

**DISEÑO DE UNA DOSIFICADORA SEMIAUTOMÁTICA DE LÍQUIDOS  
PARA FRASCOS DE 100ml EN LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA**

Por

Biltran Chavez Altamirano

Proyecto de Grado Presentado en Cumplimientos de los Requisitos para la Obtención  
del Grado Académico de:

**LICENCIADO EN INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTROMECAÁNICA**

**LA PAZ – BOLIVIA**

**AGOSTO 2019**



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE INGENIERIA**



**LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.**

**LICENCIA DE USO**

El usuario está autorizado a:

- a) Visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) Copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) Copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la cita o referencia correspondiente en apego a las normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

**TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADAS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.**

**DISEÑO DE UNA DOSIFICADORA SEMIAUTOMÁTICA DE LÍQUIDOS  
PARA FRASCOS DE 100ml EN LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA**

Por

Biltran Chavez Altamirano

Revisado y Presentado ante el Tribunal de Grado

Académico

APROBADO: \_\_\_\_\_

Ing. Alejandro Mayori Machicao

Asesor de Proyecto de Grado

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTROMECAÁNICA**

**LA PAZ – BOLIVIA**

**AGOSTO 2019**

## **RESUMEN**

El presente proyecto se enfoca en el diseño de una máquina dosificadora de frascos, donde se aplican los conocimientos de mecánica de fluidos, realizando el análisis de esfuerzos cortantes, momento flector, criterios de falla mediante la teoría de Von Mises, para desarrollar el dimensionamiento de los diferentes elementos de la máquina y también el conocimiento de automatización mediante PLC.

Una vez definido los parámetros de diseño se procede con el diseño de los elementos que constituyen los sistemas y subsistemas, además especificando otros elementos a fin de evitar gastos y reducir el tiempo de producción.

Al finalizar el diseño de los diferentes sistemas y subsistemas, se definen tablas características de los subsistemas y sus elementos para generar tabla de costos, hoja de procesos y Balance de Materiales con lo cual se pretende mostrar los procesos realizados durante la fabricación.

El presente proyecto cumple con las exigencias planteadas en los objetivos ya mencionados, para dar frente a las necesidades locales y nacionales.

## **Dedicatoria**

A ti Dios Padre, por estar a mi lado en cada paso que doy, por darme luz en los momentos que más lo necesito, tranquilidad en los momentos de angustia.

Dedico este Proyecto de Grado a mi familia y en especial a mi esposa, ya que sin su apoyo incondicional no hubiese logrado terminar la carrera.

A mis padres, por enseñarme a valorar las cosas simples de esta vida y por apoyarme con lo necesario en el proceso de aprendizaje.

A mi hermano y mis hermanas, por ser las personas más importantes de mi vida, por su amor incondicional y los que siempre me dieron un aliento de inspiración para superarme.

## **Agradecimientos**

Mis más sinceros agradecimientos a la Universidad Mayor de San Andrés por darme la mejor formación.

Un agradecimiento particular al Programa Beca Comedor (UMSA), por haberme dado el apoyo necesario, para lograr terminar el plan de estudio de la carrera de Ingeniería Electromecánica.

A mi Tribunal de Grado por los consejos recibidos en la elaboración de este Proyecto, en particular a mi asesor Ing. Alejandro Mayori Machicao.

A la carrera de Ingeniería Mecánica y Electromecánica, por darme la oportunidad de estudiar en sus aulas y formarme académicamente profesional e íntegramente competitivo.

A mis amigos, en especial a José Antonio Siñani Vilte y a todo los que me conocen, por haberme acompañado en este proceso, por ser parte de mi vida, por creer en mí y el apoyo incondicional que siempre obtuve de ellos.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii

### CAPÍTULO I

1 GENERALIDADES.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo General.....	2
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4 Justificación.....	3
1.5 Alcances y límites.....	3
1.5.1 Alcances.....	3
1.5.2 Límites.....	4
1.6 Alternativas de solución.....	4
1.6.1 Dosificador Volumétrico.....	4
1.6.2 Dosificador Sin-Fin.....	5
1.6.3 Dosificador para Líquidos.....	5
1.7 Selección de la mejor alternativa.....	6
1.8 Fundamento Teórico.....	7
1.8.1 Características del líquido a dosificar.....	7
1.8.2 Frascos para jarabe.....	8
1.9 Partes o elementos de un dosificador.....	8

1.9.1	Tolva .....	9
1.9.2	Sistema dosificador .....	9
1.9.3	Boquilla o tubo de descarga .....	10
1.10	Material para el diseño mecánico .....	10
1.10.1	Acero inoxidable .....	10
1.11	Dispositivos de ayuda para el transporte del frasco.....	11
1.11.1	Cadena de charnela de plástico.....	11
1.12	Dispositivos de control .....	12
1.12.1	Actuadores neumáticos.....	12
1.12.2	Cilindros neumáticos .....	12
1.12.3	Tipos de cilindros neumáticos .....	13
1.12.4	Dispositivos de mando .....	13
1.12.5	Electroválvula.....	15
1.12.6	El contactor.....	16
1.12.7	Contactos eléctricos.....	16
1.12.8	El disyuntor .....	16
1.12.9	El relé térmico .....	17
1.12.10	PLC (controlador lógico programable) .....	17
1.12.11	Sensores.....	19
1.12.12	Resistencia eléctrica .....	20
1.12.13	Potenciómetro.....	21
1.12.14	Condensador Eléctrico.....	22
1.12.15	El diac.....	22
1.12.16	El triac .....	23

## **CAPÍTULO II**

2	INGENIERÍA DEL PROYECTO .....	24
2.1	Identificación de sistemas y subsistemas .....	24
2.2	Parámetros de diseño.....	25
2.3	Parámetros de producción .....	25
2.4	Análisis previo al diseño .....	26

2.5	Diseño de elementos mecánicos.....	27
2.5.1	Diseño mecánico de la tolva .....	27
2.5.2	Diseño de la placa del soporte de la tolva .....	34
2.5.3	Diseño del sistema de dosificación .....	38
2.5.4	Cálculo de la caída de presión 2 a 3 .....	39
2.5.5	Cálculo de pandeo.....	49
2.5.6	Diseño de la placa de sujeción del cilindro neumático .....	51
2.5.7	Diseño de la placa del taco empujador.....	56
2.5.8	Subsistema fijador de boquilla.....	60
2.5.9	Diseño de la placa del cilindro fijador de boquilla .....	64
2.5.10	Selección del sistema de banda transportadora .....	68
2.5.11	Sistema de soporte y estructura .....	71
2.6	Diseño eléctrico y electrónico. ....	73
2.6.1	Circuito de control.....	73
2.6.2	Selección del tipo de motor eléctrico .....	74
2.6.3	Diseño del control de velocidad para el motor AC .....	75
2.6.4	Selección de conductores .....	79
2.6.5	Selección de los interruptores termo magnéticos (breaker).....	80
2.6.6	Selección de la electroválvula.....	81
2.6.7	Selección de los sensores .....	81
2.6.8	Selección del sensor fotoeléctrico.....	81
2.6.9	Selección del sensor interruptor magnético .....	81
2.7	Selección de accesorios eléctricos.....	81
2.7.1	Parada de emergencia.....	81
2.7.2	Selector de dos posiciones. ....	81
2.7.3	Luces indicadoras y pulsadores.....	82
2.8	Selección de accesorios de neumática.....	82
2.9	Diseño del circuito neumático de los sistemas de dosificación.....	82
2.10	Selección del PLC.....	82
2.10.1	Tabla de solución secuencial para la programación del PLC.....	83

2.10.2	Diagrama de flujo .....	85
2.10.3	Descripción de los elementos. ....	86
2.10.4	Programación en el software STEP 7 MicroWin 32 .....	87
2.10.5	Simulación esquemática en S7_200 y PC_ SIMU .....	89
2.11	Especificación de componentes .....	91
2.12	Planos.....	98
2.12.1	Norma aplicada.....	98
2.12.2	Nomenclatura de planos .....	98

### **CAPÍTULO III**

3	MANUFACTURA.....	99
3.1	Proceso de fabricación.....	99
3.2	Hojas de proceso.....	103
3.2.1	Información de datos generales.....	103
3.2.2	Información técnico .....	104
3.2.3	Información de los procesos de fabricación.....	104
3.2.4	Información de costos .....	104
3.3	Proceso de montaje.....	105
3.4	Operación y mantenimiento .....	106
3.4.1	Operación .....	106
3.4.2	Información de seguridad.....	107
3.4.3	Parámetros de los sistemas banda transportadora .....	107
3.5	Mantenimiento.....	108
3.5.1	Mantenimiento preventivo .....	108

### **CAPÍTULO IV**

4	ESTUDIO DE COSTO .....	110
4.1	Costo de fabricación de la estructura.....	110
4.1.1	Cotización de mano de obra.....	110
4.1.2	Cotización de máquina y herramienta.....	110
4.1.3	Cotización de insumos .....	111

4.1.4	Cotización de materiales .....	112
4.2	Resumen de costos de fabricación.....	112
4.3	Costos de elementos especificados.....	114
4.4	Costo de montaje .....	117
4.5	Costo neto.....	117
4.6	Precio Final.....	117
<b>CAPÍTULO V</b>		
5	EVALUACIÓN .....	119
5.1	Conclusiones.....	119
5.2	Recomendaciones.....	119
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		
<b>WEB GRAFÍA</b>		
<b>ANEXOS</b>		

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Máquina dosificadora</i> .....	2
<i>Figura 2 Dosificador volumétrico</i> .....	4
<i>Figura 3 Dosificador sin - fin</i> .....	5
<i>Figura 4 Dosificador para líquidos</i> .....	5
<i>Figura 5 Jarabe</i> .....	7
<i>Figura 6 Frascos PET 100ml - 200ml</i> .....	8
<i>Figura 7 Esquema representativo del dosificador</i> .....	9
<i>Figura 8 Sistema dosificador</i> .....	10
<i>Figura 9 Banda transportadora</i> .....	12
<i>Figura 10 Cilindro de simple efecto</i> .....	13
<i>Figura 11 Cilindro de doble efecto</i> .....	13
<i>Figura 12 Electroválvula</i> .....	15
<i>Figura 13 Contactor</i> .....	16
<i>Figura 14 Disyuntor</i> .....	17
<i>Figura 15 Relé térmico</i> .....	17
<i>Figura 16 PLC s7-200 CPU 214</i> .....	18
<i>Figura 17 Diagrama de entradas y salidas del PLC</i> .....	18
<i>Figura 18 PLC y sus accesorios</i> .....	19
<i>Figura 19 Tipo de sensores</i> .....	20
<i>Figura 20 Potenciómetro</i> .....	21
<i>Figura 21 Clases de capacitor</i> .....	22
<i>Figura 22 Símbolo y estructura del Diac</i> .....	22
<i>Figura 23 Símbolo y representación del Triac</i> .....	23
<i>Figura 24 Máquina dosificadora de frascos</i> .....	24
<i>Figura 25 Tolva</i> .....	28
<i>Figura: 26 Características de la tolva</i> .....	28
<i>Figura 27 Esfuerzo en cilindro</i> .....	30

<i>Figura 28 Esfuerzo en el cono .....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 29 Placa del soporte de la tolva .....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 30 Sistema de dosificación .....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 31 Diagrama de cuerpo libre en la tolva .....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 32 Diagrama del sistema de dosificación.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 33 Diagrama de cuerpo libre de fuerza en el émbolo .....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 34 Placa de sujeción del cilindro neumático .....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 35 Diagrama de momento flector y esfuerzo cortante.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 36 Esfuerzo máximo Von Mises .....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 37 Placa del taco empujador.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 38 Diagrama de momento flector y esfuerzo cortante.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 39 Esfuerzo máximo Von Mises .....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 40 Subsistema fijador de boquilla.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 41 Placa del cilindro fijador de boquilla .....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 42 Diagrama de momento flector y esfuerzo cortante.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 43 Esfuerzo máximo Von Mises .....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 44 Banda transportadora .....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 45 Producto por pie de cadena.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 46 Velocidad de la banda .....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 47 Cargas que soporta la estructura .....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 48 Esfuerzo máximo Von Mises .....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 49 Transmisión de potencia por correa .....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 50: Circuito de control de velocidad .....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 51 : Formas de ondas de Triac y Carga .....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 52: Diseño del circuito de control de velocidad.....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 53 Esquema representativo de un circuito neumático.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 54 Diagrama de Flujo.....</i>	<i>85</i>
<i>Figura 55 Descripción de los elementos.....</i>	<i>86</i>
<i>Figura 56 Software STEP 7 MicroWin 32 .....</i>	<i>87</i>
<i>Figura 57 Esquema de contactos KOP.....</i>	<i>87</i>

<i>Figura 58 Selección del CPU .....</i>	<i>88</i>
<i>Figura 59 Panel de trabajo .....</i>	<i>88</i>
<i>Figura 60 Simulación del PLC con el lenguaje KOP .....</i>	<i>89</i>
<i>Figura 61 Esquema representativo de los elementos que compone el diseño.....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 62 Diagrama de nomenclatura de planos .....</i>	<i>98</i>

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Ventajas y desventajas del sistema de dosificación</i> .....	6
<i>Tabla 2 Representación de válvulas de distribución</i> .....	14
<i>Tabla 3 Principales accionamientos</i> .....	14
<i>Tabla 4 Válvula estranguladora</i> .....	15
<i>Tabla 5 Representación de valores de la resistencia</i> .....	20
<i>Tabla 6 Valores de resistencias comerciales</i> .....	21
<i>Tabla 7 Propiedades generales del jarabe (alta concentración de azúcar 45-85 %)</i>	27
<i>Tabla 8 Factor de seguridad</i> .....	32
<i>Tabla 9 Propiedades del acero inoxidable</i> .....	34
<i>Tabla 10 Propiedad del acero inoxidable</i> .....	52
<i>Tabla 11 Coeficientes de fricción</i> .....	61
<i>Tabla 12 Peso de las cadenas recorrido recto WC</i> .....	71
<i>Tabla 13 Fuerzas de reacción</i> .....	72
<i>Tabla 14 Momentos de reacción</i> .....	73
<i>Tabla 15: Voltaje de ruptura del Diac</i> .....	76
<i>Tabla 16 Control de procesos</i> .....	83
<i>Tabla 17 Solución secuencial para la programación del PLC</i> .....	84
<i>Tabla 18 Especificación de componentes</i> .....	91
<i>Tabla 19 Avances para cepilladoras</i> .....	102
<i>Tabla 20 Límites de funcionamiento de presión</i> .....	106
<i>Tabla 21 Características generales</i> .....	106
<i>Tabla 22 Costo de mano de obra</i> .....	110
<i>Tabla 23 Costo de máquina y herramienta</i> .....	111
<i>Tabla 24 Costo de insumos</i> .....	111
<i>Tabla 25 Cotización de materiales</i> .....	112
<i>Tabla 26 Resumen de costos de fabricación</i> .....	112
<i>Tabla 27 Costos de elementos especificados</i> .....	114
<i>Tabla 28 Costo de montaje</i> .....	117

<i>Tabla 29 Costos totales</i> .....	117
<i>Tabla 30 Precio final</i> .....	118
<i>Tabla 31 Determinación del precio venta</i> .....	118

## CAPÍTULO I

### 1 GENERALIDADES

#### 1.1 Introducción

Hoy en día las grandes industrias de nuestro país y el mundo reflejan, la necesidad de crecer y ampliar su mercado. Para poder hacerlo es necesario aumentar los niveles de producción, esto hace que se recurra a la tecnología que se ofrece en la actualidad.

En países como el nuestro los grandes empresarios se limitan a importar máquinas que realicen determinado proceso y muy pocas veces se preguntan si ese tipo de tecnología se podría encontrar en nuestro país, por este motivo los ingenieros no intentan construir máquinas que ya otros países han creado.

Las máquinas dosificadoras de líquido, para las industrias farmacéuticas o industrias de bebida que existen en países extranjeros son diseñadas con objetivos específicos para su funcionamiento. Por este motivo se crea un diseño propio, tomando como base lo que ya se ha desarrollado en otros países, para ajustarlo a las necesidades de nuestro país dependiendo de la industria.

## 1.2 Planteamiento del problema

Debido a la necesidad que tienen las empresas de implementar tecnología de punta y maquinaria que incremente los niveles de producción, se recurre a la importación como se muestra en la (Figura 1) y se olvida el desarrollo ingenieril del país, esto conlleva a una fuga del capital, ya que al hacer importaciones se invierte en países diferentes y estas utilidades se van al país de origen.

*Figura 1 Máquina Dosificadora*



*Fuente: <http://www.filamatic.com/products/SYN-THUMB.jpg>*

En consecuencia se incrementa el desempleo al no influenciar la industria interna de nuestro país además de los grandes costos que tiene una máquina desarrollada en un país con alto nivel de tecnología avanzada.

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo General

- Diseñar una máquina dosificadora semiautomática de líquido, para la industria farmacéutica

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Diseñar un método de dosificación eficiente, con la acción de actuadores cilíndricos.
- Implementar el control de una banda transportadora que permita agilizar y automatizar el proceso.
- Diseñar un sistema de seguridad en el tablero de control, para evitar riesgos en la operación de la máquina por parte del operario.
- Establecer el proceso de ensamblaje para cada sistema y subsistemas.
- Elaborar hojas de trabajos de mantenimiento, para un buen funcionamiento de la máquina.

### **1.4 Justificación**

En la industria nacional cada día es más común adicionar tecnología a los diferentes procesos industriales, tal es el caso en donde al pasar por la Empresa Laboratorios Crespal S.A. en calidad de pasante universitario se ve la necesidad de la dosificación de líquido en frascos de 100ml, ya que la maquina dosificadora de jarabe, tiene problemas de operación, esto me ha llevado a plantear un diseño que ya existe en otros países.

Para lo cual su principal limitante son los costos de adquisición de esta máquina.

Por este motivo se busca diseñar una máquina dosificadora de líquido para la industria farmacéutica, con el fin de automatizar procesos que se llevaban a cabo con una maquina deteriorada y así generar un aumento en la producción de la empresa.

### **1.5 Alcances y límites**

#### **1.5.1 Alcances**

Con este Proyecto se pretende automatizar, el diseño que se implementara.

El alcance del presente Proyecto se basa principalmente en el cálculo y diseño de elementos y componentes, tanto mecánico y electrónico, de tal manera que estos garanticen un alto ciclo de vida para la máquina y a su vez brinden total seguridad.

## 1.5.2 Límites

Entre las limitaciones se encuentra que la máquina simplemente podrá ser usada para cantidad específica de dosificación, asimismo el líquido solo podrá ser denso o de alta viscosidad a dosificar, además solo se podrá abastecer de manera manual.

En este caso como se trata para la industria farmacéutica, solo se dosificará jarabe con propiedades que tiene este producto, esta puede ser de cualquiera empresa.

## 1.6 Alternativas de solución

Los equipos en la actualidad, no manuales, utilizan distintos tipos de dosificadores dependiendo del producto que se trabaje. La función del dosificador es fraccionar de forma precisa y autónoma el producto en cantidades requerida. Para lo cual mostraremos los diferentes tipos de dosificadores que existen en el mercado internacional.

### 1.6.1 Dosificador Volumétrico

Dosificador por volumen para productos en grano (Figura 2). El peso y la producción máxima van en relación a las características del producto.<sup>1</sup>

Figura 2 Dosificador Volumétrico



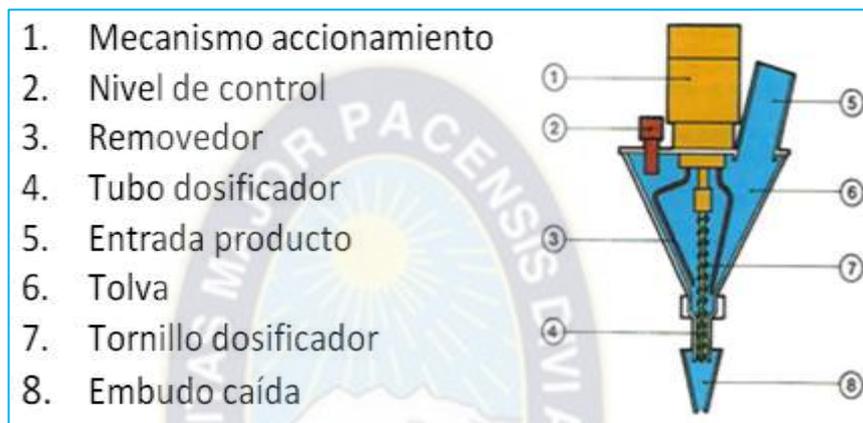
Fuente: 2009 Postpack, SL <http://www.postpacksl.com/web/horizontal-dosif.php?lang=1>

<sup>1</sup> <http://www.postpacksl.com/web/horizontal-dosif.php?lang=1>(**Dosificadores para máquinas Horizontales**)

### 1.6.2 Dosificador Sin-Fin

Dosificador para productos en polvo con nivel de máxima incorporado (Figura 3). El peso y la producción máxima van en relación a las características del producto.

Figura 3 Dosificador sin - fin

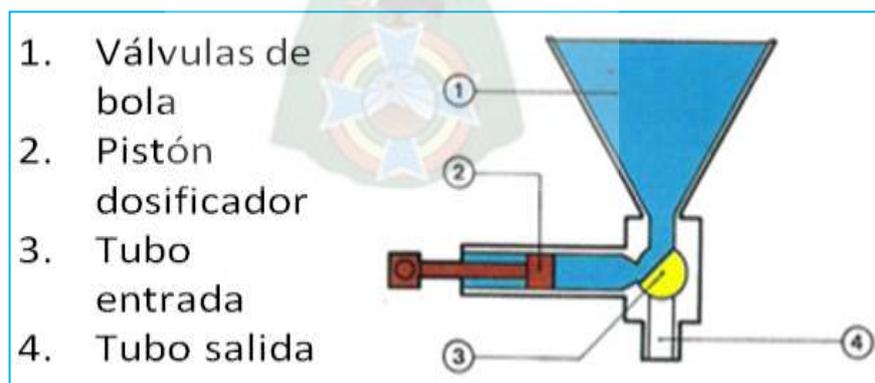


Fuente: 2009 Postpack, SL <http://www.postpacksl.com/web/horizontal-dosif.php?lang=1>

### 1.6.3 Dosificador para Líquidos

Dosificador para productos Líquidos o semi-líquidos (Figura 4). El peso y la producción máxima van en relación a las características del producto.

Figura 4 Dosificador para líquidos



Fuente: 2009 Postpack, SL <http://www.postpacksl.com/web/horizontal-dosif.php?lang=1>

## 1.7 Selección de la mejor alternativa.

Para el proyecto planteado se requiere la precisión de dosificar la cantidad necesaria de dicho producto, en este caso se pudo buscar la información de tres tipos o alternativa de solución a dosificar que se mostrara en la tabla 1.

*Tabla 1 Ventajas y desventajas del sistema de dosificación*

TIPO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Dosificador de pistón	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amplio rango de presión.</li> <li>• Pueden alcanzar niveles de presión altos.</li> <li>• La presión puede ser controlada sin impactar el nivel de flujo.</li> <li>• Maniobrar con fluidos viscosos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cuestan más por unidad.</li> <li>• Los componentes mecánicos son propensos al desgaste.</li> <li>• costos de mantenimiento pueden ser elevados.</li> </ul>
Dosificado volumétrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Versatilidad para materiales de fluidez, granulometría y densidad diversa</li> <li>• Completa gama de caudales</li> <li>• Equipos de simple y doble tornillo</li> <li>• Limpieza rápida y sencilla</li> <li>• Reducir los costos.</li> <li>• Mayor eficiencia</li> <li>• Mayor estabilidad en el proceso de producción</li> </ul>	
Dosificado por tornillo sin fin	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buena producción.</li> <li>• Precisión en la cantidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producto solo en polvo</li> </ul>

*Fuente: Elaboración propia*

Como se ha podido observar en la tabla 1, se selecciona el dosificador por pistón, ya que para el presente Proyecto se trabaja con un fluido viscoso, en este caso jarabe.

## 1.8 Fundamento Teórico

En este Inciso se hace una recopilación, de los diferentes conceptos relacionados con el diseño de la máquina dosificadora de líquido: Partes o elementos de un dosificador, dispositivos de ayuda para el transporte del frasco, material para el diseño mecánico, control y sensores, transmisiones de movimiento, dispositivos de control y características del producto a dosificar.

A continuación se hace una breve descripción de cada una de estas partes.

### 1.8.1 Características del líquido a dosificar

Para este Proyecto el producto a dosificar es jarabe.

#### 1.8.1.1 Definición de jarabe

El jarabe es un producto de origen árabe que se compone de una alta proporción de azúcares tanto naturales como artificiales y que puede tener fines alimenticios como también medicinales.

El término jarabe proviene del término árabe sharab o xarap que significa bebida (Figura 5). En el idioma castellano la palabra jarabe se asocia casi de manera total con el producto medicinal que se le administra a personas con tos, gripe o algún tipo de complicación respiratoria ya que se considera que el mismo ayuda a hidratar y recuperar la normalidad en la zona de la boca y garganta.<sup>2</sup>

*Figura 5 Jarabe*



*Fuente: <https://www.ecured.cu/index.php/Jarabes>*

---

<sup>2</sup> (Definición ABC, 2007) <https://www.definicionabc.com/general/jarabe.php>

### 1.8.1.2 Propiedades generales

- 1) Alta concentración de azúcar (45-85%).
- 2) Densidad de 1320 kg/m<sup>3</sup> a 15 °C.
- 3) Viscosidad de 100 centipoise.

Se presentan como líquidos homogéneos, transparentes, brillantes, incoloros o coloreados, de sabor y olor agradable<sup>3</sup>.

### 1.8.2 Frascos para jarabe

El envase que contendrá y mantendrá el jarabe en buenas condiciones tiene que ser el adecuado (Figura 6), en este caso se utilizan frascos PET.

*Figura 6 Frascos PET 100ml - 200ml*



*Fuente: [http://MACPET-EMBALAGENS/images-pr/Frascos-PET-100-ml-e-120ml-107546\\_image.jpg](http://MACPET-EMBALAGENS/images-pr/Frascos-PET-100-ml-e-120ml-107546_image.jpg)*

### 1.9 Partes o elementos de un dosificador

El dosificador es una herramienta primordial para una empresa o proceso productivo, su función primordial consisten en llenar o proveer de producto en una cantidad determinada, durante un ciclo de tiempo.

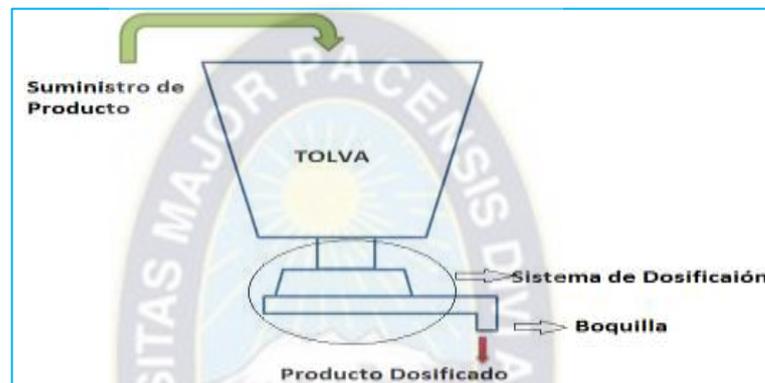
---

<sup>3</sup> <https://es.wikipedia.org/wiki/Jarabe>

El dosificador en general está constituido por 3 partes como se muestra en la (Figura 7).

- ✓ Tolva de almacenamiento.
- ✓ Sistema dosificador
- ✓ Boquilla o tubo de descarga

*Figura 7 Esquema representativo del dosificador*



*Fuente: Elaboración propia*

Estas partes, pueden variar en el diseño, de acuerdo al producto a dosificar, la forma como se determina la cantidad a descargar, ya sea por un control manual o automático del producto a dosificar.

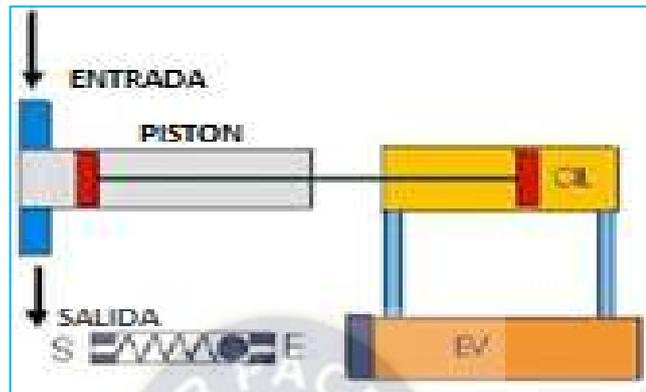
### **1.9.1 Tolva**

La tolva recibe el producto previamente ya elaborado, de la línea de producción por una banda transportadora, por un tornillo transportador o descargándolo manualmente. La función principal de la tolva es mantener el producto en su interior para ser dosificado.

### **1.9.2 Sistema dosificador**

El sistema de dosificación es la parte más importante del dosificador en su conjunto (Figura 8). Este se encarga de determinar y medir la cantidad de producto que se va a retirar de la tolva, para pasar al siguiente proceso que es el llenado. La medición se puede realizarse por volumen según el grado de exactitud que se requiera.

Figura 8 Sistema dosificador



Fuente: Elaboración propia

### 1.9.3 Boquilla o tubo de descarga

Las boquillas o tubos de descarga son los encargados de impedir que el producto que sale dosificado no se riegue o desperdicie, y se dirija correctamente a la bolsa o frasco ya determinado.

### 1.10 Material para el diseño mecánico

El material para el diseño es el elemento más importante, ya que se trata de un producto farmacéutico en este sentido el acero inoxidable es más recomendado.

#### 1.10.1 Acero inoxidable

El término acero inoxidable se caracteriza al alto nivel de resistencia a la corrosión que ofrece este grupo. Para ser clasificada como acero inoxidable, la aleación debe tener al menos el 10% a 12% de Cr.

- ✓ **AISI 304:** Perfiles, tubos, chapa, etc. Es el estándar, y es el soldable.
- ✓ **AISI 430:** magnético. Sólo hay en chapa. Es soldable, pero no es APTO para soldar, por tanto solo punzo nado y plegado. Se puede pedir pulido espejo. Es el ideal para hacer piezas plegadas que no se tengan que soldar.
- ✓ **AISI 316:** Es más inoxidable, pero es muy caro. Aguanta ácidos y es carísimo.

### **1.10.1.1 Descripción general**

Tiene buena resistencia a la corrosión en atmósfera industrial y marina. Resiste a casi todos los agentes de corrosión utilizados en la industria. Se suelda fácilmente. Puede soldar con metales no ferrosos. (Plomo-estaño, aleaciones en base de plata, etc.). No obstante, las zonas recalentadas deben ser sometidas a un hipertemple para mejorar la resistencia o la corrosión.

No es templeable. Puede endurecerse por deformación en frío. En estado recocido (hipertemplado) no es ferromagnético. Por la deformación en frío adquiere ferromagnetismo a medida que aumenta la tasa de deformación.

Tiene maquinabilidad regular. Para mecanizar hay que usar herramientas de alta calidad que efectúen correctamente el corte bajo, las altas presiones que se presentan en la mecanización. (Carburos sinterizados).<sup>4</sup>

### **1.11 Dispositivos de ayuda para el transporte del frasco**

El sistema de transporte de envases consiste básicamente, en enviar el producto de un lugar a otro con el propósito indispensable de ganar mayor eficiencia con el mínimo requerimiento de esfuerzo del personal de trabajo; En este proyecto se trabajara con frascos, donde la cadena de transporte cumple un papel muy importante, de hacer circular frascos vacíos para la dosificación y luego a hacer dosificado.

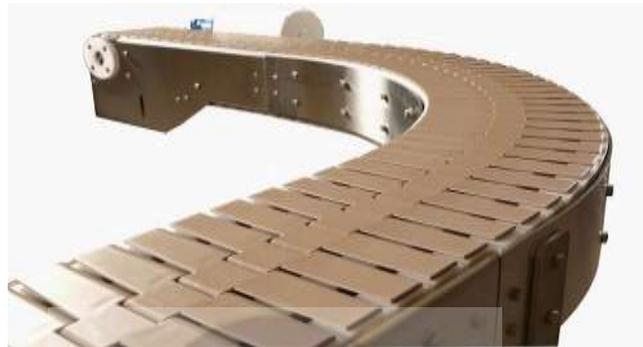
#### **1.11.1 Cadena de charnela de plástico**

Están formados por lazos de cadena sin fin en una configuración arriba abajo alrededor de ruedas dentadas motorizadas (Figura 9), en los extremos del camino puede haber una o más cadenas operando en paralelo para formar la banda como se observa. Las cadenas viajan a lo largo de canales que proporcionan soporte para las secciones flexibles de la cadena. Las cargas generalmente se montan sobre las cadenas.

---

<sup>4</sup> [http://www.cyclosrl.com.ar/03infdat\\_01.htm](http://www.cyclosrl.com.ar/03infdat_01.htm)

Figura 9 Banda transportadora



Fuente: <http://siscode.com/transportadora-de-banda-vs-cadena-cual-es-mejor/>

## 1.12 Dispositivos de control

Los dispositivos de control son aparatos mecánicos, eléctricos y electrónicos que sirven para transmitir señales de movimiento u órdenes de control a los diferentes elementos de una máquina.

### 1.12.1 Actuadores neumáticos

Los actuadores neumáticos son aquellos componentes capaces de transformar la energía de aire comprimido en trabajo mecánico, para el accionamiento de máquinas o mecanismos.

### 1.12.2 Cilindros neumáticos

Los cilindros neumáticos son unidades que transforman la energía potencial del aire comprimido en energía mecánica lineal. Estos actuadores están compuestos por un tubo de cilindro hueco, que al introducir el aire comprimido a presión en el interior del cilindro, se desplaza el embolo que a su vez está conectada con el vástago produciendo un desplazamiento lineal. La fuerza de empuje es proporcional a la presión del aire y a la superficie del pistón:

$$F = p \cdot A$$

Donde:

- ✓ F = Fuerza
- ✓ P = Presión manométrica
- ✓ A = Área del embolo o pistón

### 1.12.3 Tipos de cilindros neumáticos

Los actuadores más comunes que se utilizan en los circuitos neumáticos. Existen dos tipos fundamentales, para los diferentes accionamientos solicitados.

#### a) Cilindro de simple efecto

Con una entrada de aire para producir una carrera de trabajo en un sentido (Figura 10).

Figura 10 Cilindro de simple efecto



<http://www.librosvivos.net/smtc/homeTC.asp?TemaClave=1166>

#### b) Cilindro de doble efecto

Con dos entradas de aire para producir carreras de trabajo de salidas y retroceso (Figura 11).

Figura 11 Cilindro de doble efecto



<http://www.librosvivos.net/smtc/homeTC.asp?TemaClave=1166>

### 1.12.4 Dispositivos de mando

Los elementos de mando corresponden a los elementos de trabajo neumático o hidráulico, convencionales, se clasifican en tres grupos:

## 1) Válvulas de distribución

Son válvulas direccionales que permiten enviar fluido a un puerto u otro de los elementos de trabajo cambiando su sentido de trabajo ver tabla 2.

Tabla 2 Representación de válvulas de distribución

	Válvula 2/2 normalmente cerrada		Válvula 3/3 con posición neutra normalmente cerrada
	Válvula 2/2 normalmente abierta		Válvula 4/3 con posición neutra normalmente cerrada
	Válvula 3/2 normalmente cerrada		Válvula 4/3 con posición neutra a escape
	Válvula 3/2 normalmente abierta		Válvula 5/2
	Válvula 4/2		Válvula 5/3 en posición normalmente cerrada
	Válvula 4/2 normalmente cerrada		Válvula 5/3 en posición normalmente abierta

Fuente: [http://e-ducativa.catedu.es/1\\_elementos\\_de\\_control\\_mando\\_y\\_regulacin.html](http://e-ducativa.catedu.es/1_elementos_de_control_mando_y_regulacin.html)

## 2) Accionamientos de mando

Son aquellos elementos de pilotaje o de mando para accionar una válvula, ver tabla 3.

Tabla 3 Principales accionamientos

	Por mando manual		Por pulsador		Por final de carrera
	Por palanca		Por llave		Por rodillo escamoteable
	Por pedal		Por enclavamiento		Pilotaje por presión
	Por leva		Por resorte		Pilotaje eléctrico.

Fuente: [http://e-ducativa.catedu.es/1\\_elementos\\_de\\_control\\_mando\\_y\\_regulacin.html](http://e-ducativa.catedu.es/1_elementos_de_control_mando_y_regulacin.html)

### 3) Válvulas estranguladoras

Las válvulas reguladoras de caudal permiten controlar la velocidad de avance o retroceso de un cilindro, ver tabla 4.

Tabla 4 Válvula estranguladora



Fuente: <https://www.festo.com/>

#### 1.12.5 Electroválvula

Una electroválvula es una válvula electromecánica, diseñada para controlar y direccionar el flujo de un fluido a través de un conducto (Figura 12). La válvula está controlada mediante un solenoide que al pasar una corriente eléctrica esta acciona o cambia de posición.

Figura 12 Electroválvula

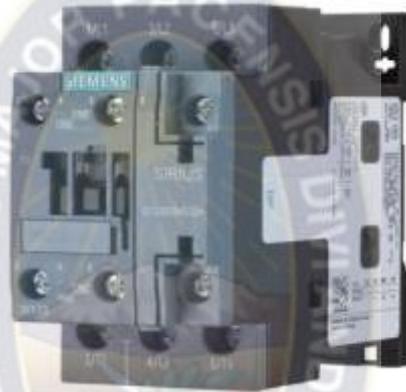


[https://www.festo.com/cms/es-ar\\_ar/17046.htm](https://www.festo.com/cms/es-ar_ar/17046.htm)

### 1.12.6 El contactor

Un contactor es un componente electromecánico que tiene por objetivo interrumpir o establecer el paso de corriente. Básicamente es un interruptor trifásico y monofásico que en lugar de accionarlo manualmente él puede hacer a través de una bobina, ver (Figura 13).

Figura 13 Contactor



Fuente: <http://www.automation24.es/conmutacion-industrial/contactor-siemens-sirius-3rt2026-1bb40-i89-1289-0.htm>

### 1.12.7 Contactos eléctricos

Los contactos eléctricos son elementos de mando que conectaran o desconectaran a los receptores. Dichos contactos están alojados en las cámaras de contactos y son accionados por diversos sistemas, pulsadores, interruptores, relés. En cada cámara de contactos puede haber uno o varios contactos. Básicamente existen dos tipos de contactos.

El normalmente abierto (N.A.) no deja pasar la corriente hasta que no es accionado. El normalmente cerrado (N.C.) si deja pasar la corriente.

### 1.12.8 El disyuntor

Es un aparato capaz de interrumpir o abrir un circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente eléctrica es mayor al valor determinado, ver (Figura 14).

Figura 14 Disyuntor



Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Disyuntor>

### 1.12.9 El relé térmico

Un relé térmico es un dispositivo de protección que funciona contra las sobrecargas y calentamientos (Figura 15), por lo que se utiliza principalmente en motores, con lo que se garantiza alargar su vida útil y la continuidad en el trabajo de máquinas, evitando paradas de producción y garantizando volver a arrancar de forma rápida y con seguridad.

Figura 15 Relé térmico

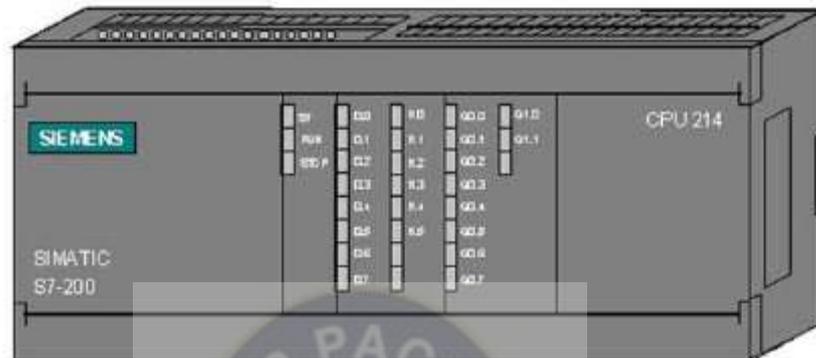


Fuente: <https://i.ytimg.com/vi/as6Fr5BeHL4/maxresdefault.jpg>

### 1.12.10 PLC (controlador lógico programable)

Un controlador lógico programable es un dispositivo que controla una maquina o proceso y puede considerarse simplemente como una caja de control con dos filas de terminales: una para salida y la otra para entrada, ver (Figura 16).

Figura 16 PLC s7-200 CPU 214

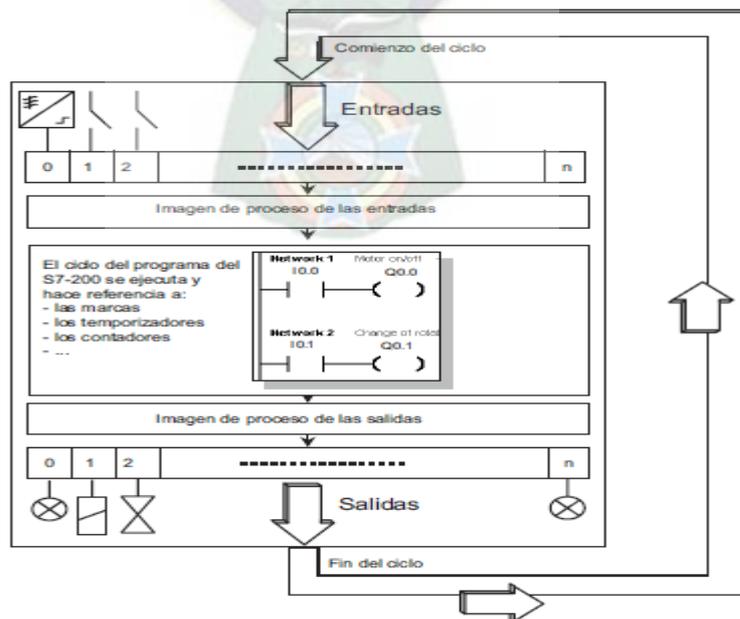


Fuente: Siemens

Los terminales de salida proporcionan comandos para conectar a dispositivos como válvulas solenoides, motores, lámparas indicadoras, indicadores acústicos y otros dispositivos de salida.

Los terminales de entrada reciben señales para la conexión a dispositivos como interruptores de lámina, disyuntores de seguridad, sensores de proximidad, sensores fotoeléctricos, pulsadores e interruptores manuales, y otros dispositivos de entrada, ver (Figura 17).

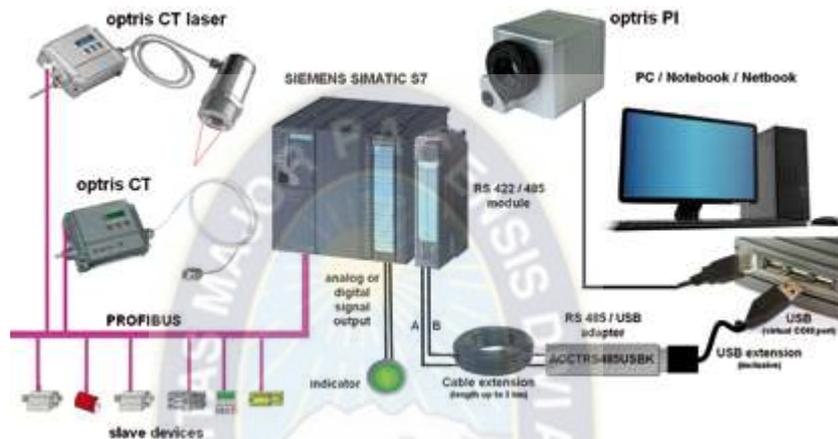
Figura 17 Diagrama de entradas y salidas del PLC



Fuente: Siemens

Un PLC posee las herramientas necesarias, tanto de software como de hardware, para controlar dispositivos externos, recibir señales de sensores y tomar decisiones de acuerdo a un programa que el usuario elabore según el esquema del proceso a controlar, ver (Figura 18).

Figura 18 PLC y sus accesorios



Fuente: <http://www.optris.es/integracion-de-un-sensor-ir-en-entorno-plc-siemens>

### 1.12.10.1 Funciones básica de un PLC

#### ✓ **Detección**

Lectura de la señal de los sensores distribuidos por el sistema de fabricación.

#### ✓ **Mando**

Elaborar y enviar las acciones al sistema mediante los accionados y precisionados.

#### ✓ **Programación**

Para encajar, elaborar y cambiar el programa de aplicaciones del autómatas. El diálogo de programación debe permitir modificar el programa incluso con el autómatas controlando la máquina.

### 1.12.11 Sensores

Un sensor es un aparato o captador de información que interpreta desde el exterior, por medio de impulsos eléctricos, además pueden interpretar variables las cuales pueden ser la presión, la temperatura, entre otras. Ver (Figura 19).

Figura 19 Tipo de sensores



Fuente: <http://www.lostipos.com/de/sensores.html>

### 1.12.12 Resistencia eléctrica

Resistencia eléctrica es toda oposición que encuentra la corriente a su paso por un circuito eléctrico cerrado, atenuando o frenando el libre flujo de circulación de las cargas eléctricas o electrones. Cualquier dispositivo o consumidor conectado a un circuito eléctrico representa en sí una carga, resistencia u obstáculo para la circulación de la corriente eléctrica. Y viene representado los valores en la tabla (5).

Tabla 5 Representación de valores de la resistencia

<p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9</p> <p>0 Negro 1 Marrón 2 Rojo 3 Naranja 4 Amarillo 5 Verde 6 Azul 7 Púrpura 8 Gris 9 Blanco</p> <p>±1% Marrón ±2% Rojo ±5% Dorado ±10% Plateado</p> <p>Código de Colores</p>	<p>±1% ±2% ±5% ±10%</p> <p>1.5K</p> <p>0 X1 1 1 X10 2 2 X100 3 3 X1000 4 4 X10000 5 5 X100000 6 6 X1000000 7 7 ±10 8 8 ±100 9 9</p> <p>Resistencias de 4 Bandas</p>	<p>±1% ±2% ±5% ±10%</p> <p>15K</p> <p>0 0 X1 1 1 1 X10 2 2 2 X100 3 3 3 X1000 4 4 4 X10000 5 5 5 ±10 6 6 6 ±100 7 7 7 8 8 8 9 9 9</p> <p>Resistencias de 5 Bandas</p>	<p>±1% 100 50 ±2% 25 15 ±5% 10 5 ±10% 1</p> <p>620K</p> <p>0 0 X1 1 1 1 X10 2 2 2 X100 3 3 3 X1000 4 4 4 X10000 5 5 5 ±10 6 6 6 ±100 7 7 7 8 8 8 9 9 9</p> <p>Resistencias de 6 Bandas</p>
--	---	---	--

Fuente: <https://www.google.com.bo/imgres?imgurl=https.bp.blogspot.com>

#### 1.12.12.1 Resistencias comerciales

Las resistencias que figuran en la siguiente tabla corresponden a fabricantes que garantizan tolerancias en el orden del 10% o el 5%, es probable que para

algunos casos donde se necesitan resistencias de alta precisión del orden del 2% no figuren en esta tabla, aquí se muestran los valores estándar que el 99% de los técnicos utilizan, ver tabla (6).

Tabla 6 Valores de resistencias comerciales

x 1	x 10	x 100	x 1.000 (K)	x 10.000 (10K)	x 100.000 (100K)	x 1.000.000 (M)
1 Ω	10 Ω	100 Ω	1 KΩ	10 KΩ	100 KΩ	1 M Ω
1,2 Ω	12 Ω	120 Ω	1K2 Ω	12 KΩ	120 KΩ	1M2 Ω
1,5 Ω	15 Ω	150 Ω	1K5 Ω	15 KΩ	150 KΩ	1M5 Ω
1,8 Ω	18 Ω	180 Ω	1K8 Ω	18 KΩ	180 KΩ	1M8 Ω
2,2 Ω	22 Ω	220 Ω	2K2 Ω	22 KΩ	220 KΩ	2M2 Ω
2,7 Ω	27 Ω	270 Ω	2K7 Ω	27 KΩ	270 KΩ	2M7 Ω
3,3 Ω	33 Ω	330 Ω	3K3 Ω	33 KΩ	330 KΩ	3M3 Ω
3,9 Ω	39 Ω	390 Ω	3K9 Ω	39 KΩ	390 KΩ	3M9 Ω
4,7 Ω	47 Ω	470 Ω	4K7 Ω	47 KΩ	470 KΩ	4M7 Ω
5,1 Ω	51 Ω	510 Ω	5K1 Ω	51 KΩ	510 KΩ	5M1 Ω
5,6 Ω	56 Ω	560 Ω	5K6 Ω	56 KΩ	560 KΩ	5M6 Ω
6,8 Ω	68 Ω	680 Ω	6K8 Ω	68 KΩ	680 KΩ	6M8 Ω
8,2 Ω	82 Ω	820 Ω	8K2 Ω	82 KΩ	820 KΩ	8M2 Ω
						10M Ω

Fuente: <https://www.google.com.bo/imgres?imgurl>

### 1.12.13 Potenciómetro

Un potenciómetro es un resistor eléctrico con un valor de resistencia variable y generalmente ajustable manualmente, ver (Figura 20). Los potenciómetros utilizan tres terminales y se suelen utilizar en circuitos de poca corriente, para circuitos de mayor corriente se utilizan los reóstatos.

Figura 20 Potenciómetro



Fuente: <https://curiosoando.com/wp-content/uploads/2013/09/potenci%C3%B3metro.jpg>

### 1.12.14 Condensador Eléctrico

El condensador o capacitor es un componente pasivo como los resistores pero, que tienen la característica de almacenar energía en forma de campo eléctrico. Este campo es el resultado de una separación de la carga eléctrica. Está formado por un par de superficies conductoras, generalmente de láminas o placas las cuales están separadas por un material dieléctrico o por el vacío, ver (Figura 21).

Figura 21 Clases de capacitor

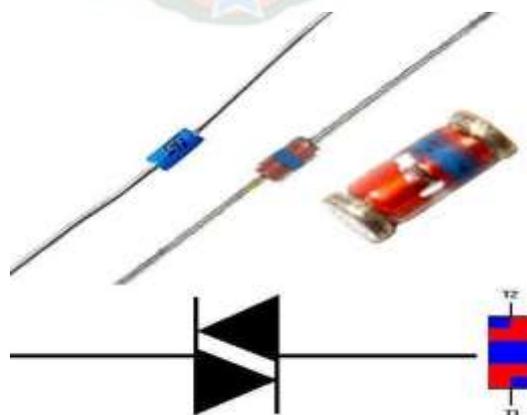


Fuente: <http://comofunciona.co.com/un-capacitor/>

### 1.12.15 El diac

Un diodo bidireccional autodisparable que conduce la corriente sólo tras haberse superado su tensión de disparo alternativa, y mientras la corriente circulante no sea inferior al valor triple de voltios característico para ese dispositivo, ver (Figura 22).

Figura 22 Símbolo y estructura del Diac



Fuente: <https://www.electronicafacil.net/tutoriales/El-diac.php>

### 1.12.16 El triac

Es un componente electrónico que se utiliza para el control de la corriente, básicamente puede hacer la función de interruptor de un transistor, pero este componente lo hace en corriente alterna a diferencia del transistor que lo hace en corriente directa, ver (Figura 23).

Figura 23 Símbolo y representación del Triac



Fuente: <https://www.ingmecafenix.com/electronica/triac/>

## CAPÍTULO II

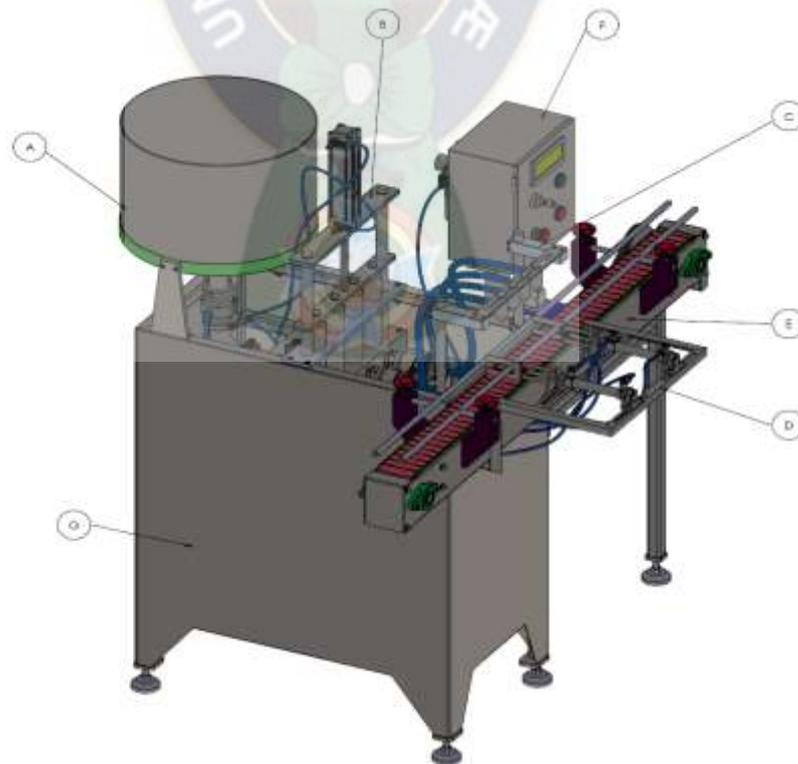
### 2 INGENIERÍA DEL PROYECTO

#### 2.1 Identificación de sistemas y subsistemas

La máquina dosificadora, está dividida en sistemas y subsistemas de acuerdo a la función específica que cumple para realizar el proceso de dosificación. (Ver figura 24). De acuerdo a lo mencionado, los sistemas y subsistemas identificados en el proyecto son:

- A. Sistema de tolva
- B. Sistema dosificador
- C. Subsistema fijador de boquilla
- D. Subsistema parada de frascos
- E. Sistema banda transportadora
- F. Sistema tablero de control
- G. Sistema de estructura

*Figura 24 Máquina dosificadora de frascos*



*Fuente: Elaboración propia*

## 2.2 Parámetros de diseño

En el presente Proyecto la máquina dosificadora que se pretende implementar es con un sistema automático, para la dosificación de 100ml de jarabe en frascos de plásticos de polietileno. Tomando en cuenta que las diferentes empresas farmacéuticas de jarabe, tienen diferentes cantidades de producción para ofrecer al mercado interno y nacional. Por lo tanto en este Proyecto se realizan los cálculos necesarios para el buen funcionamiento de la máquina.

## 2.3 Parámetros de producción

Las empresas dedicadas a diseñar este tipo de máquinas garantizan una producción continua de dosificar a una velocidad de aproximadamente entre 30 y 34 frascos por minuto, haciendo un promedio de ambos es de 32 frascos por minuto, esto lleva a determinar si la máquina trabajará 8 horas diarias.

$$V_{Producción} = 32 \frac{\text{frascos}}{\text{minuto}} = 0,53 \frac{\text{frascos}}{\text{s}}$$

$$V_{Producción} = 15\,360 \text{ frascos / dia}$$

Con este dato es posible calcular el tiempo de cada ciclo que opera la máquina, en dosificar 4 frascos con la siguiente Ecu. (1)

$$Nf = t * V_{Producción} \quad (1)$$

✓  $Nf = \text{numero de frascos simultáneas}$

✓  $t = \text{tiempo de cada ciclo}$

Despejando el tiempo de la ecu. (1) se tiene.

$$4 \text{ frascos} = t * \left(0,53 \frac{\text{frascos}}{\text{s}}\right)$$

$$t = \frac{4 \text{ frascos}}{0,53 \frac{\text{frascos}}{\text{s}}} = 7,5 \text{ s}$$

Es decir, cada ciclo de la maquina dura 7,50 segundos.

## 2.4 Análisis previo al diseño

Para iniciar el diseño, es preciso conocer las características de la materia prima a dosificar, en este caso las propiedades del jarabe<sup>5</sup>, son ya conocidas en el mercado nacional o internacional, esto se puede optar mediante el internet, a continuación se muestra en la (tabla 7).

Además de esto se debe iniciar un bosquejo aproximado de la apariencia que se desea de la máquina, según las exigencias y los parámetros que pueda solicitar el empresario, dedicado en la elaboración de dicho producto.

Además de considerar el lugar a implementar dicha máquina, es en la ciudad de La Paz-Bolivia con una altura promedio de 3650 msnm<sup>6</sup>, donde la gravedad varía con respecto a la altura a nivel del mar.

Para calcular la gravedad en la ciudad de La Paz se concideran las siguientes ecuaciones Ecu. (2) y (3)<sup>7</sup>.

Con respecto a nivel del mar

$$g_o = G \frac{M_T}{R_T^2} \quad (2)$$

Con respecto a la altura a determinar

$$g_h = G \frac{M_T}{(R_T + h)^2} \quad (3)$$

Dónde:

- ✓  $g_o = 9,81 \text{ m/s}^2$  *gravedad a nivel del mar estandar*<sup>8</sup>
- ✓  $h = 3\ 650 \text{ m}$  *altura promedio de La Paz*
- ✓  $R_T = 6,37 \times 10^6 \text{ m}$  *Radio promedio de la tierra*<sup>9</sup>

---

<sup>5</sup> <https://es.wikipedia.org/wiki/Jarabe>

<sup>6</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/La\\_Paz](https://es.wikipedia.org/wiki/La_Paz)

<sup>7</sup> Serway, R. A., & Jewett, j. W. (2008; Pag 365). *Física para ciencias e ingeniería* (Septima ed., Vol. 1). Mexico, D.F.: Edamsa Impresiones, S.A

<sup>8</sup> [http://www.tendencias21.net/Ya-se-puede-medir-la-gravedad-exacta-de-cualquier-lugar-del-mundo-desde-casa\\_a1609.html](http://www.tendencias21.net/Ya-se-puede-medir-la-gravedad-exacta-de-cualquier-lugar-del-mundo-desde-casa_a1609.html)

Haciendo la relación entre la Ecu. (2) y Ecu. (3) se tiene:

$$g_h = g_o \frac{R_T^2}{(R_T + h)^2}$$

Se reemplazan los datos obtenidos:

$$g_h = 9,81 \text{ m/s}^2 \frac{(6,37 \times 10^6 \text{ m})^2}{(6,37 \times 10^6 \text{ m} + 3\,650 \text{ m})^2}$$

$$g_h = 9,79 \text{ m/s}^2 \text{ la gravedad en la ciudad de La Paz}$$

Tabla 7 Propiedades generales del jarabe (alta concentración de azúcar 45-85 %)

VARIABLE	SÍMBOLO	VALOR COMERCIAL	VALOR SI
Temperatura	T	15°C	15°C
Densidad	$\rho$	1 320 $\frac{kg}{m^3}$	1 320 $\frac{kg}{m^3}$
Viscosidad absoluta o Dinámica	$\mu$	100 centipoise	0,1 $\frac{kg}{m \cdot s}$
Viscosidad cinemática	$\nu$	-	75,76x10 <sup>-6</sup> $\frac{m^2}{s}$
Peso específico	$\gamma$	-	12 929,92 $\frac{kg}{m^2 \cdot s^2}$

Fuente: Elaboración Propia

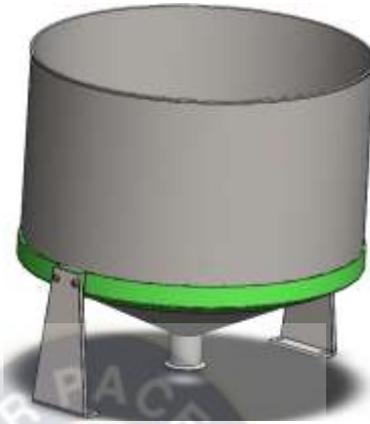
## 2.5 Diseño de elementos mecánicos

### 2.5.1 Diseño mecánico de la tolva

Para el diseño de la tolva se realiza un estudio previo y con los materiales disponibles en el mercado, ver (Figura 25).

<sup>9</sup> Serway, R. A., & Jewett, j. W. (2008; datos físicos). *Física para ciencias e ingeniería* (Septima ed., Vol. 1). Mexico, D.F.: Edamsa Impresiones, S.A

Figura 25 Tolva



Fuente: Elaboración propia

La capacidad de almacenamiento de la tolva es de 15 a 25 litros, que ofrecen las empresas extranjeras dedicadas, en este tipo de máquinas dosificadoras. Tomando en cuenta estos datos, en este proyecto se ha hecho el promedio de ambos datos, entonces se tiene:

$$V_{tolva\ promedio} = 20\ litros$$

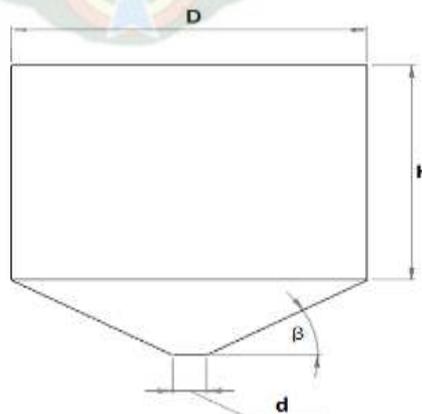
Calculo del almacenamiento de la tolva con un factor de diseño ( $FS = 2$ )

$$V_{Tolva} = V_{tolva\ promedio} * FS \quad (4)$$

$$V_{Tolva} = 20\ lt * 2 = 40\ lt = 0,04\ m^3$$

Como se tiene el volumen total, entonces se calculan las dimensiones de la tolva, con la siguiente forma geométrica, ver (Figura 26).

Figura: 26 Características de la tolva



Fuente: Elaboración propia

Se considera la siguiente ecuación:

$$V_{Tolva} = V_{cilindro} + V_{cono\ truncado} \quad (5)$$

$$V_{cono\ truncado} = \frac{\pi}{12}(D^2 + d^2 + D * d) * h \quad (6)$$

La ecu. 6 en función de  $\beta$

$$V_{cono\ truncado} = \frac{\pi}{12}(D^2 + d^2 + D * d) * \left(\frac{D - d}{2}\right) * \tan \beta$$

$$V_{cilindro} = \frac{\pi}{4}D^2 * H \quad (7)$$

Para poder obtener la altura H se toman los siguientes datos:

- ✓  $D = 0,4\ m = 400\ mm$
- ✓  $d = 38,1 \times 10^{-3}\ m$  (Diámetro del tubo de 1 1/2 pulgada)
- ✓  $\beta = 30^\circ$  (Para que el producto no se atasque en las esquinas y para garantizar un flujo continuo del producto dentro de la tolva, se tomó una inclinación de  $30^\circ$  grados.)

Se resolvió las ecuaciones (5), (6) y (7) para obtener H calculado.

$$H = 0,28\ m$$

Redondeando se tiene  $H = 0,3\ m = 300\ mm$ , con estos datos se diseña en Solidworks.

### 2.5.1.1 Cálculo del espesor de la plancha de la tolva

Para el cálculo del espesor se considera, esfuerzos originados en recipientes de paredes delgadas.<sup>10</sup> El cálculo se realiza en dos partes: El cilindro y el cono truncado.

### 2.5.1.2 Cálculo de la presión en el cilindro

La presión se incrementa con la profundidad en el fluido

$$P = \gamma_{jarabe} * H \quad (8)$$

Con los datos obtenidos se calcula P

---

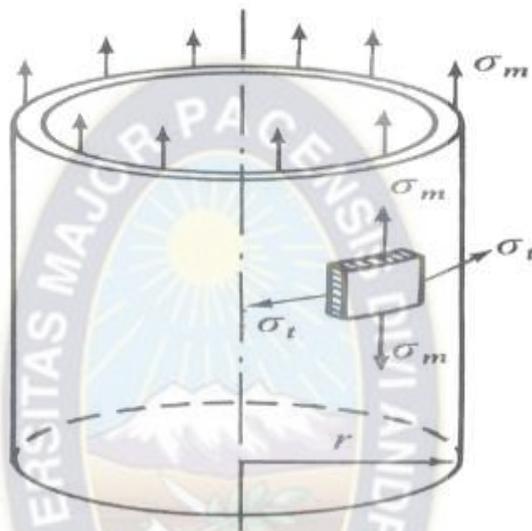
<sup>10</sup> Hibbeler, R. (2006;pag.424). *Mecánica de Materiales* (Sexta ed.). México: Pearson.

$$P = 3\,879 \frac{N}{m^2}$$

### 2.5.1.3 Cálculo del esfuerzo

Para realizar el cálculo, ver (Figura 27).

Figura 27 esfuerzo en cilindro



Fuente: Elaboración propia

Esfuerzo tangencial o circunferencial

$$\sigma_t = \frac{Pr}{e} \quad (9)$$

Esfuerzo longitudinal o axial.

$$\sigma_m = \frac{Pr}{2e} \quad (10)$$

Dónde:  $r = D/2 = 0,2 \text{ m}$

Calculo de los esfuerzos en función de “e” espesor con la ecu. (9) y (10):

$$\sigma_t = \frac{3\,879 \frac{N}{m^2} * 0,2 \text{ m}}{e}$$

$$\sigma_t = \frac{775,8 \frac{N}{m}}{e}$$

$$\sigma_m = \frac{3879 \frac{N}{m^2} * 0,2 m}{2e}$$

$$\sigma_m = \frac{387,9 \frac{N}{m}}{e}$$

Como esta en función de “e” se analiza mediante la teoría de la energía de distorsión para materiales dúctiles (Teoría de Von Mises o Von Mises-Hencky)<sup>11</sup>

Para esfuerzo plano se tiene:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_t^2 - \sigma_t * \sigma_m + \sigma_m^2} \quad (11)$$

$$\sigma = \frac{S_y}{n_d} \quad (12)$$

Con los datos calculados en la ecu. (11) se obtiene  $\sigma$

$$\sigma = \sqrt{\left(\frac{775,8 \frac{N}{m}}{e}\right)^2 - \frac{775,8 \frac{N}{m}}{e} * \frac{387,9 \frac{N}{m}}{e} + \left(\frac{387,9 \frac{N}{m}}{e}\right)^2}$$

Simplificando y realizando operaciones tenemos:

$$\sigma = \frac{671,9 \frac{N}{m}}{e}$$

Se diseña con solidwork. Para acero inoxidable 304, la tensión de fluencia es:

$$S_y = 206,8 MPa$$

Además para aceros dúctiles se tiene factor de diseño, ver tabla (8).

<sup>11</sup> Budynas, R. G., & Nisbett, J. K. (2008; Pag. 213). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley* (Octava ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.

Tabla 8 Factor de seguridad

TIPO O CLASE DE CARGA	ACERO, METALES DÚCTILES		HIERRO FUNDIDO, METALES FRÁGILES	MADERA DE CONSTRUCCIÓN
	Basado en la resistencia máxima*	Basado en la resistencia de fluencia**	Basado en la resistencia máxima*	
Carga muerta o Carga variable bajo análisis por fatiga	3 - 4	1.5 - 2	5 - 6	7

Las siguientes recomendaciones NO se deben adoptar si se hace análisis por fatiga

Repetida en una dirección, gradual (choque suave)	6	3	7 - 8	10
Repetida invertida, gradual (choque medio)	8	4	10 - 12	15
Choque fuerte	10 - 15	5 - 7	15 - 20	20

\* Resistencia máxima se refiere a  $S_u$ ,  $S_{uc}$  o  $S_{uc}$  (dependiendo de si el esfuerzo es de tracción, de compresión o cortante)

\*\* Resistencia de fluencia se refiere a  $S_y$ ,  $S_{yc}$  o  $S_{yc}$  (dependiendo de si el esfuerzo es de tracción, de compresión o cortante)

Fuente: Modificada de Faires

Además el factor de diseño para aceros dúctiles  $n_d = 3$

Con estos datos se calcula el espesor con las ecu (11) = (12):

$$\frac{671,9 \frac{N}{m}}{e} = \frac{206,8 MPa}{3}$$

Se despeja "e" se tiene:

$$e = 9,7 \times 10^{-3} \text{ mm}$$

#### 2.5.1.4 Cálculo de la presión en el cono truncado

La presión se incrementa con la profundidad en el fluido

$$P = \gamma_{jarabe} * \left( H + \frac{D - d}{2} * \tan \beta \right) \quad (13)$$

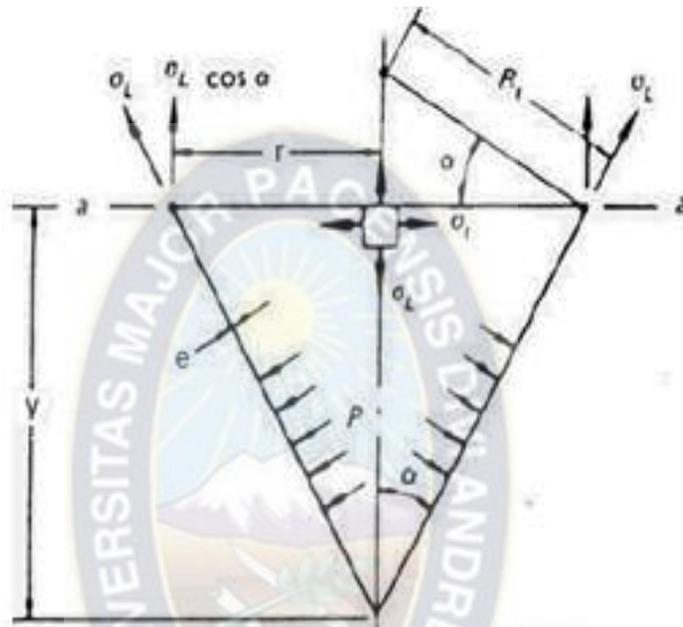
Con los datos obtenidos calculamos P en la ecu. (13)

$$P = 5\,230 \frac{N}{m^2}$$

### 2.5.1.5 Cálculo del esfuerzo

Para realizar el cálculo, ver (Figura 28).

Figura 28 Esfuerzo en el cono



Fuente: Elaboración propia

Esfuerzo tangencial o circunferencial:

$$\sigma_t = \frac{Pr}{e \cos \alpha} \quad (14)$$

Esfuerzo longitudinal o axial:

$$\sigma_l = \frac{Pr}{2e \cos \alpha} \quad (15)$$

Donde  $r = \frac{D}{2} = 0,2 \text{ m}$  ;  $\alpha = 60^\circ$

Con estos datos y las ecuaciones (14) y (15) calculamos “e”

$$e = 26,3 \times 10^{-3} \text{ mm}$$

Por lo tanto, el espesor calculado es muy pequeño para ambas formas geométricas, entonces la plancha de acero inoxidable AISI-304 a elegir, es de 1mm de espesor para el diseño de la tolva.

## 2.5.2 Diseño de la placa del soporte de la tolva

Para diseñar la placa del soporte de la tolva se debe considerar el peso del producto, peso de la tolva y soporte circular de la tolva, ver (Figura 29).

Figura 29 Placa del soporte de la tolva



Fuente: Elaboración propia

### 2.5.2.1 Material de la placa

Debido a los requerimientos de la máquina y del ambiente, el material a usar será AISI 304 acero inoxidable. (Tabla 9)

Tabla 9 Propiedades del acero inoxidable

PROPIEDADES DEL AISI 304			
Modulo elástico (MPa)	Resistencia a la tensión (MPa)	Resistencia de fluencia (MPa)	Resistencia al corte (MPa)
190000	517.017	206.807	75000

Fuente: SolidWorks 2015

### 2.5.2.2 Cálculo de peso total que actúa en la placa de soporte de la tolva

### 2.5.2.3 Cálculo del peso del producto

Con los datos obtenidos y con las ecuaciones ya conocidas se calculó el peso del producto.

$$W_{jarabe} = m_{jarabe} * g \quad (16)$$

$$m_{jarabe} = 1\,320 \frac{kg}{m^3} * 0,04 m^3 = 52,8 kg$$

$$W_{jarabe} = 52,8 kg * 9,79 \frac{m}{s^2} = 517,2 N$$

#### 2.5.2.4 Cálculo del peso de la tolva

Con la ayuda de solidworks se obtiene la masa de la tolva ya diseñada.

$$m_{tolva} = 6\,354 g = 6,35 kg$$

$$W_{tolva} = m_{tolva} * g = 6,35 kg * 9,79 \frac{m}{s^2} = 62,2 N$$

#### 2.5.2.5 Cálculo del peso del soporte circular de la tolva

Con la ayuda de solidworks se obtiene la masa del soporte circular de la tolva ya diseñada.

$$m_{soporte\ circular} = 1\,861 g = 1,861 kg$$

$$W_{soporte\ circular} = m_{soporte\ circular} * g = 1,86 kg * 9,79 \frac{m}{s^2} = 18,2 N$$

Por lo tanto el peso total para el soporte de la tolva es:

$$W_{total} = 517,2 N + 62,2 N + 18,2 N$$

$$W_{total} = 597,7 N$$

#### 2.5.2.6 Condiciones de esfuerzo

Se toma en cuenta que cuando se aplican cargas perpendiculares sobre la placa producen momentos, que el interior de la placa se flexione, por lo tanto el esfuerzo que soporta la placa tiene que ser menor que el esfuerzo de diseño del material, con un factor de diseño de 3. Con la siguiente ecuación se determina la condición.

$$\sigma \leq \sigma_{cr} \leq \frac{S_y}{n} \quad (17)$$

Dónde:

- ✓  $\sigma$  = *esfuerzo de compresion de la placa*
- ✓  $S_y$  = *resistencia de fluencia del material (tabla 7)*
- ✓  $n$  = *factor de seguridad de diseño (tabla 6)*

Se remplaza en ecu (17) se tiene:

$$\sigma \leq \frac{206,81 \text{ MPa}}{3} = 68,9 \text{ MPa}$$

#### 2.5.2.7 Cálculo del espesor

Para el análisis se considera como una barra rectangular y usamos la teoría de pandeo.



#### 2.5.2.8 Cálculo de pandeo de la placa soporte de la tolva

Utilizando la ecuación de Euler:

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 * E * I}{L^2} \quad (18)$$

$$I = \frac{0,04 \text{ m} * e^3}{12} \text{ con respecto } x$$

Dónde:

- ✓  $E$  = *módulo de elasticidad = 190 000 MPa*
- ✓  $L$  = *Longitud de pandeo = 216 mm*
- ✓  $I$  = *momento de inercia*

### 2.5.2.9 Fuerza crítica en función de espesor

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 * E * 0,04m * e^3}{12 * L^2}$$

### 2.5.2.10 Esfuerzo crítico para pandeo

$$\sigma_{cr} = \frac{F_{cr}}{A} \quad (19)$$

$$\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 * E * e^2}{12 * L^2}$$

Dónde:

Se resuelve las ecuaciones (18) y (19)

$$\checkmark \sigma_{cr} = \text{esfuerzo critico} = 68,9 \text{ MPa}$$

$$68,9 \text{ MPa} = \frac{\pi^2 * 190\,000 \text{ MPa} * e^2}{12 * (0,22m)^2}$$

$$e = \sqrt{\frac{12 * (0,22 \text{ m})^2 * 68,9 \text{ MPa}}{\pi^2 * 190\,000 \text{ MPa}}} = 4,620 \times 10^{-3} \text{ m} = 4,6 \text{ mm} \cong 5 \text{ mm}$$

### 2.5.2.11 Cálculo de la fuerza crítica

Con la ecuación de la fuerza crítica y con los datos obtenidos se calcula.

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 * 190\,000 \text{ MPa} * 0,04m * (0,005m)^3}{12 * (0,22 \text{ m})^2}$$

$$F_{cr} = 16,1 \text{ kN}$$

$$W_{total} \ll F_{cr}$$

$$597,7 \text{ N} \ll 16,1 \text{ kN}$$

La fuerza crítica es mucho mayor que el peso obtenido. Por lo tanto la placa se diseña con un espesor de 10 mm.

### 2.5.3 Diseño del sistema de dosificación

Para este diseño, ver (Figura 30) se consideran todos los accesorios que existen en el mercado nacional y extranjero que se especifican en el (ANEXO C).

Figura 30 Sistema de dosificación

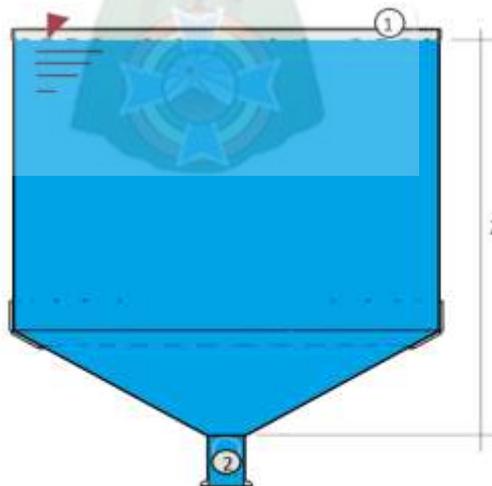


Fuente: Elaboración propia

#### 2.5.3.1 Análisis estático de mecánica de Fluidos

Para conocer el comportamiento del fluido a través de la tubería de salida de la tolva se realiza el análisis con la ecuación de Bernoulli<sup>12</sup>, ver (Figura 31).

Figura 31 Diagrama de cuerpo libre en la tolva



Fuente: Elaboración propia

<sup>12</sup> Mott, R. L. (2006; Pag. 198). *Mecánica de fluidos* (Sexta ed.). México: Pearson.

$$P_1 + \gamma_{jarabe} * z_1 + \frac{1}{2} * \rho_{jarabe} * v_1^2 = P_2 + \gamma_{jarabe} * z_2 + \frac{1}{2} * \rho_{jarabe} * v_2^2 \quad (20)$$

Dónde:

$$\checkmark z_1 = H + \frac{D-d}{2} * \tan \beta = 0,4045 \text{ m} \cong 404,5 \text{ mm}$$

$$\checkmark \gamma_{jarabe} = 12\,929,9 \frac{\text{N}}{\text{m}^3}$$

$$\checkmark \rho_{jarabe} = 1\,320 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Despejando  $v_2$  a la que el fluido saldría de la tolva en condiciones ideales de la ecu. (20)

$$v_2 = \sqrt{\frac{\gamma_{jarabe} * z_1}{\frac{1}{2} * \rho_{jarabe}}}$$

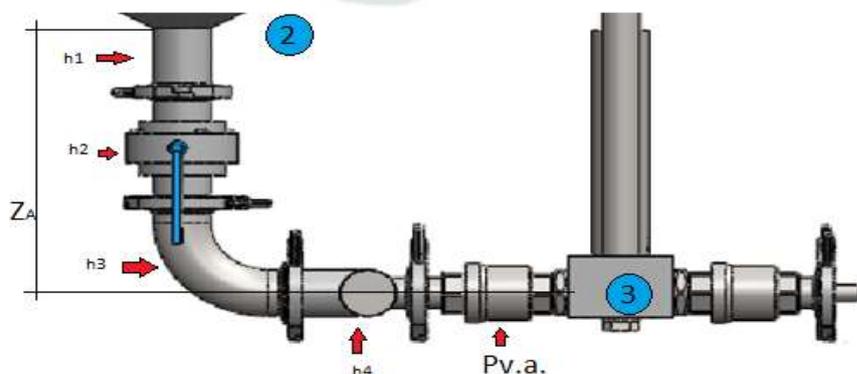
$$v_2 = \sqrt{\frac{12\,929,9 \frac{\text{N}}{\text{m}^3} * 0,4045 \text{ m}}{\frac{1}{2} * 1\,320 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}}$$

$v_2 = 2,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  Velocidad a la que llega el jarabe a la tubería.

Se puede ver que la velocidad es bastante alta, pero es necesario calcular las pérdidas para saber si esta es la velocidad real a la que el fluido se desplaza, gracias a la presión hidrostática.

#### 2.5.4 Cálculo de la caída de presión 2 a 3

Figura 32 Diagrama del sistema de dosificación



Fuente: Elaboración propia

Para determinar la caída de presión ver (Figura 32), debemos escribir la ecuación de energía de Bernoulli que es ecu. (20)

$$\frac{P_2}{\gamma_{jarabe}} + z_2 + \frac{1}{2} * \frac{v_2^2}{g} - h_L - \frac{P_{v.a.}}{\gamma_{jarabe}} = \frac{P_3}{\gamma_{jarabe}} + z_3 + \frac{1}{2} * \frac{v_3^2}{g}$$

Pero  $z_3 = 0$  ;  $v_3 = 0$  entonces despejando la ecuación anterior tenemos

$$P_2 - P_3 = \gamma_{jarabe} * \left( h_L - z_2 - \frac{1}{2} * \frac{v_2^2}{g} \right) + P_{v.a.}$$

La energía que se pierde es  $h_L$ , es la pérdida menor de los diferentes accesorios que se desarrollaran a continuación:

$$h_L = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 \quad (21)$$

Dónde:

- ✓  $z_2 = 216\text{mm} = 0,22\text{ m}$
- ✓  $v_2 = 2,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- ✓  $L = 0,05\text{ m}$
- ✓  $d = 0,0348\text{ m}$
- ✓  $h_{v.a.}$  Válvula anti retorno según catalogo es de  $1\text{ bar} = 10^5\text{ Pa}$  ver (ANEXO C).

Y con los datos de la (tabla 5)

Las pérdidas por accesorios son:

#### 2.5.4.1 Pérdida por fricción en la línea de succión

$$h_1 = f_s * \left( \frac{L}{d} \right) * \left( \frac{v_2^2}{2g} \right) \quad (22)$$

Cálculo de  $f_s$  primero se determina si el fluido es turbulento o laminar.

Se calculó el número de Reynolds:

$$N_R = \frac{v_2 * d}{\nu} \quad (23)$$

$$N_R = \frac{2,82 \frac{m}{s} * 0.03 m}{75,76 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s}} = 1\,293$$

Por lo tanto es menor a 2000, entonces el flujo es laminar.

$$f_s = \frac{64}{N_R} \quad (24)$$

$$f_s = \frac{64}{1\,293} = 0,05$$

Con estos datos se calcula en la ecu. (21)

$$h_1 = 0,05 * \left( \frac{0,05 m}{0,03 m} \right) * \left( \frac{\left( 2,82 \frac{m}{s} \right)^2}{2 * 9,79 \frac{m}{s^2}} \right) = 0,03 m$$

**Válvula de globo**

$$h_2 = f_T * \left( \frac{L_e}{d} \right) * \left( \frac{v_2^2}{2g} \right)$$

$$f_T = 0,021 ; \frac{L_e}{D} = 340^{13}$$

$$h_2 = 0,021 * 340 * \left( \frac{\left( 2,82 \frac{m}{s} \right)^2}{2 * 9,79 \frac{m}{s^2}} \right) = 2,89 m$$

**Codo a 90°**

$$h_3 = f_T * \left( \frac{L_e}{D} \right) * \left( \frac{v_2^2}{2g} \right)$$

$$f_T = 0,021 ; \frac{L_e}{D} = 30^{14}$$

<sup>13</sup> Mott, R. L. (2006; pag.297 ). *Mecánica de fluidos* (Sexta ed.). México: Pearson.

<sup>14</sup> Mott, R. L. (2006; pag.297 ). *Mecánica de fluidos* (Sexta ed.). México: Pearson.

$$h_3 = 0,021 * 30 * \left( \frac{\left(2,82 \frac{m}{s}\right)^2}{2 * 9,79 \frac{m}{s^2}} \right) = 0,25 m$$

### Contracción subida

$$h_4 = K * \left( \frac{v_3^2}{2g} \right)$$

Cálculo de  $v_3$

$$Q_2 = 4Q_3$$

$$v_3 = \frac{v_2}{4} * \left( \frac{d_2}{d_3} \right)^2$$

$$d_3 = 0,0221 m; d_2 = 0,0348 m; \frac{d_2}{d_3} = 1,57$$

$$v_3 = \frac{2,82 \frac{m}{s}}{4} * (1,57)^2 = 1,74 \frac{m}{s}$$

$$K = 0,26$$

$$h_4 = 0,26 * \left( \frac{\left(1,74 \frac{m}{s}\right)^2}{2 * 9,79 \frac{m}{s^2}} \right) = 0,04 m$$

Reemplazando en la ecu. (21) los datos obtenidos.

$$h_L = 0,03 m + 2,89 m + 0,25 m + 0,04 m = 3,21 m$$

Con los datos obtenidos se reemplaza en la ecu. (20)

$$\Delta P_{2-3} = 12\,930 \frac{N}{m^3} * \left( 3,21 m - 0,22 m - \frac{\left(2,82 \frac{m}{s}\right)^2}{2 * 9,79 \frac{m}{s^2}} \right) + 10^5 Pa$$

$$\Delta P_{2-3} = 133,5 kPa$$

$$\Delta P_{2-3} = 1,3 bar$$

#### 2.5.4.2 Cálculo de presión hidrostática en 2

$$P_2 = \gamma_{jarabe} * z_1 \quad (25)$$

$$P_2 = 12\,930 \frac{N}{m^3} * 0,40\,m = 5\,230\,Pa \cong 0,05\,bar$$

Por lo tanto la caída de presión es mucho mayor que la presión hidrostática, viendo estos resultados se concluye que es necesaria una fuerza externa que permita extraer el producto de alta viscosidad de la tolva, para contrarrestar las pérdidas por los accesorios que se implementan en el sistema. Para ello se determina usar una bomba pistón.

Se calcula la distancia que recorre el pistón.

El volumen a dosificar por pistón es de 100ml:

$$L = \frac{4 * V_{dosificar}}{\pi * d^2} \quad (26)$$

Dónde:

✓  $V_{dosificar} = 100\,ml = 100\,cm^3 = 0,1 \times 10^{-3}\,m^3$

✓  $d = 36\,mm = 0,036\,m$  Diámetro interior de la camisa dosificador

$$L = \frac{4 * 0,1 \times 10^{-3}\,m^3}{\pi * (0,036\,m)^2} = 0,10\,m$$

De acuerdo al cálculo realizado, el pistón tiene que recorrer 0,10 metros en un tiempo de 1,25 segundos.

Entonces la velocidad del pistón debe ser:

$$V = \frac{L}{t} = \frac{0,10\,m}{1,25\,seg} = 0,08 \frac{m}{s}$$

Esta velocidad también es la que se desea que el producto se extraiga de la tolva.

Para saber cuál es la verdadera fuerza que debe ejercer el pistón, es necesario volver a hacer el análisis de Bernoulli y calcula las pérdidas con la velocidad

obtenida que se succiona a través de los diferentes accesorios considerando la (figura 32)

$$\frac{P_3}{\gamma_{jarabe}} + z_3 + \frac{v_3^2}{2g} - h_L - \frac{P_{v.a.}}{\gamma_{jarabe}} = \frac{P_2}{\gamma_{jarabe}} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g} \quad (27)$$

Se analiza el sistema se tiene que  $z_3 = 0$  ;  $v_2 \cong 0$

De la ecu (27) se despeja  $P_3$

$$P_3 = P_2 + \gamma_{jarabe} * h_L + P_{v.a.} - \gamma_{jarabe} * \frac{v_3^2}{2g}$$

$$h_L = h_1 + h_2 + h_3 + h_4$$

Dónde:

$$\checkmark z_2 = 216mm = 0,22 \text{ m}$$

$$\checkmark v_3 = 0,08 \frac{m}{s}$$

$$\checkmark L = 0,05 \text{ m}$$

$$\checkmark d = 34,8 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\checkmark P_2 = 5\,230 \text{ Pa} \cong 0,05 \text{ bar}$$

$$\checkmark P_{v.a.} = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

**Contracción subida**

$$h_4 = K * \left( \frac{v_3^2}{2g} \right)$$

Cálculo de  $v_2$

$$d_3 = 22,1 \times 10^{-3} \text{ m}; d_2 = 34,8 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$Q_2 = 4Q_3$$

$$v_2 = 4v_3 * \left( \frac{d_3}{d_2} \right)^2$$

$$v_2 = 4 * 0,08 \frac{m}{s} * \left( \frac{0,02 \text{ m}}{0,03 \text{ m}} \right)^2 = 0,13 \frac{m}{s}$$

$\frac{d_2}{d_3} = 1,57$  Con esta relación y la  $v_3$  se verifica en la (tabla10.3)<sup>15</sup>

$$K = 0,26$$

$$h_4 = 0,26 * \left( \frac{\left(0,08 \frac{m}{s}\right)^2}{2 * 9,79 \frac{m}{s^2}} \right) = 0,08x10^{-3} m$$

Codo a 90°

$$h_3 = f_T * \left(\frac{L_e}{D}\right) * \left(\frac{v_2^2}{2g}\right)$$

$$f_T = 0,021 ; \frac{L_e}{D} = 30$$

$$h_3 = 0,021 * 30 * \left( \frac{\left(0,13 \frac{m}{s}\right)^2}{2 * 9,79 \frac{m}{s^2}} \right) = 0,52x10^{-3} m$$

**Válvula de globo**

$$h_2 = f_T * \left(\frac{L_e}{d}\right) * \left(\frac{v_2^2}{2g}\right)$$

$$f_T = 0,021 ; \frac{L_e}{D} = 340$$

$$h_2 = 0,021 * 340 * \left( \frac{\left(0,13 \frac{m}{s}\right)^2}{2 * 9,79 \frac{m}{s^2}} \right) = 5,84x10^{-3} m$$

**Pérdida por fricción en la línea de succión**

$$h_1 = f_s * \left(\frac{L}{d}\right) * \left(\frac{v_2^2}{2g}\right)$$

---

<sup>15</sup> Mott, R. L. (2006). *Mecánica de fluidos* (Sexta ed.). México: Pearson.Pag. 289

Cálculo de  $f_s$  primero se determina si el fluido es turbulento o laminar.

Se calcula el número de Reynolds:

$$N_R = \frac{v_2 * d}{\nu}$$

$$N_R = \frac{0,13 \frac{m}{s} * 34,8 \times 10^{-3} m}{75,76 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s}} = 58,2$$

Por lo tanto es menor a 2000, entonces el flujo es laminar.

$$f_s = \frac{64}{N_R}$$

$$f_s = \frac{64}{58,2} = 1,10$$

$$h_1 = 1,10 * \left( \frac{0,05 m}{34,8 \times 10^{-3} m} \right) * \left( \frac{(0,13)^2}{2 * 9,79 \frac{m}{s^2}} \right) = 1,29 \times 10^{-3} m$$

$$h_L = 1,29 \times 10^{-3} m + 5,84 \times 10^{-3} m + 0,52 \times 10^{-3} m + 0,08 \times 10^{-3} m$$

$$h_L = 7,73 \times 10^{-3} m$$

Resolviendo y reemplazando en la ecu. (27) se tiene:

$$P_3 = 5\,230 Pa + 10^5 Pa + 12\,930 \frac{N}{m^3} * \left( 0,22 m + 7,73 \times 10^{-3} m - \frac{\left(0,07 \frac{m}{s}\right)^2}{2 * 9,79 \frac{m}{s^2}} \right)$$

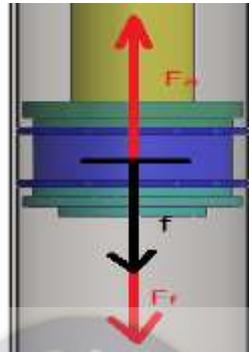
$$P_3 = 108,1 kPa \cong 1,10 bar$$

La presión de succión que debe ejercer el pistón dosificador al jarabe debe ser  $\geq 1,10 bar$

#### 2.5.4.3 Selección del cilindro pistón de empuje

Para seleccionar se tiene que tomar en cuenta las fuerzas que actúan sobre el embolo como se muestra en el diagrama de cuerpo libre, ver (Figura 33).

Figura 33 Diagrama de cuerpo libre de fuerza en el émbolo



Fuente: Elaboración propia

Dónde:

- ✓  $F_a$  = Fuerza aplicada por el pistón
- ✓  $F_f$  = Fuerza ejercida por el fluido
- ✓  $f$  = Fuerza de fricción entre el émbolo y la camisa de de pistón

Cálculo de la Fuerza aplicada por el pistón

La presión se define como:

$$P = \frac{F_f}{A_{\text{interior del tub}}} \quad (28)$$

Si la presión es  $P = P_3 = 108,1 \text{ kPa} \cong 1,10 \text{ bar}$

El área transversal del tubo es  $A = \frac{\pi \cdot 0,036^2}{4} = 1,02 \times 10^{-3} \text{ m}^2$

$$F_f = 108,1 \text{ kPa} * 1,02 \times 10^{-3} \text{ m}^2 = 110,3 \text{ N}$$

#### 2.5.4.4 Cálculo de la fuerza de fricción

La fuerza de rozamiento entre el embolo y la camisa de pistón, se toman en cuenta los distintos rozamientos, supuestos entre un 3% y un 20% de la fuerza calculada<sup>16</sup>

Para el diseño se considera un 15% de la fuerza calculada.

$$f = F_f * 15\%$$

<sup>16</sup> Manuel, R. B. (2015). <http://hdl.handle.net/10016/22923> PDF pag.42

$$f = 110,3 \text{ N} * 15\% = 16,5 \text{ N}$$

Se realiza la sumatoria de fuerzas verticales del diagrama de cuerpo libre, se obtiene.

$$\sum F_y = m * \vec{a} \quad (29)$$

Debido al movimiento constante en la subida y bajada del embolo aceleración tiende a cero.

$$F_a - F_f - f = 0$$

$$F_a = 110,3 \text{ N} + 16,5 \text{ N} = 126,8 \text{ N}$$

Es decir que el pistón debe ejercer una fuerza máxima de 126,8 N, en la succión.

Pero como nuestro diseño tiene cuatro pistones la fuerza total será.

$$F_T = 4 * F_a$$

$$F_T = 4 * 126,8 \text{ N} = 507,2 \text{ N}$$

#### 2.5.4.5 Dimensiones del cilindro

La presión manométrica en una planta varía en requerimiento de los equipos a utilizar, esta entre 6 a 7 bar. Con este dato y con la fuerza calculada revisamos catálogos de cilindros.

La elección de cilindro puede resultar con ayuda de gráficos, los cuales muestran los valores teóricos de fuerza según las diferentes presiones y diámetro de cilindros.<sup>17</sup>

La ecuación que lo sustenta es:

---

<sup>17</sup> MICRO. (s.f.). Cilindros. *Cilindros neumaticos*. Pag. 60

$$F = P * A = 10. p. \pi. \left(\frac{d^2}{4}\right) \quad (30)$$

El valor real es menor debido a la fuerza de rozamiento, la que es variable según la lubricación, presión de trabajo y forma de las guarniciones. Esta disminución en la fuerza puede tenerse en cuenta mediante el rendimiento del cilindro, estimado en un 90%, de este modo el valor real práctico de la fuerza es:

$$F_r = F * \eta = 10. p. \pi. \left(\frac{d^2}{4}\right) * \eta \quad (31)$$

Dónde:

- ✓  $F = \text{Fuerza } N$
- ✓  $p = \text{Presión de trabajo bar}$
- ✓  $d = \text{diámetro de piston } cm$

Entonces se calcula la F del cilindro de la ecu. (31)

$$F = \frac{F_r}{\eta} = \frac{507,2N}{0,9} = 563,6 \text{ N}$$

Cálculo del diámetro del pistón de empuje usando la ecu. (30)

$$d = \sqrt{\frac{4 * F}{10 * p * \pi}}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 * 563,6 \text{ N}}{10 * 6 \text{ bar} * \pi}} = 3,458 \text{ cm} \cong 34,6 \text{ mm}$$

Se escoge un cilindro pistón con un diámetro comercial de 40 mm y una carrera de 150mm, ver (ANEXO C).

### 2.5.5 Cálculo de pandeo

Para realizar el cálculo de pandeo se usa la fórmula de Euler

$$F = \frac{\pi^2 * E * I}{L^2} \quad (32)$$

$$I = \frac{\pi * d^4}{64} \quad (33)$$

Dónde:

- ✓  $E = \text{módulo de elasticidad} = 210 \times 10^9 \text{ Pa}$
- ✓  $I = \text{momento de inercia de la sección circular}$
- ✓  $L = \text{longitud de pandeo} = \text{carrera de cilindro} = 150 \text{ mm} = 0,15 \text{ m}$
- ✓  $d = \text{diámetro del vástago} = 16 \text{ mm} = 0,016 \text{ m}$
- ✓  $F = 563,6 \text{ N}$

Se realizan operaciones con ambas ecu. (32) y (33) se despeja d

$$I = \frac{F * L^2}{\pi^2 * E}$$

$$d \geq \sqrt[4]{\frac{64 * F * L^2}{\pi^3 * E}} = \sqrt[4]{\frac{64 * 563,6 \text{ N} * (0,15 \text{ m})^2}{\pi^3 * 210 \times 10^9 \text{ Pa}}} = 3,34 \times 10^{-3} \text{ m} \cong 3,34 \text{ mm}$$

Por lo tanto el vástago no pandeará ya que el cilindro seleccionado tiene un diámetro de 16mm que es mucho mayor que el calculado.

### 2.5.5.1 Cálculo del Consumo de aire en el cilindro

El cálculo del consumo de aire en un cilindro neumático es muy importante cuando se quiere conocer la capacidad del compresor.<sup>18</sup> Se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{\pi}{4} * d^2 * c * n * N \quad (34)$$

Dónde:

- ✓  $Q = \text{consumo de aire } \text{Nl}/\text{min}$
- ✓  $d = \text{diámetro del cilindro } \text{mm} = 16 \text{ mm} = 0,016 \text{ m}$

<sup>18</sup> MICRO. (s.f.). Cilindros. *Cilindros neumaticos*. Pag. 60

- ✓  $c = \text{carrera del cilindro mm} = 150\text{mm}$
- ✓  $n = \text{número de ciclos completos por minutos} = 24 \text{ ciclos/min}$
- ✓  $P = \text{presión absoluta} = \text{presión relativa de trabajo} + 1\text{bar} = 6\text{bar} + 1\text{bar} = 7\text{bar}$
- ✓  $N = \text{Número de efectos del cilindro}$  ( $N = 1$  para simple efecto); ( $N = 2$  para doble efecto)

Se reemplaza los valores y se obtiene.

$$Q = \frac{\pi}{4} * (0,016 \text{ m})^2 * 0,15\text{m} * \frac{24\text{ciclos}}{\text{min}} * 2$$

$$Q = 1,45 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \cong 1,45 \text{ l/min}$$

Para tener el consumo total de aire gastado, por el cilindro a la cifra calculada de 1,45 l/min, hay que añadirle un 20 a un 30% para compensar otros volúmenes no identificados.<sup>19</sup>

$$1,45 \frac{\text{l}}{\text{min}} * 25\% = 0,36 \text{ l/min}$$

$$Q_T = 1,45 \frac{\text{l}}{\text{min}} + 0,36 \frac{\text{l}}{\text{min}} = 1,81 \frac{\text{l}}{\text{min}}$$

### 2.5.6 Diseño de la placa de sujeción del cilindro neumático

Para diseñar la placa se debe considerar el peso del cilindro y la fuerza que acciona el cilindro, ver (Figura 34).

---

<sup>19</sup> MICRO. (s.f.). Cilindros. *Cilindros neumaticos*. Pag. 35

Figura 34 Placa de sujeción del cilindro neumático



Fuente: Elaboración propia

### 2.5.6.1 Material de la placa

Debido a los requerimientos de la máquina y del ambiente, el material a usar será AISI 304 acero inoxidable, ver tabla (10).

Tabla 10 Propiedad del acero inoxidable

PROPIEDADES DEL AISI 304			
Modulo elástico (MPa)	Resistencia a la tensión (MPa)	Resistencia de fluencia (MPa)	Resistencia al corte (MPa)
190 000	517.02	206.81	75 000

Fuente: elaboración propia

### 2.5.6.2 Cálculo de peso del cilindro pistón

Con la ayuda de Solidworks se obtiene la masa del cilindro o catálogo.

$$m_{piston} = 2\,022\,g = 2,02\,kg$$

$$W_{piston} = m_{piston} * g = 2,02\,kg * 9,79 \frac{m}{s^2} = 19,8\,N$$

### 2.5.6.3 Cálculo de la fuerza de cilindro pistón

Dónde:

✓  $d = \text{diámetro del cilindro } mm = 40mm = 4\,cm$

✓  $P = \text{presión manométrica} = 6bar$

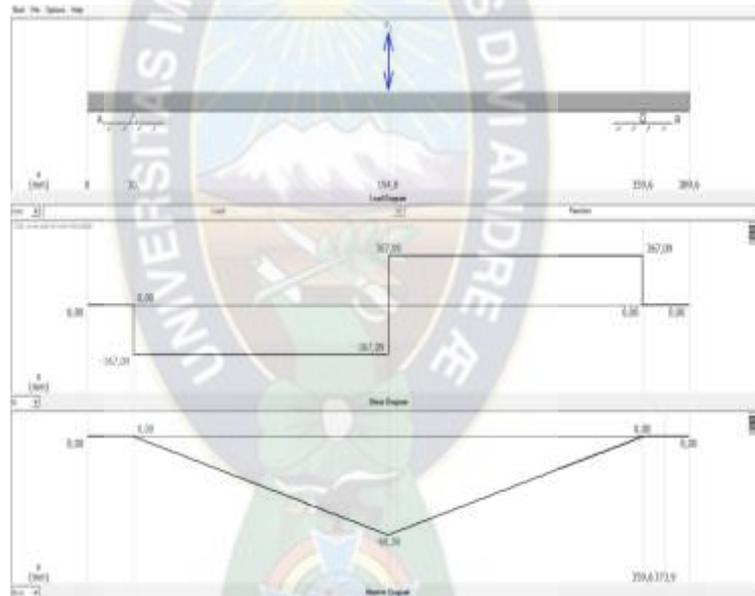
$$F = P * A = 10 \cdot p \cdot \pi \cdot \left(\frac{d^2}{4}\right) \quad (35)$$

$$F = 10 * 6bar * \pi * \left(\frac{(4 \text{ cm})^2}{4}\right) = 754 \text{ N}$$

#### 2.5.6.4 Cálculo del momento Máximo

Se utiliza el programa MDSolids 3.5 para calcular el diagrama de momento flector y esfuerzo cortante, ver (Figura 35).

Figura 35 Diagrama de Momento flector y Esfuerzo cortante



Fuente: Elaboración propia mediante (MDSolids 3.5)

El valor del momento flector o momento máximo es:

$$M_{max} = 60,5 \text{ N m}$$

#### 2.5.6.5 Condiciones de esfuerzo

Se toma en cuenta que cuando se aplican cargas perpendiculares sobre la placa producen momentos, que el interior de la placa se flexione, por lo tanto el esfuerzo que soporta la placa tiene que ser menor que el esfuerzo de diseño del material con un factor de diseño de 3. Con la siguiente ecuación se determina la condición.

$$\sigma \leq \sigma_d \leq \frac{S_y}{n} \quad (36)$$

Dónde:

- ✓  $\sigma =$  esfuerzo de la placa
- ✓  $S_y =$  resistencia de fluencia del material (tabla5)
- ✓  $n =$  factor de seguridad de diseño

$$\sigma \leq \frac{206,8 \text{ MPa}}{3} = 68,9 \text{ MPa}$$

### 2.5.6.6 Cálculo del espesor de la placa

Con la fórmula del esfuerzo máximo ecu (37); se determina el espesor de la placa requerida.



$$\sigma = \frac{M_{max} * c}{I} \quad (37)$$

$$I = \frac{55 \times 10^{-3} \text{ m} * e^3}{12} \text{ en funcion de } X$$

Dónde:

- ✓  $\sigma =$  esfuerzo máximo = 68,9 MPa
- ✓  $M_{max} =$  momento flexionante = 60,5 Nm
- ✓  $c =$  Distancia del eje centroidal de la placa =  $\frac{e}{2}$
- ✓  $I =$  momento de ineria

$$68,9 \text{ MPa} = \frac{60,5 \text{ Nm} * \frac{e}{2}}{\frac{55 \times 10^{-3} \text{ m} * e^3}{12}} \text{ despejando el espesor}$$

$$e = \sqrt{\frac{6 * 60,5 \text{ Nm}}{68,9 \text{ MPa} * 55 * 10^{-3} \text{ m}}} = 9,78 * 10^{-3} \text{ m} = 9,8 \text{ mm}$$

### 2.5.6.7 Cálculo del factor de diseño

Con la ecuación de condición de esfuerzo se calcula el factor de diseño.

$$\sigma \leq \frac{S_y}{n} \quad (38)$$

Con los datos obtenidos se calcula el esfuerzo máximo

$$\sigma = \frac{M_{max} * c}{I}$$

$$\sigma = \frac{60,5 \text{ Nm} * \frac{0,01 \text{ m}}{2}}{\frac{55 * 10^{-3} \text{ m} * (0,01 \text{ m})^3}{12}} = 66 \text{ MPa}$$

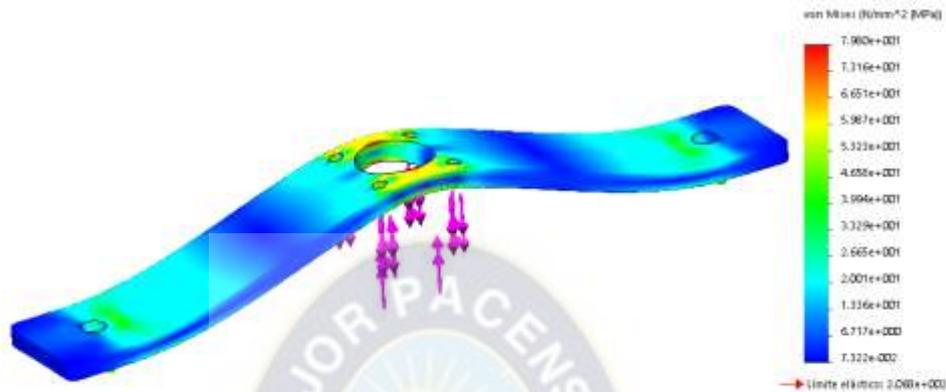
$$n = \frac{206,81 \text{ MPa}}{66 \text{ MPa}} = 3,1$$

El factor de diseño  $n=3,13$  se compara con el factor de diseño establecido (choque suave  $n=3$ ) dando un valor superior, que asegura que la placa de sujeción del cilindro va soportar cargas mayores a las calculadas.

Por lo tanto, la placa se diseña con un espesor de 10mm.

### 2.5.6.8 Se verifica el factor de diseño de Von Mises mediante Solidworks

Figura 36 Esfuerzo máximo Von Mises



Fuente: Elaboración propia mediante (SolidWorks)

Se utiliza la ecuación (38)

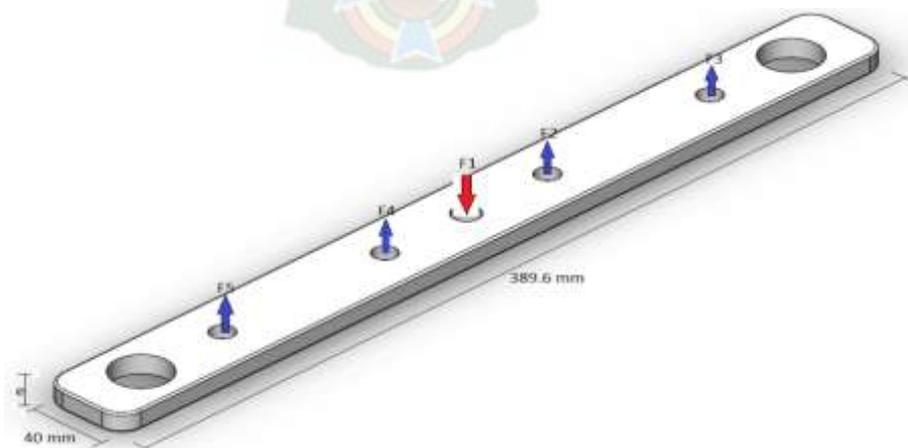
$$n = \frac{206,8 \text{ MPa}}{79,8 \text{ MPa}} = 2,6$$

Por lo tanto se verifica que el diseño de la pieza es adecuadamente.

### 2.5.7 Diseño de la placa del taco empujador

Para diseñar el taco empujador se debe considerar la fuerza que actúan sobre ella, ver (Figura 37).

Figura 37 Placa del taco empujador



Fuente: Elaboración propia

Dónde:

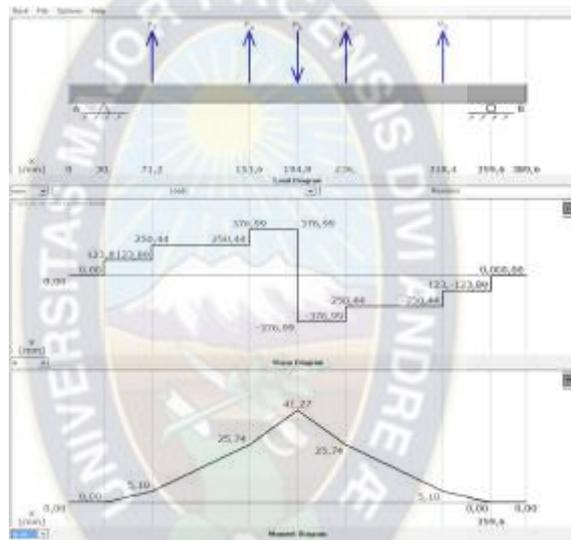
$$\checkmark F_1 = \text{fuerza del cilindro} = 753,9 \text{ N}$$

$$\checkmark F_{2al5} = \text{fuerza del fluido} = 126,6 \text{ N}$$

### 2.5.7.1 Cálculo del momento Máximo

Se utiliza el programa MDSolids 3.5 para calcular el diagrama de momento flector y esfuerzo cortante.

Figura 38 Diagrama de momento flector y esfuerzo cortante



Fuente: Elaboración propia

El valor del momento flector o momento máximo es:

$$M_{max} = 41,3 \text{ N m}$$

### 2.5.7.2 Condiciones de esfuerzo

Se toma en cuenta que cuando se aplican cargas perpendiculares sobre la placa producen momentos, que el interior de la placa se flexione, por lo tanto el esfuerzo que soporta la placa tiene que ser menor que el esfuerzo de diseño del material con un factor de diseño de 3. Con la siguiente ecuación se determina la condición.

$$\sigma \leq \sigma_d \leq \frac{S_y}{n} \quad (39)$$

Dónde:

- ✓  $\sigma =$  esfuerzo de la placa
- ✓  $S_y =$  resistencia de fluencia del material (tabla 8)
- ✓  $n =$  factor de seguridad de diseño

$$\sigma \leq \frac{206,8 \text{ MPa}}{3} = 68,9 \text{ MPa}$$

### 2.5.7.3 Cálculo del espesor de la placa

Con la fórmula del esfuerzo máximo ecu (40); se determina el espesor de la placa requerida.



$$\sigma = \frac{M_{max} * c}{I} \quad (40)$$

$$I = \frac{40 \times 10^{-3} \text{ m} * e^3}{12} \text{ en función de } X$$

Dónde:

- ✓  $\sigma =$  esfuerzo máximo = 68,9 MPa
- ✓  $M_{max} =$  momento flexionante = 41,3 Nm
- ✓  $c =$  Distancia del eje centroidal de la placa =  $\frac{e}{2}$
- ✓  $I =$  momento de inercia

$$68,9 \text{ MPa} = \frac{41,27 \text{ Nm} * \frac{e}{2}}{\frac{40 \times 10^{-3} \text{ m} * e^3}{12}} \text{ despejando el espesor}$$

$$e = \sqrt{\frac{6 * 41,27 \text{ Nm}}{68,9 \text{ MPa} * 40 \times 10^{-3} \text{ m}}} = 9,48 \times 10^{-3} \text{ m} = 9,5 \text{ mm}$$

Entonces el espesor será de 10mm

### 2.5.7.4 Cálculo del factor de diseño

Con la ecuación de condición de esfuerzo se calcula el factor de diseño

$$\sigma \leq \frac{S_y}{n}$$

Con los datos obtenidos se calcula el esfuerzo máximo

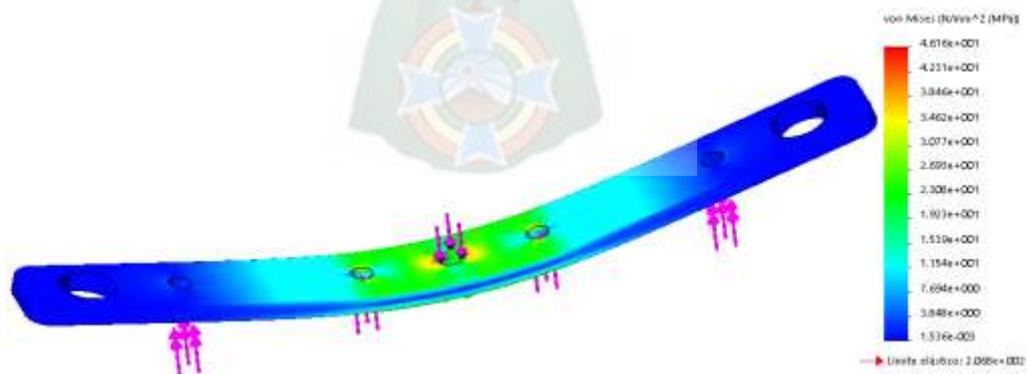
$$\sigma = \frac{M_{max} * c}{I}$$
$$\sigma = \frac{41,27 \text{ Nm} * \frac{0,01\text{m}}{2}}{\frac{40 \times 10^{-3} \text{ m} * (0,01\text{m})^3}{12}} = 61,9 \text{ MPa}$$
$$n = \frac{206,8 \text{ MPa}}{61,9 \text{ MPa}} = 3,3$$

El factor de diseño  $n=3,3$  se compara con el factor de diseño establecido (choque suave  $n=3$ ) dando un valor superior, que asegura que la placa de sujeción del cilindro va soportar cargas mayores a la calculada.

Por lo tanto la placa se diseña con un espesor de 10mm.

### 2.5.7.5 Se verifica el factor de diseño de Von Mises mediante Solidworks

Figura 39 Esfuerzo máximo Von Mises



Fuente: Elaboración propia mediante (SolidWorks)

Se utiliza la ecuación (38)

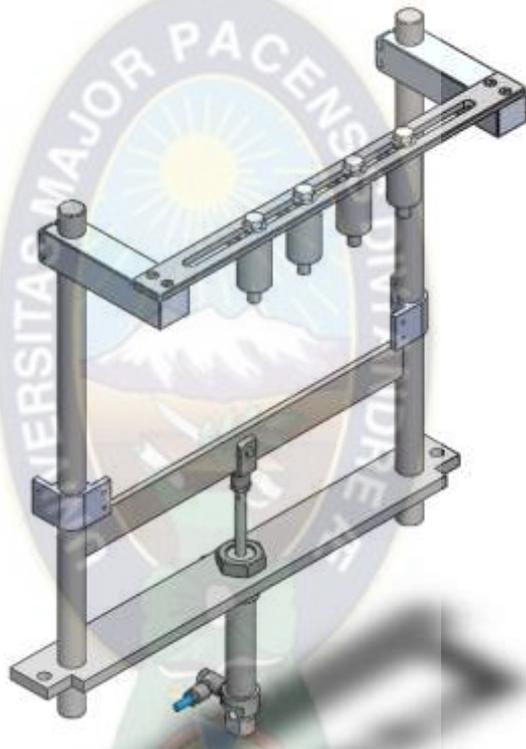
$$n = \frac{206,8 \text{ MPa}}{46,16 \text{ MPa}} = 4,5$$

Por lo tanto se verifica que el diseño de la pieza es adecuada.

### 2.5.8 Subsistema fijador de boquilla

El diseño del fijador de boquilla se realizó a las exigencias del diseño, cada pieza se realizó a las medidas adecuadas de la estructura que soporta la tolva y el sistema de dosificación como se muestra en la (figura 40)

Figura 40 Subsistema fijador de boquilla



Fuente: Elaboración propia mediante Solidworks

#### 2.5.8.1 Cálculo del peso del subsistema fijador de boquilla

Usando solidworks se obtiene la masa del subsistema.

$$m_{\text{subsistema}} = 5\,834\text{g} = 5,83\text{ kg}$$

$$W_{\text{subsistema}} = m_{\text{subsistema}} * g = 5,83\text{ kg} * 9,79 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 57,2\text{ N}$$

El peso que debe levantar el cilindro pistón es de 57,2 N pero son 4 bujes por donde se desliza el subsistema fijador de boquilla donde se produce fricción, en la siguiente tabla (11), se muestra los coeficientes de fricción.

Tabla 11 Coeficientes de fricción

		Coeficiente de Fricción	
Material de la placa Superior	Material del Carril	No lubricado	Lubricado
Acero inoxidable o acero	Acero inoxidable o acero	0,35	0,20
Acero inoxidable o acero	UHMW	0,25	0,15
Plástico Dirigido	Acero inoxidable o acero	0,25	0,15
Plástico Dirigido	UHMW	0,25	0,12
Plástico Dirigido (Baja Fricción)	Acero inoxidable o acero	0,17	0,12
Plástico Dirigido (Baja Fricción)	UHMW	0,18	0,12

Fuente: [www.acerois/coficientesfriccion.edu.as](http://www.acerois/coficientesfriccion.edu.as)

$$f = 0,35 * W_{\text{sistema}} = 0,35 * 57,15 \text{ N} = 20 \text{ N}$$

Pero se tiene 4 bujes por donde pasan las barras, entonces.

$$f_T = 4 * 20 \text{ N} = 80 \text{ N}$$

La fuerza total que debe levantar el cilindro pistón es:

$$F = 80 \text{ N} + 57,2 \text{ N} = 137,2 \text{ N}$$

### 2.5.8.2 Dimensiones del cilindro

$$F_r = F * \eta = 10 \cdot p \cdot \pi \cdot \left(\frac{d^2}{4}\right) * \eta \quad (41)$$

Dónde:

- ✓  $F = \text{Fuerza N}$
- ✓  $p = \text{Presión de trabajo bar}$
- ✓  $d = \text{diámetro de piston cm}$

Entonces se calcula la F del cilindro

$$F = \frac{F_r}{\eta} = \frac{137,2 \text{ N}}{0,9} = 152,4 \text{ N}$$

Cálculo del diámetro del pistón de empuje usando la ecu. (41).

$$d = \sqrt{\frac{4 * F}{10 * p * \pi}}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 * 152,4 N}{10 * 6 bar * \pi}} = 1,80 cm \cong 18 mm$$

Se escoge un cilindro pistón con un diámetro comercial de 20 mm y una carrera de 50 mm ver (ANEXO C).

### 2.5.8.3 Cálculo de pandeo

Para realizar el cálculo de pandeo se usa la fórmula de Euler

$$F = \frac{\pi^2 * E * I}{L^2} \quad (42)$$

$$I = \frac{\pi * d^4}{64}$$

Dónde:

- ✓  $E = \text{módulo de elasticidad} = 210 \times 10^9 Pa$
- ✓  $I = \text{momento de inercia de la sección circular}$
- ✓  $L = \text{longitud de pandeo} = \text{carrera de cilindro} = 50 mm = 0,05 m$
- ✓  $d = \text{diámetro del vástago} = 8 mm = 0,008 m$
- ✓  $F = 152,40 N$

Se realiza operaciones con la ecu. (42) se despeja d

$$I = \frac{F * L^2}{\pi^2 * E}$$

$$d \geq \sqrt[4]{\frac{64 * F * L^2}{\pi^3 * E}} = \sqrt[4]{\frac{64 * 152,4 N * (0,05m)^2}{\pi^3 * 210 \times 10^9 Pa}} = 1,39 \times 10^{-3} m \cong 1,4 mm$$

Por lo tanto el vástago no pandeará ya que el cilindro seleccionado tiene un diámetro de 8 mm que es mucho mayor al que se calculó.

#### 2.5.8.4 Cálculo del Consumo de aire en el cilindro

El cálculo del consumo de aire en un cilindro neumático es muy importante cuando se quiere conocer la capacidad del compresor.<sup>20</sup> Se puede calcular con la siguiente formula:

$$Q = \frac{\pi}{4} * d^2 * c * n * N \quad (43)$$

Dónde:

- ✓  $Q =$  consumo de aire  $Nl/min$
- ✓  $d =$  diámetro del cilindro  $mm = 8mm = 0,008 m$
- ✓  $c =$  carrera del cilindro  $mm = 50mm$
- ✓  $n =$  numero de ciclos completos por minutos  $= 24$  ciclos/min
- ✓  $P =$  presión absoluta = presión relativa de trabajo + 1bar =  
 $6bar + 1bar = 7bar$
- ✓  $N =$   
Numero de efectos del cilindro ( $N =$   
 $1$  para simple efecto); ( $N = 2$  para doble efecto)

Se remplaza valores en la ecu. (43).

$$Q = \frac{\pi}{4} * (0,008m)^2 * 0,05m * \frac{24 \text{ ciclos}}{\text{min}} * 2$$

$$Q = 0,12 \times 10^{-3} \frac{m^3}{\text{min}} \cong 0,12 \text{ l/min}$$

Para tener el consumo total de aire gastado, por el cilindro a la cifra calculada de 1,45 l/min, hay que añadirle un 20 a un 30% para compensar otros volúmenes no identificados.<sup>21</sup>

$$0,12 \frac{l}{\text{min}} * 25\% = 0,30 \text{ l/min}$$

---

<sup>20</sup> MICRO. (s.f.). Cilindros. *Cilindros neumaticos*. Pag.35

<sup>21</sup> MICRO. (s.f.). Cilindros. *Cilindros neumaticos*. Pag. 35

$$Q_T = 0,12 \frac{l}{min} + 0,03 \frac{l}{min} = 0,15 \frac{l}{min}$$

### 2.5.9 Diseño de la placa del cilindro fijador de boquilla

La placa del cilindro del fijador de boquilla debe soportar el peso de todos los componentes del subsistema fijador de boquilla, para que el producto llegue a cada orificio de los frascos PET, ver (Figura 41).

Figura 41 Placa del cilindro fijador de boquilla



Fuente: Elaboración propia

#### 2.5.9.1 Cálculo de la fuerza que actúa sobre la placa fijar

Usado la ecu. (44) se calcula fuerza del cilindro pistón.

$$F = P * A = 10 \cdot p \cdot \pi \cdot \left( \frac{d^2}{4} \right) \quad (44)$$

Dónde:

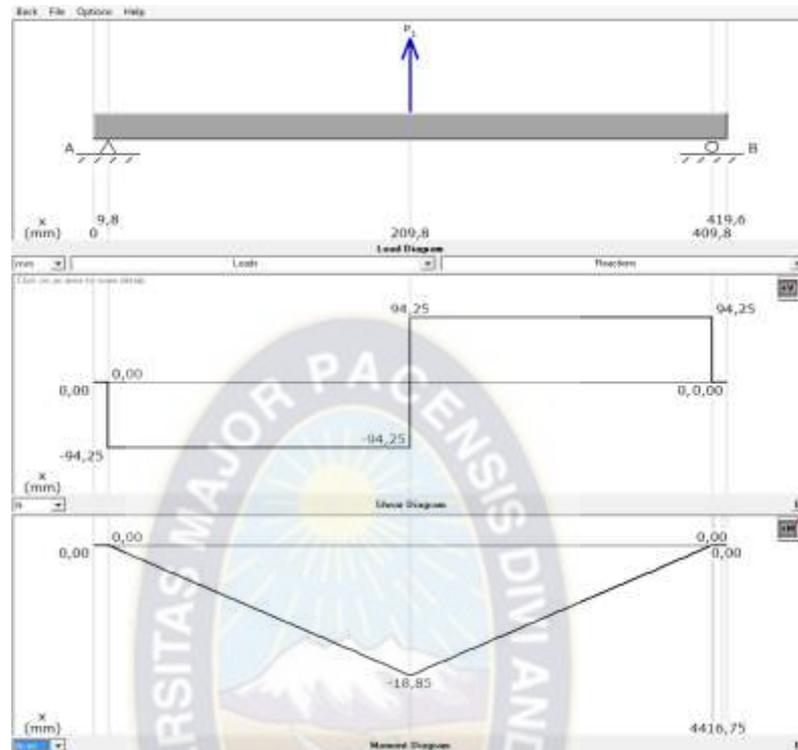
- ✓  $p = \text{Presión de trabajo bar} = 6\text{bar}$
- ✓  $d = \text{diámetro de piston cm} = 2\text{ cm}$

$$F = 10 * 6\text{bar} * \pi * \left( \frac{(2\text{ cm})^2}{4} \right) = 188,5\text{ N}$$

#### 2.5.9.2 Cálculo del momento Máximo

Utilizando el programa MDSolids 3.5 se calcula el diagrama de momento flector y esfuerzo cortante, ver (Figura 42).

Figura 42 Diagrama de momento flector y esfuerzo cortante



Fuente: Elaboración propia

El valor del momento flector o momento máximo es:

$$M_{max} = 18,8 \text{ N m}$$

### 2.5.9.3 Condiciones de esfuerzo

Se toma en cuenta que el esfuerzo que soporta la placa tiene que ser menor que el esfuerzo de diseño del material con un factor de diseño de 3. Con la siguiente ecuación se determina la condición.

$$\sigma \leq \sigma_d \leq \frac{S_y}{n} \quad (45)$$

Dónde:

- ✓  $\sigma$  = esfuerzo de la placa
- ✓  $S_y$  = resistencia de fluencia del material (tabla 8)
- ✓  $n$  = factor de seguridad de diseño

$$\sigma \leq \frac{206,8 \text{ MPa}}{3} = 68,9 \text{ MPa}$$

#### 2.5.9.4 Cálculo del espesor de la placa

Con la fórmula del esfuerzo máximo ecu. (46); se determina el espesor de la placa requerida.



$$\sigma = \frac{M_{max} * c}{I} \quad (46)$$

$$I = \frac{50 \times 10^{-3} \text{ m} * e^3}{12} \text{ en función de } X$$

Dónde:

- ✓  $\sigma = \text{esfuerzo máximo} = 68,94 \text{ MPa}$
- ✓  $M_{max} = \text{momento flexionante} = 18,85 \text{ N m}$
- ✓  $c = \text{Distancia del eje centroidal de la placa} = \frac{e}{2}$
- ✓  $I = \text{momento de inercia}$

$$68,94 \text{ MPa} = \frac{18,85 \text{ N m} * \frac{e}{2}}{\frac{50 \times 10^{-3} \text{ m} * e^3}{12}} \text{ despejando el espesor}$$

$$e = \sqrt{\frac{6 * 18,8 \text{ N m}}{68,9 \text{ MPa} * 50 \times 10^{-3} \text{ m}}} = 5,73 \times 10^{-3} \text{ m} = 5,7 \text{ mm}$$

El espesor a seleccionar para nuestro diseño es de 10mm.

#### 2.5.9.5 Cálculo del factor de diseño

Con la ecuación de condición de esfuerzo se calcula el factor de diseño

$$\sigma \leq \frac{S_y}{n} \quad (47)$$

Con los datos obtenidos se calcula el esfuerzo máximo

$$\sigma = \frac{M_{max} * c}{I}$$

$$\sigma = \frac{18,85 \text{ N m} * \frac{0,01\text{m}}{2}}{\frac{50 \times 10^{-3} \text{m} * (0,01\text{m})^3}{12}} = 22,6 \text{ MPa}$$

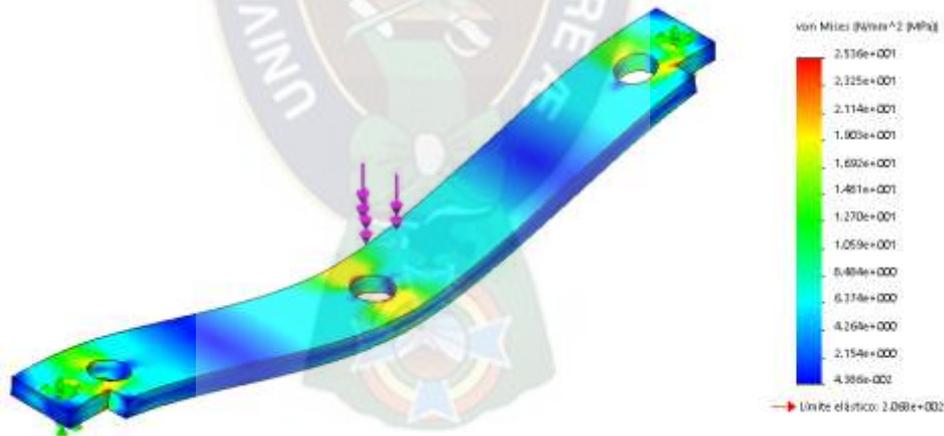
$$n = \frac{206.807 \text{ MPa}}{22.62 \text{ MPa}} = 9,1$$

El factor de diseño  $n=9,1$  es comparado con el factor de diseño establecido (choque suave  $n=3$ ) dando un valor superior, que asegura que la placa de sujeción del cilindro va soportar cargas mayores a las calculadas.

Por lo tanto la placa se diseña con un espesor de 10mm.

#### 2.5.9.6 Se verifica el factor de diseño de Von Mises mediante Solidworks

Figura 43 Esfuerzo máximo Von Mises



Fuente: Elaboración propia mediante (SolidWorks)

Utilizando la ecuación (38)

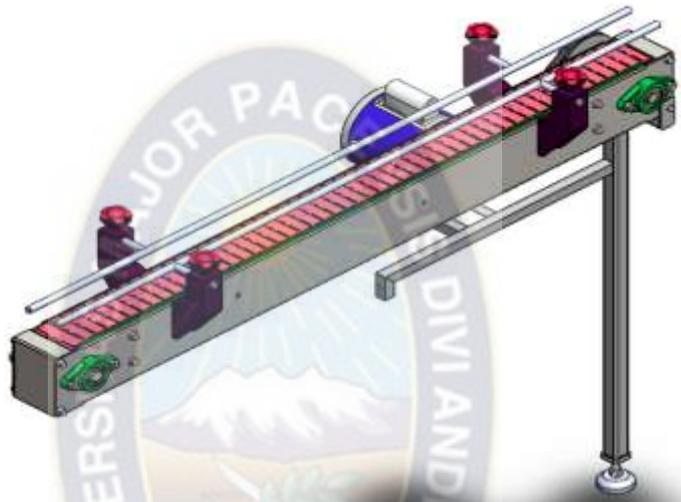
$$n = \frac{206,8 \text{ MPa}}{25,36 \text{ MPa}} = 8,15$$

Por tanto se puede verificar que el diseño de la pieza es adecuada.

### 2.5.10 Selección del sistema de banda transportadora

Para la selección de la banda transportadora se toma en cuenta las medidas que se va necesitar para el sistema, desde la giradora de frascos hasta la tapadora de frascos, de esta manera se especifica la longitud como se observa en la (figura 44).

*Figura 44 Banda transportadora*



*Fuente: Elaboración propia*

Para la selección se considera transportadores tipo tablilla fueron diseñados para satisfacer las necesidades de transportar o conducir productos de diferentes dimensiones y pesos, tales como botellas, cajas, pallets, etc.<sup>22</sup>

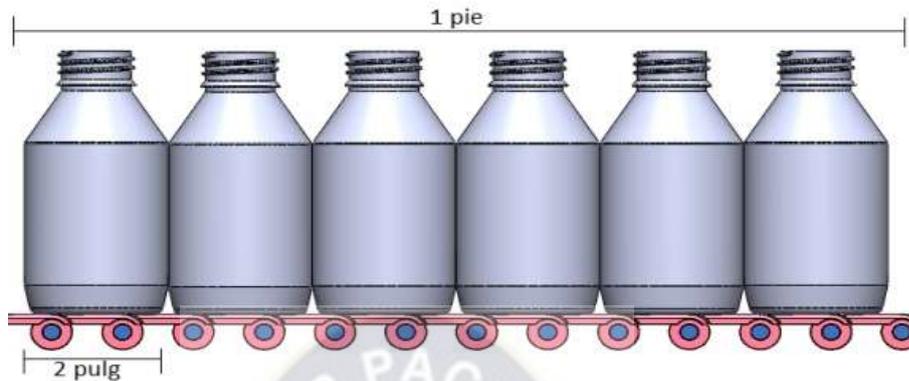
#### 2.5.10.1 Cálculo del peso del producto por pie de cadena (WP)

Con la ecuación (48). Se calcula el número de frascos acumulados cada pie de longitud de la banda transportadora en un caso de acumulación, como se observa en la (figura 45).

---

<sup>22</sup> Parker. (s.f.). Construcción de transportadores de tablilla.

Figura 45 Producto por pie de cadena



Fuente: Elaboración propia

$$WP = \# \text{ frascos} * W_{\text{Total producto}} \quad (48)$$

$$\# \text{ frascos} = \frac{12 \text{ pulg}}{2 \text{ pulg}} = 6 \frac{\text{frascos}}{\text{pie}}$$

$$W_{\text{Total producto}} = W_{\text{frasco}} + W_{\text{jarabe en el frasco}}$$

$$m_{\text{frasco}} = 44,38 \text{ g} = 0,04 \text{ kg} \quad \text{obtenido de solidworks}$$

$$W_{\text{frasco}} = 0,04 \text{ kg} * 9,79 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 0,43 \text{ N}$$

$$m_{\text{jarabe en el frasco}} = \rho_{\text{jarabe}} * V_{\text{frasco}}$$

$$m_{\text{jarabe en el frasco}} = 1320 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,1 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 0,13 \text{ kg}$$

$$W_{\text{jarabe en el frasco}} = 0,13 \text{ kg} * 9,79 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1,29 \text{ N}$$

$$W_{\text{Total producto}} = 0,43 \text{ N} + 1,29 \text{ N} = 1,72 \text{ N}$$

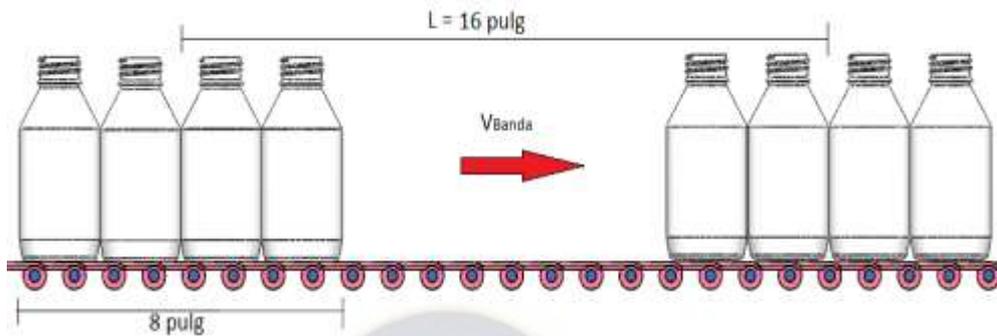
$$W_{\text{Total producto}} = 1,73 \text{ N} * \frac{0,225 \text{ lb}_f}{1 \text{ N}} = 0,39 \text{ lb}_f$$

$$WP = 6 \frac{\text{frascos}}{\text{pie}} * 0,39 \text{ lb}_f = 2,33 \frac{\text{lb}_f}{\text{pie}}$$

### 2.5.10.2 Cálculo de la velocidad de la banda

Para el cálculo de la velocidad se considera el tiempo, de cada ciclo de la máquina que va a durar 7,5 seg. Ver (Figura 46)

Figura 46 Velocidad de la banda



Fuente: Elaboración propia

La velocidad lineal que debe ir la banda para asegurar la producción continúa, debe tener una separación de frascos ya dosificados de 16 pulg, como se muestra en la (figura 46)

$$V_{Banda} = \frac{L}{t} = \frac{\text{distancia entre frascos ya dosificados}}{\text{tiempo de producción}} = \frac{16 \text{ pulg}}{7,5 \text{ s}} = 2,13 \frac{\text{pulg}}{\text{s}}$$

$$V_{Banda} = 2,13 \frac{\text{pulg}}{\text{s}} * \frac{1 \text{ pie}}{12 \text{ pulg}} * \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 10,67 \frac{\text{pie}}{\text{min}}$$

### 2.5.10.3 Cálculo de potencia

El cálculo de potencia se determina bajo condiciones normales de trabajo, el procedimiento para la potencia viene dado con siguiente formula.<sup>23</sup>

$$HP = \frac{0,75 * V * L * (WP + 2WC)}{33000} \quad (49)$$

Dónde:

- ✓  $L = \text{longitud del transportador en pies} = 130 \text{ cm} \cong 4,26 \text{ pie}$
- ✓  $WP = \text{peso del producto por pie de cadena} = 2,33 \frac{\text{lb}_f}{\text{pie}}$
- ✓  $WC = \text{peso de l cadena por pie}$
- ✓  $V = \text{velocidad del transportador en } \frac{\text{pie}}{\text{min}} = 10,67 \frac{\text{pie}}{\text{min}}$

<sup>23</sup> Parker. (s.f.). Construcción de transportadores de tablilla.

Para el cálculo del peso de la cadena por pie tenemos la siguiente tabla (12).

Tabla 12 Peso de las cadenas recorrido recto WC

Cadena	Mod. IPS	Peso (lbs/pie)
815 3 ¼"	29-034	1.84
815 4 ½"	29-035	2.34
815 6"	29-036	2.94
815 7 ½"	29-037	3.54
820 3 ¼"	29-012	0.56
820 4"	29-013	0.64
820 4 ½"	29-014	0.69
820 6"	29-015	0.84
820 7 ½"	29-016	0.99

Fuente: Parker. (s.f.). Construcción de transportadores de tablilla.

$$WC = \text{peso de la cadena por pie} = 0,56 \frac{lb_f}{pie}$$

Con los datos obtenidos, se reemplaza en la ecuación (49):

$$HP = \frac{0,75 * 10,67 \frac{pie}{min} * 4,26 pie * (2,33 \frac{lb_f}{pie} + 2 * 0,56 \frac{lb_f}{pie})}{33\ 000}$$

$$HP = 3,57 \times 10^{-3}$$

Como el valor calculado es muy pequeño entonces se considera seleccionar un motor de ¼ de hp

### 2.5.11 Sistema de soporte y estructura

La estructura cumple la función de contener a los diferentes componentes de los sistemas ya mencionados. Esta estructura principalmente soportara las cargas de los diferentes sistemas que lo componen a la maquina dosificadora.

#### 2.5.11.1 Determinación de cargas que soporta la estructura

Para el diseño de la estructura es necesario tener el peso de todos los sistemas y los componentes de la máquina, además debe soportar su propio peso, ver (Figura 47).

Figura 47 Cargas que soporta la estructura

CARGAS QUE SOPORTA LA ESTRUCTURA		
DESCRIPCIÓN	Masa[kg]	Peso [N]
SISTEMA DE TOLVA	10,62	104,10
SISTEMA DE DOSIFICACION	26,96	264,12
SUBSISTEMA FIJADOR DE BOQUILLA	7,82	76,60
SUBSISTEMA PARADA DE FRASCOS	6,48	63,54
SISTEMA BANDA TRANSPORTADORA	41,32	404,83
SISTEMA TABLERO DE CONTROL	7,79	76,25
SISTEMA DE ESTRUCTURA	61,14	598,91

Fuente: Elaboración propia

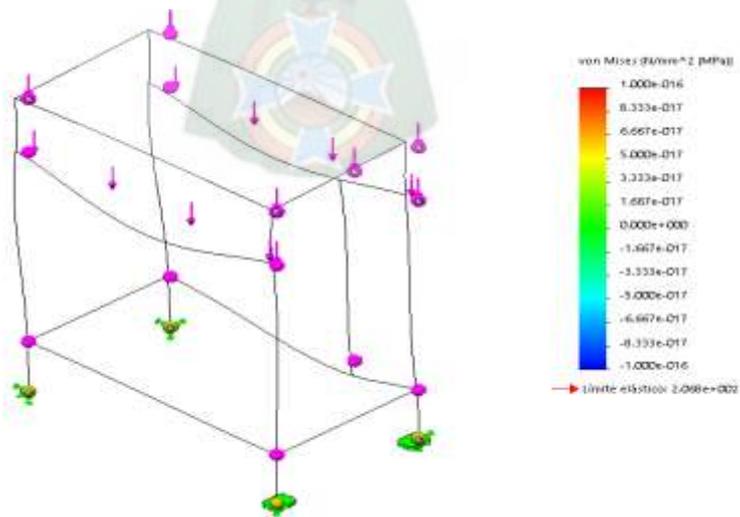
### 2.5.11.2 Se verifica el factor de diseño de Von Mises mediante Solidworks

Tabla 13 Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	0	925.92	0	925.92

Fuente: Elaboración propia mediante (SolidWorks)

Figura 48 Esfuerzo máximo Von Mises



Fuente: Elaboración propia mediante (SolidWorks)

Tabla 14 Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0.0302194	-0.276166	-313.876	315.103

Fuente: elaboración propia mediante (SolidWorks)

Por lo tanto se puede verificar que el diseño de la estructura es adecuadamente.

## 2.6 Diseño eléctrico y electrónico.

Para el diseño eléctrico y electrónico del sistema de dosificación y transporte de frascos, así como para su automatización se toma en cuenta una serie de parámetros, los cuales deben funcionar en conjunto para obtener un buen funcionamiento.

Acorde al funcionamiento requerido del sistema de transporte por cadenas, necesita un motor de potencia que se conecta con una polea de transmisión, este motor contará con su debida protección en caso de falla.

Parte muy importante de este proyecto es la instalación de un tablero de control eléctrico, su función principal es la maniobra todo el sistema. El tablero está compuesto por un circuito de control y los circuitos de potencia.

### 2.6.1 Circuito de control

El circuito de control está basado en la conexión al PLC, la alimentación, los símbolos y elementos de operación como contactor, solenoides y sensores están accionados eléctricamente. Para el diseño del circuito de control se tomarán en cuenta las siguientes características:

- ✓ Tipo de electroválvula
- ✓ Tipo de motor
- ✓ Tipo de alimentación
- ✓ Tipo de arranque
- ✓ Tipo de ambiente.

Al cumplir estos requerimientos, el circuito de control se observa en los planos eléctricos. Ver el (ANEXO E).

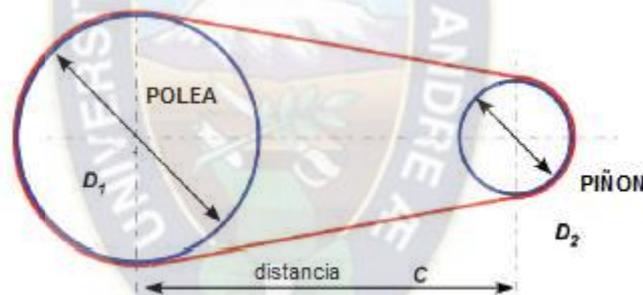
## 2.6.2 Selección del tipo de motor eléctrico

Se selecciona un motor de inducción para CA, las dos partes activas de este tipo de motor es el estator que está compuesto por un embobinado o elemento estacionario y el rotor de jaula de ardilla o elemento giratorio, este tipo de motor no tiene conexión eléctrica con el rotor.

Para mover la banda transportadora se requiere una transmisión de correa ver (Figura 49), para una potencia de:

$$HP = 3,57 \times 10^{-3} = 2.66 \text{ Watts}$$

Figura 49 Transmisión de potencia por correa



Fuente: Elaboración propia

Dónde:

- ✓  $D_1 = 120 \text{ mm}$
- ✓  $D_2 = 76.20 \text{ mm}$
- ✓  $n = \text{rpm}$
- ✓  $v_{\text{tagencial}} = 2.13 \frac{\text{pulg}}{\text{s}} = 54.10 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$  velocidad de la banda
- ✓  $\eta$  el rendimiento esta entre 0.82 – 0.92 se realiza un promedio = 0.88

Ecuación de rendimiento de un motor se tiene:

$$\eta = \frac{P_{entrada}}{P_{salida}} \quad (50)$$

$$P_{requerida} = T * 2\pi * \frac{n_1}{60}$$

$$T_{requerido} = \frac{P_{requerida} * 60}{2\pi * n} = \frac{2.66 * 60}{2\pi * 54.10} = 0.46 \text{ N.m}$$

Con este torque se calcula en el piñón la potencia de salida en la ecu. (50).

$$P_{salida} = T_{requerido} * 2\pi * \frac{n_2}{60} = 0.46 * 2\pi * \frac{85.2}{60} = 4.10 \text{ Wtts}$$

$$P_{entrada} = 0.88 * 4.10 \text{ Wtts} = 3.60 \text{ Wtts} = 4.86 \times 10^{-3} \text{ HP}$$

En la selección del tipo de motor que se va a elegir se toma como referencia los cálculos realizados, dando la potencia del motor de ¼ Hp. Que se muestra en el (ANEXO F).

### 2.6.3 Diseño del control de velocidad para el motor AC

El circuito que se muestra en la (figura 50), representa la forma más elemental de un control de fase de onda completa que se emplea Diac para disparar un triac.

En el circuito el Diac gobierna el Triac que alimenta en corriente alterna a la carga. La potencia que ésta recibe varía con el ángulo de conducción impuesto por la resistencia variable R2.

Una vez que se aplica el voltaje de alimentación, en cuanto se presenta el primer semiciclo, el capacitor empieza a cargarse a través de la resistencia R1 + R2.

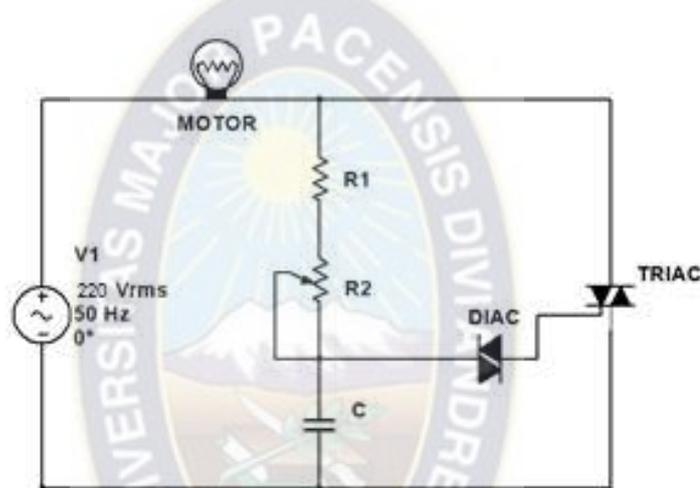
Cuando en su carga alcanza el voltaje de ruptura del Diac (VBO alrededor de 32 volts), este último entra en conducción y C se descarga sobre la puerta del Triac, que entonces se dispara y permite el flujo de corriente hacia la carga.

Cuanto más baja sea la resistencia en serie con el capacitor (R2=0) menor será la constante de tiempo (R1C, cuando R2 =0) y el voltaje en el capacitor alcanzará más rápidamente el valor de voltaje de ruptura del Diac (VBO) y el Diac se disparará pronto en el semiciclo.

Inversamente cuanto mayor sea la resistencia en serie ( $R_2$  máxima), la constante de tiempo será mayor ( $(R_1 + R_2) C$ );  $C$  tardará más en cargarse al voltaje de ruptura del Diac, y el Triac se disparará más tarde entregando menos corriente.

La operación del circuito debería ser la idéntica en ambos sentidos, puesto que el Diac entra en conducción al mismo voltaje de ruptura en ambos sentidos de polarización.

Figura 50: Circuito de control de velocidad



Fuente: Elaboración propia (Multisim 12)

### 2.6.3.1 Cálculo de los parámetros del circuito

La primera consideración que debemos hacer para calcular los valores de los parámetros del circuito, es la que se refiere a los ángulos de disparo mínimo y máximo, determinados por el voltaje de ruptura del Diac, ver tabla (15).

Tabla 15: Voltaje de ruptura del Diac

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ( $T_j = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	SMDB3	DB3	DB4	Unit	
$V_{BO}$	Breakover voltage *	$C = 22\text{nF}$ **	MIN.	28	28	35	V
			TYP.	32	32	40	
			MAX.	36	36	45	

Fuente: Datasheet de Diac

Para este diseño se toma el Diac DB3 que tiene voltaje de ruptura de  $V_{BO} = 32\text{ V}$

El voltaje de alimentación es:

$$V_{AC} = V_m * \sin wt \quad (51)$$

$$V_m = \sqrt{2} * V_{rms}$$

Entonces se tiene:

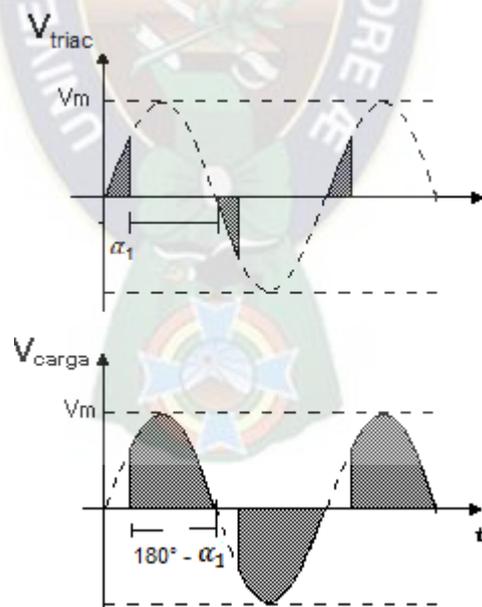
$$V_{AC} = \sqrt{2} * V_{rms} * \sin wt$$

Para el cálculo se toma como datos:

- ✓  $V_{rms} = 220 V$        $f = 50 Hz$
- ✓  $VBO = 32 V$
- ✓  $C = 100nF$  Se considera

El mínimo ángulo de disparo se produce cuando el voltaje de alimentación alcanza el voltaje de ruptura del Diac  $VBO = V_{capacitor}$ , ver (figura 51).

Figura 51 : Formas de ondas de Triac y Carga



Fuente: Elaboración propia

Calculo del ángulo de disparo utilizando la ecuación (51)

$$V_{capacitor} = \sqrt{2} * V_{rms} * \sin wt$$

$$\alpha_1 = \omega t_1 = \sin^{-1} \left( \frac{V_{\text{capacitor}}}{\sqrt{2} * V_{\text{rms}}} \right)$$

$$\alpha_1 = \omega t_1 = \sin^{-1} \left( \frac{32 V}{\sqrt{2} * 220 V} \right)$$

$$\alpha_1 = \omega t_1 = 5.90^\circ$$

Cálculo del tiempo despejando se tiene:

$$t_1 = \frac{\alpha_1}{\omega} = \frac{5.90^\circ}{360^\circ * 50 \text{ Hz}} = 0.33 \text{ ms}$$

$$\alpha_2 = 180^\circ - \alpha_1 = 180^\circ - 5.90^\circ = 174.1^\circ$$

$$t_2 = \frac{\alpha_2}{\omega} = \frac{174.1^\circ}{360^\circ * 50 \text{ Hz}} = 9.67 \text{ ms}$$

Como se sabe en un circuito RC la constante de tiempo  $\tau$  viene dado por:

$$\tau = RC \quad (52)$$

Considerando esta ecuación y con un capacitor que es comercial, se calcula la resistencia y el potenciómetro.

$$\text{Para } t_1 \quad C = 100 \text{ nF}$$

$$\tau_1 = (R_1 + R_2) * C$$

Para el mínimo ángulo de disparo  $R_2 = 0$  entonces se tiene.

$$R_1 = \frac{t_1}{c} = \frac{0.33 \text{ ms}}{100 \text{ nF}} = 3.3 \text{ k}\Omega$$

$$\text{Para } t_2 \quad C = 100 \text{ nF}$$

$$R_1 + R_2 = \frac{t_2}{c} = \frac{9.67 \text{ ms}}{100 \text{ nF}} = 96.7 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 96.7 \text{ k}\Omega - R_1 = 96.7 \text{ k}\Omega - 3.3 \text{ k}\Omega = 93.4 \text{ k}\Omega$$

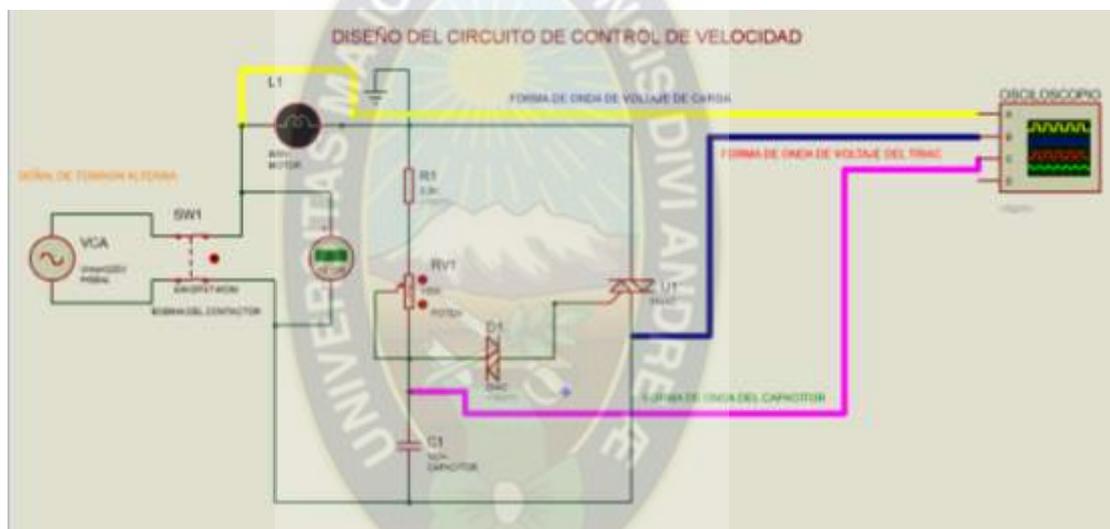
Con las resistencias ya calculadas, se verifica si estas resistencias existen en el mercado local.

### 2.6.3.2 Verificación del circuito de control de velocidad en Proteus

La verificación del circuito se realiza, con los datos obtenidos que son:

- ✓  $R_1 = 3.3\text{ k}\Omega$  resistencia verificada
- ✓  $R_2 = 100\text{ k}\Omega$  potenciómetro
- ✓  $C = 100\text{ nF}$  capacitor de poliester
- ✓ Diac DB
- ✓ Triac BT 136

Figura 52: Diseño del circuito de control de velocidad



Fuente: Elaboración propia (Proteus)

La verificación se hizo correctamente.

### 2.6.4 Selección de conductores

#### 2.6.4.1 Conductor eléctrico del circuito de control

Según las especificaciones del PLC s7-1214, se recomienda utilizar cables con una sección de  $2.5\text{ mm}^2$ , máximo, con esta información se selecciona un conductor # 18, para los elementos que conforman el circuito de control.

#### 2.6.4.2 Conductor eléctrico del motor

Para la selección del conductor adecuado para el motor eléctrico se toma en cuenta la corriente nominal, con la ecuación, se calcula.

$$I_n = \frac{P}{\eta * \sqrt{3} * V * f_p}$$

$$I_n = \frac{187}{0.505 * \sqrt{3} * 220 * 0.52} = 1.8688 \cong 2 A$$

El valor de la corriente nominal es de 2A del motor.

Con el cálculo determinado, el conductor adecuado para los motores es el numero # 18, pero por seguridad se selecciona un conductor # 14 AWG, según la tabla de intensidad de corriente admisible para conductores de cobre secciones AWG. Ver (ANEXO F).

#### 2.6.4.3 Selección del contactor de potencia

Para la selección del contactor del sistema de potencia por criterio de seguridad se toma el 25%, de la intensidad nominal a plena carga el cual se tiene:

$$I_{motor} = 2A$$

Calculado:

$$I_{contactor} = (I_n + 25\% * I_n)A$$

$$I_{contactor} = (2 + 0.5)A = 2.5 A$$

Para la selección del contactor debe cumplir con las siguientes características:

- ✓ Voltaje de red: 220/240 Vac, Corriente nominal = 2.5 A
- ✓ Tipo de accionamiento: Electromecánico.

Se selecciona un contactor disponible en el mercado de 9 amperios. (ANEXO F).

#### 2.6.5 Selección de los interruptores termo magnéticos (breaker)

Para dimensionar el breaker de protección se considera la carga instalada total del sistema.

Para el cálculo de la corriente total consumida del sistema se calcula con la ecuación. Por criterio de seguridad se calcula el 25%, de la corriente nominal para la protección.

Para el sistema de control con el objetivo de proteger los elementos, se selecciona un breaker de 6 amperios existente en el mercado. (ANEXO F)

#### **2.6.6 Selección de la electroválvula**

En base a la presión, arranque o parada de los cilindros neumáticos de doble efecto se selecciona la electroválvula distribuida 5/2vias, cuyo accionamiento es solenoide y retorno por solenoide.

#### **2.6.7 Selección de los sensores**

Para la selección de los sensores se fundamenta en las variables del proceso requerido como, detectar posiciones. (ANEXO F).

#### **2.6.8 Selección del sensor fotoeléctrico**

Se selecciona el sensor de sensor fotoeléctrico con el cuyo objetivo de hacer pasar cuatro frascos para la respectiva dosificación así poder mandar una señal al actuador de cierre de frascos, para mayor información revisar (ANEXO F).

#### **2.6.9 Selección del sensor interruptor magnético**

Se selecciona interruptor magnético para detener la posición del embolo, cuyo fin es tener como finales de carrera, para mayor información revisar (ANEXO F).

### **2.7 Selección de accesorios eléctricos.**

#### **2.7.1 Parada de emergencia**

En casos de fallas y emergencia para la desconexión rápida, se selecciona un interruptor pulsar-tirar marca siemens, desconectando todo el circuito de mando y control. Ver (ANEXO F)

#### **2.7.2 Selector de dos posiciones.**

Para el funcionamiento del sistema y la banda de transporte se selecciona selectores de dos posiciones. Ver (ANEXO F)

### 2.7.3 Luces indicadoras y pulsadores

Para visualizar la marcha o paro del sistema, se selecciona las luces indicadoras y los pulsadores. Ver (ANEXO F).

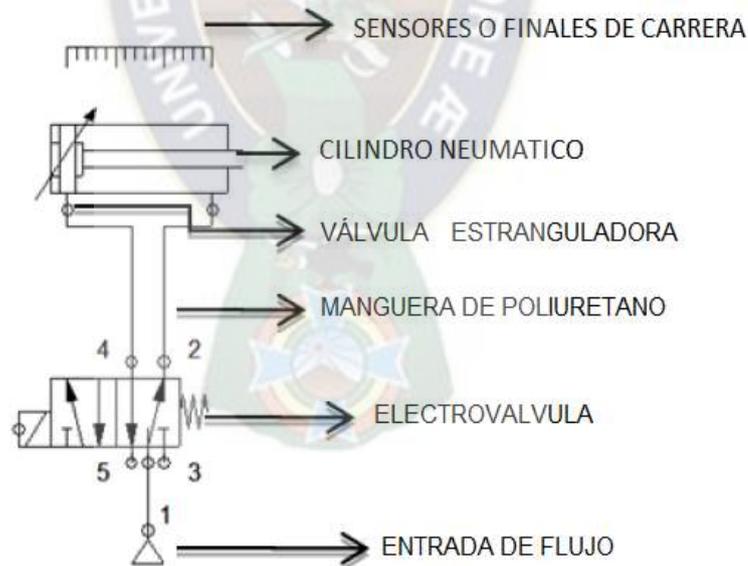
### 2.8 Selección de accesorios de neumática

Para seleccionar accesorios como acopladores rectos, controladores y tubería, hay que tomar en cuenta el caudal máximo de aire de los cilindros de doble efecto. Ver (ANEXO E)

### 2.9 Diseño del circuito neumático de los sistemas de dosificación

En la implementación del sistema de dosificación y sistema parada de frascos, su función es mejorar la producción y la precisión de la cantidad a dosificar, se implementa el circuito neumático el cual estará formado con los elementos que se muestran en la (figura 53), para nuestro diseño ver el (ANEXO E).

Figura 53 Esquema representativo de un circuito neumático



Fuente: Elaboración propia

### 2.10 Selección del PLC

Para la selección del PLC, se toma en cuenta las características de los procesos que se va a implementar. Que se muestran en la tabla (16).

Tabla 16 Control de procesos

Entradas del PLC		
Cant.	Descripción	tipo de dato
1	Encendido o arranque del ciclo automático	Digital
1	Paro o apagado del ciclo	Digital
8	Sensor interruptor magnético como final de carrera	Digital
1	Sensor fotoeléctrico detección de frascos	Digital
Salidas del PLC		
Cant.	Descripción	tipo de dato
1	Válvula 5/2 Bi estable cilindro dosificador	Digital
1	Válvula 5/2 Bi estable cilindro fijador de boquilla	Digital
2	Válvula 5/2 Monoestable cilindro paro de frascos	Digital
1	Contactador auxiliar para el arranque del motor eléctrico	Digital

Fuente: Elaboración propia

En base a lo estructurado se ve la necesidad de seleccionar un PLC que tenga 11 entradas digitales y 7 salidas. Se selecciona un PLC S7\_200. Ver (ANEXO F)

### 2.10.1 Tabla de solución secuencial para la programación del PLC

En la tabla (17) se muestra la solución del diseño del sistema de control, para el funcionamiento de la máquina paso a paso.

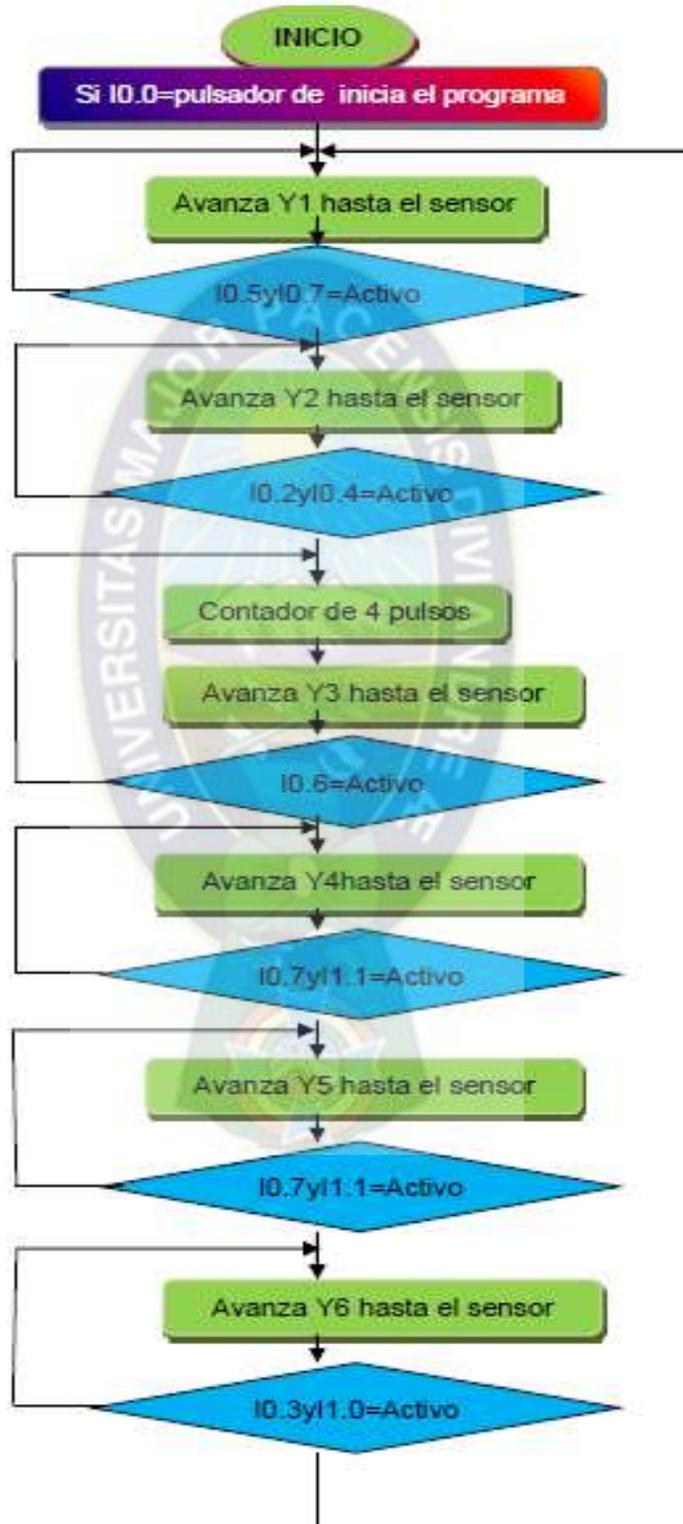
Tabla 17 Solución secuencial para la programación del PLC

ACTUADORES CILÍNDRICOS					OBSERVACIONES
Pasos	“A”	“B”	“C”	“D”	
0	←	→	→	←	Los cilindros se encuentran en su posición inicial.
1	→	←	→	←	El cilindro A sale y el cilindro B se contrae (sensor interruptor magnético) M0.1
2	→	←	→	←	Activa a M0.2 para que ingrese cuatro frascos para la respectiva dosificación utilizando un sensor fotoeléctrico para que cierre el contador C1
3	→	→	→	←	El cilindro B sale asta (sensor interruptor magnético) M0.4
4	→	→	←	←	El cilindro C retorna y llega hasta el (sensor interruptor magnético) M0.5
5	→	→	←	→	El cilindro D sale y llega hasta el (sensor interruptor magnético) M0.6
6	←	→	→	→	El cilindro A retorna y C sale hasta el (sensor interruptor magnético) M0.7
7	←	→	→	←	El cilindro D retorna hasta el (sensor interruptor magnético) M1.0 Y continua el ciclo de funcionamiento para volver al paso 1

Fuente: Elaboración Propia

## 2.10.2 Diagrama de flujo

Figura 54 Diagrama de Flujo



Fuente: Elaboración propia

### 2.10.3 Descripción de los elementos.

Figura 55 Descripción de los elementos

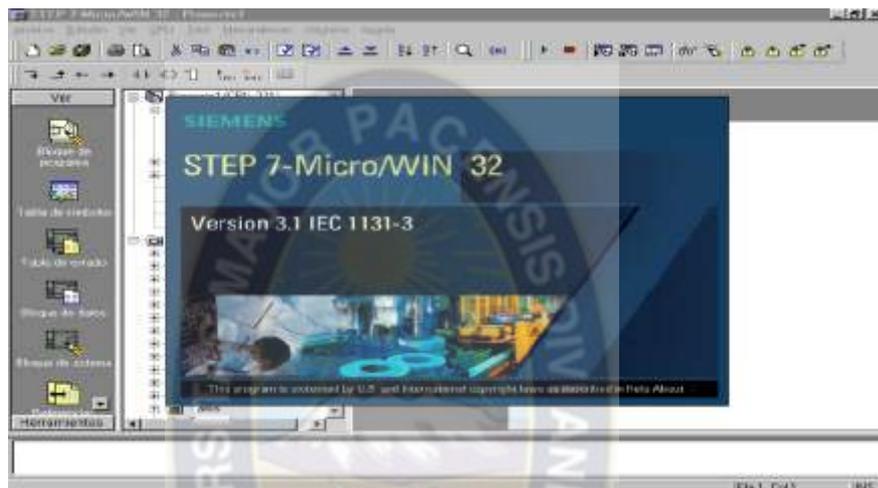
ENTRADAS		SALIDAS
I0.0: pulsador de encendido		Q0.0: Electroválvula Y1
I0.1: pulsador de apagado		Q0.1: Electroválvula Y2
I0.2: sensor foto eléctrico		Q0.2: Electroválvula Y3
I0.3: sensor interruptor magnético A0		Q0.3: Electroválvula Y4
I0.4: sensor interruptor magnético A1		Q0.4: Electroválvula Y5
I0.5: sensor interruptor magnético B0		Q0.5: Electroválvula Y 6
I0.6: sensor interruptor magnético B1		Q0.6: Bobina auxiliar del contactor
I0.7: sensor interruptor magnético C0		Q0.7:
I1.0: sensor interruptor magnético C1		Q1.0:
I1.1: sensor interruptor magnético D0		Q1.1:
I1.2: sensor interruptor magnético D1		Q1.2:
MARCAS DE BOBINAS O MEMORIAS		CONTADORES
M0.0 :	Memoria o relés auxiliares del PLC	C1: contador de frascos
M0.1 :		
M0.2 :		
M0.4 :		
M0.5 :		
M0.6 :		
M0.7 :		
M1.0 :		

Fuente: Elaboración propia

#### 2.10.4 Programación en el software STEP 7 MicroWin 32

El software STEP 7 MicroWin 32, es una plataforma para realizar circuitos de programación y simulación, ver (figura 56). Con estos parámetros se transfiere la información de la pc al PLC.

Figura 56 Software STEP 7 MicroWin 32

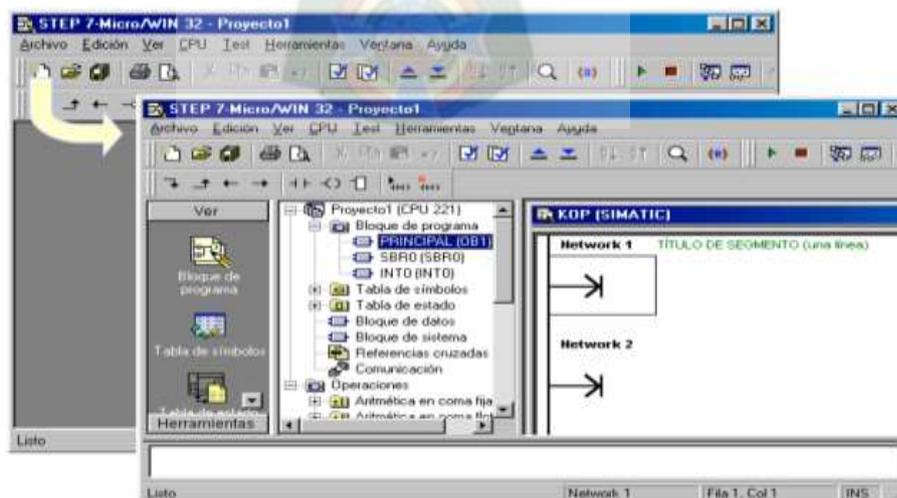


Fuente: Elaboración propia mediante STEP 7-Micro/WIN32)

##### 2.10.4.1 Pasos de la programación realizada

Dar un clic en el icono “nuevo”, aparece una ventana la cual tiene los datos del proyecto y el esquema de contactos KOP (Figura 57).

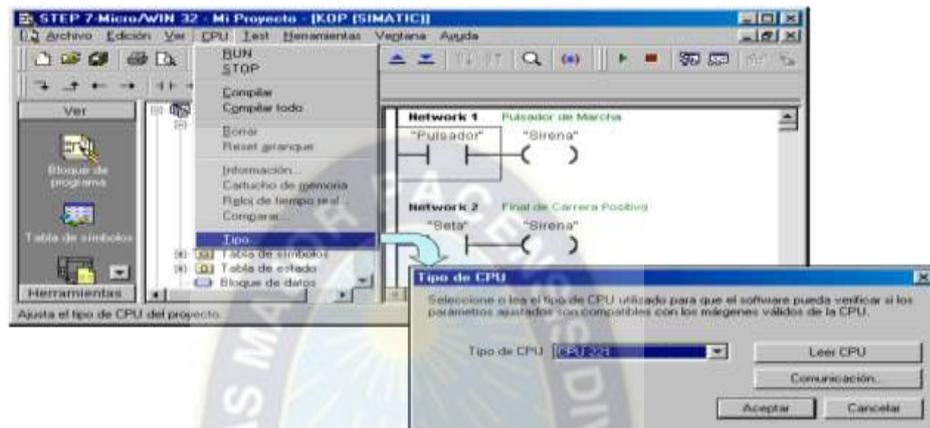
Figura 57 Esquema de contactos KOP



Fuente: Elaboración propia mediante STEP 7-Micro/WIN32)

Se selecciona el dispositivo para proceder a programar, en la parte superior izquierda da un doble clic en CPU y luego a tipo te aparece una nueva ventana seleccionas el CPU y aceptar. (Figura 58)

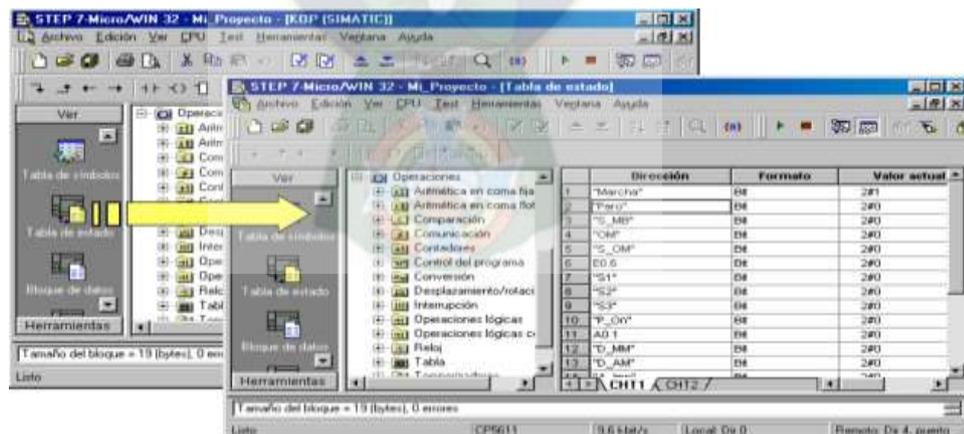
Figura 58 Selección del CPU



Fuente: Elaboración propia mediante STEP 7-Micro/WIN32)

De acuerdo a las necesidades del Proyecto se dirige al panel de trabajo y se escoge elementos de entradas, salidas, contactos, temporizadores etc., y se procede a realizar el esquema del sistema a implementar, ver (Figura 59).

Figura 59 Panel de trabajo



Fuente: Elaboración propia mediante STEP 7-Micro/WIN32)

#### 2.10.4.2 Descripción del programa.

Las líneas de programación del sistema están en secuencia a seguir pasos como: condiciones en las posición manual o automático, tiempo de demora,

activación del cilindro neumático, visualización en el logo TD, parámetros del contador y conteo de envases, parámetros de parada de frascos en un cierto tiempo, estas líneas de programación en el PLC s7 -1214 se observa en el (ANEXO H).

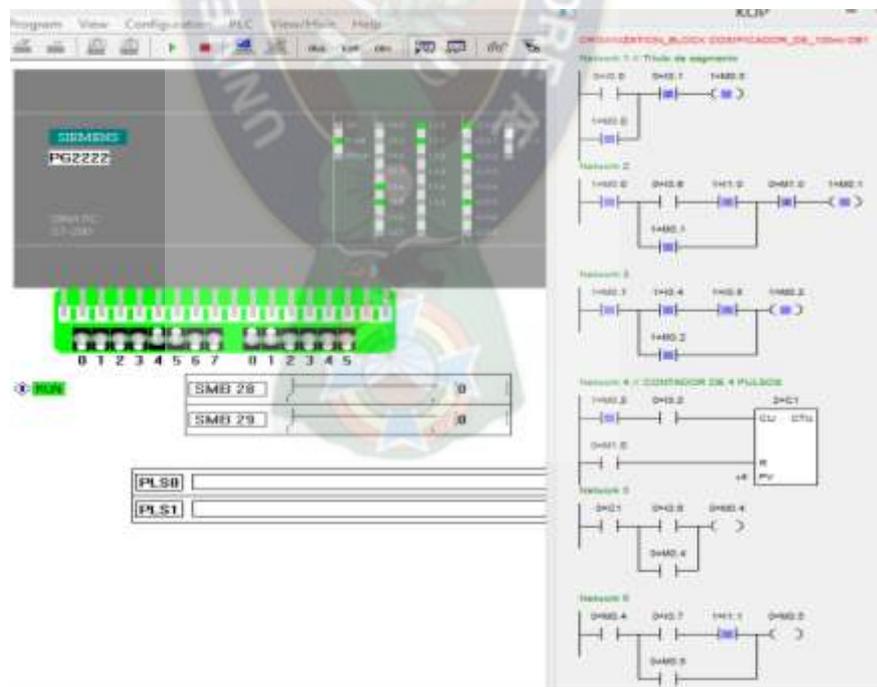
### 2.10.5 Simulación esquemática en S7\_200 y PC\_SIMU

Para finalizar el proceso de diseño se simulan todas las etapas de programación del PLC.

#### 2.10.5.1 S7\_200

Este programa puede ser utilizado para simular el PLC S7-200 y el TD 200 HMI, para probar el programa del diseño escrito en microwin si no se tiene un PLC. Entonces exporta el programa de microwin y se carga en el simulador verificando nuestro programa como se muestra en la siguiente (Figura 60).

Figura 60 Simulación del PLC con el lenguaje KOP



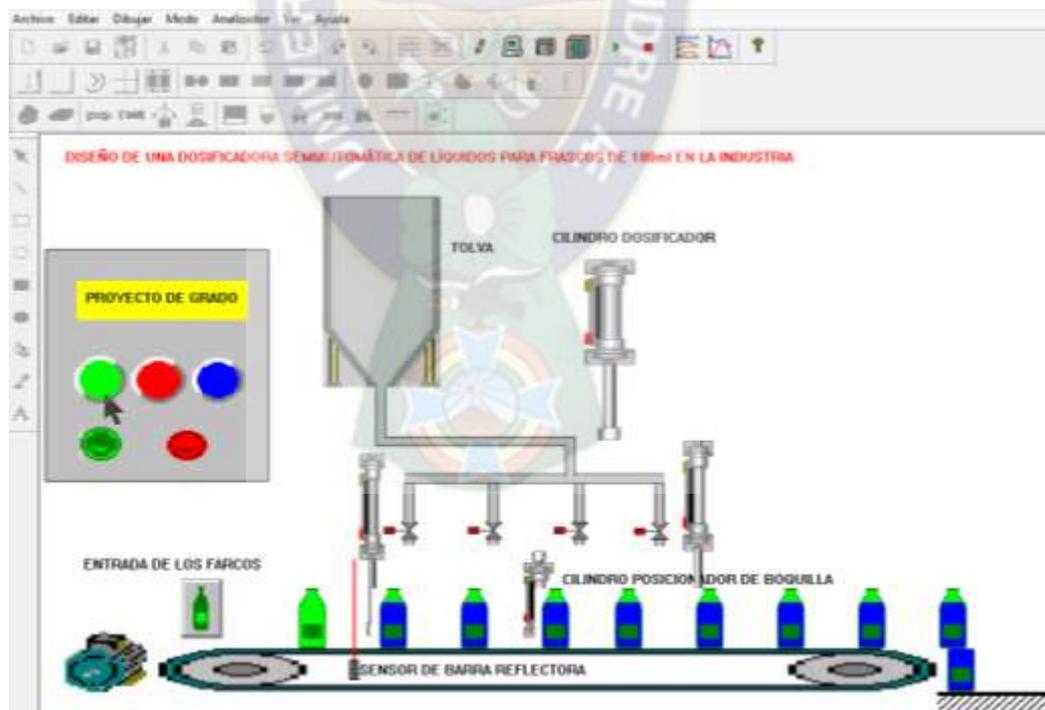
Fuente: S7\_200

### 2.10.5.2 PC SIMU

Es un simulador que permite simular procesos automáticos de forma gráfica intercambiando las entradas salidas, evitando de esta forma el tener que activar los interruptores de entrada o visualizando los led de salida del PLC. Puede funcionar de dos formas: a través del simulador (S7-200) o a través del cable PC-PPI para su comunicación con el autómatas real, ver (Figura 61).

Los elementos que se pueden simular son: Interruptores, pulsadores, detectores, teclados, preselectores, potenciómetros, Led, displays, barras de progreso, textos, motores, variadores de velocidad, cintas transportadoras, puertas de garaje, actuadores neumáticos lineales, sin vástago, de giro, ventosas, depósitos de sólidos y líquidos y activación de imágenes en formato BMP e incluso un ascensor.

Figura 61 Esquema representativo de los elementos que compone el diseño



Fuente: PC\_SIMU

## 2.11 Especificación de componentes

Para la especificación, se muestra una lista detallada según las características requeridas. Este listado contiene además la codificación o designación de elementos que compone la máquina, el plano en el cual se encuentra detallado las dimensiones, material y peso, ver tabla (18).

Tabla 18 Especificación de componentes

ITEM	DESCRIPCION	DESIGNACIÓN	CANT.	N° DE PLANO	DIMENCIONES	MATERIAL	MASA (gr.)/uni.	MASA(Kg.)	PESO (N)
<b>SISTEMA DE TOLVA VER PLANO 01</b>									
<b>SISTEMA DE TOLVA</b>				<b>IME-DF-17/01-01-01</b>				<b>10.63</b>	<b>104.11</b>
10	TUBERÍA CHAFLAN	ST - TCH - 01	1	IME-DF-17/01-01-02	K14WL DE 38 mm	AISI 304	70.66	0.07	0.69
20	PLACA DE SOPORTE	ST - PS - 02	2	IME-DF-17/01-01-03	SOLERA DE 85 X 10 mm	AISI 304	1164.86	2.33	22.82
30	TORNILLO CON CABEZA HUECA	ST - TC - 03	4		M5 x 0.8 x 10	Acero aleado	3.34	0.01	0.13
40	SOPORTE CIRCULAR	ST - SC - 04	1	IME-DF-17/01-01-04	SOLERA DE 30 X 3 mm	AISI 304	1860.67	1.86	18.23
50	TOLVA	ST - TOL - 05	1	IME-DF-17/01-01-05	PLANCHA 1.5 mm	AISI 304	6353.73	6.35	62.24
<b>SISTEMA DOSIFICADOR VER PLANO 02</b>									
<b>SISTEMA DE DOSIFICACION</b>				<b>IME-DF-17/01-02</b>				<b>26.96</b>	<b>264.12</b>
60	CUERPO DOSIFICADOR	SD - CD - 06	1	IME-DF-17/01-02-01	SOLERA DE 70 X 50 mm	AISI 304	9781.33	9.78	95.81
70	BARRA DE SOPORTE DE CILINDRO	SD - BSC - 07	2	IME-DF-17/01-02-02	BARRA DE 25 mm	AISI 304	1525.70	3.05	29.89
80	CAMISA DEL DOSIFICADOR	SD - CAD - 08	4	IME-DF-17/01-02-03	TUBO DE 38 mm	AISI 304	185.98	0.74	7.29
90	TACO EMPUJADOR	SD - TE - 09	1	IME-DF-17/01-02-04	SOLERA 40 x 10 mm	AISI 304	1102.62	1.10	10.80
100	PLACA DE SOPORTE DEL CIL. DOS.	SD - PSCD - 10	1	IME-DF-17/01-02-05	SOLERA DE 55 x 10 mm	AISI 304	1583.84	1.58	15.51
110	TUERCA HEXAGONAL	SD - THE - 11	1		M12 x 1.25 mm	AISI 316L Acero inoxidable	10.58	0.01	0.10

120	CILINDRO PISTÓN DOSIFICADOR	SD - CPD - 12	1		cilindros normalizados	sin especificar	2022.00	2.02	19.81
130	PISTÓN VÁSTAGO	SD - PVA - 13	4		VER PLANOS	sin especificar	80.96	0.32	3.17
140	VÁLVULA DE BOLA	SD - VB - 14	1		VER CATALOGO	sin especificar	1019.47	1.02	9.99
150	EMPAQUE SANITARIO	SD - EP - 15	11		VER CATALOGO	POLIURETANO (11671)	5.42	0.06	0.58
160	DISTRIBUIDOR CLAMP	SD - DCL - 16	1	IME-DF-17/01-02-06	VER PLANOS	AISI 304	539.62	0.54	5.29
170	VÁLVULA DE RETENCIÓN	SD - VRE - 17	8		EMBRA DE 1 PULGADA	AISI 304	538.00	4.30	42.16
180	TUBO ROSCA CLAMP	SD - TRCL - 18	8		VER CATALOGO	AISI 304	64.70	0.52	5.07
190	ACOPLE	SD - ACO - 19	8		NIPLE DE 1 PULGADA	AISI 304	103.84	0.83	8.14
200	BOQUILLA CHAFLAN	SD - BCL - 20	4		VER CATALOGO	AISI 304	73.29	0.29	2.87
210	CODO CLAMP	SD - CCL - 21	1		VER CATALOGOS	AISI 304	212.39	0.21	2.08
220	ABRAZADERA CLAMP	SD - ACL - 22	10		VER CATALOGO	sin especificar	17.71	0.18	1.73
230	ARANDELA PLANA	SD - APL - 23	4		M12	sin especificar	1.01	0.00	0.04
240	ARANDELA PLANA	SD - APL - 24	4		M12	AISI 321 Acero inoxidable	3.99	0.02	0.16
250	PERNO HEXAGONAL	SD - PEX - 25	2		M12 x 1.75 x 55	AISI 321 Acero inoxidable	73.84	0.15	1.45
260	PERNO CABEZA HEXAGONAL	SD - PCAEX - 26	4		M10 x 1.25 x 25	AISI 321 Acero inoxidable	26.23	0.10	1.03
270	PERNO HEXAGONAL	SD - PEX - 27	2		M12 x 1.75 x 30	AISI 321 Acero inoxidable	44.25	0.09	0.87
280	TORNILLO DE CABEZA HUECO	SD - TCH - 28	4		M6 x 1.5 x 20	AISI 321 Acero inoxidable	7.61	0.03	0.30
<b>SUBSISTEMA FIJADOR DE BOQUILLA VER PLANO 03</b>									
<b>SUBSISTEMA FIJADOR DE BOQUILLA</b>				<b>IME-DF-17/01-03</b>				<b>7.82</b>	<b>76.60</b>
290	BARRA DESLIZANTE DE BOQUILLA	SFB - BDB - 29	1	IME-DF-17/01-03 - 01	VER PLANO	AISI 304	2766.76	2.77	27.10
300	GUÍA DESLIZANTE	SFB - GD - 30	2	IME-DF-17/01-03 - 02	VER PLANO	AISI 304	105.11	0.21	2.06
310	SOPORTE DE FIJADOR	SFB - SF - 31	2	IME-DF-17/01-03 - 03	BARRA DE ALUMINIO	1060-H12	257.70	0.52	5.05
320	FIJADOR DE BOQUILLA	SFB - FB - 32	1	IME-DF-17/01-03 - 04	SOLERA 30 x 6 mm	AISI 304	388.80	0.39	3.81

330	PLACA DEL CIL.FIJ. BO.	SFB - PCFB - 33	1	IME-DF-17/01-03 - 05	SOLERA 30 x 10 mm	AISI 304	1541.43	1.54	15.10
340	BOQUILLA	SFB - BOQ - 34	4		VER PLANO	AISI 304	61.80	0.25	2.42
350	CILINDRO PISTÓN	SFB - CL - 35	1		D 20 CAR 50 mm	varios	100.31	0.10	0.98
360	TUERCA HEXAGONAL	SFB - THE - 36	1		M12 x 1.5 mm	Acero inoxidable	6.09	0.01	0.06
370	VÁLVULA REGULADOR	SFB - VR - 37	2		1/8 o 6D	sin especificar	22.00	0.04	0.43
380	TUBO FLEXIBLE	SFB - TPLE - 38	2		Tubos flexibles de 6mm	sin especificar	960.00	1.92	18.81
390	TORNILLO CON CAB. HEXAGONAL	SFB - TCH - 39	4		M8 X 1,25 X 12	Acero aleado	15.13	0.06	0.59
400	TORNILLO CON CAB. HUECA	SFB - TCHU - 40	4		M3 X 0.5 X 30	Acero aleado	2.15	0.01	0.08
410	TORNILLO CON CAB. HUECA	SFB - TCHU - 41	4		M4 X 0,7 X12	Acero aleado	2.23	0.01	0.09
420	TUERCA HEXAGONAL	SFB - THEX - 42	4		M3	Acero aleado	0.50	0.00	0.02
<b>SUBSISTEMA PARADA DE FRASCOS VER PLANO 04</b>									
<b>SUBSISTEMA PARADA DE FRASCOS</b>				<b>IME-DF-17/01-04</b>				<b>6.49</b>	<b>63.54</b>
430	ANGULAR SOPORTE DE CILINDROS	SPF - ASC - 43	1	IME-DF-17/01-04 - 01	ANGULA 20 x 20 x2 mm	AISI 316L Acero inoxidable	1205.28	1.21	11.81
440	CILINDRO FIJADOR DE FRASCO 2	SPF - CFF2 - 44	1		VER CATALOGO	sin especificar	2505.57	2.51	24.54
450	GUÍA DE VÁSTAGO	SPF - GV - 45	2	IME-DF-17/01-04 - 02	VER PLANO	sin especificar	88.43	0.18	1.73
460	CILINDRO FIJADOR DE FRASCO 1	SPF - CFF1 - 46	1		VER CATALOGO	varios	2505.57	2.51	24.54
470	TORNILLO DE CABEZA HUECA	SPF - TCHU - 47	12		M6 x 1.0 x 16 mm	Acero aleado	0.84	0.01	0.10
480	ARANDELA PLANA	SPF - APL - 48	12		M 6	Acero aleado	0.17	0.00	0.02
490	SOPORTE DE FRASCO	SPF - SF - 49	2	IME-DF-17/01-04 - 03	VER PLANO	sin especificar	39.79	0.08	0.78
500	TUERCA HEXAGONAL	SPF - THE - 50	12		M6 x 1.0 mm	Acero aleado	0.21	0.00	0.02
<b>SISTEMA BANDA TRANSPORTADORA VER PLANO 05</b>									
<b>SISTEMA BANDA TRANSPORTADORA</b>				<b>IME-DF-17/01-05</b>				<b>41.33</b>	<b>404.83</b>
510	UNIÓN RECTÁNGULA	STR - URE - 51	2	IME-DF-17/01-05 - 05	SOLERA DE 85 x 30 mm	Aleación 1060	590.69	1.18	11.57

520	PERFIL DE LA BANDA IZQUIERDO	STR - PBI - 52	1	IME-DF-17/01-05 - 01	PLANCHA DE 3 mm	AISI 304	4751.79	4.75	46.55
530	UNIÓN CIRCULAR	STR - UCI - 53	4	IME-DF-17/01-05 - 03	12.7 mm	AISI 304	74.94	0.30	2.94
540	TABLILLA PLÁSTICO	STR - TPL - 54	1		VER CATALOGO	Plastico	2368.44	2.37	23.20
550	TAPA DE BANDA	STR - TBA - 55	2	IME-DF-17/01-05 - 04	PLANCHA DE 3mm	AISI 304	353.62	0.71	6.93
560	SUJETADOR DE VARILLA	STR - SDV - 56	4		VER CATALOGOS	Plástico perso.	0.37	0.00	0.01
570	PERFIL DE LA BANDA	STR - PBD - 57	1	IME-DF-17/01-05 - 01	PLANCHA DE 3mm	AISI 304	4751.79	4.75	46.55
580	VARILLA	STR - VAR - 58	2	IME-DF-17/01-05 - 02	1/2 pulg.	AISI 304	3.27	0.01	0.06
590	UNIÓN ESTRUCTURA	STR - UES - 59	2	IME-DF-17/01-05 - 06	SOLERA DE 60 x30 mm	Aleación 1060	414.40	0.83	8.12
600	PERILLA	STR - PER - 60	4		VER CATALOGO	EPDM	0.07	0.00	0.00
610	CHUMACERA	STR - CHU - 61	4		VER CATALOGOS	Acero aleado	407.44	1.63	15.96
620	EJE DE TRANSMISIÓN	STR - EDT - 62	1	IME-DF-17/01-05 - 08	BARRA D 25mm	Acero aleado	567.69	0.57	5.56
630	SOPORTE DE MOTOR	STR - SDM - 63	1	IME-DF-17/01-05 - 11	VER PLANO	AISI 316	3063.13	3.06	30.00
640	MOTOR	STR - MOT - 64	1		PONECIA DE 1/4 hp	Material S/E	19031.52	19.03	186.42
650	POLEA	STR - POL - 65	1	IME-DF-17/01-05 - 09	DISCO DE 120mm	Aleación 1060	530.37	0.53	5.20
660	PIÑÓN	STR - PIÑ - 66	1	IME-DF-17/01-05 - 10	CIRCULAR DE 76 MM	Aleación 1060	81.86	0.08	0.80
670	EJE DE LA BANDA	STR - EDB - 67	1	IME-DF-17/01-05 - 07	BARRA DE 25 mm	Acero aleado	481.75	0.48	4.72
680	PIE DE NUDILLO	STR - PDN - 68	1		VER CATALOGO	Acero Inoxidable	61.93	0.06	0.61
690	CHAVETA	STR - CHA - 69	1		SEGUN REQ.	ASTM A36 Acero	10.68	0.01	0.10
700	CHAVETA PIÑÓN	STR - CHP - 70	1		SEGUN REQ.	ASTM A36 Acero	7.00	0.01	0.07
710	CHAVETA DE BANDA	STR - CDB - 71	2		SEGUN REQ.	AISI 304	9.36	0.02	0.18
720	TORNILLO HEX ABRIDADO	STR - TOC - 72	16		M8 X 1.25 X 20 mm	Acero aleado	15.01	0.24	2.35
730	TORNILLO CABEZA HUECA	STR - TCH - 73	12		M10 x 1.5 x 25 mm	Acero aleado	27.84	0.33	3.27
740	ARANDELA PLANA	STR - APL - 74	4		10 mm	Acero aleado	11.18	0.04	0.44

750	TUERCA HEXAGONAL	STR - THE - 75	4		M10 x 1.5	Acero aleado	10.51	0.04	0.41
760	TUERCA HEXAGONAL	STR - THE - 76	4		M10 x 1.5	Acero aleado	0.74	0.00	0.03
770	RODAMIENTO	STR - ROD - 77	1		VER CATALOGO	Acero aleado	68.43	0.07	0.67
780	RODAMIENTO	STR - ROD - 78	3		VER CATALOGO	Acero aleado	10.29	0.03	0.30
790	TUERCA HEX	STR - TEX - 79	8		M10 x 1.5	Acero aleado	6.19	0.05	0.49
800	PERNO	STR - PER - 80	4		M8 x 1.25 x14	Acero aleado	10.95	0.04	0.43
810	CORREA DE TRANSMISIÓN	STR - CDT - 81	1		VER CATALOGOS	Goma	83.23	0.08	0.82
820	PRISIONERO	STR - PRI - 82	4		M6 x 1.0 x 10	Acero aleado	1.89	0.01	0.07
<b>SISTEMA TABLERO DE CONTROL VER PLANO 06</b>									
	<b>SISTEMA TABLERO DE CONTROL</b>							<b>7.79</b>	<b>76.26</b>
830	TABLERO DE CONTROL	STC - TDC - 83	1	IME-DF-17/01-06 - 01	PLANCHA DE 2 mm	AISI 304	3025.69	3.03	29.64
840	BISAGRA PALA MACHO	STC - BPM - 84	2		L 40 mm :D 5 mm	Acero aleado	10.70	0.02	0.21
850	RECLETA	STC - REC - 85	2		L 247mm ; A 35 mm	Acero aleado	643.00	1.29	12.60
860	TAPA DE CONTROL	STC - TDP - 86	1	IME-DF-17/01-06 - 02	PLANCHA DE 1.5 mm	AISI 304	843.44	0.84	8.26
870	PULSADOR DE EMERGENCIA	STC - PD E - 87	1		NC	Plástico personalizado	27.03	0.03	0.26
880	BISAGRA PALA HEMBRA	STC - BPE - 88	2		L 20 mm :D 5 mm	Acero aleado	7.68	0.02	0.15
890	PULSADOR DE PARO	STC - PDP - 89	1		NC	Plástico personalizado	26.70	0.03	0.26
900	PULSADOR DE MARCHA	STC - PDM - 90	1		NA	Plástico personalizado	26.70	0.03	0.26
910	INTERRUPTOR DE LLAVE	STC - IDL - 91	1		NA	Acero inoxidable fundido	247.04	0.25	2.42
920	TD 200 SIMATIC	STC - TDS - 92	1		VER CATALOGO	varios	30.00	0.03	0.29
930	TUBO DE SUJECIÓN DE TABLERO	STC - TST - 93	1	IME-DF-17/01-06 - 03	TUBO DE 50.8 mm	AISI 304	459.37	0.46	4.50
940	SUJETADOR DE TABLERO	STC - SDT - 94	1	IME-DF-17/01-06 - 03	SOLERA DE 70 X 10 mm	AISI 304	1223.48	1.22	11.98
950	SOPORTE DEL TUBO DE TABLERO	STC - STT - 95	1	IME-DF-17/01-06 - 03	SOLERA DE 90 X 10 mm	AISI 304	535.53	0.54	5.25

960	TORNILLO CON CAB. HUECA	STC - TCH - 96	4		M4 X 0.7 X 16 mm	Acero aleado	2.57	0.01	0.10
970	ARANDELA PLANA	STC - APL - 97	4		4 mm	Acero aleado	1.02	0.00	0.04
980	TUERCA HEXAGONAL	STC - THE - 98	4		M4 X 0.7	Acero aleado	0.82	0.00	0.03
<b>SISTEMA DE ESTRUCTURA VER PLANO 07</b>									
	<b>SISTEMA DE ESTRUCTURA</b>			<b>IME-DF-17/01-07</b>				<b>61.14</b>	<b>598.91</b>
990	ESTRUCTURA	SDE - EST - 99	1	IME-DF-17/01-07 - 01	VER LISTA	AISI 304	22506.82	22.51	220.46
1000	TAPA DERECHA	SDE - TDE - 100	1	IME-DF-17/01-07 - 02	PLANCHA DE 1.5 mm	AISI 304	7315.34	7.32	71.66
1010	TAPA IZQUIERDO	SDE - TIS - 101	1	IME-DF-17/01-07 - 03	PLANCHA DE 1.5mm	AISI 304	7318.16	7.32	71.68
1020	TAPA ATRÁS	SDE - TAT - 102	1	IME-DF-17/01-07 - 04	PLANCHA DE 1.5 mm	AISI 304	4596.85	4.60	45.03
1030	TAPA DELANTE	SDE - TAD - 103	1	IME-DF-17/01-07 - 05	PLANCHA DE 1.5mm	AISI 304	3448.73	3.45	33.78
1040	PIE DE NUDILLO	SDE - PDN - 104	4		VER CATALOGOS	Acero inoxidable	61.93	0.25	2.43
1050	SUJETADOR DE CAMISA	SDE - SDC - 105	1	IME-DF-17/01-07 - 07	SOLERA 70 x 10 mm	Aleación 1060	633.71	0.63	6.21
1060	SOPORTE DE VÁLVULA 5/2	SDE - SDV - 106	2	IME-DF-17/01-07 - 06	SOLERA 50 x 10 mm	ALEACION 1060	7201.47	14.40	141.08
1070	TORNILLO CAB. HUECA	SDE - TCH - 107	8		M6 X 1.0 X 50 mm	Acero aleado	0.75	0.01	0.06
1080	TORNILLO CAB. RANURA	SDE - TCR - 108	8		M3 X 0.5 X 16 mm	Acero aleado	1.26	0.01	0.10
1090	TORNILLO HEX. ABRIDADA	SDE - THA - 109	3		M10 X 1.5 X 55 mm	Acero aleado	31.48	0.09	0.93
1100	TORNILLO CAB. HUECA	SDE - TCH - 110	4		M6 X 1.0 X 90 mm	Acero aleado	22.57	0.09	0.88
1110	ARANDELA PLANA	SDE - APL - 111	4		6 mm	Acero aleado	8.32	0.03	0.33
1120	TUERCA HEX. ABRIDADA	SDE - THA - 112	4		M6 X 1.0 mm	Acero aleado	3.74	0.01	0.15
1130	ARANDELA PLANA	SDE - APL - 113	4		6 mm	Acero aleado	3.24	0.01	0.13
1140	TUERCA HEX	SDE - THE - 114	2		M10 x 1.5	Acero aleado	10.51	0.02	0.21
1150	TORNILLO HEX ABRIDA	SDE - THA - 115	4		M10 X 1.5 X 55 mm	Acero aleado	29.55	0.12	1.16
1160	TUERCA HEX	SDE - THE - 116	7		M10 x 1.5	Acero aleado	5.68	0.04	0.39

1170	ARANDELA PLANA	SDE - APL - 117	7		8 mm	Acero aleado	7.82	0.05	0.54
1180	TORNILLO CAB. HUECA	SDE - TCH - 118	4		M6 X 1.0 X 90 mm	Acero aleado	13.86	0.06	0.54
1190	TORNILLO HEX. ABRIDA	SDE - THA - 119	2		M10 X 1.5 X 55 mm	Acero aleado	51.46	0.10	1.01
1200	TUERCA HEX.	SDE - THE - 120	4		M10 x 1.5	Acero aleado	2.64	0.01	0.10
1210	ARANDELA	SDE - ARR - 121	2		10 mm	Acero aleado	3.84	0.01	0.08

*Fuente: Elaboración propia*



## 2.12 Planos

Los planos realizados son mediante el software de Solidworks 2015, donde se pueden diseñar piezas en 2D y 3D. Además se pueden realizar ensamblajes a diseño final y darles movimiento en tiempo real. Los distintos planos de la máquina dosificadora se encuentran en el (ANEXO B).

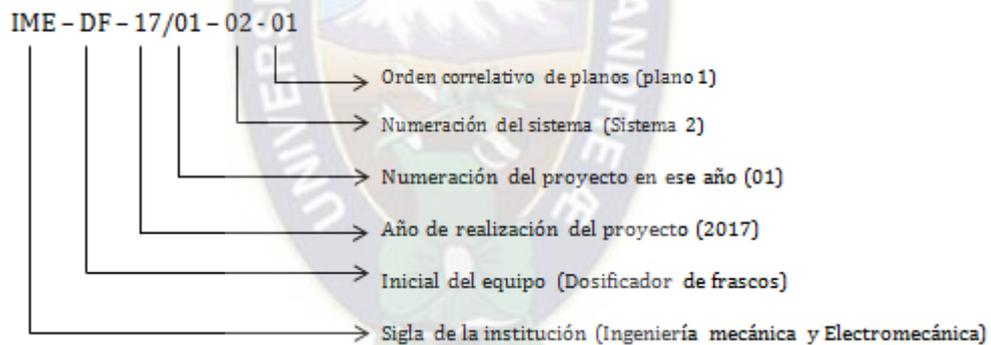
### 2.12.1 Norma aplicada

En el Proyecto se emplea la norma alemana DIN. Los formatos de hoja que se utilizar principalmente son A3 y A4, en los cuales se muestra plano general o de conjunto, de montaje, de despiece y piezas.

### 2.12.2 Nomenclatura de planos

Para este Proyecto se muestra la siguiente nomenclatura en el cual se consideran los diferentes sistemas de la máquina, ver (Figura 62).

*Figura 62 Diagrama de nomenclatura de planos*



*Fuente: Elaboración propia*

## CAPÍTULO III

### 3 MANUFACTURA

#### 3.1 Proceso de fabricación

Para la fabricación de las distintas piezas o elementos de la maquina dosificadora, se detallara en las hojas de proceso. Además, se presenta las fórmulas para el cálculo de tiempos de fabricación.

Los materiales son de fácil obtención en el mercado, se seleccionaron para la adecuación del producto a utilizarse entonces se usaron aceros inoxidable de la familia AISI 304 – 316.

Para los procesos de fabricación de los diferentes elementos, son los siguientes:

- ✓ Torno
- ✓ Amolado
- ✓ Atarrajado
- ✓ Cizallado
- ✓ Dobladora y cilindra de planchas
- ✓ Taladrado de columna

#### 1) Tiempo total del proceso de fabricación

Los tiempos de maquinados, son calculados de acuerdo a fórmulas extraídas de apuntes teóricos y de las experiencias.

Los diferentes tiempos de fabricación, se definen:

$$t_{TT} = t_{fa} + t_{mo}$$

Donde:

- ✓  $t_{TT}$  = *Tiempo total de trabajo*
- ✓  $t_{fa}$  = *Tiempo de fabricación*
- ✓  $t_{mo}$  = *tiempo de montaje*

Asimismo el tiempo de fabricación se define:

$$t_{fa} = t_{PRE} + t_{ej}$$

Dónde:

✓  $t_{PRE} = \text{Tiempo de preparación}$

✓  $t_{ej} = \text{Tiempo de ejecución}$

### **i. Tiempo de preparación**

Este tiempo se refiere al tiempo empleado en la preparación del proceso a realizarse. Entonces se tomara en cuenta los denominados tiempos muertos así como el afiliado de alguna herramienta de corte o posible lubricación de la máquina.

### **ii. Tiempo de ejecución**

El tiempo de ejecución se refiere al tiempo respectivo empleado en el mecanizado de la pieza o elemento.

$$t_{fa} = t_{ma} + t_m$$

Dónde:

✓  $t_{ma} = \text{Tiempo manual o accesorio a la ejecución}$

✓  $t_m = \text{Tiempo maquinado o Principal}$

#### **A. Tiempo manual o accesorio a la ejecución**

Es el tiempo empleado para la realización de montaje y fijación de la pieza, en el cual se efectúa para la verificaciones, mediciones, centrados, etc. Es el tiempo estimamos en función a trabajos que se realizan en el taller.

#### **B. Tiempo de maquinado o principal**

Es el tiempo empleado por las maquinas herramientas para realizar proceso de mecanizado de una pieza. Para su obtención se recurre a fórmulas, y estimaciones.

### **2) Tiempo principal de fresado**

Tiempo empleado en mecanizar la pieza, tiempo de funcionamiento de la máquina, tiempo de corte que contempla las operaciones de cilindrado, refrendado, y roscado. Cuya ecuación está definido por<sup>24</sup>:

---

<sup>24</sup>HEINRICH GERLING. Alrededor de las Máquinas Herramientas, 2da edición p.45

$$t_t = \frac{L}{A * N}$$

Dónde:

- ✓  $t_t =$  *Tiempo principal torneado [min]*
- ✓  $L =$  *Longitud torneada  $L =$   
 $l$  pieza +  $l$  anterior +  $l$  ulterior [mm]*
- ✓  $A =$  *Avance (da origen al espesor de viruta) [mm/rev]*
- ✓  $n =$  *Movimiento de rotación de plato de sujeción [rpm]*

El avance “A” y velocidad de corte “V” están en función del material de la pieza, material de la herramienta y otros. El avance recomendado para un trabajo de desbaste en piezas pequeñas, está en un rango de 0,25 a 0,4 y para el trabajo de afinado será de 0,15 a 0,2<sup>25</sup>. La rotación del husillo principal del torno, husillo que sujeta el plato de sujeción, y ésta última a la pieza, se determina por:

$$N = \frac{1000 * V}{\pi * D}$$

Dónde:

- ✓  $N =$  *Número de revoluciones por minuto [rev/min]*
- ✓  $V =$  *Velocidad de corte [m/min]*
- ✓  $D =$  *Diámetro de la pieza [mm]*

### 3) Tiempo principal de taladro

El tiempo principal de taladrado está en función de tres parámetros base de los cuales se relacionan mediante la siguiente ecuación:

$$T = \frac{L}{S * N}$$

Dónde:

- ✓  $T =$  *Tiempo principal de taladro [min]*
- ✓  $L =$  *Longitud a taladrar [mm]*

---

<sup>25</sup> A.L. CASILLAS, Taller de Máquinas, 9na Edición Pag.594

#### 4) Tiempo principal de acepillado

El tiempo principal de cepillado se da por la siguiente ecuación<sup>26</sup>:

$$T = \frac{A}{N * S}$$

Dónde:

- ✓  $T =$  Tiempo para cepillar la pieza o superficie parcial [min]
- ✓  $N =$  Número de cursos de trabajo por minuto
- ✓  $A =$  Ancho de la pieza [mm]
- ✓  $S =$  Avances transversal de la cuchilla [mm]

El trabajo de cepillado se realiza en la base de pole de transmisión los cuales son de aluminio. Al tratarse de un material ligero los avances se proporcionan según la siguiente tabla (19).

Tabla 19 Avances para cepilladoras

MATERIALES	DESBASTE (mm)	AFINADO (mm)
Aceros normales	1.0 – 1.5 – 2.0	0.50 – 0.75 – 1.00
Hierro fundido	1.0 – 2.0 -3.0	5 – 10 – 15 - 20
Acero ligeros	0.50 – 0.75	0.25 – 0.50 – 0.75

Fuente: A. L. Casillas

#### 5) Tiempo principal de corte por sierra

Este tiempo de corte se obtiene de los promedios estimados, de la habilidad del ayudante del taller.

#### 6) Tiempo principal de amolado

Este proceso se utiliza para la obtención de superficies de mejor acabado, además para el corte de algunas piezas que necesariamente necesitan este proceso por el ahorro de tiempo y el corte de piezas a escuadra el tiempo de amolado se obtiene.

---

<sup>26</sup>A.L. CASILLAS, Taller de Máquinas, 9na Edición Pag. 612

$$t = \frac{L}{V}$$

Dónde:

- ✓  $T = \text{Tiempo Principal del tiempo de amolado [min]}$
- ✓  $L = \text{longitud a desbastar o cortar [mm]}$
- ✓  $Vc = \text{Velocidad de avance [mm/min]}$

### 7) **Tiempo principal de soldadura**

El tiempo empleado para el proceso de soldadura se estima en base a la experiencia y habilidad del soldador. Esto juega un papel muy importante a la hora de calcular, además la posición de soldadura es otro factor importante a tomar en cuenta para este proceso.

Se utiliza un factor de 110[mm de cordón /min], entonces el tiempo principal de soldadura definido es:

$$t_{sae} = \frac{L}{110 \left[ \frac{mm}{min} \right]}$$

Dónde:

- ✓  $t_{sae}$  *Tiempo principal de soldadura por arco eléctrico [mm]*
- ✓  $L$  *Longitud de cordón [mm]*

### 8) **Tiempo principal de doblado**

Este tiempo no depende de la dimensiones de plancha, solamente del espesor.

## 3.2 **Hojas de proceso**

Las hojas de proceso, describen la secuencia de fabricación de los elementos de la máquina, en los mismos se registran los diferentes tiempos utilizados en cada proceso. Además, contiene la información sobre los diferentes costos de tal manera que al final se pueda realizar el cálculo final para la obtención del costo y tiempo total de cada pieza fabricada.

### 3.2.1 **Información de datos generales**

- ✓ Identificación de la institución o empresa que figura como responsable.

- ✓ Logotipo de la institución o empresa responsable.
- ✓ Título del proyecto desarrollado.
- ✓ Nombre del responsable del proyecto.
- ✓ Nombre del supervisor.
- ✓ Numero de hoja de proceso.

### **3.2.2 Información técnico**

- ✓ Nombre del sistema correspondiente.
- ✓ Plano de la pieza a fábrica.
- ✓ Nombre de la pieza o elemento.
- ✓ Identificación del número de plano
- ✓ Número de la cantidad de piezas
- ✓ Material empleado en la fabricación de la pieza
- ✓ Identificación del peso neto

### **3.2.3 Información de los procesos de fabricación**

- ✓ Indicación de la secuencia del proceso.
- ✓ Descripción del proceso empleado
- ✓ Nombre del tipo de máquina herramienta o equipo utilizado.
- ✓ Tiempo de preparación.
- ✓ Tiempo de ejecución
- ✓ Tiempo total del proceso
- ✓ Tiempo acumulado por pieza
- ✓ Tiempo total de la pieza
- ✓ Mano de obra.

### **3.2.4 Información de costos**

- ✓ Costo de mano de obra
- ✓ Costo de materiales
- ✓ Costo de máquinas y herramientas
- ✓ Costo de insumos
- ✓ Costo total de la pieza

### 3.3 Proceso de montaje

Para realizara el ensamble de todas las piezas fabricadas que forman parte de la maquina dosificadora, el tiempo que se emplea en el proceso de ensamble se acudirá a la habilidad del técnico a implementar el diseño.

El ensamble de los diferentes elementos, se realizara mediante los siguientes tipos de unión:

- ✓ Unión empernada
- ✓ Unión soldada
- ✓ Unión por abrazaderas
- ✓ Unión por acoples

La unión empernada se utiliza para unir los diferentes sistemas y subsistemas, los cuales puedes ser nuevamente desmontado para algún tipo de reemplazo de pieza o mantenimiento.

Las uniones soldadas se utilizan para unir permanentemente los elementos que no serán reemplazados.

Para el sistema de dosificación las uniones se efectúan mediante abrazaderas que unen los diferentes conductos por donde circula el fluido de trabajo.

La unión por acople se utiliza para la conexión y desconexión rápida, en la maquina se dispone de acoples para unir al cuerpo dosificador.

Las hojas de secuencias contienen la siguiente información de manera detallada.

- ✓ Nombre del sistema
- ✓ Listado de las piezas a ser ensambladas
- ✓ Indicación de las secuencias del proceso
- ✓ Listado de herramientas y equipo para para el ensamble respectivo
- ✓ Tiempo estimado de ensamble

Cada grafico a continuación, contiene a las diferentes piezas que serán ensambladas asignando un número por cada elemento.

Al final se tendrá un gráfico que muestre la maquina totalmente ensamblada, con todos los sistemas y subsistemas pertenecientes al mismo.

### 3.4 Operación y mantenimiento

#### 3.4.1 Operación

El propósito de operación es proporcionar, al operador de la máquina una guía para llevar a cabo los diferentes sistemas que componen la dosificadora de frascos. Además conocer límites de funcionamientos, partes del sistema, información de seguridad y modos de operación los cuales orientan de manera para un buen funcionamiento de estos sistemas.

##### 3.4.1.1 Especificaciones técnicas de los sistemas

- **Límites de Funcionamiento**

*Tabla 20 Límites de Funcionamiento de presión*

PRESION	Min.	Max.	Unid.
Presión del sistema dosificador	5	7	Bar
Presión del subsistema fijador de boquilla			
Presión del subsistema parada de frascos			

*Fuente: Elaboración propia*

- **Partes de los Sistemas y subsistemas**

*Tabla 21 Características generales*

Características	Descripción
Tensión	220 Vca
Potencia del motor	¼ HP
Conexión del Motor	Monofásico
Amperios en carga	6A
Cilindros	4 Unidades
Tipo de fluido	Aire comprimido

*Fuente: Elaboración propia*

### **3.4.2 Información de seguridad**

Para la operación de la maquina las precauciones que se debe tomar en cuenta al momento de operar los sistemas de recolección y transporte de envases para evitar riesgos físicos y mecánicos.

- 1) Verificar la alimentación a la caja de potencia de control 220V.
- 2) Realizar la limpieza respectiva en los sistemas establecidos.
- 3) Verificar posibles fugas en los sistemas neumáticos.
- 4) Utilizar la respectiva vestimenta de trabajo y equipos de protección personal como mandil, cofia, tapones auditivos, guantes, zapatos adecuados, gafas.
- 5) El personal encargado de operar la dosificadora de frascos, debe tener el conocimiento necesario para la operación de los sistemas y subsistemas establecidos.
- 6) El personal encargado de operar la maquina debe supervisar que el personal que trabaje alrededor u otras personas no manipulen los cilindros, ya que son ejercidos por una presión la cual puede causar accidentes con lesiones graves.
- 7) Al momento de realizar el mantenimiento o cambio de una pieza o elemento se debe cerciorar que todos los sistemas estén desconectado, con ello se minimiza algún accidente.
- 8) Al momento de montar los diferentes sistemas se debe verificar que estén bien ajustadas, para evitar daño y deterioro de las mismas.

### **3.4.3 Parámetros de los sistemas banda transportadora**

A continuación se indica los parámetros que se tiene que considerar antes de poner en funcionamiento el sistema banda transportadora en caso de no arrancar normalmente.

- 1) Verificar que la tensión de la red sea de 220V.
- 2) Verificar la conexión del motor en los terminales.
- 3) Verificar que los interruptores o breaker estén en posición ON y que la fase esté conectada.
- 4) Verificar con un multímetro la continuidad de voltaje en cada uno de los elementos eléctricos de la caja principal.
- 5) Verificar que el paro de emergencia no este activado.

- 6) Verificar que en la banda transportadora no se encuentre desperdicios o algún elemento que puede afectar con el transporte de los frascos.

### **3.5 Mantenimiento**

Para el mantenimiento de los sistemas y subsistemas se realiza limpiezas, ajustes, reparación y cambio de elementos, utilizando el concepto de vida útil, indicada por el fabricante de dichos elementos. Al no tomar en cuenta estos parámetros, el sistema se verá afectado cuando algún elemento o equipo falle generando la parada de la producción.

La ejecución del plan de mantenimiento preventivo permitirá que el sistema funcione sin pérdida de tiempo y una mayor producción.

#### **3.5.1 Mantenimiento preventivo**

Se basa a un conjunto de acciones que se realiza en un equipo, instrumento o estructura, con el propósito que opere a su máxima eficiencia, evitando así paradas imprevistas o forzadas. Implicando la elaboración de un plan de inspección para los distintos equipos de los sistemas implementados, a través de una buena planificación, programación, control y ejecución de actividades a fin de descubrir y corregir deficiencias.

##### **3.5.1.1 Cuadros de mantenimiento preventivo**

Características de un cuadro de mantenimiento:

- a) Es una buena referencia para que el personal de mantenimiento realice las actividades, detallando las actividades en el cuadro de mantenimiento.
- b) Permite visualizar las actividades de mantenimiento en un tiempo determinado.
- c) Las modalidades de secuencia pueden ser diarias, semanal, mensual, trimestral, semestral y anual. Detalles de los cuadros de mantenimiento se muestran en el (ANEXO H).

Tarea.- Representación de la labor a realizar.

Frecuencia.- Es el tiempo con lo que se da el mantenimiento:

D= Diario, S= Semanal, M= Mensual, BM= Bimestral, TM= Trimestral, SM= Semestral, A= Anual

### 3.5.1.2 Sistemas implementados

✓ **sistema eléctrico.**

Este sistema está comprendido por:

- a) PLC
- b) Sensor magnético
- c) Sensor fotoeléctrico
- d) Contactor
- e) Control de velocidad
- f) Motor

✓ **sistema mecánico.**

Este sistema está comprendido por:

- a) Banda transportadora
- b) Polea de transmisión
- c) Unidad de tracción terminal
- d) Tablilla de cadenas del transportador

✓ **sistema neumático.**

Este sistema está comprendido por:

- a) Cilindros neumáticos
- b) Electroválvulas
- c) Unidad de mantenimiento
- d) Válvulas

## CAPÍTULO IV

### 4 ESTUDIO DE COSTO

#### 4.1 Costo de fabricación de la estructura

Los costos se analizan según los requerimientos del Proyecto, tanto los elementos de fabricación, materiales electrónicos, los insumos, los valores de herramientas a utilizar, el costo de mano de obra y los impuestos que serán agregados al costo total del Proyecto.

##### 4.1.1 Cotización de mano de obra

Se refiere al costo de mano de obra de los operarios que realizan diferentes procesos de fabricación. Estos datos se muestran en la tabla (22).

Tabla 22 Costo de mano de obra

Nº	Mano de obra	Cód.	Ocupaciones	Sueldo [Bs/h]	Sueldo[Bs/mes]
1	Técnico Tornero	TT	Tornería, Taladrado y Fresado	19,88	3500,00
2	Técnico Soldador	TS	Soldador por arco, oxiacetilénico y MIG/MAG	17,04	3000,00
3	Técnico Electrónico	TE	conexión de circuito y quemado de placas	14,20	2500,00
4	Ayudante Soldador y Tornero	AY	Soldador, taladro, limpieza, pulido, corte, etc.	12,50	2200,00

Fuente: Cotizado en los talleres de El Alto

##### 4.1.2 Cotización de máquina y herramienta

La cotización de costos de alquiler de maquina se realizó en la empresa metal mecánica FADERPA LTDA. Ver tabla (23).

Tabla 23 Costo de máquina y herramienta

Nº	Máquinas herramientas	Costo [Bs/h]
1	Amoladora	15,00
2	Rayador	2,00
3	Cizalla	5,00
4	Dobladora y cilindadora	15,00
6	Esmeril	13,00
7	Flexómetro, regla y rayador	3,00
8	Fresadora	40,00
10	Prensa de banco	5,00
11	Sierra Mecánica	5,00
12	Soldador MIG/MAG	30,00
13	Calibrador	4,00
13	Taladro de banco	15,00
14	Tarrajás y machos de roscar	15,00
15	Torno	30,00

Fuente: FADERPA LTDA. Sección Maestranza

#### 4.1.3 Cotización de insumos

Estos insumos son utilizados en la elaboración de los diferentes elementos de la máquina dosificadora, ver tabla (24).

Tabla 24 Costo de insumos

Nº	Material	Unidad	Costo Unitario [Bs]
1	Cuchilla p/maquinado HHS	Pza.	60,00
2	Disco de corte 7"	Pza.	25,00
3	Disco esmeril 5"	Pza.	42,00
4	Broca #M35 HSS	Pza.	530,00
5	Broca #M25,4 HSS	Pza.	500,00
6	Broca #M25 HSS	Pza.	500,00
7	Broca # M15 HSS	Pza.	160,00
8	Broca # M12 HSS	Pza.	20,00
9	Broca # M10,5 HSS	Pza.	15,00
10	Broca # M8,5 HSS	Pza.	12,00
11	Brocas # M6,5 HSS	Pza.	10,00
12	Brocas # M5,5 HSS	Pza.	9,00

13	Sierra hoja	Pza.	8,00
----	-------------	------	------

Fuente: cotizado en los talleres de el alto

#### 4.1.4 Cotización de materiales

Los materiales que se requieren para una transformación se encuentran en el mercado local y nacional que se muestra en la siguiente tabla. Estos materiales son cotizados en la ciudad de El Alto.

Tabla 25 Cotización de materiales

N°	Material	Unidad	Costo [Bs/unidad]
1	Acero inoxidable de AISI 304 Rectangular 2" x 3" x 24"	barra	580,00
2	Acero inoxidable de AISI 304 Redonda 25 mm x 1 m	barra	390,00
3	Acero inoxidable de AISI 304 Redonda 12 mm x 1 m	barra	94,00
4	Acero inoxidable de AISI 304 Tubo 38 mm x 2 mm x 6m	barra	150,00
5	Acero inoxidable de AISI 304 solera 40 mm x 10 mm x1m	barra	205,00
6	Acero inoxidable de AISI 304 solera 30 mm x 3 mm x1m	barra	120,00
7	Acero inoxidable de AISI 304 solera 60 mm x 10 mm x1m	barra	265,00
8	Acero inoxidable de AISI 304 Tubo de 1 1/2 " x 1,5 mm x 6 m	barra	150,00
9	Acero inoxidable de AISI 304 solera 85 mm x 10 mm x1m	barra	300,00
10	Acero inoxidable de AISI 304 Plancha de 1,5 mm x 1,5 m x 3m	Pieza	207,00
11	Acero inoxidable de AISI 304 Plancha de 2 mm x 1,5 m x 3 m	Pieza	410,00

Fuente: Distribuidoras de acero inoxidable

#### 4.2 Resumen de costos de fabricación

Es el Costo de la manufactura para el diseño, donde se ha incurrido el esfuerzo para obtener un producto terminado, que se detalla en la hoja de procesos.

Tabla 26 Resumen de costos de fabricación

SIST Y SUB	N°	DESCRIPCION	CANT.	N° DE PLANO	COSTO (Bs.)/Uni.	COSTO TOTAL (Bs)
TOLVA	1	TUBERÍA CHAFLAN	1	IME-DF-17/01-01-02	101,43	101,43
	2	PLACA DE SOPORTE	2	IME-DF-17/01-01-03	199,39	398,80
	3	SOPORTE CIRCULAR	1	IME-DF-17/01-01-04	459,20	459,21
	4	TOLVA	1	IME-DF-17/01-01-05	531,94	531,94

<b>DOSIFICACION</b>	5	CUERPO DOSIFICADOR	1	IME-DF-17/01-02-01	447,42	447,42
	6	BARRA DE SOPORTE DE CILINDRO	2	IME-DF-17/01-02-02	218,55	437,10
	7	CAMISA DEL DOSIFICADOR	4	IME-DF-17/01-02-03	18,53	74,13
	8	TACO EMPUJADOR	1	IME-DF-17/01-02-04	108,29	108,30
	9	PLACA DE SOPORTE DEL CIL. DOS.	1	IME-DF-17/01-02-05	157,63	157,64
	10	DISTRIBUIDOR CLAMP	1	IME-DF-17/01-02-06	972,59	972,59
<b>FIJADOR DE BOQUILLA</b>	11	BARRA DESLIZANTE DE BOQUILLA	1	IME-DF-17/01-03-01	528,45	528,46
	12	GUÍA DESLIZANTE	2	IME-DF-17/01-03-02	104,35	208,70
	13	SOPORTE DE FIJADOR	2	IME-DF-17/01-03-03	73,60	147,22
	14	FIJADOR DE BOQUILLA	1	IME-DF-17/01-03-04	119,23	119,24
	15	PLACA DEL CIL.FIJ. BO.	1	IME-DF-17/01-03-05	208,11	208,12
<b>PARADA DE FRASCOS</b>	16	ANGULAR SOPORTE DE CILINDROS	1	IME-DF-17/01-04-01	412,95	412,95
	17	GUÍA DE VÁSTAGO	2	IME-DF-17/01-04-02	235,79	471,58
	18	SOPORTE DE FRASCO	2	IME-DF-17/01-04-03	65,49	130,98
<b>BANDA TRANSPORTADORA</b>	19	UNIÓN RECTÁNGULA	2	IME-DF-17/01-05-05	77,81	155,62
	20	UNIÓN CIRCULAR	4	IME-DF-17/01-05-03	46,35	185,43
	21	TAPA DE BANDA	2	IME-DF-17/01-05-04	48,52	97,05
	22	PERFIL DE LA BANDA	1	IME-DF-17/01-05-01	309,61	309,61
	23	VARILLA	2	IME-DF-17/01-05-02	194,37	388,74
	24	UNIÓN ESTRUCTURA	2	IME-DF-17/01-05-06	59,91	119,83
	25	EJE DE TRANSMISIÓN	1	IME-DF-17/01-05-08	102,09	102,10
	26	SOPORTE DE MOTOR	1	IME-DF-17/01-05-11	625,06	625,06
	27	POLEA	1	IME-DF-17/01-05-09	130,57	130,57
	28	PIÑÓN	1	IME-DF-17/01-05-10	93,77	93,77
	29	EJE DE LA BANDA	1	IME-DF-17/01-05-07	75,62	75,62
<b>TABLERO DE CONTROL</b>	30	TABLERO DE CONTROL	1	IME-DF-17/01-06-01	271,57	271,57
	31	TAPA DE CONTROL	1	IME-DF-17/01-06-02	121,66	121,67

	32	SOPORTE DE TABLERO DE CONTROL	1	IME-DF-17/01-06-03	360,72	360,73
<b>ESTRUCTURA</b>	33	ESTRUCTURA	1	IME-DF-17/01-07-01	1 922,99	1 923,00
	34	TAPA DERECHA	1	IME-DF-17/01-07-02	361,07	361,08
	35	TAPA IZQUIERDO	1	IME-DF-17/01-07-03	296,38	296,38
	36	TAPA ATRÁS	1	IME-DF-17/01-07-04	209,32	209,32
	37	TAPA DELANTE	1	IME-DF-17/01-07-05	165,27	165,27
	38	SUJETADOR DE CAMISA	1	IME-DF-17/01-07-07	138,33	138,34
	39	SOPORTE DE VÁLVULA 5/2	2	IME-DF-17/01-07-06	581,5	1 163,00
<b>COSTO TOTAL</b>						<b>13 209,57</b>

Fuente: Elaboración Propia

### 4.3 Costos de elementos especificados

Los materiales que se seleccionaron de uso comercial son elementos especificados del Proyecto, los costos de cada elemento fueron extraídos de diferentes tiendas comerciales que existen en la ciudad El Alto y componentes electrónicos.

Tabla 27 Costos de elementos especificados

SIS. SUB.	ELEMENTO	DIMENSIONES	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
<b>TOLVA</b>	TUBERÍA CHAFLAN	K14WL DE 38 mm	1	78,00	78,00
	ABRAZADERA CLAMP	VER CATALOGO	1	81,05	81,05
	EMPAQUE SANITARIO	VER CATALOGO	1	15,00	15,00
	TORNILLO CON CABEZA HUECA	M5 x 0.8 x 10	4	0,17	0,68
<b>SISTEMA DE DOSIFICACION</b>	TUERCA HEXAGONAL	M12 x 1.25 mm	1	2,92	2,92
	CILINDRO PISTÓN DOSIFICADOR	D 40 CAR 150 mm	1	950,00	950,00
	EMPAQUE SANITARIO	VER CATALOGO	10	15,00	150,00
	REGULADOR DE CAUDAL	G1/4 D 6mm	2	91,00	182,00
	SENSOR MAGNÉTICO	VER CATALOGO	2	245,00	490,00
	PISTÓN VÁSTAGO	VER PLANOS	4	230,00	920,00
	VÁLVULA DE BOLA	VER CATALOGO	1	400,00	400,00
	EMPAQUE SANITARIO	VER CATALOGO	11	15,00	165,00
	VÁLVULA DE RETENCIÓN	EMBRA DE 1 PULGADA	8	450,00	3600,00
	TUBO ROSCA CLAMP	VER CATALOGO	8	102,00	816,00
	ACOPLE	NIPLE DE 1 PULGADA	8	45,00	360,00
BOQUILLA CHAFLAN	VER CATALOGO	4	60,00	240,00	

	CODO CLAMP	VER CATALOGOS	1	239,75	239,75
	ABRAZADERA CLAMP	VER CATALOGO	10	81,05	810,50
	ARANDELA PLANA	M12	8	1,20	9,66
	PERNO HEXAGONAL	M12 x 1.75 x 55	2	5,27	10,56
	PERNO CABEZA HEXAGONAL	M10 x 1.25 x 25	4	1,15	4,62
	PERNO HEXAGONAL	M12 x 1.75 x 30	2	3,83	7,67
	TORNILLO DE CABEZA HUECO	M6 x 1.5 x 20	4	0,33	1,36
FIJADOR DE BOQUILLA	BOQUILLA	VER PLANO	4	150,00	600,00
	CILINDRO PISTÓN	D 20 CAR 50 mm	1	853,79	853,79
	REGULADOR DE CAUDAL	G1/4 D 6mm	2	91,00	182,00
	TUERCA HEXAGONAL	M22	1	35,00	35,00
	HORQUILLA PARA VÁSTAGO	M8	1	45,57	45,57
	VÁLVULA REGULADOR	1/8 o 6D	2	91,00	182,00
	TUBO FLEXIBLE	Tubos de 6mm	2	7,00	14,00
	TORNILLO CON CAB. HEXAGONAL	M8 X 1,25 X 12	4	0,51	2,04
	TORNILLO CON CAB. HUECA	M3 X 0.5 X 30	4	0,21	0,85
	TORNILLO CON CAB. HUECA	M4 X 0,7 X12	4	0,17	0,71
	TUERCA HEXAGONAL	M3	4	0,34	1,38
PARADA DE FRASCOS	CILINDRO FIJADOR DE FRASCO 2	VER CATALOGO	2	861,00	1 722,00
	REGULADOR DE CAUDAL	G1/4 D 6mm	4	91,00	364,00
	TUERCA PARA VÁSTAGO	M8 X 1,25mm	4	10,00	40,00
	MONTAJE DE PIE	VER CATALOGO	4	45,52	182,08
	RACORES ROSCADOS EN L	G1/4 D 6mm	4	24,64	98,56
	TORNILLO DE CABEZA HUECA	M6 x 1.0 x 16 mm	12	0,41	4,94
	ARANDELA PLANA	M 6	12	0,10	1,26
TUERCA HEXAGONAL	M6 x 1.0 mm	12	0,13	1,57	
BANDA TRANSPORTADORA	TABLILLA PLÁSTICO	VER CATALOGO	1	270,34	270,34
	SUJETADOR DE VARILLA	VER CATALOGOS	4	80,00	320,00
	PIÑOS DE PLÁSTICO	VER CATALOGOS	1	96,23	96,23
	TAMBOR DE PLÁSTICO	VER CATALOGOS	1	74,54	74,54
	PERILLA	VER CATALOGO	4	65,00	260,00
	CHUMACERA	VER CATALOGOS	4	35,00	140,00
	MOTOR	PONECIA DE 1/4 hp	1	1 078,80	1 078,80
	PIE DE NUDILLO	VER CATALOGO	1	98,65	98,65
	CHAVETA	SEGUN REQ.	1	15,00	15,00
	CHAVETA PIÑÓN	SEGUN REQ.	1	15,00	15,00
	CHAVETA DE BANDA	SEGUN REQ.	2	15,00	30,00
	TORNILLO HEX ABRIDADO	M8 X 1.25 X 20 mm	16	0,79	12,72
	TORNILLO CABEZA HUECA	M10 x 1.5 x 25 mm	12	3,44	41,33
	ARANDELA PLANA	10 mm	4	0,53	2,13
	TUERCA HEXAGONAL	M10 x 1.5	4	1,25	5,01
TUERCA HEXAGONAL	M10 x 1.5	4	1,25	5,01	

	RODAMIENTO	VER CATALOGO	4	158,00	632,00
	TUERCA HEX	M10 x 1.5	8	1,25	10,02
	PERNO	M8 x 1.25 x14	4	0,67	2,72
	CORREA DE TRANSMISIÓN	VER CATALOGOS	1	68,00	68,00
	PRISIONERO	M6 x 1.0 x 10	4	0,30	1,22
<b>TABLERO DE CONTROL</b>	BISAGRA PALA MACHO	L 40 mm :D 5 mm	2	15,00	30,00
	RECLETA	L 247mm ; A 35 mm	2	20,00	40,00
	PULSADOR DE EMERGENCIA	NC	1	193,20	193,21
	BISAGRA PALA HEMBRA	L 20 mm :D 5 mm	2	15,00	30,00
	CONTACTOR	VER CATALOGO	1	179,01	179,01
	RELÉ DE SOBRECARGA	VER CATALOGO	1	294,68	294,69
	VARIADOR DE FRECUENCIA	VER CATALOGO	1	1 816,56	1 816,56
	PULSADOR DE PARO (ROJO)	NC ILUMINADO	1	149,91	149,92
	PULSADOR DE MARCHA (VERDE )	NA ILUMINADO	1	149,91	149,92
	INTERRUPTOR DE LLAVE	NA	1	242,41	242,42
	PLC 214	VER CATALOGO	1	5 282,64	5 282,64
	TD 200 SIMATIC	VER CATALOGO	1	1 099,68	1 099,68
	TORNILLO CON CAB. HUECA	M4 X 0.7 X 16 mm	4	0,29	1,19
	ARANDELA PLANA	4 mm	4	0,12	0,50
	TUERCA HEXAGONAL	M4 X 0.7	4	0,13	0,52
<b>ESTRUCTURA</b>	PIE DE NUDILLO	VER CATALOGOS	4	98,65	394,60
	TORNILLO CAB. HUECA	M6 X 1.0 X 50 mm	8	0,73	5,88
	TORNILLO CAB. RANURA	M3 X 0.5 X 16 mm	8	0,24	1,94
	TORNILLO HEX. ABRIDA	M10 X 1.5 X 55 mm	10	5,16	51,64
	TORNILLO CAB. HUECA	M6 X 1.0 X 90 mm	4	3,31	13,25
	ARANDELA PLANA	6 mm	8	0,12	1,01
	TUERCA HEX. ABRIDADA	M6 X 1.0 mm	4	0,13	0,52
	ARANDELA	10 mm	2	0,73	1,46
	TUERCA HEX	M10 x 1.5	15	1,25	18,78
	ARANDELA PLANA	8 mm	7	0,25	1,78
	TORNILLO CAB HUECA	M6 X 1.0 X 90 mm	4	3,81	15,26
	UNIDAD DE MANTENIMIENTO	VER CATALOGOS	1	834,40	834,40
	ELECTROVÁLVULAS	VER CATALOGOS	4	938,00	3 752,00
	RACORES RECTOS	G1/4 D 6mm	15	16,17	242,55
	MANGUERA POLIURETANO	D 6 mm	10	7,00	70,00
	SILENCIADOR	G1/4	8	15,00	120,00
	<b>COSTO TOTAL</b>				

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4 Costo de montaje

El costo de montaje es el proceso de cada ensamblaje de la maquina es muy complicado calcular el tiempo ya que la habilidad de cada operador es distinto, ver tabla (28).

Tabla 28 Costo de montaje

DESCRIPCION	COSTO (Bs.)
SISTEMA DE TOLVA	3,26
SISTEMA DE DOSIFICACIÓN	22,39
SUBSISTEMA FIJADOR DE BOQUILLA	12,02
SUBSISTEMA PARADA DE FRASCOS	17,42
SISTEMA BANDA TRANSPORTADORA	46,01
SISTEMA TABLERO DE CONTROL	14,49
SISTEMA DE ESTRUCTURA	16,38
<b>TOTAL</b>	<b>131,97</b>

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.5 Costo neto

El costo de Proyecto es uno de los costos no contemplados, dentro el diseño. Entonces le damos el 20% de los costos neto, ver tabla (29).

Tabla 29 Costos totales

N°	DETALLE	COSTO (Bs)
1	COSTOS DE FABRICACIÓN	13 209,57
2	COSTOS DE ELEMENTOS ESPECIFICADOS	32 080,56
3	COSTO FINAL DE MONTAJE	131,97
<b>COSTO NETO</b>		<b>45 422,10</b>

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.6 Precio Final

Para precio de venta de la máquina dosificadora se debe considerar los impuestos de ley (13 % I.V.A., y 3 % I.T.) sobre el costo total que se mostrara en la siguiente tabla (30)

Tabla 30 Costo total

N°	DETALLE	COSTO TOTAL (Bs)
1	COSTO NETO	45 422,10
2	COSTOS TOTAL DE DISEÑO 20% COSTO NETO	9 084,42
3	COSTO POR IMPREVISTOS 10% COSTO NETO	4 542,21
<b>COSTO TOTAL</b>		<b>59 048,73</b>

Fuente: Elaboración Propia

La determinación del precio de venta se sigue los criterios de la tabla 30

Como se sabe el precio contempla la siguiente ecuación:

$$P = C + U + I$$

Dónde:

C: Costo total de la maquina en Bs. 59 048,73

U: Utilidad al 30 % del costo total es en Bs. 17 714,62

I: Impuesto a tributar

**Pero el impuesto es igual:**

$$I = 13\% * (P - C_f) + 3\% * P$$

Dónde:

$C_f$ : Costo de los elementos con factura. Bs. 32 080,56

Por lo tanto:

$$P = \frac{C + U - 0.13 * C_f}{0.84} = 86 420,10 \text{ Bs.}$$

Determinación del Precio de Venta, ver tabla (31).

Tabla 31 Determinación del precio venta

N°	DETALLE	TOTAL (Bs)
1	<b>COSTO TOTAL</b>	<b>59 048,73</b>
2	MARGEN DE UTILIDAD AL 30%	17 714,62
3	<b>PRECIO VENTA</b>	<b>86 420,10</b>

Fuente: Elaboración Propia

El precio, con (cambio de 1 \$us=6,96 Bs) en dólares será de **12 416,68 \$us.**

## CAPITULO V

### 5 EVALUACIÓN

#### 5.1 Conclusiones.

- ✓ El diseño, semiautomático de dosificación de frascos y transporte de frascos cumple los requerimientos para la industria farmacéutica.
- ✓ Se determinó que la máquina dosifica 4 frascos, los modos de operación son manual y automático. En base a las características operacionales de estos sistemas y subsistemas de dosificación y transporte de frascos para mejorar las condiciones del proceso.
- ✓ Se obtuvo el desarrollo óptimo del sistema de control el cual influía en el sistema mecánico y eléctrico permitiendo un proceso de manera sencilla.
- ✓ Se desarrollaron los planos de cada sistema o subsistema que conforman el diseño, los cuales son importantes para la construcción e implementación de este Proyecto.
- ✓ Se implementó una pantalla de visualización mediante un interfaz hombre máquina de fácil acceso y en tiempo real.
- ✓ Se elaboró los planos eléctricos, mecánicos y electro neumáticos de los sistemas, para el montaje o mantenimiento.
- ✓ Mediante la construcción del tablero de control y potencia, se logró cumplir con todos los parámetros establecidos para el funcionamiento de todo el sistema.
- ✓ Con la realización de este Proyecto se logró eliminar la dosificación de frascos manualmente, de esta manera los sistemas en forma automática se optimizaron todos estos parámetros, para una mayor producción.

#### 5.2 Recomendaciones.

- ✓ Se recomienda instalar a la máquina, un girador de frascos y un sistema de tapadora automática que entre en secuencia con todo los diferentes sensores y controladores, con esto se tendría una producción continua y además se complementaría un Proyecto de grado más.
- ✓ Se recomienda también instalar la máquina en un ambiente adecuado donde la salida de los gases calientes que se producen durante la operación no contaminen el producto a dosificar.

- ✓ Se recomienda un tiempo de funcionamiento de prueba y ajuste de la máquina antes de que se integre al sistema de producción.
- ✓ Además se recomienda que esta máquina puede trabajar con distintos líquidos que no superen la viscosidad del jarabe.
- ✓ Esta máquina también puede dosificar hasta 150ml de líquido.



## **BIBLIOGRAFÍA**

- [1]. Budynas, R. G., & Nisbett, J. K. (2008). Diseño en ingeniería mecánica de Shigley (Octava ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.
- [2]. Guzmán, I. R. (s.f.). Fundamentos de neumática y oleo hidráulica aplicada. La Paz.
- [3]. Hibbeler, R. (2006). Mecánica de Materiales (Sexta ed.). México: Pearson.
- [4]. Joseph A. Edminister, M. S. (1965). Teoría y Problemas de Circuitos Eléctricos. México: Serie de compendios Schaum.
- [5]. Manuel, R. B. (2015). <http://hdl.handle.net/10016/22923>.
- [6]. MICRO. (s.f.). Cilindros. Cilindros neumáticos.
- [7]. Mott, R. L. (2006). Mecánica de fluidos (Sexta ed.). México: Pearson.
- [8]. Parker. (s.f.). Construcción de transportadores de tablilla.
- [9]. Serway, R. A., & Jewett, j. W. (2008). Física para ciencias e ingeniería (Séptima ed., Vol. 1). México, D.F.: Edamsa Impresiones, S.A.
- [10]. Timoshenko. (s.f.). Resistencia de Materiales (quinta ed.). España: Thomson.

## **WEB GRAFÍA**

- [1]. Córdoba. (2004). CYCLO SRL. Recuperado el 15 de 11 de 2015, de AISI 304: [http://www.cyclosrl.com.ar/03infdat\\_01.htm](http://www.cyclosrl.com.ar/03infdat_01.htm)
- [2]. Definición ABC. (2007). Definición de Jarabe. Recuperado el 12 de 11 de 2015, de JARABE: <https://www.definicionabc.com/general/jarabe.php>
- [3]. Librosvivos.net. (s.f.). Circuitos neumáticos e hidráulicos. Recuperado el 26 de 11 de 2015, de Librosvivos.net: <http://www.librosvivos.net/smtc/homeTC.asp?TemaClave=1166>
- [4]. Wikipedia. (31 de 07 de 2015). Wikipedia la enciclopedia libre. Recuperado el 20 de 11 de 2015, de Jarabe: <https://es.wikipedia.org/wiki/Jarabe>



**ANEXO A**

**HOJAS DE PROCESO**

**ANEXO B**

**PLANOS DE CONJUNTO Y**

**DESPIECE**

**ANEXO C**

**SELECCIÓN DE ELEMENTOS**

**Y/O DISPOSITIVOS.**

# MiCRO

## Cilindros ISO 15552 VDMA 24562

### Serie CN10

- Tipo..... Cilindros neumáticos de simple efecto, doble efecto, con o sin amortiguación, con o sin imán incorporado en el pistón
- Normas..... ISO 15552 - VDMA 24562
- Temperatura ambiente..... -20...80 °C (-4...176 °F)
- Temperatura del fluido..... Máx. 80 °C (176 °F)
- Fluido..... Aire comprimido filtrado con o sin lubricación
- Presión de trabajo..... 0,5...10 bar (7,3...145 psi)
- Ejecuciones especiales.. Alta temperatura (consultar) -  
Revestimiento anticorrosivo - Vástago de acero inoxidable
- Materiales..... Tapas y pistones inyectados en aluminio, vástago de acero SAE 1040 cromado duro, tubo de aluminio perfilado anodizado duro (Ø200 y 250 de aluminio cilíndrico con tensores), sellos de poliuretano (Ø125 a 250 de NBR), guía de pistón de resina acetal (Ø200 y 250 de NBR), guía de vástago de chapa con bronce sinterizado y teflón



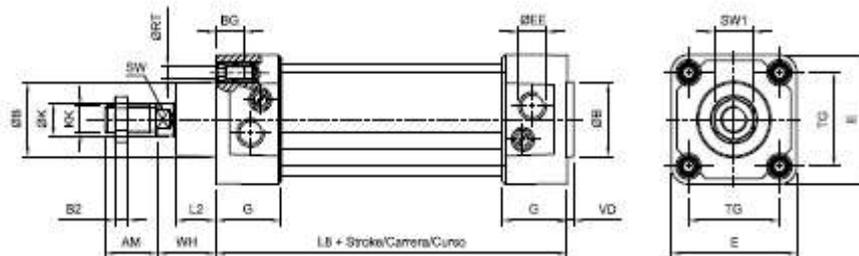
### Cilindros de doble efecto

Ø	Sin imán		Con imán		Carreras sin amortiguación	Carreras con doble amortiguación
	Sin amortiguación	Doble amortiguación	Sin amortiguación	Doble amortiguación		
32	0.047.03-—	0.047.06-—	0.047.23-—	0.047.26-—	25,50	80,100,125,160,200
40	0.048.03-—	0.048.06-—	0.048.23-—	0.048.26-—	25,50,80	100,125,160,200
50	0.049.03-—	0.049.06-—	0.049.23-—	0.049.26-—	50,80	100,125,160,200
63	0.050.03-—	0.050.06-—	0.050.23-—	0.050.26-—	50,80	100,125,160,200
80	0.051.03-—	0.051.06-—	0.051.23-—	0.051.26-—	50,80	100,125,160,200
100	0.052.03-—	0.052.06-—	0.052.23-—	0.052.26-—	100,125,160,200	100,125,160,200
125	0.033.03-—	0.033.06-—	0.033.23-—	0.033.26-—	100,200	100,200
160	0.034.03-—	0.034.06-—	0.034.23-—	0.034.26-—	100,200	100,200
200		0.035.06-—		0.035.26-—		
250		0.036.06-—		0.036.26-—		

Al ordenar, reemplazar los guiones de los códigos por el valor de la carrera expresado en mm, con ceros a la izquierda si fuera menor de cuatro dígitos. Ej.: un cilindro 0.047.03- - - - con carrera 50 mm, debe solicitarse 0.047.030.050.

Las carreras standard de la tabla corresponden a la serie preferencial de norma ISO 4303 y se encuentran en stock en las ejecuciones allí mencionadas. No obstante también pueden proveerse cilindros con otras carreras a pedido, hasta un máximo de 2000 mm.

Secciones de tubo utilizadas



Ø	AM	ØB	BG	B <sub>2</sub>	ØEE	E	G	ØK	ØKK	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	ØRT	SW	SW <sub>1</sub>	TG	VD	WH
32	22	30	17,5	5	G 1/8"	48	29	12	M 10 x 1,25	18	94	M6 x 1	10	16	32,5	4	26
40	24	35	17,5	6	G 1/4"	55	32,5	16	M 12 x 1,25	20	105	M6 x 1	13	18	36	4	30
50	32	40	17,5	8	G 1/4"	65	33	20	M 16 x 1,5	25	106	M8 x 1,25	16	24	46,5	4	37
63	32	45	17,5	8	G 3/8"	78	40,5	20	M 16 x 1,5	25	121	M8 x 1,25	16	24	56,5	4	37
80	40	45	18,5	10	G 3/8"	96	42	25	M 20 x 1,5	32	128	M10 x 1,5	21	30	72	4	46
100	40	55	18,5	10	G 1/2"	116	45	25	M 20 x 1,5	37	138	M10 x 1,5	21	30	89	4	51
125	54	60	27,5	12	G 1/2"	140	55	32	M 27 x 2	45	160	M12 x 1,75	27	41	110	6	65
160	72	65	34	18	G 3/4"	180	58	40	M 36 x 2	60	180	M16 x 2	36	50	140	6	80
200	72	75	23	18	G 3/4"	220	61	40	M 36 x 2	70	180	M16 x 2	36	55	175	7	95
250	84	90	27	21	G 1"	280	67	50	M 42 x 2	80	200	M20 x 2,5	46	65	220	10	105

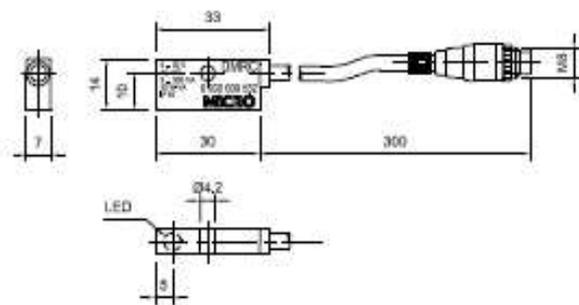
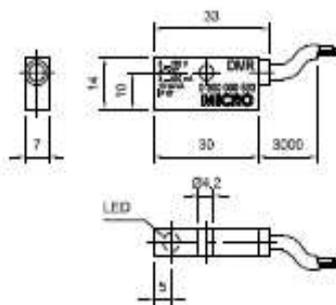
**MiCRO****Cilindros ISO 15552  
VDMA 24562****Serie CN10  
Accesorios****Interruptor magnético serie DMR**

Modelo	Tensión	Corriente	Potencia	LED	Protección	MiCRO
DMR	5...250 V ca/cc	3...500 mA	10 W/VA	●	IP 67	0.900.000.533
DMRC	5...30 V ca/cc	3...500 mA	10 W/VA	●	IP 67	0.900.000.532
Cable de 2 m con conector hembra de M8x1						0.900.000.531

El modelo DMR tiene 3m de cable, mientras que el DMRC tiene 300mm de cable con conector macho de M8x1.

Ambos poseen protección contra polaridad invertida (funciona el sensor pero no enciende el LED).

Para su montaje es preciso solicitar el respectivo Soporte de sujeción (ver página 1.3.0.0).

**Interruptor magnético serie DSL**

Tipo.....	Interruptor de actuación por proximidad de campo magnético
Modelos.....	Reed-switch (2 cables) o a efecto Hall (3 cables)
Tipo de salida.....	PNP (modelo a efecto Hall)
Datos eléctricos.....	Ver tabla
Grado de protección.....	IP 67
Protección.....	Contra inversión de polaridad y ondas de sobretensión (modelo a efecto Hall)
Contacto.....	Normal abierto
Indicación de estado.....	Mediante un LED
Temperatura.....	-20...85 °C (-4...185 °F)
Conexión.....	Mediante cable o conector M8x1
Fijación.....	Directa sobre ranura del cilindro, grampa de fijación incluida



Modelo	Efecto tipo	Tensión	Corriente	Potencia	Tiempo de conexión	Vida útil (en millones)	Conexión Cable / Conector M8	Cable	MiCRO
DSL 1	Reed-Switch	3...30 V ca/cc	100 mA	6 W / VA	0,5 ms	10	●	2,5 m	0.900.000.791
DSL 2	Reed-Switch	3...30 V ca/cc	100 mA	6 W / VA	0,5 ms	10	●	0,3 m	0.900.000.792
DSL 4	Hall	6...30 Vcc	200 mA	4 W / VA	0,8 ms	100	●	2,5 m	0.900.000.793
DSL 3	Hall	6...30 Vcc	200 mA	4 W / VA	0,8 ms	100	●	0,3 m	0.900.000.794
Cable de 2 m con conector hembra de M8x1									0.900.000.531

**MiCRO****Microcilindros ISO 6432**Serie MD8 NG  
Ejecución U

Tipo.....	Microcilindros neumáticos de simple efecto, doble efecto, doble efecto con amortiguación; con o sin imán incorporado en el pistón
Normas.....	ISO 6432 - CETOP RP 52 P
Temperatura.....	-20...80 °C (-4...176 °F)
Fluido.....	Aire filtrado con o sin lubricación
Presión de trabajo.....	0,5...10 bar (7,3...145 psi)
Interruptor magnético.....	Ver página 1.2.2.2
Montaje y accesorios.....	Ver página 1.2.2.0. Cada microcilindro incluye una tuerca de montaje y una para vástago
Materiales.....	Tapas de aluminio, tubo y vástago de acero inoxidable, sellos de PUR, imán de plástico magnético



Ø	Simple efecto	Simple efecto resorte trasero	Doble efecto
8	0.001.010.—	0.001.020.—	0.001.030.—
10	0.002.010.—	0.002.020.—	0.002.030.—
12	0.003.010.—	0.003.020.—	0.003.030.—
16	0.004.010.—	0.004.020.—	0.004.030.—
20	0.005.010.—	0.005.020.—	0.005.030.—
25	0.006.010.—	0.006.020.—	0.006.030.—

Carreras Simple efecto	Carreras Doble efecto
10, 25, 50	10, 25, 40, 50, 60, 100
10, 25, 50	10, 25, 40, 50, 60, 100
10, 25, 50	10, 25, 40, 50, 60, 100, 125, 160, 200
10, 25, 50	10, 25, 40, 50, 60, 100, 125, 160, 200
10, 25, 50	10, 25, 40, 50, 60, 100, 125, 160, 200, 250, 300
10, 25, 50	10, 25, 40, 50, 60, 100, 125, 160, 200, 250, 300, 400, 500

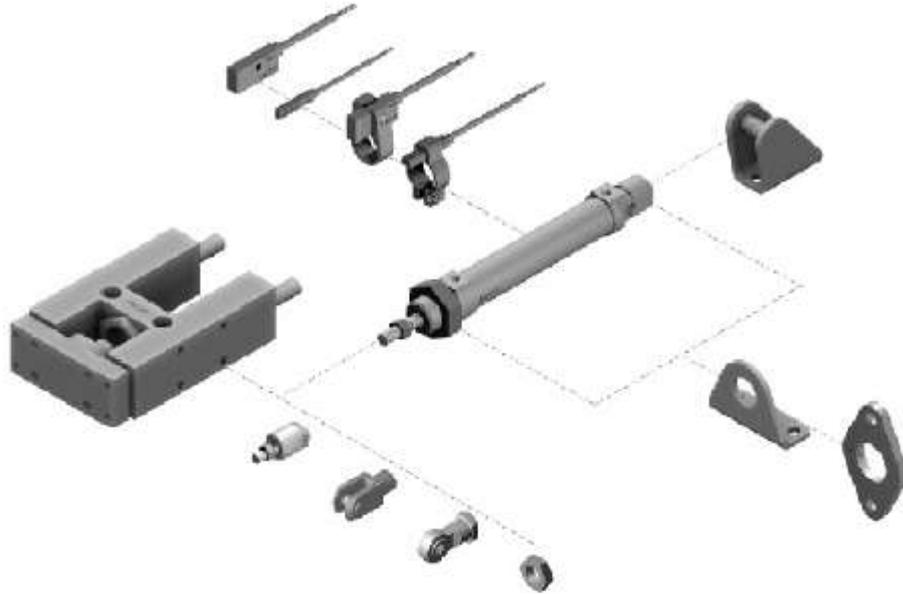
Ø	Simple efecto con imán	Simple efecto resorte trasero e imán	Doble efecto con imán	Doble efecto con amortiguación e imán
8	0.021.210.—	0.021.220.—	0.021.230.—	
10	0.022.210.—	0.022.220.—	0.022.230.—	
12	0.023.210.—	0.023.220.—	0.023.230.—	
16	0.024.210.—	0.024.220.—	0.024.230.—	0.024.260.—
20	0.025.210.—	0.025.220.—	0.025.230.—	0.025.260.—
25	0.026.210.—	0.026.220.—	0.026.230.—	0.026.260.—

Carrera min. con 1 sensor	Carrera min. con 2 sensores
20	30
20	20
15	25
5	20
5	20
5	20

Al ordenar, reemplazar los guiones de los códigos por el valor de la carrera expresado en mm, con ceros a la izquierda si fuera menor de tres dígitos. Ej.: un microcilindro 0.026.210.--- con carrera 50 mm, debe solicitarse 0.026.210.050.

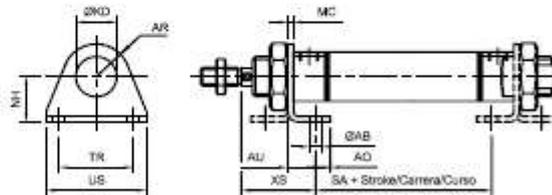
Las carreras standard de la tabla corresponden a la serie preferencial de norma ISO 4303 y se encuentran en stock en las ejecuciones allí mencionadas. No obstante también pueden proveerse cilindros con otras carreras a pedido.

**Montajes y accesorios**



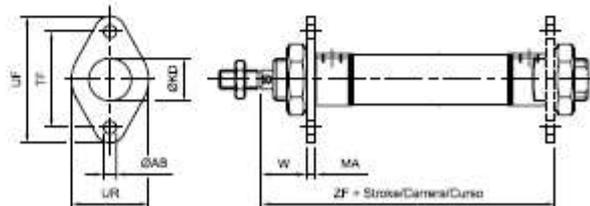
**Montaje pie**

∅	MiCRO
8-10	0.001.000.001
12-16	0.003.000.001
20-25	0.005.000.001



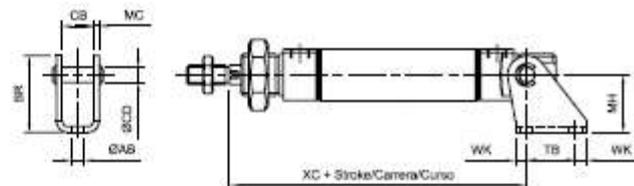
**Montaje placa**

∅	MiCRO
8-10	0.001.000.003
12-16	0.003.000.003
20-25	0.005.000.003



**Montaje basculante trasero**

∅	MiCRO
8-10	0.001.000.005
12-16	0.003.000.005
20-25	0.005.000.005

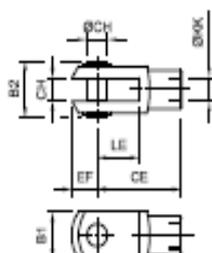


# MiCRO

## Microcilindros ISO 6432

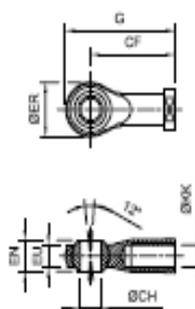
### Serie MD8 Montajes y accesorios

#### Horquilla para vástago



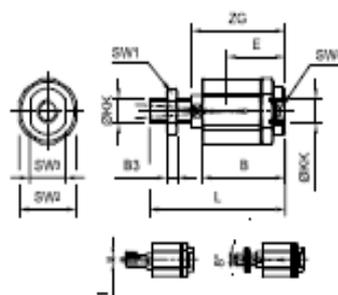
Ø	MiCRO
8-10	0.001.000.010
12-16	0.003.000.010
20	0.005.000.010
25	0.007.000.010

#### Horquilla con rótula para vástago



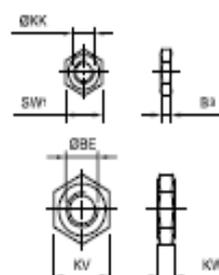
Ø	MiCRO
25	0.007.000.012

#### Rótula para vástago



Ø	MiCRO
8-10	0.001.000.023
12-16	0.003.000.023
20	0.005.000.023
25	0.007.000.023

#### Tuercas para tapa y vástago



Ø	MiCRO
M 4 x 0,7	0.001.000.011
M 6 x 1	0.003.000.011
M 8 x 1,25	0.005.000.011
M 10 x 1,25	0.007.000.011
M 12 x 1,25	0.008.000.011
M 16 x 1,5	0.009.000.011
M 22 x 1,5	0.006.000.011

Ø	QAB	AO	AR	AU	B	BE	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	BR	CB	ØCD	CE	CF	CH	E	EF	EN	ER	EU	G	I	KD	ØKK	
8-10	4,5	5	11	10	20	M12	8	12	3,2	25	8,1	4	16		4	16	5						1	12,1	M 4 x 0,7
12-16	5,5	6	13,5	12,5	21,5	M16	12	17	5	32,5	12,1	6	24		6	15,5	7						1	16,1	M 6 x 1
20	6,6	8	18	15	33	M22	16	21	5	40	16,1	8	32		8	20,5	10					1	22,1	M 8 x 1,25	
25	6,6	8	18	15	46	M22	20	25	6	40	16,1	8	40	43	10	31	12	14	28	10,5	57	2	22,1	M 10 x 1,25	

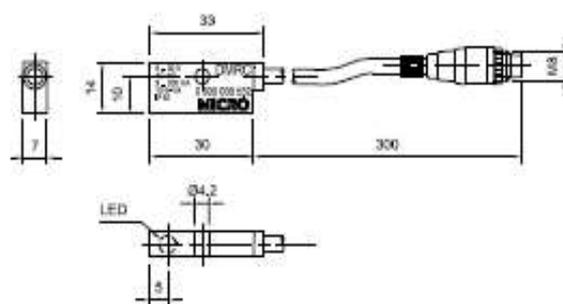
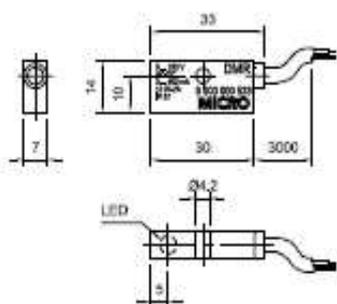
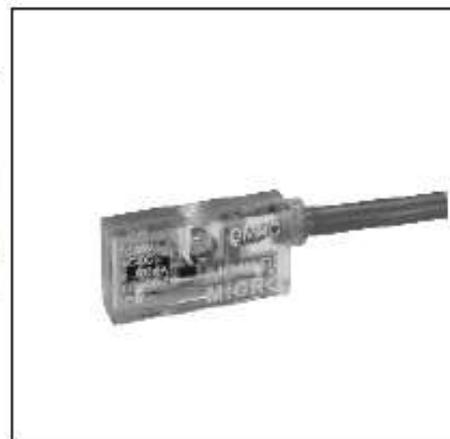
Ø	KV	KW	L	LE	MA	MC	MH	NH	SA	SW <sub>1</sub>	SW <sub>2</sub>	SW <sub>3</sub>	SW <sub>4</sub>	TB	TF	TR	UF	UR	US	W	WK	XC	XS	ZF	ZG
8-10	19	7	33	8	3	2	20	16	30	7	12,7	6	4	14	30	25	40	25	35	13	4	64	24	65	25
12	24	8	37	12	4	2,5	25	20	26	10	14,5	7	5	20	40	32	52	30	42	18	5	75	32	72	25
16	24	8	37	12	4	2,5	25	20	36	10	14,5	7	5	20	40	32	52	30	42	18	5	82	32	82	25
20	32	10	49	16	5	3	30	25	42	13	19	11	7	25	50	40	66	40	54	19	6	95	36	95	34
25	32	10	69,5	20	5	3	30	25	45	17	32	19	12	25	50	40	66	40	54	23	6	104	40	102	49,5

### Interruptor magnético serie DMR

Modelo	Tensión	Corriente	Potencia	LED	Protección	MiCRO
DMR	5...250 V ca/cc	3...500 mA	10 W/VA	2	IP 67	0.900.000.533
DMRC	5...30 V ca/cc	3...500 mA	10 W/VA	2	IP 67	0.900.000.532
Cable de 2 m con conector hembra de M8x1						0.900.000.531

El modelo DMR tiene 3m de cable, mientras que el DMRC tiene 300mm de cable con conector macho de M8x1.

Ambos poseen protección contra polaridad invertida (funciona el sensor pero no enciende el LED).



### Soporte para interruptor magnético

Ø	MiCRO
8	0.021.000.017
10	0.022.000.017
12	0.023.000.017
16	0.024.000.017
20	0.025.000.017
25	0.026.000.017



**Mayor cantidad de conexiones, mayor cantidad de aplicaciones**

Nuevo: el nuevo perfil distribuidor de aluminio con 2 ... 10 posiciones de válvulas. Un clásico: distribuidores de 5 vías de aluminio, o encadenamiento modular mediante unidades de material sintético.

Nuevo para CPE10 y CPE14: el conector eléctrico enchufable M8 de 4 contactos para 24 V DC, para un montaje y una utilización muy sencillos. Incluye:

- Accionamiento manual auxiliar con pulsador o con pulsador/enclavado

- Servopilotaje de 10 mm de ancho, sin LED
- Cable M8 compatible, con/sin LED
- Cables apropiados para cadenas de arrastre
- IP40/IP65

Nuevo para CPE18: Más variantes de tensiones mediante conexión CNOMO normalizada para unidades de servopilotaje CNOMO de 15 mm, con cables con/sin LED.



CPE10-M1BH



CPE10-M1CH



CPE18-P1  
Con servopilotaje CNOMO



CPE24-M1H

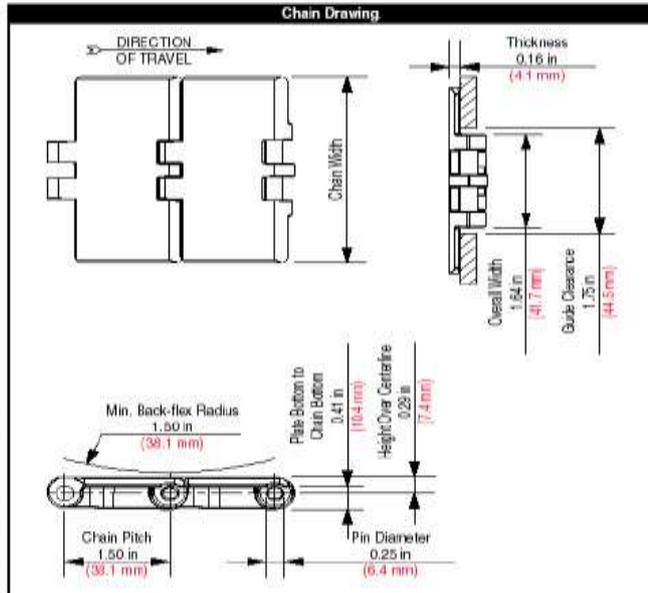
Tamaño de válvula	CPE 10	CPE 14	CPE 18	CPE 24
Ancho [mm]	10	14	18	24
Conexión roscada	M5/M7	G 1/8	G 1/4	G 3/8
Conexión enchufable	QS-4/6	QS-6/8	QS-8/10	QS-10/12
Caudal máximo*	350	800	1.500	3.200
Tensión	24 VDC	24 VDC	24 VDC 110 VAC 230 VAC	24 VDC 110 VAC 230 VAC
Conexión eléctrica	Lengüeta plana M8	Lengüeta plana M8	Lengüeta plana Válvula servopilotada** Adaptador M12 (válvula CNOMO servopilotada)	Lengüeta plana

\* Válvula de 5/2 vías \*\* DIN EN 175301-803 forma C

### Cadena serie 820



Chain Information					
Chain Width		Min. Side-flex Radius		Approximate Weight	
desc.	in	mm	in	mm	lb/ft
3-1/4	3.25	82.6	-	-	0.83
4	4.00	101.6	-	-	0.95
4-1/2	4.50	114.3	-	-	1.09
6	6.00	152.4	-	-	1.28
7-1/2	7.50	190.5	-	-	1.47



Enlace SR. K14 WL		Enlace Rosca Gas K14 BSPM		M. Manguera E. SM. K14 RHA											
<p>CANTIDAD 8 PIZAS 1" CANTIDAD 8 PIZAS 1/2"</p>		<p>CANTIDAD 8 PIZAS</p>		<p>CANTIDAD 4 PIZAS</p>											
K	gr	DN	B	K	gr	DN	B	C	H	K	gr				
25.0	19	1" 25	76.2	22.1	25.4	50.5	120			1/2" 12	38.1	9.5	13.7	25.0	26
25.0	20	1 1/2" 38	76.2	34.8	38.1	50.5	130			3/4" 19	38.1	15.7	21.3	25.0	40
50.5	80	2" 51	76.2	47.5	50.8	64.0	180			1" 25	42.9	20.6	25.4	50.5	70
50.5	60	2 1/2" 63	76.2	60.2	63.5	77.5	280			1 1/2" 38	42.9	33.3	38.1	50.5	140
64.0	95	3" 76	101.6	72.9	76.2	91.0	380			2" 51	58.7	46.0	50.8	64.0	250
77.5	115	4" 101	101.6	97.4	101.6	119.0	560			2 1/2" 63	58.7	58.7	63.5	77.5	370
91.0	150	4" 104	101.6	100.0	104.0	119.0	560			3" 76	78.6	72.0	76.2	91.0	505
119.0	250									4" 101	86.5	97.4	101.6	119.0	685

### EMPAQUES PARA CONEXIONES SANITARIAS ESTILO ABRAZADERA TC

El material del empaque está aprobado por (NSF), USDA y cumple con el Código de Registro Federal FDA (CFR) título 21, Parte 177.

La calificación de PSI para el servicio de abrazaderas sanitarias NO SE APLICA a las conexiones (de 1" y mayor) que usen empaques de Teflón, debido al potencial flujo en frío bajo condiciones de operación normales. Los empaques de Teflón, es posible que tengan pérdidas a presiones mucho más bajas que las publicadas. Esta restricción no se aplica a las conexiones fraccionadas de 1/2" y 3/4" debido a su diseño totalmente contenido con receso ó caja.

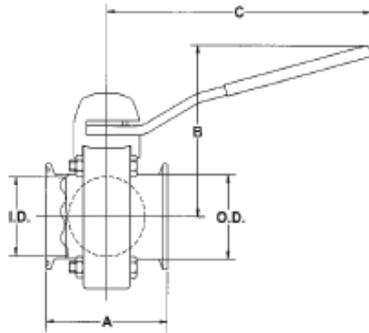
También están disponibles los empaques con envoltura de Teflón. Consulte con la fábrica para averiguar el precio y la disponibilidad.

Tamaño	Buna-N Negro -40° a 225°F	Buna-N Blanco -40° a 225°F	Teflón (Sólido) Blanco -110° a 400°F	Vitón Negro -20° a 400°F	EPDM Negro -55° a 275°F
	# de parte	# de parte	# de parte	# de parte	# de parte
1/2"	42MP-U50	42MP-UW50	42MP-G50	42MP-SFY50	42MP-E50
3/4"	42MP-U75	42MP-UW75	42MP-G75	42MP-SFY75	42MP-E75
1"	40MP-U100	40MP-UW100	40MP-G100	40MP-SFY100	40MP-E100
1-1/2"	40MP-U150	40MP-UW150	40MP-G150	40MP-SFY150	40MP-E150
2"	40MP-U200	40MP-UW200	40MP-G200	40MP-SFY200	40MP-E200
2-1/2"	40MP-U250	40MP-UW250	40MP-G250	40MP-SFY250	40MP-E250
3"	40MP-U300	40MP-UW300	40MP-G300	40MP-SFY300	40MP-E300
4"	40MP-U400	40MP-UW400	40MP-G400	40MP-SFY400	40MP-E400



## VÁLVULAS DE MARIPOSA DE EMPUJE

Esta válvula es adecuada para vinerías y cervecerías, así como para muchas otras industrias con requisitos sanitarios. Hay válvulas de activación automática disponibles bajo pedido. Vacío a 14.2 PSI @ 68°F. Temperatura: 15°F to 200°F.



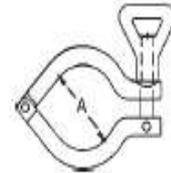
Tubo D.E.	Dimensiones					Torque máximo para cerrar	PSI @ 68°F
	A	B	C	D.I.	D.E.		
1"	3.000	4.200	6.700	1.000	0.870	52 in.-lbs	145
1-1/2"	3.000	4.200	6.700	1.500	1.370	70 in.-lbs	140
2"	3.000	4.200	6.700	2.000	1.870	105 in.-lbs	140
2-1/2"	3.000	4.600	6.700	2.500	2.370	195 in.-lbs	110
3"	3.000	5.000	6.700	3.000	2.870	230 in.-lbs	110
4"	3.500	6.500	11.000	4.000	3.384	350 in.-lbs	85

## ABRAZADERAS LÍNEA-I

### ABRAZADERAS DE TRABAJO PESADO



Tubo D.E.	Presión de Servicio a 70°F	Presión de Servicio a 250°F	Dimensión	Acero Inoxidable 304
			A	# de parte
1" - 1-1/2"	700 PSI	250 PSI	2.122	13ILH100-150
2"	450 PSI	250 PSI	2.654	13ILH200
2-1/2"	450 PSI	200 PSI	3.185	13ILH250
3"	350 PSI	150 PSI	3.717	13ILH300
4"	200 PSI	125 PSI	4.820	13ILH400
6"	150 PSI	100 PSI	7.689	13ILH600



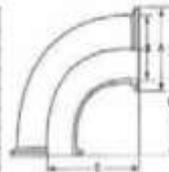
Ref. 2983



Accesorios línea sanitaria codo 90° clamp  
Material: acero inoxidable 316L. Clamp en pulgadas. Pulido sanitario.

Sanitary accessories clamp 90° elbow  
Stainless steel 316L. Clamp ends in inches. Sanitary polish.

INCH.	A	B	C
1/2"	25,4	9,5	41
3/4"	25,4	15,4	41
1"	50,5	22,4	55
1 1/2"	60,3	26,5	69
2"	64	47,3	82
2 1/2"	77,5	58,5	105
3"	91	72,2	110
4"	113	97,6	148



2983 04	1/2"	0,050	33,56
2983 05	3/4"	0,055	33,56
2983 06	1"	0,180	25,29
2983 08	1 1/2"	0,190	36,78
2983 09	2"	0,340	38,55
2983 10	2 1/2"	0,630	58,08
2983 11	3"	0,750	73,19
2983 12	4"	1,580	120,81

Ref. 2416



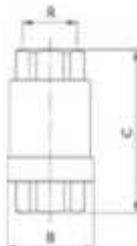
**Válvula de retención a disco PN 63**

Construcción: acero inox. CF8M (316) microfundición. Extremos: rosca gas ISO 7-1 (EN 10226-1). Disco y resorte: AISI 316. PN63, Temp: -20°C +240°C.

**Disk check valve PN 63**

Const. stainless steel CF8M (316) investment casting. Gas threaded ends ISO 7-1 (EN 10226-1). Disk and spring: AISI 316. PN63, Temp: -20°C +240°C.

DN	R	H	C
8	1/4"	30.5	13
10	3/8"	30.5	13
15	1/2"	37	16
20	3/4"	42	19
25	1"	48	22
32	1 1/4"	58	25
40	1 1/2"	70	31
50	2"	82	37
65	2 1/2"	100.5	43
80	3"	120	50
100	4"	150	63



2416 02	1/4"	0,180	16,78
2416 03	3/8"	0,170	16,78
2416 04	1/2"	0,210	17,83
2416 05	3/4"	0,290	22,72
<b>2416 06</b>	<b>1"</b>	<b>0,400</b>	<b>29,72</b>
2416 07	1 1/4"	0,650	43,00
2416 08	1 1/2"	0,980	59,08
2416 09	2"	1,400	79,36
2416 10	2 1/2"	2,440	139,49
2416 11	3"	3,800	207,66
2416 12	4"	6,600	338,41

Ref. 0280 - 0280N



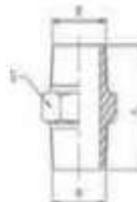
**Machón**

También disponible con rosca NPT (Ref. 0280N).

**Nipple**

Also available with NPT thread (Ref. 0280N).

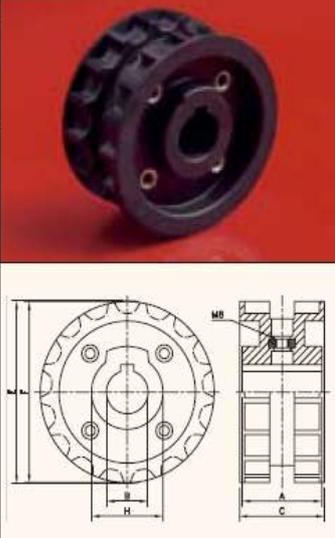
Med (R)	L	S
1/4"	25	15
3/8"	27	16
1/2"	34	23
3/4"	36.5	26
1"	42	31
1 1/4"	47.5	44
1 1/2"	47.5	50
2"	57	62
2 1/2"	61	77
3"	67.5	91



0280 02	1/4"	25	1,98
0280 03	3/8"	25	2,32
0280 04	1/2"	25	2,50
0280 05	3/4"	20	3,52
<b>0280 06</b>	<b>1"</b>	<b>35</b>	<b>4,34</b>
0280 07	1 1/4"	5	8,22
0280 08	1 1/2"	5	9,34
0280 09	2"	4	13,62
0280 10	2 1/2"	1	21,04
0280 11	3"	1	31,30

Precios rosca NPT a consultar / NPT thread prices on request

# CADENAS DE CHARNELA DE PLÁSTICO

Tipo de piñón	Nº de código	Nº de dientes	Eje		Diámetro primitivo E	Diámetro exterior F	Ancho (dientes) C	Ancho del cubo A	Diámetro del cubo H	MATERIAL página 205
			B	E						
PIÑONES CLÁSICOS, INYECTADOS - N 820										
EJES MÉTRICOS										
N820 15-25	L0820661451	15	25	93,7	92,2	50,0	50,0	43	60	
N820 15-30	L0820661461	15	30							
N820 17-25	L0820661681	17	25	105,5	104,7	51,0	48,0	60		
N820 17-30	L0820661691	17	30							
N820 19-20	L0820661911	19	20	117,4	117,1	50,0	50,0	60		
N820 19-25	L0820661921	19	25							
N820 19-30	L0820661931	19	30							
N820 19-35	L0820661961	19	35							
N820 19-40	L0820661941	19	40							
N820 21-25	L0820662131	21	25							
N820 21-30	L0820662141	21	30	129,3	129,5	50,0	50,0	60		
N820 21-35	L0820662161	21	35							
N820 21-40	L0820662151	21	40							
N820 23-25	L0820661641	23	25	141,2	142,0	50,0	50,0	60		
N820 23-30	L0820661651	23	30							
N820 23-35	L0820661671	23	35							
N820 23-40	L0820661661	23	40							
N820 25-25	L0820661551	25	25	153,2	154,2	50,0	66,0	60		
N820 25-30	L0820661561	25	30							
N820 25-35	L0820661571	25	35							
N820 25-40	L0820661581	25	40							

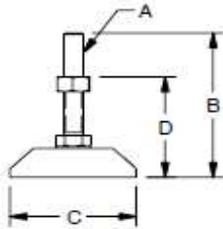
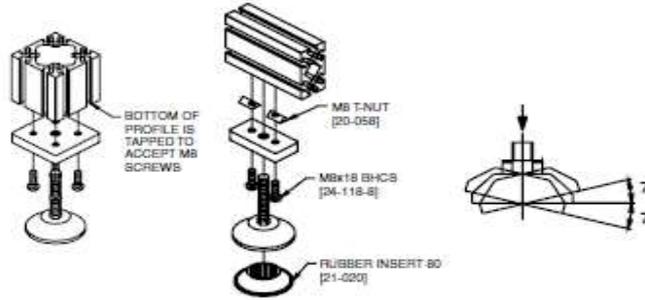
Para series de cadenas de plástico: 820, SH. Nota: no adecuado para 831, SHD

# CADENAS DE CHARNELA DE PLÁSTICO

Tipo de piñón	Nº de código	Nº de dientes	Eje		Diámetro primitivo E	Diámetro exterior F	Ancho (dientes) C	Ancho del cubo A	Diámetro del cubo H	MATERIAL página 205
			B	E						
TAMBORES LOCOS CLÁSICOS, INYECTADOS - NXT 820										
EJES MÉTRICOS										
NXT820 15-25	L0820662461	15	25	93,7	95,5	55,0	92,0	40	40	
NXT820 15-30	L0820662471	15	30	93,7	95,5	55,0	92,0	40		
NXT820 17-25	L0820661701	17	25	105,5	106,5	53,0	57,0	42	42	
NXT820 17-30	L0820661711	17	30	105,5	106,5	53,0	57,0	42		
NXT820 19-25	L0820661471	19	25	117,3	118,0	57,0	57,0	42	42	
NXT820 19-30	L0820661481	19	30	117,3	118,0	57,0	57,0	42		
NXT820 19-40	L0820661491	19	40	117,3	118,0	57,0	57,0	51	51	
NXT820 21-25	L0820662091	21	25	129,3	130,0	60,0	61,5	35		
NXT820 21-30	L0820662101	21	30	129,3	130,0	60,0	61,5	40	40	
NXT820 21-35	L0820662121	21	35	129,3	130,0	60,0	61,5	45		
NXT820 21-40	L0820662111	21	40	129,3	130,0	60,0	61,5	50	50	
NXT820 23-25	L0820661821	23	25	141,2	142,5	59,5	61,5	35		
NXT820 23-30	L0820661831	23	30	141,2	142,5	59,5	61,5	40	40	
NXT820 23-35	L0820661861	23	35	141,2	142,5	59,5	61,5	45		
NXT820 23-40	L0820661841	23	40	141,2	142,5	59,5	61,5	50	50	
NXT820 25-25	L0820661721	25	25	153,2	154,5	59,0	61,5	35		
NXT820 25-30	L0820661731	25	30	153,2	154,5	59,0	61,5	40	40	
NXT820 25-35	L0820661741	25	35	153,2	154,5	59,0	61,5	45		
NXT820 25-40	L0820661751	25	40	153,2	154,5	59,0	61,5	50	50	
NXT820 21-1	L0820619132	21	1,000"	129,3	130,0	60,0	61,5	35		
NXT820 21-1/4	L0820688801	21	1,250"	129,3	130,0	60,0	61,5	40	40	
NXT820 21-1/2	L0820688811	21	1,500"	129,3	130,0	60,0	61,5	45		
NXT820 23-1/4	L0820661891	23	1,250"	141,2	142,5	59,5	61,5	40	40	
NXT820 23-1/2	L0820661881	23	1,500"	141,2	142,5	59,5	61,5	45		
NXT820 25-1	L0820619142	25	1,000"	153,2	154,5	59,0	61,5	35	35	
NXT820 25-1/4	L0820661761	25	1,250"	153,2	154,5	59,0	61,5	40		
NXT820 25-1/2	L0820661771	25	1,500"	153,2	154,5	59,0	61,5	45	45	
NXT820 25-3/4	L0820661781	25	1,750"	153,2	154,5	59,0	61,5	50		

Para series de cadenas de plástico: Tipo bevel 879, tipo bevel 880, 820, 831, SH, SHD, RHM, RHMD, RHMP, RHMDP, SHP

# Knuckle Foot 80 Knuckle Foot 1.5



### Application

Adjustable height leveling foot for heavy duty structures. Require appropriate base plate for mounting.

### Technical Data

Base – Zinc Cast  
Spindle & Nut - Steel, Galvanized

### Ordering Information

Series	A	B	C	Dmin	Dmax	Max Load N (lbs)	Weight (kg)	Part #
40	M12	100	76	41	80	10,000 (2250)	0.29	21-013
	M12	160	76	41	140	10,000 (2250)	0.33	21-014
	M16	100	76	45	80	10,000 (2250)	0.36	21-016
	M16	160	76	45	140	10,000 (2250)	0.44	21-018

Mounts to end of 40 Series profile with M12 or M16 machining 19-014

Series	A	B	C	Dmin	Dmax	Max Load N (lbs)	(kg)	Part #
1.5"	1/2-13	4.00	3.00	1.63	3.15	10,000 (2250)	0.29	21-404
	1/2-13	6.30	3.00	1.63	5.50	10,000 (2250)	0.33	21-405
	5/8-11	4.00	3.00	1.81	3.15	10,000 (2250)	0.36	21-406
	5/8-11	6.30	3.00	1.81	5.50	10,000 (2250)	0.44	21-407

## TUBO DE ACERO INOXIDABLE

### TUBO SOLDADO

**Calidad**

AISI 304 - 304L - 310 - 316 - 316L - 316Ti - 321.

**Normas:**

ISO 1127; ASTM A-269, A-249, A-312; NFA 49 147 e 49 247.

**Certificados:**

según EN 10204 3.1B

**Acabado:**

decapado, pasivado, "spazzolato", esmerilado, satinado y pulido.

**Largos estándar:**

6 metros (otros mediante consulta)

**Tratamiento térmico:**

recocido (opcional).

**TUBO REDONDO MILIMÉTRICO**  
Peso teórico (Kg/m)



Diámetro mm	Espesor mm							
	0,5	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0
6	0,069	0,125						
8	0,094	0,175						
10		0,225	0,264	0,319				
12		0,279	0,325	0,394	0,500			
13				0,432				
15		0,351	0,451	0,507	0,651			
16		0,376	0,445	0,545	0,701			
18		0,426	0,505	0,620	0,801			
20		0,476	0,565	0,695	0,901			
23		0,551	0,655	0,808	1,051			
25		0,601	0,715	0,883	1,152	1,400		
28		0,676	0,805	0,995	1,302	1,596	1,876	
30		0,726	0,865	1,070	1,402	1,722	2,028	
33				1,183				
36		0,851	1,016	1,250	1,653	2,035	2,404	
38			1,106	1,367				
40		0,977	1,188	1,446	1,903	2,346	2,779	
43				1,559				
44					2,104			
50,8		1,247	1,490	1,848	2,444		3,591	
53				1,934				
63,5		1,535		2,325	3,080	3,819	4,545	
73				2,686				
84					4,107			
104				3,850	5,108	6,354	7,597	
129				4,789	6,360	7,919	9,485	
154				5,728	7,612	9,484	11,343	
204				7,808	10,116	12,614	15,099	
254					12,620			
304					15,120			
355						22,100		
406							30,270	
456							34,030	
506							37,800	
508								50,480
606							45,290	
608								60,490

Consultar nuestro servicio de corte a medida.

# Tubos de acero inoxidable con soldadura

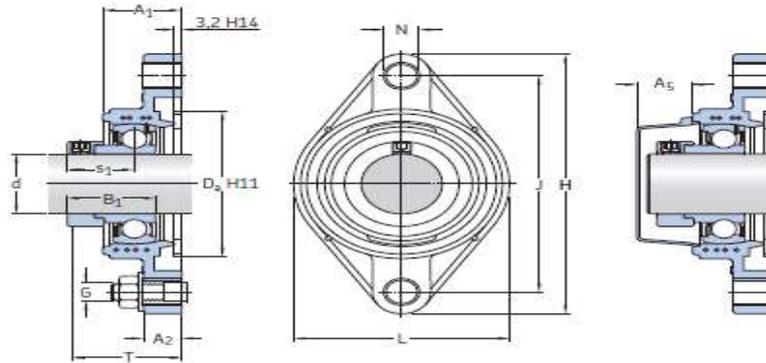
CALIDADES: 304-304 L  
316-316 L  
321 bajo consulta

FORMA DE SUMINISTRO: Los tubos se suministrarán recocidos y decapados en longitudes estándar de 6 m.

Ø Ext. en mm.	Espesor pared en mm.	Peso en Kg.	Ø Ext. en mm.	Espesor pared en mm.	Peso en Kg.
6	1,0	0,13	30	1,0	0,73
8	1,0	0,18		1,2	0,87
10	1,0	0,23		1,5	1,08
12	1,0	0,28		2,0	1,41
	1,0	0,30		2,5	1,73
13	1,2	0,36	32	1,0	0,78
	1,5	0,46		1,2	0,93
	1,0	0,33		1,5	1,15
14	1,2	0,39		2,0	1,51
	1,5	0,47		2,5	1,86
15	1,0	0,35	33	1,0	0,81
	1,2	0,42		1,2	0,96
	1,5	0,51		1,5	1,19
16	1,0	0,38		2,0	1,56
	1,2	0,45		2,5	1,92
18	1,5	0,55	3,0	2,27	
	1,0	0,43	35	1,0	0,86
	1,2	0,51		1,2	1,02
	1,5	0,62		1,5	1,27
2,0	0,81	2,0		1,66	
19	1,0	0,45		2,5	2,05
	1,2	0,54	3,0	2,42	
	1,5	0,66	38	1,0	0,93
	2,0	0,86		1,2	1,11
1,0	0,48	1,5		1,38	
20	1,2	0,57		2,0	1,81
	1,5	0,70		2,5	2,24
	2,0	0,91	3,0	2,65	
	1,0	0,53	40	1,0	0,98
1,2	0,63	1,2		1,17	
1,5	0,77	1,5		1,45	
2,0	1,01	2,0		1,91	
2,5	1,23	2,5		2,36	
22	1,0	0,55	3,0	2,80	
	1,2	0,66	43	1,0	1,06
	1,5	0,81		1,2	1,26
	2,0	1,06		1,5	1,57
2,5	1,29	2,0		2,07	
25	1,0	0,60		2,5	2,55
	1,2	0,72	3,0	3,02	
	1,5	0,89	44.5	1,0	1,10
	2,0	1,16		1,2	1,31
2,5	1,42	1,5		1,62	
1,0	0,68	2,0		2,14	
28	1,2	0,81		2,5	2,64
	1,5	1,00	3,0	3,14	
	2,0	1,31			
	2,5	1,61			

Unidades de rodamientos Y SKF E2 con soporte de brida ovalada de material compuesto con anillo de fijación excéntrico, para ejes métricos

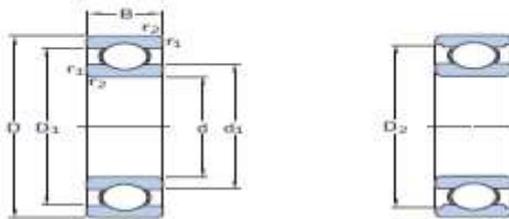
d 20 – 35 mm



Dimensiones

d	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	H	J	L	N	G	s <sub>1</sub>	T	A <sub>5</sub>
20	29,5	15	31	50,8	112	90	60,5	12,3	M10	23,9	42,9	18,5
25	30	15	30,9	63,5	124	99	70	12,3	M10	23,4	42,4	18
30	33	15	35,6	76,2	142,5	116,5	83	12,3	M10	26,6	46,6	20
35	35	17	38,8	88,9	156	130	96	14,8	M12	29,3	50,3	22

1.1 Rodamientos rígidos de una hilera de bolas d 12 – 22 mm



Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga	Velocidades nominales		Masa	Designación
d	D	B	dinámica C	estática C <sub>0</sub>	P <sub>0</sub>	Velocidad de referencia	Velocidad límite		
mm			kN		kN	r. p. m.		kg	-
12	21	5	1,74	0,915	0,039	70 000	43 000	0,0062	61801
	24	6	2,91	1,46	0,062	67 000	40 000	0,011	61901
	28	8	5,4	2,36	0,1	60 000	38 000	0,021	6001
	30	8	5,07	2,36	0,1	60 000	38 000	0,026	16101
	32	10	7,28	3,1	0,132	50 000	32 000	0,037	6201
	37	12	10,1	4,15	0,176	45 000	28 000	0,06	6301
15	24	5	1,9	1,1	0,048	60 000	38 000	0,0065	61802
	28	7	4,36	2,24	0,095	56 000	34 000	0,016	61902
	32	8	5,85	2,85	0,12	50 000	32 000	0,03	16002
	32	9	5,85	2,85	0,12	60 000	32 000	0,03	6002
	35	11	8,06	3,75	0,16	43 000	28 000	0,045	6202
	42	13	11,9	5,4	0,228	38 000	24 000	0,082	6302
17	26	5	2,03	1,27	0,054	56 000	34 000	0,0075	61803
	30	7	4,62	2,55	0,108	50 000	32 000	0,016	61903
	35	8	6,37	3,25	0,137	45 000	28 000	0,038	16003
	35	10	6,37	3,25	0,137	45 000	28 000	0,038	6003
	40	12	9,95	4,75	0,2	38 000	24 000	0,065	6203
	40	12	11,4	5,4	0,228	38 000	24 000	0,064	6203 ETN9
20	47	14	14,3	6,55	0,275	34 000	22 000	0,11	6303
	62	17	22,9	10,8	0,415	28 000	18 000	0,27	6403
	32	7	4,03	2,32	0,104	45 000	28 000	0,018	61804
	37	9	6,37	3,65	0,156	43 000	26 000	0,037	61904
	42	8	7,28	4,05	0,173	38 000	24 000	0,05	16004
	42	12	9,95	5	0,212	38 000	24 000	0,067	6004
22	47	14	13,5	6,55	0,28	32 000	20 000	0,11	6204
	47	14	15,6	7,65	0,325	32 000	20 000	0,098	6204 ETN9
	52	15	16,8	7,8	0,335	30 000	19 000	0,14	6304
	52	15	18,2	9	0,38	30 000	19 000	0,14	6304 ETN9
	72	19	30,7	15	0,64	24 000	15 000	0,41	6404
	50	14	14	7,65	0,325	30 000	19 000	0,13	62/22
56	16	18,6	9,3	0,39	28 000	18 000	0,18	63/22	



# TUERCAS Y PERNOS HEXAGONALES

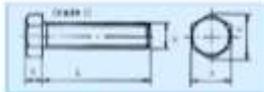
## TORNILLO HEXAGONAL ROSCA COMPLETA DIN 933



0.8
10.0
12.0

Norma	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M25	M30	M36	M42	M48	M56	M64
Factor	0.37	0.53	0.7	1.02	1.3	1.92	2.5	3.5	4.8	6.6	9.0	12.0	16.0	21.0	28.0	36.0
d	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0	12.0	16.0	20.0	25.0	30.0	36.0	42.0	48.0	56.0	64.0
d2	2.5	3.5	4.5	5.5	7.5	9.5	11.5	15.0	19.0	24.0	29.0	35.0	41.0	47.0	55.0	63.0
L	4	6	8	10	12	16	20	25	30	35	40	50	60	70	80	100
h	0.40	0.50	0.60	0.80	1.00	1.30	1.60	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00

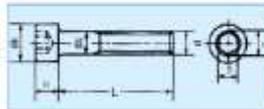
## TORNILLO HEXAGONAL ROSCA COMPLETA DIN 558



0.8
-----

Norma	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M25	M30	M36	M42	M48	M56	M64
Factor	0.37	0.53	0.7	1.02	1.3	1.92	2.5	3.5	4.8	6.6	9.0	12.0	16.0	21.0	28.0	36.0
d	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0	12.0	16.0	20.0	25.0	30.0	36.0	42.0	48.0	56.0	64.0
d2	2.5	3.5	4.5	5.5	7.5	9.5	11.5	15.0	19.0	24.0	29.0	35.0	41.0	47.0	55.0	63.0
L	4	6	8	10	12	16	20	25	30	35	40	50	60	70	80	100
h	0.40	0.50	0.60	0.80	1.00	1.30	1.60	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00

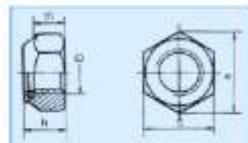
## TORNILLOS ALLEN DIN 912



0.8
10.0
12.0

Norma	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M25	M30	M36	M42	M48	M56	M64
Factor	0.37	0.53	0.7	1.02	1.3	1.92	2.5	3.5	4.8	6.6	9.0	12.0	16.0	21.0	28.0	36.0
d	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0	12.0	16.0	20.0	25.0	30.0	36.0	42.0	48.0	56.0	64.0
d2	2.5	3.5	4.5	5.5	7.5	9.5	11.5	15.0	19.0	24.0	29.0	35.0	41.0	47.0	55.0	63.0
L	4	6	8	10	12	16	20	25	30	35	40	50	60	70	80	100
h	0.40	0.50	0.60	0.80	1.00	1.30	1.60	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00

## TUERCA AUTOBLOCANTE CON INSERCIÓN NO METÁLICA DIN 985



Norma	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M25	M30	M36	M42	M48	M56	M64
Factor	0.4	1	1.25	1.6	1.75	2	2	2.5	3	3	4	4.5	5	5.5	6	6
d	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	30	36	42	48	56	64
d2	2.5	3.5	4.5	5.5	7.5	9.5	11.5	15.0	19.0	24.0	29.0	35.0	41.0	47.0	55.0	63.0
h	6.75	11.00	14.75	18.5	23.1	28.4	35.7	45.0	56.0	70.0	87.0	108.0	133.0	163.0	200.0	245.0
h2	8	10	12	15	19	24	30	38	48	60	75	94	117	146	184	232

## TUERCAS HEXAGONALES DELGADAS ACUAFANADAS DIN 439



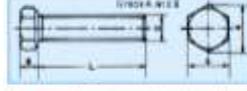
Norma	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M25	M30	M36	M42	M48	M56	M64
Factor	0.37	0.53	0.7	1.02	1.3	1.92	2.5	3.5	4.8	6.6	9.0	12.0	16.0	21.0	28.0	36.0
d	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0	12.0	16.0	20.0	25.0	30.0	36.0	42.0	48.0	56.0	64.0
d2	2.5	3.5	4.5	5.5	7.5	9.5	11.5	15.0	19.0	24.0	29.0	35.0	41.0	47.0	55.0	63.0
h	4.5	6.0	7.5	9.0	11.0	14.0	17.0	21.0	26.0	32.0	39.0	48.0	59.0	72.0	88.0	108.0

## TUERCAS HEXAGONALES DELGADAS DIN 936



Norma	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M25	M30	M36	M42	M48	M56	M64
Factor	0.37	0.53	0.7	1.02	1.3	1.92	2.5	3.5	4.8	6.6	9.0	12.0	16.0	21.0	28.0	36.0
d	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0	12.0	16.0	20.0	25.0	30.0	36.0	42.0	48.0	56.0	64.0
d2	2.5	3.5	4.5	5.5	7.5	9.5	11.5	15.0	19.0	24.0	29.0	35.0	41.0	47.0	55.0	63.0
h	4.5	6.0	7.5	9.0	11.0	14.0	17.0	21.0	26.0	32.0	39.0	48.0	59.0	72.0	88.0	108.0

## TORNILLO HEXAGONAL ROSCA COMPLETA ISO 4017



0.8
10.0
12.0

Norma	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M25	M30	M36	M42	M48	M56	M64
Factor	0.37	0.53	0.7	1.02	1.3	1.92	2.5	3.5	4.8	6.6	9.0	12.0	16.0	21.0	28.0	36.0
d	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0	12.0	16.0	20.0	25.0	30.0	36.0	42.0	48.0	56.0	64.0
d2	2.5	3.5	4.5	5.5	7.5	9.5	11.5	15.0	19.0	24.0	29.0	35.0	41.0	47.0	55.0	63.0
L	4	6	8	10	12	16	20	25	30	35	40	50	60	70	80	100
h	0.40	0.50	0.60	0.80	1.00	1.30	1.60	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00

## ESPÁRRAGO ROSCADO HEXAGONAL CON PUNTA CÓNICA DIN 914



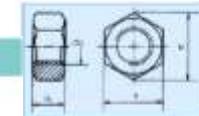
Norma	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M25	M30	M36	M42	M48	M56	M64
Factor	0.37	0.53	0.7	1.02	1.3	1.92	2.5	3.5	4.8	6.6	9.0	12.0	16.0	21.0	28.0	36.0
d	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0	12.0	16.0	20.0	25.0	30.0	36.0	42.0	48.0	56.0	64.0
d2	2.5	3.5	4.5	5.5	7.5	9.5	11.5	15.0	19.0	24.0	29.0	35.0	41.0	47.0	55.0	63.0
L	4	6	8	10	12	16	20	25	30	35	40	50	60	70	80	100
h	0.40	0.50	0.60	0.80	1.00	1.30	1.60	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00

## ESPÁRRAGO ROSCADO HEXAGONAL CON PUNTA DE PUNTE DIN 915



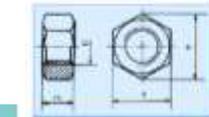
Norma	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M25	M30	M36	M42	M48	M56	M64
Factor	0.37	0.53	0.7	1.02	1.3	1.92	2.5	3.5	4.8	6.6	9.0	12.0	16.0	21.0	28.0	36.0
d	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0	12.0	16.0	20.0	25.0	30.0	36.0	42.0	48.0	56.0	64.0
d2	2.5	3.5	4.5	5.5	7.5	9.5	11.5	15.0	19.0	24.0	29.0	35.0	41.0	47.0	55.0	63.0
L	4	6	8	10	12	16	20	25	30	35	40	50	60	70	80	100
h	0.40	0.50	0.60	0.80	1.00	1.30	1.60	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00

## TUERCAS HEXAGONALES DIN 555



Norma	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M25	M30	M36	M42	M48	M56	M64
Factor	0.37	0.53	0.7	1.02	1.3	1.92	2.5	3.5	4.8	6.6	9.0	12.0	16.0	21.0	28.0	36.0
d	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0	12.0	16.0	20.0	25.0	30.0	36.0	42.0	48.0	56.0	64.0
d2	2.5	3.5	4.5	5.5	7.5	9.5	11.5	15.0	19.0	24.0	29.0	35.0	41.0	47.0	55.0	63.0
h	4.5	6.0	7.5	9.0	11.0	14.0	17.0	21.0	26.0	32.0	39.0	48.0	59.0	72.0	88.0	108.0

## TUERCAS HEXAGONALES DIN 934



Norma	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M25	M30	M36	M42	M48	M56	M64
Factor	0.37	0.53	0.7	1.02	1.3	1.92	2.5	3.5	4.8	6.6	9.0	12.0	16.0	21.0	28.0	36.0
d	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0	12.0	16.0	20.0	25.0	30.0	36.0	42.0	48.0	56.0	64.0
d2	2.5	3.5	4.5	5.5	7.5	9.5	11.5	15.0	19.0	24.0	29.0	35.0	41.0	47.0	55.0	63.0
h	4.5	6.0	7.5	9.0	11.0	14.0	17.0	21.0	26.0	32.0	39.0	48.0	59.0	72.0	88.0	108.0

## TUERCA HEXAGONAL CON COLLAR DISELADO DIN 6923



Norma	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M25
-------	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----

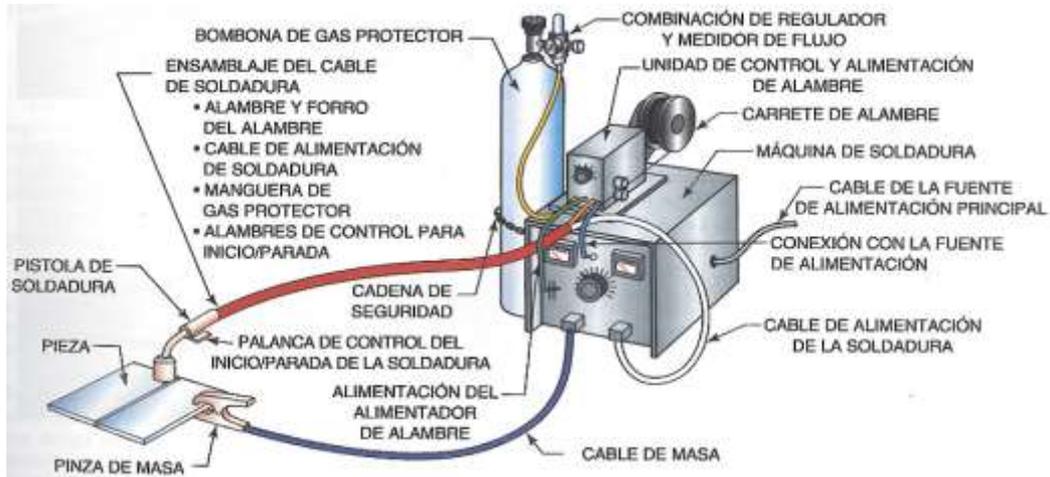
**ANEXO D**

**ESPECIFICACIÓN DE  
PROCEDIMIENTO DE  
SOLDADURA**

## Soldadura MIG/MAG

En el sistema MIG/MAG, un sistema de alimentación impulsa en forma automática y a una velocidad predeterminada el electrodo (alambre) hacia el arco o fusión, mientras la pistola se posiciona en un ángulo adecuado y se mantiene una distancia entre la Tobera y la pieza de trabajo, generalmente de 10mm.

ILUSTRACIÓN 1 DESCRIPCIÓN DE LA MAQUINA



### CARACTERÍSTICAS

- ✓ El arco siempre es visible para el operador
- ✓ El cable y la pistola son ligeros, haciendo muy fácil su manipulación
- ✓ No produce escoria, por lo cual reduce el tiempo de soldadura y acabado
- ✓ Tiene uno de los más altos rendimientos en deposición

Ilustración 4 CLASIFICACIÓN DEL ALAMBRE PARA SOLDADURA MIG/MAG

<p>ILUSTRACIÓN 2 CLASIFICACIÓN DEL ALAMBRE PARA SOLDADURA MIG/MAG</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>E: electrodo R: varilla</p> <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">ER <u>XXX(X)</u>-X</p> <p>Tipo de inoxidable</p> <p>Composición Química de los electrodos</p> <p style="text-align: right;">Nivel de carbono</p> </div>	<p>ILUSTRACIÓN 3 POSICIÓN DE LA PISTOLA</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 50%;"> <p><b>CORRECTO</b></p> <p>45°</p> </td> <td style="width: 50%;"> <p><b>INCORRECTO</b></p> <p>90°</p> </td> </tr> <tr> <td style="width: 50%;"> <p><b>INCORRECTO</b></p> <p>90°</p> </td> <td style="width: 50%;"> <p><b>CORRECTO</b></p> <p>45°</p> </td> </tr> </table>	<p><b>CORRECTO</b></p> <p>45°</p>	<p><b>INCORRECTO</b></p> <p>90°</p>	<p><b>INCORRECTO</b></p> <p>90°</p>	<p><b>CORRECTO</b></p> <p>45°</p>
<p><b>CORRECTO</b></p> <p>45°</p>	<p><b>INCORRECTO</b></p> <p>90°</p>				
<p><b>INCORRECTO</b></p> <p>90°</p>	<p><b>CORRECTO</b></p> <p>45°</p>				

Metal base	Electrodo recomendado		AWS Especificación del aporte	Rango de corriente	
	Tipo de material	Clasificación del electrodo		Diámetro del electrodo mm	Amperes
Níquel y aleaciones	Monel**Alloy 400 Inconel**Alloy 600	ERNiCu-7 ERNiCrFe-5	A5.14	0.5	—
				0.8	—
				0.9	100-160
				1.2	150-260
				1.6	100-400
Titanio y aleaciones	Commercially pure  Ti-0.15 Pd Ti-5Al-2.5Sn	Use a filler metal one or two grades lower ERTi-0.2Pd ERTi-5Al-2.5Sn or comm. pure	A5.16	0.8	—
				0.9	—
				1.2	—
Inoxidables austeníticos	Type 201 Types 301,302, 304 & 308 Type 304L Type 310 Type 316 Type 321 Type 347	ER308  <u>ER308</u> ER308L ER310 ER316 ER321 ER347	A5.9	0.5	—
				0.6	—
				0.8	75-150
				0.9	100-160
				1.2	140-310
				1.6	280-450
				2.0	—
				2.4	—
				2.8	—
				3.2	—
Aceros al carbono	Hot rolled or cold-drawn plain carbon steels	ER70S-3,or ER70S-1 ER70S-2,ER70S-4 ER70S-5,ER70S-6	A5.18	0.5	—
				0.6	—
				0.8	40-220
				0.9	60-280
				1.2	125-380
				1.3	160-450
				1.6	275-475
				2.0	—
				2.4	—
				3.2	—

Fuente: <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn47.html>

#### ILUSTRACIÓN 5 DEFECTOS TÍPICOS DE SOLDADURAS

DEFECTO	CAUSA
<b>POROS EN EL CORDÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Piezas sucias</li> <li>•Protección de gas insuficiente</li> <li>•Excesiva inclinación de la pistola</li> </ul>
<b>FISURAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Velocidad de enfriamiento elevada</li> <li>•Intensidad elevada</li> </ul>
<b>FALTA DE PENETRACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Parámetros inadecuados</li> <li>•Velocidad de avance incorrecta</li> </ul>
<b>CORDÓN IRREGULAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Intensidad excesiva</li> <li>•Movimiento de avance incorrecto</li> <li>•Arco muy largo</li> </ul>
<b>PROYECCIONES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Suciedad en el metal base</li> <li>•Arco demasiado largo</li> <li>•Parámetros inadecuados</li> </ul>
<b>AGUJEROS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Tensión muy elevada</li> <li>•Chapas muy separadas</li> </ul>

Fuente: <http://elpequenogranblog.blogspot.com/2010/12/migmag-defectos-tipicos.html>

**ANEXO E**  
**PLANOS ELÉCTRICOS**

**ANEXO F**

**ESPECIFICACIÓN TÉCNICAS DE  
LOS ELEMENTOS ELÉCTRICOS**

# Uso General

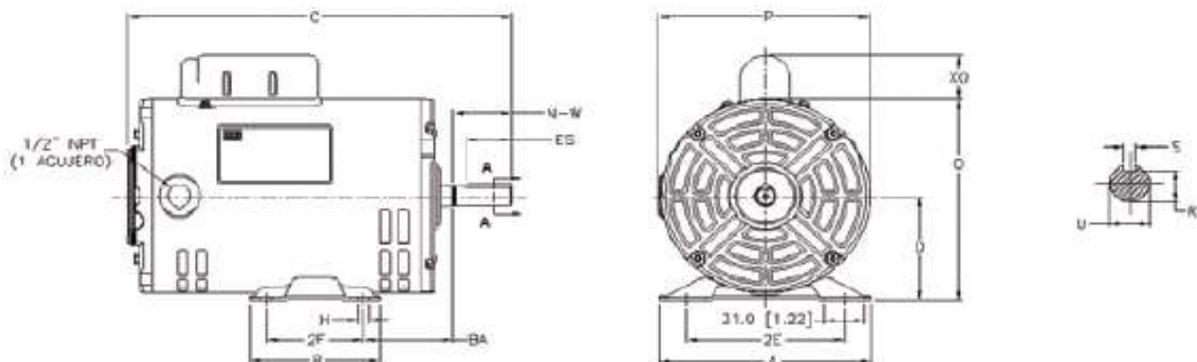
## Datos Electricos

Potencia		Factor de Servicio	Polos	Armazón	Código de Referencia	Tensión V	RPM min <sup>-1</sup>	Corriente Nominal A	Corriente a Factor de Servicio A	Clave KVA/HP	Eficiencia Nominal %	Factor de Potencia pu
HP	KW											
0,25	0,187	1,35	2	56	.25360S1PA56	127/220	3510	6.28/2.35	6.50/2.70	R	52,5	0,44
		1,35	4	56	.25180S1P56	127/220	1745	5.50/2.50	5.80/2.80	P	50,5	0,52
0,33	0,249	1,35	2	56	.33360S1PA56	127/220	3510	7.21/2.70	7.40/3.10	P	55,0	0,57
		1,35	4	56	.33180S1P56	127/220	1750	6.40/2.50	7.00/3.00	P	52,5	0,57
0,50	0,373	1,25	2	56	.50360S1PA56	127/220	3515	9.10/3.70	9.70/4.60	N	59,5	0,58
		1,25	4	56	.50180S1P56	127/220	1740	8.00/3.80	8.70/4.30	N	57,5	0,63
0,75	0,560	1,25	2	56	.75360S1PA56	127/220	3500	11.50/5.00	12.55/5.85	M	62,0	0,61
		1,25	4	56	.75180S1P56	127/220	1750	12.5/5.50	13.10/6.10	P	59,5	0,59
1.0	0,746	1,25	2	56	.001360S1P56	127/220	3515	13.00/6.20	14.00/7.30	M	64,0	0,70
		1,15	4	56	.001180S1P56	127/220	1730	15.00/7.50	17.50/8.62	M	62,0	0,63
1.5	1,119	1,15	2	56	.001560S1P56	127/220	3500	16.50/8.80	18.90/10.10	L	68,0	0,78
		1,15	4	56	.001580S1P56	127/220	1730	20.20/9.37	21.30/10.60	M	66,0	0,66
2.0	1,492	1,15	2	56H	.002360S1P56	127/220	3520	20.0/10.5	22.0/11.5	M	72,0	0,81
		1,15	4	56H	.002180S1P56	127/220	1735	29.00/13.50	33.3/15.50	M	70,0	0,57

## Datos Mecanicos

Potencia		Polos	Armazón	Código de Referencia	D	2E	2F	BA	H	U	N-W	R	ES Min.	S	C	P	O	XO (1)
HP	KW																	
0,25	0,187	2	56	.25360S1PA56	88.9 [3.50]	51.976 [2.44]	76.2 [3.00]	69.85 [2.75]	8.636 [0.34]	15.875 [0.6250]	47.752 [1.88]	13.1318 [0.517]	35.814 [1.41]	4.7752 [0.188]	267 [10.5]	147 [5.8]	161 [6.3]	37.5 [1.47]
		4	56	.25180S1P56											267 [10.5]	147 [5.8]	161 [6.3]	
0,33	0,249	2	56	.33360S1PA56											277 [10.9]	147 [5.8]	161 [6.3]	
		4	56	.33180S1P56											277 [10.9]	147 [5.8]	161 [6.3]	
0,50	0,373	2	56	.50360S1PA56											287 [11.3]	147 [5.8]	161 [6.3]	
		4	56	.50180S1P56											287 [11.3]	147 [5.8]	161 [6.3]	
0,75	0,560	2	56	.75360S1PA56											312 [12.2]	166 [6.5]	171 [6.7]	
		4	56	.75180S1P56											312 [12.2]	166 [6.5]	171 [6.7]	
1.0	0,746	2	56	.001360S1P56											312 [12.2]	166 [6.5]	171 [6.7]	
		4	56	.001180S1P56											312 [12.2]	166 [6.5]	171 [6.7]	
1.5	1,119	2	56	.001560S1P56											322 [12.6]	166 [6.5]	171 [6.7]	
		4	56	.001580S1P56											322 [12.6]	166 [6.5]	171 [6.7]	
2.0	1,492	2	56H	.002360S1P56											352 [13.8]	166 [6.5]	171 [6.7]	
		4	56H	.002180S1P56											362 [14.2]	166 [6.5]	171 [6.7]	

Todas las dimensiones estan en mm [pulgadas]  
 (1) La distancia XO varia para motores de doble capacitor.



• Metallized Polyester Film



**MPE Series**

Brand : AEC

Radial dipped type  
High moisture resistance  
Good solderability  
Temperature range **-40°C to +85°C**

ES-P/N	MFR-P/N	Capacitance	Voltage	Packaging
158-0146-4	MPE152J2J-AEC	1.5nF	630V	BULK
158-0213-8	MPE682J2J-AEC	6.8nF	630V	BULK
158-0143-5	MPE103K2J-AEC	10nF	630V	BULK
158-0162-0	MPE223K2J-AEC	22nF	630V	BULK
158-0160-4	MPE473J2G-AEC	47nF	400V	BULK
158-0147-7	MPE473J2J-AEC	47nF	630V	BULK
158-0163-3	MPE473K2J-AEC	47nF	630V	BULK
158-0151-3	MPE104K2E-AEC	0.1uF	250V	BULK
158-0168-8	MPE104K2G-AEC	0.1uF	400V	BULK
158-0122-4	MPE104K2J-AEC	0.1uF	630V	BULK
158-0145-1	MPE224K2J-AEC	0.22uF	630V	BULK
158-0231-0	MPE474K2G-AEC	0.47uF	400V	BULK
158-0164-6	MPE474K2J-AEC	0.47uF	630V	BULK
<b>158-0140-6</b>	<b>MPE 105J2E-AEC</b>	<b>1uF</b>	<b>250V</b>	<b>BULK</b>
158-0150-0	MPE105K2G-AEC-20MM	1uF	400V	BULK

**Selectores de posición Metálicos**

Incluye manija, cuerpo de fijación posterior y contactos

<b>100014650</b>	3SB3602 - 2KA11	Dos posiciones O-I
<b>100014661</b>	3SB3610 - 2DA11	Tres posiciones I-O-II
<b>100014651</b>	<b>3SB3602 - 4AD11</b>	<b>Dos posiciones con llave de seguridad (extraíble en cualquier posición)</b>



Selector



Selector rojo



Selector con llave

Pulsadores luminosos		
100014813	3SB3245-0AA31	Pulsador luminoso 24VAC/VDC 1NA amarillo
100014814	3SB3245-0AA41	Pulsador luminoso 24VAC/VDC 1NA verde
100014822	3SB3250-0AA21	Pulsador luminoso 110VAC 1NC rojo
100014835	3SB3257-0AA31	Pulsador luminoso 110VAC 1NA amarillo
100014836	3SB3257-0AA41	Pulsador luminoso 110VAC 1NA verde
100014834	3SB3254-0AA21	Pulsador luminoso 220VAC 1NC rojo
100014830	3SB3253-0AA31	Pulsador luminoso 220VAC 1NA amarillo
100014831	3SB3253-0AA41	Pulsador luminoso 220VAC 1NA verde



3SB3245-0AA31

Pulsadores metálicos <sup>2)</sup>		
Incluye pulsador, cuerpo de fijación posterior y contactos		
100014647	3SB3602-0AA41	Pulsador verde + 1NA
100014652	3SB3603-0AA21	Pulsador rojo + 1NC
100014644	3SB3602-0AA11	Pulsador negro + 1NA
100014653	3SB3603-1CA21	Pulsador rojo de tipo hongo 40 mm. + 1NC, con retención y halar para soltar



Pulsador de emergencia



Pulsadores

# SIMATIC S7-1200

## Módulos centrales

### CPU 1214C

#### Sinopsis

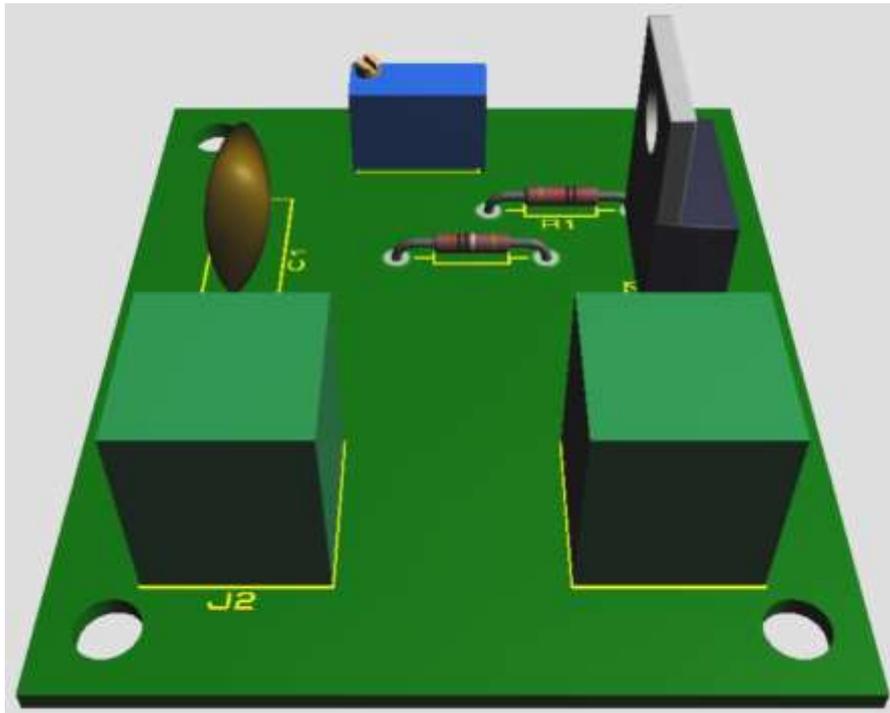


- La CPU compacta de alto rendimiento
- Con 24 entradas/salidas integradas
- Ampliable con:
  - 1 Signal Board (SB) o Communication Board (CB)
  - 8 Signal Modules (SM)
  - Máx. 3 módulos de comunicaciones (CM)

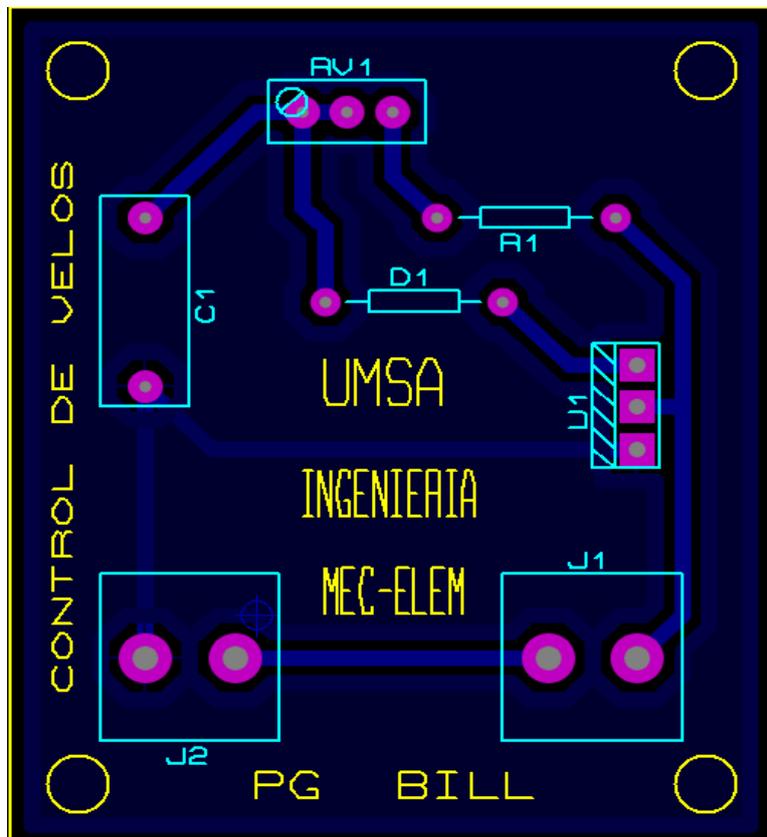
#### Datos técnicos

	6ES7 214-1BG31-0XB0 CPU 1214C AC/DC/relé	6ES7 214-1AG31-0XB0 CPU 1214C DC/DC/DC	6ES7 214-1HG31-0XB0 CPU 1214C DC/DC/relé
<b>Información general</b>			
Ingeniería con			
• Paquete de programación	STEP 7 V11.0 SP2 o superior	STEP 7 V11.0 SP2 o superior	STEP 7 V11.0 SP2 o superior
<b>Tensión de alimentación</b>			
24 V DC		Si	Si
120 V AC	Si		
230 V AC	Si		
<b>Alimentación de sensores</b>			
Alimentación de sensores 24 V			
• 24 V	Rango permitido: 20,4 a 28,8 V	Rango permitido: 20,4 a 28,8 V	Rango permitido: 20,4 a 28,8 V
<b>Pérdidas</b>			
Pérdidas, tip.	14 W	12 W	12 W
<b>Memoria</b>			
Memoria de trabajo			
• integrada	75 kbyte	75 kbyte	75 kbyte
Memoria de carga			
• integrada	4 Mbyte	4 Mbyte	4 Mbyte
Respaldo			
• sin pila	Si	Si	Si
<b>Tiempos de ejecución de la CPU</b>			
para operaciones de bits, tip.	0,085 µs; /instrucción	0,085 µs; /instrucción	0,085 µs; /instrucción
para operaciones de palabras, tip.	1,7 µs; /instrucción	1,7 µs; /instrucción	1,7 µs; /instrucción
para aritmética en coma flotante, tip.	2,5 µs; /instrucción	2,5 µs; /instrucción	2,5 µs; /instrucción
<b>Áreas de datos y su remanencia</b>			
Marcas			
• Cantidad, máx.	8 kbyte; Tamaño del área de marcas	8 kbyte; Tamaño del área de marcas	8 kbyte; Tamaño del área de marcas
<b>Área de direcciones</b>			
Imagen del proceso			
• Entradas, configurables	1 kbyte	1 kbyte	1 kbyte
• Salidas, configurables	1 kbyte	1 kbyte	1 kbyte
<b>Hora</b>			
Reloj			
• Reloj por hardware (reloj tiempo real)	Si	Si	Si

# CIRCUITO DE CONTROL DE VELOCIDAD O UN TIMMER



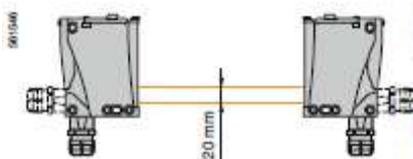
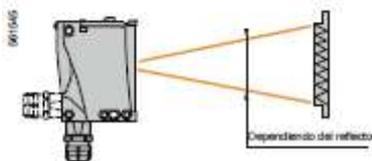
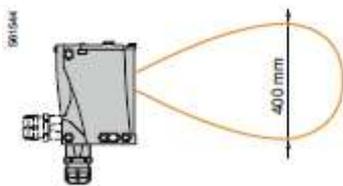
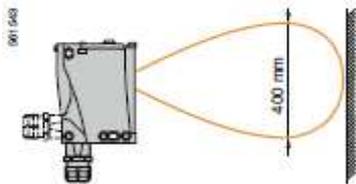
Vista en 3D



Placa del circuito

Diseño	Cilíndrico 18	Miniatura	Compacto 50 x 50	Compacto
				
<b>Dimensiones (A x L x P) en mm</b>	M18 x 64	12 x 34 x 20	18 x 50 x 50	30 x 92 x 77
<b>Alcance nominal máximo en metros</b>	Proximidad con supresión de fondo	0.12	0.10	0.28
	Proximidad	0.4	0.55	1.2
	Con reflector polarizado	3	4	5.7
	Con accesorio barrera	20	14	35
<b>Allimentación</b>	— Salida estática	■	■	■
	— Salida relé	—	—	■
<b>Conexión</b>	Cable	■	■	—
	Conector	■	■	■
	Bornes con tornillos	—	—	■
<b>Tipo de detector</b>	XUB 0	XUM 0	XUK 0	XUX 0
<b>Página</b>	3/4	3/6	3/8	3/10

### Alcances nominales (ver tabla arriba)



### Detección a distancia sin accesorio con supresión de fondo

- Sin accesorio, el OsiSense detecta objetos sin tomar en cuenta su color de fondo.
- Se recomienda un medio ambiente limpio.

### Distancia de detección sin accesorios

- Mas allá de la detección con supresión de fondo, la misma celda OsiSense, sin accesorios, permite detectar objetos, pero puede ser influenciada por el fondo y el color de los objetos detectados.

### Distancia de detección con accesorio reflex

- Instalando un reflector al frente del detector, la celda OsiSense detecta objetos sin tomar en cuenta su brillo o su color.
- El diámetro del reflector debe ser menor al diámetro del objeto detectado.
- Mientras mayor es el área del reflector, mayor es la distancia de detección. Ejemplo: con un reflector XUZ C50, el haz será de 50 x 50 mm.

### Distancia de detección con accesorio emisor de sistema barrera

- Después de instalar y conectar el accesorio del sistema barrera, la misma celda OsiSense detecta objetos sin tomar en cuenta su color, brillo o el fondo.
- Se obtiene la máxima distancia de detección.
- La celda y el emisor deben ser cuidadosamente alineados
- Buena adaptación a la contaminación y al polvo.

**ANEXO G**

**PROGRAMACIÓN EN EL PLC S7-**

**200**

ANEXO H

**PLAN DE MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO DE LOS  
COMPONENTES**

HOJA DE TRABAJO								
Sistema:	Componente:							Realizado por:
Eléctrico	PLC							
Tarea Propuesta	FRECUENCIA DE CHEQUEO							A Realizar por:
	D	S	M	B M	T M	S M	A	
Verificar cables sueltos de entradas y salidas						X		Operador
Limpiar residuos de polvo y suciedad			X					Operador
Verificar la vida útil de la pila							X	Operador

HOJA DE TRABAJO								
Sistema:	Componente:							Realizado por:
Eléctrico	Sensor Fotoeléctrico							
Tarea Propuesta	FRECUENCIA DE CHEQUEO							A Realizar por:
	D	S	M	B M	T M	S M	A	
Verificar la calibración de la salida						X		Operador
Inspeccionar las conexiones de los cables						X		Operador
Verificar que el sensor tenga el comportamiento apropiado y que no haya fugas al realizar el proceso			X					Operador

HOJA DE TRABAJO									
Sistema:		Componente:						Realizado por:	
Eléctrico		Contactores y relés auxiliares							
Tarea Propuesta		FRECUENCIA DE CHEQUEO						A Realizar por:	
		D	S	M	B M	T M	S M		
Verificación el estado de los contactos								X	Operador
Comprobar la alimentación					X				Operador
Verificación el estado de los terminales					X				Operador
Comprobar el apriete en los bornes					X				Operador
Verificación del estado de los cables					X				Operador

HOJA DE TRABAJO									
Sistema:		Componente:						Realizado por:	
Mecánico		Banda Transportadora							
Tarea Propuesta		FRECUENCIA DE CHEQUEO						A Realizar por:	
		D	S	M	B M	T M	S M		
Limpieza de la banda				X					Operador
Verificar posibles desalineamientos				X					Operador
Verificar que la correa no este tocando ningún punto fijo de la estructura				X					Técnico
Verificar que la estructura este bien apoyada y nivelada					X				Operador

HOJA DE TRABAJO								
Sistema:	Componente:						Realizado por:	
Mecánico	Cadenas planas de los transportadores							
Tarea Propuesta	FRECUENCIA DE CHEQUEO							A Realizar por:
	D	S	M	B M	T M	S M	A	
Inspecciones de las cadenas de los transportadores		X						Operador
Revisar, limpiar o sustituir sea el caso de los eslabones defectuosos				X				Técnico
Verificar la tensión de la cadena y que no exista un bucle(desalineación)			X					Operador

HOJA DE TRABAJO								
Sistema:	Componente:						Realizado por:	
							nombre del encargado	
Neumático	Cilindros Neumáticos							
Tarea Propuesta	FRECUENCIA DE CHEQUEO							A Realizar por:
	D	S	M	B M	T M	S M	A	
Comprobar las presión de funcionamiento del circuito neumático para evitar sobrepresiones			X					Técnico
Comprobar el apriete de los conectores neumáticos del cilindro para evitar fugas			X					Técnico
Limpiar la suciedad del vástago				X				Operador