



**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
MECÁNICA ELÉCTRICA**

**TESIS**

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA DOSIFICADORA  
SEMIAUTOMÁTICA PARA VINO CON CAPACIDAD  
DE 350 U/H EN LA EMPRESA “VINO GRAN SEÑOR” -  
MONSEFÚ, LAMBAYEQUE**

**PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**Autores:**

**Bach. García Díaz Mayken Jersson**

**Bach. Tullume Pisfil Jose Junior**

**Asesor:**

**Dr. Olortegui Yume Jorge Antonio, Ph.D.**

**Línea de Investigación:**

**Ingeniería de Procesos Productivos**

**Pimentel - Perú**

**2019**

DISEÑO DE UNA MÁQUINA DOSIFICADORA SEMIAUTOMÁTICA PARA VINO CON  
CAPACIDAD DE 350 U/H EN LA EMPRESA “VINO GRAN SEÑOR” - MONSEFÚ,  
LAMBAYEQUE

---

Bach. García Díaz Mayken Jersson  
**AUTOR**

---

Bach. Tullume Pisfil Jose Junior  
**AUTOR**

---

Dr. Olortegui Yume Jorge Antonio, Ph.D  
**ASESOR**

Presentado a la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad Señor de Sipán  
para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista

**APROBADO POR:**

---

Msc. Rojas Coronel Ángel Marcelo  
**Presidente del Jurado de tesis**

---

Mg. Vives Garnique Juan Carlos  
**Secretario del Jurado de tesis**

---

Mg. Alvarado Silva Carlos Alexis  
**Vocal del Jurado de tesis**

**PIMENTEL – 2019**

## DEDICATORIA

*A mis padres Marisol y Guillermo, que han sido los pilares fundamentales y sustento en la realización de este trabajo... A mi tía María Liduvina por su apoyo incondicional... A mis hermanos que siempre me alientan en mis metas... Ya mi Abuela Bertila, en el cielo, que en vida me brindo mucha protección, su recuerdo me ha alimentado espiritualmente en todo mi recorrido universitario.*

**GARCIA DIAZ MAYKEN JERSSON**

*A Dios, por darme la oportunidad de vivir, por estar conmigo en cada paso que doy, por haberme permitido llegar hasta este punto y haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante toda mi carrera profesional.*

*A mis padres, Lidia Pisfil Garnique y José Rosario Tullume Chafloque por el cariño y soporte absoluto durante todo mi trayecto universitario.*

*A mis primos hermanos Cesar, Carlos, Elmer y Lilitiana Tullume Rodríguez por el apoyo incondicional durante mi etapa universitaria.*

**TULLUME PISFIL JOSE JUNIOR**

## **AGRADECIMIENTO**

Menciono con agradecimiento a mis tías Flor Díaz Ramos y Nola Díaz Ramos quienes han contribuido en mi formación, siempre con sus consejos y atentas a muchas de mis necesidades.

**García Díaz Mayken Jersson**

Quiero también expresar mi agradecimiento a mis tíos el Dr. Jacinto Pisfil Garnique y al Ing. Isidro Pisfil Garnique por haberme encaminado durante mi recorrido universitario. Mis abuelos Isidro Pisfil Guzmán y Felipa Garnique Chambergó por inculcarme valores como responsabilidad, honestidad, humildad y a mis abuelos Dolores Tullume Azabache y Florinda Chafloque Custodio por su amor y apoyo incondicional.

**Tullume Pisfil, Jose Junior**

Ambos autores estamos muy agradecidos con nuestro Asesor Metodológico y Especialista el Dr. Jorge Olortegui Yume que con su capacidad y experiencia nos ayudó en el desarrollo de este trabajo.

Debemos mencionar también con mucho agradecimiento a la Universidad Señor de Sipán que nos acogió en sus claustros, y a los profesionales que nos impartieron sus conocimientos para construir nuestras fortalezas académicas.

Deseamos reconocer con agradecimiento a nuestros compañeros y amigos de estudio del décimo ciclo de la escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, por habernos acompañado durante el trayecto del presente trabajo de investigación, cada reunión y momentos vividos ha sido para intercambiar ideas, consejos y tiempo de buen humor.

## RESUMEN

*En el presente trabajo de investigación se diseñó una máquina dosificadora semiautomática para vino con capacidad de 350 U/H en la empresa “Vino Gran Señor” – Monsefú, Lambayeque.*

*Se determinaron las necesidades de la empresa mediante entrevistas y una inspección visual. Realizando una búsqueda a nivel Latinoamericano y mundial de las normas de diseño, determinando la inexistencia de estas. Por lo que se siguieron las recomendaciones de diseño de estándares comerciales de los fabricantes. A continuación, se generaron cuatro conceptos de diseño, los cuales fueron evaluados mediante una matriz de criterios ponderados, seleccionando el concepto más tentativo. Luego, al concepto seleccionado se le aplicó el diseño de configuración con la finalidad de obtener las dimensiones generales del equipo con base en una óptima configuración. El paso siguiente fue analizar las cargas de flexión y torsión que afectan al eje principal haciendo uso del software de simulación. Seguidamente se realizó el diseño paramétrico de la banda transportadora con la ayuda de una Interfaz Gráfica (GUI) en el software matemático MATLAB teniendo en cuenta rangos para las variables de ancho de banda, tipo de banda y la producción de envases, paso siguiente se desarrolló una Interfaz gráfica (GUI) con gráficas paramétricas del eje sometido tanto a carga estática como dinámica y así corroborar los cálculos manuales. Para finalizar se realizó la selección de los componentes estándar de la máquina y la elaboración de planos.*

*Se llevaron a parametrización las medidas más importantes de los componentes de la máquina. Resultando ganador el concepto de diseño número tres denominado Máquina llenadora semiautomática para líquidos, J® Automation. Mediante el software de simulación se observó que los esfuerzos máximos y deformaciones se concentran en las muescas de 2.5mm del eje cuadrado y se obtuvo un valor de 15 para el factor de seguridad el cual es el límite de rango en el software. La parametrización del sistema de banda transportadora mostró una amplia vista del comportamiento de las variables, para un ancho de banda de 152 mm y una producción de 350 U/H. Esta máquina necesita ser suministrada con 48 W de potencia. De las gráficas paramétricas se obtuvo factores de seguridad de 44 y 33 para carga estática y dinámica, respectivamente. El proyecto tiene una inversión inicial de S/. 12,934.80 soles, que será recuperado en base al incremento de la producción. De acuerdo al análisis económico, tiene un Período de Retorno de Inversión de 1 mes con 21 días.*

**Palabras claves:** Paramétrico, Eje, Interfaz gráfica, banda transportadora, Software.

## ABSTRACT

*In this research work, a semiautomatic dosing machine for wine with a capacity of 350 U / H was designed in the company "Vino Gran Señor" - Monsefu, Lambayeque.*

*The needs of the company were determined through interviews and a visual inspection. Performing a search at a Latin American and worldwide level of design standards, determining the nonexistence of these. Therefore, the commercial standards design recommendations of the manufacturers were followed. Then, four design concepts were generated, which were evaluated through a matrix of weighted criteria, selecting the most tentative concept. Then, the selected design was applied to the configuration design in order to obtain the overall dimensions of the equipment based on an optimal configuration. The next step was to analyze the flexion and torsion loads that affect the main axis using simulation software. The parametric design of the conveyor belt was then carried out with the help of a Graphical Interface (GUI) in MATLAB mathematical software taking into account ranges for the variables of bandwidth, band type and packaging production, next step was developed a Graphical Interface (GUI) with parametric graphs of the axis subject to both static and dynamic loading and thus corroborate the manual calculations. Finally, the selection of the standard components of the machine and the preparation of plans were made.*

*The most important measures of the machine components were parameterized. Winning the design concept number three called semi-automatic filling machine for liquids, J® Automation. Through the simulation software that the maximum stresses and deformations are concentrated in the 2.5mm notches of the square axis and a value of 15 was obtained for the safety factor which is the limit of the range in the software. The parameterization of the conveyor system showed a broad view of the behavior of the variables, for a band width of 152 mm and a production of 350 U / H. This machine needs to be supplied with 48 W of power. From the parametric graphs, safety factors of 44 and 33 were obtained for static and dynamic loads, respectively. The project has an initial investment of S/. 12,934.80 soles, which were recovered based on the increase in production. According to the economic analysis, it has a 1-month Return on Investment Period with 21 days.*

**Key Words:** *Parametric, Axis, Graphic interface, conveyor belt, software.*

## INDICE

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
RESUMEN .....	v
ABSTRACT .....	vi
I. INTRODUCCION.....	13
1.1. Realidad Problemática.....	13
1.2. Antecedentes de Estudio .....	16
1.3. Teorías relacionadas al Tema .....	19
1.3.1. Vino.....	19
1.3.2. Fabricación del vino .....	20
1.3.3. Tipos de vino.....	23
1.3.4. Envasado del vino .....	24
1.3.5. Materiales para envases de vino.....	29
1.3.6. Máquinas Dosificadoras de líquidos .....	33
1.3.7. Clasificación de Máquinas Dosificadoras de líquidos .....	33
1.3.8. Materiales utilizados en la Fabricación de Máquinas Dosificadoras de Líquidos .....	36
1.3.9. Principio de Funcionamiento de las Máquinas Dosificadoras de Líquidos .....	37
1.3.10. Partes de una Máquina Dosificadora de Líquidos .....	38
1.3.11. Diseño de Máquinas Dosificadoras de Líquidos .....	40
1.3.12. Definición de Términos .....	49
1.3.13. Análisis Económico.....	50
1.4. Formulación del Problema .....	51
1.5. Justificación e importancia del Estudio .....	51
1.5.1. Justificación Ambiental.....	51
1.5.2. Justificación Técnica.....	51
1.5.3. Justificación Económica.....	51
1.5.4. Justificación Social.....	51
1.6. Hipótesis .....	51

1.7. Objetivos .....	52
1.7.1. Objetivo General .....	52
1.7.2. Objetivos Específicos.....	52
II. MATERIAL Y METODO .....	54
2.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	54
2.1.1. Tipo de Investigación.....	54
2.1.2. Diseño de Investigación .....	54
2.2. Población y Muestra.....	54
2.3. Variables y Operacionalización.....	54
2.3.1. Variables Independientes .....	54
2.3.2. Variables Dependientes.....	54
2.3.3. Operacionalización de Variables.....	54
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	56
2.4.1. Técnicas de recolección de datos .....	56
2.4.2. Instrumentos de recolección de datos .....	57
2.4.3. Procedimiento de recolección de datos .....	57
2.5. Procedimientos de Análisis de Datos .....	60
2.5.1. Abordaje metodológico.....	60
2.5.2. Metodología de diseño .....	60
2.6. Criterios éticos.....	64
2.7. Criterios de Rigor Científico .....	65
III. RESULTADOS .....	68
3.1. Necesidades de la empresa .....	68
3.2. Recomendaciones de Diseño para Máquina Dosificadora de Vino. ....	74
3.3. Especificaciones de ingeniería .....	74
3.4. Conceptos de solución a las necesidades de la empresa.....	79
3.5. Determinación de la alternativa optima de los conceptos generados mediante una matriz de selección de criterios ponderados. ....	83
3.6. Diseño de configuración mediante la generación de 03 alternativas posibles y escoger la mejor opción mediante una matriz de selección.....	87

3.7. Dimensionamiento del equipo mediante las sugerencias de las entrevistas, normativa y juicio ingenieril.....	91
3.8. Selección de Materiales.....	91
3.9. Caculo de las cargas de diseño, esto es, fuerzas, torques, caudales, cargas térmicas, etc. aplicadas sobre el equipo, según sea el caso. ....	93
3.10. Diseño paramétrico de las partes o componentes críticos de la máquina dosificadora de vino, haciendo uso de software de ingeniería adecuado.....	98
3.11. Selección de los componentes estándar del equipo.....	107
3.12. Análisis de perdidas mayores y menores en el sistema de bombeo de la máquina dosificadora .....	111
3.13. Análisis hidráulico del proceso de dosificado en la máquina.....	114
3.14. Sistema de Control Semiautomático .....	117
3.15. Elaboración de planos de ingeniería.....	124
3.16. Análisis económico. ....	127
3.17. Plan de Mantenimiento del equipo .....	130
3.18. Discusión de Resultados.....	134
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	138
4.1. Conclusiones .....	138
4.2. Recomendaciones .....	140
REFERENCIAS .....	141
ANEXOS .....	146

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Envasado de vino manual. ....	15
<b>Figura 2.</b> Vino tinto y vino blanco. ....	20
<b>Figura 3.</b> Recolección de racimos de uva. ....	21
<b>Figura 4.</b> Despalillado de racimos de uva. ....	21
<b>Figura 5.</b> Bodega moderna de Fermentación en tanques de acero inoxidable. ....	22
<b>Figura 6.</b> Centrifugación del vino. ....	23
<b>Figura 7.</b> Gráfico del flujo de vinificación. ....	24
<b>Figura 8.</b> Máquina esterilizadora de botellas de vidrio. ....	25
<b>Figura 9.</b> Embotellado con gotas de Nitrógeno. ....	26
<b>Figura 10.</b> Máquina encorchadora. ....	26
<b>Figura 11.</b> Botellas de vino encapsuladas. ....	27
<b>Figura 12.</b> Máquina etiquetadora de envases de vino. ....	28
<b>Figura 13.</b> Almacenamiento de vino en cajas. ....	28
<b>Figura 14.</b> Distribución y comercialización de vino. ....	29
<b>Figura 15.</b> Envases de vidrio. ....	30
<b>Figura 16.</b> Envases bag in box. ....	31
<b>Figura 17.</b> Envases de plásticos (PET). ....	31
<b>Figura 18.</b> Envases de aluminio. ....	32
<b>Figura 19.</b> Envases de Tetra glax. ....	33
<b>Figura 20.</b> Clasificación de las Máquinas Dosificadoras de Líquidos. ....	34
<b>Figura 21.</b> Máquina envasadora lineal Equitek serie DNL. ....	35
<b>Figura 22.</b> Máquina envasadora rotativa WORKERS modelo WK-RT 24-8. ....	36
<b>Figura 23.</b> Principio de Funcionamiento de una máquina dosificadora. ....	37
<b>Figura 24.</b> Partes de la máquina envasadora lineal (a) Banda transportadora, (b) Tablero de control, (c) Boquillas, (d) Red de tuberías, (e) Tanque de Almacenamiento, (f) Electrobomba Centrifuga ..... 38	38
<b>Figura 25.</b> Diagrama del cuerpo libre del eje motriz. ....	44
<b>Figura 26.</b> Diagrama de flujo del desarrollo de actividades. ....	59
<b>Figura 27.</b> Diagrama de flujo del desarrollo de los objetivos específicos. ....	62
<b>Figura 28.</b> Concepto 1. ....	80
<b>Figura 29.</b> Concepto 2. ....	81
<b>Figura 30.</b> Concepto 3. ....	82
<b>Figura 31.</b> Concepto 4. ....	83
<b>Figura 32.</b> Configuración N <sup>a</sup> 01 para la máquina dosificadora de vino. ....	87
<b>Figura 33.</b> Configuración N <sup>o</sup> 02 para la máquina dosificadora de vino. ....	88
<b>Figura 34.</b> Configuración N <sup>o</sup> 03 para la máquina dosificadora de vino. ....	89
<b>Figura 35.</b> Dimensionamiento de la máquina dosificadora de vino. ....	91
<b>Figura 36.</b> Diagrama de cuerpo libre del eje principal de la máquina. ....	94
<b>Figura 37.</b> Diagrama de cuerpo libre para las reacciones del eje. ....	94
<b>Figura 38.</b> Simulación del Esfuerzo de Von Misses en el Software de Simulación. ....	95
<b>Figura 39.</b> Simulación de la deformación del eje en el Software de Simulación. ....	96
<b>Figura 40.</b> Simulación del Factor de seguridad en el Software de Simulación. ....	96
<b>Figura 41.</b> Captura de pantalla de la presentación de la GUI para cálculo de banda transportadora. .	101

<b>Figura 42.</b> Interfaz de usuario (GUI) y parametrización de variables para banda 900 flat top. ....	102
<b>Figura 43.</b> Interfaz de usuario (GUI) y parametrización de variables para banda 1400 flat top. ....	104
<b>Figura 44.</b> Interfaz de usuario (GUI) y parametrización de variables el eje de acero inoxidable para el AISI 304. ....	106
<b>Figura 45.</b> Interfaz de usuario (GUI) y parametrización de variables el eje de acero inoxidable AISI 316. ....	106
<b>Figura 46.</b> Electroválvula neumática 5/2. ....	110
<b>Figura 47.</b> Diagrama Unifilar Sistema Hidráulico .....	116
<b>Figura 48.</b> Inicio del Proceso - Modo Off. ....	119
<b>Figura 49.</b> Funcionamiento de la Banda Transportadora. ....	119
<b>Figura 50.</b> Funcionamiento del motor de las boquillas. ....	120
<b>Figura 51.</b> Funcionamiento del motor de las boquillas. ....	120
<b>Figura 52.</b> Llenado de envases. ....	121
<b>Figura 53.</b> Posición final de la banda transportadora. ....	121
<b>Figura 54.</b> Diagrama electroneumático .....	122
<b>Figura 55.</b> Diagrama Neumático y Eléctrico.....	122
<b>Figura 56.</b> Plano de la Máquina Dosificadora de Vino. ....	126
<b>Figura 57.</b> Cálculo de tiempo de retorno de Inversión. ....	127
<b>Figura 58.</b> Flujo de caja para la inversión de la máquina dosificadora de vino. ....	129
<b>Figura 59.</b> Periodo de recuperación de la inversión de la inversión.....	129
<b>Figura 60.</b> Diagrama de caja negra del sistema de banda transportadora de la máquina dosificadora de vino.....	151
<b>Figura 61.</b> Diagrama de caja negra del eje principal de la máquina dosificadora de vino. ....	152
<b>Figura 62.</b> Bloques de botellas a transportarse en la máquina .....	166
<b>Figura 63.</b> Diagrama de cuerpo libre.....	180
<b>Figura 64.</b> Diagrama de cuerpo libre .....	180
<b>Figura 65.</b> Diagrama de cuerpo libre .....	181
<b>Figura 66.</b> Diagrama de Fuerzas Cortantes .....	183
<b>Figura 67.</b> Diagrama de Momentos Flectores .....	186
<b>Figura 68.</b> Diagrama de Fuerzas que actúan sobre el eje principal. ....	187
<b>Figura 69.</b> Factor concentrador de esfuerzos por carga estática.....	189
<b>Figura 70.</b> Factor concentrador de esfuerzos por carga estática.....	190
<b>Figura 71.</b> Lenguaje de Programación del Sistema de Control Semiautomático .....	208
<b>Figura 72.</b> Lenguaje de Programación del Sistema de Control Semiautomático .....	208
<b>Figura 73.</b> Lenguaje de Programación del Sistema de Control Semiautomático .....	209
<b>Figura 74.</b> Selección de compresor de aire.....	210
<b>Figura 75.</b> Selección de cilindro neumático .....	210

# **CAPITULO I**

# **INTRODUCCION**

## **I. INTRODUCCION**

### **1.1. Realidad Problemática**

En un mundo globalizado cada vez más competitivo, algunas economías emergentes como China han experimentado un espectacular crecimiento en el sector industrial alimentario. Los productos con mejor calidad y a menor precio dominan el mercado. La automatización optimiza los procesos de producción, reduciendo costos y logrando un mayor control de los parámetros de calidad y seguridad alimentaria. Ante la necesidad de mantener estándares de calidad e higiene elevados para los productos alimenticios, se debe valorar la posible automatización de los procesos alimentarios con personal debidamente capacitado en el uso de las máquinas y el cuidado del producto (Medina, 2017).

Actualmente, el proceso para el envasado de líquidos en los países latinoamericanos como Ecuador, Colombia, México, Panamá, etc., se realiza con máquinas llenadoras automáticas, semiautomáticas y, en algunos casos, son envasados de forma manual. En Cuba preocupa en gran medida el envasado de productos líquidos, debido a que en el país los sistemas de envasado emplean tecnología antigua, obsoleta y consumidora de energía, por lo que el llenado no es constante y además existe contacto directo del operador con el producto que genera condiciones de salubridad no adecuadas para manejo de alimentos. En este país hay muchas empresas que no realizan el envasado del producto, sino que lo transportan en recipientes como cántaros (jarrones), generando contaminación y una necesidad insatisfecha de los clientes (Castañeda y Llanes, 2003).

Hoy en día el desarrollo tecnológico de las instalaciones de embotellado ha propiciado que el rendimiento haya pasado de 1,000 botella/hora en máquinas semiautomáticas y 50,000 botellas/hora en las grandes líneas de embotellado. Este entorno altamente automatizado ha permitido a los fabricantes de bebidas refrescantes reducir el número de trabajadores necesarios en las cadenas de producción (Ward, 2000).

En el Perú la uva se ha venido cultivando tradicionalmente en la costa sur del país, principalmente en los departamentos de Ica, Lima, Moquegua, Arequipa y Tacna, la demanda creciente de vinos a nivel del Perú y del mundo ha originado un auge inusitado en las industrias vitivinícolas las cuales son contadas a nivel nacional. Los métodos

empleados actualmente que soportan la mayoría de sus procesos de fabricación de vino son manuales, lo cual conlleva a una proliferación de error humano y a una inversión de tiempo considerable en revisiones y correcciones (Yi, 2008).

Las maquinas envasadoras de líquidos en el Perú son escasas debido a su excesivo costo de fabricación, y las máquinas que existen son hechas artesanalmente sin regir normas de diseño y/o de salud, la situación problemática existe en no poder contar con el uso de modernos y eficientes controladores que ayuden a controlar la temperatura, el nivel constante del líquido y otros factores. En el departamento de Ica el volumen de producción anual de vino tinto y blanco al año supera los 1'350,000 litros de vino tinto y 650,000 litros de vino blanco, por lo que se propone contar con maquinaria de envasado automático para contrarrestar la producción de vino. El 90% de esta producción se vende en el mercado Nacional (Aquize, 2003).

En la región Lambayeque existen microempresas dedicadas al envasado de bebidas tales como: vino, chicha, refrescos y agua entre otros, que son embotellados en su mayoría de casos manualmente. Esto se debe al desconocimiento de máquinas modernas que realizan este trabajo o que, a pesar de conocer sobre estas tecnologías los propietarios no cuentan con los medios suficiente para la adquisición de equipos salidos de fábrica.

La empresa Vino Gran Señor se dedica al envasado y distribución de vino en la ciudad de Monsefú, Lambayeque. La empresa cuenta con cinco (05) trabajadores que se distribuyen en los procesos en las secciones de Lavado, Llenado, Encorchado, Encapsulado, Etiquetado y Almacenado. Su segmento de mercado son los distritos de Santa Rosa, Ciudad Etén, Monsefú y caseríos aledaños. Esta empresa ha obtenido el premio por ser la Primera Empresa Envasadora de vino de Calidad en la localidad mencionada. A todo esto, se añade sus 10 años de experiencia avalando aún más la calidad de su producto.

El envasado de vino en la empresa “Vino Gran Señor” se lleva acabo manualmente (Figs. N° 1), esto ha generado dificultades pues se ha encontrado que en varias ocasiones la mano de obra es insuficiente. Además, el trabajo manual presenta muchos inconvenientes tales como derrames de líquido, incomodidad en el llenado y tiempo de demora. En resumen, se producen perdidas por todos los factores mencionados. Por lo

expuesto, la empresa en mención ha considerado la posibilidad de invertir en el diseño y fabricación de una máquina dosificadora de vino para mejorar su proceso y reducir costos. Hasta la fecha en esta empresa no existe una máquina dosificadora para el llenado de líquido.

La empresa Vino Gran Señor, envasa su producto manualmente en tres (03) minutos por botella aproximadamente, lo cual es deficiente para su producción. El presente proyecto plantea el diseño de una máquina dosificadora semiautomática con tres boquillas, que envasará 350 U/H, ya que máquinas análogas observadas en sitios web se tardan 30 segundos para llenar una botella.



**Figura 1.** Envasado de vino manual.

**Fuente:** Propia.

Este proyecto se centra en mostrar la factibilidad del diseño de una máquina dosificadora para vino con capacidad de 350 U/H en la empresa “Vino Gran Señor” considerando un proceso de diseño metodológico de ingeniería.

## 1.2. Antecedentes de Estudio

Los siguientes trabajos de investigación son antecedentes al presente proyecto.

Ortega (2013) diseñó y construyó una máquina para envasado de agua en México. Se optó por diseñar el resorte de la válvula, se diseñó de tal forma que al hacer contacto la válvula con la botella, la fuerza del actuador no doble ni deforme la botella. Para el cálculo del resorte se calculó la carga máxima del resorte, carga máxima de operación, diámetro medio, diámetro del alambre, diámetro exterior e interior del resorte, factor del resorte, número de espiras, longitud libre del resorte, paso del resorte, longitud libre del alambre, deflexión del resorte, longitud de trabajo y longitud mínima del resorte. Finalmente se obtuvo la constante del resorte  $K = 39.40 \text{ lb/in}$ . Se decidió que el material del resorte sería ASTM A313 TIPO 304, con un diámetro exterior  $D_o = 0.729$  y diámetro interior  $D_i = 0.585$ , asimismo se realizó dos prototipos, obteniendo como mejores resultados su segundo prototipo probándose con 2 orificios, la entrada de agua se tenía en un lado y la salida de aire por otro; con lo que la presión se libera y la botella se llena completamente. En conclusión, la construcción de una máquina para envasado de agua, la válvula de llenado debe de tener una entrada de agua y una salida de aire, de lo contrario la botella no se llenará completamente. La metodología de diseño en Solidworks fue beneficiosa pues el primer paso brinda la geometría base de la máquina. Se espera ser competitivo en el mercado de los líquidos envasados.

Castañeda y Llanes, (2003) en su investigación “Automatización y control de máquina envasadora de líquidos” en Cuba. Se optó por utilizar un micro PLC para el soporte técnico, ya que este tipo de equipamiento está destinado para solucionar tareas de mando y regulación en maquinaria e instalaciones, permitiendo la interfaz hombre máquina, se propuso un control del tipo on/off, pues no se requiere de medición de la variable temperatura, además se puntualizó que los márgenes de temperatura requeridos para el sellado sean entre  $100 - 200 \text{ }^\circ\text{C}$ , se concibió la manipulación de forma periódica del motor por medio de un C/F. Para el control de dosificación las variantes de control de nivel a usar se simularon y analizaron tres técnicas de control. Se decidió como bloque de control el micro PLC de SIEMENS, de gama baja serie S7-200, CPU 224 acoplado al panel de

operador coros OP3 para su manejo y visualización, para un futuro Scada se le incorporó el módulo EM277 de comunicaciones y para el control de dosificación se optó por la técnica FEED FORWARD. En conclusión, se introdujo en el sistema la técnica del control anticipado, el cual garantiza la solución definitiva para la estabilización del llenado, el uso de autómatas programables permitió alta precisión en la temporización de las acciones de control, se desarrolló e implementó un sistema automatizado novedoso para máquinas envasadoras de leche y yogurt resultando mejoras sustanciales en la eficiencia y calidad del proceso.

Vásquez y Cortés, (2014) diseñaron y construyeron un prototipo de una máquina embotelladora para jugos pasteurizados en Colombia. Se implementó un sistema CAD-CAE (Diseño asistido por computador – Ingeniería asistida por computador) para el diseño y la simulación del prototipo virtual de la máquina de envasado, asimismo se utilizó un sistema CAM (Manufactura asistida por computador), y equipos de manufactura CNC (Control numérico computarizado) para el mecanizado de las diferentes partes de la máquina, se diseñó también un sistema eléctrico y electrónico para el control del proceso de embotellado, finalmente se realizaron pruebas, ensayos y acciones de mejora sobre el prototipo ya construido. Para el tanque de pre llenado se implementó una válvula de bola manual de 2 vías de 1 1/2 mejorando la inyección del líquido, asimismo para el llenado se decidió por optar electroválvulas marca SHAKO de la serie SPU220A-04, el cual se ajustaba muy bien a las especificaciones de diseño del sistema ya manufacturado, y se decidió cambiar el sistema de detección de nivel por un sistema de temporización. Concluyeron que las herramientas CAD son muy eficientes en la elaboración de diseños y planos de un producto, los análisis por elementos finitos son una herramienta que ayuda en la toma de decisiones sobre la seguridad y funcionalidad, las tecnologías basadas en CNC son más versátiles, eficientes y precisas que el mecanizado convencional, el proyecto de diseño fue un éxito.

Aquize (2013) en su investigación “Control y supervisión de los procesos de fermentación y estabilización de vinos tabernero” en Lima. Se decidió automatizar el control de temperatura, nivel y presión de los tanques de fermentación y estabilización de

vino mediante un sistema de supervisión, con la finalidad de mejorar la calidad del vino. Para poder seleccionar el tipo de PLC se tuvo que determinar el número de I/O que debería soportar el PLC, y la capacidad de memoria de usuario, siendo el número de puntos de I/O del PLC superior a 100 puntos y la memoria de usuario del PLC superior a 2 kilopalabras. Se decidió por optar modernos y eficientes controladores lógicos programables (PLC) modular puesto que los PLC compactos están restringidos a aplicaciones con 100 o menos puntos de I/O y con memoria de usuario con 2 o menos kilo palabras, asimismo se utilizó el software HMI/SCADA RSView32, además se desarrolló un programa de control con lenguaje Ladder para integrar los diversos componentes de los procesos de fermentación, estabilización y a su vez realizar la supervisión de estos procesos desde una sala central de control. Se creó y editó pantallas graficas de tendencia asimismo resúmenes de alarma para el sistema de supervisión, que interactúan con el programa de control a través de una base de datos de tags. En conclusión, el control basado en lógica programada mediante un PLC es mejor que la de control mediante lógica cableada, ya que se ejerce acciones de control con eficiencia y con costos óptimos, se ha comprobado que en las plantas industriales donde se emplea control programable, las utilidades son mayores.

Alva Y Barreto, (2014) en su investigación “Control y supervisión de llenado de botellas con PLC S7-1200 y LabVIEW (Servidores OPC)” en Trujillo. Se optó por diseñar la estructura mecánica del proceso (faja transportadora) y el brazo de un robot (material, dimensionamiento, grados de libertad, etc.), simularon el proceso de embotellado con ayuda del software SolidWorks y el control mediante Labview. Diseñaron la parte electrónica del sistema que posteriormente sería adaptado a un controlador lógico programable (PLC), automatizaron el sistema físico involucrado en el proceso de llenado, transporte, selección y supervisión desde una PC. Se decidió por seleccionar electroválvulas con una presión de 0.02 – 0.8 Mpa, una bomba DC de 12V (prototipo) con capacidad de 550 litros por hora, un servomotor de 100mA, sensor de distancia ultrasónico HC-SR04, microcontroladores atmega2560 y un PLC Siemens S7 1200. Para controlar el brazo robot se hizo una comunicación Arduino Labiew, la respuesta entre PLC y Labview fue de 200 ms aprox. Se llegó a la conclusión que el desarrollo con el control y supervisión de llenado de botellas con PLC s7-1200 y Labview usando servidores OPC a bajo costo,

se puede implementar en las empresas de sector bebidas, refrescos en la ciudad de Trujillo, se logró asimismo la correcta selección de las botellas a llenar, siendo separadas por el brazo robot las que no cumplían con los estándares.

Fernández (2015) diseñó una máquina semiautomática para el llenado aséptico de agua en la empresa PROBENOR S.A.C en Pimentel. Se inclinó por investigar el proceso de llenado de diferentes modelos de máquinas ya existentes para ello se generaron tres (03) prototipos, se realizaron los cálculos de diseño del soporte, se diseñó también los parámetros de llenado asimismo del sistema neumático, para la modelación de la máquina llenadora aséptica se utilizó el software Solidworks, finalmente se elaboraron planos y se realizó un análisis económico final para determinar los valores del TIR y VAN. Para el diseño del soporte de la máquina se decidió utilizar Acero inoxidable grado AISI 304, se obtuvo un factor de seguridad  $n = 2.13$ , las dimensiones de la máquina fueron de 1.70m X 0.6m X 0.65m, se halló el diámetro de la tubería de aire  $D = 5.54$  mm, capacidad del compresor 90 l/min, caudal de llenado  $Q = 0.9475$  l/s, potencia de llenado  $X = 0.5$  HP, se tuvo una producción de 100 BPH y se seleccionó una llave térmica general de 16 A., asimismo para la automatización del sistema de la máquina llenadora aséptica se utilizó el software Unity pro. En conclusión, la herramienta de diseño Solidworks brindó una mejor visualización detallada del diseño del prototipo, asimismo se utilizó el software Unity PRO para la automatización del sistema, con la elaboración de los planos se logró el correcto ensamblaje de los componentes de la máquina. Con una inversión de 40 000 soles según las tasas de interés vigentes se proyecta un retorno de inversión de 12 meses.

### **1.3. Teorías relacionadas al Tema**

#### **1.3.1. Vino**

Es una bebida obtenida de la uva mediante la fermentación alcohólica de su mosto o zumo, la fermentación se produce por la acción metabólica de levaduras, que transforman los azúcares del fruto en etanol y el gas en forma de dióxido de carbono, el azúcar y los ácidos que posee la fruta (uva) son suficientes para el desarrollo de la fermentación. No obstante, el vino es una suma de factores ambientales: clima, altitud, latitud, horas de luz, temperatura, entre otros factores. Aproximadamente un 66% de la recolección mundial de

uva, se dedica a la producción vinícola; el resto es para su consumo como fruta. España lidera el comercio mundial del vino (Wikipedia, 2017).

Entre los años 2004 y 2013 el volumen exportado de vino peruano registró una tasa de crecimiento promedio anual de 13,2%, habiendo crecido en más de cuatro veces los envíos, registrando el año 2013 más de 180 mil litros (IEES,2014).



*Figura 2.* Vino tinto y vino blanco.

**Fuente:** Roldán, J., 2015.

### **1.3.2. Fabricación del vino**

Para obtener el vino se tiene que seguir un proceso, que varía depende al origen del mismo, básicamente se siguen los pasos que se detallan a continuación.

#### **La recolección**

La cosecha de la vid se hace a mano o también mecanizada, cuando esta se encuentre en su punto de madurez, es esencial que la manipulación de la fruta sea cuidadosa para no afectar su calidad debido a que el jugo de las uvas dañadas está sujeta a cambios debido a la oxidación enzimática. Unos de los factores que afecta la descomposición de la fruta es la temperatura, por lo que es importante que los viñedos se encuentren situados cerca a las instalaciones para que la uva sea procesada en el menor tiempo posible (Morris, 2008).



**Figura 3.** Recolección de racimos de uva.

**Fuente:** Garrido, L., 2009.

### **Trituración**

El método de trituración mecánico tradicional utiliza dos rodillos de trituración colocados antes de la despalilladora, aunque para la producción de vinos blancos de mayor calidad se prefiere que la despalilladora se sitúe antes de la trituración ya que si los tallos son aplastados liberan compuestos fenólicos en el mosto; en la trituración de debe tener en cuenta que las capas exteriores de las semillas no se vean tan afectadas por que contribuyen también a la liberación de ácido fenólico (Morris J., 2008).



**Figura 4.** Despalillado de racimos de uva.

**Fuente:** Sanchez, F., 2012.

## **Fermentación**

La fermentación de la uva se realiza en tanques que varía tanto en tamaño como en material, depende a las condiciones y calidad del vino que se desee obtener, pero en la mayoría de bodegas se usan los tanques de acero inoxidable. La temperatura óptima para la levadura usada en la fermentación del mosto debe fluctuar entre los 21°C y 27°C, la conversión de azúcar en alcohol incrementa la temperatura del jugo debido al proceso de fermentación, por ese motivo el control de la temperatura es importante especialmente para los tanques mayores a 50 galones (Morris, 2008).



**Figura 5.** Bodega moderna de Fermentación en tanques de acero inoxidable.

**Fuente:** Ramos, A., 2017.

## **Sedimentación y Centrifugación**

Este proceso precede a la fermentación dado que al finalizar esta, la levadura se asienta formando un sedimento compacto en el fondo de los tanques. Para separar el líquido fermentado del sedimento se extrae los sólidos contenidos en el jugo blanco, permitiendo producir vinos afrutados y reduciendo las proteínas que causan inestabilidad (Morris, 2008).



**Figura 6.** Centrifugación del vino.  
**Fuente:** Urbina Vinos blog, 2013

### **1.3.3. Tipos de vino**

Los vinos pueden ser clasificados por diversas características y se detalla a continuación (Protocolo y Etiqueta, 2017).

#### ***Según el Color***

Vino tinto: Elaborado a partir de uvas tintas a las que no se les separa el hollejo.

Vino blanco: Elaborado a partir de uvas blancas o tintas (pulpa no coloreada).

Vino rosado: Elaborado a partir de uvas tintas y a las que se les ha separado parcialmente el hollejo.

#### ***Según la Edad***

Vino joven: Es un vino con menos de seis (06) meses de envejecimiento en barrica.

Vino crianza: Es un vino con un mínimo de dos (02) años de envejecimiento de los cuales seis meses de maduración es en barrica y el resto en botella.

Vino reserva: Es un vino con al menos de tres (03) años de envejecimiento de los cuales un año de maduración es en barrica y el resto en botella.

Vino gran reserva: Es un vino con al menos de cinco (05) años de envejecimiento, de los cuales dos años de maduración es en barrica y el resto en botella.

#### ***Según el contenido de azúcar***

Vino seco: Contienen entre 0 - 5 gramos de azúcar por litro de vino.

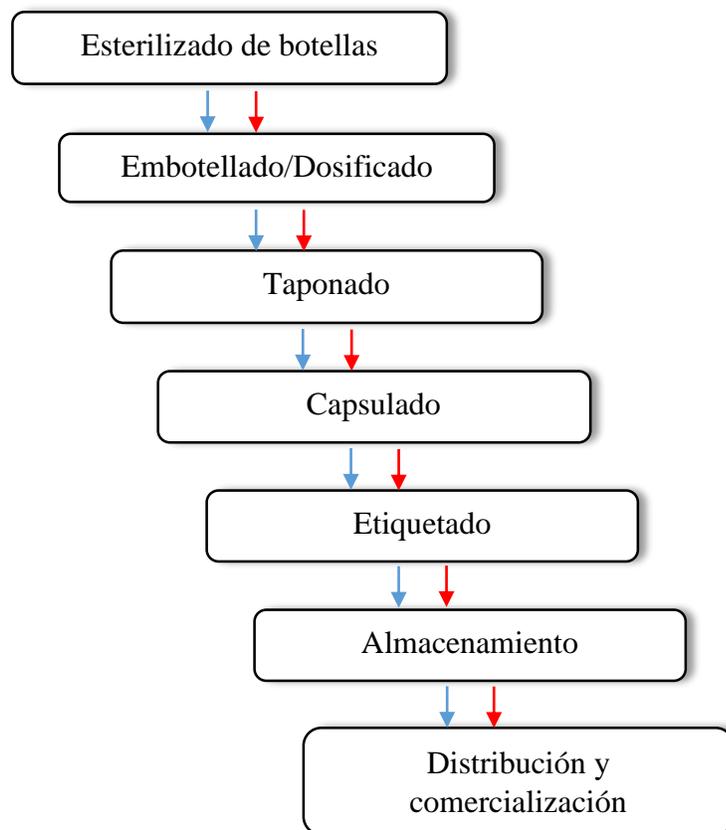
Vino semi seco: Contienen entre 5 - 30 gramos de azúcar por litro de vino.

Vino semidulce: Contienen entre 30 - 50 gramos de azúcar por litro de vino.

Vino dulce: Contienen más de 50 gramos de azúcar por litro de vino.

### 1.3.4. Envasado del vino

El envasado del vino es la parte final del proceso de producción de vino y consta básicamente de los pasos: Esterilizado, Embotellado, Taponado, Capsulado, Etiquetado, Envasado, Almacenamiento y Distribución y se detallan en la figura N° 8 (Cata vino, 2014)



**Figura 7.** Gráfico del flujo de vinificación.

**Fuente:** Cata Vino, 2014

## **Esterilizado de Botellas**

Debido a que las botellas nuevas llegan a la bodega conteniendo moho, polvo y otras partículas y materiales, deben ser esterilizadas antes de que el vino sea vertido en su interior (Martín y Santolalla, 2006).



**Figura 8.** Máquina esterilizadora de botellas de vidrio.

**Fuente:** R. Bardi, 2014.

## **Embotellado**

Se debe tener especial cuidado durante esta operación evitando que el ingreso de oxígeno y microorganismos, existen varias técnicas para lograr la inertización eficiente del envase, una de las más destacadas es el *Envasado con Gotas de Nitrógeno* que consiste en generar un cambio de fase a 176 °C transformando el nitrógeno líquido a gas permitiendo desplazar de forma inmediata el oxígeno contenido en la botella (Martín y Santolalla, 2006).



**Figura 9.** Embotellado con gotas de Nitrógeno.  
**Fuente:** Indura, 2017.

### **Taponado o Encorchado**

En esta etapa la botella es cerrada de manera eficiente con un corcho para que no haya ningún tipo de fuga del vino, la botella debe encontrarse como mínimo 10 minutos cuello arriba, para que el corcho comprimido recupere el 90% de su expansión en la botella. Se recomienda utilizar un sistema de compresión de corchos tipo mandíbula deslizante de 4 segmentos. (Martín y Santolalla, 2006).



**Figura 10.** Máquina encorchadora.  
**Fuente:** Urbina Vinos blog, 2013.

## Capsulado

Una cápsula o cápsula fina, a menudo se coloca sobre la parte superior de la botella para proteger el cierre, mejorar la apariencia de la botella de vino, y mantener la imagen de calidad. Bodegas modernas utilizan cápsulas hechas a partir de materiales como el estaño / aluminio, plástico de alta resistencia y plástico termo retráctil (Martín y Santolalla, 2006).



**Figura 11.** Botellas de vino encapsuladas.

**Fuente:** Urbina Vinos blog, 2013.

## Etiquetado

La etiqueta brinda al envase una presentación elegante como también muestra información del producto como el año de cosecha, razón social del productor, marca comercial, nación de procedencia, contenido de alcohol, contenido de la botella en (ml, litros, etc.), sistema de reciclado de envases. Las bodegas pequeñas en un esfuerzo por ahorrar la inversión de capital etiquetan a mano todos los envases, pero, este proceso se torna antieconómico cuando la capacidad de la bodega supera los 20.000 galones; en este caso se debe considerar en la adquisición de una máquina etiquetadora automática como la que se muestra en la figura N°13 (Martín y Santolalla, 2006).



**Figura 12.** Máquina etiquetadora de envases de vino.  
**Fuente:** Albeniz, 2016.

### **Almacenamiento**

El vino envasado debe ser almacenado en una bodega que cumpla con las condiciones idóneas que varían según las condiciones de trabajo, ya sea por razones de seguridad e higiene como por optimizar las condiciones de almacenamiento y crianza de los vinos. En toda bodega se deben tener en cuenta como mínimo los siguientes factores ambientales: Temperatura, Humedad, Iluminación y Ventilación. (Martín y Santolalla, 2006).



**Figura 13.** Almacenamiento de vino en cajas.  
**Fuente:** Urbina Vinos blog, 2013.

## **Distribución y comercialización**

Para la distribución y comercialización de productos vinícolas se deben tener en cuenta una serie de prácticas para asegurar que cumplan los parámetros de calidad y respeto ambiental durante su ciclo de vida, y son las siguientes: Condiciones de almacenamiento, Gestión de pedidos, Transporte, Exposición, venta y Consumo final. (Martín y Santolalla, 2006).



*Figura 14.* Distribución y comercialización de vino.

**Fuente:** Vinetur, 2014.

### **1.3.5. Materiales para envases de vino**

#### **Vidrio**

Los envases de vidrio poseen características que los hacen idóneos para el envasado, tales como: capacidad de aislamiento (impermeabilidad, neutralidad con el contenido e inatacabilidad química), transparencia, resistencia mecánica, moldeabilidad, posibilidades de esterilización, aspecto y durabilidad.

Desde el punto de vista de la preservación del ambiente resulta favorable porque es un material totalmente reciclable y por sus características es uno de los mejores materiales para el envasado de líquidos y/o alimentos (Aucejo, Herranz, Navarro, y Aguirre, 2006).



**Figura 15.** Envases de vidrio.

**Fuente:** Juvasa, 2015.

### **Envases “Bag in box”**

Los envases Bag in box, consiste en introducir el vino dentro de una bolsa sellada con una válvula para su dosificación, depositando dicha bolsa en el interior de una caja cerrada. La bolsa está formada por una bolsa interior de polietileno y una bolsa exterior multicapa, al estar constituida por material flexible, la bolsa reduce su tamaño a medida que el contenido se vierte, evitando así el contacto con el aire.

Estos envases ofrecen múltiples ventajas como un almacenamiento sencillo y económico, también cuenta con un peso y volumen reducido, permite una larga duración del contenido, son seguros, a prueba de golpes, cómodos y versátiles se pueden fabricar en diversos tamaños y formatos (Aucejo, Herranz, Navarro, y Aguirre, 2006).



**Figura 16.** Envases bag in box.  
**Fuente:** Menajovsky, J., 2014.

### **Envases plásticos (PET)**

Los envases PET (politereftalato de etileno), poseen características principales como: resistencia química, propiedades térmicas, barrera a CO<sub>2</sub>, aceptable a O<sub>2</sub> y humedad, es compatible con otros tipos de materiales, que mejoran en su conjunto la calidad barrera del envase y sobre todo es reciclable.

El vino en botella PET tiene todas las ventajas de este material, ya que con su menor peso permite una mejor manipulación y transporte (Aucejo, Herranz, Navarro, y Aguirre, 2006).



**Figura 17.** Envases de plásticos (PET).  
**Fuente:** PetPack., 2014.

## Envase de Aluminio

Los envases de aluminio son resistentes a la rotura y como característica principal estos envases enfrían cinco veces más rápido que el tradicional envase de vidrio. Además, pesa un 66% menos, es reciclable y proporciona protección contra los rayos ultravioletas. Con este sistema, el vino es envasado en latas o botellas de aluminio cuyo interior ha sido recubierto con una laca para evitar la corrosión. Actualmente se están utilizando para el envasado de vinos afrutados (Aucejo, Herranz, Navarro, y Aguirre, 2006).



**Figura 18.** Envases de aluminio.

**Fuente:** Wasilevsky, J., 2008.

## Tetra glax

Los envases Tetra glax, es un nuevo material que se ha desarrollado recientemente y se trata de un recubrimiento vítreo, ligeramente flexible, con características similares a las del vidrio utilizado en la fabricación de botellas.

Con este avance se abaratarían los costos de producción (ya que es más caro que un cartón para bebidas normal pero más barato que una botella de vidrio), destacar también que es reciclable, cuida del envejecimiento del vino por su opacidad, y por su flexibilidad absorbe mejor las vibraciones (Aucejo, Herranz, Navarro, y Aguirre, 2006).



**Figura 19.** Envases de Tetra glax.

**Fuente:** Bueno, A., 2016.

### 1.3.6. Máquinas Dosificadoras de líquidos

Se conoce como maquinaria dosificadora de líquidos a las líneas de producción destinadas a la introducción del producto dentro de su envase. A la hora de seleccionar la maquinaria es fundamental tener en cuenta tanto el producto que se desea envasar como las necesidades de producción. Según el primer punto, se escogerá un tipo de equipamiento u otro y en el segundo punto, el nivel de automatización y la velocidad de la línea.

Para la selección de la maquinaria deben tenerse en cuenta también los siguientes puntos: capacidades técnicas, necesidades de personal, seguridad laboral, mantenimiento, nivel de servicio, fiabilidad, confiabilidad, capacidad de integrarse dentro de la línea de producción, coste del equipo, espacio requerido, flexibilidad, consumo de energía, calidad de los embalajes producidos, certificaciones (para alimentos, líquidos, etc.), eficiencia, productividad, ergonomía, retorno de la inversión, etc. (Wikipedia, 2017)

### 1.3.7. Clasificación de Máquinas Dosificadoras de líquidos

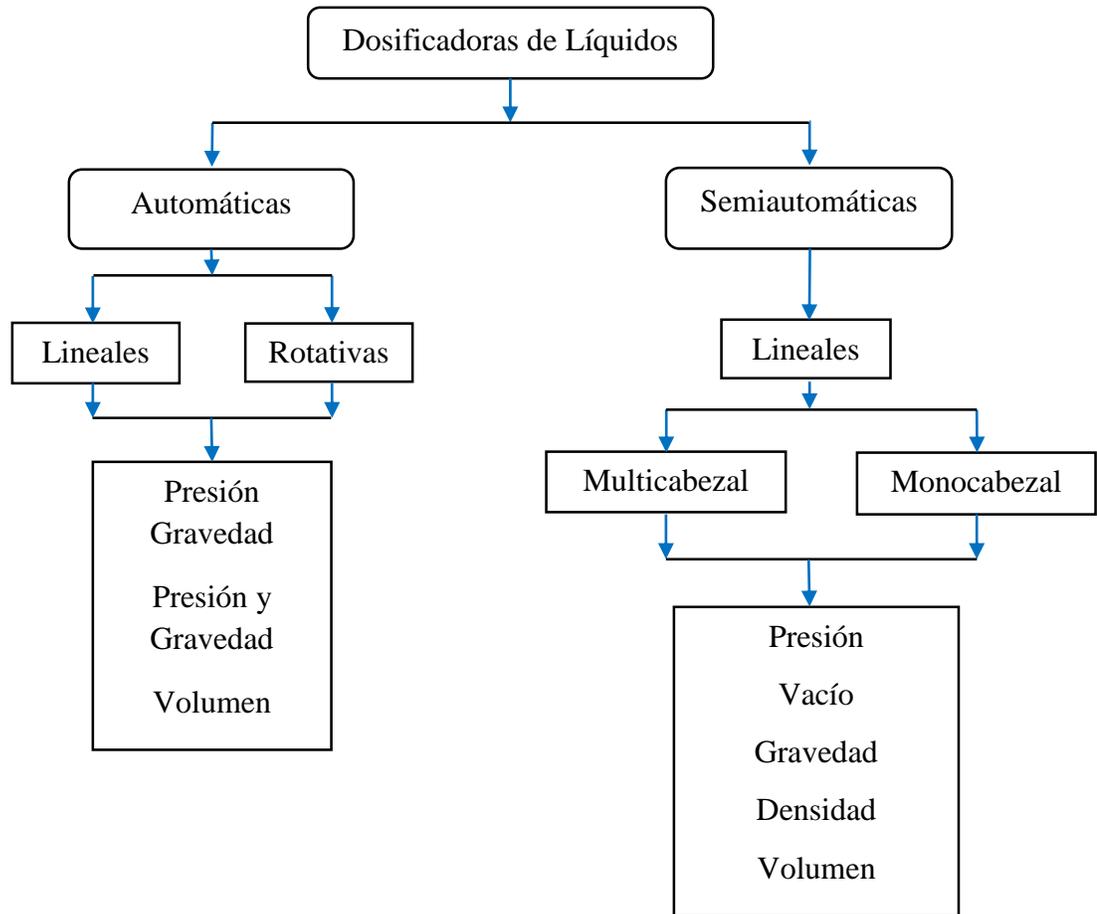
Las máquinas dosificadoras de líquidos se clasifican por lo general en automáticas y semiautomáticas. Los detalles pueden verse en la figura N° 20.

#### **Llenadoras semiautomáticas**

Son aquellas en las que el accionamiento de algún elemento de la operación de envasado se realiza manualmente. Estas llenadoras son del tipo lineal.

### Llenadoras automáticas

Son aquellas que realizan la operación de envasado de un producto donde no interviene un medio manual. Estas llenadoras se subdividen en: Llenadoras lineales y llenadoras rotativas.



**Figura 20.** Clasificación de las Máquinas Dosificadoras de Líquidos.

**Fuente:** Lavayen, G., 2004.

### Llenadoras lineales

Son aquellas en las que; la alimentación y el llenado se realizan por medio de un transportador posicionador y un cabezal de válvulas que se encuentran alineado. La alimentación o el accionamiento del cabezal de llenado es manual en el caso de llenadoras semiautomáticas, y para el caso de máquinas automatizadas la operación es controlada por un PLC o por sistemas de control electro neumáticos o electromecánicos (Lavayen, 2004).



**Figura 21.** Máquina envasadora lineal Equitek serie DNL.  
**Fuente:** Equitek, 2016.

Las llenadoras lineales pueden ser de dos tipos:

- *Mono cabezal.* - Son aquellas máquinas en las que el cabezal de llenado está constituido por una sola válvula.
- *Multi cabezal.* - Son aquellas en las que el cabezal de llenado está constituido por más de una válvula.

Con relación al producto que se utiliza en la operación de envasado, las llenadoras lineales pueden ser:

- Llenadoras lineales de presión.
- Llenadoras lineales de vacío.
- Llenadoras lineales de volumen.
- Llenadoras lineales por gravedad.
- Llenadoras lineales por densidad.

### **Llenadoras rotativas**

Son aquellas en las que; la alimentación de envases, las válvulas de llenado y la operación de envasado se realizan en un sistema tipo carrusel; por tanto, se utiliza un sistema de estrellas de alimentación y salida de envases, las cuales van sincronizadas al tanque porta

válvulas de llenado. Estas llenadoras generalmente son automáticas en su operación (Lavayen, 2004).



**Figura 22.** Máquina envasadora rotativa WORKERS modelo WK-RT 24-8.

**Fuente:** Workers, 2017.

Con relación al producto que se utiliza en la operación de envasado, las llenadoras rotativas pueden ser:

- Llenadoras rotativas por gravedad.
- Llenadoras rotativas por presión y gravedad.
- Llenadoras rotativas por volumen.

### **1.3.8. Materiales utilizados en la Fabricación de Máquinas Dosificadoras de Líquidos**

#### **Acero inoxidable AISI 304**

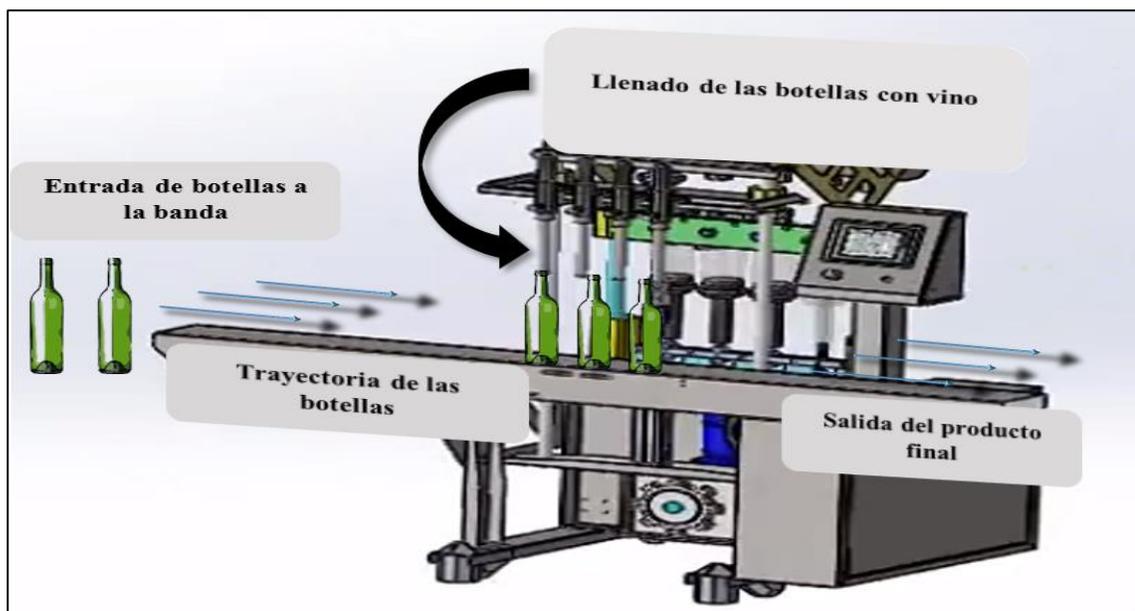
El acero inoxidable es uno de los materiales más utilizados en la industria alimenticia. Esto se debe a su composición química, el cual puede variar según el grado y tipo de acero, que lo hace resistente a la corrosión y a sus propiedades mecánicas, estas propiedades lo hacen ideal para el manejo y manipulación de productos.

El acero inoxidable cumple con la Norma Framework Regulation N° 1935/2004/EC de la Unión Europea, que define los requerimientos básicos que deben cumplir los materiales pensados para el contacto directo con productos alimenticios, esta norma sin embargo no

hace restricciones en cuanto a que grado de acero inoxidable utilizar. La norma americana NSF/ANSI Standard 51-2007, define a los aceros AISI 200, AISI 300 y/o AISI 400 con porcentajes mayores al 16%, como adecuados para el contacto de alimentos (Fernández, 2015).

### 1.3.9. Principio de Funcionamiento de las Máquinas Dosificadoras de líquidos

Las máquinas dosificadoras de líquidos son diseñadas específicamente para el manejo de las operaciones de llenado, haciendo uso de la tecnología de automatización neumática.



**Figura 23.** Principio de Funcionamiento de una máquina dosificadora.

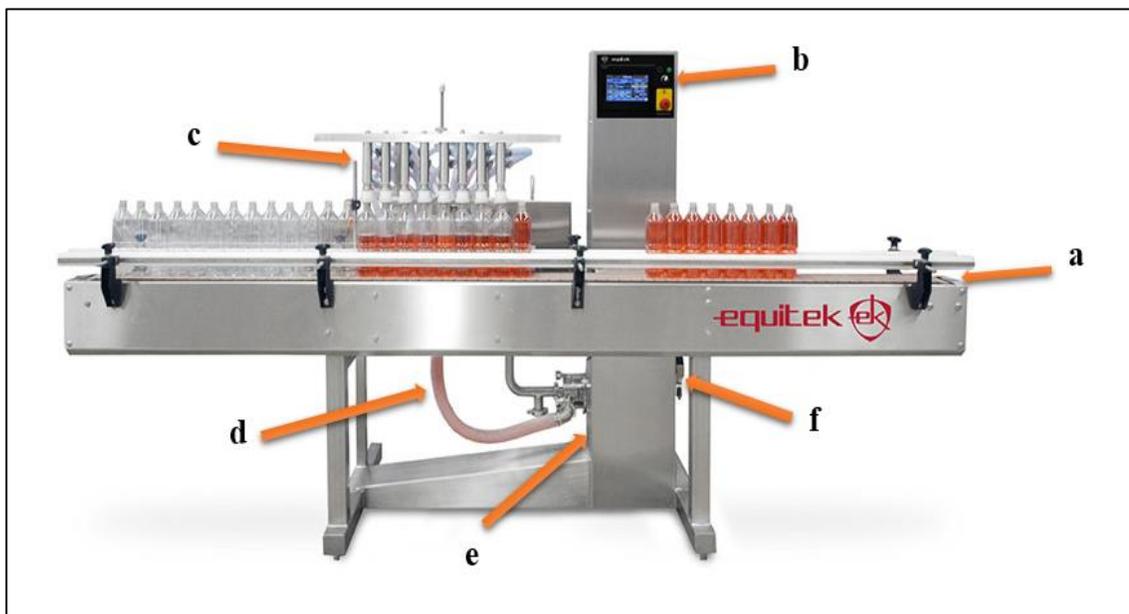
**Fuente:** García, 2017.

Las máquinas llenadoras de botellas, también llamadas embotelladoras, tienen por principal misión introducir el líquido en el interior de las botellas, alcanzando un nivel adecuado en función de la capacidad nominal de las mismas y de su temperatura, así como también garantizar las condiciones de estabilización de los vinos embotellados, estas máquinas pueden ser de accionamiento manual o automático. Todas las máquinas se componen de un depósito acumulador del líquido a embotellar, generalmente situado en la parte superior de la embotelladora, donde por acción de la gravedad, o por presión en el depósito, o por vacío en la botella, el líquido es empujado hacia los elementos de llenado; así como también de un sistema de circulación de botellas en las máquinas

semiautomáticas o automáticas, y por fin de un conjunto de grifos, caños o boquillas de llenado, pudiendo estar colocados en línea en las máquinas manuales y/o semiautomáticas, o bien en circunferencia en las embotelladoras automáticas. La diferencia entre estas máquinas se debe en su mayor parte, al sistema de boquillas de llenado utilizados (Urbina vinos, 2012).

### 1.3.10. Partes de una Máquina Dosificadora de Líquidos

A continuación, en la figura N° 24 se muestran las partes más resaltantes de una máquina envasadora de vino semiautomática del tipo lineal.



**Figura 24.** Partes de la máquina envasadora lineal (a) Banda transportadora, (b) Tablero de control, (c) Boquillas, (d) Red de tuberías, (e) Tanque de Almacenamiento, (f) Electrobomba Centrífuga

**Fuente:** Equitek, 2017.

#### a) Banda transportadora

Una cinta o banda transportadora es un sistema de transporte construido generalmente de Acetal, Polietileno o Polipropileno que se mueve entre dos tambores. La banda es arrastrada por la fricción de los tambores, y estos a la vez son accionados por un motor, esta fricción es la resultante de la aplicación de una tensión a la banda transportadora, habitualmente mediante un mecanismo tensor por husillo o tornillo

tensor. El otro tambor suele girar libre, sin ningún tipo de accionamiento, y su función es servir de retorno a la banda. La banda es soportada por rodillos entre los dos tambores. Denominados rodillos de soporte (Intralox, 2016).

**b) Tablero de control**

Un tablero de control es un gabinete donde se alojan todos los equipos de protección, maniobra, control, medición, comunicación, conexión y señalización que realizan funciones específicas dentro de un proceso de automatización. (Wikipedia, 2017).

**c) Boquillas**

La boquilla es un dispositivo mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación de líquidos o gases mediante una pieza movable que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos. (Wikipedia, 2017).

**d) Red de tuberías**

Las tuberías son los elementos por donde el líquido a envasar es conducido desde un depósito, y que es dispensado hacia las botellas. Por lo general es impulsado mediante una electrobomba (Wikipedia, 2017).

**e) Tanque de Almacenamiento**

Son estructuras fabricadas de diversos materiales, son usados para guardar y/o preservar líquidos o gases a presión ambiente, por lo que ciertos medios técnicos se les da el calificativo de tanques de almacenamiento atmosféricos (Wikipedia, 2017).

**f) Electrobomba centrífuga**

La bomba centrífuga es actualmente la máquina más utilizada para bombear líquidos en general. Este tipo de bombas son siempre rotativas que transforman la energía mecánica de un impulsor en energía cinética o de presión de un fluido incompresible. El fluido ingresa por el centro del rodete o impulsor, que dispone de álabes para conducir el fluido, y por efecto de la fuerza centrífuga es impulsado hacia el exterior, donde es recogido por la carcasa o cuerpo de la bomba. Debido a la

geometría del cuerpo, el fluido es conducido hacia las tuberías de salida o hacia el siguiente impulsor (Wikipedia, 2017).

### 1.3.11. Diseño de Máquinas Dosificadoras de Líquidos

#### Densidad del fluido

Es la magnitud física que determina la cantidad de masa en un determinado volumen de una sustancia.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \dots (1)$$

Donde:

**m**: Masa (kg)

**V**: Volumen (m<sup>3</sup>)

#### Cálculo de la Banda Transportadora

Para determinar si una banda es adecuada para su aplicación, se debe conocer su carga en funcionamiento y compararla con su resistencia. Asimismo, se debe tener en cuenta las condiciones de la aplicación como: ambiente abrasivo, altas temperaturas, productos alimenticios, etc. Los siguientes pasos nos permitirán obtener la banda necesaria que cumpla con nuestros requerimientos. Las ecuaciones empleadas están basadas en el manual para Bandas Transportadoras de Intralox (2018).

#### Carga de tensión sobre la Banda

$$BP = [ (M + 2W) * F_w + M_p ] * L + (M * H) \quad \dots (2)$$

Donde:

**BP**: Carga de Tensión sobre la Banda (kg/m)

**M**: Carga de producto (kg/m<sup>2</sup>)

**W**: Peso de la banda (kg/m)

**L**: Longitud del transportador (m)

**H**: Cambio de altura del transportador (m)

**F<sub>w</sub>**: Coeficiente de fricción entre la guía de desgaste y la banda

y,

$$M_p = M * F_p * \%AB \quad \dots (3)$$

Donde:

**$M_p$** : Carga debido a la acumulación del producto

**$F_p$** : Coeficiente de fricción entre la banda y el producto

**% $AB$** : Porcentaje de acumulación en la banda

La fuerza de tracción ajustada sobre de la banda nos indica la tracción debido a las diversas condiciones de trabajo de la banda. Se puede hallar de la siguiente manera:

$$ABP = BP * SF \quad \dots (4)$$

Donde:

**$ABP$** : Fuerza de tracción ajustada (kg/m)

**$SF$** : Factor de servicio bajo diversas condiciones

Las bandas transportadoras tienen dimensiones estándar designadas según los fabricantes, especialmente en aquellas hechas de polímeros como el poliuretano. Teniendo la fuerza de tracción sobre la banda, se procede a comparar esta fuerza con la resistencia permitida de la banda seleccionada.

### **Resistencia permitida de la banda**

Habiendo

$$ABS = BS * T * S \quad \dots (5)$$

Donde:

**$ABS$** : Resistencia permitida de la banda transportadora (kg/m de ancho de la banda)

**$BS$** : Resistencia de la banda seleccionada (kg/m)

**$T$** : Factor de temperatura

**$S$** : Factor de resistencia

Tanto el factor de Servicio, como de Temperatura y de Resistencia se hallarán de las tablas de Intralox mostradas en los anexos. Habiendo obtenido tanto la fuerza de tracción ajustada sobre la banda como la resistencia permitida de la banda, procedemos a compararlas. Si  $ABS$  es mayor que  $ABP$ , nuestra selección es correcta y podremos continuar con la secuencia de cálculo. Si  $ABS$  es menor que  $ABP$ , se puede seleccionar

otra banda o cambiar algunos parámetros de aplicación como la distribución de la carga de producto o la velocidad de la banda.

### **Separación entre los engranajes del Eje Motriz.**

El porcentaje de Resistencia permitida de la banda utilizada, *ABSU*, se determina mediante la fórmula:

$$ABSU = \left( \frac{ABP}{ABS} \right) * 100 \% \quad \dots (6)$$

Donde:

**ABSU**: Porcentaje de resistencia permitida de la banda (%)

**ABP**: Fuerza de tracción ajustada (kg/m)

**ABS**: Resistencia permitida de la banda transportadora (kg/m de ancho de la banda)

### **Confirmar la resistencia del eje motriz.**

El eje se flexiona bajo las cargas combinadas de la Tracción ajustada de la banda y su propio peso. La carga total del eje, *W*, se obtiene de:

$$w = (ABP + Q) * B \quad \dots (7)$$

Donde:

**w**: Carga total del eje (kg)

**Q**: Peso del eje (kg/m)

**B**: Ancho de la banda (m)

En ejes soportados por dos cojinetes. La deflexión, *D*, se calcula, con:

$$D = \frac{5}{384} * \frac{w * L_S^3}{E * I} \quad \dots (8)$$

Donde:

**D**: Deflexión (mm)

**L<sub>S</sub>**: Largo del eje entre cojinetes (mm)

**E**: Módulo de elasticidad (kg/mm<sup>2</sup>)

**I**: Momento de Inercia (mm<sup>4</sup>)

El Par de Torsión,  $T_0$  a transmitirse se determina con:

$$T_0 = ABP * B * \frac{DP}{2} \quad \dots (9)$$

Donde:

$T_0$ : Par de torsión (Kg.mm)

$DP$ : Diámetro de paso del engranaje (mm)

### **Determinar la potencia necesaria para accionar la banda**

La potencia motriz, HP, se obtiene con:

$$HP = \frac{ABP * B * v}{33.000} \quad \dots (10)$$

Donde:

$HP$ : Potencia motriz

$ABP$ : Fuerza de tracción ajustada (kg/m) de ancho de la banda

$B$ : Ancho de la banda (m)

$v$ : Velocidad de la banda (m/min)

La potencia en Watts se calcula con:

$$PA = \frac{ABP * B * v}{6.12} \quad \dots (11)$$

$$1 HP = 745.7 Watts$$

Donde:

$PA$ : Potencia de accionamiento (watts)

$ABP$ : Fuerza de tracción ajustada (kg/m) de ancho de la banda

$B$ : Ancho de la banda (m)

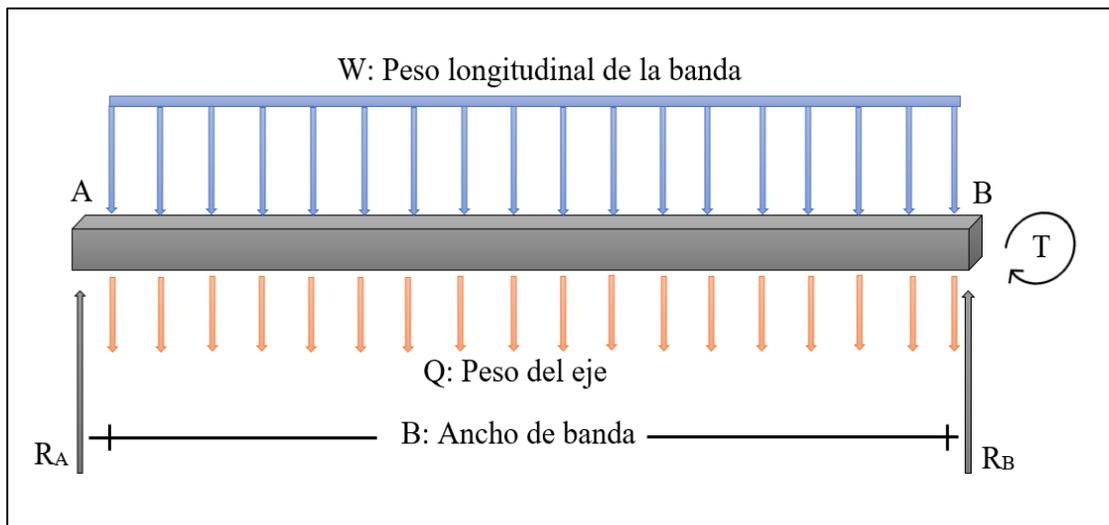
$v$ : Velocidad de la banda (m/min)

### **Diseño del Eje Motriz de la Banda Transportadora**

Se recomienda utilizar eje de sección cuadrada, de todos los sistemas probados, el eje cuadrado con engranaje de agujero cuadrado ha demostrado ser el más eficaz, económico, fiables, sencillo y el menos problemático (Intralox, 2018).

## Calculo para el Eje

Para determinar si un eje es adecuado para su aplicación, se debe conocer las cargas que soporta y su requerimiento de operación. Los siguientes pasos nos permitirán obtener la banda necesaria que cumpla con nuestros requerimientos. Las ecuaciones empleadas son conocidas de la teoría de elementos de máquinas y se han tomado de “Diseño en Ingeniería mecánica de Shigley” (Budynas y Nisbett, 2008).



**Figura 25.** Diagrama del cuerpo libre del eje motriz.

**Fuente:** Propia.

Donde:

$R_A$ : Reacción en el cojinete A

$R_B$ : Reacción en el cojinete B

$T$ : Momento Torsor debido al motor (N.m)

$W$ : Peso longitudinal de la banda transportadora (Kg/m)

$Q$ : Peso del eje (Kg/m)

$B$ : Longitud del eje (ancho de la banda) (m)

Una vez seleccionado el motor en el paso previo, se procede a calcular el Torque del motor. Para ello, se necesita calcular la velocidad de rotación del eje. La velocidad de rotación del eje depende de la velocidad de la banda, que a su vez está relacionada con la producción.

Por tanto, tenemos:

$$\omega = \frac{v}{DP/2} \quad \dots (12)$$

Donde:

$\omega$ : Velocidad angular del eje motriz (rad/s)

$v$ : Velocidad de la banda (m/s)

$DP$ : Diámetro de paso (mm)

### ANÁLISIS POR CARGA ESTÁTICA

Para un análisis por carga estática, debemos tomar los factores de concentración de esfuerzo teóricos y analizar el eje sin rotación. Por tanto, los esfuerzos serían los siguientes:

$$\sigma = \frac{M_{\max(\frac{c}{\sqrt{2}})}}{I} \quad \dots (13)$$

$$\tau = \frac{4.8 * T}{a^3} \quad \dots (14)$$

El esfuerzo de Von Mises es:

$$\sigma_0 = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \quad \dots (15)$$

Donde:

$M_{\max}$ : Momento Máximo (MPa)

$T$ : Torque (N.m)

$\sigma_0$ : Esfuerzo de Von Mises (MPa)

El factor de seguridad para el análisis por carga estática se define como:

$$n_f = \frac{S_y}{\sigma_0} \quad \dots (16)$$

Donde:

$n_f$ : Factor de seguridad por carga estática

$S_y$ : Límite de fluencia del material (MPa)

$\sigma_0$ : Esfuerzo de Von Mises (MPa)

## ANÁLISIS PARA FALLA POR FATIGA

### Cargas Fluctuantes Sobre El Eje

#### - Cargas alternas

Momento flector alterno

$$M_a = M_{max} \quad \dots (17)$$

Momento Torsor alterno

$$T_a = 0 \quad \dots (18)$$

#### - Cargas Medias

Momento Flector medio

$$M_m = 0 \quad \dots (19)$$

Momento Torsor medio

$$T_m = T \quad \dots (20)$$

Para el análisis de falla por fatiga, emplearemos el criterio de ASME Elíptica por ser el método Ingenieril más conveniente.

El primer paso en el procedimiento es hallar el Límite de Resistencia a la Fatiga  $S_e$ . Tenemos que:

$$S'_e = 0.5 * S_{ut}, \text{ cuando } S_{ut} \leq 1400 \text{ MPa} \quad \dots (21)$$

Este límite de resistencia a la fatiga será modificado por los factores de Marín debido a las condiciones de fabricación y geometría del eje, de tal manera que:

$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e k_f S'_e \quad \dots (22)$$

Donde:

$S_e$ : Límite de resistencia a la fatiga en la ubicación crítica de una parte de máquina en la geometría y condición de uso

$k_a$ : Factor de modificación de la condición superficial

$k_b$ : Factor de modificación del tamaño

$k_c$ : Factor de modificación de la carga

$k_d$ : Factor de modificación de la temperatura

$k_e$ : Factor de confiabilidad

$k_f$ : Factor de modificación de efectos varios

$S'_e$ : Límite de resistencia a la fatiga en viga rotatoria

Tenemos:

Factor de Superficie  $k_a$

$$k_a = aS_{ut}^b \quad \dots (23)$$

Donde:

$k_a$ : Factor de modificación de la condición superficial

$S_{ut}$ : Resistencia mínima a la tensión

Los valores de a y b se encuentran en la Tabla 6-2 del libro “Diseño en Ingeniería mecánica de Shigley” (Budynas y Nisbett, 2008).

Factor de Modificación  $k_b$

$$K_b = \begin{cases} (d/0.3)^{-0.107} = 0.879d^{-0.107} & 0.11 \leq d \leq 2 \text{ pulg.} \\ 0.91d^{-0.157} & 2 \leq d \leq 10 \text{ pulg.} \\ (d/7.62)^{-0.107} = 1.24d^{-0.107} & 2.79 \leq d \leq 51 \text{ mm.} \\ 1.51d^{-0.157} & 51 \leq d \leq 254 \text{ mm.} \end{cases}$$

Para carga axial no hay efecto de tamaño, por lo cual

$$k_b = 1$$

Factor de Carga  $k_c$

$$K_c = \begin{cases} 1 & \text{flexión} \\ 0.85 & \text{axial} \\ 0.59 & \text{torsión} \end{cases}$$

Factor de Temperatura  $k_d$

El factor de temperatura se encuentra en la tabla 6-4 del libro “Diseño en Ingeniería mecánica de Shigley” (Budynas y Nisbett, 2008).

$$k_d = \frac{S_T}{S_{RT}} \quad \dots (24)$$

Donde:

$k_d$ : Factor de Temperatura.

$S_T$ : Resistencia a la tensión a la temperatura de operación.

$S_{RT}$ : Resistencia a la tensión a temperatura ambiente.

Factor de Confiabilidad  $k_e$

En la tabla 6-5 se proporcionan los factores de confiabilidad de algunas confiabilidades estándar especificadas del libro “Diseño en Ingeniería mecánica de Shigley” (Budynas y Nisbett, 2008).

$$k_e = 1 - 0.08Z_a \quad \dots (25)$$

Donde:

$k_e$ : Factor de Confiabilidad.

$Z_a$ : Variación de transformación.

Factor de Modificación de efectos varios  $k_f$

$$k_f = 1 \quad \dots (26)$$

Límite de resistencia a la fatiga  $S'_e$

$$S'_e = \begin{cases} 0.5 S_{ut} & S_{ut} \leq 200 \text{ kpsi (1400 MPa)} \\ 100 \text{ kpsi} & S_{ut} > 200 \text{ kpsi} \\ 700 \text{ MPa} & S_{ut} > 1400 \text{ MPa} \end{cases}$$

Donde:

$S'_e$ : Límite de resistencia a la fatiga

$S_{ut}$ : Resistencia a la tensión mínima

### ASME ELIPTICA

La fórmula de la ASME ELIPTICA lo encontramos en la ecuación (7-11) del libro “Diseño en Ingeniería mecánica de Shigley” (Budynas y Nisbett, 2008).

$$\frac{1}{n} = \frac{16}{\pi \cdot d^3} \left[ 4 \left( \frac{K_f \cdot M_a}{S_e} \right)^2 + 3 \left( \frac{K_{fs} \cdot T_a}{S_e} \right)^2 + 4 \left( \frac{K_f \cdot M_m}{S_y} \right)^2 + 3 \left( \frac{K_{fs} \cdot T_m}{S_y} \right)^2 \right]^{1/2} \quad \dots (27)$$

### 1.3.12. Definición de Términos

**Mosto:** Jugo exprimido de la uva destinado a la elaboración del vino.

**Hollejo:** Llamado también bagazo, es la materia sólida que queda después del prensado de las uvas, aceitunas u otras frutas para extraer los líquidos resultantes, se trata básicamente de un conjunto de pieles, pulpas, semillas o tallos de la fruta.

**Semiautomático:** instrumento o dispositivo que funciona de manera automática, pero necesita el accionamiento manual.

**Sistema neumático:** Es un sistema que utiliza el aire u otro gas como medio para la transmisión de señales y/o potencia

**Inertización:** Es un término técnico que significa “dejar quieto”, “dejar inactivo”.

**Despalilladora:** Es una máquina utilizada en la elaboración de vino que sirve para separar la parte leñosa del racimo de las uvas con el fin de que durante el proceso de maceración no aporten al mosto resultante sabores amargos.

**Fuerzas sobre el eje:** Es una magnitud vectorial, es toda causa capaz de cambiar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo.

**Fuerzas sobre la estructura:** Es una magnitud vectorial, es toda causa capaz de cambiar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo.

**Masa:** Es la magnitud que cuantifica la cantidad de materia de un cuerpo.

**Presión:** Es la fuerza por una unidad de área.

**Torques sobre el eje:** Es la capacidad de una fuerza para producir un giro o rotación alrededor de un punto.

**Torques sobre la estructura:** Es la capacidad de una fuerza para producir un giro o rotación alrededor de un punto.

**Fluido:** Es una sustancia que carece de forma propia y adopta la forma del recipiente que lo contiene.

**Confiabilidad:** Es la capacidad de un activo o componente para realizar una función requerida bajo condiciones dadas para un intervalo de tiempo dado.

**Mantenimiento:** Conjunto de actividades que tienen como propósito conservar o reactivar un equipo para que cumpla sus funciones.

### 1.3.13. Análisis Económico

#### a) Valor Actual Neto

Cuyo símbolo es VAN (en inglés net present value NPV), es un procedimiento que permite encontrar el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. Si el valor actual neto es positivo si se lleva a cabo la inversión. Otra forma de calcular lo mismo es mirar la tasa de retorno (TIR) que viene a ser el tipo de interés en el que el VAN se hace cero. Si el TIR es alto, estamos ante un proyecto empresarial rentable (Wikipedia, 2017).

$$\text{Flujo de caja} = \sum \text{ingresos} - \sum \text{egresos} \text{ (NS)} \quad \dots (28)$$

$$\text{VAN} = -I + \frac{Q_1}{(1+i)^1} + \frac{Q_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{Q_n}{(1+i)^n} \quad \dots (29)$$

Donde:

**VAN:** Valor actual neto

**I:** Inversión (NS)

**Q:** Representa el flujo de caja de cada periodo (NS)

**i:** Tasa de interés (%)

**n:** Número de periodos (Años)

#### b) Retorno de Inversión

El retorno de la inversión (ROI) es un indicador o razón financiera que mide la rentabilidad de una inversión, es decir la relación que existe entre la utilidad neta o la ganancia obtenida y la inversión (Crece Negocios, 2012).

$$\text{ROI} = \frac{\text{Utilidad neta o Ganancia}}{\text{Inversión}} \times 100 \quad \dots (30)$$

#### **1.4. Formulación del Problema**

¿Cuáles serán las características técnicas y distribución de componentes de una máquina dosificadora semiautomática para vino con capacidad de 350 unidades por hora (350 u/h) para la empresa Vino Gran Señor?

#### **1.5. Justificación e importancia del Estudio**

##### **1.5.1. Justificación Ambiental**

Al utilizar energía eléctrica no se genera productos de CO<sub>2</sub> por lo que la contaminación será mínima esto mantiene la conciencia ecológica de este proyecto.

##### **1.5.2. Justificación Técnica**

El presente trabajo presentaría uno de los primeros esfuerzos locales para obtener una metodología de cálculo de diseño para este tipo de equipos.

##### **1.5.3. Justificación Económica**

El diseño de la máquina envasadora de vino semiautomática incrementará la productividad y mejorará la calidad del producto envasado.

##### **1.5.4. Justificación Social**

El proyecto contribuye nuevas oportunidades laborales, mediante la capacitación al personal en la operación y mantenimiento de la máquina. La salubridad de la población también se ve beneficiada debido a la garantía de un producto más higiénico.

#### **1.6. Hipótesis**

No aplicable a este Tipo de Investigación.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo General**

Diseñar una máquina dosificadora semiautomática para vino con capacidad de 350 u/h para reducir el tiempo de envasado e incrementar la productividad de la empresa Vino Gran Señor.

### **1.7.2. Objetivos Específicos**

- Identificar las necesidades de la empresa mediante entrevistas.
- Seleccionar la alternativa óptima de diseño mediante matriz de selección de criterios ponderados
- Dimensionar el sistema de dosificación hidráulico mediante cálculos y selección de componentes electromecánicos.
- Realizar el cálculo y selección de los componentes mecánicos de la máquina dosificadora.
- Realizar un análisis económico.

# **CAPITULO II**

# **MATERIAL Y METODO**

## **II. MATERIAL Y METODO**

### **2.1. Tipo y Diseño de Investigación**

#### **2.1.1. Tipo de Investigación**

Tipo : Aplicada

#### **2.1.2. Diseño de Investigación**

Diseño : Investigación cuasi-experimental

### **2.2. Población y Muestra**

No se requiere en este tipo de investigación.

### **2.3. Variables y Operacionalización**

#### **2.3.1. Variables Independientes**

- Diseño de Máquina Dosificadora de Vino

#### **2.3.2. Variables Dependientes**

- Producción de vino

#### **2.3.3. Operacionalización de Variables**

La Operacionalización de las variables para la máquina dosificadora de vino se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Operacionalización de las variables para la máquina dosificadora de vino.*

*Fuente: Propia.*

<b>VARIABLES</b>	<b>DEFINICIÓN</b>	<b>INDICADOR</b>
		Dimensiones (mm)
Variable Independiente: Diseño de máquina dosificadora de vino	El diseño de la máquina es el proceso mediante el cual se define las dimensiones, materiales, tecnología y funcionamiento de la máquina.	Tipo de material Velocidad (m/s) Potencia (w)
		Tiempo (h)
Variable Dependiente: Producción de vino	La producción de vino, es el número de botellas envasadas en una hora en el menor tiempo posible.	Capacidad de envase (ml) Peso del envase a transportar (kg) Numero de botellas envasadas (u/h)

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.4.1. Técnicas de recolección de datos**

Para efectos de este trabajo de investigación, se utilizarán técnicas de recolección de datos, con el propósito de obtener la información necesaria para el logro de los objetivos de la investigación.

Las técnicas que vamos a utilizar son las siguientes:

#### **A) Observación**

La observación es una técnica muy importante, consiste básicamente en utilizar los sentidos para observar los hechos, realidades sociales y a las personas en su contexto cotidiano. El uso de esta técnica nos permitirá describir, conocer, comparar y registrar datos para la investigación.

#### **B) Encuestas**

Esta técnica nos permitirá la obtención de información requerida para el proyecto de investigación mediante la realización de preguntas realizadas por los alumnos de la Universidad Señor de Sipán al personal de la empresa Vino Gran Señor en la ciudad de Monsefú.

Se realizará por medio de preguntas sencillas e importantes al personal de la empresa Vino Gran Señor con la finalidad de buscar información y opiniones acerca de la situación actual del envasado del vino.

#### **C) Información bibliográfica**

Se utilizará esta técnica para lograr una adecuada información y entendimiento acerca del tema. Las diferentes fuentes bibliográficas que se consultarán para la recopilación de información serán provenientes de internet, libros, leyes, tesis, publicaciones, etc., para la correcta evaluación del diseño de la máquina dosificadora semiautomática para vino.

#### **D) Análisis de documentos**

Se utilizará esta técnica para lograr el análisis de documentos (libros, leyes, tesis, publicaciones, etc.), para una adecuada información y entendimiento acerca del tema para la correcta evaluación del diseño de la máquina dosificadora semiautomática para vino y factibilidad técnico-económica para la empresa Vino Gran Señor.

### **2.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

#### **A) Guía de observación**

Las guías de observación se utilizarán para documentar datos e información que necesitamos de interés de la empresa Vino Gran Señor tales como, accesos a la empresa, ubicación, condiciones ambientales y medios de comunicación.

#### **B) Cuestionarios**

Se realizará cuestionarios para entrevistar a expertos en temas relacionados de diseño de máquinas dosificadoras de líquidos.

#### **C) Entrevistas**

Se interrogará al entrevistado para obtener información de forma directa, siguiendo una serie de preguntas preconcebidas (incluidas en una guía de entrevista) y adaptadas a las circunstancias que las respuestas del entrevistado presenten.

### **2.4.3. Procedimiento de recolección de datos**

Para la recolección de datos se siguen los pasos que se indican a continuación. Así mismo en la Figura N° 26 se muestra el diagrama de flujo del procedimiento para la recolección de datos.

#### **Etapa 1: Elaboración de la entrevista.**

Se elaborará preguntas al Gerente de la empresa Vino Gran Señor y trabajadores del área de envasado, detallando los datos específicos que necesitamos para un futuro diseño de una máquina dosificadora de vino.

**Etapa 2: Determinación del cronograma de entrevista.**

Se determinará las fechas para la realización de la entrevista a la empresa Vino Gran Señor y los días para la entrevista respectiva serán de siete días.

**Etapa 3: Identificar la muestra, características y extensión.**

Se identificará la muestra según la envergadura del llenado del vino en la empresa Vino Gran Señor, para un conocimiento total del uso de una máquina dosificadora de vino.

**Etapa 4: Ejecución de la entrevista.**

Se realizará la entrevista según la capacidad de llenado del líquido, para así determinar su grado de satisfacción y opinión para una futura ejecución de la máquina dosificadora de vino.

**Etapa 5: Identificación de las necesidades del personal.**

Se identificará las necesidades de los trabajadores para añadirlos como dato para una futura elaboración de la máquina dosificadora de vino.

**Etapa 6: Evaluación geográfica y ambiental.**

Se realizará una visita a la empresa, para observar la realidad de dicha entidad y proponer soluciones a los problemas que pueden causar daños al medio ambiente en una futura fabricación de una máquina dosificadora de vino.

**Etapa 7: Evaluación del desgaste físico del personal.**

Se realizará una entrevista sobre el desgaste físico del personal con la intención de poder determinar el tiempo que demora el llenado del vino.

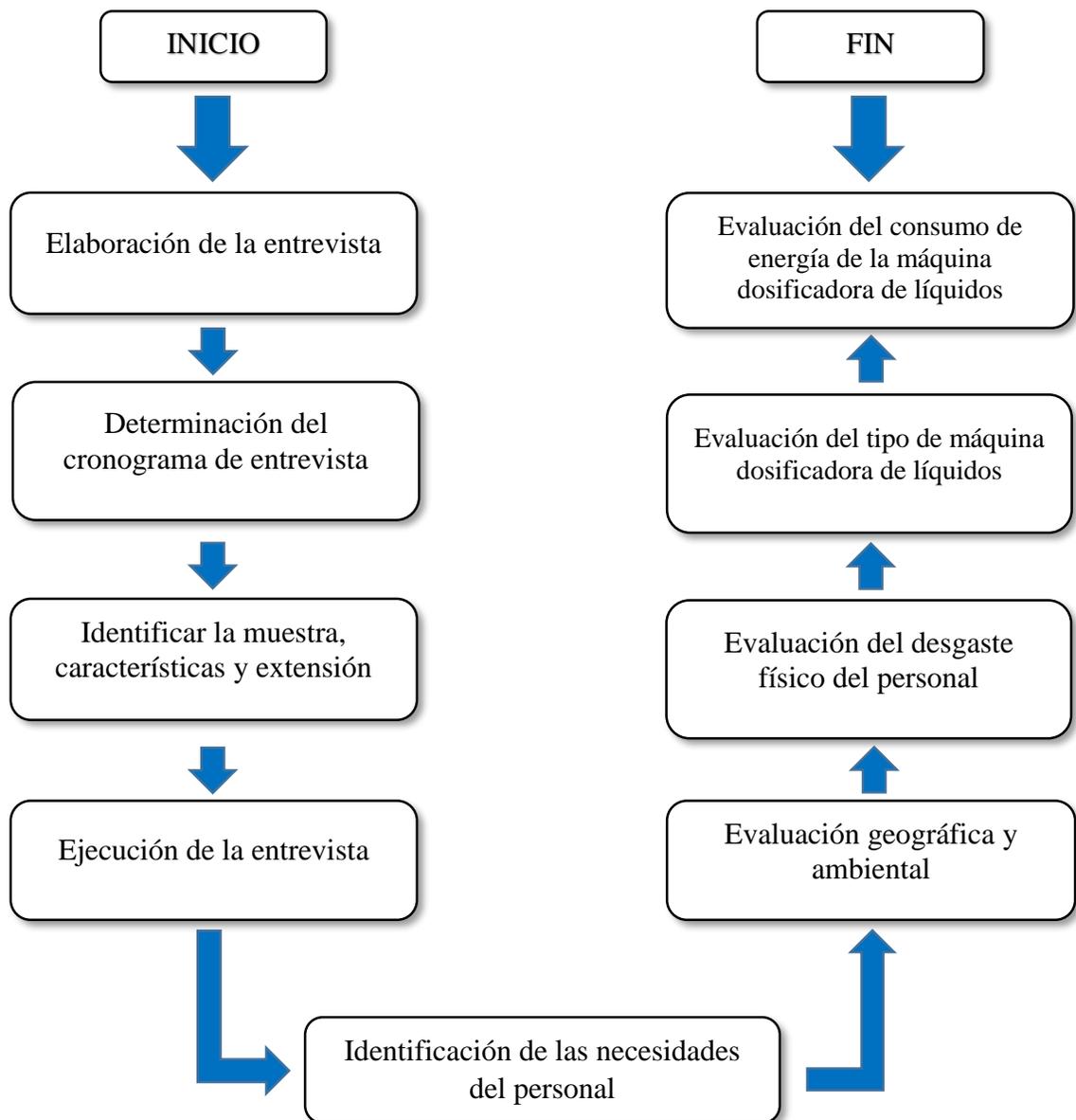
**Etapa 8: Evaluación del tipo de máquina dosificadora de líquidos.**

Se realizará una entrevista sobre el tipo de máquina dosificadora de vino que se implementaría en la empresa Vino Gran Señor con la intención de reducir tiempos de llenado y gasto económico.

### Etapa 9: Evaluación del consumo de energía de la máquina dosificadora de líquidos.

Se realizará una entrevista sobre el consumo de energía de una máquina automatizada según la capacidad de llenado de la empresa, para realizar una comparación con la máquina dosificadora semiautomática y así el Gerente de la empresa Vino Gran Señor tenga su punto de vista.

#### Diagrama de flujo del desarrollo de actividades



**Figura 26.** Diagrama de flujo del desarrollo de actividades.

**Fuente:** Propia.

## **2.5. Procedimientos de Análisis de Datos**

### **2.5.1. Abordaje metodológico**

#### **A) Analítico**

Se analiza el objeto de estudio en todas sus partes para determinar las distintas problemáticas que surgen en el proyecto. En este caso se debe conocer los riesgos y propiedades.

Por tanto, se controlará el tiempo de llenado de cada botella para determinar la capacidad de la máquina; obteniendo datos que garanticen un adecuado diseño de la máquina dosificadora semiautomática, asimismo se identificarán las necesidades de la empresa, concluyendo con un análisis económico para sustentar la viabilidad del proyecto.

#### **B) Deductivo**

Se estudiará los artículos científicos, tesis, revistas de investigación en lengua nacional y extranjera que informan detalles técnicos de diseño y construcción de máquinas envasadoras de líquidos, asimismo muestran las necesidades que distintas empresas presentan a falta de dicha máquina.

El segundo objetivo específico indica que se realizará una revisión de códigos, normas y estándares de índole nacional e internacional relacionado con las máquinas dosificadoras de líquidos. Es notorio que los antecedentes y realidad problemática del presente proyecto se basan en las distintas tesis, artículos y revistas de investigación.

#### **C) Inductivo**

Mediante este método se observará de manera directa el tiempo de llenado que transcurre por botella, realizado manualmente por el personal que labora en la empresa Vino Gran Señor.

### **2.5.2. Metodología de diseño**

La metodología de Diseño tiene su base en los trabajos de Eggert (Eggert, 2010) y Dieter y Schmidt (Dieter y Schmidt, 2013) adaptado al caso en cuestión. Los pasos importantes se detallan a continuación y se muestran en la Figura N° 27.

## **PROCEDIMIENTO**

### **PASO N° 1.- Determinación de Necesidades del Cliente**

Este paso se realizará mediante la aplicación de una entrevista a 5 o 6 personas dentro de la empresa que se encuentren familiarizadas con el proceso a diferentes niveles en la cadena de mando, esto es, operarios, supervisores, superintendentes, gerentes, etc.

### **PASO N° 2.- Conocer los códigos, normas, estándares o recomendaciones de diseño de máquinas envasadoras de líquidos.**

En este punto se realizará una investigación exhaustiva de códigos, normas, estándares y recomendaciones de diseño para las máquinas envasadoras de líquidos, en distintas fuentes web a nivel nacional e internacional.

### **PASO N° 3.- Elaborar una tabla de especificaciones de ingeniería que restrinja los rangos de las variables de diseño y solución para el equipo.**

Se realizará un cuadro resumen detallando las especificaciones de ingeniería que permitirá establecer rangos entre variables de diseño y solución, según los resultados de la entrevista y la normativa hallada.

### **PASO N° 4.- Generar 4 conceptos de diseño capaces de solucionar el problema de diseño.**

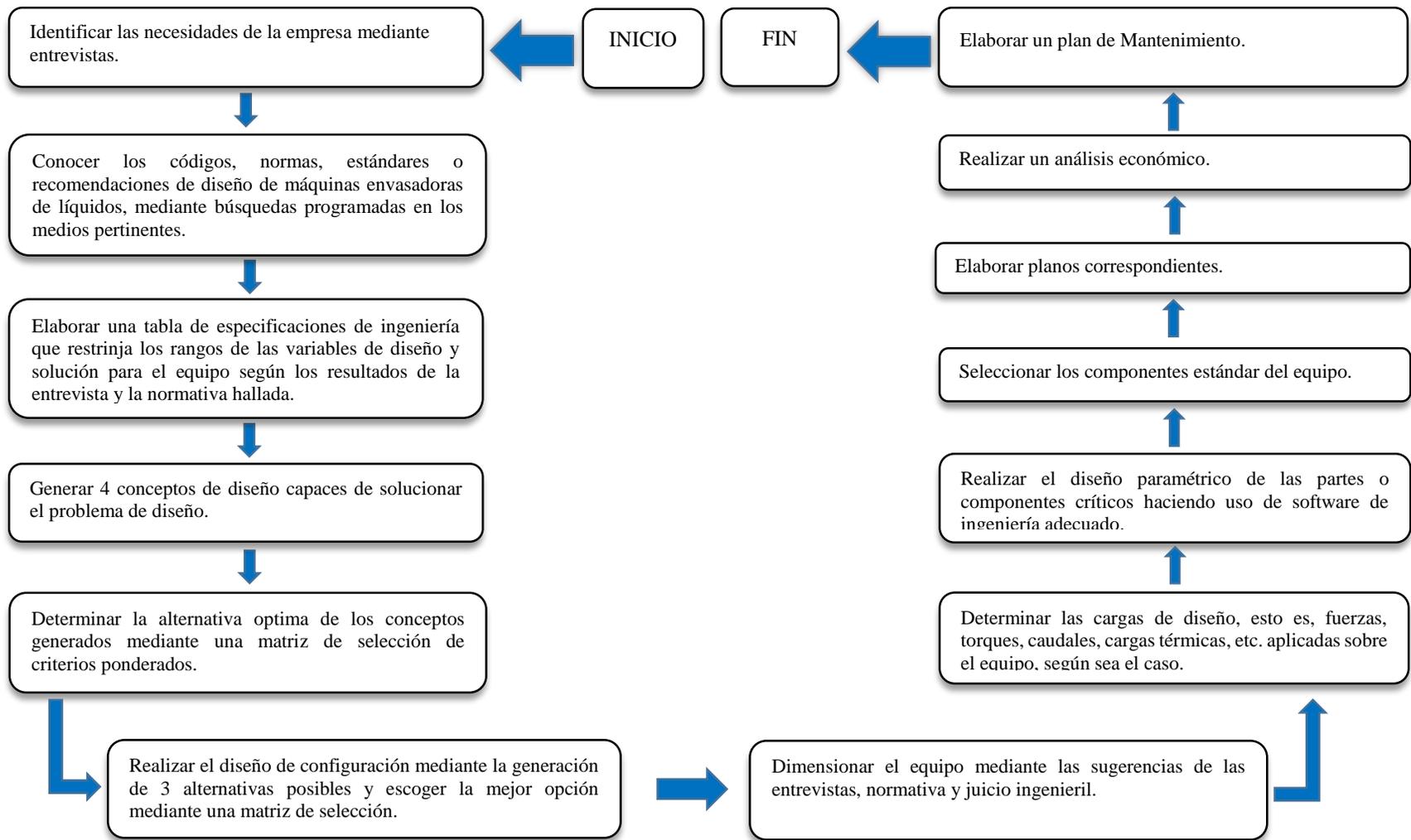
Se evaluarán cuatro conceptos de diseño, adoptando diferentes configuraciones en los mecanismos tanto en la geometría como la posición de elementos.

### **PASO N° 5.- Determinar la alternativa óptima de los conceptos generados.**

Mediante una matriz de selección de criterios ponderados, se seleccionará el mejor concepto de diseño.

### **PASO N° 6.- Realizar el diseño de configuración mediante la generación de 3 alternativas posibles y escoger la mejor opción mediante una matriz de selección.**

Se llevará a cabo el diseño de configuración a través de tres (03) alternativas tentadoras, prefiriendo la mejor opción utilizando una matriz de selección.



**Figura 27.** Diagrama de flujo del desarrollo de los objetivos específicos.

**Fuente:** Propia.

**PASO N° 7.- Dimensionamiento del equipo mediante las sugerencias de las entrevistas, normativa y juicio ingenieril.**

El dimensionamiento de la máquina se realizará en base a las entrevistas, normativa, recomendaciones encontradas en diversas fuentes web asimismo haciendo uso del juicio ingenieril y sentido común.

**PASO N° 8.- Determinar las cargas de diseño, esto es, fuerzas, torques, caudales, cargas térmicas, etc. aplicadas sobre el equipo, según sea el caso.**

En este punto se calcularán las cargas de diseño como las fuerzas, torques, caudales, cargas térmicas entre otros factores, aplicados sobre la máquina, según sea el caso correspondiente.

**PASO N° 9.- Realizar el diseño paramétrico de las partes o componentes críticos.**

Se realizará el diseño paramétrico haciendo uso de software de ingeniería adecuado, teniendo en cuenta las variables que se muestran en la caja negra (Ver figura N° 40 y 41).

**PASO N° 10.- Seleccionar los componentes estándar del equipo.**

En este paso se seleccionarán las partes y componentes de la máquina que cumplan con las características específicas del diseño.

**PASO N° 11.- Elaborar planos correspondientes.**

Se elaborará los planos de diseño correspondientes de la máquina, para transmitir a los constructores las instrucciones y descripciones necesarias sobre la forma y el tamaño de la estructura a construir.

**PASO N° 12.- Realizar un análisis económico.**

En este punto se procederá a realizar un análisis económico de la máquina, para determinar si es presupuestal o no.

**PASO N° 13.- Elaborar un plan de Mantenimiento.**

En este paso se realizará un plan de mantenimiento de la máquina para prolongar su vida útil de la misma.

## **2.6. Criterios éticos**

En este proyecto de investigación los principios que tendremos presente serán la base para nuestros valores como la dedicación, responsabilidad, honestidad. Estará basado por dos documentos fundamentales: Código de Ética del Colegio de ingenieros (CIP, 1999) y el código de ética de investigación de la universidad señor de Sipán (USS, 2017).

### **2.6.1. Código de Ética del Colegio de ingenieros (CIP). Aprobado en la III sesión ordinaria del congreso nacional de consejos departamentales del periodo 1998 – 1999 en la ciudad de Tacna 22, 23, 24 abril 1999.**

Este documento (ver Anexo N° 08 y 09) consigna los lineamientos a seguir por parte del ingeniero en su relación con la sociedad, el público, colegas en el ejercicio de su profesión, todo esto apuntando a su desenvolvimiento y competencia dentro de la profesión. Es así que en sus primeros artículos se mencionan la letra:

Art. 2.- Los ingenieros deben promover y defender la integridad, el honor y la dignidad de su profesión, contribuyendo con su conducta a que el consenso público se forme y mantenga un cabal sentido de respeto hacia ella y sus miembros, basado en la honestidad e integridad con que la misma se desempeña. Por consiguiente, deben ser honestos e imparciales. Sirviendo con fidelidad al público, a sus empleadores y a sus clientes; deben esforzarse por incrementar el prestigio, la calidad y la idoneidad de la ingeniería y deben apoyar a sus instituciones profesionales y académicas.

Art. 5.-

Los ingenieros cuidaran que los recursos humanos, económicos, naturales y materiales, sean racional y adecuadamente utilizados, evitando su abusos o dispendio, respetaran y aran respetar las disposiciones legales que garanticen la preservación del medio ambiente.

### **2.6.2. Código de Ética de Investigación de la Universidad Señor de Sipán (USS), Ratificado por acuerdo de consejo universitario con resolución rectoral N° 0851-2017/USS**

Este código enfoca en delimitar la ética y su aplicación en el quehacer de investigación universitaria (ver Anexo N° 10 y 11). En este tenor presenta los principios y deberes éticos, el consentimiento para uso de datos, las políticas anti plagio y los procedimientos de sección. A continuación, un extracto de las primeras páginas de este documento.

#### **ART. 2°: Finalidad**

El Código de Ética de investigación de la Universidad Señor de Sipán (USS), tiene como finalidad proteger los derechos, la vida, la salud, la intimidad, la dignidad y el bienestar de la(s) persona(s) que participan en una actividad de investigación Científica, Tecnológica e innovación, ciñéndose a los principios éticos acogidos por la normativa nacional e internacional, y los acuerdos suscritos por nuestro país en la materia.

#### **ART. 3°: Alcance**

El presente código de ética de investigación es de cumplimiento obligatorio para todas las autoridades académicas, administrativas, docentes, estudiantes, egresados y administrativo de la Universidad Señor de Sipán.

### **2.7. Criterios de Rigor Científico**

En el presente proyecto de investigación se tendrán en cuenta los principios de rigor científico como la generalización, validez, fiabilidad y replicabilidad.

#### **Generalización:**

Componente importante del proceso científico, se pretenderá que la información extraída de una encuesta o entrevista este precisamente organizada y realizada.

**Validez:**

Se considerará atención exacta de escoger variables sobresalientes y que guarden relación al problema de investigación.

**Fiabilidad:**

Al adquirir las mediciones corresponderán a una metodología meticulosa y científica.

**Replicabilidad:**

Los reglamentos y técnicas estarán dirigidos a agilizar la repetición de la experiencia con el propósito de alentar la contratación de resultados en proyectos de investigaciones futuras.

# **CAPITULO III**

# **RESULTADOS**

### **III. RESULTADOS**

#### **3.1. Necesidades de la empresa**

Las necesidades de la empresa se determinaron mediante el reconocimiento visual de las instalaciones en dicha entidad y cinco (05) entrevistas (ver formato en Anexo N° 12) realizadas al Gerente y a los trabajadores que se encargan del proceso de envasado de vino en la empresa.

Se hizo un resumen a partir de los resultados de las entrevistas realizadas (ver Anexo N° 13), la información resumida se aprecia en la Tabla 2.

La tabla 2 cuenta con seis (06) columnas de las cuales en cinco (05) se menciona a los entrevistados y en la primera columna se transcribe las trece (13) preguntas realizadas al Gerente y a los trabajadores de la empresa. A continuación, se expone las conclusiones obtenidas de la entrevista.

#### **Pregunta 01: ¿Qué volumen de vino procesa diariamente?**

Se encontró que la empresa envasa 100 litros de vino diariamente.

#### **Pregunta 02: ¿Cuántos operarios se dedican a las labores del envasado del vino manual?**

En el área de envasado laboran 5 trabajadores.

#### **Pregunta 03: ¿Qué nivel de dificultad presenta el envasado de vino manual?**

Para la mayoría de los trabajadores el envasado manual de vino tiene un alto grado de dificultad.

#### **Pregunta 04: ¿Qué capacidad poseen las botellas que se utilizan para el envasado de vino?**

Los envases utilizados en la empresa son de 750 ml.

#### **Pregunta 05: ¿Tiene conocimiento de alguna normativa de salud o inocuidad para el envasado de vino?**

Alrededor de la mitad de los trabajadores desconocen normativa de salud e higiene ocupacional.

**Tabla 2**

Resumen de entrevista realizada a los cinco (05) trabajadores de la empresa “Vino Gran Señor”.

Fuente: Propia.

ASPECTOS	Preguntas	Entrevistados	Isidro Pisfil Garnique (Gerente)	Roxana Torres Capuñay (Secretaria)	Yordi Mechan Capuñay (operario)	Eduardo López Gamarra (operario)	Carlos Effio Llontop (operario)
ACADÉMICA E INSTITUCIONAL	1. ¿Qué volumen de vino procesa diariamente?		100 Litros	100 Litros	100 Litros	100 Litros	100 Litros
	2. ¿Cuántos operarios se dedican a las labores del envasado del vino manual?		5	5	5	5	5
	3. ¿Qué nivel de dificultad presenta el envasado de vino manual?		Medio	Medio	Difícil	Difícil	Difícil
	4. ¿Qué capacidad poseen las botellas que se utilizan para el envasado de vino?		750 ml	750 ml	750 ml	750 ml	750 ml
	5. ¿Tiene conocimiento de alguna normativa de salud o inocuidad para el envasado de vino?		Si	Si	No	No	No

**Tabla 2**

Resumen de entrevista realizada a los cinco (05) trabajadores de la empresa “Vino Gran Señor”. – Preguntas 6 - 10 (Continuación)  
Fuente: Propia.

ASPECTOS	Preguntas	Entrevistados	Isidro Pisfil Garnique (Gerente)	Roxana Torres Capuñay (Secretaria)	Yordi Mechan Capuñay (operario)	Eduardo López Gamarra (operario)	Carlos Effio Llontop (operario)
ACADÉMICA E INSTITUCIONAL	6. ¿Conoce que es una máquina envasadora de vino?		Si	No	No	No	No
	7. ¿Estaría interesado en poseer una máquina envasadora de vino?		Si	Si	Si	No opina	No opina
	8. ¿Qué características quiere que tenga la máquina envasadora de vino?		Semi-automática	Semi-automática	Semi-automática	No opina	No opina
	9. ¿Qué volumen de procesamiento diario desearía alcanzar con una máquina envasadora de vino?		500 Litros	500 Litros	500 Litros	500 Litros	500 Litros
	10. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por una máquina envasadora de vino?		S/. 6000	S/. 8000	S/. 8000	S/. 8000	S/. 6000

**Tabla 2**

Resumen de entrevista realizada a los cinco (05) trabajadores de la empresa “Vino Gran Señor”. – Preguntas 11 - 13 (Continuación)

Fuente: Propia.

ASPECTOS	Preguntas	Entrevistados	Isidro Pisfil Garnique (Gerente)	Roxana Torres Capuñay (Secretaria)	Yordi Mechan Capuñay (operario)	Eduardo López Gamarra (operario)	Carlos Effio Llontop (operario)
ACADÉMICA E INSTITUCIONAL	11. ¿En cuánto tiempo desearía recuperar la inversión de adquirir la máquina envasadora de vino?		1 año	3 años	3 años	1 año	1 año
	12. ¿Conoce algunos modelos artesanales de máquinas envasadoras de vino?		Si	No	No	No opina	No opina
	13. ¿Qué dimensiones serían adecuadas para la máquina envasadora de vino?		5x5x2.5 mts	5x3x2.5 mts	5x4x2.5 mts	5x5x2.5 mts	5x3x2.5 mts

**Pregunta 06: ¿Conoce que es una máquina envasadora de vino?**

Casi todos los trabajadores no conocen algún modelo de máquina envasadora de vino

**Pregunta 07: ¿Estaría interesado en poseer una máquina envasadora de vino?**

La mayoría de los trabajadores están interesados en adquirir una máquina envasadora de vino.

**Pregunta 08: ¿Qué características quiere que tenga la máquina envasadora de vino?**

La mayoría de los trabajadores creen que sería conveniente adquirir una máquina envasadora de vino semi-automática.

**Pregunta 09: ¿Qué volumen de procesamiento diario desearía alcanzar con una máquina envasadora de vino?**

Todos los trabajadores opinan que la máquina debe abastecer un mínimo de 500 litros diarios.

**Pregunta 10: ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por una máquina envasadora de vino?**

La mayoría absoluta opina que la máquina envasadora debe costar S/. 8000

**Pregunta 11: ¿En cuánto tiempo desearía recuperar la inversión de adquirir la máquina envasadora de vino?**

La mayoría de los trabajadores opinan que se debe recuperar la inversión de la máquina en tres años.

**Pregunta 12: ¿Conoce algunos modelos artesanales de máquinas envasadoras de vino?**

Se aprecia que la única persona en la empresa que conoce modelos es el gerente.

**Pregunta 13: ¿Qué dimensiones serían adecuadas para la máquina envasadora de vino?**

Todos los trabajadores coinciden que el largo y alto del área que se dispondrá para la máquina debe ser de 5 y 2.5 metros, respectivamente.

### 3.1.1. Tiempo de Envasado

En la empresa Vino Gran Señor el tiempo que se ocupa para llenar una botella es de tres (03) minutos aproximadamente. El presente proyecto plantea el diseño de una máquina semiautomática con tres boquillas dosificadoras, que envasará 350 u/h, ya que máquinas análogas observadas en sitios web se tardan aproximadamente 30 segundos para llenar una botella, reduciendo de esta manera el tiempo de envasado e incrementando la productividad en la mencionada empresa.

En la siguiente Tabla se muestra la comparación entre la producción de envasado de vino manual y envasado con una maquina dosificadora (Ver Tabla 3). Con la implementación de la máquina se incrementaría en 1650% la producción actual de la compañía.

**Tabla 3**

*Producción de Vino.*

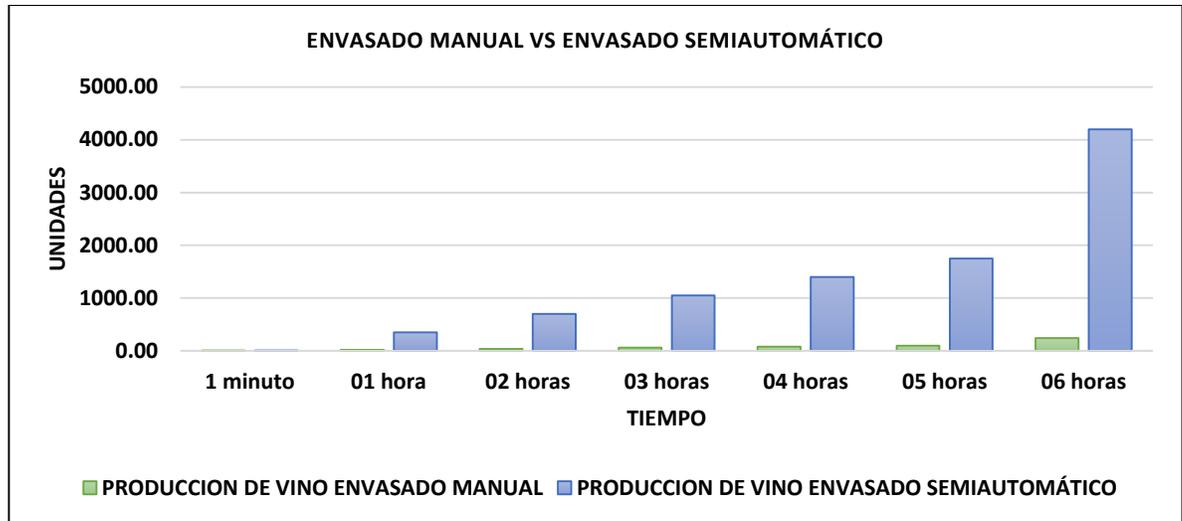
*Fuente: Propia.*

<b>PRODUCCION DE VINO EN LA EMPRESA</b>			
<b>TIEMPO</b>	<b>U</b>	<b>ENVASADO MANUAL</b>	<b>ENVASADO SEMIAUTOMÁTICO</b>
1 min.	unid	0.33	6
01 hora	unid	20	350
02 horas	unid	40	700
03 horas	unid	60	1050
04 horas	unid	80	1400
05 horas	unid	100	1750
06 horas	unid	240	4200

### Gráfica 1

*Producción de Vino.*

*Fuente: Propia.*



### 3.2. Recomendaciones de Diseño para Máquina Dosificadora de Vino.

Debido a la escasa información específica en normativa para equipos relacionada a la industria del vino fue necesario recurrir a recomendaciones de diseño de fabricantes y proveedores de equipos afines. Esta información analizada y sistematizada se observa en la Tabla 4.

### 3.3. Especificaciones de ingeniería

Luego de realizadas las encuestas y consultadas las recomendaciones de diseño se delinearón los rangos más recomendables para el diseño de esta banda transportadora. El resultado se puede apreciar en la Tabla 5.

#### 3.3.1. Transporte de envase

La cantidad de botellas que se transportará será de 350 u/h

### **3.3.2. Base del envase**

Las características estándar de envases de vidrio de 750 ml. para cálculos de área ocupada por los envases sobre la banda transportadora son, Diámetro: 75.58 mm., Altura: 293 mm., Peso: 450 gr. (Ver Anexo N° 15)

### **3.3.3. Carga Unitaria**

La banda transportadora soportará el peso de los envases llenos. Cada envase vacío tiene un peso de 470 gr estos se llenarán con 750 ml de vino (0.995 gr/ml) lo que resulta en un peso total de 1.216 kg.

### **3.3.4. Longitud de banda**

Para el diseño de la máquina dosificadora, los autores consideran la longitud de la banda sea menor a 4 metros, para que sea manejable por los operarios, y también para facilitar su mantenimiento.

### **3.3.5. Ancho de banda**

Para el diseño de la máquina dosificadora, los autores consideran el ancho de la banda mayor a 110 milímetros, puesto que el diámetro de los envases debe caber holgadamente en la banda, sin que su posición sea inestable para que los inyectores encajen adecuadamente en los envases.

### **3.3.6. Rodillos de apoyo**

Los rodillos de apoyo se colocarán debajo de la banda, cumpliendo la función de templado de dicha banda transportadora, los autores recomiendan que el diámetro se encuentre entre 51 – 102 mm.

### **3.3.7. Sección del eje**

De acuerdo a la biografía revisada, los autores recomiendan la sección del eje sea cuadrado, y que sus dimensiones se encuentren entre 25 - 60 milímetros de lado.

**Tabla 4**

*Recomendaciones de diseño para Máquinas Dosificadoras de Vino.*

*Fuente: Propia.*

ASPECTO/CRITERIOS	RECOMENDACIÓN	FUENTE
<b>MATERIAL</b>	Se recomienda utilizar un material estándar como el polipropileno para la banda transportadora, debido a su resistencia química a numerosos ácidos, bases, sales y alcoholes.	Intralox, 2018
	Se aconseja utilizar ejes de acero inoxidable (303, 304, 316) o de aluminio (6061-T6).	
	Se sugiere que los rieles de soporte deben ser fabricados con UHMW (polietileno de peso molecular ultra elevado) o HDPE (polietileno de alta densidad). No se recomienda emplear acero inoxidable para estos elementos.	

**Tabla 4**

*Recomendaciones de diseño para Máquinas Dosificadoras de Vino – (Continuación).*

*Fuente: Propia.*

ASPECTO /CRITERIOS	RECOMENDACIÓN	FUENTE
<b>GEOMETRÍA</b>	El rodillo de apoyo se debe colocar a una distancia entre 9" (229 mm.) y 18" (457 mm.) del eje motriz y conducido, los rodillos de retorno deben estar separados entre 36" (914 mm.) y 48" (1219 mm.) de las bandas.	
	El diámetro mínimo del rodillo es de 2" (51 mm.) para las bandas de hasta 1.07" (27 mm.) de paso y de 4" (102 mm.) para bandas con un mayor paso.	Intralox, 2018
	Se sugiere el uso de eje cuadrado con engranaje de agujero cuadrado.	
	Se sugiere que las bandas se instalen con tensores de liberación rápida o brazo de pivote para permitir que la correa se limpie en el transportador.	Gates Mectrol, 2018
	Se recomienda en el caso de que la banda transportadora tenga guías para el traslado, el marco del transportador debe ser rígido, cuadrado y alineado en todos los planos.	

**Tabla 4**

*Recomendaciones de diseño para Máquinas Dosificadoras de Vino – (Continuación).*

*Fuente: Propia.*

ASPECTO /CRITERIOS	RECOMENDACIÓN	FUENTE
<b>TÉCNICA</b>	Se recomienda seleccionar engranajes con el mayor número posible de dientes, cuando se requiere una velocidad suave para evitar que el producto se vuelque.	Intralox, 2018
	Se recomienda instalar un flotador electrónico en el tanque de almacenamiento para el control del nivel del líquido contenido.	Workers, 2016
	Es preferible mantener una temperatura de ambiente normal (25°C) para no dañar el material de la banda transportadora. Para transportar materiales a alta temperatura o en ambientes muy calientes se puede usar bandas especiales como EDPM (caucho-etileno-polipropileno-dieno).	Fayed, 1996
	Altura mínima recomendada para las guías 12.7 mm. separadas a una distancia mínima de 0.125" del borde de la banda del transportador.	Gates Mectrol, 2018

**Tabla 5**  
*Especificaciones de Ingeniería.*  
*Fuente: Propia.*

<b>SUB FUNCIÓN</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DE INGENIERÍA</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>LÍMITES</b>
<b>Transporte de envase</b>	Velocidad	u/h	300 - 400
<b>Base del envase</b>	Diámetro	mm	80 - 110
<b>Carga Unitaria</b>	Peso	kg	> 1.216
<b>Longitud de banda</b>	Longitud	mm	< 4000
<b>Ancho de banda</b>	Ancho	mm	> 110
<b>Rodillos de apoyo</b>	Diámetro	mm	51 - 102
<b>Sección del eje</b>	Lado	mm	25 < x < 60

### **3.4. Conceptos de solución a las necesidades de la empresa**

Para la selección del mejor concepto capaz de solucionar el problema que presenta la empresa, se generará cuatro (04) alternativas tentativas de solución para seleccionar la óptima.

A continuación, se presentan los diferentes conceptos y se analizará detalladamente cada uno de ellos.

#### **3.4.1. Concepto 1: Máquina envasadora de líquidos Tipo lineal, serie DN-M, Equitek.**

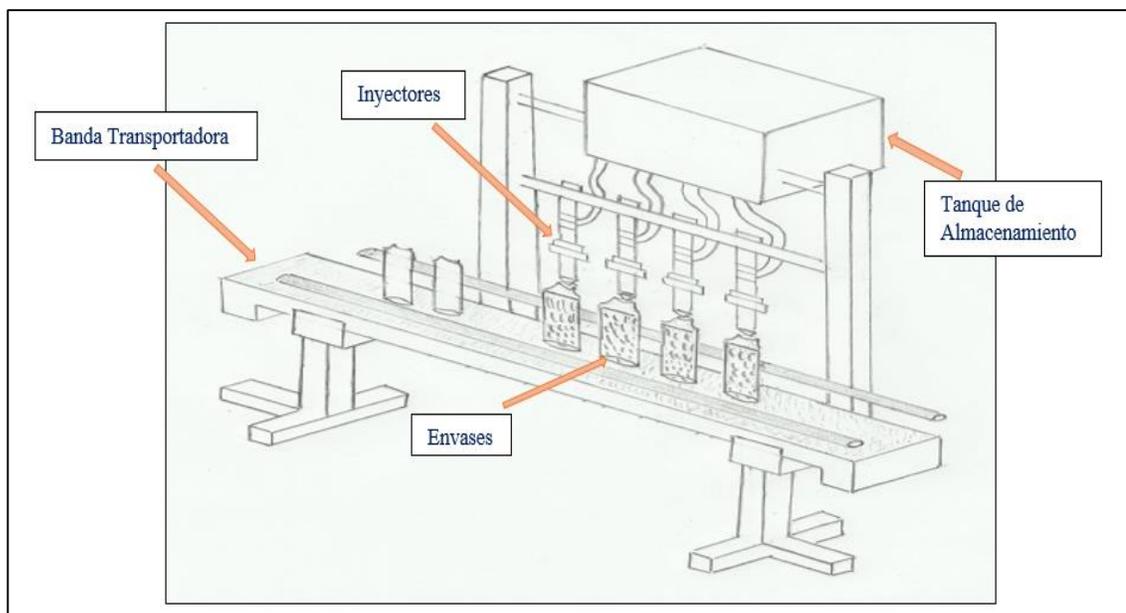
Este concepto está inspirado en el modelo comercial desarrollado por la empresa Equitek (Equitek, 2016). Este equipo es sencillo y versátil, cuenta con un sistema de cuatro (04) boquillas que penetran y sellan los envases, una banda transportadora de 3 metros lineales impulsada a velocidad fija de once (11) metros por minuto, un tanque de almacenamiento de 65 litros con control de nivel por medio de flotador electrónico y válvula de PVC, actuada por solenoide con opción a válvula sanitaria de acero inoxidable. El mecanismo de este concepto se presenta en la Figura N° 28.

### **Ventajas de este equipo:**

Gracias a su sistema de boquillas que penetran y sellan el envase permiten recircular la espuma generada al envasar y el exceso del producto, al tanque de almacenamiento, con esto se logra un nivel de producto constante en los envases.

### **Desventajas de este equipo:**

El alto coste de los controles automáticos y el flotador electrónico elevan el presupuesto de la máquina. El tanque de almacenamiento genera una presión baja en las boquillas lo que ocasiona un llenado lento.



**Figura 28.** Concepto 1.

**Fuente:** Equitek, 2016.

### **3.4.2. Concepto 2: Máquina envasadora automática para líquidos, Workers.**

Este concepto está basado en el modelo comercial desarrollado por la empresa Workers (Workers, 2016). Esta máquina es ideal para el llenado de envases de PET o cristal, posee doce (12) boquillas, una banda transportadora de 3.05 metros lineales, un control de mando automático asistido mediante PLC y un tanque de almacenamiento de 80 litros con control de nivel por medio de flotador electrónico. El mecanismo de este concepto se presenta en la Figura N° 29.

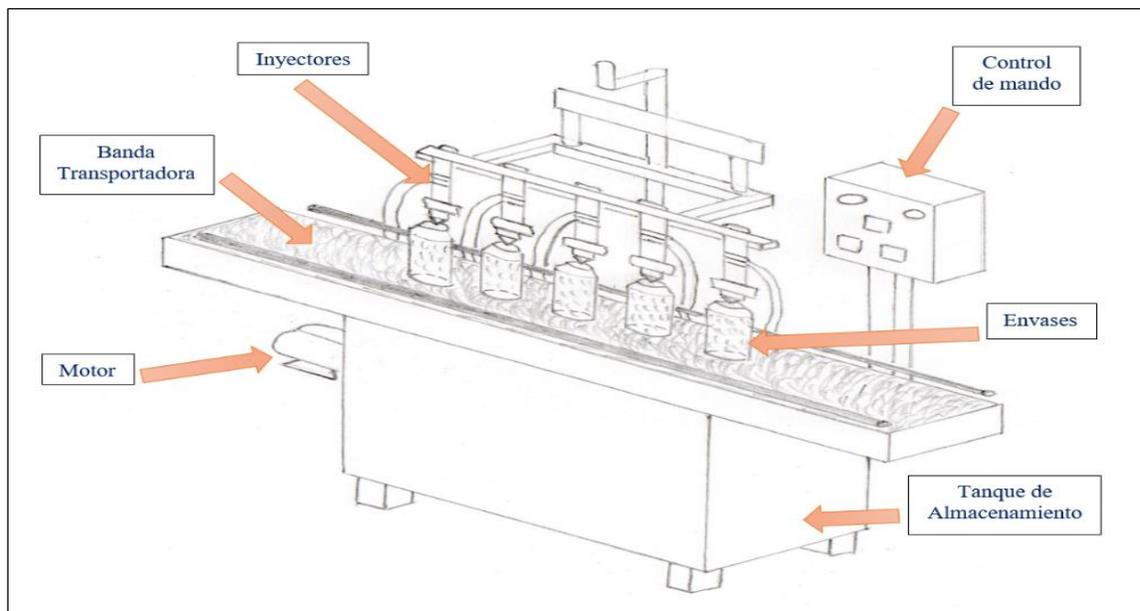
### **Ventajas de este equipo:**

La máquina es de fácil ajuste, lo cual nos permite llenar botellas de 350ml a 1.5 lts, con un simple ajuste de la altura de las válvulas y la separación de estas. Control preciso de la máquina. Altos índices de producción.

### **Desventajas de este equipo:**

Adquisición y mantenimiento del equipo demasiado costoso.

Especialización para operar la máquina.



**Figura 29.** Concepto 2.

**Fuente:** Workers, 2016.

### **3.4.3. Concepto 3: Máquina llenadora semi-automática para líquidos, J® Automation.**

Este concepto está basado en el modelo comercial desarrollado por la empresa J® Automation (J® Automation, 2016). Esta máquina está diseñada para producciones menores a 600 litros, es ideal para el llenado de envases de plástico o vidrio, consta de cuatro (04) boquillas que son regulables, una banda transportadora de 3.20 metros lineales y un tanque de almacenamiento de 50 litros con control de nivel. El mecanismo de este concepto se presenta en la Figura N° 30.

### **Ventajas de este equipo:**

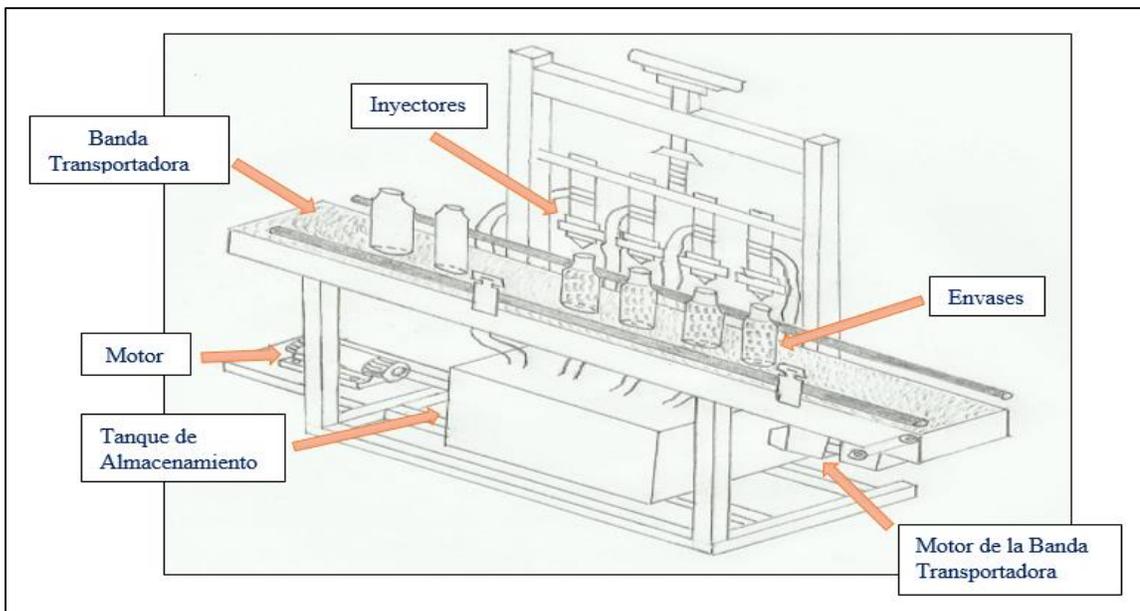
La máquina es de fácil ajuste, lo cual nos permite llenar botellas de 500 ml a 1 lt, con un simple ajuste de la altura de las válvulas y la separación de estas. La operación de la máquina es sencilla ya que cuenta con las características de ser semiautomática.

Fácil mantenimiento debido a su reducida cantidad de componentes.

Fácil manufacturabilidad, montaje y operación del equipo.

### **Desventajas de este equipo:**

Tiene limitaciones con respecto a los trabajos que puede realizar.



**Figura 30.** Concepto 3.

**Fuente:** J® Automation, 2016.

### **3.4.4. Concepto 4: Máquina envasadora de líquidos Tipo lineal, serie DN-L, Equitek.**

El origen de este trabajo está basado en el modelo comercial desarrollado por la empresa Equitek (Equitek, 2016). Este equipo está enfocado para producciones de 1800 a 3000 litros, cuenta con una bomba centrífuga sanitaria y regulador de flujo integral para controlar la velocidad del producto al envasar, consta de ocho (08) boquillas que pueden ser de 13,16,19,25 mm de diámetro, el transportador puede medir desde los tres (03) hasta los seis (06) metros de longitud. El mecanismo de este concepto se presenta en la Figura N° 31.

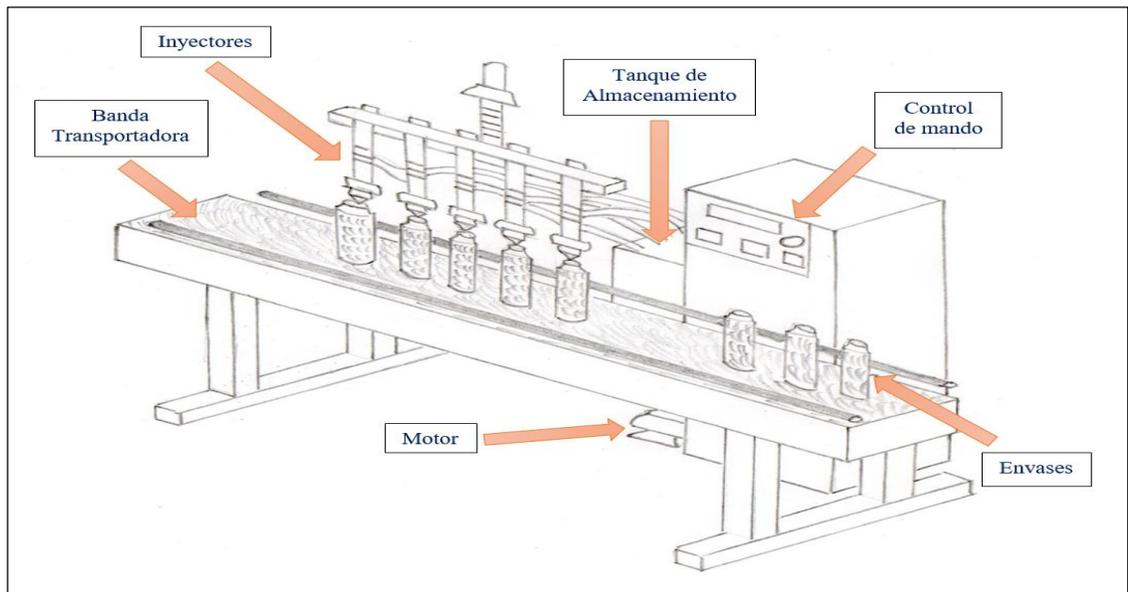
### **Ventajas de este equipo:**

A este equipo se le pueden agregar mesas de alimentación y acumulación, enjuagadora de envases, enroscado manual, semiautomático o automático y extensiones de transportador. Asimismo, esta envasadora se complementa perfectamente con una etiquetadora serie ES1 o ES2 pudiéndose acoplar en forma integral, controlando ambos equipos con el mismo PLC lográndose así un ahorro en el costo.

### **Desventajas de este equipo:**

Este equipo no envasa productos viscosos o bien en envases de boca ancha o mayor a 5cm.

Costo elevado.



**Figura 31.** Concepto 4.

**Fuente:** Equitek, 2016.

### **3.5. Determinación de la alternativa óptima de los conceptos generados mediante una matriz de selección de criterios ponderados.**

Se consideran los criterios indicados en la Tabla 6 y Tabla 7 mediante una matriz ponderada de selección para la evaluación óptima de las máquinas dosificadoras de vino para la empresa Vino Gran Señor. Obteniendo como criterios a evaluar lo siguiente:

- a) **Mantenimiento:** Este criterio se determinó debido a la necesidad de poder realizar un mantenimiento adecuado a la máquina dosificadora de vino.
- b) **Consumo de energía:** Estima el consumo eléctrico que tendrá la máquina dosificadora de vino.
- c) **Seguridad:** Permite determinar la seguridad con la que se diseñará la máquina dosificadora de vino.
- d) **Tamaño:** Permite evaluar el tamaño de la máquina dosificadora de vino para así lograr una correcta ubicación.
- e) **Costo:** Evalúa el costo que se generaría para poder fabricar la máquina dosificadora de vino.

El cuadro de la selección de la alternativa más óptima mediante una matriz ponderada de selección se encuentra en la Tabla 8.

Mediante los indicadores, fueron elegidos de acuerdo a los criterios más sobresalientes. La puntuación obtenida de la matriz de selección ponderada indica que el concepto N° 3 es el más apropiado. Por lo tanto, el concepto seleccionado será la base de solución conceptual para el diseño paramétrico.

### 3.5.1. Criterios de Calificación

Se asignó la respectiva calificación en porcentaje de cada criterio en la Tabla 6 guiándose de la importancia de cada criterio obtenido en las recomendaciones de diseño de la Tabla 4

La matriz de selección ponderada cuenta con los criterios de selección que son mantenimiento, seguridad, consumo de energía, tamaño y costo los cuales evaluarán a las cuatro (04) alternativas de concepto. A los diferentes criterios se le fue asignando una ponderación según la importancia de cada uno, la puntuación que se asignó a cada concepto es la siguiente:

Poco satisfecho (1); Satisfecho (3); Muy satisfecho (5), y la puntuación ponderada se obtuvo multiplicando el porcentaje (%) por la puntuación, dividido entre el total del porcentaje final de criterios.

**Tabla 6**

*Ponderado de los criterios considerados para la matriz de selección.*

*Fuente: Propia.*

<b>INDICADORES</b>	
<b>CRITERIO</b>	<b>PONDERADO (%)</b>
Mantenimiento	30
Seguridad	10
Consumo de energía	20
Tamaño	10
Costo	30
<b>Total</b>	<b>100</b>

**Tabla 7**

*Puntuación de los criterios considerados para la matriz de selección.*

*Fuente: Propia.*

<b>INDICADORES</b>	
<b>PUNTUACIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1	Poco Satisfecho
3	Satisfecho
5	Muy Satisfecho

**Tabla 8**

*Selección de la alternativa más óptima mediante una matriz ponderada de selección.*

*Fuente: Propia.*

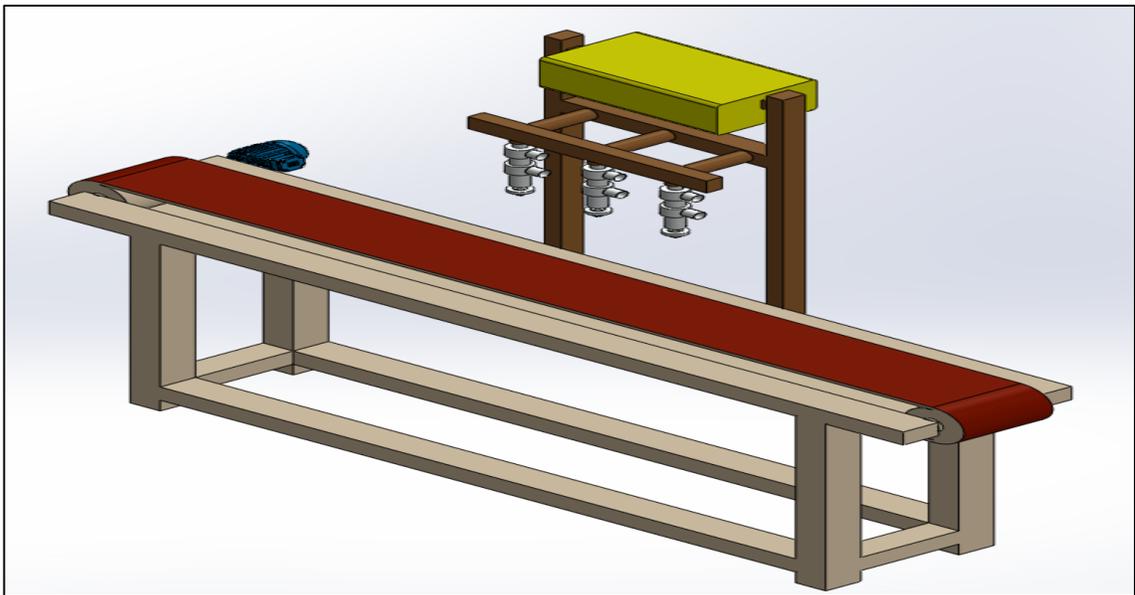
<b>Diseño de estructura de la salida</b>		<b>Concepto N° 01</b>		<b>Concepto N° 02</b>		<b>Concepto N° 03</b>		<b>Concepto N° 04</b>	
<b>Criterio</b>	<b>Ponderado (%)</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Puntuación ponderada</b>						
Mantenimiento	30	3	0.9	3	0.9	5	1.5	3	0.9
Seguridad	10	3	0.3	5	0.5	3	0.3	5	0.5
Consumo de energía	20	5	1	1	0.2	3	0.6	1	0.2
Tamaño	10	3	0.3	3	0.3	5	0.5	3	0.3
Costo	30	3	0.9	1	0.3	5	1.5	3	0.9
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>17</b>	<b>3.4</b>	<b>13</b>	<b>2.2</b>	<b>21</b>	<b>4.4</b>	<b>15</b>	<b>2.8</b>

**3.6. Diseño de configuración mediante la generación de 03 alternativas posibles y escoger la mejor opción mediante una matriz de selección.**

Se realizó el diseño de configuración para la máquina dosificadora de vino, obteniendo las tres (03) siguientes configuraciones y son como se muestra a continuación:

**Configuración N° 01**

Esta estructura consiste en la configuración más común de una banda transportadora donde se aprecia claramente el lado de transporte de la banda que se desplaza hacia los piñones de la transmisión. El motor que hace girar la banda se encuentra ubicado en la parte izquierda de la misma. El tanque de almacenamiento del líquido se encuentra en la parte superior por encima de las boquillas. El diseño de la banda transportadora se muestra en la Figura N° 32.



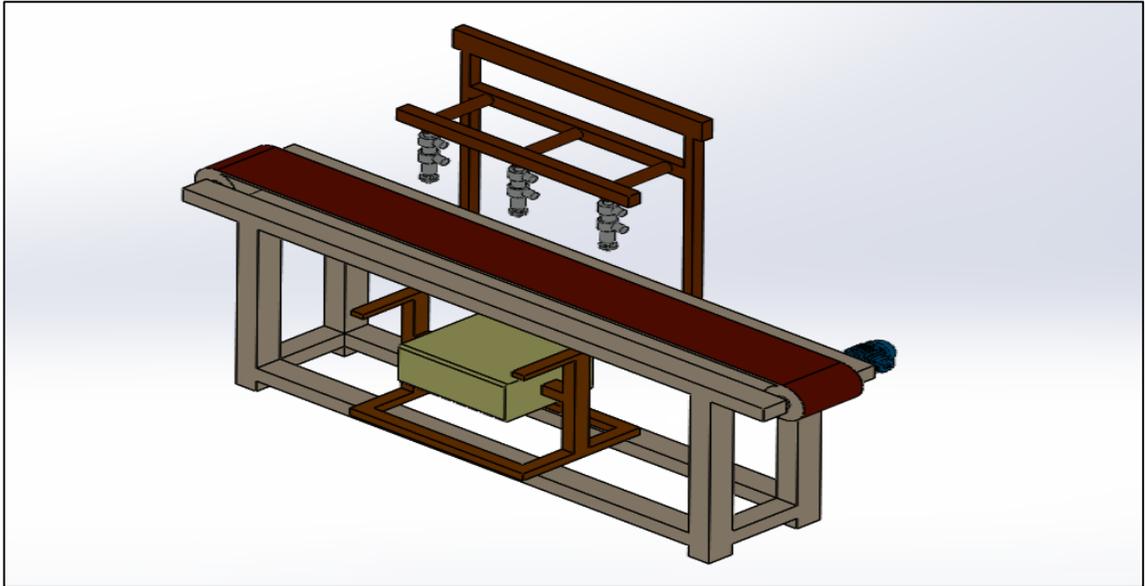
**Figura 32.** Configuración N° 01 para la máquina dosificadora de vino.

**Fuente:** Propia.

**Configuración N° 02**

Esta estructura consiste en la configuración más común de una banda transportadora donde se aprecia claramente el lado de transporte de la banda que se desplaza hacia los piñones de la transmisión. El motor que hace girar la banda se encuentra ubicado en la parte derecha de la misma. El tanque de almacenamiento del líquido se encuentra en la

parte inferior debajo de la banda transportadora. Longitud máxima recomendada del transportador es de 4.6m. El diseño de la banda transportadora se muestra en la Figura N° 33.

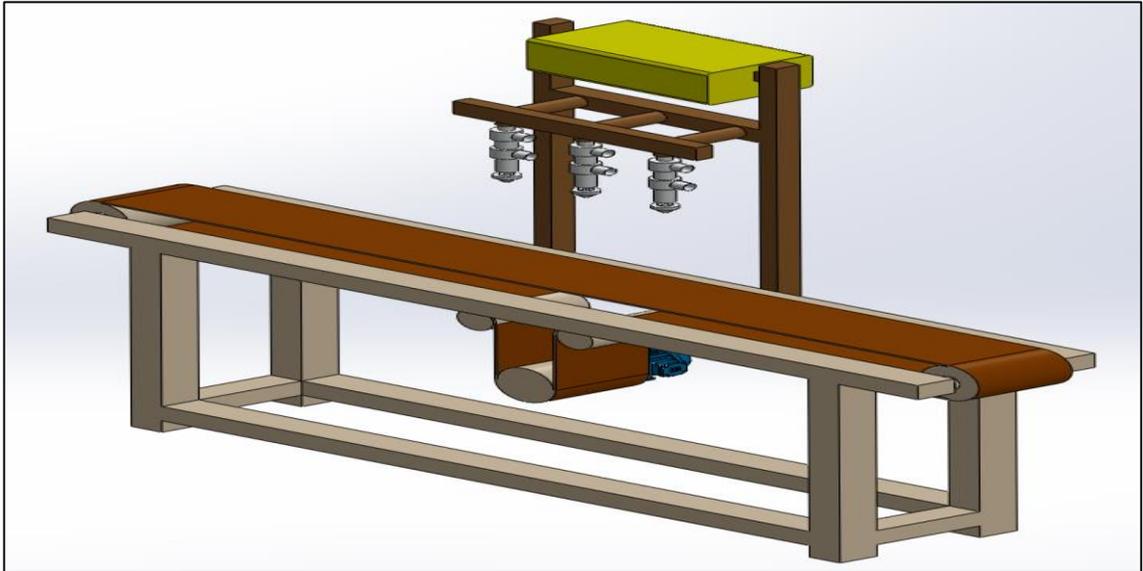


**Figura 33.** Configuración N° 02 para la máquina dosificadora de vino.

**Fuente:** Propia

### **Configuración N° 03**

Esta estructura consiste en la configuración distinta de una banda transportadora donde se aprecia claramente el diseño en “V”, El motor que hace girar la banda se encuentra ubicado en la parte central de la misma. El tanque de almacenamiento del líquido se encuentra en la parte superior por encima de las boquillas. El seguimiento de la banda para este tipo de configuración puede ser difícil. El diseño de la banda transportadora se muestra en la Figura N° 34.



**Figura 34.** Configuración N° 03 para la máquina dosificadora de vino.  
**Fuente:** Propia.

En la tabla 9 se muestra la matriz de selección para esta configuración. A los diferentes criterios se le fue asignando una ponderación según la importancia de cada uno, la puntuación que se asignó a cada concepto es la siguiente: Poco satisfecho (1); Satisfecho (3); Muy satisfecho (5), y la puntuación ponderada se obtuvo multiplicando el porcentaje (%) por la puntuación dividido entre el total del porcentaje final de criterios. Se obtuvo que la Configuración N° 02 es la más óptima para la construcción de la máquina dosificadora de vino, ya que presenta características superiores en los criterios, con respecto a las otras dos. Por lo tanto, la configuración seleccionada para la máquina dosificadora de vino será la base de solución para el diseño paramétrico.

**Tabla 9**

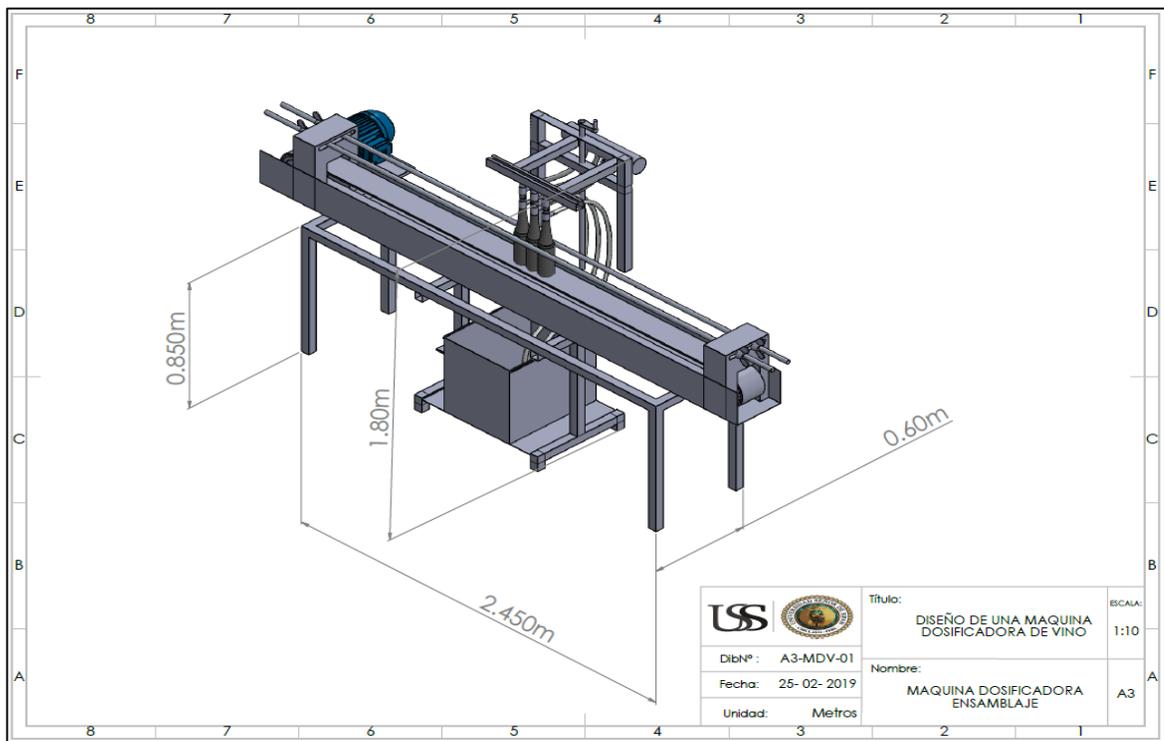
*Matriz ponderada para la disposición óptima de los componentes de la máquina dosificadora de vino.*

*Fuente: Propia.*

MÁQUINA DOSIFICADORA DE VINO		CONFIGURACIONES CANDIDATAS					
		Configuración N° 01		Configuración N° 02		Configuración N° 03	
CRITERIOS	Ponderado (%)	Puntuación	Puntuación ponderada	Puntuación	Puntuación ponderada	Puntuación	Puntuación ponderada
Tamaño	20	5	1	5	1	5	1
Consumo de energía	30	5	1.5	3	0.9	5	1.5
Esfuerzo sobre la banda	30	3	0.9	5	1.5	1	0.3
Dificultad de instalación	20	3	0.6	5	1	1	0.2
<b>Total</b>	100	16	4	<b>18</b>	<b>4.4</b>	12	3

### 3.7. Dimensionamiento del equipo mediante las sugerencias de las entrevistas, normativa y juicio ingenieril.

Luego de finalizado los diseños conceptuales y de configuración se procedió a definir las dimensiones generales del equipo según las recomendaciones de diseño que se muestran en la Tabla 4, las especificaciones de ingeniería que se muestran en la Tabla 5 y los límites que establece la empresa contratante se encuentran especificados en la Tabla 2. En la Figura N° 35 se muestra el boceto ganador del diseño de configuración con las dimensiones siguientes alto de 1.80 m, largo de 2.45 m y ancho de 0.60 m.



**Figura 35.** Dimensionamiento de la máquina dosificadora de vino.

**Fuente:** Propia.

### 3.8. Selección de Materiales.

Se realizó la selección de los diferentes materiales guiándose en las recomendaciones de diseño para Máquinas Dosificadoras de vino de la Tabla 4 y de acuerdo al criterio ingenieril.

### 3.8.1. Selección de material para la banda transportadora.

De acuerdo a las recomendaciones de diseño de la Tabla 4 se utilizará como material el polipropileno ya que tiene buena resistencia química ante numerosos ácidos, bases, sales y alcoholes (Intralox, 2018).

### 3.8.2. Selección de material para la estructura, tanque de almacenamiento y el eje motriz del transportador.

Según las recomendaciones de diseño de la Tabla 4 se utilizará el acero inoxidable como material para el diseño de la estructura, tanque de almacenamiento, eje motriz y eje secundario del transportador. Debido a la variedad de aceros inoxidables y a las diferentes propiedades que presentan, haciendo uso del criterio ingenieril, el costo y disponibilidad en el mercado se seleccionaron dos posibilidades: el Acero Inoxidable AISI 304 y el Acero Inoxidable AISI 316 para el diseño de las partes ya mencionadas. Las propiedades de ambos aceros se muestran en las Tabla 10 y 11, respectivamente.

**Tabla 10**

*Propiedades del acero inoxidable AISI 304*

*Fuente: www.matweb.com (revisado el 20/09/2018)*

PROPIEDAD	VALOR	UNIDADES
Módulo elástico	193000	$N/mm^2$
Coefficiente de Poisson	0.29	$N/D$
Módulo cortante	77000	$N/mm^2$
Densidad de masa	8000	$kg/m^3$
Límite de tracción	505	$N/mm^2$
Límite elástico	215	$N/mm^2$
Coefficiente de expansión térmica	17.3	$\mu m/m^{\circ}C$
Conductividad térmica	16.2	$W/(m.K)$
Calor específico	500	$J/(kg.K)$

**Tabla 11***Propiedades del acero inoxidable AISI 316**Fuente: www.matweb.com (revisado el 20/09/2018)*

<b>PROPIEDAD</b>	<b>VALOR</b>	<b>UNIDADES</b>
Módulo elástico	193000	$N/mm^2$
Coefficiente de Poisson	0.29	$N/D$
Módulo cortante	77000	$N/mm^2$
Densidad de masa	8000	$kg/m^3$
Límite de tracción	580	$N/mm^2$
Límite elástico	290	$N/mm^2$
Coefficiente de expansión térmica	16.0	$\mu m/m^{\circ}C$
Conductividad térmica	16.3	$W/(m.K)$
Calor específico	500	$J/(kg.K)$

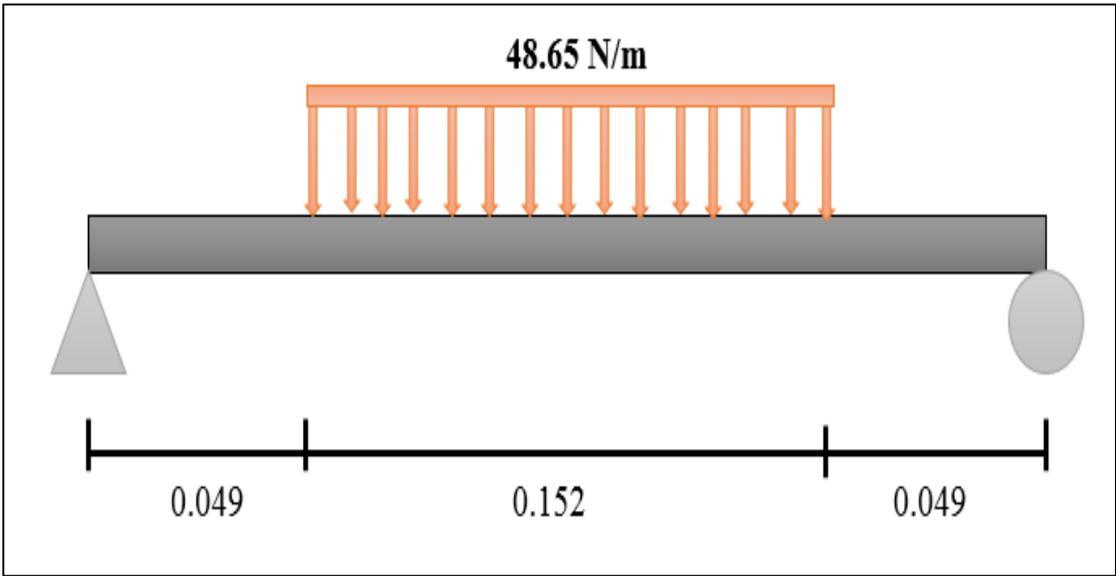
### **3.9. Cáculo de las cargas de diseño, esto es, fuerzas, torques, caudales, cargas térmicas, etc. aplicadas sobre el equipo, según sea el caso.**

Las cargas de diseño para este equipo se representan por las fuerzas y el par torsor.

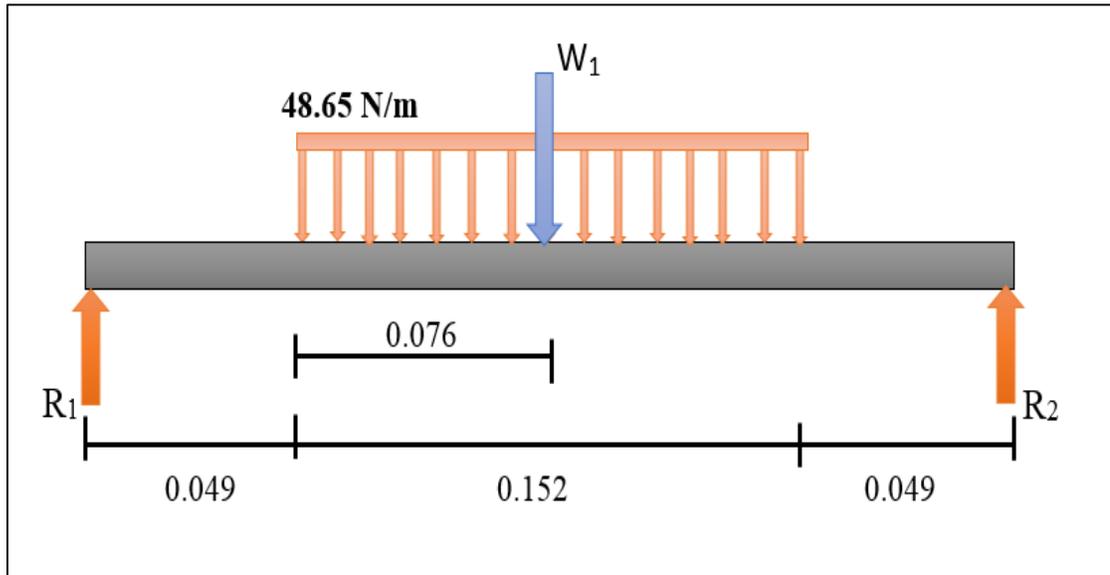
#### **3.9.1. Cargas Mecánicas Aplicadas sobre El eje principal de la Máquina.**

El torque y las cargas distribuidas sobre el eje principal se han obtenido del diseño paramétrico en la sección 3.11.3. (Sección de diseño paramétrico de los componentes críticos del equipo) y el anexo 21. (Sección de cálculo). Se obtuvo valores de 4068.37 N.mm y 48.65 N/m para el par torsor y para la carga distribuida, respectivamente. Ver Fig. N° 36 en donde se indica el diagrama de cuerpo libre.

El cálculo de las reacciones se realizó teniendo en cuenta el diagrama de cuerpo libre de la figura N°37 y se observan en el anexo N° 20.

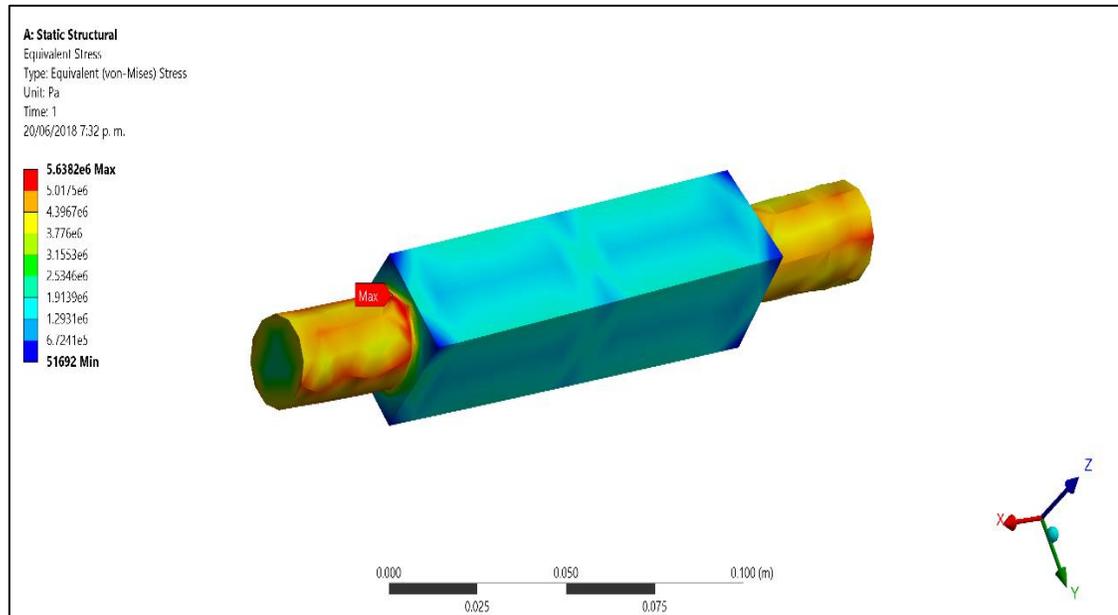


**Figura 36.** Diagrama de cuerpo libre del eje principal de la máquina.  
**Fuente:** Propia.

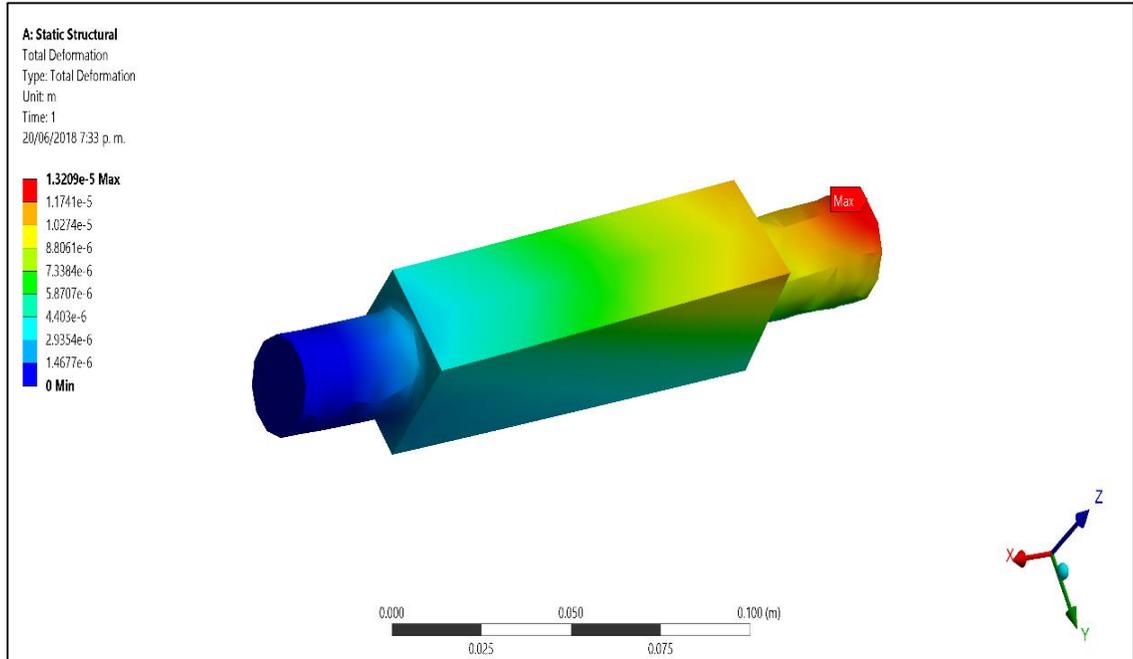


**Figura 37.** Diagrama de cuerpo libre para las reacciones del eje.  
**Fuente:** Propia.

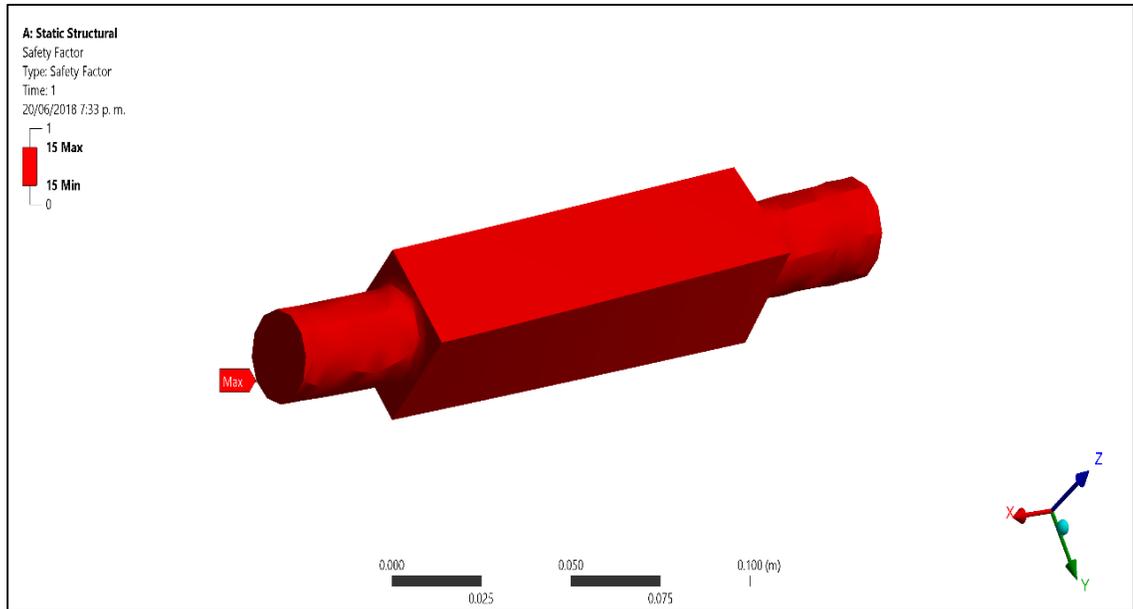
Estas fuerzas se usaron como datos de ingreso para realizar la simulación estructural en el Software de Simulación. Realizando la simulación en carga estática se obtuvo como resultado para el esfuerzo de Von Mises el valor de 5.64 Mpa, la deformación  $1.302 \times 10^{-5}$  mm y un factor de seguridad de 15, cuyos valores pueden verse en las figuras N° 38 a la N°40.



**Figura 38.** Simulación del Esfuerzo de Von Mises en el Software de Simulación.  
**Fuente:** Propia.



**Figura 39.** Simulación de la deformación del eje en el Software de Simulación.  
**Fuente:** Propia.



**Figura 40.** Simulación del Factor de seguridad en el Software de Simulación.  
**Fuente:** Propia.

### 3.9.2. Cálculo de pérdida de carga en el Sistema de Bombeo

Para realizar el cálculo de pérdida de carga en el sistema de bombeo se tiene en cuenta los siguientes datos:

Densidad,  $\rho = 0.995 \text{ gr/ml}$

Caudal,  $Q = 25 \text{ ml/s} = 25 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$

Longitud de manguera,  $l = 1400 \text{ mm}$ .

Altura,  $H = 1000 \text{ mm}$ .

Velocidad,  $v = 0.044 \text{ m/s}$

#### Datos Iniciales

*Diámetro = 25.4 mm.*

*Coefficiente de rugosidad absoluta = 0.004 mm.*

*Longitud de la tubería = 1.4 m.*

*Viscosidad cinemática del fluido = 0.000001 m<sup>2</sup>/c*

*Caudal que circula por la tubería = 0.025 l/min*

#### Resultados

*Área de sección transversal del tubo = 0.00051 m<sup>2</sup>*

*Velocidad del fluido = 8.2 x 10<sup>-4</sup> m/s*

*Número de Reynolds = 20.88*

*Régimen Laminar – Factor de fricción de Darcy = 3.06*

- La pérdida de presión en la tubería: 0.11420128865259 Pa.

- La pérdida de carga en una tubería: 5.8206569139953E-6m.

**3.10. Diseño paramétrico de las partes o componentes críticos de la máquina dosificadora de vino, haciendo uso de software de ingeniería adecuado.**

**3.10.1. Diseño paramétrico del sistema de banda transportadora**

En la siguiente parte del diseño se utilizó la caja negra (Ver Anexo 06) y los datos que se muestran en la Tabla 12. Fueron parametrizadas las siguientes variables: Ancho de la banda (B), Potencia del motor (PM) y Producción (Q). Las ecuaciones usadas en esta parte se aprecian en la sección 1.8.11. (Ecuaciones 1 - 8) de estas ecuaciones se obtuvo la ecuación (31) la cual facilitó la parametrización y sirvió para el desarrollo de la GUI.

**Tabla 12**

*Datos para el Diseño paramétrico del Sistema de la banda transportadora.*

*Fuente: Propia.*

	<b>NOMBRE (SÍMBOLO)</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>VALOR/RANGO</b>
<b>PARÁMETROS DE DEFINICIÓN DE PROBLEMA</b>	Densidad de vino	Kg/m <sup>3</sup>	995
<b>VARIABLES DE DISEÑO</b>	Diámetro de la base del envase (denv)	mm	0.076 ≤ denv ≤ 0.110
	Ancho de la banda (B)	m	0.152 ≤ B ≤ 0.254
	Velocidad de la banda (V)	m/min	≥ 7.68
<b>VARIABLES DE SOLUCIÓN DE PROBLEMA</b>	Potencia del motor (PM)	W	A determinar
	Par torsor máximo (T)	N.mm	A determinar
	Producción (Q)	u/h	A determinar

$$PM = \frac{\left[ \left( \frac{4P}{\pi denv^2} + 2 * w \right) * F_w + \left( \frac{4P}{\pi denv^2} * F_P * \%AB \right) \right] * L * SF * B * V}{6.12} \quad \dots (31)$$

Donde:

**PM** : Potencia del motor.

***P*** : Peso del envase.

***W*** : Peso de la banda.

***F<sub>w</sub>*** : Coeficiente de fricción entre la banda y las guías.

***F<sub>p</sub>*** : Coeficiente de fricción entre la banda y el producto.

***L*** : Longitud de la banda.

***SF*** : Factor de servicio.

***B*** : Ancho de la banda

***denv*** : Diámetro de la base del envase.

Los rangos establecidos para la parametrización de las variables se detallan a continuación:

#### **Ancho de la banda (B)**

Como se indicó en la sección 3.3.1 (sección de especificaciones de ingeniería), el ancho de la banda se encuentra limitado por el diámetro de las botellas, de las diferentes capacidades que pueden ser utilizadas para el proceso de envasado de vino, las botellas de capacidad 1500 ml tienen un diámetro de 110 mm en la base (ver anexo N° 15); teniendo en cuenta este valor se toman datos del manual (Intralox, 2018), cuyos anchos de banda correspondientes se encuentran en el rango de **0.152 m > B > 0.254 m**.

#### **Diámetro del envase (denv)**

De acuerdo a las entrevistas realizadas cuyo resumen se muestra en la sección 3.1 (sección de necesidades de la empresa), se observa en la Tabla 2 que las botellas utilizadas para el envasado del vino no superan la capacidad de 750 ml; los autores consideran una capacidad en el rango de 750 hasta 150 ml, respectivamente. Entonces de acuerdo a esto se estableció el siguiente rango para los diámetros de la base del envase **75.6 mm > denv > 110mm**, las dimensiones del envase se aprecian en el anexo (ver anexo N° 15).

#### **Velocidad de la banda.**

La velocidad de la banda fue determinada considerando la capacidad de producción mínima de trescientos cincuenta botellas por cada hora, dando como resultado el valor

minimo de velocidad de : **7.78 m/ min** en la sección cálculo de la velocidad banda ( Ver anexo N°17).

Se creó una Interface Grafica de Usuario (GUI) en el software matemático Matlab, el cual permite ingresar iterativamente los datos iniciales y al mismo tiempo muestra las gráficas paramétricas para una selección óptima de los valores de las variables de diseño. Se puede apreciar en las Figuras N°41 y N° 42 la presentación de la GUI y la Interfaz de usuario, respectivamente.

Para corroborar los resultados de las Interfaz de Usuario se realizó un cálculo de escritorio detallado para el sistema de banda transportadora ( Ver anexo N° 17). Se tomaron los valores que se muestran en la Tabla N° 13, para estos valores se obtuvo una potencia de  $P = 50.51w$ , un torque máximo  $T_o = 4068.37 N.mm$  y una producción de  $Q = 350 U/h$ . Se puede observar que los resultados obtenidos coinciden con los resultados de la GUI correspondiente (Fig. N° 42 ).

**Tabla 13**

*Datos para el Diseño paramétrico del Sistema de Banda Transportadora*

*Fuente: Propia.*

	<b>NOMBRE (SÍMBOLO)</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>VALOR/RANGO</b>
<b>PARÁMETROS DE DEFINICIÓN DE PROBLEMA</b>	Densidad de vino	Kg/m <sup>3</sup>	995
<b>VARIABLES DE DISEÑO</b>	Diámetro de la base del envase (denv)	mm	0.080
	Ancho de la banda (B)	m	0.152
	Velocidad de la banda (V)	m/min	7.68



**UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN**

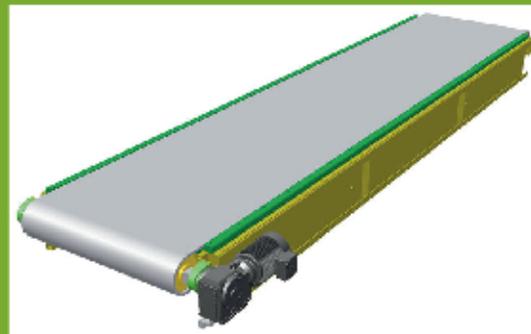
**Facultad de Ingeniería Arquitectura y Urbanismo**

**Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica**

**Diseño de una Máquina Dosificadora Semiautomática para Vino con Capacidad 350 U/H en la Empresa "Vino Gran Señor" Monsefú, Lambayeque**

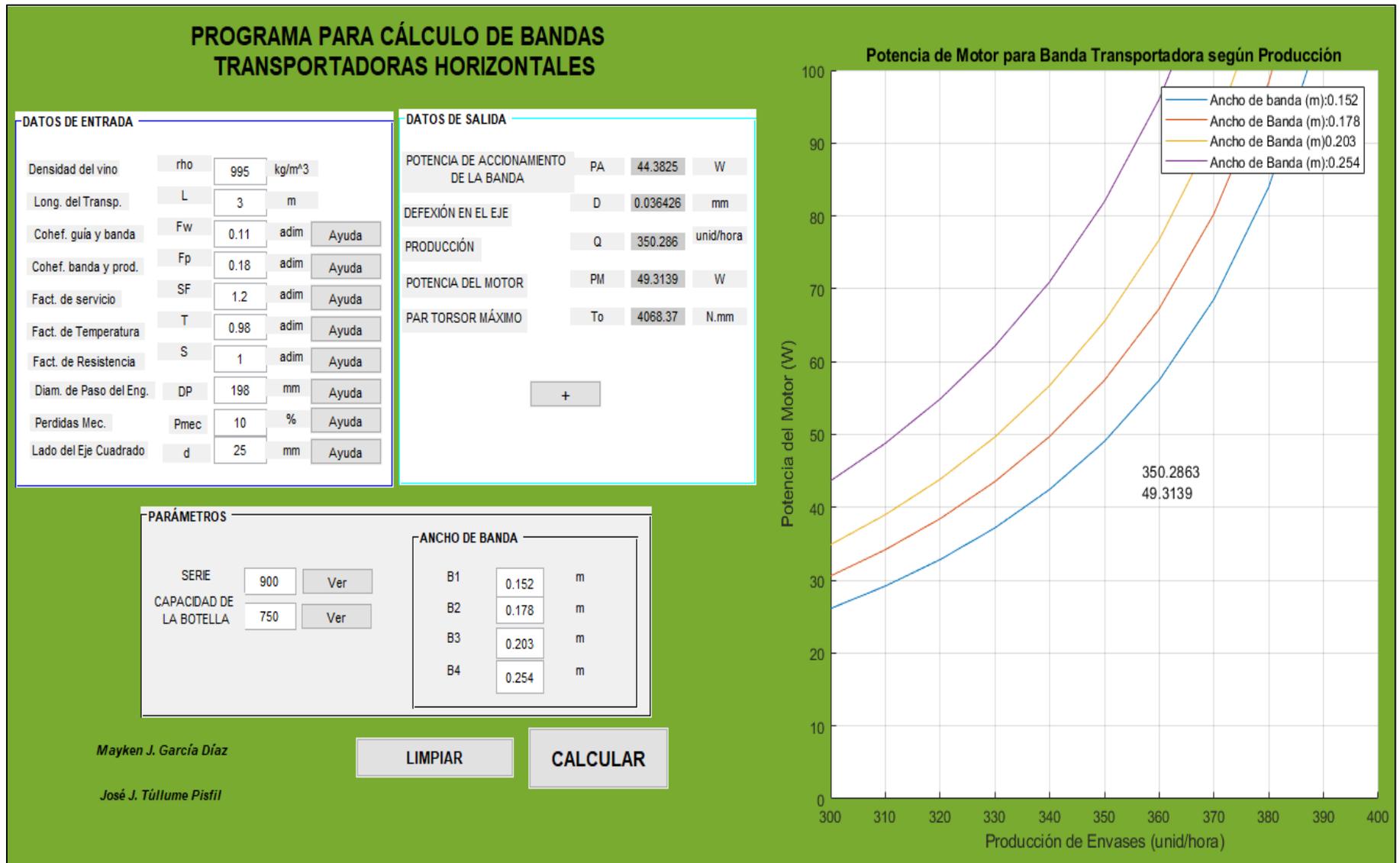
*Mayken J. García Díaz*

*José J. Túllume Pisfil*



SIGUIENTE

**Figura 41.** Captura de pantalla de la presentación de la GUI para cálculo de banda transportadora.  
**Fuente:** Propia.



**Figura 42.** Interfaz de usuario (GUI) y parametrización de variables para banda 900 flat top.  
**Fuente:** Propia.

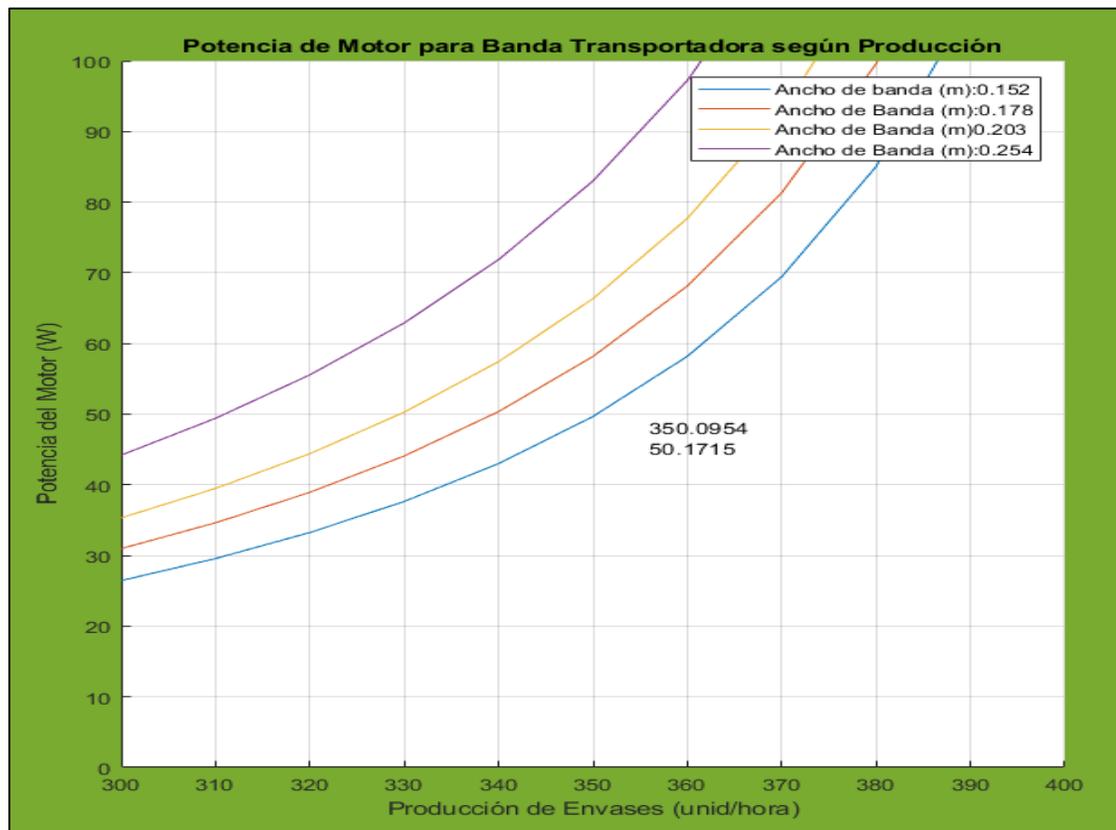
### **3.10.2. Análisis e interpretación de resultados obtenidos para el sistema de banda transportadora.**

Los cálculos para el sistema de banda transportadora se han basado en el manual Intralox, 2018 donde se ofrecen bandas transportadoras de múltiples características; en la sección 3.9.1 (selección del material para la banda transportadora) se ha seleccionado el polipropileno como material óptimo para las condiciones de transporte de alimentos y bebidas con envase de vidrio; las bandas que cumplen con estas características se encuentran en el manual (Intralox, 2018), y son la serie 900 flat top y 1400 flat top cuyas características se detallan en el Anexo N° 18 y 19.

De la parametrización en la figura N° 43, considerando la capacidad de la botella 750 ml para una banda serie 900 flat top y al interceptar con los respectivos anchos de la banda potencias para el motor se obtienen los siguientes resultados; para B1= 0.152 m la potencia es 49.313 w, para B2= 0.178 m la potencia es 57.38 w, para B3= 0.203 m la potencia es 65.95 w, para B4= 0.254 m la potencia es 82.07 w.

En la figura N°42, se considera la capacidad de la botella 750 ml para una banda serie 1400 flat top, y los valores que arroja la GUI de la potencia para los distintos anchos de banda son los siguientes; para B1= 0.152 m la potencia es 50.17 w, para B2= 0.178 m la potencia es 58.74 w, para B3= 0.203 m la potencia es 66.98 w, para B4= 0.254 m la potencia es 83.44 w.

Teniendo en cuenta que los valores de potencia arrojados, para los distintos anchos de banda en el caso de usar una banda serie 900 flat top, son menores a los de la serie 1400 flat top, se selecciona la banda 900 flat top para el diseño de la máquina dosificadora de vino.



**Figura 43.** Interfaz de usuario (GUI) y parametrización de variables para banda 1400 flat top.

**Fuente:** Propia.

### 3.10.3. Diseño Paramétrico del eje principal de la maquina dosificadora de vino

La siguiente parte del diseño se realizó teniendo en cuenta la caja negra (Ver Anexo 07) y los datos mostrados en la Tabla 14. Se puede apreciar que se parametrizaron las siguientes variables: Diámetro del eje (d), factor de seguridad (N) y el Material (M). Las ecuaciones usadas Para el desarrollo de la GUI se muestran en la sección 1.8.11. 1.

Los valores establecidos para la parametrización de las variables se detallan a continuación:

#### Par Torsor Máximo

Como se indicó en la sección 3.11.2 (sección de parametrización de la banda transportadora), el valor máximo para el par torsor es 4.068 N.m.

### **Diámetro del eje**

El diámetro del la sección circular del eje se encuentra directamente directamente relacionado con la sección cuadrada del eje, la cual fue asumida como 20 mm debido a que los rodamientos en los cuales estará soportado el eje tiene ese diametro como comercial. Dicho diametro sera corroborado en los calculos de la parametrizacion que se realizará a continuación.

### **Material del eje**

El material de eje en el presente trabajo esta dado en las sección 3.4.7. ( seccion de recomendaciones de diseño) y son los aceros inoxidables AISI 304 y AISI 316, cuyos valores mecánicos se encuentran dados en las Tablas 10 y 11 en la seccion 3.9.2 (sección de selección de material).

**Tabla 14**

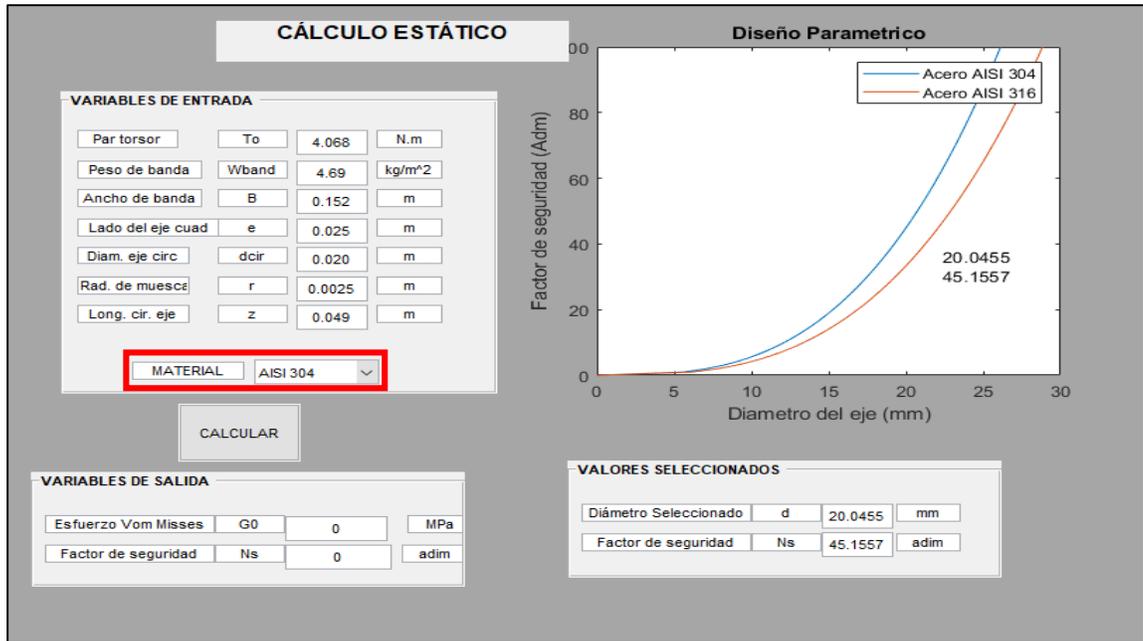
*Datos para el Diseño paramétrico del eje principal de la máquina dosificadora*

*Fuente: Propia.*

	<b>NOMBRE (SÍMBOLO)</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>VALOR</b>
<b>PARÁMETROS DE DEFINICIÓN DE PROBLEMA</b>	Material del eje	adim.	Material
<b>VARIABLES DE DISEÑO</b>	Par torsor máximo (T)	N.m	4.068
	Diámetro del eje	mm	20

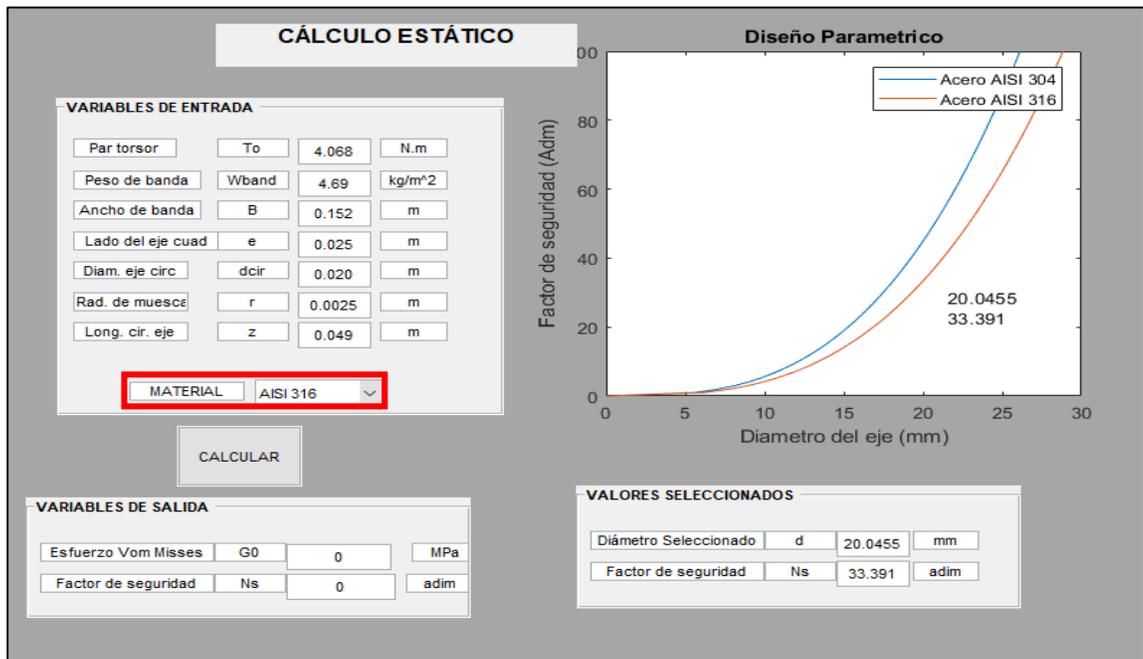
Para corroborar los resultados de las Interfaz Gráfica de Usuario se realizó un cálculo de escritorio detallado para el sistema de banda transportadora para el caso del acero inoxidable AISI 304 (Ver anexo 17). Se tomaron los valores que se muestran en la Tabla 13, realizando los calculos para carga estática se obtuvo un valor de 44.18 para el análisis estático del acero AISI 304; se observa que el valor arrojado por la GUI es de 45.15 (Ver Fig. N°44) el cual tiene una variante insignificante con en valor del calculo manual. El

factor de seguridad en carga estática para el eje de marial AISI 316 es de 33.39. (Ver Fig. N° 45).



**Figura 44.** Interfaz de usuario (GUI) y parametrización de variables el eje de acero inoxidable para el AISI 304.

**Fuente:** Propia.



**Figura 45.** Interfaz de usuario (GUI) y parametrización de variables el eje de acero inoxidable AISI 316.

**Fuente:** Propia.

### **3.11. Selección de los componentes estándar del equipo**

#### **3.11.1. Selección del Motor Monofásico**

La banda transportadora requiere una potencia mínima de accionamiento de 50 Watts para el traslado de los envases. Por razones de seguridad y de compensación para el arranque con carga y posibles sobrecargas de la banda transportadora, se considerará un motor con una potencia de ½ HP. Esto nos brindará mayor confiabilidad para el funcionamiento de la máquina.

La selección se realizó según el catálogo del fabricante WEG (ver Anexo N° 22). Se obtuvo que el motor más adecuado es el siguiente:

0.5HP - 4 polos - 127/220V - 1740rpm

#### **3.11.2. Selección de Unidad de Rodamiento**

Basándonos en la geometría del eje motriz, se seleccionó una unidad de rodamiento (chumacera y rodamiento) adecuada que sea compatible con las cargas aplicadas. La unidad seleccionada tiene el código F-UCFM204/LP03 de la marca NTN. Se procede a calcular la vida nominal del rodamiento en revoluciones y horas de trabajo.

##### **Vida Nominal (Millones de revoluciones)**

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p \quad \dots (32)$$

Donde:

**$L_{10}$** : Vida nominal básica (con una confiabilidad del 90%) (millones de revoluciones)

**$C$** : Capacidad de carga dinámica básica (kN)

**$P$** : Carga dinámica equivalente del rodamiento (kN)

**$p$** : Exponente de la ecuación de la vida útil

- Para los rodamientos de bolas,  $p = 3$

- Para los rodamientos de rodillos,  $p = 10/3$

Se tiene:

$$P = 3.6976 \text{ N}$$

$$p = 3$$

$$C = 9.9 \text{ kN}$$

Reemplazando,

$$L_{10} = \left( \frac{9.9 \text{ kN}}{3.6976 \text{ N}} \right)^3$$
$$L_{10} = 1.9193 * 10^{10}$$

**Vida Nominal (Hora de Funcionamiento)**

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60 n} * L_{10} \quad \dots (33)$$

Donde:

$L_{10h}$ : Vida nominal del rodamiento (horas de funcionamiento)

$n$ : Velocidad de giro (rpm)

Se tiene:

$$n = 13.73 \text{ rpm}$$

Reemplazando,

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60 (13.73)} * (1.9193 * 10^{10})$$
$$L_{10h} = 2.3298 * 10^{13}$$

Por tanto, se verifica que el rodamiento cumple con las condiciones de trabajo presentes. Se muestra las características de la unidad de rodamiento en el Anexo N° 23.

### 3.11.3. Selección de Manguera

Se utilizará una manguera de 1" fabricada con HULE DB36 de la marca Dixon, utilizada principalmente en la industria alimenticia, particularmente en la transferencia de leche, vino, cerveza y agua. Su rango de temperatura de trabajo se encuentra entre los -30°C y los 100 °C; soportando presiones de hasta 150 psi, la manguera cuenta con un refuerzo de Fibra sintética de alta resistencia más alambre helicoidal, además la cubierta es de hule sintético resistente a la abrasión y el ozono. Se muestra las características en el Anexo N° 24.

### 3.11.4. Selección de Electrovalvulas para el proceso de llenado

De acuerdo a la aplicación de los cilindros es necesario utilizar electroválvulas 5/2 que a diferencia de la 4/2 poseen dos escapes correspondiendo uno a cada utilización, esto brinda la posibilidad de controlar la velocidad de avance y retroceso de un cilindro en forma independiente.

El caudal de aire necesario para cada electroválvula se determina con el volumen de cada cilindro, bajo la siguiente ecuación:

$$Q = V/t \quad \dots (34)$$

Donde:

**Q:** Caudal de aire para el cilindro (m<sup>3</sup>/h)

**V:** Volumen del cilindro (m<sup>3</sup>)

**t:** Tiempo de circulación del aire (h)

Se tiene:

$$V = \frac{\pi}{4} * L_{carrera} * \phi^2_{Embolo} \quad \dots (35)$$

Reemplazando,

$$V_{C1} = V_{C2} = \frac{\pi}{4} * 80 * 20^2 = 2.513x10^{-5} m^3$$

$$V_{C3} = V_{C4} = \frac{\pi}{4} * 100 * 32^2 = 8.04x10^{-5} m^3$$

El tiempo necesario para que los cilindros inicien su funcionamiento es de 2 segundos aproximadamente, entonces el caudal que necesita cada electroválvula es:

$$Q_1 = Q_2 = \frac{2.513x10^{-5}}{2}$$

$$Q_1 = Q_2 = 1.25x10^{-5} m^3/seg = 0.045 m^3/h = 0.75 ml/min$$

$$Q_3 = Q_4 = \frac{8.04 \times 10^{-5}}{2}$$

$$Q_3 = Q_4 = 4.02 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{seg} = 0.144 \text{ m}^3/\text{h} = 2.4 \text{ ml}/\text{min}$$

La selección de la electroválvula se realizó bajo el catálogo de electroválvulas neumáticas Mindman teniendo en cuenta como parámetro de selección el caudal que cada electroválvula requiere para accionar los cilindros (Ver Fig. N° 46). Se opta por una electroválvula 5/2 de mando electroneumático asistido por un solenoide, las características de la electroválvula se describen en la Tabla 15.



**Figura 46.** Electroválvula neumática 5/2.

**Fuente:** Mindman, 2018.

**Tabla 15***Características técnicas de la electroválvula neumática**Fuente: Mindman, 2018*

General	Electrovalvula 5/2
Presión de operación (Mpa)	0.15 - 0.8
Diámetro nominal (mm)	18
Caudal a 6 bar (NI/min)	400
Presión de prueba (Mpa)	1
Voltaje de alimentación	AC110V, 220V (50/60)Hz, DC24V
Tiempo de respuesta (ms)	30
Temperatura de funcionamiento	-5 a +50
Medio	Aire
Marca	MVSC 180 4E1

### 3.12. Análisis de pérdidas mayores y menores en el sistema de bombeo de la máquina dosificadora

El balance de energía viene dado por la Ecuación de Bernoulli que se detalla a continuación:

$$Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + h_a - h_r - h_L = Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} \quad \dots (36)$$

Donde:

$h_a$ : Energía añadida al fluido por una bomba u otro dispositivo

$h_r$ : Energía consumida del fluido mediante un dispositivo mecánico

$h_L$ : Pérdidas de energía por parte del fluido, por parte de la rugosidad de las tuberías o por presencia de válvulas, conectores, etc.

$Z_1$ : Cota del depósito 01

$Z_2$ : Cota del depósito 02

$P_1$ : Presión en el punto 01

$P_2$ : Presión en el punto 02

$V_1$ : Presión en el punto 01

$V_2$ : Presión en el punto 02

$\gamma$ : Peso específico de la sustancia transportada

$g$ : Aceleración de la gravedad

$V_2$ : Presión en el punto 02

Las pérdidas totales de energía  $h_L$  están dadas por:

$$h_L = \sum k \frac{V^2}{2g} + \sum f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \quad \dots (37)$$

Donde:

$k$ : Factor de pérdida de carga por accesorio

$f$ : Factor de fricción

$L$ : Longitud de la tubería

$D$ : Diámetro de la tubería

$V$ : Velocidad del fluido transportado

$D$ : Aceleración de la gravedad

Para empezar la secuencia de cálculo de las pérdidas en tuberías se procede a determinar el número de Reynolds.

$$NR = \frac{\rho DV}{\mu} \quad \dots (38)$$

Donde:

$\rho$ : Densidad del fluido

$D$ : Diámetro de la tubería

$V$ : Velocidad del fluido

$\mu$ : Viscosidad dinámica del fluido

Se tiene,

$$NR = \frac{995 \times 0.0254 \times 0.00049}{0.000891} = 42.058$$

Para las 3 boquillas  $NR = 126.25$ , el régimen de Reynolds se define como laminar para este valor, por lo que se cumple la siguiente ecuación para el factor de fricción:

$$f = \frac{64}{NR} = \frac{64}{126.25} = 0.507$$

Calculo de la perdida de carga debido a la longitud de la manguera de 1" quedando:

$$h_{max} = f \frac{L V^2}{D 2g} = 0.507 \times \frac{5}{0.0254} \times \frac{0.00049}{2 * 9.81}$$

$$h_{max} = 0.25 \text{ m}$$

Calculo de la perdida en los accesorios de la máquina dosificadora.

El sistema cuenta con 03 boquillas, 03 reducciones, 03 válvulas, 03 coladores para válvula, por lo que se cumple:

$$h_{min} = \frac{V^2}{2g} (3K_{BOQ} + 3K_{RED} + 3K_{VAL} + 3K_{COL})$$

$$h_{min} = \frac{(4.9 \times 10^{-4})^2}{2 * 9.81} (3 * 0.83 + 3 * 0.78 + 3 * 1 + 3 * 0.79)$$

$$h_{min} = 0.017 \text{ m}$$

Se realiza la sustitución de los valores obtenidos en la ecuación N° 36, dado que el tanque de almacenamiento como las boquillas se encuentran sometidas a la presión atmosférica, el termino  $P_1$  y  $P_2$  se excluyen de la ecuación, asimismo también  $V_1$  y  $h_r$  son cero debido a que no existe ningún elemento como una turbina la cual consuma energía del fluido. Por tanto, la ecuación tiene la siguiente forma:

$$h_a = (Z_2 - Z_1) + \frac{V_2^2}{2g} + (h_{minn} + h_{max}) \quad \dots (39)$$

Reemplazando,

$$h_a = 1 + 0.049 + 0.017 + 0.25 = 1.316\text{m}$$

Obtenido el valor de las pérdidas de carga se procede a seleccionar la electrobomba adecuada, en este caso se seleccionó la electrobomba de la marca Pedrollo, modelo PM 600 monofásica; la cual impulsará el fluido hasta las electroválvulas de dosificado del vino (Ver Anexo N° 25).

### 3.13. Análisis hidráulico del proceso de dosificado en la máquina

El primer paso es analizar el sistema de presiones dentro de los diferentes elementos que transportan el producto, para ello se analiza paso a paso desde la salida de la bomba hasta el tanque de pre-llenado, esto incluye las mangueras del sistema hidráulico, las boquillas, y la presión requerida en estas; con el objetivo de lograr envasar el producto en los tiempos estipulados por el cliente.

Condiciones Iniciales:

- Volumen de la botella a llenar  $V_v = 750 \text{ cm}^3$
- Tiempo de llenado de la botella  $T_v = 30 \text{ seg}$
- Área de la boquillas  $A_v = 0.000050265 \text{ m}^2$
- Densidad del producto a envasar  $D_v = 0.95 \text{ g/cm}^3$

Cálculo del caudal  $Q_v$  requerido para llenar la botella en el tiempo estipulado por el cliente:

$$Q_v = \frac{V_v}{T_v} \left( \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} \right)$$

$$Q_v = 25 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$$

Cálculo de fuerza en Newton (N) para mover el caudal por unidad de tiempo calculado.

$$Masa (kg) = \frac{Dv * Vv}{1000}$$

$$Masa = 0.95 * \frac{750}{1000} = 0.71kg$$

$$Fuerza = ma = 0.71 * 9.81 = 7 \text{ Newtons}$$

Cálculo de la presión necesaria para impulsar esa masa por el área de la boquilla de salida en la unidad de tiempo establecida:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{7 \text{ Newtons}}{0,000050265 \text{ m}^2} = 139005.5 \text{ Pa}$$

Cálculo de la presión total del sistema, debido a que la presión calculada inicialmente cumple para una sola boquilla y el sistema posee 3 boquillas.

$$Pv = P * 3 = 417.0065 \text{ Pa}$$

Esta es la presión que debe desarrollar en el tanque de pre-llenado para que puedan las boquillas llenar las botellas en el tiempo estipulado por el cliente.

Ahora para determinar si la bomba es capaz de suministrar dicha presión, se calcula la presión máxima que esta puede desarrollar en el tanque de pre-llenado.

Condiciones Iniciales:

- Caudal generado por la bomba  $Q_p = 40 \text{ L}/\text{min}$
- Altura máxima con una salida de 1"  $H = 18 \text{ m}$
- Potencia  $1/2 \text{ HP}$

Conversión de las unidades de potencia HP en Lb-f \* pie/min a N \* m/s

$$HP = 550 \text{ Lbf} * \text{pie}/\text{min}$$

$$HP = 12.42 \text{ N} * \text{m}/\text{s}$$

Unidades de caudal en  $L/min$  a  $m^3/s$

$$Q = 40 L/min$$

$$Q = 0.00067 m^3/s$$

Calculo de la presión máxima en pascales:

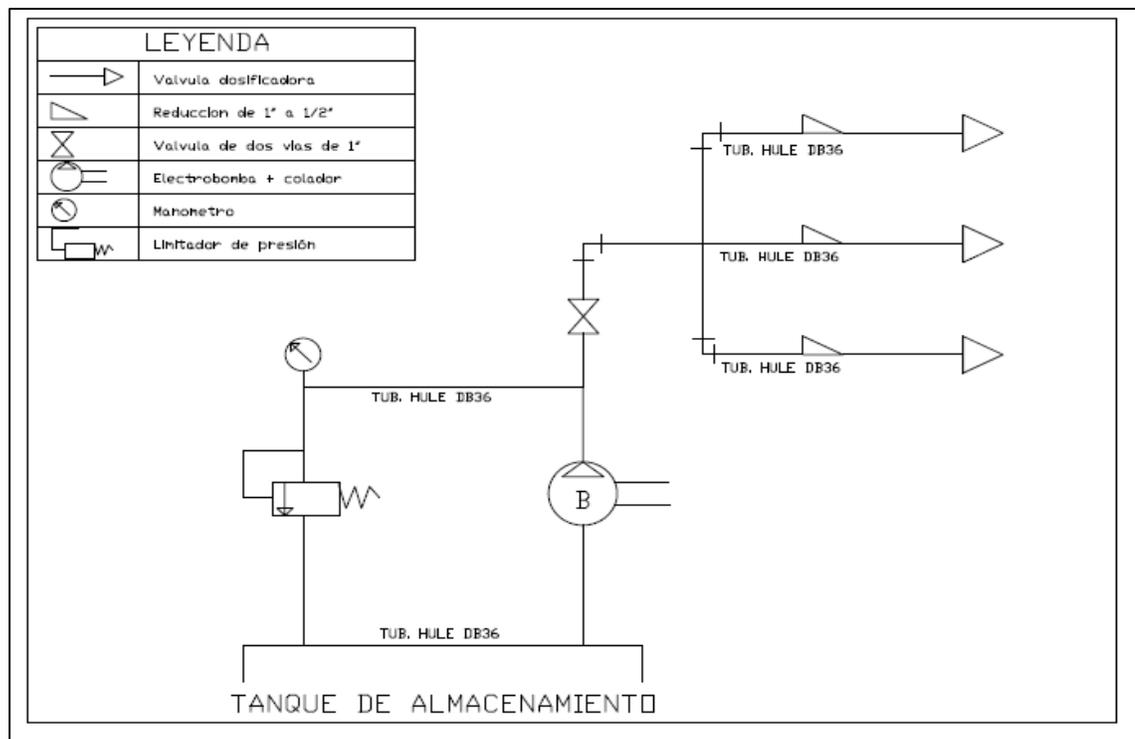
La presión máxima está determinada por la siguiente expresión,

$$Presión\ máxima = Potencia/caudal$$

$$Presión\ máxima = \frac{12.42}{0.00067} = 556.166\ Kpa$$

Se determina entonces que la bomba es capaz de suministrar la presión necesaria para el sistema, obteniéndose un consumo de 70% de lo que genera la bomba, ya que la presión máxima que se puede generar en el sistema es de 556166,98 Pascales, se indica que los elementos en la cadena del sistema hidráulico son capaces de soportar dicha presión.

En la Figura N° 47 se detalla el diagrama unifilar del sistema hidráulico



**Figura 47.** Diagrama Unifilar Sistema Hidráulico

**Fuente:** Propia

### 3.14. Sistema de Control Semiautomático

Para el sistema de control semiautomático de dosificado, se utilizaron los materiales que se detallan en la Tabla 16, asimismo también para la simulación del proceso de control se utilizó el software Proteus Design Suite (Ver Figs. N°48 - 53).

**Tabla 16**

*Lista de materiales*

*Fuente: Propia.*

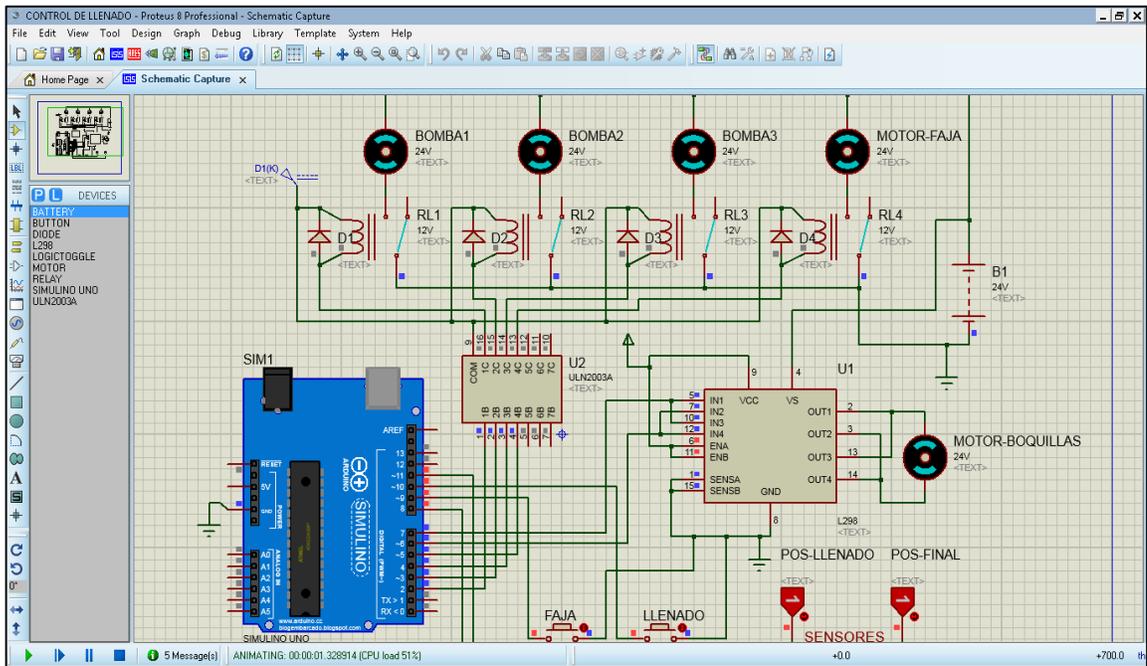
ITEM	DESCRIPCION	U
1	Microcontrolador Arduino UNO	01
2	Sensor infrarrojo E18-D80NK	02
3	Relay 12V-10A	04
4	Diodo 1n4007	04
5	Driver uln2003	01
6	Driver l298n	01
7	Fuente de Alimentación 12V-2A	01
8	Fuente de Alimentación 24V	01
9	Electrobomba 24V	03
10	Motorreductor 24V	02
11	Placa electrónica de interconexión de componentes	01

#### **Funcionamiento del sistema de control semiautomático**

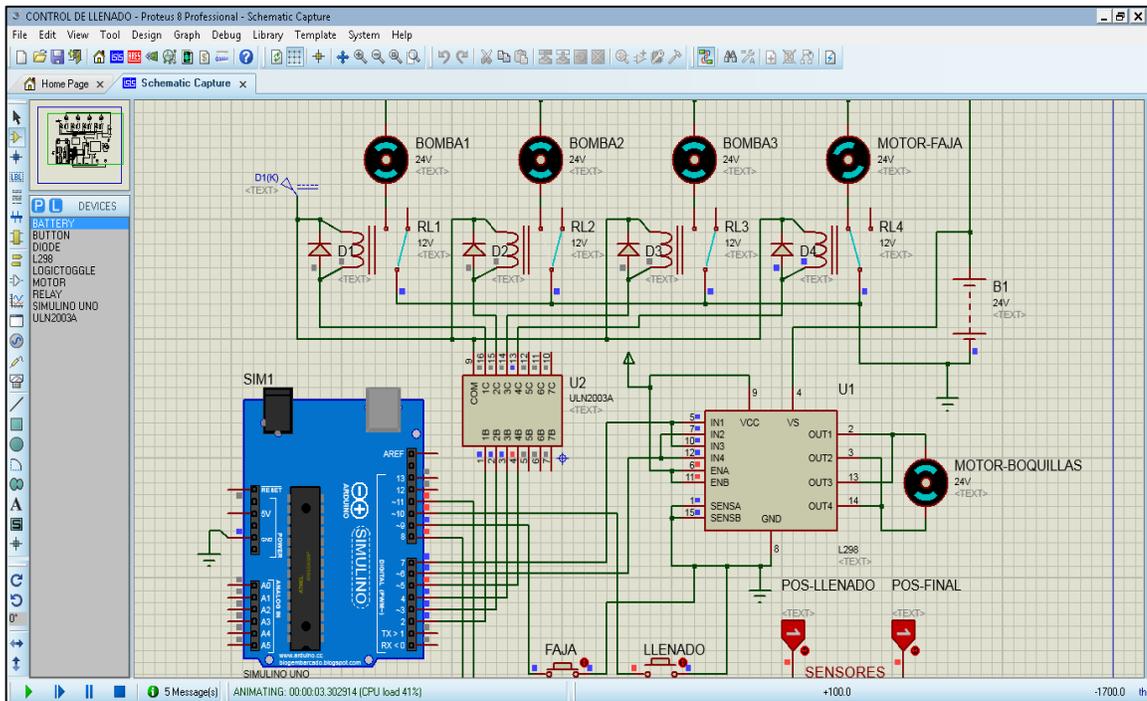
El proceso semiautomático de dosificado de tres (03) envases con una capacidad de 750 ml. Inicia con todo el sistema detenido esto quiere decir boquillas posicionadas en nivel superior, motor de la banda transportadora apagado y electrobombas de la misma forma, para dar inicio al funcionamiento del sistema se presiona el pulsador que controla la banda; cuando el Arduino detecta esta señal da la orden de encender el motor que controla dicha banda transportadora comenzando así el transporte de los tres envases, hasta que el sensor de posición detecta e inmediatamente el Arduino lee que se encuentra en la posición de las boquillas dosificadoras para su posterior llenado, en el momento que el Arduino detecta que el sensor de posición se ha activado apaga el motor de la banda transportadora, luego el sistema espera a que se dé la siguiente orden presionando el

pulsador de llenado de envase, emitida la señal por medio del pulsador de llenado; el Arduino controla el motor que mueve las boquillas dosificadoras, primero haciendo que descendan las boquillas hasta alcanzar los envases para ser llenados, en esta parte el motor gira en un sentido por algunos segundos; después el Arduino activa las 3 electrobombas a través de sus respectivos relays que son controlados por el driver uln2003 comenzando así el proceso de llenado que dura alrededor de 10 segundos, una vez llenado los respectivos envases se apagan las electrobombas y después de 01 segundo empiezan a ascender las boquillas hasta su posición inicial; para este paso se hace girar el motor que mueve las boquillas en sentido inverso por unos segundos, para controlar este sentido de dirección del motor que mueve las boquillas se utiliza el driver l298n. Ubicadas las boquillas dosificadoras en su posición inicial, el sistema se queda en espera hasta activar el motor de la banda transportadora; esto se realiza a través de su respectivo pulsador, cuando se manda la señal la banda transportadora entra en funcionamiento hasta que otro sensor detecta los envases llenos, detectada la señal el motor de la banda transportadora se apaga de inmediato y posteriormente pasando a ser retirados dichos envases del lugar, concluyendo de esta manera el proceso de dosificado.

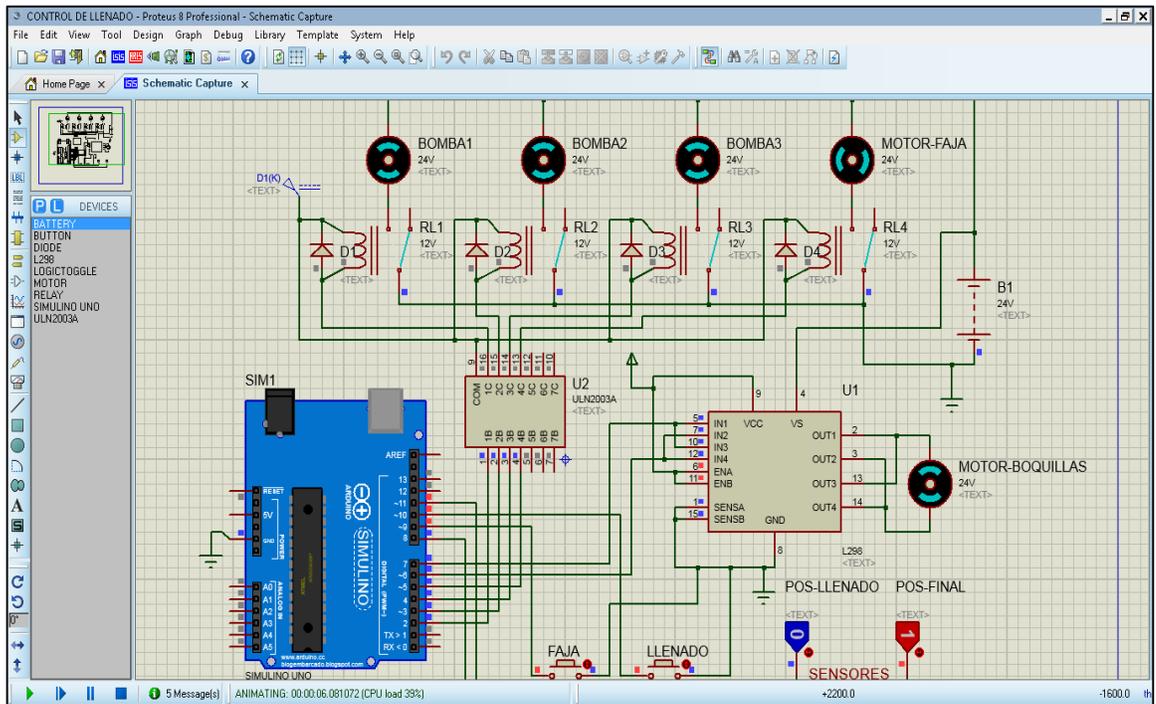
Para la programación del sistema de control semiautomático se utilizó el lenguaje C++ (Ver anexo 26).



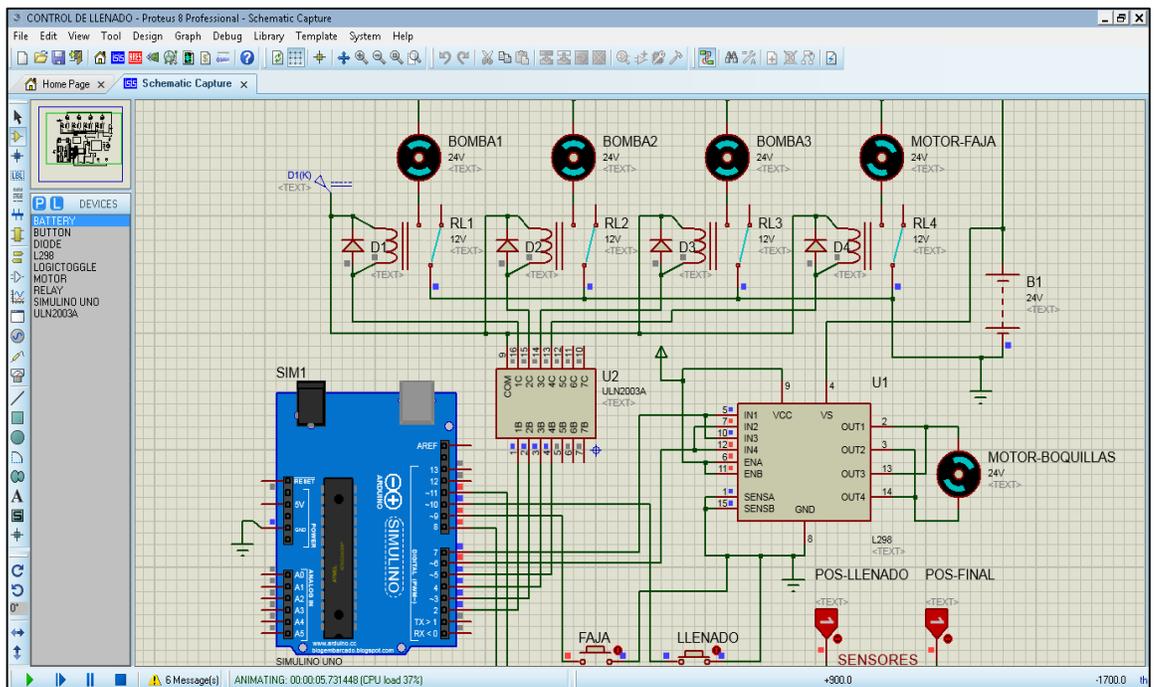
**Figura 48.** Inicio del Proceso - Modo Off.  
Fuente: Propia.



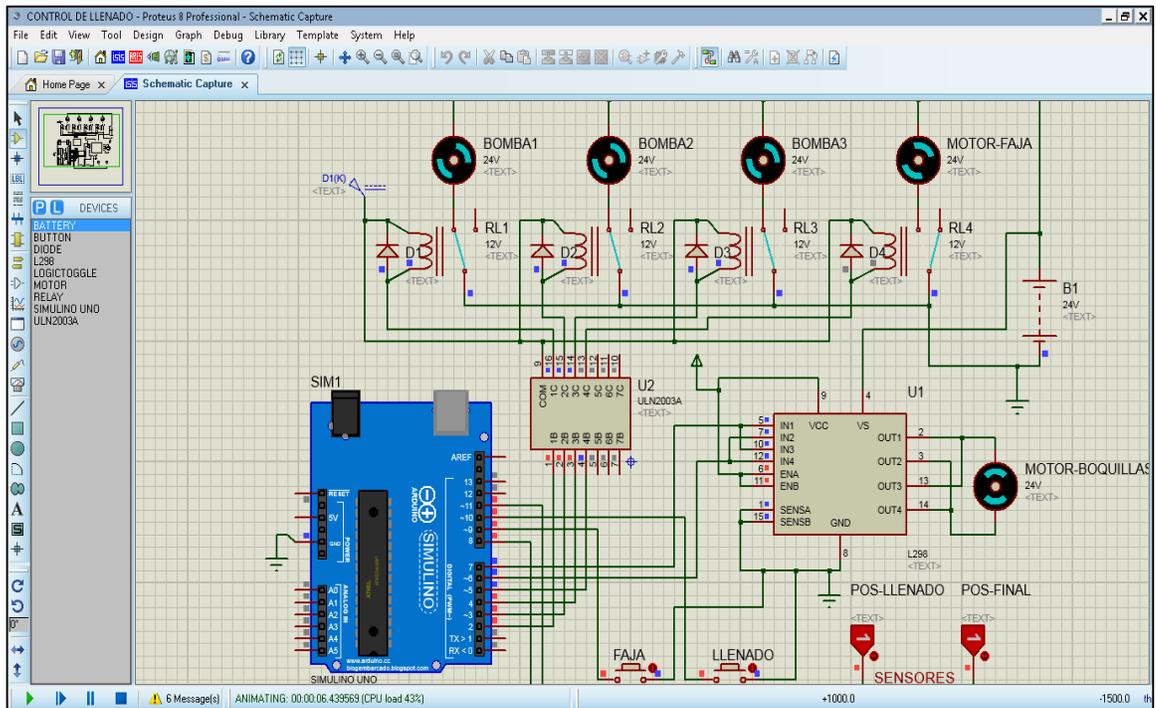
**Figura 49.** Funcionamiento de la Banda Transportadora.  
Fuente: Propia.



**Figura 50.** Funcionamiento del motor de las boquillas.  
**Fuente:** Propia.

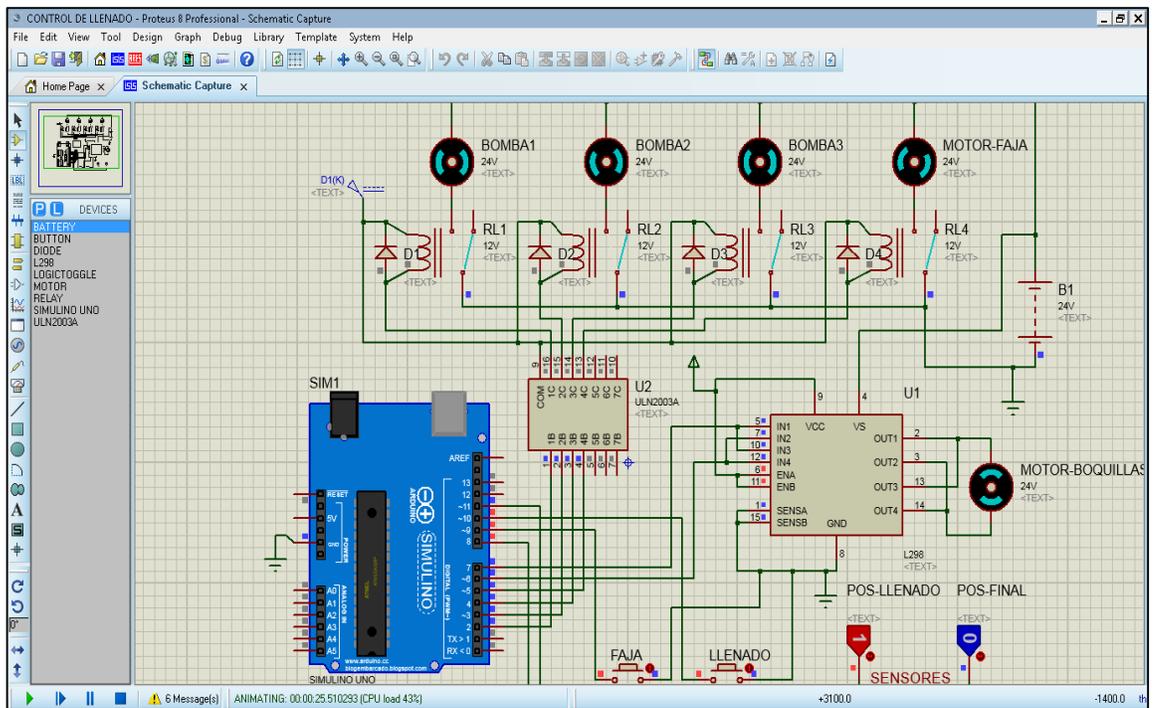


**Figura 51.** Funcionamiento del motor de las boquillas.  
**Fuente:** Propia.



**Figura 52.** Llenado de envases.

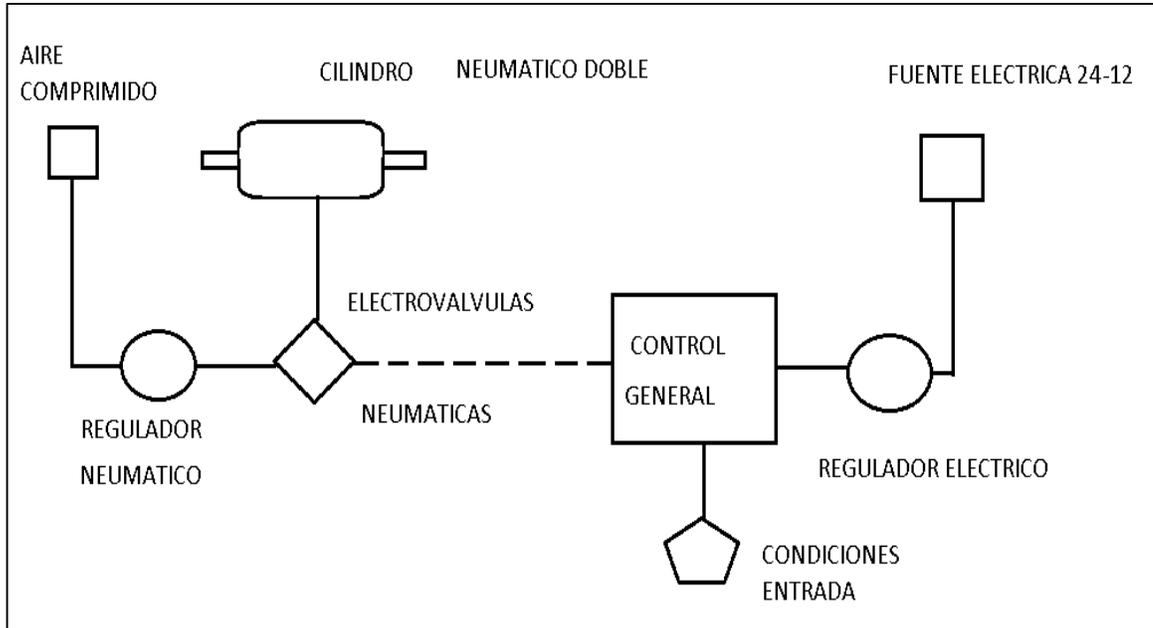
**Fuente:** Propia.



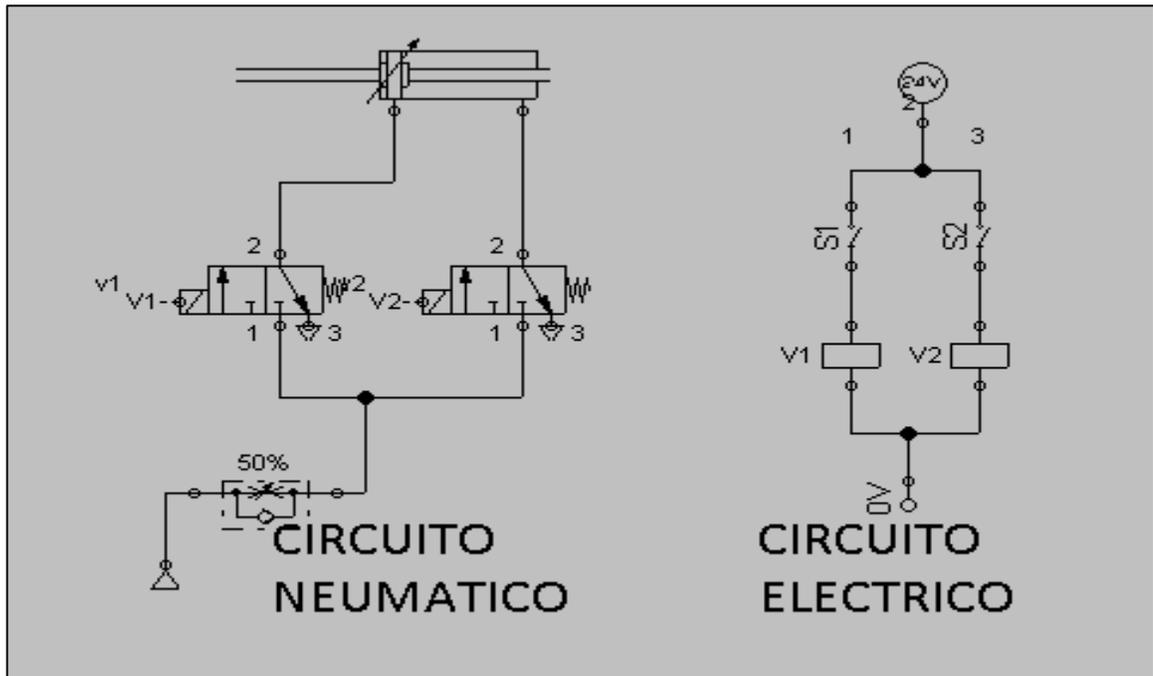
**Figura 53.** Posición final de la banda transportadora.

**Fuente:** Propia.

A continuación, se muestra el diagrama unifilar del circuito electro neumático (Ver Fig. N° 54 y 55)



**Figura 54.** Diagrama electroneumático  
**Fuente:** Propia.



**Figura 55.** Diagrama Neumático y Eléctrico  
**Fuente:** Propia.

### 3.15. Selección del cilindro neumático doble efecto

En el Anexo N° 27 se muestra un compresor RC2 24 CM RED Nuair cuya presión de operación es de 8 bar, de acuerdo a este dato se realizan los cálculos de selección correspondientes.

El cilindro realiza dos ciclos por minuto contando con un diámetro del embolo 32mm, diámetro del vástago de 8mm, carrera de 25mm. Cuyos datos se obtienen del catálogo mostrado en el Anexo N° 27

Calculo del avance:

$$Fa = PS_{embolo} = 8 \times 10^5 \frac{\pi 0.032^2}{4}$$

$$Fa = 643 N$$

Calculo del retroceso:

$$Fa = P(S_{embolo} - S_{vastago}) = 8 \times 10^5 \frac{\pi (0.032^2 - 0.008^2)}{4}$$

$$Fa = 604 N$$

Calculo del consumo de aire en cada ciclo

Volumen en cada maniobra:

$$V = V_{emn} - V_{vas} = \frac{\pi(2 * Denm^2 - Dvas^2)}{4} * Carr$$

$$V = 3.89 \times 10^{-5} \frac{m^3}{ciclo}$$

Consumo de aire en cada maniobra:

$$Q_{man} = N * V = 7.79 \times 10^{-5} \frac{m^3}{min}$$

Ley de Boyle – Mariotte:

$$P_{atm} * V_{atm} = P_{man} * V_{man}$$

Quedando:

$$P_{atm} * Q_{atm} = (P_{atm} + P_{trabo}) * Q_{man}$$

$$Q_{atm} = \frac{(P_{atm} + P_{trabo}) * Q_{man}}{P_{atm}}$$

$$Q_{atm} = \frac{(10^5 + 8 \times 10^5) * 7.79 \times 10^{-5}}{10^5}$$

$$Q_{atm} = 2.7 \times 10^{-3} \frac{m^3}{ciclo}$$

$$Q_{atm} = 2.7 \frac{l}{min}$$

Queda como resultado la fuerza necesaria para el avance de 643N, la fuerza para el retroceso de 604 N y el consumo de aire en cada maniobra es de 2.7 litros por minuto.

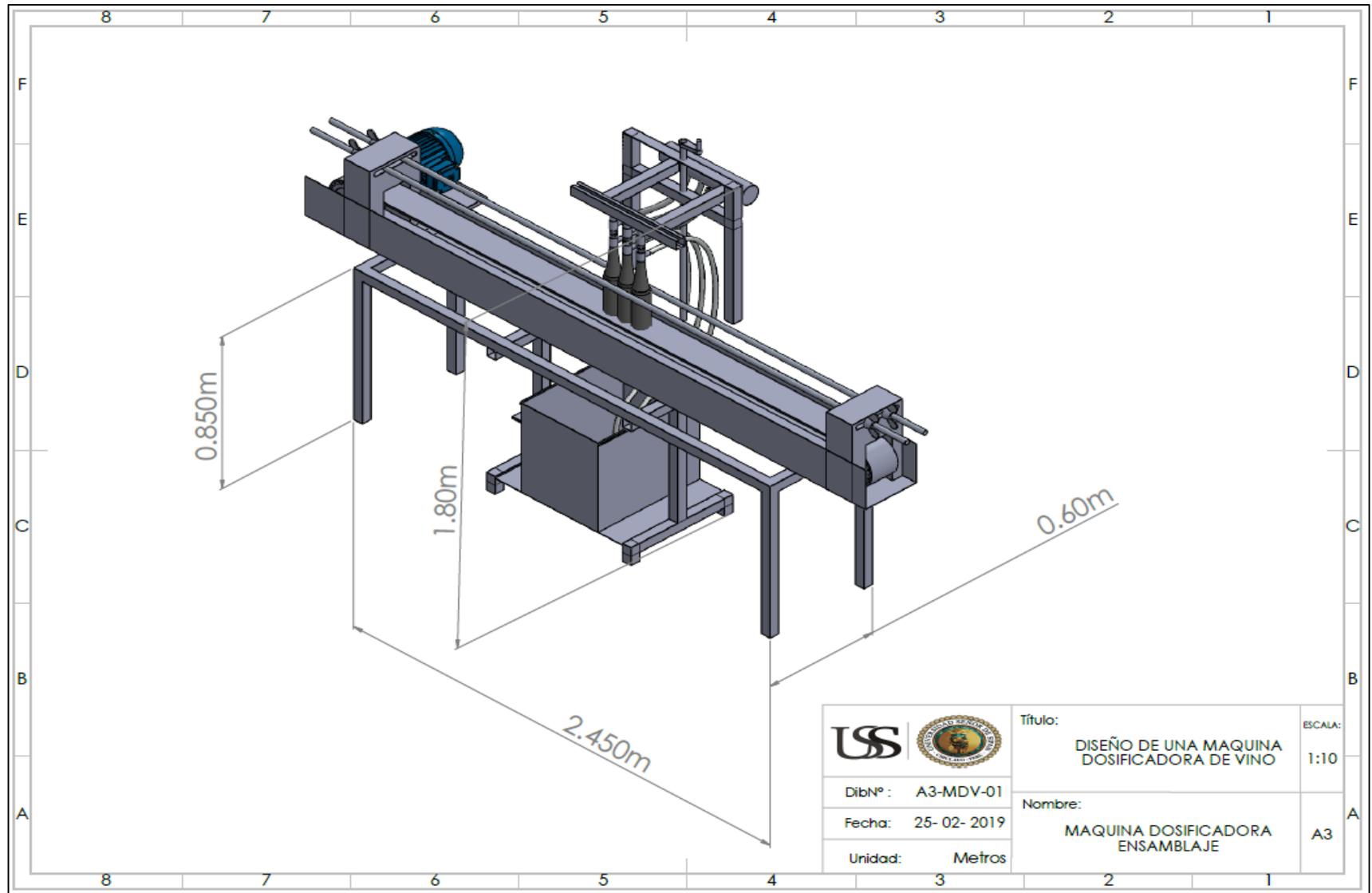
### 3.16. Elaboración de planos de ingeniería

Los planos de la máquina dosificadora de vino se encuentran en el Anexo N° 28. Un ejemplo de estos se muestra en la figura N° 56, en esta imagen se puede observar el plano de la máquina dosificadora de vino completa.

Se han elaborado 13 planos, los cuales se listan en la siguiente tabla:

**Tabla 17**  
*Lista de planos*  
*Fuente: Propia.*

<b>Número de plano</b>	<b>Nombre</b>	<b>Fecha</b>
A3-MDV-01	Máquina Dosificadora - Ensamblaje	25/02/2019
A3-MDV-02	Máquina Dosificadora - Despiece	25/02/2019
A3-MDV-03	Máquina Dosificadora	25/02/2019
A3-MDV-04	Engranaje	25/02/2019
A3-MDV-05	Eje	25/02/2019
A3-MDV-06	Tanque de Almacenamiento	25/02/2019
A3-MDV-07	Estructura - Soporte	25/02/2019
A3-MDV-08	Base de Tanque de Almacenamiento	25/02/2019
A3-MDV-09	Cubierta de Banda Transportadora	25/02/2019
A3-MDV-10	Base de Sujetadores de Varillas	25/02/2019
A3-MDV-11	Varilla de Sujeción de Envases	25/02/2019
A3-MDV-12	Base de Manibela	25/02/2019
A3-MDV-13	Base de Soporte de las Boquillas	25/02/2019



**Figura 56.** Plano de la Máquina Dosificadora de Vino.  
**Fuente:** Propia.

### 3.17. Análisis económico.

El análisis económico se plantea como la determinación de la recuperación de la inversión en años; considerando la inversión inicial de la fabricación de la máquina dosificadora de vino (Ver Tabla 18), el ahorro mensual debido a la operación del equipo y la tasa de interés que impondría una agencia bancaria al capital invertido. Este método se conoce como el Periodo de recuperación de la inversión (PRI) y se calculan con las ecuaciones según (Eggert, 2005) brindadas en la sección 1.8.14.

La empresa vino Gran Señor al envasar el vino manualmente tiene un gasto constante en diferentes aspectos como son: Compra de botellas, compra de vino, pago de servicios, pago de personal y genera ganancias de la venta de vino a distintas entidades de las ciudades aledañas a Monsefú. Se ha realizado un programa en Excel (Ver figura N° 57), en el cual da un resultado de 1 mes con 21 días para el periodo de recuperación de inversión.

Las gráficas de flujo de caja, y periodo de recuperación de inversión se han realizado en el programa MATLAB y se observan en las figuras N° 58 Y N° 59.

CÁLCULO DE TIEMPO DE RETORNO DE INVERSIÓN DESCONTADO					2%
Year	Cash Flow (\$)	CF <sub>j</sub> (\$)	(P/F, 2%, n)	CF <sub>j</sub> (P/F,18%,n) (\$)	Sum (\$)
0	-12934.8	-12934.8	1.00000	-12934.80	-12934.80
1	7950	7950	0.98039	7794.12	-5140.68
2	7950	7950	0.96117	7641.29	2500.61
3	7950	7950	0.94232	7491.46	9992.07
4	7950	7950	0.92385	7344.57	17336.64
5	7950	7950	0.90573	7200.56	24537.20
6	7950	7950	0.88797	7059.37	31596.58
7	7950	7950	0.87056	6920.95	38517.53
8	7950	7950	0.85349	6785.25	45302.78
9	7950	7950	0.83676	6652.20	51954.98
10	7950	7950	0.82035	6521.77	58476.75
11	7950	7950	0.80426	6393.89	64870.64
12	7950	7950	0.78849	6268.52	71139.16
13	7950	7950	0.77303	6145.61	77284.77
14	7950	7950	0.75788	6025.11	83309.88
15	7950	7950	0.74301	5906.97	89216.84
16	7950	7950	0.72845	5791.14	95007.99
17	7950	7950	0.71416	5677.59	100685.58
18	7950	7950	0.70016	5566.27	106251.85
19	7950	7950	0.68643	5457.12	111708.97
20	7950	7950	0.67297	5350.12	117059.10

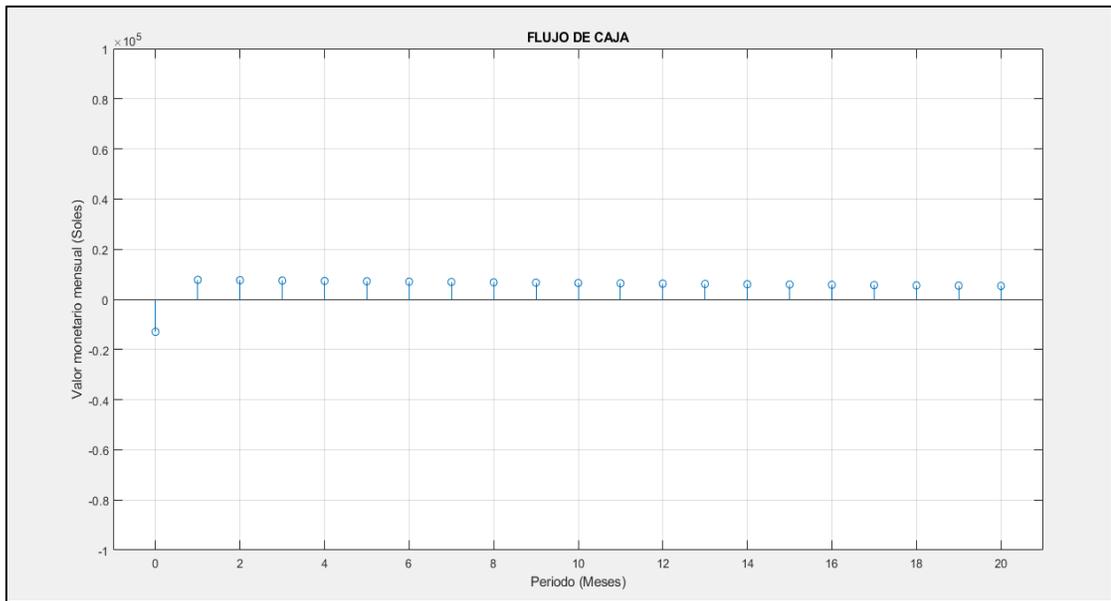
CAMBIO	
1	-5140.68
2	2500.609
TIEMPO	1.6728
Meses	1
Días	21

**Figura 57.** Cálculo de tiempo de retorno de Inversión.

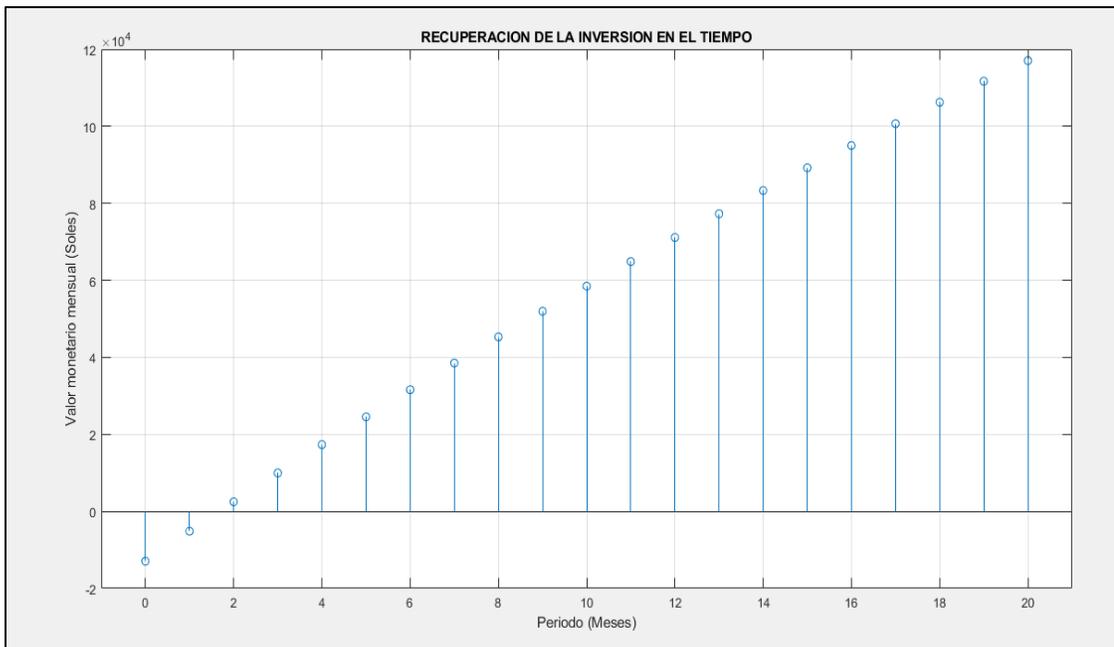
**Fuente:** Propia.

**Tabla 18***Presupuesto detallado para máquina dosificadora de vino**Fuente: Propia.*

<b>PRESUPUESTO MÁQUINA DOSIFICADORA DE VINO</b>			
<b>ESTRUCTURA:</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNIT.</b>	<b>SUB TOTAL S/</b>
PLCH 1.2MM ASTM 240 1200 X 2400	1	240	240
PLCH 0.8MM ASTM 240 1200 X 2400	1	220	220
TUB CUAD. 2" X 2" X 1.8MM	2	64	128
<b>TOTAL</b>			<b>588</b>
<b>ACCESORIOS:</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNIT.</b>	<b>SUB TOTAL</b>
CHUMACERAS NTN 20MM	4	14.2	56.8
FAJA UCP	1	25	25
BANDA TRANSP. INTRALOX 900	6	300	1800
MOTOR ELECTRICO 1/2 HP	1	200	200
ELECTROBOMBA 1/2 HP	1	295	295
LLENADOR ACERO INOX	1	230	230
MANGUERA PVC SDA	8	0	0
<b>TOTAL</b>			<b>2606.8</b>
<b>CONSUMIBLE:</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNIT.</b>	<b>SUB TOTAL</b>
SOLDADURA	2	50	100
DISCO DE CORTE 4"	2	10	20
DISCO DE DESBASTE 4"	2	10	20
<b>TOTAL</b>			<b>140</b>
<b>MANO DE OBRA:</b>	<b>DÍAS</b>	<b>COSTO UNIT.</b>	<b>SUB TOTAL</b>
MANO DE OBRA PINTURA	15	80	1200
MANO DE OBRA SOLDADURA	15	100	1500
CORTE PLASMA	15	150	2250
INSTALACIÓN	15	250	3750
MANO DE OBRA ELECTRICA	15	60	900
<b>TOTAL</b>			<b>9600</b>
<b>RESUMEN:</b>	<b>MONTOS:</b>		
ESTRUCTURA		588	
ACCESORIOS		2606.8	
CONSUMIBLE		140	
MANO DE OBRA		9600	
<b>TOTAL</b>	<b>S/</b>	<b>12,934.80</b>	



**Figura 58.** Flujo de caja para la inversión de la máquina dosificadora de vino.  
**Fuente:** Propia.



**Figura 59.** Periodo de recuperación de la inversión de la inversión.  
**Fuente:** Propia.

### **3.18. Plan de Mantenimiento del equipo**

El mantenimiento que se realizará a la Máquina dosificadora de vino será preventivo, realizándose periódicamente. Las actividades de Mantenimiento son divididas por sistemas:

#### **Sistema de Transporte**

El sistema de transporte está compuesto por los siguientes componentes: Banda transportadora, Rodillos y Guías de desgaste.

- Banda transportadora:
  - Se revisará mensualmente el estado de la superficie de la banda transportadora, identificando: Golpes, módulos dañados.
  - Se realizará la limpieza quincenal de la superficie de la banda transportadora, eliminado cualquier derrame de vino, acumulación de polvo o contaminación.
- Rodillos / Guías de desgaste:
  - Se revisará quincenalmente los rodillos, zapatas o guías de desgaste para descartar algún daño, para impedir un desgaste prematuro de la banda o engranajes.

#### **Sistema de Dosificación**

El sistema de dosificado está compuesto por los siguientes componentes: Boquillas de Inyección, Red de tuberías y tanque de almacenamiento.

- Boquillas de Inyección
  - Se revisarán mensualmente las boquillas de inyección para descartar algún desperfecto.
  - Se realizará quincenalmente la limpieza a las boquillas de dosificación.
- Red de Tuberías
  - Se inspeccionará mensualmente la red de tuberías de dosificación para descartar alguna fuga de aire.
- Tanque de Almacenamiento
  - Se realizará semanalmente la limpieza del tanque de almacenamiento del líquido para prevenir contaminación y/o degradación del producto.

### **Sistema Eléctrico**

El sistema eléctrico está compuesto por los siguientes componentes: Motor eléctrico, Bomba centrífuga y controles de mando.

- Motor eléctrico:
  - Se revisarán cada 20 días las conexiones de los motores eléctricos, ajustando pernos y/o tuercas.
- Controles de Mando:
  - Se inspeccionará cada 20 días las conexiones del tablero eléctrico y controles de mando, asimismo se revisará el aislamiento de los cables.

### **Sistema Mecánico**

El sistema mecánico está compuesto por los siguientes componentes: Engranajes, Rodamientos, Correa y chumaceras

- Engranajes:
  - Se revisará mensualmente los engranajes para asegurarse de que la alineación sea correcta y de que el eje no se desplaza.
- Rodamientos:
  - Se inspeccionará mensualmente el estado de los rodamientos.
- Correa:
  - Se revisará mensualmente la tensión y el estado de las correas, para descartar algún daño.
- Chumaceras:
  - Se revisará mensualmente el estado de grasa en las chumaceras.

Se resume el cronograma del plan de mantenimiento en la Tabla 19.

**Tabla 19**

*Cronograma del Plan de Mantenimiento*

*Fuente: Propia.*

SISTEMAS	ACTIVIDADES	PERÍODO																																																			
		Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Setiembre				Octubre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
	Revisar el estado de superficie de la banda transportadora.	X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X			
SISTEMA DE TRANSPORTE	Realizar la limpieza de la superficie de la banda transportadora.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
	Revisar los rodillos, zapatas o guías de desgaste.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
SISTEMA DE DOSIFICACIÓN	Revisar las boquillas de inyección.	X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X			
	Realizar la limpieza a las boquillas de inyección.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
	Revisar la red de tuberías de dosificación.		X			X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				X			
	Realizar la limpieza al tanque de almacenamiento del líquido.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				



### 3.19. Discusión de Resultados

La entrevista fue realizada a 5 trabajadores del área de envasado de la Empresa Vino Gran Señor, en la ciudad de Monsefú, para determinar las necesidades de la compañía. Teniendo como resultado 100 litros de volumen procesado diariamente, el nivel de dificultad que presenta el envasado manual es difícil, la capacidad de las botellas utilizadas en la empresa para el dosificado es de 750 ml, el personal operativo opta por envasar su producto de manera semiautomática, los mismos están interesados en poseer una Máquina dosificadora de vino, deseando alcanzar un volumen de procesamiento diario de 500 litros. Como no se obtuvo normas para el diseño de la máquina dosificadora de vino, se procedió a extraer las recomendaciones de diseño de diferentes estándares, manuales y/o Artículos de Investigación que encaminaron la forma final de la Máquina dosificadora, asimismo los rangos de parámetros importantes en el diseño. Este procedimiento resultó ser muy importante para la obtención de datos iniciales para los sucesivos pasos de diseño.

Al desarrollar la entrevista a las 5 personas que laboran en la empresa Vino Gran Señor, se obtuvo resultados y se seleccionó los rangos según las recomendaciones de diseño para el bosquejo de la Máquina dosificadora. Se plantea que la longitud de la banda transportadora sea menor a 4 metros. El ancho de la banda deberá ser mayor a 110 milímetros. El diámetro de los rodillos de apoyo se recomienda se encuentren entre 51 – 102 milímetros. La velocidad del transporte de envase será de 7.68 m/min. El peso de la carga unitaria será mayor a 1.216 kg. La base del envase tendrá un diámetro mínimo de 76 milímetros alcanzando un máximo de 110 mm, para volúmenes de 750 y 1500 ml, respectivamente. La sección del eje se recomienda sea cuadrado con límites de 25 – 60 milímetros de lado. Estas especificaciones resultaron importantes para la obtención de los datos iniciales que contribuyen en la continuación del proceso de diseño conceptual, configuración y paramétrico.

Luego de analizar las recomendaciones de diseño se definieron cuatro (04) conceptos tentativos de solución. Se consideró los criterios: Rendimiento, Capacidad de producción, Facilidad de manejo, Mantenimiento, Consumo de energía, Seguridad, Tamaño, Costo y Fácil construcción, con el objetivo de que los operarios encargados del envasado del vino

puedan realizar un trabajo confiable y seguro. Se consideró que los 4 conceptos seleccionados son correctos; para el estudio y selección del concepto más óptimo se utilizó una matriz de criterios ponderados para elegir la Máquina dosificadora de vino conveniente de los cuatro conceptos de solución. Según la puntuación obtenida de la matriz de selección ponderada se indica que el concepto de Máquina Llenadora semiautomática para líquidos J® Automation es el más adecuado. Para esta selección se asignó una calificación en porcentaje según la importancia de cada criterio obtenido en las recomendaciones de diseño. A los diferentes criterios se le estableció las siguientes ponderaciones; Poco Satisfecho (1), Satisfecho (2), Muy Satisfecho (3).

Con la finalidad de encontrar la mejor opción para soportar las cargas y esfuerzos a las que se encuentra sometida la máquina y cada uno de sus componentes, se realizó tres diseños de configuración de la banda transportadora orientándose en los criterios de las recomendaciones de diseño.

Contando con la información de las entrevistas, el diseño conceptual, el diseño de configuración y el juicio ingenieril se procedió a determinar las dimensiones generales de la Máquina dosificadora, guiándose de las recomendaciones de diseño y las especificaciones de Ingeniería. Se dimensionó el ancho de banda 0.152 metros para que puedan circular por ella botellas de hasta 1500 ml. El largo del transportador es 3 metros debido a que la longitud de área otorgada para la máquina son 5 metros. El diámetro de los rodillos de apoyo debe encontrarse entre 51 mm y 102 mm (Intralox, 2018). La altura de las guías es 13 mm. La altura desde la superficie al transportador debe ser 1 metro, para confort del operario (Workers, 2016).

El material seleccionado para la banda transportadora es polipropileno de acuerdo a las recomendaciones de diseño, ya que tiene resistencia química de diversas, bases, sales, y alcoholes (Intralox, 2018). Debido que la máquina está sometida al trabajar con alimentos el material para la estructura, el material por excelencia para el tanque de almacenamiento estructura, inyectores y ejes del transportador es el acero inoxidable; de los cuales se tiene dos opciones el AISI 304 y el AISI 316.

Las diferentes cargas de diseño para la máquina envasadora de vino son el Par de Torsión, la carga de la banda y la carga del producto sobre el eje principal. Las cargas mecánicas sobre el eje principal se dividen en reacciones, par de torsión, carga del producto y la banda. En las reacciones sobre el eje se consideran las reacciones del eje sobre los soportes en los extremos. El par de torsión fue calculado en la GUI del diseño paramétrico de la banda transportadora. La carga del producto y la banda son consideradas con cargas de flexión sobre el eje. Las diferentes cargas mencionadas fueron empleadas como datos de entrada para la simulación estructural con elementos finitos en el Software de Simulación.

Se desarrolló una interface de usuario (GUI) en el software Matlab, utilizando la caja negra para el sistema de banda transportadora, parametrizando variables de acuerdo al dimensionamiento de la máquina y las recomendaciones de diseño. Los rangos para el diámetro del envase se encuentran entre  $76 \leq D_t \leq 110 \text{ mm}$ , se tomará una velocidad  $\geq 7.68$ , los autores consideran cuatro anchos para la banda dados en el catálogo (Intralox, 2018) para diseñar el sistema de banda transportadora de la máquina dosificadora de vino. Los cálculos de escritorio desarrollados en el anexo 14, pueden ser corroborados en la GUI (Figura 52 y 53) y a través de las simulaciones en el Software de Simulación.

Se desarrolló el análisis económico mediante el método de Periodo de Recuperación de la Inversión, para el cual se ha tenido en cuenta la implementación de los materiales y elementos óptimos. El análisis plantea una inversión inicial de S/. 12,934.80 soles, que sería recuperada en base al incremento de la producción y venta de vino en la ciudad de Monsefú y pueblos aledaños. La implementación del proyecto tendría un periodo de retorno de inversión de 1 mes con 21 días (Figura N° 57), el cual fue corroborado con los resultados del programa Matlab (Figuras N° 58 Y N° 59). En los antecedentes revisados no se realiza un análisis económico como el análisis exhaustivo que se presente en este trabajo.

**CAPITULO IV**  
**CONCLUSIONES Y**  
**RECOMENDACIONES**

## **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1. Conclusiones**

Fue indispensable determinar las necesidades de la empresa mediante entrevistas para iniciar con el diseño de la máquina envasadora de vino, la búsqueda de normativa o estándares de diseño asociados al tema, para luego establecerlo en especificaciones de rangos deseados para las funciones de la máquina, esto fue de crucial importancia brindando una secuencia de rigor adecuado permitiendo la definición del problema y seguir con los pasos de diseño conceptual, de configuración y paramétrico.

La matriz de criterios ponderados de Eggert evaluó las ventajas y desventajas de los cuatro conceptos de diseño presentados. Se decidió mediante la técnica de esta matriz de auxilio que el concepto ganador es el N° 3: Máquina llenadora semiautomática para líquidos, J® Automation.

El acero inoxidable AISI 304 seleccionado brinda un mejor resultado en cuanto a factor de seguridad para el eje, este resultado se vio demostrado en las simulaciones por método de elemento finito (Software de Simulación) y se demuestran en el diseño paramétrico.

El diseño del eje se realizó en el Software de Simulación, permitiendo realizar una simulación de las cargas, tanto de flexión como de torsión a las que se encontrará sometido bajo carga estática y dinámica, dando como resultado un factor de seguridad de 15 el cual es alto pero razonable, debido a que las cargas que afectan el sistema son de valores pequeños.

Los cálculos de escritorio presentados en el Anexo N°17, tienen similitud con la Interfaz de Usuario (GUI) de la sección 3.11 (sección de diseño paramétrico de los componentes críticos de la máquina), Las variables de solución en función de las variables de diseño presentan un comportamiento global el cual se puede apreciar en las tablas y gráficas paramétricas, esto permitió verificar el comportamiento de la potencia del motor en función de los anchos de la banda. Por tanto, el diseño paramétrico es una herramienta matemática excelente que ayuda en la toma de decisiones en el análisis de sistemas críticos de la máquina.

El presente trabajo de investigación destaca entre los trabajos previos revisados en que todo su desarrollo está fundamentado en una metodología formal de diseño recomendada por especialistas del área Eggert (2005) y Dieter y Bacon (2013). Esta forma de atacar un problema de diseño presenta la gran ventaja de conducir al ingeniero diseñador a través de los más relevantes estudios de diseño ingenieril y las posibilidades de mejora que esto involucra.

El proyecto tiene una inversión inicial de S/. 12,934.80 soles, que será recuperado en base al incremento de la producción. De acuerdo al análisis económico, tiene un Período de Retorno de Inversión de 1 mes con 21 días. Este resultado indica que la recuperación de la inversión se realiza en un tiempo aceptable para la inversión.

## **4.2. Recomendaciones**

Para el diseño verificar si existen reductores de velocidad en el mercado, ya que estos facilitan la relación de transición para las velocidades.

Se recomienda realizar el cálculo analítico de la estructura del soporte donde se ubica el motor eléctrico y el reductor de velocidad.

Seleccionar los envases correspondientes con las medidas recomendadas en este proyecto de investigación.

Se recomienda utilizar el manual de Intralox 2018 para el diseño de bandas transportadoras.

Para el diseño del eje se recomienda utilizar Acero Inoxidable 304

## REFERENCIAS

- Albeniz. (15 de Setiembre de 2016). *Sistemas de etiquetado*. Obtenido de Interempresas net: <http://www.interempresas.net/Vitivinicola/FeriaVirtual/Producto-Sistemas-de-etiquetado-30029.html>
- Alva Alcantara, J. H., & Barreto Vasquez, V. (2014). *Control y supervisión de llenado de botellas con PLC S7-1200 y Labview (Servidores OPC)*. Trujillo, Peru: Universidad Nacional de Trujillo.
- Aquize Toro, P. (2003). *Control y supervisión de los procesos de fermentación y estabilización de vinos tabernero*. Lima, Peru: Universidad Nacional De Ingeniería.
- Asian Machinery U.S.A. (2017). *Llenadora de Agua*. Obtenido de AM U.S.A. Asian Machinery U.S.A., Inc.: <http://www.asianmachineryusa.com/llenadora-de-agua>
- ASME. (19 de Diciembre de 2016). *ASME Norma y Certificacìon*. Obtenido de ASME SETTING THE STANDARD: [https://www.asme.org/wwwasmeorg/media/ResourceFiles/AboutASME/Who%20We%20Are/Standards\\_and\\_Certification/SCstudentBR\\_aug15r3-\(002\).pdf](https://www.asme.org/wwwasmeorg/media/ResourceFiles/AboutASME/Who%20We%20Are/Standards_and_Certification/SCstudentBR_aug15r3-(002).pdf)
- Aucejo, S., Herranz, N., Navarro, P., & Aguirre, R. (30 de Noviembre de 2006). *Envases y embalajes en el sector del vino*. Obtenido de Acenología: [http://www.acenologia.com/ciencia77\\_1.htm](http://www.acenologia.com/ciencia77_1.htm)
- Budynas, R., & Nisbett, K. (2008). *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*. Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA.
- Bueno Lopez, A. M. (7 de Junio de 2016). *Tipos de Envases para el vino*. Obtenido de Chef de Aceites y Vinos: <http://anamariabuenolopez.blogspot.pe/>
- Castañeda Rivera, E. L. (2003). Automatización y control de máquina envasadora de líquidos. *Ingeniería electrónica, automática y comunicaciones, XXIV(1)*, 9.
- Cata vino. (15 de Julio de 2014). *Diagrama de flujo de la vinificación del Vino*. Obtenido de Sitio web Cata vino: <http://www.catadelvino.com/blog-cata-vino/diagrama-de-flujo-de-la-vinificacion-del-vino>
- Crece Negocios. (07 de Noviembre de 2012). *Retorno sobre la Inversion (ROI)*. Obtenido de Sitio web Crece Negocios: <https://www.crecenegocios.com/retorno-sobre-la-sobre-inversion-roi/>
- Direct Industry. (2017). *Llenadora para botellas PET / automática / volumétrica / rotativo*. Obtenido de Direc Industry El salon online de la Industria: [http://www.directindustry.es/prod/khs-gmbh/product-21322-1100195.html#product-item\\_864519](http://www.directindustry.es/prod/khs-gmbh/product-21322-1100195.html#product-item_864519)
- Equitek. (2016). *Equipo para Envasado de Productos Líquidos por Nivel, Lineal*. Obtenido de Equitek: <http://www.equitek.com.mx/enasadora-dnl.html>
- Equitek. (2016). *Equipo para Envasado de Productos Líquidos por Nivel, Rotativo*. Obtenido de Equitek: <http://www.equitek.com.mx/enasadora-dnr.html>

- Equitek. (2016). *Máquinas para empaque y envasado de líquidos*. Obtenido de <http://maquinariamac.galeon.com/familia1209683.html>
- Fernández Fernández, C. (2015). *Diseño de una máquina semiautomática para el llenado aséptico de agua en la empresa "PROBENOR S.A.C"*. Pimentel, Perú: Universidad Señor De Sipán.
- García, C. (25 de Marzo de 2017). *Diseño envasadora*. Obtenido de Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=24F6xGyGIFc>
- Garrido, L. (4 de Agosto de 2009). *La ley de vinos estatal enfrenta a Castilla y Cataluña*. Obtenido de El mundo.es: <http://www.elmundo.es/elmundo/2009/08/03/barcelona/1249328439.html>
- Gates MECTROL. (2018). *Food Conveyor Belting*. EE.UU.
- GoodFellow. (2018). *Todos los materiales para Investigación Científica*. Obtenido de <http://www.goodfellow.com/S/Acero-Inoxidable-AISI-304.html>
- Grupo Carman. (2015). *Método de Elementos finitos con SolidWorks Simulation*. Obtenido de Grupo Carman Blog de noticias, novedades y promociones del grupo de empresas carmán: <http://grupocarman.com/blog/solidworks-simulation/>
- IEES. (17 de Junio de 2014). *Industria de Elaboración de Vinos*. Obtenido de IEES Instituto de Estudios Económicos y Sociales: [http://www.sni.org.pe/wp-content/uploads/2014/06/RE\\_IEES\\_Reporte\\_Vinos\\_Junio2014.pdf](http://www.sni.org.pe/wp-content/uploads/2014/06/RE_IEES_Reporte_Vinos_Junio2014.pdf)
- Indura. (2017). *Embotellado del vino*. Obtenido de Indura Grupo AIR Products: <http://www.indura.cl/Web/CL/Menu/3067/Vitivin%C3%ADcola>
- Intralox. (2016). *Manual de ingeniería de las bandas transportadoras*.
- INTRALOX. (2018). *Manual de Ingeniería de las bandas transportadoras*. España.
- Isocorp. (2017). *Envasadora de Jugos Líquidos*. Obtenido de Carlini Fabrica de Máquina Envasadoras: [http://www.carlini.com.ar/index.php?route=product/product&path=59\\_60&product\\_id=52](http://www.carlini.com.ar/index.php?route=product/product&path=59_60&product_id=52)
- J® Automation. (2016). *Llenadora de líquidos*. Obtenido de <http://maqindustrialyservicios.com.mx/?p=417>
- Juvasa. (12 de Enero de 2015). *Botellas de vidrio para vino*. Obtenido de Juvasa: <https://www.juvasa.com/es/conservas/botellas-de-vidrio-para-vino>
- Lavayen García, R. C. (2004). *Diseño de una llenadora rotativa para embotellado de agua natural sin gas*. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del sur.
- Martín Del Moral, A., & Santolalla Arnedo, I. (2006). *Manual de buenas prácticas en prevención de riesgos laborales Sector Vitinícola*. España: UGT, La rioja.
- Matlab. (2017). *Matemáticas. Gráficos. Programación*. Obtenido de MathWorks: <https://es.mathworks.com/products/matlab.html>

- Medina Lescano, G. (2017). *Desarrollo de una máquina envasadora y tapadora de yogurt para la fábrica Lácteos San Francisco*. Chimborazo, Ecuador: Escuela Superior Politécnica.
- Menajovsky, J. (10 de Noviembre de 2014). *Bag-in-Box: Vino nuevo por 40 días*. Obtenido de Glamout: <http://www.glamout.com/notas/10631-bag-in-box-vino-nuevo-por-40-dias.html>
- Morris, J. R. (2008). *Consideraciones para iniciar una bodega*. Arkansas, Estados Unidos: Universidad de División de la Estación Experimental Agrícola.
- NTN. (09 de Noviembre de 2015). *Chumaceras*. Obtenido de [http://www.matichsa.com.ar/manuales/pdf\\_new/CATALOGO\\_AUTOCENTRANTES.pdf](http://www.matichsa.com.ar/manuales/pdf_new/CATALOGO_AUTOCENTRANTES.pdf)
- Ortega Navarrete, R. (2013). *Diseño y construcción de una máquina para envasado de agua*. Mexico, D. F: Universidad Nacional Autónoma de Mexico.
- PetPack. (1 de Mayo de 2014). *Innovación en Envases PET*. Obtenido de PetPack Tecnología en envases y preformas: <http://www.petpack.com.co/this-is-a-standard-post-with-preview-image/>
- Protocolo y Etiqueta. (29 de Setiembre de 2017). *Tipos de vino. Clasificación* . Obtenido de Protocolo.org: <https://www.protocolo.org/social/la-mesa/tipos-de-vino-clasificaciones.html>
- R.Bardi. (2014). *Lavadora pars Botellas Nilo*. Obtenido de Sitio web R.Bardi: <http://www.r-bardi.com/es/nilo.php>
- Ramos, Á. (14 de Marzo de 2017). *Piattelli Vineyards, una bodega que crece cada día*. Obtenido de El ángel del vino: <http://angelyvino.blogspot.pe/2017/03/piattelli-vineyards-una-bodega-que.html>
- Roldán, J. (9 de Setiembre de 2015). *Vino queretano trasciende fronteras*. Obtenido de Alternativo.mx: <http://alternativo.mx/2015/09/vino-queretano-trasciende-fronteras/>
- Sanchez, F. (21 de Enero de 2012). *Proceso de Elaboracion del Vino*. Obtenido de 1 Glass of Wine: <https://fabscocina.wordpress.com/>
- SolidWorks. (2015). *Introducción a Solidworks*. Obtenido de Sitio web Solid Works: [http://my.solidworks.com/solidworks/guide/SOLIDWORKS\\_Introduction\\_ES.pdf](http://my.solidworks.com/solidworks/guide/SOLIDWORKS_Introduction_ES.pdf)
- SolidWorks. (2015). *Solidworks Flow Simulation* . Obtenido de sitio web SolidWorks: [https://www.solidworks.com/sw/docs/sw2015\\_datasheet\\_simulation\\_flow\\_eng.pdf](https://www.solidworks.com/sw/docs/sw2015_datasheet_simulation_flow_eng.pdf)
- SolidWorks Electrical KOP-Beta. (23 de Enero de 2014). *SolidWorks Electrical KOP - Beta*. Obtenido de sitio web SolidWorks Electrical KOP - Beta: <https://www.chiefdelphi.com/media/photos/39350>
- Urbina Vinos blog. (22 de Octubre de 2013). *Lavado, embotellado, encorchado, encapsulado, etiquetado y embalado de una botella de vino*. Obtenido de Sitio web Urbina Vinos blog: <http://urbinavinos.blogspot.pe/2013/10/lavado-embotellado-encorchado.html>

- Vásquez Ospina, Á., & Cortés Angel, K. (2014). *Diseño y construcción del prototipo de una máquina de embotellado de jugos pasteurizados*. Pereira, Colombia: Universidad Tecnológica De Pereira.
- Vinetur. (15 de Diciembre de 2014). *Las denominaciones de origen del vino que más venden en España*. Obtenido de Vinetur La revista digital del vino:  
<https://www.vinetur.com/2014121517699/las-denominaciones-de-origen-del-vino-que-mas-venden-en-espana-y-fuera.html>
- Ward, L. A. (27 de Julio de 2000). *Industria de las bebidas*. Obtenido de Sectores basados en recursos biológicos:  
<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo3/65.pdf>
- Wasilevsky, J. D. (31 de Octubre de 2008). *Desafío a las tradiciones: la Argentina ya exporta vino en lata a 20 países*. Obtenido de iprofesional: <http://www.iprofesional.com/notas/72793-Desafio-a-las-tradiciones-la-Argentina-ya-exporta-vino-en-lata-a-20-paises>
- Weg. (2018). *Motores Monofásicos*. Obtenido de <http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-motores-monofasicos-mercado-mexicano-catalogo-espanol.pdf>
- Wikipedia. (2 de Agosto de 2017). *Bomba Centrífuga*. Obtenido de Sitio web Wikipedia:  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Bomba\\_centric%C3%ADfuga](https://es.wikipedia.org/wiki/Bomba_centric%C3%ADfuga)
- Wikipedia. (24 de Octubre de 2017). *Cinta Transportadora*. Obtenido de Sitio Web Wikipedia:  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Cinta\\_transportadora](https://es.wikipedia.org/wiki/Cinta_transportadora)
- Wikipedia. (13 de Noviembre de 2017). *Controlador Lógico Programable*. Obtenido de Sitio web Wikipedia: [https://es.wikipedia.org/wiki/Controlador\\_l%C3%B3gico\\_programable](https://es.wikipedia.org/wiki/Controlador_l%C3%B3gico_programable)
- Wikipedia. (23 de Febrero de 2017). *Valor Actual Neto*. Obtenido de Sitio web, Wikipedia:  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Valor\\_actual\\_neto](https://es.wikipedia.org/wiki/Valor_actual_neto)
- Wikipedia La enciclopedia libre. (16 de Agosto de 2017). *Maquinaria de envasado*. Obtenido de Sitio web Wikipedia: [https://es.wikipedia.org/wiki/Maquinaria\\_de\\_ensado](https://es.wikipedia.org/wiki/Maquinaria_de_ensado)
- Wikipedia La enciclopedia libre. (30 de Octubre de 2017). *Vino*. Obtenido de Sitio web Wikipedia:  
<https://es.wikipedia.org/wiki/Vino>
- Workers. (2016). *Envasadora automática para líquidos*. Obtenido de <http://www.maquinariaworkers.com/productos/informacion/3-ENVASADORA-AUTOMATICA-PARA-LIQUIDOS>
- Workers. (2017). *Máquinas que eficientarán tus procesos*. Obtenido de Workers Equipos de Envasado Industrial: <http://www.maquinariaworkers.com/productos/informacion/11-ENVASADORA-AUTOMATICA-ROTATIVA-WK-RT-24-8>
- Yi Sanchez, Z. (2008). *Sistemas de Información para el Costeo por Procesos de las Industria Vitícolas*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.

# **ANEXOS**

## ANEXOS

### Anexo N° 01: Factor de servicio (SF)

**Tabla A1**

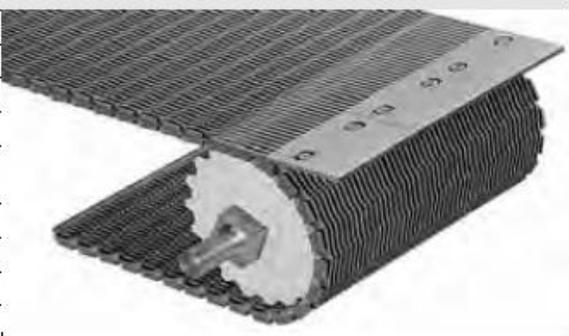
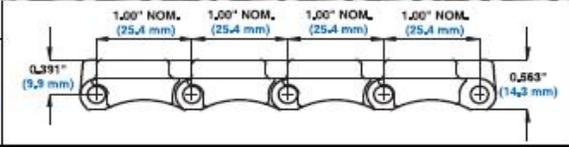
<b>(SF) FACTOR DE SERVICIO</b>		
Arranques sin carga, con carga aplicada gradualmente.		1,0
Arranques frecuentes bajo carga (más de una vez por hora)	AGREGAR 0,2	
A velocidades mayores de 100 FPM (pies por minuto) (30 metros/min)	AGREGAR 0,2	
Transportadores ascendentes	AGREGAR 0,4	
Transportadores por empuje	AGREGAR 0,2	
	TOTAL	

**Nota:** Para velocidades superiores a los 50 pies/min (15 m/min) en transportadores que arrancan con acumulación de producto, se recomienda usar motores de arranque suave.

**Fuente:** Intralox, 2018

Anexo N° 02: serie 100

Tabla A2

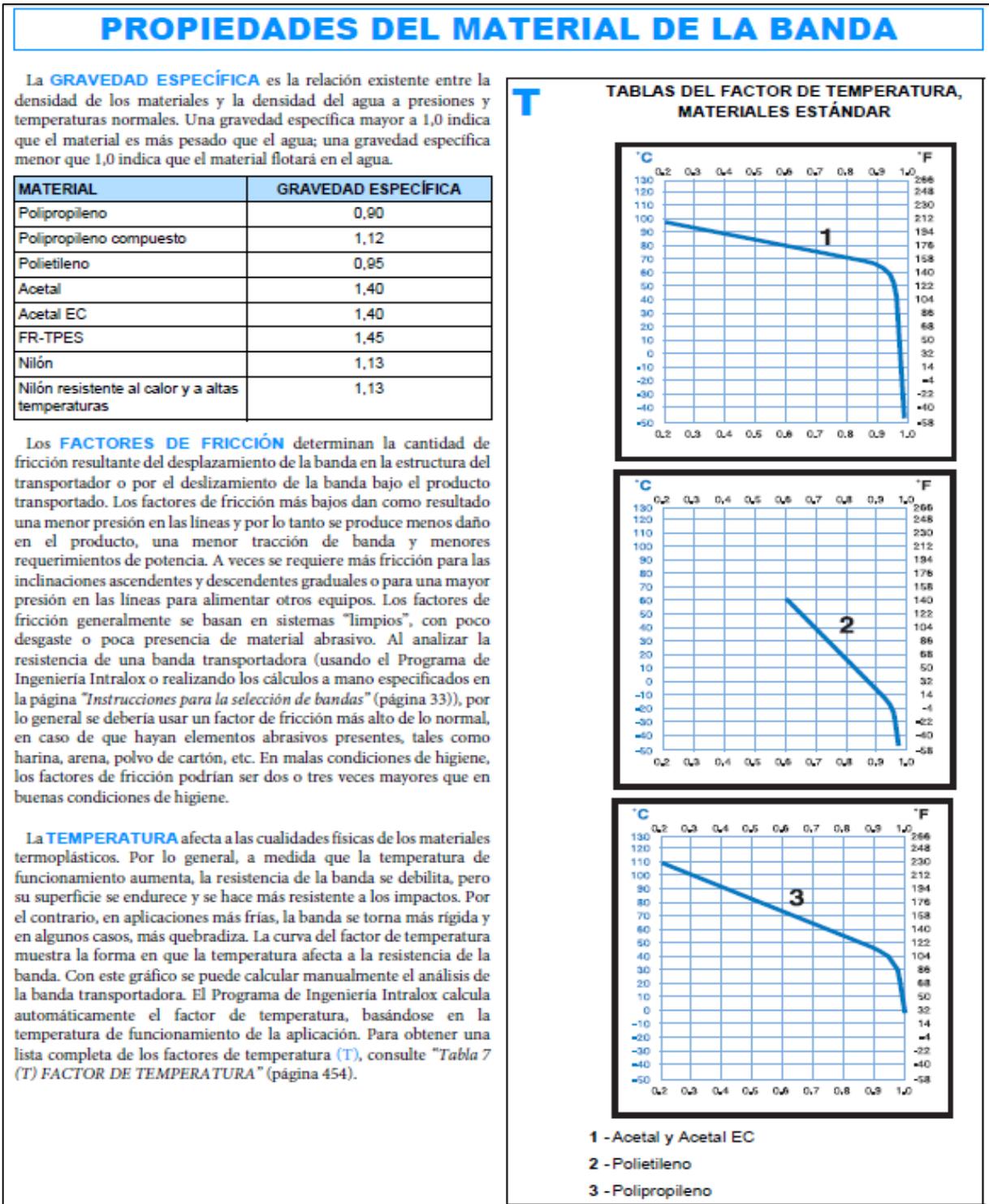
<b>SERIE 100</b>							
<b>Raised Rib</b>							
	pulg.	mm					
Paso	1,00	25,4					
Ancho mínimo	1,5	38					
Incrementos del ancho	0,25	6,4					
Dimensión de abertura (aproximado)	0,2 x 0,2	5 x 5					
Área abierta	31 %						
Área de contacto del producto	28 %						
Tipo de bisagra	Abierta						
Método de accionamiento	Accionamiento central						
<b>Notas sobre el producto</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Póngase en contacto con Intralox si desea realizar una medida precisa de la banda y comprobar el estado de las existencias antes de diseñar equipo o pedir una banda.</li> <li>• La superficie superior lisa con costillas de separación estrecha se puede usar con las placas de uñetas de transferencia y así eliminar volcaduras o inmovilización del producto.</li> <li>• Utiliza varillas con cabeza.</li> <li>• Para más selecciones de material y un desempeño de bandas más fuertes, vea Raised Rib Serie 900.</li> </ul>							
<b>Información adicional</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consulte "Proceso de selección de bandas" (página 5)</li> <li>• Consulte "Materiales estándar para las bandas" (página 22)</li> <li>• Consulte "Materiales para aplicaciones especiales" (página 22)</li> <li>• Consulte "Factores de fricción" (página 27)</li> </ul>							
<b>Datos de la banda</b>							
Material de la banda	Material de las varillas estándar Ø 0,18 pulg. (4,6 mm)	<b>BS</b>	Resistencia de la banda	Rango de temperatura (continuo)		<b>W</b>	Peso de la banda
				°F	°C		
Polipropileno	Polipropileno	300	450	34 a 220	1 a 104	0,82	4,00
Poliétileno	Poliétileno	200	300	-50 a 150	-46 a 66	0,88	4,29
Acetal	Polipropileno	600	890	34 a 200	1 a 93	1,20	5,86
Acetal <sup>a</sup>	Poliétileno	550	820	-50 a 70	-46 a 21	1,20	5,86

a. Se pueden usar varillas de polietileno en aplicaciones en frío cuando se producen impactos o arranques / paradas repentinos. Se debe tener en cuenta que su clasificación es menor.

Fuente: Intralox, 2018

## Anexo N° 03: Factor de Temperatura (T)

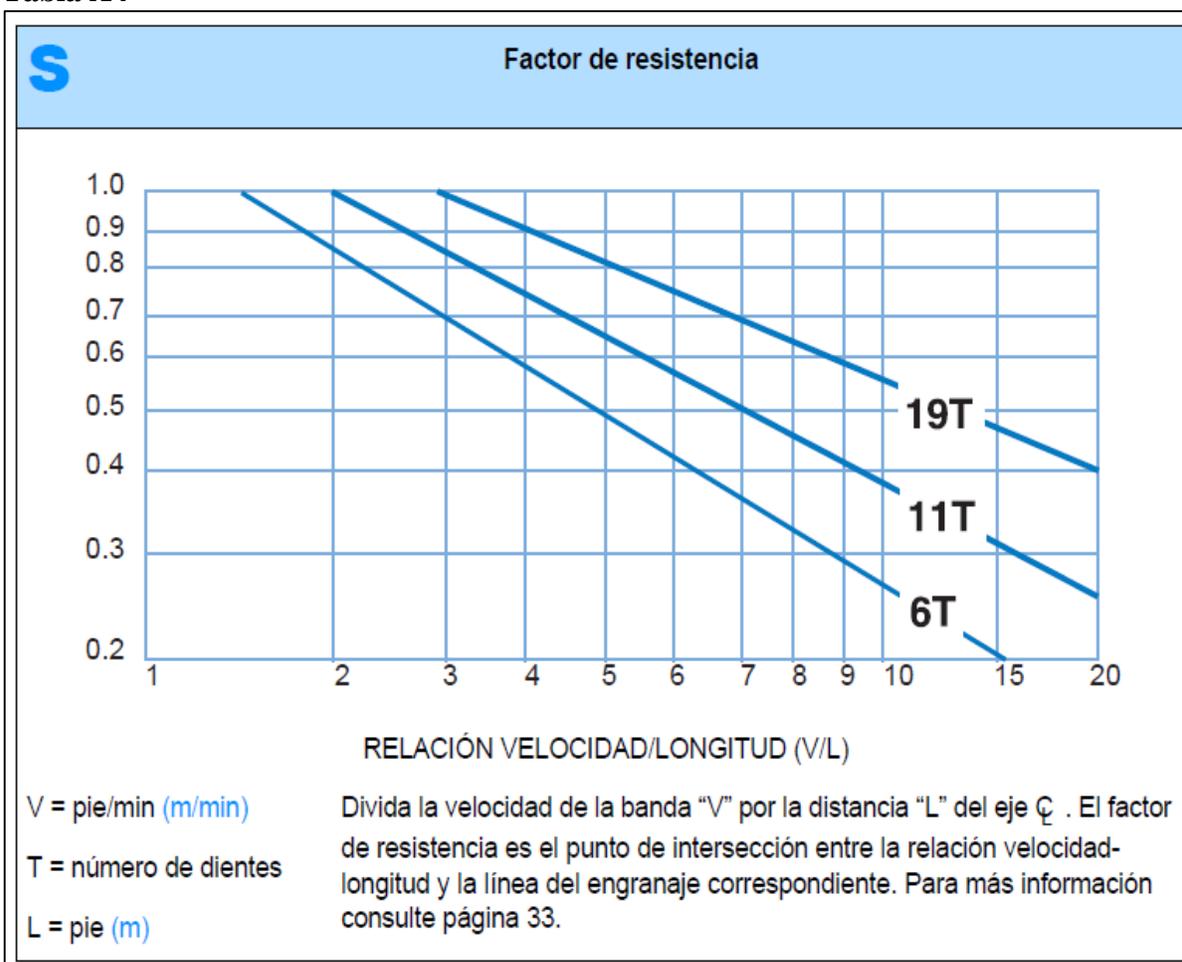
Tabla A3



Fuente: Intralox, 2018

Anexo N° 04: Factor de Resistencia (S)

Tabla A4



Fuente: Intralox, 2018

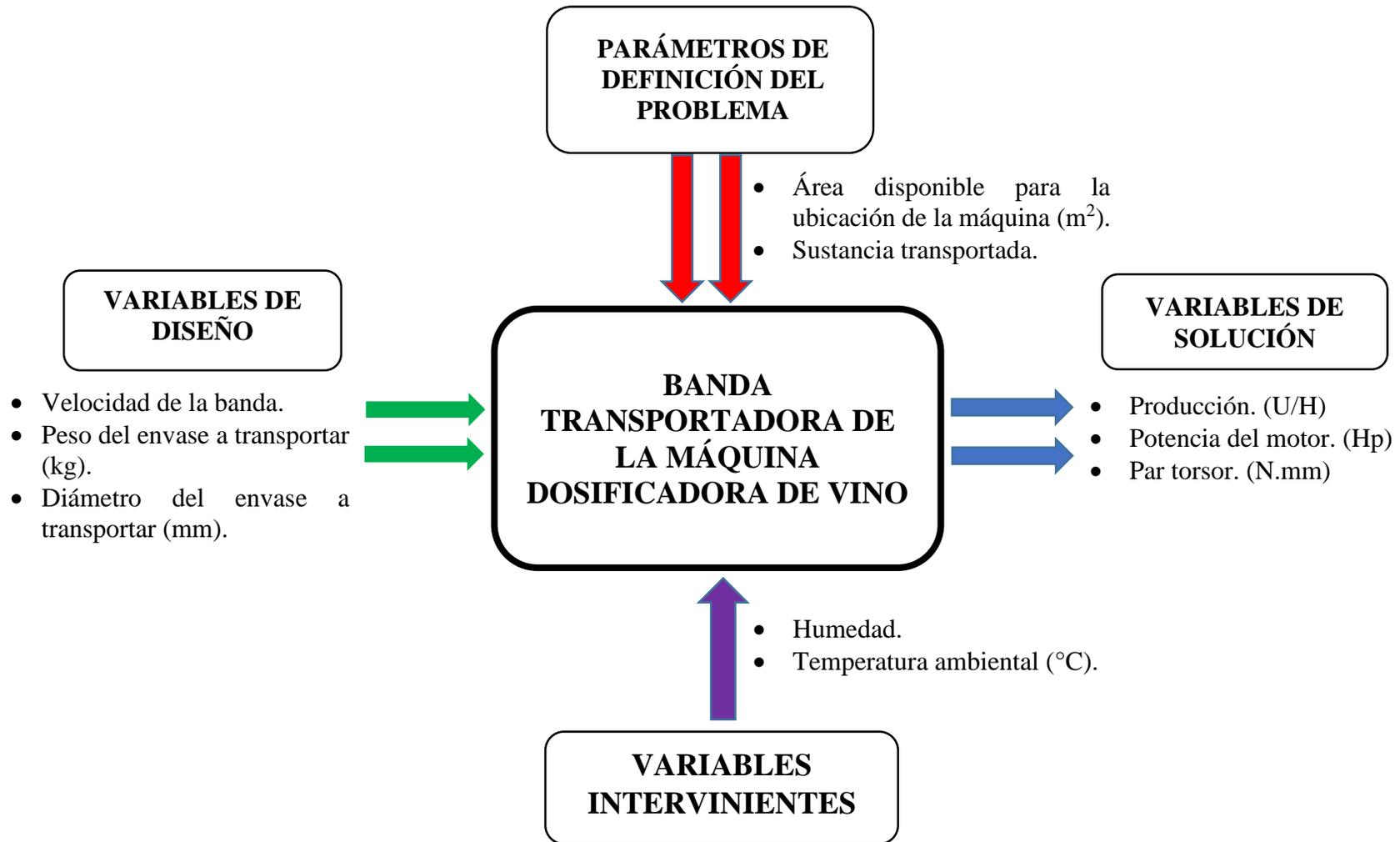
Anexo N° 05: Modulo de elasticidad (E) – Momento de Inercia (I)

Tabla A5

<b>Tabla 8 DATOS DEL EJE</b>				
DATOS DEL EJE B	(Q) PESO DEL EJE, lb/pie (kg/m)			I MOMENTO DE INERCI pulg. <sup>4</sup> (mm <sup>4</sup> )
TAMAÑO	ALUMINIO	ACERO AL CARBONO	ACERO INOXIDABLE	
5/8 PULG. CUADRADO	0,46	1,33 <sup>a</sup>	1,33 <sup>a</sup>	0,013
1 PULG. CUADRADO	1,17 <sup>a</sup>	3,40 <sup>a</sup>	3,40 <sup>a</sup>	0,083
1,5 PULG. CUADRADO	2,64 <sup>a</sup>	7,65 <sup>a</sup>	7,65 <sup>a</sup>	0,42
2,5 PULG. CUADRADO	7,34	21,25 <sup>a</sup>	21,25 <sup>a</sup>	3,25
3,5 PULG. CUADRADO	14,39	41,60 <sup>a</sup>	41,60	12,50
25 mm CUADRADO	1,699	(4,920) <sup>b</sup>	4,920 <sup>b</sup>	(32,550)
40 mm CUADRADO	(4,335)	(12,55) <sup>b</sup>	(12,55) <sup>b</sup>	(213.300)
60 mm CUADRADO	(10,05)	(29,11) <sup>b</sup>	(29,11) <sup>b</sup>	(1.080.000)
65 mm CUADRADO	11,79	(34,16) <sup>b</sup>	(34,16) <sup>b</sup>	1.487.600
E MÓDULO DE ELASTICIDAD libras/pulg. <sup>2</sup> (kg/mm <sup>2</sup> )	10.000.000 (7.000)	30.000.000 (21.100)	28.000.000 (19.700)	

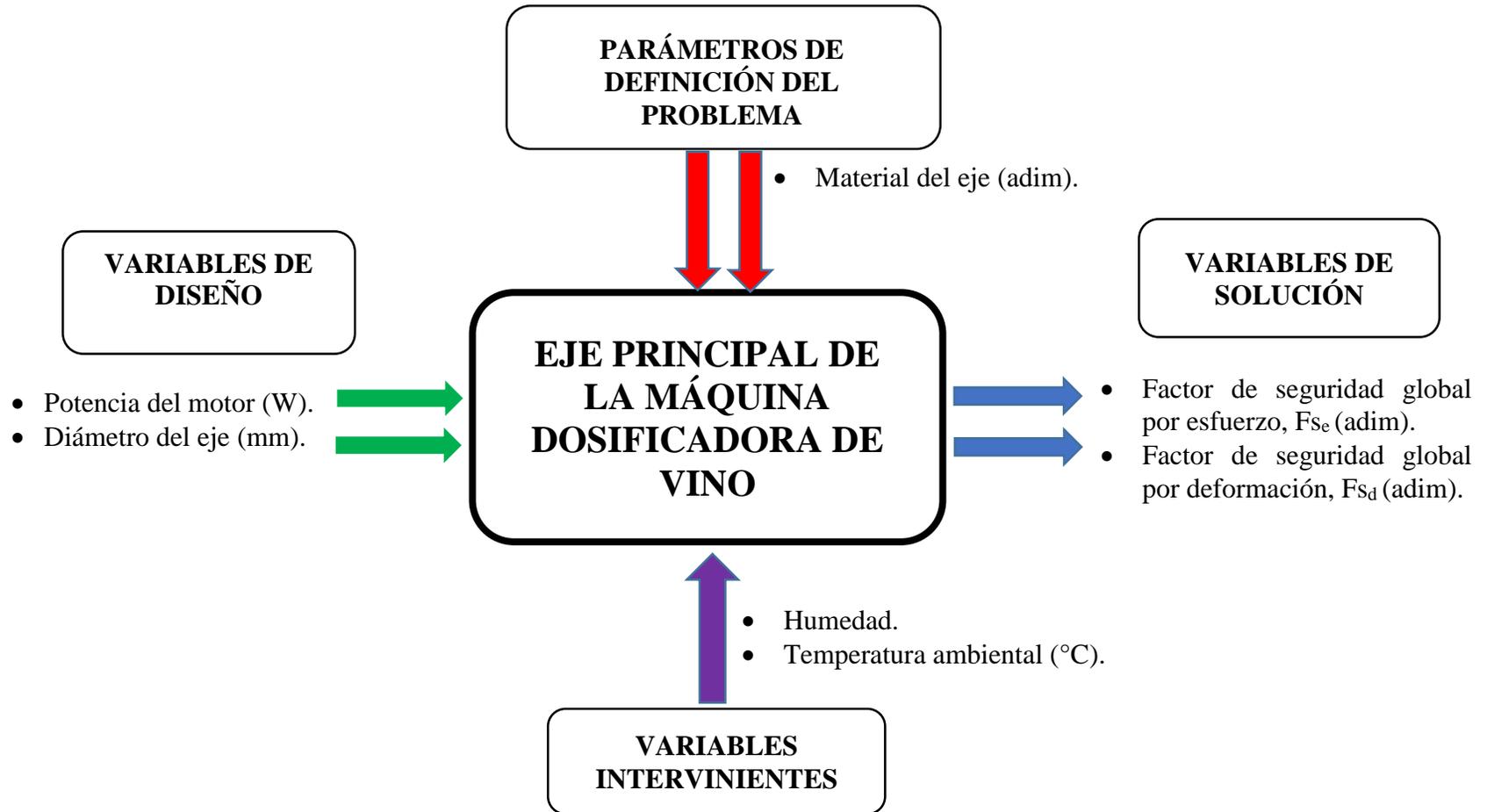
Fuente: Intralox, 2018

ANEXO N° 06: Diagrama de caja negra



**Figura 60.** Diagrama de caja negra del sistema de banda transportadora de la máquina dosificadora de vino.  
**Fuente:** Propia.

ANEXO N° 07: Diagrama de caja negra



**Figura 61.** Diagrama de caja negra del eje principal de la máquina dosificadora de vino.  
**Fuente:** Propia.

**Anexo N° 08:** Código de Ética del Colegio de Ingeniero del Perú (CIP)



## **CÓDIGO DE ETICA DEL CIP**

**APROBADO EN LA III SESIÓN ORDINARIA DEL CONGRESO NACIONAL DE CONSEJOS  
DEPARTAMENTALES DEL PERÍODO 1998 - 1999  
EN LA CIUDAD DE TACNA 22, 23 Y 24 ABRIL 1999**

**Fuente:** CIP, 1999

## PRINCIPIOS GENERALES

- Art. 1.-** Los ingenieros están al servicio de la sociedad. Por consiguiente tienen la obligación de contribuir al bienestar humano, dando importancia primordial a la seguridad y adecuada utilización de los recursos en el desempeño de sus tareas profesionales
- Art. 2.-** Los ingenieros deben promover y defender la integridad, el honor y la dignidad de su profesión, contribuyendo con su conducta a que el consenso público se forme y mantenga un cabal sentido de respeto hacia ella y sus miembros, basado en la honestidad e integridad con que la misma se desempeña. Por consiguiente, deben ser honestos e imparciales. Sirviendo con fidelidad al público, a sus empleadores y a sus clientes; deben esforzarse por incrementar el prestigio, la calidad y la idoneidad de la ingeniería y deben apoyar a sus instituciones profesionales y académicas.
- Art. 3.-** Los ingenieros deben reconocer y hacer suyos los principios que el Colegio de Ingenieros del Perú desarrolla según el Art. 2.05 de su Estatuto y que resulten de aplicación al ejercicio profesional \*.

### ESTATUTO DEL CIP.

#### *Título II - Principios.*

Art. 2.05.- El propósito permanente del CIP es representar promover normar, controlar y defender el desarrollo de la ingeniería peruana y el ejercicio profesional de los ingenieros.

Art. 206. Consecuentemente con dicho propósito, el CIP reconoce y norma sus actividades en los principios siguientes:

- a) Autonomía institucional.
- b) Auto gobierno y participación de los ingenieros en todos los niveles e instancias de decisión institucional.
- c) Capacitación permanente de los ingenieros y la superación profesional.
- d) La primacía de la persona humana y sus derechos.
- e) La dignidad, tolerancia e igualdad entre sus integrantes; la responsabilidad social como valores centrales de sociedad.
- f) La afirmación de la paz, el derecho a la vida y la justicia social como valores centrales de la sociedad.
- g) La correspondencia ética entre medios y fines.
- h) La solidaridad con los ingenieros de la Orden y fundamentalmente con los latinoamericanos.
- i) La gestión empresarial de los ingenieros en el país

Fuente: CIP, 1999

Anexo N° 10: Código de Ética de investigación de la universidad señor de Sipán.



[www.uss.edu.pe](http://www.uss.edu.pe)

# CÓDIGO DE ÉTICA DE INVESTIGACIÓN DE LA USS

VERSIÓN 03

RATIFICADO POR ACUERDO DE CONSEJO UNIVERSITARIO CON RESOLUCIÓN  
RECTORAL N° 0851-2017/USS

CHICLAYO - PERÚ

Versión: 03	Código: VRI-CE	F. Implementación:	Página 1 de 29
Elaborado por: Dirección de Investigación	Revisado por: Planificación y Desarrollo Institucional – Asesoría Legal	Ratificado con Resolución Rectoral N° 0851- 2017/USS	

Fuente: USS, 2017

**Anexo N°11:** Código de Ética de investigación de la universidad señor de Sipán. –  
(Continuación)

**TITULO I. GENERALIDADES**

**ART. 1º: Finalidad**

El Código de Ética de investigación de la Universidad Señor de Sipán (USS), tiene como finalidad proteger los derechos, la vida, la salud, la intimidad, la dignidad y el bienestar de la(s) persona(s) que participan en una actividad de investigación Científica, Tecnológica e innovación, ciñéndose a los principios éticos acogidos por la normativa nacional e internacional, y los acuerdos suscritos por nuestro país en la materia.

**ART. 2º: Objetivo**

El Código de ética de Investigación de la Universidad Señor de Sipán tiene por objetivo definir los principios éticos que orientan la actividad investigativa y su gestión, por las autoridades, investigadores, docentes, estudiantes y egresados de la USS.

**ART. 3º: Alcance**

El presente código de ética de investigación es de cumplimiento obligatorio para todas las autoridades académicas, administrativas, docentes, estudiantes, egresados y administrativo de la Universidad Señor de Sipán.

**ART. 4º: Base Legal**

Version: 03	Código: VRI-CE	F. Implementación:	Página 3 de 29
Elaborado por: Dirección de Investigación	Revisado por: Planificación y Desarrollo Institucional – Asesoría Legal	Ratificado con Resolución Rectoral N° 0851-2017/USS	

**Fuente:** USS, 2017

**Anexo N° 12:** Entrevista de necesidades del área de envasado de vino de la empresa “Vino Gran Señor”

**ENTREVISTA DE NECESIDADES DEL AREA DE ENVASADO DE VINO DE LA EMPRESA “VINO GRAN SEÑOR”**

NOMBRES Y APELLIDOS : \_\_\_\_\_

CARGO : \_\_\_\_\_

RUBRO DE EMPRESA : \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES**

- Lea detalladamente cada una de las preguntas, luego proceda a responder según su criterio.

**CUESTIONARIO**

**Pregunta 1:** ¿Cuál es el volumen de vino que usted procesa diariamente en la actualidad?

- a. Menor a 100 lts.
- b. Entre 100 y 250 lts.
- c. Mayores a 250 lts.
- d. Otro: ...

**Pregunta 2:** ¿Cuántos operarios se dedican a las labores del envasado de vino manual?

- a. 3
- b. 5
- c. 7
- d. Otro: ...

**Pregunta 3:** ¿Según su opinión, que nivel de dificultad presenta el envasado de vino manual?

- a. Fácil
- b. Medio
- c. Difícil
- d. Otro: ...

**Explique:** .....

**Pregunta 4:** ¿Qué capacidad poseen las botellas que se utilizan para el envasado de vino en la empresa?

- a. 500 ml.      b. 750 ml.      c. 1 lt.      d. Otro: ...**

**Pregunta 5:** ¿Tiene conocimiento de alguna normativa de salud o inocuidad para el envasado de vino respecto de materiales, procedimientos u otro aspecto de este rubro de producción?

- a. Si      b. No      c. No sabe/No opina      d. Otro: ...**

**Explique:** .....

**Pregunta 6:** ¿Conoce usted que es una máquina envasadora de vino?

- a. Si      b. No      c. No sabe/No opina      d. Otro: ...**

**Pregunta 7:** ¿Estaría interesado en poseer una máquina envasadora de vino?

- a. Si      b. No      c. No sabe/No opina      d. Otro: ...**

**Pregunta 8:** Si respondió **Si** a la Pregunta 7 ¿Qué características quiere que tenga la máquina?

- a. Mecánica      b. Semi-automática      c. Automática      d. Otro: ...**

**Pregunta 9:** ¿Qué volumen de procesamiento diario desearía alcanzar con una máquina envasadora de vino?

- a. 500 lts.      b. 1000 lts.      c. 2000 lts.      d. Otro: ...**

**Pregunta 10:** ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por esta máquina envasadora de vino?

- a. S/.4000      b. S/.6000      c. S/.8000      d. Otro: ...**

**Pregunta 11:** ¿En cuánto tiempo piensa que podría recuperar la inversión de adquirir una máquina envasadora de vino?

- a. 1 año      b. 3 años      c. 5 años      d. Otro: ...**

**Pregunta 12:** Existen diferentes modelos artesanales de envasadoras de vino, ¿Conoce algunas de ellas?

- a. Si      b. No      c. No sabe/No opina      d. Comentario: .....**

**Pregunta 13:** En su opinión ¿Qué dimensiones serían adecuadas para la máquina envasadora de vino?

.....  
.....

### Anexo N° 13: Entrevista realizada



#### ENTREVISTA DE NECESIDADES DEL AREA DE ENVASADO DE VINO DE LA EMPRESA "VINO GRAN SEÑOR"

NOMBRES Y APELLIDOS : ISIDRO PISCIL GARNIQUE

CARGO : GERENTE

RUBRO DE EMPRESA : BEBIDAS

#### INSTRUCCIONES

- Lea detalladamente cada una de las preguntas, luego proceda a responder según su criterio.

#### CUESTIONARIO

**Pregunta 1:** ¿Cuál es el volumen de vino que usted procesa diariamente en la actualidad?

- a. Menor a 100 lts.     b. Entre 100 y 250 lts.     c. Mayores a 250 lts.  
 d. Otro: ...

**Pregunta 2:** ¿Cuántos operarios se dedican a las labores del envasado de vino manual?

- a. 3     b. 5     c. 7     d. Otro: ...

**Pregunta 3:** ¿Según su opinión, que nivel de dificultad presenta el envasado de vino manual?

- a. Fácil     b. Medio     c. Difícil     d. Otro: ...

Explique: .....

**Pregunta 4:** ¿Qué capacidad poseen las botellas que se utilizan para el envasado de vino en la empresa?

- a. 500 ml.     b. 750 ml.    c. 1 lt.    d. Otro: ...

**Pregunta 5:** ¿Tiene conocimiento de alguna normativa de salud o inocuidad para el envasado de vino respecto de materiales, procedimientos u otro aspecto de este rubro de producción?

- a. Si    b. No    c. No sabe/No opina    d. Otro: ...

**Explique:** .....

**Pregunta 6:** ¿Conoce usted que es un máquina envasadora de vino?

- a. Si    b. No    c. No sabe/No opina    d. Otro: ...

**Pregunta 7:** ¿Estaría interesado en poseer una máquina envasadora de vino?

- a. Si    b. No    c. No sabe/No opina    d. Otro: ...

**Pregunta 8:** Si respondió Si a la Pregunta 7 ¿Qué características quiere que tenga la máquina?

- a. Mecánica     b. Semi-automática    c. Automática    d. Otro: ...

**Pregunta 9:** ¿Qué volumen de procesamiento diario desearía alcanzar con una máquina envasadora de vino?

- a. 500 lts.    b. 1000 lts.    c. 2000 lts.    d. Otro: ...

**Pregunta 10:** ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por esta máquina envasadora de vino?

- a. S/.4000     b. S/.6000    c. S/.8000    d. Otro: ...

**Pregunta 11:** ¿En cuánto tiempo piensa que podría recuperar la inversión de adquirir una máquina envasadora de vino?

- a. 1 año      b. 3 años      c. 5 años      d. Otro: ...

**Pregunta 12:** Existen diferentes modelos artesanales de envasadoras de vino, ¿Conoce algunas de ellas?

- a. Si      b. No      c. No sabe/No opina      d. Comentario: .....

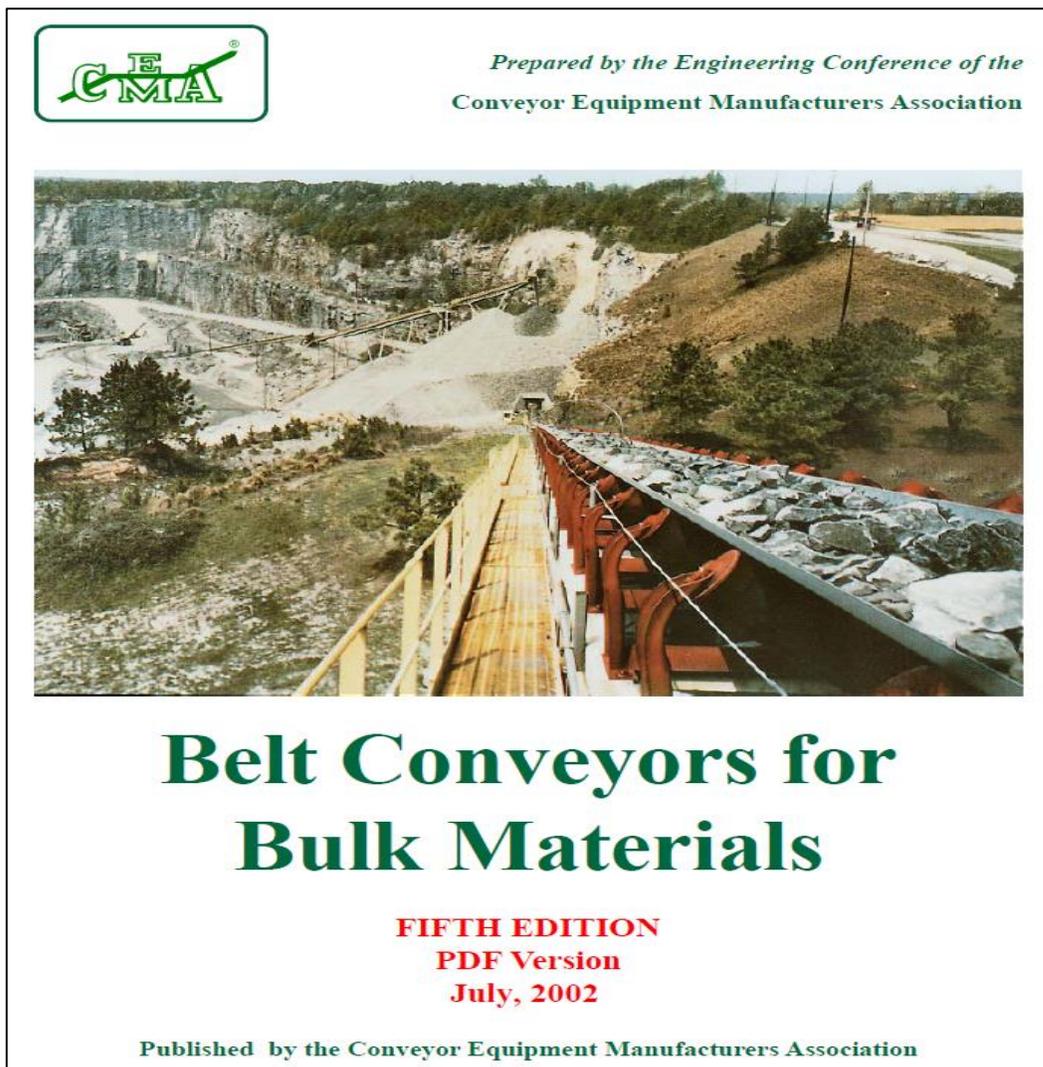
**Pregunta 13:** En su opinión ¿Qué dimensiones serían adecuadas para la máquina envasadora de vino?

LAS DIMENSIONES DEL AREA PARA ENVASAR  
VINO DEBERIA SER DE 5 m<sup>2</sup> x 5 m<sup>2</sup> x 2.5 m<sup>2</sup>

**Anexo N° 14:** Normativa Asociada a Diseño de Máquinas Dosificadoras de Vino.

### **Conveyor Equipment Manufacturing Association (CEMA)**

La asociación de Fabricantes de Equipo de Transporte en la publicación “Belt Conveyor for Bulk Materials” (2002) brinda recomendaciones para el diseño de un sistema de bandas transportadoras de propósito general. El documento tiene como objetivo guiar al diseñador para calcular los diversos componentes del sistema como son: la banda transportadora, el sistema de potencia, los rodillos, poleas, ejes y los componentes accesorios a este tipo de sistemas. Asimismo, brinda recomendaciones de operación, mantenimiento y seguridad para trabajar con un sistema de bandas transportadoras.



**Fuente:** Cema, 2002

## Anexo N° 15: Características - Envases de Vidrio

VINOS

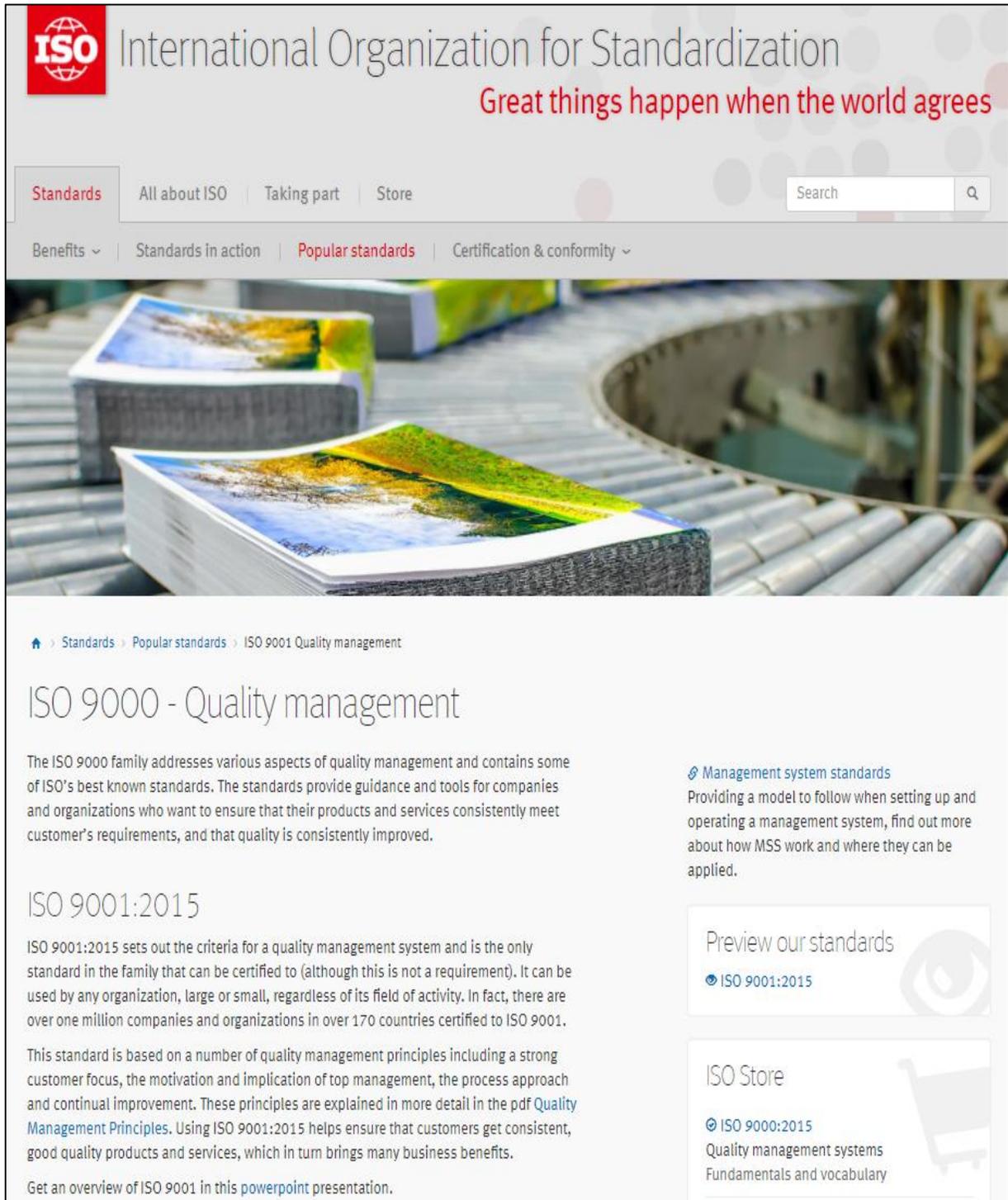


MIN	L-417	L-410	W-157	W-164	W-328	W-418
DESCRIPTION	Envaso 187ml	Envaso 750ml	Vinera Paula 750ml	Oporto 750ml	Vinera 750ml	Vinera 750ml (PG 14)
COLOR	Flint	Flint	Flint	Flint	Emeral / UV Green	Emeral / UV Green
CAPACITY (ml)	187	750	750	750	750	750
WEIGHT (gr)	175	410	480	440	420	450
DIAMETER/WIDTH (mm)	51.49	79.91	76.45	83.69	75.26	75.58
HEIGHT (mm)	183.01	285.19	332.56	289.2	292.43	292
FINISH	28-1655	31.5mm-16510G	Corcho vino	Corcho vino	Corcho vino	Corcho vino

4

Fuente: Catálogo Vino, 2015

## Anexo N° 16: International Organization for Standardization – ISO 9000 Quality management



**ISO** International Organization for Standardization  
Great things happen when the world agrees

Standards | All about ISO | Taking part | Store

Search

Benefits ▾ | Standards in action | Popular standards | Certification & conformity ▾

Home > Standards > Popular standards > ISO 9001 Quality management

### ISO 9000 - Quality management

The ISO 9000 family addresses various aspects of quality management and contains some of ISO's best known standards. The standards provide guidance and tools for companies and organizations who want to ensure that their products and services consistently meet customer's requirements, and that quality is consistently improved.

#### ISO 9001:2015

ISO 9001:2015 sets out the criteria for a quality management system and is the only standard in the family that can be certified to (although this is not a requirement). It can be used by any organization, large or small, regardless of its field of activity. In fact, there are over one million companies and organizations in over 170 countries certified to ISO 9001.

This standard is based on a number of quality management principles including a strong customer focus, the motivation and implication of top management, the process approach and continual improvement. These principles are explained in more detail in the pdf [Quality Management Principles](#). Using ISO 9001:2015 helps ensure that customers get consistent, good quality products and services, which in turn brings many business benefits.

Get an overview of ISO 9001 in this [powerpoint](#) presentation.

[Management system standards](#)  
Providing a model to follow when setting up and operating a management system, find out more about how MSS work and where they can be applied.

Preview our standards  
[ISO 9001:2015](#)

ISO Store  
[ISO 9000:2015](#)  
Quality management systems  
Fundamentals and vocabulary

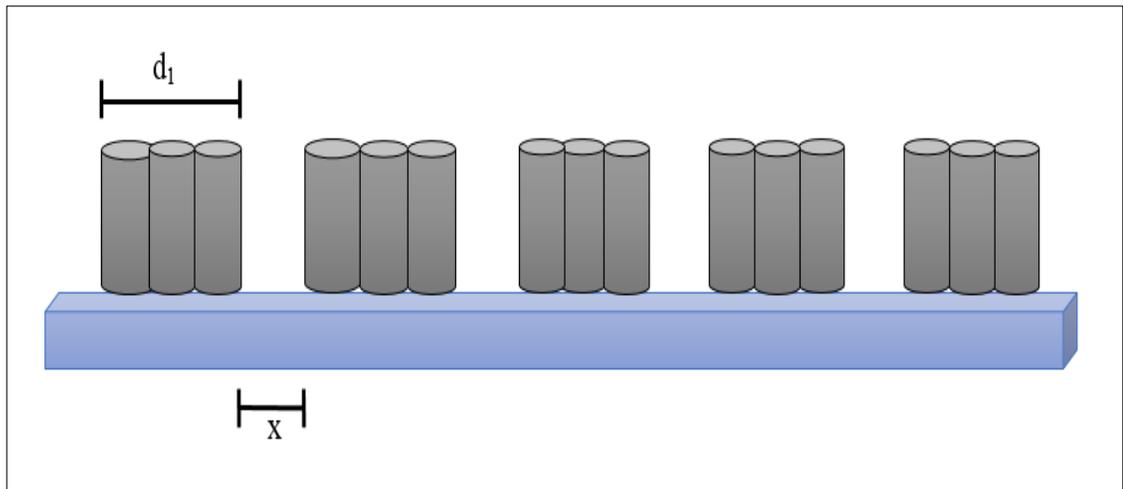
Fuente: Iso, 2017

## Anexo N° 17

### DISEÑO DE LA BANDA TRANSPORTADORA DE LA MÁQUINA DOSIFICADORA DE VINO

#### 1. Cálculo De La Potencia Del Motor Para Bandas Transportadoras De Polipropileno Tipo 900 Y 1400 Flat Top

##### SE CALCULA LA VELOCIDAD DE LA BANDA



**Figura 62.** Bloques de botellas a transportarse en la máquina

**Fuente:** Propia.

Diámetro inferior de cada botella de vidrio = 80 mm = 8cm = 0.08 m

Longitud de la banda transportadora = 3000 mm = 300 cm = 3m

Distancia que ocupan un grupo de botellas (03 botellas)  $d_1 = 24 \text{ mm} = 24 \text{ cm} = 0.24 \text{ m}$

Se halla la separación entre grupo de botellas (03 botellas) “X”

$$(24 \text{ cm} * 5) + 4x = 300 \text{ cm}$$

$$x = 45 \text{ cm}$$

La distancia de separación entre grupos de botellas (03 botellas) es 45 cm. la cual abarca todo el espacio de la banda transportadora, como medida de seguridad para evitar algún incidente se reduce la distancia entre grupo de envases a 40 cm., por lo que:

$$x = 40 \text{ cm}$$

Distancia total

$$\begin{aligned}d_t &= d_1 + x \\d_t &= 24 \text{ cm} + 40 \text{ cm} \\d_t &= \mathbf{64 \text{ cm}}\end{aligned}$$

Tiempo asignado para trasladarse, 5 segundos.

$$\begin{aligned}t &= 5 \text{ seg} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} \\t &= \mathbf{1/12 \text{ min}}\end{aligned}$$

Se halla la Velocidad

$$v = \frac{d_t}{t}$$

Entonces;

$$\begin{aligned}v &= \frac{64 \text{ cm}}{1/12 \text{ min.}} = \frac{0.64 \text{ m}}{1/12 \text{ min}} \\v &= \mathbf{7.68 \text{ m/min}}\end{aligned}$$

La velocidad de la banda calculada es,  $v = 7.68 \text{ m/min}$

**SE DETERMINA LA CARGA POR PRODUCTO “MP”**

$$M_p = M * F_p * \%AB$$

Donde:

**$M_p$** : Carga debido a la acumulación del producto (kg/m<sup>2</sup>)

**$F_p$** : Coeficiente de fricción entre la banda y el producto

**$\%AB$** : Porcentaje de acumulación en la banda

$$M = \frac{p}{a}$$

Donde:

**$M$** : Carga del producto (kg/m<sup>2</sup>)

**$p$** : Carga unitaria sobre banda (kg)

**$a$** : Área del envase sobre la banda (m<sup>2</sup>)

$$p = env + (rho * wine)$$

$$a = pi * \left(\frac{denv^2}{4}\right)$$

Donde:

**env**: Peso del envase vacío (kg)

**rho**: Densidad promedio del vino (kg/m<sup>3</sup>)

**wine**: Volumen del vino (m<sup>3</sup>)

**denv**: Diámetro del envase (m)

Reemplazando,

$$M = \frac{env+(rho*wine)}{pi*\left(\frac{denv^2}{4}\right)}$$

$$M = \frac{0.470 \text{ kg} + \left(995 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 750 * 10^{-6} \text{ m}^3\right)}{3.1416 * \left(\frac{(0.08\text{m})^2}{4}\right)}$$

$$M = 241.96 \text{ kg/m}^2$$

Coefficiente de fricción entre el producto y la banda **F<sub>p</sub> = 0.18**

**SE CALCULA EL PORCENTAJE DE ACUMULACIÓN DE LA BANDA**

$$\%AB = \frac{\left\|\frac{L}{dis}-1\right\| * denv}{L}$$

Donde:

**%AB**: Porcentaje de acumulación en la banda

**dis**: Distancia entre envases (m)

**denv**: Diámetro del envase (m)

**L**: Longitud del transportador (m)

Reemplazando,

$$\%AB = \frac{\left\|\frac{3}{0.09}-1\right\| * 0.08}{3}$$

$$\%AB = 0.88$$

Se Halla la carga por producto “MP”,

$$M_p = M * F_p * \%AB$$

$$M_p = \left(241.96 \frac{kg}{m^2}\right) * 0.18 * 0.88$$

$$M_p = 38.33 \text{ kg/m}^2$$

**SE CALCULA LA TRACCIÓN DE LA BANDA “BP”**

$$BP = \left[ (M + 2W) * F_w + M_p \right] * L + (M * H)$$

Donde:

**BP:** Carga de Tensión sobre la Banda (kg/m)

**M:** Carga de producto (kg/m<sup>2</sup>)

**W:** Peso de la banda (kg/m)

**L:** Longitud del transportador (m)

**H:** Cambio de altura del transportador (m)

**F<sub>w</sub>:** Coeficiente de fricción entre la guía de desgaste y la banda

El coeficiente de fricción entre la guía de desgaste y la banda, se encuentra en la pag.24 del manual Intralox, 2018, donde: **F<sub>w</sub> = 0.11**

**TRACCIÓN EN LA BANDA, SERIE 900 MODELO FLAT TOP**

$$BP_1 = \left[ (M + 2W_1) * F_w + M_p \right] * L + (M * H)$$

El peso de la banda, Serie 900 modelo flat top, se encuentra en la pag.126 del manual Intralox, 2018 donde: **W<sub>1</sub> = 4.69 kg/m<sup>2</sup>**

Reemplazando,

$$BP_1 = \left[ \left(241.96 \frac{kg}{m^2} + (2 * 4.69 \frac{kg}{m^2})\right) * 0.11 + 38.33 \frac{kg}{m^2} \right] * 3m + \left(241.96 \frac{kg}{m^2} * 0\right)$$

$$BP_1 = 197.93 \text{ kg/m}$$

## TRACCIÓN EN LA BANDA, SERIE 1400 MODELO FLAT TOP

$$BP_2 = [ (M + 2W_2) * Fw + M_p ] * L + (M * H)$$

El peso de la banda, Serie 1400 modelo flat top, se encuentra en la pag.191 del manual Intralox, 2018 donde:  $W_2 = 9.03 \text{ kg/m}^2$

Reemplazando,

$$BP_2 = \left[ \left( 241.96 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + (2 * 9.03 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}) \right) * 0.11 + 38.33 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right] * 3\text{m} + \left( 241.96 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 0 \right)$$

$$BP_2 = 200.80 \text{ kg/m}$$

## SE CALCULA LA FUERZA DE TRACCION AJUSTADA EN LA BANDA “ABP”

$$ABP = BP * SF$$

Donde:

**ABP**: Fuerza de tracción ajustada (kg/m)

**SF**: Factor de servicio bajo diversas condiciones

El Factor de servicio, se encuentra en la pag.453 del manual Intralox, 2018, donde: **SF = 1.2**

## FUERZA DE TRACCIÓN AJUSTADA EN LA BANDA, SERIE 900 MODELO FLAT TOP

$$ABP_1 = BP_1 * SF$$

$$ABP_1 = 197.93 * 1.2$$

$$ABP_1 = 237.52 \text{ kg/m}$$

FUERZA DE TRACCIÓN AJUSTADA EN LA BANDA, SERIE 1400 MODELO FLAT TOP

$$ABP_2 = BP_2 * SF$$

$$ABP_2 = 200.80 * 1.2$$

$$ABP_2 = 240.96 \text{ kg/m}$$

**SE CALCULA LA RESISTENCIA PERMITIDA DE LA BANDA “ABS”**

$$ABS = BS * T * S$$

Donde:

**BS:** Resistencia permitida de la banda transportadora (kg/m de ancho de la banda)

**BS:** Resistencia de la banda seleccionada (kg/m)

**T:** Factor de temperatura

**S:** Factor de resistencia

El Factor de Temperatura a 30° C, se encuentra en la pag.454 del manual Intralox, 2018, donde: **T = 0.98**

**RESISTENCIA PERMITIDA DE LA BANDA, SERIE 900 MODELO FLAT TOP**

$$ABS_1 = BS_1 * T * S_1$$

La resistencia nominal permitida de la banda, Serie 900 modelo flat top, se encuentra en la pag.126 del manual Intralox, 2018 donde: **BS<sub>1</sub> = 1040 kg/m**

El Factor de resistencia, Serie 900 modelo flat top, se encuentra en la pag.138 del manual Intralox, 2018 donde: **S<sub>1</sub> = 1**

Reemplazando,

$$ABS_1 = 1040 \text{ kg/m} * 0.98 * 1$$

$$ABS_1 = 1019.2 \text{ kg/m}$$

## RESISTENCIA PERMITIDA DE LA BANDA, SERIE 1400 MODELO FLAT TOP

$$ABS_2 = BS_2 * T * S_2$$

La resistencia nominal permitida de la banda, Serie 900 modelo flat top, se encuentra en la pag.191 del manual Intralox, 2018 donde:  **$BS_2 = 2678 \text{ kg/m}$**

El Factor de resistencia, Serie 900 modelo flat top, se encuentra en la pag.209 del manual Intralox, 2018 donde:  **$S_2 = 1$**

Reemplazando,

$$ABS_2 = 2678 \text{ kg/m} * 0.98 * 1$$

$$ABS_2 = 2624.44 \text{ kg/m}$$

## SE HALLA LA SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE LOS ENGRANAJES DEL EJE DE ACCIONAMIENTO “ABSU”

$$ABSU = \left( \frac{ABP}{ABS} \right) * 100 \%$$

Donde:

**ABSU**: Porcentaje de resistencia permitida de la banda (%)

**ABP**: Fuerza de tracción ajustada (kg/m)

**ABS**: Resistencia permitida de la banda transportadora (kg/m de ancho de la banda)

## PORCENTAJE DE RESISTENCIA PERMITIDA DE LA BANDA, SERIE 900 MODELO FLAT TOP

$$ABSU_1 = \left( \frac{ABP_1}{ABS_1} \right) * 100 \%$$

$$ABSU_1 = \left( \frac{237.52 \text{ kg/m}}{1019.2 \text{ kg/m}} \right) * 100 \%$$

$$ABSU_1 = 23.30\% = 0.2330$$

PORCENTAJE DE RESISTENCIA PERMITIDA DE LA BANDA, SERIE 1400  
MODELO FLAT TOP

$$ABSU_2 = \left( \frac{ABP_2}{ABS_2} \right) * 100 \%$$

$$ABSU_1 = \left( \frac{240.96 \text{ kg/m}}{2624.44 \text{ kg/m}} \right) * 100 \%$$

$$ABSU_2 = 9.18\% = 0.0918$$

SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE ENGRANAJES DE LA BANDA, SERIE 900  
MODELO FLAT TOP

$$SEP_1 = 51 \text{ mm}$$

SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE ENGRANAJES DE LA BANDA, SERIE 1400  
MODELO FLAT TOP

$$SEP_2 = 124.48 \text{ mm}$$

**SE CALCULA LA CARGA TOTAL DEL EJE PARA LA BANDA “w”**

$$w = (ABP + Q) * B$$

Donde:

**w**: Carga total del eje (kg)

**Q**: Peso del eje (kg/m)

**B**: Ancho de la banda (m)

Se tiene el Peso del eje, **Q = 4.92 kg/m** y el ancho de la banda, **B = 0.152 m**

CARGA TOTAL DEL EJE PARA LA BANDA, SERIE 900 MODELO FLAT TOP

$$w_1 = (ABP_1 + Q) * B$$

$$w_1 = \left( 237.52 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + 4.92 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \right) * 0.152 \text{ m}$$

$$w_1 = 36.85 \text{ kg}$$

## CARGA TOTAL DEL EJE PARA LA BANDA, SERIE 1400 MODELO FLAT TOP

$$w_2 = (ABP_2 + Q) * B$$

$$w_2 = \left(240.96 \frac{kg}{m} + 4.92 \frac{kg}{m}\right) * 0.152m$$

$$w_2 = 37.37 \text{ kg}$$

## SE CALCULA LA DEFLEXIÓN MÁXIMA DEL EJE MOTRIZ “D”

$$D = \frac{5}{384} * \frac{w * L_S^3}{E * I}$$

Donde:

**D:** Deflexión (mm)

**L<sub>S</sub>:** Largo del eje entre cojinetes (mm)

**E:** Módulo de elasticidad (kg/mm<sup>2</sup>)

**I :** Momento de Inercia (mm<sup>4</sup>)

El largo entre cojinetes se tiene, **L<sub>S</sub> = 350 mm** , longitud sin soporte del eje.

Módulo de Elasticidad Acero Inox. 40mm se encuentra en la pag.455 del manual Intralox, 2018 donde: **E = 19700 kg/mm<sup>2</sup>**

Momento de Inercia Acero Inox. 40mm se encuentra en la pag.455 del manual Intralox, 2018 donde: **I = 213300 mm<sup>4</sup>**

## DEFLEXIÓN DEL EJE DE LA BANDA, SERIE 900 MODELO FLAT TOP

$$D_1 = \frac{5}{384} * \frac{w_1 * L_S^3}{E * I}$$

Reemplazando,

$$D_1 = \frac{5}{384} * \frac{36.85 \text{ kg} * (350 \text{ mm})^3}{19700 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} * 213300 \text{ mm}^4}$$

$$D_1 = 4.90 * 10^{-3} \text{ mm}$$

## DEFLEXIÓN DEL EJE DE LA BANDA, SERIE 1400 MODELO FLAT TOP

$$D_2 = \frac{5}{384} * \frac{w_2 * L_S^3}{E * I}$$

Reemplazando,

$$D_2 = \frac{5}{384} * \frac{37.37 \text{ kg} * (350 \text{ mm})^3}{19700 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} * 213300 \text{ mm}^4}$$

$$D_2 = 4.96 * 10^{-3} \text{ mm}$$

## SE HALLA EL PAR DE TORSIÓN MOTRIZ “T<sub>0</sub>”

$$T_0 = ABP * B * \frac{DP}{2}$$

Donde:

**T<sub>0</sub>** : Par de torsión (Kg.mm)

**DP** : Diámetro de paso del engranaje (mm)

El diámetro de paso del engranaje (engranaje de 19 dientes) se encuentra en la pag. del manual Intralox, 2018 donde: **DP = 198 mm**.

## PAR DE TORSIÓN MAXIMO RECOMENDADO PARA LA BANDA, SERIE 900 MODELO FLAT TOP

$$T_{0_1} = ABP_1 * B * \frac{DP}{2}$$

$$T_{0_1} = 237.52 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 0.152 \text{ m} * \frac{198 \text{ mm}}{2}$$

$$T_{0_1} = 3574.20 \text{ kg.mm}$$

## PAR DE TORSIÓN MAXIMO RECOMENDADO PARA LA BANDA, SERIE 1400 MODELO FLAT TOP

$$T_{0_2} = ABP_2 * B * \frac{DP}{2}$$

$$T_{0_2} = 240.96 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 0.152 \text{ m} * \frac{198 \text{ mm}}{2}$$

$$T_{0_2} = 3625.97 \text{ kg.mm}$$

**SE DETERMINA LA POTENCIA DE ACCIONAMIENTO DE LA BANDA “PA”**

$$PA = \frac{ABP * B * v}{6.12}$$

Donde:

**PA:** Potencia de accionamiento (watts)

**ABP:** Fuerza de tracción ajustada (kg/m) de ancho de la banda

**B:** Ancho de la banda (m)

**v:** Velocidad de la banda (m/min)

La velocidad de la banda calculada es,  $v = 7.68 \text{ m/min}$

POTENCIA DE ACCIONAMIENTO PARA LA BANDA, SERIE 900 MODELO FLAT TOP

$$PA_1 = \frac{ABP_1 * B * v}{6.12}$$

$$PA_1 = \frac{237.52 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 0.152 \text{ m} * 7.68 \frac{\text{m}}{\text{min}}}{6.12}$$

$$PA_1 = 45.31 \text{ watts}$$

POTENCIA DE ACCIONAMIENTO PARA LA BANDA, SERIE 1400 MODELO FLAT TOP

$$PA_2 = \frac{ABP_2 * B * v}{6.12}$$

$$PA_2 = \frac{240.96 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 0.152 \text{ m} * 7.68 \frac{\text{m}}{\text{min}}}{6.12}$$

$$PA_2 = 45.96 \text{ watts}$$

**SE HALLA LA POTENCIA DEL MOTOR “Pm”**

$$Pm = \left( \frac{PA}{(100 - Pmec)} \right) * 100$$

Donde:

**Pm**: Potencia del motor (watts)

**Pmec**: Pérdidas mecánicas de potencia (%)

Las pérdidas mecánicas de potencia (cojinetes 5%, rodamientos 1%, bandas v 4%) se encuentra en la pag.423 del manual Intralox, 2018 donde: **Pmec = 10 %**

**POTENCIA DEL MOTOR, SERIE 900 MODELO FLAT TOP**

$$Pm_1 = \left( \frac{PA_1}{(100 - Pmec)} \right) * 100$$

$$Pm_1 = \left( \frac{45.31 \text{ watts}}{(100 - 10)} \right) * 100$$

$$\mathbf{Pm_1 = 50.34 \text{ watts}}$$

**POTENCIA DEL MOTOR, SERIE 1400 MODELO FLAT TOP**

$$Pm_2 = \left( \frac{PA_2}{(100 - Pmec)} \right) * 100$$

$$Pm_2 = \left( \frac{45.96 \text{ watts}}{(100 - 10)} \right) * 100$$

$$\mathbf{Pm_2 = 51.07 \text{ watts}}$$

Anexo N° 18: Flat top – serie 900

126

**SERIE 900**



SECCIÓN 2

900

Flat Top		
	pulg.	mm
Paso	1,07	27,2
Ancho mínimo	2	51
Incrementos del ancho	0,33	8,4
Dimensión de abertura (aproximado)	-	-
Área abierta	0 %	
Tipo de bisagra	Cerrada	
Método de accionamiento	Accionamiento central	

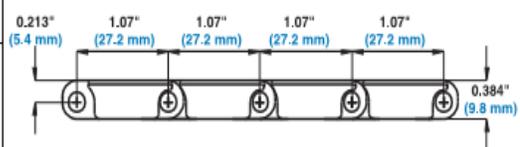


**Notas sobre el producto**

- Póngase en contacto con Intralox si desea realizar una medida precisa de la banda y comprobar el estado de las existencias antes de diseñar equipo o pedir una banda.
- Superficie lisa y cerrada con bordes totalmente al ras.
- Utiliza varillas con cabeza.
- Ideal para el transporte de envases, especialmente de vidrio.
- El nilón resistente al calor se usa en aplicaciones secas a temperaturas elevadas.
- Las bandas de nilón resistente al calor usan varillitas para mantener la varilla de articulación principal en su lugar. Las varillitas están hechas del mismo material que la varilla principal.

**Información adicional**

- Consulte "Proceso de selección de bandas" (página 5)
- Consulte "Materiales estándar para las bandas" (página 20)
- Consulte "Materiales para aplicaciones especiales" (página 20)
- Consulte "Factores de fricción" (página 24)



Datos de la banda							
Material de la banda	Material de las varillas estándar Ø 0,18 pulg. (4,6 mm)	BS	Resistencia de la banda	Rango de temperatura (continuo)		W	Peso de la banda
				lb/pie	kg/m		
Polipropileno	Polipropileno	700	1040	34 a 220	1 a 104	0,98	4,69
Poliétileno	Poliétileno	350	520	-50 a 150	-46 a 66	1,01	4,95
Acetal	Polipropileno	1480	2200	34 a 200	1 a 93	1,50	7,30
Acetal EC	Polipropileno	800	1190	34 a 200	1 a 93	1,50	7,30
Nilón resistente al calor <sup>a</sup>	Nilón	1200	1790	-50 a 240	-46 a 116	1,40	6,80
Nilón resistente a altas temperaturas	Nilón	1200	1790	-50 a 310	-46 a 154	1,40	6,80
Acetal <sup>b</sup>	Poliétileno	1000	1490	-50 a 70	-46 a 21	1,50	7,30

a. Este producto no se puede utilizar con artículos expuestos a contacto con alimentos que puedan contener alcohol.  
 b. Se pueden usar varillas de polietileno en aplicaciones en frío cuando se producen impactos o arranques / paradas repentinos. Se debe tener en cuenta que su clasificación es menor.

Fuente: Intralox, 2018

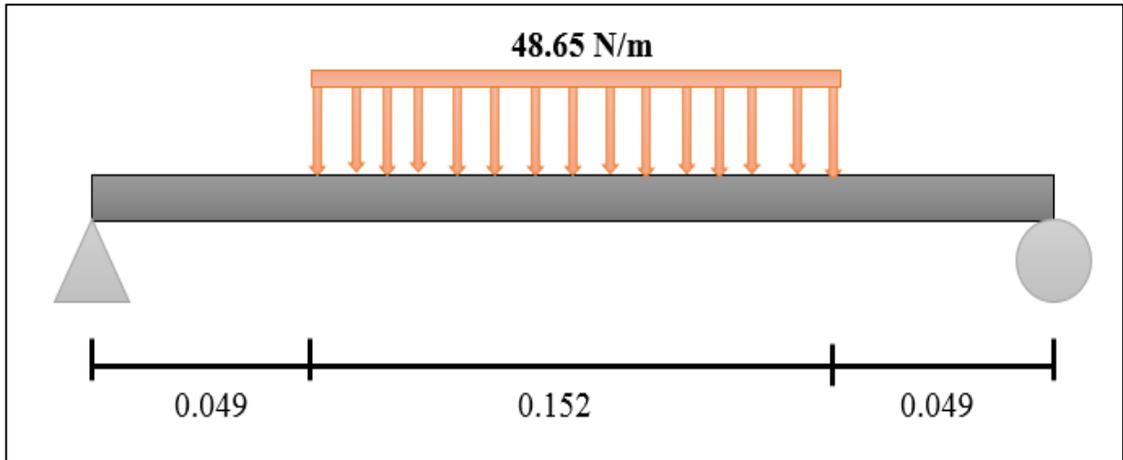


## Anexo N° 20

### CALCULO DE MOMENTOS FLECTORES Y TORSORES

#### 1. CALCULO DE MOMENTOS FLECTORES

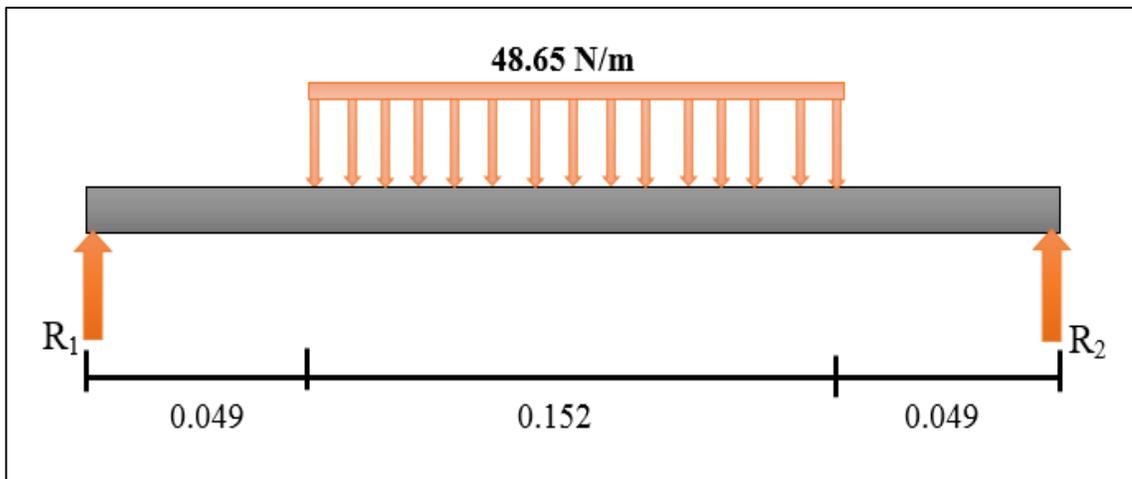
A continuación, se muestra la secuencia de cálculo de los momentos flectores:



**Figura 63.** Diagrama de cuerpo libre

**Fuente:** Propia.

**Se Calcula las Reacciones**



**Figura 64.** Diagrama de cuerpo libre

**Fuente:** Propia.

Sumatoria de Fuerzas  $\sum F_y = 0$

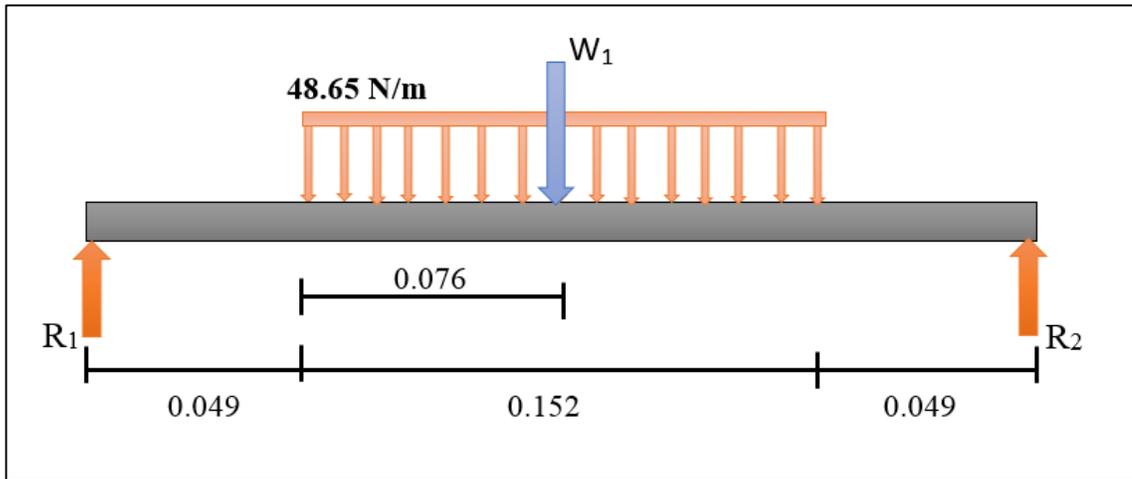
$$R_1 - W_1 + R_2 = 0$$

$$R_1 + R_2 = W_1$$

Carga 1, Rectangular:  $W_1 = w(x_f - x_i) = 48.65[(0.201) - (0.049)] = 7.3948 \text{ N}$

$$R_1 + R_2 = 7.3948 \text{ N}$$

Sumatoria de Momentos  $\sum M_1 = 0$



**Figura 65.** Diagrama de cuerpo libre

**Fuente:** Propia.

$$- W_1 (0.076 + 0.049) + R_2 (0.049 + 0.152 + 0.049) = 0$$

$$- W_1 (0.125) + R_2 (0.25) = 0$$

$$- 7.3948 (0.125) + R_2 (0.25) = 0$$

$$R_2 (0.25) = 0.9244$$

$$\mathbf{R_2 = 3.6976 \text{ N}}$$

Entonces,

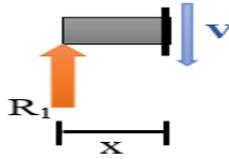
$$R_1 + R_2 = 7.3948 \text{ N}$$

$$R_1 + 3.6976 = 7.3948 \text{ N}$$

$$\mathbf{R_1 = 3.6972 \text{ N}}$$

## SE CALCULA LAS FUERZAS CORTANTES

Sección 1 ( $0 \leq x \leq 0.049$ )



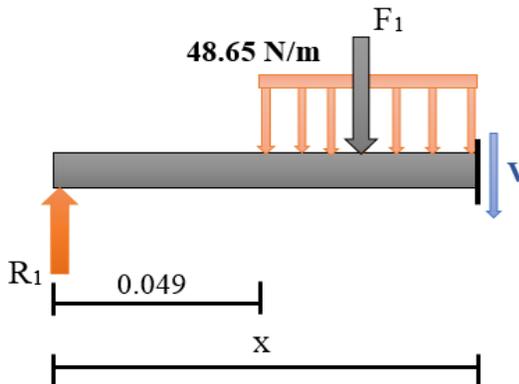
$$\sum F_y = 0$$

$$R_1 - V = 0$$

$$R_1 = V$$

$$V = 3.6972$$

Sección 2 ( $0.049 \leq x \leq 0.201$ )



$$\sum F_y = 0$$

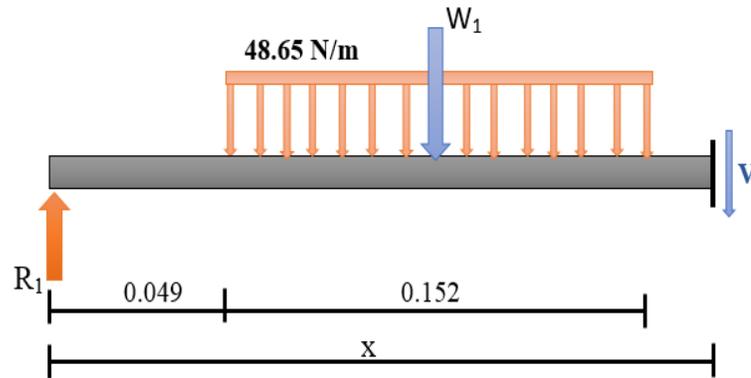
$$R_1 - F_1 - V = 0$$

$$3.6972 - 48.65(X - 0.049) - V = 0$$

$$V = 3.6972 - 48.65X + 2.3838$$

$$V = -48.65X + 6.0811$$

**Sección 3 ( $0.201 \leq x \leq 0.25$ )**

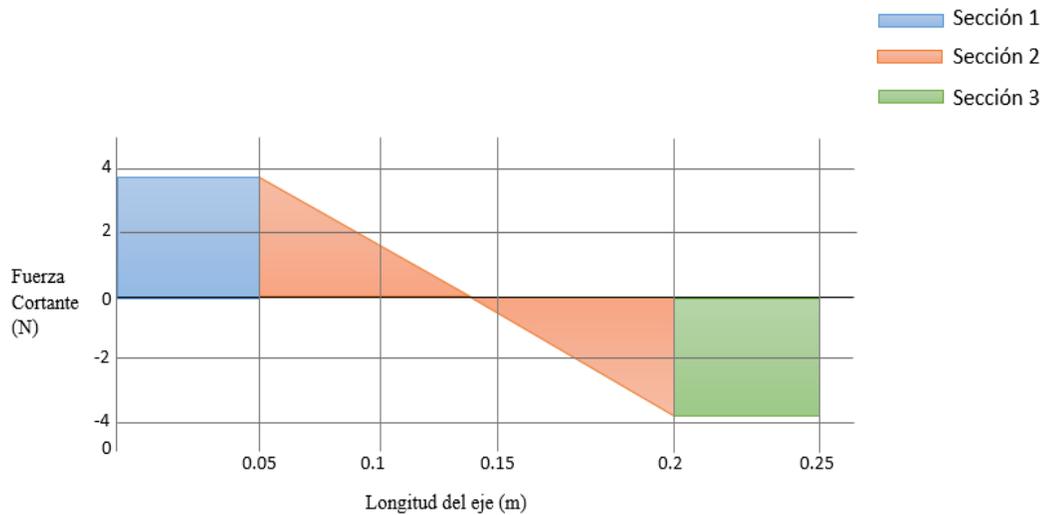


$$\sum F_y = 0$$

$$3.6972 - 7.3948 - V = 0$$

$$V = 3.6976$$

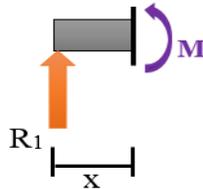
**Diagrama de Fuerzas Cortantes**



**Figura 66.** Diagrama de Fuerzas Cortantes  
**Fuente.** Propia.

**SE CALCULA LOS MOMENTOS FLECTORES**

**Sección 1 ( $0 \leq x \leq 0.049$ )**



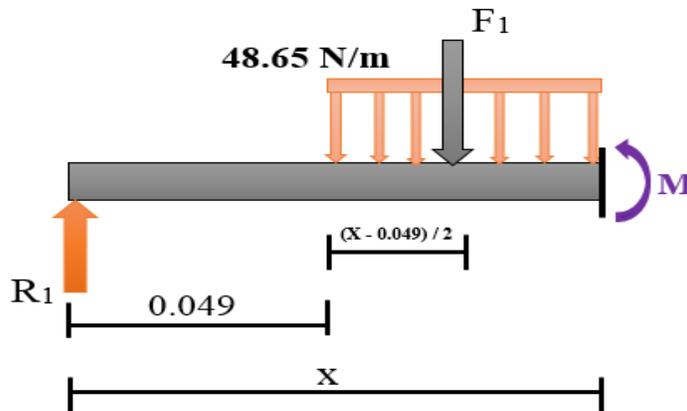
$$\sum M_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$M - R_1(x) = 0$$

$$M = 3.6972x$$

**Sección 2 ( $0.049 \leq x \leq 0.201$ )**



$$\sum M_x = 0$$

$$M - R_1(x) + F_1 \left( \frac{x - 0.049}{2} \right) = 0$$

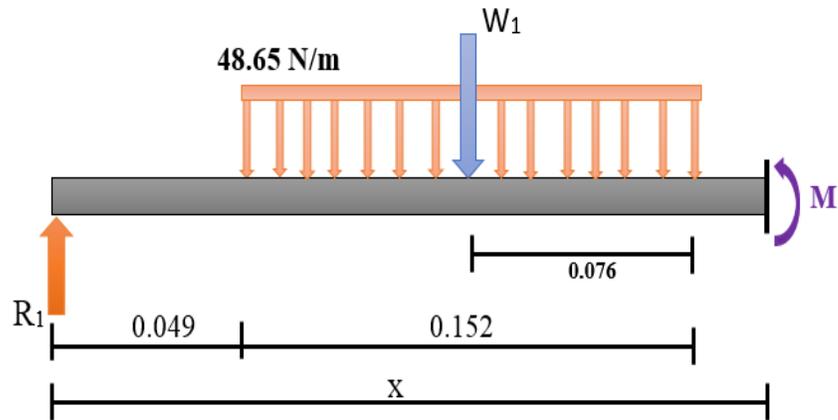
$$M - R_1(x) + 48.65 (x - 0.049) \left( \frac{x - 0.049}{2} \right) = 0$$

$$M - 3.6972(X) + 48.65 \left( \frac{X^2 - 0.049X - 0.049X + 2.401 * 10^{-3}}{2} \right) = 0$$

$$M - 3.6972X + 24.325X^2 - 2.3838X + 0.058 = 0$$

$$M = -24.325X^2 + 6.081X - 0.058$$

**Sección 3 (0.201 ≤ x ≤ 0.25)**



$$\sum M_x = 0$$

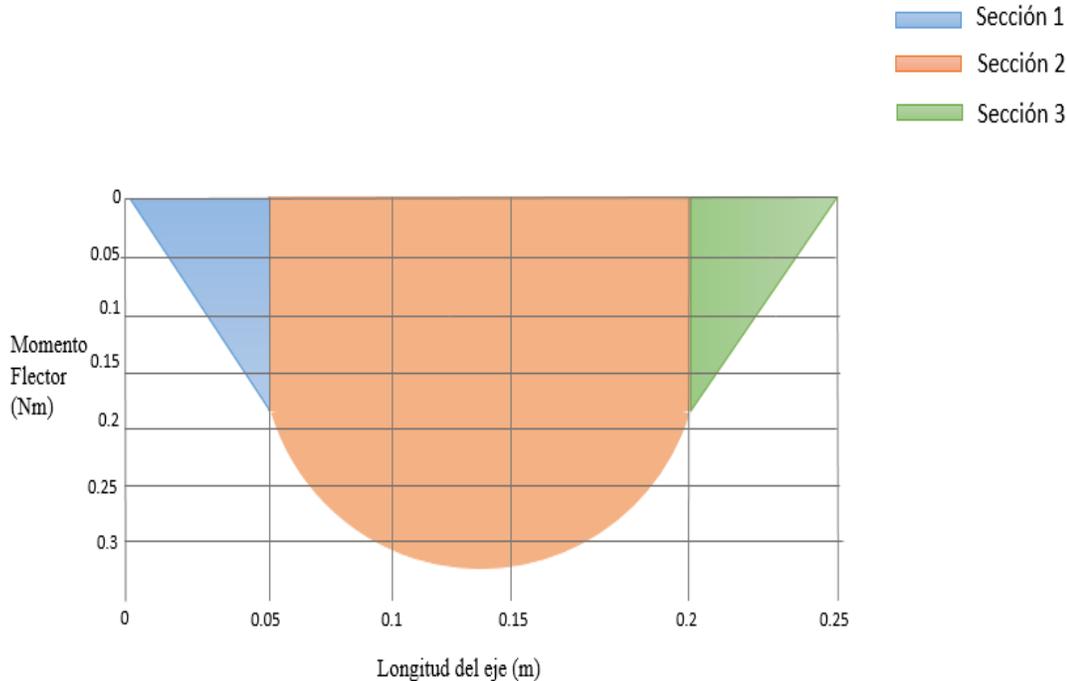
$$M - R_1(X) + W_1[0.076 + (X - 0.201)] = 0$$

$$M - 3.6972(X) + 7.3948[X - 0.125] = 0$$

$$M - 3.6972(X) + 7.3948X - 0.92435 = 0$$

$$M = -3.6976 + 0.9244$$

### Diagrama de Momentos Flectores



**Figura 67.** Diagrama de Momentos Flectores  
**Fuente.** Propia.

## Anexo N° 21

### DISEÑO DEL EJE PRINCIPAL DE LA MÁQUINA DOSIFICADORA DE VINO

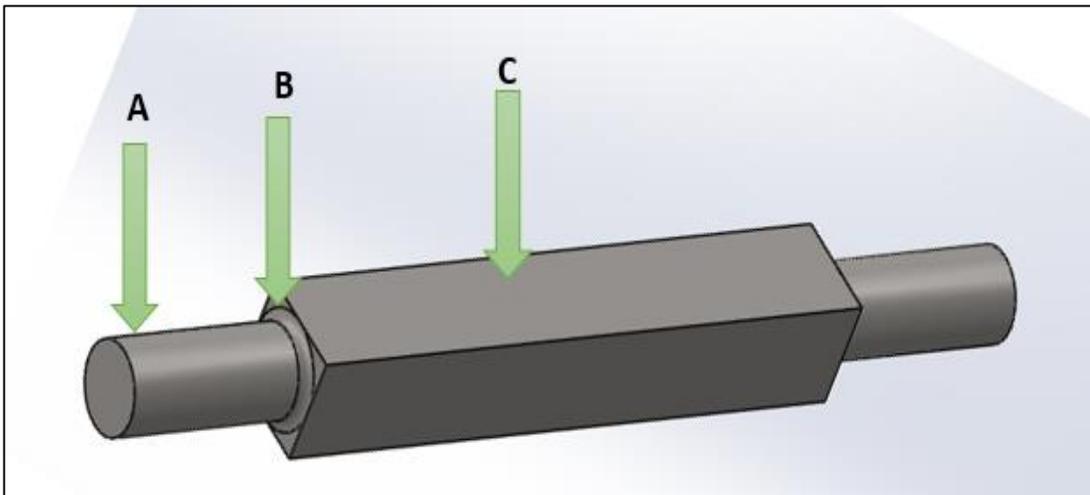
#### 1. ANÁLISIS ESTÁTICO

Para el análisis estático se considera las cargas debidas al peso de la banda y al propio peso del eje. Las cargas de torsión se originan debido al traslado de la faja a través de los engranajes conductores.

SE DETERMINA EL PUNTO CRÍTICO

Se analizan tres puntos críticos del eje principal:

- El chavetero para acople de la polea (Punto A).
- El redondeo entre la sección cuadrada y la reducción circular (Punto B).
- La posición central de la sección cuadrada del eje (Punto C).



**Figura 68.** Diagrama de Fuerzas que actúan sobre el eje principal.

**Fuente.** Propia.

Se realiza un análisis de esfuerzos en los tres (03) puntos críticos

Con los resultados obtenidos se procede a realizar los cálculos finales en el punto B, por ser el punto que está sometido a mayores esfuerzos.

## ANÁLISIS ESTÁTICO EN EL PUNTO B

### DATOS

$$M_A = 0$$

$$M_B = 0.18 \text{ Nm}$$

$$M_{max} = 0.322 \text{ Nm}$$

$$T_A = 4.068 \text{ Nm}$$

$$T_B = 4.068 \text{ Nm}$$

$$T_C = 2.712 \text{ Nm}$$

### EJE CIRCULAR

$$C = 10 \text{ mm}$$

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

$$d = 20 \text{ mm}$$

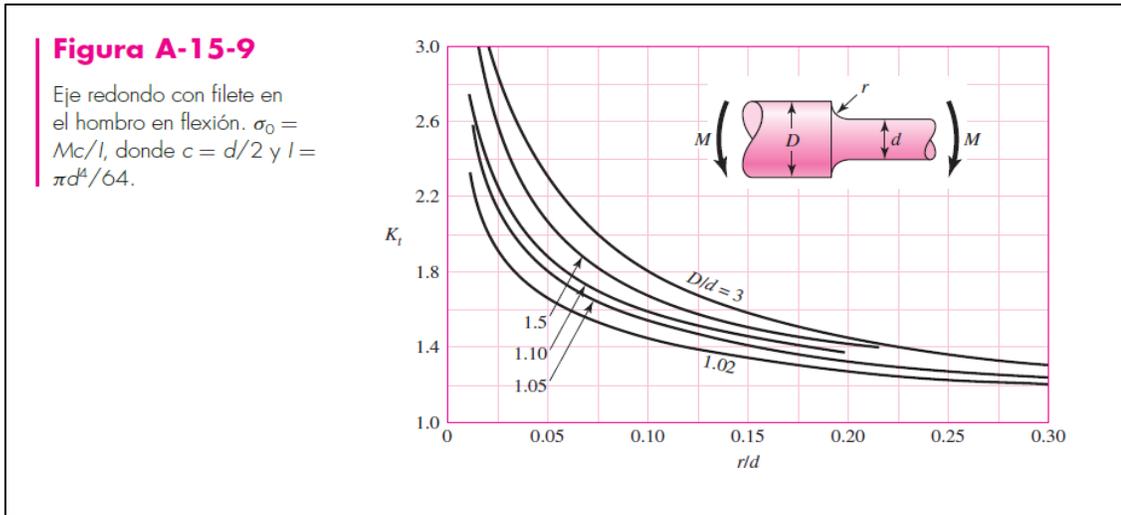
$$I = \frac{\pi * (20\text{mm})^4}{64}$$

$$I = 7853.98 \text{ mm}^4$$

$$I = 7.85 * 10^{-9} \text{ m}^4$$

SE DETERMINA " $k_t$ " y " $k_{ts}$ "

SE HALLA " $k_t$ "



**Figura 69.** Factor concentrador de esfuerzos por carga estática.

**Fuente.** Budynas y Nisbett, 2008.

Se tiene:

La muesca ( $r$ ) = 2.5 mm

La muesca ( $r$ ) es hallado luego de haberse dibujado el eje en el programa de diseño SolidWorks.

$D = 25$  mm

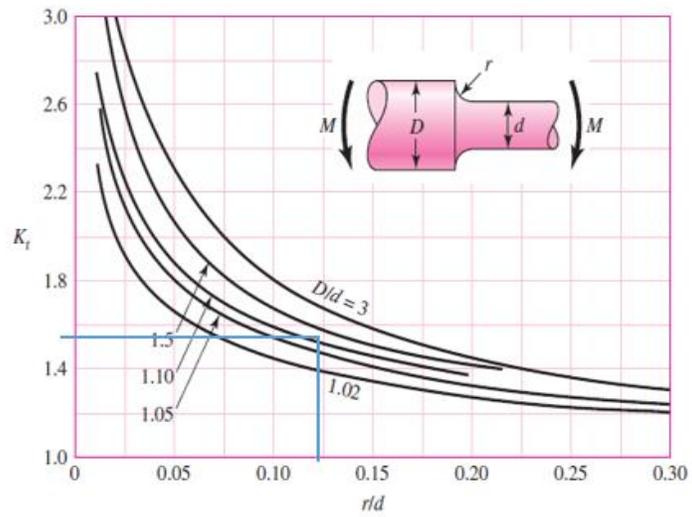
$d = 20$  mm

$$k_t \left\{ \begin{array}{l} \frac{r}{d} = \frac{2.5 \text{ mm}}{20 \text{ mm}} = 0.125 \\ \frac{D}{d} = \frac{25 \text{ mm}}{20 \text{ mm}} = 1.25 \end{array} \right.$$

Una vez hallado  $r/d$  y  $D/d$  se dirige a la Figura 67 que se extrajo del libro “Diseño en Ingeniería mecánica de Shigley” (Budynas y Nisbett, 2008). A continuación, se muestra el resultado encontrado.

**Figura A-15-9**

Eje redondo con filete en el hombro en flexión.  $\sigma_0 = Mc/l$ , donde  $c = d/2$  y  $I = \pi d^4/64$ .

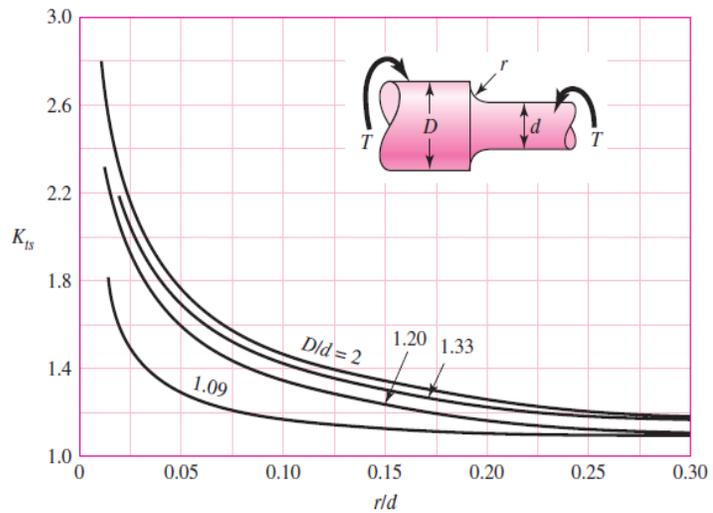


$k_t = 1.55$

SE HALLA " $k_{ts}$ "

**Figura A-15-8**

Eje redondo con filete en el hombro en torsión.  $\tau_0 = Tc/J$ , donde  $c = d/2$  y  $J = \pi d^4/32$ .



**Figura 70.** Factor concentrador de esfuerzos por carga estática.

Fuente. Budynas y Nisbett, 2008.

Se Tiene:

La muesca ( $r$ ) = 2.5 mm

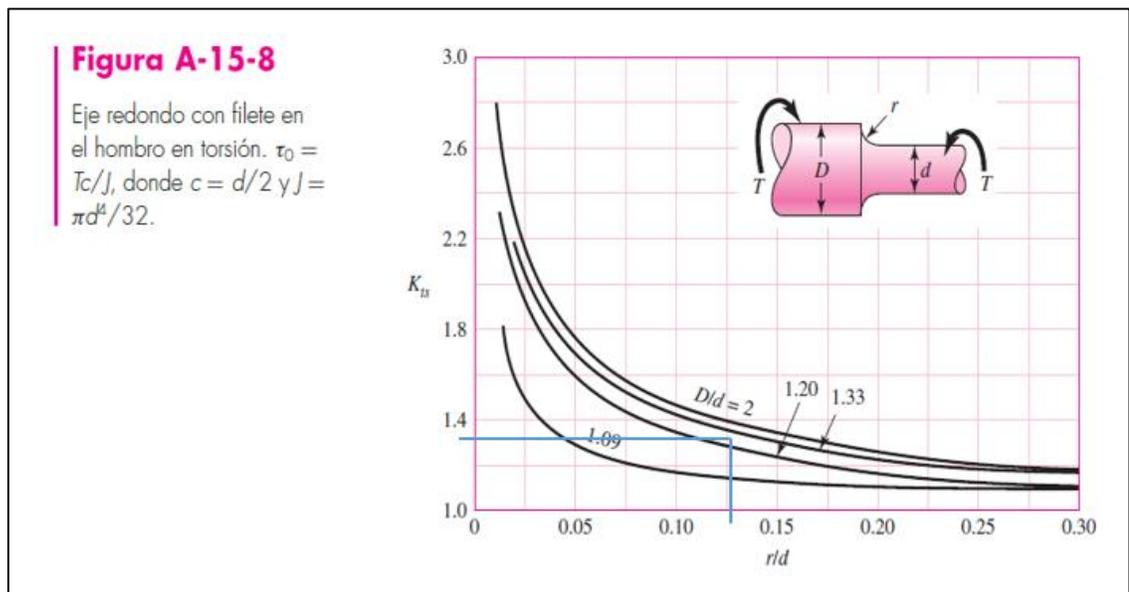
$D = 25$  mm

$d = 20$  mm

La muesca ( $r$ ) es hallado luego de haberse dibujado el eje en SolidWorks.

$$k_{ts} \begin{cases} \frac{r}{d} = \frac{2.5 \text{ mm}}{20 \text{ mm}} = 0.125 \\ \frac{D}{d} = \frac{25 \text{ mm}}{20 \text{ mm}} = 1.25 \end{cases}$$

Una vez hallado  $r/d$  y  $D/d$  se dirige a la Figura 68 que se extrajo del libro “Diseño en Ingeniería mecánica de Shigley” (Budynas y Nisbett, 2008). A continuación, se muestra el resultado encontrado.



$$k_{ts} = 1.37$$

**SE HALLA**

$$\sigma = k_t * \frac{M * C}{I}$$

Reemplazando,

$$\sigma = 1.55 * \frac{0.18 \text{ Nm} * 10 \text{ mm}}{7.8539 * 10^{-9} \text{ m}^4}$$

$$\sigma = 355\,237.53 \text{ N/m}^2$$

$$\sigma = 355.24 \text{ Kpa}$$

$$\sigma = \mathbf{0.36 \text{ Mpa}}$$

**SE HALLA**

$$\tau = \frac{T * C}{J} * k_{ts}$$

HALLANDO “J”

$$J = \frac{\pi * d^4}{32}$$

$$J = \frac{\pi * (20 \text{ mm})^4}{32}$$

$$J = 15\,707.96 \text{ mm}^4$$

$$J = \mathbf{1.57 * 10^{-8} \text{ m}^4}$$

Reemplazando,

$$\tau = \frac{4.068 \text{ Nm} * \left(10 \text{ mm} * \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}}\right)}{1.57 * 10^{-8}} * 1.37$$

$$\tau = 3\,549\,783.44 \text{ N/m}^2$$

$$\tau = 3\,549.78 \text{ Kpa}$$

$$\tau = \mathbf{3.55 \text{ Mpa}}$$

Reemplazando en la ecuación de VON MISSES

$$\sigma' = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$$

$$\sigma' = \sqrt{(0.36 \text{ Mpa})^2 + 3(3.55 \text{ Mpa})^2}$$

$$\sigma' = 6.16 \text{ Mpa}$$

## FACTOR DE SEGURIDAD

$$\eta_t = \frac{S_y}{\sigma'}$$

El  $S_y$  del Acero Inoxidable 304 se encuentra en la Tabla A-22, del libro “Diseño en Ingeniería mecánica de Shigley” (Budynas y Nisbett, 2008).

**Tabla A-22**

Resultados de ensayos a la tensión de algunos metales\* Fuente: J. Datsko, "Solid Materials", capítulo 32, en Joseph E. Shigley, Charles R. Mischke y Thomas H. Brown, Jr. (editores en jefe). *Standard Handbook of Machine Design*, 3a. ed., McGraw-Hill, Nueva York, 2004, pp. 32.49-32.52.

Número	Material	Condición	Resistencia (a la tensión)				Resistencia a la deformación, exponente $m$	Resistencia a la fractura $\epsilon_f$
			Fluencia $S_y$ MPa (kpsi)	Última $S_u$ MPa (kpsi)	A la fractura, $\sigma_f$ MPa (kpsi)	Coficiente $\sigma_0$ MPa (kpsi)		
1018	Acero	Recocido	220 (32.0)	341 (49.5)	628 (91.1) <sup>†</sup>	620 (90.0)	0.25	1.05
1144	Acero	Recocido	358 (52.0)	646 (93.7)	898 (130) <sup>†</sup>	992 (144)	0.14	0.49
1212	Acero	HR	193 (28.0)	424 (61.5)	729 (106) <sup>†</sup>	758 (110)	0.24	0.85
1045	Acero	TyR 600°F	1 520 (220)	1 580 (230)	2 380 (345)	1 880 (273) <sup>†</sup>	0.041	0.81
4142	Acero	TyR 600°F	1 720 (250)	1 930 (210)	2 340 (340)	1 760 (255) <sup>†</sup>	0.048	0.43
303	Acero inoxidable	Recocido	241 (35.0)	601 (87.3)	1 520 (221) <sup>†</sup>	1 410 (205)	0.51	1.16
304	Acero inoxidable	Recocido	276 (40.0)	568 (82.4)	1 600 (233) <sup>†</sup>	1 270 (185)	0.45	1.67
2011	Aleación de aluminio	T6	169 (24.5)	324 (47.0)	325 (47.2) <sup>†</sup>	620 (90)	0.28	0.10
2024	Aleación de aluminio	T4	296 (43.0)	446 (64.8)	533 (77.3) <sup>†</sup>	689 (100)	0.15	0.18
7075	Aleación de aluminio	T6	542 (78.6)	593 (86.0)	706 (102) <sup>†</sup>	882 (128)	0.13	0.18

\*Los valores se tomaron de uno a dos coladas y se considera que pueden obtenerse usando especificaciones de compra. La deformación por fractura puede variar hasta en 100%.

<sup>†</sup>Valor derivado.

$$S_y = 276 \text{ Mpa}$$

Reemplazando,

$$\eta_t = \frac{276 \text{ Mpa}}{6.16 \text{ Mpa}}$$

$$\eta_t = 44.81$$

## 2. ANÁLISIS DINÁMICO

### ANÁLISIS DINÁMICO EN EL PUNTO B

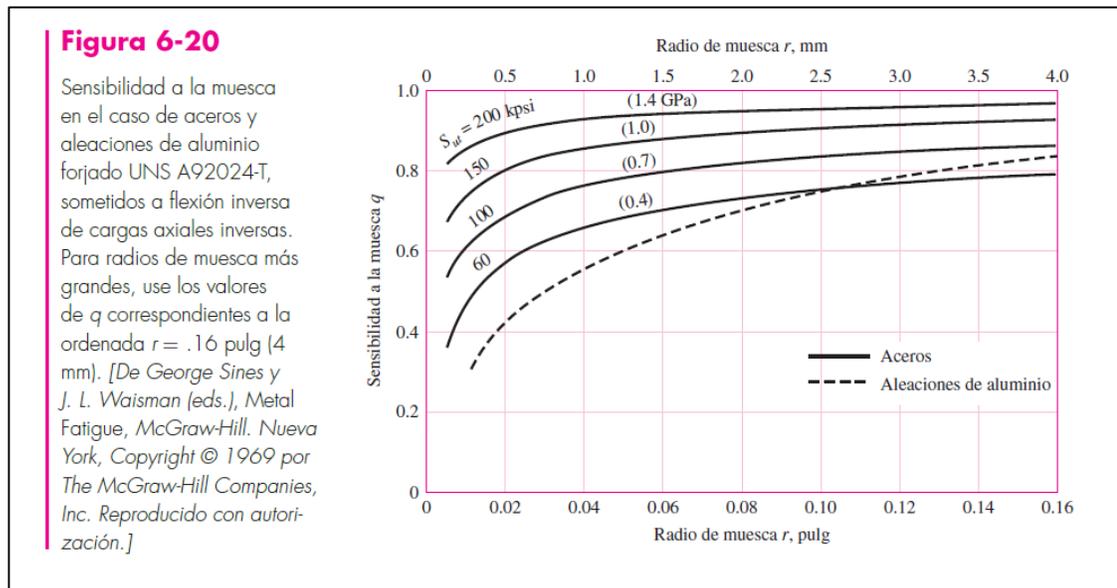
Concentración del Esfuerzo y Sensibilidad a la Muesca

$$K_f = 1 + q (k_t - 1)$$

$$K_{f_s} = 1 + q_s (k_t - 1)$$

SE DETERMINA "q" y "q<sub>s</sub>"

SE HALLA "q"



Se Tiene:

La muesca ( $r$ ) = 2.5 mm

El  $S_{ut}$  del Acero Inoxidable 304 se encuentra en la Tabla A-22, del libro “Diseño en Ingeniería mecánica de Shigley” (Budynas y Nisbett, 2008).

**Tabla A-22**  
Resultados de ensayos a la tensión de algunos metales\* Fuente: J. Datsko, "Solid Materials", capítulo 32, en Joseph E. Shigley, Charles R. Mischke y Thomas H. Brown, Jr. (editores en jefe). *Standard Handbook of Machine Design*, 3a. ed., McGraw-Hill, Nueva York, 2004, pp. 32.49-32.52.

Número	Material	Condición	Resistencia (a la tensión)					
			Fluencia $S_y$ MPa (kpsi)	Última $S_u$ MPa (kpsi)	A la fractura, $\sigma_f$ MPa (kpsi)	Coficiente $\sigma_u$ MPa (kpsi)	Resistencia a la deformación, exponente $m$	Resistencia a la fractura $\epsilon_f$
1018	Acero	Recocido	220 (32.0)	341 (49.5)	628 (91.1) <sup>†</sup>	620 (90.0)	0.25	1.05
1144	Acero	Recocido	358 (52.0)	646 (93.7)	898 (130) <sup>†</sup>	992 (144)	0.14	0.49
1212	Acero	HR	193 (28.0)	424 (61.5)	729 (106) <sup>†</sup>	758 (110)	0.24	0.85
1045	Acero	TyR 600°F	1 520 (220)	1 580 (230)	2 380 (345)	1 880 (273) <sup>†</sup>	0.041	0.81
4142	Acero	TyR 600°F	1 720 (250)	1 930 (210)	2 340 (340)	1 760 (255) <sup>†</sup>	0.048	0.43
303	Acero Inoxidable	Recocido	241 (35.0)	601 (87.3)	1 520 (221) <sup>†</sup>	1 410 (205)	0.51	1.16
304	Acero Inoxidable	Recocido	276 (40.0)	568 (82.4)	1 600 (233) <sup>†</sup>	1 270 (185)	0.45	1.67
2011	Aleación de aluminio	T6	169 (24.5)	324 (47.0)	325 (47.2) <sup>†</sup>	620 (90)	0.28	0.10
2024	Aleación de aluminio	T4	296 (43.0)	446 (64.8)	533 (77.3) <sup>†</sup>	689 (100)	0.15	0.18
7075	Aleación de aluminio	T6	542 (78.6)	593 (86.0)	706 (102) <sup>†</sup>	882 (128)	0.13	0.18

\*Los valores se tomaron de una o dos coladas y se considera que pueden obtenerse usando especificaciones de compra. La deformación por fractura puede variar hasta en 100%.  
<sup>†</sup>Valor derivado.

$$S_{ut} = 568 \text{ Mpa}$$

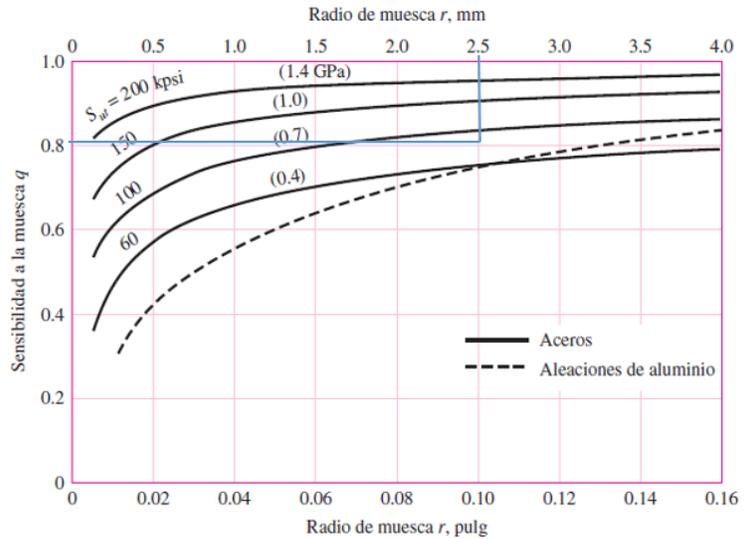
$$S_{ut} = 0.6 \text{ Gpa}$$

$$q \left\{ \begin{array}{l} r = 2.5 \text{ mm} \\ S_{ut} = 0.6 \text{ Gpa} \end{array} \right.$$

Una vez hallado  $r$  y  $S_{ut}$  se dirige a la Figura 6-20 del libro “Diseño en Ingeniería mecánica de Shigley” (Budynas y Nisbett, 2008). A continuación, se muestra el resultado encontrado.

**Figura 6-20**

Sensibilidad a la muesca en el caso de aceros y aleaciones de aluminio forjado UNS A92024-T, sometidos a flexión inversa de cargas axiales inversas. Para radios de muesca más grandes, use los valores de  $q$  correspondientes a la ordenada  $r = .16$  pulg (4 mm). [De George Sines y J. L. Waisman (eds.), Metal Fatigue, McGraw-Hill. Nueva York, Copyright © 1969 por The McGraw-Hill Companies, Inc. Reproducido con autorización.]



$$q = 0.81$$

**SE HALLA  $k_f$**

Se tiene,  $k_t = 1.55$

Reemplazando,

$$K_f = 1 + q (k_t - 1)$$

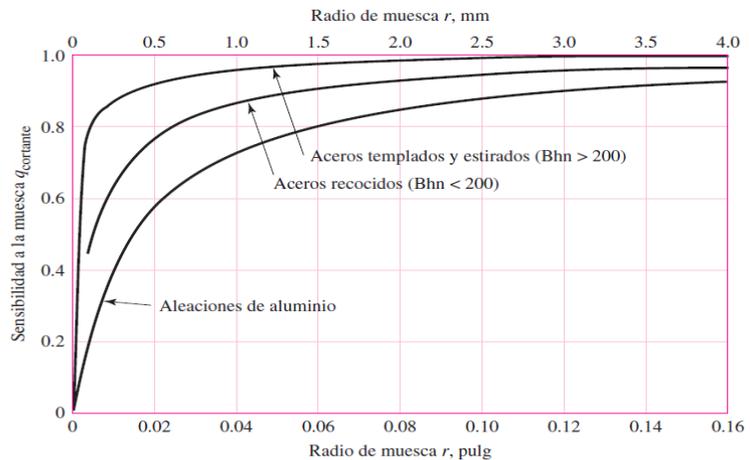
$$K_f = 1 + 0.81 (1.55 - 1)$$

$$K_f = 1.45$$

**SE HALLA " $q_s$ "**

**Figura 6-21**

Sensibilidad a la muesca de materiales sometidos a torsión inversa. En el caso de radios de muesca más grandes, use los valores de  $q_{\text{cortante}}$  correspondientes a la ordenada  $r = 0.16$  pulg (4 mm).



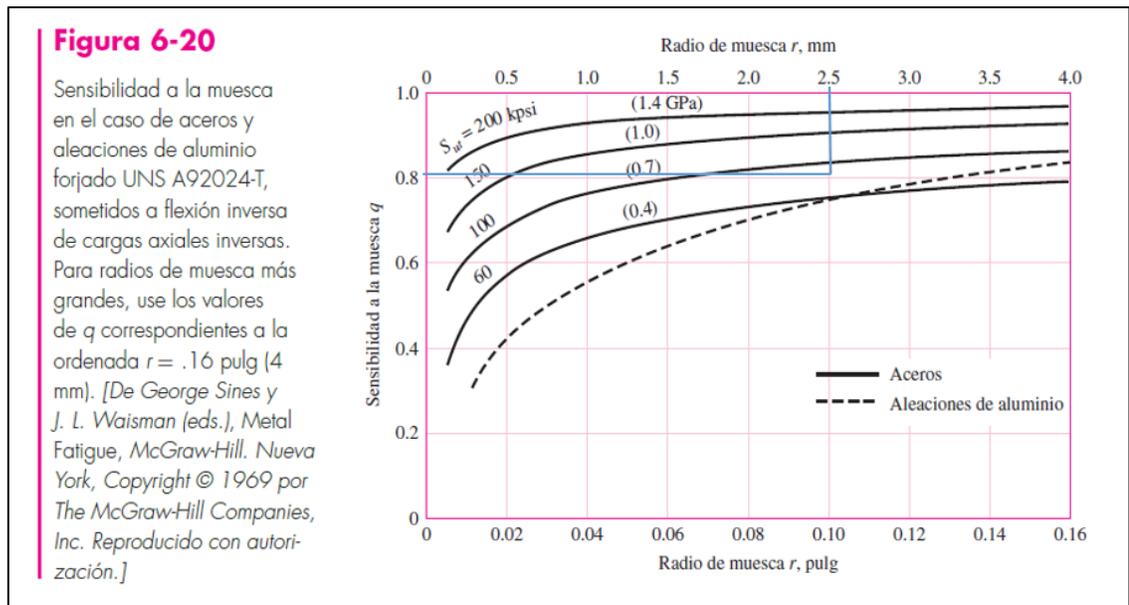
Se tiene:

La muesca ( $r$ ) = 2.5 mm

La Dureza Brinell del Acero Inoxidable 304,  $Bhn = 160 - 190$  (GoodFellow, 2018)

$$q_s \begin{cases} r = 2.5 \text{ mm} \\ Bhn = 160 - 190 \end{cases}$$

Una vez hallado  $r$  y  $Bhn$  se dirige a la Figura 6-21 del libro “Diseño en Ingeniería mecánica de Shigley” (Budynas y Nisbett, 2008).



$$q_s = 0.95$$

SE HALLA  $k_{fs}$

Se tiene,  $k_{ts} = 1.37$

Reemplazando,

$$K_{fs} = 1 + q_s (k_{ts} - 1)$$

$$K_{fs} = 1 + 0.95 (1.37 - 1)$$

$$K_{fs} = 1.35$$

## FACTORES DE MARIN

Este límite de resistencia a la fatiga será modificado por los factores de Marín debido a las condiciones de fabricación y geometría del eje, de tal manera que:

$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e k_f S'_e$$

Se Determina " $S'_e$ "

$$S'_e = 0.5 S_{ut}$$

$$S'_e = 0.5 (568 \text{ Mpa})$$

$$S'_e = 284 \text{ Mpa}$$

Se Halla el Factor de Superficie " $k_a$ "

$$k_a = a S_{ut}^b$$

Los valores de a y b lo se encuentras en la Tabla 6-2 del libro “Diseño en Ingeniería mecánica de Shigley” (Budynas y Nisbett, 2008).

Tabla 6-2 Parámetros en el factor de la condición superficial de Marin, ecuación (6-19)	Acabado superficial	Factor a		Exponente b
		$S_{utr}$ kpsi	$S_{utr}$ MPa	
	Esmerilado	1.34	1.58	-0.085
	Maquinado o laminado en frío	2.70	4.51	-0.265
	Laminado en caliente	14.4	57.7	-0.718
	Como sale de la forja	39.9	272.	-0.995

De C. J. Noll y C. Lipson, "Allowable Working Stresses", en *Society for Experimental Stress Analysis*, vol. 3. núm. 2, 1946, p. 29. Reproducida por O. J. Horgar (ed.), *Metals Engineering Design ASME Handbook*, McGraw-Hill, Nueva York. Copyright © 1953 por The McGraw-Hill Companies, Inc. Reproducido con autorización.

Se Selecciona Maquinado o laminado en frio

**Tabla 6-2**  
Parámetros en el factor de la condición superficial de Marin, ecuación (6-19)

Acabado superficial	Factor a		Exponente b
	$S_{UTR}$ kpsi	$S_{UTR}$ MPa	
Esmerilado	1.34	1.58	-0.085
Maquinado o laminado en frío	2.70	4.51	-0.265
laminado en caliente	14.4	57.7	-0.718
Como sale de la forja	39.9	272.	-0.995

De C. J. Noll y C. Lipson, "Allowable Working Stresses", en *Society for Experimental Stress Analysis*, vol. 3. núm. 2, 1946, p. 29. Reproducida por O. J. Horger (ed.), *Metals Engineering Design ASME Handbook*, McGraw-Hill, Nueva York. Copyright © 1953 por The McGraw-Hill Companies, Inc. Reproducido con autorización.

$$a = 4.51 \text{ Mpa}$$

$$b = -0.265$$

Reemplazando,

$$k_a = (4.51)(568)^{-0.265}$$

$$k_a = 0.84$$

Se determina el Factor de Tamaño " $k_b$ "

Se Tiene un  $d = 20 \text{ mm}$

Reemplazando,

$$k_b = 1.24 * d^{-0.107}$$

$$k_b = 1.24 * (20)^{-0.107}$$

$$k_b = 0.90$$

Se Halla el Factor de Carga " $k_c$ "

Se Selecciona Flexión,

$$k_c = 1$$

**Se Halla el Factor de Temperatura " $k_d$ "**

$$k_d = \frac{S_T}{S_{RT}}$$

El  $S_T / S_{RT}$  se encuentra en la tabla 6-4 del libro “Diseño en Ingeniería mecánica de Shigley” (Budynas y Nisbett, 2008).

<b>Tabla 6-4</b>	<b>Temperatura, °C</b>	<b><math>S_T/S_{RT}</math></b>	<b>Temperatura, °F</b>	<b><math>S_T/S_{RT}</math></b>
Efecto de la temperatura de operación en la resistencia a la tensión del acero.* ( $S_T$ = resistencia a la tensión a la temperatura de operación; $S_{RT}$ = resistencia a la tensión a temperatura ambiente; $0.099 \leq \hat{\sigma} \leq 0.110$ )	20	1.000	70	1.000
	50	1.010	100	1.008
	100	1.020	200	1.020
	150	1.025	300	1.024
	200	1.020	400	1.018
	250	1.000	500	0.995
	300	0.975	600	0.963
	350	0.943	700	0.927
	400	0.900	800	0.872
	450	0.843	900	0.797
	500	0.768	1 000	0.698
	550	0.672	1 100	0.567
	600	0.549		

\*Fuente de datos: figura 2-9.

Se Selecciona el  $S_T / S_{RT}$  a una temperatura de 20 °C

<b>Tabla 6-4</b>	<b>Temperatura, °C</b>	<b><math>S_T/S_{RT}</math></b>	<b>Temperatura, °F</b>	<b><math>S_T/S_{RT}</math></b>
Efecto de la temperatura de operación en la resistencia a la tensión del acero.* ( $S_T$ = resistencia a la tensión a la temperatura de operación; $S_{RT}$ = resistencia a la tensión a temperatura ambiente; $0.099 \leq \hat{\sigma} \leq 0.110$ )	20	1.000	70	1.000
	50	1.010	100	1.008
	100	1.020	200	1.020
	150	1.025	300	1.024
	200	1.020	400	1.018
	250	1.000	500	0.995
	300	0.975	600	0.963
	350	0.943	700	0.927
	400	0.900	800	0.872
	450	0.843	900	0.797
	500	0.768	1 000	0.698
	550	0.672	1 100	0.567
	600	0.549		

\*Fuente de datos: figura 2-9.

$$k_d = 1$$

**Se Halla el Factor de Confiabilidad " $k_e$ "**

$$k_e = 1 - 0.08z_a$$

La variación de transformación ( $Z_a$ ) se encuentra en la tabla 6-5 donde se proporcionan los factores de confiabilidad de algunas confiabilidades estándar especificadas del libro "Diseño en Ingeniería mecánica de Shigley" (Budynas y Nisbett, 2008).

<b>Tabla 6-5</b>	<b>Confiabilidad, %</b>	<b>Variación de transformación <math>z_a</math></b>	<b>Factor de confiabilidad <math>k_e</math></b>
Factores de confiabilidad $k_e$ correspondientes a 8 desviaciones estándar porcentuales del límite de resistencia a la fatiga	50	0	1.000
	90	1.288	0.897
	95	1.645	0.868
	99	2.326	0.814
	99.9	3.091	0.753
	99.99	3.719	0.702
	99.999	4.265	0.659
	99.9999	4.753	0.620

Se Selecciona una confiabilidad del 50%

<b>Tabla 6-5</b>	<b>Confiabilidad, %</b>	<b>Variación de transformación <math>z_a</math></b>	<b>Factor de confiabilidad <math>k_e</math></b>
Factores de confiabilidad $k_e$ correspondientes a 8 desviaciones estándar porcentuales del límite de resistencia a la fatiga	50	0	1.000
	90	1.288	0.897
	95	1.645	0.868
	99	2.326	0.814
	99.9	3.091	0.753
	99.99	3.719	0.702
	99.999	4.265	0.659
	99.9999	4.753	0.620

Por lo tanto, se tiene que:

$$k_e = 1$$

Se Determina el Factor de Modificación de efectos varios " $k_f$ "

$$k_f = 1$$

Se Halla todos los factores de Marín,

Remplazando,

$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e k_f S'_e$$

$$S_e = (0.84) * (0.90) * (1) * (1) * (1) * (1) * (284 \text{ Mpa})$$

$$S_e = 214.70 \text{ Mpa}$$

### ASME ELIPTICA

La fórmula de la ASME ELIPTICA se encuentra en la ecuación (7-11) del libro "Diseño en Ingeniería mecánica de Shigley" (Budynas y Nisbett, 2008).

$$\frac{1}{n} = \frac{16}{\pi * d^3} \left[ 4 \left( \frac{K_f * M_a}{S_e} \right)^2 + 3 \left( \frac{K_{fs} * T_a}{S_e} \right)^2 + 4 \left( \frac{K_f * M_m}{S_y} \right)^2 + 3 \left( \frac{K_{fs} * T_m}{S_y} \right)^2 \right]^{1/2}$$

Se tiene

$$d = 20 \text{ mm} = 0.02 \text{ m}$$

$$K_f = 1.45$$

$$M_a = 0.18 \text{ Nm}$$

$$S_e = 214.70 \text{ Mpa} = 214\,700\,000 \text{ Pa}$$

$$K_{fs} = 1.35$$

$$T_m = 4.068 \text{ Nm}$$

$$S_y = 276 \text{ Mpa} = 276\,000\,000 \text{ Pa}$$

Reemplazando,

$$\frac{1}{n} = \frac{16}{\pi * d^3} \left[ 4 \left( \frac{K_f * M_a}{S_e} \right)^2 + 3 \left( \frac{K_{fs} * T_a}{S_e} \right)^2 + 4 \left( \frac{K_f * M_m}{S_y} \right)^2 + 3 \left( \frac{K_{fs} * T_m}{S_y} \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$\frac{1}{n} = \frac{16}{\pi * d^3} \left[ 4 \left( \frac{K_f * M_a}{S_e} \right)^2 + 3 \left( \frac{K_{fs} * T_m}{S_y} \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$\frac{1}{n} = \frac{16}{\pi * (0.02m)^3} \left[ 4 \left( \frac{1.45 * 0.18 Nm}{214\,700\,000 Pa} \right)^2 + 3 \left( \frac{1.35 * 4.068 Nm}{276\,000\,000 Pa} \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$\frac{1}{n} = 0.02199$$

$$n = 45.47$$

## Anexo N° 22

Uso General

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

Fuente: Catálogo WEG, 2018

Anexo N° 23

F-UCPM2													NTN					
Chumacera tipo puente (Serie de acero inoxidable) Con tornillo de fijación (Prisionero)																		
Diámetro del eje mm	Número <sup>1)</sup> de la chumacera	Dimensiones nominales											Tamaño del perno mm	Número del rodamiento mm	Capacidad básica de carga		Número del alojamiento mm	Peso de la chumacera kg
		mm													Cr	Cor		
		H	L	J	A	N	N <sub>i</sub>	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	L <sub>i</sub>	B	S						
20	F-UCPM204/LP03	33.3	120	95	30	12	14	11	64	42	31	12.7	M10	F-UC204D1/LP03	9.9	6.65	PM204	0.6
25	F-UCPM205/LP03	36.5	130	105	30	12	14	12	70	42	34.1	14.3	M10	F-UC205D1/LP03	10.8	7.85	PM205	0.7
30	F-UCPM206/LP03	42.9	155	121	36	17	20	13	82	54	38.1	15.9	M14	F-UC206D1/LP03	15.0	11.3	PM206	1.1
35	F-UCPM207/LP03	47.6	161	127	38	17	20	14	92	54	42.9	17.5	M14	F-UC207D1/LP03	19.7	15.3	PM207	1.3
40	F-UCPM208/LP03	49.2	171	137	40	17	20	14	98	52	49.2	19	M14	F-UC208D1/LP03	22.4	17.8	PM208	1.7
45	F-UCPM209/LP03	54	180	146	40	17	20	14	105	60	49.2	19	M14	F-UC209D1/LP03	25.2	20.4	PM209	1.8
50	F-UCPM210/LP03	57.2	195	159	45	19	22	16	114	65	51.6	19	M16	F-UC210D1/LP03	27.0	23.2	PM210	2.4

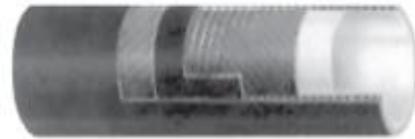
Fuente: Catálogo NTN, 2015

Anexo N° 24

**Manguera de Grado Alimenticio**

**A621 - Manguera para Alimentos, Leche y Bebidas**

**Hule:** DB36  
**Aplicación:** Manguera alimenticia especial para succión y descarga, particularmente adecuada para la transferencia de leche, vino, cerveza y agua potable tanto para servicio dentro de plantas como en autotanques.  
**Temperatura:** Productos grasosos -30°C a 121°C  
 Productos No-grasos -30°C a 100°C  
**Presión de Trabajo:** 150 PSI con 4:1 factor de seguridad  
**Estándares:** Cumple con FDA y se ajusta al estándar 18-03 de la norma 3A  
**Tubo interior:** Blanco, hule liso de calidad alimenticia en conformidad con los estándares FDA y 3A  
**Refuerzo:** Fibra sintética de alta resistencia más alambre helicoidal  
**Cubierta:** Blanca, lisa (acabado tipo venda) de hule sintético, resistente a la abrasión y al ozono



# de parte	D.I. pulgadas	D.E. pulgadas	Presión de Trabajo PSI	Peso kg / mtr	Longitud mtr	Vacio pulg. / Hg	Radio de Doblez
A621025	1"	1.457	150	0.94	rollos de 20 m	26	120 mm
A621040	1-1/2"	1.969	150	1.36	rollos de 20 m	26	190 mm
A621050	2"	2.520	150	2.02	rollos de 20 m	26	260 mm
A621080	3"	3.622	150	3.58	rollos de 20 m	26	400 mm
A621100	4"	4.725	150	5.41	rollos de 20 m	26	560 mm



Fuente: Catálogo DIXON, 2018

## Anexo N° 25



**Electrobombas centrífugas multicelulares**



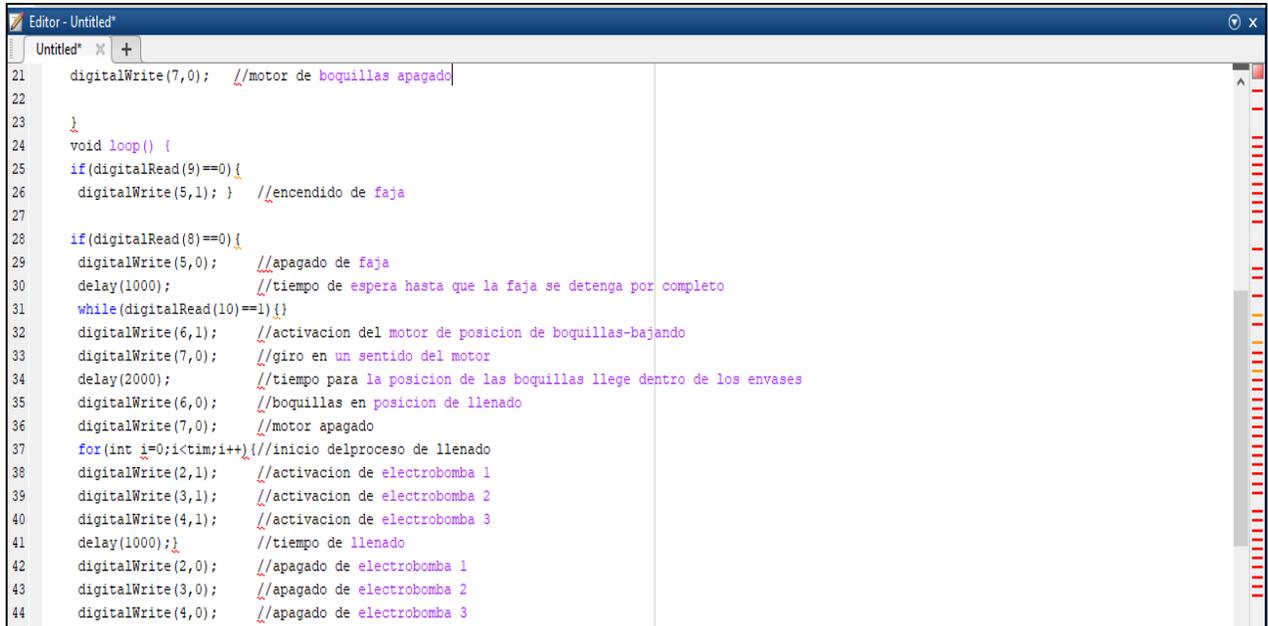


MODELO		POTENCIA (P <sub>2</sub> )		▲	Q	m <sup>3</sup> /h													
Monofásica	Trifásica	kW	HP			0	0.6	1.2	2.4	3.6	4.8	5.4	6.0	6.6	7.2	7.8	9.0	9.6	
					l/min	0	10	20	40	60	80	90	100	110	120	130	150	160	
CPm 600	CP 600	0.37	0.50	IE2	H metros	22	21	20	18	15	11								
CPm 610	CP 610	0.60	0.85			28.5	28	27	25	22	19	17							
CPm 620	CP 620	0.75	1			35	34	33	31	28.5	25.5	23.5	21						
CPm 650	CP 650	1.1	1.5	40		-	39	38	36	33.1	31.2	28.8	26						
CPm 660	CP 660	1.5	2	48		-	47.5	46	44	41	39.5	37.5	35	32					
CPm 670	CP 670	2.2	3	IE3		56	-	55.5	54.5	52.5	50	48.5	46.5	44	41.5	38			
CPm 650M	CP 650M	1.1	1.5			33	-	-	32	31	30	29	28	26.5	25	23	19		
CPm 660M	CP 660M	1.5	2			44	-	-	43	42	40	39	38	37	35.5	34	29.5	27	
CPm 670M	CP 670M	2.2	3			53	-	-	52	51	49.5	48.5	47.5	46.5	45	43.5	39	36	

Fuente: Catálogo PEDROLLO, 2018

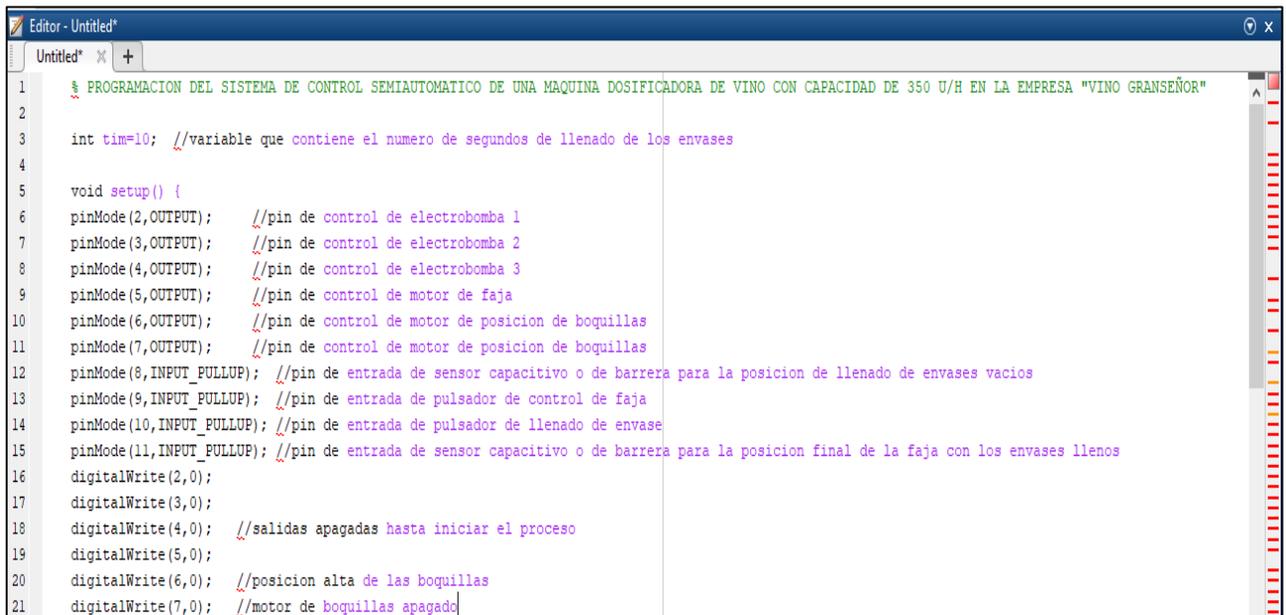
## Anexo N° 26

### Lenguaje de Programación C++ del Sistema de Control Semiautomático



```
Editor - Untitled*
Untitled* x +
21 digitalWrite(7,0); //motor de boquillas apagado
22
23 }
24 void loop() {
25   if(digitalRead(9)==0){
26     digitalWrite(5,1); } //encendido de faja
27
28   if(digitalRead(8)==0){
29     digitalWrite(5,0); //apagado de faja
30     delay(1000); //tiempo de espera hasta que la faja se detenga por completo
31     while(digitalRead(10)==1){}
32     digitalWrite(6,1); //activacion del motor de posicion de boquillas-bajando
33     digitalWrite(7,0); //giro en un sentido del motor
34     delay(2000); //tiempo para la posicion de las boquillas llegue dentro de los envases
35     digitalWrite(6,0); //boquillas en posicion de llenado
36     digitalWrite(7,0); //motor apagado
37     for(int i=0;i<tim;i++){//inicio delproceso de llenado
38       digitalWrite(2,1); //activacion de electrobomba 1
39       digitalWrite(3,1); //activacion de electrobomba 2
40       digitalWrite(4,1); //activacion de electrobomba 3
41       delay(1000);} //tiempo de llenado
42     digitalWrite(2,0); //apagado de electrobomba 1
43     digitalWrite(3,0); //apagado de electrobomba 2
44     digitalWrite(4,0); //apagado de electrobomba 3
```

**Figura 71.** Lenguaje de Programación del Sistema de Control Semiautomático  
**Fuente.** Propia.



```
Editor - Untitled*
Untitled* x +
1  % PROGRAMACION DEL SISTEMA DE CONTROL SEMIAUTOMATICO DE UNA MAQUINA DOSIFICADORA DE VINO CON CAPACIDAD DE 350 U/H EN LA EMPRESA "VINO GRANSEÑOR"
2
3  int tim=10; //variable que contiene el numero de segundos de llenado de los envases
4
5  void setup() {
6    pinMode(2,OUTPUT); //pin de control de electrobomba 1
7    pinMode(3,OUTPUT); //pin de control de electrobomba 2
8    pinMode(4,OUTPUT); //pin de control de electrobomba 3
9    pinMode(5,OUTPUT); //pin de control de motor de faja
10   pinMode(6,OUTPUT); //pin de control de motor de posicion de boquillas
11   pinMode(7,OUTPUT); //pin de control de motor de posicion de boquillas
12   pinMode(8,INPUT_PULLUP); //pin de entrada de sensor capacitivo o de barrera para la posicion de llenado de envases vacios
13   pinMode(9,INPUT_PULLUP); //pin de entrada de pulsador de control de faja
14   pinMode(10,INPUT_PULLUP); //pin de entrada de pulsador de llenado de envase
15   pinMode(11,INPUT_PULLUP); //pin de entrada de sensor capacitivo o de barrera para la posicion final de la faja con los envases llenos
16   digitalWrite(2,0);
17   digitalWrite(3,0);
18   digitalWrite(4,0); //salidas apagadas hasta iniciar el proceso
19   digitalWrite(5,0);
20   digitalWrite(6,0); //posicion alta de las boquillas
21   digitalWrite(7,0); //motor de boquillas apagado
```

**Figura 72.** Lenguaje de Programación del Sistema de Control Semiautomático  
**Fuente.** Propia.

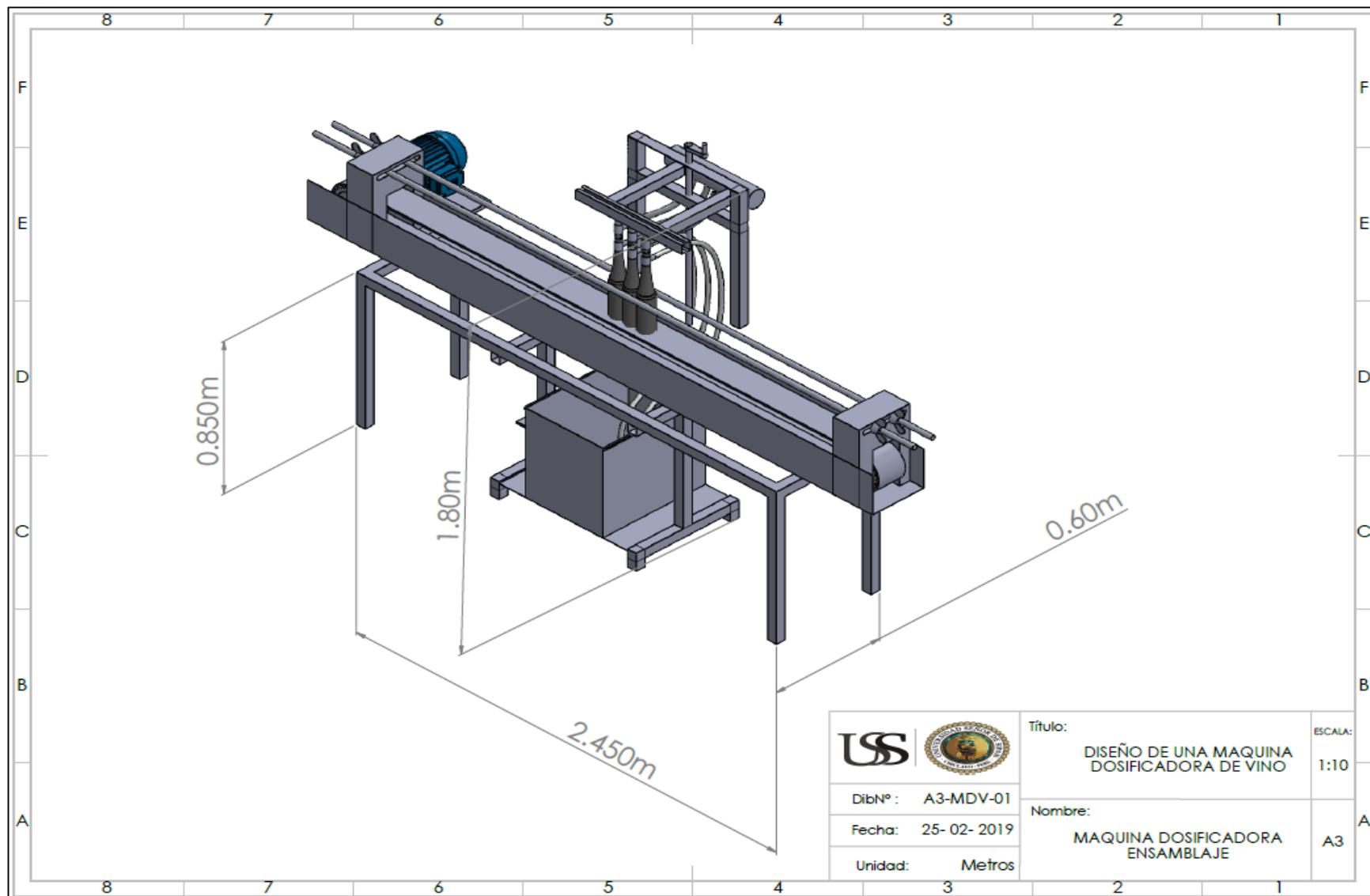
```
Editor - Untitled*
Untitled*
31 while(digitalRead(10)==1){}
32 digitalWrite(6,1); //activacion del motor de posicion de boquillas-bajando
33 digitalWrite(7,0); //giro en un sentido del motor
34 delay(2000); //tiempo para la posicion de las boquillas llege dentro de los envases
35 digitalWrite(6,0); //boquillas en posicion de llenado
36 digitalWrite(7,0); //motor apagado
37 for(int i=0;i<tim;i++){//inicio delproceso de llenado
38 digitalWrite(2,1); //activacion de electrobomba 1
39 digitalWrite(3,1); //activacion de electrobomba 2
40 digitalWrite(4,1); //activacion de electrobomba 3
41 delay(1000);} //tiempo de llenado
42 digitalWrite(2,0); //apagado de electrobomba 1
43 digitalWrite(3,0); //apagado de electrobomba 2
44 digitalWrite(4,0); //apagado de electrobomba 3
45 delay(1000);
46 digitalWrite(6,0); //activacion del motor de posicion de boquillas-subiendo
47 digitalWrite(7,1); //giro del motor en sentido inverso
48 delay(2000); //tiempo para la posicion de las boquillas llege al inicio
49 digitalWrite(6,0); //boquillas en posicion de inico
50 digitalWrite(7,0); //motor apagado
51 while(digitalRead(9)==1){} //en espera de presionar el boton de control de faja
52 digitalWrite(5,1); //boton presionado- activacion de motor de faja
53 delay(2000); //tiempo minimo hasta que pasen los envases ya llenados antes de llegar al final de faja
54 while(digitalRead(11)==1){} //en espera de llegada de envases llenos al final de la faja
55 digitalWrite(5,0); //apagado de la faja hasta retirar envases llenos y empesar nuevamente el proceso
56 % END
```

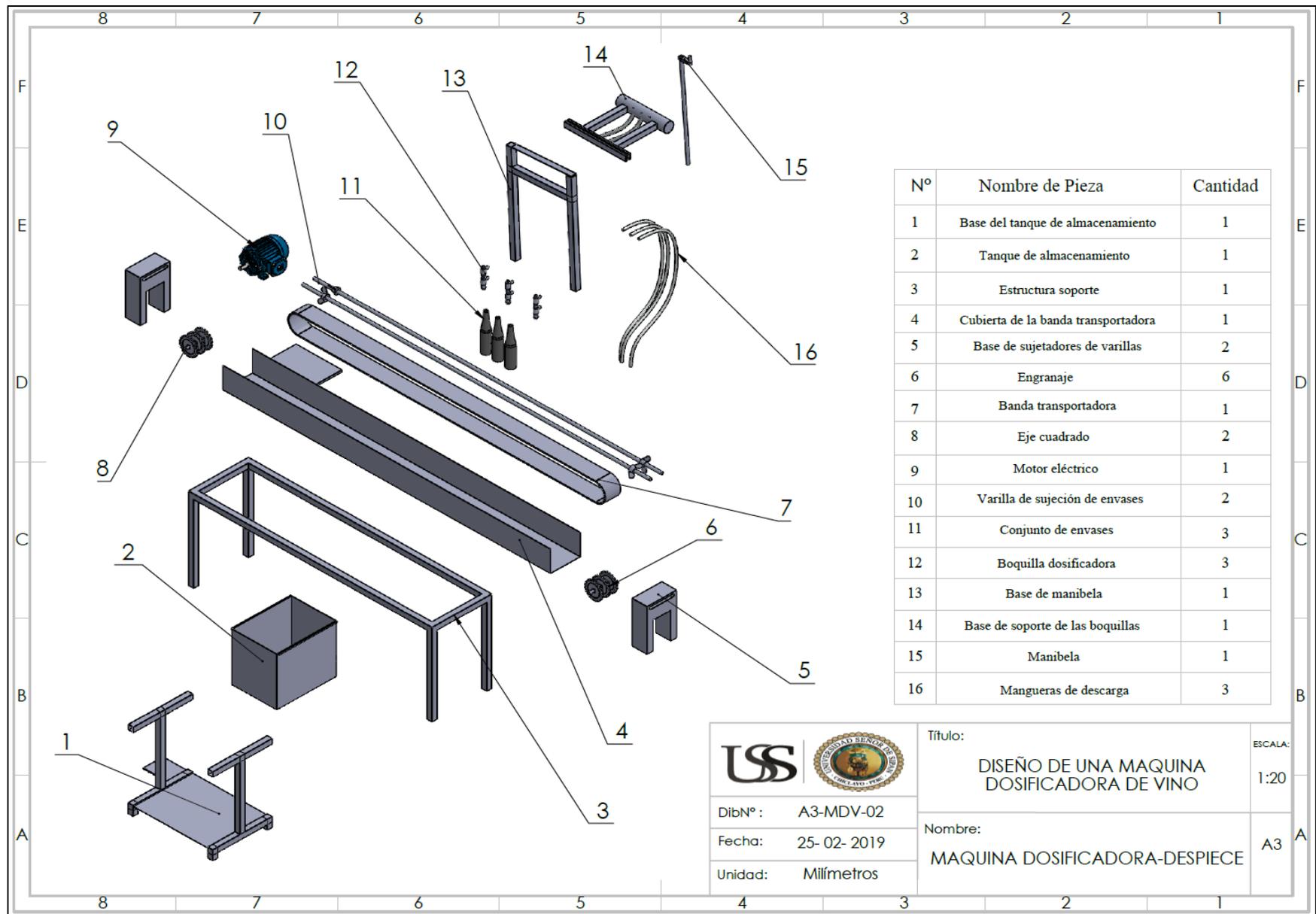
**Figura 73.** Lenguaje de Programación del Sistema de Control Semiautomático  
**Fuente.** Propia.



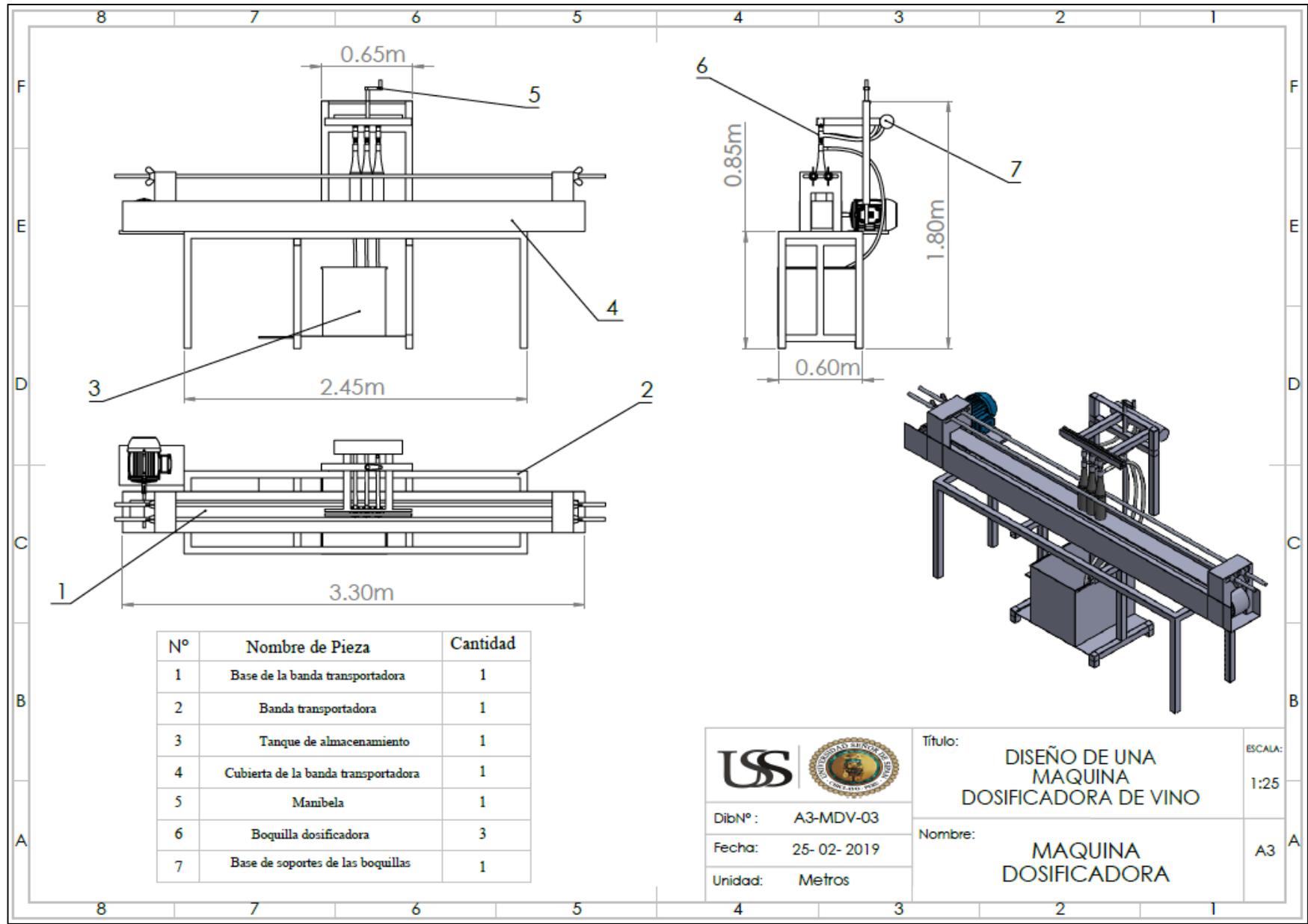
Anexo N° 28

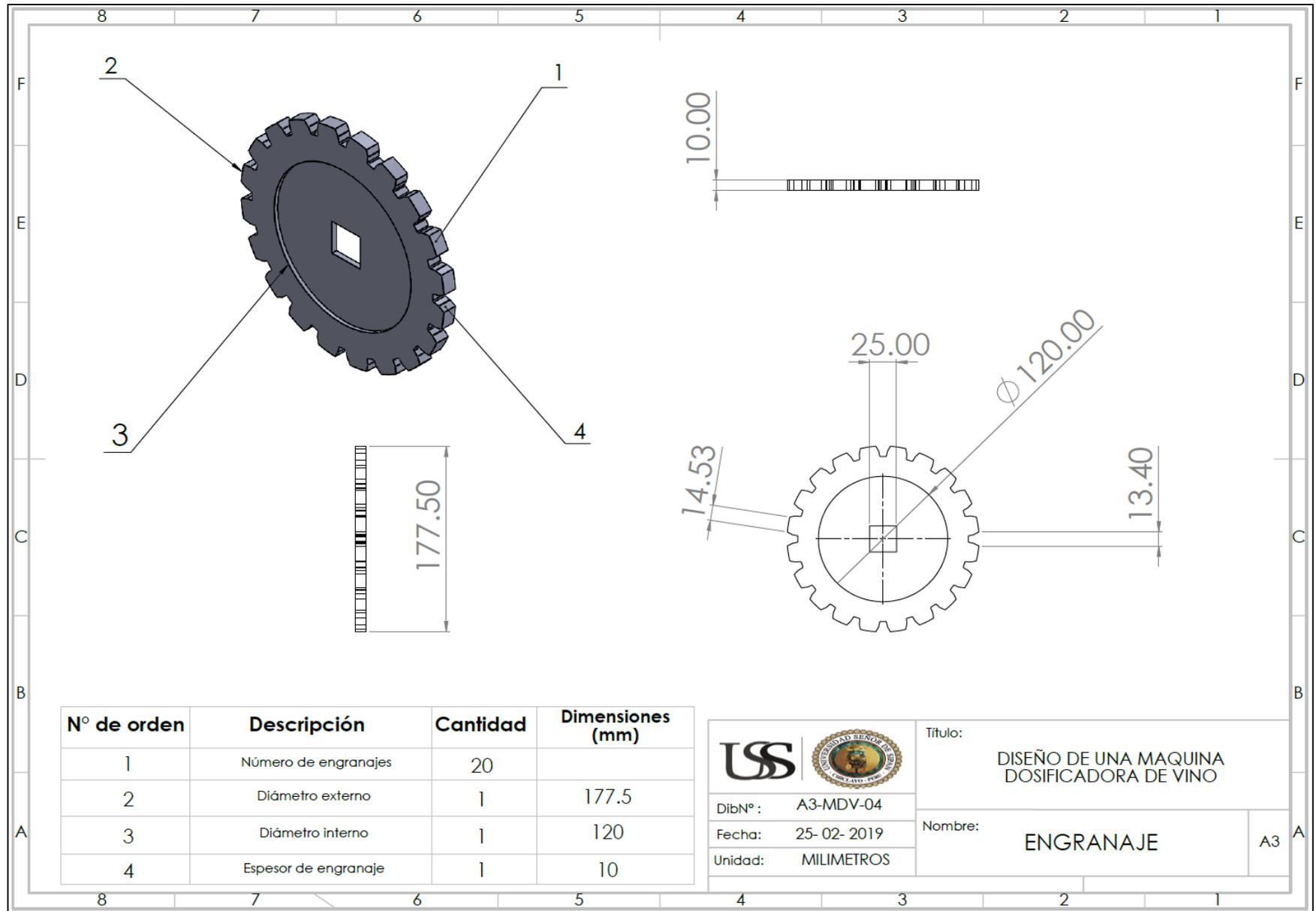
Planos

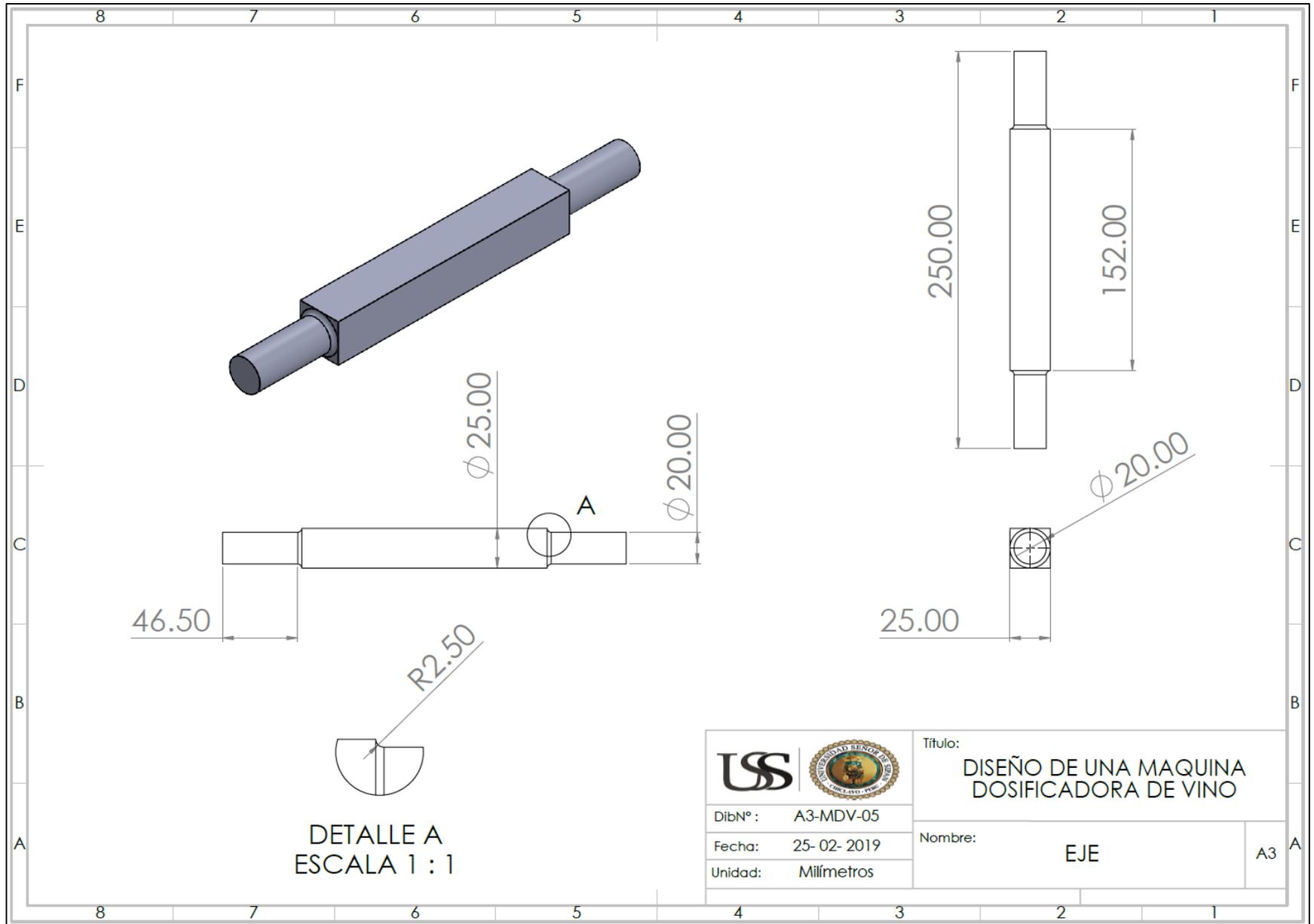




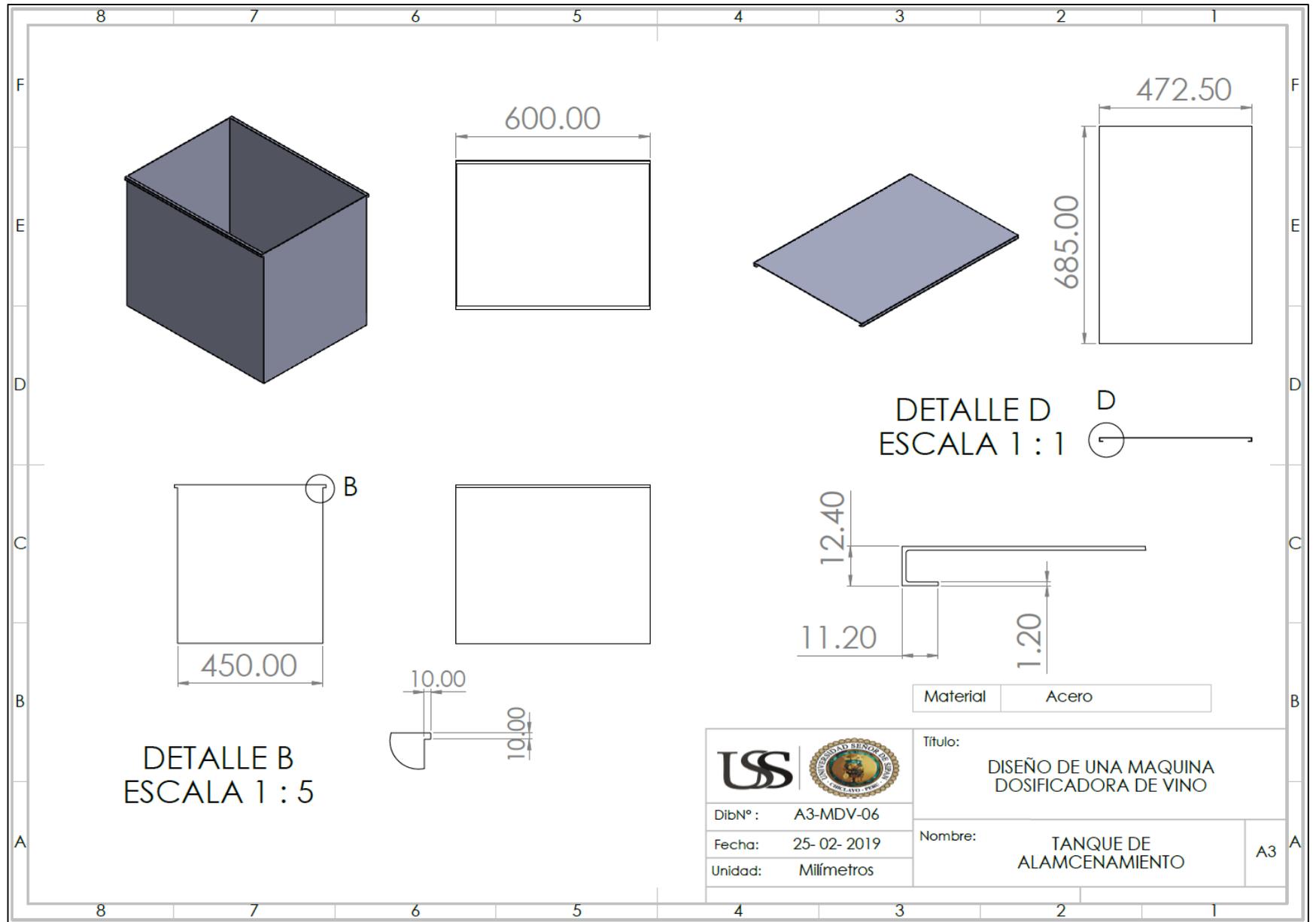
 	Título:	DISEÑO DE UNA MAQUINA DOSIFICADORA DE VINO	ESCALA:	1:20
	DibNº:	A3-MDV-02	Nombre:	MAQUINA DOSIFICADORA-DESPIECE
	Fecha:	25-02-2019	Unidad:	Milímetros

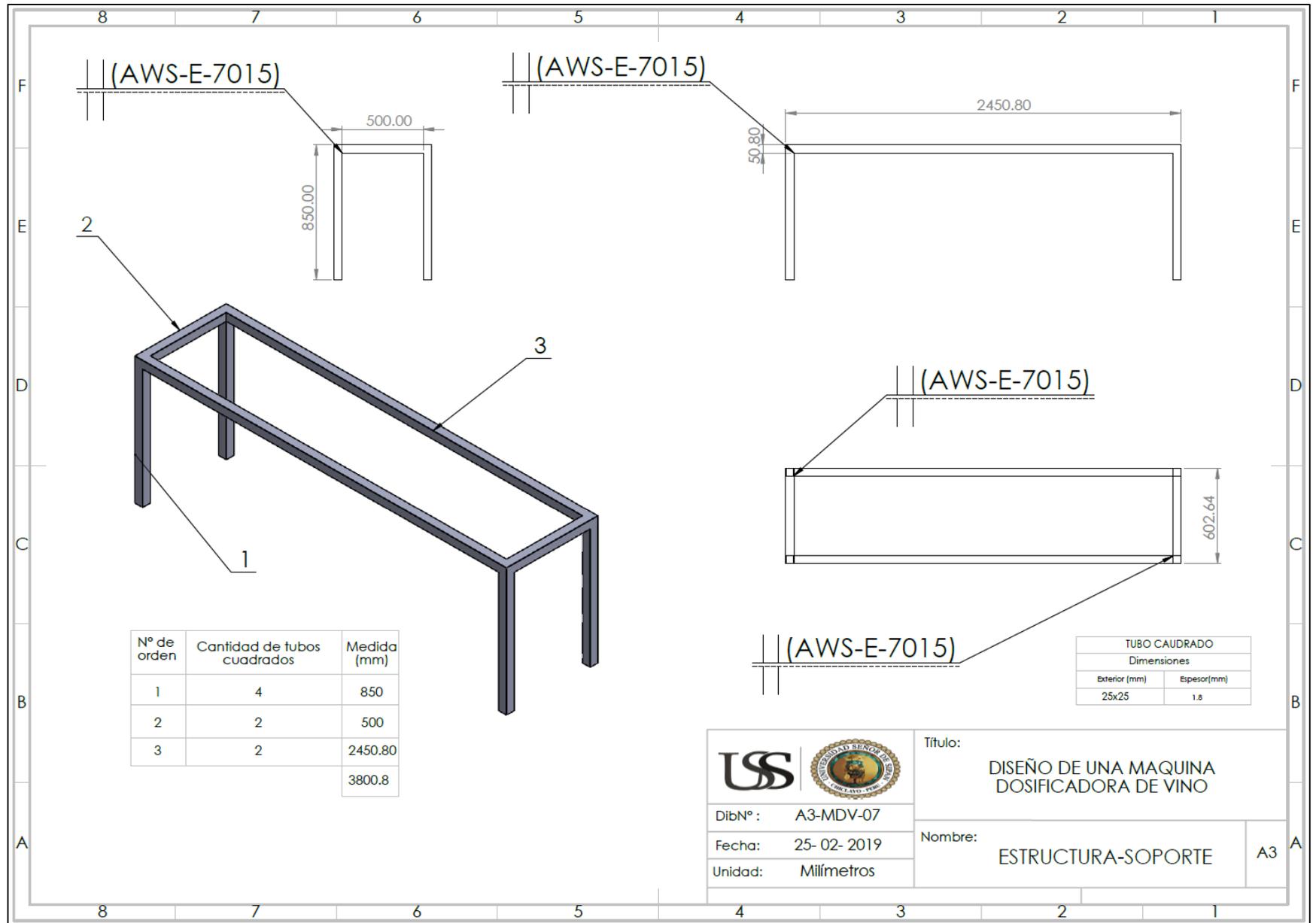


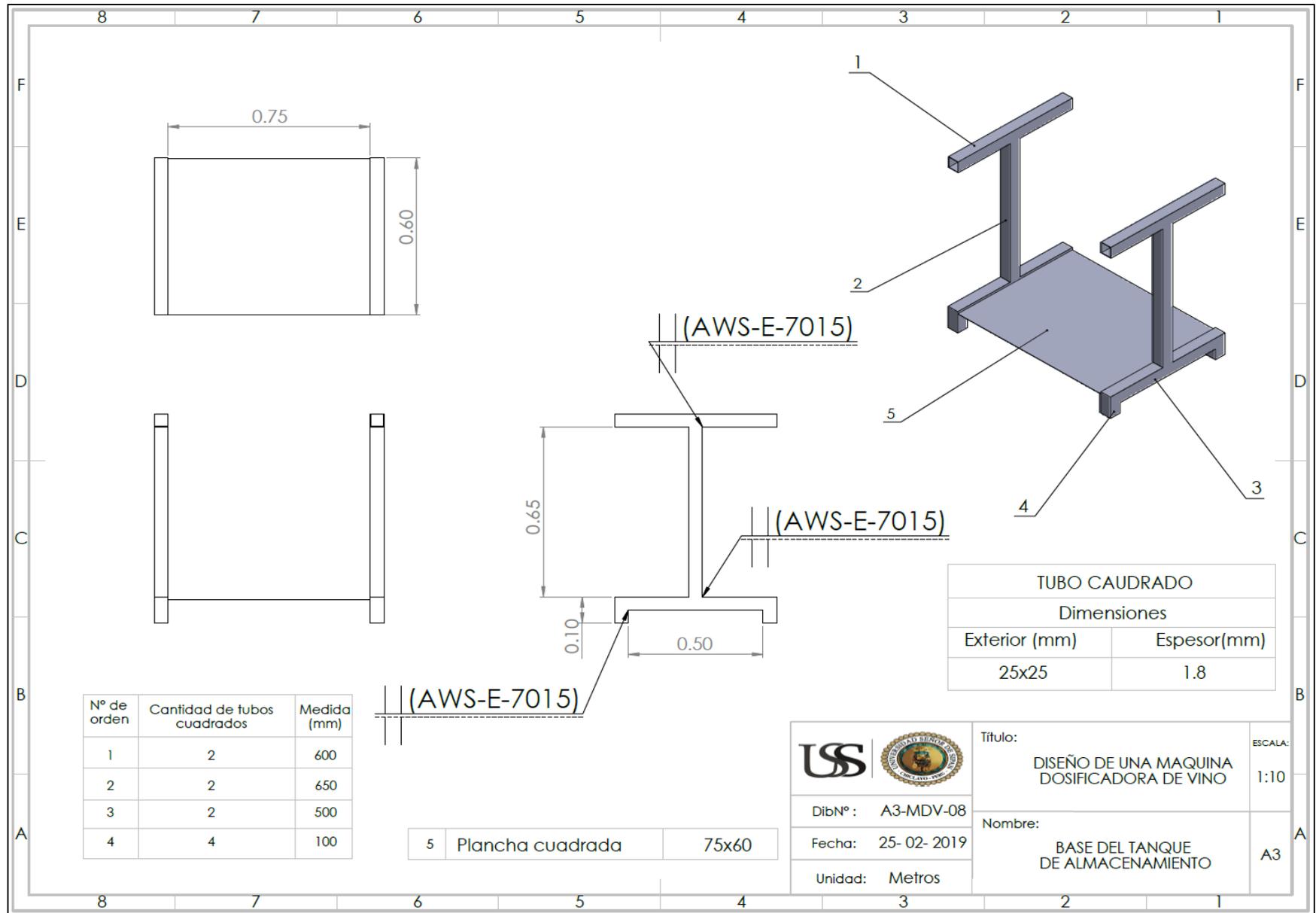




 	Titulo:		A3
	DISEÑO DE UNA MAQUINA DOSIFICADORA DE VINO		
	Nombre:		
DibN°:	A3-MDV-05	EJE	
Fecha:	25-02-2019		
Unidad:	Milímetros		









 	Título:	ESCALA:
	DISEÑO DE UNA MAQUINA DOSIFICADORA DE VINO	
DibN°: A3-MDV-09	Nombre:	A3
Fecha: 25- 02- 2019	CUBIERTA DE BANDA TRANSPORTADORA	
Unidad: Metros		

