 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

**REDISEÑO A LA PLANTA DE BARRILES DE LA EMPRESA CERVUNIÓN S.A.**

**DIEGO ANDRÉS OLARTE SUANCHA**

**JOHN JAIRO ROA GARCÍA**

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO**


**ING. LUIS ALFONSO LOAIZA UPEGUI**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**


**INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO**

**FEBRERO 2019**


 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

## Contenido

<b>1. Introducción .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Objetivos .....</b>	<b>3</b>
2.2. Objetivo General .....	3
2.2.1. Objetivos Específicos .....	3
<b>3. El proceso de lavado externo e interno del barril.....</b>	<b>6</b>
3.1. El proceso de llenado de los barriles. ....	6
3.2. Sistema de limpieza CIP y lavadora.....	8
<b>4. Marco Teórico .....</b>	<b>9</b>
4.1 Proceso de Pasteurización. ....	9
4.2 Métodos de Pasteurización Actuales.....	10
4.2.1 Pasteurization High Temperature Short Time (HTST) .....	11
4.2.2 Pasteurización Ultra-High Temperature (UHT).....	12
4.2.3 Equipos de Pasteurización Flash .....	12
4.2.4 Tanque de cerveza filtrada. ....	13
4.2.5 Bomba de cerveza.....	13
4.2.6 Intercambiador de calor de placas a contraflujo .....	13
4.2.7 Sistema de refrigeración directo .....	15
4.2.8 Intercambiador de calor con vapor .....	17
<b>5. Instrumentación de control y regulación. ....</b>	<b>18</b>
5.1. Sensores y medidores. ....	19

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

??2 Registrador de temperatura: .....	19
<b>6. Elementos de regulación.....</b>	<b>20</b>
<b>7. Descripción del Funcionamiento del Pasteurizador Flash .....</b>	<b>21</b>
7.1. Proceso de Limpieza CIP, Lavadora y llenadora de barriles .....	24
7.2. Descripción de las partes más importantes de la máquina de limpieza CIP .....	25
7.3. Proceso de transporte de barriles .....	33
<b>8. Metodología.....</b>	<b>36</b>
8.1 Producción de Barriles Año 2016 Cervecería la Unión .....	36
8.2 Fase 1. Diagnóstico de las problemáticas identificadas .....	37
8.2.1 Fase 2. Clarificar los problemas identificados .....	43
8.2.2 Problemas en el sistema de limpieza CIP .....	44
8.2.3 Falencias en el sistema de transportadores de barriles .....	48
8.3 Falencias llenadora .....	50
8.4 Falencias en la pasterización flash .....	51
8.4.1 Fase 3. Generación de conceptos del producto .....	51
8.4.2. Búsqueda de alternativas .....	52
8.4.3 Definición de las posibles soluciones para los sub problemas identificados .....	52
8.4.4 Selección de los conceptos de los productos. ....	66
8.4.5. Filtrado de conceptos. ....	69
8.4.6. Evaluación de conceptos. ....	75
<b>9. Resultados y Discusión.....</b>	<b>82</b>

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

9.1 Sistema de transporte y llenado de barriles.....83

9.2. Calculo para el sistema de transporte de barriles .....86

**10. Planos mecánicos propuestos para la planta de barriles de Cervecería Unión S.A. ¡Error!**

Marcador no definido.


10.1.Cotizaciones para la implementación de las soluciones propuestas **¡Error! Marcador no definido.**

**11. Conclusiones, recomendaciones y trabajo futuro. ....** ¡Error! Marcador no definido.

**11.1 Conclusión:** ..... ¡Error! Marcador no definido.


**11.1.1 Recomendaciones** ..... **112**

**17. Referencias Bibliograficas** ..... **112**

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vista general de la planta de llenado de barriles de la Cervecería Unión S.A.....	6
Figura 2. Intercambiador de Calor de Placas a Contraflujo. ....	14
Figura 3. Intercambio de Contraflujo.....	15
Figura 4. Sistema de Refrigeración Directo. ....	16
Figura 5. Intercambiador de calor con vapor. ....	17
Figura 6. Diagrama del proceso de la Pasteurizadora Flash de la empresa Cervecería Unión S.A. .....	22
Figura 7. Proceso lavado interno y llenado de barriles en la empresa Cervecería Unión S.A.....	29
Figura 8. Proceso de transporte de barriles y lavadora externa en Cervecería Unión S.A. ....	34
Figura 9. Costos de barriles de la Cervecería Unión S.A vs producción., registradas con su programa SAP. ....	38
Figura 10. Avisos para mantenimiento correctivo en la planta de llenado de barriles de la Cervecería Unión S.A., registradas con su programa SAP. ....	40
Figura 11. Registro de las paradas funcionales de la planta de barriles, según cada sistema. ....	42
Figura 12. Fallas más relevantes de cada sistema de la planta de barriles de la empresa Cervecería Unión S.A.....	43
Figura 13. Indicador de KPI microbiológico afectado por la limpieza CIP de los barriles.....	45
Figura 14. Sistema CIP para la llenadora de barriles de la Cervecería Unión S.A.....	46
Figura 15. Sistema CIP para la llenadora de barriles de la Cervecería Unión S.A. ....	47
Figura 16. Estado del sistema de transportadores de barriles de Cervecería Unión S.A. (1).....	49
Figura 17. Estado del sistema de transportadores de barriles Cervecería Unión S.A. (2).....	49
Figura 18. Banda transportadora de la llenadora de barriles.....	50
Figura 19. Cotización Layout para 20 barriles/hora, proveedor KHS Andes S.A.S.....	54
Figura 20. Nuevo proceso para la dosificación de ácido peracético. ....	108

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


## Resumen

El proceso de envasado de cerveza en barril es de gran importancia para la compañía debido a su proyección de aumentar la capacidad de la producción en su línea de barriles para cerveza, para así cumplir con los lineamientos del grupo AB InBev y con esto disminuir los costos en fletes de transporte en producto de otras cervecerías a nivel nacional. Este proceso comprende varias etapas, llamado “línea de producción” como son en su orden: lavado externo del barril, lavado interno del barril, llenado de producto, fechado, etiquetado y por último, paletizado. Por temas de costo y funcionalidad, el proceso se realiza con un pasteurizador flash, para la cerveza del tipo Pilsen, marca registrada de la empresa Cervecería Unión S.A. donde la cerveza fluye a una temperatura entre 60 a 75°C, durante un tiempo promedio de 30 segundos para lograr la pasteurización, y luego es envasada en barril de acero inoxidable. En este sistema industrial de Cervunión S.A. se consideraron dos procesos que requieren su pronta intervención, como son: el de transporte de barriles y el de limpieza de los equipos e instrumentos del sistema. El fin de este trabajo es que el proceso se realice de forma automática obteniendo así ventajas en costos, aumento de producción y sobre todo, calidad del producto final. Para esto se revisaron los planes de mantenimiento, diagnóstico de la planta e historiales de las eficiencias. Se realizó un diseño integral de la automatización de este proceso basándose en un sistema de transportes de barriles, así como de una limpieza CIP utilizado en la industria cervecera; analizando la factibilidad de realizar el proyecto, los costos y la rentabilidad. Se tomaron en cuenta las diferentes normas y reglamentos vigentes en el país al momento del diseño.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Finalmente, se presentan los cálculos que ameritan este rediseño y los equipos necesarios para esta optimización, que se deben seguir como norma para el correcto desempeño del sistema.

*Palabras claves:* Sistema de limpieza CIP, transporte de barriles, automatización, pasteurización flash.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

## **Agradecimientos**

En primer lugar, agradecemos a Dios por habernos fortalecido en los momentos difíciles y por bendecirnos con la oportunidad de formarnos cada día.

Agradecer al Instituto Tecnológico Metropolitano que es un espacio idóneo para el aprendizaje, nos hizo parte suyo y nos dio las herramientas necesarias durante estos años.


A lo profesores por guiar, formar y entregar lo mejor de sí, para formar profesionales capaces de afrontar las diferentes circunstancias que se presentaran en la vida laboral.

Agradecemos también al Ing. Dennis Álvarez (Coordinador de Unidad) por facilitarnos sus conocimientos en dar solución a este proyecto y a nuestro tutor Ing., Luis Alfonso Loaiza en podernos brindar si tiempo y paciencia en cada asesoría.

A nuestros familiares que siempre estuvieron a nuestra diestra apoyando, brindando su amor y paciencia, formando parte del camino para lograr esta anhelada meta.


Y finalmente a nuestros compañeros que, como un buen equipo, forjamos nuestro rumbo para llevar a cabo los objetivos propuestos, aprendimos de los errores y aprendimos a hacer las cosas de la mejor manera, para ser profesionales íntegros que le aporten a la sociedad y al mundo que nos rodea.




 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

## Acrónimos

- *CIP Sistema de Limpieza CIP* = denominado *Cleaning In Place*
- *HTST* = Pasteurización High Temperature Short Time
- *PSI* = Libras por pulgada cuadrada
- *SAP* = Sistemas, Aplicaciones y Productos
- *UHT* = Pasteurización Ultra-High Temperature
- *UP* = Unidades de Pasteurización
- *ZM* = Solicitudes por mantenimiento
- *PUC* = Plan único de calidad
- *Inocuidad*= Garantía que el producto no va ser daño al consumidor.
- *kPI* = Indicador microbiológico para cervezas
- *N* = Newton
- *M* = Metro
- *Mpa* = Mega Pascal
- *Hz* = Hertz
- *Kg* = Kilogramo
- *W* = Watt
- *S* = Segundo
- *COP* = Pesos Colombianos
- *Min* = Minuto

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

- N/A = No Aplica
- HP = Horse Power
- Rad = Radianes
- Mm = Milímetros


	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

## 1. Introducción

La empresa Cervecería Unión S.A., es una organización filial del grupo AB Inbev, con amplia trayectoria en la producción de bebidas de cervezas, maltas y jugos; con sede en Itagüí, Antioquia. En la actualidad, como resultado de la experiencia laboral de uno de los autores del presente proyecto y las visitas previas efectuadas a las instalaciones de la compañía por ambos investigadores; se identificó que la línea de producción de la empresa ha estado trabajando con algunos equipos en estado de inactividad e ineficiencia.


Esta situación se ha presentado particularmente, con respecto al proceso de llenado de barriles ya que su planta fue fabricada en el año 1991 y por tal motivo, su operación es netamente manual, no se dispone de sus respectivos planos mecánicos y eléctricos que permitan verificar y actuar correctamente ante posibles daños que surjan durante el proceso, ni tampoco se cuenta con un sistema automatizado para controlar las actividades que se llevan a cabo al interior de esta planta, tales como: lavado externo del barril, lavado interno del barril, pasterización flash, llenado, rotulado, fechado y almacenamiento.

Sumado a lo anterior, también se halló que la planta de llenado de barriles presenta desgaste y deterioro de los elementos mecánicos de su maquinaria y equipos, paros de producción por mantenimiento correctivo, reclamos de calidad en el barril de producto terminado para el cliente sin las especificaciones exigidas por el Plan único de calidad (PUC), actividades ineficientes que afectan la ergonomía del operario de la planta como lo son el levantamiento y descargue de los barriles manualmente ya que no se cuenta con un sistema que desplace el barril durante la etapa de lavado interno a la etapa de llenado de producto

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

terminado, la eficiencia mecánica y de fábrica se ven afectados con el bajo rendimiento de dicha planta al efectuar las operaciones de transporte manual, así como la efectividad en el mantenimiento (indicadores que miden la planta). Este último incidente es ocasionado, en términos generales, por diversos tipos de fallas electromecánicas durante el proceso de envasado, más exactamente en el bloque de llenado y lavado de los barriles. Todas estas falencias le han reportado a la empresa sobrecostos en mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo, pérdida de capacidad de producción, consumos excesivos en servicios industriales, entre otros.

Una vez mencionadas, se hará un estudio e investigación para encontrar la manera de solucionar las problemáticas mencionada anteriormente, es decir plantear una serie de reformas y modificaciones para actualizar el proceso de llenado de barriles de la empresa Cervecería Unión S.A., lo que permitirá garantizar un funcionamiento más eficiente del sistema de lavado interno del barril, llenado de cerveza, limpieza CIP (limpieza en el sitio, Cleaning In Place en el idioma inglés) de los equipos que requieren limpieza interna, así como el sistema de pasterización Flash, este último proceso del cual se encarga de garantizar la inocuidad del producto.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


## 1.1. Objetivos

### 1.1.1 Objetivo General

Rediseñar la planta de barriles de cerveza en la empresa Cervecería Unión S.A. para garantizar un mejor rendimiento en las etapas de transporte de los barriles y el proceso de pasterización Flash.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar el diagnóstico a la planta de barriles con el fin de conocer el proceso de producción e identificar los puntos críticos a controlar.
- Generar conceptos de solución a los problemas identificados de la planta de barriles usando una matriz de ponderación.
- Seleccionar el concepto solución utilizando las matrices de filtrado.
- Elaborar el informe final, planos de fabricación de las piezas mecánicas, planos eléctricos, y realizar el presupuesto del proyecto fin.


	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

## 1.2 Descripción de la operación actual de la planta de llenado de barriles en la Cervecería Unión S.A.

El proceso de la planta de llenado de barriles (ver figura 2) está conformado por las siguientes etapas: Lavado externo del barril, lavado interno del barril, pasterización flash, llenado, rotulado, fechado y almacenamiento, las cuales se explican a continuación.



Figura 1. Vista general de la planta de llenado de barriles de la Cervecería Unión S.A

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

### **1.3 El proceso de lavado externo e interno del barril**

El objetivo de esta fase es efectuar la limpieza y la remoción de las etiquetas, a los barriles retornables sucios, lo cual es cumplido cuando los barriles están limpios física y biológicamente mediante una serie de descargas y después del enjuague externo que hace la lavadora de barriles a través de unos cepillos. Las botellas no retornables y las latas no necesitan pasar por este proceso, pues con un enjuagado quedan listas para ser llenadas. Las soluciones utilizadas para el lavado de los barriles deben tener un efecto germicida, el cual puede ser aumentado por incremento de la concentración de la solución o por aumento de la temperatura. Sin embargo, altas concentraciones, aunque pueden tener un buen poder germicida también generan efectos, tales como: exceso de suciedades de las etiquetas, ataque al material inoxidable de los barriles, problemas ambientales por los efluentes producidos en las descargas de fluidos, desperdicio de soda debido al arrastre que genera este químico en las tuberías.

### **1.4 El proceso de llenado de los barriles**

Estas etapas se componen por las siguientes actividades: primera pre-evacuación, lavado con CO<sub>2</sub>, segunda pre-evacuación, contrapresión, fase de llenado, finalización del llenado, corrección del llenado, desfogue. Adicionalmente, para llevar a cabo este proceso el tanque debe estar contra presionado con gas carbónico, a una presión tal que se mantenga un equilibrio y evitar así pérdidas de gas. La cerveza debe llegar a la envasadora con el contenido de gas adecuado, según sea la especificación del producto terminado, evitando al máximo las pérdidas de contenido de CO<sub>2</sub> durante el proceso de envasado.

Así mismo, por calidad se llevan controles en la envasadora, como lo son: Prueba sensorial del producto que se recibe, Contenido de Oxígeno de la cerveza, Contenido de gas carbónico y de Pasterización. Estas pruebas se realizan con el propósito de: estabilizar biológicamente el producto, eliminar toda serie de microorganismos que puedan estar presentes, darle al producto mayor vida útil en estante, un proceso aséptico y confiable.

### **1.5 Proceso de pasteurización.**

Como se indicó en breve, es indispensable efectuar una serie de pruebas de calidad, entre las cuales se encuentra la de pasteurización que se ejecuta mediante un proceso denominado: Pasteurización Flash mediante cual se pretende eliminar los microorganismos rápidamente subiendo la temperatura a 85°C del producto y luego bajarla rápidamente por medio de un intercambiador de calor. En la industria el más común es el de pasterización de túnel en el cual el producto ya envasado pasa de un lado a otro de la máquina, sometido a un proceso térmico, de incremento secuencial de temperatura logrando así el tratamiento necesario.

Las botellas sometidas a la pasteurización túnel, son calentadas usando riegos de agua a una temperatura determinada según la zona de la máquina. El agua es recirculada por medio de bombas, que toman el líquido de tanques donde el agua es calentada por medio de vapor, estos tanques tienen temperaturas que dependen de la zona de proceso. El desarrollo del proceso térmico se mide en Unidades de Pasterización (U.P) siendo una U.P 1 minuto a 60°C.

$$U.P = t \times 1,393^{(T-60^{\circ}\text{C})}$$


La máquina pasteurizadora se puede dividir en las siguientes zonas: precalentamiento, súper-calentamiento, pasterización, pre-enfriamiento y enfriamiento. Durante el proceso las



temperaturas van aumentando de tal manera que el producto debe adquirir un valor de 60°C en la zona de pasterización en el caso de cervezas y 70°C en maltas. En cervezas, para nuestro proyecto de envasado en barriles, las especificaciones son: UP Totales: 7-25 UP/50°C; UP Letales: 5-15 UP/60°C. En el caso de las maltas, los criterios correspondientes, son: 15 minutos a 70°C, C&P: 15 min a 65°C.

### **1.6 Sistema de limpieza CIP y lavadora**

Adicional a los equipos y procedimientos en materia de llenado de barriles, mencionados previamente, esta planta también debe y tiene un sistema de Limpieza CIP, el cual se ocupa de manejar las sustancias para la limpieza de las tuberías de los equipos tanto de la llenadora como de la lavadora interna de barriles, este sistema garantiza un adecuado lavado de los equipos avalando una inocuidad del proceso de envasado y calidad del producto cervecero. Uno de los equipos comerciales usados en esta industria es el equipo de fabricación de cerveza para envasado en barril de marca COMAC.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


## 2. Marco Teórico

De acuerdo con el enfoque del presente proyecto, en esta sección se efectúa una explicación detallada del sistema de llenado de barriles de cerveza de la empresa Cervecería Unión S.A. con sede en Itagüí, Antioquia, enfatizando en el proceso ejecutado por cada una de las maquinas que lo conforman, a saber: pasteurizador flash, limpieza CIP, lavadora externa de barriles, transportadores de barriles y llenadora de barriles de cerveza.

### 2.1 Proceso de Pasteurización.

Históricamente, se considera que el precursor de la pasteurización fue el químico francés Luis Pasteur en 1864, quien comprobó para aquella época que la exposición de los alimentos a altas temperaturas durante un tiempo determinado, permitía la eliminación de agentes patógenos sin la variación de sus características innatas. Desde esta perspectiva y según los aportes de Suárez Moreno (2003) es posible dilucidar que el proceso de pasteurización hace referencia a un procedimiento utilizado para la eliminación de aire y de microorganismos que producen enfermedades a los seres humanos, de los productos finales; mediante su calentamiento por un período de 30 minutos a una temperatura que oscila entre los 62° y 65°C; acción que cumple la función de alargar la vida del producto.

Continuando con Moreno Galindo (2013), este autor explica que la pasteurización intenta reducir el número de patógenos del producto para evitar que estos ocasionen algún tipo de enfermedad en las personas, siempre y cuando se almacene correctamente y se consuma antes


 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

de su fecha de vencimiento. Este proceso contrasta con aquel empleado en la esterilización de alimentos ya que este busca eliminar la totalidad de estos microorganismos, por este motivo es poco común su utilización en el sector industrial porque el mismo genera también la disminución de los atributos naturales de los alimentos, como su sabor o textura.

## **2.2 Métodos de Pasteurización Actuales**

En la actualidad, de acuerdo con las necesidades del sector alimenticio y de los consumidores, se identifican diversos métodos para realizar el proceso de pasteurización. Desde su clasificación más básica, Suárez Moreno (2003) distingue dos formas para llevarla a cabo: el método casero y el industrial.

El primero se efectúa en recipientes de acero inoxidable o esmaltados a una temperatura entre 62° y 65°C durante 30 minutos. Y el método industrial se realiza en equipos diseñados particularmente para ello, como es el caso de los intercambiadores de placas, conectados por medio de tuberías las cuales desplazan el alimento y que es calentado a la temperatura deseada. Basados en el método industrial y acorde con la heterogeneidad del mismo, han surgido otros métodos más complejos y específicos para los requerimientos de sus usuarios, los cuales se describen en líneas siguientes.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


### 2.3 Pasteurization High Temperature Short Time (HTST)

De acuerdo con traducción al español, este método hace referencia a la exposición de los alimentos a altas temperaturas, entre 71 y 75°C, en un corto tiempo, por lo general 15 segundos.

Al finalizar dicho período de tiempo, el producto es refrigerado con la finalidad de lograr una vida del mismo en el anaquel de un par de semanas. (Badui, 1993 citado por Pérez Reyes & Sosa Morales, 2013). Se emplea en la pasteurización de líquidos a granel como leche, zumos de fruta, cerveza, etc. Adicionalmente, Moreno Galindo (2013) citando a Holsinger (1997) expone que los estándares referidos a este tipo de pasteurización para la aplicación en la leche se crearon en Estados Unidos en 1933 y plantea que para obtener una reducción más eficiente de microorganismos, la temperatura óptima debe oscilar entre 71,7°C durante 15 segundos.

Los equipos utilizados para realizar la pasteurización HTST, presentan las siguientes características y ventajas:

- a) Pueden procesarse en forma continua grandes volúmenes de leche.
- b) La automatización del proceso asegura una mejor pasteurización.
- c) Es de fácil limpieza y requiere poco espacio.
- d) Por ser de sistema cerrado se evitan contaminaciones.
- e) Rapidez del proceso.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

f) Mayor eficiencia energética (Instituto Nacional de Tecnología Industrial [INTI], 2014, p.


#### **2.4 Pasteurización Ultra-High Temperature (UHT)**

Por su parte este método, denominado en español como “Ultra pasteurización a Temperatura Ultra Alta”, se caracteriza por la aplicación de altas temperaturas que oscilan entre 135 y 150°C, durante un período de tiempo que oscila entre 1 y 2 segundos, lo que permite de esta forma la destrucción de las esporas contenidas en la leche, lo que significa que la reaparición de las bacterias es imposible y de esta manera el producto obtenido tiene menos riesgo de contaminarse (Moreno Galindo, 2013).

Si los productos sometidos a este proceso son debidamente empacados no requieren de refrigeración y pueden tener una duración a temperatura ambiente de hasta seis meses, es por ello que su utilización se ha extendido dentro de toda la industria y en particular con la leche se ha estado promoviendo en diversos países, principalmente ubicados en latitudes tropicales, su uso masivo por la calidad del producto y por el ahorro de energía que se genera por la no refrigeración del mismo (Martínez Colín & Carmona García, 2011).

#### **2.5 Equipos de Pasteurización Flash**

De acuerdo con lo planteado por Bonilla Rodríguez y Cordero Llor (2010), el proceso de pasteurización flash de la cerveza, se lleva a cabo mediante los siguientes equipos:

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

## **2.6 Tanque de cerveza filtrada.**


Como su nombre lo indica es un tanque ubicado en el cuarto frío de la planta de producción cervecera, cuya función es recibir la cerveza que resulta del proceso de filtración.

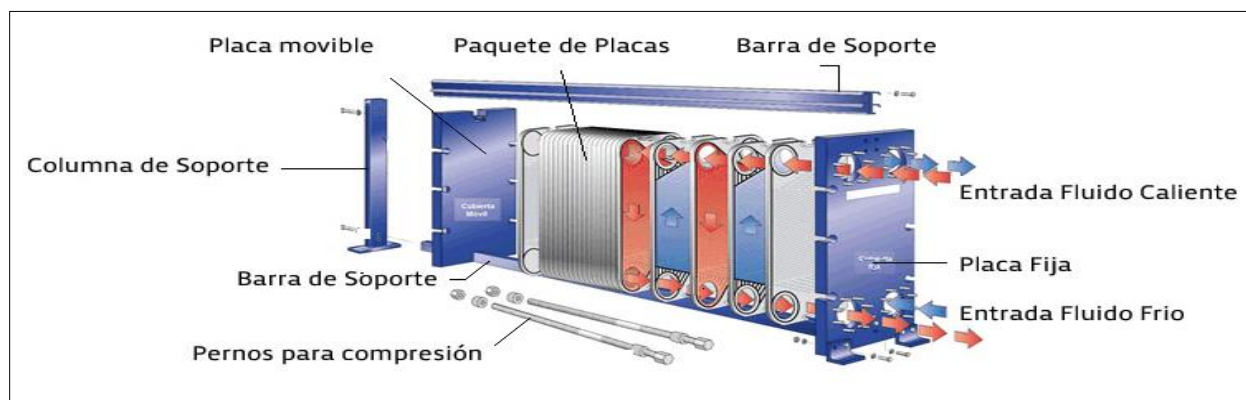
## **2.7 Bomba de cerveza**

Es un equipo instalado a la entrada del intercambiador de calor, el cual se ocupa de pasar la cerveza filtrada hacia la etapa inicial del proceso de pasteurización.

## **2.8 Intercambiador de calor de placas a contraflujo**

Según los planteamientos de Silva y Soto (2014), un intercambiador de calor es “un dispositivo diseñado para transferir calor entre dos medios, que están separados por una barrera o que se encuentran en contacto” (p. 8). Por otra parte, el intercambiador de calor de placas es una estructura armada con un conjunto de placas corrugadas en lugar de tubos para separar el fluido frío del fluido caliente, los cuales se alternan en cada una de estas placas (Jaramillo, 2007) (ver figura 3). Esta estructura se compacta mediante las juntas de goma acopladas al borde de cada placa, lo que permite a su vez, formar canales de flujo para los medios (Varona Figueredo, González Gutiérrez, Pérez Escolante, & Pérez Colas, 2007). Así mismo, Bonilla Rodríguez y Cordero Loo (2010) agregan que el intercambiador de calor de placas es el equipo utilizado propiamente dicho para el proceso de pasteurización de la cerveza.


 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27



*Figura 2.* Intercambiador de Calor de Placas a Contraflujo.

*Fuente:* tomado de Flowgasket (s.f.).

Retomando los aportes de Silva y Soto (2014), el intercambiador de calor de placas a contraflujo que integra el sistema pasteurizador flash utilizado por la empresa Cervecería Unión S.A., el cual hace referencia al dispositivo que se encarga del tratamiento de dos fluidos que fluyen en la misma dirección pero en sentido opuesto ya que cada fluido entra al intercambiador por diferentes extremos (ver figura 4). En este caso, el intercambiador de calor de placas a contraflujo tiene la ventaja de “presentar la temperatura más alta en el fluido frío y la más baja temperatura en el fluido caliente, una vez realizada la transferencia de calor en el intercambiador” (Silva & Soto, 2014, p. 10).

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

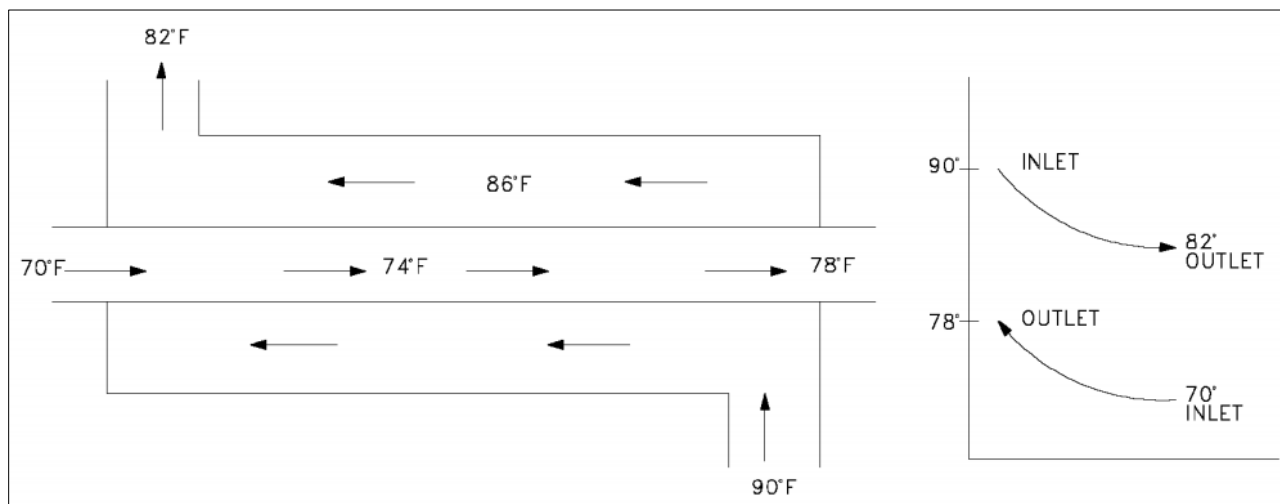


Figura 3. Intercambio de Contraflujo.

Fuente: tomado de Jaramillo (2007, p. 6).

## 2.9 Serpentín

Retomando los postulados de Bonilla Rodríguez y Cordero Loor (2010), el serpentín es una tubería donde se conserva la cerveza a temperatura elevada durante un intervalo de tiempo fijo (30 segundos como mínimo) con el propósito de esterilizar la cerveza. Uno de los medios más baratos para obtener superficie para transferencia de calor, es el serpentín de tubos.

## 2.10 Sistema de refrigeración directo

Es un sistema ubicado al final del proceso de pasteurización de la cerveza, el cual “consiste en provocar la expansión del gas refrigerante (amoníaco NH<sub>3</sub>) en una cámara cerrada concéntrica al tanque, realizando su compresión en un equipo exterior” (Bonilla Rodríguez y Cordero Loor, 2010, p. 22).



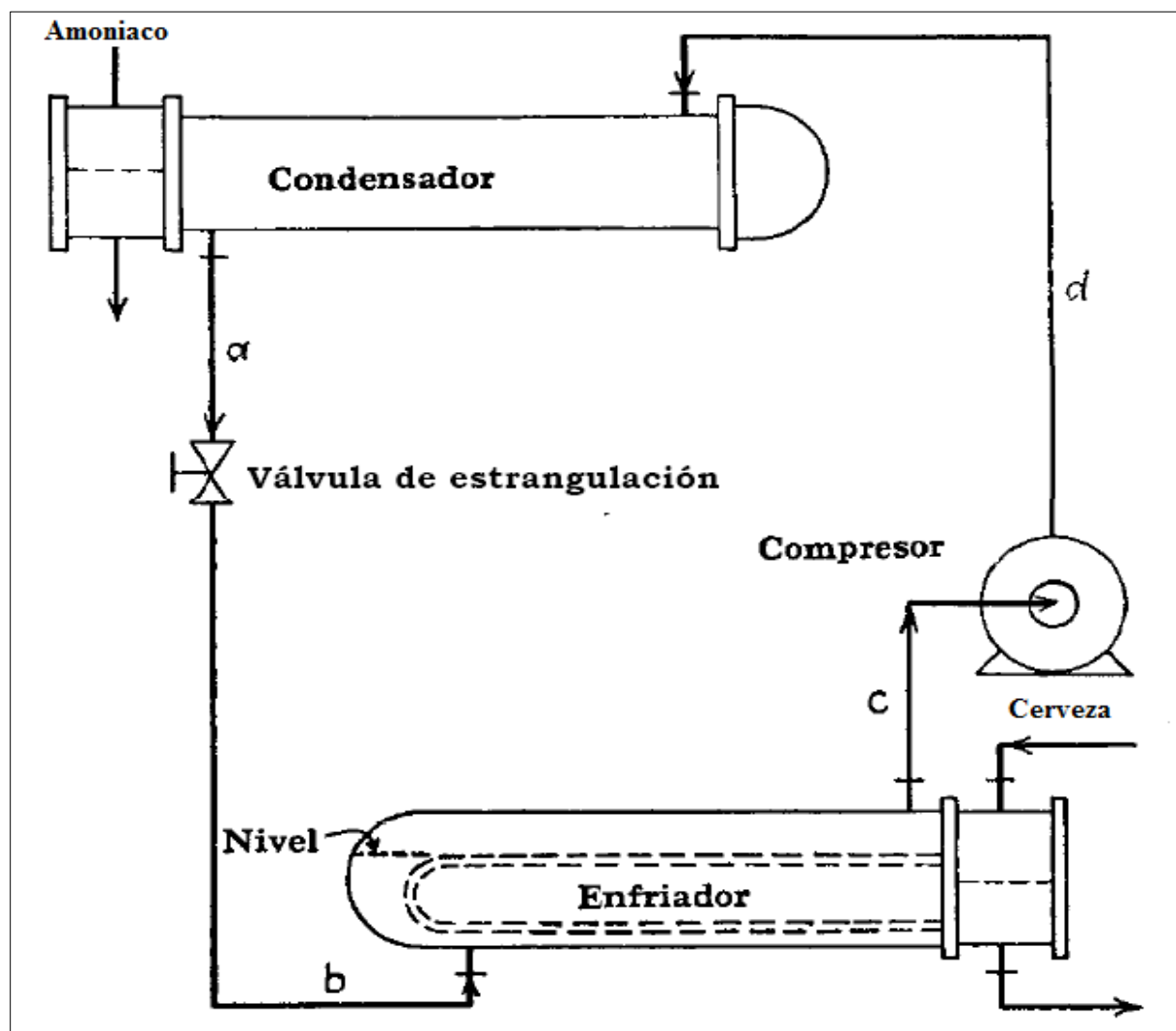



Figura 4. Sistema de Refrigeración Directo.

Fuente: tomado de Bonilla Rodríguez y Cordero Loo (2010, p. 22).

De acuerdo con lo planteado por Bonilla Rodríguez y Cordero Loo (2010) y según la figura 5, el ciclo de refrigeración se lleva a cabo, así:

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Comienza en el punto a, donde el líquido refrigerante a temperatura mayor que la del agua del condensador y a alta presión, pasa por una válvula de estrangulamiento de entalpía constante donde se reduce su presión. Por supuesto, la presión y la temperatura del líquido después de la válvula son menores que en el lado de la alta presión (p. 22).

### 2.11 Intercambiador de calor con vapor

Este dispositivo se encarga de calentar agua por medio de vapor, realizando una transferencia de calor de tipo tubular (ver figura 6) y se encuentra ubicado en el circuito de calentamiento del pasteurizador flash.

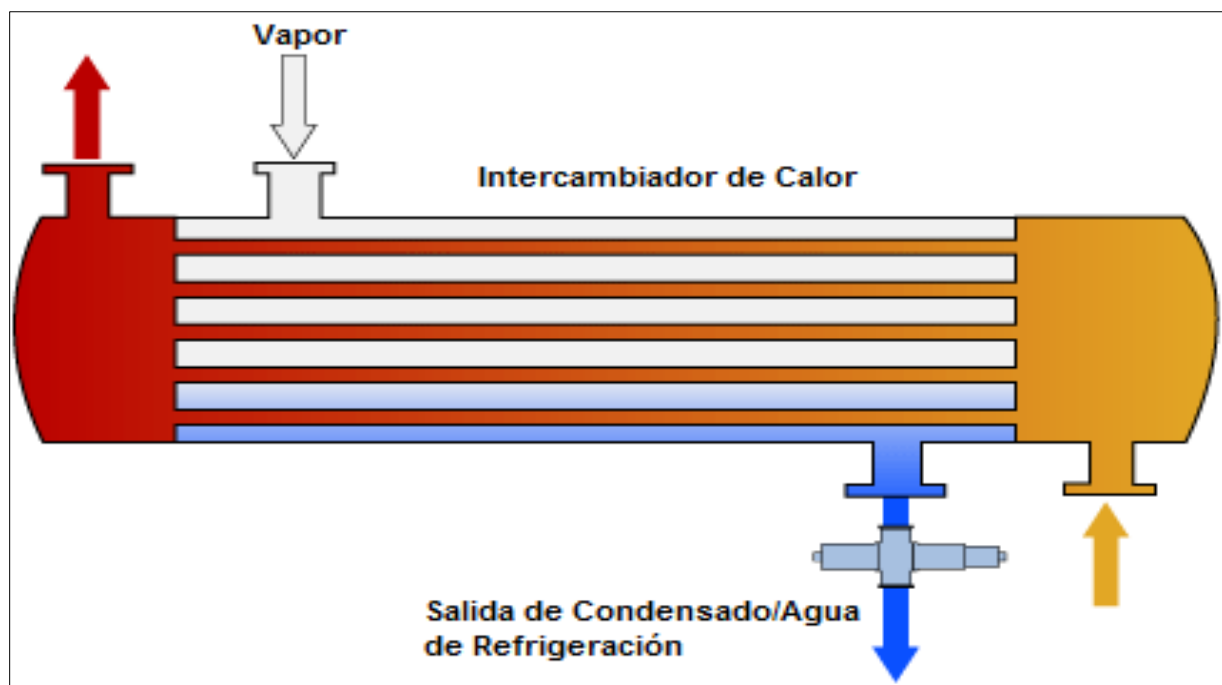



Figura 5. Intercambiador de calor con vapor.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


*Fuente:* Tomada de SEITA S.A.S. (2017).

Continuando con Bonilla Rodríguez y Cordero Loo (2010), otros equipos que conforman el pasteurizador flash, son:

- **Recipiente de balance:** se encuentra ubicado en el circuito de calentamiento del agua que va a ser usada como medio de calentamiento para la cerveza en el intercambiador de placas paralelas.
- **Bomba de agua:** se encuentra ubicado en el circuito de calentamiento. Es la encargada de mantener en constante circulación el agua a través del circuito mientras sea necesario.
- **Aire comprimido:** se lo encuentra en los dispositivos neumáticos para el accionamiento de válvulas. Trabajan con una presión de 60 psi.
- **Energía eléctrica:** se lo encuentra en los paneles de fuerza y control. Para el panel de fuerza (motores de las bombas) se trabaja con un suministro de 440Vac. Para los paneles de control se trabaja con un suministro de 110Vac y 24Vdc según lo que se necesite (p. 25).

## **2.12 Instrumentación de control y regulación.**

Para completar el proceso de pasteurización flash implicado con el sistema de llenado de barriles efectuado en la empresa Cervecería Unión S.A., también se requiere de instrumentación de control y regulación para lograr que haya una alimentación continua de

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


barriles, se mantengan las temperaturas del agua según las zonas de trabajo y un nivel de agua acorde con el proceso de pasteurización (Vacas Navarro, 2014).

A continuación, se explican los dispositivos que conforman este instrumental.

### 2.13 Sensores y medidores.

Este grupo de dispositivos se utilizan con la finalidad de controlar las temperaturas y presiones del interior del pasteurizador, la disponibilidad del producto y el tiempo del tratamiento. De acuerdo con Vacas Navarro (2014), un equipo de pasteurización está conformado por los siguientes sensores y medidores:

- **Flotante:** es un elemento que se encuentra dentro del tanque de balance cuya misión es la de mantener y asegurar un nivel de producto constante en su interior. Su importancia reside en hacer que el sistema sea continuo y se trabaje según el tiempo y temperatura establecidos.
- **Sensor de temperatura de la válvula de recirculado:** detecta los cambios de temperatura en el fluido a lo largo del proceso de pasteurización, activando la válvula de recirculado para desviar el producto que se ha pasteurizado a la temperatura de trabajo.
- **Registrador de temperatura:** elemento que por condiciones legales es obligatorio tenerlo en la planta pasteurizadora, para verificar que el proceso de está realizando de forma correcta a la temperatura de trabajo.


 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

- **Termostato:** regula la temperatura del calentador del agua, cortando el suministro de calor cuando se alcanza la temperatura de trabajo correcta.
- **Sensores de control del nivel del agua en el interior del pasteurizador:** para asegurar que en los pasteurizadores por baño de agua se mantiene el nivel de agua de inmersión.
- **Presos tatos:** debe controlar el nivel de presión en el interior del pasteurizador para que no se ponga en peligro su estructura.

#### 2.14 Elementos de regulación.

El proceso de regulación en el pasteurizador flash se realiza para controlar las velocidades, el tiempo de permanencia y el paso de los fluidos dentro del equipo, tanto del producto a calentar como del fluido que realizar el intercambio de calor. Teniendo en cuenta los planteamientos de Vacas Navarro (2014), los dispositivos utilizados con este propósito, son los siguientes:

- **Válvula de entrada:** esta es activada por el flotante abriéndose cuando se detecta un descenso en el volumen de la cerveza a pasteurizar.
- **Bomba centrífuga de alimentación del pasteurizador:** se encuentra entre el tanque balanceador y el pasteurizador. Su función es la de impulsar el fluido de uno a otro con un caudal constante.
- **Motor de regulación de la velocidad:** este permitirá regular la velocidad de paso dentro del pasteurizador de la cerveza y el tiempo necesario para que se lleve a cabo la pasteurización de forma correcta, según lineamientos de la empresa Cervecería Unión S.A.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

- **Válvulas de seguridad:** el pasteurizador flash está constituido por tres válvulas de este tipo, a saber: 1) de la bomba centrífuga de alimentación la cual se encarga de detener a la bomba centrífuga cuando se produce alguna obstrucción y consecuentemente se aumente la presión interna, lo que puede generar daños mayores. 2) de recirculado, este dispositivo se abre cuando el proceso de pasteurización no se realice a la temperatura correcta, el cual se abrirá y enviara el producto nuevamente al tanque balanceador evitará que se mezcle con el producto bien pasteurizado. Y 3) válvula del calentador, la cual tiene la función de cortar el gas en caso de que la llama de este sea extinguida.

## 2.15 Descripción del Funcionamiento del Pasteurizador Flash

Como se ha mencionado en los capítulos previos, en la empresa Cervecería Unión S.A., el proceso de pasteurización se lleva a cabo mediante un Pasteurizador Flash con un intercambiador de calor de placas a contraflujo (ver figura 7) a una temperatura de alrededor de 70°C por aproximadamente 30 segundos. Se trata de un equipo que mantiene altas temperaturas en un tiempo cercano a los 30 segundos, con esto se alcanza valores de las Unidades de Pasteurización (UP) de 20 a 30 para el rango comprendido dentro de los primeros 60°C.

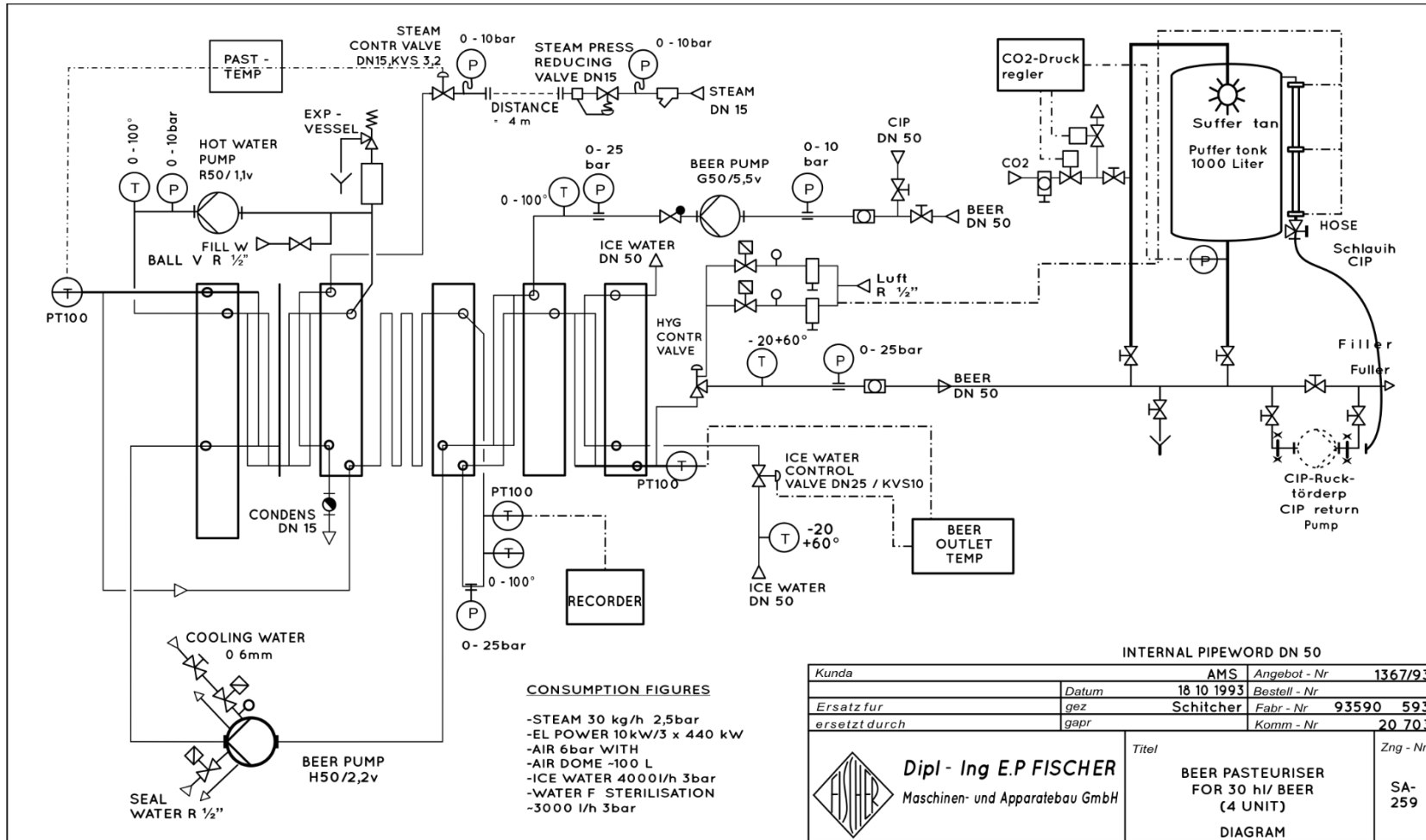



Figura 6. Diagrama del proceso de la Pasteurizadora Flash de la empresa Cervecería Unión S.A.

Fuente: Adaptado de los Manuales Técnicos Fischer Ind.


 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Para el rango de temperatura restante, por la exposición de tiempo se consigue alcanzar de 1 a 2.5 grados UP adicionales. Un UP es igual al tiempo de exposición por 1.393 Und, elevado a t-60 y equivale a un tratamiento térmico de un minuto a 60°C.

Continuando con la información de la figura 7, se observa que la operación de este equipo se realiza a través de tres zonas de temperaturas específicas, que son: zona de intercambio, de calentamiento y zona de enfriamiento. El proceso de pasteurización de la cerveza que se encuentra en el tanque de cerveza filtrada, se inicia cuando esta es bombeada al intercambiador de placas, donde entra en contracorriente con respecto a la cerveza ya pasteurizada que cede calor a la primera. Luego se continúa con la pasteurización propiamente dicha en la zona de calentamiento, donde la cerveza es calentada hasta unos 72°C en un circuito secundario cerrado donde se mantiene la circulación de vapor de agua externo. En la zona enfriamiento, es donde se prosigue con el proceso el cual consiste en enfriar la cerveza a 4°C con glicol. Este procedimiento es esencial en la producción de cerveza ya que, si la misma se continúa exponiendo a altas temperaturas, esta tenderá a fermentarse y luego a dañarse, por tratarse de una sustancia orgánica y natural.

El Pasteurizador Flash también consta de un tubo de mantenimiento, en el que la cerveza se conserva a 72°C durante unos 30 segundos. Cabe mencionar que la pasteurización en su totalidad en este equipo se realiza en un lapso de dos minutos, logrando con ello que las cualidades organolépticas de la cerveza no se vean afectadas. Además, las válvulas de seguridad evitan que si la cerveza no alcanza la temperatura de pasteurización, esta pueda pasar al




	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

tanque de mantenimiento y por ello esta debe ser recirculada hasta obtener las condiciones de funcionamiento normal del equipo.

## **2.16 Proceso de Limpieza CIP, Lavadora y llenadora de barriles**

Antes de proceder con la explicación de las características y funcionamiento de los procesos antes mencionados, es pertinente señalar que el sistema de limpieza CIP, denominado Cleaning In Place por su sigla en inglés, es “un proceso que consiste en la limpieza y desinfección interna de equipos y tuberías por la recirculación de la solución en un circuito cerrado” (Castrillón Agudelo, 2015, p. 2). Así mismo, es importante señalar que en esta sección se hace referencia a estas tres actividades en conjunto ya que la máquina de marca Burnett & Rolfe BRT 2, dispuesta en la empresa Cervecería Unión S.A., integra los tres procesos en la misma.

De acuerdo con información obtenida del Manual Técnico de esta Máquina, suministrado por personal de la empresa Cervecería Unión S.A. y elaborado por Montoya (1978); su constitución y funcionamiento se explica a continuación.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

### **2.17 Descripción de las partes más importantes de la máquina de limpieza CIP**

Actualmente para las líneas de envasado de barriles, el sistema de limpieza de equipos, tanques, máquinas de envasado y líneas de proceso se hace por medio de un lavado con soda tipo CIP desde el pasteurizador (que limpia y desincrusta la materia orgánica, residuos de cerveza, y grasa), seguido de un lavado con soda caustica que retira la carga iónica. Estos 2 compuestos en conjunto reducen el riesgo de contaminación microbiana.

La limpieza inicia con un pre enjuague de la sección a limpiar, después del cual se introduce al sistema soda al 2% por medio del tanque de balance del pasteurizador, la cual se empieza a recircular por el pasteurizador hasta alcanzar una temperatura de aproximadamente 85°C.

Alcanzada esta temperatura, la solución es enviada a un tanque, por un periodo de 30 minutos, después del cual hace un enjuague con agua que dura aproximadamente 30 minutos.


El mismo procedimiento se realiza con ácido per acético al 1.8%  $\mu$ s de concentración a una temperatura ambiente.

### **2.18 Válvula reguladora de CO<sub>2</sub>.**

El regulador de CO<sub>2</sub> es una válvula entre dos discos de caucho. Una válvula con solenoide que permite paso de aire a 20 PSI se mantiene normalmente operada, es puesta a exosto cuando el desalojo de gases de CO<sub>2</sub> está operando.

### **2.19 Válvula de trasiego.**

Las válvulas de circulación son operadas neumáticamente por un período predeterminado de tiempo en cada ciclo para permitir el paso de agua o cerveza en las etapas de lavado o llenado.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

La válvula es abierta con aire comprimido que entra por el adaptador y es cerrada por la presión de un resorte comprimido, una vez se haya quitado el aire. La arandela selladora y los anillos “O” de este dispositivo deben ser chequeados cada dos meses y cambiados si fuera necesario.

### **2.20 Detector de cerveza.**


La función de este dispositivo es indicar el instante en el cual el tonel está lleno de cerveza. Dicho probador contiene dos elementos aislados de acero inoxidable, los cuales detectan la variación de la resistencia eléctrica entre la espuma y la cerveza. La longitud de los probadores y su distancia de separación, puede ser ajustada, examinando la sensibilidad del equipo electrónico al cual ellos están conectados.

El ajuste debe ser hecho para distinguir entre espuma y cerveza en el momento en que el barril está casi lleno. Espuma aparece en el vaso visor antes de que el barril esté completamente lleno.

### **2.21 Detector de vapor.**

Este es usado en ambas cabezas, de lavado y de llenado, con el fin de asegurar las siguientes funciones:

- **En lavado:** para chequear que suficiente líquido ha sido usado en el momento de lavado, para asegurar que el barril está vacío de líquido y para comprobar que la temperatura en el barril aumenta para garantizar que quede esteril antes del envasado.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

- **En el llenado de cerveza:** su función es asegurar que la temperatura en el barril aumenta para así garantizar una óptima esterilización interna del barril de cerveza.


## 2.22 Línea de bombeo

La operación de la bomba de cerveza que durante el proceso de cebado no debe en ningún momento trabajar sin líquido, y tanto la bomba en sí como la línea de succión deben estar completamente llenas en el momento de arrancarla. Durante el arranque se debe cerrar la válvula de descarga, luego debe asegurarse que la válvula de succión esté abierta, después chequear que la bomba esté cebada. Posteriormente, arrancar el motor y chequear la presión de descarga. Si el manómetro no registra presión positiva, revisar posibles entradas de aire o mirar que problema puede ocurrir. Si la presión es satisfactoria, lentamente abrir la válvula de descarga. Nunca se debe operar la bomba con la válvula de descarga cerrada por largo tiempo. Durante la parada se debe cerrar la válvula de descarga y detener el motor.

## 2.23 Sistema medidor de detergente

El tanque de detergente (soda caustica) se encuentra localizado en la parte posterior de la máquina. Consiste en un tanque rectangular montado sobre una pequeña mesa y con una tapa roscable de llenado. Está provisto de un ducto que sirve como respiradero de gases y vapor, y también una válvula para llenar con agua y para rebose.

El tanque contiene un calentador el cual comienza a aumentar la temperatura inmediatamente sea prendido. La solución jabonosa de detergente es bombeada desde este

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


tanque al vaso medidor de detergente el cual está sobre la máquina, de este recipiente la medida determinada efectúa el lavado y vuelve al tanque a través de la tubería de regreso.

### **2.24 Ciclo de un barril en la máquina lavadora y llenadora**

Los barriles son cargados en la máquina manualmente y posicionados sobre las conexiones de la cabeza de lavado, seguidamente el operador presiona el botón para iniciar el ciclo. Se continúa con la secuencia de lavado interno, la cual se controla automáticamente; a medida que la cabeza de lavado asciende para ajustar con el cuello del barril, la unión sujetadora desciende con el fin de mantener el barril firme en dicha posición.

Una vez terminado el ciclo de lavado, el barril es soltado, dejado en libertad, y el operario lo traslada manualmente al área central de la máquina con el fin de someterlo a un período de esterilización y que al finalizar el mismo, el barril es colocado en las conexiones de la cabeza de trasiego o llenado de cerveza, el operario presiona el botón comienzo de ciclo. Inmediatamente la cabeza de conexiones de trasiego de cerveza asciende para ajustar con la nuca del barril, mientras la abrazadera baja con el fin de mantener el tonel (barril) en su lugar, el ciclo entonces procede automáticamente.

Después el barril es liberado cuando se termina el llenado con cerveza y el operario retira el barril de la máquina. Un promedio de 15 a 20 barriles de 50 litros (11 galones) pueden ser procesados en una hora, dependiendo del tipo de cerveza que se esté manejando, las

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

condiciones del barril, el paso de la cerveza a través de las piezas de trasiego, etc. Y de la eficiencia del operador por ser una operación netamente manual.

## 2.25 Secuencia del proceso de lavado

Continuando con la información suministrada por Montoya (1978), el proceso de lavado en la planta de la Cervecería Unión S.A. (ver figura 8), se lleva a cabo a través de las etapas que se describen en párrafos siguientes.

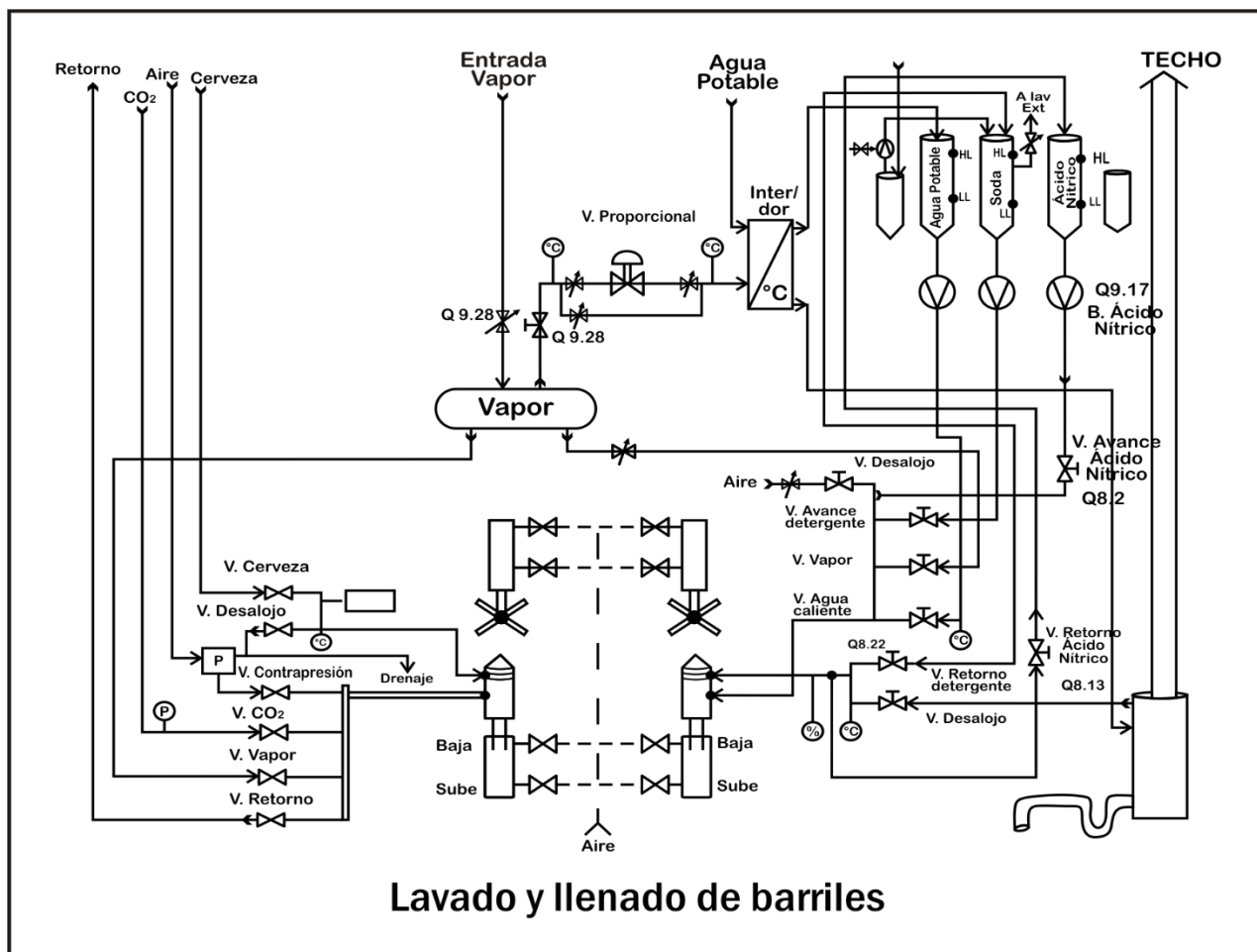



Figura 7. Proceso lavado interno y llenado de barriles en la empresa Cervecería Unión S.A.

Fuente: Adaptado de los Manuales Técnicos de la empresa Cervecería Unión S.A.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

## 2.26 Desgasificación y drenaje

Cuando el operador ha colocado el barril en la posición correcta sobre la cabeza de lavado, y el botón de arranque de ciclo ha sido accionado, se da comienzo a la secuencia de lavado con un período de desgasificación y drenaje. Esto permite a la cerveza y/o CO<sub>2</sub> que pudo haber permanecido en el barril sean liberados, el control de la operación es ajustable por medio de un “timer”.

### Primer enjuague


Agua suministrada por el calentador, el cual se encuentra localizado en la parte posterior de la máquina, fluye hacia arriba por la boquilla en forma de abanico y desciende por las paredes interiores del barril, lo anterior es hecho por un período determinado pero ajustable de tal manera que el barril quede completamente libre de cualquier partícula cerveza.

### Descarga por vapor

Vapor se utiliza para descargar la primera agua de enjuague a medida que el vapor va desalojando el agua, un probador en la tubería de salida detecta el líquido que está saliendo del barril. Un “timer” en el circuito electrónico del probador chequea el espacio de tiempo de dicho dispositivo siente la circulación del agua. Si este tiempo es muy corto, o sea que el tiempo que ha sentido el probador es muy poco, esto indica una falla en el proceso de lavado por lo cual el barril será rechazado.

### Lavado con detergente

Este dispositivo es llamado “sistema chequeador de prueba temporizado”.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Una cantidad predeterminada de detergente caliente (soda caustica) suministrada desde un tanque medidor, colocado en la parte posterior de la máquina, es impulsado por aire comprimido hacia la parte interior del barril, introducido en forma de chorro y descendiendo por las paredes interiores.


#### **Descarga por vapor**

El detergente es descargado del barril, por vapor a presión y el sistema chequeador de prueba temporizado de nuevo controla que se esté efectuando una correcta descarga y un buen lavado del barril.

#### **Lavado final**

El enjuague final con agua caliente hace desaparecer todas las posibles partículas de jabón que puede contener el barril, este proceso también es pon período pre ajustado.



	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

### **Descarga por vapor y presurización**


El agua del enjuague final también es descargada por vapor, el sistema chequeador temporizado continúa controlando la correcta ejecución de la operación. Cuando el barril está vacío la válvula de drenaje se cierra, obteniéndose que la presión dentro del barril aumente, esto se hace por un período determinado. La válvula espaciadora de entrada es entonces cerrada y el barril es colocado en la parte central de la máquina con presión de vapor para el siguiente paso de esterilización.

### **Vapor adicional para esterilización**

Después de haber sido posicionado el barril en la cabeza de llenado con cerveza, se da iniciación accionando el botón comienzo de ciclo. Un período adicional de esterilización se inicia, se suministra vapor hasta que una temperatura predeterminada es alcanzada, y se mantiene en esta temperatura por un establecido período de tiempo.

### **Llenado con cerveza**

Cuando la correcta contrapresión de CO<sub>2</sub>, dentro del barril se ha logrado, la cerveza entra controlada por una presión posterior. Si se usa un sistema medidor de cerveza, la válvula de llenado se cierra cuando la cantidad determinada de cerveza ha entrado al barril, si tal sistema no existe el barril es

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Llenado completamente hasta que un probador colocado en la tubería de salida de espuma siente la cerveza.

#### **Ciclos de lavado efectuados en Cervecería Unión S.A.**

Retomando el Manual de Montoya (1978), se explica a continuación las acciones efectuadas durante cada uno de los ciclos de lavados establecidos por la empresa.


#### **Ciclo de lavado Interno**

Se conecta el acople de lavado a la cabeza de cerveza. Posicionar el suiche “Key suiche” en “lavado”. Este suiche se encuentra localizado en el panel eléctrico principal.

Luego aplicar agua fría desde la línea de alimentación de cerveza y pasar por la tubería de salida de espuma, por un tiempo de dos minutos. Para finalizar, se lava con agua caliente a 80°C de forma similar al efectuado en el paso anterior, por un tiempo de cuatro minutos. Dejar el sistema con agua esterilizada hasta que sea requerido de nuevo. **Desinfección del equipo con ácido per acético.**

Este último proceso en el ciclo de limpieza es el más importante y el cual no está implementado en el proceso, el cual trata de garantizar que tanto el pasteurizador flash como la llenadora de barriles estén completamente libre de gérmenes que pueden alterar la calidad del producto.

#### **2.27 Proceso de transporte de barriles**

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Como se puede observar en la figura 8, en este proceso de transporte de barriles se evidencia el desplazamiento que debe realizar cada barril durante la ejecución de las diferentes etapas productivas del sistema, comenzando por la banda de entrada M1 por la cual se desplaza cada barril boca abajo (debido a que el llenado es por la parte inferior) hasta M3 que es donde está ubicada la lavadora externa de barriles. Luego M4 se encarga de transportar cada barril hasta el cabezal de lavado interno y luego al cabezal de llenado donde un operario se ocupa de realizar manualmente ambos procedimientos. Después el barril pasa por un volteador de barriles MV y ya quedando en su posición natural, se procede a colocar la fecha de vencimiento y luego la etiqueta de identificación del producto. Terminado esto, lo desplaza hasta la banda M7 para así poder ser paletizado en estibas y entregado al almacén.

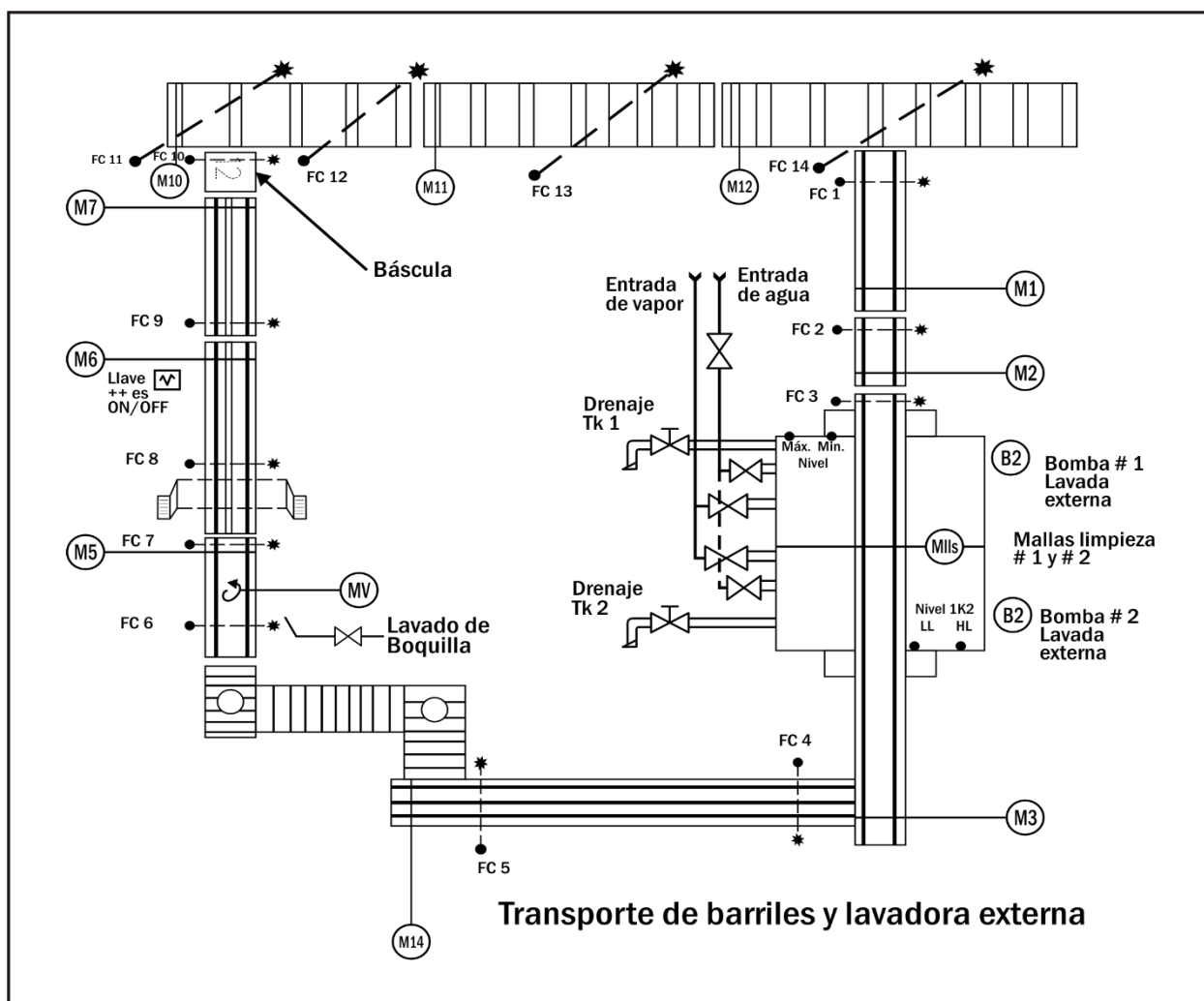




Figura 8. Proceso de transporte de barriles y lavadora externa en Cervecería Unión S.A.

Fuente: Adaptado de los Manuales Técnicos de la empresa Cervecería Unión S.A.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Estos sistemas son muy versátiles ya que debido a su aplicación pueden montarse sobre cualquier espacio de la línea de producción. En nuestro proyecto vamos a utilizarlos para poder cumplir la optimización, conocer cómo se tiene conectado cada equipo al sistema para que opere de una manera óptima y así poder lograr el rediseño de la planta cumpliendo cada uno de nuestros objetivos propuestos.


	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

### 3. Metodología

Según lo planteado en los capítulos previos, la finalidad de este proyecto es presentar una propuesta que permita plantear las reformas y modificaciones requeridas para actualizar la maquinaria instalada en la planta de llenado de barriles de la empresa Cervecería Unión S.A., sede Itagüí, Antioquia; y de este modo, optimizar el funcionamiento del sistema de lavado interno del barril, llenado de cerveza, limpieza CIP (Cleaning In Place) de los equipos que requieren limpieza interna y pasterización Flash.

#### Producción de Barriles Año 2017 Cervecería la Unión

Mes	Marcas envasadas	S1	S2	S3	S4	Total de Barriles Producidos
1	Pilsen, Águila	32	18	24	38	<b>112</b>
2	Club Colombia	19	26	41	33	<b>119</b>
3	Pilsen	33	39	29	34	<b>135</b>
4	Póker y Pilsen	34	24	35	28	<b>121</b>
5	Águila y Pilsen	27	38	40	35	<b>140</b>
6	Pilsen	36	20	30	41	<b>127</b>
7	Club Colombia	30	26	38	32	<b>126</b>
8	Pilsen	42	33	30	27	<b>132</b>
9	Pilsen y Águila	35	23	18	20	<b>96</b>
10	Pilsen y Águila	25	31	37	28	<b>121</b>

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

**11** club Colombia 39 20 17 41 **117**


---

**12** Pilsen 36 19 28 37 **120**

Para cumplir a cabalidad con los objetivos específicos formulados al inicio de este proceso investigativo, se siguió una metodología ordenada y adaptada a los aportes teóricos propuestos por Ulrich y Eppinger (2013) relacionados con el diseño y desarrollo de productos. Teniendo en cuenta lo anterior, la ejecución de este proyecto, se realizó siguiendo una serie de etapas, cada una con sus correspondientes actividades, las cuales se explican a continuación:

### **3.1 Diagnóstico de las problemáticas identificadas**

Durante esta etapa se realizó la identificación de las condiciones de operación actuales de la planta de llenado de barriles de la empresa Cervecería Unión S.A. con la finalidad de identificar los puntos de control críticos del proceso de producción, haciendo énfasis en los equipos del proceso más deteriorados y en los componentes con mayor estado de inactividad; lo cual se efectuó con la información recopilada a través de la herramienta SAP (Sistemas, Aplicaciones y Productos) utilizada por la empresa para determinar las anomalías que se presentan durante el proceso, según los eventos correctivos que surgen, los fallos de operación, los mantenimientos diferidos por fallas inesperadas y los avisos de calidad que se generan debido a que el proceso de llenado de barriles no cumplen con los estándares exigidos por la compañía.

 <b>Institución Universitaria</b>	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

MES	AÑO	TOTAL DE BARRILES
JUNIO	2018	63
JULIO	2018	58
AGOSTO	2018	59
SEPTIEMBRE	2018	65
OCTUBRE	2018	56
NOVIEMBRE	2018	45
DICIEMBRE	2018	65

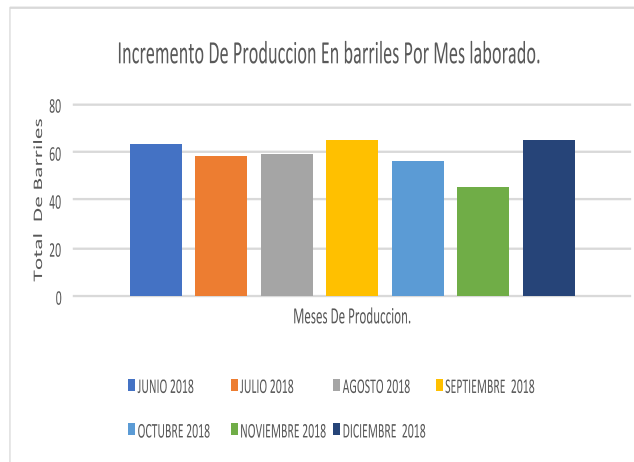


Figura 8. Proyeccion de produccion de barriles en la planta de Cervecería Unión S.A.

Fuente: Historial de produccion en barriles.

MES	AÑO	SIN COSTO
JUNIO	2018	10,710,000
JULIO	2018	9,860,000.
AGOSTO	2018	10,030,000
SEPTIEMBRE	2018	11,050,000
OCTUBRE	2018	9,520,000
NOVIEMBRE	2018	7,650,000
DICIEMBRE	2018	11,050,000
<b>TOTAL</b>		<b>60,010,000</b>

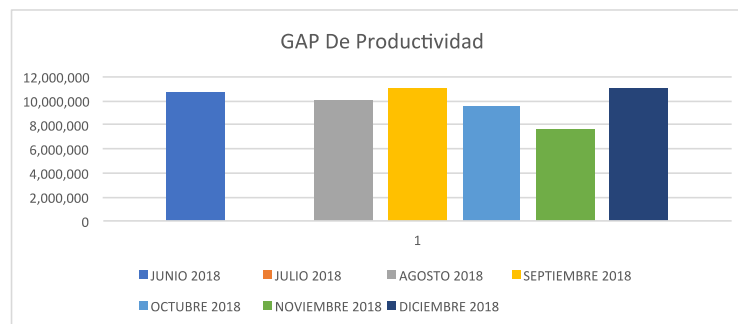




Figura 9. Costos de barriles de la Cervecería Unión S.A vs produccion., registradas con su programa SAP.

Fuente: imagen propia, obtenida por sus autores durante el proceso de diagnóstico de la planta.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Como se puede apreciar en la figura 8 se estableció una proyección en cantidad de barriles producidos en un periodo de los últimos 6 meses del año 2018 donde evidenciamos la baja productividad debido a factores como el movimiento manual de barriles por el operario durante las etapas de lavado interno del barril hacia el llenado, Haciendo de esto un proceso muy lento de producción; y en la figura 9 podemos apreciar el costo de producción en pesos COP por meses, teniendo en cuenta que cada barril producido tiene un costo de COP \$170.000=



 <b>Institución Universitaria</b>	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

**Visualizar avisos: Lista avisos**


Cl.	Aviso	Orden	Creado el	Modificado el	Cierre	Denominación de la ubicación técnica	Descripción	Centro coste	Autor del aviso	Creado por	Art
ZM	10731244		2017.07.12			LÍNEA ENVASADO DE BARRILES	(MTTO) FUGA DE AGUA EN LAVADO BARRIL	COUN0131...	JBUSTAMANTE	JBUSTAME	11
ZM	10731788	51856057	2017.07.15	2017.07.28	2017.07.28	LÍNEA ENVASADO DE BARRILES	(MTTO) BOMBA SALIDA BUFFER BARRILES	COUN0131...	JBUSTAMANTE	JBUSTAME	11
ZM	10724894	51825496	2017.06.20	2017.08.03	2017.08.03	LÍNEA ENVASADO DE BARRILES	MANTTO:FUGA DE CERVEZA POR MIRILLA DEL	COUN0131...	JCORRALC	JCORRALC	11
ZM	10724895	51825500	2017.06.20	2017.07.03	2017.07.03	LÍNEA ENVASADO DE BARRILES	MANTTO: CAMBIO DE TERMOMETRO MALO EN BAR	COUN0131...	JCORRALC	JCORRALC	11
ZM	10706767	51772054	2017.04.18	2017.07.15	2017.07.15	LÍNEA ENVASADO DE BARRILES	MALA MEDICION DE UP EN BARRILES	COUN0131...	MDURANGR	MDURANGR	11

**Visualizar avisos: Lista avisos**

Cl.	Aviso	Orden	Creado el	Modificado el	Cierre	Denominación de la ubicación técnica	Descripción	Centro coste	Autor del aviso	Creado por	Art
ZM	10739336	51872392	2017.08.09	2017.08.09		LÍNEA ENVASADO DE BARRILES	SERV TANQUE DESINFECC PLANTA DE BARRILES	COUN0131...	MARCO CIRO	MCIROGOM	11
ZM	10724941	51825898	2017.06.20	2017.06.30	2017.06.30	LÍNEA ENVASADO DE BARRILES	MANTTO: REVISAR EN PLANTA DE BARRILES	COUN0131...	JCORRALC	JCORRALC	11
ZM	10724942	51825970	2017.06.20	2017.07.03	2017.07.03	LÍNEA ENVASADO DE BARRILES	INSTALAR BOMBA NEUMATICA TRASIEGO NITRI	COUN0131...	JCORRALC	JCORRALC	11
ZM	10727941		2017.06.30	2017.06.30	2017.06.30	LÍNEA ENVASADO DE BARRILES	SISO LINEAS DE MOTOR SIN AISLAR	COUN0131...	CVIANARO	CVIANARO	11
ZM	10727026		2017.06.28	2017.06.28	2017.06.28	LÍNEA ENVASADO DE BARRILES	SISO, MANIPULACION ACIDO LANTA BARRILES	COUN0131...	ARESTREM	ARESTREM	11
ZM	10715820	51796542	2017.05.18	2017.06.02	2017.06.02	LÍNEA ENVASADO DE BARRILES	REPARAR BOMBA ACIDO SIST CIP BARRILES	COUN0131...	MDURANGR	MDURANGR	11
ZM	10724940		2017.06.20	2017.08.09	2017.08.09	LÍNEA ENVASADO DE BARRILES	MANTTO:EN PLANTA DE BARRILES EL MANOMETR	COUN0131...	JCORRALC	JCORRALC	11
ZM	10724899	51832536	2017.06.20	2017.08.09	2017.08.09	LÍNEA ENVASADO DE BARRILES	MANTTO:EN PLANTA DE BARRILES EL MANOMETR	COUN0131...	JCORRALC	JCORRALC	11
ZM	10731789	51856058	2017.07.15	2017.07.17		LÍNEA ENVASADO DE BARRILES	(MTTO) FUGA DE SODA TANQUE CIP BARRILES	COUN0131...	JBUSTAMANTE	JBUSTAME	11

Figura 10. Avisos para mantenimiento correctivo en la planta de llenado de barriles de la Cervecería Unión S.A., registradas con su programa SAP.

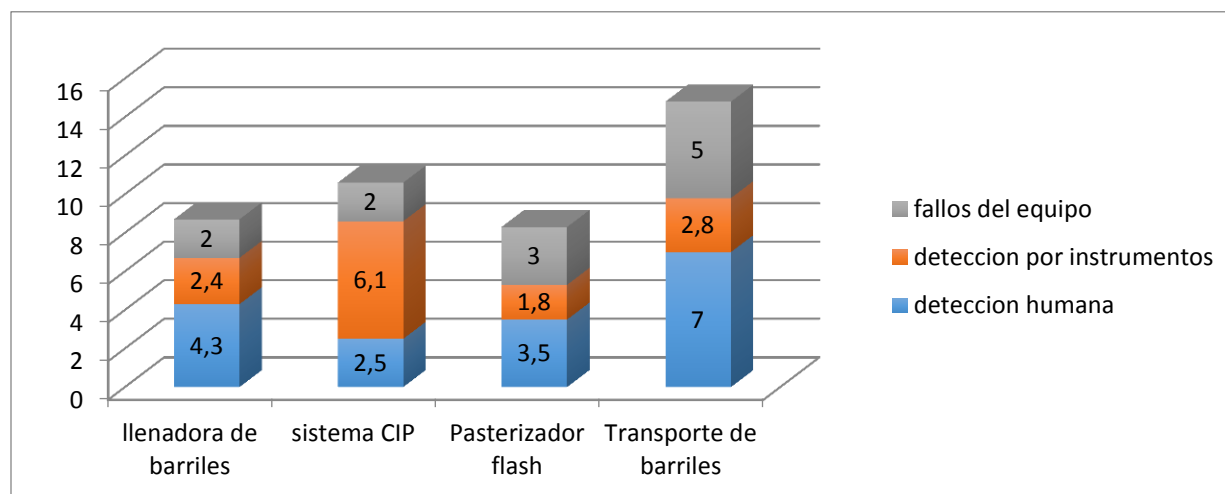
Fuente: imagen propia, obtenida por sus autores durante el proceso de diagnóstico de la planta.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Específicamente, en la figura 9, se puede observar en el programa SAP, que cada aviso visualizado en esta, comienza con las letras ZM, lo que significa solicitudes por mantenimiento debido a las anomalías presentadas tanto por fugas de los equipos como de la necesidad de instalar un sistema de dosificación de ácido peracético automático.

Para complementar estas actividades, también se revisó información acerca de trazabilidad con el objeto de determinar los puntos críticos del proceso que deben ser solucionados en primer orden, según su magnitud e implicaciones para la óptima gestión de la planta.

Adicionalmente, se realizaron visitas guiadas a la planta durante las cuales el personal operativo de la planta de llenado de barriles suministró información acerca de las operaciones efectuadas en esta y de la problemática originada por las diversas fallencias que se han presentado en esta área de la empresa. De igual forma, se obtuvo durante las visitas, un registro fotográfico de las instalaciones, las cuales también permitieron la identificación de los principales problemas de la maquinaria y los equipos utilizados para su gestión.



*Figura 11.* Registro de las paradas funcionales de la planta de barriles, según cada sistema.

*Fuente:* Autoría propia, según los datos obtenidos durante el diagnóstico de la planta.

En la figura 11, es posible evidenciar que los problemas más relevantes y que han ocasionado múltiples paradas funcionales de la planta han sido en el sistema CIP y en los transportadores de barriles. En el primero por detección de los instrumentos al generar alarmas de seguridad cuando el equipo se sale fuera de los parámetros establecidos y la segunda por detección humana, lo cual hace referencia a que el proceso se vuelve muy lento al estar cerca al 45% de rendimiento de la planta y al efectuar en promedio 15 barriles por hora en base a datos teóricos de la línea que son 20 barriles/hora. Los datos recopilados para esta información fueron obtenidos por la experiencia de uno de los autores de este trabajo y se realizó por medio de un análisis previo, el cual se describe en figura 12, en donde se identifican los problemas más relevantes.




*Figura 12.* Fallas más relevantes de cada sistema de la planta de barriles de la empresa Cervecería Unión S.A.

Fuente: *autoría propia, según los datos obtenidos durante el diagnóstico de la planta.*

### 3.2 Fase 2. Clarificar los problemas identificados

Después de observar y analizar el proceso del sistema de producción de llenado de barriles en la planta de Cervecería Unión, se lograron identificar los inconvenientes que se presentan en cada etapa del proceso de llenado de barriles. Retomando la información de la figura 12, es posible observar las etapas que conforman el proceso (llenadora, sistema CIP, pasterización flash y transporte de barriles) y los problemas identificados mediante el software SAP y registros de fallos en cada uno de los procesos.

El alcance del presente proyecto, fue la resolución de los problemas identificados en los cuatro sistemas planteados en donde identificando los mas críticos podemos determinar qué;


	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

el Sistema CIP (limpieza interna de la tubería por donde circula el producto) y el transporte de barriles, ya que como se puede apreciar en la figura 12 son los procesos que más inconvenientes presentan en la línea de producción y con los cuales se pretende dar solución al objetivo principal de incrementar la producción, por un lado con la optimización del el sistema CIP para mejorar su proceso de limpieza en menor tiempo y así lograr garantizar minimizar los tiempos de cambios de marcas a envasar y evitando reclamos de calidad por contaminación en la sanitación ; también con el transporte de barriles, el cual es netamente manual debido a que el operario tiene que manipular cada barril sobre el transporte hidráulico pero al hacerlo automático, brindaría mayor confiabilidad durante el proceso, aumentando la productividad considerablemente de la línea y generando ahorros considerables.

### **3.3 Problemas en el sistema de limpieza CIP**

Como se ha descrito en líneas anteriores, el sistema CIP y la lavadora son esenciales en la limpieza de los equipos y de los barriles que serán llenados ya que de esta actividad depende que se pueda garantizar el nivel de calidad requerido por la empresa y por los consumidores.

Adicional a esto, también se toma como referencia la inconsistencia en el KPI (Indicador de calidad) donde se evidenció dificultades de estandarización en este sistema de limpieza, afectando este indicador en meses anteriores.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

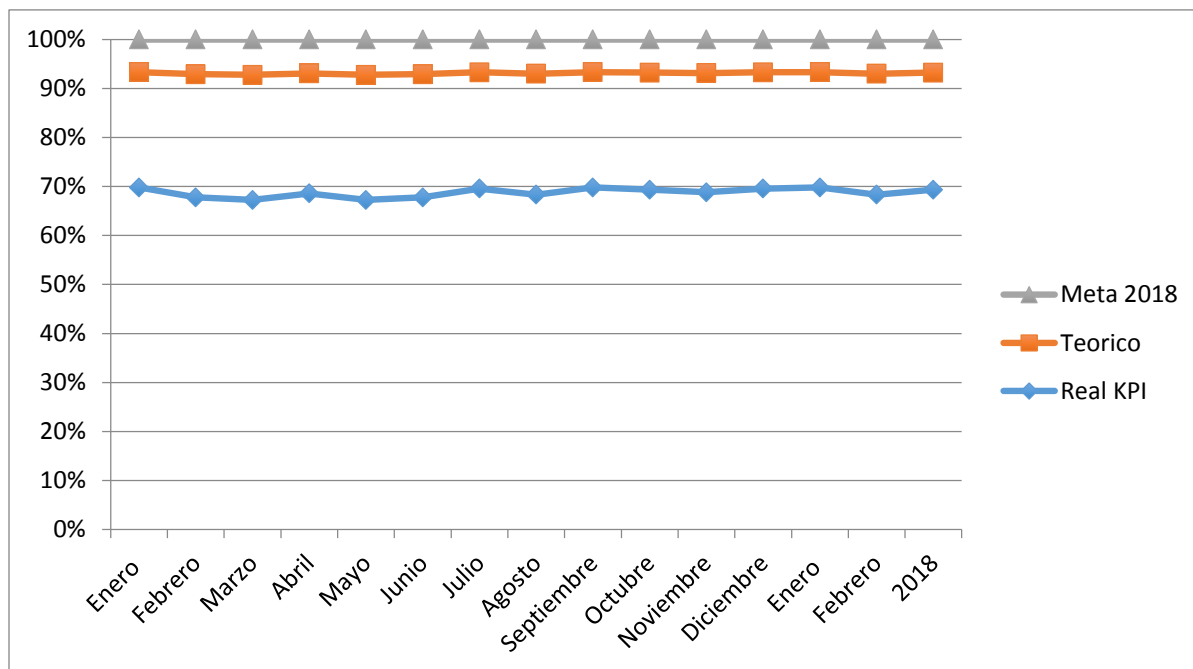



Figura 13. Indicador de KPI microbiológico afectado por la limpieza CIP de los barriles.

Fuente: autoría propia, según los datos obtenidos durante el diagnóstico de la planta.

Con respecto al sistema de limpieza CIP, su principal problemática radica en la dosificación de ácido per acético empleada para el proceso de limpieza, la cual es realizada por el operario manualmente por medio de tanteo.

Otro sub problema encontrado es el llenado del agua a la cual se le agrega al ácido per acético ya que se realiza de forma manual hasta lograr la concentración requerida (1.9 ms) por 30 minutos en todo el circuito, según lo establecido en el manual de operación. Así mismo, se identificó que al tener este inconveniente no se puede cumplir con los programas de


	<p>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

producción al no poderse realizar los cambios de marca a tiempo, y así afectando las eficiencias de la línea. (ver figura 14 y 15).



*Figura 14.* Sistema CIP para la llenadora de barriles de la Cervecería Unión S.A.

*Fuente:* autoría propia.


	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27



*Figura 15.* Sistema CIP para la llenadora de barriles de la Cervecería Unión S.A.


*Fuente:* autoría propia.



	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

### 3.4 Falencias en el sistema de transportadores de barriles

En la actualidad, el sistema de transportadores de barriles utiliza motores hidráulicos para su funcionamiento, lo que tiene efectos negativos para el medio ambiente debido a la utilización de aceite de transmisión y a las fugas que el sistema presenta. Sin embargo, tienen una gran eficiencia energética y los motores hidráulicos son de hecho más pequeño a la potencia y el par, especialmente. Su velocidad y la posición puede ser regulada muy bien, aunque no con tanta precisión como con los motores eléctricos. Por lo anterior, estos motores no son los adecuados para este tipo de aplicación debido al gran torque y fuerza que estos manejan, también porque la velocidad de respuesta es lenta para garantizar una producción continua en el proceso de envasado. (Ver figuras 16 y 17).

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

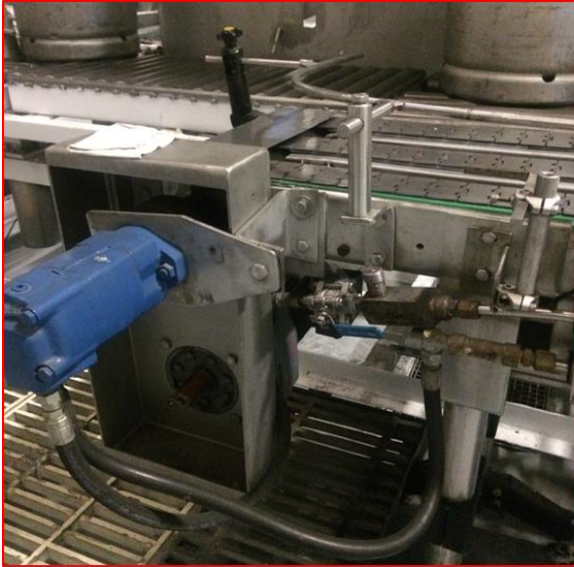



Figura 16. Estado del sistema de transportadores de barriles de Cervecería Unión S.A. (1).

Fuente: autoría propia.



Figura 17. Estado del sistema de transportadores de barriles Cervecería Unión S.A. (2).

Fuente: autoría propia.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27




*Figura 18.* Banda transportadora de la llenadora de barriles.

*Fuente:* autoría propia.

Sumado a esto, el sistema de transportadores de barriles refleja otros sub problemas, tales como: pérdida de capacidad durante el transporte de los barriles, accionamiento manual del encendido, fallas en la transmisión de potencia y el desplazamiento del barril por la banda se realiza de forma manual debido a falta de un sistema de actuadores neumáticos que garanticen su desplazamiento óptimo y seguro para el operario (ver figura 18).

### **3.5 Falencias en el llenado de los barriles de cerveza**

En este proceso evidenciamos inconvenientes en los tiempos de llenado, pero que fácilmente se pueden corregir desde la programación del PLC, además se crea una necesidad en poder hacer los desplazamientos de los barriles de forma automática en sus etapas de lavado

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


interno y llenado, y así evitar que el operario este pendiente de este proceso ya que por ser una sola persona la que opera la planta, se requiere realizar otras funciones como muestreo de calidad, etiquetado del barril, como alimentar la línea y sacar barriles llenos.

### **3.6 Falencias en la pasterización flash**

A dicho equipo se evidenciaron necesidades de realizar unas rutinas de mantenimiento correctivo en la etapa del intercambiador de calor por fugas en las placas, así como de la instrumentación que requería un plan de metrología anual, también en tener un sistema automatizado en la limpieza de tuberías de producto ya que al realizar cambio de marcas se debe realizar una desinfección con ácido per acético y el equipo no cuenta con esta actividad.

### **3.7 Fase 3. Generación de conceptos del producto**

Al culminar el proceso de diagnóstico satisfactoriamente y de acuerdo con lo planteado por Ulrich y Eppinger (2013), se procedió a la descripción aproximada de las diferentes alternativas de productos contempladas para darle solución a las problemáticas identificadas durante la primera etapa y las cuales fueron evaluadas posteriormente, para definir al finalizar esta etapa, el modelo de producto a diseñar. La generación correcta de los conceptos del producto, se llevó a cabo mediante la ejecución de una serie de actividades concretas al respecto, las cuales se detallan en las siguientes líneas.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27




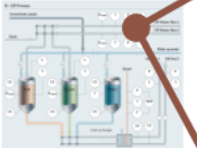



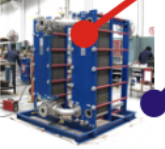

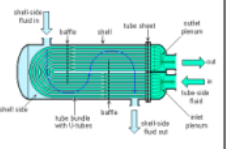






### **3.8 Búsqueda de alternativas**

### **3.9 Definición de las posibles soluciones para los sub problemas identificados**

Mediante una revisión documental, con fuentes de información externas y con base en los conocimientos teóricos y prácticos de los autores de este proyecto, se analizaron ciertas alternativas de solución para los diversos sub problemas identificados durante la etapa de diagnóstico y para cada uno de los sistemas implicados con el proceso de llenado de barriles de la empresa Cervecería Unión S.A., información que se recopila a continuación, en las tabla 2 sobre el sistema de limpieza CIP y la tabla 3 relacionada con el sistema de transporte de barriles; siendo estas dos etapas las seleccionadas para el desarrollo de este proyecto.


Tabla 1.

*Alternativas de solución para los sub problemas del sistema de limpieza CIP.*

Subproblemas	Solución 1	Solución 2	Solución 3	Solución 4
Falla en dosificación de sustancias de limpieza				
	Cambio del equipo por uno de mayor capacidad aséptica.	Colocar una bomba desplazamiento positivo	Cambiar los tanques de sustancias por unos de mayor capacidad	
Pérdida de capacidad del equipo de CIP por dosificación al tanteo, por fugas y presión inadecuada en ciertas ocasiones				
	Aumentar el tiempo y la frecuencia de dosificación del circuito	Instalar un nuevo dosificador	Cambiar la red de tuberías del sistema	Colocar una bomba de desplazamiento positivo
Intercambiador de calor en estado de obsolescencia y con placas que tienen porosidades				
	Cambiar el intercambiador por uno de mejor capacidad	Cambio de chaflanes y empaquetaduras	Cambiar por intercambiador tubular	Colocar una válvula doble vía para alimentos
 <b>Alternativa 1</b>	 <b>Alternativa 2</b>	 <b>Alternativa 3</b>	 <b>Alternativa 4</b>	 <b>Alternativa 5</b>

*Fuente:* autoría propia, a partir de la información recopilada durante la fase de diagnóstico.

Según la información referenciada en la tabla 2, se explican a continuación cada una de las alternativas planteadas y que integran varios métodos de solución. En el caso de la alternativa 2 (en color Azul) se contempla el cambio de los tanques de las sustancias, que en este caso es de ácido per acético, por uno de mayor capacidad lo cual no sería rentable para la empresa debido

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

al costo elevado de estos equipos (ver figura 19). Incluso, la inversión de retorno de esta alternativa no es adecuada porque la demanda de cerveza en barril es reducida.


<b>DAP Customer's Plant</b>			
31	1	Supervisión del montaje y de la puesta e Sup. of installlation E-196-2-02 Var A	148.000,00 EUR
33	1	Entrenamiento Training	41.165,00 EUR
34	1	Entrenamiento - costos de viaje Training - Travel Costs	14.576,00 EUR
<b>Precio total sin impuestos DAP – Planta del cliente</b>			<b>1.423.700,00 EUR</b>

*Figura 19.* Cotización Layout para 20 barriles/hora, proveedor KHS Andes S.A.S.

*Fuente:* tomada de la cotización suministrada por la empresa KHS Andes S.A.S.

Otra alternativa de solución planteada fue el cambio de tuberías del sistema, pero se hace demasiado largo el proyecto y la tubería existente aún está en buen estado. Así mismo, cambiar el intercambiador por uno de mayor capacidad, implica un aumento en el costo del proyecto equivalente a \$293.273 EUR que es el costo de este equipo.

La alternativa 5 (en color amarillo) propone colocar una bomba de desplazamiento positivo el cual es una bomba de doble tornillo, de uso 100% sanitario e ideal como bomba de proceso y CIP, por lo que reduce costos y tiempos de mantenimiento y es ideal para este proceso. Luego


	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

se hace mención de un dosificador, pero este es ideal para procesos más robustos y de mayor precisión, por lo cual queda descartado para esta aplicación. Y después se contemplan las válvulas de acero inoxidable grado alimenticio de 2 vías y este si se pueden usar en este proceso y son ideales para la automatización requerida, pero esta alternativa queda anulada ya que es costosa para el proyecto.

Posteriormente, se propone la alternativa 3 (en color café) la cual plantea la posibilidad de colocar una bomba de desplazamiento positivo y como se indicó en líneas anteriores si se puede usar en este proceso. También se presenta la opción de cambiar el tipo de frecuencia en la dosificación del circuito de CIP pero este genera más inversión económica de insumos ya que al aumentar los tiempos de paso de las sustancias por el sistema y al haber pérdidas, no sería una solución efectiva. Sumado a esto se contempla la alternativa de cambiar las empaquetaduras y chaflandes, pero estos al ser económicos no serían una solución efectiva para el proceso.

En relación con la alternativa 1 (en color rojo), se identificó que es una solución óptima en cuanto al cambio del tanque de las sustancias por uno de mayor capacidad, pero la opción de un dosificador nuevo, como se discutió en líneas anteriores, no se ajusta a los intereses de la empresa por ser demasiado costoso para su aplicación. Además, la instalación de un nuevo intercambiador de calor es una buena opción, aunque no es una posibilidad de solución conveniente debido al costo elevado y al tiempo que se requiere de mano de obra para implementar y ejecutar este proyecto.








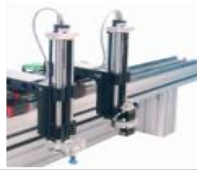




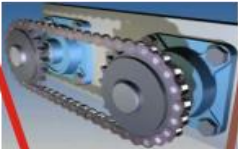

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

La aplicación de los motores de alta eficiencia como los E4 es una de las medidas principales para el ahorro de la energía eléctrica en el transporte de barriles, sin embargo, su aplicación sin un análisis técnico y económico previo puede ocasionar inconvenientes técnicos en el procesos de producción e incluso ser económicamente perjudicial para la empresa.


Continuando con la revisión de la alternativa 4 (en color verde) mediante la cual se propone cambiar el tanque por uno de mayor capacidad, se identificó que esta opción no genera costos adicionales ya que la empresa lo proporciona por uno que estaba en inactividad. De igual forma, colocar una bomba de desplazamiento positivo es ideal debido a que se puede tener un mayor control en la dosificación como también de su conductividad. Adicionalmente, al colocar las válvulas doble vía al sistema es posible controlar el proceso en modo automático y así mismo, controlar el proceso de los circuitos de CIP. Por estas razones se seleccionó la alternativa número 4.

Tabla2.

*Alternativas de solución para los sub problemas del sistema de transportadores de barriles.*

Subproblemas	Solución 1	Solución 2	Solución 3
Pérdida de capacidad durante el transporte de barriles			
	Cambio por motores eléctricos	Cambio a servomotores	Cambio a motores neumáticos
Accionamiento de encendido manual			
	Encendido y apagado controlado desde la pantalla HMI	Actuadores Neumáticos de topes	Automatizar por medio de actuadores neumáticos
Desplazamiento del barril es manualmente.			
	Colocar sensores finales de carrera	Cambio por sensores ópticos	Colocar cilindros neumáticos con tope en el vástago
Falla en transmisión de potencia.			
	Sistema de transmisión de banda en V	Sistema de transmisión de cadena	Sistema de transmisión de Polea
<b>Alternativa 1</b>	<b>Alternativa 2</b>	<b>Alternativa 3</b>	<b>Alternativa 4</b>


*Fuente:* autoría propia, a partir de la información recopilada durante la fase de diagnóstico.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

En relación con las alternativas de solución propuestas en la tabla 3 para el sistema de transporte de barriles, se tiene que mediante la alternativa 4 (de color verde) se contempló la posibilidad de implementar servomotores para fortalecer la capacidad del sistema durante el transporte de los barriles ya que se trata de un sistema compuesto por un motor y una retroalimentación.

El servo es un motor utilizado para obtener una salida precisa y exacta en función del tiempo, la salida puede ser posición, velocidad o torque. Entre las ventajas del servomotor, se encuentran: Tiene un ciclo de vida más prolongado, puede generar energía en el frenado, altos torques, bajas corrientes de arranque, bajo costo de operación y mantenimiento, versatilidad en tamaño y baja inercia. Sin embargo, su desventaja más considerable, es que no puede operarse directamente de la red de suministro, obligatoriamente necesita un Servo drive que opera por PWM (Pulsu Width Modulation). Si bien el servomotor tiene mayores ventajas, este no se seleccionó para este proyecto de investigación dado que su implementación requería el rediseño de la parte de automatización del sistema para poderlo agregar a lo que está hoy en día en la planta de llenado de barriles, lo que además implicaría una mayor inversión económica.


Dentro de la alternativa 4, también se propuso el cilindro neumático con tope en el vástago, cuya función es la de transformar la energía neumática en trabajo mecánico de movimiento rectilíneo, que consta de carrera de avance y carrera de retroceso. Generalmente, el cilindro neumático está constituido por un tubo circular cerrado en los extremos mediante dos tapas, entre las cuales desliza un émbolo que separa dos cámaras. Al émbolo va unido un vástago que,

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

saliendo a través de una o ambas tapas, permite utilizar fuerza desarrollada por el cilindro en virtud de la presión del fluido actuar sobre las superficies del émbolo. Los dos volúmenes de aire en que queda dividido el cilindro por émbolo reciben el nombre de cámaras. Si la presión de aire se aplica en la cámara posterior de un cilindro, el émbolo y el vástago se desplazan hacia adelante (carrera de avance). Si la presión de aire se aplica en la cámara anterior del cilindro, el desplazamiento se realiza en sentido inverso (carrera de retroceso). Igualmente, este elemento de solución se descartó debido a que se tenía que rediseñar, cotizar y agregar líneas de aire comprimido para su funcionamiento y el costo-beneficio no se ajustaba a los requerimientos y políticas de la empresa.

Con respecto al sistema de transmisión de polea propuesto con la alternativa 4, es un sistema que está compuesto por un juego de poleas y un número definido de correas que se determina en el proceso de diseño del sistema. Este sistema se caracteriza porque requiere poco mantenimiento, es de fácil montaje y adicional a esto sus componentes son relativamente económicos con respecto a otros sistemas de transmisión. Los sistemas de transmisión por correas, dado la flexibilidad de las correas permiten montajes cruzados y montajes con múltiples poleas para conectar varios componentes y de esta manera transmitir el movimiento generado en una polea conductora a varios dispositivos de la máquina, pudiendo modificar sus características de velocidad y sentido.


Las ventajas que posee el sistema de transmisión de polea, son: El sistema es muy fiable y pocas veces falla a menos que el sistema se someta a cargas o esfuerzos superiores a los de diseño, la marcha o funcionamiento es silencioso, tiene la capacidad de absorber los choques y

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

vibraciones, no necesita lubricación, el sistema es económico comparado con otros sistemas de transmisión y las correas tienen una cierta elasticidad. Por otra parte, las desventajas de dicho sistema consisten en que la correa puede llegar a salirse de la polea cuando la tensión es muy alta, lo que en algunos casos puede llegar a provocar alguna avería más seria, requiere grandes esfuerzos sobre los cojinetes, debido a la tensión inicial o de puesta en marcha de la máquina, se produce el fenómeno de resbalamiento, es decir la correa puede resbalarse sobre la polea y no hay una transmisión efectiva y la longitud de la correa puede variar por efectos de la temperatura y la humedad. Este sistema tampoco se escogió como alternativa de solución debido a que los cálculos de rediseño arrojaron que se debía tener en cuenta una solución robusta para transportar aproximadamente 8 barriles llenos de producto cervecero.

Continuando con la alternativa de solución 3 (en color café), se contempló la posibilidad de utilizar motores neumáticos, los cuales se consideran como elementos capaces de transformar la energía neumática en energía mecánica. Los motores neumáticos no solamente son útiles como herramientas de trabajo, también tienen un uso industrial, aunque no sea lo más común, porque ya existen los motores eléctricos. Sin embargo, en ciertas industrias, pueden llegar a ser necesario, como las industrias alimentarias y las farmacéuticas. En este tipo de industria, la higiene es una cuestión vital, y en determinados procesos productivos, la simple mención de motores en el ambiente industrial normalmente trae a la mente un motor eléctrico, pero los ingenieros de diseño deben estar al tanto de los motores neumáticos y sus múltiples ventajas.


Si bien los motores neumáticos presentan consumo de aire comprimido, estos son equipos que tienen mayor densidad de potencia que sus hermanos eléctricos especialmente a menor

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

velocidad que la nominal donde se necesita adicionar al motor eléctrico un reductor. Los motores neumáticos generan mucho menos calor, o ninguno ya que el aire comprimido al expandirse se enfría y enfría todo el cuerpo del motor. Esto es especialmente importante en aplicaciones con arranques y paradas frecuentes, ya que los motores eléctricos de gran tamaño se deben refrigerar, en gran medida para disipar el calor generado por alto par de arranque. Esto no ocurre en el motor neumático ya que se trata de una unidad sellada que no genera chispa y que tiene presión positiva que no permite el ingreso de cuerpos extraños al mismo. Para el control de motores neumáticos no se necesitan controles electrónicos.

La velocidad de un motor neumático puede ser controlada fácilmente por medio de válvulas controladas de caudal y mediante el control de la presión de suministro del aire comprimido, puede controlarse fácilmente el momento torsor del mismo. Los motores neumáticos se utilizan en una amplia gama de aplicaciones, tales como: movimientos de maquinaria de producción, movimientos de grúas, perforadoras de alta velocidad, movimiento de agitadores, impulsión de válvulas o como fuente de energía para una variedad de aplicaciones industriales. Aun cuando los motores neumáticos presentan numerosas ventajas para el sector industrial, este método de solución no fue seleccionada para este proyecto ya que se debían incrementar líneas de aire comprimido para el sistema de transporte y se vería afectado en el presupuesto.


Por otra parte, para cambiar el accionamiento de encendido manual, en la alternativa 3, se estudió la posibilidad de implementar actuadores neumáticos de topes, los cuales son dispositivos inherentemente mecánicos cuya función es proporcionar fuerza para mover o accionar otro dispositivo mecánico. La fuerza que provoca el actuador proviene de tres fuentes

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

posibles: Presión neumática, presión hidráulica, y fuerza motriz eléctrica (motor eléctrico o solenoide). Dependiendo del origen de la fuerza el actuador se denomina “neumático”, “hidráulico” o “eléctrico. Los actuadores neumáticos de topes son seguros, no generan chispas, incendios, riesgo eléctrico, etc. Posibilitan un desempeño rápido, preciso y de gran complejidad. Esta tecnología no se escogió porque es un sistema muy ruidoso, ya que el aire comprimido se expulsa al exterior una vez ha sido utilizado y se requiere de otros elementos para su funcionamiento (compresor, válvulas, mangueras, etc.), lo que, por ende, incrementaría más los costos.

Otro dispositivo que también fue examinado durante el proyecto para automatizar el desplazamiento del barril y que corresponde a la alternativa 2 (en color azul), fueron los sensores ópticos, los cuales son aquellos dispositivos capaces de detectar diferentes factores a través de un lente óptico. Un sensor óptico está constituido por los siguientes elementos: fuente, receptor, lentes, circuito de salida. Entre las ventajas que tiene, están: bajo costo y tecnología bien establecida. Las desventajas de los sensores ópticos: corta distancia de detección. Este elemento, sin embargo, no fue seleccionado para el proyecto porque se está utilizando un sistema neumático.

También se contempló el uso de una pantalla HMI también como una opción apropiada para este proyecto, ya que se tratan de paneles HMI que ofrecen modernas funciones de manejo y visualización aunadas con características tales como robustez, estabilidad y simplicidad. La pantalla HMI está optimizada para satisfacer sus necesidades de interfaz hombre-máquina específico utilizando interfaces abiertas y estandarizadas en hardware y software, que permiten


 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

la integración eficiente en sus sistemas de automatización. No obstante, por tener un costo de adquisición elevado, dependiendo para que se requiere y la función específica a desempeñar; se descartó como alternativa de solución.

Para mejorar la transmisión de potencia del sistema, en la alternativa 3 se estudió la posibilidad de utilizar un sistema de transmisión en V formado por correas y que tienen una constitución flexible, que se acoplan sobre poleas que son solidarias a ejes con el objeto de transmitir pares de giro. Su naturaleza flexible va a permitir que su fabricación se realice con una cierta incertidumbre mecánica que puede ser asumida, posteriormente, en su montaje. La correa de transmisión trabaja por rozamiento con la polea sobre la que va montada. Este hecho, junto a su naturaleza flexible, confiere a las correas una función de "fusibles" dentro de las transmisiones, dado que se comportan como amortiguador, reduciendo el efecto de las vibraciones que puedan transmitirse entre los ejes de la transmisión. En general, el empleo de correas en las transmisiones V, resultan una opción más barata, pero como contrapartida, este tipo de elementos no pueden garantizar una relación de transmisión siempre constante entre ejes, dado que pueden originarse pequeño deslizamiento de la correa sobre la canaladura de la polea, debido, por ejemplo, a que la tensada inicial no se ha hecho correctamente, o en todo caso, producido por el desgaste con las horas de funcionamiento por eso no se seleccionó.


Al finalizar el análisis de los sub problemas del sistema de transportadores de barriles y las diversas soluciones planteadas, se seleccionó la alternativa 1 (en color rojo), mediante la cual se eligió para la pérdida de capacidad durante el transporte de los barriles, el motor eléctrico ya que este se destaca por ser más pequeño, ligero y su montaje es bastante más sencillo que el



 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

de los motores tradicionales. Aunque sin duda alguna, si se va a hablar de sus ventajas, lo que hace resaltar a un motor eléctrico son sus altos niveles de rendimiento y eficiencia. El motor eléctrico es, un dispositivo capaz de transformar la energía eléctrica en energía mecánica por medio de los campos magnéticos que genera. También como justificación del cambio de motores hidráulicos a motores eléctricos podemos tener mejor autonomía en el control del proceso ya que como hablamos en líneas anteriores se puede realizar este cambio debido a la facilidad de conseguir estos motores eléctricos en la planta de otros procesos donde no se utilizan y sería un ahorro considerable para la empresa; Luego para mejorar la eficacia del proceso productivo se propone colocar actuadores neumáticos al proceso para así tener el control en la etapa de lavado y llenado de los barriles, y adicionalmente a esto se colocarían unos finales de carrera al sistema para que el proceso quede en modo de trabajo continuo, esta propuesta de mejora se podría realizar netamente neumático para así no intervenir el sistema electrónico del proceso y facilitar su mantenimiento, y por último en esta alternativa se propone el cambio del sistema de transmisión por cadena hacia la banda de transporte para así dar solución a los objetivos planteados durante este proyecto.

Las transmisiones por cadenas son transmisiones robustas, que permiten trabajar en condiciones ambientales adversas y con temperaturas elevadas, aunque requieren de lubricación. Además proporcionan una relación de transmisión fija entre las velocidades y ángulo de giro de los ejes de entrada y salida, lo que permite su aplicación ideal para el proyecto.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


El sistema de transmisión por cadena, tiene la capacidad de transmitir potencia a una considerable distancia entre ejes, esta condición se logra dado que las cadenas pueden tener longitudes variables, es decir su longitud puede variar mediante la adición o eliminación de eslabones. Las cadenas se caracterizan por su sistema patentado de tablilla único, que no precisa de herramientas para su instalación. Estas cadenas marchan totalmente niveladas en las curvas y sin vibraciones. El nivel de ruido es considerablemente menor que con cadenas de tablilla normales.

De acuerdo con las alternativas de solución mencionadas anteriormente, se priorizó y seleccionó el sub problema más crítico para cada sistema analizado en las alternativas, que podría ser solucionado a través de este proyecto, de acuerdo al alcance definido para este. Los problemas específicamente a analizar, se describen en la tabla 4.

Tabla 3.

*Sub problemas priorizados y seleccionados para el análisis.*

<b>Sistema de la planta</b>	<b>Sub problema seleccionado</b>
Sistema de limpieza CIP	Pérdida de capacidad del equipo de CIP, por dosificación al tanteo de ácido per acético.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

---

Sistema de transportadores de barriles      Pérdida de capacidad durante el transporte de barriles.

---

*Fuente:* autoría propia, a partir de la información recopilada.

### 3.10 Selección de los conceptos de los productos.


Una vez, priorizados y seleccionados los sub problemas mencionados en breve, se procedió a realizar un filtrado de conceptos teniendo en cuenta aquellos que más se ajustaban a los requerimientos del proceso de llenado de barriles establecidos por la empresa Cervecería Unión S.A.; lo cual se llevó a cabo mediante la elaboración de una matriz morfológica para cada uno de estos. Siguiendo con los planteamientos teóricos de Ulrich y Eppinger (2013), la construcción de la matriz morfológica, denominada también como matriz de selección de conceptos, se inició con la definición previa de los criterios sobre los cuales se basó la elección del concepto más apropiado para los diferentes sub problemas determinados en la actividad anterior (ver tabla 5).

Tabla1.


*Criterios de selección de conceptos.*

Falta de control de las variables del proceso de la planta llenadora de	Pérdida de capacidad del equipo de limpieza CIP, por	Pérdida de capacidad durante el	Dificultad para verificar las UP (unidades de pasterización) durante el
-------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------	---------------------------------	-------------------------------------------------------------------------

---

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

barriles, durante el mismo	dosificación al tanteo	transporte de barriles	proceso de Pasterización Flash
Facilidad de manejo	Nivel de presión de la descarga	Nivel de ahorro de energía,	Costo de ejecución
Mejor visualización de la información	Facilidad de uso	Protección del medio ambiente	Mejor visualización de la información, Facilidad de adaptación
Gestión energética eficiente	Mayor nivel de eficiencia	Nivel de rendimiento	al sistema de Pasterización Flash actual
Nivel de resistencia a entornos industriales	Manejo de capacidades consistentes	Frecuencia en su mantenimiento	Facilidad de uso
Nivel de seguridad de los datos almacenados	Facilidad de adaptación al sistema de limpieza CIP actual	Costo de adquisición	Manejo integral del todo el sistema
Mayor capacidad de	Facilidad de	Fuente de	Nivel de resistencia a

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


---

procesamiento	mantenimiento	suministro de energía	entornos industriales
	Operación		
Consumo de potencia	automática y programada	Durabilidad	Frecuencia en su mantenimiento
Facilidad de mantenimiento	Costo de adquisición	Peso	Facilidad para controlar todo el proceso
Costo de adquisición	Indicador de la medida de dosificación	Facilidad de instalación	Almacenamiento de la información generada
Rápido proceso de instalación	Frecuencia del mantenimiento	Facilidad de manejo	Durabilidad

---

*Fuente:* autoría propia, a partir de la información recopilada.

Después de precisar los criterios de selección y siguiendo con el proceso de diseño y desarrollo de productos de Ulrich y Eppinger (2013), el proceso de selección de los conceptos de los productos a diseñar, se formalizó mediante la práctica de dos acciones esenciales para ello: el filtrado de conceptos y la evaluación de conceptos.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


### 3.11 Filtrado de conceptos.

Con respecto a la primera actividad, se utilizó una matriz de filtrado construida con los respectivos criterios de selección previamente descritos y las alternativas de solución propuestas en la fase dos de esta metodología (ver tabla 6).

Tabla 2.

*Matriz de filtrado utilizada durante el proyecto.*

	<b>Conceptos (alternativas de solución)</b>		
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>Criterios de selección</b>	<i>Cambio a</i>	<i>Rediseño del</i>	<i>Automatización</i>
	<i>transmisión por</i>	<i>proceso de ácido</i>	<i>en el</i>
	<i>cadena</i>	<i>per acético</i>	<i>desplazamiento</i>
			<i>de los barriles</i>
Facilidad de uso	0	0	-
Facilidad de operación	0	0	0
Facilidad de cambio de marca	0	0	0
	+	-	+
Durabilidad	+	+	

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

---

Suma +

Suma 0

Suma -

Calificación neta


Orden de los conceptos

---

*Fuente:* adaptada de Ulrich y Eppinger (2013, p. 150).

La valoración de las alternativas de solución se llevó a cabo mediante la comparación de estas con un concepto de referencia, utilizando las siguientes calificaciones: + “mejor que”, 0 “igual a”, - “peor que”.

De acuerdo con estos parámetros, en las tablas 7 y 8, se exponen los resultados obtenidos con la filtración de conceptos efectuada para cada uno de las problemáticas más críticas de los sistemas que integran la planta de llenado de barriles de la empresa Cervecería Unión S.A.


	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

*Tabla3.*

*Matriz de filtrado relacionada con el sistema CIP.*

	<b>Conceptos (alternativas de solución)</b>		
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>Criterios de selección</b>	<b>Dosificador para todo el circuito (pera cético)</b>	<b>Automatización del proceso</b>	<b>Tanques de mayor capacidad</b>
Nivel de presión de la descarga	0	+	0
Facilidad de uso	0	0	-
Mayor nivel de eficiencia	0	-	-
Manejo de capacidades consistentes	0	0	0
Facilidad de adaptación al sistema de limpieza CIP actual	0	+	0
Facilidad de	0	0	-




	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

mantenimiento

Operación automática y programada	0	-	0
Costo de adquisición	0	0	-
Indicador de la medida de dosificación	0	-	0
Frecuencia del mantenimiento	0	0	0
Suma +	0	2	0
Suma 0	10	5	6
Suma -	0	3	4
Calificación neta	0	-1	-4
Orden de los conceptos	1	2	3
¿Continuar?	Si	Si	No

*Fuente:* autoría propia, a partir de la información recopilada.


*Nota:* calificaciones: + “mejor que”, 0 “igual a”, - “peor que”.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

**Tabla4.**

Matriz de filtrado relacionada con la transportadora de barriles.

Criterios de selección	Conceptos (alternativas de solución)		
	A	B	C
	Servomotores	Actuadores neumáticos	Motores eléctricos (referencia)
Nivel de ahorro de energía	+	+	0
Protección del medio ambiente	0	0	0
Nivel de rendimiento	-	-	0
Frecuencia en su mantenimiento	+	+	0
Costo de adquisición	+	+	0
Fuente de suministro de energía	0	+	0
Durabilidad	-	-	0

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO		Código	FDE 089
			Versión	03
			Fecha	2015-01-27

---


Peso	+	+	0
Facilidad de instalación	0	0	0
Facilidad de manejo	0	0	0
Suma +	4	5	0
Suma 0	4	3	10
Suma -	2	2	0
Calificación neta	2	3	0
Orden de los conceptos	3	2	1
¿Continuar?	No	Si	Si

---

*Fuente:* autoría propia, a partir de la información recopilada.

Nota: calificaciones: + “mejor que”, 0 “igual a”, - “peor que”.

Según las puntuaciones obtenidas para cada uno de los conceptos o alternativas de solución evaluadas, se procedió a determinar el orden de relevancia de estas y se especificó la conveniencia o no de continuar con las mismas; lo que en conjunto permitió la selección de dos conceptos y que fueron evaluados posteriormente.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

### 3.12 Evaluación de conceptos.


Continuando con la fase de evaluación de conceptos, esta se realizó con el apoyo de una matriz (ver tabla 9), mediante la cual se calificó cada uno de los conceptos elegidos como resultado de la anterior actividad de filtrado, de acuerdo con el concepto de referencia, los criterios de selección formulados previamente y según el peso porcentual asignado a estos sobre la base de 100 puntos.

Tabla 5.

*Matriz de evaluación de conceptos utilizada durante el proyecto.*

Criterios de selección	Peso	A		B	
		Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada
Criterio 1					
Criterio 2...					
Total puntos					
Orden de los conceptos					
¿Continuar?					

*Fuente:* adaptada de Ulrich y Eppinger (2013, p. 154).

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

La escala utilizada para la calificación de los criterios de evaluación, se elaboró teniendo en cuenta su desempeño relativo y su respectiva puntuación, la cual se precisó como se observa en la tabla 10.


Tabla 6.

*Escala numérica para la evaluación de conceptos.*

<b>Desempeño relativo</b>	<b>Calificación</b>
Deficiente	1
Regular	2
Aceptable	3
Bueno	4
Excelente	5

*Fuente:* tomado de Ulrich y Eppinger (2013, p. 155).

Después de efectuar la respectiva calificación de los criterios de selección, se realizó una suma ponderada de dichas valoraciones, lo cual equivale al valor que resulta de la sumatoria de las calificaciones individuales, dividido el número de criterios evaluados. Una vez clarificado el procedimiento adelantado para la evaluación de conceptos, se presentan a continuación los resultados obtenidos con esta actividad, lo cual se organizó teniendo en cuenta cada uno de los


	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

sistemas de la planta de llenado de barriles de la empresa Cervecería Unión S.A. analizado durante este proyecto (ver tablas 11 y 12).

Tabla7.

*Matriz de evaluación de conceptos para el sistema CIP.*

		A		B	
Criterios de selección	Peso 100%	Dosificador para todo el circuito (referencia)		Bomba de desplazamiento positivo	
		Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada
Nivel de presión de la descarga	10%	4	40	5	50
Facilidad de uso	5%	4	20	4	20
Mayor nivel de eficiencia	5%	4	20	5	25
Manejo de capacidades consistentes	10%	5	50	5	50
Facilidad de adaptación al sistema de limpieza CIP	15%	5	75	4	60

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

---

actual

Facilidad de mantenimiento	5%	4	20	4	20
Operación automática y programada	25%	5	125	4	100
Costo de adquisición	5%	4	20	2	10
Indicador de la medida de dosificación	15%	4	60	3	45
Frecuencia del mantenimiento <sup>1</sup>	5%	4	20	2	10
Total puntos			430		390
Orden de los conceptos			1		2
<b>¿Continuar?</b>			<b>Desarrollar</b>		<b>No continua</b>

---

*Fuente:* adaptada de Ulrich y Eppinger (2013, p. 154).

---

Para este criterio, la escala numérica y cualitativa se ajustó con el fin de darle sentido a la calificación, lo cual quedo de la siguiente manera: muy frecuente (1), frecuente (2), normal (3), poco frecuente (4), muy poco frecuente (5).



 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Tabla8.

*Matriz de evaluación de conceptos para la transportadora de barriles.*

Criterios de selección	Peso %	A		B	
		Motores eléctricos (referencia)		Actuadores neumáticos	
		Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada
Nivel de ahorro de energía	20%	4	80	5	100
Protección del medio ambiente	20%	5	100	4	80
Nivel de rendimiento	15%	5	75	5	75
Frecuencia en su mantenimiento	5%	4	20	5	25
Costo de adquisición	10%	4	40	3	30
Fuente de suministro de	10%	4	40	5	50
Durabilidad	5%	5	25	4	20
Peso	5%	4	20	4	20



	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO			Código	FDE 089
				Versión	03
				Fecha	2015-01-27

---

Facilidad de instalación	5%	5	25	4	20
Facilidad de manejo	5%	5	25	4	20
Total puntos			450		440
Orden de los conceptos			1		2
<b>¿Continuar?</b>	<b>100%</b>	<b>Desarrollar</b>		<b>No continua</b>	

---

*Fuente:* adaptada de Ulrich y Eppinger (2013, p. 154).

Según los resultados obtenidos con lo anterior, se organizaron los conceptos evaluados de acuerdo con su relevancia para darle una solución eficiente a los sub problemas que dieron origen a este proceso investigativo y además, se concertó la alternativa elegida finalmente para ser diseñada en cada uno de los casos abordados.

En este orden de ideas, en la tabla 13 se pueden observar los conceptos de productos que se podría desarrollar para cada uno de los sistemas del proceso de llenado de barriles analizados con este proyecto.


	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


Tabla9.

*Sub problemas priorizados y seleccionados para el análisis.*

<b>Sistema de la planta</b>	<b>Sub problema seleccionado</b>	<b>Concepto de producto</b>
<b>Sistema de limpieza CIP y lavadora</b>	Pérdida de capacidad del equipo de CIP, por dosificación al tanteo	Dosificador automático y programable para todo el circuito.
<b>Sistema de transportadores de barriles</b>	Pérdida de capacidad durante el transporte de barriles	Moto reductor eléctrico

*Fuente:* autoría propia, a partir de la información recopilada.

Al culminar a satisfacción las fases y actividades descritas a lo largo de la presente metodología de trabajo y según los objetivos planteados con este proyecto; se fijó cada una de las alternativas para darle solución efectiva a su respectivo sub problema. Cabe mencionar que dado el alcance de la investigación empírica, se seleccionaron finalmente los dos puntos más críticos del proceso de llenado de barriles de la empresa Cervecería Unión S.A. y a los cuales se les diseñó el concepto de producto determinado previamente, que son: 1) Falta de un sistema automático de dosificación de ácido peracético con el cual se garantice que en una concentración determinada, con una temperatura adecuada, se lograrán estándares de calidad


 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

óptimos para los productos. Además, la automatización de este equipo favorecerá la resolución de los problemas que surjan con respecto a la calidad; 2) Pérdida de capacidad durante el transporte de barriles, debido a la falta de control en el proceso, por lo que es conveniente instalar motores eléctricos mediante los cuales se logrará una mejor eficiencia de la línea y se aumentará la productividad. Para ambos conceptos, se realizaron los correspondientes cálculos de diseño guiados por el libro Diseño de máquinas (Cuarta Edición) del autor Robert L. Mott y de selección electromecánica y la elección de instrumentación respectiva. De igual forma, se elaboraron los planos eléctricos, de piezas mecánicas del sistema de transporte de barriles (esquemas unifilares de cada sistema que se pretendió mejorar), planos mecánicos de las piezas que se requieran modificar en cada una de las máquinas. También se diseñaron los planos de control (diagrama de flujo) donde se recopiló la información de cómo quedaría implementado para la ejecución en Cervecería Unión S.A. Y como valor agregado para la implementación de estas mejoras, se dejaron reposados estos planos para futuras consultas del área de mantenimiento eléctrico.

Una vez, se realizaron los planos mencionados, se solicitaron las respectivas cotizaciones de cada una de las mejoras propuestas, las cuales se realizaron con diferentes proveedores y/o contratistas con la finalidad de obtener un estimado del costo en casa subsistema analizado.

#### **4. Resultados y Discusión.**

Como se ha mencionado en secciones anteriores, durante el desarrollo del presente proyecto, aplicado en la empresa Cervecería Unión S.A., se optimizaron dos procesos en particular, a

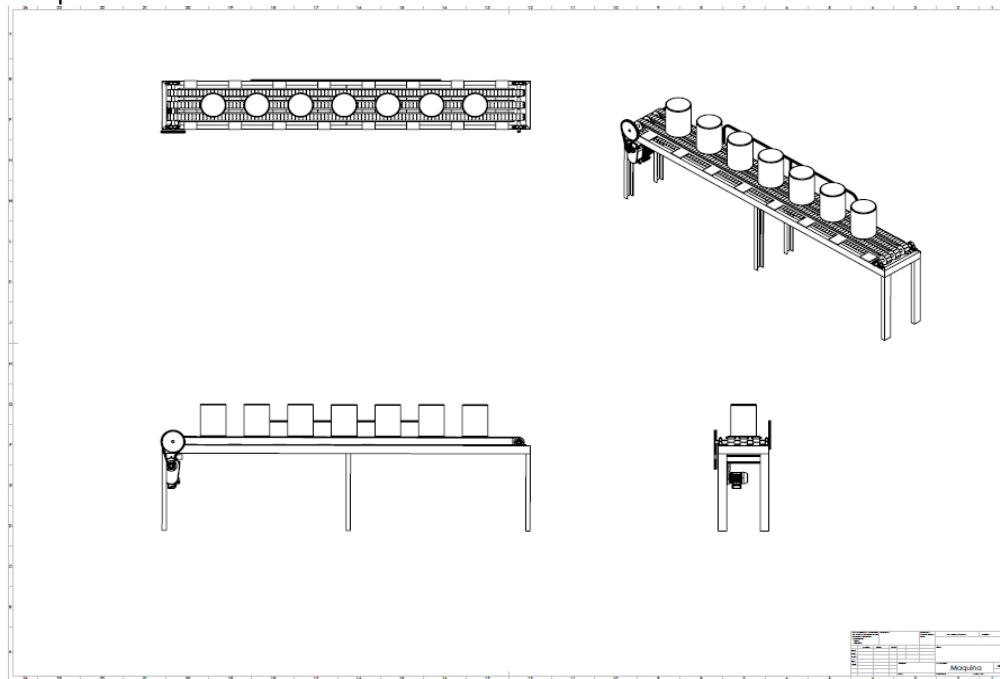
	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

saber: Limpieza CIP y Transporte de Barriles. En las siguientes líneas se explican las mejoras efectuadas a cada uno de estos procesos.

#### 4.1 Sistema de transporte y llenado de barriles

El sistema utilizado para el transporte de barriles, está compuesto por los siguientes componentes:


- Motor eléctrico CA monofásico.
- Sistema de transmisión por cadena.
- Bandas transportadoras.



- Barriles.

*Figura19. Vista general del sistema de transporte de barriles*

*Fuente: propia, Solidwork 2018*

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

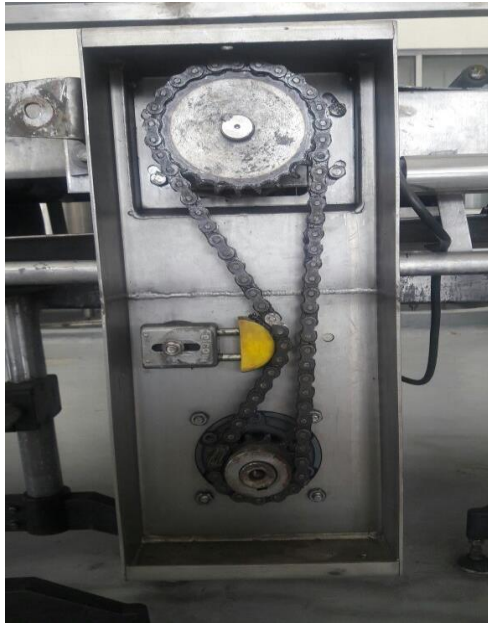


Figura 20. Sistema de transmisión por cadena. Fuente: Propia.

La banda transportadora utilizada, es una banda en nylon y recubiertas con tablillas en acero para evitar el desgaste debido al contacto del barril con la banda, ver figura 20.


	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27



Figura 21. Banda transportadora de Nylon recubierta con láminas de acero. Fuente: Propia.

Los barriles transportados son en aluminio 316 y tiene las siguientes especificaciones:  
diámetro 36 cm, altura 60 cm, peso vacío 12 kg y Peso lleno 62 kg, ver figura 21.


 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27



Figura 22. Barriles de cerveza. Fuente: Propia.

#### 4.2 Calculo para el sistema de transporte de barriles

Para el sistema de transporte de barriles se debe buscar que la banda se mueva a una velocidad baja para evitar que los barriles se caigan, esta velocidad también depende de la producción de barriles. Los parámetros para el diseño de la banda fueron los siguientes:

Como el barril tiene de diámetro 36 centímetros, se necesita que la banda sea más ancha por eso se buscará una de 50 cm.


La banda tiene una longitud de 4,3m, la cual transporta el barril vacío hasta la fase de lavado interno.

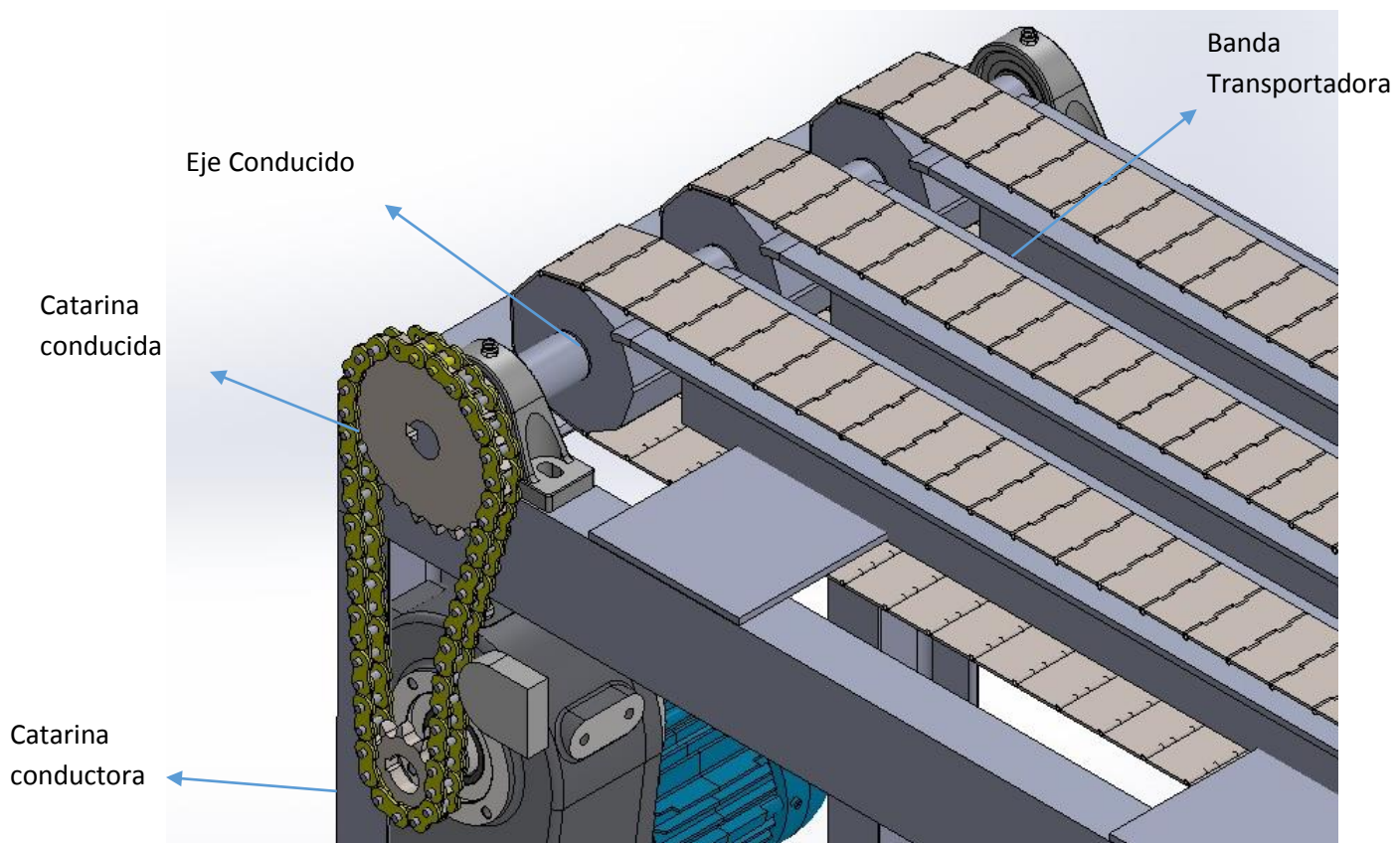
Este recorrido del barril tiene una duración de 40s. Por tanto, la velocidad lineal es:  $v = \frac{l}{t} \therefore$

$$v_{barril} = \frac{4.3 \text{ m}}{40 \text{ s}} = 0,1075 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Esto quiere decir que el barril recorrerá 0.1075m por segundo en la banda de 4,3 m

Inicialmente la línea de producción producía 72 barriles sabiendo que por la capacidad de suministro del tonel se pretende llegar hasta los 94 barriles por hora, el propósito del presente trabajo es incrementar la productividad el 30 %. Es decir, aumentar la capacidad de producción en 22 barriles de cerveza por turno de trabajo.

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27



*Figura24. Diagrama de perfil del sistema Rediseñado  
Fuente. Propia de los autores.*

### 4.3 Calculo de la velocidad angular


Para este cálculo se requiere utilizar esta fórmula:

$$v_{lineal} = \omega_{eje\ impulsor} * r_{eje\ impulsor}$$

Asumiendo un diámetro externo de la rueda que transporta la cadena de  $\varnothing = 125mm$

$$\omega_{lineal} = \frac{v_{Tangencial\ eje\ impulsor}}{r_{eje\ impulsor}}$$



	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

$$\omega_{\text{eje impulsor}} = \frac{0.1075 \frac{m}{s}}{0.0625m} = 1.72 \frac{\text{rad}}{s} * \frac{1 \text{ rev}}{2\pi \text{ rad}} * \frac{60 s}{1 \text{ min}} = 16.42 \text{ rpm}$$

Lo que indica que la rueda debe de girar a 16.42 rpm para poder lograr que el barril se desplace a la velocidad requerida


### Cálculo del torque requerido para mover los barriles

La capacidad es de 8 barriles sobre la banda transportadora



Figura 23. Posición de los barriles durante el proceso de transporte de estos.

Fuente: autoría propia.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

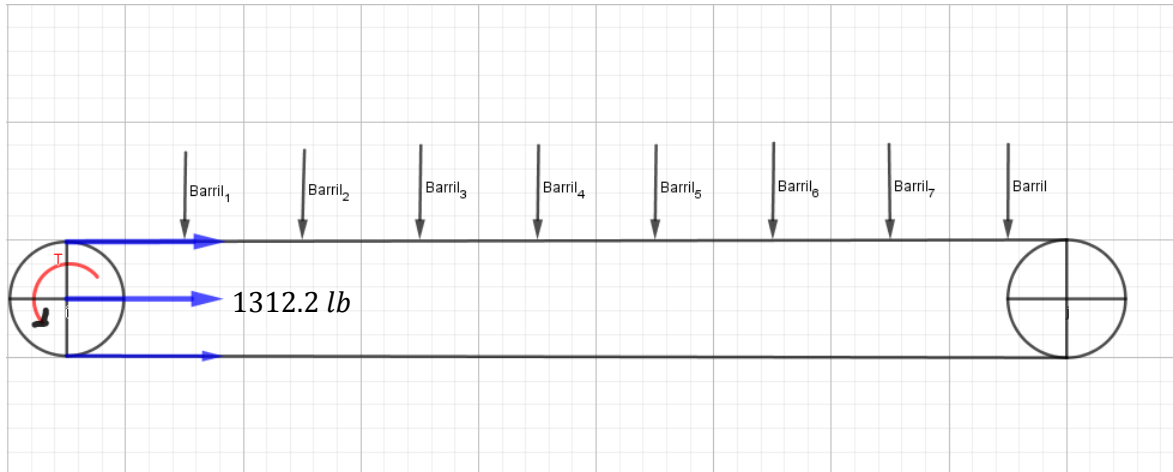


Figura 24. Posición de los barriles aplicando la fuerza de arrastre.

Fuente: autoría propia.

$$1 \text{ barril} = 62 \text{ kgs} \therefore 8 \text{ barriles} = 496 \text{ kgs} \approx 1093.5 \text{ lb}$$

Se toma un 20% adicional como forma de garantizar que la banda va a mover los barriles, aplicando este al peso obtenido anteriormente se tiene un peso de trabajo de 1309.44 lb.

$$T = F \frac{D}{2} = 1312.2 \text{ lb} \times \frac{4.92 \text{ in}}{2}$$


$$T = 3228 \text{ lbs} * \text{ in}$$

$$T = \frac{63000 \times P}{n}$$

$$P = \frac{T \times n}{63000} = \frac{3228 \text{ lb} * \text{ in} \times 16.42 \text{ rpm}}{63000} = 0.84 \text{ hp}$$

#### 4.4 Calculo de selección del motor

Es importante recordar que los sistemas de transmisión por cadena tienen una eficiencia del 96%, por esto debemos aumentar la potencia en un 4% para iniciar el diseño

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

$$P_{Aumentada} = P * 1.04 = 0.84 * 1.04 = 0.87 \text{ hp} \therefore P_{Aumentada} = 0.6533 \text{ kw}$$

Cálculo de potencia mecánica de diseño

$$P_{Diseño} = P_{requerida} * F_{servicio}$$


Para seleccionar el tipo de factor de servicio, se debe conocer el tipo de fuente motriz y la maquina a impulsar, como se va a utilizar un motor eléctrico como impulsor y va a mover una banda transportadora, revisando la siguiente tabla se obtiene un factor de servicio de 1.3, ver tabla 10.

Tabla 10.

*Factores de servicio para trasmisiones por cadenas.*

Tipo de carga	Tipo de impulsor		
	Impulsor hidráulico	Motor eléctrico o turbina	Motor de combustión interna con transmisión mecánica
Uniforme (agitadores, ventiladores, transportadores con carga ligera y uniforme)	1.0	1.0	1.2
Choque moderado (máquinas herramienta, grúas, transportadores pesados, mezcladoras de alimento y molinos)	1.2	→1.3	1.4
Choque pesado (prensas de troquelado, molinos de martillos, transportadores alternos, accionamiento de molinos de rodillos)	1.4	1.5	1.7


*Fuente:* tomado de Mott (2006, capítulo 7, p. 2).

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


La potencia requerida para el diseño será:

$$P_{diseño} = 0.87hp * 1.3 = 1.131hp \therefore P_{diseño} = 0.849 kw$$

En el catálogo de Motorreductores NORD, se pueden encontrar motorreductores de 1,1 kw, pero el problema radica en que dicho motorreductor entregue en su eje de salida una velocidad angular de 16,42 rpm, ver Figura 20.



### Reductores de sinfín UNIVERSAL para motores normalizados IEC





P <sub>1</sub> [kW]	n <sub>2</sub> [min <sup>-1</sup> ]	M <sub>2</sub> [Nm]	f <sub>B</sub>	i <sub>ges</sub>	i <sub>sch</sub>	i <sub>vor</sub>	F <sub>R</sub> [N]	F <sub>RF</sub> [N]	Modelo  64 - 69	Módulos del reductor			
										IEC B14 C140	IEC B14 C160	IEC B5 A200	
1,1	342	27	1,4	5	5		2450	1780	SK 1SI 40 - IEC90	Números de pedido de los módulos			
	228	39	1,1	7,5	7,5		2770	1820		60491050	60495040	60495140	60495240
	171	50	0,8	10	10		3010	1800		60491080	*	*	*
	86	101	2,4	20	20		8000	8000	SK 1SI 75 - IEC90	Números de pedido de los módulos			
	68	123	1,9	25	25		8000	8000		60791200	60795040	60795140	60795240
	57	142	1,5	30	30		8000	8000		60791250	*	*	*
	43	170	1,5	40	40		8000	8000		60791300	*	*	*
	34	200	1,2	50	50		8000	8000		60791400	*	*	*
	29	229	1,0	60	60		8000	8000	60791500	*	*	*	
									60791600	*	*	*	

Figura 20. Catálogo de motorreductores NORD.  
Fuente: (NORD, 2018).

El motorreductor más indicado es uno de 1,1 kw el cual entregaría a su salida 29 rpm, para poder obtener la velocidad angular necesaria para las condiciones de trabajo, se tendría que utilizar también un sistema de transmisión por cadena.



	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

$$y = y_0 + (x - x_0) * \frac{(y_1 - y_0)}{(x_1 - x_0)}$$

$$y = 1.06 + (29 - 25) * \frac{(2.07 - 1.06)}{(50 - 25)} = 1.22 \text{ hp}$$

$$N_{conductora} = 11 \text{ dientes @ } 29 \text{ rpm}$$

Para esta potencia la catarina conductora debe tener 11 dientes, debe girar mínimo a 29 rpm y la lubricación de la cadena sería tipo A la cual es por goteo.

Cálculo del número de dientes de la Catarina conducida.


Asumiendo una relación de transmisión de 2 y el número de dientes de la catarina conductora se calcula el número de dientes de la conducida.

$$\frac{\omega_{conductora}}{\omega_{conducida}} = \frac{N_{Conducida}}{N_{Conductora}} = R_t = 2$$

$$N_{Conducida} = 11 * 2 = 22 \text{ dientes}$$

$$\omega_{conductora} = \frac{29}{2} \text{ rpm} = 14.5 \text{ rpm}$$

La catarina conducida dispondrá de 22 dientes.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

### Diámetros de Paso de las Catarinas

$$D_{p_1} = \frac{\text{Paso de la cadena}}{\text{sen}\left(\frac{180}{N_1}\right)} = \frac{1 \text{ in}}{\text{sen}\left(\frac{180}{11}\right)} = 3.54 \text{ in}$$

$$D_{p_2} = \frac{\text{Paso de la cadena}}{\text{sen}\left(\frac{180}{N_2}\right)} = \frac{1 \text{ in}}{\text{sen}\left(\frac{180}{22}\right)} = 7.03 \text{ in}$$

### Longitud de Cadena.

Según la literatura disponible (Mott R. L., 2006). Se tiene que la distancia entre centros definida en pasos de cadena debe de estar entre los valores  $30 \leq C \leq 50$  y está dada por la expresión.


$$L = 2 * C + \frac{N_2 + N_1}{2} + \frac{(N_2 - N_1)^2}{4 * \pi^2 * C}$$

Fuente: (Mott R. L., 2006) tabla 7.9 Mott pag.290

Se toma un valor de C que se encuentre entre el rango sugerido  $C = 40$

$$L = 2 * 40 + \frac{22 + 11}{2} + \frac{(22 - 11)^2}{4 * \pi^2 * 40} = 96.57 \text{ pasos}$$

$$L = 96.57 \text{ pasos} \approx 97 \text{ pasos}$$

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Recalculando la distancia entre centros de la longitud de la cadena:

$$C = \frac{1}{4} \left[ L - \frac{N_2 + N_1}{2} + \sqrt{\left[ L - \frac{N_2 + N_1}{2} \right]^2 - \frac{8(N_2 - N_1)^2}{4\pi^2}} \right]$$

$$C = \frac{1}{4} \left[ 97 - \frac{22 + 11}{2} + \sqrt{\left[ 97 - \frac{22 + 11}{2} \right]^2 - \frac{8(22 - 11)^2}{4\pi^2}} \right] = 39.93 \text{ pasos}$$

Por lo tanto, la longitud total de la cadena deberá ser mínimo de 39.93 *in* o 101.42 *cm*

#### Ángulo de contacto

El ángulo de contacto entre la Catarina conductora y la cadena tiene que ser mayor a 120°


$$\theta_1 = 180 - 2 * \text{sen}^{-1} \left( \frac{D_{p2} - D_{p1}}{2 * C} \right)$$

$$\theta_2 = 180 + 2 * \text{sen}^{-1} \left( \frac{D_{p2} - D_{p1}}{2 * C} \right)$$

$$\theta_1 = 180 - 2 * \text{sen}^{-1} \left( \frac{7.07 - 3.54}{2 * 39.93} \right) = 174.93 \text{ grados}$$

$$\theta_2 = 180 + 2 * \text{sen}^{-1} \left( \frac{7.07 - 3.54}{2 * 39.93} \right) = 185.07 \text{ grados}$$



	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

La temperatura de trabajo del sistema de transmisión es de 25 C°, utilizando la tabla 7.9 del libro de Mott el lubricante a utilizar sería un SAE 30.

Tabla 3. Tipo de lubricante a utilizar.

Temperatura ambiente		Lubricante recomendado
°F	°C	
20 a 40	-7 a 5	SAE 20
40 a 100	5 a 38	SAE 30
100 a 120	38 a 49	SAE 40
120 a 140	49 a 60	SAE 50

Fuente:Tabla 7-9 Lubricante recomendado para transmisión por cadenas (Mott R. , 2006).

Otras características de la cadena a utilizar se pueden apreciar en la tabla 18.

Tabla 18.


*Propiedades de la cadena*

Número	Paso	Diámetro Rodillo	Ancho Rodillo	Espesor Placa Lateral
80	1 in	0.626 in	0.625 in	0.125 in

Fuente: (Mott R. L., 2006) tabla 7.4 Mott

El torque real entregada por el motor será:

$$T = \frac{63000 * P}{n}$$

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Entonces el torque real transmitido a la banda, por el motor seleccionado de 1,1 KW o 1,4751 hp será:

$$T_1 = \frac{63000 * (1,4751 \text{ hp})}{29 \text{ rpm}} = 3204,58 \text{ lbf. in}$$


El torque transmitido por el sistema de transmisión por cadena a la banda transportadora es:

$$\frac{T_1}{r_1} = \frac{T_2}{r_2}$$

$$T_2 = \frac{(3204,58 \text{ lbf. in}) * (3,51 \text{ in})}{(1,77 \text{ in})} = 6354.8 \text{ lbf. in}$$

#### 4.6 Cálculo y diseño del Eje que desplaza los barriles

Para el diseño del eje, se tuvo en cuenta las fuerzas que actúan sobre este, como: la fuerza que hacen las bandas, las reacciones en las chumaceras y la fuerza ejercida por el sistema de transmisión por cadena.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

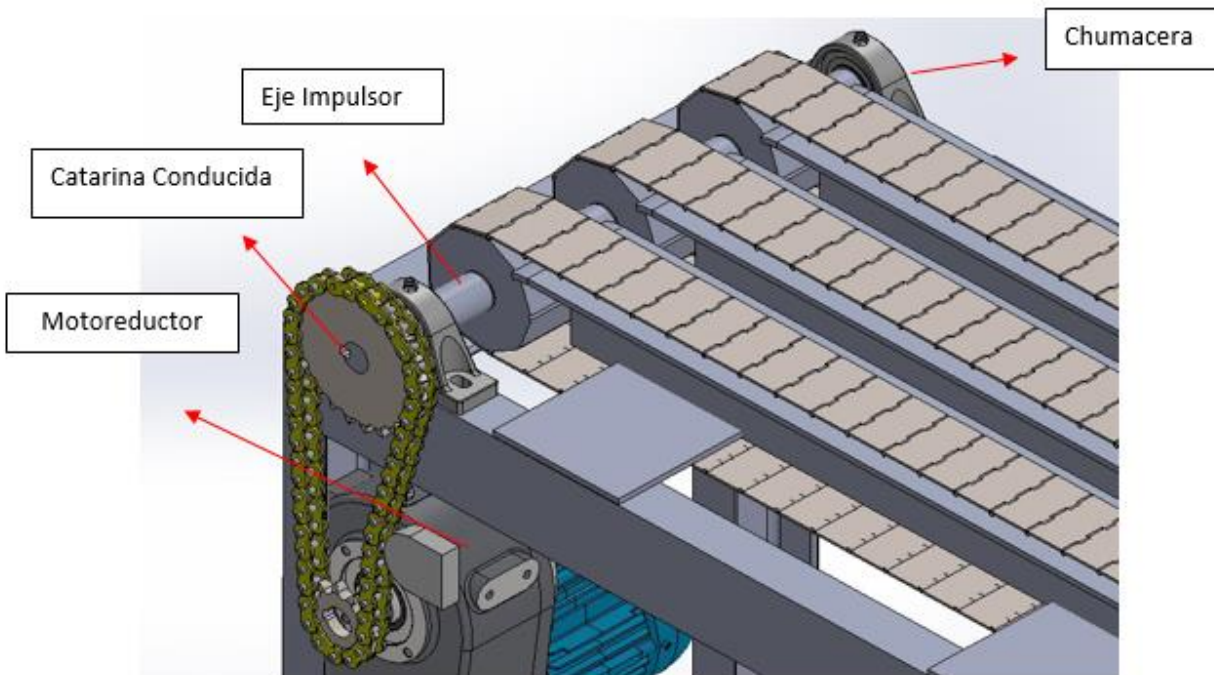



Figura 21. Eje Impulsor de la Banda Transportadora.  
Fuente: Propia.

### Diagrama de Cuerpo Libre

En el diagrama de cuerpo libre, se ubican todas las fuerzas que actúan sobre el eje, para luego plantear un sistema de ecuaciones donde el principal objetivo es calcular el valor de las variables desconocidas.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

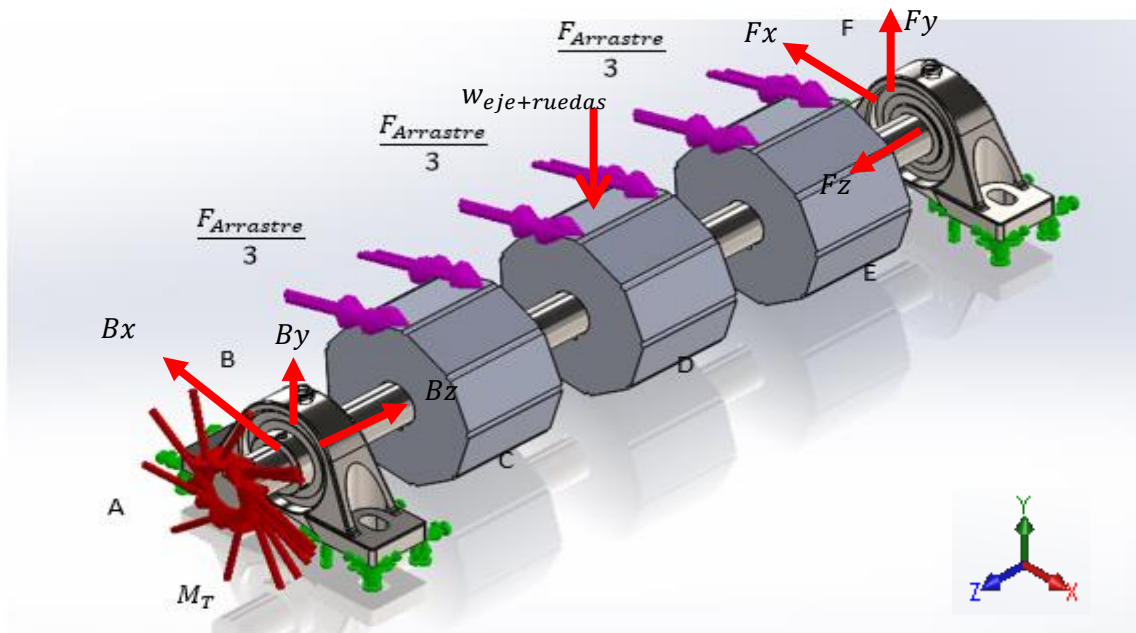


Figura 22. Diagrama de Fuerzas que Actúan sobre el Eje.  
 Fuente: Propia.

Se aplicaron las condiciones de equilibrio para cuerpos rígidos en tres dimensiones:

- Análisis las fuerzas que actúan en la dirección del eje X


$$\sum F_x = 0$$

$$\searrow (+) \sum F_x = R_{B_x} + R_{F_x} - 3F_{Arrastre} = 0$$

- Analizando las fuerzas que actúan en la dirección del Y

$$\sum F_y = 0$$

$$\uparrow (+) \sum F_y = R_{B_y} + R_{F_y} - F_{Cadena} = 0$$

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

- Analizando las fuerzas que actúan en la dirección del eje Z

$$\sum F_z = 0$$

$$\swarrow (+) \sum F_z = R_{B_z} - R_{F_z} = 0$$

- Momentos en el punto B en el plano XZ

$$\curvearrow (+) \sum M_B = M_C + M_D + M_E - M_F = 0$$

$$F_{Arrastre} = 1093.5 \text{ lb}$$

$$F_C = F_D = F_E = \frac{1093.5 \text{ lb}}{3} = 364.5 \text{ lb}$$

Ya que se analiza el eje cuando se encuentra sometido a flexión pura se toman las fuerzas que están contenidas en el plano xz y se calcula los momentos flectores y las fuerzas cortantes.

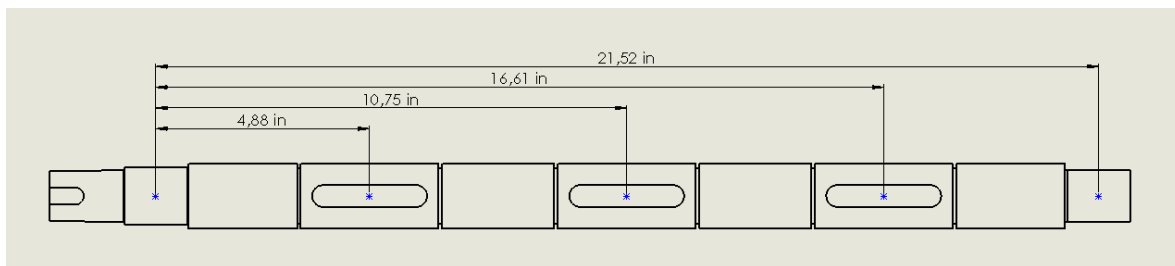



Figura 23. Diagrama de medidas del eje .

Fuente: Propia.

$$\curvearrow (+) \sum M_B = 4.88 \text{ in} * 364.5 \text{ lb} + 10.75 \text{ in} * 364.5 \text{ lb} + 16.61 \text{ in} * 364.5 \text{ lb} - 21.52 \text{ in} * R_x$$

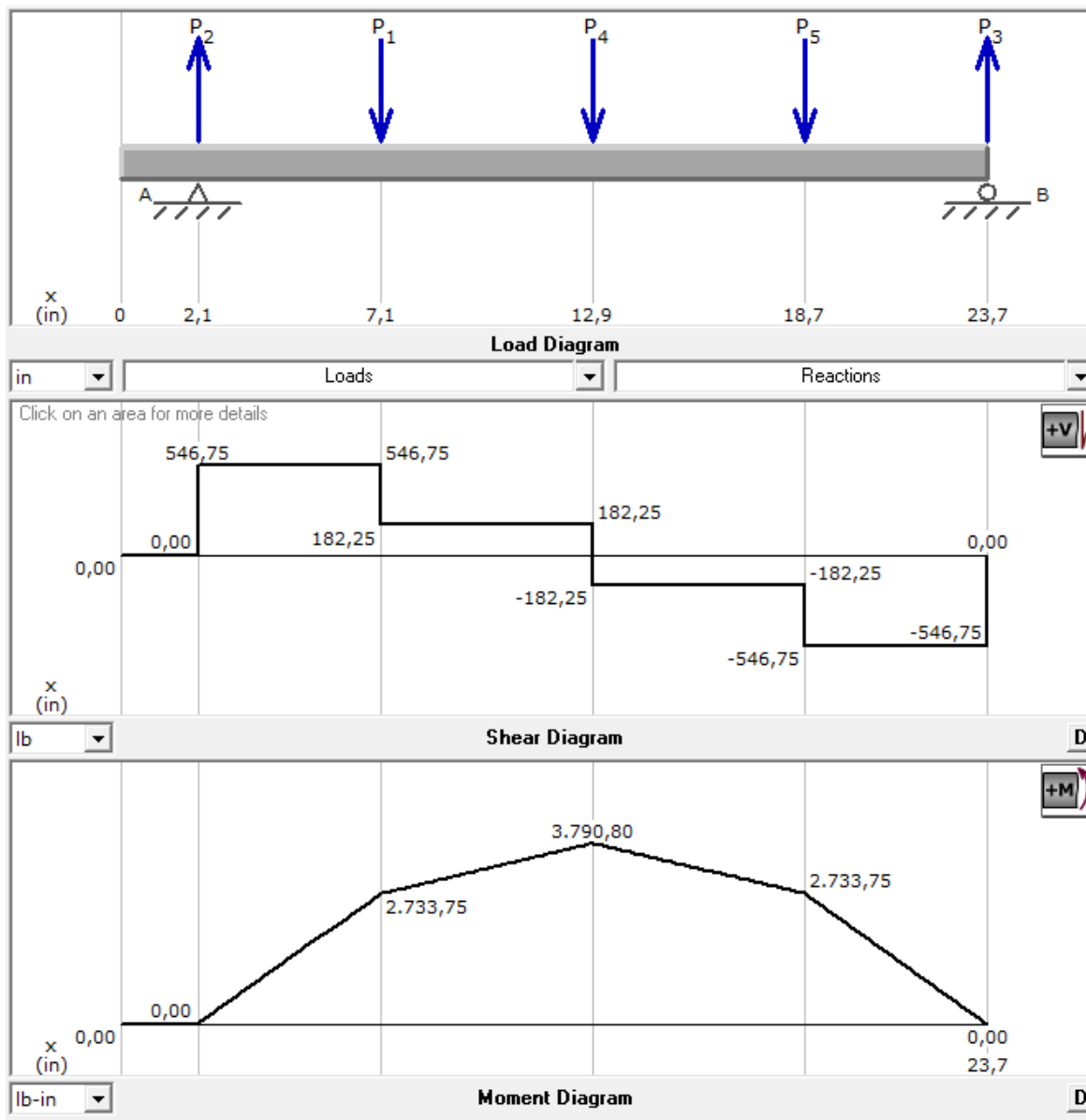
 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

$$\curvearrowright (+) \sum M_B = (4.88 \text{ in} + 10.75 \text{ in} + 16.61 \text{ in}) * 364.5 \text{ lb} - 21.52 \text{ in} * R_x$$

$$R_{F_x} = \frac{-(4.88 \text{ in} + 10.75 \text{ in} + 16.61 \text{ in}) * 364.5 \text{ lb}}{-21.52 \text{ in}} = 546.1 \text{ lb}$$

$$\searrow (+) \sum F_x = R_{B_x} + 546.1 \text{ lb} - 1093.5 \text{ lb} = 0$$

$$R_{B_x} = 547.4 \text{ lb}$$




	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Figura25. Diagrama de esfuerzo cortante y momento flector de las fuerzas plano XZ  
 Fuente. Propia de los autores.

- **Momento en el punto B en el plano YZ**

Teniendo en cuenta todas las fuerzas contenidas en el plano YZ, y sabiendo que la fuerza que ejerce la cadena en el eje es calculada con la expresión

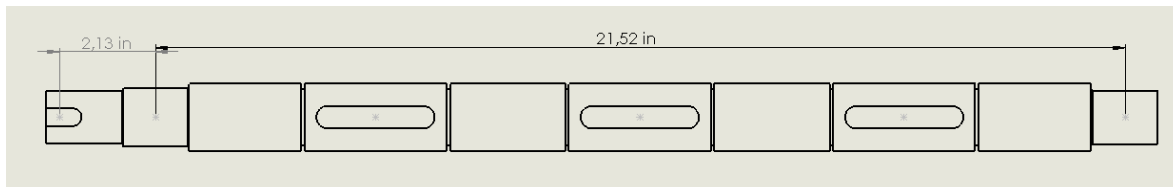
$$F_{cadena} = \frac{2T}{D}$$

$$F_{cadena} = \frac{2 * 6354.8 \text{ lb} * \text{in}}{7.03 \text{ in}} = 1807.9 \text{ lb}$$

$$\uparrow (+) \sum F_y = R_{By} + R_{Fy} - 1807.9 \text{ lb} = 0$$

- **Momentos en el punto B en el plano YZ**

$$\curvearrowright (+) \sum M_B = -M_A + M_F = 0$$



$$\curvearrowright (+) \sum M_B = -2.13 \text{ in} * 1807.9 \text{ lb} + 21.52 \text{ in} * R_{Fy} = 0$$

$$R_{Fy} = \frac{2.13 \text{ in} * 1807.9 \text{ lb}}{21.52 \text{ in}} = 178.9 \text{ lb}$$

$$R_{By} = 1807.9 \text{ lb} - 178.9 \text{ lb} = 1629 \text{ lb}$$

Ahora, desarrollando los diagramas de fuerza cortante y momento flector se tiene:

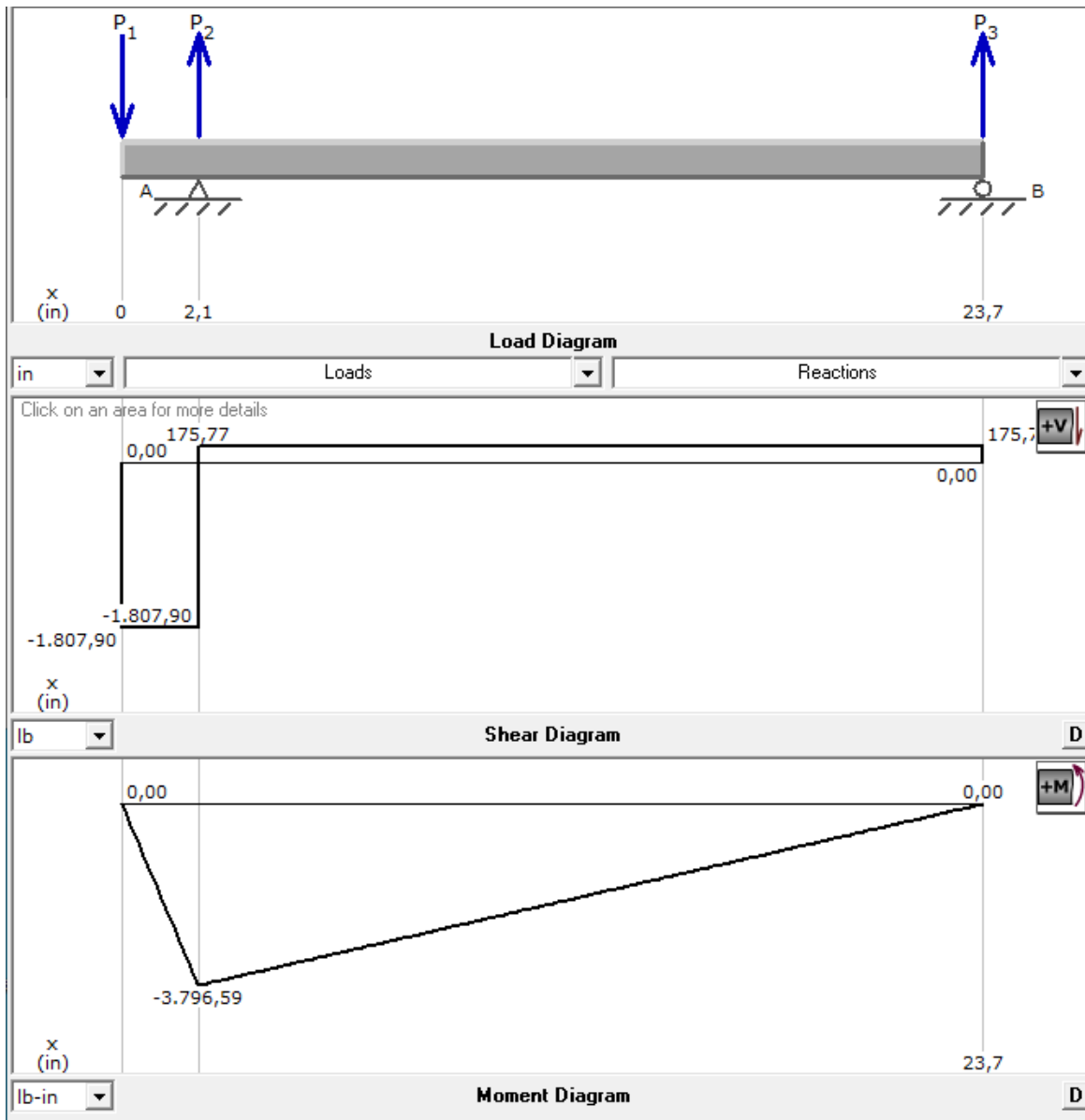



Figura 24. Diagramas de momento flector y cortante YZ.

Fuente: Propia.



	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

### Cálculo del eje

Estimando el tipo de material con el cual se elaborará el eje y conociendo los esfuerzos que en el intervienen se procede a calcular el diámetro del eje.

Para el acero AISI 1040 tenemos:

$S_u = 80 \text{ ksi}$  Apéndice 3 estirado en frío

$C_m = 1.00$  Factor de material

$S_n = 30 \text{ ksi}$  figura 5-8 del libro de Mott

$C_{st} = 1.00$  Factor de tipo de esfuerzo 1.00 para esfuerzo flexionante

$C_R = 0.81$  Factor de confiabilidad del 99%

$C_s = 0.86$  Tabla 5-9 factor por tamaño.

$S'_n = S_n C_m C_{st} C_r C_s$  Resistencia real a la fatiga

$$S'_n = 30 \text{ ksi} * 1.00 * 1.00 * 0.81 * 0.86 = 20.89 \text{ ksi}$$


### Calculo del diámetro menor del eje

Dados los esfuerzos que intervienen en el eje, y sabiendo que, sobre este, en el plano YZ solo hay torsión en el tramo que va desde la catarina hasta la chumacera de apoyo se procede a calcular el diámetro mínimo que se requiere.

$$D = \left[ \frac{32N}{\pi} \sqrt{\frac{3}{4} \left( \frac{T}{S_y} \right)^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$D = \left[ \frac{32 * 2}{\pi} \sqrt{\frac{3}{4} \left( \frac{6354.8 \text{ lbf} \cdot \text{in}}{71000 \text{ psi}} \right)^2} \right]^{\frac{1}{3}} = 1.11 \text{ in}$$

Del desarrollo de la expresión anterior se obtiene que el diámetro mínimo requerido para el eje es de 1.11 in

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

### Cálculo del diámetro del eje en la ubicación de los cojinetes

Para el desarrollo de este apartado se tiene que tener en cuenta los esfuerzos que hay entre la catarina del sistema de transmisión y la primera chumacera, para esto se requiere encontrar.

$$V_B = \sqrt{(V_{B_x}^2 + V_{B_y}^2)}$$

$$V_B = \sqrt{((546.7lb)^2 + (1807.9lb)^2)} = 1888.7lb$$

$$D = \sqrt{2,94 K_t * (V) * N/S'_n}$$

$$D = \sqrt{2,94 * 3 * (1888.7) * 2/20890}$$

$$D = 1.26 \text{ in}$$


### Calculo del eje en las ruedas que transportan los barriles

$$M_c = \sqrt{(M_{c_x}^2 + M_{c_y}^2)}$$

$$M_c = \sqrt{((3790 lb)^2 + (7600 lb)^2)} = 8492 lb$$

$$D = \left[ \frac{32 * 2}{\pi} \sqrt{\left(\frac{K_t M}{S'_n}\right)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{T}{S_y}\right)^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$D = \left[ \frac{32 * 2}{\pi} \sqrt{\left(\frac{3 * 8492.6}{20890}\right)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{2697.3}{71000}\right)^2} \right]^{\frac{1}{3}} = 2.9 \text{ in}$$

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

## Selección del cuñero

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


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

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

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

Tabla 16. Tamaño de la cuña en función del diámetro del eje.  
Fuente. Propia de los autores.

En la selección del cuñero se tomo en dato mas cercano al eje calculado y nos arrojo como informacion de selección que el tamaño nominal de la cuña es de  $\frac{5}{16}$  cuadrada.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

#### 4.6.1 Calculo de selección del sistema neumático para el desplazamiento de los barriles.

$$P = \frac{F}{A}$$

$$A = \frac{F}{P} = \frac{70kg * 9.81 \frac{m}{s^2}}{600000Pa} = \frac{686.7N}{600000 \frac{N}{m^2}} = 1.1445 * 10^{-3}m^2$$

$$A = \pi r^2$$

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{1.1445 * 10^{-3}m^2}{\pi}} = \sqrt{3.6410^{-4}m^2} = 0.02m = 40mm$$

Con el resultado de este calculo debemos seleccionar un embolo de **40 mm de diametro** para la selección de los cilindros neumaticos.

#### 4.7 Diagrama de proceso en la implementación de ácido peracético.

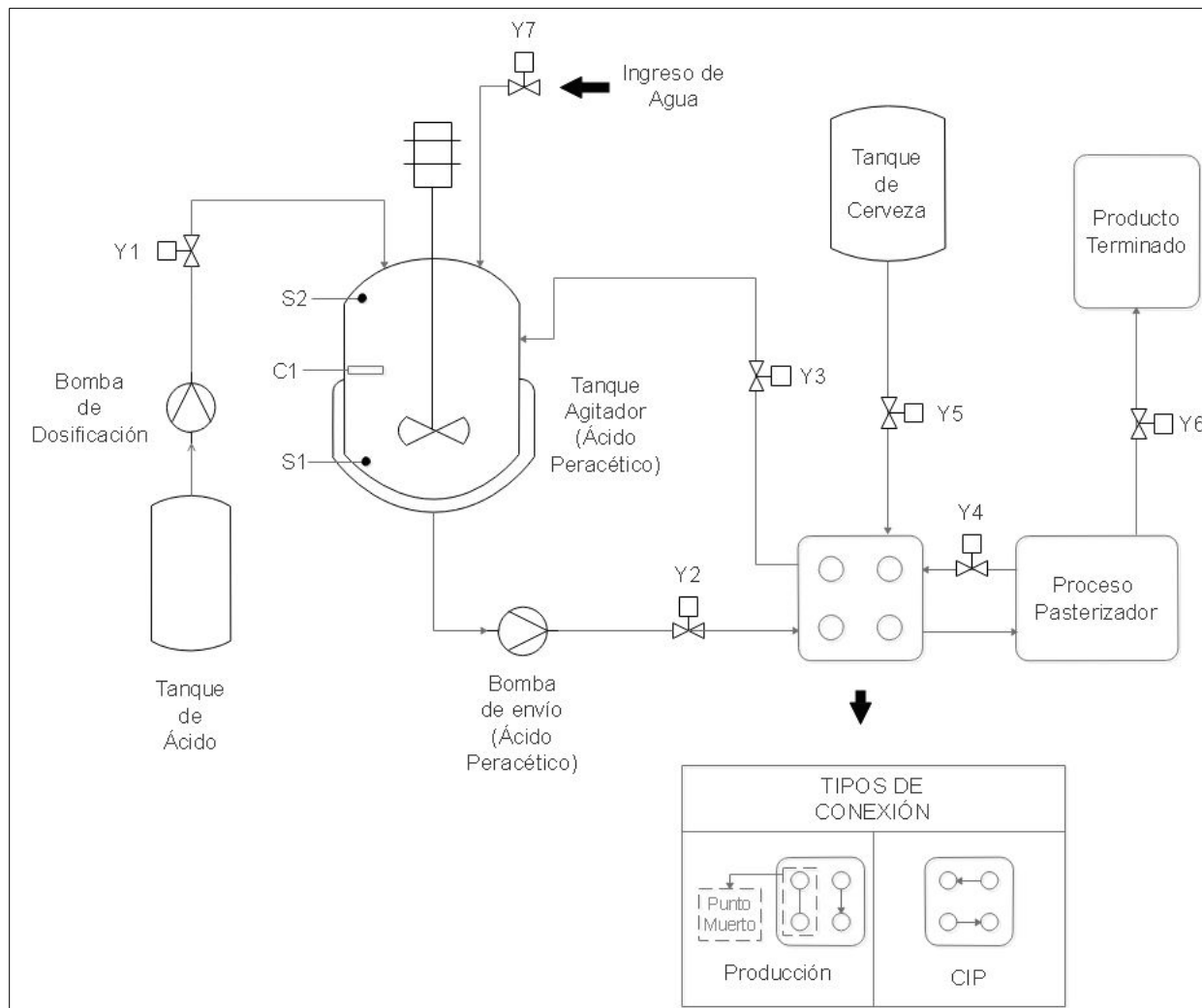



Figura 25. Nuevo proceso para la dosificación de ácido peracético.

Fuente: *autoría propia.*

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

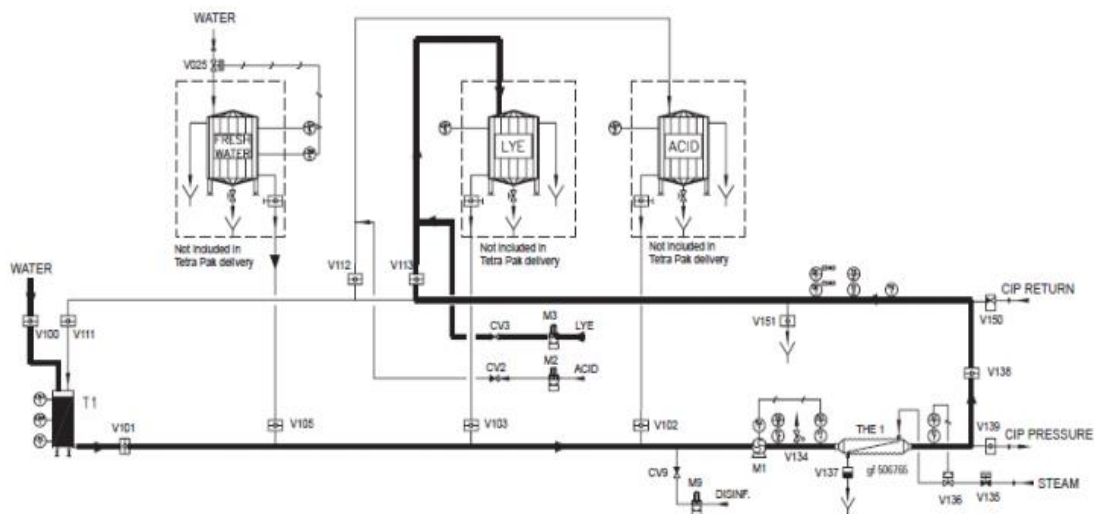


Figura 21. Plano esquemático del proceso de limpieza CIP

Fuente: Tomado del catálogo Comac Planta de barriles Cervunión.

## VERIFICACIÓN DE LA MEJORA A IMPLEMENTAR.

Luego de un exhaustivo análisis de la mejora que pretendemos implementar en nuestros dos sistemas podemos deducir un significativo ahorro económico para la empresa debido a ganancia de tiempo de producción por medio de la mejora en el sistema de transmisión como en el desplazamiento del barril en su etapa de llenado; y así también en el sistema de dosificación de peracético ya que en cada cambio de marca se va asegurar su limpieza al sistema y a su vez mejoraría el indicador de calidad al no tener reclamos de calidad del cliente externo.

Flujograma de la lógica de programación.

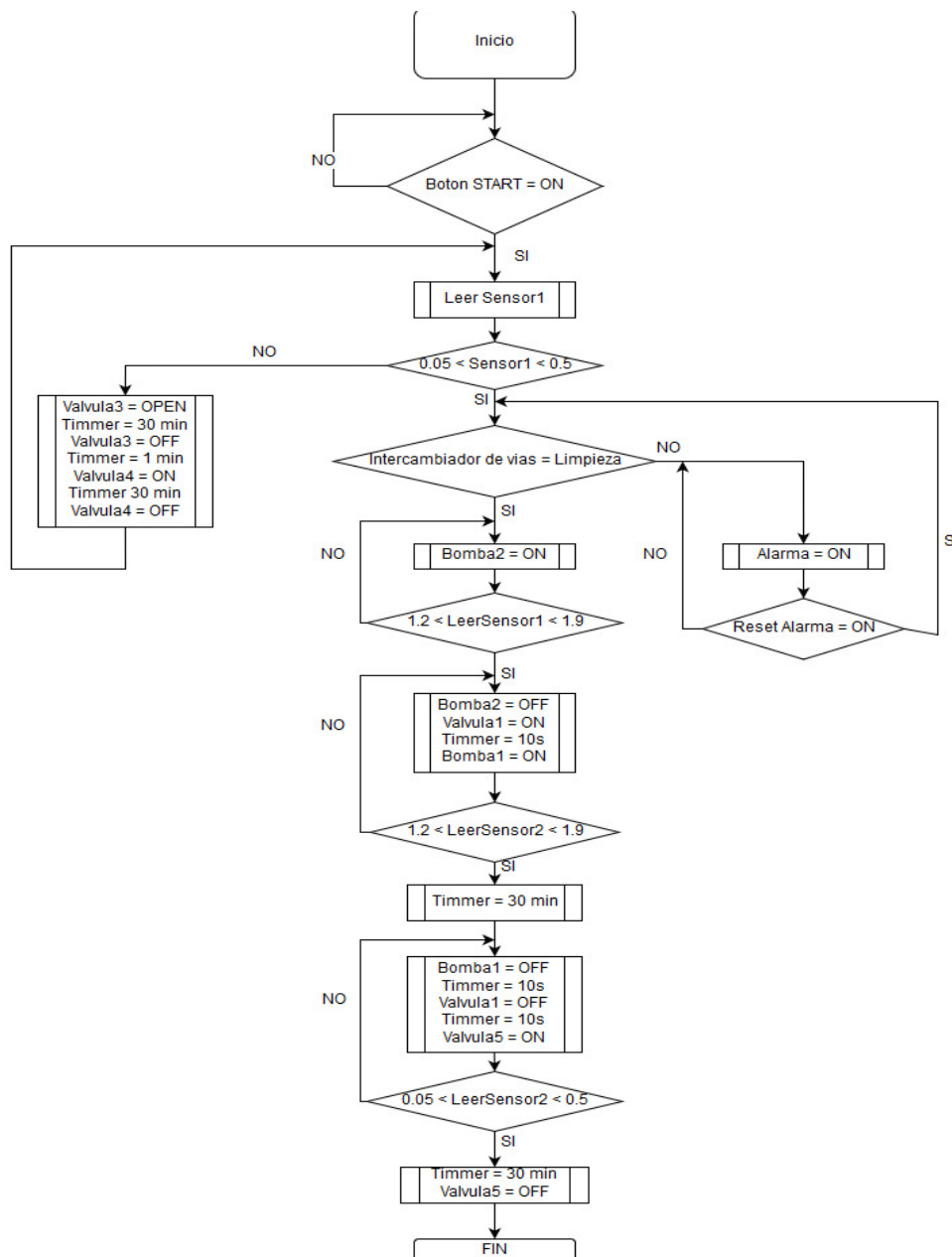



Figura 22. Flujograma de proceso para acido peracetico


Fuente:Propia de los autores

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

## 5. Conclusiones

- ✓ Teniendo un amplio conocimiento de los procesos intervenidos se logran evidenciar las deficiencias que estos tienen en el proceso y se logran intervenir permitiendo que la producción aumente en un 30%, esto queda en evidencia al pasar de una producción de 70 barriles de producto terminado a una producción de 96 barriles.
- ✓ Dada la importancia que tienen los sistemas de transporte de barriles, lavado y llenado de barriles, y de la criticidad que estos representan en el proceso del producto final se evidencia que las mejoras aquí planteadas representan un aumento significativo en la producción y mejora la calidad permitiendo que cada barril producido cumpla con las exigencias requeridas por la compañía.
- ✓ La mejora del proceso de lavado interno de barriles, representan una mejora significativa en el proceso ya que elimina los tiempos muertos entre cada cambio de barril esterilizado con ácido peracético, además de esto, garantiza que el tiempo de circulación del ácido disminuye de una (1) hora a 30 minutos.
- ✓ El uso de herramientas como las matrices de filtrado y ponderación fueron soporte para tomar mejores decisiones de una manera ágil y práctica, mostrando los pros y los contras de cada elemento que en ella interviene permitiendo tomar la mejor selección como fue el proceso de limpieza CIP a través de ácido peracético y la selección de un sistema de transmisión por cadena para el transporte de los barriles de cerveza, y así seleccionar los componentes electromecánicos propuestos.
- ✓ El conocimiento profundo adquirido durante la elaboración de este informe permitió encontrar otros puntos críticos que no fueron tema de estudio en este documento, ya que se desconocía de su existencia, pero que brindan otras posibilidades de mejorar el proceso productivo.




 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

## 5.1 Recomendaciones

Después de desarrollado el trabajo y verificado en sitio el proceso de la planta de llenado de barriles de cerveza, se recomienda que se sigan las normas de instalación en cada uno de los elementos, según las especificaciones de los fabricantes y teniendo en cuenta las normas de instalaciones eléctricas industriales. Con el rediseño del sistema de los equipos a intervenir se garantizará la mejor operación del sistema y que los equipos trabajen menos, de tal forma que mediante la implementación de estas acciones correctivas y de mejora, se logrará la estabilidad del proceso del sistema CIP y transporte, evitando así las pérdidas en su recorrido y el trabajo adicional de las máquinas. Reflejándose en un bajo consumo de energía, ahorro del recurso natural del fluido hídrico y en la salud ergonómica del operario de la planta ya que se evita lesiones por cargue y descargue de barriles.

## 5.2 Trabajos Futuros

Se plantea el montaje de sistemas mecánicos y de automatización, ya que las pérdidas se están ocasionando en el recorrido del fluido sistema CIP y transporte, lo que es generado por la falta de mantenimientos preventivos y de un control de su proceso, con la adecuación y puesta en marcha del proceso de dosificación de ácido peracético se puede mejorar notablemente la limpieza interna de las tuberías así se garantizaría cumplir con los estándares de la compañía.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

### Bibliografía

Bavaria S.A. (2017a). *Cervería Unión S.A.* Obtenido de sitioexternos.bavaria.co:

[http://www.sitioexternos.bavaria.co/11-2/cerveceria\\_union\\_an/](http://www.sitioexternos.bavaria.co/11-2/cerveceria_union_an/)

Bavaria S.A. (2017b). *Cultura Cervecera.* Obtenido de sitioexternos.bavaria.co:

<http://www.sitioexternos.bavaria.co/7-381/culturacerveceralc/>

Bavaria S.A. (2017c). *Proceso Cervezero.* Obtenido de bavaria.co: <http://www.bavaria.co/la->

[cerveza/proceso-cervezero](http://www.bavaria.co/la-)

Bernáldez Camiruaga, A., & Juárez Ortega, A. (julio de 2009). Reseña del Curso-taller:

“Elaboración de cerveza artesanal”. Reporte de trabajo. *Culinaria. Revista Virtual*

*Gastronómica*(5), 55-62. Obtenido de

[http://web.uaemex.mx/Culinaria/cinco\\_ne/art\\_04.pdf](http://web.uaemex.mx/Culinaria/cinco_ne/art_04.pdf)

Bonilla Rodríguez, J., & Cordero Loor, E. (2010). *Diseño y análisis de un sistema de*

*instrumentación y automatización industrial aplicado al proceso de pasteurización de*

*una planta de elaboración de cerveza.* Guayaquil, Ecuador: [Informe de Proyecto de

Graduación previo a la obtención del Título de Ingeniero en Electricidad Especialización


Electrónica y Automatización Industrial]. Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación. Obtenido de

[https://www.researchgate.net/publication/44960762\\_Diseño\\_y\\_analisis\\_de\\_un\\_sistem](https://www.researchgate.net/publication/44960762_Diseño_y_analisis_de_un_sistema_de_instrumentacion_y_automatizacion_industrial_aplicado_al_proceso_de_pasteurizacion_de_una_planta_de_elaboracion_de_cerveza)

[a\\_de\\_instrumentacion\\_y\\_automatizacion\\_industrial\\_aplicado\\_al\\_proceso\\_de\\_pasteuriz](https://www.researchgate.net/publication/44960762_Diseño_y_analisis_de_un_sistema_de_instrumentacion_y_automatizacion_industrial_aplicado_al_proceso_de_pasteurizacion_de_una_planta_de_elaboracion_de_cerveza)

[acion\\_de\\_una\\_planta\\_de\\_elaboracion\\_de\\_cerveza](https://www.researchgate.net/publication/44960762_Diseño_y_analisis_de_un_sistema_de_instrumentacion_y_automatizacion_industrial_aplicado_al_proceso_de_pasteurizacion_de_una_planta_de_elaboracion_de_cerveza)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Castrillón Agudelo, A. (2015). *Mejora del proceso Cleanning In Place (CIP) de la llenadora ocho (8) del área de envase de la empresa Cervecería Unión S.A.S.* Medellín: Archivo Digital de Cervecería Unión S.A.


Flowgasket. (s.f.). *Importancia de los empaques en un intercambiador de calor a placas.* Obtenido de flowgasket.com: <http://flowgasket.com/productos/importancia-de-los-empaques-en-un-intercambiador-de-calor-a-placas/>

Instituto Nacional de Tecnología Industrial [INTI]. (2014). *Pasteurizadores de leche. Principios básicos para su correcto diseño, uso y mantenimiento.* Buenos Aires, República Argentina: Ministerio de Industria. Presidencia de la Nación Argentina. Obtenido de [https://www.inti.gov.ar/lacteos/jiat2014/pdf/disertaciones/11\\_pasteurizadores\\_leche\\_presentacion\\_documento\\_inti\\_guillermo\\_rubino.pdf](https://www.inti.gov.ar/lacteos/jiat2014/pdf/disertaciones/11_pasteurizadores_leche_presentacion_documento_inti_guillermo_rubino.pdf)

Jaramillo, O. (2007). *Intercambiadores de Calor.* México D.F.: [Trabajo de Investigación]. Universidad Nacional Autónoma de México. Centro de Investigación en Energía. Obtenido de <http://www.cie.unam.mx/~ojs/pub/HeatExchanger/Intercambiadores.pdf>

Martínez Colín, R., & Carmona García, R. (2011). *Control de temperatura en el proceso de ultrapasteurización de la leche.* México D.F.: [Tesis para obtener el Título de Ingeniero en Control y Automatización]. Instituto Politécnico Nacional. Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

Montoya V., J. (1978). *Maquina Lavadora y Llenadora de Barriles BRT 2.* Medellín: Cervecería Unión S.A. Departamento de Capacitación.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Moreno Galindo, J. (2013). *Modelamiento y control de planta Pasteurizadora*. Bogotá D.C.:

[Informe final de Trabajo de grado]. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de

Ingeniería. Departamento Electrónica. Obtenido de

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/13607/MorenoGalindoJuanNicolas2013.pdf?sequence=1>

Mott, R. (2006). *Diseño de elementos de máquinas* (4 ed.). Madrid, España: Pearson

Educación.

Norton. R. *Diseño de maquinas* (3ª Edición), Mc Graw Hill.

Pérez Reyes, M., & Sosa Morales, M. (2013). Mecanismos de transferencia de calor que

ocurren en tratamientos térmicos de alimentos. *Temas Selectos de Ingeniería de*

*Alimentos*, 7(1), 37-47. Obtenido de [http://web.udlap.mx/tsia/files/2013/12/TSIA-71-](http://web.udlap.mx/tsia/files/2013/12/TSIA-71-Perez-Reyes-et-al-2013.pdf)

[Perez-Reyes-et-al-2013.pdf](http://web.udlap.mx/tsia/files/2013/12/TSIA-71-Perez-Reyes-et-al-2013.pdf)

SEITA S.A.S. (2017). *Detección de Fugas en Intercambiadores de Calor*. Obtenido de

[seita.com.co](http://seita.com.co): [http://seita.com.co/aplicaciones/industria-general/deteccion-de-fugas-](http://seita.com.co/aplicaciones/industria-general/deteccion-de-fugas-en-intercambiadores-de-calor/)

[en-intercambiadores-de-calor/](http://seita.com.co/aplicaciones/industria-general/deteccion-de-fugas-en-intercambiadores-de-calor/)


Silva, G., & Soto, E. (2014). *Intercambiadores de Calor*. Acarigua, Venezuela: [Trabajo de

Investigación]. Universidad Nacional Experimental De La Fuerza Armada. Núcleo

Portuguesa – Extensión Acarigua.

Suárez Moreno, D. (2003). *Guía de procesos para la elaboración de néctares, mermeladas,*

*uvas pasas y vinos (Serie Ciencia y Tecnología*. Bogotá D.C.: Convenio Andrés Bello.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Ulrich, K., & Eppinger, S. (2013). *Diseño y Desarrollo de productos*. México D.F.: McGraw Hill.

Interamericana Editores S.A.

Vacas Navarro, J. (2014). *Mantenimiento y seguridad de maquinaria y equipos de*

*tratamientos finales de conservación*. Antequera, España: IC Editorial.

Varona Figueredo, B., González Gutiérrez, R., Pérez Escolante, R., & Pérez Colas, M.


(septiembre-diciembre de 2007). Análisis del intercambiador de calor de placas

enfriador de mosto en la Cervecería "Tínima". *Revista Tecnología Química*, 27(3), 61-67.

Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/4455/445543754009.pdf>

Vicepresidencia de Manufactura. Dirección de Operaciones Industriales. Bavaria S.A. (2017).

*Proceso cervecero de Bavaria S.A.* Medellín: Bavaria S.A.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

## ANEXOS

### ANEXO 1: Planos Eléctricos

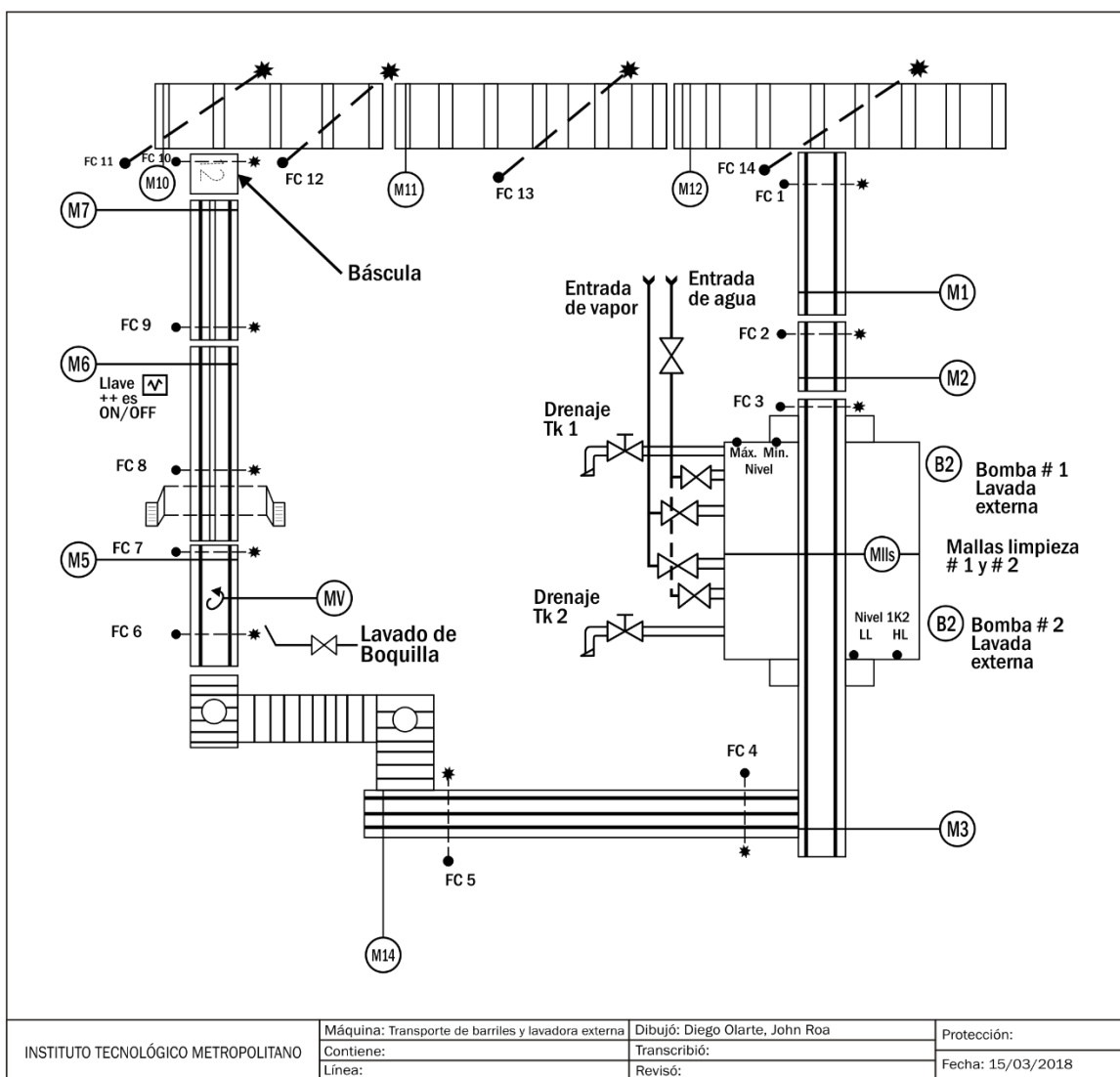



Figura 23. Plano completo de la transportadora de barriles y lavadora externa.

 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Fuente: autoría propia.

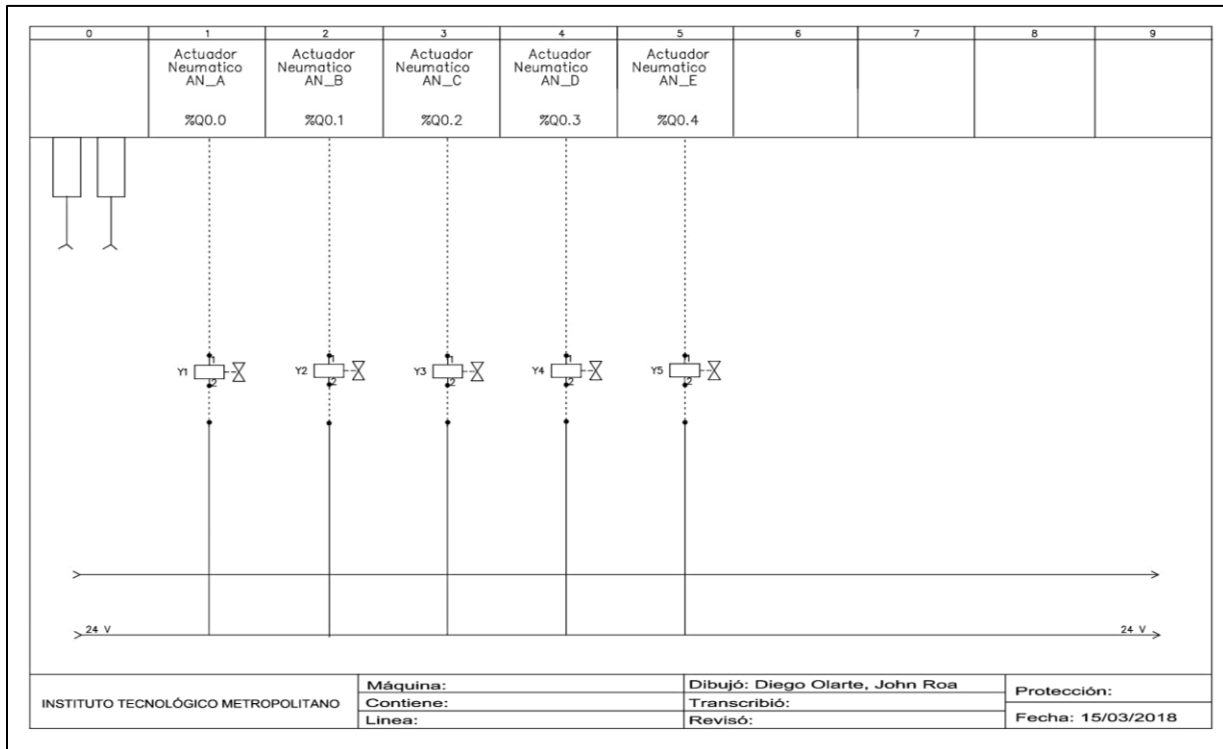


Figura 24. Válvulas electro neumáticas de los actuadores.

Fuente: autoría propia.

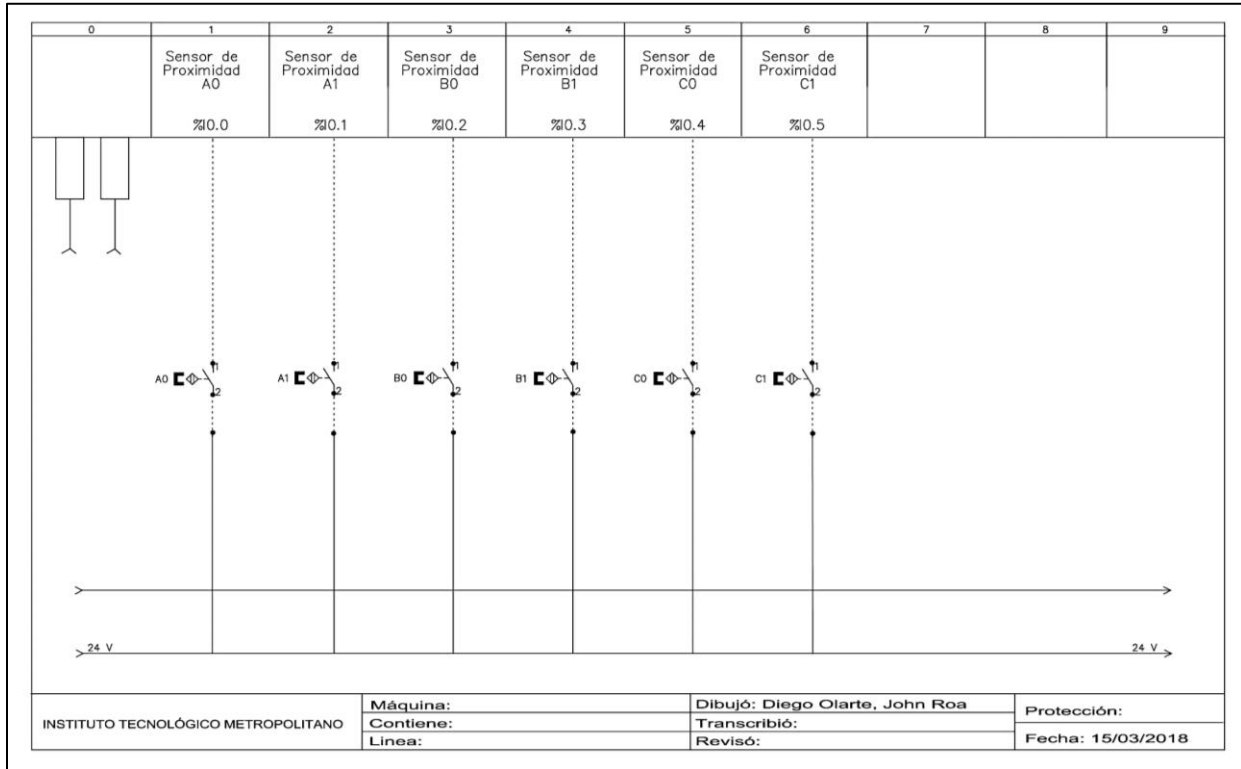



Figura 25. Plano sensores para el control de los actuadores neumáticos (01).

Fuente: autoría propia.



 <b>Institución Universitaria</b>	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

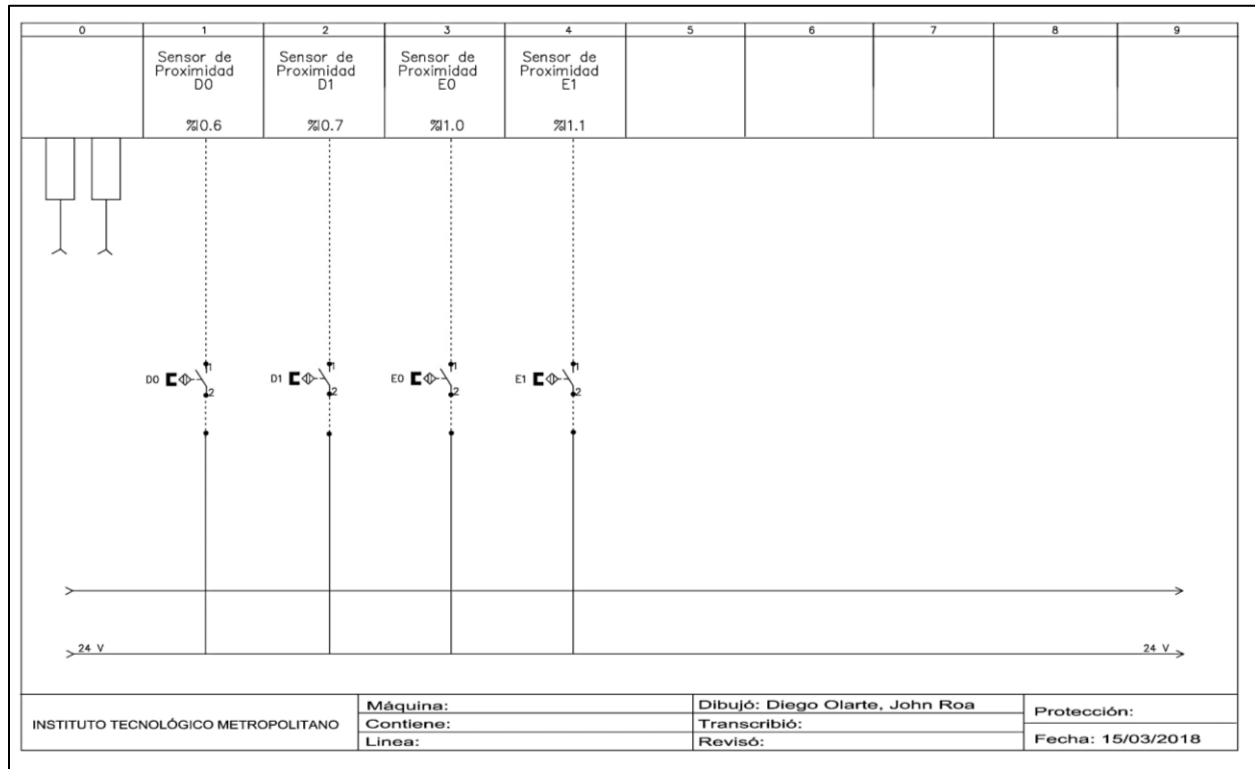



Figura 26. Plano sensores de proximidad actuadores neumáticos (02).

Fuente: autoría propia.

 <b>Institución Universitaria</b>	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

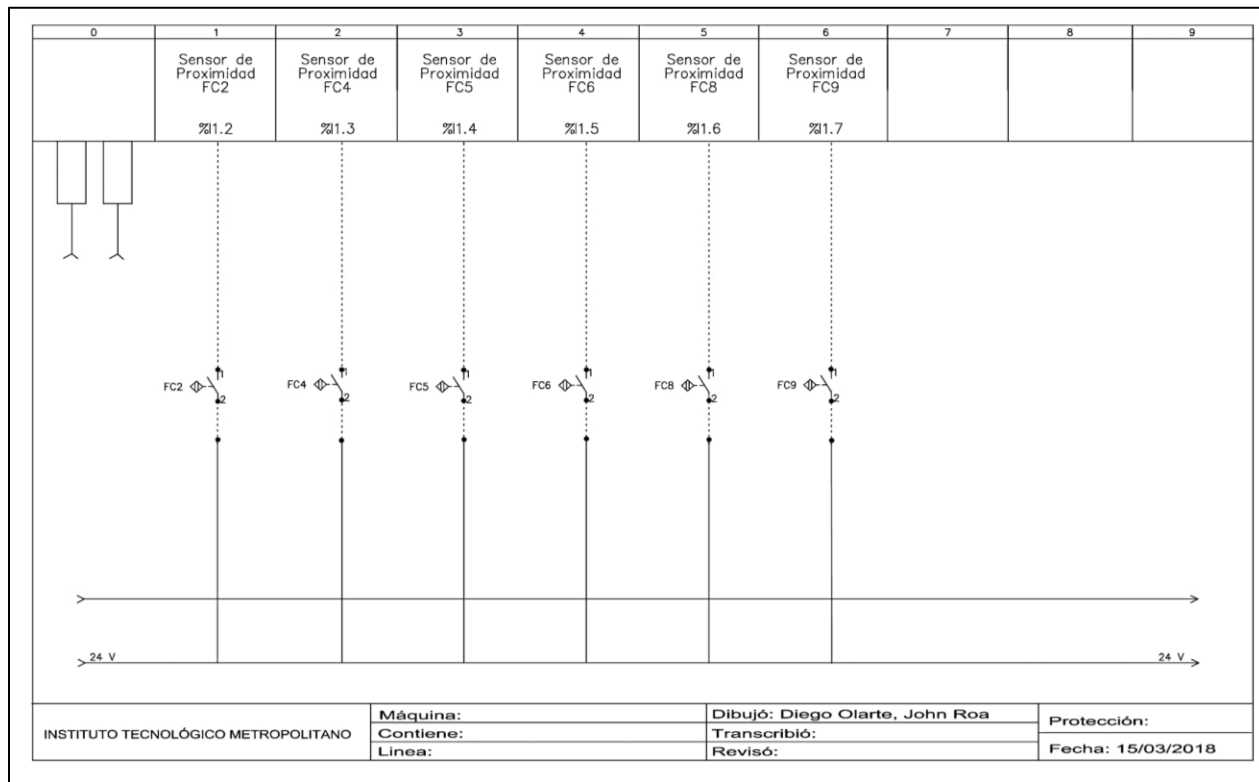



Figura 27. Plano sensores de proximidad (continuación).

Fuente: autoría propia.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

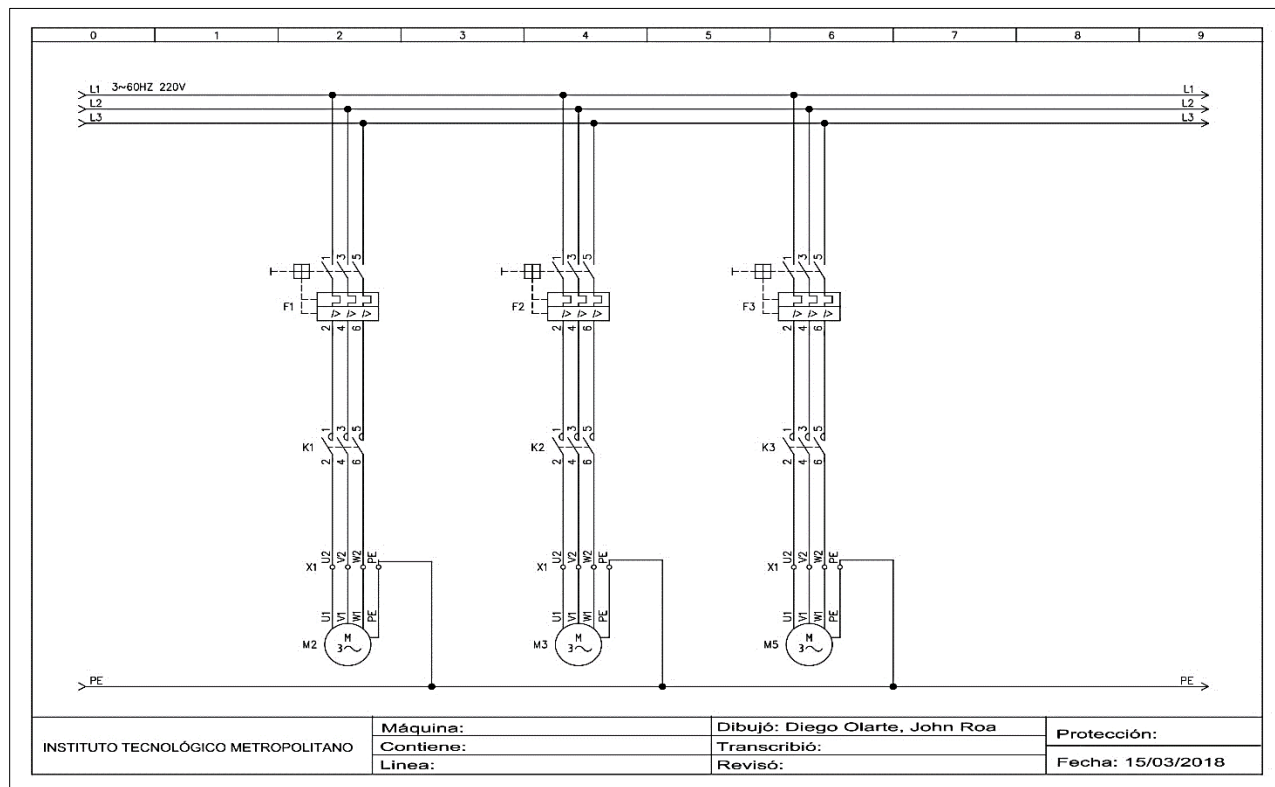



Figura 28. Planos motores trifásicos del transporte de barriles (01).

Fuente: autoría propia.

 <b>Institución Universitaria</b>	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

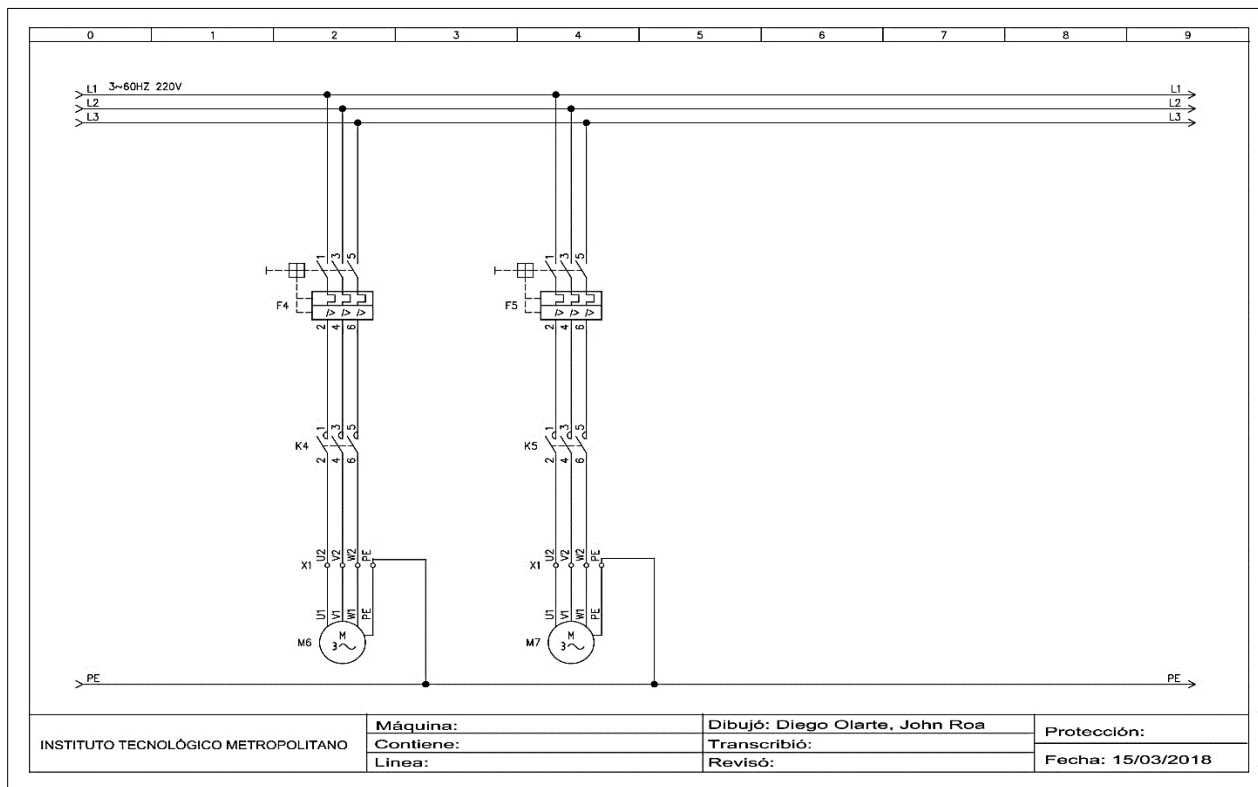



Figura 29. Planos motores trifásicos del transporte de barriles (01).

Fuente: autoría propia.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

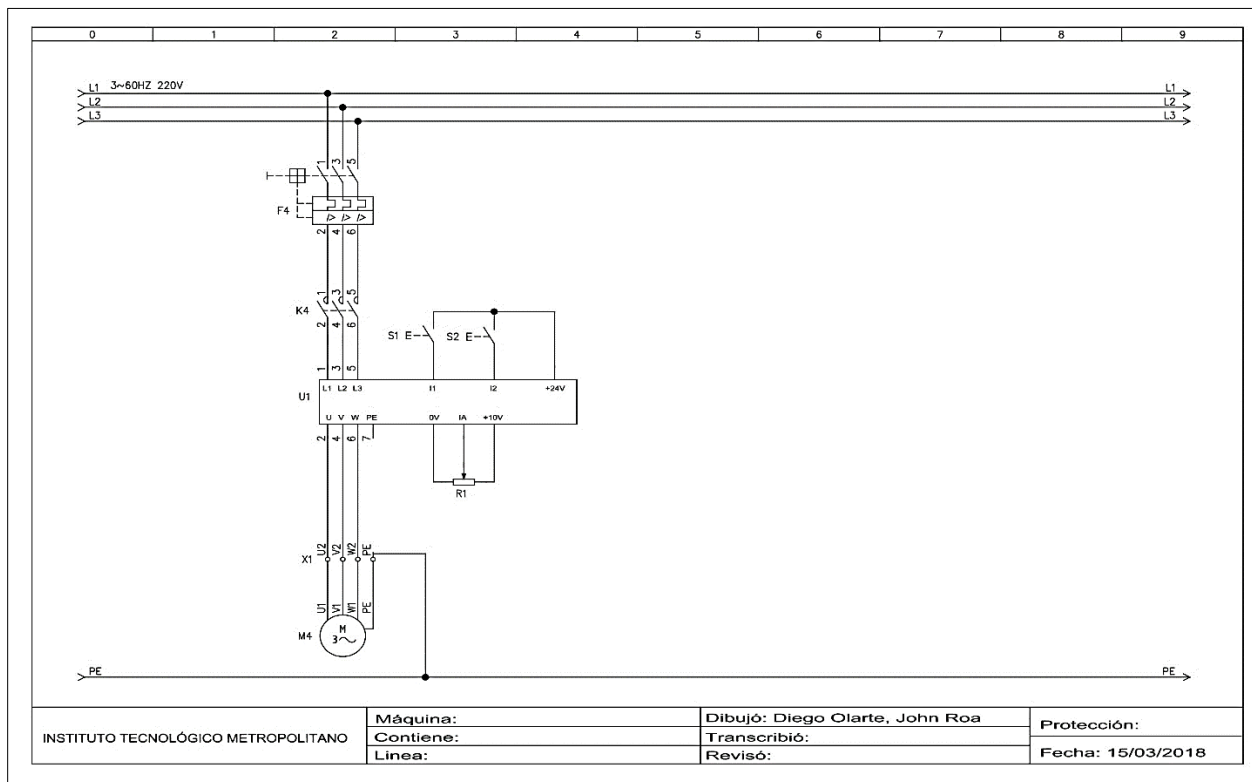


Figura 30. Plano motor trifásico con variador de velocidad.

Fuente: autoría propia.

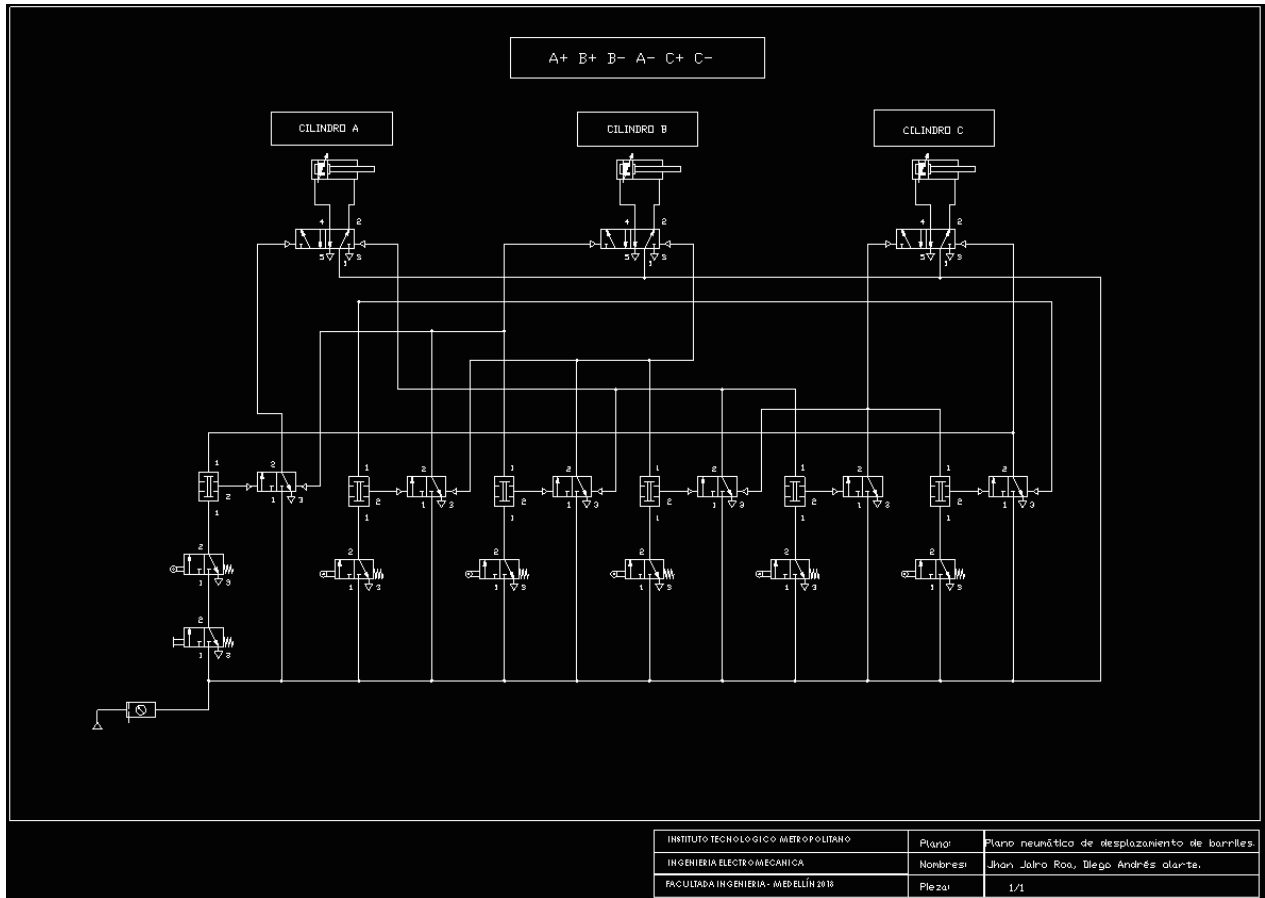



Figura 31. Plano Neumático de desplazamiento de barriles.

Fuente: autoría propia.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

## ANEXO 2: Planos Mecánicos

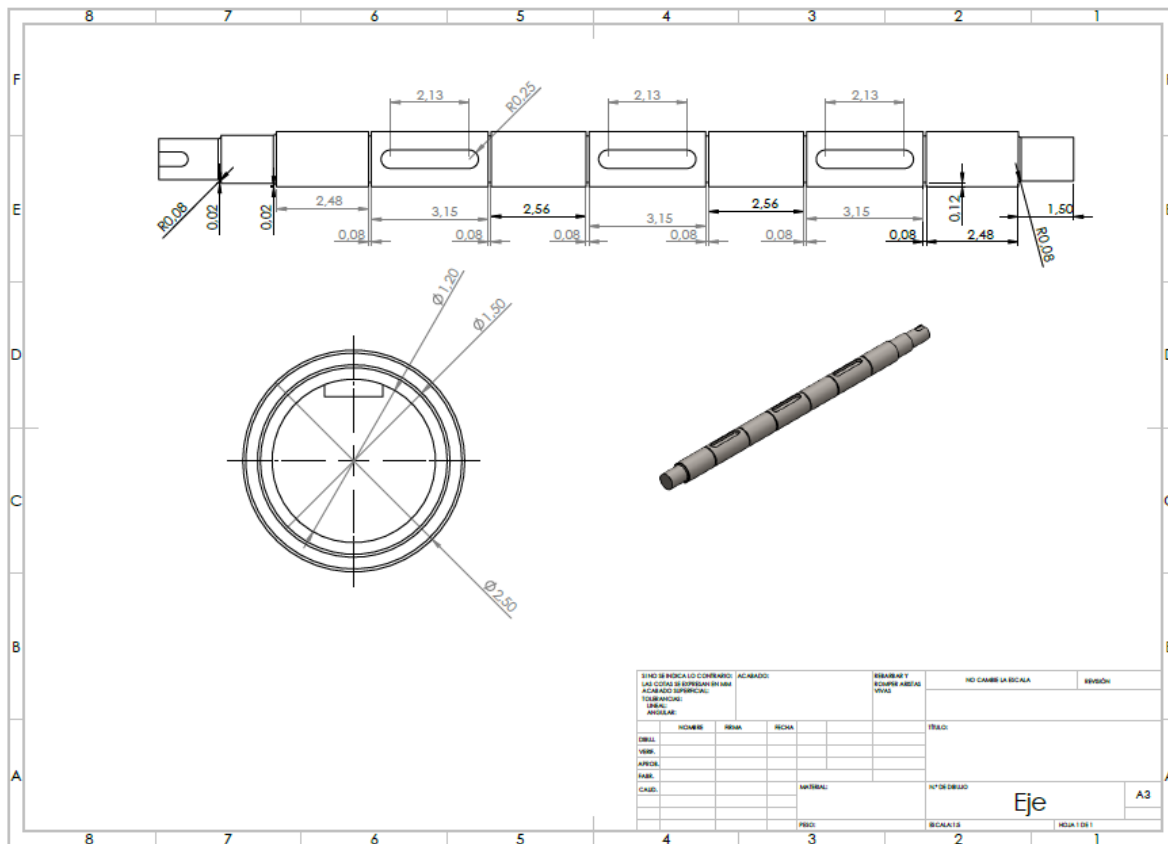



Figura 32. Eje 1040 Estirado en frio de la transportadora de barriles.

Fuente: autoría propia.





 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

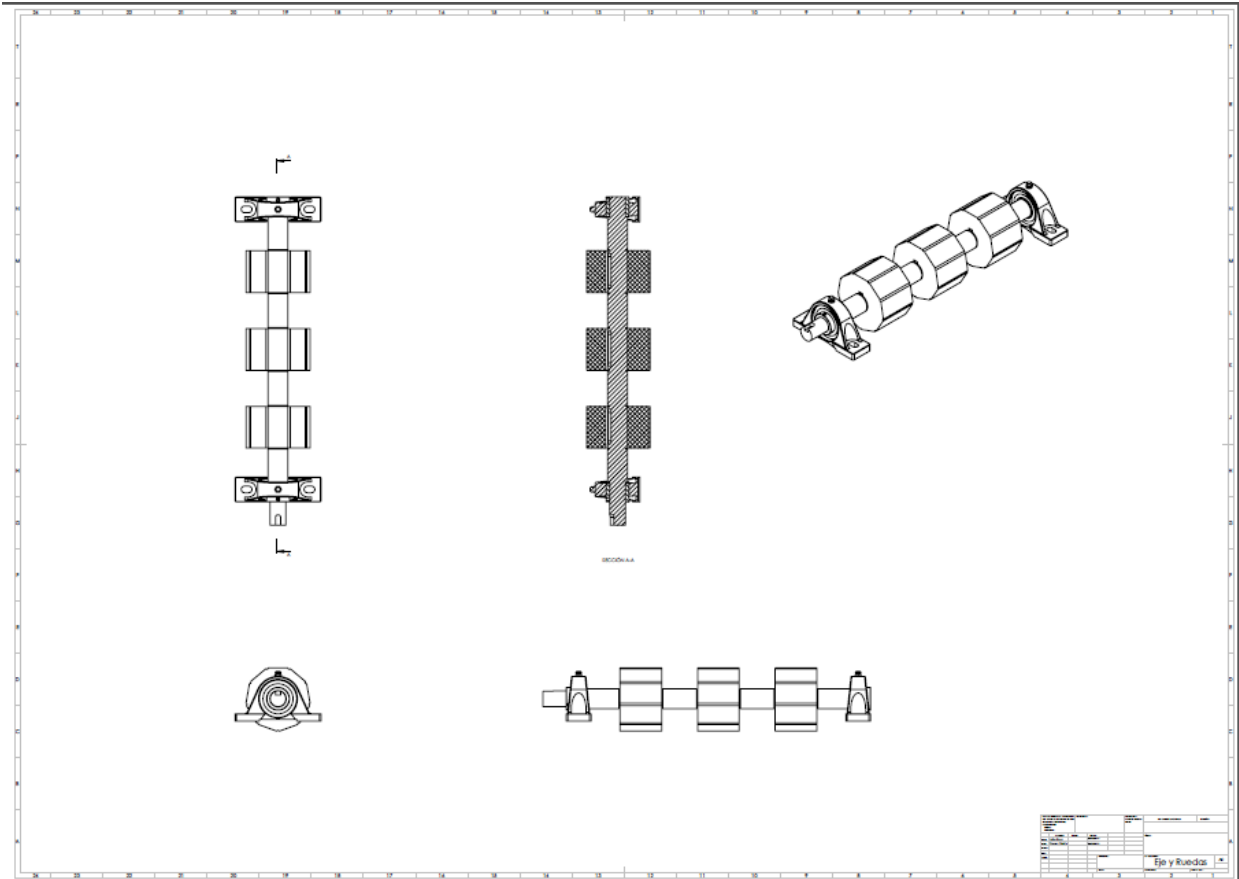


Figura 34. Eje completo con sus cojinetes

Fuente: autoría propia.

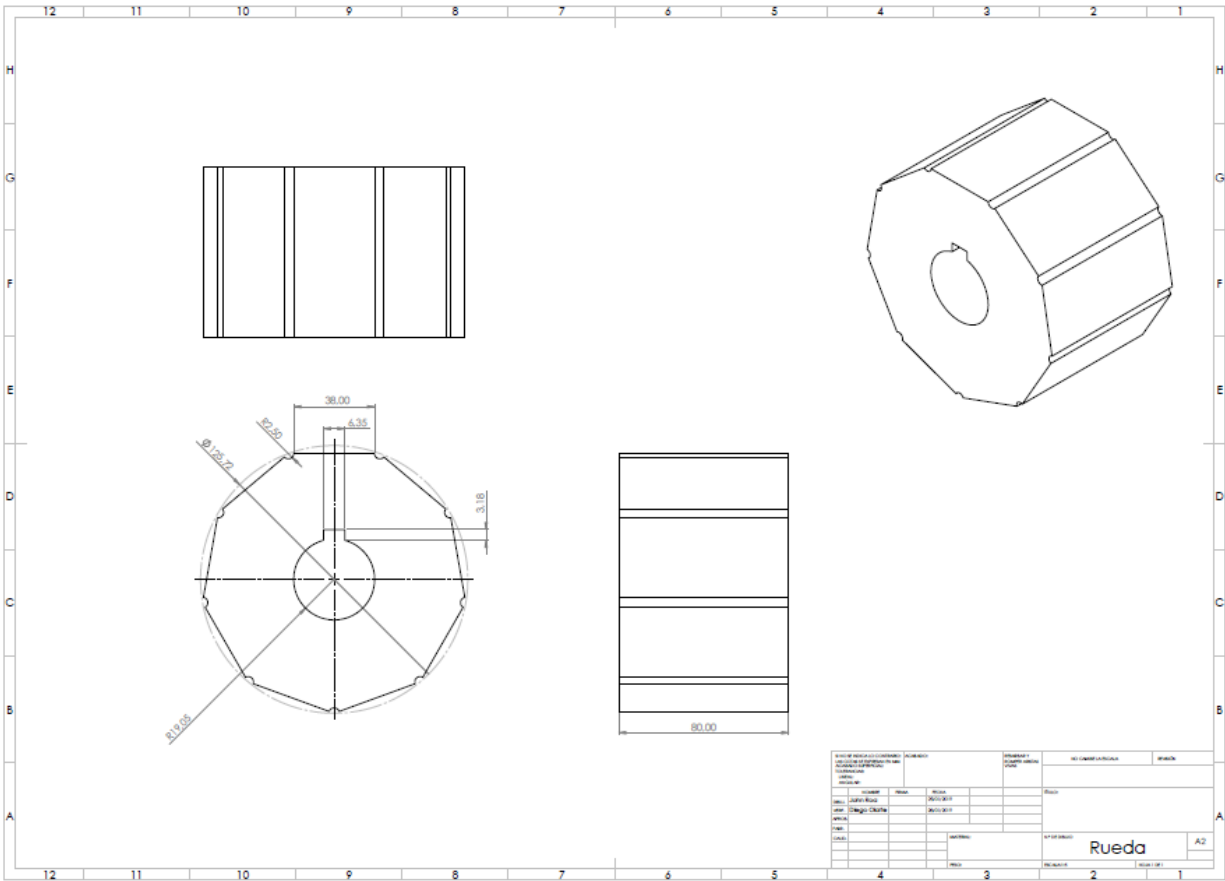



Figura 35. Rueda dentada de transmisión de las bandas.

Fuente: autoría propia.



 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

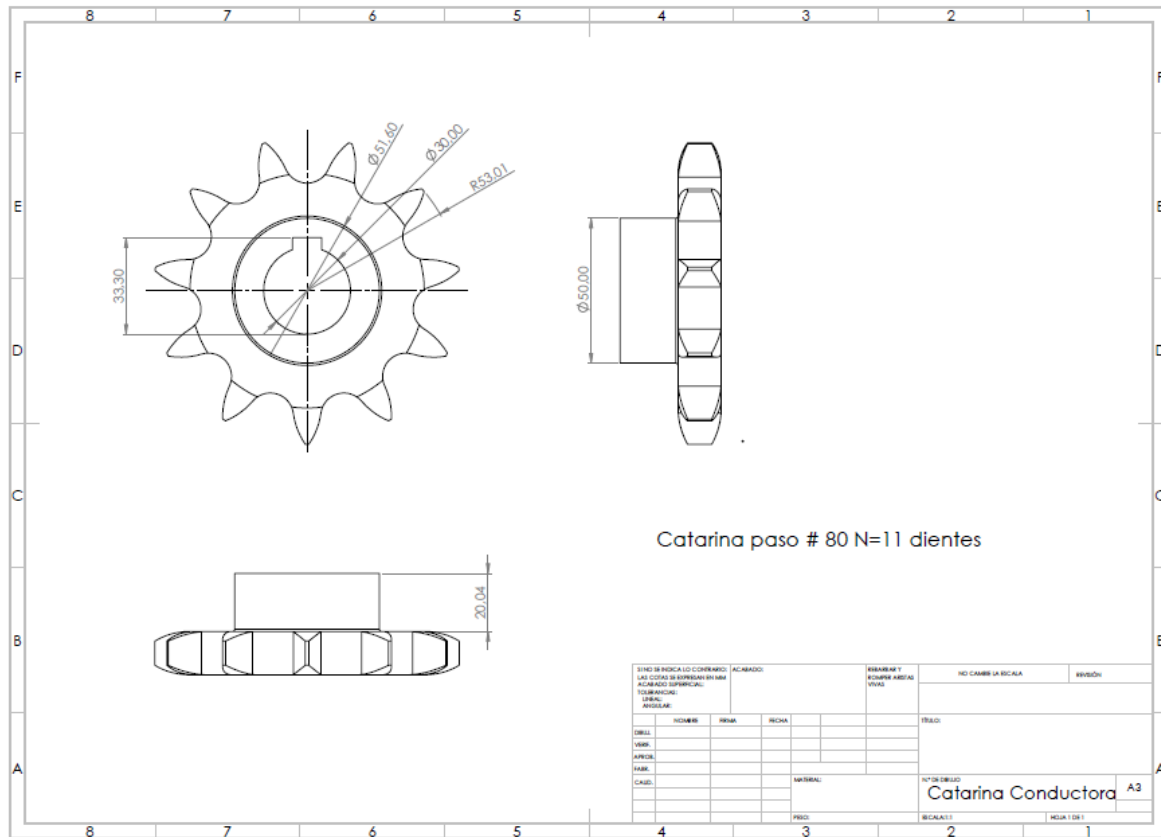



Figura 37. Piñón conductor.

Fuente: autoría propia.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

### Anexo 3: Cotizaciones

**Tabla 12.**

*Cotización relacionada con la planta de llenado de barriles.*

Medellín, Medellín, Colombia cc 71220070 Teléfono: 2350288                      Fax: 3113541771 Mail: cristinfer34@hotmail.com    favor consignar cuenta de ahorros bancolombia 01608233306					
Cliente : Jose Salinas Domicilio : Calle 36 #5869 Bello NIF/CIF : 72653993 Teléfono : 3137031026			Comentarios :		
Artículo	Uds	Precio Un.	Subtotal	IVA	TOTAL
Eje 1: Polea conductora, D: 0.47 in	1	\$140.000		\$26.600	\$140.000
Eje 2: Caja reductora, D: 0.48 in	1	\$180.000		\$34.200	\$180.000
Eje 3: Caja reductora, D: 0.73 in	1	\$180.000		\$34.200	\$180.000
Eje 4: Salida caja - Catarina, D: 0.92 in	1	\$160.000		\$30.400	\$160.000
Eje 5: Catarina conductora, D: 0.98 in	1	\$140.000		\$26.600	\$140.000
Material de fabricación: Acero AISI 1040					
			Subtotal	\$151.200	\$800.000
				Base Imponible	
				IVA	

*Fuente:* tomada de la información suministrada por el proveedor a través de esta cotización

relacionada a la transmisión "Yazaki"








	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Tabla 13.

Cotización relacionada con el sistema CIP.

		PLANTA DE LLENADO DE BARRILES CERVECERIA UNION.				
ITEM	IMAGEN	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
1,1		Bomba de presion Descripción: Potencia: 1/2 HP Voltaje: 120vca - 60hz, Flujo máximo: 35l/min, Altura máxima: 28m Profundidad máxima: 8m, Salida de 1" ntp	un	1	\$ 350.000	\$ 350.000
1,2		Bomba dosificadora de soda	un	1	\$ 422.555	\$ 422.555
1,3		Bomba dosificadora de acido	un	1	\$ 398.000	\$ 398.000
1,4		CLC38 sensor de nivel:Datos Técnicos: Cubierta de Nylon6+ 30% de fibra de vidrio. Varillas de acero inoxidable AISI 316L Cuenta con grado de protección IP65. Fuentes de alimentación previstas: 110/220V a.c 50/60 Hz or 24/48V a.c 50/60 Hz. Capacidad del contacto de uso: 5 A at 250 V AC. Temperatura de operación: de -5 to +70°C. Temperatura máxima 90°C. Máxima presión de operación: 8 bar. Conductividad mínima del líquido: 37uS	un	1	\$ 1.679.000	\$ 1.679.000
		Conductivimetro (conductivity trasmitter TE67K (TE91K024-EN1))	un	1	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000
			un			\$ -
<b>COSTO DIRECTO TOTAL</b>						<b>\$ 5.349.555</b>
				12%		\$ 641.947
				1%		\$ 53.496
				5%		\$ 267.478
				19%		\$ 50.821
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 6.363.296</b>

Fuente: tomada de la información suministrada por la empresa "Automatech" con esta cotización.










	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Tabla 14.

Cotización relacionada con el sistema de ácido peracético

PLANTA DE LLENADO DE BARRILES CERVECERIA UNION. 						
ITEM	IMAGEN	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
1,1		Bomba de presión Descripción: Potencia: 1/2 HP Voltaje: 120vca - 60hz, Flujo máximo: 35l/min, Altura máxima: 28m Profundidad máxima: 8m, Salida de 1" ntp	un	1	\$ 300.000	\$ 300.000
1,2		Bomba dosificadora de soda	un	1	\$ 600.000	\$ 600.000
1,3		Bomba dosificadora de ácido	un	1	\$ 340.500	\$ 340.500
1,4		CLC38 sensor de nivel:Datos Técnicos: Cubierta de Nylon6+ 30% de fibra de vidrio. Varillas de acero inoxidable AISI 316L Cuenta con grado de protección IP65. Fuentes de alimentación previstas: 110/220V a.c 50/60 Hz or 24/48V a.c 50/60 Hz. Capacidad del contacto de uso: 5 A at 250 V AC. Temperatura de operación: de -5 to +70°C. Temperatura máxima 90°C. Máxima presión de operación: 8 bar. Conductividad mínima del líquido: 37uS	un	1	\$ 1.999.000	\$ 1.999.000
		Conductivimetro (conductivity trasmitter TE67K (TE91K024-EN1))	un	1	\$ 3.600.000	\$ 3.600.000
		Piñon paso 1/2 Ref. 40-2B15 - teflon	un	3	\$ 240.000	\$ 720.000
		cinta transportadora inoxidable	mts	27	\$ 158.000	\$ 4.266.000
<b>COSTO DIRECTO TOTAL</b>						<b>\$ 11.825.500</b>
		<b>ADMINISTRACIÓN</b>		12%		\$ 1.419.060
		<b>IMPREVISTOS</b>		1%		\$ 118.255
		<b>UTILIDAD</b>		5%		\$ 591.275
		<b>IVA DEL 19% SOBRE UTILIDAD</b>		19%		\$ 112.342
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 14.066.432</b>

Fuente: tomada de la información suministrada por la empresa "Intermec".


 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Tabla 15.

Cotización relacionada con la transmisión del sistema transportador



Medellín, abril 9 de 2018

SEÑORES  
GRUPO E 5  
ATN. JOHN JAIRO ROA  
COTIZACION No 0489

ITEM	CANT	DESCRIPCION	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	3.05	Mts cadena 60-1 KANA	34.000	103.700
2	1	Piñón INTERMEC 60B-14	42.000	42.000
3	1	Piñón INTERMEC 60B-25	70.000	79.000
4				
5				

Validez oferta: 15 días  
Impuestos: 19% IVA, no incluido  
Forma de Pago: A convenir  
Tiempo de entrega: Inmediato


Atentamente,

**LEONEL TORO RODAS**  
Asesor Industrial

---

Cra 43B # 34Sur-32, PBX:444 35 34- 3324358  
Envigado - Antioquia  
E-mail: [tecnomedellin@tme.net.co](mailto:tecnomedellin@tme.net.co)









 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


Fuente: Tomada de la información suministrada por la empresa "Tecno transmisiones"

Tabla 16.

Cotización relacionada con el sistema neumatico

PLANTA DE LLENADO DE BARRILES CERVECERIA UNION. 						
ITEM	IMAGEN	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
1.1		Cilindro 32x400 doble efecto Mindman Modelo 960CILD032400	un	3	\$ 204,551	\$ 613,653
1.2		Válvula 1/4 5 vías monoestable Mindman Modelo 960MVAA2204A1	un	3	\$ 62,067	\$ 186,201
1.3		Válvula 1/4 3 vías en conector rotativo neumático Modelo 960B2T2B08032	un	6	\$ 89,364	\$ 536,184
1.4		Pulsador emergencia 1/8 3 vías neumático Mindman Modelo 960MVMC2106A3EB22	un	1	\$ 90,927	\$ 90,927
1.5		Tubo neumático 8x6 azul Tubo neumático 8x6 azul Modelo 96070Tx1AZU0806	un	1	\$ 2,992	\$ 2,992
<b>COSTO DIRECTO TOTAL</b>						<b>\$ 1,229,957</b>
ADMINISTRACIÓN				12%		\$ 147,595
IMPREVISTOS				1%		\$ 12,300
UTILIDAD				5%		\$ 61,498
IVA DEL 9% SOBRE UTILIDAD				19%		\$ 110,685
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 1,562,034</b>

Fuente: Tomada por la información suministrada por "Adajusta"

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

<b>COTIZACION EJE .</b>					
ITEM	IMAGEN	DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
1,1		varillas de 1´1/2 por 600mm	1	\$ 56.789	\$ 56.789

<b>COSTO DIRECTO TOTAL</b>	<b>\$ 56.789</b>
----------------------------	------------------

ADMINISTRACIÓN	12%	\$	6.815
IMPREVISTOS	1%	\$	568
UTILIDAD	5%	\$	2.839
IVA DEL 19% SOBRE UTILIDAD	19%	\$	539

<b>TOTAL</b>	<b>\$ 67.551</b>
--------------	------------------

*Fuente: Cotizacion del eje*













 Institución Universitaria	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Tabla 17.

Cotizaciones con respeto al sistema de transmisión por cadena.

 <b>COTIZACION SISTEMA DE TRANSMISION.</b>					
ITEM	IMAGEN	DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
1,1		KANA Piñones con Dientes Endurecidos para Cadena de Transmisión: Sencillos y Dobles #11	1	\$ 65.777	\$ 65.777
1,2		KANA Piñones con Dientes Endurecidos para Cadena de Transmisión: Sencillos y Dobles #22	1	\$ 64.999	\$ 64.999
1,3		Motor Eléctrico 1.5 Hp 1.1kw 220/440vac	1	\$ 245.000	\$ 245.000
1,4		Timken Drives LLC Cadenas de Rodillo de Transmisión, Acero al Carbon Endurecido: Sencillo y Doble Paso Americano: 35, 40, 50, 80, 100, 120 y 160	1	\$ 157.850	\$ 157.850
<b>COSTO DIRECTO TOTAL</b>					<b>\$ 533.626</b>
ADMINISTRACIÓN			12%	\$	64.035
IMPREVISTOS			1%	\$	5.336
UTILIDAD			5%	\$	26.681
IVA DEL 19% SOBRE UTILIDAD			19%	\$	5.069
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 634.749</b>

 <b>PLANTA DE LLENADO DE BARRILES CERVECERIA UNION.</b>						
ITEM	IMAGEN	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
1,1		Piñon INTERMEC 60b-11	un	1	\$ 42.000	\$ 42.000
1,2		Piñon INTERMEC 60b-22	un	1	\$ 66.000	\$ 66.000
1,3		Mto cadena 1" con paso 80 Kana	un	1	\$ 34.000	\$ 34.000
1,4		Motor Electrico 1.5 Hp, 1.1 Kw 110 Vac 60 Hz	un	1	\$ 335.000	\$ 335.000
					\$	-
					\$	-
<b>COSTO DIRECTO TOTAL</b>					<b>\$ 477.000</b>	
ADMINISTRACIÓN			12%	\$	57.240	
IMPREVISTOS			1%	\$	4.770	
UTILIDAD			5%	\$	23.850	
IVA DEL 19% SOBRE UTILIDAD			19%	\$	4.532	
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 567.392</b>	

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

FIRMA ESTUDIANTES

FIRMA ASESOR

*Entrega Informe final*  
*Febrero 8/2019*

FECHA ENTREGA: \_\_\_\_\_

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD \_\_\_\_\_

RECHAZADO\_\_\_      ACEPTADO\_\_\_      ACEPTADO CON MODIFICACIONES\_\_\_

ACTA NO. \_\_\_\_\_

FECHA ENTREGA: \_\_\_\_\_

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD \_\_\_\_\_

ACTA NO. \_\_\_\_\_

FECHA ENTREGA: \_\_\_\_\_