

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN - REY BALDUINO DE BÉLGICA

**PROPUESTA DE DISEÑO PARA LA CREACIÓN DE UNA MÁQUINA
SELECTORA DE TUBÉRCULOS**

Trabajo para optar al título profesional de
Ingeniería de ejecución mecánica de procesos y
mantenimiento industrial

Alumno:

Claudio Ignacio Fernández Toledo

Profesor guía:

Ing. Guillermo Felipe Larson Muñoz



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título; ☐ Tesis de Postgrado;

Título del trabajo: Propuesta De Diseño Para La creación De Una Maquina Selectora De Tubérculos

Nombre del candidato(a): Claudio Ignacio Fernández Toledo

Carrera / Grado: Ingeniería de ejecución mecánica de Procesos y mantenimiento industrial

Campus: Concepcion; **Departamento:** Mecánica

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Guillermo Felipe Larson Muñoz, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL

☒ El trabajo **NO contiene información que amerite confidencialidad** y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

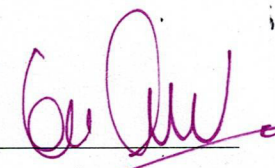
☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (embargo) por:

☐ 6 meses; ☐ 12 meses; ☐ 2 años; ☐ 3 años; ☐ 5 años; ☐ 10 años

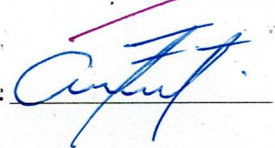
Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 21/10/25 Firma: 

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 21/10/25 Firma: 

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

DEDICATORIA

A mi familia que siempre estuvo ahí cuando los necesité, a mis buenos amigos, esos que siempre estuvieron y para los que ya no están aquí con nosotros, pero especialmente a mi padre, quien siempre me dio todo lo que necesité y me enseñó a ser la persona que soy hoy.

RESUMEN

Los procesos de cosecha y postcosecha son importantes a nivel mundial, solucionando las necesidades de alimentos en todo el mundo que cada año requieren más recursos agrícolas para la alimentación de la población en constante crecimiento, por este motivo distintos aspectos son fundamentales como el tiempo de producción y calidad del producto son lo que se busca mejorar día a día en la industria agroalimentaria, trabajando en nuevas tecnologías que mejoren los aspectos ya mencionados en las maquinarias utilizadas en la producción total de alimentos agrícolas y qué dichas máquinas cumplan con los nuevos estándares de hoy en día.

En Chile la producción de papas para exportación estimada en el 2019 fue de 120.000 toneladas aproximadamente de estas 120.000 toneladas el 57% de esa producción viene de los pequeños y medianos productores agrícolas mientras que el otro 43% es producido por los productores subsidiados, los medianos productores y la gran industria agrícola, esto nos demuestra la gran presencia de los pequeños y medianos agricultores en el abastecimiento de alimentos, por esto es imperativa la necesidad de mejorar sus tecnologías de trabajo en el área agrícola.

Los procesos de postcosecha de tubérculos (papas) enfocado en la selección de estos a nivel de pequeños y medianos productores conlleva ciertos problemas, los cuales son planteados y solucionados con una propuesta de diseño innovadora y vanguardista, aplicándose nuevas tecnologías y materiales de alta calidad.

Si bien existen algunos métodos y máquinas las que pueden dar solución al problema, están diseñadas mayoritariamente para la industria agrícola a gran escala, esto nos muestra la necesidad de contar con un equipo de selección de tubérculos dirigido a los pequeños y medianos agricultores.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
BENEFICIOS DEL PROYECTO	16
OBJETIVO GENERAL	17
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
CAPÍTULO 1:	18
1.1 TUBÉRCULOS	19
1.1.1 historia de los tubérculos.....	19
1.1.2 ¿qué son los tubérculos?.....	19
1.1.3 tipos de tubérculos.....	21
1.1.4 morfología de los tubérculos (papas)	22
1.1.5 calibres de los tubérculos para su selección	23
1.2 DISEÑO	24
1.2.1 que es el diseño mecánico	24
1.3 MOTORREDUCTOR.....	24
1.3.1 Que son los motorreductores.....	24
1.3.2 Elementos de un motorreductor	25
1.3.3 Funcionamiento de un motorreductor	25
1.4 RODAMIENTOS.....	26
1.4.1 Los rodamientos	26
1.4.2 axiales y radiales	26
1.4.3 partes del rodamiento	27
1.5 OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS.	29
1.5.1 Optimización.	29
1.5.2 Procesos.	29

1.6	PROCESOS DE CULTIVO DE TUBÉRCULOS	30
1.6.1	cultivo.....	30
1.6.2	cosecha de los tubérculos.....	35
1.6.3	selección de los tubérculos.....	36
1.6.4	almacenamiento de los tubérculos	37
CAPÍTULO 2:		38
2.1.	DISEÑO DE PROPUESTA.....	39
2.1.1	El diseño.....	39
2.1.2	Diseño de cilindro	40
2.2	PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.....	46
2.2.1	funcionamiento mecánico	46
2.3	CÁLCULO DE COMPONENTES.....	47
2.3.1	cálculo de transmisión por polea.....	47
2.4	CONEXIÓN ELÉCTRICA.....	52
2.4.1	componentes.....	52
2.5	MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN	55
2.5.1	Elección del tipo de acero para estructuras	55
2.5.3	Fijación.....	57
2.5.4	Componentes eléctricos	58
CAPÍTULO 3:		59
3.1	PROCEDIMIENTOS DE USO	60
3.1.1	Arranque de máquina agrícola	60
3.1.2.	Límites de operaciones de la máquina	63
3.2	MANTENIMIENTO.....	64
3.2.1	Mantenimiento a ejercer.....	64
3.2.2	Plan de mantenimiento.....	64
3.3	SEGURIDAD.....	66
3.3.1	Procedimientos de seguridad del equipo y operadores	66
CAPÍTULO 4.....		67
4.1	COSTOS DE PRODUCCIÓN	68
4.1.1	materiales necesarios para la construcción de la selectora.....	68
4.1.2	mano de obra	70
4.1.3	Inversión total	71

4.2	FACTIBILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN	72
4.2.1	implementación en granjas de cultivo.....	72
4.3	ANÁLISIS TÉCNICO	73
4.3.1	máquina de clasificación TS-F250.....	73
CONCLUSIÓN.....		74
RECOMENDACIONES.....		75
BIBLIOGRAFÍA.....		76
ANEXOS.....		77

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1.2.1 TALLOS Y RIZOMAS DE LOS TUBÉRCULOS

FIGURA 1.1.2.2 INSPECCIÓN VISUAL DE TUBÉRCULOS

FIGURA 1.1.5.1 CALIBRES DE LOS TUBÉRCULOS

FIGURA 1.4.3.1 PARTES RODAMIENTO

FIGURA 1.6.1.1 PREPARACIÓN DE TERRENO DE CULTIVO

FIGURA 1.6.1.2 MEZCLA DE ABONOS UTILIZADOS

FIGURA 1.6.1.3 SURCOS LISTOS A LA DISTANCIA DE 30 CM

FIGURA 1.6.1.4 PAPAS DEPOSITADAS LISTAS PARA SER TAPADAS

FIGURA 1.6.1.5 SURCOS DESPUÉS DE PUERCA SIENDO REGADOS

FIGURA 1.6.1.6 SURCOS DESPUÉS DE PUERCA SIENDO REGADOS

FIGURA 1.6.2.1 COSECHA DE TUBÉRCULOS

FIGURA 2.1.1.1 MÁQUINA SELECTORA DE TUBÉRCULOS

FIGURA 2.1.2.1 CILINDRO SELECTOR DE TUBÉRCULOS

FIGURA 2.3.1.1 ESTRUCTURA INTERNA DE CORREAS OPTIBELT SK

FIGURA 2.3.1.2 CAPTURA PROPUESTA DE CÁLCULO SOFTWARE CAP 6.0

FIGURA 2.3.1.3 CAPTURA DE RESULTADOS DEL SOFTWARE CAP 6.0

FIGURA 2.3.1.4 CAPTURA RESULTADO SELECCIONADO DEL SOFTWARE CAP 6.0

FIGURA 2.3.1.5 CAPTURA DETALLES DEL RESULTADO SELECCIONADO SOFTWARE CAP 6.0

FIGURA 2.4.1.1. MOTORREDUCTOR

FIGURA 3.1.1.1 PANEL DE CONTROL

FIGURA 3.1.1.2 SACO DE 25 KILOGRAMOS

FIGURA 3.1.1.3 ESQUEMA DE TRABAJO SELECTORA DE TUBÉRCULOS

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1.5.1 CALIBRES DE LOS TUBÉRCULOS

TABLA 2.4.1.1 DATOS MOTORREDUCTORES

TABLA 2.5.2.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA ASTM 36

TABLA 2.5.2.2 PROPIEDADES MECÁNICAS ASTM 36

TABLA 2.5.2.3 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ALUMINIO

TABLA 4.1.1.1 PRESUPUESTO MATERIALES

TABLA 4.1.2.1 PRESUPUESTO MANO DE OBRA

TABLA 4.1.3.1 INVERSIÓN TOTAL

TABLA 4.3.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LA MÁQUINA DE COMERCIO

ÍNDICE DE ANEXOS

SIGLAS

A	:	Amperio
AISI	:	American Iron and Steel Institute
ASTM	:	American Society of Testing and Materials
AWG	:	American Wire Gauge
CA	:	Corriente alterna
CC	:	Corriente continua
D	:	Diámetro mayor
d	:	Diámetro menor
dB	:	Decibel
HB	:	Dureza Brinell
Hp	:	Horse power
Kt	:	Factor teórico de concentración de esfuerzos
Kg	:	Kilogramos
KW	:	Kilowatt
Inch	:	Pulgada
mm	:	Milímetros
Mpa	:	Mega pascal
N	:	Newton
N m	:	Newton metro
N/mm2	:	Newton milímetro cuadrado
r	:	Radio

Rpm	:	Revolución por minuto
SAE	:	Society of Automotive Engineers
V	:	Voltaje

SIMBOLOGÍA

%	:	Porcentaje
Ø	:	Diámetro
°	:	Grado
°C	:	Grado Celsius
$\tau_{m\acute{a}x}$	:	Esfuerzo cortante máximo
τ_d	:	Esfuerzo cortante de diseño
S_y	:	Resistencia a la fluencia
π	:	Pi

INTRODUCCIÓN

Cubrir los conceptos básicos del diseño de máquinas, incluyendo el proceso de diseño, la ingeniería mecánica y de materiales, la prevención de fallas bajo carga estáticas y variables, así como también las características de los principales tipos de elementos mecánicos presente en el diseño, son lo esencial en la concepción de un diseño de propuesta.

El día de hoy la industria agroalimentaria se ha visto forzada a encontrar las tecnologías necesarias para abastecer las necesidades de alimentos que la sociedad requiere, por estas demandas de alimentos que cada año sigue aumentando, es necesario estar innovando en los ámbitos de producción y almacenaje de los productos alimenticios

El siguiente proyecto se enfoca en dar una solución satisfactoria a la problemática que existen para los pequeños y medianos agricultores, la falta de una maquinaria que se focalice en las necesidades de clasificación y selección, que la industria actualmente no abarca.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido a la gran demanda de alimentos de hoy en día es necesario la implementación de las más altas tecnologías en los procesos de cultivos y cosechas por ese motivo el trabajo aquí realizado se enfoca en los procesos de postcosecha de tubérculos mediante el diseño de una máquina enfocada en la selección tubérculos.

El problema abordado en este proyecto consiste en resolver la necesidad de un mecanismo posterior a la cosecha de tubérculos (papas) para una rápida y eficaz selección en los almacenes

Se requiere una máquina que sea capaz de seleccionar los tubérculos de forma confiable y rápida, cumpliendo con parámetros de calidad establecidos por normas.

Este equipo debe ser amigable con el medio ambiente, seguro para él o los operadores, de una baja complejidad para su mantenimiento y de un coste económico accesible.

JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La generación de tubérculos en nuestro país según los estudios realizados por la INA 9 de 10 hogares campesinos de la zona centro sur del país siembra estos tipos de tubérculos y 4 de cada 10 hogares se dedica a la producción comercial de los tubérculos ya sea para su venta en el territorio nacional y, o exportación esta última siendo un 57 por ciento del total de exportación de tubérculos del país anualmente, esto convierte Alos pequeños agricultores en la mayor industria de generación de tubérculos.

Para la industria del tubérculo se encuentra la maquinaria especializada para la selección de las papas, pero estas son maquinarias de gran envergadura y de elevados precios a las cuales los pequeños agricultores se les dificulta o les es imposible optar en vista de esta problemática que afecta a los pequeños agricultores nace la necesidad de esta propuesta de diseño, con la propuesta de una máquina eficiente, confiable y económica para la selección de tubérculos.

BENEFICIOS DEL PROYECTO

Esta propuesta de diseño consiste en una máquina agrícola la cual contará de un sistema que permite seleccionar los tubérculos cuando estos circulan por un cilindro que cuenta con perforaciones establecidas según su calibre del tubérculo los cuales luego de pasar por su calibre los dejará en una bandeja que estará determina para las medidas establecidas.

Para el desarrollo de este diseño y su implementación, en el cual se espera disminuir los tiempos necesarios para la selección de los tubérculos en un 75%, se investigó sobre los procesos de selección utilizados a pequeña y gran escala, para encontrar el mejor diseño para la máquina en cuestión.

La idea principal en este proyecto es dar la opción de un equipo completo y confiable, de fácil operación, el cual cumpla con las normas de seguridad necesarias para los operadores y su entorno, además de amigable con el medio ambiente mediante la utilización de equipos de bajo consumo energético.

OBJETIVO GENERAL

Comprensión y diseño para la creación de una máquina selectora de tubérculos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analizar y estudiar la historia y morfología de los tubérculos (papas) para generar los calibres de la máquina.

Diseñar planos de construcción de la máquina, calcular los materiales óptimos para la máquina y seleccionar los materiales para la óptima construcción de la máquina selectora de tubérculos.

Elaborar los parámetros de seguridad y uso de la máquina para un correcto uso de esta.

evaluar la posible implementación de la máquina selectora de tubérculos en granjas de pequeños productores de papas.

CAPÍTULO 1:
Marco teórico

1.1 TUBÉRCULOS

1.1.1 Historia de los tubérculos

El origen de la planta de tubérculos comestible se establece, según la evidencia científica actual, en el año 8000 a.C. en el altiplano andino, aproximadamente en el sur del actual Perú. Durante siglos fue, junto al maíz, uno de los productos clave en la alimentación de varias civilizaciones precolombinas.

Según las crónicas de la conquista española de Suramérica, el tubérculo viajó en 1554 desde el antiguo Perú a España. Presentada como curiosidad culinaria, en 1573 se plantó en el Hospital de Sevilla para proporcionar comida a los enfermos. Si bien los tubérculos no tuvieron una gran aceptación en Europa, con el paso del tiempo se volvió un alimento primordial en la dieta.

1.1.2 ¿Qué son los tubérculos?

los tubérculos son un tipo de hortalizas de raíces que suele diferenciarse del resto, por poseer su característico tallo engrosado, generalmente son subterráneos y contienen una serie de escamas que producen yemas, a partir de las cuales surgen brotes o tallos que originan nuevas plantas.

La mayoría de los tubérculos que se consumen a diario, aportan un gran número de nutrientes y beneficios para la salud. Dicho aporte suele estar representado por minerales y vitaminas, de forma que resultan ideales para mantener una dieta equilibrada.

Los tubérculos, que corresponden a tallos subterráneos modificados, se originan a partir de un engrosamiento en el extremo distante de los rizomas. Aproximadamente 2 semanas luego de ocurrido el nacimiento de las plantas, comienza la emisión de los rizomas, el comienzo de la tuberización en tanto, se produce 3 a 5 semanas después de la emergencia (Figura 1.1.2.1), dependiendo de la tierra a cultivar, del clima y de la edad fisiológica de la semilla. Durante la etapa de tuberización se puede formar un gran número de tubérculos, siendo generalmente dos a cuatro por cada tallo, los que logran un tamaño comercial.

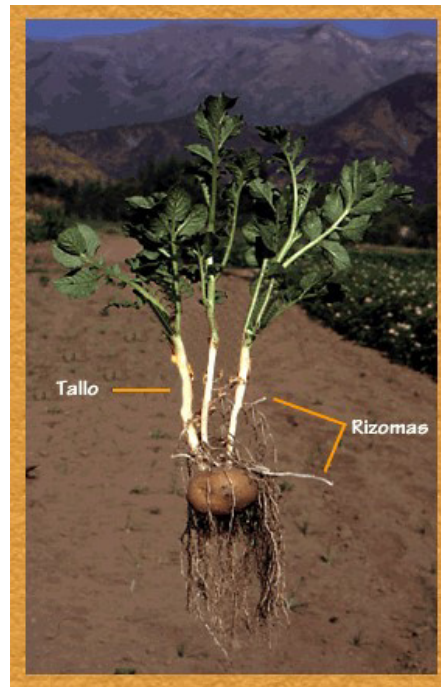


Figura 1.1.2.1 Tallos y rizomas de los tubérculos

Fuente: INIA

Los tubérculos pueden cosecharse inmaduros, obteniéndose papas llamadas comúnmente "nuevas" o "pelonas", las cuales se caracterizan por presentar una piel suelta y muy delgado en la medida que avanza la madurez, los tubérculos continúan creciendo y van afirmando progresivamente su piel; este se va engrosando y adquiriendo un color cada vez más oscuro. El desarrollo de los tubérculos continúa aún después de que el follaje comienza a amarillear, alcanzándose el máximo rendimiento en cada planta cuando aproximadamente un 50% de su follaje se encuentra seco.



Figura 1.1.2.2 Inspección visual de tubérculos

Fuente: INIA

1.1.3 tipos de tubérculos

Papa o patata

Es un tubérculo comestible, rico en vitaminas y minerales; es una buena fuente de vitamina C en tiempos invernales. Además, contiene potasio, hierro, vitamina B, tiamina, niacina, magnesio, fósforo, ácido fólico y fitoquímicos. Sin embargo, su principal uso deriva de ser una rica fuente de hidratos de carbono, almidón y glucosa.

Yuca o mandioca

Posee tallos delgados que muestran las cicatrices de sus anteriores hojas. Éstas situadas en la parte superior de los tallos, son lobuladas. Lo que más destaca de esta planta son sus enormes raíces tuberosas. La yuca es rica en hidratos de carbono complejos (principalmente almidón), además de fibra, proteína vegetal, vitaminas A, B2, B3, B6, B9 (ácido fólico), C, K, y minerales como el potasio, magnesio, fósforo, calcio, hierro y sodio.

Batata, boniato o camotes

Sus raíces producen un tubérculo comestible de color marrón con pulpa amarillenta, que contiene muchos carotenoides. Su tallo es de color verde o púrpura, con pubescencia, y puede medir entre 1 y 8 metros de largo. Sus hojas son simples, ovaladas, y cuentan con márgenes enteros y pecíolos.

Ñame

Es una planta herbácea caracterizada por tallos verdes y endebles, volubles, de 3 a 4 metros de largo, con hojas grandes y acorazonadas, flores pequeñas de color blanco, amarillo verdoso o verde en espigas; su raíz es grande y tuberculosa. El ñame es rico en carbohidratos, proteínas, vitaminas C y B1; suministra una parte sustancial de las necesidades de manganeso y fósforo en los adultos y, en menor medida, también cobre y magnesio.

1.1.4 morfología de los tubérculos (papas)

Perteneciente a la familia Solanáceas, cuyo nombre científico es *Solanum tuberosum*. Es una planta herbácea, vivaz, dicotiledónea, provista de un sistema aéreo y otro subterráneo de naturaleza rizomatosa, del cual se originan los tubérculos.

Raíces: son fibrosas, muy ramificadas, finas y largas. Las raíces tienen un débil poder de penetración y solamente adquieren un buen desarrollo en un suelo altamente preparado para la siembra.

Tallos: son aéreos, gruesos, fuertes y angulosos, siendo al principio erguidos y con el tiempo se van extendiendo hacia el suelo. Los tallos se originan en la yerna del tubérculo, siendo su altura variable entre 0.5 y 1 metro. Son de color verde pardo debido a los pigmentos antisísmicos asociados a la clorofila, estando presentes en todo el tallo.

Rizomas: son tallos subterráneos de los que surgen las raíces adventicias. Los rizomas producen unos hinchamientos denominados tubérculos, siendo estos ovales o redondeados.

Tubérculos: son los órganos comestibles de la patata. Están formados por tejido parenquimático, donde se acumulan las reservas de almidón. En las axilas del tubérculo se sitúan las yemas de crecimiento llamadas “ojos”, dispuestas en espiral sobre la superficie del tubérculo.

Hojas: son compuestas, imparipinnadas y con folíolos primarios, secundarios e intercalares. La derivación de las hojas es reticulada, con una densidad mayor en los nervios y en los bordes del limbo.

Inflorescencias: son cimosas, están situadas en la extremidad del tallo y sostenidas por un escapo floral. Es una planta autómata, siendo su androesterilidad muy frecuente, a causa del aborto de los estambres o del polen según las condiciones climáticas. Las flores

1.1.5 Calibres de los tubérculos para su selección

Según la división de semillas del sub Departamento de certificación de semillas, los tubérculos cosechados en la zona sur de Chile se categorizan y se calibrarán en cuatro grandes grupos de tubérculos midiendo el diámetro ecuatorial de cada tubérculo y se clasificarán de acuerdo con el tamaño de:

Tubérculos bajo calibre	< a 28 mm
Tubérculos semillas	28 – 65 mm
Tubérculos de consumo	65 –100 mm
Tubérculos de gran tamaño	100 a < mm

Tabla 1.1.5.1 Calibres de los tubérculos
Fuente: instituto de investigaciones agropecuarias

Según los datos obtenidos del sub departamento de certificación de semillas, los calibres utilizados para la creación de la máquina serán.

rango 1 de 0 a 28mm, rango 2 de 28 a 65 mm, rango 3 de 65 a 100 mm, rango 4 de 100 mm. a más.



Figura 1.1.5.1 Calibres de los tubérculos
Fuente: Claudio Fernández, parcela cólico alto

1.2 **DISEÑO**

1.2.1 que es el diseño mecánico

El diseño mecánico es una tarea compleja que requiere muchas habilidades. Es necesario subdividir grandes relaciones en una serie de tareas simples. La complejidad del tema requiere una secuencia en la que las ideas se presentan y se revisan. Primero se aborda la naturaleza del diseño en general, luego el diseño en la ingeniería mecánica en particular. El diseño es un proceso iterativo con muchas fases interactivas. Existen muchos recursos para apoyar al diseñador, entre los que se incluyen muchas fuentes de información y una gran abundancia de herramientas de diseño por computadora. El ingeniero que se dedica al diseño no solamente necesita desarrollar competencia en su campo, sino que también debe cultivar un fuerte sentido de responsabilidad y ética de trabajo profesional. Hay funciones que deben realizarse mediante códigos y normas.

La supervivencia de un componente mecánico está frecuentemente relacionada con el esfuerzo y la resistencia. Los aspectos de incertidumbre siempre han estado presentes en el diseño en la ingeniería y se abordan de manera típica mediante el factor de diseño y el factor de seguridad, ya sea en la forma determinista (absoluta) o en un sentido estadístico. El enfoque estadístico se refiere a la confiabilidad del diseño y necesita buenos datos estadísticos. En el diseño mecánico existen otras consideraciones que incluyen las dimensiones y las tolerancias, unidades y cálculos.

1.3 **MOTORREDUCTOR**

1.3.1 Que son los motorreductores

Se conoce como motorreductor a una máquina muy compacta que combina una unidad reductora de velocidad y un motor. Estos van unidos en una sola pieza y se usa para reducir la velocidad de un equipo de forma automática. La idea de "agregar" un motor a un reductor se remonta a la patente en Bruchsal del ingeniero de diseño y emprendedor Albert Obermoser en 1928: Él inventó el "Vorlegemotor" (motorreductor).

1.3.2 Elementos de un motorreductor

Un motorreductor se caracteriza por tener varios elementos. Sin embargo, destacan tres principales. Cuando decimos que un par o torque son parte del funcionamiento óptimo de esta máquina, es porque sin ellos no podrían girar. Se trata de la fuerza que acciona al equipo para que este gire a una velocidad determinada.

Cuando esta fuerza se activa, se le conoce como flecha de salida, que es lo mismo que la fuerza con que gira un motor. Sus unidades de medida son en kilogramos, metro o libra, pie, pulgadas, entre otras. Cuando este primer elemento se une con un tiempo determinado en que se ejecuta el giro, es lo que se conoce como potencia de un motorreductor.

Este sería el segundo elemento de la máquina que, junto a la velocidad, permite que el motor se libere. En otras palabras, el par o torque dependen directamente de la fuerza de giro y para esto la carga debe ser proporcional a ella. La velocidad de giro que toma la máquina depende de esa potencia aplicada al motorreductor.

1.3.3 Funcionamiento de un motorreductor

Principalmente un motorreductor basa su funcionamiento en reducir la velocidad de las máquinas. Cuando estas superan en fuerza al equipo que desea mover, un reductor de velocidad es la solución. La particularidad de estos modelos es que incluyen un motor que permite la reducción. Podemos resumir sus funciones en un variador de velocidad y par.

Lo que reduce directamente es la velocidad de giro del par o torque. Para saber cuándo es mejor usarlo, debemos analizar al reductor que nos indicará que tipo de carga es perfecta para esta potencia. Para esto se utiliza un indicador de reducción para determinar si aumenta o disminuye la velocidad.

El objetivo es que la velocidad de entrada se regule y genere otra velocidad de salida. Esta es la que permite mover la maquinaria bajo una fuerza regulada que no dañe el equipo.

1.4 RODAMIENTOS

1.4.1 Los rodamientos

Los rodamientos son elementos mecánicos diseñados para soportar y guiar elementos giratorios u oscilantes de las máquinas que cuentan con elementos móviles como por ejemplo árboles, ejes o ruedas, y estos transmiten las cargas entre componentes de la máquina al estar diseñados para soportar las cargas requeridas ya sean radial, axial o ambas combinadas.

Los rodamientos actualmente ofrecen gran precisión y baja fricción al estar diseñados y creados con altos estándares de calidad y, por lo tanto, admiten velocidades de giro elevadas al tiempo que reducen el ruido, el calor, el consumo de energía y el desgaste. Los rodamientos son elementos rentables e intercambiables de las máquinas.

1.4.2 axiales y radiales

Los rodamientos se clasifican en dos grupos de estos que los diferencian en el sentido de fuerza, estos pueden soportar.

Los rodamientos radiales soportan cargas que se encuentran, principalmente, en dirección perpendicular al eje. Algunos rodamientos radiales solo pueden soportar cargas puramente radiales, mientras que la mayoría pueden también soportar algunas cargas axiales en un sentido y, en algunos casos, en ambos sentidos mientras tanto los rodamientos axiales soportan cargas que actúan, principalmente, de manera axial a lo largo del eje. Según su diseño, los rodamientos axiales pueden soportar cargas axiales puras en uno o en ambos sentidos y algunos pueden también soportar cargas radiales (cargas combinadas). Los rodamientos axiales no admiten velocidades tan elevadas como los rodamientos radiales de su mismo tamaño.

Diferenciar los tipos de rodamientos es determinado por el ángulo de contacto del elemento de rodadura, esto determina el grupo al que pertenece el rodamiento. Los rodamientos con un ángulo de contacto $\leq 45^\circ$ son rodamientos radiales, los demás son rodamientos axiales.

1.4.3 partes del rodamiento

Por norma general, los rodamientos están formados básicamente por dos aros o anillos, unos elementos rodantes y una jaula. Algunos de estos elementos son los que servirán, entre otros, para clasificarlos en función de sus diferencias de diseño y estructura.

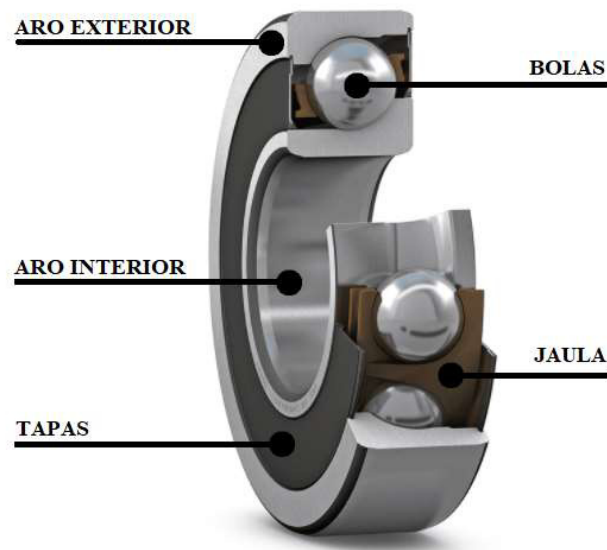


Figura 1.4.3.1 Partes rodamiento

Fuente: SKF

La base de los “rodamientos” está formada por dos aros concéntricos llamados aro exterior y aro interior.

Estos anillos tienen la misión de alojar unos los elementos rodantes que pueden ser bolas o rodillos para que estos se desplacen sobre sus pistas de rodadura sin ninguna dificultad. Los rodillos pueden ser rodillos cónicos, rodillos cilíndricos o agujas, lo que permitirá su clasificación en Rodamientos de bolas” (los más habituales), “Rodamientos de rodillos cónicos”, “Rodamientos de rodillos cilíndricos” o “Rodamientos de agujas”.

En los aros de rodadura, la presión en el área de contacto de rodadura y el giro cíclico excesivo provocan fatiga en los aros del rodamiento cuando este está en funcionamiento. Para hacer frente a esa fatiga, los aros, que están fabricados de acero, deben endurecerse.

El acero estándar para aros y arandelas de rodamientos es 100Cr6, un acero que contiene aproximadamente un 1% de carbono y un 1,5% de cromo.

Acero martensítico al cromo de baja aleación, el AISI 52100 gracias a las características peculiares de elevada dureza, resistencia al desgaste, acabado superficial y tolerancias dimensionales, se emplea para producir bolas para rodamientos y válvulas.

(rgpballs, 2020).

La jaula es el componente separador que permite guiar los elementos rodantes en la zona sin carga del rodamiento, que las bolas o rodillos queden fijados de forma equidistante rodantes para reducir el calor por fricción generado en el rodamiento y optimizar la distribución de la carga en el rodamiento.

Suele ser de chapa de acero estampada, pero también de nailon, latón, o simplemente no estar incluida en el rodamiento.

Las jaulas centradas en los elementos rodantes permiten que el lubricante ingrese fácilmente en el rodamiento. Las jaulas centradas en el aro, que permiten un guiado más preciso, se suelen utilizar cuando los rodamientos deben soportar altas velocidades, altos niveles de vibración o fuerzas de inercia originados por los movimientos de todo el rodamiento.

Las tapas de acero o de goma son un elemento habitual, ya que evitan la entrada de agentes contaminantes en el rodamiento. La ejecución de estos sellos puede ser de acero o goma “2RS” a ambos lados, “ZZ” o “2RS” respectivamente, a un solo lado o bien a ninguno, como sería el caso de conocidos como rodamientos “abiertos”.

Los elementos rodantes (bolas o rodillos) transfieren la carga entre los aros interior y exterior. Normalmente, se utiliza el mismo acero tanto para los elementos rodantes como para los aros y arandelas del rodamiento.

Las bolas y los rodillos difieren en la forma en que entran en contacto con los caminos de rodadura.

Las bolas establecen contacto puntual con los caminos de rodadura del aro (Figura 1.4.3.1). Con el incremento de la carga que actúa en el rodamiento, el punto de contacto se transforma en un área elíptica. El área de contacto pequeña genera baja fricción por rodadura, lo que permite a los rodamientos de bolas admitir altas velocidades, aunque también limita su capacidad de carga.

Los rodillos establecen contacto lineal con los caminos de rodadura del aro, Con el incremento de la carga que actúa en el rodamiento, la línea de contacto se va transformando en rectangular. Debido al área de contacto mayor y al consiguiente aumento de la fricción, un rodamiento de rodillos puede soportar cargas más pesadas, pero velocidades más bajas, que un rodamiento de bolas del mismo tamaño

1.5 OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS.

1.5.1 Optimización.

La optimización de procesos es fundamental, ya que es la disciplina que se encarga de adaptar los procesos para optimizar sus parámetros, pero sin infringir sus límites. La aparición de nuevas tecnologías nos lleva cada vez a modificar procesos y equipos, buscando una mejoría que nos permite desenvolvernos generalmente, tiene como objetivos minimizar costos y maximizar el rendimiento, la productividad y la eficiencia

Definición de Optimización: La definición nos dice que corresponde a buscar la mejor forma de realizar una actividad.

Fuente: Real academia española. (2001). Diccionario de la lengua española (22. ºed). Consultado en <http://www.rae.es/rae.html>.

1.5.2 Procesos.

La definición de procesos es un paso fundamental para un trabajo acorde con las modernas exigencias de gestión administrativa. Todo proceso debe incorporar la ejecución en cadena de un conjunto de actividades, de tal manera que al final se satisfagan las expectativas de los clientes, sean internos o externos. Definición de procesos: La definición nos dice Conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o artificial.

Fuente: Real academia española. (2001). Diccionario de la lengua española (22.ºed). Consultado en <http://www.rae.es/rae.html>.

El deseo de optimizar procesos se viene implantando por décadas a lo largo de todo el mundo, como principal motivo es disminuir o finalmente eliminar la pérdida de tiempo y recursos, así de esta forma lograr mayores márgenes de ganancia para la empresa, los cuales pueden

verse directamente reflejados en las condiciones de trabajo y la implementación de nuevas tecnologías,

Es importante conocer en detalle el proceso previamente a realizar una optimización de nuestra línea productiva, de esta forma definiremos claramente los puntos críticos de cada eslabón de nuestro proceso.

1.6 PROCESOS DE CULTIVO DE TUBÉRCULOS

1.6.1 cultivo

Normalmente en las zonas con los climas y terrenos óptimos para el cultivo de hortalizas, vegetales y alimentos subterráneos de temporada (primavera verano) es normal encontrarse con grandes sembradíos de papas de lugareños y pequeños emprendedores de la industria agroalimentaria, pero estos agricultores solo cuentan con maquinarias que los ayudan y sustentan hasta la siembra siendo estos tractores con arados y rastras, en los casos de la mayoría de los lugareños esto es remplazado por el uso de tracción animal mediante el uso de caballos o vacunos para trabajar la tierra.



Figura 1.6.1.1 Preparación de terreno de cultivo

Fuente: Claudio Fernández, parcela cólico alto

En la zona de cólico comuna de santa Juana la temporada de siembra para las primeras siembras de papas conocidas popularmente como chacras de altura dan inicio aproximadamente la segunda quincena de agosto (todo esto puede variar según la cantidad

de precipitaciones de la temporada de lluvias), mientras que las chacras húmedas son idealmente trabajadas en octubre para de esta forma evitar las últimas bajas temperaturas conocidas como heladas.

Para la generación de un tubérculo de buena calidad, son varios los aspectos que deben ser trabajados, para obtener estos tanto de la tierra, como la semilla, el abono y el riego, son los puntos clave para el cultivo.

Preparación del terreno

Para el crecimiento ideal de tubérculo, el terreno debe ser arado y rastreado entre 3 y 5 veces, para dejar la tierra a cultivar lo más molida posible, para que los tubérculos puedan crecer de forma más fácil gracias a que el terreno cultivado tendrá menos resistencia al crecimiento de las papas.

Selección de tubérculos

Al momento de seleccionar el tubérculo a cultivar, se tiene que escoger la opción que mejor se acomode al terreno y clima del sector, por lo general se encuentran una variada gama de semillas de tubérculos que pueden brindar una buena producción, sacando ventaja de las condiciones ya sea del terreno o las cantidades de riego disponible.

Elección de abonos y complementos alimenticios para el terreno

Para un correcto desarrollo de los tubérculos, es necesaria la aplicación de tres tipos de fertilizantes, los cuales mejoran notablemente en el desarrollo de los tubérculos plantados. Estos fertilizantes son:

Nitrógeno: el nitrógeno es muy importante en el crecimiento de los tallos y el follaje de las plantas, mejorando la fotosíntesis en los tubérculos.

Fósforo: el fósforo es fundamental en el crecimiento de los raízes de los tubérculos, mejorando la creación de rizomas y la absorción de nutrientes de la tierra.

Potasio: el potasio es muy importante en la fase de crecimiento de los tubérculos, para la obtención de tubérculos de gran calidad y calibre.



Figura 1.6.1.2 Mezcla de abonos utilizados

Fuente: Claudio Fernández, parcela cólico alto

Siembra de los tubérculos

La siembra a mano de tubérculos es llevada a cabo mediante la utilización de arado, ya sea con tracción animal o tractor, con la utilización de este arado se hacen en la tierra ya procesada anteriormente los surcos donde es depositada la semilla, esos surcos deben tener unos 30 cm aproximadamente entre crestas.



Figura 1.6.1.3 Surcos listos a la distancia de 30cm

Fuente: Claudio Fernández, parcela cólico alto

Una vez que los surcos están hechos, la tierra debe ser abonada por la mezcla de nutrientes que el agricultor estime necesario para el cultivo

Luego se deposita la semilla en el surco a la distancia indicada, que varía de los 45 a 60 cm según la zona o el tipo de tubérculo. Una vez finalizado esto, se tapa los tubérculos con el uso de una rastra, para aplanar el terreno de las crestas de los surcos y así dejar completamente tapadas las papas que fueron plantadas.



Figura 1.6.1.4 Papas depositadas listas para ser tapadas

Fuente: Claudio Fernández, parcela cólico alto

Arado y posterior puerca de los tubérculos

Una vez transcurrido dos semanas desde la siembra de los tubérculos, corresponde el arado de las papas por entremedio de los surcos esto para ayudar en el desarrollo de las raíces, moviendo el terreno evitando que se endurezca o apriete, luego nuevamente se pasa una rastra de menor peso para la nivelación del suelo sembrado.

La puerca es una de las labores esenciales en el cultivo de tubérculos, ya que gracias a esta práctica el rendimiento de un cultivo aumenta en un 80% a diferencia de que no se llevara a cabo una puerca a un cultivo de papas, la puerca es una actividad que se lleva a cabo al mes y 20 días aproximadamente desde la siembra de los tubérculos.

Al efectuar una buena puerca, mejoramos el crecimiento del follaje y los rizomas en las raíces, además de mejorar el terreno para una mejor absorción del agua en la temporada de riego y mejora la aireación del cultivo.



Figura 1.6.1.5 Surcos después de puerca siendo regados

Fuente: Claudio Fernández, parcela cólico alto

Riego del cultivo de tubérculos

El riego en un cultivo de papas es llevado a cabo de dos formas típicamente, la primera mediante la utilización de una máquina regadora o pistón regulable que permite un riego homogéneo del terreno en periodos de tiempos controlados, mientras que el otro método también empleado es el riego botado, el cual consiste en la circulación del el agua por los surcos para que esta corra por ellos y una vez el agua llegue al final del surco se cambia al siguiente y así sucesivamente como se ve en la figura 1.6.1.6.



Figura 1.6.1.6 Surcos después de puerca siendo regados

Fuente: Claudio Fernández, parcela cólico alto

El riego en un cultivo de tubérculos se ajusta según ciertos parámetros a tomar en cuenta tales como el clima, elevación del terreno y tiempo de siembra.

1.6.2 cosecha de los tubérculos

Después de 3 meses y 10 días o dependiendo del follaje de la planta, el cual debe encontrarse seco en un 60% para indicarnos que los tubérculos están en un estado óptimo para ser cosechados, en esta etapa del proceso se retira la planta de la tierra mediante el uso de un azadón o un arado, con la idea de desenterrar por completo la planta de papa junto con los tubérculos maduros, estos son separados de las raíces y depositado en contenedores donde se juntan para ser depositados en los transportes utilizados para su transporte a un almacén.



Figura 1.6.2.1 Cosecha de tubérculos

Fuente: Claudio Fernández, parcela cólico alto

Luego de que los tubérculos llegan al almacén, en este son seleccionados para los requerimientos necesarios y almacenados según su requerimiento o disponibilidad de almacenes.

1.6.3 selección de los tubérculos

La selección de los tubérculos en la industria campesina normalmente se lleva a cabo en los almacenes ya sea para venta o consumo personal.

Los agricultores que se dedican a la venta de tubérculos pagan a otras personas para la labor de la selección de las papas, ya que esta es una tarea que requiere mucho tiempo según la cantidad y el tamaño medio de los tubérculos a seleccionar.

El tiempo promedio que dos personas seleccionando tubérculos necesitan para seleccionar 50 kg es de aproximado 5 minutos.

Según los estándares normalmente los tubérculos son seleccionados en 4 categorías, siendo el tubérculo comercial desde calibre 2 en adelante



Figura 1.6.3.1 selección de tubérculos manual

Fuente: Claudio Fernández, parcela cólico alto

1.6.4 almacenamiento de los tubérculos

El almacenaje de las papas es la etapa final de los tubérculos en las granjas, ya que luego de esta labor los tubérculos son vendidos o consumidos. El almacenaje de estos puede ser en sacos, bins de plástico o en almacenes de bodegón con doble fondo.

Es muy importante el almacenamiento que los tubérculos no se encuentren en lugares de altas temperaturas ni expuestas al sol, ya que esto acelera la descomposición de las papas también es necesaria mantener controlada la humedad en los almacenes por esta razón las papas deben ser depositas en almacenes que no se encuentren en el suelo, es necesario una separación porque la humedad del suelo ya sea tierra o cemento afecta la calidad y la duración del producto en los almacenes, es muy importante tener buena ventilación donde se encuentran almacenados los tubérculos para no debilitar la piel de los tubérculos.

CAPÍTULO 2:

Diseño, cálculo y selección de materiales para la construcción de la máquina herramienta.

2.1. DISEÑO DE PROPUESTA

2.1.1 El 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

(Shigley, 2008)

De acuerdo con las necesidades requeridas en el proyecto, se elaboró un diseño de máquina agrícola, el cual cumpla con todos los requerimientos para un óptimo desempeño, que sea de una fácil operación y con excelentes resultados de selección de tubérculos.

Es un diseño compuesto por excelentes materiales y bien seleccionados para evitar el maltrato de los tubérculos seleccionados y así no afectar la calidad de estos.

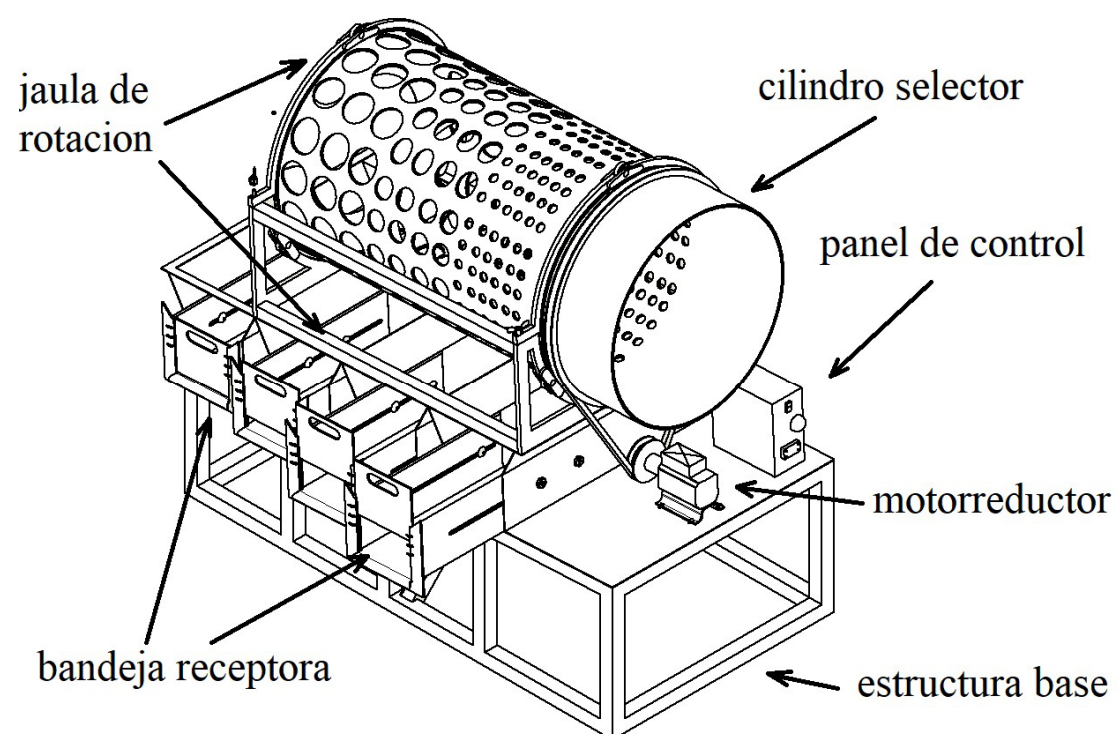


Figura 2.1.1.1 Máquina selectora de tubérculos

Fuente: Claudio Fernández, software Autodesk Inventor

2.1.2 diseño de cilindro

El cilindro seleccionador es un diseño generado a base de los calibres obtenidos en la investigación previa sobre la estandarización de los tamaños de las papas para sus distintos usos y requerimientos.

El cilindro está compuesto por cuatro partes, las cuales están separadas por una palca circunferencial en con un cuarto de apertura para que los tubérculos puedan ir avanzando de sección en sección.

El primer nivel es la zona de entrada de los tubérculos en esta parte también se encuentra la polea donde pasa la correa de transmisión del ensamble operacional como también el canal de guía de rodadura por el cual se instala el cilindro a la base mediante el contacto de rodamientos de carga angular (estos rodamientos permiten cargas radiales y cargas axiales).

En el segundo nivel se encuentra el primer nivel de selección que sería el rango 1 el cual cuenta con 168 perforaciones a 28 mm de diámetro, lo que permite que todas las papas con este tamaño caigan a la bandeja de la máquina sin pasar al siguiente nivel.

El nivel tres es donde se encuentra el rango de calibre 2 el cual es usado para las papas que en el futuro serán de semillas para futuras plantaciones de tubérculos, en este nivel se encuentran 80 perforaciones a un diámetro de 65 mm que es lo máximo de calibre para el rango 2.

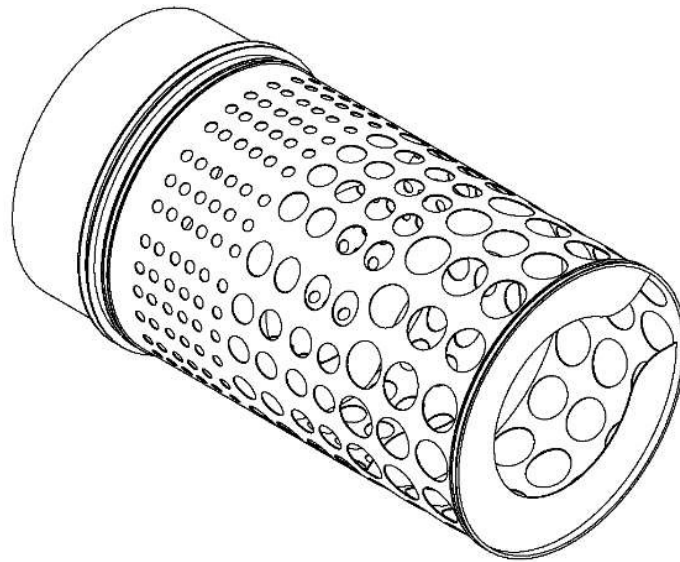


Figura 2.1.2.1 Cilindro selector de tubérculos

Fuente: Claudio Fernández, software Autodesk Inventor

En el cuánto nivel del cilindro se encuentra el tren de rodadura para los rodamientos que permiten la fijación y movimiento rotatorio del cilindro, en este nivel se encuentran 48 perforaciones con 100 mm de diámetro para la selección de las papas. Para la selección del rango 4 de tubérculos, estos caerán por la salida de la máquina, ya que no podrán entrar en otro nivel de la seleccionadora por su tamaño.

El cilindro seleccionador cuenta con un diámetro de 700 mm y un largo de 1377.5 mm del cilindro en cuestión es de aluminio y sus placas separadoras también mientras que la parte interior del cilindro está recubierta de una goma antigolpes (Figura 2.1.2.2) que permite que los tubérculos no se sobren golpeen en la operación de selección al pasar con el cilindro

Esta goma cuenta con un espesor de 5mm y permite la absorción de los golpes de los tubérculos, reduciendo en gran tamaño el golpeo interior de las papas seleccionadas.

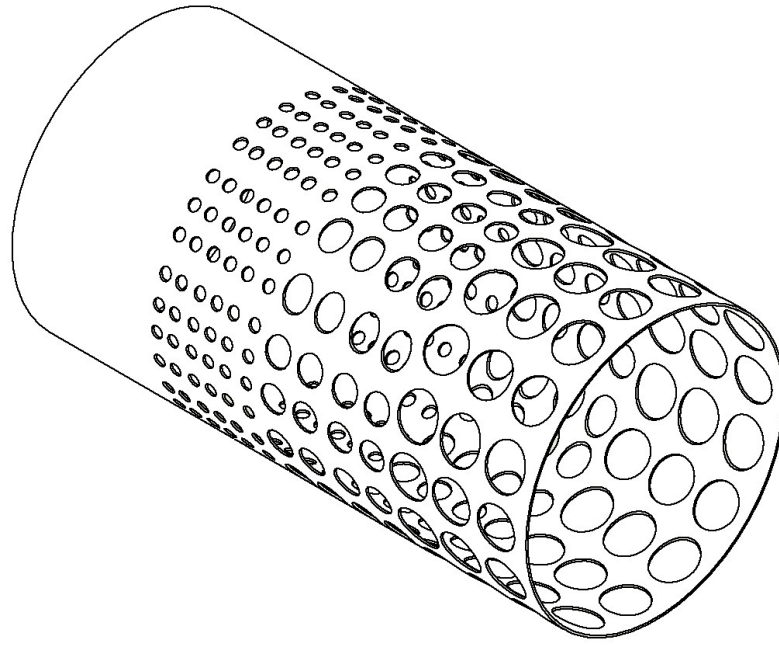


Figura 2.1.2.2 Goma de cilindro selector de tubérculos

Fuente: Claudio Fernández, software Autodesk Inventor

2.1.3 base estructura selectora

La estructura base de la selectora de tubérculos es un armazón de hierro estructural de tubular cuadrado de 50 mm x 50 mm x 4mm esta estructura construida de alas medidas de 902.5mm x 1737.515 de forma rectangular y una altura de 534.67mm decreciente a un Angulo de 2.73°, este Angulo es necesario para el movimiento de los tubérculos a través del cilindro seleccionador gracias al actuar de la gravedad esto mejora el flujo de trabajo de selección evitando que los tubérculos retrocedan en la selección mejorando significativamente los tiempos de selección de la máquina.

La base está diseñada de tal forma que las fuerzas aplicadas, esfuerzos de esta, el peso del producto en su máxima capacidad de proceso y el peso de la máquina sean distribuidas uniformemente en toda la estructura.

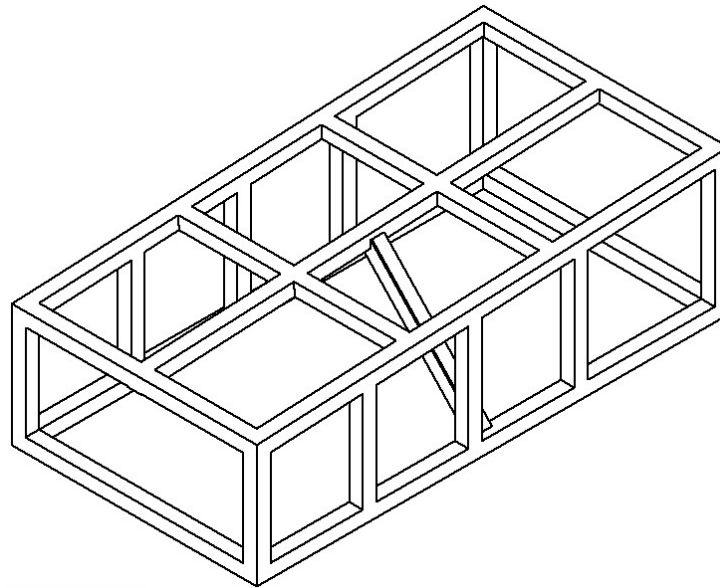


Figura 2.1.3.1 base de estructura selector de tubérculos

Fuente: Claudio Fernández, software Autodesk Inventor

2.1.4 bandeja receptora de tubérculos y gavetas

La bandeja receptora cuenta con cuatro depósitos de igual tamaño que para la recepción de los tubérculos cada uno de estos depósitos cuenta con un sistema de aumento de volumen de recepción ajustable incluido en el sistema de compuerta de descarga (Figura 2.1.4.1) de cada depósito de la bandeja, adicionalmente los depósitos cuentan con un receptor de goma para evitar el maltrato excesivo de los tubérculos seleccionado (Figura 2.1.4.2).

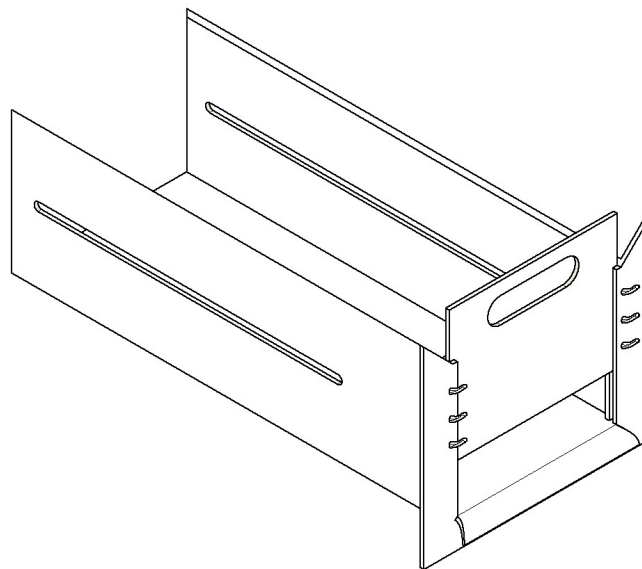


Figura 2.1.4.1 compuerta de descarga ajustable

Fuente: Claudio Fernández, software Autodesk Inventor

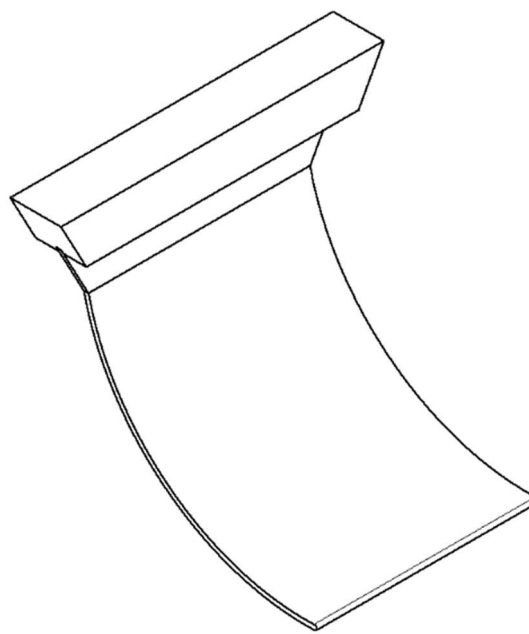


Figura 2.1.4.2 goma antigolpes de descarga

Fuente: Claudio Fernández, software Autodesk Inventor

2.1.5 sistema de sujeción cilindro y anillos de rodadura

El sistema de sujeción de esta máquina agrícola es un conjunto de componentes que generan un armazón robusto y confiable (figura 2.1.5.1)

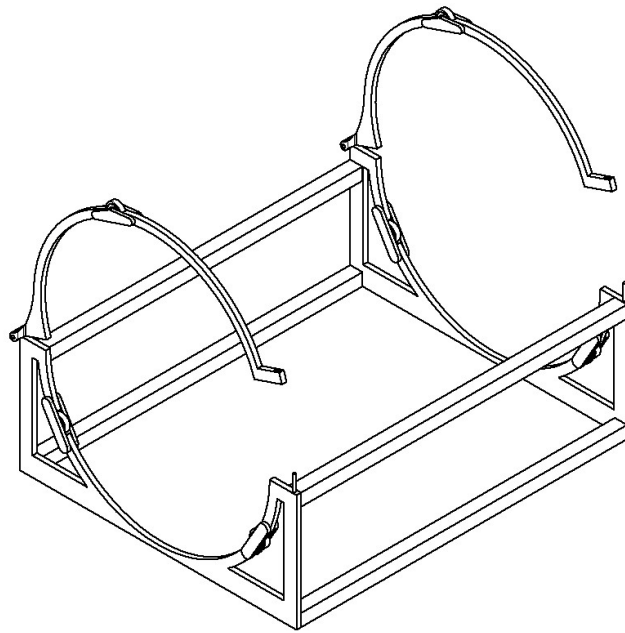


Figura 2.1.5.1 conjunto jaula de rotación

Fuente: Claudio Fernández, software Autodesk Inventor

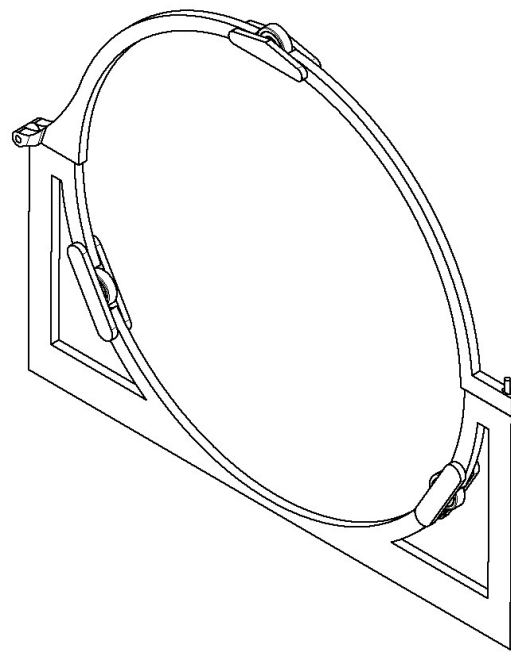


Figura 2.1.5.2 anillo de rotación

Fuente: Claudio Fernández, software Autodesk Inventor

2.1.6 cofre de control y conexión eléctrica

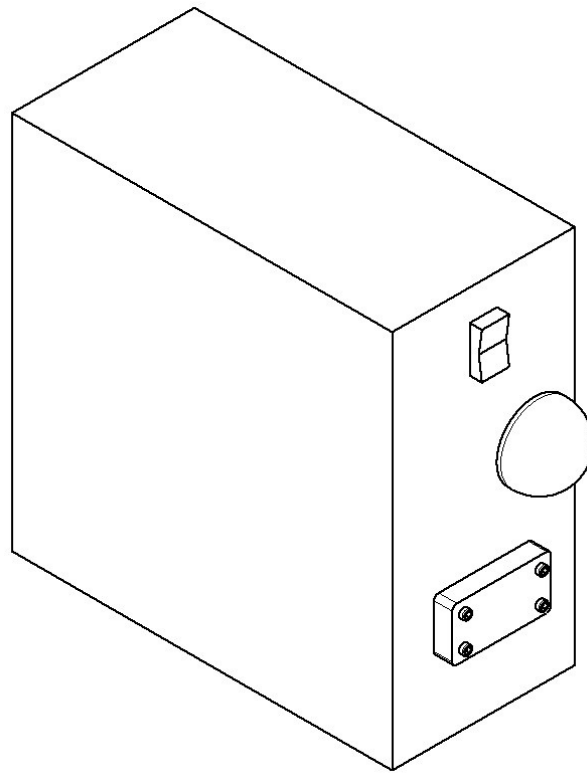


Figura 2.1.6.1 cofre de conexiones

Fuente: Claudio Fernández, software Autodesk Inventor

2.2 **PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO**

2.2.1 funcionamiento mecánico

Esta máquina agrícola está diseñada de manera que su funcionamiento sea de una muy fácil operación, permitiendo que los operadores rápidamente dominen la máquina y puedan seleccionar tubérculos en la máxima capacidad de la máquina.

Este diseño de máquina agrícola consta de un cilindro en el cual están los calibres establecidos para la selección de los tubérculos mediante el movimiento rotatorio de este cilindro el cual trabaja a 14 revoluciones por minutos, este movimiento es transmitido al cilindro por un motorreductor que se encuentra en la base de la selectora el cual genera 100 RPM de salida, para reducir la velocidad entregada por el motor a la velocidad necesaria por la máquina esta cuenta con un sistema de reducción de poleas que entregan la rotación y potencia al cilindro de selección móvil.

Para la selección de tubérculos es necesario iniciar al movimiento de la máquina, energizando esta y poniéndola en encendido

La máquina selectora en su funcionamiento normal es operada por dos operadores uno encargado de colocar el producto sin seleccionar en el cilindro seleccionador y otro operador encargado de retirar los depósitos que se encuentran en las salidas de la bandeja receptora donde fue depositado el producto ya seleccionado por la máquina.

Para lograr una producción estable de papas seleccionadas, se recomienda una frecuencia de carga de la máquina de 10kg cada 10 segundos, dejando un estimado de producción de 60 kg por minutos de papas seleccionadas

Hay que destacar que el mismo proceso siendo efectuado por dos personas seleccionando papas es de 5 minutos por 50 kg demostrando que al utilizar la máquina selectora de papas el proceso se mejora en notoriamente, ya que el equipo en los 5 minutos de trabajo ya llevaría 300 kg con los dos operadores encargados de la operación de esta.

2.3 CÁLCULO DE COMPONENTES

2.3.1 cálculo de transmisión por polea

Correas trapeciales estrechas de alto rendimiento optibelt SK

Estructura

Las correas trapeciales estrechas de alto rendimiento Optibelt SK están compuestas por un núcleo de goma y un recubrimiento de goma.

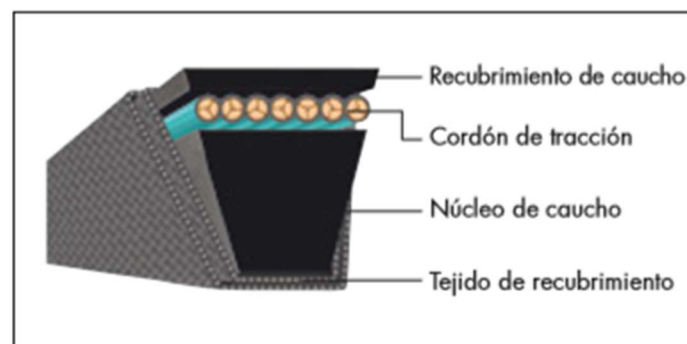


Figura 2.3.1.1 Estructura interna de correas Optibelt SK

Fuente: Manual técnico para transmisiones por correas trapeciales.

Campos de aplicación

“Las correas trapeciales estrechas de alto rendimiento Optibelt SK de los perfiles SPZ, SPA, SPB y SPC fueron especialmente desarrolladas para la construcción de maquinaria. Sus campos de aplicación abarcan desde las transmisiones de carga reducida, como p. ej. las bombas centrífugas, hasta las de carga elevada de los molinos y trituradoras de piedra”

(Optibelt)

Parámetros para considerar:

Equipo motriz:

Potencia del motor: 0,21 [hp]

Velocidad máxima: 70 [Rpm]

Equipo conducido:

Cilindro seleccionador

Carga mediana

Distancia entre centros

580 [mm] + 20 [mm]

Restricciones

Distancia entre centros mínima: 580 [mm]

Relación de transmisión 7:1

Observaciones

Se evaluó esta transmisión de acuerdo con la velocidad de giro máxima producida por el motorreductor eléctrico.

El servicio diario es variable. Se tomó como referencia una jornada de trabajo de 4 horas.

Para este cálculo se usó el software CAP 6.0 Standard de Optibelt para la industria.

De acuerdo con la figura 2.3.1.2 se representan los parámetros tanto del equipo motriz como del conducido para comenzar el cálculo mediante el software CAP 6.0.

CAP-StandardCAP-profesionalresultadoCálculo de longitudEconomía

Potencia / Par de giro:021hp

Máquina de transmisión

Máquina motriz:Motor eléctrico 60 Hz

Velocidad de giro n1:☒ 701/min

Máquina de trabajo

Máquina accionada:Instalación de transporte ligero

Velocidad de giro n2:☐ 101/min

Otros datos de transmisión

Relación de transmisión:☒ 7

Distancia entre centros: *580mm

Factor de carga:transmisión con cargas me

Figura 2.3.1.2 Captura propuesta de cálculo software CAP 6.0

Fuente: Software CAP 6.0 Optibelt

Como resultado del cálculo del software CAP 6.0, este nos generó 7 opciones, de las cuales cumplían los parámetros de operación para la transmisión por correas, (ver figura 2.3.1.3). Esto nos indica las opciones disponibles que encontramos en el mercado para realizar cualquier tipo de mantención u modificación.

CAP-StandardCAP-profesionalresultadoCálculo de longitudEconomía

4

Visión global

Detalles

Lista de resultados

Nr.	Perfil	Longitud [...]	z	d1 [mm]	d2 [mm]	a [mm]	n2eff [1/min]	v [m/s]	c2 real.	Sa stat. [N]	precio [€]
1	SK-SPA	2432	1	100	630	582	11	0.37	1.47	594	---
2	SK-SPZ	2137	2	71	500	580	10	0.26	1.38	850	---
3	SK-SPZ	2137	2	75	500	578	11	0.27	1.52	805	---
4	SK-SPZ	2037	3	63	450	584	10	0.23	1.65	963	---
5	SK-SPZ	2037	3	67	450	581	10	0.25	1.86	906	---
6	SK-SPA	2432	2	90	630	589	10	0.33	2.42	660	---
7	SK-SPA	2432	2	95	630	585	11	0.35	2.68	625	---

Figura 2.3.1.3 Captura de resultados del software CAP 6.0

Fuente: Software CAP 6.0 Optibelt

Como resultado del cálculo, se obtuvieron 7 opciones de combinaciones, de las cuales se determinó usar la opción 2 (ver figura 2.3.1.4), esto debido a que cumple con los parámetros y restricciones del sistema de transmisión por correa, además de restricciones de estructura.

CAP-StandardCAP-profesional**resultado**Cálculo de longitudEconomía

4

Visión globalDetalles**Lista de resultados**

La transmisión se debe equipar con

2 x Correa trapezoidal estrecha Optibelt-SK SPZ 2137 Ld S=C plus

Precio total:

Máquina motriz:Motor eléctrico 60 Hz

Máquina accionada:Instalación de transporte ligero

Velocidad de giro n1:701/min

Velocidad de giro n2:101/min

Potencia:0,16kW

Distancia entre centros:580mm

Recomendaciones de pretensado

	Primer montaje		Tensión de servicio	
OPTIKRIK I - Fuerza estática en el ramal por correa:	297	N	229	N
Medición de la flecha de pretensado. Fuerza de ensayo - medición de carga:	25	N	25	N
Profundidad de presión:	9,82	mm	11,33	mm
Adición de desarrollo por cada 1000mm de longitud de correa:	5,26	mm	4,07	mm
optibelt TT - medición de frecuencia (1 Hz - 600 Hz):	58,77	1/s	51,54	1/s

Imprimir en versión pdf

Con relación a la responsabilidad sobre el cálculo, nos remitimos a nuestras condiciones generales de venta.

Resultado optimizado según:
precio

Figura 2.3.1.4 Captura resultado seleccionado del software CAP 6.0

Fuente: Software CAP 6.0 Optibelt

Además, el Software CAP 6.0 de Optibelt nos entrega el detalle de los resultados. (Ver figura 2.3.1.5).



Figura 2.3.1.5 Captura detalles del resultado seleccionado del software CAP 6.0
Fuente: Software CAP 6.0 Optibelt

De acuerdo con la información entregada por el software CAP 6.0 (ver figura 2.3.1.5 este nos determina la real distancia entre centros para lograr un buen desempeño de transmisión. Esto es gracias al desplazamiento del equipo motriz (motor eléctrico) de acuerdo con el diseño de propuesta, generando así la tensión que el fabricante recomienda para la correa

2.4 CONEXIÓN ELÉCTRICA

2.4.1 componentes

El principal componente eléctrico de la maquinaria agrícola es un motorreductor eléctrico, del cual se tienen los siguientes datos que se muestran en la siguiente tabla.

Datos y características de desempeño del motorreductor

Datos y características de desempeño del motorreductor	
Marca	grosschopp
Frecuencia en [Hz]	60
Velocidad nominal del motor [RPM]	3230
Velocidad de salida caja reductora [RPM]	70

Tabla 2.4.1.1 Datos motorreductor
Fuente: Grosschopp

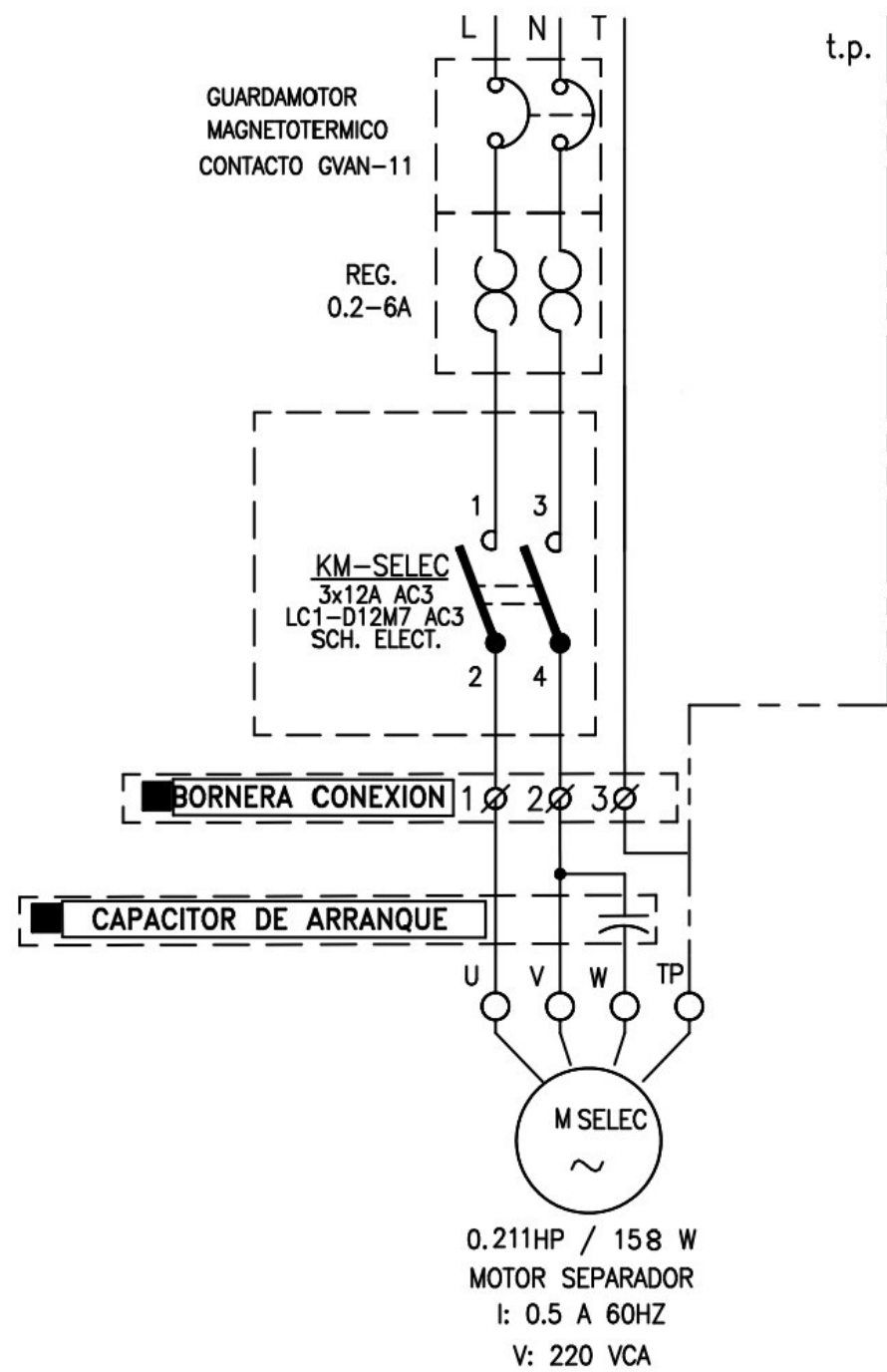
El motor utilizado en este proyecto es un motorreductor de 220 [V] de carcasa de aluminio resistente con recubrimiento en polvo duradero, también este compuesto de campanas de aluminio fundido a presión, una construcción de rodamientos de bola y condensador de funcionamiento.



Figura 2.4.1.1. Motorreductor
Fuente: Grosschopp

2.4.2 diagrama de control fuerza

A continuación, se muestra el diagrama de control de fuerza del motor eléctrico que acciona al cilindro seleccionador



lpmegep

Figura 2.4.2.1. Diagrama control fuerza

Fuente: Captura software CAD

2.4.3 diagrama de conexión de mando

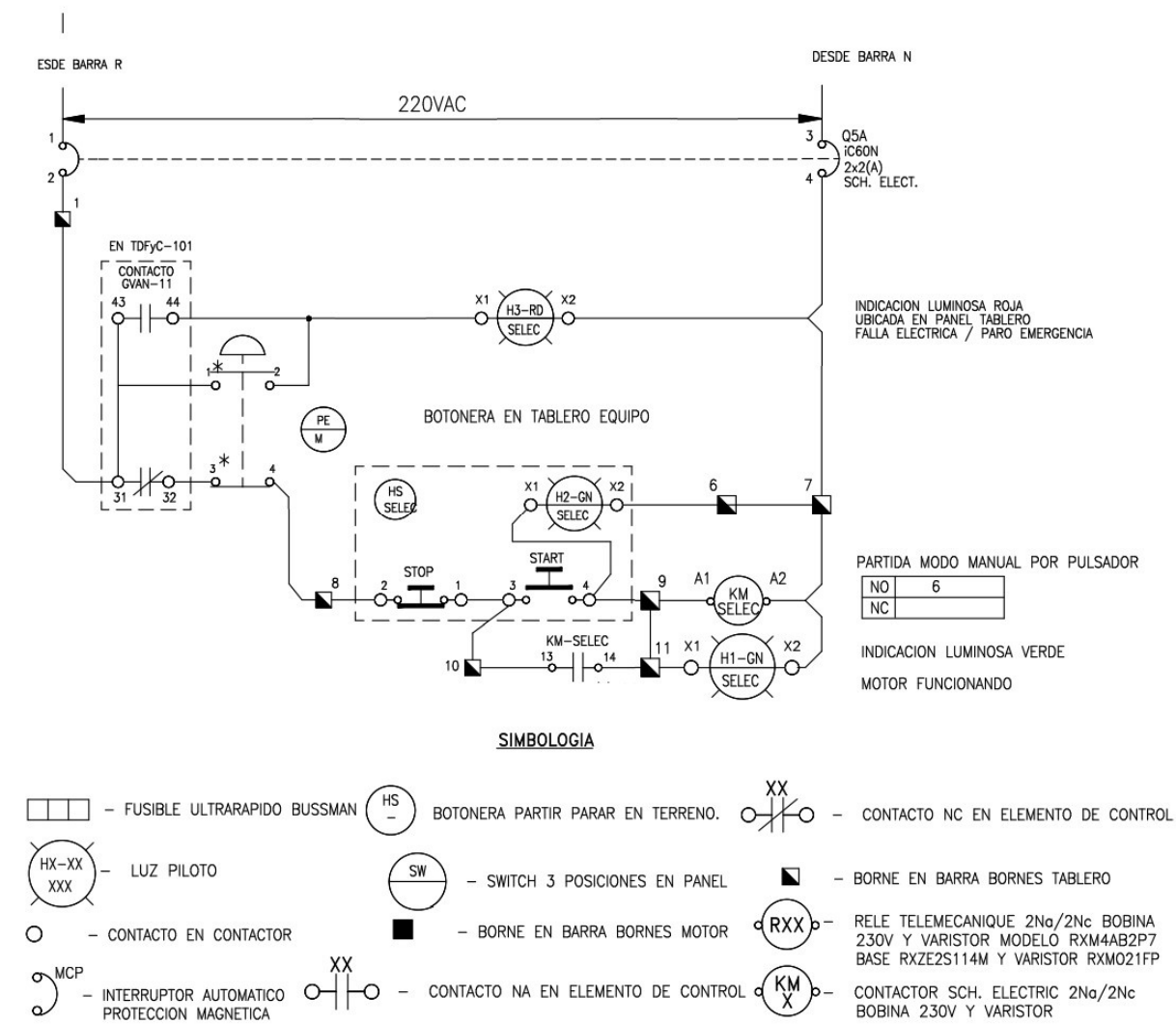


Figura 2.4.3.1. Diagrama de conexión de mando
Fuente: Captura software CAD

2.5 MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN

2.5.1 Elección del tipo de acero para estructuras

El acero se caracteriza por sus propiedades metalúrgicas, químicas y mecánicas. Hay una gran variedad de aceros, pero aquellos que pueden clasificarse como aceros estructurales según la ASTM A6 (especificación estándar para barras, planchas, perfiles y tablestacas laminados de acero estructural), da una lista de todos los grados que pertenecen a esta clasificación. Además, los aceros, como los utilizados para las secciones huecas estructurales (HSS) y el tubo, también se consideran como estructurales, aunque no están cubiertos por la norma ASTM A6. Para la mayoría de las aplicaciones consideradas, la importancia de la resistencia mecánica es, en cierto modo, relativamente pequeña, del mismo modo que el factor peso no es primordial. De esta forma, los aceros al Carbono comunes, simplemente laminados y sin ningún tratamiento térmico, son plenamente satisfactorios y constituyen un porcentaje considerable dentro de los aceros estructurales.

(Gerdau, 2010)

Para la construcción de la estructura base de la máquina selectora de tubérculos, se determinó la utilización de perfiles tubulares cuadrados de 50 [mm] con un espesor de 5 [mm], con una calidad ASTM A-500, todo esto para asegurar una estructura rígida y duradera.

Además, para la construcción de la máquina agrícola se seleccionaron los siguientes materiales

Tubular cuadrado de 40 [mm]

Plancha de aluminio, espesor de 3 [mm]

Para la construcción del cilindro seleccionador de tubérculos

Plancha de acero laminado en caliente calidad ASTM A36, espesor de 4 [mm]

Este material se seleccionó para la fabricación de la bandeja de receptora de los tubérculos seleccionados

Plancha de acero laminado en caliente calidad ASTM A36, espesor de 10 [mm]

Este material se seleccionó para la fabricación de los soportes donde descansa el cilindro seleccionador.

2.5.2 composición y propiedades químicas de los materiales

ASTM 36

Acero estructural de buena soldabilidad, adecuado para la fabricación de vigas soldadas para edificios, estructuras remachadas, y atornilladas, bases de columnas, piezas para puentes y depósitos de combustibles.

(Otero, 2019)

Composición Química				
% C	% Mn	% Si	% P	% S
≤ 0,20	0,80 – 1,20	≤ 0,80	≤ 0,04	≤ 0,05

Tabla 2.5.2.1 Composición química ASTM 36
Fuente: Catálogo aceros Otero

Propiedades Mecánicas				
Esfuerzo Fluencia min.		Esfuerzo Tracción min.		Elongación min.
[MPa]	[Kg/mm2]	[MPa]	[Kg/mm2]	[%]
25,5	250	40,8	400	20

Tabla 2.5.2.2 Propiedades mecánicas ASTM 36
Fuente: Catálogo aceros Otero

Aluminio

El aluminio es altamente resistente a la corrosión atmosférica. Debido a su gran afinidad química con el oxígeno, forman una capa de óxido fina, impermeable, resistente y muy adherente al metal que impide el progreso del proceso de corrosión.

La característica más conocida del aluminio es su bajo peso, con una densidad de casi un tercio a la del acero, lo que favorece su transporte y manipulación.

(Otero, 2019)

Composición Química				
% Si	% Fe	% Cu	% Mn	% Al
Si + Fe = 0,95		0,05 – 0,20	0,05	Resto

Tabla 2.5.2.3Composición química Aluminio
Fuente: Catálogo aceros Otero

2.5.3 Fijación

En la elección de los elementos de fijación, como los pernos, tuercas, golillas y todos los otros elementos que son fundamentales para asegurar una estructura rígida y uniones permanentes, se determinó la elección de estos de acuerdo con los siguientes criterios:

Disponibilidad comercial

Estandarizados y comúnmente utilizados

Económicos con buenas características mecánicas

2.5.4 Componentes eléctricos

Los diferentes tipos de protección eléctrica desempeñan un papel crítico y vital en todo tipo de contextos. La seguridad en proyectos en los que la electricidad es importante debe ser un asunto tomado con extrema seriedad, más aún si nos proponemos tratar con instalaciones eléctricas en entornos de especial peligrosidad.

Cuando hablamos de seguridad, lo hacemos refiriéndonos a la integridad física de los operarios y quienes comparten un lugar físico en común, lo que quiere decir a las instalaciones y a las infraestructuras que los circundan o aquellas en las se encuentre la instalación eléctrica. Y además de ello, en concreto, también nos referimos a la integridad misma de la instalación y de cada uno de sus componentes, lo que es un aspecto fundamental para garantizar una seguridad plena e integral en todo momento.

CAPÍTULO 3:

Elaborar los parámetros de seguridad y uso de la máquina para un correcto uso de esta.

3.1 **PROCEDIMIENTOS DE USO**

3.1.1 Arranque de máquina agrícola

A continuación, se da una referencia de la forma correcta de uso de esta máquina agrícola.

conectar mediante el enchufe macho de la máquina a una fuente de poder de 220 [V].

antes de arrancar el motor eléctrico, se recomienda la revisión de componentes móviles y lubricación de ellos si es necesario.

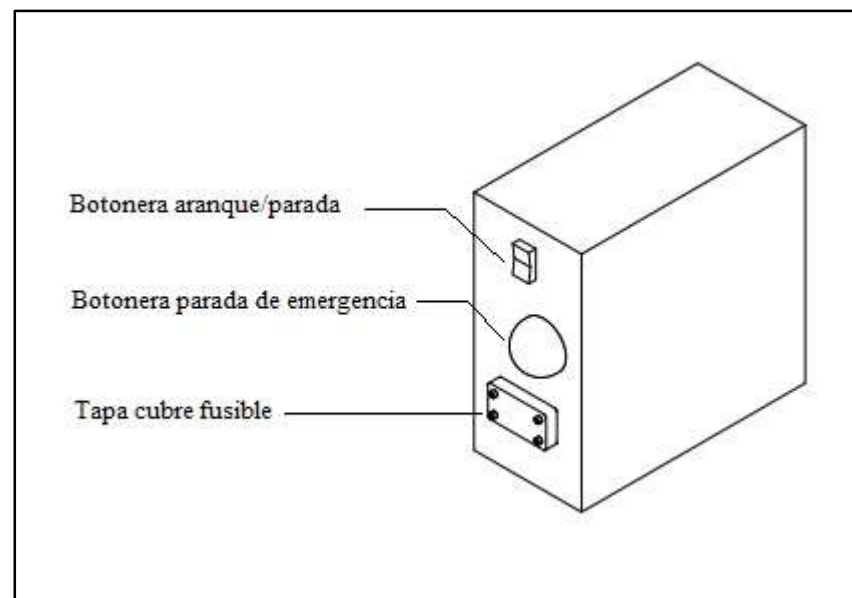


Figura 3.1.1.1 Panel de control

Fuente: Claudio Fernández, software Autodesk Inventor

3.1.2. Procedimiento de inicio de operación de la selectora de tubérculos

luego de poner en marcha correctamente la máquina es necesario realizar el correcto uso de esta.

para comenzar con la selección de los tubérculos es necesario contar con contenedores o sacos donde se depositen los tubérculos ya seleccionados según su calibre.



Figura 3.1.1.2 Saco de 25 Kilogramos

Fuente: Claudio Fernández

Una vez se cuenta con los recipientes necesarios para la máquina se procede con la selección de las papas.

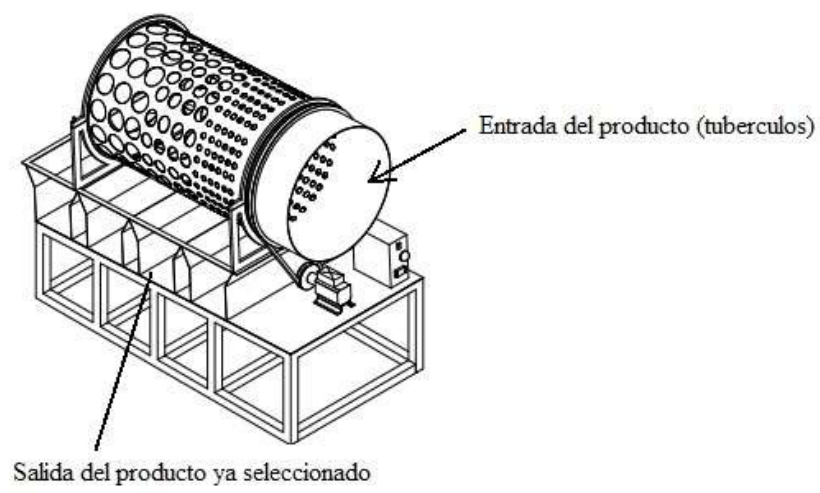


Figura 3.1.1.3 Esquema de trabajo selectora de tubérculos

Fuente: Claudio Fernández, software Autodesk Inventor

La máquina selectora de tubérculos cuenta con un cilindro provisto de perforaciones, los cuales tienen 4 tamaños de selección.

una vez el producto entra el cilindro y es seleccionado, estos caerán según su rango en las bandejas de la máquina que contarán con los depósitos que el operador esté utilizando.

Luego de entrar en el cilindro, los tubérculos pasarán por distintos niveles de perforaciones que se quedarán en un depósito adecuado según su tamaño de calibre.

3.1.2. Límites de operaciones de la máquina

La máquina seleccionadora de tubérculos cuenta con límites operacionales establecidos por diseño de la máquina.

La máquina selectora cuenta con un motorreductor que entrega 100 RPM y 8.8 Nm, para mover el cilindro seleccionador. Este motor es controlado por un panel que cuenta con el interruptor de encendido / apagado y una parada de emergencia para la maquinaria agrícola.

El cilindro seleccionador que, gracias a la relación de transmisión, gira a 14 revoluciones por minuto, permite seleccionar 50 a 60 kg de papas por minuto con una velocidad recomendada de operación para que la máquina no sea sobrecargada.

3.2 **MANTENIMIENTO**

3.2.1 Mantenimiento a ejercer

Atraves del tiempo ha existido una gran cantidad de tipos de mantenimientos, los cuales con el pasar del tiempo han ido mejorando y fusionándose para la creación de mantenimientos más precisos y efectivos a la hora de aplicar el mantenimiento en el equipo.

“Mantenimiento preventivo.

Se pretende disminuir la frecuencia de las paradas no programadas aprovechando el momento más oportuno, tanto para Producción como para Mantenimiento. Permite, además, preparar herramientas, repuestos e insumos y seleccionar al personal más capacitado.”

(Pistarelli, 2010)

3.2.2 Plan de mantenimiento

El plan de mantenimiento preparado para la maquinaria agrícola es de carácter preventivo

Para este diseño de propuesta se recomienda planificar un mantenimiento de tipo preventivo diario y anual, poniendo énfasis en los siguientes puntos:

Plan diario

Procedimiento previo al uso de la selectora:

Inspección visual de la máquina

Revisión de lubricación del equipo

Comprobación de seguros del cilindro

Plan anual

Mantenimiento completo

Revisión completa conexión eléctrica, terminales y cables de distribución

Revisión de la tensión de correa de transmisión

Reapreté de elementos de fijación

Cambio de rodamientos

Inspección visual de los elementos:

Revisión del estado de la estructura de la máquina agrícola

Revisión del estado de las poleas

Inspección del estado de rodamientos de cilindro

Reparación de todas las fallas y problemas que se encuentren en la revisión.

3.3 **SEGURIDAD**

3.3.1 procedimientos de seguridad del equipo y operadores

Como medida de seguridad en la operación de la máquina agrícola se recomienda la capacitación previa del operador en casos de cortes o atrapamientos por rotación. Uno de los peligros en la máquina en cuestión puede estar relacionado con la operación de la máquina. En la zona de carga donde el operador es expuesto a la rotación general del cilindro, se encontraría el peligro mecánico más peligroso al momento de estar cargando los tubérculos, sin seleccionar en el cilindro seleccionador.

Ante el caso de accidente relacionado con la máquina selectora de tubérculos, es necesario accionar el pulsador de parada de emergencia, esto dejará sin energizar todo el sistema de la máquina para detener el movimiento inmediato del equipo.

Se recomienda mantener siempre la máxima concentración y seriedad al momento de estar operando en la maquinaria, ya que al ser un equipo que cuenta con un elemento eléctrico motriz se encuentran riesgos asociados a velocidad y electricidad los cuales no pueden ser tomados a la ligera al momento de trabajar o manipular el equipo.

Ante eventuales riesgos encontrados al operar la maquinaria, se es implícito contar con ciertas o ciertos elementos de seguridad personal, entre estos equipos destacarían

antiparras

guantes

calzado de seguridad

claramente, todos estos elementos de protección personal para procurar que los operadores no se accidenten mientras se encuentran operando la máquina.

CAPÍTULO 4

evaluar económicamente la máquina para la implementación en granjas de pequeños cultivadores.

4.1 COSTOS DE PRODUCCIÓN

4.1.1 materiales necesarios para la construcción de la selectora

En la siguiente tabla se presenta el listado de materiales requeridos para la fabricación de la máquina agrícola.

Listado presupuesto de materiales

Presupuesto Materiales	Cant.	Unidad	Costo unid. [\$]	Total [\$]
Plancha lam. caliente 4 [mm] x 1000 [mm] x 3000 [mm]	02	UN	92.290	184.580
Plancha lam. caliente 10 [mm] x 1000 [mm] x 1000 [mm]	01	UN	230.290	230.290
Plancha de aluminio 3 [mm] x 1000 [mm] x 3000 [mm]	02		138.990	277.980
Tubo cuadrado 4 [mm] x 50 [mm] x 6[mts]	04	UN	41290	165.160
Tubo cuadrado 4 [mm] x 40 [mm] x 2.5 [mts]	01	UN	16.290	16.290
MOTOR DE ENGRANAJES DE CA 86290 2 polos 0.12 [HP] 100 [RPM] 220 [V]	01	UN	350.000	350.000
Polea acanalada hierro fundido SPZ 90-1, con perforación piloto para montaje directo al eje		UN	8.470	16.940
Correa trapecial estrecha Optibelt-SK SPZ 2037 Ld	01	UN	5.855	5.855
Perno hexagonal 8.8 PN M 10 x 1.5 x 40 DIN 933	05	UN	105,20	526
Perno hexagonal 8.8 PN M 16 x 2 x 80 DIN 931	06	UN	471,50	2.829
Perno hexagonal 8.8 PN M 16 x 2 x 100 DIN 931	04	UN	586,25	2.345
Golilla plana corriente métrica 1/4"	46	UN	11,65	536
Golilla plana corriente métrica 3/8"	10	UN	23,30	233
Golilla plana corriente métrica 5/8"	20	UN	49,95	999
Tuerca hexagonal 8.8 PN M 6 x 1	10	UN	11,90	119
Tuerca hexagonal 8.8 PN M 10 x 1,5	05	UN	38,60	193
Tuerca hexagonal 8.8 PN M 16 x 2	10	UN	110,80	1.108
Botonera Doble Led KOINO 1NA+1NC	01	UN	6.033	6.033

Botonera hongo 1 NC, parada de emergencia desbloqueo rotativo	01	UN	8.470	8.470
Cable 14 AWG flexible negro	25	MTS	612	15.300
Multiconductor 4 x 1,5 [mm2]	5	MTS	1.864	9.320
Enchufe Macho volante 10 [A] 2P+T	01	UN	2.890	2.890
Cordón de goma negro 3 x 1,5 [mm2]	03	MTS	2.263	6.789
Subtotal				1.306.964
Porcentaje IVA				248.323
Total incluido IVA				1.555.287

Tabla 4.1.1.1 Presupuestó materiales
Fuente: Elaboración propia con datos de cotizaciones

4.1.2 mano de obra

En la siguiente tabla se representa el listado del presupuesto necesario para la mano de obra de la construcción de la máquina selectora de tubérculos. Este listado se elaboró con los antecedentes obtenidos de maestranzas del sector de construcción, bien donde se dieron a entender valores hombres a la hora de trabajar

Listado referencial de presupuesto de mano de obra

Presupuesto mano de obra	Costo unid. [\$]	Unidad	Total [\$]	Observación
Corte, y soldadura estructura base	100.000	01	100.000	
Fabricación cilindro seleccionador	85.000	01	85.000	
Fabricación soportes cilindro seleccionador	20.000	04	80.000	
Fabricación bandeja receptora	75.000	01	75.000	
Montaje final de máquina selectora de tubérculos	150.000	-	150.000	
Total			490.000	Este costo puede variar según los talleres o el personal implicado todo, esto es un estimado referencial a los planos de elaboración

Tabla 4.1.2.1 Presupuestó mano de obra
Fuente: Elaboración propia con datos de cotizaciones

4.1.3 Inversión total

En la siguiente tabla se detalla el costo de inversión requeridos en materiales y mano de obra para llevar a cabo la construcción de la máquina agrícola selectora de tu vehículo esta tabla se elaboró recuerdo a los valores obtenidos a través de las diversas cotizaciones realizadas en los locales de venta y maestranzas especializadas en los elementos requeridos.

Listado presupuesto total de inversión

Tipo de presupuesto	Total [\$]
Presupuesto de materiales	1.555.287
Presupuesto de mano de obra	490.000
Costo total [\$]	2.045.287

Tabla 4.1.3.1 Inversión total
Fuente: Elaboración propia con datos de cotizaciones

4.2 **FACTIBILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN**

4.2.1 Implementación en granjas de cultivo

el objetivo de este proyecto es demostrar la viabilidad al momento de implementar esta máquina selectora en granjas de medianos y pequeños agricultores, mejorando la producción y disminuyendo los costos implicados en la selección de los tubérculos para una posterior venta u/o exportación.

se identificó como principal segmento en el cual se enfoca este proyecto los pequeños y medianos agricultores, los cuales no cuentan con los recursos necesarios para la implementación de equipos sofisticados y de gran envergadura de la selección de tubérculos

En las siguientes imágenes mostradas se muestra cómo es el trabajo en las distintas granjas donde no se encuentran implementados los sistemas de selección de tubérculos a gran escala contando solamente con sistemas manuales becarios que impiden una producción en masa de tubérculos limitando en gran parte a los agricultores a mantener sus producciones en niveles donde no pueden destacar a gran nivel debido a la baja capacidad de producción.

4.3 **ANÁLISIS TÉCNICO**

4.3.1 máquina de clasificación TS-F250

Nombre del artículo	De clasificación/máquina de clasificación
Material	DE ACERO INOXIDABLE
Dimensiones del producto	3600*1000 * 80omm
Modelo	TS-F250
Poder	3kw
Tensión de	380 v
La capacidad de	1800-2000 kg/h
Peso neto	220 KG

Tabla 4.3.1.1 Características de la máquina de comercio
Fuente: alibaba.com

A continuación, se muestra un equipo con características similares de operación a la selectora de tubérculos de esta propuesta de diseño, realizando una comparación técnica a la máquina selectora de tubérculos vs la máquina selectora encontrada en el comercio.

CONCLUSIÓN

En conclusión, la propuesta de diseño de una máquina selectora de tubérculos busca ofrecer a los pequeños agricultores una solución eficiente, económica y amigable con el medio ambiente para optimizar el proceso de selección postcosecha. Esto contribuye a mejorar la calidad y competitividad de la producción de tubérculos en el país. Este avance no solo facilitará el trabajo en los almacenes, sino que también potenciará la industria agrícola local, beneficiando a miles de hogares campesinos.

El diseño y la construcción de la máquina seleccionadora de tubérculos se fundamentan en la integración de materiales de alta calidad y un sistema mecánico eficiente, lo que garantiza un rendimiento óptimo y una operación sencilla. Esto mejorará significativamente la productividad en la selección de papas. Este enfoque asegura la preservación de la calidad de los tubérculos y optimiza el tiempo y los recursos en el proceso agrícola.

Es fundamental el correcto uso y mantenimiento de la máquina selectora de tubérculos para garantizar su eficiencia y seguridad operativa. Se destaca la importancia de seguir los procedimientos establecidos e implementar un plan de mantenimiento preventivo que minimice riesgos y maximice el rendimiento del equipo. Además, la capacitación adecuada de los operadores y el uso de equipos de protección personal son esenciales para prevenir accidentes y asegurar un entorno de trabajo seguro.

RECOMENDACIONES

Al momento de desarrollar o implementar de un diseño mecánico es necesario contar con los respectivos conocimientos en las áreas a tratar, contar con herramientas de diseño, como el internet o catálogos es fundamental para conocer las restricciones en el desarrollo del diseño para las mejoras que se pueden generar, de modo que al momento de encontrar la solución a las problemáticas, estas no, generen otras problemáticas en el diseño contando con una solución eficiente a la problemática inicial.

Son muchos factores los que influyen en el momento de la adquisición de una máquina selectora de tubérculos, pero comercialmente uno de los mayores obstáculos son el tamaño y el costo que tienen la mayoría de las máquinas encontradas además de que la procedencia de estas es mayoritariamente de china lo que aumenta aún más los costos de implementación en la mediana y pequeña agricultura nacional. Por dicho motivo, esta propuesta de diseño esta enfocada para la pequeña y mediana agricultura que no cuenta con los espacios y recursos para maquinaria de envergadura, industrial en sus campos.

La creciente demanda de alimentos y la reducción en la capacidad de los grandes productores hacen que sea crucial mejorar la eficiencia y reducir costos en la producción alimentaria. Esto implica optimizar los procesos, implementar tecnologías innovadoras y fomentar la agricultura sostenible.

BIBLIOGRAFÍA

Mott, Robert L. “Resistencia de los materiales” quinta edición, PEARSON, 2009

Richard G. Budynas y J. Keith Nisbett, “Diseño en ingeniería mecánica de Shigley” octava edición, MC Graw Hill, 2008

ANEXOS