



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MÁQUINA INDUSTRIAL PARA
LAVADO Y SECADO DE TOMATES EN RACIMO, ASÍ COMO LA
INDUCCIÓN DE PERSONAL OPERATIVO EN LA EMPRESA
SEMILLAS DEL CAMPO, S.A.**

Walfred Joaquín Pérez Castillo

Asesorado por el Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí

Guatemala, marzo de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MÁQUINA INDUSTRIAL PARA
LAVADO Y SECADO DE TOMATES EN RACIMO, ASÍ COMO LA
INDUCCIÓN DE PERSONAL OPERATIVO EN LA EMPRESA
SEMILLAS DEL CAMPO, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

WALFRED JOAQUÍN PÉREZ CASTILLO
ASESORADO POR EL ING. EDGAR DARÍO ÁLVAREZ COTÍ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MARZO DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de Lòpez
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortiz de León
VOCAL V	Br. José Alfredo Ortiz Herincx
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Inga. Rossana Margarita Castillo Rodríguez
EXAMINADOR	Inga. Karla Lizbeth Martínez Vargas
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojai Coloma
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MÁQUINA INDUSTRIAL PARA LAVADO Y SECADO DE TOMATES EN RACIMO, ASÍ COMO LA INDUCCIÓN DE PERSONAL OPERATIVO EN LA EMPRESA SEMILLAS DEL CAMPO, S.A,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 22 de agosto de 2008.



Walfred Joaquín Pérez Castillo

Guatemala 23 de octubre de 2009

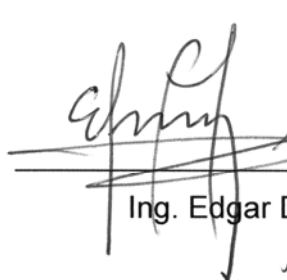
Ingeniero
Francisco Gómez
Director de la escuela de
Ingeniería Mecánica Industrial
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director:

Cumpliendo con lo resuelto por la dirección de la escuela, se procedió a la asesoría y revisión del trabajo de graduación titulado, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MÁQUINA INDUSTRIAL PARA LAVADO Y SECADO DE TOMATES EN RACIMO, ASÍ COMO LA INDUCCIÓN DE PERSONAL OPERATIVO EN LA EMPRESA SEMILLAS DEL CAMPO, S.A, desarrollado por el estudiante Walfred Joaquín Pérez Castillo, carne No. 2002-12330.

El trabajo presentado por el estudiante Pérez ha cumplido con los requisitos reglamentarios, consultando material bibliográfico adecuado y llevando investigación de campo; siguiendo las recomendaciones de la asesoría, y en tal virtud tanto el autor como el asesor son responsables por el contenido del mismo.

El trabajo de graduación antes expuesto lo he revisado, por lo que apruebo el contenido del mismo. Atentamente


EDGAR D. ALVAREZ COTI
ING. MEC. INDUSTRIAL
COL. # 3424
Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Colegiado 3424

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MAQUINA INDUSTRIAL PARA LAVADO Y SECADO DE TOMATES EN RACIMO, ASÍ COMO LA INDUCCIÓN DE PERSONAL OPERATIVO EN LA EMPRESA SEMILLAS DEL CAMPO S.A. presentado por el estudiante universitario Walfred Joaquín Pérez Castillo, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'mmw'.

María Martha Wolford Estrada
Ingeniera Industrial
Colegiada 8659

Ing. María Martha Wolford
Catedrática Revisora de Trabajos de Graduación
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala, Enero de 2010.

/agrm



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MÁQUINA INDUSTRIAL PARA LAVADO Y SECADO DE TOMATES EN RACIMO, ASÍ COMO LA INDUCCIÓN DE PERSONAL OPERATIVO EN LA EMPRESA SEMILLAS DEL CAMPO, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Walfred Joaquín Pérez Castillo**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, marzo de 2010.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MÁQUINA INDUSTRIAL PARA LAVADO Y SECADO DE TOMATES EN RACIMO, ASÍ COMO LA INDUCCIÓN DE PERSONAL OPERATIVO EN LA EMPRESA SEMILLAS DEL CAMPO, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Walfred Joaquín Pérez Castillo**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, marzo de 2010.



/gdech

AGRADECIMIENTOS A

DIOS

Por haberme dado la oportunidad de vivir, por todas las bendiciones recibidas y por regalarme una familia maravillosa.

MIS PADRES

Lázaro de Jesús Pérez Melgar
Candelaria Castillo Álvarez.

Gracias por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí, por el gran esfuerzo, por el sacrificio que significó para ustedes que yo estudiara, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre me han brindado todo su amor.

Me han enseñado a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño y todo con un toque de amor y sin pedir nada a cambio.

Gracias los quiero con todo mi corazón y les dedico este trabajo de graduación.

MIS HERMANAS

Mariela e Ileana, gracias por estar conmigo y apoyarme siempre, las quiero mucho. Y a mis cuñados gracias por el apoyo.

MIS SOBRINOS

Sobrinitos y sobrinitas, los quiero mucho y mas que mis sobrinos son como mis hijos. Siempre cuenten con su tío.

MIS ABUELOS Y TÍOS

Por brindarme su cariño y apoyo, por todos los consejos recibidos a lo largo de los últimos años, que han sido vitales para el logro de esta meta.

MIS AMIGOS

Todos aquellos que me han acompañado en mi carrera como estudiante y profesional, un millón de gracias por su apoyo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. ANTECEDENTES GENERALES	
1.1 La empresa	01
1.1.1 Historia	01
1.1.2 Misión y visión	04
1.1.3 Ubicación	05
1.1.4 Administración y tipo de organización	05
1.1.5 Jornadas de trabajo	07
1.2 Bandas transportadoras	08
1.3 Método de accionamiento	11
1.4 Características de los materiales de polipropileno	11
1.4.1 Gravedad específica	13
1.4.2 Fricción	14
1.4.3 Factor de servicio	14
1.4.4 Temperatura	14
1.4.5 Potencia	15
1.4.6 Factores de fricción	15
1.4.7 Carga de operación	16
1.4.8 Resistencia	16
1.5 Sistema motriz	16
1.5.1 Ejes	17
1.5.2 Cadenas	18
1.5.3 Engranajes	18
1.6 Moto-reductores y accesorios auxiliares	19

1.7 Bomba de agua para alimentación de las boquillas de presión para lavado	20
1.8 Tipos de ventiladores	22
1.9 Plan de inducción de personal operativo	23
1.9.1 Generalidades	23
1.9.2 Adiestramiento	25
1.9.3 Medición de desempeño	28
1.10 Elementos de la administración	31
1.10.1 Planeación	31
1.10.2 Organización	33
1.10.3 Dirección	33
1.10.4 Control	35
1.11 Costo de Fabricación	37
1.11.1 Materia prima	37
1.11.2 Mano de obra	37
1.11.3 Accesorios	39
2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	
2.1 Actividad que desarrolla	41
2.2 Clasificación de los productos manejados por bandas transportadoras actualmente	42
2.3 Planta de empaque	43
2.3.1 Descripción general	43
2.4 Descripción de personal	44
2.5 Descripción de procesos	45
2.5.1 Lavado de tomates en racimo	45
2.5.2 Secado de tomates en racimo	45
2.6 Otros procesos que se realizan en la planta	47
2.6.1 Empaque de tomates en unidad	47
2.6.2 Empaque de chiles	47
2.7 Beneficios de la automatización de este proceso	48
2.7.1 Clientes	49

2.7.2 Empresario	49
2.7.3 Proveedores	49
2.7.4 Sociedad	50
2.8 Costo actual de empaque de tomates en racimo con relación al costo esperado	50
3. PROPUESTA DEL PROYECTO	
3.1 Pautas de instalación de bandas transportadoras	58
3.1.1 Uñetas de transferencia	58
3.1.2 Instalación correcta de las uñetas de transferencia	58
3.1.3 Placas inactivas	59
3.1.4 Espaciamiento de la placa inactiva	59
3.1.5 Expansión por absorción de agua	60
3.2 Bandas de rodillos	60
3.3 Bandas de rieles	61
3.4 Cargas primarias del transportador estándar	61
3.4.1 Tracción de la banda o carga de tensión	61
3.4.2 Ajuste de la tracción calculada de la banda	63
3.4.3 Resistencia permitida de la banda	64
3.5 Diseño del sistema motriz	65
3.5.1 Ejes	65
3.5.2 Forma, tamaño y material de los ejes	66
3.5.3 Espaciamiento máximo de los engranajes en el eje motriz	67
3.5.4 Resistencia del eje	68
3.5.5 Deflexión del eje	69
3.5.6 Par motor del eje motriz	71
3.6 Determinación de la potencia necesaria para la banda	72
3.6.1 Determinación de los requerimientos del motor	72
3.7 Diseño de engranajes y cadenas motrices	73

3.7.1	Forma y materiales para las cadenas	73
3.7.2	Forma y materiales para los engranajes	75
3.8	Diseño del chasis	78
3.8.1	Dimensiones del chasis	78
3.9	Diseño del sistema de lavado a presión	79
3.9.1	Consideraciones para el diseño	79
3.9.2	Dimensiones requeridas para este sistema	80
3.9.3	Determinación de los requerimientos de la bomba de alimentación	81
3.9.4	Tipos de tubería y accesorios a utilizar	82
3.9.5	Cantidad y tipo de boquillas a utilizar	82
3.9.6	Drenaje	83
3.10	Diseño del sistema de secado	84
3.10.1	Consideraciones para el diseño	84
3.10.2	Dimensiones requeridas de los ventiladores	85
3.10.3	Determinación de la cantidad y características técnicas de los ventiladores	86
3.11	Inducción de personal operativo	87
3.11.1	Selección de personal interno	87
3.11.2	Información sobre la empresa	91
3.11.3	Disciplina Interior	92
3.11.4	Comunicación	92
3.11.5	Información en cuanto al cargo específico	94
3.11.6	Adiestramiento de personal seleccionado	95
3.11.6.1	Demostración de operación de maquinaria	95
3.11.6.2	Descripción de dispositivos en la maquinaria	96
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA	
4.1	Fabricación de la máquina	98
4.1.1	Tipos de materiales a utilizar	98
4.1.2	Propiedades de los materiales	99
4.1.3	Tipos de maquinado para los materiales	100

4.2 Fabricación del chasis	100
4.2.1 Proceso de maquinado del chasis	100
4.3 Instalación de las bandas transportadoras	101
4.3.1 Características técnicas	102
4.3.2 Cálculos auxiliares	103
4.4 Construcción de los ejes	107
4.4.1 Fabricación de los ejes	108
4.4.2 Proceso de maquinado de los ejes	108
4.5 Construcción de engranajes y cadenas motrices	108
4.5.1 Fabricación de engranajes y cadenas	108
4.5.2 Proceso de maquinados de engranajes y cadenas	109
4.6 Creación del sistema de lavado a presión	109
4.6.1 Creación de la caja protectora	109
4.6.2 Distribución de las boquillas	111
4.6.3 Creación de un sistema de drenaje de agua	111
4.6.3.1 Materiales utilizados	111
4.6.3.2 Tipo de unión de materiales	112
4.7 Sistema de secado con ventiladores	112
4.7.1 Diseño base para los ventiladores	112
4.7.2 Acoplamiento de las dimensiones requeridas de los ventiladores	112
4.8 Elementos administrativos en la fabricación	113
4.8.1 Planeación	113
4.8.2 Organización	114
4.8.3 Dirección	115
4.8.4 Control	116
4.9 Inducción del personal operativo	116
4.9.1 Control de personal seleccionado	120
4.9.2 Reunión para dar a conocer información de la empresa	122
4.9.2.1 Disciplina Interior	124
4.9.2.2 Información en cuanto al cargo específico	124

4.9.3 Adiestramiento de personal seleccionado	125
4.10 Costos involucrados	128
4.10.1 Materia prima	128
4.10.2 Mano de obra	128
4.10.3 Accesorios	128
5. SEGUIMIENTO	
5.1 Resultados de la implementación	129
5.1.1 Ventajas	129
5.1.2 Desventajas	130
5.2 Observación y análisis del proceso	131
5.2.1 Inspecciones periódicas	133
5.2.2 Fichas de control	135
5.3 Acciones correctivas	137
5.4 Difusión	138
5.4.1 Empresa en general	138
5.4.2 Planta de empaque	139
5.5 Mejora continua	140
CONCLUSIONES	147
RECOMENDACIONES	149
BIBLIOGRAFÍA	151
ANEXOS	153

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figuras

1. Producción departamental de tomate	03
2. Organigrama	07
3. Banda transportadora	08
4. Componentes de un sistema de bandas transportadoras	10
5. Ejes, cadenas, engranes	17
6. Motorreductor	19
7. Bomba de agua	21
8. Ventilador	22
9. Proceso general de producción	42
10. Proceso actual	46
11. Proceso teórico	56
12. Diseño de los ejes	66
13. Forma de la cadena	73
14. Boceto de un impulsor de cadena	77
15. Diseño del chasis	78
16. Diseño del sistema de lavado con boquillas	80
17. Forma de las boquillas	83
18. Diseño del sistema de drenaje	84
19. Diseño de los ventiladores	85
20. Implementación del chasis	101
21. Implementación de la caja protectora	110
22. Boquillas distribuidas	111
23. Forma de los ventiladores	112
24. Ventiladores ya instalados	113
25. Organigrama del equipo de trabajo	115
26. Proceso mejorado	119

TABLAS

I. Factor de servicio	64
II. Dimensiones del chasis	78
III. Dimensiones del sistema de lavado	81
IV. Dimensiones de los ventiladores	85
V. Características técnicas de los ventiladores	86
VI. Ficha de control	127
VII. Acciones correctivas	137
VIII. Promedio de pérdidas en elementos de maquinaria	153
IX. Terminología	154
X. Características de los diferentes tipos de ejes	155
XI. Coeficiente de fricción F_w	156
XII. Factores de servicio	157
XIII. Distancia entre centros	157
XIV. Propiedades químicas del polipropileno	168

GLOSARIO

Acción poliédrica:	Es la acción de rotación de los módulos de la banda alrededor de sus varillas de articulación cuando los módulos se enganchan y se desenganchan del engranaje. Se produce una pulsación en la velocidad de la banda y una subida y bajada en la superficie de la banda.
Accionamiento motor simple/motor secundario	Motor reversible que utiliza una cadena de dos de engranajes de cadena en el eje del transportador. Este sistema de tracción generalmente está limitado a transportadores cortos, debido a la longitud de la cadena de rodillos involucrada.
Acetal	Material termoplástico fuerte con buen balance de propiedades mecánicas y químicas y buena elasticidad y resistencia a la fatiga mecánica. Posee un bajo coeficiente de fricción. Su rango de temperatura es de -45° centígrados (-50° Fahrenheit) a +93° centígrados (+200° Fahrenheit). Su peso específico aproximado es de 1,40.
Acoplamiento hidráulico	Dispositivo que permite que el transportador conducido acelere gradualmente hasta alcanzar la velocidad de operación. Se recomienda su uso en casos de

transportadores que tengan que arrancar y parar frecuentemente, que operen a alta velocidad o con carga pesada. Sirven también como dispositivos de seguridad contra sobrecargas.

Banda con tracción

Bandas transportadoras cuyo punto de contacto con el diente del engranaje se produce entre las varillas de articulación.

Barra empujadora

Dispositivo usado en mesas de acumulación bidireccional (por Ej.: en las industrias de embotellado y enlatado) que permite que la mesa se llene completamente y que los productos sean descargados, en forma ordenada y completa nuevamente en la línea transportadora.

**Caballos de fuerza
unidades británicas
(EE.UU.)**

Energía gastada por una máquina que trabaja a una capacidad de 550 pie-libras por segundo (pie-lb/seg.), o a 33,000 pie-libra por minuto (pie-lb/min.) El vatio y el kilovatio son unidades de potencia usadas para clasificar equipos eléctricos. Un kilovatio es equivalente a 1,000 vatios. Un caballo de fuerza es igual a 746 vatios ó 0,746 kilovatios. Un kilovatio (kv.) es igual a 1,341 de caballos de fuerza.

Curva catenaria

Banda o cadena que cuelga por la influencia de la gravedad entre dos soportes y que toma la forma de una curva denominada catenaria.

Unidades métricas Energía gastada por una máquina que trabaja a una capacidad de 75 kilogramo-metro por segundo (kg-m/seg.) ó 4,500 kilogramo-metro por minuto (kg-m/min). Un kilovatio (km) es equivalente a 1,359 caballos de fuerza métricos. Un caballo de fuerza métrico es equivalente a 736 vatios ó 0,736 kilovatios y se aproxima mucho a un HP de medida británica (EE:UU) de 746 vatios. Cuando en este manual se hacen cálculos en el sistema métrico, los cálculos de potencia están hechos en vatios. Cada vez que se use la palabra caballos de fuerza (HP), se hace referencia al valor británico (EE.UU).

Coefficiente de fricción

Es la relación entre la fuerza friccional y la fuerza de contacto determinada mediante experimentos. Por lo general es especificado tanto para las superficies en condiciones secas y lubricadas, como para condiciones de arranque y funcionamiento.

Deflexión

Desplazamiento o deformación debido a la carga.

Diámetro de paso

Diámetro de un círculo que pasa a través de la línea central de las varillas de articulación cuando la banda gira alrededor de un engrande.

Diámetro exterior

Distancia entre la parte superior del diente de un engranaje y la parte superior del diente opuesto, mediada a través de la línea central del engranaje.

Eje limpiador

Dispositivo usado en lugar del eje y engranaje conducido, para impedir que se acumulen desechos en el interior de la banda transportadora. Se fabrica

soldando costillas helicoidales, de paso izquierdo y de paso derecho, a un eje redondo común.

Electricidad estática Carga eléctrica acumulada sobre una superficie como resultado del contacto por rotación o deslizamiento con otra superficie.

Empujador: Superficie vertical instalada a lo ancho de la banda. Es una parte integral de la banda y se usa para elevar productos (por Ej.: en transportadores ascendentes y transportadores descendentes).

Factor de servicio Forma de clasificar de acuerdo con factores de severidad, que refleja el tipo de servicio al que son sometidos los componentes de transmisión de potencia de las máquinas accionadas y las fuentes de energía. El factor de servicio alto se asigna a aplicaciones más exigentes y proporcionan la resistencia necesaria para que los componentes tengan una durabilidad aceptable. En aplicaciones de servicio continuo que requieren frenado (por ej: arranques/paradas) o acción reversible (por ej.: mesas de acumulación bi-direccionales) podría necesitarse un factor de servicio adicional. El factor de servicio ayuda a asegurar una óptima vida de servicio de los componentes.

Fricción Fuerza que actúa entre dos cuerpos a nivel de su superficie de contacto y que se opone a cualquier esfuerzo para deslizar o hacer rodar un cuerpo sobre otro (vea coeficientes de fricción).

Gravedad específica	Relación sin dimensión entre la densidad de una sustancia y la densidad del agua.
Guía de desgaste	Tira de plástico que se le agrega a la estructura de un transportador para aumentar la vida útil de la estructura y de la banda del transportador. También es útil cuando se trata de rehuir la fuerza deslizante de fricción.
Inercia	Tendencia de un cuerpo a permanecer en reposo o mantenerse en movimiento, a menos que sea influenciado por una fuerza externa.
Módulo	Pieza de plástico moldeada por inyección, utilizada en el montaje de una banda.
Momento de inercia	Característica de la forma de un objeto que describe su resistencia a la flexión o a la torsión.
Motor de arranque suave	Dispositivo recomendado en casos en que el transportador cargado está sujeto a arranques y paradas repentinas, en operaciones de alta velocidad. Este motor permite que el transportador acelere gradualmente hasta alcanzar la velocidad de operación, lo que beneficia a todos los componentes del transportador.
Banda multilateral	Estilo de banda modular de plástico diseñada especialmente con ranuras longitudinales profundas.

Par motor	Capacidad o tendencia de una fuerza para producir tensión o rotación alrededor de un eje. Por ejemplo, la acción de torsión de un eje en giro.
Paso de la banda	Distancia entre los centros de la varillas de articulación en una banda ensamblada.
Polietileno	Material termo-plástico liviano que flota en el agua con una gravedad específica de 0.95. Se caracteriza por su excelente flexibilidad, alta resistencia a los impactos y al desgaste. Tiene un sobresaliente desempeño a bajas temperaturas hasta -73° centígrados (-100° Fahrenheit). El límite superior de temperaturas continua es +66° centígrados (+150° Fahrenheit).
Polipropileno	Material termo-plástico, caracterizado por su buena resistencia química. El polipropileno flota en el agua con una gravedad específica aproximada de 0.90. Es adecuado para servicio continuo desde temperaturas de +1°C (+34°F) hasta + 104°C (+220 °F).
Resistencia permitida de la banda	La resistencia graduada de la banda, ajustada a las condiciones generadas por los factores de temperatura y resistencia.
Retorno	Trayectoria de la banda cuando se dirige al eje y a los engranajes conducidos.

Rodillo conducido	Tubo de acero o plástico, sostenido por trozos usados en lugar de ejercer y engranajes conducidos. Este rodillo de tubo puede ser considerablemente más rígido que una sección de eje cuadrado sólido, de peso similar.
Tensor por gravedad	Generalmente consiste de un rodillo que descansa sobre la banda en el retorno. Su peso proporciona la tensión necesaria para mantener el enganche correcto de los engranajes. Es más eficaz cuando se instala cerca del extremo del eje motriz del retorno.
Tensor tipo tornillo	Tipo de tensor que cambia la posición de uno de los ejes, generalmente el eje conducido, mediante el uso de tornillos ajustables
Tracción ajustada de la banda	Tracción de banda ajustada para los factores de servicio.
Tracción de la banda	Tracción de una banda después de aplicársele la carga del producto, el peso de la banda, la longitud del transportador, el factor de fricción total y el cambio de elevación.
Unidades tensoras	(vea tensor por gravedad o tensor tipo tornillo).
Uñetas de transferencia	Placas similares a peinetas utilizadas con las bandas para reducir el mínimo los problemas asociados con la transferencia y el vuelco de productos.

Varillas de articulación Varillas de plástico utilizadas para el ensamblaje de bandas modulares de plástico. También actúa como la articulación alrededor de la cual gira los módulos de la banda.

RESUMEN

Este trabajo propone un sistema productivo que optimice la operación de lavado, secado y empaque de tomates en racimo. Que tome en cuenta la mecanización de los procesos como elemento clave en el logro de mejores índices de productividad empresarial.

La propuesta se basa en la implementación de un sistema de producción que a través de mecanismos automatizados mejore los subsistemas de lavado, secado y empaque de tomates en racimo. Se describe las actividades que van desde el diseño, la fabricación y la implementación, así como las pautas para el monitoreo y control de la operación del sistema a través de un efectivo programa de mantenimiento preventivo -predictivo e inspecciones de seguridad.

La utilización de bandas transportadoras representa una muy buena inversión para la gestión de productos agro-industriales ya que se requiere el manejo de grandes cantidades de productos, en cortos períodos de tiempo, y a través de su utilización se obtiene producciones más rápidas, seguras, con mayor calidad.

Este trabajo consta de cinco capítulos, los cuales se presentan para establecer las directrices de una implementación como la descrita en procesos agro-industriales.

El capítulo uno hace referencia a la historia del tomate a nivel mundial y local así como a la descripción de la empresa, sus antecedentes y generalidades, se fundamentan las características de las bandas transportadoras de polipropileno y la descripción técnica los componentes

del sistema propuesto, se presenta el plan de inducción aplicable a la empresa y se revisa los costos de fabricación.

El capítulo dos presenta un análisis de la situación actual de la empresa desde el punto de vista de los productos trabajados, descripción de procesos de lavado, secado y empaque actuales, y se presenta un cuadro de beneficios y ventajas de la automatización de dichos procesos.

El capítulo tres desarrolla la propuesta de implementación del nuevo sistema de producción estableciendo las pautas para la instalación de las bandas de transporte, cálculo de cargas primarias, el diseño de el sistema motriz, diseño de los engranajes y cadenas motrices, diseño del chasis, sistema de lavado a presión y sistema de secado, así como el programa de inducción aplicado en la empresa.

El capítulo cuatro detalla los pasos necesarios para llevar a cabo la implementación de la propuesta, se detallan las actividades de fabricación de la máquina, además se detallan los pasos que aplican para la creación de un programa de inducción y entrenamiento para una exitosa implementación del proyecto.

El capítulo cinco plantea las actividades de seguimiento y de propuestas para una eficaz operación del sistema planteando inicialmente los resultados esperados de la implementación como lo son sus ventajas y desventajas, el control del mismo a través de la implementación de un plan de mantenimiento preventivo/predictivo y un programa de seguridad, además brinda las pautas para el establecimiento de un sistema de mejora continua de la propuesta y a nivel organizacional.

Adicionalmente, la implementación de esta máquina trae como consecuencia el desarrollo sostenible de la operación de cara a los cambios que exige el mercado internacional, en cuanto a cumplimiento y calidad en el producto a costos competitivos.

OBJETIVOS

General:

Diseñar e implementar una máquina industrial para lavado y secado de tomates en racimo, y la inducción de personal operativo en una empacadora de verduras.

Específicos:

1. Establecer los procesos actualmente utilizados en la planta de empaque de tomates y chiles por unidad.
2. Establecer los beneficios y ventajas de la automatización del proceso de empaque para los diferentes grupos que tienen interés en el desarrollo de las actividades en el entorno empresarial y social.
3. Desarrollar un sistema automatizado para los procesos de lavado, secado y empaque de tomates y chiles en racimo, que incremente los índices de productividad y competitividad de la planta de empaque.
4. Establecer cuáles son las actividades más relevantes involucradas en el proceso de diseño, fabricación e instalación del sistema automatizado de lavado, secado y empaque.

5. Definir las principales actividades a implementar para controlar y retroalimentar el sistema automatizado y las actividades básicas para la mejora continua del mismo.

INTRODUCCIÓN

La empresa SEMILLAS DEL CAMPO, S.A. cuenta en la actualidad con procesos de lavado, secado y empaque que requieren de una alta intervención operativa, considerándose netamente manuales, generando altos costos de operación en mano de obra y suministros asociados, así como una baja eficiencia de producción para el cumplimiento de los pedidos.

Los requerimientos de grandes volúmenes de producción han hecho que los transportadores continuos de bandas se constituyan en los elementos más adecuados para mover materiales a granel

Este trabajo de graduación proporciona a la empresa un nuevo sistema de producción basado en la instalación de un sistema de gestión de producto a través de los diferentes procesos que van desde la carga, hasta el empaque final con la finalidad de brindar fluidez al proceso, ofreciendo oportunidades de mejora en el cumplimiento de los pedidos, aprovechando los recursos disponibles y mejorando la competitividad de la empresa por medio de una capacidad instalada que cumpla con menores tiempos y mejor calidad, a un bajo costo de operación y mantenimiento.

La propuesta del sistema se enfoca hacia el diseño e implementación de una máquina industrial para lavado y secado de tomates en racimo y a la inducción del personal operativo para dicha máquina. La máquina consta de tres bandas transportadoras de 3.66 metros de largo cada una, las cuales sólo serán instaladas de acuerdo al manual del usuario, tendrá una área de lavado con boquillas a presión con agua clorada de 1.5 metros de longitud, una área de secado con ventiladores de 2.5 metros y un área de empaque de 5.98 metros.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1 La empresa

1.1.1 Historia

Historia del tomate

El tomate, cuyo nombre científico es "*Lycopersicon esculentum*", es de hecho una fruta. Es pariente cercano de la patata, el pimiento y la berenjena, y se considera una verdura debido a sus diversos usos culinarios.

Es originario de los bajos Andes, y fue cultivado por los aztecas en México. La palabra azteca "*tomatl*" significaba "fruta hinchada", y los conquistadores españoles lo llamaron "tomate".

Junto al maíz, la patata, el chile. El tomate fue introducido en España a principios del siglo XVI, gracias a los viajes de Cristóbal Colón. Se cree que llegó primero a Sevilla, uno de los principales centros del comercio internacional, en particular con Italia.

El tomate se difundió por el mundo y los portugueses quienes jugaron un papel importante en la difusión de determinadas plantas cultivadas en países del sureste asiático, lo llevaron a las costas de molucas favorecieron así la introducción del tomate en Asia. Tanto en China como en Corea fue introducido en el siglo XVII, el mismo siglo que aparece en Malasia con el nombre de

tomatte y que fue introducido en Filipinas por los españoles. En Japón se conoció en el siglo XVIII.

La producción mundial de tomate fue en 2006 de 30.377 millones de toneladas, y la previsión para 2007 fue de unos 33.000 millones de toneladas, mientras que el consumo mantiene un crecimiento sostenido de alrededor del 2,5% en los últimos 15 años.

Estos datos hacen del tomate una de las más importantes hortalizas en cuanto a generación de empleo y riqueza, con un futuro muy esperanzador. La mayor parte de la producción corresponde al hemisferio norte, el 90% (zona mediterránea, California, China), y el resto se cultiva en el hemisferio sur (Brasil, Argentina, Australia).

La recolección en estos hemisferios está claramente diferenciada, mientras en el norte se centra en los meses de julio, agosto y septiembre, en el sur se cosecha en enero, febrero, marzo, e incluso abril. Si bien el tomate se cultiva en más de cien países, tanto para consumo fresco como para industria, los diez principales productores concentran más del 80% del total mundial: Estados Unidos, China, Italia, Irán, Turquía, España, Brasil, Portugal, Grecia y Chile, correspondiendo el 30% de la producción mundial a Estados Unidos, el 25% a la Unión Europea, seguidas de China con un 14%, siendo estas tres zonas las que marcan las tendencias de precios y consumo mundiales.

El tomate en Guatemala

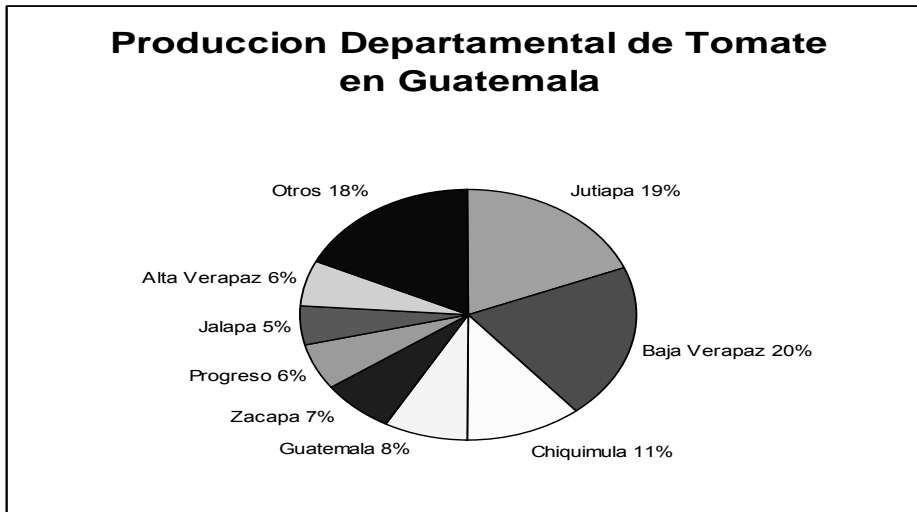
El sector agrícola en Guatemala, hoy en día es considerado uno de los pilares más importantes de la economía guatemalteca, reportando exportaciones de \$655 millones en el 2008, lo cual mostró un crecimiento del

20% con relación al año anterior. Actualmente representa el 28% de las exportaciones totales del país y ha generado 1 millón 173 mil 321 empleos.

Actualmente se exporta a los siguientes países: Estados Unidos, Centroamérica, Holanda, Alemania, Inglaterra, Dinamarca, Japón.

Figura 1. La industria agrícola y la producción departamental de tomate en Guatemala.





Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Guatemala 2007.

La empresa

SEMILLAS DEL CAMPO S.A. es una empresa familiar 100% guatemalteca que desde hace más de medio siglo se ha dedicado a trabajar diferentes cultivos en el campo. Hoy día, es una de las empresas líderes en producción, distribución y comercialización a nivel local y en el mercado centroamericano. Sus exportaciones se han extendido con mucho éxito tanto a Estados Unidos como a Europa.

1.1.2 Misión y Visión

Misión: somos una compañía dedicada a la producción y comercialización de hortalizas sobre la base de la calidad, integridad e innovación en nuestros procesos y productos, dirigiéndonos al mercado nacional, centroamericano, y norteamericano, centrados en las satisfacción de las necesidades de nuestros clientes, colaboradores y accionistas.

Visión: ser para el 2012 la empresa líder de la región Centroamericana y el Caribe en la producción y comercialización de hortalizas y piña hacia el mercado norteamericano y europeo. Nuestra agilidad, flexibilidad, tecnología y la mejora continua en nuestros procesos son los pilares para responder a los distintos retos y cambios en el mercado, y generar valor a nuestros clientes.

1.1.3 Ubicación

La empresa está ubicada en la ruta que conduce a Matakaescuintla Jalapa en el Km. 77.5, el Valle Nueva Santa Rosa.

Maps.google.com/Nueva Santa Rosa. Latitud: 14.383, longitud:-90.283

1.1.4 Administración y tipo de organización

La administración de la empresa está enfocada hacia la gestión eficaz del recurso humano y se basa en la aplicación de los principios administrativos básicos como lo son: la planeación, organización, dirección y control, al mismo tiempo se aplicación de técnicas capaces de promover el desempeño eficiente del personal, a la vez se busca generar un clima organizacional propicio para el desarrollo pleno de las actividades y de los colaboradores con el fin del bienestar general y el logro de los objetivos individuales relacionados directa o indirectamente con el trabajo y del logro de las metas organizacionales.

El trato humano basado en principios y valores genera el respeto mutuo con los colaboradores y sobre todas las cosas el bienestar que hace que el trabajo sea enfocado hacia la calidad en el desarrollo de todas las actividades y la satisfacción de los clientes.

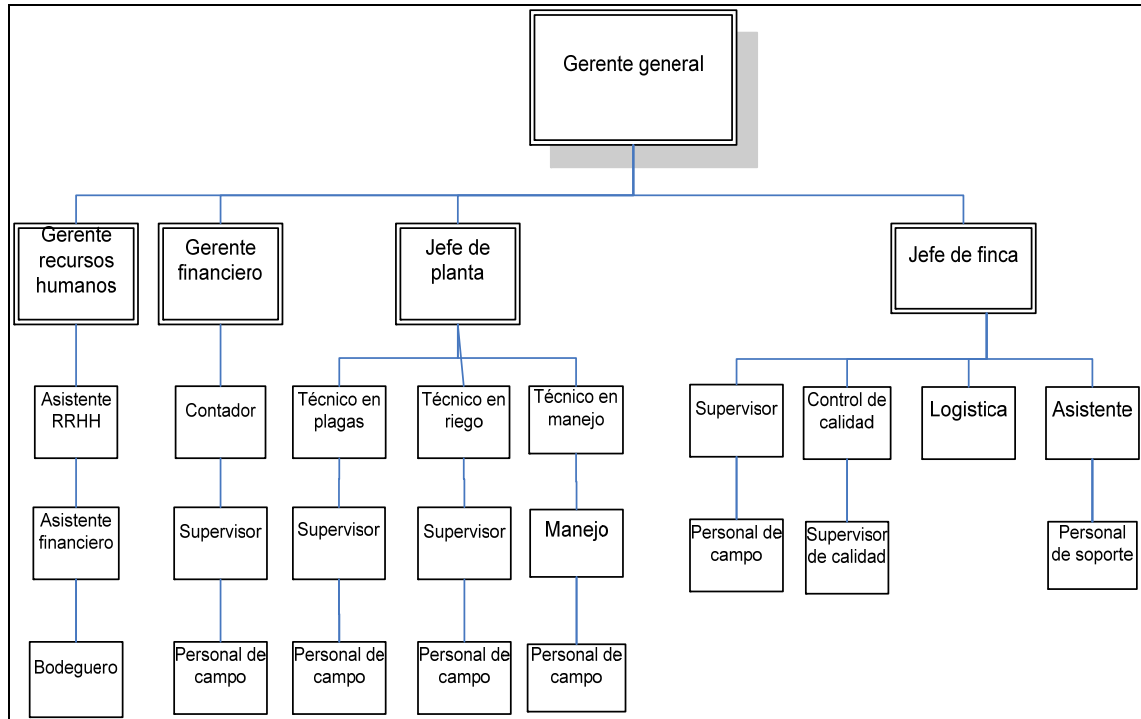
SEMILLAS DEL CAMPO S.A. es una organización familiar, administrada por la primera y segunda generación de la familia Viteri.

La estructura organizacional de Semillas del Campo, S.A. se conforma de la siguiente manera:

- Gerente general
 - Gerencia financiera
 - Contador, asistentes
 - Administración
 - Control de calidad
 - Bodegueros
 - Asistentes
 - Encargado de transportes, pilotos
- Recursos humanos
 - Jefe de recursos humanos, asistentes
- Planta de producción
 - Jefe técnico de planta
 - Técnico de fitosanidad, supervisor, personal de campo
 - Técnico de fertirriego, supervisor, personal de campo
 - Técnico de manejo, supervisores, personal de campo
- Planta de empaque
 - Jefe técnico de planta, supervisor, personal de campo

Organigrama de la empresa

Figura 2. Organigrama.



Fuente: Elaboración propia

1.1.5 Jornadas de trabajo

La jornada de trabajo se divide en tiempo ordinario y tiempo de trabajo extraordinario o adicional, siendo éste eventual de acuerdo al cumplimiento de metas de producción y entrega. Puede adoptar diversas formas pero siempre cumpliendo que la duración no sea mayor a la del convenio colectivo aplicable y que dependiendo de la jornada, no se exceda las horas establecidas por la ley.

La legislación laboral establece tres tipos de jornada de trabajo que se clasifican así:

- Jornada diurna de ocho horas diarias 44 semanales.

- Jornada mixta de 7 horas diarias y 42 horas semanales.
- Jornada nocturna de 6 horas diarias de 36 horas semanales.

En la empresa SEMILLAS DEL CAMPO S.A. se labora únicamente en jornada diurna, siendo esta de lunes a viernes de 7:00 hrs. A 16:00 hrs.

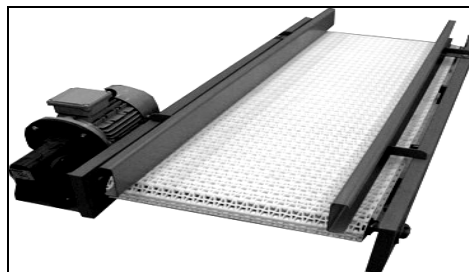
Trabajándose el día sábado como día extraordinario si fuera necesario para el cumplimiento de entregas de producción, en todo caso siendo éste remunerado de acuerdo a la ley.

1.2 Bandas transportadoras

El procesamiento y empaquetado de productos a menudo requiere que las bandas transportadoras eleven, bajen o trasladen el producto. Las bandas transportadoras tienen aplicaciones diversas que cubren las necesidades de industrias para trasladar sus materiales o productos, la banda propuesta está diseñada para la aplicación en la industria agraria.

Los materiales involucrados son higiénicos y fuertes para garantizar el manejo adecuado de los productos.

Figura 3. **Banda transportadora**



Fuente: “www.google.com.co” Bandas y rodillos transportadoras

A continuación se detallará brevemente la descripción de funcionamiento, componentes y método de accionamiento de las bandas transportadoras, que es un elemento clave para el desarrollo de la presente propuesta.

La banda transportadora es un elemento o maquinaria de carácter preferentemente electromecánico, destinado a trasladar productos o materias primas entre dos o más puntos, alejados entre sí, ubicados generalmente, dentro de una misma planta elaboradora.

Los principales usos de los transportadores se dan mayormente en la minería, construcción, industria alimenticia, industria motriz entre otros.

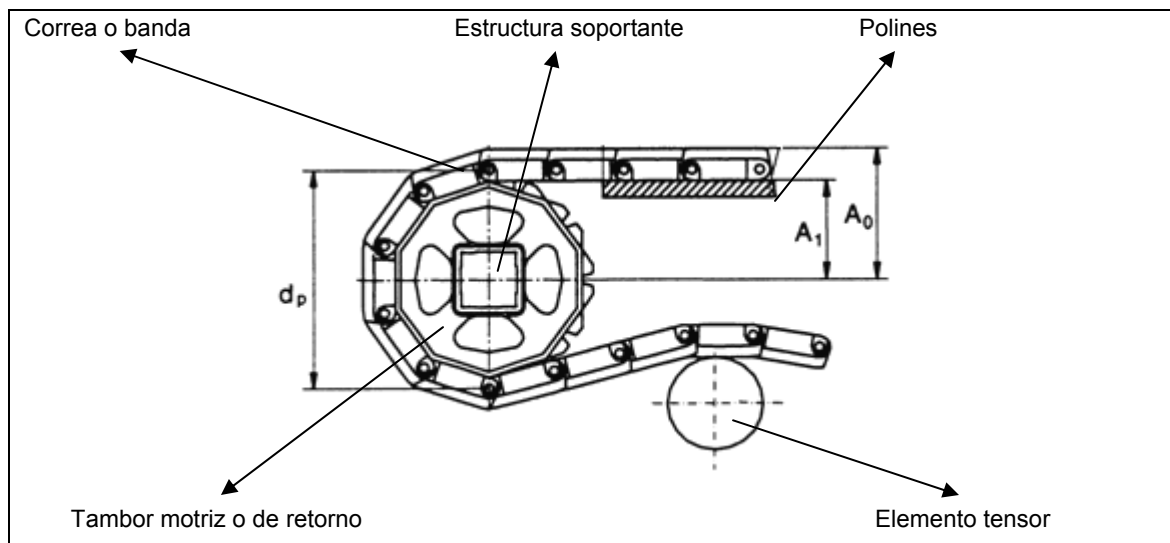
Componentes pertenecientes a las cintas transportadoras

- a) Estructura soportante: la estructura soportante de una cinta transportadora está compuesta por perfiles tubulares o angulares, formando en algunos casos verdaderos puentes que se fijan a su vez, en soportes o torres estructurales apernadas o soldadas en una base sólida.

- b) Elementos deslizantes: son los elementos sobre los cuales se apoya la carga, ya sea en forma directa o indirecta, perteneciendo a estos los siguientes:
 - b.1) Correa o banda: la correa o banda propiamente tal, que le da el nombre a estos equipos, tendrá una gran variedad de características, y su elección dependerá en gran parte del material a transportar, velocidad, esfuerzo o tensión a la que sea sometida y capacidad de carga a transportar.

- b.2) Polines: generalmente los transportadores que poseen éstos elementos incorporados a su estructura básica de funcionamiento, son del tipo inerte, la carga se desliza sobre ellos mediante un impulso ajeno a los polines y a ella misma.
- c) Elementos tensores: es el elemento que permitirá mantener la tensión en la correa o banda, asegurando el buen funcionamiento del sistema.
- d) Tambor motriz y de retorno: la función de los tambores es funcionar como poleas, las que se ubicaran en el comienzo y fin de la cinta transportadora, para su selección se tomarán en cuenta factores como: potencia, velocidad, ancho de banda, entre otros.

Figura 3. **Componentes de cintas transportadoras**



Fuente: "www.google.com.co" Bandas y rodillos transportadoras

1.3 Método de accionamiento

El elemento motriz de mayor uso en los transportadores es el del tipo eléctrico, variando sus características según la exigencia a la cual sea sometido.

Los elementos que componen el sistema motriz, son: el moto-reductor, los ejes, los engranajes, las cadenas, chumaceras, entre otros.

1.4 Características de los materiales de polipropileno

El polipropileno es un polímero termoplástico, parcialmente cristalino, pertenece al grupo de las poli-olefinas y es utilizado en una amplia variedad de aplicaciones que incluyen textiles.

Este polímero se obtiene de la polimerización del propileno (o propeno) que es su monómero y tiene gran resistencia contra diversos solventes químicos, así como contra álcalis y ácidos. Poseen importantes características como alta resistencia a productos químicos corrosivos, alta resistencia eléctrica, alta resistencia al impacto, baja fricción, resistencia al desgaste y lavables.

Se utilizan en distintos procesos industriales, debido a sus buenas propiedades eléctricas, químicas y mecánicas. Resiste químicamente a soluciones acuosas de ácidos inorgánicos, ácidos orgánicos débiles, lejías, alcohol y algunos aceites.

Propiedades físicas y químicas del polipropileno:

El polipropileno comercial estándar tiene un grado de cristalinidad intermedio entre el polietileno de alta y el de baja densidad; su módulo elástico también es intermedio.

Polipropileno presenta muy buena resistencia a la fatiga. Las propiedades dieléctricas del polipropileno son utilizadas en películas muy delgadas formando capacitores con un buen desempeño.

El polipropileno y el polietileno son dos de los termoplásticos más utilizados.

Se pueden encontrar en natural o aditivados con fibra de vidrio/carga mineral. Para darle más resistencia, rigidez y estabilidad dimensional.

Son materiales que soportan bien los agentes químicos, son utilizados de forma amplia en todas las áreas de actividad, incluidos los textiles.

Características:

- Rango de temperatura de trabajo 0°C +100°C.
- Posee una gran capacidad de recuperación elástica.
- Resiste al agua hirviente, pudiendo esterilizarse a temperaturas de 140°C sin deformación.

- Resiste a las aplicaciones de carga en un ambiente a una temperatura de 70°C sin producir deformación.
- Gran resistencia a la penetración de los microorganismos.
Gran resistencia a los detergentes comerciales a una temperatura de
- 80°C. Debido a su densidad flota en el agua.

PROPIEDADES QUÍMICAS

Resistencia a ácidos débiles a temperatura ambiente	MUY BUENA
Efectos de los rayos solares	REGULAR
Comportamiento a la combustión	ARDE FÁCILMENTE
Propagación de la llama	MANTIENE LA LLAMA
Comportamiento al quemarlo	FUNDE Y GOTEA

1.4.1 Gravedad específica

Es la relación existente entre la densidad de los materiales y la densidad del agua a presiones y temperaturas normales.

Una gravedad específica mayor a uno indica que el material es más pesado que el agua; una gravedad específica menor indica que el material flotara en el agua.

1.4.2 Fricción

La fuerza de fricción o rozamiento entre dos superficies en contacto se define como la fuerza que se opone al movimiento de una superficie sobre la otra (fuerza de fricción dinámica) o a la fuerza que se opone al inicio del movimiento (fuerza de fricción estática). Se genera debido a las imperfecciones, especialmente microscópicas, entre las superficies en contacto.

Estas imperfecciones hacen que la fuerza entre ambas superficies no sea perfectamente perpendicular a éstas, sino que forma un ángulo φ con la normal (el ángulo de rozamiento). Por tanto, esta fuerza resultante se compone de la fuerza normal (perpendicular a las superficies en contacto) y de la fuerza de rozamiento, paralela a las superficies en contacto.

1.4.3 Factor de servicio

Forma de clasificar de acuerdo con factores de severidad que refleja el tipo de servicio al que son sometidos los componentes de transmisión de potencia de las máquinas accionadas y las fuentes de energía. El factor de servicio establece la resistencia necesaria para que los componentes tengan una durabilidad aceptable.

1.4.4 Temperatura

Es el índice de la energía interna relativa de la masa, la temperatura es el potencial térmico causante del flujo calorífico.

Es una magnitud referida a las nociones comunes de calor o frío. Por lo general, un objeto más caliente tendrá una temperatura mayor. Físicamente es una magnitud escalar relacionada con la energía interna de un sistema

termodinámico. Más específicamente, está relacionada directamente con la parte de la energía interna conocida como "energía sensible", que es la energía asociada a los movimientos de las partículas del sistema, sea en un sentido traslacional, rotacional, o en forma de vibraciones. A medida que es mayor la energía sensible de un sistema se observa que su temperatura es mayor.

1.4.5 Potencia

El trabajo se define como la transferencia de energía realizada por unidad de tiempo. El trabajo es igual a la fuerza aplicada para mover un objeto multiplicada por la distancia a la que el objeto se desplaza en la dirección de la fuerza. La potencia mide la rapidez con que se realiza ese trabajo.

En términos matemáticos, la potencia es igual al trabajo realizado dividido entre el intervalo de tiempo a lo largo del cual se efectúa dicho trabajo.

$$\text{Potencia} = \text{Trabajo/Tiempo (watts)}$$

1.4.6 Factores de fricción

El factor de fricción determina la cantidad de fricción resultante del desplazamiento de la banda en la estructura del transportador o por el deslizamiento de la banda bajo el producto transportado. Los factores de fricción más bajos dan como resultado una menor presión en las líneas y por lo tanto se produce menos daño en el producto, una menor tracción de banda y menores requerimientos de potencia.

1.4.7 Carga de operación

Se define como carga de operación a la carga que posee la banda en el momento que está funcionando.

1.4.8 Resistencia

Se define como la fuerza por unidad de sección que se resiste a un cuerpo antes de romperse o deformarse.

Los dos puntos más importantes relacionados con la resistencia de los ejes motrices del transportador son:

La capacidad de tiro de la banda, sin producir una deflexión excesiva del eje.

La fuerza para transmitir el par motor del eje para accionar la banda.

En el primer caso. El eje actúa como una viga, sostenida por chumaceras y se encuentra bajo los esfuerzos mecánicos causados por la tensión de la banda a través de los engranajes. En el segundo caso, el motor hace rotar al eje.

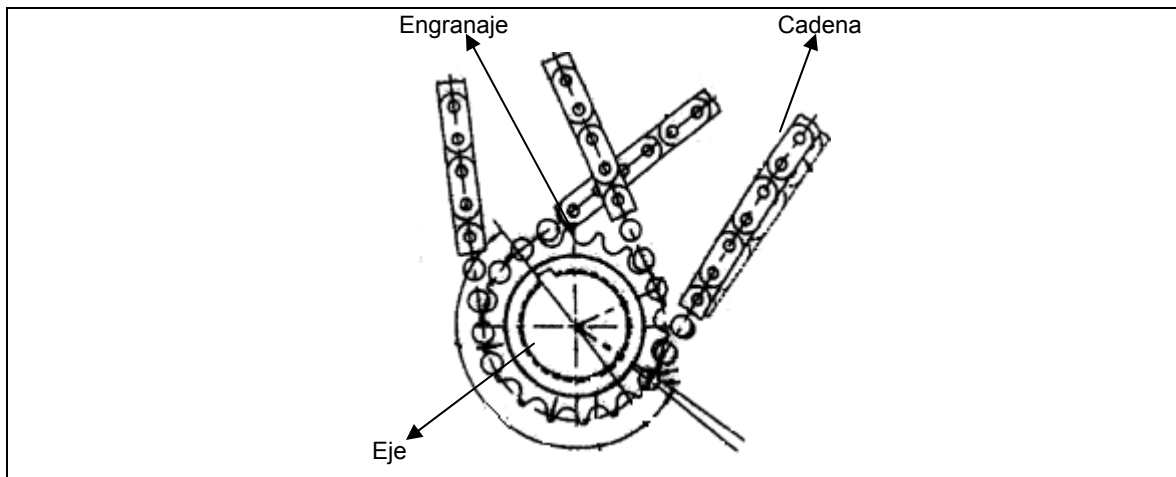
La resistencia que proviene de la tensión de la banda crea esfuerzos torsionales (de giro).

1.5 Sistema motriz

El sistema motriz de la banda está conformado por varios componentes que en su conjunto son los encargados de generar la fuerza motriz que brinda la función de movimiento y transporte de productos.

Los elementos básicos que lo conforman son: Ejes, cadenas y engranes.

Figura 4. **Eje, cadenas, engranajes**



Fuente: “www.google.com.co” Bandas y rodillos transportadoras

Los cuales serán descritos a continuación:

1.5.1 Ejes

Un eje es un elemento constructivo destinado a guiar el movimiento de rotación a una pieza o de un conjunto de piezas, como una rueda o un engrane. Un eje se aloja por un diámetro exterior al diámetro interior de un agujero, como el de un cojinete o un cubo, con el cual tiene un determinado tipo de ajuste. En algunos casos el eje es fijo y un sistema de rodamientos o de bujes inserto en el centro de la pieza permiten que esta gire a alrededor del eje. En otros casos, la rueda gira solidariamente al eje y sistema de guiado se encuentra en la superficie que soporta el eje.

- Un eje es un elemento de máquina generalmente rotatorio y a veces estacionario, que tiene sección normalmente circular de dimensiones menores a la longitud del mismo. Tiene montados sobre sí, elementos que transmiten energía o movimiento, tales como poleas (con correas o cadenas), engranajes, levas o volantes.

1.5.2 Cadenas

Una cadena es un objeto fabricado mediante eslabones, generalmente metálicos, que se entrelazan unos a otros. Han sido utilizadas desde la antigüedad debido a su fortaleza combinada con flexibilidad.

Las cadenas sirven para transmitir el movimiento a las ruedas de un mecanismo a otro. Se usan para transmitir el movimiento de los pedales a la rueda en las bicicletas o dentro de un motor para transmitir movimiento de un mecanismo a otro.

1.5.3 Engranajes

Se denomina engranaje o ruedas dentadas al mecanismo utilizado para transmitir potencia mecánica entre las distintas secciones de una máquina. Los engranajes están formados por dos ruedas dentadas, de las cuales a la mayor se le denomina corona y el menor piñón. Un engranaje sirve para transmitir movimiento circular mediante contacto de ruedas dentadas.

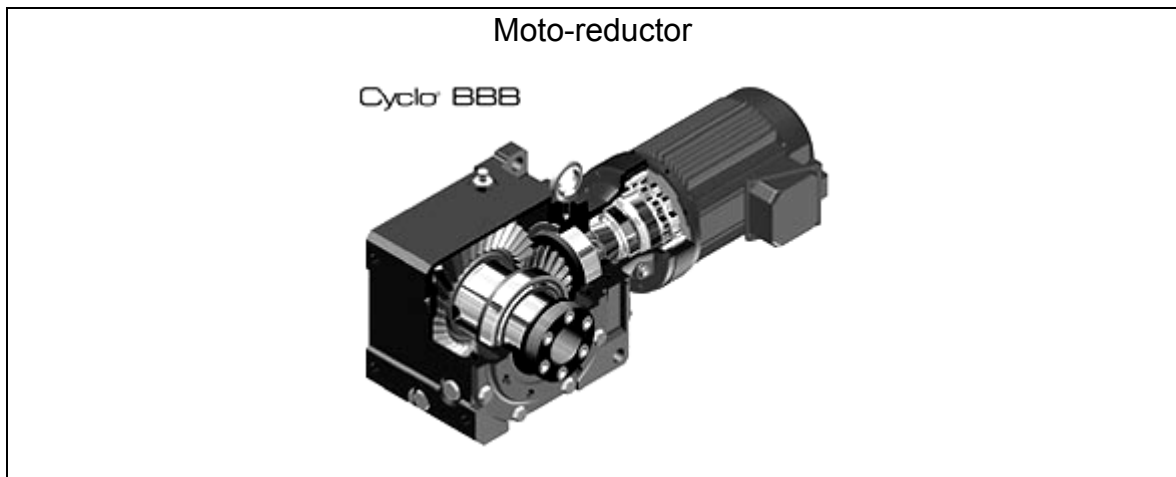
Una de las aplicaciones más importantes de los engranajes es la transmisión del movimiento desde el eje de una fuente de energía, como puede ser un motor de combustión interna o un motor eléctrico, hasta otro eje situado a cierta

distancia y que ha de realizar un trabajo. De manera que una de las ruedas está conectada por la fuente de energía y es conocido como engranaje motor y la otra está conectada al eje que debe recibir el movimiento del eje motor y que se denomina engranaje conducido.

1.6 Moto-reductores y accesorios auxiliares

Los moto-reductores son apropiados para el accionamiento de toda clase de máquinas y aparatos de uso industrial, que necesitan reducir su velocidad en una forma segura y eficiente.

Figura 6. **Moto-reductor**



Fuente: “www.google.com.co” Moto-reductores

Al emplear moto-reductores se obtiene una serie de beneficios sobre estas otras formas de reducción. Algunos de estos beneficios son:

- a) Una regularidad perfecta tanto en la velocidad como en la potencia transmitida.

- b) Una mayor eficiencia en la transmisión de la potencia suministrada por el motor.
- c) Mayor seguridad en la transmisión, reduciendo los costos en el mantenimiento.
- d) Menor espacio requerido y mayor rigidez en el montaje.
- e) Menor tiempo requerido para su instalación.

Las ventajas de usar reductores y/o moto-reductores son:

- a) Alta eficiencia de la transmisión de potencia del motor.
- b) Alta regularidad en cuanto a potencia y par transmitidos.
- c) Poco espacio para el mecanismo.
- d) Poco tiempo de instalación y mantenimiento.

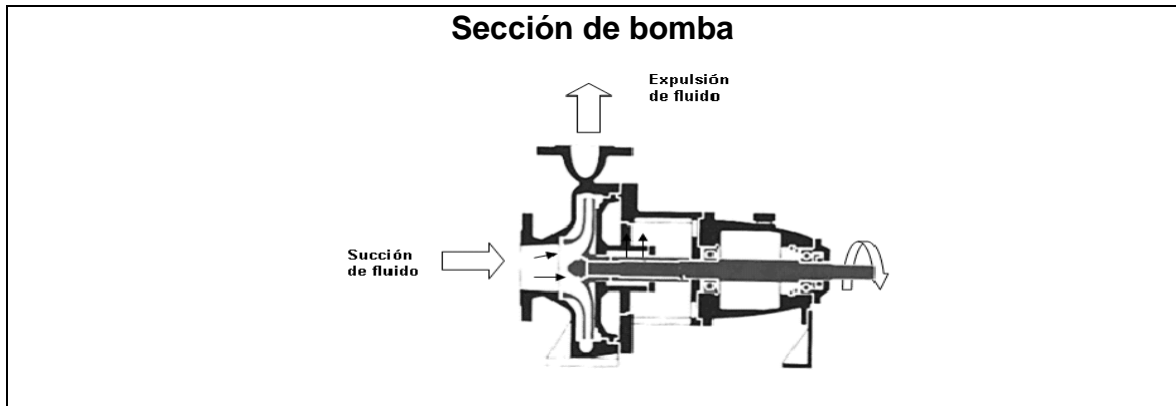
Los moto-reductores se suministran normalmente acoplado a la unidad reductora un motor eléctrico normalizado asíncrono, totalmente cerrado y refrigerado por ventilador para conectar a redes trifásicas de 220/440 voltios y 60 Hz.

Para proteger eléctricamente el motor es indispensable colocar en la instalación de todo moto-reductor un guarda motor que limite la intensidad y un relé térmico de sobrecarga. Los valores de las corrientes nominales están grabados en las placas de identificación del motor.

1.7 Bomba de agua para alimentación de las boquillas de presión para lavado

Es la máquina que transforma energía, aplicándola para mover el agua. Este movimiento, normalmente es ascendente.

Figura 7. **Bomba de agua**



Fuente: “www.google.com.co” Bombas de agua

Las bombas pueden ser de dos tipos “volumétricas” y “turbo-bombas”. Todas constan de un orificio de entrada (de aspiración) y otro de salida (de impulsión).

Las volumétricas mueven el agua mediante la variación periódica de un volumen. Es el caso de la bomba de émbolo. Las turbo bombas poseen un elemento que gira, produciendo así el arrastre del agua. Este elemento “rotor” se denomina “Rodete” y suele tener la forma de hélice o rueda con paletas.

Cuando la bomba recibe la energía a través de un motor acoplado (eléctrico, o gasolina), al conjunto se le llama moto-bomba. El motor puede también estar separado de la bomba. Entonces hace falta un elemento que le transmita el movimiento. Puede ser una polea o un eje.

Las bombas se clasifican en tres tipos principales:

- De émbolo alternativo.
- De émbolo rotativo.
- Roto-dinámicas.

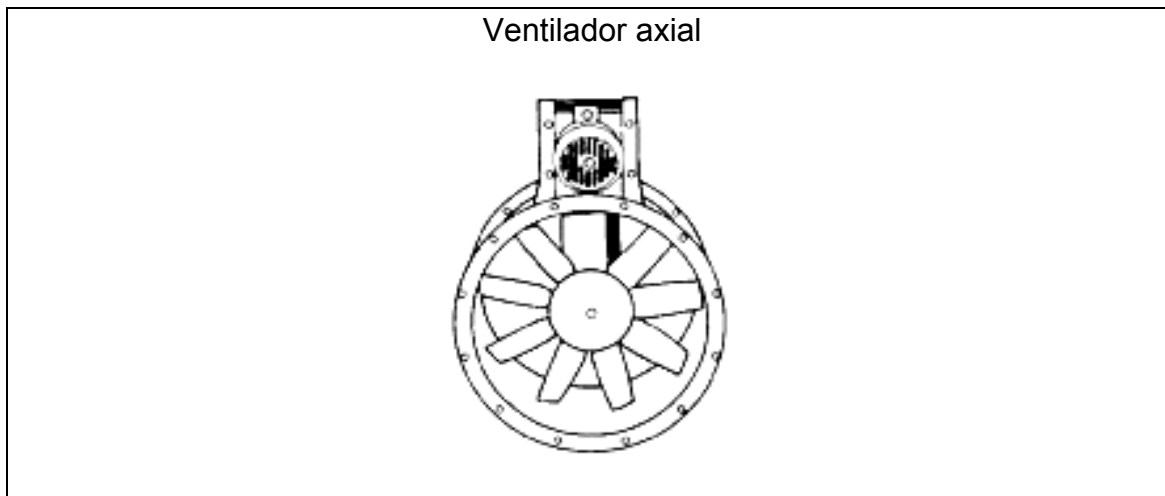
Los dos primeros operan sobre el principio de desplazamiento positivo, es decir, que bombean una determinada cantidad de fluido (sin tener en cuenta las fugas independientemente de la altura de bombeo).

El tercer tipo debe su nombre a un elemento rotativo, llamado rodete, que comunica velocidad al líquido y genera presión. La carcasa exterior, el eje y el motor completan la unidad de bombeo.

1.8 Tipos de ventiladores

Los ventiladores se usan para circular aire dentro de un espacio, para traer aire a él o liberar aire al espacio, o para mover aire a través de ductos en sistemas de ventilación, calefacción o aire acondicionado. Los diferentes tipos de ventiladores incluyen ventiladores de propulsión, ventiladores de ductos y ventiladores centrífugos.

Figura 8. **Ventilador**



Fuente: “www.google.com.co” Ventiladores

En los ventiladores centrífugos la trayectoria del fluido sigue la dirección del eje del rodete a la entrada y está perpendicular al mismo a la salida. Si el aire a

la salida se recoge perimetralmente en una voluta, entonces se dice que el ventilador es de voluta.

1.9 Plan de inducción de personal operativo

1.9.1 Generalidades

El plan de inducción es la herramienta mediante la cual todo el personal, tanto al fijo como de nuevo ingreso, conoce todo lo referente a valores, misión, visión, objetivos, reseña histórica, políticas, normas, servicios que presta, estructura organizativa, beneficios socioeconómicos y toda aquella información necesaria para la identificación del mismo con la organización, así como la rápida adaptación a sus obligaciones y derechos, debe contar al menos con los siguientes actividades:

- Proporcionar al trabajador información referente al contexto general de la empresa donde ingresa; es decir, su historia, estructura, evolución y actividad a que se dedica.
- Dar a conocer a los nuevos trabajadores sobre sus derechos y deberes dentro de la organización a la cual ingresa.
- Suministrar al trabajador información sobre los beneficios sociales, económicos, actividades deportivas y culturales, actividades de desarrollo y de adiestramiento de personal.
- Contribuir a la identificación del trabajador con su situación de trabajo y todo lo que ello implica.
- Mantener informado a todo el personal de los cambios que se produzcan en la institución, en cuanto a políticas, normas, procedimientos y cambios de estructura.

- Proporcionar al trabajador que ingresa, las bases para una adaptación con su grupo de trabajo.
- Los empleados deben creer que el esfuerzo producirá satisfacciones, gratificaciones y recompensas.
- Orientar el trabajo específico del empleado, es necesario familiarizar al empleado con el lugar de trabajo.
- Mostrarle su lugar específico de trabajo, el mobiliario, equipo e instrumentos de trabajo
- Mostrarle los artículos y suministros necesarios para el desempeño de sus labores, así como el procedimiento con que deben solicitarse cuando se agoten.
- Explicar la organización departamental y general y su relación con otras actividades de la compañía.
- Explicar la contribución individual del empleado a los objetivos del departamento y sus asignaciones iniciales en términos generales.
- Comentar el contenido del puesto con el empleado y proporcionarle una copia de la descripción del mismo.
- Explicar el programa de capacitación departamental.
- Preguntar dónde vive el empleado y cuáles son las facilidades de transporte.
- Explicarle las condiciones de trabajo:
 - Horas de trabajo
 - Entrada para empleados
 - Horas de comida
 - Recesos para tomar café, períodos de descanso
 - Llamadas telefónicas y correo personal
 - Políticas y requerimientos de tiempo extra
 - Días de pago y procedimientos para recibir el pago

- Armarios (lockers)
 - Otros
-
- Requerimientos para la conservación del empleo: explicar los criterios de la compañía en relación con:
 - i. Cumplimiento de las responsabilidades
 - ii. Asistencia y puntualidad
 - iii. Manejo de información confidencial
 - iv. Conducta
 - v. Apariencia general
 - vi. Uso de uniforme
-
- Presentar el nuevo colaborador a las autoridades de mayor rango y otros jefes departamentales.

1.9.2 Adiestramiento

El programa de adiestramiento busca capacitar al personal administrativo, técnico y obrero de la institución por medio de actividades de enseñanza enmarcadas en el campo de la educación formal y de la educación no formal, para el mejor desempeño del cargo o de las funciones encomendadas.

Los objetivos son los siguientes:

Preparar al personal para la ejecución de las tareas propias del puesto.

Proporcionar oportunidades para el continuo desarrollo personal.

Cambiar la actitud de las personas con el fin de crear un clima más satisfactorio entre los empleados, aumentar su motivación y hacerlos más receptivos a las técnicas de supervisión y gerencia.

El proceso del adiestramiento y capacitación involucra los siguientes pasos:

- a. Determinación de necesidades de capacitación
 - b. Programación de la capacitación
 - c. Ejecución del entrenamiento
 - d. Evaluación de los resultados del entrenamiento
-
- a. Determinación de necesidades de capacitación
 - Evaluación de desempeño
 - Observación
 - Cuestionarios
 - Entrevistas con supervisores y gerentes
 - Reuniones inter-departamentales
 - Examen de empleados
 - Modificación de trabajo
 - Entrevista de salida
 - Análisis de cargos
 - b. Programación de la capacitación
 - Enfoque de una necesidad específica cada vez
 - Definición clara del objetivo de la capacitación
 - División del trabajo a ser desarrollado
 - Elección de los métodos de capacitación
 - Definición de los recursos necesarios para la implementación de la capacitación

- Definición de la población objetivo
- Local donde se efectuará la capacitación
- Época o periodicidad de la capacitación
- Relación costo beneficio del programa
- Control y evaluación de resultados

Técnicas de adiestramiento y capacitación

Aplicadas al sitio de trabajo

- Capacitación en el puesto
- Rotación de puestos
- Relación experto aprendiz
- Aplicadas fuera del sitio de trabajo
- Conferencias, videos y películas audiovisuales y similares
- Simulación de condiciones reales
- Actuación o socio drama
- Estudio de casos
- Lecturas, estudios individuales, instrucción programada
- Laboratorios

c. Ejecución del adiestramiento

- Adecuación del programa de entrenamiento a las necesidades de la organización
- La calidad del material del entrenamiento presentado
- La cooperación de los jefes y dirigentes de la empresa
- La calidad y preparación de los instructores
- La calidad de los aprendices

- d. Evaluación de los resultados del entrenamiento
 - Proceso de cambio
 - Las etapas de evaluación de un proceso de capacitación
 - Evaluación a nivel empresarial
 - Evaluación a nivel de las tareas y operaciones

1.9.3 Medición de desempeño

Es un proceso objetivo y sistemático para la recolección, el análisis y la utilización de la información de los colaboradores, compara el desempeño laboral de un individuo contra los estándares u objetivos establecidos para su puesto y ayuda a evaluar los procedimientos de reclutamiento, selección y orientación. Este paso incluye sesiones de retroalimentación que comenta el desempeño y progreso del subordinado. Debe recordar que la evaluación del desempeño está creada principalmente para verificar los puntos en los que necesita ser reforzado el empleado y no tanto para usarlo de herramienta de sanción o despido.

Un sistema de medición del desempeño mide lo que la organización considera importante y cuán bien se está desempeñando, pero hay que tener presente que así como esta herramienta puede guiar a una organización en una dirección positiva, un sistema inadecuado puede alejarlo de su rumbo correcto.

Para medir cualquier programa en forma eficaz, hay que seguir tres etapas.

- La primera es definir los resultados que el sistema debe lograr.
- La segunda es medir el desempeño del programa con relación al logro de sus resultados esperados y finalmente.

- la tercera, reportar los resultados a quienes toman las decisiones y pueden usar esta información para actuar.

La evaluación del rendimiento de los colaboradores es un tema complejo y polémico en el ambiente de una organización. El mismo es recibido con diferentes grados o matices de aceptación y desconfianza en todos los niveles, ya sea por parte de la gestión gerencial, de los sindicatos o de los gremios internos, resaltándose con ello su dificultad para enfrentarlo.

El objetivo de un sistema de evaluación del desempeño o rendimiento es establecer parámetros cuantitativos de la conducta laboral de los colaboradores, para comparar sus conductas con las de otros trabajadores o grupos de trabajadores y tomar decisiones sobre éstos.

Éste proceso se realiza a través de una herramientas administrativa llamada evaluación del desempeño ejecutada por niveles a través de los jefes inmediatos, este considera elementos de rendimiento del personal en el plano laboral, personal, trabajo en equipo, relaciones interpersonales, actitudes hacia su trabajo y compañeros, este instrumento se utiliza como parte de las políticas de incrementos salariales, y de promociones internas.

Sistemas de medición

Existen varios sistemas de evaluación del desempeño utilizados por las empresas. Para la selección de uno adecuado a sus necesidades, el departamento de recursos humanos debe tener en cuenta que éste no solo debe contar con herramientas que puedan detectar niveles y conductas no satisfactorios, sino que también potencie el desarrollo de las conductas laborales deseadas y esperadas.

Esto quiere decir, que el sistema de evaluación de desempeño debe incluir un componente educativo personalizado, mediante el cual se le ofrezca al colaborador una guía para alcanzar un desempeño acorde a las expectativas que se tienen sobre él.

La educación de las jefaturas

Un aspecto que comúnmente no se considera al diseñar las prácticas de medición de desempeño, pero que resulta cada vez más importante, es la necesidad de incluir un componente que permita a las jefaturas o actores involucrados en el procedimiento de calificación del rendimiento, conocer la visión que el empleado tiene sobre su trabajo y las condiciones en que las está realizando.

La idea es que mediante esta retroalimentación los jefes puedan analizar cómo su conducta y el ambiente inciden sobre el trabajador y de ser necesario, tomar las medidas necesarias para poner a disposición de éste todos aquellos instrumentos que requiere para alcanzar con facilidad sus objetivos y metas, esto se aplica tanto a la organización completa como a las necesidades de cada departamento o unidad.

Elementos importantes

- Una medición apropiada del desempeño deberá incluir los aspectos de comunicación y clarificación de metas y estrategias, es decir, que cada individuo esté claro sobre lo que se espera de él; cómo su trabajo contribuye al éxito de la organización y qué indicadores se tomarán en cuenta para medir su contribución.

- La evaluación del desempeño no debe ser realizada como un proceso burocrático más. De no estar ligada a acciones específicas posteriores además de ser una pérdida de tiempo, se convierte en un factor que promueve el desinterés por parte de los involucrados.
- La medición del desempeño debe incluir un componente de aprendizaje tanto para los colaboradores como para las jefaturas.
- La medición del desempeño debe incluir un plan de acción para lidiar con un desempeño deficiente con problemas disciplinarios.
- Los logros deben ser recompensados. Los buenos colaboradores que estén sobrecargados deben recibir un reconocimiento, ya sea en términos de aumento en los beneficios o compensaciones o ser promovidos.
- No es aceptable que aquellos colaboradores que a través de varios ciclos de medición repitan un desempeño deficiente o escasa contribución a la consecución de las metas organizacionales, permanezcan en la empresa.

1.10 Elementos de la administración

1.10.1 Planeación

La planificación es una función básica de la administración que tiene como misión determinar: ¿Qué debe hacerse?, ¿Quién debe hacerlo? y ¿Dónde, cuándo y cómo debe hacerse? para lograr los mejores resultados, en el tiempo apropiado y de acuerdo con los recursos que se dispone. La planificación implica un proceso consciente de estudio y selección del mejor curso de acción

a seguir, frente a una variedad de alternativas posibles y factibles de acuerdo a los recursos disponibles.

Sin planes los gerentes no pueden saber cómo organizar su personal ni sus recursos debidamente. Quizás incluso ni siquiera tengan una idea clara de que deben organizar, sin un plan no pueden dirigir con confianza ni esperar que los demás le sigan. Sin un plan, los gerentes y sus seguidores no tienen muchas posibilidades de alcanzar sus metas ni de saber cuándo ni dónde se desvían del camino.

La planeación reduce el impacto del cambio, minimiza el desperdicio y la redundancia y fija los estándares para facilitar el control.

La planeación establece un esfuerzo coordinado. Da dirección tanto a los administradores como a lo que no lo son. Cuando todo los interesados saben a dónde va la organización y con que deben contribuir para lograr el objetivo, pueden empezar a coordinar sus actividades, a cooperar unos con otros, y a trabajar en equipo. La falta de planeación puede dar lugar a un zigzagado y así evitar que una organización se mueva con eficiencia hacia sus objetivos.

La planeación reduce la incertidumbre. También aclara la consecuencia de las acciones que podrían tomar los administradores en respuesta al cambio. La planeación también reduce la superposición y desperdicios de actividades. La coordinación antes del hecho probablemente descubra desperdicios y redundancia. Además cuando los medios y los fines están claros, las ineficiencias son obvias.

1.10.2 Organización

Consiste en determinar qué recursos y que actividades se requieren para alcanzar los objetivos de la organización. Luego se debe de diseñar la forma de combinarla en grupo operativo, es decir, crear la estructura departamental de la empresa. De la estructura establecida necesaria la asignación de responsabilidades y la autoridad formal asignada a cada puesto. Podemos decir que el resultado a que se llegue con esta función es el establecimiento de una estructura organizativa.

La estructura organizacional generalmente se presenta en organigramas. Casi todas las compañías necesitan unidades o departamentos tanto de línea como de asesoría ("staff"). Los gerentes de línea contribuyen directamente al logro de los objetivos y metas principales de la organización. Por lo tanto, se encuentran en la "cadena de mando".

Es importante una estructura organizacional bien definida porque asigna autoridad y responsabilidades de desempeño en forma sistemática.

Propósitos de la organización

- Permitir la consecución de los objetivos primordiales de la empresa.
- Eliminar duplicidad de trabajo.
- Establecer canales de comunicación.
- Representar la estructura oficial de la empresa.

1.10.3 Dirección

Es la capacidad de influir en las personas para que contribuyan a las metas de la organización y del grupo. Implica mandar, influir y motivar a los empleados

para que realicen tareas esenciales. Las relaciones y el tiempo son fundamentales para la tarea de dirección, de hecho la dirección llega al fondo de las relaciones de los gerentes con cada una de las personas que trabajan con ellos.

Los gerentes dirigen tratando de convencer a los demás de que se les unan para lograr el futuro que surge de los pasos de la planificación y la organización, los gerentes al establecer el ambiente adecuado, ayudan a sus empleados a hacer su mejor esfuerzo. La dirección incluye motivación, enfoque de liderazgo, trabajo en equipo y comunicación.

La motivación es una característica de la psicología humana que contribuye al grado de compromiso de la persona. Incluye factores que ocasionan canalizan y sustentan la conducta humana de un sentido particular o comprometido. Las metas de la organización son inalcanzables a menos que exista el compromiso permanente de los miembros de la organización.

El liderazgo en forma gerencial es el proceso de dirigir las actividades laborales de los miembros de un grupo y de influir en ellas, el liderazgo involucra a otras personas, empleados o seguidores, si no hubiera a quien mandar las cualidades del liderazgo del gerente serian irrelevantes; también involucra una desigualdad de poder entre los lideres y los miembros del grupo la cual se usa de diferentes forma para influir en la conducta de los seguidores de diferentes manera.

La comunicación es el fluido vital de una organización, los errores de comunicación en más de una organización han ocasionado daños muy severos, por tanto la comunicación efectiva es muy importante para los gerentes ya que ella representa la hebra común para las funciones administrativas. Los gerentes

preparan planes hablando con otras personas, para encontrar la mejor manera de distribuir la autoridad y distribuir los trabajos.

Principios de Dirección

Coordinación de intereses: el logro del fin común se hará más fácil cuanto mejor se logre coordinar los intereses del grupo y aún los individuales de quienes participan en la búsqueda de aquel.

Impersonalidad del mando: la autoridad en una empresa debe ejercerse más como producto de una necesidad de todo el organismo social que como resultado exclusivo de la voluntad del que manda.

Resolución de conflictos: debe procurarse que los conflictos que aparezcan se resuelvan lo más pronto que sea posible y de modo que, sin lesionar la disciplina produzcan el menor disgusto a las secciones.

Aprovechamiento de conflictos: debe procurarse aún aprovechar el conflicto para forzar el encuentro de soluciones.

1.10.4 Control

Es la función administrativa que consiste en medir y corregir el desempeño individual y organizacional para asegurar que los hechos se ajusten a los planes y objetivos de las empresas. Implica medir el desempeño contra las metas y los planes, muestra donde existen desviaciones con los estándares y ayuda a corregirlas.

El control facilita el logro de los planes, aunque la planeación debe preceder del control. Los planes no se logran por si solos, éstos orientan a los gerentes en el uso de los recursos para cumplir con metas específicas, después se verifican las actividades para determinar si se ajustan a los planes.

El propósito y la naturaleza del control es fundamentalmente garantizar que los planes tengan éxito al detectar desviaciones de los mismos al ofrecer una base para adoptar acciones, a fin de corregir desviaciones indeseadas reales o potenciales.

La función de control le proporciona al gerente medios adecuados para verificar que los planes trazados se implanten en forma correcta.

La función de control consta de cuatro pasos básicos:

- Señalar niveles medios de cumplimiento; establecer niveles aceptables de producción de los empleados, tales como cuotas mensuales de ventas para los vendedores.
- Chequear el desempeño a intervalos regulares (cada hora, día, semana, mes, año.)
- Determinar si existe alguna variación de los niveles medios.
- Si existiera alguna variación, tomar medidas o una mayor instrucción, tales como una nueva capacitación o una mayor instrucción. Si no existe ninguna variación, continuar con la actividad.

1.11 Costo de fabricación

1.11.1 Materia prima

Se define como materia prima todos los elementos que se incluyen en la elaboración de un producto. La materia prima es todo aquel elemento que se transforma e incorpora en un producto final. Un producto terminado tiene incluido una serie de elementos y subproductos, que mediante un proceso de transformación permitieron la confección del producto final.

La materia prima debe ser perfectamente identificable y medible, para poder determinar tanto el costo final de producto como su composición.

Antes de construir o fabricar definitivamente un bien de consumo, las materias primas se transforman en un primer paso en productos semielaborados o semiacabados.

1.11.2 Mano de obra

Mano de obra es el importe generado por los costos provenientes del empleo de los trabajadores que tenga la empresa incluye los salarios y todo tipo de impuestos que van ligados a cada trabajador. La mano de obra es un elemento muy importante, por lo tanto su correcta administración y control determinará de forma significativa el costo final del producto o servicio.

Tipos de mano de obra

Mano de obra directa: es la mano de obra consumida en las áreas que tienen una relación directa con la producción o la prestación de algún servicio. Es la generada por los obreros y operarios cualificados de la empresa.

Mano de obra indirecta: es la mano de obra consumida en las áreas administrativas de la empresa que sirven de apoyo a la producción.

Mano de obra de gestión: Es la mano de obra que corresponde al personal directivo y ejecutivo de la empresa.

Mano de obra comercial: Es la mano de obra generada por el área comercial de la empresa.

Consideraciones a tener en cuenta sobre la gestión de la mano de obra:

- La empresa debe conocer el costo real de la mano de obra tanto la directa como la indirecta.
- La empresa tiene que tener siempre ajustada la plantilla de acuerdo con sus necesidades.
- Los trabajadores tienen que tener la experiencia, capacitación y destreza necesaria de acuerdo a las funciones que desarrolle cada uno.
- Si el trabajo de la empresa es estacional debe tener un sistema de contratación que le permita ampliar o disminuir la plantilla de acuerdo con los requerimientos de la producción.

Para tener una adecuada administración y control de la mano de obra se logra mediante:

- Establecer diseños adecuados de selección de personal.
- Aplicación de programas de formación profesional permanente.
- Analizar bien los puestos de trabajo para asignarlos de forma adecuada.
- Contar con un convenio colectivo pactado con los trabajadores que conlleve la paz social en el seno de la empresa.
- Establecimiento de condiciones higiénicas, sanas y seguras que garanticen un trabajo eficiente y de buena calidad.

- Establecimiento de controles que garanticen la minimización de la capacidad ociosa.

1.11.3 Accesorios

Entre el conjunto de elementos auxiliares se cuenta con:

- Conjunto de tornillería
- Sellador
- Esquinero
- Vistas
- Guías necesarias para la instalación de los dispositivos en bandas transportadoras.

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

2.1 Actividad que desarrolla

SEMILLAS DEL CAMPO, S.A, produce, exporta y comercializa frutas y vegetales frescos con modernas herramientas y sistemas tecnológicos de producción.

Semillas del campo S.A. se dedica a la producción y empaque de:

- Tomate en unidad y/o en racimo
- Chile pimiento en unidad

Su mercado meta se compone de 25% local y 75 % exportación, siendo la exportación el objetivo primario del negocio.

Cuenta con 5 manzanas bajo estructura (casas malla e invernaderos) y 50 manzanas a campo abierto.

Posee la maquinaria siguiente:

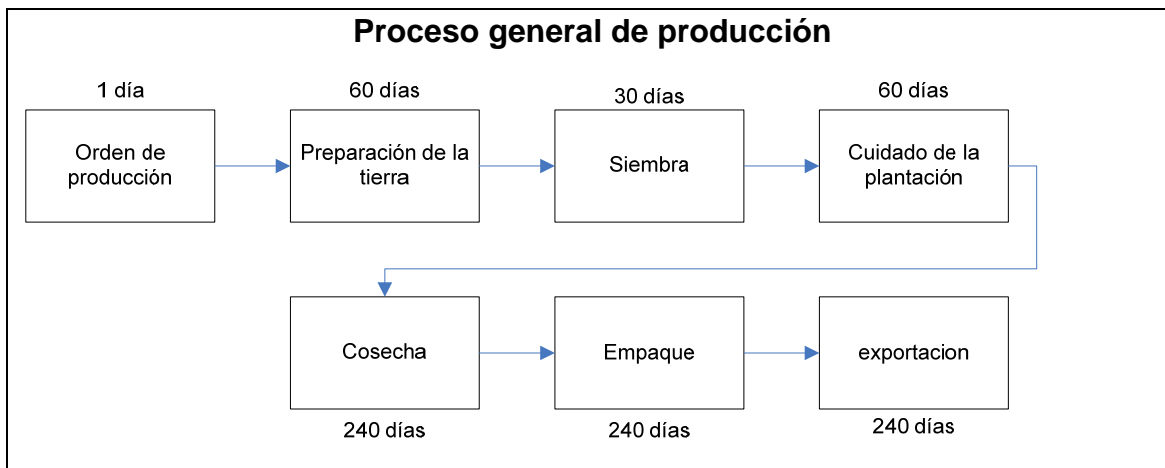
- Para riego bajo estructura (privas = máquina computarizada para estandarizar el riego)
- Para siembra (arado, encamadora = para hacer surcos y colocar nylon)

Cuenta con dos bodegas una de productos agrícolas y otra de materiales de empaque; dos áreas de oficinas la de finca y el área para la planta de empaque.

Para la distribución y entrega de productos se posee dos camiones y en los casos necesarios se hace uso de flotilla privada para tal fin.

En términos genéricos la producción involucra los siguientes pasos:

Figura 9. Proceso general de producción



Fuente: Elaboración propia.

2.2 Clasificación de los productos manejados por bandas transportadoras actualmente

Cada producto es empacado en condiciones ideales con el fin de preservarlo. La mayoría de sus productos son procesados a granel.

Los productos manejados por bandas transportadoras actualmente son:

- Tomate manzano en unidad, representa el 75% de la producción
- Chiles dulces, representa el 25 % de la producción

2.3 Planta de empaque

A continuación se da la descripción detallada del edificio en el que opera la planta empacadora Semillas del Campo.

2.3.1 Descripción general

Se considera un edificio de segunda categoría, ya que en él predomina el acero estructural con una combinación de concreto armado en cantidades menores, este último sirve de apoyo a las columnas de acero y a los tabiques de relleno.

Las cimentaciones de las columnas principales son individuales y de concreto armado. La cubierta superior es de lámina de zinc.

El piso es de hormigón para la utilización de montacargas. Las paredes son de block, el acabado en el exterior es laminado simplemente pintado y en el interior tienen un recubrimiento térmico (guarda temperatura).

Las puertas son de vidrio para mantener la temperatura interior, existen dos ventiladores que le agregan humedad al ambiente. En el área de producción hay una pequeña oficina.

Tiene un área de jardín y parqueo tanto para visitantes como para empleados, áreas de carga y descarga de mercadería, áreas de servicio.

La iluminación y la ventilación se suministran aprovechando las fuentes naturales, se utilizan medios artificiales únicamente para el área de empaque, el edificio tiene forma rectangular alargada.

2.4 Descripción de personal

En la planta de empaque se cuenta con el siguiente personal:

- Jefe de planta
 - Supervisor
 - Operarios
- Administrativos
 - Control de calidad
 - Contador

El personal de empaque está distribuido de la siguiente manera:

- 3 personas pesan en producto al ingresar a planta
- 8 personas clasifican los tomates que van a exportación o mercado nacional
- 10 personas empacan en cajas de cartón
- 2 personas colocan etiquetas al producto
- 5 personas arman cajas
- 10 personas clasifican y empacan chiles
- 2 personas se encargan del control de producto en bodega de producto terminado
- 5 personas que se utilizan en todo el proceso para cualquier eventualidad

Haciendo un total de 45 operarios.

2.5 Descripción de procesos

Las actividades del proceso de empaque son:

- Lavado
- Secado
- Empaque

2.5.1 Lavado de tomates en racimo

Actualmente este proceso se efectúa a mano.

Descripción:

Recepción y pesa, Clasificación en tamaño y color, sumergido de tomates en agua clorada.

2.5.2 Secado de tomates en racimo

Descripción:

Secado de tomates con papel toalla desechable e inspección, colocado en cajas de cartón, aplicación de fungicida, etiquetado a mano, entarimado y movilización de cajas hacia cuartos fríos.

Figura 10. Proceso actual.

Flujo de procesos

Empresa: Semillas del Campo

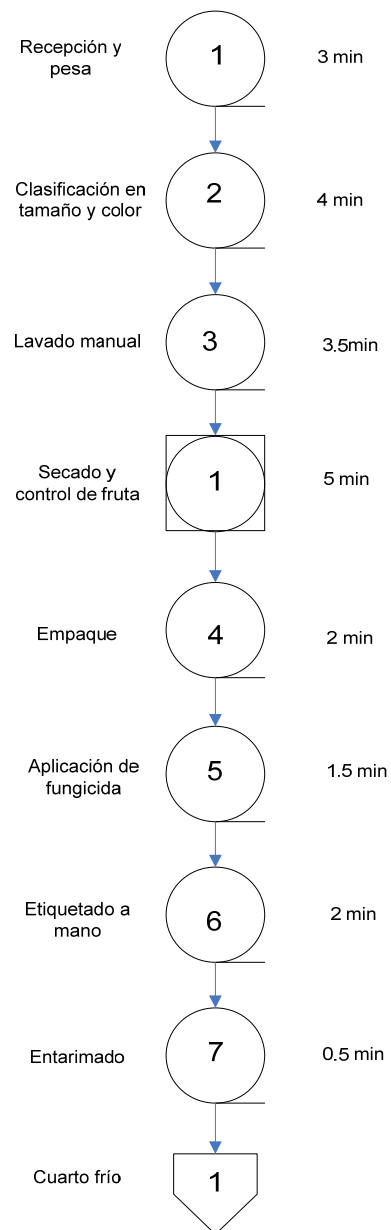
Depto: producción




Diagrama: flujo de procesos

Hoja numero: 1 de 1 hojas

Realizado por: Walfred Pérez

FLUJO DE PROCESOS ACTUAL PARA LAVADO, SECADO Y EMPAQUE DE TOMATES EN RACIMO



Actividad	Símbolo	# de actividades	Tiempo (min.)
Operación		7	16.5
Inspección		1	5
Bodega		1	
Tiempo total			21.5 min. /caja

Fuente: Elaboración propia.

2.6 Otros procesos que se realizan en la planta

2.6.1 Empaque de tomates en unidad

Este producto es manejado en bandas transportadoras.

Descripción:

Un operario carga la banda transportadora inicial, vaciando dos cajas de tomates en ella, esta lleva los tomates hasta una segunda banda transportadora en la que son lavados con agua clorada, después pasan a un sistema de secado con ventiladores para luego ser clasificados por tamaño y color, al ser separados en unidades similares, son empacados y pesados para su posterior almacenaje.

2.6.2 Empaque de chiles

Este producto es manejado en la misma máquina que los tomates en unidad por lo tanto el proceso exactamente igual, trabajándose una orden de producción a la vez, siendo cada una de productos independientes.

2.7 Beneficios de la automatización de este proceso

El propósito principal es, lograr una mayor eficiencia técnica, social y económica que permitan elevar la producción, sin degradar los recursos naturales.

Se busca el crecimiento económico como fruto desarrollo de las actividades agroindustriales. Crecimiento que permita elevar la calidad de vida y bienestar de la sociedad rural, mediante al aprovechamiento sostenible, ambientalmente limpio, técnicamente apropiado y socialmente aceptable, conservando los recursos naturales renovables. Así mismo, se propone aumentar la capacidad de trabajo del hombre, paralelamente reduciendo el trabajo rudo y la fatiga de los operarios.

Ventajas: entre muchas, se podrían reseñar:

- Incrementa la producción, la productividad y la competitividad.
- Permite la planificación del trabajo.
- La recolección oportuna de los cultivos (evita pérdidas en las cosechas).
- La reducción del trabajo manual requerido (pero a su vez la mano de obra) y de la fatiga.
- Optimización e integración de los sistemas de producción agropecuarios y agroindustriales.
- Generación de cadenas productivas.
- Disminución de los costos de producción.
- Desarrollo regional.

2.7.1 Clientes

El beneficio que obtendrán los clientes con la implementación de esta máquina, se reflejara en los productos. Estos serán de mejor calidad y la entrega de pedidos podrá ser efectiva a tiempo, debido a la menor intervención operativa en el proceso, ya que siendo más sencillo el lavado y secado de tomates en racimo se tendrán demoras mínimas.

2.7.2 Empresario

La eficiencia técnica, social y económica brindada a través de la propuesta genera. Elevar la productividad de la operación brindando un óptimo aprovechamiento de los recursos. El trabajo se vuelve más sencillo, con lo que los trabajadores se sentirán más cómodos y contentos, trayendo como consecuencia el alcance de un mejor clima organizacional que mejorara los índices de productividad personal y empresarial.

2.7.3 Proveedores

Se busca el crecimiento económico como fruto en el desarrollo de las actividades agroindustriales, como se ha mencionado se generará una mayor producción lo que trae como consecuencia un mayor consumo de los materiales y suministros utilizados como materias primas, esto genera beneficios para los proveedores, ya que se verá incrementada la relación económica y comercial con la empresa.

2.7.4 Sociedad

El desarrollo regional es un elemento implícito del proceso ya que genera mayor movimiento económico y comercial en el área. No está demás apuntar que aunque en el proceso directo del empaque se podría afectar el número de operarios directos éstos serán utilizados en actividades que generen mayor provecho a la operación, ya que el incremento de la producción trae como consecuencia la necesidad de soporte en otras áreas de la empresa. El proceso de diseño, construcción e instalación de la propuesta en si misma generará empleos nuevos, así como el mantenimiento posterior.

2.8 Costo actual de empaque de tomates en racimo con relación al costo esperado

Con la automatización del proceso de lavado y secado de tomates en racimo, se pretende que el costo esperado sea mucho menor al costo actual.

Los factores que influyen en la disminución del costo son:

- Mano de obra (directa e indirecta)
- Materiales de empaque
- Insumos (agua, energía eléctrica)

La incidencia en los factores de costo de producción mencionados con mayor influencia se manifiestan en:

- Reducción de las horas de trabajo por operación.
- Incremento de la eficiencia de la mano de obra y de los demás factores de la producción.

- Diferenciación del costo del uso de maquinaria, dependiendo si es propia o arrendada.
- Nivel de sustitución de la mano de obra.
- Eficiencia y oportunidad en las operaciones.
- Efecto sobre la remuneración de la mano de obra.
- Reducción de los costos totales de un producto o cultivo en particular.

Las consecuencias directas en el costo de producción se muestran de la siguiente manera:

Costo actual

Más horas, más personal, menos producción.

Costo esperado

Menos horas, menos personal, más producción.

Costo de la materia prima para empaque de tomates en racimo.

Costo por caja

Tomate manzano racimo libra	Q. 40.00
Agribon	Q. 0.50
Fleje plástico de 1/2 pulgada	Q. 0.57
Caja de cartón 11 lb. Tomate racimo (unidad)	Q. 5.60
Tarimas de 40 * 48	Q. 0.75
Etiqueta ovalo 0.68" x 0.80" del monte código 4664	Q. 0.65
Polifon blanco para tomate	Q. 0.48
Esquineros de cartón de 2" x 2" x 77	Q. 0.62

Costos asociados a la propuesta:

- Costos de operación (energía eléctrica, agua)

Motores eléctricos

Moto-reductor 1.5kw

Bomba de agua 0.74 kw

Ventiladores 0.5 kw

3.74 kw/hr

1kw/hr = Q 2.25

1 día = 10 hrs.

1 mes = 24 días

Costo de la energía eléctrica por hora

$$3.74 \text{kw} * Q2.25 = Q8.415 \text{ por hora}$$

Costo de energía eléctrica por mes

$$Q8.415 * 10 * 24 = Q2019.6 \text{ Mensuales}$$

Costo de energía eléctrica anual $Q 2019.00 * 12 = Q 24,235.20$

Costos de mantenimiento anual Q 15,000.00

La inversión inicial para la construcción de la maquina fue Q 200,000.00
 El coste del capital se considera constante para todo el tiempo que dure la inversión $i = 12\%$.

0	1	2	3	4
-200,000	462,672	462,672	462,672	462,672
	(Pagos anuales)	(Pagos anuales)	(Pagos anuales)	(Pagos anuales)
	-24,235.2	-24,235.2	-24,235.2	-24,235.2
	(Electricidad)	(Electricidad)	(Electricidad)	(Electricidad)
	-15,000	-15,000	-15,000	-15,000
	(Mantenimiento)	(Mantenimiento)	(Mantenimiento)	(Mantenimiento)

0	1	2	3	4
-200,000	422,764.8	422,764.8	422,764.8	422,764.8
	(ingresos-gastos)	(ingresos-gastos)	(ingresos-gastos)	(ingresos-gastos)

$$VAN = -200,000 + \frac{422,764.8}{1+r} + \frac{422,764.8}{(1+r)^2} + \frac{422,764.8}{(1+r)^3} + \frac{422,764.8}{(1+r)^4} \rightarrow r = 0.12$$

$$VAN = -200,000 + 377,468.57 + 377,025.51 + 300,915.63 + 268,674.67 = 1, 124,084.38$$

El proyecto tiene un VAN de Q 1, 124,084.38, incluye gastos de operación, mantenimiento y utilidades por producción adicional. Demuestra que hay una rentabilidad de Q 924,084.38 utilizando el factor del VAN.

3. PROPUESTA DEL PROYECTO


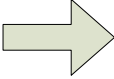
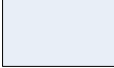
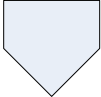
La propuesta se basa en la instalación de un sistema de bandas transportadoras, que generan el cambio total de la manera como se ejecuta el proceso, pasando de un sistema netamente manual a un sistema semi-automatizado generando mayor fluidez en el manejo del producto a través del proceso.

Además se modifica el sistema de lavado y el sistema de secado. Siendo ahora sistemas mecanizados brindan mayor fluidez y eficiencia al proceso.

Descripción del proceso propuesto:

- Clasifican los tomates (8 personas)
- Colocación en banda transportadora (largo de 3 metros en el área de colocación)
- Aplicación del sistema de lavado con boquillas
- Aplicación del sistema de secado a través de ventiladores.
- Traslado área de empaque
- Proceso de empaque (a mano por 10 personas, dos en cada mesa de trabajo)
- Llenado y pesado de cajas
- Colocación en banda de rieles
- Etiquetado de todos los frutos
- Traslado de cajas etiquetadas movilizan por banda transportadora.
- Revisión de cajas una por una

Resumen

Actividad	Símbolo	Total de actividades	Tiempo (min.)
Operación		10	11.06
Transporte		2	2.05
Inspección		1	0.5
Almacenaje		1	

Fuente: Elaboración propia.

Tiempo total 13.61Min/caja

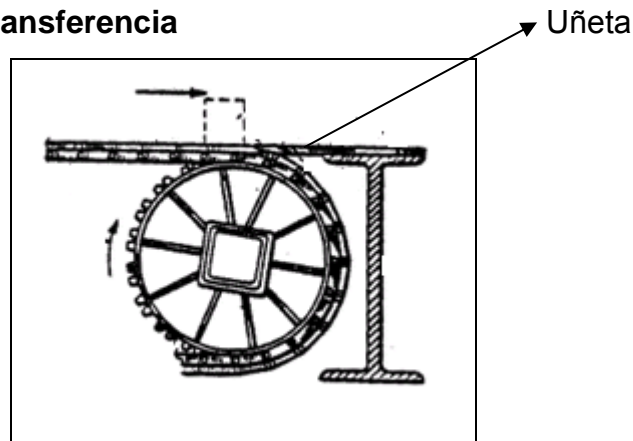
A continuación se brinda una descripción técnica del sistema, considerando cada uno de los elementos mecánicos que intervienen en el mismo:

- Diseño del sistema motriz
- Diseño de elementos mecánicos y eléctricos asociados.
- Especificaciones de equipos utilizados
- Necesidades del sistema (cargas, tracción, tensión, resistencia, potencia requerida para accionar las bandas)
- Diseño del sistema de lavado y sus elementos
- Diseño del sistema de secado y sus elementos

3.1 Pautas de instalación de bandas transportadoras

3.1.1 Uñetas de transferencia

Figura . Uñetas de transferencia



Fuente: Paiz Ocaña, Edwin Omar. Diseño de Bandas Transportadoras de Polipropileno Aplicado en la Industria de Bebidas. Guatemala. Trabajo de graduación Ingeniería Mecánica. 2002. Universidad de San Carlos de Guatemala. Pág.

Las uñetas de transferencia correspondientes, representan un sistema de transferencia altamente eficiente y de bajo mantenimiento, actualmente utilizado en miles de aplicaciones transportadoras en general.

3.1.2 Instalación correcta de las uñetas de transferencia

La instalación correcta de estas uñetas de transferencia es esencial para obtener un servicio sin problemas y una mayor vida útil de la banda. Una instalación correcta es importante en áreas donde las bandas estén sometidas a drásticas variaciones de temperatura y considerables expansiones térmicas.

Es posible que las bandas muy anchas sometidas a grandes variaciones de la temperatura, el ancho de la banda cambie según la magnitud del cambio de

temperatura. Para un funcionamiento adecuado de las uñetas de transferencia, verifique lo siguiente:

- Determinar el cambio máximo de temperatura previsto con respecto a la temperatura ambiente, en °C o °F.
- Multiplicar la cifra del cambio máximo de temperatura previsto por el ancho de la banda, en milímetros (pulgadas).

3.1.3 Placas inactivas

Donde haya un punto de transferencia entre una banda sin uñetas de transferencia y una placa inactiva, debería haber una separación entre las superficies, para permitir la acción poliédrica de la banda. A medida que la banda vaya enganchando en los engranajes, la acción poliédrica hace que los módulos se muevan mas allá de un punto fijo (el extremo de la placa inactiva) con espacios libres variables.

En algunas instalaciones sería conveniente mantener el extremo de la placa inactiva en contacto con la banda, en lugar de permitir una separación. Esto se puede hacer articulando el soporte sobre el cual se monta de la placa inactiva. Esto permite que la placa inactiva se mueva, a medida que pasan los módulos, pero resultando en un leve movimiento oscilatorio que podría causar problemas de vuelco de productos.

3.1.4 Espaciamiento de la placa inactiva

Para un número par de uñetas de transferencia, se debe colocar la uñeta a partir de la línea central de la banda; para un número impar, deben ser colocadas ahorcajadas a partir de la línea central de la banda.

Las uñetas deben estar niveladas con la banda a +0.8 mm (0.03”), cuando el pasador de la articulación esté en el punto fijo superior.

La superficie superior de la placa inactiva esta generalmente a 0.8 mm (0.031 pulg.) Sobre la superficie de la banda, para transferir producto a la banda, y a 0.8 mm (0.31pulg.) Debajo de la superficie de la banda, para transferir producto fuera de la banda.

3.1.5 Expansión por absorción de agua

Si las bandas de nylon se usan continuamente mojadas y en temperaturas ambientales elevadas, tienen una tendencia para absorber agua y expandirse en largo y ancho.

3.2 Bandas de rodillos

En el transporte de materiales, materias primas, minerales y diversos productos se han creado diversas formas; pero una de las más eficientes es el transporte por medio de bandas y rodillos transportadores, ya que estos elementos son de una gran sencillez de funcionamiento, que una vez instaladas en condiciones suelen dar pocos problemas mecánicos y de mantenimiento.

Las bandas y rodillos transportadoras son elementos auxiliares de las instalaciones, cuya misión es la de recibir un producto de forma más o menos continua y regular para conducirlo a otro punto. Son aparatos que funcionan solos, intercalados en las líneas de proceso y que no requieren generalmente de ningún operario que manipule directamente sobre ellos de forma continuada.

En este caso se usaran para conducir el producto desde la descarga hasta la colocación en la banda transportadora.

3.3 Bandas de rieles

Al igual que las bandas de rodillos, las bandas de rieles son muy eficientes para el transporte de materia prima y no requieren de ningún operario que las manipule.

En este caso se usaran para conducir el producto del área de empaque hasta el almacenaje en cuartos fríos.

3.4 Cargas primarias del transportador estándar

3.4.1 Tracción de la banda o carga de tensión

La resistencia a la tracción en una banda transportadora en funcionamiento se produce por la combinación de las cargas presentes, por la resistencia friccional y por el traslado del producto a una elevación diferente (sí la hubiera).

Las fuerzas fricciónales se desarrollan de dos maneras. Primero, los pesos de la banda y del propio producto transportado, ejercidos sobre el recorrido de ida, crean una resistencia, conforme se mueve la banda.

Segundo, si el producto se mantiene estacionario mientras la banda sigue desplazándose bajo la misma, se crea una resistencia adicional entre la banda y el producto.

Cada una de estas fuerzas fricciónales es proporcional a un coeficiente de fricción que depende de los materiales involucrados, sus características de superficie, la presencia (o ausencia) de lubricantes, la limpieza de las superficies y otros factores. El coeficiente de fricción entre la banda y las guías

de desgaste del recorrido de ida se designa como F_w . El coeficiente entre el producto transportado y la banda se representa como F_p , la masa se designa como M .

Calculo de la tracción de la banda, B_p :

Es calcular la carga con producto aglomerado M_p .

$$M_p = M \times F_p \times \frac{\text{Porcentaje de banda con producto aglomerado}}{100}$$

Si el producto no resbala en la banda, se aglomera, ignorar M_p , ya que no aplica.

Observar que en la tabla XI se dan dos valores de F_w para bandas de polipropileno: uno para aplicaciones limpias y de operación uniforme y otro para aplicaciones abrasivas.

En este caso, abrasivos se define como pequeñas cantidades o niveles bajos de arenillas, suciedad, fibra o partículas de vidrio, presentes en el recorrido de ida.

El diseñador debe tomar en cuenta que hay muchos factores que afectan la fricción y que variaciones leves en las condiciones de operación pueden producir amplias desviaciones. Por consiguiente, cuando se usen coeficientes de fricción en los cálculos de diseño, estas variaciones deben ser tenidas en cuenta.

Después de calcular M_p y encontrar el coeficiente de fricción F_w , calcular la tracción de la banda, BP , con esta fórmula:

$$BP = [(M + 2W) \times F_w + M_p] \times L + (M \times H)$$

Donde:

M = masa

W = Peso

L = longitud

H = elevación

Esta ecuación para la tracción de la banda (BP) refleja sus dos componentes: $[(M + 2W) \times F_w + M_p] \times L$ para la carga friccional y $(M \times H)$ para el cambio de elevación si correspondiera.

3.4.2 Ajuste de la tracción calculada de la banda

Las condiciones de servicio pueden variar considerablemente. La tracción de la banda, BP , calculada con anterioridad se debe ajustar de acuerdo a esos factores. La tracción ajustada de la banda, ABP , se determina al aplicar el apropiado factor de servicio, SF , usando la siguiente fórmula:

$$ABP = BP \times SF$$

Los factores de servicio se encuentran en la tabla I

Tabla I. **Factor de servicio**

Arranque sin carga aplicando la carga en forma gradual		1.0
Arranque frecuente con carga (más de 1 por hora)	+0.2	
A velocidades mayores de 30 m/min	+0.2	
Transportadores Ascendentes	+0.4	
Transportadores empujadores	+0.2	

Fuente: Paiz Ocaña, Edwin Omar. Diseño de Bandas Transportadoras de Polipropileno Aplicado en la Industria de Bebidas. Guatemala. Trabajo de graduación Ingeniería Mecánica. 2002. Universidad de San Carlos de Guatemala. Pág.

3.4.3 Resistencia permitida de la banda (ABS)

Las bandas tienen valores de resistencia determinados a temperatura ambiente y a baja velocidad. Debido a que la resistencia de los plásticos generalmente disminuye conforme aumenta su temperatura y a que el grado de desgaste es directamente proporcional a la velocidad, pero inversamente proporcional a la longitud del transportador, la resistencia nominal de la banda.

BS debe ajustarse según esta fórmula:

$$ABS = BS \times T \times S$$

La resistencia nominal de la banda, BS y los factores de temperatura y resistencia, T y S, son dados por el fabricante si se usara un diseño motriz de accionamiento central, determine S con la siguiente ecuación:

$$\text{Si } S \text{ es mayor de } 0.6 \quad S_{\text{aj}} = 1-2(1-S)$$

$$\text{Si } S \text{ es menor de } 0.6 \quad S_{\text{aj}} = 0.2$$

Entonces,

$$ABS = BS \times T \times S_{\theta}$$

3.5 Diseño del sistema motriz

A continuación se describen los elementos del sistema motriz y sus valores aplicados al proyecto los cálculos respectivos están descritos en los incisos correspondientes a la implementación.

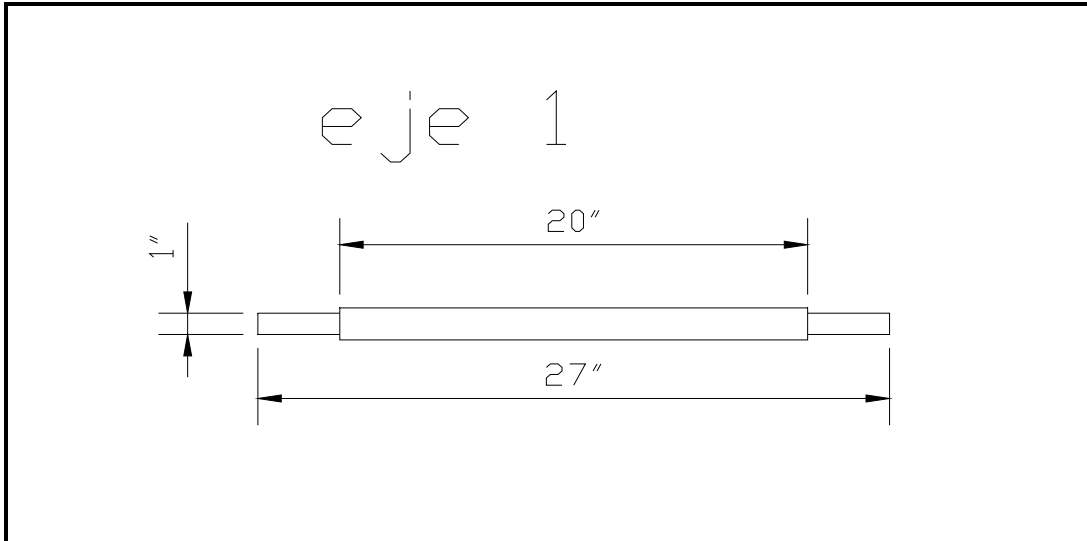
3.5.1 Ejes

Para la fabricación de esta máquina se necesitan ejes cuadrados ya que proporcionan una eficiencia máxima en la tracción de la banda. Dos ventajas importantes de estos ejes son:

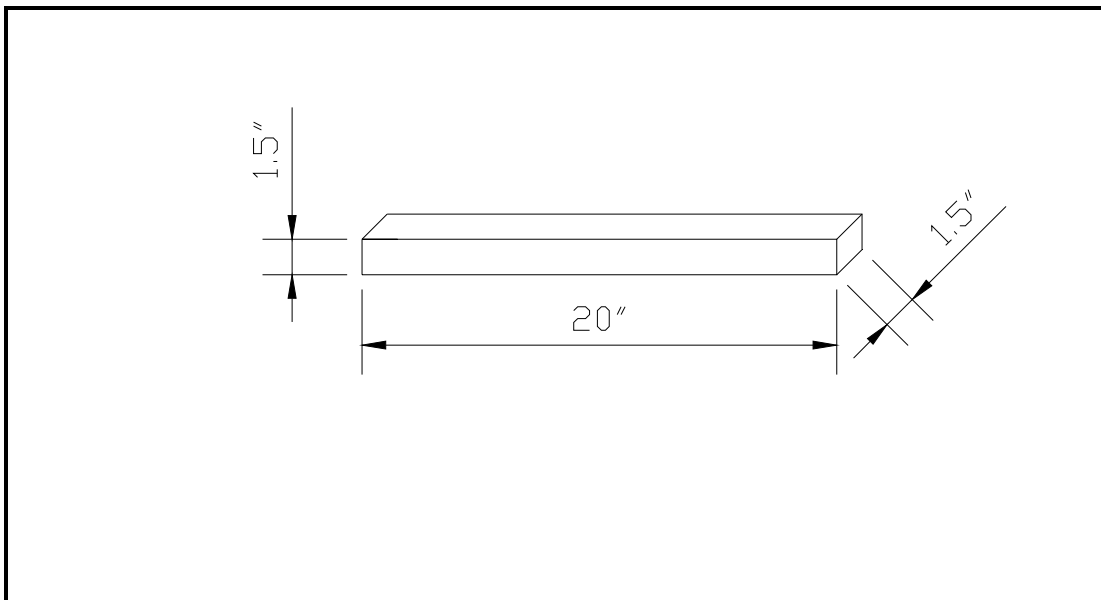
- La transmisión positiva del par motor a los engranajes se efectúa sin chavetas, ni chiveteros.
- Permite el movimiento lateral de los engranajes, acomodando así las diferencias inherentes de expansión térmica entre plásticos y metales.

3.5.2 Forma, tamaño y material de los ejes

Figura 12. Diseño de los ejes



Sección Cuadrada



Fuente: Elaboración propia.

El sistema consta de dos ejes iguales, de 27 pulgadas de longitud por 1 pulgada de diámetro, además la sección intermedia cuadrada de 20 pulgadas de longitud y de 1.5 pulgadas de lado.

Por el tipo de aplicación los ejes deben ser de acero inoxidable.

3.5.3 Espaciamento máximo de los engranajes en el eje motriz

Con la tracción ajustada de la banda ABP, determinar el espaciamento máximo de los engranajes del eje motriz. El número de engranajes requeridos por un transportador es igual al número de separaciones, más uno.

En transportadores bi-direccionales o tipo empujador, donde la tensión de la banda en el retorno es alta, ambos ejes terminales deben considerarse motrices al determinar el espaciamento de los engranajes.

Además, la tracción ajustada de la banda para estos transportadores debe ser aumentada por un factor de 2.2:

$$ABP \text{ corregido} = 2.2 * ABP$$

Por recomendación del proveedor y ser un valor que asegura el óptimo funcionamiento del sistema se tomó la medida de espaciamento en de los engranajes en el eje motriz de 2.4 pulgadas.

3.5.4 Resistencia del eje

Se deben analizar dos funciones importantes del eje motriz antes de determinar sus posibilidades de funcionar adecuadamente.

- Su capacidad para absorber la fuerza de flexión de la tracción de la banda con una deflexión aceptable del eje.
- Su capacidad para transmitir el par motor necesario desde el motor, sin falla alguna.

Lo primero es hacer una selección preliminar del tamaño del eje apto para el engranaje elegido. El eje se doblará o curvará bajo las cargas combinadas de la tracción ajustada de la banda, ABP y su propio peso, Q. Estas cargas al combinarse forman una carga total sobre el eje, W, determinado por:

$$W = (ABP + Q) \cdot B$$

El peso del eje, Q, se encuentra en la tabla X. B representa el ancho de su banda.

Cálculos para la resistencia del eje en el diseño propuesto:

$$W = (ABP + Q) \cdot B$$

de la tabla X, se encuentra Q, el peso del eje, como 3.47 Kg./pie

$$W = (25.14 + 3.47) \cdot 1.7$$

$$W = 49 \text{ kg.}$$

Está apoyado en dos chumaceras.

3.5.5 Deflexión del eje

Para los ejes apoyados por dos chumaceras, la deflexión, D, se determina con:

$$D = \frac{5}{384} \frac{W \cdot L^3}{E \cdot I}$$

Los valores del módulo de elasticidad (E) y de inercia (I) se encuentran en la tabla X. Ls es el tramo sin soporte del eje entre las chumaceras.

A medida que el eje motriz se reflexiona o curva las cargas pesadas, la distancia longitudinal entre el eje motriz y el conducido es menor en la línea central de la banda que en los bordes. Esto crea una distribución desigual de la tensión en la banda, haciendo que los bordes absorban la mayor cantidad. Ya que la distribución de la tensión es desigual, la carga absorbida por los dientes de los engranajes, también es desigual. Siempre existen límites entre ellos se encuentran.

Los transportadores unidireccionales comunes que tienen deflexión máxima del eje = 2.5 mm (0.10 pulg.) Y los transportadores bi-direccionales o empujadores con una deflexión máxima del eje = 5.6 mm (0.22 pulg.)

Si la selección preliminar del eje resulta en una flexión excesiva habrá que elegir un eje más grande, un material más fuerte o usar chumaceras intermedias para reducir el tramo del eje.

Considerando que se trata de una banda angosta, se prueba primero un eje cuadrado de 1.5 plg.

La carga total sobre el eje, W, se calcula con:

$$W = (ABP + Q) * B$$

De la tabla X, se encuentran Q, el peso del eje, como 3.47 Kg/pie

$$W = (ABP25.14 + 3.47) * 1.7$$

$$W = 49 \text{ kg.}$$

Para la deflexión del eje, se asume primero que el eje tiene que ser apoyado por dos chumaceras. Por lo tanto, la deflexión, D, se calcula con:

$$D = \frac{5}{384} * \frac{W * L_s^3}{E * I}$$

Dado que la banda es de 1.7 pies ó 20 pulgadas de ancho, se asume que el tramo sin apoyo del eje, Ls es de 22 pulgadas y de la tabla X, el módulo de elasticidad, E, y el momento de inercia, I, resulta ser 12, 700,584 Kg/plg" y 0.42 plg⁴, respectivamente.

Entonces:

$$D = \frac{5}{384} * \frac{49 * 22^3}{127005784 * 0.42}$$

$$D = 0.00091 \text{ plg.}$$

Par motor del eje motriz (T_o)

$$T_o = ABP * B * \frac{D.P.}{2}$$

$$T_o = 23.14 * 1.7 * B * \frac{B}{2}$$

$$T_o = 70.31 \text{ kg} - \text{pulg.}$$

Considerando que la deflexión es muy poca, es aceptable apoyarla con dos chumaceras.

3.5.6 Par motor del eje motriz

El eje motriz también debe ser suficientemente fuerte para transmitir las fuerzas de par motor o de rotación impuestas por el motor, para vencer la resistencia necesaria para mover la banda y el producto. La acción torsional impone esfuerzos de corte sobre el eje, los que son aún más críticos en los ejes de chumaceras adyacentes al motor.

El par motor, T_o , real que se transmitirá se calcula de:

$$T_o = ABP * B * \frac{D.P.}{2}$$

D.P. = diámetro de paso de un engranaje en mm o en pulg.

Se compara el par motor real con el par motor máximo recomendado para determinar si el tamaño del eje es adecuado. De no serlo, se prueba un tamaño más grande de eje o un material más fuerte. Si esto no fuera posible, se puede intentar con un engranaje más pequeño, en muchos casos, el par motor

real será considerablemente menor que el máximo recomendado. De ser así, reduciendo el tamaño de la manguera a uno aceptable disminuirá el costo de las chumaceras necesarias.

3.6 Determinación de la potencia necesaria para accionar la Banda

3.6.1 Determinación de los requerimientos del motor

Para determinar el tipo de motor que se necesita para accionar un tramo de banda transportadora se deben tomar en cuenta ciertos aspectos como los son:

- Tamaño de la banda: para elegir el tamaño se debe tomar en cuenta el largo, ancho, grueso, peso banda y carga a transportar.
- Factores especiales como lo son: fricción, desgaste, tipos de material a transportar, materiales ajenos, variaciones de temperatura.
- Diseño de banda (horizontal, inclinada y orientación).

La potencia calculada para hacer funcionar la banda no incluye la fuerza para vencer la fricción de los piñones, chumaceras, cadenas y otras piezas mecánicas del sistema.

La potencia necesaria para vencer la resistencia de la banda y el producto, y así darle movimiento se calcula así:

$$HP = \frac{T_o * V}{16,500 * D.P.}$$

Donde:

To = par motor, pulg-lb

D.P. = diámetro de paso. Pulg.

V = Velocidad de la banda.

HP = resultado en caballos de fuerza unidades británicas.

Potencia a transmitir

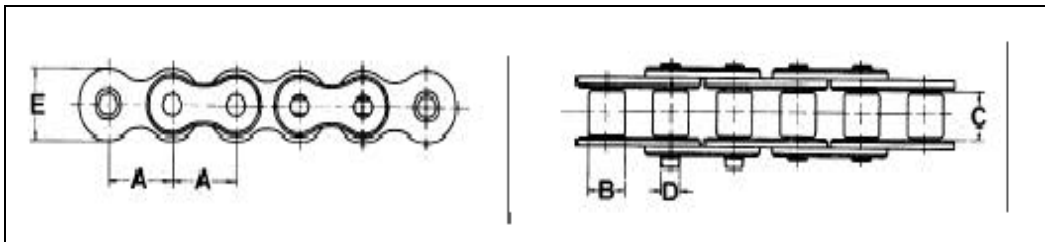
De la tabla XII se determino que, para un motor eléctrico de entrada constante trabajando 8 hrs./día. El factor de seguridad F.S. correspondiente es 1.25, para una carga media.

$$Pot. Nominal = P. ef * F.S.$$

3.7 Diseño de engranajes y cadenas motrices

3.7.1 Forma y materiales para las cadenas

Figura 13. Forma de la cadena



A	Paso	B	Diámetro de rodillos	C	Ancho interno	E	Diámetro de placas
---	------	---	----------------------	---	---------------	---	--------------------

Fuente: Catálogo Renold, *transmission chains*. Pág. 125

La banda transportadora será impulsada mediante un motor eléctrico combinado con un reductor de velocidad.

La razón entre la velocidad del eje más rápido dividido por la velocidad del eje más lento, es la relación de transmisión "i". Se indica como "1:i". Con este valor se obtiene el tamaño de las catalinas a utilizar. La relación "i" debe corresponder a la razón entre la cantidad de dientes de la catalina grande (la del eje más lento) denominada corona dividida por la cantidad de dientes de la catalina pequeña (la del eje más rápido) denominada piñón.

$$i = \frac{Z_c}{Z_p}$$

Z_c : cantidad de dientes de la corona

Z_p : cantidad de dientes del piñón

Para el piñón se recomienda una cantidad mínima de 15 dientes para un giro más suave de la corona. Para esta selección se considerarán 20 dientes en el piñón. De esta forma:

$$i = \frac{Z_c}{20}$$

Como este valor de "i" no va a coincidir con el calculado en (*) se escoge Z_c lo más cercano al ideal. Existen catalinas de stock pero generalmente hay que fabricar aquellas con cantidad de dientes no estándar. Compruebe en la tabla VII si el diámetro del eje que se conectará al piñón tiene un tamaño adecuado, de ser muy grande, debe escoger un piñón con más dientes.

Para este caso elegimos $Z_c = 30$ dientes

$$i = \frac{30}{20}$$

$$i = 1.5$$

El tamaño del eje es adecuado.

Para una vida útil adecuada se recomienda las distancias entre centros que se encuentran en la tabla XIII.

De acuerdo con la tabla XIII, para el paso seleccionado de 5/8 la distancia entre centros debe ser 750mm.

El largo de una cadena se expresa en cantidad de pasos, los cuales deben ser una cifra par con objeto de unir los extremos usando un eslabón desmontable llamado candado.

La fórmula para el largo de la cadena L es:

$$L = (Z_p + Z_c) / 2 + A + X/A + Y \quad \text{donde: } A = (2 \times C) / P$$

Z_p : cantidad de dientes del piñón.

Z_c : cantidad de dientes de la corona.

P : paso de la cadena.

C : distancia entre centros.

X : factor obtenido de la tabla IX en función de $(Z_c - Z_p)$.

Y : valor a agregar para que "L" sea una cifra entera y par.

$$L = (20+30)/2 + [(2 \times 30)/5/8] + (5.06/96)+Y$$

$$L = 122 \text{ pulg.}$$

Se necesita una cadena de acero aleado, paso 50 (5/8) y 122 pulgadas de longitud.

Material

DIN 5687-1: Cadena de acero redondo no calibrada y ensayada; principalmente usada en la industria manufacturera. Cadena grado 5.

3.7.2 Forma y materiales para los engranajes

Diámetro de paso de las ruedas dentadas (catarinas)

$N1 = N^\circ$ de dientes del piñón

$N2 = N^\circ$ de dientes de la corona

$D1 =$ Diámetro de paso para piñón

$D2 =$ Diámetro de paso para corona

$P=5/8" = 0.625$ $N1 = 20$ $N2 = 30$

$D1 = P/\text{sen}(180/N1)$ $D2 = P/\text{sen}(180/N2)$

$D1 = 0.625/\text{sen}(180/20)$ $D2 = 0.625/\text{sen}(180/30)$

$D1 = 3.9952"$ $D2 = 5.9792"$

Diámetros exteriores reales de las catarinas.

$D1 = (P)(0.6+\text{cot}(180/N1))$ $D2 = (P)(0.6+\text{cot}(180/N2))$

$D1 = (0.625)(0.6+\text{cot}(180/20))$ $D2 = (0.625)(0.6+\text{cot}(180/30))$

$D1 = 4.3210"$ $D2 = 6.3214"$

Relación de velocidades

Para la relación de transmisión valen todas las ecuaciones deducidas para las poleas o para las ruedas dentadas, sin más que sustituir el diámetro de las poleas por el número de dientes de los piñones, así se cumple:

$$N1 \times D1 = N2 \times D2 \quad N2 = N1 \times (D1/D2)$$

$D1$ = Nº dientes del piñón conductor

$D2$ = Nº dientes del piñón conducido

$N1$ = Velocidad de giro piñón conductor

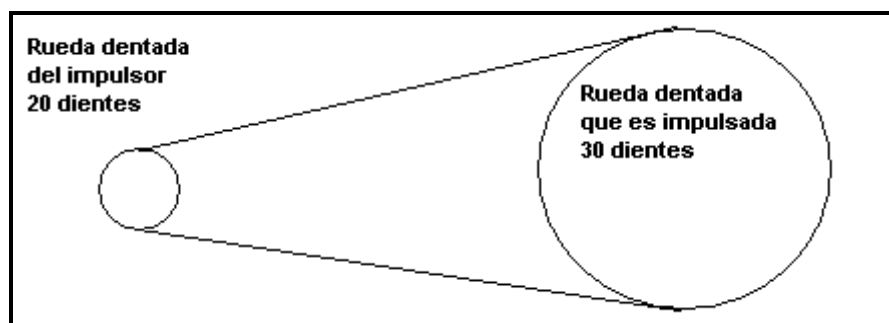
$N2$ = Velocidad de giro piñón conducido

$$D1 = 20 \quad D2 = 30 \quad N1 = 45 \text{ rpm}$$

$$N2 = 45 \times (20/30)$$

$$N2 = 30 \text{ rpm (velocidad angular en el eje)}$$

Figura 14. **Boceto de un impulsor de cadena**



Fuente: Elaboración propia.

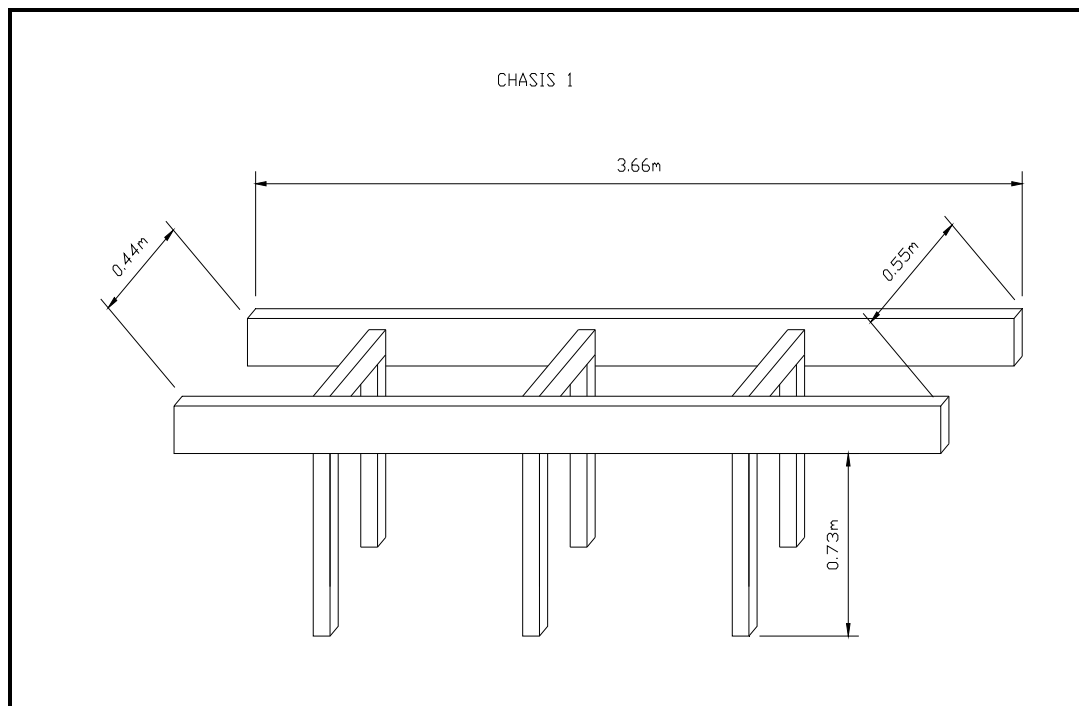
Material

Los engranajes utilizados son de acero inoxidable.

3.8 Diseño del chasis

3.8.1 Dimensiones del chasis

Figura 15. Diseño del chasis



Fuente: Elaboración propia.

El sistema consta de 3 chasis iguales con las siguientes dimensiones:

Tabla II. Dimensiones del chasis.

DIMENSIONES EN METROS	
Largo	3.66
Ancho	0.55
Patas	0.73
Ancho interno	0.44

Fuente: Elaboración propia.

3.9 Diseño del sistema de lavado a presión

El sistema de lavado se utiliza para desinfectar los tomates utilizando agua clorada a presión, la presión de trabajo es de 40 psi.

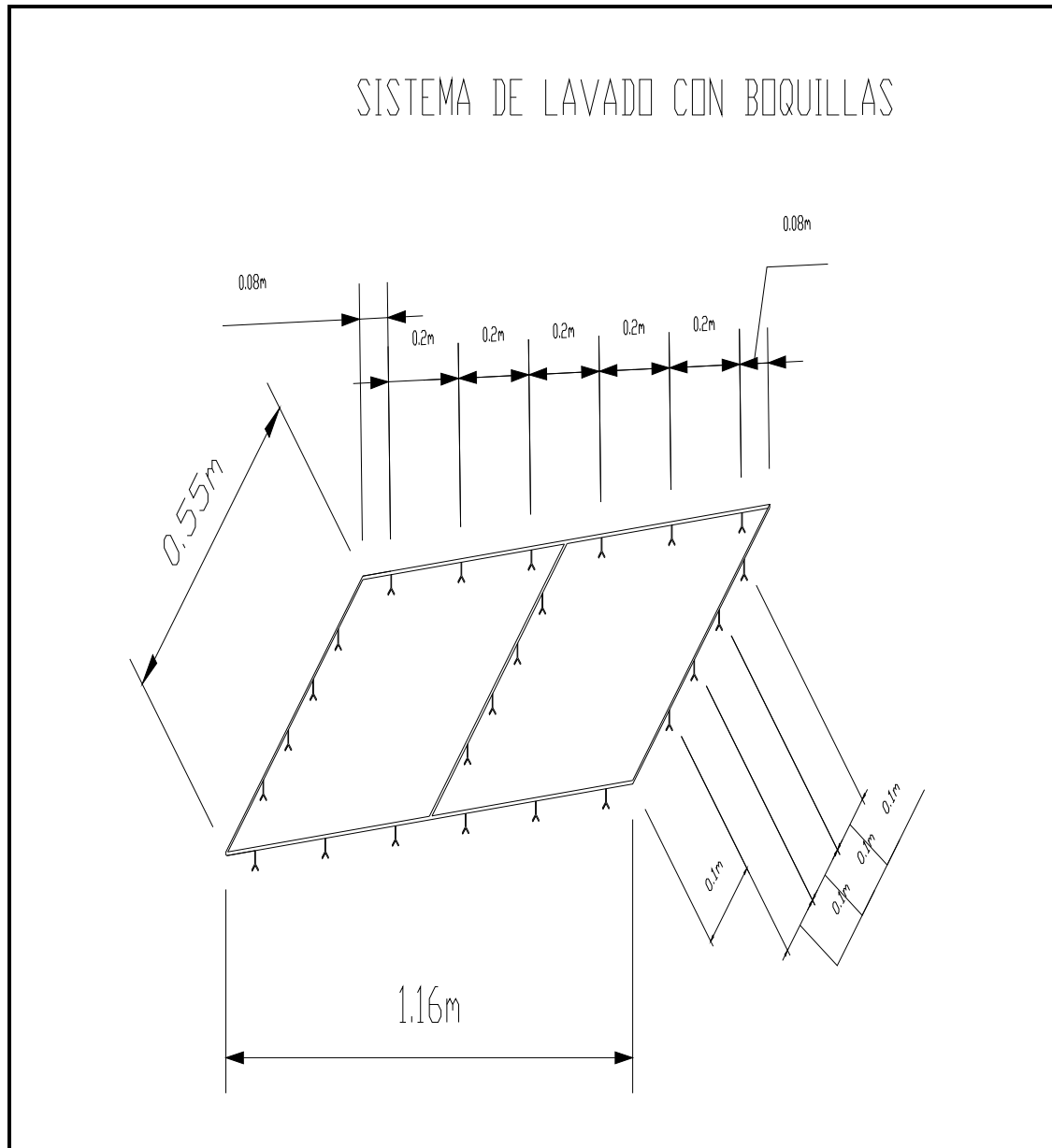
3.9.1 Consideraciones para el diseño

Para la compra de las boquillas a usar en el lavado, se tomaron en cuenta estas consideraciones:

- Aplicación
 - Lavado de tomates en racimo
- Nivel de presión
 - Distribución superficial producida
 - Tamaño de las gotas
- Altura a la que se colocan
- Distancia entre ellas
- Cantidad
- Forma de colocación
- Área que cubren

3.9.2 Dimensiones requeridas para este sistema

Figura 16. Diseño del sistema de lavado con boquillas



Fuente: Elaboración propia.

Tabla III. Dimensiones del sistema de lavado

DIMENSIONES EN METROS	
Largo	1.16
Ancho	0.50
Distancia entre boquillas(largo)	0.2
Distancia entre boquillas(ancho)	0.1
Distancia entre boquillas y codos(largo)	0.08
Distancia entre boquillas y codos(ancho)	0.1

Fuente: Elaboración propia.

3.9.3 Determinación de los requerimientos de la bomba de alimentación

Se sabe que se utilizara un depósito de agua de 2000 litros, tubería de acero inoxidable de ½ pulgada, 24 boquillas de abanico con perfil de distribución uniforme.

No hay cambio de elevación y la distancia entre dispositivos es corta.

Para tales condiciones se propone una bomba centrifuga para producir 12 GPM con 30 PSI trabajando a un rango de 23-50; 1 HP, 1 FACE.

2000 litros = 528 galones

12 galones ----- 1 m

528 galones ----- X

X = 44 minutos

Para que se termine el contenido del depósito deben pasar 44 minutos.

3.9.4 Tipos de tubería y accesorios a utilizar

Tipo de tubería

- Tubería de acero inoxidable de ½ pulgada.

Accesorios

- Codos de ½ pulgada de acero inoxidable.
- T de ½ pulgada de acero inoxidable.
- Depósito de agua de 2000 litros.

3.9.5 Cantidad y tipo de boquillas a utilizar

Para este diseño se utilizaran 24 boquillas de abanico con perfil de distribución uniforme, especialmente diseñadas para trabajar separadas en aplicaciones en bandas.

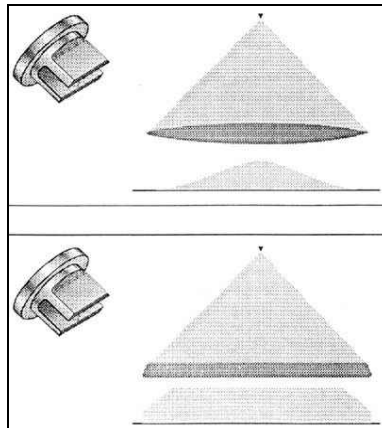
Boquillas de hendidura, abanico o chorro plano:

En ellas el orificio de salida no es circular, sino alargado en forma de hendidura. La pulverización se consigue por el choque de dos láminas líquidas convergentes en las proximidades de la hendidura. El chorro de pulverización es un chorro cónico muy aplastado, con forma de pincel y ángulo entre 600 y 1201, con gotas más gruesas en los extremos del abanico. El aumento de la presión entre 1 y 4 bar incremento sensiblemente su caudal, el ángulo de abertura del chorro y su aplastamiento, pero modifica poco la finura de pulverización.

Proporcionan generalmente gotas de tipo medio, con presiones entre 2 y 4 bar.

El perfil superficial de distribución de líquido es generalmente triangular, por lo que para conseguir una cobertura uniforme se recomienda el solapamiento de los chorros.

Figura 12. **Forma de las boquillas**

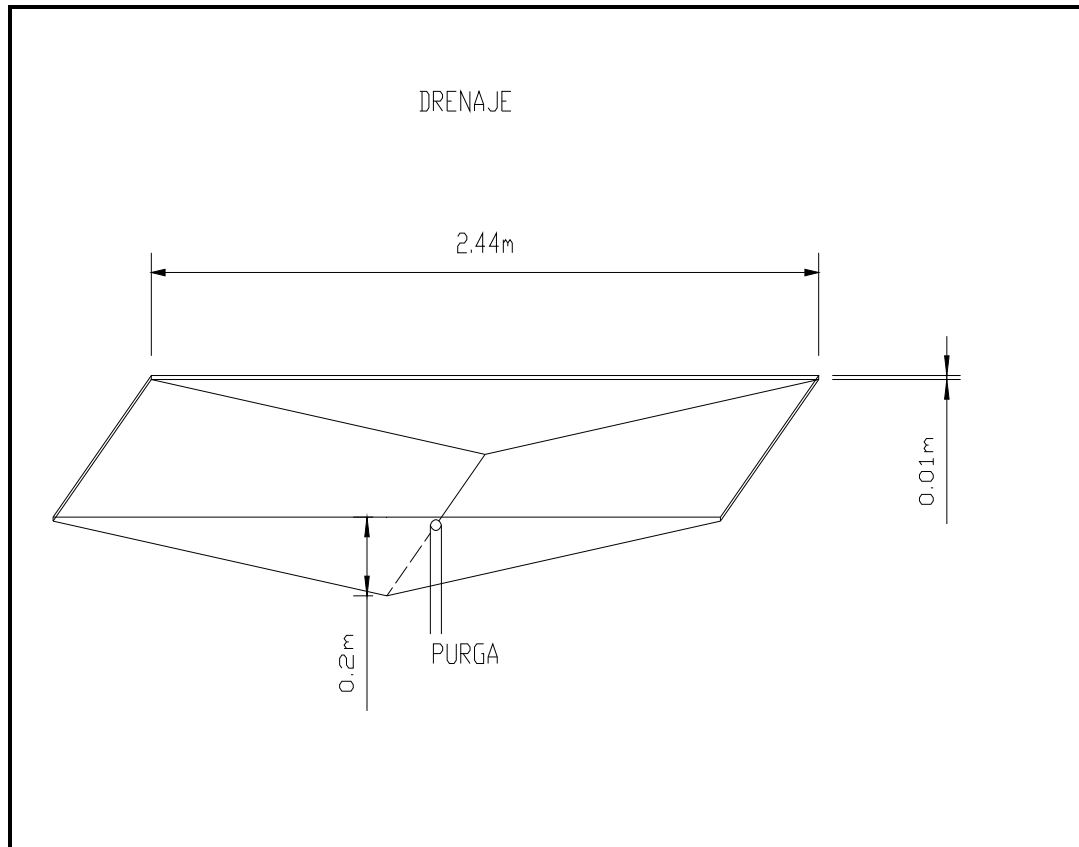


Fuente. AZEVEDO Netto, J.M. Accosta Álvarez, Guillermo. **Manual de Hidráulica. Sexta edición. 1975. Editorial TEC-CIEN. pág. 135**

3.9.6 Drenaje

Es la parte de abajo donde cae el agua sucia y cubre un área de 2.44 metros, desde donde inicia el sistema de lavado hasta donde empieza el sistema de secado.

Figura 13. Diseño del sistema de drenaje



Fuente: Elaboración propia

3.10 Diseño del sistema de secado

3.10.1 Consideraciones para el diseño

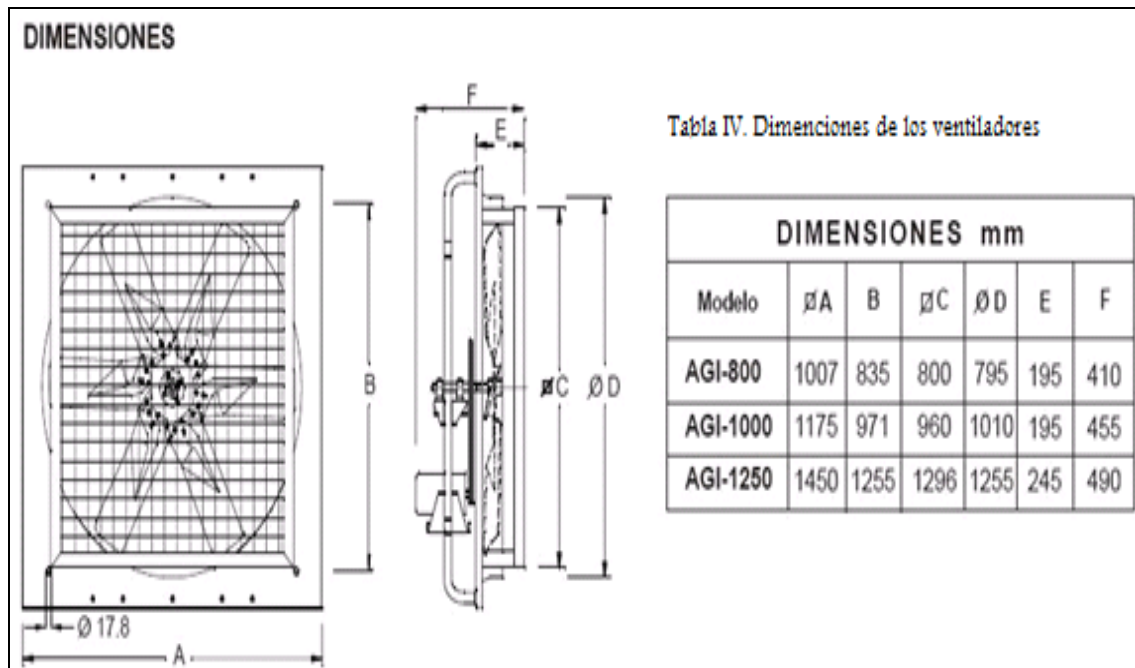
Para la compra de los ventiladores a usar en el sistema de secado, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Aplicación
 - Secado de tomates en racimo.
- Distancia entre ellos.
- Altura de colocación.

- Área que cubren.
- Velocidad.
- Potencia.
- Peso.
- Caudal de descarga.
- Nivel sonoro.
- Intensidad máxima.

3.10.2 Dimensiones requeridas de los ventiladores

Figura 19. Diseño de los ventiladores



Fuente: Ventiladores axiales S&P.

3.10.3 Determinación de la cantidad y características técnicas de los ventiladores

Los ventiladores helicoidales axiales con diámetros normalizados, diseñados en aplicaciones directas para mover volúmenes de aire considerables, destacando su alto rendimiento y bajo consumo de energía.

Características principales

Marco embocadura conformado por embutición, acabado con pintura en polvo poliéster horneada de alta resistencia a la corrosión, hélices con alineación y balanceo preciso, motores en algunos modelos disponibles monofásicos y trifásicos.

Tabla V. **Características técnicas de los ventiladores**

Modelo	Velocidad	Potencia	Caudal descarga libre	Intensidad Máxima			Nivel sonoro	Peso aprox.
				400V	220V	127V		
	R.P.M	H.P.	M ³ /hr				dB(A)*	Kg
AXT-B 500/H	1725	½	10180	-	-	5.7	71	18

Fuente: Ventiladores axiales S&P.

3.11 Inducción de personal operativo

3.11.1 Selección de personal interno

Las técnicas de selección de personal que se aplican en éste proceso son responsabilidad del departamento de recursos humanos, con el aval final del jefe o gerente del área funcional hacia donde se tiene el requerimiento de personal.

Inicia a través de la generación de un requerimiento de personal debido a la necesidad de cobertura de una plaza existente por retiro voluntario o despido, o bien plazas nuevas debido a crecimiento o reestructura.

El proceso busca obtener información sobre el candidato y sus características personales que demandarían mucho tiempo para ser obtenidos mediante simple observación de su actividad cotidiana. Por lo que se recoge información acerca del cargo que se pretende suplir a través de:

Análisis del cargo: Se define un inventario de los aspectos intrínsecos (contenido del cargo) y extrínsecos (requisitos que debe cumplir el aspirante al cargo, factores de especificaciones) del cargo. Este paso generará la información con respecto a los requisitos y las características que debe poseer el aspirante al cargo.

Aplicación de la técnica de los incidentes críticos: Se anota sistemática y rigurosamente todos los hechos y comportamientos de los ocupantes de cargo considerado, que han producido un mejor o peor desempeño en el trabajo. Esta técnica busca identificar las características deseables (que mejoran el

desempeño) y las no deseables (que empeoran el desempeño) en los nuevos candidatos.

Análisis de la solicitud de empleado: Consiste en la verificación de los datos consignados en la solicitud, a cargo del jefe inmediato, especificando los requisitos y características que el aspirante al cargo debe poseer.

Análisis de cargo en el mercado: Este elemento se utiliza como una herramienta de comparación entre nuestros requisitos y necesidades manifiestas y los contenidos que exigen otras compañías similares, se validan los requisitos y las características de un cargo que va a crearse en la empresa, de la cual no se tiene definición.

Toda esta información obtenida respecto de los cargos y de sus ocupantes se transforma en una ficha de especificaciones del cargo, que contiene las características psicológicas y físicas necesarias para que el aspirante pueda desempeñarse satisfactoriamente en el cargo considerado.

Las técnicas de selección aplicadas en la empresa se ajustan de acuerdo al nivel, caso o situación y son las siguientes:

Entrevista de selección

La entrevista personal es el factor que más influye en la decisión final respecto de la aceptación o no de un candidato al empleo. Debe ser dirigida con gran habilidad y tacto, para que realmente pueda producir los resultados esperados.

En ella se trata de conocer los detalles generales del candidato como sus características de personalidad, limitaciones, hábitos, maneras de expresarse,

historia, problemas. Se toman en cuenta las expresiones verbales y gesticulares del candidato. De todo este proceso se extrae un resumen donde se detalla en un formato específico cuáles son los elementos destacados del candidato. Los objetivos intangibles, atribuidos a la entrevista son importantes para el buen desempeño en el cargo, y la evaluación que una persona capacitada haga es mejor que ninguna.

En la entrevista inicialmente se busca establecer contacto con el candidato para obtener información respecto de su vida y de su carrera profesional. Su infancia, su educación, los grados obtenidos en las escuelas donde estudio, la manera como enfrento los trabajos que le fueron encomendados, las razones por las cuales se desvinculo de las empresas donde trabajo. No debe darse oportunidad para que períodos oscuros de su vida pasen inadvertidos. El papel del entrevistador es de importancia capital en la entrevista.

Pruebas de conocimiento o de capacidad:

Este tipo de pruebas tienen como objetivo evaluar el grado de nociones, conocimientos y habilidades adquiridos mediante el estudio, la práctica o el ejercicio del candidato.

La empresa generalmente las pruebas de conocimiento aplicadas son orales utilizando preguntas y respuestas verbales, escritas: preguntas y respuestas escritas. O bien las de realización: ejecución de un trabajo, prueba de mecanografía, de taquigrafía, de diseño, o de manejo de un vehículo o fabricación de piezas, el tipo a emplear depende de la naturaleza del puesto al que se refiera es decir administrativo o operativo en planta.

Una prueba de conocimiento ofrece un diagnóstico real de las habilidades del candidato, en tanto que una prueba de aptitud proporciona un pronóstico futuro de su potencial de desarrollo. Las pruebas de conocimiento se utilizan con mayor énfasis en los puestos operativos, donde se requiera cierto nivel de conocimientos y experiencia previa.

Pruebas psicométricas:

Se basan en el análisis de muestras del comportamiento humano, sometiéndose a examen bajo condiciones normativas, verificando la aptitud, para intentar generalizar y prever cómo se manifestará ese comportamiento en determinada forma de trabajo. La prueba psicométrica es una medida objetiva y estandarizada de una muestra de comportamiento. Se basan en las diferencias individuales que pueden ser físicas, intelectuales y de personalidad, y analizan cómo y cuánto varía la aptitud del individuo con relación al conjunto de individuos, tomado como patrón de comparación.

Aptitud y capacidad, son los elementos que se persigue identificar en los candidatos. Este tipo de pruebas son ampliamente aplicados en su mayoría para candidatos a puestos administrativos.

Pruebas de personalidad:

Las pruebas de personalidad pretenden analizar los diversos rasgos determinados por el carácter (rasgos adquiridos) y por el temperamento (rasgos innatos). Se denominan genéricas cuando revelan los rasgos generales de personalidad en una síntesis global; y específicas, cuando investigan determinados rasgos o aspectos de la personalidad como equilibrio emocional, interés, frustraciones, ansiedad, agresividad, nivel de motivación, etc.

Decisión de contratación:

El conjunto de pruebas descritas darán como resultado un archivo personal de cada candidato. De acuerdo al nivel, sea este administrativo, gerencial u operativo se le dará mayor énfasis a alguna de ellas, que finalmente ayudarán a tener elementos suficientes para la toma de decisión que precede a la contratación, siendo esto responsabilidad final de la gerencia del área funcional respectiva y del departamento de recursos humanos.

3.11.2 Información sobre la empresa

La información que se le brinda a los nuevos colaboradores sobre la empresa forma la plataforma de conocimiento que ayudará a consolidar su integración e identificación con la misma, este paso se considera crucial pues guía al colaborador hacia formar parte integral de la empresa.

El paquete de información provista consta de los siguientes elementos:

- Misión y visión.
- Historia.
- Actividad que desarrolla. Posición que ocupa en el mercado.
- Valores
- Políticas
- Filosofía y objetivos.
- Estrategias a mediano y largo plazo
- Organigrama general
- Descripción de áreas funcionales
- Descripción de procesos
- Indicadores de rendimiento

Los medios de comunicación y difusión son a través de charlas informativas con el uso de elementos audiovisuales. Además se le entrega material escrito que ilustra de manera simple y practica los elementos descritos. Estas actividades son realizadas con la participación conjunta del departamento de recursos humanos y las jefaturas o gerencias de las áreas de la empresa.

3.11.3 Disciplina interior

El régimen disciplinario interno de la empresa es un elemento que dará al colaborador el conocimiento acerca del comportamiento esperado, de sus derechos y obligaciones dentro de las instalaciones de la empresa.

Consta de los siguientes elementos:

- Procedimientos administrativos (RRHH, horarios, permisos, descansos, prestaciones, políticas especiales etc.)
- Reglamentos de régimen interior (identificación para control de entrada y salida de personal, de vehículos, de uso de las instalaciones)
- Procedimientos operativos relacionados con su puesto y relacionados jerárquicamente en su departamento u área funcional
- Derechos y Deberes.
- Premios y sanciones. Disciplina.
- Política de promociones y traslados.

3.11.4 Comunicación

El régimen de comunicación dentro de la compañía se busca que sea abierta es decir manejar un sistema en el que exista comunicación, apertura y contacto

dentro de los niveles y entre los niveles, esto como un elemento que estimule un buen clima laboral, que propicie la productividad individual y de grupo.

La comunicación generalmente se llevará a cabo como ya se mencionó de manera horizontal y vertical a través de la estructura de la empresa haciendo uso de medios pueden ser orales, escritos o electrónicos, dependiendo de la naturaleza del comunicado, éste puede ser formal o informal

Elementos importantes de comunicación continua:

Los elementos que se consideran críticos para la comunicación efectiva dentro de la empresa son:

- Metas:
 - Metas de la empresa, por departamento, por equipo de trabajo, individuales.
 - Estrategias y/o tácticas a seguir para el alcance de las metas
 - Control de alcance de las metas.
 - Publicación de status de las áreas funcionales, respecto del alcance de las metas propuestas
 - Medidas de corrección sobre la marcha, para alcanzarlas.
- Cambios en relación a políticas, reglamentos, sistemas o actividades internas.
- Boletines de seguridad e higiene en el trabajo.
- Boletines informativos de interés social, local, nacional.

3.11.5 Información en cuanto al cargo específico

El objetivo principal de la inducción es brindar al trabajador una efectiva orientación general sobre las funciones que desempeñará, los fines o razón social de la empresa y organización y la estructura de ésta.

La orientación debe perseguir estimular al nuevo empleado para que pueda integrarse sin obstáculos al grupo de trabajo de la organización. Exige, pues, la recepción favorable de los compañeros de labores que pueda lograrse una coordinación armónica de la fuerza de trabajo.

En cuanto al cargo específico que va a desempeñar el trabajador es preciso resaltar la siguiente información:

- Explicación de las actividades a su cargo y su relación con los objetivos de la empresa.
- Retribución (sueldo, categoría, nivel, rango, clasificación) posibilidades de progreso.
- Rendimiento exigible: Información sobre medidas a aplicar sobre rendimiento en el cargo.
- Información sobre las funciones que cumple la Unidad a la cual está adscrito.
- Seguridad, normas, reglamentos y funciones que debe cumplir para preservar su seguridad personal y la del resto del personal.

De manera genérica ésta labor la realiza recursos humanos, sin embargo es responsabilidad del jefe o gerente de departamento el que

debe asignar tiempo para ejecutar dichas actividades de inducción, ya que él es que dará seguimiento a los logros del colaborador.

3.11.6 Adiestramiento de personal seleccionado

A través de material audiovisual como por ejemplo: presentaciones específicas, videos de entrenamiento, cursos, cursillos o talleres de temas identificados como necesarios para el proceso de inducción, entrenamiento y capacitación

Todo proceso de esta índole involucra comunicación verbal y algún material por escrito básico de manera ilustrativa y practica que apoye los nuevos conocimientos, así como un proceso de evaluación para identificar el nivel de comprensión alcanzado por el colaborador.

Cuando son cursos formales se brinda un diploma tras su aprobación, y lo convenientes es formar un plan de capacitación por área funcional, así como a nivel individual, para finalmente fundamentar el plan de carrera del colaborador, elemento por demás atractivo para el mismo pues le brinda un norte de su futuro dentro de la organización.

3.11.6.1 Demostración de operación de maquinaria

Como se mencionó a través de medios orales y escritos se brinda el conocimiento de los métodos correctos para la operación de la maquinaria, sin embargo es de mucho valor tomar en cuenta que la parte vivencial y demostrativa en el sitio de trabajo aporta al colaborador la mejor opción de aprendizaje en estos temas, por lo que se considera que el jefe o gerente de cada área funcional donde aplique este tipo de entrenamiento debe trabajar

presencialmente estas actividades haciéndolo él personalmente o con la cooperación de supervisores y operarios experimentados, eso sí, siguiendo una metodología estándar para trasladar el conocimiento de manera correcta, tomando en cuenta los elementos de operación, y todos los aspectos de salud y seguridad ocupacional asociados, con el fin de prevenir accidentes y no correr riesgos innecesarios en operación.

3.11.6.2 Descripción de dispositivos en la maquinaria

Los dispositivos más importantes que se han de dar a conocer son los siguientes:

- Bomba de agua: se utiliza para alimentación del sistema de lavado con boquillas.
- Boquillas de presión: El sistema consta de 24 y se utilizan para aumentar la presión del agua para lavado.
- Ventiladores axiales: El sistema consta de 4 y se utilizan para secar los tomates en racimo.
- Motor eléctrico: Se utiliza para la movilización de la banda transportadora.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

La implementación de la propuesta implica varias actividades que dan como resultado la puesta en marcha del mismo.

A continuación se presenta una descripción de las actividades necesarias para la implementación de la propuesta:

- Como paso previo a la instalación, se detallan las actividades de fabricación que fueron necesarias, siendo estas la fabricación de la maquina y del chasis, describiendo materiales y sus propiedades así como los procesos industriales necesarios.
- Instalación de las bandas transportadoras, características técnicas, cálculos auxiliares, fabricación de ejes.
- Fabricación de los engranajes y cadenas motrices.
- Fabricación e Instalación de sistema de lavado a presión.
- Fabricación e instalación de sistema de secado con ventiladores.
- Descripción del proceso administrativo aplicado en la gestión del proyecto.
- Proceso de inducción para personal operativo.
- Costos involucrados.

En general las actividades propias de la implementación del proyecto se detallan en el Gantt del proyecto que se proporciona para tener una idea clara del desarrollo del mismo.

4.1 Fabricación de la máquina

En la fabricación se ubican las siguientes actividades principales

- Cotización de materiales, equipos y auxiliares
- Compra de materiales, equipo y auxiliares
- Ubicación de materiales, equipo y auxiliares en taller
- Armado de acuerdo a plano de diseño en 3 secciones
 - Corte
 - Ensamble
 - Inspección
 - Pruebas

Actividades que están a cargo del ingeniero de proyectos y mecánicos soldadores. El tiempo de ejecución de estas actividades fue de 45 días.

A continuación se describen los materiales y sus propiedades, además de los procesos industriales aplicados:

4.1.1 Tipos de materiales a utilizar

- 10 angulares de 6 metros de largo y 1" x 1/8" de acero inoxidable.
- 8 tubos de acero inoxidable de 1 1/2" x 1/16".
- 10 lamina de acero inoxidable de 1/16" x 4" x 8".
- 2 tubos de acero inoxidable de 1/2".

- 9 codos de acero inoxidable de ½” con rosca.
- 6T de ½” acero inoxidable con rosca.
- 25 libras de electrodos de acero inoxidable.
- 1 moto-reductor de 1 hp, trifásico 220/440 60 hz.
- 1 variador de frecuencia de SF – 320; 0 – 60 hz.
- 1 bomba de agua de 1 hp
- 4 ventiladores axiales HXB-500/H de ½ hp.
- 2 sprocket
- 1 cadena de acero aleado paso 50, 5/8.
- 4 Chumaceras
- 24 boquillas, cono sólido.

4.1.2 Propiedades de los materiales

El material utilizado para la construcción de la máquina es el acero inoxidable el cual contiene cromo, níquel y otros elementos de aleación, que lo mantiene brillante y resistente a la herrumbre y oxidación a pesar de la acción de la humedad o de ácidos y gases corrosivos.

Propiedades mecánicas del acero

Resistencia al desgaste: Es la resistencia que ofrece un material a dejarse erosionar cuando está en contacto de fricción con otro material.

Tenacidad: Es la capacidad que tiene un material de absorber energía sin producir Fisuras (resistencia al impacto).

Maquinabilidad: Es la facilidad que posee un material de permitir el proceso de mecanizado por arranque de viruta.

Dureza: Es la resistencia que ofrece un acero para dejarse penetrar. Se mide en unidades BRINELL (HB) o unidades ROCKWEL C (HRC).

4.1.3 Tipos de maquinado para los materiales

Los aplicados en el diseño fueron los siguientes:

- Forjado en frío
- Corte de acero con sierra eléctrica
- Corte de laminas de acero con pulidora
- Soldadura eléctrica
- Torneado
- Fresado
- Esmerilado
- Pulido
- Lijado
- Doblado

4.2 Fabricación del chasis

4.2.1 Maquinado del chasis

Debido a que la maquina consta de tres secciones el proceso descrito continuación se debe repetir para las tres secciones.

- Forja de laminas en frío para dar forma al chasis.
- Corte de angulares de 1 1/16" x 1 1/2" con sierra eléctrica, de 73 cms. De largo para las patas.
- Corte de laminas con pulidora, de 3.66 metros de largo.

- Aplicación de soldadura eléctrica para unir láminas forjadas y patas.
- Corte de angulares de 1 1/16" x 1 1/2" con cierra eléctrica, de 22 pulgadas. De largo para fijar las dos secciones del chasis.
- Soldadura eléctrica de angulares fijadores entre las dos secciones del chasis.
- Utilización de pulidora en puntos de soldadura.
- Lijado de superficies ásperas en el chasis.
- Limado de filos en laminas forjadas del chasis.

Una vez realizado este proceso para las tres secciones se procede a unir las mediante soldadura eléctrica, para formar una sola de 10.98 metros de largo.

Figura 20. **Implementación del chasis**



Fuente: Taller Semillas del Campo.

4.3 Instalación de las bandas transportadoras

La banda transportadora es de polipropileno material adecuado para las aplicaciones agro-industriales para las que se utilizará, se eligió dicho material de acuerdo a recomendaciones del distribuidor ya que cumple con los requisitos necesarios para un transporte eficiente de los productos de la empresa.

La instalación corrió a cargo de la empresa distribuidora, por lo que se hará mención únicamente de los datos técnicos proporcionados por ellos.

4.3.1 Características técnicas

El soporte angular de metal usado para fijar las uñetas de transferencia a la estructura del transportador debe ser perforado y roscado para tornillos M6 (1/4 – 20). La perforación y el roscado adecuado son muy importantes. Los pernos evitan que la uñeta quede demasiado apretada al instalarla en el soporte angular. La instalación floja permite que las uñetas se muevan lateralmente y se mantengan correctamente enganchadas en las costillas de la banda durante la expansión o contracción causada por los cambios de temperatura.

El largo de las ranuras de las uñetas de transferencia limita la cantidad de expansión y contracción que se pueda acomodar.

Para un número par de uñetas de transferencia, se coloca la uñeta a partir de la línea central de la banda; para un número impar colocar las horcajadas a partir de la línea central de la banda.

La uñeta debe estar nivelada con la banda a 0,8 mm (+0.03”), –0.00 cuando el pasador de la articulación este en el punto fijo superior.

4.3.2 Cálculos auxiliares

Se propone usar una banda de polipropileno en la industria del empaque de frutas para transportar tomates en racimo que pesan 3.53 Kg por pie" un transportador con un peso de 0.88 kg/pie y 36 pies de largo y 1.67 pies de ancho.

La banda funcionará mojada sobre guías de desgaste de polipropileno UHMW a una velocidad de 0.26 pie por segundo; se sabe que no habrá fuertes arranques con carga y que los tomates no se aglomerarán, debido a que no existen topes.

Ejes cuadrados de acero inoxidable 1.5 pulgadas.

Paso 1

El producto no resbala en la banda, M_p no se aplica.

Paso 2

Calculo de la tracción de la banda BP

$$BP = [(M + 2W) \times Fw + M_p] \times L + (M \times H)$$

M = Carga del producto (3.53 kg/pie)

W = Peso de la banda (0.88 kg/pie)

L = Longitud del transportador (36 pie)

M_p = Carga del producto aglomerado (no aplica)

H = Cambio de elevación (cero)

F_w = Coeficiente de fricción entre la banda y las guías de desgaste (0.11)

NOTA: considerando que no hay cambio de elevación, ignorar el factor M x H de la fórmula.

El coeficiente de fricción F_w , se determina según la tabla XI, como 0.11.

Por lo tanto:

$$BP = [(3.53 + (2 \times 0.88)) \times 0.11 + 0] \times 36$$

$$BP = 20.95 \text{ Kg/pie de ancho de banda}$$

Paso 3

Tracción ajustada de la banda (ABP)

$$ABP = BP \times SF$$

El factor de servicio, SF, se encuentra dependiendo el tipo de material, en este caso sería 1.2

Entonces:

$$ABP = 20.95 \times 1.2$$

$$ABP = 25.14 \text{ Kg./pie de ancho de banda}$$

Paso 4

Cálculo de la resistencia permitida de la banda (ABS)

$$ABS = BS \times T \times S$$

La resistencia nominal de la banda, BS, según datos de proveedor es 1637 Kg/pie de ancho.

Con la temperatura de operación de 82 °C, el factor de temperatura, T, que se encuentra en la tabla XIII, es de 0.48. Para determinar el factor de resistencia, S, calcular primero la relación velocidad/largo. S es 1.

$$\begin{aligned}\text{Entonces: } \quad \text{ABS} &= 1637 \times 0.48 \times 1 \\ \text{ABS} &= 785.76 \text{ Kg/pie de ancho de banda}\end{aligned}$$

Considerando que ABS excede ABP, esta banda es lo suficientemente fuerte para esta aplicación.

Paso 5

Medir el espaciamiento máximo de los engranajes del eje motriz. En esta aplicación por datos del proveedor es alrededor de 2.4 pulgadas.

Paso 6

Deflexión del eje motriz

Considerando que se trata de una banda angosta, se prueba primero un eje cuadrado de 1.5 plg.

La carga total sobre el eje, W, se calcula con:

$$W = (ABP + Q) * B$$

De la tabla X, se encuentran Q, el peso del eje, como 3.47 Kg/pie

$$W = (25.14 + 3.47) * 1.7$$

$$W = 49 \text{ kg.}$$

Para la deflexión del eje, se asume primero que el eje tiene que ser apoyado por dos chumaceras. Por lo tanto, la deflexión, D, se calcula con:

$$D = \frac{5}{384} * \frac{W * L^3}{E * I}$$

Dado que la banda es de 1.7 pies ó 20 pulgadas de ancho, se asume que el tramo sin apoyo del eje, Ls es de 22 pulgadas y de la tabla X, el modulo de elasticidad, E, y el momento de inercia, I, resulta ser 12, 700,584 Kg/plg" y 0.42 plg⁴, respectivamente.

Entonces:

$$D = \frac{5}{384} * \frac{49 * 22^3}{12700584 * 0.42}$$

$$D = 0.00091 \text{ plg.}$$

Considerando que la deflexión es muy poca, es aceptable apoyarla con dos chumaceras.

Paso 7

Par motor del eje motriz (To)

$$T_o = ABP * B * \frac{D * F}{2}$$

$$T_o = 23.14 * 1.7 * 3. \frac{3}{2}$$

$$T_o = 70.51 \text{ kg - plg.}$$

Paso 8

Potencia para vencer la resistencia de la banda

$$HP = \frac{T_n * V}{16,500 * D.P.}$$

$$HP = \frac{70.51 * 6.28}{16,500 * 3.3}$$

$$HP = 8.13 * 10^3$$

Potencia a transmitir

De la tabla XII, se determino que, para un motor eléctrico de entrada constante trabajando 8 hrs/día. El factor de seguridad F.S. correspondiente es 1.25, para una carga media.

$$Pot. Nominal = P. ef * F.S$$

$$Pot. Nominal = 1.5 HP * 1.25$$

$$Pot. Nominal = 1.25 HP$$

4.4 Construcción de los ejes

Los ejes fueron fabricados en un taller de tornos externo, utilizando acero inoxidable con las siguientes especificaciones:

4.4.1 Fabricación de los ejes

Se emplean 2 ejes de 27 pulgadas de longitud por 1 pulgada de diámetro con una sección cuadrada de 20 pulgadas de longitud y de 1.5 pulgadas de lado, intermedia dejando 3.5 pulgadas de lado y lado.

4.4.2 Maquinado de los ejes

- Corte de piezas de 27 pulgadas de longitud.
- Torneado de puntas para dejar 1 pulgada de diámetro.
- Refrentado de ejes.
- Cepillado de ejes.
- Torneado para realización de ranuras de anillos de retención.

4.5 Construcción de engranajes y cadenas motrices

4.5.1 Fabricación de engranajes y cadenas

Los engranajes y la cadena, fueron adquiridos ya maquinados.

Las especificaciones al momento de la adquisición son:

- Una cadena de acero aleado paso 50 (5/8), caja de 10 pies.
- Dos engranajes; piñón 20 dientes, corona 30 dientes, relación 1.5.

4.5.2 Maquinados de engranajes y cadenas

El único proceso al que fueron sometidos los engranajes y las cadenas fue:

- Perforación de engranajes para unión con ejes, de 1 pulgada de diámetro, utilizando un perforador de pedestal.
- Ajuste de largo de la cadena, desmontando manualmente, las grapas de soporte, placas exteriores y el eslabón de unión.

4.6 Creación del sistema de lavado a presión

El sistema de lavado a presión incluye la caja protectora, boquillas de presión y el sistema de drenaje.

4.6.1 Creación de la caja protectora

Es necesario crear una caja para proteger el sistema de lavado a presión, con esto evitamos que allá salpicaduras y que los trabajadores tengan contacto con el sistema.

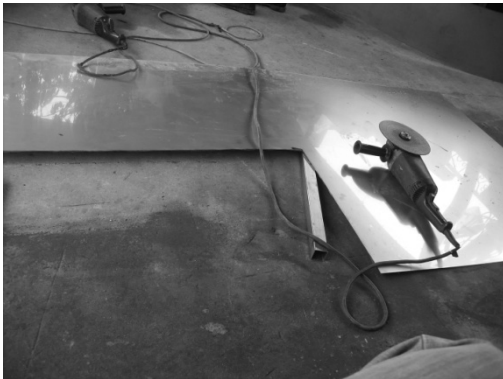
Dimensiones externas de la caja protectora:

Fabricación:

- Corte de angulares de 1 1/16" x 1 1/2" con cierra eléctrica, de 13" de largo.
- Corte de angulares de 1 1/16" x 1 1/2" con cierra eléctrica, de 1.5 mts. De largo.

- Corte de angulares de 1 1/16" x 1 1/2" con cierra eléctrica, de 22" de largo.
- Corte de laminas con pulidora, de 1.5 x 0.3 metros.
- Corte de laminas con pulidora, de 1.5 x 0.5 metros.
- Corte de angulares de 1 1/16" x 1 1/2" con cierra eléctrica, de 22 pulgadas de largo.
- Aplicación de soldadura eléctrica para unir láminas y angulares.
- Utilización de pulidora en puntos de soldadura.
- Lijado de superficies ásperas.
- Limado de filos en láminas.
- Aplicación de soldadura eléctrica para unir la caja protectora al chasis.

Figura 21. **Implementación de la caja protectora**

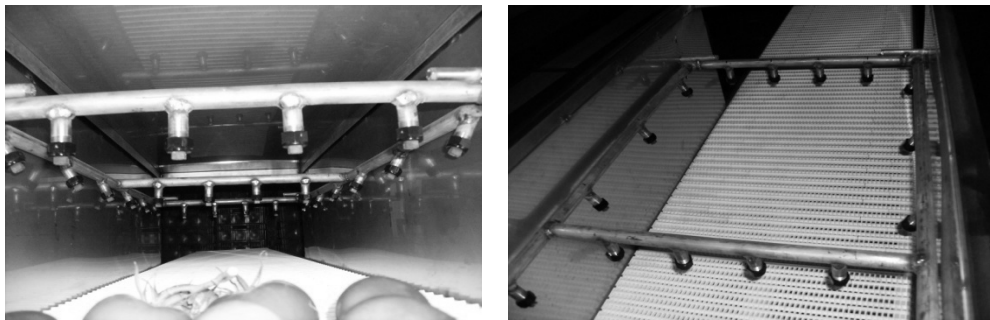


Fuente: Taller, Semillas del Campo.

4.6.2 Distribución de las boquillas

Son 24 boquillas distribuidas en un área de 0.58 m², en esta área tenemos tres secciones de tubería de acero inoxidable de 1/2" y 50 cms. De largo. Con 4 boquillas en cada tubo, por lo que la separación entre boquillas es de 10 cms. Y dos tubos más de 116 cms. De largo. Con 6 boquillas cada tubo, en los que la separación entre boquillas es de 20 centímetros.

Figura 22. **Boquillas distribuidas**



Fuente: Taller, Semillas del Campo.

4.6.3 Creación de un sistema de drenaje de agua

4.6.3.1 Materiales utilizados

- Lámina de acero inoxidable.
- Electrodo de acero inoxidable.
- Discos para pulidora.

4.6.3.2 Tipo de unión de materiales

La unión de los materiales de acero inoxidable se hizo utilizando soldadura eléctrica por puntos.

4.7 Sistema de secado con ventiladores

El sistema de secado está compuesto por 4 ventiladores axiales, que a través de su accionamiento secan el producto con aire.

4.7.1 Diseño base para los ventiladores

Figura 23. Forma de los ventiladores.



Fuente: Taller, Semillas del Campo.

4.7.2 Acoplamiento de las dimensiones requeridas de los ventiladores

Sabiendo que se utilizarán 4 ventiladores y que cada uno ocupa un espacio de 0.627 m de longitud y 0.616 m de ancho en banda, necesitamos un área de

1.54 m". Por lo que el sistema de secado tendrá 2.5 metro de longitud y 0.616 metro de ancho.

Figura 24. **Ventiladores ya instalados**



Fuente: Taller, Semillas del Campo.

4.8 Elementos Administrativos en la fabricación

Para la puesta en marcha del proyecto se contó con la herramienta de control como el Diagrama Gantt, donde se fijaron las actividades necesarias en cada etapa que van desde el diseño, la fabricación y la instalación.

A través de esta herramienta se generó una gestión del proyecto sobre las bases administrativas de la planeación, organización, dirección y control. A continuación se da una reseña de las actividades y necesidades cubiertas en cada etapa.

4.8.1 Planeación

La planeación en la fabricación se llevó a cabo, con el propósito de establecer en primer lugar cuales son las directrices a seguir durante las etapas del proyecto y coordinar los esfuerzos en cada una de las actividades, la meta

era crear el diseño, las especificaciones, los materiales, y todas los requerimientos técnicos a cubrir durante el la fabricación e instalación

Las metas a las que pretende llegar son: aumento de la producción, disminución del costo de empaque y aumento de la calidad del producto.

Estimando el tiempo, se calculó que es posible fabricarla en mes y medio.

El proceso de fabricación se llevara a cabo con 1 diseñador, 1 mecánico, 1 técnico y 1 ayudante, la empresa cuenta con un taller bien equipado.

Se realizará una reunión con las personas involucradas en la fabricación, en la cual se les harán saber los detalle de la máquina, desde el diseño hasta la fabricación.

Cuando todos entiendan lo que se quiere hacer, se seleccionaran todos los materiales a utilizar y se analizaran sus costos. Con lo que se procederá a construir la máquina.

4.8.2 Organización

Aquí se deben analizar los costos que intervienen en la fabricación, materia prima, mano de obra y accesorios.

Si se obtiene un análisis factible de los costos se iniciar el trabajo.

La estructura organizativa será:

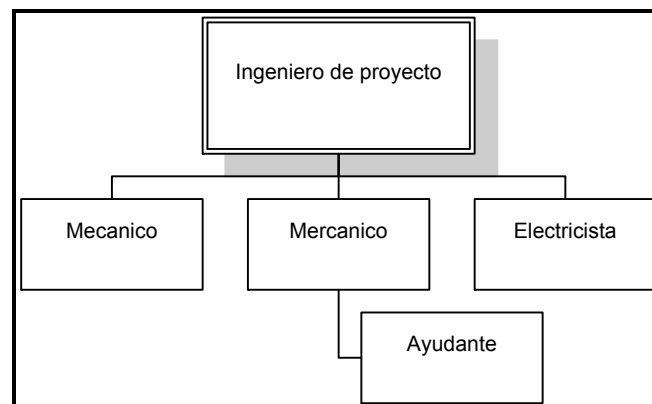
Ingeniero de proyecto: Calcula, diseña, coordina y dirige el proyecto, además se encarga de las compras.

Mecánicos: Revisa el cálculo del diseñador y se encarga de realizar mediciones, además aporta ideas e informa fallas, maquinado de materiales.

Electricista: Instalación de motores, moto-reductores y todos lo relacionado en área eléctrica.

Ayudante: Es el colaborador de área mecánica o eléctrica.

Figura 25. **Organigrama del equipo de trabajo**



Fuente: Elaboración propia

Con este patrón se logra, mayor eficiencia y menores esfuerzos.

4.8.3 Dirección

Según los cálculos el trabajo se debe terminar en dos meses, se tienen que planificar metas diarias tratando de sobrepasarlas, si estas metas son sobrepasadas diariamente, el trabajo duraría mucho menos, lo que contribuye a un ahorro para la empresa.

Si debe hacer un compromiso con los trabajadores, haciéndoles saber que si mejoramos nuestro trabajo, también mejoramos nuestro nivel dentro de la empresa, lo que cambiaría nuestro estilo de vida.

Con la comunicación, coordinamos los intereses del grupo y aun los individuales de los participantes.

4.8.4 Control

Se debe asegurar que los hechos se ajusten a los planes y objetivos, ver desviaciones y corregirlas, controlar sobre la base de planificación con lo que se garantiza que los planes tengan éxito.

- Señalar el nivel de cumplimiento
- Chequear el desempeño, cada hora, cada día, cada mes.
- Determinar variaciones.
- Si hay variaciones tomar medidas, si no hay continuar.

Como herramienta de control se utiliza un diagrama de Gantt donde se detalla el tiempo y recursos requeridos para desarrollar las actividades, propuestas desde la planificación del proyecto.

4.9 Inducción del personal operativo

El proceso de inducción del personal operativo y administrativo que participan en la operación del proceso se enfoca hacia tomar en cuenta los aspectos básicos del correcto manejo de los equipos, y sistemas involucrados.

Los aspectos más importantes que se toman en cuenta a este respecto son:

- Nivel de supervisión, debe conocer:
 - Funcionamiento y operación del sistema motriz, lavado, secado y empaque.
 - Flujo de proceso
 - Puntos de control
 - Medidas de saneamiento y limpieza
 - Medidas de seguridad e higiene industrial
 - Planes de contingencia y emergencia en casos críticos de seguridad.
 - Planes de producción
 - Programas de producción
 - Control de producción
 - Operaciones en cada área de trabajo: carga, lavado, secado, empaque.
 - Dirección de equipos de trabajo
 - Manejo de conflictos
 - Liderazgo
 - Administración del tiempo
 - Gestión de recursos

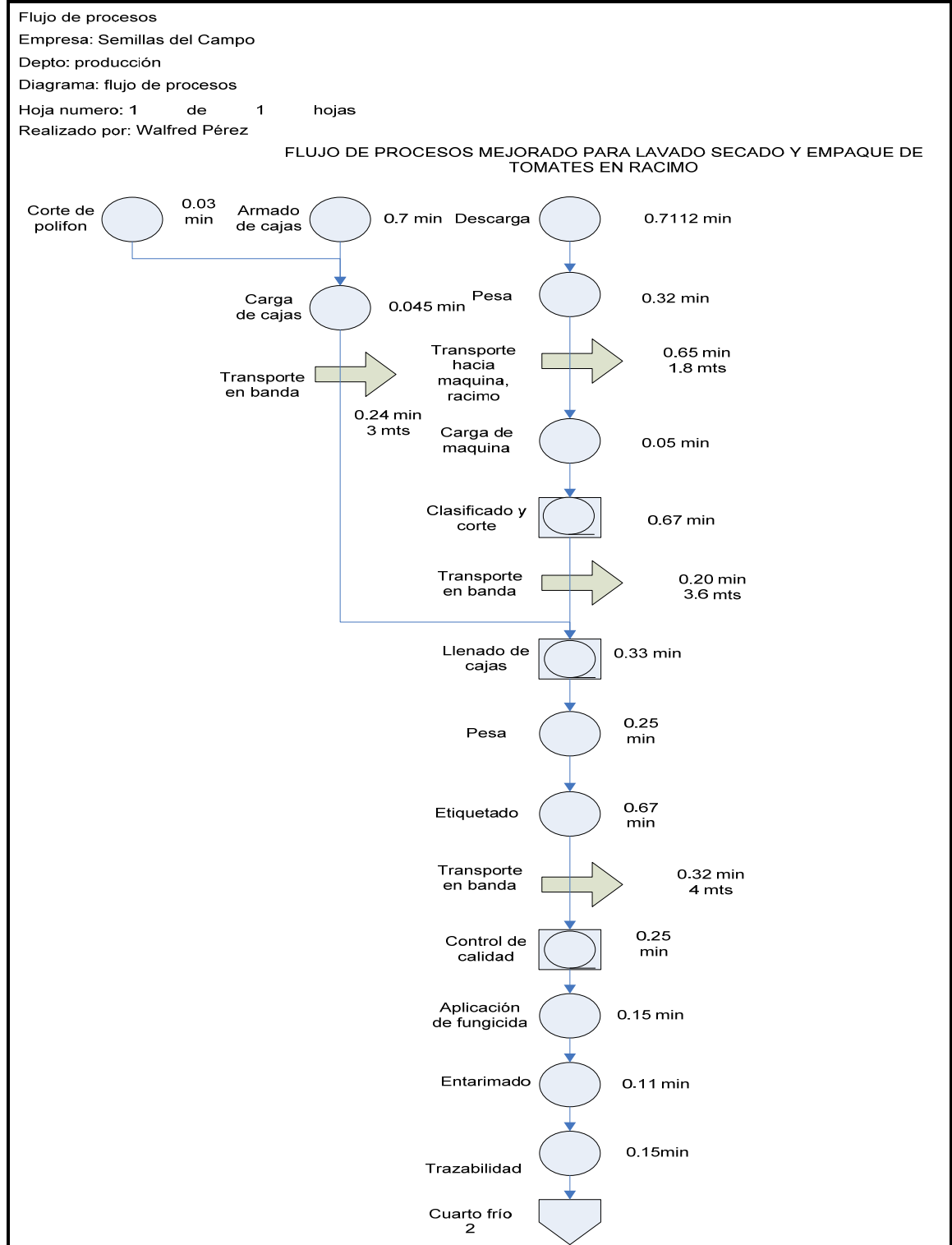
- Nivel Operativo, debe conocer:
 - Funcionamiento y operación del sistema motriz, lavado, secado y empaque, del área donde se desempeñe y a futuro del resto.
 - Operación de los equipos y auxiliares
 - Métodos de trabajo estándares aplicables a su área de trabajo.
 - Medidas de saneamiento y limpieza en el sitio de trabajo
 - Medidas de seguridad e higiene industrial en el sitio de trabajo


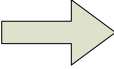



- Programas de producción
- Conocer las actividades básicas de un plan de contingencias en caso de accidentes.
- Metas de área y empresa.

Todos estos elementos deben darse a conocer al personal que estará a cargo del sistema a través de los medios ya descritos: Verbal y por escrito, ya que el cumplimiento de estos elementos asegurará el éxito en la operación.

A continuación se describe el flujo de procesos mejorado para lavado secado y empaque de tomates en racimo.

Figura 26 Proceso mejorado.



Actividad	Símbolo	Total de actividades	Tiempo (min)
Operación		11	3.18
Transporte		4	1.41
Inspección		0	0
Combinada		3	1.25
Almacenaje		1	

Fuente: Elaboración propia

Tiempo total 5.84 min/caja

4.9.1 Control de personal seleccionado

Aquí se pondrá en práctica una serie de Instrumentos administrativos, con la finalidad de registrar y controlar al personal que labora en el nuevo sistema de producción. Para que las acciones o actividades empresariales se cumplan, es necesario que haya un adecuado registro y control del capital intelectual.

Con el control y registro del personal, se trata de asegurar que las diversas unidades de la organización marchen de acuerdo con lo previsto. Los objetivos centrales de esta técnica es controlar las entradas y salida del personal, cumplimiento del horario de trabajo, controlar horas extras, permisos, vacaciones tardanzas y licencias, además incluir el cumplimiento de las metas de producción previstas para el cumplimiento de lo planificado.

Este proceso técnico se aplica desde el momento en que el colaborador ingrese a laborar en la nueva operación, ya que su ingreso debe registrarse en

una ficha personal elaborada por el área de desarrollo de recursos humanos, complementándose inmediatamente con su tarjeta de asistencia diaria.

Los instrumentos técnicos de registro y control del desarrollo del recurso humano, serán establecidos de acuerdo a las necesidades, naturaleza y exigencias del cargo, siendo utilizados los siguientes:

- Ficha personal.
- Ficha social
- Tarjeta de control diario de asistencia.
- Parte diario de asistencia.
- Papeletas de autorización de salidas.
- Tarjetas de control de récord laboral
- Rol vacacional
- Rol de cambio de vigilancia
- Cuadro de asignación de personal
- Ficha de control de producción por hora/día/semana, por área de trabajo
- Cuadro de mando de metas de área de trabajo y planta

Estos elementos de control se ponen en marcha a través de registros electrónicos en algunos casos como lo son los controles de entrada y salida, asistencias, solicitud y aprobación cuando se trata de permisos, vacaciones o faltas. Además los controles de producción se llevan el control de cumplimiento de producción se llevan en el programa maestro de producción, y el cuadro de mando de cumplimiento de metas en gráficos de publicación diario/semanal/mensual sobre los indicadores de control involucrados.

4.9.2 Reunión para dar a conocer información de la empresa

En esta reunión se les debe proporcionar información básica sobre los antecedentes de la empresa, la información que necesitan para realizar sus actividades de manera satisfactoria.

Esta información incluye cuestiones como la nómina de pago, la obtención de credenciales de identificación, cuáles son los horarios de trabajo y como se trabajará en el cargo.

- Explicación sobre:
 - Horario de trabajo.
 - Enfermería y servicios médicos.
 - Procedimiento en caso de accidente personal o a cualquier compañero de trabajo.
 - Dónde conseguir herramientas.

- Comentar otras condiciones del trabajo:
 - Pagos de salarios.
 - Tiempo extra.
 - Forma de computarlos.
 - Día y método de pago de salario.
 - Efecto de faltas no justificado.
 - Ausencias.
 - Necesidad de reportar las faltas.
 - A quién y cómo avisar en caso de ausencia.

- Reglas de seguridad.
 - Limpieza y aseo del área de trabajo.
 - Aseo personal.
 - Veda de juegos de azar, riñas, robos.
 - Prohibición de bebidas embriagantes.
- Colocar al nuevo trabajador en su trabajo:
 - Relación del trabajo con las operaciones anteriores y con las subsiguientes.
 - Normas de calidad.
 - Normas de trabajo.
 - Funcionamiento y operación del sistema motriz, lavado, secado y empaque, del área donde se desempeñe y a futuro del resto.
 - Operación de los equipos y auxiliares
 - Métodos de trabajo estándares aplicables a su área de trabajo.
 - Medidas de saneamiento y limpieza en el sitio de trabajo
 - Medidas de seguridad e higiene industrial en el sitio de trabajo
 - Programas de producción
 - Conocer las actividades básicas de un plan de contingencias en caso de accidentes.
 - Metas de área y empresa.

Se debe tener en cuenta que más allá de hacer reuniones informativas o de entrenamiento debe incluirse la observación del proceso en el sitio de trabajo para facilitar su proceso de adaptación.

4.9.2.1 Disciplina Interior

La disciplina interior es de interés general y relevante para todos los integrantes de la organización ya que es un deber general respetar estos reglamentos o normativas internas, con el fin de mantener la sana convivencia y el mejor de los climas organizacionales.

El reglamento y normativa sobre los regímenes disciplinarios se da a conocer a través de una reunión con el uso de audiovisuales necesarios haciendo ver cuál es la conducta esperada por los miembros de la empresa. Se ilustra que está permitido, que está prohibido, que se espera de las personas, así como las sanciones derivadas del incumplimiento o faltas cometidas. Así como la inclusión del código de ética que respalda el trato humano de y hacia las personas, la observación de estos reglamentos y códigos es obligatoria y es de observancia para todos los niveles.

4.9.2.2 Información en cuanto al cargo específico

El objetivo es brindar al trabajador una efectiva orientación general sobre las funciones que desempeñará, si trabajara en área de carga o en área de empaque, a este respecto debe reforzarse:

- Los fines o razón social de la empresa y su organización
- La estructura de la empresa
- Funciones de su puesto
- Integración vertical y horizontal de su puesto en el sistema de producción.
- Responsabilidades, obligaciones

- Métodos de trabajo a aplicar y respetar
- Importancia de sus actividades como parte del sistema
- Aspectos de seguridad, higiene
- Controles y metas a los que será sometido.

Esta información debe ser transmitida a través de la participación de jefe o gerente del área en la que el operativo se dirija, algunas de las actividades se ejecutan bajo supervisión con la participación del supervisor o compañeros capacitados para tales fines.

Los medios siempre se debe respetar la estructura de transmisión oral, escrita por medios audiovisuales y no olvidando la participación directa en el proceso de los miembros del equipo, para facilitar la comprensión.

4.9.3 Adiestramiento de personal seleccionado

La técnica de entrenamiento del cargo suministra la información, conocimientos y experiencia en cuanto al cargo. Puede incluir, conducción, rotación de cargos y asignación de proyectos especiales.

Se propone seguir el esquema básico de un buen entrenamiento:

- Determinar cuáles son los aspectos más relevantes para preparar al operario, para el nuevo cargo o asignación.

- Explicar y demostrar, de manera teórica-práctica. (incluso reglas de seguridad), el cúmulo de conocimientos nuevos, su uso, importancia y relevancia general respecto de otras actividades.
- Evaluar el desempeño del entrenado.
- Auditar el desempeño y rendimiento continuamente al entrenado.

Elementos importantes en el proceso:

- Adecuación del programa de entrenamiento a las necesidades de la organización
- La calidad del material del entrenamiento presentado
- La cooperación de los jefes y dirigentes de la empresa
- La calidad y preparación de los instructores
- La calidad de los aprendices

Adecuación del programa de entrenamiento a las necesidades de la empresa:

- Proceso de cambio
- Las etapas de evaluación de un proceso de capacitación
- Evaluación a nivel empresarial
- Evaluación a nivel de las tareas y operaciones

Posibles Dificultades

- Debe modularse el orden, la cantidad de la información proveída, evitarse a toda costa abrumar con excesiva información.
- Debe evitarse que se vea sobrecargado de formas y cuestionarios para llenar.

- Iniciar siempre con las pautas más simples pero no por demás importantes, señalar cuáles son las críticas y requieren mayor atención. Es negativo empezar con la parte desagradable de su labor, si existiese.
- Nunca se le debe pedir que realice labores para las que no esta preparado, y en las que existe posibilidades de fracasar.

Diferencias en el procedimiento a seguir para la operación de máquina de tomates en unidad y tomates en racimo.

Tabla VI. Procedimientos

MÁQUINA TOMATES EN UNIDAD	MÁQUINA TOMATES EN RACIMO
Colocación de uniforme	Colocación de uniforme
Desinfección del equipo	Desinfección del equipo
Desinfección del personal	Desinfección del personal
Inspección de dispositivos en máquina (Motores, cadenas, fajas, bomba de agua, clorador, balanzas electrónicas)	Colocación de carga en posición de inicio
Prueba de operación de la máquina	Inspección de secciones por millón de cloro en depósito de agua para lavado
Distribución de personal en máquina	Prueba de operación de la máquina
Inicio del proceso	Distribución de personal en máquina
	Inicio del proceso

Fuente: Elaboración propia.

4.10 Costos involucrados

4.10.1 Materia prima

MATERIALES DE ACERO INOXIDABLE EN GENERAL	Q 21,325.00
75 METROS; BANDA DE POLIPROPILENO	Q 580,285.60
24 BOQUILLAS	Q 720.00
4 VENTILADORES	Q 20,020.00
2 ENGRANES	Q 110.80
1 CADENA	<u>Q 236.60</u>
	Q 622,698.00

4.10.2 Mano de obra

2 MECÁNICOS Y 1 AYUDANTE	Q 50,000.00
TALLER DE TORNO	<u>Q 12,000.00</u>
	Q 62,000.00

4.10.3 Accesorios

1 HNE-X BOMBA CENTRIFUGA STA-RITE 1 HP 1 FASE	Q 3,045.00
1 MOTO-REDUCTOR LINEAL, 2 HP TRIFÁSICO	Q 4,382.00
1 VARIADOR DE FRECUENCIA PARA 2 HP TRIFÁSICO	<u>Q 2,875.00</u>
	Q10,302.00

5. SEGUIMIENTO

La mejora continua de los procesos es necesaria para ser y permanecer entre los más competitivos es algo ya sabido y de lo cual mucho se ha escrito y hablado, lo importante es definir las estrategias y tácticas para llevarlo a cabo, así como también su forma de medición.

5.1 Resultados de la implementación

5.1.1 Ventajas

Dentro de las ventajas reales de la aplicación del proyecto podemos mencionar:

- Incrementa la producción, la productividad y la competitividad.
- La reducción del trabajo manual requerido y de la fatiga.
- Optimiza e integra de los sistemas de producción agropecuarios y agroindustriales
- Reduce los gastos de mano de obra directos en un porcentaje más o menos alto según el grado de automatización.
- Puesto que los productos son más competitivos, aumentan los beneficios, es decir si reducimos costos se puede fabricar más barato y por lo tanto aumentar las ventas.
- Aumenta la calidad de producción ya que las máquinas automáticas son más precisas, generan menos pérdidas y facilitan la producción.

- Mejora el control de la producción ya que pueden introducir sistemas automáticos de verificación y control.
- Facilita la planificación y programación de la producción
- A medio y a largo plazo, y gracias a la constancia y a la uniformidad de la producción se garantizan plazos de entrega más confiables.
- Se reduce las incidencias laborales puesto que las maquinas automáticas realizan todo tipo de trabajos perjudiciales para el hombre.
- Generación de cadenas productivas.
- Disminución de los costos de producción.
- Desarrollo regional.

5.1.2 Desventajas

Dentro de las desventajas de la aplicación del proyecto encontradas están las siguientes:

- La automatización no se puede desarrollar en forma repentina; es un Proceso de apropiación y adaptación.
- Resistencia al cambio: Los operadores de planta e incluso los gerentes, a menudo ven los procesos basados en una mayor automatización, con un cierto rechazo inicial. Este puede conducir incluso a la pérdida total del nuevo sistema automatizado y la vuelta al antiguo.
- Costos generados de la operación (agua y energía eléctrica) y de mantenimiento (repuestos, accesorios, lubricantes etc.). dichos costos son menores a los ingresos.
- Requerimiento de mano de obra calificada para mantenimiento mecánico y eléctrico y en algunos casos soporte técnico externo.

- Inversión inicial elevada: dada su sofisticación, los equipos y maquinarias automatizadas suelen tener un costo mayor, lo cual, a veces puede hacer injustificable un proceso de automatización.

5.2 Observación y análisis del proceso

Para que una organización funcione de manera eficaz, tiene que identificar y gestionar numerosas actividades relacionadas entre sí. Una actividad que utiliza recursos y que se gestiona con el fin de permitir que los elementos de entrada se transformen en resultados, se puede considerar como un proceso.

Frecuentemente el resultado de un proceso constituye directamente el elemento de entrada del siguiente proceso.

La organización debe:

- Identificar los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad y su aplicación a través de la organización (facturación, producción de tomates/chiles, procesos asociados con el empaque, distribución y entrega)
- Determinar la secuencia e interacción de estos procesos (ordenamiento de acción de los elementos del proceso)
- Determinar los criterios y métodos necesarios para asegurarse de que tanto la operación como el control de los procesos sean eficaces.

Por estas razones es muy importante conocer los alcances e implicaciones que tendrá la implementación del proyecto y su influencia en el resto de procesos, ya que se debe preservar el equilibrio y la idea clara de la mejora que en general tendrá el proceso.

El proceso básico del proyecto es el empaque, entendiendo por proceso, todas aquellas actividades que transforman un elemento de entrada (Tomates o chiles) en un resultado (Tomates o chiles empacados listos para su distribución y entrega), el enfoque basado en procesos permite la interacción entre ellos así como el control y evaluación permanente de cada uno de los mismos.

Entre los Elementos básicos del sistema a considerar tenemos:

- Entradas
 - Insumos
 - Productos
 - Tomates
 - Chiles
 - Recursos varios
 - Energía eléctrica
 - Agua
 - Operadores del sistema (Mano de obra)
 - Servicios (Auxiliares de la producción)
 - Información
- Proceso
 - Transformación de tomates y/o chiles en unidad o racimo en paquetes de producto empacado, listo para su distribución en el mercado.
- Salidas
 - Productos
 - Tomates y/o chiles empacados
 - Información

- Retroalimentación del sistema: La constituye todas las relaciones generadas a través de la ejecución del sistema productivo que inician con el cliente (requerimientos) y terminan con el cliente mismo (satisfacción), la información que retroalimenta al proceso se genera también a través de las interacciones de los protagonistas del proceso como lo son: producción, mantenimiento, RRHH, proveedores.

5.2.1 Inspecciones periódicas

Las inspecciones periódicas para el correcta operación y seguimiento del sistema se dividen en dos subprocesos:

- Inspecciones de mantenimiento: mecánico y/o eléctrico
- Inspecciones de seguridad

Se detalla a continuación las principales actividades que ha de tomarse en cuenta en estos dos importantes temas:

Inspecciones de mantenimiento: mecánico y/o eléctrico

Es básico contar con un plan de frecuencias de mantenimiento para el equipo, donde se planea y programa los mantenimientos al mismo, considerando el mantenimiento, preventivo y predictivo, así como las acciones inmediatas correctivas cuando se da algún evento que provoque un paro de producción.

Se propone un plan de inspecciones semanales, que en el caso de las bandas es lo recomendable, incluir, los suministros necesarios para mantener a punto los mecanismos, estas inspecciones son en marcha,

El programa debe incluir un paro semestral para evaluar elementos de desgaste y su recambio programado, y hacer una evaluación predictiva de las condiciones de moto-reductores, sistema eléctrico en general, ejes.

Un paro total anual para cambio de piezas de desgaste y evidencias de problemas identificados con el predictivo. Debe tomarse en cuenta que para cada ejecución debe contarse con los suministros y/o repuestos necesarios para no incurrir en atrasos innecesarios y pérdidas de tiempo de producción más allá de lo necesario.

Inspecciones de seguridad

Las inspecciones de seguridad se ejecutan de manera periódica se hace a través de la aplicación de una lista de verificación específica, donde se considera las particularidades de cada área de trabajo que logre el mantenimiento seguro del sitio al identificar y corregir peligros.

En este caso la frecuencia de las inspecciones será mensual para lo que se tomara en cuenta el nivel de peligrosidad del sitio de trabajo. Se documentaran las observaciones hechas en la inspección, los peligros identificados y las medidas de corrección tomadas.

Se cuenta con elementos de seguridad como lo son los sistemas de paro manual de las bandas, a través de botones de pánico y las cuerdas de seguridad, estos sistemas facilitan el paro de emergencia del equipo ante la ocurrencia de un accidente y el consiguiente riesgo a la integridad del trabajador.

Otros sistemas de seguridad con los que se cuenta son los extintores, rociadores y las alarmas contra incendios. Al menos una vez al año debe validarse la funcionalidad de las alarmas contra incendios y los sistemas de rociadores contra incendios. A los extintores se les debe verificar la carga cada mes y cargarlos de nuevo anualmente. Inspeccionar los botiquines de primeros auxilios periódicamente y surtir o reemplazar sus suministros cuando sea necesario.

5.2.2 Fichas de control

Las fichas de control son tablas donde se anotan los datos obtenidos de las inspecciones periódicas realizadas en el lugar de trabajo.

Tabla VII. Ficha de control.

Fecha de la inspección							
Área de trabajo y sección de trabajo (especificar)							
Sitios donde han ocurrido accidentes, dentro del área de evaluación							
Persona que realizó la inspección							
Puesto:							
Número de Trabajadores Expuesto			Sexo	M	F	Total	
Edad máxima y mínima de trabajadores					Mínima	Máxima	
Riesgo	Tipo	Crítico	Mayor	Menor	No Aplica	Técnica de Control	
Mecánicos	Caídas de altura					Seguridad	
	Caídas de nivel						
	Caídas de Objeto						
	Atrapamientos						
	Golpes						
	Heridas						
Físicos	Choques						
	Ruido					Higiene Industrial	
	Iluminación						
	Vibración						
	Ventilación						
Radiación							

Fuente: Ramírez, César. Seguridad Industrial: Un Enfoque Integral. Segunda edición. Editorial Limusa. P.112

5.3 Acciones correctivas

Estas acciones son medidas a tomar a partir de los resultados de las inspecciones, detectan las desviaciones y las corrigen.

Tabla VII. **Tipos de acciones correctivas**, Identificadas según su grado de riesgo:

Desviaciones	Acciones correctivas
Empleados	Capacitación, entrenamiento.
Máquina	Mantenimiento correctivo, preventivo / predictivo

Dentro de las acciones correctivas es muy necesario poseer un plan de contingencias para eventos que provoquen un paro no programado en los equipos. Este plan de contingencias debe contar con los procedimientos básicos a aplicar cuando se den problemas de mantenimiento de los equipos, y en términos específicos que debe se debe hacer ante cada caso, y evitar pérdidas innecesarias en la producción. Este plan debe actualizarse, retroalimentarse y enriquecerse a través de la documentación periódica de nuevos casos de problemas reportados, siendo estos de orden mecánico, eléctrico o electrónico.

En el caso de los aspectos de seguridad en la planta también debe contarse con sus procedimientos documentados y publicados donde detalle qué hacer en casos de emergencia. Con la debida capacitación y aplicación inmediata de dichas actividades se logrará preservar los aspectos de seguridad evitando accidentes laborales.

5.4 Difusión

Las actuaciones relativas a difusión pueden a su vez catalogarse según dos subtipos: promoción y publicidad.

Se clasificarán en promoción aquellas actuaciones cuyo fin sea el de potenciar la incorporación y permanencia de los trabajadores involucrados en la sociedad de la información. Mientras que corresponde agrupar en publicidad las actividades encaminadas a informar mediante campañas y otras formas de comunicación.

La difusión es la realización de reuniones, seminarios, encuentros y demás actividades destinadas al intercambio de experiencias y a la elaboración de nuevas propuestas para enriquecer la implantación conocimientos, sistemas o información en general, así como todas las actividades necesarias para dar a conocer novedades o actualizaciones en el entorno de la empresa tanto interno como externo.

5.4.1 Empresa en general

Dentro de los medios de difusión dentro de la empresa se cuenta con los siguientes medios:

- Revista de circulación mensual
- Mural informativo
- Reuniones informativas
- Campañas de soporte a implementaciones, cambios, mejoras etc.
 - Recursos

- Audiovisuales (Audio/ Video)
- Manuales
- Triifoliales
- Electrónicos: Correo electrónico, fondos de pantalla, banners
- Capacitaciones y entrenamientos, métodos empleados:
 - Cursos
 - Seminarios
 - Talleres

5.4.2 Planta de empaque

Dentro de los medios de difusión en la planta de empaque se cuenta con los siguientes medios:

- Revista de circulación mensual
- Mural informativo
- Reuniones informativas
- Programa de radio interno
- Campañas de soporte a implementaciones, cambios, mejoras etc.
 - Recursos
 - Audiovisuales (Audio/ Video)
 - Manuales
 - Triifoliales
 - Electrónicos: Correo electrónico, fondos de pantalla, banners
- Capacitaciones y entrenamientos, métodos empleados:

- Cursos
- Seminarios
- Talleres

El impacto de la difusión de información se hace a través de cuestionarios efectuados por recursos humanos que miden la efectividad de las campañas e información proporcionada.

5.5 Mejora continua

La mejora continua del sistema implica varias actividades que deben tenerse como prácticas que llevarán a la empresa a mantener su productividad y competitividad, de decir, que será el conjunto de herramientas que bien aplicadas darán los resultados deseados y generan los beneficios que se plantean desde la misión y visión.

Las condiciones para la implementación de modelos de mejora continua deben considerarse desde los puntos de vista siguientes:

- Debe estar incluida en las políticas y objetivos de la calidad.
- Debe estar incluida en la planificación de la calidad. Se deben planificar y gestionar los procesos necesarios para la mejora continua del sistema de gestión de la calidad.
- Se deben definir, planificar e implantar las actividades de medición y seguimiento necesarias para asegurar la conformidad y la consecución de la mejora. Esto debe incluir la determinación de la necesidad para, y la utilización de los métodos aplicables, incluyendo técnicas estadísticas.

Para un efectivo plan de mejora continua dentro de la empresa se propone la implementación del sistema de mejora continua conocido como: DRW (Daily Routine Work), que se detalla a continuación:

Dar participación a los obreros y empleados requiere de un sistema efectivo, siendo éste, el conocido como DRW (Daily Routine Work) que significa “Rutina Diaria de Trabajo”.

La rutina diaria de trabajo significa realizar día tras día labores de mejoramiento (tanto en los productos como en los procesos) sumadas a las labores operativas, por parte de los operarios, con el fin de elevar los niveles de calidad y reducir los costos. Lo ideal es que el sistema DRW forme parte de un programa de calidad total general de la empresa.

En la medida que la empresa continúe creciendo y cambiando, es importante cuidarla. Es posible que algunos de los procesos de trabajo que funcionaban aceptablemente bien hace uno o dos años ya no sean los más efectivos y productivos, si el objetivo es llegar a satisfacer plenamente las actuales y futuras demandas de calidad.

Características del sistema

Lo que le da su especial perfil a éste sistema es: el mismo se aplica a los niveles más pequeños de unidad dentro de la empresa; tales como las secciones, departamentos y células de trabajo entre otras.

Debe ser aplicado a todas las áreas de la empresa.

Se aplica de forma permanente, en un proceso continuo de mejora, pues la calidad perfecta nunca se alcanza; siempre es posible mejorar algo.

Tratándose de un proceso continuo, tiene la misma naturaleza “rutinaria” de todas las demás actividades que se realizan en la unidad.

Se aplica a las actividades normales y regulares de cada unidad.

Toma como referencia fundamental la satisfacción de los clientes, tanto internos como externos.

Lograr tal mejora continua implica un proceso de gestión sistemático en cada unidad de la organización.

El objetivo fundamental es que el propio personal de la unidad se responsabilice de la mejora de la calidad de su propio trabajo. Para el logro de los objetivos es necesaria e imprescindible tanto la implicación como el total compromiso de parte de la cabeza jerárquica de cada una de las unidades de la empresa.

Orden de prioridad

A la hora de priorizar, el punto de partida es conocer en primera instancia las necesidades de los clientes externos, para partiendo de ello ir definiendo las necesidades y requerimientos de los clientes internos.

Los clientes son la prioridad absoluta para asegurar la subsistencia de la empresa.

Metodología de trabajo

El sistema DRW sigue la muy conocida secuencia creada por W. E. Deming conocida en español como PREA (Planificar-Realizar-Evaluar-Actuar), la cual fue difundida tanto por Joiner en los Estados Unidos, como por los consultores Imai e Ishikawa en el Japón, siendo fundamental para ellos como herramienta del sistema Kaizen.

En el PREA el primer punto es planificar, y dentro del sistema DRW la planificación gira alrededor de un concepto clave consistente en convertir a los clientes tanto internos como externos en el punto de referencia o parámetro básico en la aplicación de la mejora. Para ello debe focalizarse la incorporación de los clientes internos y externos en los procesos de la unidad operativa de manera tal que éstos se conviertan en el objetivo real de las rutinas diarias.

Ello está compuesto por quince pasos básicos:

1. Lista de actividades: Todo el proceso tiene inicio con la elaboración de una detallada lista de todas las actividades que tienen lugar en la unidad.
2. Interrelación: Se procede a interrelacionar las actividades listadas anteriormente con los procesos del negocio.
3. Input: Se confecciona una lista de los insumos utilizados por los diversos sectores o áreas de la empresa, se trate tanto de insumos provenientes directamente de fuera de la empresa o de otra área de la misma. Debe tenerse especial cuidado en recabar las condiciones que deben reunir dichos insumos.
4. Output: Se procede a identificar las salidas o resultados generados por cada

área de la empresa. Este output puede ser un producto o servicio final destinado a clientes externos, o bien productos o servicios intermedios a ser utilizados por los diversos sectores de la empresa. Especial atención merece la determinación acerca de las características que deben reunir cada producto o servicio.

5. Actividades internas: Se identifica y lista las actividades de cada unidad que no tienen interrelación con otras áreas de la empresa.

6. Clientes: Se identifican los clientes internos y externos de cada unidad, sea ésta operativa, administrativa-financiera, o comercial.

7. Proveedores: Se da respuesta a la pregunta ¿quiénes son nuestros proveedores externos, y cuáles los internos?

8. Investigación de clientes: Se entrevista a los clientes internos de la unidad con el fin de identificar sus necesidades, los asuntos críticos relacionados con los outputs de la unidad, los indicadores o ratios de rendimiento y calidad más apropiados y las vías que existen para aumentar sus niveles de satisfacción. De igual forma y con especial cuidado y dedicación se presta atención a las necesidades de los clientes externos.

9. Análisis de proveedores: Se analizan tanto los procesos como características de los productos o servicios con los proveedores internos y externos, a los efectos de mejorar la calidad, los costos y los plazos o tiempos de respuesta.

10. Objetivos conjuntos: Se procede a establecer de manera sistemática e integral objetivos coordinados para la búsqueda de resultados tanto con los clientes como con los proveedores, sean estos tanto internos como externos.

11. Métodos: se definen los métodos destinados a mejorar de forma consistente los resultados de las diversas actividades y procesos.

12. Implantación: se elabora el plan y se procede a su implantación.

13. Verificación: puesta en práctica las mejoras, se procede a controlar y verificar los resultados, procediendo a continuación a efectuar las correcciones pertinentes para ajustar los resultados.

14. Meta: efectuadas los controles y correcciones, y una vez cumplidos los objetivos se da por alcanzados las metas establecidas.

15. Fijación de nuevos objetivos: se establecen nuevos y más elevados niveles de performance.

Características claves del sistema

- Es un proceso constante que no se da nunca por terminado.
- Se aplican a los niveles más pequeñas de unidades de la empresa.
- Tiene la misma naturaleza “rutinaria” de las demás actividades que se ejecutan en la unidad.
- Toma siempre como punto de referencia la plena satisfacción de los clientes externos e internos de la empresa.
- El personal de cada unidad debe responsabilizarse de la mejora continua en la calidad de su trabajo.

Como paralelo a la implementación del plan de mejora continua, se advierte la necesidad de lograr trabajar bajo sistemas sanitarios plenamente reconocidos como lo son BPM y HACCP, que son de perfecta aplicación en la agro industria,

ello debe implementarse como un agregado a la calidad de los productos y servicios que proporciona la empresa.

Este sistema sencillo de entender y poner en práctica, no es más que otra forma de llevar a cabo la mejora continua en cuanto a calidad, costos, productividad, tiempos y plazos de respuesta y niveles de satisfacción, poniendo un muy especial acento en la plena satisfacción del cliente externo de la empresa.

El proceso de mejoramiento continuo es imperioso e imprescindible para el éxito. En el actual terreno competitivo, el DRW le permitirá alcanzar los mayores éxitos. Al mejorar los procesos se mejoran los resultados, y consecuentemente ello implica alcanzar los máximos beneficios.

CONCLUSIONES

1. Se implementó una máquina industrial con la que se logró automatizar el proceso de empaque de tomates en racimo, ya que los procesos de lavado y secado de tomates se ejecutaban a través de una alta intervención operativa, considerándose netamente manuales, utilizando como insumos principales agua clorada para el lavado y toallas de papel desechable para el secado.
2. Con la incorporación de mecanismos automatizados al proceso productivo se obtiene una mayor eficiencia técnica, social y económica que permite elevar la producción, disminuir costos, mejorar los tiempos de entrega y en general mejorar los índices de productividad y competitividad de la planta.
3. La propuesta se fundamenta en la instalación de un sistema de gestión del producto a través de los procesos de lavado, secado y empaque, basándose en un conjunto de bandas transportadoras, que generan el cambio total de la manera como se ejecuta el proceso, pasando de un sistema netamente manual a un sistema semi-automático generando mayor fluidez en el manejo del producto a través del proceso.
4. Las principales actividades para poner en marcha el proyecto consta de las fases de diseño, fabricación e instalación de máquina, chasis, sistema de bandas transportadoras y equipos auxiliares, así como los nuevos sistemas de lavado, secado y empaque.

5. El plan de inducción y capacitación para la correcta operación de los sistemas propuestos es, además del correcto diseño, fabricación e instalación, la principal herramienta para operar y mantener con éxito el mismo.
6. El control de los sistemas propuestos a través de un plan de frecuencias de mantenimiento preventivo y predictivo, así como inspecciones de seguridad aseguran, la operación confiable, disminuyen los paros no programados y dan seguridad en la operación.

RECOMENDACIONES

1. La automatización no se puede desarrollar en forma repentina; es un proceso de apropiación y adaptación, por lo que se debe tener especial cuidado de cómo se va a manejar la implementación para no generar incertidumbre en el personal de la planta, un buen plan de difusión, gestión del cambio y buenos niveles de comunicación, son básicos para la puesta en marcha del proyecto.
2. La subsistencia y competitividad en el mercado agro-industrial se logra necesariamente a través de la implementación de elementos mecanizados que brinden niveles de automatización, por lo que actualizar sus sistemas productivos hacia el propuesto, asegura el alcance de los objetivos empresariales.
3. En el diseño del sistema de gestión de producto como el descrito hay que considerar elementos como la carga del producto a transportar, para poder determinar el ancho, la velocidad, el largo del transportador y la potencia del motor.
4. Se debe preparar un buen plan de inducción y entrenamiento que tenga como fundamentos la orientación, entrenamiento eficaz, operación segura, y sobre todo el compromiso de las nuevas atribuciones en la operación y supervisión del sistema descrito

5. Las principales actividades de seguimiento a la implementación del sistema propuesto se basan en crear un plan de mantenimiento y un programa de inspecciones de seguridad.
6. El sistema DRW, descrito como plan de mejora continua, es la herramienta que empleada correctamente asegura la mejora continua no sólo del sistema propuesto sino de las diferentes áreas de operación de la empresa.
7. El cumplimiento de las normativas de calidad aplicable a esta clase de industrias como lo son BPM y HACCP considerando que la producción tiene orientación hacia el mercado externo y estas certificaciones dan acceso a nuevos mercados.
8. Crear un manual de inducción de personal.

BIBLIOGRAFÍA

1. Chiavenato: Administración de Recursos Humanos. México: Editorial Mc Graw – Hill. 1995.
2. Howitz, Henry. Soldadura, Aplicación y práctica. México, RSI, S.A., 1994.
3. Norton, Robert. L. Diseño de Maquinaria, Editorial Mc. Graw Hill. 2000.
4. Paiz Ocaña, Edwin Omar. Diseño de Bandas Transportadoras de Polipropileno Aplicado en la Industria de Bebidas. Guatemala. Trabajo de graduación Ingeniería Mecánica. 2002. Universidad de San Carlos de Guatemala.
5. Pender, James. SOLDADURA. México, Editorial Mc. Graw Hill, 1989.
6. Prera Flores, José Antonio. Guía para el cálculo, diseño y fabricación de construcciones soldadas, Guatemala. Trabajo de graduación Ingeniería Mecánica. 2001. Universidad de San Carlos de Guatemala.
7. Robbins Stephen P. A. David De Cenzo. Fundamentos de Administración, Editorial Prentice-Hall 1996.
8. Shingley Joseph E. y John Joseph Uiker J.R. Teoría de Máquinas y Mecanismos, Editorial Mc. Graw-Hill. 1990.

9. Soto, Jorge Eduardo. Manual de Contabilidad de Costos.

10. Werther y Davis: Administración de personal y Recursos Humanos. 3ra edición. México: Editorial Mc Graw – Hill. 1995.

ANEXOS

Tabla IX. Promedio de pérdidas en elementos de maquinaria

Chumaceras comunes de camisa	2% a 5%
Chumaceras de bolas	1%
Reductores de engranajes	
Engranaje helicoidales o rectos	
De reducción simple	2%
De reducción doble	4%
De reducción triple	5%
Engranajes de tornillo sin fin	
De reducción simple	5%
De reducción doble	10% a 20%
Cadenas de rodillos	3% a 5%
Bandas en V	2% a 4%

Fuente: Paiz Ocaña, Edwin Omar. Diseño de Bandas Transportadoras de Polipropileno Aplicado en la Industria de Bebidas. Guatemala. Trabajo de graduación Ingeniería Mecánica. 2002. Universidad de San Carlos de Guatemala. Pág. 97

Tabla X. Terminología

	SISTEMA MÉTRICO(S.I.)	SISTEMA BRITÁNICO(E.E.U.U.)
BS Resistencia de la banda (21°[70°])	Kg/m de ancho	Lb/pie de ancho
ABS Resistencia disponible de la banda en condiciones de funcionamiento	Kg/m de ancho	Lb/pie de ancho
BP Tracción de la banda en el engranaje motriz	Kg/m de ancho	Lb/pie de ancho
ABP Tracción ajustada de la banda	Kg/m de ancho	Lb/pie de ancho
M Carga del producto en la banda	Kg/m"	Lb/pie"
Mp Carga con producto aglomerado	Kg/m"	Lb/pie"
W peso de la banda	Kg/m"	Lb/pie"
OL Línea central	-	-
L Longitud del transportador de OL eje a OL eje	Metros	Pies
H Cambio de elevación del transportador	Metros	Pies
F Factor de fricción total	-	-
Fw Factor de fricción entre la guía de desgaste y la banda	-	-
Fp Coeficiente de fricción entre el producto y la banda	-	-
SF Factor de servicio	-	-
B Ancho de la banda	Metros	Metros
Q Peso del eje	Kg/m	Lb/pie
W Carga total sobre el eje	Kg	Lb
Ls Longitud del eje entre las chumaceras	Mm	Pulg
To Par motor del eje motriz	Kg-mm	Lb-pulg
PD Diámetro de paso de los engranajes	Mm	Pulg
V Velocidad de desplazamiento de la banda	M/min	Pie/min
°F Grados Fahrenheit	-	°F
°C Grados Centígrados(Celsius)	°C	-
T Factor de temperatura	-	-
S Factor de resistencia	-	-
Hp Caballos de fuerza	-	Hp
Pw Potencia en vatios	Vatios	-
E Modulo de elasticidad	Kg/mm"	Lb/pulg"
I Momento de inercia	mm.L4	pulg.L4
D Deflexión del eje	Mm	Pulg
N Velocidad de rotación	Rpm	Rpm
– Diámetro	Mm	Pulg

Fuente: Paiz Ocaña, Edwin Omar. Diseño de Bandas Transportadoras de Polipropileno Aplicado en la Industria de Bebidas. Guatemala. Trabajo de graduación Ingeniería Mecánica. 2002. Universidad de San Carlos de Guatemala. Pág. 97

Tabla XI. **Características de los diferentes tipos de ejes.**

B- DATOS DEL EJE	(Q) PESO DEL EJE, Kg/m (lb/pie)			I MOMENTO DE INERCIA (mm,4) (pulg,4)
	ALUMINIO	ACERO AL CARBONO	ACERO INOXIDABLE	
5/8 pulg. CUADRADO	(0.46)	(1.33)	(1.33)	(0.013)
1 pulg. CUADRADO	(1.17)	(3.40)	(3.40)	(0.083)
1.5 pulg. CUADRADO	(2.64)	(7.65)	(7.65)	(0.42)
2.5 pulg. CUADRADO	(7.34)	(21.25)	(21.25)	(3.25)
3.5 pulg. CUADRADO	(14.39)	(41.60)	(41.60)	(12.50)
25 mm CUADRADO	1.699	4.920	4.920	32550
40 mm CUADRADO	4.335	12.55	12.55	213,00
60 mm CUADRADO	10.05	29.11	29.11	1,080,000
65 mm CUADRADO	11.79	34.16	34.16	1,487,600
E MÓDULO DE ELASTICIDAD Kg/mm" (Lb/pulg")	7,000 (10,000,000)	21,100 (30,000,000)	19,700 (28,000,000)	

Fuente: Paiz Ocaña, Edwin Omar. Diseño de Bandas Transportadoras de Polipropileno Aplicado en la Industria de Bebidas. Guatemala. Trabajo de graduación Ingeniería Mecánica. 2002. Universidad de San Carlos de Guatemala. Pág.

Tabla XII. Coeficiente de fricción Fw

MATERIALES ESTÁNDAR

MATERIAL DE GUIAS DE DESGASTE	POLIPROPILENO				POLYERHYLENE		ACETAL		ACETAL EC	
					SUPERFICIE		SUPERFICIE		SUPERFICIE	
					LISA		LISA		LISA	
	SUPERFICIE		SUPERFICIE		HÚMEDA	SECA	HÚMEDA	SECA	HÚMEDA	SECA
	LISA		ABRASIVA							
	HÚMEDA	SECA	HÚMEDA	SECA						
U.H.M.G.	0.11	0.13	NR	NR	0.24	0.32	0.10	0.10	0.10	0.10
H.D.P.E	0.09	0.25	NR	NR	NR	NR	0.09	0.08	0.09	0.08
Nylon relleno de molibdeno o nylon relleno de silicón	0.24	0.25	0.29	0.30	0.14	0.13	0.13	0.15	0.13	0.15
Acero inoxidable o al carbono laminado en frío	0.26	0.26	0.31	0.31	0.14	0.15	0.18	0.19	0.18	0.19

Fuente: Paiz Ocaña, Edwin Omar. Diseño de Bandas Transportadoras de Polipropileno Aplicado en la Industria de Bebidas. Guatemala. Trabajo de graduación Ingeniería Mecánica. 2002. Universidad de San Carlos de Guatemala. Pág.

Tabla XIII. **Factores de servicio**

TIPO DE MOTOR QUE ACCIONA EL REDUCTOR	HORAS/ DÍA	TIPO DE CARGA		
		UNIFORME	MEDIA	CON CHOQUES
MOTOR ELÉCTRICO (ENTRADA CONSTANTE)	2	0.9	1.1	1.5
	10	1.0	1.25	1.75
	24	1.25	1.50	2.00
MOTOR DE COMBUSTIÓN DE VARIOS CILINDROS MEDIANAMENTE IMPULSIVA	2	1.0	1.35	1.75
	10	1.25	1.50	2.00
	24	1.50	1.75	2.50

Fuente: Paiz Ocaña, Edwin Omar. Diseño de Bandas Transportadoras de Polipropileno Aplicado en la Industria de Bebidas. Guatemala. Trabajo de graduación Ingeniería Mecánica. 2002. Universidad de San Carlos de Guatemala. Pág.

Tabla XIV. **Distancia entre centros.**

Paso	[inch]	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2
	[mm]	9,525	12,70	15,875	19,05	25,40	31,75	38,10	44,45	50,80
C	[mm]	450	600	750	900	1000	1200	1350	1500	1700

Fuente: Catálogo Renold, *Transmission Chains* pág. 126

Tabla XV. **Propiedades químicas del polipropileno**

Polipropileno	
$\left(\text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} \right)_n$	
Nombre químico	poli(1-metiletileno)
Sinónimos	Polipropileno; Polipropeno;
Fórmula química	$-(\text{C}_3\text{H}_6)_n$
Monómero	<u>Propileno</u> (Propeno)
número CAS	9003-07-0 (atactico) 25085-53-4 (isotáctico) 26063-22-9 (sindiotáctico)
Densidad	Amorfo: 0.85 g/cm^3 Semicristalino: 0.95 g/cm^3
temperatura de fusión	$173 \text{ }^\circ\text{C}$
Temperatura de degradación	$286 \text{ }^\circ\text{C}$

Fuente: Bernhard, Peter. El polipropileno. Hanser Editorial. España 1989. P 62-70