



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA MECÁNICA

Proyecto de investigación previo
a la obtención del título de
Ingeniero Mecánico.

Título del proyecto de investigación:

**Diseño y simulación de un Sistema Neumático Semiautomático para la
Elaboración de Empanadas**

Autor:

MEZA VERA FABRICIO ALEXANDER.

Director de proyecto:

ING. JORGE GUADALUPE ALMEIDA, M.Sc.

Quevedo - Los Ríos - Ecuador

2017



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **MEZA VERA FABRICIO ALEXANDER**, declaro 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.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

MEZA VERA FABRICIO ALEXANDER



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **ING. JORGE GUADALUPE ALMEIDA**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado **MEZA VERA FABRICIO ALEXANDER**, realizó el Proyecto de Investigación de grado “Diseño y simulación de un sistema neumático semiautomático para la elaboración de empanadas” previo a la obtención del título de Ingeniería Mecánica, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Mecánico Jorge Luis Guadalupe Almeida
Magíster en Ciencias de la Ingeniería Mecánica
DIRECTOR DE PROYECTO

CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO

Sr.

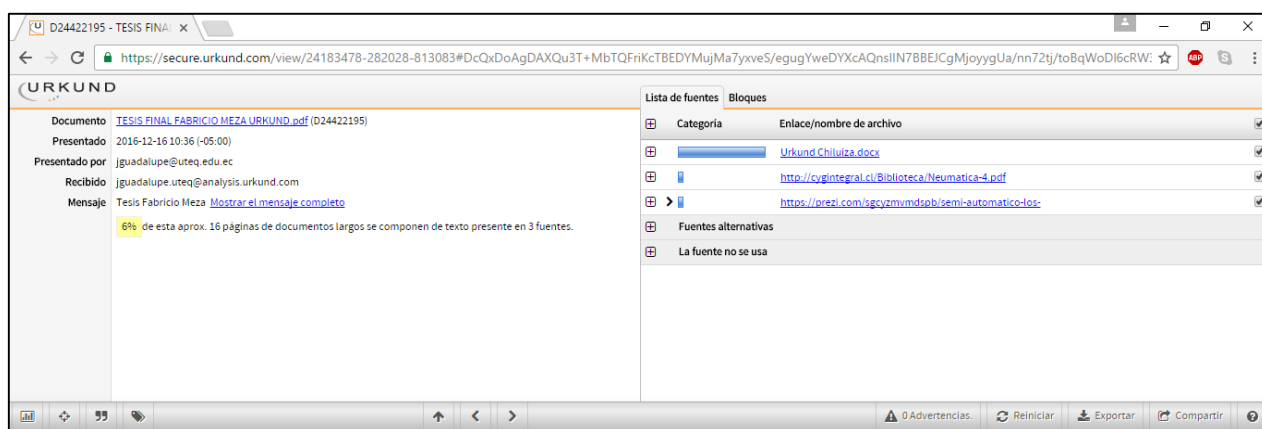
Ing. Jorge Murillo

DECANO DE FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA DE LA UTEQ

En su despacho.

De mi consideración. -

Por medio de la presente me permito certificar, que el Sr. Fabricio Alexander Meza Vera, egresado de la carrera de Ingeniería Mecánica presencial del paralelo A, que fue revisado bajo mi dirección según resolución de consejo directivo de la Facultad Ciencias de la Ingeniería de sesión extraordinaria toda vez que ha desarrollado de acuerdo al reglamento general de graduación de pregrado de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento de análisis de URKUND el cual avala los niveles de originalidad en un 94% y similitud 6% de trabajo investigativo.



Válido este documento para que el Comité Académico de la Carrera siga con los trámites pertinentes de acuerdo a lo que establece el reglamento de grados y títulos de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Por la atención prestada mis sinceros agradecimientos.

Ing. Mecánico Jorge Luis Guadalupe Almeida
Magíster en Ciencias de la Ingeniería Mecánica
DIRECTOR DE PROYECTO



CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

TÍTULO:

**“DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA NEUMÁTICO
SEMIAUTOMÁTICO PARA LA ELABORACIÓN DE EMPANADAS”**

Presentado la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de
Ingeniería Mecánica

Aprobado por:

Ing. Luis Gabriel Pico Saltos, M.Sc.
Presidente del Tribunal de Proyecto.

Ing. Luis Enrique Mera Chinga, M.Sc.
Miembro del Tribunal de Proyecto.

Ing. Milton Alexander Peralta Fonseca, M.Sc.
Miembro del Tribunal de Proyecto.

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

AÑO 2017

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser mi inspiración al enseñarme que todo lo puedo conseguir caminando de su mano, y por darme paciencia y sabiduría para ir dando pasos firmes en el camino hacia la excelencia como ser humano.

A mi familia por ser un apoyo incondicional, aportando cada uno con un granito de arena para terminar esta etapa de mi vida estudiantil, en especial a mis padres Juan Isidro Meza Espinoza Y Margot Esther Vera Salvatierra, por ser mis cimientos para edificar mi carrera, y quienes luchan junto a mí para que siga avanzando como profesional.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por brindarme la oportunidad de obtener esta ingeniería, y por inculcarme valores, principios y enseñanzas que forman parte del día a día de su gestión como universidad, y de la cultura que transmite a cada uno de los miembros que forman parte de ella.

A mi tutor Ing. Gabriel Pico Saltos M.Sc, por ser un apoyo y ejemplo de que con constancia y trabajo se pueden conseguir los mejores resultados en la vida.

DEDICATORIA

Al culminar la carrera de Ingeniería Mecánica, quiero dedicarles este trabajo a mis padres, por ser un ejemplo de constancia, esfuerzo y coraje para darme la educación, pero luego de este largo camino que emprendimos juntos, quiero decirles que estoy listo para enfrentarme a la vida, y que mediante la voluntad de Dios les dedicare los días que me quedan por vivir para tratar de retribuir todo lo que han hecho en pos de convertirme en el hombre de bien que soy ahora, como resultado de su esfuerzo.

RESUMEN

El desarrollo de la investigación se centra en el diseño y simulación de una máquina semiautomática para la elaboración de empanadas mediante el análisis y selección de elementos neumáticos acoplados de tal manera que facilite y aumente el rendimiento de este producto. La elaboración de empanadas es una actividad productiva realizada mediante un proceso manual que en la actualidad es una labor cotidiana de varias familias que se dedican al desarrollo de esta ocupación. La investigación plantea solucionar un problema de índole social, al mejorar la producción en la elaboración de empanadas. Además de aportar con el cambio de la matriz productiva, para lo cual se recopila información que permita establecer los parámetros necesarios para el diseño y simulación de la máquina. Adicional se expone la selección y dimensionamiento de los diversos componentes de la máquina, el índice de productividad que desarrolla el sistema, y el costo que involucra su diseño y construcción en beneficio de la comunidad dedicada a la elaboración de este producto. Finalmente, el proyecto de investigación permite establecer ventajas en torno a la expansión de este negocio, producto de la posibilidad que ofrece el implemento de una máquina semiautomática, al permitir elevar la productividad, contribuyendo al control de calidad durante la elaboración del producto, objeto por el cual, el diseño de la máquina se basa en la utilización de materiales acorde a las normas que hacen referencia a los procesos de producción alimenticia. Durante la consecución del proyecto se realizan cálculos para dimensionar los componentes neumáticos que formaran parte de la máquina, es decir se determinan las fuerzas de compresión, corte, avance y retroceso, además se determinan las velocidades de los pistones y se concluye con la simulación del sistema en el software FESTO fluidSIM de neumática para corroborar que el diseño se ha realizado de forma correcta.

ABSTRACT

The development of the research focuses on the design and simulation of a semi-automatic machine for making pies through analysis and selection coupled in such a way to facilitate and increase the performance of this product pneumatics. The preparation of pies is a productive activity carried out by a manual process that currently is a daily work of several families who are dedicated to the development of this occupation. The research raises solve a social problem by improving production style in making pies, besides contributing to the change of the productive matrix, for which uses research carried out on the object of study, information which it lets you set the parameters necessary for the design and simulation of the machine. Additional selection and sizing of the various components of the machine, the productivity index developed by the system, and the cost involved in its design and construction for the benefit of the community dedicated to the development of this product is exposed. In addition, the research project allows for advantages around the expansion of this business, resulting from the possibility offered by the attachment of a semiautomatic machine, allowing increasing productivity, it contributes to the quality control during the manufacture of the product, object by which, the design of the machine is based on the use of materials according to the rules that refer to food production processes. During the accomplishment of the project, calculations are made to dimension the pneumatic components that are part of the machine, that is to say the forces of compression, cut, advance and recoil are determined, also the speeds of the pistons are determined and they are concluded with the simulation of the System in the software FESTO fluidSIM of pneumatics to corroborate that the design has been realized of correct form.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO.....	iv
CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
ÍNDICE DE CONTENIDO	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xv
ÍNDICE DE ANEXOS	xvi
SIMBOLOGÍA	xvii
CÓDIGO DUBLÍN	xviii
INTRODUCCIÓN.....	xix
CAPÍTULO I.....	1
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. Problema de investigación	2
1.1.1. Planteamiento del problema	2
1.1.2. Formulación del problema.....	3
1.1.3. Sistematización del problema.....	3
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. Objetivo General.....	3
1.2.2. Objetivos Específicos	4
1.3. Justificación	4
CAPÍTULO II.....	5
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	5
2.1. Marco Conceptual.....	6
2.1.1. Diseñar.....	6
2.1.2. Neumática.....	6
2.1.3. Sistemas neumáticos.....	6

2.1.4.	Circuito neumático	6
2.1.5.	Variables físicas de un sistema neumático	7
2.1.6.	Sistema semiautomático	7
2.1.7.	Producción manual	7
2.1.8.	Empanadas.....	7
2.2.	Marco Referencial.....	8
2.2.1.	Flujo de señales de un sistema neumático	8
2.2.2.	Estructura de un sistema neumático.....	9
2.2.3.	Elaboración de empanadas	18
2.3.	Plátano verde.....	19
2.3.1.	Empanadas de plátano verde	19
2.4.	Fuerzas necesarias para deformar y cortar la materia prima (harina de trigo y plátano verde).	20
2.5.	Dimensionamiento de cilindros de doble efecto:.....	21
2.6.	Consumo de aire de un cilindro neumático de doble efecto	22
2.7.	Velocidad del pistón	22
2.8.	Fuerza de carga del cilindro	23
2.9.	Factor de pandeo	24
2.11.	Materiales	25
CAPÍTULO III		28
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		28
3.1.	Localización.....	29
3.2.	Tipos de investigación	30
3.3.	Métodos de investigación	30
3.4.	Fuentes de recopilación de información	31
3.5.	Diseño de la investigación	31
3.6.	Instrumentos de investigación	32
3.7.	Tratamiento de los datos	32
3.8.	Recursos humanos y materiales	32
3.8.1.	Recursos humanos	32
3.8.2.	Recursos materiales	33
CAPÍTULO IV		34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		34
4.1.	Resultados.....	35
4.1.1.	Análisis de encuesta con el software SPSS.....	35

4.1.2. Diseño del sistema neumático semiautomático para la elaboración de empanadas	41
4.1.2.1. Selección de cilindros neumáticos.....	42
4.1.2.2. Longitud de carrera (l).....	48
4.1.2.3. Cálculo del número de empanadas producidas por minuto (n)	49
4.1.2.4. Consumo de aire de los cilindros.....	50
4.1.2.5. Selección de componentes y accesorios de la máquina.....	52
4.1.2.6. Listado de piezas	55
4.1.2.7. Velocidades de vástagos	56
4.1.2.8. Materiales utilizados para construir la máquina	58
4.1.2.9. Diagrama neumático y electro neumático de la máquina para la elaboración de empanadas	60
4.1.3. Simulación del funcionamiento electro neumático de la máquina	64
4.1.4. Análisis de costos	71
4.2. Discusión	75
CAPITULO V	77
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	77
5.1. Conclusiones.....	78
5.2. Recomendaciones	78
CAPITULO VI	79
BIBLIOGRAFÍA	79
6. Bibliografía.....	80
CAPITULO VII.....	83
ANEXOS	83

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Flujo de señales en un sistema neumático	8
2. Estructura de un sistema neumático.	9
3. Cilindro de doble efecto.	10
4. Filtro de aire comprimido.....	10
5. Regulador de aire comprimido	11
6. Lubricador de aire comprimido	12
7. Regulador de caudal	15
8. Válvula Y.....	16
9. Válvula O.....	16
10. Válvula neumática.	17
11. Elaboración manual de empanadas	18
12. Plátano verde.	19
13. Empanada de verde.....	20
14. Montajes de cilindros.	23
15. pandeo del vástago del pistón.....	24
16. Ciudad de Quevedo.	29
17: Forma de elaborar la empanada.....	36
18: Número de empanadas.	37
19: Tamaño de la empanada.	38
20: Tipo de empanada más vendida.	39
21: Expandir negocio.....	40
22: Tener una máquina.	41
23. Cilindro para comprimir la masa.	45
24. Cilindro para cortar la masa.....	48
25. Compresor Porten.	52
26. Unidad de control marca Festo (filtro y válvula reguladora de presión).....	53
27. Válvula solenoide 5/2 - vías Festo.....	54
28. Indicadores de presión del sistema.	54
29. Reservorio de aire.	55
30. Material para la estructura de la máquina.....	59
31. Material para las matrices (compresión, corte) y meza giratoria.	59
32. Diagrama neumático del sistema de la máquina para hacer empanadas.	61
33. Diagrama electro neumático del sistema de la máquina para hacer empanadas.	63
34. Simulación del sistema electro neumático en fluidSIM de Festo.....	64
35: Sistema neumático semiautomático para la elaboración de empanadas.	65
36: Base de la máquina.....	66
37: Base de cilindros.	66
38: Soporte central de cilindros.	67
39: Soporte secundario de cilindros.....	67
40: Mesa giratoria.....	68
41: Conector de molde de corte con cilindro.....	68
42: Eje para molde de corte de empanadas.....	69
43: Molde para compresión de masa.	70
44: Molde para corte de empanadas.	70

ÍNDICE DE TABLAS

1. Fuerza necesaria para deformar y cortar las masas de harina y verde.....	20
2. Factor de montaje.	25
3. Aceros de aleación fina (conformidad con la directiva 2002/95/Ce (RoHS))......	26
4. Materiales sintéticos y elastómeros.	27
5: Equipos de hardware para la investigación.	33
6: Software para la investigación.....	33
7: Estadísticas de la encuesta.....	35
8: Materiales marca Festo para la construcción de la máquina.	56
9: Materiales de partes de la máquina de empanadas.	58
10: Costos del proyecto.	71
11: Depreciación de la máquina.	73
12. Flujo de efectivo.	74

ÍNDICE DE ECUACIONES

1. Diámetro del cilindro 1	42
2. Fuerza de avance del cilindro 1	43
3. Diámetro del vástago 1	43
4. Diámetro del cilindro 2	46
5. Fuerza de avance del cilindro 1	46
6 Diámetro del vástago 2	47
7. Numero de ciclos	49
8. Consumo de aire del cilindro 1	50
9. Consumo de aire del cilindro 2	51
10. Consumo total de aire de los dos cilindros	51
11. Transformación a litros reales	51
12. Velocidad del vástago para compresión de la masa	56
13. Velocidad del vástago para corte de la masa	57
14 Valor de salvamento	72
15. Depreciación por método de línea recta	73
16. Calculo del VAN	74

ÍNDICE DE ANEXOS

1. Fijación por brida CRFNG para cilindro.....	84
2. Cilindro CRFNG.	85
3. Cilindro CRFNG.	86
4: Chumacera de mesa giratoria.	87
5: Acero inoxidable.	88
6: Encuesta.....	89
7: Planos.	89

SIMBOLOGÍA

F_{c1} = Fuerza de compresión en N.

p = Presión en bares.

F_{R1} = Fuerza de rozamiento en N.

D_1 = Diámetro cilindro 1 [mm].

$F_{avance-1}$ = Fuerza de avance del cilindro en N.

$F_{Retroceso-1}$ = Fuerza de retroceso del cilindro N.

d_1 = Diámetro de vástago del cilindro en mm.

F_{c2} = Fuerza de corte en N.

F_{R2} = Fuerza de rozamiento en N.

D_2 = Diámetro del cilindro en mm.

n = Ciclos por minuto.

$\#_u$ = Número de unidades (empanadas).

t_e = Tiempo estipulado para trabajo en cada estación (empanada) en s.

t_c = Tiempo para determinar el número de empanas producidas en 60s.

Q_1 = Consumo total de aire cilindro1 en [dm³/min].

Q_2 = Consumo total de aire del cilindro 2 en dm³/min].

Q_T = Consumo total del sistema en l/min.

l_1 = Carrera cilindro 1 en [mm].

V_1 = Velocidad del vástago del cilindro 1 en dm/min.

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	“DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA NEUMÁTICO SEMIAUTOMÁTICO PARA LA ELABORACIÓN DE EMPANADAS”			
Autor:	Meza Vera Fabricio Alexander			
Palabras clave:	Mecánica	Sistema	Cilindro	Producción
Fecha de publicación:	14-nov-16			
Editorial	Quevedo: UTEQ, 2016.			
Resumen:	El desarrollo de la investigación se centra en el diseño y simulación de una máquina semiautomática para la elaboración de empanadas mediante el análisis y selección de elementos neumáticos acoplados de tal manera que facilite y aumente el rendimiento de este producto. La elaboración de empanadas es una actividad productiva realizada mediante un proceso manual que en la actualidad es una labor cotidiana de varias familias que se dedican al desarrollo de esta ocupación. The development of the research focuses on the design and simulation of a semi-automatic machine for making pies through analysis and selection coupled in such a way to facilitate and increase the performance of this product pneumatics. The preparation of pies is a productive activity carried out by a manual process that currently is a daily work of several families who are dedicated to the development of this occupation.			
Descripción:	109 hojas: dimensión es, 29.7 x 21 cm + CD-ROM 6162			
URI:	(en blanco hasta cuando se dispongan los repositorios)			

INTRODUCCIÓN

Actualmente, gran parte de los procesos de elaboración de productos de consumo masivo son realizados de manera manual, haciendo uso de la fuerza física, capacidades y destrezas humanas, como es habitual en la fabricación de empanadas de harina de trigo, verde, entre otras, parte importante de la dieta y alimentación diaria de las personas, en torno a la demanda de la población. Las limitaciones actuales en la elaboración de estos productos, involucran una mayor cantidad de mano de obra y por ende un costo elevado de producción, reduciendo las ganancias que esta actividad pueda generar.

La elaboración de empanadas es una actividad económica desarrollada por el mediano y pequeño artesano. El producto se comercializa en grandes tiendas y de manera informal por vendedores ambulantes, que buscan aumentar su rentabilidad, satisfaciendo la demanda alimenticia de la población de manera artesanal, por lo cual es necesario a través de esta propuesta facilitar su elaboración, aumentar la productividad y disminuir los tiempos de trabajo, factores que inciden directamente en el costo del producto, y establece la competitividad en el mercado.

Finalmente, otro de los problemas que presenta la elaboración de empanadas de manera manual es el límite de producción diario, no mayor a 80 unidades de acuerdo a encuestas a los vendedores informales, para el cual el alcance de la investigación es plantear el diseño de un equipo que al menos triplique la producción diaria de empanadas, mediante un proceso semiautomático haciendo uso de elementos neumáticos que reduzca el esfuerzo humano necesario que implica elaborar este producto. En el capítulo I, se plantea la problemática a resolver, así mismo se enmarcan las limitaciones de la elaboración artesanal de empanadas, además se plantean los objetivos durante la consecución proyecto, y se justifica el porqué de la elaboración de la máquina.

En el capítulo II, encontramos el marco conceptual necesario para tener claro en que se basa el proyecto, conceptos de los diferentes elementos dentro de un sistema neumático, e información relacionada con el proceso de elaboración artesanal de empanadas. A continuación, en el capítulo III, se muestra el lugar donde se llevará a cabo el proyecto, los materiales, recursos, y métodos de investigación utilizados. En el capítulo IV, se muestran

los cálculos y resultados necesarios para el diseño de la máquina, y selección de sus componentes neumáticos.

En los capítulos posteriores se muestran los resultados obtenidos, las conclusiones del diseño, los anexos y planos de la máquina.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

Actualmente, la elaboración de empanadas en Quevedo y zonas aledañas es realizada de manera doméstica (no industrializada) y comercializada por vendedores ambulantes directamente al consumidor, donde el proceso de elaboración de este producto es manual, basado en las capacidades y habilidades del fabricante, que a diario realiza esfuerzo físico para la elaboración de este producto.

La problemática que enfrenta este proceso de producción son las limitaciones debido a la elaboración manual con el que es ejecutado, como lo es el número estimado de empanadas diarias por persona, el tiempo de fabricación de cada unidad, la productividad y además de la diferencia existente entre cada unidad de empanada debido al proceso manual, lo que incide en que cada producto pueda adquirir ciertas diferencias en su forma y contenido dentro de la masa o producto final, el proceso de elaboración actual se basa en los criterios y medidas de manera irregular de su fabricante.

La elaboración de empanadas se ejecuta diariamente, por lo cual su fabricación es una rutina que se ejecuta de forma consecutiva, volviéndose tediosa para los fabricantes, pero se constituye como principal sustento económico de varias familias ecuatorianas, que se dedican a esta labor.

Diagnóstico

En la ciudad de Quevedo no existen máquinas que faciliten la elaboración de empanadas, por lo que el proceso es realizado manualmente por los mismos vendedores de este producto, y/o adquiridas de otros fabricantes que utilizan el mismo procedimiento, de tal manera esta actividad no garantiza al consumidor un producto fiable, por el exceso de manipulación.

Pronóstico

El no mejorar el proceso para la elaboración de empanadas, afectaría el desarrollo de esta micro industria, pues no tendría proyección de crecimiento y la posterior generación de recursos para el desarrollo de la población.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cómo incide el diseño y simulación de una máquina neumática semiautomática para la elaboración de empanadas?

1.1.3. Sistematización del problema

La investigación se centra en el análisis neumático, diseño y la simulación de una máquina para elaborar empanadas que hace uso de diferentes elementos para realizar un proceso semiautomático que reduzca el esfuerzo físico del fabricante.

- ¿Qué elementos neumáticos debe disponer el sistema?
- ¿Cuál es la presión mínima necesaria del sistema?
- ¿Cuáles son los parámetros de selección de los elementos neumáticos?
- ¿Cómo incide el diseño de la máquina en la productividad al elaborar empanadas?
- ¿Cuál es el costo estimado para la fabricación de la máquina?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Diseño y simulación de un sistema neumático semiautomático para la elaboración de empanadas.

1.2.2. Objetivos Específicos

- ✓ Establecer los parámetros mecánicos y neumáticos necesarios para el diseño semiautomático de la máquina para la elaboración de empanadas.
- ✓ Simular mediante FluidSIM (Festo) el sistema neumático de la máquina para la elaboración de empanadas.
- ✓ Analizar los costos para la implementación de la máquina que elabora empanadas.

1.3. Justificación

Las actividades de producción en la actualidad se enfrentan a un cambio técnico, debido a los avances tecnológicos que se suscitan en el ámbito productivo, donde el Ecuador ha tomado medidas para adaptarse a estos cambios, como es el cambio de la matriz productiva, que consiste en aprovechar de manera considerable los recursos que dota la Nación, mismos que por falta de tecnología no son utilizados. Este antecedente debe motivar a la ciudadanía a aportar con investigaciones que contribuyan al cambio de dicha matriz.

El proceso de investigación tiene como finalidad contribuir en el cambio de la matriz productiva mediante el diseño de una máquina, que a su vez mejora el estilo de vida de los comerciantes de empanadas que hasta la actualidad es realizado de manera manual, sin control en su proceso, ni fiabilidad en la calidad del mismo, por lo cual esta investigación tributa con el desarrollo tecnológico del país y a proporcionar una mejora en el estilo comercial de los ciudadanos.

La ciudad de Quevedo no dispone de maquinarias para la elaboración semiautomática de empanadas, que reduzcan el esfuerzo empleado en su proceso de fabricación, por lo cual el diseño y posterior implementación de esta máquina en el mercado beneficia en diversos factores, mejora la productividad, reduce costos, facilita la expansión del negocio a mayor escala, y aumenta la producción.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA
INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Conceptual

2.1.1. Diseñar

El concepto de diseñar hace su enfoque en el mundo de las artes, ingeniería, el campo arquitectónico y a su vez en diferentes ámbitos disciplinarios. El diseño referencia una representación mental mediante la coordinación de factores humanos y materiales, plasmando en un formato gráfico una obra a realizar, aplicando conocimientos, intuición, criterios de decisión, que permitan comunicar la idea de lo que se desarrolla. [1]

2.1.2. Neumática

Es el campo de la física que utiliza el aire comprimido para transmitir energía necesaria para el funcionamiento de diversos mecanismos, a diferencia de la hidráulica que hace uso de un fluido líquido para transmitir energía. [2]

2.1.3. Sistemas neumáticos

Los sistemas neumáticos son un conjunto de elementos neumático acoplados en conjunto para realizar una acción estimada, utilizando un método de circulación de aire para transmitir señales o potencia, siendo el aire un material de tipo elástico con propiedades acordes al sistema, en el cual al insertarle una fuerza esta se comprime, permitiendo mantener la compresión y conservar su energía, acumulándola para transmitirla cuando esta se expanda según el principio de la ley de los gases ideales. [3]

2.1.4. Circuito neumático

Existen dos tipos de circuito neumáticos, el de anillo cerrado y el circuito de anillo abierto. El primero es aquel que permite una mayor velocidad en la recuperación del fluido mediante un proceso de recirculación. El de anillo abierto es aquel en el cual su distribución hacia el sistema neumático se encuentra ramificado y no retornan al principio, una de las ventajas es ser económica en su instalación, pero a su vez la desventaja es la necesidad de mayor trabajo de los compresores debido a la necesidad del flujo. [3]

2.1.5. Variables físicas de un sistema neumático

En un sistema neumático inciden diversas variables en torno al funcionamiento de sus elementos tales como la temperatura, presión, caudal del fluido, fuerza, las mismas acopladas en un estado de equilibrio que permitan el óptimo funcionamiento del diseño del sistema neumático.

2.1.6. Sistema semiautomático

Es un tipo de sistema compuesto de diversos elementos que agiliza y facilita parte de un proceso, hace uso de controladores como los dispositivos de accionamiento manual, interruptores o dispositivos análogos. Los sistemas semiautomáticos generalmente se utilizan para facilitar la realización de maniobras de mano y control donde el control manual no es posible, a su vez para agilizar procesos que superen las condiciones manuales. [4]

2.1.7. Producción manual

Es aquella en la que la fuerza empleada para realizar una actividad se da por labor humana, aunque este inmerso el uso de herramientas e instrumentos, esta actividad se daba con mayor incidencia en la antigüedad y hasta los primeros tiempos de la industria moderna. [5]

2.1.8. Empanadas

La empanada es una masa de consistencia suave, aspecto quebrado y hojaldre, elaborada de una masa salada o dulce, cocida a temperatura moderada en un horno o a su vez frita con aceite vegetal. Su relleno puede ser de mariscos, queso, carne u otro elemento comestible de acuerdo a la receta utilizada, es un producto de consumo masivo y puede poseer grasa, manteca u aceites. [6]

2.2. Marco Referencial

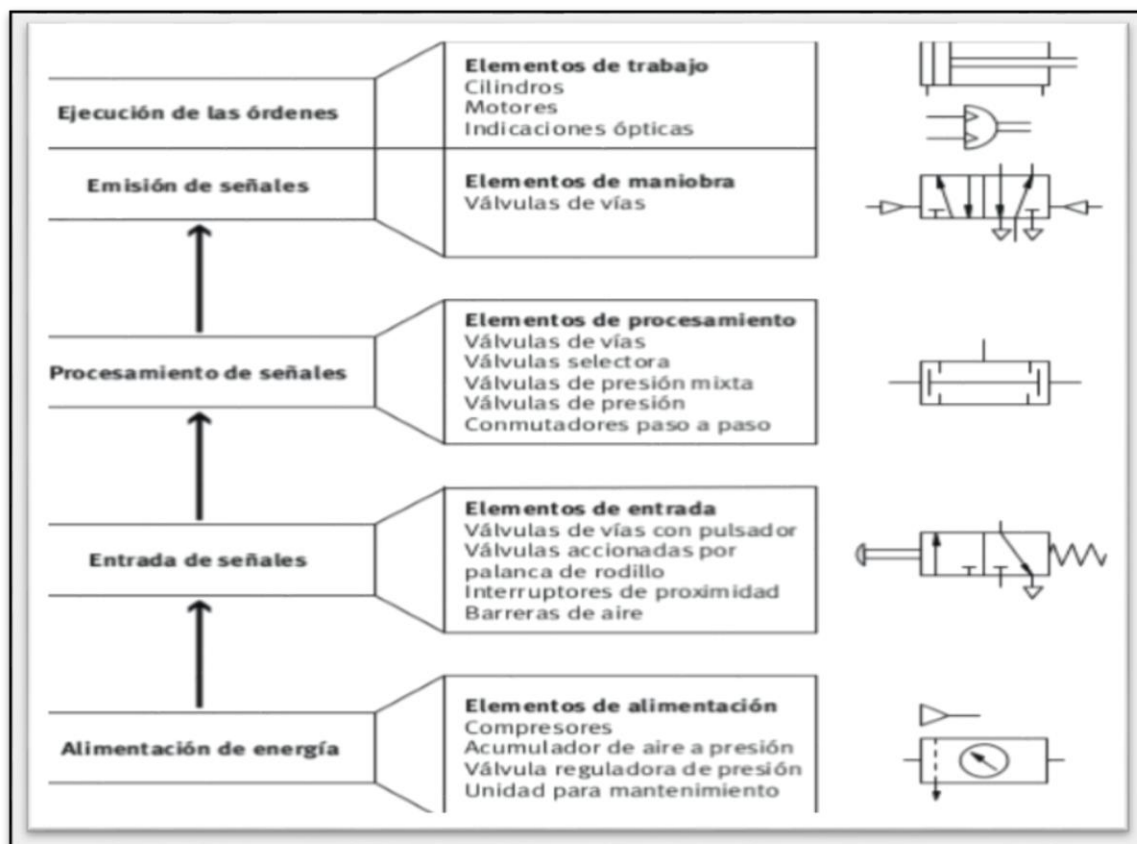
2.2.1. Flujo de señales de un sistema neumático

Los sistemas neumáticos componen un conjunto de elementos concatenados entre sí, los cuales disponen de una vía de transmisión de señales comandada por un mando que recibe señales de entrada y va hasta el lado de la ejecución del trabajo, la salida. [7]

El sistema de control se compone de un grupo de elementos que se detallan a continuación:

- ✓ Energía para abastecer el sistema
- ✓ Sensores
- ✓ Procesadores
- ✓ Elementos de accionamiento (actuadores)

Figura 1. Flujo de señales en un sistema neumático

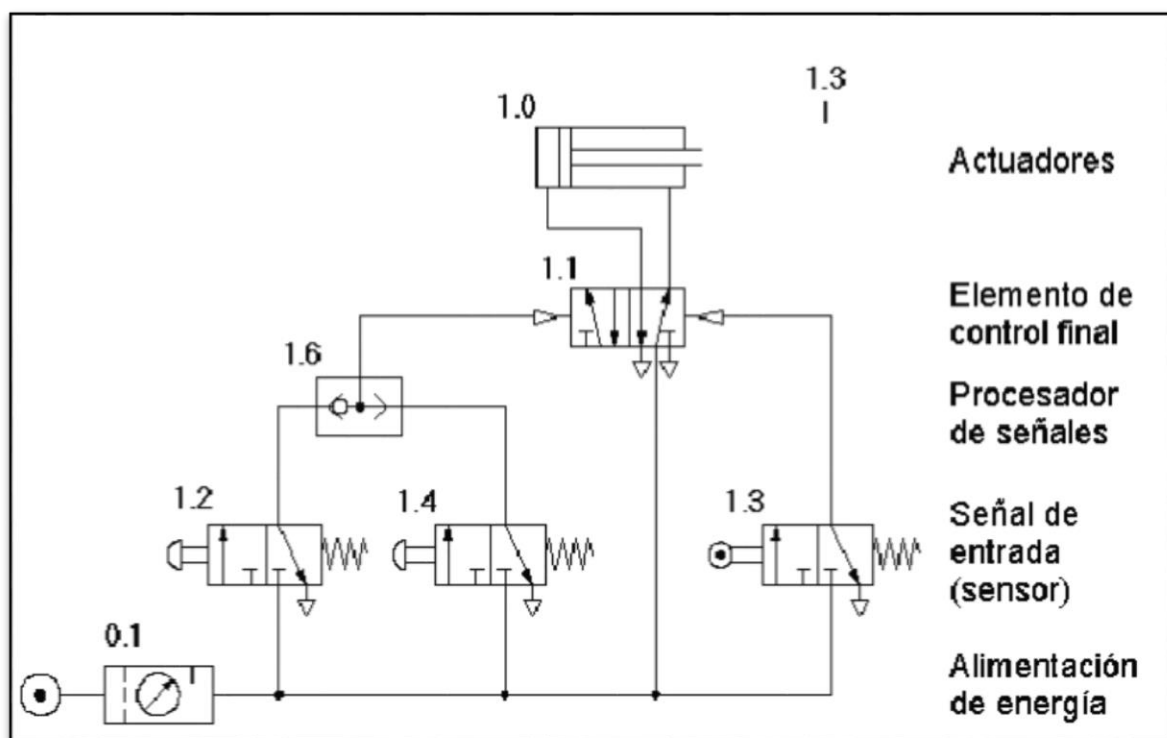


Fuente: Festo (2000).

2.2.2. Estructura de un sistema neumático

Los elementos dentro de un sistema neumático suelen ser diseñados para soportar presiones de 800 kPa (8 a 10 bar), pero por factores económicos en la práctica se usan presiones de 5 a 6 bar, para el cual se hace uso de un compresor con una producción de mayor presión para compensar alguna fuga que se pueda suscitar en el sistema neumático. [8]

Figura 2. Estructura de un sistema neumático.



Fuente: Festo (2000).

2.2.2.1. Cilindro neumático de doble efecto

En los cilindros de doble efecto, el aire comprimido ingresa por ambos lados del cilindro, permitiendo así que el vástago tenga dos movimientos, de avance y retroceso, los cilindros de este tipo se clasifican en [9]:

- ✓ Amortiguación fija.
- ✓ Sin amortiguación.
- ✓ Amortiguación regulable.

Figura 3. Cilindro de doble efecto.



Fuente: Festo (2016).

2.2.2.1. Filtro de aire comprimido

El filtro de aire comprimido es un elemento que permite limpiar el aire comprimido de diversas impurezas, muy utilizados en la industria para salvaguardar sus instalaciones asegurando la calidad del aire. A través del filtro se regula la cantidad y humedad en el aire que circula por el sistema, las partículas que lo componen y el residual de aceite. [10]

Figura 4. Filtro de aire comprimido



Fuente: Autor (2016).

2.2.2.2. Regulador de aire comprimido

Los reguladores de presión son uno de los elementos principales de los sistemas neumáticos que permiten obtener un flujo de aire y presión requerida por las instalaciones. Todo equipo dispone de parámetros necesarios para su funcionamiento, entre ellos la presión necesaria, donde sí se somete a una cantidad mayor a la estimada puede provocar uso excesivo del aire, costos y daño del elemento. [7]

El uso de un regulador de presión ejecuta la función de controlar el índice de presión que ingresa al elemento, y por consiguiente contribuye en un ahorro de costos en el sistema, el cual cumple dos funciones principales: mantiene el valor de presión de entrada y salida de manera independiente, y logra una independencia en el flujo

Figura 5. Regulador de aire comprimido



Fuente: Autor (2016).

2.2.2.3. Lubricador de aire comprimido

La función del lubricador es de agregar aceite al aire comprimido, en el sistema neumático, cuando este sea requerido, en función de la composición y necesidad del aire circulante en el sistema neumático. [11]

Figura 6. Lubricador de aire comprimido



Fuente: Autor (2016).

2.2.2.4. Válvulas neumáticas

Las válvulas neumáticas son componentes de un circuito neumático utilizados para la distribución, regulación y control del aire comprimido dentro del sistema, que a través de varios elementos se acoplan en el circuito neumático para ejecutar un sin número de acciones. Entre estas se diferencian varios tipos de acuerdo a su función: [8]

Direccionales

También denominadas válvulas de vías, son un elemento básico en los circuitos neumáticos que controlan otros elementos como los actuadores dirigiéndolos en una línea de funcionamiento, impidiendo o permitiendo el paso del aceite o aire hacia el sistema, sea este hidráulico o neumático respectivamente. [8]

Las válvulas direccionales se caracterizan por un código, pertinente al número de vías seguido del número de posiciones del elemento neumático. El número de vías da a conocer el número de conexiones que posee el elemento, y el valor de las posiciones detalla el número de maniobras que la válvula puede realizar, representadas simbólicamente por cuadrados que indican la vía de circulación del flujo, como también las vías bloqueadas del elemento neumático. [8]

Los tipos de válvulas de acuerdo a las vías y número de posiciones son los siguientes:

Válvula direccional 2/2

Esta válvula cumple la función de unir las vías en un punto del sistema y separarlas en otro punto. [8]

Válvula direccional 3/2

El código de 3/2 indica que la válvula es de 3 vías y 2 posiciones, una de ellas hacia el actuador y las demás vías se dirigen hacia el tanque de presión, teniendo un circuito de retorno desde el actuador hasta el actuador del tanque.

Válvula direccional 4/2

Posee el mismo funcionamiento de la válvula de 3/2, adicional a esto posee una vía más hacia el actuador, permitiendo el funcionamiento de un elemento en sentido contrario, como el del cilindro de doble efecto, el cual en primera instancia acciona el cilindro y en segunda función este retorna a su posición original. [8]

Válvula direccional 4/3

Estas válvulas poseen 4 vías y 3 posiciones, la de presión, temperatura y dos adicionales que van a los actuadores del circuito neumático.

Reguladores de presión

Las válvulas reguladoras de presión son aquellas que cumplen la función de proporcionar un control en la limitación de presión que ingresa al sistema neumático, permitiendo un ajuste de manera manual y precisa durante su utilización. La utilización de estos elementos neumáticos es común en la industria alimenticia y de manufactura, como en cintas transportadoras, para el control de procesos entre otras [8].

Reguladores de retención

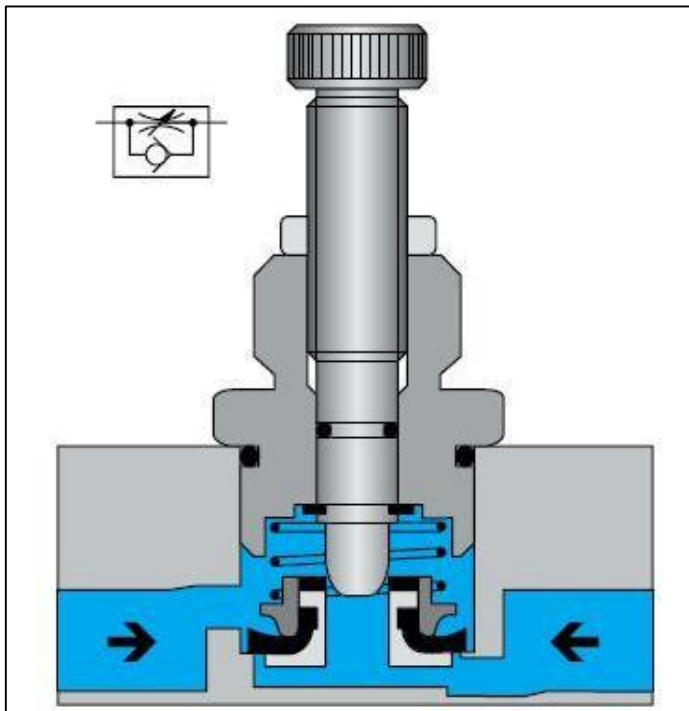
Las válvulas reguladoras de retención son de tipo automática utilizadas para impedir el retorno del flujo en el mismo conducto. Permite mantener la presión del flujo poniendo una leve resistencia a la pérdida de presión, su principio de funcionamiento radica en utilizar la contrapresión del flujo para cerrar el conducto e impedir que el flujo de aire retorne por el conducto en sentido contrario, estos pueden ser tanto de uso horizontal como vertical dentro del circuito neumático. [8]

Reguladores de caudal

Las válvulas reguladoras de caudal son aquellas que permiten controlar, bloquear o permitir la circulación del flujo en el sistema, haciendo posible controlar la velocidad de los elementos de accionamiento, como por ejemplo el avance o retroceso de un pistón. Este proceso de regulación solo se la puede realizar en un sentido de velocidad.

Esta válvula consta de dos vías, la de estrangulación y la de antirretorno, como se muestra en la figura 7, una vez que se accione el antirretorno, solo le queda una vía para la circulación del flujo, que es la de estrangulación por donde debido a la reducción del diámetro del cilindro esta disminuye la velocidad el elemento accionar. [12]

Figura 7. Regulador de caudal



Fuente: Festo (2016).

Reguladores de vacío

Las válvulas reguladoras de vacío son aquellas que generan una señal de vacío en un punto del sistema cercano al diafragma que controla el flujo del proceso principal logrando establecer un equilibrio entre el puerto piloto de entrada y el piloto de referencia del circuito, lo que permite mantener variaciones del flujo y diferentes niveles de vacío en el sistema neumático. [13]

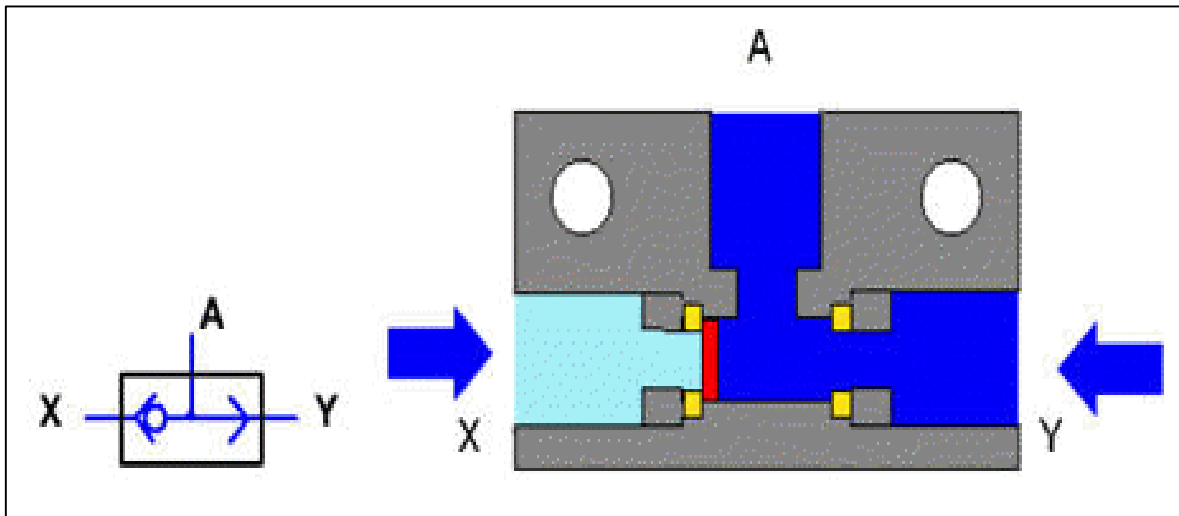
Reguladores de lógica

Existen dos tipos básicos, la válvula tipo Y y la válvula tipo O, detalladas a continuación:

Válvula Y

Son utilizadas como elementos para proporcionar seguridad normalmente en prensas o guillotinas, de accionamiento manual realizada por los operadores, consta de 2 entradas y una sola salida como se muestra en la figura, la cual funciona solo cuando tiene dos entradas de aire. [13]

Figura 8. Válvula Y

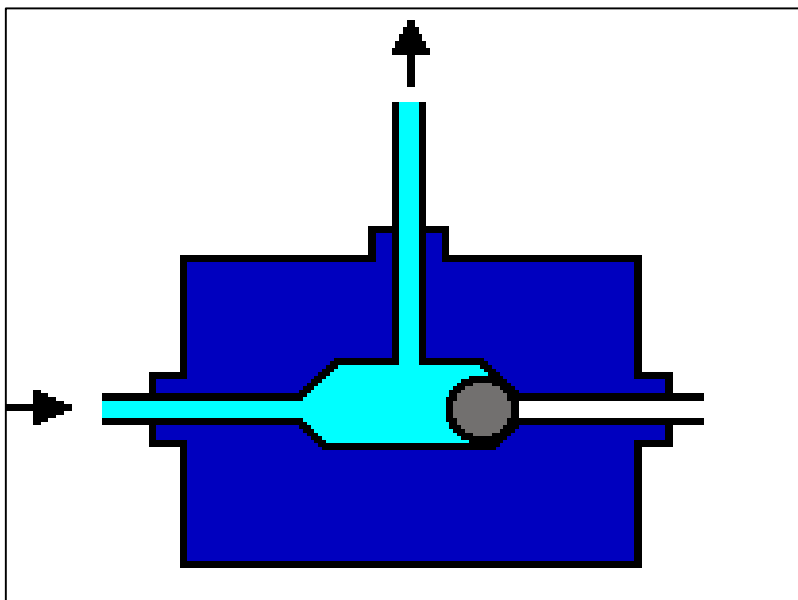


Fuente: Festo (2016).

Válvula O

A diferencia de la válvula tipo Y, esta válvula solo se acciona con una entrada de aire sea X o Y, saliendo el flujo por A. [13]

Figura 9. Válvula O.

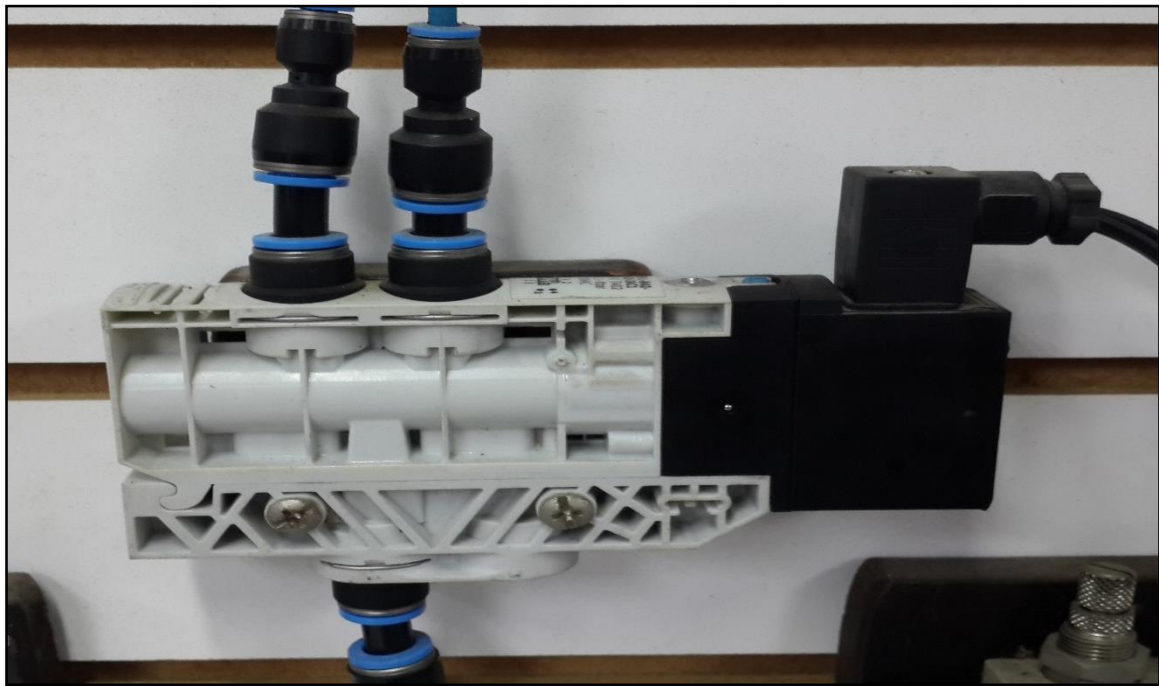


Fuente: Festo (2016).

Reguladores de cierre

Además, dentro de las válvulas direccionales existen diversas vías de 2-3-4 y 5, siendo las mayormente utilizadas en el mundo industrial las electroválvulas.

Figura 10. Válvula neumática.



Fuente: Autor (2016).

Elementos de accionamiento

Los elementos de accionamiento son aquellos que se accionan mediante válvulas neumáticas que regulan y permiten el paso del aire hacia los elementos de acuerdo al trabajo a desarrollar, usualmente las válvulas se instalan en la línea principal de aire lo que permite mantener un valor mínimo en las pérdidas del caudal de aire comprimido, y aprovechar la eficiencia de los compresores. [11]

Se conocen dos tipos básicos de elementos de accionamiento:

- ✓ El de accionamiento giratorio: entre ellos se encuentra el accionamiento giratorio y el motor neumático.
- ✓ El de accionamiento lineal: se encuentran los cilindros de simple y doble efecto.

2.2.3. Elaboración de empanadas

El proceso de elaboración de empanadas lo realizan un gran número de familias ecuatorianas, algunas de ellas hacen uso de esta actividad como un medio de trabajo, para su estabilidad económica. El proceso de elaboración de este producto es variado, permitiendo el uso de diversas masas hechas a base de maíz, verde, trigo, entre otras. [14]

Ingredientes de la empanada.

- ✓ carne molida (depende del relleno)
- ✓ mantequilla
- ✓ cebollas
- ✓ kg de harina
- ✓ agua tibia
- ✓ huevos
- ✓ Sal

Figura 11. Elaboración manual de empanadas



Fuente: Autor (2016).

2.3. Plátano verde

Crece en todos los países con regiones tropicales, posee múltiples virtudes, ya que tiene bioflavonoides, que ayudan a generar los tejidos y mejora la cicatrización, sirve también para las úlceras y problemas gástricos [15].

Figura 12. Plátano verde.



Fuente: Autor (2016).

2.3.1. Empanadas de plátano verde

Para preparar empanadas de verde, se debe tener en consideración los siguientes ingredientes [16].

Ingredientes:

- ✓ Plátanos verdes.
- ✓ Sal
- ✓ Relleno (pollo, carne, queso, etc.)

Figura 13. Empanada de verde.



Fuente: Autor (2016).

2.4. Fuerzas necesarias para deformar y cortar la materia prima (harina de trigo y plátano verde)

Antes de dimensionar los componentes neumáticos de la máquina, primero se debe determinar las fuerzas necesarias para deformar las materias primas de las cuales se constituyen las empanadas, mismas que han sido obtenidas de la siguiente tabla [17]:

Tabla 1. Fuerza necesaria para deformar y cortar las masas de harina y verde.

Resistencia a la compresión	
Masa de trigo	1779.28 N
Masa de plátano verde	2166 N
Resistencia al corte	
Masa de trigo	1112.05 N
Masa de plátano verde	1353.75 N

Fuente: Proyecto de diseño de un sistema de moldeo de masa de verde para producir 48 bolones por golpe (ESPN) Brigitte Macías Caza (2015).

2.5. Dimensionamiento de cilindros de doble efecto:

Para realizar el dimensionamiento de un cilindro de doble efecto, se utilizan las siguientes ecuaciones:

Fuerza de compresión

La fuerza de compresión es la fuerza necesaria o requerida por el sistema [11].

$$F_{C1} = p \cdot \frac{D_1^2 \cdot \pi \cdot 10}{4} - F_{R1}$$

F_{C1} = Fuerza de compresión en N.

p = Presión en bares.

F_{R1} = Fuerza de rozamiento en N.

D_1 = Diámetro del cilindro en cm.

Fuerza de avance

La fuerza de avance es la fuerza real transmitida por el vástago al sistema [11].

$$F_{avance} = p \cdot \frac{\pi \cdot D_1^2}{40}$$

$F_{avance-1}$ = Fuerza de avance del cilindro en N.

p = Presión del sistema en bares.

D_1 = Diámetro del cilindro en mm.

Fuerza de retroceso

La fuerza de retroceso es la fuerza necesaria para que el émbolo regrese a su posición inicial [11].

$$F_{\text{Retroceso}} = p \cdot \frac{\pi \cdot (D_1^2 - d_1^2)}{40}$$

$F_{\text{Retroceso}-1}$ = Fuerza de retroceso del cilindro N.

p = Presión del sistema en bares.

D_1 = Diámetro del cilindro en mm.

d_1 = Diámetro de vástago del cilindro en mm.

Fuerza de rozamiento

La fuerza de rozamiento va del (3-10) % de la fuerza calculada [11].

Longitud de carrera

La longitud de carrera no es más que la longitud que se desplaza el émbolo dentro del cilindro, o la longitud que recorre el vástago.

Las longitudes de carrera normalizadas son las siguientes: 10, 25, 40, 80, 140, 200, 300...n-1 [11].

2.6. Consumo de aire de un cilindro neumático de doble efecto

Para determinar el consumo de aire de un cilindro es necesario determinar la relación de compresión, el área del pistón y de la carrera del mismo de acuerdo a la siguiente fórmula [11]:

$$Q = 2 \cdot \frac{0,987 + p(\text{bar})}{0,987} \cdot \frac{\pi \cdot D^2 \cdot l}{4000000} \cdot n$$

2.7. Velocidad del pistón

Se obtiene la velocidad del pistón al dividir el caudal por la sección del pistón [11].

$$\text{Velocidad} \left(\frac{\text{dm}}{\text{min}} \right) = \frac{0,987 + p(\text{bar})}{0,987} \cdot \frac{l \cdot n}{100}$$

2.8. Fuerza de carga del cilindro

La fuerza de carga de un cilindro es consecuencia del montaje, las cuales son tres básicamente [11]:

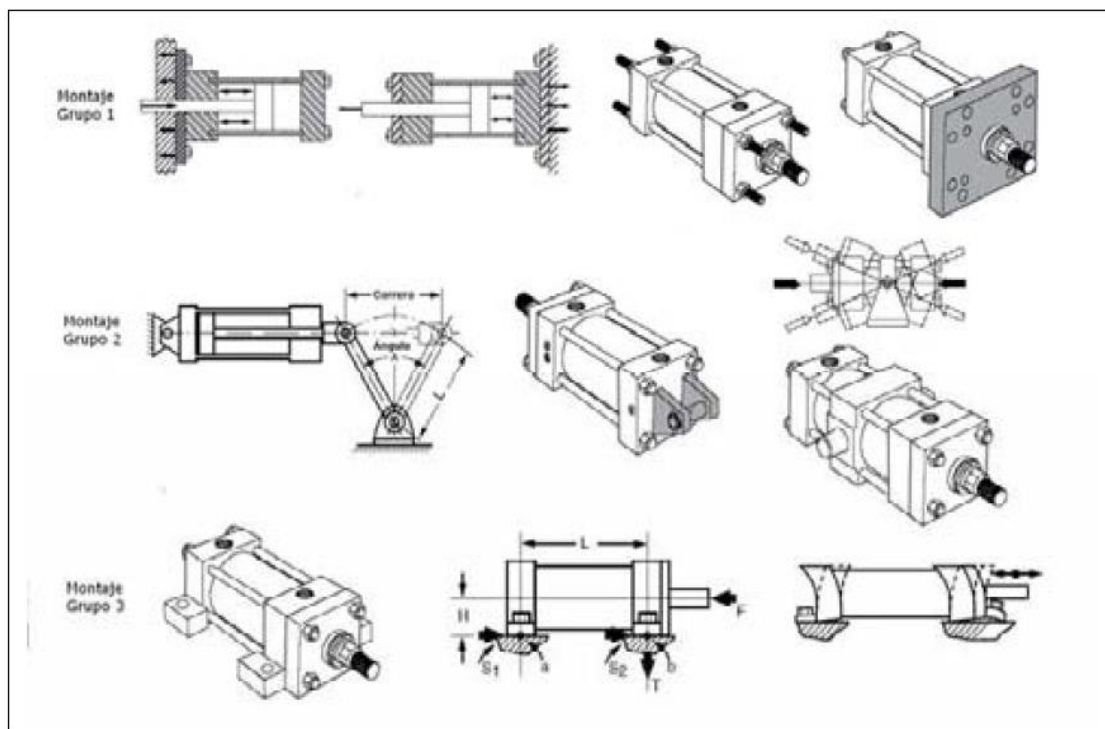
Grupo 1: Montaje fijo, mismo que absorbe la fuerza ejercida sobre el cilindro en la línea central. Este sistema se podría decir que es el mejor, pues las fuerzas están equilibradas sobre el vástago.

Grupo 2: Absorbe la fuerza ejercida sobre el cilindro en la línea central, permite el movimiento en un solo plano, es utilizado en máquinas donde el montaje sigue una línea curva.

Grupo 3: No absorbe la fuerza del cilindro en la parte central, se da un momento que puede o tiende a hacer rotar al cilindro.

Cada uno de estos tipos de montaje se indican en la **figura 14**.

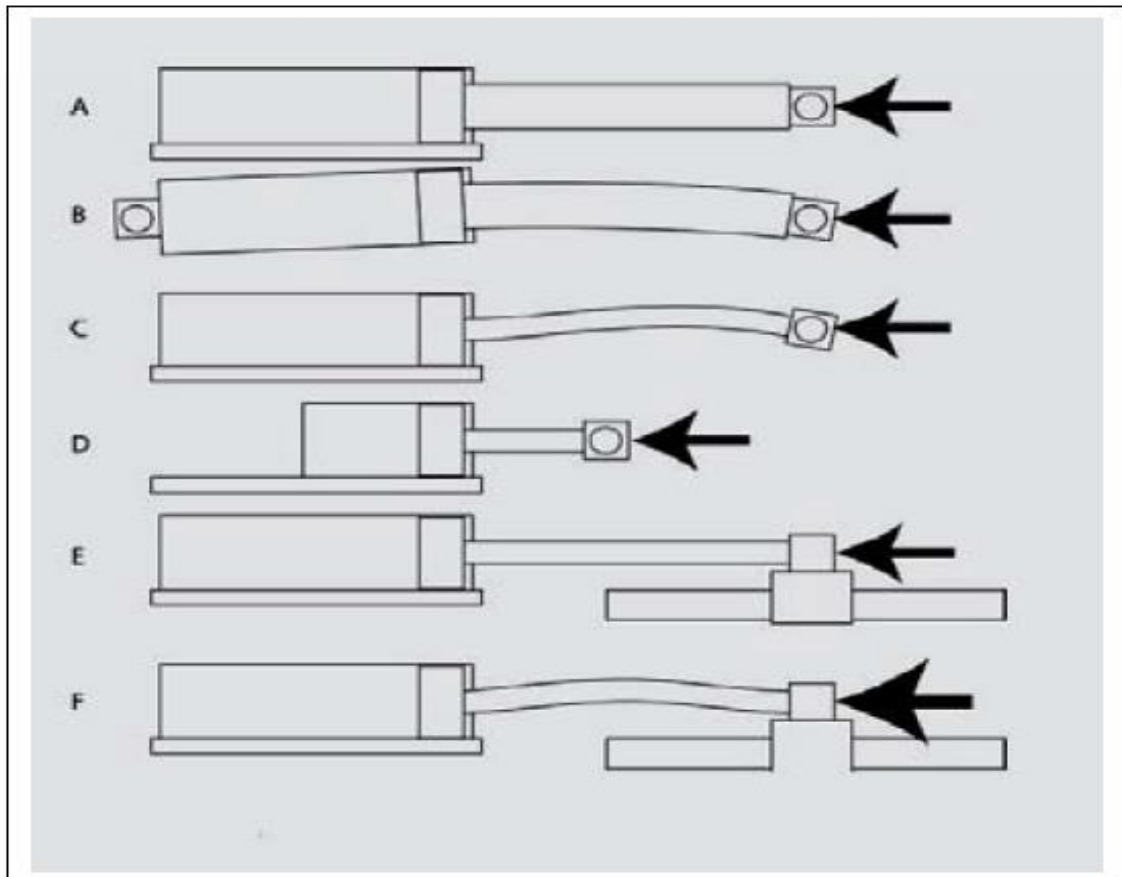
Figura 14. Montajes de cilindros.



Fuente: Parker Hannifin Corporation (2014).

La selección del vástago, depende del montaje del cilindro y la conexión de la última parte del mismo, en cada uno de los montajes, existe riesgo de que se produzca pandeo, lo cual se muestra en la **figura 15** [11].

Figura 15. pandeo del vástago del pistón.

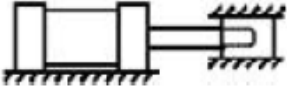
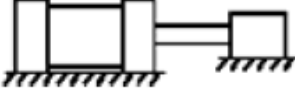
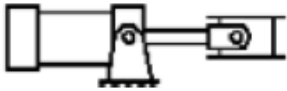
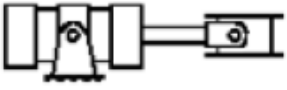


Fuente: Parker Hannifin Corporation (2014).

2.9. Factor de pandeo

El factor de pandeo determina que cuanto mayores son los momentos de giro, y mayor es la longitud básica, mayor debe ser la sección del vástago para que este no pueda curvarse. En la **tabla 2**, se muestran los factores de pandeo [11].

Tabla 2. Factor de montaje.

Tipos de montaje	Conexión del extremo del vástago	Tipo de conexión	Factor de pandeo
Grupos 1 o 3 - Los cilindros de gran longitud de carrera deben montarse usando en un extremo una base rígida y alineada para soportar la fuerza principal y en el extremo opuesto un soporte parecido. Se aconseja un soporte intermedio para el caso de carteras muy largas	Fijo y guiado rígido	I 	0,5
	Pivote y guiado rígido	II 	0,7
	Soporte sin guiado rígido	III 	2
Grupo 2	Pivote y guiado rígido	IV 	1
	Pivote y guiado rígido	V 	1,5
	Pivote y guiado rígido	VI 	2

Fuente: Parker Hannifin Corporation (2014).

2.10. Normas

Para la elaboración del proyecto, se utiliza la siguiente normativa:

- ✓ Reglamento técnico ecuatoriano RTE INEN 131 “SEGURIDAD E HIGIENE DE MAQUINARIA PARA PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS”.
- ✓ UNE-EN 1672-2 y UNE-EN ISO 12100.
- ✓ Directiva 2002/95/Ce (RoHS).

2.11. Materiales

Los materiales para la industria de producción de alimentos, deben procurar no absorber o desprender sustancias ajenas a los alimentos que pueden cambiar negativamente la calidad, el sabor, o el olor, esto al contacto directo o indirecto con los mismos. Estos materiales no deben reaccionar a productos de limpieza, químicos antimicrobianos (desinfectantes). Por

tanto, deben ser diseñados para resistir la corrosión, ser mecánicamente estables, y que su parte superficial no sufra cambios [18].

Materiales utilizados en la industria alimenticia

Acero inoxidable de aleación fina:

El acero de aleación fina inoxidable, suele ser la opción más utilizada en el diseño y construcción de máquinas para la industria alimentaria [18].

Tabla 3. Aceros de aleación fina (conformidad con la directiva 2002/95/Ce (RoHS).

AISI	EN10088-1	DIN	Internacional	Apto para el contacto con productos alimentarios según	Clase de resistencia a la corrosión CRC
AISI 304	X5CrNi18-10	1.4301	0Cr18Ni9 (China) SUS 304 (Japón) STS 304 (Corea) 08Ch18Ni10 (CEI)	ANSI/NSF 51	3 (4 con superficie lisa, p. ej., mediante pulido electrolítico)
AISI 316	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	STS 316 (Corea) 08Ch16Ni11M3 (CEI) 0Cr17Ni12Mo2 (China) SUS 316 (Japón)	ANSI/NSF 51	3 (4 con superficie lisa, p. ej., mediante pulido electrolítico)
AISI 316L	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	00Cr17Ni14Mo2 (China) STS 316L (Corea) SUS 316L (Japón)	ANSI/NSF 51	3 (4 con superficie lisa, p. ej., mediante pulido electrolítico)
AISI 316L	X2CrNiMo18-14-3	1.4435	00Cr17Ni14Mo2 (China) SUS 316L (Japón)	ANSI/NSF 51	3 (4 con superficie lisa, p. ej., mediante pulido electrolítico)
AISI 329	X3CrNiMoN27-5-2	1.4460	0Cr26Ni5Mo2 (China) 10Ch26Ni5M (CEI) SUS 329J1 (Japón)	ANSI/NSF 51	3 (4 con superficie lisa, p. ej., mediante pulido electrolítico)
AISI 316Ti	X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571	0Cr18Ni12MoTi (China) 10Ch17Ni13M2T (CEI) STS 316Ti (Corea) SUS 316Ti (Japón)	ANSI/NSF 51	El titanio incrementa la CRC a 4

Fuente: Festo (2016).

Materiales sintéticos:

Los materiales elastómeros y sintéticos que pueden estar en contacto con los alimentos deben cumplir con las directivas de la FDA, disposición 1935/2004/CE y la disposición de

materiales sintéticos 10/2011. Además, estos materiales deben ser resistentes a la corrosión y cumplir con las características de limpieza antes mencionadas [18].

Tabla 4. Materiales sintéticos y elastómeros.

Denominación	Abreviatura	Conformidad dentro de un grupo posible según:	Resistencia a ácidos diluidos	Resistencia a lejías diluidas
Polipropileno	PP	FDA y / o 10/2011	±	+
Poliamida	PA	FDA y / o 10/2011	–	0
Cloruro de polivinilo	PVC	–	±	±
Polifluoruro de vinilideno	PVDF	FDA y / o 10/2011	±	±
Polioximetileno	POM	FDA y / o 10/2011	–	0
Polimetilmetacrilato	PMMA	FDA y / o 10/2011	±	±
Policarbonato	PC	FDA y / o 10/2011	±	–
Polietileno HD	PE-HD	FDA y / o 10/2011	±	±
Tereftalato de polietileno	PET	FDA y / o 10/2011	0	–
Polietereftercetona	PEEK	FDA y / o 10/2011	±	±
Politetrafluoroetileno	PTFE	FDA y / o 10/2011	±	±
Caucho etileno-propileno-dieno	EPDM	FDA	±	±
Caucho fluorado	FKM/caucho fluo-rado	FDA	±	–

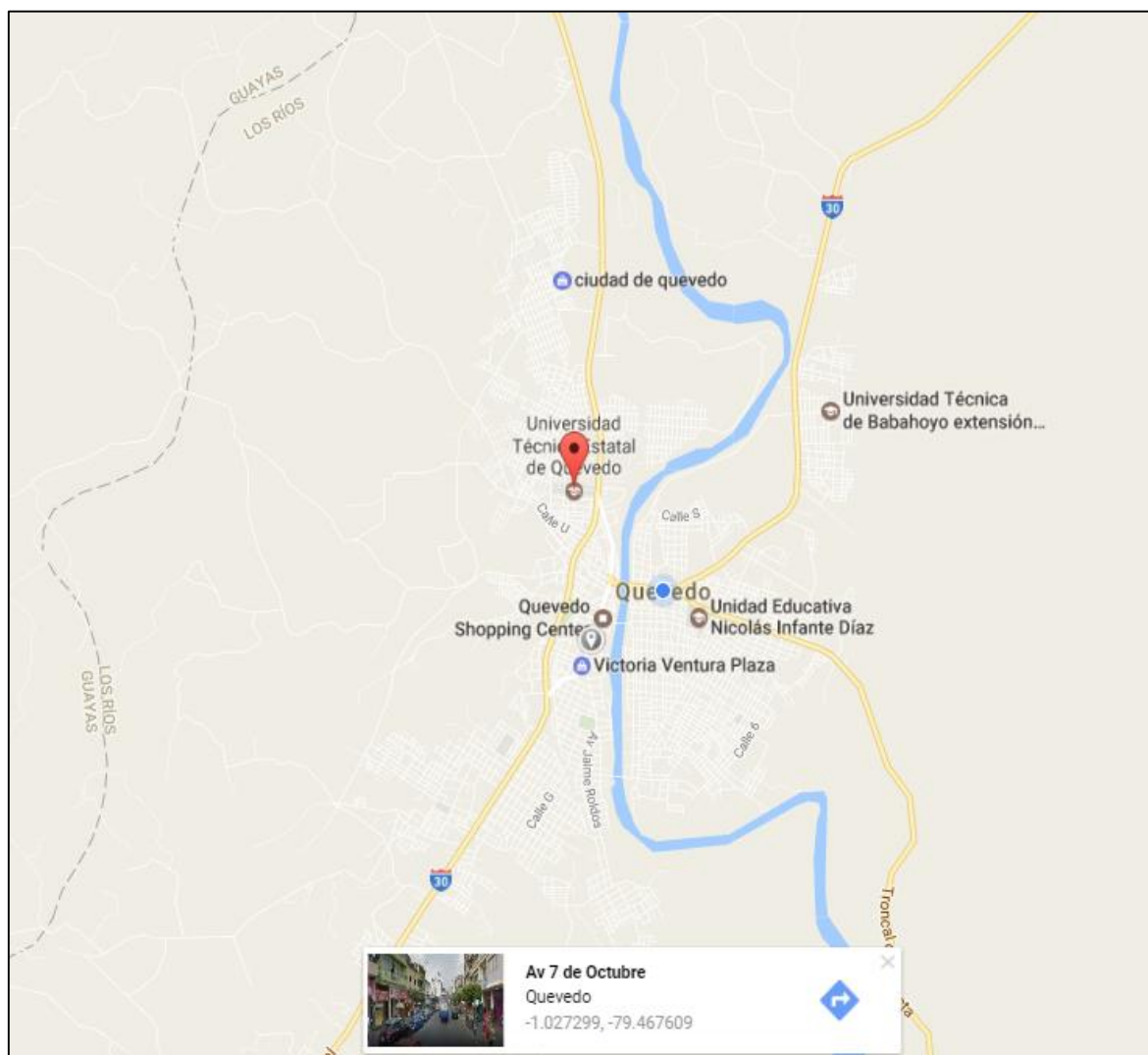
Fuente: Festo (2016).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

El Proyecto de investigación se lo realizó en la ciudad de Quevedo provincia de Los Ríos.

Figura 16. Ciudad de Quevedo.



Fuente: Mapas de Google (2017).

Latitud: -1.027299

Longitud: -79.467609

UFI: -932468

UNI: -1379252

UTM: PU68

JOG: SA17-08

3.2. Tipos de investigación

3.2.1. Investigación exploratoria

Se aplicó este tipo de investigación, ya que en la actualidad el tema no cuenta con antecedentes de estudios técnicos, y mediante el mismo se determinó los factores relevantes de la problemática y la importancia de la investigación, así como una solución para la necesidad planteada en el proyecto.

3.2.2. Investigación descriptiva

La investigación contuvo carácter descriptivo, pues se recopilaban datos de producción de empanadas a los vendedores del producto en la ciudad de Quevedo, los cuales fueron fundamentales para el proceso investigativo.

3.2.3. Investigación de campo

Mediante este tipo de investigación se conocieron las necesidades reales, para las cuales se va a diseñar la máquina, y como se puede mejorar la producción de empanadas, al observar los métodos artesanales de elaboración de cada vendedor.

3.3. Métodos de investigación

3.3.1. Método analítico

Se utilizó para obtener datos de fuentes de información bibliográficas, como tesis relacionadas al proyecto investigativo, mismas que tuvieron en común el manejo de la materia prima (plátano verde).

3.3.2. Método Inductivo

Este método ayudó a tener mediante una lluvia de ideas una conclusión de como poder mejorar el método de elaboración de empanadas de plátano verde, es decir que mediante el mismo se planteó el utilizar la neumática como factor preponderante en el diseño.

3.3.3. Método deductivo

Ayudó a llegar a una conclusión sobre la investigación, es decir, permitió afirmar a la neumática como un método útil en el diseño, a partir de diversos conceptos y aplicaciones de la misma en diferentes áreas de la mecánica.

3.4. Fuentes de recopilación de información

3.4.1. Fuentes primarias

Se obtuvo la información a partir de la observación directa del problema. Se realizó dentro de la ciudad de Quevedo, para así determinar las necesidades del pequeño comerciante de empanadas en cuanto al producto que ofrece y los estándares a cumplir relacionados con el tamaño del producto, calidad e higiene del mismo.

3.4.2. Fuentes secundarias

Mediante textos, revistas, documentos y libros relacionados con la neumática y el producto (empanadas), se consiguió la información necesaria para poder diseñar la máquina que permita mejorar el proceso y aumentar la producción de empanadas.

3.5. Diseño de la investigación

Los datos requeridos para el diseño de la máquina, se basaron en la investigación de campo, manejando variables dependientes que sería, la producción de empanadas a mayor escala en la ciudad de Quevedo, y el proceso actual de elaboración de empanadas, la variable independiente. Se realizó una encuesta, que determinó la demanda de empanadas

en la ciudad de Quevedo, de acuerdo a las materias primas utilizadas para su elaboración (harina o verde). Luego se determinó la capacidad de producción de la máquina, y además se eligió el mejor diseño para la máquina neumática de elaboración de empanadas, se seleccionaron los elementos principales del mecanismo, para finalizar con la simulación.

3.6. Instrumentos de investigación

Se realizaron procedimientos experimentales para poder determinar los parámetros que se utilizaran posteriormente en el diseño, para esto se manejaron los siguientes instrumentos:

- ✓ Cuestionario de encuestas.
- ✓ Análisis de contenido.

3.7. Tratamiento de los datos

Para tratar los datos se utiliza el software estadístico informático **SPSS STATISTICS 23**, el mismo que ayudará a determinar la demanda de empanadas en la ciudad de Quevedo.

3.8. Recursos humanos y materiales

3.8.1. Recursos humanos

Durante la investigación y posterior consecución del proyecto, participaron personas como colaboradores y expertos como:

- Analista de producción.
- Ingenieros Mecánicos.
- Ingenieros Industriales.
- Ingenieros Eléctricos.

3.8.2. Recursos materiales

Hardware

Tabla 5: Equipos de hardware para la investigación.

CANTIDAD	EQUIPO
1	Computador portátil
1	Calculadora
1	Impresora

Fuente: Autor (2016).

Software

Tabla 6: Software para la investigación.

TIPO
SOLIDWORKS 2016
SOFTWARE UTILITARIOS
FESTO FLUID SIM HIDRÁULICA
SPSS STATISTICS 23

Fuente: Autor (2016).

Equipos de oficina

- Resmas de papel bond de 75gr.
- Flash memory.
- Celular.
- Lápiz.
- Esferográficos.
- Borrador.
- Cartuchos de tinta.
- Reglas.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Análisis de encuesta con el software SPSS

Se ingresan los datos obtenidos en la encuesta (**Anexo 6**) en el software, y a través de esta herramienta estadística, se determina la demanda de empanadas en la ciudad de Quevedo, y se tiene una idea clara de la perspectiva de los vendedores respecto a mejorar el proceso de elaboración y expandir el negocio.

Tabla 7: Estadísticas de la encuesta.

		¿LAS EMPANADAS SON ELABORADAS DE FORMA MANUAL?	¿CUÁNTAS EMPANADAS ELABORA DIARIAMENTE?	¿CUÁL ES EL TAMAÑO DE LA EMPANADA?	¿CUÁL EMPANADA SE VENDE A MAYOR CANTIDAD?	¿LE GUSTARÍA EXPANDIR SU NEGOCIO?	¿LE GUSTARÍA CONTAR CON UNA MÁQUINA PARA ELABORAR EMPANADAS?
N	Válido	12	12	12	12	12	12
	Perdidos	0	0	0	0	0	0
Media		1.00	1.00	1.75	2.00	1.17	1.17
Error estándar de la media		.000	.000	.131	.213	.112	.112
Mediana		1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00
Moda		1	1	2	2	1	1
Desviación estándar		.000	.000	.452	.739	.389	.389
Varianza		.000	.000	.205	.545	.152	.152
Rango		0	0	1	2	1	1
Mínimo		1	1	1	1	1	1
Máximo		1	1	2	3	2	2
Suma		12	12	21	24	14	14
Percentiles	25	1.00	1.00	1.25	1.25	1.00	1.00
	50	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00
	75	1.00	1.00	2.00	2.75	1.00	1.00

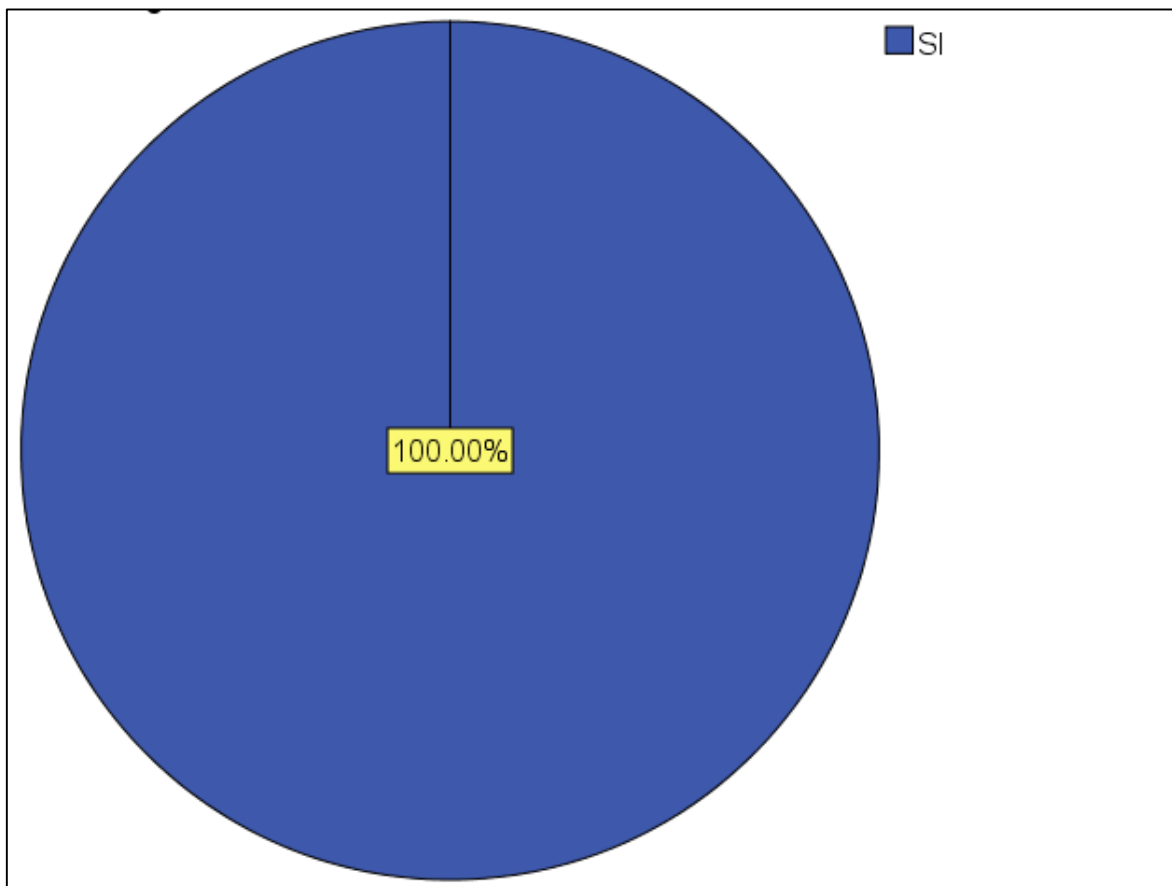
Fuente: SPSS.

Elaborado: Autor (2017).

1.- ¿LAS EMPANADAS SON ELABORADAS DE FORMA MANUAL?

En la encuesta realizada a los vendedores de empanadas, el 100% elaboran sus empanadas de manera manual ver (figura 17).

Figura 17: Forma de elaborar la empanada.



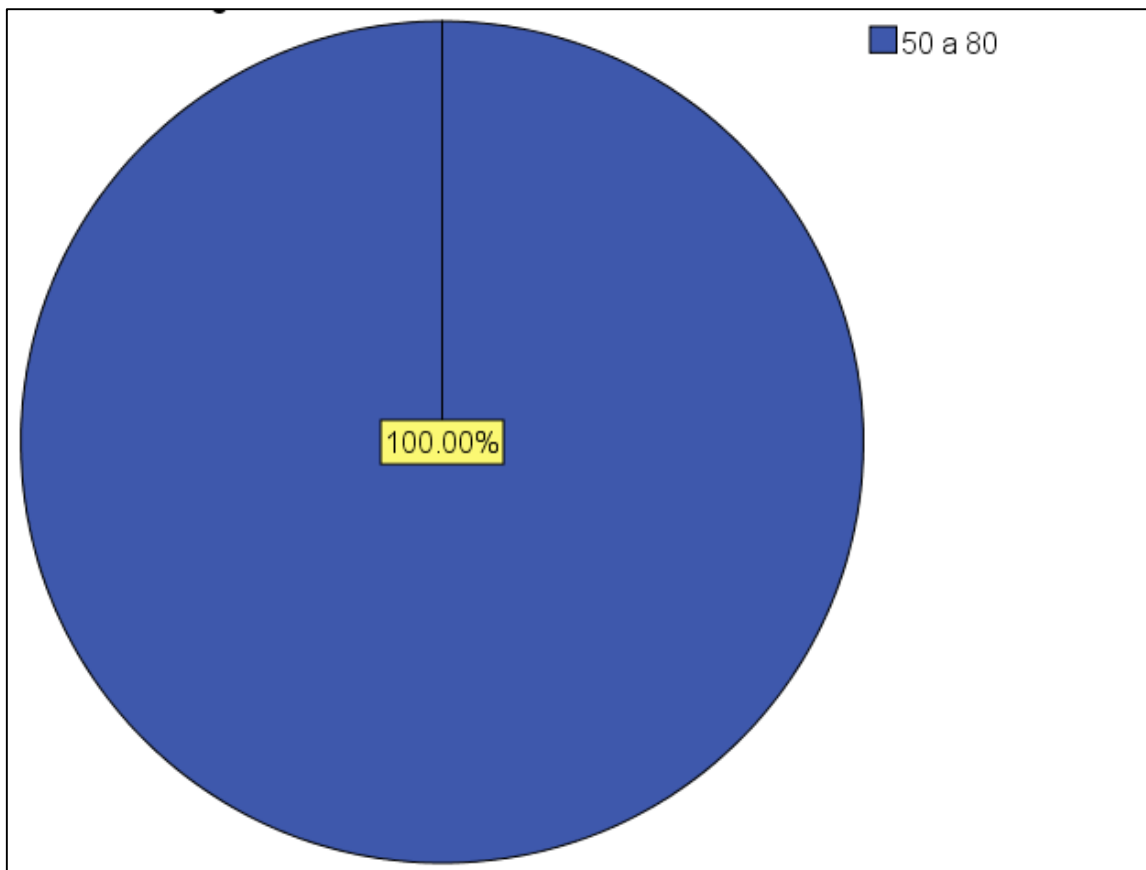
FUENTE: SPSS.

Elaborado: Autor (2017).

2.- ¿CUÁNTAS EMPANADAS ELABORA DIARIAMENTE?

De los 100% encuestados la mayor parte elaboran de un rango de 50 a 80 empanadas diarias ver (figura 18).

Figura 18: Número de empanadas.



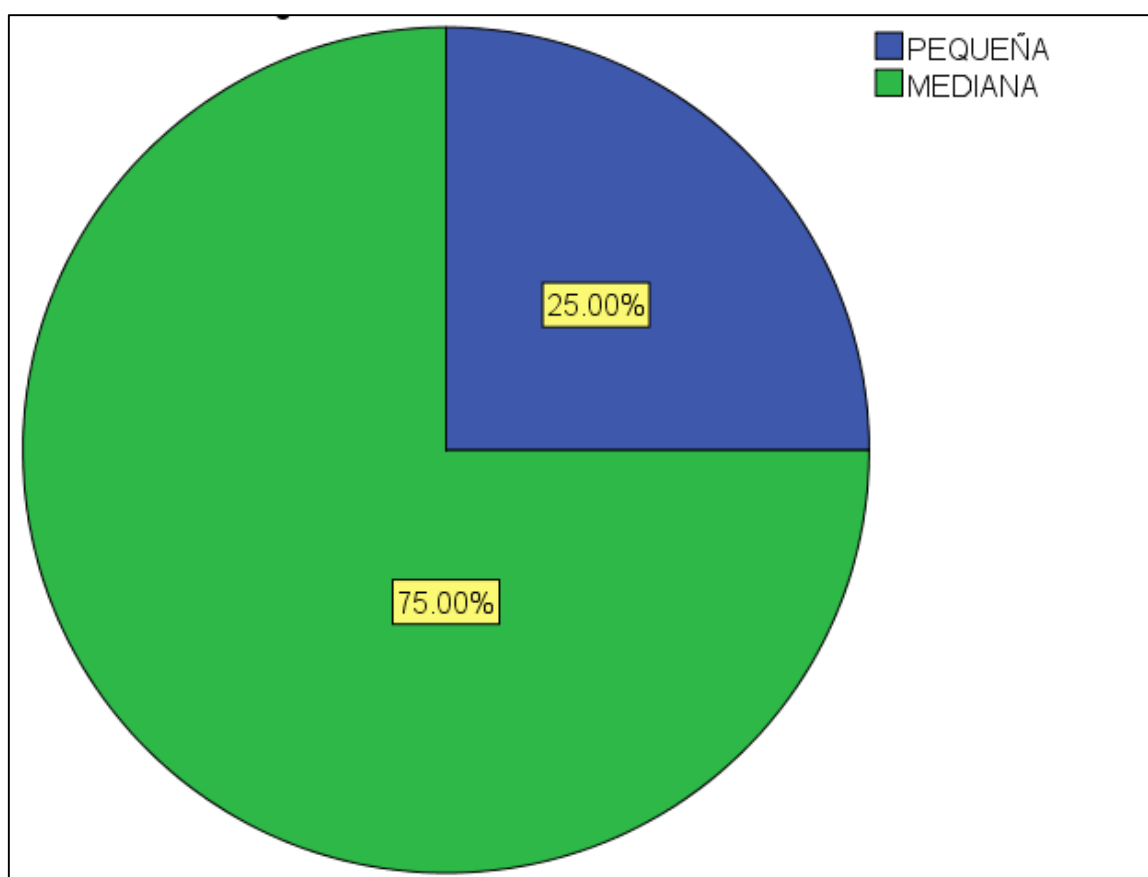
Fuente: SPSS.

Elaborado: Autor (2017).

3.- ¿CUÁL ES EL TAMAÑO DE LA EMPANADA?

El tamaño promedio de las empanadas, con los datos obtenidos el 75% elaboran empanadas medianas y el 25% elaboran empanadas pequeñas ver (**figura 19**).

Figura 19: Tamaño de la empanada.



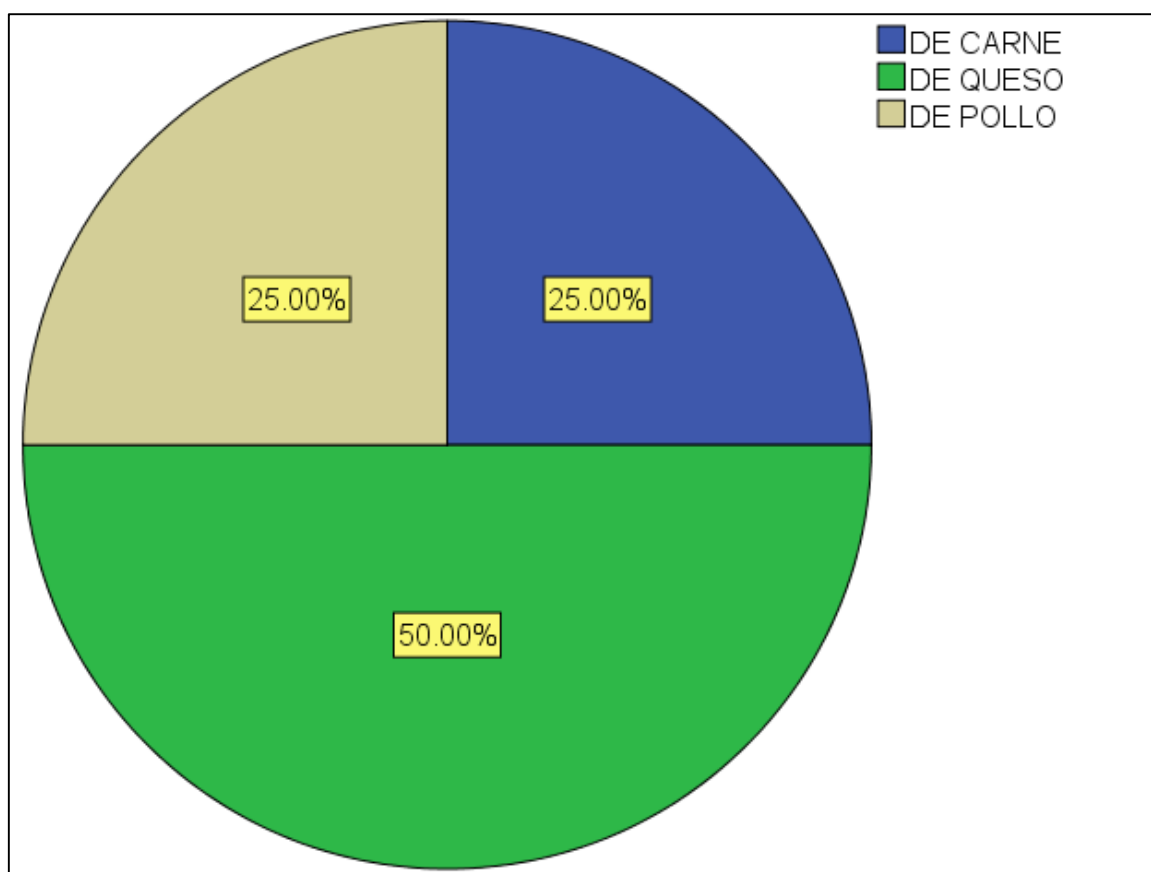
FUENTE: SPSS.

Elaborado: Autor (2017).

4.- ¿CUÁL EMPANADA SE VENDE A MAYOR CANTIDAD?

Del 100% de los encuestados 50% venden empanadas de queso y el 25% venden empanadas de pollo y 25% de carne ver (**figura 20**).

Figura 20: Tipo de empanada más vendida.



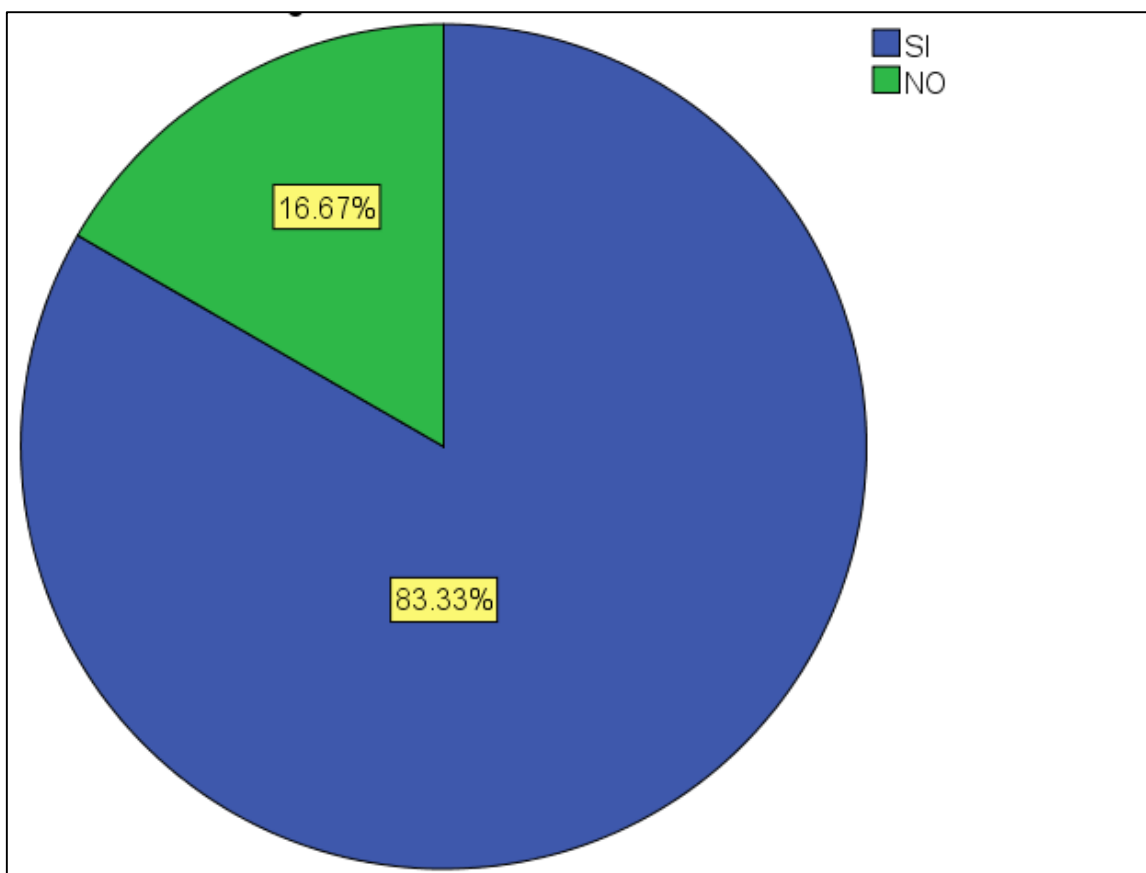
FUENTE: SPSS.

Elaborado: Autor (2017).

5.- ¿LEGUSTARÍA EXPANDIR SU NEGOCIO?

El 83.33% de los encuestados si les gustaría expandir su negocio, pero el 16.67% no desean expandirlo ver (**figura 21**).

Figura 21: Expandir negocio.



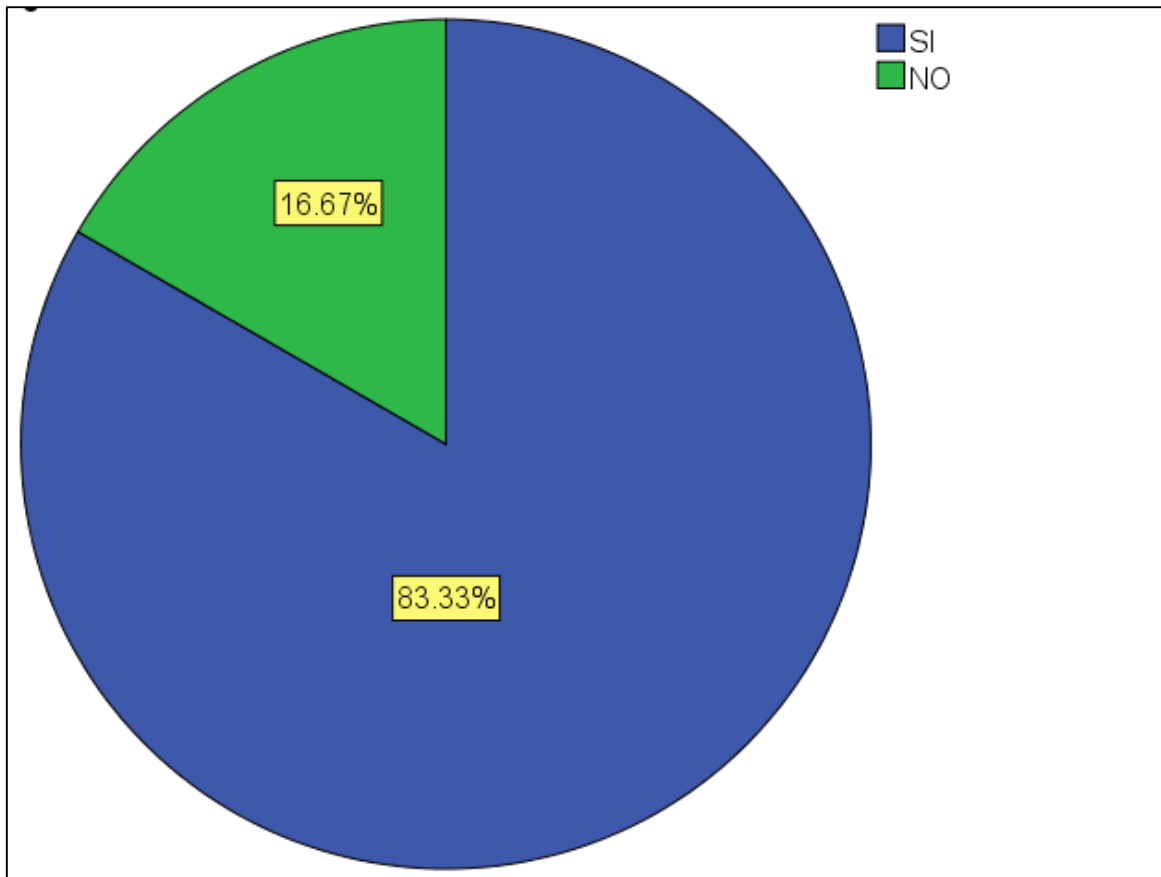
FUENTE: SPSS.

Elaborado: Autor (2017).

5.- ¿LE GUSTARÍA CONTAR CON UNA MÁQUINA PARA ELABORAR EMPANADAS?

De los encuestados el 83.33% si les gustaría contar con una máquina y el 16.67% no desean contar con una máquina ver (**figura 22**).

Figura 22: Tener una máquina.



FUENTE: SPSS.

Elaborado: Autor (2017).

4.1.2. Diseño del sistema neumático semiautomático para la elaboración de empanadas

En este capítulo se diseña el sistema neumático semiautomático para la elaboración de empanadas, se dimensiona los elementos y componentes necesarios que formarán el mecanismo, haciendo mayor énfasis en la neumática y mecánica de acuerdo a la naturaleza del proyecto. El determinar la demanda mediante información previa obtenida de los comerciantes de empanadas, permite dimensionar de forma correcta la máquina a fin de cumplir con los requerimientos del mercado.

4.1.2.1. Selección de cilindros neumáticos

4.1.2.1.1. Cilindro para comprimir la masa

De acuerdo a la **tabla 1** (fuerzas de deformación de las masas), se toma la fuerza para comprimir la masa de verde.

$$F_{c1} = 2166 \text{ N.}$$

Calculo del diámetro del cilindro:

Datos:

$$F_{c1} = 2166 \text{ N.}$$

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

De acuerdo a Creus, la fuerza de rozamiento es del (3 – 10)% de la fuerza total de compresión.

$$F_{R1} = 216.6 \text{ N.}$$

Variable a determinar:

$$D_1 = ?$$

Procedimiento:

$$F_{C1} = p \cdot \frac{D_1^2 \cdot \pi \cdot 10}{4} - F_{R1}$$

Despejando D:

Ec.1.

$$D_1 = \sqrt{\frac{4(2166\text{N} + 216,6 \text{ N})}{6\text{bar} \cdot \pi \cdot 10}}$$

$$D_1 = 7,11 \text{ cm o } 71,1 \text{ mm.}$$

Donde:

F_{c1} =Fuerza de compresión en N.

p =Presion en bares.

F_{R1} =Fuerza de rozamiento en N.

D_1 = Diámetro del cilindro en mm.

Calculo de fuerza de avance y retroceso del cilindro 1**Fuerza de avance:**

Como el valor de $D_1 = 71.1$ mm, seleccionamos del **anexo 3** el diámetro del cilindro inmediato superior que es 80 mm.

Ec.2.

$$F_{avance-1} = p \cdot \frac{\pi \cdot D_1^2}{40}$$

$$F_{avance-1} = 6bar \cdot \frac{\pi \cdot (80mm)^2}{40}$$

$$F_{avance-1} = 3015.92 \text{ N}$$

Donde:

$F_{avance-1}$ =Fuerza de avance del cilindro 1 en N.

p =presión del sistema en bares.

D_1 = Diámetro del cilindro 1 en mm.

Fuerza de retroceso:

La fuerza de retroceso se escoge del **anexo 3** (cilindros neumáticos de acero inoxidable Festo) a partir de la fuerza de avance y el diámetro del cilindro, siendo esta fuerza de 2721 N.

Diámetro del vástago d:

Para calcular el diámetro del vástago, se utiliza la siguiente ecuación:

Ec.3.

$$F_{Retroceso-1} = p \cdot \frac{\pi \cdot (D_1^2 - d_1^2)}{40}$$

Despejando d_1 :

$$d_1 = \sqrt{D_1^2 - \frac{F_{\text{Retroceso}-1} \cdot 40}{\pi \cdot p}}$$
$$d_1 = \sqrt{(80\text{mm})^2 - \frac{2721 \text{ N} \cdot 40}{\pi \cdot 6\text{bar}}}$$
$$d_1 = 25\text{mm}$$

Donde:

$F_{\text{Retroceso}-1}$ = Fuerza de retroceso del cilindro 1 en N.

p = Presión del sistema en bares.

D_1 = Diámetro del cilindro 1 en mm.

d_1 = Diámetro de vástago del cilindro 1 en mm.

Selección del cilindro (compresión de masa):

Las características requeridas para el cilindro que comprime la masa son las siguientes:

$F_{\text{avance}-1} = 3015.92 \text{ N}$

$F_{\text{Retroceso}-1} = 2721 \text{ N}$.

$p = 6 \text{ bar}$.

$D_1 = 80\text{mm}$.

$d_1 = 25\text{mm}$.

De acuerdo a los datos calculados se selecciona el siguiente cilindro neumático para comprimir la masa:

Figura 23. Cilindro para comprimir la masa.



Fuente: Festo (2016).

4.1.2.1.2. Cilindro para el corte de masa

De acuerdo a la **tabla 1**, donde se detallan las fuerzas de deformación de las masas, se toma la fuerza para cortar la masa.

$$F_{c2} = 1353.75 \text{ N.}$$

Cálculo del diámetro del cilindro:

Datos:

$$F_{c2} = 1353.75 \text{ N.}$$

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

De acuerdo a Creus, la fuerza de rozamiento es del (3 – 10)% de la fuerza total de corte.

Con este dato se calcula la fuerza de rozamiento 2 (F_{R2}) y el diámetro del cilindro 2 (D_2)

$$F_{R2} = 135,37 \text{ N.}$$

Variable a determinar:

$$D_2 = ?$$

Procedimiento:

Ec. 4.

$$F_{C2} = p \cdot \frac{D_2^2 \cdot \pi \cdot 10}{4} - F_R$$

Despejando D_2 :

$$D_2 = \sqrt{\frac{4(1353.75 \text{ N} + 135,37 \text{ N.})}{6\text{bar} \cdot \pi \cdot 10}}$$

$$D_2 = 5,62 \text{ cm o } 56,2 \text{ mm.}$$

Donde:

F_{C2} =Fuerza de corte en N.

p = Presión en bares.

F_{R2} =Fuerza de rozamiento en N.

D_2 = Diámetro del cilindro en mm.

Cálculo de fuerza de avance y retroceso del cilindro 2

Fuerza de avance:

Como el valor de $D_2 = 5,62 \text{ cm}$, seleccionamos del **anexo 3** el diámetro del cilindro inmediato superior que es 63 mm.

Ec.5.

$$F_{\text{avance-2}} = p \cdot \frac{\pi \cdot D_2^2}{40}$$

$$F_{\text{avance-2}} = 6\text{bar} \cdot \frac{\pi \cdot (63\text{mm})^2}{40}$$

$$F_{\text{avance-2}} = 1870,35\text{N}$$

Donde:

$F_{\text{avance-2}}$ =Fuerza de avance del cilindro 2 en N.

p =presión del sistema en bares.

D_2 = Diámetro del cilindro 2 en mm.

Fuerza de retroceso:

La fuerza de retroceso se escoge del **anexo 3** (cilindros neumáticos de acero inoxidable Festo) a partir de la fuerza de avance y el diámetro del cilindro, siendo esta fuerza de 1682 N.

Diámetro del vástago d 2:

Para calcular el diámetro del vástago, se utiliza la siguiente ecuación:

Ec. 6

$$F_{\text{Retroceso-2}} = p \cdot \frac{\pi \cdot (D_2^2 - d_2^2)}{40}$$

Despejando d_1 :

$$d_2 = \sqrt{D_2^2 - \frac{F_{\text{Retroceso-2}} \cdot 40}{\pi \cdot p}}$$
$$d_2 = \sqrt{(63\text{mm})^2 - \frac{1682 \text{ N} \cdot 40}{\pi \cdot 6\text{bar}}}$$
$$d_2 = 19.99\text{mm}$$

Donde:

$F_{\text{Retroceso-2}}$ = Fuerza de retroceso del cilindro 2 en N.

p = Presión del sistema en bares.

D_2 = Diámetro del cilindro 2 en mm.

d_2 = Diámetro de vástago del cilindro 2 en mm.

Selección del cilindro (corte de masa):

Las características requeridas para la selección del cilindro que corta la masa son las siguientes:

$F_{\text{avance-2}} = 1870,35\text{N}$

$F_{\text{Retroceso-2}} = 1682 \text{ N}$.

$p = 6 \text{ bar}$.

$D_2 = 63\text{mm}$.

$d_2 = 19.99\text{mm}$.

De acuerdo a los datos calculados se selecciona el siguiente cilindro neumático para cortar la masa:

Figura 24. Cilindro para cortar la masa.



Fuente: Festo (2016).

4.1.2.2. Longitud de carrera (l)

Las longitudes de carrera seleccionadas para cada cilindro son las siguientes de acuerdo a las longitudes estándar del mercado, y al recorrido necesario para cada proceso de la máquina:

Longitud de carrera para cilindro (compresión de masa): 120 mm.

Longitud de carrera cilindro (corte de masa): 100 mm.

4.1.2.3. Cálculo del número de empanadas producidas por minuto (n)

La máquina cuenta con 4 estaciones como un circuito cerrado, que son:

Preparación de masa y retiro de producto terminado.

Compresión de la masa.

Relleno y cierre.

Corte.

El tiempo necesario para elaborar una empanada, se ha estimado de acuerdo a ensayos previos, donde se determina que cada unidad tarda 5 segundos en pasar por cada estación, de acuerdo a este tiempo se determina el n (ciclos por minuto), como se muestra a continuación:

$$t_e = 5 \text{ s}$$

De acuerdo a la siguiente ecuación, se calcula el número ciclos (n).

Ec. 7

$$\begin{aligned} n &= \frac{\#_u \cdot t_c}{t_e} \\ n &= \frac{1 \cdot 60 \text{ s}}{5 \text{ s}} \\ n &= 12 \end{aligned}$$

Donde:

n = Ciclos por minuto.

#_u = Número de unidades (empanadas).

t_e = Tiempo estipulado para trabajo en cada estación (empanada) en s.

t_c = Tiempo para determinar el número de empanas producidas en 60s.

Es decir que se elaboran 12 empanadas cada minuto, pero es importante tomar en cuenta que el tiempo que tarda la máquina en comenzar a producir la primera empanada es de 15 s, esto debido a que es necesario tener las 4 estaciones cargadas. Como se cita, se estima que en un minuto la máquina es capaz de producir 9 empanas, dando un margen de error del 25 % por inicio del proceso (cargar las 4 estaciones) o cualquier contingencia en el proceso de producción, queda entonces determinado que **n= 9**.

4.1.2.4. Consumo de aire de los cilindros

Consumo de aire del cilindro para compresión de la masa

Datos:

$$D_1 = 80\text{mm.}$$

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

$$l_1 = 120\text{mm}$$

$$n = 9$$

Variable a determinar:

$$Q_1 = ?$$

Ec.8.

$$Q_1 = 2 \cdot \frac{0,987 + p(\text{bar})}{0,987} \cdot \frac{\pi \cdot D_1^2 \cdot l_1}{4000000} \cdot n$$

$$Q_1 = 2 \cdot \frac{0,987 + 6 \text{ bar}}{0,987} \cdot \frac{\pi \cdot (80\text{mm})^2 \cdot 120\text{mm}}{4000000} \cdot 9$$

$$Q_1 = 76,85\text{dm}^3/\text{min}$$

Donde:

Q_1 = Consumo total de aire cilindro1 en [dm³/min].

D_1 = Diámetro cilindro 1 [mm].

l_1 = Carrera cilindro 1 en [mm].

n = Ciclos por minuto.

Consumo de aire del cilindro para corte de la masa

Datos:

$$D_2 = 63\text{mm.}$$

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

$$l_2 = 100\text{mm}$$

$$n = 9$$

Variable a determinar:

$$Q_2 = ?$$

Ec. 9.

$$Q_2 = 2 \cdot \frac{0,987 + p(\text{bar})}{0,987} \cdot \frac{\pi \cdot D_2^2 \cdot l_2}{4000000} \cdot n$$

$$Q_2 = 2 \cdot \frac{0,987 + 6 \text{ bar}}{0,987} \cdot \frac{\pi \cdot (63\text{mm})^2 \cdot 100\text{mm}}{4000000} \cdot 9$$

$$Q_2 = 39,72 \text{ dm}^3/\text{min}$$

Donde:

Q_2 = Consumo total de aire del cilindro 2 en [dm³/min].

D_2 = Diámetro cilindro 2 [mm].

l_2 = Carrera del cilindro 2 [mm].

n = Ciclos por minuto.

Consumo total de aire de los dos cilindros

Ec.10.

$$Q_T = Q_1 + Q_2$$

$$Q_T = 76,85 \text{ dm}^3/\text{min} + 39,72 \text{ dm}^3/\text{min}$$

$$Q_T = 116,57 \text{ m}^3/\text{min} \text{ o } \text{Nl} / \text{min}$$

Se transforma a litros reales y queda expresado en:

Ec. 11.

$$l(\text{reales}) = \text{Nl} \cdot \left(\frac{273 + \text{Temperatura en } ^\circ\text{C}}{273 \cdot \text{Presión atmosférica}} \right)$$

$$l(\text{reales}) = 116,57 \text{ m}^3/\text{min} \cdot \left(\frac{273 + 32^\circ\text{C}}{273 \cdot 5.92 \text{ atm}} \right)$$

$$l(\text{reales}) = 21,99 \text{ l/min}$$

$$Q_T = 22 \text{ l/min}$$

Donde:

Q_T = Consumo total del sistema en l/min.

Q_1 = Consumo total de aire cilindro1 en dm³/min.

Q_2 = Consumo total de aire del cilindro 2 en dm³/min].

4.1.2.5. Selección de componentes y accesorios de la máquina

Selección del compresor

El compresor debe cumplir con las siguientes características, ver (figura 25):

- ✓ Mínima potencia del motor.
- ✓ Sin aceite.
- ✓ Estacionario.
- ✓ Depósito de aire incluido.

Se elige el compresor de aire 2hp Marca Porten

Figura 25. Compresor Porten.



Fuente: Mercado libre Ecuador (2016).

Compresor de aire con transmisión directa y un motor eléctrico de 2 Hp a 110 voltios, tanque con capacidad de 24 litros (6.3 galones), diseño horizontal, presión máxima de 116

psi - 8 bar, con un caudal de 3.5 cfm @ 90 psi o 3.9 cfm @ 40 psi; bajo nivel de ruido y alto rendimiento.

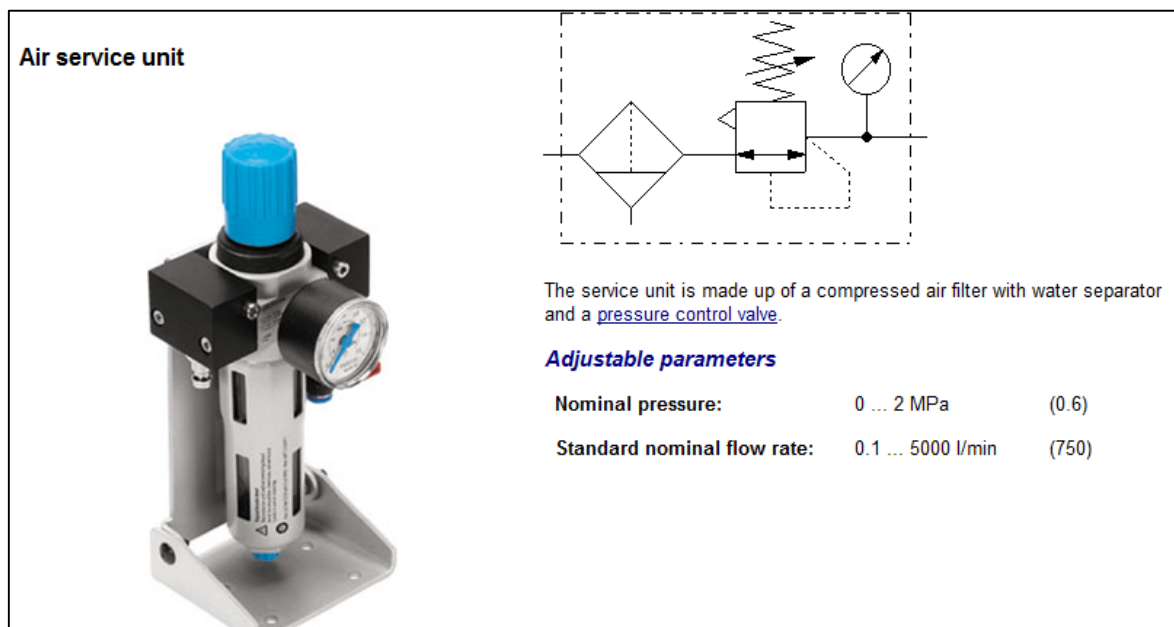
Selección de la unidad de control

La unidad de control se selecciona de acuerdo a la presión de trabajo y caudal del compresor, mismo que es marca Festo (ver figura 26).

Presión de trabajo= 6 bar.

Caudal del compresor: 100 l/min.

Figura 26. Unidad de control marca Festo (filtro y válvula reguladora de presión).

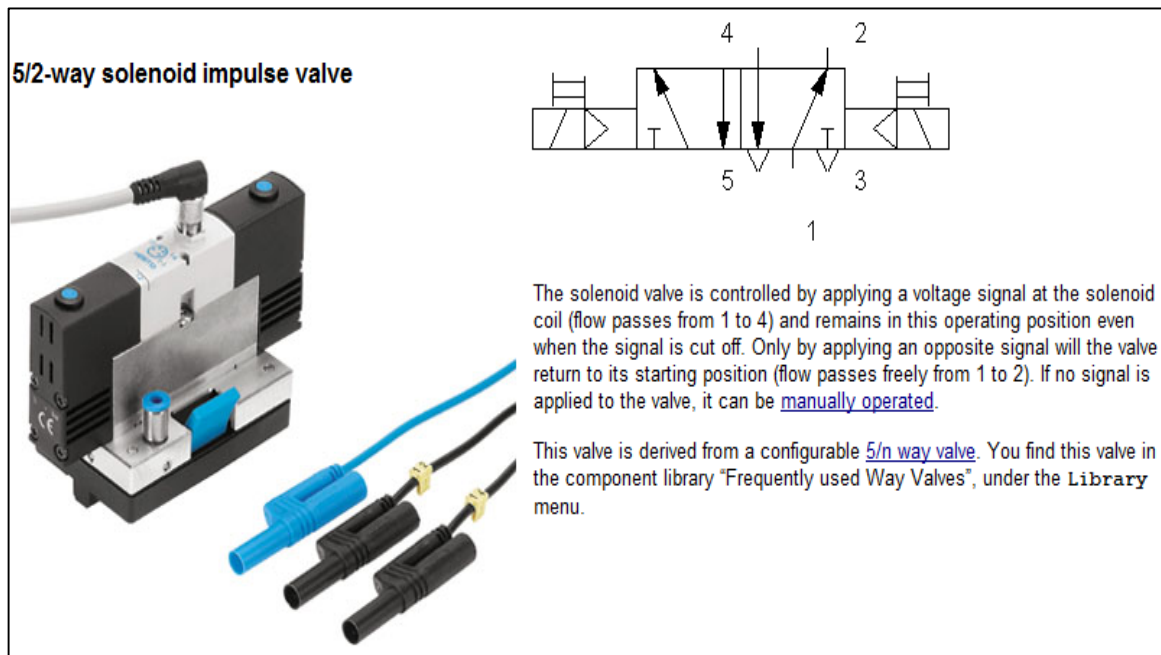


Fuente: Festo (2016).

Selección de válvula solenoide

La válvula solenoide es seleccionada de forma automática por el software de simulación Festo (ver Figura 27).

Figura 27. Válvula solenoide 5/2 - vías Festo.

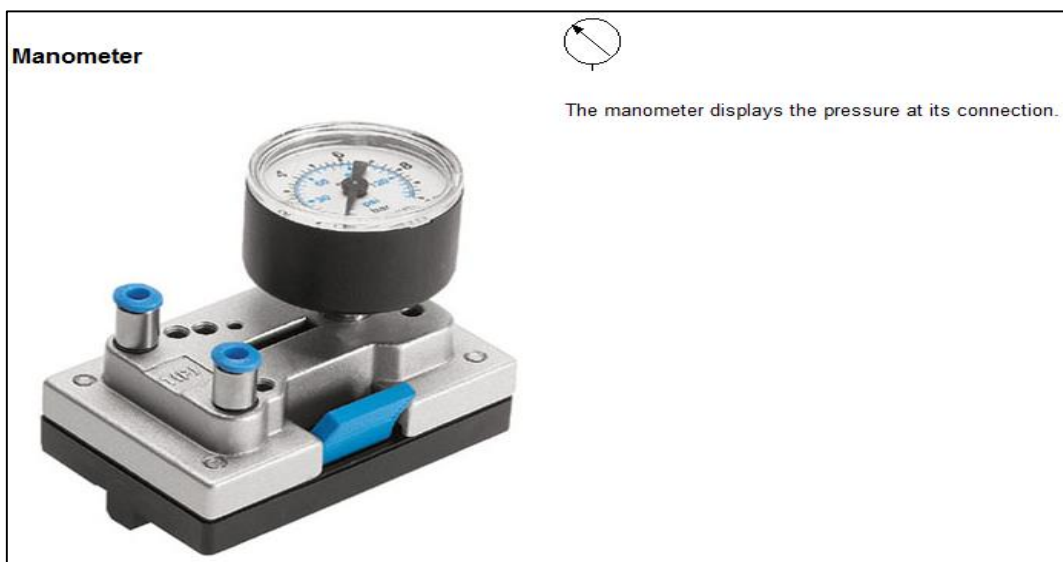


Fuente: Festo (2016).

Indicadores de presión

Los indicadores de presión del sistema son de marca Festo (**figura 28**).

Figura 28. Indicadores de presión del sistema.

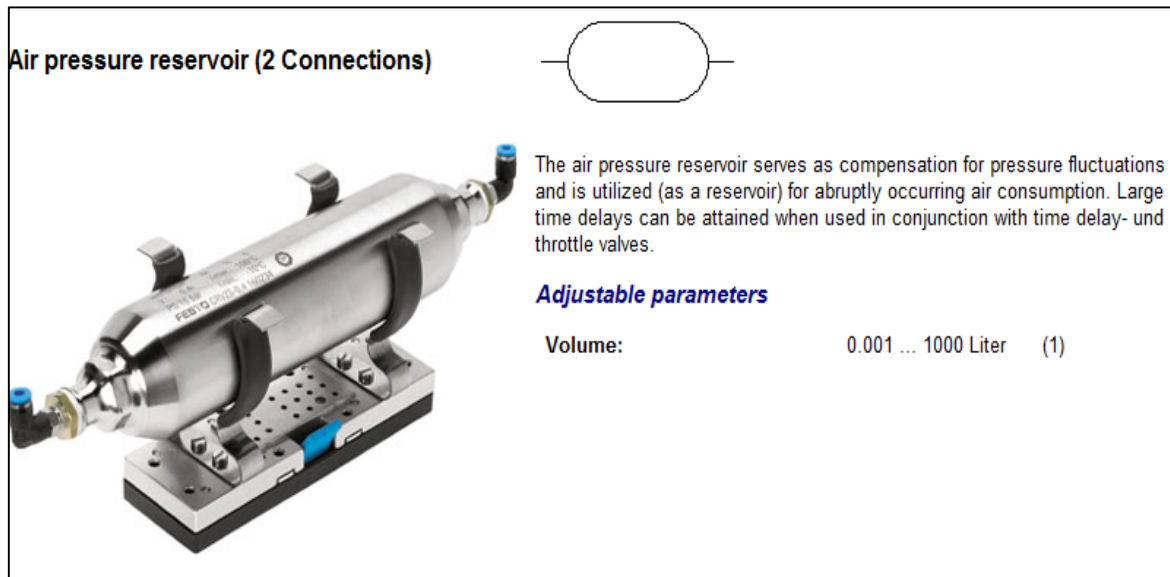


Fuente: Festo (2016).

Cilindro de aire a presión

El cilindro de aire a presión, ayuda a compensar las fluctuaciones de presión en el sistema, hace las veces de amortiguador.

Figura 29. Reservorio de aire.



Fuente: Festo (2016).

4.1.2.6. Listado de piezas

A continuación, se listan las piezas para la construcción de la máquina, sin tomar en cuenta las piezas que conformaran la estructura (**tabla 8**).

Tabla 8: Materiales marca Festo para la construcción de la máquina.

Marca	Denominación de componentes
A	Cilindro doble efecto
	Cilindro doble efecto
	Aparato de medición de presión
	Fuente de aire comprimido
	Fuente de tensión (24V)
	Fuente de tensión (0V)
	Válvula estranguladora
	Válvula estranguladora
	Aparato de medición de presión
	Aparato de medición de presión
	Pulsador (Obturador)
	Pulsador (Franqueador)
K1	Obturador
K1	Relé
K1	Obturador
Y2	Solenoides de válvula
	Regla de distancia
	Válvula de impulsos solenoide direccional quíntuple de 2 vías
Y1	Solenoides de válvula
	Depósito de aire a presión
	Unidad de mantenimiento
A+	Interruptor de alimentación magnética
	Pulsador (Obturador)
	Regla de distancia

Fuente: Autor (2016).

4.1.2.7. Velocidades de vástagos

Velocidad del vástago para compresión de la masa

Determinar la velocidad del vástago que comprime la masa es de gran importancia. Anteriormente se determina que el tiempo estimado de trabajo en cada estación es de 5 s, por lo cual la velocidad se debe cumplir dentro de este tiempo, lo cual se demuestra a continuación:

Ec. 12.

$$V_1 \left(\frac{\text{dm}}{\text{min}} \right) = \frac{0,987 + p(\text{bar})}{0,987} \cdot \frac{l_1 \cdot n}{100}$$

$$V_1 \left(\frac{\text{dm}}{\text{min}} \right) = \frac{0,987 + 6\text{bar}}{0,987} \cdot \frac{120 \cdot 9}{100}$$

$$V_1 = 76,45 \text{ dm/min o } 0,13 \text{ m/seg.}$$

Es decir que el vástago realiza una carrera de 140 mm en 0.93 s, por lo cual efectúa un ciclo en 1.87 s, es decir que está dentro del tiempo de 5 s con el que cuenta la estación de trabajo.

Donde:

V_1 = Velocidad del vástago del cilindro 1 en dm/min.

p = Presión del sistema en bares.

l_1 = Longitud de carrera del cilindro 1 en mm.

n = Ciclos por minuto.

Velocidad del vástago para corte de la masa

Ec. 13.

$$V_2 \left(\frac{\text{dm}}{\text{min}} \right) = \frac{0,987 + p(\text{bar})}{0,987} \cdot \frac{l_2 \cdot n}{100}$$

$$V_2 \left(\frac{\text{dm}}{\text{min}} \right) = \frac{0,987 + 6\text{bar}}{0,987} \cdot \frac{100 \cdot 9}{100}$$

$$V_2 = 63,71 \text{ dm/min o } 0,11 \text{ m/seg.}$$

Es decir que el vástago realizara una carrera de 100 mm en 0.95 s, realizará un ciclo en 1.90 s, por lo cual está dentro del tiempo de 5 s con el que cuenta la estación de trabajo.

Donde:

V_2 = Velocidad del vástago del cilindro 2 en dm/min.

p = Presión del sistema en bares.

l_2 = Longitud de carrera del cilindro 2 en mm.

n = Ciclos por minuto.

Factor de pandeo

De acuerdo a la **tabla 2**, el factor de pandeo o montaje, se determina en el grupo 1, esto de acuerdo al tipo de fijación, es por ello que se determina en 0,5 el factor de pandeo.

Quedando de esta forma demostrado que el dimensionamiento del cilindro y vástago se realiza de forma correcta. Además, cabe acotar que debido a las cortas carreras que se manejan para el diseño de la máquina, este factor es despreciable.

4.1.2.8. Materiales utilizados para construir la máquina

Los materiales seleccionados para construir la máquina se determinan de acuerdo a las **tablas 3 y 4** de Festo, selección que se muestra en **la tabla 9**.

Tabla 9: Materiales de partes de la máquina de empanadas.

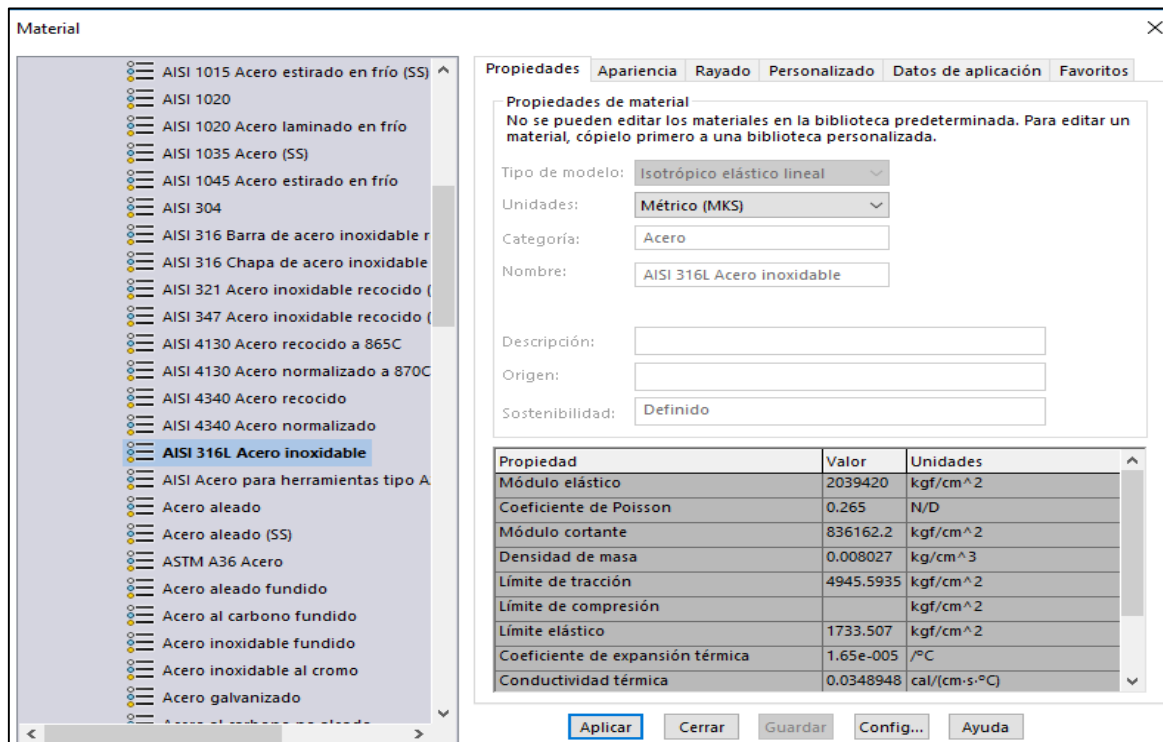
MATERIALES	
Mesa de trabajo giratoria	polipropileno
Matriz de compresión de la masa	polipropileno
Matriz de corte de la masa	polipropileno
Estructura general de la máquina	Acero inoxidable AISI 316L

Fuente: Investigación de Campo.

Elaborado por: Autor (2016).

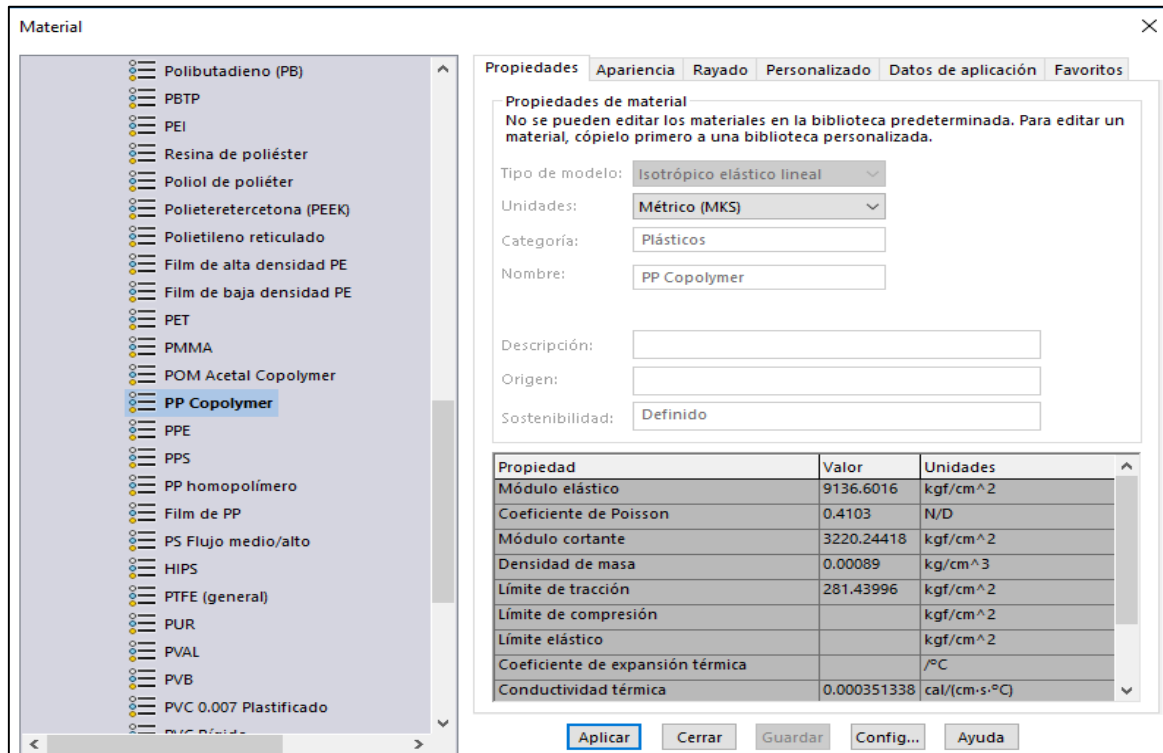
Además de los materiales propuestos por Festo, se utiliza el programa Solid Works, esto de acuerdo a la tabla de materiales con la que cuanta el software, donde se seleccionó los materiales del solido a diseñarse (**figuras 30 y 31**):

Figura 30. Material para la estructura de la máquina.



Fuente: Solid Works (2016).

Figura 31. Material para las matrices (compresión, corte) y meza giratoria.



Fuente: Solid Works (2016).

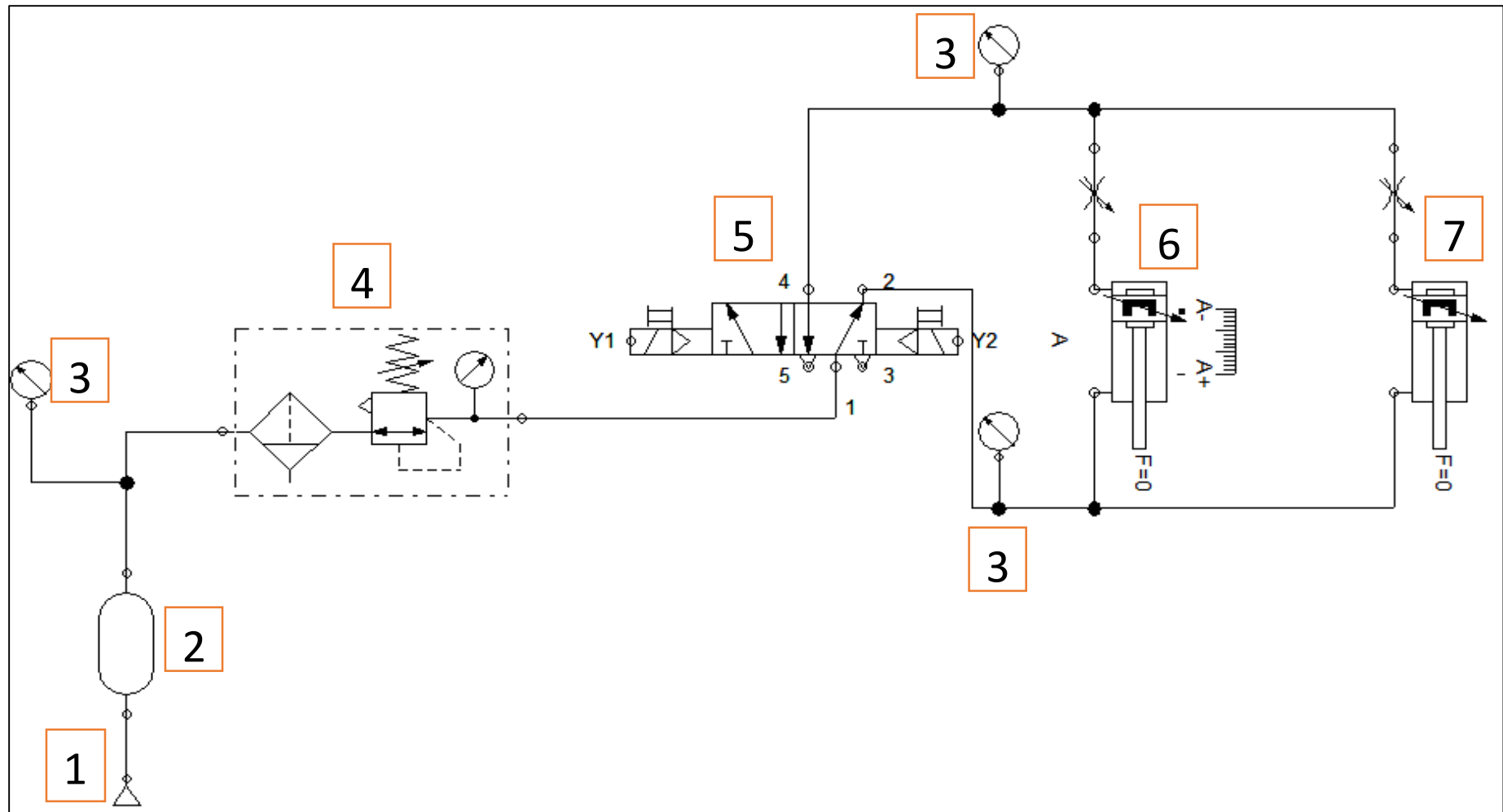
4.1.2.9. Diagrama neumático y electro neumático de la máquina para la elaboración de empanadas

Diagrama neumático:

El diagrama neumático de la máquina (**ver figura 32**), se lo diseña en el software fluidSIM de Festo, esto acorde a los elementos que forman parte del mecanismo, que en su mayoría son de la marca del software utilizado.

En el diagrama se muestra la distribución de cilindros neumáticos, compresor, botella, unidad de control, manómetros de control, y válvula solenoide.

Figura 32. Diagrama neumático del sistema de la máquina para hacer empanadas.



Fuente: Autor (2016).

Componentes del diagrama neumático:

1. Compresor de aire.
2. Reservorio de aire.
3. Manómetro de presión.
4. Unidad de mantenimiento.
5. Válvula de impulso de solenoide 5/2.
6. Cilindro neumático de doble efecto (compresión de la masa).
7. Cilindro neumático de doble efecto (corte de la masa).

Descripción del funcionamiento neumático en cada punto:

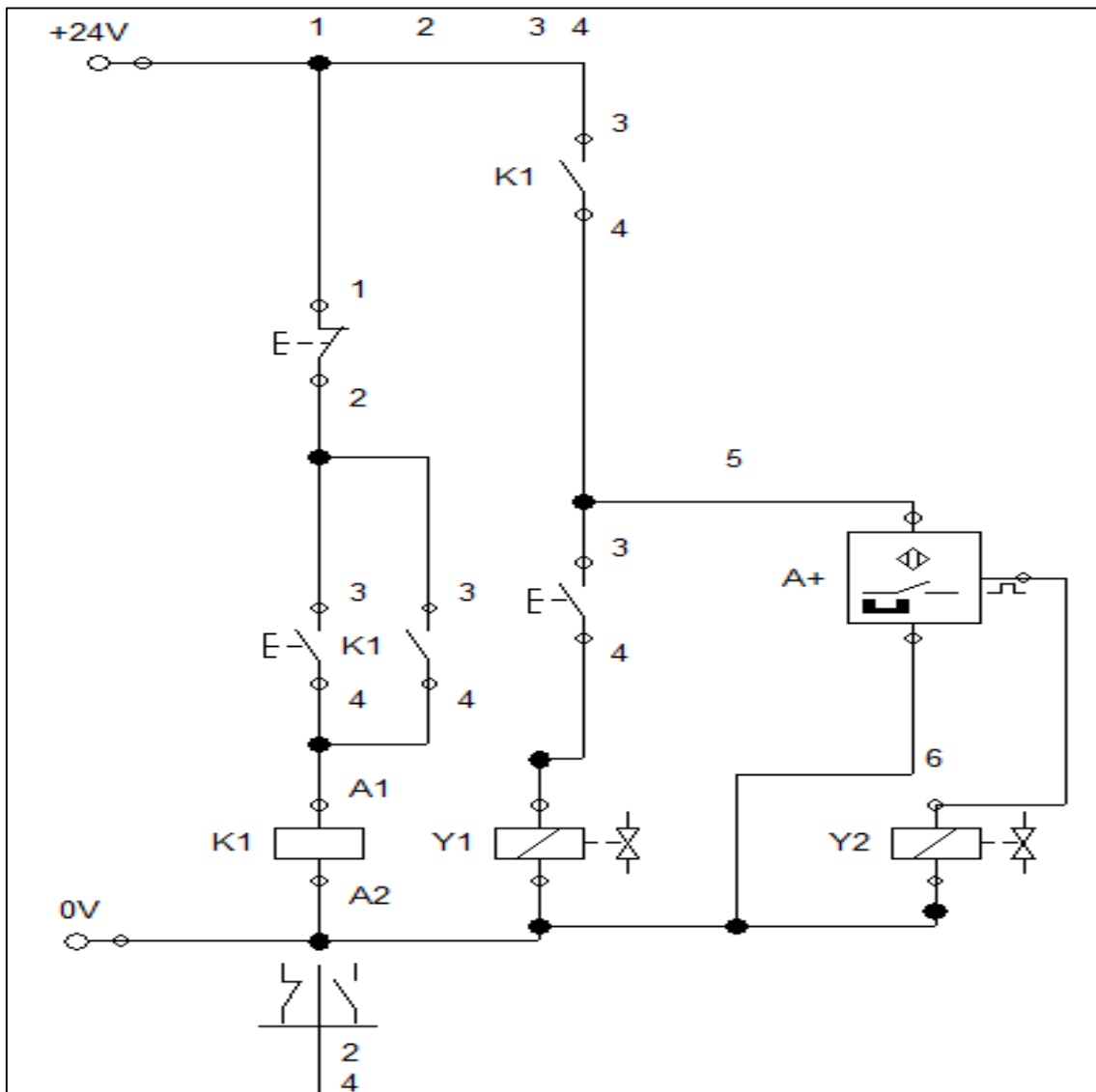
El compresor suministra aire (1), mismo que llena el reservorio (2), suministrando una presión al sistema de 8 bares, la cual se refleja en el manómetro (3), luego el aire comprimido pasa a la unidad de control, donde se regula la presión en 7 bares, y se le da tratamiento al mismo para suministrarlo al sistema (4), el aire ingresa a la válvula solenoide (5), y es accionada de forma manual a través de un obturador, para permitir su apertura y posterior paso de aire comprimido hacia los cilindros neumáticos de (6) (7), para que de esta forma los cilindros bajen y cumplan con los procesos de corte para dar la forma a la empanada, y compresión para obtener el disco de masa con un espesor de 3mm.

Nota: El sistema cuenta con válvulas reguladoras de presión a la entrada de cada cilindro, mismas que permiten controlar la velocidad de bajada del vástago.

Diagrama electro neumático:

El diagrama electro neumático (**ver figura 33**), se lo diseña acorde a cómo funciona el circuito, para de esta forma poder tener una idea clara, cómo es el accionamiento de los equipos.

Figura 33. Diagrama electro neumático del sistema de la máquina para hacer empanadas.



Fuente: Autor (2016).

Componentes del diagrama electro neumático

K1 Obturador.

K1 Relé.

K1 Obturador.

Y1 y Y2 Válvula solenoide.

A+ Interruptor de alimentación magnética.

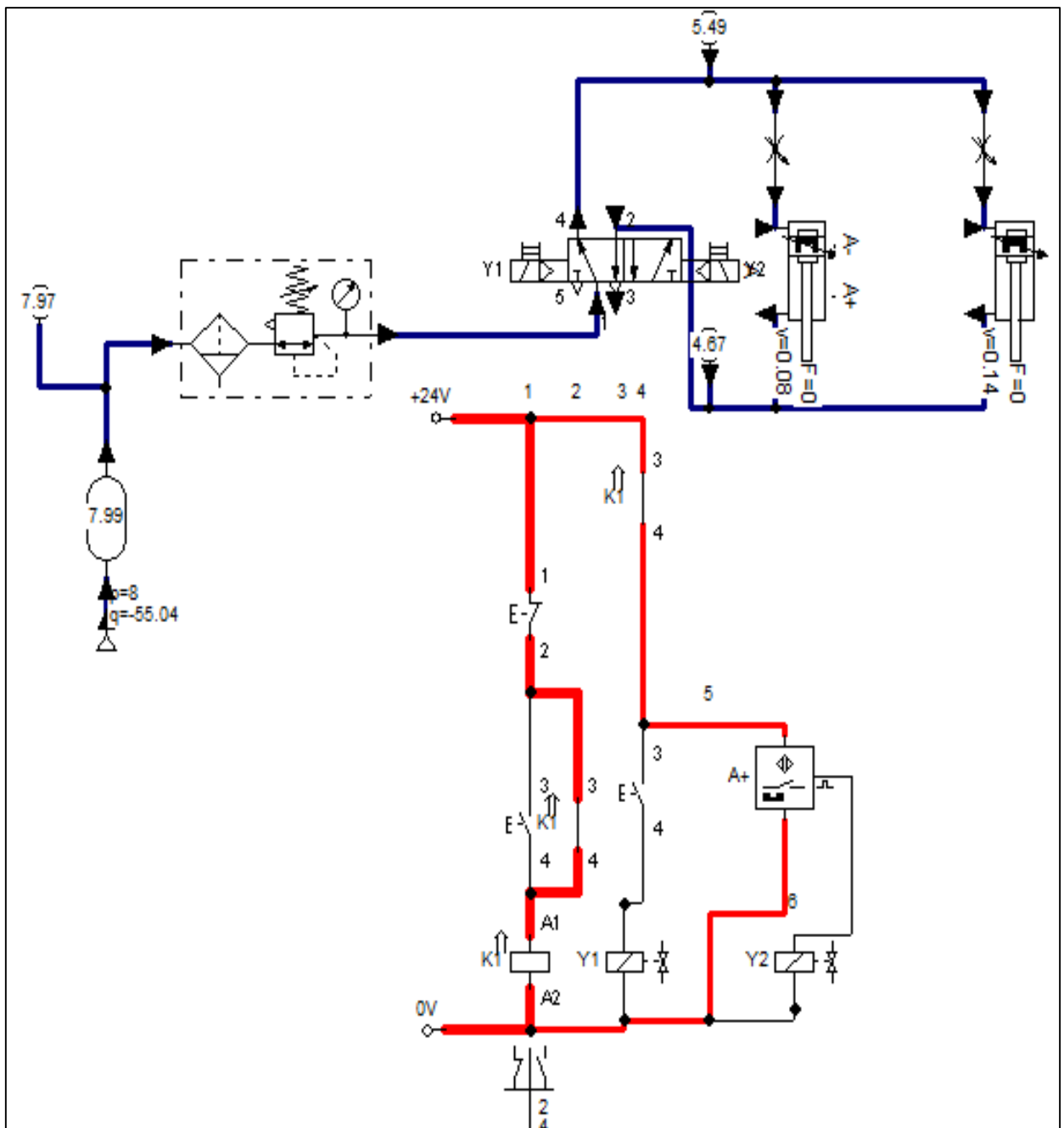
E- Pulsadores.

Nota: Para el sistema se va utilizar cable solido #12.

4.1.3. Simulación del funcionamiento electro neumático de la máquina

Para realizar la simulación del funcionamiento de la máquina, se utiliza el software fluidSIM de Festo, colocando los parámetros que anteriormente se determinaron mediante cálculos, dichos parámetros se comprueban con la correspondiente simulación electro neumática (ver figura 34).

Figura 34. Simulación del sistema electro neumático en fluidSIM de Festo.

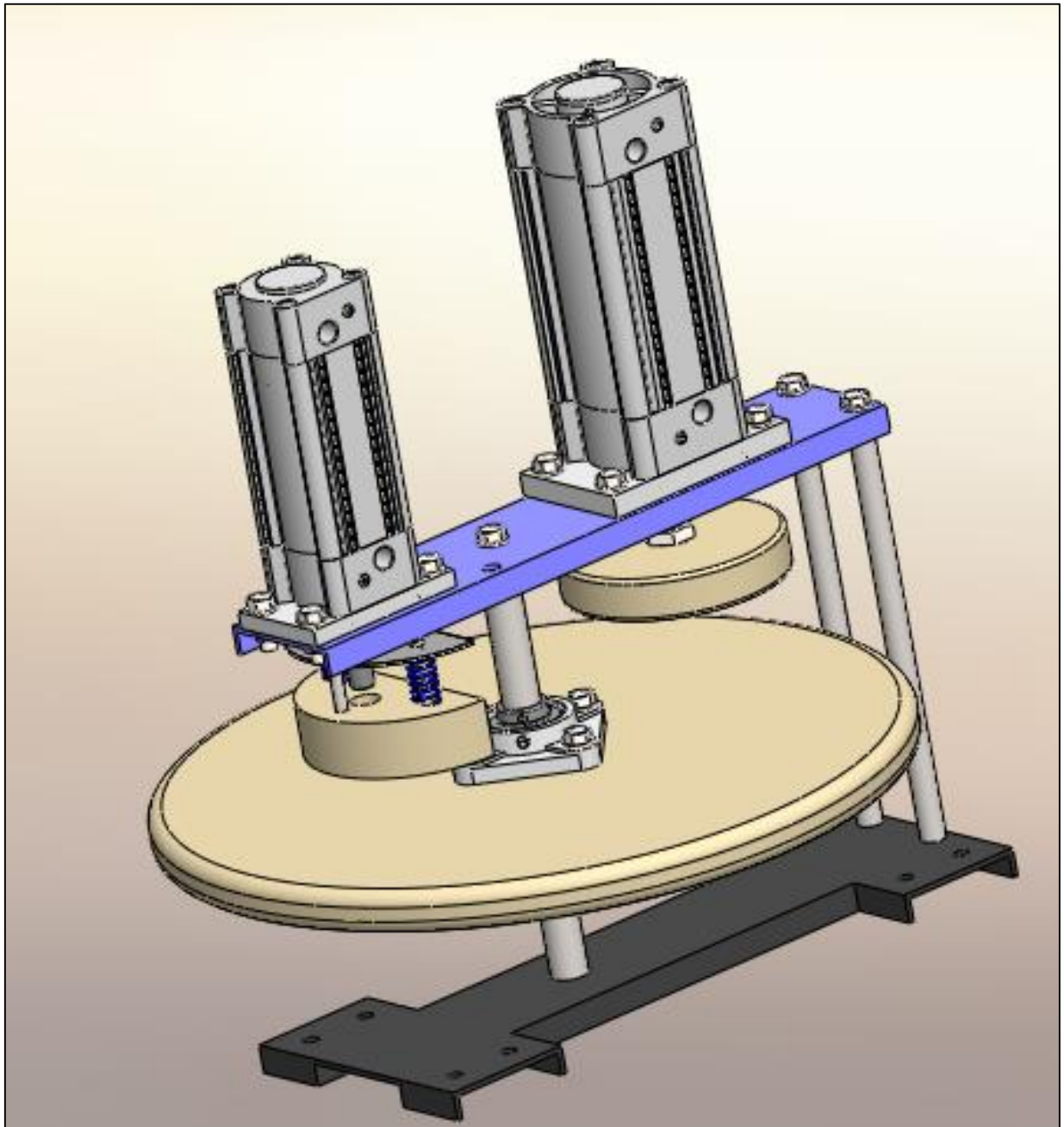


Fuente: Autor (2016).

4.1.3.1. Diseño de la máquina en Solid Works

El diseño de la máquina se lo llevo a cabo en el software Solid Works, donde se determinó que la máquina quedaría constituida de la siguiente forma (**figura 35**):

Figura 35: Sistema neumático semiautomático para la elaboración de empanadas.

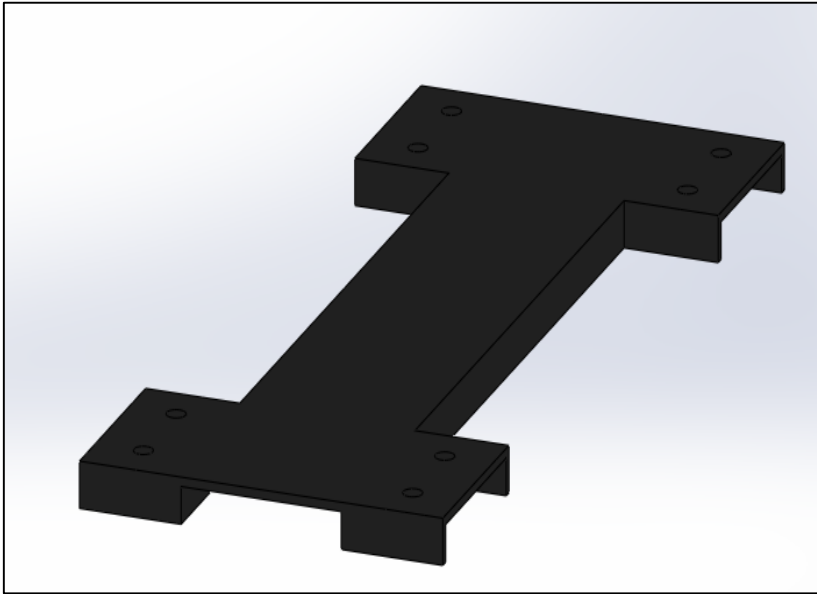


Fuente: Autor (2016).

4.1.3.2. Base de la máquina

La base de la máquina, es el soporte de todos los elementos que la constituyen, a continuación, se muestra en la (figura 36):

Figura 36: Base de la máquina.

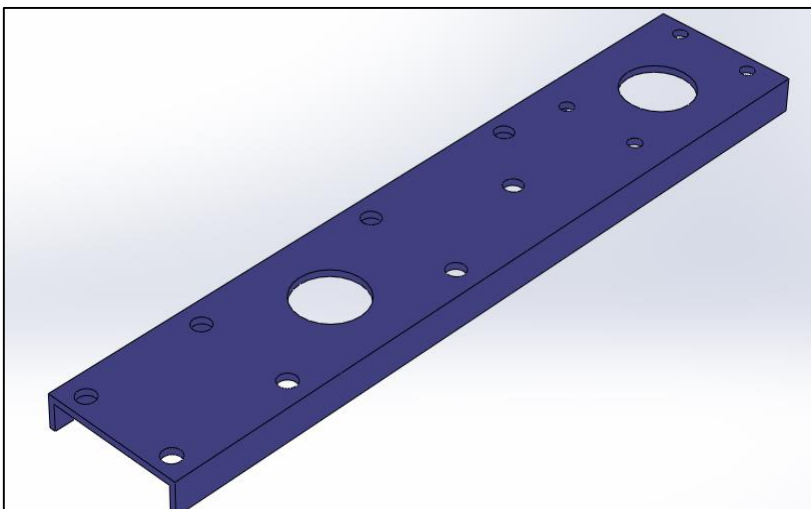


Fuente: Autor (2016).

4.1.3.3. Base de cilindros

Es la base donde van montados los cilindros, (figura 37):

Figura 37: Base de cilindros.

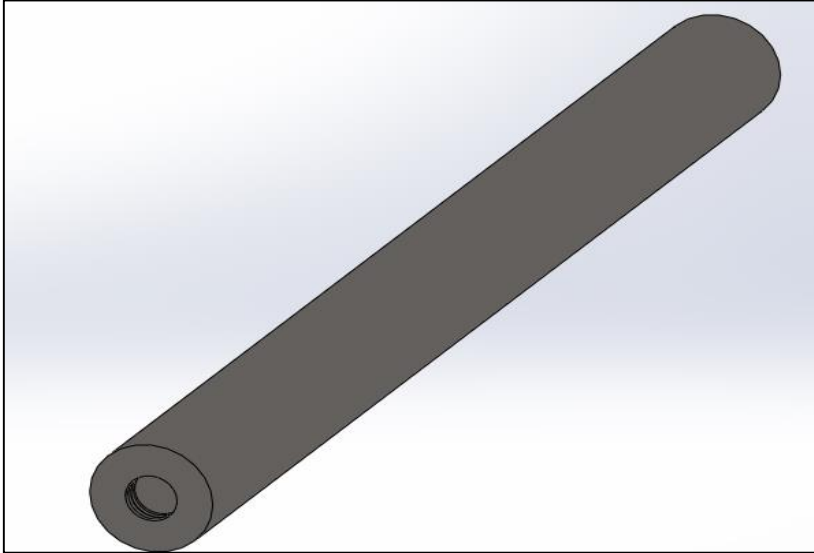


Fuente: Autor (2016).

4.1.3.4. Soporte central de cilindros

Es el soporte central acoplado entre la base de la máquina y la base de los cilindros, (figura 38).

Figura 38: Soporte central de cilindros.

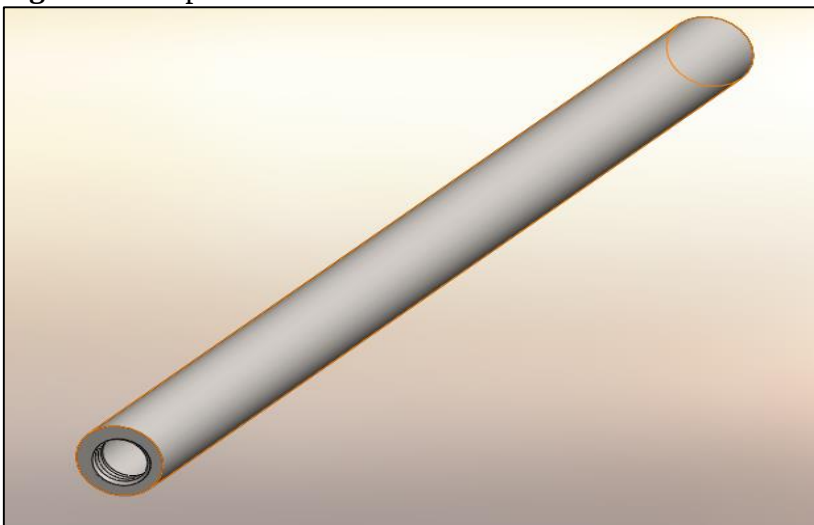


Fuente: el autor (2016).

4.1.3.5. Soporte secundario de cilindros

Son soportes paralelos que ayudan a fijar la estructura, y a balancear las cargas en la misma, (figura 39).

Figura 39: Soporte secundario de cilindros.

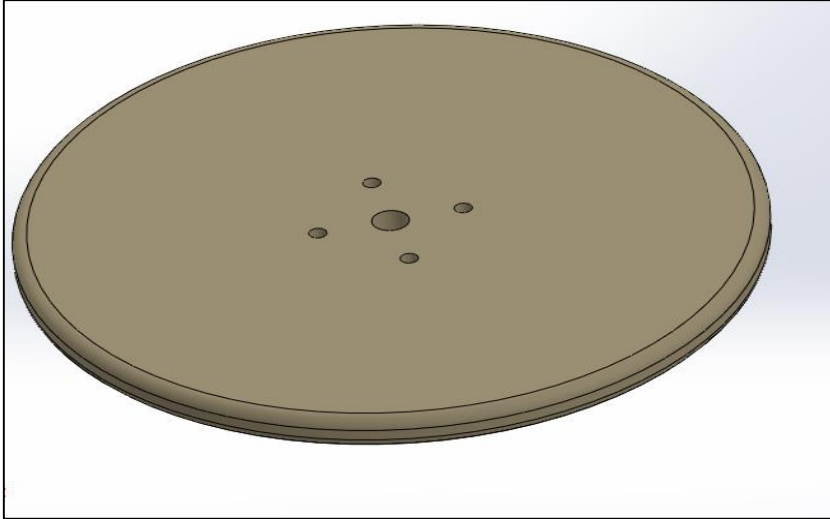


Fuente: Autor (2016).

4.1.3.6. Mesa giratoria

Es la mesa donde se elabora el producto, misma que va montada sobre dos chumaceras colocadas en el soporte central, (**Figura 40**).

Figura 40: Mesa giratoria.

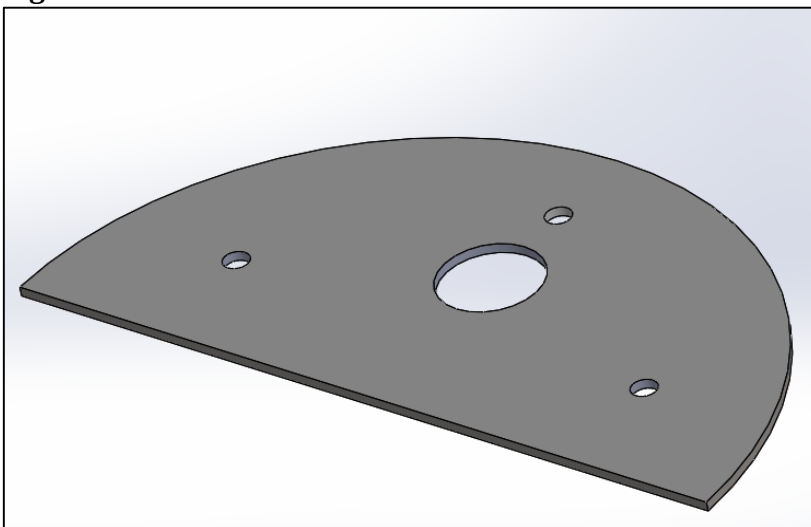


Fuente: Autor (2016).

4.1.3.7. Conector de molde de corte con cilindro

Es la placa que permite acoplar el vástago del cilindro con el molde de corte de empanadas, (**figura 41**):

Figura 41: Conector de molde de corte con cilindro.

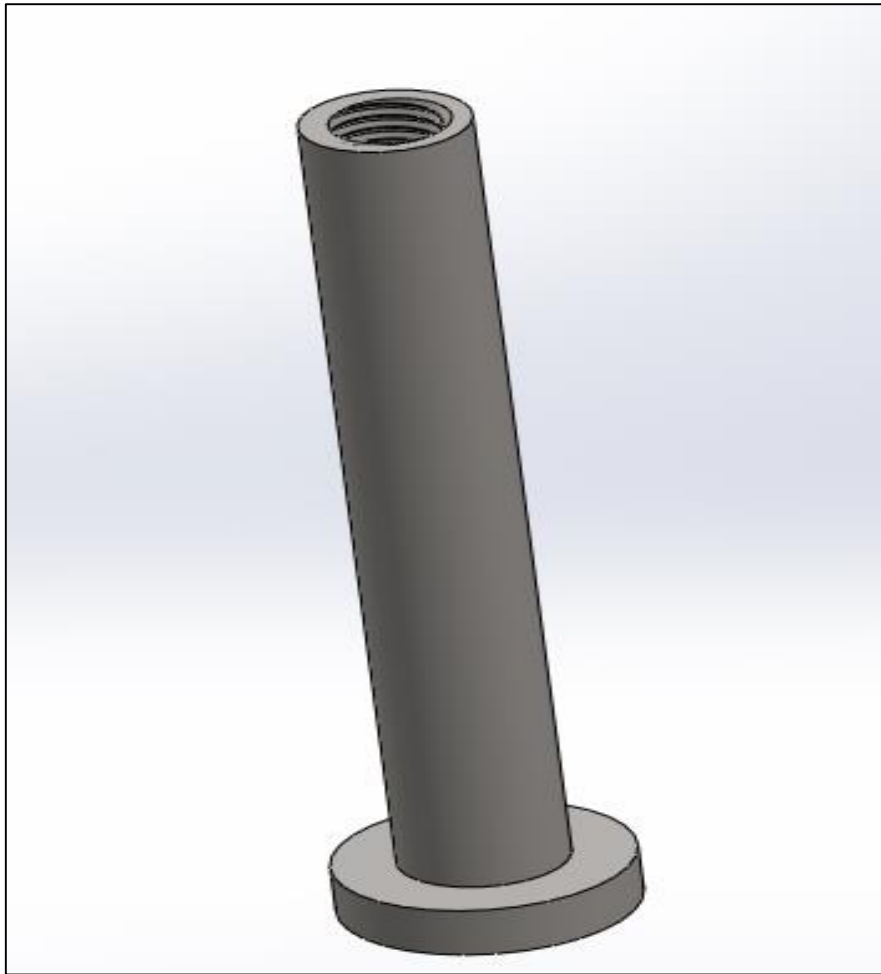


Fuente: Autor (2016).

4.1.3.8. Eje para molde de corte de empanadas

Permite conectar el molde de corte con el conector, y además cumple la función de amortiguador al momento del corte, pues sobre este elemento esta acoplado un resorte, (figura 42).

Figura 42: Eje para molde de corte de empanadas.

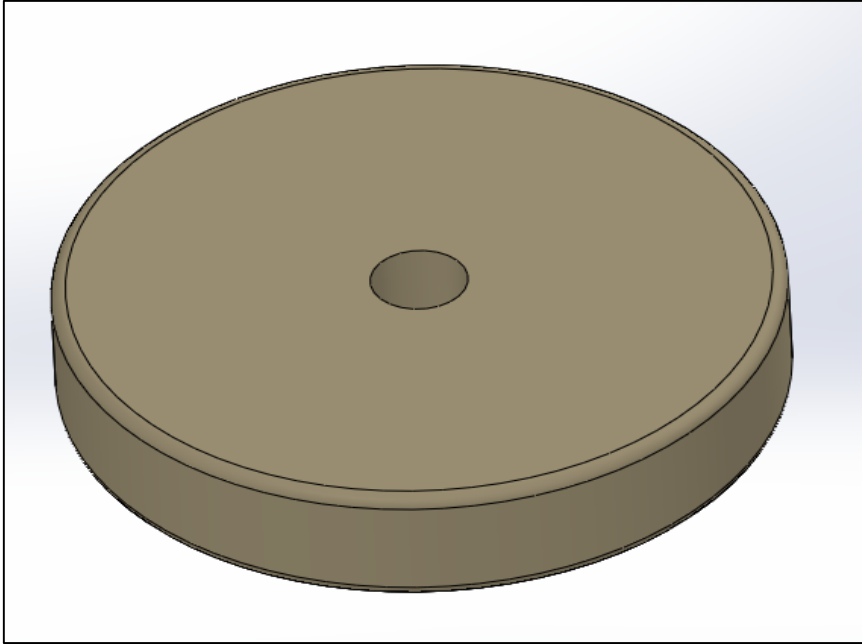


Fuente: Autor (2016).

4.1.3.9. Molde para compresión de masa

Su función es comprimir la masa hasta que esta tome forma de un disco, con un espesor aproximado de 3mm, (Figura 43):

Figura 43: Molde para compresión de masa.

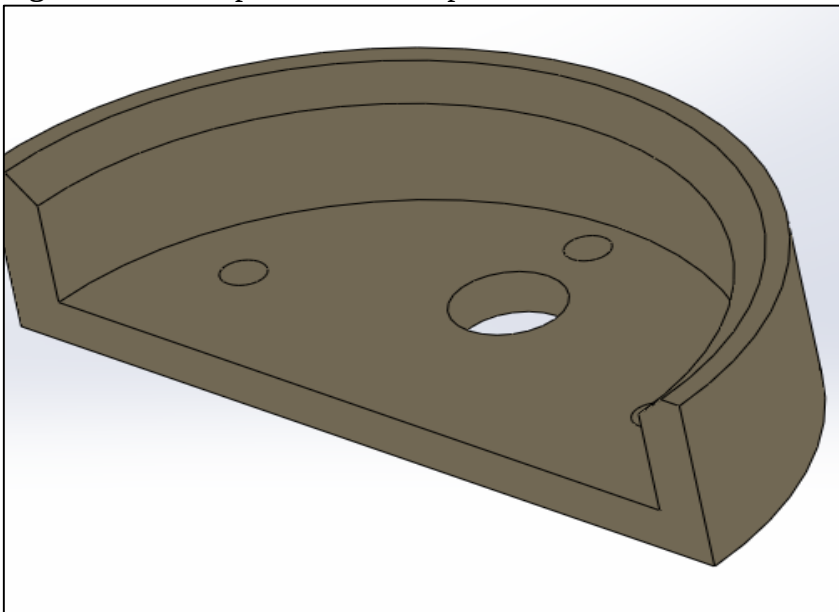


Fuente: Autor (2016).

4.1.3.10. Molde para corte de empanadas

Realiza el corte de la masa luego de haberse colocado el relleno, es quien da la forma final al producto, (**figura 44**):

Figura 44: Molde para corte de empanadas.



Fuente: Autor (2016).

4.1.4. Análisis de costos

Se determina el costo de la máquina tomando en cuenta todos los aspectos que enmarcan su construcción, como adquisición de materiales, mano de obra y montaje.

Los costos se dividen en dos grupos como los son: Costos directos, mismos que tienen una relación directa con la máquina, y costos indirectos, que representan actividades que se realizan de forma no directa en el proyecto [19]:

Tabla 10: Costos del proyecto.

MATERIALES DIRECTOS (COSTOS DIRECTOS)			
DENOMINACIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO \$	PRECIO TOTAL \$
CILINDRO DE DOBLE EFECTO 140mm	1	70	70
CILINDRO DE DOBLE EFECTO 200 mm	1	90	90
FUENTE DE AIRE COMPRIMIDO (PORTEN)	1	130	130
VÁLVULA ESTRANGULADORA	1	7	7
INDICADORES DE PRESIÓN	2	15	30
DEPOSITO DE AIRE A PRESIÓN	1	90	90
UNIDAD DE MANTENIMIENTO	1	98	98
PULSADOR (OBTURADOR)	2	4	8
PULSADOR (FRANQUEADOR)	2	7	14
OBTURADOR	1	4	4
RELÉ	1	30	30
VÁLVULA 5/2	1	90	90
CELENOIDE DE VÁLVULA	1	35	35
INTERRUPTOR MAGNÉTICO	1	18	18
PLANCHA DE POLIPROPILENO CIRCULAR CALIBRE 120 D55mm	1	140	140
PLANCHA DE POLIPROPILENO CIRCULAR CALIBRE 120 D15mm	1	25	25
MOLDE DE EMPANADA DE POLIPROPILENO CIRCULAR h 30mm L130mm R6mm	1	35	35
PLANCHA DE ACERO INOXIDABLE 304 1.22 m x 2.44m x 3mm	1	120	120
PERNOS	15	0,9	13,5
TUERCAS	15	0,6	9
OTROS	15	5	75
COSTOS DE MAQUINADO			
DENOMINACIÓN	TIEMPO DE TRABAJO	COSTO HORA \$	PRECIO TOTAL \$
TORNO	6	8	48

TALADRADORA	2	2	4
CORTADORA	6	8	48
FRESADORA	3	10	30
SOLDADORA	3	9	27
TROQUELADORA	5	10	50
AMOLADORA	2	3	6
OTROS	7	5	35
COSTOS INDIRECTOS (COSTOS INDIRECTOS)			
COSTOS DE INGENIERÍA			1200
COSTOS ADMINISTRATIVOS			100
COSTOS DE IMPREVISTOS			200
COSTO TOTAL \$			2879,5

Fuente: Autor (2016).

4.1.4.1. Depreciación

Es la devaluación del costo de un bien, el cual se genera por diferentes factores presentes en la máquina debido a su utilización, siendo este de un 10% por cada año que se utilice.

4.1.4.2. Valor de salvamento

El valor de salvamento es el valor que tendrá una máquina al final de su vida útil.

Ec. 14

$$V_{\text{Salvamento}} = V_{\text{Inicial}} - \frac{V_{\text{Inicial}} \cdot n}{N}$$

Donde:

$V_{\text{salvamento}}$ = Valor de salvamento.

V_{Inicial} = Costo inicial de la máquina.

n = Tiempo de vida útil de la máquina (7 años para sistemas neumáticos).

N = Tiempo de depreciación a 10 Años.

Se reemplaza en la Ec. 13:

$$V_{\text{Salvamento}} = 2879,5 - \frac{2879,5 \cdot 7}{10}$$

$$V_{\text{Salvamento}} = \$ 863,85$$

4.1.4.3. Depreciación por método de línea recta

Ec. 15

$$D_{\text{Anual}} = \frac{V_{\text{Inicial}} - V_{\text{Salvamento}}}{n}$$
$$D_{\text{Anual}} = \frac{2879,5 - 863,85}{7}$$
$$D_{\text{Anual}} = 287,95$$

Tabla 11: Depreciación de la máquina.

Tiempo en años	Depreciación anual \$
1	2591,05
2	2303,1
3	2015,15
4	1727,2
5	1439,25
6	1151,3
7	863,35

FUENTE: AUTOR, 2017.

4.1.4.4. Determinación del beneficio de producción

Al utilizar la nueva máquina para hacer empanadas la producción será aproximadamente de 1080 unidades, con un tiempo de trabajo de dos horas por día, es decir que con la producción de la máquina se puede cubrir la demanda de los vendedores de San Camilo. A un precio de \$0,25 los ingresos anuales serán de \$98550 dólares.

4.1.4.5. Calculo de TIR y VAN

El costo de mantenimiento de la máquina es de aproximadamente \$400 anuales. Así mismo para operar la máquina y preparar la materia prima, se necesitan dos operarios que trabajen 6 horas al día con un coste anual de \$ 4611.6.

El costo de producción de cada empanada es de \$ 0,15 representando un costo anual de \$54432.

Tabla 12. Flujo de efectivo.

Año	1
Ingresos \$	98550
Egresos \$	59443,6
Utilidad \$	39106,4

Fuente: Autor (2017).

Calculo del VAN 1 y VAN 2:

Beneficio neto: \$39106,4

i1; i2: 14% y 10%

Inversión total del primer año: \$7491,10

Tiempo analizado: 7 años

Ec. 16

$$VAN_1 = \left[\frac{BN}{(1 + i_1)^t} \right] - I$$

$$VAN_1 = \left[\frac{BN}{(1 + i_2)^t} \right] - I$$

Remplazando:

$$VAN_1 = 7586,11$$

$$VAN_2 = 3057,61$$

Calculo de la tasa interna de retorno:

$$TIR = i_2 - VAN_2 \left[\frac{(i_2 - i_1)}{(VAN_2 - VAN_1)} \right] \cdot 100$$

Reemplazando:

$$TIR = 0,18 \text{ o } 18\%$$

Análisis: La tasa de interés activa para el año 2017 en Ecuador es de 8,71, comparando el valor obtenido del TIR con el interés activo vigente:

Si $TIR < \% \text{ vigente}$ el proyecto no es aconsejable.

Si $TIR = \% \text{ vigente}$ el proyecto es indiferente.

Si $TIR > \% \text{ vigente}$ el proyecto es aconsejable.

Como el porcentaje obtenido en el TIR es de 18%, y este a su vez es mayor que la tasa vigente de 8,71%, entonces la construcción de la máquina es factible.

4.2. Discusión

En el diseño se concluye que, por prestaciones y costo, la mejor opción para la máquina sería manejar un circuito electro neumático, y se comprueba que dicha selección se ha realizado de forma correcta mediante la revisión del planteamiento de alternativas que realiza Carolina Macías Caza en su proyecto de investigación 48 bolones por golpe (ESPN), donde realiza una tabla de ponderación para seleccionar la mejor opción para el diseño, dando como resultado que la mejor alternativa es el sistema neumático.

Mediante estudios y revisión de material complementario se determina que la fuerza para deformar de la masa de verde es de 2166 N, y es de acuerdo a este dato que se realiza el cálculo del cilindro para comprimir la masa de verde, designándose la presión de trabajo del sistema en 6 bares. El resultado del cálculo determino que el diámetro del cilindro para comprimir la masa es de 80 mm, con un diámetro del vástago de 25mm, la fuerza de avance y retroceso es de 3015.92 N, y 2721 N respectivamente, estos resultados se contrastan con los datos obtenidos en el proyecto neumático de 48 bolones por golpe de Carolina Macías Caza (ESPN), en el cual obtiene un diámetro de cilindro de 80mm, demostrándose de esta forma que los cálculos se han realizado de forma correcta. El cilindro para cortar la masa tiene un diámetro de 63 mm, con un diámetro del vástago de 19.99mm. La fuerza de avance y retroceso se determinó en 1870,35N N, y 1682 N respectivamente. La longitud de carrera de los cilindros se fijó de acuerdo a los componentes y moldes que se utiliza, despreciando el factor de pandeo debido a que la longitud es corta, estas longitudes fueron de 120mm en el caso del cilindro que comprime

la masa y de 100 mm para el cilindro para corte de la masa, así mismo se determina que la máquina produce alrededor de 540 empanadas por hora. Se establece el consumo de aire de los cilindros, dando un total de 31,91 l/min, y en base a este dato se seleccionó el compresor y unidad de control.

En el diseño, una válvula solenoide permita hacer más simple el sistema, seleccionándose de esta forma una válvula 5/2, y demás accesorios del sistema.

Los materiales de los cuales se construye la máquina son polipropileno en el caso de la mesa giratoria, moldes para compresión y corte de la masa, mientras que para la parte estructural se utiliza el acero inoxidable AISI 316L. El diagrama electro neumático fue realizado con la ayuda del software fluidSIM de Festo, del mismo modo se efectúa la simulación de funcionamiento de la máquina con la ayuda de este software, en el cual se observaron parámetros de presión, velocidad, desplazamiento y fuerza de los cilindros.

El diseño realizado aumenta la producción 10 veces comparada con la producción artesanal, es decir que la maquina neumática semiautomática para elaborar empanadas, cubriría la demanda de 10 vendedores, optimizando el tiempo de trabajo, y reduciendo costos de producción.

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- ✓ Se diseñó el sistema neumático semiautomático, con una capacidad de 540 empanadas por hora, demostrando de esta forma que se ha triplicado la producción en relación a la producción artesanal.
- ✓ Se determinaron los parámetros necesarios para el dimensionamiento de diferentes elementos y partes que conformaron la máquina, concluyendo que el mejor diseño es un sistema electro neumático por sus prestaciones, y fácil montaje.
- ✓ Se simuló el funcionamiento de la máquina en el software FluidSIM de Festo, concluyéndose que se ha dimensionado de forma correcta cada elemento, y el circuito eléctrico y neumático funcionan correctamente.
- ✓ El costo para implementar la máquina que elabora empanadas es de \$ 2879,5.

5.2. Recomendaciones

- ✓ Utilizar diferentes moldes para realizar otro tipo de productos, como bolones, pasteles, y arepas.
- ✓ Realizar la limpieza de la máquina de forma adecuada con productos apropiados que eliminen el posible afloramiento de bacterias.
- ✓ Realizar mantenimientos preventivos a la máquina, para conservarla en óptimas condiciones, y así alargar su vida útil.
- ✓ Utilizar los EPP (Equipos de protección personal) adecuados, para prevenir posibles accidentes en el proceso de elaboración de empanadas.

CAPITULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6. Bibliografía

- [1] Pérez J. & Merino M. , 2012. [En línea]. Available: <http://definicion.de//diseno/>.
- [2] S. A., Neumática, T. Editores, Ed., Thomson Editores, 2008.
- [3] Croser P.& Ebel F., Neumática básica, ISBM 3-540-00022-4 ed., Festo didactic, 2003.
- [4] S. A., Diciembre 2013. [En línea]. Available: <https://prezi.com/sgcyzmvmdspb/semi-automatico-los-controladores-que-pertenecen-a-esta-cla/>.
- [5] Samuelson P. & Nordhaus W., Economics, Décima octava ed., 2004.
- [6] A. L., Breaking bread, California : University of california press, 2010.
- [7] S. A., Neumática práctica, Zaragoza, 2009.
- [8] Croser P., Thompson J., Ebel F., Fundamentos de neumática, Denkendorf: Festo didactico, 2000.
- [9] C. J. RENEDO, «Neumática e Hidráulica,» Universidad de Cantabria, Cantabria, 2015.
- [10] Fronted, 2016. [En línea]. Available: <http://www.mundocompresor.com/frontend/mc/La-Filtracion-En-Las-Lineas-De-Aire-Comprimido-vn3044-vst27>.
- [11] C. A., Neumática e Hidráulica, segunda ed., MARCOMBO, S.A., 2010.
- [12] Electroneumática, 2016. [En línea]. Available: http://demo.imh.es/Electroneumatica/Ud03/modulos/m_en001/ud04/html/en0_ud04_133_con.htm.
- [13] Equilibrar, 2016. [En línea]. Available: <https://www.equilibrar.com/es/reguladores-de-vacio-y-valvulas-de-control-de-vacio/>.
- [14] C. J., Elaboración de empanadas de pepa de guaba, Tesis, Ed., Repositorio espol, 2009.
- [15] «Interesante Planeta,» 30 noviembre 2015. [En línea]. Available: <http://www.soluciones-caseras.com/>. [Último acceso: 15 noviembre 2016].
- [16] RecetaEcuatoriana.com, «Cantv.net,» 10 02 2013. [En línea]. Available: <http://www.cantv.net/gastronomia/resena.asp?id=216200&cat=12&Fresena=TRUE>. [Último acceso: 13 11 2016].
- [17] C. B. M. Caza, Diseño de un Sistema de moldeo de masa de verde para producir 48 bolones por golpe, Quito: ESPN, 2015.

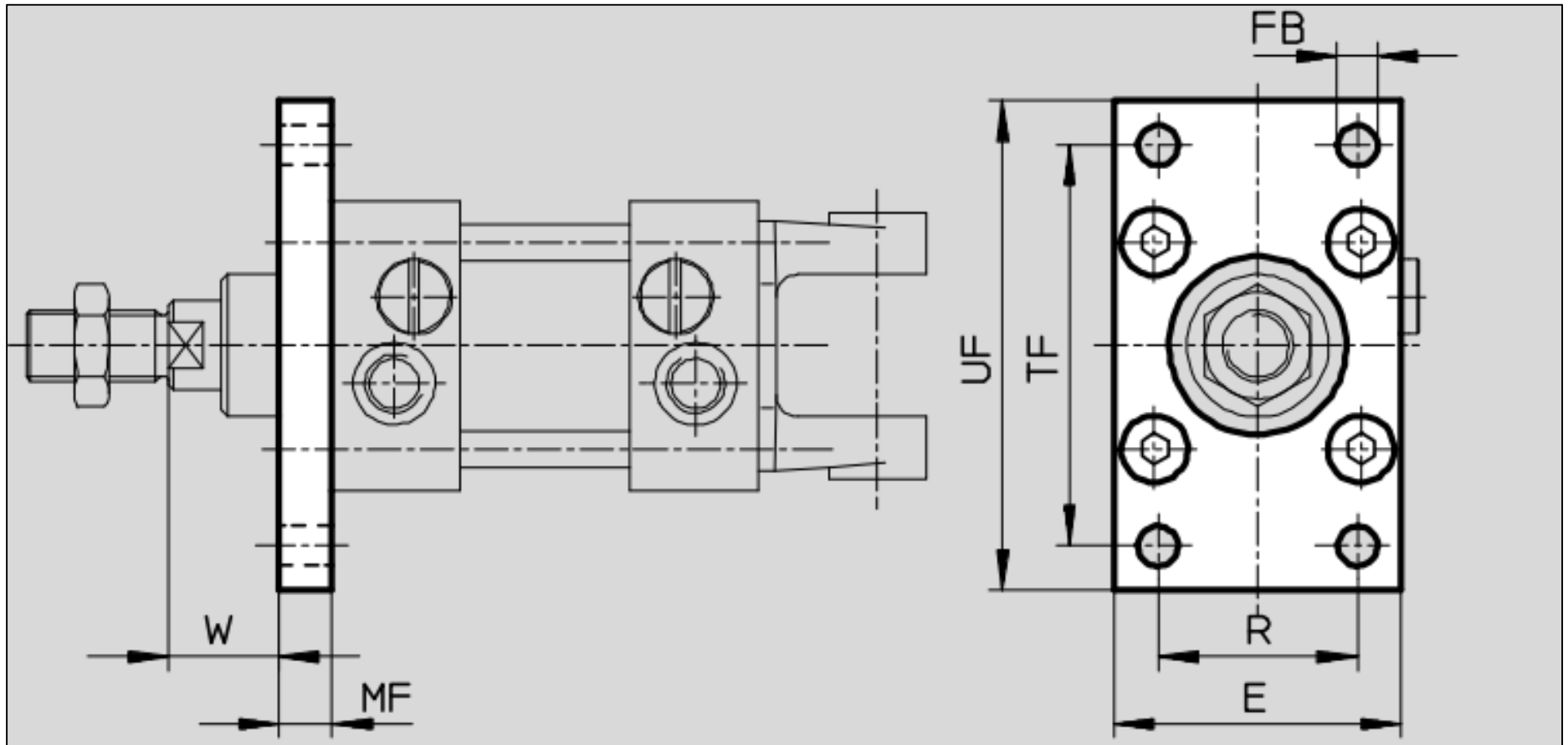
- [18] Festo, «Festo,» 2013. [En línea]. Available: www.festo.com/catalogue/. [Último acceso: 23 Octubre 2016].
- [19] P. E. A. T. P. E. Leland Blank, Ingeniería Económica., MEXICO: Mc Graw Hill, 2002.
- [20] R. G. Budynas y J. K. Nisbett, DISEÑO EN INGENIERIA MECANICA DE SHIGLEY, Octava edición ed., México: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2008.
- [21] W. L. McCabe, J. C. Smith y P. Harriot, OPERACIONES UNITARIAS EN INGENIERIA QUIMICA, SÉPTIMA EDICIÓN ed., México: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V., 2007.
- [22] G. Batchelor, Introduction to Fluid Dynamics, Cambridge : Cambridge University Press, 1967.
- [23] F. J. P. Alfonzo, «lublearn,» Noria Latín América, 05 agosto 2014. [En línea]. Available: <http://noria.mx/lublearn/diferencias-entre-viscosidad-absoluta-y-viscosidad-cinematica/>. [Último acceso: 09 JUNIO 2016].
- [24] P. Martínez, «wikipedia,» Fundación Wikimedia, Inc, 24 02 2015. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/Microfiltraci3n>. [Último acceso: 10/06/2016 06 2015].
- [25] M. E. S.A, «PLASTIGAMA,» MEXICHEM, 17 06 2015. [En línea]. Available: www.plastigama.com. [Último acceso: 20 07 2016].
- [26] D. A. CHASIS, PLASTIC PIPING SYSTEMS, NEW YORK: CONSTRUCCION TRADES PRESS, 2003.
- [27] R. P. KING, INTRODUCCION TO PARCIAL FLUID FLOW, OXFORD: BUTTERWORTH HEINEMANN, 2002.
- [28] J. Y. D. L. K. KNUDSEN, FLUID DYNAMICS AND HEAT TRANSFER, NUEVA YORK: MCGRAW-HILL, 2009.
- [29] V. Y. E. B. W. STREETER, FLUID MECHANICS, NUEVA YORK: MC GRAW - HILL, 2008.
- [30] R. W., INTRODUCTION TO FLUID MECHANICS., NUEVA YORK: MC GRAW-HILL, 2003.
- [31] P. K. Y. A. K. J. SWAMEE, EXPLICIT EQUATIONS FOR PIPE FLOW PROBLEMS., NUEVA YORK: MAERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERINGS, 2003.
- [32] COMPUTER APPLICATIONS IN HYDRAULIC ENGINEERING, NUEVA YORK: HAESTAD METHODS, 2005.
- [33] J. C. Sánchez, Metodología de la investigación científica y tecnológica, Mexico: Diaz de santos, 2015.

[34] A. C. Sole, Neumática e Hidráulica., España: Alfaomega, 2007.

CAPITULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Fijación por brida CRFNG para cilindro.



Fuente: Festo (2016).

Anexo 2. Cilindro CRFNG.

Referencias				
Variante	Diámetro del émbolo [mm]	Carrera [mm]	N° art.	Tipo
CRDNG				
	32	10 ... 2000	160884	CRDNG-32-...-PPV-A
	40	10 ... 2000	160885	CRDNG-40-...-PPV-A
	50	10 ... 2000	160886	CRDNG-50-...-PPV-A
	63	10 ... 2000	160887	CRDNG-63-...-PPV-A
	80	10 ... 2000	160888	CRDNG-80-...-PPV-A
	100	10 ... 2000	160889	CRDNG-100-...-PPV-A
	125	10 ... 2000	185280	CRDNG-125-...-PPV-A

Fuente: Festo (2016).

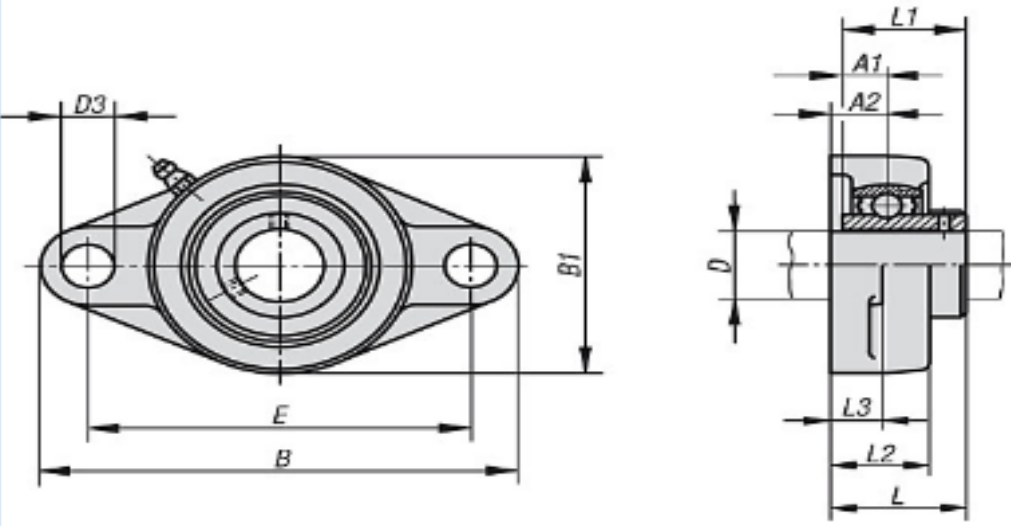
Anexo 3. Cilindro CRFNG.

Fuerzas [N]						
Diámetro del émbolo	32	40	50	63	80	100
Fuerza teórica con 6 bar, avance	483	754	1178	1870	3016	4712
Fuerza teórica con 6 bar, retroceso	415	633	990	1682	2721	4418

Pesos [g]						
Diámetro del émbolo	32	40	50	63	80	100
Peso básico con carrera de 10 mm	676	1196	1849	2977	5172	8472
Peso adicional por 10 mm de carrera	26	42	57	65	100	115
Masa móvil con carrera de 10 mm	106	198	340	398	717	968
Masa adicional por 10 mm de carrera	9	16	25	25	38	38

Fuente: Festo (2016).

Anexo 4: Chumacera de mesa giratoria.

 www.norelem.co.uk Info@norelem.co.uk  Solicitud de presupuesto											
▶ technical drawing 											
	▲ A	▲ A1	▲ A2	▲ B	▲ B1	▲ housing	▲ D	▲ D3	▲ available	▲ E	▲
TYPE MUCF 2-HOLE STAINLESS STEEL	M8	13	15	113	60	FL 204	20	11	MUC 204	90	3
TYPE MUCF 2-HOLE STAINLESS STEEL	M10	14	16	130	68	FL 205	25	13	MUC 205	99	3
TYPE MUCF 2-HOLE STAINLESS STEEL	M10	16	18	148	79	FL 206	30	13	MUC 206	117	4
TYPE MUCF 2-HOLE STAINLESS STEEL	M12	18	19	161	90	FL 207	35	14	MUC 207	130	4
TYPE MUCF 2-HOLE STAINLESS STEEL	M12	19	21	171	100	FL 208	40	14	MUC 208	144	5
TYPE MUCF 2-HOLE STAINLESS STEEL	M14	19	22	179	108	FL 209	45	16	MUC 209	148	5
TYPE MUCF 2-HOLE STAINLESS STEEL	M14	19	22	195	115	FL 210	50	16	MUC 210	157	5

Fuente: Norelen (2016).

Anexo 5: Acero inoxidable.

Norma: AISI 304

DESCRIPCIÓN DE ACUERDO A NORMA	JIS	SUS 304
	ASTM	304
	DIN	4301

ESPESORES desde 0.40-15mm

DIMENSIONES 1220 x 2440mm (estándar)
1220 x otros largos (especial)

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)								
C Max	Si Max	Mn	P Max	S Max	Ni	Cr	Mo	Otros
0,08	1	2	0,04	0,03	8 - 10,5	18 - 20	XX	XX

PROPIEDADES MECÁNICAS						
RESISTENCIA MECÁNICA		PUNTO DE FLUENCIA		Elongación % Min.	PRUEBAS DE DUREZA (MAX)	
Kg/mm ²	Psi	Kg/mm ²	Psi		ROCKWELL B	VICKERS
49	69500	18	25500	40	81,7	160

Norma: AISI 201

DESCRIPCIÓN DE ACUERDO A NORMA	JIS	SUS 201
	ASTM	201
	DIN	XXX

ESPESORES desde 0.70-3mm

DIMENSIONES 1220 x 2440mm (estándar)
1220 x otros largos (especial)

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)								
C Max	Si Max	Mn	P Max	S Max	Ni	Cr	Mo	Otros
0.15	1	5.5 - 7.5	0.06	0.03	3.5 - 5.5	16 - 18	^{DIN}	N: 0.25 Max

PROPIEDADES MECÁNICAS						
RESISTENCIA MECÁNICA		PUNTO DE FLUENCIA		Elongación % Min.	PRUEBAS DE DUREZA (MAX)	
Kg/mm ²	Psi	Kg/mm ²	Psi		ROCKWELL B	VICKERS
65	93000	25	35800	40	92	205

Fuente: DIPAC (2016).

Anexo 6: Encuesta.



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA INGENIERÍA MECÁNICA

“PROYECTO DE DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA NEUMÁTICO SEMIAUTOMÁTICO PARA LA ELABORACIÓN DE EMPANADAS”

Encuesta a vendedores de empanadas de plátano verde:

1. ¿Las empanadas son elaboradas manualmente?
☒ a) Si
☐ b) No
2. ¿Cuántas empanadas elabora diariamente?
☒ a) 50 a 80
☐ b) 80 a 150
☐ c) 150 a 200
3. ¿Cuál es el tamaño de la Empanada?
☐ a) Pequeña
☒ b) Mediana
☐ c) Grande
4. ¿Cuál empanada se vende a mayor cantidad?
☐ a) De carne
☒ b) De Queso
☐ c) De Pollo
5. ¿Le gustaría expandir su negocio?
☒ a) Si
☐ b) No
6. ¿Le gustaría contar con una máquina para elaborar empanadas?
☒ a) Si
☐ b) No
7. ¿Qué recomendaría a un diseñador para hacer una máquina para elaborar empanadas?

Que diseñe una máquina que reduzca el esfuerzo físico y tiempo de trabajo.

Fuente: Autor (2016).

Anexo 7: Planos.