

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica

**DISEÑO DE MÁQUINA CLASIFICADORA DE TUNAS
TENIENDO EN CUENTA COMO PARÁMETRO SU
PESO ESPECÍFICO**

TESIS

Presentada por:

Bach. DAMIAN HERNAN MAMANI CASTRO

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO MECÁNICO

Tacna-Perú

2013

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica

**DISEÑO DE MÁQUINA CLASIFICADORA DE TUNAS
TENIENDO EN CUENTA COMO PARÁMETRO SU PESO
ESPECÍFICO**

Tesis sustentada por el Bachiller DAMIAN HERNAN MAMANI CASTRO, aprobado el 12 de julio del 2012, el Jurado Calificador estuvo integrado por:


PRESIDENTE:


Ing. Carlos Aurelio Garván Gamarra

SECRETARIO:


Ing. Victor Juan Malpartida Arrieta

MIEMBRO:


Ing. Reynaldo Clemente Telles Ríos

DEDICATORIA

A mis padres:

Gracias a vuestros consejos, por el amor que siempre me han brindado, por cultivar e inculcar ese sabio don de la responsabilidad y la perseverancia. ¡Gracias por darme la vida!

A mis familiares:

A todos ellos que me brindaron su apoyo y colaboración incondicional.

A la Universidad Jorge Basadre Grohmann:

En especial a la Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica, que me dio la oportunidad de formar parte de ella.

CONTENIDO

Pág.

DEDICATORIA

CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ABREVIATURAS

SIMBOLOGÍA

RESUMEN

CAPÍTULO I :INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO II :GENERALIDADES

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.	3
2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	4
2.3 OBJETIVOS.	4
2.3.1 Objetivos generales	4
2.3.2 Objetivos específicos.	5
2.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.	6

2.4.1	Justificación teórica.	6
2.4.2	Justificación práctica.	6
2.4.3	Justificación social.	7
2.4.4	Justificación económica.	7
2.5	MARCO CONTEXTUAL.	8
2.5.1	Ubicación geográfica.	8
2.5.2	Acceso a la zona.	8
2.5.3	Características climatológicas.	9
2.6	ANTECEDENTES.	10
2.6.1	Descripción actual del proceso de clasificación de tunas en la zona.	10
2.6.2	Métodos actuales de selección y clasificación de fruta en el mercado internacional.	12
2.7	ESPECIFICACIONES NORMATIVAS EXISTENTES.	12
2.7.1	Normas aplicadas al diseño de elementos de máquinas y materiales industriales.	12
2.7.2	Normas aplicadas a la comercialización de productos alimenticios.	13
 CAPÍTULO III :ESTUDIO DE MERCADO		
3.1	CARACTERÍSTICAS DE LA TUNA.	15
3.1.1	Parámetros de calidad.	16

3.1.2	Composición de los frutos en diversos estados fisiológicos.	18
3.2	MERCADO LOCAL.	21
3.2.1	Oferta.	21
3.2.2	Demanda.	23
3.2.3	Precio.	24
3.3	MERCADO NACIONAL.	25
3.4	MERCADO MUNDIAL.	26
3.5	UBICACIÓN DE LA PLANTA.	27
3.5.1	Factores de localización.	27
3.5.2	Localización definitiva.	33
3.6	CAPACIDAD ESTIMADA DE LA PLANTA.	33
3.6.1	Relación capacidad mercado.	33
3.6.2	Relación capacidad punto de equilibrio.	34
3.6.3	Relación capacidad-recursos productivos.	34
3.6.4	Selección de la capacidad de producción de la planta.	35

CAPÍTULO IV :MARCO TEÓRICO

4.1	LÍNEAS DE MANIPULACIÓN COMERCIALES DE FRUTAS.	36
4.2	SELECCIÓN DE FRUTA.	39
4.2.1	Selección manual de fruta.	39
4.3	CLASIFICACIÓN O CALIBRACIÓN DE FRUTA.	41
4.3.1	Clasificación por tamaño.	43

4.3.2	Clasificación por peso.	50
4.4	CADENAS TRANSPORTADORAS (CONVEYOR CHAIN).	53
4.5	APLICACIONES Y CARACTERÍSTICAS DE 5 TIPOS PRINCIPALES DE CADENAS TRANSPORTADORAS.	54
4.5.1	Cadena transportadora de paso corto.	54
4.5.2	Cadena transportadora de precisión (precisión conveyer chains).	55
4.5.3	Top Chain.	56
4.5.4	Transportador de flujo libre (Free Flow Chain).	57
4.5.5	Cadena transportadora de paso largo (Large Pitch conveyer chains).	59
4.6	CRITERIOS TÉCNICOS DE SELECCIÓN Y DISEÑO DE CADENAS TRANSPORTADORAS.	60
4.7	BANDAS TRANSPORTADORAS.	65
4.7.1	Componentes de cinta transportadora.	66

CAPÍTULO V :DISEÑO CONCEPTUAL Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

5.1	DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS.	70
5.1.1	Higiene y sanidad en planta.	72
5.1.2	Recepción.	73

5.1.3	Lustrado y/o encerado.	74
5.1.4	Selección.	74
5.1.5	Clasificación.	75
5.1.6	Empacado.	75
5.1.7	Control De Calidad.	75
5.2	DIAGRAMA DE OPERACIONES.	76
5.2.1	Diagrama de procesos.	76
5.3	IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES.	77
5.4	REQUERIMIENTOS A SATISFACER.	79
5.5	POSIBLES ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.	80
5.6	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.	83
5.7	ELECCIÓN DEL SISTEMA ÓPTIMO.	85
5.7.1	Elección del singularizador.	87
5.7.2	Elección de transportadores.	89
5.7.3	Elección de la estructura-soporte de la máquina.	91
5.7.4	Elección del mecanismo de volteo.	94
5.7.5	Elección de la charola volteadora y recepción de la fruta.	96
 CAPÍTULO VI :INGENIERÍA DEL PROYECTO		
6.1	PRINCIPALES PARÁMETROS DE DISEÑO Y SELECCIÓN.	97
6.2	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN Y/O SELECCIÓN.	98
6.2.1	Selección de la faja transportadora.	100

6.2.2	Longitud y diámetro de los tambores accionador y de retorno.	102
6.2.3	Selección del sistema motriz.	104
6.3	DISEÑO DEL SISTEMA DE SINGULARIZACIÓN.	110
6.3.1	Transmisión de potencia por cadena de rodillos.	112
6.3.2	Selección de los dos piñones.	114
6.3.3	Flujo del material (tuna).	115
6.4	DISEÑO DEL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN.	117
6.4.1	Partes generales del sistema de clasificado.	118
6.4.2	Mecanismo de volteo.	119
6.4.3	Análisis cinemático de la tuna durante el proceso de volteo.	128
6.4.4	Análisis estático para determinar el contrapeso que se usará en cada tramo de descarga.	135
6.4.5	Sección del tipo de transportación.	141
6.4.6	Selección de la cadena.	148
6.4.7	Sistema motriz.	160
6.5	DISEÑO ESTRUCTURAL:	189
6.5.1	Normatividad.	189
6.5.2	Selección del perfil.	189
6.6	CONTROL DE CALIDAD.	193

6.6.1	Sistema HACCP.	193
6.7	DISPOSICIÓN DE PLANTA.	199
6.7.1	Disposición general.	199

CAPÍTULO VII :INVERSIONES

7.1	INVERSIÓN FIJA.	206
7.1.1	Activos fijos tangibles.	206
7.1.2	Activos fijos intangibles.	212
7.2	CAPITAL DE TRABAJO.	216
7.2.1	Caja y bancos.	217
7.2.2	Inventarios.	218
7.2.3	Anticipo a proveedores y cuentas por cobrar.	218

CAPÍTULO VIII :FINANCIAMIENTO

8.1	FINANCIAMIENTO	220
8.2	ESTRUCTURA CAPITAL / DEUDA.	221
8.2.1	Esquema financiero.	222
8.2.2	Relación deuda / patrimonio.	223
8.3	FUENTES DE RECURSOS FINANCIEROS.	224
8.3.1	Fondos y líneas de crédito.	224
8.3.2	Cronograma de aportaciones y desembolsos.	224
8.4	PLAN DE AMORTIZACIONES.	225

8.4.1 Palanqueo financiero.	227
8.4.2 Servicio de la deuda.	230

CAPÍTULO IX :ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN

9.1 ORGANIZACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO.	232
9.1.1 Cronograma de actividades para la ejecución del proyecto.	232
9.1.2 Gestión de la ejecución del proyecto.	233
9.1.3 Estimación en la ejecución del proyecto.	233
9.2 ORGANIZACIÓN PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LA EMPRESA.	234
9.2.1 Necesidades de mano de obra.	236
9.2.2 Normas laborales.	236
9.2.3 Personal de supervisión y gestión.	237

CAPÍTULO X :PRESUPUESTO DE INGRESOS Y EGRESOS

10.1 INGRESOS AFECTOS A IMPUESTO.	238
10.2 EGRESOS AFECTOS A IMPUESTOS.	240
10.2.1 Costos de producción.	240
10.2.2 Presupuesto de gastos de ventas y distribución.	245
10.2.3 Presupuesto de gastos administrativos.	245

10.3 GASTOS FINANCIEROS.	247
10.4 GASTOS NO DESEMBOLSABLES.	247
10.4.1 Presupuesto de depreciaciones.	248
10.4.2 Presupuesto de amortizaciones.	250
10.5 CÁLCULO DE IMPUESTOS.	251
10.6 AJUSTES POR GASTOS NO DESEMBOLSABLES.	252
10.7 EGRESOS NO AFECTOS A IMPUESTOS.	252
10.8 VALOR DE DESHECHO.	252

CAPÍTULO XI :EVALUACIÓN FINANCIERA

11.1 FLUJO DE CAJA.	253
11.2 PUNTO DE EQUILIBRIO.	254
11.3 INDICADORES (VAN, TIR, PR).	259

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

ANEXOS

PLANOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Tolerancias de calidad para frutas de mesa.	14
Tabla II. Tamaño de las tunas en base a su peso y a su diámetro ecuatorial.	17
Tabla III. Cambios físicos y de composición de la fruta tuna (<i>Opuntia Amyclaea</i>) durante su maduración.	19
Tabla IV. Composición química de la pulpa de tuna.	19
Tabla V. Composición mineral de la pulpa de tuna (mg/100g)	20
Tabla VI. Producción de tuna en la provincia de Tarata-Región Tacna por año.	21
Tabla VII. Proyección de la producción de fruta tuna en la provincia de Tarata.	23
Tabla VIII. Producción de tuna proyectada al 2013, en la provincia de Tarata (en unidades/año).	23
Tabla IX. Costo de producción agrícola en el año 2010 de la fruta tuna en la provincia de Tarata.	25
Tabla X. Producción nacional de tuna por año (ton)	26
Tabla XI. Vías de comunicación entre centro de producción-lugar de comercialización.	30

Tabla XII. Resultado de análisis físico-químico de las muestras de agua del distrito de Sitajara.	31
Tabla XIII. Distrito de Sitajara y los límites permisibles bacteriológicos para agua potable de D.S. N° 031-2010-SA	32
Tabla XIV. Porcentaje de frutos dañados en diversos puntos de de la línea de manipulación de fruta.	38
Tabla XV. Tipos de clasificadores para frutas y hortalizas.	42
Tabla XVI. Capacidad de los clasificadores de rodillos en ton/h	46
Tabla XVII. Normas para principales tipos de cadenas.	53
Tabla XVIII. Selección del tipo de transportador.	62
Tabla XIX. Selección del tipo de cadena de rodillos.	63
Tabla XX. Designación de faja transportadora según el material de fabricación.	67
Tabla XXI. Matriz morfológica que muestra la variedad de caminos que se puede optar para lograr un diseño óptimo.	84
Tabla XXII. Matriz de decisiones.	86
Tabla XXIII. Factores de ponderación.	87
Tabla XXIV. Matriz de selección del singularizador.	89
Tabla XXV. Matriz de selección del transportador.	91
Tabla XXVI. Matriz de selección de la estructura de la máquina.	93
Tabla XXVII. Matriz de selección del mecanismo de volteo.	96

Tabla XXVIII. Coeficiente de fricción entre banda y cama (μ)	101
Tabla XXIX. Valores recomendados para de longitud de tambor accionador.	102
Tabla XXX. Cadenas de rodillos simple según Norma Americana ISO 606-1982 DIN 8187 y ANSI B-29-1	113
Tabla XXXI. Piñones con cubo para cadenas ASA 40	114
Tabla XXXII. Datos cinemáticos de la fruta durante el proceso de volteo.	132
Tabla XXXIII. Valores del contrapeso para mantener el mecanismo de volteo en equilibrio.	138
Tabla XXXIV. Carga permisible del rodillo de la cadena: $kN \{kf\}/rodillo$.	154
Tabla XXXV. Carga permisible en el accesorio de la cadena <i>Unidades:</i> $kN \{kf\}/accesorio$.	154
Tabla XXXVI. Factor de confiabilidad para fallas en materiales	175
Tabla XXXVII. Resumen con los diámetros convenientes.	180
Tabla XXXVIII. Fajas v estrechas tipo SP-	185
Tabla XXXIX. Diámetros mínimos de poleas a montar sobre motor eléctrico.	185
Tabla XL. Datos técnicos del perfil mk 2000	190
Tabla XLI. Análisis de peligros.	197
Tabla XLII. Implementación del plan HACCP.	198

Tabla XLIII. Dimensiones de la maquinaria requerida para el proceso de clasificación de fruta tuna.	201
Tabla XLIV. Método de Guerchet para obtener el área total de clasificación en m ²	202
Tabla XLV. Presupuesto resumen para la ejecución del proyecto.	205
Tabla XLVI. Costo de los componentes de la máquina clasificadora, sin incluir bastidor.	209
Tabla XLVII. Costo de la máquina seleccionadora sin incluir bastidor.	210
Tabla XLVIII. Costo del singularizador.	211
Tabla XLIX. Costo de las estructuras.	212
Tabla L. Inversión total estimada para implementar el proyecto.	219
Tabla LI. Cronograma de aportaciones y desembolsos.	226
Tabla LII. Mano de obra directa.	236
Tabla LV. Presupuesto de ingresos.	239
Tabla LVI. Costos de producción.	242
Tabla LVII. Presupuesto de mano de obra directa.	242
Tabla LVIII. Presupuesto de materia prima	243
Tabla LIX. Presupuesto de mano de obra indirecta.	243
Tabla LX. Presupuesto de gastos indirectos de fabricación.	244
Tabla LXI. Presupuesto de gastos de venta y distribución.	246
Tabla LXII. Presupuesto de gastos administrativos y generales.	246

Tabla LXIII. Presupuesto de gastos financieros.	247
Tabla LXIV. Presupuesto de depreciación total.	248
Tabla LXV. Depreciación de activos fijos.	250
Tabla LXVI. Amortización de intangibles	251
Tabla LXVII. Flujo de caja financiero (USD).	256
Tabla LXVIII. Costos fijos y costos variables (USD).	257
Tabla LXIX. Funciones de costos unitarios.	258
Tabla LXX. Análisis punto de equilibrio.	258
Tabla LXXI. Evaluación financiera en (USD).	260

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tunas de diversos colores.	20
Figura 2. Campos cultivables de tuna en Sitajara.	22
Figura 3. Curva que muestra la tendencia de producción de fruta tuna en la provincia de Tarata.	22
Figura 4. Producción de tunas en México.	27
Figura 5. Centro de acopio de tuna en el anexo de Challaguaya.	29
Figura 6. Diseño inadecuado de subsistemas.	38
Figura 7. Selección mediante banda transportadora.	40
Figura 8. Selección de frutas mediante rodillos transportadores.	41
Figura 9. Mecanismo de funcionamiento de los rodillos divergentes.	46
Figura 10. Clasificador de rodillos divergentes.	47
Figura 11. Diagrama de funcionamiento del clasificador.	48
Figura 12. Clasificadora 4 líneas.	49
Figura 13. Salida de la fruta.	50
Figura 14. Diábolos clasificadores.	52
Figura 15. Sistema óptico de eyección.	52
Figura 16. Accesorios RS para cadenas.	54
Figura 17. Cadena transportadora de precisión.	56
Figura 18. Una de las variantes de Top Chain.	57

Figura 19. Configuración del transportador de flujo libre.	58
Figura 20. Cadenas transportadoras de largo paso	60
Figura 21. Consideraciones de montaje para cadenas transportadoras.	64
Figura 22. Configuración de la guía usada para el proyecto.	65
Figura 23. Bandas de aramida con telas de cordones.	66
Figura 24. Cama de las cintas.	68
Figura 25. Motorreductores de 2 etapas.	69
Figura 26. Diagrama de flujo general de procesos de	70
Figura 27. Diagrama de procesos para la puesta en el mercado de tunas.	77
Figura 28. Clasificación manual de tunas.	78
Figura 29. Esquema general del sistema de clasificación de tunas.	98
Figura 30. Planteamiento del proceso	99
Figura 31. Posición de montaje del motorreductor	105
Figura 32. Especificaciones técnicas para solicitar motorreductores	107
Figura 33. Esquema general del mecanismo de	110
Figura 34. Instantes críticos durante el proceso de	116
Figura 35. Tensión que ocasiona la tuna en el singularizador.	117
Figura 36. Sistema de clasificación.	118
Figura 37. Mecanismo de volteo.	119
figura 38. Horquilla.	122

Figura 39. Charola porta tuna.	123
Figura 40. Brazo basculador.	125
Figura 41. Polín.	126
Figura 42. Perfil seleccionado para la guía.	127
Figura 43. Cinematismo de la fruta durante el proceso de volteo.	128
Figura 44. Diagrama de cuerpo libre durante	129
Figura 45. Velocidad en función de la posición.	133
Figura 46. Diagrama de cuerpo libre del mecanismo de volteo.	136
Figura 47. Cuatro tramos de descarga para recoger la tuna.	139
Figura 48. Disposición de las charolas sobre el transportador.	142
Figura 49. Slat conveyor.	143
Figura 50. Análisis de Tensiones en cadenas transportadoras con carga uniformemente distribuida.	149
Figura 51. Reacción en A debido al peso de la tuna.	151
Figura 52. Carga debido al mecanismo de volteo.	152
Figura 53. Especificaciones técnicas para solicitar motorreductores.	162
Figura 54. Distribución de los elementos en el eje conductor.	166
Figura 55. Distribución de torque en el eje conductor.	167
Figura 56. DCL de la polea acanalada A.	168
Figura 57. DCL de la rueda dentada C.	169
Figura 58. Diagrama de reacciones y fuerzas en cada elemento.	170

Figura 59. Diagrama de momentos flectores.	171
Figura 60. Procedimiento general de ensamble de un módulo estructural.	192
Figura 61. Procedimiento para la aplicación del sistema HACCP.	196
Figura 62. Organigrama del proyecto	233
Figura 63. Organigrama de la empresa	235

ABREVIATURAS

ASTM	Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (American Society of Testing and Materials)
AISC	Instituto Americano de la Construcción (American Institute of Steel Construction).
AWS	Sociedad Americana de Soldadura (American Welding Society)
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
C	Carbono
°C	Grados Celcius
ft/min.	Pie por minuto
HP	Caballos de potencia
h	Horas
IEC	Comisión Internacional Electrotécnico (International Electrotechnical Commissions).
kg	Kilogramos
kg/m ³	Kilogramos por metros cuicos
kg/h	Kilogramos por hora
kg/m	Kilogramos por metro
kW	Kilowatts
kN	Kilonewton
lb	Libras
lb-pulg	Libras-pulgadas
MPa	Mega Pascales
m	Metro
mm	Milímetros
m/min	Metros por minuto
m/s	Metros por segundo
m ²	Metros cuadrados
N	Newton
N/m	Newton por metro
N-m	Newton-metro
rev/min	Revoluciones por minuto
pulg	Pulgadas
SAE	Sociedad Americana de Ingenieros (American Society of Engineers)
ton/h	Toneladas por hora
UNS	Sistema Unificado de Numeración (Unified Numbering System)

SIMBOLOGÍA

a	Paso entre las charolas.
B	Ancho de la correa transportadora.
b	Ancho efectivo de la correa transportadora.
C	Torque transmitido al eje conductor por el motor.
C_m	Par nominal desarrollado por el motor.
C_p	Tensión en la cadena transportadora.
D	Diámetro
D_P	Diámetro primitivo.
E	Módulo de elasticidad.
E_M	Energía mecánica.
E_P	Energía potencial.
E_c	Energía cinética.
E_U	Carga de rotura.
FS	Factor de seguridad.
F_u	Esfuerzo tangencial neto en la banda transportadora.
f	Deflexión máxima de viga.
f_s	Factor de servicio de las máquinas.
f_z	Factor de servicio de los motorreductores.
g	Aceleración de la gravedad.
I_x	Momento de inercia.
K_t	Coefficiente por concentración de tensiones.
K_s	Factor por tiempo de operación.
L	Longitud de la correa.
L_t	Longitud tambores conductor y de retorno.
L_c	Distancia entre centros.
M	Momento de flexión.
m	Masa.
Q	Flujo de material.
q	Carga distribuida.
q_b	Peso del material sobre la banda transportadora.
q_c	Peso total del material a transportar apoyado sobre la cadena transportadora.
q_{correa}	Peso de la correa.
N	Fuerza normal.
N_e	Potencia transmisible por el reductor.
N_m	Potencia nominal del motor de mando.
N_s	Potencia absorbida por la máquina.
n	Frecuencia.

P	Potencia.
p	Paso de la cadena.
r	Radio.
R	Vector de posición.
S'_n	Resistencia por durabilidad modificada.
S_u	Resistencia a la tracción.
S_y	Resistencia al punto cedente.
T_{sing}	Tensión debido al singularizador.
v	Volumen.
W	Peso debido a la cadena y demás accesorios.
w	Trabajo efectuado por una fuerza.
X	Longitud de cadena en N° de pasos
Z	Número de dientes de rueda dentada.
γ	Peso específico.
η_R	Eficiencia del reductor.
η_m	Eficiencia del motor.
τ_d	Esfuerzo de corte.
μ	Coeficiente de rozamiento entre la cama y la banda.

RESUMEN

En el capítulo II, se efectúa una descripción general del proyecto, descripción del problema, objetivos, ubicación, clima, antecedentes, normas etc.

El capítulo III, contiene el estudio de mercado, donde se constata la producción de fruta tuna en la región, de esta manera se pudo determinar la ubicación de la planta de clasificación de tunas así como finalmente se convierte en una herramienta para el análisis de pre-factibilidad del proyecto.

En el capítulo IV, se describe las características generales de productos comerciales relacionados a maquinarias para procesos de manipuleo de frutas.

En el capítulo V, se evalúa las opciones de constitución de los diferentes sistemas, tomando en cuenta una serie de requerimientos a satisfacer, identificando necesidades, dando alternativas de solución y finalmente seleccionando el sistema más óptimo.

Mientras que en el capítulo VI, se diseña y selecciona los componentes de la máquina clasificadora de fruta tuna, y se determina las características de la planta de procesos, para economizar los costos de inversión, algunos de los componentes son importados y otros fabricados.

El aspecto de las inversiones totales para poder implementar una planta de clasificación de tuna, el estimado de la inversión fija tangible, inversión fija intangible y el capital de trabajo, son tratados en el capítulo VII.

En el capítulo VIII, se sugiere el tipo de financiamiento y la entidad que lo otorgue, estimando el financiamiento en un 70 %.

El capítulo IX, trata sobre la organización de la planta, estimando el número del personal en 12.

De otro lado, en el capítulo X, se calcula el presupuesto de egresos e ingresos con la finalidad de realizar el flujo de caja y finalmente en el capítulo XI, se evalúa financieramente el proyecto, usando indicadores como el VANF, TIRF, PR, que determina la pre-factibilidad del proyecto.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La primera mitad del siglo XX, produjo un número casi increíble de avances en ingeniería, al punto que hoy, tiene una perspectiva innovadora, cambiante, creativa, competitiva, que oferta sus productos o descubrimientos a distintos tipos de sectores de la industria nacional e internacional. La agroindustria, es un sector muy importante de la economía mundial, los diferentes países, mediante sus empresas trasnacionales están siempre vigilantes por mantenerse a la vanguardia de sus competidores, ofertando productos agrícolas de buena calidad a precios competitivos.

La clasificación de fruta, es un proceso que actualmente se viene ejecutando de manera automatizada, mayormente en lugares donde es posible acceder a esta tecnología, lo cual es relativamente caro (para países en vía de desarrollo). Es importante añadir, que la fruta se clasifica esencialmente de dos maneras, por peso y por tamaño, existiendo una variedad de métodos, pero mayoritariamente destinados a la clasificación de fruta esférica.

Para el diseño, fabricación y montaje de las máquinas se siguen recomendaciones, procedimientos y normas establecidas por diferentes instituciones. Se detallan, todos los cálculos realizados para el diseño de cada una de las partes de la máquina clasificadora de fruta tuna, haciendo referencia a manuales y catálogos de compañías extranjeras que producen los implementos y accesorios, de esta manera, se pretende que este trabajo sirva también de consulta para proyectos afines al proceso de manipuleo industrial de frutas.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

El problema que se pretende solucionar con el desarrollo del presente estudio, es minimizar la falta de maquinaria destinada al proceso de clasificación de fruta tuna en el sector andino, específicamente agrario-frutal y que ofrezca a los consumidores de la región un producto de calidad, buen precio y excelente presentación.

En este orden de ideas y vista la necesidad de racionalizar y tecnificar las actividades para optimizar resultados y obtener beneficios, se plantea el proyecto de Diseño de una Clasificadora de Tunas por peso específico, para su instalación en el distrito andino de Sitajara, dirigido a contribuir en el mejoramiento del rendimiento y aprovechamiento de las labores agroindustriales en la región, brindar productos de excelente calidad a la población, además de posibilitar el cumplimiento de las normas legales y técnicas vigentes para el

desarrollo y comercialización de los productos derivados de esta actividad.

2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿Qué viabilidad puede tener la implementación de maquinaria para clasificación de fruta tuna en el distrito de Sitajara?

¿Cuáles son los resultados esperados a mediano y largo plazo?

¿Qué características especiales y especificaciones deberá tener la maquinaria para manipulación de frutas por su ubicación en una zona alto andina y rural?

2.3 OBJETIVOS.

2.3.1 Objetivos generales

- Diseñar una máquina clasificadora de tunas, para un proceso de producción en línea, con una capacidad máxima de 8000 unidades/h de fruta tuna, para su

posterior implementación en el distrito andino de Sitajara, de la región Tacna.

- Bajar los costos de operación durante el proceso de clasificación de tunas.
- Seleccionar técnica y económicamente los componentes y materiales adecuados.
- Brindar al consumidor un producto atractivo y de calidad.

2.3.2 Objetivos específicos.

- Las máquinas diseñadas deben procesar la fruta de tal manera, que el contacto entre la máquina y la fruta debe ocurrir sin abrasiones ni choques fuertes, especialmente en los denominados puntos críticos como ser: puntos de transferencia y volcadores, que ocasionan intensidades de carga no deseados sobre la fruta.
- Diseñar la maquinaria de tal manera, que mejore la ergonomía de los obreros en la planta clasificadora de tunas.
- La máquina debe tener buen acabado superficial.

2.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

2.4.1 Justificación teórica.

El autor se interesa en el presente proyecto, a raíz de su intención de colaborar en equiparar el gran desarrollo agroindustrial que se viene dando en la zona norte del país, que paradójicamente está dejando relegado a la frontera del sur, y movido por el interés en la asignatura de Diseño de Máquinas I y II, pertenecientes al noveno y décimo ciclo del plan de estudios de Ingeniería Mecánica.

2.4.2 Justificación práctica.

En la actualidad, el distrito de Sitajara, no cuenta con una tecnología agro-industrial, pese a ser una población netamente agrícola.

La meta de este proyecto, es dotar paulatinamente de maquinaria para manipulación de frutas a los productores agrícolas, acorde con la tecnología actual, implementar un proceso de clasificación de frutas, tomando énfasis en el diseño de un nuevo tipo de clasificador de frutas por peso

específico y en términos genéricos; mejorar la ergonomía laboral de los operarios y mejorar los tiempos de operación.

2.4.3 Justificación social.

El montaje de maquinaria para manipulación de frutas en el distrito de Sitajara, se justifica socialmente por el beneficio que traerá a la región mediante la generación de empleos directos e indirectos.

Se desea con este proyecto estimular la vocación industrial y emprendedora del distrito.

2.4.4 Justificación económica.

La aplicación de estándares internacionales de diseño y la aplicación de normas internacionales relacionados con procesamiento de productos alimenticios, permitirá competir en mercados regionales e internacionales.

De otro lado, la ejecución del presente proyecto promoverá la generación de negocios y actividades económicas con los productores agrícolas de la región.

2.5 MARCO CONTEXTUAL.

2.5.1 Ubicación geográfica.

DEPARTAMENTO	:	Tacna
PROVINCIA	:	Tarata
DISTRITO	:	Sitajara
LOCALIDAD	:	Sitajara

El distrito de Sitajara, está situado a 3150 msnm.

2.5.2 Acceso a la zona.

El distrito de Sitajara, está conectado a la red vial Tacna-Tarata- Candarave, mediante una carretera semi-afirmada amplia para el transporte vehicular masivo.

A unos 35 km, de la carretera central Tarata-Candarave, existe la quebrada de Quilcata, desde donde se desvía una

trocha carrozable¹ de aproximadamente 3 km para llegar al distrito de Sitajara, además la trocha continúa hasta el distrito de Susapaya.

La vía que une al distrito tiene los siguientes tiempos:

○ Tacna – Tarata	95 km	2,00 h
○ Tarata – desvío quebrada Quilcata	35 km	1,30 h
○ Desvío Quilcata – Sitajara	03 km	0,10 h

Existe transporte vehicular en forma diaria y constante tanto servicio público y servicio particular.

2.5.3 Características climatológicas.

El distrito de Sitajara, tiene tres periodos estacionales: el primero es el de lluvias que comprende los meses de enero y febrero, el segundo es el de frío abarca desde marzo hasta julio, el tercero es el caluroso que incluye los meses de agosto hasta diciembre. La temperatura máxima que se alcanza, en el periodo caluroso es de 300 K (27 °C) y la

¹ Camino destinado al tránsito de vehículos, término solo aplicable en Perú y Ecuador

mínima que se alcanza, en una noche fría de junio es de - 278 K (-5 °C).

2.6 ANTECEDENTES.

2.6.1 Descripción actual del proceso de clasificación de tunas en la zona.

En la zona andina de la región de Tacna, se encuentran las zonas más productivas de tuna de la macro región Tacna, en los distritos de Sitajara, Susapaya y el centro poblado rural de Challaguaya. Los productores dedican el 100 % de su producción al mercado regional. Debido a que existe un gran potencial para convertir el sector agrario en una fuente de riqueza y desarrollo, se pretende implementar el rubro de post cosecha de tunas con maquinaria semiautomática en el sistema de clasificación de fruta lo que conllevará a satisfacer los requerimientos de los consumidores, la ampliación del radio de llegada al consumidor, con lo que evidentemente se logrará una mayor cotización del producto.

En las zonas en mención, los procesos de post-cosecha no son los más adecuados para alcanzar una competitividad en este mundo globalizado y además se tiene una amenaza económica que es la entrada en vigencia de numerosos TLC² firmados con nuestros similares de otros continentes y del nuestro también.

Actualmente, el proceso de selección y clasificación se desarrolla en forma manual, aglutinando el producto en un manto para luego seleccionarlo, confiando en la buena destreza y capacidad del operario, que usa el tacto y la vista como única herramienta de trabajo, posteriormente, lo depositan en una caja de madera, sin tener la mínima ayuda de maquinaria para este proceso, claro ejemplo de la crítica situación actual de los productores de esta zona.

² Tratado internacional de libre comercio.

2.6.2 Métodos actuales de selección y clasificación de fruta en el mercado internacional.

Las compañías relacionadas a este tema, sólo han incidido su investigación en productos esféricos, que tienen una regularidad en su geometría, que son clasificados por su tamaño, actualmente existen máquinas clasificadoras electrónicas por peso, pero tienen una alta barrera de adquisición para los productores de esta zona, ya sea por la tecnología relacionada al equipo y software que usan, así como a su alto costo.

2.7 ESPECIFICACIONES NORMATIVAS EXISTENTES.

Se presenta a continuación las normas aplicadas al diseño de máquinas, materiales y normas relacionadas con productos alimentarios:

2.7.1 Normas aplicadas al diseño de elementos de máquinas y materiales industriales.

- AISI: Instituto Americano del Hierro y El Acero (*American Iron and Steel Institute*).

- AISC: Instituto Americano de la Construcción (*American Institute of Steel Construction*).
- ANSI: Instituto Estadounidense de Estándares Nacionales (*American National Standards Institute*), estándar para la fabricación de flechas o ejes.
- AWS: Sociedad Americana de Soldadura (*American Welding Society*)
- DIN EN 4017: Tornillos tuercas y arandelas.
- DIN EN 573-3: Propiedades de Aluminios Austeníticos.
- IEC: Comisión Internacional Electrotécnico (*International Electrotechnical Commissions*).
- SAE: Sociedad Americana de Ingenieros (*American Society of Engineers*), estándar para fabricar flechas o ejes.

2.7.2 Normas aplicadas a la comercialización de productos alimenticios.

- UNE 34-117-81, ISO 874: Normativa de muestreo de frutas y verduras frescas. Cada categoría de fruta tiene unas tolerancias admisibles en cuanto a calidad (Tabla I) y calibre.

- CODEX Stan 186 - 1993 para la fruta “Tuna”.
- Resolución Ministerial N° 461-2007/MINSA: Guía técnica para el análisis microbiológico de superficies en contacto con alimentos y bebidas.

Tabla I. Tolerancias de calidad para frutas de mesa.

<i>Categoría</i>	<i>Tolerancias admisibles</i>
<i>Extra</i>	Un 5 % en número o en peso de frutos que correspondan a las características de la categoría, pero que se ajusten a las de la categoría I o, excepcionalmente, a las admitidas en las tolerancias de dicha categoría.
<i>I</i>	Un 10 % en número o en peso de frutos que no correspondan a la características de la categoría, pero que se ajusten a la categoría II o, excepcionalmente, a las admitidas en las tolerancias de dicha categoría.
<i>II y III</i>	Un 10 % en número o en peso de frutos que no correspondan a la características de la categoría ni a las características mínimas, con exclusión de los frutos afectados visiblemente de podredumbre o que presentes magulladuras pronunciadas o cualquier otra alteración que las haga impropias para el consumo. De acuerdo con las tolerancias de las categorías II y III puede admitirse un 2 % como máximo, en número de peso de frutos agusanados o que presenten los defectos siguientes: ataques importantes de acolchado o vidriado, ligeras lesiones o heridas sin cicatrizar, señales muy ligeras de podredumbre

Fuente: Organización común de mercado europeo en el sector de frutas frescas y hortalizas.

CAPÍTULO III

ESTUDIO DE MERCADO

3.1 CARACTERÍSTICAS DE LA TUNA.

Los nopales son plantas arbustivas, rastreras o erectas que pueden alcanzar de 3,5 a 5 m de altura. El sistema radical es muy extenso, los tallos suculentos y articulados o cladodios, comúnmente llamados pencas, presentan forma de raqueta ovoide alcanzando de 60 a 70 cm de longitud.

Los tallos se lignifican con el tiempo y pueden llegar a formarse en verdaderos tallos leñosos.

Las flores son sésiles, hermafroditas y solitarias, se desarrollan normalmente en el borde superior de las pencas. Su color es variable: rojas, blancas amarillas entre otras. En la mayor parte del mundo, florece una vez al año; sin embargo, bajo ciertas condiciones ambientales se presenta una segunda floración en marzo, que da origen a la llamada fruta invernal.

El fruto, es una falsa baya con ovario ínfero simple y carnosos. La forma y tamaño de los frutos es variable. Existen ovoides, redondos, elípticos, y oblongos, con los extremos aplanados, cóncavos o convexos. Los colores son diversos: hay frutos rojos, anaranjados, púrpuras amarillos y verdes con pulpas también de los mismos colores. La epidermis de los frutos es similar al de la penca.

La cáscara del fruto difiere mucho en grosor, siendo también variable la cantidad de pulpa, esta última presenta numerosas semillas, que se consume junto con la pulpa comestible.

Crece desde el nivel del mar hasta los 3 300 msnm. Se desarrolla mejor a 700-2 500 msnm.

3.1.1 Parámetros de calidad.

La calidad de la fruta en el mercado internacional está dada en función del peso, la uniformidad del color de la cáscara, el porcentaje de pulpa, el contenido de azúcares y la proporción de semillas.

Peso y tamaño.

El tamaño de la tuna de acuerdo a su clasificación se determina por el peso o por el diámetro ecuatorial del fruto utilizando las normas **CODEX Stan 186 - 1993 para la “tuna”**, se excluyen las que no correspondan a los tamaños mínimos establecidos. El tamaño mínimo en base a su peso, en todos los grados y tipos comerciales es de 90 g.

Tabla II. Tamaño de las tunas en base a su peso y a su diámetro ecuatorial.

Código de tamaño	Peso (g)	Intervalo del diámetro ecuatorial (cm)	Diámetro ecuatorial promedio (cm)
A	90-105	menor de 3,50	
B	105-140	3,50-4,00	3,75
C	140-190	4,10-4,90	4,50
D	190-270	5,00-5,90	5,45
E	mayor-270	6,00-7,00	6,50

Fuente: FAO-OMS. 1991. Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias, comité de Codex sobre frutas y hortalizas tropicales frescas. Tercera Reunión. Anteproyecto de Norma Mundial del Codex para la tuna. México, D. F.

Porcentaje de semilla y grosor de la cáscara.

Porcentaje de pulpa: 60-75% del peso del fruto.

Porcentaje de semillas: Aproximadamente de 2-10%.

Sólidos solubles totales.

Entre 13 y 15 %.

3.1.2 Composición de los frutos en diversos estados fisiológicos.

Los contenidos de azúcares (SST) y vitamina C, aumentan considerablemente durante el proceso de maduración, mientras que la firmeza y acidez se reducen. Los cambios observados para la fruta *Opuntia Amyclaea*, son similares a los observados para frutos de otras especies de *Opuntia*.

Tabla III. Cambios físicos y de composición de la fruta tuna (*Opuntia Amyclaea*) durante su maduración.

Estado de maduración	Profundidad receptáculo floral	Pulpa (%)	Firmeza (kg/cm ²)	SST (%)	Acidez (%)	PH	Vitamina C (mg/100g)
Inmaduro	7,2	44	4,6	7,5	0,08	5,2	12
Verde sazón	3,5	57	3,7	8,8	0,04	6,1	18
Intermedio	1,9	63	2,7	10,1	0,03	6,2	18
Maduro	1,4	65	2,4	11,5	0,03	6,3	26
Sobremaduro	1,0	75	2,2	12,5	0,02	6,4	28

Fuente: Montiel- Rodriguez, 1986 citado por Cantwell (1999).

En la Tabla IV, se presenta la composición química de la parte comestible de los frutos provenientes de plantas cultivadas en varias regiones del mundo como Arabia Saudita, Argentina, Chile y México.

Tabla IV. Composición química de la pulpa de tuna.

Parámetros	1	2	3	4	5
Humedad	85,1	91	85,6	83,8	84,2
Proteínas	0,8	0,6	0,21	0,82	0,99
Grasa	0,7	0,1	0,12	0,09	0,24
Fibra	0,1	0,2	0,02	0,23	3,16
Ceniza	0,4	-	0,44	0,44	0,51
Azúcar total	-	8,1	12,8	14,06	10,27
Vitamina C (mg/100g)	25	22,0	22,0	20,33	22,56
β-caroteno (mg/100g)	-	-	trazas	0,53	-

Fuente: (1)Askar y El-Samahy (1981); (2)Muñoz de Chávez (1995); (3)Sawaya (1983); (4)Sepúlveda y Sáenz (1990); (5)Rodriguez (1996).

En la Tabla V, se presenta la composición mineral de la tuna cultivada en diferentes países, se consideró tunas de colores (*Opuntia* spp), verde, púrpura y anaranjada, con pulpa de los mismos colores (Figura 1).

Tabla V. Composición mineral de la pulpa de tuna (mg/100g)

Mineral	1	2	3	4	5
Ca	24,4	49	27,6	12,8	-
Mg	98,4	85	27,7	16,1	-
Fe	-	2,6	1,5	0,4	-
Na	1,1	5	0,8	0,6	1,64
K	90	220	161	217	78,72
P	28,2 (PO ₄)	-	15,4	32,8	-

Fuente: (1)Askar y El-Samahy (1981); (2)Muñoz de Chávez (1 95); (3)Sawaya (1983); (4)Sepúlveda y Sáenz (1990); (5)Rodriguez (1996).



Figura 1. Tunas de diversos colores.

Fuente: Recolección propia.

3.2 MERCADO LOCAL.

3.2.1 Oferta.

La producción de tuna en el año 2010, en la provincia de Tarata, fue de 950 toneladas, existe una elevación muy significativa desde el año 2003 a la fecha, esto se debe principalmente a que en los periodos 1995-2003, se intentó cambiar la producción de fruto natural por cochinilla, que no dio buenos resultados debido a que ésta, es una plaga para la tuna llegando al extremo de matar a la planta, motivo por el cual, los agricultores decidieron optar por el retorno al cultivo tradicional.

Tabla VI. Producción de tuna en la provincia de Tarata-Región Tacna por año.

Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Producción (ton)	450	400	450	710	700	750	870	860	870	920	950

Fuente: Elaboración propia



Figura 2. Campos cultivables de tuna en Sitajara.

Fuente: Recolección propia.

Utilizando la metodología de los mínimos cuadrados; la proyección de producción de fruta tuna es la siguiente:

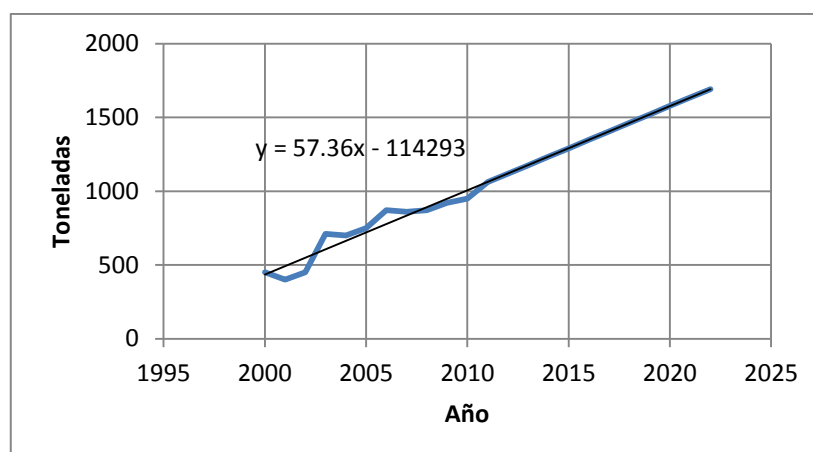


Figura 3. Curva que muestra la tendencia de producción de fruta tuna en la provincia de Tarata.

Fuente: Elaboración propia

Tabla VII. Proyección de la producción de fruta tuna en la provincia de Tarata.

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Producción (ton)	950	1 061	1 118	1 176	1 233	1 290	1 348	1 405	1 463	1 520	1 577	1 635	1 692

Fuente: Elaboración propia

Tabla VIII. Producción de tuna proyectada al 2013, en la provincia de Tarata (en unidades/año).

Calidad	Peso promedio de una tuna (g)	Producción (ton/año)	Porcentaje	Producción (und/año)
Extra (D)	230	117,6	10%	511,304
Primera (C)	165	411,6	35%	2 494,545
Segunda (B)	122,5	470,4	40%	3 840,000
Tercera (A)	97,5	176,4	15%	1 809,231
Total		1176	100%	8 655,081

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2 Demanda.

La demanda de tuna, está relacionada con la oferta y la calidad de la fruta que se cosecha cada año. La variedad más requerida por el consumidor es la tuna verde con un 95 % de preferencia.

Como no existen datos históricos, sobre la demanda de la fruta tuna se hizo la siguiente encuesta en la ciudad de Tacna:

A la pregunta, ¿conoce o sabe qué es la fruta tuna? el 95 % de los encuestados respondieron que sí, el 5% restante no conocía.

A la pregunta, ¿Tiene preferencia por la fruta tuna? el 54 % de los encuestados tienen una marcada preferencia por la fruta tuna y el restante 46 % le da igual o no le agrada.

La fruta tuna, tiene una considerable preferencia por parte de los pobladores del departamento de Tacna, el 100 % de la producción en la provincia de Tarata es destinada a la venta como fruta fresca en la ciudad de Tacna y cantidades poco significativas son destinadas a los departamentos de Arequipa (ciudad de Arequipa), Puno (Ilave) y Moquegua (Ilo).

3.2.3 Precio.

Un dato muy importante, a tomar para la comercialización del producto es, que ésta se da en función a unidades de tuna, dándole importancia al tamaño. El precio de la fruta tuna, está relacionado con el volumen de producción, los menores precios se registran entre diciembre

y marzo, cuando existe mayor cosecha. La época de precios altos es entre junio y septiembre. Los frutos que predominan son de primera y segunda clase, para fines del proyecto no hay variación de costos en el proceso de clasificar una tuna grande o una pequeña.

Tabla IX. Costo de producción agrícola en el año 2010 de la fruta tuna en la provincia de Tarata.

Calidad	Costo S/.	Producción
Extra (D)	0,25	10 %
Primera (C)	0,2	35 %
Segunda (B)	0,15	40 %
Tercera (A)	0,1	15 %

Fuente: Elaboración propia.

3.3 MERCADO NACIONAL.

Dieciséis departamentos del Perú tienen campos de cultivo de tuna, los de mayor producción son: Ayacucho (20,25 %), Huancavelica (14,65 %), Arequipa (14,84 %), Lima (14,02 %) y Apurímac (8,25 %); con excepción de Lima y Ayacucho, que venden en el mercado limeño y marginalmente al exterior, la mayoría produce para el consumo regional.

Tabla X. Producción nacional de tuna por año (ton)

Año	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Producción (ton)	53,04	69,48	63,09	79,61	67,87	64,89	63,71	62,67	64,41

Fuente: Direcciones regionales y subregionales de agricultura. Elaboración: Ministerio de Agricultura- Dirección General de Información Agraria.

3.4 MERCADO MUNDIAL.

Entre los países que están desarrollando el cultivo de tuna destacan: México, Chile, Argentina, Bolivia, Perú, Colombia, Estados Unidos, Sudáfrica, Marruecos, Argelia, Túnez, Egipto, Jordania, Pakistán, Israel, Grecia, Italia, España y Portugal. Para el comercio internacional producen: México, Italia, Sudáfrica, Chile, Israel y Estados Unidos, a través de 75 000 ha de cultivos, aproximadamente. Cuatro países suman el 97,3 % de la producción mundial de tuna: México (79,4 %); Italia (12,2 %), Sudáfrica (3,7 %) y Chile (2 %). México cuenta con la mayor producción del planeta, con 72 500 ha, dedicadas a las tunas y 10 500 a los nopalitos.



Figura 4. Producción de tunas en México.

Fuente: Boletín bimestral de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso Biodiversidad. México, número 68, septiembre – octubre, 2006.

3.5 UBICACIÓN DE LA PLANTA.

La ubicación donde se instalará la planta industrial, es un punto importante a tener en cuenta, para ello se contará en primer término con el grado de dificultad de acceso a los campos cultivados de fruta tuna, con la cercanía y la calidad de los caminos de acceso a los mercados a los que se quiere llegar, la disponibilidad de mano de obra calificada, etc.

3.5.1 Factores de localización.

Los factores que más influencia tienen en la localización son los siguientes:

- Suministro de fruta tuna.
- Mercado y transporte.
- Energía eléctrica.
- Mano de obra.
- Disposición de servicios.
- Agua.

Suministro de materia prima.

Una de las primeras condiciones, para poder instalar una planta clasificadora de fruta tuna, es poder contar con el suministro de materia prima necesario. El distrito de Sitajara y sus poblados colindantes, Susapaya y el anexo de Challaguaya, cuentan con el piso ecológico apto para el cultivo de la tuna, se observa incrementos de producción según la proyección realizada hasta el año 2022 (Tabla VII), en la actualidad, la totalidad de la tuna, producida en la provincia de Tarata, es destinada para el consumo como fruta fresca en el medio regional.



Figura 5. Centro de acopio de tuna en el anexo de Challaguaya.

Fuente: Recolección propia.

De acuerdo a la información del Ministerio de Agricultura, la superficie cultivada a nivel nacional es la siguiente: Huancavelica tiene el 13,7 % de superficie cultivada a nivel nacional, Lima con 9 %, Arequipa con 18,4 %, Ayacucho con 21,3%, Apurímac con 10,1%, y Cuzco con un 7,5%.

El porcentaje restante del 19,2 % se encuentra principalmente distribuido en la sierra y costa del territorio nacional.

Mercado y transporte.

Por su ubicación geográfica, antecedentes y cercanía a las ciudades de Tacna y Arequipa, la distribución y

comercialización de tuna fresca se realizará en estas ciudades.

Tabla XI. Vías de comunicación entre centro de producción-lugar de comercialización.

Localidad	Tipo de vía	Tiempo de viaje (h)
Sitajara-Tarata	Carretera interprovincial vía afirmada	1,50
Tarata-Tacna	Carretera interprovincial vía asfaltada	2,00
Tacna-Arequipa	Panamericana sur vía asfaltada	8,00

Fuente: Elaboración propia.

Energía eléctrica.

La factibilidad del suministro de energía y fijación del punto de alimentación para la electrificación será otorgada por ElectroSur S.A. Características de la red secundaria:

- Tensión nominal del sistema: 380/220 V
- Frecuencia: 60 Hz
- Sistema adoptado: Aéreo
- Tipo de distribución: Trifásico/monofásico

Agua.

Entre los servicios más importantes para el procesamiento de alimentos, se encuentra la disponibilidad del agua, el líquido elemento se requiere para diversos fines como: mantener la higiene de la planta, lavado de algunos insumos, la limpieza de los operarios.

Tabla XII. Resultado de análisis físico-químico de las muestras de agua del distrito de Sitajara.

Parámetro	Cantidades permisibles (mg/l)	R.S 17.02.46 (mg/l)	OMS (mg/l)
Boro	0,130		0,5
Arsénico	0,013	0,1	0,01
Cadmio	<0,010	-	0,003
Cobre	<0,005	3	2
Cromo	<0,050	-	0,05
Hierro	<0,038	0,3*	0,3
Manganeso	<0,025	0,2*	0,4
Plomo	<0,025	0,1	0,01
Zinc	<0,038	15	0,3

Fuente: Informe de ensayo N° 0257 del laboratorio de control ambiental de la DIGESA.

*Fe y Mn en conjunto no deben pasar 0,5mg/l

Tabla XIII. Distrito de Sitajara y los límites permisibles bacteriológicos para agua potable de D.S. N° 031-2010-SA

Parámetro	Unidades	D.S. N° 031-2010-AS Límite máximo permisible	Código de muestra 878-AP	Código de muestra 879-AP	Código de muestra 880-AP	Código de muestra 881-AP
coliformes totales	UCF/100ml	0 UCF/100ml (<1,8 NMP/100ml)	<1	<1	<1	<1
Coliformes termotolerantes	UCF/100ml	0 UCF/100ml (<1,8 NMP/100ml)	<1	<1	<1	<1
Bacterias Heterótrofas	UCF/100ml	500 UCF/ml	<1	<1	<1	<1
Cloro residual libre	UCF/ml	≥0,5	-	-	-	-

Fuente: Informe N° 743-200-PVICA-ESBHAZ-DESADRRS.T/GOB.REG. TACNA.

NOTAS:

<1,8 y <1 = ausencia

UFC: Unidades formadoras de colonias.

NMP: Número más probable

Los valores en negrita sobrepasan los valores permisibles

Mano de obra.

Si bien, el suministro de fruta tuna ha sido mencionado como uno de los factores más importantes para la localización de la planta, el factor humano es también importante, no será difícil capacitar personal de la misma zona para la operación en planta, debido a que la población del distrito de Sitajara, es experta en el manipuleo y la selección de tunas.

3.5.2 Localización definitiva.

La localización de la planta de clasificación de fruta tuna en el distrito de Sitajara, se debe principalmente a que se podrá obtener la fruta en su estado más natural, sin pasar por intermediarios, que, por el tiempo de comercialización podrían generar deficiencias en la calidad del producto.

Otro factor importante, en la localización de la planta en Sitajara, es que, colinda con el distrito de Susapaya y el anexo de Challaguaya que son los únicos productores en un porcentaje significativo de tuna en la zona.

3.6 CAPACIDAD ESTIMADA DE LA PLANTA.

3.6.1 Relación capacidad mercado.

En la Tabla VIII, se observa la producción de fruta tuna en la provincia de Tarata, también en el apartado 3.2.2, se analizó lo referente al estudio de la demanda (encuestas sobre consumo de fruta tuna), por lo que se deduce, que ésta será mayor que la producción. Para el año 2013, se proyecta

una producción de 1 176 toneladas de fruta, fecha de inicio de operaciones de la planta.

3.6.2 Relación capacidad punto de equilibrio.

Es aquel volumen de producción donde los ingresos percibidos equiparan a los costos incurridos, asumiendo que todo lo que se produce es vendido, tal como se detalla en el capítulo X del presente estudio, el punto de equilibrio para el primer año es de 3 422 355 unidades de fruta tuna en el primer año y en el último año 2 250 755 unidades.

3.6.3 Relación capacidad-recursos productivos.

Está dada por la disponibilidad de los recursos necesarios para la producción de los productos a procesar. Dentro de los recursos mencionados están comprendidos: la materia prima, los insumos, mano de obra calificada y no calificada, la energía eléctrica y el agua.

Tal como se concluyó en el ítem 3.5.1, la mano de obra, energía eléctrica y el agua no son impedimento para el

estudio, donde hay restricciones es en el suministro de fruta tuna. La producción proyectada para el año 2013, será de 8 655 081 unidades (Tabla VIII), conservadoramente se espera acopiar el 57 % de la fruta tuna en la provincia de Tarata, la capacidad de la planta asciende a 4 608 000 unidades/año.

3.6.4 Selección de la capacidad de producción de la planta.

- El diseño de la máquina clasificadora de tunas así como el de las máquinas complementarias tienen capacidades lo suficientemente aceptables para poner en marcha el proceso de clasificado de fruta tuna.
- El volumen de producción donde los ingresos percibidos igualan a los costos incurridos, son 3 422 355 unidades de fruta tuna en el primer año y en el último año 2 250 755 unidades.
- La disponibilidad de recursos productivos, específicamente el acopio de la fruta tuna limita la capacidad de la planta clasificadora a 4 608 000 unidades/año.

CAPÍTULO IV

MARCO TEÓRICO

4.1 LÍNEAS DE MANIPULACIÓN COMERCIALES DE FRUTAS.

Las líneas de manipulación comercial, son uno de los puntos de la cadena comercial (recolección-confección-transporte-venta) donde la fruta recibe daños mecánicos de diferentes características. Es por tanto, muy importante disponer de líneas de manipulación en buen estado, que no produzcan daños a la fruta.

Las líneas de manipulación están formadas por un conjunto de máquinas con funciones específicas (volcado, lavado, aplicación de tratamientos, eliminación de frutos defectuosos, calibrado, envasado, etiquetado, etc.), unidas entre sí por elementos de enlace (cintas transportadoras, transportadores de rodillos, elevadores, etc.). Las características de estas máquinas varían en función de la especie frutal a procesar, existiendo elementos comunes a cualquier línea de clasificación como el volcado, eliminación de frutos defectuosos, calibrado y envasado. Durante su recorrido por los diferentes

elementos de la línea, la fruta recibe cargas mecánicas que derivan en cortes y magulladuras. Los problemas de diseño se centran en la elección de máquinas inadecuadas (volcadores inadecuados, sistemas de envasado inadecuados, etc.) y en el mal diseño de puntos de transferencia (alturas de caída elevadas, presencia de elementos duros en las zonas de impacto de la fruta (Figura 6). En estos casos las soluciones son diversas y pasan desde el cambio de la máquina (solución muy costosa dado el elevado precio de máquinas clasificadoras de fruta) a modificaciones de los diseños y a la introducción de sistemas que reduzcan la intensidad del impacto (sistemas desaceleradores y materiales amortiguadores).

Diferentes autores, han analizado los daños en las líneas de manipulación mediante el uso de muestreos de producto. Los datos quedan reflejados en la Tabla XIV.

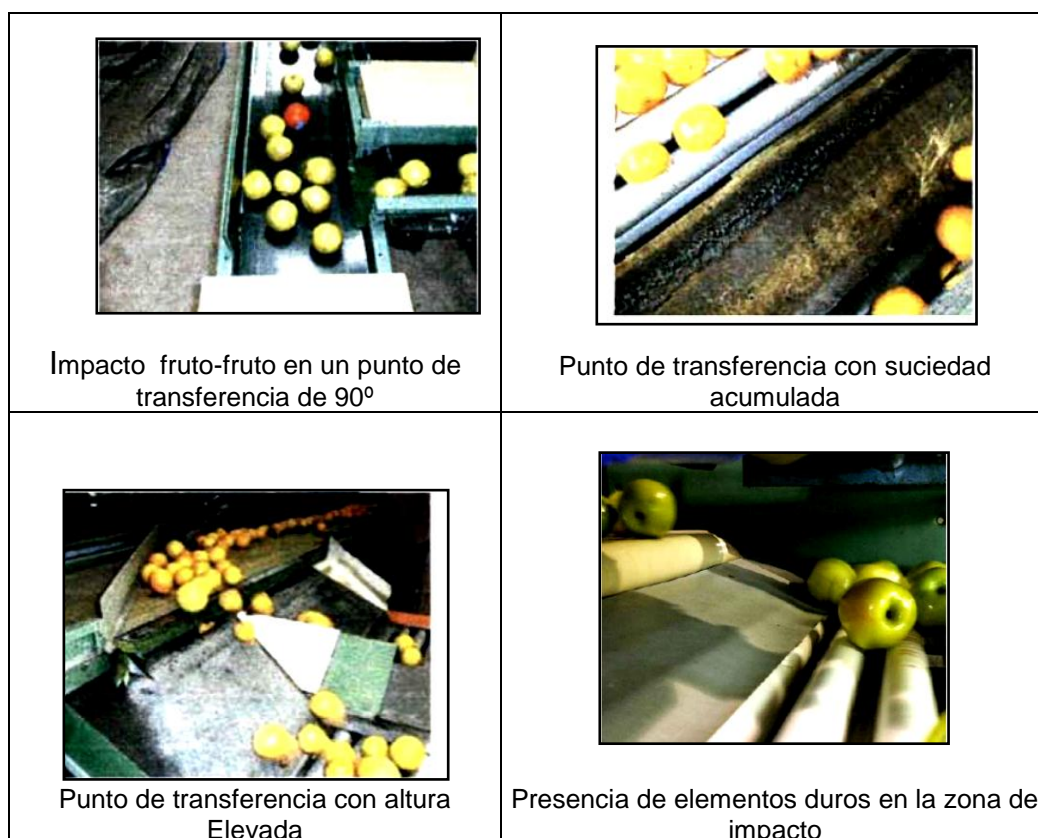


Figura 6. Diseño inadecuado de subsistemas.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla XIV. Porcentaje de frutos dañados en diversos puntos de de la línea de manipulación de fruta.

Autor	Producto	Elemento analizado	Porcentaje dañados
(Marshall, Wolthuis y Brown (1989))	Manzana	Salida del calibrador	63 %
		Sistema de embasado por bolsas	86 %
(Thompson 1995)	Cereza	Volcador en agua	0 %
		Cortador de pedúnculos	3 %
		Salida de hidrocóoler	10 %
		Calibrador de rodillos divergentes	4 %
		Sistema de embasado mediante llenado de cajas	1 %

Fuente: Marshall, Wolthuis y Brown 1989; Thompson 1995.

4.2 SELECCIÓN DE FRUTA.

Este procedimiento consiste en depurar los elementos que tengan deficiencias tales como golpes, rasguños, estado de descomposición, estado inadecuado de madurez y otros.

4.2.1 Selección manual de fruta.

Es muy común, elegir personal debidamente adiestrado en la labor de seleccionar por medio visual el grado de cada fruta³, no se puede negar que la vista y el tacto de las personas, todavía no ha sido igualada por las máquinas electrónicas, llamadas también ojos electrónicos.

Esta labor es muy importante dentro del proceso de post cosecha, un mal desempeño del personal podría ocasionar serios problemas comerciales, consecuentemente se tendría que afrontar devoluciones en casos extremos, una situación muy difícil para el productor teniendo en cuenta que la fruta tiene periodos de almacenamiento muy cortos. Los equipos más conocidos para la labor de clasificación son:

³Equivale a decir el estado de maduración y contextura de la fruta.

Selección mediante banda.

Equipo que requiere de personal capacitado tanto a la derecha como a la izquierda de la banda transportadora, los operarios utilizan la vista y las manos para seleccionar la fruta (Figura 7).

Este procedimiento tiene algunos inconvenientes debido a que la fruta, durante su traslado permanece estática obligando al personal a realizar un mayor esfuerzo en la determinación del grado de cada fruta.



Figura 7. Selección mediante banda transportadora.

Fuente: www.compacsort.com

Selección mediante transportador de rodillos.

Consiste en un conjunto de rodillos que hacen girar a la fruta en sentido contrario a su avance (Figura 8), los rodillos

separados convenientemente son revestidos con goma, soportados por una mesa ubicado debajo de ellos, los operarios tendrán la misión de observar y palpar los frutos descartando los que tengan una apariencia indeseable tengan golpes o daños.

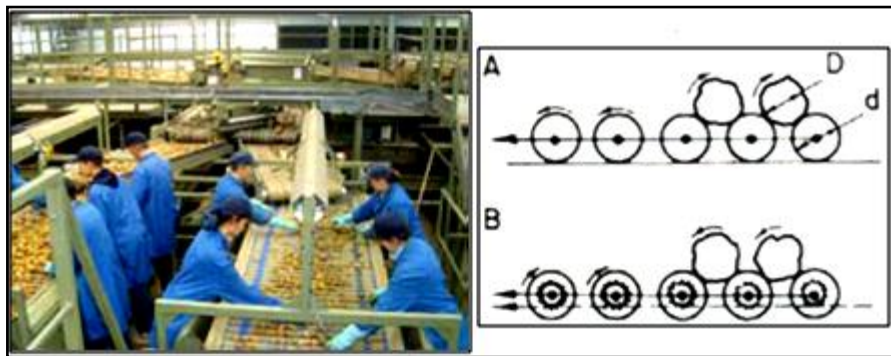


Figura 8. Selección de frutas mediante rodillos transportadores.

Fuente: <http://www.horfrumed.com>

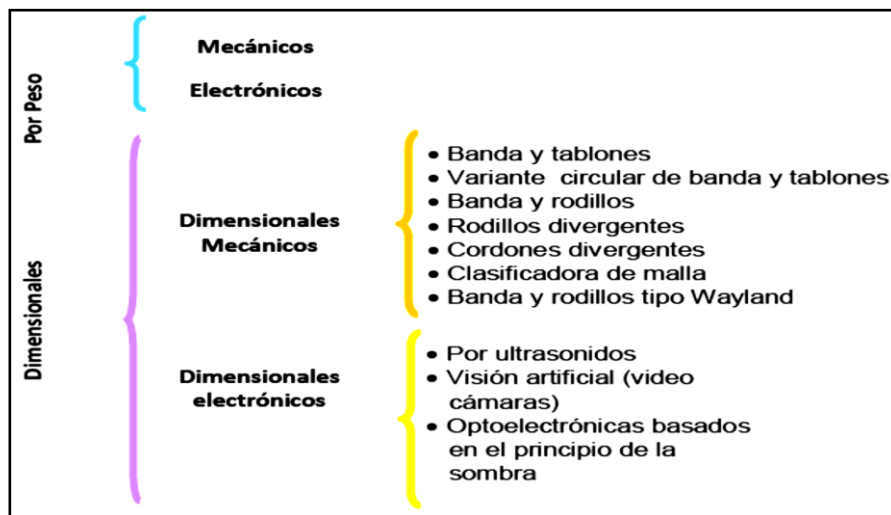
4.3 CLASIFICACIÓN O CALIBRACIÓN DE FRUTA.

Reciben este nombre porque en la primera etapa de post-cosecha, estas máquinas clasifican la fruta únicamente por tamaño o peso.

Hoy en día, las clasificadoras también especifican según criterios de color, defectos internos e incluso condiciones de estado

interno del producto. Actualmente las clasificadoras más extendidas son las que emplean pesado electrónico, visión artificial o ambos simultáneamente.

Tabla XV. Tipos de clasificadores para frutas y hortalizas.



Fuente: <http://www.horticom.com?57852>

Las clasificadoras electrónicas, han desplazado a los puramente mecánicos en las modernas instalaciones, más por una eficiencia técnica superior, que a menudo no se cumple, por dos aspectos cruciales, el daño infringido a la fruta, que suele ser menor que en el primero, y a las limitaciones mecánicas, que al no estar asociados a un sistema electrónico, no contabiliza los frutos que desvía por cada salida, y por tanto no suministra información

inmediata al sistema informático de gestión del almacén mientras que los informáticos si lo hacen.

4.3.1 Clasificación por tamaño.

El mercado actual es muy exigente, los consumidores tienen diversas preferencias en cuanto al tamaño de un producto, también se puede relacionar esto con los diferentes estratos sociales de una determinada región, pues evidentemente sectores de clase mas acomodada optarán por productos homogéneos y de un tamaño considerablemente bueno, mientras al otro extremo, personas de estratos más bajos tienen acceso a productos de ultima calidad específicamente en cuanto a tamaño y demás características del producto.

Las normas de comercialización de frutas y hortalizas frescas, establecen para diferentes productos que el calibre se da en algunos casos por el diámetro máximo de la sección ecuatorial y en otros casos por el peso unitario. Respecto al primer parámetro, hay que entender que la norma se refiere a la selección máxima perpendicular al eje polar o eje de la flor,

que no necesariamente tiene que coincidir con el ecuador del fruto. Que la información del calibre provenga en función de la norma, no obliga a que la operación de clasificado se realice con una maquina *ad hoc*, por ejemplo, en naranjas (cuyo calibre ha de venir en función del diámetro máximo de la sección ecuatorial) si disponemos de buena correlación entre ese parámetro y el peso, podremos emplear un clasificador por peso en vez de uno dimensional.

Los tipos de clasificadoras aparecen en la Tabla XV, las clasificadoras mecánicas por peso se basan en el peso necesario para vencer la resistencia de muelles. Se regula la tensión de cada muelle en los distintos tipos de salida: los muelles más duros van al principio y los más blandos van al final de la línea, los frutos más pesados salen antes que los pequeños.

Tradicionalmente, la separación de frutos por densidad se ha venido haciendo por inmersión en agua, y las consiguientes diferencias de flotación. Para clasificar fruta por densidad mediante un calibrador electrónico mixto, visión-

peso, se necesitan dos datos: el peso y el volumen puede seleccionar los puntos de salida para acomodarse al diseño de la planta; cambio de rangos de calibre mucho más rápidos.

Clasificadores de banda y rodillos.

Suponen un avance respecto a los de banda y tablones, ya que la fruta sufre menos abrasión. En ambos tipos de clasificadores, los frutos más grandes salen por las últimas salidas de la máquina, mientras que los más pequeños lo hacen por las primeras salidas, clasifican la fruta según su diámetro menor. En ambos casos, la separación entre el rodillo o tablón y la banda transportadora, en cada tramo, determina el calibre que pasa.

Clasificadores de rodillos divergentes.

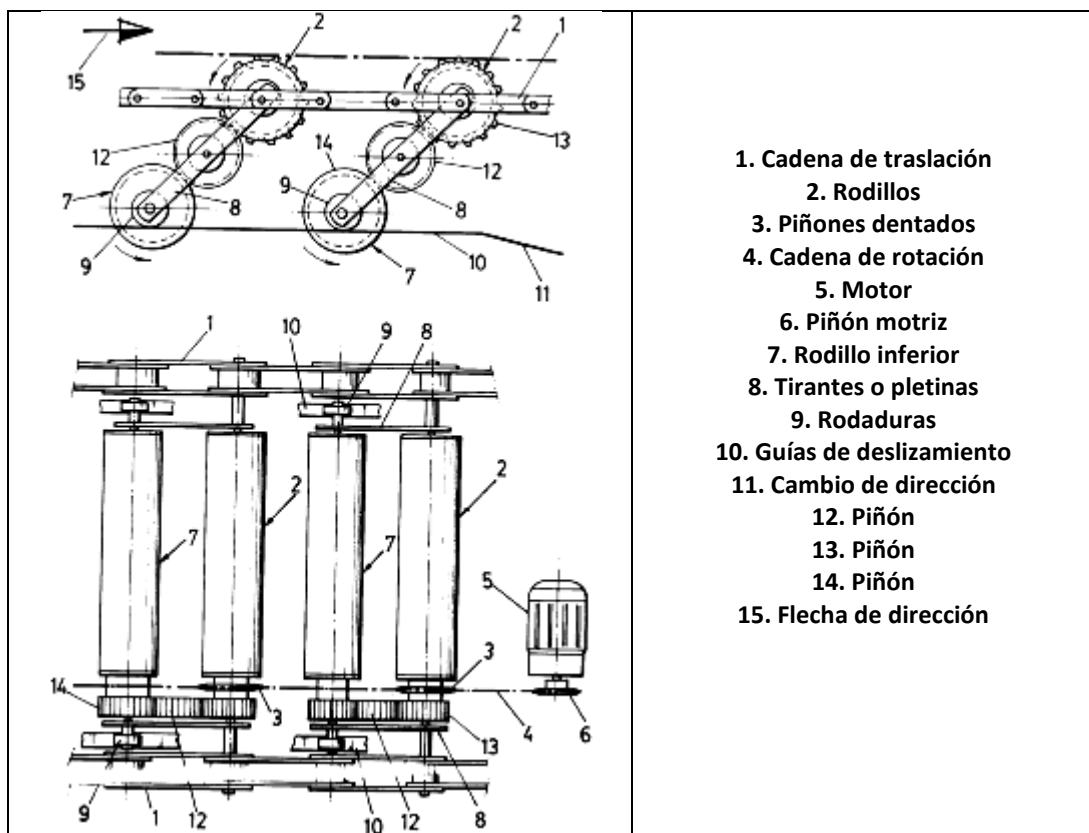
Inicialmente se desarrollaron a partir del concepto del transportador de rodillos. Un mecanismo compuesto por numerosos rodillos (Figura 9 y figura 10), éstos a su vez incrementan su separación en el transcurso de su avance debido a mecanismos diseñados adecuadamente (están ubicados en la parte inferior de los rodillos) lógicamente los frutos más pequeños serán expulsados inicialmente y así

sucesivamente hasta que los frutos mas grandes serán depositados al final.

Tabla XVI. Capacidad de los clasificadores de rodillos en ton/h

PRODUCTO	ANCHURA DEL RODILLO			
	1,3m	1,6m	1,8m	2,0m
Mandarinas	10	12	15	17
Limonos	18	22	25	28
Naranjas	20	25	30	35
Pomelos	25	30	35	40

Fuente: Ortíz-Cabañete (2003).



1. Cadena de traslación
2. Rodillos
3. Piñones dentados
4. Cadena de rotación
5. Motor
6. Piñón motriz
7. Rodillo inferior
8. Tirantes o pletinas
9. Rodaduras
10. Guías de deslizamiento
11. Cambio de dirección
12. Piñón
13. Piñón
14. Piñón
15. Flecha de dirección

Figura 9. Mecanismo de funcionamiento de los rodillos divergentes.

Fuente: Catálogo de Fomesa

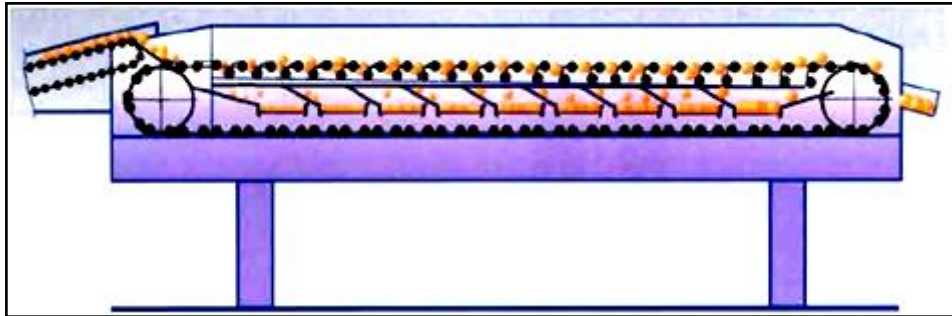


Figura 10. Clasificador de rodillos divergentes.

Fuente: Catálogo de Fomesa.

Clasificadores de tornillo sin fin.

La clasificadora se compone de varias líneas (entre 2 a 8). Cada línea consiste en un tornillo sin fin (tornillo de Arquímedes) y un tubo largo rígido. Con este sistema se obtienen muy buenos resultados con cualquier forma de fruta.

El tornillo sin fin transporta la fruta con suavidad haciéndola girar sobre ella.

La fruta progresa entre el tornillo y el tubo, encima del espacio de clasificación cuya dimensión aumenta regularmente con el avance. Cuando el espacio de clasificación corresponde a su dimensión, la fruta que ya no

está sujeta sale debajo del tornillo, sobre una mesa o una cinta transportadora de recepción.

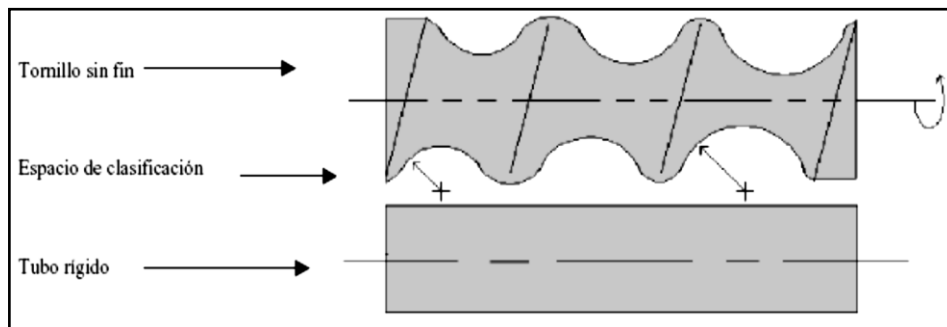


Figura 11. Diagrama de funcionamiento del clasificador.

Fuente: <http://www.Cal-Fachaux.com>

La capacidad de la instalación depende del número de líneas (de 2 a 8 en el mismo bastidor), de la calidad de alimentación (llegada regular y continua de la fruta en una sola capa bien repartida), y de la categoría de fruta, (gorda o pequeña) La capacidad con cerezas puede alcanzar 85 Kg/(h·línea).



Figura 12. Clasificadora 4 líneas.

Fuente: <http://www.Cal-Fachaux.com>

La brumización es imprescindible, permite el deslizamiento de la fruta sobre el material. Es ajustable en tiempo (programación del tiempo de brumización y del tiempo de paro entre dos brumizaciones). Surtidores orientables (alimentación de agua corriente) con grifo de paro y filtro. La salida de la fruta se puede hacer sobre un plano inclinado, o sobre cinta extractora, solución más suave para la fruta consecuencia de la poca distancia entre los tornillos de clasificación y la cinta.



Figura 13. Salida de la fruta.

Fuente: <http://www.Cal-Fachaux.com>

Los calibres se ajustan por desplazamiento de los tabiques de separación siguiendo una señal milimetrada de posición. Es posible cambiar la distancia final entre los tornillos y los tubos fijos de la clasificadora; y es viable, variar la velocidad con motovariador mecánico.

4.3.2 Clasificación por peso.

Transportador de frutas y hortalizas (diábolos) para su clasificación por peso y parámetros electroscópticos.

Caracterizado esencialmente porque los biconos giratorios (1) del elemento portador disponen de superficie esmerilada en sus extremos que apoyan sobre cintas motoras, preferentemente trapeziales, que los hacen girar por rozamiento y cuya velocidad lineal es regulable

electrónicamente, resultando de ello que la velocidad de rotación y el sentido de giro de los biconos (1), dependen de la relación entre las velocidades lineales de avance de las cintas y la cadena de arrastre (3) por lo que, mediante la regulación de éstas se controlan los movimientos de los biconos (1), de las cuales dependen: la visualización completa de la superficie de la fruta por las cámaras de detección de parámetros ópticos; la identificación inequívoca de cada fruta; y la elección, preferencial del eje peduncular de la fruta como eje de rotación, así como su correcta orientación en sentido transversal al de avance de la cadena de arrastre, Figura 14.

El software de control, instalado en el PC controla el sistema, recoge y analiza los datos suministrados por el sensor de impacto, obteniendo un dato para clasificar la fruta. En base a este dato envía una señal al microcontrolador del sistema de eyección para dirigir la fruta a la salida correspondiente.

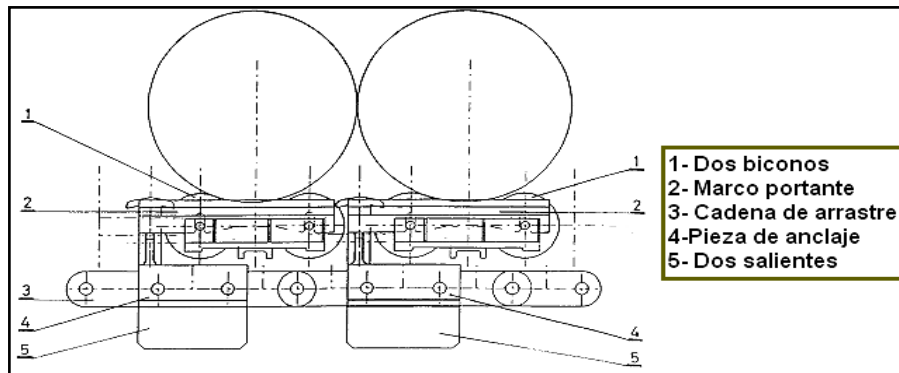


Figura 14. Diábolo clasificadores.

Fuente: www.compacsort.com

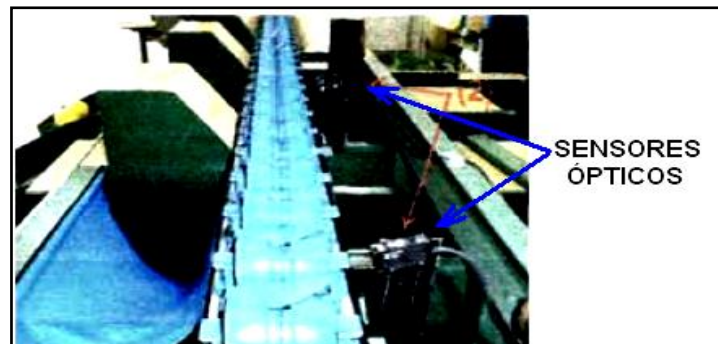


Figura 15. Sistema óptico de eyección.

Fuente: www.compacsort.com

Los eyectores constan de una cabeza giratoria que es activada por un solenoide para bascular la fruta a las cintas transportadoras de salida. En cada uno de estos eyectores se dispone un sensor óptico (Figura 15) para detectar la llegada de fruta. Existe otro eyector que está formado por una guía metálica situada bajo la cadena de diábolos que actúa continuamente sobre todas las bandejas de fruta.

4.4 CADENAS TRANSPORTADORAS (CONVEYOR CHAIN).

La cadena transportadora es un componente mecánico muy usado en la industria, cuya finalidad es el traslado de materiales u objetos. Para designar la gran variedad de cadenas se usa un sistema normalizado que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla XVII. Normas para principales tipos de cadenas.

Chain Category	ANSI Standard	ISO Standard	JIS Standard
Power Transmission Roller Chain	ANSI B 29.1M	ISO 606	JIS B 1801
Power Transmission Bushed Chain	ANSI B 29.1M	ISO 1395	JIS B 1801
Power Transmission Sprocket	ANSI B 29.1M	ISO 606	JIS B 1802
Heavy-Duty Chain	ANSI B 29.1M	ISO 3512	
Bicycle Chain		ISO 9633	JIS D 9417
Motorcycle Chain		ISO 10190	JCAS 1 ²
Leaf Chain	ANSI B 29.8M	ISO 4347	JIS B 1804
Double Pitch Conveyor Chain & Sprocket	ANSI B 29.4	ISO 1275	JIS B 1803
Power Transmission Roller Chain with Attachment	ANSI B 29.5		JIS B 1801
Conveyor Chain	ANSI B 29.15	ISO 1977/1~3	JCAS 2 ²

Fuente: Catálogo, Tsubakimoto Chain Co.

Por lo general, las cadenas transportadoras tiene un paso más largo que la cadena de rodamientos estándar, el paso casi siempre es el doble, y las placas de los eslabones son más pesadas.

4.5 APLICACIONES Y CARACTERÍSTICAS DE 5 TIPOS PRINCIPALES DE CADENAS TRANSPORTADORAS.

4.5.1 Cadena transportadora de paso corto.

Esta cadena se basa en RS (Standar Roller Chain), con accesorios para medios de transporte en ANSI B29.1.

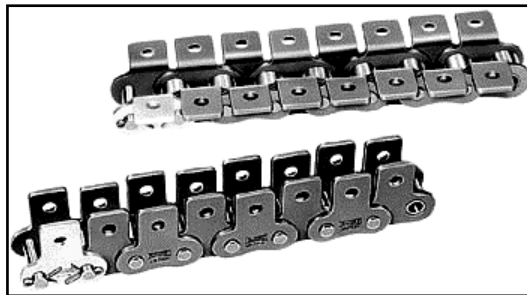


Figura 16. Accesorios RS para cadenas.

Fuente: Catálogo, Tsubakimoto Chain Co.

Aplicaciones.

Existen series de cadenas que trabajan sin lubricación entre temperaturas de -283 K a 333 K (-10 °C a 60 °C), ambientalmente resistente. Los recubrimientos especiales o

los materiales de base pueden usarse para añadir resistencia adicional.

Características:

- Debido a que la cadena es pequeña, la dimensión del transportador suele ser también pequeña.
- Usualmente se usan sprokets con gran número de dientes. Por consiguiente, la velocidad de la cadena no cambia significativamente, y la cadena embraga con ruedas dentadas con menos ruido.
- Estas cadenas mayormente son usadas para transportadores de altas velocidades.

4.5.2 Cadena transportadora de precisión (precisión conveyor chains).

Aplicación.

Usado para montaje automático, embalaje, ensamblaje de piezas en variedad de tipos de industria. Se menciona a continuación las características de este tipo de cadena:

- Alta precisión sin elongación.
- Bajo costo.
- Intercambiable con otra cadena transportadora de doble o largo paso.

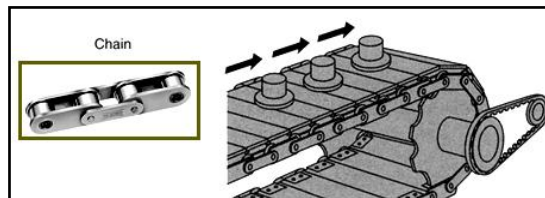


Figura 17. Cadena transportadora de precisión.

Fuente: Catálogo, Tsubakimoto Chain Co.

4.5.3 Top Chain.

Estas cadenas tienen adosadas en su parte superior chapas o platos que tienen la función de transportar los objetos, tiene dos categorías basada en el tipo de movimiento: Lineal o curvado.

Aplicaciones.

Usado en acarreadores lineales para transportar o acumular materiales que pudieron estar con holguras, como botellas o latas.

Características:

- La cadena puede construirse de plástico diseñado, acero al carbono, o acero inoxidable.
- Son convenientes y económicos.

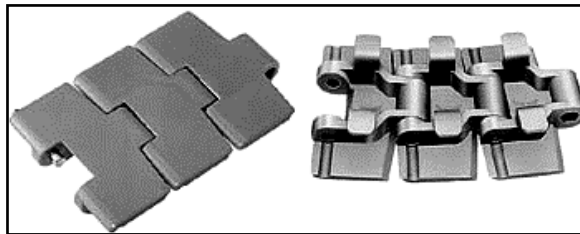


Figura 18.Una de las variantes de Top Chain.

Fuente: Catálogo, Tsubakimoto Chain Co.

4.5.4 Transportador de flujo libre (Free Flow Chain).

Este tipo de transportador permite detener los objetos transportados con un taco, mientras la cadena marcha continuamente, después de que el tope es retirado, la circulación de los objetos continúa.

Este tipo de cadena, permite el transporte de objetos colocándolos directamente en la cadena.

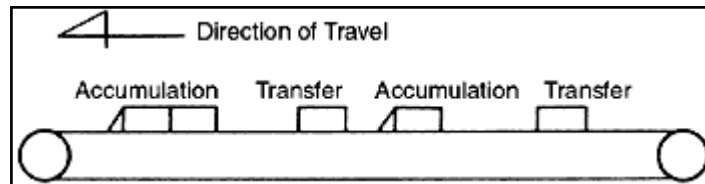


Figura 19. Configuración del transportador de flujo libre.

Fuente: Catálogo, Tsubakimoto Chain Co.

Durante el modo de acumulación, los rodillos grandes que soportan la plataforma portátil, giran en dirección opuesta de los rodillos pequeños. A esto se le llama *free flow conveying*

Después de que el tope del acumulador sea soltado, la fricción entre rodillos grandes y pequeños, gradualmente, aumentará la velocidad de la plataforma portátil, y eventualmente ésta reanudará su velocidad.

Aplicaciones.

Ensamblado automático, empaquetado, llenado y la instalación de partes para una variedad de industrias, incluyendo semiconductor eléctrico, electrónico, automóvil, y comida así como también en otra maquinaria de precisión.

Características:

- Alta exactitud sin elongación.
- La intercambiabilidad con otra cadena de rodillo de doble paso y cadenas transportadoras largo paso
- Costo bajo.

4.5.5 Cadena transportadora de paso largo (Large Pitch conveyor chains).

Esta cadena se diferencia por la robustez de su construcción y pueden ser de doble paso o extra grande.

Aplicaciones.

Las cadenas estándar de este tipo están destinadas a trabajos rudos.

Características:

- Las cadenas transportadoras de paso largo son diseñadas para transmitir cargas pesadas y resistir carga ruda.
- Los accesorios tienen alta resistencia.
- Durante la operación es sujeto a torsión, y doblado.

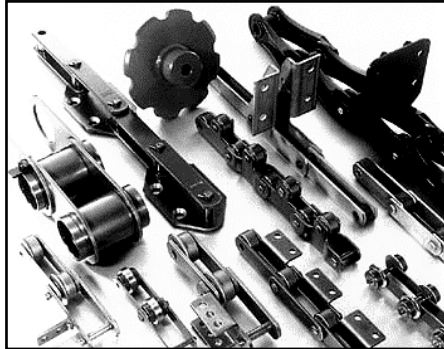


Figura 20. Cadenas transportadoras de largo paso

Fuente: Catálogo, Tsubakimoto Chain Co.

4.6 CRITERIOS TÉCNICOS DE SELECCIÓN Y DISEÑO DE CADENAS TRANSPORTADORAS.

1. Condiciones de empleo: Interno o a la intemperie, la temperatura, la existencia de objetos extraños.
2. Objetos a transportar: El tipo (material a granel o por unidad), abrasivo, corrosivo, la temperatura (baja y alta), la dimensión (por unidad de material), el peso (Kg/unidad o Kg/m^3)
3. Máximo peso a transportar: (Unidad de material, Kg/largo del transportador; material a granel, TM/h).
4. El método de transporte: Adición de accesorios, transporte de objetos directamente acomodados en la cadena, etc.
5. El largo del transportador, distancia entre centros, la subida vertical, trazado general.
6. Velocidad de la cadena (m/s).


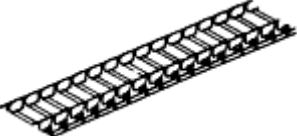
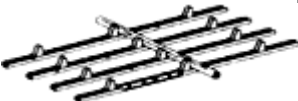
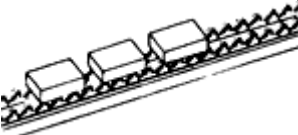




7. Número de hileras de cadena a lo largo de un intervalo.
8. El paso de la cadena, espacio entre accesorios y el tipo de accesorios.
9. El número de dientes del sprocket, o el paso diametral.
10. Horas de trabajo (h/día, h/año)
11. Lubricación.
12. Motor: AC o DC, (kW x número de motores).
13. Si existe ruido: Hay restricciones respecto al ruido, entonces use un mayor número de dientes en la rueda dentada. Consulte al fabricante.


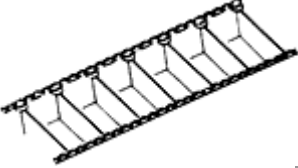
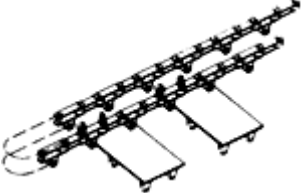
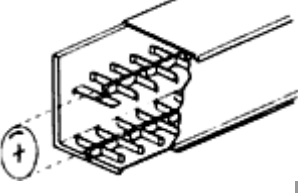
Selección del tipo de transportador.

Los tipos disponibles de cadenas se muestran en la Tabla XVIII, a continuación se muestra el significado de las abreviaciones:

- RF: Cadena de rodillos de doble paso.
- RS: RS cadena con accesorio.
- RF-B: RF cadena de rodillos portadores.
- RFN: transportador tipo arbusto.
- RFD: Cadena con eslabón moldeado.
- VR: Cadena DOUBLE PLUS®

Tabla XVIII. Selección del tipo de transportador.

Tipo de transportador	Material transportado			
	unidades	Tipo de cadena	A granel	Tipo de cadena
Cargas	Tablillas transportadoras 	RF-B RFN RF (CT)	Transportador de faldillas 	RF
	De empuje, transportador de remolque, posavasos de rodillos 	RF-B RFN RF (CT)		
	Transportadora de libre flujo 	RF-B RFN RF (CT)		
	Transportador a cadena simple 	RF-B RFN RF (CT)		
Elevadores	Transportador de mesilla de ruedas 	RF	Elevadores de cangilones 	RF Cadena especial
	Elevador de mesilla de ruedas 	RF-B RFN RF (CT)		

Empuje o transporte con fricción	Eslabones con molduras 	RF NF RFD	Transportador de rastre 	RF
	Circulación horizontal del transportador 	RF RFN	Transportador de flujo 	RF NFX

Fuente: Catálogo, Tsubakimoto Chain Co.

Tabla XIX. Selección del tipo de cadena de rodillos.

Tipo de cadena	paso	Tipo de rodillo	Distancia entre centros	Material a transportar		
				peso	Dimensiones	Rigidez
RS accesorios	corto	S	corto	liviano	Pequeño	bajo
RF doble paso	medio	R•S	medio	liviano	Pequeño-medio	Punto medio
RF cadena transportadora	largo	R•F•S	largo	Medio pesado	Medio-largo	alto
Table top	medio	N/A	medio	liviano	Pequeño-medio	bajo

Fuente: Catálogo, Tsubakimoto Chain Co.

Consideraciones de montaje.

Primero: Como una manera de prevenir vibraciones en la cadena y pulsaciones en el transportador, se dobla la riel en el lado flojo de la cadena.

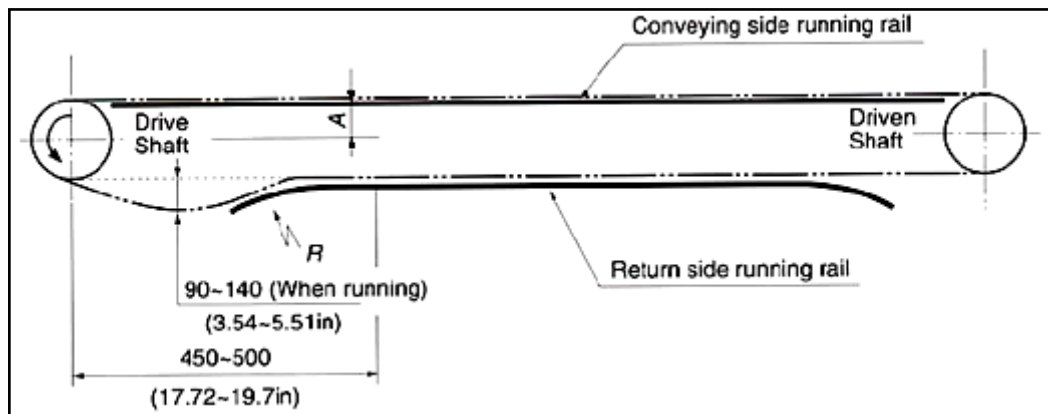


Figura 21. Consideraciones de montaje para cadenas transportadoras.

Fuente: Catálogo, Tsubakimoto Chain Co.

Segundo: La catenaria que debe formarse en el lado de la rueda dentada conductora debe fluctuar entre 90 y 140 mm cuando está en marcha. La altura A del riel en la zona de carga es la siguiente:

$$A = \frac{D_p \text{ de la rueda dentada} - \text{Diámetro del rodillo de la cadena}}{2}$$

Tercero: Existen muchas configuraciones de guías de acuerdo al tipo de cadena, en el siguiente gráfico sólo exponemos el tipo que es útil para nuestro proyecto.

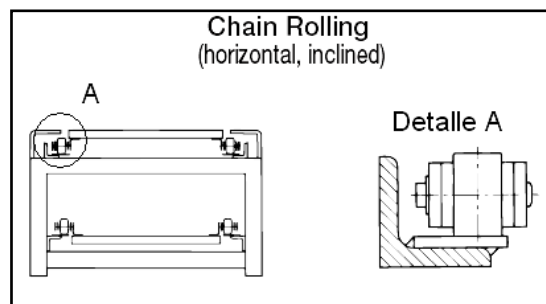


Figura 22. Configuración de la guía usada para el proyecto.

Fuente: Catálogo, Tsubakimoto Chain Co.

4.7 BANDAS TRANSPORTADORAS.

Las cintas transportan materiales de diversos tipos.

Materiales empleados en la construcción: Arcilla (fina, seca), arena (seca, húmeda), asfalto (para pavimentos), caliza (molida, triturada, agrícola, hidratada), cemento, cenizas, granito, hormigón, grava, tierras, etc.

Combustibles: Antracita, coke (de petróleo calcinado y metalúrgico salido del horno), carbón, hulla, lignito, etc.

Fertilizantes: Fosfato (granulado, pulverizado), guanos, nitratos, sulfatos, sales, ùrea, etc.

Minerales: Aluminio, alumbre, azufre, cobre, hierro, grafito, magnesio, plomo, yeso, etc.

Alimentos y productos de origen vegetal: Azúcar, aceitunas, algodón, café, cacao, guisantes, harinas, papas, etc.

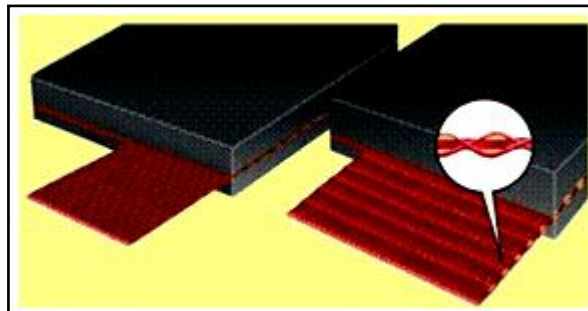


Figura 23. Bandas de aramida con telas de cordones.

Fuente: <http://www.uniply.com>

4.7.1 Componentes de cinta transportadora.

a) Banda transportadora.

Pueden llevarse a cabo, la siguiente clasificación de las bandas:

Según el tipo de tejido:

- De algodón.
- De tejidos sintéticos.
- De cables de acero.
- Tejidos de las bandas y su designación abreviada:

Según la disposición del tejido:

- De varias telas o capas.
- De tejido sólido.

Según el aspecto de la superficie portante de la carga:

- Lisas (aspecto más corriente).
- Rugosas.
- Con nervios, tacos o bordes laterales vulcanizados.

Tabla XX. Designación de faja transportadora según el material de fabricación.

Nombre común	Designación abreviada
Algodón	B
Rayón	Z
Poliéster	E
Poliamida	P
Cables De Acero	St

Fuente: <http://www.uniply.com>

b) Bastidor.

Formado por tubos cuadrados o redondos, que se apoyan en patas construidas también por tubos o por perfiles laminados, fundamentalmente para transporte de productos comestibles se usa aleaciones de aluminio.



Figura 24. Cama de las cintas.

Fuente: mk Conveyor Technology.

c) Tensores.

Por la forma de aplicar la fuerza tensora: Automática, fija.

Por el equipo mecánico que aplica la fuerza: Gravedad, husillo, cabrestante manual fijo, cabrestante eléctrico fijo, cabrestante eléctrico automático.

d) Dispositivos de limpieza.

Son rascadores que desprenden el material adherido a la cinta transportadora.

e) Reductores suspendidos.

Esta disposición presenta la ventaja de precisar un espacio reducido, suprimiendo la alineación entre el tambor y reductor, el inconveniente es tener que desmontar el conjunto cuando se tiene que sustituir el tambor.

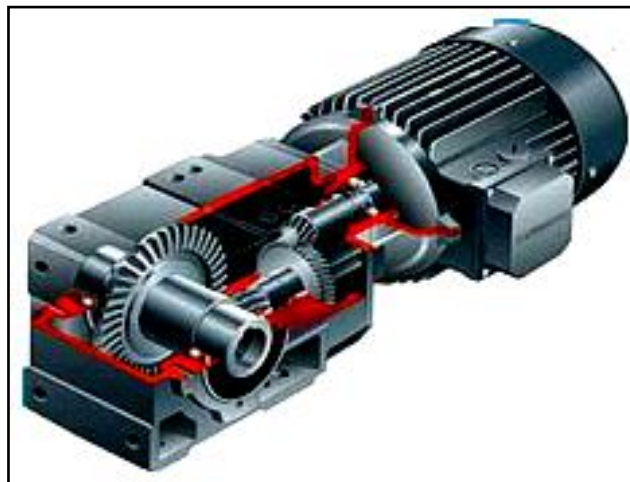


Figura 25. Motorreductores de 2 etapas.

Fuente: <http://www.cotransa.com>

CAPÍTULO V

DISEÑO CONCEPTUAL Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

5.1 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS.

Para cada tipo de fruta, hay uno o más procesos de industrialización, cada uno de los cuales, presenta problemas específicos en relación con el control de procesos. Es posible identificar algunos procesos unitarios básicos (Figura 26).

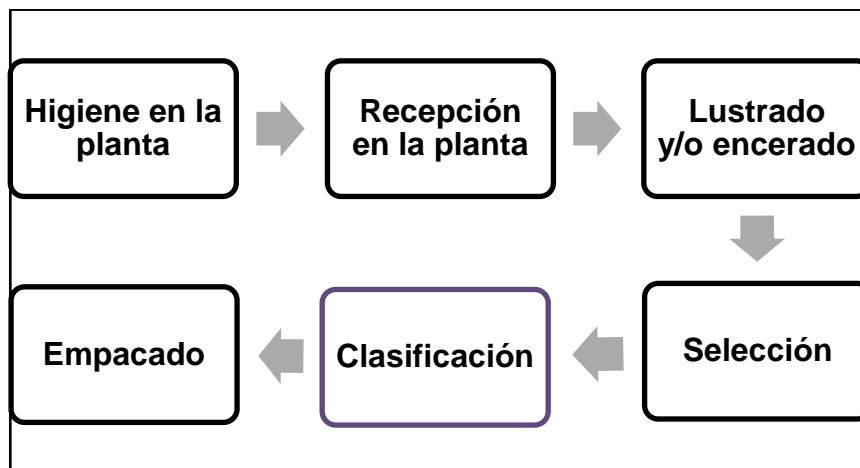


Figura 26. Diagrama de flujo general de procesos de industrialización de fruta.

Fuente: Elaboración propia.

El éxito en la obtención de fruta de alta calidad, comienza en la disponibilidad de frutas de excelentes características gustativas. Junto a esta reserva, está el cuidado que se tenga en mantener esta calidad en los pasos previos a la llegada a la fábrica de procesamiento. Las frutas deben ser empacadas con mucho cuidado y evitar recipientes muy grandes, para evitar que las ubicadas en la parte inferior sufran deterioro por la sobre presión del peso de las demás frutas. Los cestillos empleados como empaques deben estar limpios y ser fáciles de higienizar. Estos son de plástico o de madera que ofrezcan resistencia, facilidad de ventilación, ensamblables para apilarlos cuando estén llenos y hay algunos que se pueden desarmar y apilar ocupando una cuarta parte del volumen de un cestillo armado. Una vez que los cestillos con fruta han sido transportados desde el cultivo o del sitio de acopio hasta la fábrica procesadora, deben ser manipulados con cuidado teniendo en cuenta que la calidad de las frutas difícilmente puede mejorar una vez retirada de la planta, en el mejor de los casos se puede mantener. Ya en la planta, la fruta debe ser rodeada de condiciones que favorezcan sus mejores características sensoriales. Si la fruta llegó pintona, habrá que propiciar su maduración adecuada. Si ya está madura, se

procurará evitar su deterioro microbiológico mediante la disponibilidad de un ambiente aseado e higiénico al máximo, durante todo el tiempo que la fruta pueda estar expuesta a varios ambientes durante la aplicación de diferentes operaciones de proceso.

5.1.1 Higiene y sanidad en planta.

Naturalmente, el sitio donde se va a realizar la desinfección debe estar ordenado e higienizado. La limpieza del área, se inicia con el ordenamiento de los elementos presentes, sigue un barrido de toda mugre gruesa presente en el piso y zonas vecinas como techos, paredes, puertas, rejillas y sifones. El saneamiento, se realiza comenzando por los espacios altos (techo) e ir bajando hasta terminar en el piso, sigue un jabonado con detergentes o jabones que ablandan y retiran la mugre. Si hay resistencia, se debe aplicar el refregado fuerte y en orden todas las áreas. Se termina con un enjuague a fondo. Si la operación ha sido bien hecha, el aroma del ambiente debe ser a limpio. Además de las áreas, es crítica la higienización de los operarios, material y equipos que entrarán en contacto con

la fruta. Entonces las operaciones explicadas antes se repiten con el mismo cuidado para guantes, petos y botas de operarios, equipos y materiales.

5.1.2 Recepción.

Esta es una operación que reviste una importancia grande en cualquier actividad productiva de la empresa agroindustrial. Consiste en recibir del proveedor la materia prima requerida, de acuerdo a las especificaciones entregadas de antemano por la empresa. El hecho de recibir implica la aceptación de lo entregado, es decir, la aceptación de que la condición del material está de acuerdo con las exigencias de la empresa y su proceso. Esta operación implica el compromiso de un pago por lo recibido y debe tenerse el cuidado de especificar claramente si lo que cumple con los requisitos es el todo o parte del lote que se recibe, en orden de fijar el monto a pagar por el mismo.

5.1.3 Lustrado y/o encerado.

Este procedimiento es opcional y está más orientado a darle a la fruta apariencia exterior, es obvio que la fruta debe ser agradable y apetecible a los ojos del consumidor.

5.1.4 Selección.

Se hace para separar las frutas sanas de las ya descompuestas. Se puede efectuar sobre mesas bandas o rodillos transportadores y disponiendo de recipientes donde los operarios puedan colocar la fruta descartada. Los instrumentos para decidir qué frutas rechazar son en principio la vista y el olfato de un operario. El operario debe ser muy consciente de la responsabilidad de su trabajo e influencia en la calidad del producto final.

Normalmente el porcentaje de tunas aceptables es el 95 % y los retirados del proceso alcanzan el 5 %.

5.1.5 Clasificación.

Permite separar las frutas de acuerdo a su tamaño o a su peso de forma ágil y de acuerdo a un rango de aceptación para una determinada clase de fruta, en el mercado normalmente se las clasifica como: fruta de primera clase, de segunda clase, etc.

5.1.6 Empacado.

Este proceso es uno de los últimos que se realiza dentro de la planta industrial de manipuleo de frutas y consta en arreglar la fruta de manera que ocupe el menor espacio posible, tratando siempre de evitar daños en el producto.

5.1.7 Control De Calidad.

La calidad resultante será la que se haya logrado mantener después de haber procesado la fruta que llegó a la fábrica en determinadas condiciones.

Si los procesos fueron adecuadamente aplicados, manteniendo la higiene en cada operación, la fruta

resultante poseerá niveles de clasificación aceptables y hasta satisfactorios. La fruta, al final del proceso, poseerá las características de calidad muy similares a las obtenidas antes de entrar en contacto con las máquinas industriales. El control de calidad debe entenderse como una actividad programada o un sistema completo, con especificaciones escritas y estándares que incluyan revisión de materias primas y otros ingredientes, inspección de puntos críticos de control de proceso, y finalmente revisión del sistema completo inspeccionando el producto final.

5.2 DIAGRAMA DE OPERACIONES.

5.2.1 Diagrama de procesos.

La Figura 27, presenta el diagrama de procesos de clasificación de fruta, desde su recepción como materia prima hasta su envase como fruta clasificada.

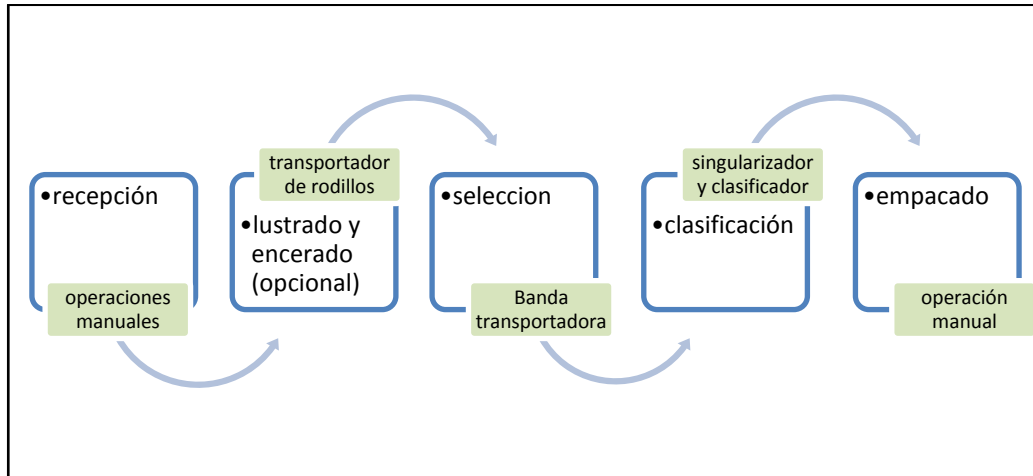


Figura 27. Diagrama de procesos para la puesta en el mercado de tunas.

Fuente: Elaboración propia.

5.3 IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES.

El problema de obtener productos agrícolas que tengan un proceso de **clasificado óptimo** para competir con otros productores, sean éstos regionales o de otros países es mal atendido en nuestro país, es tal la crisis en este rubro que países vecinos nos compran la fruta a precio irrisorio, para luego, ellos clasificarla y exportarla con jugosas ganancias, suplantando el verdadero origen del producto. Los productores de la zona en estudio, hacen sus labores de **clasificado** sin ningún tipo de maquinaria, lo que deriva en mayores costos de mano de obra directa, además no se toma en cuenta la ergonomía, pues la mala

postura de los operarios podría traer consecuencias salubres no deseadas.



Figura 28. Clasificación manual de tunas.

Fuente: www.conabio.gob.mx

Otro problema radica en que el productor de fruta no puede elevar la producción en la línea de clasificado, si lo quisiera hacer tendría que elevar el número de su personal, lo cual le ocasionaría gastos considerables, cabe mencionar que en la agroindustria los mayores gastos se originan por la mano de obra.

Este breve análisis, exige el diseño de una máquina semiautomática destinada a la línea de clasificación de frutas, que no sea de dimensiones exageradamente grandes, tampoco debe ser costosa, pero debe ser muy eficiente, de alto rendimiento, desmontable y no debe permitir impactos bruscos contra la fruta.

5.4 REQUERIMIENTOS A SATISFACER.

Podemos hacer una lista de requerimientos, enumerando lo que deseamos lograr con nuestro diseño.

- Se requiere procesar 8 000 unidades/h de fruta tuna.
- Se requiere 1 línea de charolas que tengan un diseño especial para que puedan soportar una carga máxima de 0,3 Kg cada una y necesariamente, al momento de voltear y a la vez descargar la fruta, lo hagan sin impactos fuertes.
- Se requiere de un singularizador, que tenga la capacidad sincrónica de depositar la fruta en la charola que estará a una velocidad promedio constante de 0,4 m/s.
- Se requiere de un mecanismo que soporte a la charola porta fruta y a la vez que pueda cumplir la función de volteador cuando el peso de la fruta esté en la zona del rango requerido (una variante de mecanismo de contrapeso).
- Se requiere transportar, el mecanismo volteador de charola, por una zona de carga de longitud 3 m a velocidad constante y con rangos de velocidades variables según la producción requerida.

- La máquina a diseñar debe cumplir el requisito de ser semiautomática, bajo la supervisión de los operarios.
- Se necesita una bandeja de recepción donde se pueda recibir la fruta después de ser clasificada.
- Se requiere de una estructura que sea capaz de soportar la carga estática y dinámica de la línea.
- Se requiere que la máquina tenga un acabado agradable a la vista.
- Un requerimiento importante es que debe contar con disponibilidad de repuestos dentro del mercado nacional, esto último para evitar altos costos de mantenimiento.

5.5 POSIBLES ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.

Necesitamos analizar el tema de requerimientos, hasta obtener requerimientos específicos, una vez identificados éstos, buscaremos información de lo que se puede conseguir en el mercado nacional, todos estos factores serán tomados en cuenta para la fase de diseño.

La seleccionadora, está ubicada en el inicio de la línea de procesamiento de fruta, debe ser diseñada de tal manera, que los

operarios no tengan inconvenientes relacionados con la velocidad o con la altura de transporte de la fruta. Finalmente esta máquina debe transferir la fruta al singularizador.

El singularizador, tiene que estar acoplado a la máquina clasificadora para lograr un sincronismo adecuado. Este es un componente muy importante para el funcionamiento correcto de la máquina, su diseño va a requerir mucha **experimentación** hasta lograr su perfección. Se determina que este componente debe ser manufacturado en el medio local.

En relación, con el mecanismo volteador de charola, se encontró que se puede manufacturar en el medio local, pero requiere un análisis estático dinámico muy detallado, debido a que este componente junto al singularizador, son en esencia, los elementos característicos en este sistema de calibrado. Este mecanismo tiene que cumplir una serie de requerimientos, como el de poder volver a su posición inicial después de descargar la fruta, actividad que no se puede realizar en cualquier lugar, tener movimientos violentos en ocasiones, poder mantenerse en un

estado de equilibrio horizontal cuando la fruta está en una zona fuera de calibre.

El mecanismo transportador de charolas, debe tener un desplazamiento lineal horizontal, evitando durante la trayectoria, generar ondas en el plano vertical, la superficie de contacto entre el transportador y el mecanismo de volteo debe ser mínimamente flexible.

El diseño de la charola implica muchas restricciones, tales como: la fruta, durante el transporte no debe tener movimiento alguno su centro de gravedad debe tener una coordenada específica, debe poseer la capacidad de voltear el producto que transporta sin causar daños en ésta, se encontró que el componente deberá ser manufacturado con un material semi-sanitario de geometría especial.

La bandeja de recepción debe ser independiente para cada rango de calibre, se encontró que una rampa con pequeña pendiente sería lo más factible para esta operación, su ubicación

debe ser lo más alineado posible con el nivel de caída del fruto para no causar daños en la estructura interior y exterior de la fruta.


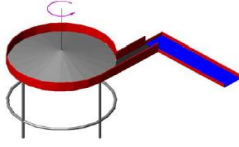

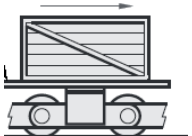
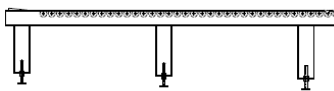
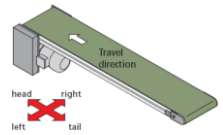
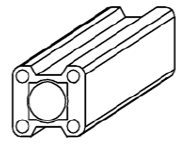
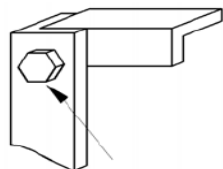
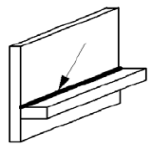
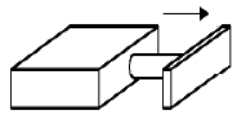

La estructura encargada de soportar todo este sistema, debe cumplir con la normativa N° 461-2007 MINSA, referente a superficies en contacto con alimentos, desmontable de dimensiones mínimas, sin deformaciones ni irregularidades habiendo dos materiales que cumplen este requerimiento; perfiles de acero inoxidable o perfiles de aluminio, cada perfil debe tener una inercia necesaria para evitar colapsos o vibraciones.

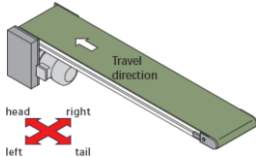
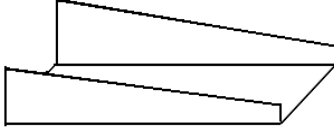
El aluminio, le da a los ensambles un buen acabado, además no admite óxido en su estructura molecular, en caso de ser otro material como el acero, si es necesario se realizará tratamientos superficiales como el cromado o el anodizado.

5.6 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.

Para lograr tener un mejor panorama de las posibles soluciones que se aplicarán en la fase de diseño, también para hacer una comparación y descarte de éstas, realizaremos una matriz morfológica de las partes más importantes de la máquina.

Tabla XXI. Matriz morfológica que muestra la variedad de caminos que se puede optar para lograr un diseño óptimo.

FACTOR	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	OPCIÓN 3
Singularizador	<p>Conveyor belt</p> 	<p>Disco cónico rotatorio</p> 	<p>Tambor rotatorio</p> 
Transportador	<p>Conveyor chain (Slat conveyors)</p> 	<p>Transportador de rodillos</p> 	<p>Conveyor belt</p> 
SopORTE estructural	<p>estructura prediseñada de aluminio</p> 	<p>Perfil estructural atornillado</p> 	<p>Perfil estructural soldado</p> 
Mecanismo para voltear la fruta	<p>Actuador Lineal</p> 	<p>De volteo por gravedad</p> 	

Recepción	<p>Conveyor belt</p> 	<p>Bandeja estática</p> 	
Charola	madera	Metal	Plástico

Fuente: Elaboración propia.

5.7 ELECCIÓN DEL SISTEMA ÓPTIMO.

Para resolver qué propuesta es la que se debe seguir, se recurre a una matriz de decisiones. Usaremos el *método cualitativo por puntos*⁴; que consiste en definir los principales factores determinantes de una propuesta, para asignarle valores ponderados de peso relativo, de acuerdo con la importancia que se le atribuye. El peso relativo, sobre la base de una suma igual a uno, depende fuertemente del criterio u experiencia del evaluador. Al comparar dos o más opciones seleccionables, se procede a asignar una calificación a cada factor de un componente de acuerdo con una escala determinada como por ejemplo, de 0 a 10.

⁴ Nasir Sapag Chain, 2003

La suma de las calificaciones ponderadas permitirá seleccionar la propuesta que acumule mayor puntaje (Tabla XXII).

Tabla XXII. Matriz de decisiones.

Factor	Peso	Opción 1		Opción 2		Opción 3	
		calificación	ponderación	calificación	ponderación	calificación	ponderación
A							
B							
C							
D							
E							
total							

Fuente: Elaboración propia.

Los factores que medirán el cumplimiento de los requisitos propuestos se han definido principalmente en: precio, capacidad, los cuales son indicativos, si las propuestas cumplen o no la capacidad requerida (en qué grado) y funcionalidad (mide la facilidad de acceso al sistema para realizar mantenimiento, instalaciones, sincronización, chequeos, y también qué riesgos hay en el sistema, una vez acoplado, si presentará fallas).

En la Tabla XXIII, se establecen los factores de ponderación, o designados también como peso en la matriz de decisiones, para los diferentes parámetros de medición. Estos factores, van establecidos de acuerdo a la importancia del parámetro para elegir una de las propuestas. Se le asigna un factor a cada parámetro dependiendo de su relevancia en comparación con el otro.

A = precio

B = capacidad

C = funcionalidad

Tabla XXIII. Factores de ponderación.

	A	B	C	Ponderación	Ponderación (%)
A	1	3	3	7,000	0,575
B	1/3	1	1/2	1,833	0,151
C	1/3	2	1	3,333	0,274
Total					1,000

Fuente: Elaboración propia.

5.7.1 Elección del singularizador.

El singularizador por banda, tiene un precio de adquisición alto, tiene buena capacidad de producción, este

sistema realiza su operación atravesando una serie de etapas para lograr el objetivo de alinear y disponer la fruta a longitudes equidistantes, tiene demasiados elementos dentro de su estructura lo que conlleva a un mantenimiento más riguroso, además tiene ciertas deficiencias en cuanto al sincronismo, que a veces se produce en el tambor de accionamiento o en el de retorno, que no necesariamente se puede compensar con el poco ruido que realiza. El singularizador por disco cónico rotatorio, es medianamente costoso, su capacidad productiva es alta, tiene demasiada fricción con el producto, es fácil su mantenimiento, su instalación, no tiene buen sincronismo, no necesita lubricación constante.

El singularizador tipo tambor rotatorio, es económico porque los materiales para su constitución están al alcance, su capacidad de producción es regular, tiene excelente sincronismo debido a que su accionamiento y funcionamiento lo realiza el sprocket del transportador, es fácil el acceso a cualquier elemento de su sistema, no necesita de lubricación continua, pues está provisto de

rodamientos que hacen posible su rotación y por consiguiente el flujo de la fruta.

Los resultados nos muestran que, es factible elegir el tambor singularizador.

Tabla XXIV. Matriz de selección del singularizador.

Factor	Peso	Banda		Disco cónico rotatorio		tambor rotatorio	
		Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación
A	0,575	3	1,7260274	5	2,87671233	8	4,60273973
B	0,151	8	1,20547945	6	0,90410959	4	0,60273973
C	0,274	4	1,09589041	6	1,64383562	7	1,91780822
Totales	1		4,027		5,425		7,123

Fuente: Elaboración propia.

5.7.2 Elección de transportadores.

El proceso de clasificar frutas requiere en esencia el movimiento del producto a clasificar, en este sentido, se opta por usar 2 tipos de transportadores:

Transportador para seleccionar la fruta.

La cinta transportadora con cama soporte de AC INOX, se adecúa al proceso de selección de fruta, por tener una capacidad variable de carga y ser relativamente económico, se concluye que es factible elegir una banda transportadora para el proceso de selección.

Transportador para clasificar la fruta.

Tablillas transportadoras, este sistema emplea plataformas individuales, llamadas listones o tablillas, conectadas a una cadena continua en movimiento tiene un precio alto, en comparación con el transportador de rodillos, alta capacidad de transporte, buena funcionalidad, su ensamblaje es muy sencillo, sincronización perfecta, mucha resistencia a la tracción, buen alineamiento cuando trabaja sobre guías, en caso de dañarse alguna tablilla solo se tiene que desempernarlo y poner otro en su lugar.

Rodillos transportadores, cuyo sistema de transporte, consiste en una serie de tubos (rodillos) perpendiculares a la dirección de avance; tiene un costo de adquisición

ligeramente más bajo que el anterior, su aplicación en el proceso de clasificación de frutas es más satisfactorio para calibración por tamaño, difícilmente se puede adaptar para calibrado por peso, aunque no se puede descartar esta posibilidad.

Tabla XXV. Matriz de selección del transportador.

Factor	Peso	Slat conveyors (Tablillas transportadoras)		Rollers conveyors (Rodillos transportadores)	
		Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación
A	0,575	5	2,87671233	6	3,45205479
B	0,151	8	1,20547945	6	0,90410959
C	0,274	7	1,91780822	3	0,82191781
Totales	1		6		5,17808219

Fuente: Elaboración propia.

El análisis nos muestra que es factible elegir una transportadora de tablillas para el proceso de clasificado.

5.7.3 Elección de la estructura-soporte de la máquina.

Elegiremos entre tres formas comerciales de estructuración, la misma que soportará la máquina, el primero es: la estructura prediseñada de aluminio, tiene un

costo alto, su capacidad de resistencia a la compresión y tensión es regular, funcionalmente tiene innumerables ventajas, podemos empezar añadiendo que es adecuado para el procesamiento de alimentos con cáscara, el hecho de que tenga accesorios para el ensamblaje conllevan a minimizar tiempos de operación, también tiene la ventaja de que es transportable, es decir de puede remitir su instalación hacia otra planta en partes y sin complejidades de dimensión, aquí debemos especificar algo muy importante, el acabado de la máquina, que tiene una ponderación muy importante en la elección de la mejor propuesta, un acabado en aluminio es muy bueno. La segunda propuesta, consta de perfiles de acero adecuados para ensamblaje, el costo inicial de compra es barato pero este proceso incrementa su costo, en el hecho de que, se tiene que pagar mano de obra adicional por el acondicionamiento de los materiales adicionalmente se requiere un recubrimiento superficial adecuado para este tipo de alimentos, sus especificaciones técnicas indican que tienen buena capacidad de carga, ya sea por tensión compresión o torsión o resistencia a la rotura, funcionalmente, tiene un peso, el material es

altamente corrosivo, no satisface las expectativas de nuestro diseño. La tercera propuesta, está constituida por el mismo tipo material que la segunda propuesta, la diferencia es que su ensamble, es por medio de unión por soldadura, el costo es similar a la segunda propuesta debido a que los dos necesitan un proceso de manufactura, en el mercado este costo es equivalente, funcionalmente, debido a su estructura unitaria consigue una desventaja frente a las demás propuestas, existe también una diferencia en el acabado final del producto, ya que tiene el peor acabado de las tres propuestas.

Tabla XXVI. Matriz de selección de la estructura de la máquina.

Factor	Peso	Estructura prediseñada de aluminio		Perfil estructural atornillado		Perfil estructural soldado	
		Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación
A	0,575	4	2,30136986	6	3,45205479	6	3,45205479
B	0,151	6	0,90410959	7	1,05479452	7	1,05479452
C	0,274	8	2,19178082	3	0,82191781	2	0,54794521
Totales	1		5,39726027		5,32876712		5,05479452

Fuente: Elaboración propia.

El resultado nos muestra, que por acabado, resistencia y funcionalidad se elige estructuras prediseñadas de aluminio.

5.7.4 Elección del mecanismo de volteo.

La primera propuesta, consta principalmente de un actuador neumático como elemento principal de funcionamiento, obviamente que, para su funcionamiento dentro de una línea de producción de este tipo, este actuador debe estar conectado a un ordenador, el cual tendrá instalado un “software”, que se encargará de balancear y modificar la línea; sin embargo, el ejecutor del programa será un PLC⁵ sencillo y programable. Dicho PLC será el encargado de enviar las señales a los dispositivos neumáticos y a la unidad motriz para regular la velocidad. Este tipo de volteador tiene un costo alto de implementación, la capacidad de producción es buena, la funcionalidad es regular , debido a que tiene muchos componentes adicionales, cabe mencionar que debe llevar como parte de

⁵ Programa lógico computarizado

sus componentes un compresor de aire, mangueras, actuadores, sensores, etc.

La segunda propuesta, es un mecanismo volteador de charola, consta de una cadena de eslabones netamente mecánica, su funcionamiento principal se basa en la teoría de la gravedad y la utilización de elementos de contrapeso, el material estructural lo constituye principalmente perfiles de aluminio y láminas de acero inoxidable, la fricción entre elementos es mínima, además de que el análisis cinemático del desplazamiento de la charola (material: acero inoxidable) muestra que la fruta cae girando en su eje polar, esto es muy importante al momento de elegir la funcionalidad de la propuesta, pues, lo que se busca en el manipuleo de frutas es la eliminación de golpes y choques, además se considera que es un componente muy liviano, su fabricación es factible realizarla en un taller mecánico de la zona, todas estas ventajas y desventajas lo podemos observar en la Tabla XXVII.

Tabla XXVII. Matriz de selección del mecanismo de volteo.

Factor	Peso	Actuador lineal		De volteo por gravedad	
		Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación
A	0,575	5	2,87671233	7	4,02739726
B	0,151	8	1,20547945	4	0,60273973
C	0,274	5	1,36986301	6	1,64383562
Totales	1		5,45205479		6,2739726

Fuente: Elaboración propia.

Escogemos el sistema de volteo por gravedad.

5.7.5 Elección de la charola volteadora y recepción de la fruta.

Para el caso de recepción de la fruta, nuestra línea de producción, no necesita transportar la fruta a otras líneas de manipuleo de frutas, así que será innecesario implementar un transportador de banda como mecanismo de recepción de la fruta, tomando en cuenta además, lo costoso que resultaría optar por esta propuesta, por esta razón elegiremos una bandeja inclinada de recepción para cada calibre de fruta, el material será de acero inoxidable, tendrá regulación para posicionarla en la altura más adecuada, siempre tratando de eliminar al máximo los daños que se pudieran ocasionar a la fruta.

CAPÍTULO VI

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Como se observa en la Figura 27 (diagrama de procesos para la puesta en el mercado de la fruta tuna), el proceso de clasificación de tunas está concatenado a otros procesos; consecuentemente, diseñaremos el singularizador y la clasificadora, mientras que la máquina seleccionadora será suministrada como módulo.

6.1 PRINCIPALES PARÁMETROS DE DISEÑO Y SELECCIÓN.

- La dimensión absoluta de la procesadora de fruta es aproximadamente 5 m.
- El gasto de masa máximo es de 8 000 unidades/h
- Las alturas de de trabajo no deben superar el metro de altura.
- El ancho de las máquinas seleccionadora y clasificadora no debe exceder de 0,5 m.

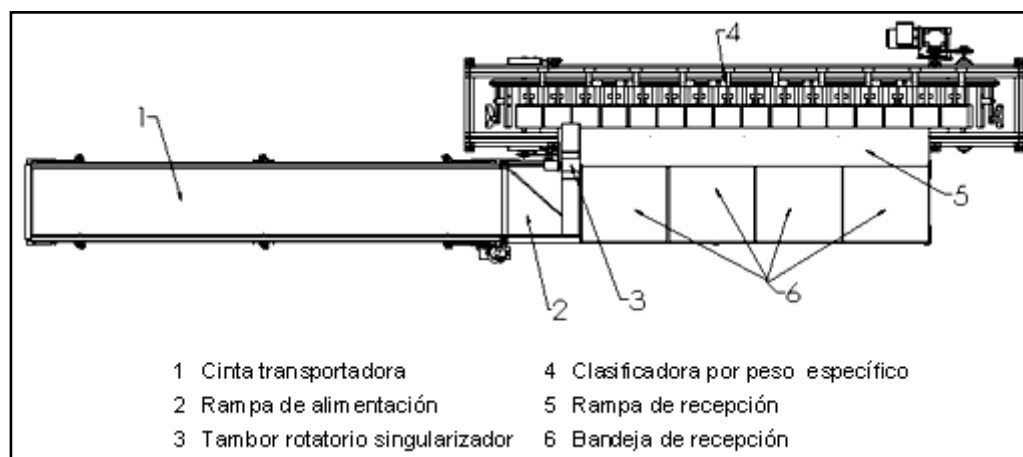


Figura 29. Esquema general del sistema de clasificación de tunas.

Fuente: Elaboración propia.

6.2 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN Y/O SELECCIÓN.

El sistema a usarse como alimentador, consta de una seleccionadora representada por una banda transportadora y seguida de un tambor singularizador.

La productividad requerida es de 8 000 unidades/h, que con un peso máximo de 0,3 kg por tuna equivale a 2,4 ton/h, esto quiere decir que con una velocidad lineal de 0,246 m/s y suponiendo que las tunas estén alineadas tendrían un paso de 11 cm prácticamente se desplazarían una detrás de otra, por lo que la velocidad asumida es aceptable, ya que se pretende contar con un operario que dosificará el flujo de material volteando las tunas

uniformemente sobre el extremo inicial de la banda y al mismo tiempo otros dos, uno a cada lado de la banda, quienes extraerán las que no sean aptas para el consumo directo, ordenamiento que se aprecia en la Figura 30.

Finalmente, se extraerá un porcentaje mínimo de defectuosos, eso no afecta mucho el proceso porque es preferible evitar el acumulamiento de material al inicio de la siguiente etapa (colocación de las tunas sobre las charolas).

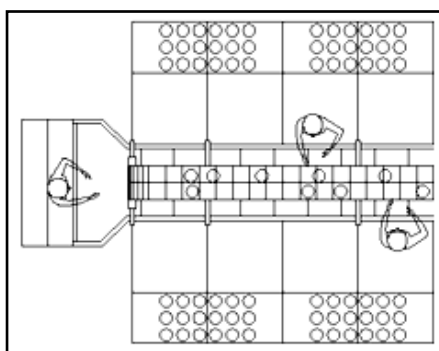


Figura 30. Planteamiento del proceso de alimentación.

Fuente: Elaboración propia.

Longitud de la seleccionadora.- La longitud de la seleccionadora está en relación con el número de operarios

destinados a esta sección que suman 3 en total, se ha determinado una distancia entre centros de 2,5 m.

6.2.1 Selección de la faja transportadora.

Seleccionamos el **TIPO T-90 S**: Con aplicaciones en transporte de productos comestibles.

Modelo	CF
Espesor	2,5 mm
Peso aproximado	2,7 Kg/m ²
Diámetro mínimo de tambor	50 mm
Tensión de rotura:	160 kg/cm
Tensión de servicio (adm.)	16 kg/cm
Temperaturas admisibles	0 °C – 80 °C
Núcleo textil	Tejido sólido poliéster
Rigidez transversal	No
Lado tambor F	Superficie de fricción
Lado transporte C	Cobertura PVC blanco liso

Tabla XXVIII. Coeficiente de fricción entre banda y cama (μ)

COEFICIENTES DE FRICCIÓN					
Sobre Tambor de Mando		Sobre Mesa de Apoyo		Sobre Rodillos de Apoyo	
Liso	Engomado	Chapa	Inoxidable	Buen Mant.	Reg .Mant
0,16	0,35	0,2	0,18	0,02	0,03

Fuente: <http://www.UniPLY.com>

Uniones:

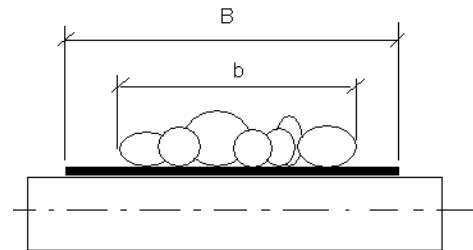
Empalme recomendado: Tipo "Z" en caliente

Broches recomendados: Ferrart 4A S.S. - Alligator N° 62 S.S.

El ancho mínimo de banda para terrones de 75mm es:

$$B = 400 \text{ mm}$$

El ancho efectivo es:



$$b = 0,9 B - 0,05 \quad (\text{mm})$$

$$b = 0,9(400) - 0,05 = 360 \text{ mm}$$

Para un ancho de banda de 400 mm UNIPLY recomienda una velocidad máxima de 1,6 m/s.

La carga lineal en la seleccionadora es:

$$q_b = \frac{Q}{3,6V} = \frac{2,4}{3,6 \times 0,246}$$

$$q_b = 2,71 \text{ kg/m}$$

6.2.2 Longitud y diámetro de los tambores accionador y de retorno.

La longitud del tambor se obtiene de la Tabla XXIX:

$$L_t = B + 30 = 400 + 30$$

$$L_t = 430 \text{ mm}$$

Tabla XXIX. Valores recomendados para de longitud de tambor accionador.

Ancho de la correa B (mm)	100-200	200-700	700-1200
Longitud del tambor (mm)	B + 20	B + 30	B + 50

Fuente: <http://www.UniPLY.com>

El diámetro del tambor se obtiene de los datos técnicos de la correa T-S 90, admite un diámetro de tambor igual a 50mm

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

Podemos también determinar la velocidad angular requerida por la máquina:

$$n = \frac{0,246 \frac{m}{s}}{0,05 \text{ m}} = 47 \frac{rev}{min}$$

El peso de la correa es:

$$q_{correa} = 2,7 \frac{kg}{m^2} \times 0,4 \text{ m}$$

$$q_{correa} = 1,08 \frac{kg}{m}$$

El esfuerzo tangencial neto en la periferia del tambor conductor vendrá dado por:

$$F_u = 9,81 \times L_c \times \mu(2q_{correa} + q_b) \dots \dots \dots (1)$$

$$F_u = 9,81 \times 2,5 \times 0,18(2 \times 1,08 + 2,71)$$

$$F_u = 21,5 N$$

Donde el valor μ se especifica en la Tabla XXVIII.

La potencia requerida para conducir la clasificadora será:

$$N_s = \frac{F_u \times V}{1\ 000} = \frac{21,5 \times 0,2}{1\ 000}$$

$$N_s = 0,0043 kW$$

6.2.3 Selección del sistema motriz.

El sistema motriz será acoplado directamente a la máquina (Figura 31).

- Potencia absorbida por la máquina accionada: 0,0043 kW
- Velocidad de entra en la máquina: 47rpm
- Aplicación: Transportador de banda uniformemente, sin choques.
- Duración de servicio: menos de 10 h/día
- Posición de montaje: V6

- Temperatura de ambiente: 298 K (25 °C)
- Tiempo de funcionamiento (FM): 100 %
- Altitud de instalación: 3 250 msnm
- El reductor debe ser predispuesto para motor estándar IEC

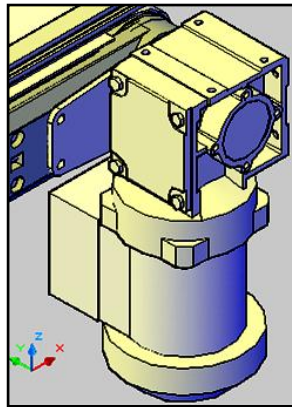


Figura 31. Posición de montaje del motorreductor

Fuente: Elaboración propia

Para solicitar el reductor debemos seguir los siguientes pasos:

Potencia absorbida por la máquina: Es la potencia necesaria en el eje de salida:

$$N_s = 0,0043 \text{ kW}$$

Índice de reducción: La velocidad que se requiere en el lado de salida es 47 rpm, apriori se puede escoger del catálogo de CONTRANSA, un índice de reducción igual a 30, pues, para diferentes potencias de equipos, los fabricantes no varían los índices de reducción.

Preselección: La potencia en el eje de entrada del reductor es:

$$N_e = \frac{N_s}{\eta_R} = \frac{0,0043}{0,75}$$

$$N_e = 0,0057\text{kW}$$

Donde:

η_R : es la eficiencia del reductor obtenida del Anexo J

Esto nos induce a preseleccionar tentativamente el motorreductor con potencia de placa N_m igual a 0,06 kW.

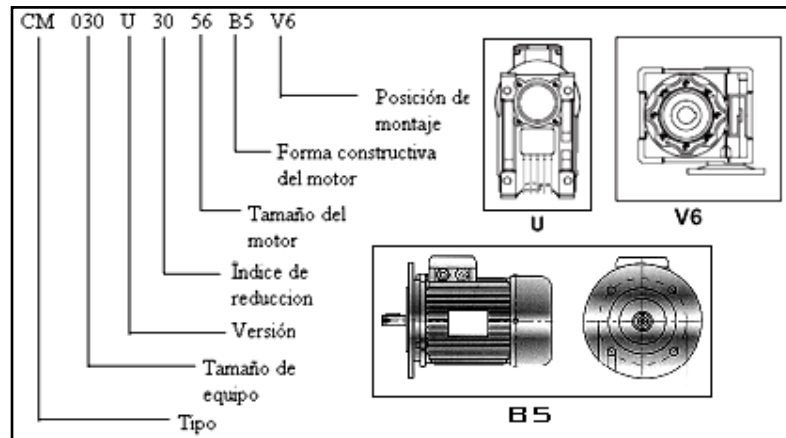


Figura 32. Especificaciones técnicas para solicitar motorreductores

Fuente: Motorreductores CONTRANSA Catálogo RAT 05 · 2008 , pag. 4/39

El factor de servicio de la máquina: El anexo I, indica que cada tipo de máquina genera sobrecargas durante el trabajo, para transportadoras de banda se debe aplicar un factor de servicio $f_s = 1,15$

Potencia transmisible por el reductor: Determina la potencia de entrada necesaria en el reductor para el servicio y velocidad de salida estipulados.

$$N'_e = N_e \times f_s = 0,0057 \times 1,15$$

$$N'_e = 0,0066 \text{ kW}$$

Factor de servicio del motorreductor: Se le conoce también como el *factor de seguridad* que le dan los fabricantes, en el Anexo H obtenemos un $f_z = 2,5$.

Como primera condición debe cumplirse que:

$$N_m \times f_z \geq N'_e \Rightarrow 0,06 \times 2,5 > 0,0066$$

$0,15 \geq 0,066$ Por lo que la elección es aceptable.

Donde:

N_m : Es la potencia de placa del motor.

Potencia que se puede disponer por condiciones de altura: Las condiciones normales de operación de los motores es por debajo de los 1 000 msnm, considerando que el lugar de operación está a 3 250 msnm:

$$altitud - 1\ 000 = 2\ 250$$

La reducción es 1% por cada 100 m de de sobreelevación:

$$\text{Reducción} = 22,5 \%$$

La temperatura límite de funcionamiento para motores con aislamiento B es 393 K (120 °C), que en un ambiente de operación de 298 K (25 °C), la sobre elevación límite es:

$$120 - 25 = 95 \text{ } ^\circ\text{C}$$

La sobre elevación máxima admitida de temperatura:

$$95 - 22,5\% (95) = 73,625 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Por consiguiente, la máxima potencia posible que se puede solicitar a este motor es:

$$N_{\text{posible}} = N_m \times f_z \left(\frac{73,625}{95} \right) = 0,06 \times 2,5 \left(\frac{73,625}{95} \right)$$

$$N_{\text{posible}} = 0,116 \geq 0,0066$$

Concluimos finalmente, que para la segunda condición, el motor seleccionado también es aceptable.

6.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE SINGULARIZACIÓN.

Este sistema tiene por finalidad, el posicionamiento de cada tuna en cada charola, teniendo en cuenta que las charolas están a velocidad constante, el elemento principal es un tambor singularizador, su operación se asemeja al de una turbina Pelton, pero, en sentido inverso, ya que el flujo de material, no es el portador de energía sino más bien el que la recibe, en la Figura 33, se aprecia el esquema general.

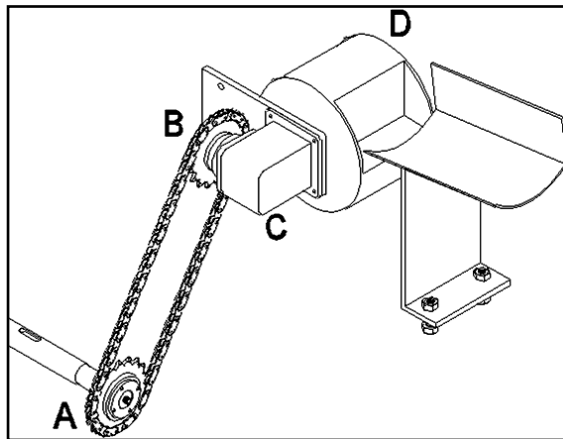


Figura 33. Esquema general del mecanismo de singularización.

Fuente: Elaboración propia.

En el punto A:

En este punto se ubica una rueda dentada con las siguientes características:

Nº de dientes:	18
Diámetro primitivo:	73 mm
Velocidad:	44,345 rev/min

El diámetro del eje este punto es de 10 mm

En el punto B:

En este punto se ubica una rueda dentada con las siguientes características:

Nº de dientes:	18
Diámetro primitivo:	73 mm
Velocidad:	44,345 rev/min

El diámetro del eje este punto es de 10 mm

En el punto C:

En el punto C, se ubica un par de engranajes cónicos helicoidales, necesarios para transmitir movimiento entre los ejes no paralelos, que están a 90° entre sí.

En el punto D:

Aquí se ubica el tambor singularizador, cuyas características se muestran a continuación:

Longitud:	100 mm
Radio:	70 mm
Nº de cucharas:	3
Velocidad:	44,345 rev/min
Material:	Acero sanitario

6.3.1 Transmisión de potencia por cadena de rodillos.

El requerimiento de usar una cadena como elemento de transmisión de potencia se debe a la necesidad de sincronismo que debe existir entre la calibradora y el singularizador.

Tabla XXX. Cadenas de rodillos simple según Norma Americana ISO 606-1982 DIN 8187 y ANSI B-29-1

ANSI	ISO-DIN	Paso P	ancho interior min. b_1	\varnothing rodillo máx. d_3	\varnothing eje máx. d_1	ancho s/ ejes máx. F_1	Superficie articulación F cm ²	Peso Kg/m	Carga de rotura mínima da N
35-1	06-B1	9,52	5,72	6,35	3,28	13	0,28	0,41	910
40-1	08-B1	12,7	7,75	8,51	4,45	17	0,50	0,28	1.82
50-1	10-B1	15,87	9,65	10,16	5,08	19,6	0,67	0,9	2.27
60-1	12-B1	19,05	11,68	12,07	5,72	22,7	0,89	1,25	2.95
80-1	16-B1	25,4	17,02	15,88	8,28	36,1	2,1	2,72	5.8
100-1	20-B1	31,75	19,56	19,05	10,19	43,2	2,9	3,58	9.5

Fuente: Tsubaki Engineering Manual Small Size Chain

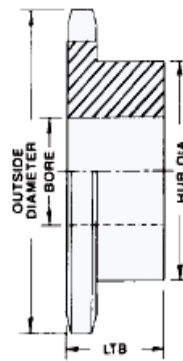
La cadena simple de rodillos es bastante económica y fácil de instalar, pero, calcular la potencia a transmitir no se tomará en cuenta por ser absolutamente baja, las características técnicas de la cadena que se muestran en la Tabla XXX, satisfacen ampliamente las requeridas por la carga, motivo por el cual, ha sido seleccionada una cadena de rodillos simple ASA 40, como se ve en el siguiente cuadro.

6.3.2 Selección de los dos piñones.

Teniendo como premisa de que la cadena ya fue seleccionada (ASA 40) con paso=12,7mm, se opta por seleccionar 2 piñones iguales para que el índice de reducción sea uno y con un número igual a 18 dientes (se recomienda hasta 22 dientes en el piñón de entrada).

Tabla XXXI. Piñones con cubo para cadenas ASA 40

Type B Plain Bore								CHAIN TECHNICAL DATA
No. Teeth	Catalog Number	List Price	Plain Bore	†Max. Bore	Hub Dia.	LTB	Wt. Lbs.	
8	40B8	\$17.40	1/2	1/2	31/32 ▲	7/8	.12	Size 40
9	40B9	18.20	1/2	5/8	1 1/8 ▲	7/8	.22	Pitch 1/2"
10	40B10	18.60	1/2	3/4	1 1/4 ▲	7/8	.25	Inside Width 5/16"
11	40B11	20.40	1/2	7/8	1 29/64 ▲	7/8	.38	Roller Diameter .312"
12	40B12	21.80	1/2	1	1 9/16 ▲	7/8	.44	
13	40B13	22.20	1/2	1	1 9/16	7/8	.50	
14	40B14	22.20	1/2	1	1 11/16	7/8	.57	
15	40B15	22.20	1/2	1 1/4	1 13/16	7/8	.69	
16	40B16	23.20	5/8	1 1/4	2	7/8	.81	
17	40B17	27.20	5/8	1 5/8	2 1/8	7/8	.94	
18	40B18	29.00	5/8	1 1/2	2 5/16	7/8	1.12	
19	40B19	33.00	5/8	1 3/4	2 1/2	7/8	1.30	
20	40B20	37.80	5/8	1 3/4	2 5/8	1	1.60	
21	40B21	41.80	5/8	1 3/4	2 29/32	1	1.80	
22	40B22	45.80	5/8	1 3/4	2 1/2	1	2.00	
23	40B23	50.40	5/8	1 3/4	2 1/2	1	2.10	
24	40B24	53.00	5/8	1 3/4	2 1/2	1	2.20	
25	40B25	55.60	5/8	1 3/4	2 1/2	1	2.30	
26	40B26	58.20	5/8	1 3/4	2 1/2	1	2.40	



TYPE B

Fuente: U.S. TSUBAKI UNION CHAIN DIVISION.

6.3.3 Flujo del material (tuna).

La máquina ha sido diseñada para un flujo de 8 000 tunas/h; la forma superficial del tambor singularizador ha sido estudiado, diseñado y rediseñado, de tal forma, que mantenga intervalos de tiempos constantes de alimentación sobre las charolas como se aprecia en la Figura 34, es decir, el tambor singularizador, debe tener intervalos de admisión y de clausura, los instantes críticos de este proceso se dan a continuación:

Instante 1:

En este instante se inicia la admisión de la tuna, con un ángulo de referencia inicial de 0° .

Instante 2:

Finaliza la admisión y se inicia la clausura de flujo de material, el tambor ya ha girado 71° .

Instante 3:

Finaliza la clausura y empieza otras veces la admisión, el tambor ha girado 126° .

Instante 4:

El singularizador deposita la tuna sobre la charola, el tambor en este instante ha girado 158° .

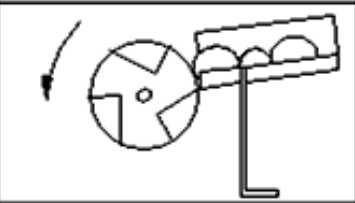
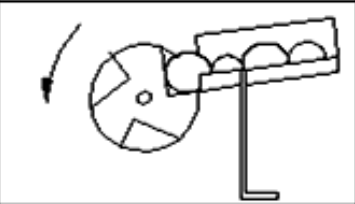
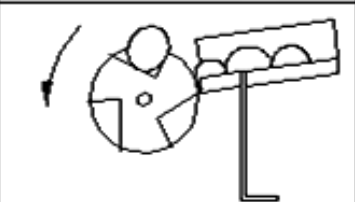
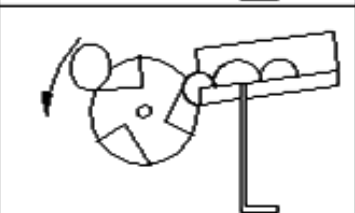
Angulo de giro	Posición
0°	
71°	
126°	
158°	

Figura 34. Instantes críticos durante el proceso de singularización.

Fuente: Elaboración propia

Un solo motor será usado tanto para el singularizador como para la clasificadora, por lo que, es importante entonces calcular la tensión y el par resistente que origina la tuna en esta fase del proceso.

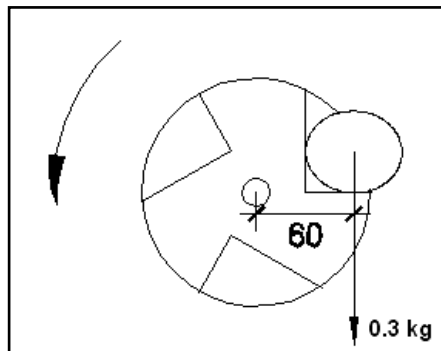


Figura 35. Tensión que ocasiona la tuna en el singularizador.

Fuente: Elaboración propia

$$T_{sing} = 0,3 \times 9,81 = 2,943 \text{ N}$$

6.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN.

El sistema de clasificación, se inicia con la carga de cada fruta en cada charola (Figura 37) por parte del sistema de singularización, la charola es parte del mecanismo de volteo, este mecanismo está unido al slat conveyer por una junta de pernos, el slat conveyer, tiene el trabajo de desplazar longitudinalmente la

charola, permitiendo que ésta pase a través de cuatro tramos de descarga, cada tramo permite solo la descarga de frutas que pertenezcan a un rango de peso preestablecido, mediante la instalación de pesas debidamente ubicadas sobre el extremo de las cuatro guías actuadoras, que están unidas a las guías fijas mediante articulaciones tipo bisagra, (Figura 37). La potencia requerida por el sistema es proporcionada por un motoreductor.

6.4.1 Partes generales del sistema de clasificado.

A continuación, se presentan las partes generales del sistema de clasificación de tunas:

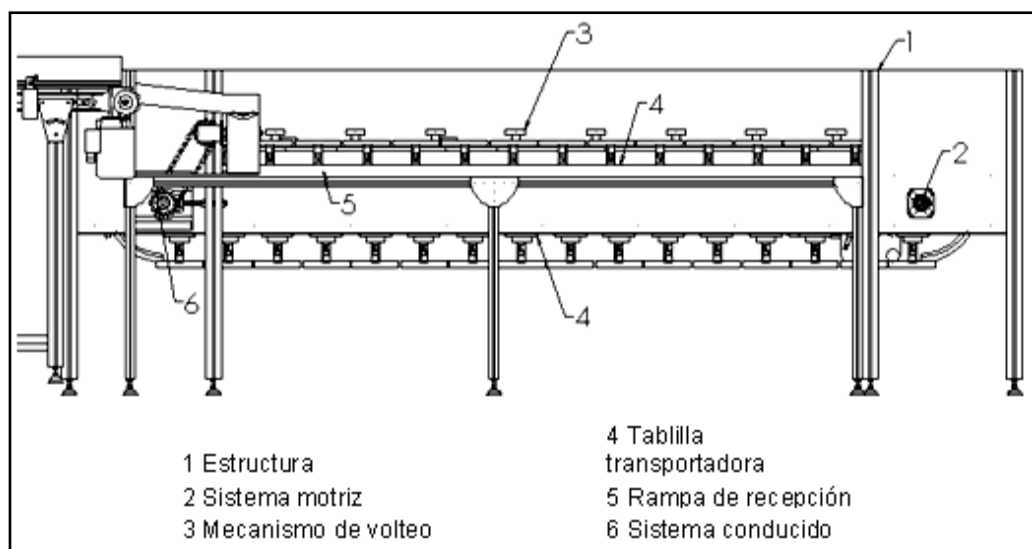


Figura 36. Sistema de clasificación.

Fuente: Elaboración propia.

6.4.2 Mecanismo de volteo.

Elementos del mecanismo de volteo:

1. Horquilla.
2. Charola porta tuna.
3. Brazo basculante.
4. Polín.
5. Brazo actuador (accionado por un desequilibrio entre el peso de la tuna y el del contrapeso).
6. Guía fija.
7. Contrapeso.
8. Articulación tipo bisagra.
9. Sentido de avance del producto a clasificar.

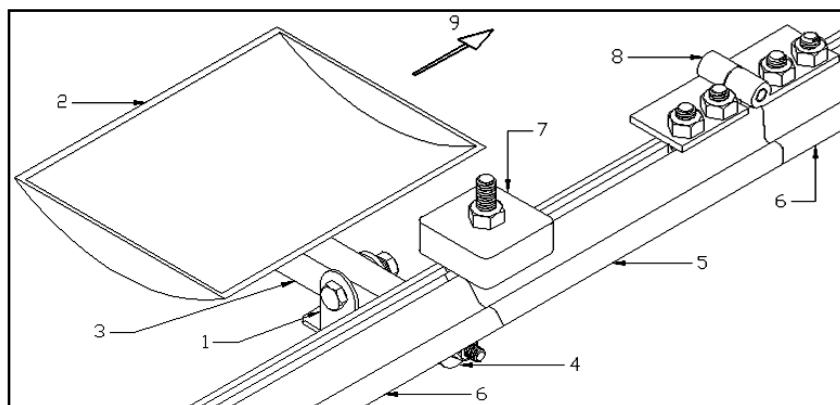


Figura 37. Mecanismo de volteo.

Fuente: Elaboración propia.

Para seleccionar el material, la AISI designa a casi todos los aceros inoxidable por sus series 200, 300, 400. Otro sistema de designación es el Unified Numbering System, UNS⁶ que desarrollaron la SAE y la ASTM.

Hay tres grupos básicos de acero inoxidable, clasificados de acuerdo con su estructura metalúrgica: austeníticos, ferríticos y martensíticos,. Los aceros inoxidables austeníticos son, en general, los grupos más empleados en aplicaciones estructurales.

Los aceros inoxidables austeníticos proporcionan una buena combinación de resistencia a la corrosión y de las propiedades de fabricación.

La máxima carga aplicada a la charola es de 0,3 kg, podemos considerar esta carga relativamente pequeña, por lo que la funcionalidad y presentación estética del elemento se sobreponen al cálculo de la resistencia por carga de los materiales en uso, no obstante daremos especificaciones de

⁶ Sistema Unificado de Numeración

todos los materiales usados en los distintos elementos del mecanismo.

A continuación se detalla el diseño y selección de materiales para los elementos del mecanismo de volteo:

Horquilla.

Este es un elemento de articulación, es el eslabón tierra del mecanismo de volteo, su función es la de ser un soporte de todo el mecanismo, está unido al elemento N° 3 (Figura 37), mediante un pasador y a la correspondiente tablilla del transportador mediante pernos rígidamente ajustados.

Para el armazón, se seleccionó material de acero inoxidable: ángulo de 20 mm × 3mm y tubo de 25 mm × 25 mm × 2 mm AISI 304.

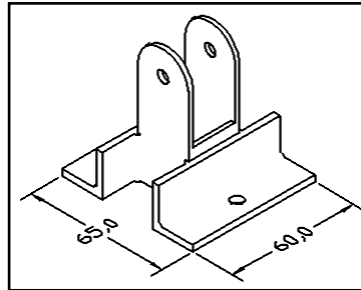


figura 38. Horquilla.

Fuente: Elaboración propia.

Volumen del sólido: 21 215,5647 (mm³)

$$peso = v \times \gamma = 2,122E^{-5} m^3 \times 7\,900 \frac{kg}{m^3} = 0,168 kg$$

Charola portador de fruta.

Para dimensionar la charola, se toma como referencia el tamaño máximo que suele alcanzar la tuna en su estado de maduración, como la fruta tiene diferentes formas, generalmente ovaladas, las dimensiones básicas de la charola las podemos obtener de la normatividad de clases según tamaños y pesos para la fruta tuna (Capítulo II).

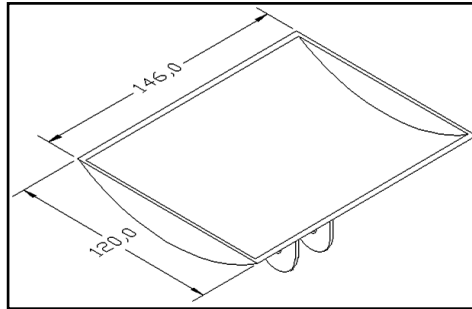


Figura 39. Charola porta tuna.

Fuente: Elaboración propia.

Volumen del sólido: $42990,5007 \text{ (mm}^3\text{)}$

$$\text{peso} = v \times \gamma = 4,299\text{E}^{-5} \text{ m}^3 \times 7\,900 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} = 0,340 \text{ Kg}$$

Adicionalmente, se requiere que la fruta tenga mínimos daños durante el proceso, para solucionar este requerimiento, la charola toma la forma de sección cóncava de un cilindro de radio 110 mm, estará unida al eslabón N° 3 mediante una articulación, como se ve en la Figura 37, es muy importante determinar el tiempo de volteo de la charola, para disponer la fruta en una zona determinada, restringida dentro de un rango admisible de peso que puede tener la fruta.

Seleccionamos para la charola un acero inoxidable de espesor: 2 mm AISI 304.

Brazo basculador.

Este elemento es un perfil comercial, su longitud de venta unitaria es de 6 m, la longitud requerida está restringida por el ancho de la tablilla transportadora. La función de este elemento, es lograr que la charola alcance 2 posiciones críticas durante su movimiento; la primera, es actuar mediante un tope para obligar a que la charola mantenga una posición horizontal, cuando ésta se esté deslizando de forma lineal sobre la transportadora, la segunda es impedir que la charola gire más de 45° respecto al eje de giro de la charola en el instante de descarga o volteo. Las dimensiones del perfil se muestran en la Figura 40.

Por lo tanto, el material seleccionado para el elemento N° 3 (Figura 37) es tubo cuadrado de acero inoxidable 16 x 16 x 2 mm AISI 304.

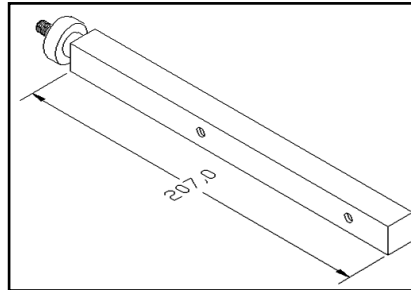


Figura 40. Brazo basculador.

Fuente: Elaboración propia.

Volumen del sólido: $27\,788,1287 \text{ (mm}^3\text{)}$

$$\text{peso} = v \times \gamma = 2,779\text{E}^{-5} \text{ m}^3 \times 7\,900 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} = 0,219 \text{ kg}$$

Polín y suspensión.

Este eslabón tendrá la función de encarrilar y suspender la fruta en una posición requerida, su nivel mínimo de trabajo es cuando su eje de giro forma un ángulo de cero 0° con la horizontal, la máxima ocurre cuando el eje de giro de la rueda forma un ángulo de 5° con la horizontal, este comportamiento obedece a un sistema automático cuyo fundamento, es la ley de la estática, cuando se rompa la ley del equilibrio ocasiona un desplazamiento de la fruta sobre la charola, este cambio de centro de gravedad de la charola provocará el inicio de volteo de la charola.

Se seleccionó el rodamiento para carga radial serie SKF608 rodamiento explorer (Anexo N).

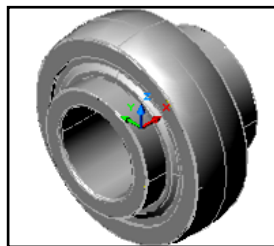


Figura 41.Polín.

Fuente: Catálogo de SKF.

Volumen del sólido: $2\,444,1591 \text{ (mm}^3\text{)}$

$$\text{peso} = v \times \gamma = 2,444\text{E}^{-6}\text{m}^3 \times 7\,900 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} = 0,019 \text{ Kg}$$

Mecanismo de guía y brazos actuadores porta pesas.

Los brazos actuadores son longitudes intermitentes de guías basculantes unidos a guías fijas mediante una articulación. Este mecanismo tiene 2 funciones: la primera es servir de guía, la segunda es cumplir la función de accionador de volteo de la charola mediante una transmisión de movimiento ocasionado por un desequilibrio estático entre la fruta y una pesa desmontable ubicada en la parte superior de cada brazo actuador.

Se han instalado en total 4 brazos actuadores a lo largo de la línea de calibrado, los 4 mecanismos podrán clasificar la fruta en 4 diferentes calibres, depositando la fruta en bandejas ubicadas a un lado de línea.

En la Figura 42, se muestra las características del material seleccionado, pues como hay rozamiento entre superficies se desea que la superficie de contacto sea blanda. El perfil seleccionado tiene un peso de 0,7 Kg/m.

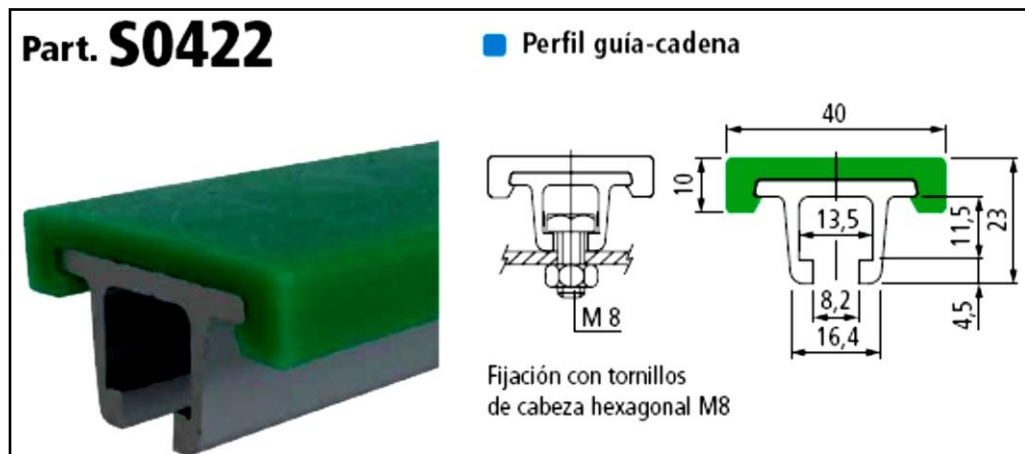


Figura 42. Perfil seleccionado para la guía.

Fuente: Catálogo de selección Marbett Rexnord. pág. S34. 2009.

Para articular los brazos actuadores con la guía fija se usará bisagras y pernos de acero inoxidable.

6.4.3 Análisis cinemático de la tuna durante el proceso de volteo.

Se hizo un análisis cinemático, para determinar el tiempo de volteo, que debe ser menor a 2 décimas de segundos, porque la charola recorrerá cada franja de volteo que tiene 0,5 m de longitud en 0,678 s; el sistema está diseñado para que el volteo se active en el instante que el elemento N° 4 (Figura 37) entre en contacto con el brazo que es el elemento N° 5.

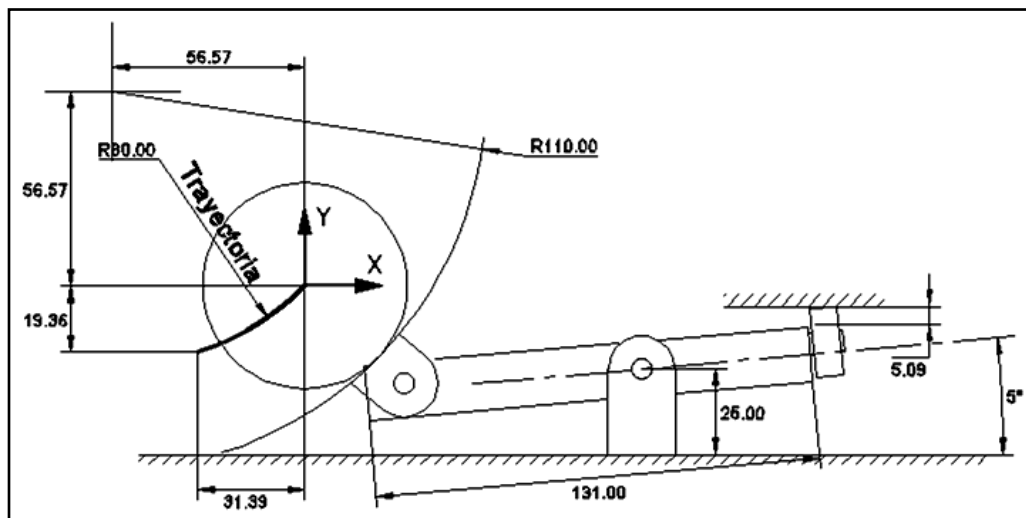


Figura 43. Cinematismo de la fruta durante el proceso de volteo.

Fuente: Elaboración propia.

Determinación de la posición de la fruta: Según la Figura 45, la posición de la fruta, tomando como referencia el sistema de coordenadas cartesianas está definida por la ecuación de una circunferencia de radio 80 mm:

$$(x + 56,57)^2 + (y - 56,57)^2 = 80^2$$

Velocidad de la fruta: Se debe considerar el uso de los métodos energéticos cuando se quiere relacionar cambios en las velocidades de traslación y rotatorias de un cuerpo con un cambio de posición:

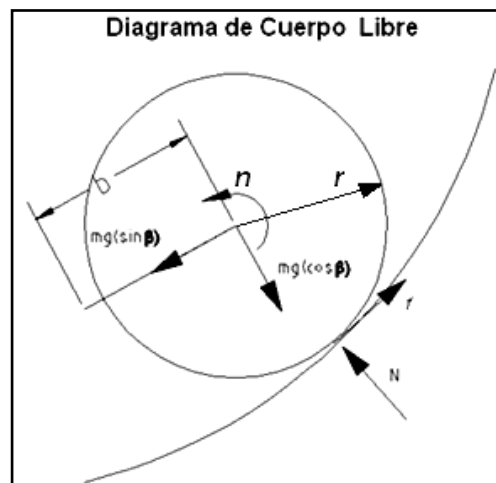


Figura 44. Diagrama de cuerpo libre durante el proceso de volteo.

Fuente: Elaboración propia

$$E_M = E_P + E_C \dots \dots \dots (2)$$

$$E_P = mgh \dots \dots \dots (3)$$

$$E_C = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}I n^2 \dots \dots \dots (4)$$

El método es igualar el cambio de la energía cinética y la energía potencial en las 2 posiciones, identificando las fuerzas que realizan trabajo:

$$w = -\Delta E_P = \Delta E_C \dots \dots \dots (5)$$

Trabajo efectuado por la fuerza de rozamiento f :

$$w = \int_{t_1}^{t_2} (f \times V) dt = \int_{t_1}^{t_2} (f \times 0) dt = 0$$

Trabajo efectuado por la fuerza Normal:

$$w = \int_{t_1}^{t_2} N \left(\frac{dR}{dt} dt \right) = \int_{t_1}^{t_2} N \left(\frac{0}{dt} dt \right) = 0$$

Trabajo realizado por el cuerpo:

$$-mg(b \times \sin\beta) = mg(y) = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}I n^2 - 0$$

$$mg(y) = \frac{1}{2}mV_2^2 + \frac{1}{2} \times \frac{2}{5}mr^2 \times \left(\frac{r}{V} \right)^2$$

Despejando V:

$$V = \sqrt{\frac{2gy}{1 + \frac{2}{5}}}$$

Comentario: El miembro -0 del término derecho de la anterior ecuación corresponde al trabajo efectuado por f (fuerza de rozamiento) debido a que el punto donde actúa f la velocidad es cero.

Dirección de la velocidad: Es tangente a la trayectoria.

$$\tan \theta = \frac{dy}{dx} = \frac{d\left(-\sqrt{80^2 - (x + 56,57)^2} + 56,57\right)}{dx}$$

Donde:

$g = 9,81$ constante de gravedad.

$n =$ Frecuencia.

$E_M =$ Energía mecánica

$E_C =$ Energía cinética

$E_P =$ Energía potencial

I = Momento de inercia de masa

N = Fuerza normal

m = Masa

V = Velocidad

w = Trabajo efectuado por una fuerza

R = Vector de posición

r = Radio de la circunferencia

Tomando 10 intervalos de la trayectoria, y usando las dos ecuaciones: de posición y de velocidad obtenemos el siguiente cuadro:

Tabla XXXII. Datos cinemáticos de la fruta durante el proceso de volteo.

R_y (mm)	R_x (mm)	θ (grados)	R (mm)	V_y (mm/s)	V_x (mm/s)	β (grados)	v (mm/s)
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
-1,936	-2,008	223,959	2,789	112,342	120,462	223,002	164,7
-3,872	-4,160	222,944	5,683	152,607	175,996	220,929	232,9
-5,808	-6,480	221,869	8,702	178,631	222,454	218,765	285,2
-7,744	-8,992	220,737	11,86	195,924	264,840	216,493	329,4
-9,680	11,727	219,539	15,20	206,458	305,013	214,093	368,3
11,616	14,729	218,261	18,75	211,021	343,890	211,535	403,4
13,552	18,061	216,882	22,58	209,775	381,990	208,774	435,8
15,488	21,819	215,369	26,75	202,378	419,639	205,746	465,8
17,424	26,158	213,668	31,43	187,851	457,052	202,343	494,1
19,360	31,378	211,674	36,87	164,025	494,381	198,355	520,8

Fuente: Elaboración propia

Donde:

V : es la magnitud de velocidad en un instante dado

R : es la magnitud de la posición en un instante dado

θ : es la orientación del vector de posición en un instante

β : es la orientación de la velocidad en un instante dado

Tiempo de descarga de la fruta: Con los datos de la Tabla

XXXII, graficamos $V(R)$:

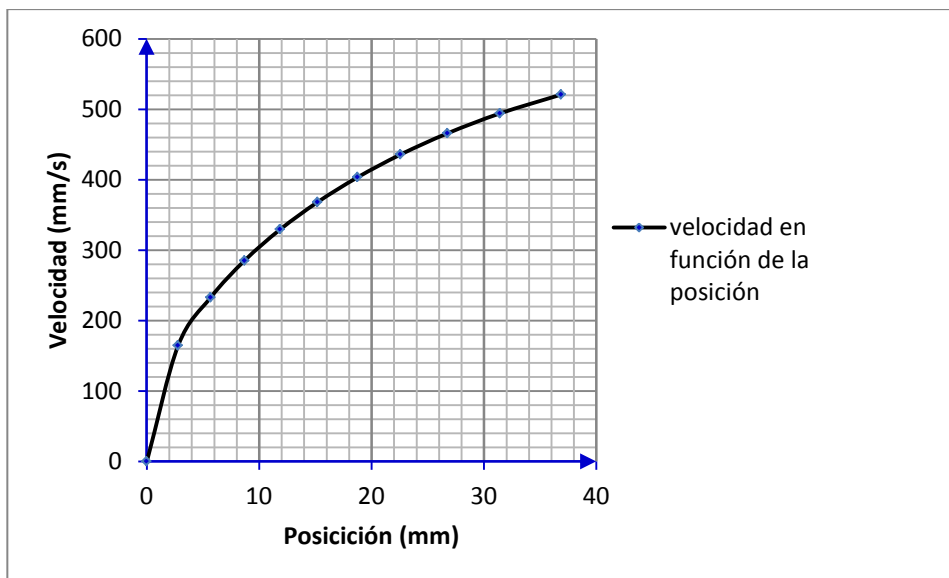


Figura 45. Velocidad en función de la posición.

Fuente: Elaboración propia.

Haciendo una regresión cúbica de la curva:

$$V = 0,01835R^3 - 1,399R^2 + 40,241R + 29,367$$

El tiempo está dado por:

$$V = \frac{dR}{dt} \dots \dots \dots (6)$$

$$dt = \frac{dR}{V} \dots \dots \dots (7)$$

$$\int_0^{t_0} dt = \int_0^{R_0} \frac{dR}{0,01835R^3 - 1,399R^2 + 40,241R + 29,367}$$

$$\int_0^t dt = \int_0^{36.87} \frac{dR}{0,01835R^3 - 1,399R^2 + 40,241R + 29,367}$$

$$t = 0,136 \text{ s}$$

Este tiempo es aceptable, teniendo en cuenta la velocidad de la charola y la longitud del tramo de descarga.

6.4.4 Análisis estático para determinar el contrapeso que se usará en cada tramo de descarga.

El brazo actuador (Figura 37), es portador de un contrapeso que tiene la función de admitir en su sector correspondiente la fruta que se está desplazando a una velocidad de 0,339 m/s.

Para determinar la escala de 4 pesas usadas en cada sector longitudinal del calibrador, realizaremos un DCL⁷ del mecanismo de volteo, con un rango de cargas que va desde el máximo peso de la fruta hasta el mínimo, que es la secuencia con que las tunas caen.

Por conveniencia, mantendremos unidos algunos elementos en el DCL, pues el objetivo principal es calcular el contrapeso.

⁷ Diagrama de cuerpo libre

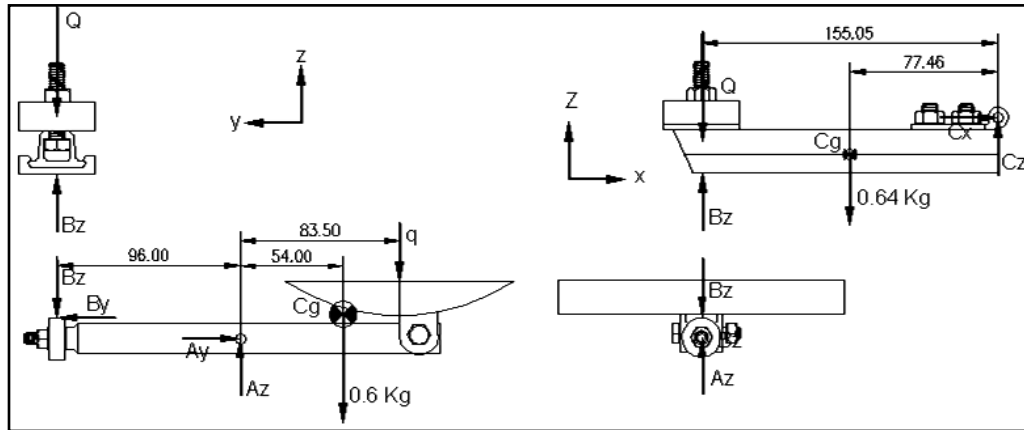


Figura 46. Diagrama de cuerpo libre del mecanismo de volteo.

Fuente: Elaboración propia.

En el plano YZ:

No existe carga en el eje Y.

$$A_y = 0 ; \quad B_y = 0$$

$$\sum M_A = 0$$

$$q \times 60 + 0,5 \times 43 - B_z \times 55 = 0$$

$$B_z = \frac{W \times 60 + 0,5 \times 43}{55}$$

$$\sum F_z = 0$$

$$q + 0,5 - A_z + B_z = 0$$

$$A_z = W + 0,5 + B_z$$

En el plano XZ:

$$C_x = 0$$

$$\sum M_C = 0$$

$$Q \times 150 + 0,64 \times 77,46 - B_z \times 150 = 0$$

$$Q = \frac{B_z \times 150 - 0,64 \times 77,46}{150}$$

$$\sum F_z = 0$$

$$Q + 0,64 - B_z - C_z = 0$$

$$C_z = Q + 0,64 - B_z$$

Tabla XXXIII. Valores del contrapeso para mantener el mecanismo de volteo en equilibrio.

Intervalo de peso que admite cada tramo de descarga (Kg)	Peso de la tuna: W (Kg)	A _y (Kg)	A _z (Kg)	B _y (Kg)	B _z (Kg)	Contrapeso: Q (Kg)	C _x (Kg)	C _z (Kg)
1º tramo de descarga < ∞ ⁺ - 0,25]	0,300	0,000	1,500	0,000	0,600	0,270	0,000	0,310
	0,290	0,000	1,481	0,000	0,591	0,261	0,000	0,310
	0,280	0,000	1,463	0,000	0,583	0,252	0,000	0,310
	0,270	0,000	1,444	0,000	0,574	0,243	0,000	0,310
	0,260	0,000	1,425	0,000	0,565	0,235	0,000	0,310
	0,250	0,000	1,406	0,000	0,556	0,226	0,000	0,310
2º tramo de descarga < 0,25 - 0,20]	0,240	0,000	1,388	0,000	0,548	0,217	0,000	0,310
	0,230	0,000	1,369	0,000	0,539	0,208	0,000	0,310
	0,220	0,000	1,350	0,000	0,530	0,200	0,000	0,310
	0,210	0,000	1,331	0,000	0,521	0,191	0,000	0,310
	0,200	0,000	1,313	0,000	0,513	0,182	0,000	0,310
3º tramo de descarga < 0,20 - 0,15]	0,190	0,000	1,294	0,000	0,504	0,173	0,000	0,310
	0,180	0,000	1,275	0,000	0,495	0,165	0,000	0,310
	0,170	0,000	1,256	0,000	0,486	0,156	0,000	0,310
	0,160	0,000	1,238	0,000	0,478	0,147	0,000	0,310
	0,150	0,000	1,219	0,000	0,469	0,138	0,000	0,310
4º tramo de descarga < 0,15 - 0,10>	0,140	0,000	1,200	0,000	0,460	0,130	0,000	0,310
	0,130	0,000	1,181	0,000	0,451	0,121	0,000	0,310
	0,120	0,000	1,163	0,000	0,443	0,112	0,000	0,310
	0,110	0,000	1,144	0,000	0,434	0,103	0,000	0,310
	0,100	0,000	1,125	0,000	0,425	0,095	0,000	0,310

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro anterior contiene los cálculos de las reacciones en algunos apoyos, y principalmente los valores

del contrapeso (Q), que mantienen el mecanismo en equilibrio según sea la variación de la carga (W), que viene a ser el peso de la tuna depositada sobre la charola.

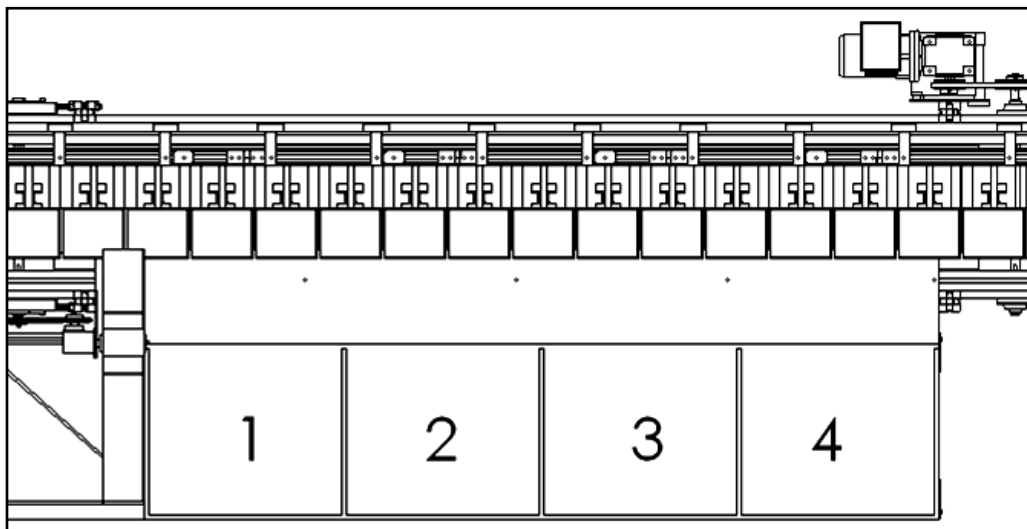


Figura 47. Cuatro tramos de descarga para recoger la tuna.

Fuente: Elaboración propia.

De la Tabla XXXIII, deducimos que:

Primer tramo de descarga: Aplicando el principio del equilibrio y su ruptura, con los datos de la Tabla XXXIII, usaremos un contrapeso de 0,333 kg, por lo tanto, todas las tunas que sobrepasen el peso de 250 gramos romperán el equilibrio estático, por consiguiente el mecanismo de volteo se activará violentamente, provocando que la tuna que está

sobre la charola sea volteada sobre una bandeja de recepción, las tunas que tengan peso de 0,250 kg a menos, pasarán sin provocar ningún desequilibrio sobre el mecanismo de volteo, hasta el siguiente tramo, donde la máquina evaluará nuevamente su peso, mecánica y automáticamente (Figura 47).

Segundo tramo de descarga: Utilizando el mismo principio que en el tramo primero, basándonos en los datos que se muestran en la Tabla XXXIII, usaremos un contrapeso de 0,279 kg, con este contrapeso, este tramo admitirá tunas con un intervalo de peso igual a 0,25 kg pero mayor a 0,20 kg, las tunas igual o menor a 0,20 kg pasarán al siguiente tramo, Figura 47.

Tercer tramo de descarga: Utilizando el mismo principio que en el tramo primero, basándonos en los datos que se muestran en la Tabla XXXIII, usaremos un contrapeso de 0,224 kg, este tramo admitirá tunas con un intervalo de peso igual a 0,20 kg pero mayor a 0,15 kg, las

tunas igual o menor a 0,15 kg pasarán al siguiente tramo (Figura 47).

Cuarto tramo de descarga: Este es el último tramo de descarga, como se puede ver en la Figura 47, siguiendo el mismo principio estático del primer tramo y tomando como referencia los datos obtenidos en la Tabla XXXIII, usaremos un contrapeso de 0,170 kg, este tramo admitirá tunas con un intervalo igual a 0,15 kg pero mayor a 0,10 kg, las tunas que pasen sin caer en este tramo, evidentemente serán muy pequeñas y continuarán su recorrido hasta un depósito ubicado en la parte extrema y final de la calibradora, estas tunas son muy pequeñas para ponerlas en el mercado, por lo que se les aplicará otro proceso industrial, aspecto que no es materia de nuestro proyecto.

6.4.5 Selección del tipo de transportación.

En el apartado 4.6, se expone los criterios técnicos de selección y diseño. De acuerdo a estos criterios, iremos obteniendo cada uno de los datos para finalmente

seleccionar la cadena que más se aproxime a nuestras necesidades:

El ambiente no es agresivo, el emplazamiento de la máquina es, en un ambiente cerrado, siendo la temperatura de operación: 293 K (20 °C), no existiendo objetos extraños.

El objeto a transportar no es abrasivo ni corrosivo, la temperatura que debe conservar la fruta durante el proceso es la del ambiente, cada fruta depositada en la charola tiene un peso máximo de 0,3 kg/unidad, la disposición de las charolas sobre el transportador se ve en el siguiente gráfico.

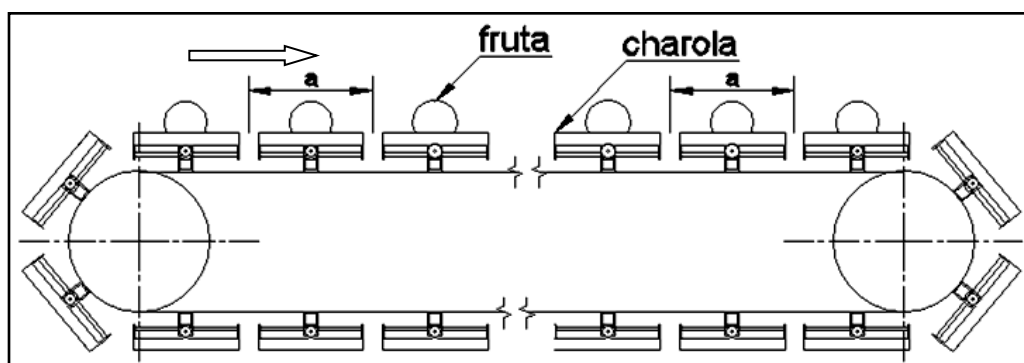


Figura 48. Disposición de las charolas sobre el transportador.

Fuente: Elaboración propia.

Tomando en cuenta la Figura 48, y como guía el anexo A escogemos el trazado C, que es un tipo de transportador denominado tablilla transportadora (slat conveyor).

Selección de las tablillas:

Las tablillas son parte del esquema de transporte, que es base de soporte y recibe la carga aplicada por la fruta y el mecanismo de volteo.

El material seleccionado, es tubo rectangular de aluminio de 18 mm x 100 mm x 2 mm, AISI 1060-O, cada tablilla con una longitud de 244 mm.

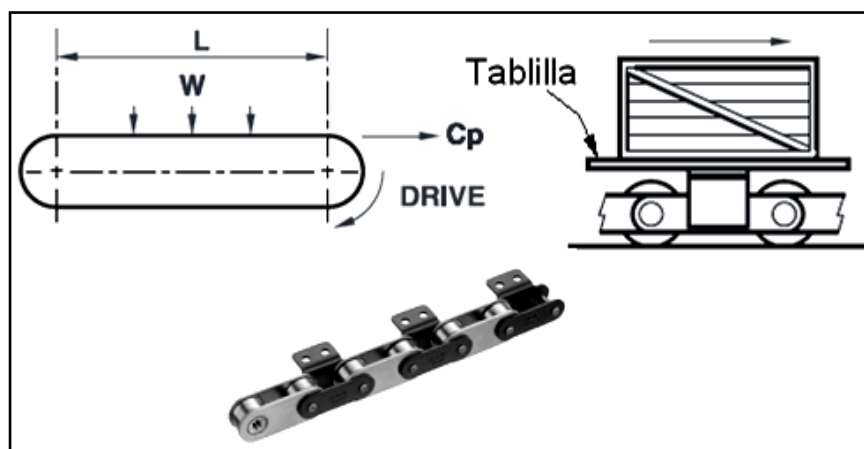


Figura 49. Slat conveyor.

Fuente: Renold conveyor chain Designer Guide.

Volumen del sólido: 11 1264 (mm³)

$$peso = V \times \gamma = 1,113E^{-4}m^3 \times \frac{2\,635\,Kg}{m^3} = 0,293\,kg$$

La distancia entre centros es 2,36 m, el trazado general del transportador se observa en la Figura 48.

La capacidad que se requiere en la máquina es un máximo de 8 000 charolas/h, teniendo en cuenta que el paso de las charolas es de 152,4 mm (Figura 48), la velocidad viene dada por:

$$V = \frac{8\,000\,charolas}{h} \times \frac{h}{3\,600\,s} \times 0,1524\,m$$

$$V = 0,339\,m/s$$

La velocidad recomendada para un transportador de tablillas según el anexo B, fluctúa entre 0,254 a 0,762 m/s.

El número de hileras de cadenas es 2.

La cadena más adecuada, por condiciones de transporte es la cadena de rodillos-grandes de doble paso, con accesorios A2, dispuestos intermitentemente cada 6 pasos.

$$P = 25,4 \text{ mm}$$

Donde:

P: es el paso de la cadena

Comentario: A mayor paso, la cadena es más económica, pero aumenta las dimensiones de las ruedas y por tanto el tamaño del transportador.

Por condiciones de sincronismo entre el singularizador y el calibrador, el número de dientes de la rueda dentada debe ser múltiplo de 6, además por condiciones de espacio el diámetro de paso de la rueda debe ser menor a 150 mm. Atendiendo a todos estos requerimientos, podemos calcular el diámetro de paso con la siguiente fórmula:

$$D_p = \frac{P}{\sin\left(\frac{180}{z}\right)} \dots \dots \dots (8)$$

Asumimos 18 dientes, pues es múltiplo de 6.

$$D_p = \frac{25,4}{\sin\left(\frac{180}{24}\right)}$$

$$D_p = 146,273 \text{ mm}$$

Por lo tanto, la velocidad angular de entrada de la máquina está dada por:

$$n = \frac{0,339 \text{ m/s}}{\frac{0,146}{2} \text{ m}} = 44,285 \text{ rev/min}$$

La distancia entre centros L_c , visible en la Figura 48, por cuestiones de comodidad y espacio, debe aproximarse a los 2,40 m de longitud.

Longitud de la cadena (en número de pasos):

$$X = 2 \times \frac{L_c}{P} + z \dots \dots \dots (9)$$

$$X = 2 \times \frac{2400}{25,4} + 18 = 206,97$$

Para cadenas de eslabones rectos, X tiene que ser un número par y entero, para cadenas de eslabones acodados, X solo tiene que ser un número entero.

Siguiendo la recomendación escogemos $X = 204$ pasos.

La distancia entre centros viene dada por:

$$L_c = \frac{P \times (X - Z)}{2} \dots \dots \dots (10)$$

$$L_c = \frac{25,4 \times (204 - 18)}{2} = 2\,362,2 \text{ mm}$$

Donde:

D_p : diámetro primitivo de la rueda dentada en mm.

Z : número de dientes de la rueda dentada.

p : paso de la cadena en mm.

L_c : distancia entre centros en mm.

La máquina está concebida para un una labor de hasta 8h/día.

La lubricación del equipo es manual.

La energía eléctrica suministrada por el distribuidor es 3~60Hz-380/220V y nos remitimos a usar un motorreductor como elemento motriz.

6.4.6 Selección de la cadena.

Para calcular la tensión en la cadena, es necesario analizar cuatro puntos principales dentro del transportador, como se observa en la Figura 50, ya que existen diferentes condiciones de funcionamientos en cada una de estas secciones. Esto ocurre donde se producen cambios de dirección o donde las cargas no son constantes.

Para los transportadores uniformemente cargados hay un aumento progresivo en la tensión de cadena. Teóricamente cero en el punto A y máximo en el punto D (ver Figura 50).

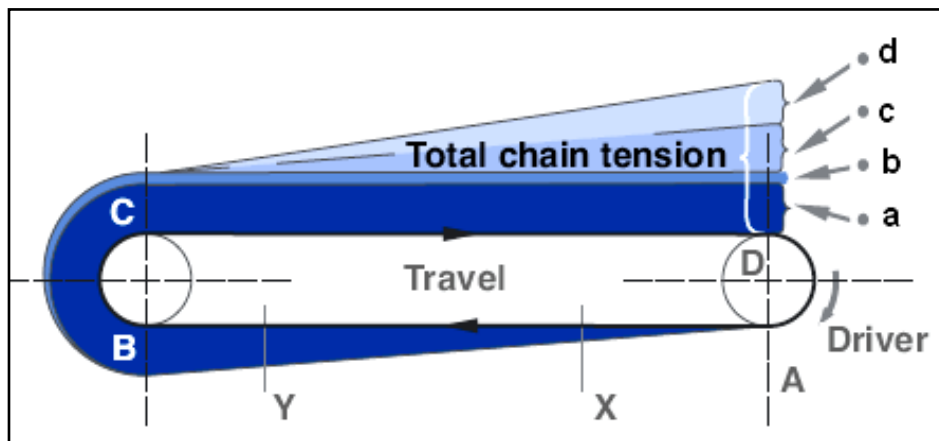


Figura 50. Análisis de Tensiones en cadenas transportadoras con carga uniformemente distribuida.

Fuente: Renold conveyor chain Designer Guide.

Donde la máxima tensión en la cadena (Punto D) está conformada por:

(a) Tensión debido a las piezas de la cadena y a las partes móviles en el lado de descarga.

(b) Tensión adicional requerido para dar vuelta a las ruedas y al eje de la rueda conducida.

(c) Tensión debido a las piezas de la cadena y a las partes móviles en el lado cargado.

(d) Tensión debido a la carga del material a transportar.

De acuerdo al esquema seleccionado para nuestro transportador (Presentación C - Apéndice A). Tenemos que la **tensión estática** en de la cadena está determinada mediante la siguiente ecuación:

$$Cp = 9,81 \times \mu_c [(2,05 \times W \times L) + q_c] \quad (\text{N}) \dots (11)$$

$$W = W_{\text{tablilla}} + W_{\text{mecanismo de volteo}} + W'_{\text{cadenamas accesorios}} \dots \dots (12)$$

Donde:

W : es la carga que soporta la cadena debido tanto a su propio peso más los accesorios móviles por metro lineal en kg/m.

q_c :Carga total del material a transportar apoyado sobre el transportador (Kg).

L_c : Longitud entre centros

Carga debido al material a transportar:

Existen 34 charolas de las cuales, a lo mucho estarán cargadas las situadas en la zona de carga o clasificado que suman 17 charolas, el efecto de esta carga incide en el punto A, como se aprecia en el siguiente DCL:

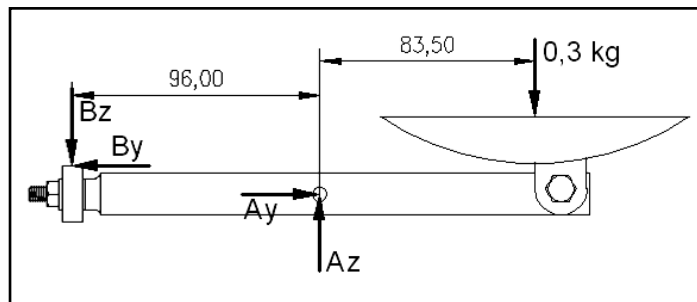


Figura 51. Reacción en A debido al peso de la tuna.

Fuente: Elaboración propia.

$$A_z = \frac{(96 + 83,5) \times 0,3}{96}$$

$$q_c = A_z \times 17 \text{ charolas} = 0,561 \times 17$$

$$q_c = 9,537 \text{ kg}$$

Peso de la cadena más los accesorios móviles por metro lineal en Kg:

En la sección 6.4.5 muestra el peso de cada tablilla, además debemos adicionar 0,168 kg de la horquilla, con un paso entre las tablillas de 152,4 mm.

$$W_{tablilla} = \frac{\text{peso total}}{a} \dots \dots \dots (13)$$

$$W_{tablilla} = \frac{(0,293 + 0,168)Kg}{0,1524 m} = 3,025 \frac{kg}{m} \dots \dots (\infty)$$

Donde:

a = paso entre las charolas

Para determinar la carga debido al mecanismo de volteo, presentamos el siguiente DCL

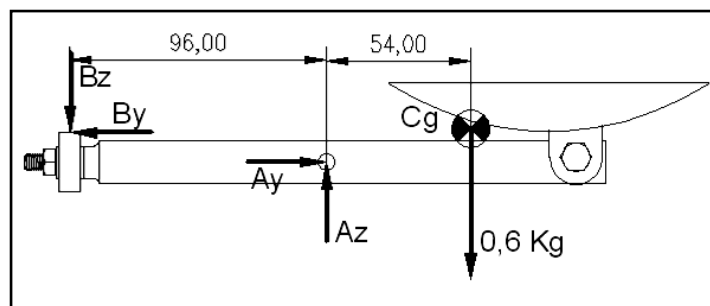


Figura 52. Carga debido al mecanismo de volteo.

Fuente: Elaboración propia.

$$A_z = \frac{(96 + 54) \times 0,6}{96}$$

$$W_{\text{mecanismo de volteo}} = \frac{A_z}{a} \dots \dots \dots (14)$$

$$W_{\text{mecanismo de volteo}} = \frac{0,938 \text{ Kg}}{0,1524 \text{ m}} = 6,155 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \dots \dots (\beta)$$

En base a la experiencia del diseñador, elegimos una cadena especial para el transporte de comestibles, para carga liviana, el tipo de transportador es el denominado slat conveyor, lo que nos restringe a usar accesorios A2, con el fin de economizar costos elegimos también una cadena de doble paso; en la Tabla XXXIV y Tabla XXXV, se tiene una correlación entre el material de la cadena y la carga permisible de estos elementos.

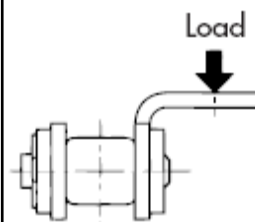
Tabla XXXIV. Carga permisible del rodillo de la cadena: kN {kf}/rodillo.

Chain Size	Double Pitch RS Attachment (Standard) Lambda/X-Lambda		Stainless Steel Roller (SS, AS)		Plastic Roller
	R Roller	S Roller	R Roller	S Roller	R Roller
RS25	-	-	-	-	-
RS35	-	-	-	-	-
RF2040 · RS40	0.64{ 65}	0.15{ 15}	0.20{ 20}	0.05{ 5}	0.20{ 20}
RF2050 · RS50	0.98{100}	0.20{ 20}	0.29{ 30}	0.06{ 6}	0.29{ 30}
RF2060 · RS60	1.57{160}	0.29{ 30}	0.49{ 50}	0.09{ 9}	0.49{ 50}
RF2080 · RS80	2.65{270}	0.54{ 55}	0.79{ 80}	0.15{15}	0.88{ 90}
RF2100 · RS100	3.92{400}	0.79{ 80}	1.17{120}	0.25{25}	1.27{130}
RF2120 · RS120	5.88{600}	1.18{120}	-	-	-
- · RS140	-	1.32{135}	-	-	-
RF2160 · RS160	9.61{980}	1.91{195}	-	-	-

Fuente: Catálogo Tsubaki Small Sise Chain.

Tabla XXXV. Carga permisible en el accesorio de la cadena
Unidades: kN {kf}/accesorio.

Chain Size	Double Pitch Chain*	Stainless Steel Chain
RF2040	0.262{ 26.7}	0.108{11.0}
RF2050	0.455{ 46.4}	0.189{19.3}
RF2060	1.06 {108 }	0.419{42.7}
RF2080	1.67 {170 }	0.646{65.9}
RF2100	2.51 {256 }	1.15{117 }
RF2120	3.68 {375 }	1.79{183 }
RF2160	5.84 {596 }	3.13{319 }



Fuente: Catálogo Tsubaki Small Sise Chain.

La serie RF2040 Lambda es apropiada para transportar comestibles.

$$W_{\substack{\text{cadenamas} \\ \text{accesorios}}} = 0,997 \text{ kg/m}$$

Como son dos líneas de cadena:

$$W'_{\substack{\text{cadenamas} \\ \text{accesorios}}} = 0,997 \times 2 = 1,994 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \dots \dots (\gamma)$$

Haciendo una sumatoria de (α) , (β) y (γ) :

$$W = 3,025 + 6,155 + 0,997 \times 2$$

$$W = 11,174 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Según el anexo D: $\mu_c = 0,08$

Por lo tanto, la tensión máxima de la cadena, teniendo en cuenta la tensión originada por el mecanismo de singularización, que necesariamente va acoplada a esta cadena cinemática es:

$$Cp' = Cp + T'_{sing} \dots \dots \dots (15)$$

$$Cp = 9,81 \times 0,08 [(2,05 \times 11,174 \times 2,362) + 9,537]$$

La relación de transmisión entre el tambor singularizador y la rueda conductora del transportador es 1, los diámetros de ambos son equivalentes; entonces la tensión adicional referido al eje conductor debido al torque que origina la tuna sobre el tambor singularizador referida al eje conductor del clasificador sólo es afectada por la eficiencia mecánica de transmisión:

$$T'_{sing} = \frac{T_{sing}}{\eta_T} = \frac{2,943}{0,93}$$

$$T'_{sing} = 3,165 \text{ N}$$

$$Cp' = 49,947 + 3,165$$

$$Cp' = 52,89 \text{ N}$$

Donde:

η_T : Eficiencia para transmisión de catalina y cadena de rodillos valor que se obtiene del anexo I.

T'_{sing} : Tensión que origina la tuna sobre el tambor singularizador referido al eje conductor del clasificador.

La tensión de diseño de la cadena está dada por:

$$Cp_{diseño} = Cp' \times \frac{1,2}{N^{\circ} \text{ hilerasdecadenas}} \times K_s \dots \dots (16)$$

Donde:

Cp' : Máxima tensión de la cadena (N).

K_s : Factor por tiempo de operación

Sabemos que el tiempo de operación de la máquina en situaciones estacionales podría exceder las 10 horas de trabajo, con este dato entramos al anexo E y seleccionamos el factor (K_s).

$$Cp_{diseño} = 52,89 \times \frac{1,2}{2} \times 1,2$$

$$Cp_{diseño} = 38,08 \text{ N}$$

La tensión de diseño ($Cp_{diseño}$) corresponde al esfuerzo a que estará sometida la cadena en condiciones normales de trabajo.

La carga de rotura de la cadena está dada por la siguiente ecuación:

$$Cargaderoturadelacadena = Cp_{diseño} \times K_V \dots \dots \dots (16)$$

Donde:

K_V : Factor de seguridad

Para determinar la carga de rotura (E_U) de la cadena a emplear, se deberá aplicar un factor de seguridad adecuado. El factor de seguridad " K_V " depende del tipo de instalación, condiciones de trabajo, limpieza y lubricación, tipo de carga, etc. Teniendo en cuenta que es una cadena standar, que la velocidad de operación es 0,677 m/s y la temperatura de trabajo es 293 K (20 °C), con estos datos entramos al anexo F.

$$E_U = C p_{\text{diseño}} \times K_V \dots \dots \dots (17)$$

$$E_U = 38,08 \times 8$$

$$E_U = 304,64 \text{ N}$$

Del anexo C, escogemos la cadena:

RF2040R-LMC-SS-2LA2

Cuyo $E_{\text{mín}}=1\ 4700 \text{ N}$



Donde:

$E_{\text{mín}}$: Resistencia mínima a la tensión

RF2040 : Dimensión de la cadena

R : Tipo de rodillo grande

LMC : Tipo de cadena Lambda

SS : Rodillos de plástico resistente a la corrosión

2L : Espacio entre accesorios

A2 : Tipo de accesorio

La potencia requerida para conducir la clasificadora será:

$$P_{eje} = \frac{\# \text{ cadenas} \times Cp_{\text{diseño}} \times V}{1000} \text{ (kW)} \dots\dots\dots (18)$$

$$P_{eje} = \frac{2 \times 38,08 \times 0,667}{1000} \text{ (kW)}$$

$$P_{eje} = 0,051 \text{ (kW)}$$

6.4.7 Sistema motriz.

Selección del motorreductor.

Para este proceso, debemos ceñirnos también a los datos técnicos que ofrecen los fabricantes con el fin de optimizar el proceso de diseño. Los motorreductores sinfín-corona, tienen una baja sonoridad, pese a sus dimensiones compactas alcanzan un gran índice de reducción, los datos disponibles hasta el momento son:

- Potencia absorbida por la máquina accionada: 0,051 kW
- Velocidad de entra en la máquina: 44,285 rpm
- Aplicación: Transportador de tablillas cargado uniformemente, con choques moderados.
- Duración de servicio: menos de 10 h/día
- Posición de montaje: B3

- Temperatura de ambiente: 298 K (25 °C)
- Tiempo de funcionamiento (FM): 100%
- Altitud de instalación: 3 250 msnm
- El reductor debe ser predispuesto para motor estándar IEC

Los pasos a seguir para seleccionar el motorreductor son los siguientes:

Potencia absorbida por la máquina: $N_s = 0,051 \text{ kW}$

Índice de reducción: La velocidad que se requiere en el lado de salida es 44,285 rpm, a priori, se puede escoger del catálogo de CONTRANSA, un índice de reducción igual a 25, pues, para diferentes potencias de equipos, los fabricantes tienden a no variar los índices de reducción.

Preselección: La potencia en el eje de entrada del reductor es:

$$N_e = \frac{N_s}{\eta_R \times \eta_{\text{correa}}} = \frac{0,051}{0,75 \times 0,94}$$

$$N_e = 0,078 \text{ kW}$$

Donde:

η_R : Eficiencia del reductor obtenida del Anexo J

η_{correa} : Eficiencia por transmisión tomada del Anexo I

Esto nos induce a preseleccionar tentativamente el motorreductor con potencia de placa N_m igual a 0,12 kW.

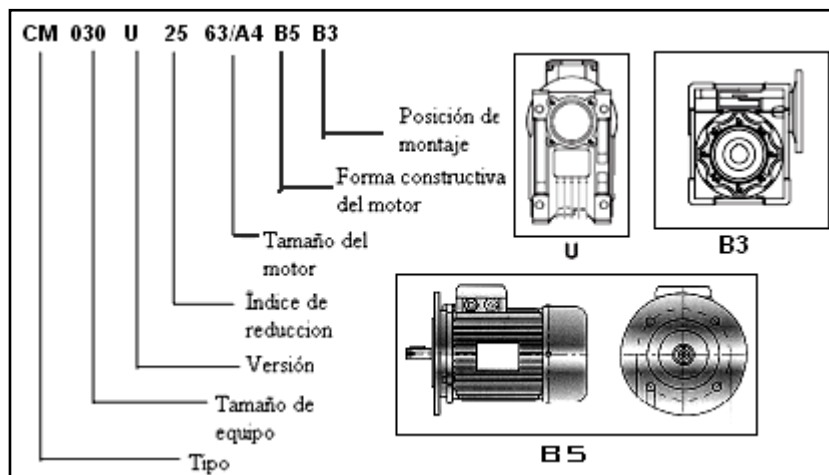


Figura 53. Especificaciones técnicas para solicitar motorreductores.

Fuente: Motorreductores CONTRANSA Catálogo RAT 05 · 2008.

El factor de servicio de la máquina Elanexo G, indica que cada tipo de máquina genera sobrecargas durante el

trabajo, para cadenas transportadoras se debe aplicar un factor de servicio $f_s = 1,5$.

Potencia transmisible por el reductor: Determina la potencia de entrada necesaria en el reductor para el servicio y velocidad de salida estipulados.

$$N'_e = N_e \times f_s = 0,078 \times 1,5$$

$$N'_e = 0,117 \text{ kW}$$

Factor de servicio del motorreductor: Se le conoce también como el *factor de seguridad* que le dan los fabricantes, en el Anexo H obtenemos un $f_z = 1,4$.

Como primera condición debe cumplirse que:

$$N_m \times f_z \geq N'_e \Rightarrow 0,12 \times 1,4 > 0,117$$

$0,168 \geq 0,117$ Por lo que la elección es aceptable.

Donde:

N_m : Es la potencia de placa del motor.

Potencia que se puede disponer por condiciones de altura: Las condiciones normales de operación de los motores es por debajo de los 1 000 msnm, considerando que el lugar de operación está a 3 250 msnm:

$$\text{altitud} - 1\ 000 = 2\ 250$$

La reducción es 1% por cada 100m de de sobre elevación:

$$\text{Reducción} = 22,5\%$$

La temperatura límite de funcionamiento para motores con aislamiento B es 393 K (120 °C), que en un ambiente de operación de 298 K (25 °C), la sobre elevación límite resulta:

$$120 - 25 = 95\text{ °C}$$

La sobre elevación máxima admitida de temperatura:

$$95 - 22,5\% (95) = 73,625\text{ °C}$$

Por consiguiente, la máxima potencia posible que se puede solicitar a este motor es:

$$N_{posible} = N_m \times f_z \left(\frac{73,625}{95} \right) = 0,12 \times 1,4 \left(\frac{73,625}{95} \right)$$

$$N_{posible} = 0,130 \geq 0,117$$

Concluimos finalmente que para la segunda condición, el motor seleccionado también es aceptable.

Diseño del eje conductor.

En ejes de diámetros pequeños (menores de 3" de diámetro), se recurre más al acero rolado en frío, y en tamaños mayores se utiliza aceros rolado en caliente. La misma aleación, rolada en frío, tiene propiedades mecánicas superiores a las que tienen rolado en caliente, por trabajo en frío, pero esto se obtiene a costa de esfuerzos residuales por tensión en la superficie. El maquinado para formar cuñeros, ranuras o escalones libera estos esfuerzos locales residuales, pudiendo provocar distorsión.

Por cuestiones de sanidad, usaremos acero inoxidable austenítico AISI 201, condición: ¼ duro, cuya resistencia a la tracción $S_u = 862$ Mpa; y una resistencia al punto cedente $S_y = 517$ Mpa, con una elongación porcentual de 20 % en 2 pulgadas por lo tanto el material presenta buena ductibilidad.

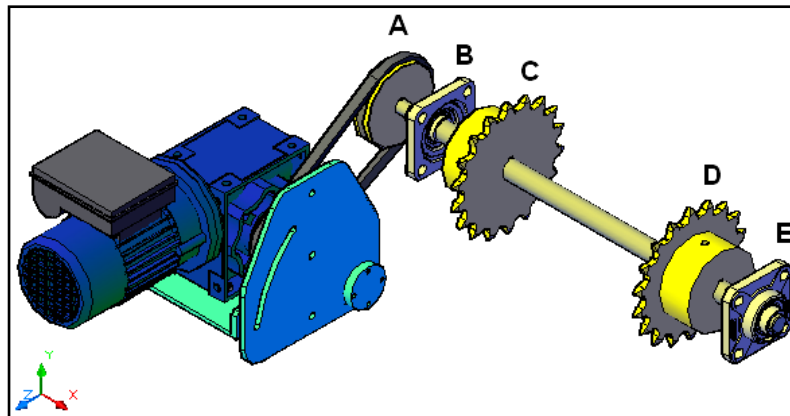


Figura 54. Distribución de los elementos en el eje conductor.

Fuente: Elaboración propia.

Distribución del torque: Para poder determinar el torque de entrada en la polea A y consecuentemente evaluarlo en cada punto crítico del eje conductor, nos basta con saber la potencia nominal del motor; distribución que se aprecia en la Figura 55.

$$C = \frac{N_m \times 9\,550}{n_{eje}} = \frac{0,12 \times 9\,550}{44,285}$$

$$C = 25,878 \text{ N m}$$

Donde:

C : Torque transmitido al eje por el motor (Nm)

n_{eje} : Velocidad en el eje conductor (rpm)

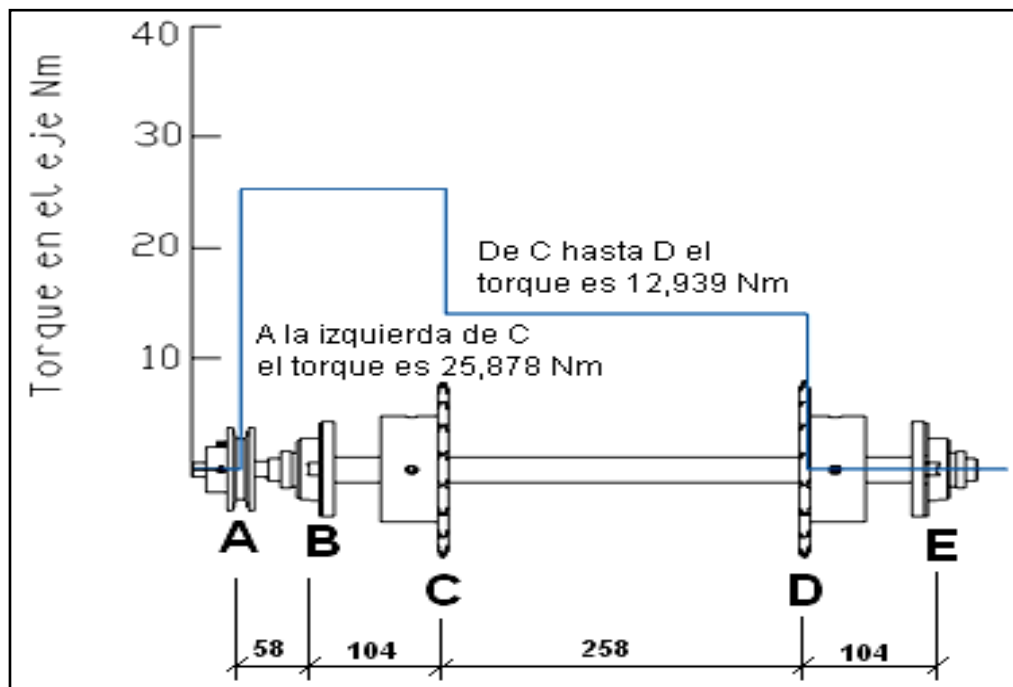


Figura 55. Distribución de torque en el eje conductor.

Fuente: Elaboración propia.

El torque se distribuye por igual en las dos ruedas dentadas, y son estas mismas las que van a provocar flexión sobre el eje⁸.

Análisis de Fuerzas: Las fuerzas en cada elemento se calcularán por separado, luego se mostrarán las reacciones que ocasionan estas fuerzas en el eje.

Fuerzas en la polea A:

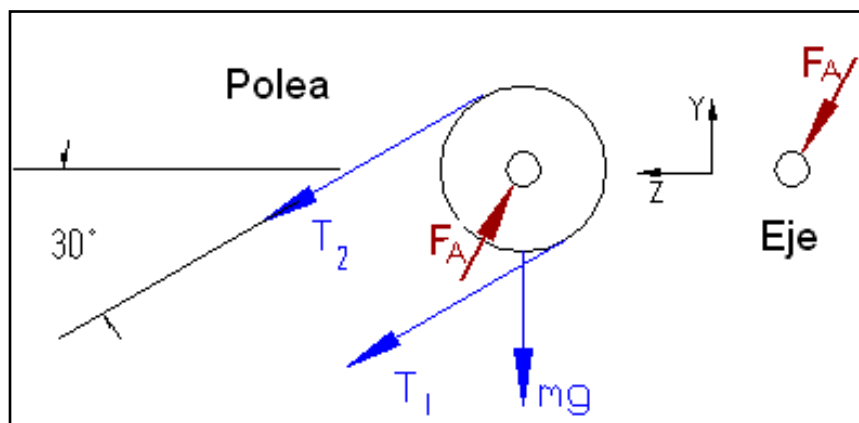


Figura 56. DCL de la polea acanalada A.

Fuente: Elaboración propia.

$$F_N = T_1 - T_2 = \frac{C_A}{D_A/2} = \frac{25,878}{0,047} = 550,596 \text{ N}$$

⁸Robert L Mott 1992

$$F'_N = 1,5 \times F_N = 1,5 \times 550,596 \text{ N} = 825,894 \text{ N}$$

Componentes en el eje Z e Y, teniendo en cuenta que la polea pesa 2,280 N:

$$F_{AZ} = F'_N \times \cos(30) = 715,245 \text{ N}$$

$$F_{AY} = F'_N \times \sin(30) + mg = 412,947 + 2,280 = 415,227 \text{ N}$$

Fuerzas en las ruedas dentadas C y D: El cálculo de las reacciones en el punto C y D tienen un tratamiento diferente, pues la cadena sólo genera una tensión:

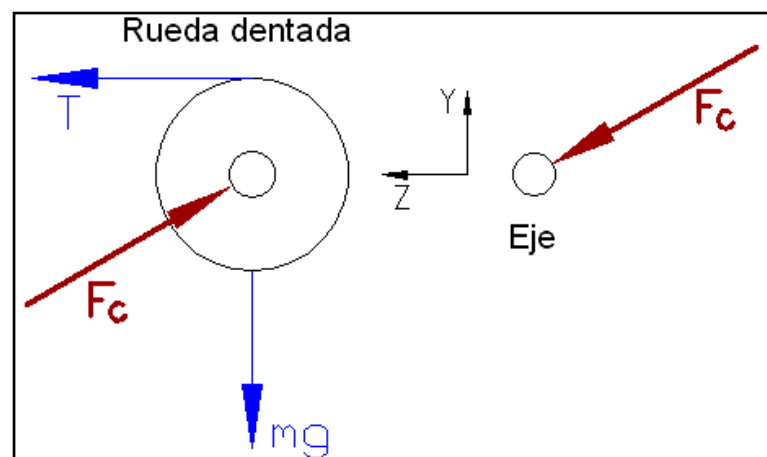


Figura 57. DCL de la rueda dentada C.

Fuente: Elaboración propia.

Las fuerzas en las ruedas dentadas C y D:

$$F_C = F_D = \frac{T_C}{D_C/2} = \frac{12,939}{0,146/2} = 177,247 \text{ N}$$

Componentes en el eje Z e Y, teniendo en cuenta que la rueda pesa 2,280 N:

$$F_{Cz} = F_{Dz} = 177,247 \text{ N}$$

$$F_{CY} = F_{DY} = mg = 30,704 \text{ N}$$

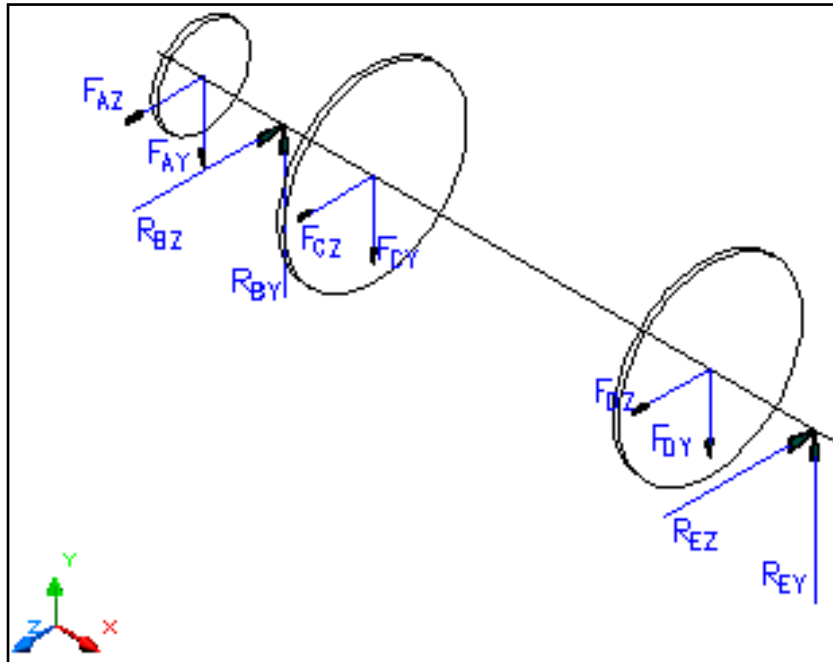


Figura 58. Diagrama de reacciones y fuerzas en cada elemento.

Fuente: Elaboración propia.

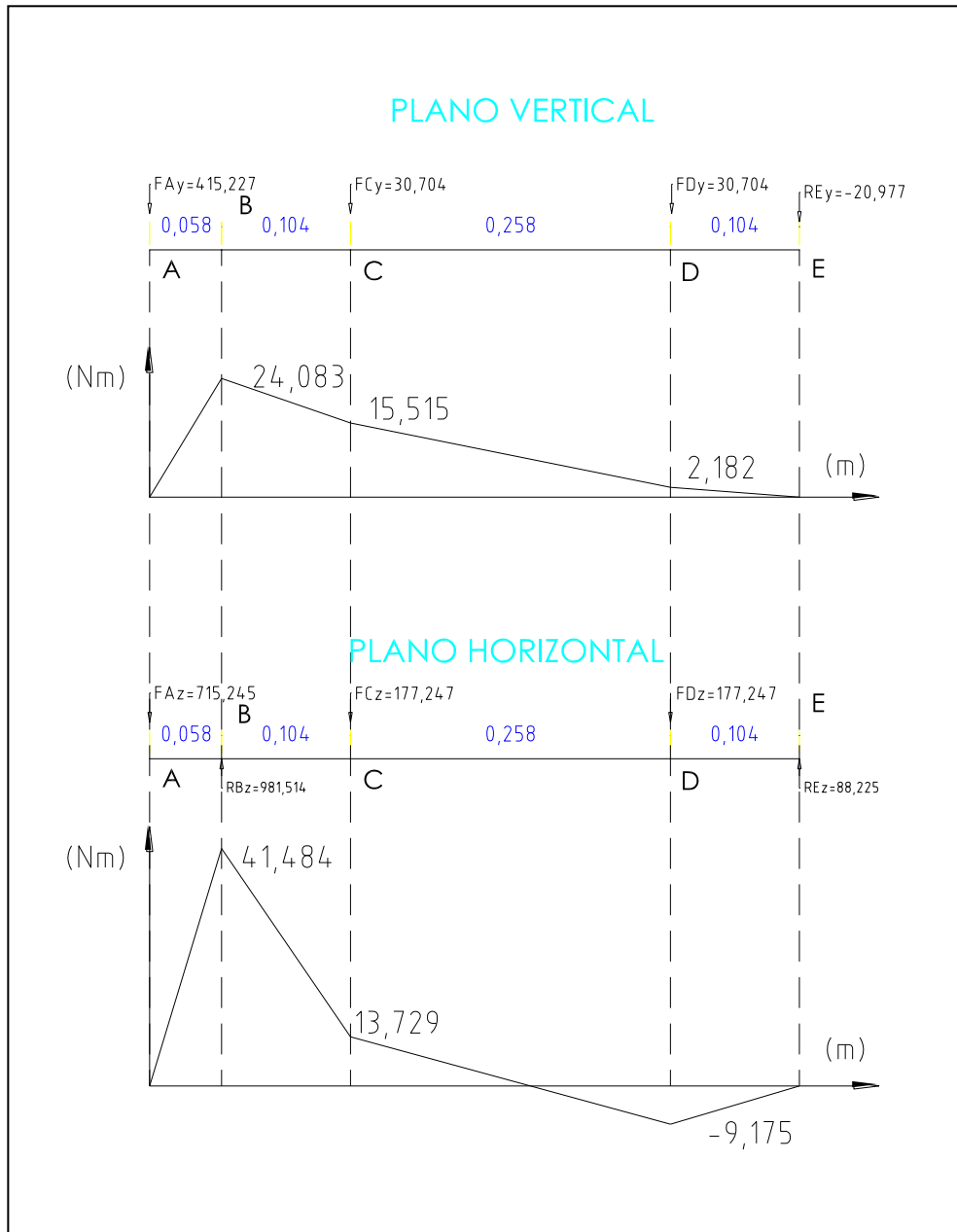


Figura 59. Diagrama de momentos flectores.

Fuente: Elaboración propia.

$$M_A = 0$$

$$M_B = \sqrt{24,1^2 + 41,5^2} = 47,99 \text{ Nm}$$

$$M_C = \sqrt{15,5^2 + 13,8^2} = 20,456 \text{ Nm}$$

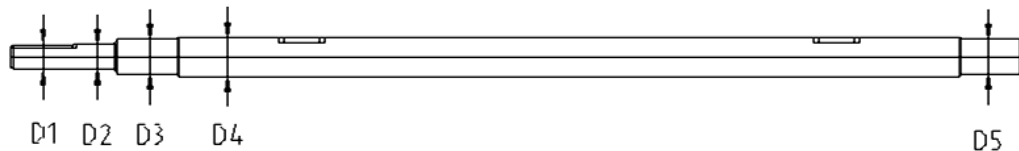
$$M_D = \sqrt{2,2^2 + 9,2^2} = 9,459 \text{ Nm}$$

$$M_E = 0$$

$$R_B = \sqrt{497,6^2 + 981,5^2} = 1\,100,43 \text{ N}$$

$$R_E = \sqrt{20,9^2 + 88,2^2} = 90,64 \text{ N}$$

Diámetros que se sugiere:



Los elementos dispuestos en el eje son: una polea, y 2 ruedas dentadas, para este tipo de flechas que solo se ven sometidos a flexión y/o torsión, la norma ANSI B106.1M-1985 propone la siguiente ecuación de Soderberg para calcular el diámetro de un eje.

$$D = \left[\frac{32 \times FS}{\pi} \times \sqrt{\left(\frac{K_T \times M}{S_n} \right)^2 + \frac{3}{4} \times \left(\frac{T}{S_Y} \right)^2} \right]^{1/3} \dots (19)$$

Si queremos ser más conservadores aún podemos elegir la fórmula de la “teoría de la energía de distorsión”:

$$D = \left[\frac{48 \times FS}{\pi} \times \sqrt{\left(\frac{K_T \times M}{S'_n}\right)^2 + \frac{3}{4} \times \left(\frac{T}{S_Y}\right)^2} \right]^{1/3} \dots (20)$$

Donde:

K_t : coeficiente por concentración de tensiones

M : momento de flexión

C : torque que varía en diferentes tramos del eje

S_Y : resistencia al punto cedente

S'_n : resistencia por durabilidad modificada.

FS : factor de diseño o factor de seguridad

Para condiciones típicas de trabajo, se sugiere el factor de seguridad $FS = 2$.

La resistencia por fatiga S_n debido al acabado superficial, en este caso “material maquinado”, lo obtenemos del Anexo K; entrando con $S_u = 862$ Mpa, obtenemos:

$$S_n = 315 \text{ Mpa}$$

Aplicamos el factor por tamaño, para un diámetro de eje menor a 2 pulgadas y moderadamente largo, se usa la siguiente fórmula:

$$C_s = \left(\frac{D}{0,3}\right)^{-0,068} = \left(\frac{0,75}{0,3}\right)^{-0,068} = 0,95$$

Donde:

D : Se expresa en pulgadas

Aplicamos factor por tipo de tensión:

$$C_{st} = 1,0 \text{ para flexión}$$

$$C_{st} = 0,80 \text{ para tensión}$$

$$C_{st} = 0,58 \text{ para esfuerzo decorte por tensión}$$

Aplicamos factor por tipo de material:

$$C_{mt} = 1,0 \text{ para acero forjado}$$

$$C_{mt} = 0,80 \text{ para acero fundido}$$

$$C_{mt} = 0,70 \text{ para hierro fundido}$$

Aplicamos factor por temperatura ≤ 450 °C:

$$S_{tempreatura} = 1,0$$

De la Tabla XXXVI con una confianza del 0,99 se toma un factor de $C_R = 0,81$.

$$S'_n = S_n \times C_s \times C_{st} \times C_{mt} \times S_{tempreatura} \times C_R \dots (21)$$

$$S'_n = 315 \times 0,95 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,81 = 242,393 \text{ MPa}$$

$$S'_n = 242,4 \times 10^6 \text{ Pa}$$

Suponiendo que la información real de las fallas sigue una distribución normal, se puede utilizar la siguiente tabla:

Tabla XXXVI. Factor de confiabilidad para fallas en materiales

Confiabilidad que se desea	Factor de confiabilidad
0,50	1,00
0,90	0,90
0,99	0,81
0,999	0,75

Fuente: Robert L. Mott, Diseño de elementos de máquinas.

En el punto A: Con el fin de transmitir potencia, la polea acanalada se coloca con una cuña de unión, como el cuñero es de perfil, $K_t = 2$.

$$\text{Torque} = 25,878 \text{ Nm}$$

$$\text{Momento} = 0$$

$$D_1 = \left(32 \times \frac{2}{\pi} \times \left(\left(2 \times \frac{0}{242,4 \times 10^6} \right)^2 + \frac{3}{4} \times \left(\frac{25,878}{517 \times 10^6} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$D_1 = 9,6 \text{ mm}$$

A la izquierda del punto B: Este es el diámetro de alivio que lleva el asiento del cojinete, lugar donde se une D_2 con D_3 , la relación de diámetros es igual a 1,2 se utilizará un chaflán redondeado entonces, el radio del chaflán es 1,5 mm con estos datos entramos al diagrama del anexo L y obtenemos el factor $K_t = 1,5$.

$$\text{Torque} = 25,878 \text{ Nm}$$

$$\text{Momento} = 47,99 \text{ Nm}$$

$$D_2 = \left(32 \times \frac{2}{\pi} \times \left(\left(1,5 \times \frac{47,99}{242,4 \times 10^6} \right)^2 + \frac{3}{4} \times \left(\frac{25,878}{517 \times 10^6} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$D_2 = 18,3 \text{ mm}$$

En el punto B y a la derecha: Este es el asiento del cojinete con un chaflán de hombro a la derecha, lo cual requiere un chaflán muy cortante, el chaflán que lleva el cojinete induce a usar un radio igual a 0,6 mm para el eje, conociendo la relación de diámetros que es igual a 1,2 y entrando al diagrama del anexo L, obtenemos un $K_t = 2,5$

$$\text{Torque} = 25,878 \text{ Nm}$$

$$\text{Momento} = 47,99 \text{ Nm}$$

$$D_3 = \left(32 \times \frac{2}{\pi} \times \left(\left(2,5 \times \frac{47,99}{242,4 \times 10^6} \right)^2 + \frac{3}{4} \times \left(\frac{25,878}{517 \times 10^6} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$D_3 = 20,1 \text{ mm}$$

En el punto C y a la izquierda: Se planea que el diámetro sea el mismo en toda su extensión desde la derecha del cojinete B hasta la izquierda del cojinete E, la

rueda dentada se coloca con un cuñero de perfil, por lo que
 $K_t = 2$.

$$\text{Torque} = 25,878 \text{ Nm}$$

$$\text{Momento} = 20,456 \text{ Nm}$$

$$D_4 = \left(32 \times \frac{2}{\pi} \times \left(\left(2 \times \frac{20,456}{242,4 \times 10^6} \right)^2 + \frac{3}{4} \times \left(\frac{25,878}{517 \times 10^6} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$D_4 = 15,3 \text{ mm}$$

En el punto D y hacia la izquierda: Tiene el mismo
 factor $K_t = 2$ que el punto C.

$$\text{Torque} = 12,939 \text{ Nm} \quad \text{Momento} = 9,459 \text{ Nm}$$

Visiblemente el diámetro va a ser menor porque a la
 derecha de C el torque disminuye en su mitad, igualmente el
 momento disminuye considerablemente.

En el punto E: A la derecha de D, ya no hay torque el
 cojinete sólo soporta la fuerza de reacción radial, que actúa
 como una fuerza de corte vertical sobre el eje. Aquí no se
 presenta torque ni momento de flexión alguno.

Usaremos el cálculo del diámetro del eje por el método de esfuerzo cortante:

$$\tau_d = \frac{0,577 \times S_y}{N} = \frac{0,577 \times 517 \text{ E}^6 \text{pa}}{3} = 99,436 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$R_E = \sqrt{R_{Ey}^2 + R_{Ez}^2} = \sqrt{20,977^2 + 88,225^2} = 90,685 \text{ N}$$

$$A = \frac{4 \times R_E}{3 \times \tau_d} = \frac{4 \times 90,685}{3 \times 99,436 \times 10^6} = 1,216 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$D_5 = \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 1,216 \times 10^{-6}}{3,1416}} = 1,3 \text{ mm}$$

Donde:

τ_d : La tensión de diseño por esfuerzo de corte

R_E : Fuerza de reacción radial

A : Área que se requiere

Es conveniente, usar diámetros normalizados, además las chumaceras instaladas en los puntos B y E limitan escoger un diámetro concordante con las series estándar de diámetros interiores SKF.

Tabla XXXVII. Resumen con los diámetros convenientes.

Parte que embona	Número de diámetro	Diámetro especificado (mm)
Polea acanalada	D1	18
Nada	D2	18
Cojinete	D3	20
Rueda dentada	D4	22
Rueda dentada	D5	22
cojinete	D6	20

Fuente: Elaboración propia.

Dimensión de los cuñeros para la rueda dentada:

La dimensión del cuñero en función del diámetro del eje lo especifica la norma ANSI B17.1-1967 nominalmente el ancho o espesor es de $\frac{1}{4}$ del eje.

Se prefiere para cuñeros un acero de bajo porcentaje de carbono, el acero inoxidable AISI 201 con una resistencia máxima a la tracción de 793 Mpa y una resistencia a punto cedente de 379 Mpa lo anterior es una resistencia aceptable para casi todas las aplicaciones.

Ancho del cuñero:

$$w = \frac{D}{4} = \frac{22}{4} = 5,5 \approx 6 \text{ mm}$$

Longitud del cuñero:

$$L = \frac{4T \times FS}{D \times W \times S_y} = \frac{4 \times 25,878 \times 3}{0,022 \times 0,006 \times 379 \times 10^6} = 6,207 \text{ mm}$$

Donde:

FS : factor de seguridad

S_y : esfuerzo a la fluencia

D : Diámetro del eje

T : Torque en el eje

Las dimensiones finales de los cuñeros cuadrados de perfil en los puntos en los que se alojan respectivamente las dos ruedas dentadas son: ancho = 6 mm la longitud = 20 mm.

Análogamente, calculamos los cuñeros para la polea, cuyas dimensiones son: ancho = 4 mm la longitud = 15 mm.

Selección de la chumacera para el sistema de conducción (Anexo N-A): Las chumaceras elegidas

cumplen con la utilización en contacto directo con los alimentos por parte del Comité Científico de los Alimentos de la Unión Europea (SCF). En Estados Unidos, la Agencia para la Protección del Ambiente (EPA) ha aprobado su uso en las cadenas de transporte.

En la sección: “Diseño del eje conductor”, se obtuvo el mayor valor de carga en el cojinete B, donde $R = 1\,100\text{ N}$.

Factor por rotación:

$V = 1,0$ si la pista de rodamientos interna es la que gira.

$V = 1,2$ si la pista de rodamientos externa es la que gira.

Carga de diseño del cojinete:

$$R' = R \times V = 1\,100 \times 1 = 1\,100\text{ N}$$

Diámetro mínimo de montura del cojinete $D_3 = 20\text{ mm}$

Tipo de cojinete: bola de hilera única, ranurada profunda.

Velocidad del eje $n = 44,285 \text{ rpm}$

Vida útil de diseño $L_{10h} = 30\ 000 \text{ h}$ (Anexo M); expresado en cantidad de revoluciones que desarrolla la flecha:

$$L_d = L_{10h} \times n = 30\ 000 \times 44,285 \times 60 = 7,97 \times 10^7 \text{ rev}$$

La vida útil especificada por el fabricante $L'_{10} = 10^6 \text{ rev}$

La C necesaria para una carga y una vida útil de diseño especificada será:

$$C = R' \times \left(\frac{L_d}{L'_{10}} \right)^{1/3} = \left(\frac{7,97 \times 10^7}{10^6} \right)^{1/3} = 4,73 \text{ kN}$$

La chumacera que tiene la geometría conveniente es el FYJ 504 (Anexo N), cuyos datos más relevantes son:

Diámetro interno = 20 mm

Capacidad dinámica C = 12,7 kN

Selección de la correa en v: El fabricante de correas BANDO según normas: BS-3790, ISO-4184, DIN-7753, DIN-2215, DIN7753, nos ofrece correas de sección Z, A,B, C, D, E, como se muestra en la Tabla XXXIX.

La potencia de diseño es:

$$P_{di} = f_s \times P$$

$$P_{dis} = 0,12 \times 1,1 = 0,132 \text{ kW}$$

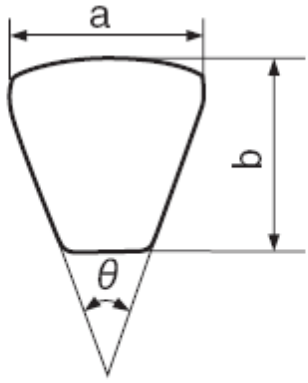
Donde:

P : Es la potencia nominal del motor

f_s : Factor de servicio (Anexo O)

La sección escogida de la banda es la denominada SPZ, que está en función de la potencia corregida y la velocidad de la polea rápida (Anexo P).

Tabla XXXVIII. Fajas v estrechas tipo SP-

Tipo	Ancho a mm	Espesor máximo b mm	Ángulo θ degrees	
SPZ	9,5	8	40°	
SPA	12,5	10	40°	
SPB	16	13,5	40°	
SPC	20	18	40°	

Fuente: Catálogo Bando Narrow V Belts Sp-Type.

De la Tabla XXXIX, no existe problema en seleccionar un diámetro de paso igual a 75 mm para la polea menor, el índice de reducción en este sector es 1,265; entonces el diámetro de la polea mayor = 94,84 mm.

Tabla XXXIX. Diámetros mínimos de poleas a montar sobre motor eléctrico.

R.P.M.	Potencia del motor en Kw																
	3.0	4.0	5.5	7.5	11.0	15.0	18.5	22	30	37	45	55	75	93	112	130	150
2880	67	67	67	67	71	80	95	90	90	106	112	150	-	-	-	-	-
1440	67	85	75	100	95	118	118	140	140	160	190	190	250	265	315	335	375
960	67	71	95	80	118	125	112	140	160	160	190	212	280	315	375	-	-
720	67	71	71	95	106	106	125	150	160	200	224	250	315	375	-	-	-

Fuente: Catálogo BANDO NARROW V BELTS SP-TYPE.

La distancia entre centros E viene dado por:

$$D_2 < E < 3(D_2 + D_1) \dots \dots \dots (22)$$

Por condiciones de espacio $E = 180 \text{ mm}$

La longitud requerida de la banda:

$$L = 2E + 1,57(D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4E} \dots \dots \dots (23)$$

$$L = 2 \times 180 + 1,57(94,84 + 75) + \frac{(94,84 - 75)^2}{4 \times 180}$$

$$L = 627,196 \text{ mm}$$

La longitud estándar la encontramos en el Anexo Q:

$$L' = 630 \text{ mm}$$

La distancia entre centros corregida es:

$$E' = \frac{B + \sqrt{B^2 - 32(D_2 - D_1)^2}}{16} \dots \dots \dots (24)$$

$$B = 4L' - 6,28(D_2 + D_1) \dots \dots \dots (25)$$

$$B = 4 \times 630 - 6,28(94,84 + 75) = 1\,453,405$$

$$E' = \frac{1453,405 + \sqrt{1453,405^2 - 32(94,84 - 75)^2}}{16}$$

$$E' = 181,405 \text{ mm}$$

Calculamos la potencia según DIN7753 transmitida por una correa, el diámetro de la polea pequeña $d = 75 \text{ mm}$ y las $\text{rpm} < 400$;

$$P = 0,55 \text{ kW (Anexo R).}$$

Factor por contacto (Anexo S).

$$\frac{D - d}{E'} = \frac{94,84 - 75}{181,405} = 0,11$$

$$C_\theta = 0,99$$

El factor de corrección de longitud $C_L = 0,80$ (Anexo S)

Potencia real transmitida por una correa.

$$P' = P \times C_L \times C_\theta \dots \dots \dots (26)$$

$$P = 0,55 \times 0,99 \times 0,80 = 0,436 \text{ kW}$$

El número de bandas es el cociente entre la potencia de diseño y la potencia real transmitida por una correa:

$$N^{\circ} \text{ bandas} = \frac{P_{dis}}{P'} = \frac{0,132}{0,436} = 0,303$$

Se elige 1 banda SPZ-630

Selección de la chumacera tensora para el sistema conducido (Anexo N-C): Se selecciona la chumacera tensor y con rodamientos y prisionero TUL 20TH, que tiene una capacidad de carga dinámica de $C=10,8$ kN, y un diámetro interno de 20 mm. La chumacera de la empresa SKF seleccionada cumple con la normatividad para el manipuleo de alimentos. Es eficaz contra las bacterias más comunes que pueden crecer en los alimentos y provocar contaminación y malos olores como E.Coli 0157, Salmonela, Listeria, S-Aureus, ampilobacterias. Esto no sustituye a las normales normas higiénicas de limpieza, sino que constituye una protección adicional en el interior del normal ciclo de limpieza de las instalaciones.

6.5 DISEÑO ESTRUCTURAL:


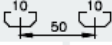


6.5.1 Normatividad.

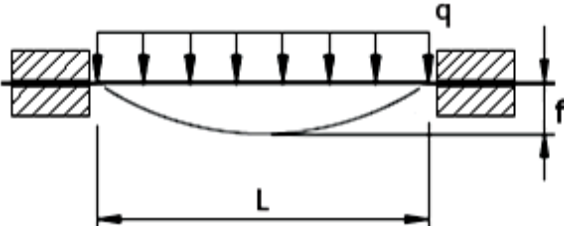
Se ha decidido usar módulos estructurales, la compañía elegida como proveedor es: MK Technology Group que cumple con las normas DIN EN 12020.

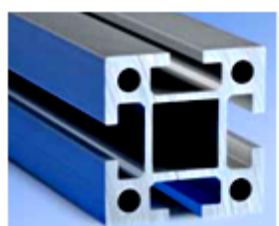
6.5.2 Selección del perfil.

Para seleccionar el perfil a usar se analiza la zona que menos deflexión debe tener, que en este caso es el bastidor de la clasificadora en la zona de carga, esperando que la deflexión en la viga no sea mayor de 0,5 mm.

Tabla XL. Datos técnicos del perfil mk 2000

Structural Profiles									
Profile	Profile Symbol	Surface area	Mass per length	Moment of inertia		Section modulus		Page	
		A [mm ²]	m [kg/m]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	W _x [cm ³]	W _y [cm ³]		
Profile Series 50 									
mk 2001		542	1.49	14.26	2.67	5.70	1.82	55	
mk 2000		1080	2.85	29.90	29.90	11.96	11.96	55	





Fuente: Catálogo de mk Technology Group.

Cálculo de la deflexión máxima:

$$f = \frac{1}{384} \times \frac{q \times L^4}{E \times I_x} \text{ [mm]} \dots \dots \dots (27)$$

Donde:

q = Carga distribuida [N/mm]

L = Vano [mm]

E = Módulo de elasticidad [N/mm²]

I_x = Momento de inercia [mm⁴]

En la sección 6.4.6 tenemos el peso debido a los accesorios y a la carga que soportan ambas vigas, en consecuencia para una viga tenemos:

$$q = q_{\text{accesorios}} \div 2 + (q_{\text{carga}} \div L) \div 2 + q_{\text{viga}} \dots (28)$$

$$q = 9,81 \times (11,174 \div 2 + (9,537 \div 2,362) \div 2 + 2,85)$$

$$q = 102,572 \frac{N}{m} = 0,103 \frac{N}{mm}$$

$$f = \frac{1}{384} \times \frac{0,103 \times 2\,000^4}{70\,000 \times 142\,600} = 0,430 \text{ mm}$$

Por lo tanto el perfil mk 2000, cumple con las expectativas.

Este perfil, también será utilizado tanto en el bastidor de la seleccionadora como en el de la bandeja de recepción, pues, las cargas que soportan no varían significativamente.

Ensamble: El procedimiento de ensamble de la estructura se muestra en la siguiente figura:

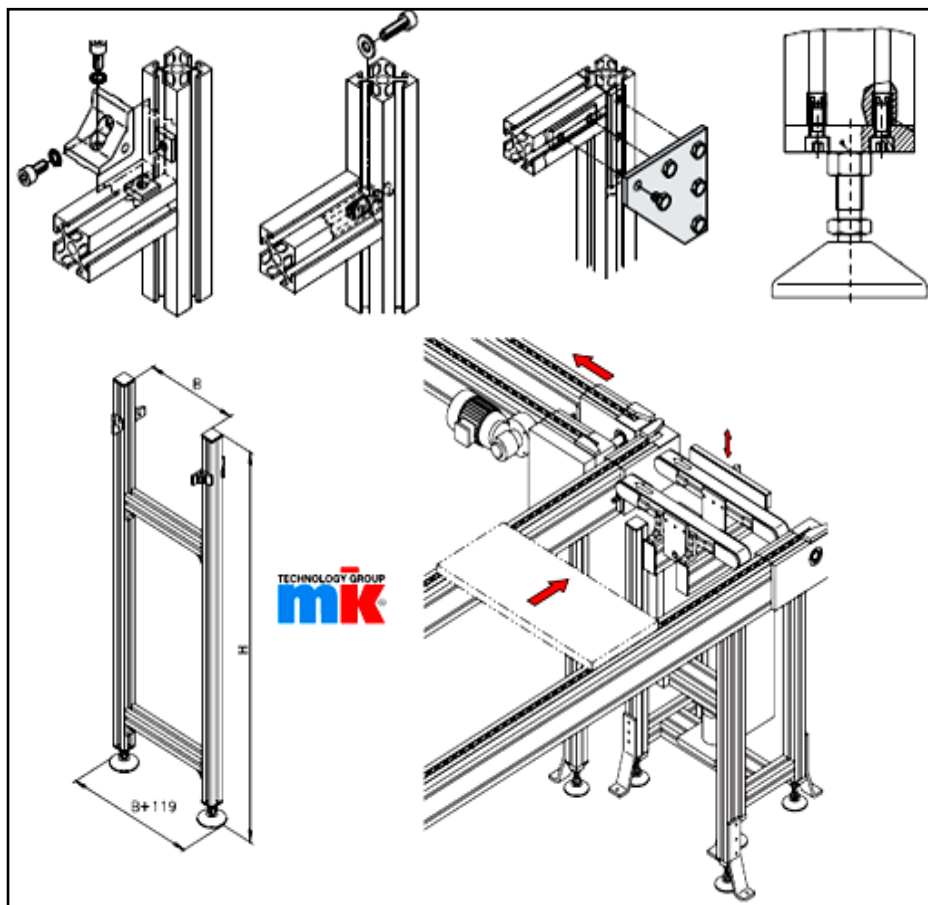


Figura 60. Procedimiento general de ensamble de un módulo estructural.

Fuente: Catálogo de mk Technology Group.

6.6 CONTROL DE CALIDAD.

6.6.1 Sistema HACCP.

El HACCP⁹ es un sistema lógico simple, pero, altamente especializado, diseñado para controlar un proceso productivo. Tiene alcance en todo el proceso productivo de las empresas productoras de alimentos y/o bebidas, incluyendo la colocación del producto terminado en los centros de distribución.

El Sistema HACCP consta de siete principios que engloban la implantación y el mantenimiento de un plan HACCP, aplicado a un proceso determinado. Estos principios han sido aceptados internacionalmente y publicados en detalle por la Comisión del Codex Alimentarius en 1999 y por el National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods en 1997. A continuación, se describe brevemente estos 7 principios:

⁹ Fuente: Portal web del Ministerio de Agricultura.

Principio 1: Realizar un análisis de peligros. En este punto se establece cómo comenzar a implantar el Sistema HACCP. Se prepara una lista de etapas del proceso, se elabora un Diagrama de Flujo del proceso donde se detallan todas las etapas del mismo, desde las materias primas hasta el producto final.

Principio 2: Identificar los puntos de control críticos (PCC) del proceso. Una vez descritos todos los peligros y medidas de control, el equipo HACCP decide en qué puntos es crítico el control para la seguridad del producto. Son los puntos de control críticos.

Principio 3: Establecer los límites críticos para las medidas preventivas asociadas a cada PCC. El rango confinado entre los límites críticos para un PCC establece la seguridad del producto en esa etapa. Los límites críticos deben basarse en parámetros cuantificables -puede existir un solo valor o establecerse un límite inferior y otro superior- y así asegurar su eficacia en la decisión de seguridad o peligrosidad en un PCC.

Principio 4: Establecer los criterios para la vigilancia de los PCC. El equipo de trabajo debe especificar los criterios de vigilancia para mantener los PCC dentro de los límites críticos. Para ello, se deben establecer acciones específicas de vigilancia que incluyan la frecuencia y los responsables de llevarlas a cabo. A partir, de los resultados de la vigilancia se establece el procedimiento para ajustar el proceso y mantener su control.

Principio 5: Establecer las acciones correctoras. Si la vigilancia detecta una desviación fuera de un límite crítico deben existir acciones correctoras que restablezcan la seguridad en ese PCC. Las medidas o acciones correctoras deben incluir todos los pasos necesarios para poner el proceso bajo control y las acciones a realizar con los productos fabricados mientras el proceso estaba fuera de control. Siempre se ha de verificar qué personal está encargado de los procesos.

Principio 6: Implantar un sistema de registro de datos que documente el HACCP. Deben guardarse los registros

para demostrar que el sistema está funcionando bajo control y que se han realizado las acciones correctoras adecuadas cuando existe una desviación de los límites críticos.

Principio 7: Establecer un sistema de verificación. El sistema de verificación debe desarrollarse para mantener el HACCP y asegurar su eficacia.

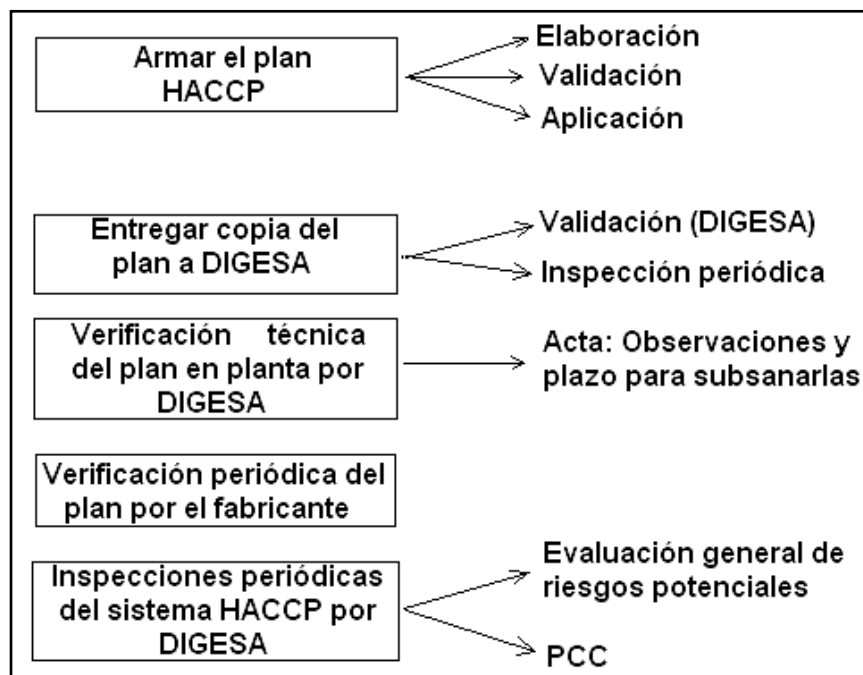


Figura 61. Procedimiento para la aplicación del sistema HACCP.

Fuente: Elaboración propia.

Se analizará el riesgo en cada etapa del proceso (Tabla XLI) de clasificación de fruta tuna, a fin de establecer

los puntos críticos de control del referido proceso (Tabla XLII).

Tabla XLI. Análisis de peligros.

Etapa de proceso	Peligros	¿Peligro para la seguridad del alimento?	Justifique la decisión de la columna anterior	¿Qué medios preventivos pueden ser aplicables?	¿Es esta etapa un PCC?
Recepción	Contaminación con elementos extraños	Sí	Puede colocarse elementos tóxicos	Controlar calidad de la fruta	Sí
Selección	Contaminación por suciedad.	No	La fruta es seleccionada en el proceso	Limpiar la banda transportadora cada vez que lo requiera	No
Singularización	Cortes o golpes	Sí	Afecta propiedades de la fruta al final	Implementar amortiguadores para caída de fruta	Sí
Clasificación	Cortes o golpes	Sí	Afecta propiedades de la fruta al final	Regular la altura de descarga	Sí
Encajonado	Contaminación con elementos extraños	Sí	Posibilidad de contaminación por mal encajonado	Control de calidad en el producto final	No
Almacenamiento	Contaminación por suciedad o roedores	Sí	Pueden transmitir enfermedades	Fumigar y limpiar el almacén frecuentemente	No

Fuente: Elaboración propia

Tabla XLII. Implementación del plan HACCP.

Puntos críticos de control	Peligros significativos	Límites críticos para cada medida preventiva	Monitoreo				Acciones correctivas	Registro	Verificación
			Qué	Cómo	Frecuencia	Quién			
Recepción	Cajas de recepción sucias	Lo indicado en la Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA	Parámetros físicos de la fruta	Visual	Aleatorio	Operario de recepción	Limpieza o devolución	Registro N°1	Control de cada lote
Singularización	Exceso de golpes y cortes	No debe existir fruto dañado	Lo especificado en la columna anterior	Visual/Tacto	Aleatorio	Operario de control de calidad	Calibrar máquinas	Registro N°2	Control de cada lote
Clasificación	Exceso de golpes y cortes	No debe existir fruto dañado	Lo especificado en la columna anterior	Visual/Tacto	Aleatorio	Operario de control de calidad	Calibrar máquinas	Registro N° 3	Control de cada lote

Fuente:Elaboración propia.

6.7 DISPOSICIÓN DE PLANTA.

6.7.1 Disposición general.

Habiendo definido el número de máquinas y conociendo los requerimientos de personal, se definen las estaciones de trabajo y se determinan las áreas requeridas.

Método de Guerchet: La superficie total necesaria se calcula con la suma de tres superficies parciales, para cada elemento a distribuir.

$$ST = Ss + Sg + Se \dots\dots\dots(29)$$

Donde:

ST = Superficie total

Ss = Superficie estática

Sg = Superficie de gravitación

Se = Superficie de evolución

- Superficie estática (Ss): Corresponde al área del terreno que ocupan los muebles, máquinas y equipos.

$$S_s = \text{largo} \times \text{ancho} \dots \dots \dots (30)$$

- Superficie de gravitación (Sg); Es la superficie utilizada por el obrero y por el material almacenado para las operaciones en curso, están alrededor de los puestos de trabajo.

$$S_g = S_s \times N \dots \dots \dots (31)$$

Donde:

N: Es el número de lados a partir de los cuales el mueble o máquinas deben ser utilizados.

- Superficie de evolución (Se): Es la que se reserva entre los puestos de trabajo para los desplazamientos del personal, del equipo, de los medios de transporte y para la salida del producto terminado. Para su cálculo se utiliza el factor “k” denominado coeficiente de evolución, que representa una medida ponderada de la relación entre las alturas de los elementos móviles y los elementos estáticos.

$$Se = (S_s + S_g) \times k \dots \dots \dots (32)$$

$$k = \frac{h_{EM}}{2 \times h_{EE}} \dots \dots \dots (33)$$

$$h_{EM} = \frac{\sum^r S_s \times n \times h}{\sum S_s \times n} \dots \dots \dots (34)$$

$$h_{EE} = \frac{\sum^t S_s \times n \times h}{\sum S_s \times n} \dots \dots \dots (35)$$

Tabla XLIII. Dimensiones de la maquinaria requerida para el proceso de clasificación de fruta tuna.

Máquinas/ equipos / mueble	n	N	Dimensiones (m)		
			L	a	h
Plataforma de alimentación	1	3	1,5	0,8	0,9
Seleccionadora	1	2	2,7	0,7	0,8
Singularizador	1	3	0,15	0,32	0,8
Clasificadora	1	1	3	0,6	0,9
Bandeja de recepción	1	1	2	0,5	0,75
Plataforma de encajonado	1	2	2	1,3	0,4
Personal	5				1,6

Fuente: Elaboración propia

Donde:

r = variedad de elementos móviles

t = variedad de elementos estáticos

h = altura del elemento móvil o estático

n = número de elementos móviles o estáticos.

Para el caso del trabajador se considera: $S_s = 0,5 \text{ m}^2$.

Tabla XLIV. Método de Guerchet para obtener el área total de clasificación en m^2

Elementos	S_s (m^2)	S_g (m^2)	$S_s \times n \times h$	$S_s \times n$	S_e	$St(\text{m}^2)$
Plataforma de alimentación (E)	1,20	3,60	1,08	1,20	5,43	10,23
Seccionadora (E)	1,89	3,78	1,51	1,89	6,41	12,08
Singularizador (E)	0,05	0,14	0,04	0,05	0,22	0,41
Clasificadora (E)	1,80	1,80	1,62	1,80	4,07	7,67
Bandeja de recepción (E)	1,00	1,00	0,75	1,00	2,26	4,26
Plataforma de encajonado (E)	2,60	5,20	1,04	2,60	8,82	16,62
Personal (M)	0,50		4,00	2,50		
Subtotal						
Total			6,04	8,54		51,27

Fuente: Elaboración propia.

NOTAS:

$$h_{EE} = \frac{6,04}{8,54}$$

$$h_{EE} = 0,71$$

$$h_{EM} = \frac{4,00}{2,50}$$

$$h_{EM} = 1,6$$

$$k = \frac{1,6}{2 \times 0,71}$$

$$k = 1,13$$

Zona de apilamiento de las cajas de tuna antes del proceso; Se considera el área necesaria para poder apilar las cajas de tuna después de descargarlos del camión. Se estima un área de $5 \times 5 = 25 \text{ m}^2$.

Zona de máquinas de clasificación; Esta área ya fue calculada en 52 m^2 , con el método de Guerchet.

Zona de fruta clasificada; Esta área será ocupada por cajas de tuna clasificada. Se estima un área de $5 \times 5 = 25 \text{ m}^2$

Patio de carga y descarga; Superficie requerida para el estacionamiento de camiones de reparto y de acopio de tuna. Se estima un área de 100 m^2 .

Control de calidad.

Superficie requerida es 12 m^2

Oficinas administrativas y servicios higiénicos;
Superficie requerida es $27,66 \text{ m}^2$ y 12 m^2 respectivamente.

CAPÍTULO VII

INVERSIONES

El objetivo de este capítulo, es analizar la información proveniente del estudio de mercado, del requerimiento de la maquinaria y equipo y del requerimiento de personal, para definir el monto de inversión total y poner en marcha el proyecto, este presupuesto incluye el monto necesario para garantizar la operación normal durante un ciclo productivo.

Si bien, la mayor parte de la inversión, se realiza antes de la puesta en marcha del proyecto, no obstante se debe considerar la cantidad de inversión que sea necesaria como capital de trabajo. En la Tabla XLV, se estima el presupuesto de inversión para implementar el proyecto que asciende a USD 100 153. Sin embargo, en el desarrollo del presente capítulo, se precisará el monto por el activo fijo intangible, el capital de trabajo necesario para garantizar la operación normal durante un ciclo productivo.

Tabla XLV. Presupuesto resumen para la ejecución del proyecto.

Partida	Presupuesto	Incidencia (%)
Presupuesto Civil	33 384	33,3
Ingeniería estructural	3 606	3,6
Construcción de las instalaciones de la planta de procesamiento y zonas aledañas.	10 817	10,8
Construcción de las oficinas administrativas, no administrativas, baños y otros.	7 211	7,2
Concreto y cemento	9 014	9,0
Imprevistos	2 704	2,7
Presupuesto mecánico	23 459	23,4
Suministros a adquirir	14 236	14,2
Seleccionadora	1 893	1,9
Clasificadora	5 835	5,8
Singularizadora	229	0,2
Estructura	3 572	3,6
Otros suministros menores	2 707	2,7
Obras mecánicas	6 115	6,1
Fabricaciones	2 105	2,1
Montaje	2 707	2,7
Supervisión de montaje y puesta en marcha	1 303	1,3
Imprevistos	3 108	3,1
Presupuesto eléctrico	23 459	23,4
Servicios realizados por terceros	3 609	3,6
Equipamiento eléctrico	10 827	10,8
Sistema de control	5 414	5,4
Montaje eléctrico	2 707	2,7
Imprevistos eléctrico (estimado)	902	0,9
Gestión, Ingeniería y Supervisión	19 850	19,8
Gestión del Proyecto	2 105	2,1
Gerencia de la construcción	13 634	13,6
Ingeniería básica	2 807	2,8
Imprevistos	1 303	1,3
TOTAL (USD)	100 153	100%

Fuente: Elaboración propia.

Las inversiones efectuadas, antes de la puesta en marcha del proyecto, se puede agrupar en tres tipos tales como: activos fijos tangibles, activos fijos intangibles y capital de trabajo. A continuación se detalla cada uno de estos.

7.1 INVERSIÓN FIJA.

7.1.1 Activos fijos tangibles.

Las inversiones en activos, son todas aquellas que se realizan en los bienes tangibles que se utilizarán en el proceso de producción, en la transformación de los insumos o que sirvan de apoyo a la operación normal del proyecto. Asimismo, los activos fijos están conformados por los terrenos, las obras físicas (edificios industriales, oficinas administrativas, vías de acceso, estacionamiento, almacenes, entre otros), el equipamiento de la planta, oficinas, para vender (maquinarias, muebles, herramientas, vehículos) y la infraestructura de servicios de apoyo (agua potable, desagüe, red eléctrica, comunicaciones, energía, etc.). Para deducciones contables, los activos fijos están afectos a depreciación, lo cual afecta el resultado de la

evaluación, por su efecto sobre el cálculo de los impuestos. Los terrenos no sólo no se deprecian, sino que muchas veces tiende a aumentar su valor por el desarrollo urbano o rural tanto a su alrededor como en sí mismos. También puede darse el caso de una pérdida en el valor de mercado de un terreno. Lo común es considerar como constante el valor de terreno.

Costo de terreno:

Corresponde al costo de área total, donde se ubicará las oficinas dentro de planta y el área destinado al procesamiento de las tunas.

Costos de infraestructura y obras civiles:

Estos gastos corresponden a todo lo relacionado con excavaciones y movimiento de tierra, vías de acceso, cimientos, levantamiento de muros y construcción de edificaciones, así como las instalaciones y los acabados necesarios para implementar la fábrica y oficinas.

Maquinaria y equipo:

Según el diseño de las máquinas, los componentes en su mayoría son adquiridos a empresas distribuidoras nacionales, y otro porcentaje significativo son fabricados.

- **Costo clasificadora:** En la Tabla XLVI, se presenta los costos de las partes constitutivas de la máquina sin ensamblar, existen algunas que son adquiridas: cadenas, correas, motorreductore, etc. y otras que van a ser fabricadas: árboles, base de motorreductor, charolas, horquillas, etc.

Tabla XLVI. Costo de los componentes de la máquina clasificadora, sin incluir bastidor.

Descripción	Cant.	Costo unitario	Costo total	Material
Motorreductor - 0,12 kW, 56rpm, 380/220v, 60Hz	1	530,00	530,00	
Polea - SPZ Bando 1 ranura, D75mm	1	12,50	12,50	AISI 304
Polea - SPZ Bando 1 ranura, D95mm	1	12,80	12,80	AISI 304
Correa - SPZ630 Bando	1	11,70	11,70	Sanitario
Árbol - D22mmx60mm	1	75,50	75,50	AISI 201
Rueda dentada - dientes=18, paso=25,4mm	4	95,00	380,00	AISI 201
Bancada de motor	1	136,00	136,00	AISI 304
Cuña de unión paralela - 6x20mm	6	1,80	10,80	AISI 304
Chumacera brida cuadrada SKF - FYJ20TF	2	65,00	130,00	Poliamida FA FV
Prisioneros - M6x6	10	0,60	6,00	AISI 304
Prisioneros - M4x6	8	0,30	2,40	AISI 304
Perno hexagonal - M6x30	100	0,45	45,00	AISI 304
Punzón roscado - M12x150	2	13,80	27,60	AISI 304
Árbol - D22x65mm	1	80,00	80,00	AISI 201
Chumacera tensor SKF - TUL504	2	62,00	124,00	Poliamida FA FV
Guías de chumacera tensora	2	58,00	116,00	AISI 304
Perno hexagonal - M8x30	8	0,65	5,20	AISI 304
Cadena transportadora RF2040RSS2LA2 - 204 pasos	2	970,00	1 940,00	AISI 304
Tablilla transportadora	34	4,50	153,00	Polietileno UHMWPE
Perno hexagonal - M3x28	136	0,20	27,20	AISI 304
Charola - 150x100mm	34	18,50	629,00	AISI 304
Brazo basculante	34	13,80	469,20	AISI 304
Horquilla	34	8,40	285,60	AISI 304
Rodamiento SKF 608 Explorer	34	7,50	255,00	
Perno hexagonal - M6x34	68	0,50	34,00	AISI 304
Brazo actuador	4	16,80	67,20	AISI 304
Contrapeso	4	3,50	14,00	AISI 304
Bisagra - 30x10mm	4	6,50	26,00	AISI 304
Rack	10	21,25	212,50	AISI 304
Perno hexagonal - M8x20	16	0,60	9,60	AISI 304
Perno hexagonal - M8x42	10	0,75	7,50	AISI 304
Total accesorios (USD)			5 835,00	

Fuente: Elaboración propia.

- **Costo Seleccionadora:** En la Tabla XLVII, se ofrece los costos de las partes constitutivas de la máquina sin ensamblar, existen algunas que son adquiridas: banda transportadora, motorreductor, soportes tensores, etc.

Tabla XLVII. Costo de la máquina seleccionadora sin incluir bastidor.

Descripción	Cant.	Costo unitario	Costo total	Material
Soporte tensor	4	55,00	220,00	Poliamida FA FV
Rodamiento SKF - YAR 204-2F	4	15,00	60,00	AISI 420
Tapa de rodamiento abierto	1	7,00	7,00	polipropileno PP
Tapa de rodamiento cerrado	3	7,50	22,50	polipropileno PP
Árbol - D22mmx60mm	1	75,50	75,50	AISI 201
Tambor conductor - D50mm	2	77,00	154,00	AISI 304
Tornillo - M4x20 BHSCS	12	0,20	2,40	Acero zincado
Cuña de unión paralela - 6x20mm	4	1,80	7,20	AISI 304
Motorreductor - 0,06 kW, 47rpm, 380/220v, 60Hz	1	510,00	510,00	
Prisioneros - M6x6	8	0,60	4,80	AISI 304
Brazo de reacción	1	6,50	6,50	
Perno hexagonal - M8x20	8	0,60	4,80	AISI 304
Punzón roscado - M16x150	4	13,80	55,20	AISI 304
Árbol - D22x50mm	1	80,00	80,00	AISI 201
Cama de banda	1	110,00	110,00	plancha 2mm AISI 304
Soporte de guía	6	13,00	78,00	polipropileno PP
Guía	2	85,00	170,00	AISI 304
Banda transportadora UNIPLY - T90S, 400x2,5mm1 -5m	1	325,00	325,00	AISI 304
Total accesorios (USD)			1 893,00	

Fuente: Elaboración propia.

- **Singularizador:** En la Tabla XLVIII, se presentan los costos de las partes constitutivas del singularizador, existen algunas que son adquiridas: cadena de rodillos, caja de engranajes cónicos helicoidales, etc. y otras que

van a ser fabricadas: montura de ruedas, tambor de singularización, etc.

Tabla XLVIII. Costo del singularizador.

Descripción	Cant.	Costo unitario	Costo total	Material
Rueda dentada - dientes=18, paso=12.7mm	2	25,00	50,00	AISI 201
Cadena de rodillos - 46 pasos	1	15,00	15,00	AISI 304
Montura de ruedas	3	16,50	49,50	AISI 304
Caja de engranajes cónicos helicoidales	1	46,00	46,00	AISI 201
Tambor - D100×110mm	1	35,00	35,00	AISI 304
Rampa de entrada	1	14,50	14,50	Plancha 2mm AISI 304
Rampa de salida	1	12,50	12,50	Plancha 2mm AISI 304
Perno hexagonal - M8×30	8	0,65	5,20	AISI 304
Perno hexagonal - M×20	8	0,20	1,60	AISI 304
Total accesorios (USD)			229,00	

Fuente: Elaboración propia.

- **Estructuras:** Los materiales y accesorios que se aprecia en la Tabla XLIX, engloba las estructuras de todo el sistema, es decir, de la clasificadora y de la seleccionadora.

Tabla XLIX. Costo de las estructuras.

Descripción	Cant.	Costo unitario	Costo total \$	Material
Perfil mk 2000, 6 metros	7	210,00	1 470,00	AlMgSi 0,7 F27
Placa giratoria	6	15,00	90,00	AISI 304
Placa esquinera	4	13,00	52,00	AISI 304
Pies	18	21,00	378,00	AISI 304
Escuadras	68	10,00	680,00	AISI 304
Tornillo cabeza de casquillo - M8x20 SHCS	252	1,20	302,40	Acero zincado
Tuerca	252	2,00	504,00	Acero zincado
Soporte de fijación	12	8,00	96,00	AISI 304
Total accesorios (USD)			3 572,00	

Fuente: Elaboración propia.

Mueble y equipos de planta:

Dentro de este rubro, se considerará los útiles de oficina, equipo de primeros auxilios, etc.

Otros:

El costo de fabricación, instalación y montaje de los suministros mecánicos, eléctricos y otros correspondientes a activos fijos tangibles están considerados en este rubro.

7.1.2 Activos fijos intangibles.

Las inversiones en activos fijos intangibles, son todas aquellas que se realizan sobre activos constituidos por los

servicios o derechos adquiridos necesarios para la puesta en marcha del proyecto. Los principales rubros que se consideran en esta inversión, son los gastos de organización, patentes y licencias, gastos de puesta en marcha de capacitación, bases de datos y los sistemas de información pre-operativos.

Los gastos de estudios, investigación y proyectos de ingeniería:

Comprende la fase de estudios de factibilidad, así como los gastos de ingeniería básica, es decir, proyectos de investigación.

Gastos de organización y constitución comprende:

- Desembolsos originados por la dirección, coordinación y permisos para las obras de instalación.
- Desembolsos por el diseño de los sistemas y procedimientos administrativos de gestión y apoyo.
- El diseño de los sistemas de información.
- Minuta de constitución.
- Escritura pública, inscripción en Registros Públicos.

- Registro unificado del Ministerio de la Producción.
- Certificado de compatibilidad de uso.
- Licencias de funcionamiento.
- Libros contables.
- Registro comercial.
- Registro de marca (INDECOPI).
- Certificados fitosanitarios (DIGESA).

Los gastos en licencias corresponden a los permisos municipales, autorizaciones notariales y licencias generales que certifiquen el funcionamiento del proyecto.

Gastos de reclutamiento y entrenamiento de personal.

Consiste básicamente en la instrucción, adiestramiento, preparación del personal para el desarrollo de las habilidades y conocimiento, que deben adquirir con anticipación a la puesta en marcha del proyecto, de ese modo, evitar incurrir en fallas durante el proceso, lo cual generaría posiblemente un costo extra de reparación de la maquinaria o demoras.

Gastos financieros pre-operativos.

Corresponde a los intereses que se paguen sobre el préstamo recibido cuando la planta se encuentra en construcción ó cuando aún no se encuentra operativa.

Gastos administrativos pre-operativos.

Están referidos a los sueldos del personal que opera durante la implementación del proyecto, así como también los gastos en papelería, teléfono y otros gastos administrativos.

Gastos de puesta en marcha.

Son aquellos que deben realizarse al iniciar el funcionamiento de las instalaciones, tanto en la etapa de pruebas preliminares como en las del inicio de la operación, hasta que alcancen un funcionamiento adecuado. Aunque constituyan un gasto de operación, muchos ítems requerirán un desembolso previo al momento de puesta en marcha del proyecto. En flujo de caja, estos gastos corresponden al rubro de gastos de puesta en marcha.

7.2 CAPITAL DE TRABAJO.

La inversión en capital de trabajo constituye el conjunto de recursos necesarios, en la forma de activos corrientes, para la operación normal del proyecto durante un ciclo productivo, para una capacidad y tamaño determinados. Entendemos por ciclo productivo, al proceso que se inicia con el primer desembolso para cancelar los insumos de la operación y termina cuando se venden los insumos transformados en productos, y se percibe el producto de la venta y queda disponible para cancelar nuevos insumos.

Cuando se inician las operaciones normales del proyecto, se acumula cierta cantidad de recursos que fluyen a través del proceso productivo, llegando a constituirse una situación de equilibrio cuando la cantidad de recursos acumulados se hace permanente siendo constantemente alimentada por nuevos recursos que van ingresando y drenada por productos que emergen con igual continuidad. Algo similar ocurre con los recursos circulantes necesarios para la operación del proyecto, a esos recursos, cuya magnitud se mantiene constante durante la operación normal, en un equilibrio dinámico en el que sus

componentes se renuevan constantemente, se le denomina capital de trabajo, que para el estudio asciende a USD 34 414.

Contablemente el capital de trabajo es la diferencia entre los activos corrientes y los pasivos corrientes, y está constituido por 3 diferentes clases de recursos.

- Caja y Bancos.
- Inventarios.
- Anticipo a proveedores y cuentas por cobrar.

7.2.1 Caja y bancos.

Se refiere al efectivo o caja mínima que debe mantenerse en la empresa o en cuenta corriente y que permite cubrir los desembolsos corrientes como insumos, mano de obra y servicios durante: 1 día de proceso + 2 días de comercialización y transporte + 17 días en cobro de deudas = 20 días que demora la recuperación de los fondos (tiempo mínimo de cobertura).

Son los recursos disponibles, es decir, aquellos recursos financieros que se mantienen, ya sea dentro del

ambiente físico del proyecto o de su control inmediato. Tales en caso de pago de planillas, pago de servicios, pago de intereses, gastos generales y de promoción. El monto asciende a USD 34,414.

7.2.2 Inventarios.

Representa el valor en existencias de materias primas, insumos y productos terminados en almacén, es decir aquellos recursos reales del activo corriente. No se considera inventarios de productos terminados porque en el proyecto se asume que se vende todo lo que se produce. Para el caso de las materias primas, tampoco se considera pues no existen sistemas de refrigeración.

7.2.3 Anticipo a proveedores y cuentas por cobrar.

Son los recursos exigibles, es decir aquellos recursos financieros transferidos temporalmente a terceros, por necesidades propias de la operación normal del resultado del proyecto. Para efecto del estudio no se considerará puesto que la compra de la fruta se realizará en efectivo.

Tabla L. Inversión total estimada para implementar el proyecto.

PARTIDAS	MONTO (USD)	INCIDENCIA %
Activo Fijo Tangible	74 528	42,9
Adquisición de Terreno	3 322	1,9
Construcción de edificios	7 211	4,2
Construcción de la zona de producción	10 817	6,2
Suministros mecánicos	14 236	8,2
Suministros civiles	9 014	5,2
Suministros eléctricos	10 827	6,2
Fabricaciones mecánicas	2 105	1,2
Sistema de Control	5 414	3,1
Instalaciones eléctricas	1 582	0,9
Montaje Mecánico	2 707	1,6
Montaje Eléctrico	2 707	1,6
Imprevistos	4 587	2,6
Activo Fijo Intangible	64 651	37,2
Organización	2 214	1,3
Ingeniería estructural civil	3 606	2,1
Ingeniería eléctrica de detalle	1 582	0,9
Ingeniería básica mecánica y eléctrica	2 807	1,6
Supervisión de montaje y puesta en marcha	1 303	0,8
Gestión de la construcción	13 634	7,9
Gestión del proyecto	2 105	1,2
Puesta en marcha	1 582	0,9
Intereses pre-operativos	30 439	17,5
Imprevistos	5 378	3,1
Capital de Trabajo	34 414	19,8
Efectivo en cajas y bancos	34 414	19,8
Inventarios	0	0,0
Materia prima e insumos	0	0,0
(-) Cuentas por cobrar	0	0,0
Inversión Total (USD)	173 593	100%

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO VIII

FINANCIAMIENTO

8.1 FINANCIAMIENTO

Para el presente proyecto, se buscará el 70 % de financiamiento por intermedio del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) a través del programa de financiamiento PROBID que apoyan a la pequeña y mediana empresa, utilizando como intermediario un banco local de primera línea. El 30 % restante de la inversión será a través de los aportes de los accionistas.

Como se indicó, PROBID es un programa de financiamiento de apoyo a la pequeña y mediana empresa dirigido a personas naturales y jurídicas con proyectos rentables, viables, técnica, ambiental y financieramente. El destino de los fondos es para activo fijo, reposición de inversiones de proyectos en implementación (realizado con una antigüedad no mayor de 360 días calendario, contados a partir de la fecha de presentación de la

solicitud del intermediario financiero a COFIDE), capital de trabajo, servicios técnico – gerenciales y exportación de bienes de capital.

Este programa cubre hasta el 100 % del costo del proyecto, está sujeto a una tasa de interés fijada por el intermediario financiero.

La inversión total estimada para implementar el proyecto y constituir la empresa asciende a un monto de USD 173 593 de los cuales USD 139 179 corresponde a la inversión fija y USD 34 414 al capital de trabajo.

8.2 ESTRUCTURA CAPITAL / DEUDA.

El presente proyecto, se regirá al modelo tradicional de financiamiento de proyectos que consiste en una combinación de capital propio o capital social y préstamos de terceros.

La estructura deuda / capital es la relación que existe entre el aporte propio de la empresa y el capital de préstamo que se utilizará para el proyecto, según se presenta a continuación:

- Capital: USD 52 078, que corresponde al 30 % de la inversión total.
- Deuda: USD 121 515, que corresponde al 70 % de la inversión total.

8.2.1 Esquema financiero.

La estructura financiera del proyecto, es la composición de los recursos que utiliza según su proveniencia y oportunidad de ingreso. Su análisis permite hacer juicios acerca de la capacidad del proyecto para hacer frente a sus compromisos.

El esquema financiero para el estudio es como sigue:

- Línea de Crédito : USD 121 515
- Inversionistas : USD 52 078
- Forma de Pago : Desembolso trimestral
- Plazo : 5 años
- Costo préstamo : 18,0 % anual
- Costo de capital propio : 15,0 % anual
- Costo ponderado de capital :17,1 %
- Periodo de gracia : 1,5 años

8.2.2 Relación deuda / patrimonio.

La relación deuda / patrimonio es la relación que existe entre los préstamos de COFIDE (deuda) con los aportes del capital de los accionistas (patrimonio), se va modificando con el servicio a la deuda y consecuentemente el costo ponderado de capital (Kc) que inicialmente para el proyecto se ha previsto de 17,1 %.

En el proyecto, la relación deuda / patrimonio es de 2,33, es decir, que se realiza un préstamo de S/.2,33 por cada sol, que aportan los inversionistas y es calculada a partir de:

- Deuda: USD 121 515, que corresponde al 70 % de la inversión total
- Patrimonio: USD 52 078, que corresponde al 30 % de la inversión total.

8.3 FUENTES DE RECURSOS FINANCIEROS.

8.3.1 Fondos y líneas de crédito.

El plazo de financiamiento, se ha considerado de 5 años con un periodo de gracia de 1,5 años, en el transcurso del cual se abonarán los gastos financieros pre-operativos y operativos, los cuales ascienden a un monto de USD 30 439.

Como se indicó, se gestionará un préstamo para capital fijo y capital de trabajo, que se estima que cubrirá el 70 % de la inversión total.

Como información adicional, la línea de crédito a gestionar es con PROBID, que la canaliza COFIDE a través de un Banco Comercial Financiero. Los fondos provienen del Banco Interamericano de Desarrollo.

8.3.2 Cronograma de aportaciones y desembolsos.

El cronograma de desembolsos se presenta en la Tabla LI.

8.4 PLAN DE AMORTIZACIONES.

Los pagos periódicos efectuados por el prestatario generalmente se componen de dos partes: amortización e intereses. El periodo convenido para el reembolso del préstamo se denomina plazo de amortización.

Para el proyecto, el plan de amortizaciones se realiza por medio de anualidades decrecientes, compuestas por una amortización constante e igual al cociente que resulta de dividir el monto total del préstamo entre el número de años del periodo de amortización; y por intereses decrecientes, ya que éstos corresponden a una tasa constante aplicada a un saldo adeudado que disminuye año a año.

Tabla LI. Cronograma de aportaciones y desembolsos.

Estructura de la deuda									
	%	Monto (USD)							
Deuda	0,7	USD	121 515	Costo préstamo		18,0%			
Aporte	0,3	USD	52 078	Costo capital propio		15,0%			
				Costo ponderado del capital		17,1%			
Ocurrencia: Tercer trimestre del 2008, inicio de pagos									
Periodo de Gracia: 1.5 años									
Nº de amortizaciones: 20 trimestrales y consecutivas.									
Servicio a la deuda		Tasa efect. Trim.=				4,18%			
Año	Trimestre	Deuda	amortización	Interés	Amort+inter	Deuda-amort	Saldo final		
2011	1	USD -	USD -	USD -	USD -	USD -	USD -		
	2	USD -	USD -	USD -	USD -	USD -	USD -		
	3	USD 121 515	USD -	USD 5 073	USD 5 073	USD 121 515	USD 121 515		
	4	USD 121 515	USD -	USD 5 073	USD 5 073	USD 121 515	USD 121 515		
Total 2011			USD -	USD 10 146	USD 10 146				
2012	1	USD 121 515	USD -	USD 5 073	USD 5 073	USD 121 515	USD 121 515		
	2	USD 121 515	USD -	USD 5 073	USD 5 073	USD 121 515	USD 121 515		
	3	USD 121 515	USD -	USD 5 073	USD 5 073	USD 121 515	USD 121 515		
	4	USD 121 515	USD -	USD 5 073	USD 5 073	USD 121 515	USD 121 515		
Total 2012			USD -	USD 20 293	USD 20 293				
2013	1	USD 121 515	USD 6 076	USD 5 073	USD 11 149	USD 115 439	USD 115 439		
	2	USD 115 439	USD 6 076	USD 4 820	USD 10 895	USD 109 363	USD 109 363		
	3	USD 109 363	USD 6 076	USD 4 566	USD 10 642	USD 103 288	USD 103 288		
	4	USD 103 288	USD 6 076	USD 4 312	USD 10 388	USD 97 212	USD 97 212		
Total 2013			USD 24 303	USD 18 771	USD 43 074				
2014	1	USD 97 212	USD 6 076	USD 4 059	USD 10 134	USD 91 136	USD 91 136		
	2	USD 91 136	USD 6 076	USD 3 805	USD 9 881	USD 85 060	USD 85 060		
	3	USD 85 060	USD 6 076	USD 3 551	USD 9 627	USD 78 985	USD 78 985		
	4	USD 78 985	USD 6 076	USD 3 298	USD 9 373	USD 72 909	USD 72 909		
Total 2014			USD 24 303	USD 14 712	USD 39 015				
2015	1	USD 72 909	USD 6 076	USD 3 044	USD 9 120	USD 66 833	USD 66 833		
	2	USD 66 833	USD 6 076	USD 2 790	USD 8 866	USD 60 757	USD 60 757		
	3	USD 60 757	USD 6 076	USD 2 537	USD 8 612	USD 54 682	USD 54 682		
	4	USD 54 682	USD 6 076	USD 2 283	USD 8 359	USD 48 606	USD 48 606		
Total 2015			USD 24 303	USD 10 654	USD 34 957				
2016	1	USD 48 606	USD 6 076	USD 2 029	USD 8 105	USD 42 530	USD 42 530		
	2	USD 42 530	USD 6 076	USD 1 776	USD 7 851	USD 36 454	USD 36 454		
	3	USD 36 454	USD 6 076	USD 1 522	USD 7 598	USD 30 379	USD 30 379		
	4	USD 30 379	USD 6 076	USD 1 268	USD 7 344	USD 24 303	USD 24 303		
Total 2016			USD 24 303	USD 6 595	USD 30 898				
2017	1	USD 24 303	USD 6 076	USD 1 015	USD 7 090	USD 18 227	USD 18 227		
	2	USD 18 227	USD 6 076	USD 761	USD 6 837	USD 12 151	USD 12 151		
	3	USD 12 151	USD 6 076	USD 507	USD 6 583	USD 6 076	USD 6 076		
	4	USD 6 076	USD 6 076	USD 254	USD 6 329	USD -0	USD -0		
Total 2017			USD 24 303	USD 2 537	USD 26 840				
Total			USD 121 515	USD 53 269	USD 174 784				

Fuente: Elaboración propia.

8.4.1 Palanqueo financiero.

El palanqueo financiero de un proyecto se realiza mediante aportes de capital de accionistas (patrimonio) complementados con el prestamos de un Banco o Bancos Comerciales (deuda).

Tasa de descuento.

Se denomina costo del capital, a la tasa de descuento que debe utilizarse para actualizar los flujos de fondos de un proyecto.

Corresponde a la rentabilidad que el accionista le exigirá al proyecto, por renunciar de un uso alternativo de esos recursos en proyectos con niveles de riesgo similares.

Los recursos que el accionista destina al proyecto provienen de recursos propios y de préstamos de terceros. El costo de utilizar los fondos propios corresponde a su costo de oportunidad, es decir, lo que deja de ganar por no haber invertido en otro proyecto alternativo de riesgo similar. El costo de los préstamos de terceros corresponde al interés de los préstamos.

La tasa de costo de capital, es el precio que se paga por los fondos requeridos para financiar la inversión. Representa una medida de la rentabilidad mínima que el accionista le exigirá al proyecto, según su riesgo, de manera tal, que el retorno esperado permita cubrir la totalidad de la inversión inicial, los egresos de la operación, los intereses de la deuda y la rentabilidad que el accionista exige a su propio capital invertido.

El costo de capital, es el costo de oportunidad del inversionista de tener su dinero ahorrado en el banco y el de arriesgarlo en un proyecto de inversión. El costo de capital para el proyecto se ha calculado en 15,06 %; el que se ha estimado considerando que:

- 7,56 % Tasa pasiva promedio anual en depósito a plazo fijo en soles¹⁰.
- 4 % Inflación anual proyectada¹¹.

¹⁰ Información tomada del portal electrónico de la Superintendencia de Banca y Seguros, 2011.

¹¹ Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2008.

- 3,5 % Ganancia esperada del inversionista (variabilidad futura esperada).

Lo que se redondea al 15,0 %

Costo de préstamos.

El costo del préstamo, es aquel que se paga por la línea de crédito otorgada, en este caso, por un banco comercial canalizado por COFIDE. El costo del préstamo para el proyecto es de 18 %. Se ha tomado la tasa pasiva máxima de los bancos que ofrecen préstamos a través de COFIDE, esto con efectos de otorgar mayor seguridad al proyecto.

Costo ponderado de capital.

Se denomina costo ponderado del capital (K_c) al promedio de los costos relativos de cada una de las fuentes de financiación y se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$K_c = \frac{K_D \times D + K_P \times P}{D + P} = \frac{18\% \times 727,090 + 15\% \times 311,610}{727,090 + 311,610} = 17.1\%$$

Donde:

K_D : costo de la deuda.

D : monto de la deuda.

K_P : costo del capital.

P : monto del capital.

8.4.2 Servicio de la deuda.

Tanto en los proyectos nuevos como en los proyectos de expansión, hay que decidir, qué modalidad se escoge para el servicio de la deuda.

Existen dos sistemas:

- Pagos periódicos con cuotas de amortización iguales más cuotas de interés gradualmente decrecientes.
- Pagos periódicos con cuotas iguales y cuotas de amortización e intereses decrecientes.

El primer sistema, que se empleará en este proyecto, es conveniente debido a que el costo de financiación total es

menor, pero el servicio de la deuda (pagos) del segundo sistema es al principio más bajo que del primer sistema.

Desde el punto de vista de la entidad financiera, la modalidad de pagos decrecientes puede ser más ventajosa porque implica mayor rapidez de circulación del dinero y mayor disponibilidad de recursos financieros durante los primeros días, para poder aplicarlos a otros préstamos.

El detalle del servicio a la deuda se muestra en la Tabla LI.

CAPÍTULO IX

ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN

9.1 ORGANIZACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO.

9.1.1 Cronograma de actividades para la ejecución del proyecto.

Para planificar las actividades se usarán tres tipos de calendarios; un calendario estándar (lunes a viernes de 8:00 am a 5:00 pm con 1 hora de refrigerio y 22 días al mes) que serán para las actividades que se van a realizar en oficina, por ejemplo, la ingeniería, los estudios, las licitaciones, otro calendario para suministros que serán de tipo 24 horas por tratarse de fabricaciones de equipos y/o suministros y finalmente un calendario de obras de lunes a viernes de 7:00 am a 8:00 pm y sábados y domingos de 8:00 am a 1:00 pm.

9.1.2 Gestión de la ejecución del proyecto.

Esta organización estará a cargo de los trámites legales, de la ingeniería, supervisión de obras, procesos de licitación de suministros, licitación de proveedores de bienes y servicios, administración de contratos y de supervisar las pruebas en vacío y con carga.

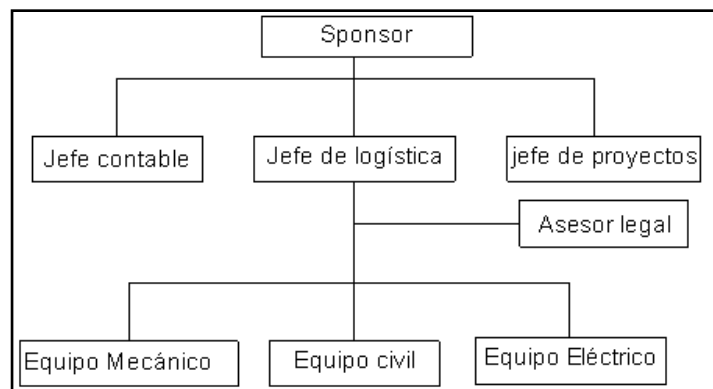


Figura 62. Organigrama del proyecto

Fuente: Elaboración propia

9.1.3 Estimación en la ejecución del proyecto.

Se ha estimado un presupuesto para la ejecución del proyecto en USD 100 153.

9.2 ORGANIZACIÓN PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LA EMPRESA.

Para que la organización tenga una estructura sólida se tendrá en cuenta algunos principios como:

- La separación de las funciones de la empresa como producción, ventas, compras, entre otras.
- Realizar las subdivisiones lógicas en la línea de trabajo de estas funciones.
- Delegación apropiada de roles y de las responsabilidades de cada miembro.
- Especificación de cada tarea.
- Entre otros.

La planta de clasificación de tunas cuenta en su organización con personal calificado y no calificado que hacen un estimado de 12 personas.

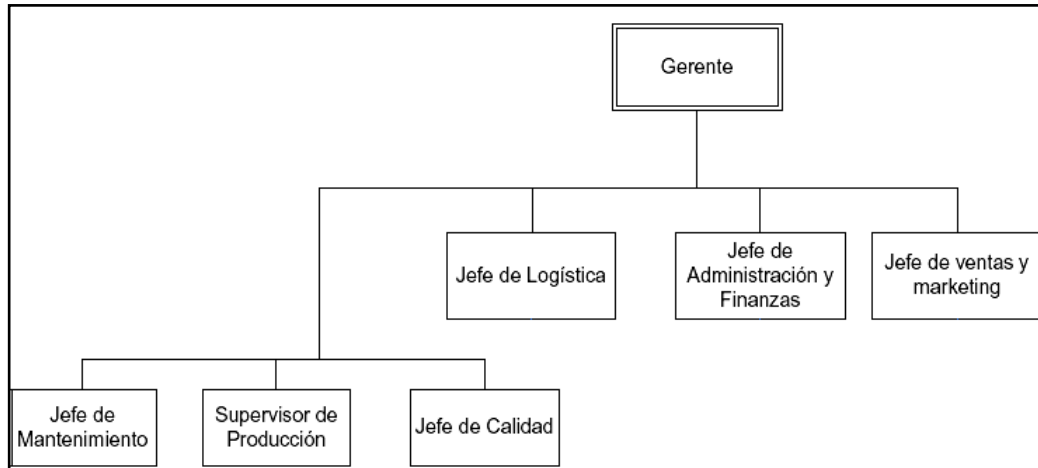


Figura 63. Organigrama de la empresa

Fuente: Elaboración propia

Gastos generales.

Dentro de la planificación de los gastos generales, se debe considerar los gastos relacionados con las operaciones de la fábrica, la administración y los servicios de ventas y distribución.

Los gastos generales incluyen:

- Los gastos generales de fábrica, que comprenden la mano de obra indirecta, material indirecto y otros gastos indirectos como energía eléctrica, agua, luz entre otros.
- Los gastos generales de administración, sueldos y salarios del personal administrativo, servicios de Internet, energía y agua para las oficinas, vigilancia, entre otros.

9.2.1 Necesidades de mano de obra.

En la Tabla LII, se presenta la cantidad de mano de obra para las operaciones de clasificación de tunas.

Tabla LII. Mano de obra directa.

Etapas de proceso	Calificado	No calificado
Recepción de Fruta		x
Alimentación de fruta	X	
Selección de fruta	X	
Empacado de fruta		x
Total de mano de obra directa	3	2

Fuente: Elaboración propia

9.2.2 Normas laborales.

La norma legal que regula el funcionamiento de las sociedades es el decreto legislativo N° 311 del 12 de noviembre de 1984, la que, promulgó la Ley General de Sociedades. Los trabajadores estarán sujetos al régimen laboral de la actividad privada, establecidas por el Ministerio del Trabajo.

9.2.3 Personal de supervisión y gestión.

Los supervisores deben poseer la experiencia adecuada, es por ello, que su ingreso a la empresa deberá planificarse con anticipación. En el estudio de viabilidad se deben especificar las competencias y la experiencia que sean necesarias.

Capacitación: Por lo general, es posible encontrar recursos humanos con calificaciones académicas básicas; la falta de experiencia sólo se puede compensar mediante capacitación desde la etapa previa a la producción. Probablemente se de la capacitación, fuera de las instalaciones de la empresa.

Todos los niveles de personal, deben haber completado la capacitación necesaria antes que se inicie la etapa operativa del estudio. Sin embargo, luego de iniciada la producción, se requiere seguir capacitando al personal conforme al plan de capacitaciones dado que el perfeccionamiento en el conocimiento técnico y el desarrollo de habilidad de gestión es un proceso continuo.

CAPÍTULO X

PRESUPUESTO DE INGRESOS Y EGRESOS

10.1 INGRESOS AFECTOS A IMPUESTO.

Está constituido por los ingresos esperados por la venta de productos (Tabla LIII), lo que se calcula multiplicando el precio de cada unidad por la cantidad de unidades que se proyecta procesar y vender cada año y por la venta de activos fijos al final de su vida útil.

Se estima clasificar y vender 4 608 000 frutas anuales que equivalen a 825 ton/año, entre 4 clases: extra, primera, segunda y tercera, a un promedio, las proyecciones de ventas muestran que en el sexto año estas podrían incrementarse en 20 %. El crecimiento de la producción para satisfacer el incremento en las ventas en el sexto año no requerirá nuevas inversiones en obras físicas ni maquinarias debido a que la planta inicia sus operaciones al 75 % de su capacidad.

Tabla LIII. Presupuesto de ingresos.

Item	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Valor tuna Extra unitario (USD)	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120
Venta estimada (und.)	460 800	460 800	460 800	460 800	460 800	552 960	552 960	552 960	552 960	552 960
Valor tuna 1 ^{ra} unitario (USD)	0,103	0,103	0,103	0,103	0,103	0,103	0,103	0,103	0,103	0,103
Venta estimada (und.)	1 612 800	1 612 800	1 612 800	1 612 800	1 612 800	1 935 360	1 935 360	1 935 360	1 935 360	1 935 360
Valor tuna 2 ^{da} unitario (USD)	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087	0,087
Venta estimada (und.)	1 843 200	1 843 200	1 843 200	1 843 200	1 843 200	2 211 840	2 211 840	2 211 840	2 211 840	2 211 840
Valor tuna 3 ^{ra} unitario (USD)	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070
Venta estimada (und.)	691 200	691 200	691 200	691 200	691 200	829 440	829 440	829 440	829 440	829 440
Ingresos estimados (USD)	430 080	430 080	430 080	430 080	430 080	516 096	516 096	516 096	516 096	516 096

Fuente: Elaboración propia

10.2 EGRESOS AFECTOS A IMPUESTOS.

10.2.1 Costos de producción.

Tenemos tres principales rubros: el presupuesto de mano de obra directa, el costo de la materia prima y los gastos indirectos de fabricación, apreciable en la Tabla LIV.

Presupuesto de mano de obra directa.

La empresa requerirá de 5 personas durante los cinco primeros años y 6 en el sexto año cuando la producción se incremente en 20 %, tal como se aprecia en la Tabla LV.

Beneficios sociales: Se considerarán para todos los trabajadores efectos a ley, los porcentajes aplicados por concepto de:

- Gratificación de un sueldo completo en julio y en diciembre.
- Vacaciones pagadas de un mes cada año.
- Compensación por Tiempo de Servicios (1 Sueldo Completo)
- Pago por seguro social obligatorio.

Presupuesto de materia prima.

El presupuesto de materia prima, es la estimación de las necesidades de materias primas y material indirecto durante el proceso de producción que incluyen fletes, teniendo en cuenta que a partir del sexto año se va a requerir un 20 % más de materia prima, tal como se aprecia en la Tabla LVI.

Presupuesto de gastos indirectos de fabricación.

Los costos indirectos o gastos de fabricación (Tabla LVIII) están constituidos por los siguientes gastos:

- Materiales indirectos
- Costos por mantenimiento y repuestos; 6 % de la inversión tangible (factor de Lang).
- Costos generales de fábrica; constituido por mano de obra indirecta (Tabla LVII), Material indirecto.
- Seguros e impuestos; 7 % de la inversión tangible (factor de Lang)

Tabla LIV. Costos de producción.

Item	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Mano de obra directa (USD)	27 784	27 784	27 784	27 784	27 784	32 125	32 125	32 125	32 125	32 125
Materia prima (USD)	261120	261 120	261 120	261120	261 120	313 344	313 344	313 344	313 344	313 344
Costos indirectos (USD)	29 240	29 240	29 240	29 240	29 240	29 909	29 909	29 909	29 909	29 909
Costo total (USD)	318 144	318 144	318 144	318 144	318 144	375 378	375 378	375 378	375 378	375 378

Fuente: Elaboración propia

Tabla LV. Presupuesto de mano de obra directa.

Operaciones	Salario mensual	Nº sueldos + gratificaciones	Salario anual	ESSALUD 9%	Vacaciones	SENATI 0.75%	CTS	Costo total año
Recepción de Fruta	USD 250	14	USD 3 500	USD 315	USD 250	USD 26	USD 250	USD 4 341
Alimentación de fruta	USD 367	14	USD 5 133	USD 462	USD 367	USD 39	USD 367	USD 6 367
Selección de fruta	USD 367	14	USD 5 133	USD 462	USD 367	USD 39	USD 367	USD 6 367
Selección de fruta	USD 367	14	USD 5 133	USD 462	USD 367	USD 39	USD 367	USD 6 367
Empacado de fruta	USD 250	14	USD 3 500	USD 315	USD 250	USD 26	USD 250	USD 4 341
Total de mano de obra directa durante los cinco primeros años								USD 7 784

Fuente: Elaboración propia

Tabla LVI. Presupuesto de materia prima

Materia prima	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Tuna Extra(und)	460 800	460 800	460 800	460 800	460 800	552 960	552 960	552 960	552 960	55 2960
Precio unitario (USD)	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083
Tuna 1 ^{ra} (und)	1 612 800	1 612 800	1 612 800	1 612 800	1 612 800	1 935 360	1 935 360	1 935 360	1 935 360	1 935 360
Precio unitario (USD)	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067
Tuna2 ^{da} (und)	1 843 200	1 843 200	1 843 200	1 843 200	1 843 200	2 211 840	2 211 840	2 211 840	2 211 840	2 211 840
Precio unitario (USD)	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Tuna 3 ^{ra} (und)	691 200	691 200	691 200	691 200	691 200	829 440	829 440	829 440	829 440	829 440
Precio unitario (USD)	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033
Costo anual (USD)	261 120	261 120	261 120	261 120	261 120	313 344	313 344	313 344	313 344	313 344

Fuente: Elaboración propia

Tabla LVII. Presupuesto de mano de obra indirecta.

Personal	Salario mensual	Nº sueldos + gratificaciones	Salario anual	ESSALUD 9%	Vacaciones	SENATI 0.75%	CTS	Costo total año
Jefe de producción	USD 433	14	USD 6 067	USD 546	USD 433	USD 46	USD 433	USD 7 525
Supervisión de producción	USD -	14	USD -	USD -	USD -	USD -	USD -	USD -
Jefe de mantenimiento	USD 250	14	USD 3 500	USD 315	USD 250	USD 26	USD 250	USD 4 341
Control de calidad	USD 250	14	USD 3 500	USD 315	USD 250	USD 26	USD 250	USD 4 341
Operario de almacén	USD -	14	USD -	USD -	USD -	USD -	USD -	USD -

Fuente: Elaboración propia

Tabla LVIII. Presupuesto de gastos indirectos de fabricación.

Item	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Materiales indrec.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mantenimiento y repuestos	4 472	4 472	4 472	4 472	4 472	4 472	4 472	4 472	4 472	4 472
Sueldo jefe de producción	7 525	7 525	7 525	7 525	7 525	7 525	7 525	7 525	7 525	7 525
Sueldo jefe de mantenimiento	4 341	4 341	4 341	4 341	4 341	4 341	4 341	4 341	4 341	4 341
Sueldo jefe de control de calidad	4 341	4 341	4 341	4 341	4 341	4 341	4 341	4 341	4 341	4 341
Energía eléctrica	2 508	2 508	2 508	2 508	2 508	3 010	3 010	3 010	3 010	3 010
Servicio de agua potable	836	836	836	836	836	1 003	1 003	1 003	1 003	1 003
Seguros e impuestos	5 217	5 217	5 217	5 217	5 217	5 217	5 217	5 217	5 217	5 217
Gasto total	29 240	29 240	29 240	29 240	29 240	29 909	29 909	29 909	29 909	29 909

Fuente: Elaboración propia

10.2.2 Presupuesto de gastos de ventas y distribución.

El costo de ventas, está constituido por el costo de producción al que se le restarán los inventarios iniciales y finales de los productos terminados. Sin embargo, para efectos del desarrollo del proyecto no generará reservas por inventarios, es decir lo que se produce se vende.

Las comisiones por venta es de 2 %, publicidad y promoción 3 %. El presupuesto de gastos de ventas se presenta en la Tabla LIX.

10.2.3 Presupuesto de gastos administrativos.

Los gastos administrativos, son aquellos gastos incurridos en formular, dirigir y controlar la política de la empresa y conseguir divisas. Se considera los sueldos del personal administrativo, al que se considera constante durante los 10 años del proyecto y se detalla en la Tabla LX.

Tabla LIX. Presupuesto de gastos de venta y distribución.

Item	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Sueldo de jefe de ventas	7 525	7 525	7 525	7 525	7 525	7 525	7 525	7 525	7 525	7 525
Pago de comisiones	4 472	4 472	4 472	4 472	4 472	4 472	4 472	4 472	4 472	4 472
Publicidad y promoción	2 236	2 236	2 236	2 236	2 236	2 236	2 236	2 236	2 236	2 236
Jefe de Logística	7 525	7 525	7 525	7 525	7 525	7 525	7 525	7 525	7 525	7 525
Pagos a terceros por transporte	15 050	15 050	15 050	15 050	15 050	15 050	15 050	15050	15 050	15 050
Gasto total	36 807	36 807	36 807	36 807	36 807	36 807	36 807	36 807	36 807	36 807

Fuente: Elaboración propia

Tabla LX. Presupuesto de gastos administrativos y generales.

Item	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Sueldo del Gerente General	9 030	9 030	9 030	9 030	9 030	9 030	9 030	9 030	9 030	9 030
Sueldo del Jefe de Administración	7 525	7 525	7 525	7 525	7 525	7 525	7 525	7 525	7 525	7 525
Vigilancia	4 472	4 472	4 472	4 472	4 472	4 472	4 472	4 472	4 472	4 472
Energía eléctrica	1 254	1 254	1 254	1 254	1 254	1 505	1 505	1 505	1 505	1 505
Agua potable	418	418	418	418	418	502	502	502	502	502
Teléfono e internet	1 273	1 273	1 273	1 273	1 273	1 528	1 528	1 528	1 528	1 528
Gastos administrativos y generales	23 971	23 971	23 971	23 971	23 971	24 560	24 560	24 560	24 560	24 560

Fuente: Elaboración propia

10.3 GASTOS FINANCIEROS.

Los gastos financieros, son los intereses y comisiones que se paga por el financiamiento recibido para implementar la planta clasificadora de tunas y la empresa. La ley tributaria puede cargar estos intereses como costos deducibles de impuestos. La mayoría de los estudios de viabilidad indican una cantidad decreciente de financiación externa y, por consiguiente, costos financieros decrecientes.

El presupuesto de los gastos financieros para los 10 años del proyecto, es el siguiente:

Tabla LXI. Presupuesto de gastos financieros.

Item	2013	2014	2015	2016	2017
Gastos financieros	18 771	14 712	10 654	6 595	2 537

Fuente: Elaboración propia

10.4 GASTOS NO DESEMBOLSABLES.

Están compuestos por la depreciación, la amortización de intangibles, y el valor libro del activo que se vende para su reemplazo (en este proyecto no hay reemplazo de máquinas durante el periodo de vida útil).

10.4.1 Presupuesto de depreciaciones.

La obsolescencia es un concepto técnico y se refiere al atraso tecnológico relativo al bien de capital, frente a otros bienes similares, capaces de producir el mismo servicio que aquél en forma más económica debido a las innovaciones tecnológicas.

Tabla LXII. Presupuesto de depreciación total.

Partidas	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Depreciación de activo fijo tangible	5864	5864	5864	5864	5864	5864	5864	5864	5864	5864
Adquisición de terreno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Construcción de edificios	219	219	219	219	219	219	219	219	219	219
Construcción de la zona de producción	328	328	328	328	328	328	328	328	328	328
Suministros mecánicos	1 424	1 424	1 424	1 424	1 424	1 424	1 424	1 424	1 424	1 424
Suministros civiles	901	901	901	901	901	901	901	901	901	901
Suministros eléctricos	1083	1083	1083	1083	1083	1083	1083	1083	1083	1083
Fabricaciones mecánicas	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211
Sistema de control	541	541	541	541	541	541	541	541	541	541
Instalaciones eléctricas	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158
Montaje mecánico	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271
Montaje eléctrico	271	271	271	271	271	271	271	271	271	271
Imprevistos	459	459	459	459	459	459	459	459	459	459

Fuente: Elaboración propia.

Los cargos por depreciación, son las cantidades que se deducen periódicamente del excedente generado por la producción (utilidades), para compensar la depreciación experimentada por los bienes de capital físicos y se imputan a los activos tangibles.

El cargo por depreciación y la aplicación que se le dé, no constituye un desembolso ni un ingreso efectivamente realizado, sino sólo una ficción contable, una operación en libros, a lo que no corresponde un flujo real de recursos financieros. Los activos fijos tangibles típicamente sujetos a depreciación son los denominados edificios, equipos e infraestructuras de servicios (oficinas administrativas). Los terrenos en cambio, no sólo no se deprecian normalmente, sino que por el contrario, tienden a aumentar su valor, por efecto de la plusvalía generada por las inversiones localizadas en su entorno, así como en el terreno mismo.

El presupuesto de depreciación total se aprecia en la Tabla LXII que mantiene correlación con la Tabla LXIII.

Tabla LXIII. Depreciación de activos fijos.

Activos Fijos Tangibles	Vida Útil
Terreno	Se valoriza
Muebles, enseres	10 años
Vehículos	5 años
Maquinaria	10 años
Edificios	33 años

Fuente: Elaboración propia.

10.4.2 Presupuesto de amortizaciones.

Las amortizaciones de intangibles o por cargos son deducciones de fondos, contabilizadas a partir del excedente, para cubrir en un plazo convencional de tres años, el valor de bienes intangibles adquiridos en la etapa de inversiones, como gastos pre-operativos.

Este concepto es puramente financiero sin contrapartida física ni económica, ya que en realidad los bienes intangibles no se desvalorizan gradualmente, como los físicos, y por tanto no están sujetos a depreciación real. En su mayoría, los bienes intangibles se desvalorizan totalmente en cuanto son utilizados. Por ejemplo, las investigaciones y estudios previos, la ingeniería para la construcción e instalación de los suministros necesarios para accionar la planta, la supervisión

de contratos, la puesta en marcha y el pago de intereses pre-operativos durante la construcción, constituyen servicios valiosos para el proyecto durante la etapa de ejecución de las inversiones, pero terminada esta deja de tener valor negociable. A diferencia de éstos, las patentes adquiridas y de los derechos de llave pagados pueden aumentar su valor original.

Tabla LXIV. Amortización de intangibles

Partidas	2013	2014	2015	2016	2017
Amortización de Activo Fijo Intangible	12 930	12 930	12 930	12 930	129 30
Organización	443	443	443	443	443
Ingeniería estructural civil	721	721	721	721	721
Ingeniería eléctrica de detalle	316	316	316	316	316
Ingeniería básica mecánica y eléctrica	561	561	561	561	561
Supervisión de montaje y puesta en marcha	261	261	261	261	261
Gestión de la construcción	2 727	2 727	2 727	2 727	2 727
Gestión del proyecto	421	421	421	421	421
Puesta en Marcha	316	316	316	316	316
Intereses pre-operativos	6 088	6 088	6 088	6 088	6 088
Imprevistos	1 076	1 076	1 076	1 076	1 076

Fuente: Elaboración propia

10.5 CÁLCULO DE IMPUESTOS.

También llamada impuesto a la renta, se determina como el 30 % de las utilidades antes del impuesto.

10.6 AJUSTES POR GASTOS NO DESEMBOLSABLES.

Para anular el efecto de haber incluido gastos que no constituían egresos de caja, se suman la depreciación, la amortización de intangibles y el valor libro. La razón de incluirlos primero y eliminarlos después obedece a la importancia de incorporar el efecto tributario que estas cuentas ocasionan a favor del proyecto.

10.7 EGRESOS NO AFECTOS A IMPUESTOS.

Compuesto por la inversión inicial, el préstamo y la inversión en capital de trabajo en el momento cero del proyecto, o en el futuro si existiese una ampliación futura de producción.

10.8 VALOR DE DESHECHO.

Se calculó por el método económico, dividiendo el flujo del año 10 (sin valor de desecho) menos la depreciación anual por la tasa de retorno exigida.

CAPÍTULO XI

EVALUACIÓN FINANCIERA

La evaluación financiera, es toda evaluación que, a diferencia de la económica, sí toma en consideración la manera como se obtengan y se paguen los recursos financieros necesario para el proyecto, así como la manera como se distribuyen los beneficios netos que este genera. Se realiza a precios de mercado y los flujos de costos y beneficios pertinentes para este tipo de evaluación generan saldos netos por periodo que constituyen los “flujos financieros” del proyecto. Dichos flujos financieros son la materia prima utilizada para el cálculo de los indicadores correspondientes: VAN financiero (VANF), TIR financiero (TIRF), entre otros.

11.1 FLUJO DE CAJA.

La evaluación del proyecto, se evaluará sobre los resultados de la proyección del flujo de caja. Al proyectar el flujo de caja, será necesario incorporar información adicional relacionada, principalmente, con los efectos tributarios de la depreciación, de la

amortización del activo nominal, valor residual, utilidades y pérdidas, es importante mencionar que existen diferentes flujos para diferentes fines, apreciable en la Tabla LXV.

11.2 PUNTO DE EQUILIBRIO.

El punto de equilibrio, está definido por el cociente de los costos fijo entre la diferencia del precio de venta y el costo variable medio o unitario, cuyo resultado es de 3 422 355 unidades de fruta tuna en el primer año y en el último año 2 250 755 unidades (Tabla LXVIII), los cuales son cubiertos por el procesamiento del primer año que es de 4 608 000 unidades.

El análisis del punto de equilibrio, representa el tamaño mínimo de un proyecto e indica el volumen de producción y ventas en las cuales no hay utilidad ni pérdidas. Si no se cubre este mínimo de producción, se obtienen pérdidas. Para calcular el punto de equilibrio, se utiliza la siguiente fórmula:

$$q = \frac{F}{P - V} \dots \dots \dots (36)$$

Donde:

q : es la cantidad producida y vendida

F : son los costos fijos

P : es el precio

V : costo variable medio

Tabla LXV. Flujo de caja financiero (USD).

	0	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Ingresos		460 800	460 800	460 800	460 800	460 800	552 960	552 960	552 960	552 960	552 960
Costos de producción		-348 864	-348 864	-348 864	-348 864	-348 864	-412 242	-412 242	-412 242	-412 242	-412 242
costos de venta		-36 807	-36 807	-36 807	-36 807	-36 807	-36 807	-36 807	-36 807	-36 807	-36 807
costos de administración		-23 971	-23 971	-23 971	-23 971	-23 971	-24 560	-24 560	-24 560	-24 560	-24 560
Interés préstamo		-18 771	-14 712	-10 654	-6 595	-2 537					
Depreciación de tangibles		-5 864	-5 864	-5 864	-5 864	-5 864	-5 864	-5 864	-5 864	-5 864	-5 864
Amortización de intangibles		-12 930	-12 930	-12 930	-12 930	-12 930	0	0	0	0	0
Valor libro											
utilidad antes del impuesto		13 592	17 651	21 709	25 768	29 826	73 486	73 486	73 486	73 486	73 486
impuesto a la renta		-4 078	-5 295	-6 513	-7 730	-8 948	-22 046	-22 046	-22 046	-22 046	-22 046
Utilidad neta		9 514	12 355	15 196	18 037	20 878	51 440	51 440	51 440	51 440	51 440
Depreciación de tangibles		5 864	5 864	5 864	5 864	5 864	5 864	5 864	5 864	5 864	5 864
Amortización de intangibles		12 930	12 930	12 930	12 930	12 930	0	0	0	0	0
valor libro											
Inversión inicial	-39 179										
Inversión cap. de trabajo	-34 414										
Préstamo	121 515										
amortización de la deuda		-24 303	-24 303	-24 303	-24 303	-24 303					
valor de deshecho											428 668
flujo de caja	-52 078	28 309	31 150	33 991	36 832	39 673	57 304	57 304	57 304	57 304	485 973

Fuente: Elaboración propia

Tabla LXVI. Costos fijos y costos variables (USD).

Costo fijo	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Gastos indirectos de fabricación	29 240	29 240	29 240	29 240	29 240	29 909	29 909	29 909	29 909	29 909
Gastos administrativos y generales	23 971	23 971	23 971	23 971	23 971	24 560	24 560	24 560	24 560	24 560
Amortización préstamo	24 303	24 303	24 303	24 303	24 303	-	-	-	-	-
Depreciación	5 864	5 864	5 864	5 864	5 864	5 864	5 864	5 864	5 864	5 864
Total costo fijo	77 515	77 515	77 515	77 515	77 515	54 470	54 470	54 470	54 470	54 470
Costo variable										
Mano de obra directa	27 784	27 784	27 784	27 784	27 784	32 125	32 125	32 125	32 125	32 125
Material directo	261 120	261 120	261 120	261 120	261 120	313 344	313 344	313 344	313 344	313 344
Gastos de ventas y distribución	36 807	36 807	36 807	36 807	36 807	36 807	36 807	36 807	36 807	36 807
Gastos financieros	18 771	14 712	10 654	6 595	2 537	-	-	-	-	-
Total costo variable	325 711	325 711	325 711	325 711	325 711	382 276	382 276	382 276	382 276	382 276
Costo Total	403 226	403 226	403 226	403 226	403 226	436 746	436 746	436 746	436 746	436 746

Fuente: Elaboración propia.

Tabla LXVII. Funciones de costos unitarios.

Ítem	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Nivel de producción (und)	-	4 608 000	4 608 000	4 608 000	4 608 000	4 608 000	5 529 600	5 529 600	5 529 600	5 529 600	5 529 600
Costos fijos totales (USD)	77 515	77 515	77 515	77 515	77 515	77 515	54 470	54 470	54 470	54 470	54 470
Costos variables totales (USD)	-	325 711	325 711	325 711	325 711	325 711	382 276	382 276	382 276	382 276	382 276
Costos Totales (USD)	77 515	403 226	403 226	403 226	403 226	403 226	436 746	436 746	436 746	436 746	436 746
Costo fijo medio (USD)	-	0,017	0,017	0,017	0,017	0,017	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Costo variable medio (USD)	-	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069
Costo medio total (USD)	-	0,088	0,088	0,088	0,088	0,088	0,079	0,079	0,079	0,079	0,079
Costo marginal (USD)	-	325 711	-	-	-	-	33520	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla LXVIII. Análisis punto de equilibrio.

Ítem	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Unidades físicas (und)	3 422 355	3 422 355	3 422 355	3 422 355	3 422 355	2 250 755	2 250 755	2 250 755	2 250 755	2 250 755

Fuente: Elaboración propia.

11.3 INDICADORES (VAN, TIR, PR).

El Criterio del Valor Actual Neto: Plantea que el proyecto, debe aceptarse si su valor actual neto (VAN) es igual o superior a cero, donde el VAN es la diferencia entre todos sus ingresos y egresos expresados en moneda actual.

El Criterio de la Tasa Interna de Retorno: Evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por periodo, con el cual, la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual (que es lo mismo que calcular la tasa que hace al VAN igual a cero).

La tasa así calculada se compara con la tasa de descuento de la empresa. Si la TIR es mayor o igual que esta, el proyecto debe aceptarse y si es menor, rechazarse.

Periodo de Recuperación de la Inversión: Criterio mediante el cual se evalúa y se determina el número de periodos necesarios para recuperar la inversión inicial (PR).

En el siguiente cuadro, se muestra los cálculos de los indicadores financieros para el siguiente proyecto.

Tabla LXIX. Evaluación financiera en (USD).

Tasa de descuento	15 %
VANF	USD 312 767
TIRF	67 %
PR	1,76

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

1. Los indicadores económicos y financieros que se obtuvieron en la evaluación económico-financiero, demuestran que el proyecto es viable, es decir los ingresos futuros son mayores que los costos iniciales, esto se corrobora con un VAN mayor a cero
2. La tasa interna de retorno financiero TIRF es 67 %. El proyecto es aceptable porque este valor es mayor a la tasa de descuento que fue calculado en 15 %.
3. Los costos de operación en el proceso de clasificación de tunas bajarán, debido a que en una clasificación de frutas manual y artesanal hay una pérdida de tiempo en el momento que el obrero decide a cuál de las 4 categorías pertenece la fruta (según su peso).
4. El diseño de la máquina, fue calculado con las normas existentes que garantizan la selección de los materiales adecuados para este tipo de procesos, así como también garantizan una alta eficiencia de las máquinas.

5. La máquina diseñada tiene un buen acabado, que podría ser exportada si es que se diera el caso.

6. El proceso de clasificación de tunas usando la máquina diseñada es más eficiente que la clasificación mediante la vista y el tacto.

RECOMENDACIONES

1. Para ensamblar la clasificadora de tunas (que funciona básicamente mediante cadenas transportadoras) se debe cumplir con todos los procedimientos dados en el capítulo V y VI, correspondiente al diseño de los elementos, pues, existen sugerencias de los fabricantes de cadenas, que indican, que no se debe alterar las medidas básicas de ensamble, pues ocasionarían un mal funcionamiento causando un excesivo consumo de energía, que en otras palabras es un rendimiento bajo y consecuentemente una vida útil inferior de los componentes.
2. Los productores de tuna, deben formar asociaciones para poder acceder a los financiamientos que ofrecen entidades dedicadas a apoyar proyectos rentables, para así, poder entrar a un mercado globalizado sustentado en base al equipamiento de maquinarias, que en este proyecto se diseñaron.
3. Las máquinas diseñadas son semiautomáticas, netamente mecánicas, se recomienda sobre la base de este proyecto, mejorar la tecnología de estas y convertirlas en máquinas electrónicas.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. ARTHUR G. Erdman, G. N. (1998). ***Diseño de Mecanismos***. Tercera edición Edit. Mexico: Prentice Hall Hispanoamericana S.A. Mexico, pp. 96-233.
2. CORRALES, G. (1997). ***Poscosecha de Tuna y del Nopal Verdura***. Primera edición Edit. Acribia. Mexico, pp. 88-94.
3. FAO-OMS. (1991). ***Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias, comité de Codex sobre frutas y hortalizas tropicales frescas***. Tercera Reunión. Anteproyecto de Norma Mundial del Codex para la tuna. México, D. F. pp. 67-75.
4. LOBOSCO, Orlando Silvio, (1989). ***Selección y Aplicación de Motores Eléctricos***. Primera edición. Edit. Marcombo S.A. Barcelona, pp. 133-368.

5. MOTT, P. Robert L (1995). ***Diseño de elementos de máquinas.*** segunda edición Edit. Prentice Hall Hispanoamérica, S.A. Mexico, pp. 39-615.
6. NICOLAS, S. (2002). ***Oleohidráulica.*** Primera edición en español. Edit. Mac Graw Hill. Madrid, pp. 7-19.
7. SAPAG CHAIN, Nassir (2003). ***Preparación y evaluación de proyectos.*** Cuarta edición. Edit. Mc Wraw-Hill/Interamericana S.A. Mexico, pp. 233-339.
8. WILLEMS, E. R. (1984). ***Resistencia de Materiales.*** Primera edición. Edit. McWraw-Hill/Interamericana. Mexico, pp. 415-465.
9. Ministerio de Agricultura (Dirección General de Información Agraria. ***Estadísticas). Campañas Agrícolas años 1999-2010, 2011.***
Disponible en: <http://www.minag.gob.pe>.
10. Instituto Nacional de Investigación Agrícola (INIA). ***Quiénes somos.***
Disponible en: <http://www.inia.gob.pe>

11. PROMPEXSTAT, 2010. *Comisión para la Promoción de Exportaciones (PROMPEX, Estadística*. Disponible en: http://www.prompex.gob.pe/stat/pr_part_search.asp
12. Titan, 2010. ***Sistemas y proyectos especiales para transporte de materiales***. Disponible en: <http://www.TITAN.com?57852>
13. Fachaux, 2009. ***Calibradora para cerezas y frutas pequeñas***. Disponible en: <http://www.Cal-Fachaux.com>
14. Uniply, 2008. ***Fajas transportadoras***. Disponible en: <http://www.uniply.com>
15. Hitrol, 2010. ***Sistemas para transporte de materiales***. Disponible en: <http://www.hytrol.com>
16. Catálogo de selección Marbett Rexnord. 2009. ***Componentes para transportador, elementos de soporte y nivelación, soportes autoalineantes***.

17. Catálogo Tsubakimoto Chain Co. **selección de cadenas transportadoras.**

18. Catálogo de perfiles de Aluminio mk. **Conveyor Technology.**

19. Catálogo Renold. **Conveyor chain Designer Guide.**

20. Catálogo de selección SKF. **Catálogo interactivo de ingeniería.**



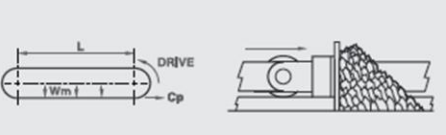
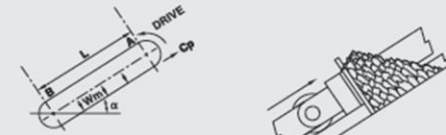


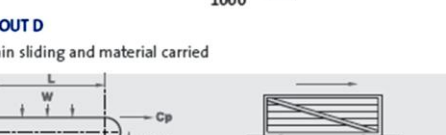
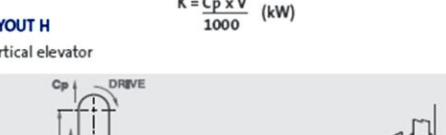
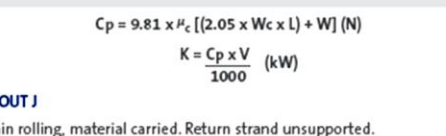
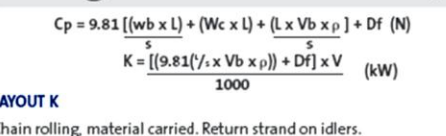
21. Catálogo CONTRANSA RAT 05 . 2008. **Selección de motorreductores de Sin-fin Corona.**

22. Catálogo BANDO NARROW V BELTS SP-TYPE. **Transmisiones de correas en V.**

ANEXOS

ANEXO A

Guía de diseño para transportadores de cadena

<p>LAYOUT A Chain and material sliding</p>  $C_p = 9.81 \times L [(2.05 \times W_c \times \mu_c) + (W_m \times \mu_m)] + X \text{ (N)}$ $K = \frac{C_p \times V}{1000} \text{ (kW)}$	<p>LAYOUT E Chain and material sliding</p>  $P_B = 9.81 \times W_c \times L \times \mu_{s1} \text{ (N)}$ $C_p = 9.81 \times L [(W_c \times \mu_{s2}) + (W_m \times \mu_{sm})] + P_B + X \text{ (N)}$ $K = \frac{C_p \times V}{1000} \text{ (kW)}$
<p>LAYOUT B Chain rolling and material sliding</p> 	<p>LAYOUT F Chain rolling and material sliding</p> 
<p>LAYOUT C Chain rolling and material carried</p>  $C_p = 9.81 \times \mu_c [(2.05 \times W_c \times L) + W] \text{ (N)}$ $K = \frac{C_p \times V}{1000} \text{ (kW)}$	<p>LAYOUT G Chain rolling and material carried</p>  $P_B = 9.81 \times W_c \times L \times \mu_{s1} \text{ (N)}$ $C_p = 9.81 \times \mu_{s2} [(W_c \times L) + W] + P_B \text{ (N)}$ $K = \frac{C_p \times V}{1000} \text{ (kW)}$
<p>LAYOUT D Chain sliding and material carried</p>  $C_p = 9.81 \times \mu_c [(2.05 \times W_c \times L) + W] \text{ (N)}$ $K = \frac{C_p \times V}{1000} \text{ (kW)}$	<p>LAYOUT H Vertical elevator</p>  $C_p = 9.81 [(w_b \times L) + (W_c \times L) + (L \times V_b \times \rho)] + D_f \text{ (N)}$ $K = \frac{[(9.81 \times V_b \times \rho) + D_f] \times V}{1000} \text{ (kW)}$
<p>LAYOUT J Chain rolling, material carried. Return strand unsupported.</p>  $C_p = 9.81 [1.05 \frac{(L^2 \times W_c + (W_c \times L))}{8 \times J} + (\mu_c \times W_c \times L) + (\mu_c \times W)] \text{ (N)}$ $K = 9.81 [0.05 \frac{(L^2 \times W_c + (W_c \times L))}{8 \times J} + (\mu_c \times W_c \times L) + (\mu_c \times W)] \times \frac{V}{1000} \text{ (kW)}$	<p>LAYOUT K Chain rolling, material carried. Return strand on idlers.</p>  $C_p = 9.81 [1.05 \times \frac{L}{a} \frac{(a^2 \times W_c + (W_c \times L))}{8 \times J} + (\mu_c \times W_c \times L) + (\mu_c \times W)] \text{ (N)}$ $K = 9.81 [0.05 \times \frac{L}{a} \frac{(a^2 \times W_c + (W_c \times L))}{8 \times J} + (\mu_c \times W_c \times L) + (\mu_c \times W)] \times \frac{V}{1000} \text{ (kW)}$

Fuente: **Catálogo Renold**. conveyor chain Designer Guide.

ANEXO B

Velocidades típicas para transportadores de cadena

Chain Conveyors and Elevators	Chain Sliding				Chain Rolling						2 Material Carried	Usual Speed Ft. Per Min.
	1 Material Sliding		2 Material Carried		1 Material Sliding			2 Material Carried				
	Horiz.	Incl.	Horiz.	Incl.	Horiz.	Incl.	Horiz. and Incl.	Horiz.	Incl.	Horiz. and Incl.		
Apron feeder	—	—	X	X	—	—	—	X	X	X	—	10/50
Apron conveyor	—	—	X	X	—	—	—	X	X	X	—	50/100
Drag conveyor	X	X	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50/100
Flight conveyor	X	X	—	—	X	X	X	—	—	—	—	50/100
Slat conveyor	—	—	X	X	—	—	—	X	X	X	—	50/150
Bucket elevator(C.D.)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	X	225/300
Bucket elevator(Cont.)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	X	125
Bucket elevator(Super)	—	—	—	—	—	—	—	—	X	—	X	100/125

Fuente: CATALOGO WEBSTER CHAIN #300 R

ANEXO C

Dimensiones básicas para cadenas transportadoras de doble paso X-Lambda

Base Chain Dimensions																
Tsubaki Chain No.	Roller Type	Pitch P	P ¹	Width Between Inner Link Plates W	Roller Dia.		Pin			Offset Pin Length L	Plate					
					S Roller R ₁	R Roller R ₂	Dia. D	L ₁	L ₂		Thickness T	Width H				
RF2040-LMC	S	25.40	Control o tuncalmento representable for detail.	7.95	7.92	15.88	3.97	8.25	9.95	18.2	1.5	12.0				
RF2050-LMC		31.75		9.53	10.16	19.05	5.09	10.30	12.0	22.6	2.0	15.0				
RF2060-LMC		38.10		12.70	11.91	22.23	5.96	14.55	16.55	31.5	3.2	17.2				
RF2080-LMC		50.80		15.88	15.88	28.58	7.94	18.30	20.90	39.9	4.0	23.0				
RF2100-LMC		63.50		19.05	19.05	39.69	9.54	21.80	24.50	47.5	4.8	28.6				
Attachment Dimensions																
Tsubaki Chain No.	Attachment															
	C	C ₁	C ₂	K	N	O	O ₁	S	T	X	X ₂	X _s	D	L ₃	L ₄	G
RF2040-LMC	12.7	11.1	13.6	9.5	19.1	3.6	5.2	9.1	1.5	19.3	17.6	19.8	3.97	9.5	16.75	4.1
RF2050-LMC	15.9	14.3	15.9	11.9	23.8	5.2	6.8	11.1	2.0	24.2	22.0	24.6	5.09	11.9	21.0	5.1
RF2060-LMC	21.45	17.5	19.1	14.3	28.6	5.2	8.7	14.7	3.2	31.5	28.2	30.6	5.96	14.3	27.45	6.1
RF2080-LMC	27.8	22.2	25.4	19.1	38.1	6.8	10.3	19.1	4.0	40.7	36.6	40.5	7.94	19.1	35.5	8.1
RF2100-LMC	33.35	28.6	31.8	23.8	47.6	8.7	14.3	23.4	4.8	49.9	44.9	50.4	9.54	23.8	43.4	10.1

Tsubaki Chain No.	Max. Allowable Tension kN (kgf)	Approx. Mass kg/m		Additional Weight per Attachment kg			No. of Links per Unit
		S Roller	R Roller	A, SA	K, SK	EP	
RF2040-LMC	2.65 [270]	0.51	0.87	0.003	0.006	0.001	120
RF2050-LMC	4.31 [440]	0.84	1.30	0.006	0.012	0.002	96
RF2060-LMC	6.28 [640]	1.51	2.19	0.017	0.034	0.003	80
RF2080-LMC	10.7 [1090]	2.41	3.52	0.032	0.064	0.007	60
RF2100-LMC	17.1 [1740]	3.54	5.80	0.06	0.12	0.012	48

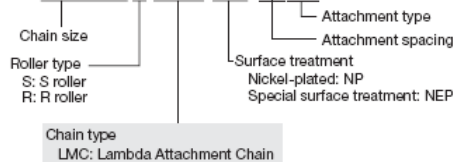
Note: Dimensions O and O₁ are slightly smaller on NEP chains.

■ Operating Temperature Range: -10°C to 150°C

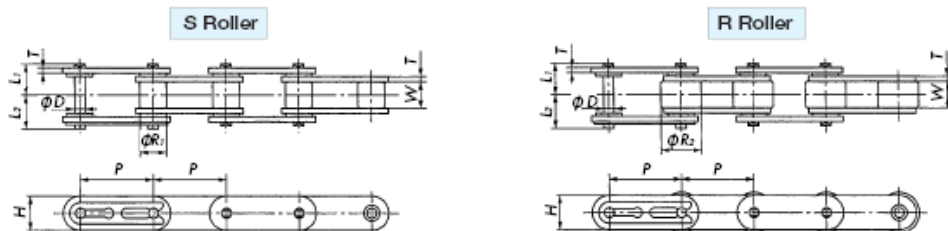
Chain Numbering

Old No. RFC2040NP S-LAMDA-1LK2

New No. **RF2040S-LMC-NP-1LK2**

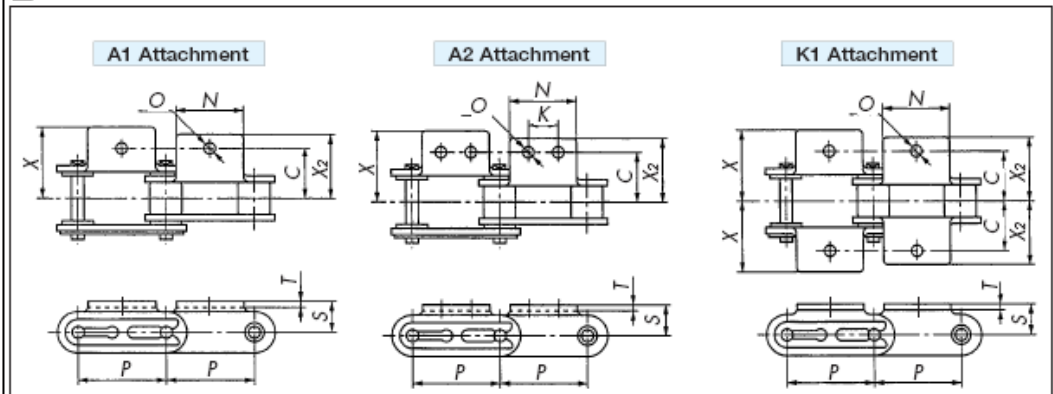


Base Chain



• Connecting links: RF2040-LMCX to RF2060-LMCX use spring clips. RF2080-LMCX and RF2100-LMCX use cotter pins.
Base chain pins are riveted.

Attachments



Fuente: catálogo Tsubaki Small Size Chain, pag. 35

ANEXO D

Coeficiente de rozamiento de la cadena con las guías

Roller Type	Steel Roller		Lambda Chain	Plastic Roller*	Low-Noise Plastic Roller	Bearing Bush Chain
	Dry	Lubricated		Dry		Dry
R roller	0.12	0.08	0.08	0.08	0.1	0.21
S roller	0.21	0.14	0.14	–	–	–

* Includes heat-resistant plastic rollers.

Fuente: catálogo Tsubaki Small Size Chain, pag. 35

ANEXO E

Factor por tiempo de operación K_s

Operation Time h/day	K_s
Less than 10 hours	1.0
10 to 24 hours	1.2

Fuente: Catálogo Nº 985K825 Tsubakimoto Chain Co, pag. 51

ANEXO F

Factor de seguridad K_V condiciones: limpio y bien lubricado

Table 8: Chain Speed-Temperature Safety Factor K_V conditions: Clean environment and well lubricated.

Chain Series Temperature	Standard Series		Reinforced Series				Stainless Steel 400 Series				Stainless Steel 300 Series			
	Under 100	100–200	Under 100	100–200	200–300	300–400	Under 100	100–200	200–300	300–400	Under 100	100–200	200–300	300–400
Over 50–Under 60 (incl.) 50–60	10		10				14				16			
Over 40–Under 50 (incl.) 40–50	9		9				13				15			
Over 30–Under 40 (incl.) 30–40	8	10	8	10			12	12			14	14		
Over 20–Under 30 (incl.) 20–30	7	9	7	9	10		11	11	12		13	13		
Under 20 (incl.) 20	7	8	7	8	9	10	10	10	10	10	12	12	12	12

Fuente: Catálogo Nº 985K825 Tsubakimoto Chain Co, pag. 51

ANEXO G



Factor de servicio f_s para aplicaciones típicas

MAQUINA ACCIONADA	FACTOR f_s horas de servicio		
	8	16	24
TRANSPORTE Y ALMACENAJE			
Montacargas	1,5	1,6	1,6
Elevadores de personas	1,8	2,0	2,0
Elevadores inclinados	1,65	1,8	1,8
Elevadores de cangilones (rocas)	1,65	1,8	1,8
Elevadores de cangilones (granos)	1,5	1,6	1,6
Transportadores a cadena (redlers)	1,5	1,6	1,6
Transportadores de cangilones	1,5	1,6	1,6
Transportadores circulares	1,5	1,6	1,6
Roscas transportadoras	1,15	1,4	1,5
Bandas transportadoras (granel)	1,15	1,4	1,5
Transportadores de banda (articulados)	1,3	1,5	1,7
Transportadores de cinta de acero	1,5	1,6	1,6
Bandas transportadoras (bultos grandes)	1,3	1,5	1,7
Transportadores de placas	1,5	1,6	1,6
Tornos de elevación	1,5	1,6	1,6

Fuente: Catálogo Nº 985K825 Tsubakimoto Chain Co

ANEXO H

Motorreductores de sin-fin Corona

P_1 [kW]	n_2 [min ⁻¹]	M_2 [Nm]	f_s	i		
0.06						
56A4 (1400 min ⁻¹)	187	3	6.6	7.5	CM030	B5/B14
	140	3	5.1	10		B5/B14
	93	5	3.8	15		B5/B14
	70	6	3.0	20		B5/B14
	56	7	2.9	25		B5/B14
	47	8	2.5	30		B5/B14
	35	10	1.9	40		B5/B14
	28	11	1.6	50		B5/B14
	24	12	1.4	60		B5/B14
18	14	1.0	80	B5/B14		
0.12						
63A4 (1400 min ⁻¹)	187	5	3.3	7.5	CM030	B5/B14
	140	7	2.6	10		B5/B14
	93	9	1.9	15		B5/B14
	70	12	1.5	20		B5/B14
	56	14	1.4	25		B5/B14
	47	16	1.2	30		B5/B14
	35	19	1.0	40		B5/B14
	28	23	0.8	50		B5/B14

Fuente: Motorreductores CONTRANSA Catálogo RAT 05 · 2008

ANEXO I

Eficiencias mecánicas de equipos reductores de velocidad

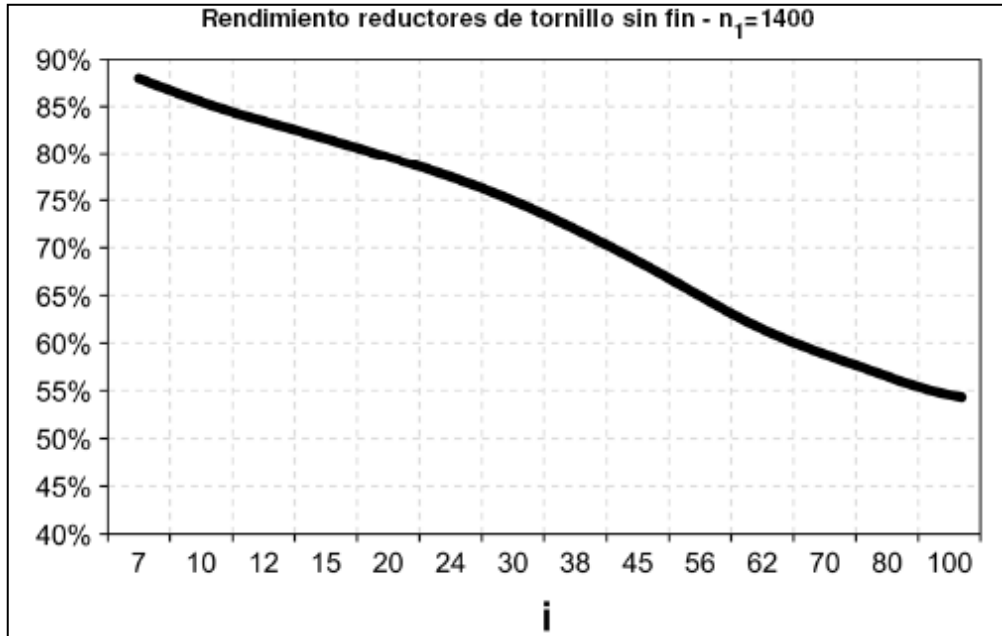
EFICIENCIAS MECÁNICAS DE EQUIPOS REDUCTORES DE VELOCIDAD	
Tipo de reducción	Eficiencia (%)
Poleas y bandas en V	94%
Catalina y cadena de rodillos	93%
Catalina y cadena de rodillos, lubricados en aceite	95%
Reductor de engranes helicoidales, una reducción	95%
Reductor de engranes helicoidales, doble reducción	94%
Reductor de engranes helicoidales, triple reducción	93%
Reductor de tornillo sin-fin (ratio 20:1)	90%
Reductor de tornillo sin-fin (ratio de 20:1 a 60:1)	70%
Reductor de tornillo sin-fin (ratio de 60:1 a 100:1)	50%
Reductor de engranes rectos (maquinados)	90%
Reductor de engranes rectos (fundidos)	85%

Referencia: Belt Conveyor CEMA Handbook, 2da. Edición

Fuente: Motorreductores CONTRANSA Catálogo RAT 05 · 2008

ANEXO J

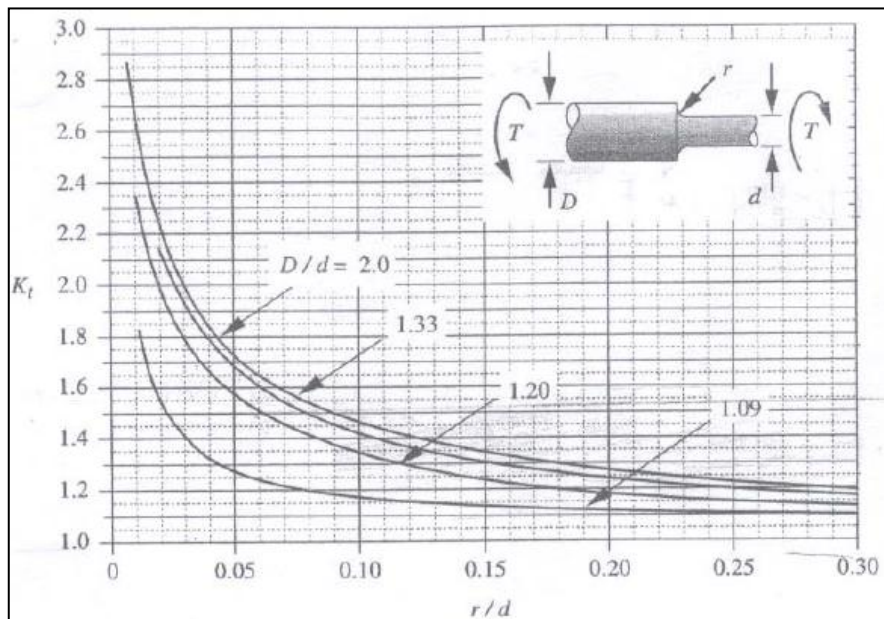
Rendimiento de reductores de tornillo sin fin



Fuente: Motorreductores CONTRANSA Catálogo RAT 05 · 2008

ANEXO K

Factor de concentración de tensión K_t para eje a flexión



Fuente: DISEÑO DE MAQUINAS, R. NORTON.

ANEXO L

Relación de diámetros para hallar K_t para eje a flexión

$K_t \cong A \left(\frac{r}{d} \right)^b$		
donde:		
D/d	A	b
2.00	0.863 31	-0.238 65
1.33	0.848 97	-0.231 61
1.20	0.834 25	-0.216 49
1.09	0.903 37	-0.126 92

Fuente: DISEÑO DE MAQUINAS, R. NORTON.

ANEXO M

Vida útil de de diseño recomendado para cojinetes

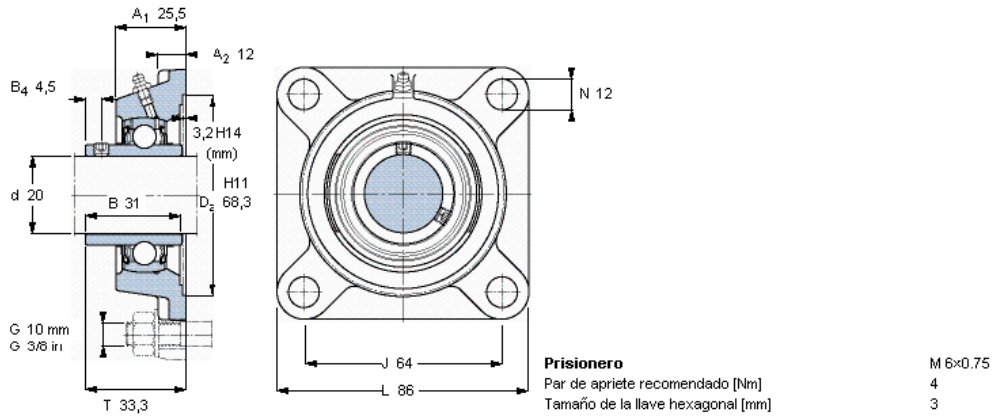
Uso	Vida útil de diseño L_{10h}
Aparatos domésticos	1000-2000
Motores para aviones	1000-4000
Automotriz	1500-5000
Equipo agrícola	3000-6000
Elevadores, ventiladores industriales, engrenes de uso múltiple, motores eléctricos, ventiladors industriales con tolva, máquinas industriales en general	8000-15000
Bombas y compresoras	40000-60000
Equipo crítico en operación continua las 24 h.	100000-200000

Fuente: Eugene Avellone y Theodore Baumeister III, eds. Marks' Estándar Handbook for Mechanical Engineers, 9ª edición. Nueva York:McGraw-Will Book Company, 1986.

ANEXO N

A) Chumacera brida cuadrada SKF - FYJ20TF

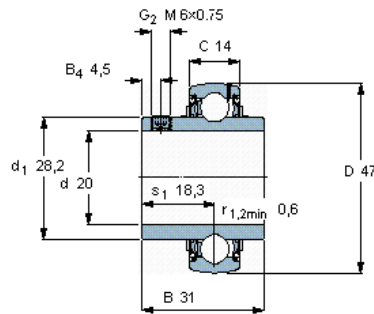
Dimensiones					Capacidad de carga		Velocidad límite	Masa	unidad de rodamiento	Designaciones	
					dinámica	estática	con eje de tolerancia h6			soporte	rodamiento
d	A ₁	J	L	T	C	C ₀					
mm					kN		rpm	kg			
20	25,5	64	86	33,3	12,7	6.55	8500	0,65	FYJ 20 TF	FYJ 504	YAR 204-2F



Fuente: www.SKF.com/

B) Rodamientos Y, con prisionero, YAR 204-2F

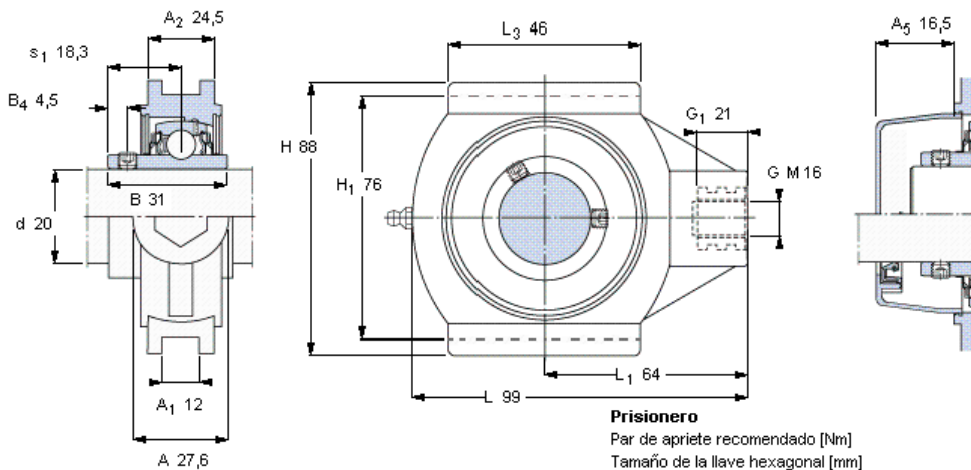
Dimensiones				Capacidad de carga		Carga límite de fatiga	Velocidad límite	Masa	Designación
				dinámica	estática		con eje de tolerancia h6		
d	D	B	C	C	C ₀	P _u			
mm				kN		kN	rpm	kg	
20	47	31	14	12,7	6.55	0,28	8500	0,14	YAR 204-2F



Fuente: www.SKF.com/

C) Chumacera tensor con rodamientos y prisionero, TUL 20TH

Dimensiones					Capacidad de carga		Velocidad límite	Masa	unidad de rodamiento	Designaciones	
					dinámica	estática	con eje de tolerancia h6			soporte	rodamiento
d	A	H	H1	L	C	C ₀					
mm					kN		rpm	kg			
20	28	88	76	99	10,8	6,55	5000	0,32	TUL 20 TH	TUL 504 YAR 204-2RF	



Fuente: www.SKF.com/

D) Rodamiento rígido de bolas de una hilera

Dimensiones principales			Capacidades de carga		Carga límite de fatiga P_u	Velocidades		Masa	Designación
d	D	B	C	C_0		Velocidad de referencia	Velocidad límite		
mm			kN		kN	rpm		kg	-
8	22	7	3,45	1,37	0,057	75000	48000	0,012	608 *

Factores de cálculo
 k_f 0,025
 f_0 12

Fuente: www.SKF.com/

ANEXO O

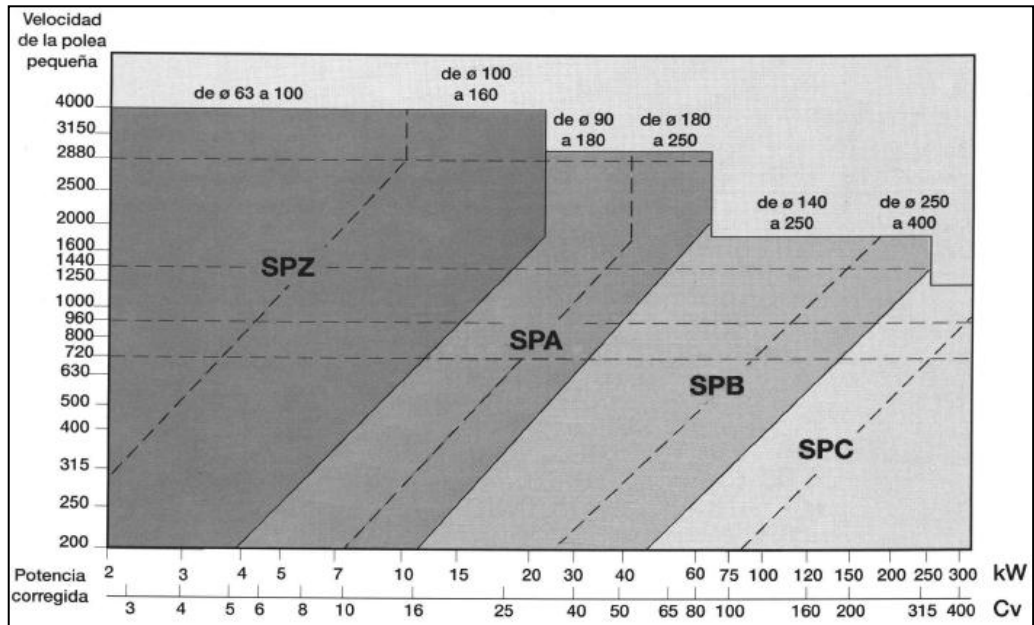
Coefficiente de corrección de potencia f_s (PA/PN=relación entre par arranque y nominal)

FUERZA MOTRIZ	MOTOR ELECTRICO PA/PN < 2 MOTOR TERMICO Más de dos cilindros			MOTOR ELECTRICO PA/PN > 2 MOTOR TERMICO Un sólo cilindro		
	8 h	16 h	24 h	8 h	16 h	24 h
MAQUINAS ACCIONADAS ↓ REGIMEN UTILIZACION →						
Trabajos ligeros: Agitadores de líquidos, soplantes y ventiladores en aspiración, bombas centrífugas y compresores centrífugos, transportadores de bandas con carga regular, ventiladores hasta 10 CV.	1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4
Trabajos medios: Transportadores de bandas para arena granulados, etc. máquinas de amasar, ventiladores de más de 10 CV generadores y excitatrices, levadoras, máquinas herramienta, cizallas, prensas, troqueladoras, máquinas de imprimir, bombas de rotación, tamices vibrantes.	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5
Trabajos pesados: Prensas, elevadores, compresores de pistón, transportadores de tornillo, transportadores por placas trituradoras, máquinas de papel, bombas de pistón, molinos, aserradoras alternativas, máquinas textiles, transportadores, bombas de dragar.	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
Trabajos extra-pesados: Extrusionadoras, molinos muy cargados, trituradoras de canteras, calandras mezcladoras, cabrias, gruas, bombas para dragar.	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9

Fuente: Belt conveyor CEMA Handbook, 2da. Edición

ANEXO P

Elección de la sección de la correa



Fuente: Catálogo BANDO NARROW V BELTS SP-TYPE, pag. 4

ANEXO Q

Transmisiones con correas spz según din 7753

Diámetro	Tipo de correas																			
	d_w	D_w	i	630	710	760	800	900	940	1010	1080	1140	1200	1270	1340	1420	1470	1520	1580	1600
			Longitud de la correa L_w																	
			Distancia entre centros E																	
75	75	1,00		197	234	260	279	329	349	387	419	452	482	514	552	589	617	642	663	679
	80	1,07		193	230	256	275	325	345	383	415	448	478	510	548	585	613	638	659	675
	85	1,13		189	226	253	271	321	341	379	411	444	474	505	544	581	609	634	655	671
	90	1,20		185	222	249	267	317	338	375	407	440	470	502	540	577	605	630	651	667
	95	1,27		181	218	245	263	313	334	371	403	436	466	498	536	573	601	626	647	663
	100	1,33		177	214	241	259	309	330	367	399	432	462	494	532	569	597	622	643	659
	106	1,44		172	210	236	255	306	325	363	395	426	458	490	528	566	592	617	638	655
	112	1,49		167	204	231	249	300	320	357	390	422	452	485	522	560	587	612	634	650
	118	1,57		162	199	226	245	295	315	352	385	417	447	480	518	555	583	608	629	645
	125	1,67		155	193	220	239	289	309	347	379	412	442	474	512	549	577	602	623	639
	132	1,76		149	187	214	233	283	303	341	373	406	436	469	506	544	571	596	617	634
	140	1,87		142	180	207	226	276	297	334	367	399	429	462	500	537	565	590	611	627
	150	2,00		133	217	198	217	268	288	326	358	391	421	454	491	529	557	582	603	619
	160	2,13		123	163	189	208	260	279	318	350	382	414	446	484	522	548	573	595	611
	180	2,40			143	170	190	242	262	300	333	365	397	429	467	505	532	556	578	595
	200	2,67				149	170	223	243	282	315	347	380	411	450	488	515	540	561	578
	224	3,00					198	219	259	292	324	357	389	428	467	493	510	540	557	
	250	3,33					169	192	233	267	302	333	366	405	443	471	497	518	533	
	280	3,73						200	236	270	305	338	377	417	444	469	491	508		
	315	4,20								231	267	302	343	382	411	435	459	474		
	355	4,73										218	256	300	342	370	397	420	437	
	400	5,33												243	290	320	348	372	390	
	450	6,00															286	312	332	
	500	6,67																		
	630	8,40																		
	800	10,67																		

Fuente: Catálogo BANDO NARROW V BELTS SP-TYPE, pag. 9

ANEXO R

Potencias transmitidas por correas spz

Ø	RPM	400		720		960		1440		2000		2880		3600		4500		5000	
	REL	KW	CV	KW	CV	KW	CV	KW	CV	KW	CV	KW	CV	KW	CV	KW	CV	KW	CV
71	1,00	0,45	0,60	0,70	0,95	0,85	1,15	1,25	1,70	1,60	2,15	2,05	2,80	2,40	3,20	2,70	3,65	2,85	3,85
	1,20	0,50	0,70	0,80	1,10	0,95	1,30	1,35	1,85	1,80	2,45	2,30	3,10	2,70	3,65	3,10	4,20	3,30	4,50
	1,50	0,50	0,70	0,80	1,10	0,95	1,30	1,40	1,90	1,85	2,50	2,40	3,25	2,85	3,85	3,30	4,50	3,50	4,80
	3,00	0,55	0,75	0,85	1,15	1,05	1,40	1,50	2,05	1,95	2,65	2,55	3,45	3,00	4,10	3,45	4,70	3,65	4,95
75	1,00	0,50	0,70	0,75	1,05	1,00	1,35	1,40	1,90	1,80	2,45	2,40	3,25	2,75	3,75	3,10	4,25	3,30	4,50
	1,20	0,55	0,75	0,85	1,15	1,10	1,50	1,50	2,05	2,00	2,75	2,60	3,55	3,05	4,15	3,55	4,80	3,75	5,10
	1,50	0,55	0,75	0,85	1,15	1,15	1,55	1,55	2,10	2,10	2,85	2,75	3,75	3,20	4,35	3,70	5,05	3,95	5,40
	3,00	0,60	0,80	0,85	1,15	1,20	1,65	1,60	2,20	2,15	2,95	2,85	3,85	3,35	4,55	3,85	5,25	4,10	5,60
80	1,00	0,55	0,75	0,90	1,20	1,15	1,55	1,60	2,20	2,10	2,85	2,75	3,75	3,25	4,40	3,70	5,00	3,90	5,30
	1,20	0,60	0,80	0,95	1,30	1,25	1,70	1,70	2,30	2,30	3,10	3,00	4,10	3,55	4,85	4,10	5,55	4,30	5,85
	1,50	0,60	0,80	0,95	1,30	1,25	1,70	1,75	2,40	2,30	3,15	3,15	4,30	3,70	5,00	4,25	5,80	4,55	6,20
	3,00	0,65	0,90	1,00	1,35	1,30	1,75	1,80	2,45	2,40	3,30	3,20	4,35	3,85	5,25	4,40	6,00	4,70	6,40
85	1,00	0,60	0,80	1,00	1,35	1,30	1,75	1,85	2,50	2,40	3,25	3,15	4,30	3,70	5,00	4,20	5,70	4,45	6,05
	1,20	0,65	0,90	1,05	1,45	1,35	1,85	1,95	2,65	2,55	3,45	3,40	4,60	3,95	5,40	4,60	6,25	4,85	6,60
	1,50	0,65	0,90	1,10	1,50	1,40	1,90	2,00	2,70	2,65	3,60	3,50	4,80	4,00	5,45	4,80	6,50	5,10	6,95
	3,00	0,70	0,95	1,10	1,50	1,45	1,95	2,10	2,90	2,70	3,65	3,60	4,90	4,25	5,80	5,00	6,80	5,25	7,15
90	1,00	0,65	0,90	1,10	1,50	1,45	1,95	2,05	2,80	2,70	3,65	3,55	4,85	4,15	5,65	4,75	6,45	5,00	6,80
	1,20	0,70	0,95	1,15	1,55	1,50	2,05	2,20	3,00	2,85	3,85	3,85	5,25	4,45	6,05	5,15	7,00	5,45	7,40
	1,50	0,70	0,95	1,20	1,65	1,55	2,10	2,25	3,05	2,95	4,00	3,90	5,30	4,60	6,25	5,35	7,30	5,65	7,70
	3,00	0,75	1,00	1,25	1,70	1,60	2,15	2,30	3,10	3,00	4,10	4,00	5,45	4,75	6,45	5,50	7,50	5,80	7,90
95	1,00	0,70	0,95	1,20	1,65	1,60	2,15	2,25	3,05	2,95	4,00	3,90	5,30	4,60	6,25	5,25	7,15	5,50	7,50
	1,20	0,75	1,00	1,25	1,70	1,65	2,25	2,40	3,25	3,10	4,20	4,15	5,65	4,90	6,65	5,65	7,70	5,95	8,10
	1,50	0,75	1,00	1,30	1,75	1,70	2,30	2,45	3,35	3,20	4,35	4,25	5,80	5,05	6,85	5,85	8,00	6,15	8,35
	3,00	0,80	1,10	1,35	1,85	1,75	2,40	2,50	3,40	3,25	4,40	4,35	5,90	5,20	7,05	6,00	8,15	6,30	8,55

Fuente: Catálogo BANDO NARROW V BELTS SP-TYPE, pag. 5

ANEXO S

Factor angular C_θ

$\frac{D-d}{E}$	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50
2 poleas trapeziales	1,00	0,99	0,97	0,96	0,94	0,92	0,90	0,88	0,87	0,85	0,83	0,80	0,78	0,75	0,72	0,69
Poleas planas	0,74	0,76	0,77	0,79	0,80	0,82	0,83	0,84	0,86	0,85	0,82	0,80	0,77	0,75	0,72	0,69

E= distancia entre ejes

Fuente: Catálogo BANDO NARROW V BELTS SP-TYPE, pag. 4

Factor longitud C_L

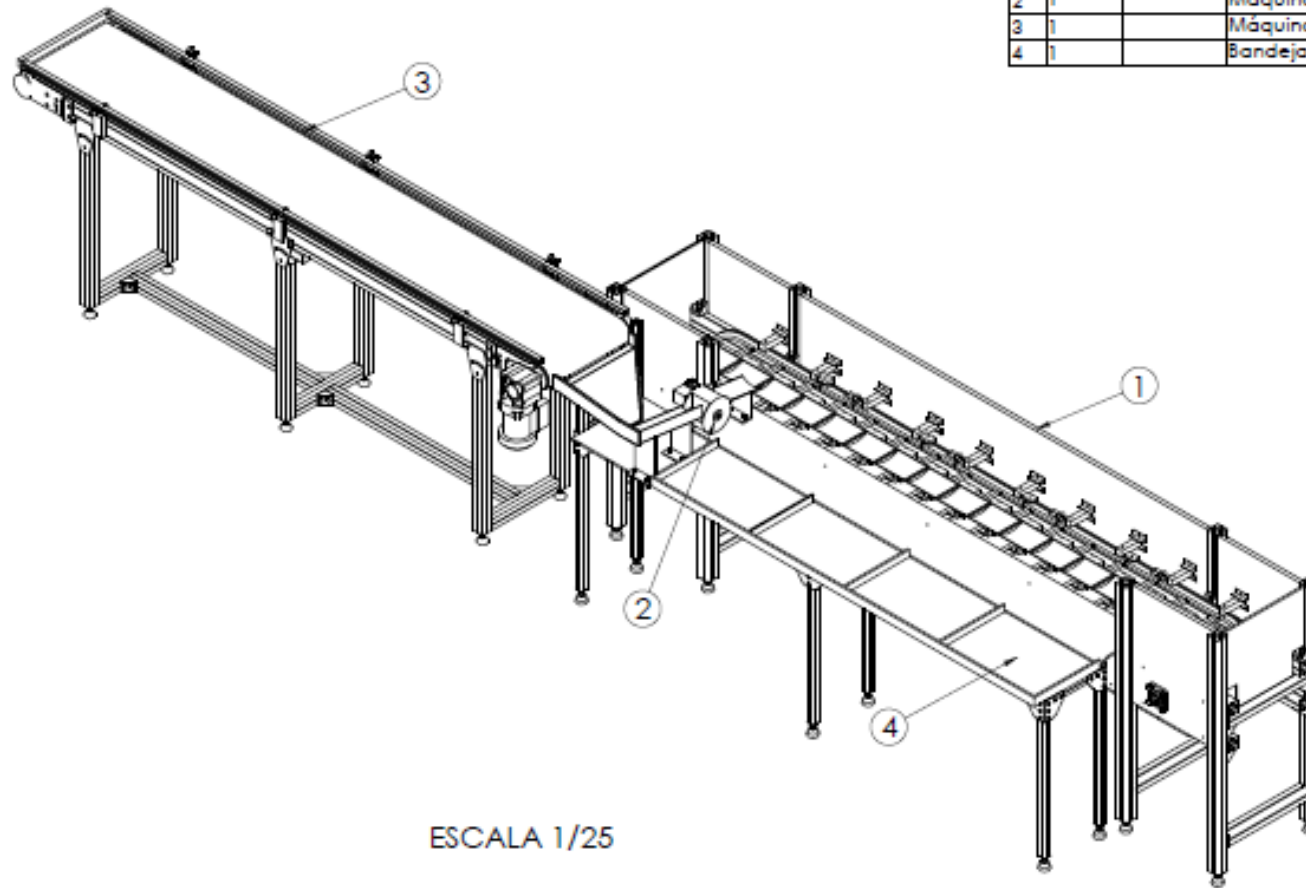
SECCION SPZ/Z		SECCION SPA/A		SECCION SPB/B		SECCION SPC/C/D	
Long prim. de - a	Coef.	Long prim. de - a	Coef.	Long prim. de - a	Coef.	Long prim. de - a	Coef.
0,630 a 0,710	0,80	0,800 a 0,950	0,80	1,250 a 1,400	0,80	2,240 a 2,360	0,80
0,750 a 0,950	0,85	1,000 a 1,250	0,85	1,500 a 1,900	0,85	2,500 a 3,000	0,85
1,000 a 1,250	0,90	1,320 a 1,700	0,90	2,000 a 2,500	0,90	3,150 a 4,000	0,90
1,320 a 1,500	0,95	1,800 a 2,360	0,95	2,650 a 3,350	0,95	4,250 a 5,300	0,95
1,600 a 2,120	1,00	2,500 a 3,150	1,00	3,550 a 4,500	1,00	5,600 a 7,100	1,00
2,240 a 2,800	1,05	3,350 a 4,000	1,05	4,750 a 5,300	1,05	7,500 a 9,500	1,05
3,000 a 3,750	1,10					10,000 a 12,500	1,10

Long prim = longitud real de la correa

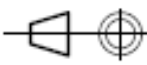
Fuente: Catálogo BANDO NARROW V BELTS SP-TYPE, pag. 4

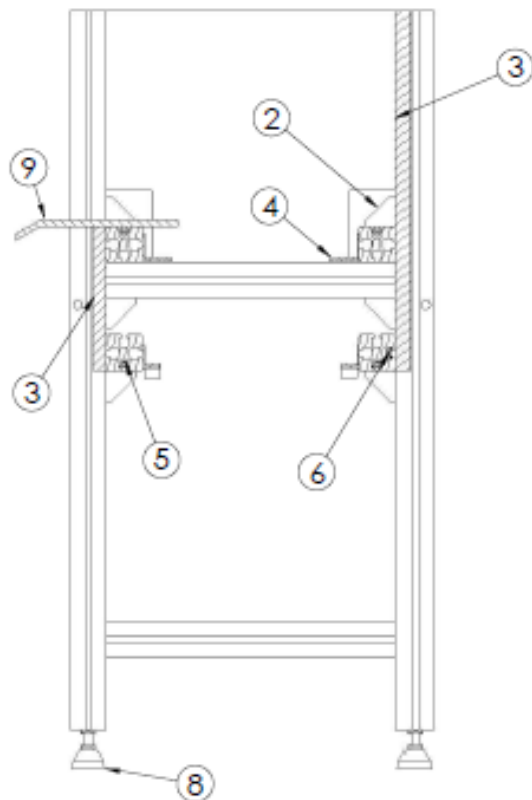
PLANOS

Nº	CANT.	DIBUJO	DENOMINACIÓN
1	1		Máquina clasificadora
2	1		Máquina singularizadora
3	1		Máquina seleccionadora
4	1		Bandeja de recepción

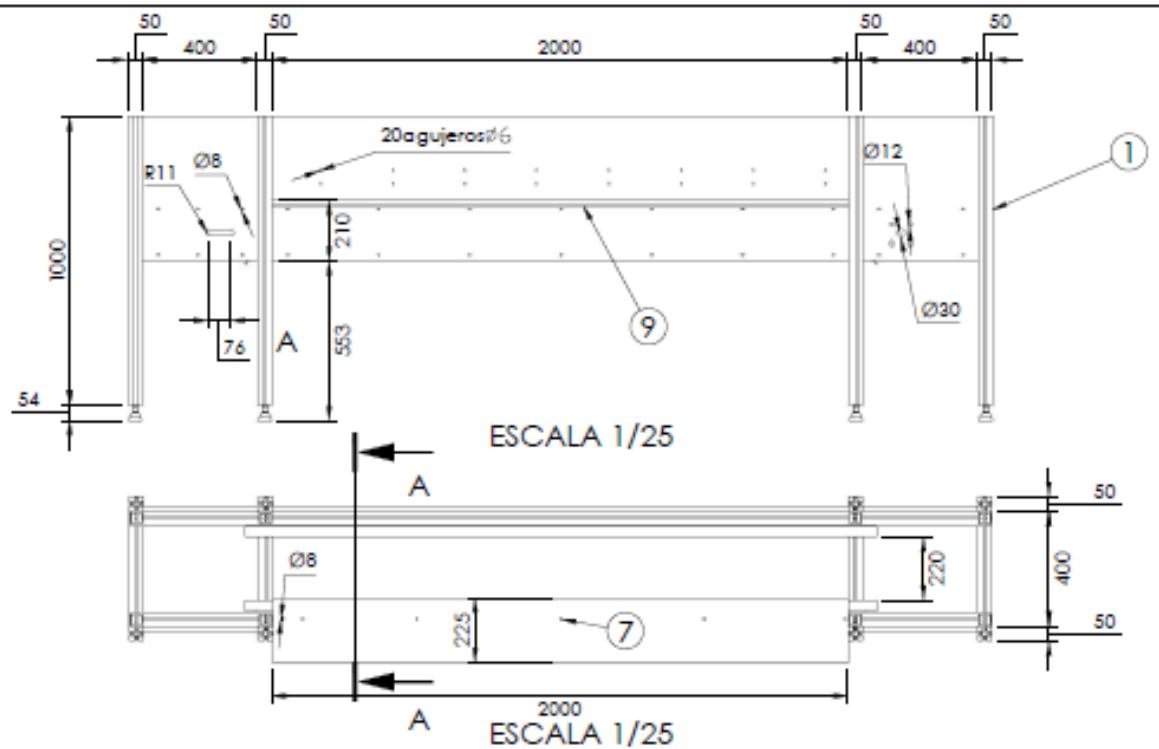


ESCALA 1/25

	Nombre:	Fecha:	Firma:	De no indicarse lo contrario: Las medidas están en milímetros	Título: PLANO GENERAL			
Dibujado por:	Damian Hernan Mamani Castro	10/06/11						
Diseñado por:	Damian Hernan Mamani Castro	10/06/11			Escala:	Peso:	Dibujo Nº:	Hoja:
Revisado por:	Ing. Carlos Garván Gamara				1/25	kg	M-01	1
Revisado por:	Ing. Victor Malpartida Arleta							
Revisado por:	Ing. Reinaldo Tellez Rios							

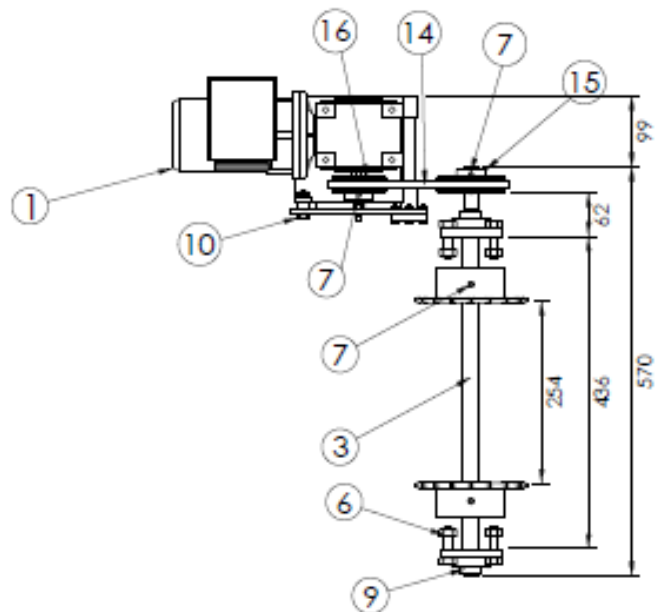
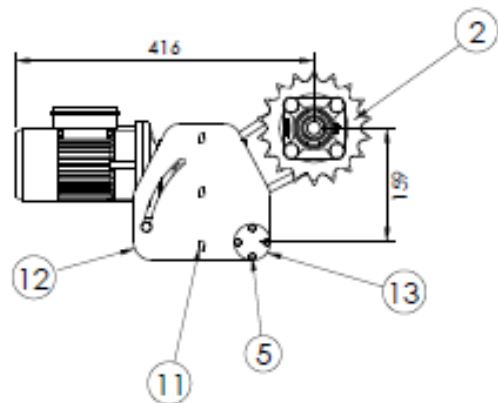


ESCALA 1/10



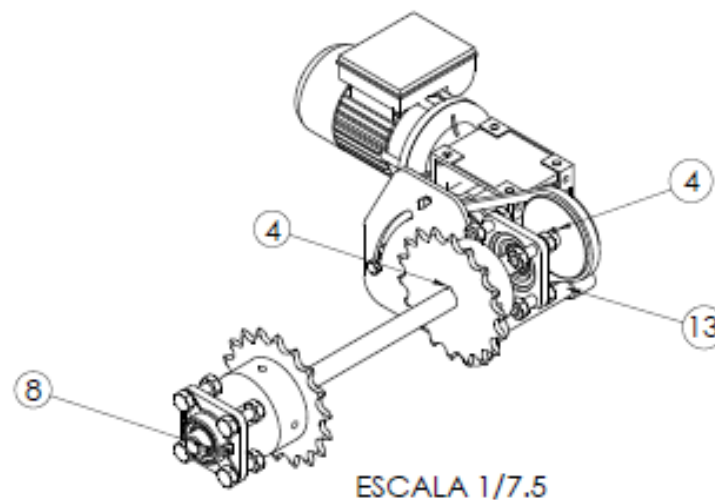
Nº	CANT.	DIBUJO	DENOMINACIÓN	MATERIAL	NORMA
1	4		Perfil mk2000-6m	AlMgSi 0.7F27	DIN 1725-1
2	20		Escuadra de sujeción 45x45	AlMgSi 0.7F27	
3	1		Cubierta -18mm	Poliétileno UHMWPE	
4	2		Guía de ángulo - 3mm - 30mm - 6mm	AISI304	
5	40		Perno exagonal de martillo - M8x32	AISI 304	
6	46		Perno hexagonal - M8x32	AISI 304	ISO 4017
7	4		Perno cabeza redonda - m8x30	AISI 304	
8	8		Pié regulable	Poliétileno UHMWPE	
9	1		Rampa de recepción - 9mm	Poliétileno UHMWPE	

Nombre:		Fecha:	Firma:	De no indicarse lo contrario: Las medidas están en milímetros		Título:			
Dibujado por:	Damian Hernan Mamani Castro	10/06/11				ESTRUCTURA DE LA CLASIFICADORA			
Diseñado por:	Damian Hernan Mamani Castro	10/06/11							
Revisado por:	Ing. Carlos Garván Gamara								
Revisado por:	Ing. Victor Malparfida Arleta								
Revisado por:	Ing. Reinaldo Tellez Rios								
				Escala:	Peso:	Dibujo Nº:		Hoja:	
				Indicada	83 kg	MC-01		2	



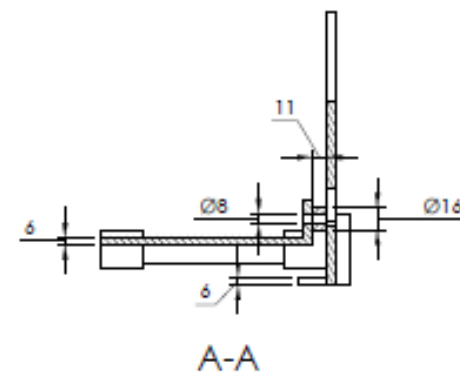
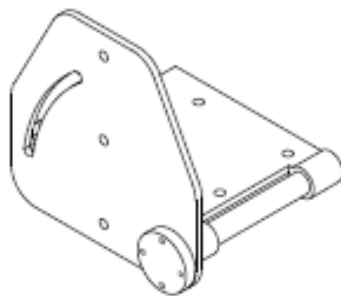
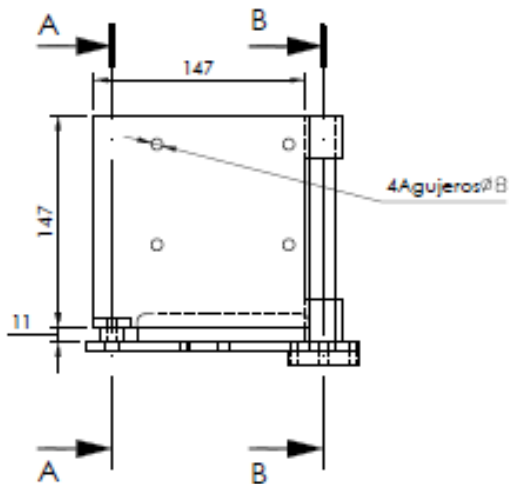
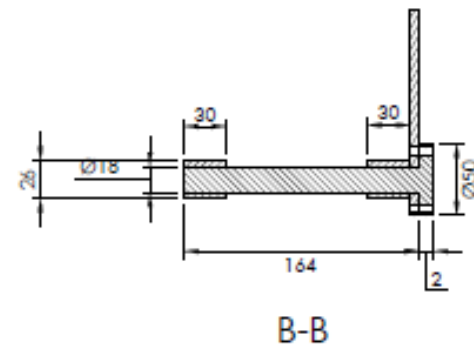
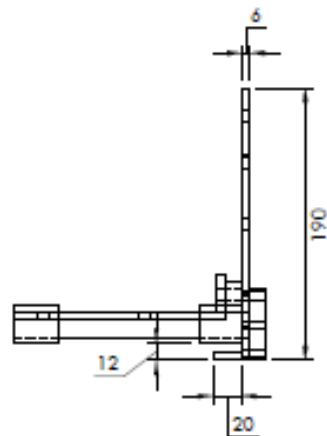
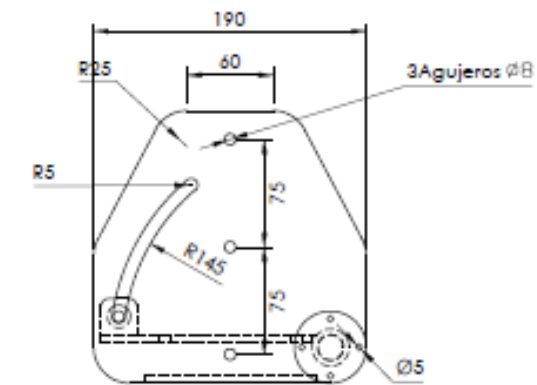
ESCALA 1/10

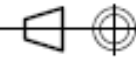
Nº	CANT.	DIBUJO	DENOMINACIÓN	MATERIAL	NORMA
1	1		Motorreductor 0.12kW/3/60Hz		IEC
2	2	MC-02-A	Rueda dentada - dientes=18, paso=25,4mm	AISI 201	DIN 8187
3	1	MC-02-C	Árbol matriz- D22mmx60mm	AISI 201	
4	6		Cuña de unión paralela - $\delta \times 20$ mm	AISI 304	ANSI B17.1
5	4		Perno hexagonal - M5x24	AISI 304	ISO 4017
6	8		Perno hexagonal - M12x44	AISI 304	ISO 4017
7	8		Prisioneros - M6x6	AISI 304	ISO 4027
8	4		Prisioneros - M4x6	AISI 304	ISO 4027
9	2		Chumacera brida cuadrada SKF - FYJ20TF	Poliamida FA FV	ISO 3228
10	1		Perno hexagonal - M8x24	AISI 304	ISO 4017
11	3		Perno cabeza de martillo - M8x20	AISI 304	
12	1	MC-02-B	Bancada de motor	AISI 304	
13	1	MC-02-B	Eje de articulación	AISI 304	
14	1		Correa - SPZ630 Bando	Sanitario	DIN 7753
15	1		Polea - SPZ Bando 1 ranura, D95mm	AISI 304	DIN 7753
16	1		Polea - SPZ Bando 1 ranura, D75mm	AISI 304	DIN 7753

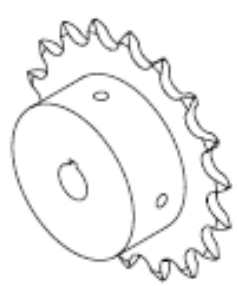
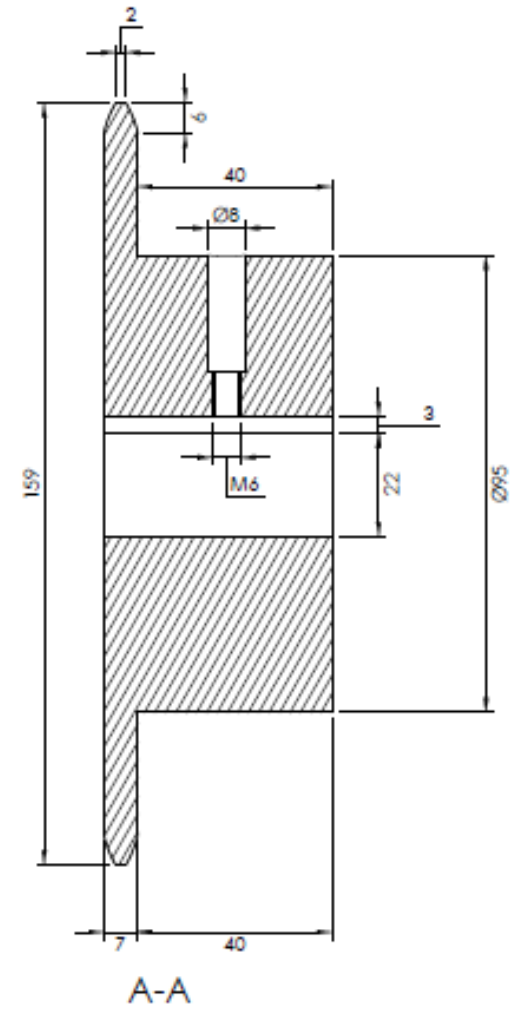
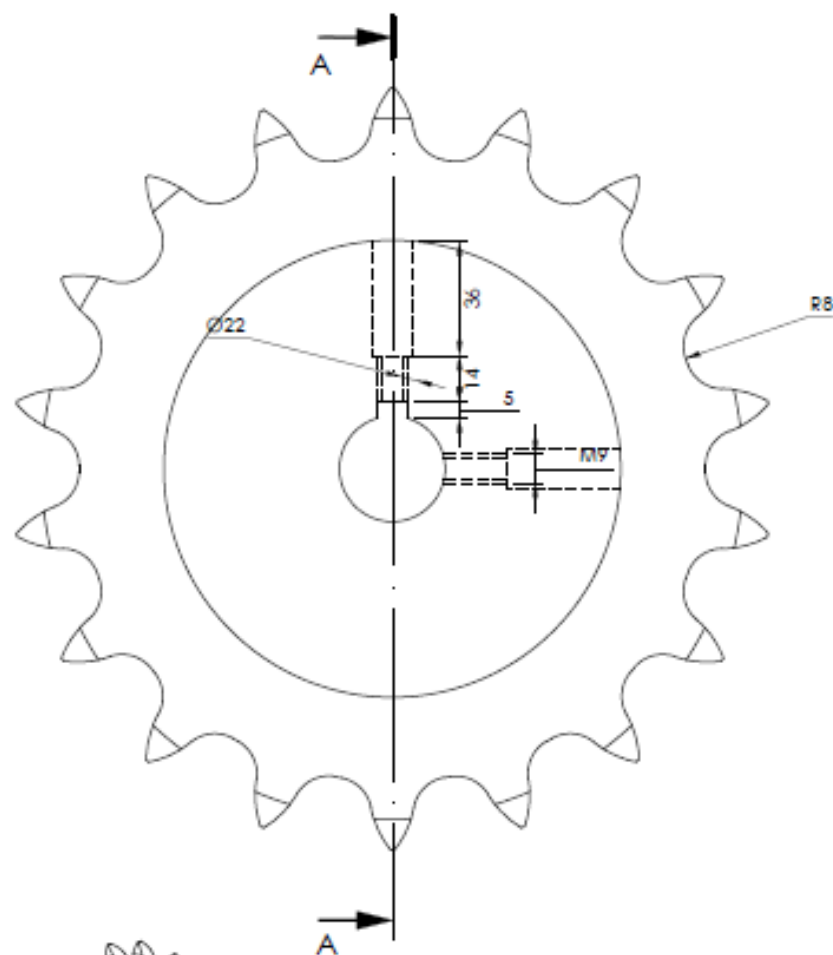


ESCALA 1/7.5

Nombre:		Fecha:	Firma:	De no indicarse lo contrario: Las medidas están en milímetros	Título:			
Dibujado por:	Damian Hernan Mamani Castro	10/06/11			SISTEMA DE CONDUCCIÓN			
Diseñado por:	Damian Hernan Mamani Castro	10/06/11						
Revisado por:	Ing. Carlos Garván Gamara				Escala:	Peso:	Dibujo Nº:	Hoja:
Revisado por:	Ing. Victor Malparfido Arleta				Indicada	34kg	MC-02	3
Revisado por:	Ing. Reinaldo Tellez Rios							

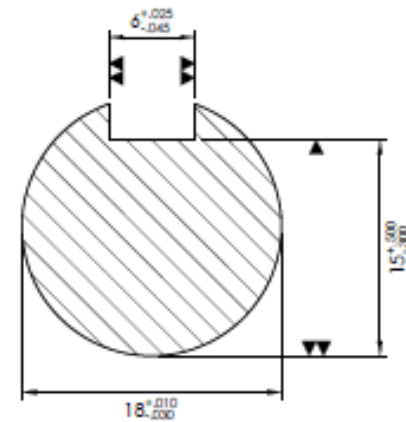
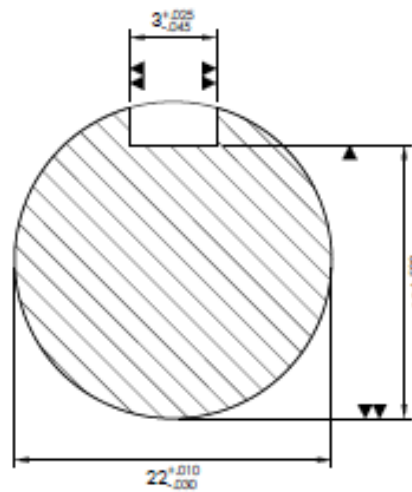
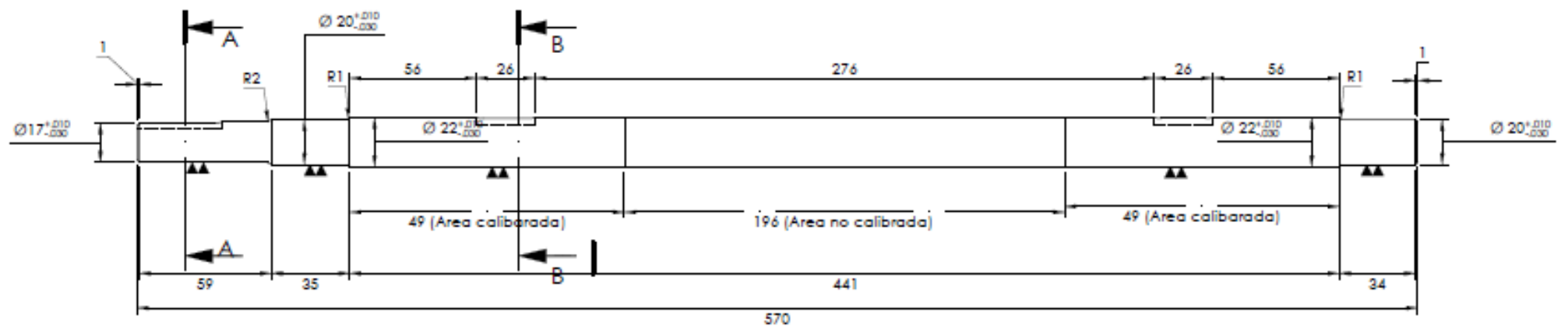


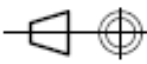
	Nombre:	Fecha:	Firma:	De no indicarse lo contrario: Las medidas están en milímetros	Titulo: <h2 style="text-align: center;">BANCADA DE MOTOR</h2>			
Dibujado por:	Damian Herman Mamani Castro	10/06/11						
Diseñado por:	Damian Herman Mamani Castro	10/06/11			Escala:	Peso:	Dibujo N°:	Hoja:
Revisado por:	Ing. Carlos Garván Gamara				1:5	5.8kg	MC-02-A	4
Revisado por:	Ing. Victor Malpartida Arrieta							
Revisado por:	Ing. Reinaldo Tellez Rios							

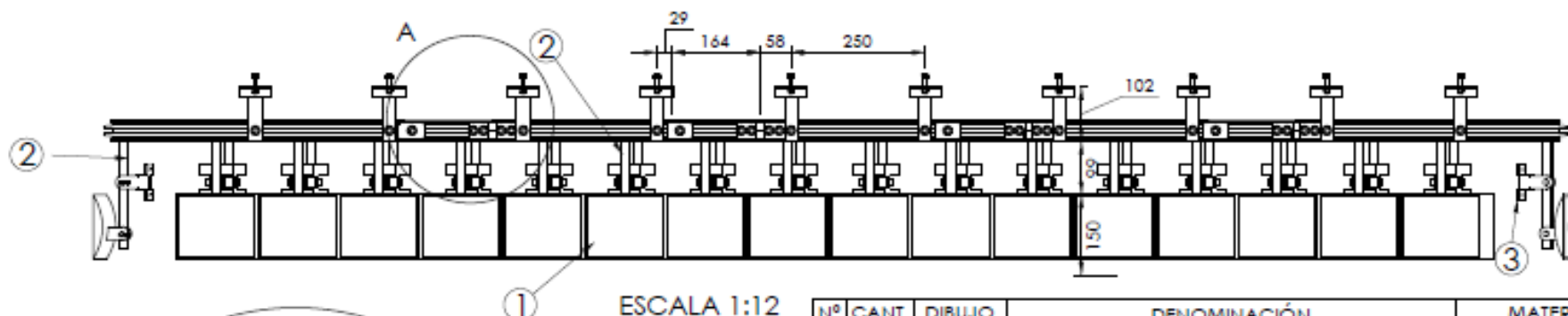
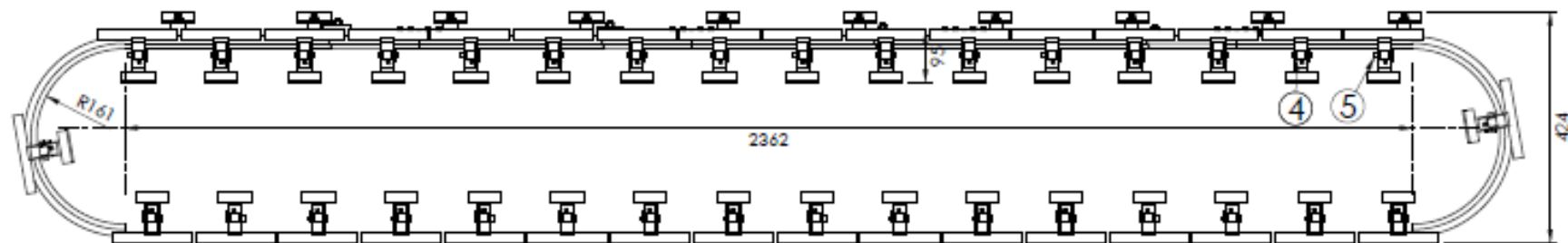


ESCALA 1:4

	Nombre:	Fecha:	Firma:	De no indicarse lo contrario: Las medidas están en milímetros	Título: RUEDA DENTADA			
Dibujado por:	Damian Hernan Mamani Castro	10/06/11						
Diseñado por:	Damian Hernan Mamani Castro	10/06/11						
Revisado por:	Ing. Carlos Gaván Gamara							
					Escala:	Peso:	Dibujo N°:	Hoja:
Revisado por:	Ing. Victor Malpartida Arleta				1:1.5	3.5 kg	MC-02-B	
Revisado por:	Ing. Reinaldo Tellez Rios							

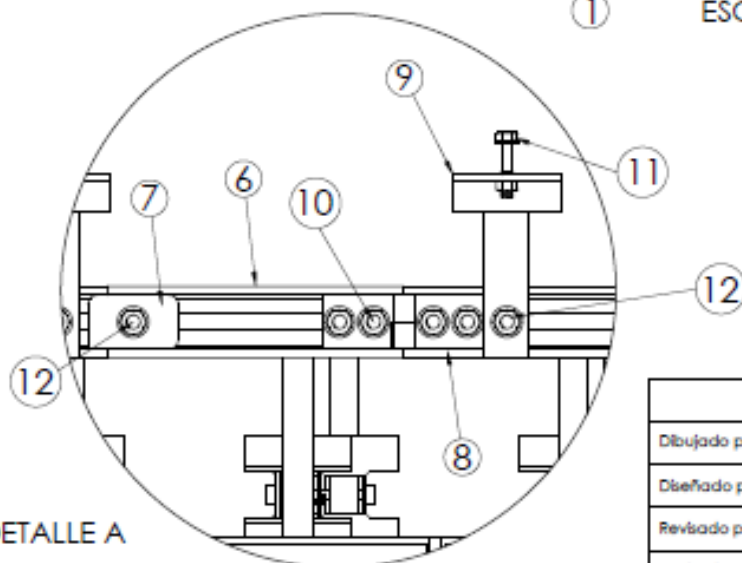


	Nombre:	Fecha:	Firma:	De no indicarse lo contrario: Las medidas están en milímetros	Título: <h2 style="text-align: center;">ARBOL CONDUCTOR</h2>			
Dibujado por:	Damian Hernan Mamani Castro	10/06/11						
Diseñado por:	Damian Hernan Mamani Castro	10/06/11			Escala:	Peso:	Dibujo Nº:	Hoja:
Revisado por:	Ing. Carlos Garván Gamara				Indicada	3.8 kg	MC-02-C	6
Revisado por:	Ing. Victor Malpartida Arleta							
Revisado por:	Ing. Reinoldo Tellez Rios							



ESCALA 1:12

Nº	CANT.	DIBUJO	DENOMINACIÓN	MATERIAL	NORMA
1	34	MC-03-A	Charola - 150x100mm	AISI 304	
2	34	MC-03-B	Brzo basculante	AISI 304	
3	34	MC-03-C	Horquilla	AISI 304	
4	34	MC-03-B	Rodamiento SKF 608 Explorer		ISO 3228
5	68		Pin - Ø6x30	AISI 304	ISO 4017
6	4	MC-03-D	Brzo actuator-Guia	AISI 304	
7	4		Contrapeso	AISI 304	
8	4		Bisagra - 30x10mm	AISI 304	
9	10	MC-03-E	Rack	AISI 304	
10	16		Perno hexagonal - M8x20	AISI 304	ISO 4017
11	10		Perno hexagonal - M8x42	AISI 304	ISO 4017
12	24		Perno hexagonal - M8x31	AISI 304	ISO 4017

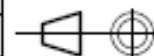


DETALLE A
ESCALA 1:4

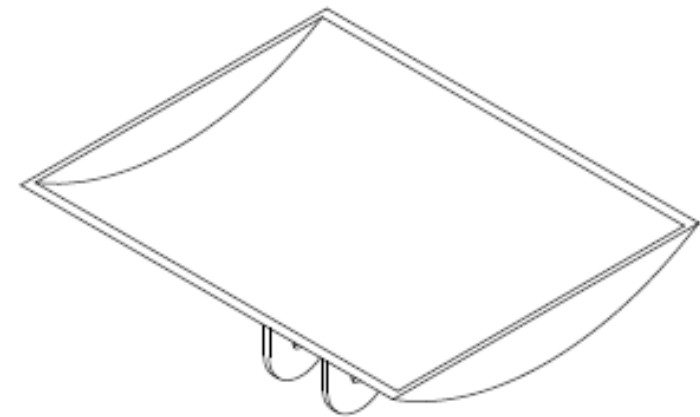
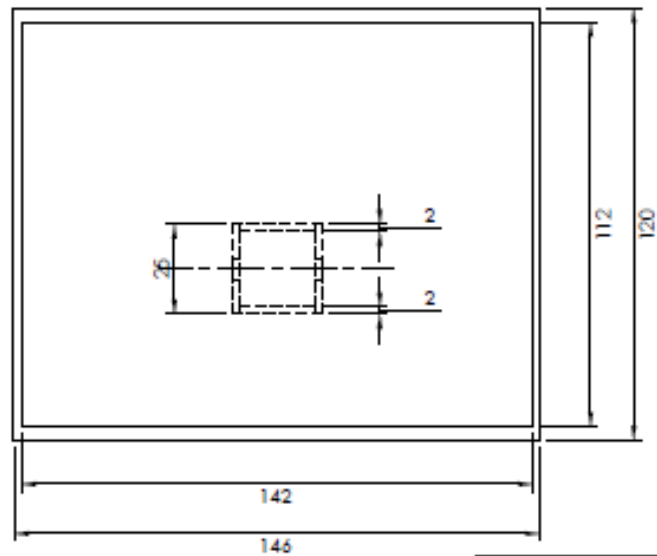
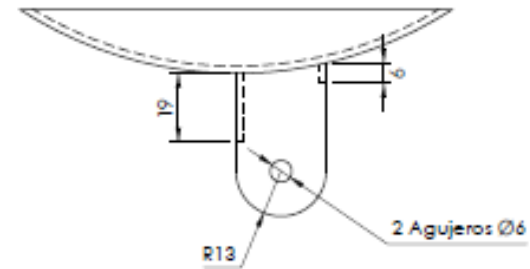
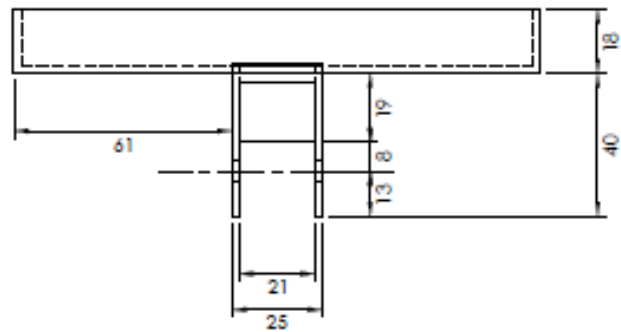
	Nombre:	Fecha:	Firma:
Dibujado por:	Damian Hernan Mamani Castro	10/06/11	
Diseñado por:	Damian Hernan Mamani Castro	10/06/11	
Revisado por:	Ing. Carlos Garván Gamara		
Revisado por:	Ing. Victor Malparfida Arleta		
Revisado por:	Ing. Reinoldo Tellez Rios		

Título:

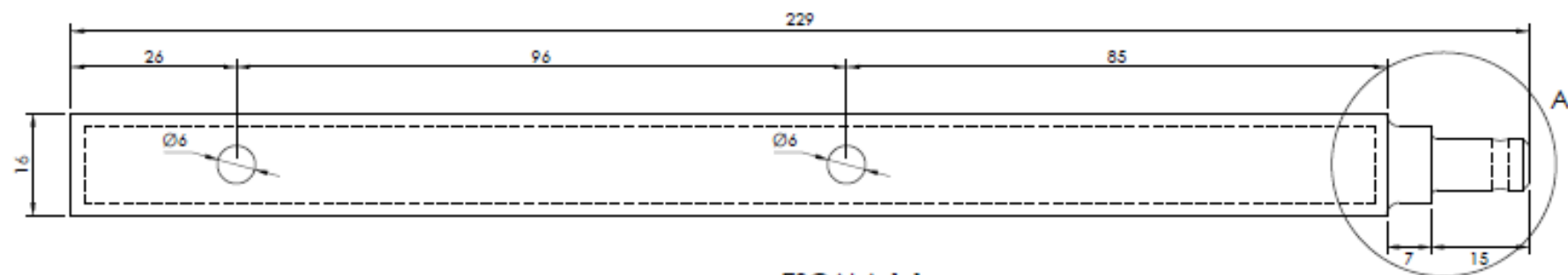
GUIA Y MECANISMO DE
VOLTEO



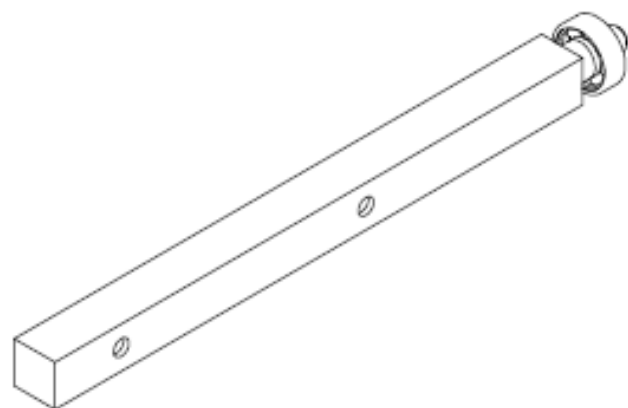
De no indicarse lo contrario: Las medidas están en milímetros	Escala:	Peso:	Dibujo Nº:	Hoja:
	Indicada	kg	MC-03	7



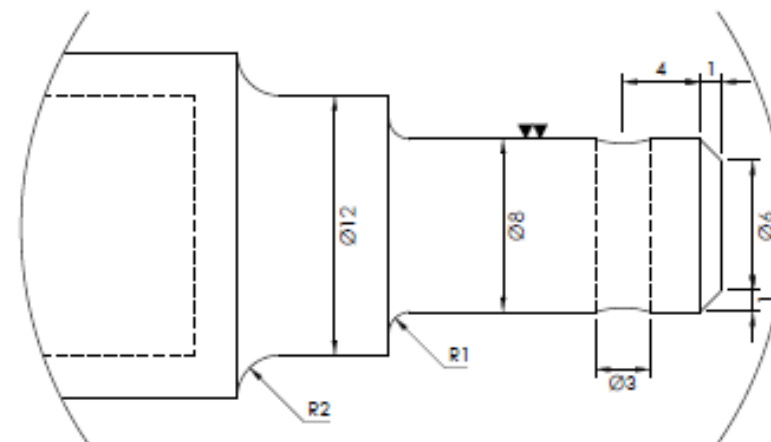
	Nombre:	Fecha:	Firma:	De no indicarse lo contrario: Las medidas están en milímetros	<p style="text-align: center;">Título:</p> <h2 style="text-align: center;">CHAROLA</h2>			
Dibujado por:	Damian Hernan Mamani Castro	10/06/11						
Diseñado por:	Damian Hernan Mamani Castro	10/06/11			Escala:	Peso:	Dibujo Nº:	Hoja:
Revisado por:	Ing. Carlos Garván Gamara				1:1.5	kg	MC-03-A	8
Revisado por:	Ing. Victor Malparfida Arleta							
Revisado por:	Ing. Reinaldo Telles Rios							



ESCALA 1:1

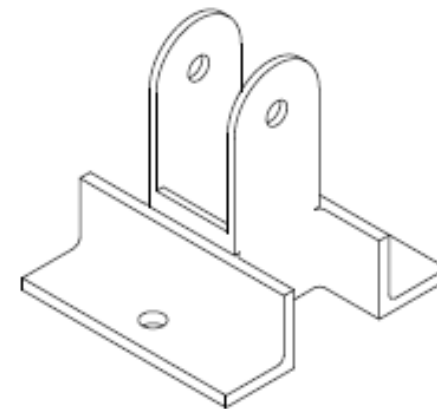
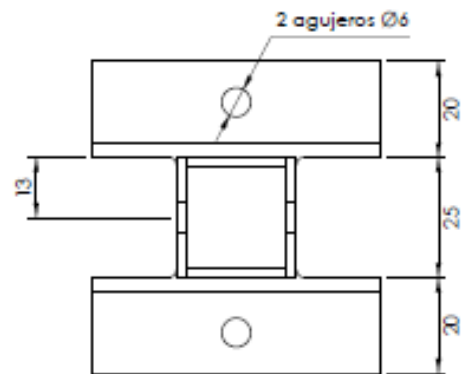
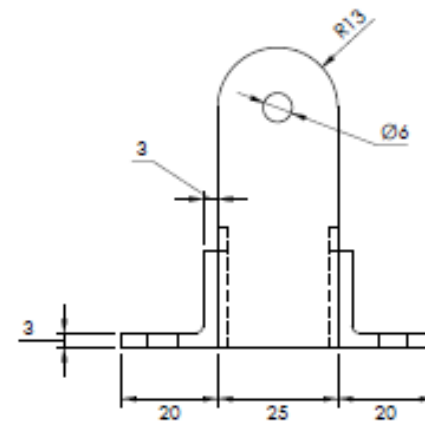
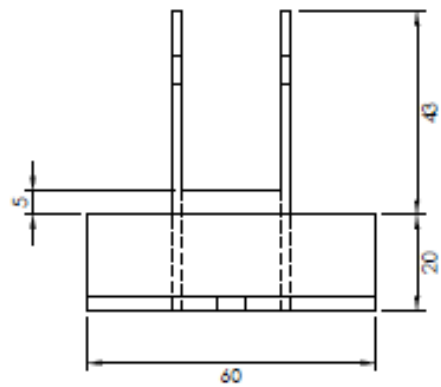


ESCALA 1:2

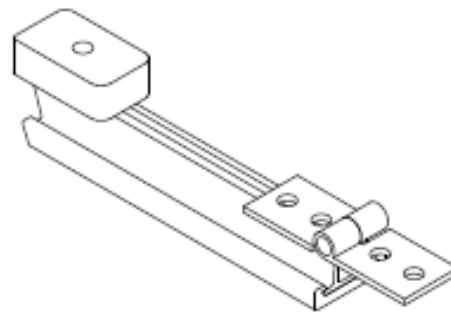
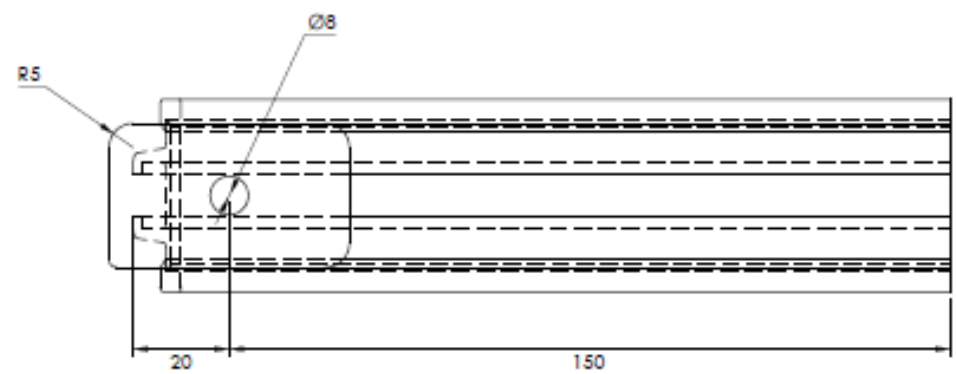
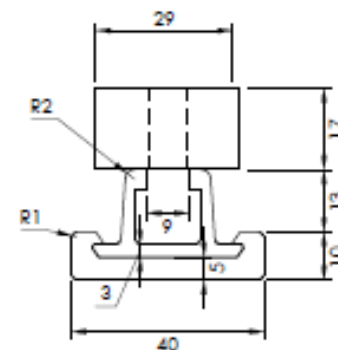
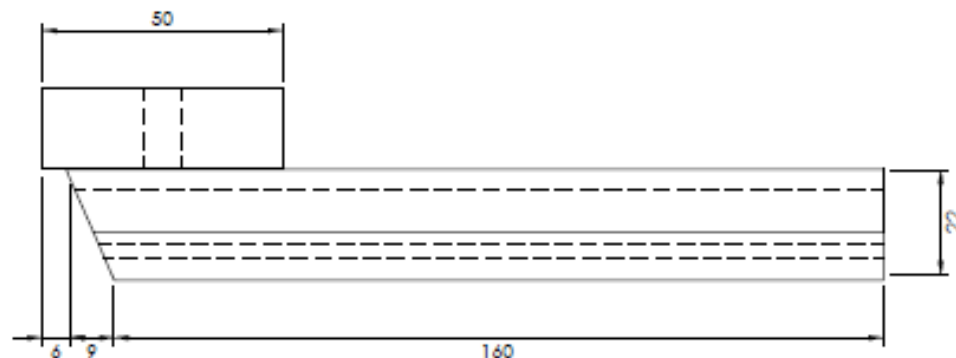


DETALLE A
ESCALA 3:1

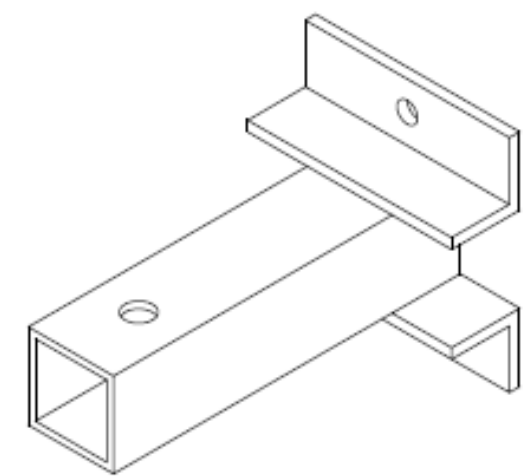
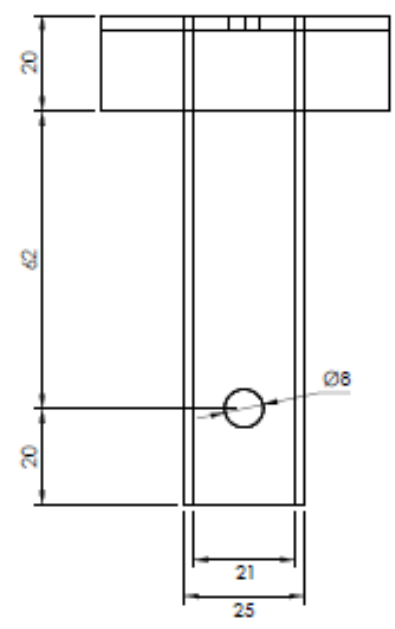
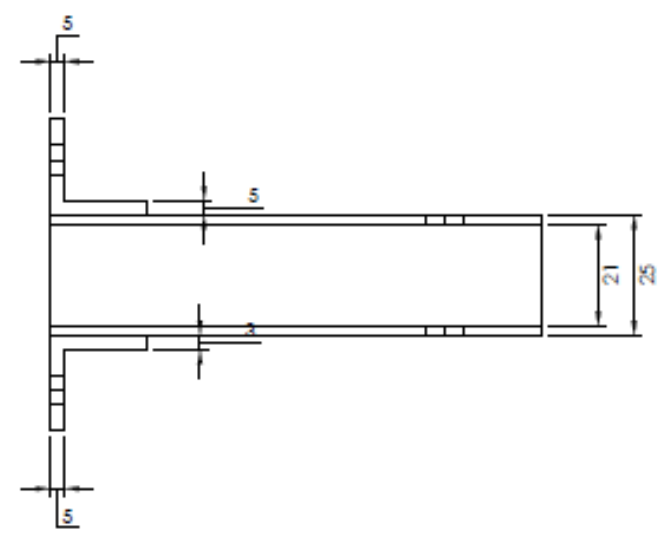
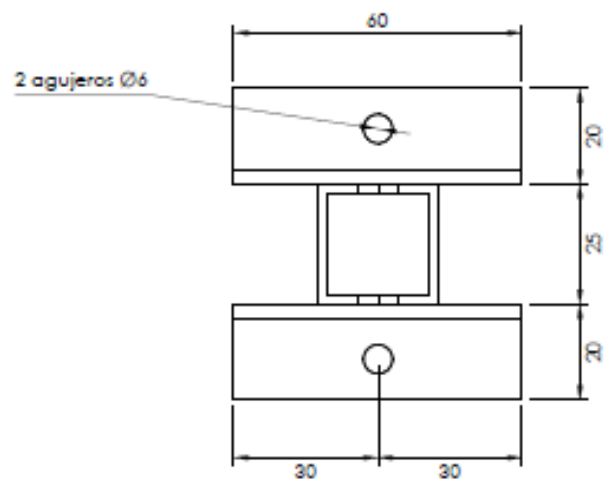
	Nombre:	Fecha:	Firma:	De no indicarse lo contrario: Las medidas están en milímetros	Título: BRAZO BASCULANTE			
Dibujado por:	Damian Hernan Mamani Castro	10/06/11				Escala:	Peso:	Dibujo Nº:
Diseñado por:	Damian Hernan Mamani Castro	10/06/11			Indicada	kg	MC-03-B	9
Revisado por:	Ing. Carlos Garván Gamara							
Revisado por:	Ing. Victor Malparfida Arleta							
Revisado por:	Ing. Reinaldo Teles Rios							



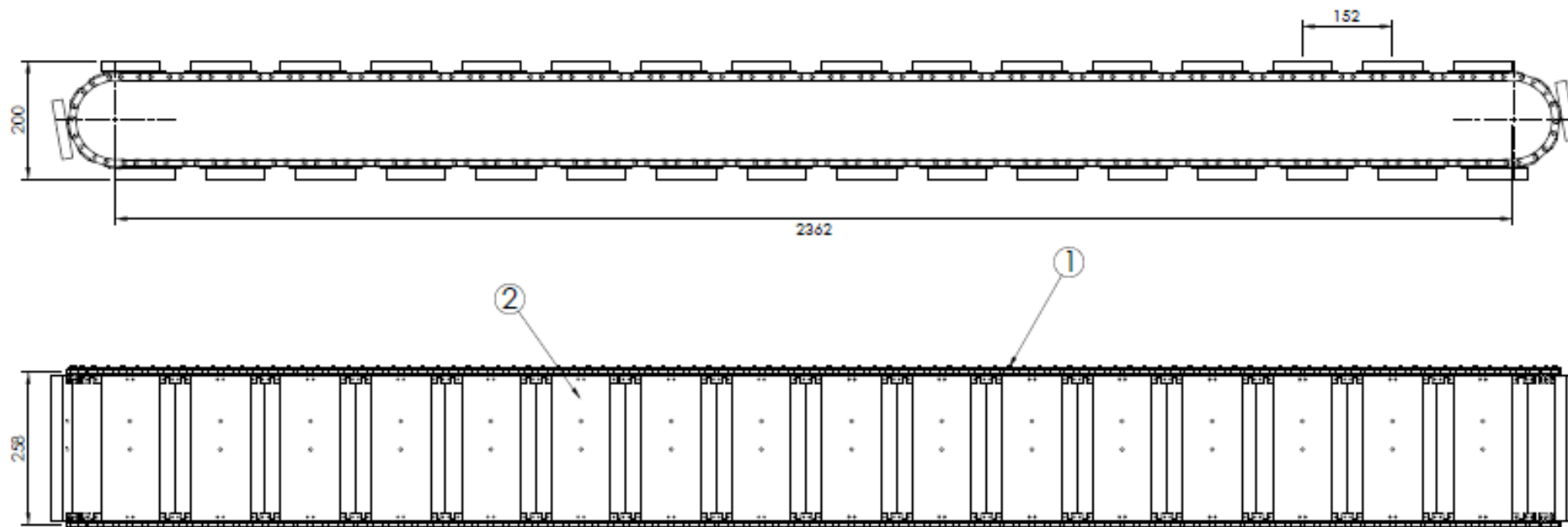
	Nombre:	Fecha:	Firma:	De no indicarse lo contrario: Las medidas están en milímetros	Título: <h2 style="text-align: center;">HORQUILLA</h2>			
Dibujado por:	Damian Hernan Mamani Castro	10/06/11						
Diseñado por:	Damian Hernan Mamani Castro	10/06/11			Escala:	Peso:	Dibujo Nº:	Hoja:
Revisado por:	Ing. Carlos Garván Gamara				1:1.5	kg	MC-03-C	10
Revisado por:	Ing. Victor Malparfida Arfeta							
Revisado por:	Ing. Reinaldo Telles Rios							



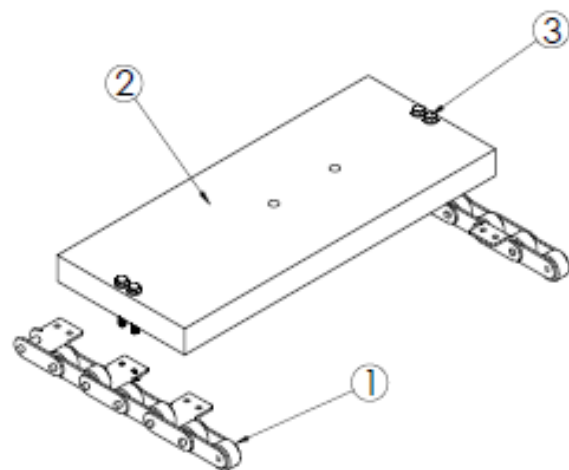
	Nombre:	Fecha:	Firma:	De no indicarse lo contrario: Las medidas están en milímetros	Título: BRAZO ACTUADOR-GUIA			
Dibujado por:	Damian Hernan Mamani Castro	10/06/11			Escala:	Peso:	Dibujo N°:	Hoja:
Diseñado por:	Damian Hernan Mamani Castro	10/06/11			1:1.5	kg	MC-03-D	11
Revisado por:	Ing. Carlos Garván Gamara							
Revisado por:	Ing. Victor Malpartida Arrieta							
Revisado por:	Ing. Reinaldo Telles Rios							



	Nombre:	Fecha:	Firma:	De no indicarse lo contrario: Las medidas están en milímetros	Título: RACK		
Dibujado por:	Damian Hernan Mamani Castro	10/06/11					
Diseñado por:	Damian Hernan Mamani Castro	10/06/11			Escala:	Peso:	Dibujo N°:
Revisado por:	Ing. Carlos garván Gamara				1:1.5	kg	MC-03-E
Revisado por:	Ing. Victor Malpartida Arleta						Hoja:
Revisado por:	Ing. Reinaldo Telles Rios					12	



ESCALA 1:10



ESCALA 1:4

Nº	CANT.	DIBUJO	DENOMINACIÓN	MATERIAL	NORMA
1	2	MC-04-A	Cadena transportadora RF2040R3S2LA2-204 pasos	AISI 304	DIN 8187
2	34	MC-04-A	Tablilla transportadora	Poliuretano UHMWPE	
3	136		Perno hexagonal - M3 x 28	AISI 304	ISO 4017

Nombre:		Fecha:	Firma:	Título:				
Dibujado por:	Damian Hernan Mamani Castro	10/06/11		<p>De no indicarse lo contrario: Las medidas están en milímetros</p> <p>TABLILLA TRANSPORTADORA</p>				
Diseñado por:	Damian Hernan Mamani Castro	10/06/11						
Revisado por:	Ing. Carlos Garván Gamara							
Revisado por:	Ing. Victor Malpartida Arleta							
Revisado por:	Ing. Reinaldo Torres Rios				<p>Escala:</p> <p>Indicada</p>	<p>Peso:</p> <p>kg</p>	<p>Dibujo Nº:</p> <p>MC-04</p>	<p>Hoja:</p> <p>13</p>