

## TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

DISEÑO DE UN EQUIPO QUE PERMITA RETIRAR EL OPÉRCULO DE  
LOS CUADROS DE PANALES PARA EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE  
LA MIEL DE ABEJA

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela

Por los Bachilleres

**Briceño G. Aquiles A.**

**Campos H. Juan J.**

Para optar al Título de:

Ingeniero Mecánico

Caracas, 2013

## TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

DISEÑO DE UN EQUIPO QUE PERMITA RETIRAR EL OPÉRCULO DE  
LOS CUADROS DE PANALES PARA EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE  
LA MIEL DE ABEJA

Tutor académico: Prof. Carpentiero Fausto

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela

**Briceño G. Aquiles A.**

**Campos H. Juan J.**

Para optar al Título de:  
Ingeniero Mecánico



Caracas, 12 de noviembre de 2013

## ACTA

Los abajo firmantes, Miembros del Jurado Examinador designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Mecánica para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por los Bachilleres:

**AQUILES BRICEÑO Y JUAN CAMPOS**

*Titulado:*

**“DISEÑO DE UN EQUIPO QUE PERMITA RETIRAR EL OPERCULO DE LOS CUADROS DE PANALES PARA EL PROCESO DE EXTRACCION DE LA MIEL DE ABEJA”**

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el Plan de Estudios conducente al Título de Ingeniero Mecánico.

**Prof. Pedro Cadenas**  
Jurado



**Prof. Antonio Barragán**  
Jurado

**Prof. Fausto Carpentiero**  
Tutor

## DEDICATORIA

Quiero dedicar este triunfo a mi familia, personas emprendedoras quienes de alguna u otra manera ejercieron en mí una influencia importante y me incentivaron a estudiar esta carrera, me incentivaron a comenzar este arduo camino que ya por estos días me conduce a la meta más anhelada.

A mis abuelos, Otto y Francisco, quienes atravesaron medio país en busca de lo desconocido, para desarrollarse y lograr las metas propuestas. Encontrando a su vez la mayor de las alegrías, el amor familiar.

A Cecilia y Armando, esos dos personajes que dejan una marca en todo aquel que conocen, esos dos seres que son capaces de sacar una sonrisa hasta en las peores situaciones. Esos quienes educaron a estos tres caminantes durante este sendero llamado vida.

A ustedes, maravillosos seres humanos a quienes el destino me dio el privilegio de llamarlos Mamá y Papá.

A la UCV, que me dio la oportunidad de crecer intelectualmente en sus aulas, y me permitió existir en sus espacios y canchas, sin dudas aquí viví el mejor momento de mi vida. Gracias a todos, puedo decir, **“vencí la sombra”**.

***Aquiles Alejandro Briceño Graterol***

## **DEDICATORIA**

Antes que nada a mi Dios quién supo guiarme y darme fortaleza para siempre seguir adelante y superar los obstáculos. Por todos esos triunfos y momentos difíciles que me ha enseñado a valorar. Por siempre darme salud y protegerme para disfrutar de momentos como estos.

A mi Madre, Graciela Herrádez la persona más importante, madre ejemplar, quien siempre estuvo allí para apoyarme y sacarme adelante, formarme con buenos hábitos, valores y principios, y sin ella nada de esto fuese sido posible.

A mi Hermana, Gaby, que siempre ha estado a mi lado brindándome su apoyo incondicional y la cual ha compartido conmigo muchos triunfos y fracasos.

A mi Padre, el cual me ha apoyado y guiado por el camino del bien, y siempre está allí cuando lo necesito.

A mis hermanos, los cuales a pesar de la distancia siempre están al pendiente de mí y con quienes cuento en cualquier circunstancia.

***Juan José Campos Herrádez***

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi familia, por toda la inspiración y la ayuda prestada durante todo este proceso. A mis padres, Cecilia y Armando, por sembrarme la sed de conocimiento, ser la base fundamental de mi desarrollo educativo y creativo, por formarme como persona y transmitirme los valores morales que me han hecho quién soy hoy en día, motivarme cada día y apoyarme en los momentos difíciles. A Camilo y Fabricio, por ser siempre mis modelos a seguir, por estar incondicionalmente y darme los consejos y enseñanzas que necesité. A Victoria, por prepararme el cafecito en las noches de desvelo

A los Profesores de la Escuela, quienes nos ayudaron con las dudas e impartieron su conocimiento durante las clases y fuera de ellas. Al profesor Fausto Carpentiero y al equipo de CORPIVENSA, quienes nos ayudaron durante este proceso.

A mis amigos del Liceo, quienes a pesar de las adversidades y las distancias aún seguimos siendo inseparables. A mis amigos del Núcleo de Cagua, quienes vinimos a continuar nuestros estudios y nos apoyamos desde siempre y durante todas las circunstancias de esta lucha. A mis amigos de la Escuela, por apoyarnos mutuamente durante este tiempo y con quienes compartí la dicha de ser estudiante de Ingeniería Mecánica.

A María Astrid quien me acompañó durante este año y que compartimos juntos esta experiencia de ser tesistas de la Facultad de Ingeniería.

A mi compañero Juan, que comenzamos juntos la carrera y gracias a nuestro esfuerzo la terminaremos juntos.

***Aquiles Alejandro Briceño Graterol***

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios y mis Padres, por cuidarme y protegerme siempre; por darme la vida y siempre han estado allí apoyándome y dándome todo lo que necesito sin esperar nada a cambio.

A mis Hermanos, por su ayuda y apoyo y quienes han sido grandes amigos también. A el resto de mis Familiares, los cuales me han ayudado y dado un hogar a lo largo de este camino y sin su ayuda y apoyo no fuese logrado esto.

A Wolfgang y el Prof. Fausto Carpentiero, por su colaboración prestada y a todo el equipo de CORPIVENSA.

A José Blanco y Sr. Machado, apicultores, los cuales nos ayudaron y prestaron su colaboración y de los cuales aprendimos mucho sobre las abejas y la apicultura en general.

A mi compañero Aquiles Briceño, con el cual tuve la oportunidad de compartir esta experiencia.

A Mirelys Escobar, por su apoyo y ayuda; y con la cual he compartido todo este tiempo a lo largo de la carrera.

A la Universidad Central de Venezuela, por darme todos esos conocimientos y sabiduría durante todos estos años.

Y a todas esas personas que directa o indirectamente me han ayudado y apoyado siempre.

GRACIAS...

***Juan José Campos Herrádez***

**Briceño G., Aquiles A.; Campos H., Juan J.**

**DISEÑO UN EQUIPO QUE PERMITA RETIRAR EL OPÉRCULO  
DE LOS CUADROS DE PANALES PARA EL PROCESO DE  
EXTRACCIÓN DE LA MIEL DE ABEJA**

**Tutor académico: Prof. Carpentiero Fausto. Tesis. Caracas, U.C.V.**

**Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Mecánica. 2013.**

**Palabras clave: Desoperculador, Miel, Cera, panal, Abeja.**

**RESUMEN:** El presente trabajo especial de grado tiene como objetivo principal, diseñar un equipo que permita retirar el opérculo de cuadros de panales para el proceso de extracción de miel de abeja mediante las estrategias establecidas en el diseño, tales como: Investigación, tormentas de ideas, y matrices de decisiones para así poder establecer los requerimientos del sistema, para luego ser aplicados los conocimientos del área del diseño y realizar los cálculos pertinentes en el movimiento de los cuadros realizado mediante cadenas transportadoras acopladas a un motor eléctrico que realizará también el almacenamiento de los cuadros en la salida de la máquina, a su vez el equipo contará con cuchillas de sierra paralelas, movidas por un sistema bielas-cigüeñal, que realizarán la remoción de la cera que protege la miel en los cuadros de panales. A su vez se realiza la separación de la cera y la miel así como el filtrado de la misma. Este trabajo especial muestra los cálculos obtenidos en cada subconjunto y conjuntos que conforman la máquina así como el procedimiento de ensamblaje.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	IV
AGRADECIMIENTOS.....	VI
RESUMEN.....	VIII
ÍNDICE.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS .....	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVII
SIMBOLOGÍA .....	XX
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I	
EL PROBLEMA.....	3
1.1 MOTIVACIÓN .....	3
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.3 OBJETIVOS .....	5
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	5
1.3.3 ALCANCES .....	6
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO .....	7
2.1 LA EMPRESA.....	7
2.1.1 Identificación de la empresa .....	7
2.1.1.1 Información general del proyecto de fábrica.....	14
2.1.1.2 Definición de la tipología de producto.....	16
2.2 ANTECEDENTES.....	18
2.3 MIEL .....	20
2.4 IMPORTANCIA DE LA MIEL EN LA ALIMENTACIÓN Y LA SALUD ..	21
2.5 ABEJA MELÍFERA .....	24
2.5.1 Castas .....	25
2.5.2 La reina .....	25
2.5.3 La abeja obrera .....	26

2.5.4 El zángano .....	28
2.5.5 Actividades .....	28
2.5.6 La vida en comunidad .....	30
2.5.7 Comunicación.....	30
2.5.8 Problemas de supervivencia .....	31
2.5.9 Valor económico.....	31
2.5.10 Polinización de las cosechas.....	32
2.6 ABEJA MELÍFERA AFRICANIZADA .....	32
2.7 PANAL DE MIEL.....	34
2.8 COLMENA.....	35
2.8.1 Colmena de panales fijos o fijistas .....	35
2.8.2 Colmena de panales móviles o movilistas.....	36
2.9 APICULTURA .....	37
2.9.1 Productos y beneficios obtenidos de la apicultura.....	39
2.9.1.1 Cera .....	39
2.9.1.2 Polen .....	39
2.9.1.3 Jalea Real .....	40
2.9.1.4 Veneno.....	40
2.9.1.5 Propóleo.....	40
2.9.1.6 Núcleo .....	41
2.9.1.7 Enjambre.....	41
2.9.1.8 Subproductos .....	42
2.9.1.9 Polinización .....	42
2.9.1.10 Cría de reinas.....	43
2.9.2 Reseña histórica.....	43
2.9.3 Desarrollo mundial.....	46
2.9.3.1 Colmena de Layens .....	47
2.9.3.2 Colmena de Langstroth .....	48
2.9.3.3 Colmena de Dadant .....	49

2.9.4 Desarrollo en Latinoamérica.....	52
2.9.5 Desarrollo de la apicultura en Venezuela .....	53
2.9.5.1 Africanización de la abeja .....	55
2.9.5.2 Resistencia al cambio .....	57
2.9.5.3 Fomento inadecuado y distorsionado .....	57
2.9.5.4 Inseguridad rural .....	58
2.9.5.5 Falta de generación de relevo.....	59
2.9.5.6 Sobrevaluación de la moneda.....	60
2.9.5.7 Poca cultura apícola.....	60
2.10 PROCESOS PARA LA EXTRACCIÓN DE LA MIEL .....	61
2.10.1 Recolección de los panales.....	61
2.10.2 Transporte .....	62
2.10.3 Desoperculado .....	62
2.10.4 Centrifugado.....	63
2.10.5 Recepción y filtrado .....	64
2.10.6 Sistema de Bombeo .....	65
2.10.7 Tubería de transporte de miel .....	66
2.10.8 Decantado .....	67
2.10.9 Envasado .....	68
2.11 ACERO INOXIDABLE .....	68
2.12 ESFUERZOS.....	71
2.12.1 Esfuerzo cortante .....	72
2.13 MOMENTO FLECTOR .....	72
2.14 CONSIDERACIONES ERGONÓMICAS A SER UTILIZADAS PARA EL DISEÑO .....	72
2.15 MÉTODO DE DISEÑO .....	82
2.16 NORMATIVAS Y LEYES PARA EL PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS.....	82
2.16.1 Codex alimentarius. Normas internacionales de los alimentos ...	82

2.16.2 COVENIN .....	83
2.16.3 Comisión europea .....	83
CAPÍTULO III	
ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS EXISTENTES.....	85
3.1 TECNOLOGÍAS EXISTENTES EN EL MERCADO .....	85
CAPÍTULO IV	
MARCO METODOLÓGICO .....	92
4.1 MÉTODO DE DISEÑO .....	92
4.2 FASE CREATIVA .....	94
4.3 FASE DECISIVA.....	95
4.3.1 Requerimientos generales de diseño .....	95
4.3.2 Matriz de decisión .....	97
4.3.3 Formación final del diseño.....	97
4.4 FASE DE DETALLE .....	98
4.5 ESPECIFICACIONES DE DISEÑO .....	98
CAPITULO V	
DESARROLLO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	99
5.1 REQUERIMIENTOS DE DISEÑO .....	99
5.2 APLICACIÓN DE LA TORMENTA DE IDEAS (FASE CREATIVA) ...	100
5.2.1 Mecanismo de Corte y Movimiento de los Cuadros .....	100
5.2.2 Mecanismo para la Recolección de los Opérculos y la Miel.....	106
5.3 PARÁMETROS Y APLICACIÓN DE LA MATRIZ DE DECISIÓN.....	108
5.3.1 Matriz de Decisión 1 .....	111
5.3.2 Matriz de Decisión 2.....	113
5.4 CÁLCULOS .....	114
5.4.1 Selección del motor .....	115
5.4.2 Selección de la cadena y sus componentes.....	119
5.4.3 Cálculo y selección de la caja reductora .....	126
5.4.4 Cálculo de sistema de transmisión por correas .....	128
5.4.5 Cálculo de ejes.....	134

5.4.6 Cálculo de la estructura de la base .....	140
5.4.6.1 Cálculo de vigas .....	140
5.4.6.2 Calculo de Columnas .....	145
5.4.7 Cálculo de cojinetes de deslizamiento.....	148
5.4.8 Sistema de remoción del opérculo .....	157
5.4.9 Selección de acoples.....	157
5.4.10 Selección de rodamientos .....	159
5.4.11 Análisis de tensión en las estructuras laterales de la carcasa...	159
5.4.12 Diseño del cigüeñal .....	161
CAPÍTULO VI	
PLANIMETRÍA Y DETALLES DEL EQUIPO.....	164
6.1 Codificación .....	164
6.2 HOJAS DE PROCESOS .....	168
6.3 Ensamblaje del equipo .....	207
6.3.1 Soporte base (SB).....	207
6.3.2 Bandeja Recolectora (BR).....	209
6.3.4 Transmisión por Correa-Reducción (TC).....	211
6.3.4 Carcasa (CA).....	213
6.3.5 Sistema de Remoción (SR).....	218
6.3.6 Sistema de Movimiento-Empuje de Cuadros (SM).....	220
CAPÍTULO VII	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	222
Conclusiones .....	222
Recomendaciones .....	224
BIBLIOGRAFÍA.....	226
APÉNDICES .....	230
ANEXOS	
Planos.....	240

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Composición promedio de la miel de abeja .....	24
Tabla 2.2 Producción de miel en Venezuela.....	54
Tabla 2.3 Datos de producción vs. Consumo per cápita de miel .....	56
Tabla 2.4 Composición típica de aceros inoxidables .....	70
Tabla 5.1 Escala de Calificación de los parámetros a evaluar en la matriz	111
Tabla 5.2 Escala de Ponderación de cada parámetro a evaluar .....	111
Tabla 5.3 Matriz de Decisión 1 (Sistema de corte y movimiento) .....	112
Tabla 5.4 Aplicación de la matriz de decisión 2 (Sistema de recolección de opérculo y separación de la miel) .....	114
Tabla 5.5 Tabla de Capacidad para cadenas ANSI 50 .....	122
Tabla 5.6 Valores calculados para detalles de las secciones del eje.....	141
Tabla 5.7 Especificaciones de ranuras para Anillos de retención del eje ...	141
Tabla 5.8 Ángulos nacionales de lados iguales .....	145
Tabla 5.9 Criterio de máxima deflexión permisible .....	146
Tabla 5.10 Constante C condiciones extremos.....	147
Tabla 5.11 Catálogo de tubos redondos de acero estructural .....	149
Tabla 5.12 Parámetros típicos de funcionamiento para materiales de cojinetes con lubricación marginal a temperatura ambiente .....	151
Tabla 5.13 Características de los materiales compuestos de los cojinetes de deslizamiento en seco y cojinetes FW de SKF .....	156
Tabla 5.14 Tabla de potencia para elementos de nitrilo .....	159
Tabla 5.15 Diámetros recomendados y diámetros finales .....	163
Tabla 6.1 Conjuntos del equipo desoperculador.....	166
Tabla 6.2 Componentes del equipo desoperculador.....	166
Tabla 6.3 Elementos de union y protección desmontables .....	168
Tabla 6.4 Equipos disponibles para la fabricación .....	169
Tabla 6.5 Hoja de procesos del componente SB01 .....	170
Tabla 6.6 Hoja de procesos del componente SB02C/SB02L.....	171

Tabla 6.7 Hoja de procesos del componente SB03.....	172
Tabla 6.8 Hoja de procesos del componente SB04.....	173
Tabla 6.9 Hoja de procesos del componente BR01.....	174
Tabla 6.10 Hoja de procesos del componente BR04.....	175
Tabla 6.11 Hoja de procesos del componente BR06.....	176
Tabla 6.12 Hoja de procesos del componente BR07C/BR07L .....	177
Tabla 6.13 Hoja de procesos del componente BR08.....	178
Tabla 6.14 Hoja de procesos del componente CA01.....	179
Tabla 6.15 Hoja de procesos del componente CA02I.....	180
Tabla 6.16 Hoja de procesos del componente CA02D .....	181
Tabla 6.17 Hoja de procesos del componente CA04I.....	182
Tabla 6.18 Hoja de procesos del componente CA04D .....	183
Tabla 6.19 Hoja de procesos del componente CA05P .....	184
Tabla 6.20 Hoja de procesos del componente CA05G.....	185
Tabla 6.21 Hoja de procesos del componente CA06.....	186
Tabla 6.22 Hoja de procesos del componente CA07.....	187
Tabla 6.23 Hoja de procesos del componente CA09.....	188
Tabla 6.24 Hoja de procesos del componente CA10.....	189
Tabla 6.25 Hoja de procesos del componente CA11.....	190
Tabla 6.26 Hoja de procesos del componente CA12.....	191
Tabla 6.27 Hoja de procesos del componente CA13DI/CA13II .....	192
Tabla 6.28 Hoja de procesos del componente CA13IS/CA13DS.....	193
Tabla 6.29 Hoja de procesos del componente CA13B .....	194
Tabla 6.30 Hoja de procesos del componente CA14D/CA14I .....	195
Tabla 6.31 Hoja de procesos del componente CA16.....	196
Tabla 6.32 Hoja de procesos del componente CA17.....	197
Tabla 6.33 Hoja de procesos del componente SR01.....	198
Tabla 6.34 Hoja de procesos del componente SR02.....	199
Tabla 6.35 Hoja de procesos del componente SR04.....	200

Tabla 6.36 Hoja de procesos del componente SR05.....	201
Tabla 6.37 Hoja de procesos del componente SR09.....	202
Tabla 6.38 Hoja de procesos del componente SR10.....	203
Tabla 6.39 Hoja de procesos del componente SM02 .....	204
Tabla 6.40 Hoja de procesos del componente SM04S .....	205
Tabla 6.41 Hoja de procesos del componente SM04T .....	206
Tabla 6.42 Hoja de procesos del componente SM04D.....	207
Tabla 6.43 Componentes del Soporte base (SB).....	208
Tabla 6.44 Componentes de la Bandeja Recolectora (BR) .....	210
Tabla 6.45 Componentes de la Transmisión por Correa-Reducción (TC) ..	212
Tabla 6.46 Componentes de la Carcasa (CA) .....	214
Tabla 6.47 Componentes del Sistema de Remoción (SR).....	219
Tabla 6.48 Componentes del Sistema de Movimiento-Empuje de Cuadros (SM).....	221

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Ubicación del Proyecto .....	15
Figura 2.2. Implantación del Proyecto – Fase Conceptual.....	16
Figura 2.3 Curva de Aprendizaje. ....	18
Figura 2.4 Apis Mellifera .....	25
Figura 2.5 Tipos de abejas en una casta .....	25
Figura 2.6 La abeja reina rodeada de abejas obreras .....	26
Figura 2.7. Panal de miel. ....	35
Figura2.8. Colmena fijista tipo “Trobo”.....	36
Figura 2.9 Despiece de una Colmena Movilista tipo Langstroth .....	37
Figura2.10. Colmena Layens.....	48
Figura2.11. Colmena Langstroth.....	50
Figura 2.12. Colmena Dadant.....	52
Figura2.13 Ahumador. ....	62
Figura2.14 Batea de transporte .....	63
Figura 2.15 Cuchillo para desopercular .....	64
Figura 2.16 Cepillo desoperculador .....	64
Figura 2.17 Equipo desoperculador .....	64
Figura2.18 Centrífuga. ....	65
Figura2.19. Tanque receptor de miel.....	66
Figura2.20. Sistema de bombeo para miel. ....	67
Figura2.21. Posiciones para trabajo pesado, ligero y de precisión .....	77
Figura2.22. Área de trabajo en las mesas .....	79
Figura2.23. Dimensiones estructurales del cuerpo.....	82
Figura2.24. Dimensiones funcionales del cuerpo. ....	82
Figura 3.1: Desoperculadora Automática FARLI.....	87
Figura 3.2: Desoperculadora Automática ANEL STANDARD.....	88
Figura 3.3: Desoperculadora Semiautomática con Rodillos BREI .....	89
Figura 3.4: Desoperculador a Vapor Sobre Batea BREI.....	90

Figura 3.5: Desoperculadora automática en frío APINORTE.....	91
Figura 3.6: Desoperculadora Vertical APINORTE .....	92
Figura 4.1 Método de Diseño.....	94
Figura 5.1: Idea 1, matriz 1 .....	102
Figura 5.2: Idea 2, matriz 1 .....	103
Figura 5.3: Idea 3, matriz 1 .....	104
Figura 5.4: Idea 4, matriz 1 .....	105
Figura 5.5: Idea 5, matriz 1 .....	106
Figura 5.6: Idea 1, matriz 2 .....	107
Figura 5.7: Idea 2, matriz 2 .....	108
Figura 5.8: Idea 3, matriz 2 .....	109
Figura 5.9. Diagrama de Cuerpo Sistema de Almacenamiento .....	117
Figura 5.10 Ilustración de la estimación de la fuerza a vencer por la cadena. .....	118
Figura 5.11 Gráfica Viscosidad vs. Temperatura de la miel.....	126
Figura 5.12 Gráfica Viscosidad vs Temperatura de lubricantes comunes ..	127
Figura 5.13. Longitud de cadena admisible vs. Tiempo.....	127
Figura 5.14. Gráfica para la selección de bandas en V industriales de sección angosta. (Dayco Corp.).....	131
Figura 5.15. Capacidad para bandas 3V .....	134
Figura 5.16. Factor de corrección por ángulo de contacto $C\theta$ .....	135
Figura 5.17 Factor de corrección por longitud de banda $CL$ .....	135
Figura 5.18: Resistencia a la fatiga $S_n$ en función de la Resistencia a la tensión para acero forjado con diversas condiciones de superficie .....	137
Figura 5.19 Diagrama de cargas en el plano xz y en el plano yz del eje a diseñar .....	139
Figura 5.20 Diagrama de Flexión y Momentos Flectores del eje en estudio .....	140
Figura 5.21 Eje Conductor y detalles .....	140

Figura 5.22 Diagrama de Cuerpo Libre del problema en estudio.....	142
Figura 5.23 Diagrama de cortantes.....	143
Figura 5.24 Diagrama de Momento Cortante.....	143
Figura 5.25 Holgura diametral mínima recomendada para cojinetes.....	152
Figura 5.26. Cuchilla para desopercular. ....	158
Figura 5.27 Análisis de tensión Vista isométrica 1 .....	161
Figura 5.28 Análisis de tensión Vista isométrica 2.....	161
Figura 5.29. Forma del Cigüeñal.....	162
Figura 6.1 Codificación .....	165
Figura 6.2 Despiece del Soporte base (SB).....	208
Figura 6.3 Despiece de la Bandeja Recolectora (BR).....	210
Figura 6.4 Despiece de la Transmisión por Correa-Reducción (TC) .....	212
Figura 6.5 Despiece de la Carcasa (CA) .....	214
Figura 6.6 Despiece del Sistema de Remoción (SR).....	219
Figura 6.7 Despiece del Sistema de Movimiento- Empuje de Cuadros (SM) .....	221

## SIMBOLOGÍA

*A: Aceleración*

*C<sub>d</sub>: Holgura Diametral*

*C<sub>θ</sub>: Factor de corrección por ángulo de contacto*

*c<sub>L</sub>: Factor de corrección por longitud de banda*

*C: distancia entre centros*

*c<sub>R</sub>: Factor de confiabilidad aproximado*

*C<sub>S</sub>: Factor de Tamaño*

*D: Diámetro*

*E: Módulo de elasticidad*

*F<sub>R</sub>: Fuerza Radial*

*f<sub>r</sub>: Fuerza de Roce*

*F<sub>CAD</sub>: Fuerza de la cadena*

*FS: Factor de Servicio*

*F<sub>c</sub>: Tensión de la cadena en Lb*

*F<sub>c</sub>: Tensión de la cadena en Lb*

*F<sub>cy</sub>: Componente y de la tensión de la cadena en Lb*

*F<sub>cx</sub>: Componente x de la tensión de la cadena en Lb*

*g: gravedad*

*I: Momento de Inercia*

*I: Índice de reducción*

*k<sub>T</sub>: Factor de concentración de esfuerzos*

*L: Luz*

*L<sub>CAD</sub>: Longitud de la cadena*

*L<sub>C</sub>: Longitud de la correa*

*M: Momento flector*

*M<sub>x</sub>: Momento flector en el eje x*

*M<sub>y</sub>: Momento flector en el eje y*

*m*: masa  
*N*: Factor de diseño  
*n*: número del parámetro de la matriz de decisión  
*n<sub>e</sub>*: RPM de entrada  
*n<sub>s</sub>*: RPM de salida  
*N*: Fuerza Normal  
*OD*: Diámetro exterior  
*θ*: Ángulo de contacto  
*P*: Potencia  
*P<sub>d</sub>*: Potencia de diseño  
*P<sub>CR</sub>*: Carga crítica de columna  
*P<sub>T</sub>*: Potencia transmitida  
*PT*: Puntaje total  
*P<sub>n</sub>*: Puntaje del parámetro *n*  
*Pond*: Ponderación  
*P<sub>cu</sub>*: Peso de un cuadro  
*P<sub>m</sub>*: Potencia del motor  
*P*: peso  
*P<sub>c</sub>*: Potencia corregida  
*P<sub>n</sub>*: Potencia nominal  
*r<sub>PC</sub>*: Radio del piñón conductor  
*S<sub>y</sub>*: Esfuerzo de fluencia  
*S<sub>n</sub>*: Esfuerzo a la fatiga  
*S<sub>n'</sub>*: Esfuerzo a la fatiga modificada  
*T*: Torque  
*T<sub>C</sub>*: Torque en la catarina conductora  
*T<sub>arr</sub>*: Torque de arranque del motor  
*T<sub>cargaplena</sub>*: Torque del motor a carga plena  
*T<sub>OP</sub>*: Torque de operación

*T: Temperatura*

*$\mu_d$ : Coeficiente de fricción dinámico*

*V: Velocidad*

*$V_t$ : Velocidad tangencial*

*$\nu$ : Viscosidad*

*$\omega$ : Velocidad angular*

*y: Deflexión*

*$y_{m\acute{a}x}$ : Deflexión máxima*

*#Bandas: Número de correas necesarias*

## INTRODUCCIÓN

Este Trabajo consiste en la realización del diseño para un Equipo Desoperculador de cuadros de panales de miel de abeja; está estructurado de manera que en primera instancia se analiza la necesidad, se formula el problema y proponen los objetivos a ser alcanzados.

Se abordarán los siguientes objetivos:

Diseñar un equipo que permita retirar el opérculo de los cuadros de panales para el proceso de extracción de la miel de abeja; así como los objetivos específicos que se muestran a continuación:

- ✓ Realizar el estudio teórico sobre el proceso de extracción de la miel y de remoción de opérculo en cuadros de miel de abeja.
- ✓ Desarrollar la generación y la evaluación de ideas para la obtención de un sistema de funcionamiento para un implemento o mecanismo, aplicando el método de diseño.
- ✓ Diseñar el sistema de funcionamiento del equipo para desopercular.
- ✓ Definir los detalles correspondientes al diseño del producto (partes a fabricar, partes estándar y proveedores, entre otros)
- ✓ Generar la planimetría pertinente a las diferentes partes, detallando materiales y métodos de fabricación
- ✓ Crear la memoria descriptiva del producto, especificando cada uno de los detalles.

En el Capítulo II se desarrollará el Marco Teórico, donde se trabajarán todas las consideraciones ergonómicas a ser utilizadas en el Equipo Desoperculador, las explicaciones acerca del método de diseño, esfuerzos y momentos flectores presentes en la estructura, así como las normativas

existentes para el procesamiento de alimentos, específicamente de la miel; considerando los procesos extractivos presentes en la apicultura.

El Capítulo III servirá de complemento a los antecedentes y analizará las tecnologías existentes en el país y en otras naciones que se encuentran más desarrolladas en el ámbito de la producción de miel.

En el Capítulo IV, se establecerá la metodología a ser utilizada en este Trabajo Especial de Grado, especificando el método de diseño en el que se basará y las diferentes fases en que será desarrollada la investigación.

En el Capítulo V se ejecutarán los cálculos pertinentes para concluir con la selección de materiales y piezas que conformarán la solución final del Equipo Desoperculador.

A continuación en el Capítulo VI se expondrán las dimensiones y procesos de fabricación del equipo, así como el procedimiento de ensamblaje de conjuntos y subconjuntos de piezas que formarán el concepto del conjunto de instalaciones que conformarán el desoperculador. Además, se mostrarán los planos correspondientes a éste.

Finalmente, se redactarán las conclusiones a las cuales han de llegar los diseñadores, ofreciendo a su vez las recomendaciones pertinentes para el manejo adecuado del equipo y el mantenimiento correcto del mismo; enmarcado en el crecimiento de la economía del país, la soberanía alimentaria y el desarrollo del sector apícola.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 MOTIVACIÓN**

Venezuela ha sido a través de los años un país exportador de materia prima petrolera y minera; su economía es fundamentalmente rentista y mono productora. Durante mucho tiempo, se ha planteado la necesidad de “Sembrar el petróleo” (Uslar Pietri, A.; Diario “Ahora”; 1936) como mecanismo de desarrollo económico y de conquista de soberanía alimentaria. Sin embargo, Venezuela sigue siendo un país monoprodutor que importa muchos de los alimentos que consume su población.

Para que un país logre su soberanía debe poder garantizar la producción de todos aquellos sectores específicos que generen su desarrollo como son el energético, en el cual se están dando pasos hacia su evolución y avance; el industrial, (sector que aún le falta mucho por desarrollar) el de manufactura, el de servicios y el alimentario.

Hablar de soberanía alimentaria es hablar de avance, de diversificación de la producción para lograr abastecer de manera adecuada los requerimientos de nutrición de los habitantes del país. No se puede hablar de un país desarrollado sin que exista una completa soberanía, por lo que esa debe ser una meta a alcanzar en Venezuela.

En el sector de los alimentos encontramos actualmente una severa deficiencia de producción y las políticas de estado han consistido en importar diversos rubros, debido a la necesidad ya descrita, aspecto que amerita transformarse, con políticas de producción en los sectores cárnicos, agrícola, lácteos, avícola y agroindustrial, teniendo entre estos el campo apícola, donde se generan los alimentos indispensables para una buena nutrición.

La rama de la apicultura, se encuentra sumamente deprimida en el país, la miel siendo un alimento de los llamados nobles, por su valor nutritivo y calórico, importante para el combate de la desnutrición, tiene un alto costo para el consumo popular. Por lo tanto, hay que mejorar la producción de la miel e incrementar su calidad y pureza, bajar sus costos y así masificar su consumo.

¿Se logrará este objetivo a partir de la creación y utilización de un equipo que facilite el proceso de desoperculado?

## **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En Venezuela se carece de estudios y diseños sobre maquinarias en el sector apícola, es por esto que los productores nacionales trabajan bajo condiciones muy tradicionales y artesanales, haciendo que el proceso de producción se torne ineficaz y lento e incumple con las normas sanitarias pertinentes.

El país a través de los años ha decaído en cuanto a la producción de miel para el consumo de la población y ha decidido importar una gran cantidad para abastecer el mercado nacional, esto deriva en que los precios del producto sean elevados, es por esto que se deben realizar estudios que impulsen al avance y logren satisfacer el mercado nacional y contribuir a la soberanía alimentaria.

En función de la necesidad de la población venezolana, el estado realiza un convenio junto a la Agencia Brasileña de Desarrollo Industrial (ABDI) de la república Federativa de Brasil que establece un término de cooperación industrial y contempla el desarrollo de fábricas a nivel nacional encargadas de la manufactura y montaje de equipos para el procesamiento

de alimentos en varias líneas (carne bovina, pescado, miel, hortalizas y tubérculos).

Para extraer la miel de los panales se utiliza el método de la centrifugación, para poder realizar ésta se necesitan los cuadros totalmente desoperculados, es decir, libres de la capa de cera (opérculo) que protege la miel almacenada del medio ambiente.

Uno de los problemas que se presenta en la extracción de la miel es remover el opérculo de los cuadros de miel y en los cuales los implementos utilizados no alcanzan a desopercularlos por completo; por ende es necesaria una solución más expedita a objeto de mayor eficiencia en la operación

En este trabajo especial de grado se busca facilitar el proceso de desoperculado de cuadros de miel para los pequeños, medianos y grandes productores apícolas, realizando un dispositivo o implemento que esté al alcance de éstos y que mejore las condiciones para el procesamiento de miel.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un equipo que permita retirar el opérculo de los cuadros de paneles para el proceso de extracción de la miel de abeja

#### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Realizar el estudio teórico sobre el proceso de extracción de la miel y de remoción de opérculo en cuadros de miel de abeja.

- ✓ Desarrollar la generación y la evaluación de ideas para la obtención de un sistema de funcionamiento para un implemento o mecanismo, aplicando el método de diseño.
- ✓ Diseñar el sistema de funcionamiento del equipo para desopercular.
- ✓ Definir los detalles correspondientes al diseño del producto (partes a fabricar, partes estándar y proveedores, entre otros)
- ✓ Generar la planimetría pertinente a las diferentes partes, detallando materiales y métodos de fabricación
- ✓ Crear la memoria descriptiva del producto, especificando cada uno de los detalles.

### **1.3.3 ALCANCES**

1. Planteamiento de los requerimientos de diseño que se establecerán como parámetros obligatorios y deseables en el diseño (funcionales, tecnológicos, ergonómicos, de uso, entre otros)
2. Diseño de un implemento o equipo que permita retirar el opérculo de los cuadros de paneles de miel de abeja.
3. Elaboración de planos de conjunto y detalles de partes, especificando materiales y la hoja de proceso de fabricación.
4. Realización de la memoria descriptiva del producto.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 LA EMPRESA**

Corporación de Industrias Intermedias de Venezuela S.A.

RIF: G-20005906-0



##### **2.1.1 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA**

###### **¿Qué es?**

Es una corporación adscrita al Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología e Industrias Intermedias, que enmarcada en el Plan Nacional Simón Bolívar, proyecta, ejecuta y opera las fábricas socialistas de producción y distribución del Estado, en el sector industrial de transformación y producción manufacturera, no de petróleo ni de industrias básicas; para el logro de la soberanía industrial, independencia tecnológica y productiva, bajo los lineamientos del desarrollo endógeno, nuevas relaciones de producción, responsabilidad social y articulación con las comunidades.

###### **¿Qué hacen?**

En cumplimiento con los lineamientos del órgano de adscripción, CORPIVENSA desarrolla los planes y proyectos de la industria intermedia para consolidar empresas de propiedad social directas e indirectas, que garanticen el cumplimiento del Socialismo Bolivariano en cada una de sus etapas de operatividad, productividad y rentabilidad.

## **Ubicación**

Av. Urdaneta entre esquina Ibarra y Madrices, Edificio Central piso 2.  
Zona Postal 1010.

## **Misión**

La misión de esta empresa es Impulsar la soberanía industrial y productiva del país con independencia tecnológica, en el marco de la economía socialista a través del desarrollo y coordinación de las actividades industriales del Estado y de las Empresas Mixtas que operan en el sector manufacturero, no petrolero ni básico, para satisfacer las necesidades del pueblo y construir el nuevo aparato productivo socialista.

## **Visión**

Ser una corporación estatal de empresas socialistas, que garanticen la soberanía industrial del sector intermedio y su respectiva independencia tecnológica, capaz de satisfacer las necesidades del país y contribuir con el desarrollo de naciones hermanas, consolidando la integración productiva de los pueblos, particularmente en el marco de la Alternativa Bolivariana para los Pueblos de Nuestra América, ALBA.

## **Objetivos**

- ✓ Crear sucursales, oficinas, empresas filiales estatales, y empresas filiales en sociedad con personas jurídicas nacionales o extranjeras, de carácter público, social, privado o mixto, dentro y fuera del territorio nacional.
- ✓ Participar en la creación de empresas Gran-Nacionales, dentro o fuera del territorio nacional, en sociedad con personas jurídicas

extranjeras, de carácter público, social, privado, o mixto, pertenecientes a pueblos y naciones del Sur, particularmente aquellos que conforman el ALBA.

- ✓ Fusionar, reestructurar y liquidar empresas adscritas.
- ✓ Constituir trenes productivos y organizar redes productivas nacionales, y para la integración de los pueblos y naciones del Sur, dirigidas al desarrollo de las potencialidades y capacidades industriales presentes, así como a la generación de nuevas capacidades.
- ✓ Impulsar la creación y participar en los Consejos de Productores Asociados.
- ✓ Crear canales, circuitos y redes socialistas para el intercambio y la distribución social de productos, sobre la base de la complementariedad y la solidaridad, dentro y fuera del país, particularmente con los pueblos y naciones del Sur.
- ✓ Adquirir, vender, intercambiar, donar, arrendar, otorgar en concesión, o enajenar bienes muebles o inmuebles.
- ✓ Otorgar fianzas, avales u otras garantías.
- ✓ Suscribir acuerdos, convenios y contratos, dentro y fuera del país.
- ✓ Realizar todas las operaciones comerciales y actos necesarios para el cabal.

### **Principios y Valores**

La eficacia, comporta la realización de los programas y actuaciones gubernamentales y administrativas al menor costo para los contribuyentes, en el menor tiempo posible y con logro óptimo de los objetivos planteados.

La eficiencia, para generar el máximo de resultados dirigidos a satisfacer necesidades sociales y colectivas en el menor tiempo posible, manteniendo una correcta administración de los recursos y demostrando

competencia en el cargo o puesto de trabajo que se ocupa para realizar el trabajo encomendado.

La celeridad, en cuanto a la atención, respuesta oportuna y cumplimiento de los lapsos administrativos establecidos en la ley. Optimización de los tiempos de respuesta de la institución ante las demandas sociales y ciudadanas, conforme a los indicadores cuantitativos y cualitativos diseñados y propuestos para tal fin.

El liderazgo, en cuanto al conducir con firmeza, coraje y sabiduría a su grupo de trabajadores y trabajadoras hacia el objetivo o la tarea encomendada y transmitirle la mayor motivación posible reconociendo las fortalezas de su equipo de manera tal que logren el cumplimiento de las metas para alcanzar el éxito institucional.

El compromiso, en cuanto a la responsabilidad personal aceptada para el cumplimiento de obligaciones, deberes y objetivos institucionales, es decir es una necesidad moral estrechamente vinculada con el individuo y la institución.

La inclusión, en cuanto a las nuevas relaciones de participación social, activa y protagónica del poder popular, trabajadores y trabajadoras en la promoción y creación de estructuras y mecanismos institucionales que propicien la inserción en lo político, económico y social desde la planificación hasta los resultados socialmente exigidos.

La conciencia revolucionaria, en cuanto a la realización colectiva de la individualidad, es decir vivir en función de la felicidad de todos, para la

construcción de una sociedad más humana, que reafirme nuestra condición humanista y el valor del trabajo creador y productivo.<sup>1</sup>

### **Proyecto de implantación y operación de una “fábrica de equipos para el procesamiento de alimentos”**

Con el objetivo de apoyar la implementación de proyectos industriales en Venezuela, la Agencia Brasileña de Desarrollo Industrial (ABDI) de la República Federativa de Brasil y el Ministerio del Poder Popular para las Industrias Ligeras y Comercio (MPPILCO) de la República Bolivariana de Venezuela, establecieron un término de cooperación industrial que contempla el desarrollo de proyectos de siete unidades fabriles que formarán parte del plan de implantación de 200 Fábricas socialistas venezolanas.

La implantación de las siete unidades se dará a través de tres fases distintas. En la Fase 01 será definido el proyecto Conceptual de cada unidad fabril. Después de la aprobación del concepto, se llevará a cabo una profundización de las soluciones tecnológicas presentadas, actividad a ser realizada en la Fase 02 – Proyecto detallado. Sólo después de la aprobación de cada proyecto detallado, es posible pasar a la implantación y el funcionamiento de cada unidad fabril, centro de las actividades de la Fase 03.

La ABDI, en su estrategia de internacionalización de la competencia industrial brasilera, particularmente del sector de máquinas y equipos, viene orientando países vecinos en la estructuración y modernización de plantas industriales. En este contexto, la ABDI contrató la experticia del Centro de Producción Cooperativa de la Fundación CERTI de la República Federativa

---

<sup>1</sup>CORPIVENSA(www.corpivensa.gob.ve)

de Brasil para el desarrollo del estudio conceptual de las 7 unidades fabriles, para manufacturar/montar los siguientes productos:

- ✓ Placas Electrónicas Montadas.
- ✓ Latas y tapas Metálicas.
- ✓ Envases de Vidrio.
- ✓ Equipos para Refrigeración Industrial.
- ✓ **Equipos para el procesamiento de alimentos.**
- ✓ Válvulas para el sector de petróleo y gas.
- ✓ Tubos y conexiones de PVC.

La realización del estudio conceptual contempló, para cada unidad fabril, la definición del Proceso Productivo Básico, del flujo de procesos, de las tecnologías necesarias a la manufactura, la definición de los principales equipos/tecnologías, lista de equipos de soporte, layout de la planta industrial, inversiones necesarias para el funcionamiento de la unidad, recursos humanos necesarios, estimado de materias primas e insumos y costo unitario de un producto de referencia.

Para la ejecución de las actividades del proyecto se definió una estructura de trabajo en equipo, formada por ingenieros de la Fundación CERTI e ingenieros de Venezuela. El desarrollo del proyecto fue orientado por la “Metodología CERTI para Desarrollo de Fábricas”, la cual prioriza aspectos relacionados con la eficiencia, calidad y flexibilidad, que abarca las diferentes áreas de una unidad fabril, desde el proceso de interacción con clientes, ingeniería básica de productos y de procesos, manufactura, logística interna de materiales, mantenimiento y recursos humanos.

El proyecto conceptual (Fase 01) de la “Fábrica de Equipos para el Procesamiento de Alimentos” culminó el 12 de noviembre de 2008. Dicho proyecto sirvió como referencia para la elaboración del proyecto de ingeniería de detalle (Fase 02), y demás acciones necesarias para la implantación y operación en Venezuela de las plantas fabriles.

Considerando la carta de intención suscrita entre el Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias (MPPCTII) de la República Bolivariana de Venezuela y la Agencia Brasileña de Desarrollo Industrial (ABDI) de la República Federativa de Brasil, se procedió a contratar a la Fundación CERTI, en fecha 06 de agosto de 2010, para el desarrollo del proyecto detallado (Fase 02).

El proyecto detallado (Fase 02) de la “Fábrica de Equipos para el Procesamiento de Alimentos” se inició el 13 de diciembre de 2010 y culminó el 28 de julio de 2011. Contempló el desarrollo de las siguientes entregas de proyecto:

- ✓ Entrega 1.-Seminario Técnico de Apertura
- ✓ Entrega 2.-Tipología y Demanda
- ✓ Entrega 3.1-Proyecto de Producto
- ✓ Entrega 3.2-Proceso Productivo Básico (PPB)
- ✓ Entrega 3.3-Infraestructura Básica
- ✓ Entrega 3.4-Layout, Recursos Humanos y Análisis Financiera
- ✓ Proyecto Conceptual de Ingeniería Civil
- ✓ Proyecto Ejecutivo Básico de Ingeniería Civil

✓ Proyecto Detallado de Ingeniería Civil

2.1.1.1 Información General del Proyecto de Fábrica

Objetivo General del Proyecto

El proyecto tiene como objetivo general la implantación y operación de una “Fábrica de Equipos para el Procesamiento de Alimentos”.

Ubicación del proyecto

La fábrica se instalará en un terreno ubicado en la Zona Industrial Los Tanques-Área 2, con una superficie de 2,38 Hectáreas, en Villa de Cura, Municipio Zamora del Estado Aragua como se muestra en la fig. 2.1.

Implantación del proyecto

Para facilitar el funcionamiento de la fábrica, la mejor circulación y control de los flujos de personal, vehículos, materiales, visitantes y otros, las diferentes funciones de la fábrica serán ubicadas en distintas edificaciones.

En la etapa de proyecto conceptual se propone una implantación con seis (06) edificios (Fig. 2.2), para un total de 5.146,71 m<sup>2</sup>:



Figura 2.1 Ubicación del Proyecto

Fuente: Proyecto de implantación y operación de una “fábrica de equipos para el procesamiento de alimentos” código MAQH 0504. CORPIVENSA

1. Producción (3.050,00 m<sup>2</sup>)
2. Administración-Ingeniería (661,00 m<sup>2</sup>)
3. Restaurantes-Vestuarios (408,60 m<sup>2</sup>)
4. Control (34,71 m<sup>2</sup>)
5. Utilidades (708,40 m<sup>2</sup>)
6. Generadores (284,00 m<sup>2</sup>)



Figura 2.2. Implantación del Proyecto – Fase Conceptual

Fuente: Proyecto de implantación y operación de una “fábrica de equipos para el procesamiento de alimentos” código MAQH 0504. CORPIVENSA

### 2.1.1.2 Definición de la tipología de producto

La tipología de productos a ser fabricados por la unidad fabril se definió con base a los resultados de un proceso de investigación cuantitativa y cualitativa del mercado de equipos para el procesamiento de alimentos, a través de la aplicación de cuestionarios.

Para lograr un mejor análisis de las informaciones obtenidas, el mercado fue dividido en mercado interno y mercado externo. El mercado interno comprende las empresas procesadoras de alimentos públicas y privadas existentes, las cuales representan potenciales clientes de la fábrica. El mercado externo comprende las importaciones y exportaciones realizadas por Venezuela.

Los productos a ofrecer están representados por equipos que forman parte de una línea de procesamiento de alimentos. Se caracterizan por lo siguiente:

- ✓ Amplia variedad con relación a dimensiones y capacidad de procesamiento, según especificaciones del usuario final.
- ✓ Tecnología de baja y media complejidad.
- ✓ Fabricación en acero inoxidable.

Luego, se elaboró una lista de equipos prioritarios, que llevó en consideración los siguientes criterios: la similitud en el proceso de fabricación, las demandas exigidas por las empresas investigadas y no atendidas por el mercado interno, los productos que son importados, los productos que no serán prioridades en las primeras fases de implantación de las empresas socialistas proyectadas en convenio con Irán y Argentina, y productos que puedan ser fabricados en un área aproximada de 4.000 m<sup>2</sup>, entre otros factores.

Las líneas de equipos seleccionadas fueron las siguientes:

- ✓ Líneas de procesamiento de pescados.
- ✓ Líneas de procesamiento de carne de bovino.
- ✓ Líneas de procesamiento de miel.

Además de estas tres líneas, está prevista a futuro una ampliación de la unidad fabril para producir equipos para la línea de procesamiento de jugos.

Estas líneas de productos seguirán una ruta tecnológica que evolucionará de acuerdo con la curva de aprendizaje (fig. 2.3).

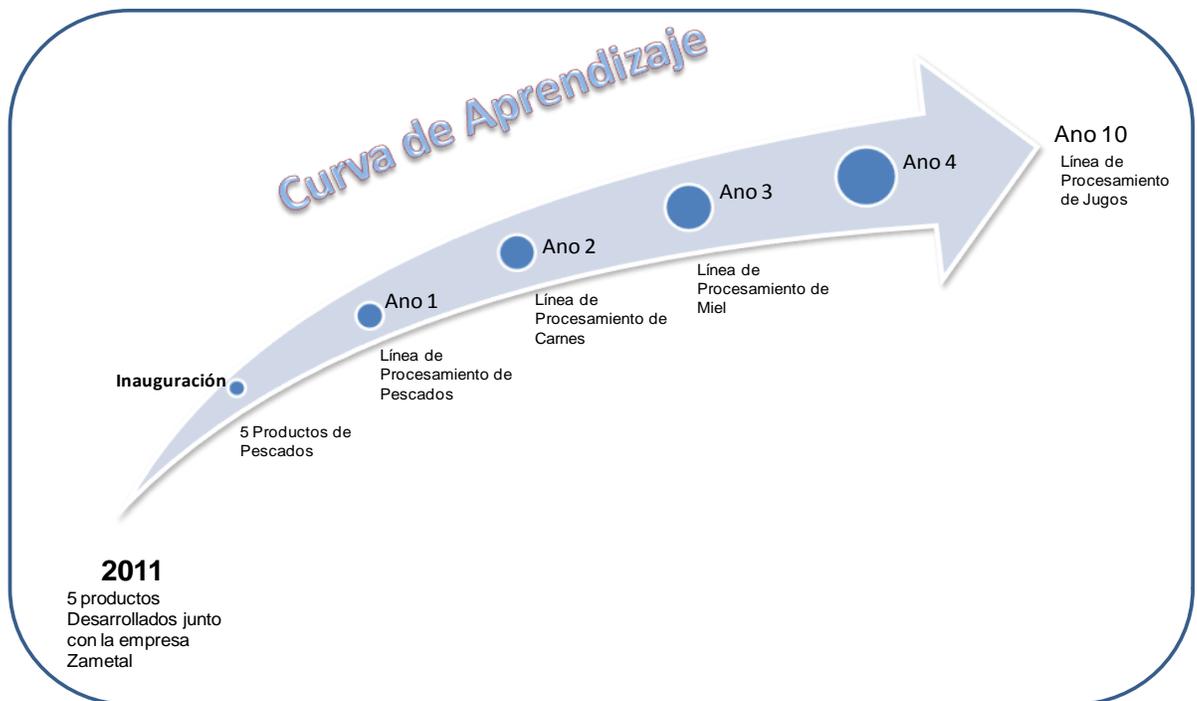


Figura 2.3 Curva de Aprendizaje.

Fuente: Proyecto de implantación y operación de una “fábrica de equipos para el procesamiento de alimentos” código MAQH 0504. CORPIVENSA

## 2.2 ANTECEDENTES

Los orígenes de la apicultura datan de hasta 10000 años AC en España, según muestran algunas pinturas rupestres encontradas en varias ciudades de este país. Cuando los españoles arribaron y colonizaron América, introdujeron sus costumbres y cultura en este continente, incluyendo la abeja melífera y consecuentemente la apicultura.

La historia de la apicultura se puede dividir en dos épocas, lo acontecido previo a, y lo acontecido luego de la invención del cuadro móvil. A mediados del siglo XIX se produjo una revolución en la apicultura. Hasta entonces, para recolectar la miel de la colmena había que separar los panales entre sí o de las paredes de la colmena con un cuchillo. En 1.851, Lorenzo L. Langstroth, inventa en Estados Unidos el marco móvil con paso

de abejas de 9,5 mm. El mérito de Langstroth fue el de diseñar los marcos y las distancias entre los panales y entre éstos y las paredes de la colmena, de tal forma que las abejas respetaban estas distancias, no construían puentes de cera y los panales eran así fácilmente extraíbles e intercambiables, tanto los del nido de cría como los de miel; esto permite su remoción, inspección y manejo en una forma compatible con un aumento en la cantidad y calidad de la miel cosechada.

En el año 2012 la Corporación de Industrias Intermedias (CORPIVENSA) en conjunto con el estudiante de la escuela de Ingeniería Mecánica de la UCV, Tonny De Abreu realizó un breve estudio como trabajo de pasantía titulado “Diseño de la estructura y el sistema de corte para un desoperculador de cuadros de miel de abejas”, el cual tuvo como resultado final la concepción de un equipo que contiene las siguientes características: una estructura sencilla que permite la instalación del sistema neumático que impulsa los cuadros, se pueden retirar los opérculos por medio de una bandeja colectora ubicada en la parte baja de la estructura, posee un tamaño adecuado para el uso de un operador y además cumple con cada uno de los requisitos que debe tener un equipo que trabaje con alimentos. Por otra parte el sistema de corte está diseñado pensando en la irregularidad y fragilidad que pueden tener los cuadros de miel, por esta razón se seleccionó un sistema que trabaje con cuchillas y que estas tengan cierta libertad en la dirección perpendicular al corte (resortes), con el propósito de retirar los opérculos causando el menor daño posible en el cuadro, además por su orientación vertical tiene la particularidad de poder desopercular las dos (2) caras del cuadro a la vez.

Simultáneamente el bachiller Reinaldo Meléndez, desarrollo un trabajo de pasantías para la misma empresa llamado “Diseño del sistema de movimiento para un desoperculador de cuadros de miel de abeja”

alcanzando el diseño de una estructura ligera la cual aloja unas cuchillas en forma vertical y en la cual mediante un riel se desplaza el cuadro de miel, éste impulsado por un sistema de pistón neumático.

### **2.3 MIEL**

La miel es una solución espesa, dulce, sobresaturada de azúcar que elaboran las abejas para alimentar a sus larvas y asegurarse la subsistencia durante el invierno. Las abejas obreras ingieren el néctar de las flores, el cual se transforma en miel en sacos especiales situados en su esófago. A continuación se almacena y madura en panales dentro de sus colmenas. La miel de las abejas es un importante elemento en la dieta de muchos animales, como los osos y los castores, en tanto que en la dieta humana se emplea para multitud de fines. Por su parte, la hormiga melífera y algunas especies de pulgones elaboran una sustancia similar a la miel a partir de las flores y las secreciones dulces de algunas plantas e insectos.

Esta solución proveniente de la abeja se compone de fructosa, glucosa y agua, en proporciones variables; contiene también varios enzimas y aceites. Su color y sabor dependen de la edad de la miel y de la fuente del néctar. Las mieles de color claro suelen ser de mejor calidad que las oscuras. Otras mieles de alta calidad son las elaboradas a partir de la flor de azahar (flor del naranjo), el trébol y la alfalfa. Una miel muy conocida y de menor calidad es la producida a partir del trigo sarraceno.

La miel tiene un valor energético de unas 3.307 cal/kg. Absorbe con facilidad la humedad del aire y, en consecuencia, se utiliza como agente humidificante para el tabaco y en la industria panadera. La glucosa cristaliza en la miel a temperatura ambiente, dejando una capa de fructosa disuelta sin cristalizar. Para su comercialización, la miel suele calentarse por medio de procesos especiales hasta unos 66 °C con el fin de disolver los cristales, y a

continuación se vierte en envases herméticos para impedir su cristalización. La fructosa de la miel cristalizada fermenta con facilidad a unos 16 °C o más. La miel fermentada se usa para fabricar aguamiel o hidromiel.<sup>2</sup>

## **2.4 IMPORTANCIA DE LA MIEL EN LA ALIMENTACIÓN Y LA SALUD**

A diferencia del azúcar, la miel es un edulcorante rico en nutrientes, proporciona numerosos minerales y vitaminas C, D, E y del complejo B. Es un concentrado de carbohidratos que eleva la energía tan necesaria para el deporte. Paradójicamente, la miel también es beneficiosa para promover el sueño. Alivia los dolores de garganta y calma la tos nocturna. Sus azúcares simples se asimilan fácilmente en el aparato digestivo, a diferencia del azúcar común.

Debido a sus componentes, la miel está clasificada en el grupo de los alimentos hidrocarbonados, es decir, los que están formados por hidrógeno, carbono y oxígeno, elementos que proporcionan calorías al organismo, lo cual se traduce en energía.

Pero la cosa no es tan sencilla como parece. En la composición de la miel participan más de 70 sustancias diferentes como se muestra en la tabla 3.1, de acuerdo a la variedad, que depende del tipo y la cantidad de flores libadas por las abejas, el tipo de colmena y las condiciones climáticas y regionales. Un 60 a 80 por ciento de la miel está compuesto por monosacáridos, azúcares simples que el organismo asimila directamente; 1,7% de sacarosa; 4,8% de dextrina; 0,2% de gomas naturales, las cuales, junto a la dextrina, impiden que la miel cristalice; 0,8% de materias nitrogenadas proteínas y aminoácidos, entre otras; 2,8% de materias no azucaradas; 20% de agua si es mayor esta proporción, se acelera el proceso

---

<sup>2</sup>Enciclopedia Encarta 2006

de deterioro de vitaminas y enzimas, y 0,3% de ácidos orgánicos, entre otros, ácido cítrico, láctico, fórmico y fosfórico.

No conforme con esto, la miel contiene minerales como el potasio (especialmente las oscuras, provenientes de bosques) y el fósforo, este último elemento importante para la metabolización de los hidratos de carbono; oligoelementos, como aluminio, cadmio, silicio, boro, titanio, plomo, níquel, cinc, litio, estaño, cromo y radio; pequeñas cantidades de vitaminas del grupo B, vitamina C y ácido pantoténico; enzimas tanto vegetales como animales (provenientes del polen de las flores y de las mismas abejas), que son las encargadas de facilitar que el organismo asimile fácilmente los azúcares sin causar problemas digestivos, e inhibinas, las cuales aportan su acción antibiótica y, actuando conjuntamente con los monosacáridos y la acetilcolina la cual, además, favorece la irrigación sanguínea aportan a la miel una acción curativa sobre heridas. Una de las razones por las que se debe evitar someter a la miel a altas temperaturas es que las inhibinas se destruyen por acción de la luz y el calor.

Quizás las malas noticias son para las personas que cuidan su dieta contando calorías, porque 100 gramos de miel contienen 325 calorías; sin embargo, esto es especialmente recomendable para quienes requieren dosis adicionales de energía, como deportistas, personas que realizan actividades con altas exigencias físicas e intelectuales, niños y ancianos. Si bien la miel es asimilada perfectamente por la inmensa mayoría de las personas, pueden darse algunos casos en que se presente alguna reacción adversa, como por ejemplo aquellos que son alérgicos al polen y, por supuesto, los diabéticos.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup>[www.alimentacion-sana.org](http://www.alimentacion-sana.org)

Sus propiedades cicatrizantes y humectantes la convierten en el ingrediente número uno de cremas y ungüentos para la piel. Diluida en leche tibia es una excelente loción que se aplica en el rostro y el cuerpo; mezclada con yema de huevo y unas gotas de aceite de almendras para cutis seco o jugo de limón para cutis graso es una excelente mascarilla limpiadora y preventiva de las arrugas. Además, mezclada con una infusión de berros, sirve para atenuar las manchas en la piel, y combinada con glicerina y jugo de limón ayuda a aliviar irritaciones y quemaduras causadas por la insolación.

Su consumo tiene efectos positivos a nivel del corazón, ya que favorece la producción de fosfatos orgánicos que regulan el ritmo cardíaco y estimulan el riego coronario. Igualmente, por ser rica en minerales y oligoelementos, influye sobre las enfermedades reumáticas; estimula el metabolismo hepático, por lo cual tiene un efecto desintoxicante en todo el organismo, y es un extraordinario reconstituyente.

La miel es la estrella protagónica de centenares de remedios caseros, recetados para aliviar y prevenir toda clase de males, desde artritis y fiebre hasta un excesivo deseo sexual.

Tabla 2.1: Composición promedio de la miel de abeja

COMPONENTE	RANGO
Humedad	14 - 20 %
Carbohidratos (totales)	82 -95 %
Fructosa	28 -44 %
Glucosa	22 - 38 %
Sacarosa	0,2 - 5 %
Maltosa	2 -16 %
Otros azúcares	0,1 - 8 %
Proteínas y aminoácidos	0,2 2 %
Grasas	0

Colesterol	0
Energía	304 Kcal
<b>Vitaminas</b>	
Tiamina	<0,0 mg
Riboflavina	<0,06 mg
Niacina	<0,36 mg
Ácido pantoténico	<0,11 mg
Piridoxina (B6)	<0,32 mg
Ácido ascórbico	2,2 - 2,4 mg
<b>Minerales</b>	
Calcio	4,4 - 9,2 mg
Cobre	0,003 - 0,1 mg
Hierro	0,06 - 1,5 mg
Magnesio	1,2 - 3,5 mg
Manganeso	0,02 - 0,4 mg
Fosforo	1,9 - 6,3 mg
Potasio	13,2 - 16,8 mg
Sodio	0 - 7,6 mg
Zinc	0,03 - 0,4 mg
Cenizas	0,2 - 1 %

Fuente: Norma Mexicana NMX-F-036-1997-NORMEX

## 2.5 ABEJA MELÍFERA

La abeja melífera (fig. 3.1) o abeja de miel es una abeja social, productora de miel, reconocida como el insecto más valioso desde el punto de vista económico. Esta reputación se debe en parte a que produce miel y cera de abejas, pero la principal utilidad de la abeja melífera es su papel en la polinización de los cultivos de frutas, nueces, hortalizas y vegetales forrajeros, así como plantas no cultivadas que impiden la erosión del suelo, al fijarse en él e impedir que sea arrastrado a los océanos.

La abeja melífera (fig. 2.4) es un insecto social que sólo puede sobrevivir como miembro de una comunidad, llamada colonia, nido o colmena.



Figura2.4Apis Mellifera  
Fuente: Enciclopedia Encarta 2006

### 2.5.1 Castas

La comunidad de las abejas melíferas está compuesta por tres formas diferentes, la reina (hembra), el zángano (macho) y las obreras (hembras estériles) (Fig. 2.5). Estas castas están asociadas a diferentes funciones en la colonia; cada una posee sus propios instintos especiales respecto a las necesidades de la comunidad.

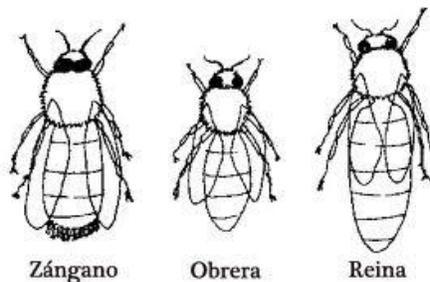


Figura2.5 Tipos de abejas en una casta

Fuente: [www.pepemi.es](http://www.pepemi.es)

### 2.5.2 La reina

La abeja reina (Fig. 2.6) es la única hembra sexualmente productiva de la comunidad y, por tanto, la madre de todos los zánganos, obreras y futuras reinas. Su capacidad para poner huevos es asombrosa; la producción

diaria generalmente supera los 1.500 huevos, cuyo peso total es equivalente al peso del cuerpo de la reina.

Desde el punto de vista anatómico, la reina es muy distinta de los zánganos y las obreras. Su cuerpo es largo, con un abdomen mucho mayor que el de una abeja obrera. Sus mandíbulas están armadas con afilados dientes cortantes, mientras que sus descendientes tienen mandíbulas sin dientes. La reina tiene un aguijón curvado y liso que puede usar una y otra vez sin poner en peligro su vida. Por contraste, las abejas obreras van armadas de un aguijón recto y barbado, de modo que cuando pican, queda anclado con firmeza en el cuerpo de la víctima. Al intentar sacarlo, la abeja se desgarrar parte del abdomen y muere poco después. La reina carece de las herramientas de trabajo que poseen las obreras, como cestas para el polen, glándulas que segregan cera y una vejiga bien desarrollada para la miel. Su alimento es casi exclusivamente una secreción, llamada jalea real, que producen las glándulas hipofaríngeas de las abejas obreras. La vida de una reina es de uno a tres años.



Figura2.6 La abeja reina rodeada de abejas obreras

Fuente: [www.bibliogia.com](http://www.bibliogia.com)

### **2.5.3 La abeja obrera**

Las abejas obreras superan siempre en número, con gran diferencia, a los zánganos. En primavera, en una colonia de la zona templada del mundo, el número de obreras varía entre 8.000 y 15.000, y a comienzos del verano,

puede llegar a ser superior a 80.000. Aunque carecen de la capacidad de aparearse y reproducirse, las obreras segregan cera, construyen el panal, recogen néctar, polen y agua, transforman el néctar en miel, limpian la colmena y, en caso de necesidad, la defienden.

El polen es la principal fuente de proteínas, grasas, minerales y vitaminas de las abejas, principios alimenticios esenciales para el crecimiento y desarrollo de las tres castas. Las abejas adultas pueden subsistir a base de miel o azúcar, una dieta de carbohidratos puros. Además de recolectar y almacenar alimento para todos los miembros de la comunidad, las obreras son las responsables de defender la colonia y de mantener la zona de puesta a 34 °C, temperatura óptima para la incubación de los huevos y el desarrollo de las crías. Cuando la colmena se calienta demasiado la ventilan entre todas batiendo las alas. Cuando el tiempo es fresco, se arraciman en torno a la zona de puesta y generan calor. Los huevos, introducidos cada uno en una celda, se abren al cabo de tres días. Las larvas son alimentadas con jalea real durante los dos días siguientes y después con polen y néctar o miel. Cada una de los cientos de larvas de una colmena debe ser alimentada muchas veces al día.

Durante las tres primeras semanas de vida adulta, las obreras dedican sus labores a construir el panal, limpiar y pulir las celdas, alimentar a las larvas y a la reina, controlar la temperatura, evaporar el agua del néctar hasta que toma la consistencia de una miel espesa y otras muchas y variadas tareas. Al final de este periodo trabajan como recolectoras y defensoras de la colonia. Las obreras que se desarrollan al comienzo de la estación llevan una vida muy activa que, desde el huevo hasta que mueren, dura unas seis semanas. Las obreras criadas a finales del otoño suelen vivir hasta la primavera, ya que tienen poco que hacer durante el invierno,

excepto comer y mantenerse calientes. Al contrario que otras especies de abejas, las abejas melíferas no hibernan.

#### **2.5.4 El zángano**

El zángano de la abeja carece de aguijón y de defensa alguna; no tiene cestillo para el polen ni glándulas productoras de cera, y no puede segregar jalea real. Su única función es aparearse con las nuevas reinas. Una vez consumado el apareamiento, que siempre tiene lugar durante el vuelo a cielo abierto, el zángano muere de forma inmediata. Los primeros investigadores sobre los hábitos de apareamiento de la abeja melífera llegaron a la conclusión unánime de que la reina sólo se apareaba una vez en su vida. Estudios científicos más recientes, no obstante, han demostrado que por lo general se aparea con seis o más zánganos a lo largo de unos cuantos días. El esperma móvil, o células germinales, de los zánganos se abre camino hasta un pequeño órgano en forma de saco llamado espermateca, que se encuentra en el abdomen de la reina. El esperma se mantiene viable en este órgano durante toda la vida de la reina.

Los zánganos son mayoritarios en las colonias de abejas durante los meses de primavera y verano. Conforme se acerca el otoño, son expulsados de las colmenas por las obreras, que los dejan morir en el exterior.

#### **2.5.5 Actividades**

La reina y sus obreras actúan como un equipo por el bienestar de la colonia en su conjunto. La reina puede determinar el sexo de su descendencia. Cuando un huevo pasa del ovario al oviducto, puede o no ser fecundado con el esperma que contiene la espermateca. El huevo fecundado se transforma en una abeja hembra, ya sea trabajadora o reina, y el huevo no fecundado en una abeja macho o zángano.

La reina pone los huevos que han de producir reinas en celdas construidas ex profeso, en las que el huevo se adhiere al techo. En la celda se introduce una cantidad suficiente de jalea real, que tiene una consistencia pastosa, para impedir que las larvas caigan y para alimentarlas.

Las abejas obreras son criadas en celdas mucho más pequeñas, dispuestas en horizontal. Dado que las futuras obreras reciben jalea real sólo durante los dos primeros días, el marcado contraste anatómico y funcional entre éstas y las reinas sólo puede deberse a la diferencia de alimentos consumidos durante el periodo larvario. El desarrollo de una reina, desde el huevo hasta el adulto, requiere 16 días, el de una obrera 21 días y el de un zángano 24 días.

Las abejas recolectoras llevan a la colmena el néctar de muchas flores. Una vez dentro, la abeja regurgita el contenido de su saco para la miel (una dilatación del esófago) en la boca de una trabajadora joven, llamada abeja enfermera, que deposita el néctar en una celda y hace todo lo necesario para transformarlo en miel. Cuando ésta ha madurado, espesándose, se sella la celda con una tapa hermética de cera. Tanto las trabajadoras jóvenes como las viejas deben almacenar miel para el invierno.

El polen penetra en las colmenas adherido a las patas traseras de las abejas recolectoras y es introducido directamente en las celdas. El polen traído en una salida determinada procede en su mayor parte de un único tipo de flor, lo que explica el papel destacado de la abeja melífera como insecto polinizador. Si volara de una especie a otra, la transferencia de polen sería ineficaz, pero dado que en cada salida limita sus visitas a las flores de una única especie, actúa como agente de la polinización cruzada necesaria para muchas variedades de plantas.

### **2.5.6 La vida en comunidad**

La perfección y el desarrollo ordenado de una comunidad de abejas representan un fascinante estudio sobre la organización social. Los diferentes grupos de edades desempeñan tareas diferentes. Las adultas más jóvenes suelen empezar a trabajar como limpiadoras y pulidoras de las celdillas. Las tareas de las obreras maduras comprenden: construir el panal, alimentar a cientos de abejas inmaduras, cuidar a la reina, generar calor y ventilar la colmena y, finalmente, recolectar néctar, polen y agua. El centro de las actividades es la reina, fuente de feromonas que determinan buena parte de la vida de la colonia.

### **2.5.7 Comunicación**

Entre las abejas melíferas existe un sistema de comunicación muy perfeccionado. En sus estudios sobre las abejas, iniciados a comienzos de la década de 1900, el zoólogo austriaco Karl Von Frisch descubrió muchos aspectos de ese sistema. En un trabajo ya clásico publicado en 1923, Von Frisch describía cómo, tras descubrir una abeja exploradora una nueva fuente de alimentos, como un campo florido, ésta llena su saco de néctar, regresa a la colmena y ejecuta una danza vigorosa y muy codificada. Si la nueva fuente de alimentos se encuentra a menos de 90 m de distancia de la colmena, la abeja ejecuta un baile circular, desplazándose primero unos 2 cm o más, y describiendo después círculos en dirección opuesta. Un buen número de las abejas de la colonia siguen de cerca la danza, imitando sus movimientos. Durante esta ceremonia, las otras obreras perciben la fragancia de las flores en las que la danzarina recogió el néctar. Una vez sabido que hay alimento a poca distancia de la colmena, y qué aroma tiene, las otras abejas van al exterior y vuelan en círculos cada vez mayores hasta dar con su fuente.

Si la nueva fuente de néctar o polen se encuentra a una distancia mayor, su descubridora ejecuta una danza más elaborada, caracterizada por movimientos intermitentes a lo largo del diámetro del círculo y por un movimiento oscilante, vigoroso y constante, del abdomen. Al parecer, hasta el último movimiento de esta danza tiene un significado. El número de veces que la abeja describe un círculo en un tiempo dado informa a las otras abejas de la distancia a la cual hay que volar hasta llegar a donde está la comida. Los movimientos siguiendo el diámetro indican la dirección en la que se encuentra. Si el tramo recto (diámetro) está hacia arriba, hay que volar directamente hacia el sol. Si está hacia abajo, significa que las abejas darán con los alimentos si vuelan de espaldas al sol. Si forma un ángulo con la vertical, las abejas deberán seguir un curso a la derecha o la izquierda del sol con el mismo ángulo. La observación de las abejas en una colmena de cristal demuestra la existencia de estas instrucciones tan claramente, que los observadores expertos pueden interpretarlas.

### **2.5.8 Problemas de supervivencia**

Para producir miel y cera, las abejas deben pasar todo el tiempo que están fuera de la colmena entre flores. Sus cuerpos delicados se ven sometidos a las embestidas del viento durante el mal tiempo, por lo que deben generar suficiente calor para no congelarse cuando desciende la temperatura. Durante el verano, las obreras deben almacenar la comida necesaria para todo el invierno. Un abeja sólo puede sobrevivir un día sin comer.

### **2.5.9 Valor económico**

La abeja melífera tiene una gran importancia económica pues es uno de los principales insectos polinizadores de los cultivos.

La llamada abeja asesina (cuyo nombre correcto es abeja africanizada) es una variedad de abeja melífera que escapó de unos laboratorios de investigación de Sudamérica a finales de la década de 1950 y se ha podido observar ya en el sur de Estados Unidos.

### **2.5.10 Polinización de las cosechas**

La importancia de la abeja melífera para la agricultura en los países desarrollados queda ilustrada por el hecho de que la mayoría de los principales cultivos requieren que sus flores sean visitadas por insectos para su polinización. Entre las cosechas que dependen de la polinización por insectos o que su producción es mayor cuando abundan las abejas en época de floración, están los frutos (almendra, manzana, albaricoque o chabacano, aguacate, mora, arándano, cereza, pepino, zarzamora, grosella, uva, mango, melón, melocotón o durazno, nectarina o prisco, pera, caqui, ciruela, frambuesa, fresa y sandía) y las cosechas de semillero (por ejemplo, alfalfa, espárrago, brécol o brócoli, coles de Bruselas, repollo o col, zanahoria, trébol, algodón, pepino, cebolla, rábano, calabaza, trébol de olor y nabo).

El polen de estas plantas es demasiado pesado y pegajoso para ser dispersado por el viento, en contraste con el de los cereales y las herbáceas, que son polinizados por el viento y no requieren el auxilio de los insectos. La abeja melífera es el único insecto que puede transportarse a los campos de cultivo para el expreso propósito de la polinización.

### **2.6 ABEJA MELÍFERA AFRICANIZADA**

Abeja melífera africanizada, variedad de abeja melífera obtenida por hibridación con abejas melíferas africanas introducidas en el hemisferio occidental. Son sobre todo conocidas por su actitud defensiva, ya que atacan a los presuntos intrusos mucho más fácilmente que la abeja melífera europea común (por esta razón se les conoce con el nombre de "abejas asesinas").

Las abejas reina africanas fueron importadas por científicos brasileños en la década de 1950 con el fin de crear una abeja melífera mejor adaptada al clima tropical. Algunos enjambres escaparon. Dado que estaban bien adaptados para la supervivencia en los trópicos y que carecían de competidores, su población creció de forma descontrolada y empezaron a prosperar en una zona cada vez mayor de Sudamérica; ampliando su distribución a un ritmo de hasta 500 km al año, ya que los enjambres recorrían grandes distancias. En la década de 1980, las abejas africanas habían llegado a América Central y no tardaron en colonizar México. En 1990 llegó a Estados Unidos el primer enjambre (Texas); Nuevo México y Arizona fueron colonizados en años subsiguientes. En noviembre de 1994 se detectó un enjambre en California.

En apariencia las abejas alcanzaron un límite climático en su propagación hacia el Sur en el centro de Argentina y se espera que encuentren un límite similar en su propagación hacia el Norte, quedando restringidas a los estados costeros y del sur de Estados Unidos. Se han hibridado hasta cierto punto con poblaciones de abejas salvajes y de colmena europeas, motivo por el que suele llamárselas 'africanizadas' en vez de 'africanas'. No obstante, conservan muchas de las características originales de la abeja africana. Entre ellas están el crecimiento rápido de la población, la formación frecuente de enjambres, un almacenamiento mínimo de miel y la capacidad de sobrevivir con recursos florales escasos (polen y néctar), además de su actitud muy defensiva. Pueden llegar a dominar las colmenas de la abeja melífera europea por invasión directa, pero casi siempre lo hacen por alteración genética gradual a lo largo de varias generaciones.

La abeja melífera africana es más difícil de manejar que la europea y produce menos miel. Muchos apicultores latinoamericanos han quebrado por

no poder impedir la africanización de sus colmenas. Aunque no se cree que tenga gran impacto en Estados Unidos, una reducción en el número de colmenas de abejas melíferas podría poner en peligro la agricultura y la industria de la polinización locales. La africanización de las colmenas puede prevenirse introduciendo en ellas reinas europeas todos los años. En Estados Unidos ha producido cierta alarma la supuesta amenaza de las 'abejas asesinas'. Es cierto que las abejas africanizadas han hecho crecer el número de muertes producidas por picadura de abeja en México, Argentina y probablemente en otros países. En Estados Unidos, aunque el número de personas picadas por abejas ha ido en aumento desde 1990, no se ha registrado aumento alguno en el número de muertes por picadura de abeja. La abeja melífera africanizada sólo representa una amenaza real para la apicultura, por la publicidad negativa que supone.

## **2.7 PANAL DE MIEL**

Según la Real Academia Española (RAE), el panal es un conjunto de celdillas prismáticas hexagonales de cera, colocadas en series paralelas, que las abejas forman dentro de la colmena para depositar la miel.

Los panales de miel (Fig. 2.7) deben ser obrados por las abejas de forma que por las dos caras sobresalga un poco del plano de la madera el plano de desoperculado, de este modo es muy rápido quitar la capa de cera, no siempre sucede así y es frecuente encontrar panales que están más alargados hacia una cara y menos por la otra, las abejas cuando encuentran una fuente de néctar importante pueden para almacenarla prolongar las celdillas que en aquel momento están utilizando, si el aporte se mantiene pronto ocupan la otra cara y la prolongan de forma similar resultando un panal de forma regular, cuando tan solo una cara es prolongada se debe procurar colocarlo en el alza de forma que las abejas tengan un espacio amplio hasta el siguiente para que así puedan prolongarlo e igualarlo.

## 2.8 COLMENA

La colmena es la vivienda de una colonia de abejas y, por extensión, la colonia que vive en ella. Las colonias de abejas pueden llegar a contener hasta 80.000 individuos, y están constituidas por tres castas: las obreras, los zánganos y la abeja reina. Las abejas que se ven comúnmente son las obreras, que también constituyen la parte más numerosa de la colonia.



Figura 2.7. Panal de miel.

Fuente: manuelherrera yoga.files.wordpress.com

Existen diversos tipos de colmena, éstos son:

### 2.8.1 Colmena de panales fijos o fijistas

Las colmenas de panales fijos o fijistas (fig. 2.8) son llamados así porque tienen panales fijados sólidamente a las paredes interiores de la colmena. No se pueden inspeccionar completamente, y para extraer la miel hay que cortar los panales y exprimirlos, por lo que las abejas tienen que construirlas de nuevo.

Se construyen con diversos materiales: troncos huecos de árboles (palmeras, pinos, mocanes, etc.), o con tablas formando prismas.

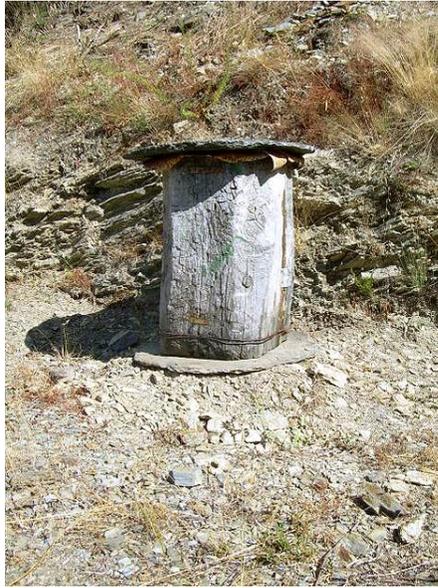


Figura2.8. Colmena fijista tipo “Trobo”.

Fuente: [www.lostrobos.com](http://www.lostrobos.com)

### **2.8.2 Colmena de panales móviles o movilistas**

Las colmenas de panales móviles o movilistas son aquellas que llevan los panales de cera sobre cuadros móviles, que se pueden sacar, examinar y cambiar de posición, entre los distintos cuerpos de la colmena.

La miel puede ser extraída sin dañar los panales, que pueden ser utilizados nuevamente. Se puede realizar un despiece de la colmena como se muestra en la figura 2.9.

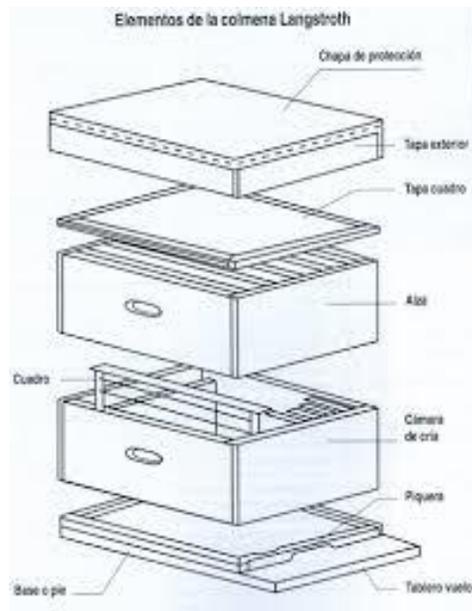


Figura 2.9 Despiece de una Colmena Movilista tipo Langstroth

Fuente: [www.islapro.com](http://www.islapro.com)

## 2.9 APICULTURA

La apicultura es el cuidado de las colmenas de abejas melíferas para la polinización de las cosechas, y la obtención de miel y otros productos. Se trata de una actividad muy antigua y extendida, que se cree tuvo su origen en Oriente Próximo. Hace varios miles de años, los antiguos egipcios ya criaban abejas y comerciaban con la miel y la cera a lo largo de la costa este de África. Hasta 1851, los apicultores cosechaban la miel y la cera matando a las colonias de abejas. Ese año, el estadounidense Lorenzo Lorraine Langstroth descubrió el principio del espacio en las abejas: éstas dejan un espacio de unos 6 mm entre los panales de cera; si se respeta esta distancia entre los marcos adyacentes de las colmenas artificiales, y entre éstos y las paredes de las mismas, los panales no se adherirán a los vecinos. El descubrimiento de Langstroth permitió recoger la miel y la cera de los panales de forma individual sin destruir la colonia. También hizo posible el

control de las enfermedades y el mantenimiento de un número mayor de colonias.

Aunque la cría de abejas permite a los apicultores ganar el sustento gracias a la venta de la miel y la cera que producen, la aportación más destacada de la abeja melífera es la polinización de los frutales, verduras y pastizales.

Las abejas deben criarse en zonas donde abunden las plantas productoras de néctar, como el trébol. Como norma, los mayores productores de miel establecen sus colmenas en zonas de agricultura intensiva, ya que no resulta práctico el cultivo de plantas para la producción de miel. Para obtener un buen aprovechamiento comercial, debería escogerse una localización que permita establecer de 30 a 50 colmenas.

Los insecticidas matan y debilitan miles de colonias de abejas cada año. Los apicultores que dedican sus colmenas a la polinización también deben prever las pérdidas debidas a la contaminación de sus fuentes de alimento. La miel en sí permanece libre de insecticidas, porque si la fuente de alimento está contaminada, la colonia muere o queda afectada de tal modo que las abejas no son capaces de producir miel en cantidad suficiente para ser recogida.

China, México y Argentina son los principales países exportadores; Alemania y Japón son los principales importadores. La antigua Unión Soviética (URSS) producía alrededor de una cuarta parte de las existencias mundiales; no obstante, no participaba en el mercado internacional de la miel.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup>Enciclopedia Encarta 2006

## **2.9.1 Productos y beneficios obtenidos de la apicultura**

### **2.9.1.1 Cera**

Es uno de los productos del metabolismo celular que las obreras producen por medio de cuatro pares de glándulas cereras ubicadas en el abdomen. Para que estas glándulas funcionen y produzcan cera es menester la conjunción de una serie de fenómenos: edad apropiada de las obreras, entrada a la colmena de néctar y polen, clima. La cera es un compuesto de ácidos grasos entre los que predomina el ácido cerótico en la proporción del 65%, miricina 30% y un 5% de ceroleína. Otros analistas indican: ácido cerótico, ácido palmítico, miricina y ceroleína.

Es la cera animal que reúne mayor número de cualidades y como aislante, impermeabilizadora, antioxidante, es superior a las ceras vegetales y minerales; además, es irremplazable por su composición química.

Sus usos son muy variados, pero la propia industria apícola ha de ser la que mayor consumo haga de ella en la elaboración de cera estampada o principio de fundación, necesaria como guía en todo cuadro de cada colmena que se inicia.

Además, se la emplea en la industria cosmética, para lápices de color, sello de cera, para grabar el vidrio, para elaborar tintas, para las cubiertas de cartuchos de las balas, para lápices labiales. Para la elaboración de velas litúrgicas, pues no se tuercen ni despiden olor, ya que la parafina tiene punto de fusión más bajo que la cera. También se la emplea para el lustrado de las maderas y pisos para la cual se le adiciona aguarrás una vez derretida, y así se la emplea de 125 maneras diferentes.

### **2.9.1.2 Polen**

No es éste el resultado de la elaboración por las abejas, es el elemento fecundante de las flores masculinas, y las abejas lo recolectan y

transportan en sus patas traseras hasta ubicarlo dentro de las celdas que conforman sus panales. Lo emplean para alimentar sus crías y las adultas también hacen gran consumo de él; sin él no hay desarrollo de crías ni es posible la actividad de los adultos(es un alimento completo formado por proteínas, lípidos, glúcidos, vitamina A, B, C, K y sales minerales). No es algo que las abejas elaboren o transformen. Solamente lo acondicionan para conservarlo en el mejor estado.

Es también un excelente alimento humano y está empleándose en el tratamiento de algunas enfermedades.

#### 2.9.1.3 Jalea Real

Es la leche de las abejas. Producida por glándulas que se localizan en la cabeza y cuyo producto se vierte en la boca, es el alimento suministrado, imprescindiblemente, a las larvas, hasta su tercer día de vida, y a la reina en forma permanente. Se hace un activo comercio de este producto para consumo humano, sea éste en estado de salud, como coadyuvante en tratamiento de ciertas infecciones.

#### 2.9.1.4 Veneno

Es producido por glándulas que lo vierten en el aguijón. Compuesto por ácidos orgánicos, a la vez que produce dolor y tumefacción al ser introducido en el tejido animal, es empleado en medicina, aplicado directamente por la picadura o aguijonazo o preparado en ampollas de vidrio.

#### 2.9.1.5 Propóleo

Es una sustancia gomoresinosa que las abejas recolectan (las encargadas de recoger propóleo nunca recogerán miel, ni polen, ni agua) de hojas y brotes tiernos de sauces, álamos y otros vegetales, lo transportan en la misma forma que el polen y lo utilizan para reducir la entrada a su vivienda, para cerrar grietas en la misma, para adherir los cuadros o marcos

de la colmena movilista, evitando todo movimiento. Finalmente, para embalsamar o cubrir todo animalito menor que pudiera entrar en su vivienda, al que le darán muerte. Y el que, al descomponerse, llenaría el ámbito de malos olores que las obligaría a emigrar. El propóleo se utiliza en la preparación de barnices y otros productos industriales y, según varios trabajos sobre experimentación y aplicación en medicina, discutidos en congresos mundiales de apicultura, su empleo en tratamientos es ya corriente.

Se lo emplea como antiséptico para vendajes quirúrgicos. El propóleo sirve de base a una importante preparación antiséptica usada por los cirujanos. El propóleo es muy recomendado como remedio para heridas y quemaduras.

#### 2.9.1.6 Núcleo

Es la iniciación de una colmena, o sea el modo de multiplicar o ampliar un apiario. Se prepara en una pequeña colmenita con capacidad para tres o cuatro cuadros, 2 con abejas adultas y crías nacientes, uno con miel y otro vacío; se puede agregar una reina fecunda para acelerar su desarrollo o prescindir de ella y esperar a que las abejas produzcan una, en este caso el desarrollo será lento e inseguro. La venta de núcleos es un buen renglón de entradas para el apicultor.

#### 2.9.1.7 Enjambre

Cada año, en primavera, la población de las colmenas se divide y una parte, acompañada de la reina, abandona su vivienda para buscar otra donde establecerse. Previamente se arraciman en la rama de un árbol, u otro sitio hasta encontrar lugar definitivo. A este racimo de lo llama enjambre, se lo captura alojándolo en nueva colmena y se lo destina a aumentar el apiario, o a la venta. En este último caso es motivo de ingresos para el apicultor.

#### 2.9.1.8 Subproductos

La miel que no destine para consumo directo al estado natural, puede someterse a procesos de elaboración, sean estos de transformación, o que modifiquen radicalmente su naturaleza.

El hombre ha ideado una cantidad de productos alimenticios, bebidas, licores y delicias del paladar que tienen por base la miel de abejas. En repostería, allí donde se necesita edulcorantes, el azúcar puede ser reemplazado ventajosamente por la miel.

A base de miel se pueden preparar diversos productos tales como mermeladas, arropes, caramelos, bombones, turrónes, crema de miel, dulce de leche, cremas heladas, lactomiel (mezcla homogeneizada de leche y miel), etc.

Para la elaboración de bebidas, tales como vinos o hidromieles en que es necesario el proceso de fermentación, la miel se utiliza como base y se obtienen bebidas de sabor delicado y de tenor alcohólico perfectamente graduable. Por destilación de bebidas fermentadas, con base de miel, se preparan licores de excelente buen gusto y fragancia. En el comercio se expenden ciertas bebidas alcohólicas, tales como caña, guindado y grapa edulcoradas por la adición de miel.

La miel se emplea como materia prima en la elaboración de vinagre de miel, que es de los mejores gustos

#### 2.9.1.9 Polinización

Es el beneficio indirecto de mayor valor y el más desconocido así por el apicultor como por el agricultor. Puede definirse como el acto mecánico de transferir el polen a las piezas femeninas de una flor.

Los vegetales necesitan del auxilio de fenómenos naturales ajenos a su naturaleza intrínseca, o de la ayuda de animales o del hombre. En el

primer caso es el viento, el agua, las vibraciones, quienes las apoyan y al tipo de polinización se llama anemófila o hidrófila. Cuando interviene el hombre se llama polinización artificial y si en ello la acción corresponde a los animales será polinización zoófila; la actividad polinizadora de los insectos se llama entomófila y es la más relevante. El más importante de los grupos de insectos polinizadores lo conforma la abeja melífera.

El destinatario de este beneficio es el poseedor de campos visitados por abejas, beneficios que se traducen en cosechas más abundantes de frutas y semillas, y en autoresiembra de praderas destinadas a pastoreo.

#### 2.9.1.10 Cría de reinas

La cría de reinas es una interesante práctica dentro de las actividades apícolas. Se puede realizar persiguiendo con ella dos fines: en pequeña escala, para nuestro consumo privado; en gran volumen, como dedicación principal y para la venta a los apicultores que las necesitan y las compran cada vez en mayor número.

Puede asegurarse que este renglón de la explotación apícola es altamente redituable y que la demanda de abejas reinas no decae ni decaerá porque hay un enorme déficit.

#### **2.9.2 Reseña histórica**

El hombre primitivo parece que empleo los productos apícolas no solo como alimentos, sino como medicamentos, existiendo en España uno de los documentos gráficos conocidos más antiguos. La pintura rupestre del periodo neolítico (6000 – 4000 a.C.), encontrada en la Cueva de la Araña, de la localidad valenciana de Bicorp, representando a un hombre extrayendo miel de un panal silvestre, situado en lo alto de un árbol.

Son abundantes las citas de los historiadores de todos los tiempos en sus escritos y crónicas, así como las que se encuentran en los libros sagrados de todas las religiones, recogiendo el uso y aplicación de los productos apícolas, y dando instrucciones para el manejo de las abejas.

Se desconoce cuando el hombre comenzó a practicar la apicultura, proporcionando a las abejas un lugar artificial para instalarse y obtener mayor beneficio de ellas, pero es de suponer que esta práctica es antiquísima, a tenor de los documentos históricos de antiguas culturas como la egipcia, que ya en el año 2400 a.C. dejó constancia en los relieves del Templo del Sol de Abusir de escenas de manipulación de abejas.

En el Lejano Oriente, el dios Visnú es representado como una abeja sobre una flor de loto. Las abejas fueron objeto de admiración religiosa, siendo ofrecida la miel como presente a los dioses en muchos países.

Los centros de cultura más antiguo se encontraban en el Medio Oriente, en zonas calurosas, secas y abiertas, sin forestación. Allí las primeras colmenas probablemente consistían en vasijas de barro, donde se acomodaban algunos enjambres. Estas vasijas de barro se fabricaron durante casi todo el período neolítico, desde 5000 a.C. en adelante. Los jarros para agua todavía se utilizan como colmenas en algunos países del Mediterráneo. En el antiguo Egipto y en las regiones circundantes se usaban colmenas de caños y tubos largos hechos de barro y otros materiales, colocados en forma horizontal y apilada uno junto a otro. En algunas comunidades se desarrollaron técnicas para fabricar recipientes de paja o de cerámica y estos canastos también se usaron para cobijar a las abejas. Estos cestos han cambiado poco en el transcurso de los años y los cestos de paja trenzados se hacen hoy en la misma forma en que se fabricaban hacia el año 5000 a.C. Más tarde aparecieron canastos tejidos fabricados con diversos materiales, como ramas flexibles. Las colmenas de mimbre todavía persisten

en algunas partes de Europa. Las colmenas primitivas eran generalmente pequeñas, porque el apicultor quería estimular a las abejas a enjambrar para poblar así sus colmenas vacías. La apicultura primitiva apenas si consistía en proveer las colmenas y matar las abejas (por ejemplo sumergiendo la colmena en agua hirviendo) para conseguir la miel y la cera. Antiguamente en Egipto se usó el humo para expulsar a las abejas de sus colmenas y en los tiempos de los antiguos romanos se solía alimentarlas. En algún momento de la Edad Media, los apicultores inventaron una forma de protección cuando manejaban a sus colmenas.

La primera cerveza de la que se tiene noticia se elaboró mezclando miel y agua y dejándola fermentar. Esta bebida alcohólica procuraba a sus consumidores una especie de éxtasis, por lo que era considerada como un néctar divino. Los vocablos bier (alemán), beer (inglés), biere (francés) y birra (italiano), que significan cerveza, derivan de aquella primera bebida fermentada, obtenida del producto de las abejas, a las que los celtas denominaban "biura".

En 1872, el explorador alemán J. Ebers encontró en Egipto un rollo de papiro escrito mil quinientos cincuenta años antes de Cristo que contiene una serie de recetas contra diferentes enfermedades, en las que figura la miel como elemento principal entre los medicamentos prescritos.

En la Grecia antigua, donde era tradición que el dios Zeus, padre de todos los dioses, había sido alimentado con miel durante su infancia, la miel se consumía en abundancia, Pitágoras, Hipócrates y otros grandes sabios de Grecia eran grandes consumidores de miel, a la que atribuían su longevidad y salud.

En la civilización romana el consumo llegó a ser extraordinario, además de consumirla directamente, la utilizaban para la conservación de fruta y pescados, que guardaban en ánforas y cubrían con la miel.

La frase luna de miel tiene su origen en la costumbre romana de que la madre de la novia dejaba cada noche en la alcoba nupcial, a disposición de los recién casados, una vasija conteniendo miel. Esta práctica duraba toda la luna.

También los chinos utilizaban la miel y sigue siendo un elemento importante en la exquisita cocina china.

### **2.9.3Desarrollo mundial**

El primer gran impulso se registra en el Siglo XVIII con la invención del cuadro por parte de Huber (1790) aplicado a su colmena de libro. Tienen que pasar casi cien años para que de nuevo se registre un avance importante.

Año 1851 Lorenzo Lorraine Langstroth inventa el cuadro móvil tal como lo conocemos en la actualidad y al año siguiente el 15 de enero lo patenta junto con la colmena que lleva su nombre y de la cual dice " sus panales se hallan dentro de cuadros móviles que no son pegados por las abejas a las paredes" había descubierto el denominado espacio de la abeja.

Año 1857 se fabrica la primera cera estampada por el alemán Weiss, con sucesivas modificaciones en las máquinas usadas hasta llegar a la prensa de rodillos ideada por Root. En la actualidad se siguen utilizando los mismos principios que le dieron origen.

Año 1865 el italiano Hruschka construye el primer extractor de miel basado en la fuerza centrífuga. Root introduce algunas mejoras e idea la

posibilidad de colocar los cuadros en forma radial de la misma forma que son los extractores actuales.

Estas tres fechas históricas supusieron un cambio radical en la apicultura y contribuyeron de manera decisiva a la hora de facilitar la explotación racional de las colonias permitiendo toda una serie de manejos que no eran imaginables antes de disponer de esos tres logros prácticos.<sup>5</sup>

#### 2.9.3.1 Colmena de Layens

George Layens fue laureado de la academia de ciencias de Francia, falleció en octubre del año 1897, es conocido por sus varios libros en donde recogía sus estudios y experimentos. Inventó la colmena horizontal (fig. 2.10) que lleva su nombre con la que durante muchos años y hasta la actualidad se practica la trashumancia por su facilidad de manejo al carecer de alzas, no obstante esta ventaja está dando paso a otros modelos de colmena.

##### Características:

Numero de cuadros por colmena: variable de 10 a 14, aunque la más generalizada es la de 12.

Panal de 30 x 35 cm.

Dimensiones internas (colmena de 12 cuadros): 49 x 35 x 41 cm.

##### Ventajas

Prácticamente la única que tiene es su facilidad de transporte y el poder ser cargada por una sola persona.

---

<sup>5</sup> Enciclopedia Británica 1982

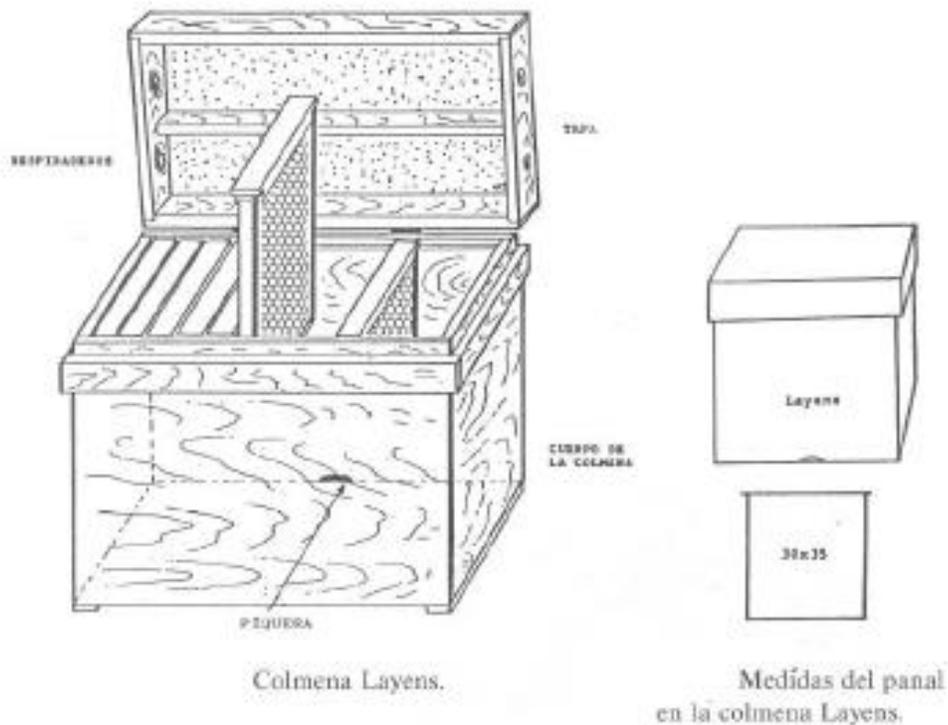


Figura 2.10. Colmena Layens.

Fuente: [www.beekeeping.com](http://www.beekeeping.com)

### 2.9.3.2 Colmena de Langstroth

Lorenzo Langstroth nació en el año 1810, inventó la colmena que denominamos perfección (Fig. 2.11), escribió varios libros y procedió a la importación de reinas italianas contribuyendo a su difusión en EE.UU. su contribución al desarrollo de la apicultura es fundamental.

#### Características

Cámara de cría y alza iguales.

Dimensiones internas 46 x 37 x 25 cm.

Panal de 42 x 20 cm.

### Ventajas

Se pueden intercambiar los cuadros entre los distintos cuerpos de la colmena y éstos entre sí.

Cuadros poco profundos. Al manipularlos se matan menos abejas que con otros más profundos.

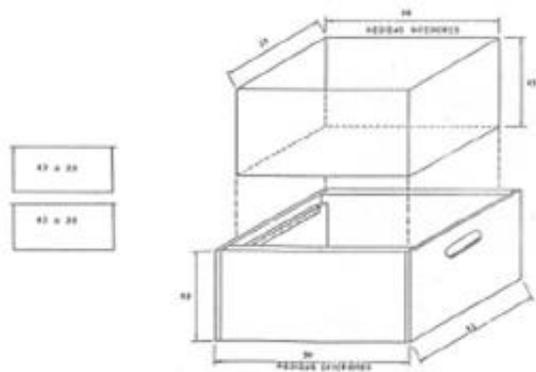
Permite aumentar su volumen añadiendo alzas según las necesidades y fuerza de la colonia.

### Inconvenientes

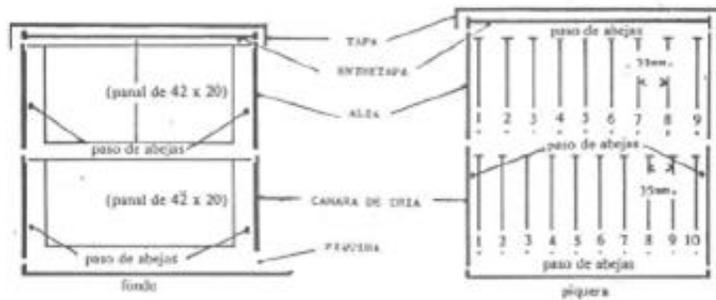
Mayor dificultad en la trashumancia al ser todos sus elementos móviles, y tener que trasladarla habitualmente con el alza puesta (una colmena fuerte precisa dos cuerpos como cámara de cría).

#### 2.9.3.3 Colmena de Dadant

Dadant nace en Francia el año 1817, emigró a EE.UU. a Illinois, modificó la colmena inventada por Langstroth haciéndola con una cámara mayor y dotándola de dos medias alzas, esta colmena es la que actualmente denominamos industrial (fig. 2.12) y es muy apropiada para la producción intensiva en buenas floraciones, permite obtener mieles monoflorales con facilidad, las colonias que viven en ella pueden llegar a alcanzar grandes volúmenes con facilidad lo que redonda en buenas cosechas.



Dimensiones interiores y exteriores de una colmena Perfección (en cms.).



Sección lateral y frontal de una colmena Perfección.

Figura2.11. Colmena Langstroth.

Fuente: [www.infogranja.com.ar](http://www.infogranja.com.ar)

### Características

Cámara de cría y alza diferentes. Al ser el volumen de ésta la mitad que el de la cámara de cría se denomina “media alza”.

Dimensiones internas de la cámara de cría: 46 x 37 x 30 cm.

Dimensiones internas alza: 46 x 37 x 17 cm.

Panal de cámara de cría: 42 x 27 cm.

## Ventajas

Facilita la trashumancia al poder transportar la colmena con solo la cámara de cría, debido a su mayor capacidad: un 20% más de volumen y un 35% más de superficie de paneles que en la colmena de Perfección.

Las medias alzas son más manejables y sus cuadros se desperdician mejor que los de la colmena de Perfección.

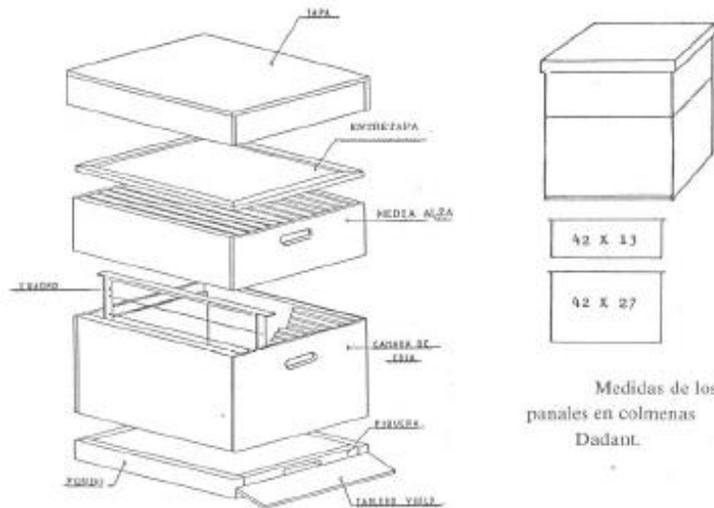
El volumen de la media alza es reducido, por lo que la miel la operculan más rápidamente que en la Perfección permitiendo obtener cosechas monoflorales.

## Inconvenientes

Los cuadros no son intercambiables entre la cámara de cría y la media alza.

Los cuadros de la cámara de cría no son tan fáciles de extraer como los de la colmena de Perfección.

En algunas partes del mundo donde la apicultura está bien desarrollada, existen mercados para el polen y el propóleo (una resina de árboles cosechada por las abejas para uso en la colmena). Aunque estos sean productos posibles para un proyecto apícola, no son prácticos para el principio de un proyecto. La producción de polen es relativamente difícil, y en la mayoría de las regiones no hay mercados locales para la venta de estos productos. Algunos apicultores pueden vender abejas (núcleos) a otros que quieren comenzar su micro emprendimiento.



Despiece de la colmena Dadant.

Figura 2.12. Colmena Dadant.

Fuente: [www.apicolalospedroches.com](http://www.apicolalospedroches.com)

#### 2.9.4 Desarrollo en Latinoamérica

Con la introducción de la *Apis mellifera* a mitad del siglo XIX, el nuevo mundo es fuente inagotable de mieles de calidad y cuna de apicultores que hacen de la tecnología productiva y los exuberantes recursos naturales sus principales aliados.

Sin duda alguna, los acuerdos de la Ronda de Uruguay del GATT jugaran un papel importante en los próximos años. El GATT contribuyó a un crecimiento mundial debido al éxito en las continuas reducciones de aranceles de azúcares y miel.

Incidentes no predestinados permitieron la liberación de los enjambres de abejas africanas de Sur África, mantenidos en colmenas experimentales en el apiario cuarentena de Piracicaba (Brasil) y con abejas reina "importadas" por el Dr. Warwick Kerr y sus colaboradores en 1956 para

desarrollar líneas de abejas más productivas y mejor adaptadas a las condiciones tropicales que las abejas europeas tradicionalmente explotadas; como las A. m. cárnica y A. caucásica el producto de los cruzamientos naturales permitió la formación de un híbrido con características indeseables para su manejo y explotación.

La creación de la Federación Iberolatinoamericana Apícola, de aquí en adelante denominada FILAPI, cuyo objetivo es la creación de un foro de diálogo, coordinación e intercambio, que genere políticas y acciones para fortalecer el desarrollo y la integración apícola iberolatinoamericana, teniendo como fin mejorar el posicionamiento de este bloque apícola en el escenario internacional.

### **2.9.5 Desarrollo de la apicultura en Venezuela**

La apicultura venezolana se basó en el uso de las abejas sin aguijón desde la época pre-colombina hasta el año 1565. De hecho el Cerro El Ávila de Caracas era llamado por lo indígenas GuarairaRepano (sitio de las abejas), dada la abundancia de estos insectos.

El uso de la abeja de miel (*Apis mellifera*) en Venezuela se inicia en 1565 con la traída de las razas *Apis mellifera* ibérica y *A. m. mellifera*, por los españoles. a las cuales se les sumó la *A. m. lingüística* desde mediados del siglo 20.

En 1973 Venezuela mostraba un crecimiento en la producción de miel y continuó creciendo hasta el año 1975 donde hubo una reducción importante y a partir de ese instante siguió disminuyendo la producción de miel en el país.

El siguiente cuadro (tabla 2.2) muestra cómo fue el desarrollo de la producción de miel entre los años 1973 – 1993.

Tabla 2.2 Producción de miel en Venezuela

<b>Evaluación de la producción de nivel en Venezuela. Período 1973-1993.</b>	
Año	Producción (kg.)
1973	1060000
1974	1335000
1975	1425000
1976	629820
1977	463856
1978	139157
1979	115000
1980	112750
1981	88070
1982	323125
1983	325120
1984	421053
1985	480000
1986	573730
1987	671197
1988	920972
1989	983320
1990	614208
1991	641666
1992	671978
1993	663706

Fuente. Anuarios del Ministerio de Agricultura y cría, 1993.

Según Manrique, el decaimiento en la producción ocurrió por una diversa serie de factores, los cuales son:

#### 2.9.5.1 Africanización de la abeja

Antes del arribo de las abejas africanizadas, las colmenas estaban ubicadas en su mayoría en lugares cercanos a la vivienda principal y existía un número aceptable de productores que poseían más de 1.000 colmenas. En 1975, se calcularon cerca de 94.000 colmenas modernas y para 2002, se estimaron en 21.000. Esta reducción se debió principalmente a el abandono y destrucción de las colmenas y apiarios; a la cantidad de muertes ocasionadas por los ataques de las abejas y a una campaña negativa contra estas. A pesar de que el número de colmenas se redujo considerablemente, el número de colonias silvestres aumentó en forma exponencial hasta alcanzar casi 1.000.000, que compiten con las colmenas modernas por alimentos y hábitat. Por otra parte, el poco estudio de la biología de este híbrido en Venezuela no ha permitido desarrollar un manejo adecuado, no obstante estos conocimientos permitieron que México recuperara su sitio en la apicultura después del ingreso de la abeja africanizada en la década de los años 1980, y que Brasil pasara de ser un país con poca producción de miel en 1956, a uno de los principales productores en el mundo (cosa que en nuestro país no se ha realizado con la seriedad que se merece) aunado al comportamiento altamente defensivo, enjambrazón y el abandono del nido de cría, han terminado por desincentivar a aquellos nuevos apicultores que quisieran trabajar con estos insectos.

Se realizó un estudio recientemente elaborado por Manrique, Antonio y Piccirillo, Giancarlo en el año 2001 llamado "Impacto y situación actual de la abeja africanizada en Venezuela" el cual muestra la importación y exportación de miel (tabla 2.3).

Tabla 2.3 Datos de producción vs. Consumo per cápita de miel.

Año	Export. (kg)	Import. (kg)	Año	Producción (kg)	Consumo de Miel	
1984	1.356	0	1984	421.053	0,02	16.993.078
1985	215	156	1985	480.000	0,03	17.460.000
1986	8.600	5.890	1986	573.730	0,03	17.922.990
1987	0	3.354	1987	671.197	0,04	18.382.478
1988	0	1.867	1988	920.972	0,05	18.839.278
1989	1.135	2.704	1989	983.320	0,05	19.294.590
1990	5.458	24.629	1990	614.208	0,03	19.750.000
1991	4.214	139.480	1991	641.666	0,04	20.137.000
1992	1.096	199.105	1992	671.978	0,04	20.650.000
1993	1.058	255.357	1993	432.685	0,03	21.121.000
1994	1.520	366.794	1994	418.674	0,04	21.583.000
1995	0	277.598	1995	331.319	0,03	22.043.000
1996	181	135.339	1996	319.990	0,02	22.502.000
1997	66	350.871	1997	317.792	0,03	22.959.000
1998	1.119	406.249	1998	370.742	0,03	23.413.000
1999	15	319.477	1999	409.292	0,03	23.867.000
2000	1.509	513.479	2000	403.268	0,04	23.311.000
2001	21	466.984	2001	296.572	0,03	23.054.210
2002	0	407.187	2002	151.000	0,02	25.219.910
2003	0	347.390	2003	100.000	0,02	25.673.550
2004	0	287.594	2004	90.000	0,02	25.127.351
2005	0	227.797	2005	90.000	0,01	26.577.423
2006	30	168.000	2006	240.000	0,02	27.030.656
<b>Total</b>	<b>27.593</b>	<b>4.907.301</b>		<b>9.949.458</b>	<b>0,7</b>	
<b>Média (kg)</b>	<b>1.200</b>	<b>213.361</b>		<b>432.585</b>	<b>0,03</b>	

<b>Média (Ton)</b>	<b>1</b>	<b>213</b>		<b>433</b>	
------------------------	----------	------------	--	------------	--

Fuente: Manrique, Antonio & Piccirillo, Giancarlo. 2001. Impacto y situación actual de la abeja africanizada en Venezuela. Datos desde 2002 a 2006 proyectados por investigación Centro Referencias de Tecnologías Innovadoras (CERTI).

#### 2.9.5.2 Resistencia al cambio

En los actuales momentos los apicultores continúan manejando las colonias de abejas africanizadas, de la misma forma que trabajaban las abejas europeas, olvidando la biología del comportamiento de las abejas africanizadas, dado que estos híbridos requieren la introducción de algunos cambios en el manejo, tales como: separación mínima entre colmenas de dos metros, uso de un ahumador mayor, uso de vestimenta resistente y de colores claros, uso indispensable de velo (máscara) y guantes, ubicación de los apiarios mínimo de 400 metros de centros poblados, control de enjambrazón, captura de enjambres, encolmenamiento o trasiego de colonias silvestres y disminuir las fuentes de perturbación que incitan el abandono de las colonias. Todos estos cambios que se deben adoptar para el correcto manejo de la abeja africanizada, han sido adoptados por varios apicultores, sin embargo, otro grupo de viejos y nuevos apicultores aún persisten con la idea de trabajar con abejas europeas al introducir reinas de este origen, olvidando que estas razas en nuestro país son: poco productivas y eficientes al tener que competir con las africanizadas; susceptibles a plagas y depredadores y reinas poco longevas, al ser cambiadas rápidamente por no mantener la tasa de postura adecuada.

#### 2.9.5.3 Fomento inadecuado y distorsionado

El apoyo a la apicultura en Venezuela ha sido incompleto, discriminatorio y distorsionado, hasta 1998, el sector apícola disfrutó de

pocos créditos, principalmente de la banca privada y del Instituto de Crédito Agrícola y Pecuario ( ICAP), bajo un criterio marcadamente economicista , en el cual el productor debía iniciar el pago del crédito a los seis meses de haberlo recibido, mecanismo que frenó las solicitudes crediticias y el crecimiento del sector, dado el corto plazo para amortizar el préstamo, en el cual se estimaba que la producción se efectuaría en un período tan corto. De 1999 a 2002, el apoyo económico que recibió el sector por parte del estado fue mayor que el recibido en los 20 años precedentes a través de organismos tan disímiles y sin coordinación entre sí, tales como: Fondo Nacional de Ciencia Tecnología y de Innovación (FONACIT), Consejo Nacional de la Cultura (CONAC), Fondo de Desarrollo Agrícola Pecuario Forestal y Afines (FONDAPFA), Plan Bolívar 2000, Alcaldías y Gobernaciones de Estados; bajo un criterio social equivocado al ofrecer cursos básicos con dotación de 5-10 colmenas por persona, sin un programa de seguimiento ni asesoría técnica que garantice una adecuada formación continua del crecimiento del sector. El mayor agravante radica, en la ausencia de una política global donde se considere a la apicultura como un sector productivo indispensable en la conservación de la biodiversidad y en la mejora de la productividad mediante la polinización cruzada.

#### 2.9.5.4 Inseguridad rural

Enmarcada por robo y destrucción de las colmenas, por parte de cosechadores y/o saqueadores furtivos, quienes se dedican a robar miel durante el período de cosecha, generalmente entre noviembre y abril, con acciones vandálicas que van desde el robo de los panales, cuadros y alzas hasta la destrucción y quema de las colmenas. En Venezuela para la cosecha 2002-2203 los apicultores reportaron un índice de robo y depredación de colmenas cercano al 20%, situación que se hace más crítica en los principales estados productores, a saber: Cojedes, Yaracuy,

Carabobo, Portuguesa y Monagas, situación ésta difícil de controlar dado que las autoridades competentes no actúan al respecto, al no considerarlo seriamente como un daño a la propiedad y a la producción. Este problema es de tal magnitud, que aparte del aislamiento en el que incurren los apicultores para evitar problemas con las comunidades, han elevado los costos al destinar una cantidad de tiempo y dinero para garantizar la seguridad de los apiarios y controlar éste enemigo, extremando las medidas de protección que van desde la construcción de instalaciones similares a jaulas ganaderas donde se confinan las abejas, uso de cámaras filmadoras en los apiarios para detectar e identificar a los saqueadores hasta llegar al extremo de colocar niples en las adyacencias de los apiarios. Lamentablemente el vandalismo contra la apicultura no es un fenómeno exclusivo venezolano, en Latinoamérica es muy común. Sin embargo, en varios países los saqueadores cuando son identificados o capturados in fraganti son severamente castigados por la ley. Igualmente las quemas accidentales o provocadas de bosques y sabanas, no sólo elimina las colonias silvestres, sino también, las colmenas establecidas.

#### 2.9.5.5 Falta de generación de relevo

La mayoría de los grandes apicultores en Venezuela sobrepasan los 45 años de edad, lo cual muestra parcialmente el poco interés que esta actividad despierta en los más jóvenes. Por otro lado, muchos de los nuevos apicultores son hobbistas y su impacto en la producción es bajo. Adicionalmente, la ausencia de la cátedra de apicultura dentro de los Pensum de estudios en la mayoría de las carreras agropecuarias tanto en las Universidades, Institutos Tecnológicos como en Escuelas Técnicas, atenta contra la adecuada formación de nuevos apicultores y respectiva divulgación de las bondades de este sector, el cual es percibido como pseudocientífico y poco serio.

#### 2.9.5.6 Sobrevaluación de la moneda

Venezuela por ser un país dependiente de las exportaciones petroleras generalmente ha tenido su moneda (El Bolívar) sobrevaluado, lo cual hace que muchos de los productos generados internamente sean más costosos que los importados. Aun cuando nuestro país posee un gran potencial apícola, dada su variada biodiversidad que ofrece una gran variedad de plantas de las cuales se pueden obtener productos apícolas de elevada calidad, lamentablemente la mayor parte de los implementos usados en la apicultura local son importados y más costosos, debido a la poca oferta y a la ausencia de desarrollo de equipos y materiales locales que permitan abaratar los costos, de tal forma que la miel producida en el país tiene un precio al mayor de 4.500-6.500Bs/kg (1.7-2.5 US\$/kg) en cuanto el precio internacional varía entre 1.1-1.7 US\$/kg. Aunado a este hecho se presenta la importación indiscriminada de mieles de baja calidad (calidad industrial) dado su bajo precio que compite deslealmente contra mieles de mejor calidad pero de mayor precio. No obstante, a raíz del control de cambio decretado en enero del presente año, se han cerrado las importaciones y el sector apícola ha retomado un impulso, dado que la escasez de miel ha obligado e incentivado a muchos apicultores a incrementar el número de colmenas para satisfacer la demanda reprimida de miel.

#### 2.9.5.7 Poca cultura apícola

En Venezuela cuando se habla de abejas, automáticamente la mayoría de las personas lo asocia con las picadas de abejas y con la miel, olvidándose que existen una serie de productos como: Polen, propóleos, cera, jalea real, apitoxina y derivados como, licor de miel y vinagre de miel, además de productos compuestos, que pueden aumentar el valor agregado del sector apícola. Por otra parte, la miel es el producto de origen agropecuario más vilipendiado y sobre el cual se desconfía más acerca de su

autenticidad. Esta desconfianza ha generado una serie de elementos que condicionan y distorsionan su consumo, a saber: a) Proliferación de productos adulterados ofrecidos como miel, lo que permite que se oferte en el mercado consumidor más del 20% en "mieles" adulteradas (llamadas jarabes o papelón) fabricadas con azúcar comercial (sacarosa) y amarillo 5 (tartrazina); b) la falsa propaganda, que divulgan los adulteradores de miel, quienes señalan que la miel que cristaliza es adulterada o es azúcar, lo cual inhibe fuertemente el consumo de este alimento y c) la ausencia de promoción acerca de los beneficios del consumo de miel, dado que mayormente se utiliza como remedio contra la gripe. La falta de cultura de polinización entomófila también atenta contra el desarrollo de nuestra apicultura, mientras en países como Chile, Argentina, España, Estados Unidos e Israel, los productores de frutales solicitan los servicios apícolas para polinizar sus cultivos, remunerando al apicultor con valores de 15 hasta 25 US\$/colmena, en Venezuela por el contrario los agricultores pretenden cobrarle a los apicultores el servicio de polinización que estos realizan, actitud que limita el desarrollo de una apicultura especializada en polinización.

## **2.10 PROCESOS PARA LA EXTRACCIÓN DE LA MIEL**

### **2.10.1 Recolección de los panales**

Para recolectar los cuadros de miel se utiliza un ahumador (fig.2.13) que es un equipo sencillo, un fuelle con un tanque que tiene el combustible que se quema y se produce el humo para atontar a las abejas y así facilitar la tarea de extracción de marcos, es importante usar un combustible que no contamine la colmena.



Figura2.13 Ahumador.

Fuente: Línea de Producción de Miel (Presentación). CORPIVENSA.

### 2.10.2 Transporte

Para transportar los panales se utiliza una batea (fig. 2.14) que es un implemento sencillo que cumple las funciones de sostener los cuadros para el traslado desde el cuarto de cría al desoperculador.



Figura2.14 Batea de transporte

Fuente:Línea de Producción de Miel (Presentación). CORPIVENSA.

### 2.10.3 Desoperculado

El desoperculado es el proceso mediante el cual se retira el opérculo de cera que cubre la miel en el panal, obteniéndose por un lado cera, miel y algunas impurezas y por otro, el panal con miel que irá al proceso de extracción. Para este proceso se utiliza un equipo desoperculador que puede ser desde un cuchillo (fig. 2.15), un cepillo (fig. 2.16), hasta una máquina con un funcionamiento más complejo (fig. 2.17).



Figura 2.15 Cuchillo para desopercular  
Fuente: archivo.abc.com



Figura 2.16 Cepillo desoperculador  
Fuente: archivo.abc.com



Figura 2.17 Equipo desoperculador  
Fuentes:Línea de Producción de Miel (Presentación). CORPIVENSA.

#### 2.10.4 Centrifugado

El centrifugado es el proceso por el cual se obtiene la miel del panal. En este proceso se colecta además de miel, porciones de cera y algunas impurezas (restos de abejas, madera, etc.). Para asegurar la inocuidad, este proceso se debe realizar a través de un equipo de acero inoxidable, llamado

centrífuga (fig. 2.18) cuyo eje puede trabajar de manera vertical o bien horizontal. En él se colocan los marcos móviles con los panales que contienen la miel, por fuerza centrífuga esta sale de las celdas hexagonales de los panales estampándose contra las paredes de la máquina, presentan controladores de revoluciones, canastos que permiten una carga rápida, motores potentes, sistemas de autofrenado.



Figura2.18 Centrífuga.

Fuente:Línea de Producción de Miel (Presentación). CORPIVENSA.

### **2.10.5 Recepción y filtrado**

El tanque de recepción (Fig. 2.19) de miel se ubica a la salida de la centrífuga.

Un equipo de filtrado está compuesto básicamente de una bomba, el filtro, válvulas de purgado, cañerías, accesorios de conexión, manómetro y presostato.

La temperatura de la miel a filtrar, está determinada por la porosidad de los elementos filtrantes. Debido a la viscosidad de la miel, cuando más profundo es el filtrado, más alta es la temperatura.

Para el filtrado de la miel se deberán emplear filtros con mallas de acero inoxidable con abertura de 100 micras.

Los filtros deberán ser reemplazables y lavables. La limpieza se realizará cuando ya no fluya la miel o al finalizar el proceso, con agua caliente y limpia.



Figura2.19. Tanque receptor de miel.

Fuente:Línea de Producción de Miel (Presentación). CORPIVENSA.

### **2.10.6 Sistema de Bombeo**

Las bombas son utilizadas en apicultura para varios servicios, siendo los más comunes, mover la miel entre recipientes o a través de filtros.

El movimiento de los líquidos viscosos, difíciles de manipular como es la miel, requiere de bombas especialmente diseñadas. Son bombas de desplazamiento positivo y en menor grado auto-aspirantes como se muestran en la figura 2.20.

Por su viscosidad variable con la temperatura, el buen funcionamiento de las bombas dependerá de la temperatura de la miel, la velocidad de giro

de la bomba, la altura de suministro de miel y el diseño de las cañerías de aspiración y manda.



Figura2.20. Sistema de bombeo para miel.

Fuente: Línea de Producción de Miel (Presentación). CORPIVENSA.

También se debe evitar que se acumulen impurezas y cera en exceso en la superficie de la miel dentro del tanque de recepción, retirándola para que no sea succionada por la bomba de elevación y que se obstruya, de forma higiénica y con implementos de acero inoxidable.

### **2.10.7 Tubería de transporte de miel**

El traslado de la miel desde la separadora de miel y cera, extractor y/o bandejas hacia el pasteurizador, y desde éste hacia la envasadora, se realizará a través de cañerías aprobadas para uso alimentario.

Deberán tener las siguientes características:

- ✓ Tendrán posiciones fijas.
- ✓ Serán desmontables.
- ✓ No poseerán ángulos rectos.
- ✓ Deberán contar con llaves de paso para su manipulación.

### **2.10.8 Decantado**

A la salida del extractor y la desoperculadora, la miel contiene restos de opérculos, abejas, larvas y otras impurezas que deben ser eliminadas lo más rápido posible.

Los métodos utilizados son los decantadores y las piletas de decantación y filtrado. Estas permiten una rápida limpieza de la miel por su amplia superficie de decantado y su sistema de trampas y filtros escalonados. Su ubicación a nivel del piso hace fácil el retiro de las mismas y el cambio de los filtros saturados.

Un sistema de bombeo, no debe instalarse a la salida de los extractores. Las partes internas de las bombas, aplastaran abejas y larvas, contaminando la miel. Además pueden ser dañados por las impurezas.

En zonas de clima frío con mieles muy viscosas, es necesario instalar un calefactor eléctrico controlado por termostato dentro de la pileta.

Este sistema permite llenar directamente los tambores, donde la miel, terminara su decantación Esto es conveniente en plantas de extracción comunitarias, donde cada apicultor, quiere llevarse su miel después de la extracción.

Este sistema rápido sirve como limpieza primaria de la miel. Para terminar el proceso es necesario el reposo de la miel por 4 o 5 días en tanques decantadores y después llenar los tambores.

Un sistema ideal de tanques de decantación debe contar con circuitos de cañerías y llaves de paso que permiten el trabajo en conjunto o en forma individual para evitar el mezclado de mieles de distintos orígenes o productores.

También es importante la ubicación de los decantadores. El local debe contar con las condiciones elementales de higiene, sanidad y una temperatura promedio de 25 °C para que sea efectiva la decantación

En pequeñas explotaciones, piletas de decantación y los coladores deben utilizarse antes de colocar la miel en los tambores.

Una vez terminada la decantación y envasada en los tambores, estos deben colocarse en depósitos lo más frescos posible.

### **2.10.9 Envasado**

Envasado en tambores: Deberán usarse, preferentemente, tambores nuevos con un recubrimiento interno de resina fenólica horneada o pintura epóxica.

Si por alguna razón se emplean tambores usados, deberán proceder de la industria alimenticia, tendrán que lavarse perfectamente para eliminar olores ajenos a la miel, estar recubiertos con resina fenólica o pintura epóxica y no presentar golpes.

### **2.11 ACERO INOXIDABLE**

El acero inoxidable es el material más recomendado para la construcción de superficies y equipos en contacto con los alimentos. El acero inoxidable es una aleación de hierro y cromo, la cual puede también incluir níquel y manganeso en su formulación. Puede conseguirse en el mercado con varias composiciones, acabados, dureza y resistencia a la corrosión.

Tipos de acero inoxidable

Básicamente se dividen en tres tipos: los aceros martensíticos, los ferríticos y los austeníticos.

Los aceros martensíticos incluyen los aceros al cromo que han sido endurecidos por tratamientos térmicos y poseen una notable resistencia a la carga y al impacto, pero baja resistencia a la corrosión en relación con otros tipos.

Los aceros ferríticos se caracterizan por tener una mayor cantidad de cromo en su composición, pero no poseen la resistencia de los aceros martensíticos.

Los aceros austeníticos son los más utilizados en la industria alimentaria y contienen aleaciones de cromo y níquel, no siendo endurecidos por tratamientos térmicos y poseen una elevada resistencia a la corrosión.

En la tabla 3.4 se presentan las composiciones típicas de diversos tipos de acero inoxidable. Los de la serie 300 son de tipo austenítico, mientras que los 410, 430 y 17-4PH son parte del grupo martensítico, ferrítico y endurecidos por precipitación, respectivamente.

Tabla 2.4 Composición típica de aceros inoxidables

Composición típica de algunos aceros inoxidables.

Elemento	Tipo de acero (composición en %)					
	302	304	316	430	440C	502
Carbono	0,08-0,2	0,08	0,10	0,12	0,95	0,10
Manganeso	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0
Fósforo	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Azufre	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Sílice	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Níquel	8-10	8-10	10-14	0	0	0
Cromo	17-19	18-20	16-18	14-18	16-18	4-6
Molibdeno	0	0	2-3	0	0,75	0

Fuente: BARREIRO. JOSÉ, Higiene y Saneamiento en el Procesamiento de Alimentos

La estabilidad del acero inoxidable a la corrosión puede mejorarse mediante procesos tales como el pasivado, el decapado y el pulido.

El pasivado consiste en la remoción del hierro exógeno o compuestos ferrosos de la superficie del acero inoxidable que generalmente quedan después del proceso de fabricación, mediante un proceso de disolución química con una solución ácida (medianamente oxidante) que remueva la contaminación pero no afecte en forma apreciable al acero inoxidable, promoviendo la formación de una película pasiva de óxido de cromo protectora a la corrosión. En el pasivado se remueven aceites, grasas, lubricantes, refrigerantes, fluidos para el corte y otros residuos orgánicos y metálicos dejados en la superficie durante el proceso de fabricación. Este se puede lograr por varios métodos tales como desgrasado con vapor, limpieza con solvente y tratamiento con productos alcalinos, Después de la remoción de los residuos, el acero inoxidable debe tratarse con soluciones para el pasivado, las cuales frecuentemente se basará en soluciones de ácido nítrico y más recientemente en soluciones de ácido cítrico, menos agresivas con el ambiente. Las variables que afectan al proceso son la concentración (usualmente HNO<sub>3</sub> al 20-50% en volumen), la temperatura (25-70°C) y el tiempo (0,3 a 2 h) Usualmente se utiliza bicromato de sodio en la solución de pasivado o para el enjuague después de la inmersión en la solución de pasivado, con la finalidad de promover la formación de una película de óxido de cromo que le dé al acero inoxidable sus características anticorrosivas.

El decapado es un proceso de limpieza acida que restituye la resistencia a la corrosión, mediante la eliminación de cualquier contaminante de superficie, como grasa, suciedad o hierro embebido, o si ha sido expuesto a la inclusión de partículas en el acero, La mayoría de las soluciones comúnmente utilizadas para el decapado contienen ácido nítrico, sin embargo existen otras formulaciones. Algunos de los contaminantes pueden

ser eliminados mediante la utilización del esmerilado o el pulido de la superficie, pero a veces las partículas de los compuestos del pulido pueden estar embebidas en la superficie y esto puede reducir la resistencia a la corrosión en las partes donde el acero inoxidable haya sido calentado mediante su soldadura o cualquier otro método, en el punto donde aparezca una capa de óxido coloreado que pueda ser visto, hay una capa donde el cromo ha sido eliminado sobre la superficie del acero existente bajo la capa de óxido. El bajo contenido de cromo proporciona una menor resistencia a la corrosión, la capa puede ser eliminada con esmeril, pero es más seguro eliminarla mediante el decapado si se sumerge lo fabricado en la solución decapante o, bien, utilizando pastas en donde la solución se mezcla con inertes que permitan aplicarse en las áreas a tratar.

El pulido brinda una superficie lisa y no porosa que reduce la formación de películas e incrustaciones químicas y biológicas que inducen la corrosión.

El acabado del acero inoxidable está relacionado con el grado de pulitura que se obtiene de su superficie, al utilizar abrasivos y pulituras. Ello se traduce en diversos grados de suavidad, reflexión de la luz y color.

El acabado más usual en el acero inoxidable empleado en la industria alimentaria es el número 4, el cual es brillante con buena reflexión de la luz y excelente apariencia externa, siendo difícil que muestre rayones. El acabado número 7, que es prácticamente un espejo, es mucho más difícil de mantener sin manchas y rayas visibles.

## **2.12 ESFUERZOS**

El esfuerzo es la fuerza por unidad de área, o la intensidad de las fuerzas distribuidas a través de una sección dada.

### **2.12.1 Esfuerzo cortante**

El esfuerzo cortante también llamado de corte, de cizalla o de cortadura es el esfuerzo interno o resultante de las tensiones paralelas a la sección transversal de un prisma.

### **2.13 MOMENTO FLECTOR**

Es el momento resultante de una distribución de tensiones sobre una sección transversal de un prisma flexionado o una placa que es perpendicular al eje longitudinal a lo largo del que se produce la flexión.

### **2.14 CONSIDERACIONES ERGONÓMICAS A SER UTILIZADAS PARA EL DISEÑO**

El objetivo principal de la ergonomía es mejorar la calidad de vida del trabajador en su ambiente de trabajo, mejorando la calidad en la interacción hombre-máquina, a través del desarrollo de la eficacia funcional de las herramientas, se busca incrementar el bienestar del usuario final aumentando los valores de seguridad, salud y satisfacción por la labor realizada. Para lograr incrementar la eficacia de las herramientas, es imprescindible considerar los aspectos humanos en su diseño.

Los siguientes puntos se encuentran entre los objetivos generales de la ergonomía:

- ✓ Reducción de lesiones y enfermedades ocupacionales.
- ✓ Disminución de los costos por incapacidad de los trabajadores.
- ✓ Aumento de la producción.
- ✓ Mejoramiento de la calidad del trabajo.
- ✓ Disminución del ausentismo.

- ✓ Aplicación de las normas existentes.
- ✓ Disminución de la pérdida de materia prima.

### **Puntos que hay que recordar**

✓ Muchos trabajadores padecen lesiones y enfermedades provocadas por el trabajo manual y el aumento de la mecanización del trabajo.

✓ La ergonomía busca la manera de que el puesto de trabajo se adapte al trabajador, en lugar de obligar al trabajador a adaptarse a aquél.

✓ Se puede emplear la ergonomía para mejorar unas condiciones laborales deficientes. También para evitar que un puesto de trabajo esté mal diseñado si se aplica cuando se concibe un lugar de trabajo, herramientas o lugares de trabajo.

Si no se aplican los principios de la ergonomía, a menudo los trabajadores se ven obligados a adaptarse a condiciones laborales deficientes.

### **Diseño de máquinas**

Aunque los principios ergonómicos deben aplicarse en el proceso de diseño de las máquinas, dado que ese es el momento en el que se pueden eliminar y/o corregir los riesgos que dan lugar a enfermedades, se deben ampliar en el proyecto de implantación de las mismas, el cual contribuye a lograr su correcta localización e instalación.

En las condiciones de utilización previstas deben reducirse al mínimo las molestias, fatiga y tensión psíquica del trabajador además de eliminar los posibles riesgos de lesiones, cumpliendo con los siguientes resultados:

- ✓ Mantener la muñeca rígida

- ✓ Mantener la espalda relajada
- ✓ Mantener el codo pegado al cuerpo
- ✓ Mantener aproximadamente 90° entre brazo y antebrazo
- ✓ Evitar actividades por detrás de la línea media del torso.

La aplicación de los principios de ergonomía al diseñar máquinas contribuye a aumentar la seguridad, reduciendo el estrés y los esfuerzos físicos del operador, mejorando así la eficacia y la fiabilidad del funcionamiento, reduciendo la probabilidad de errores en todas las fases de la utilización de la máquina.

Se deben observar los siguientes principios en el diseño al asignar funciones al operador y a la máquina:

- ✓ Dimensiones del cuerpo.
- ✓ Movimientos y posturas forzadas en la utilización de la máquina.
- ✓ Magnitud de los esfuerzos y amplitud de movimientos.
- ✓ Ruido, vibraciones y efectos térmicos. Ritmos de trabajo repetitivos.
- ✓ Iluminación localizada en las zonas de trabajo.
- ✓ Diseñar órganos de accionamiento visibles, identificables, y maniobrables con seguridad.
- ✓ Diseñar y colocar las señales, cuadrantes y visualizadores de tal forma que la presentación de la información pueda ser detectada, identificada e interpretada convenientemente desde el puesto de mando.

En definitiva, los sistemas de trabajo diseñados de manera ergonómica favorecen la seguridad y la eficacia, mejoran las condiciones de trabajo y de

vida, y compensan los efectos adversos sobre la salud y el rendimiento del ser humano.

### **Diseño considerando la antropometría y la biomecánica**

Respecto a las dimensiones corporales el proyecto del equipo de trabajo tendrá en cuenta lo siguiente:

- ✓ La altura de utilización u otras dimensiones funcionales deben ser regulables para adaptarse al operador y al tipo de trabajo.

- ✓ Tener espacio suficiente que permita los movimientos necesarios para realizar la tarea.

- ✓ Órganos de accionamiento situados al alcance inmediato de las manos o de los pies.

- ✓ Se evitarán posturas indeseables, pudiendo ser posibles los cambios de postura.

- ✓ Las máquinas deben permitir cambios ocasionales de la postura del operador.

- ✓ Facilitar una postura de trabajo conveniente así como un soporte apropiado para el cuerpo, que evite posturas no equilibradas.

Para trabajo pesado el plano de la mesa debe ser algo menor que la altura de los codos; para trabajo ligero deberá coincidir con la altura de los codos; y para trabajo de precisión debería ser más alta que la altura de codos, en la Figura 2.21 se muestran los ejemplos aquí descritos.

En lo que respecta a movimientos del cuerpo, se tendrán en cuenta los siguientes principios:

✓ El equipo de trabajo no obligará al operador a permanecer inmóvil durante su uso.

✓ Se evitarán movimientos repetitivos que puedan provocar lesiones o enfermedades.

✓ Movimientos con gran precisión deben de requerir fuerzas pequeñas para su ejecución.

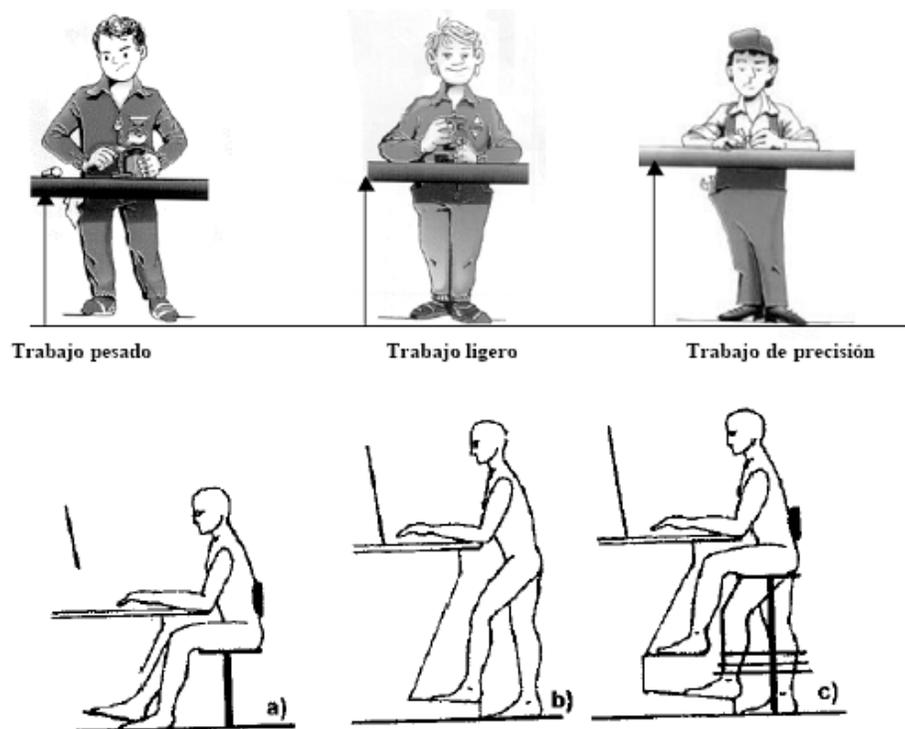


Figura2.21. Posiciones para trabajo pesado, ligero y de precisión

Fuente: Ergonomía, Aplicaciones y Sistema Hombre-Máquina

✓ En manipulaciones de gran precisión se proporcionarán elementos técnicos auxiliares.

✓ Se evitará la aplicación de fuerzas que exijan movimientos de rotación o posturas forzadas de las articulaciones del brazo o de la mano.

## **Los puestos de trabajo y su diseño**

El ambiente de trabajo se caracteriza por la interacción entre los siguientes elementos:

- ✓ El trabajador con los atributos de estatura, anchuras, fuerza, rangos de movimiento, intelecto, educación, expectativas y otras características físicas y mentales.
- ✓ El puesto de trabajo que comprende: las herramientas, mobiliario, paneles de indicadores y controles y otros objetos de trabajo.
- ✓ El ambiente de trabajo que comprende la temperatura, iluminación, ruido, vibraciones y otras cualidades atmosféricas.

### **El puesto de trabajo**

El puesto de trabajo es el lugar que un trabajador ocupa cuando desempeña una tarea. Puede estar ocupado todo el tiempo o ser uno de los varios lugares en que se efectúa el trabajo. Algunos ejemplos de puestos de trabajo son las cabinas o mesas de trabajo desde las que se manejan máquinas, se ensamblan piezas o se efectúan inspecciones; una mesa de trabajo desde la que se maneja un ordenador; una consola de control; etc.

Es importante que el puesto de trabajo esté bien diseñado para evitar enfermedades relacionadas con condiciones laborales deficientes, así como para asegurar que el trabajo sea productivo. Hay que diseñar todo puesto de trabajo teniendo en cuenta al trabajador y la tarea que va a realizar a fin de que ésta se lleve a cabo cómodamente, sin problemas y eficientemente.

Si el puesto de trabajo está diseñado adecuadamente, el trabajador podrá mantener una postura corporal correcta y cómoda, lo cual es importante porque una postura laboral incómoda puede ocasionar múltiples

problemas, entre otros: lesiones en la espalda; Aparición o agravación de una LER; Problemas de circulación en las piernas.

Las principales causas de esos problemas son:

- ✓ Asientos mal diseñados;
- ✓ Permanecer en pie durante mucho tiempo;
- ✓ Tener que alargar demasiado los brazos para alcanzar los objetos;
- ✓ Una iluminación insuficiente que obliga al trabajador a acercarse demasiado a las piezas.

A continuación figuran algunos principios básicos de ergonomía para el diseño de los puestos de trabajo. Una norma general es considerar la información que se tenga acerca del cuerpo del trabajador, por ejemplo, su altura, al escoger y ajustar los lugares de trabajo. Sobre todo, deben ajustarse los puestos de trabajo para que el trabajador esté cómodo.

Área de trabajo sobre una mesa

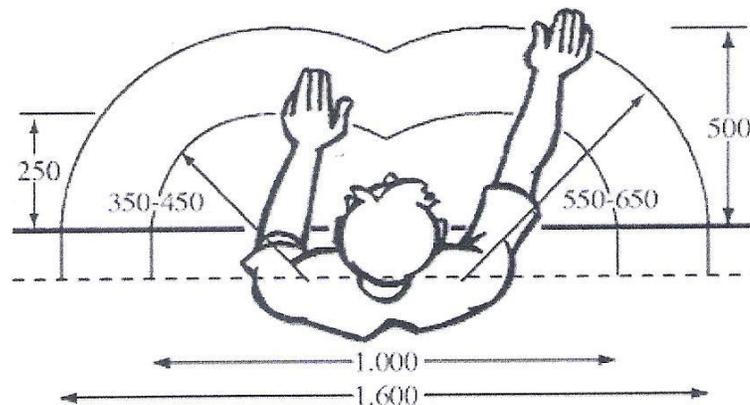


Figura2.22. Área de trabajo en las mesas

Fuente: Ergonomía, Aplicaciones y Sistema Hombre-Máquina

La figura 2.22 muestra algunas distancias para el área de trabajo correcto sobre una mesa.

### **Altura de la cabeza**

- ✓ Debe haber espacio suficiente para que quepan los trabajadores más altos.
- ✓ Los objetos que haya que contemplar deben estar a la altura de los ojos o un poco más abajo porque la gente tiende a mirar algo hacia abajo.

### **Altura de los hombros**

- ✓ Los paneles de control deben estar situados entre los hombros y la cintura.
- ✓ Hay que evitar colocar por encima de los hombros objetos o controles que se utilicen a menudo.

### **Alcance de los brazos**

- ✓ Los objetos deben estar situados lo más cerca posible al alcance del brazo para evitar tener que extender demasiado los brazos para alcanzarlos o sacarlos.
- ✓ Hay que colocar los objetos necesarios para trabajar de manera que el trabajador más alto no tenga que encorvarse para alcanzarlos.
- ✓ Hay que mantener los materiales y herramientas de uso frecuente cerca del cuerpo y frente a él.

### **Altura del codo**

- ✓ Hay que ajustar la superficie de trabajo para que esté a la altura del codo o algo inferior para la mayoría de las tareas generales.

### **Altura de la mano**

✓ Hay que cuidar de que los objetos que haya que levantar estén a una altura situada entre la mano y los hombros.

✓ Longitud de las piernas

✓ Hay que ajustar la altura del asiento a la longitud de las piernas y a la altura de la superficie de trabajo.

✓ Hay que dejar espacio para poder estirar las piernas, con sitio suficiente para unas piernas largas.

✓ Hay que facilitar un escabel ajustable para los pies, para que las piernas no cuelguen y el trabajador pueda cambiar de posición el cuerpo.

### **Tamaño de las manos**

✓ Las asas, las agarraderas y los mangos deben ajustarse a las manos. Hacen falta asas pequeñas para manos pequeñas y mayores para manos mayores.

✓ Hay que dejar espacio de trabajo bastante para las manos más grandes.

### **Tamaño del cuerpo**

✓ Hay que dejar espacio suficiente en el puesto de trabajo para los trabajadores de mayor tamaño.

En las figuras 2.23 y 2.24 se muestran algunas medidas generalizadas del operario tanto hombre como mujer.

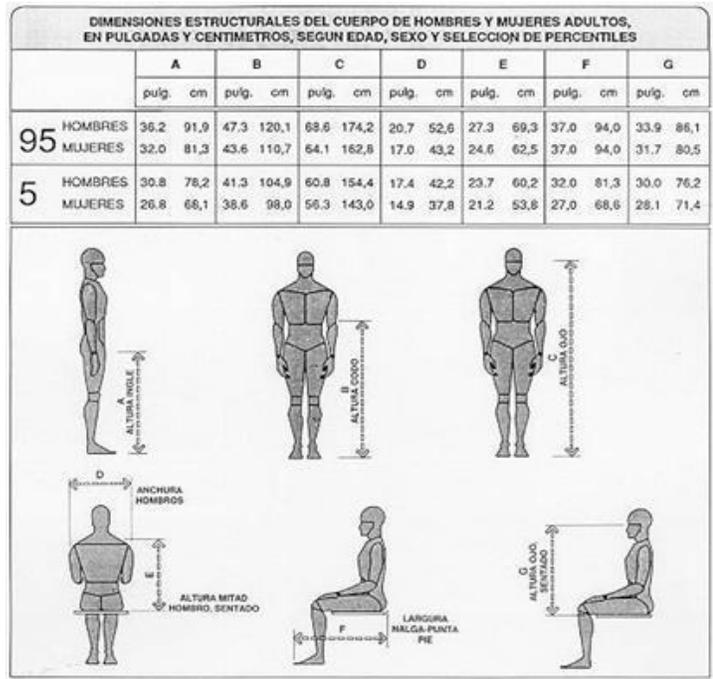


Figura2.23. Dimensiones estructurales del cuerpo.  
Fuente: Ergonomía, Aplicaciones y Sistema Hombre-Máquina.

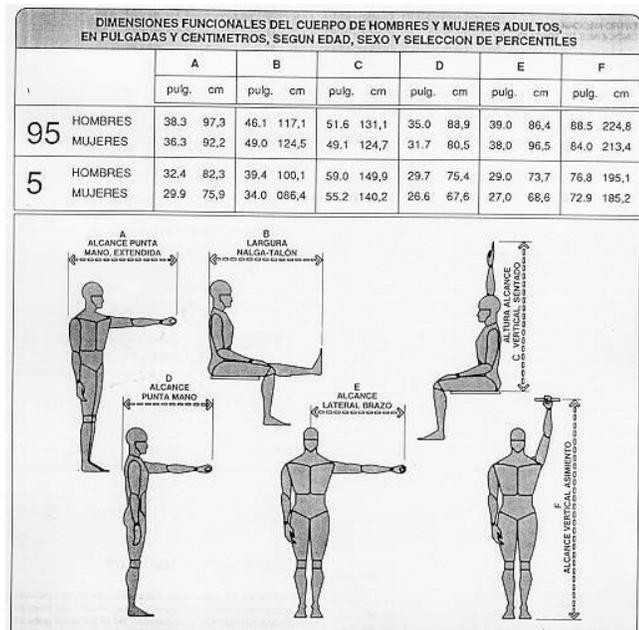


Figura2.24. Dimensiones funcionales del cuerpo.  
Fuente: Ergonomía, Aplicaciones y Sistema Hombre-Máquina.

## **2.15 MÉTODO DE DISEÑO**

Los métodos de diseño son todos y cada uno de los procedimientos, técnicas, ayudas o herramientas para diseñar.

Existen numerosas metodologías de diseño éstas no son más que diferentes aproximaciones teóricas a lo que debe ser un plan o método de diseño según cada uno de sus autores en la literatura y estas son básicamente sus experiencias y reflexiones en lo que respecta al diseño, estas metodologías diversas tienen temas en común que deben establecerse en todo proyecto los cuáles son detectar las necesidades, definir el problema y establecer los requerimientos de diseño.

## **2.16 NORMATIVAS Y LEYES PARA EL PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS**

### **2.16.1 CODEX ALIMENTARIUS. Normas internacionales de los alimentos**

La finalidad del CODEX ALIMENTARIUS es garantizar alimentos inocuos y de calidad a todas las personas y en cualquier lugar.

El comercio internacional de alimentos existe desde hace miles de años pero, hasta no hace mucho, los alimentos se producían, vendían y consumían en el ámbito local. Durante el último siglo, la cantidad de alimentos comercializados a nivel internacional ha crecido exponencialmente y, hoy en día, una cantidad y variedad de alimentos antes nunca imaginada circula por todo el planeta.

El CODEX ALIMENTARIUS contribuye, a través de sus normas, directrices y códigos de prácticas alimentarias internacionales, a la inocuidad, la calidad y la equidad en el comercio internacional de alimentos. Los consumidores pueden confiar en que los productos alimentarios que

compran son inocuos y de calidad y los importadores en que los alimentos que han encargado se ajustan a sus especificaciones.

**Sección 3:** programa de requisitos previos

3.3 Diseño y construcción de los equipos y utensilios

3.4 Programa de control de la higiene

3.5 Higiene personal y salud 27

### **2.16.2 COVENIN**

Es la Comisión Venezolana de Normas Industriales. Desde 1958 es el encargado de velar por la estandarización y normalización bajo lineamientos de calidad en Venezuela estableciendo los requisitos mínimos para la elaboración de procedimientos, materiales, productos, actividades y demás aspectos que estas normas rigen. En esta comisión participan entes gubernamentales y no gubernamentales especialistas en un área.

✓ **Norma COVENIN 2273-91. Principios ergonómicos de la concepción de los sistemas de trabajo**

Fue aprobada con carácter provisional en el año de 1985. Desde su aprobación hasta la fecha dado que no se recibieron observaciones a la misma, la comisión venezolana de normas industriales, COVENIN. En su reunión N° 4-91 (107) de la fecha 05-06-1991. Se decidió aprobarla como definitiva.

### **2.16.3 COMISIÓN EUROPEA**

La Comisión Europea representa el interés general de la UE y es la fuerza impulsora que propone la legislación (al Parlamento y al Consejo), administra y aplica las políticas de la UE, vela por el cumplimiento de la

legislación de la UE (junto con el Tribunal de Justicia) y negocia en la escena internacional. 28

✓ **Reglamento (ce) N° 2023/2006 de la comisión el 22 de diciembre de 2006 sobre buenas prácticas de fabricación de materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos**

El presente Reglamento establece las normas sobre buenas prácticas de fabricación para los grupos de materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos (en lo sucesivo, los «materiales y objetos») que figuran en el anexo I del Reglamento (CE) no 1935/2004 y las combinaciones de esos materiales y objetos o materiales y objetos reciclados que se utilicen en tales materiales y objetos.

## **CAPÍTULO III**

### **ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS EXISTENTES**

#### **3.1 TECNOLOGÍAS EXISTENTES EN EL MERCADO**

En este capítulo se realizará un breve análisis de las ofertas de equipos utilizados en la remoción de opérculos en el mercado internacional; en Venezuela, el proceso de desoperculado se realiza de manera artesanal por parte de los apicultores mediante el empleo de cuchillos con diversas formas y filos los cuales no alcanzan a retirar completamente el opérculo de los cuadros, por esta razón se utilizan complementariamente cepillos de alambre para arrancar dicha capa de cera.

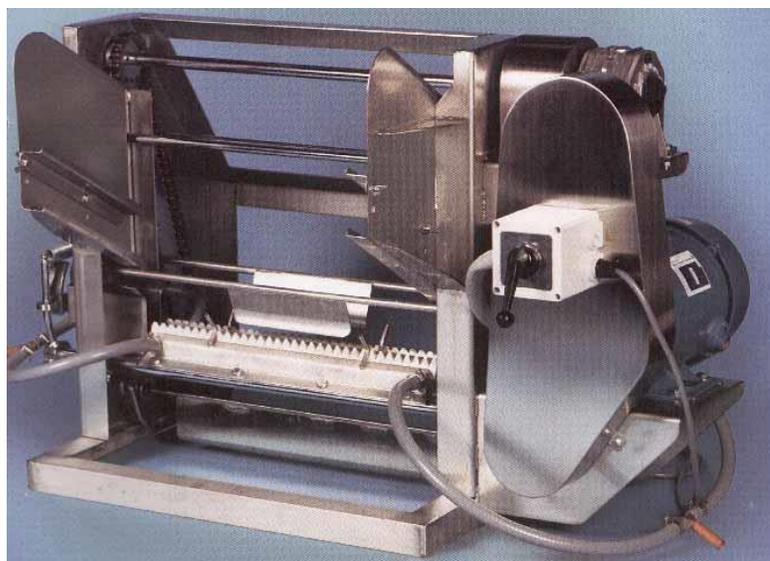
## Desoperculadora Automática FARLI



<b>Fabricante</b>	FARLI S.A., Argentina.
<b>Características</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Construcción sanitaria en Acero Inoxidable AISI 304.</li> <li>✓ Eléctrica: 220 Volts - 3 KW y agua caliente.</li> <li>✓ Tres velocidades de corte, hasta 1300 cuadros por hora.</li> <li>✓ Cuchilla de corte en acero cementado con ajuste Automático al espesor de los panales.</li> <li>✓ Peines para abrir celdas de opérculos bajos.</li> <li>✓ Temperatura controlada por dos termostatos regulables.</li> <li>✓ Cadenas y barras de arrastre de Acero Inoxidable.</li> <li>✓ Motor reductor monofásico de 1/2 HP con embrague.</li> </ul>
<b>Observaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El calor de las cuchillas calienta muy poco la miel, por estar en contacto con estas, solo un segundo. En explotaciones de miel orgánica están permitidos.</li> <li>✓ Los panales son introducidos por la parte superior de la máquina.</li> </ul>

Figura 3.1: Desoperculadora Automática FARLI  
Fuente: [www.farli.com](http://www.farli.com)

## Desoperculadora Automática ANEL STANDARD



<b>Fabricante</b>	ANEL CO – STANDARD, Grecia.
<b>Características</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Motor: 0.55 KW, 220-250V monofásico.</li><li>✓ Dimensiones: 89x46x57 cm.</li><li>✓ Peso: 55 Kg.</li><li>✓ Control: adelante – atrás y pausa.</li><li>✓ Bandeja de alimentación para 5 cuadro en espera y tiempo promedio de desoperculado de 8 cuadros por minuto.</li></ul>
<b>Observaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Para apicultores con entre 300 y 5000 colmenas.</li><li>✓ El espesor de corte varía de acuerdo a las preferencias del usuario y pueden variar la velocidad en caso de que queramos desopercular más el cuadro.</li></ul>

Figura 3.2: Desoperculadora Automática ANEL STANDARD

Fuente: [www.anel.gr](http://www.anel.gr)

## Desoperculadora Semiautomática con Rodillos BREI



<b>Fabricante</b>	BREI LTDA, Chile.
<b>Características</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Capacidad de trabajo 360 marcos por hora.</li><li>✓ Fabricado en acero inoxidable AISI 304.</li><li>✓ Dos motores monofásicos de 1 HP.</li><li>✓ Rodillo de cerdas de nylon o cadenas de acero inoxidable (a pedido).</li></ul>
<b>Observaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ No necesita engrase ya que tiene rodamientos sellados.</li><li>✓ Se encuentra montada sobre una estructura auto-soportante para que pueda ser utilizada sobre una batea.</li></ul>

Figura 3.3: Desoperculadora Semiautomática con Rodillos BREI

Fuente: [www.brei.cl/site](http://www.brei.cl/site)

## Desoperculador a Vapor Sobre Batea



<b>Fabricante</b>	BREI LTDA, Chile
<b>Características</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Fabricado en Acero Inoxidable AISI 304.</li><li>✓ Tubo de circulación de Vapor ¼" en Acero Inoxidable.</li><li>✓ Niple de Salida y Entrada de ¼".</li></ul>
<b>Observaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Montable sobre Batea Desoperculadora.</li><li>✓ Sistema de Regulación para Desoperculado.</li></ul>

Figura 3.4: Desoperculador a Vapor Sobre Batea BREI

Fuente: [www.brei.cl/site](http://www.brei.cl/site)

**Desoperculadora automática en frío APINORTE**



<b>Fabricante</b>	APICOLA DEL NORTE S.L.U., España
<b>Características</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Construida en acero inoxidable AISI 304.</li> <li>✓ Motor para las cintas transportadoras 0,75 HP.</li> <li>✓ Motor para los rodillos desoperculadores 0,5 HP.</li> <li>✓ Dimensiones: 185x100x135 cm.</li> <li>✓ Capacidad de trabajo.</li> </ul>
<b>Observaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Consta de dos rodillos (inferior y superior) que desoperculan ambos lados de los cuadros al mismo tiempo.</li> <li>✓ Los cuadros se colocan sobre una cinta transportadora ubicada en la posición horizontal.</li> </ul>

Figura 3.5: Desoperculadora automática en frío APINORTE

Fuente: [www.apinorte.com](http://www.apinorte.com)

## Desoperculadora Vertical APINORTE



<b>Fabricante</b>	APICOLA DEL NORTE S.L.U., España
<b>Características</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Motor: 2 x 0,18KW/230V</li> <li>✓ Motor para subir y bajar el cuadro: 60W/230V</li> <li>✓ Peso: 70 kg.</li> <li>✓ Dimensiones 82x190x45 cm.</li> <li>✓ Bandeja con colador para recolección del opérculo.</li> </ul>
<b>Observaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Es posible ajustar la profundidad del corte a las dimensiones individuales de cada panal.</li> <li>✓ Profundidad de desoperculado preestablecida de 24 mm.</li> </ul>

Figura 3.6: Desoperculadora Vertical APINORTE

Fuente: [www.apinorte.com](http://www.apinorte.com)

## CAPÍTULO IV

### MARCO METODOLÓGICO

#### 4.1 MÉTODO DE DISEÑO

Para basar este estudio y en sí, este proyecto de diseño en Ingeniería, se escogerá el método de R. Milani que en su libro “Diseño Para Nuestra realidad” habla sobre el método de diseño como un proceso iterativo que se inicia luego de plantear los requerimientos de diseño, como un proceso realimentado entre una etapa de generación de una solución o síntesis y uno de comparación o análisis.

Milani planteó “...la solución no llega de una manera directa o inmediata sino después de muchas iteraciones en las cuales ideamos algo (síntesis) y lo comparamos (análisis) con los requerimientos y las limitaciones existentes utilizando en cada iteración la información de las anteriores”(Milani, 1997).

El proceso de diseño se inicia con “el establecimiento de la necesidad”, es el punto de partida de cada diseño cuyo resultado es “un enunciado que establezca, aunque sea vagamente y en términos generales, cuál es la necesidad a resolver”(Milani, 1997). La segunda etapa es “la aceptación del problema”, etapa en la cual el diseñador asume las responsabilidades inherentes al problema. La tercera etapa es la “descripción”, que comprende dos subfases: el análisis del problema” y la “descripción totalmente dicha”, durante el análisis se busca conocer el estado del arte, conocer los antecedentes del problema, las soluciones anteriores. Esta etapa comprende la recopilación de la información necesaria para la resolución del problema. La descripción es el conjunto de especificaciones con las cuales se contrastarán las soluciones obtenidas, “la descripción será

el filtro que posibilitará las decisiones posteriores y el diseño final no será otra cosa que una expresión física de la descripción”.

En la figura 4.1 se muestra el método de diseño.

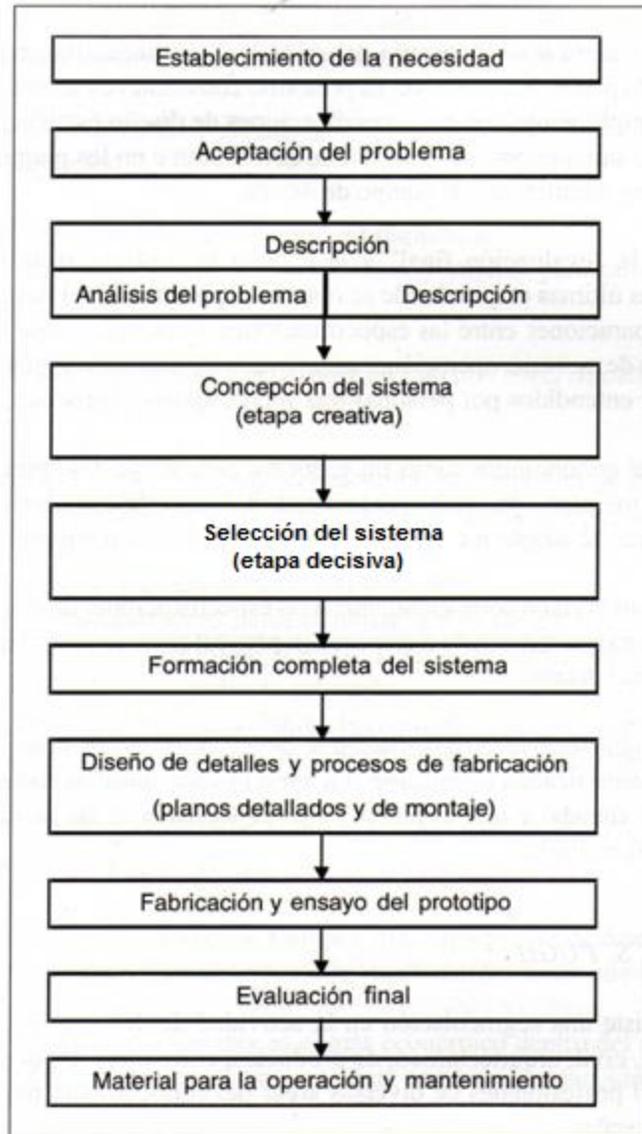


Figura 4.1 Método de Diseño.

Fuente: Creatividad en la Ingeniería de Diseño, R. Bocardo.

## 4.2 FASE CREATIVA

Para la realización de la fase creativa se usará la herramienta de la “tormenta de ideas” (Brainstorming).

La tormenta de ideas es una herramienta de trabajo grupal que facilita el surgimiento de nuevas ideas sobre un tema o problema determinado. La lluvia de ideas es una técnica de grupo para generar ideas originales en un ambiente relajado.

Esta herramienta fue ideada en el año 1938 por Alex Faickney Osborn (fue denominada brainstorming), cuando su búsqueda de ideas creativas resultó en un proceso interactivo de grupo no estructurado que generaba más y mejores ideas que las que los individuos podían producir trabajando de forma independiente; dando oportunidad de hacer sugerencias sobre un determinado asunto y aprovechando la capacidad creativa de los participantes.

Numerosos estudios recientes demuestran justamente lo contrario, que individualmente se generan más ideas que en grupo, por lo que la utilidad de esta técnica está en entredicho. Las conclusiones fueron obtenidas de 22 estudios de los cuales 18 corroboraron sus hipótesis.

La principal regla del método es aplazar el juicio, ya que en un principio toda idea es válida y ninguna debe ser rechazada. Habitualmente, en una reunión para la resolución de problemas, muchas ideas tal vez aprovechables mueren precozmente ante una observación “juiciosa” sobre su inutilidad o carácter disparatado. De ese modo se impide que las ideas generen, por analogía, más ideas, y además se inhibe la creatividad de los participantes. En un brainstorming se busca tácticamente la cantidad sin pretensiones de calidad y se valora la originalidad. Cualquier persona del

grupo puede aportar cualquier idea de cualquier índole, la cual crea conveniente para el caso tratado. Un análisis ulterior explota estratégicamente la validez cualitativa de lo producido con esta técnica. En la sesión se debe aportar una idea por ronda. Por lo cual se debe ser claro de lo que se expone. Se elige un tema, establece un tiempo y escribe frases o palabras relacionadas con el tema.

### **4.3 FASE DECISIVA**

En la fase de decisión se buscará recortar el universo de ideas mediante el establecimiento de requerimientos del equipo que serán evaluados por el diseñador. Para esto se aplicará la herramienta llamada “matriz de decisión”.

La matriz de decisión calificará ciertos criterios formulados por el diseñador que se plantean en base a requerimientos de diversos tipos que ayudarán y guiarán a que el proceso de diseño sea óptimo y objetivo.

#### **4.3.1 Requerimientos generales de diseño**

En la Ingeniería, el diseñador debe establecer ciertos parámetros que pertenecen exclusivamente al diseño de los componentes de la máquina para fortalecer el proceso de generación de ideas en búsqueda de la originalidad y el impacto de sus proyectos, bajo estas condiciones se puede desarrollar y realizar la formalización y profundización de alternativas y detalles que le den un carácter innovador y que logren cumplir con los objetivos cumpliendo por supuesto con las normas básicas de higiene según las normas COVENIN.

- ✓ Horas de disponibilidad de la máquina: Consiste simplemente en que la máquina esté lista para operarse cuando se necesite (De ser necesario, todo el día)

- ✓ Costo de los repuestos: Escoger materiales que sean de fácil consecución en el mercado venezolano. Además buscar que el diseño esté basado en formas fáciles de maquinar.
- ✓ Servicio al cliente: Es importante que el cliente se sienta con respaldo para así ayudarlo con los inconvenientes que le puedan surgir con la máquina. Brindar apoyo tanto en la etapa de instalación como de funcionamiento y de mantenimiento.
- ✓ Energía consumida en el proceso: Se busca un equilibrio entre la parte manual y automática para lograr que la energía consumida sea la menor posible (tanto en KW/hr como en el esfuerzo que realice el operario).
- ✓ Relación costo beneficio: Es de súbita importancia diseñar una máquina que le represente grandes beneficios económicos a la empresa, estos beneficios pueden percibirse en: menos horas hombre utilizadas, menor cantidad de materia prima desperdiciada, mayor eficiencia en el proceso y posible aumento en la producción.
- ✓ Tiempo de duración de un ciclo: brindar capacidad al operario para aprovechar al máximo todas las ventajas que ofrece el equipo para realizar el proceso en el menor tiempo posible.
- ✓ Número de operarios: Se busca que la tarea se pueda realizar por la menor cantidad de operarios posible (uno realmente) y se satisfagan así los deseos del cliente.
- ✓ Factores de riesgo: El peso de la máquina y de sus partes debe ser tal que no represente un riesgo para el operario, todas las esquinas deben ser protegidas, todos los movimientos al ser repetitivos deben ajustarse a los cánones ergonómicos establecidos, deben utilizarse colores que sean representativos de señalización, de existir medidores deben ser fáciles de interpretar con rangos de operación claramente delimitados.

- ✓ Posicionamiento del cuadro de panal de miel: Su colocación en la máquina debe ser la más adecuada para facilitar la completa remoción del opérculo sin afectar la forma de los cuadros.
- ✓ Relación máquina operario: La interfaz entre el operario y la máquina debe ser la menor posible, es decir que el operario solo intervenga en la colocación de los cuadros en la entrada y posteriormente en el retiro de éstos en zonas de fácil acceso.

#### **4.3.2 Matriz de decisión**

Es una de las dos herramientas básicas del modelo general de decisión que pueden ser utilizadas para esquematizar cualquier tipo de decisión. Es un cuadro de doble entrada donde se ordenan todos los resultados que pueden surgir de la implementación de una decisión.

La matriz de decisión permite al diseñador otorgar un puntaje cuantitativo a cada idea en cada criterio para plantear una referencia plausible que generará una idea final más completa y mejor en cada criterio individual.

Para ser alternativa debe ser:

- ✓ Posible
- ✓ Controlable un 100% por el diseñador
- ✓ Orientada a cumplir por lo menos uno de los objetivos: la mejor alternativa es la que pueda cumplir con todos los objetivos propuestos, pero si no se halla fácilmente este ideal nos vemos en la necesidad de considerar otras que puedan cumplir con alguno de los objetivos propuestos.

#### **4.3.3 Formación final del diseño**

Para la formación de la idea definitiva se tomarán los resultados obtenidos de la matriz de decisión, éstos proporcionarán una idea ganadora

o mejor calificada y se compensarán (de existir) los aspectos individuales peor puntuados por los que mejor lo estén. Se debe conocer que aunque la matriz arroje un resultado único, no es estrictamente necesario que el diseñador se apegue a éstos, el diseñador siempre podrá modificar componentes específicos o generales del diseño final, lo que genera o ayuda a la unicidad del producto o equipo.

#### **4.4 FASE DE DETALLE**

Una vez formada y fortalecida la idea final se procederá a realizar los cálculos, diseño y selección de componentes que forjarán el equipo, en esta fase se desarrollarán los detalles funcionales y constructivos de cada una de las partes, piezas y componentes de las que se compondrá la solución seleccionada. El resultado será un conjunto de planos detallados, códigos de piezas, hojas de trabajo y algoritmos de ensamblajes que contribuirán a la correcta fabricación y puesta en marcha del concepto seleccionado.

#### **4.5 ESPECIFICACIONES DE DISEÑO**

Las especificaciones de diseño son planes detallados para una máquina o equipo que incluye dimensiones y otras descripciones precisas de sus requerimientos de manufactura, ensamblaje y listado de piezas y partes.

## CAPITULO V

### DESARROLLO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se realizaron encuestas a los apicultores en busca de información acerca de las necesidades generales de la producción apícola y específicamente en cada centro local de extracción de la miel para el consumo humano.

De esta información se pueden extraer ciertos requerimientos e identificar las necesidades de los apicultores venezolanos en la extracción de la miel en Venezuela para poder fortalecer el mercado nacional.

#### 5.1 REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

Teniendo esto en cuenta, las especificaciones de diseño se pueden escoger una serie de requerimientos y con esto lograr darle formas concretas a las ideas, éstos son:

**Requerimientos de uso:** Son aquellos que por su contenido se refieren a la interacción directa entre el producto y el usuario.

- ✓ Que sea de fácil manejo, traslado y mantenimiento para el operario.
- ✓ Los mecanismos y dispositivos de la desoperculadora deben ser de fácil acceso para la sustitución de piezas o mantenimiento y para la limpieza.
- ✓ Que cumpla con las normas de seguridad, ergonomía y calidad.

**Requerimientos de función:** Son aquellos que por su contenido se refieren a los principios físico-químico-técnicos de funcionamiento de un producto.

- ✓ Que la temperatura en la remoción del opérculo no exceda los 40 C.
- ✓ Que sea más o igual de rápido que realizar el trabajo manualmente.

**Requerimientos técnico-productivos:** Son aquellos que por su contenido se refieren a los medios y métodos de manufacturar un diseño.

- ✓ Reducción del costo total de la máquina, manteniendo su calidad y eficacia en el proceso de desoperculado.

**Requerimientos económicos:** Son aquellos que por su contenido se refieren a la comercialización, distribución y demanda potencial del producto por parte de compradores individuales o institucionales.

- ✓ Fácil construcción y con materiales que se puedan conseguir en el mercado.
- ✓ Que sea competitivo en el mercado con los modelos existentes.

## **5.2 APLICACIÓN DE LA TORMENTA DE IDEAS (FASE CREATIVA)**

### **5.2.1 Mecanismo de Corte y Movimiento de los Cuadros**

El mecanismo de corte del opérculo para el equipo a diseñar, y su respectivo sistema de movimiento de los cuadros de panales se escogerá mediante una primera matriz de decisión, la tormenta de ideas se ejecutó mediante la colaboración de un equipo de Ingenieros de CORPIVENSA quienes ayudaron a la fluidez de la creatividad durante el desenvolvimiento de este proceso.

Se hizo un primer descarte de las ideas totales, quedaron finalmente cinco soluciones para desarrollar el trabajo y éstas, por ser las más adecuadas, se expondrán a continuación.

## Idea 1

Consta de dos cuchillas similares a la de un cuchillo eléctrico para desopercular los cuadros, los cuales se insertan en la superficie inclinada de la máquina y mediante dos cadenas hermanadas unidas por varillas, éstas ayudan a que los cuadros pasen a través de las cuchillas para posteriormente ser almacenados por ayuda de la cadena en la parte inferior de la máquina y posteriormente ser retirados por el operario. Está conformada por un motor, el cual mediante una conexión por bielas, realiza el movimiento de las cuchillas y a su vez está unido mediante una correa a una caja reductora que se encarga del movimiento de las cadenas. (Fig. 5.1)

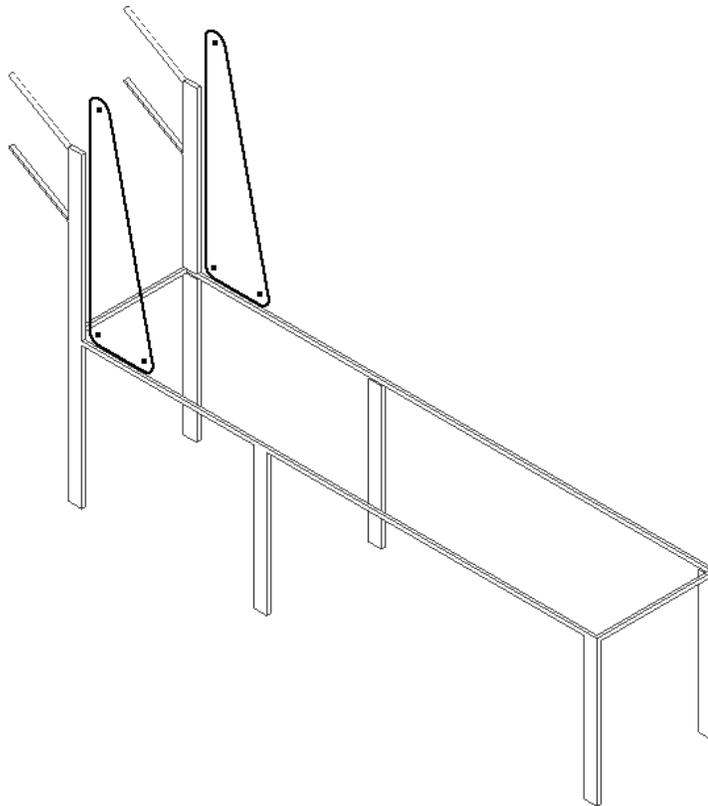


Figura 5.1: Idea 1, matriz 1

Fuente: Los Autores

## Idea 2

Máquina compuesta por un par de bandas transportadoras unidas por rodillos giratorios las cuales se encargan de trasladar el cuadro para ser desoperculado en el centro de las mismas por mecanismo compuesto por unas cuchillas y una cadenas, las cuales hacen q pasen a través de ellas el cuadro para ser desoperculado y luego ser almacenado al final del recorrido como se muestra en la figura 5.2.

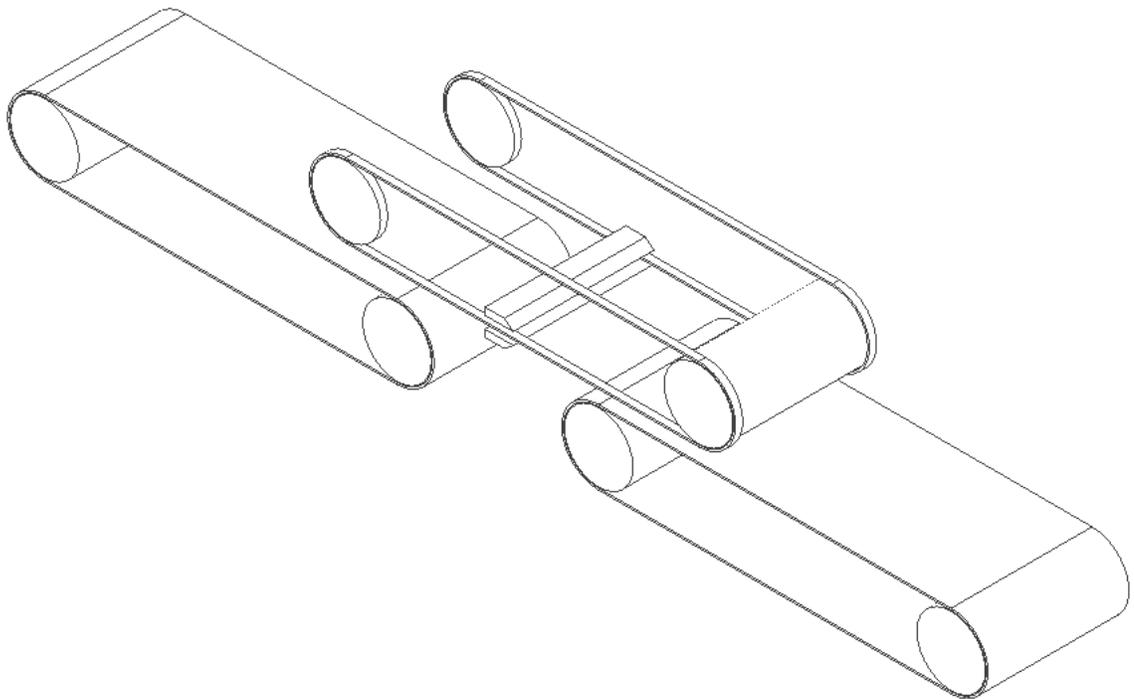


Figura 5.2: Idea 2, matriz 1

Fuente: Los Autores

### Idea 3

La idea 3 consta de un par de rodillos giratorios los cuales tienen unidos a lo largo de su periferia cuchillas en forma inclinada para realizar la remoción del opérculo. Los rodillos giran en forma opuesta para así lograr que pase el cuadro colocado por el operario en la banda transportadora. (Fig. 5.3)

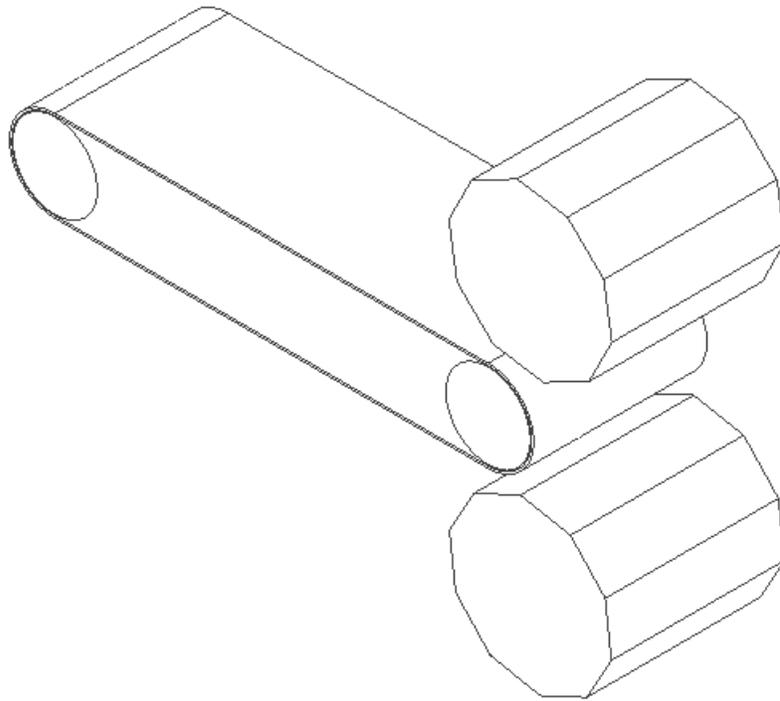


Figura 5.3: Idea 3, matriz 1

Fuente: Los Autores

#### Idea 4

Es un mecanismo unido por un par de cadenas las cuales a su vez están conectadas por barras q se encargan de mover el cuadro a lo largo de las misma. Dos operarios, colocados cada uno en una esquina de la máquina insertan los cuadros de costado los cuales son desoperculados por un par de cuchillas en forma triangular y posteriormente, pasan por unos rodillos con forma de tornillo sinfín que se encargan de remover el resto del opérculo en caso de existirlo y luego de terminado el recorrido los operarios retiran los cuadros ya desoperculados e introducen los siguientes. La figura 5.4 muestra el funcionamiento de este mecanismo.

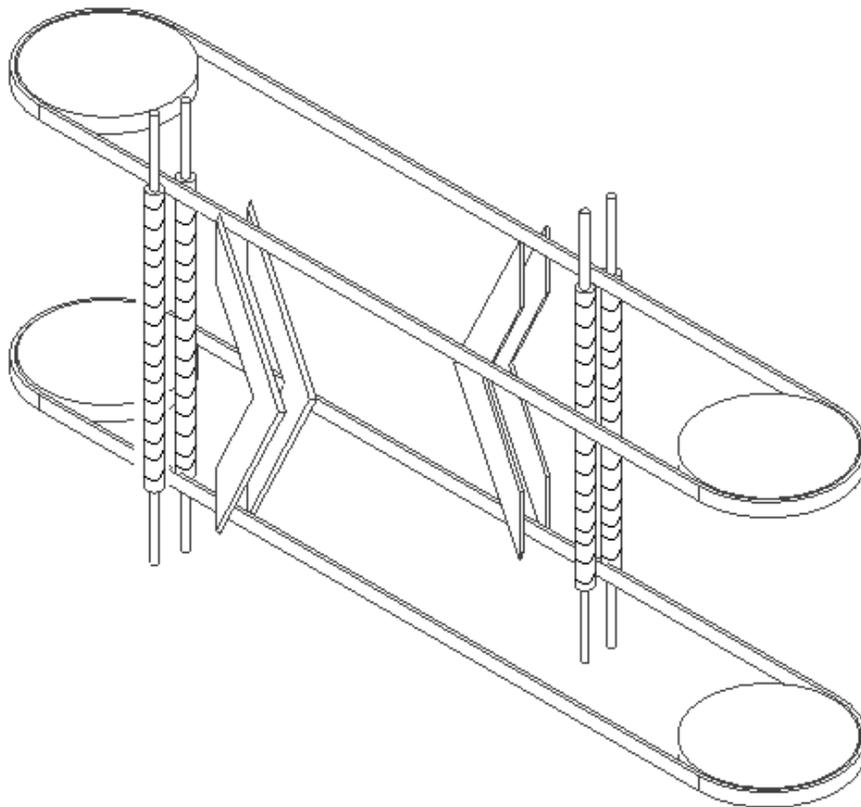


Figura 5.4: Idea 4, matriz 1

Fuente: Los Autores

## Idea 5

Consta de dos superficies con cierta curvatura la cual presenta orificios en toda su extensión (similar a la superficie de un rallador de queso), realiza un movimiento como el de una lavadora (sube y baja, gira solo aproximadamente 180°) alcanzando el punto más alto donde la superficie inferior esta en completo contacto con el cuadro n su parte más baja y luego cuando se encuentran las cuchillas en su parte más baja, la parte superior de la misma se encuentra en completo contacto con la parte más alta del cuadro, para así, lograr un completo desoperculado. Los cuadros son introducidos mediante unas guías de forma vertical como se observa en la figura y se le coloca un contrapeso arriba del cuadro, para asegurarlo a lo hora de remover los opérculos. (Fig. 5.5)

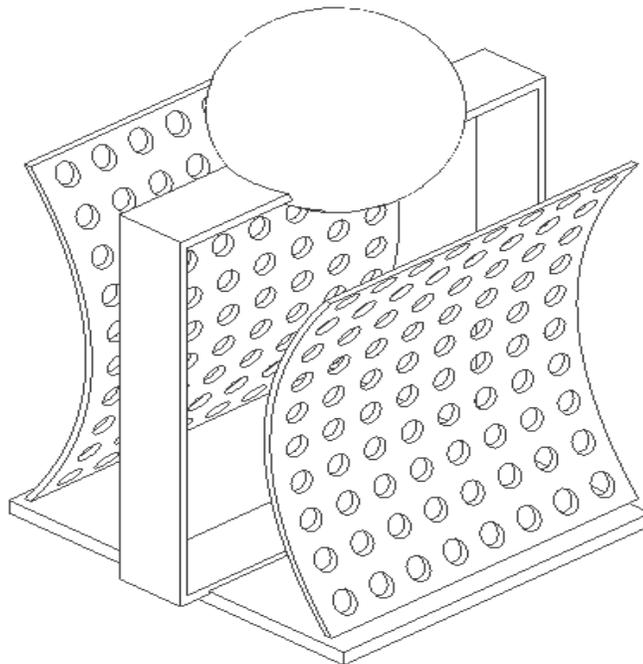


Figura 5.5: Idea 5, matriz 1

Fuente: Los Autores

## 5.2.2 Mecanismo para la Recolección de los Opérculos y la Miel

### Idea 1

Mecanismo accionado por un tornillo sinfín, el cual se encarga de exprimir el opérculo que cae entre en la superficie roscada del tornillo y lo comprime contra las paredes de un cilindro exterior mallado (filtro) y esta compresión creada hace que la miel vaya al fondo en una bandeja y el opérculo ya exprimido sea llevado hasta el final del tornillo sinfín, para caer en una bandeja (Fig. 5.6).

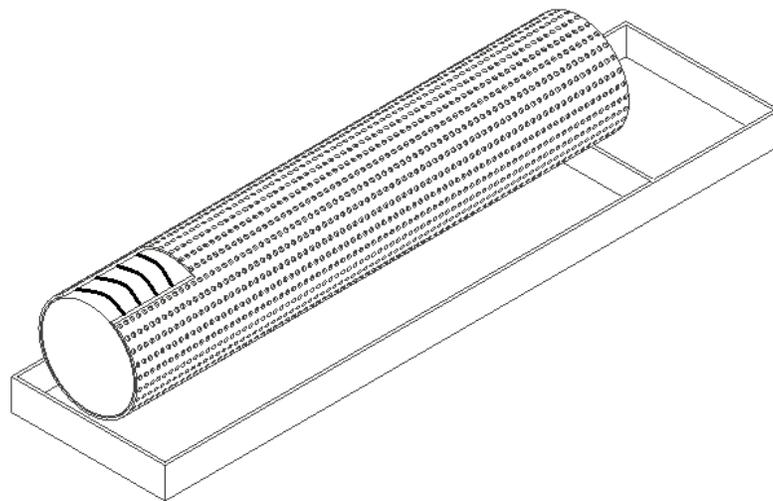


Figura 5.6: Idea 1, matriz 2

Fuente: Los Autores

### Idea 2

Este mecanismo consta de una aleta accionada manualmente por el operario mediante una palanca unida a una cadena la cual se encarga del movimiento longitudinal de la aleta a lo largo de toda la bandeja cuya función es comprimir el opérculo. Para llevar a cabo esta tarea, el operario le comienza a dar vuelta a la palanca desde su punto inicial (extremo de la bandeja) hasta el punto final opuesto a esta donde se logra comprimir todo el

opérculo, luego de ello el operario hace retorna la aleta aplicando el movimiento giratorio contrario hasta el punto inicial.

Esta bandeja esta sobre un soporte con ruedas para facilitar la extracción del opérculo y además el mantenimiento de todo el mecanismo que conforma la bandeja. La figura 5.7 muestra la visualización de esta idea.

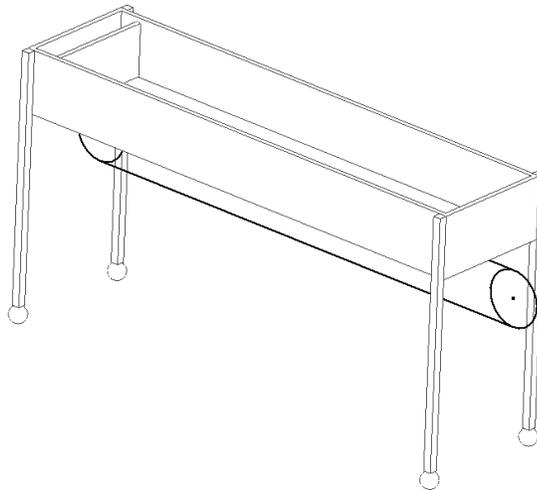


Figura 5.7: Idea 2, matriz 2

Fuente: Los Autores

### Idea 3

Esta bandeja tiene un soporte interior donde reposa una superficie mallada la cual es la encargada de separar el opérculo de la miel, haciendo que el opérculo se quede en la parte superior y mediante escurrimiento caiga al fondo la miel. La bandeja desliza sobre unos rieles para ser retirada por el operario. (Fig. 5.8)

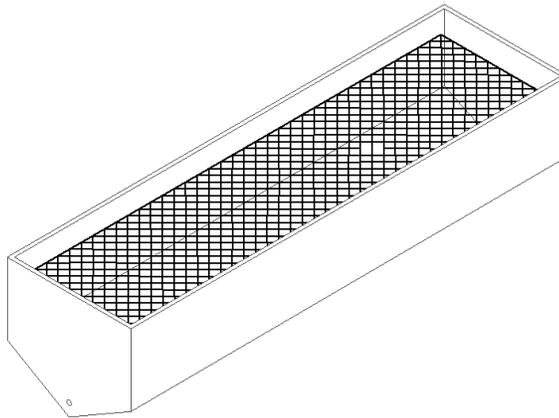


Figura 5.8: Idea 3, matriz 2

Fuente: Los Autores

### 5.3 PARÁMETROS Y APLICACIÓN DE LA MATRIZ DE DECISIÓN

1. Facilidad de operación: se refiere a la sencillez y practicidad en el manejo del equipo por parte del usuario, cumpliendo con el bienestar del operario, tanto psicológico como físico.
  - 1.1 Facilidad de manejo en cuanto a las capacidades anatómicas del usuario
  - 1.2 Nivel de intervención por parte del usuario en el equipo.
  - 1.3 Facilidad de encendido y puesta en marcha del proceso de desoperculado
2. Costo del equipo: es el valor que tienen los materiales, equipos y procesos de fabricación necesarios para la obtención de la desoperculadora.
  - 2.1 Costo de las piezas y componentes
  - 2.2 Costo de la manufactura de piezas
  - 2.3 Costo de ensamblaje
3. Eficiencia: dependerá del consumo energético de la máquina para cumplir sus funciones.

4. Efectividad: es la capacidad para producir el efecto deseado, en este caso, remover completamente el opérculo de los cuadros.
5. Mantenimiento e higiene: es el proceso que comprueba el estado de la máquina, asegurando su correcto funcionamiento y que se encuentre libre de agentes contaminantes.
  - 5.1 Mantenimiento preventivo del equipo y sus componentes.
  - 5.2 Mantenimiento correctivo del equipo y sus componentes.
  - 5.3 Limpieza de las superficies en contacto con la miel.
6. Durabilidad: vida útil del equipo, esto dependerá de la calidad de los materiales seleccionados y los medios a los cuales se encuentra expuestos o en contacto.
7. Disponibilidad: se refiere a que se encuentren las piezas y herramientas necesarias así como los procesos de fabricación pertinentes del equipo desoperculador en el mercado nacional para evitar así la importación.
8. Confiabilidad: se refiere a que el equipo realice sus funciones sin ningún tipo de inconvenientes durante un periodo de tiempo con las condiciones establecidas.
9. Estética: Se refiere a la visualización, aspecto y buena impresión del producto por parte del público.

A cada una de las ideas seleccionadas luego del proceso de descarte se le aplicará un puntaje a los parámetros seleccionados (cada uno con una ponderación ya indicada) los cuales arrojan un valor específico que se comparará con los valores obtenidos por las demás ideas.

$$PT = P_1 \times POND_1 + P_2 \times POND_2 + P_n \times POND_n \quad (5.1)$$

$$n = 1,2,3, \dots, 15$$

*Siendo "n" el número de parámetros a ser evaluado*

*PT: Puntuación Total*

*P: Puntaje*

*Pond: Ponderación*

Para hacer la evaluación cuantitativa de cada uno de los parámetros y contabilizar un puntaje total se propone la siguiente calificación (Tabla 5.1), que será aplicada en cada aspecto de la matriz 1.

Tabla 5.1 Escala de Calificación de los parámetros a evaluar en la matriz.

Puntuación	Descripción
1	No Satisface
2	Poco Favorable
3	Aceptable
4	Bueno
5	Muy Favorable

Fuente: Los Autores

Esta escala de calificación también será utilizada para la ponderación de la puntuación de los parámetros de la siguiente forma (Tabla 5.2).

Tabla 5.2 Escala de Ponderación de cada parámetro a evaluar

Puntuación	Descripción
1	Irrelevante
2	Poco Relevante
3	Medianamente significativo
4	Relevante
5	Muy Importante

Fuente: Los Autores

En la tabla 5.3 se muestra la aplicación de la matriz de decisión número 1 y los resultados arrojados.

### 5.3.1 Matriz de Decisión (Sistema de corte y movimiento)

Tabla 5.3 Matriz de Decisión 1 (Sistema de corte y movimiento)

Aplicación de la Matriz de Decisión						
Aspectos a Evaluar	Idea 1	Idea 2	Idea 3	Idea 4	Idea 5	Ponderación
1.1 Facilidad anatómica del usuario	4	4	4	5	4	5
1,2 Nivel de intervención del usuario	4	3	3	3	3	4
1,3 Facilidad de puesta en marcha del proceso	5	4	4	5	3	3
2.1 Costos de piezas y componentes	3	4	4	3	4	5
2.2 Costos de la manufactura de piezas	4	4	2	3	3	5
2.3 Costos de ensamblaje	5	3	4	4	4	3
3 Eficiencia del equipo	4	3	3	5	4	5
4 Efectividad del equipo	5	5	4	5	4	5
5.1 Mantenimiento preventivo del equipo y componentes	5	4	3	5	5	5
5.2 Mantenimiento correctivo de equipo y componentes	5	4	5	5	5	4
5.3 Higienización de las superficies de contacto con la miel	5	3	3	3	3	3
6 Durabilidad	5	4	5	5	4	4
7 Disponibilidad	4	5	4	4	3	3
8 Confiabilidad	5	4	4	5	4	4
9 Estética	4	5	3	4	2	3
<b>Puntuación</b>	<b>270</b>	<b>240</b>	<b>222</b>	<b>262</b>	<b>229</b>	

Fuente: Los Autores

Luego de aplicada esta matriz se observa que la idea número 1 tiene un mayor puntaje con respecto a las otras ideas, pero se debe destacar que la idea número 4 se encuentra bastante cerca cuantitativamente. En dos de los aspectos evaluados, la idea 4 está mejor puntuada con respecto a la 1, éstos se pueden mejorar tomando en cuenta las ideas con mayor puntuación en esos aspectos.

A continuación, se aplicó una segunda matriz de decisión con los mismos parámetros para conocer cuál es el concepto de la solución que se utilizó para la recolección del opérculo y la miel. Además, es necesario separar la cera de la miel y con esta aplicación de la herramienta se busca cuál de las opciones cumple de manera más óptima con los criterios propuestos (Tabla 5.4).

La ponderación de los criterios a evaluar en esta segunda matriz varía con respecto a los tomados en la primera, esto es debido a que la tarea de la recolección y separación de los opérculos y la miel, se realiza en menos oportunidades, ya que la cantidad de miel y de opérculo extraídos simultáneamente es bastante pequeña.

En Venezuela, la cera es poco comercial, esto ocurre porque los apicultores la reutilizan para el proceso del estampado que es críticamente necesario para el reinicio de un nuevo ciclo de producción de miel por parte de las abejas. Muchos de los apicultores tienen dificultad para hacer crecer su negocio por el hecho de que la cantidad de cera que es retirada de los cuadros no permite que esto suceda.

En esta matriz se le dio una prioridad mayor a la economía y a la ergonomía por encima de la calidad y la eficiencia, ya que estos parámetros no son de mayor necesidad para el producto (cera). Con esto, se logró cumplir con los objetivos y no encarecer mucho más el equipo.

### 5.3.2 Matriz de Decisión (Sistema de recolección de opérculo y separación de la miel)

Tabla 5.4 Aplicación de la matriz de decisión 2 (Sistema de recolección de opérculo y separación de la miel)

Aplicación de la Matriz de Decisión 2				
Aspectos a Evaluar	Idea 1	Idea 2	Idea 3	Ponderación
1.1 Facilidad anatómica del usuario	5	4	3	5
1,2 Nivel de intervención del usuario	5	4	4	4
1,3 Facilidad de puesta en marcha del proceso	5	2	5	5
2.1 Costos de piezas y componentes	1	4	5	5
2.2 Costos de la manufactura de piezas	2	4	5	5
2.3 Costos de ensamblaje	2	4	4	5
3 Eficiencia del equipo	3	5	5	4
4 Efectividad del equipo	5	4	4	3
5.1 Mantenimiento preventivo del equipo y componentes	2	4	5	5
5.2 Mantenimiento correctivo de equipo y componentes	4	5	5	4
5.3 Higienización de las superficies de contacto con la miel	2	4	4	5
6 Durabilidad	5	4	5	4
7 Disponibilidad	5	5	5	4
8 Confiabilidad	5	5	5	4
9 Estética	5	3	4	4
<b>Puntuación</b>	<b>238</b>	<b>266</b>	<b>299</b>	

Fuente: Los autores

Después de aplicada esta matriz se elige la idea 3 con la intención de mejorar los aspectos que tengan baja puntuación. Comparándolos con las otras dos ideas y eligiendo la que tenga mejor puntuación y cumpla con los criterios planteados.

Para la solución final de la recolección de miel y opérculos se sustituye el concepto de gaveta por la movilidad del soporte con ruedas de la idea número 2, para así mejorar la facilidad anatómica del usuario (parámetro 1.1).

La solución final contempla las soluciones obtenidas de ambas matrices de decisión, así que, la idea final fue un mecanismo de remoción de opérculos de los cuadros de panales de miel, guiado por cadenas hermanadas a través de cinco barras que se encargarán del empuje de los cuadros a través de dos cuchillas paralelas con movimiento de vaivén y del almacenamiento de los cuadros en la estructura de la base de la máquina.

El movimiento de rotación del eje de la cadena es suministrado por un motor eléctrico que también se encarga del movimiento de vaivén de las cuchillas mediante la utilización de una correa de transmisión.

A su vez, la recolección del opérculo y la miel que gotee de los cuadros desoperculados, se realizarán mediante una bandeja en forma de pentagonal con un soporte móvil de ruedas.

## **5.4 CÁLCULOS**

Una etapa muy importante y decisiva del diseño en la Ingeniería Mecánica son los cálculos, éstos ayudan a los diseñadores a justificar las ideas y facilitan la intervención de planteamientos teóricos para la estabilidad, duración, funcionamiento y asimismo la consecución de los objetivos planteados.

A continuación se presentan los cálculos utilizados en este trabajo de grado para la elaboración del equipo.

#### **5.4.1 Selección del motor**

Uno de los factores de la selección del motor es la potencia, para este trabajo de grado, es la primordial, ya que es necesario que la máquina realice todas las funciones ya planteadas de manera efectiva y simultánea. El motor tendrá que mover los cuadros a través de las cuchillas, empujar los cuadros para su almacenamiento y darle a las cuchillas movimientos lineales opuestos.

La potencia máxima necesaria para realizar el empuje de los cuadros en el almacenamiento viene dada por el número de cuadros máximo que es organizado por el sistema de las varillas transversales y cadenas paralelas hermanadas, la fuerza necesaria para vencer la fuerza de roce existente entre los cuadros y las guías, la distancia que serán empujados y el tiempo en que se realizará este trabajo.

Se necesita un motor eléctrico para realizar el movimiento del conjunto de cadenas hermanadas así como del movimiento de las cuchillas eléctricas que realizan el desoperculado y la organización de los cuadros en las guías.

Para realizar el cálculo de la potencia que necesita la máquina para realizar el movimiento de los cuadros y su almacenamiento, teniendo en cuenta la carga crítica de diseño, ésta ocurre cuando la máquina organiza el número máximo de cuadros desoperculados en el sistema de almacenado que es de 20 cuadros.

Realizando un diagrama de cuerpo libre para el sistema (Fig. 5.9) se plantean las siguientes ecuaciones:

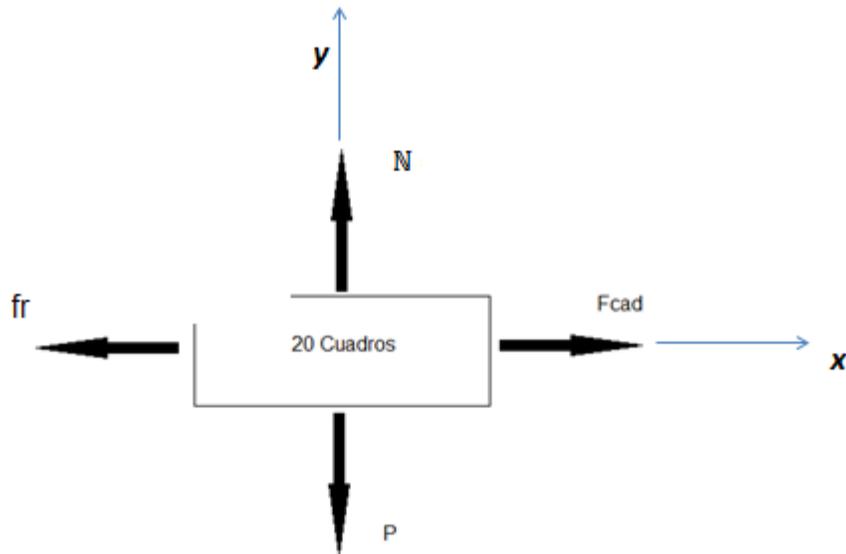


Figura 5.9. Diagrama de Cuerpo Sistema de Almacenamiento

Fuente: Los Autores

$$\sum F_y = N - P = 0 \quad (5.2)$$

$$N = P$$

$N$ : Fuerza normal

$P$ : Peso

$$\sum F_x = F_{cad} - f_r = mA \quad (5.3)$$

La aceleración  $A$  del sistema es nula ya que la velocidad es constante.

$$F_{cad} = f_r$$

$F_{cad}$ : Fuerza de la cadena

$f_r$ : Fuerza de roce

La fuerza de roce viene dada por la relación:

$$f_r = \mu_d N$$

$\mu_d$ : Coeficiente de fricción

De la tabla 5.5 se toma el coeficiente de fricción dinámico  $\mu_d = 0.5$

El peso de cada cuadro es  $P_{cu} = mg = 3.92 * 9.81 = 38.45 N$

El peso de los 20 cuadros;  $P = 20(3.92) = 769.1 N$

Así,

$$= \square \square$$
$$= 384.55 \square$$

Para ser organizados los cuadros deben ser empujados por una distancia  $d = 35mm = 0.035m$  durante un período de tiempo  $t = 0.56s$

La potencia para realizar este empuje es de:

$$P = \frac{F_{caad} * d}{t} \quad (5.4)$$

$$P = 24.03 W$$

Se realizó un experimento para calcular la fuerza que debe vencer el empuje de la cadena para remover el opérculo de los cuadros. Este experimento se hizo mediante la utilización de un dinamómetro acoplado a una porción de cuchillo que atacó al opérculo en el panel. Así como se muestra en la Figura 5.10.

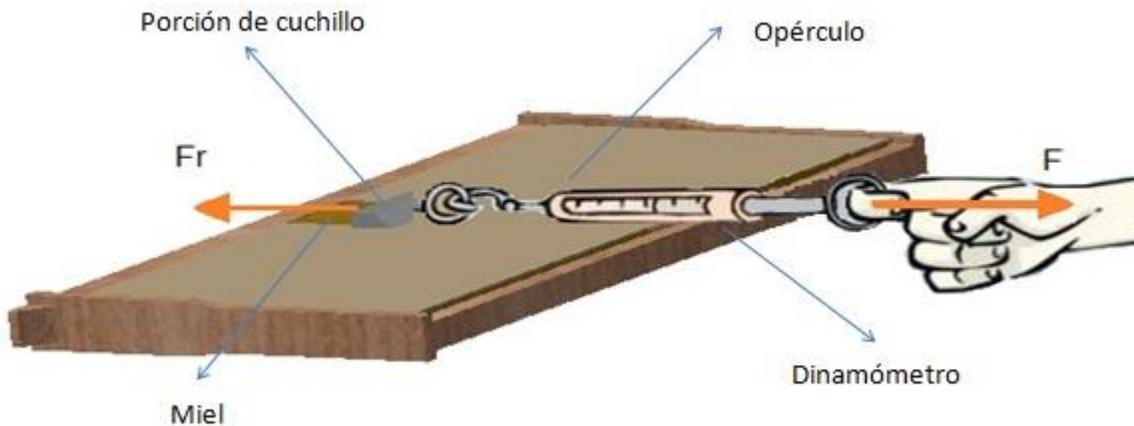


Figura 5.10 Ilustración de la estimación de la fuerza a vencer por la cadena.

Fuente: Los Autores

La lectura del dinamómetro arrojó un resultado de 2.5 Kg. Como son 2 cuchillas actuando en forma paralela simultáneamente, la fuerza de reacción del opérculo es de  $F_r = 5Kg$

Esto indica que el torque de operación viene dado por:

$$T_{Op} = F_r g r_{PC} \quad (5.5)$$

Dónde:  $r_{PC}$ : Radio del piñón conductor

$F_r$ : Fuerza de reacción del opérculo

$$r_{PC} = .04475 \text{ m}$$

$$T_{Op} = (5)(9.81)(.4475)$$

$$T_{Op} = 21.95 \text{ N} * \text{m}$$

Es importante destacar que el torque de motor se incrementa en 21 veces, esto es porque se reduce la velocidad la misma cantidad de veces.

Sobreestimando la potencia que necesitan las cuchillas eléctricas para su pleno funcionamiento, se estableció en 200W, debido a que durante la realización de este trabajo de grado se investigó sobre el funcionamiento de los cuchillos eléctricos para alimentos y se encontró esta característica.

La potencia del motor a utilizar debe ser mayor a los 225 W, más las potencias disipadas por cojinetes, rodamientos y otras piezas, las cuales necesita vencer el motor para asegurar el correcto funcionamiento de la máquina.

Utilizando el catálogo de motores *BALDOR* para motores monofásicos se obtienen las siguientes características de un motor modelo RL344A:

- ✓  $P_m$ : Potencia del motor = 0,5 HP; 0.375 Kw
- ✓  $T_{arr}$ : Torque de arranque = 4.35 lb \* pie = 5.91 N \* m
- ✓  $T_{cargaplena}$  = 1.5 lb \* pie = 2.04 N \* m
- ✓  $n_e$  = RPM de entrada = 1725 RPM

- ✓ Peso = 11,34 Kg
- ✓  $A_{operac}$ : 8.4 A (115 V) / 4.2 A (230 V)

El motor seleccionado puede vencer el torque que necesita la cadena para su movimiento, ya que el torque a carga plena se incrementa 21 veces.

En el apéndice 1 se observa el rendimiento del motor seleccionado funcionando con 230V.

Cabe destacar que este motor se elige con la finalidad de establecer un patrón de características necesarias, pudiendo ser reemplazados en un futuro por un motor de otra marca que cumpla con las características ya establecidas.

#### Protección de motores monofásicos

- ✓ Cortocircuito: al igual que en los motores trifásicos, debe realizarse mediante un interruptor magneto-térmico convencional, en este caso de dos polos.
- ✓ Sobrecarga: en motores pequeños (inferiores a 1HP), es habitual que el fabricante incluya internamente un bimetálico de tal forma que por él circule la intensidad total del motor. Ante una sobrecarga el bimetálico desconecta al motor de la red. En el apéndice 9 se muestra la información eléctrica correspondiente al motor seleccionado.

#### **5.4.2 Selección de la cadena y sus componentes**

El sistema consiste en 2 cadenas transportadoras de igual longitud, seis (6) piñones de 16 dientes y tres (3) ejes que transmiten el movimiento entre los piñones. Además, las cadenas están unidas mediante 4 varillas que realizan el empuje. Cabe destacar que por el producto ser alimento, el material a seleccionar debe ser acero inoxidable.

Existen diversos tipos de cadena, entre sus características se pueden resaltar el tipo de cadena, función, tamaño, material, resistencia última a la tracción, entre otras.

La cadena que se utiliza en este equipo es de rodillos, esto es porque es un tipo de cadenas que se encuentra con numerosidad en el mercado, su mantenimiento es sencillo, al igual que su desinstalación.

La cadena de rodillos a utilizar es de tipo ANSI 50 con paso de 5/8 de pulgada, sus propiedades se obtienen del catálogo de INTERMEC y la capacidad en HP es mostrada en la tabla 5.5.

Tabla 5.5 Tabla de Capacidad para cadenas ANSI 50

**TABLA DE CAPACIDAD**  
CADENA ESTANDAR SENCILLA DE RODILLOS No. 50 PASO 5/8"

No. de dientes piñón conductor	R.P.M DEL PIÑON CONDUCTOR																								
	10	25	50	100	200	300	400	500	700	900	1000	1200	1600	1800	2100	2400	2700	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	
9	0.09	0.19	0.36	0.67	1.26	1.81	2.35	2.87	3.89	4.88	5.36	6.32	6.62	4.92	4.13	3.27	2.68	2.25	1.92	1.52	1.25	1.04	0.89	0.77	0.58
10	0.10	0.22	0.41	0.76	1.41	2.03	2.63	3.22	4.36	5.46	6.01	7.05	7.65	5.77	4.83	3.84	3.14	2.63	2.25	1.78	1.46	1.22	1.04	0.90	0.79
11	0.11	0.24	0.45	0.84	1.56	2.25	2.92	3.57	4.83	6.05	6.66	7.85	8.15	6.66	5.58	4.42	3.62	3.04	2.59	2.06	1.68	1.41	1.20	1.04	0.92
12	0.12	0.26	0.49	0.92	1.72	2.47	3.21	3.92	5.31	6.65	7.31	8.62	9.36	7.58	6.35	5.04	4.13	3.46	2.95	2.34	1.92	1.61	1.37	1.19	1.04
13	0.13	0.29	0.54	1.00	1.81	2.70	3.50	4.27	5.78	7.25	7.97	9.40	10.4	8.55	7.16	5.69	4.65	3.90	3.33	2.64	2.16	1.81	1.55	1.34	0
14	0.14	0.31	0.58	1.09	2.03	2.92	3.79	4.63	6.27	7.86	8.64	10.2	11.7	9.55	8.01	6.35	5.20	4.36	3.72	2.95	2.42	2.03	1.73	1.50	0
15	0.15	0.34	0.63	1.17	2.19	3.15	4.08	4.99	6.75	8.47	9.31	11.0	12.6	10.6	8.88	7.05	5.77	4.83	4.13	3.27	2.68	2.25	1.92	1.66	0
16	0.16	0.36	0.67	1.26	2.34	3.38	4.37	5.35	7.24	9.05	9.98	11.8	13.5	11.7	9.78	7.76	6.35	5.32	4.55	3.61	2.95	2.47	2.11	1.83	0
17	0.17	0.39	0.70	1.34	2.50	3.61	4.67	5.71	7.73	9.69	10.7	12.6	14.4	12.8	10.7	8.50	6.96	5.83	4.98	3.95	3.23	2.71	2.31	2.01	0
18	0.18	0.41	0.76	1.43	2.65	3.83	4.97	6.07	8.22	10.3	11.3	13.4	15.3	13.9	11.7	9.26	7.58	6.35	5.42	4.30	3.52	2.95	2.52	2.18	0
19	0.19	0.43	0.81	1.51	2.82	4.07	5.27	6.44	8.72	10.9	12.0	14.2	16.3	15.1	12.7	10.0	8.22	6.89	5.88	4.67	3.82	3.20	2.73	2.38	0
20	0.20	0.46	0.86	1.60	2.98	4.30	5.57	6.80	9.21	11.5	12.7	15.0	17.2	16.1	13.7	10.8	8.88	7.44	6.35	5.04	4.13	3.46	2.95	2.58	0
21	0.21	0.48	0.90	1.69	3.14	4.53	5.87	7.17	9.71	12.2	13.4	15.8	18.1	17.6	14.7	11.7	9.55	8.01	6.84	5.42	4.44	3.72	3.18	2.80	0
22	0.22	0.51	0.95	1.77	3.31	4.76	6.17	7.54	10.2	12.8	14.1	16.6	19.1	18.8	15.8	12.5	10.2	8.59	7.33	5.82	4.76	3.99	3.41	3.04	0
23	0.23	0.53	1.00	1.86	3.47	5.00	6.47	7.91	10.7	13.4	14.8	17.4	20.0	20.1	16.9	13.4	11.0	9.18	7.84	6.22	5.09	4.27	3.88	3.51	0
24	0.25	0.56	1.04	1.95	3.63	5.23	6.78	8.29	11.2	14.1	15.5	18.2	20.9	21.4	18.0	14.3	11.7	9.78	8.35	6.63	5.42	4.55	4.18	3.81	0
25	0.26	0.58	1.09	2.03	3.80	5.47	7.08	8.66	11.7	14.7	16.2	19.0	21.9	22.8	19.1	15.2	12.4	10.4	8.88	7.05	5.77	4.83	4.44	4.07	0
26	0.27	0.61	1.14	2.12	3.96	5.70	7.39	9.03	12.2	15.3	16.9	20.0	22.8	24.2	20.3	16.1	13.2	11.0	9.42	7.47	6.12	5.13	4.74	4.35	0
28	0.29	0.66	1.23	2.30	4.29	6.18	8.01	9.72	13.2	16.5	18.3	21.5	24.7	27.0	22.6	18.0	14.7	12.3	10.5	8.35	6.84	5.73	5.34	4.95	0
30	0.31	0.71	1.33	2.49	4.62	6.66	8.63	10.5	14.3	17.9	19.7	23.2	26.6	30.0	25.1	19.9	16.3	13.7	11.7	9.26	7.58	6.47	6.08	5.69	0
32	0.33	0.76	1.42	2.66	4.96	7.14	9.25	11.3	15.3	19.2	21.1	24.9	28.6	32.2	27.7	22.0	18.0	15.1	12.9	10.2	8.35	7.19	6.80	6.41	0
36	0.37	0.84	1.57	2.93	5.46	7.86	10.2	12.5	16.9	21.1	23.2	27.4	31.5	35.5	31.6	25.1	20.6	17.2	14.7	11.7	9.55	8.16	7.77	7.38	0
40	0.43	0.97	1.81	3.38	6.31	9.08	11.8	14.4	19.5	24.4	26.8	31.6	36.3	41.0	38.7	30.7	25.1	21.0	18.0	14.3	12.3	11.92	11.53	11.14	0
45	0.48	1.10	2.06	3.84	7.16	10.3	13.4	16.3	22.1	27.7	30.5	35.9	41.3	46.5	46.1	36.6	30.0	25.1	21.4	17.2	14.3	12.3	11.92	11.53	0
	Lubricación Tipo A							Lubricación Tipo B							Lubricación Tipo C										

LUBRICACIÓN TIPO A: A mano, con aceitera o brocha.  
 LUBRICACIÓN TIPO B: En baño de aceite o por salpique.  
 LUBRICACIÓN TIPO C: Al chorro bajo presión.

La información contenida en estas tablas está basada en los estándares de la ASOCIACION AMERICANA DE FABRICANTES DE CADENAS ( American Chain Association).

INFORMACIÓN INTERMEC

Quando se trata de cadenas de hilera múltiple de este paso, multiplique la capacidad por:

No. DE HILERAS	FACTOR
2 .....	1.7
3 .....	2.5
4 .....	3.3
5 .....	3.9
6 .....	4.5

Fuente: www.intermec.com.co

En la tabla se observa que la capacidad de transmisión de una cadena ANSI 50 con un piñón conductor de 16 dientes es de  $P = 1.05 HP$  lo que

prueba que cumple con la potencia que se requiere transmitir  $P = 0.5 \text{ HP}$ , la potencia del motor.

La cadena debe ser de acero inoxidable por ser miel el producto que procesará el equipo.

#### Resistencia de la cadena ANSI 50

Para asegurar el correcto funcionamiento de la cadena, se comparará la resistencia a la tracción del acero inoxidable con los valores y datos suministrados por los proveedores de cadenas y algunos datos obtenidos de otras fuentes tales como:

Resistencia promedio a la tensión de una cadena de rodillos ANSI 50 de acero al carbono:  $6100 \text{ lbf}$

Para poder hacer una comparación tangible de este valor se realizará una extrapolación de los valores promedios de resistencia a la tensión del acero al carbono con respecto al acero inoxidable.

Acero inoxidable:  $580 \text{ Mpa}$

Acero al carbono:  $630 \text{ Mpa}$

Los valores fueron seleccionados en promedio debido a que la cadena está compuesta por diversos aceros al carbono (placas 1045, rodillos 1010 y 1045, buje 1020) mientras que la cadena de acero inoxidable mayormente se fabrica en acero 304; también se les aplica diversos tratamientos térmicos para mejorar la resistencia de los componentes de la cadenas, así que los valores de resistencia a la tensión fueron tomados teniendo en cuenta esta consideración.

Realizando la extrapolación, el valor en promedio para la resistencia a la tensión de una cadena de acero inoxidable ANSI 50 resultó ser de  $5615 \text{ lbf}$ .

Con el radio del piñón conductor (apéndice 3) el cual se seleccionará posteriormente ( $r = 1.76 \text{ pulg}$ ) el torque máximo permisible por la cadena será

$$T = 5615 * 1.76 = 9882.62 \text{ lbf} * \text{pulg} = 1116.73 \text{ N} * \text{m}$$

Este valor garantiza que la cadena no fallará, ya que es mucho mayor al valor del torque máximo generado por el motor que resultó en la ecuación 5.10.

### Selección de Piñones

Mediante el software de Diseño asistido por Computadora Autodesk Inventor se calcula la longitud de ambas cadenas. Y se diseñan los eslabones con las medidas obtenidas del proveedor SKF.

Las cadenas son de una longitud de  $L = 1625 \text{ mm}$  aproximadamente.

Para la selección de los piñones se utiliza el catálogo de SKF, estos piñones también serán de acero inoxidable.

En el apéndice 3 se observan las dimensiones de los piñones de cadenas de rodillos ANSI 50 de paso 5/8 de pulgada.

Los piñones tienen un diámetro exterior  $OD = 89.41 \text{ mm}$ , y se eligen del tipo B (con manzana) para distribuir mejor los esfuerzos y así mejorar el funcionamiento del sistema y facilitar el ensamble del mismo.

Para la posterior elección de una caja reductora se necesita establecer la velocidad de las cadenas y para esto se debe plantear cuántos cuadros se desopercularán en una hora de trabajo del equipo.

Conociendo que el sistema tiene 4 varillas unidas a las cadenas en una vuelta, y que se puede plantear como requerimiento que el equipo

desopercule 540 cuadros en una hora, se puede llegar a la velocidad tangencial de la cadena de la siguiente forma:

Para consumir el requerimiento de 540  $Cu/h$  se debe efectuar que 9 cuadros sean desoperculados cada minuto, de manera que cada minuto las cadenas realicen 2.25 vueltas. Es decir, 2.25 veces su longitud.

Utilizando la fórmula de la velocidad:

$$V = \frac{d}{t} \quad (5.6)$$

$$V = \frac{2.25(L)m}{1 \text{ min}}$$

$$V = 3.656 \frac{m}{\text{min}}$$

$$V = 0.0609 \frac{m}{s}$$

Conociendo esta velocidad tangencial ( $V_t$ ) y el diámetro del piñón impulsor, se puede calcular la velocidad angular  $\omega$  del eje principal del equipo. Mediante la siguiente ecuación:

$$V_t = \omega \times r \quad (5.7)$$

$$\omega = \frac{V_t}{r}$$

Insertando la velocidad tangencial en m/min y el radio ( $r$ ) del piñón de antes seleccionado en m ( $r = 0.044705 \text{ m}$ )

$$\omega = \frac{\frac{3.656m}{\text{min}}}{0.044705m}$$

$$\omega = 81.78 \text{ RPM} \sim 82 \text{ RPM}$$

## Lubricación

Para lubricar el sistema de cadenas se utilizará la miel, porque así se evitará la contaminación del producto con alguna sustancia tóxica para el

consumo humano, como lo son los lubricantes sintéticos utilizados en la industria.

Las cadenas que funcionan a altas velocidades son lubricadas por aceites sintéticos cuya viscosidad no cambia en grandes proporciones en cuanto a la variación de la temperatura de operación.

La viscosidad de la miel varía considerablemente con respecto a la temperatura, pero las bajas velocidades a las que opera el equipo desoperculador no influyen en grandes proporciones al aumento de la temperatura, esto permitirá el buen desempeño de la miel como lubricante natural.

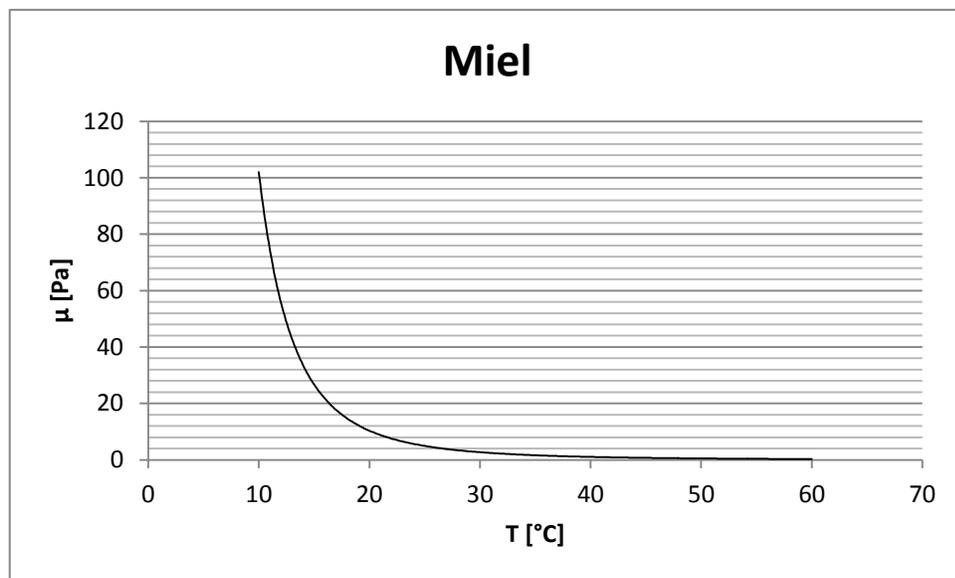


Figura 5.11 Gráfica Viscosidad vs. Temperatura de la miel

Fuente: Los Autores

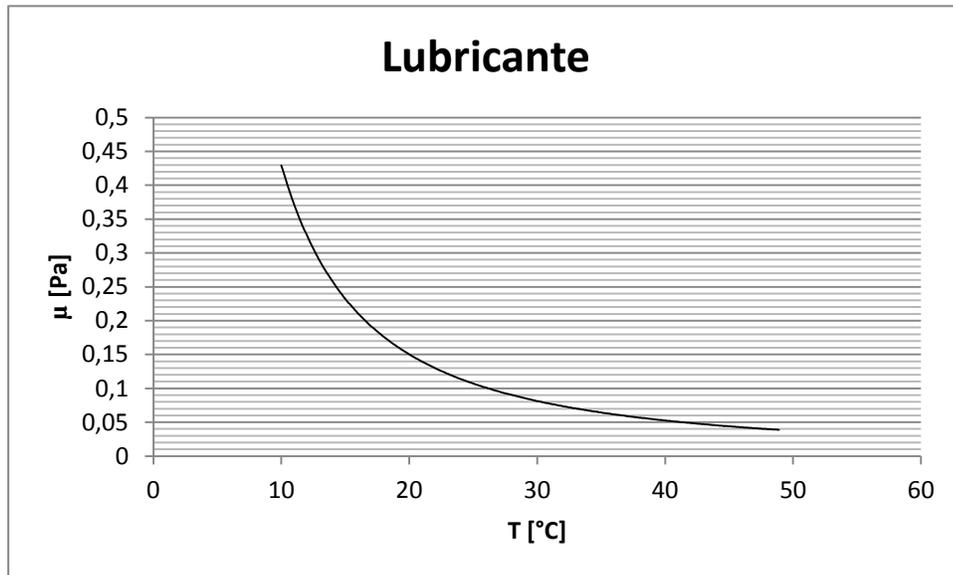


Figura 5.12 Gráfica Viscosidad vs Temperatura de lubricantes comunes.

Fuente: Los Autores

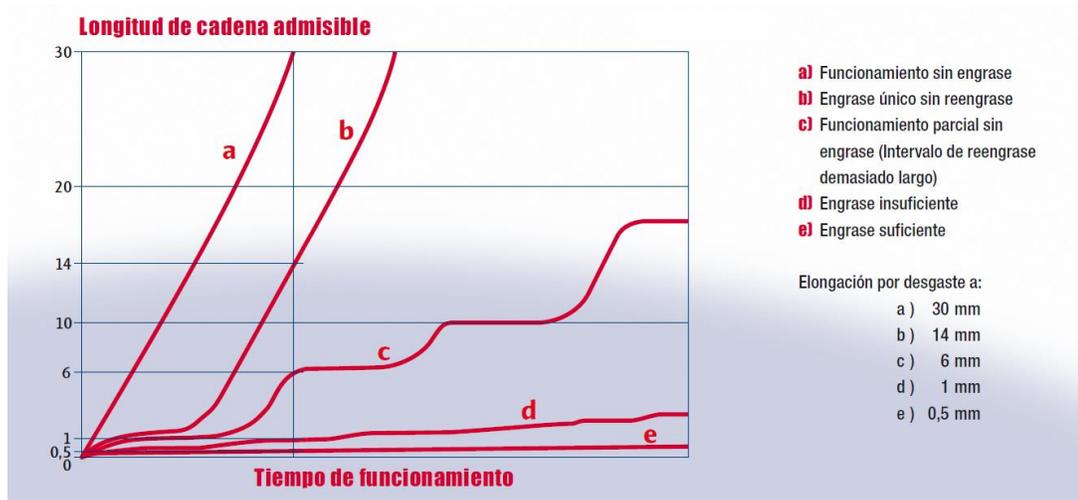


Figura 5.13. Longitud de cadena admisible vs. Tiempo

Fuente: Link-Belt

### 5.4.3 Cálculo y selección de la caja reductora

Para el sistema de movimiento de las cadenas, se necesita una reducción de las RPM es por esto que se elige una caja reductora.

Para la selección de la caja reductora se utiliza el catálogo de cajas reductoras de *www.baldor.com*. Conociendo que el motor a utilizar es de 1725 RPM, se necesita realizar una reducción ( $i$ ) para el movimiento del eje que mueve las cadenas, esta reducción viene dada por:

$$i = \frac{n_e}{n_s} \quad (5.8)$$

$n_e$ : RPM entrada

$n_s$ : RPM salida

$$i = \frac{1725}{82}$$

$$i = 21.03$$

Se seleccionó la caja reductora GHF2018AH, la cual funciona con 90° de aplicación y de eje sólido.

Características principales:

$$i = 19.88$$

$$T_{\text{máx}} = 461 \text{ lb. pulg}$$

Pero ya que la salida que se necesita es de  $n_s = 82$  RPM se debe realizar una reducción antes de la caja reductora. Esta reducción se realiza en el sistema de transmisión por correas. El cual reducirá las RPM hasta  $n_{s1}$ .

$$n_{s1} = n_{s2} * i_2 \quad (5.9)$$

$$n_{s1} = 82 * 19.88$$

$$n_{s1} = 1630.16 \text{ RPM}$$

$n_{s1}$ : RPM de salida luego de la primera reducción

$n_{s2}$ : RPM de salida luego de la segunda reducción

$i_2$ : Índice de reducción 2

Ya que se reducen las RPM en una relación de 1:21, ocurre lo contrario con el torque máximo y a pesar de que no se necesita uno tan elevado para el funcionamiento, éste aumentará considerablemente (21:1).

$$T_{m\acute{a}x} = T_{Mot} * i_T \quad (5.10)$$

$$T_{m\acute{a}x} = 1.5 * 21 \text{ lb} * \text{pie}$$

$$T_{m\acute{a}x} = 31.545 \text{ lb} * \text{pie} = 42.78 \text{ N} * \text{m}$$

Debido a que se aumenta en gran proporción el torque se debe colocar un relé que desconecte el motor al aumentar el amperaje, es decir, si ocurre una tranca en el funcionamiento de la máquina. Esto evitará daños en la estructura y en los cuadros de panales.

#### 5.4.4 Cálculo de sistema de transmisión por correas

Para el sistema de transmisión por correas se necesita reducir las RPM del motor y ya que se conoce la reducción alcanzada por la caja reductora antes seleccionada. Se necesita un índice de reducción de:

$$i_1 = \frac{n_e}{n_{s1}}$$

$$i_1 = \frac{1725}{1630.16}$$

$$i_1 = 1.06$$

Para guiar la selección de las poleas y la correa que realizan esta transmisión se utilizará el catálogo de Baldor de [www.baldor.com](http://www.baldor.com). En este documento se muestran los distintos tipos de poleas y sus diferentes dimensiones.

Utilizando la ecuación (5.8) para relación de velocidades para sistemas de correas.

$$i_1 = \frac{n_e}{n_s} = \frac{D_1}{D_2}$$

$$\frac{D_1}{D_2} = 1.06$$

### Potencia de Diseño

Para calcular la potencia de diseño se utiliza la siguiente ecuación:

$$P_d = P_t * FS \quad (5.11)$$

*P<sub>d</sub>*: Potencia de Diseño

*P<sub>t</sub>*: Potencia Transmitida

*FS*: Factor de Servicio

Y del apéndice 4 se elige el factor de servicio FS. El factor de servicio a usar es  $FS = 1.1$

### Tamaño de la correa

Para obtener una referencia acerca de las dimensiones de la correa que se va a utilizar se utiliza la figura 5.14.

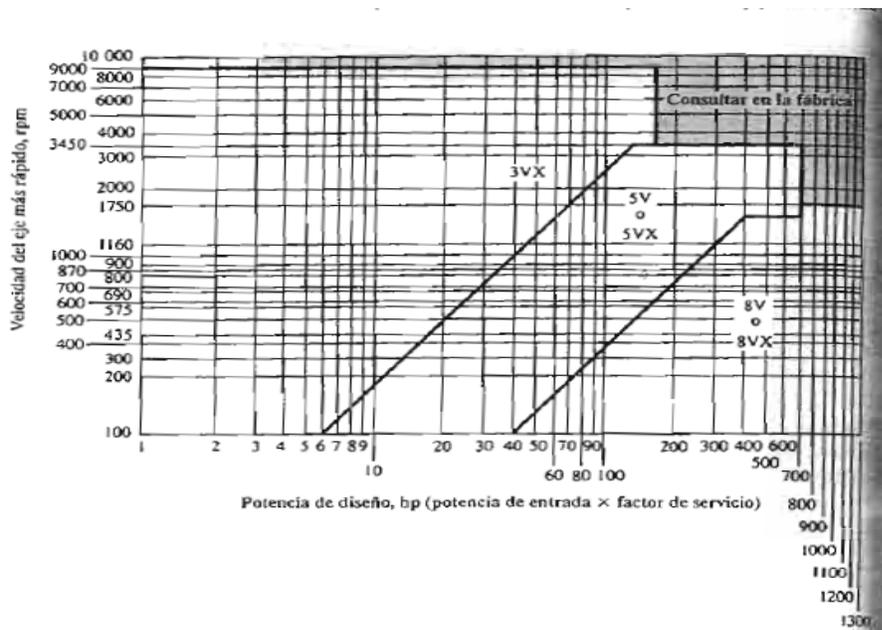


Figura 5.14. Gráfica para la selección de bandas en V industriales de sección angosta.

(Dayco Corp.)

Fuente: Robert Mott. Diseño de Elementos de Máquinas

Del gráfico, con la potencia y las RPM ya definidas se escoge una correa angosta 3V debido a que cumple con las necesidades.

#### Selección de Diámetros de las poleas

Usando el catálogo mostrado en el apéndice 5 se seleccionan la polea  $D_1 = 2.65 \text{ pul}$  y la polea  $D_2 = 2.5 \text{ pul}$ , las cuales cumplen con la relación de reducción.

$$i_1 = \frac{D_1}{D_2} = \frac{2.65}{2.5} = 1.06$$

Mediante el software *Autodesk Inventor 2013* se realiza la esquematización y ensamblaje de las piezas y componentes del equipo. Así, se estima la distancia entre centros “C” para obtener la longitud de la correa 3V a utilizar.

Donde  $C = 518.61 \text{ mm} = 20.418 \text{ pulg}$

$$L = 2C + 1.57(D_2 + D_1) + \frac{(D_1 - D_2)^2}{4C} \quad (5.12)$$

$$L = 48.922 \text{ pulg}$$

*C: Distancia entre centros*

*L: Longitud de la correa*

Utilizando el apéndice 5 se elige una correa 3V más cercana a la calculada anteriormente.

Se selecciona la correa 3V500 de un largo  $L_c = 50.0 \text{ pulg}$

Para el correcto montaje y funcionamiento de la correa se modificará la distancia entre centro “C” en función de la longitud seleccionada de la correa por medio de las siguientes ecuaciones:

$$C = \frac{B + \sqrt{B^2 - 32(D_1 - D_2)^2}}{16} \quad (5.13)$$

Siendo

$$B = 4L - 6.28(D_1 + D_2) = 167.658 \quad (5.14)$$

Sustituyendo la ecuación 5.14 y  $D_1, D_2$  en 5.13 da como resultado:

$$C = 20.957 \text{ pulg} = 532.31 \text{ mm}$$

Siendo ésta la longitud necesaria para el correcto funcionamiento y la adecuada tensión en la correa, pero esta distancia se habrá de modificar para el montaje y mantenimiento de la correa, esto se debe a que a través del tiempo la correa se estira y la manera más adecuada de prevenir el resbalamiento y lograr que opere siempre con la tensión necesaria, es la colocación de un tensor; por ende, se modifica la distancia entre centros para poder hacer el montaje de la correa y por medio del tensor darle la fuerza que esta necesita para que opere correctamente; entonces la distancia entre centros a usar es de:

$$C = 19.016 \text{ pulg} = 483 \text{ mm}$$

Número de Correas a utilizar

Ya seleccionados los diámetros de las poleas a utilizar, se calcula la potencia nominal (capacidad de la correa) a partir del diámetro menor ( $D_2$ ) y las RPM entrada de la siguiente figura 5.15.

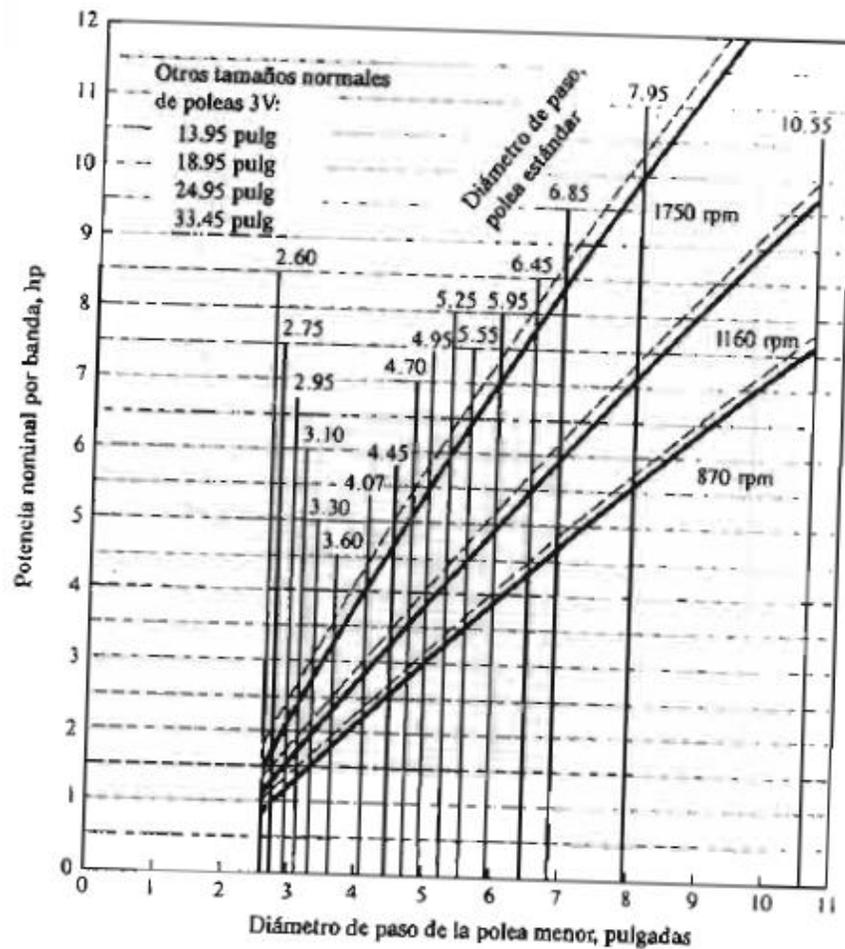


Figura 5.15. Capacidad para bandas 3V

Fuente: Robert Mott, Diseño de Elementos de Máquinas

Se obtiene del grafico una potencia nominal básica de 1.5HP. Para completar el cálculo del número de correas a usar es necesario conocer el factor de corrección por ángulo de contacto  $C_\theta$  (figura 5.16) y el factor de corrección por longitud de banda  $C_L$  (figura 5.17), los cuales son necesarios para aplicar la siguiente ecuación:

$$P_c = C_\theta C_L P_n \quad (5.15)$$

$P_c$ : Potencia Corregida

$P_n$ : Potencia Nominal

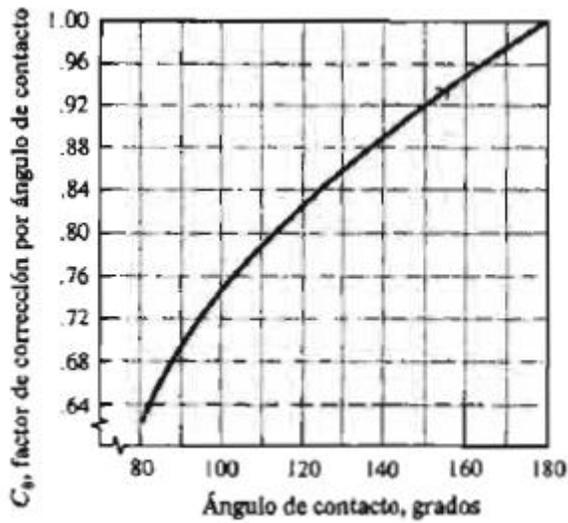


Figura 5.16. Factor de corrección por ángulo de contacto  $C_\theta$

Fuente: Robert Mott, Diseño de Elementos de Máquinas

Donde 
$$\theta_1 = 180^\circ - 2\text{sen}^{-1} \left[ \frac{D_1 - D_2}{2C} \right] \quad (5.15)$$

$$\theta_1 = 179^\circ \Rightarrow C_\theta = 0.99$$

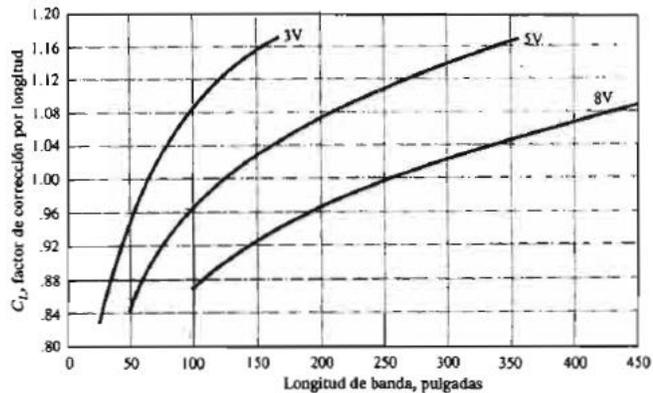


Figura 5.17 Factor de corrección por longitud de banda  $C_L$

Fuente: Robert Mott, Diseño de Elementos de Máquinas

De la grafica  $C_L = 0.94$

Sustituyendo en la ecuación 5.14 los valores obtenidos de las gráficas anteriores no da:

$$P_C = 0.99 * 0.94 * 1.5 = 1.3959HP$$

$$\#Bandas = \frac{P_t}{P_c} = 0.358 = 1 \text{ correa} \quad (5.16)$$

#Bandas: Número de correas necesarias

#### 5.4.5 Cálculo de ejes

Se utilizará un eje para conducir las RPM provenientes de la caja reductora hacia los piñones conductores de 16 dientes y consecuentemente hacia las cadenas.

Este eje funciona con un torque de operación de:

$$T_{Op} = 21.95 \text{ N} * m$$

Para diseñar este eje se siguió la metodología planteada por Robert Mott en el libro “Diseño de Elementos de Máquinas” se utiliza la ecuación a continuación mostrada para calcular el diámetro mínimo para cada sección de este árbol.

$$D = \left[ \frac{32N}{\pi} \sqrt{\left(\frac{KtM}{Sn'}\right)^2 + \frac{3}{4}\left(\frac{T}{sy}\right)^2} \right]^{1/3} \quad (5.17)$$

Donde

*N: Factor de diseño*

*Kt: Factor de concentración de esfuerzos*

*M: Momento Flexionante*

*Sy: Esfuerzo de Fluencia*

*T: Torque*

*Sn': Resistencia modificada a la fatiga*

Para empezar con el cálculo del eje se debe conocer el material en el que se construirá y maquinará el eje, debido a que la aplicación es alimentaria el material en el cual se fabricará el eje es un acero SAE 304 cuyas propiedades son las siguientes:

$$S_y = 241 \text{ MPa} = 35 \text{ Ksi}$$

*Sn: Resistencia a la fatiga*

El factor de diseño N se escoge como 2 ya que no se esperan choques y se conocen los datos promedios de los materiales.

La resistencia modificada a la fatiga se calcula de la siguiente manera:

$$S_n' = S_n C_S C_R \quad (5.18)$$

Donde:

$c_R$ : Factor de confiabilidad aproximado

$C_S$ : Factor de Tamaño

Se desea una confiabilidad de 0.99 así que el  $c_R = 0.81$  mientras que el factor de tamaño será  $C_S = 0.81$ . Y de la figura 5.18 obtenemos el valor de Resistencia a la Fatiga para un eje maquinado al frío de  $S_n = 32500 \text{ PSI}$

Por tanto,  $S_n' = (32500)(0.81)(0.87) = 22903 \text{ PSI}$

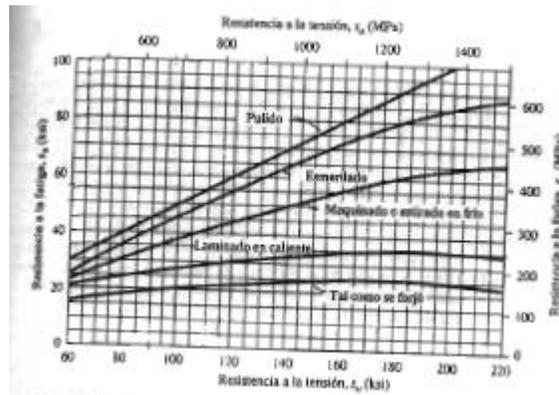


Figura 5.18: Resistencia a la fatiga  $S_n$  en función de la Resistencia a la tensión para acero forjado con diversas condiciones de superficie

Fuente: Robert Mott. Diseño de Elementos de Máquinas

Ahora se realiza el cálculo del torque para ambas catarinas que están sometidas al mismo par de torsión.

$$T_c = 63000 \frac{P}{n} \quad (5.19)$$

Donde

*P: Potencia a transmitir por el eje*

*N: RPM a las que se moverá el eje*

$$T_c = 63000 \left( \frac{0.5}{82} \right)$$

$$T_c = 384.146 \text{ Lb} * \text{pulg}$$

Ahora se examina cuánta es la carga a la que está sometido el eje en cada sección a diseñar

Teniendo en cuenta que el eje tiene acoplados dos piñones que mueven la cadena se tiene que la fuerza en la cadena en cada uno de estos piñones es:

$$F_c = T_c / (D_c / 2) \quad (5.20)$$

Donde

*D<sub>c</sub>: Diámetro del piñón conductor en pulgadas*

$$F_c = 384.146 / (3.203 / 2)$$

$$F_c = 239.855 \text{ Lb}$$

Esta fuerza es descompuesta en sus componentes horizontal y vertical para realizar el diagrama de cargas presentes en el plano x y el plano y, por condiciones de diseño el ángulo al que actúan la fuerza de las cadenas es de 14°. Así que:

$$F_{c_x} = F_c * \text{sen}(14^\circ)$$

$$F_{c_x} = 239.855 * \text{sen}(14^\circ)$$

$$F_{c_{1x}} = F_{c_{2x}} = 58.02 \text{ Lb}$$

$$F_{c_y} = F_c * \text{cos}(14^\circ)$$

$$F_{c_y} = 239.855 * \text{cos}(14^\circ)$$

$$F_{c1y} = F_{c2y} = 232.73 \text{ Lb}$$

La figura 5.19 muestra los diagramas de cargas en los planos xz y yz y el diagrama de flexión y momentos flexionantes de cada plano se muestran en la figura 5.20.

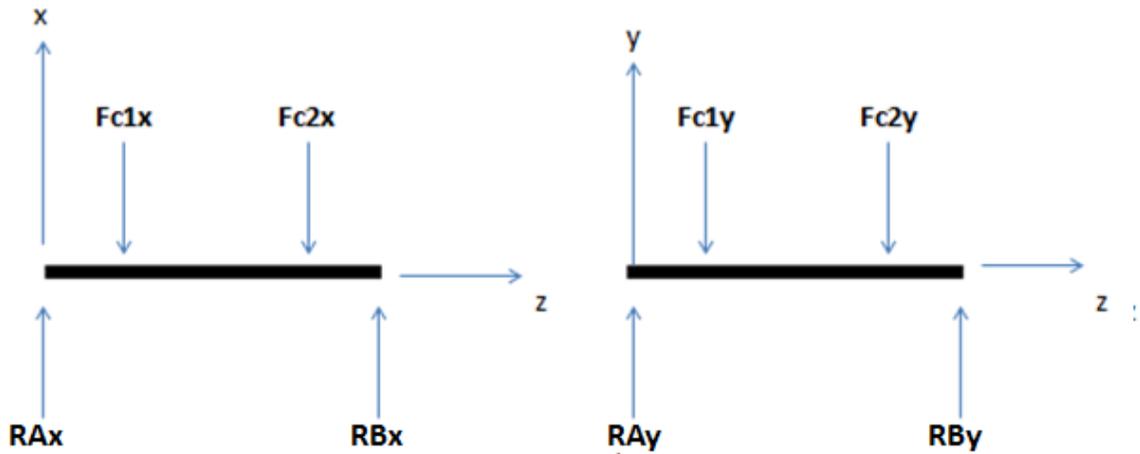


Figura 5.19 Diagrama de cargas en el plano xz y en el plano yz del eje a diseñar

Fuente: Los autores

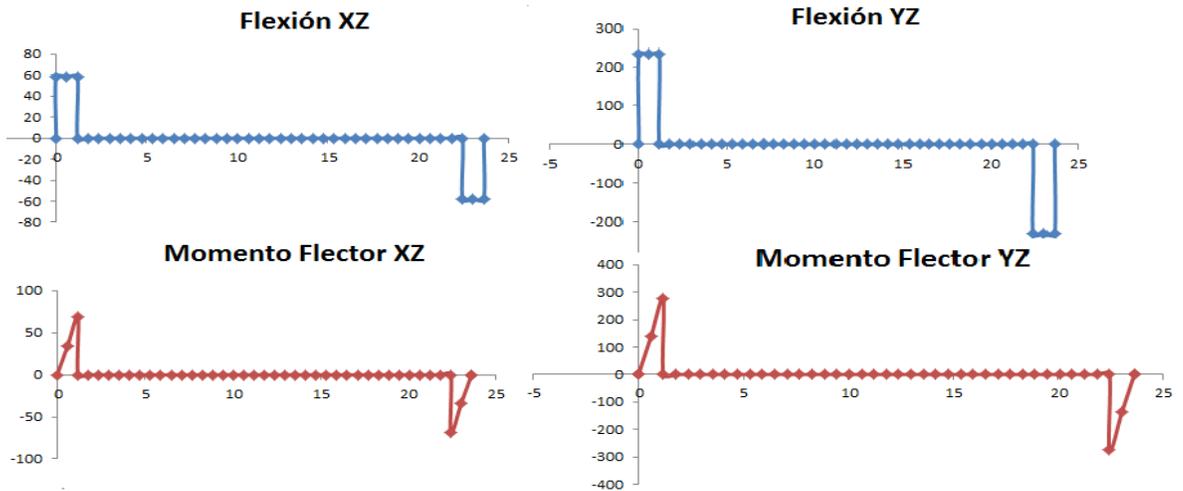


Figura 5.20 Diagrama de Flexión y Momentos Flectores del eje en estudio

Fuente: Los Autores!

Para el cálculo del Momento flexionante M se utiliza la ecuación (5.21) y se utiliza el momento flexionante concerniente a cada sección en específico.

$$M = \sqrt{M_x^2 + M_y^2} \quad (5.21)$$

Para calcular los diámetros de cada una de las secciones del eje se programó la ecuación (5.17) en una hoja de cálculo de *MICROSOFT EXCEL*. Se escogieron los diferentes valores preliminares de diseño para Kt, así como también las ecuaciones (5.18), (5.19), (5.20) y (5.21) que dan pie al cálculo del eje.

En la figura 5.21 se muestra el eje conductor con los respectivos detalles a ser considerados.



Figura 5.21 Eje Conductor y detalles

Fuente: Los Autores

En el eje se muestran los cambios de secciones que serán maquinados en y las respectivas hendiduras para los anillos de retención que evitarán el movimiento axial del eje así como de las catarinas.

En la tabla 5.6 se muestran los diámetros obtenidos para cada una de las secciones tomando en cuenta todos y cada uno de los factores influyentes en este proceso.

Tabla 5.6 Valores calculados para detalles de las secciones del eje.

Parte acoplada	Diámetros	Diámetro mínimo recomendado	Diámetro especificado
Acoplamiento A	$D_1$	12,34 mm	20 mm
Catarina 1	$D_2$	17,86 mm	24 mm
Catarina 2	$D_3$	17,86 mm	24 mm
Acoplamiento B	$D_4$	12,34 mm	20 mm

Fuente: Los Autores

Las ranuras para los anillos de retención son calculadas mediante el mismo método y utilizando un catálogo del proveedor *ROTOR CLIP COMPANY INC.* En la tabla 5.7 se muestran las especificaciones de los anillos de retención a utilizar.

Tabla 5.7 Especificaciones de ranuras para Anillos de retención del eje

Parte	Diámetro de Ranura	Diámetro del eje	Diámetro de Ranura
Anillo de retención 1 y 6	$D_1$	20 mm (MHS20)	18.85 mm
Anillo de retención 2 y 4	$D_2$	24 mm (MHS24)	22.60 mm
Anillo de retención 3 y 5	$D_3$	24 mm (MHS24)	22.60 mm

Fuente: Los Autores

Es prudente resaltar que pueden ser seleccionados anillos de retención de cualquier proveedor siempre y cuando cumplan con las dimensiones aquí especificadas y cuya inserción en el eje se haga de manera axial.

## 5.4.6 Cálculo de la estructura de la base

### 5.4.6.1 Cálculo de vigas

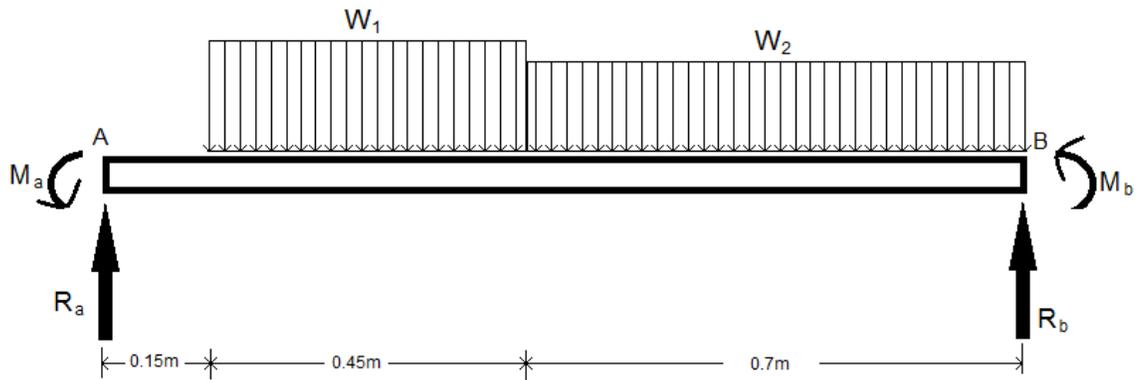


Figura 5.22 Diagrama de Cuerpo Libre del problema en estudio

Fuente: Los Autores

$$R_A = 312.81 \text{ N}$$

$$R_B = 366.49 \text{ N}$$

$$M_A = -80.38 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M_B = -80.71 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$W_1 = 654 \text{ N/m}$$

$$W_2 = 550 \text{ N/m}$$

La base está compuesta por ángulos de acero de ángulos iguales y tiene una longitud de 1,3m, su sección transversal es escogida mediante la aplicación de la ecuación de la curva elástica (ecuación 5.22). La que ayuda a obtener la deflexión presente en la viga del problema (Figura 5.16) Mediante la doble integración.

$$EI \frac{d^2y}{dx^2} = M(x)dx \quad (5.22)$$

Para la resolución de este problema se utilizó la ayuda del programa *XVIGAS\_WIN* y de la herramienta *MICROSOFT EXCEL*. Estas herramientas se utilizaron para depurar el error humano y buscar una solución más exacta. Las gráficas obtenidas para el cortante (figura 5.23) y el momento cortante (figura 5.24) fueron las siguientes:

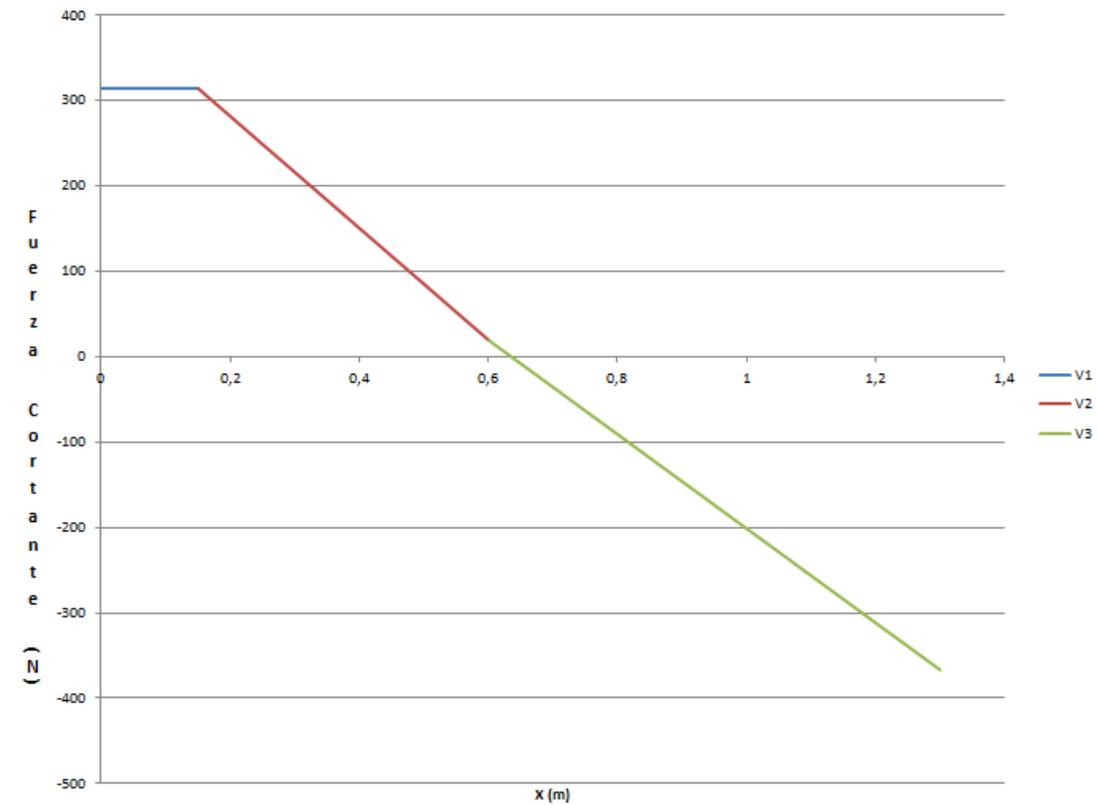


Figura 5.23 Diagrama de cortantes

Fuente: Los Autores

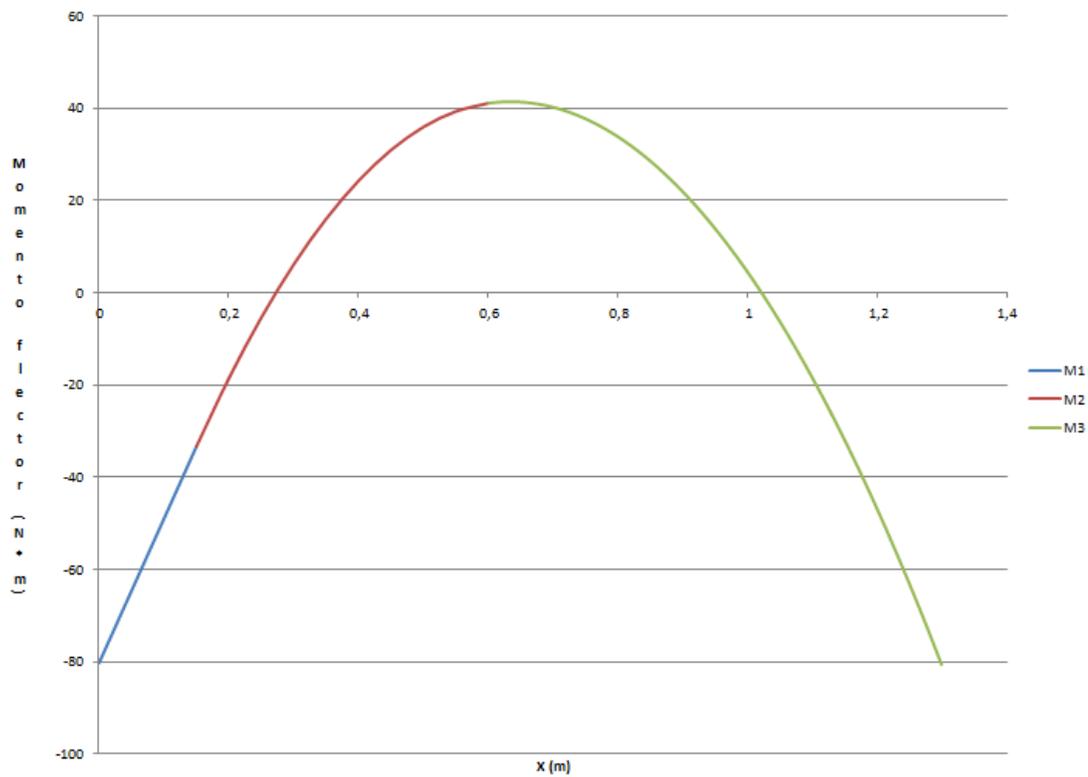


Figura 5.24 Diagrama de Momento Cortante

Fuente: Los Autores

Además se obtuvieron los siguientes coeficientes para la ecuación de la deflexión de la curva 3 donde se presenta la deflexión máxima la que es de la forma:

$$Ely = ax^4 + bx^3 + cx^2 + dx + e \quad (5.23)$$

$$a = -22,916666$$

$$b = 58,084309$$

$$c = -34,507561$$

$$d = -3,376125$$

$$e = 0,547805$$

Conociendo estos coeficientes y conociendo que el momento máximo ocurre en  $x = 0.64919 m$ , se puede evaluar la ecuación 5.23, la coordenada “x” y el módulo de elasticidad del acero ( $E = 210 GPa$ ) dando como resultado:

$$y_{max} = \frac{2,07888 \times 10^{-11}}{I} \quad (5.24)$$

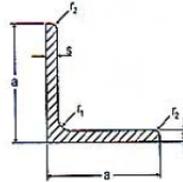
Además, de la tabla 5.8 Se escoge el Momento de Inercia  $I$  para un ángulo cuya inercia se sustituye en la ecuación 5.24.

Tabla 5.8 Ángulos nacionales de lados iguales.



### ANGULOS NACIONALES

Angulares de lados iguales  
Tolerancias dimensionales  
Norma Covenin perfiles 1293-85  
Norma Covenin “L” 1036-86  
Calidades del acero Covenin AE-25 y AE-35



L	DIMENSIONES (mm)				ÁREA cm <sup>2</sup>	PESO kg/m	DISTANCIA DE LOS EJES				MOMENTO RESPECTO A LOS EJES																					
	a	s	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>			e	w	v <sub>1</sub>	v <sub>2</sub>	x - x = y - y			E-E		n - n																
											I <sub>x</sub>	S <sub>x</sub>	R <sub>x</sub>	I <sub>E</sub>	R <sub>E</sub>	I <sub>n</sub>	R <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>														
cm	cm	cm	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm	cm																			
20x 3	20	3.0	3.5	2.0	1.12	0.88	0.60	1.41	0.85	0.70	0.39	0.28	0.59	0.62	0.74	0.15	0.18	0.37														
25x 3	25	3.0	3.5	2.0	1.42	1.12	0.73	1.77	1.03	0.87	0.79	0.45	0.75	1.27	0.95	0.31	0.30	0.47														
30x 3	30	3.0	5.0	2.5	1.74	1.36	0.84	2.12	1.18	1.04	1.41	0.65	0.90	2.24	1.14	0.57	0.48	0.57														
35x	4	35	4.0	5.0	2.5	2.67	2.10	1.00	2.47	1.41	1.24	2.96	1.18	1.05	4.68	1.33	1.24	0.88	0.68													
	6																			3.87	3.04	1.08	1.53	1.27	4.14	1.71	1.04	6.50	1.30	1.77	1.16	0.68
40x	4	40	4.0	6.0	3.0	3.08	2.42	1.12	2.83	1.58	1.40	4.48	1.55	1.21	7.08	1.52	1.86	1.18	0.78													
	6																			4.48	3.52	1.20	1.70	1.43	6.33	2.26	1.19	9.98	1.49	2.67	1.57	0.77
50x	4	50	4.0	7.0	3.5	3.89	3.06	1.36	3.54	1.92	1.75	8.97	2.46	1.52	14.20	1.91	3.73	1.94	0.98													
	5																			4.80	3.77	1.40	1.98	1.76	11.00	3.05	1.51	17.40	1.90	4.59	2.32	0.98
	7																			6.56	5.15	1.49	2.11	1.78	14.60	4.15	1.49	23.10	1.88	6.02	2.85	0.96
65x	5	65	4.5	9.0	4.5	6.35	4.98	1.75	4.60	2.49	2.28	24.96	5.27	1.98	39.91	2.53	10.00	4.00	1.27													
	6																			7.53	5.91	1.80	2.55	2.28	29.20	6.21	1.97	46.30	2.48	12.10	4.74	1.27
	7																			8.70	6.83	1.85	2.62	2.29	33.40	7.18	1.96	53.0	2.47	13.80	5.27	1.26
75x	7	75	7.0	10.0	5.0	10.10	7.94	2.09	5.30	2.95	2.63	52.40	9.67	2.28	83.60	2.88	21.10	7.15	1.45													
	8																			11.50	9.03	2.13	3.01	2.65	58.90	11.00	2.26	93.30	2.85	24.40	8.11	1.46
90x 7	90	7.0	11.0	5.5	12.20	9.62	2.45	6.36	3.46	3.17	92.50	14.13	2.75	147.0	3.46	38.00	11.00	1.77														
100x	8	100	8.0	12.0	6.0	15.50	12.20	2.74	7.07	3.87	3.52	145.00	19.90	3.06	230.00	3.85	59.90	15.50	1.96													
	10																			19.20	15.10	2.82	3.99	3.54	177.00	24.70	3.04	280.00	3.82	73.30	18.40	1.95

Fuente: SABIMET S.A.

Luego de sustituir  $I$  en la ecuación de la deflexión, se compara con el criterio de la máxima deflexión permisible.

Tabla 5.9 Criterio de máxima deflexión permisible

<b>Caso</b>	<b>Máxima Deflexión permisible (<math>y_{m\acute{a}x}</math>)</b>
<i>Vigas</i>	
✓ <i>Vigas portantes de piso y equipos (para la carga total)</i>	$L / 240; L = luz$
✓ <i>Vigas portantes de cielo raso enlucido (para cargas vivas)</i>	$L / 360; L = luz$
✓ <i>Vigas de techo y correas</i>	$L / 180; L = luz$
<i>Puentes grúa, Monorrieles, y grúas de brazo (1)</i>	
✓ <i>Vigas carrileras</i>	$L / 750; L = luz$
✓ <i>Monorrieles</i>	$L / 450; L = luz$
✓ <i>Brazos de grúa</i>	$L / 225; L = luz$
✓ <i>Deflexión horizontal para puentes grúa</i>	$L / 400; L = luz$

Fuente: AISC-Manual of Steel Construction.

De la tabla 5.9 se utiliza  $L/240$  ya que la viga a diseñar se utiliza como portante de piso y equipos, así:

$$y_{m\acute{a}xpermisible} = \frac{L}{240} \quad (5.25)$$

$$L = 1.3m$$

Por lo tanto:  $y_{m\acute{a}xpermisible} \leq 0.005416666 m$

Realizando un proceso iterativo en la ecuación 5.24 con las inercias suministradas en la tabla 5.8 da como resultado que el ángulo de lados iguales:

20x3 mm; Con inercia  $I = 3.9 \times 10^{-9} m^4$

$$\Rightarrow y_{m\acute{a}x} = 0,005330457 m$$

25x3 mm; Con inercia  $I = 7.9 \times 10^{-9} m^4$

$$\Rightarrow y_{m\acute{a}x} = 0.002631491 m$$

Donde ambos resultados obtenidos cumplen con el criterio de máxima deflexión permisible, pero el ángulo de 20x3 mm está muy cerca de ese valor por lo que se selecciona el ángulo de 25x3 mm para el diseño de la base.

$$y_{m\acute{a}x} \leq y_{m\acute{a}xpermisible}$$

#### 5.4.6.2 Calculo de Columnas

Las columnas recomendablemente serán tubos huecos de acero estructural. Estos soportes de la base se estarán seleccionando mediante la fórmula de Euler para columnas.

$$P_{cr} = \frac{C\pi^2 EI}{l^2} \quad (5.26)$$

$P_{cr}$  = Carga Crítica [kN]

Donde la constante C depende de las condiciones de los extremos (Tabla 5.10)

Tabla 5.10 Constante C condiciones extremos

Condiciones de extremos de columnas	Constante C de condición de extremos		
	Valor teórico	Valor conservador	Valor recomendado*
Empotrado-libre	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$
Redondeado-redondeado	1	1	1
Empotrado-redondeado	2	1	1.2
Empotrado-empotrado	4	1	1.2

Fuente: Shigley, Diseño en Ingeniería Mecánica

Los cálculos se comprobaron con una carga crítica que viene dada de la siguiente manera

$$P_{cr} = n_d * P \quad (5.27)$$

$n_d =$  Factor de Diseño

Como factor de diseño en este trabajo de grado se escoge  $n_d = 3$ , sustituyendo este valor en la ecuación 5.22:

$$P_{cr} = 3 * 366.49N = 1099.47N$$

De la tabla 5.10 se selecciona la constante C con una condición de extremo: empotrado-libre con un valor de  $\frac{1}{4}$ . Despejando  $I$  de la ecuación 5.21 queda

$$I = \frac{P_{cr} l^2}{c \pi^2 E}$$

$$I = \frac{1099.47 * 0.7^2}{\frac{1}{4} * \pi^2 * 200 * 10^9}$$

$$I = 1.09x10^{-9} m^4$$

Se selecciona un tubo con una inercia mayor a la resultante de la fórmula anterior.

La inercia de un tubo circular hueco es de la forma:

$$I = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{64} \quad (5.28)$$

Verificando la tabla 5.11 el tubo de diámetro  $21.3\text{mm}$  cumple con la condición pero por razones de estética se elige el tubo circular de  $26.9\text{mm}$  de diámetro y espesor de  $2\text{mm}$  con una inercia  $I = 1.22 \times 10^{-8} \text{m}^4$ . Así, se asegura su correcto funcionamiento y que éstas columnas no fallen.

Para las columnas del mecanismo de recolección de opérculos se escogerá el tubo circular de diámetro  $21.3\text{mm}$ .

Tabla 5.11 Catálogo de tubos redondos de acero estructural.

Diámetro exterior	Espesor	Masa por unidad de longitud	Área de la sección transversal	Momento de inercia de flexión	Radio de giro	Módulo de flexión elástico	Módulo de flexión plástico	Momento de inercia de torsión	Módulo de torsión	Área superficial por metro lineal	Longitud nominal por tonelada
D	T	M	A	I	i	$W_{el}$	$W_{pl}$	$I_t$	$C_t$	$A_s$	
mm	mm	kg/m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	m <sup>2</sup> /m	m
21.3	2.0	0.95	1.21	0.571	0.686	0.536	0.748	1.14	1.07	0.0669	1050
	2.5	1.16	1.48	0.664	0.671	0.623	0.889	1.33	1.25		863
	3.0	1.35	1.72	0.741	0.656	0.696	1.01	1.48	1.39		739
26.9	2.0	1.23	1.56	1.22	0.883	0.907	1.24	2.44	1.81	0.0845	814
	2.5	1.5	1.92	1.44	0.867	1.07	1.49	2.88	2.14		665
	3.0	1.77	2.25	1.63	0.852	1.21	1.72	3.27	2.43		566
33.7	2.0	1.56	1.99	2.51	1.12	1.49	2.01	5.02	2.98	0.106	640
	2.5	1.92	2.45	3.00	1.11	1.78	2.44	6.00	3.56		520
	3.0	2.27	2.89	3.44	1.09	2.04	2.84	6.88	4.08		440
42.4	2.0	1.99	2.54	5.19	1.43	2.45	3.27	10.4	4.90	0.133	502
	2.5	2.46	3.13	6.26	1.41	2.95	3.99	12.5	5.91		407
	3.0	2.91	3.71	7.25	1.40	3.42	4.67	14.5	6.84		343
	4.0	3.79	4.83	8.99	1.36	4.24	5.92	18.0	8.48		264
48.3	2.0	2.28	2.91	7.81	1.64	3.23	4.29	15.6	6.47	0.152	438
	2.5	2.82	3.60	9.46	1.62	3.92	5.25	18.9	7.83		354
	3.0	3.35	4.27	11.0	1.61	4.55	6.17	22.0	9.11		298
	4.0	4.37	5.57	13.8	1.57	5.70	7.87	27.5	11.4		229
60.3	5.0	5.34	6.80	16.2	1.54	6.69	9.42	32.3	13.4	0.189	187
	2.0	2.88	3.66	15.6	2.06	5.17	6.80	31.2	10.3		348
	2.5	3.56	4.54	19.0	2.05	6.30	8.36	38.0	12.6		281
	3.0	4.24	5.40	22.2	2.03	7.37	9.86	44.4	14.7		236
76.1	4.0	5.55	7.07	28.2	2.00	9.34	12.7	56.3	18.7	0.239	180
	5.0	6.82	8.69	33.5	1.96	11.1	15.3	67.0	22.2		147
	2.0	3.65	4.66	32.0	2.62	8.40	11.0	64.0	16.8		274
	2.5	4.54	5.78	39.2	2.60	10.3	13.5	78.4	20.6		220
	3.0	5.41	6.89	46.1	2.59	12.1	16.0	92.2	24.2		185
	4.0	7.11	9.06	59.1	2.55	15.5	20.8	118	31.0		141
	5.0	8.77	11.2	70.9	2.52	18.6	25.3	142	37.3		114
88.9	6.0	10.4	13.2	81.8	2.49	21.5	29.6	164	43.0	0.279	96.4
	6.3	10.8	13.8	84.8	2.48	22.3	30.8	170	44.6		92.2
	2.0	4.29	5.46	51.6	3.07	11.6	15.1	103	23.2		233
	2.5	5.33	6.79	63.4	3.06	14.3	18.7	127	28.5		188
	3.0	6.36	8.10	74.8	3.04	16.8	22.1	150	33.6		157
	4.0	8.38	10.7	96.3	3.00	21.7	28.9	193	43.3		119
	5.0	10.3	13.2	116	2.97	26.2	35.2	233	52.4		96.7
101.6	6.0	12.3	15.6	135	2.94	30.4	41.3	270	60.7	0.319	81.5
	6.3	12.8	16.3	140	2.93	31.5	43.1	280	63.1		77.9
	2.0	4.91	6.26	77.6	3.52	15.3	19.8	155	30.6		204
	2.5	6.11	7.78	95.6	3.50	18.8	24.6	191	37.6		164
	3.0	7.29	9.29	113	3.49	22.3	29.2	226	44.5		137
101.6	4.0	9.63	12.3	146	3.45	28.8	38.1	293	57.6	0.319	104
	5.0	11.9	15.2	177	3.42	34.9	46.7	355	69.9		84.0
	6.0	14.1	18.0	207	3.39	40.7	54.9	413	81.4		70.7

Fuente: [www.constructalia.com](http://www.constructalia.com)

### 5.4.7 Cálculo de cojinetes de deslizamiento

#### Cojinetes de ejes inferiores

Tanto para el eje de las catarinas de atrás como las de adelante la fuerza que actuará sobre el cojinete, es decir, la fuerza radial será igual para todos. Para ello necesitamos conocer el peso del eje, las catarinas y sus componentes, las cuales mediante el software *INVENTOR AUTODESK* se

obtiene el peso que se ejercerá sobre cada uno de los cojinetes el cual es de 1.5 kg en promedio.

$$\text{Dónde: } F_r = P * g = 1.5 \text{ kg} * 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 14.7 \text{ N}$$

El diámetro mínimo para los agujeros es de 20mm,

La relación de longitud a diámetro (L/D) debe estar entre 0.5 y 2.0 Se utilizará:

$$L/D = 1 \text{ para cojinetes no lubricados o impregnados de aceite.}$$

*L: Longitud nominal del cojinete*

*D: Diámetro del agujero*

Entonces la capacidad de carga en el cojinete viene dada por:

$$p = \frac{F}{A_p} = \frac{F_r}{L * D} \quad (5.29)$$

$$p = \frac{14.7 \text{ N}}{20 \text{ mm} * 20 \text{ mm}} = 0.03675 \text{ N/mm}^2 = 36.75 \text{ kPa}$$

La velocidad de operación relativa entre los componentes móvil y estacionario está dada por:

$$V = \frac{\pi D n}{60000} \quad (5.30)$$

*n: RPM*

*D: Diametro Agujero*

$$V = \frac{\pi * 20 \text{ mm} * 82}{60000} = 0.085 \text{ m/s}$$

Además de considerar la capacidad de carga ( $p$ ) y la velocidad de operación ( $V$ ), el producto  $pV$  es un parámetro importante para diseñar cojinetes cuando existe lubricación limite. El valor  $pV$  es una medida de la

capacidad del material en el cojinete para tomar la energía de fricción que se genera en el mismo. En la tabla 5.12 se muestran algunos materiales con el valor promedio de  $pV$ .

Tabla 5.12 Parámetros típicos de funcionamiento para materiales de cojinetes con lubricación marginal a temperatura ambiente

Material	$pV$		
	psi-pies/min	kPa·m/s	
Polimida Vespel® SP-21	300 000	10 500	Marca registrada de DuPont Co.
Bronce al manganeso (C86200)	150 000	5250	También llamado SAE 430A
Bronce de aluminio (C95200)	125 000	4375	También llamado SAE 68A
Bronce de estaño con plomo (C93200)	75 000	2625	También llamado SAE 660
Cojinete KU de lubricante seco	51 000	1785	Vea la nota 1
Bronce poroso impregnado en aceite	50 000	1750	
Babbitt: alto contenido de estaño (99%)	30 000	1050	
PTFE Rulon®: forro M	25 000	875	Respaldo de metal
PTFE Rulon®: FCJ	20 000	700	Movimiento oscilatorio y lineal
Babbitt: bajo contenido de estaño (10%)	18 000	630	
Grafito/metalizado	15 000	525	Graphite Metallizing Corp.
PTFE Rulon®: 641	10 000	350	Aplicaciones en alimentos y medicinas (vea la nota 2)
PTFE Rulon®: J	7500	263	PTFE con carga
Poliuretano: UHMW	4000	140	Peso molecular ultraalto
Nylon® 101	3000	105	Marca registrada de DuPont Co.

Fuente: Bunting Bearings Corp., Holland, OH

<sup>1</sup>Los cojinetes KU consisten en capas pegadas de un respaldo de acero y una matriz de bronce poroso, recubierta con el material del cojinete, PTFE/plomo. Una capa del material del cojinete se transfiere al muñón durante la operación.

<sup>2</sup>Rulon® es una marca comercial registrada de Saint-Gobain Performance Plastics Company. A los rodamientos se les fabrica con PTFE (politetrafluoroetileno) Rulon® en diversas formulaciones y construcciones físicas.

Fuente: Robert Mott, Diseño de Elementos de Máquinas

$$pV = 36.75 \text{ kPa} * \frac{0.085 \text{ m}}{\text{s}} = 3.12 \text{ kPa} * \text{ m/s}$$

Valor de diseño para  $pV = (3)3.12 \text{ kPa} * \text{ m/s} = 9.37 \text{ kPa} * \text{ m/s}$

Con el valor obtenido de la tabla 5.12 se selecciona como material para el cojinete Nylon 101.

Bastantes factores afectan la especificación final de la holgura, como la necesidad de precisión, la dilatación térmica de todas las piezas del sistema de cojinete, entre otras. La figura 5.25 muestra los valores mínimos recomendados de holguras con base en el diámetro del eje y la velocidad de giro bajo cargas continuas.

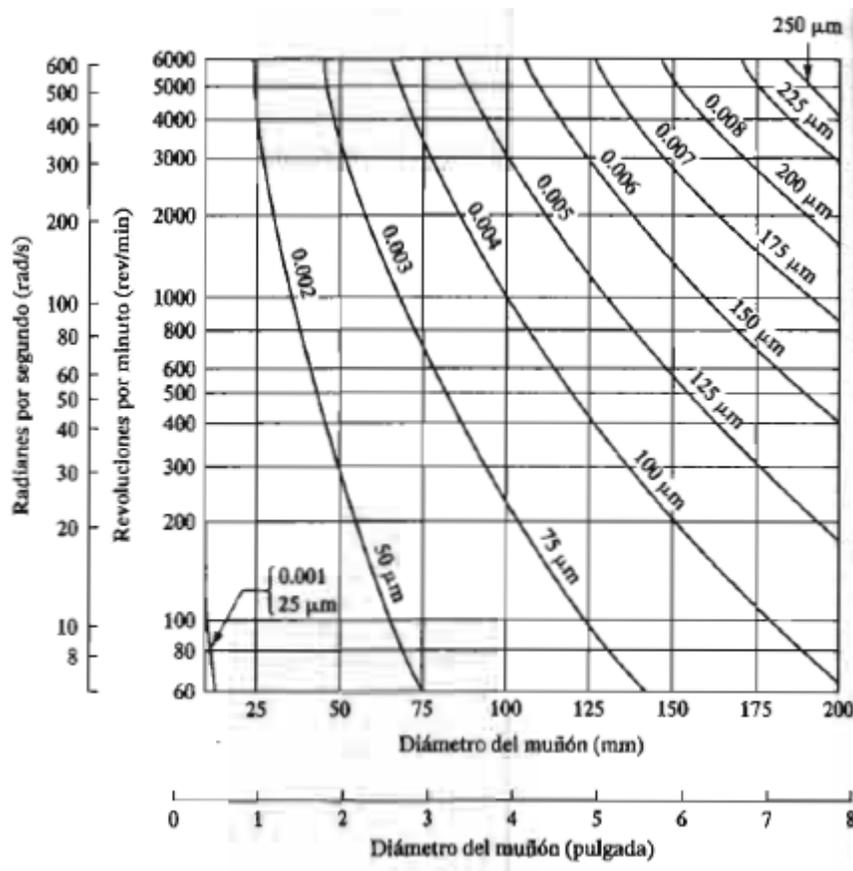


Figura 5.25 Holgura diametral mínima recomendada para cojinetes

Fuente: Robert Mott, Diseño de Elementos de Máquinas

De la figura 5.25 la Holgura diametral  $C_d = 50\mu m$

Todos estos valores obtenidos son para los seis (6) cojinetes que se colocan en los ejes de las catarinas.

## Cojinetes en las barras de las cuchillas

Este procedimiento es muy parecido al anterior pero con la peculiaridad que la velocidad de operación será tomada en dirección radial la cual se calculará de la siguiente forma:

Las barras recorren 4cm en un solo recorrido (1 RPM), 2cm hacia adelante y 2 cm hacia atrás, para poder completar su movimiento de vaivén, como el eje que transmite este movimiento está girando a 1725 RPM entonces aplicando regla de 3:

$$\begin{array}{l} 1RPM \quad \text{_____} \quad 4cm \\ 1725RPM \quad \text{_____} \quad d \end{array}$$

Con esto podemos calcular  $d$ , la distancia total que recorre la barra en un minuto, para así poder calcular la velocidad  $V[m/s]$

$$V = \frac{d}{t} = \frac{69m}{60s} = 1.15m/s$$

El peso para las barras, las cuchillas y sus componentes, las cuales mediante el software *INVENTOR AUTODESK* se obtienen; resultado de 0.3 kg en promedio que soportara cada uno de los cojinetes (4 en total).

$$\text{Dónde: } F_r = P * g = 0.35 \text{ kg} * 9.8 \frac{m}{s} = 3.43 \text{ N}$$

El diámetro mínimo para los agujeros es de 10mm.

La relación de longitud a diámetro (L/D) que se utilizará es  $L/D = 1$ .

Donde la capacidad de carga en el cojinete viene dada por:

$$p = \frac{3.43N}{10mm * 10mm} = 0.0343N/mm^2 = 34.3kPa$$

El producto  $pV = 34.3kPa * \frac{1.15m}{s} = 39.45kPa * m/s$

Valor de diseño para  $pV = (3)39.45kPa * \frac{m}{s} = 118.35kPa * m/s$

Con estos valores obtenidos de la tabla 5.12 se selecciona como material a utilizar para el cojinete, Poliuretano UHMW y de la figura 5.25 se toma la holgura diametral  $C_d = 50\mu m$ .

Cojinetes de las bielas

Se necesita conocer la velocidad de operación, par a esto se necesita conocer la distancia entre el eje principal del cigüeñal y el centro del eje de acción de este, dicha distancia es de  $R = 0.02m$ . (20mm) y el radio del eje de acción del cigüeñal es de  $r = 0.004m$  (4mm).

Y se conoce que la velocidad angular del cigüeñal es de 1725 RPM (28.75 RPS)

Se calcula la velocidad  $V[m/s]$  de la siguiente forma:

$$V = \omega \times (R + r) = 0.69 m/s$$

Sobreestimando la fuerza ejercida sobre las bielas las cuales soportan parte de la carga del sistema unido a ellas (cuchillas barras, pasador, ejes, cigüeñal), debido a que éste se encuentra apoyado en otros puntos (chumaceras del cigüeñal y la carcasa). Esta carga es de  $F_r = P * g = 1.25 kg * 9.8 \frac{m}{s} = 12.25N$  en cada biela.

Dónde:

El diámetro de los agujeros es de 8mm.

La relación de longitud a diámetro (L/D) que se utilizará es  $L/D = 1$ .

Donde la capacidad de carga en el cojinete vendrá dada por:

$$p = \frac{12.25N}{8mm * 8mm} = 0.1914 N/mm^2 = 191.4kPa$$

$$\text{El producto } pV = 191.4kPa * 0.69 \frac{m}{s} = 132.07kPa * m/s$$

$$\text{Valor de diseño para } pV = (3)39.45kPa * \frac{m}{s} = 396.2 kPa * m/s$$

Con estos valores obtenidos de la tabla 5.12 se selecciona como material a utilizar para el cojinete, grafito metalizado y de la figura 5.25 se toma la holgura diametral  $C_d = 50\mu m$ .

Para disminuir la fricción entre los componentes y así disipar un poco más el calor y el desgaste de las partes, se realizó un pequeño agujero a la cabeza de la biela así como también a uno de los lados del cojinete por donde puede lubricarse.

#### Selección final de cojinetes

Debido a que se busca que la gran mayoría de los componentes del equipo estén disponibles en el mercado se hizo una similitud en cuanto a las propiedades y resistencia del material para seleccionar cojinetes de la marca SKF. Otro problema de elección es el diámetro de los ejes (milímetros) con respecto a las dimensiones del cojinete (pulgadas) para su adaptación si seleccionáramos cojinetes importados ya que la gran mayoría está en unidades inglesas (BUNTING BEARING CORP).

Tabla 5.13 Características de los materiales compuestos de los cojinetes de deslizamiento en seco y cojinetes FW de SKF

Características	Material B/E	Material M	Fibras multiláminas Material FW
Composición	Refuerzo de acero con recubrimiento de bronce sinterizado, relleno poroso y recubrimiento de PTFE con aditivos para la reducción de la fricción (de 5 a 30 $\mu\text{m}$ )	Refuerzo de acero con recubrimiento de bronce sinterizado, relleno poroso y recubrimiento de resina acetálica ( $\sim 0,3$ mm)	Filamentos continuos de fibra de vidrio (refuerzo) con filamentos de fibra de poliéster y PTFE (capa deslizante) en una matriz de resina epoxi
Carga estática específica permisible del cojinete (N/mm <sup>2</sup> )	250	250	200 (resistencia a la rotura 500)
Carga dinámica específica permisible del cojinete (N/mm <sup>2</sup> )	80	120	140 (véase el diagrama pv del rango de trabajo)
Velocidad máxima de deslizamiento (m/s)	2	2,5	0,5
Temperatura de funcionamiento permisible (°C)	de -200 a +250	de -40 a +110 (+130 durante breves periodos de tiempo)	de -50 a +140
Coefficiente de fricción	de 0,03 a 0,25	de 0,02 a 0,20	de 0,03 a 0,08
Efecto stick-slip (adhesión-deslizamiento)	Insignificante	Insignificante	Insignificante
Espesor de la capa de desgaste (mm)	0,2	$\sim 0,3$	1 (aprox.)
Lubricación	No requerida	Lubricación inicial requerida	No requerida
Capacidad para soportar cargas de esquina (por ejemplo, como resultado de la desalineación)	Adecuada	Buena	Muy buena
Capacidad para alojar suciedad y partículas extrañas	Adecuada	Buena	Limitada
Capacidad para soportar cargas alternas	Buena	Adecuada	Muy buena
Capacidad para soportar movimientos lineales	Adecuada	Buena	Limitada (bajo velocidades ligeras y bajas de deslizamiento)
Mecanizado de la superficie deslizante tras el montaje	Calibración	Torneado, véase "Capacidad de mecanizado"	-
Tolerancia recomendada del soporte para los cojinetes de fricción	H7	H7	H7
Tolerancia recomendada del eje para los cojinetes de fricción	f7 (para $d \leq 75$ mm) h8 (para $d > 75$ mm)	h8	h8
Rugosidad superficial requerida de la superficie de contacto ( $\mu\text{m}$ )	$R_z \leq 3$ $R_a \leq 0,4$	$R_z \leq 6$ $R_a \leq 0,8$	$R_z \leq 6$ $R_a \leq 0,4$
Mecanizado de la superficie permisible de la superficie de contacto	Rectificado (trefilado)	Trefilado	Véase "Diseño de los componentes"

Fuente: SKF

De la tabla 5.13 se seleccionaron cojinetes del material B/E cuyos datos se muestran en el apéndice 11,12 y 13.

La tolerancia a utilizar se consultó del apéndice 6.

Potencia disipada por rozamiento

$$P = \mu F_r V \quad (5.31)$$

$\mu$ : Coeficiente de Fricción

$F_r$ : Fuerza radial [N]

$V$ : Velocidad[m/s]

Tomando el valor máximo de  $\mu = 0,25$ , entonces para los cojinetes de 10mm la potencia disipada es de:

$$P = 0.25 * 3.43 * 1.15 = 0.986 \text{ W}$$

Para los cojinetes de 20mm:

$$P = 0.25 * 14.7 * 0.085 = 0.312 \text{ W}$$

Para los cojinetes de 8mm:

$$P = 0.25 * 12.25 * 0.69 = 2.113 \text{ W}$$

Entonces la potencia total disipada por los cojinetes es:

$$P = 6 * 0.312 + 4 * 0.986 + 2 * 2.113 = 10.042 \text{ W}$$

El motor debe poder vencer esta potencia de fricción para asegurar el funcionamiento del equipo.

#### 5.4.8 Sistema de remoción del opérculo

Para realizar la remoción del opérculo de los cuadros de panales se utiliza un sistema de cuchillas paralelas con punta de ataque de sierra, impulsadas por un arreglo de biela-cigüeñal acoplado al motor.

Las cuchillas mostradas en la figura 5.26, entrarán en contacto directo con la miel, por tanto deben ser manufacturadas en acero inoxidable. Estas figuras fueron diseñadas en el software INVENTOR AUTODESK.

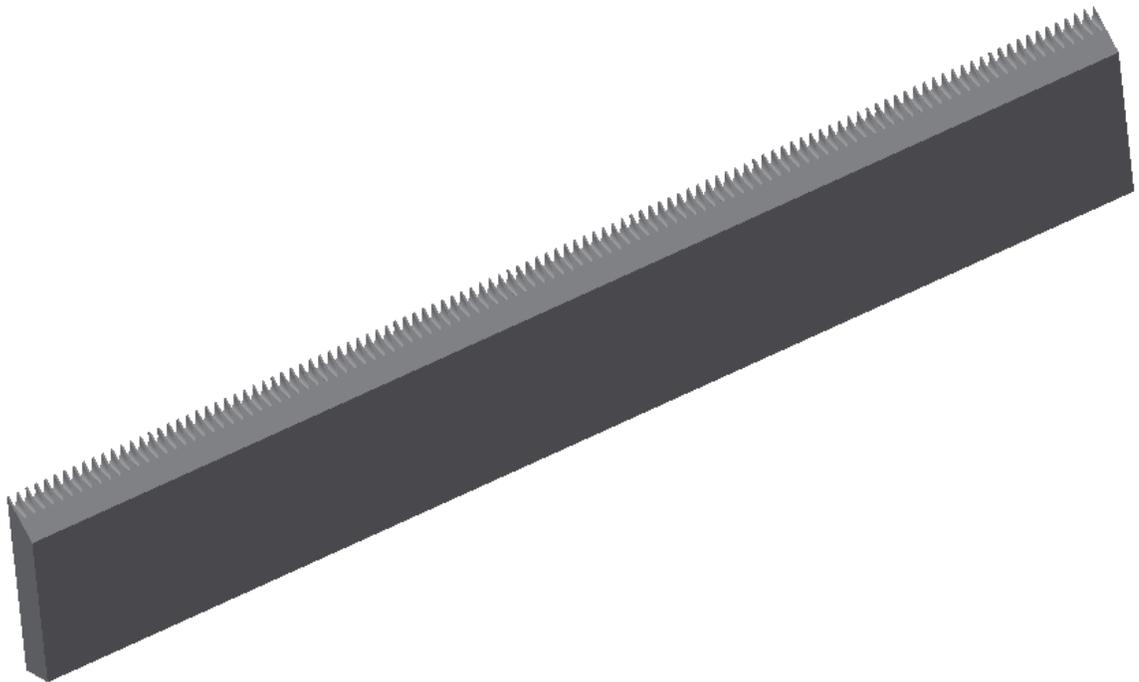


Figura 5.26. Cuchilla para desopercular.

Fuente: Los Autores

#### 5.4.9 Selección de acoples

Para la selección de los acoples se utiliza la metodología planteada en el catálogo para acoples de SKF, el acople entre en el eje conductor y la caja reductora se utiliza para  $82 \text{ RPM}$  y  $0,5 \text{ HP} \approx 0.375 \text{ kW}$  y el acople flexible es de tipo mordaza en la Tabla 5.14 se muestra el componente de nitrilo q permite el desalineamiento entre los ejes debido a su flexibilidad.

El factor de servicio de los acoples se elige usando el apéndice 8.

El factor de servicio para el acople de la caja reductora a la cadena es de 1.0. Según el apéndice 8

Tabla 5.14 Tabla de potencia para elementos de nitrilo

**Power Ratings (kW) – Nitrile Elements**

Speed RPM	Coupling Size									
	50	70	75	90	95	100	110	150	190	225
50	0,018	0,030	0,06	0,10	0,14	0,3	0,5	0,8	1,1	1,5
100	0,037	0,060	0,12	0,20	0,27	0,6	1,1	1,6	2,1	2,9
200	0,074	0,121	0,25	0,40	0,54	1,2	2,2	3,1	4,2	5,9
300	0,110	0,181	0,37	0,60	0,81	1,7	3,3	4,7	6,3	8,8
400	0,147	0,242	0,50	0,80	1,08	2,3	4,4	6,3	8,4	11,7
500	0,184	0,302	0,62	1,01	1,35	2,9	5,5	7,9	10,5	14,7
600	0,221	0,363	0,75	1,21	1,62	3,5	6,6	9,4	12,6	17,6
700	0,257	0,423	0,87	1,41	1,89	4,1	7,7	11,0	14,7	20,5
720	0,265	0,435	0,90	1,45	1,95	4,2	7,9	11,3	15,1	21,1
800	0,294	0,483	1,00	1,61	2,16	4,6	8,8	12,6	16,8	23,5
900	0,331	0,544	1,12	1,81	2,43	5,2	9,9	14,1	18,8	26,4
960	0,353	0,580	1,20	1,93	2,59	5,6	10,6	15,1	20,1	28,1
1000	0,368	0,604	1,25	2,01	2,70	5,8	11,0	15,7	20,9	29,3
1200	0,441	0,725	1,50	2,41	3,24	7,0	13,2	18,8	25,1	35,2
1400	0,515	0,846	1,74	2,81	3,78	8,1	15,4	22,0	29,3	41,1
1440	0,529	0,870	1,79	2,90	3,89	8,4	15,8	22,6	30,2	42,2
1600	0,588	0,967	1,99	3,22	4,32	9,3	17,6	25,1	33,5	46,9
1800	0,662	1,088	2,24	3,62	4,86	10,4	19,8	28,3	37,7	52,8
2000	0,735	1,208	2,49	4,02	5,40	11,6	22,0	31,4	41,9	58,6
2200	0,809	1,329	2,74	4,42	5,94	12,8	24,2	34,6	46,1	64,5
2400	0,882	1,450	2,99	4,83	6,48	13,9	26,4	37,7	50,3	70,4
2600	0,956	1,571	3,24	5,23	7,02	15,1	28,6	40,8	54,5	76,2
2800	1,029	1,692	3,49	5,63	7,56	16,2	30,8	44,0	58,6	82,1
2880	1,059	1,740	3,59	5,79	7,78	16,7	31,7	45,2	60,3	84,4
3000	1,103	1,813	3,74	6,03	8,10	17,4	33,0	47,1	62,8	88,0
3600	1,323	2,175	4,49	7,24	9,73	20,9	39,6	56,5	75,4	105,5
Nominal Torque Nm	3,51	5,77	11,9	19,2	25,8	55,4	105	150	200	280

Fuente: Acoples SKF

$$FS * P = 1.0 * 0.375 = 0.375 \quad (5.32)$$

Mediante la utilización de la tabla 5.14 se puede observar que se necesita un acople de tamaño 100 porque permite transmitir la potencia deseada (0.375 kW) a 82 RPM.

El diámetro de los agujeros permitidos para este tipo de acoplamiento está en el rango de (14 mm – 38 mm). El eje a ser acoplado tiene un diámetro de 20 mm en la sección donde se realiza el acople y el eje de la caja reductora es de 26 mm, ambas dimensiones son admisibles para este tipo.

Para realizar el acople entre el cigüeñal y el motor que están a 1725 RPM, se utiliza un factor de servicio  $FS = 1.5$

$$FS * P = 1.5 * 0.375 = 0.5625 \text{ kW}$$

Entonces se elige un acople de mordaza de tamaño 70 de la tabla 5.14.

#### **5.4.10 Selección de rodamientos**

El cigüeñal está moviéndose con 1725 RPM lo que hace necesario escoger rodamientos para poder apoyarlos (chumaceras) a la estructura del equipo y evitar fallas debido a desgaste y momentos flectores en éste provocados por la tensión generada en la polea de la correa (6lb para correa 3V).

Se elige un rodamiento *SKF YAR 203-008-2F* y un soporte *SKF SY 503 U*. Este conjunto soporta una carga estática de 4.75 *KN* y una carga dinámica de 8.56 *KN*. Suficientes para las cargas presentes en el sistema.

Se seleccionarán casquillo de agujas para evitar el desgaste entre el pasador de la biela y la barra de las cuchillas.

Los casquillos de aguja pueden soportar altas cargas y alcanzar velocidades de rotación muy elevadas.

#### **5.4.11 Análisis de tensión en las estructuras laterales de la carcasa**

Para analizar y verificar que el espesor seleccionado para las láminas laterales de las carcasas soporta la tensión generada, se utilizó el software *INVENTOR AUTODESK*, introduciendo cada una de las solicitudes aplicadas a la carcasa en sus respectivos puntos; los resultados obtenidos se muestran en la figura 5.27 y la figura 5.28.

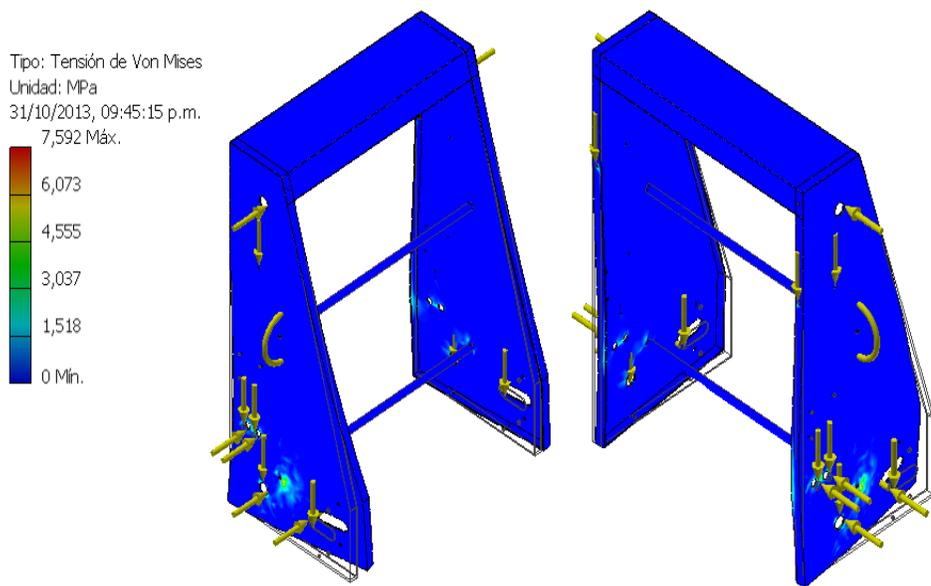


Figura 5.27 Análisis de tensión Vista isométrica 1

Fuente: Los autores

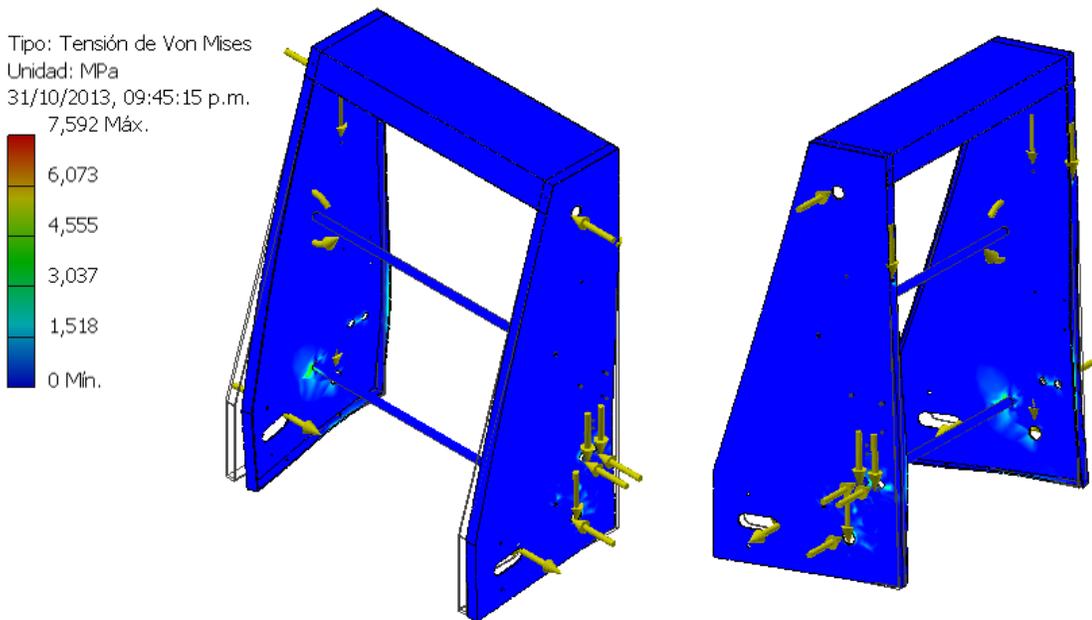


Figura 5.28 Análisis de tensión Vista isométrica 2

Fuente: Los autores

Se pudo notar que para el espesor seleccionado, la estructura soporta las solicitudes designadas, cabe destacar que para garantizar la rigidez de la carcasa se realizó la unión entre las caras laterales mediante varillas aseguradas con tornillos.

#### 5.4.12 Diseño del cigüeñal

Al diseñar el eje del cigüeñal se deben tener en cuenta las fuerzas presentes en éste, así como los esfuerzos cortantes que se presenten a raíz de estas fuerzas. También se deben tener en cuenta que las cargas son fluctuantes, de esta manera se evitarán las fallas que pudiesen ocurrir en la pieza.

El material de fabricación es acero al vanadio, esto se debe a que este soporta altas velocidades y es resistente a la corrosión, en las superficies de contacto será endurecido mediante un proceso de carburización.

La forma del cigüeñal es mostrada en la figura 5.29. Programando las ecuaciones (5.18), (5.19), (5.20) y (5.21) en *MICROSOFT EXCEL* se obtendrá el diámetro mínimo de las secciones dependiendo de las solicitaciones dinámicas allí presentes.



Figura 5.29. Forma del Cigüeñal

Fuente: Los Autores

Para el acero al vanadio:

$$S_y = 96 \text{ KSI}$$

$$S_n = 59 \text{ KSI}$$

$$C_s = 0.95$$

$$CR = 0.81$$

$$T = 63000 \frac{P}{n}$$

$$T = 63000 * \frac{0.5}{1725}$$

$$T = 18.26 \text{ Lb} * \text{pulg}$$

Utilizando la ecuación 5.18:

$$Sn' = 73872$$

La tabla 5.15 muestra los diámetros recomendados y los diámetros finales q tendrá el cigüeñal.

Tabla 5.15 Diámetros recomendados y diámetros finales

Parte acoplada	Diámetros	Diámetro mínimo recomendado	Diámetro especificado
Acople	$D1$	6.10	12
Bielas	$D2$	6.10	8
Rodamientos	$D3$	4.81	12
Polea	$D4$	5.81	12

Fuente: Los Autores.

Debido a que las bielas ejercen esfuerzos flexionantes repetitivos y fluctuantes contra el cigüeñal se debe verificar que éste no fallará por fatiga.

Utilizando la ecuación 5.33 se verifica si el sistema estará dentro de la zona de seguridad o fuera de ella (Figura 5.32).

$$\left(\frac{\sigma}{Sn'}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{S_{sy}}\right)^2 \leq 1 \quad (5.33)$$

Donde:

$\sigma$ : Esfuerzo de flexión invertido

$\tau$ : Esfuerzo cortante por torsión

$S_{sy}$ : Resistencia a la fluencia por cortante

$$\sigma = \frac{M}{S} \quad (5.34)$$

$$\tau = T / \left( \frac{\pi D^3}{16} \right) \quad (5.35)$$

$$S_{sy} = \frac{S_y}{\sqrt{3}} \quad (5.36)$$

La sección sometida a cortantes en el cigüeñal se encuentra dentro del rango de la zona segura ya que:

$$\left( \frac{\sigma}{S_n'} \right)^2 + \left( \frac{\tau}{S_{sy}} \right)^2 = 0.00088 < 1$$

Las bielas por ser los elementos más sometidos a estrés se fabricarán en acero al igual que el pasador que une éstas con los ejes de las cuchillas.

## CAPÍTULO VI

### PLANIMETRÍA Y DETALLES DEL EQUIPO

En este capítulo se detallan los aspectos de cada una de las piezas a fabricar, los componentes que se utilizarán, los materiales de los mismos, los procesos de fabricación y las pautas para el ensamblaje del equipo.

#### 6.1 CODIFICACIÓN

Los códigos designados para cada componente están dados de la siguiente forma:

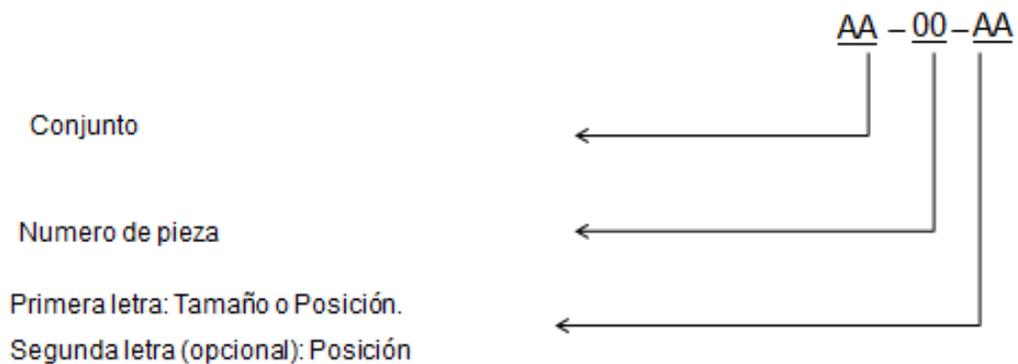


Figura 6.1 Codificación

Fuente: Los Autores

Para los elementos de unión y de protección desmontables, las dos últimas letras no serán asignadas.

A continuación se muestran los conjuntos (tabla 6.1), componentes (tabla 6.2) y elementos de unión y protección desmontables (tabla 6.3) del equipo.

Tabla 6.1 Conjuntos del equipo desoperculador.

Conjunto	Código
Soporte Base	SB
Bandeja Recolectora	BR
Transmisión por Correa-Reducción	TC
Carcasa	CA
Sistema de Remoción	SR
Sistema de Movimiento-Empuje de Cuadros	SM

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.1 Componentes del equipo desoperculador.

Código	Componente	Cantidad
SB01	Tubo circular	4
SB02C	Angulo lados iguales corto	2
SB02L	Angulo lados iguales largo	2
SB03	Plancha	4
SB04	Base del motor	1
BR01	Bandeja sección transversal pentagonal	1
BR02	Filtro circular	1
BR03	Malla	1
BR04	Tubo circular	4
BR05	Ruedas	4
BR06	Marco base para malla	1
BR07C	Tubo cuadrado corto	2
BR07L	Tubo cuadrado largo	2
BR08	Chapas	4
TC01P	Polea pequeña	2
TC01G	Polea grande	1
TC02	Correa	1
TC03	Tensor	1
TC04	Reductor	1
TC05	Acople	1
CA01	Chapa superior	1
CA02I	Chapa lateral izquierda	1

CA02D	Chapa lateral derecha	1
CA03	Soporte de brida ovalados	2
CA04I	Base inferior izquierda	1
CA04D	Base inferior derecha	1
CA05P	Guía pequeña de cuadro	2
CA05G	Guía grande de cuadro	2
CA06	Barras de unión	2
CA07	Base de tensor	1
CA08P	Cojinete pequeño	4
CA08G	Cojinete grande	6
CA09	Tensor guía	2
CA10	Separador de cuchillas	1
CA11	Apoyos de cojinetes-ejes	2
CA12	Apoyos de cojinetes-cuchillas	4
CA13IS	Lamina inclinada izquierda superior	1
CA13II	Lamina inclinada izquierda inferior	1
CA13DS	Lamina inclinada derecha superior	1
CA13DI	Lamina inclinada derecha inferior	1
CA13B	Lamina baja	2
CA13M	Muelle	2
CA14I	Soporte lamina inclinada izquierda	1
CA14D	Soporte lamina inclinada derecha	1
CA15	Soporte de pie con rodamientos Y	2
CA16	Base para el soporte de pie	2
CA17	Base del reductor	1
SR01	Barras	2
SR02	Cuchillas	2
SR03	Pasador cilíndrico	4
SR04	Cigüeñal	1
SR05	Barra de unión vertical cuchilla	2
SR06	Muelle	1
SR07	Cojinetes	2
SR08	Casquillos de aguja	2
SR09	Cuerpo de biela	2
SR10	Cabeza de biela	2
SM01	Catarinas	6

SM02	Barra de empuje	4
SM03	Pasador cilíndrico	6
SM04S	Eje superior	1
SM04T	Eje inferior trasero	1
SM04D	Eje inferior delantero	1
SM05P	Reten pequeño	6
SM05G	Reten grande	12
SM06	Cadenas	2

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.3 Elementos de unión y protección desmontables.

Código	Componente	Cantidad
AR1	Arandela plana	6
AR2	Arandela plana	8
AR3	Arandela plana	8
AR4	Arandela plana	2
AR5	Arandela Plana	3
PE1	Perno Hexagonal	6
PE2	Perno Hexagonal	8
PE3	Perno cabeza Allen	4
PE4	Perno cabeza Allen	8
PE5	Perno Hexagonal	8
PE6	Perno Hexagonal	6
PE7	Perno Hexagonal	1
PR1	Protector Cuchillas	1
PR2	Protector Correas	1
PR3	Protector Reductor	1
TO1	Tornillo Autoroscante	4
TO2	Tornillo Autoroscante	8
TU1	Tuerca Hexagonal	6
TU2	Tuerca Hexagonal	8
TU3	Tuerca Hexagonal	8
TU4	Tuerca Hexagonal	2
TU5	Tuerca de Seguridad Hexagonal	1

Fuente: Los Autores.

## 6.2 HOJAS DE PROCESOS

Los equipos con los que cuenta la fábrica se muestran en la tabla 6.4:

Tabla 6.4 Equipos disponibles para la fabricación.

N°	Equipo	N°	Equipo
1	Calandra de Chapas	10	Soldadura MIG/MAG
2	Corte Plasma CNC	11	Soldadura TIG
3	Granallado	12	Taladro Bancada
4	Guillotina Hidráulica	13	Taladro de Columna
5	Perforadora/Fresadora	14	Taladro Radial
6	Prensa Dobladora Hidráulica	15	Torno CNC 580
7	Punzonadora	16	Torno Universal 1000
8	Sierra de Cinta	17	Torno Universal 3000
9	Sierra de Disco Abrasivo		

Fuente: Los Autores.

A continuación se hace una descripción de las operaciones necesarias para la fabricación de cada uno de los componentes del equipo desoperculador.

Tabla 6.5 Hoja de procesos del componente SB01

Hoja de Proceso			
Pieza/Componente	Tubo circular	Código	SB01
Material	Acero Estructural	Cantidad	4
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación
1	Cortar en la guillotina hidráulica	4	Verificar las dimensiones de la pieza obtenida, la misma debe corresponder a las indicadas en el diseño.

The drawing shows a horizontal circular tube. On the left, a vertical dimension line indicates a diameter of 26,90. Below the tube, a horizontal dimension line indicates a length of 750,00. To the right of the tube, there is a blue handwritten note with a circle around the number 22,90, indicating a discrepancy or a specific requirement for the diameter.

Fuente: Los Autores.

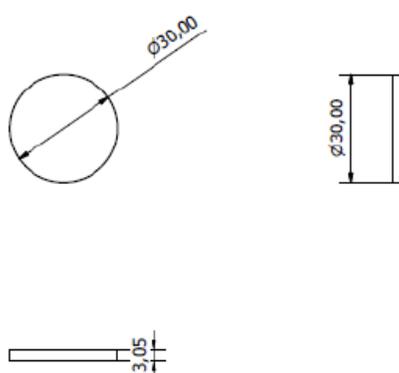
Tabla 6.6 Hoja de procesos del componente SB02C/SB02L

Hoja de Proceso			
Pieza/Componente	Angulo de lados iguales	Código	SB02C/SB02L
Material	Acero Estructural	Cantidad	2/2
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación
1	Cortar con plasma CNC dándole los respectivos biselados en las esquinas	2	Verificar las dimensiones de la pieza obtenida, deben corresponder a la indicada (SB02C)
2	Cortar con plasma CNC dándole los respectivos biselados en las esquinas	2	Verificar las dimensiones de la pieza obtenida, deben corresponder a la indicada (SB02C)

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.7 Hoja de procesos del componente SB03

Hoja de Proceso			
Pieza/Componente	Plancha	Código	SB03
Material	Acero	Cantidad	4
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación
1	Cortar con plasma CNC	2	Verificar las dimensiones de la pieza obtenida, la misma debe corresponder a las indicadas en el diseño.
 <p>The drawing shows three views of a circular plate. The top view is a circle with a diameter dimension line labeled <math>\varnothing 30,00</math>. The front view is a rectangle with a height dimension line labeled <math>\varnothing 30,00</math>. The side view is a thin rectangle with a thickness dimension line labeled 3,05.</p>			

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.8 Hoja de procesos del componente SB04

Hoja de Proceso			
Pieza/Componente	Base del motor		Código
Material	Acero		SB04
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación
1	Cortar con plasma CNC, realizando también los cortes en los respectivos agujeros.	2	Verificar las dimensiones de la pieza obtenida.
2	Doblar mediante la prensa en los puntos indicados	6	Verificar el correcto doblado de la pieza.
3	Una mediante soldadura los extremos doblados	11	
4	Eliminar los restos de la soldadura en la pieza mediante la sierra de disco	9	Verificar que no queden extremos filosos

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.9 Hoja de procesos del componente BR01

Hoja de Proceso			
Pieza/Componente	Bandeja de sección transversal pentagonal		Código
Material	Acero Inoxidable		Cantidad
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación
1	Cortar con plasma CNC cada patrón que forma la bandeja	2	Verificar que cada lámina tenga las dimensiones adecuadas.
2	Junte las láminas mediante soldadura en su respectivo lugar	11	Verificar las correctas uniones con las dimensiones adecuadas.
3	Eliminar los restos de la soldadura en la bandeja mediante la sierra de disco	9	Verificar que no queden extremos filosos

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.10 Hoja de procesos del componente BR04

Hoja de Proceso			
Pieza/Componente	Tubo circular	Código	BR04
Material	Acero Estructural	Cantidad	4
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación
1	Cortar en la guillotina hidráulica	4	Verificar las dimensiones de la pieza obtenida, la misma debe corresponder a las indicadas en el diseño.

The drawing shows a circular tube with a length of 500,00 units. The outer diameter is 21,30 units. A hole is drilled through the center with a diameter of 16,70 units. The drawing includes a front view showing the length and diameter, and a side view showing the hole diameter.

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.11 Hoja de procesos del componente BR06

Hoja de Proceso			
Pieza/Componente	Marco base para malla	Código	BR06
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	1
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación
1	Cortar con plasma CNC la lámina para obtener el marco	2	Verificar que tenga las dimensiones adecuadas.

The technical drawing shows a rectangular frame. The outer width is 1040,00. The outer height is 440,00. The inner height is 478,00. The thickness of the frame is 2,50.

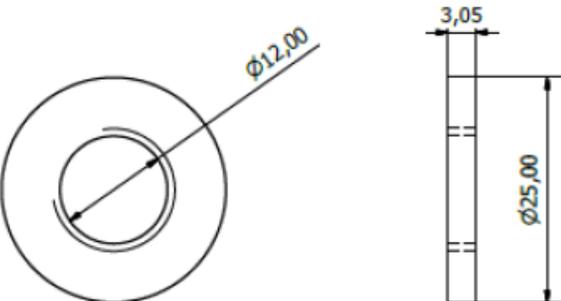
Fuente: Los Autores.

Tabla 6.12 Hoja de procesos del componente BR07C/BR07L

Hoja de Proceso				
Pieza/Componente	Tubo cuadrado		Código	BR07C/BR07L
Material	Acero		Cantidad	2/2
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación	
1	Cortar con plasma CNC dándole los respectivos biselados en las esquinas	2	Verificar las dimensiones de la pieza obtenida, deben corresponder a la indicada (SB02C)	
2	Cortar con plasma CNC dándole los respectivos biselados en las esquinas	2	Verificar las dimensiones de la pieza obtenida, deben corresponder a la indicada (SB02C)	
<p>The technical drawing shows a square tube component with the following dimensions and labels:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Top View:</b> A square cross-section with a side length of 25,00.</li> <li><b>Front View (Corto):</b> A perspective view of the short section with a total length of 532,04 and a distance from the end to the chamfered corner of 482,04.</li> <li><b>Front View (Largo):</b> A perspective view of the long section with a total length of 1152,02 and a distance from the end to the chamfered corner of 1102,02.</li> </ul>				

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.13 Hoja de procesos del componente BR08

Hoja de Proceso			
Pieza/Componente	Chapas		Código
Material	Acero		Cantidad
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación
1	Cortar con plasma CNC	2	Verificar las dimensiones de la pieza obtenida, la misma debe corresponder a las indicadas en el diseño.
 <p>The drawing shows two views of a circular component. On the left is a top view showing an outer circle with a diameter dimension of <math>\phi 12,00</math> and an inner circle with a diameter dimension of <math>\phi 25,00</math>. On the right is a side view showing the component's thickness, which is dimensioned as 3,05. The side view also shows the outer diameter of the component as <math>\phi 25,00</math>.</p>			

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.14 Hoja de procesos del componente CA01

Hoja de Proceso				
Pieza/Componente	Chapa Superior		Código	CA01
Material	Acero Inoxidable		Cantidad	1
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación	
1	Corta con plasma CNC	2	<b>Verificar las dimensiones de la pieza obtenida, así como los agujeros.</b>	
2	Doblar en los puntos indicados	6	Verificar el correcto doblado de la pieza.	

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.15 Hoja de procesos del componente CA021

Hoja de Proceso				
Pieza/Componente	Chapa lateral izquierda		Código	CA021
Material	Acero Inoxidable		Cantidad	1
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación	
1	Cortar con plasma CNC	2	Verificar las dimensiones de la pieza y las ranuras y que están estén en la posición y dimensiones adecuadas.	
2	Doblar en los puntos indicados	6	Verificar el correcto doblado de la pieza.	

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.16 Hoja de procesos del componente CA02D

Hoja de Proceso				
Pieza/Componente	Chapa lateral derecha		Código	CA02D
Material	Acero Inoxidable		Cantidad	1
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación	
1	Cortar con plasma CNC	2	Verificar las dimensiones de la pieza y las ranuras y que están estén en la posición y dimensiones adecuadas.	
2	Doblar en los puntos indicados	6	Verificar el correcto doblado de la pieza.	

The drawing shows a metal plate with a total length of 760,00 mm and a total width of 150,00 mm. Key dimensions include a top-left corner height of 55,82 mm, a top edge width of 99,00 mm, and a top-right corner radius of R12,50. A vertical slot on the right side has a width of 29,05 mm and a depth of 90,00 mm. A circular hole with a diameter of Ø25,00 is located 40,00 mm from the right edge and 50,00 mm from the bottom edge. Other dimensions include 210,00 mm for a top section, 70,00 mm for a vertical offset, 50,00 mm for two horizontal offsets, 31,00 mm for a bottom section, 73,05 mm for a vertical offset, 40,63 mm for a bottom-right corner, 49,40 mm for a bottom-left corner, and 29,62 mm for a bottom-left offset. A separate detail shows a vertical section with a width of 20,00 mm and a height of 350,00 mm.

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.17 Hoja de procesos del componente CA041

Hoja de Proceso				
Pieza/Componente	Base inferior izquierda		Código	CA041
Material	Acero Inoxidable		Cantidad	1
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación	
1	Cortar con plasma CNC	2	Verificar las dimensiones de la pieza y sus agujeros.	
2	Doblar en los puntos indicados	6	Verificar el correcto doblado de la pieza en cada dirección indicada.	

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.18 Hoja de procesos del componente CA04D

Hoja de Proceso				
Pieza/Componente	Base inferior derecha		Código	CA04D
Material	Acero Inoxidable		Cantidad	1
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación	
1	Cortar con plasma CNC	2	<b>Verificar las dimensiones de la pieza y sus agujeros.</b>	
2	Doblar en los puntos indicados	6	Verificar el correcto doblado de la pieza en cada dirección indicada.	

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.19 Hoja de procesos del componente CA05P

Hoja de Proceso			
Pieza/Componente	Guía pequeña de cuadro	Código	CA05P
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	2
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación
1	Cortar con plasma CNC	2	Verificar las dimensiones de la pieza obtenida, la misma debe corresponder a las indicadas en el diseño.
2	Doblar a la altura indicada	6	Verificar el correcto doblado

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.20 Hoja de procesos del componente CA05G

Hoja de Proceso			
Pieza/Componente	Guía grande de cuadro	Código	CA05G
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	2
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación
1	Cortar con plasma CNC	2	Verificar las dimensiones de la pieza obtenida, la misma debe corresponder a las indicadas en el diseño.
2	Doblar a la altura indicada	6	Verificar el correcto doblado

The technical drawing shows three views of a component. The top view is a horizontal rectangle with a total length of 210,00 mm. A dimension of 75,00 mm is shown from the left edge to a vertical line. A fillet with a radius of R5,00 is indicated at the top-left corner. The right view shows a vertical profile with a total height of 25,00 mm and a small horizontal step of 3,05 mm. The bottom view shows a horizontal rectangle with a total length of 360,00 mm and a height of 50,00 mm. A fillet with a radius of R5,00 is indicated at the bottom-right corner.

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.21 Hoja de procesos del componente CA06

Hoja de Proceso			
Pieza/Componente	Barras de unión		Código
Material	Acero Inoxidable		CA06
			Cantidad
			2
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación
1	Tomear	15	Verificar el correcto diámetro.
2	Roscar la pieza	15	Verificar el buen acabado y que tenga el paso correcto.

The technical drawing shows a shaft with a length of 552,56 units. The diameter is 15,00 units. One end of the shaft is chamfered with a radius of R2,93 units. The drawing includes dimension lines and arrows indicating the measurements.

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.22 Hoja de procesos del componente CA07

Hoja de Proceso				
Pieza/Componente	Base del tensor		Código	CA07
Material	Acero Inoxidable		Cantidad	1
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación	
1	Cortar con plasma CNC	2	Verificar las dimensiones de la pieza obtenida, la misma debe corresponder a las indicadas en el diseño.	

The technical drawing shows a side view of a component with a rounded left end and two circular holes. Dimensions are indicated as follows: a radius of R15,00 at the top-left corner; a total length of 120,00; a distance of 35,00 from the right edge to the center of the second hole; a thickness of 2,67; and a height of 70,00. A dashed line indicates the centerline of the component.

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.23 Hoja de procesos del componente CA09

Hoja de Proceso			
Pieza/Componente	Tensor guía		Código
Material	Acero		CA09
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación
1	Cortar con plasma CNC	2	Verificar las dimensiones de la pieza obtenida y las ranuras.

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.24 Hoja de procesos del componente CA10

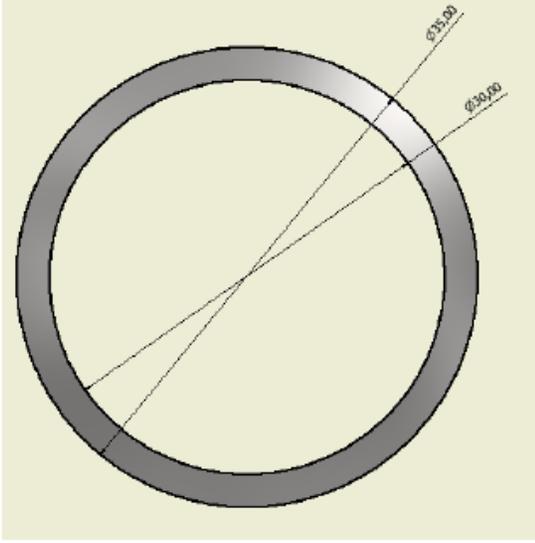
Hoja de Proceso				
Pieza/Componente	Separador de cuchillas		Código	CA10
Material	Plástico de Baja Fricción		Cantidad	1
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación	
1	Cortar la pieza	8	Verificar que tenga las dimensiones indicadas en todas sus direcciones.	
2	Perforar en los puntos indicados	14	Verificar que tenga las dimensiones indicadas.	

The technical drawing shows three views of the component. The top view is a rectangle with two circular holes. The upper hole has a diameter of 6.00 and the lower hole has a diameter of 4.00. The side view shows a length of 35.00 and a stepped profile with dashed lines indicating hidden features. The front view shows a width of 22.00 and a stepped profile with dashed lines indicating hidden features.

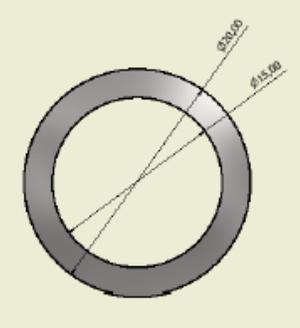
Fuente: Los Autores.

Tabla 6.25 Hoja de procesos del componente CA11

Hoja de Proceso			
Pieza/Componente	Apoyos de cojinetes-ejes		Código
Material	Acero Inoxidable		CA11
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Cantidad
1	Cortar los tubos	4	2
			Observación
			Verificar que tenga las dimensiones indicadas.
			

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.26 Hoja de procesos del componente CA12

Hoja de Proceso			
Pieza/Componente	Apoyos de cojinetes-cuchillas		Código CA12
Material	Acero Inoxidable		Cantidad 4
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación
1	Cortar los tubos	4	Verificar que tenga las dimensiones indicadas.
			

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.27 Hoja de procesos del componente CA13DI/CA13II

Hoja de Proceso			
Pieza/Componente	Lámina inclinada inferior	Código	CA13DI/CA13II
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	1/1
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación
1	Cortar con plasma CNC	2	Verificar que tenga las dimensiones indicadas.
2	Doblar en los puntos indicados	6	Verificar el correcto doblado en las direcciones indicadas para CA13DI y CA13II.

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.28 Hoja de procesos del componente CA13IS/CA13DS

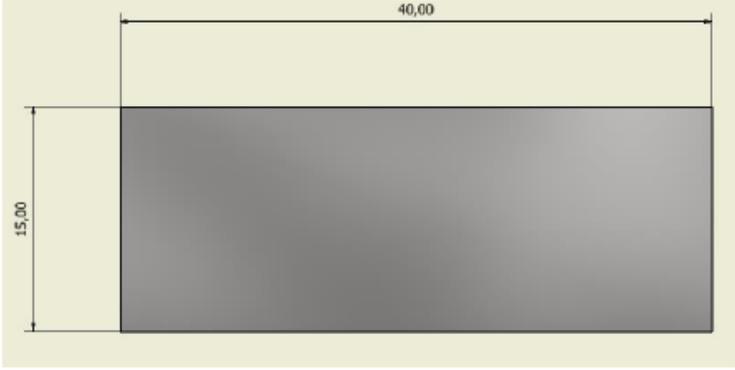
Hoja de Proceso			
Pieza/Componente	Lámina inclinada superior	Código	CA13IS/CA13DS
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	1/1
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación
1	Cortar con plasma CNC	2	Verificar que tenga las dimensiones indicadas.
2	Doblar en los puntos indicados	6	Verificar el correcto doblado en las direcciones indicadas para CA13IS y CA13DS.

The technical drawing shows three views of a component. The top view is a trapezoidal shape with a top width of 186,10 mm and a bottom width of 186,10 mm. The left height is 138,10 mm, and the right height is 20,52 mm. The bottom-left corner is chamfered with a 60,00° angle and a chamfer diameter of  $\phi 6,35$ . The bottom-right corner has a chamfer with a diameter of  $\phi 6,35$  and a distance of 31,48 mm from the bottom edge. The right edge has a chamfer with a diameter of  $\phi 6,35$  and a distance of 15,50 mm from the right edge. The bottom edge has a chamfer with a diameter of  $\phi 6,35$  and a distance of 33,68 mm from the bottom edge. The side view shows a height of 158,51 mm and a width of 20,63 mm. The front view shows a height of 79,73 mm and a width of 186,10 mm.

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.29 Hoja de procesos del componente CA13B

Hoja de Proceso			
Pieza/Componente	Lámina baja	Código	CA13B
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	2
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación
1	Cortar con plasma CNC	2	Verificar que tenga las dimensiones indicadas.
 <p>El diagrama muestra un rectángulo gris centrado en un fondo más claro. Una línea horizontal superior indica una longitud de 40,00. Una línea vertical a la izquierda indica una altura de 15,00.</p>			

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.30 Hoja de procesos del componente CA14D/CA14I

Hoja de Proceso			
Pieza/Componente	Soporte lámina inclinada		Código
Material	Acero Inoxidable		CA14D/CA14I
		Cantidad	1/1
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación
1	Cortar con plasma CNC	2	Verificar que tenga las dimensiones indicadas.
2	Doblar mediante la prensa en los puntos indicados	6	Verificar el correcto doblado de la pieza.
3	Una mediante soldadura en el extremo indicado	11	
4	Eliminar los restos de la soldadura en la pieza mediante la sierra de disco	9	

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.31 Hoja de procesos del componente CA16

Hoja de Proceso			
Pieza/Componente	Base para el soporte de pie		Código
Material	Plástico		CA16
			Cantidad
			2
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación
1	Cortar la pieza	8	Verificar que tenga las dimensiones indicadas en todas sus direcciones.
2	Perforar en los puntos indicados	14	Verificar que tenga las dimensiones indicadas.

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.32 Hoja de procesos del componente CA17

Hoja de Proceso			
Pieza/Componente	Base del reductor		Código
Material	Acero		CA17
			Cantidad
			1
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación
1	Cortar con plasma CNC, realizando también los cortes en los respectivos agujeros.	2	Verificar las dimensiones de la pieza obtenida.
2	Doblar mediante la prensa en los puntos indicados	6	Verificar el correcto doblado de la pieza.
3	Una mediante soldadura los extremos doblados	11	
4	Eliminar los restos de la soldadura en la pieza mediante la sierra de disco	9	Verificar que no queden extremos filosos

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.33 Hoja de procesos del componente SR01

Hoja de Proceso			
Pieza/Componente	Barras		Código
Material	Acero Inoxidable		SR01
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación
1	Realizar la perforación en el punto indicado	14	Verificar las dimensiones del agujero , debe coincidir con la indicada en el diseño

The technical drawing illustrates the dimensions for the hole in the bar. The bar's total length is 640,00 mm. The hole is positioned 631,88 mm from the left end. The hole's diameter is 10,00 mm, and its depth is 1,88 mm. A fillet with a radius of R3,13 is indicated at the bottom left corner of the bar.

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.34 Hoja de procesos del componente SR02

Hoja de Proceso			
Pieza/Componente	Cuchillas	Código	SR02
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	2
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación
1	Cortar con plasma CNC	2	Verificar las dimensiones de la pieza.
2	Realizar las perforaciones para darle forma a las cuchillas (sierra) en los puntos indicados	5	Utilizar la fresa correcta para obtener un acabado óptimo.
3	Limpiar la zona y afilar	9	De ser necesario

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.35 Hoja de procesos del componente SR04

Hoja de Proceso			
Pieza/Componente	Cigüeñal		Código
Material	Acero al vanadio		Cantidad
			SR04
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación
1	Cortar con plasma CNC las codos para los ejes	2	Verificar que tengas las dimensiones adecuadas.
2	Realizar los cambios de secciones en los puntos indicados	15	Verificar que cada eje tenga los diámetros adecuados en los puntos indicados en el diseño.
3	Unir los ejes con los codos en las posiciones indicadas	10	Verificar la correcta unión del conjunto y que estén bien alineados.
4	Eliminar los restos de la soldadura en la pieza mediante la sierra de disco	9	

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.36 Hoja de procesos del componente SR05

Hoja de Proceso			
Pieza/Componente	Barra de unión vertical cuchilla	Código	SR05
Material	Acero	Cantidad	2
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación
1	Realizar la ranura a las barras	17	Verificar las dimensiones que coincida con las indicadas.
2	Tornear los cilindros	17	Verificar que cada uno tenga las dimensiones adecuadas.
3	Unir las barras en su parte inferior a los cilindros	10	Verificar la correcta unión del conjunto.
4	Eliminar los restos de la soldadura en la pieza mediante la sierra de disco	9	

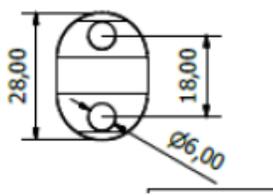
Fuente: Los Autores.

Tabla 6.37 Hoja de procesos del componente SR09

Hoja de Proceso				
Pieza/Componente	Cuerpo de biela		Código	SR09
Material	Acero		Cantidad	2
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación	
1	Darle forma al cuerpo a partir de un eje de 20 mm con la herramienta adecuada	5	Verificar las dimensiones de la pieza que coincidan con las del diseño.	
2	Hacer las perforaciones en los puntos indicados	5	Verificar las dimensiones de las perforaciones para que pueda encajar la barra y la cabeza de la biela.	
3	Hacer los agujeros para los pernos	12	Verificar las dimensiones de los agujeros	

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.38 Hoja de procesos del componente SR10

Hoja de Proceso			
Pieza/Componente	Cabeza de biela		Código
Material	Acero		SR10
			Cantidad
			2
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación
1	Mediante la fresadora y con la herramienta adecuada darle la forma necesaria con el agujero respectivo donde se posará el cojinete	5	Verificar las dimensiones de la pieza que coincidan con las del diseño.
2	Hacer las perforaciones en los puntos indicados	12	Verificar las dimensiones que coincida con las indicadas.
			

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.39 Hoja de procesos del componente SM02

Hoja de Proceso				
Pieza/Componente	Barra de empuje		Código	SM02
Material	Acero Inoxidable		Cantidad	4
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación	
1	Hacer el cambio de sección indicado en cada extremo	16	Verificar los diámetros de las secciones torneadas.	
<p>The drawing shows a push rod with a chamfered end of 22,20 units. The main cylindrical section has a length of 470,00 units and a diameter of 15,00 units. The total length of the rod, including the chamfered end, is 514,40 units.</p>				

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.40 Hoja de procesos del componente SM04S

Hoja de Proceso			
Pieza/Componente	Eje Superior		Código
Material	Acero Inoxidable		Cantidad
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación
1	Realizar los cambios de sección y las ranuras	15	Verificar las dimensiones de la pieza obtenida, la misma debe corresponder a las indicadas en el diseño.
2	Realizar los agujeros	14	Verificar las dimensiones del agujero.

The drawing shows a shaft with several sections. The top section has a diameter of  $\varnothing 20,00$ . The total length of the shaft is  $563,09$ . A section below has a diameter of  $\varnothing 24,00$  and a length of  $492,60$ . Further down, there is a section with a diameter of  $\varnothing 18,84$  and a length of  $30,21$ . At the very bottom, there is a section with a diameter of  $\varnothing 18,84$  and a length of  $1,20$ . A small detail shows a hole with a diameter of  $\varnothing 24,00$ .

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.41 Hoja de procesos del componente SM04T

Hoja de Proceso			
Pieza/Componente	Eje inferior trasero		Código
Material	Acero Inoxidable		Cantidad
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación
1	Realizar los cambios de sección y las ranuras	15	Verificar las dimensiones de la pieza obtenida, la misma debe corresponder a las indicadas en el diseño.
2	Realizar los agujeros	14	Verificar las dimensiones del agujero.

Technical drawing showing two views of a shaft component. The left view is a side view with dimensions: 20,00 (width), 631,90 (total length), 494,87 (length to first groove), 1,20 (groove width), 25,81 (length to second groove), 7,70 (groove width), 1,20 (groove width), and 25,40 (length to end). The right view is a front view showing a hole with diameter Ø24,00.

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.42 Hoja de procesos del componente SM04D

Hoja de Proceso			
Pieza/Componente	Eje inferior delantero		Código
Material	Acero Inoxidable		Cantidad
N° Op.	Breve Descripción de la operación	N° Equ.	Observación
1	Realizar los cambios de sección y las ranuras	15	Verificar las dimensiones de la pieza obtenida, la misma debe corresponder a las indicadas en el diseño.
2	Realizar los agujeros	14	Verificar las dimensiones del agujero.

The drawing shows two views of a shaft. The left view shows a shaft with a diameter of 19,00 mm. The total length is 560,47 mm, and a specific section is 494,87 mm long. The right view shows a shaft with a diameter of 34,50 mm. The total length is 649,27 mm, with a section of 25,40 mm and another section of 35,00 mm. A hole with a diameter of Ø24,00 mm is shown in the lower view.

Fuente: Los Autores.

**Hoja de Proceso**

## 6.3 ENSAMBLAJE DEL EQUIPO

### 6.3.1 Soporte base (SB)

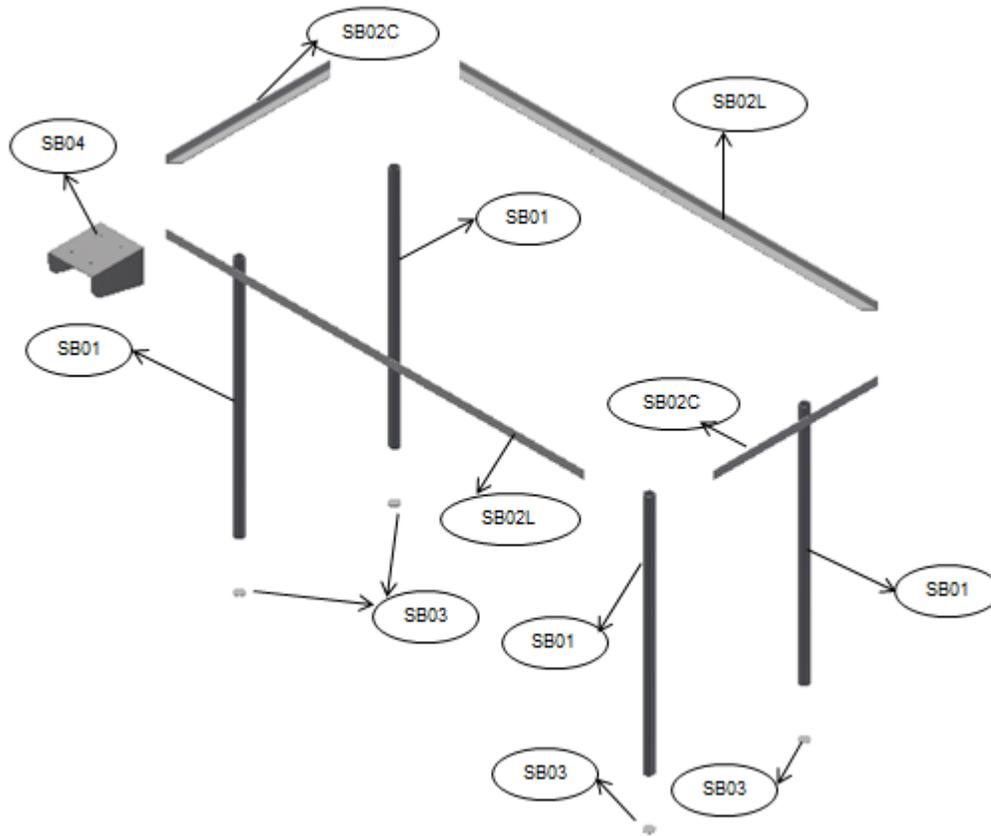


Figura 6.2 Despiece del Soporte base (SB)

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.43 Componentes del Soporte base (SB)

Código	Componente	Observación
SB01	Tubo circular $\phi$ : 26,9 mm	Longitud: 750 mm
SB02C	Angulo lados iguales (25x25x3 mm) corto	Longitud: 510 mm
SB02L	Angulo lados iguales (25x25x3 mm) largo	Longitud: 1300mm
SB03	Plancha	$\phi$ : 26.9 mm, espesor: 3.05mm

SB04	Base del motor	Lámina calibre 12
------	----------------	-------------------

Fuente: Los Autores.

#### Instructivo de Ensamblaje

1. Tome los ángulos (SB02C) y júntelos con los ángulos (SB02L), como se muestra en la figura 6.2. Luego aplique una soldadura intermitente con un electrodo E6010.
2. Tome los tubos (SB01) y colóquelos en posición cada uno de ellos en los extremos, como se muestra en la figura 6.2. Luego aplique una soldadura con un electrodo E6010 en cada esquina.
3. Tome las planchas (SB03) y colóquelos en la parte inferior de cada uno de los tubos (SB01) como se muestra en la figura 6.2. Luego aplique una soldadura con un electrodo E6010 en cada una de ellas.
4. Coloque la base del motor (SB04) en posición como lo muestra figura 6.2 y por medio de soldadura una con los ángulos (SB02C y SB02L).

### 6.3.2 Bandeja Recolectora (BR)

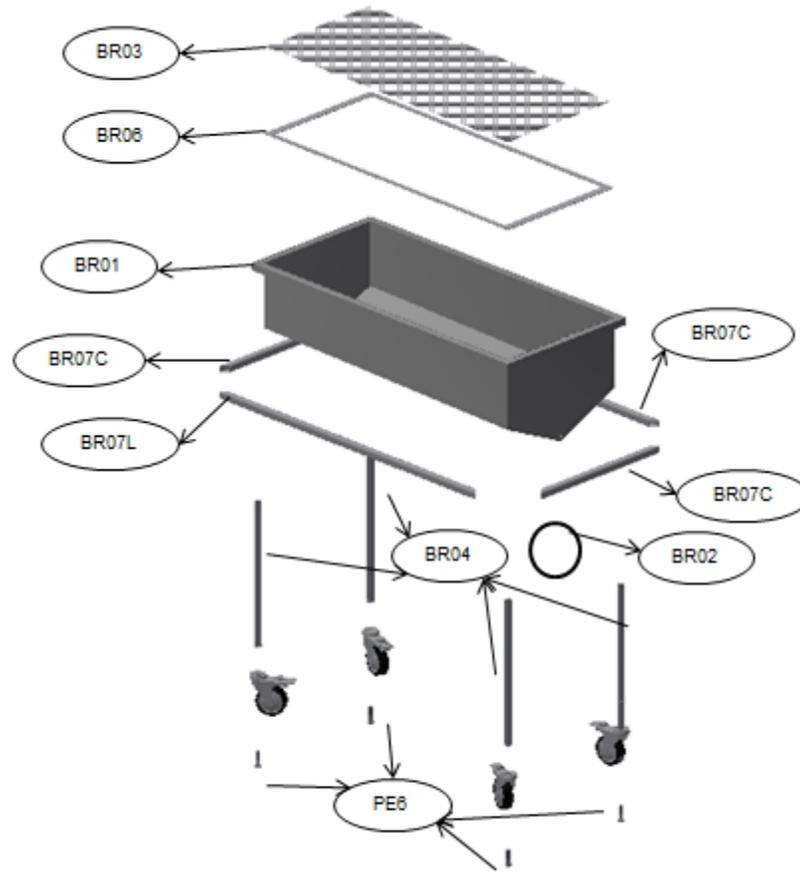


Figura 6.3 Despiece de la Bandeja Recolectora (BR)

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.44 Componentes de la Bandeja Recolectora (BR)

Código	Componente	Observación
BR01	Bandeja sección transversal pentagonal	Lámina calibre 22
BR02	Filtro circular	Filtro 100 micras
BR03	Malla	Longitud:
BR04	Tubo circular	$\varnothing$ : 21.3 mm
BR05	Ruedas	$\varnothing_{rueda}$ : 100 mm

BR06	Marco base para bandeja	Lamina calibre 16
BR07C	Tubo cuadrado (25x25mm) corto	Longitud: 535 mm
BR07L	Tubo cuadrado (25x25mm) largo	Longitud: 1150mm
BR08	Chapas	Ø: 25 mm, espesor: 3.05mm
PE6	Perno Hexagonal	M12x1.5

Fuente: Los Autores.

### Instructivo de Ensamblaje

1. Tome los tubos (BR07C) y júntelos con los tubos (BR07L) a ras, como se muestra en la figura 6.3. Luego aplique una soldadura intermitente con un electrodo E6010.
2. Tome los tubos (BR04) y colóquelos en posición cada uno de ellos en los extremos, como se muestra en la figura 6.3. Luego aplique una soldadura con un electrodo E6010 en cada esquina.
3. Por medio de los pernos (PE6) una las ruedas (BR05) con los tubos (BR04) como se muestra en la figura 6.3., estando unidas a la parte inferior de los tubos (BR04) las chapas (BR08).
4. Inserte dentro de la bandeja (BR01) el marco (BR06) y por medio de soldadura con electrodo E308/soldadura TIG haga la respectiva unión entre partes.
5. Coloque la malla (BR03) dentro de la bandeja y luego coloque la bandeja (BR1) dentro de la unión de los tubos (BR07C y BR07L).
6. Coloque el filtro (BR02) en el agujero respectivo de la bandeja (BR01).

### 6.3.4 Transmisión por Correa-Reducción (TC)

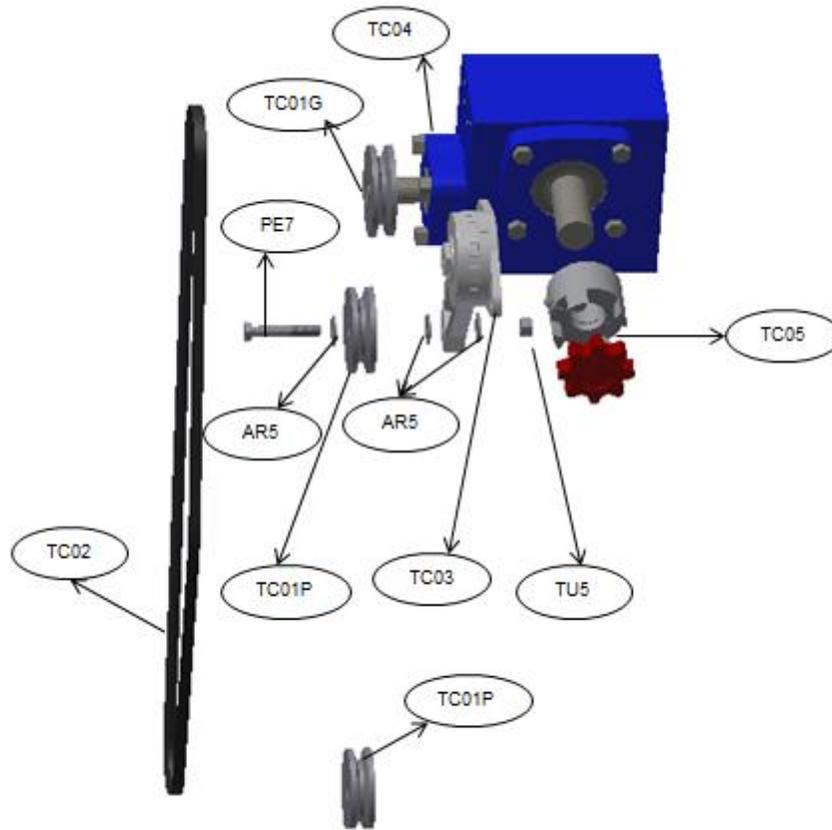


Figura 6.4 Despiece de la Transmisión por Correa-Reducción (TC)

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.45 Componentes de la Transmisión por Correa-Reducción (TC)

Código	Componente	Observación
TC01P	Poleas pequeña	$\phi: 2.5 \text{ pulg}$
TC01G	Poleas grande	$\phi: 2.65 \text{ pulg}$
TC02	Correa	<i>Longitud: 50 pulg, 3V</i>
TC03	Tensor	Automático (resorte)
TC04	Reductor	$i = 1: 19.88$

TC05	Acople	Flexible de mordaza
AR5	Arandela Plana	5/16 <i>Pulg</i>
PE7	Perno Hexagonal	5/16 – 18 <i>UNC</i>
TU5	Tuerca de Seguridad Hexagonal	5/16 <i>pulg</i>

Fuente: Los Autores.

### Instructivo de ensamblaje

1. Para ensamblar la polea (TC01P) al tensor (TC03), se coloca contra éste una de las arandelas (AR5), luego, se lleva contra ella la polea y se coloca otra arandela (AR5) para pasar el perno (PE7) a través de éstas, atravesando también el tensor; en la cara posterior, se coloca la última arandela (AR5) y se procede a hacer el apriete necesario con la tuerca (TU5).
2. Estando dos de las poleas (TC01P y TC01G) en su respectiva lugar, se monta la correa (TC02) sobre éstas, quedando un poco floja para luego colocar el tensor en posición y con la llave adecuada se aplica un torque sobre el tensor para acoplar la polea (TC01P) y así, lograr la tensión necesaria del sistema.
3. Tome el acople (TC05) y colóquelo en posición sobre el eje del tensor.

### 6.3.4 Carcasa (CA)

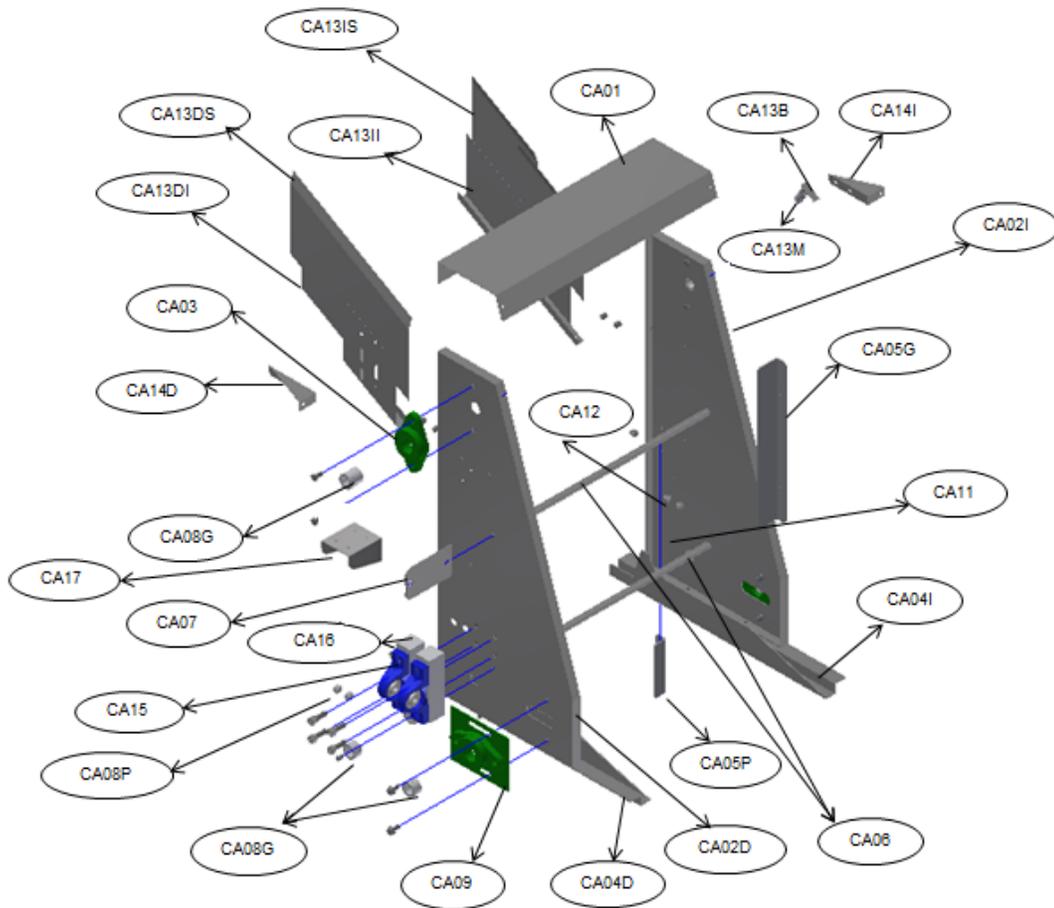


Figura 6.5 Despiece de la Carcasa (CA)

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.46 Componentes de la Carcasa (CA)

Código	Componente	Observación
CA01	Chapa superior	Lámina calibre 22
CA02I	Chapa lateral izquierda	Lámina calibre 12
CA02D	Chapa lateral derecha	Lámina calibre 12
CA03	Soporte de brida ovalados	Eje conductor-Apoyo cojinete
CA04I	Base inferior izquierda	Base y guía para cuadros

CA04D	Base inferior derecha	Base y guía para cuadros
CA05P	Guía pequeña de cuadro	Guía cuadro a las cuchillas
CA05G	Guía grande de cuadro	Guía cuadro a las cuchillas
CA06	Barras de unión	$\varnothing: 15mm$
CA07	Base de tensor	Lámina calibre 16
CA08P	Cojinete pequeño	$\varnothing: 10mm$
CA08G	Cojinete grande	$\varnothing: 20mm$
CA09	Tensor guía	Tensor para cadena
CA10	Separador de cuchillas	Plástico de baja fricción
CA11	Apoyo de cojinetes-ejes	$\varnothing_{interior}: 10mm$
CA12	Apoyo de cojinetes-cuchillas	$\varnothing_{interior}: 20mm$
CA13IS	Lamina inclinada izquierda superior	Lámina calibre 22
CA13II	Lamina inclinada izquierda inferior	Lámina calibre 22
CA13DS	Lamina inclinada derecha superior	Lámina calibre 22
CA13DI	Lamina inclinada derecha inferior	Lámina calibre 22
CA13B	Lamina baja	Lámina calibre 22
CA13M	Muelle	Para cargas ligeras
CA14I	Soporte lamina inclinada izquierda	Fija lámina inclinada
CA14D	Soporte lamina inclinada derecha	Fija lámina inclinada
CA15	Soporte de pie con rodamientos Y	Impide falla en el cigüeñal
CA16	Base para el soporte de pie	Plástico
CA17	Base del reductor	Lámina calibre 12
AR1	Arandela plana	6N
AR2	Arandela plana	10N
AR3	Arandela plana	M 4
AR4	Arandela plana	M 14
PE1	Perno Hexagonal	M6x1

PE2	Perno Hexagonal	M8x1.25
PE3	Perno cabeza Allen	M10
PE4	Perno cabeza Allen	M6
PE5	Perno Hexagonal	M4x0.7
PE6	Perno Hexagonal	M12x1.75
TO1	Tornillo Autoroscante	9.5x1.5x16 mm
TO2	Tornillo Autoroscante	5.5x0.75x10 mm
TU1	Tuerca Hexagonal	M6x1
TU2	Tuerca Hexagonal	M8x1.25
TU3	Tuerca Hexagonal	M4x0.7
TU4	Tuerca Hexagonal	M12x1.75

Fuente: Los Autores.

#### Instructivo de ensamblaje

1. Tome la chapa lateral (CA02I) y mediante el perno (PE1) una el soporte (CA14I) y coloque la arandela (AR1) y la tuerca (TU1). Luego tome las láminas inclinadas (CA13IS y CA13II) y colóquelas en posición como se muestra en la figura 6.5 y mediante los pernos (PE1) y arandelas (AR1) introdúzcalos cada uno en su orificio a la altura de trabajo (Tipo de cuadro a desopercular) y asegúrelos con la tuerca (TU1). Por último coloque la lámina (CA13B) haciendo coincidir con el orificio de la lámina (CA13II) y pase el perno (PE6) y proceda a insertar por la parte inferior el muelle (CA13M) luego introduzca la arandela (AR4) y finalmente asegure el resorte con la tuerca (TU4) sin darle mucha apriete.
2. Tome la lámina guía (CA05P) y colóquela en posición como se muestra en la figura 6.5, introduzca los pernos (PE5) a través del orificio entre ellas y asegure con las arandelas (AR3) y las tuercas (TU3) y asegúrelos chapa lateral (CA02I). Luego tome la lámina

(CA05G) y colóquela en posición al lado de la lámina (CA05P) y proceda asegurarla con los pernos (PE5), las arandelas (AR3) y las tuercas (TU3).

3. Tome el soporte (CA03) y asegúrelo a la chapa lateral (CA02I) mediante los pernos (PE2), las arandelas (AR2) y las tuercas (TU2). Introduzca el cojinete (CA08G) dentro del orificio del soporte.
4. Tome el tensor guía (CA09) y asegúrelo chapa lateral (CA02I) mediante los pernos (PE2), las arandelas (AR2) y las tuercas (TU2). Introduzca el cojinete (CA08G) dentro del orificio del soporte.
5. Tome los apoyos (CA12) para los cojinetes (CA08P) y júntelos con la chapa lateral (CA02I) mediante soldadura con electrodo E308/ soldadura TIG en sus respectivos orificios. Posteriormente coloque los cojinetes en su lugar.
6. Tome el apoyo (CA11) para el cojinete (CA08G) y júntelo con la chapa lateral (CA02I) mediante soldadura con electrodo E308/ soldadura TIG en su respectivo orificio. Posteriormente coloque los cojinetes en su lugar.
7. Tome el separador (CA10) colóquelo en posición y asegúrelo a la chapa lateral (CA02I) mediante los pernos (PE4).
8. Tome la base (CA04I) y asegúrela a la chapa lateral (CA02I) mediante los tornillos (TO2).
9. Tome la base del tensor (CA07) colóquelo en posición como se muestra en la figura 6.5 y júntelo con la chapa lateral (CA02D) mediante soldadura por medio de electrodo E308/ soldadura TIG.
10. Tome la base del reductor (CA17) colóquelo en posición y júntelo con la chapa lateral (CA02D) mediante soldadura por medio de electrodo E308/ soldadura TIG.
11. Repetir análogamente los pasos 1, 2, 3, 4, 5 y 6 para la chapa lateral (CA02D).

12. Tome las bases (CA16) colóquelas en posición como se muestra en la figura 6.5 y asegúrelas a la chapa lateral (CA02D) mediante los pernos (PE3). Luego fije los soportes (CA15) a cada uno de sus bases mediante los tornillos (TO1).
13. Una las chapas laterales (CA02I y CA02D) mediante las barras (CA06) y asegúrelas con los pernos (PE4).<sup>\*6</sup>
14. Finalmente coloque en posición la chapa superior (CA01) como se muestra en la figura 6.5 y júntela con las chapas laterales (CA02I y CA02D) mediante los tornillos (TO2).

---

\* Revisar los siguientes instructivos antes de realizar este paso.

### 6.3.5 Sistema de Remoción (SR)

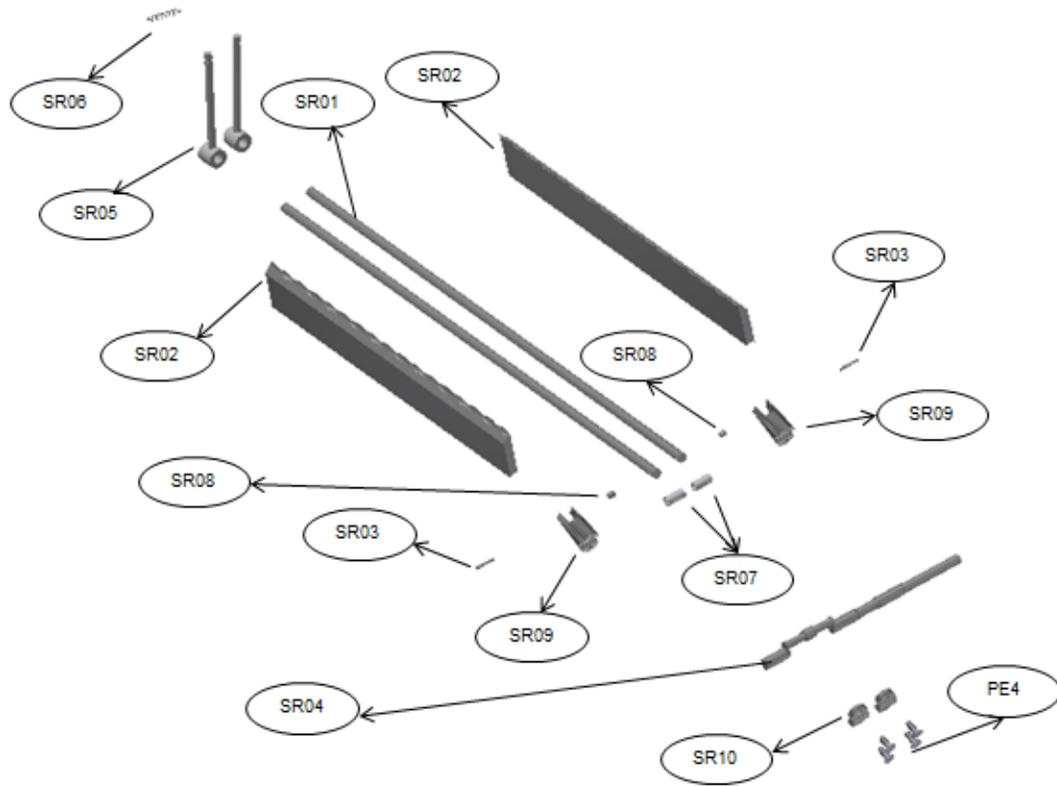


Figura 6.6 Despiece del Sistema de Remoción (SR)

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.47 Componentes del Sistema de Remoción (SR)

Código	Componente	Observación
SR01	Barras	$\varnothing: 10mm$
SR02	Cuchillas	
SR03	Pasador cilíndrico	$\varnothing: 3mm$
SR04	Cigüeñal	
SR05	Barra de unión vertical cuchilla	
SR06	Muelle	De Extensión

SR07	Cojinetes	$\varnothing: 8mm$
SR08	Casquillos de aguja	$\varnothing: 3mm$
SR09	Cuerpo de biela	
SR10	Cabeza de biela	
PE4	Perno cabeza Allen	M6

Fuente: Los Autores.

### Instructivo de ensamblaje

1. Tome la biela (SR09 y SR10) y el cojinete (SR07) y colóquelos en posición sobre el cigüeñal (SR04) luego conecte mediante los pernos (PE4) para asegurarla a dicho eje. Haga el mismo procedimiento con la otra biela.
2. Tome la barra (SR01) y júntela con la cuchilla (SR02) y por medio de soldadura con electrodo E308/ soldadura TIG una ambos componentes en la parte inferior de las cuchillas. Haga el mismo procedimiento con la otra cuchilla.
3. Antes de realizar el paso 13 del conjunto carcasa (CA), deberá colocar el conjunto ya soldado en su respectiva posición dentro de las chapas laterales (CA02I y CA02D).
4. Tome los casquillos de aguja (SR08) y colóquelos dentro de su respectivo agujero en las barras (SR01), luego proceda a colocar las barras en su respectiva posición dentro de las bielas (SR09) y asegure con el pasador este mecanismo.
5. Finalmente tome las barras de unión vertical (SR05) y colóquelas en posición y únalas a las barras (SR01), asegúrese de que éstas estén bien alineadas y las cuchillas se encuentre en correcta posición vertical; tome el muelle (SR06) y una con las barras verticales (SR05) mediante las ranuras en las barras.

### 6.3.6 Sistema de Movimiento-Empuje de Cuadros (SM)

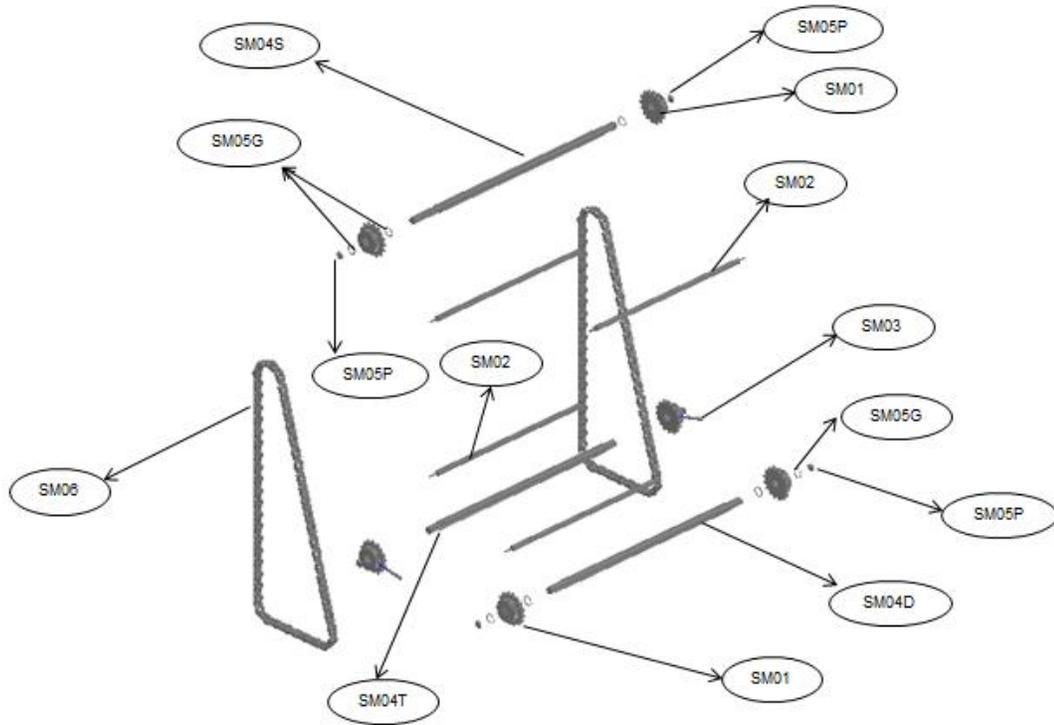


Figura 6.7 Despiece del Sistema de Movimiento- Empuje de Cuadros (SM)

Fuente: Los Autores.

Tabla 6.48 Componentes del Sistema de Movimiento-Empuje de Cuadros (SM)

Código	Componente	Observación
SM01	Catarinas	16 Dientes
SM02	Barra de empuje	$\varnothing: 15mm$
SM03	Pasador cilíndrico	8x50 mm
SM04S	Eje superior	Eje conductor
SM04T	Eje inferior trasero	Eje conducido
SM04D	Eje inferior delantero	Eje conducido
SM05P	Reten pequeño	$\varnothing: 20mm$
SM05G	Reten grande	$\varnothing: 24mm$

SM06	Cadena	# 50 – SS
------	--------	-----------

Fuente: Los Autores.

#### Instructivo de ensamblaje

1. Tome los piñones (SM01) y colóquelos dentro de cada uno de sus ejes como se muestra en la figura 6.7. Asegure cada uno de los piñones a los ejes mediante el pasador (SM03).
2. Tome los anillos de retención (SM05G) y colóquelos en posición, para asegurar cada uno de los piñones a sus respectivos ejes.
3. Antes de realizar el paso 13 del conjunto carcasa (CA), deberá colocar cada uno de los ejes (SM04S, SM04T y SM04D) en su respectiva posición dentro de las chapas laterales (CA02I y CA02D).
4. Luego de realizado el paso 13 del conjunto carcasa (CA) tome los anillos de retención (SM05P) y colóquelos en posición por la parte exterior de cada una de las chapas laterales, en sus respectivos ejes y asegúrelos a estos.
5. Finalmente coloque las cadenas (SM06) a cada lado como se muestra en la figura 6.7 asegurando los eslabones correspondientes a cada catarina; cierre la cadena en su extremo o eslabón abierto.

## CAPÍTULO VII

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### CONCLUSIONES

Al culminar este Trabajo Especial de Grado se puede observar que el diseño del desoperculador es factible y realizable dentro de los parámetros recomendados por los organismos competentes y dentro de las normas que rigen la manipulación de alimentos, para solventar la problemática que existe en la actualidad en el proceso de la extracción de la miel.

- ✓ Se logró realizar el diseño de forma que los materiales y componentes seleccionados son fabricados y ensamblados en el país, esto garantiza su alta disponibilidad operativa.
- ✓ La máquina desoperculará 540 cu/hr lo que entra en las expectativas tanto de medianos como grandes apicultores y asociaciones o cooperativas de pequeños apicultores existentes en el país.
- ✓ El diseño de la máquina permite la remoción de los opérculos tanto de cuadros de paneles pequeños como grandes siendo fácilmente adaptable por el usuario.
- ✓ La estructura de soporte es de acero estructural y las carcasas y superficies que entrarán en contacto con la miel serán de acero inoxidable para evitar la contaminación de la misma.
- ✓ El espesor de las láminas de la carcasa es de 2,67mm que soportarán todas las cargas presentes.

- ✓ La entrada de la máquina puede ingresar un máximo de 6 cuadros con cera y almacenar un total de 20 cuadros desoperculados para la posterior extracción. Para el ensamblaje se realizó un instructivo de fácil comprensión que detalla los pasos a seguir para armar el equipo.
  
- ✓ El equipo cuenta con una serie de ventajas que garantizan su fabricación, y al ser manufacturado y ensamblado en el país su costo es bajo comparado con los equipos importados, la estructura soportará todas las cargas a las cuales estará sometida, no existe contaminación del alimento por parte del equipo y cumple con todos los requerimientos establecidos en este proyecto.

## RECOMENDACIONES

Al finalizar este proyecto los diseñadores consideran la necesidad de que se tomen en cuenta una cierta serie de pautas para el buen funcionamiento del equipo desoperculador, por tanto, se sugiere seguir los siguientes pasos al momento de fabricación e instalación del equipo desoperculador de cuadros de panales de miel de abeja.

- ✓ Se deben respetar los materiales de las piezas que se encuentran en contacto directo con los alimentos ya que fueron seleccionados para garantizar la higiene de la miel
- ✓ Verificar cada una de las medidas estipuladas en los planos.
- ✓ A todos los equipos al ser ensamblados se les debe realizar una inspección detallada para garantizar que todo se encuentra en orden.
- ✓ Se recomienda fabricar un prototipo y realizarle pruebas de funcionamiento para asegurar su correcta labor.
- ✓ Se deben realizar pruebas a cada uno de los equipos luego de ser ensamblados para asegurar su buen funcionamiento.
- ✓ Realizar balanceo dinámico al equipo considerando las partes móviles para corregir las diferentes vibraciones que puedan ocurrir en la máquina.

Para mejorar y mantener el desempeño del equipo, se recomienda:

- ✓ Mantener limpias todas las piezas y superficies del equipo desoperculador. Realizar limpiezas profundas continuamente para evitar propagación de bacterias u otros organismos que puedan dañar la miel. Realizar el mantenimiento preventivo del motor y la caja reductora.

- ✓ Operar el equipo de forma adecuada y solo usarlo para el propósito para el que fue diseñado.
- ✓ Durante su operación no obstruir ninguna de las partes móviles del equipo.
- ✓ Instalar el equipo en áreas cubiertas con protección de la lluvia y del sol, y donde el ambiente de trabajo sea adecuado, ya que de no ser así podría afectar tanto los materiales como el buen desempeño del mismo.
- ✓ Se recomienda realizar evaluaciones posteriores a los equipos a los operarios para comprobar que estos estén funcionando correctamente.

**Seguir las recomendaciones para el buen uso del equipo garantizará su buen desempeño y una prolongada vida útil.**

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Anuarios del Ministerio de Agricultura y cría. (1993) Caracas
- [2] Barreiro, J. (2002) Higiene y saneamiento en el procesamiento de alimentos.
- [3] Beer, F. P. y Johnston E. R. (2006) Mecánica de Materiales. 5ta Edición. Editorial Mc Graw-Hill.
- [4] Bocardo, R. (2006) Creatividad en la ingeniería de diseño. Caracas. Editorial Equinoccio.
- [5] Budynas, R. G. y Nisbett, J. K. (2008) Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley. 8ta Edición. Editorial Mc Graw-Hill.
- [6] Comisión venezolana de normas industriales (COVENIN)
- [7] De Abreu, T. (2012) Diseño de la estructura y el sistema de corte para un desoperculador de cuadros de miel de abejas. Trabajo de pasantías. Caracas: CORPIVENSA.
- [8] Enciclopedia Encarta, 2006
- [9] Ergonomía, aplicaciones y sistema hombre-máquina, 2001
- [10] GROOVER, M. P.(2001) Fundamentos de manufactura moderna. Materiales procesos y sistemas. Editorial Prentice-Hall Hispanoamérica, S.A.
- [11] Herbert, M. (1991) Manual completo de apicultura. México, Editorial Continental.
- [12] Manrique, A. J. (1999) Principales problemas de la apicultura venezolana. San Juan de los morros: Universidad Rómulo gallegos (UNERG) san Juan de los Morros, edo. Guárico.
- [13] Manrique, A. y Piccirillo, G. (2001) Impacto y situación actual de la abeja africanizada en Venezuela. Caracas, Centro Referencias de Tecnologías Innovadoras (CERTI).
- [14] Manual básico de apicultura.(1996) Programa para el control de la abeja melífera. Secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y

alimentación.

- [15] Manual de buenas prácticas para la apicultura.(2002) Santiago de Chile.
- [16] Manual of Steel Construction-AISC
- [17] Marchini, L. C. (2001) Histórico da apicultura estimativa de custos biologia e subespecies. Sao Paulo: Universidad de Sao Paulo
- [18] Meléndez, R. (2012) Diseño del sistema de movimiento para un desoperculador de cuadros de miel de abejas. Trabajo de pasantías. Caracas: CORPIVENSA
- [19] Mott, R. (2006) Diseño de elementos de máquinas. 4ta Edición. Editorial PEARSON, Prentice Hall.
- [20] Norma Mexicana NMX-F-036-1997-NORMEX
- [21] NORMAN, D. (1990) La psicología de los objetos cotidianos. Editorial NEREA, S. A.
- 2[2] Proyecto de implantación y operación de una fábrica de equipos para el procesamiento de alimentos.(2012) Caracas, CORPIVENSA.
- [23] RODRIGUEZ, G. Manual de diseño industrial. 3ra Edición. Ediciones G. Gili, S.A. de C.V., México
- [24] Rodriguez, I. F. (1992) Evolución de la apicultura.
- [25] Root, A. I. y Root, E. R. (1984) El ABC y XYZ de la apicultura. Editorial Hemisferio sur S.A.

## Fuentes Electrónicas

- [26] Anel CO, Standard. (Junio, 2013). [Página web en línea]. Disponible en:  
<http://www.anel.gr>
- [27] Apícola del norte S.L.U. (Junio, 2013). [Página web en línea]. Disponible en: <http://www.apinorte.com>
- [28] Apiservices, Galería Apícola Virtual. (Octubre, 2013). [Página web en línea]. Disponible en: [//www.beekeeping.com](http://www.beekeeping.com)
- [29] Asociación Argentina de Productores de Granja. (Abril, 2013). [Página web en línea]. Disponible en: <http://www.infogranja.com.ar>
- [30] Baldor Electronics. (Octubre, 2013). [Página web en línea]. Disponible en: [www.baldor.com](http://www.baldor.com)
- [31] Brei LTDA. (Junio, 2013). [Página web en línea]. Disponible en: <http://www.brei.cl/site>
- [32] Constructalia C.A. (Septiembre, 2013). [Página web en línea]. Disponible en: <http://www.constructalia.com>
- [33] Farli S.A. (Junio, 2013). [Página web en línea]. Disponible en: <http://www.farli.com>
- [34] Intermec C.A. (Septiembre, 2013). [Página web en línea]. Disponible en: <http://www.intermec.com.co>
- [35] Isla Productos. (Septiembre, 2013). [Página web en línea]. Disponible en: <http://www.islapro.com>
- [36] Link Belt Construction Equipment Co. (Octubre, 2013). [Página web en línea]. Disponible en: <http://www.Link-Belt.com>
- [37] Martínez C. (2001). Apuntes acerca de la apicultura en Argentina. Consultado en agosto de 2013 en: [//manuelherreraayoga.files.wordpress.com](http://manuelherreraayoga.files.wordpress.com)
- [38] Material Apícola Los Pedroches. (Junio, 2013). [Página web en línea]. Disponible en: <http://www.apicolalospedroches.com>

- [39] Romero A. (1997). Historia de la Apicultura. Consultado en mayo de 2013 en: [www.pepemi.es](http://www.pepemi.es)
- [40] Sabimet S.A. (Septiembre, 2013). [Página web en línea]. Disponible en: <http://www.sabimet.com>
- [41] SKF (Octubre, 2013). [Página web en línea]. Disponible en: <http://www.skf.com>

## APÉNDICES

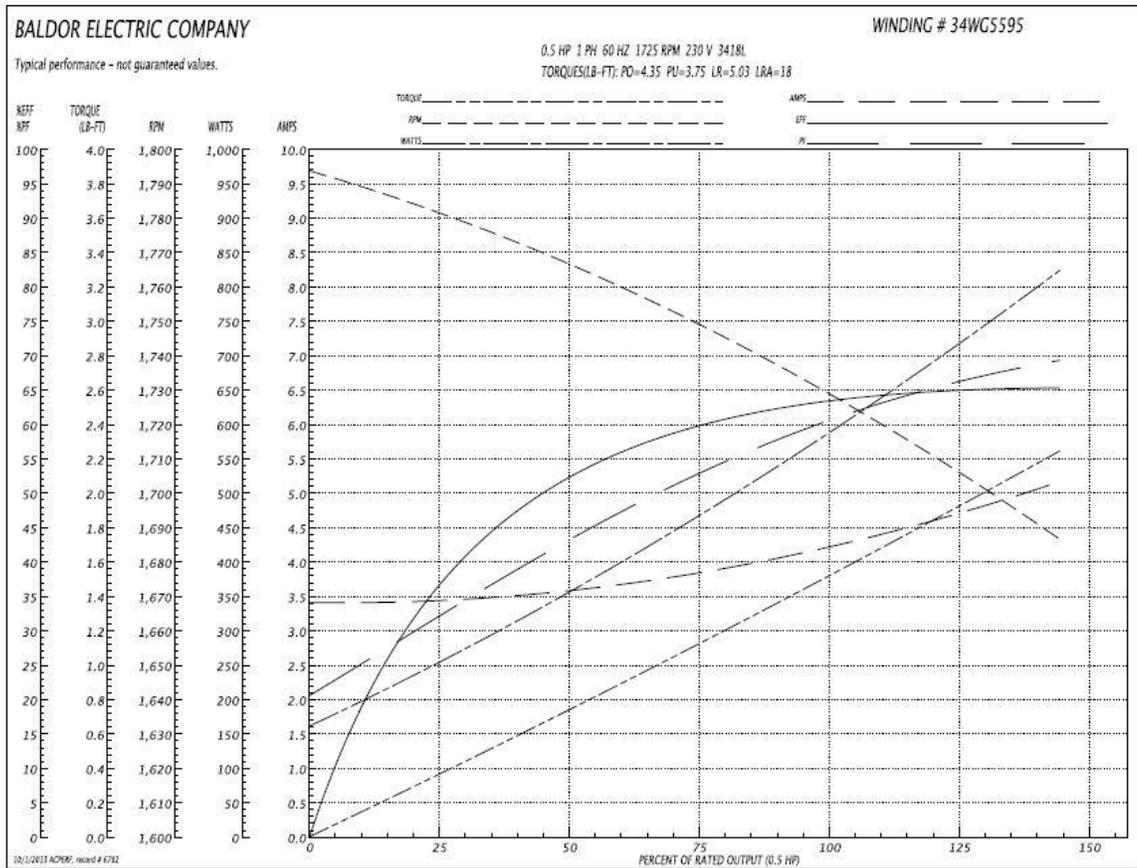
### A-1

MATERIALES EN CONTACTO	(Rozamiento en reposo)			(Rozamiento en movimiento)		
	En seco	Lubricado	Mojado con agua	En seco	Lubricado	Mojado con agua
Acero sobre acero . . . . .	0,15	0,10	—	0,12	0,08	—
Acero sobre bronce . . . . .	0,19	0,10	—	0,18	0,06	—
Acero sobre fundición gris . . . . .	0,28	0,15	—	0,20	0,08	—
Acero sobre madera dura . . . . .	0,56	0,10	—	0,50	0,09	0,24
Banda de acero sobre fundición . . . . .	—	—	—	0,18	—	0,10
Bronce sobre bronce . . . . .	—	—	—	0,20	—	0,15
Corcho sobre metal . . . . .	0,60	0,25	0,62	0,25	0,12	0,25
Cuero sobre metal . . . . .	—	—	—	0,35	0,30	—
Fundición gris sobre bronce . . . . .	0,30	0,15	—	0,28	0,08	0,10
Fundición gris sobre fundición gris . . . . .	0,28	0,10	—	0,20	0,08	0,15
Fundición gris sobre latón . . . . .	0,28	—	—	0,20	0,08	—
Guarnición de freno sobre acero . . . . .	—	—	—	0,45	—	—
Madera de álamo sobre acero . . . . .	—	—	—	0,30	0,20	—
Madera de álamo sobre fundición . . . . .	—	—	—	0,28	0,10	0,20
Poliamida 66 sobre acero . . . . .	0,35	0,11	0,30	—	—	—
Poliamida 66 sobre poliamida 66 . . . . .	0,37	0,15	0,23	—	—	—
Tejido de algodón con resina artificial sobre acero o fundición . . . . .	—	—	—	0,40	0,15	0,25
Tejido de amianto con resina artificial sobre acero o fundición . . . . .	—	—	—	0,51	0,15	0,25

Apéndice 1 Coeficientes de fricción.

Fuente: [www.lamerce.com](http://www.lamerce.com)

# A-2

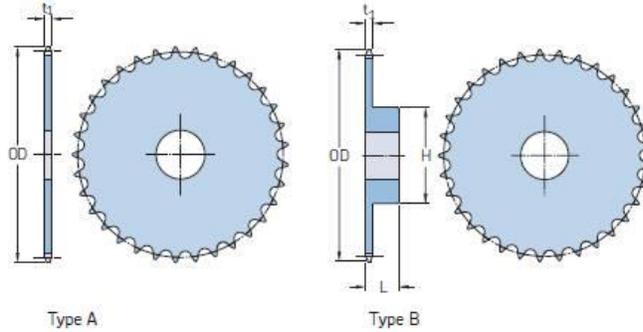


Apéndice 2 Gráfica de desempeño 230V, 60Hz, 0.5HP Desempeño típico - Sin valores garantizados

Fuente: [www.baldor.com](http://www.baldor.com)

## A-3

**ANSI sprockets, simplex, pilot bore**  
ANSI 50-1 · 15,88 mm (5/8") pitch



Pitch		Number of teeth	Outside diameter OD	Type	Dimensions		Hub		Plate thickness t <sub>1</sub>	Mass	Designation	
Bore stock	Bore				H	L						
mm	in.		mm		mm	Min.	Max.		kg			
15,88	5/8	8	47,75	B	-	15,88	15,88	28,58	25,40	8,710	0,11	PHS 50-18H8
		9	53,09	B	-	15,88	19,05	34,93	25,40	8,710	0,16	PHS 50-18H9
		10	58,42	B	-	15,88	22,23	39,69	25,40	8,710	0,22	PHS 50-18H10
		11	63,50	B	-	15,88	25,40	44,45	25,40	8,710	0,29	PHS 50-18H11
		12	A	15,88	-	-	-	-	8,710	0,15	PHS 50-1A12	
			B	-	15,88	31,75	50,40	25,40	8,710	0,38	PHS 50-18H12	
		13	A	15,88	-	-	-	-	8,710	0,19	PHS 50-1A13	
			B	-	15,88	33,34	47,63	25,40	8,710	0,40	PHS 50-18H13	
		14	A	15,88	-	-	-	-	8,710	0,23	PHS 50-1A14	
			B	-	15,88	36,51	53,98	25,40	8,710	0,51	PHS 50-18H14	
		15	A	15,88	-	-	-	-	8,710	0,24	PHS 50-1A15	
			B	-	15,88	38,10	60,33	25,40	8,710	0,61	PHS 50-18H15	
		16	A	15,88	-	-	-	-	8,710	0,31	PHS 50-1A16	
			B	-	15,88	44,45	63,50	25,40	8,710	0,68	PHS 50-18H16	
		17	A	15,88	-	-	-	-	8,710	0,34	PHS 50-1A17	
			B	-	15,88	47,63	68,26	25,40	8,710	0,79	PHS 50-18H17	
		18	A	15,88	-	-	-	-	8,710	0,39	PHS 50-1A18	
			B	-	15,88	47,63	73,03	25,40	8,710	0,91	PHS 50-18H18	
		19	A	15,88	-	-	-	-	8,710	0,43	PHS 50-1A19	
			B	-	15,88	50,80	76,20	25,40	8,710	1,01	PHS 50-18H19	
		20	A	19,05	-	-	-	-	8,710	0,48	PHS 50-1A20	
			B	-	19,05	50,80	76,20	25,40	8,710	1,03	PHS 50-18H20	
		21	A	19,05	-	-	-	-	8,710	0,51	PHS 50-1A21	
			B	-	19,05	50,80	76,20	25,40	8,710	1,09	PHS 50-18H21	
		22	A	19,05	-	-	-	-	8,710	0,59	PHS 50-1A22	
			B	-	19,05	50,80	76,20	25,40	8,710	1,16	PHS 50-18H22	
		23	A	19,05	-	-	-	-	8,710	0,65	PHS 50-1A23	
B	-		19,05	50,80	76,20	25,40	8,710	1,21	PHS 50-18H23			
24	A	18,26	-	-	-	-	8,710	0,68	PHS 50-1A24			
	B	-	19,05	50,80	76,20	31,75	8,710	1,50	PHS 50-18H24			
25	A	18,26	-	-	-	-	8,710	0,73	PHS 50-1A25			
	B	-	19,05	50,80	76,20	31,75	8,710	1,54	PHS 50-18H25			
26	A	18,26	-	-	-	-	8,710	0,78	PHS 50-1A26			
	B	-	19,05	50,80	76,20	31,75	8,710	1,56	PHS 50-18H26			
27	A	18,26	-	-	-	-	8,710	0,89	PHS 50-1A27			
	B	-	19,05	50,80	76,20	31,75	8,710	1,70	PHS 50-18H27			

Apéndice 3 Piñones SKF de cadena ANSI 50

Fuente: Piñones SKF

A-4

Tipo de máquina impulsada	Tipo de impulsor					
	Motores de CA: par torsional normal <sup>1</sup> Motores de CD: bobinado en derivación Motores de combustión: múltiples cilindros			Motores de CA: Alto par torsional <sup>1</sup> Motores de CD: bobinado en serie, bobinado compuesto Motores de combustión: 4 cilindros o menos		
	<6 h por día	6-15 h por día	>15 h por día	<6 h por día	6-15 h por día	>15 h por día
Agitadores, sopladores, ventiladores, bombas centrifugas, transportadores ligeros	1.0	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3
Generadores, máquinas herramienta, mezcladores, transportadores de grava	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4
Elevadores de cangilones, máquinas textiles, molinos de martillos, transportadores pesados	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6
Trituradoras, molinos de bolas, malacates, extrusoras de hule	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.8
Toda máquina que se pueda ahogar	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

<sup>1</sup>Síncronos, fase dividida, trifásicos con par de torsión de arranque o par de torsión al paro máximo menor que 175% de par torsional con carga total.  
<sup>2</sup>Monofásicos, trifásicos con par de torsión de arranque o par de torsión al paro máximo menor que 175% de par torsional con carga total.

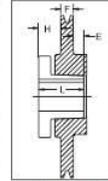
Apéndice 4 Factores de servicio para bandas en V

Fuente: Robert Mott. Diseño de Elementos de Máquinas

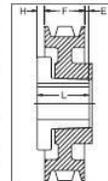
## SECCIÓN 3V

### DIMENSIONES 1 RANURA

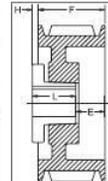
O.D.	Dia. Datum	No. de parte	Precio de lista \$	F = 11/16 hasta un O.D. de 10.60 y 13/16 pulgada después de eso					
				H	Tipo	B	L	E	Peso
2.20	2.15	1-3V2.20 <sup>1*</sup>	20.00	1 1/64	10B	JA	1	45/64	0.8
2.35	2.30	1-3V2.35 <sup>1*</sup>	20.80	1 1/64	10B	JA	1	45/64	0.85
2.50	2.45	1-3V2.50 <sup>1*</sup>	21.60	1 1/64	10B	JA	1	45/64	0.92
2.65	2.60	1-3V2.65	22.40	29/64	6B	JA	1	9/64	0.5
2.80	2.75	1-3V2.80	23.20	29/64	6B	JA	1	9/64	0.7
3.00	2.95	1-3V3.00	24.00	29/64	6B	JA	1	9/64	0.7
3.15	3.10	1-3V3.15	25.20	29/64	6B	JA	1	9/64	0.7
3.35	3.30	1-3V3.35	26.40	29/64	6B	JA	1	9/64	1.1
3.65	3.60	1-3V3.65	27.60	5/8	11B	SH	1 1/4	1/16	1.3
4.12	4.07	1-3V4.12	28.80	5/8	11B	SH	1 1/4	1/16	1.8
4.50	4.45	1-3V4.50	30.00	5/8	11B	SH	1 1/4	1/16	2.2
4.75	4.70	1-3V4.75	32.00	5/8	11B	SH	1 1/4	1/16	2.2
5.00	4.95	1-3V5.00	34.00	5/8	11B	SH	1 1/4	1/16	2.9
5.30	5.25	1-3V5.30	36.00	5/8	11B	SH	1 1/4	1/16	3.3
5.60	5.55	1-3V5.60	38.00	5/8	11B	SH	1 1/4	1/16	3.7
6.00	5.95	1-3V6.00	40.00	5/8	11W	SH	1 1/4	1/16	3.9
6.50	6.45	1-3V6.50	44.00	5/8	11W	SH	1 1/4	1/16	4.9
6.90	6.85	1-3V6.90	52.00	5/8	11W	SH	1 1/4	1/16	5.5
8.00	7.95	1-3V8.00	60.00	11/16	11A	SDS	1 5/16	1/16	5.1
10.60	10.55	1-3V10.60	100.00	11/16	11A	SDS	1 5/16	1/16	8.6
14.00	13.95	1-3V14.00	120.00	13/16	5A	SK	1 7/8	1/4	15.3
19.00	18.95	1-3V19.00	200.00	29/32	3A	SK	1 7/8	5/32	18.3



Tipo 3



Tipo 5



Tipo 6

POLEAS

P.D. para correas "3V" = O.D.  
<sup>1</sup> Montaje inverso únicamente.  
<sup>\*</sup> Tornillos para montaje suministrados por Maska con esta polea.

### Apéndice 5 Poleas para correas angostas 3V

Fuente: www.baldor.com

## SECCIÓN "3V"

(ANCHO SUPERIOR DE 3/8-PULGADA CON GROSOR DE 5/16-PULGADA)

No. de correa	Precio lista \$	Peso aprox. (lbs)	No. de correa	Precio lista \$	Peso aprox. (lbs)	No. de correa	Precio lista \$	Peso aprox. (lbs)	No. de correa	Precio lista \$	Peso aprox. (lbs)
3V250	15.60	.10	3V425	21.20	.20	3V670	28.00	.30	3V950	40.40	.40
3V265	16.00	.10	3V450	22.00	.20	3V710	29.60	.30	3V1000	42.80	.40
3V280	16.40	.10	3V475	22.80	.20	(3V730)	30.40	.30	3V1060	45.20	.40
3V300	16.80	.10	3V500	23.20	.20	3V750	31.20	.30	3V1120	49.20	.50
3V315	17.60	.10	3V530	24.00	.20	3V800	33.20	.30	3V1180	52.40	.50
3V335	18.00	.20	3V560	24.80	.20	3V830	35.60	.35	3V1250	56.00	.60
3V355	18.80	.20	3V600	26.00	.20	3V850	35.60	.40	3V1320	59.20	.60
3V375	19.20	.20	3V630	26.80	.30	3V900	38.40	.40	3V1400	62.80	.70
3V400	20.40	.20	(3V650)	27.40	.30						

### Apéndice 6 Longitud de correas con sección 3V

Fuente: www.baldor.com

A-7

	≤ 3	>3-6	>6-10	>10-18	>18-30	>30-50	>50-80	>80-120	>120-180	>180-250	>250- 315	>315-400
H6	+6 0	+8 0	+9 0	+11 0	+13 0	+16 0	+19 0	+22 0	+25 0	+29 0	+32 0	+36 0
H7	+10 0	+12 0	+15 0	+18 0	+21 0	+25 0	+30 0	+35 0	+40 0	+46 0	+52 0	+57 0
H8	+14 0	+18 0	+22 0	+27 0	+33 0	+39 0	+46 0	+54 0	+63 0	+72 0	+81 0	+89 0
H9	+25 0	+30 0	+36 0	+43 0	+52 0	+62 0	+74 0	+87 0	+100 0	+115 0	+130 0	+140 0
H11	+60 0	+75 0	+90 0	+110 0	+130 0	+160 0	+190 0	+220 0	+250 0	+290 0	+320 0	+360 0
g5	-2 -6	-4 -9	-5 -11	-6 -14	-7 -16	-9 -20	-10 -23	-12 -27	-14 -32	-15 -35	-17 -40	-18 -43
h5	0 -4	0 -5	0 -6	0 -8	0 -9	0 -11	0 -13	0 -15	0 -18	0 -20	0 -23	0 -25
j5	+2 -2	+2.5 -2.5	+3 -3	+4 -4	+4.5 -4.5	+5.5 -5.5	+6.5 -6.5	+7.5 -7.5	+9 -9	+10 -10	+11.5 -11.5	+12.5 -12.5
k5	+4 0	+6 +1	+7 +1	+9 +1	+11 +2	+13 +2	+15 +2	+18 +3	+21 +3	+24 +4	+27 +4	+29 +4
f6	-6 -12	-10 -18	-13 -22	-16 -27	-20 -33	-25 -41	-30 -49	-36 -58	-43 -68	-50 -79	-56 -88	-62 -98
g6	-2 -8	-4 -12	-5 -14	-6 -17	-7 -20	-9 -25	-10 -29	-12 -34	-14 -39	-15 -44	-17 -49	-18 -54
h6	0 -6	0 -8	0 -9	0 -11	0 -13	0 -16	0 -19	0 -22	0 -25	0 -29	0 -32	0 -36
j6	+3 -3	+4 -4	+4.5 -4.5	+5.5 -5.5	+6.5 -6.5	+8 -8	+9.5 -9.5	+11 -11	+12.5 -12.5	+14.5 -14.5	+16 -16	+18 -18
m6	+8 +2	+12 +4	+15 +6	+18 +7	+21 +8	+25 +9	+30 +11	+35 +13	+40 +15	+46 +17	+52 +20	+57 +21
p6	+12 +6	+20 +12	+20 +15	+29 +18	+35 +22	+42 +26	+51 +32	+59 +37	+68 +43	+79 +50	+88 +56	+98 +62
e7	-14 -24	-20 -32	-25 -40	-32 -50	-40 -61	-50 -75	-60 -90	-72 -102	-85 -125	-100 -145	-110 -162	-125 -182
f7	-6 -16	-10 -22	-13 -28	-16 -34	-20 -41	-25 -50	-30 -60	-36 -71	-43 -83	-50 -96	-56 -108	-62 -119
h7	0 -10	0 -12	0 -15	0 -18	0 -21	0 -25	0 -30	0 -35	0 -40	0 -46	0 -52	0 -57
e8	-14 -28	-20 -38	-25 -47	-32 -59	-40 -73	-50 -89	-60 -106	-73 -126	-85 -148	-100 -172	-110 -191	-125 -214
d9	-20 -45	-30 -60	-40 -76	-50 -93	-65 -117	-80 -142	-100 -174	-120 -207	-145 -245	-170 -285	-190 -320	-210 -350
e9	-14 -39	-20 -50	-25 -61	-32 -75	-40 -92	-50 -112	-60 -134	-72 -159	-85 -185	-100 -215	-110 -240	-125 -265
d11	-20 -80	-30 -105	-40 -130	-50 -160	-65 -195	-80 -240	-100 -290	-120 -340	-145 -395	-170 -460	-190 -510	-210 -570
h11	0 -60	0 -75	0 -90	0 -110	0 -130	0 -160	0 -190	0 -220	0 -250	0 -290	0 -320	0 -360
j11	+30 -30	+37 -37	+45 -45	+55 -55	+65 -65	+80 -80	+95 -95	+110 -110	+125 -125	+145 -145	+160 -160	+180 -180

Apéndice 7 Tolerancia ISO (DIN ISO 286-2) para orificios y ejes

Fuente: Ricardo A. Scorza

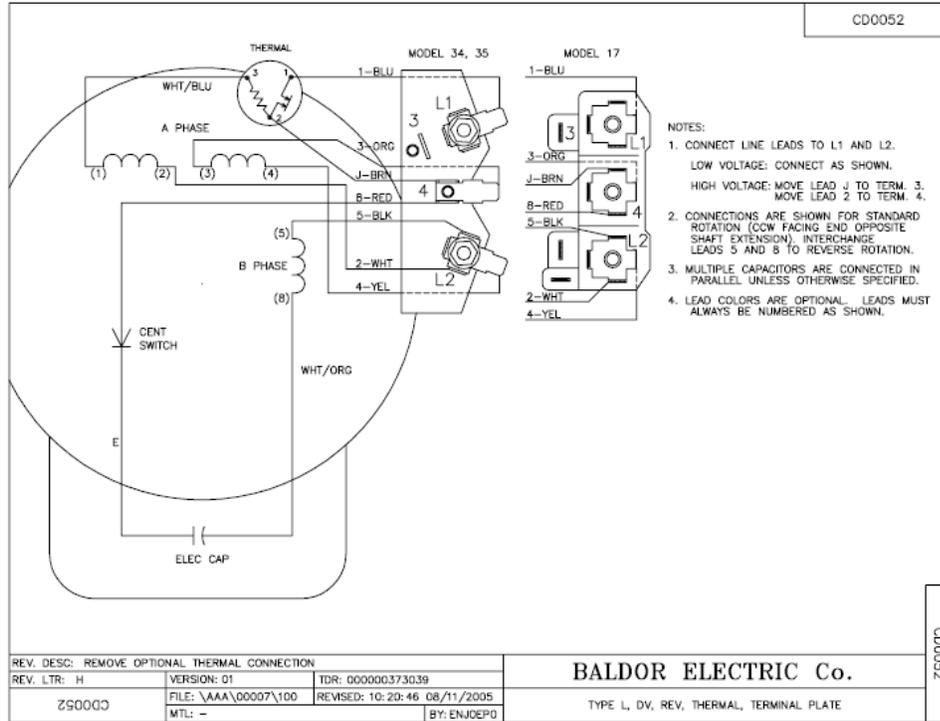
A-8

<b>Aerator</b>	2,0	2,5	3,0	<b>Elevators</b>				<b>Mixers (see agitators)</b>			
<b>Agitators</b>				Bucket, centrifugal discharge	1,25	1,75	2,25	Concrete	1,75	2,25	2,75
Vertical and horizontal	1,0	1,5	2,0	Freight or passenger	Not approved			Muller	1,5	2,0	2,5
Screw, propeller, paddle	1,5	2,0	2,5	Gravity discharge	1,25	1,75	2,25	<b>Press, printing</b>	1,5	2,0	2,5
<b>Barge haul puller</b>								<b>Pug mill</b>	1,75	2,25	2,75
<b>Blowers</b>				<b>Escalators</b>	Not approved			<b>Pulverizers</b>			
Centrifugal	1,0	1,5	2,0	<b>Exchar, generator</b>	1,0	1,5	2,0	Hammermill and hog	1,75	2,25	2,75
Lobe or vane	1,25	1,75	2,25	<b>Extruder, plastic</b>	1,5	2,0	2,5	Roller	1,5	2,0	2,5
<b>Car dumpers</b>	2,5	*	*	<b>Fans</b>				<b>Pumps</b>			
<b>Car pullers</b>	1,5	2,0	2,5	Centrifugal	1,0	1,5	2,0	Boiler feed	1,5	2,0	2,5
<b>Clarifier or classifier</b>	1,0	1,5	2,0	Cooling tower	2,0	2,5	3,0	Centrifugal			
<b>Clay working machines</b>				Forced draft – across the lines start	1,5	2,0	2,5	Constant speed	1,0	1,5	2,0
Brick press	1,75	2,25	2,75	Forced draft motor				Frequent speed changes under load	1,25	1,75	2,25
Pug mill	1,75	2,25	2,75	Driven through fluid or electric slip clutch	1,0	1,5	2,0	Descaling, with accumulators	1,25	1,75	2,25
Brittance machine	1,75	2,25	2,75	Gas recirculating	1,5	2,0	2,5	Gear, rotary, or vane	1,25	1,75	2,25
<b>Compressors</b>				Induced draft with damper control or blade cleaner	1,25	1,75	2,25	Reciprocating, plunger, piston			
Centrifugal	1,0	1,5	2,0	Induced draft without controls	2,0	2,5	3,0	1 cylinder, single or double acting	3,0	*	*
Rotary, lobe or vane	1,25	1,75	2,25	<b>Feeder</b>				2 cylinders, single acting	2,0	2,5	3,0
Rotary, screw	1,0	1,5	2,0	Apron, belt, disc, screw	1,0	1,5	2,0	2 cylinders, double acting	1,75	2,25	2,75
Reciprocating				Reciprocating	2,5	3,0	3,5	3 or more cylinders	1,5	2,0	2,5
Direct connected	Contact SKF			<b>Generators</b>				Screw pump, progressing cavity	1,25	1,75	2,25
Without flywheel	Contact SKF			Even load	1,0	1,5	2,0	Vacuum pump	1,25	1,75	2,25
With flywheel and gear between compressor and prime mover				Holt or railway service	1,5	2,0	2,5	<b>Screens</b>			
1 cylinder, single acting	3,0	*	*	Welder load	2,0	2,5	3,0	Air washing	1,0	1,5	2,0
1 cylinder, double acting	3,0	*	*	<b>Hammermill</b>	1,75	2,25	2,75	Gritzy	2,0	2,5	3,0
2 cylinders, single acting	3,0	*	*	<b>Kiln</b>	2,0	2,5	3,0	Rotary coal or sand	1,5	2,0	2,5
2 cylinders, double acting	3,0	*	*	<b>Laundry washer or tumbler</b>	2,0	2,5	3,0	Vibrating	2,5		
3 cylinders, single acting	3,0	*	*	<b>Line shafts</b>				Water	1,0	1,5	2,0
3 cylinders, double acting	2,0	2,5	3,0	Any processing machinery	1,5	2,0	2,5	<b>Ski tows and lifts</b>	Not approved		
4 or more cylinder, single acting	1,75	2,25	2,75	<b>Machine tools</b>				Skidding gear	1,0	1,5	2,0
4 or more cylinder, double acting	1,75	2,25	2,75	Axillary and traverse drive	1,0	1,5	2,0	Skoker	1,0	1,5	2,0
<b>Conveyors</b>				Bending rolls, notching press				<b>Tire shredder</b>	1,5	2,0	2,5
Apron, assembly, belt, chain	1,0	1,5	2,0	Punch press, planer, plate				<b>Tumbling barrel</b>	1,75	2,25	2,75
Bucket flight, screw	1,25	1,75	2,25	Reversing	1,75	2,25	2,75	<b>Winch, maneuvering</b>			
Live roll, shaker	1,0	1,5	2,0	Main drive	1,5	2,0	2,5	Dredge, marine	1,5	2,0	2,5
Inclined belt and screw	3,0	*	*	<b>Man lifts</b>	Not approved			<b>Wind turbines</b>	1,25	1,75	2,25
Reciprocating	1,75	2,25	2,75	<b>Mills (rotary type)</b>				Windlass	1,5	2,0	2,5
Main hoist	1,75	2,25	2,75	Ball or pebble	2,0	2,5	3,0	<b>Woodworking machinery</b>	1,0	1,5	2,0
Skip hoist	1,5	2,0	2,5	Rod or tube	2,0	2,5	3,0	<b>Work lift platforms</b>	Not approved		
Slope	1,75	2,25	2,75	<b>Metal forming machines</b>							
Bridge, travel or trolley	2,5	*	*	Dryer and cooler	1,75	2,25	2,75				
<b>Cranes and hoists</b>	1,75	2,25	2,75	Continuous caster	1,75	2,25	2,75				
<b>Crushers</b>				Draw bench carriage and main drive	2,0	2,5	3,0				
Cable reel	1,25	1,75	2,25	Extruder	2,0	2,5	3,0				
<b>Dredges</b>				Forming machine and forming mills	2,0	2,5	3,0				
Conveyors	2,0	2,5	3,0	Sizers	1,0	1,5	2,0				
Cutter head, jig drive	1,5	2,0	2,5	Wire drawing or flattening	1,75	2,25	2,75				
Maneuvering winch	1,5	2,0	2,5	Wire winder	1,5	2,0	2,5				
Pumps (uniform load)	1,75	2,25	2,75	Collars and uncollars	1,5	2,0	2,5				
<b>Dynamometer</b>											
Screen drive, stacker	1,5	2,0	2,5								
Utility winch	1,0	1,5	2,0								

Apéndice 8 Factores de servicio según aplicación

Fuente: Acoples SKF

# A-9



Apéndice 9 información eléctrica del motor monofásico BALDOR RL344A

Fuente: www.baldor.com

## A-10

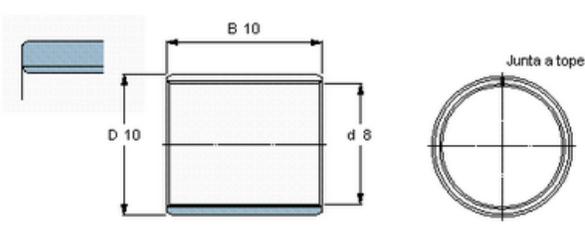
Calibre	Espesor nominal en mm	Tolerancia en mm	
		Espesor mínimo	Espesor máximo
10	3.430	3.28	3.58
11	3.050	2.92	3.17
12	2.670	2.54	2.77
14	1.900	1.80	1.98
16	1.520	1.44	1.60
18	1.220	1.14	1.27
20	0.892	0.84	0.96
22	0.740	0.69	0.79
24	0.610	0.56	0.64
26	0.455	0.41	0.49
28	0.385	0.35	0.41
29	0.330	0.31	0.35

Apéndice 10 Tolerancias de espesor para productos de acero.

Fuente: Distribuidora metálica S.A.

## A-11

Dimensiones principales			Capacidades de carga básica		Masa	Designación
d	D	B	dinámica C	estática C <sub>0</sub>		
mm			kN		kg	-
<b>8</b>	10	10	6,4	20	0,002	PCM 081010 B



Factor de carga específica: K 80  
Constante del material: K<sub>M</sub> 480

Apéndice 11 Dimensiones y carga del cojinete 8 mm

Fuente: SKF

## A-12

Dimensiones principales			Capacidades de carga básica		Masa	Designación
d	D	B	dinámica C	estática C <sub>0</sub>		
mm			kN		kg	-
10	12	10	8	25	0,003	PCM 101210 B

Factor de carga específica  
Constante del material

K 80  
K<sub>M</sub> 480

Apéndice 12 Dimensiones y carga del cojinete para eje de 10mm

Fuente: SKF

## A-13

Dimensiones principales			Capacidades de carga básica		Masa	Designación
d	D	B	dinámica C	estática C <sub>0</sub>		
mm			kN		kg	-
20	23	20	30,5	96,5	0,015	PCM 202320 B

Factor de carga específica  
Constante del material

K 80  
K<sub>M</sub> 480

Apéndice 13 Dimensiones y carga del cojinete para eje 20mm

Fuente: SKF

**ANEXOS**

**PLANOS**