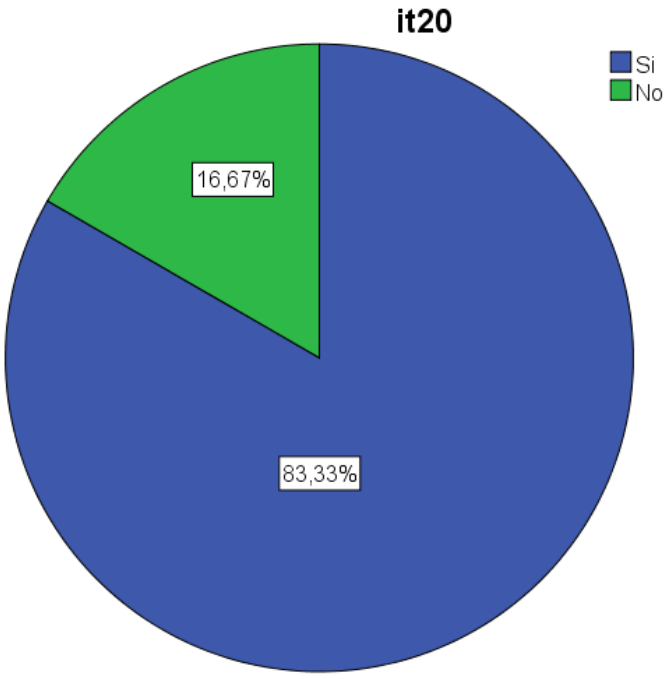


Gráfico N° 20: Diagrama circular en porcentajes, sobre la opinión acerca de la mejora de las características en la zanahoria, mediante el diseño de la máquina lavadora de zanahoria.

INTERPRETACIÓN: De la **Tabla y Gráfico N° 20** se puede afirmar que un **83.33%** opinó que de existir una máquina lavadora de zanahoria en la zona, se mejorarían las características de la zanahoria, mientras que un **16.67%** opina que no mejorarían las características de la zanahoria.

It. 21 – Pregunta 21

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	26	86,7	86,7	86,7
	No	4	13,3	13,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla N° 21: Tabla de Frecuencias y Porcentajes, sobre la opinión acerca de recomendar el diseño de una máquina lavadora de zanahoria.

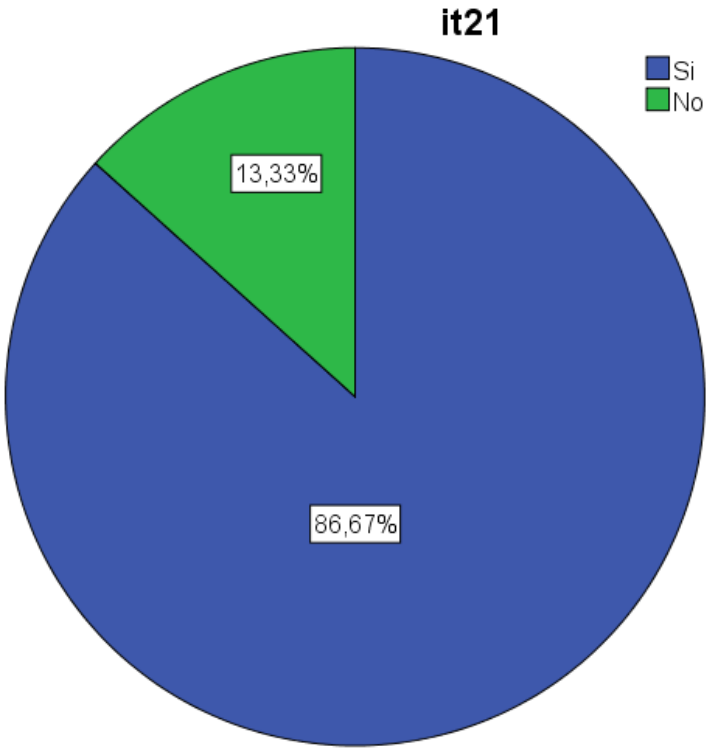


Gráfico N° 21: Diagrama circular en porcentajes, sobre la opinión acerca de recomendar el diseño de una máquina lavadora de zanahoria.

INTERPRETACIÓN: De la **Tabla y Gráfico N° 21** se puede afirmar que un **86.67%** opinó que sería recomendable el diseño de una máquina lavadora de zanahoria, mientras que un **13.33%** opina que no es recomendable el diseño de una máquina lavadora de zanahoria.

It. 22 – Pregunta 22

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	28	93,3	93,3	93,3
	No	2	6,7	6,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla N° 22: Tabla de Frecuencias y Porcentajes, sobre la opinión respecto a la mejora de sus ganancias con la adquisición máquina lavadora de zanahoria

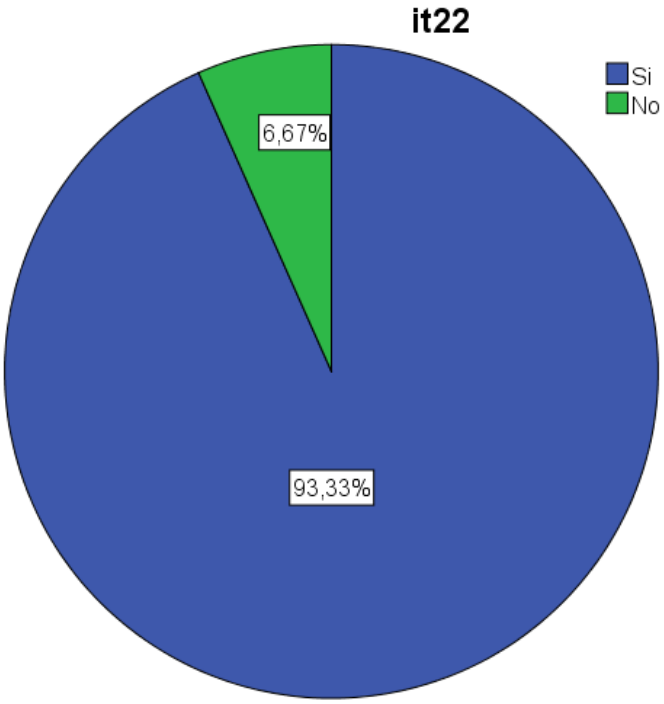


Gráfico N° 22: Diagrama circular en porcentajes, sobre la opinión respecto a la mejora de sus ganancias con la adquisición máquina lavadora de zanahoria

INTERPRETACIÓN: De la **Tabla y Gráfico N° 22** se puede afirmar que un **93.33%** consideró que su ganancias mejorarían con la adquisición de la máquina, mientras que un **6.67%** consideró que sus ganancias no mejorarían con la adquisición de la máquina.

It. 23 – Pregunta 23

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	21	70,0	70,0	70,0
	No	9	30,0	30,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla N° 23: Tabla de Frecuencias y Porcentajes, sobre la disponibilidad de una máquina lavadora de zanahoria.

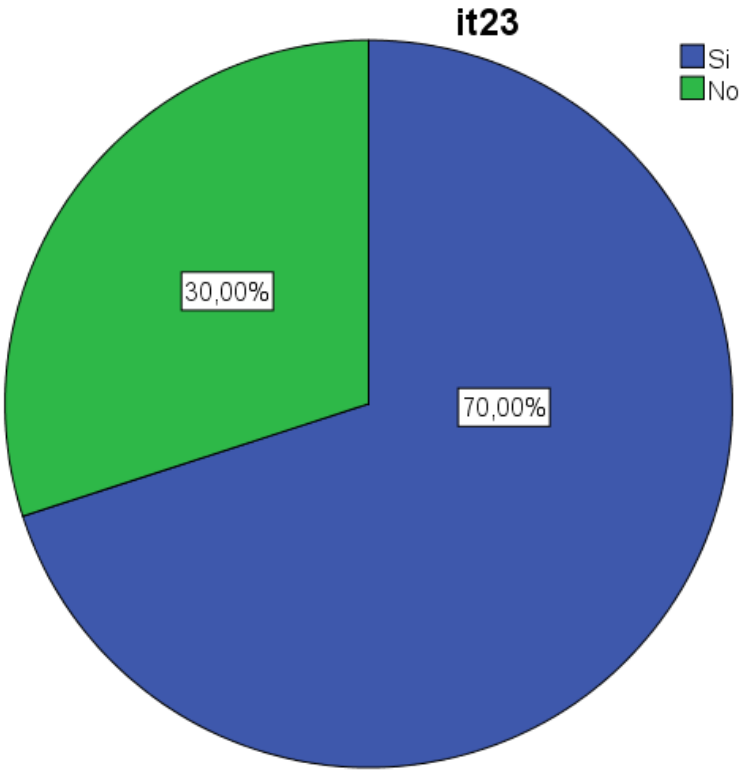


Gráfico N° 23: Diagrama circular en porcentajes, sobre la disponibilidad de una máquina lavadora de zanahoria.

INTERPRETACIÓN: De la **Tabla y Gráfico N° 23** se puede afirmar que un **93.33%** consideró que está en condiciones de comprar una máquina lavadora de zanahoria, mientras que un **6.67%** consideró que no se encuentra en condiciones de comprar una máquina lavadora de zanahoria.

It. 24 – Pregunta 24

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	28	93,3	93,3	93,3
	No	2	6,7	6,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Tabla N° 24: Tabla de Frecuencias y Porcentajes, sobre la generación de un posible desempleo por parte de la utilización de la máquina lavadora de zanahoria.

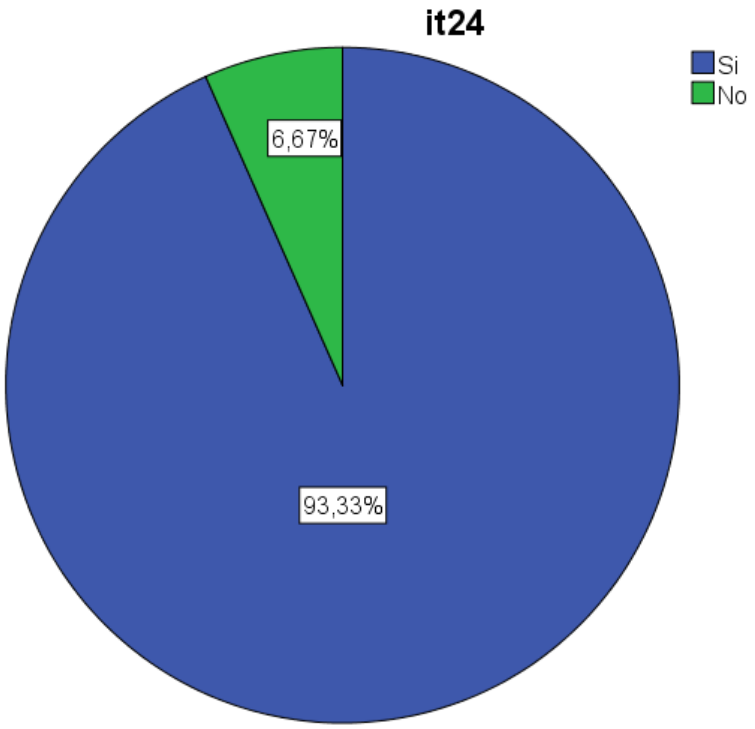


Gráfico N° 24: Diagrama circular en porcentajes, sobre la generación de un posible desempleo por parte de la utilización del a máquina lavadora de zanahoria.

INTERPRETACIÓN: De la **Tabla y Gráfico N° 24** se puede afirmar que un **93.33%** consideró que la máquina lavadora de zanahoria si generaría desempleo, mientras que un **6.67%** consideró que no generaría desempleo por la utilización de la máquina lavadora de zanahoria.

ANEXO N° 6: ACERO AISI 304.

Tabla A-22

Resultados de ensayos a la tensión de algunos metales* *Fuente:* J. Datsko, "Solid Materials", capítulo 32, en Joseph E. Shigley, Charles R. Mischke y Thomas H. Brown, Jr. (editores en jefe). *Standard Handbook of Machine Design*, 3a. ed., McGraw-Hill, Nueva York, 2004, pp. 32.49-32.52.

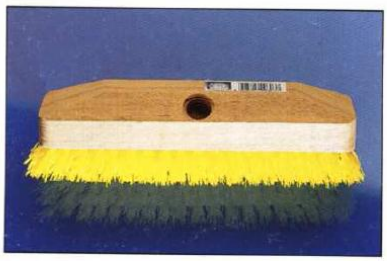
			Resistencia (a la tensión)					
Número	Material	Condición	Fluencia S_y, MPa (kpsi)	Última S_u, MPa (kpsi)	A la fractura, σ_f, MPa (kpsi)	Coeficiente σ_0, MPa (kpsi)	Resistencia a la deformación, exponente m	Resistencia a la fractura ϵ_f
1018	Acero	Recocido	220 (32.0)	341 (49.5)	628 (91.1)†	620 (90.0)	0.25	1.05
1144	Acero	Recocido	358 (52.0)	646 (93.7)	898 (130)†	992 (144)	0.14	0.49
1212	Acero	HR	193 (28.0)	424 (61.5)	729 (106)†	758 (110)	0.24	0.85
1045	Acero	TyR 600°F	1 520 (220)	1 580 (230)	2 380 (345)	1 880 (273)†	0.041	0.81
4142	Acero	TyR 600°F	1 720 (250)	1 930 (210)	2 340 (340)	1 760 (255)†	0.048	0.43
303	Acero inoxidable	Recocido	241 (35.0)	601 (87.3)	1 520 (221)†	1 410 (205)	0.51	1.16
304	Acero inoxidable	Recocido	276 (40.0)	568 (82.4)	1 600 (233)†	1 270 (185)	0.45	1.67
2011	Aleación de aluminio	T6	169 (24.5)	324 (47.0)	325 (47.2)†	620 (90)	0.28	0.10
2024	Aleación de aluminio	T4	296 (43.0)	446 (64.8)	533 (77.3)†	689 (100)	0.15	0.18
7075	Aleación de aluminio	T6	542 (78.6)	593 (86.0)	706 (102)†	882 (128)	0.13	0.18

*Los valores se tomaron de una o dos coladas y se considera que pueden obtenerse usando especificaciones de compra. La deformación por fractura puede variar hasta en 100%.

†Valor derivado.

ANEXO N° 7: CARACTERÍSTICAS DEL TIPO DE CERDA.

CEPILLO SPAZZOLONE LEGNO WOODEN SCRUBBER



ART.303 SPAZZOLONE LEGNO
WOODEN SCRUBBER
Supporto: Legno naturale mm.240x67.
Fibra: PPN ondulato similtrebbia sporgenza mm.25 gr.60.
Board: Natural wood mm.240x67.
Fibre: Wavey PPN similtrebbia length mm.25 gr.60.

pcs.24

0,0263 | kg.8,5 | 1 Mc = 912

CEPILLO SPAZZOLA ABITI NAILON BRISTLE CLOTHES BRUSH

ART.903 SPAZZOLA ABITI NAILON
CLOTHES BRUSH
Supporto: In polipropilene espanso verniciato.
Fibra: In nailon sporgenza mm.25.
Board: In foamed polypropylene varnished.
Fibre: In nylon length mm.25.

pcs.24

0,0171 | kg.4,2 | 1 Mc = 1.400

CEPILLO SPAZZOLA BUCATO MANICHETTO WASHING BRUSH

ART.405 SPAZZOLA BUCATO
C/MANICHETTO
WASHING BRUSH
Supporto: Polipropilene.
Fibra: PPN liscio bianco sporgenza mm.30, gr.30.
Board: Polypropylene.
Fibre: White smooth PPN length mm.30, gr.30.

pcs.24

0,0142 | kg.3,7 | 1 Mc = 1.680

CEPILLO SPAZZOLA VIOLINO BUCATO PLASTIC WASHING BRUSH

ART.806 SPAZZOLA VIOLINO BUCATO
PLASTIC WASHING BRUSH
In politene. Dimensioni mm.155x60.
In polythene. Dimensions mm.155x60.

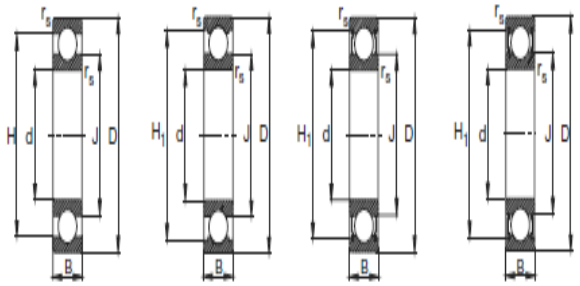
pcs.360

0,1000 | kg.16,5 | 1 Mc = 3.600

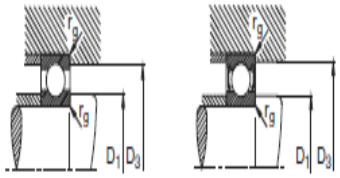
ANEXO N° 8: RODAMIENTO FAG.

Rodamientos FAG rígidos de bolas
de una hilera

Los rod
de vida



2ZR 2RSR



Eje	Dimensiones							Peso	Capacidad de carga		Velocidad límite	Velocidad de referencia	Denominación abreviada
	d	D	B	r_s mín	H	H_1	J		dyn. C	stat. C_0			Rodamiento
	mm							kg	kN		min^{-1}		FAG
30	30	62	16	1	52,1	54,9	40	0,195	19,3	11,2	14000	14000	6206
	30	62	16	1	52,1	54,9	40	0,205	19,3	11,2	14000	14000	S6206.W203B
	30	62	16	1	52,1	54,9	40	0,201	19,3	11,2	11000	14000	6206.2ZR
	30	62	16	1	52,1	54,9	40	0,201	19,3	11,2	7500		6206.2RSR
	30	62	16	1	52,1	54,9	40	0,211	19,3	11,2	7500		S6206.2RSR.W203B
	30	62	20	1	52,1	54,9	40	0,245	19,3	11,2	7500		62206.2RSR
	30	72	19	1,1	59,6	61,6	44,6	0,355	29	16,3	24000	13000	6306
	30	72	19	1,1	59,6	61,6	44,6	0,355	29	16,3	24000	13000	S6306.W203B
	30	72	19	1,1	59,6	61,6	44,6	0,363	29	16,3	9500	13000	6306.2ZR
	30	72	19	1,1	59,6	61,6	44,6	0,365	29	16,3	6300		6306.2RSR
	30	72	19	1,1	59,6	61,6	44,6	0,365	29	16,3	6300		S6306.2RSR.W203B
	30	72	27	1,1	59,6	61,6	44,6	0,499	29	16,3	6300		62306.2RSR
	30	90	23	1,5	70,1		50,1	0,76	42,5	23,2	19000	12000	6406
35	35	62	9	0,3	53,5	54,8	43,7	0,105	12,2	8,8	14000	10000	16007
	35	62	14	1	53,3	55,4	43,2	0,157	16	10,2	26000	13000	6007
	35	62	14	1	53,3	55,4	43,2	0,157	16	10,2	26000	13000	S6007.W203B
	35	62	14	1	53,3	55,4	43,2	0,163	16	10,2	11000	13000	6007.2ZR
	35	62	14	1	53,3	55,4	43,2	0,163	16	10,2	7500		6007.2RSR
	35	62	14	1	53,3	55,4	43,2	0,163	16	10,2	7500		S6007.2RSR.W203B
	35	72	17	1,1	60,7	63,3	47,2	0,291	25,5	15,3	24000	12000	6207
	35	72	17	1,1	60,7	63,3	47,2	0,285	25,5	15,3	24000	12000	S6207.W203B
	35	72	17	1,1	60,7	63,3	47,2	0,299	25,5	15,3	9500	12000	6207.2ZR
	35	72	17	1,1	60,7	63,3	47,2	0,301	25,5	15,3	6300		6207.2RSR
	35	72	17	1,1	60,7	63,3	47,2	0,303	25,5	15,3	6300		S6207.2RSR.W203B
	35	72	23	1,1	60,7	63,3	47,2	0,393	25,5	15,3	6300		62207.2RSR
	35	80	21	1,5	65,5	67,6	49,3	0,471	33,5	19	20000	12000	6307
	35	80	21	1,5	65,5	67,6	49,3	0,471	33,5	19	20000	12000	S6307.W203B
	35	80	21	1,5	65,5	67,6	49,3	0,481	33,5	19	8500	12000	6307.2ZR
	35	80	21	1,5	65,5	67,6	49,3	0,483	33,5	19	5600		6307.2RSR
	35	80	21	1,5	65,5	67,6	49,3	0,483	33,5	19	5600		S6307.2RSR.W203B
	35	80	31	1,5	65,5	67,6	49,3	0,687	33,5	19	5600		62307.2RSR
	35	100	25	1,5	83,3	85,6	62	0,971	53	31,5	16000	11000	6407
40	40	68	9	0,3	59,3		49,4	0,12	13,2	10,2	13000	9000	16008
	40	68	15	1	59,1	61,6	49,3	0,194	16,6	11,6	26000	12000	6008
	40	68	15	1	59,1	61,6	49,3	0,196	16,6	11,6	26000	12000	S6008.W203B
	40	68	15	1	59,1	61,6	49,3	0,2	16,6	11,6	10000	12000	6008.2ZR
	40	68	15	1	59,1	61,6	49,3	0,202	16,6	11,6	6700		6008.2RSR

ANEXO N° 9: AISI 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%)

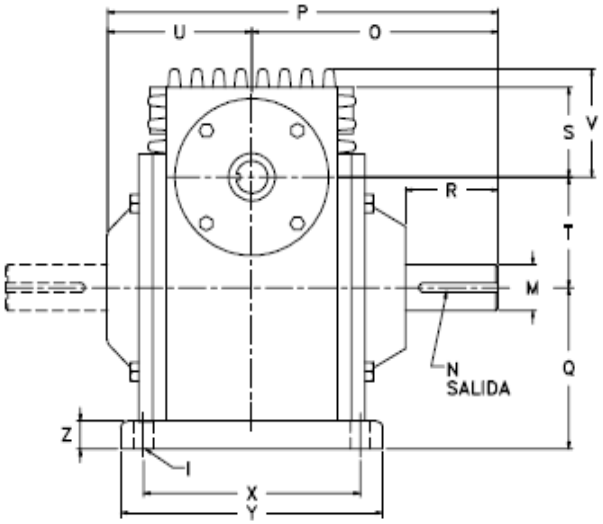
4. Propiedades físicas: Densidad 7.87 g/cm³ (0.284 lb/in³)

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

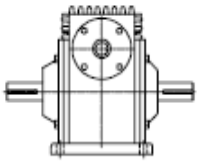
6. Usos: se utiliza mucho en la condición de cementado donde la resistencia al desgaste y el tener un núcleo tenaz es importante. Se puede utilizar completamente endurecido mientras se trate de secciones muy delgadas. Se puede utilizar para ejes de secciones grandes y que no estén muy esforzados. Otros 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.

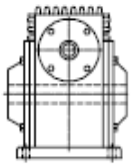
ANEXO N° 10: REDUCTOR DE VELOCIDAD.



DOBLE SALIDA

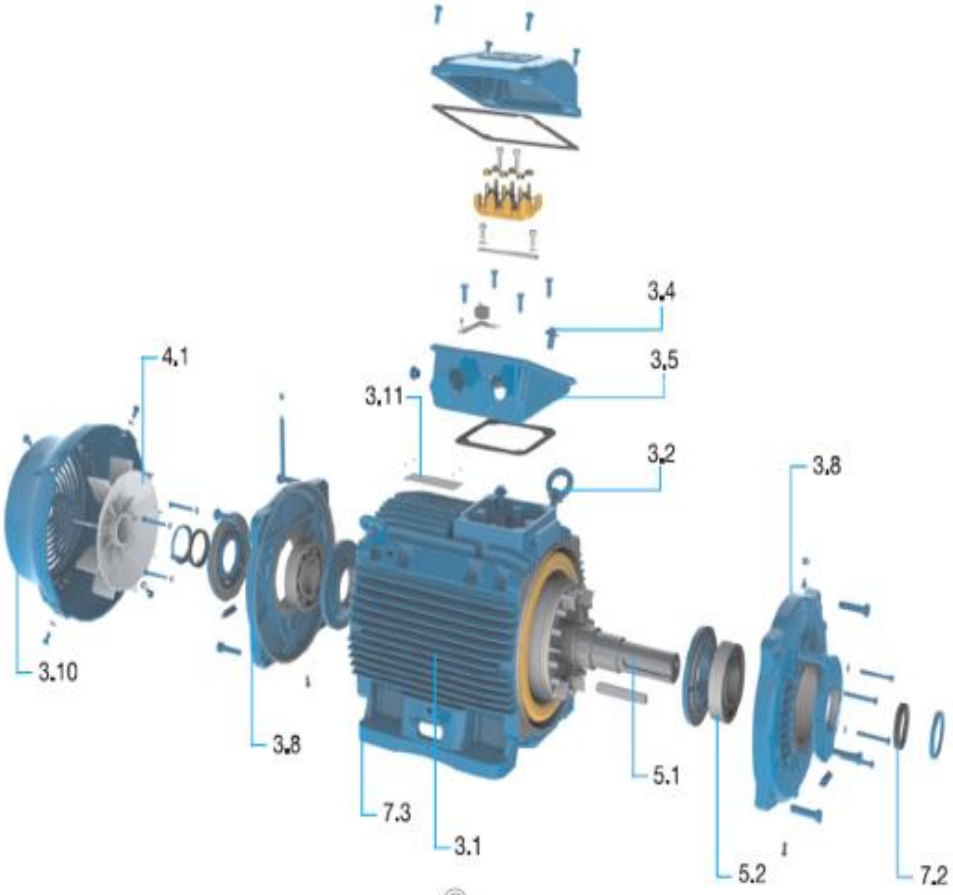


SALIDA HUECA



MODELO	O	P	Q	R	S	T	U	V	M (¢)	N (Cuñero)	I	X	Y	Z
45	3 3/4 95.25	5 3/4 146.05	2 3/4 69.85	1 9/16 39.69	2 1/8 53.98	1 3/4 44.45	2 50.80		0.750 19.05	3/16x3/32x1-1/16	4-¢13/32	4 1/4 108.0	5 1/4 133.35	1/2 12.7
51	4 15/16 125.41	7 3/8 187.33	3 7/8 98.43	2 1/8 53.98	2 50.80	2 50.80	2 7/16 61.91		1.000 25.40	1/4x1/8x2	4-¢13/32	5 127.0	6 1/8 155.58	1/2 12.7
63	5 3/8 136.53	8 1/16 204.77	4 1/4 107.95	2 1/4 57.15	2 50.80	2 1/2 63.50	2 11/16 68.26		1.125 28.58	1/4x1/8x2-1/8	4-¢7/16	5 127.0	6 152.40	1/2 12.7
76	6 13/16 173.04	10 13/16 274.62	4 3/8 111.13	2 9/16 65.09	2 7/16 61.91	3 76.20	4 101.60	2 15/16 74.61	1.250 31.75	1/4x1/8x2-3/8	4-¢17/32	6 152.4	7 1/4 184.15	3/4 19.1
90	7 1/8 180.98	11 7/16 290.50	5 3/8 136.53	3 1/8 79.38	2 3/8 60.33	3 1/2 88.90	4 5/16 109.54	3 1/8 79.38	1.500 38.10	3/8x3/16x2-15/16	4-¢21/32	6 3/4 171.5	8 1/4 209.55	1 25.4
102	8 1/2 215.90	13 5/32 334.16	6 152.40	3 21/32 92.87	3 1/4 82.55	4 101.6	4 21/32 118.27	3 15/16 100.01	1.750 44.45	3/8x3/16x3-7/16	4-¢13/16	8 203.2	10 254.00	1 25.4

ANEXO N° 11: MOTOR.



3.1	Carcasa
3.2	Cáncamos de elevación
3.4	Conectores de tierra
3.5	Caja de bornes
3.8	Escudo
3.10	Directriz de aire
3.11	Placa de características
4.1	Ventilador
5.1	Eje
5.2	Rodamientos
7.2	Sistema de sellado
7.3	Plan de pintura

FOTOS

Cosecha de zanahoria

Figura 85: Cortado de la hoja de zanahoria, en el fundo José Guzman.

Fuente: Ilustración propia

Mallado de zanahoria

Figura 86: Mallado manual de zanahoria - C. P. Callanca.

Fuente: (IMAR Costa Norte, 2010)

Cosecha y lavado de zanahoria

Figura 87: Cosecha y mallado de zanahoria - en Callanca, en el fundo Andr es Farro.

Fuente: (IMAR Costa Norte, 2010)

ANEXO N° 12: PLANOS