

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

DISEÑO DE UN SISTEMA DE MOLDEO DE MASA DE VERDE PARA PRODUCIR 48 BOLONES POR GOLPE

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA
MECÁNICA**

CAROLINA BRIGITTE MACÍAS CAZA

bmc_im@hotmail.com

DIRECTOR: MSC. JAIME VARGAS

jaime.vargas@epn.edu.ec

CODIRECTOR: MSC. MARIO GRANJA

mario.granja@epn.edu.ec

Quito, Julio 2015

DECLARACIÓN

Yo, Carolina Brigitte Macías Caza, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaro ceder los derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Carolina Brigitte Macías Caza

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por Carolina Brigitte Macías Caza, bajo nuestra supervisión.

Msc. Jaime Vargas

DIRECTOR DEL PROYECTO

Msc. Mario Granja

CODIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme la fuerza que me ha permitido avanzar hasta donde estoy.

A mi abuelita Josefina, por ser siempre mi inspiración por su ejemplo de lucha y superación.

A mis queridos padres, porque gracias a ellos he llegado a ser la persona que soy ahora. Gracias por su amor, su soporte, su trabajo y esfuerzo diario para sacarme adelante.

A mis hermanas, porque me impulsan a ser mejor cada día. Gracias por su comprensión en momentos difíciles.

A Christian, por el apoyo brindado y los momentos compartidos.

A la Escuela Politécnica Nacional y a la gloriosa facultad de Ingeniería Mecánica, porque además de formarme profesionalmente, me ofrecieron gratas experiencias.

Al Ingeniero Jaime Vargas por proporcionarme sus conocimientos y su ayuda incondicional durante la elaboración del presente Proyecto de Titulación.

Al Ingeniero Mario Granja por su colaboración para culminar el presente Proyecto de Titulación.

A todos mis familiares, profesores y amigos que de alguna forma intervinieron en este proceso.

DEDICATORIA

A mis padres y hermanas,
por ser la familia donde se inició este sueño
y quienes ayudaron a cumplirlo.

CONTENIDO

DECLARACIÓN	I
CERTIFICACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	III
DEDICATORIA	IV
CONTENIDO	V
CONTENIDO DE TABLAS	VIII
CONTENIDO DE FIGURAS	IX
RESUMEN	XI
PRESENTACIÓN	XII
CAPÍTULO I	1
1. GENERALIDADES	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. BREVE ESTUDIO DEL PLÁTANO VERDE	1
1.2.1. VARIEDADES	2
1.2.2. CARACTERÍSTICAS	2
1.2.3. PROPIEDADES	2
1.2.4. EL PLÁTANO COMO ALIMENTO	3
1.3. MICROEMPRESAS QUE COMERCIALIZAN PRODUCTOS DE VERDE....	4
1.4. ESTUDIO DE CAMPO	5
1.4.1 PROCESO DE CONFORMADO	6
1.4.2. PARÁMETROS GENERALES DEL PRODUCTO	7
CAPÍTULO II	10
2. COMPORTAMIENTO DEL VERDE Y PARÁMETROS DE DISEÑO	10
2.1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	10
2.1.1. ENSAYO DE COMPRESIÓN	10
2.2. TAMAÑO	13

2.2.1. DIÁMETRO	13
2.2.2. CAPACIDAD.....	13
2.3. SALUBRIDAD.....	14
2.3.1. MATERIALES.....	14
2.3.2. LIMPIEZA.....	14
2.4. TIEMPO DE CARGA	15
2.5. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	15
CAPÍTULO III.....	16
3. ESTUDIO DE LAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO	16
3.1. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS.....	16
3.1.1. ALTERNATIVA 1: HIDRÁULICA.....	16
3.1.2. ALTERNATIVA 2: NEUMÁTICA	18
3.1.3. ALTERNATIVA 3: MECÁNICA	20
3.2. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	22
3.2.1. CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	22
3.2.2. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA	23
3.3. PROTOCOLO DE PRUEBAS.....	27
3.3.1. PRUEBAS FÍSICAS.....	27
3.3.2. PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO EN VACÍO.....	28
3.3.3. PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO CON CARGA	28
CAPÍTULO IV.....	29
4. DISEÑO Y SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA MÁQUINA.....	29
4.1. SELECCIÓN DE ELEMENTOS	29
4.1.1. EL CILINDRO NEUMÁTICO.....	29
4.1.2. EL COMPRESOR.....	32
4.1.3. LA VÁLVULA DE DISTRIBUCIÓN.....	36
4.1.4. SELECCIÓN DE LOS ACCESORIOS	37

4.2.	DISEÑO DE ELEMENTOS	38
4.2.1.	MATRIZCONFORMADORA INFERIOR	38
4.2.2.	MATRIZ CONFORMADORA SUPERIOR.....	42
4.2.3.	PLACA SUPERIOR	44
4.2.4.	COLUMNAS GUÍA Y BOCINES	47
4.2.5.	CABEZAL MÓVIL	52
4.2.6.	PORTA MATRIZ INFERIOR.....	53
4.2.7.	ESTRUCTURA SOPORTE.....	56
	CAPÍTULO V.....	63
5.	CONSTRUCCIÓN, MONTAJE Y PRUEBAS DE CAMPO	63
5.1.	CONSTRUCCIÓN	63
5.1.1.	MÁQUINAS HERRAMIENTAS	63
5.1.2.	UTILLAJE Y HERRAMIENTAS DE CORTE	63
5.1.3.	APARATOS DE MEDICIÓN	64
5.2.	MONTAJE	64
5.3.	PRUEBAS DE CAMPO	66
	CAPÍTULO VI.....	67
6.	ANÁLISIS DE COSTOS	67
6.1.	COSTOS DIRECTOS.....	67
6.1.1.	COSTO DEL MATERIAL	67
6.1.2.	COSTOS DE MAQUINADO.....	70
6.2.	COSTOS INDIRECTOS	70
6.2.1.	COSTOS DE INGENIERÍA.....	71
6.2.2.	COSTOS ADMINISTRATIVOS.....	71
6.2.3.	COSTOS DE IMPREVISTOS	71
	CAPÍTULO VII.....	73
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73

7.1. CONCLUSIONES.....	73
7.2. RECOMENDACIONES.....	73
BIBLIOGRAFÍA Y SITIOS WEB	74

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1-1: Resultados de Medición del Peso	8
Tabla 1-2: Resultados de Medición del Diámetro	9
Tabla 3-1: Código para cada alternativa.....	24
Tabla 3-2: Códigos de criterios de evaluación.....	24
Tabla 3-3: Ponderación de los criterios	25
Tabla 3-4: Evaluación de la funcionalidad	25
Tabla 3-5: Evaluación de la operación	25
Tabla 3-6: Evaluación de la construcción	26
Tabla 3-7: Evaluación del mantenimiento.....	26
Tabla 3-8: Evaluación de la salubridad	26
Tabla 3-9: Evaluación de la operación	26
Tabla 3-10: Resultado de la evaluación	27
Tabla 4-1: Valores para dimensionamiento de la matriz inferior	41
Tabla 4-2: Valores para hallar el módulo de la sección	46
Tabla 4-3: Factores de apoyo	48
Tabla 4-4: Valores para encontrar el radio mínimo.....	49
Tabla 4-5: Valores para encontrar la estabilidad de la columna	49
Tabla 4-6: Valores parahallar el índice de trabajo de la columna	51
Tabla 4-7: Valores para reemplazar en el módulo de la sección	55
Tabla 4-8: Peso de los elementos	57
Tabla 4-9: Propiedades del perfil escogido	58
Tabla 6-1: Costo de la materia prima	68
Tabla 6-2: Costo de elementos neumáticos y eléctricos.....	68
Tabla 6-3: Costo de materiales consumibles.....	69
Tabla 6-4: Costo total del material.....	69
Tabla 6-5: Costo de maquinado	70

Tabla 6-6: Costo directo	70
Tabla 6-7: Costos indirectos.....	71
Tabla 6-8: Costo del prototipo	72

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1-1: Plátano verde.....	1
Figura 1-2: Pasos para elaborar bolones de verde.....	4
Figura 1-3: Bolones de verde comerciales	5
Figura 1-4: Producto Final, visita de campo con los autores del proyecto.	5
Figura 1-5: Conformado del bolón de verde	6
Figura 1-6: Materiales para medir peso y diámetro	7
Figura 1-7: Medición del diámetro	8
Figura 1-8: Medición del Peso.....	9
Figura 2-1: Materiales para el ensayo de compresión	10
Figura 2-2: Ensayo de compresión en el laboratorio de la Facultad.	11
Figura 2-3: Gráfica Esfuerzo vs deformación	12
Figura 2-4: Tamaño.....	13
Figura 3-1: Principio de Pascal para transmitir fuerza	17
Figura 3-2: Esquema alternativa hidráulica	17
Figura 3-3: ley de Boyle- Mariotte	19
Figura 3-4: Esquema alternativa neumática	19
Figura 3-5: Mecanismo leva seguidor	20
Figura 3-6: Esquema alternativa mecánica	21
Figura 4-1: Esquema cilindro neumático	29
Figura 4-2: Cilindro neumático elegido	32
Figura 4-3: Esquema de un compresor	33
Figura 4-4: Compresor elegido.....	35
Figura 4-5: Esquema de una válvula distribuidora.....	36
Figura 4-6: Válvula seleccionada	37
Figura 4-7: Esquema de la matriz conformadora inferior	38
Figura 4-8: Dimensiones de la matriz.....	39

Figura 4-9: Estructura y dimensiones de la cavidad	40
Figura 4-10: Matriz conformadora inferior	42
Figura 4-11: Dimensiones del punzón	43
Figura 4-12: Matriz conformadora superior	44
Figura 4-13: Diagrama de cuerpo de la placa superior	45
Figura 4-14: Diagrama de esfuerzo cortante de la placa superior	45
Figura 4-9: Diagrama de momento de la placa superior	45
Figura 4-16: Diseño de la columna guía en MDSolids	50
Figura 4-17: Columna guía y bocín	52
Figura 4-18: Cabezal móvil	53
Figura 4-19: Diagrama de cuerpo libre de la placa inferior	54
Figura 4-20: Diagrama de esfuerzo cortante de la placa inferior	54
Figura 4-21: Diagrama de momento de la placa inferior	55
Figura 4-22: Placa inferior	56
Figura 4-23: Diseño ergonómico para mesa de trabajo	57
Figura 4-24: Placa inferior	58
Figura 4-25: Diagrama de momentos obtenidos en el programa SAP	59
Figura 4-26: Cálculo de los esfuerzos de la estructura con el programa SAP	60
Figura 4-26: Esquema del circuito neumático en el programa FluidSim	61
Figura 4-26: Esquema del circuito eléctrico en el programa FluidSim	62
Figura 5-1: Secuencia de ensamble de la máquina	65
Figura 5-2: Secuencia de ensamble de la máquina	66
Figura 5-2: Prototipo ensamblado	66

RESUMEN

El presente proyecto de titulación comprende el diseño de un sistema de moldeo de masa de verde para producir 48 bolones por golpe. Se compone de 7 capítulos cuyo contenido básico se describe a continuación:

El Capítulo 1 expone un breve estudio del plátano verde y los productos que se elaboran con él. Además contiene el estudio de campo donde se conoce los parámetros generales de los bolones de verde.

En el Capítulo 2 se estudia el comportamiento del verde y se establecen los parámetros de diseño necesarios para el desarrollo del proyecto.

En el Capítulo 3 se describe las alternativas para el diseño del prototipo y los criterios de selección que permiten la elección de la opción más conveniente para su elaboración.

En el Capítulo 4 se desarrollan los cálculos necesarios para el diseño y la selección de los diferentes elementos que conforman la máquina.

El Capítulo 5 indica el proceso de construcción de los componentes que conforman el prototipo, así como la secuencia de montaje. Esta información se solventa con los respectivos planos de taller y planes de proceso que se encuentran anexados a este documento.

En el Capítulo 6 se presenta el análisis de costo de todos los aspectos involucrados en la manufactura del prototipo, con precios del mercado ecuatoriano.

El Capítulo 7 contiene las conclusiones y recomendaciones que surgen del desarrollo del presente proyecto.

PRESENTACIÓN

El presente proyecto de titulación se desarrolla con el objetivo de revolucionar la forma de elaboración de los bolones de verde que actualmente se realiza manualmente y de esta manera mejorar el tiempo de producción y la calidad del producto.

La idea surge de la necesidad de optimizar el proceso productivo en la microempresa para cubrir la demanda actual del producto, lo que se consigue con el diseño de una máquina moldeadora con la capacidad de elaborar 48 bolones por golpe.

A cada paso del proceso se analizan los criterios necesarios de modo que, el prototipo cumpla con los requerimientos del usuario de la microempresa y que a su vez satisfagan las exigencias del consumidor final.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1.INTRODUCCIÓN

El clima del Ecuador es óptimo para varios cultivos. Gracias a su ubicación geográfica, la energía solar que recibe es permanente y de alta luminosidad lo que permite obtener productos de calidad especialmente en flores y plátanos. Por este motivo el país es un importante exportador en estas áreas siendo el plátano ecuatoriano considerado por muchos extranjeros como el más sabroso del mundo.

El plátano también representa un significativo elemento en la gastronomía ecuatoriana. Se consume en todas sus variedades: guineo, maqueño, maduro y verde. El primero se puede comer directamente mientras los otros requieren de cocción para ser ingeridos. Son usados como base en la preparación de algunas comidas o como acompañamiento de ciertos platos.

1.2.BREVE ESTUDIO DEL PLÁTANO VERDE

En el estudio del plátano verde, ver Figura 1.1, se consideran los factores detallados a continuación:



Figura 1-1: Plátano verde

FUENTE: Propia

1.2.1. VARIEDADES

Existen dos variedades de verde: El barraganete y el dominico. La diferencia radica en su contextura. Se los puede reconocer porque el primero es más grande y robusto que el segundo.

1.2.2. CARACTERÍSTICAS

El plátano verde tiene su nombre por el color de su cáscara pero en su interior su pulpa es blanquecina de consistencia harinosa. Es de forma alargada y pesa aproximadamente de 150 a 200 gramos.

Su tamaño depende de su variedad. Los dominicos miden en promedio 18 centímetros mientras que el barraganete puede medir hasta 30 centímetros.

A diferencia de los otros plátanos, el verde no contiene muchos azúcares por lo que su sabor no es dulce sino amargo cuando está crudo. Con la cocción adquiere su rico sabor y suavidad.

1.2.3. PROPIEDADES

El verde es una buena fuente de fibra, vitaminas y minerales importantes para la salud de los humanos.

Contiene Vitamina A que ayuda al desarrollo de los tejidos y protege las células, Vitamina B importante en el proceso de síntesis de proteínas y cuidado de la flora intestinal.

Potasio necesario para mantener fuertes los músculos y Magnesio que es imprescindible para el buen funcionamiento del sistema nervioso.

La fibra que se encarga del buen desarrollo de la actividad intestinal y contiene un almidón que pueden ayudar a controlar la glucemia y disminuir los niveles de colesterol de la sangre.¹

¹<http://elbaultdelconsumidor.blogspot.com/2012/12/platano-verde-potasio-vitamina-acido.html>

1.2.4. EL PLÁTANO COMO ALIMENTO

El plátano verde es popular en la región costa pero su consumo se ha extendido a todo el territorio. Dependiendo de las características de cada variedad son empleados para diferentes platos.

El verde barraganete generalmente es usado para hacer chifles y patacones que se sirven como acompañamiento a las comidas.

El verde dominico, en cambio, se utiliza en la elaboración de sopas o para preparar empanadas y bolones que constituyen platos típicos ecuatorianos.

1.2.4.1. BOLÓN DE VERDE

Los bolones de verde llevan ese nombre por ser elaborados de masa de plátano verde previamente cocinado y amasado para luego ser conformado en forma de “bola”. Ver figura 1-2.

Para su preparación se utiliza el verde dominico por ser el más suave, brindando así, mayor soltura para ser moldeado a diferencia del verde barraganete que es más seco y se desmorona con facilidad.

La masa se condimenta con sal y como elementos secundarios se utilizan el queso o chicharon de cerdo. Generalmente se coloca estos ingredientes en el centro del bolón, aunque también se los puede encontrar amasados junto con la masa de verde.

Una vez conformado el bolón ya se puede consumir puesto que el plátano está cocinado, pero hay personas que prefieren freírlos para que la capa superficial quede tostada y crujiente.

Se sirven acompañados de café negro constituyendo el desayuno costeño más popular.



Figura 1-2: Pasos para elaborar bolones de verde

FUENTE: Propia

1.3. MICROEMPRESAS QUE COMERCIALIZAN PRODUCTOS DE VERDE

En el Ecuador existen varios locales comerciales dedicados a la elaboración y venta de productos derivados del plátano verde como son las empanadas y bolones de verde. Existen también otras microempresas que brindan el servicio de distribución de estos productos.

Lo anteriormente escrito indica que existe un extenso mercado que se vería beneficiado con el diseño de máquinas que impulsen la automatización de los procesos de producción de alimentos de verde, para reducir tiempos de elaboración y promover una manufactura en serie que les permita cubrir la demanda actual e incluso crecer en sus negocios.

La microempresa "Delicias de Verde" ubicada en la zona de Carapungo en Quito - Ecuador, solicita el diseño de una máquina que permita moldear masa de verde con una capacidad de 48 bolones por golpe.

En la Figura 1-3 se observa los bolones de verde en sus dos formas de comercialización.



Figura 1-3: Bolones de verde comerciales

FUENTE: Propia

1.4.ESTUDIO DE CAMPO

Se visita la microempresa para conocer el producto y las necesidades involucradas en su producción. En la figura 1-4 se presenta el producto listo para servirse.



Figura 1-4: Producto Final, visita de campo con los autores del proyecto.

FUENTE: Propia

1.4.1 PROCESO DE CONFORMADO

La elaboración de los bolones de verde es en su mayoría manual. Algunos artesanos han construido artefactos para facilitar la molienda del plátano pero no se conoce de máquinas que optimen el conformado.

Para dar forma al bolón se utiliza las manos (Ver figura 1-5).

El proceso de conformado se realiza una vez molido el verde cocinado. Entonces se toma una cantidad pertinente de masa en las manos y se ejerce una presión suficiente para homogeneizarla y moldearla en forma de bolón.



Figura 1-5: Conformado del bolón de verde

FUENTE: <http://recetasecuadorianas.all.ec/blog/recetasecuadorianas/665.html#photoset>

1.4.1.1. DESVENTAJAS DEL MOLDEO MANUAL

Pese a que la elaboración de los bolones de verde siempre se ha realizado de manera manual, está presenta algunas desventajas que se busca superar con la máquina moldeadora.

Los inconvenientes encontrados son:

- El número de bolones elaborados dependen del factor humano.
- Proceso de elaboración tedioso y demorado.

- Es poco higiénico porque la materia prima tienen contacto directo con las manos, que a su vez tienen contacto con otros materiales.
- Se distinguen diferencias en el tamaño de los productos lo que puede ocasionar disconformidad en los clientes.
- Se requiere de más personal y mayor tiempo para preparar la cantidad de bolones que la máquina entrega por golpe.

1.4.2. PARÁMETROS GENERALES DEL PRODUCTO

Para el diseño de la moldeadora de masa de verde se requiere conocer los parámetros más elementales del producto que se va a elaborar, por lo que se toman mediciones de diámetro y peso de los bolones que se elabora en la microempresa.

El diámetro da la pauta del tamaño de producto que el consumidor demanda y es una medida fundamental en el diseño.

El peso indica la cantidad de masa que requerimos para elaborar cada bolón y por lo tanto el volumen con el que se debe alimentar la máquina.

Los materiales empleados se presentan en la figura 1-6 y son:

- Calibrador
- Balanza
- Bolones de verde



Figura 1-6: Materiales para medir peso y diámetro

FUENTE: Propia

1.4.2.1. MEDICIÓN DEL DIÁMETRO

Con la ayuda de un calibrador se mide el diámetro del bolón de verde para obtener la medida típica que se comercializa. Las mediciones realizadas se muestran en la figura 1-7.



Figura 1-7: Medición del diámetro

FUENTE: Propia

La tabla 1-1 muestra los resultados de las mediciones del diámetro de los bolones de verde.

Tabla 1-1: Resultados de Medición del Peso

MEDICIÓN	DIÁMETRO (mm)
1	70
2	70
3	70

FUENTE: Propia

Para el diámetro se obtuvo un valor promedio de 70 milímetros.

1.4.2.2. MEDICIÓN DEL PESO

Para obtener el peso promedio se coloca uno a uno los bolones en una balanza casera como indica la figura 1-8.

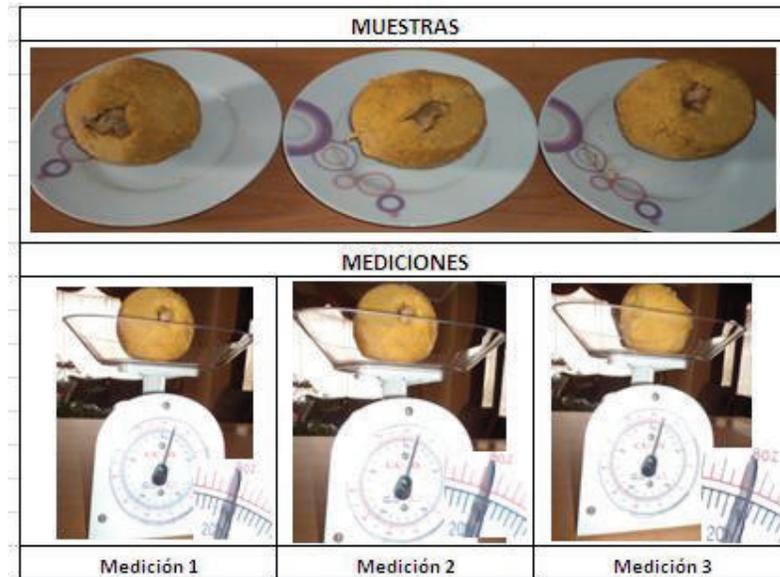


Figura 1-8: Medición del Peso

FUENTE: Propia

La tabla 1-2 muestra los resultados de las mediciones del peso de los bolones de verde.

Tabla 1-2: Resultados de Medición del Diámetro

MEDICIÓN	PESO (g)
1	201
2	201
3	201

FUENTE: Propia

Para el peso de los bolones se obtuvo un valor promedio de 201 gramos.

CAPÍTULO II

2. COMPORTAMIENTO DEL VERDE Y PARÁMETROS DE DISEÑO

2.1.RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

La resistencia de la masa de verde a la compresión es un parámetro fundamental para el diseño de la máquina moldeadora. Para determinar la fuerza se realiza el ensayo de compresión en el laboratorio de esfuerzos y vibraciones de la Facultad de Ingeniería Mecánica.

2.1.1. ENSAYO DE COMPRESIÓN

2.1.1.1. MATERIALES UTILIZADOS

- Máquina universal de ensayos y platos
- Calibrador
- Masa de verde
- Probeta (recipientes)

En la figura 2-1 se indica los instrumentos usados en el ensayo.



Figura 2-1: Materiales para el ensayo de compresión

FUENTE: Propia

2.1.1.2. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

- Preparar la probeta de ensayo.
Debido a la naturaleza del verde no se puede elaborar una probeta por sí mismo porque durante el ensayo, la compresión provoca un aumento en la sección transversal, interfiriendo con el valor real de la fuerza. Por este motivo se coloca la masa en un recipiente contenedor y se tapa con otro que ingresa en forma de émbolo.
- Preparar la máquina universal y colocar los platos pertinentes.
- Tomar la medición de la longitud inicial de la masa.
- Colocar la probeta en la máquina de ensayo.
- Configurar el software y encender el equipo.
- Registrar las mediciones.

La figura 2-2 muestra el momento de realización del ensayo.



Figura 2-2: Ensayo de compresión en el laboratorio de la Facultad.

FUENTE: Propia

La velocidad de desplazamiento del cabezal de la máquina de ensayos fue 5 mm/s. La longitud inicial de las muestras fue de 32.5 mm y el diámetro de 110.5 mm.

2.1.1.3. RESULTADOS OBTENIDOS

Como resultado del ensayo de compresión se obtiene la gráfica de Esfuerzo vs. Deformación indicada en la figura 2-3.

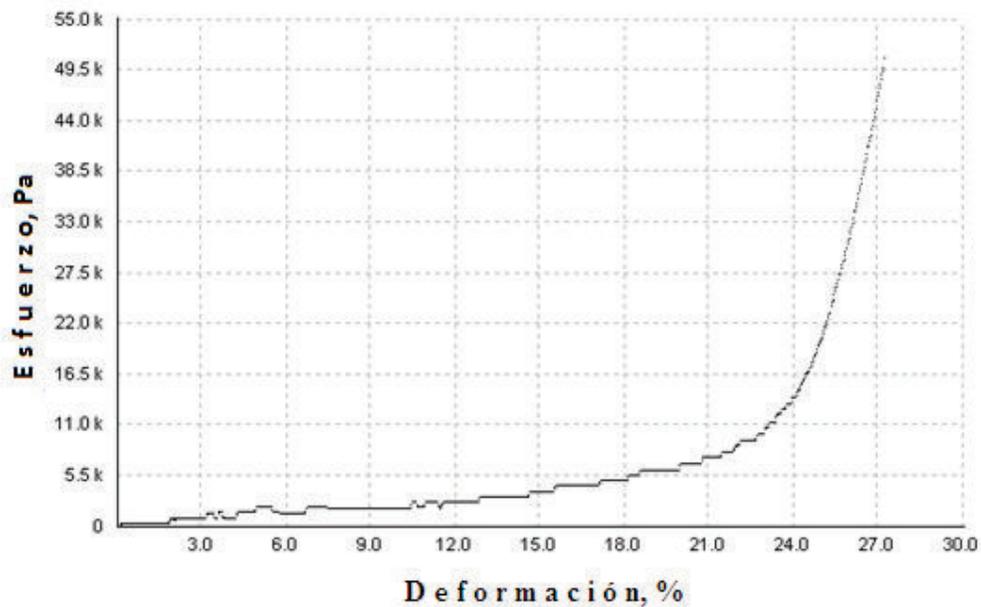


Figura 2-3: Gráfica Esfuerzo vs deformación

FUENTE: Propia

La zona de la gráfica donde la curva se transforma en una línea recta indica que la fuerza del cabezal superior se transmite íntegra al inferior, es decir que ya no se realiza esfuerzo sobre la masa de verde y por lo tanto, ésta ha llegado a su compresión máxima. Por este motivo la resistencia a la compresión se considera en el punto de cambio de la gráfica.

Como resultado del análisis se obtiene un valor de carga máxima de 2166 N que es el que va a regir el diseño.

2.2.TAMAÑO

Las dimensiones del área de trabajo de la máquina moldeadora tienen relación directa con el diámetro de los bolones de verde y las unidades requeridas por golpe como muestra la figura 2-4.

2.2.1. DIÁMETRO

En el diseño de la máquina se considera un valor de 70 milímetros para el diámetro de los bolones de verde a producirse, obtenido como resultado del estudio de campo realizado.

2.2.2. CAPACIDAD

.El usuario solicita que la máquina moldee 48 bolones por golpe. Este dato rige la distribución de filas y columnas del espacio de trabajo.

$d = \text{diámetro}$

$l = \text{largo total}$

$a = \text{ancho total}$

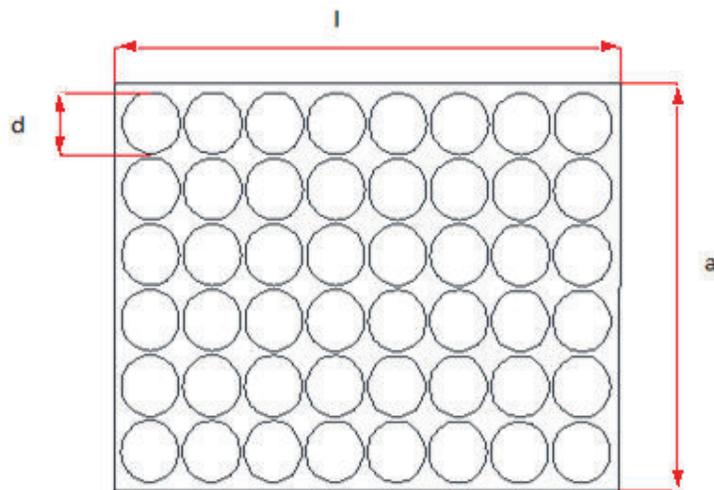


Figura 2-4: Tamaño

FUENTE: Propia

2.3.SALUBRIDAD

La máquina moldeadora de bolones tiene contacto directo con el producto que va a ser ingerido por los clientes, por lo que la salubridad es un aspecto importante a considerar en el diseño de la máquina tanto para su construcción como para su operación.

2.3.1. MATERIALES

Ningún elemento constituyente de la máquina puede comprometer la salud de los operarios ni de los consumidores del producto. Por este motivo existen normas que rigen el uso de materiales de construcción.

En el documento Diseño higiénico del equipo de procesado de alimentos se establece que: “Todos los materiales en contacto con los alimentos deben ser no tóxicos, mecánicamente estables, no absorbentes, inertes y resistentes a los productos alimentarios y a todos los agentes de limpieza y desinfección a las diferentes concentraciones y a las diferentes presiones y temperaturas de utilización”²

El acero inoxidable cumple los requerimientos porque no altera el sabor de los alimentos y tiene propiedades asépticas. Además cuenta con características funcionales adicionales como resistencia a la corrosión, que lo hace superior ante otras alternativas y lo convierten en el material más utilizado en la industria alimentaria.

2.3.2. LIMPIEZA

La máquina debe presentar un diseño que facilite la limpieza de la superficie en cada descarga del producto.

²<http://www.epmrq.gob.ec/images/lotaip/leyes/rbpm.pdf>

También, debe permitir una higiene y desinfección periódica sin que afecte en mayor grado la vida útil del aparato.

2.4.TIEMPO DE CARGA

La facilidad de moldeo de la masa de verde depende de la temperatura a la que se realice el conformado y por ende del tiempo de espera. Mientras más tiempo está fuera de la fuente de calor más difícil su conformado porque la masa tiende a endurecerse y desmoronarse impidiendo su compactación. Por este motivo el diseño debe permitir rapidez y agilidad al cargar la máquina para asegurar la calidad del producto.

2.5.OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

La idea está orientada a la pequeña empresa por lo que se requiere que el artefacto sea de fácil manejo y que el mantenimiento no sea complicado para que pueda ser operado por todo usuario.

CAPÍTULO III

3. ESTUDIO DE LAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO

3.1. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

A fin de obtener un óptimo diseño que garantice un correcto desempeño de la máquina y satisfaga las necesidades del usuario, se establecen diferentes alternativas para la elaboración de la moldeadora de masa de verde, que se evalúan posteriormente mediante criterios que contemplen los parámetros de diseño establecidos.

Las alternativas a evaluarse tienen que ver con el mecanismo principal de la máquina. Éstas son hidráulica, neumática y mecánica.

3.1.1. ALTERNATIVA 1: HIDRÁULICA

3.1.1.1. PRINCIPIO BÁSICO

Se utiliza la energía de un líquido incompresible (aceite) para la transmisión de la potencia.

El principio fundamental que rige es comportamiento de los fluidos es el principio de Pascal. El enunciado establece que: “Un cambio de presión aplicada a un fluido contenido se trasmite, sin reducir su magnitud, a todo punto del fluido y a las paredes del recipiente.”³

Joseph Bramah emplea este principio para la transmisión de fuerzas concluyendo que, una pequeña fuerza ejercida sobre un área pequeña crea una fuerza proporcionalmente más grande sobre una superficie mayor como muestra la figura 3-1.

Esta deducción se utiliza para la transmisión de fuerzas en diferentes máquinas.

³<http://preparafacil.com/cobach/Main/PrincipioDePascalConcepto>

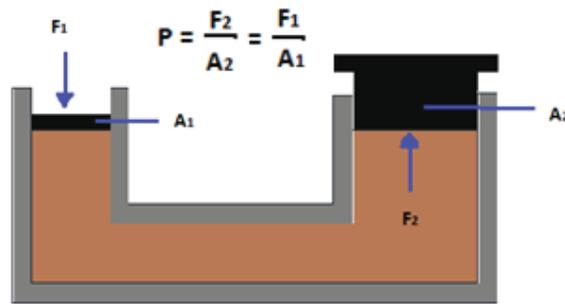


Figura 3-1: Principio de Pascal para transmitir fuerza

FUENTE: <http://prepafacil.com/cobach/Main/PrincipioDePascalConcepto>

3.1.1.2. DESCRIPCIÓN

Consta de una bomba con un pistón de diámetro relativamente pequeño, que al ser accionado por el motor genera una presión en el aceite; y este a su vez ejerce presión sobre pistones de diámetro más grande produciendo la fuerza necesaria para mover cabezal móvil y comprimir la masa de verde.

La figura 3-2 muestra el esquema de la alternativa hidráulica.

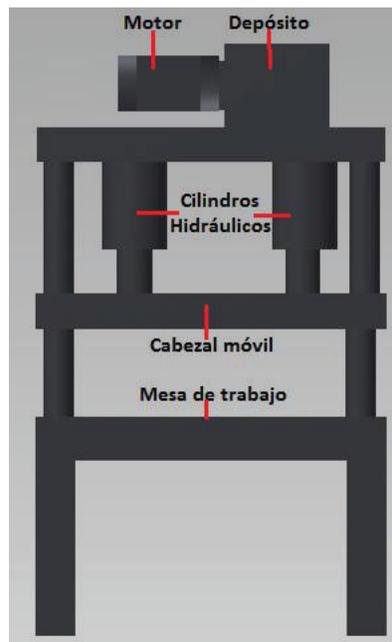


Figura 3-2: Esquema alternativa hidráulica

FUENTE: Propia

3.1.1.3. VENTAJAS

- Se puede regular de forma precisa la fuerza y velocidad ejercida.
- Capacidad de generar gran presión de prensado.
- Los elementos son reversibles además de que se pueden frenar en marcha.
- Fácil accionamiento.

3.1.1.4. DESVENTAJAS

- Se mueve muy lentamente.
- Requieren mucho mantenimiento.
- Si se produce una fuga de líquido puede afectar el producto u originar un accidente.
- Se debe vigilar y regular dispositivos para la presión de aceite.
- Necesidad de circuito de retorno.
- Más alto costo de sus elementos.

3.1.2. ALTERNATIVA 2: NEUMÁTICA

3.1.2.1. PRINCIPIO BÁSICO

El elemento fundamental es el aire comprimido que acumula energía y la libera para efectuar trabajo útil.

La ley de Boyle- Mariotte rige el fenómeno de compresión de aire. El enunciado indica que: "A temperatura constante, el volumen de un gas encerrado en un recipiente es inversamente proporcional a la presión absoluta, o sea, el producto de la presión absoluta y el volumen es constante para una cantidad determinada de gas". ⁴Ver Figura 3-3.

⁴<http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica1.htm>

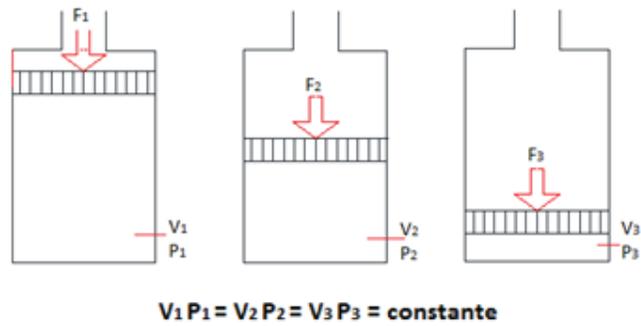


Figura 3-3: ley de Boyle- Mariotte

FUENTE: <http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica1.htm>

3.1.2.2. DESCRIPCIÓN

Se acciona un compresor que empuja el aire por el cilindro neumático generando la fuerza para mover el cabezal móvil y comprimir la masa de verde. Terminado el trabajo, el aire se evacua a través de válvulas y los resortes mecánicos hacen que se desplace nuevamente hacia arriba.

El esquema de la máquina con la alternativa neumático se indica en la figura 3-4.

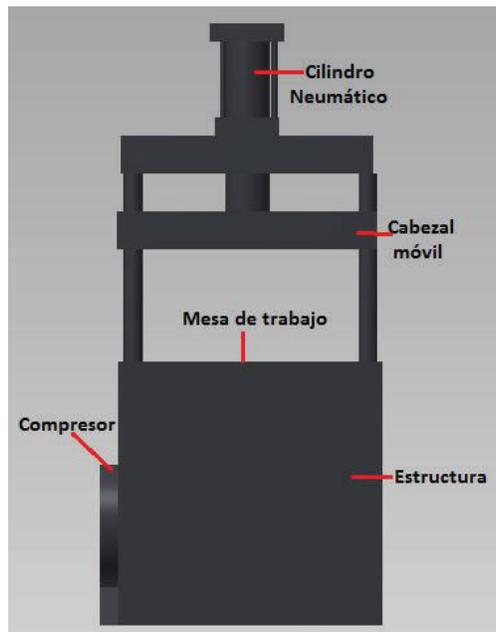


Figura 3-4: Esquema alternativa neumática

FUENTE: Propia

3.1.2.3. VENTAJAS

- Requiere de poco mantenimiento.
- Sus elementos pueden durar varios años sin ser sustituidos.
- Si se produce escapes del aire no contaminan el área de trabajo.
- No existen riesgos de explosión ni incendios.
- La velocidad de trabajo es alta.
- No hace falta circuito de retorno.
- Accesibilidad y bajo costos de sus componentes.
- Accionamiento fácil.

3.1.2.4. DESVENTAJAS

- No se pueden transmitir grandes potencias.
- No se pueden realizar ajustes precisos por la incompresibilidad del aire.
- El aire que escapa a la atmósfera produce ruidos.

3.1.3. ALTERNATIVA 3: MECÁNICA

3.1.3.1. PRINCIPIO BÁSICO

Se basa en el mecanismo excéntrica-seguidor que sirve para transformar el movimiento circular del eje en movimiento rectilíneo.

La excéntrica es una pieza que se caracteriza porque su eje de giro no coincide con su centro y que está en contacto permanente con el seguidor que recibe el movimiento. Ver figura 3-5.

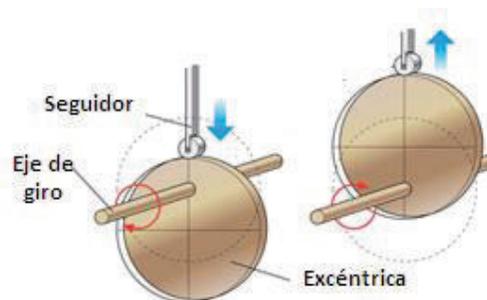


Figura 3-5: Mecanismo leva seguidor

FUENTE:

http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio//1000/1102/html/5_leva_excntrica.html

3.1.3.2. DESCRIPCIÓN

Se hace girar la manivela para accionar la excéntrica que provoca el movimiento del seguidor conectado al cabezal móvil y lo desplaza hacia la mesa para comprimir la masa de verde.

En la figura 3-6 se puede observar el esquema de la alternativa mecánica.

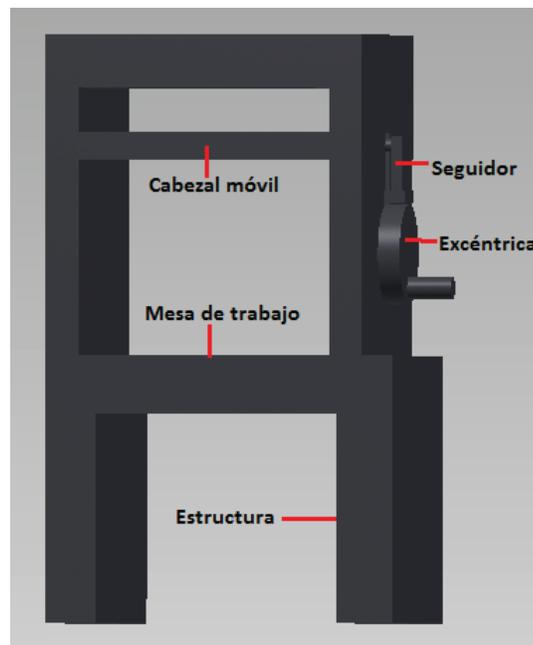


Figura 3-6: Esquema alternativa mecánica

FUENTE:Propia

3.1.3.3. VENTAJAS

- Se puede regular la altura.
- Buena capacidad de prensado.
- No requiere de ningún fluido para su trabajo.

3.1.3.4. DESVENTAJAS

- Requiere de mucho mantenimiento para mantener su correcto funcionamiento.
- Necesita de continua lubricación y el lubricante empleado puede afectar la calidad del producto.

- El accionamiento es más duro.
- Es más costoso maquinar y producir sus componentes.
- Produce ruido.

3.2.EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

3.2.1. CRITERIOS DE SELECCIÓN

A fin de seleccionar la alternativa más apropiada, se eligen las características de mayor importancia con las que deba contar la máquina para luego ser ponderadas y evaluadas.

Los criterios de selección se describen a continuación:

3.2.1.1. FUNCIONALIDAD

La máquina debe poder comprimir la masa de verde de modo que los 48 bolones requeridos tengan la forma adecuada, queden compactos y no se desmoronen al ser extraídos.

3.2.1.2. OPERACIÓN

Para que todo usuario de la microempresa pueda manejar la máquina moldeadora se requiere que ésta sea de fácil operación, es decir, que el accionamiento sea suave y que el sistema de carga y descarga sea sencillo.

3.2.1.3. CONSTRUCCIÓN

Se busca que los elementos constituyentes del aparato estén disponibles en el mercado ecuatoriano o que su fabricación sea lo menos complicada para que su construcción sea ágil.

Además se debe tomar en cuenta la restricción en cuanto a los materiales que se utilicen en su manufactura.

3.2.1.4. SALUBRIDAD

Como se trabaja con alimentos, el sistema elegido no debe desprender sustancias tóxicas que afecten la salud de los consumidores y debe facilitar la limpieza.

3.2.1.5. MANTENIMIENTO

Se solicita de un mantenimiento simple porque no se cuenta con personal especializado y todo usuario debe poder realizarlo correctamente para no afectar la vida útil del aparato.

Si el sistema requiere de lubricantes, éstos no deben filtrarse al área que tiene contacto directo producto

3.2.1.6. COSTO

Mientras menos costoso sea el aparato más usuarios de la microindustria pueden acceder a él, por este motivo se busca que el sistema brinde las mejores características funcionales al menor costo posible.

3.2.2. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA

Para seleccionar la opción más conveniente en el diseño de la máquina moldeadora de masa de verde, se evalúa cada alternativa propuesta con los criterios de evaluación enumerados anteriormente.

La técnica que se emplea para este fin es el método ordinal corregido de los criterios ponderados.

3.2.2.1. MÉTODO ORDINAL CORREGIDO DE LOS CRITERIOS PONDERADOS

El método se basa en tablas donde cada criterio se confronta con los criterios restantes y se asignan los siguientes valores:

- 1 Si el criterio de las filas es superior que el de las columnas
- 0,5 Si el criterio de las filas es equivalente que el de las columnas
- 0 Si el criterio de las filas es inferior que el de las columnas

Para cada criterio se suman los valores asignados en relación a los restantes y se le añade una unidad. Después se calculan los valores ponderados para cada criterio.

La evaluación total para cada solución resulta de la suma de productos de los pesos específicos de cada solución por el peso específico del respectivo criterio.

A continuación se desarrolla el método para seleccionar la alternativa más adecuada.

1. Codificación de alternativas y criterios.

La tabla 3-1 muestra los códigos para cada alternativa.

Tabla 3-1: Código para cada alternativa

CÓDIGO	ALTERNATIVA
A	Sistema Hidráulico
B	Sistema Neumático
C	Sistema Mecánico

FUENTE: Propia

La tabla 3-2 indica los criterios de evaluación.

Tabla 3-2: Códigos de criterios de evaluación

CÓDIGO	CRITERIO
1	Funcionalidad
2	Operación
3	Construcción
4	Mantenimiento
5	Salubridad
6	Costo

FUENTE: Propia

2. Evaluación del peso específico de cada criterio.

Para esta etapa se estima el grado de importancia de cada criterio con respecto a los otros.

Funcionalidad > Salubridad > Operación = Mantenimiento > Construcción = Costo

En la tabla 3-3 muestra el peso específico de los criterios.

Tabla 3-3: Ponderación de los criterios

CRITERIOS	1	2	3	4	5	6	$\Sigma+1$	Ponderación
1		1	1	1	1	1	6	0,293
2	0		1	0,5	0	1	3,5	0,171
3	0	0		0	0	0,5	1,5	0,073
4	0	0,5	1		0	1	3,5	0,171
5	0	1	1	1		1	5	0,244
6	0	0	0	0	0		1	0,049
							20,5	1,000

FUENTE: Propia

3. Evaluación del peso específico por criterio.

En este punto se calcula el peso específico de todas las alternativas para cada criterio establecido.

En la tabla 3-4 se detalla la evaluación de la funcionalidad para las tres alternativas.

Tabla 3-4: Evaluación de la funcionalidad

ALTERNATIVA	A	B	C	$\Sigma+1$	Ponderación
A		0,5	0,5	2	0,333
B	0,5		0,5	2	0,333
C	0,5	0,5		2	0,333
				6	1

FUENTE: Propia

En la tabla 3-5 se puede observar la evaluación de la operación para las tres alternativas.

Tabla 3-5: Evaluación de la operación

ALTERNATIVA	A	B	C	$\Sigma+1$	Ponderación
A		0,5	1	2,5	0,417
B	0,5		1	2,5	0,417
C	0	0		1	0,167
				6	1

FUENTE: Propia

La tabla 3-6 muestra la evaluación de la construcción para las tres alternativas.

Tabla 3-6: Evaluación de la construcción

ALTERNATIVA	A	B	C	$\Sigma+1$	Ponderación
A		0,5	1	2,5	0,417
B	0,5		1	2,5	0,417
C	0	0		1	0,167
				6	1

FUENTE: Propia

En la tabla 3-7 se puede observar la evaluación del mantenimiento para las tres alternativas.

Tabla 3-7: Evaluación del mantenimiento

ALTERNATIVA	A	B	C	$\Sigma+1$	Ponderación
A		0	0	1	0,200
B	1		1	3	0,600
C	0	0		1	0,200
				5	1

FUENTE: Propia

En la tabla 3-8 se indica la evaluación de salubridad para las tres alternativas.

Tabla 3-8: Evaluación de la salubridad

ALTERNATIVA	A	B	C	$\Sigma+1$	Ponderación
A		0	0,5	1,5	0,231
B	1		1	3,5	0,538
C	0,5	0		1,5	0,231
				6,5	1

FUENTE: Propia

En la tabla 3-9 se puede observar la evaluación de la operación para las tres alternativas.

Tabla 3-9: Evaluación de la operación

ALTERNATIVA	A	B	C	$\Sigma+1$	Ponderación
A		1	1	3	0,500
B	0		1	2	0,333
C	0	0		1	0,167
				6	1

FUENTE: Propia

4. Selección de la alternativa

En esta etapa se obtiene la suma de los productos de los pesos específicos de cada alternativa por el peso específico del respectivo criterio. De este modo se seleccionara la opción que adquiriera el puntaje más alto.

En la tabla 3-10 se observa el resultado final de la evaluación de las alternativas.

Tabla 3-10: Resultado de la evaluación

	1	2	3	4	5	6	Σ	Prioridad
A	0,098	0,071	0,030	0,034	0,056	0,025	0,314	Segunda
B	0,098	0,071	0,030	0,103	0,131	0,016	0,449	Primera
C	0,098	0,029	0,012	0,034	0,056	0,008	0,237	Tercera

FUENTE: Propia

Se obtiene la puntuación más alta para la alternativa B, lo que significa que el sistema neumático ofrece mejores beneficios para la máquina moldeadora de bolones de verde.

3.3 PROTOCOLO DE PRUEBAS

Se plantea una serie de pruebas que deben realizarse cuando el prototipo sea construido, de modo que se asegure el íntegro desempeño de la máquina en operación.

Las pruebas a realizarse son: físicas, funcionamiento en vacío y funcionamiento con carga. Los resultados se registran en un documento llamado Protocolo de pruebas.

Si los valores obtenidos son satisfactorios entonces la máquina está certificada para su trabajo.

3.3.1 PRUEBAS FÍSICAS

Las pruebas físicas buscan verificar las dimensiones generales de la máquina y comprobar que los elementos tengan las medidas acordes al diseño.

Los elementos a evaluar son: largo, ancho y alto de la mesa de trabajo; así como el diámetro de la esfera que conforma el bolón.

3.3.2 PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO EN VACÍO

La prueba se realiza sin someter a la máquina a ninguna carga, con el objetivo de comprobar que ha sido adecuadamente ensamblada y verificar el correcto funcionamiento de los sistemas de accionamiento neumático, transmisión de potencia y estabilidad de la estructura.

3.3.3 PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO CON CARGA

Esta prueba se realiza con la máquina a plena carga para comprobar que, es capaz de trabajar en condiciones extremas de trabajo y que cumple con el objetivo para el que fue diseñada.

En este punto se evalúa que la alimentación sea ágil, que la masa de verde quede apropiadamente conformada y compactada, que los bolones no se desmoronen en la descarga y que la estructura resista el trabajo sin que exista movimiento.

En el Anexo 1 se presenta el formato del protocolo de pruebas a realizarse al prototipo de máquina que se diseña en el presente proyecto.

CAPÍTULO IV

4. DISEÑO Y SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA MÁQUINA

4.1. SELECCIÓN DE ELEMENTOS

En este punto se escogen elementos normalizados y disponibles en el mercado que cumplan con los requerimientos de la máquina que se diseña.

Para elegir un componente, sus parámetros deben ser iguales o superiores a los calculados para asegurar el adecuado funcionamiento en conjunto.

Los elementos que se van a seleccionar pertenecen al sistema neumático como son: el compresor, el cilindro neumático, la válvula que controla el paso del aire y las tuberías que lo conducen.

4.1.1. EL CILINDRO NEUMÁTICO

El cilindro neumático es un actuador que transforma la presión del aire comprimido en energía mecánica lineal de avance y retroceso.

Está compuesto por un tubo cilíndrico hueco que contiene un émbolo conectado a un vástago como indica la figura 4-1. El aire comprimido que ingresa en el interior del cilindro desplaza el émbolo móvil y efectúa el trabajo requerido.

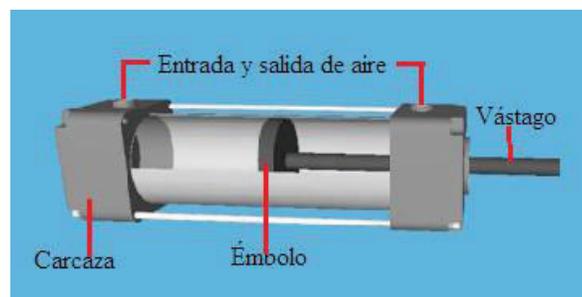


Figura 4-1: Esquema cilindro neumático

FUENTE: Propia

4.1.1.1. PARÁMETROS DE SELECCIÓN

Los parámetros para elegir un cilindro neumático son: tipo de cilindro, diámetro del émbolo y carrera.

1. Tipo de cilindro

Existen dos tipos de cilindro neumático: de simple y doble efecto.

Los cilindros de simple efecto presentan una única entrada de aire comprimido. Cuando el aire entra en la cámara empuja al émbolo realizando la fuerza de empuje y por la acción de un muelle, el retorno del émbolo es inmediato cuando se deja de inyectar aire en el cilindro.

Los cilindros de doble efecto presentan dos entradas de aire comprimido, que hacen que el émbolo pueda ser empujado por el aire en los dos sentidos, en el avance y en el retroceso.

Para la máquina moldeadora se requiere trabajo útil en el avance para compactar los bolones y en el retroceso para levantar la matriz por lo que se elige un cilindro de doble efecto.

2. Diámetro del émbolo

El diámetro del émbolo es un aspecto importante porque de este depende que el cilindro cuente con la fuerza suficiente para realizar el trabajo que se requiere.

3. Carrera

La carrera se considera para asegurar que el cabezal móvil llegue hasta la mesa de trabajo para compactar la masa.

4.1.1.2. CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS

Para la selección del cilindro neumático se utiliza la ecuación 4.1 obtenida en catálogo de actuadores neumáticos.

$$F_C = p * \frac{d^2 * \pi * 10}{4} - (F_R) \quad \text{Ec (4.1)}$$

Despejando el diámetro de la ecuación 4.1 se obtiene la ecuación 4.2 que se utiliza para calcular el diámetro del émbolo.

$$d = \frac{4 * (F_C + F_R)}{p * \pi * 10} \quad \text{Ec (4.2)}$$

Donde:

$d = \text{Diámetro cm}$

$F_C = \text{Fuerza de compresión N}$

$p = \text{Presión de trabajo bar}$

$F_R = \text{Fuerza de rozamiento N}$

Se recomienda calcular la fuerza de rozamiento como 3-20% de la fuerza total y la presión de trabajo de 4-8 bar.

La fuerza de compresión es la que se requiere para compactar los bolones de verde para lo que se utiliza el valor de la fuerza encontrada por el ensayo de compresión.

Por lo tanto los valores son:

$$F_C = 2166 \text{ N}$$

$$p = 6 \text{ bar}$$

$$F_R = 325 \text{ N}$$

Reemplazando estos valores de la ecuación 4.2, se tiene:

$$d = \frac{4 * (2166 + 325)}{6 * \pi * 10}$$

$$d = 7,3\text{cm} = 73\text{mm}$$

4.1.1.3. ELECCIÓN DEL CILINDRO NEUMÁTICO

En resumen, las características requeridas son:

- Tipo de cilindro: Doble efecto
- Diámetro del cilindro: 73mm
- Carrera: 300mm

De los actuadores que se encuentran en el mercado, se selecciona el cilindro FESTO DSBC-80-300-PPVA-N3 indicado en la figura 4.2.

Los parámetros reales de este cilindro son:

- Diámetro del cilindro: 80mm
- Carrera: 300mm



Figura 4-2: Cilindro neumático elegido

FUENTE:Propia

En el anexo 2 se muestra el catálogo perteneciente a este cilindro neumático.

4.1.2. EL COMPRESOR

El compresor es el dispositivo encargado de generar el aire comprimido. Aspiran el aire de la atmósfera y lo comprimen hasta alcanzar la presión de funcionamiento requerida por la instalación.

La estructura de un compresor se muestra en la figura 4-3.

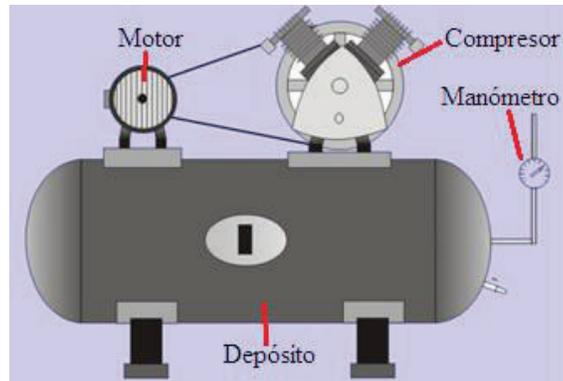


Figura 4-3: Esquema de un compresor

FUENTE:Propia

4.1.2.1. PARÁMETROS DE SELECCIÓN

Para elegir un compresor hay que considerar los siguientes aspectos: depósito, lubricación, movilidad y potencia.

1. Depósito:

El sistema neumático requiere de un compresor y un depósito para almacenamiento de aire. Estos elementos se pueden hallar por separado pero también existen compresores que vienen acoplados al tanque.

Para facilidad del montaje de la máquina se elige un compresor que tenga incluido el acumulador.

2. Lubricación:

Existen compresores con o sin aceite. La ventaja de los compresores con lubricación es que tienen una vida útil más alta, sin embargo requieren de un constante mantenimiento.

Como se requiere que la máquina sea de fácil mantenimiento, se elige un compresor sin aceite para evitar el control y reposición del aceite.

3. Movilidad:

En esta categoría existen dos tipos de compresores: móviles y estacionarios. Los móviles tienen ruedas que sirven para transportarlos de un lugar a otro.

Como la máquina moldeadora se va a instalar en un lugar específico solo se necesita de un compresor estacionario.

4. Caudal y Potencia

Los aspectos más importantes en la elección del compresor son la potencia del motor y el caudal de trabajo.

La potencia indica la capacidad que tiene el compresor de generar aire comprimido. Los proveedores de compresores sugieren la relación de 1hp (746 watts) por cada 100 litros por minuto.

4.1.2.2. CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS

El cálculo del caudal se lo realiza con la ecuación 4.3 obtenida en catálogo de actuadores neumáticos.

$$Q = \frac{\pi}{4} * d^2 * c * n * p * N * 10^{-6} \quad \text{Ec (4.3)}$$

Donde:

$$Q = \text{caudal} \frac{Nl}{min}$$

$$d = \text{Diámetro } mm$$

$$c = \text{Carrera del cilindro } mm$$

$$N = \text{Número de efectos del cilindro}$$

$$n = \text{Número de ciclos completados por minuto}$$

$$p = \text{Presión de trabajo} + 1 \text{ bar}$$

Si:

$$d = 80 \text{ mm}$$

$$c = 200 \text{ mm}$$

$$N = 2$$

$$n = 1$$

$$p = 7 \text{ bar}$$

Se reemplaza los valores en la ecuación 4.3 y se conoce el caudal:

$$Q = \frac{\pi}{4} * 80^2 * 200 * 1 * 7 * 2 * 10^{-6}$$

$$Q = 14 \frac{Nl}{min}$$

El caudal calculado equivale a $2 \frac{l}{min}$, por lo tanto se requiere un motor con la mínima potencia disponible en el mercado.

4.1.2.3. ELECCIÓN DEL COMPRESOR

En resumen, se requiere un motor con las siguientes características:

- Depósito de aire incluido.
- Estacionario
- Sin aceite
- Potencia del motor mínima.

Se busca en el mercado el equipo que cuente con esta información y se elige el compresor Thomas 1/4Hp indicado en la figura 4-4.

Los parámetros de este aparato son:

- Potencia: 1/4Hp (186 watts)
- Caudal: $70 \frac{l}{min}$
- Presión: 50PSI (345 KPa)



Figura 4-4: Compresor elegido

FUENTE: Propia

4.1.3. LA VÁLVULA DE DISTRIBUCIÓN

Las válvulas distribuidoras permiten activar o parar un circuito neumático. Al ser accionados permiten el flujo del aire comprimido para que tenga lugar el avance y el retroceso de los cilindros. Su estructura se muestra en la figura 4-5.

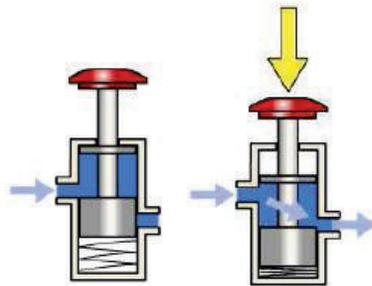


Figura 4-5: Esquema de una válvula distribuidora

FUENTE: Propia

4.1.3.1. PARÁMETROS DE SELECCIÓN

Las válvulas se nombran por el número de vías y por el número de posiciones con las que cuenta.

Las vías son los orificios de entrada y salida del aire y las posiciones son los estados que puede adoptar o movimientos que puede realizar.

La válvula recomendada para cilindros de doble efecto es la 5/2. En una posición de la válvula el cilindro avanza y en la otra retrocede.

4.1.3.2. ELECCIÓN DE LA VÁLVULA DE DISTRIBUCIÓN

Los parámetros para elegir la válvula son:

- Número de vías: 5
- Número de posiciones: 2

La válvula de distribución elegida es una electroválvula FESTO MFH-5-1/4B y se muestra en la figura 4-6.



Figura 4-6: Válvula seleccionada

FUENTE:Propia

4.1.4. SELECCIÓN DE LOS ACCESORIOS

1. *Tubería:*

Se requiere de tubería para el transporte del aire y de racores para conectarla con los elementos neumáticos.

El diámetro depende del caudal que circula por la manguera y la longitud del espacio entre el compresor y el cilindro neumático.

2. *Unidad de mantenimiento FRL:*

La vida útil y seguridad de funcionamiento de la Instalación neumática se asegura con la utilización de una unidad de mantenimiento FRL (Filtro, regulador, lubricador).

Se coloca a la salida del compresor para filtrar las impurezas y vapor de agua del aire que va a circular por el circuito. También se encarga de la lubricación y control de la presión de trabajo.

3. *Silenciador:*

Se coloca a la salida de las válvulas para disminuir el ruido que produce la descarga del aire.

4. *Inductor de Bobina:*

Es el elemento que relaciona el sistema neumático con el sistema eléctrico necesario para activar el funcionamiento de la máquina.

4.2.DISEÑO DE ELEMENTOS

El diseño se refiere a las partes de la máquina que se deben dimensionar y construir de acuerdo a las especificaciones y parámetros establecidos en los capítulos anteriores.

En esta parte se muestra el diseño de la estructura del aparato que incluye la matriz conformadora, el cabezal móvil, las guías y el soporte de todo el arreglo.

4.2.1. MATRIZCONFORMADORA INFERIOR

La matriz conformadora inferior es el elemento donde se va a colocar la masa de verde para su posterior conformado.

4.2.1.1. PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA MATRIZ INFERIOR

1. Peso:

La matriz debe permitir una cómoda descarga del producto, es decir, que debe tener el peso adecuado para que sea manipulable por los operarios de modo que, sea más liviana la extracción con los bolones conformados. Por este motivo, la matriz es desmontable y se diseña dos piezas iguales que se elaboran con dos materiales: acero inoxidable y resina poliéster.

El acero inoxidable grado alimenticio se utiliza para las cavidades conformadoras y la placa que va a estar en contacto directo con la masa de verde. La resina poliéster se utiliza para rellenar la matriz de modo que le aporte resistencia para evitar la deformación de las cavidades conformadoras, sin aumentar considerablemente el peso de la matriz por su baja densidad.

En la figura 4-7 se muestra el esquema de la matriz conformadora inferior.

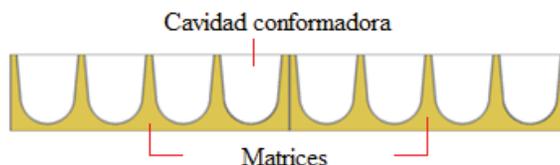


Figura 4-7: Esquema de la matriz conformadora inferior

FUENTE:Propia

2. Dimensiones generales:

Las dimensiones de las matrices dependen del número de bolones que se requieren por golpe, del diámetro de cada bolón y del espacio entre cada uno. Ver figura 4-8.

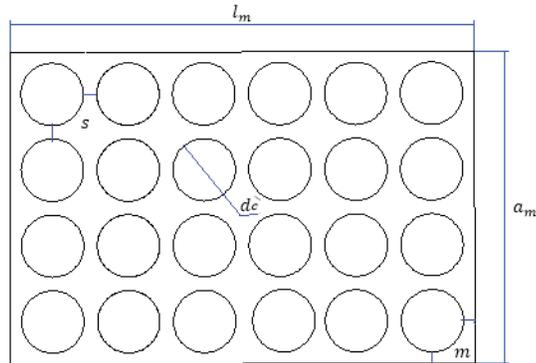


Figura 4-8: Dimensiones de la matriz

FUENTE: Propia

De la figura anterior se derivan las ecuaciones de diseño 4.4 y 4.5:

$$l_m = 6(d + e) + 5s + 2m \quad \text{Ec. (4.4)}$$

$$a_m = 4(d + e) + 3s + 2m \quad \text{Ec. (4.5)}$$

Donde:

$d =$ diámetro del bolón

$s =$ separación

$e =$ espacio para desmonte

$m =$ marco

$l_m =$ largo de la matriz

$a_m =$ ancho de la matriz

3. Dimensión de la cavidad de conformado:

Las dimensiones de la cavidad conformadora de la matriz dependen del diámetro del bolón y de la cantidad de masa con la que se carga.

La profundidad se diseña tomando en cuenta que, el volumen de la masa sin comprimir es mayor que la del bolón conformado. Esta relación se la encuentra del diagrama esfuerzo-deformación del ensayo de compresión.

Además, para facilitar el desmontaje de los bolones se considera un pequeño ángulo de salida.

Por lo tanto, la cavidad está compuesta de dos partes: una semiesfera y un cono truncado. Se conforman por separado y luego se unen como se indica en la figura 4-9.

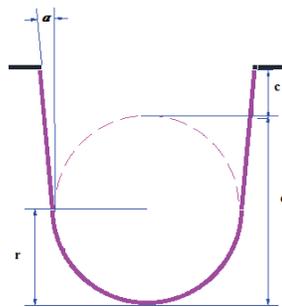


Figura 4-9: Estructura y dimensiones de la cavidad

FUENTE: Propia

De la figura 4-9, se encuentran las ecuaciones 4.6 y 4.7:

$$h_c = d_c + c \quad \text{Ec. (4.6)}$$

$$h_m = h_c + m \quad \text{Ec. (4.7)}$$

Donde:

c = Altura extra por compresión

h_c = altura de la cavidad

d_c = diámetro de la cavidad

h_m = alto de la matriz

4.2.1.2. CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES DE LA MATRIZ INFERIOR

Las dimensiones de las matrices inferiores se calculan según las siguientes ecuaciones 4.4, 4.5, 4.6 considerando los valores de la tabla 4-1.

Tabla 4-1: Valores para dimensionamiento de la matriz inferior

Variables	Consideración	Valor	Unidades
d	Estudio de campo	70	mm
c	Ensayo de compresión	20	mm
s, m	Recomendación para conformado	10	mm

FUENTE: Propia

Reemplazando los valores en las ecuaciones de dimensionamiento se tiene:

$$l_b = 6 \cdot 80 + 5 \cdot 10 + 2 \cdot 10 = 550 \text{ mm}$$

$$a_b = 4 \cdot 80 + 3 \cdot 10 + 2 \cdot 10 = 370 \text{ mm}$$

$$h_c = 70 + 20 = 90 \text{ mm}$$

$$h_b = 90 + 10 = 100 \text{ mm}$$

4.2.1.3. RESUMEN DEL DISEÑO DE LA MATRIZ INFERIOR

Las dimensiones de la matriz son:

- Largo: 550 mm
- Ancho: 370 mm
- Alto: 100 mm

Las dimensiones de la cavidad conformadora son:

- Alto: 90 mm
- Ángulo de salida: 5°

La figura 4-10 muestra la matriz conformadora inferior con las dimensiones del diseño.

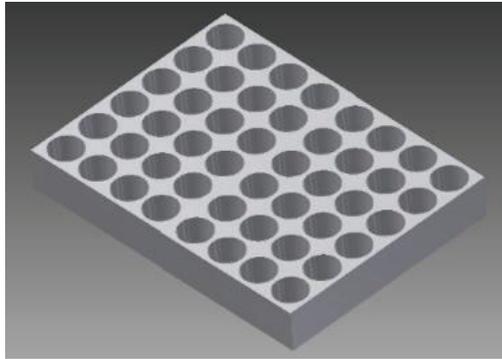


Figura 4-10: Matriz conformadora inferior

FUENTE:Propia

4.2.2. MATRIZ CONFORMADORA SUPERIOR

La matriz conformadora superior contiene los elementos para dar forma al bolón una vez que la máquina está cargada.

Está compuesta por una placa que soporta al grupo de punzones que ingresan en cada cavidad de la matriz conformadora inferior.

4.2.2.1. PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA MATRIZ SUPERIOR

1. Peso:

La matriz superior también es desmontable para facilitar la limpieza y preservar la higiene en la elaboración de los bolones.

La parte exterior de los punzones es de acero inoxidable y la parte interior es de resina poliéster para evitar su deformación y mantener con un peso ligero.

2. Dimensiones de la placa:

Las dimensiones de la placa que soporta los punzones se calculan a partir de las dimensiones totales de la matriz inferior.

3. Dimensión del punzón conformador:

La dimensión del punzón depende del radio del bolón y de la profundidad de la cavidad de conformado.

El punzón está compuesto de dos partes: una semiesfera y un cilindro como se indica en la figura 4-11.

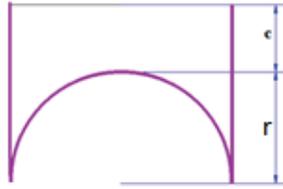


Figura 4-11: Dimensiones del punzón

FUENTE: Propia

De la figura 4-11, se determina la ecuación 4.8:

$$h_p = r + c \quad \text{Ec. (4.8)}$$

Donde:

c = Altura extra por compresión

h_p = altura de la cavidad

r = radio del bolón

4.2.2.2. CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES DEL PUNZÓN

Usando la ecuación 4.8 se encuentra el para la altura del punzón:

$$h_p = 35 + 20$$

$$h_p = 55 \text{ mm}$$

4.2.2.3. RESUMEN DEL DISEÑO DE LA MATRIZ SUPERIOR

Las dimensiones de la placa son:

- Largo: 550 mm
- Ancho: 370 mm
- Espesor: 20 mm

Las dimensiones del punzón son:

- Alto: 55 mm
- Radio: 35 mm

La figura 4-12 muestra la matriz conformadora superior con las dimensiones del diseño.

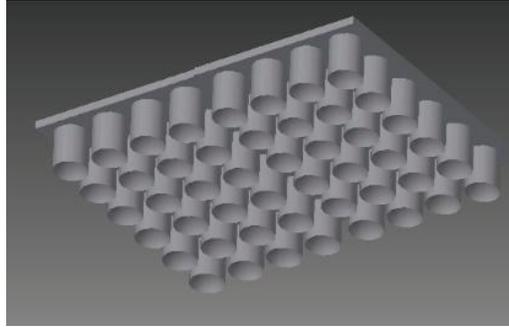


Figura 4-12: Matriz conformadora superior

FUENTE:Propia

4.2.3. PLACA SUPERIOR

La placa superior es el elemento que soporta el cilindro neumático.

4.2.3.1. PARÁMETROS DE DISEÑO

1. Espesor:

El espesor de la placa necesario se lo diseña considerando como carga el peso del cilindro.

4.2.3.2. CÁLCULO DEL ESPESOR DE LA PLACA SUPERIOR

Cálculo del momento flector máximo

Para obtener el momento flector máximo se realiza el diagrama de cuerpo libre considerando los siguientes parámetros:

Longitud: 900 mm

Distancia de la carga: 450mm

Carga: 47 N

En la figura 4-13 se muestra el diagrama de cuerpo libre para la placa superior.

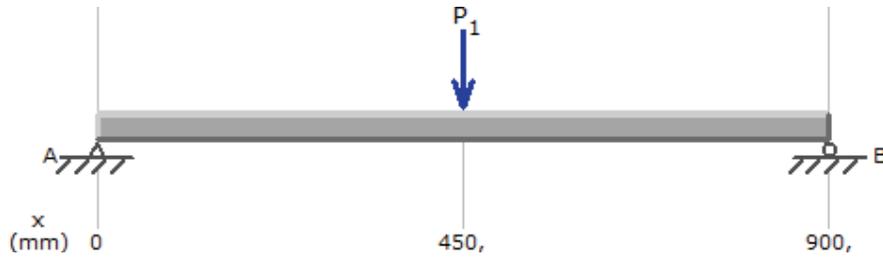


Figura 4-13: Diagrama de cuerpo de la placa superior

FUENTE:Propia

Con la ayuda del programa MDSolids 3.5 se encuentran los diagramas del esfuerzo cortante y momento flector indicados en la figuras 4-14 y 4-15 respectivamente.

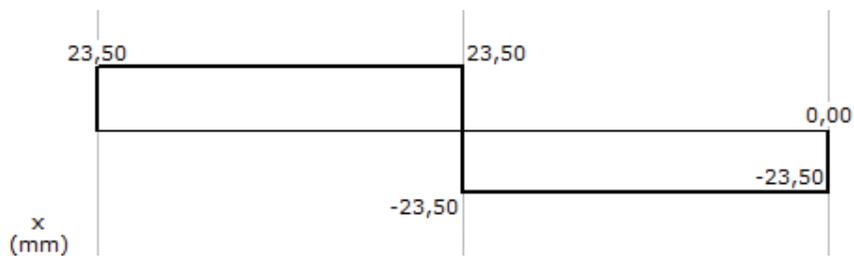


Figura 4-14: Diagrama de esfuerzo cortante de la placa superior

FUENTE:Propia

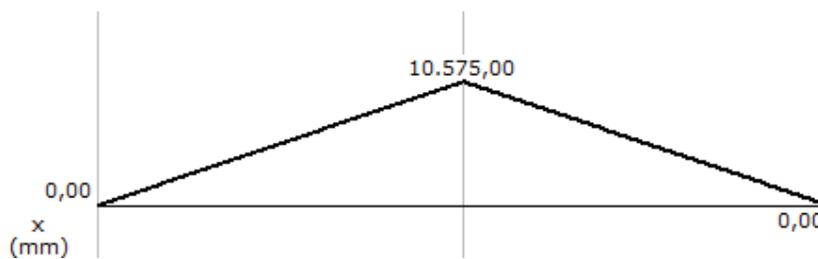


Figura 4-15: Diagrama de momento de la placa superior

FUENTE:Propia

El momento encontrado es de 10,58 N-m.

Cálculo espesor

La placa se selecciona de catálogos con el valor del módulo de sección que se encuentra utilizando la ecuación 4-10 derivada de las ecuación 4-9.

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{M_{m\acute{a}x}}{S_{xx}} \leq \sigma_{material} = \frac{S_y}{n} \quad \text{Ec (4.9)}$$

$$S_{xx} \geq \frac{M_{m\acute{a}x}}{S_y n} \quad \text{Ec (4.10)}$$

Donde:

$\sigma = \text{Esfuerzo } N \text{ m}^2$

$M_{m\acute{a}x} = \text{Momento m\acute{a}ximo } N * cm$

$S_y = \text{Resistencia a la fluencia } N \text{ cm}^2$

$S_{xx} = \text{Modulo de la secci\acute{o}n } cm^3$

$n = \text{factor de seguridad}$

Los parámetros a reemplazar en la ecuación 4-10, se muestran en la tabla 4.2

Tabla 4-2: Valores para hallar el módulo de la sección

Variabes	Consideraci3n	Valor	Unidades
$M_{m\acute{a}x}$	Diagrama de Momentos	1058	$N * cm$
S_y	Propiedad del material	2531,05	$N \text{ cm}^2$
n	seguridad del operador	2	adimensional

FUENTE:Propia

Reemplazando se tiene:

$$S_{xx} \geq \frac{1058}{2531,05 \cdot 2}$$

$$S_{xx} \geq 0,83 \text{ cm}^3$$

Para encontrar el espesor se utiliza la ecuaci3n:

$$S_x = \frac{b * h^2}{6} \quad \text{Ec (4.11)}$$

Donde:

$b = \text{Longitud cm}$

$h = \text{Espesor cm}$

Reemplazando valores:

$$0,83 = \frac{90 * h^2}{6}$$

$$h = 0,32\text{cm} = 3,2\text{mm}$$

Se selecciona una plancha disponible en el mercado consultando en el catálogo de Dipac (Ver Anexo 2).

Para evitar el pandeo debido a la longitud de la placa se selecciona un espesor de 10mm.

4.2.4. COLUMNAS GUÍA Y BOCINES

Las columnas guía son piezas cilíndricas que tienen la función principal de permitir el desplazamiento vertical del cabezal móvil alineado al cabezal fijo. Su complemento son los bocines que tienen la función de disminuir el rozamiento.

4.2.4.1. PARÁMETROS DE DISEÑO

1. Dimensiones de la columna:

El largo de la columna-guía depende del tamaño de la matriz inferior y la carrera del cilindro.

El diámetro se diseña con el peso de la placa superior y el cilindro repartido entre el número de guías.

2. Dimensiones del bocín:

El diámetro interior de los bocines se selecciona en base al diámetro de las guías y el diámetro exterior según disponibilidad de material en el mercado.

4.2.4.2. CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LA COLUMNA GUIA

La columna se diseña según el criterio de la esbeltez expresado en la ecuación 4-12:

$$\lambda = \frac{kl}{r_{min}} < 200 \quad \text{Ec (4.12)}$$

Donde:

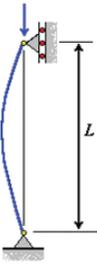
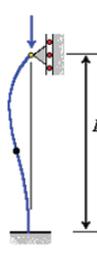
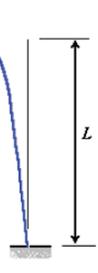
$\lambda =$ Factor de apoyo

$l =$ Longitud de la columna cm

$r_{min} =$ Radio de giro mínimo cm

El factor de apoyo se escoge según la tabla 4-3:

Tabla 4-3: Factores de apoyo

Columna articulada-articulada	Columna empotrada-articulada	Columna empotrada-empotrada	Columna empotrada-libre
			
$L_e = L$ $K = 1$	$L_e = 0.699L$ $K = 0.699$	$L_e = 0.5L$ $K = 0.5$	$L_e = 2L$ $K = 2$

FUENTE: <http://webdelprofesor.ula.ve/nucleotrujillo/amicab/05-elementosSolicitadosACompresion/5-4.html>

Para conocer el radio mínimo se utiliza la ecuación 4-13:

$$r_{min} = \frac{kl}{C_c} \quad \text{Ec (4.13)}$$

Donde C_c es la relación de separación entre pandeo elástico e inelástico que se determina según el límite de fluencia del material en el manual de la AISC.

Los valores para hallar el radio mínimo (Ec. 4-12) se muestran en la tabla 4-4.

Tabla 4-4: Valores para encontrar el radio mínimo

Variables	Consideración	Valor	Unidades
k	Tabla de factor de apoyo	0,699	adimensional
L	Dimensiones de diseño	19,7	<i>pulg</i>
Cc	Manual AISC	126,1	adimensional

FUENTE:Propia

Reemplazando valores se tiene

$$r_{min} = \frac{0,699 * (19,7)}{126,1}$$

$$r_{min} = 0,11 \text{ pulg} = 3 \text{ mm}$$

Para el análisis de estabilidad de la columna (Ec. 4-10) se toman los valores mostrados en la tabla 4-5.

Tabla 4-5: Valores para encontrar la estabilidad de la columna

Variables	Consideración	Valor	Unidades
k	Tabla de factor de apoyo	0,699	adimensional
l	Dimensiones de diseño	50	<i>cm</i>
r_{min}	Valor real	0,3	<i>cm</i>

FUENTE:Propia

Reemplazando valores se tiene:

$$\lambda = \frac{0,699 * 50}{0,3} = 102,8 < 200$$

Por lo tanto, las columnas con diámetro superior a 3mm cumplen el criterio de esbeltez.

Sin embargo, se requiere que la columna sea robusta por lo que se diseña según el criterio de la AISC por esfuerzos permisibles con la ayuda del programa MD Solids. (Ver figura 16)

Figura 4-16: Diseño de la columna guía en MDSolids

FUENTE: Propia

Se determina un diámetro mínimo de 0,4 pulgadas (10 mm). Por parámetros constructivos se selecciona un diámetro de una pulgada equivalente a 25 milímetros.

Con el valor que se obtiene se encuentra el esfuerzo de compresión teórico en el manual de la AISC para determinar el índice de trabajo de la columna según la ecuación 4.14 que debe ser menor a 1 para que se acepte el diseño.

$$I_a = \frac{f_a}{F_a} \leq 1 \quad \text{Ec (4.14)}$$

$$f_a = \frac{V}{A} \quad \text{Ec (4.15)}$$

Donde:

$$V = \text{Carga } N$$

$$A = \text{Sección transversal del perfil } m^2$$

$$I_a = \text{Índice de trabajo de la columna}$$

$$f_a = \text{Esfuerzo de compresión de la columna } MPa$$

$$F_a = \text{Esfuerzo de compresión teórico } MPa$$

Los parámetros hallar el índice de trabajo de la columna (Ec. 4-14), se muestran en la tabla 4.6.

Tabla 4-6: Valores parahallar el índice de trabajo de la columna

Variables	Consideración	Valor	Unidades
V	Peso placa superior + cilindro	220	N
A	Propiedad del material	0,05	m^2
F_a	Manual AISC	12,59	MPa

FUENTE:Propia

Reemplazando los valores en las ecuaciones se obtiene:

$$f_a = \frac{220}{0,05}$$

$$f_a = 4341,75 Pa$$

$$I_a = \frac{0,004}{12,59} = 0,0003 \leq 1$$

Como el valor es menor a 1, se acepta.

4.2.4.3. RESUMEN DEL DISEÑO

Las dimensiones de los bocines son:

- Diámetro externo: 33 mm
- Diámetro interno: 25 mm
- Longitud: 100 mm

Las dimensiones de las columnas-guías son:

- Longitud: 500 *mm*
- Diámetro: 25 *mm*

La figura 4-17 muestra la columna guía y el bocín con las dimensiones del diseño.



Figura 4-17: Columna guía y bocín

FUENTE:Propia

4.2.5. CABEZAL MÓVIL

El cabezal móvil es la parte que se desplaza en las guías. Se conecta al vástago del cilindro, contiene los bocines y soporta la matriz superior.

4.2.5.1. PARÁMETROS DE DISEÑO DEL CABEZAL MÓVIL

1. Dimensiones:

El cabezal móvil debe tener una configuración que permita la incorporación de otros elementos, por lo que, se diseña por geometría con las dimensiones de los componentes de la máquina que se empatan con él.

4.2.5.2. RESUMEN DEL DISEÑO DEL CABEZAL MÓVIL

Las dimensiones de la camisa del bocín son:

- Longitud: 100 *mm*
- Diámetro exterior: 40 *mm*
- Diámetro interior: 33 *mm*

Las dimensiones de la placa soportante son:

- Largo: 760 *mm*
- Ancho: 560 *mm*
- Espesor: 12 *mm*

Los ángulos de soporte de la matriz superior tienen una medida de 20x3x545 *mm*.

La figura 4-18 muestra el cabezal móvil con las dimensiones del diseño.

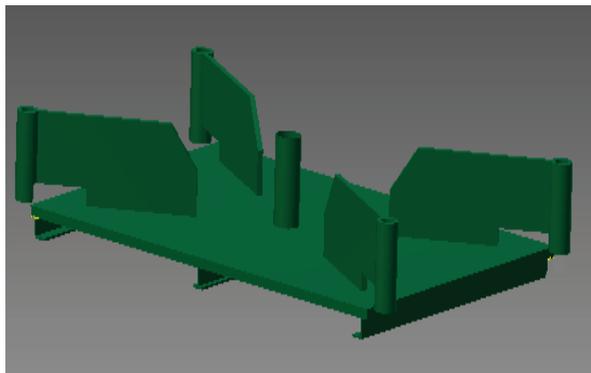


Figura 4-18: Cabezal móvil

FUENTE:Propia

4.2.6. PORTA MATRIZ INFERIOR

El porta matriz inferior es el elemento donde se monta la matriz inferior. Además, contiene unas paredes tope que están fijas en la placa para insertar las matrices inferiores y asegurar la alineación con el cabezal superior en cada montaje.

4.2.6.1. PARÁMETROS DE DISEÑO

1. Dimensiones:

El largo y ancho total de la placa inferior se calculan según las dimensiones de los otros elementos que se montan sobre ésta. Las paredes tienen las dimensiones de las dos matrices.

2. Espesor:

El espesor de la plancha se diseña tomando en cuenta el peso de todos los elementos.

4.2.6.2. CÁLCULO DEL ESPESOR

Cálculo del momento flector máximo

Para obtener momento flector máximo se realiza el diagrama de cuerpo libre considerando los siguientes parámetros:

Longitud: 760 mm

Carga distribuida

Carga: 1817N

En la figura 4-19 se muestra el diagrama de cuerpo libre para la placa inferior.

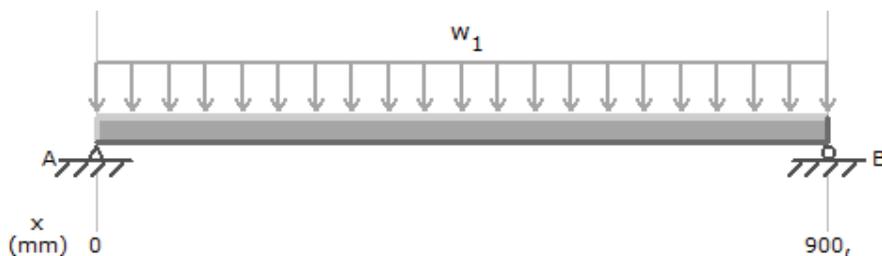


Figura 4-19: Diagrama de cuerpo libre de la placa inferior

FUENTE:Propia

Con la ayuda del programa MDSolids 3.5 se encuentran los diagramas del esfuerzo cortante y momento flector indicados en la figuras 4-20 y 4-21 respectivamente.

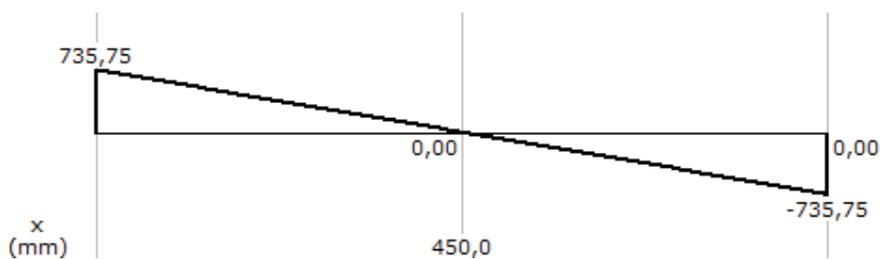


Figura 4-20: Diagrama de esfuerzo cortante de la placa inferior

FUENTE:Propia

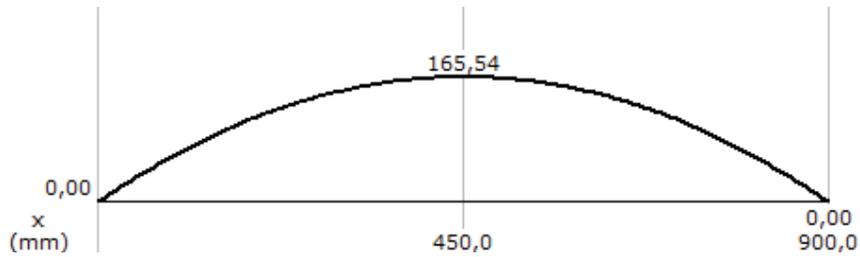


Figura 4-21: Diagrama de momento de la placa inferior

FUENTE:Propia

El momento encontrado es de 165,54N-m.

Los parámetros a reemplazar en el módulo de la sección (Ec. 4-10), se muestran en la tabla 4-7.

Tabla 4-7: Valores para reemplazar en el módulo de la sección

Variables	Consideración	Valor	Unidades
$M_{máx}$	Diagrama de Momentos	16554	$N * cm$
S_y	Propiedad del material	2531,05	$N cm^2$
n	seguridad del operador	2	adimensional

FUENTE:Propia

Reemplazando se tiene:

$$S_{xx} \geq \frac{16554}{2531,05 \cdot 2}$$

$$S_{xx} \geq 13 \text{ cm}^3$$

Reemplazando valores en la ecuación 4-11:

$$13 = \frac{90 * h^2}{6}$$

$$h = 0,93 \text{ cm} = 9,3 \text{ mm}$$

Se selecciona un plancha disponible en el mercado consultando en el catálogo de Dipac (Ver Anexo). El espesor seleccionado es de 10mm.

4.2.6.3. RESUMEN DEL DISEÑO

Las dimensiones de la placa inferior son:

- Largo: 900 *mm*
- Ancho: 600 *mm*
- Espesor: 10 *mm*

La figura 4-22 muestra el porta matriz inferior con las dimensiones del diseño.

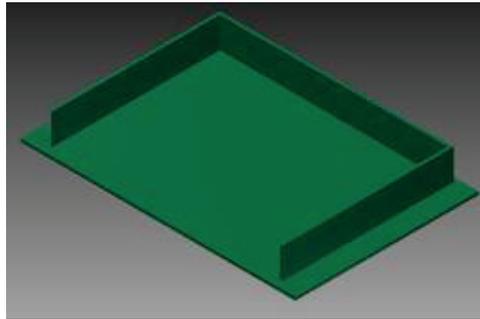


Figura 4-22: Placa inferior

FUENTE:Propia

4.2.7. ESTRUCTURA SOPORTE

La estructura soporte es la mesa donde se va a colocar todo el sistema de conformado de los bolones de verde.

4.2.7.1. PARÁMETROS DE DISEÑO

1. Dimensiones:

El ancho y largo de la estructura de soporte tiene las mismas medidas calculadas para la placa inferior.

Para el alto de la estructura se considera la comodidad de trabajo. Un diseño ergonómico señala que para un trabajo liviano (como línea de ensamblaje o trabajos mecánicos) se construye la estructura de 5 a 10 cm por debajo de la altura del codo. (Ver figura 4-23)

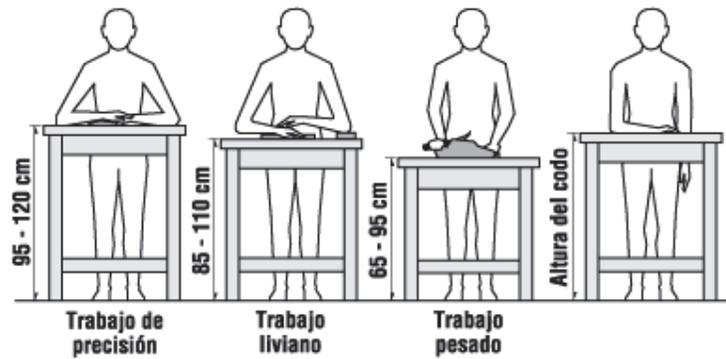


Figura 4-23: Diseño ergonómico para mesa de trabajo

FUENTE:Propia

Con esta información se decide un alto igual a un metro.

2. Carga:

La estructura se diseña tomando como carga el peso de todos los elementos. (Ver tabla 4-8)

Tabla 4-8: Peso de los elementos

Elemento	Volumen (cm ³)	Densidad (g/cm ³)	Peso (g)
Placa superior	2160	7,8	16848
Placa inferior	5400	7,8	42120
Paredes tope	210	7,8	1638
Celosias	760	7,8	5928
Columnas guías	2268	7,8	17692
Bocines	1312	8,89	11661
Matriz superior	10160	1,2	12192
	974	7,98	7773
Matriz inferior	1650	1,2	1980
	1942	7,98	15497
Bolones	Estudio de campo		9600
Cilindro	Catálogo		4644
Total gramos:			187574
Total Kilogramos:			188

FUENTE:Propia

3. Perfiles:

Del catálogo de IPAC se selecciona un perfil cuadrado de dimensiones 25x25mm, que es el comúnmente usado en mesas de trabajo.

Las propiedades del perfil elegido para la estructura de soporte de todo el arreglo se indica la tabla 4-9.

Tabla 4-9: Propiedades del perfil escogido

a[mm]	b[mm]	e[mm]	Ixx [cm ⁴]	W [cm ³]	Sy [N/cm ²]	Peso[kg/m]
25	25	2	1,48	1,18	2531	1,47

FUENTE:Propia

La estructura se simula en el programa SAP 2000 con la siguiente información (Ver figura 4-24):

- Largo: 900 *mm*
- Ancho: 600 *mm*
- Alto: 1000 *mm*

Carga: 200kg

Perfiles cuadrados 25x25



Figura 4-24: Placa inferior

FUENTE:Propia

4.2.7.2. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA

Con los datos anteriormente indicados se realiza la simulación en el programa SAP2000 para comprobar que la estructura soporte resista el peso de todos los elementos.

La figura 4-25 indica el diagrama de momentos de la estructura soporte en el programa SAP 2000.

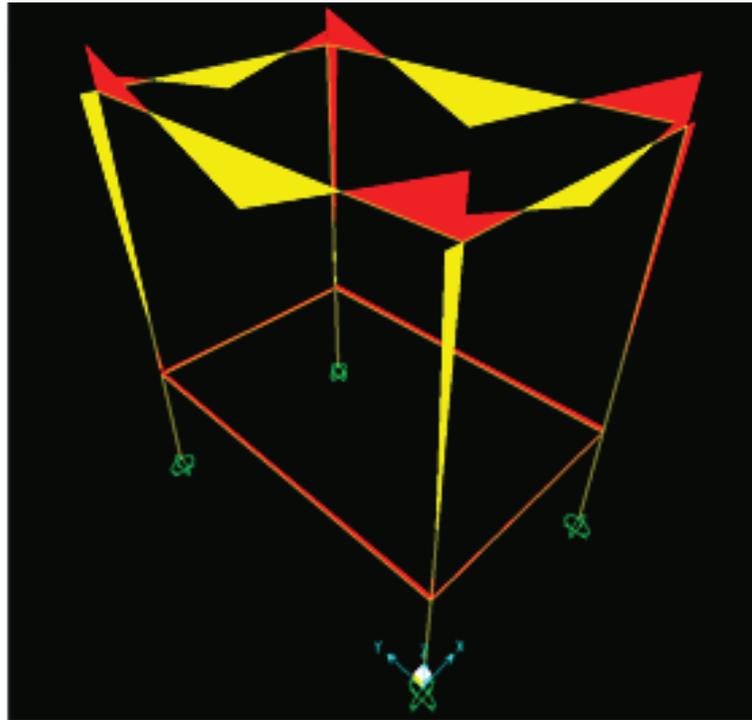


Figura 4-25: Diagrama de momentos obtenidos en el programa SAP

FUENTE:Propia

La figura 4-26 muestra los resultados del análisis de esfuerzos de la estructura soporte en el programa SAP 2000.

Los colores obtenidos en la imagen indican que no se genera mayores esfuerzos y por tanto la estructura es segura para soportar el sistema de moldeo de masa de verde.

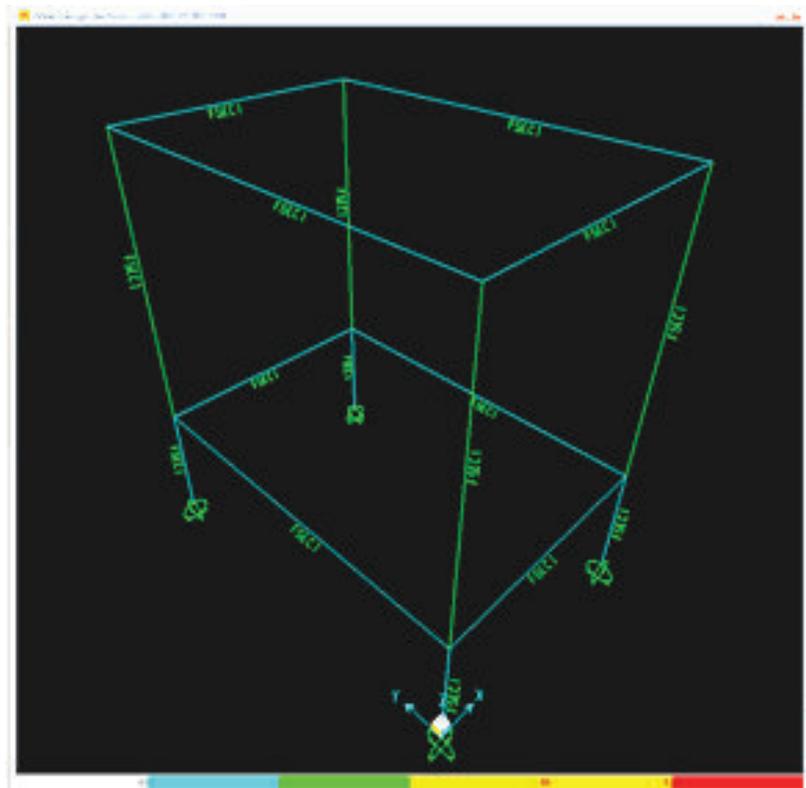


Figura 4-26: Cálculo de los esfuerzos de la estructura con el programa SAP

FUENTE: Propia

Finalizado el diseño del prototipo se realizan los correspondientes planos de taller y montaje, que contienen la pertinente ingeniería de detalle que permiten una construcción y montaje en forma simple e ingenieril.

Estos planos se encuentran en el Anexo 5.

Además, con la ayuda del programa FluidSim de Festo se obtiene las figuras 4-27 y 4-28 que muestran los diagramas de los sistemas neumático y eléctrico respectivamente.

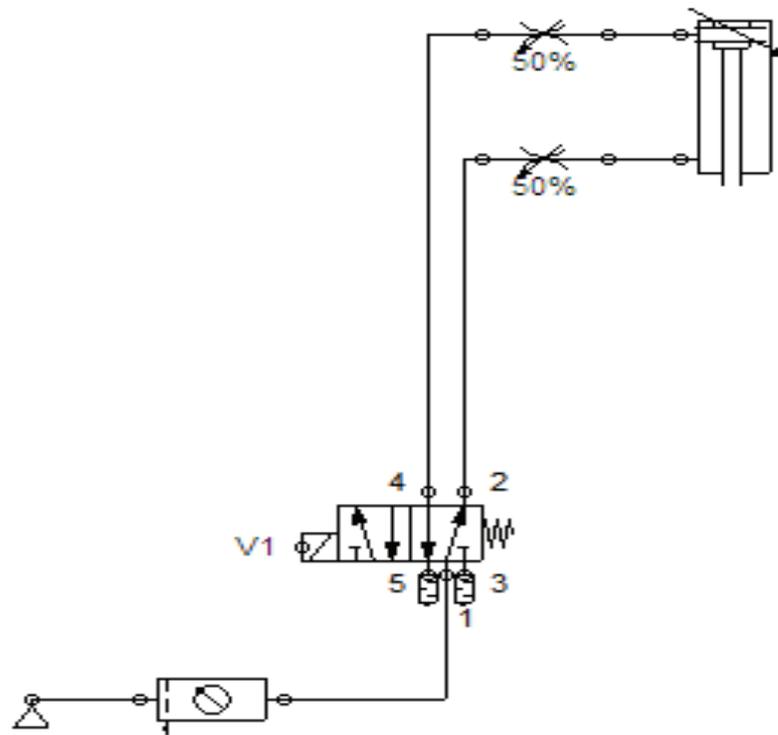
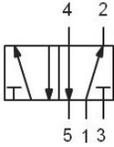


Figura 4-27: Esquema del circuito neumático en el programa FluidSim

FUENTE: Propia

Donde:

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Compresor
	Cilindro Neumático de doble efecto
	Unidad de mantenimiento
	Válvula reguladora de caudal
	Válvula 5/2
	Número de posiciones
	Número de vías
	Dirección de circulación del aire
	Activación por presión
	Retorno por muelle
	Bobina
	Silenciador

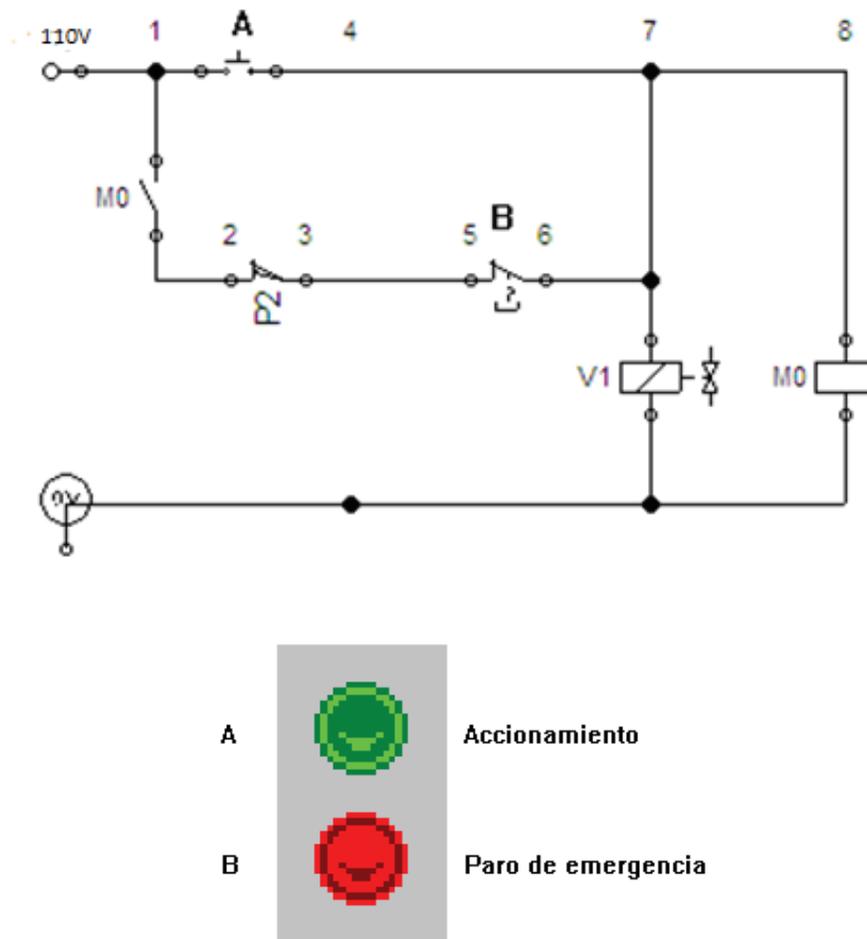


Figura 4-28: Esquema del circuito eléctrico en el programa FluidSim

FUENTE: Propia

Donde:

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Fuente
	Válvula solenoide
	Pulsador normalmente abierto
	Pulsador con enclavamiento
	Contacto
	Contacto normalmente abierto

CAPÍTULO V

5. CONSTRUCCIÓN, MONTAJE Y PRUEBAS DE CAMPO

5.1.CONSTRUCCIÓN

Para la construcción del prototipo de la moldeadora de masa de verde se requiere de los siguientes aspectos:

- Máquinas Herramientas
- Útiles de corte
- Instrumento de medida

5.1.1. MÁQUINAS HERRAMIENTAS

Para la construcción del prototipo se requiere de máquinas herramientas disponibles en un taller de matricería y consta básicamente de:

- Torno
- Troqueladora
- Limadora
- Rectificadora
- Taladro de pedestal
- Cortadora de plasma
- Esmeril
- Soldadora SMAW
- Soldadora TIG
- Compresor

5.1.2. UTILLAJE Y HERRAMIENTAS DE CORTE

Son los elementos de apoyo en la fabricación del prototipo, entre estos están:

- Cuchillas para torno
- Fresas
- Piedras de rectificar
- Brocas

- Rimas
- Disco de corte
- Disco de desbaste
- Electrodo 6011
- Electrodo 308L
- Rayador
- Compás
- Escuadra
- Lijas
- Pintura

5.1.3. APARATOS DE MEDICIÓN

Para comprobar las medidas de los elementos de la máquina se utiliza:

- Flexómetro
- Calibrador pie de rey
- Micrómetro

En el Anexo 4 se presentan los respectivos planes de proceso para la construcción del prototipo.

5.2.MONTAJE

La secuencia detallada de ensamble de los elementos de la máquina se indica en la figura 5-1.

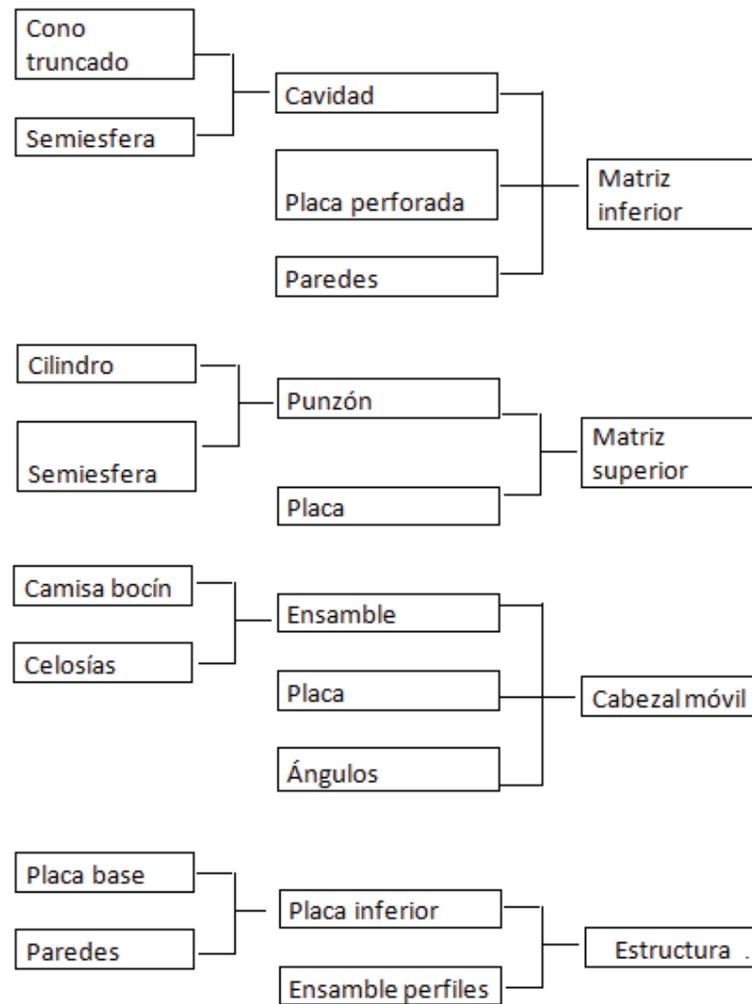


Figura 5-1: Secuencia de ensamble de la máquina

FUENTE:Propia

Para el montaje se debe seguir lo recomendado en el plano de montaje del presente proyecto de titulación que contiene toda la ingeniería de detalle pertinente. (Ver anexo 4)

En la figura 5-2 se indica el montaje final de toda la máquina.

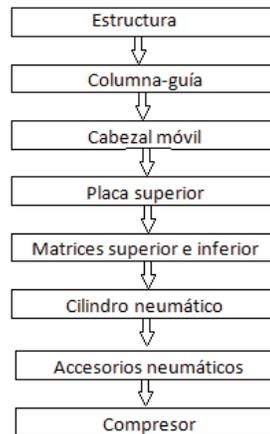


Figura 5-2: Secuencia de ensamble de la máquina

FUENTE:Propia

En la figura 5-3 se muestra el prototipo ensamblado en el programa Autodesk Inventor.

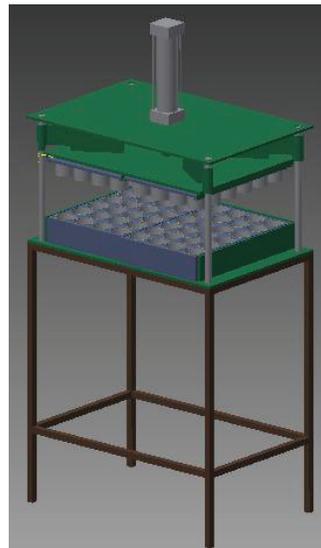


Figura 5-3: Prototipo ensamblado

FUENTE:Propia

5.3.PRUEBAS DE CAMPO

Para realizar las pruebas de campo al prototipo se debe seguir el protocolo de pruebas del Anexo 1.

CAPÍTULO VI

6. ANÁLISIS DE COSTOS

Se evalúa el costo de la maquina tomando en cuenta todos los aspectos involucrados en su elaboración desde la adquisición de materiales, mano de obra, construcción y montaje.

El análisis se respalda en proformas emitidas por los proveedores de productos. (Ver anexo 3).

Los costos se dividen en dos grupos:

- Costos directos
- Costos indirectos

6.1.COSTOS DIRECTOS

Los costos directos, involucran el costo de aquellos recursos que tienen una relación directa con la elaboración de la máquina. Entre ellos están el costo del material a emplearse, la mano de obra y servicios externos contratados para su construcción.

6.1.1. COSTO DEL MATERIAL

Dentro de los costos del material para elaborar el prototipo se tiene:

- Costo de la materia prima
- Costo de elementos neumáticos y eléctricos
- Costo de herramientas y materiales consumibles

6.1.1.1. MATERIA PRIMA

La tabla 6-1 contiene los costos de la materia prima necesaria para la construcción del prototipo.

Tabla 6-1: Costo de la materia prima

Material	Especificación	Cantidad	Costo Unitario	Total
Tubo cuadrado	ASTM A500 25x2	2	10,21	20,42
Plancha Acero Inoxidable	AISI 304 2mm	2	99,88	199,76
Plancha Laminada Caliente	ASTM A36 10mm	2	65,77	131,54
Plancha Laminada Caliente	ASTM A36 12mm	1	78,92	78,92
Ángulo	ASTM A36 20x3	1	5,36	5,36
Barra redonda	ASTM A36 X1" X 500	4	21	84
Barra perforada	SAE 40 40X25X100	4	6,18	24,72
Resina Poliester	Resina PPT 3000	1	112,88	112,88
			Subtotal:	657,60

FUENTE:Propia

6.1.1.2. ELEMENTOS NEUMÁTICOS Y ELÉCTRICOS

En la tabla 6-2 se detallan los elementos requeridos para el sistema neumático de la máquina.

Tabla 6-2: Costo de elementos neumáticos y eléctricos

Material	Especificación	Cantidad	Costo Unitario	Total
Cilindro neumático	DSBC-80-300-PPVA-N3	1	342,92	342,92
Válvula distribuidora	MFH-5-1/4B	1	179,58	179,58
Tubo Poliuretano	PUN-8X-1,25BL	4	2,05	8,2
Racor recto	QS 1/4-8	3	2,49	7,47
Silenciador de bronce	AMTE M G14	2	5,42	10,84
Compresor	C.Thomas 1/4hp	1	99,02	99,02
Caja de enchufe	MSSD-F	1	4,54	4,54
Inductor de bobina	MSFW 110 50/60 OD	1	22,14	22,14
Contacto	Siemens 110	1	32,5	32,5
Cable	Cablec cableado 12	5	0,48	2,4
Caja de Pulsadores	Siemens plástico 2	1	21,25	21,25
			Subtotal:	730,86

FUENTE:Propia

6.1.1.3. HERRAMIENTAS Y MATERIALES CONSUMIBLES

El costo de estos materiales se detallan en la tabla 6-3.

Material	Cantidad	Costo Unitario	Total
Electrodo 6011	1	2,3	2,3
Electrodo 308L	1	24,5	24,5
Piedras de rectificar	2	2,25	4,5
Flexómetro	1	6,5	6,5
Calibrador	1	30,7	30,7
Micrómetro	1	12,3	12,3
Broca	1	13,55	13,55
Rima	1	11	11
Disco de corte	2	2	4
Disco de desbaste	2	2,25	4,5
Rayador	4	4,5	18
Compás	1	12,22	12,22
Escuadra	1	5,75	5,75
Lija	4	0,6	2,4
Pintura	1	12	12
Thinñer	1	6,25	6,25
Guape	10	0,1	1
Gafas de protección	1	1,75	1,75
Guantes	1	6,5	6,5
		Subtotal:	179,72

Tabla 6-3: Costo de materiales consumibles

FUENTE:Propia

El costo total de material se muestra en la tabla 6-4.

Tabla 6-4: Costo total del material

Costo total del Material	
Materia Prima	657,60
Elementos Neumáticos y eléctricos	730,86
Materiales Consumibles	179,72
Total:	1568,18

FUENTE:Propia

6.1.2. COSTOS DE MAQUINADO

En la tabla 6-5 se detallan los costos de uso de las máquinas herramientas.

Tabla 6-5: Costo de maquinado

Detalle	Tiempo de trabajo	Costo/hora	Total
Torno	5	8	40
Taladradora	2	2	4
Cortadora	8	8	64
Rectificadora	2	6	12
Soldadora	8	9	72
Troqueladora	12	10	120
Amoladora	2	3	6
Otros	5	5	25
		Total:	343

FUENTE:Propia

El valor total de los costos directos se muestra en la tabla 6-6.

Tabla 6-6: Costo directo

Costo total directo	
Costo materiales	1568
Costo de maquinado	343
Total:	1911

FUENTE:Propia

6.2.COSTOS INDIRECTOS

Los costos indirectos, se refieren al costo de aquellos recurso que participan en las actividades del proyecto, mas no de forma directa. Se clasifican en:

- Costo de ingeniería y Diseño
- Costos Administrativos
- Costo de Imprevistos

6.2.1. COSTOS DE INGENIERÍA

Involucra el costo de diseño de la máquina, elaboración de planos y supervisión de construcción.

El valor hora de un ingeniero en el mercado Ecuatoriano es de 15 dólares la hora y considerando un tiempo aproximado de 80 horas se obtiene un costo de 1200 dólares.

6.2.2. COSTOS ADMINISTRATIVOS

Son costos por artículos de oficina, ploteo de planos e impresión de documentos involucrados en la elaboración del proyecto.

Se considera un costo aproximado de 100 dólares.

6.2.3. COSTOS DE IMPREVISTOS

Se añade un costo adicional igual al 10% de los costos directos para imprevistos como aumento de costo de materiales.

El valor para imprevistos es de 155 dólares.

En la tabla 6-7 se indica el costo indirecto total.

Tabla 6-7: Costos indirectos

Costos indirectos	
Costo de Ingeniería	1200
Costos administrativos	100
Costo de Imprevistos	155
Total:	1455

FUENTE: Propia

El costo total de la máquina resulta de sumar los costos directos y los indirectos.

La tabla 6-8 muestra el valor obtenido.

Tabla 6-8: Costo del prototipo

Costo total	
Costos directos	1911
Costos indirectos	1455
Total:	3366

FUENTE:Propia

Como resultado del análisis de costo, el prototipo tiene un valor aproximado de 3366 dólares.

CAPÍTULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1.CONCLUSIONES

- El presente proyecto de titulación cumple con el objetivo de diseñar un sistema de moldeo de masa de verde con capacidad de 48 bolones por golpe.
- El estudio de campo permite establecer las dimensiones generales del producto a conformarse y los requerimientos básicos de diseño de la máquina.
- Las alternativas de diseño se analizan de modo que la opción elegida asegura la funcionalidad del equipo y la satisfacción del cliente.
- El presente documento contiene como anexos los planes de proceso y planos necesarios que aseveran la adecuada construcción y montaje de los elementos del prototipo.
- En el análisis de costos se determina el valor de la máquina con materiales disponibles en el mercado ecuatoriano.

7.2.RECOMENDACIONES

- Antes de cargar la máquina se tiene que lubricar las matrices con aceite vegetal para que la masa no se adhiera a las paredes y sea más fácil la descarga de los bolones conformados.
- Se debe lubricar la máquina con productos de nivel alimenticio, de modo que, si estos caen a la materia prima no exista riesgo para la salud de los consumidores.
- Se recomienda la limpieza y desinfección de las matrices en cada descarga para mantener la higiene y calidad del producto.

BIBLIOGRAFÍA Y SITIOS WEB

1. Creus A.(2007). “Neumática e Hidráulica”. España: Editorial Marcombo.
2. Gere, J. (2009). *Mecánica de Materiales*. USA: Editorial OVA
3. Norton R. (1999). “Diseño de Máquinas”. México: Editorial Mc Graw Hill
4. Riba, C.(2002). *Diseño Concurrente*, [versión PDF], Madrid
5. Shigley J, Mitchell L. (1989). “Manual de Diseño Mecánico”. México: Editorial Mc Graw Hill. Cuarta Edición
6. Vargas J. (2014). “Producción por Virutaje”. Ecuador: EPN, Facultad de Ingeniería Mecánica.
7. Vargas J. (2014). “Fundamentos de dibujo EPN”. Ecuador: EPN, Facultad de Ingeniería Mecánica.

8. <http://elbauldelconsumidor.blogspot.com/2012/12/platano-verde-potasio-vitamina-acido.html>
9. <http://recetasecuatorianas.all.ec/blog/recetasecuatorianas/665.html#photos>
et
10. [http:// www.epmrq.gob.ec/images/lotaip/leyes/rbpm.pdf](http://www.epmrq.gob.ec/images/lotaip/leyes/rbpm.pdf)
11. <http://prepafacil.com/cobach/Main/PrincipioDePascalConcepto>
12. <http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica1.htm>
13. http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio//1000/1102/html/5_leva_excntrica.html
14. <http://www.elacero.com.ec/pdf/aceros.pdf>
15. http://www.festo.com/cms/es_corp/index.htm

ANEXOS

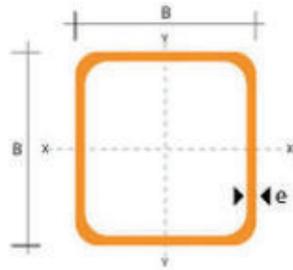
ANEXO 1:

Protocolo de pruebas

PROTOCOLO DE PRUEBAS			
MOLDEADORA DE MASA DE VERDE			
Empresa:		Fecha:	
Nombre Evaluador:		Lugar:	
DIMENSIONES DE LA MAQUINA			
PARAMETROS:	DIMENSIONES:	SE ACEPTA	NO SE ACEPTA
Largo			
Ancho			
Alto			
Diámetro			
FUNCIONAMIENTO EN VACIO			
TIEMPO (min):	SISTEMA:	SE ACEPTA	NO SE ACEPTA
0	Neumático		
	Transmisión		
	Estructura		
10	Neumático		
	Transmisión		
	Estructura		
20	Neumático		
	Transmisión		
	Estructura		
FUNCIONAMIENTO CON CARGA			
Número de prueba	SISTEMA:	SE ACEPTA	NO SE ACEPTA
1	Carga-Descarga		
	Compresión		
	Estructura		
2	Carga-Descarga		
	Compresión		
	Estructura		
3	Carga-Descarga		
	Compresión		
	Estructura		
Observaciones:			
Conclusión:			
Firma del responsable:			

ANEXO 2:

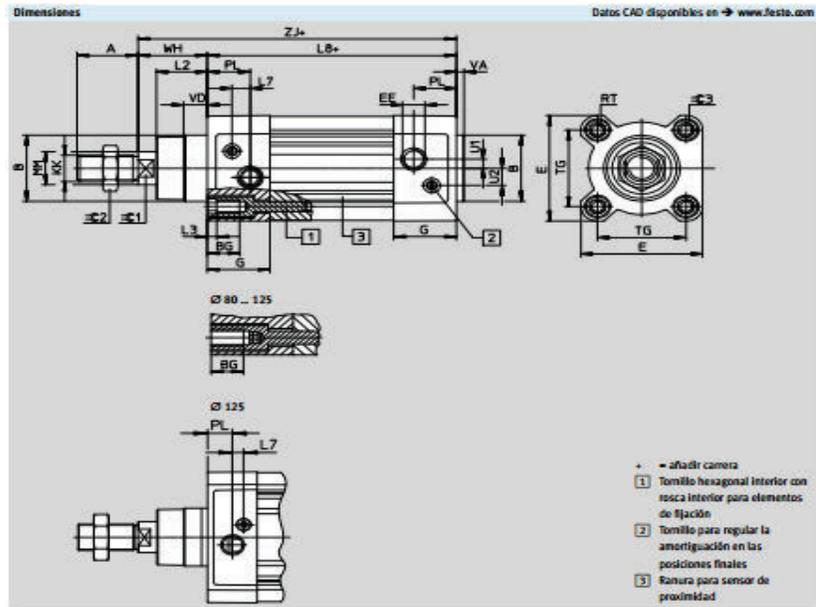
Catálogos



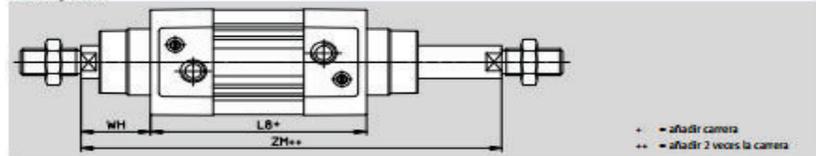
DIMENSIONES			AREA	EJES X-Xe Y-Y		
A mm	ESPESOR mm	PESO Kg/m	AREA cm ²	I cm ⁴	W cm ³	i cm
20	1,2	0,72	0,90	0,53	0,53	0,77
20	1,5	0,88	1,05	0,58	0,58	0,74
20	2,0	1,15	1,34	0,69	0,69	0,72
25	1,2	0,90	1,14	1,08	0,87	0,97
25	1,5	1,12	1,35	1,21	0,97	0,95
25	2,0	1,47	1,74	1,48	1,18	0,92
30	1,2	1,09	1,38	1,91	1,28	1,18
30	1,5	1,35	1,65	2,19	1,46	1,15
30	2,0	1,78	2,14	2,71	1,81	1,13
40	1,2	1,47	1,80	4,38	2,19	1,25
40	1,5	1,82	2,25	5,48	2,74	1,56
40	2,0	2,41	2,94	6,93	3,46	1,54
40	3,0	3,54	4,44	10,20	5,10	1,52
50	1,5	2,29	2,85	11,06	4,42	1,97
50	2,0	3,03	3,74	14,13	5,65	1,94
50	3,0	4,48	5,61	21,20	8,48	1,91
60	2,0	3,66	3,74	21,26	7,09	2,39
60	3,0	5,42	6,61	35,06	11,69	2,34
75	2,0	4,52	5,74	50,47	13,46	2,97
75	3,0	6,71	8,41	71,54	19,08	2,92
75	4,0	8,59	10,95	89,98	24,00	2,87
100	2,0	6,17	7,74	122,99	24,60	3,99
100	3,0	9,17	11,41	176,95	35,39	3,94
100	4,0	12,13	14,95	226,09	45,22	3,89
100	5,0	14,40	18,36	270,57	54,11	3,84

Cilindros normalizados DSBC, ISO 15552

Hoja de datos



Variante
T = Vástago doble



∅	A	B	BG	E	EE	G	U2	U1	KK
[mm]	-0,5	d11	Mín.	-0,5		-0,2	±0,1	±0,1	
32	22	30	16	45	G1/4	28	5,7	5,25	M10x1,25
40	24	35	16	54	G1/4	33	8	4	M12x1,25
50	32	40	16	64	G1/4	33	10,4	5,5	M16x1,5
63	32	45	16	75	G3/8	40,5	12,75	6,25	M16x1,5
80	40	45	17	93	G1/2	43	17,5	8	M20x1,5
100	40	55	17	110	G1/2	48	13,5	10	M20x1,5
125	54	60	20	136	G1/2	44,7	13	8	M27x2

∅	L2	L3	L7	L8	MM	PL	RT	TG
[mm]		Máx.		±0,4	∅	±0,1		±0,3
32	18 _{-0,2}	5	6,5	94	12	19,5	M6	32,5
40	21,3 _{-0,2}	5	7,5	105	16	22,5	M6	38
50	26,8 _{-0,2}	5	9,5	106	20	22,5	M8	46,5
63	27 _{-0,2}	5	9	121	20	27,5	M8	56,5
80	34,7 _{-0,2}	=	11	128	25	30	M10	72
100	38 _{-0,2}	=	7,5	138	25	31,5	M10	89
125	45,5 _{-0,3}	=	10	160	32	22,5	M12	110

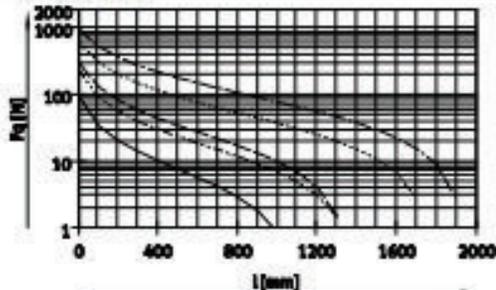
∅	VA	VD	WH	ZJ	ZM	-∅1	-∅2	-∅3
[mm]		-0,5	+2,2	+1,8	+1			
32	4 _{-0,2}	10	25	119,1	146,1	10	16	6
40	4 _{-0,2}	10,5	28,7	133,9	164,8	13	18	6
50	4 _{-0,2}	11,5	35,6	141,8	179,8	17	24	8
63	4 _{-0,2}	15	35,9	157,1	195,4	17	24	8
80	4 _{-0,2}	15,7	45,4	173,6	221	22	30	6
100	4 _{-0,2}	19,2	49,3	187,5	238,8	22	30	6
125	6 _{-0,3}	20,5	64,1	225	290	27	41	8

Cilindros normalizados DSBC, ISO 15552

Hoja de datos

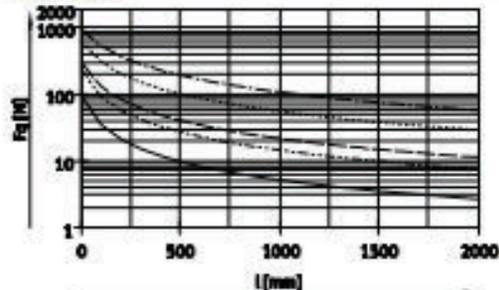
Fuerza transversal F_q máx. en función de la carrera l

Montaje horizontal



———— \varnothing 32 \varnothing 80/100
 - - - - - \varnothing 40 - - - - - \varnothing 125
 - - - - - \varnothing 50/63

Montaje vertical



———— \varnothing 32 \varnothing 80/100
 - - - - - \varnothing 40 - - - - - \varnothing 125
 - - - - - \varnothing 50/63

Holgura torsional admisible con variante Q = Con seguridad torsional

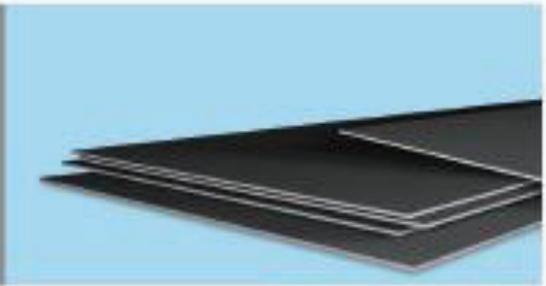
Díámetro del émbolo	32	40	50	63	80	100
Holgura torsional [°]	$\pm 0,65$	$\pm 0,6$	$\pm 0,45$	$\pm 0,45$	$\pm 0,45$	$\pm 0,45$

Pesos [g]

Díámetro del émbolo	32	40	50	63	80	100	125
DSBC...							
Peso con carrera de 0 mm	465	740	1190	1740	2660	3665	6611
Peso adicional por cada 10 mm de carrera	27	37	56	62	92	101	151
Masa en movimiento con carrera de 0 mm	110	205	365	430	810	1000	2245
Masa móvil por 10 mm de carrera	9	16	25	25	39	39	63
DSBC...-Q							
Peso con carrera de 0 mm	503	755	1241	1821	2717	3827	-
Peso adicional por cada 10 mm de carrera	25	30	51	57	87	95	-
Masa en movimiento con carrera de 0 mm	115	170	332	391	757	890	-
Masa móvil por 10 mm de carrera	8	11	20	20	31	31	-
DSBC...-C							
Peso con carrera de 0 mm	745	1175	1940	2920	5075	6965	12860
Peso adicional por cada 10 mm de carrera	25	35	56	62	95	103	151
Masa en movimiento con carrera de 0 mm	160	290	540	620	1200	1425	3035
Masa móvil por 10 mm de carrera	9	16	25	25	39	39	63
DSBC...-E1/-E2/-E3							
Peso con carrera de 0 mm							
DSBC...-E1	505	780	1312	1862	3018	4023	-
DSBC...-E2	485	760	1251	1801	2839	3844	-
DSBC...-E3	485	760	1251	1801	2839	3844	-
Peso adicional por cada 10 mm de carrera	27	37	56	62	92	101	-
Masa en movimiento con carrera de 0 mm	110	205	365	430	810	1000	-
Masa móvil por 10 mm de carrera	9	16	25	25	39	39	-
DSBC...-T							
Peso con carrera de 0 mm	581	924	1523	2103	3243	4353	7450
Peso adicional por cada 10 mm de carrera	34	50	81	86	133	141	214
Masa en movimiento con carrera de 0 mm	181	339	613	684	1292	1516	3084
Masa móvil por 10 mm de carrera	18	32	50	50	78	78	126

Planchas

- Laminada en caliente
- Laminada en frío



Plancha laminada en caliente

Recubrimiento:
Negro
Norma de Fabricación:
NTE INEN 115 / ASTM A 8
Norma de Calidad:
ASTM A 36 / ASTM A 588 Gr. A / ASTM A 131 Gr. A /
ASTM A 516 Gr. 70 / ASTM A 572 Gr. 50
Observaciones:
Dimensiones y largos especiales, previa consulta

Ancho	Largo	Espesor	Peso Aprox.
mm	mm	mm	kg
1.220	2.440	1,50	35,06
1.220	2.440	2,00	46,74
1.220	2.440	3,00	70,10
1.220	2.440	4,00	93,47
1.220	2.440	5,00	116,84
1.220	2.440	6,00	140,21
1.220	2.440	8,00	186,94
1.220	2.440	9,00	210,31
1.220	2.440	10,00	233,68
1.220	2.440	12,00	280,41

Aplicaciones

- Conformación de estructuras en general con elementos de alma llena (flejes).
- Fabricación de tanques.
- Estructuras de puentes.
- Estructuras de barcos.
- Carrisas de pilotes.
- Encofrados.
- Placas.
- Contención de tierra.
- Plataformas.
- Calderos.
- Tubería de grandes diámetros.

Plancha laminada en frío

Recubrimiento:
Negro
Norma de Fabricación:
NTE INEN 115
Norma de Calidad:
ASTM A 36 / JIS G 3141 SPCC - SD /
SAE 1010
Observaciones:
Dimensiones y largos especiales, previa consulta

Ancho	Largo	Espesor	Peso Aprox.	Calidad
mm	mm	mm	kg.	
1.000	2.000	0,70	10,99	Embutición
1.000	2.000	0,90	14,13	
1.000	2.000	1,10	17,27	
1.000	2.000	1,40	21,98	Comercial
1.220	2.440	0,40	9,35	
1.220	2.440	0,45	10,52	
1.220	2.440	0,50	11,68	
1.220	2.440	0,60	14,02	
1.220	2.440	0,70	16,36	
1.220	2.440	0,75	17,53	
1.220	2.440	0,90	21,03	
1.220	2.440	1,10	25,70	
1.220	2.440	1,40	32,72	
1.220	2.440	2,00	46,74	

Aplicaciones

- Muebles metálicos en general.
- Puertas metálicas.
- Carpintería metálica.
- Tanque para almacenamiento de aceite.
- Tanques de exportación de frutas.
- Baldes para camionetas.
- Partes y piezas metálicas (abrazaderas, de línea blanca, etc).
- Rótulos.
- Señalización de tránsito.
- Cajas fúnebres.
- Autopartes.

Plancha inoxidable

Recubrimiento:
Inoxidable
Norma de Calidad:
430 2B/BA / 439 N4 / 304 2B/BA
Observaciones:
Otras dimensiones, acabados y grados, previa consulta

Normas		Espesor	Acabado		Dimensiones
AISI	ASTM (UNS)	mm			mm
Planchas					
304	S30400	0,4 hasta 3,0	2B		1120 x 2440
		4,0 hasta 8,0	N°1		
		0,7 hasta 1,5	N°4 - Pulido		
430	S43000	0,4 hasta 3,0	BA		1120 x 2440
		0,4 hasta 2,0	N°4 - Pulido		
439	S43932	0,5 y 0,6	N°4 - Pulido		1120 x 2440
Bobinas					
304, 430, 409, 439		Todos los espesores	Todos los acabados		1220



Aplicaciones

- **304:** Ingeniería civil y arquitectura, equipo de aviación, trenes, naval, petroquímica, tubería, textiles, refrigeración, almacenamiento en frío, hospitales, alimentos, empresas, farmacéuticas, industria cosmética, industria química, utensilios del hogar, instalaciones para criogénica, destilerías, destilerías de etanol, fotografía, tubería y tanques en general, profunda y precisa embutición.
- **430:** Estructura civil y arquitectura, ollas, lavaderos, cocinas, refrigeradoras, microondas, lavadoras de platos, monedas, congeladores, hornos, cocinas industriales y mesones.
- **439:** Construcción civil y arquitectura, ingenios azucareros, sistemas de escape, lavadoras de platos, cocinas, microondas, y en general para embutición.
- **Bobinas:** Uso Industrial.

ANEXO 3:

Proformas



ECUAINSETEC CIA. LTDA.
www.ecuainsetec.com.ec

RUC: 1792224616001

Quito	El Zuriago 177 y El Vengador Telfs.: 226-9148 / 246-2372 / 225-3757 FAX: 246-1833 P.O. BOX: 17-16-016 email: infoquito@ecuainsetec.com.ec
Guayaquil	Cdla Kennedy Norte Av. Assaf Bucaram y Miguel Campodonico Mz. 705 SL 2 TELFs.: 268-0150 / 268-0155 / 268-0156 FAX: 268-045 email: infofgye@ecuainsetec.com.ec
Cuenca	Av. Fray Vicente Solano y Remigio Crespo Ed. Colegio de Ingenieros Civiles del Azuay 3er. Piso Of.318 Telf.: 288-5509 FAX: 288-5510 email: infofocue@ecuainsetec.com.ec
Manta	Av. Seis S/N y Entre Calle Trece y Catorce Telfs: 262-0029 / 262-0037 email: infofomanta@ecuainsetec.com.ec

PROFORMA

FECHA: 25/05/2015
CLIENTE: CONSUMIDOR FINAL
CODIGO: 9999999999999
DIRECCION: QUITO
TELEFONO: 2
CIUDAD: QUITO

N° 001002-00000692
VENDEDOR: LARREA CEDENO ALVARO
CONTACTO:
TIEMPO ENT: 25/05/2015
VALIDEZ: 15 DIAS
FORMA. PAGO

CANTIDAD	CODIGO	DETALLE	P/UNIT	DSTO.	TOTAL
1.00	0011383340	DSBC-80-300-PPVA-N3 CILINDRO DOBLE EFECTO	342.92	0.00	342.92
1.00	001015901	MFH-5-1/4B ELECTROVALVULA	179.58	0.00	179.58
1.00	001034420	MSFW-110-50/60-OD INDUCTOR DE BOBINA	22.14	0.00	22.14
1.00	001034431	MSSD-F CAJA DE ENCHUFE	4.54	0.00	4.54
3.00	001153005	QS-1/4-8 RACOR RECTO	2.49	0.00	7.47
4.00	001159666	PUN-8X1,25BL TUBO POLIURETANO	2.05	0.00	8.20
2.00	0011205861	AMTE-M-LH-G14 SILENCIADOR DE BRONCE LARI	5.42	0.00	10.84
2.00	001153050	QSL-3/8-8 RACOR L ORIENTABLE	6.66	0.00	13.32

cheerbella@hotmail.com
0999024191

ELABORADO	APROBADO	RECIBI CONFORME	Observaciones: BRIGITTE MACIAS	TOTAL NETO: 589.01
				DESCUENTO 0.00 % 0.00
				I.V.A. 12.00 % 70.68
				VALOR A PAGAR: 659.69



DIPAC
PRODUCTOS DE ACERO

MATRIZ MANTA: Av. 21 de Mayo y Calle 46, Esquina. Telf: (02) 2420930, 2631792, Cel: 999-711890
QUITO SUR: Calle 10 y Pío Cevallos s/n. Telf: (02) 2990333, Cel: 999-944111, 999-944111
QUITO NORTE: Calle 10 y Pío Cevallos s/n. Telf: (02) 2990333, Cel: 999-944111, 999-944111
ESTABLECIMIENTOS:
Quimsa: Av. Valiente Km 1 - Telf: (02) 2761118, 2761229, 2761113, Cel: 999-763101
San Dominguito: Vía a Guano Km 1.5 - Telf: (02) 2420930, Cel: 999-944111
Portoviejo: Av. Universidad y Calle 1058 - Telf: (03) 2635101, 2634693, Cel: 999-763101
Cayambe: Calle 10 y Calle 100 - Telf: (04) 2111111, 2111111
(Alta): Vía a Guano Km 1.5 - Telf: (02) 2420930, Cel: 999-944111
(Planta 2): Vía a Guano Km 1.5 - Telf: (02) 2420930, Cel: 999-944111
(Local 2): Vía a Guano Km 1.5 - Telf: (02) 2420930, Cel: 999-944111
(Local 3): Av. 11 de Agosto y Calle Caceres - Telf: (02) 2420930, Cel: 999-944111
(Ambato): Av. Alameda y Justo Bustillo - Telf: (02) 2860001, 2860002, Cel: 999-944111
(Cuenca): Av. 10 de Agosto y Calle 10 - Telf: (02) 2860001, 2860002, Cel: 999-944111
(Machala): Guayaquil y El Correo - Telf: (03) 2921961, 2921962, Cel: 999-763101
(Milagro): Carretera y Mismas - Telf: (03) 2921961, 2921962, Cel: 999-763101
(Ibarra): Av. Ecuador y Calle 10 - Telf: (04) 2111111, 2111112, Cel: 999-763101
(Loja): Calle Amalberto, Frente Barrio y Tulum - Telf: (02) 2550600, Cel: 999-763101
(Riobamba): San Miguel de Tapalpa - Telf: (03) 2635101, 2634693, Cel: 999-763101
(Coca): Av. 10 de Agosto y Calle 10 - Telf: (02) 2860001, 2860002, Cel: 999-944111
(Lago Agrio): Av. Ecuador y Calle 10 - Telf: (02) 2420930, Cel: 999-944111
(Puyo): Av. 10 de Agosto y Calle 10 - Telf: (03) 2921961, 2921962, Cel: 999-763101
www.dipacmanta.com

DIPAC MANTA S.A.
R.U.C. 1390060757001
CONTRIBUYENTE ESPECIAL
RESOLUCIÓN 5368 DEL 2 DE JUNIO 1995 DIPAC MANTA S.

- La mercadería viaja por cuenta y riesgo del comprador.
- Salida la mercadería de nuestros almacenes no se aceptan reclamos.
- Los pagos deben realizarse con cheque cruzado a nombre de DIPAC MANTA S.A.
- Somos contribuyentes especiales favor no retener el IVA.
- Emitir los comprobantes de retención a nombre de DIPAC MANTA S.A.

PROFORMA

NUMERO DE OFERTA: 040036751
 NOMBRE/RAZON SOCIAL: MACIAS CASA CAROLINA BRIGITTE
 CODIGO DE CLIENTE: 004999999 TELEFONO:
 CODIGO DE DIRECCION: 094026726 LA FLORIDA Y JIBAROS

QUITO NORTE --, 25-05-

Pos	Articulo	Descripción	Cantidad	Precio	Total USD
10	ECU4015	TB.EST.NEG.CUA. 25MM X 3MM	1.00	10.21	10.21
20	ERC80402	TB.EST.NEG.REC. 60X40X2.0mm	1.00	18.56	18.56
30	PAI32B48010	PLAN.AC.INOX. 4x6 304-2B 2.0MM	1.00	99.88	99.88
40	ELF48050	PLAN.LAM.CAL 10MM	1.00	65.77	65.77
50	NLC480020	PLAN.LAM.CAL 12MM	1.00	78.92	78.92
60	ERC1005003	AGL.25MM X 3MM	1.00	5.56	5.56

ESTE DOCUMENTO NO CONSTITUYE VENTA Y LOS PRECIOS PUEDEN CAMBIARSE SIN PREVIO AVISO

Estos precios no aplican para pago con Tarjetas de Crédito	Subtotal	248.84
	Iva	33.21
	Total USD	278.05

VENDEDOR: LOPEZ FAREDES JENNY LORENA

COMERCIAL KYWI S.A.
 RUC 1790041220001
 Matriz : AV. 10 DE AGOSTO N24-59 Y LUIS CORDERO
 QUITO Telf: 023987900
 AGENCIA 06 (LA PRENSA) Telf: 022592637 022592638
 Sucursal : AV. LA PRENSA N55-186 Y LA PULIDA
 Senor(es):CONSUMIDOR FINAL
 Codigo: 888885-000000
 Direccion: QUITO
 Ciudad : QUITO Telf. :2222222222

AUTOIMPRESORES AUTORIZACION S.R.I. 1114158369 DEL 16/ENE/2014
 CONTRIBUYENTE ESPECIAL-RESOL. SRI 5368

PROFORMA DOLARES
 DOCUMENTO SIN VALOR COMERCIAL
 QUITO

RUC : 9999999999999999
 Vend: CONSULTAS
 Fecha de Emision 25/MAY/2015 PAG. 1/1

CODIGO	DESCRIPCION	CANT.	P.UNITARIO	TOTAL
458716	COMPRESOR P/AEROGRAFO 50PSI 0.07HP THOMA	1	88,428571	88,43

Dany Hsu

V^e 14

SUBTOTAL	88,43
DESCUENTO Tarifa 12%	0,00
DESCUENTO Tarifa 0%	0,00
TOTAL	88,43

Vta.tarifa 12%	Vta.tarifa 0%	Total Vta.Neta	IVA Tar. 12%	IVA Tar. 0%	TOTAL A PAGAR
88,43	0,00	88,43	10,61	0,00	99,04

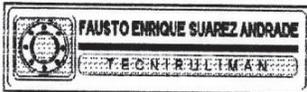
Esta proforma tiene validez solo con el nombre, firma del vendedor y sello de COMERCIAL KYWI S.A.
 En el caso de existir cambios de precios por nuestros proveedores y/o modificaciones cambiarias
 oficiales que afecten al costo de la mercaderia, nos veremos obligados a actualizar precios en el
 momento de la facturacion previo su conocimiento.

Los precios unitarios de esta proforma ** NO incluyen I.V.A. **
 QUITO , 25 de MAY 2015

FIRMA : *[Signature]*
 ESTABLECIMIENTO

CONSUMIDOR FINAL Ident: 17405

FIRMA : _____
 CLIENTE



RUC: 1710315332001

CLIENTE:

SRTA. BRIGITTE MACIAS

Av. Maldonado S14-220 y J. Gutiérrez
(Diagonal al Cuartel Epilachima)
Fonos: 2689-243 Tel/Fax: 2671-685
Email: fesa-tecniruliman@hotmail.com

QUITO - ECUADOR

PROFORMA

13192

26/06/2015

PAGO: EFECTIVO

CANT.	UND.		MARCA	V. UNIT.	V. TOTAL
4	UND	40 x 25 x 100 mm	BRONCE FOSFORICO	21,00	84,00
4	UND	1" x 500 mm	ACERO TRANSMISION	6,18	24,72

J. Javier Suárez P.
TECNI-RULIMAN
RUC. 1710315332001

VALIDEZ DE LA PROFORMA 8 DIAS

JAVIER
SUAREZ

FAVOR CANCELAR CON CHEQUE CRUZADO

A NOMBRE DE:

VENDEDOR

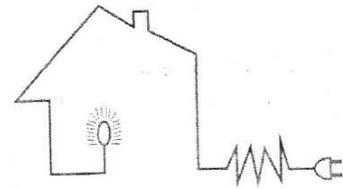
JOSE JAVIER SUAREZ PINTO

	Subtotal	108,72
10	% Dcto.	10,87
	Imponible	97,85
12	% I.V.A.	11,74
	TOTAL	109,59

Gracias por darnos la oportunidad de servirles.

COMERCIAL "SU CASA"

Av. Martha Bucaram S40-226 Y calle S41
3042844 – 0992752591
comercial-sucasa@hotmail.com



PROFORMA N° 000345

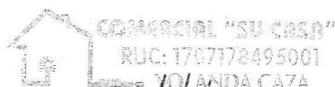
CLIENTE: Srta. Brigitte Macías
DIRECCIÓN: Jíbaros N52 48 y La Florida

R.U.C: 1720379492
TELF: 3300129

CANT.	DESCRIPCIÓN	COSTO UNIT.	COSTO TOTAL
1	Electrodo 6011 1L	2,3	2,3
1	Electrodo 308L 1L	24,5	24,5
2	Piedras de rectificar	2,25	4,5
1	Flexómetro Stanley 5M	6,5	6,5
1	Calibrador Stanley 6"	30,7	30,7
1	Micrómetro	12,3	12,3
1	Broca IRWIN HSS 1/2	13,55	13,55
2	Disco de corte D/W 7"	2	4
2	Disco de desbaste D/W 7"	2,25	4,5
4	Rayador	4,5	18
1	Compás	12,22	12,22
1	Escuadra STANLEY #12	5,75	5,75
4	Lija Hierro# 36	0,6	2,4
1	Pintura Esmalte Anticorrosivo 1G	12	12
1	Thinñer 1G	6,25	6,25
1	Gafas de protección	1,75	1,75
1	Guantes	6,5	6,5
TOTAL			179,72

NOTA: Válida por 15 DÍAS. Al cabo de este tiempo los valores pueden variar.

APROBADO POR:

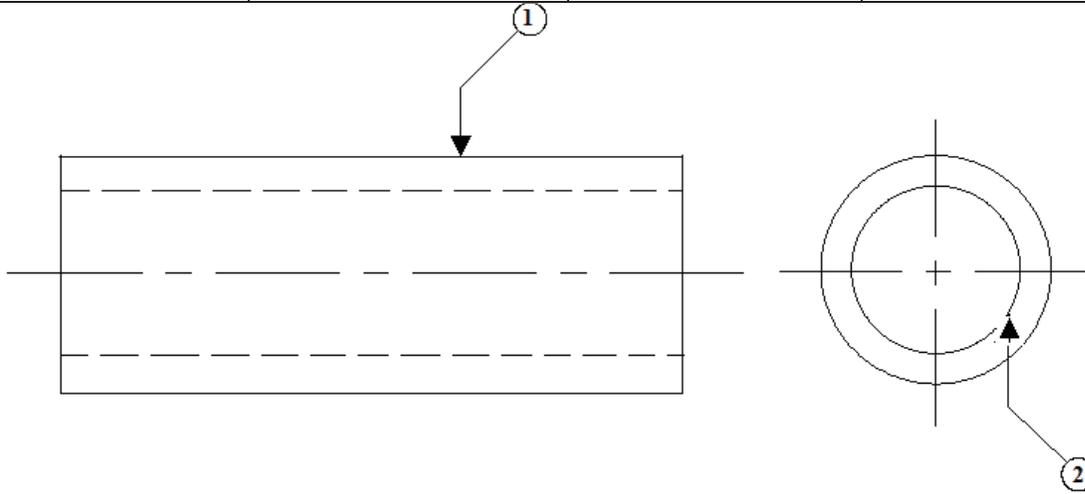


ANEXO 4:

Planes de proceso

HOJA DE PROCESOS

Nombre de la pieza:	BOCÍN		
Número de piezas: 4	Material: Bronce SAE 40	Dimensiones en bruto: De: 40, Di: 20	Plano: 103

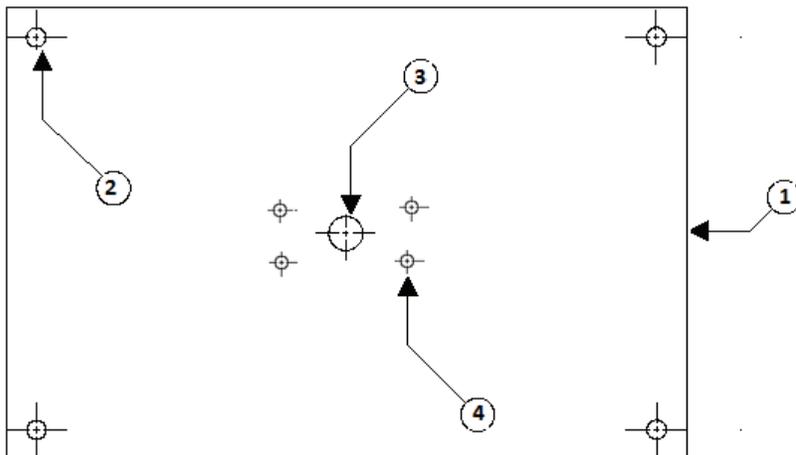


Fase:	Operación:	Descripción:	Herramientas y Útiles:	Instrumentos de Medida:
1	11	Cilindrado exterior ϕ 33,5	Cuchilla de Torno	Calibrador
	12	Cilindrado interior ϕ 33		
2	21	Cilindrado interior ϕ 24,8	Cuchilla de Torno	Micrómetro
	22	Rimado ϕ 25	Rima	

Observaciones:

HOJA DE PROCESOS

Nombre de la pieza:	PLACA SUPERIOR		
Número de piezas: 1	Material: Acero A36	Dimensiones en bruto: 900x600x10	Plano: 106

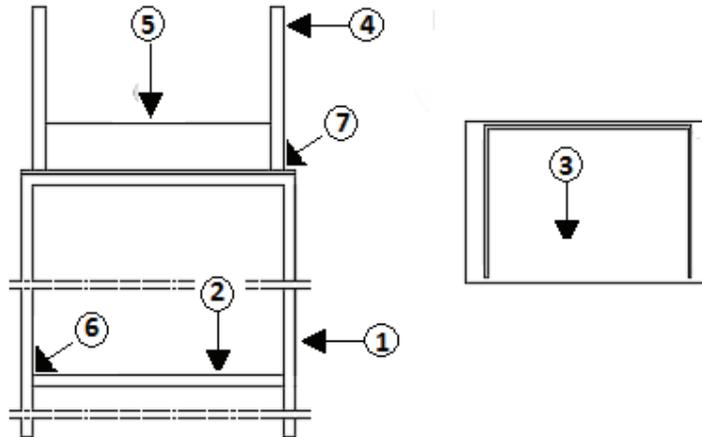


Fase:	Operación:	Descripción:	Herramientas y Útiles:	Instrumentos de Medida:
1	11	Cortar 900x600	Cortadora de plasma	
	21	Trazar centros	Granete, rayador	Escuadra
2	22	Perforar ϕ 25	Taladro de columna	Calibrador
	23	Limar	Lima	
	31	Trazar centro	Granete, rayador	Escuadra
3	32	Perforar ϕ 47	Taladro de columna	Calibrador
	33	Limar	Lima	
	41	Trazar centros	Granete, rayador	Escuadra
4	42	Perforar ϕ 12	Taladro de columna	Calibrador
	43	Limar	Lima	

Observaciones:
Perforar ϕ 25 conjuntamente con la placa inferior.

HOJA DE PROCESOS

Nombre de la pieza:	ESTRUCTURA SOPORTE		
Número de piezas: 1	Material: Acero A36	Dimensiones en bruto: N/A	Escala: 101



Fase:	Operación:	Descripción:	Herramientas y Útiles:	Instrumentos de Medida:
1	11	Cortar L=100	Cortadora	Flexómetro
2	21	Cortar L=550	Cortadora	Flexómetro
	31	Cortar 560x10x10	Cortadora de plasma	Flexómetro
3	32	Rectificar superficie	Rectificadora	
	33	Perforar ϕ 25	Taladro de columna	Calibrador
4		Cortar L=500		Flexómetro
5		Cortar	Cortadora	Flexómetro
6		Soldar 2 con 1	Soldadora SMAW	
7		Soldar 1,3,4	Soldadora SMAW	

Observaciones:
Perforar ϕ 25 conjuntamente con la placa superior.

HOJA DE PROCESOS				
Nombre de la pieza:		CABEZAL MÓVIL		
Número de piezas:	Material:	Dimensiones en bruto:	Plano:	
1	Acero A36	N/A	104	
Fase:	Operación:	Descripción:	Herramientas y Útiles:	Instrumentos de Medida:
1		Cilindrado exterior ϕ 40	Cuchilla de Torno	Calibrador
2	21	Cilindrado interior ϕ 29,8	Cuchilla de Torno	Calibrador
	22	Rimado ϕ 30	Rimado	Calibrador
3		Cilindrado exterior ϕ 25	Cuchilla de Torno	Calibrador
4		Rosca interior ϕ 20	Machuelo	Calibrador
5		Cortar	Cortadora de plasma	Flexómetro
6		Cortar	Cortadora de plasma	Flexómetro
7		Cortar	Cortadora de plasma	Flexómetro
8		Soldar 1 con 5	Soldadura SMAW	
9		Soldar 3 con 6	Soldadura SMAW	
10		Soldar 5 con 6	Soldadura SMAW	
11		Soldar 7 con 6	Soldadura SMAW	
Observaciones:				

HOJA DE PROCESOS				
Nombre de la pieza:		MATRIZ INFERIOR		
Número de piezas: 2	Material: Acero Inoxidable AISI 304	Dimensiones en bruto: N/A	Plano: 102	
Fase:	Operación:	Descripción:	Herramientas y Útiles:	Instrumentos de Medida:
1	11	Cortar 550 x 370	Cortadora de plasma	
	12	Trazar centros	Granete, rayador	Escuadra
	13	Perforar ϕ 80	Matriz de corte	Calibrador
	14	Limar	Lima	
2	21	Trazar circunferencia chapa	Granete, rayador	Escuadra
	22	Cortar chapa	Matriz de corte	Calibrador
	23	Embutir	Matriz de embutición	
3	31	Trazar dimensiones	Granete, rayador	Escuadra
	32	Cortar chapa	Cortadora de plasma	Calibrador
	33	Rolar	Roladora	
4		Soldar 3 con 2	Saldadora TIG	
		Soldar 3 con 1	Saldadora TIG	
Observaciones:				

HOJA DE PROCESOS				
Nombre de la pieza:		MATRIZ SUPERIOR		
Número de piezas: 2	Material: Acero Inoxidable AISI 304	Dimensiones en bruto: N/A	Plano: 105	
Fase:	Operación:	Descripción:	Herramientas y Útiles:	Instrumentos Medida:
1	11	Trazar centros	Granete, rayador	Escuadra
	12	Perforar ϕ 70	Matriz de corte	Calibrador
	13	Limar	Lima	
2	21	Trazar dimensiones	Granete, rayador	Escuadra
	22	Cortar chapa	Cortadora de plasma	Calibrador
	23	Rolado	Roladora	
3	31	Trazar circunferencia chapa	Granete, rayador	Escuadra
	32	Cortar chapa	Matriz de corte	Calibrador
4	33	Embutir	Matriz de embutición	
		Soldar 2 con 3	Soldadora TIG	
Observaciones:				

ANEXO 5:
Planos de construcción y montaje