

## **TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

### **DISEÑO DE UN EQUIPO FUNDIDOR Y ESTAMPADOR DE CERA DE ABEJAS PARA UNA FABRICA DE EQUIPO DE PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS.**

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
Por los Bachilleres:  
Homero J. Yépez B.  
Johan Flores A.  
Para optar al Título de  
Ingeniero Mecánico

Caracas, Noviembre 2014

## **TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

### **DISEÑO DE UN EQUIPO FUNDIDOR Y ESTAMPADOR DE CERA DE ABEJAS PARA UNA FABRICA DE EQUIPO DE PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS.**

Tutor Académico: Prof. Fausto Carpentiero

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
Por los Bachilleres:  
Homero J. Yépez B.  
Johan Flores A.  
Para optar al Título de  
Ingeniero Mecánico

Caracas, Noviembre 2014

## ACTA



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DEPARTAMENTO DE DISEÑO

### *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:

*Homero Yépez y Johan Flores*

Titulado

*“Diseño de un Equipo Fundidor y Estampador de Cera de Abejas para una Fábrica de Equipo de Procesamiento de Alimentos”*

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

Acta se levanta en la ciudad de Caracas, a los 11 de noviembre del año dos mil catorce.

Prof. Antonio Barragán  
Jurado



Prof. Ramón Sánchez  
Jurado

Tutor

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestra ilustre universidad por ser nuestra segunda casa y darnos las más gratas experiencias durante estos años.

Al tutor y personal de CORPIVENSA por representar una guía para la realización de este proyecto.

A los Profesores Johanne Bracamonte y Antonio Barragan, por prestarnos su ayuda y colaboración en la realización de este proyecto.

## DEDICATORIA

A mi compañero, Homero Yopez, por compartir y aguantarme durante este trabajo de grado y apoyarme durante difíciles que pase durante la elaboración del proyecto

A mis padres, Maria Alvarado de Flores y Juan Flores, que con su apoyo, comprensión y amor fueron los que me motivaron a seguir adelante y siempre cuidaran de mí y mis hermanos.

A mis hermanos, Joel y Josmary porque han sido como mis segundos padres y serán también un ejemplo a seguir.

A mis amigos de toda la vida, Gabriel, Jonathan, Edward por ayudarme y estar conmigo en las buenas y en las malas, “Living in La Guaira chochos”.

A mis amigos Mark, Osama, Yeffer, Valor, Jesus, Franyerling y demás colegas de la escuela, facultad de ingeniería y otras carreras que en momento u otro siempre me apoyaron a seguir adelante y nos impulsamos mutuamente para culminar esta etapa y cerrar este capítulo.

**Gracias por todo.  
Johan Flores Alvarado.**

## **DEDICATORIA**

A mis padres, Omero Yépez y María Bravo, que nunca han dejado de apoyarme y guiarme en todos mis pasos.

A mi compañero de tesis, Johan Flores por compartir su amistad y esmero en este trabajo para lograr nuestra meta, y en especial a la memoria de su padre Juan flores.

A mi hermana, Sofía Yépez y su esposo Pedro Sáez por su incondicional apoyo.

A mi prima y hermana, María Sofía Bravo por su apoyo.

A mi novia, Andrix Ibarra, que siempre estuvo a mi lado, tanto en los momentos buenos como en los difíciles durante la realización de este trabajo.

A todos los amigos familiares por tantos momentos gratos durante el desempeño de nuestra labor para acabar con el alcoholismo.

A toda mi familia entera por siempre creer en mí y apoyarme en todo momento.

**Gracias por todo**  
**Homero Yépez**

**Flores A. Johan  
Yépez B. Homero J.**

**DISEÑO DE UN EQUIPO FUNDIDOR Y ESTAMPADOR DE CERA DE ABEJAS  
PARA UNA FABRICA DE EQUIPO DE PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS.**

**Tutor académico: Prof. Carpentiero Fausto. Tesis. Caracas, U.C.V. Facultad de  
Ingeniería Escuela de Ingeniería Mecánica. 2014, 214 págs.**

**Palabras Clave: Diseño, Estampador, Fundidor, Filtro, Miel, Abeja, Cera,  
Colmena, Langstroth.**

**RESUMEN**

El presente trabajo especial de grado tiene como objetivo principal, diseñar un equipo que permita volver a formar los cuadros de cera de tipo Langstroth para la producción de miel, el cual pertenecerá a una línea productiva. Esto se llevará a cabo mediante las estrategias establecidas en el diseño, tales como: investigación, tormenta de ideas y matrices de decisiones, para así poder establecer los requerimientos del sistema para, posteriormente, aplicar los conocimientos del área del diseño y realizar los cálculos pertinentes. El proceso de creación de las láminas por medio del equipo fue dividido en tres procesos que son fundir, filtrar y estampar los paneles de cera; también existirá una parte en la que se cortarán los paneles de cera según el tipo de colmena que se trabaja en el país. Este trabajo muestra los cálculos obtenidos de cada parte de los procesos y conjuntos que forman el equipo, así como los planos, hojas de proceso, procedimiento de ensamblaje y un plan de mantenimiento.

## INDICE GENERAL

<b>RESUMEN</b> .....	<b>v</b>
<b>INDICE GENERAL</b> .....	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>xiii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>xiv</b>
<b>LISTA DE ANEXOS</b> .....	<b>xvii</b>
<b>INTRODUCCION</b> .....	<b>1</b>
<b>1.- CAPITULO I FUNDAMENTOS DEL PROBLEMA</b> .....	<b>3</b>
1.1 Planteamiento del problema .....	3
1.2 Antecedentes .....	4
1.3 Objetivos .....	7
1.3.1 Objetivo general .....	7
1.3.2 Objetivo específico .....	7
<b>2.- CAPITULO II MARCO TEORICO</b> .....	<b>9</b>
2.1 La empresa .....	9
2.1.1 Información General de la fábrica .....	10
2.2 La Apicultura .....	11
2.2.1 Abejas 14	
2.2.2 Colmena .....	15
2.2.3 Panal 20	
2.2.4 Cera 20	
2.3 Propiedades Físicas .....	21
2.4 Extracción y elaboración .....	22
2.4.1 Cera de opérculos .....	23
2.4.1.1 Descarga y almacenamiento de alzas .....	23
2.4.1.2 Desoperculado .....	23
2.4.1.3 Centrifugado.....	23



2.4.1.4	Recepción y filtrado .....	24
2.4.1.5	Cera de los panales.....	24
2.4.2	Los Hexágonos.....	24
2.5	Diferentes usos de la cera .....	25
2.6	Proceso tradicional de producción de cera .....	26
2.6.1	Método de colado simple.....	27
2.6.2	Método de cámara de cría sumergida.....	27
2.6.3	Método de bolsa de arpillera sumergida .....	27
2.6.4	Método de extracción solar.....	27
2.6.5	Método de prensado para cera caliente.....	28
2.6.6	Método de centrífuga calentada.....	28
2.6.7	Blanqueo de la cera de abejas .....	28
2.7	Cera estampada.....	29
2.8	Acero inoxidable.....	30
2.9	Esfuerzo .....	30
2.9.1	Esfuerzo cortante .....	30
2.9.2	Esfuerzo normal .....	30
2.9.3	Momento flector .....	31
2.10	Diseño de máquinas.....	31
2.10.1	Puesto de trabajo .....	33
2.10.2	Altura de la cabeza .....	33
2.10.3	Altura de los hombros.....	33
2.10.4	Alcance de los brazos.....	33
2.10.5	Tamaño del cuerpo.....	33
2.11	Sistema de corte .....	35
2.11.1	Corte con guillotina .....	35
2.11.2	Corte con cuchillas circulares .....	36

2.12 Sistemas de calentamiento.....	36
2.12.1 Resistencias eléctricas industriales .....	36
2.12.1.1 Tipo cartucho.....	37
2.12.1.2 Resistencia de inmersión.....	37
2.12.1.3 Resistencia de banda .....	38
2.12.1.4 Resistencias tubulares.....	38
2.12.1.5 Resistencias planas.....	39
2.12.2 Quemadores industriales.....	40
2.12.2.1 Tiro inducido o reverberos .....	40
2.12.2.2 Quemador tiro forzado.....	41
2.12.3 Colector Solar.....	41
2.13 Filtros 42	
2.13.1 Filtros de malla .....	42
2.13.2 Filtros auto-limpiantes.....	43
2.13.3 Filtros de bolsa .....	43
2.13.4 Filtros de cartucho .....	44
2.14 Dispositivos de control de temperatura.....	45
2.14.1 Sensores de temperatura .....	45
2.14.2 Termómetros de líquido.....	45
2.14.3 Termómetros de mercurio.....	45
2.14.4 Termómetros de gas.....	46
2.14.5 Termómetros de resistencia de platino .....	46
2.14.6 Termistores .....	47
2.14.7 Termocuplas.....	47
2.14.8 Termo-resistencias .....	48
2.15 Controladores de temperatura.....	48
2.15.1 Controladores análogos.....	49

2.15.2	Controlador digital .....	50
2.16	Normativas y leyes para el procesamiento de alimentos .....	50
2.16.1	CODEX ALIMENTARIUS.....	50
2.16.2	COVENIN .....	51
2.16.3	Norma COVENIN 2273-91.....	51
2.17	Equipos disponibles en el mercado .....	52
2.17.1	Tanques .....	52
2.17.2	Rodillos	56
2.17.3	Maquinas completas.....	59
<b>3.-</b>	<b>CAPITULO III    MARCO METODOLOGICO .....</b>	<b>63</b>
3.1	Método Diseño .....	63
3.2	Entrevistas .....	66
3.2.1	Encuesta .....	69
3.3	Consideración de diseño .....	74
3.4	Fase creativa.....	77
3.4.1	A quien le interesa.....	77
3.4.2	A quien afecta.....	77
3.4.3	Grupo de personas relacionadas .....	78
3.4.4	CAMPAÑA PUBLICITARIA.....	78
3.4.5	TORMENTA DE IDEAS.....	79
3.5	Fase de decisión .....	80
3.5.1	Criterios de selección .....	81
3.5.2	Análisis morfológico.....	86
<b>4.-</b>	<b>CAPITULO IV    CALCULOS .....</b>	<b>88</b>
4.1	Diseño del tanque fundidor de cera .....	88
4.1.1	Ductos	91
4.1.2	Espesor del tanque.....	92

4.1.2.1	Análisis de esfuerzo del tanque.....	94
4.1.2.1.1	Cortante Máximo.....	96
4.1.2.1.2	Corte Octaedral.....	96
4.1.2.1.3	API 650.....	97
4.1.2.1.4	ASME VII-2.....	97
4.1.3	Proceso de Filtrado.....	98
4.2	Diseño de los rodillos estampadores.....	98
4.3	Diseño del sistema de lubricación.....	104
4.4	Calculo de peso de los diferentes elementos de la maquina.....	106
4.5	Motor eléctrico.....	113
4.5.1	Potencia del motor.....	113
4.5.2	Determinación del momento de inercia.....	113
4.5.3	Determinación del tiempo de arranque.....	115
4.6	Cadenas y piñones.....	116
4.7	Fuerzas que actúan en los rodillos y mecanismos de corte.....	121
4.7.1	Análisis de fuerzas en los piñones.....	121
4.7.2	Análisis de fuerzas cortantes y momentos flectores.....	122
4.8	Diseño del eje de transmisión para los cilindros.....	127
4.8.1	Teoría del esfuerzo cortante máximo.....	127
4.8.2	Teoría de la energía de la distorsión.....	128
4.9	Rodamientos.....	128
4.9.1	Selección de rodamientos.....	129
4.9.2	Relación de carga y duración.....	129
4.9.3	Duración de diseño.....	129
4.10	Chavetas.....	130
4.11	Sistema de control de temperatura.....	133
4.12	Análisis de estructura.....	133

4.13	Tensores .....	135
4.14	Cuchillas de corte .....	136
4.15	Remaches .....	136
4.16	Tornillos.....	136
4.17	Soldaduras .....	136
<b>5.-</b>	<b>CAPITULO V HOJAS DE PROCESO, ENSAMBLES, MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....</b>	<b>138</b>
5.1	Hoja de proceso .....	141
5.1.1	Base y Soporte .....	142
5.1.2	Tanque .....	156
5.1.3	Sistema de transmisión .....	167
5.1.4	Rodillos de estampado y auxiliares.....	171
5.1.5	Sistemas de corte.....	176
5.1.6	Sistema de lubricación.....	177
5.2	Ensamblaje del equipo .....	180
5.2.1	Soporte Base.....	180
5.2.2	Tanque .....	181
5.2.3	Rodillos de auxiliares.....	182
5.2.4	Rodillos de estampado de eje largo.....	183
5.2.5	Rodillos de estampado de eje cortó.....	183
5.2.6	Sistema de corte longitudinal .....	183
5.2.7	Sistema de corte transversal .....	184
5.2.8	Sistema de lubricación.....	184
5.2.9	Ensamblado final del prototipo.....	185
5.3	Manual de operación .....	187
5.4	Manual de mantenimiento .....	188
<b>6.-</b>	<b>CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>190</b>

6.1 Conclusión .....	190
6.2 Recomendaciones.....	191
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>196</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Tabla de producción de miel en Venezuela.....	12
Tabla 2	Muestra a consumo nivel mundial. ....	13
Tabla 3	Medidas de diferentes tipos de colmenas verticales.....	19
Tabla 4	Caldera para fundir cera de 100 litros. ....	52
Tabla 5	Tanque de fusión y decantación de cera.....	53
Tabla 6	Cuba esterilizadora de cera. ....	54
Tabla 7	Tanque de cera de doble pared. ....	55
Tabla 8	Laminadora de rodillo grabado manual. ....	56
Tabla 9	Laminadora de cera rodillo grabado manual .....	57
Tabla 10	laminadora cera rodillo grabado con motor .....	58
Tabla 11	Estampadora de láminas de cera automática.....	59
Tabla 12	Maquina fundidora estampadora de cera automática.....	60
Tabla 13	Maquina semiautomática Laminadora de paneles de cera.....	61
Tabla 14	Cuadro comparativo.....	82
Tabla 15	Orden de los criterios de selección .....	83
Tabla 16	Comparación de los criterios de selección proceso de calentamiento.....	84
Tabla 17	Comparación de los criterios de selección proceso de filtrado. ....	84
Tabla 18	Comparación de los criterios de selección proceso de estampado de láminas. ....	85
Tabla 19	Coefficiente de rugosidad.....	104
Tabla 20	Tabla de caculo de la potencia del equipo.....	116
Tabla 22	componentes del equipo .....	138
Tabla 23	Elementos de Unión y protección.....	140

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Ilustración del proceso artesanal de la fundición y estampado de cera. ....	4
Figura 1.2 Proceso de la cera. ....	4
Figura 2.1 Mapa con la localización de villa de cura. ....	10
Figura 2.2 Ubicación del proyecto. ....	11
Figura 2.3. Porcentaje de oferta nacional. ....	13
Figura 2.4 Distintos tipos de abejas. ....	14
Figura 2.5 Introducción de la abeja africana. ....	15
Figura 2.6 Colmena de panel fijo. ....	17
Figura 2.7 Colmena de marcos móviles. ....	17
Figura 2.8 Colmenas Langstroth. ....	18
Figura 2.9 Medidas diferentes tipos de lámina. ....	19
Figura 2.10 Medida ilustrativa de las celdas ....	25
Figura 2.11 Área de trabajo en las mesas. ....	32
Figura 2.12 Posición correcta de trabajo. ....	32
Figura 2.13 Dimensiones funcionales del cuerpo. ....	34
Figura 2.14 Dimensiones estructurales del cuerpo. ....	34
Figura 2.15 Cuchillas de guillotina. ....	35
Figura 2.16 cuchillas de guillotina larga. ....	35
Figura 2.17 Cuchillas circulares. ....	36
Figura 2.18 Diferentes tipos de resistencias eléctrica tipo cartucho. ....	37
Figura 2.19 Resistencias eléctrica tipo inmersión. ....	38
Figura 2.20 Resistencia eléctrica de banda. ....	38
Figura 2.21 Resistencias eléctricas tubulares en espiral. ....	39
Figura 2.22 Resistencias eléctricas tubulares. ....	39
Figura 2.23 Resistencias eléctricas planas. ....	40
Figura 2.24 Quemador industrial tiro inducido. ....	40
Figura 2.25 Quemador industrial tiro forzado. ....	41
Figura 2.26 Filtros de malla. ....	42
Figura 2.27 Filtros auto-limpiantes. ....	43
Figura 2.28 Filtros de bolsa. ....	44
Figura 2.29 Filtros de cartucho. ....	44
Figura 2.30 Termómetros de líquido. ....	45
Figura 2.31 Termómetros de mercurio. ....	46



Figura 2.32 Termómetros de gas.....	46
Figura 2.33 Termómetros de resistencia de platino.....	47
Figura 2.34 Termistores.....	47
Figura 2.35 Termistores.....	48
Figura 2.36 bulbos de resistencia .....	48
Figura 2.37 Controlador analógico.....	49
Figura 2.38 controlador digital.....	50
Figura 3.1 Apicultor ubicado en el Estado Guárico .....	63
Figura 3.2 Miel envasada del apicultor ubicado en el estado Guárico.....	64
Figura 3.3 Cera de abeja en molde del apicultor ubicado en el estado Guárico.....	64
Figura 3.4 Foto de visita a campo de los apicultores, por CORPIVENSA, Ubicados en la zona de San tome. Edo Anzoátegui.....	65
Figura 3.5 Línea productiva del envasado de la miel del apicultor Rafael Noria.....	66
Figura 3.6 Herramienta para extracción de polen .....	67
Figura 3.7 Herramienta para extracción de propóleos.....	67
Figura 3.8 Herramienta para extracción de veneno del aguijón .....	68
Figura 3.9 Grafico de la respuesta de la primera pregunta.....	70
Figura 3.10 Grafico de la respuesta de la segunda pregunta.....	70
Figura 3.11 Grafico de la respuesta de la tercera pregunta.....	71
Figura 3.12 Grafico de la respuesta de la cuarta pregunta.....	71
Figura 3.13 Grafico de la respuesta de la quinta pregunta.....	72
Figura 3.14 Grafico de la respuesta de la sexta pregunta.....	72
Figura 3.15 Grafico de la respuesta de la séptima pregunta.....	73
Figura 3.16 Grafico de la respuesta de la octava pregunta.....	73
Figura 3.17 Grafico de la respuesta de la novena pregunta.....	74
Figura 3.18 Propuesta número 1.....	75
Figura 3.19 Propuesta número 2.....	75
Figura 3.20 Propuesta número 3.....	76
Figura 3.21 Propuesta número 4.....	76
Figura 4.1. Tanque fundidor.....	90
Figura 4.2 Tapa ducto de vapor.....	92
Figura 4.3 Corte de plano 1-1 .....	94
Figura 4.4. Plano de corte 3-3.....	95
Figura 4.5 Diagramas de círculos de Mott.....	96

Figura 4.6. Malla de filtrado de cera.....	98
Figura 4.7. Tapa del tanque fundidor de cera.....	98
Figura 4.8 Modelo de Gaskell´s y Mckelvey.....	99
Figura 4.9 Perfiles de velocidad entre los rodillos dado un $\lambda^2$ de 0,1.....	102
Figura 4.10 Relación entre $\lambda$ , $f\lambda$ y $G\lambda$ . ....	103
Figura 4.11 Esquema del sistema de lubricación.....	106
Figura 4.12. Ejes.....	107
Figura 4.13. Carcasa de los rodillos.....	108
Figura 4.14. Tapas de los ejes.....	109
Figura 4.15. Rodillos auxiliares.....	110
Figura 4.16 Disco de corte.....	111
Figura 4.17. Tornillos y Guillotina.....	112
Figura 4.18. Esquema cadena 1 .....	117
Figura 4.19. Esquema cadena 2 .....	117
Figura 4.20. Factores de seguridad .....	118
Figura 4.21 Diagramas de Cargas del eje de empastado conectado a las cadenas. ....	123
Figura 4.22 Diagramas de fuerza cortante del eje de empastado conectado a las cadenas. .....	123
Figura 4.23 Diagramas de momento flector del eje de empastado conectado a las cadenas.....	123
Figura 4.24. Diagramas de Cargas del eje de los rodillos de transporte.....	124
Figura 4.25 Diagramas de fuerza cortante del eje de los rodillos de transporte. ....	124
Figura 4.26. Diagramas de momento flector del eje de los rodillos de transporte.....	124
Figura 4.27 Diagramas de Cargas del eje del sistema de corte longitudinal. ....	125
Figura 4.28 Diagramas de fuerza cortante del sistema de corte longitudinal.....	125
Figura 4.29. Diagramas de momento flector del sistema de corte longitudinal.....	125
Figura 4.30. Diagramas de Cargas del eje del sistema de corte transversal. ....	126
Figura 4.31. Diagramas de fuerza cortante del sistema de corte transversal. ....	126
Figura 4.32. Diagramas de momento flector del sistema de corte transversal.....	126
Figura 4.33. Duración para rodamientos recomendada .....	130
Figura 4.34. Tamaño de las cuñas recomendada. ....	132
Figura 4.35 Esquema de la estructura. ....	134
Figura 4.36 análisis de desplazamiento de la estructura.....	134
Figura 4.37 análisis del factor de seguridad de la estructura.....	135

Figura 4.38. Esquema de los tensores..... 135

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Despiece base de la maquina.....	197
Anexo 2 Lista de piezas. ....	198
Anexo 3 Despiece sistema de corte transversal. ....	199
Anexo 4 Despiece del equipo .....	200
Anexo 5 Despiece rodillo auxiliar .....	201
Anexo 6 Despiece sistema de corte longitudinal.....	202
Anexo 7 Despiece general del tanque. ....	203
Anexo 8 Despiece base del tanque. ....	204
Anexo 9 Despiece de la tolva .....	205
Anexo 10 Despiece Rodillo estampador.....	206
Anexo 11 Tabla viscosidad del agua. ....	207
Anexo 12 Tabla de cadena de rodillo No 41.....	208
Anexo 13 Propiedades térmicas de la cera. ....	209
Anexo 14 Catalogo de la malla.....	210
Anexo 15 Catalogo Vencraft.....	211
Anexo 16 Catalogo resistencia eletrica.....	212
Anexo 17 Factores de diseño .....	213
Anexo 18 factores de diseño .....	214
Anexo 19 Eficiencia de la soldaduras .....	215
Anexo 20 Catalogo cuchilla de corte. ....	216
Anexo 21 Calor especifico cera .....	217
Anexo 22 Catalogo flotante. ....	218
Anexo 23 Catalogo Valvula .....	219
Anexo 24 catalogo Cuchilla de longitudinal .....	220
Anexo 25 Catalogo Bomba.....	221

## INTRODUCCION

El diseño de un equipo fundidor y estampador de cera de abejas es planteado para darle solución a una problemática en todo el territorio nacional, en donde no se dispone de equipos suficientes y actos para la línea de procesamiento, debido a que, en la actualidad, estas labores se realizan de manera manual o con equipos fabricados de manera artesanal. Con la ayuda de la Corporación de Industrias de Venezuela (CORPIVENSA) se desarrollará este trabajo, gracias al aporte de herramientas necesarias para su culminación.

El proceso de fundición se basa en hacerle un aporte de calor a la cera con el fin de producir un cambio de fase sólido – líquido para luego ser tratada con la finalidad de retirar cualquier impureza que esta pueda tener.

El estampado se realiza con la intención de formar láminas de cera, que serán utilizadas en el proceso productivo de miel para poder formar el hábitat donde las abejas volverán a procrearse y que usarán como depósito del producto.

Al diseñar esta máquina, se está dando la posibilidad a todos los que laboran con este producto en Venezuela de poder aumentar su producción y reducir el esfuerzo humano, así como de mejorar la calidad del producto final (miel).

## **CAPITULO I**

## **1.- FUNDAMENTOS DEL PROBLEMA**

### **1.1 Planteamiento del problema**

En Venezuela, la apicultura es elaborada de forma artesanal, por lo que los apicultores que trabajan en esta rama poseen muy pocos equipos o ninguno para realizar dicha labor, haciendo que su proceso productivo requiera más horas de trabajo. Este factor constituye una desmejora en el producto, debido al incumplimiento de las normas sanitarias y, por ende, el proceso de producción se hace ineficiente.

El gobierno Bolivariano de Venezuela, en conjunto con CORPIVENSA, ABDI y CERTI, tiene como objetivo mejorar esta situación mediante el implemento de una línea productiva modernizada, con el fin de obtener la máxima producción de los múltiples rubros a desarrollar con bajo costo y fácil acceso, puesto que el producto resultará de la producción nacional.

En el proceso productivo de la miel se utilizan unos marcos que van introducidos en unas alzas, en donde van adheridas unas láminas de cera estampadas, en las que las abejas fabrican sus opérculos para ser usados como crías de larvas o depósitos de miel.

El desarrollo de este trabajo de grado se basa en la recuperación de la cera, después de extraer la máxima cantidad de miel posible en el proceso productivo, para ser nuevamente utilizada en el cultivo del producto. Es importante nombrar que los equipos a diseñar son importados y de vital importancia en el proceso productivo, puesto que permitirán que las abejas cultiven la miel en las colmenas y, a su vez, incremente la producción y eficiencia de dicho producto. En la actualidad, la cera que es producida por los apicultores nacionales es llevada al exterior para producir las láminas de cera estampada y ser vendida a los apicultores nuevamente, lo que incrementa significativamente el monto que estos deben invertir.

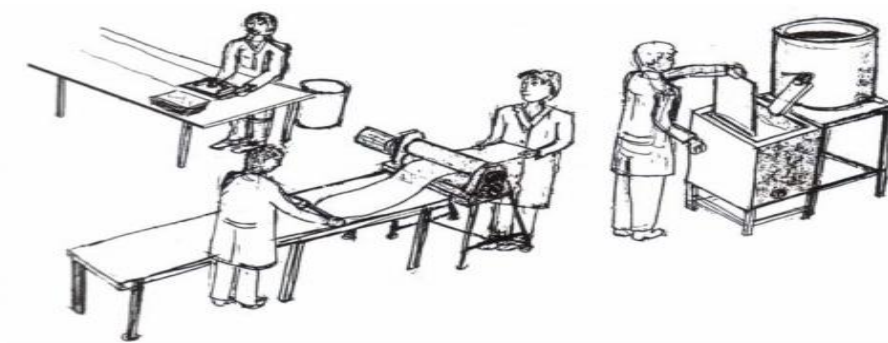


Figura 1.1 Ilustración del proceso artesanal de la fundición y estampado de cera.

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

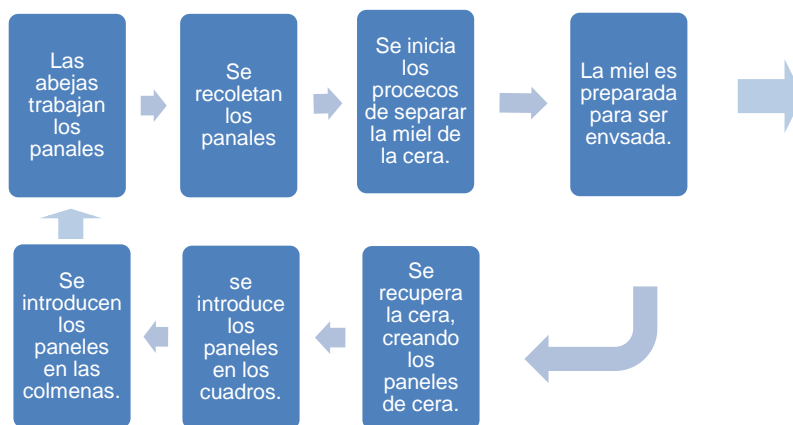


Figura 1.2 Proceso de la cera.

Fuente: los autores.

## 1.2 Antecedentes

En 2013, José Barreto en su trabajo especial de grado DISEÑO DE UN EQUIPO LAVADOR Y DESCAMADOR DE PESCADOS VARIOS PARA UNA FABRICA DE EQUIPOS DE PROCESAMIENTOS DE ALIMENTOS. Plantea el diseño de un equipo lavador y descamador de pescado, mediante las estrategias creativas en el diseño, tales como: Investigación, encuesta, tormenta de ideas y matrices de decisiones, y así lograr establecer las características generales requeridas en el sistema. Para luego ser aplicados los conocimientos adquiridos en el área de diseño y adaptándolo a las



demandas de producción y consumo del mercado. El equipo diseñado consta de varios conjuntos y subconjuntos como lo son el conjunto de la mesa descamadora para 6/p, conjunto del rodillo descamador, conjunto extremo simple y motriz de la cinta transportadora, subconjunto del protector inferior y superior de los motoreductores, conjunto soporte principal, conjunto cinta transportadora superior, conjunto cinta transportadora del equipo lavador, conjunto cajón del lavado y el conjunto de tuberías para equipo lavador. El producto que en este caso es exclusivamente pescado fresco pasara por el lavado en la cual se le quitará cualquier resto de algas, arena, sucio, agua salada en el caso del pescado de mar, hielo y sangre luego pasara por la descamadora en la cual se le retiraran las escamas y así seguir en la línea de producción. En él se muestran los cálculos necesarios para su diseño así como los planos y las hojas de fabricación.

En 2013, Aquiles Briceño y Juan Campos en su trabajo especial de grado DISEÑO DE UN EQUIPO QUE PERMITA RETIRAR EL OPERCULO DE LOS CUADROS DE PANALES PARA EL PROCESO DE EXTRACCION DE LA MIEL DE ABEJA. Donde el objetivo principal, diseñar un equipo que permita retirar el opérculo de cuadros de paneles 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 paneles. 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.

En 2012, Faustino López en su trabajo especial de grado DISEÑO DE UN MEZCLADOR CON CALENTAMIENTO PARA PRODUCIR CERA DOMESTICA. Este trabajo contempla el diseño de un tanque mezclador de 1000 litros con calentamiento hasta 100°C orientado y emulsión de la cera Carnauba en agua para la fabricación de cera para pisos y también sea aplicado a cualquier proceso de mezcla donde se requiera

calor para facilitar la solubilidad de una mezcla y/o fusionar algunos de sus componentes. El diseño del tanque se realiza aplicado las teorías de esfuerzo según los códigos y normas. Se explica las alternativas existentes para la generación de calor, la agitación, control de temperatura, el bombeo y filtraje. Se expone la metodología de diseño para la elección de los distintos componentes, se aplica y se justifica la selección, se crea un plano 3D para visualizar el sistema en conjunto. Se incluye un plan de mantenimiento, estimación de costo y análisis de retorno de la aplicación considerada.

En 2012, Ravi Ramnanan-Singh, en el trabajo de maestría de ingeniería FORMULATION Y THERMOPHYSICAL ANALYSIS OF A BEESWAX. MICROEMULSION AND THE EXPERIMENTAL CALCULATION OF ITS HEAT TRANSFER COEFFICIENT.

Esta investigación examina la preparación de una microemulsión de cera de abejas, el análisis de sus propiedades termofísicas y el método experimental para calcular su coeficiente de transferencia de calor bajo condiciones de flujo laminar. En primer lugar, la microemulsión de cera de abeja fue formulada para poseer una baja viscosidad para mejorar la capacidad de bombeo, al igual que un alto porcentaje de cera de abejas en masa para mayor capacidad de Almacenamiento de Calor Latente (LHS). Desarrolló una cera de abejas / agua-emulsión en la que las gotas de cera de abejas se dispersaron en agua con la ayuda de agentes tensioactivos. Creó e implementó una configuración experimental que simuló el flujo de calor uniforme a través de la sección de prueba utilizando un Sistema de Calefacción Óhmica (OHS) para determinar el coeficiente de transferencia de calor. Estos resultados se compararon con agua con el fin de verificar la exactitud de configuración, así como el grado de éxito de los PCM en la capacidad de almacenamiento de calor. En el caso de los PCM, la temperatura de la microemulsión de cera de abeja aumentó a medida que se aplicaba calor alrededor de la sección de prueba que se espera durante la etapa de Calor Sensible del proceso. La temperatura se mantuvo constante a medida que las partículas de cera de abejas comenzaron a fundirse, almacenando una mayor cantidad de Calor Latente en el proceso. Esta investigación muestra que un PCM de microemulsión de cera de abejas tiene mayores capacidades de almacenamiento de calor que el agua y puede llegar a ser un método mucho más eficiente para la carga y descarga de energía térmica durante diversas condiciones ambientales.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

Diseñar un equipo fundidor y estampador de cera de abeja para una línea de procesamiento de miel.

### **1.3.2 Objetivo específico**

Realizar el estudio teórico sobre el proceso de extracción de la miel y la cera de abeja.

Desarrollar la generación y evaluación de ideas para la obtención de un sistema de funcionamiento mecánico, aplicando el método de diseño.

Diseñar el sistema de funcionamiento del equipo para fundir y estampar.

Definir los detalles correspondientes al diseño del producto (partes a fabricar, partes estándar y proveedores).

Seleccionar los materiales para la construcción, considerando las condiciones de carga y operación.

Elaborar planos de taller.

Elaborar manual de operación y mantenimiento.

## CAPITULO II

## **2.- MARCO TEORICO**

### **2.1 La empresa**

Con el objetivo de crear nuevas empresas en el territorio nacional de Venezuela, el gobierno en conjunto con la agencia brasileña de desarrollo industrial (ABDI) de la República Federativa de Brasil, han establecido un término de cooperación industrial que contempla el desarrollo de proyectos múltiples, generando una implantación de 200 fábricas socialistas venezolanas.

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 de Brasil, para lo cual se definió la ejecución de las actividades del proyecto una estructura de trabajo en equipo, formada por ingenieros de la República Bolivariana de Venezuela y de la Fundación CERTI para el desarrollo del estudio conceptual de las 7 unidades fabriles.

Dado a los acuerdos ya establecidos entre las industrias ABDI, CERTI y CORPIVENSA se implantó la tipología de los productos que serán fabricados en base a los resultados obtenidos en un proceso de investigación cuantitativa y cualitativa del mercado de equipos para el procesamiento de alimentos, a través de la aplicación de diversos cuestionarios. Para obtener un mejor análisis el mercado fue dividido en mercado interno y mercado externo. El interno comprende las empresas procesadoras de alimentos públicas y privadas existentes, las cuales representan potenciales clientes en las fábricas. El mercado externo comprende las importaciones y exportaciones realizadas por Venezuela.

Los productos finales a ofrecer al mercado, están representados por equipos que conforman una línea de procesamiento de alimentos. Las cuales son:

Línea de procesamiento de pescado.

Línea de procesamiento de carne de bovino.

Línea de procesamiento de miel.

A futuro está prevista una ampliación de la unidad fabril para la producción de equipos para la línea de procesamiento de jugos.

El desarrollo de este proyecto se basa en diseñar dos equipos de la línea de procesamiento de miel, una fundidora y una estampadora de cera, capaces de recuperar

dicha materia prima para lograr su reutilización en el proceso de la restauración del hábitat de las abejas, ya que dicho proceso no se realiza en nuestro país y es de total vitalidad para mantener el cultivo y producción de tan preciado producto.

### 2.1.1 Información General de la fábrica

La fábrica de equipos de procesamiento de alimentos a ser instalada, estará ubicada en la zona industrial los tanques – área 2, en villa de cura, municipio Zamora del estado Aragua (ésta ubicación se muestra en la figura 1). Esta planta estará equipada con máquinas metal mecánicas, tales como:

Guillotinas.

Sierras.

Calandras.

Punzadoras.

Tornos.



Figura 2.1 Mapa con la localización de villa de cura.

Fuente: Los autores.

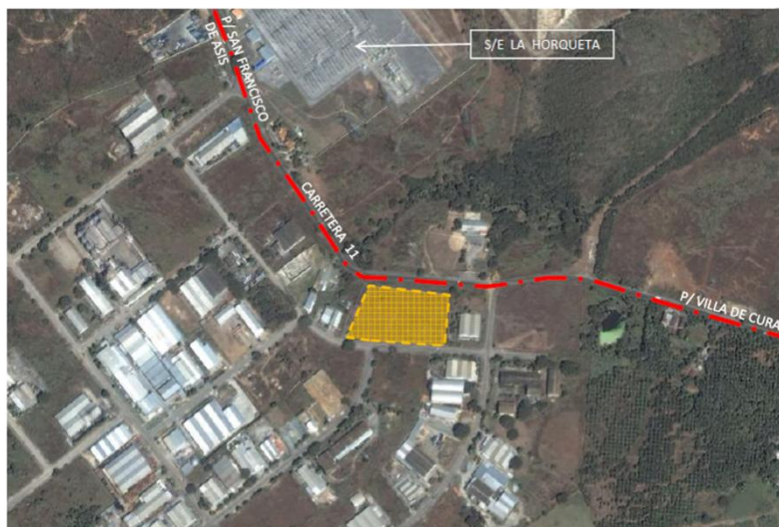


Figura 2.2 Ubicación del proyecto.

Fuente: Los autores.

## 2.2 La Apicultura

La apicultura es una actividad la cual se dedica a la crianza, cuidado y cultivo de las abejas, con el fin de lograr obtener una variedad de productos esenciales, entre los cuales se destaca la miel. Existen datos históricos encontrados en papiros que datan desde 2400 a.c., donde se muestran las prácticas apícolas en el período predinástico de Egipto. Así como también existen pinturas del mesolítico que datan entre 7000 y 8000 años de antigüedad.

Esta actividad formó su apogeo cuando el único elemento conocido para endulzar los alimentos era la miel, y su decaimiento de la producción vino dado al descubrimiento y plantación de la caña de azúcar en las regiones tropicales del continente Americano.

Actualmente en Venezuela se cuenta con dos fundaciones muy importantes para la apicultura, FUNDAPI y FEBOAPIVE las cuales en conjunto han ayudado a la organización y desarrollo en la práctica de esta actividad a los apicultores venezolanos por medio de congresos, reuniones y publicaciones en páginas web. En la siguiente tabla podemos observar durante un período prolongado como es la producción y consumo nacional de miel.

Año	Exportación (kg)	Importación (kg)	Producción (kg)	Consumo de Miel (kg)
1984	1.356	0	421.053	0,02
1985	215	156	480.000	0,03
1986	8.600	5.890	573.730	0,03
1987	0	3.354	671.197	0,04
1988	0	1.867	920.972	0,05
1989	1.135	2.704	983.320	0,05
1990	5.458	24.629	614.208	0,03
1991	4.214	139.480	641.666	0,04
1992	1.096	199.105	671.978	0,04
1993	1.058	255.357	432.685	0,03
1994	1.520	366.794	418.674	0,04
1995	0	277.598	331.319	0,03
1996	181	135.339	319.990	0,02
1997	66	350.871	317.792	0,03
1998	1.119	406.249	370.742	0,03
1999	15	319.477	409.292	0,03
2000	1.509	513.479	403.268	0,04
2001	21	466.984	296.572	0,03
2002	0	407.187	151.000	0,02
2003	0	347.390	100.000	0,02
2004	0	287.594	90.000	0,02
2005	0	227.797	90.000	0,01
2006	30	168.000	240.000	0,02
<b>Total</b>	27.593	4.907.301	9.949.458	0,70
<b>Promedio (kg)</b>	1.200	213.361	432.585	0,03
<b>Promedio (Ton)</b>	1	213	433	

Tabla 1 Tabla de producción de miel en Venezuela.



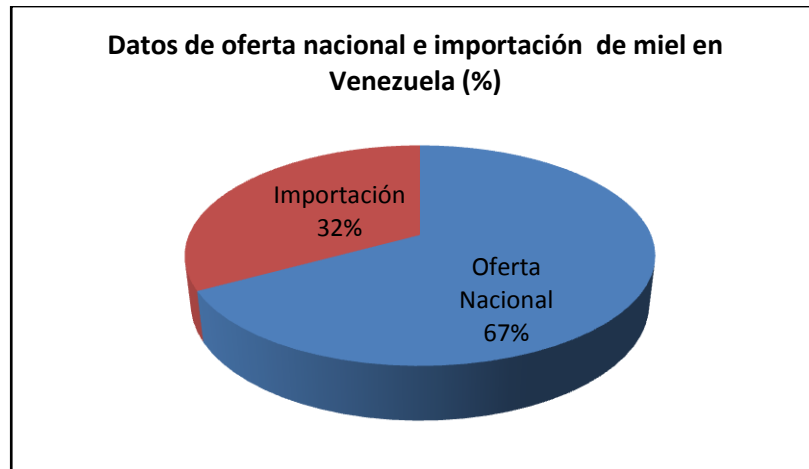


Figura 2.3. Porcentaje de oferta nacional

Fuente: Los autores.

En la siguiente tabla, podemos observar como es el consumo en otros países:

Datos estimado de otros países	
Colombia (1999)	0,07 kg/año
Brasil (2009)	0,12 kg/año
Chile (2005)	0,12 kg/año
Argentina (2003)	0,18 kg/año
México (2005)	0,36 kg/año
América del sur (2005)	0,50 kg/año
Mundial (1999)	1,00 kg/año
Alemania (1999)	1,30 kg/año

Tabla 2 Muestra a consumo nivel mundial.

Es de vital importancia conocer los siguientes términos que se utilizan a menudo en la industria apícola, los cuales son:

### 2.2.1 Abejas

La abeja melífera es un insecto, cuyo género *Apis*, comprende cuatro especies de comportamiento social, las mismas que se citan a continuación:

1. *Apis florea*
2. *Apis dorsata*
3. *Apis cerana*
4. *Apis mellifera* L. (Lindauer, 1957)

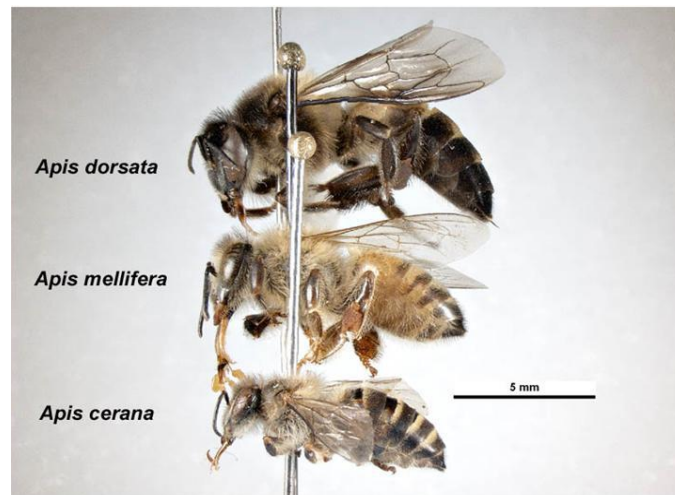


Figura 2.4 Distintos tipos de abejas.

Fuente: Los autores.

La especie *Apis mellifera* L. corresponde a la abeja melífera utilizada para explotación comercial y se encuentran en zonas tropicales de Europa y África, de donde se extendieron al resto del mundo. Se conocen 23 razas o subespecies de *A. mellifera* gracias a la introducción de la abeja africana en Brasil, en 1957, con fines de investigación y mejoramiento genético. Por medio de la diseminación al resto del continente, en la actualidad se tiene esta raza en el país. La zona de distribución de esta abeja (*Apis mellifera scutellata*), es desde los 35 ° de latitud norte hasta su similar paralelo en el sur.

Dentro de una colonia de abejas se pueden encontrar entre 5000 y más de 30000 individuos, pero todo este conglomerado forma una sola entidad biológica. Esta comunidad se encuentra constituida por una abeja reina, zánganos y obreras, cada una de ellas con una labor determinada.



Figura 2.5 Introducción de la abeja africana.

Fuente: Los autores.

## 2.2.2 Colmena

Es la vivienda de una colonia de abejas donde estas se alimentan y se reproducen. Estas colonias pueden alcanzar un numero de 80.000 individuos y están constituidas por las obreras, los zánganos y la abeja reina. Una colmena se constituye por:

- **Base:** es la pieza sobre la cual descansa la colmena alejándola del suelo.
- **Cámara de cría:** es una caja sin fondo que se coloca sobre la base. Esta cámara lleva en su interior 10 cuadros o marcos.
- **Cuadros o marcos:** en ellos las abejas construyen los paneles en los cuales la reina pone los huevos.
- **Rejilla excludora:** es una rejilla de madera y de metal por donde no pueden pasar la reina ni los zánganos; sólo pueden pasar las obreras. Así se evita que los zánganos se coman la miel y la reina no ponga allí sus huevos.
- **Cámara de alimentación:** otra caja sin fondo que se coloca sobre la cámara de cría, lleva en su interior 9 o 10 cuadros. También se le da el nombre de alza.

- **Tapa interior:** es una pieza de madera que se coloca sobre el alza y debajo de la tapa exterior. Sirve para regular la temperatura de la colmena.
- **Tapa exterior:** es la pieza que protege la colmena. Va recubierta con una lámina de zinc, que le da resistencia e impide la entrada del agua de la lluvia.
- **Guarda poquera:** listón de madera con 2 ranuras que permiten el paso de las abejas. Se coloca entre la base y la cámara de cría.

La clasificación de las colmenas existentes es:

- **Colmena Rústica:** es una colmena que no tiene intervención del ser humano, como el hueco natural de un árbol, o que es construida sin mayor sofisticación.
- **Colmena Racional:** es aquella construida de acuerdo a principios que pretenden optimizar la producción de miel y dar las mejores condiciones posibles para las abejas, en la actualidad se encuentran dos tipos principalmente
- **Colmena de panales fijos:** hechas en troncos huecos, en vasos de corcho, en cestos de mimbre, en campanas de paja, donde las abejas construyen los panales de cera según sus propios criterios.
- **Colmena de panales o marcos móviles:** son las colmenas más utilizadas en la apicultura moderna hoy en día, existen de diferentes tamaños y altura, pero la particularidad que las une es que en su interior todas tienen cuadros de madera móviles que permiten una explotación racional sin necesidad de destrucción del nido de cría.
  - **Colmenas verticales.** Estas colmenas tienen una capacidad ilimitada, en virtud que pueden ser ampliadas añadiendo alzas a la cámara de cría a medida que se vayan necesitando, los tipos de colmena verticales utilizadas son: Colmena Layen, Langstroth, Dadant, Smith, Lusitana. Cabe destacar que las colmenas utilizadas en el país son del Tipo Langstroth
    - **Colmena Langstroth:** Lorenzo Langstroth nacido en 1810, autor de varios libros, importó abejas reinas italianas a EE. UU. donde residía y fue el inventor de la colmena Langstroth haciendo de esto una gran contribución a la apicultura.

- **Colmena Dadant:** Charles Dadant nacido en 1817, emigro a EE.UU. y modificó la colmena Langstroth, haciéndole una cámara mayor y dotándola de dos medias alzas para aumentar la producción y obtener mieles monoflorales.
- **Colmenas horizontales.** Estas colmenas tienen siempre capacidad limitada, no importando el tamaño en que se las construya, no es factible agregar alzas.
- **Colmenas de reproducción.** Constan de dos a cinco marcos, y se emplean para criar una nueva colmena a partir de pocas abejas y una reina. Si la reina no está fecundada se llaman *núcleos de fecundación*.



Figura 2.6 Colmena de panel fijo.

Fuente: Los autores.

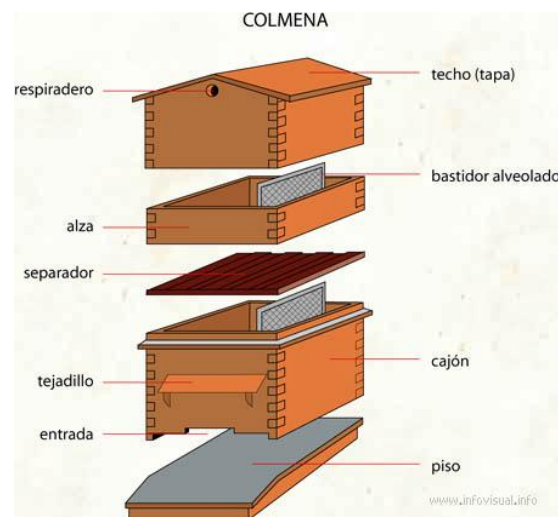


Figura 2.7 Colmena de marcos móviles.

Fuente: Los autores.



## CROQUIS SOLO A NIVEL INFORMATIVO

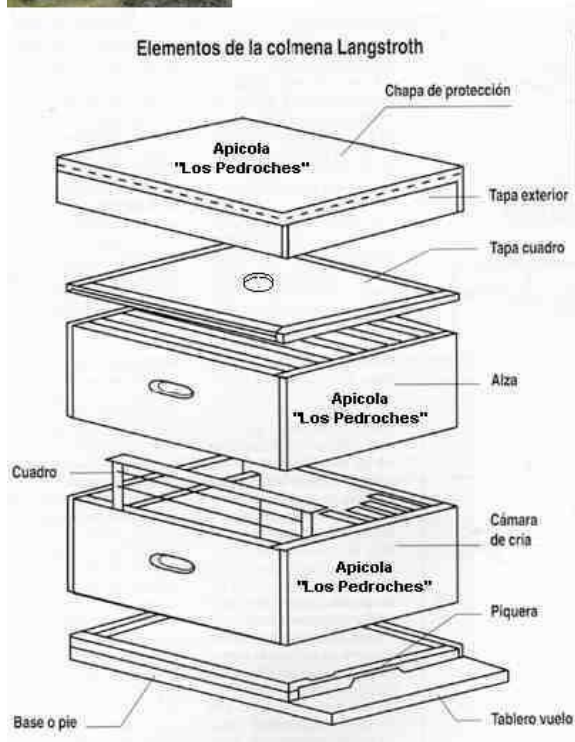


Figura 2.8 Colmenas Langstroth.

Fuente: Los autores.

Tipo	Langstroth	Dadant	Lusitana	Layens
Medidas cámara cría	53,5x38x24	46,5x38x31	37x38x31	según N° cuadros
Medidas alzas	46,5x38x24	46,5x38x17	37x38x16	
Med. cuadro cámara	42x20	42x27	33x27	35x30
Med cuadro alza miel	42x20	42x13	33x12	35x30
Superficie cuadro	160 dm <sup>2</sup>	220 dm <sup>2</sup>	180 dm <sup>2</sup>	240 dm <sup>2</sup>
Cría teórica	45.000 abejas	60-62.000 abejas	50.000 abejas	67.200 abejas
kg de abeja x cría	4,5 kg	6 kg	5 kg	6,7 kg
Capacidad en litros	42,4 L	54 L	43,5 L	---
Capacidad total	84,8 L	84 L	65,9 L	---
Capacidad en alza miel.	25 kg	16 kg	13 kg	---

Tabla 3 Medidas de diferentes tipos de colmenas verticales

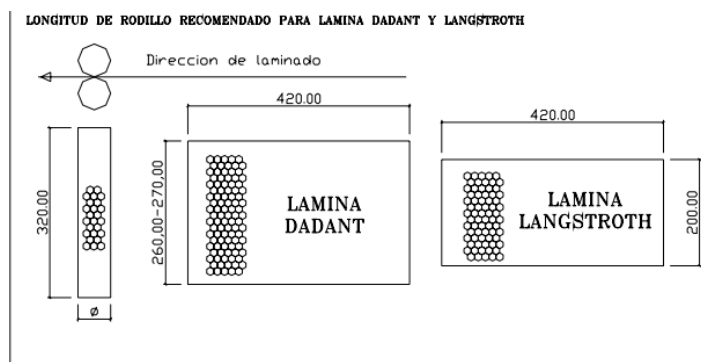


Figura 2.9 Medidas diferentes tipos de lámina.

Fuente: Los autores.

### **2.2.3 Panal**

Es una estructura formada por celdillas de cera que comparten paredes en común construida por las abejas obreras para contener sus larvas y acoplar miel y polen dentro de la colmena.

El espacio abeja, que es el lugar por el cual las abejas transitan entre los cuadros y en la colmena, es el espacio natural que la abeja separa un panal del adyacente. Este espacio fue descubierto por Lorenzo Langstroth. Las abejas africanizas de América son más pequeñas y el volumen del nido para una población dada, es 10% menor. No respetar el espacio de abeja hace que la abeja rellene el mismo con cera. Nunca debe ser menor a 5 milímetros, porque lo rellenará con propóleos, ni mayor a 9 milímetros porque construirá panal de cera. Hay autores que definen el espacio abeja africanizada encontrada en América como  $7,5 \text{ mm} \pm 1,5 \text{ mm}$ .

### **2.2.4 Cera**

Son ésteres de los ácidos grasos con alcoholes de peso molecular elevado. Son sustancias altamente insolubles en medios acuosos y a temperatura ambiente se presentan sólidas y duras. La cera de abeja, constituida por un alcohol ( $\text{C}_{30}\text{H}_{61}\text{OH}$ ) y ácido palmítico ( $(\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH})$ ).

La cera se obtiene dentro de los panales de cera que las abejas construyen en el interior de sus colmenas. Se realiza generalmente una fundición en agua caliente o bien con vapor de agua y dado que la cera posee un bajo peso específico, se separa de los restos extraños que quedan adheridos en la parte inferior del bloque de cera. La cera de abeja que recubre las celdas se denomina cera de opérculo y es la más apreciada, siendo muy clara de color, comparada con la obtenida de los cuadros de cría.

La cera es segregada en forma líquida y se endurece al contacto con el aire, formando pequeñas escamas blancas; poseen un diámetro de 0.6 a 1.6 mm con un peso promedio de 1.3 mg. Las escamas de cera se retiran del abdomen por medio de las patas traseras y son llevadas a las partes bucales, para ser amasadas, moldeadas y utilizadas en la construcción de los panales.



Para la secreción de cera es necesario tener en cuenta ciertos factores, como:

- Temperatura en el grupo de abejas de 33 a 36 °C.
- Presencia de abejas obreras con edad de 12 a 18 días.
- Alimentación abundante.
- Necesidad de construir panales.

Las temperaturas elevadas favorecen la secreción de cera. Existen temporadas y edades de las abejas, en las que producen mayor cantidad de escamas de cera, a veces es tan abundante que las escamas caen en el piso de la colmena.

Algunos apicultores estiman que para producir medio kilogramo de cera, las abejas consumen de 3 a 4 kilogramos de miel o jarabe.

### **2.3 Propiedades Físicas**

La composición química de la cera pura de abejas ha sido investigada detalladamente. Actualmente se conocen más de 300 componentes que pueden ser resumidos en:

Monoésteres 35%  
Hidrocarbonato 14%  
Ácidos libres 12%  
Diésteres 14%  
Hidroxipoliésteres 8%  
Hidroximonoésteres 4%  
Triésteres 4%  
Ácidos poliésteres 2%  
Ácidos monoéteres 1%  
Material no identificado 7%

Las principales características de la cera de abejas son las siguientes:

Sólido cuyo color varía de blanco - amarillo a pardo grisáceo.  
Bajo peso pero resiste tracciones o pesos relativamente importantes.

Peso específico que oscila entre 0.96 y 0.972.

La densidad es de 854.961 kg/m<sup>3</sup> a temperatura ambiente y a 15°C es de 958 a 970 kg/m<sup>3</sup>.

Tensión Compresiva 526.7 kpa.

Módulo de elasticidad 55.7 Mpa.

Calor latente 177 kJ/kg.

Se ablanda a 38 °C.

El punto de fusión de la cera de abejas puede variar de 62 a 65 °C y el punto de la solidificación de 61.5 a 63 °C; evaporándose a 250 °C.

Tiene un olor agradable parecido a la miel y un sabor leve característico.

Fría es algo frágil y muestra una fractura no cristalina, opaca y granular.

Insoluble en agua, levemente soluble en alcohol frío, parcialmente soluble en alcohol caliente y éter y completamente soluble en aceites fijos o volátiles, cloroformo, éter, bencina (a 30°C), carburina y disulfuro de carbono (a 30°C).

Buen aislante pero inflamable.

Durante su almacenaje a temperaturas frescas la cera desarrolla una sustancia polvorienta en su superficie, que se llama floración. Sus causas no se comprenden bien, pero bajo el microscopio se puede observar que tiene una estructura cristalina característica. Su punto de fusión (39°C) se halla por debajo de la cera.

#### **2.4 Extracción y elaboración**

Los apicultores modernos obtienen cera de tres fuentes principales que son:

1. Los opérculos.
2. Restos del panal que se rasquetean de los cuadros y de la colmena.
3. Los panales viejos que ya no sirven.

### **2.4.1 Cera de opérculos**

La cera de opérculos es la de mejor calidad (color blanco o amarillo claro) y su extracción es indirecta, por lo tanto se debe manipular la cera de opérculos siempre por separado de las otras ceras que se obtienen de otras fuentes. Esta cera resulta de desopercular los panales con miel y dejarlos escurrir en el recipiente de desoperculación por 24 horas. Después de este tiempo, se los lava para retirar el untado de miel, que aún les queda, se los coloca en un recipiente con agua, a fuego lento para derretirlos y luego pasar a moldes de plásticos o de aluminio, para que se enfríen y formen bloques o tortas que se venden por kilogramos.

El proceso de extracción de miel está regido por los siguientes pasos:

#### **2.4.1.1 Descarga y almacenamiento de alzas**

Es el proceso donde el apicultor ejecuta la cosecha y lleva las alzas a la fábrica o espacio utilizado para realizar las tareas de apicultura, y las almacena para su posterior trabajo.

#### **2.4.1.2 Desoperculado**

Es el procedimiento mediante el cual se remueven los opérculos de las celdas del panal, este proceso se realiza mediante una herramienta con forma de garra o cepillo la cual rompe dichos opérculos. De este proceso se obtiene una miel, cera e impurezas; las cuales serán separadas por un proceso que se denomina decantado, el cual consta en dejar gotear la miel por acción de la gravedad y separarla de la cera e impurezas.

#### **2.4.1.3 Centrifugado**

Una vez desoperculado el bastidor, dada la diferencia de densidades de la miel y la cera por medio de la gravedad este empieza a chorrear la miel, por lo cual se utiliza una

centrifugadora, la cual nos ayuda a acelerar este proceso obteniendo así la miel en el siguiente paso que se denomina extracción.

#### **2.4.1.4 Recepción y filtrado**

La recepción se realiza por medio de un tanque, el cual está colocado a la salida de la centrifugadora y por medio de unas mallas de acero inoxidable, la miel obtenida del proceso de extracción, es filtrada para remover posibles impurezas que pueda traer el fluido y recibida en unos tanques contenedores para posteriormente ser bombeada a un tanque, el cual se dejara en reposo para que haya un proceso de sedimentación de la cera e impurezas que puedan quedar en la mezcla de líquido, luego de transcurrido un tiempo es finalmente envasado y almacenado para su posterior distribución y venta.

Como el objetivo de este proyecto se basa en la recuperación de la cera (fundición y estampado) para ser reutilizada en el proceso de apicultura, es conveniente conocer:

#### **2.4.1.5 Cera de los panales**

Se debe procesar por separado la cera de los panales viejos y la cera de los panales nuevos. Los panales viejos producen poca cera y de calidad inferior.

En porcentaje, se encuentra la mayor cantidad de cera en los rincones superiores del cuadro y la cantidad menor en el centro, debido a la acumulación de capullos en esa parte.

En forma similar se encuentra que un panal nuevo pesa 25% más, después que nacen las crías; después del quinto ciclo de cría se duplica el peso; de 15 ciclos se triplica y después de 30 ciclos se tiene cuatro veces su peso inicial.

#### **2.4.2 Los Hexágonos**

Estas formas hexagonales las hacen las abejas intuitivamente, son óptimas en relación con el material asegurando una resistencia máxima, un gramo de cera sirve para la construcción de 20 cm<sup>2</sup>. Estos no solamente sirven para almacenar miel, polen y las casas para las larvas sino que también son utilizadas como red de comunicación para las abejas en la colonia.

Las Apis Mellifera Africana hacen unos panales de 4.7 a 4.9 milímetros de diámetro por celda y aproximadamente 0.25 mm y las Apis Mellifera europeas hacen sus panales entre 5 a 6 milímetros. Hay aproximadamente alrededor de 750 a 950 celdas/dm<sup>2</sup> para el tipo de colmena Dadant, para el tipo Langstroth 1050 celdas/dm<sup>2</sup>. Una colmena Langstroth puede contener de 1.8 a 3.8 kg de miel, la cera necesaria para producir 7100 celdas solamente es de 100 g. Entonces para un kilogramo de cera se tiene 71000 celdas y 1 billón de celdas para la construcción de 2.5 m<sup>2</sup>.

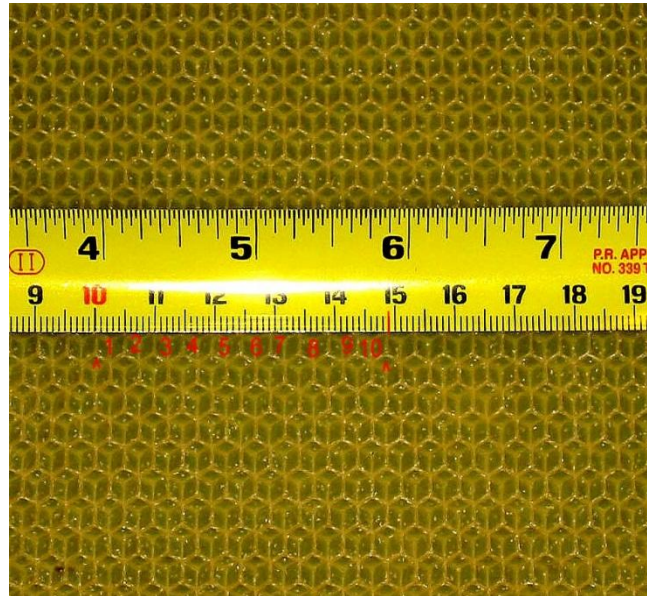


Figura 2.10 Medida ilustrativa de las celdas

Fuente <http://salines.mforos.com/>

## 2.5 Diferentes usos de la cera

Desde la antigüedad se conocen algunas propiedades terapéuticas de la cera de abejas como: ablandar tumores duros, succionar los venenos, etc. Por esto se aplicaba en forma de pomada en las heridas ocasionadas por flechas envenenadas.

En la actualidad, la cera de abejas tiene un amplio mercado; a continuación se mencionan los usos más importantes en las diferentes industrias, cabe destacar que su primordial función es su utilización para la elaboración de los paneles de abeja, el resto se emplea en las siguientes industrias:

La industria de cosméticos es el mayor y más importante consumidor de cera de abejas, cubre alrededor del 35 % del mercado donde el precio mundial varía de \$ 4 a \$ 10 por kilogramo; la cera se emplea en las fórmulas de muchas cremas de belleza, lociones, pomadas, lápices labiales, etc.

En preparaciones farmacéuticas el comercio es alrededor del 25 % del mercado.

Un 10 % del comercio es para la elaboración de velas, aunque es menos común y más costoso que las velas hechas de parafina.

El 20 % restante es usado en otras aplicaciones, tales como fabricar moldes en la industria y el arte para hacer decoraciones y joyería en plata, oro y bronce, en un método llamado cera perdida.

En aplicaciones alimentarias de la cera de abeja, se incluye su uso como un componente en los suplementos dietéticos (de gelatina blanda, cápsulas y tabletas), recubrimientos, goma de mascar y como vehículo de aditivos alimentarios (incluidos los sabores y colores).

En la industria de lubricantes, en la industria electrónica lo utilizan como algunos aislantes para componentes y para la fabricación de CD, para elaborar creyones de dibujo, revestimientos de confitería y para fortalecer los hilos utilizados en costuras. También se utiliza para la preparación de pulitura para carro, zapatos y algunos productos de cuero.

## **2.6 Proceso tradicional de producción de cera**

Hoy en día los paneles de cera son producidos por fabricantes especializados de los cuales los apicultores proveen de las ceras viejas. La calidad de la cera depende del método utilizado, básicamente la extracción es por dos métodos, Por fundición o extracción química, la cera por fundición es obtenida a través de diferentes métodos: hirviendo agua, ya que la cera es menos densa que el agua esta se agrupa en la parte superior para su posterior extracción. La extracción química solo es utilizada por los laboratorios.

Los métodos para separar la cera de los panales son los siguientes:

1. Método de colado simple.
2. Método de cámara de cría sumergida.
3. Método de bolsa de arpillera sumergida.
4. Método de extracción solar.
5. Método de prensado para cera caliente.
6. Método de centrífuga calentada.

### **2.6.1 Método de colado simple**

El colado simple, consiste en colocar pedazos de panal dentro de un recipiente con agua que se hace hervir lentamente y cuando están derretidos, se pasan por un cedazo de malla de alambre (espacios de 3 mm) hacia otro.

### **2.6.2 Método de cámara de cría sumergida**

El cuerpo de una colmena se llena con panales en sus marcos, se tapa de arriba y de abajo con un tejido de alambre (malla 3 mm) y se sumerge por varios minutos o por varias horas en un tanque lleno de agua, que lentamente se hace hervir; luego se enfría y se retira la cera una vez que se endurece en la superficie del agua.

### **2.6.3 Método de bolsa de arpillera sumergida**

Se colocan pedazos cortados, partidos o quebrados de panal en una bolsa de arpillera (tejido por lo común de estopa muy basta) con una pesa y se sumerge en un tanque de agua que se hace hervir lenta y controladamente. Se agita la bolsa con un palo para que la cera flote hacia arriba. Este método se ha vuelto bastante popular.

### **2.6.4 Método de extracción solar**

El extractor solar de cera solamente extrae de 20 a 50 por ciento de cera de panales viejos, pero tiene la ventaja que su uso es de bajo costo.

Consiste en un cajón de madera, con las paredes interiores pintadas de negro mate e internamente forrado en acero galvanizado o papel de aluminio y cubierto con una tapa de vidrio; que puede inclinarse en dirección de los rayos solares y un recipiente con agua en el extremo inferior para recoger la cera derretida.

La operación de extracción consiste en colocar los cuadros con los panales en la parte superior y esperar que el calor producido por los rayos solares, derrita la cera; que corre hacia abajo y se acumula en la cisterna de desagüe donde se enfría y endurece formando un bloque.

### **2.6.5 Método de prensado para cera caliente**

Es indudablemente el método más eficiente para extraer cera. Se rompen los panales para poner en remojo en agua caliente por un día previo al prensado, para soltar el polen y otros materiales de desperdicio. Luego se colocan en una bolsa de arpillera dentro de la prensa de cera. Se llena la prensa con agua caliente. Intermitentemente se aplica presión a la bolsa desde el tornillo que se encuentra encima de la prensa, para soltar la cera, que flota hacia arriba. Toda la operación requiere varias horas.

### **2.6.6 Método de centrífuga calentada**

Este método, usa el principio de la fuerza centrífuga y vapor caliente para extraer cera de los desperdicios. Es muy eficiente, pero demasiado trabajoso y sucio.

Los apicultores que no tienen los medios para extraer cera del panal pueden derretirlos simplemente en agua caliente y colocar el material en recipientes para su envío a centros comerciales de extracción de cera.

### **2.6.7 Blanqueo de la cera de abejas**

El método de blanqueo de la cera de abejas es un proceso difícil y además destruye en gran parte el aroma original. El blanqueo puede ser por radiación solar, productos químicos o varios métodos combinados. Para un blanqueo al sol se expone la cera en forma de raspaduras finas en recipientes llenos de agua. Los productos químicos para el blanqueo incluyen bicromatos, permanganatos, peróxidos y compuestos de cloro.



La cera destinada a usos apícolas, no es mejor por haberla blanqueado; la cera amarilla es más dúctil y más fácil de trabajar.

## **2.7 Cera estampada**

Es una lámina de cera de 2 o 3 milímetros de espesor, en la cual por medio de maquinaria especializada están impresos los hexágonos a partir de los cuales la abeja construirá las celdas que utilizará para cría o para depósito de miel y polen. Hay maquinaria específica donde primero se funde la cera, en forma de lámina continua, la cual es estampada posteriormente por el paso entre rodillos que le imprimen las celdas. Esta misma maquinaria existe para ser utilizada en forma manual o automatizada cuando el proceso se torna industrial.

La primera fundación artificial de cera estampada fue hecha en Alemania en 1842 por Gottlieb Kretchmer. Fue hecha con un par de rodillos grabados, utilizándose almidón para evitar que la cera adhiriera a los rodillos. El dispositivo consistió en una tira del lino que remontaba, cubierta con una composición de la cera y de almidón blanco, sobre cuál fue impreso el cuadro de fundación o la base de las celdas, pasándola por un par de rodillos grabados.

El profesor Baudoux de Bélgica publicó un artículo en *Progress Apicole* in June, 1893, abogando por el uso de celdas más grandes en la cera estampada, como resultado de los experimentos el experimentó con el tamaño de celdas hasta el límite de 750 celdas por decímetro, los tamaños de las celdas, lo obtuvo estirando la cera estampada. El Profesor Baudoux experimentó con varios tamaños de celdas por el decímetro cuadrado de cera estampada, 750, 740, 730, 710 y menores a 675. También experimentó con varias maneras de medir las celdas e ideó su propio sistema de la medición.

En las décadas de 1920, 1930 y 1940 se realizaron la mayor cantidad de trabajos sobre el tamaño de las celdas. En nuestros días se utilizan cera estampada de 5.7 centímetros cada 10 celdas de abeja obrera en forma estándar, pudiendo hallarse cera estampada de mayor tamaño.

## 2.8 Acero inoxidable

Este material es común y recomendado para ser utilizado en superficies de maquinarias que manipularan y estarán en contacto con alimentos. Puede ser conseguido en el mercado nacional con diferentes tipos de composición, acabados, dureza y resistencia a la corrosión.

Estos aceros inoxidables se clasifican en tres tipos:

**Martensíticos:** son los aceros al cromo que han tenido un tratamiento térmico para aumentar su dureza y poseen una alta resistencia a la carga y al impacto, pero baja resistencia a la corrosión.

**Ferríticos:** su característica principal es que poseen un alto porcentaje en su composición de cromo.

**Austeníticos:** son los más utilizados en la industria alimentaria, con una alta resistencia a la corrosión y en su composición se encuentra níquel y cromo sin ser tratados térmicamente.

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

## 2.9 Esfuerzo

Es la fuerza por unidad de área o la magnitud de las fuerzas distribuidas a través de una sección específica en un material.

### 2.9.1 Esfuerzo cortante

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

### 2.9.2 Esfuerzo normal

Es el esfuerzo resultante de las tensiones perpendiculares (normales) a la sección transversal de un prisma.

### **2.9.3 Momento flector**

Es un momento de fuerza resultante de una distribución de tensiones sobre una sección transversal de un prisma flexionado.

### **2.10 Diseño de máquinas**

Uno de los puntos de vista que hay que tomar en consideración y ser muy cauteloso en ello es la ergonomía que poseerá la máquina, dado que se busca aumentar el bienestar del usuario incrementando la seguridad, salud y satisfacción por la labor.

Los siguientes puntos son los principales objetivos por lo cual se debe mejorar la ergonomía:

- Reducción de lesiones y enfermedades en los trabajadores.

- Disminución de los costos por incapacidad de los trabajadores.

- Aumento de la producción.

- Mejoramiento de la calidad de trabajo.

- Disminución del ausentismo.

- Aplicación de las normas existentes.

- Disminución de la pérdida de materia prima.

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

Al momento de diseñar se deben tomar en cuenta aspectos del operador tales como:

- Dimensiones del cuerpo.

- Movimientos y posturas forzadas en la utilización de las máquinas.

- Magnitud de los esfuerzos y amplitud de los movimientos.

- Ruido, vibraciones y efectos térmicos. Ritmos de trabajo repetitivos.

- Iluminación localizada en las zonas de trabajo.

- Diseñar órganos de accionamientos 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, interpretada e identificada convenientemente desde el puesto de mando.

En lo que respecta al movimiento del cuerpo se tendrán en cuenta los siguientes principios:

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

Se evitara movimientos repetitivos que puedan provocar lesiones o enfermedades.

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

En manipulaciones de gran precisión se proporcionaran elementos técnicos auxiliares.

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

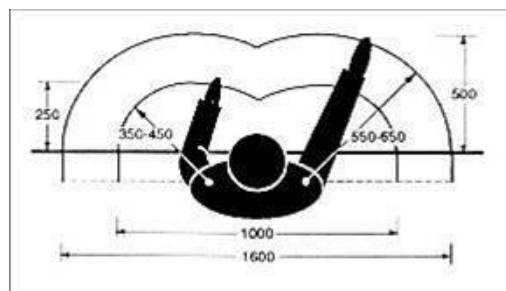


Figura 2.11 Área de trabajo en las mesas  
Fuente: Ergonomía, Aplicaciones y Sistema Hombre-Máquina.

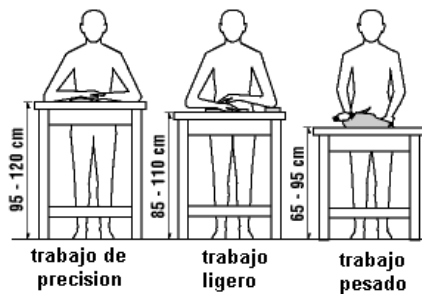


Figura 2.12 Posición correcta de trabajo.  
Fuente: Ergonomía, Aplicaciones y Sistema Hombre-Máquina.

### **2.10.1 Puesto de trabajo**

Entendemos por puesto de trabajo a aquello que es tanto metafórica como concretamente el espacio que uno ocupa en una empresa, institución o entidad desarrollando algún tipo de actividad.

Es importante que el puesto de trabajo este bien diseñado para evitar cualquier lesión o enfermedades laborales deficientes, así como para asegurar que el trabajo sea productivo y que el trabajador se sienta cómodo y a gusto con el cargo que desempeñe.

### **2.10.2 Altura de la cabeza**

Los objetos, palancas u otro dispositivo deben estar a la altura de los ojos o por debajo de esta, así como debe haber espacio suficiente para que quepan los trabajadores de mayor tamaño.

### **2.10.3 Altura de los hombros**

Los paneles de control deben estar situados entre los hombros y la cintura, así como evitar colocar dispositivos que se usan frecuentemente por encima de los hombros.

### **2.10.4 Alcance de los brazos**

Los objetos tales como herramientas, materiales y dispositivos de control, deben estar colocado de tal manera que no se produzca una extensión excesiva de los brazos,

### **2.10.5 Tamaño del cuerpo**

Hay que tener en consideración el tamaño de los operadores que va a tener la maquina (altura, longitud de piernas, longitud de brazos, etc.), para ajustar la altura de la superficie de trabajo en el cual este laborará. En las siguientes figuras se muestran varias medidas generalizadas del operario tanto masculino como femenino.

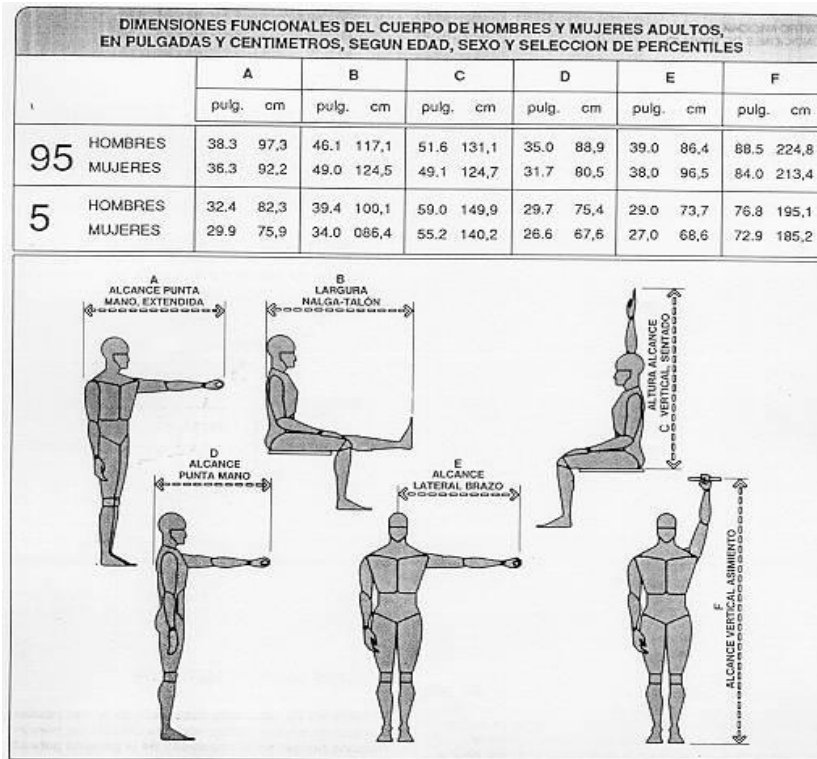


Figura 2.13 Dimensiones funcionales del cuerpo.

Fuente: Ergonomía, Aplicaciones y Sistema Hombre-Máquina.

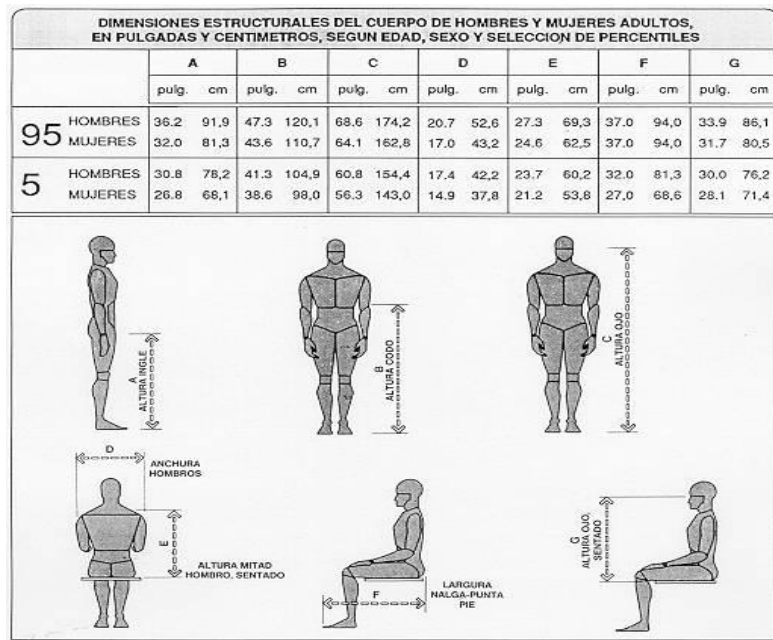


Figura 2.14 Dimensiones estructurales del cuerpo.

Fuente: Ergonomía, Aplicaciones y Sistema Hombre-Máquina.

## 2.11 Sistema de corte

Son aquellos métodos que son utilizados para el corte o separación de material en diferentes partes. Los diferentes sistemas a estudiar para nuestro caso serán presentados a continuación:

### 2.11.1 Corte con guillotina

Este tipo de corte se realiza de forma manual o automática mediante la utilización de una o dos cuchillas posicionadas colinealmente en forma de tijeras.



Figura 2.15 Cuchillas de guillotina.

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



Figura 2.16 cuchillas de guillotina larga.

Fuente [www.inmagraf.net](http://www.inmagraf.net).

### 2.11.2 Corte con cuchillas circulares

Este tipo de corte es utilizada en máquinas en el área textil, alimenticia, tabaco, etc. El principio de corte se basa en la rotación de una cuchilla circular con un ángulo de corte entre los 45° y 60°, acoplada a un motor eléctrico de bajas revoluciones.



Figura 2.17 Cuchillas circulares.

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

## 2.12 Sistemas de calentamiento

Son los métodos mediante los cuales se transforma energía en calor, el cual, luego es utilizado para el aumento de la temperatura en algún dispositivo donde se requiera.

Los principales sistemas de calentamiento a estudiar son: quemadores, resistencias eléctricas y colectores solares.

### 2.12.1 Resistencias eléctricas industriales

Es un dispositivo que genera calor mediante la igualdad de oposición que tienen los electrones en desplazarse a través de un conductor. Encontramos una gran variedad de estas en el mercado que son construidas de acero inoxidable y completamente aisladas permitiéndole mantener una temperatura de trabajo en procesos térmicos. Entre estas encontramos:



### 2.12.1.1 Tipo cartucho

Normalmente son utilizadas para calefacción localizada en los procesos que exigen control riguroso de temperaturas tales como: moldes, cilindros, etiquetado, estampado en caliente, sellado de bolsas, equipo de empaque y medicinales, extrusoras e inyectoras para plásticos, Así como también para calentar gases y líquidos.

Las resistencias cartucho de alta concentración son utilizadas comúnmente en aplicaciones de alta temperatura, la durabilidad en comparación a las de baja concentración es de más de 10 veces y brindan mucho más potencia eléctrica en la misma área. Son fabricadas mediante un proceso de compactación interno de todos sus componentes con el objeto de aumentar su vida útil.



Figura 2.18 Diferentes tipos de resistencias eléctrica tipo cartucho.

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

### 2.12.1.2 Resistencia de inmersión

Estas consisten en uno o varios elementos tubulares soldados en una placa, tapón roscado o brida. Son utilizadas en aplicaciones donde se requiere calor directo. El agua, soluciones acuosas, aceites, ceras, parafinas son algunos de los productos que son calentados con este tipo de calefactor.



Figura 2.19 Resistencias eléctrica tipo inmersión.

Fuente <http://www.jmi.com.mx/>

### 2.12.1.3 Resistencia de banda

Resistencias tipo banda o abrazadera son fabricadas con diferentes acabados y presentadas en diferentes modos de sujeción. Utilizada en operaciones que requieren calefacción de superficies cilíndricas tales como: cañones de los extrusores de plástico, máquinas inyectoras y de soplado de plásticos, tanques de almacenamiento, barriles, envases de calentar alimentos, autoclaves y equipos de moldeo por soplado.



Figura 2.20 Resistencia eléctrica de banda.

Fuente <http://www.jmi.com.mx/>

### 2.12.1.4 Resistencias tubulares

Las resistencias tubulares pueden ser fabricadas en una amplia variedad de formas en fundas de cobre, acero inoxidable, plata, acero y latón. Tienen la característica de resistencia contra los choques térmicos, corrosión, altas temperatura y vibraciones. Las formas de sujeción son variadas de acuerdo a sus necesidades, con tapón, brida, conectores, placas, etc.

Las resistencias son utilizadas para el calentamiento de cañones y dados de extrusión, pero con la variación que son hechas en un vaciado de aluminio o bronce para adaptar la forma del molde. También sirve para la calefacción de líquidos por inmersión directa.

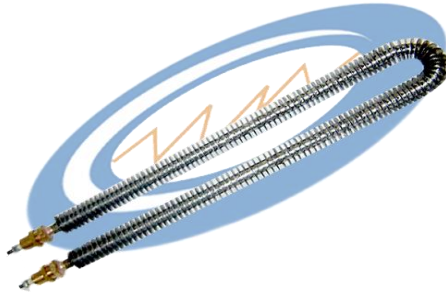


Figura 2.21 Resistencias eléctricas tubulares en espiral.

Fuente <http://www.jmi.com.mx/>

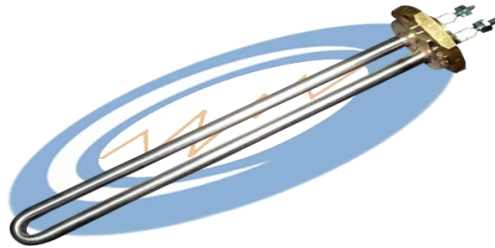


Figura 2.22 Resistencias eléctricas tubulares.

Fuente <http://www.jmi.com.mx/>

#### **2.12.1.5 Resistencias planas**

Estas resistencias se utilizan para un calentamiento totalmente uniforme, ya que el hilo calentador está bobinado uniformemente en toda la resistencia. Son adecuadas para el calentamiento de piezas que por su espesor no permiten colocar los elementos tipo cartucho. Para su correcto funcionamiento tienen que estar completamente apretadas contra la zona a calentar.

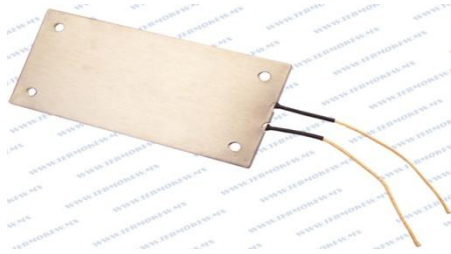


Figura 2.23 Resistencias eléctricas planas.

Fuente [www.termokew.mx](http://www.termokew.mx)

## 2.12.2 Quemadores industriales

Son aquellos dispositivos mecánicos diseñados para producir una llama estable con forma y tamaño predeterminado con la ayuda de un agente flamable. Se clasifican como tiro inducido y tiro forzado, que a su vez, varían dependiendo del tipo de combustible a utilizar.

### 2.12.2.1 Tiro inducido o reverberos

Se dimensiona de acuerdo con el tiro disponible e invierte la presión induciendo la velocidad de corriente de aire que circula por él. Por este valor reducido el aire de admisión será pequeño lo que hace que no exista gran poder de mezcla, al unirse la corriente de aire con el combustible, esta se traduce en mayor tiempo de combustión por lo que la llama será larga y en mayor exceso de aire para la combustión completa.

Su principal ventaja de este equipo es su bajo costo de instalación y que no necesita un ventilador.

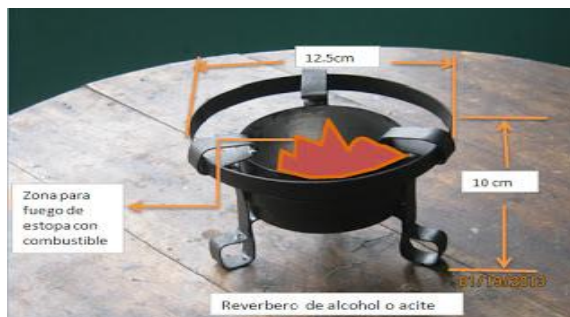


Figura 2.24 Quemador industrial tiro inducido.

Fuente: <http://ingenieriametalyarte.blogspot.com/2010/09/organizacion-imanart-ltda.html>

### 2.12.2.2 Quemador tiro forzado

Son equipos que constan de una entrada de gas y otra de aire el cual viene inducido por medio de un ventilador realizándose una mezcla aire – combustible, generando una chispa que produce una llama en una boquilla de salida.

Son más eficientes que los de tiro inducido respecto al uso de combustible, debido a la cantidad de aire que produce. La disponibilidad en el mercado es según la potencia por tiempo que se requiera y poseen su propio sistema de control de temperatura, pero requieren de una llama confinada en un recinto el cual pasara esta y simultáneamente por otro sitio saldrán los gases de combustión.



Figura 2.25 Quemador industrial tiro forzado.

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

### 2.12.3 Colector Solar

Aquellos que se obtienen del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del sol. Esta radiación puede aprovecharse por medio de captores que mediante diferentes tecnologías se transforman en energía eléctrica o térmica.

Los sistemas fototérmicos convierten la radiación solar en calor y la transforman a un fluido de trabajo. Estos sistemas recolectan la energía solar para calentar ya sea un gas, líquido o un cuerpo sólido.

## 2.13 Filtros

Es un dispositivo mecánico que se encarga de separar sólidos indeseables en suspensión de un líquido mediante un medio poroso, evitando posibles contaminaciones u obstrucciones. Existen varios tipos de filtro para realizar este proceso los cuales se analizarán a continuación.

### 2.13.1 Filtros de malla

Constan generalmente de una carcasa metálica de forma cilíndrica, que aleja en su interior al elemento filtrante, en algunos casos este elemento es doble, empleándose como soporte dos cilindros concéntricos. Estos equipos se utilizan principalmente para filtrar aguas con contaminantes inorgánicos como arenas de distintas clases y moderadas cantidades de contaminantes orgánicos.

El material de la malla puede ser de nylon o acero inoxidable dependiendo de su aplicación. Son filtros cien por ciento lavables y están hechos para condiciones extremas como alta temperatura, caudal, humedad y ambiente corrosivo.



Figura 2.26 Filtros de malla.

Fuente Santiago.all.biz

### 2.13.2 Filtros auto-limpiantes

Es un dispositivo el cual por medio de mallas retiene las partículas indeseables que contiene el fluido. Cada cierto tiempo mide la presión dentro de este y al alcanzar un determinado valor hace girar un eje, en el cual, esta contenido uno o dos raspadores los cuales tienen la función de limpiar la superficie del filtro.



Figura 2.27 Filtros auto-limpiantes.

Fuente: Caperva.com

### 2.13.3 Filtros de bolsa

La filtración por bolsa está especialmente indicada para aquellas aplicaciones en que los fluidos a filtrar tienen grandes concentraciones de contaminantes, o son fluidos que presentan grandes viscosidades, necesitándose para ello un medio filtrante que sea fácil de utilizar, que admita grandes caudales y lo más económico posible. Los tamaños de los poros están entre 1-200 micras.

El líquido fluye desde la parte alta de la caja del filtro y es distribuida de igual manera entre las bolsas. El líquido acaba en el fondo dejando la suciedad detrás.

Los sistemas de bolsas de filtros son aplicados en varias industrias. Incluyendo tratamiento de líquidos, productos de la leche, pintura, lima, cerveza, etc.



Figura 2.28 Filtros de bolsa.

Fuente: [www2.donaldson.com](http://www2.donaldson.com)

#### 2.13.4 Filtros de cartucho

La filtración por cartuchos consiste en hacer circular, mediante presión, el fluido a filtrar por el interior de una porta cartuchos en el que se encuentran alojados los cartuchos filtrantes. El fluido atraviesa el cartucho filtrante dejando en éste retenidos todos los contaminantes seleccionados.

La filtración por cartuchos es la técnica de filtración más aconsejada para aquellas aplicaciones cuyas exigencias en cuanto a calidad y seguridad son muy elevadas.

Los cartuchos filtrantes pueden estar fabricados en diferentes materiales, polipropileno, celulosa, nylon, acero inoxidable, etc., determinándose el empleo de uno u otro cartucho en función de las características del fluido a filtrar.



Figura 2.29 Filtros de cartucho.

Fuente: [www2.donaldson.com](http://www2.donaldson.com)



## 2.14 Dispositivos de control de temperatura

Un sistema de control de temperatura obtiene una señal mediante un sensor, la cual es tratada ya sea digital o análogamente. Dicha señal pasa a través de un sistema de control el cual activa, desactiva o regula la acción del controlador sobre la variable de temperatura.

### 2.14.1 Sensores de temperatura

Un sensor de temperatura es un dispositivo capaz de medir una magnitud física denominada variable de instrumentación, la cual será transformada en una variable eléctrica.

### 2.14.2 Termómetros de líquido

Su operación está basada en la expansión del líquido con el incremento de la temperatura; esto es, el líquido actúa como un transductor, convierte la energía térmica en una forma mecánica. Con el incremento de la temperatura, el líquido y el vidrio del termómetro se expanden con diferente coeficiente de expansión, causando que el líquido avance por el tubo capilar.



Figura 2.30 Termómetros de líquido.

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

### 2.14.3 Termómetros de mercurio

Manejan normalmente un rango que va desde  $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $750\text{ }^{\circ}\text{C}$ , son portátiles y permiten una lectura directa, presentan poca precisión para fines industriales y como lo indica el nombre, el fluido de medición es mercurio.



Figura 2.31 Termómetros de mercurio.

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

#### 2.14.4 Termómetros de gas

Tiene un rango que va desde  $-27\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta  $1477\text{ }^{\circ}\text{C}$  muy exactos, margen de aplicación amplio. Equipo más complicado y utilizado normalmente para la graduación de otros termómetros.

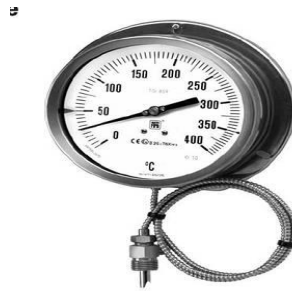


Figura 2.32 Termómetros de gas.

Fuente <http://fisicaconfelix.blogspot.com/2011/10/temperatura.html>

#### 2.14.5 Termómetros de resistencia de platino

Es el más preciso en la escala de  $-259\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta  $631\text{ }^{\circ}\text{C}$  y se puede emplear para medir temperaturas superiores, normalmente hasta  $1127\text{ }^{\circ}\text{C}$ , su funcionamiento depende de la variación de la resistencia a la temperatura de una espiral de alambre de platino.

Reacciona a los cambios de temperatura, debido a su gran capacidad térmica y baja conductividad, se emplea para medir temperaturas fijas.



Figura 2.33 Termómetros de resistencia de platino.

Fuente: <http://fisicolors.blogspot.com/2012/11/termometro-de-ressitencia.html>

#### 2.14.6 Termistores

Es un sensor resistivo de temperatura y su funcionamiento se basa en la variación de la resistencia que presenta un semiconductor con la temperatura. Se usan para medir la temperatura respecto a 0°. Estos se encuentran divididos en dos tipos: PTC y NTC.

Los PTC (Positive Temperature Coeficient) Aumentan su valor de resistencia al aumentar la temperatura.

LOS NTC (Negative Temperature Coeficient) disminuyen su valor de resistencia al aumentar la temperatura.



Figura 2.34 Termistores.

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

#### 2.14.7 Termocuplas

La termocupla es el sensor de temperatura más común utilizado industrialmente. Son elaborados con dos alambres de distinto material unidos en un extremo, los cuales, al aplicarle calor en la unión se genera un voltaje muy pequeño el cual se utiliza para saber que aumenta la temperatura.



Figura 2.35 Termistores.

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

### 2.14.8 Termo-resistencias

Son sensores de temperatura a los cuales también se les denomina “bulbos de resistencia”, su principio de funcionamiento se basa en el hecho de que un metal al calentarse cambia su valor de resistencia y la magnitud de esta modificación puede relacionarse con la variación de la temperatura.



Figura 2.36 bulbos de resistencia

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

### 2.15 Controladores de temperatura

Un controlador de temperatura es, básicamente, un medidor al que se le agrega la posibilidad de fijar un "set" (temperatura deseada) y un circuito que compara la diferencia entre la temperatura real y la deseada, actuando en consecuencia para habilitar o no la calefacción o refrigeración que llevará la temperatura hasta niveles iguales al deseado de

tal forma que, al hacerse cero la diferencia entre ambas temperaturas, la calefacción o refrigeración cese.

La forma en que se controla o habilita la calefacción, dependerá del tipo de control que se requiera, siendo el SI-NO el más sencillo y rústico en su concepción. Sistemas más elaborados utilizan modos de control proporcionales, donde la potencia calefactora es proporcional a la magnitud del error.

Por otro lado y donde es necesario reducir los errores en el estado estacionario o mejorar el seguimiento cuando el "set" de temperatura es variable según perfiles programados, se utilizan controladores llamados PID con los que se obtienen mejores resultados, aunque requieren de un cuidadoso proceso de sintonía para lograr el efecto deseado.

### 2.15.1 Controladores análogos

Un controlador de temperatura análogo es un dispositivo simple, económico y de buena precisión, excelente para aplicaciones en la industria del plástico, alimentos, etc.

La función del control análogo es activar y desactivar automáticamente el relé al cual esté conectado de acuerdo a la demanda del proceso, según lo configurado en el setpoint.



Figura 2.37 Controlador analógico.

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

## 2.15.2 Controlador digital

Los controladores de temperatura digitales son dispositivos capaces de realizar además de acciones ON/OFF y proporcionales, comandos compartidos de controles derivativos e integrativos que permiten un control más preciso y cercano al setpoint.

La función integral de control se encuentra en los controladores de acorte automático, el cual emplea un algoritmo matemático para calcular la magnitud de la caída y luego ajustar la salida para cortar el control y llevarlo más cerca al setpoint.

Esta acción de corte automático tiene efecto solamente dentro de la banda proporcional. Si esta acción se efectúa fuera de la banda proporcional el sistema se hace inestable.



Figura 2.38 controlador digital.

Fuente: spanish.alibaba.com

## 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

### **2.16.3 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.

## 2.17 Equipos disponibles en el mercado

### 2.17.1 Tanques

CALDERA PARA FUNDIR CERA DE 100 LITROS	
	
<b>Fabricante</b>	Apícola los pedroches
<b>Características</b>	<p>Caldera para fundir cera de 100 o 200 litros de capacidad.  <math>\varnothing 600\text{mm}</math> y una altura de 1000mm para el de 100 litros y <math>\varnothing 750\text{mm}</math> y una altura de 1400mm.</p> <p>Robusta, de acero galvanizado.</p> <p>Permite una rápida fusión.</p> <p>El tanque gira sobre un eje para su vaciado por medio de una palanca. También puede ser usada para el esterilizado de los cuadros. También sirve para fundir opérculos.</p> <p>Puede ser usada con leña o con un hornillo de gas.</p>
<b>Observaciones</b>	<p>Instalar la caldera al aire libre o en un local ventilado o con salida del humo con una tubería al exterior.</p> <p>Mantener un fuego suave y siempre bajo supervisión de un operario.            Colocar en la caldera de 10 a 15cm de agua, si es posible meter los opérculos en una bolsa o saco tipo filtro.</p> <p>Encienda el fuego en la parte inferior e ir añadiendo trocitos de madera regularmente.</p> <p>Cuando la cera esta derretida inclinar el tanque y echar la cera en un molde, las impurezas de la cera se quedaran en la parte inferior y la cera limpia en la parte superior.</p>

Tabla 4 Caldera para fundir cera de 100 litros.



TANQUE DE FUSIÓN Y DECANTACION DE CERA



Fabricante	Apícola los pedroches
Características	<p>Fabricada en acero inoxidable con doble pared de aislamiento.</p> <p>Tanque interno con fondo de evacuación total.</p> <p>Evacuación lateral para limpiar la cera.</p> <p>Resistencia calefactora de acero inoxidable de 2000wattios. Termostato de 0 a 120 °C.</p>
Observaciones	Calienta una mezcla de agua con cera, por diferencia de densidades separa luego la cera del agua y los desechos.

Tabla 5 Tanque de fusión y decantación de cera.


CUBA ESTERILIZADORA DE CERA	
	
Fabricante	Apícola los pedroches
Características	<p>Tanque de acero inoxidable de doble pared con aislante térmico.</p> <p>Calefacción Resistencia, a 220 voltios. Potencia 2000wattios. Termostato de 0 a 150 °C.</p> <p>Válvulas de salida. Altura 100cm, diámetro 50cm.</p> <p>La doble cámara se llena con aceite térmico.</p> <p>Capacidad de aceite térmico 15 litros.</p> <p>Doble salida de 1"</p>
Observaciones	<p>Requiere un mantenimiento adicional por el cambio de aceite que requiere.</p> <p>Calienta directamente el aceite y por conducción de esta calienta la cera.</p> <p>No tiene filtros para los desechos por lo tanto requiere su previa separación o un cuidado extra por el operador en el momento de la extracción de la cera.</p>

Tabla 6 Cuba esterilizadora de cera.

TANQUE DE CERA DE DOBLE PARED.	
	
Fabricante	Swienty
Características	<p>Tanque de doble pared de fundición de cera 35 L y 75 L.</p> <p>Muy recomendable para limpiar la cera</p> <p>Se necesita colocar aceite o agua dentro de la doble pared.</p> <p>La temperatura del aceite es controlado por el termostato de 3KW/230V. La temperatura puede ser controlada desde 0 -150° C (Max 120° for beeswax!).</p>
Observaciones	La temperatura máxima que debe alcanzar el aceite para la cera es de 120 grados según el fabricante.

Tabla 7 Tanque de cera de doble pared.

## 2.17.2 Rodillos

LAMINADORA DE CERA RODILLO GRABADO MANUAL.	
	
Fabricante	Los pedroches.
Características	<p>Estampadora laminadora de cera manual lamina grabada 280 x Ø60 mm.            Densidad alvéolos 790alveolos/dm<sup>2</sup>.            Tamaño celda estándar de 5,4mm.</p>
Observaciones	<p>Requiere previa lubricación en lo rodillos previo a al proceso de laminación por el operador.            El equipo es manual</p>

Tabla 8 Laminadora de rodillo grabado manual.

LAMINADORA CERA RODILLO GRABADO MANUAL.	
	
Fabricante	Swienty
Características	<p>Elaborado en acero al carbono y se cubre con una capa de 99,99% de estaño en el que las celdas están grabadas</p> <p>Los rodillos giran en cojinetes de bronce sin necesidad de mantenimiento.</p> <p>El rodillo es de 320 mm de largo y 62 mm de diámetro</p>
Observaciones	<p>Requiere previa lubricación en lo rodillos previo al proceso de laminación por el operador.</p> <p>El equipo es manual.</p>

Tabla 9 Laminadora de cera rodillo grabado manual

LAMINADORA CERA RODILLO GRABADO, CON MOTOR.	
	
Fabricante	Swienty
Características	<p>Elaborado en acero al carbono y se cubre con una capa de 99,99% de estaño en el que las celdas están grabadas</p> <p>Los rodillos giran en cojinetes de bronce sin necesidad de mantenimiento.</p> <p>El rodillo es de 320 mm de largo y 62 mm de diámetro</p>
Observaciones	<p>Equipo Automático.</p> <p>Requiere previa lubricación en lo rodillos previo a al proceso de laminación, el cual es suministrado por estos por gravedad.</p>

Tabla 10 laminadora cera rodillo grabado con motor

### 2.17.3 Maquinas completas

ESTAMPADORA DE LAMINAS DE CERA AUTOMATICA	
	
Fabricante	Swienty, Miel de valle
Características	<p>Esta máquina produce bandas de cera provenientes de un tanque fundición de cera líquida de capacidad de 100 a 500 kg incorporada a la máquina.</p> <p>Dependiendo del tamaño de la máquina, las bandas son de 360 a 550 mm de ancho y tienen un espesor de aproximadamente 2,0 mm a 5,0 mm.</p> <p>Produce una banda de cera que es de aproximadamente 2 a 3 cm más estrecho que es el largo del cilindro de la máquina de laminación.</p> <p>La banda de cera se enrolla en carretes desmontables. Una vez que los carretes tienen un peso de aprox. 20 a 30 kg, que se pueden eliminar sin interrumpir la máquina y reemplazadas con las bobinas vacías.</p> <p>Para operar la máquina es precisa agua de refrigeración.</p>
Observaciones	No produce cera estampada, se requiere otro equipo para culminar el proceso.

Tabla 11 Estampadora de láminas de cera automática.

MÁQUINA FUNDIDORA ESTAMPADORA DE CERA AUTOMÁTICA



Fabricante	Swienty
Características	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Piezas móviles protegidas.</li> <li>+ El accionamiento de la apiladora de paredes intermedias se realiza mediante un motor de paso y puede adaptarse al grosor de las paredes; posibilidad de apilar hasta 20 kg de paredes sin intervención manual.</li> <li>+ El giro de los rodillos de transporte puede ajustarse mediante un sencillo volante durante el funcionamiento adaptándose con exactitud a la velocidad de la tira de cera.</li> <li>+ Manejo ergonómico mediante una caja de distribución junto a los rodillos de impresión y un panel de mando giratorio en la apiladora.</li> <li>+ Alto rendimiento: en función del tamaño de la máquina hasta 60 kg/h.</li> <li>+ 40 cm de rodillo para pequeñas producciones hasta 61 cm y 80 cm de rodillo para el máximo rendimiento.</li> <li>+ La caldera de fundición de cera de tres paredes, con capacidad para 160 kg de cera, está hecha íntegramente de acero inoxidable, con un generoso aislante térmico de 50 mm para un calentamiento rápido y ahorro de electricidad.</li> </ul>

Tabla 12 Máquina fundidora estampadora de cera automática.



MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA LAMINADORA DE PANALES DE CERA



Fabricante	Swienty
Características	<p>Casi todas las piezas en acero inoxidable 1.4301.</p> <p>Las piezas móviles protegidas, daños personales excluidos.</p> <p>El accionamiento de la apiladora de paredes intermedias se realiza mediante un motor de paso y puede adaptarse al grosor de las paredes; posibilidad de apilar hasta 15 kg de paredes sin intervención manual.</p> <p>El giro de los rodillos de transporte puede ajustarse mediante un sencillo volante durante el funcionamiento adaptándose con exactitud a la velocidad de la tira de cera.</p> <p>Manejo ergonómico mediante una caja de distribución junto a los rodillos de impresión y un panel de mando giratorio en la apiladora.</p> <p>Producción hasta 120 kg/h</p>
Observaciones	El tanque es por separado

Tabla 13 Maquina semiautomática Laminadora de paneles de cera.

### **CAPITULO III**

### 3.- MARCO METODOLOGICO

#### 3.1 Método Diseño

La metodología de diseño utilizada en este trabajo es un repertorio de varios autores, donde el método que fue utilizado inicialmente es titulado “Diseño para nuestra realidad” por el autor Rodolfo Milani.

Luego a través de CORPIVENSA se lograron contactar varios apicultores a nivel nacional y se les realizaron entrevistas y encuestas donde se pudieron conocer las necesidades de estos, logrando un mejor enfoque en la solución del problema.

Se desarrolló una fase creativa a través de varias reuniones con el grupo de proyecto de CORPIVENSA y luego la ampliamos en el curso impartido por el profesor Barragán en la Universidad Central de Venezuela. Logramos establecer nuestros propios criterios de diseño para llevar a cabo la ejecución de proyecto en conjunto a las recomendaciones del autor José A. Barreiro Méndez impartidas en su libro “Higiene y saneamiento en el procesamiento de alimentos”.

Inicialmente se nos aportó material e investigación previa realizada por los pasantes y miembros del proyecto de CORPIVENSA, entre estos se encuentran videos y fotografías, donde pudimos apreciar la adquisición de equipos en una empresa apicultora en Brasil y el proceso artesanal realizado por un apicultor local ubicado en el estado Guárico, catalogado como un mediano apicultor de Venezuela ya que produce aproximadamente entre 1,5 a 2 toneladas de miel al año.



Figura 3.1 Apicultor ubicado en el Estado Guárico

Fuente: Pasantes de CORPIVENSA

Gracias a la información recopilada por parte del grupo de trabajo de CORPIVENSA pudimos apreciar cuales son los procesos implicados en cuanto a la producción de la miel y cera de abejas a nivel local (Venezuela), así como los equipos de los cuales disponen estos trabajadores al momento de realizar esta labor.



Figura 3.2 Miel envasada del apicultor ubicado en el estado Guárico

Fuente: Pasantes de CORPIVENSA



Figura 3.3 Cera de abeja en molde del apicultor ubicado en el estado Guárico.

Fuente: Pasantes de CORPIVENSA

		
<b>Indumentaria y equipo (ahumador) para la cosecha de miel.</b>	<b>Disposición general de las colmenas en campo.</b>	<b>Cuadro listo para extracción de miel.</b>
		
<b>Proceso de desoperculación manual.</b>	<b>Centrifuga manual para la extracción de miel</b>	<b>Cuadro listo para extracción de miel.</b>
		
<b>Disposición de los cuadros dentro de la colmena</b>	<b>Proceso de vaciado a tanque de decantación</b>	<b>Envasado de la miel en forma manual.</b>

Figura 3.4 Foto de visita a campo de los apicultores, por CORPIVENSA, Ubicados en la zona de San tome. Edo Anzoátegui.

Fuente: Pasantes de CORPIVENSA

También se realizó una visita técnica a los señores Rafael Noria y Samuel Escalante ubicados en la ciudad de El Tigre, estado Anzoátegui, donde son catalogados como apicultores de gran producción en Venezuela, ya que distribuyen aproximadamente 60 toneladas de miel en 3 zafras al año. Se pudieron apreciar muy de cerca cada uno de los procesos de los cuales consta la línea de miel y verificar la función que se realiza en cada parte del proceso.



Figura 3.5 Línea productiva del envasado de la miel del apicultor Rafael Noria.  
Fuente: Dispositivo de envasado semiautomático de miel. Camacho y Cornejo.

En esta visita se logró obtener una visión más amplia y clara de los procesos que se realizan en la apicultura. Aparte de la línea de procesamiento de miel, también producen láminas de cera de abeja con un promedio de 50 colmenas diarias, sirviendo también de venta de este producto a otros apicultores.

### 3.2 Entrevistas

Se realizó una entrevista a los señores Rafael Noria y Samuel Escalante, donde nos explicaron todo el proceso de fundición, filtrado, creación y estampado de la lámina, y en conjunto a esto, nos facilitaron una lista de herramientas o accesorios utilizados en el mercado para realizar esta labor, donde también nos mostraron el equipo con el cual hacen el estampado de la lámina de cera, el cual,

tuvieron que importar dado que los apicultores que realizaban este proceso eran pocos y de muy poca producción, haciendo deficiente su sistema de producción e importar estas laminas era muy costoso haciendo que el valor de su producto se incrementara sin obtener una ganancia sustentable para la empresa.



Figura 3.6 Herramienta para extracción de polen

Fuente: Pasantes de CORPIVENSA



Figura 3.7 Herramienta para extracción de propóleos

Fuente: Pasantes de CORPIVENSA

Nos comentó acerca de la problemática que está afectando la apicultura en Venezuela, porque con el pasar de los años, se han perdido espacios en el comercio de los productos de la abeja. Como recomendación nos cuenta desde su punto de vista, que se deben incentivar a nuevos apicultores, ya que si se quiere recuperar el terreno perdido

en la apicultura se necesitan muchos trabajadores que estén dispuestos a ponerle empeño a la labor, ciertamente, con su debido asesoramiento en la técnica del trabajo.

Nos expuso las herramientas que usan para la extracción del veneno de la picada de abeja, la cual consiste en una placa, que mediante una pequeña descarga eléctrica la abeja es inducida a descargar su veneno en esta.



Figura 3.8 Herramienta para extracción de veneno del aguijón

Fuente: Pasantes de CORPIVENSA

Para estos apicultores les parece que el proceso de fundición, filtrado y laminación es muy sencillo, sólo que es muy engorroso por ser repetitivo e involucra una gran cantidad de pasos para ser realizado, por lo que trabajan entre alza y alza teniendo en almacén las láminas ceras para ser colocadas en los cuadros y ser reintroducidas en las colmenas. También nos menciona que ellos suelen utilizar insecticidas inofensivos para las abejas pero no para otros insectos, como hormigas, termitas y polillas.



### 3.2.1 Encuesta

Encuesta de muestra realizadas a apicultores artesanales en Venezuela:

Marque con una equis (x) donde considere su respuesta.

- ¿Realiza usted el proceso de fundición de cera de abeja?  
Sí  No
- ¿Cuál es el método que utiliza?  
Artesanal  Posee algún equipo especializado
- ¿Cómo considera el tiempo de producción?  
Lento  Normal  Rápido
- ¿Cuál es la dificultad de realizar el proceso?  
Fácil  Normal  Difícil
- ¿Realiza el proceso de laminado de cera de abeja?  
Sí  No
- ¿Cuál es el método que utiliza?  
Manual  Uso de algún equipo especializado
- ¿Cómo es el tiempo de producción?  
Rápido  Normal  Lento
- ¿Cuál es la dificultad al realizar el proceso?  
Fácil  Normal  Difícil
- ¿Estaría interesado en mejorar su situación?  
Sí  No

En las encuestas realizadas con estas preguntas a 3 apicultores y a 12 empleados que trabajan para ellos en su empresa, obtuvimos los siguientes resultados:

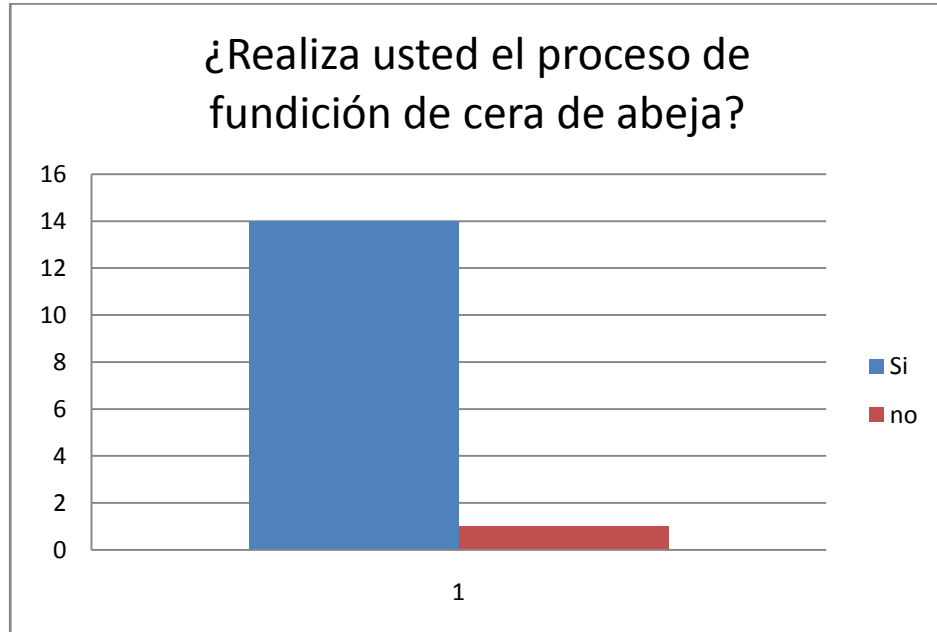


Figura 3.9 Grafico de la respuesta de la primera pregunta.  
Fuente: Los autores.

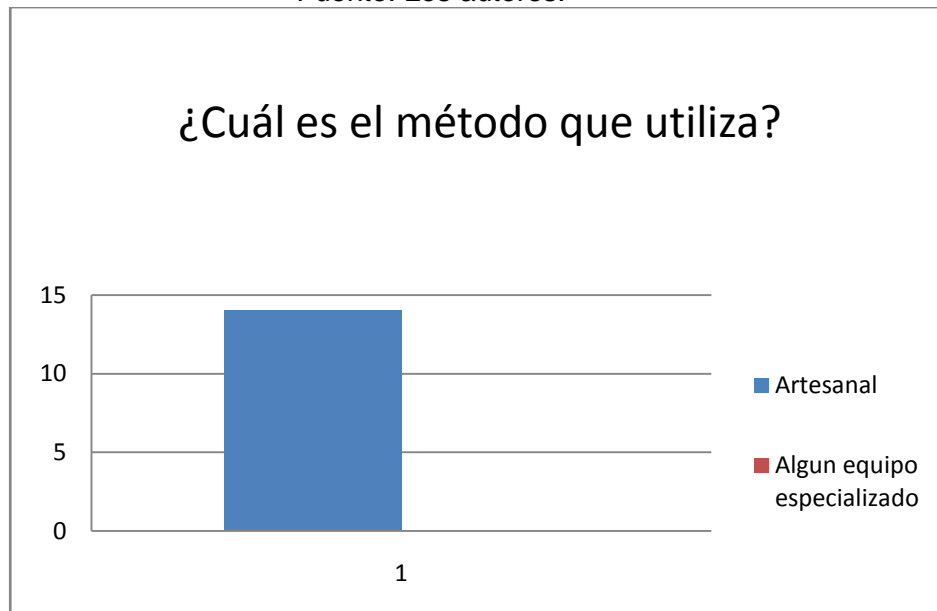


Figura 3.10 Grafico de la respuesta de la segunda pregunta.  
Fuente: Los autores.

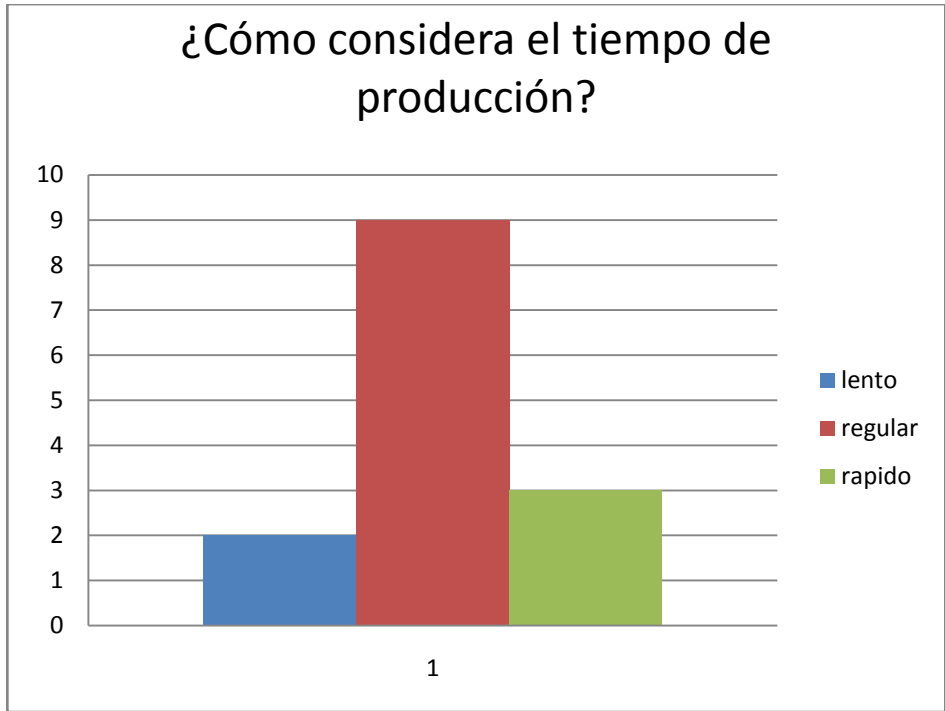


Figura 3.11 Grafico de la respuesta de la tercera pregunta.  
Fuente: Los autores.

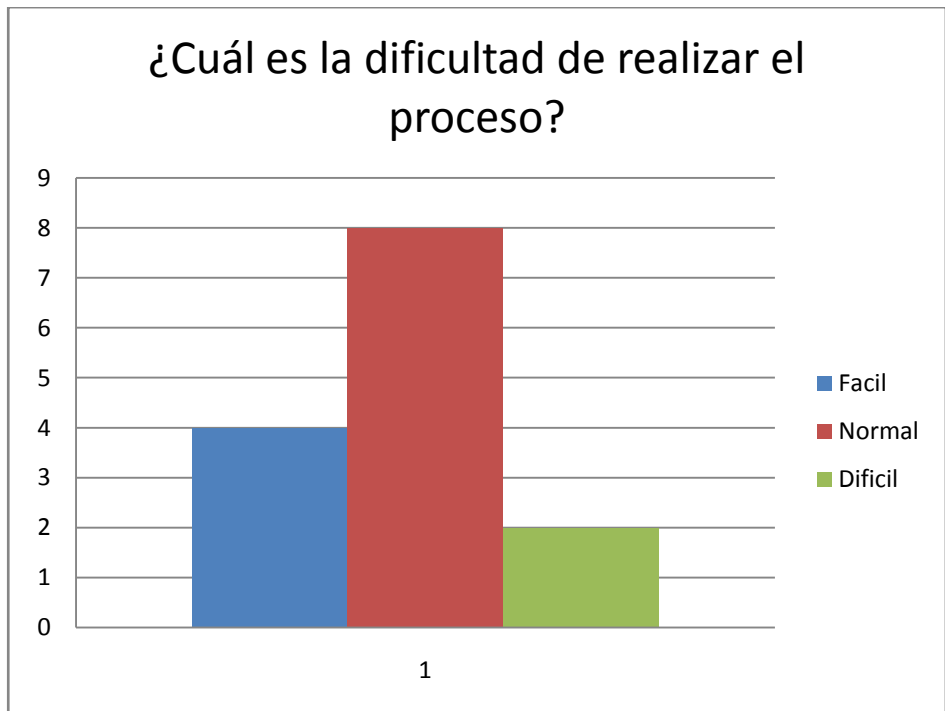


Figura 3.12 Grafico de la respuesta de la cuarta pregunta.  
Fuente: Los autores.

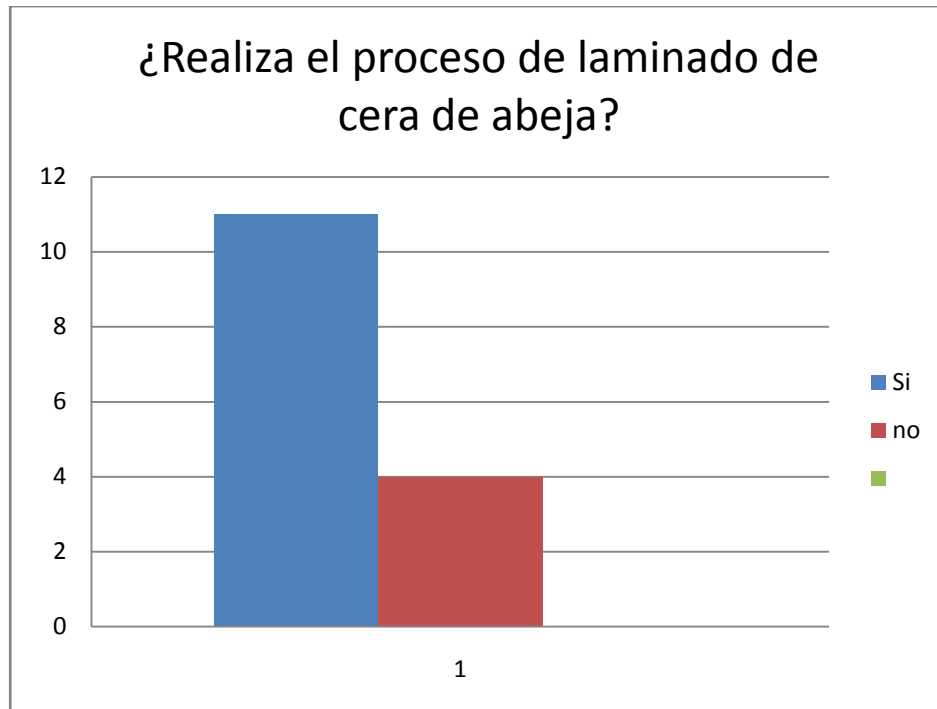


Figura 3.13 Grafico de la respuesta de la quinta pregunta.  
Fuente: Los autores.

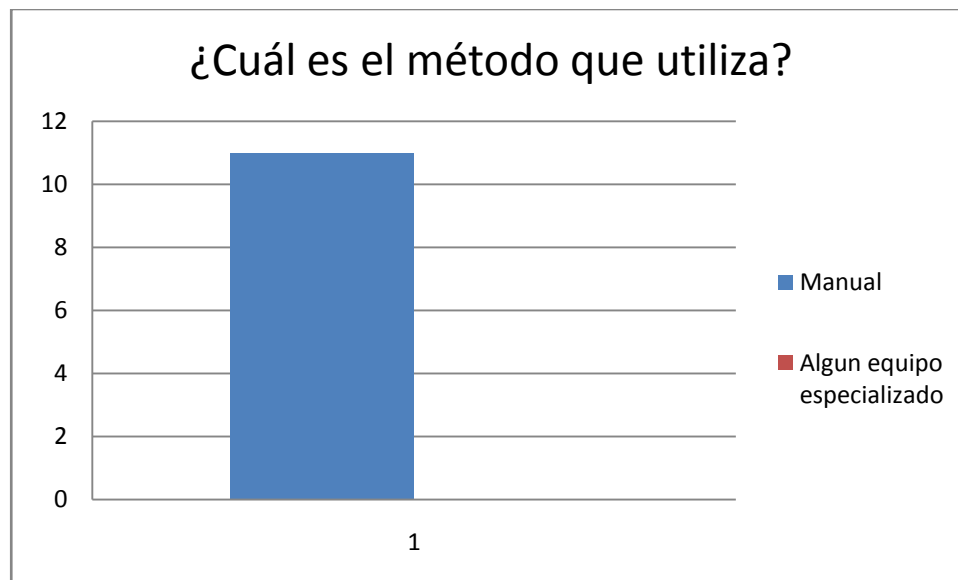


Figura 3.14 Grafico de la respuesta de la sexta pregunta.  
Fuente: Los autores.

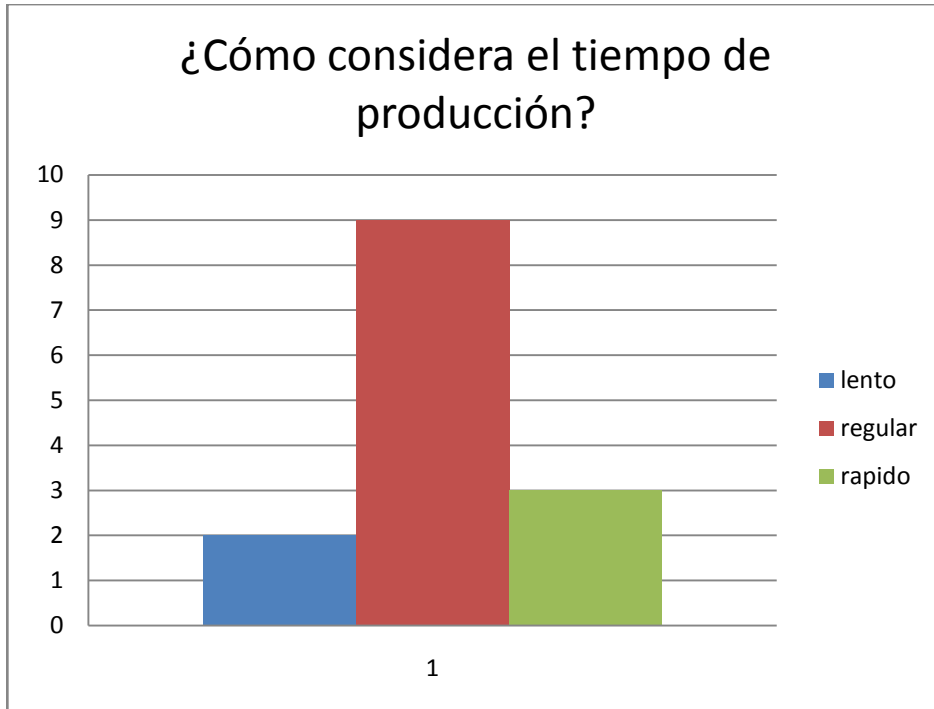


Figura 3.15 Grafico de la respuesta de la séptima pregunta.  
Fuente: Los autores.

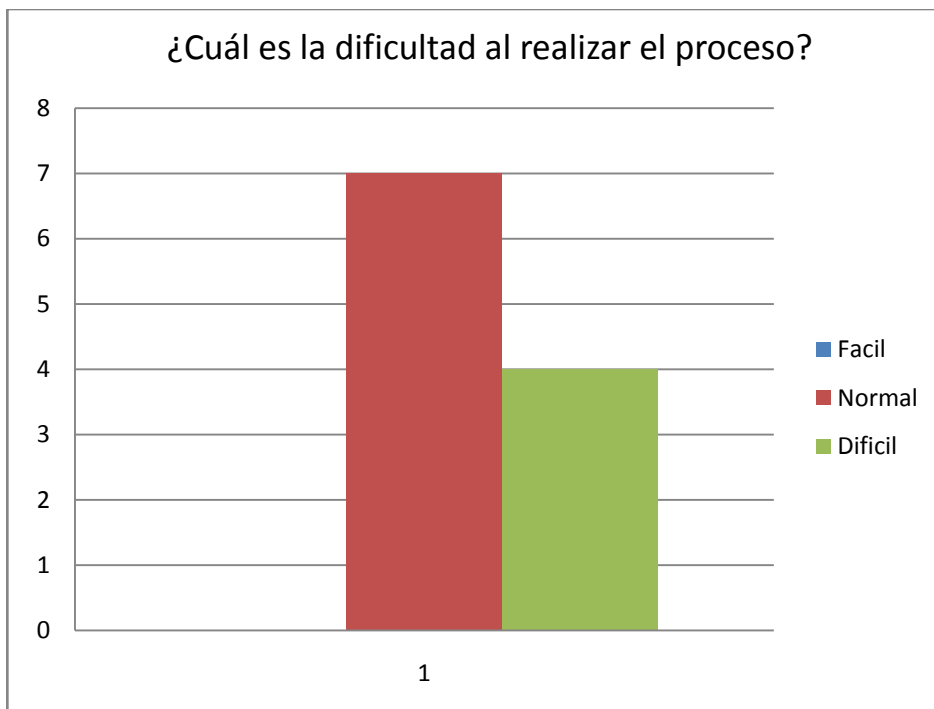


Figura 3.16 Grafico de la respuesta de la octava pregunta.  
Fuente: Los autores.

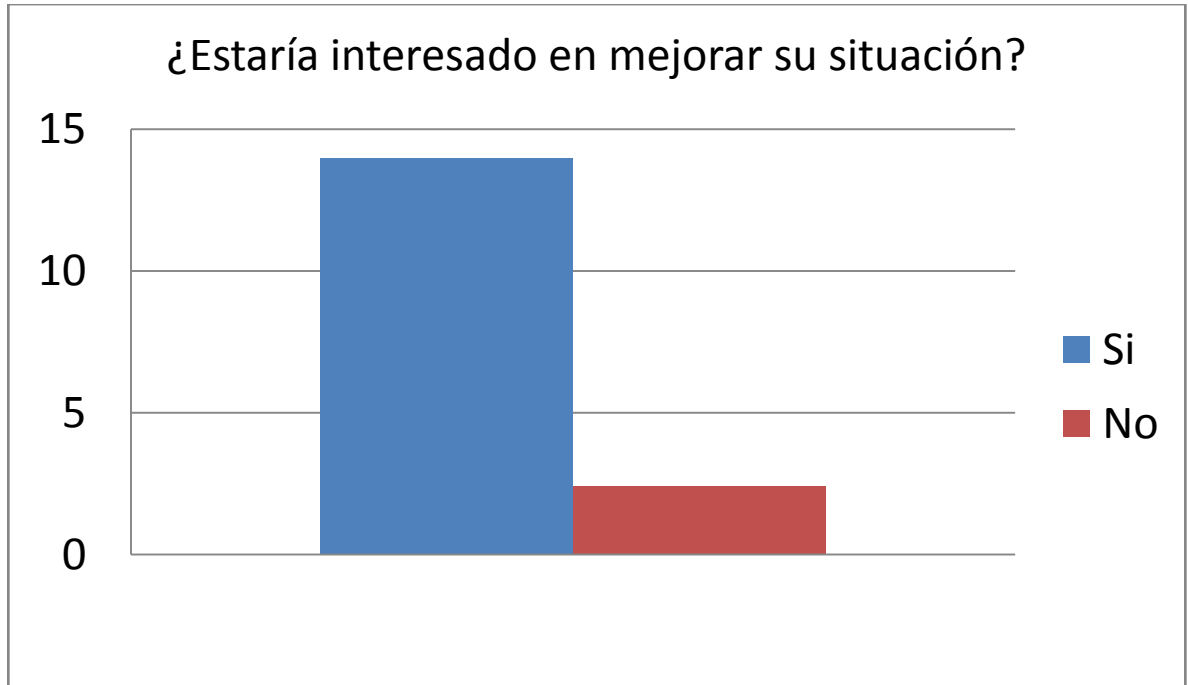


Figura 3.17 Grafico de la respuesta de la novena pregunta.  
Fuente: Los autores.

- Observando los resultados de la encuestas, se puede ver que las apicultores y encuestados si estarían interesados en su mayoría de adquirir equipos nacionales y son pocos que tienen la capacidad de adquirir el equipo del extranjero.

### 3.3 Consideración de diseño

En reuniones realizadas con los ingenieros en CORPIVENSA, después de la visita a los apicultores y de una etapa previa de investigación, se acordaron los siguientes parámetros de diseños a ser tomados en consideración, para varios aspectos que son esenciales al momento de la fabricación de las láminas estampadas, tales como:

1. Dado a las especificaciones en la línea productiva, se estima trabajar con 500 cuadros diarios, que sería igual a 500 láminas diarias.
2. Los marcos usados para la producción son de tipo Langstroth y están estandarizados con una longitud de 420 mm y un ancho de 200 mm.
3. La temperatura necesaria para que la cera se encuentre en un estado líquido varía entre 63 y 68 grados Celsius.
4. El espesor de la lámina estampada tiene un espesor generalizado entre 2 y 3 mm.

5. Se identificó en el proceso de creación de los paneles en partes, una etapa de fundición, una etapa de filtrado y una etapa de estampado de los hexágonos a la lámina de cera.

También se estudiaron varias propuestas para realizar el proceso de fundición y se presentaron las siguientes propuestas:

Propuesta número 1:

Calefacción de vapor que funde la cera y verterlas en moldes.

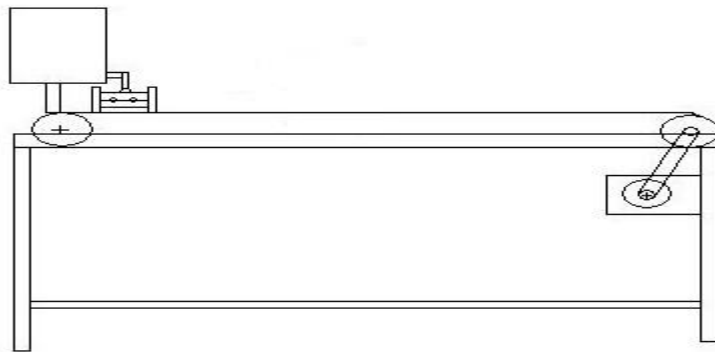


Figura 3.18 Propuesta número 1.  
Fuente. Los autores.

Propuesta número 2:

Fundir la cera y mantenerla líquida en otro tanque para luego insertar paneles de plástico con la forma de los paneles para que al enfriarse adquieran el perfil.

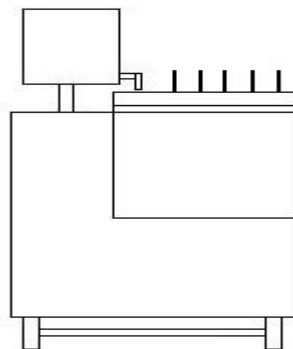


Figura 3.19 Propuesta número 2.  
Fuente. Los autores.

Propuesta número 3:

Recurrir a una marmita para lograr fundir la cera y verterla en pre moldes para ser colocados en una prensa con la forma de unos hexágonos.

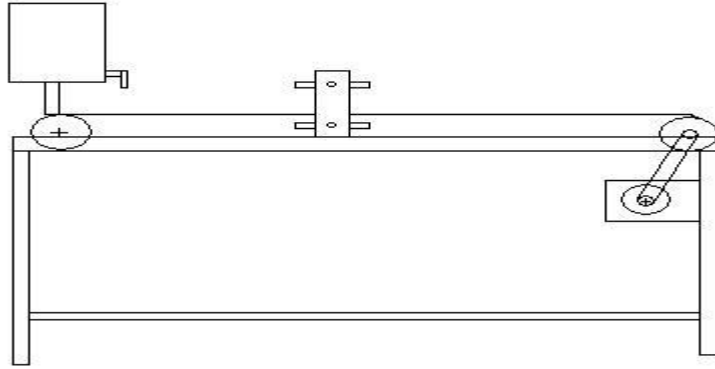


Figura 3.20 Propuesta número 3.  
Fuente. Los autores.

Propuesta número 4:

Utilizar un tanque que por medio de vapor funda la cera.

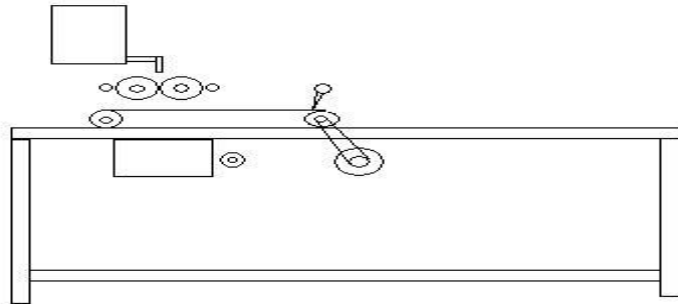


Figura 3.21 Propuesta número 4.  
Fuente. Los autores.



Se termina seleccionando la propuesta número 4, ya que en la entrevista realizada a los apicultores Rafael Noria y Samuel Escalante, se menciona el uso de químicos nocivos para algunos insectos, por este método con ayuda del vapor nos ayuda a garantizar una calidad superior y permite una recuperación de hasta de un 90% de paneles antiguos, facilitando el trabajo del apicultor.

### **3.4 Fase creativa**

Se realizó una serie de tormentas de ideas con ayuda del Grupo de trabajo de CORPIVENSA (ingenieros y tesistas) para así conseguir varias alternativas con la finalidad de facilitar el trabajo de los apicultores y aumentar la calidad del producto cumpliendo con las normas de higiene y sanidad requeridas.

En la clase de Diseño Conceptual impartida por el Prof. Barragán, reforzamos nuestra visión del proyecto, tomando en cuenta a quienes les interesaría un equipo en esta área, sus afectados y una posible situación en el futuro.

#### **3.4.1 A quien le interesa**

Le interesa a todos los apicultores deseosos de aumentar su producción y que desean convertir su proceso productivo de artesanal a industrial, empresarios de la industria alimenticia que desean ampliar sus equipos, el gobierno de Venezuela que está realizando una inversión importante en adquisición de tecnología para aumentar la producción nacional y disminuir la importación en cuestiones básicas alimenticias y que la misma industria venezolana satisfaga las necesidades básicas del consumo de la población de Venezuela.

#### **3.4.2 A quien afecta**

Afecta fundamentalmente a los usuarios finales o compradores, que consumen miel muchas veces de productos no sanitarios. A los apicultores que no logran satisfacer la demanda nacional, ya que todos son productores artesanales y utilizan procesos de producción que muchas veces violan las leyes de higiene y sanidad venezolana.

### **3.4.3 Grupo de personas relacionadas**

Se relacionan todas las personas que laboran en este campo, los fabricantes, dueños de empresas alimenticias, sociedad de apicultores venezolana y consumidores de miel.

#### **¿CÓMO SE VERÁ LA SITUACIÓN A FUTURO?**

- Cooperativas de apicultores pasan a sustituir anualmente un porcentaje de las líneas de miel de la producción interna de Venezuela, que será realizada de forma Industrial por ellos mismos.
- Un aumento en la producción nacional de miel procesada internamente, debido a la sustitución por equipos considerada en el ítem anterior, a lo largo de los años.
- La calidad del producto aumenta considerablemente, siendo esta aceptada internacionalmente con el fin de ser exportada y competir en el mercado externo.

### **3.4.4 CAMPAÑA PUBLICITARIA**

Dado que el público al cual se le va a dirigir la campaña publicitaria posee conocimiento sobre la materia del proceso productivo de miel, hay que tener mucho cuidado con los elementos principales a ser utilizados para captar la total atención de este tipo de televidentes.

Esta publicidad televisada sería de la siguiente manera:

Entra un apicultor al cuarto de trabajo cansado de haber hecho su producción diaria de miel, cuando recuerda que aún le falta realizar su producción de láminas de cera. Con cara de decepción y cansancio, este comenta: - quisiera tener un equipo el cual con tan solo apretar un botón, me hiciera este trabajo tan tedioso y así podría descansar y ver televisión mientras se producen la cantidad de láminas de cera necesaria para reemplazarlas.

Cuando de repente aparece un mago vestido de abeja y le dice: - he escuchado tu deseo, como soy el mago de la miel y sé que cuidas muy bien de tus abejas te lo he de conceder...

Con apenas un parpadeo de ojos aparece una maquina llamada "beeswax mega machine". El apicultor sorprendido le comenta: - gracias mago de la miel, pero ¿cómo funciona esto?...

- El mago: tranquilo mi querido amigo que la “beeswax mega machine” solo necesitas colocar la cera a trabajar y darle al botón de encendido, y mientras tú descansas viendo televisión ella hará todo el trabajo por ti.
- Luego el mago se dirige al público y dice: - ¿y tú?, ¿Si ya estás cansado de hacer la misma rutina todos los días y no puedes disfrutar de un tiempo libre?, no dudes en llamar al número que ves en pantalla y ordena ya el “beeswax mega machine” y disfruta de un total confort mientras te relajas... LLAMA YA...

### **3.4.5 TORMENTA DE IDEAS**

Para la tormenta de ideas se fusionaron las dos que se realizaron, tanto en CORPIVENSA como la que se realizó en clase, teniendo en cuenta que la tormenta realizada en clase fue de una perspectiva diferente a la que se realizó en CORPIVENSA, dado a que la visión de ese grupo de trabajo es más técnica y la del salón es más amplia. Fueron catalogadas simultáneamente para su análisis por separado de la siguiente manera:

- Necesarias para investigación de otro campo y descartadas.
- Proceso de calentamiento.
- Proceso de filtrado.
- Proceso de laminado.

### **LLUVIA DE IDEAS**

Necesarias para investigación de otro campo y otras ideas descartadas.

- Utilizar energía nuclear para fundir la cera.
- Adquirir las piezas de los diseños utilizados y ensamblarlos en el país.
- Utilizar una imitación china.
- Usar compuestos químicos para fundir la cera.
- Comprar los paneles hechos ya.
- Usar cera plástica.
- Dejar la cera al sol en el asfalto.
- Utilizar Bombillos.
- Utilizar un soplete.
- Utilizar un pistón.
- Utilizar el calor que libera los aires acondicionados.
- Echarle Gasolina a la cera.

- Utilizar un mecanismo con lupas para fundir la cera.
- Usar un microondas.
- Utilizar un molde calentador con una resistencia.
- Utilizar un Horno para fundir la cera.
- 

Proceso de calentamiento.

- Usar Paneles Solares.
- Utilizar un evaporador adicional y conectarlo al tanque.
- Recurrir a una resistencia de inmersión para calentar el agua.
- Con una resistencia de banda que caliente el tanque.
- Utilizar una resistencia Tubular en contacto directo con la cera.
- Usar resistencias planas pegadas una pared del tanque.
- Recurrir a un reverbero para calentar el tanque.
- Usar un quemador para calentar el tanque.

Proceso de filtrado

- Filtrar la cera con colador de malla.
- Utilizar un filtro Auto limpiante.
- Usar papel o bolsa de filtro.
- Con un filtro de cartucho.

Proceso de estampado de láminas.

- Recurrir a un equipo de inyección de plástico.
- Utilizar rodillos estampadores.
- Usar moldes de cera plástica.
- Verter la cera fundida directamente en los rodillos.
- Presionar la cera contra un molde y adquiriera la forma de la lámina.

### **3.5 Fase de decisión**

En esta fase lo que buscamos es filtrar toda la gama de ideas de la fase creativa, y para nuestro filtrado usamos una matriz de decisión donde a través de criterios de selección, requerimientos y limitaciones vamos seleccionando las ideas más aceptables para así dar paso al cálculo de nuestro diseño más óptimo.

### 3.5.1 Criterios de selección

Primeramente expondremos nuestros criterios de selección, los cuales tienen la finalidad de darnos un conjunto de normas que se tienen que cumplir para lograr lo deseado en nuestro diseño, entre los cuales podemos tomar en cuenta los siguientes:

- **Seguridad:** Siguiendo las normas ya establecidas por los diferentes organismos competentes al tema.
- **Volumen de producción:** Dado una velocidad y cantidad de producto con lo que se trabaja simultáneamente.
- **Sencillez:** Se busca que la manipulación de la máquina sea amigable para el operador.
- **Mantenimiento:** que sea fácil mantener la máquina operativa.
- **Calidad del producto:** Mantenimiento de la calidad del producto desde sus inicios hasta el final del proceso.
- **Espacio:** Ocupar el menor espacio posible
- **Economía:** de fácil bajo costo con respecto a los equipos que ya existen.
- **Ergonomía:** Higiene y comodidad del operador.

Consecutivamente compararemos cada criterio entre ellos para así conseguir un nivel de importancia o prioridad que existen entre estos. Cada criterio se irá comparando con cada uno de los existentes y se colocará cero (0) cuando un criterio ubicado en la columna no tenga una importancia superior al comparativo ubicado en la Fila, y uno (1) cuando un criterio sea prioritario que el comparativo.

	Seguridad	Volumen de producción	Sencillez	Mantenimiento	Calidad del producto	Espacio	Economía	Ergonomía
Seguridad		0	0	0	0	0	0	0
Volumen de producción	1		0	1	1	0	1	1
Sencillez	1	1		1	1	1	0	1
Mantenimiento	1	0	0		1	0	0	1
Calidad del producto	1	0	0	0		0	0	0
Espacio	1	1	0	1	1		1	1
Economía	1	0	1	1	1	0		1
Ergonomía	1	0	0	0	1	0	0	
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>5</b>

Tabla 14 Cuadro comparativo

El orden de prioridad será:

CRITERIO	PUNTUACIÓN
Seguridad	7
Calidad del producto	6
Ergonomía	5
Mantenimiento	4
Volumen de producción	2
Economía	2
Espacio	1
Sencillez	1
SUMA	28

Tabla 15 Orden de los criterios de selección

Ya establecidas las prioridades de cada criterio, se realiza una tabla comparativa para cada proceso, donde serán comparadas cada idea propuesta con la finalidad de encontrar la solución más viable, para la satisfacción de nuestra problemática inicial cumpliendo con nuestros criterios de selección.

La puntuación será calculada de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 \text{Puntuación} = & \text{Criterio 1} \times (1 + 0,25) + \text{Criterio 2} \times (1 + 0,21) + \text{Criterio 3} \times (1 + 0,17) \\
 & + \text{Criterio 4} \times (1 + 0,14) + \text{Criterio 5} \times (1 + 0,07) + \text{Criterio 6} \times (1 + 0,07) \\
 & + \text{Criterio 7} \times (1 + 0,03) + \text{Criterio 8} \times (1 + 0,03)
 \end{aligned}$$

(3.1)

Donde la puntuación está dada por la suma de las multiplicaciones de cada ponderación de cada criterio por la suma de 1 más el porcentaje de importancia de cada criterio.

### Proceso de calentamiento

	Seguridad	Calidad del producto	Ergonomía	Mantenimiento	Volumen de producción	Economía	Espacio	Sencillez	Puntuación Total
Idea 1	3	1	2	2	3	3	2	3	21,215
Idea 2	3	2	2	2	3	0	2	3	19,216
Idea 3	3	3	3	2	3	3	3	3	25,931
Idea 4	2	3	3	2	3	2	3	3	23,538
Idea 5	3	3	2	2	3	3	2	3	23,645
Idea 6	2	3	2	2	3	2	3	3	22,360
Idea 7	2	3	2	2	3	2	2	2	20,288
Idea 8	2	3	2	2	3	2	1	2	19,252

Tabla 16 Comparación de los criterios de selección proceso de calentamiento.

### Proceso de Filtrado

	Seguridad	Calidad del producto	Ergonomía	Mantenimiento	Volumen de producción	Economía	Espacio	Sencillez	Puntuación Total
Idea 1	3	3	3	3	3	3	3	3	27,002
Idea 2	3	2	2	2	3	2	3	3	22,394
Idea 3	3	3	2	2	3	3	3	2	23,645
Idea 4	3	2	2	2	3	3	3	3	23,466

Tabla 17 Comparación de los criterios de selección proceso de filtrado.



## Proceso de estampado de láminas

	Seguridad	Calidad del producto	Ergonomía	Mantenimiento	Volumen de producción	Economía	Espacio	Sencillez	Puntuación Total
Idea 1	2	1	1	2	3	2	2	3	17,715
Idea 2	2	1	3	3	3	3	2	2	21,250
Idea 3	3	2	3	3	2	2	2	2	21,573
Idea 4	3	3	3	2	3	2	2	3	23,752
Idea 5	3	2	3	2	1	2	2	2	19,359

Tabla 18 Comparación de los criterios de selección proceso de estampado de láminas.

**Las propuestas ganadoras de cada sistema fueron:**

### Proceso de calentamiento

- Utilizar una resistencia de inmersión.

### Proceso de Filtrado

- Filtrar la cera con colador de malla.

### Proceso de estampado de láminas

- Verter la cera fundida directamente en los rodillos.

### **3.5.2 Análisis morfológico**

Gracias a la fase de decisión logramos obtener una propuesta concreta y asertiva, en la cual nos enfocaremos para conseguir los componentes necesarios para su correcto funcionamiento. Dicho esto, hacemos una lista de despiece de nuestro diseño, para tener en cuenta cada pieza que estará involucrada y que necesitaremos, tales como:

- Tanque fundidor de cera.
- Malla de filtración.
- Resistencia de inmersión.
- Bomba de lubricación.
- Depósito de lubricante.
- Motor eléctrico.
- Rodillos estampadores.
- Cuchillas de corte.
- Soporte estructural.
- Tuberías y accesorios.

## **CAPITULO IV**

## 4.- CALCULOS

### 4.1 Diseño del tanque fundidor de cera

Este tanque contará con la capacidad de fundir, filtrar y verter la cera en estado líquido en los rodillos estampadores. La geometría con la cual contará este tanque viene dada por:

Una lámina comercial tiene como medidas 1,22 m x 2,44 m, de donde obtenemos las medidas máximas que puede tener un cilindro optimizado para el uso de una sola lamina al momento de su fabricación.

Tomando como perímetro la medida de 2,44 m y la altura de 1,22 m tenemos:

$$R = \frac{s}{2\pi} \quad \text{Ecuación (4.1.1)}$$

Donde:

- R: radio del cilindro.
- S: perímetro del cilindro.

Para las medidas de la lámina tenemos que el radio máximo que se puede obtener será:

$$R = \frac{s}{2\pi} = \frac{2,44m}{2\pi} = 0,28 m.$$

Se tomó un volumen total de  $0,160 m^3$ , con el cual el cilindro quedó definido con un radio de 0,28 m y una altura de:

$$H_{cilindro} = \frac{V_{cilindro}}{\pi * R_{cilindro}^2} \quad \text{Ecuación (4.1.2)}$$

Donde:

- $H_{cilindro}$ : altura del cilindro.
- $V_{cilindro}$ : volumen del cilindro.
- $R_{cilindro}$ : radio del cilindro.

Sustituyendo los valores, nos queda:

$$H_{cilindro} = \frac{0,138 m^3}{\pi * (0,28m)^2} = 0,65 m.$$

La cera será suministrada de manera manual por medio del operador y el cálculo de la masa viene dado por:

$$\text{Densidad de la cera} = \rho_{cera} = 985-970Kg/m^3$$

Las medidas para una lámina de una colmena Langstroth son 42cm x 20cm x 0,2cm.

$$Volumen_{lamina} = 42cm * 20cm * 0.2cm = 168 cm^3 = 0.000168 m^3 \quad \text{Ecuación (4.1.3)}$$

La masa de cera por lámina nos queda:

$$M_{laminas} = \rho * Volumen_{Lamina} \quad \text{Ecuación (4.1.4)}$$

$$M_{laminas} = 970kg/m^3 * 0.000168 m^3 = 0.16296 Kg \text{ de cera}$$

Como cada alza de la colmena Langstroth tiene 10 cuadros, el volumen total de los cuadros viene dado por:

$$Volumen_{ALZAS} = 168 cm^3 * 10 Laminas = 1680 cm^3. \quad \text{Ecuación (4.1.5)}$$

Para una cantidad de trabajo de 10 colmenas y con un total de 5 alzas por colmena, conseguimos la masa de trabajo diaria:

$$Volumen \text{ de cuadros} = volumen \text{ alzas} * 5 \text{ alzas} * 10 \text{ colmenas} \quad \text{Ecuación (4.1.6)}$$

$$Volumen \text{ de cuadros} = 0,084 m^3$$

Masa de cera de trabajo:

$$M_{trabajo \text{ teorico}} = \rho * Volumen_{Cuadros} = \frac{970kg}{m^3} * 0.084m^3 \quad \text{Ecuación (4.1.7)}$$

$$M_{trabajo \text{ teorico}} = 81,48kg.$$

Para esa cantidad de masa la dividimos en dos jornadas de trabajo de la maquina:

$$M_{trabajo \text{ teorico}} = 40,74 kg.$$

Para dejar una holgura en el diseño tomamos como masa de trabajo:

$$M_{trabajo} = 45 kg \text{ de cera.}$$

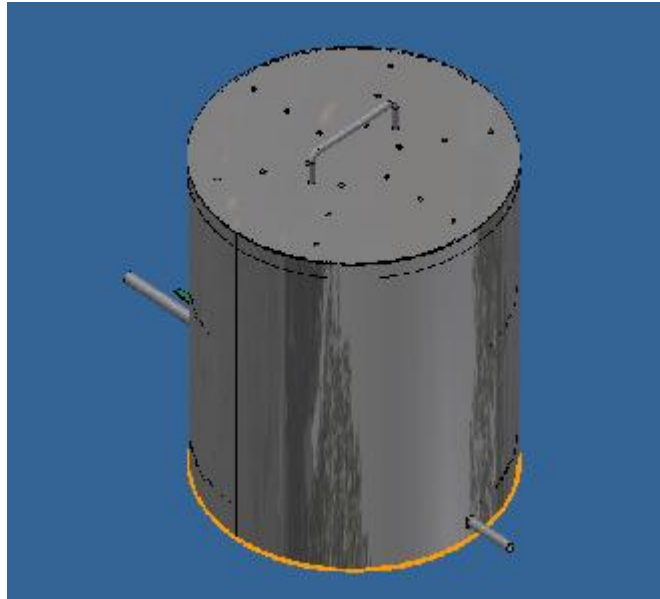


Figura 4.1. Tanque fundidor  
Fuente: autor.

Para el cálculo de la carga térmica del tanque necesaria para fundir la cera tenemos:

$$Q_{sensible} + Q_{latente} + Q_L = m_{vapor} * h_{fg} = Q_{suministrado} \quad \text{Ecuación (4.1.8)}$$

Donde:

$$Q_{sensible} = m_{trabajo} * h_{fg} = \text{calor sensible} \quad \text{Ecuación (4.1.9)}$$

$$Q_{latente} = m_{trabajo} * C_p * \Delta T = \text{calor latente} \quad \text{Ecuación (4.1.10)}$$

- $m_{vapor}$  = masa de vapor necesaria para fundir la cera.
- $h_{fg}$  = diferencia de entalpías de saturación del agua.
- $Q_{suministrado}$  = calor suministrado para fundir la cera.

$$Q_L = h * A_{tanque} * \Delta T_{agua} * t \quad \text{Ecuación (4.1.11)}$$

- $Q_L$  = pérdida de calor latente del agua al evaporarla.

Con la correlación Mc Adams encontramos:

$$h = 5,7 + (3,8 * V) \quad \text{Ecuación (4.1.12)}$$

- $V_{vapor}$  : velocidad del vapor, el cual lo definimos en 1,5 (m/s)
- $A_{tanque}$  : área transversal del tanque.
- $\Delta T$  : diferencia de temperatura.

De una investigación hecha por S. D. Sharma y Kazunobu Sagara para el grupo Taylor y Francis, titulada "latent heat storage materials and systems", obtenemos el calor latente de la cera al ser fundida, el cual es:

$$Q_{latente} = 177 \text{ kJ / kg}$$

Calculando tenemos:

$$h = 11,4 \text{ w/m}^2\text{k}$$

$$A_{tanque} = 0,2463 \text{ m}^2$$

$$\Delta T_{agua} = 100^\circ - 25^\circ = 75^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{cera} = 70^\circ - 25^\circ = 45^\circ\text{C}$$

$$t = 1800 \text{ seg}$$

$$Q_L = 379,057 \text{ kJ}$$

Despejando la masa de vapor de la ecuación (4.1.6) y calculando, nos queda:

$$m_{vapor} = \frac{(m_{trabajo} * C_{p_{cera}} * \Delta T_{cera}) + (m_{trabajo} * h_{fg}) + Q_L}{h_{fg}} \quad \text{Ecuación (4.1.13)}$$

$$C_p \text{ de la cera} = 3,4 \text{ kJ/kg}$$

Introduciendo los valores respectivos en la ecuación (4.1.11), conseguimos la masa de vapor necesaria para el proceso de fundición:

$$m_{vapor} = 4,2 \text{ kg.}$$

Para el flujo de vapor tenemos:

$$\dot{m}_{vapor} = \frac{m_{vapor}}{t_{operaci\ \acute{o}n}} \quad \text{Ecuación (4.1.14)}$$

Donde:

- $t_{operaci\ \acute{o}n}$  = tiempo de operaci3n de la maquina
- Sustituyendo los valores respectivos en la ecuaci3n (4.1.12), obtenemos:

$$\dot{m}_{vapor} = 0,0268 \text{ kg/seg}$$

#### 4.1.1 Ductos

Para el c3lculo de los ductos, tenemos:

$$\sum A_{ducto} = \frac{\dot{m}_{vapor} * v}{V_{vapor}} \quad \text{Ecuaci3n (4.1.15)}$$

Donde:

- $\sum A_{ducto}$  : 3rea transversal m3nima de los ductos de vapor.
- $v$  : volumen espec3fico del vapor.

Sustituyendo los valores pertinentes en la ecuaci3n (4.1.13), nos queda:

$$\sum A_{ducto} = 0,0298 \text{ m}^2$$

Para fines de dise1o y una mejor distribuci3n del vapor en toda el 3rea del tanque, se colocaron tres (3) ductos de vapor, los cuales tienen las siguientes dimensiones:

- AISI 316 L Schedule 10
- Dimensión nominal: 2" ½
- Espesor: 3,05 mm
- Peso: 5,34 kg/m
- Longitud: 73,025 mm

Estos ductos estarán clausurados en la parte superior por una tapa soldada, con la finalidad de que la cera en estado líquido no sea introducida hacia el depósito de agua, tendrán una descarga de vapor mediante varios agujeros en la parte superior perimetral, y en la parte inferior, habrá una tapa donde a medida que vaya cambiando la cera de fase sólido a líquido, se irá depositando encima de esta para luego ser distribuida hacia los rodillos estampadores. En la figura (59) podemos apreciar el ensamble de la tapa ducto.

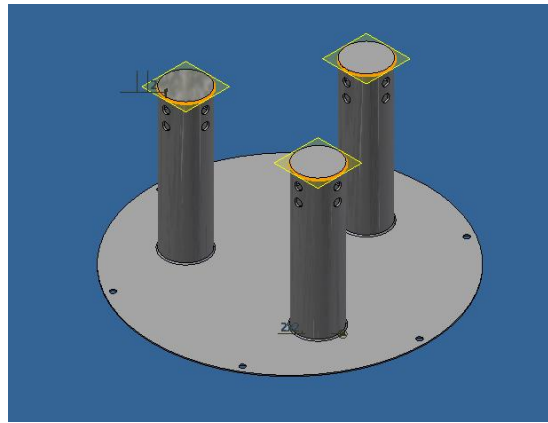


Figura 4.2 Tapa ducto de vapor.  
Figura Fuente: autor.

Para el cálculo de la resistencia de inmersión necesaria realizamos la sustitución de los respectivos valores de la ecuación (4.1.6), dándonos como resultado:

$$Q_{suministrado} = 9479,4 \text{ kJ}$$

Para el flujo de calor suministrado tenemos:

$$\dot{Q}_{suministrado} = 5,266 \text{ kW}$$

Esto quiere decir, que la resistencia a utilizar en el proceso será de seis kilovatios (6 kW), para dejar una holgura en cuanto a su funcionamiento y no tenga que trabajar a su máxima capacidad, dándonos seguridad y confiabilidad en cuanto a su vida útil en operación.

#### 4.1.2 Espesor del tanque

En cuanto al cálculo del espesor del tanque, sabemos:

- Trabaja a presión atmosférica (101 kPa; 14,648 psi).



- Tendrá un diámetro de 0,56 m.
- Dispondrá de una altura de 0,65 m.

Las normas no prescriben la magnitud del margen de corrosión, con excepción para recipientes con un espesor menor a 0,25 pulgadas, que han de utilizarse para servicio de agua, vapor o aire comprimido, para los cuales indica un margen de corrosión no menor de la sexta parte del espesor de la placa calculado. No es necesario que exceda de un cuarto de pulgada según la norma UCS-25, (código ASME sección VIII División 1).

Para recipientes de desgaste predecible por corrosión, la vida del recipiente será la que determine el margen y si el efecto de corrosión es indeterminado el margen será definido por el diseñador. Por lo general para un desgaste supuesto de 1/16 pulgadas en 12 años es satisfactorio para recipientes y tuberías.

Para el cálculo de la presión de trabajo, tenemos:

$$P_{trabajo} = \rho_{agua} * g * H_{cilindro} \quad \text{Ecuación (4.1.16)}$$

Donde:

- $\rho_{agua}$  : densidad del agua ( $\frac{kg}{m^3}$ ).
- $g$  : interacción gravitatoria ( $\frac{m}{s^2}$ ).
- P: Presión (Pa).

El valor de la densidad del agua ( $996 \text{ kg/m}^3$ ) para una temperatura de  $28^\circ \text{ C}$ .

Sustituyendo los valores respectivos en la ecuación (4.1.16), nos queda:

$$P_{trabajo} = 996 \frac{kg}{m^3} * 9.81 \frac{m}{s^2} * 0.65 m = 6351 Pa = 0.921 psi$$

Al momento de realizar el diseño, se recomienda utilizar una presión de trabajo mayor que la de operación. La norma nos recomienda para satisfacer este requisito se suma una presión de 30 psi si la presión de trabajo es menor o igual a 300 psi o el 10% si es superior a 300 psi la presión de trabajo obtenida teóricamente.

Para nuestro caso de diseño sumaremos los 30 psi, quedándonos la presión de diseño en 30,921 psi.

Se utilizaron los procedimientos y las fórmulas de diseño de las normas de ASME Code for Pressure Vessels, sección VIII, división 1, además de los datos de otras fuentes de aceptación general que no están percibidos por dichas normas. Fueron escogidos los

métodos más frecuentes, utilizados en la práctica al momento de diseñar que se describen en las normas (Megyesy, 1992).

#### 4.1.2.1 Análisis de esfuerzo del tanque

A continuación mostraremos análisis de esfuerzos que ya fueron presentando su tesis López (2012) para un tanque cilíndrico el cual es utilizado para el cálculo de los espesores bajo diferentes criterios y se seleccionara el espesor mayor requerido por la aplicación.

- $V$ : Volumen del tanque.
- $L$ : Longitud del tanque.
- $D_{Tanque}$  : Diámetro del tanque.
- $h_{tanque}$  : Altura del tanque
- $e$ : Espesor
- $\varphi$ : Factor de seguridad = 2.5
- $S_y$ : Fluencia del acero inoxidable= 205 MPa.

El calcula las fuerzas en 3 planos de corte, y halla los diferentes esfuerzos máximos según cada caso.

Para el corte 1-1

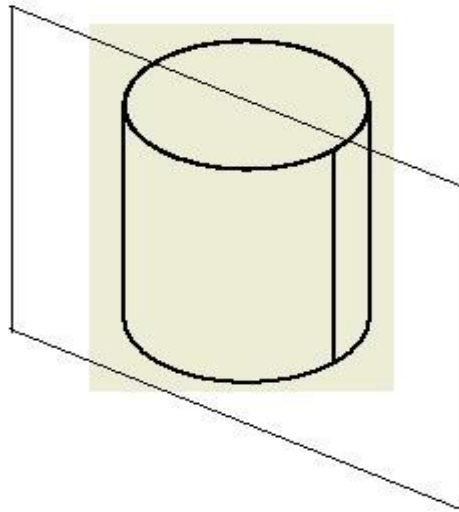


Figura 4.3 Corte de plano 1-1

Fuente: autor

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = P * D * H$$

Ecuación (4.1.17)

Conocido el área donde actúan las fuerzas, el esfuerzo tangencial que actúa tangente aunque es de tipo normal aplicado en el borde del tanque como se aprecia en la figura sería

$$\sigma_T = \frac{F}{A} = \frac{PDH}{2eH} = \frac{PD}{2e}$$

Ecuación (4.1.18)

Corte 2-2

Por simetría con el plano de corte 1-1 como se muestra en el esquema de arriba, se da, que el esfuerzo tangencial es el mismo.

Corte 3-3

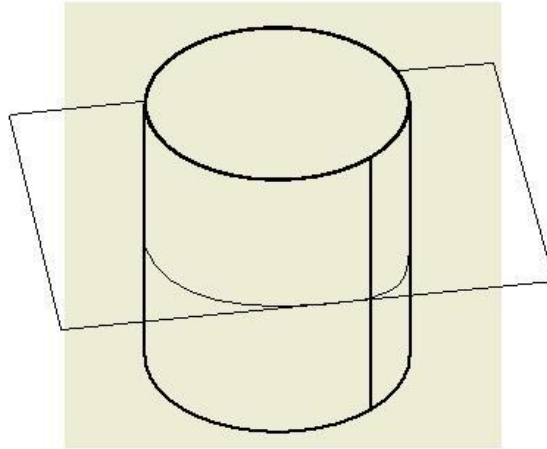


Figura 4.4. Plano de corte 3-3

Fuente: autor

$$\sigma_L = \frac{F}{A} = \frac{PD}{4e}$$

Ecuación (4.1.19)

Según la teoría de fallas para los materiales se tiene que la matriz de esfuerzos principales son:

$$\begin{bmatrix} \sigma_T & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_L & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \sigma_I = 0; \sigma_{II} = \sigma_L; \sigma_{III} = \sigma_T.$$

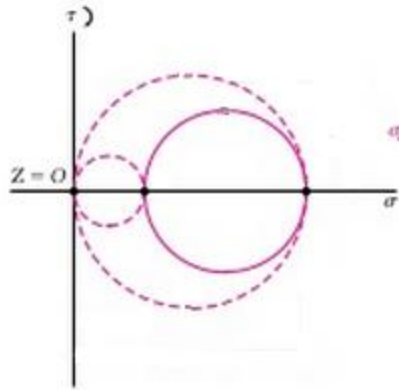


Figura 4.5 Diagramas de círculos de Mott.  
Fuente los autores.

A continuación se calculara el espesor bajo diferentes criterios.

#### 4.1.2.1.1 Cortante Máximo

$$T_{max} = \frac{\sigma_{III} - \sigma_I}{2} \quad \text{Ecuación (4.1.20)}$$

$$\frac{\sigma_T}{2} \leq \frac{S_y}{2 * \varphi} \quad \text{Ecuación (4.1.21)}$$

$$\frac{1}{2} * \left( \frac{P * D}{2 * e} \right) \leq \frac{S_y}{2 * \varphi}.$$

$$e \geq \frac{P * D * \varphi}{2 * S_y} \quad \text{Ecuación (4.1.22)}$$

$$e \geq \frac{213192,79 \text{ Pa} * 0,56 \text{ m} * 0,5}{2 * 205 * 10^6 \text{ Pa}} = 1.456 * 10^{-4} \text{ m} = 0,15 \text{ mm}.$$

#### 4.1.2.1.2 Corte Octaedral

$$\tau_{oct} = \frac{1}{3} * \sqrt{(\sigma_I - \sigma_{III})^2 + (\sigma_{II} - \sigma_{III})^2 + (\sigma_I - \sigma_{II})^2} \leq \frac{\sqrt{2}}{3} * \frac{S_y}{\varphi} \quad \text{Ecuación (4.1.23)}$$

$$\tau_{oct} = \frac{1}{3} * \sqrt{(\sigma_L)^2 + (\sigma_L - \sigma_T)^2 + (\sigma_T)^2} = \frac{1}{3} * \sqrt{2(\sigma_L^2 - \sigma_L * \sigma_T + \sigma_T^2)}.$$

$$\frac{1}{3} * \sqrt{2 \left( \frac{PD^2}{4e^2} - \frac{PD^2}{8e^2} + \frac{PD^2}{4e^2} \right)}.$$

$$\frac{1}{3} * \frac{\sqrt{3}}{2} * \frac{PD}{e} \leq \frac{\sqrt{2}}{3} * \frac{S_y}{\varphi}.$$

$$\frac{\sqrt{3} * P * D}{2 * 3 * e} \leq \frac{\sqrt{2}}{3} * \frac{S_y}{\varphi}.$$

$$e \geq \frac{P * D * \varphi * \sqrt{6}}{4 * S_y} \quad \text{Ecuación (4.1.24)}$$

$$e \geq \frac{213192,79 \text{ Pa} * 0,56 \text{ m} * 2,5 * \sqrt{6}}{4 * 205 * 10^6 \text{ Pa}}$$

$$e \geq 8,9158 * 10^{-4} \text{ m} = 0,891 \text{ mm}.$$

#### 4.1.2.1.3 API 650

$$e_1 = \frac{4,9 * D * (H - 0,3) * G}{S_y} + CA \quad \text{Ecuación (4.1.25)}$$

- $G$ : Gravedad Especifica = 0,95
- $CA$ : Corrosion admisible =  $\frac{1}{16}$  Pulg = 1,5875 mm

$$e_1 = \frac{4,9 * 0,56 \text{ m} * (0,65 \text{ m} - 0,3) * 0,95}{205 * 10^6 \text{ Pa}} + 1,5875 \text{ mm} = 4,45 * 10^{-6} \text{ mm} + 1,5875 \text{ mm} = 1,5875 \text{ mm}.$$

#### 4.1.2.1.4 ASME VII-2

##### Esfuerzo tangencial

$$e = \frac{P * R}{S_y * E - 0,6 * P} \quad \text{Ecuación (4.1.26)}$$

- $E = 0,6$  Junta a tope sin radiografiar

$$e = \frac{213192,79 \text{ Pa} * 0,28 \text{ m}}{205 * 10^6 \text{ Pa} * 0,6 - 0,6 * 213192,79 \text{ Pa}}$$

$$e = e_1 + \text{Corrosion permitida} \quad \text{Ecuación (4.1.27)}$$

$$e = 0,485 \text{ mm} + 1,5875 \text{ mm} = 2,0725 \text{ mm}.$$

##### Esfuerzo longitudinal

$$e = \frac{P * R}{2 * S_y * E + 0,4 * P} \quad \text{Ecuación (4.1.28)}$$

$$e = \frac{213192,79 \text{ Pa} * 0,28 \text{ m}}{2 * 205 * 10^6 \text{ Pa} * 0,6 - 0,4 * 213192,79 \text{ Pa}}$$

$$e = 0,242 \text{ mm} + 1,5875 \text{ mm} = 1,8295 \text{ mm}.$$

### 4.1.3 Proceso de Filtrado

Para el proceso de filtrado utilizamos una malla mesh 10, la cual tiene una luz de malla de 2,24 mm. Estará sostenida por un par de anillos de acero inoxidable para darle rigidez, tal como se muestra en la siguiente figura (63).

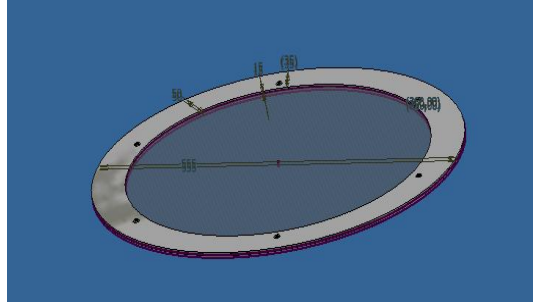


Figura 4.6. Malla de filtrado de cera.

Fuente: Los autores.

El tanque contará con una tapa removible, hecha en acero inoxidable, con la finalidad de poder introducir por la parte superior la cera a trabajar. Esta tapa contará con una serie de agujeros en la parte superior como se muestra en la figura (64) para poder asegurar que la presión interna, que es atmosférica, se mantenga constante.

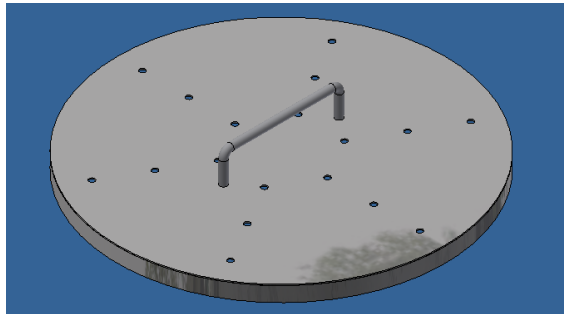


Figura 4.7. Tapa del tanque fundidor de cera.

Figura Fuente: autor.

## 4.2 Diseño de los rodillos estampadores

Calculamos la cantidad de láminas que se producen con esa masa de trabajo por medio de una regla de tres:

Si, 0.16296 kg de cera equivalen a 1 lamina estampada de cera, 45 kg corresponden a 276.14 láminas. Con un tiempo de trabajo de una hora y un ancho de veinte centímetros (20 cm) calculamos la velocidad de producción:

$$\begin{aligned} V &= \text{Ancho de lamina} * \text{Producción de láminas por hora} && \text{Ecuación (4.2.1)} \\ &= 20 \frac{\text{cm}}{\text{lamina}} * 276,14 \frac{\text{lamina}}{\text{hora}} = 5522,8 \frac{\text{cm}}{\text{hora}} \end{aligned}$$

Haciendo una conversión de unidades, nos queda:

$$V = 5522,8 \frac{cm}{hora} * \frac{1}{60} \frac{hora}{min} * \frac{1}{60} \frac{min}{seg} = 1,53 \text{ cm/seg}$$

Gaskell's (1959) y Mckelvey (1962) propusieron el siguiente modelo utilizando un análisis newtoniano, hicieron las siguientes suposiciones:

- El flujo es simétrico entre los dos rodillos, se encuentra en estado estacionario y es laminar.
- Es un fluido incomprensible.
- No existe deslizamiento entre el fluido y los rodillos.
- El radio del rodillo es mucho mayor que la distancia entre los rodillos, por lo que se puede suponer que el flujo está fluyendo entre placas paralelas.

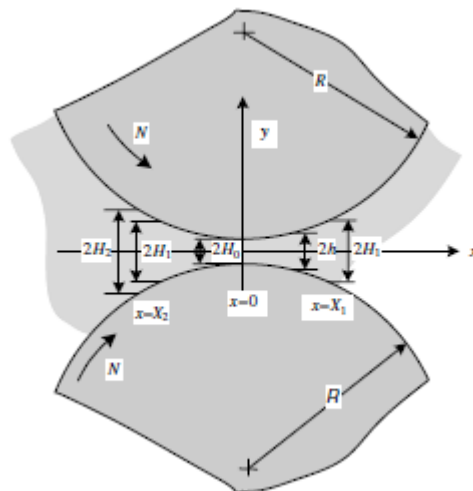


Figura 4.8 Modelo de Gaskell's y Mckelvey.

Fuente: Tadmor y Gogos Principes of Polymer processing segunda edición.

La figura (65) presenta dos rodillos idénticos de radios  $R$ , que giran en direcciones opuestas, la Distancia mínima entre ellos es  $2H_0$ . Suponiendo que el polímero se distribuye uniformemente en contacto con la masa de rodillo de largo  $W$ , es una posición  $X_2$ , siendo  $X_2 < 0$ , los rodillos entran en contacto con la masa la masa fundida del polímero y en esta posición empieza a ser arrastrada por los rodillos.

En una posición  $X_1$ , siendo  $X_1 > 0$  la masa fundida se separa de los rodillos, suponiendo que los puntos  $X_2$  y  $X_1$ , la presión son atmosféricos, alcanzando una presión máxima en el punto donde la distancia entre los rodillo es mínima  $X = 0$ .

Proponen para el cálculo de la velocidad del fluido ( $V_d$ ), de la siguiente forma:

$$V_d = R * \omega \quad \text{Ecuación (4.2.2)}$$

Donde:

- R: es el radio de los rodillos.
- $\omega$  : es la velocidad angular.

Para una velocidad de fluido de 1,25 cm/s, y un radio de 8,5 cm que es lo utilizado generalmente en los equipos comerciales, obtenemos:

$$\omega = \frac{V_d}{R} = \frac{1,25 \frac{cm}{s}}{8,5 cm} = 0,147 \frac{rad}{s} = 1.38 \text{ rpm.}$$

La siguiente ecuación suele ser utilizada para hallar la velocidad en cualquier punto entre los rodillos:

$$V(x) = V_d - \frac{1}{2\eta} \frac{dP}{dx} * (h^2 - y^2). \quad \text{Ecuación (4.2.3)}$$

Donde:

- h: a la mitad de la distancia entre los dos rodillos a una distancia x.
- $\frac{dP}{dx}$  = Gradiente de presión.
- y: es la distancia del eje de simetría entre los rodillos.
- $\eta$ : es la viscosidad.
- $H_0$ : es la mitad de la distancia entre los rodillos cuando estos están más próximos entre sí.

El gradiente de presión está definido de la siguiente forma

$$\frac{dp}{dx} = \frac{12\eta * V_d * R^3 * (H_0 - h) + 12\eta * V_d * R^2 * x^2}{(R * H_0 + x^2)}. \quad \text{Ecuación (4.2.4)}$$

Haciendo cero el diferencial de presión obtenemos que:

$$x_{1,3} = \pm \sqrt{R * (h - H_0)}. \quad \text{Ecuación (4.2.5)}$$

Donde  $x_3$  es el punto donde la presión es máxima y  $x_1$  es donde  $h = H$ , el punto de separa la masa de fundida de los rodillos.

El flujo volumétrico ( $Q$ ) que nos muestra a que rapidez es producido el producto es calculado de la siguiente manera:

$$Q = 2H * W * V_d. \quad \text{Ecuación (4.2.6)}$$

Donde:

- H: La mitad de la altura de la masa, donde se separa esta de los rodillos.



- $W$ : es el ancho de la hoja que se está produciendo

$$Q = 2H * W * V_d = 2 * 0.1cm * 64cm * 1,53 \frac{cm}{s} = 19,584 \frac{cm^3}{s}.$$

En el Libro Tadmor y Gogos Principles of Polymer processing segunda edición.

Hallan una relación entre  $x$  y  $h$  de la siguiente forma:

$$\frac{h}{H_0} = 1 + p^2 \quad \text{Ecuación (4.2.7)}$$

Donde:

$$p^2 = \frac{x^2}{2 * R * h_0} \quad \text{Ecuación (4.2.8)}$$

En  $x = 0$  en  $h_0$ , y “ $y$ ” aumenta hacia la derecha

La siguiente ecuación es para la fuerza, causada por el fluido, que actúa para separar los dos rodillos de

$$F = \frac{3\eta V_d R W}{4 * h_0} * G(\lambda). \quad \text{Ecuación (4.2.9)}$$

Es fundamental que esta fuerza de separación del rodillo se tan baja como sea posible. A partir de la ecuación se puede observar que para hacer esto la viscosidad, velocidad, radio del rodillo y el ancho de la hoja necesitan ser disminuidos y la distancia entre los rodillos debe ser aumentada.

La entrada de potencia total en ambos rodillos:

$$P_w = 3 * \eta * W * V_d^2 * \sqrt{\frac{2 * R}{h_0}} * f(\lambda). \quad \text{Ecuación (4.2.10)}$$

Al igual que con la fuerza y la presión, para disminuir la potencia, es necesario reducir la viscosidad, la velocidad del rodillo, el ancho y el radio del rodillo, y la distancia entre los rodillos debe ser aumentada. La ecuación muestra que la potencia de entrada es más dependiente de la velocidad, por lo que para disminuir dicha potencia, la manera más eficaz es disminuir la velocidad del rodillo. A pesar de que esto disminuirá la producción, en la ecuación 4.2.6 se muestra que la salida se ve menos afectada por un cambio en la velocidad que la potencia.

Las dos funciones en las ecuaciones 4.2.9 y 4.2.10 son:

$$f(\lambda) = (1 - \lambda^2) * (\tan^{-1} \lambda - \tan^{-1} p_2) - \frac{(\lambda - p_2) * (1 - p_2 * \lambda)}{1 + p_2^2} \quad \text{Ecuación (4.2.11)}$$

$$G(\lambda) = \frac{\lambda - p_2}{1 + p_2^2} * (-p_2 - \lambda - 5\lambda^3 * (1 + p_2^2)) + (1 - 3\lambda^2) * (\lambda * \tan^{-1} \lambda - p_2 * \tan^{-1} p_2)$$

Ecuación (4.2.12)

Donde:

$$\lambda^2 = \frac{X_2^2}{2 * R * h_0}$$

Ecuación (4.2.13)

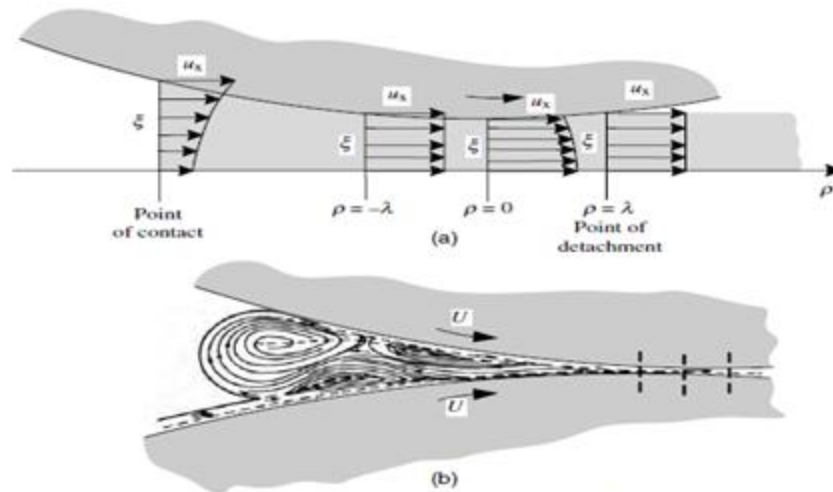


Fig. 6.25 (a) Velocity profiles between rolls for  $\lambda^2 = 0.1$  from Eq. 6.4-25. At  $\rho = \pm\lambda$  velocity profiles are flat (plug type flow) because pressure gradients vanish at these locations. At  $\rho = -2.46\lambda$  the melt comes in contact with the rolls and the velocity profile indicates a pressure rise in the direction of flow.

Figura 4.9 Perfiles de velocidad entre los rodillos dado un  $\lambda^2$  de 0,1.  
Figura Fuente Tadmor y Gogos Principles of Polymer processing.

Haciendo  $\lambda^2 = 0.1 \rightarrow \lambda = 0,3162$

Sustituimos en de la ecuación (4.2.13) y obtenemos:

$$\frac{H - H_0}{H_0} = 0,2.$$

$$H = 1,2 * H_0 \rightarrow H_0 = \frac{H}{1,2} = \frac{1 \text{ mm}}{1,2} = 0,833 \text{ mm.}$$

Ecuación (4.2.14)

Sustituimos en la ecuación (4.2.5)

$$x = \pm \sqrt{2R * (H - H_0)} = \sqrt{2 * 8,5 * (1 - 0,833)} = 1,6849 \text{ mm.}$$

Para  $p = -2.46 \lambda$  el fluido derretido entraría en contacto el rodillo y seria el punto en que este empezaría arrastrado por él, se sustituye el valor de  $\lambda$  y obtenemos:

$$-2.46 * (0,3162) = -0.7779 = p.$$

Introducimos en valor hallado de  $p$  de la ecuación (4.2.8) y despejamos  $x$  y obtenemos:

$$x_2 = -\sqrt{p^2 * 2 * R * h_o} = -\sqrt{0.605^2 * 2 * 8,5 * 0.833} = -2.927 \text{ mm}$$

Luego introducimos el valor de las constantes en las ecuaciones (4.2.11) y (4.2.12) y nos quedaría:

$$f(\lambda) = (1 - 0.1) * (\tan^{-1} 0.3162 - \tan^{-1} -0.7779) - \frac{(0.3162 + 0.7779) * (1 + 0.7779 * 0.3162)}{1 + 0.605}$$

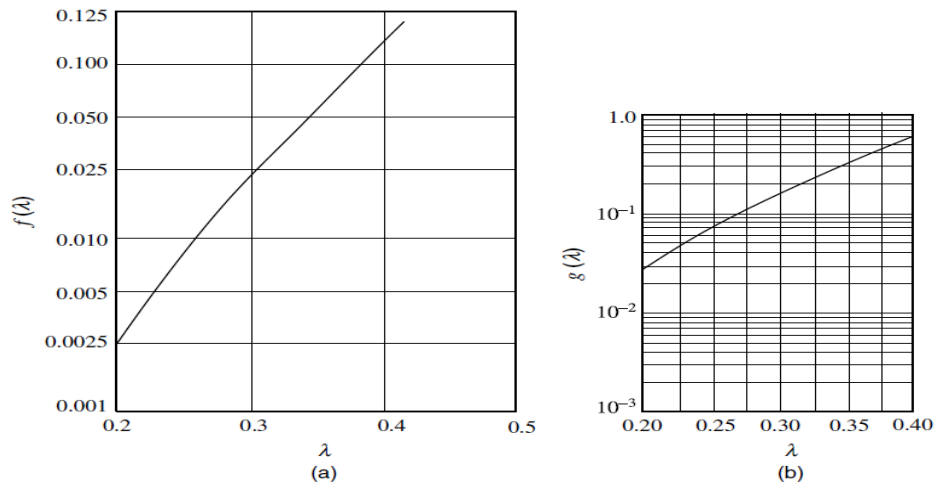
$$f(\lambda) = 0.9 * (0.306 + 0.661) - 0.8494 = 0.021..$$

$$G(\lambda) = \frac{(0.3162 + 0.7779)}{1 + 0.605} * (0.7779 - 0.3162 - 5 * (0.3162)^3 * (1 + 0.605)) + (1 - 3 * 0.1) * (0.3162 * \tan^{-1} 0.3162 + 0.7779 * \tan^{-1} -0.7779)$$

$$G(\lambda) = 0.682 * (0.4617 - 0.2537) + 0.7 * (-0.417).$$

$$G(\lambda) = -0.1503.$$

Se tomara  $G(\lambda)$  positivo por la fuerza resultante en dirección al rodillo superior.



**Fig. 6.26** (a) Relation between  $f(\lambda)$  and  $\lambda$  from Eq. 6.4-28 [Reprinted by permission from G. Ehrmann and J. Vlachopoulos, *Rheol. Acta.*, **14**, 761-764 (1975).] (b)  $g(\lambda)$  and  $\lambda$  from Eq. 6.4-31. [Reprinted by permission from J. M. McKelvey, *Polymer Processing*, Wiley, New York 1962.]

Figura 4.10 Relación entre  $(\lambda)$ ,  $f(\lambda)$  y  $G(\lambda)$ .

Figura Fuente: Tadmor y Gogos Principles of Polymer processing.

Para la ecuación (4.2.9) donde:

- $\eta = 100 \text{ cP} = 1 \text{ poise} = 0.1 \text{ Pa. s.}$

Obtenemos una fuerza separación de los rodillos de:

$$F = \frac{2.49696 \times 10^{-4} \text{ N}}{4 * 8.33 \times 10^{-4}} * 7.491 \times 10^{-2} \text{ N} * 0.1503 = 1.126 \times 10^{-2} \text{ N}$$

Y de la ecuación (4.2.10) obtenemos una potencia consumida en el proceso de:

$$P_w = 9.439 * 10^{-7} \frac{J}{s} * 14.28 = 1.348 * 10^{-5} W$$

Debido a que son valores muy pequeños, fueron considerados despreciables no tomándose en cuenta en los estudios posteriores.

### 4.3 Diseño del sistema de lubricación

Este sistema de lubricación contara con un tanque de depósito de solución jabonosa con un parecido a una tolva, para asegurar que dicha solución luego de lubricar a los rodillos estampadores, sea devuelta al tanque.

La solución jabonosa subirá por una tubería hacia los aspersores con ayuda de la bomba hidráulica. Para saber cuál es la bomba que se necesitara en el sistema de lubricación, se calculan las pérdidas que hay en el mismo:

Para la perdida por los codos del sistema de lubricación, tenemos:

Para las tuberías de agua la velocidad media promedio se encuentra entre 1,5 m/s y 2,0 m/s.

Los valores del coeficiente de rugosidad (k) para un codo a 90 ° de radio corto están dado en la siguiente tabla:

Tabla 19 Coeficiente de rugosidad.

Tipo	k	l/d
Codo a 90° de radio corto	0,90	2

$$h_{p1} = k \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Donde:

- $h_{p1}$  : perdida de carga o energía en el codo (m)
- $v$  : velocidad media del flujo (m/s)
- $g$  : gravedad (m/s<sup>2</sup>)

$$h_{p1} = 0,9 \cdot \frac{(2,0)^2}{2 \cdot (9,81)} = 0,18348 \text{ m}$$

Para la pérdida por la longitud de la tubería, tenemos:

$$h_{p2} = f \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Donde:

- $h_{p2}$  : pérdida de carga o energía por la longitud (m)
- $f$  : coeficiente de fricción.
- $l$  : longitud de la tubería.
- $d$  : diámetro interno de la tubería.

$$f = 0,3164 \cdot Re^{-0,25}$$

Donde:

- $Re$  : número de Reynolds.

$$Re = \frac{d \cdot v \cdot \rho}{\mu}$$

- $\rho$  : densidad del agua.
- $\mu$  : viscosidad del agua.

$$Re = \frac{(0,01385 \text{ m}) \cdot \left(2 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) \cdot \left(992,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}{0,653 \times \frac{10^{-3} \text{ NS}}{\text{m}^2}} = 42088,73$$

$$f = 0,022$$

$$h_{p2} = 0,32517 \text{ m}$$

Para la pérdida total de carga o energía, tenemos:

$$h_t = (3 \cdot h_{p1} + h_{p2} + h_{\text{tanque hidráulico}}) \cdot (1 + f_s)$$

Donde:

- $h_{\text{tanque hidráulico}}$  : altura que hay desde la salida de la bomba a los aspersores.
- $f_s$  : factor de servicio de 20 %.
- $h_t = 2,25 \text{ m}$

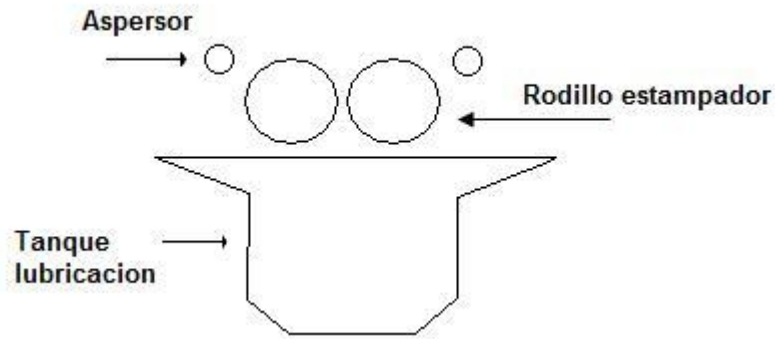


Figura 4.11 Esquema del sistema de lubricación.  
Fuente: Los autores.

Se realizó la selección de la bomba Nenufar-30-M la cual posee las siguientes características:

- Altura: 5 m.
- Caudal: 4500 l/h.
- Material: acero inoxidable.

El diseño no se restringe al uso de esta bomba en específico, cualquier bomba que cumpla con las características dadas podrá ser utilizada en la máquina.

#### 4.4 Cálculo de peso de los diferentes elementos de la máquina

A continuación se presentará cálculos de peso para los diferentes componentes del equipo como tanque, cilindros, el sistema de corte. Conforme a las fórmulas ubicadas en el anexo según su geometría.

$\rho$ : Densidad del material.  $[\frac{g}{cm^3}]$

$V$ : Volumen  $[cm^3]$

$m$ : Masa  $[Kg]$

$P$ : peso  $[N]$

##### Tanque

Peso del tanque

Material Acero Inoxidable

$$\rho = 8 \frac{g}{cm^3}$$

$$s = 2 * \pi * r$$

$$s = 175,93 \text{ cm}$$

$$e=2,37 \text{ mm} = 0,273 \text{ cm}$$

$$V = s * e * h$$

$$V = 175,93 \text{ cm} * 65 \text{ cm} * 0,273 \text{ cm} = 3121,878 \text{ cm}^3$$

$$m = \rho * V$$

$$m = 8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} * 3121,878 \text{ cm}^3 = 24975,022 \text{ g} = 24,975 \text{ Kg}$$

### Ejes

Si diseña un solo tipo de eje para reducir costos de construcción y de material.

Diámetro 0,75 in = 1,905 cm = 0.01905 m

Largo 100 cm

$$\rho = 8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

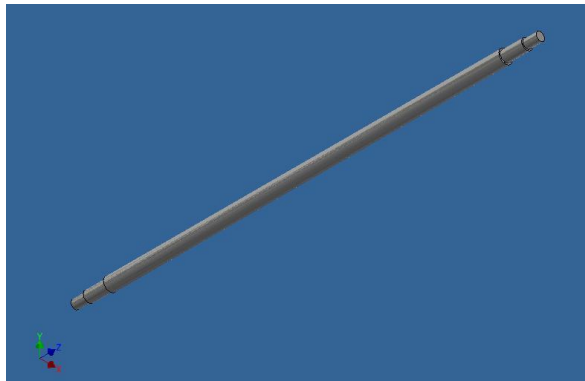


Figura 4.12. Ejes.

Fuente: autores

$$V = \pi * r^2 * h$$

$$V = \pi * (0,9525 \text{ cm})^2 * 100 \text{ cm} = 285,02 \text{ cm}^3$$

$$m = \rho * V$$

$$M = 8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} * 285,02 \text{ cm}^3 = 2280 \text{ g} = 2,28 \text{ Kg}$$

$$P = M * g = 2,28 \text{ Kg} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 22,37 \text{ N}$$

Peso de los rodillos estampadores

### Cilindros

Material Acero inoxidable

$$\rho = 8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$r = 8,5 \text{ cm}$$

$$s = 2 * \pi * r$$

$$s = 53,4 \text{ cm}$$

$$e = 3 \text{ mm} = 0,3 \text{ cm}$$

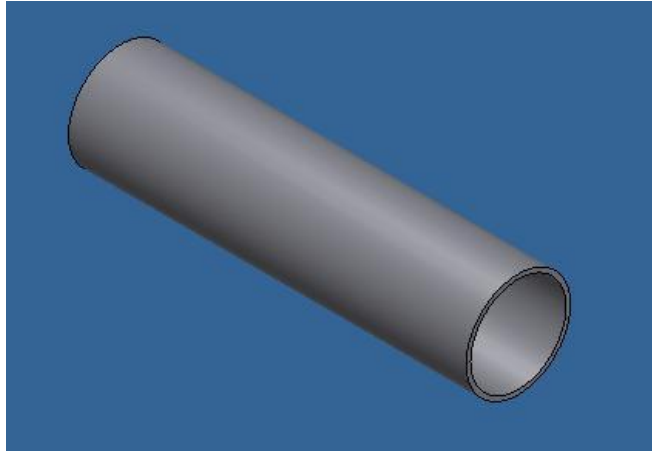


Figura 4.13. Carcasa de los rodillos.  
Fuente: los autores.

$$V = s * e * h$$

$$V = 53,4 \text{ cm} * 64 \text{ cm} * 0,3 \text{ cm} = 1025,3 \text{ cm}^3$$

$$m = \rho * V$$

$$m = 8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} * 1025,3 \text{ cm}^3 = 8202,2 \text{ g} = 8,2 \text{ Kg}$$

$$P = m * g = 8,2 \text{ Kg} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 80,44 \text{ N}$$



## Tapas

$$e = 3 \text{ mm}$$

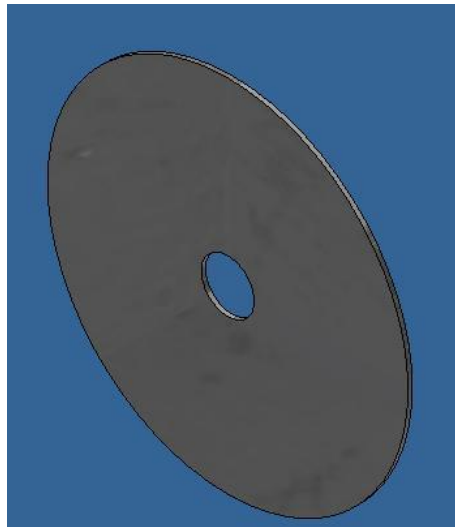


Figura 4.14. Tapas de los ejes.  
Fuente: los autores.

$$V = \pi * r^2 * e$$

$$V = \pi * (8,5 \text{ cm})^2 * 0,3 \text{ cm} = 68,09 \text{ cm}^3$$

$$m = \rho * V$$

$$m = 8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} * 4,657 \text{ cm}^3 = 544,72 \text{ g} = 0,544 \text{ Kg C/u}$$

$$P = m * g = 0,544 \text{ Kg} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 5,34 \text{ N}$$

$$Wt = P_{\text{rodillo}} + P_{\text{eje}} + 2 * P_{\text{tapas}} = 80,44 \text{ N} + 22,37 \text{ N} + 2 * 5,34 \text{ N} = 113,49 \text{ N.}$$

$$M = m_{\text{rodillo}} + m_{\text{eje}} + 2 * m_{\text{tapas}} = 8,2 \text{ Kg} + 2,28 \text{ Kg} + 2 * 0,544 \text{ Kg} = 11,57 \text{ Kg}$$

## Peso de rodillos auxiliares

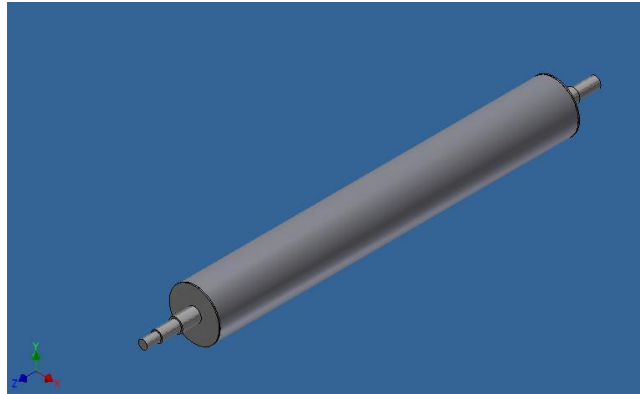


Figura 4.15. Rodillos auxiliares.

Fuente: Los autores.

### Cilindro

$$\rho = 8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$r = 3,81 \text{ cm}$$

$$s = 2 * \pi * r$$

$$s = 23,94 \text{ cm}$$

$$e = 3 \text{ mm} = 0,3 \text{ cm}$$

$$V = s * e * h$$

$$V = 23,94 \text{ cm} * 64 \text{ cm} * 0,3 \text{ cm} = 459,65 \text{ cm}^3$$

$$m = \rho * V$$

$$m = 8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} * 459,65 \text{ cm}^3 = 3677 \text{ g} = 3,68 \text{ Kg}$$

$$P = m * g = 3,68 \text{ Kg} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 36,1 \text{ N}$$

### Tapas

$$e = 3 \text{ mm}$$

$$V = \pi * r^2 * e$$

$$V = \pi * (3,81 \text{ cm})^2 * 0,3 \text{ cm} = 13,81 \text{ cm}^3$$

$$m = \rho * V$$

$$m = 8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} * 13,81 \text{ cm}^3 = 109,44 \text{ g} = 0,109 \text{ Kg c/u}$$

$$P = m * g = 0,109 \text{ Kg} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1,07 \text{ N c/u}$$

$$Wt = P_{\text{rodillo}} + P_{\text{eje}} + 2 * P_{\text{tapas}} = 36,1 \text{ N} + 22,37 \text{ N} + 2 * 1,07 \text{ N} = 60,61 \text{ N.}$$

$$M = m_{\text{rodillo}} + m_{\text{eje}} + 2 * m_{\text{tapas}} = 3,68 \text{ Kg} + 2,28 \text{ Kg} + 2 * 0,109 \text{ Kg} = 6,178 \text{ Kg.}$$

### Peso de los discos de corte

Se utilizó cuchillas de corte circular de 3 “modelo NSA-0.

Diametro = 3 in. = 7,62 cm

diametro del eje 0,75 in = 1,905 cm

$$\rho = 8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$V = 50,667 \text{cm}^3 \frac{\text{c}}{\text{u}}.$$

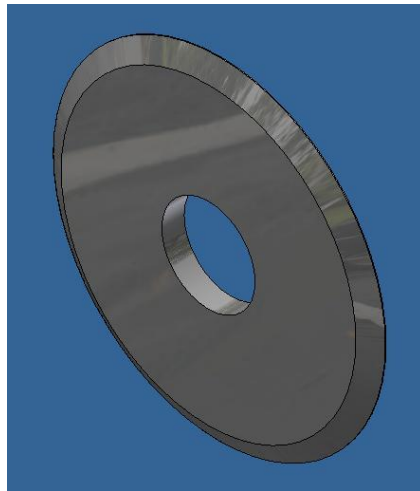


Figura 4.16 Disco de corte.  
Fuente: los autores.

$$m = \rho * V = 401,87 \text{ gr} = 0,4 \text{ Kg c/u.}$$

$$P = m * g = 0,4 \text{kg} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 3,92 \text{ N c/u}$$

## Guillotina

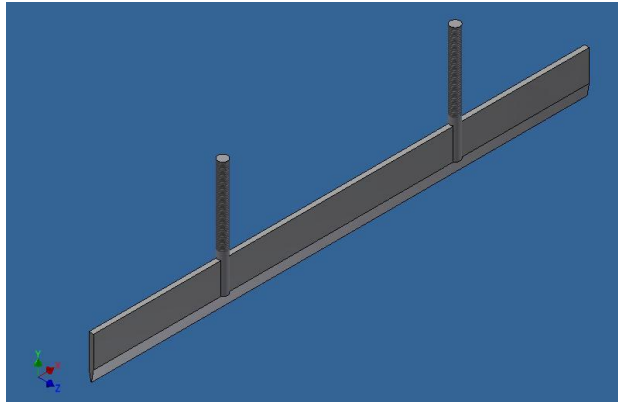


Figura 4.17. Tornillos y Guillotina.  
Fuente: Los autores.

## Masa de la guillotina

Se utilizó un cuchillo de guillotina Modelo Adast Maxima MJ 46 knife de 610x110x10mm.

$$m = 2,407 \text{ Kg}$$

## Tornillos

Diámetro 12,7mm=1,27 cm

Largo 147 mm =14,7 cm

$$\rho = 8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$V = \pi * r^2 * h$$

$$V = \pi * (1,27 \text{ cm})^2 * 14,7 \text{ cm} = 74,48 \text{ cm}^3.$$

$$m = \rho * V$$

$$M = 8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} * 17,48 = 595,84 \text{ g} = 0,595 \text{ Kg}.$$

## 4.5 Motor eléctrico

### 4.5.1 Potencia del motor

Se analizó cada componente del equipo en función a su par torsor, para calcular la potencia del motor de la siguiente forma:

$$P = \omega * T . \quad \text{Ecuación (4.5.1)}$$

Donde:

- P: Potencia [W].
- $\omega$ : velocidad angular [rad/s].
- T: Torque [N m].

Y el torque es:

$$T = I * \alpha . \quad \text{Ecuación (4.5.2)}$$

Donde:

I = Inercia a accionar [Kg \* m<sup>2</sup>].

$\alpha$  = Velocidad angular [rad/s<sup>2</sup>].

### 4.5.2 Determinación del momento de inercia

En los procesos de arranque y frenado habrá que conocer, además de la curva representativa del par resistente, el momento de inercia de la máquina y del acoplamiento, expresado en kg m<sup>2</sup> y reducido a la velocidad de rotación del motor.

El par de inercia no es un par de giro sino una característica propia de un cuerpo referido a su eje de giro. El par de inercia es la suma de todas las partículas de un cuerpo, multiplicada cada una por el cuadrado de su distancia al eje de giro es decir:

$$I = \Delta m_1 * r^2 + \Delta m_2 * r^2 + \Delta m_3 * r^2 \dots = \sum \Delta m * r^2 \quad \text{Ecuación (4.5.3)}$$

Donde

- I: inercia.
- M: masa.
- R: Radio de giro.

Los siguientes cálculos fueron realizados siguiendo las fórmulas de momento de inercia ubicadas en el apéndice, según la geometría de cada cuerpo.

### **Inercia de los rodillos estampadores**

$$I = \frac{m \cdot (r_i^2 + r_e^2)}{2} = \frac{8,2 \text{ kg} \cdot (0,085^2 \text{ m}^2 + 0,082^2 \text{ m}^2)}{2} = 0,05719 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2.$$

### **Inercia de las tapas:**

$$I = \frac{m \cdot r^2}{2} = \frac{0,549 \text{ Kg} \cdot (0,085 \text{ m})^2}{2} = 0,00198 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2.$$

### **Inercia de los rodillos transportadores**

$$I = \frac{m \cdot (r_i^2 + r_e^2)}{2} = \frac{3,68 \text{ kg} \cdot (0,0381^2 \text{ m}^2 + 0,0351^2 \text{ m}^2)}{2} = 0,00494 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2.$$

### **Inercia de las tapas:**

$$I = \frac{m \cdot r^2}{2} = \frac{0,109 \text{ Kg} \cdot (0,0381 \text{ m})^2}{2} = 7,91 \times 10^{-5} \text{ Kg} \cdot \text{m}^2.$$

### **Inercia de los disco de cortes**

$$I = \frac{m \cdot (r_i^2 + r_e^2)}{2}$$

$$I = \frac{0,4 \text{ Kg} \cdot (0,009525 \text{ m}^2 + 0,0381 \text{ m}^2)}{2} = 0,000308 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2 \text{ c/u.}$$

$$I = 0,0001232 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2.$$

### **Inercia del eje**

$$I = \frac{m \cdot r^2}{2} = \frac{2,28 \text{ kg} \cdot 0,009525^2 \text{ m}^2}{2} = 0,0001034 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2.$$

$$I_{\text{Eje y disco de corte}} = 0,0001232 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2 + 0,0001034 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2 = 0,0002266 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2.$$

$$I_{\text{Eje y Rodillos estampadores}}$$

$$= 0,05719 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2 + 2 \cdot 0,0019 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2 + 0,0001034 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2$$

$$= 0,0611 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2.$$

$$I_{\text{Eje y rodillos transportadores}}$$

$$= 0,00494 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2 + 2 \cdot 7,91 \times 10^{-5} \text{ Kg} \cdot \text{m}^2 + 0,0001034 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2$$

$$= 0,0052 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2.$$

### **Guillotina**

$$m = 2,407 \text{ Kg}$$

$$I_{\text{cm}} = \frac{m \cdot b^2}{12}$$

$$I_c = I_{cm} + M * d^2 = \frac{2,407 \text{ Kg} * (0,1 \text{ m})^2}{12} + (2,407 \text{ Kg} * (0,247 \text{ m})^2) = 0,1489 \text{ Kg} * \text{m}^2.$$

### Tornillo

$$I = \frac{m * r^2}{4} + \frac{m * L^2}{12} = \frac{0,595 \text{ kg} * (0,0635 \text{ m})^2}{4} + \frac{0,595 \text{ kg} * (0,147 \text{ m})^2}{12}$$

$$= 0,000375 \text{ Kg} * \text{m}^2 \text{ c/u}$$

$$I = 0,000762 \text{ Kg} * \text{m}^2$$

$$I_s = I_c + I_{\text{tornillos}} + I_{\text{eje}} = 0,14976 \text{ Kg} * \text{m}^2.$$

### 4.5.3 Determinación del tiempo de arranque

Si se conoce el par medio de aceleración, se puede determinar aproximadamente el tiempo de duración del ciclo de arranque, desde  $n = 0$  hasta  $n = nb$  de la siguiente forma:

$$ta = \frac{\sum(I * nb)}{9,55 * Mb} \quad \text{Ecuación (4.5.4)}$$

Donde:

- $ta$ : Tiempo de arranque (s)
- $I$ : momento de impulsión total ( $\text{Kg} * \text{m}^2$ )
- $nb$ : Velocidad de rotación de servicio (rpm)
- $Mb$ : Par medio de aceleración (N m)

Tomando un “ $ta$ ” de 2 segundos esperando una acción rápida del motor para un arranque rápido del equipo.

Ahora para la aceleración angular:

$$\alpha = \frac{\omega}{ta}. \quad \text{Ecuación (4.5.6.)}$$

Ahora conocido cada valor para hallar la potencia a transmitir por el motor, se procedió a calcular a través de la potencia necesaria para accionar cada uno de los dispositivos:

Tabla 20 Tabla de caculo de la potencia del equipo.

Dispositivo [cantidad]	Velocidad angular [rad/s]	Inercia [kg*m <sup>2</sup> ]	Aceleración angular [rad/s <sup>2</sup> ]	Torque [N m]	Potencia [W]
Cilindro de Empastado [2]	0,17847769	0,0611	0,089238845	0,005452493	0,000973148
Cilindros de Transporte [4]	0,401574803	0,0052	0,200787402	0,001044094	0,000419282
Sistema de corte longitudinal [1]	0,401574803	0,0002266	0,200787402	4,54984E-05	1,8271E-05
Sistema de corte transversal [1]	0,401574803	0,1601	0,200787402	0,032146063	0,012909049
				Potencia del Motor	0,016550761

La potencia del motor requerida es de 0,017 W, lo multiplicamos por un factor de 1,25, siendo esta potencia del motor de 0,02125 W, con un Par medio de aceleración de 0,0885 N m.

Recalculamos el tiempo de arranque de la ecuación (4.5.4)

$$t_a = \frac{(0,0611 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2 \cdot 2 \cdot 1,7 \text{ rpm} + 0,0052 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2 \cdot 4 \cdot 3,83 \text{ rpm} + 0,0002266 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2 \cdot 3,83 \text{ rpm} + 0,1601 \text{ Kg} \cdot \text{m}^2 \cdot 3,83 \text{ rpm})}{9,55 \cdot 0,0885 \text{ N m}}$$

$$t_a = 1,1 \text{ s.}$$

Si el tiempo de arranque así determinado fuese superior a 10 s. Aproximadamente, sería preciso consultar para determinar si el arranque es admisible, considerando el calentamiento del motor. Igualmente será necesario verificar el cálculo en caso de que en pequeños intervalos se repitan los arranques.

Se seleccionó un motor de modo indicativo modelo Bison 100 series AC psc 115v de 1/80 hp por ser el más cercano a la velocidad de trabajo requerida, se puede trabajar con otro motor que tenga esas características.

#### 4.6 Cadenas y piñones

Las cadenas sirven para transmitir la potencia a los piñones, girando en el mismo plano. Su principal ventaja respecto a una banda es que la cadena no presenta deslizamiento.

Se pueden abarcar distancias grandes con mayor facilidad que con cadenas y en menor espacio que los engranajes y presentando una eficiencia elevada.



No se necesita una tensión inicial por lo que las cargas sobre los ejes son más pequeñas que con las transmisiones por banda. El único mantenimiento que se requiere después de una cuidadosa alineación de los elementos es la lubricación, y si esta es adecuada se puede asegurar una larga vida.

El proceso se hará mediante los movimientos giratorios de los rodillos los cuales serán encargados de aplicar el movimiento a la cera. El motor estará conectado en una primera etapa a uno de los rodillos del estampado y este a su vez moverá el resto de los piñones de la máquina, proporcionándole la potencia necesaria para realizar el proceso de conformado, de cortes y mantener la tensión necesaria en la cadena. Las siguientes figuras muestran los esquemas de cómo se deben hacer los montajes de las cadenas.

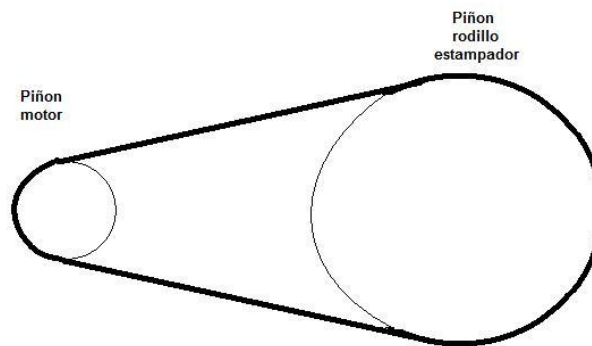


Figura 4.18. Esquema cadena 1  
Figura Fuente: los autores

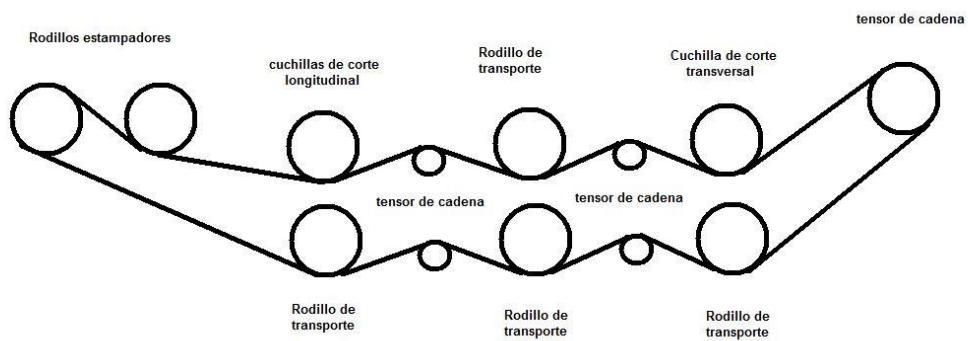


Figura 4.19. Esquema cadena 2  
Fuente: los autores

A Continuación se enumeraran los pasos de los cálculos de la cadena comenzando del motor reductor a la calandria.

### Datos

- Velocidad de entrada = **2,3 rpm**
- Velocidad de salida = **1,7 rpm**
- Potencia a transmitir = **0,014 hp**

### Procedimiento

**Paso 1.** Especifique un factor de servicio (FS) y calcule la potencia de diseño. De la Figura (77) para choques uniformes y un motor eléctrico, obtenemos un dé FS=1.

Factores para calcular el margen compensatorio de seguridad			
Clase de la fuente de potencia			
Tipo de carga	Motor de combustión interna con convertidor hidráulico	Motor eléctrico o turbina	Motor de combustión interna con embrague o caja mecánica
Uniforme	1.0	1.0	1.2
Fluctuante	1.2	1.3	1.4
Muy fluctuante	1.4	1.5	1.7

Figura 4.20. Factores de seguridad

Fuente: Trasmisión de potencia de cadena de rodillos Intermec S.A.

**Paso 2.** Calcule la relación deseada

La relación de velocidad es:

$$R_v = \frac{D_2}{D_1} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

Ecuación (4.6.1)

Donde:

$R_v$ : Relación deseada.

$\omega_1$  : Velocidad del eje motor.

$\omega_2$ : Velocidad del eje 1 (Rodillos de empastado).

$N_1$ : Velocidad del eje motor.

$N_2$ : Numero de dientes del eje 1 (Rodillos de empastado).

$$R_{v1} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{2,3 \text{ rpm}}{1,7 \text{ rpm}} = 1,353.$$

**Paso 3.** Consulte la tabla correspondiente a la capacidad de potencia ubicada al final del procedimiento para seleccionar el paso de las cadenas.

Para una cadena No 41, una Catarina de 12 dientes, paso 0,5 pulgadas, una capacidad de 0,02 hp a 10 rpm de velocidad limite.

**Paso 4.** Calcule la cantidad necesaria de dientes del piñón receptor.

$$N_2 = N_1 * R_{v1} = 12 * 1,353 = 16,236 \quad \text{Ecuación (4.6.2)}$$

$$N_2 = 16.$$

**Paso 5.** Calcule la velocidad de salida deseada.

$$\omega_2 = \frac{N_1}{N_2} * \omega_1.$$

$$\omega_2 = \frac{12}{16} * 2,3 \text{ rpm} = 1,725 \text{ Rpm}.$$

**Paso 6.** Calcule el diámetro de las catenarias

$$D1 = \frac{p}{\frac{\text{sen } 180}{N1}} = (0,5 \text{ in}) / \left( \text{sen} \left( \frac{180}{12} \right) \right) = 2,142 \text{ in.} \quad \text{Ecuación (4.6.3)}$$

$$D2 = \frac{p}{\frac{\text{sen } 180}{N2}} = (0,5 \text{ in}) / \left( \text{sen} \left( \frac{180}{16} \right) \right) = 2,844 \text{ in.} \quad \text{Ecuación (4.6.4)}$$

Ahora se aplica el mismo procedimiento entre el rodillo de conformado y el resto de las piezas, tomando en cuenta que para reducir costos se tomara el mismo resultado obtenemos para un rodillo de conformado iguales al otro y las demás piezas del sistema de trabajo, para la cual trabajara a la misma velocidad lineal para así trabaje todo ese sistema con un solo tipo de piñón también.

**Paso 2.** Calcule la relación deseada

$$R_{v2} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = 1,725 \text{ rpm}/3,83 \text{ rpm} = 0,45.$$

**Paso 3.**

De los cálculos anteriores obtuvimos una cadena No 41, una Catarina de 16 dientes), paso 0,5 pulgadas.

**Paso 4.** Calcule la cantidad necesaria de los dientes de los piñones receptores.

$$N_3 = N_2 * R_{v2} = 16 * 0,453 = 7.$$

Se toma 9 mínimo valor de las tablas.

**Paso 5.** Calcule la velocidad de salida deseada.

$$\omega_2 = \frac{N_2}{N_3} * \omega_1.$$

$$\omega_2 = 16/9 * 1,725 \text{ rpm} = 3 \text{ Rpm}.$$

**Paso 6.** Calcule el diámetro de las catenarias

$$D_3 = \frac{p}{\frac{\text{sen } 180}{N_3}} = (0,5 \text{ in}) / (\text{sen} \left( \frac{180}{9} \right)) = 1,16 \text{ in}.$$

### **Resumen del diseño de las cadenas**

- Paso: 1/2".
- Cadena número 41.
- Piñones: hilera simple.
- N° de dientes del eje motor: 12 dientes D= 2,142 in.
- N° de dientes del rodillo de estampado: 16 dientes D=2,844 in.
- N° de dientes del rodillos de transporte y sistema de corte: 9 dientes D=1,16 in.

## 4.7 Fuerzas que actúan en los rodillos y mecanismos de corte

A continuación presentaremos el análisis de torsión y de flexión para el diseño del eje de los mecanismos a diseñar, debido a que planteamos rodillos con las mismas características, se analizara solo un caso de los dos tipos de rodillos. En los mecanismos de corte debido a que la cera es un material blando y frágil por lo tanto la fuerza que ellos imprimen es muy baja.

### 4.7.1 Análisis de fuerzas en los piñones

Un par de piñones transmiten potencia, donde la parte superior de la cadena está a tensión y produce el par torsional en cada piñón. El tramo inferior de la cadena, llamado lado flojo, no ejerce fuerzas sobre los piñones.

En consecuencia la fuerza de flexión total sobre el eje que sostiene los piñones es igual a la tensión en el lado tenso de la cadena. Si se conoce el par torsional en un piñón, la fuerza es:

$$F = \frac{T}{D/2} \quad \text{Ecuación (4.7.1)}$$

Donde

- F: Fuerza (N)
- D: diámetro del piñón (m)
- T: Torque (N m)

Para la el piñón del eje motor que hay una potencia de 0,0212 W y un torque de 0,0885 N m y tenemos una fuerza de:

$$F = \frac{0,0885}{\frac{0,0544}{2}} N = 3,2785 N$$

Para el piñón el cilindro de estampado que va al motor:

$$F = \frac{0,1190}{\frac{0,0722}{2}} N = 3,4 N.$$

Para la el piñón que conecta de la cadena grande que moveré tenemos:

$$F = \frac{0,1136}{\frac{0,0722}{2}} N = 3,15 N.$$

Para el piñón el cilindro el otro rodillo estampado:

$$F = \frac{0,0055}{\frac{0,0722}{2}} N = 0,1524 N.$$

Y una carga distribuida de  $W_t = 185 N/m$ .

Para los rodillos de transporte:

$$F = \frac{0,00104}{\frac{0,0294}{2}} N = 0,071 N.$$

Y una carga distribuida de  $W_t = 98,23 N/m$ .

Para el sistema de corte longitudinal:

$$F = \frac{0,0000455}{\frac{0,0294}{2}} N = 0,0031 N.$$

Carga puntuales por los disco de corte de: 3,92 N.

Para el sistema de corte transversal:

$$F = \frac{0,0322}{\frac{0,0294}{2}} N = 2,2 N.$$

Y dos cargas puntuales de: 11 N c/u.

#### 4.7.2 Análisis de fuerzas cortantes y momentos flectores

Para el diseño del eje central del cilindros y los sistemas de corte, se realizó un diagrama de cuerpo libre, reemplazando los diversos elementos que sobre el existen, por su carga estáticamente equivalente utilizando un programa simulador de vigas para cada.

Para el rodillo de empastado conectado al eje motor tenemos:

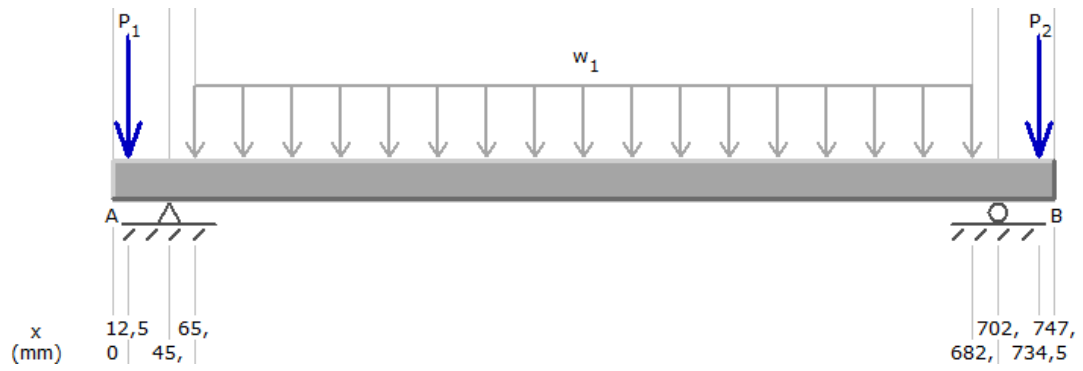


Figura 4.21 Diagramas de Cargas del eje de empastado conectado a las cadenas.

Fuente: los autores.

$$R_a = 60,26 \text{ N} ; R_b = 60,48 \text{ N}$$

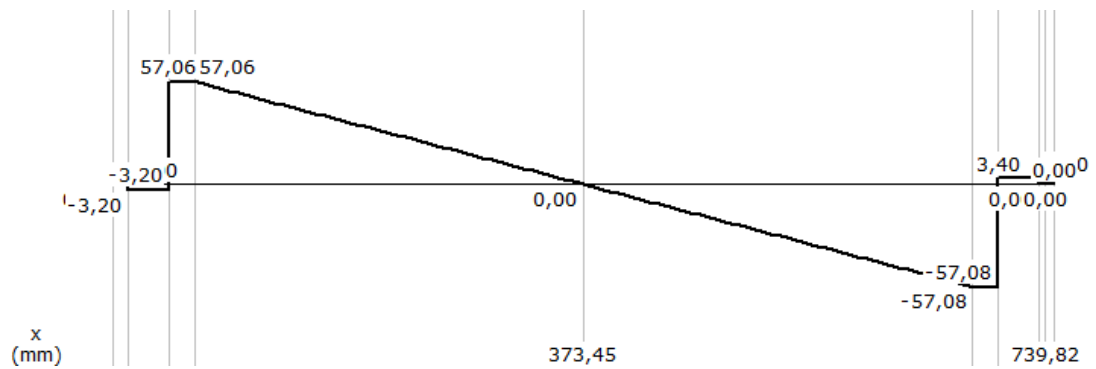


Figura 4.22 Diagramas de fuerza cortante del eje de empastado conectado a las cadenas.

Fuente: los autores.

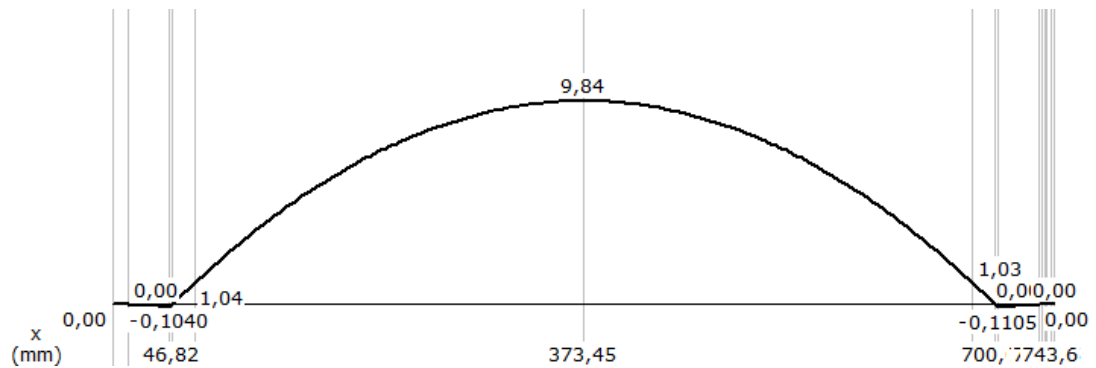


Figura 4.23 Diagramas de momento flector del eje de empastado conectado a las cadenas.

Fuente: Los autores.

Para los rodillos de transporte tenemos:

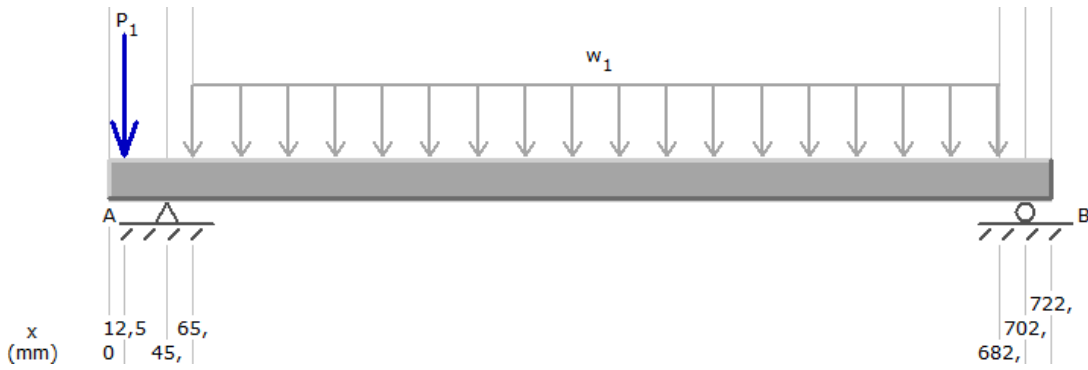


Figura 4.24. Diagramas de Cargas del eje de los rodillos de transporte.  
Fuente: Los autores.

$$R_a = 30,46 \text{ N}; R_b = 30,30 \text{ N}$$

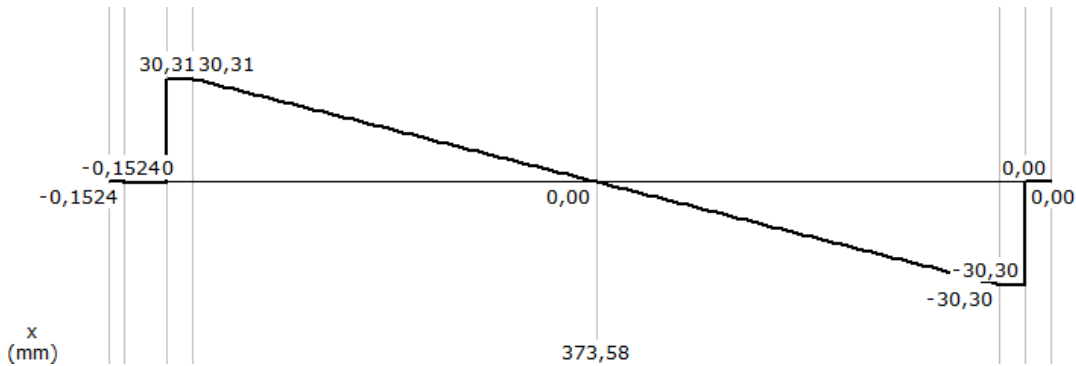


Figura 4.25 Diagramas de fuerza cortante del eje de los rodillos de transporte.  
Fuente: Los autores.

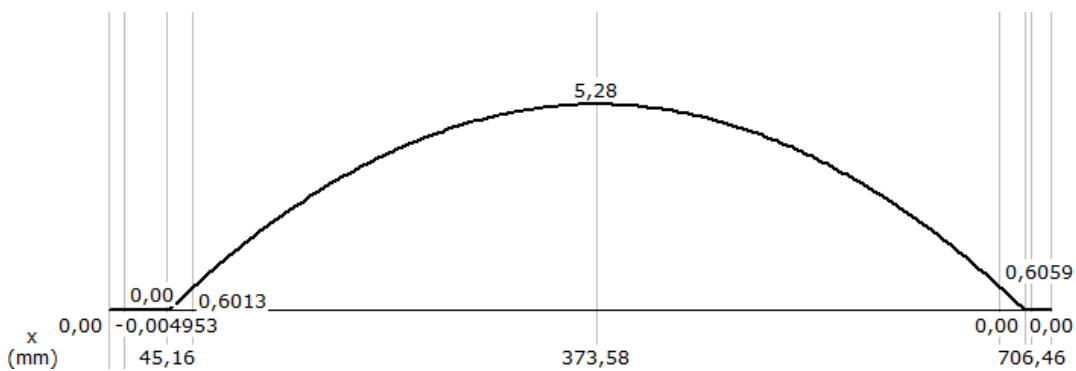


Figura 4.26. Diagramas de momento flector del eje de los rodillos de transporte  
Fuente: Los autores.



Para el sistema de corte longitudinal tenemos:

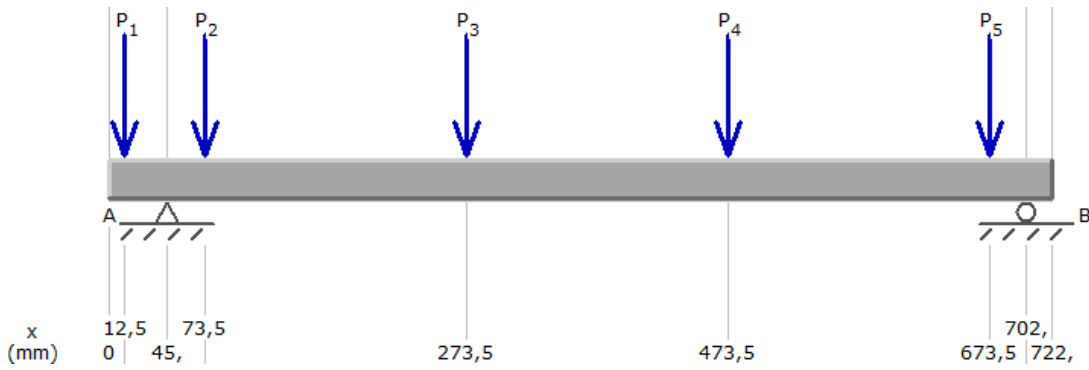


Figura 4.27 Diagramas de Cargas del eje del sistema de corte longitudinal.

Fuente: los autores.

$$R_a = 7,84 \text{ N}; R_b = 7,84 \text{ N}$$

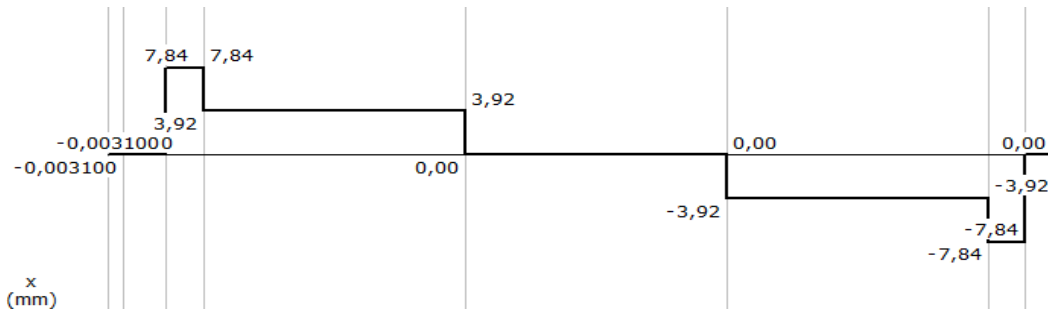


Figura 4.28 Diagramas de fuerza cortante del sistema de corte longitudinal.

Fuente: Los autores.

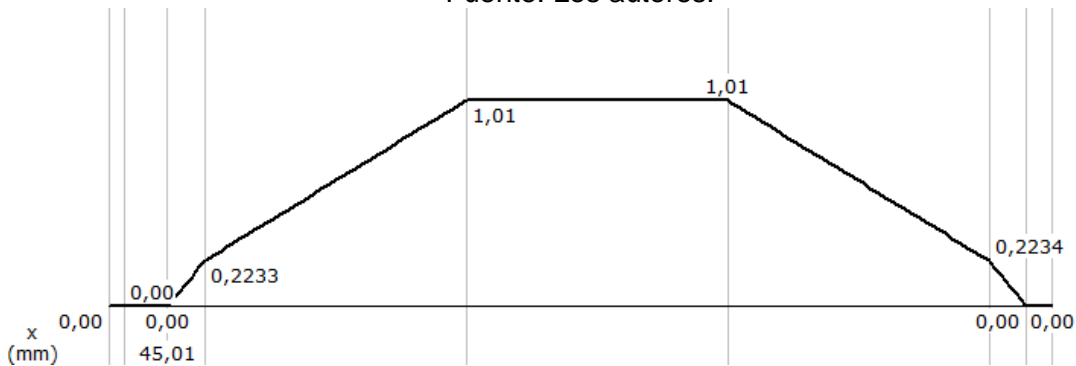


Figura 4.29. Diagramas de momento flector del sistema de corte longitudinal.

Fuente: Los autores.

Para el sistema de corte transversal tenemos:

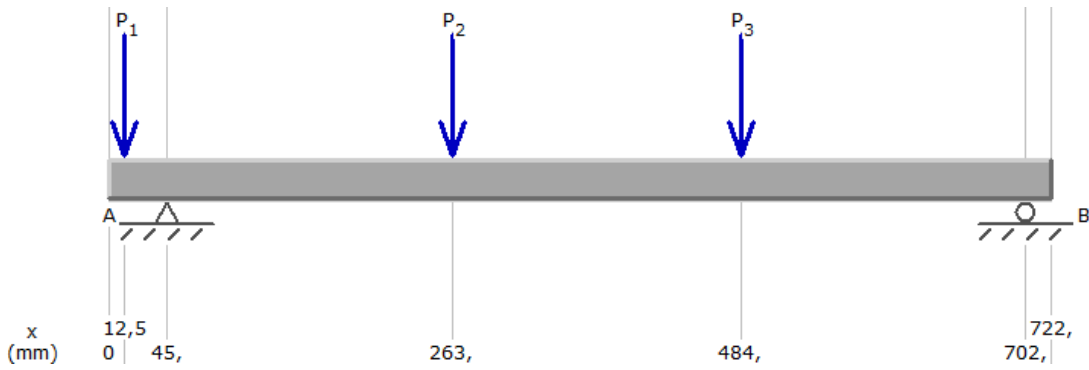


Figura 4.30. Diagramas de Cargas del eje del sistema de corte transversal.  
Fuente: Los autores.

$$R_a = 14,63 \text{ N}; R_b = 9,59 \text{ N}$$

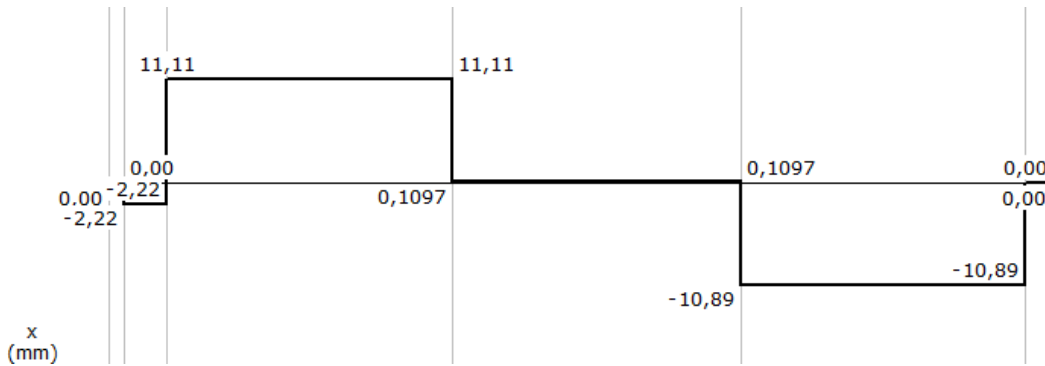


Figura 4.31. Diagramas de fuerza cortante del sistema de corte transversal.  
Fuente: Los autores.

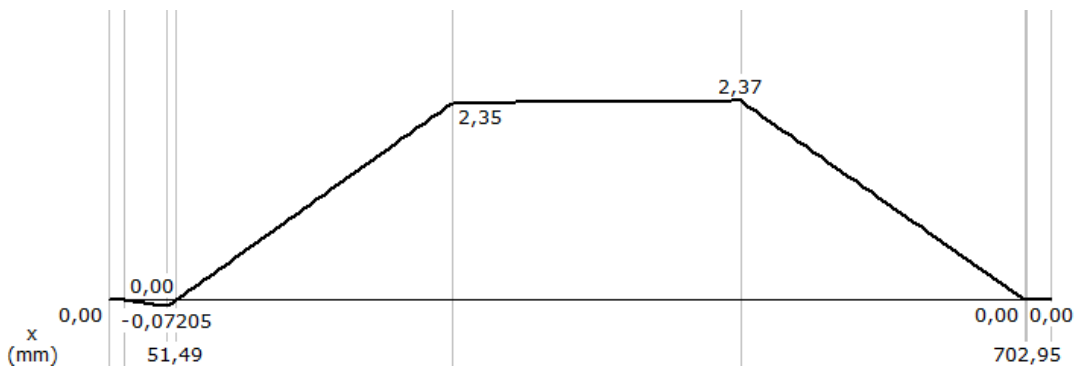


Figura 4.32. Diagramas de momento flector del sistema de corte transversal.  
Fuente: Los autores.

## 4.8 Diseño del eje de transmisión para los cilindros

El momento flector más grande se encuentra en el eje del rodillo de estampado y es de 9,84 N m a distancia del eje de 373,58 mm y el momento de torsión es ese mismo eje y es de 0,1190 N m a una distancia de 734,5 mm.

### 4.8.1 Teoría del esfuerzo cortante máximo

Esta teoría también es conocida como Criterio de Fluencia de Tresca, la cual estipula que una parte sujeta a cualquier combinación de cargas fallará (por fluencia o por fractura) cuando el esfuerzo cortante exceda un valor crítico. El valor crítico se puede determinar por medio de pruebas estándar de tensión uniaxial.

$$\sigma_1 - \sigma_3 \geq \frac{S_y}{\phi} \quad \text{Ecuación (4.8.1)}$$

Aplicando la teoría del esfuerzo cortante máximo se puede predecir el diámetro más pequeño donde ocurrirá la falla

$$d = \left[ \left( \frac{32\phi}{\pi * S_y} \right) * \sqrt{M^2 + T^2} \right]^{1/3} \quad \text{Ecuación (4.8.2)}$$

Para un factor de seguridad de 2,5, un  $S_y = 205$  MPa, un Momento flector de 11,45 N m y un momento de torsión de 0,1190 N m, reemplazamos en la ecuación (4.8.2) y tenemos:

$$d = \left[ \left( \frac{32\phi}{\pi * S_y} \right) * \sqrt{M^2 + T^2} \right]^{1/3} = \left[ \left( \frac{32 * 2,5}{\pi * 205 * 10^6 \text{ Pa}} \right) * \sqrt{(9,84 \text{ N m})^2 + (0,1190 \text{ N m})^2} \right]^{1/3} = (1,22 * 10^{-6})^{1/3} = 0,0107 \text{ m} = 0,421 \text{ in}.$$

El diámetro nominal escogido de 0,75 in es mayor al calculado no presenta problemas.

Y si conocemos el diámetro y el factor de seguridad es una incógnita, la ecuación se transforma en:

$$\phi = \frac{\pi * d^3 * S_y}{32 * \sqrt{M^2 + T^2}} \quad \text{Ecuación (4.8.3)}$$

$$\phi = \frac{\pi * (0,01905 \text{ m})^3 * 205 * 10^6 \text{ Pa}}{32 * \sqrt{(9,84 \text{ N m})^2 + (0,1190 \text{ N m})^2}} = 14.$$

#### 4.8.2 Teoría de la energía de la distorsión

Esta teoría también es conocida como el Criterio de Von Mises, postula que la falla es causada por la energía elástica asociada con la deformación por cortante. Esta teoría es válida para materiales dúctiles y predice la fluencia bajo cargas combinadas con mayor exactitud que cualquier otra teoría reconocida (aunque las diferencias esfuerzo cortante máximo y distorsión sean pequeñas).

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \sigma_2} \quad \text{Ecuación (4.8.4)}$$

$\sigma_e$ : esfuerzo de Von Mises, (Pa)

$$\sigma_e \geq \frac{S_y}{\phi} \quad \text{Ecuación (4.8.5)}$$

$$d = \left[ \left( \frac{32\phi}{\pi * S_y} \right) * \sqrt{M^2 + \frac{3}{4} T^2} \right]^{1/3} \quad \text{Ecuación (4.8.6)}$$

$$d = \left[ \left( \frac{32 * 2,5}{\pi * 205 * 10^6 \text{ Pa}} \right) * \sqrt{(9,84 \text{ N m})^2 + \frac{3}{4} * (0,1190 \text{ N m})^2} \right]^{1/3} = (1,22 * 10^{-6})^{1/3}$$

$$= 0,0107 \text{ m} = 0,421 \text{ in}$$

El diámetro nominal escogido de 0,75 in es mayor al calculado no presenta problemas.

Y si conocemos el diámetro y el factor de seguridad es una incógnita, la ecuación se transforma en:

$$\phi = \frac{\pi * d^3 * S_y}{32 * \sqrt{M^2 + \frac{3}{4} T^2}} \quad \text{Ecuación (4.8.7)}$$

$$\phi = \frac{\pi * (0,01905 \text{ m})^3 * 205 * 10^6 \text{ Pa}}{32 * \sqrt{(9,84 \text{ N m})^2 + \frac{3}{4} * (0,1190 \text{ N m})^2}} = 14.$$

#### 4.9 Rodamientos

Los rodamientos son un tipo de soporte de ejes o cojinetes que emplean pequeños elementos rodantes para disminuir la fricción entre las superficies giratorias, dado que la resistencia de fricción por rodadura es menor que la resistencia de fricción por deslizamiento.

#### 4.9.1 Selección de rodamientos

Los rodamientos montados proporcionan un medio de sujetar la unidad en forma directa al armazón de la máquina. La configuración más común de un rodamiento montado es la caja de chumacera.

#### 4.9.2 Relación de carga y duración

A pesar de usar aceros de muy alta resistencia, todos los rodamientos tienen una duración finita, y terminaran de fallar debido a la fatiga causada por altos esfuerzos de contacto. Pero es obvio que, mientras menor sea la carga, la duración será mayor y viceversa.

La relación para los cojinetes con contacto de rodadura, entre la carga P y la duración L se determina con la siguiente ecuación:

$$\frac{L_2}{L_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^k \quad \text{Ecuación (4.9.1)}$$

- k : 3,0 para rodamientos de bolas
- k : 3,33 para rodamientos de rodillos

#### 4.9.3 Duración de diseño

El procedimiento de cálculo para la capacidad de carga dinámica básica se determina de:

$$C = P_d * \left(\frac{h * \omega * 60}{10^6}\right)^{1/k} \quad \text{Ecuación (4.9.2)}$$

- C: Capacidad de carga (N)
- $P_d$  . : Carga dada de diseño (N)
- h: Duración para rodamientos recomendada
- $\omega$  : Velocidad de giro en rpm.

TABLA 14-4 Duración recomendada para rodamientos

Aplicación	Duración de diseño, $L_{10}$ , h
Electrodomésticos	1 000-2 000
Motores de tracción	1 000-4 000
Automotores	1 500-5 000
Equipo agrícola	3 000-6 000
Elevadores, ventiladores industriales, transmisiones de usos múltiples	8 000-15 000
Motores eléctricos, soplores industriales, máquinas industriales en general	20 000-30 000
Bombas y compresores	40 000-60 000
Equipo crítico en funcionamiento durante 24 h	100 000-200 000

Fuente: Eugene A. Ambrose y Theodore Baumeister III, editores, *Metric Standard Handbook for Mechanical Engineers*, 9ª edición, Nueva York: McGraw-Hill, 1986.

Figura 4.33. Duración para rodamientos recomendada  
Fuente Diseño de elementos de máquinas Robert L Mott 4ta edición.

La capacidad de carga que tenemos para una  $h$  de 25000, una velocidad de giro de 3,84 rpm que es la más alta y carga de diseño de 60,48 N y rodamiento de bolas.

$$C = 60,48 * \left( \frac{25000 * 3,84 * 60}{10^6} \right)^{1/3} = 108,41 \text{ N.}$$

Y una duración de vida de  $5,76 \times 10^6$  rev.

Se escogió el rodamiento UCP 204 de los catálogos de SKF que se adapta a nuestros requerimientos tanto como diámetro del eje y la capacidad de carga de 12,7 kN en dinámico y de 7,5 kN.

#### 4.10 Chavetas

La cuña es desmontable para facilitar el ensamblado y desensamblado del sistema en el eje.

Existen dos modos básicos de las cuñas:

- Corte a través de interfaz.
- Falla por compresión.

Debido a la acción de empuje entre los lados de la cuña y el material del eje o del cubo. Para analizar cada uno de estos modos de falla, es necesario comprender las fuerzas que actúan sobre la cuña. Donde el par torsional sobre el eje crea una fuerza sobre la cara de la cuña; a su vez, la cuña ejerce una fuerza sobre la cara del cuñero del cubo.

La fuerza de reacción del cuñero, de regreso hacia la cuña, produce un conjunto de fuerzas opuestas que someten a la cuña a un cortante directo a través de la sección transversal, entonces el esfuerzo cortante es:

$$\tau = \frac{2*T}{D*W*L} \quad \text{Ecuación (4.10.1)}$$

Se puede igualar el esfuerzo cortante y el esfuerzo de diseño al cortante, para la teoría de falla por esfuerzo cortante máximo:

$$\tau = \frac{0,5*S_y}{\phi} \quad \text{Ecuación (4.10.2)}$$

$$L = \frac{2*T*\phi}{0,5*S_y*D*W} \quad \text{Ecuación (4.10.3)}$$

La falla por empuje se relaciona con el esfuerzo de compresión:

- En el lado de la cuña.
- El lado del cuñero en el eje,
- El lado del cuñero en el cubo.

El área de compresión es igual para cualquiera de estas zonas. Así, la falla sucede en la superficie que tenga la menor resistencia a la fluencia por compresión. El esfuerzo de diseño para compresión se define como:

$$\sigma = \frac{S_y}{\phi}$$

Sustituyendo nos quedaría:

$$L = \frac{4*T*\phi}{S_y*D*W} \quad \text{Ecuación (4.10.4)}$$

Donde:

- T : par torsional (N.m)
- $S_y$  : esfuerzo a la fluencia
- D : diámetro del eje (m)
- W : ancho de la cuna
- H : altura de la cuna

**TABLA 11-1** Tamaño de la cuña en función del diámetro del eje

Tamaño nominal del eje		Tamaño nominal de la cuña		
Más de	Hasta (incl.)	Ancho, W	Altura, H	
			Cuadrada	Rectangular
5/16	7/16	3/32	3/32	
7/16	9/16	1/8	1/8	3/32
9/16	7/8	3/16	3/16	1/8
7/8	1	1/4	1/4	3/16
1 1/8	1 1/8	5/16	5/16	1/4
1 1/4	1 1/4	3/8	3/8	1/4
1 1/2	2	1/2	1/2	3/8
2	2 1/2	5/8	5/8	7/16
2 1/2	3	3/4	3/4	1/2
3	3 1/2	7/8	7/8	5/8
3 1/2	4	1	1	3/4
4	5	1 1/4	1 1/4	7/8
5	6	1 1/2	1 1/2	1
6	7	1 3/4	1 3/4	1 1/8
7	9	2	2	1 1/4
9	11	2 1/2	2 1/2	1 3/4
11	13	3	3	2
13	15	3 1/2	3 1/2	2 1/4
15	18	4		3
18	22	5		3 1/2
22	26	6		4
26	30	7		5

Fuente: Reimpreso de la norma ANSI B17.1-1967 (R98) con autorización de la American Society of Mechanical Engineers. Todos los derechos reservados.

Nota: Se prefieren los valores en las áreas no sombreadas. Las dimensiones están en pulgadas.

Figura 4.34. Tamaño de las cuñas recomendada.  
Fuente Diseño de elementos de máquinas Robert L Mott 4ta edición.

De la tabla 11-1 del obtenemos la altura y el ancho de la cuña, para un eje de 0,75 in (0,1905 m), obtenemos un ancho W de 3/16 in (0,0048 m ) y un 1/8 in (0,0032 m) de altura H, recomendado un cuña rectangular, entonces del largo de la cuña será de:

$$L = \frac{4 * 0,1190 \text{ Nm} * 2,5}{206 \text{ MPa} * 0,1905 \text{ m} * 0,0048 \text{ in}} = 6,32 \times 10^{-6} \text{ m} = 0,00632 \text{ mm}.$$

Como es menor a 1 mm tomamos un valor de ancho igual al largo 0,0048 m.

Introducimos estos valores en la ecuación 4.10.1 y obtenemos un esfuerzo cortante de:

$$\tau = \frac{2 * 0,1190 \text{ Nm}}{0,1905 \text{ m} * 0,0048 \text{ m} * 0,0032} = 81337,49 \text{ Pa}.$$

Con el valor de  $\tau$  calculado lo comparamos con el esfuerzo de fluencia de la ecuación 4.10.2.

$$S_y = \frac{\phi * \tau}{0,5} = \frac{2,5 * 81337,49 \text{ Pa}}{0,5} = 406687 \text{ Pa}.$$

Como es menos al esfuerzo de fluencia del acero inoxidable 304, no fallara las cuñas.



#### **4.11 Sistema de control de temperatura**

Se necesitara un sistema para controlar la temperatura de agua del tanque, no exceda a la planteada del diseño de 100 grados Celsius, para ello se utilizara una termo cúpula tipo J la cual tiene un rango máximo de medición de 593 grados Celsius.

La termo cúpula están generalmente cubiertas de un material cerámico para evitar la corrosión de este, ya que está trabajando con vapor de agua, necesitara un cable de extensión llamado cable compensado el cual llevara la señal del sensor al controlador.

Cabe de mencionar que este sensor es el más económico, estará anclado de formada horizontal al tanque, sostenida a la pared del tanque.

Se contara un controlador tipo On-Off con un sensor de precisión y una frecuencia de trabajo de 50/60 Hz, y puede trabajar con los tipos de voltaje de 110 o 220 v, el cual este estará conectado a indicador relé, que cuando se sobrepase este temperatura apagara la resistencia hasta que vuelve a descender la temperatura al rango de trabajo.

El controlador estará ubicado en un panel de control del equipo, conjunto los botones de encendido del motor y de la bomba, para facilitar la operación del equipo.

#### **4.12 Análisis de estructura**

Para la estructura de la base de la máquina, se eligieron tubos de acero inoxidable de módulo de elasticidad (E) de 193 GPa, y de un valor de resistencia a la fatiga (Sy) es de 540 MPa, soldados entre sí, de sección cuadrada, disponibles en los catálogos de la empresa venezolana vecraft.

Esta estructura es conformada por una serie de tubos de 40 x 40 mm de lado y 2 mm de espesor, que estarán soldados entre sí. El motor eléctrico se colocará sobre una plancha de acero inoxidable, que esta será soldada a la estructura, como es mostrado en la siguiente figura.

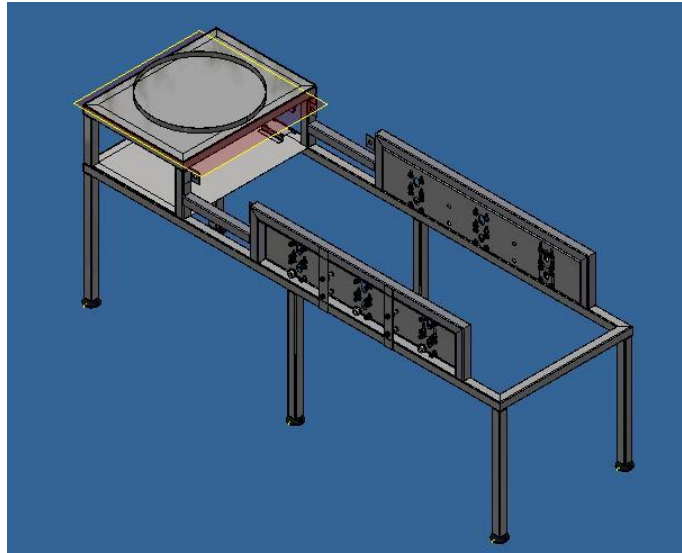


Figura 4.35 Esquema de la estructura.  
Fuente: los autores.

A continuación, se procedió a simular esfuerzos en la estructura para corroborar que la configuración presentada, soportará la carga a la cual será sometida en condiciones de trabajo.

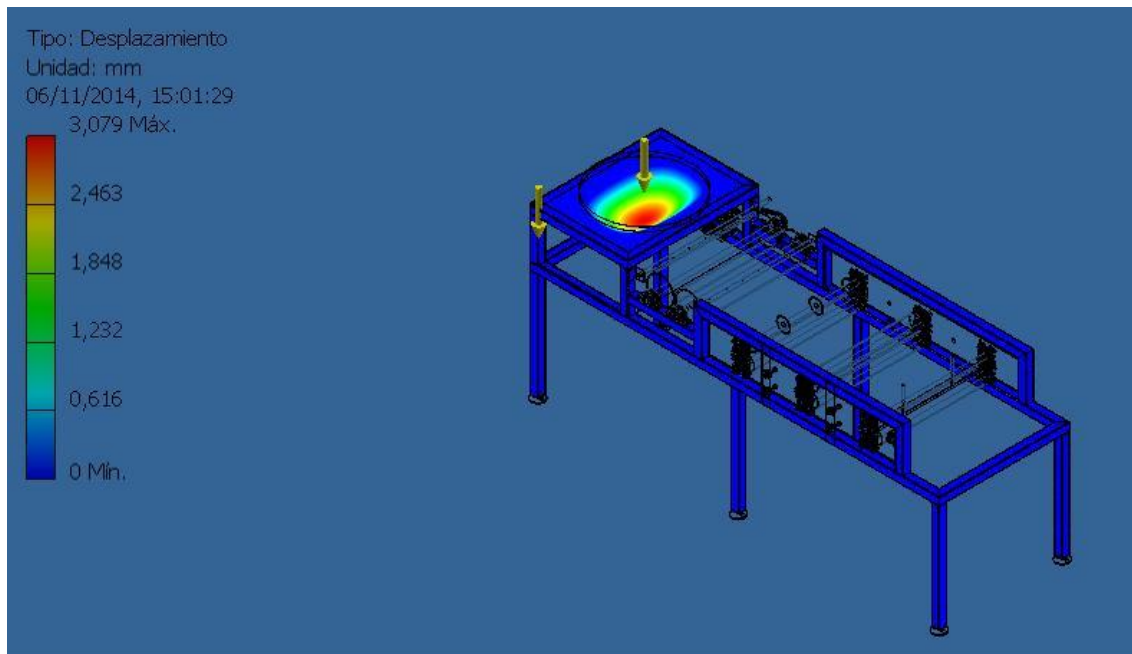


Figura 4.36 análisis de desplazamiento de la estructura.

Fuente: los autores

El máximo desplazamiento al cual será sometida la estructura es de 3,079 mm en la lámina base del tanque.

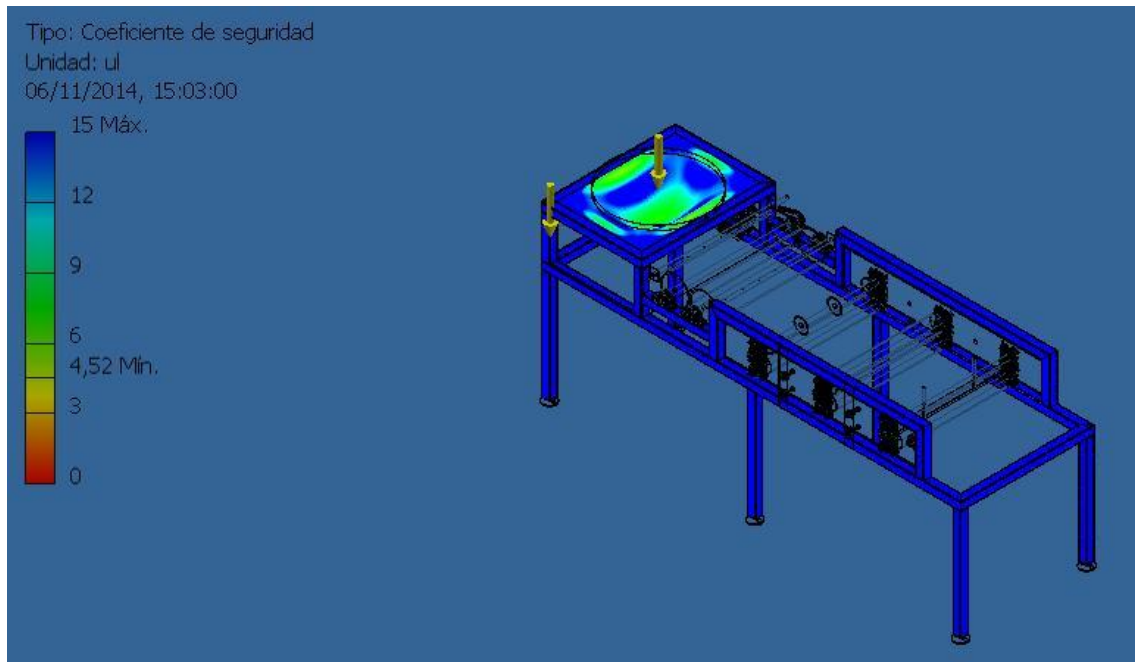


Figura 4.37 análisis del factor de seguridad de la estructura.

Fuente: los autores.

El menor factor de seguridad que se registró durante la realización de la simulación fue de 4,52.

Con los valores encontrados durante la simulación, podemos constatar que la estructura diseñada, es ideal para soportar las cargas a la cual será sometida durante su vida útil.

### 4.13 Tensores

También se necesitaran elementos tensores responsables de mantener la cadena lo suficientemente tensa, durante el proceso de trabajo. Para su elección se tomó en consideración el paso de la cadena y su instalación dentro de la máquina, siendo estos construidos por la fábrica.

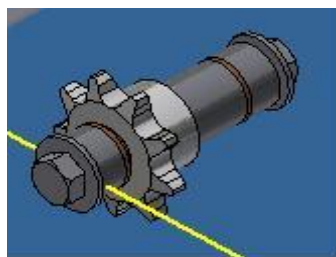


Figura 4.38. Esquema de los tensores.

Fuente: los autores.

#### **4.14 Cuchillas de corte**

Como se presentó anteriormente en los cálculos se necesitara cuchillas circulares para el sistema de corte longitudinal y cuchilla plana para el sistema de corte transversal los cuales son utilizados en la industria apícola, textil y papelera.

#### **4.15 Remaches**

Para la unión de la retención de la malla de filtro del tanque, se dispuso como se muestra a continuación de tal manera que asegure y no se desprenda durante el proceso y presente problemas durante la operación.

#### **4.16 Tornillos**

La máquina requiere de algunas uniones se hagan a través de tornillos, lo cual permitirá su desmontaje de forma sencilla para realizar actividades de limpieza, mantenimiento o reparación de los rodamientos. Estas uniones se realizarán por medio de tornillos hexagonales de 7/16 pulgadas, 14 UNC 1,25.

#### **4.17 Soldaduras**

Las uniones en la estructura, en el tanque, rodillos y sistemas de corte serán soldadas, se consideró las cargas aplicadas sobre las juntas soldadas y la geometría de los mismos.

Se determinó que, para el diseño será utilizada la soldadura T.I.G., ya que con el uso de electrodos de Tungsteno se logran cordones con alta resistencia, más dúctiles y menos sensibles a la corrosión.

## CAPITULO V

## 5.- HOJAS DE PROCESO, ENSAMBLES, MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se detallara en este capítulo las piezas cada pieza a fabricar y sus componentes a utilizar, el proceso de fabricación y el procedimiento para el ensamblaje del equipo.

### Codificación

Los códigos presentando en este capítulo están designados de la siguiente forma

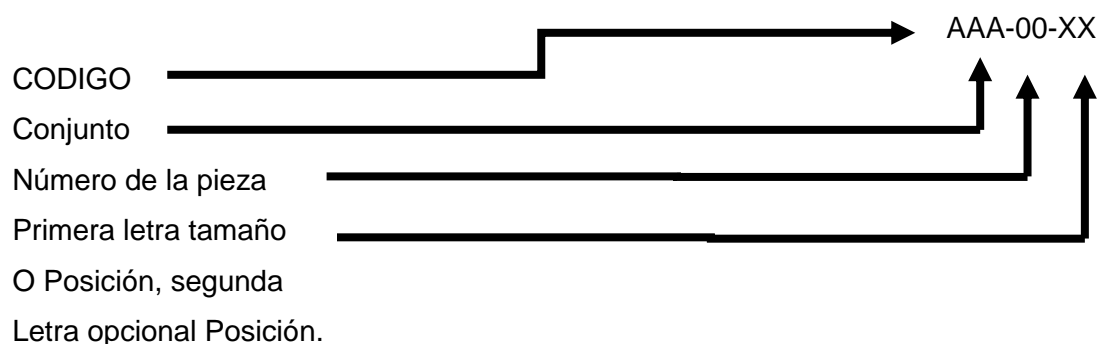


Tabla 21 componentes del equipo

Componente	Cantidad de piezas	Código
Ensamblado de la estructura.	1	BYS00
Tubo cuadrado Longitudinal	2	BYS01
Tubo cuadrado Transversal	2	BYS02
Apoyo de la mesa	6	BYS03
Apoyos de base de tanque	4	BYS04
Tubo longitudinal soporte rodillos	1	BYS05
Tubo vertical soporte rodillos	1	BYS06
Base Corredera frontal	1	BYS07
Base Corredera trasera	1	BYS08
Base del motor	1	BYS09
Base del tanque	1	BYS10
Tubo Longitudinal y Transversal de la base del tanque	4	BYS11
Tubo soporte rodillo estampador	2	BYS12
Pletina de la base del Tanque	1	BYS13
Tapa tablero de control	1	BYS14
Tapa lateral	2	BYS15
Tapa inferior	2	BYS16
Tapa para la estructura	6	BYS17

Zapatas niveladoras	6	BYS18
Tanque Fundidor	1	TAN00
Carcasa del tanque	1	TAN01
Anillo 1 de soporte de la tapa de los ductos.	1	TAN02
Anillo 2 de soporte de la tapa de los ductos	1	TAN03
Anillos de soporte de la malla de filtrado	1	TAN04
Malla	1	TAN05
Anillos de tensión	2	TAN06
Ductos de vapor	3	TAN07
Fondo del tanque de cera	1	TAN08
Tapa inferior del tanque	1	TAN09
Lamina de la tapa del tanque	1	TAN10
Asas de la tapa del tanque	1	TAN11
Pletina del borde de la tapa del tanque	1	TAN12
Resistencia Eléctrica	1	TAN13
Termocupla	1	TAN14
Válvula de descarga de cera	1	TAN15
Válvula de entrada de agua	1	TAN16
Piñón Motor	1	STR01
Piñón rodillo estampador	2	STR02
Piñones de rodillo, auxiliares y sistemas de corte	17	STR03
Cadena Corta	1	STR04
Cadena larga	1	STR05
Eje1 tipo 1	7	STR06
Eje tipo 2	1	STR07
Eje tipo 3	1	STR08
Tensor	4	STR09
Cojinetes	22	STR10
Motorreductor	1	STR11
Eje del motor	1	STR12
Tanque lubricación	1	SDL00
Fondo tanque lubricación	1	SDL01
Tapa lateral del tanque lubricación	2	SDL02
Bomba	1	SDL03
Manguera	2	SDL04
Aspersores	2	SDL05
Tapas de los rodillos de estampado	4	RCT01
Carcasa de los rodillos de estampado de eje largo.	1	RCT02

Carcasa de los rodillos de estampado de eje corto	1	RCT03
Carcasa de los rodillos Auxiliares.	4	RCT04
Tapas de los rodillos auxiliares.	8	RCT05
Rodillos de Estampado de eje largo	1	RCT06
Rodillos de Estampado de eje corto	1	RCT07
Rodillos Auxiliares	4	RCT08
Cuchillas de corte	4	SDC01
Guillotina	1	SDC02
Tornillos de graduación de guillotina.	2	SDC03
Sistema de Corte Transversal.	1	SDC04
Sistema de Corte Longitudinal.	1	SDC05

Tabla 22 Elementos de Unión y protección.

Componente	Cantidad de piezas	Código
Arandela Plana	176	ARP01
Flotador	1	FLO01
Protector de cadena frontal	1	PCA01
Protector de cadena trasero	1	PCA02
Tornillos	88	TUE01
Tuercas	88	TUE02
Tornillos cabeza hex 3/8 16 UNC	6	TUE03
Corona baja 3/8 16 UNC	6	TUE04
Remaches	6	REM01
Tuerca de seguridad	4	TUE03
Tapas de goma	2	TDG01



## 5.1 Hoja de proceso

Equipos que se encuentra en la fábrica se muestran en la tabla mostrada a continuación:

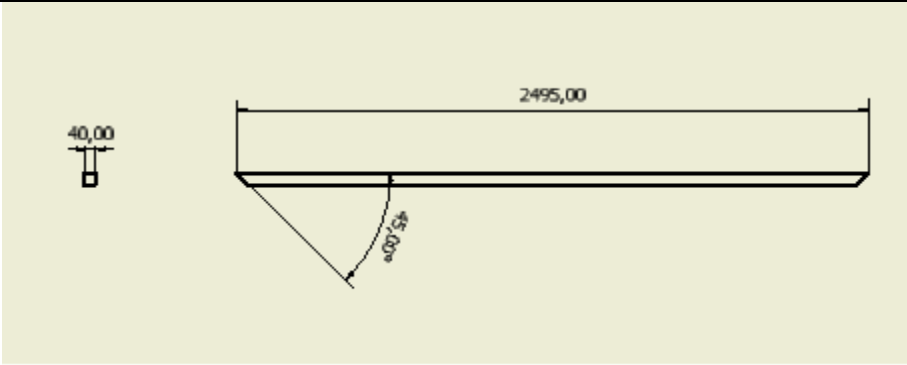
Equipo	Código
Calandra de chapas	01
Corte plasma CNC	02
Granallado	03
Guillotina hidráulica	04
Perforadora/Fresadora	05
Prensa dobladora hidráulica	06
Punzonadora	07
Sierra de cinta	08
Sierra de disco abrasivo	09
Soldadura MIG/MAG	10
Soldadura TIG	11
Taladro Bancada	12
Taladro de columna	13
Taladro Radial	14
Torno CNC 580	15
Torno universal 1000	16
Torno universal 3000	17
Taladro manual	18

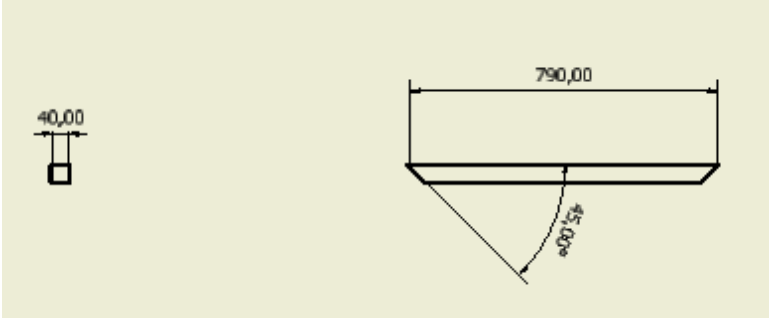
Equipos requeridos en otra fabricas

Equipo	Código
Electroerosión por hilo CNC	E01

A continuación se presenta una descripción de las operaciones necesarias para la fabricación de cada uno de los componentes del equipo.

### 5.1.1 Base y Soporte

Hoja de proceso			
Componente	Tubo Cuadrado Longitudinal	Pieza Código	BYS01
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	2
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar en la sierra de disco	09	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte
Plano			
			

Hoja de proceso			
Componente	Tubo cuadrado Transversal	Pieza Código	BYS02
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	2
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar en la sierra de disco	09	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte
Plano			
			

Hoja de proceso			
Componente	Apoyo de la mesa	Pieza Código	BYS03
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	6
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar en la sierra de disco	09	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte
Plano			
<p>The drawing shows a rectangular plate with a length of 650,00 and a width of 40,00. A small square symbol is located to the left of the main drawing.</p>			

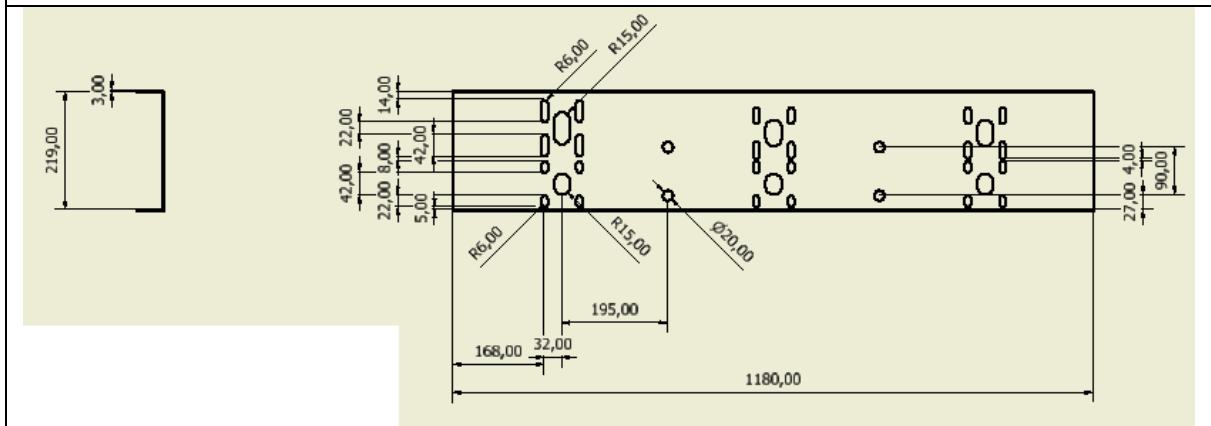
Hoja de proceso			
Componente	Apoyo base de tanque	Pieza Código	BYS04
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	4
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar en la sierra de disco	09	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte
Plano			
<p>The drawing shows a rectangular plate with a length of 250,00 and a width of 40,00. A small square symbol is located to the left of the main drawing.</p>			

Hoja de proceso			
Componente	Tubo longitudinal soporte rodillos	Pieza Código	BYS05
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	1
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar con la sierra de disco	09	Asegurarse que las medidas sean las indicadas en el plano
Plano			

Hoja de proceso			
Componente	Tubo vertical soporte rodillos	Pieza Código	BYS06
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	1
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar con sierra de disco	09	Asegurarse que las medidas sean las indicadas en el plano
Plano			

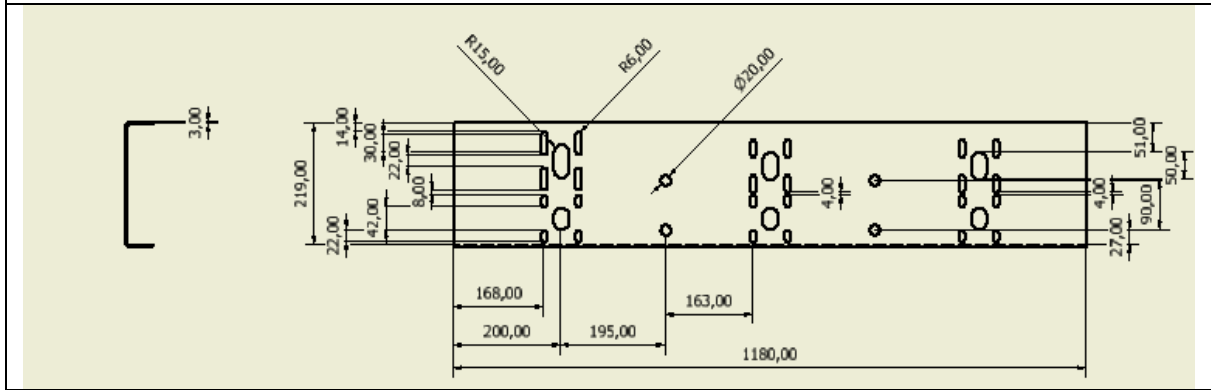
Hoja de proceso			
Componente	Base Corredera frontal	Pieza Código	BYS07
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	1
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar con plasma CNC	02	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte
2	Hacerle el dobles respectivo	06	Verificar los dobleces
3	Taladrar los respectivos agujeros	14	Verificar posición y dimensión de los agujeros en el plano.

Plano



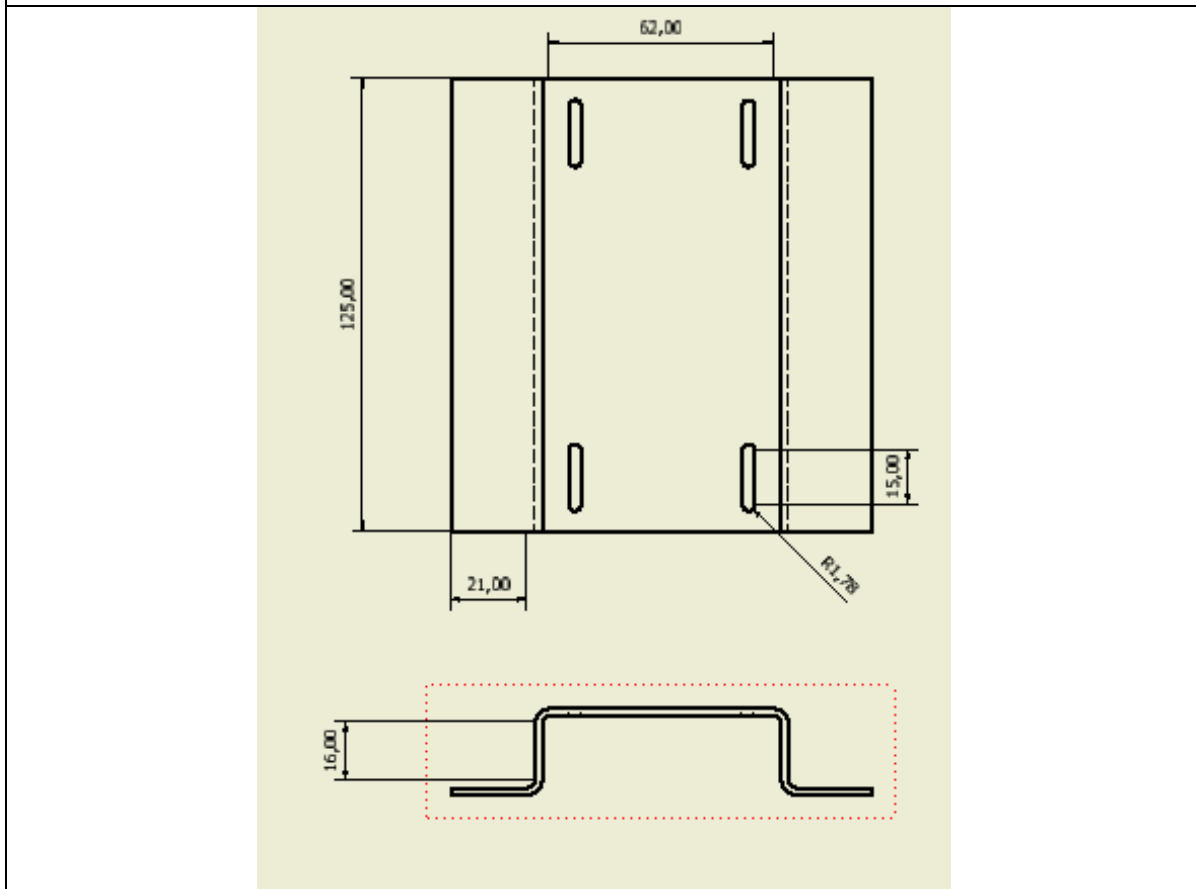
Hoja de proceso			
Componente	Base Corredera trasera	Pieza Código	BYS08
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	1
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar con plasma CNC	02	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte
2	Realizar el respectivo dobles	06	Verificar los dobleces
3	Taladrar los respectivos agujeros	14	Verificar posición y dimensión de los agujeros en el plano.

Plano



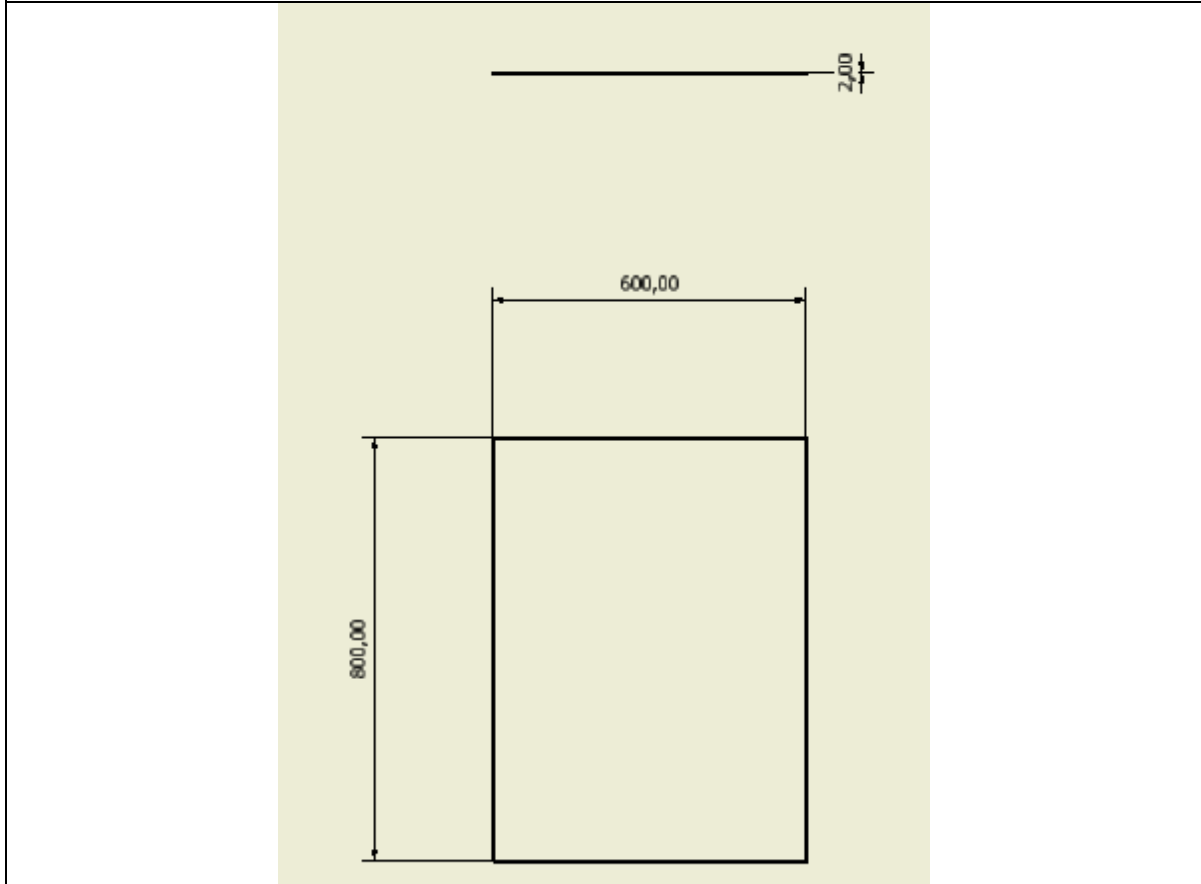
Hoja de proceso			
Componente	Base de motor	Pieza Código	BYS09
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	1
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar con plasma CNC	02	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte
2	Realizar el respectivo dobles	06	Verificar los dobleces
3	Taladrar los respectivos agujeros	14	Verificar posición y dimensión de los agujeros en el plano.

Plano



Hoja de proceso			
Componente	Base del tanque	Pieza Código	BYS10
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	1
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar con la sierra de cinta	08	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte

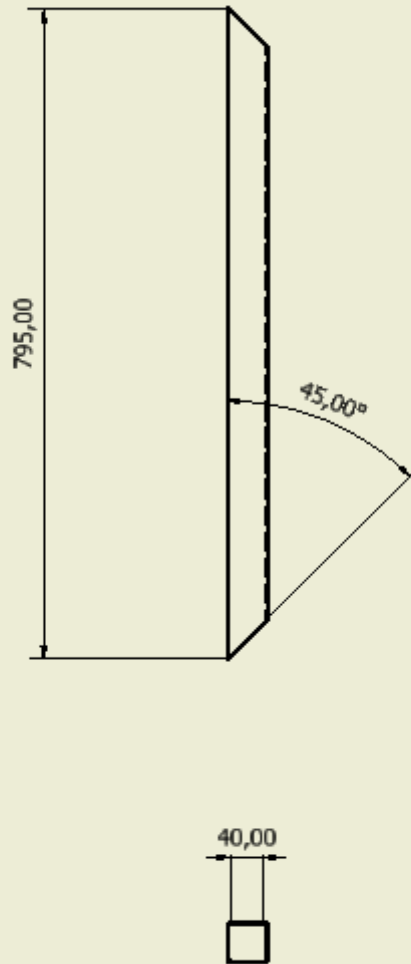
Plano





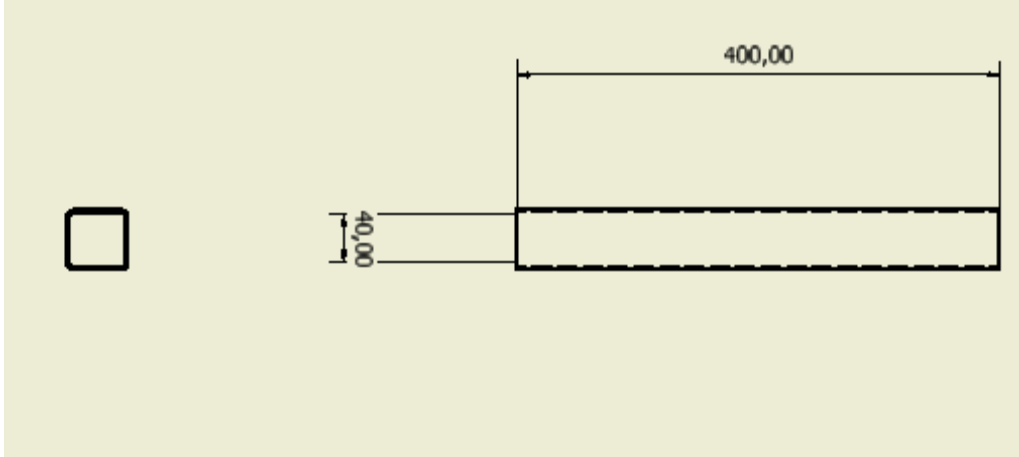
Hoja de proceso			
Componente	Tubo Longitudinal y Transversal de la base del tanque	Pieza Código	BYS11
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	4
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar en la sierra de disco	09	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte

Plano



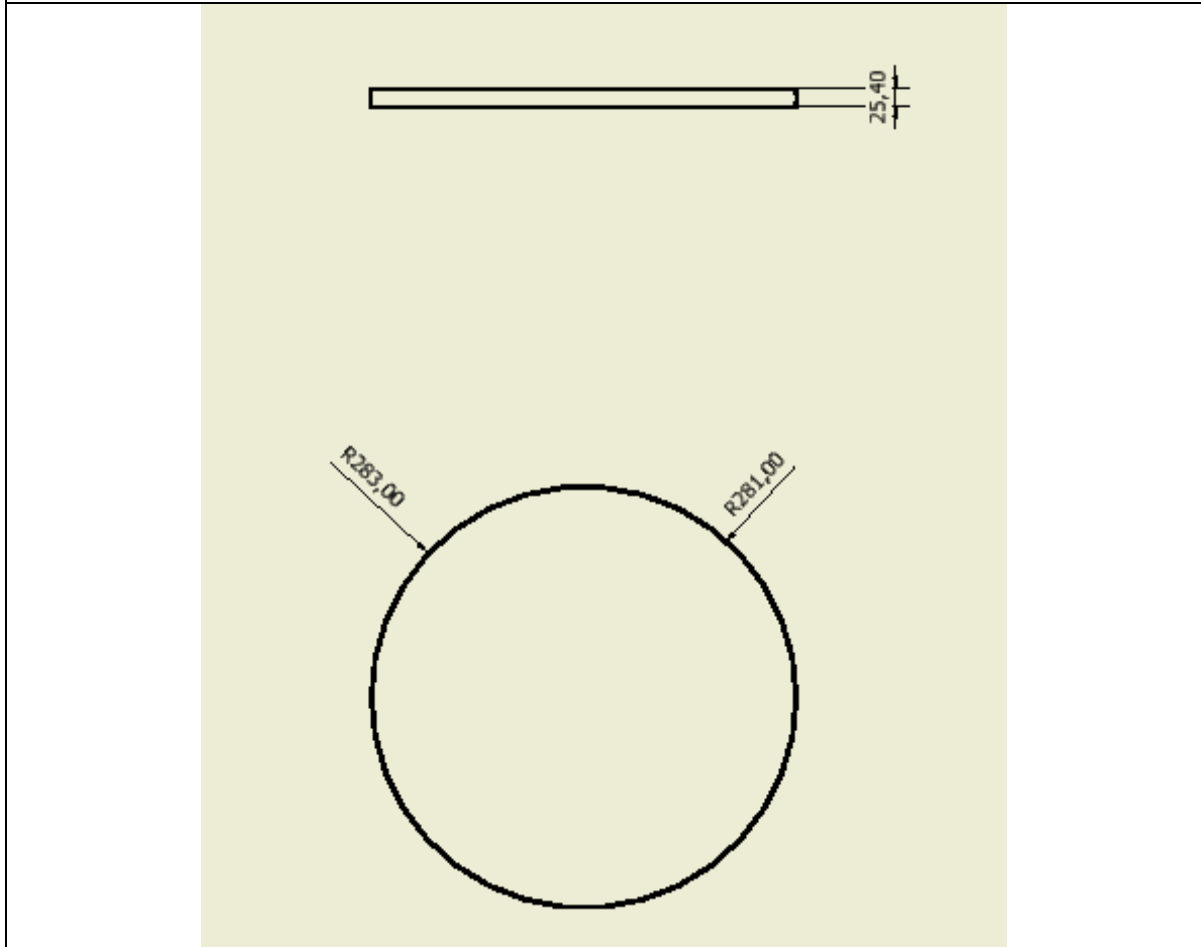
Hoja de proceso			
Componente	Tubo soporte rodillo estampador	Pieza Código	BYS12
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	2
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar con la sierra de disco	09	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte

Plano



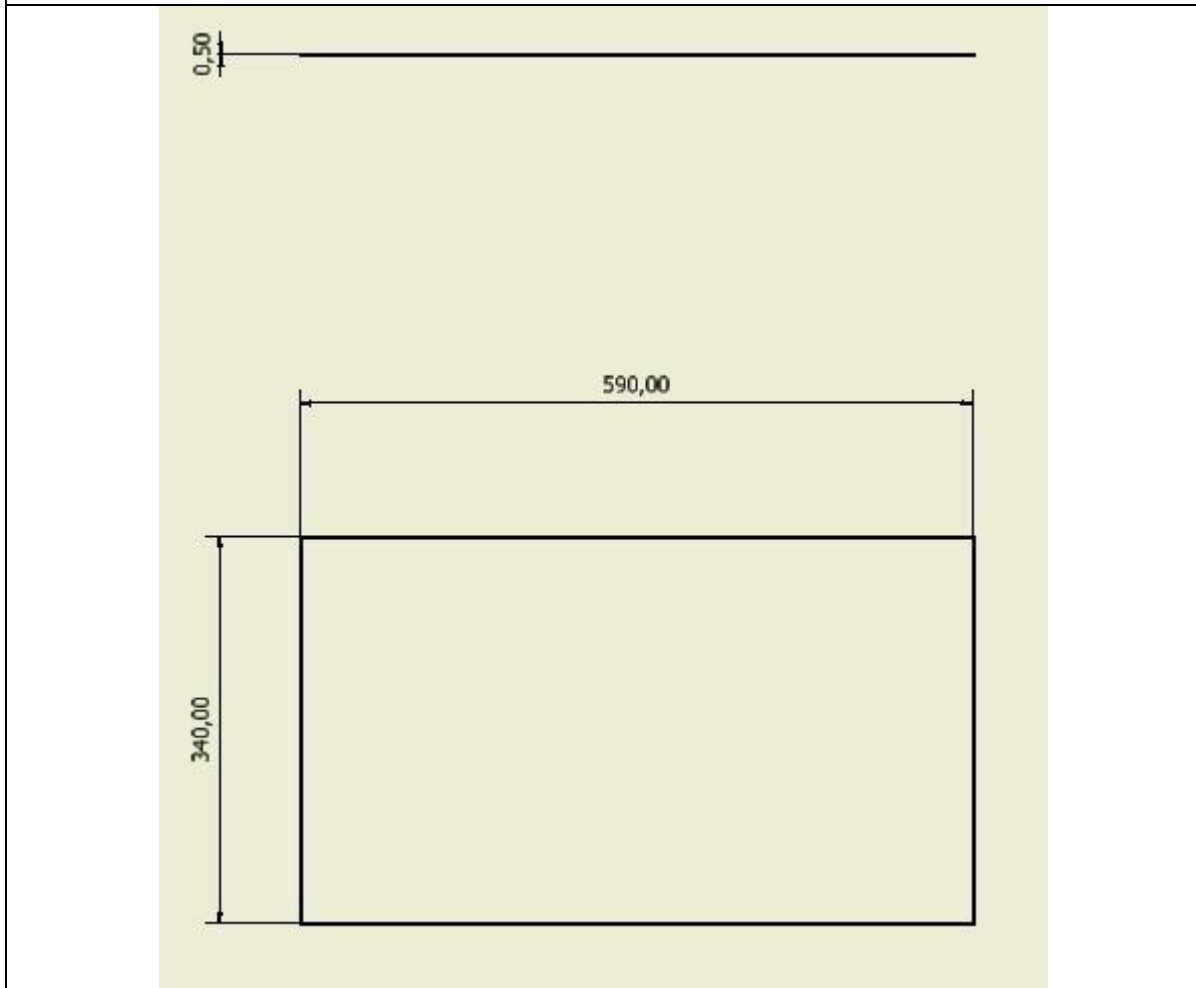
Hoja de proceso			
Componente	Pletina de la base del tanque	Pieza Código	BYS13
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	1
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar con la sierra de cinta	08	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte
2	Calandra de chapas	01	Verificar dimensión de la pieza

Plano



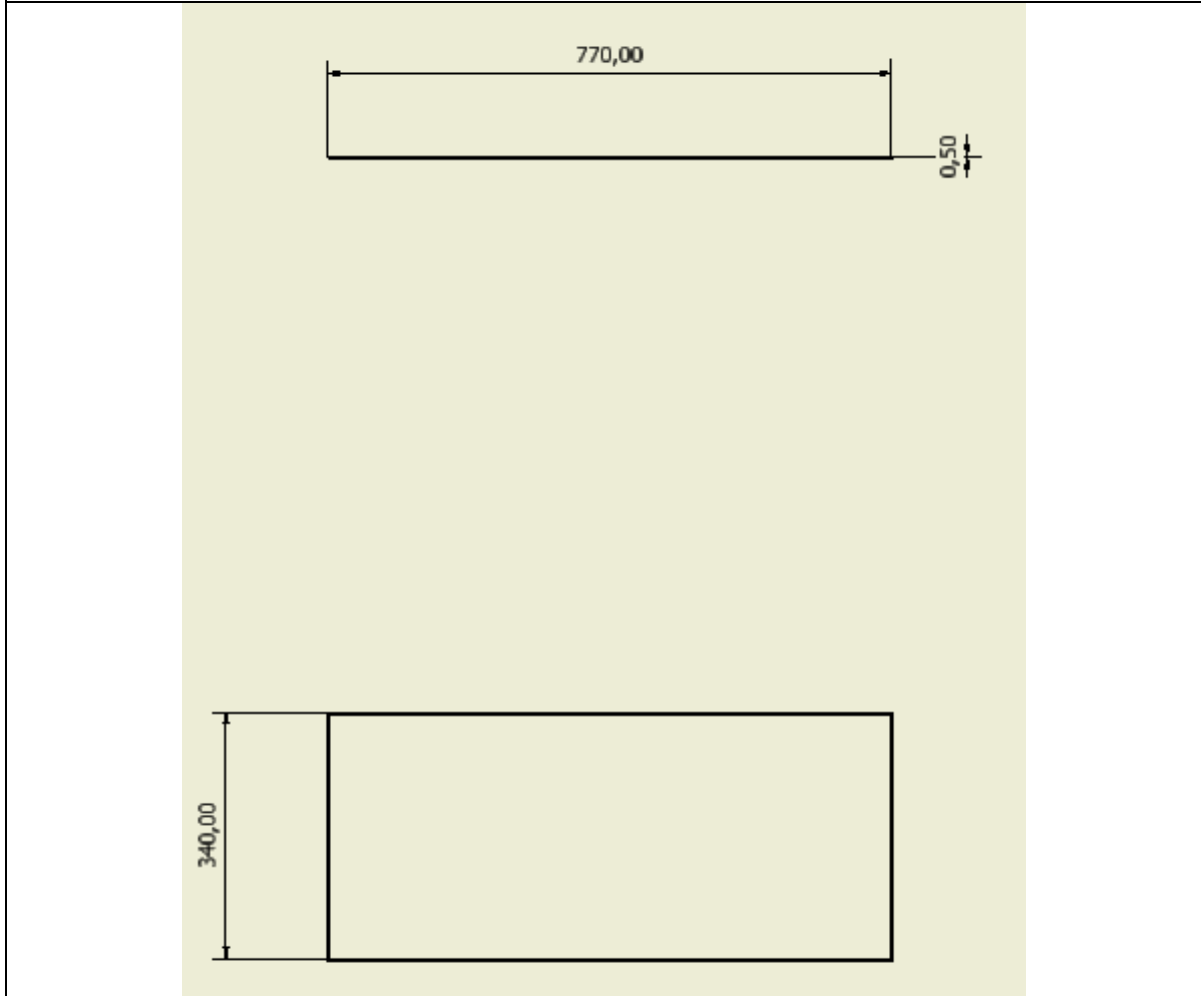
Hoja de proceso			
Componente	Tapa del tablero de control	Pieza Código	BYS14
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	1
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar con la sierra de cinta	08	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte
2	Taladrar los respectivos agujeros	14	Verificar posición y dimensión de los agujeros en el plano.

Plano



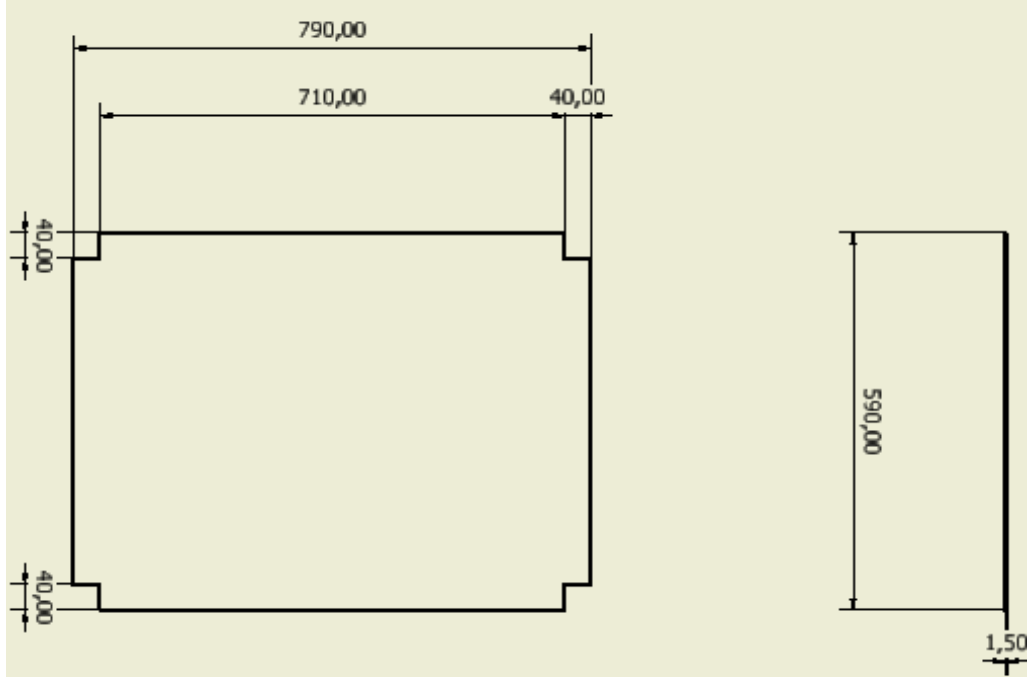
Hoja de proceso			
Componente	Tapa lateral	Pieza Código	BYS15
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	2
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar con la sierra de cinta	08	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte

Plano



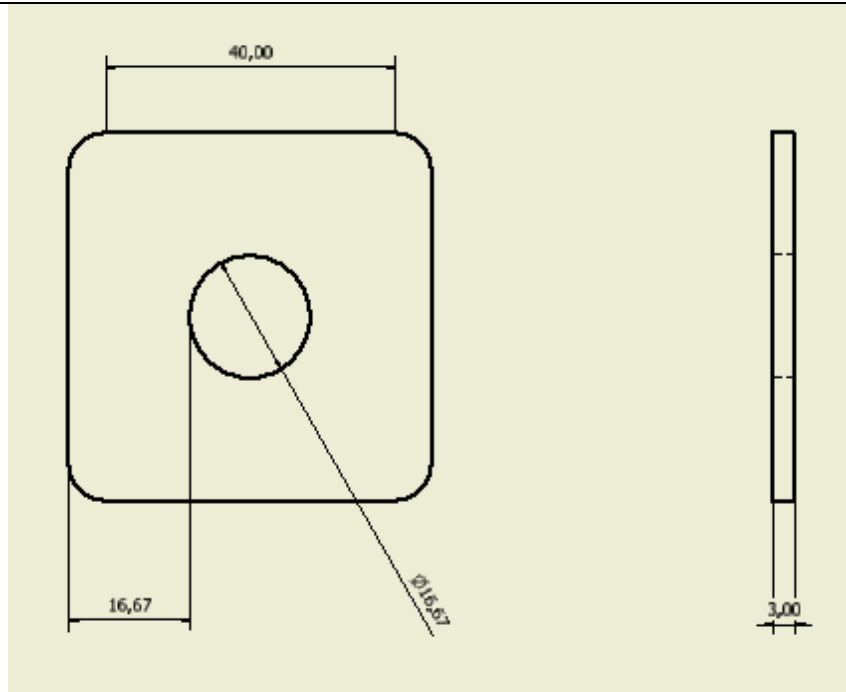
Hoja de proceso			
Componente	Tapa inferior	Pieza Código	BYS16
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	2
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar con la sierra de cinta	08	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte

Plano



Hoja de proceso			
Componente	Tapa pata estructura	Pieza Código	BYS17
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	2
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar con la sierra de cinta	08	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte
2	Taladrar agujero		Revisar dimensiones

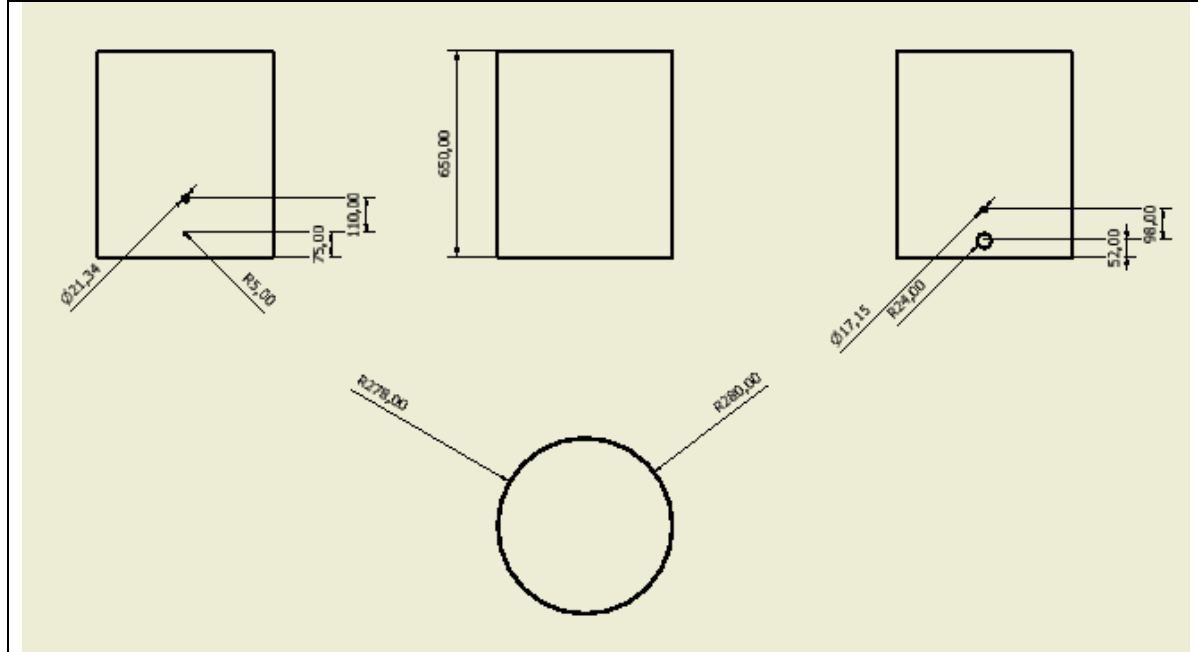
Plano



### 5.1.2 Tanque

Hoja de proceso			
Componente	Carcasa del tanque	Pieza Código	TAN01
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	1
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar con la sierra de disco	09	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte
2	Calandrar la chapas	01	Verificar dimensión de la pieza
3	Unir la pieza con una soldadura	11	Verificar la soldadura
4	Taladrar los agujeros respectivos	18	Verificar la posición de los agujeros en los planos

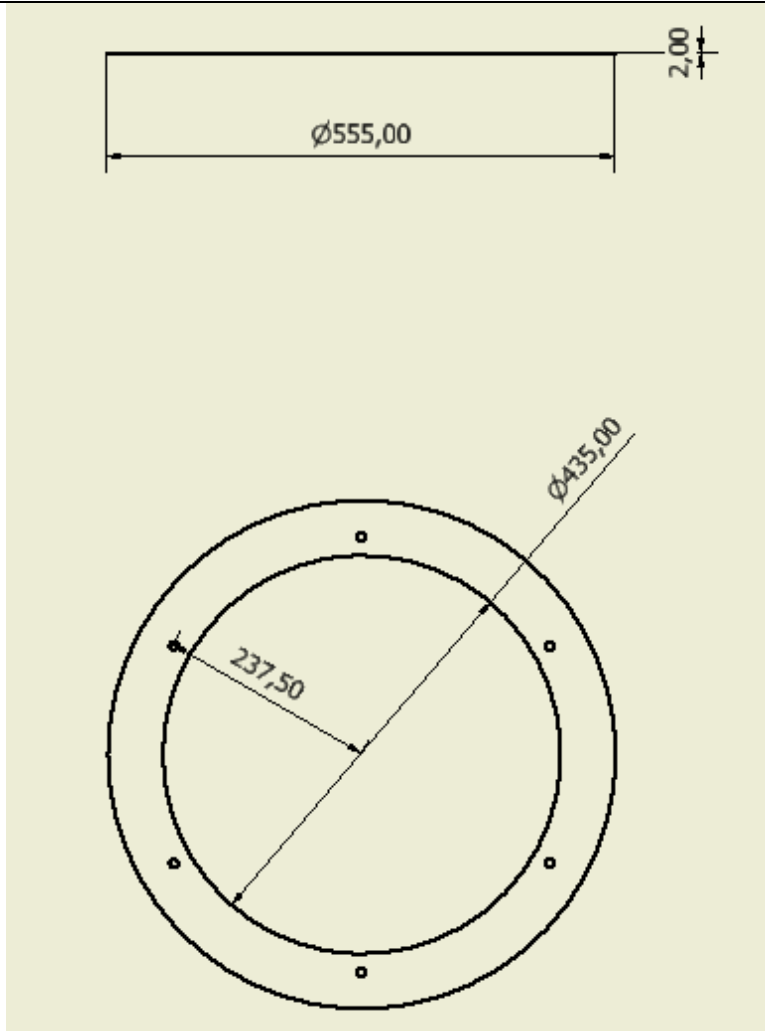
#### Plano





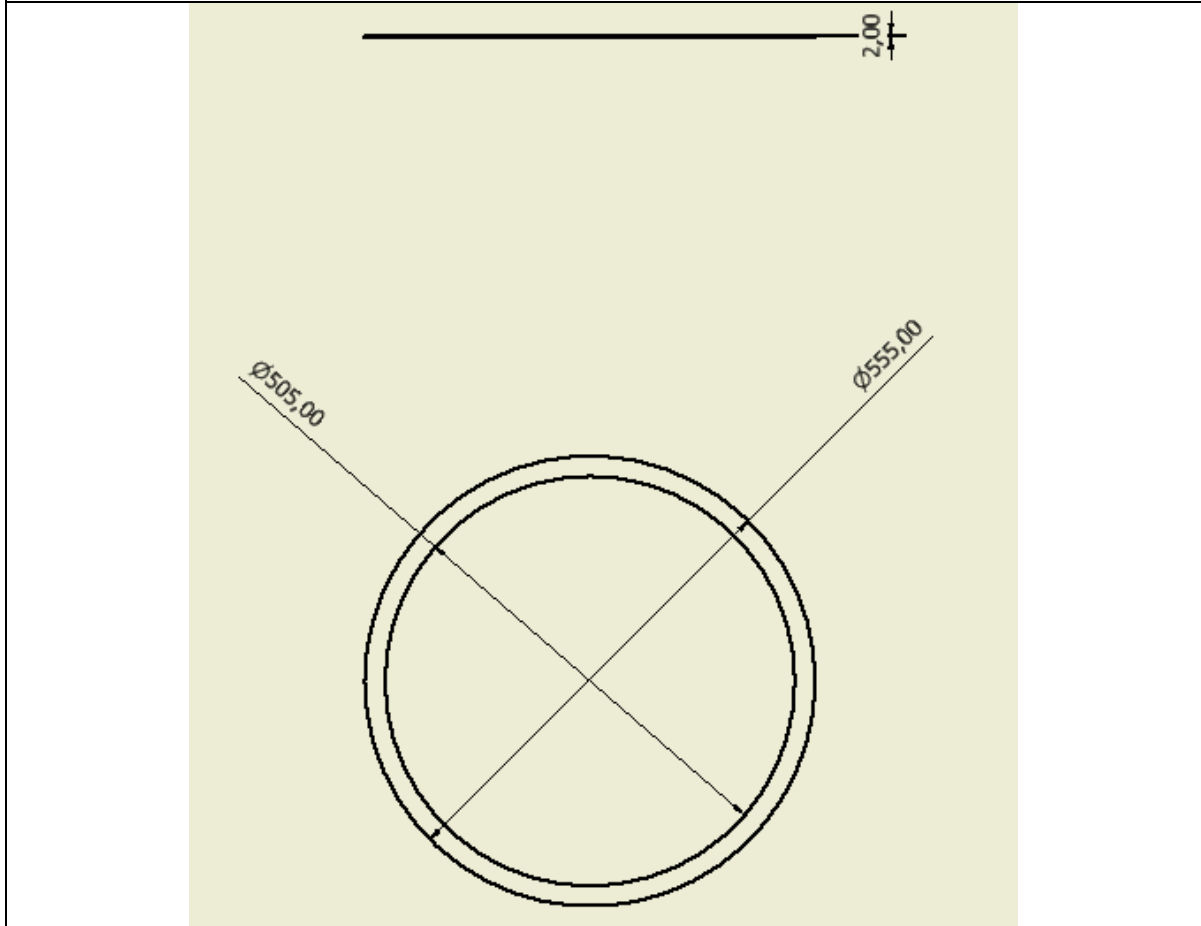
Hoja de proceso			
Componente	Anillo 1 de soporte de la tapa de los ductos	Pieza Código	TAN02
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	1
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar la chapa por el corte de plasma CNC	02	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte

Plano



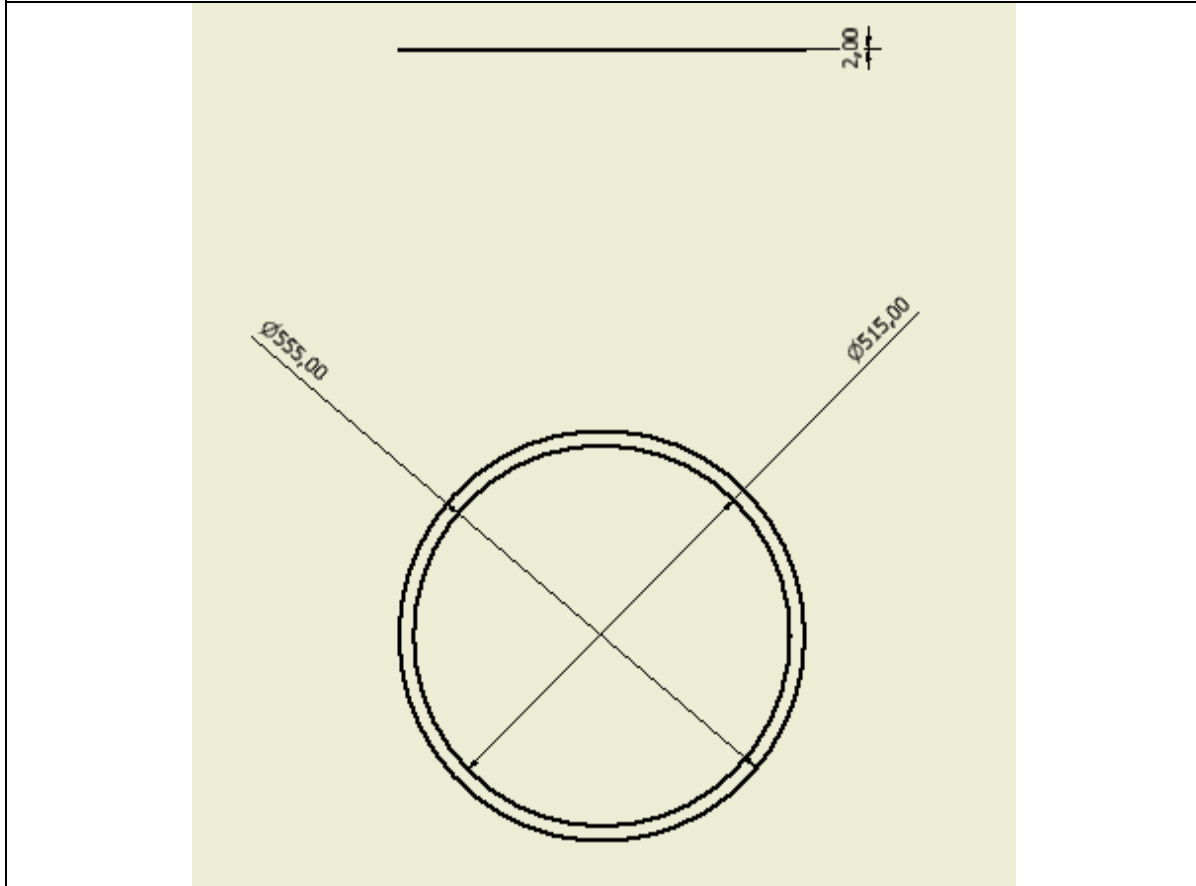
Hoja de proceso			
Componente	Anillo 2 de soporte de la tapa de los ductos	Pieza Código	TAN03
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	1
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar la chapa por el corte de plasma CNC	02	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte

Plano



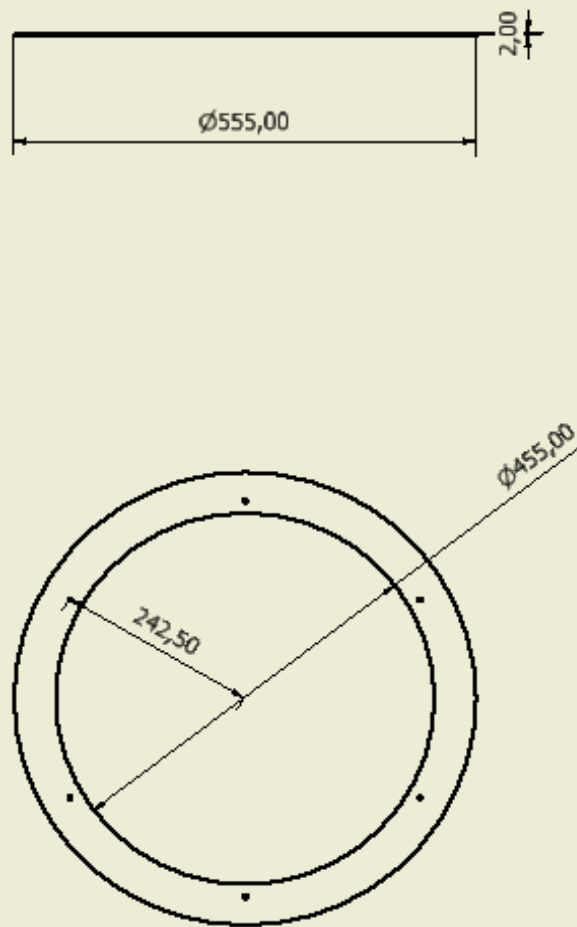
Hoja de proceso			
Componente	Anillos de soporte de la malla de filtrado	Pieza Código	TAN04
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	1
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar la chapa por el corte de plasma CNC	02	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte

Plano



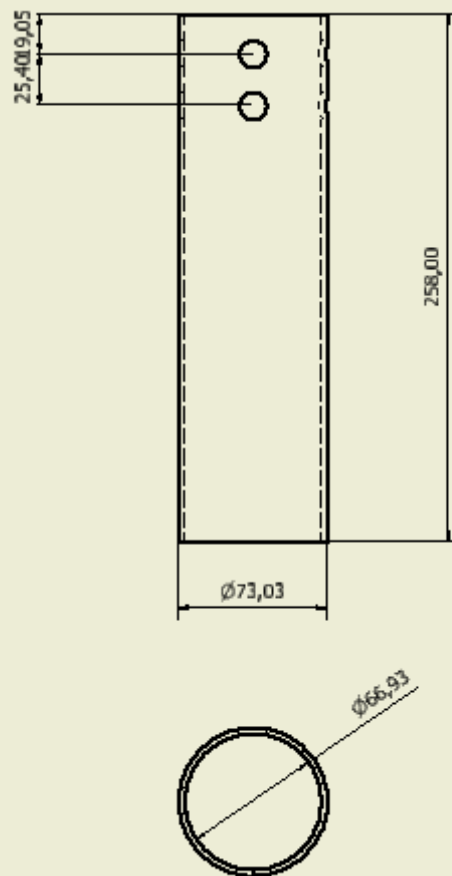
Hoja de proceso			
Componente	Anillos de tensión	Pieza Código	TAN06
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	2
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar la chapa por el corte de plasma CNC	02	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte
2	Abrir agujeros de los remaches	12	Verificar dimensión y posición de los agujeros en el plano.

Plano



Hoja de proceso			
Componente	Ductos de vapor	Pieza Código	TAN07
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	3
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Corte de sierra de disco al tubo circular	09	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte
2	Cortar las tapas del ducto por el corte de plasma CNC	02	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte
3	Taladrar los agujeros del tubo con el taladro radial	14	Verificar posición de los agujeros en el plano
4	Soldar la tapa al borde cercano de los agujeros de los ductos	11	Verificar la posición de la pieza antes de soldar y la calidad de la soldadura

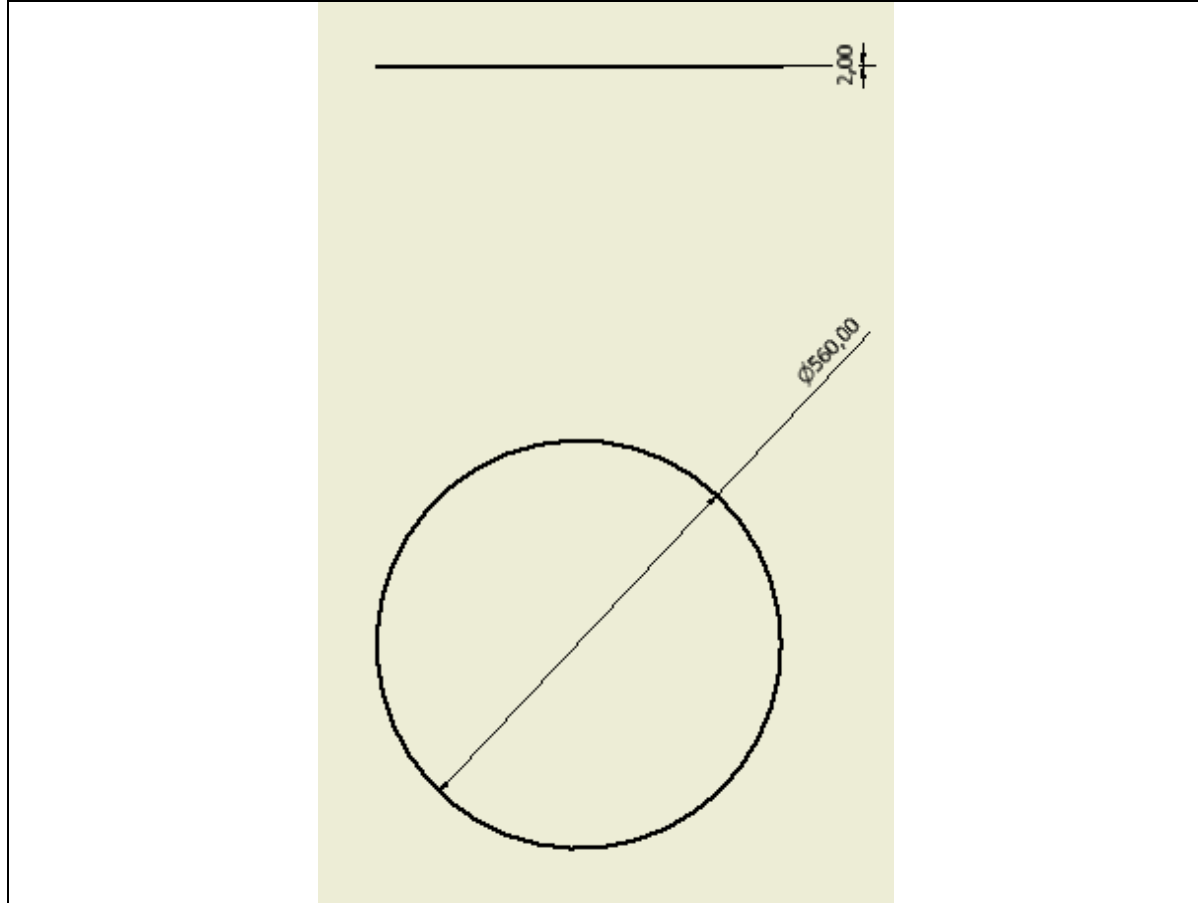
Plano



Hoja de proceso			
Componente	Fondo de tanque de cera	Pieza Código	TAN08
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	1
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar la tapa del ducto por el corte de plasma CNC	02	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte
2	Taladrar los agujeros de los remaches	12	Verificar posición y diámetro de los agujeros en el plano
Plano			

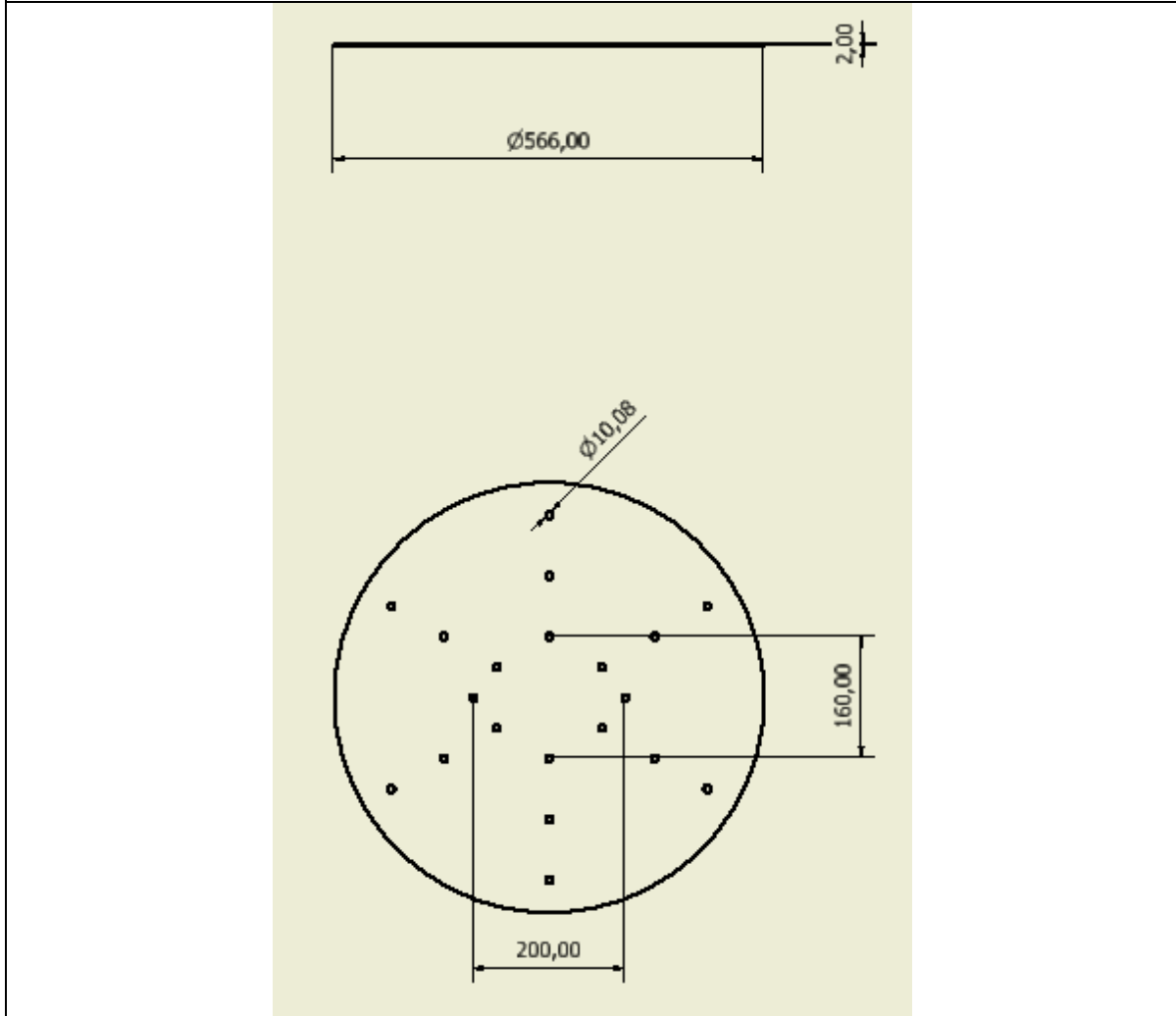
Hoja de proceso			
Componente	Tapa inferior del tanque	Pieza Código	TAN09
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	1
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar las tapas del ducto por el corte de plasma CNC	02	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte

Plano



Hoja de proceso			
Componente	Lamina de la tapa del tanque	Pieza Código	TAN10
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	1
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar la lámina por el corte de plasma CNC	02	Verificar corte según dimensiones dadas
2	Taladrar los agujeros respectivos	18	Verificar posición de los agujeros con los planos.

Plano

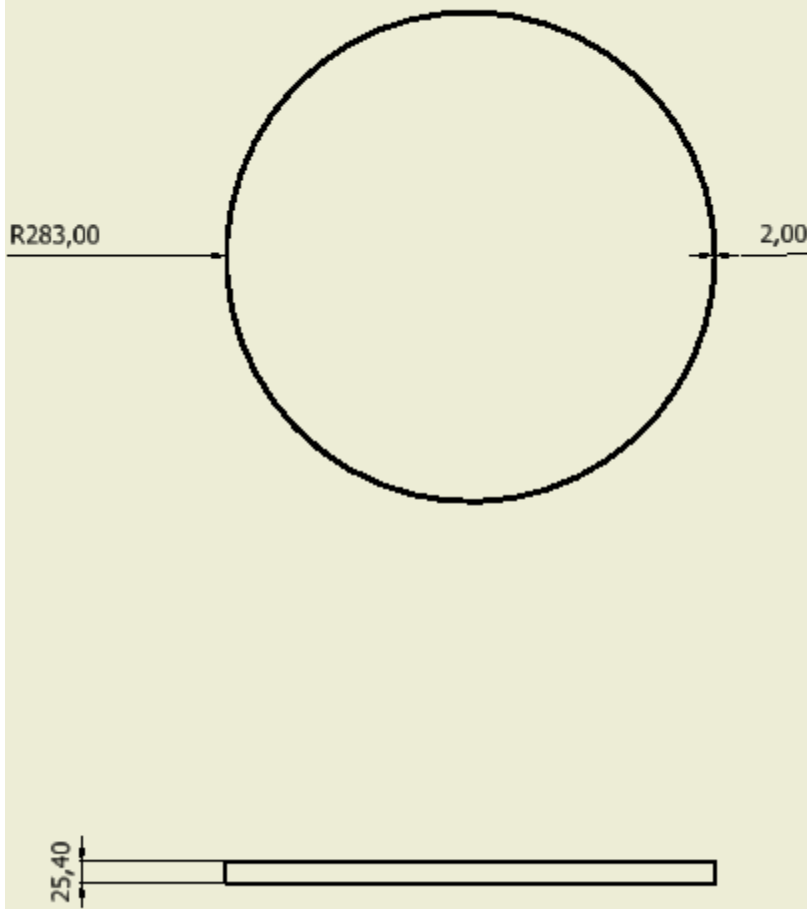




Hoja de proceso			
Componente	Asas de la tapa del tanque	Pieza Código	TAN11
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	1
N° Operación	Descripción de la operación.	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Corte de sierra de disco al tubo circular largo.	09	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte
2	Corte de sierra de disco a los tubo circular corto.	09	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte
3	Soldar los tubos cortados con los codos.	11	Verificar la calidad de la soldadura y la posición de la pieza antes de soldar
4	Realizar roscado en el inferior según las dimensiones dadas.	16	Inspeccionar que el roscado realizado sea de calidad.
Plano			
<p style="text-align: center;"> <math>176,00</math>  <math>38,00</math>  <math>3/8-16 \text{ UNC} - 2B</math>  <math>\varnothing 12,70</math> </p>			

Hoja de proceso			
Componente	Pletina del borde de la tapa del tanque	Pieza Código	TAN12
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	1
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar con la sierra de cinta	08	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte
2	Calandra de chapas	01	Verificar dimensión de la pieza

Plano

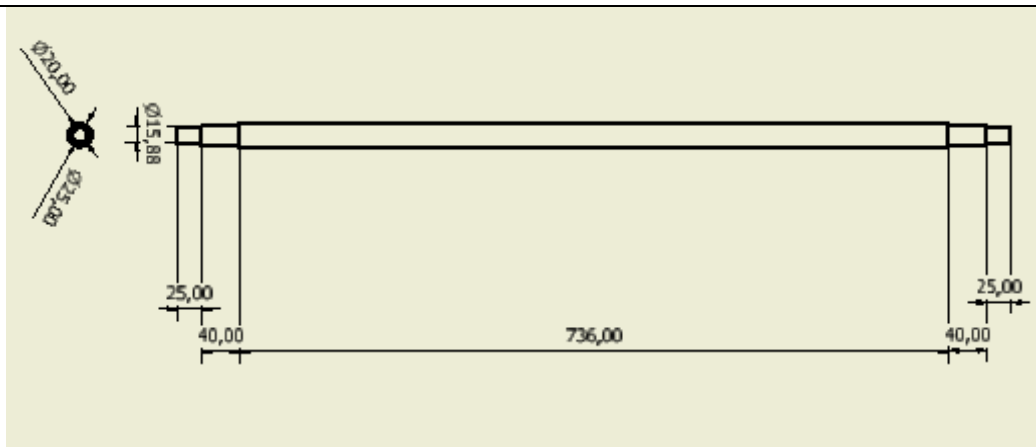


### 5.1.3 Sistema de transmisión

Hoja de proceso			
Componente	Eje tipo 1	Pieza Código	STR06
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	7
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar con la sierra de disco	09	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte
2	Rectificar en el torno universal	16	Verificar dimensión de la pieza y el acabado en torno
3	Cilindrar en el torno universal	16	Verificar dimensión de la pieza y el acabado en torno
Plano			
<p>The drawing shows a shaft with a diameter of 20.00 mm. The total length is 710.00 mm. At the left end, there is a chamfered section with a length of 40.00 mm. At the right end, there is a chamfered section with a length of 34.00 mm and a diameter of 25.00 mm. A detail view of the chamfered end shows a chamfer angle of 45 degrees and a chamfer width of 2.50 mm.</p>			

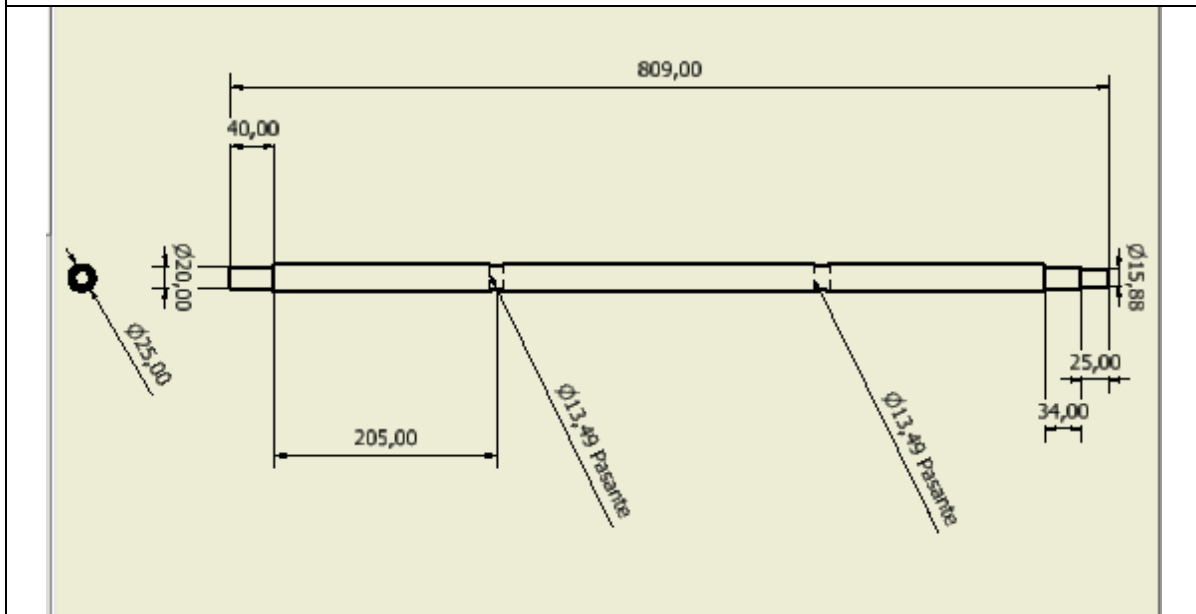
Hoja de proceso			
Componente	Eje tipo 2	Pieza Código	STR07
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	1
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar con la sierra de disco	09	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte
2	Rectificar en el torno universal	16	Verificar dimensión de la pieza y el acabo en torno
3	Cilindrar en el torno universal	16	Verificar dimensión de la pieza y el acabo en torno

Plano



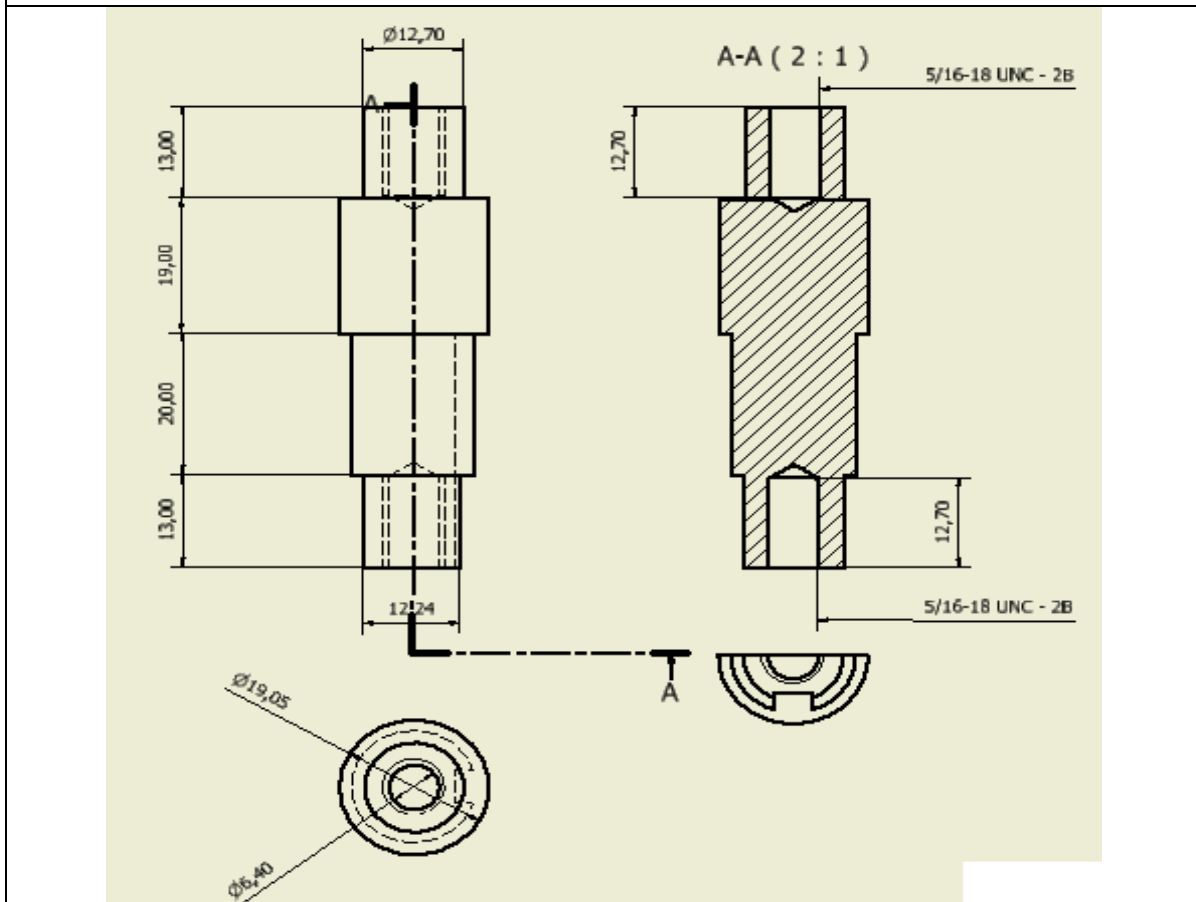
Hoja de proceso			
Componente	Eje tipo 3	Pieza Código	STR08
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	1
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar con la sierra de disco	09	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte
2	Refrentado.		
3	Cilindrar		Verificar las dimensiones.
4	Taladrar agujeros		Corroborar dimensiones

Plano

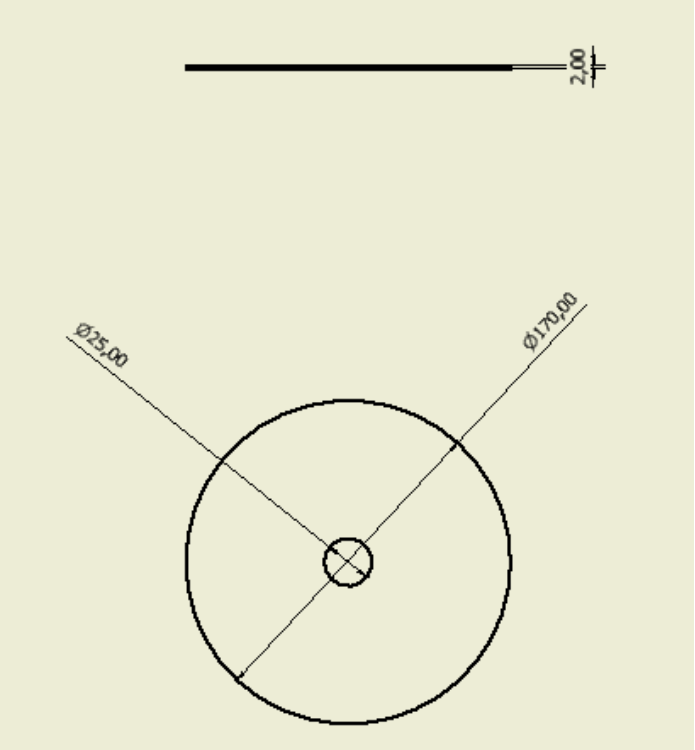


Hoja de proceso			
Componente	Tensores	Pieza Código	STR09
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	4
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar con la sierra de disco	09	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte
2	Cilindrar hasta obtener los diámetros requeridos	16	Verificar dimensión de la pieza y el acabo en torno
3	Taladrar para obtener el agujero indicado	16	Verificar dimensión de la pieza y el acabo en torno
4	Realizar un roscado con los diámetros indicados	16	Verificar dimensión de la pieza y el acabo en torno
5	Hacer un fresado con la dimensión indicada	05	Verificar dimensión de la pieza y el acabo en la fresadora

Plano

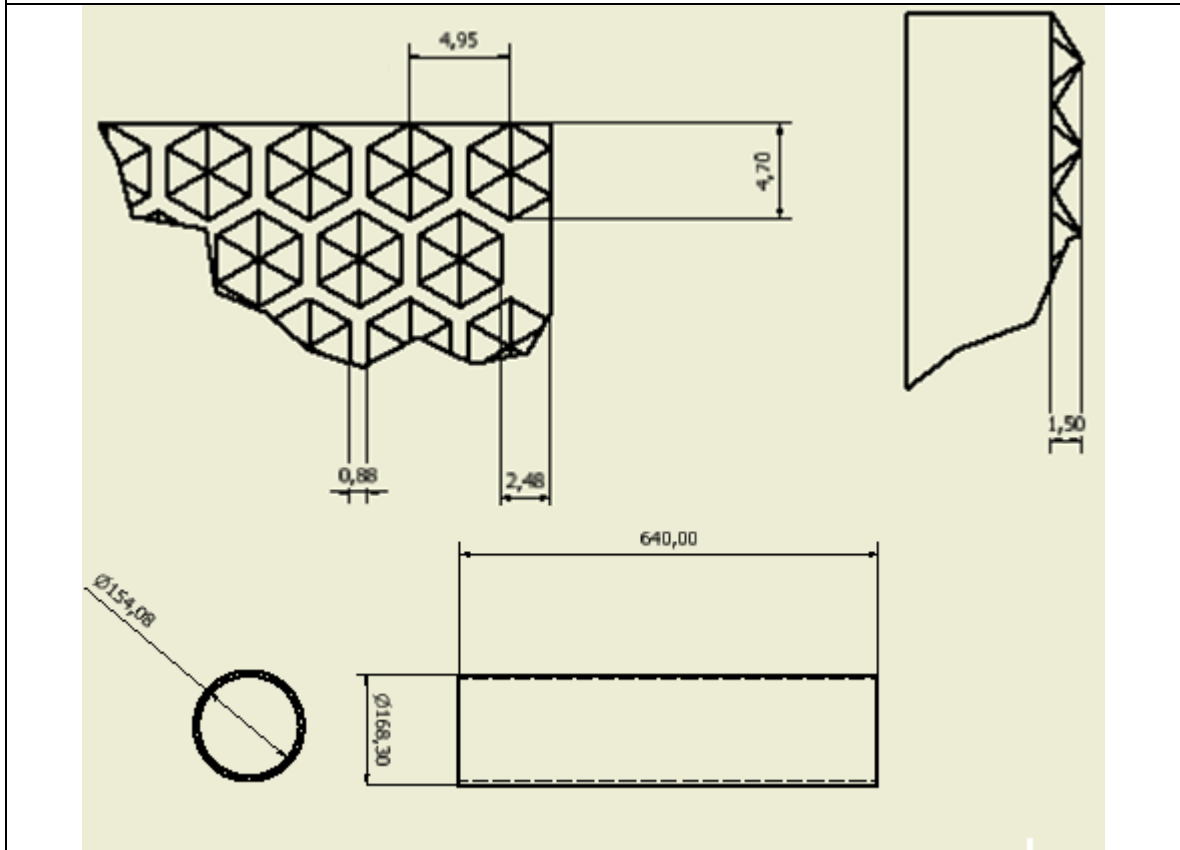


### 5.1.4 Rodillos de estampado y auxiliares

Hoja de proceso			
Componente	Tapas de los rodillos de estampado	Pieza Código	RTC01
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	4
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar las tapas corte de plasma CNC	02	Verificar corte y las dimensiones de la pieza
Plano			
			

Hoja de proceso			
Componente	Carcasa de los rodillos de estampado de eje largo	Pieza Código	RTC02
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	1
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar el rodillo con un corte de plasma	02	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte
2	Se realizan los hexágonos de modelo A en la superficie del rodillo	E01	Verificar las dimensiones de los hexágonos, se tomara la esquina del modelo, como origen a programar.

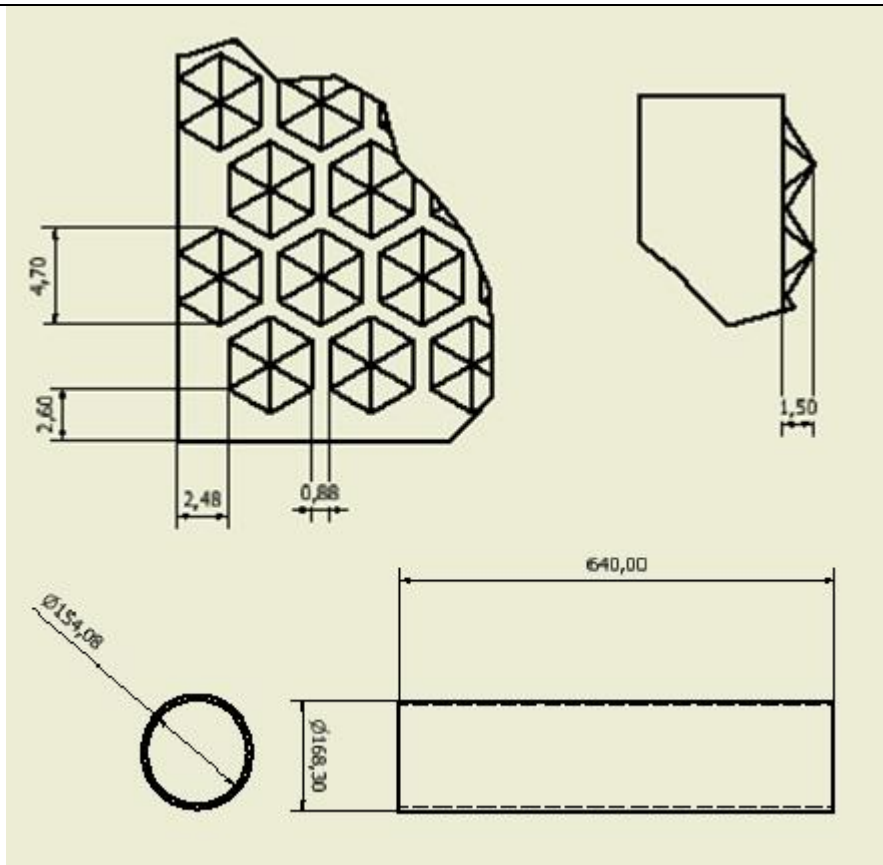
Plano





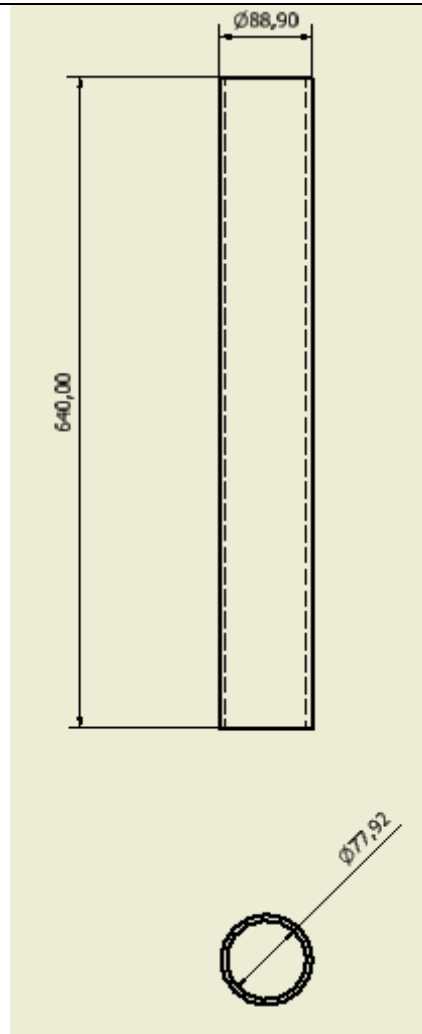
Hoja de proceso			
Componente	Carcasa de los rodillos de estampado de eje corto	Pieza Código	RTC03
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	1
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar el rodillo con un corte de plasma	02	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte
2	Se realizan los hexágonos de modelo B en la superficie del rodillo	E01	Verificar las dimensiones de los hexágonos, se tomara la esquina del modelo, como origen a programar.

Plano



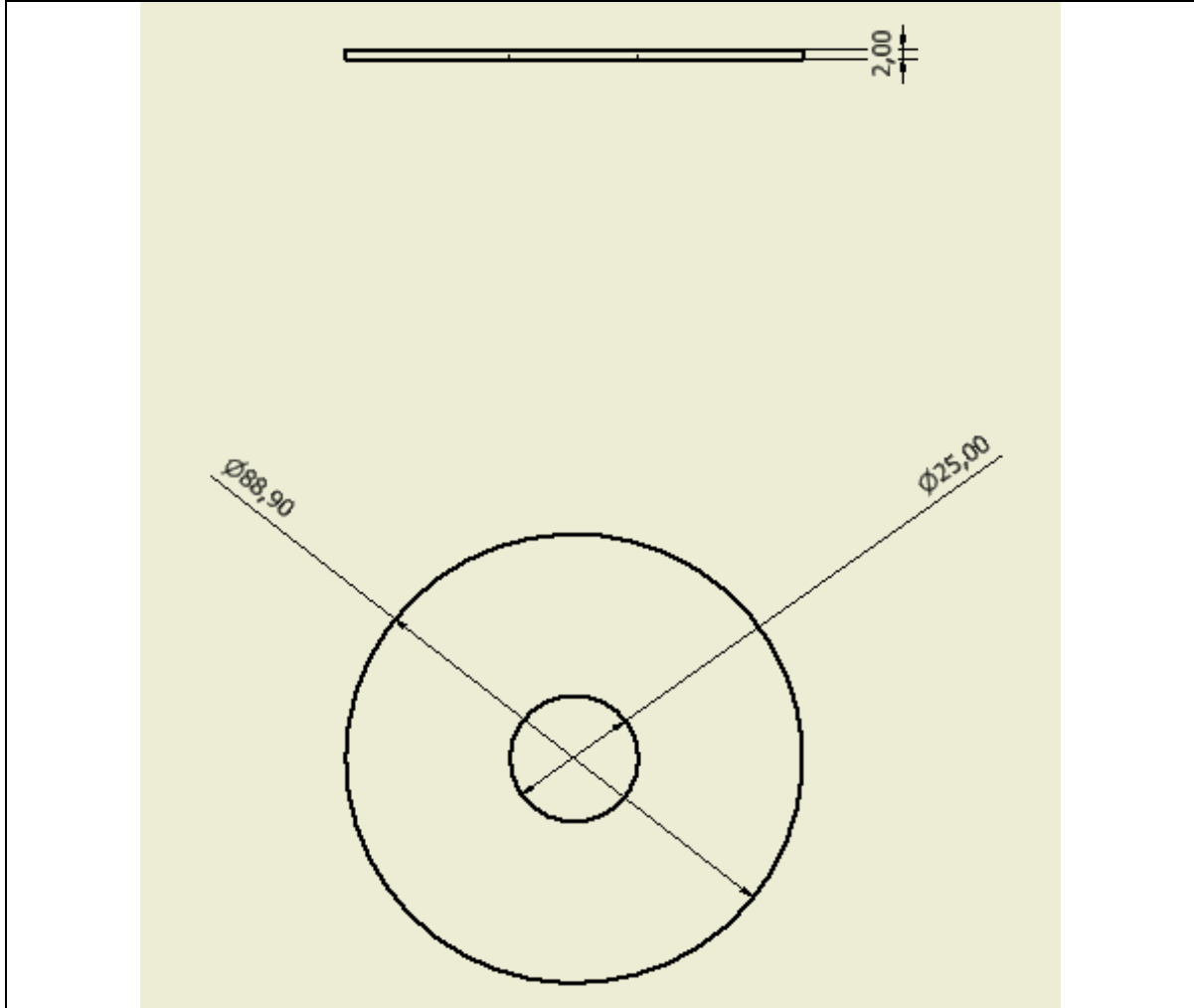
Hoja de proceso			
Componente	Carcasa de los rodillos Auxiliares	Pieza Código	RTC04
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	4
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar la chapa con un corte de plasma	02	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte
2	Calandrar la chapa	01	Verificar durante el proceso el doblado en las dimensiones requeridas
3	Soldadura por punto TIG a la lamina	11	Verificar el acabado de la soldadura y las piezas soldadas
4	Hacer pulido en la soldadura	E01	Verificar los bordes de unión del cilindro

Plano



Hoja de proceso			
Componente	Tapas de los rodillos de transporte	Pieza Código	RTC05
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	8
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar las tapas corte de plasma CNC	02	Verificar corte y las dimensiones de la pieza

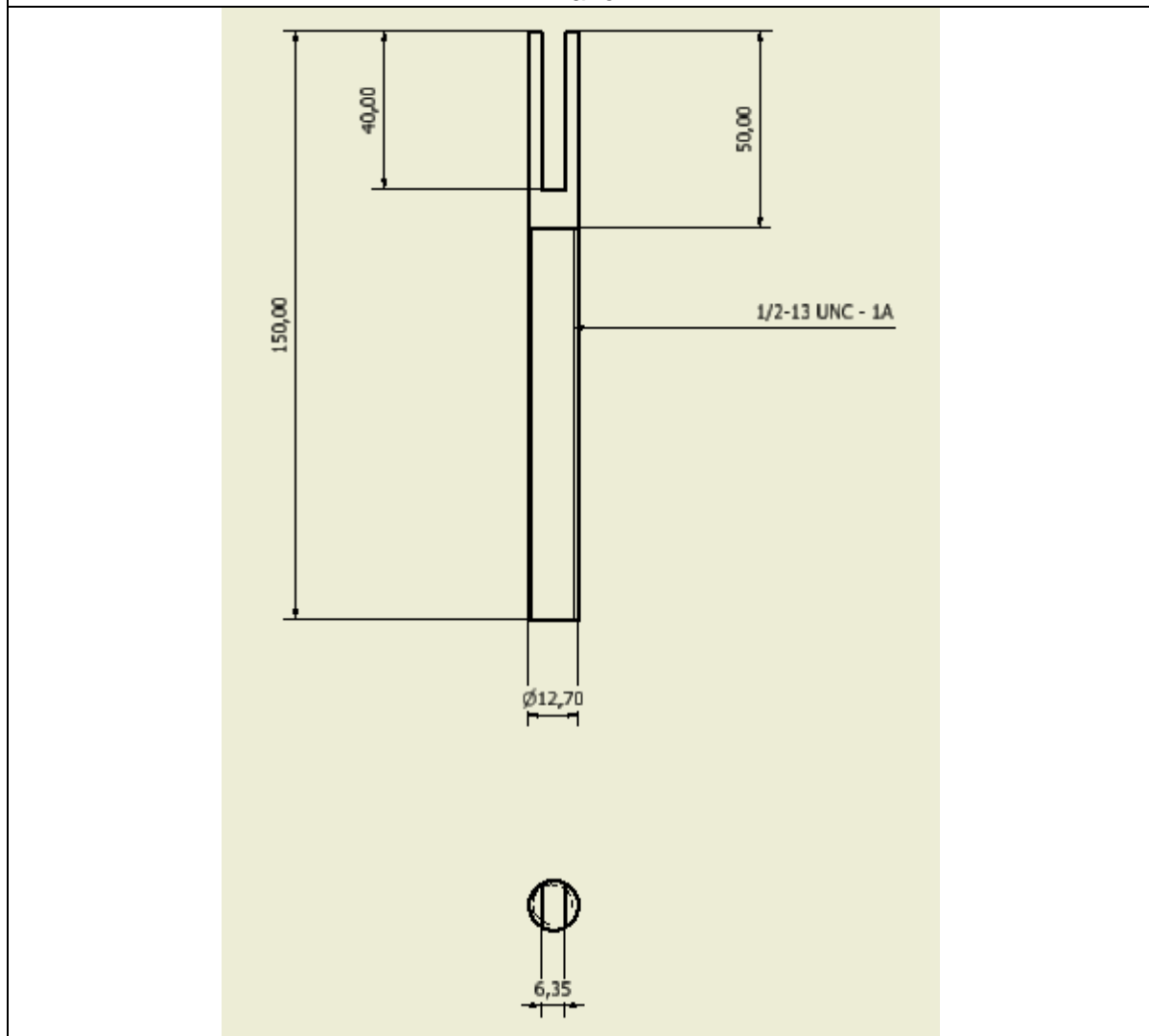
Plano



### 5.1.5 Sistemas de corte

Hoja de proceso			
Componente	Tornillos de graduación de guillotina.	2	SDC03
Material	Acero Inoxidable	Cantidad	2
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Corte de sierra de disco a los tonillos a medida	09	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte
2	Fresado con disco a medida indicada	05	Verificar dimensión de la pieza y el acabo en la fresadora

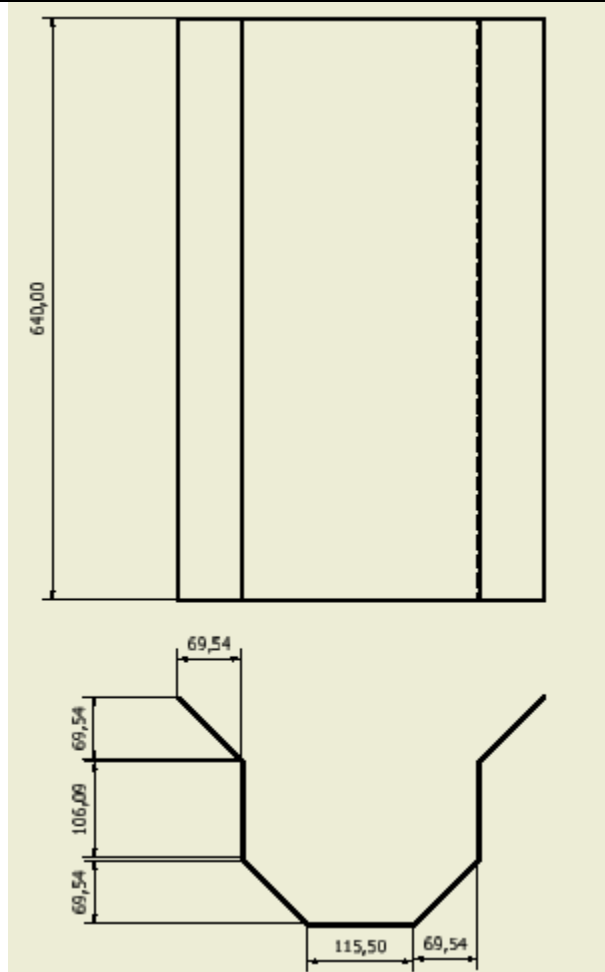
Plano



### 5.1.6 Sistema de lubricación

Hoja de proceso			
Componente	Fondo del tanque de lubricación	Pieza Código	SDL01
Material	Material Acero Inoxidable	Cantidad	1
N° Operación	Descripción de la operación.	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar la lámina base de la tolva.	02	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte
2	Utilizar la dobladora hidráulica para darle forma a lámina superficial.	06	Verificar posición y ángulo del doblado.

Plano



Hoja de proceso			
Componente	Tapa lateral del tanque de lubricación	Pieza Código	SDL02
Material	Acero inoxidable	Cantidad	2
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar las formas de las tapas con la cortadora de plasma	02	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte
Plano			
<p>Technical drawing showing the dimensions of the part:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Top width: 402,83</li> <li>Bottom width: 115,50</li> <li>Height: 106,09</li> <li>Top flange width: 69,54</li> <li>Bottom flange width: 69,54</li> </ul>			

Hoja de proceso			
Componente	Aspersores	Pieza Código	SDL05
Material	Acero inoxidable	Cantidad	2
N° Operación	Descripción de la operación	Código del equipo a utilizar	Observación
1	Cortar el tubo con la cortadora de sierra de disco.	09	Verificar dimensión de la pieza y el tipo corte
2	Taladrar los agujeros con el taladro de bancada	18	Verificar la posición de los agujeros en los planos
Plano			
<p>The technical drawing shows a pipe with a total length of 800,00. On the left end, there is a beveled edge with a diameter of <math>\varnothing 21,34</math> and a chamfer diameter of <math>\varnothing 17,12</math>. Along the length of the pipe, there are six small circles representing holes. The distance from the left end to the first hole is 100,00. The remaining five holes are spaced evenly along the rest of the pipe.</p>			

## 5.2 Ensamblaje del equipo

### 5.2.1 Soporte Base

Código	Componente	Observación
BYS01	Tubo cuadrado Longitudinal	
BYS02	Tubo cuadrado Transversal	
BYS03	Apoyo de la mesa	
BYS04	Apoyos de base de tanque	
BYS05	Tubo longitudinal soporte rodillos	
BYS06	Tubo vertical soporte rodillos	
BYS07	Base Corredera frontal	
BYS08	Base Corredera trasera	
BYS09	Base del motor	
BYS10	Base del tanque	
BYS11	Tubo Longitudinal y Transversal de la base del tanque	
BYS12	Tubo soporte rodillo estampador	
BYS13	Pletina de la base del Tanque	
BYS14	Tapa tablero de control	
BYS15	Tapa lateral	
BYS16	Tapa inferior	
BYS17	Tapa pata estructura	
BYS18	Zapata niveladora	

Instructivo de ensamblaje:

1. Soldar los tubos cuadrados (BYS01) junto con los tubos cuadrados (BYS02) por medio de los ángulos de 45° ya cortados previamente.
2. Soldar los apoyos de la mesa (BYS03) en sus respectivas posiciones como se muestra en el plano.
3. Soldar los apoyos de la base del tanque (BYS04) en sus respectivos lugares como se indican en el plano.
4. Soldar la tapa inferior (BYS16) encima del tubo transversal (BYS02) y los longitudinales (BYS01) como se muestra en el plano.
5. Soldar los tubos longitudinales y transversales de la base del tanque (BYS11) entre si y a la estructura.
6. Soldar la base del tanque (BYS10) sobre los tubos longitudinales (BYS01) y transversales (BYS02) de esta como se muestra en el plano.



7. Soldar los tubos verticales de soporte de rodillos (BYS06), los tubos de soporte de rodillos estampadores (BYS12) y los tubos longitudinales de soporte de rodillos (BYS05) como indican las dimensiones de los planos.
8. Soldar a cada tapa pata de la estructura (BYS17) una tuerca de 5/8 pulgadas, para luego ser esta soldada a cada apoyo de la mesa (BYS03) en su parte inferior.
9. Colocar las zapatas niveladoras (BYS18) en cada tapa pata (BYS17).

### 5.2.2 Tanque

Código	Componente	Observación
TAN01	Carcasa del tanque	
TAN02	Anillo 1 de soporte de la tapa de los ductos.	
TAN03	Anillo 2 de soporte de la tapa de los ductos	
TAN04	Anillos de soporte de la malla de filtrado	
TAN05	Malla	MESH 10
TAN06	Anillos de tensión	
TAN07	Ductos de vapor	
TAN08	Fondo del tanque de cera	
TAN09	Tapa inferior del tanque	
TAN10	Lamina de la tapa del tanque	
TAN11	Asas de la tapa del tanque	
TAN12	Pletina del borde de la tapa del tanque	
TAN13	Resistencia Eléctrica	
TAN14	Termocupla	
TAN15	Válvula de descarga de cera	
TAN16	Válvula de entrada de agua	
FLO01	Flotante	
REM01	Remaches	
TUE03	Tornillos cabeza hex 3/8 16 UNC	
TUE04	Corona baja 3/8 16 UNC	

Instructivo de ensamblaje:

1. Soldar en la carcasa del tanque (TAN01), los anillos de soporte (TAN02) y (TAN03) y (TAN04) en las posiciones indicadas.
2. Soldar la tapa inferior del tanque (TAN09) a la carcasa del tanque (TAN01) en la posición indicada.
3. Sujetar la malla (TAN05) a los anillos de tensión (TAN06) con remaches (REM01).

4. Soldar los Ductos de vapor (TAN07) al fondo del tanque de cera (TAN08) e introducirlo dentro de la carcasa, sostenido por el anillo de soporte 2 (TAN02).
5. Soldar las asas de la tapa del tanque (TAN11) a la lámina de la tapa de tanque (TAN10) y luego soldar la pletina del borde de la tapa del tanque (TAN12).
6. Colocar la resistencia eléctrica (TAN13), Termo cúpula (TAN14) en los sitios indicados, según lo indica el manual de instalación del fabricante.
7. Instalar el flotador (FLO01) como es indicado en la figura.
8. Soldar un niple en el agujero de descarga de cera para luego colocar la válvula de descarga de cera (TAN15) y otro en el agujero de entrada de agua para colocar la válvula de entrada de agua (TAN16).
9. Instalar la válvula de descarga de cera (TAN15) enroscado al niple del tanque.
10. Instalar la válvula de entrada de agua (TAN15) enroscado al niple del tanque.
11. Colocar la malla ya previamente ensamblada dentro del tanque como es indicado en la figura.
12. Colocar la tapa del tanque ensamblada encima del tanque.
13. Verificar que no haya fugas de agua antes de ser colocado en la estructura.

### 5.2.3 Rodillos de auxiliares

Código	Componente	Observación
STR06	Eje tipo 1	
RCT05	Tapas de los rodillos auxiliares	
RCT03	Carcasa de rodillos auxiliares	

Instructivo de ensamblaje:

1. Soldar una tapa (RCT05) en el eje (STR06) en la posición indicada.
2. Introducir la carcasa del rodillo (RCT03) en el eje (STR06) y soldarlo con la tapa (RCT05) que se soldó previamente.
3. Introducir la otra tapa (RCT05) en el otro extremo del eje (STR06) para soldarlo al otro extremo de la carcasa del rodillo (RTC03) y luego al eje (STR06).

#### 5.2.4 Rodillos de estampado de eje largo

Código	Componente	Observación
STR07	Eje tipo 2	
RCT01	Tapas de los rodillos	
RCT02	Carcaza de los rodillos de estampado de eje largo	

Instructivo de ensamblaje:

1. Soldar una tapa (RCT01) en el eje (STR07) en la posición indicada.
2. Introducir la carcasa (RCT02) en el eje (STR07) y soldarlo con la tapa (RCT01) que se soldó previamente.
3. Introducir la otra tapa (RCT01) en el otro extremo del eje (STR07) para soldarlo al otro extremo de la carcasa del rodillo (RTC02) y luego al eje (STR07).

#### 5.2.5 Rodillos de estampado de eje cortó

Código	Componente	Observación
STR06	Eje tipo 1	
RCT01	Tapas de los rodillos de estampado	
RCT03	Carcaza de los rodillos de estampado de eje largo	

Instructivo de ensamblaje:

4. Soldar una tapa (RCT01) en el eje (STR06) en la posición indicada.
5. Introducir la carcasa (RCT03) en el eje (STR06) y soldarlo con la tapa (RCT01) que se soldó previamente.
6. Introducir la otra tapa (RCT01) en el otro extremo del eje (STR06) para soldarlo al otro extremo de la carcasa del rodillo (RTC03) y luego al eje (STR06).

#### 5.2.6 Sistema de corte longitudinal

Código	Componente	Observación
STR06	Eje tipo 1	
SDC01	Cuchillas de corte	

Instructivo de ensamblaje:

1. Introducir cuchilla (SDC01) al eje (STR06) y soldarlas a este en las posiciones indicadas.

### 5.2.7 Sistema de corte transversal

Código	Componente	Observación
STR08	Eje tipo 3	
SDC02	Guillotina	
SDC03	Tornillos de graduación de guillotina	
TUE03	Tuerca de seguridad	

Instructivo de ensamblaje:

1. Soldar los tornillos (SDC03) a la guillotina (SDC02).
2. Introducir una tuerca (TUER03) a cada tornillo (SDC03).
3. Introducir los tornillos (SDC03) en el eje (STR08).
4. Introducir una tuerca (TUER03) a cada tornillo (SDC03) corroborando la altura indicada de la guillotina respecto al eje de transporte.
5. Ajustar las tuercas (TUER03).

### 5.2.8 Sistema de lubricación

Código	Componente	Observación
SDL01	Fondo tanque lubricación	
SDL02	Tapa lateral del tanque de lubricación	

Instructivo de ensamblaje:

1. Soldar el fondo del tanque de lubricación (SDL01) a una de las tapas de la tolva (SDL02)
2. Soldar la otra tapa de la tolva (SDL02) al otro lado del fondo del tanque de lubricación (SDL01).

### 5.2.9 Ensamblado final del prototipo

Código	Componente	Observación
Código	Componente	Observación
SDL00	Tanque de lubricación	
SDL03	Bomba	
SDL04	Mangueras	
SDL05	Aspersores	
STR01	Piñón Motor	
STR02	Piñón rodillo estampador	
STR03	Piñones de rodillo, tensores y sistemas de corte	
STR04	Cadena Corta	
STR05	Cadena larga	
STR09	Tensores	
STR10	Cojinetes	
STR11	Motorreductor	
STR12	Eje del motor	
BYS00	Ensamblado de la estructura.	
TAN00	Tanque	
RCT06	Rodillos de Estampado de eje largo	
RCT07	Rodillos de Estampado de eje corto	
RCT08	Rodillos Auxiliares	
SDC04	Sistema de Corte Transversal.	
SDC05	Sistema de Corte Longitudinal	
TUE01	Tornillos 7/16 pulgadas, 14 UNC 1,25	
TUE02	Tuercas	
BYS18	Zapatillas niveladoras	

Instructivo de ensamblaje:

1. Colocar los cojinetes (STR10) a los ejes de los rodillos (RCT06), (RCT07) y (RCT08) y a los sistemas de corte (SDC04), (SDC05).
2. Luego colocarlo cada uno en sus posiciones indicadas en la estructura entre las bases correderas (BYS00).
3. Atornillar los tensores (STR09) a la estructura (BYS00).
4. Instalar el tanque de lubricación. (SDL00) a la estructura (BYS00) por medio de soldadura.
5. Instalar la bomba (SDL03).
6. Conectar las mangueras (SDL04) a la bomba (SDL03).

7. Instalar los aspersores (SDL05) a la estructura (BYS00) y colocarle las mangueras (SDL04).
8. Instalar el motorreductor (STR10) a la estructura e instalar su eje (STR11).
9. Engrasar los piñones (STR01), (STR02), (STR03) e instalarlos cada uno en su respectivo eje (RCT06), (RCT07), (RCT08), (SDC04), (SDC05).
10. Engrasar las cadenas (STR04) y (STR05).
11. Instalar la cadena corta (STR04) en el eje largo de rodillo estampador (RCT06) y el eje motor (STR11)
12. Instalar la cadena larga entre los ejes largos de los rodillos estampadores (RCT06), (RCT07), eje de los rodillos de auxiliares (RCT08), sistemas de corte (SDC04), (SDC05) y los tensores (STR08).
13. Instalar el tanque (TAN00) en su posición correcta en la estructura (BYS00).
14. Conectar toda la instrumentación y cableado eléctrico al tablero.

### 5.3 Manual de operación

1. Abrir la válvula de agua de la empresa, conectada a su sistema de agua para llenado.
2. Preparar la solución jabonosa para el sistema de lubricación y verterla en la tolva.
3. Una vez lleno el tanque, colocar la cera dentro del mismo sobre la malla de filtrado.
4. Encender el switch del termostato y colocar la temperatura de trabajo a 100 grados Celsius.
5. Colocar la tapa del tanque.
6. A los 10 minutos, encender el motor y la bomba de lubricación del operador.
7. Abrir la válvula de descarga de la cera.
8. Tomar la primera banda que se esté formando y colocarla de forma que pase por cada uno de los rodillos siguientes.
9. Verificar las piezas producidas según el molde a trabajar por los apicultores.
10. Al terminar de salir cera de la válvula, verificar que no queden residuos de cera en el tanque.
11. Apagar el motor, la bomba y el switch del termostato.
12. Dejar enfriar el equipo hasta temperatura ambiente para su manipulación y mantenimiento.

## 5.4 Manual de mantenimiento

El desmontaje del equipo se deberá realizar con el personal autorizado-capacitado.

Cualquier mantenimiento preventivo, reparación o limpieza de equipo deberá realizarse con la máquina apagada.

Después de cada tres meses se deberá realizar una revisión preventiva a los instrumentos como la bomba, el motor y la cadena.

**1. Sistemas de corte:** El mantenimiento de los discos de corte y la guillotina se limita a limpiar las cuchillas con un cepillo de alambre y abundante agua; en caso de presentar problemas en el corte, se recomienda la rectificación del filo de los mismos, ya que es probable que el uso haga que estos se amellen, por lo que es necesaria la revisión su revisión para garantizar la calidad del proceso.

**2. Lubricación del Motorreductor y los rodamientos:** Para garantizar el funcionamiento correcto y evitar cualquier falla, es necesario mantener ambos bien lubricados, usando el aceite lubricante adecuado. Para mayor información del mantenimiento que puedan requerir, verificar los manuales de cada dispositivo.

**3. Piñones:** Los piñones de las cadenas y de los tensores deben inspeccionarse cada seis meses, para verificar el posible desgaste de los mismos o ruptura de los dientes.

**4. Estructura:** Revisar cada elemento de fijación y soporte cada seis meses, debido a las vibraciones que se presentarán en la máquina.

**5. Tanque:** Lavar el tanque con un cepillo metálico y con abundante agua después de cada jornada, para evitar que la los restos de cera causen algún problema en su funcionamiento posterior. También se deberá vaciar el tanque después de cada jornada y se retirará la malla para su limpieza.

**6. Sistema de control de temperatura:** Revisar el manual del fabricante para su correcto mantenimiento y uso.



## CAPITULO VI

## **6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 Conclusiones**

En este Trabajo Especial de Grado se logró diseñar el prototipo de una máquina que funda, filtre y estampe los panales de ceras de tipo Langstroth para su construcción en la fábrica Socialista de equipo para el procesamiento de alimento, cumpliendo con las normas higiénicas requeridas, para ayudar a resolver el trabajo realizado en la elaboración de los cuadros de cera.

Se logró llevar a cabo gracias a una investigación de campo, que nos permitió conocer las insuficiencias que sufre la industria apicultora, determinar las etapas del proceso requerido y la capacidad de la maquina a trabajar.

Posteriormente se realizó una investigación técnica para conocer las propiedades físicas de la cera y poder realizar un trabajo optimo sin afectar la cera o el equipo en el proceso productivo.

Se elaboró un estudio de las maquinas existentes en el mercado, con el fin de conocer qué tipo de máquinas existen y sus diferencias.

El diseño se encuentra realizado con materiales y componentes que se pueden conseguir en el país, de los cuales muchos pueden ser hallados en los catálogos con los cuales trabaja CORPIVENSA.

La máquina fundirá, filtrará y estampará 48 Kg/hr, lo que cumplirá con los requerimientos de la línea de producción, y logrará así satisfacer las necesidades de los pequeños y medianos apicultores del país, y a su vez competiría con las maquinas disponibles en el mercado exterior.

El tanque contendrá un compartimiento de agua, en el cual, estará inmersa una resistencia eléctrica de 6 kW con el fin de producir 4,2 Kg de vapor para realizar el proceso de fusión de la cera. Este compartimiento tendrá una entrada de agua de reposición por medio de una válvula de llenado de boya, que al bajar el nivel asegurará que no se quede sin agua el compartimiento. En dado caso que la temperatura tenga un incremento mayor de lo estipulado para que el equipo trabaje, se contará con un termostato que desconectará el suministro eléctrico a la resistencia, lo que generará un buen desempeño del equipo.

## 6.2 Recomendaciones

Para el buen funcionamiento del equipo los diseñadores recomiendan tomar en cuenta seguir los siguientes pasos al momento de fabricación e instalación:

1. Las partes del equipo que no estipula que estén en contacto directo con la cera como: soporte principal del equipo, la base del motor y de la bomba, la estructura que soporta el tanque. y toda aquella pieza fuera del contacto directo con esta, puede variar su material siempre y cuando sea recubierto con sustancias adecuadas para evitar posible corrosión.
2. Toda pieza se debe fabricar en el orden estipulado en la hoja de proceso solo variando aquel paso que no afecte en nada otro proceso.
3. Verificar cada una de las medidas estipuladas en los planos.
4. Ensamblar primero los subconjuntos o conjuntos por separado para luego poder ensamblar el equipo final.
5. Todos los equipos al ser ensamblado se le debe realizar una inspección detallada para garantizar que todo se encuentra en orden.
6. Se le debe realizar una prueba a cada uno de los equipos para asegurar su correcto funcionamiento.
7. Verificar durante los pruebas del prototipo la dimensiones de las láminas y de los hexágonos producido por esta.
8. Realizar una prueba posterior que las abejas no rechacen los paneles producidos.

Para optimizar este diseño se recomienda:

1. Es posible utilizar materiales más económicos para los rodillos de transporte, para poder producir y hacer más factible la producción en serie de esta máquina, por ello se recomienda estudiar la posibilidad de fabricar estos rodillos por polímeros, mediante un fabricante nacional.
2. Se recomienda hacer un estudio reológico de la cera para lograr optimizar el prototipo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Barreiro, J. (2002) *Higiene y saneamiento en el procesamiento de alimentos*. EQUINOCCIO, Ediciones de la Universidad Simón Bolívar. Caracas.
- 2.- CERTI. (2011). *Fábricas de equipos para el procesamiento de alimentos entrega tipología y demanda de los productos*. Caracas: CORPIVENSA.
- 3.- CORPIVENSA. (2008). *Proyecto de implantación y operación de una "fábrica de equipos para el procesamiento de alimentos"* Memoria Descriptiva. Parroquia Altagracia, Caracas.
- 4.- COVENIN 1990. *Manual para la evaluación de sistemas de control de calidad de empresas*. FONDONORMA, Comisión venezolana de normas industriales, Min Fomento, Caracas.
- 5.- Hamrock, B; Jacobson. B. y Schmid, S., (2000) *Elementos de máquina*. 1ra Edición. Editorial MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA DE MEXICO.
- 6.- Hossain, E., Ketata, C., Islam, R., (2009) *Experimental study of physical and mechanical properties of natural and synthetic waxes using uniaxial compressive strength test*. Proceedings of the Third International Conference on Modeling, Simulation and Applied Optimization Sharjah, U.A.E January 20-22, 2009.
- 7.- Kuznesof, P., *Beeswax Chemical and Technical Assessment 65th JECFA*.
- 8.- 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.
- 9.- Manrique, A. y Piccirillo, G. (2001) *Impacto y situación actual de la abeja africanizada en Venezuela*. Caracas, Centro Referencias de Tecnologías Innovadoras (CERTI).
- 10.- Megyesy, E. (1992) *Manual de recipientes a presión*. 1ra Edición. Editorial Limusa.
- 11.- Milani, R. (1997). *Diseño para nuestra realidad*. Caracas: Editorial EQUINOCCIO.
- 12.- Mott, R. (2006) *Diseño de elementos de máquinas*. 4ta Edición. Editorial PEARSON, Prentice Hall.
- 13.- Root, A. y Root, R. (1984) *El ABC y XYZ de la apicultura*. Editorial Hemisferio sur S.A.

14.- Sharma, S y Sagara, K., (2005) *Latent Heat Storage materials and systems* *International Journal of Green Energy* Volume 2, Issue 1.

15.- Tadmor, Z. y Gogos, C. (2006) *Principles of polymer processing*. 2da Edición. Editorial Wiley-Interscience.

## REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

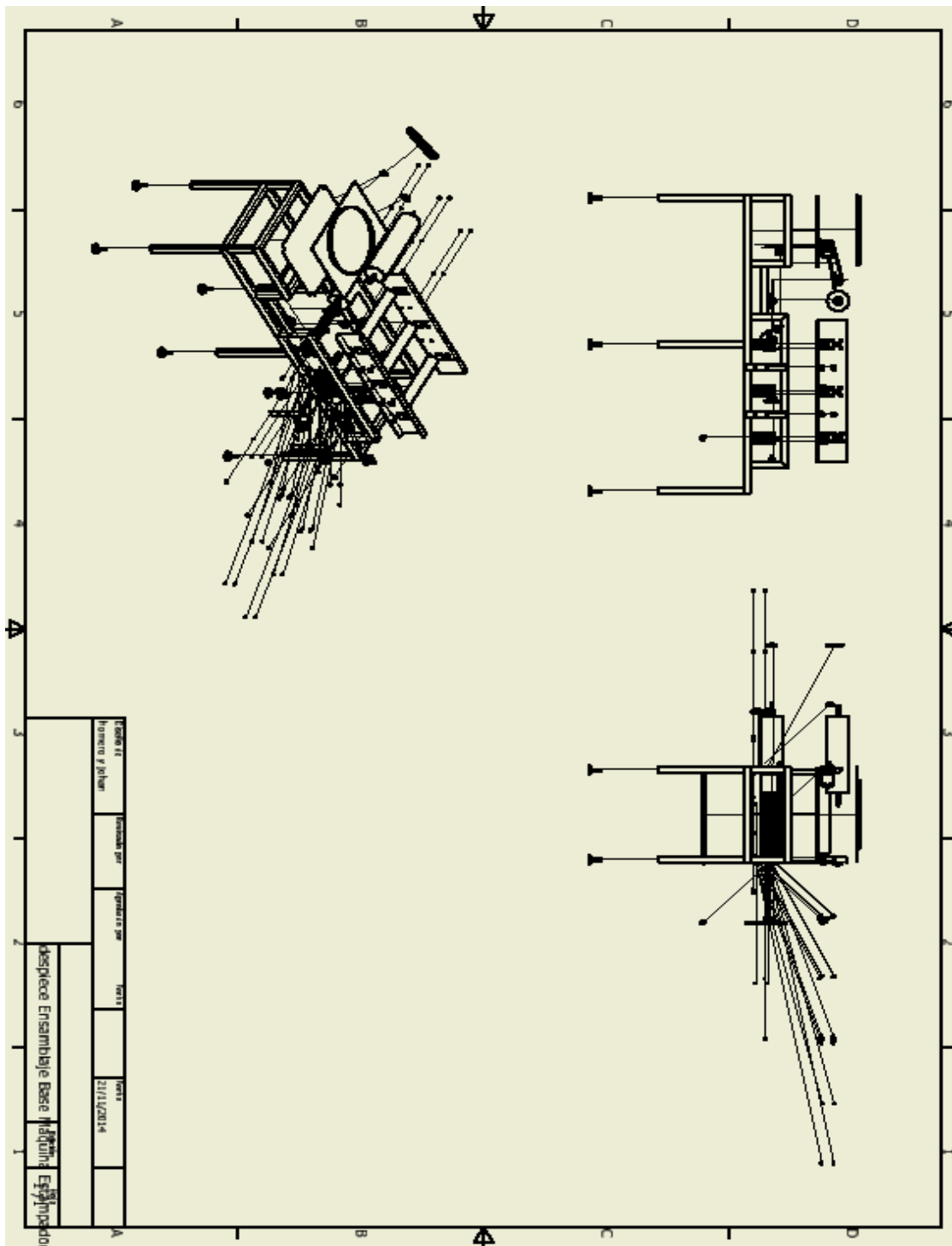
- 1.- <http://www.resistencias-rci.es/pdf/fabricacion/rch.pdf>. Consultado Junio 2014.
- 2.- <http://www.achs.cl/portal/trabajadores/Capacitacion/Centro%20de%20Fichas/Documents/potencia-y-rendimiento-de-la-caldera.pdf>. Consultado Junio 2014.
- 3.- <http://www.jackzavaleta.galeon.com/balw10.pdf>. Consultado Junio 2014.
- 4.- <http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Leccion12.OtrosMetodosConformado.pdf>. Consultado Junio 2014.
- 5.- <http://www.metas.com.mx/guiametas/La-Guia-MetAs-08-09-termometros-liquido-en-vidrio.pdf> Consultado Junio 2014.
- 6.- <http://www.bee-hexagon.net/files/file/fileE/Wax/WaxBook2.pdf> Consultado Junio 2014.
- 7.- <http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Leccion12.OtrosMetodosConformado.pdf> Consultado Junio 2014.
- 8.- Food and Agriculture Organization of the United Nations. Consultado en Junio 2014 en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/i0842e/i0842e12.pdf>.
- 9.- Apícola los pedroches. Consultado Junio 2014 en: <http://www.apicolalospedroches.com/laminadoras%20para%20uso%20industrial.pdf>.
- 10.- <http://www.quiminet.com/articulos/caracteristicas-y-aplicaciones-de-las-resistencias-34467.htm> Consultado Junio 2014.
- 11.- <http://www.jmi.com.mx/resistencias.html> Consultado Junio 2014.
- 12.- <http://www.directindustry.es/cat/medida-sensores-caudal-presion-temperatura-nivel/termometrosde-dial-AB-818.html>. Consultado Junio 2014.
- 13.- <http://www.aguamarket.com/productos/productos.asp?producto=8109&nombreactivo=termometro+industriales+de+vidrio+con+funda+cilindrica>. Consultado Junio 2014.
- 14.- <http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0314-01/calor.htm> Consultado Junio 2014.

## REFERENCIAS DIGITALES

Autodesk Inc. (2014). Inventor [Programa de diseño asistido por computadora].

## **ANEXOS**

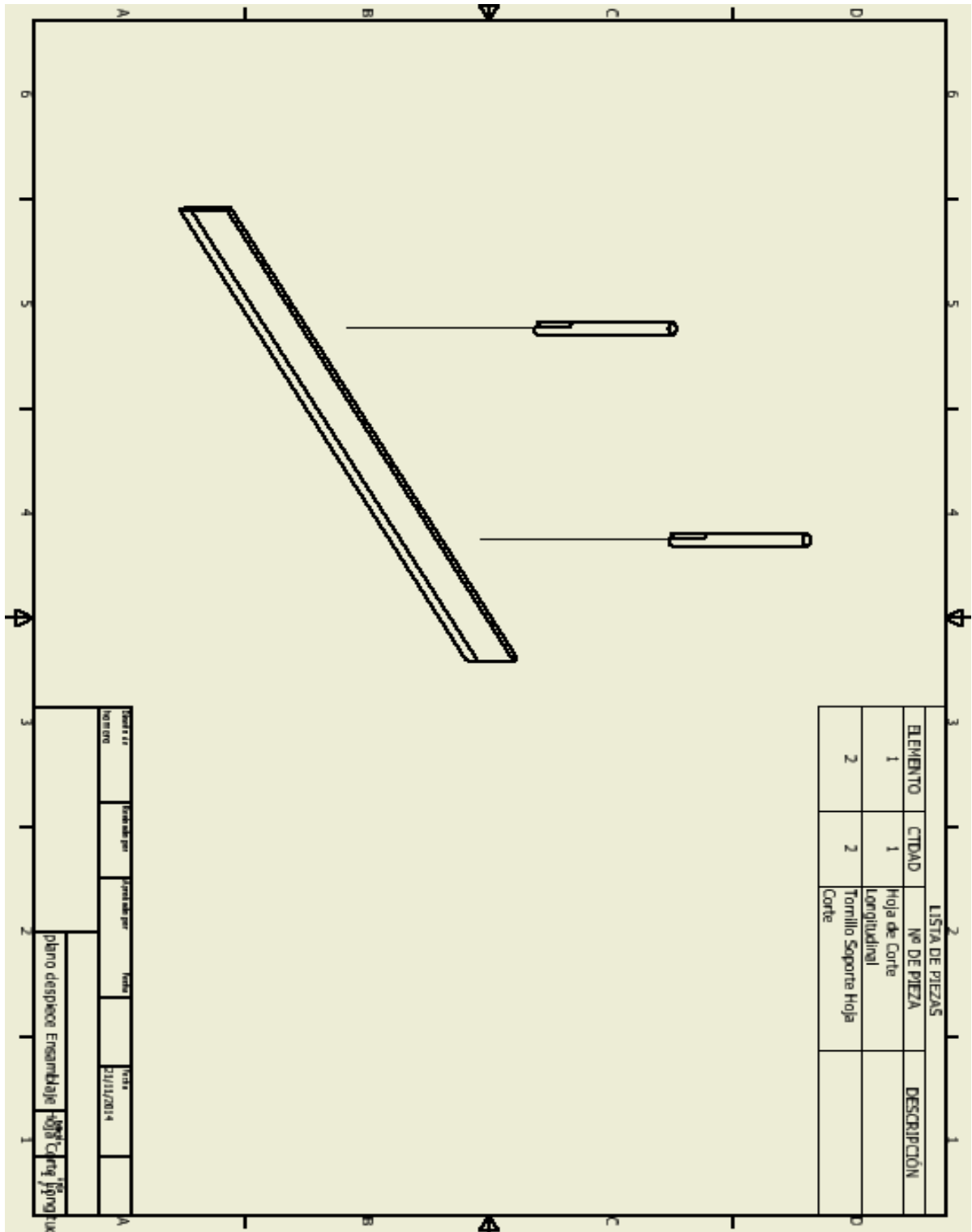




Anexo 1 Despiece base de la maquina.

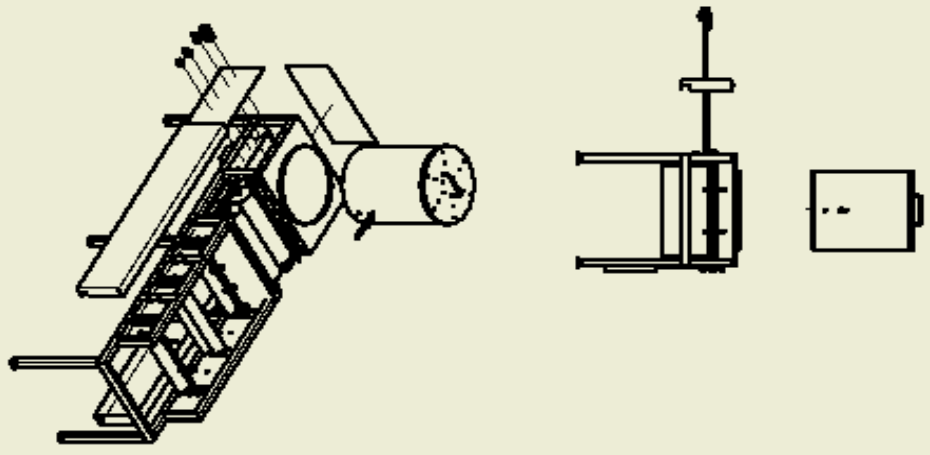
LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CIDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Ensamblaje Estructura Soporte	
2	1	Ensamblaje Laminas Soporte Tanque	
3	5	UCP	
4	1	Ayuda Cadena	
5	1	Sprocket Cortador	
6	12	UCF gámetico	
7	1	Rodillo Estampador	
8	4	Ensamblaje Rodillo Apoyo	
9	1	Ensamblaje Rodillo Corte Lateral	
10	1	Ensamblaje Hoja Corte Longitudinal	
11	1	Eje Soporte Hoja de Corte	
12	62,992 in	Tubo Rodilador Rodillos	Tubería
13	48	ANSI B18.22.1 - 7/16 - Normal - Tipo B	Arandela plana (Pulgada) Tipo A y B
14	45	ASME B18.21.1 - 7/16	Arandela de presión normal (Serie en pulgadas)
15	48	ANSI B18.2.2 - 7/16 - 14	Tuercas hex. (serie en pulgadas) Tuercas hexagonal
16	48	ANSI/ASME B18.2.1 - 7/16-14 UNC - 1,25	Perno hex - UNC (Rosca regular - Pulgadas)
17	1	U Soporte Rodamientos	
18	1	U Soporte Rodamientos Opuesta	
19	4	Sprocket tensor	
20	8	Tubo Soporte Eje Tensor	Tubería Pulida Redonda, Acero A-366, Diámetro 3/4", espesor 1.5 mm
21	8	Bocina Soporte Eje Tensor	Barra de Bronce de 3/4"
22	2	Pielina Soporte Eje Tensores	
23	4	Eje Tensor	Eje de Acero 1018, Diámetro 3/4"
24	1	Bison-100AC-016-102-1369 WITH FOOTPLATE	
25	9,449 in	AISC - L 2 x 2 x 1/8 - 2,3622047	Sección angular de acero
26	8	ANSI B18.22.1 - 5/16 - Normal - Tipo B	Arandela plana (Pulgada) Tipo A y B
27	8	ANSI/ASME B18.2.1 - 5/16-18 UNC - 0,5	Perno hex - UNC (Rosca regular - Pulgadas)
28	1	Rodillo Estampador a Motor	
29	1	Sprocket Motor	
30	6	Nivelador de 4in	
31	1	Cadena Motor Rodillo	
32	1	Base Corredora Motor	
33	3	Sprocket Tipo 1	
34	6	Sprocket Tipo 2	
35	1	tapa inferior	

Anexo 2 Lista de piezas.

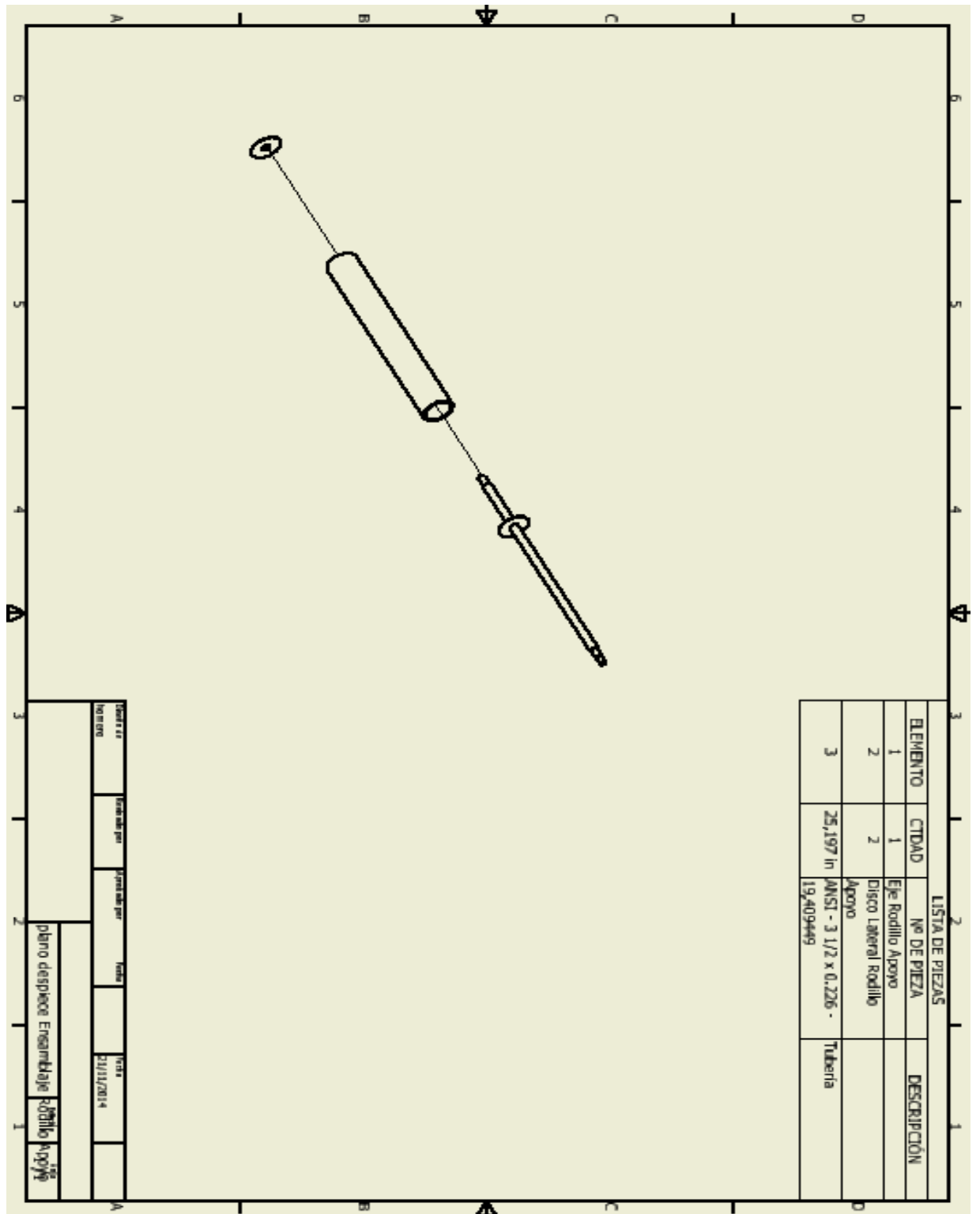


Anexo 3 Despiece sistema de corte transversal.

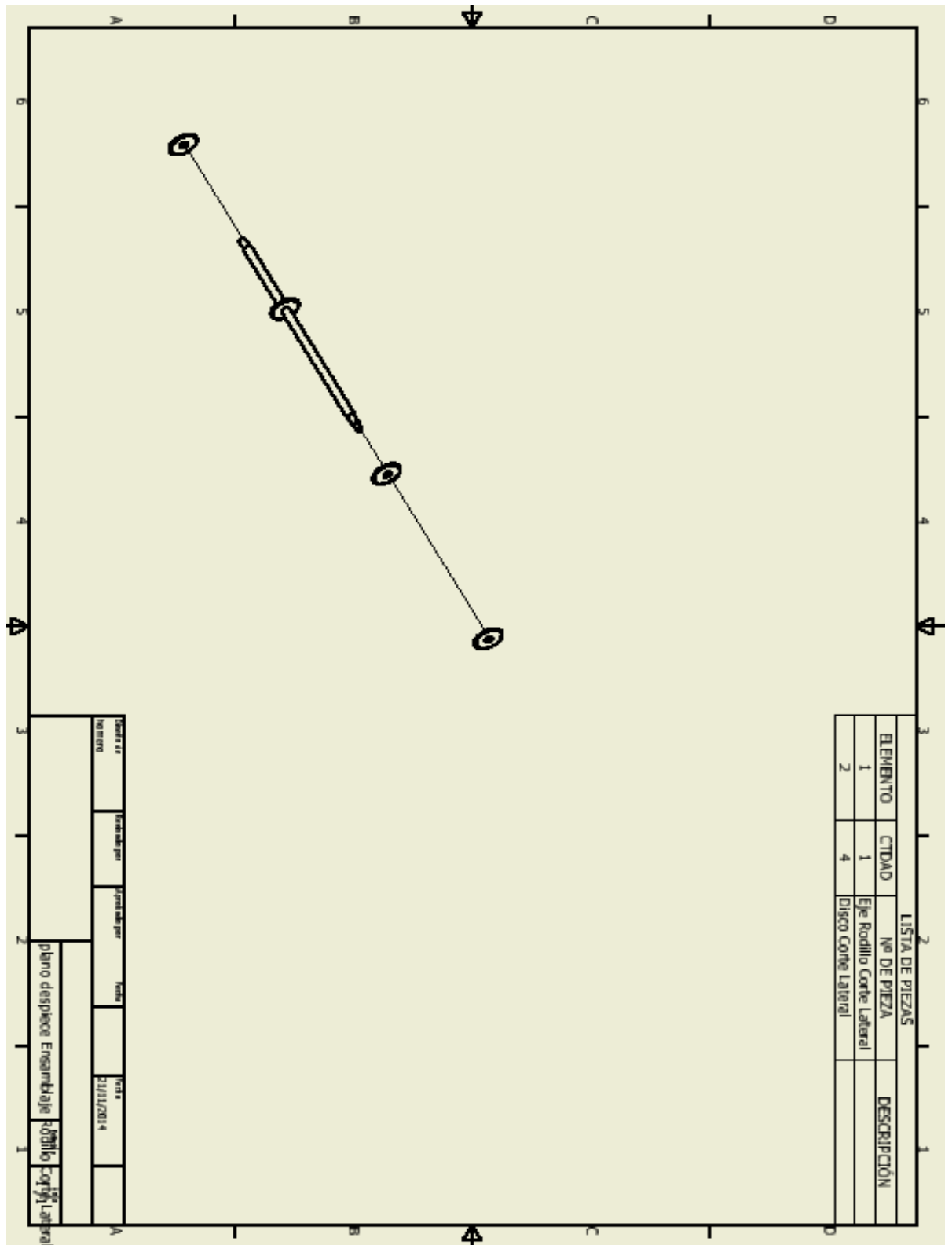
		LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN		
1	1	Ensamblaje Base			
2	1	Maquina Estampadora			
3	1	Ensamblaje Tanque de Lubricacion			
4	1	XB5 AT42	Unité de commande et de signalisation Ø 22 Harmony XB5 plastique - Boulons-Poussoirs coup de poing à accrochage - Arrêt d'urgence à accrochage mécanique - Produit complet, XB5 AT42		
5	1	XB4 BD33	Control and signalling units Ø 22, Harmony® XB4 metal, Selector switch with standard handle, Complete units, 3 position stay put, Type of contact: 2 "P", Black handle		
6	1	XB4 BV63	Unité de commande et de signalisation Ø 22 Harmony XB4 métallique - Voyant lumineux à câble BA 91 avec cathodion lisse - Produit complet, XB4 BV63		
7	1	Tapa Frontal Cadenas			
8	1	Tapa Trasera Cadenas			
9	1	Tapa Tablero de Control			
10	1	Controlador de temperatura COEL			
11	2	Tapa Lateral			
Cantidad por elemento		Cantidad por pieza	Fecha	Vista	
				21/11/2014	
plano despiece Ensamblaje		Máquina		Estampadora	



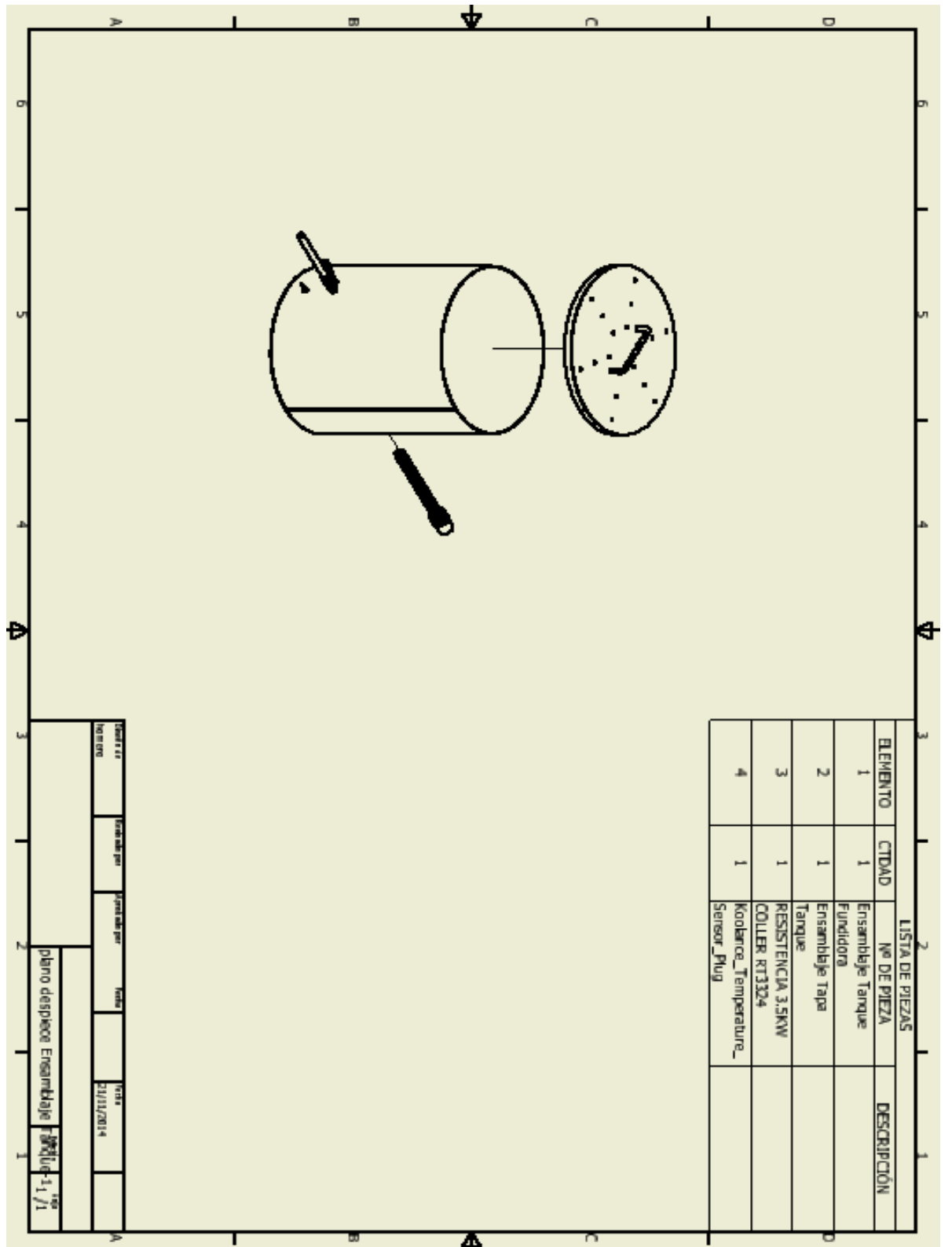
Anexo 4 Despiece del equipo



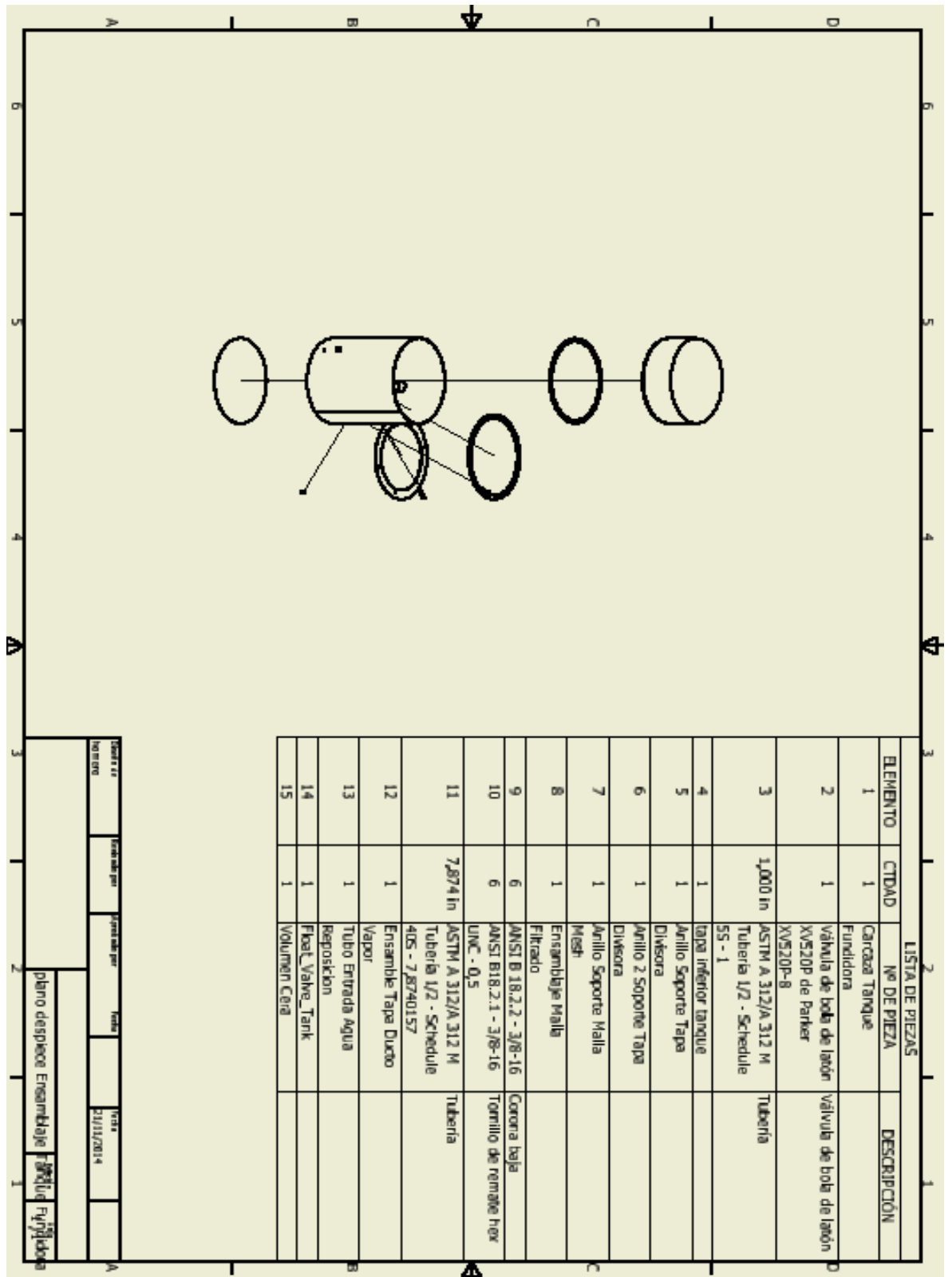
Anexo 5 Despiece rodillo auxiliar



Anexo 6 Despiece sistema de corte longitudinal.

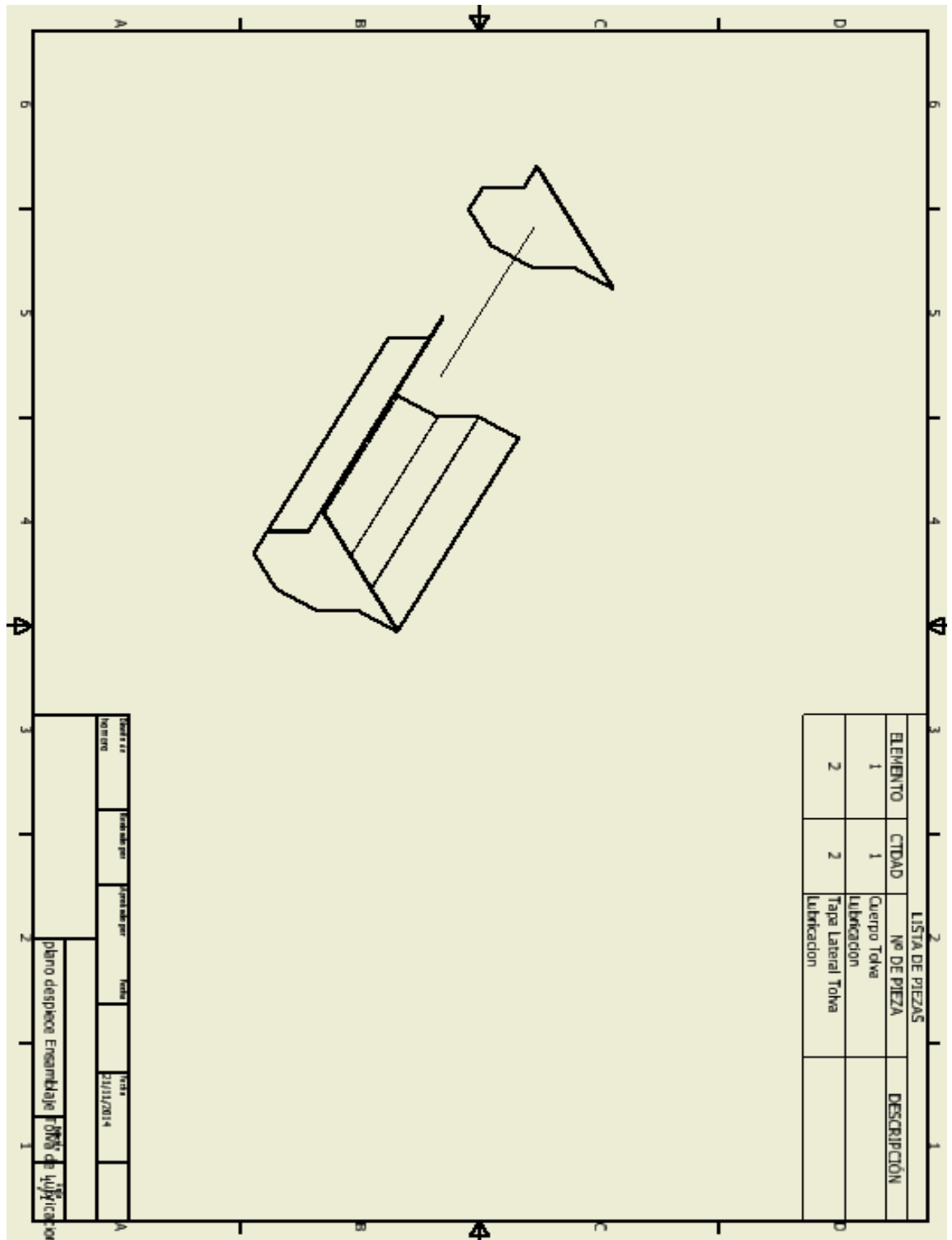


Anexo 7 Despiece general del tanque.

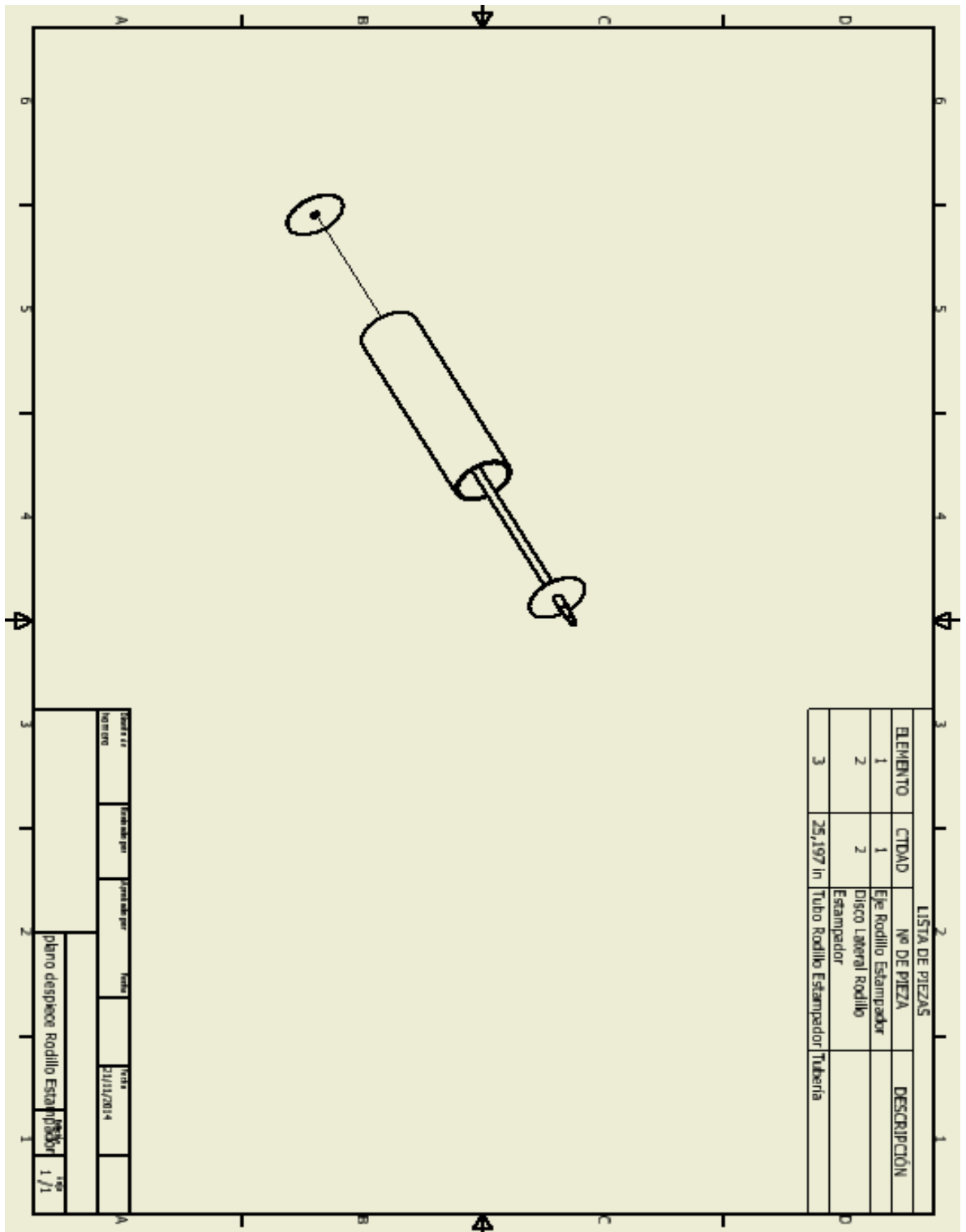


Anexo 8 Despiece base del tanque.





Anexo 9 Despiece de la tolva



Anexo 10 Despiece Rodillo estampador.

VISCOSIDAD Y DENSIDAD DEL AGUA				
Temperatura °C	Densidad gramos/cm <sup>3</sup>	Viscosidad absoluta centipoises	Viscosidad cinemática centistokes	Temperatura °F
0	0.99987	1.7921	1.7923	32.0
2	0.99997	1.6741	1.6741	35.6
4	1.00000	1.5676	1.5676	39.2
6	0.99997	1.4726	1.4726	42.8
8	0.99988	1.3872	1.3874	46.4
10	0.99973	1.3097	1.3101	50.0
12	0.99952	1.2390	1.2396	53.6
14	0.99927	1.1748	1.1756	57.2
16	0.99897	1.1156	1.1168	60.8
18	0.99862	1.0603	1.0618	64.4
20	0.99823	1.0087	1.0105	68.0
22	0.99780	0.9608	0.9629	71.6
24	0.99733	0.9161	0.9186	75.2
26	0.99681	0.8746	0.8774	78.8
28	0.99626	0.8363	0.8394	82.4
30	0.99568	0.8004	0.8039	86.0

Fuente: Internacional Critical, Tables, 1.928 y 1.929

Anexo 11 Tabla viscosidad del agua.

## TABLA DE CAPACIDAD

### CADENA ESTANDAR SENCILLA DE RODILLOS No. 41 PASO 1/2"

No. de dientes piñón conductor	R.P.M DEL PIÑÓN CONDUCTOR PASO DE 1/2 ANGOSTA Y LIVIANA																											
	10	25	50	100	200	300	400	500	700	900	1000	1200	1400	1600	1800	2100	2400	2700	3000	3500	4000	5000	6000	7000	8000			
9	0.02	0.05	0.10	0.19	0.36	0.51	0.66	0.81	1.10	1.38	1.52	1.27	1.01	0.82	0.69	0.55	0.45	0.38	0.32	0.25	0.21	0.15	0.11	0.09	0.07			
10	0.63	0.06	0.11	0.21	0.40	0.57	0.74	0.91	1.23	1.54	1.70	1.49	1.18	0.96	0.81	0.64	0.53	0.44	0.38	0.30	0.24	0.17	0.13	0.11	0.08			
11	0.03	0.07	0.13	0.24	0.44	0.64	0.82	1.01	1.37	1.71	1.88	1.71	1.36	1.11	0.93	0.74	0.61	0.51	0.43	0.34	0.28	0.20	0.15	0.12	0.10			
12	0.03	0.07	0.14	0.26	0.49	0.70	0.91	1.11	1.50	1.88	2.07	1.95	1.55	1.27	1.06	0.84	0.69	0.58	0.49	0.39	0.32	0.23	0.17	0.14	0.11			
13	0.04	0.08	0.15	0.28	0.53	0.76	0.99	1.21	1.63	2.05	2.25	2.20	1.75	1.43	1.20	0.95	0.78	0.65	0.56	0.44	0.36	0.26	0.20	0.16	0.13			
14	0.04	0.09	0.16	0.31	0.57	0.83	1.07	1.31	1.77	2.22	2.44	2.46	1.95	1.60	1.34	1.06	0.87	0.73	0.62	0.49	0.40	0.29	0.22	0.17	0.14			
15	0.04	0.09	0.18	0.33	0.62	0.89	1.15	1.41	1.91	2.39	2.63	2.73	2.17	1.77	1.49	1.18	0.96	0.81	0.69	0.55	0.45	0.32	0.24	0.19	0.16			
16	0.04	0.10	0.19	0.36	0.66	0.95	1.24	1.51	2.05	2.57	2.82	3.01	2.39	1.95	1.64	1.30	1.06	0.89	0.76	0.60	0.49	0.35	0.27	0.21	0.17			
17	0.05	0.11	0.20	0.38	0.71	1.02	1.32	1.61	2.18	2.74	3.01	3.29	2.61	2.14	1.79	1.42	1.16	0.98	0.83	0.66	0.54	0.39	0.29	0.23	0.19			
18	0.05	0.12	0.22	0.40	0.75	1.08	1.40	1.72	2.32	2.91	3.20	3.59	2.85	2.33	1.95	1.55	1.27	1.06	0.91	0.72	0.59	0.42	0.32	0.25	0			
19	0.05	0.12	0.23	0.43	0.80	1.15	1.49	1.82	2.46	3.09	3.40	3.80	3.09	2.53	2.12	1.68	1.38	1.15	0.98	0.78	0.64	0.46	0.35	0.28	0			
20	0.06	0.13	0.24	0.45	0.84	1.21	1.57	1.92	2.60	3.26	3.59	4.20	3.33	2.73	2.29	1.81	1.49	1.24	1.06	0.84	0.69	0.49	0.38	0.30	0			
21	0.06	0.14	0.26	0.48	0.89	1.28	1.66	2.03	2.74	3.44	3.78	4.46	3.59	2.94	2.46	1.95	1.60	1.34	1.14	0.91	0.74	0.53	0.40	0.32	0			
22	0.06	0.14	0.27	0.50	0.93	1.35	1.74	2.13	2.89	3.62	3.98	4.69	3.85	3.15	2.64	2.09	1.71	1.44	1.23	0.97	0.80	0.57	0.43	0.34	0			
23	0.06	0.15	0.28	0.53	0.98	1.41	1.83	2.24	3.03	3.80	4.17	4.92	4.11	3.37	2.82	2.24	1.83	1.54	1.31	1.04	0.85	0.61	0.46	0.37	0			
24	0.07	0.16	0.29	0.55	1.03	1.48	1.92	2.34	3.17	3.97	4.37	5.15	4.38	3.59	3.01	2.39	1.95	1.64	1.40	1.11	0.91	0.65	0.49	0.39	0			
25	0.07	0.17	0.31	0.57	1.07	1.55	2.00	2.45	3.31	4.15	4.57	5.38	4.66	3.81	3.20	2.54	2.08	1.74	1.49	1.18	0.96	0.69	0.53	0	0			
26	0.07	0.17	0.32	0.60	1.12	1.61	2.09	2.55	3.46	4.33	4.76	5.61	4.94	4.05	3.39	2.69	2.20	1.85	1.58	1.25	1.02	0.73	0.56	0	0			
28	0.08	0.19	0.35	0.63	1.21	1.75	2.26	2.77	3.74	4.69	5.16	6.08	5.52	4.52	3.39	3.01	2.46	2.06	1.76	1.40	1.14	0.82	0.62	0	0			
30	0.08	0.20	0.38	0.70	1.31	1.88	2.44	2.98	4.03	5.06	5.56	6.55	6.13	5.01	4.20	3.33	2.73	2.29	1.95	1.58	1.27	0.91	0.69	0	0			
32	0.09	0.22	0.40	0.75	1.40	2.02	2.61	3.20	4.33	5.42	5.96	7.03	6.75	5.52	4.63	3.67	3.01	2.52	2.15	1.71	1.40	1.06	0	0	0			
35	0.10	0.24	0.44	0.83	1.54	2.22	2.88	3.52	4.76	5.97	6.57	7.74	7.72	6.32	5.29	4.20	3.44	2.88	2.46	1.95	1.60	1.14	0	0	0			
40	0.12	0.27	0.51	0.96	1.78	2.57	3.33	4.07	5.50	6.90	7.59	8.94	9.45	7.72	6.47	5.15	4.20	3.52	3.01	2.39	1.95	1.40	0	0	0			
45	0.14	0.31	0.58	1.08	2.02	2.92	3.78	4.62	6.25	7.84	8.62	10.2	11.3	9.21	7.79	6.13	5.01	4.20	3.59	2.85	2.33	0	0	0	0			
	Lubricación Tipo A							Lubricación Tipo B														Lubricación Tipo C						

Anexo 12 Tabla de cadena de rodillo No 41.

**Table 4** Melting Point and Latent Heat of Fusion of Non - paraffins.

Name	Melting Point (°C)	Density (kg/m <sup>3</sup> )	Latent Heat (kJ/ kg)
Formic acid	7.8	1226.7 <sup>15C</sup>	247
Acetic acid	16.7	1050 <sup>20C</sup>	187
Glycerin	17.9	1260 <sup>20C</sup>	198.7
Lithium chloride ethanolate	21	n.a.	188
Polyethylene glycol 600	20–25	1100 <sup>20C</sup>	146
D – Lactic acid	26	1249 <sup>15C</sup>	184
1-3 Methyl pentacosane	29	n.a.	197
Camphenilone	39	n.a.	205
Docasyl bromide	40	n.a.	201
Caprylone	40	n.a.	259
Heptadecanone	41	n.a.	201
1-Cyclohexyloctadecane	41	n.a.	218
4-Heptadecanone	41	n.a.	197
Cyanamide	44	1080 <sup>20C</sup>	209
Methyl eicosanate	45	851 <sup>79C</sup>	230
3-Heptadecanone	48	n.a.	218
2-Heptadecanone	48	n.a.	218
Camphene	50	842 <sup>54C</sup>	238
9-Heptadecanone	51	n.a.	213
Methyl behenate	52	n.a.	234
Pentadecanoic acid	52.5	n.a.	178
Hypophosphoric acid	55	n.a.	213
Chloroacetic acid	56	1580 <sup>20C</sup>	130
Trimyristin	33–57	862 <sup>20C</sup>	201–213
Heptaudecanoic acid	60.6	n.a.	189
<b>Bee wax</b>	<b>61.8</b>	<b>950</b>	<b>177</b>
Glycolic acid	63	n.a.	109
Oxazoline wax-TS 970	74	n.a.	

Anexo 13 Propiedades térmicas de la cera.

# TELA METALICA

## ACERO INOXIDABLE

Tela metálica en hilo de Acero Inoxidable AISI 304 de primera calidad. En rollos de 30 m de largo x 1 m de ancho (tipos disponibles, ver tabla adjunta)

### FABRICACION ESPECIAL

También se pueden confeccionar telas especiales a medida, en hilos de diámetros entre 0,09 y 0,60. Mesh 4 a 100 en tejido de tipo Liso, Asargado, Tricot o REPS. Consultar acerca de anchos especiales, cantidades mínimas y plazos de fabricación.

### CARACTERISTICAS

#### Número de la Tela

Está determinado por el número de bucos por unidad de longitud. La unidad más empleada es la pulgada inglesa (25,4 mm) y a este número de malla se lo denomina MESH.

También puede emplearse (aunque con menos frecuencia), la pulgada francesa (27,72 mm) y el centímetro. Las telas de la tabla adjunta son para medición MESH.



Ancho Rollo	Mesh	diámetro hilo (mm)	luz de malla (mm)	area útil (%)
1 m	1	3,00 P	22,400	77,77
	2	2,00 P	10,700	70,98
	2	1,50 P	11,200	77,77
	3	1,30	7,167	71,65
	3	1,50 P	6,967	67,71
	4	1,10	5,250	68,36
	5	1,00	4,080	64,50
	6	0,90	3,333	62,00
	7 *	0,50	3,129	74,34
	8 *	0,40	2,775	76,39
	8 *	0,43	2,745	74,75
	8 *	0,60	2,575	65,77
	8	0,70	2,475	60,77
	10 *	0,60	1,940	58,33
	10 *	0,30	2,240	77,77
	12 *	0,30	1,817	73,67
	12 *	0,50	1,617	58,33
12 *	0,60	1,517	51,34	
14 *	0,24	1,574	75,29	

Anexo 14 Catalogo de la malla.

## Schedule 10

	dimensión nominal	diámetro ø (mm)		espesor (mm)	peso (Kg/m)	
		externo	interno			
<b>304 L</b> Con costura	1/4	13,72	10,42	1,65	0,49	
	3/8	17,15	13,85	1,65	0,64	
	1/2	21,34	17,12	2,11	1,02	
	3/4	26,67	22,45	2,11	1,30	
	<b>316 L</b>	1"	33,40	27,86	2,77	2,13
		1" 1/4	42,16	36,62	2,77	2,73
	<b>316 L</b> Con costura	1" 1/2	48,26	42,72	2,77	3,16
		2"	60,33	54,79	2,77	3,99
		<b>2" 1/2</b>	<b>73,03</b>	<b>66,93</b>	<b>3,05</b>	<b>5,34</b>
		3"	88,90	82,80	3,05	6,56
		4"	114,30	102,80	3,05	8,50
	<b>316 L</b> Con costura	6"	168,30	161,48	3,40	14,04
	8"	219,10	211,58	3,76	20,27	
	10"	273,10	264,72	4,19	28,20	
	12"	323,85	314,71	4,57	36,54	

Anexo 15 Catalogo Vencraft.

# Unidades de Inmersión con tapón NPT

## Medidas de tapón y No. de catalogo



### 1 1/4 " NPT uso agua diametro 3/8"

WATS	VOLTS	LONGITUD INMERSIÓN	NO. DE ELEMENTOS	NO. DE CATALOGO
1000	120 240	115	2	2WTCU-101211 2WTCU-102411
1200	120 240	125	2	2WTCU-121212 2WTCU-122412
1500	120 240	150	2	2WTCU-151215 2WTCU-152415
2000	120 240	195	2	2WTCU-201219 2WTCU-202419
2500	120 240	235	2	2WTCU-251223 2WTCU-252423
3000	120 240	280	2	2WTCU-301228 2WTCU-302428
4000	120 240	360	2	2WTCU401236 2WTCU-401236
5000	120 240	445	2	2WTCU-501244 2WTCU-502444
6000	120 240	580	2	2WTCU-601258 2WTCU-602458

### 1 1/4 " NPT uso aceite diametro 3/8"

WATS	VOLTS	LONGITUD INMERSIÓN	NO. DE ELEMENTOS	NO. DE CATALOGO
1000	120 240	270	2	20TKU-101227 20TKU-102427
1200	120 240	315	2	20TKU-121231 20TKU-122431
1500	120 240	385	2	20TKU-151238 20TKU-152438
2000	120 240	505	2	20TKU-201250 20TKU-202450
2500	120 240	625	2	20TKU-251262 20TKU-252462
3000	120 240	745	2	20TKU-301274 20TKU-302474
4000	120 240	985	2	20TKU-401298 20TKU-402498
5000	120 240	1250	2	20TKU-501225 20TKU-502425
6000	120 240	1495	2	20TKU-601249 20TKU-602449



### 1 1/4 " NPT uso aire diametro 3/8"

WATS	VOLTS	LONGITUD INMERSIÓN	NO. DE ELEMENTOS	NO. DE CATALOGO
1000	120 240	145	2	2ATKU-101214 2ATKU-102414
1200	120 240	170	2	2ATKU-121217 2ATKU-122417
1500	120 240	210	2	2ATKU-151221 2ATKU-152421
2000	120 240	265	2	2ATKU-201226 2ATKU-202426
2500	120 240	325	2	2ATKU-251232 2ATKU-252432
3000	120 240	385	2	2ATKU-301238 2ATKU-302438
4000	120 240	505	2	2ATKU-401250 2ATKU-402450
5000	120 240	625	2	2ATKU-501262 2ATKU-502462
6000	120 240	745	2	2ATKU-601274 2ATKU-602474

### 1 1/2 " NPT uso agua diametro 1/2"

WATS	VOLTS	LONGITUD INMERSIÓN	NO. DE ELEMENTOS	NO. DE CATALOGO
1500	120 240	120	2	2WTCU-151212 2WTCU-152412
2000	120 240	150	2	2WTCU-201215 2WTCU-202415
2500	120 240	180	2	2WTCU-251218 2WTCU-252418
3000	120 240	215	2	2WTCU-301221 2WTCU-302421
3500	120 240	245	2	2WTCU-351224 2WTCU-352424
4000	120 240	275	2	2WTCU-401236 2WTCU-402436
4500	120 240	310	2	2WTCU-451227 2WTCU-452427
5000	120 240	340	2	2WTCU-501234 2WTCU-502434
6000	120 240	405	2	2WTCU-601240 2WTCU-602440

Anexo 16 Catalogo resistencia eléctrica.



Este capítulo no contiene el análisis cuantitativo de la deformación. Lo deja a su responsabilidad, para cuando progrese el diseño de una máquina. En capítulos posteriores sí se examinarán algunos casos críticos, como el ajuste de interferencia entre dos piezas acopiadas (capítulo 13), la posición de los dientes de un engrane en relación con su engrane correspondiente (capítulo 9), la holgura radial entre un cojinete liso y el eje que gira en su interior (capítulo 16), así como la deformación de resortes (capítulo 19). También, la sección 5-10 sugiere, como parte del procedimiento general de diseño, algunos lineamientos para las deflexiones límite.

## 5-7 FACTORES DE DISEÑO

El término *factor de diseño*,  $N$ , es una medida de la seguridad relativa de un componente bajo la acción de una carga. En la mayor parte de los casos, la resistencia del material con que se fabricará el componente se divide entre el factor de diseño para determinar un *esfuerzo de diseño*,  $\sigma_d$ , que a veces se llama *esfuerzo admisible* o *esfuerzo permisible*. Entonces, el esfuerzo real que se desarrolla en el componente debe ser menor que el esfuerzo de diseño. Para algunos tipos de carga, es más cómodo establecer una relación con la que se pueda calcular el factor de diseño,  $N$ , a partir de los esfuerzos reales aplicados y de la resistencia del material. En otros casos más, en especial para el caso de pandeo de columnas, que se describirá en el capítulo 6, el factor de diseño se aplica a la carga sobre la columna y no a la resistencia del material.

La sección 5-9 presenta métodos para calcular el esfuerzo de diseño o el factor de diseño para distintos tipos de cargas y materiales.

El diseñador debe determinar cuál será un valor razonable del factor de diseño en determinado caso. Con frecuencia, el valor del factor de diseño o del esfuerzo de diseño está definido por códigos establecidos por organizaciones de normalización, como la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Mecánicos (American Society of Mechanical Engineers), la Asociación Estadounidense de Manufactura de Engranes (American Gear Manufacturers Association), el Departamento de la Defensa de Estados Unidos (U. S. Department of Defense), la Asociación de Aluminio (Aluminum Association) o el Instituto Estadounidense de Construcción de Acero (American Institute of Steel Construction). Para estructuras, con frecuencia son los reglamentos de construcción local o estatal los que indican los factores de diseño o los esfuerzos de diseño. Algunas empresas han adoptado sus propias políticas para especificar factores de diseño basados en su experiencia con condiciones parecidas.

Cuando no se cuenta con códigos o normas, el diseñador debe aplicar su juicio para especificar el factor de diseño adecuado. Parte de la filosofía de diseño, descrita en la sección 5-6, se refiere a asuntos como la naturaleza de la aplicación, el ambiente, la naturaleza de las cargas sobre el componente que se va a diseñar, el análisis de esfuerzos, las propiedades del material y el grado de confianza en los datos que se emplean en el proceso de diseño. Todas estas consideraciones afectan la decisión acerca de qué valor del factor de diseño es el adecuado. En este libro se emplearán los siguientes lineamientos.

### Materiales dúctiles

1.  $N = 1.25$  a  $2.0$ . El diseño de estructuras bajo cargas estáticas, para las que haya un alto grado de confianza en todos los datos del diseño.
2.  $N = 2.0$  a  $2.5$ . Diseño de elementos de máquina bajo cargas dinámicas con una confianza promedio en todos los datos de diseño. Es la que se suele emplear en la solución de los problemas de este libro.
3.  $N = 2.5$  a  $4.0$ . Diseño de estructuras estáticas o elementos de máquina bajo cargas dinámicas con incertidumbre acerca de las cargas, propiedades de los materiales, análisis de esfuerzos o el ambiente.
4.  $N = 4.0$  o más. Diseño de estructuras estáticas o elementos de máquinas bajo cargas dinámicas, con incertidumbre en cuanto a alguna combinación de cargas, propiedades del material, análisis de esfuerzos o el ambiente. El deseo de dar una seguridad adicional a componentes críticos puede justificar también el empleo de estos valores.

**Materiales frágiles**

5.  $N = 3.0$  a  $4.0$ . Diseño de estructuras bajo cargas estáticas donde haya un alto grado de confianza en todos los datos de diseño.
6.  $N = 4.0$  a  $8.0$ . Diseño de estructuras estáticas o elementos de máquinas bajo cargas dinámicas, con incertidumbre acerca de cargas, propiedades de materiales, análisis de esfuerzos o el ambiente.

Las secciones 5.8 y 5.9 son una guía para el empleo del factor de diseño en el proceso de diseño, con atención especial a la selección de la base de resistencia para diseñar y calcular el esfuerzo de diseño. En general, el diseño para carga estática implica aplicar el factor de diseño a la resistencia de fluencia, o a la resistencia última del material. En las cargas dinámicas se requiere la aplicación del factor de diseño a la resistencia a la fatiga, con los métodos descritos en la sección 5-5, para estimar la resistencia real a la fatiga, bajo las condiciones en que funcionará el componente.

### 5-8 PREDICCIONES DE FALLA


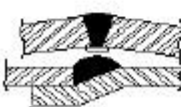


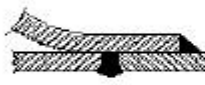

Los diseñadores deben comprender las diversas y eventuales fallas de los componentes bajo cargas, para terminar un diseño que garantice que esa falla *no va a suceder*. Existen varios métodos distintos para predecir la falla, y es responsabilidad del diseñador seleccionar el más adecuado para las condiciones del proyecto. En esta sección, se describirán los métodos más encontrados en este campo, y se describirán los casos en los que cada uno es aplicable. Los factores que intervienen son la naturaleza de la carga (estática, repetida e invertida o fluctuante), el tipo de material (dúctil o frágil) y la cantidad de actividad de diseño y análisis que se puede justificar con la naturaleza del componente o producto que se diseñe.

Los métodos de análisis para diseño que se describirán a continuación en la sección 5-9 definen la relación más relevante entre los esfuerzos aplicados a un componente y la resistencia del material con que se va a fabricar, dadas las condiciones de servicio. La resistencia base para diseño puede ser la de fluencia, la última, la de fatiga o alguna combinación de ellas. El objetivo del proceso de diseño es llegar a un factor  $N$  de diseño adecuado que garantice la seguridad del componente. Esto es, la resistencia del material debe ser mayor que los esfuerzos aplicados.

En esta sección se describen los siguientes tipos de predicción de falla. La referencia 13 contiene un excelente repaso histórico de la predicción de fallas, y deducciones completas de las bases de los métodos que se describirán aquí.

Método de predicción de falla	Empleos
1. Esfuerzo normal máximo	Esfuerzo estático uniaxial en materiales frágiles
2. Mohr modificado	Esfuerzo estático biaxial en materiales frágiles
3. Resistencia de fluencia	Esfuerzo estático uniaxial en materiales dúctiles
4. Esfuerzo cortante máximo	Esfuerzo estático biaxial en materiales dúctiles [moderadamente conservador]
5. Energía de distorsión	Esfuerzo biaxial o triaxial en materiales dúctiles [buen método]
6. Goodman	Esfuerzo fluctuante en materiales dúctiles [un poco conservador]
7. Gerber	Esfuerzo fluctuante en materiales dúctiles [buen método]
8. Soderberg	Esfuerzo fluctuante en materiales dúctiles [moderadamente conservador]

## Anexo 18 factores de diseño

EFICIENCIA DE SOLDADURAS VALORES DE "E"		NORMAS		
		EFICIENCIA DE LA UNION CUANDO LA JUNTA ESTA RADIOGRAFIADA		
TIPOS DE UNIONES NORMA UW-12		AL 100 %	POR PUNTOS	SIN
			SOLDADURA A TOPE UNIDA CON SOLDADURA POR AMBOS LADOS, O BIEN POR OTRO METODO CON LO CUAL SE OBTENGA LA MISMA CALIDAD DEL METAL DE APORTE EN AMBOS LADOS DE LA SUPERFICIE SOLDADA. SI SE USA LA SOLERA DE RESPALDO, DEBERA QUITARSE DESPUES DE APLICAR LA SOLDADURA Y ANTES DE RADIOGRAFIAR.	1.00
	SOLDADURA SIMPLE A TOPE CON SOLERA DE RESPALDO LA CUAL PERMANECERA EN EL INTERIOR DEL RECIPIENTE.	0.90	0.80	0.65
	UNION SIMPLE POR UN SOLO LADO SIN SOLERA DE RESPALDO	---	---	0.60
	UNION TRASLAPADA CON DOBLE FILETE	---	---	0.55
	UNION TRASLAPADA CON FILETE SENCILLO Y TAPON DE SOLDADURA	---	---	0.50
	UNION TRASLAPADA CON FILETE SENCILLO SIN TAPON DE SOLDADURA	---	---	0.45

Anexo 19 Eficiencia de la soldaduras

# MAXIMA



Máquina	Medidas mm	Agujeros	Calidad		
			MAXI 500	SUPREM 500	SUPREM 1000
MJ 46	610 x 110 x 10	15/ M 10	PMA5046M5	PMA5046S5	PMA5046S10
MM58 NUEVO MOD.	720 x 110 x 10	12/ M 10	PMA5158M5	PMA5158S5	PMA5158S10
MH78 MM/MH-80	960 x 140 x 10	16/ M 12	PMA5080M5	PMA5080S5	PMA5080S10
MS 82	1000 x 140 x 10	18/ M 12	PMA5082M5	PMA5082S5	PMA5082S10
MS 92 RAPID	1090 x 150 x 12	30/ M 12	PMA5092M5	PMA5092S5	PMA5092S10
MS 107 P	1250 x 150 x 12	33/ M 10	PMA5107M5	PMA5107S5	PMA5107S10
MS 115	1320 x 150 x 12	36/ M 12	PMA5115M5	PMA5115S5	PMA5115S10

Anexo 20 Catalogo cuchilla de corte.

Product	Specific Heat	
	- $c_p$ -	
	( $Btu/lb_m \text{ } ^\circ F$ ) ( $kcal/kg \text{ } ^\circ C$ )	( $kJ/kg \text{ } K$ )
Agate		0.80
Aluminum bronze		0.436
Aluminum, 0°C	0.21	0.87
Antimony	0.05	0.21
Apatite	0.2	0.84
Arsenic		0.348
Artificial wool		1.357
Asbestos cement board	0.2	0.84
Asbestos mill board	0.2	0.84
Ashes	0.2	0.84
Asphalt	0.22	0.92
Augite	0.19	0.8
Bakelite. wood filler	0.33	1.38
Bakelite. asbestos filler	0.38	1.59
Barite	0.11	0.46
Barium	0.07	0.29
Basalt rock	0.2	0.84
Beeswax	0.82	3.4
Beryl	0.2	0.84
Beryllium		1.02
Bismuth	0.03	0.13
Boile scale		0.80
Bone	0.11	0.44
Borax	0.24	1
Boron	0.31	1.3
Brass	0.09	0.38
Brick, common	0.22	0.9
Brick, hard	0.24	1
Bronze, phosphor	0.09	
Cadmium	0.06	0.25

Anexo 21 Calor específico cera

Válvula de acción directa que aúna la sencillez de su diseño con la calidad del material en acero inoxidable es la solución idónea. Para instalaciones que requieran una válvula cerca de la lámina máxima, con presiones mínimas (pues tiene un funcionamiento mecánico-hidráulico) y en diámetros hasta 100mm.

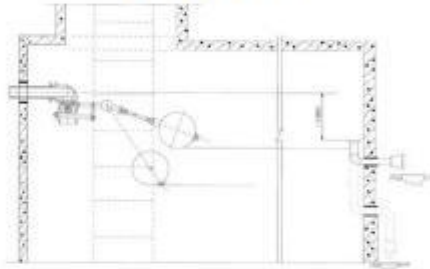
**Características:**

- Válvula de acción directa
- Construcción sencilla

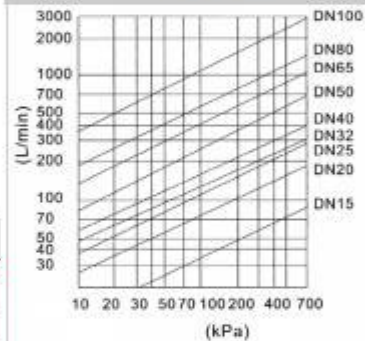
**Conexiones:**

- Rosca gas macho de 25 mm a 80 mm
- Brida PN 10 de 50 mm a 100 mm

Esquema de instalación



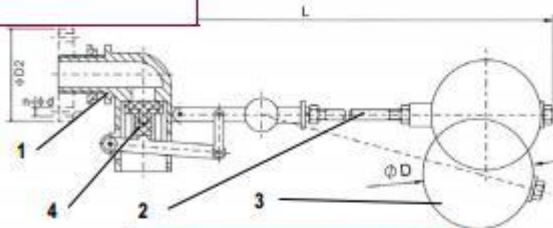
**Pérdida de carga**



**Diámetros y sección:**

Nº	Parte	Materiales
1	Cuerpo	Acero inoxidable AISI 316 (opcional AISI 304)
2	Varilla	Acero inoxidable AISI 316 (opcional AISI 304)
3	Flotador	Acero inoxidable AISI 316 (opcional AISI 304)
4	Goma de cierre	Silicona

DN mm	D mm	L mm	n-φ d mm	φ D2 mm
15	114	420		
20	138	480		
25	150	500		
32	180	750		
40	180	750		
50	230	820	4-18	125
65	280	950	4-18	145
80	280	1000	8-18	160
100	400	1600	8-18	180



Lienzo dep Inoxival F 14c18 v 2.1

Anexo 22 Catalogo flotante.

Ref. 3020 - 3020N



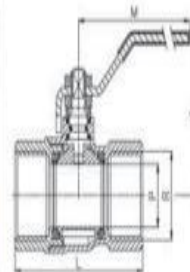
**Válvula de esfera serie pesada**

También disponible con rosca NPT (3020N)  
 PN 40. Paso total. Construcción en latón UNE-EN 12165 cromado.  
 Asientos PTFE. Extremos rosca gas (BSP) H-H - ISO 228/1.  
 Temp. máx. 180°C. Mando manual por palanca de acero.

**Heavy ball valve**

Also available NPT thread (3020N)  
 PN 40. Full bore. Body chrome plated brass UNE-EN 12165.  
 PTFE seats. Gas threaded ends (BSP) F-F - ISO 228/1.  
 Max. Temp. 180°C. Steel lever manual control.

R	P	A	L	M
1/4"	10	45	48	84
3/8"	10	45	50	84
1/2"	15	47	58	84
3/4"	20	58	65	98
1"	25	61	78	98
1 1/4"	32	74	88	126
1 1/2"	40	80	105	126
2"	50	91	122	158



CÓDIGO CODE	MEDIDA SIZE	PESO WEIGHT	CAJA / BOX CARTON	P.V.P. € PRICE €
3020 02	1/4"	135	8-192	4,25
3020 03	3/8"	135	8-192	4,25
3020 04	1/2"	180	8-144	5,10
3020 05	3/4"	285	8-96	7,47
3020 06	1"	450	6-72	11,89
3020 07	1 1/4"	715	4-48	18,28
3020 08	1 1/2"	1075	2-24	25,40
3020 09	2"	1645	2-18	39,48

Precios rosca NPT a consultar / NPT thread prices on request

Ref. 3021



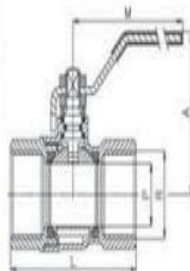
**Válvula de esfera serie pesada**

PN 40. Paso total. Construcción en latón UNE-EN 12165 cromado.  
 Asientos PTFE. Extremos rosca gas (BSP) H-H - ISO 228/1.  
 Temp. máx. 180°C. Mando manual por palanca de acero inox.

**Heavy ball valve**

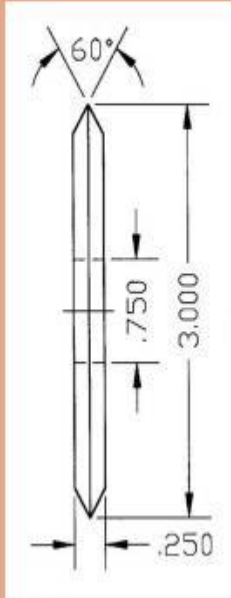
PN 40. Full bore. Body chrome plated brass UNE-EN 12165. PTFE seats. Gas threaded ends (BSP) F-F - ISO 228/1.  
 Max. Temp. 180°C. Stainless steel lever manual control.

R	P	A	L	M
1/4"	10	45	48	84
3/8"	10	45	50	84
1/2"	15	47	58	84
3/4"	20	58	65	98
1"	25	61	78	98
1 1/4"	32	74	88	126
1 1/2"	40	80	105	126
2"	50	91	122	158



3021 02	1/4"	135	8-192	5,10
3021 03	3/8"	135	8-192	5,10
3021 04	1/2"	185	8-144	5,94
3021 05	3/4"	305	8-96	8,98
3021 06	1"	450	6-72	13,23
3021 07	1 1/4"	715	4-48	21,32
3021 08	1 1/2"	1075	2-24	28,87
3021 09	2"	1645	2-18	44,40

## Cuchillas Circulares 3"



Nº DE PARTE	CORTES POR PULGADAS	DIENTES POR CUCHILLA	PRECIO
NSA-0	corte	0	\$ 7.50
NSA-2	2	19	10.75
NSA-3	3	28	11.25
NSA-4	4	38	11.75
NSA-5	5	47	12.50
NSA-6	6	57	13.75
NSA-7	7	66	14.00
NSA-8	8	75	14.75
NSA-10	10	94	16.75
NSA-12	12	113	18.75
NSA-16	16	151	20.75
NSA-50	50	471	21.00
NSA-72	72	679	23.00

Anexo 24 catalogo Cuchilla de longitudinal





**NENUFAR-30 M**

#### **APLICACIONES**

Electrobomba sumergible multicelular diseñada para la elevación de aguas limpias, indicada para riegos, instalaciones de presurización y vaciado de cisternas.

#### **MATERIALES**

Eje en acero inoxidable AISI 430.  
Carcasa superior e inferior en polipropileno.  
Turbinas en Noryl.  
Difusores en policarbonato.  
Cierre mecánico de cerámica-grafito.

#### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Electrobomba sumergible.  
Refrigeración del motor por la misma agua bombeada.  
Protección IP68, aislamiento clase F.  
Temperatura máxima del agua 35 °C.

#### **APPLICATIONS**

*Multicellular submersible electro- pumps designed for the lift of clean water, suitable for irrigation, pressurization installations and tank emptying.*

#### **MATERIALS**

*AISI 430 Stainless steel shaft.  
Top and bottom casing in polypropilene.  
Turbines in Noryl.  
Diffusers in polycarbonate.  
Mechanical seal in ceramics-graphite.*

#### **TECHNICAL CHARACTERISTICS**

*Submersible electro-pump.  
Motor cooling by the same pumped water.  
IP-68 protection, F class insulation.  
Maximum water temperature 35 °C.*