



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORAS EN  
LAS LÍNEAS DE RETORNO DEL  
CONDENSADO DE LA EMPRESA  
CERVECERÍA POLAR C.A. PLANTA SAN  
JOAQUÍN**

**Autor:** Campos, Diego  
C.I. 25.476.045

Urb. Yuma II, Calle N° 3, Municipio San Diego  
Teléfono: (0241) 8714240 (Master) - Fax: (0241) 871239



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORAS EN LAS LÍNEAS DE  
RETORNO DEL CONDENSADO DE LA EMPRESA CERVECERÍA  
POLAR C.A. PLANTA SAN JOAQUÍN**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**Autor:** Campos, Diego  
C.I. 25.476.045

**Tutor:** Ing. Oswaldo Rodríguez

San Diego, Enero de 2019



Universidad José Antonio Páez  
Facultad de Ingeniería

FI-I-SE-004-2018-11CR

Valencia, 13 de Noviembre de 2018.

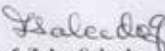
Ciudadano,  
Diego Campos  
C.I: 25.476.045  
Presente.-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 01-2018 de fecha 13-11-2018 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORAS EN LAS LÍNEAS DE RETORNO DEL CONDENSADO DE LA EMPRESA CERVECERIA POLAR C.A. PLANTA SAN JOAQUÍN** Presentado por usted(es) como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial .

Se ratifica la designación del Ing. Oswaldo Rodríguez C.I: 9.997.927 y la Ing. Alicia Yáñez, C.I.: 4.598.880 como Tutores Académicos que lo asesorarán en el desarrollo de este proyecto.



Atentamente,

  
Prof. Zulay Salcedo  
Decana de la Facultad de Ingeniería

c. e. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).

ZS/fr



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

#### ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Profesor. Oswaldo Rodríguez, portador de la cédula de identidad N° 9.997.927, hace constar que ha leído el Proyecto del Trabajo de Grado, presentado por el ciudadano: Diego Campos portador de la cédula de identidad N° 25.476.045 titulado **PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORAS EN LAS LÍNEAS DE RETORNO DEL CONDENSADO DE LA EMPRESA CERVECERÍA POLAR C.A. PLANTA SAN JOAQUÍN**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Industrial, y acepta la tutoría del mencionado Proyecto durante su etapa de desarrollo hasta su elaboración y evaluación; según las condiciones de la Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad José Antonio Páez y sus correspondientes Reglamentos.

En San Diego, a los 05 días del mes de Diciembre del año dos mil dieciocho.

Firma  
Ing. Oswaldo Rodríguez  
C.I.: 9.997.927

San Diego, Diciembre del 2018

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente, quiero agradecerle a dios por estar siempre a mi lado en todo momento en mi ciclo universitario y darme la fuerza necesaria para superar los obstáculos que se me iban presentando.

Agradezco a mis padres y mis familiares por estar presente en todo momento y apoyarme durante toda mi vida en las diferentes etapas que fui atravesando, siendo mis padres el mayor ejemplo a seguir y gracias por motivarme profesionalmente para ser mejor persona cada día.

También, agradezco a la Universidad José Antonio Páez, especialmente a la facultad de ingeniería industrial y a todos los profesores por permitirme formarme como ingeniero industrial.

Agradezco a mi tutor académico, el Ing. Oswaldo Rodríguez, por brindarme su apoyo, conocimiento y darme la motivación en todo momento para el desarrollo del presente trabajo de grado.

Agradezco a todos mis amigos y compañeros de estudio, por brindarme el apoyo en mi ciclo universitario, gracias a ellos pude superar varias adversidades y compartir momentos inolvidables.

Por último, agradezco a la Empresa Cervecería Polar C.A. Planta San Joaquín, por darme la oportunidad de ser pasante en la organización y permitirme desarrollar mi trabajo de grado, principalmente a todo el departamento de Servicios Industriales por estar presente y brindarme el apoyo necesario.

## ÍNDICE GENERAL

<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS.....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>ix</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO</b>	
<b>I. EL PROBLEMA</b>	
1.1 Planteamiento del problema .....	3
1.2 Formulación del problema.....	7
1.3 Objetivos de la investigación.....	7
1.3.1 Objetivo general .....	7
1.3.2 Objetivos específicos .....	7
1.4 Justificación de la investigación.....	7
1.5 Alcance .....	8
<b>II. MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 Antecedentes.....	9
2.2 Bases teóricas .....	12
2.2.1 Sistema de generación de vapor.....	12
2.2.2 Kaizen .....	20
2.2.3 Diagrama de Ishikawa.....	21
2.2.4 Diagrama de Pareto.....	22
2.2.5 Análisis de modo y efecto de fallas (AMEF).....	23
2.3 Bases Legales.....	23
2.4 Definición de Términos Básicos.....	25
<b>III. MARCO METODOLÓGICO</b>	
3.1 Tipo de la investigación.....	29
3.2 Diseño de la investigación.....	29
3.3 Nivel de la investigación .....	30
3.4 Población y muestra .....	30
3.4.1 Población .....	30
3.4.2 Muestra .....	31
3.5 Técnicas de recolección de datos .....	32
3.5.1 Observación directa.....	32

3.5.2 Entrevista no estructurada.....	32
3.5.3 Revisión documental .....	33
3.6 Fases metodológicas .....	33
<b>IV. RESULTADOS</b>	
4.1 Fase I: Diagnostico los problemas que se presentan en las líneas de retorno del condensado de los distintos departamentos de la planta. ....	35
4.2 Fase II: Análisis los distintos problemas que generan el bajo rendimiento en las líneas de retorno del condensado.....	52
4.3 Fase III: Elaboración de un plan de mejoras que permitió aumentar el rendimiento de las líneas de retorno del condensado a un mínimo del 60% .....	58
4.4 Fase IV: Evaluación de la relación beneficio-costos de la propuesta del plan de mejoras.....	66
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>73</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>75</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>76</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>78</b>
<b>A-1.....</b>	<b>78</b>
<b>A-2.....</b>	<b>79</b>
<b>A-3.....</b>	<b>80</b>
<b>A-4.....</b>	<b>81</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADROS</b>	<b>Pp</b>
1 Resumen de recuperación mensual de condensado.....	5
2 Especificaciones del agua de condensado.....	6
3 Variables de calidad del sistema de Vapor.....	18
4 Distribución de la población.....	31
5 Lista de verificación.....	48
6 Resultados de la entrevista no estructurada.....	49
7 Resumen de las observaciones realizadas.....	51
8 Producción diario de vapor y análisis del agua de Condensado, según el área de estudio, promedio de un día de trabajo en la empresa Cervecería Polar C.A. Planta San Joaquín.....	53
9 Resumen de Causas Encontradas.....	55
10 Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF) en las Líneas de Condensado.....	57
11 Ruta de mantenimiento de las líneas de retorno del condensado de la empresa Cervecería Polar C.A. Planta San Joaquín.....	60

12	Materiales disponibles en la empresa.....	65
13	Costos de los instrumentos de medición.....	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURAS</b>	<b>Pp</b>
1 Diagrama del sistema de vapor.....	13
2 Esquema del tanque de condensado.....	15
3 Esquema del tanque H.....	15
4 Esquema del tanque K.....	16
5 Diagrama de Ishikawa o causa y efecto.....	21
6 Diagrama de Pareto .....	22
7 Tanque de condensado.....	36
8 Diagrama funcional de paila de mezcla.....	38
9 Diagrama funcional de paila de cocción.....	38
10 Diagrama funcional de la lavadora de botellas.....	40
11 Diagrama funcional del pasteurizador de botellas.....	41
12 Diagrama funcional de un calentador.....	42
13 Diagrama funcional de la planta de °Plato.....	43
14 Diagrama funcional de un vaporizador.....	43
15 Consumo de vapor en kg diario vs retorno de condensado en litros, según el área de estudio promedio de un día de trabajo. ....	46
16 Frecuencia de ocurrencias de fallas y tipos de averías en las líneas de condensado desde Marzo hasta Agosto del 2018.....	47
17 Análisis actual de la problemática en las Líneas de Condensado en la empresa.....	54
18 Sistema de válvulas.....	62
19 Enfriamiento del condensado.....	63
20 Tanque nuevo de condensado recuperado.....	64
21 Medidor de conductividad digital marca Apure.....	70
22 Medidor de nivel digital marca Apure.....	70
23 Medidor de temperatura digital marca Youlian.....	71
24 Medidor de flujo digital marca Auto.....	71



**REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSE ANTONIO PAEZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORAS EN LAS LÍNEAS DE RETORNO  
DEL CONDENSADO EN LA EMPRESA CERVECERÍA POLAR C.A  
PLANTA SAN JOAQUÍN**

**Autor:** Campos, Diego

**Tutor Académico:** Ing. Oswaldo Rodríguez

**Fecha:** Enero 2019

**RESUMEN**

El objeto de éste estudio, es el proponer un plan de mejoras en las líneas de retorno del condensado en la empresa Cervecería Polar C.A. Planta San Joaquín, estado Carabobo. En la actualidad la recuperación del condensado es de suma importancia debido a que permite aprovechar nuevamente el uso del agua que fue previamente tratada por varios procesos para lograr reducir su dureza y cantidad de oxígeno, permitiendo obtener un vapor de mayor calidad y rendimiento, evitando de esta manera tener que emplear costos extras en el tratamiento de agua nueva, es por ello que el presente estudio logró alcanzar un total del 60% de recuperación en lugar del 30% que se tenía anteriormente. La modalidad a utilizar fue de investigación científica, basado en el diseño de investigación de proyecto factible de tipo descriptiva, apoyada en una investigación de campo. La investigación se desarrollo en 4 fases que permitirán cumplir con los objetivos previstos. Se utilizaran herramientas como el diagrama de Pareto e Ishikawa para la identificación de los problemas presentes en la planta y poder determinar cuáles son de mayor gravedad para actuar de manera inmediata sobre ellos, usando herramientas como el AMEF y el KAIZEN para generar un plan de mejoras que permita aumentar la recuperación del condensado a un mínimo del 60% de su rendimiento y poder lograr de esa manera el correcto desenvolvimiento del proceso sin ocasionar altos costos debido a la compra de químicos para tratamiento del agua de pozos para generar nuevamente el vapor en vez de recuperarlo correctamente.

**Descripciones:** Plan de Mejoras - Rendimiento - Retorno del condensado.

## INTRODUCCIÓN

El análisis de la estructura y procesos internos de cualquier tipo de organización, significara un aspecto de suma importancia y atención, para los gerentes de las empresas modernas, especialmente cuando al ritmo acelerado y crecimiento de las transformaciones que se generan hoy en día intervienen diversos elementos internos y externos, que de no ser controlados con eficiencia, mermaran la rentabilidad y la productividad de la organización, además, con la constante evolución de los procesos, uno de los principales puntos a tratar es el de como reutilizar los recursos para poder lograr abaratar más los costos sin tener que consumir tanta materia prima nueva, bien sea la electricidad, el vapor, la hidráulica, neumática, entre otras.

El vapor de agua es uno de los medios de transmisión de energía calórica de mayor efectividad en la industria, se estima que este servicio es utilizado por el 95% de las industrias como medio de calentamiento, por su fácil generación, manejo y bajo costo comparado con otros sistemas, aunque también presenta algunas limitantes como son las líneas de condensado, en muchas ocasiones con problemas de contaminación, teniéndose que drenar a la cañería. Como es el caso de la empresa Cervecería Polar C.A., Planta San Joaquín. Las líneas de condensado son parte del Sistema de Recuperación y se encuentran en los departamentos de Envasado, Elaboración y Servicios Industriales.

En los últimos años, en la empresa Cervecería Polar C.A. Planta San Joaquín se comenzó a notar una disminución en la recuperación de esta agua provocando altos consumos de tratamientos y aumentando el índice del mismo en la empresa. Para asegurar la reutilización de esta agua y el buen uso de los recursos físicos y humanos se hizo necesario, proponer un plan de mejoras que contribuya al aprovechamiento de los insumos de la empresa y que a su vez, permita aumentar el rendimiento de las líneas de retorno del condensado a un mínimo del 60%. Dicho objetivo se logro con

la aplicación de los principios de Ingeniería Industrial apoyados con el uso de herramientas como el diagrama causa-efecto, la mejora continua y el AMEF.

Para el logro de este objetivo, el presente trabajo de grado está estructurado de la siguiente manera:

En el Capítulo I: El Problema. Se enfoca la contextualización del problema, exponiendo las causas que originan la necesidad del estudio, planteando a su vez el marco con el cual se da solución a la problemática, se definen los objetivos a alcanzados y se justifica el proyecto argumentando las mejoras sobre los problemas citados.

El Capítulo II: Marco Teórico. Se muestra la reseña histórica del problema, los antecedentes o estudios precedentes que han abordado el tema de mejoras continuas y seguidamente, se presentaron bases teóricas que sustentarán la metodología a emplear para generar la propuesta de solución final, las bases legales que constituye un enfoque normativo y la definición de términos básicos.

En cuanto al Capítulo III: Marco Metodológico. Alude a los aspectos relacionados al proceso de investigación como tal, precisando para ello la modalidad de la investigación, el tipo de investigación, definiendo la población y muestra, presentando las técnicas e instrumentos de recolección de datos y análisis de la investigación, así como los procedimientos de la investigación divididos en 4 fases para alcanzar los objetivos trazados.

Posteriormente se continuó con el capítulo IV: Resultados. En donde se expresan de manera detallada las propuestas planteadas ante la problemática en cuestión, además del desarrollo de manera precisa de como se logró cumplir con cada uno de los objetivos de la investigación, utilizando cada una de las distintas herramientas y metodologías disponibles para la aplicación de las mismas.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 Planteamiento del problema**

Toda empresa a nivel mundial se encuentra en la búsqueda de reducir sus costos, para lograr beneficios más llamativos y con calidad en su producto final, siendo una manera de lograrlo la reutilización de la energía, razón por la cual siempre se está en la continua exploración de soluciones que permitan reducir al mínimo el consumo energético ya sea de electricidad, vapor, hidráulica, neumática, entre otras.

El vapor es uno de los principales medios de transferencia de energía calórica en las empresas, es por ello que la recuperación del mismo es tan importante y esto es debido a que antes de poder generar el vapor se necesita exponer al agua a ciertos procesos para reducir considerablemente su dureza y cantidad de oxígeno presente, para que de esta manera las calderas tengan mejor rendimiento a la hora de calentar el agua, lo cual representa un alto costo debido a todos los componentes químicos y/o resinas que se necesitan para lograrlo. Luego de haber realizado los respectivos procesos de purificación del agua es cuando se procede a introducirse a las calderas para su futuro calentamiento y pasar así a su estado de vapor, cuando dicho vapor cumple su función en los distintos procesos de la empresa, este comienza a pasar nuevamente a su estado líquido, el cual se conoce como condensado, el cual debido a que no posee contacto con cualquier otro agente que pueda cambiar sus condiciones de pureza, está en la capacidad de poder recuperarse para posteriormente volver a utilizarlo para generar vapor sin tener que recurrir a utilizar agua nueva y por lo tanto aumentar los costos de tratamiento del agua.

En tal sentido, Aleral, F (2012). Explica que la recuperación del condensado “puede suponer un ahorro entre el 35% y el 50% de la energía necesaria para la producción de vapor, por lo que resulta imprescindible en cualquier industria su

optimización y reutilización” (p. 34). Un detalle a tomar en cuenta es que el condensado puede contener arrastres constantes de agentes contaminantes llámese sólidos disueltos, sólidos suspendidos u otras sustancias, las cuales tienen contacto con el producto en los calentadores y/o tuberías debido a fallas de operación en su interior, falta de mantenimiento o simplemente no se hacen los cambios necesarios cuando el equipo cumple con su vida útil, es por ello que una vez llegado a ese punto se requiere de un estudio para poder evaluar los problemas que se presentan y proponer soluciones. La pureza del condensado es muy importante y representa una gran utilidad al reutilizarlo para aprovechar mejor sus características y reducir los costos para producirlo.

Esta situación es lo que ocurre en la empresa Cervecería Polar C.A Planta San Joaquín, donde existe contaminación en cada una de las líneas de retorno del condensado, ubicadas en los departamentos de Elaboración Envasado y Servicios Industriales, (siendo este último en donde se encuentra el tanque en el que convergen todas esas líneas) debido al desgaste que presentan los equipos y las tuberías por la falta de mantenimiento y el cumplimiento de la vida útil de los mismos, lo que genera la utilización y tratamiento de agua para producir nuevamente el vapor en vez de recuperar el usado anteriormente en forma de condensado, incurriendo en más costos por condicionamiento del agua (reducir los niveles de dureza y oxígeno).

La consecuencia de esta problemática ocasiona que la planta de tratamiento de aguas blancas conocida mejor por sus iniciales como PTAB, tenga que recurrir en un mayor consumo de resinas y químicos usados para eliminar la dureza del agua, mediante el uso de equipos como filtros scavenger, desilizadores, filtros de arena, entre otros, lo que aumentaría no solo los costos asociados a la compra de estos elementos sino también los costos asociados al mantenimiento de cada uno de los equipos debido a su constante uso en el proceso, es por ello que aumentar la recuperación del condensado es de suma importancia para la empresa, debido a que habría una reducción considerable en dichos costos además del mayor aprovechamiento que se podría obtener usando la energía calórica del condensado.

Al comenzar los procesos se ponen en servicio las líneas mencionadas con anterioridad. Los departamentos de Elaboración, Envasado y Servicios Industriales retornan un total del 30% de recuperación del condensado de toda la empresa.

En tal sentido, a continuación se presenta un resumen del retorno de condensado mensual de la empresa Cervecería Polar C.A. Planta San Joaquín. Cabe destacar, que la planificación de la producción de cerveza y malta se efectúa de forma semanal, de lunes a sábado, pasando por los turnos diurnos y nocturnos y se basan por los pedidos de los clientes externos. Sin embargo, se destacan los datos suministrados por el supervisor y los operadores del área de Sala de Máquinas durante el período que va desde el mes de Marzo de 2018 hasta el mes de Agosto de 2018, la cantidad de condensado recuperado vs el dejado de recuperar. Por último, se destaca la diferencia obtenida en porcentajes. (Ver cuadro 1).

**Cuadro 1: Resumen de recuperación de Condensado mensual en las Líneas de condensado**

<b>Tiempo</b>	<b>Suministro de Vapor (TN)</b>	<b>Recuperación Planificada (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Recuperación Actual (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Diferencia (m<sup>3</sup>)</b>
<b>Marzo</b>	32.200	19.320	9.016	10.304
<b>Abril</b>	38.350	23.010	10.738	12.272
<b>Mayo</b>	30.350	18.210	8.498	9.712
<b>Junio</b>	32.780	19.668	9.178	10.490
<b>Julio</b>	37.350	22.410	10.458	11.952
<b>Agosto</b>	24.975	14.985	6.993	7.992
<b>Promedio</b>	<b>32.668</b>	<b>19.601</b>	<b>9.147</b>	<b>10.454</b>
<b>Porcentaje de recuperación</b>		<b>60</b>	<b>30</b>	

**Nota: Fuente:** Sistema de Recuperación de Condensado. Tomado de la Data desde Marzo 2018 hasta Agosto 2018

**Autor:** Ojeda, J (2018)

Uno de los principales contaminantes del condensado es la Soda Caustica, debido a que esta eleva el pH por encima de los parámetros y por ende la alcalinidad y conductividad. Al mismo tiempo que el tanque donde se almacena el condensado

realiza la indicación de las irregularidades mediante los medidores, el operador coloca inmediatamente el tanque a drenar a cañería, los agentes contaminantes pueden ser sustancias que quedan después del control interno de procesos (CIP) realizados a los calentadores y además de las sales de magnesio y calcio contenidas en el agua de condensado que forman Dureza ( $\text{CaCO}_3$  mg/l), y esta se debe encontrar menor igual a 0.3 ppm, porque mayor a este ocasionaría incrustación en las calderas y posterior deficiencia que la puede llevar desde sacarla de operación hasta dañar. Antes de analizar la muestra se involucra un enfriamiento previo al condensado en un recipiente con agua fresca, para los valores de este tanque (ver cuadro 2).

## **Cuadro 2: Especificaciones del Agua de Condensado**

*Hierro total (mg/l)*

## **1.2 Formulación del problema**

Con toda la problemática expresada anteriormente se plantea lo siguiente:  
¿Cómo se puede aumentar el porcentaje de recuperación de condensado a un mínimo del 60% en la empresa Cervecería Polar C.A Planta San Joaquín?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1 Objetivo general**

Proponer un plan de mejoras en las líneas de retorno del condensado de la empresa Cervecería Polar C.A. Planta San Joaquín, estado Carabobo a fin de lograr aumentar el rendimiento del retorno del condensado a un mínimo del 60%.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

Diagnosticar los problemas que se presentan en las líneas de retorno del condensado de los distintos departamentos de la planta.

Analizar los distintos problemas que generan el bajo rendimiento en el las líneas de retorno del condensado.

Elaborar un plan de mejoras que permitan aumentar el rendimiento de las líneas de retorno del condensado a un mínimo del 60%.

Evaluar la relación beneficio-costos de la propuesta del plan de mejoras.

## **1.4 Justificación de la investigación**

La realización de este trabajo va encaminada a contemplar el aprovechamiento del condensado de una manera más óptima, lo cual supone una reducción de los consumos directos de la línea, agua desmineralizada, agua residual, químicos, resinas y vapor, además, contribuye a la disminución del consumo eléctrico, agua de pozos, gas natural y combustible, lo que trae un enorme beneficio económico para la empresa debido a que se lograría abaratar los costos para producir el vapor en gran medida, además de representar una alternativa viable con un mayor ahorro en consumo de agua y productos químicos. Con lo mencionado anteriormente se lograría que el rendimiento de las líneas de retorno del condensado aumentase en gran medida

y a su vez disminuya los problemas referentes al desperdicio por contaminación del mismo, lo cual supondría un ahorro económico considerable para la empresa ya que se reutilizaría mucho más el condensado en lugar de producirlo nuevamente.

Cabe resaltar, que el vapor representa uno de los principales recursos con los que se cuenta para realizar distintos procesos en cada uno de los departamentos, por lo cual, lograr un aumento en el rendimiento de las líneas de retorno del condensado supondría un mayor aprovechamiento de la energía calórica del mismo facilitando y dando paso a una gran cantidad de procesos que se pueden realizar usando las altas temperatura con las que cuenta dicho recurso.

Es por esto que la aplicación de un plan de mejora para disminuir la cantidad de pérdidas de condensado, es importante para la empresa, esta mejora ofrecerá a Cervecería Polar C.A. Planta San Joaquín, una clara visión de cómo debe mantenerse el rendimiento de las líneas de retorno del condensado, lo que tendrá una consecuencia positiva ya que se podrá controlar y mejorar dicho proceso, obteniendo una serie de beneficios significativos, tanto en el aspecto monetario como en el tiempo, evitando la cantidad de recursos malgastados.

### **1.5 Alcance**

Con dicha investigación se propondrán mejoras en las líneas de retorno del condensado para la recuperación del mismo en la empresa Cervecería Polar C.A. Planta San Joaquín. Se realizará un estudio completo de los inconvenientes que presenta la planta actualmente, en busca de implementar mejoras que permitan aumentar la eficiencia y lograr un aumento considerable que traiga beneficios económicos para la empresa.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

En esta sección serán descritos los aspectos teóricos en los cuales se fundamenta este trabajo de grado, tales como: definiciones, aplicación e información referente al área de estudio, además de incluir aspecto relacionado con el proceso del sistema de vapor, las líneas de condensado y algunos antecedentes que dan aporte a la investigación.

Por lo tanto, el Marco Teórico o Marco Referencial, tiene como finalidad ofrecer al investigador una serie de enfoques, proposiciones y conceptos que permitan orientar la investigación. Según Sabino, C. (2002), “el cometido que cumple el marco teórico es el de situar a nuestro problema dentro de un conjunto de conocimientos. De tal modo que permiten orientar la búsqueda que ofrezca una conceptualización adecuada a los términos que utilizamos” (P. 69).

#### **2.1 Antecedentes**

Los antecedentes reflejan los avances, el estado actual del conocimiento en un área determinada y sirven de modelo o ejemplo para futuras investigaciones. Según Arias, F (2004), “los antecedentes son aquellos trabajos donde se hayan manejado las mismas variables o se hallan propuestos objetivos similares; sirven de guía al investigador y le permiten hacer comparaciones y tener ideas sobre cómo se trató el problema en esa oportunidad”. (p.86).

Dentro del desarrollo del proyecto, se ha podido notar el rol tan importante de los antecedentes de la investigación en el mismo, logrando dar aporte u orientación al investigador y direccionarlo en sentido a los objetivos trazados, para poder dar alcance de los requerimientos exigidos en lo metodológico y académico.

El trabajo especial de grado realizado por Ríos, N (2016). Titulado “**Plan de mejora continua para la línea de recolección de agua**

**condensada en el proceso de fabricación de limpia Parabrisas en la planta de Productos Acuosos Aditivos Orinoco (ADINOVEN) de PDVSA-VASSA**”, para optar por el título de Ingeniero Industrial presentado ante el Instituto Politécnico “Santiago Mariño” extensión Valencia, este proyecto trata sobre minimizar la cantidad de sólidos disueltos en el agua, necesaria para fabricar los productos acuosos y así evitar retrasos en el proceso y en consecuencia aumentar la productividad.

El mencionado trabajo, se desarrolló como un proyecto factible apoyado en una investigación de campo, la cual indica que la metodología empleada se fundamentó en la reducción agentes contaminantes del agua condensada, la misma estuvo representada por una población de una línea de producción, siendo la muestra la cantidad de operadores. En cuanto a las técnicas utilizadas para llevar a cabo los estudios se utilizaron: revisión bibliográfica, observación directa y la entrevista no estructurada.

Es importante mencionar que esta investigación permite conocer la situación presentada en el departamento por la generación de condensado no apto para el proceso productivo, pudiéndose conocer y analizar las causas que originan la no conformidad, mediante las técnicas de grupo nominal, diagrama de causa-efecto.

En este sentido, este antecedente está relacionado con el presente estudio ya que plantea un plan de mejoras continua de las líneas de condensado en un sistema de vapor, lo cual se vincula con el desarrollo teórico y en función de los objetivos previsto en la investigación y sirven de basamento para cumplir con las exigencias de los mismos para mejorar la gestión de calidad en el departamento.

Seguidamente, se presenta a Estrada, L. (2012), con su trabajo de grado Titulado **Proponer la sustitución del refrigerante en el intercambiador de calor CO<sub>2</sub> – NH<sub>3</sub> en la Sala de Máquinas de Cervecería Polar C.A. - Planta San Joaquín, estado Carabobo**, para optar por el título de Ingeniero Mecánico presentado ante el Instituto Politécnico “Santiago Mariño” extensión Valencia, tuvo como propósito presentar una propuesta de mejora, con el fin de utilizar otro refringente que no sea el amoníaco (NH<sub>3</sub>) producto contaminante y de uso delicado,

este proceso se describe al pasar un fluido refrigerante en este caso el CO<sub>2</sub> por tuberías en forma de serpentín por las piscina de las torres de enfriamiento donde reposa el agua que va a ser utilizada en el enfriamiento de diferente sistema encontrado en la planta, la metodología empleada se fundamentó en la reducción de agentes contaminantes, por otra fuente de alternativa.

Este trabajo de investigación se desarrolló como un proyecto factible apoyado en una investigación de campo, en él se pueden apreciar diferentes cálculos termodinámicos así como los de tuberías y costo del diseño, además la cantidad de agua de enfriamiento.

Este trabajo constituye un marco referencial para la presente investigación, ya que se obtuvieron aportes que sustentaron fundamentos teóricos-prácticos sobre los principios de la termodinámica aplicada de las diferentes líneas de condensado existentes, facilitando su diseño y selección según la aplicación final del producto.

Por otra parte, se tiene a Hernández, A. (2012), en su trabajo especial de grado en la “Universidad Arturo Michelena” titulado **Utilización de CO<sub>2</sub> provenientes de las purga de los tanques de CO<sub>2</sub> para enfriamiento del agua caliente de las purgas de las calderas en la empresa Pequiven**, este proyecto trata sobre enfriar el agua que proveniente de las purgas de fondo y continuas de las calderas elaborando para tal fin una chaqueta de enfriamiento que envuelve totalmente al tanque recolector enfriando el agua antes de ser enviadas al lago para evitar así que lleguen calientes y causar daños al ecosistema. La metodología utilizada en este trabajo fue la modalidad de investigación proyectiva apoyados en un estudio de proyecto factible logrando reducir considerablemente los costos de utilización del amoniaco para enfriar las purgas de calderas.

Esta investigación se tomó como referencia debido al uso de la metodología de mejora continua que incluye el diagnóstico de la situación actual, análisis de causas, diseño y desarrollo de un plan de mejoras donde se utilizaron técnicas y herramientas de recolección de datos, descripción del proceso productivo, diagrama de enfoque de procesos, observaciones directas, entrevistas no estructuradas y diagrama de causa-

efecto, además de la relación directa en cuanto al derrame de agua caliente a la cañería que afecta la salud de los trabajadores por sus vapores emanados.

## **2.2 Bases teóricas**

Según Méndez, C (2002), “las bases teóricas constituyen el corazón del trabajo de investigación, pues es sobre este que se construye todo el trabajo”. (p.60). Por lo tanto, una buena base teórica formará la plataforma sobre la cual se construye el análisis de los resultados obtenidos en el trabajo, sin ella no se puede analizar los resultados, de tal manera, presenta una estructura sobre la cual se diseña el estudio, sin esta no se sabe cuáles elementos se pueden tomar en cuenta, y cuáles no. Sin una buena base teórica todo instrumento diseñado o seleccionado, o técnica empleada en el estudio, carecerá de validez.

Arias, F (2012), afirma que “Las bases teóricas implican un desarrollo amplio de los conceptos y proposiciones que conforman el punto de vista o enfoque adoptado, para sustentar o explicar el problema planteado”. (p 107). Es por ello, que a continuación se nombran los procesos que fundamentan la investigación de tal modo que permitan establecer las bases teóricas relacionadas con el trabajo de grado.

Las teorías señaladas en la investigación permitieron representar los enfoques que cumplen las fallas que no permiten la recuperación del condensado en la empresa Cervecería Polar C.A. Planta San Joaquín.

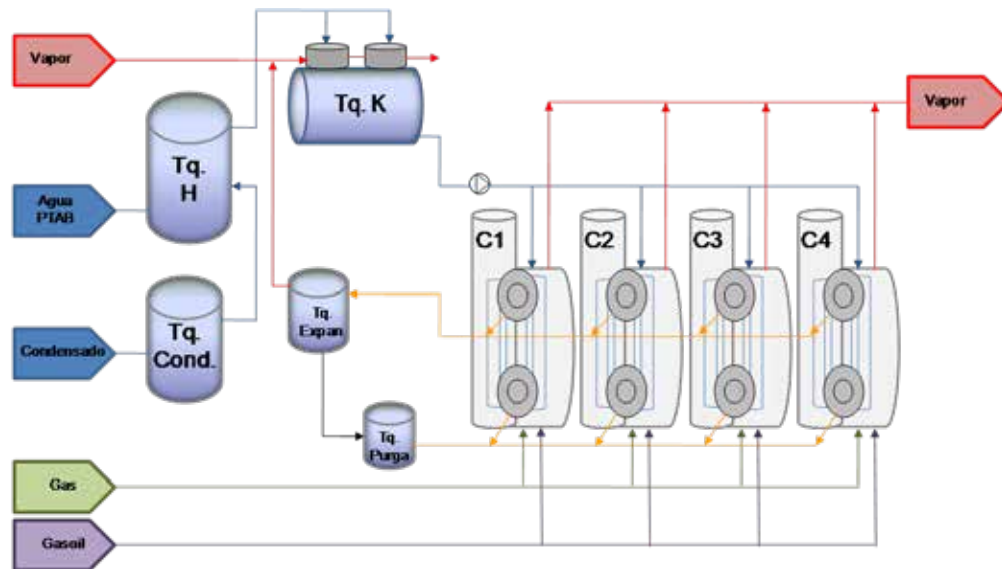
### **2.2.1 Sistema de generación de vapor**

Según Hernández L (2017). “El Sistema de Vapor tiene como finalidad suministrar el servicio de vapor a los procesos productivos de Elaboración, Envasado, y Servicios Industriales”.

El proceso se inicia cuando el condensado que se recupera de las áreas de Elaboración y Envasado, almacenado en el Tanque de Condensado, se mezcla con el Agua de Calderas y se almacena en el tanque H. Este posee chaquetas de calentamiento que permite incrementar la temperatura del fluido. Posteriormente el agua de mezcla del tanque H se envía a los desairadores Chicago para eliminar el oxígeno y posteriormente ingresa al tanque K. El líquido se traslada mediante un

grupo de bombas hasta las Calderas, las cuales trabajan con Gas o Gasoil y producen vapor de baja presión. En las Calderas se realiza una purga de fondo o del domo inferior, que se envía al tanque de purga y una purga continua o del domo superior que se almacena en el tanque de expansión.

Finalmente vapor obtenido se conduce hasta el manifold de distribución para ser enviado a los sistemas que lo requieran. Durante el proceso se dosifican 3 productos químicos para controlar las variables de calidad: Fosfato, Amina, y Bisulfito de Sodio. (Ver figura 1).



**Figura 1:** Diagrama del Sistema de Vapor.

**Fuente:** Sistema de vapor Planta San Joaquín, página 3.

**Autor:** Hernández, L (2017)

El agua de suministro al sistema de vapor lo constituyen: Condensado y Agua tratada para Calderas. El Condensado es procedente de las diferentes trampas que se encuentran ubicadas en las áreas de Elaboración, Envasado y Servicios Industriales. El porcentaje de recuperación se encuentra en 30 % y la temperatura promedio varía entre 70 y 90°C. El tanque de Condensado posee 3 mediciones en línea: temperatura, conductividad y nivel. Tiene asociadas 3 bombas centrifugas del tipo

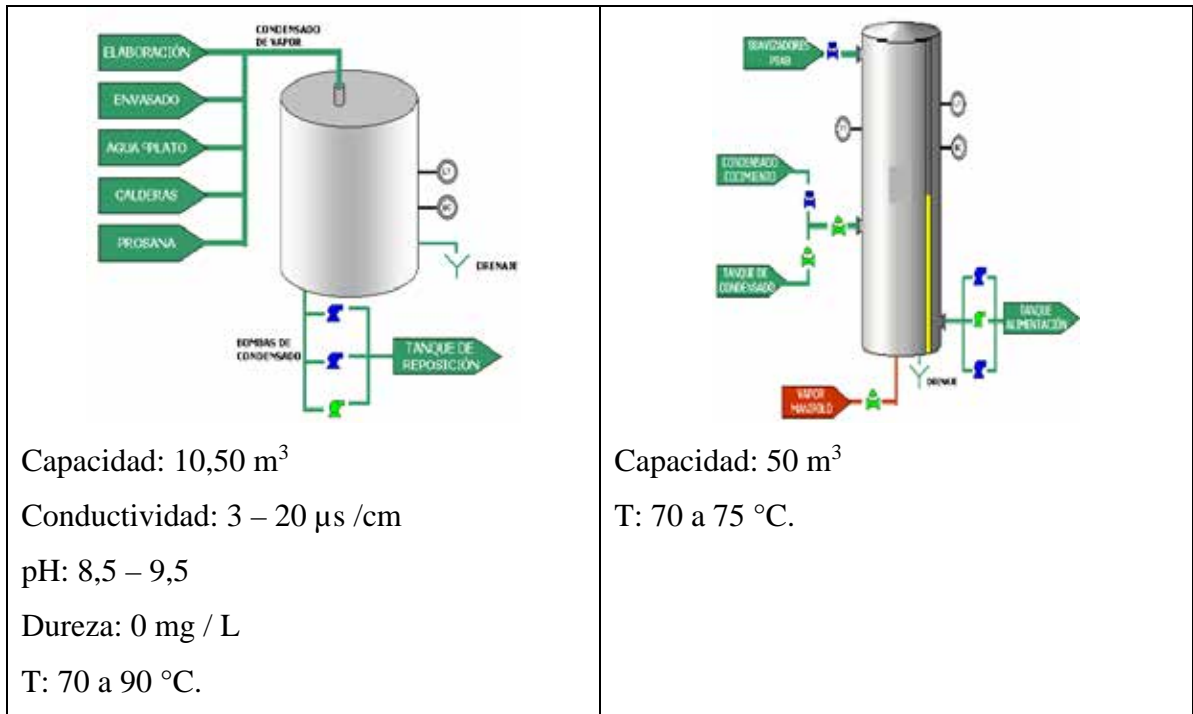
encendido/apagado que controlan la última variable.

El Agua para Calderas se genera en la planta de tratamiento de aguas blancas (PTAB) al hacer pasar el agua Cervecera por Suavizadores o equipos de intercambio iónico tipo catiónico fuerte. En ellos, el flujo de agua entra en contacto con una resina que es selectiva para los iones calcio y magnesio (dureza), de tal forma que los sustituye por iones de sodio. El flujo de salida de los Suavizadores es dirigido a los desilizadores o equipos de intercambio iónico tipo aniónico fuerte. En este equipo se intercambia el sílice por los iones hidróxidos OH<sup>-</sup>. El agua tratada (suavizada y libre de sílice) es almacenada en el tanque “H”.

La razón por la cual es necesario eliminar la sílice, carbonatos y bicarbonatos es por la posibilidad de formar incrustaciones en el interior de las Calderas. Éstas poseen una conductividad térmica muy baja y se forman con mucha rapidez en los puntos de mayor transferencia de temperatura. Las consecuencias son el desgarramiento o roturas en los tubos de la unidad y la formación de depósitos duros, difíciles de remover.

El tanque H constituye el almacenamiento del agua para Calderas proveniente de PTAB y el punto de mezcla de ésta agua con el Condensado. Posee 3 mediciones en línea: temperatura, conductividad y nivel. La temperatura se controla en 85°C mediante el suministro de vapor a un conjunto de tubos internos en el tanque. El calentamiento tiene la finalidad de evitar choques térmicos o golpes de ariete que pudieran generarse durante la mezcla entre el Condensado y el agua de Calderas, debido a que ésta última se encuentra a temperatura ambiente.

La medición de nivel determina la cantidad de agua que debe suministrar PTAB, para satisfacer los requerimientos de la generación de vapor y el accionamiento de las 3 bombas centrifugas, que se encargan de enviar el agua a los desaireadores y al tanque K. Una de ellas posee variador de frecuencia, mientras que las dos restante son del tipo encendido/apagado. (Ver figuras 2 y 3)



**Figura 2:** Esquema del Tanque de Condensado.

**Fuente:** Sistema de vapor Planta San Joaquín, página 5.  
**Autor:** Hernández, L (2017)

**Figura3:** Esquema del Tanque H.

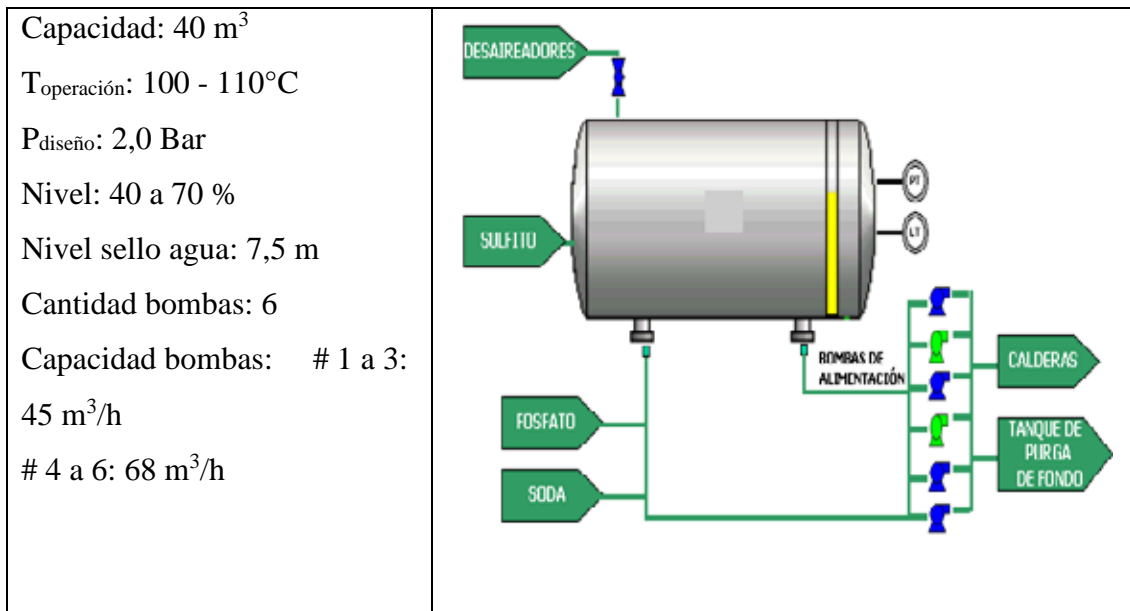
**Fuente:** Sistema de vapor Planta San Joaquín, página 5.  
**Autor:** Hernández, L (2017)

Los desaireadores o equipos Chicago tienen la función de disminuir el contenido de oxígeno que contiene el agua de suministro a las calderas y de esta manera reducir su potencial de corrosión. En el interior poseen toberas a través de las cuales el fluido desciende en forma de llovizna. Perpendicularmente se tiene una inyección vapor que realiza el desplazamiento del oxígeno disuelto mediante arrastre y eleva la temperatura del líquido. La presión del vapor suministrado es 0,3 Bar. La capacidad de cada equipo es 72.500 kg/h. El tanque K tiene la función de almacenar el agua para Calderas con bajo contenido de oxígeno. El mismo siempre debe mantenerse con presión de 0,30 Bar para evitar que el fluido almacenado, que posee

una temperatura entre 100 y 110°C, se evapore.

La presión del tanque se controla de 3 maneras: mediante las bombas asociadas al tanque H, que en el caso de encontrarse operativas mantienen la presión en 1,7 Bar; mediante una válvula reguladora de presión ubicada en la parte superior del tanque, la cual posee un PID que se activa en el momento que las bombas anteriores se apagan para mantener la presión en 0,30 Bar y por último mediante una columna con sello de agua de aproximadamente 7,5 metros, la cual constituye una seguridad en caso que los dos controles anteriores fallen.

El tanque K posee una medición continua de nivel, el cual debe encontrarse entre 40 y 70 %. Este determina el accionamiento de las bombas centrífugas multietapas que suministran agua a las calderas con una presión de descarga > 17 Bar. (Ver figura 4).



**Figura 4:** Esquema del Tanque K

**Fuente:** Sistema de vapor Planta San Joaquín, página 3.

**Autor:** Hernández, L (2017)

La dosificación de los productos químicos tiene la finalidad de controlar los parámetros de alcalinidad, dureza, sulfito, fosfato y pH en el agua a fin de evitar la

corrosión, formación de depósitos e incrustaciones en los equipos. Los productos químicos empleados son los siguientes:

**Bisulfito de Sodio NALCO 2779:** es un removedor de oxígeno diseñado para controlar la corrosión por oxígeno en sistemas de calderas que operan hasta 1500 psig. Se inyecta en forma continua, en la mitad del tanque K con la finalidad que la dosificación sea directamente en el agua para maximizar su eficiencia. No se debe mezclar con productos alcalinos para prevenir la precipitación del catalizador. El consumo se encuentra en 4 g/Ton vapor.

**Fosfato NALCO 2588:** es un producto a base de fosfatos inorgánicos que actúa como anticrustante-dispersante inhibiendo la formación de cristales en el interior de las calderas. Se utiliza para que reaccione con las sales minerales incrustantes (calcio y magnesio) ablandando el agua e impidiendo la formación de costras y corrosión de tuberías en el equipo. Se dosifica en la succión de las bombas de suministro a las calderas y el consumo se encuentra en 15 g/Ton vapor.

**Amina NALCO Tri-ACT 2813:** es una mezcla acuosa de aminas neutralizantes que actúa como inhibidor de corrosión de condensados diseñado para usar en sistemas de vapor y condensado. Se puede usar en calderas con presiones de operación desde 50 a 2400 psi y a temperaturas de hasta 850 °F. Reduce la corrosión neutralizando el ácido carbónico al elevar el pH del condensado. También disminuye los depósitos aislantes de hierro en los tubos de las calderas, a través de niveles menores de hierro condensado, lo cual ayuda a prevenir el sobrecalentamiento y la ruptura de los tubos de la caldera y a reducir los costos de energía manteniendo más limpias las superficies de transferencia de calor. Se dosifica en el manifold de distribución de vapor y el consumo se encuentra en 7 g/Ton vapor.

El pH del agua se debe mantener entre 8,5 y 9,5. Valores altos de pH elevan el potencial de incrustación, mientras que valores bajos elevan el potencial de corrosión. Las especificaciones de las variables de calidad se encuentran en la tabla que se muestra a continuación. (Ver cuadro 3).

**Cuadro 3:** Variables de calidad del sistema de Vapor

<b>Variable</b>	<b>Rango</b>	<b>Variable</b>	<b>Rango</b>
Alcalinidad (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	250 - 450	SO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ( ppm )	30 - 60
	0 – 250	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ( ppm )	20 - 400
Hierro ( ppm )	0,0 – 0,1	pH condensado	8,5 – 9,5

**Fuente:** Sistema de vapor Planta San Joaquín, página 2.

**Autor:** Hernández, L (2017)

Las calderas utilizadas en el sistema de generación de vapor son del tipo acuatubulares con circulación natural, en ellas el agua circula por el interior de tubos que conforman un circuito cerrado a través del calderín o calderines que constituye la superficie de intercambio de calor de la caldera. Estas calderas, constan de un hogar configurado por tubos de agua, tubos y refractario, o solamente refractario, en el cual se produce la combustión del combustible y constituyendo la zona de radiación de la caldera. Desde dicho hogar, los gases calientes resultantes de la combustión son conducidos a través del circuito de la caldera, configurado este por paneles de tubos y constituyendo la zona de convección de la caldera. Finalmente, los gases son enviados a la atmósfera a través de la chimenea.

El combustible utilizado es metano (CH<sub>4</sub>). Sin embargo puede utilizarse Gasoil por necesidad de mantenimiento al sistema de suministro o porque no se disponga del gas. Las ventajas del Metano son su costo, servicio continuo e ininterrumpido y limpieza en la combustión. Su desventaja radica principalmente en un mayor riesgo de explosión. En caso de utilizarse Gasoil, es necesario atomizarlo con aire o vapor.

El rendimiento de las calderas utilizando Metano se encuentra teóricamente en 17 Kg vapor / m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>. Sin embargo, en la práctica este rendimiento alcanza valores de 13, 2 Kg vapor / m<sup>3</sup>. Las calderas son equipos que deben ser monitoreados constantemente ya que pequeñas alteraciones en la relación aire combustible pueden determinar grandes cambios en el vapor o incluso daños al equipo. El contenido de

oxígeno en los gases de escape es un parámetro que refleja el estado de la combustión. Si la cantidad de aire no es la correcta para ese caudal de combustible, la temperatura obtenida en la reacción no será la adecuada para evaporar la cantidad de vapor que se espera, por lo que el rendimiento será pobre y la emisión de compuestos contaminantes será incrementada.

A los domos, durante la operación de las Calderas, se le realizan purgas: purga continua y purga de fondo. La purga continua se realiza al domo superior, tiene como finalidad remover el exceso de aditivos y de sólidos suspendidos asociados a los ciclos de concentración de la Caldera. Los ciclos de concentración constituyen el número de veces que se concentra el agua en la Caldera respecto del agua de alimentación. La purga continua es almacenada en el tanque de Expansión, el cual tiene una presión de 0,4 Bar.

La segunda purga se realiza al domo inferior, sirve para eliminar el lodo que pudiera producirse y es almacenada en el tanque de Purga, el cual se encuentra a presión atmosférica.

Una vez generado el vapor este es dirigido a el manifold de distribución general, el cual son un conjunto válvulas y tuberías que se encargan de distribuir el vapor a los consumidores finales que vendrían a ser los departamentos de elaboración, envasado y servicios industriales, los cuales a su vez regulan cada uno la presión con la que necesitan usar el vapor a una cantidad de 4 bar, 4,5 bar y 4,5 bar respectivamente, con una temperatura de 180 °C.

Finalmente una vez que el vapor realiza su función principal este empieza a pasar poco a poco a su estado líquido para convertirse en condensado, el cual es recuperado para volver a usarlo como agua de alimentación para las calderas debido a que al no tener contacto dicho vapor con ningún otro agente con diferentes características, este mantiene sus características de dureza y partículas de oxígeno óptimas para ser reprocesado.

### **2.2.2 Kaizen**

Kaizen se define a partir de dos palabras japonesas "Kai" que significa cambio y "Zen" que quiere decir para mejorar, así, podemos decir que "Kaizen" es "cambio para mejorar" o "mejoramiento continuo", como comúnmente se le conoce. Kaizen es más que una metodología para mejorar procesos, es una cultura, de mejorar día a día, la cual debe ser liderada por la alta dirección de la empresa.

Para Aguilar, E. (2010), el concepto de mejora continua se refiere: “Al hecho de que nada puede considerarse como algo terminado o mejorado en forma definitiva. Estamos siempre en un proceso de cambio, de desarrollo y con posibilidades de mejorar. La vida no es algo estático, sino más bien un proceso dinámico en constante evolución, como parte de la naturaleza del universo. Y este criterio se aplica tanto a las personas, como a las organizaciones y sus actividades. El esfuerzo de mejora continúa, es un ciclo interrumpido, a través del cual identificamos un área de mejora, planeamos como realizarla, la implementamos, verificamos los resultados y actuamos de acuerdo con ellos, ya sea para corregir desviaciones o para proponer otra meta más retadora”. (P.3).

Masaaki, I. (1997), acuñador del Kaizen, profundiza esta noción diciendo que el término Kaizen significa: mejoramiento continuo, pero todos los días a cada momento, realizado por todos los empleados de la organización, en cualquier lugar de la empresa. Y que va de pequeñas mejoras incrementales a innovaciones drásticas y radicales. La mejora continua contribuye a un avance en la gestión de calidad en los procesos; así mismo se logra hacer más productivo y competitivo en ahorro energético, además se crea un ambiente que promueve el perfeccionamiento organizacional y un entorno de cambios positivos, permitiéndose lograr mayor efectividad en la ejecución de las actividades, obteniéndose mejoras ante las situaciones crítica.

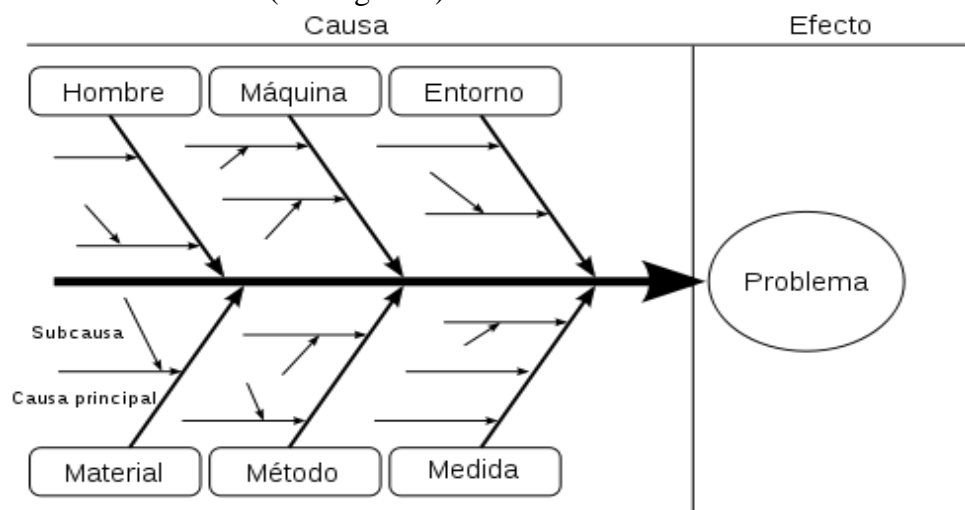
Un plan de mejora está concebido como un objetivo del proceso de mejora continua, el cual representa una de las principales facetas a desarrollar dentro del mismo, que incluye el establecimiento de alternativas de mejoras a fin de dar solución

a una situación a mejorar, según lo señala la Agencia Nacional de Evaluación y Acreditación de Madrid.

Un plan de mejora constituye una herramienta de gestión para determinar la metodología a seguir para alcanzar las metas organizacionales con el propósito de obtener la satisfacción de los consumidores. En este sentido, resulta importante disponer de un plan de las acciones a desarrollar en un futuro y de un sistema de seguimiento y control de las mismas.

### 2.2.3 Diagrama de Ishikawa

En éste se plantea un esquema de relación de causa y efecto. Se define el diagrama de Ishikawa como una herramienta gráfica usada para explorar y mostrar las opiniones acerca de fuentes de variación en un proceso. Ishikawa, K. (1943), concibe el diagrama de Ishikawa, también llamado **diagrama de causa-efecto**, Se trata de un diagrama que por su estructura ha venido a llamarse también: **diagrama de espina de pescado** o diagrama causal, que consiste en una representación gráfica sencilla en la que puede verse de manera relacional una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando el problema a analizar, que se escribe a su derecha. (Ver figura 5)



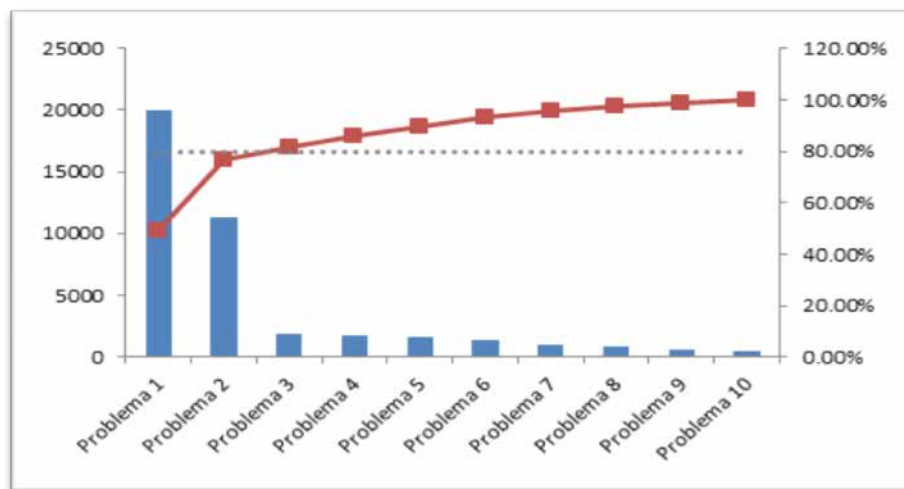
**Figura 5:** Diagrama de Ishikawa o causa y efecto

Fuente: Wikipedia.org

### 2.2.4 Diagrama de Pareto

El Diagrama de Pareto es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha por medio de 16 barras sencillas después de haber reunido los datos para calificar las causas. De modo que se pueda asignar un orden de prioridades. Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, significa que el 20% de las causas resuelven el 80% del problema y el 80% de las causas solo resuelven el 20% del problema.

Según Maneiro y Mejias. (2010), “es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos, y tiene como objetivo ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus causas más importantes. La idea es que cuando se quiere mejorar un proceso o atender sus problemas, no se den “palos de ciego” y se trabaje en todos los problemas al mismo tiempo y se ataquen todas sus causas a la vez, sino que, con base en los datos e información aportados por un análisis de Pareto, se establezcan prioridades y se enfoquen los esfuerzos donde puedan tener mayor impacto”. (Ver Figura 6).



**Figura 6:** Diagrama de Pareto.

Fuente: leanmanufacturing10.com

### **2.2.5 Análisis de modo y efecto de fallas (AMEF)**

Según Salazar, B (2016). “Es un procedimiento que permite identificar fallas en productos, procesos y sistemas, así como evaluar y clasificar de manera objetiva sus efectos, causas y elementos de identificación, para de esta forma, evitar su ocurrencia y tener un método documentado de prevención”.

Este procedimiento de análisis tiene una serie de ventajas potenciales significativas, por ejemplo:

Identificar las posibles fallas en un producto, proceso o sistema.

Conocer a fondo el producto, el proceso o el sistema.

Identificar los efectos que puede generar cada falla posible.

Evaluar el nivel de criticidad (gravedad) de los efectos.

Identificar las causas posibles de las fallas.

Establecer niveles de confiabilidad para la detección de fallas.

Evaluar mediante indicadores específicos la relación entre: gravedad, ocurrencia y detectabilidad.

Documentar los planes de acción para minimizar los riesgos.

Identificar oportunidades de mejora.

Generar Know-how (saber-como).

Considerar la información del AMEF como recurso de capacitación en los procesos.

### **2.3 Bases Legales**

Palella, (2004) define las bases legales como: "El conjunto de leyes, reglamentos, normas, decretos, etc., que establecen el basamento jurídico que sustenta la investigación (p.60). Por ello, el concepto de bases legales se define como el conjunto de normativas legales desde las leyes, reglamentos, decretos entre otros que guarde relación con la investigación de estudio.

*Artículo 112.* Todas las personas pueden dedicarse libremente a la actividad económica de su preferencia, sin más limitaciones que las previstas en esta Constitución y las que establezcan las leyes, por razones de desarrollo humano, seguridad, sanidad, protección del ambiente u otras de interés social. El Estado promoverá la iniciativa privada, garantizando la creación y justa distribución de la riqueza, así como la producción de bienes y servicios que satisfagan las necesidades de la población, la libertad de trabajo, empresa, comercio, industria, sin perjuicio de su facultad para dictar medidas para planificar, racionalizar y regular la economía e impulsar el desarrollo integral del país.

*Artículo 117.* Todas las personas tendrán derecho a disponer de bienes y servicios de calidad, así como a una información adecuada y no engañosa sobre el contenido y características de los productos y servicios que consumen; a la libertad de elección y a un trato equitativo y digno. La ley establecerá los mecanismos necesarios para garantizar esos derechos, las normas de control de calidad y cantidad de bienes y servicios, los procedimientos de defensa del público consumidor, el resarcimiento de los daños ocasionados y las sanciones correspondientes por la violación de estos derechos.

*Capítulo V: De las Personas en el Derecho del Trabajo en Responsabilidad Objetiva del Patrono o Patrona:*

*Artículo 43:* Todo patrono o patrona garantizará a sus trabajadores o trabajadoras condiciones de seguridad, higiene y ambiente de trabajo adecuado, y son responsables por los accidentes laborales ocurridos y enfermedades ocupacionales acontecidas a los trabajadores, trabajadoras, aprendices, pasantes, becarios y becarias en la entidad de trabajo, o con motivo de causas relacionadas con el trabajo. La

responsabilidad del patrono o patrona se establecerá exista o no culpa o negligencia de su parte o de los trabajadores, trabajadoras, aprendices, pasantes, becarios o becarias, y se procederá conforme a esta

*En materia de salud y seguridad laboral. Participación en salud y seguridad*

*Artículo 44.* Los patronos o patronas están en la obligación de garantizar que los delegados y delegadas de prevención dispongan de facilidades para el cumplimiento de sus funciones, y que los comités de salud y seguridad laboral cuenten con la participación de todos y todas sus integrantes, y sus recomendaciones sean adoptadas en la entidad de trabajo.

*Artículo 4.* Las disposiciones de esta Ley son aplicables a los trabajo efectuados bajo relación de dependencia por cuenta de un empleador o empleadora, cualquiera sea su naturaleza, el lugar donde se ejecute, persiga o no fines de lucro, sean públicos o privados existentes o que se establezcan en el territorio de la República, y en general toda prestación de servicios personales donde haya patronos o patronas y trabajadores o trabajadoras, sea cual fuere la forma que adopte, salvo las excepciones expresamente establecidas por la ley. Quedan expresamente incluidos en el ámbito de aplicación de esta.

#### **2.4 Definición de Términos Básicos**

**Agua Contaminada:** Las impurezas que normalmente se encuentran en el agua se presentan disueltas o en suspensión. Dentro de las diversas impurezas podemos mencionar el calcio, magnesio, bicarbonatos, carbonatos, sílice, sodio, sólidos disueltos y en suspensión, materia orgánica, aceite, hierro, cobre, y gases disueltos.

**AMEF:** Método Analítico estandarizado para detectar y eliminar problemas de forma sistemático y total (modo de efectos de fallas).

**Condensado:** Es el subproducto de la transferencia de calor en un sistema de vapor. Este se forma en los sistemas de distribución por causa de pérdidas energéticas por radiación y conducción, también en sistemas de calentamientos y equipos de procesos, como resultado de la transferencia de calor desde el vapor a la sustancia o material que se va a calentar. Es el pase de fase de gas a líquido.

**Calor:** Es una cantidad de energía y es una expresión del movimiento de las moléculas que componen un cuerpo. Cuando el calor entra en un cuerpo se produce calentamiento y cuando sale, enfriamiento. Incluso los objetos más fríos poseen algo de calor porque sus átomos se están moviendo.

**Entalpía:** es la cantidad de energía de un sistema termodinámico que éste puede intercambiar con su entorno. Por ejemplo, en una reacción química a presión constante, el cambio de entalpía del sistema es el calor absorbido o desprendido en la reacción.

**Mejoramiento Continuo:** El Mejoramiento Continuo está definido como una conversión en el mecanismo viable y accesible al que las empresas de los países en vías de desarrollo cierran la brecha tecnológica que mantienen con respecto al mundo desarrollado.

**Operario:** Se denomina operario a las personas, hombres o mujeres que realizan una tarea determinada, generalmente de carácter técnico y que es recompensada mediante el pago de un salario.

**Parada no planificada:** Se dice de la parada de un flujo laboral(Proceso), desligado a la planificación, o sea que no fue a juicio facultativo de un líder (Gerente), sino que se produjo por la avería de una actividad o falla, ya sea individual o colectiva.

**Sala de Control:** Sala de control desde donde se monitorea, opera y controlan casi todos los sistemas antes mencionados, estas labores se realizan por medio de computadores a través de los cuales, se utiliza el software ScadaFIX.

**Sala de Máquinas:** Departamento de la Gerencia de Servicios Industriales cumple las funciones de generar, recircular y suministrar los servicios energéticos a los clientes internos que los necesiten para la adecuada realización de los procesos de

producción que conforman la planta.

**Turnos de Trabajo:** Existen dos turnos por día (12X12), cada uno con un supervisor, un operario A y un Operario B. La naturaleza de los procesos de la planta en cuestión no permite dejar libremente el proceso en automático debido a que la producción se realiza por lotes esto podría ocasionar la parada y arranque de equipos.

**Trampa de condensado:** Son dispositivos empleados para funciones que no son tan aparentes. Cuando el sistema de vapor se interrumpe o apaga, el aire ingresa en las tuberías para ocupar el espacio del vapor en compañía con el condensado generado.

**Vapor:** Es agua en estado gaseoso. Si se añade calor al agua, su temperatura aumenta hasta que alcanza un valor a partir del cual ya no puede subsistir como líquido. Cualquier nueva adición de energía provoca que parte del agua hierva y se convierta en vapor.

**Vapor saturado:** Inicio del vapor, cuando el agua es calentada sobre el punto de ebullición.

**Intercambiador de calor:** es un dispositivo diseñado para transferir calor de un fluido a otro, sea que estos estén separados por una barrera sólida o que se encuentren en contacto. Son parte esencial de los dispositivos de refrigeración, acondicionamiento de aire, producción de energía y procesamiento químico.

**°Plato:** se refiere a la cantidad en gramos de extracto seco primitivo del mosto original de la cerveza contenido en 100 gramos de dicho mosto a la temperatura de 20° C.

**Dureza:** la dureza del agua está determinada por la cantidad de sales de calcio y magnesio que contenga. Mientras más sales de calcio y magnesio tengan, mayor será su dureza. La dureza es una característica perjudicial para las calderas.

**Chaqueta:** revestimiento o cobertura usada en los tanques para subir, bajar o mantener la temperatura dentro del mismo.

**Golpe de ariete:** el golpe de ariete se origina debido a que el fluido es ligeramente elástico. En consecuencia, cuando se cierra bruscamente una válvula o un grifo instalado en el extremo de una tubería de cierta longitud, las partículas de fluido que

se han detenido son empujadas por las que vienen inmediatamente detrás y que siguen aún en movimiento. Esto origina una sobrepresión que se desplaza por la tubería a una velocidad que puede superar la velocidad del sonido en el fluido.

**Partículas por millón:** es una unidad de medida con la que se mide la medida concentración. Determina un rango de tolerancia. Se refiere a la cantidad de unidades de una determinada sustancia (agente, etc.) que hay por cada millón de unidades del conjunto. Por ejemplo, en un millón de granos de arroz, si se pintara uno de negro, este grano representaría una (1) parte por millón la cual se abrevia como "ppm".

**Mosto:** es el líquido extraído del proceso de remojado de malta durante el proceso de fabricación de la cerveza. En la elaboración de la cerveza es el líquido que se aromatiza con lúpulo para ser infundido y posteriormente fermentado en las cubas. El mosto se denomina así por su sabor dulce. Se emplea en la elaboración de los whiskies. Su contenido en azúcares es precisamente metabolizado por las levaduras para generar el alcohol de la bebida.

**Nepe:** Salvado de maíz derivado de la cáscara y los desechos del grano, que generalmente se usa como alimento para cerdos.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

Según Tamayo, M (2003), define al marco metodológico como “Un proceso que, mediante el método científico, procura obtener información relevante para entender, verificar, corregir o aplicar el conocimiento”. (p.37). En este sentido se presentaran los siguientes aspectos que enmarca la modalidad, tipo de investigación, hasta el punto de detallar de una manera secuencial el procedimiento y las fases de la investigación, actividades desarrolladas para recolectar en la muestra, como parte de la población, datos convenientes que ayuden a identificar y analizar el problema dentro de la empresa Cervecería Polar C.A.

#### **3.1 Tipo de investigación**

Según El Manual de Tesis de Grado y Especialización y Maestría y Tesis Doctorales de la Universidad Pedagógica Libertador, (2006), define al tipo de investigación de la siguiente manera:

“Consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos necesidades de organizaciones o grupos sociales que pueden referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos, o procesos. El proyecto debe tener el apoyo de una investigación de tipo documental, de campo, o un diseño que incluya ambas modalidades “(p. 16).

Según lo antes mencionado la presente investigación puede delimitarse con la modalidad de proyecto factible debido a que en necesario expresar cuantitativamente los resultados para mostrar los beneficios económicos de cada una de las propuestas, determinando si son factibles o no de realizarlas.

#### **3.2 Diseño de la investigación**

El diseño de la presente investigación es de campo, debido a que se trabajó con datos secundarios obtenidos principalmente de fuentes bibliográficas, documentos de internet, manuales de procedimiento y buenas prácticas de la empresa,

dichos datos fueron esenciales para el logro de los objetivos y la solución del problema.

Según Contreras, M (2011), “se entiende por Investigación de Campo, el análisis sistemático de problemas de la realidad, con el propósito de describirlos, interpretarlos y explicar sus causas y efectos; haciendo uso de métodos característicos o enfoques de investigación conocidos o en desarrollo”. (p 28).

Por otra parte, Según Arias, F (2006), define el diseño de la investigación como “la estrategia que adopta el investigador para responder al problema planteado”. (p.30). Del mismo modo, Arias, F (2012), define: La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de todos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variables alguna, es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes”. (p. 31).

### **3.3 Nivel de la investigación**

La siguiente investigación es de carácter descriptiva y pretende desarrollar analizar y describir características más relevantes del proceso de retorno del condensado, identificando las fallas y defectos más comunes para generar las soluciones a la problemática presente.

Según el autor Arias, F (2012), define “la investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio”. (p. 24).

### **3.4 Población y muestra**

#### **3.4.1 Población**

La población es un conjunto de individuos de la misma clase, limitada por el estudio y según Tamayo, M (2003), “La población se define como la totalidad del fenómeno a estudiar donde las unidades de población poseen una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación.” (p.114).

En tal sentido el presente estudio de investigación tomó como referencia a los 3 departamentos y 47 equipos que forman parte de las líneas de retorno del condensado

de la empresa Cervecería Polar C.A. Planta San Joaquín, estado Carabobo, garantizando la confiabilidad y disponibilidad del condensado recuperado debidamente tratado. (Ver cuadro 4).

**Cuadro 4:** Distribución de la Población

<b>Equipos por departamentos</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
Elaboración	Intercambiadores de calor	4
	Pailas	10
	Trampas de condensado	1
Envasado	Pasteurizadores	10
	Lavadoras	10
	Tanque de almacenamiento	1
	Trampa de condensado	1
Servicios Industriales	Tanques de almacenamiento	3
	Intercambiadores de calor	4
	Evaporadores	3

Total de equipos: 47 equipos.

**Autor:** Campos; D (2018)

### **3.4.2 Muestra**

En cuanto la muestra que se utilizó fue de tipo censal, el cual es definida por Ballestrini, A. (2006) como: “la muestra en el cual entra todos los miembros de la población. Es el tipo de muestra más representativo” (p. 207). Para el caso, se tomó como muestra el 100% de la población dado que la cantidad de sujeto de estudio conforman un número finito y manejable, ya que se conoce la cantidad de unidades que la integra; quedando entonces representada por 3 departamentos y 47 equipos que conforman las líneas de condensado.

### **3.5 Técnicas de recolección de datos**

#### **3.5.1 Observación directa**

Partiendo de la definición de Arias, F (2006), la observación directa “es un técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos.” (p.125). En el caso de esta investigación dicha técnica sirvió para observar los procesos pertinentes del retorno del condensado y los subprocesos derivados del mismo en todas la líneas de retorno de la empresa Cervecería Polar C.A. Planta San Joaquín.

#### **3.5.2 Entrevista no estructurada**

Según Arias, F (2006), afirma que “en esta modalidad no se dispone de una guía de preguntas elaboradas previamente. Sin embargo, se orienta por unos objetivos preestablecidos que permiten definir el tema de la entrevista”. (p.132). En el caso de esta investigación se realizaron entrevistas del tipo no estructuradas con el personal operativo y administrativo de la planta enfocadas al funcionamiento de los equipos para conocer su historial de fallas y de esta manera poseer datos que ayuden a visualizar de una forma más amplia las posibles mejoras del proceso.

#### **3.5.3 Revisión Documental**

Según el autor Palella, S y Martins, F (2010), definen: “La investigación documental se concreta exclusivamente en la recopilación de información en diversas fuentes. Indaga sobre un tema en documentos-escritos u orales- uno de, los ejemplos más típicos de esta investigación son las obras de historia”. (p.90).\_Esta técnica consiste en detectar, obtener y consultar las carpetas de lecturas y análisis que puedan ser útiles para el propósito del estudio, así como extraer y recopilar la información relevante y necesaria que atañe al problema en investigación. Con el uso de esta técnica se recopilaron textos corporativos en la intranet de la compañía, para conocer bases de datos o cualquier otra información relacionada con la problemática.

### **3.6 Fases metodológicas**

La presente investigación se encuentra estructurado en cuatro fases, basadas en sus objetivos específicos, con el principal fin de lograr el objetivo general que es el de proponer un plan de mejoras en las líneas de retorno del condensado de la empresa Cervecería Polar C.A Planta San Joaquín.

#### **Fase I: Diagnosticar los problemas que se presentan en las líneas de retorno del condensado de los distintos departamentos de la planta.**

En esta fase se realizó un estudio sobre la situación actual de la empresa Cervecería Polar C.A. Planta San Joaquín en las líneas de retorno del condensado, con el fin de determinar la variables que están afectando el rendimiento del proceso, revisando toda la información documentada en el sistema de la empresa y las entrevistas no estructuradas con el personal a cargo tanto de operaciones de mantenimiento, identificando las fallas que producen la contaminación del condensado.

#### **Fase II: Analizar los distintos problemas que generan el bajo rendimiento en las líneas de retorno del condensado.**

Para el desarrollo de esta fase fue necesario la colaboración de todos los trabajadores involucrados en el proceso de retorno del condensado, además se utilizó dentro de los análisis de causa-raíz herramientas como: diagrama de Ishikawa y diagrama de Pareto.

#### **Fase III: Elaborar un plan de mejoras que permitan aumentar el rendimiento de las líneas de retorno del condensado a un mínimo del 60%.**

Una vez concluida la fase 2 de la presente investigación se procedió a la elaboración de un plan de mejoras para el proceso de retorno del condensado, permitiendo aumentar el rendimiento del mismo a un mínimo del 60%, para luego realizar las acciones que redujeron las raíces de las causas más recurrentes.

#### **Fase IV: Evaluar la relación beneficio-costos de la propuesta del plan de mejoras.**

En esta última fase del proyecto de investigación se realizó una evaluación de los costos asociados y potenciales beneficios a la propuesta planteada, con el fin de

obtener elementos de juicios necesarios para la toma de decisión de ejecutarlo. Para poder así minimizar la cantidad de costos incurridos en aditivos y resinas químicas para el tratamiento del agua de las calderas mediante la reutilización y aprovechamiento del condensado en la empresa Cervecería Polar C.A. Planta San Joaquín.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

En el presente capítulo se desarrollo cada una de las fases planteadas en el capítulo III, con la finalidad de proponer un plan de mejoras en las líneas de retorno del condensado en la empresa Cervecería Polar C.A Planta San Joaquín, para aumentar el rendimiento de la recuperación del condensado en un mínimo del 60%.

#### **4.1 Fase I: Diagnostico los problemas que se presentan en las líneas de retorno del condensado de los distintos departamentos de la planta.**

La finalidad de esta fase es la de diagnosticar el uso en el proceso que se le da al material en estudio, en aquellas áreas o equipos comprendidos, mediante la entrevista, la observación directa y el seguimiento del proceso, para ello se presenta de forma organizada los datos, información y resultados obtenidos. Esta fase incluye de manera desglosada cada aspecto encontrado sobre la problemática, unos más desarrollados que otros debido al impacto que generan cada uno de ellos, pero que en definitiva son aspectos importantes a conocer de la investigación. Mediante la observación directa en el campo se pudo apreciar que el sistema de generación de vapor es constante y solo se interrumpe cuando se requiere realizar cualquier tipo de mantenimiento.

En la Cervecería Polar planta San Joaquín, el sistema de recuperación de agua condensada cuenta con varias líneas, que proviene de varios departamentos de la planta hasta llegar al tanque recolector. (Ver figura 7).



**Figura 7:** Tanque de condensado

**Fuente:** Sistema de recuperación de condensado Empresas Polar (2.017) p.12

Es aquí donde el operador realiza todos los análisis pertinentes al agua y en caso de estar dentro de los parámetros, el sistema automáticamente pasa el agua al tanque de agua precalentada H, para ello cuenta con tres bombas de suministro.

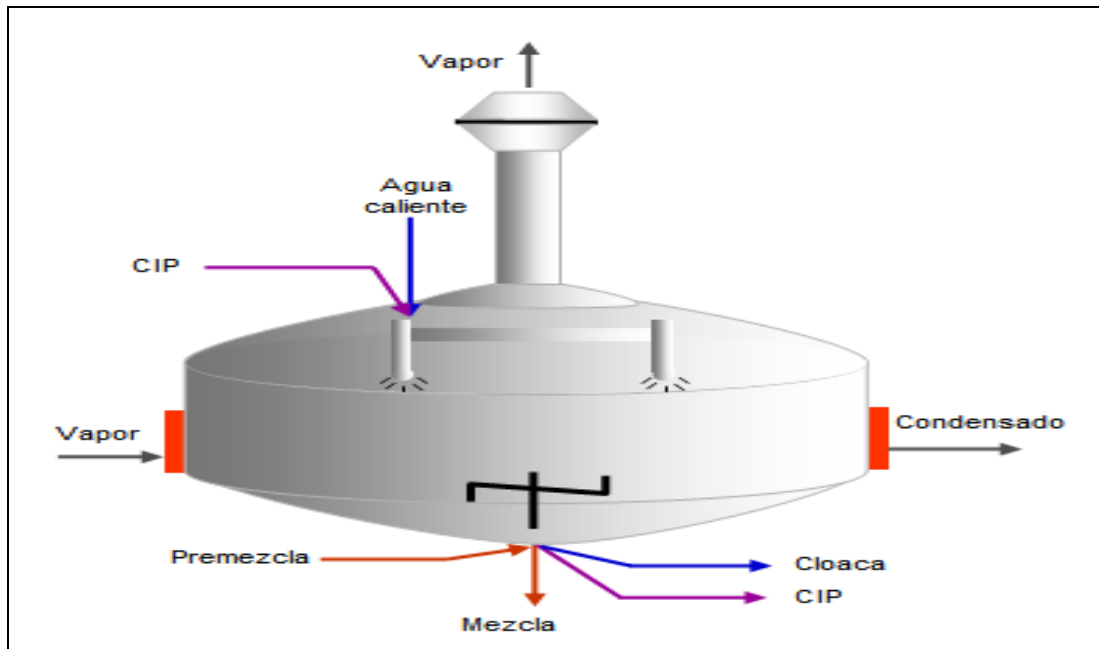
La planta en cada área, cuenta con varios Calentadores como los son: en Elaboración, dos (2) trenes de hervida, para cocinar los productos con lo cual se elabora la Cerveza y la Malta, con dos pailas cada uno, las lavadoras de botellas y pasteurizadores en Envasado, en Servicios Industriales se encuentran intercambiadores para el proceso de las plantas de °Platos y calentadores de agua para las regeneraciones en otras áreas. Para obtener una mejor comprensión de la situación, en esta parte de la fase se va a dividir por área y por equipo.

### **Consumo de vapor del departamento de Elaboración**

Cuenta con dos trenes para la hervida con 15.000 Kg/h cada uno. En el momento que se realiza el cocimiento, el retorno de condensado se encuentra entre el 30 y 40 por ciento, presentando problemas de contaminación con dureza. Cabe destacar que se realizan 18 cocimientos por días para llenar tres tanques de cerveza.

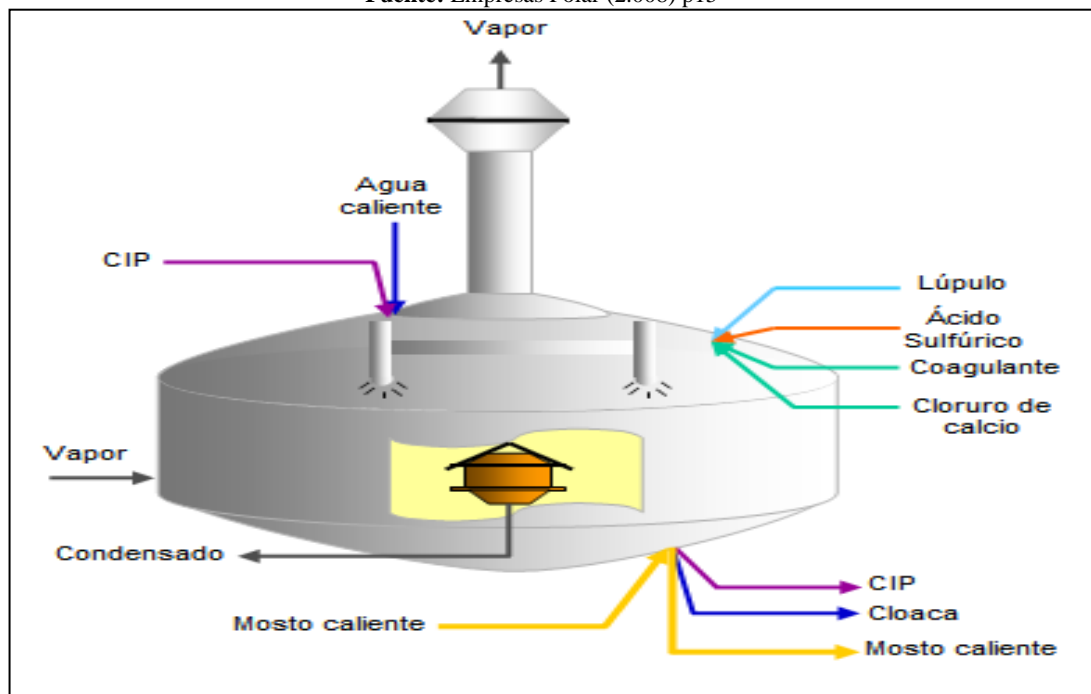
Para empezar, se observaron las operaciones de las pailas la cual, conversando con los operarios sobre su funcionamiento se explicó, que son utilizadas para preparar cocimientos de cerveza y malta, en la primera paila se mezclan todos los productos que conlleva cada cocimiento con agua caliente, en ella se le inyecta vapor a la chaqueta para posteriormente llevarla a una temperatura comprendida entre 60 y 70 °C por un lapso de dos (2) horas hasta asegurarse de que los ingredientes hayan realizado su descomposición orgánica (separación del extracto acuoso) para ser enviado a la cuba de filtración, una vez separado el sólidos (nepe), solo el producto líquido (mosto) va a la paila de cocción. En esta paila que también recibe vapor es donde se realiza el calentamiento final y el líquido alcanza una temperatura de 90 °C durante una hora, antes de ser bombeado al sistema de enfriamiento y luego a los tanques de almacenamiento cilindro cónico (TCC) o tanques de fermentación.

En éstas dos fases de calentamiento los operarios indican que las pailas reciben vapor a una presión de 4 kg/cm<sup>2</sup> por medio de una reguladora controlada por un set-point de temperaturas en cada una de ellas, también indican que las temperaturas pueden variar según la operación. Mediante fallas detectadas a causas de paradas eléctricas o después de un mal mantenimiento trae problemas a la hora de condensar el vapor, hasta llegar a contaminar el mismo debido a que este tiene contacto con la mezcla mediante pequeñas fugas ocasionando que el condensado pierda sus parámetros de calidad por el contacto con agentes que cambien las características del mismo, trayendo como consecuencia que el condensado no pueda ser reutilizado y tenga que desecharse. (Ver figura 8, ver figura 9).



**Figura 8:** Diagrama funcional de paila de Mezcla.

Fuente: Empresas Polar (2.008) p15



**Figura 9:** Diagrama funcional de la paila de cocción.

Fuente: Tomado de Empresas Polar (2.008) p16

Por su parte el personal de mantenimiento indica que durante los trabajos realizados por ellos solo se encargan de cambiar piezas que fallen al momento de que el equipo se encuentra en operación y otro cuando los equipos están parados. Tanto los operadores como el personal de mantenimiento no saben cuál es su alcance para controlar la contaminación en las líneas de condensado, puesto que quien efectúa los análisis del agua es el personal de Servicios Industriales apoyados con el personal de Laboratorio Central, los resultados de los análisis químicos del condensado son realizados después de haber arrancado el proceso, es decir, cuando el condensado contaminado ya se encuentre en el tanque de almacenamiento.

### **Consumo de vapor del departamento de Envasado**

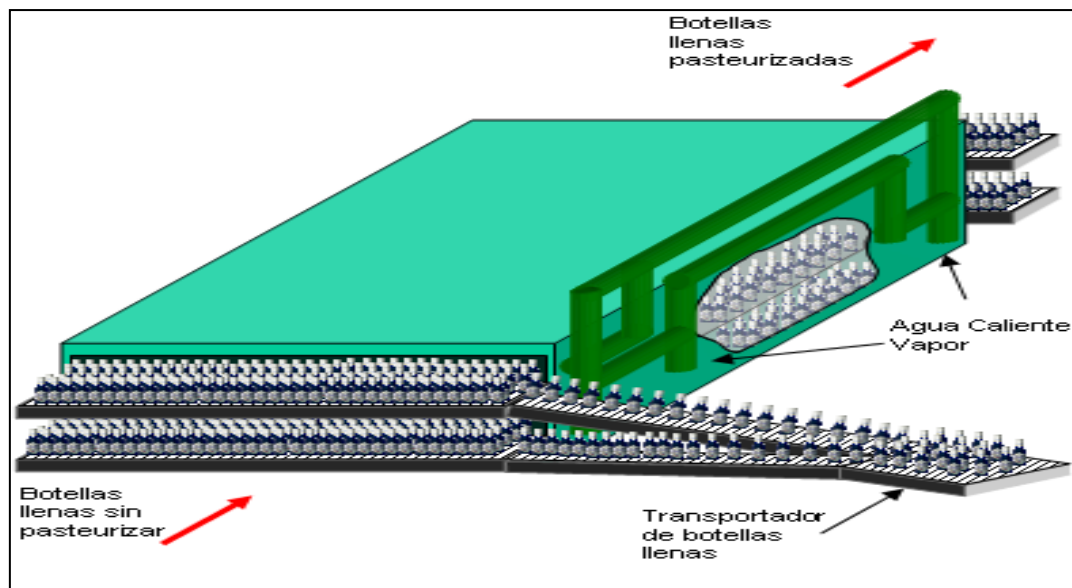
Cuenta con 11 lavadoras con 528 Kg/h cada una y 14 pasteurizadores con 657 Kg/h cada uno. Actualmente trabajan entre 7 y 8 líneas por turnos rotativos de 12 horas continuas para un consumo de 227.520 kg diarios, con un retorno de condensado del 20 por ciento por equipo, los problemas principales en las líneas de condensado de esta área son la contaminación con dureza y soda caustica.

Seguidamente, se les preguntó a los operarios de envasado y mediante la entrevista no estructurada se pudo conocer el funcionamiento de estos equipos. La principal función de las lavadoras de botellas es quitarle toda suciedad dentro y por fuera a la botella, la misma trabaja con bombas de recirculación en tanques de soda y de agua caliente controlados por temperaturas en diferentes estaciones, cada tanque recibe una inyección de vapor y así mantener el calor, el lavado y posterior enjuague de las botellas con agua limpia este proceso dura aproximadamente media hora desde que entra en la misma hasta que salen de ella. A los lados de cada equipo se encuentra las trampas de condensado que llevan a éste a un tanque principal y desde allí al tanque de almacenamiento que está en el sistema de agua de condensado en el departamento de sala de máquinas.

En el mismo sentido, se tienen los pasteurizadores encargados de atemperar la cerveza contenida en las botellas después del llenado en frío (cerveza cruda) este proceso se realiza por recirculación agua caliente con bombeo de tanques con

temperatura controladas a través de rociadores en la parte superior, la temperatura del pasteurizador comienza ascendente a la entrada, calienta en el punto medio y descendente en la salida, la botella y la cerveza salen con una temperatura ambiente.

Al igual que las lavadoras la inyección de vapor es a cada tanque y su condensado es recolectado de la misma forma y enviado al sistema antes nombrado, cabe destacar que los operadores y personal de mantenimiento tanto de Envasado como de Elaboración realizan sus funciones propias, solo operan el equipos y resuelven fallas del mismo, mas no chequean ni analizan el condensado, este puede estar contaminado como real mente sucede, pero solo el operador de Servicios Industriales se da cuenta cuando se dirige al sitio y lo analiza o cuando ya se encuentra en el tanque de condensado. (Ver figura 10, ver figura 11).

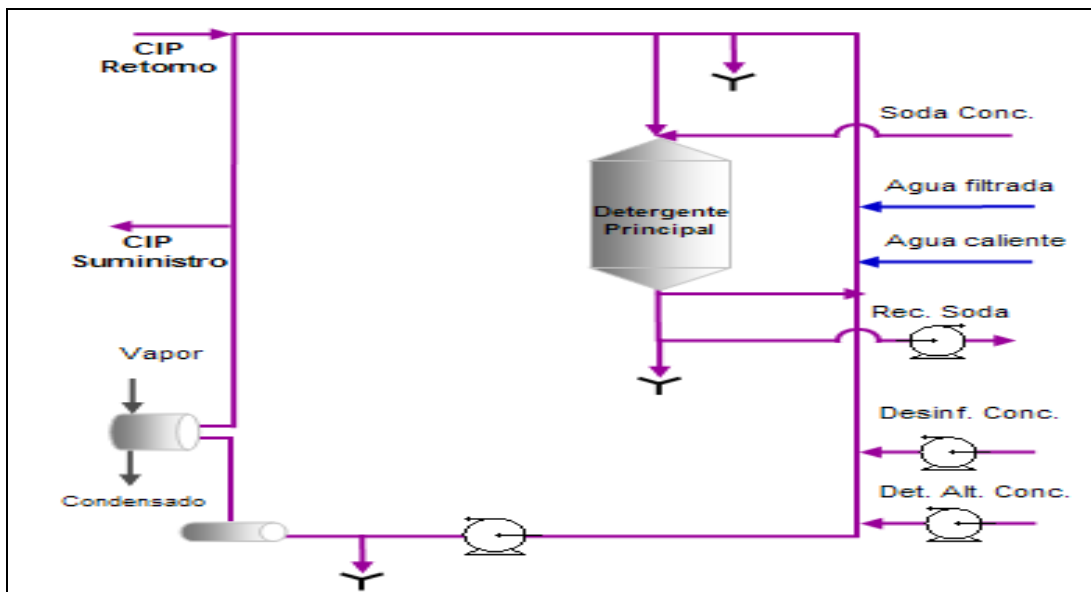


**Figura 10:** Diagrama funcional de la Lavadora de Botellas  
Fuente: Tomado de Empresas Polar (2.008)



**Figura 11:** Diagrama funcional del Pasteurizador de Botellas  
**Fuente:** Tomado de Empresas Polar (2.008)

Otros equipos que también causan contaminación al condensado son los Calentadores, los mismos utilizan Soda Cautica a baja concentración para la limpieza de tuberías, (varios) en toda la planta. (Ver figura 12).



### Figura 12: Diagrama funcional de un Calentador

Figura: Tomado de Empresas Polar (2.008)

Autor: López, L (2.008)

### Consumo de vapor de los Calentadores

En la planta existen varios con un consumo 120 Kg/h cada uno, para un total de 5.000 kg de vapor diarios, con un retorno de condensado en 50 por ciento y al igual que las lavadoras de Envasado su contaminación es por dureza y soda caustica.

Y por último, Servicios Industriales: cuatro (4) plantas de °Platos con un consumo de 100 kg/h cada una con un retorno de condensado del 50 por ciento por equipo. Actualmente trabajan dos (2) líneas por turnos rotativos de 12 horas continuas para un consumo de 4.800 kg diarios, los Evaporadores de CO<sub>2</sub> consumen entre 8 y 9 kg/h solo operan tres en serie y automáticos, estos equipos fueron los más confiables en el retorno de condensado. (Ver figura 13, ver figura 14).

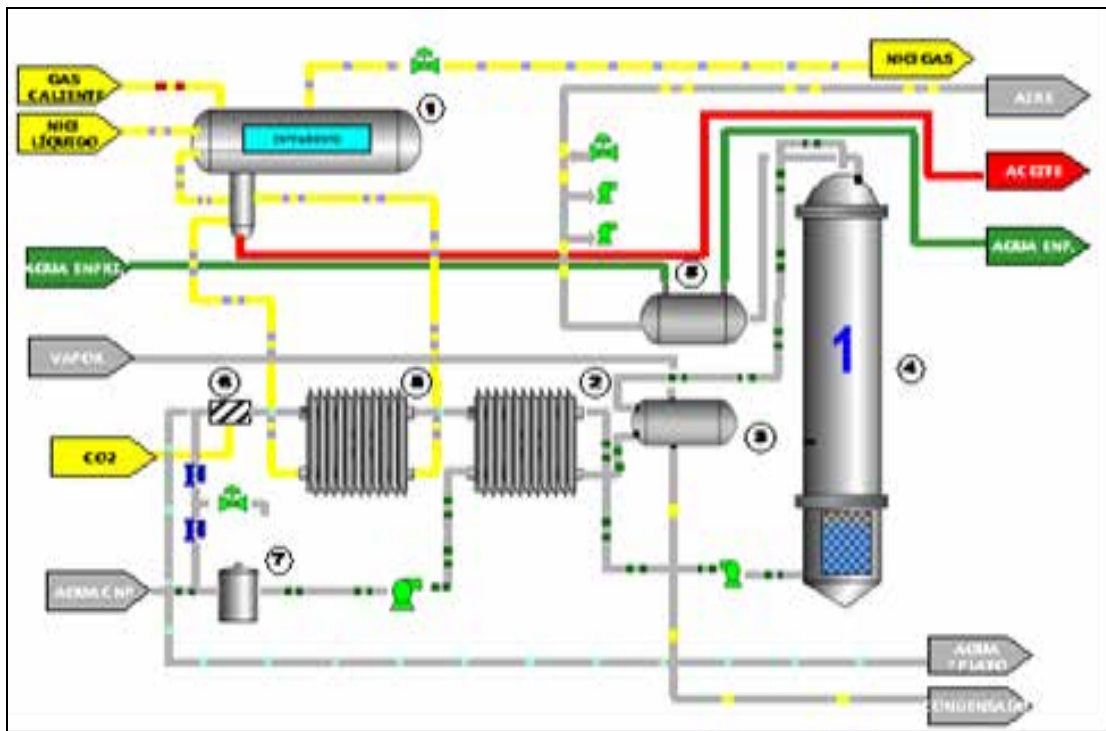
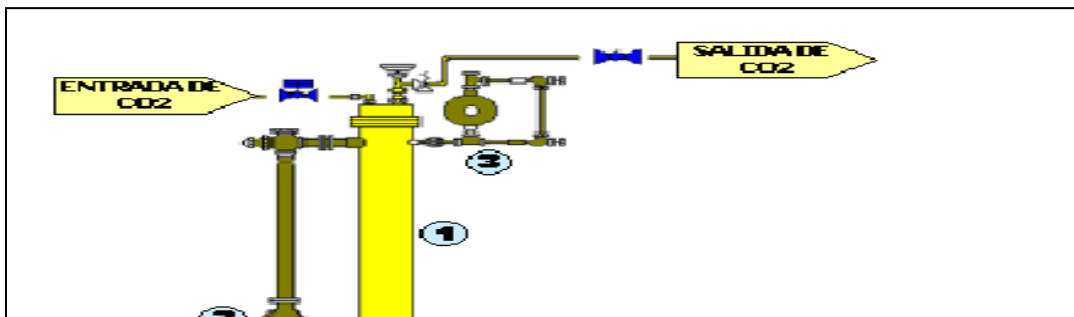


Figura 13: Diagrama funcional de la planta °Plato

Fuente: Tomado de Empresas Polar (2008)



**Figura 14:** Diagrama funcional de un Vaporizador.

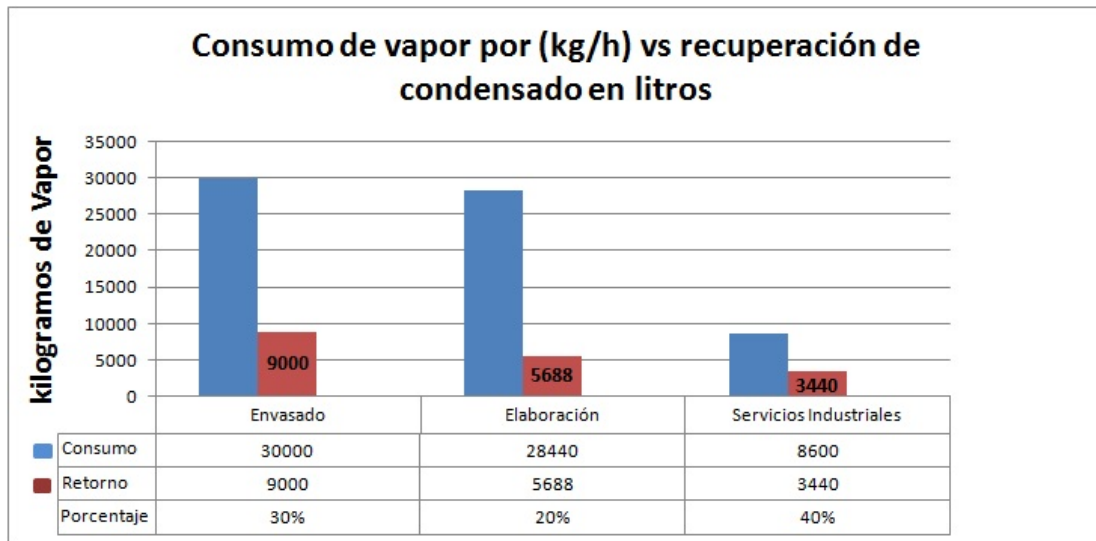
**Fuente:** Tomado de Empresas Polar (2008)

Las trampas ubicadas en líneas principales de suministro de vapor juegan un papel muy importante, pues son las encargadas de atrapar el condensado para evitar golpes de ariete. Es de hacer notar que, los principales departamento de mayor retorno de condensado son: Elaboración y Envasado. Por ende, para que se realice este proceso de transformar el vapor en condensado se necesitan que los equipos estén en producción.

Aunado a estos los calentadores están presentando problemas con su estructura interna permitiendo que el condesado retorne contaminado con dureza y con soda caustica. Por ser equipos que trabajan con vapor no se pueden permitir ninguna fuga y mucho menos el contacto con el producto, teniéndose que poner por parte de los operadores de sala de máquinas después de realizarle el análisis pertinente y con la ayuda del personal de laboratorio central el condensado a la cañería. Al mismo tiempo, cuando el resultado del análisis en las calderas está fuera de norma el operador tiene que realizar purgas excesivas en las mismas con pérdidas de productos químicos además de ocasionar incrustaciones e incremento en el consumo de agua.

Siguiendo con el diagnóstico y tomando en cuenta la data de los departamentos antes mencionados se realiza un reporte de consumo diario del mes de Septiembre vs

el retorno del condensado. (Ver figura 15)



**Figura 15:** Consumo de vapor en kg diario vs retorno de condensado en litros del mes de Septiembre, según el área de estudio promedio de un día de trabajo.

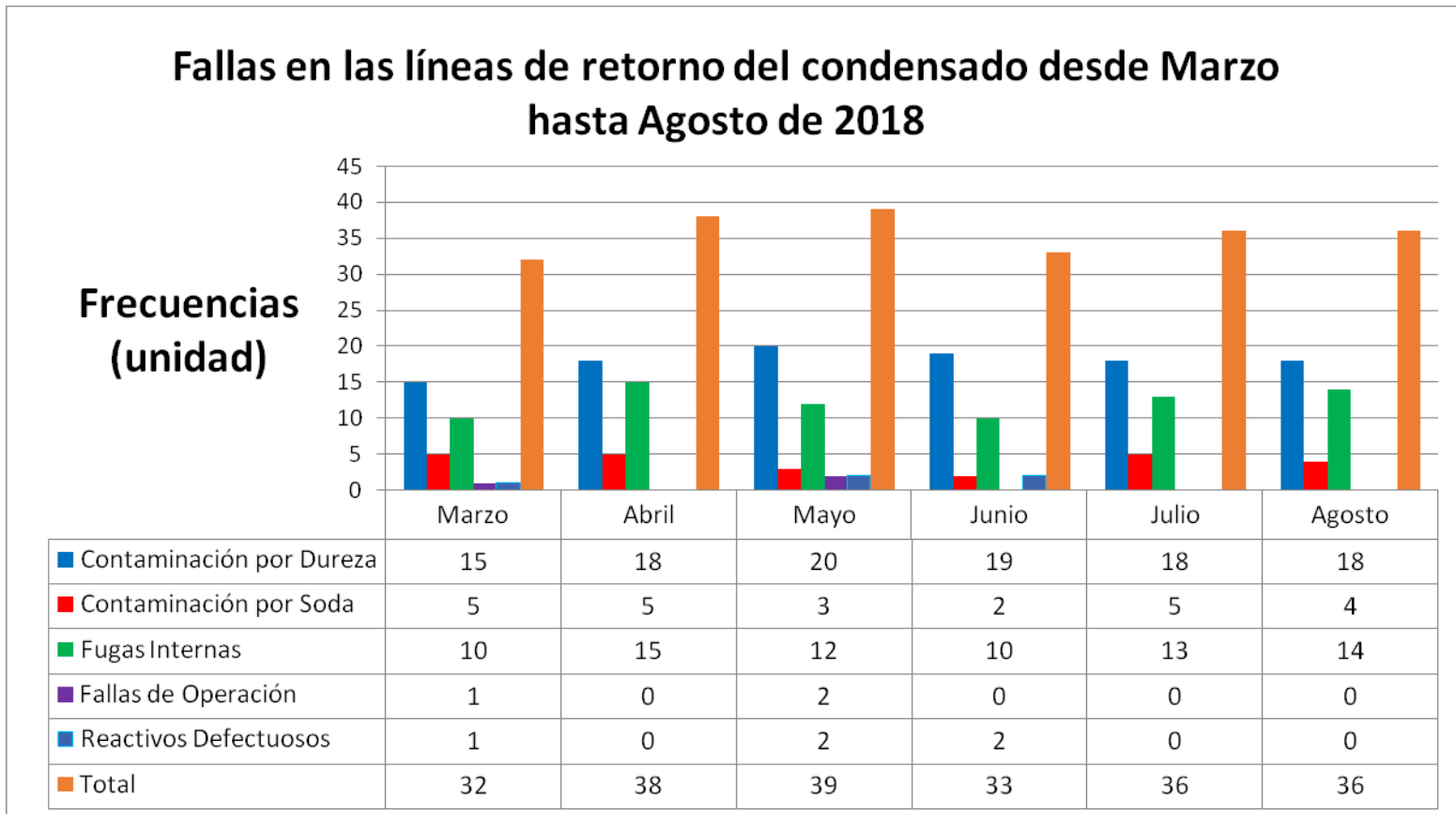
**Fuente:** Tomado de Empresas Polar (2018)

**Autor:** Departamento de Servicios Industriales Cervecería Polar C.A. Planta San Joaquín.

El gráfico anterior muestra la baja recuperación en septiembre del condensado por área, esto quiere decir que existen problemas en las líneas de condensado que no permiten el retorno o simplemente al llegar al tanque de almacenamiento contaminado con ciertas impureza tenga que ponerse al drenaje, provocando el desperdicio del mismo dejando de aprovechar su poder calorífico más la utilidad de esta agua.

Para profundizar dentro de la investigación se presenta una reseña histórica desde marzo hasta agosto de 2018, acerca de la frecuencia de ocurrencia de fallas y causas encontradas en las líneas de condensado mostrando el porqué de la baja recuperación. (Ver figura 16).





**Figura 16:** Frecuencia de ocurrencias de fallas y tipos de averías en las líneas de Condensado desde Marzo hasta Agosto del 2018.

**Fuente:** Tomado de Empresas Polar (2018)

**Autor:** Departamento de Servicios Industriales Cervecería Polar C.A. Planta San Joaquín.

La finalidad de realizarle un análisis a la muestra del condensado es hallar la cantidad de impurezas y otras sustancias químicas presente en el agua. Los resultados se expresan normalmente en ppm (partículas por millón). En cuanto a la toma de muestras, éstas se toman por separado, es decir, el condensado de Elaboración se muestrea en el área de Cocimiento, mientras que el condensado de Envasado y de Servicios Industriales se mide en una tubería que converge a la entrada del tanque de condensado.

Según lo observado en la data anterior se nota claramente que la principal causa de contaminación en las líneas de condensado es la Dureza, seguida de la presencia de la Soda caustica, pero, en menor proporción, mientras menos fugas hallan en los calentadores menores son las fallas en la operación y cuanto menos contaminación mayor recuperación, fueron los meses de Marzo y Junio con menores fallas y se tuvo una buena recuperación al igual que Julio y Agosto, pero con menor producción.

Como se pudo observar, las fallas se presentan de forma frecuente en las líneas de condensado, tomando en cuenta que el proceso es continuo. Por tal motivo, se registraron las fallas y averías presentes en las líneas de condensado y sus frecuencias durante el periodo antes señalado. Tal como se muestra en la figura 16.

Ahora bien, en la fase I se pudo deducir la situación existente en cada departamento, debiéndose a que en las actividades que realizan los operadores de cada área exceptuando los de Servicios Industriales, no está incluido la operación y chequeo de las líneas de condensado, trayendo como problema más resaltante el retorno de un condensado contaminado, las técnicas y el procedimiento para realizar los análisis llevan mucho tiempo, es por ello que surge la necesidad de realizar una lista de verificación para poder detectar si se cumplen o no las diferentes actividades de chequeo y mantenimiento en los departamentos, como se muestra en el (cuadro 5). Las descripciones utilizadas para registrar en la hoja de observaciones son:

1. *Eficazmente Efectuada* (Ee): cuya categoría se aplica cuando la actividad observada dentro del área, se realiza ofreciendo un alto valor agregado al proceso vigilado.

2. *Bien Efectuado* (Be): se aplica esta categoría cuando el proceso o la actividad, se efectúa de manera eficiente.
3. *Regularmente Efectuado* (Re): tal categoría se coloca cuando la actividad o proceso es realizado de manera eventual y sin ningún tipo de coordinación.
4. *No se Cumplen* (Nc): son aquellos procedimientos que no se ejecutan, los cuales, se encuentran reseñadas en la hoja de observación.

**Cuadro 5:** Lista de Verificación

Actividades a observar en los Departamentos de Elaboración, Envasado y Servicios Industriales	Criterios			
	Ee	Be	Re	Nc
Condiciones de Infraestructura (Piso, Techos, Paredes)	X			
Condiciones del área por departamento (Orden y Limpieza).			X	
Distribución de los espacios físicos en el sitio de trabajo			X	
Puesta a punto de las líneas de condensado				X
Mantenimiento preventivo de las líneas de condensado				X
Formatos de reportes de fallas por departamento				X
Equipos de Seguridad Personal (Guantes, Lentes, Trajes encapsulado)	X			
Condiciones de Ventilación		X		
Condiciones de Iluminación		X		
Equipos de Protección (sistema contra incendio, extintores, lámparas de seguridad, letreros de señalización)	X			

Autor: Campos, D (2018)

De acuerdo a los resultados mostrados en el cuadro anterior se requiere mejorar las actividades clasificadas bajo los criterios de no se cumplen (Nc) las cuales son la puesta a punto de las líneas de condensado, la falta de un plan de mantenimiento preventivo en las líneas de condensado y ausencia de un formatos que sirvan para el registro de reportes de fallas por parte de los Departamentos y regularmente efectuado (Re), son condiciones del área por Departamento (orden y limpieza) puesto que se observó derrames de agua en sitio de trabajo, y distribución de los espacios físicos en sitio de trabajo. Todo lo antes mencionado afecta el cumplimiento de la recuperación del condensado, permitiendo un mayor consumo de agua suave.

Por otro parte, se encuentran las condiciones de infraestructura (piso, techos, paredes), condiciones de iluminación por los sitios cerrados, condiciones de

ventilación por las altas temperaturas, equipos de seguridad personal para los trabajadores que realizan los análisis y sistemas de protección en la empresa como (Sistema contra incendio, extintores, lámparas de seguridad, letreros de señalización), entre otros son elementos que se observaron en cumplimiento de lo exigido por la normas de INPSASEL y las Normas Covenin.

**Resultados de la Entrevista No Estructurada**

Seguidamente, se realizó una entrevista no estructurada a la muestra seleccionada en la investigación, la cual estuvo representada por el personal que labora directamente con el tema en estudio, un total de 28 colaboradores divididos en tres Departamentos, ellos realizan sus operaciones a diario y son los de más accesibilidad para los investigadores. Dentro de esta perspectiva, para el cumplimiento de dicha técnica, se manejó la entrevista a través de una conversación de forma muy espontánea entre los trabajadores y el investigador.

A continuación se presentan los resultados obtenidos de los entrevistados, por lo que inicialmente se destaca lo expresado por el Supervisor al manifestar que una de las causas que afectan la recuperación del condensado es que aunque los equipos estén fallando no se puede parar la producción. Además, los operarios y técnicos indican que hay que cumplir todas las actividades hasta no recibir órdenes, esto generan retrasos en los proceso, pero también baja recuperación del agua condensada por las frecuentes averías en algunos en las líneas de condesado. (Ver cuadro 6).

**Cuadro 6: Resultados de la entrevista no estructurada**

INFORMANTES CLAVES	DATOS DE INFORMACION OBTENIDA
GERENTE DE SERVICIOS INDUSTRIALES	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cantidad en litros de condensado desechado mensualmente</li> <li>2. Volúmenes de producto no conforme con los estándares de calidad.</li> <li>3. Equipos fuera de servicio.</li> <li>4. Ausencia de manuales de mantenimiento</li> </ol>

<b>SUPERVISORES DEL ÁREA</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Variables involucradas en el proceso de recuperación (conductividad, temperatura, PPM, flujo).</li> <li>2. Materia Primas utilizadas en el proceso (resinas, químicos.)</li> <li>3. Estado actual de los equipos.</li> <li>4. Deficiencia en los instrumentos de medición.</li> <li>5. Tanques involucrados en el proceso de transferencia de calor.</li> <li>6. No efectuar paradas en el proceso aunque los equipos no funcionen.</li> </ol>
<b>OPERARIOS</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Funcionamiento de los equipos (tanques de almacenamiento, intercambiadores, filtros, pasteurizadores, entre otros).</li> <li>2. Fuga de condensado en tanques.</li> <li>3. Falta de mantenimiento y limpieza de los equipos.</li> <li>4. Cumplimiento de todas las actividades asignadas de mayor prioridad y por lo tanto descuidar otra labores de mantenimiento y chequeo de equipos y tuberías.</li> </ol>

**Fuente:** Personal del departamento de Servicios Industriales

**Autor:** Campos, D (2018)

Igualmente, desconocen de la importancia de los índices de consumo de agua y productos químicos que se invierten y que ayudan económicamente a la organización, por lo que no han sido capacitados en el tema. Solo en personal de Servicios Industriales se está preparado para realizar los análisis expresando que se ven afectados en el desenvolvimiento de sus funciones, por la acumulación de trabajos dentro y fuera de su área, además, de la inadecuada distribución de los espacios físicos, provocando demoras para obtener los resultados.

### **Resultados de la Revisión Documental**

Adicional en la fase I se hizo una revisión documental de los reportes estadísticos sobre el suministro de Vapor y el retorno de condensado presentados en capítulos anteriores, de igual forma, se realizó la búsqueda y observación de los hechos presentes en las líneas de condensado que son de interés para la investigación en los departamentos de Elaboración, Envasado y Servicios Industriales, en la empresa Cervecería Polar C.A. Planta San Joaquín, para así proceder al análisis de los datos obtenidos en la etapa de diagnóstico y presentar por medio de esta información el bajo rendimiento en la recuperación.

Para finalizar, se constató con la revisión documental la falta de un formato para indicar las fallas en las de las líneas de recuperación incurridas en cada turno laboral, solo quedan reportadas en las novedades de la guardia.

**Resumen de las debilidades encontradas en el diagnóstico**

En tal sentido, se presenta el cuadro 7, donde se describe un resumen de la información, datos y testimonios obtenidos con las técnicas de recolección de datos aplicadas en la fase I, para el diagnóstico de la situación actual en las líneas de condensado.

**Cuadro 7:** Resumen de las observaciones realizadas

<b>Técnicas de recolección</b>	<b>Inconformidades</b>
<b>Observación directa</b>	1.-Desconocimiento del proceso. 2.-Falta de verificación de las líneas de condensado. 3.- Falta de diagrama funcional.
<b>Entrevista no estructurada</b>	1.-Falta de puesta a punto de las líneas de condensado. 2.- Falta de mantenimiento preventivo de las líneas de condensado 3.-Malas condiciones del área por departamento (Orden y Limpieza). 4.-Malas condiciones de Ventilación e iluminación 5.-Inadecuada distribución de los espacios físicos en el sitio de trabajo 6.-Formato de reporte de fallas por departamento.
<b>Revisión documental</b>	1.-Incumplimiento del 60% de la recuperación. 2.-Capacidad de suministro de vapor mensual 3.-Tipos de fallas que ocurren en las líneas de condensado 4.-Falta de formatos donde se registren las fallas ocurridas por departamento.

**Autor:** Datos tomados de los departamentos de la empresa Cervecería Polar C.A. Planta San Joaquín

En el cuadro anterior, se resume la fase 1, donde se muestra la procedencia de las causas que ocasionaban el problema en estudio relativo a las líneas de condensado en el sistema de vapor, con esto se da inicio a la segunda fase donde se analizaron las causas que hace deficiente cumplir con la recuperación, para ello se utilizó herramientas de Ingeniería Industrial que ayudaron a determinar las alternativas de solución.

#### **4.2 Fase II: Análisis los distintos problemas que generan el bajo rendimiento en las líneas de retorno del condensado.**

La siguiente fase consistió en procesar y analizar toda la información obtenida en el diagnóstico que influye negativamente en el proceso y que genera la problemática en estudio. En tal sentido se utilizaron herramientas propias de ingeniería industrial, tales como Diagrama Causas-Efectos y Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF), que son muy utilizadas para difundir la información.

Al analizar las figuras 15 y 16, se dio inicio a un reporte sobre estos consumos divididos por áreas específicas. De acuerdo a la revisión realizada de estos registros y mayor comprensión, se presenta a continuación un cuadro que muestra los resultados con valores divididos por áreas de estudio en suministro de vapor consumido vs litros recuperados más análisis del condensado en un día de trabajo en producción. (Ver cuadro 8).

**Cuadro 8: Producción diario de vapor y análisis del agua de Condensado, según el área de estudio, promedio de un día de trabajo en la empresa Cervecería Polar C.A. Planta San Joaquín.**

Produccion de Vapor		Analisis en Lineas de Condensado		
Descripcion	Miercoles	Dureza ppm	PH	Fallas
% Merma a cañería	30,30			
Suavizadores en M3	1.070,00			
Condensado recuperado M3	406,59			
<b>Total de Agua utilizada M3</b>	<b>1.476,59</b>			
% de agua recuperada	29,70			
Envasado TN/diaria	520,00	0,27 / 0,3	8,8 / 9,6	2
Servicios TN/diaria	96,90	0,08 / 0,1	8,6 / 8,8	-
Elaboracion TN/diaria	722,38	0,18 / 0,29	8,6 / 8,9	1
Total produccion de vapor TN/diaria	1.368,98			
Purga Continua + purga de fondo M3	107,61			
Dureza Caldera N° 2	-	2,2 / 2,5	8,8 / 8,9	X
Dureza Caldera N° 3	-	2,1 / 2,7	8,8 / 9,0	X
<b>Dureza TQ. de Condensado</b>		<b>0,25 / 0,28</b>		

**Fuente:** Departamento de Servicios Industriales Cervecería Polar C.A. Planta San Joaquín.

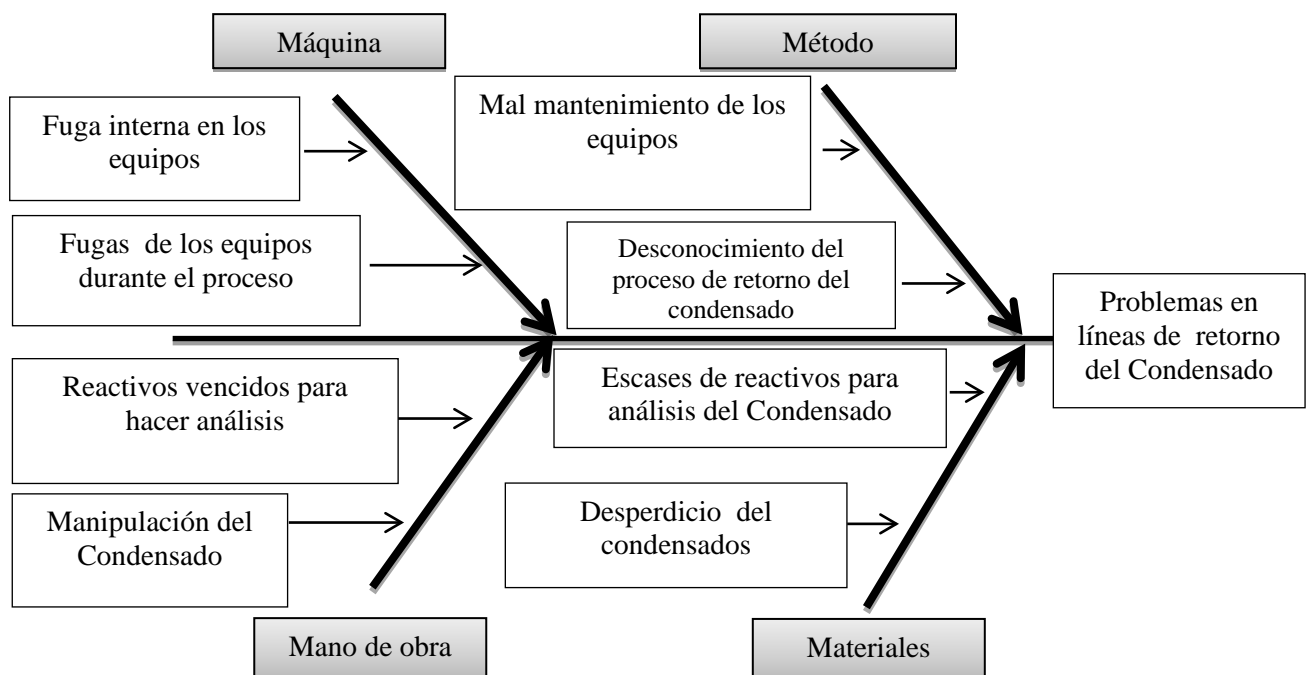
Ahora bien, dentro de las cifras presentadas en el estudio sobre la capacidad de suministro de vapor más retorno de condensado hasta el sistema de recuperación, la cual tiene como objetivo alcanzar un mínimo del 60% de la recuperación planificada, sin embargo, según datos obtenidos se están alcanzando un 30% en promedio según datos recabados desde Marzo a Agosto del 2018, lo que trae como consecuencias el incumplimiento de la meta.

Se reunieron a los trabajadores involucrados en el proceso junto a el investigador, para definir las posibles causas influyentes en la situación que se estudia, seguidamente se establecieron las variables reales del proceso, mediante la aplicación de una tabla técnicas de análisis, cuya ponderación sirve para puntualizar las causas más conocidas, como lo es la llegada de dureza y soda caustica producto de

fugas internas, que se traducen en fallas de operación y que llegan al tanque de condensado, mas reactivos vencidos para dichos análisis afectando todo el sistema de vapor tanto en consumo de agua como perdidas al colocar éste a la cañería.

**Definición de las variables que interviene sobre el proceso en estudio**

Por medio de la aplicación del Diagrama Causa- Efecto (que fue basado en la observación directa y en los testimonios del personal de planta involucrado en los procesos), se obtuvieron las siguientes causas a los problemas presentes en las líneas de retorno del condensado.



**Figura 17:** Análisis actual de la problemática en las Líneas de Condensado en la empresa.

Autor: Campos D (2018)

Este diagrama es una representación gráfica y resumida sobre las causas a través del método de las cuatro emes (4M), las cuales son: Maquinas, Métodos, Materiales y Mano de obra, que sirvieron para analizar las causas críticas que se encontraron en la investigación y se puede decir que fue una herramienta muy útil para detectar las posibles fallas que se puedan presentar en el proceso e identificar las

de mayor gravedad. A continuación se presentan las principales fallas del proceso de retorno del condensado. (Ver cuadro 9).

**Cuadro 9: Resumen de Causas Encontradas**


Autor: Campos, D (2018)

### **Aplicación del AMEF para determinar las piezas críticas**

Siguiendo con los análisis de la situación actual y con la colaboración del personal mecánico sobre las fallas recurrentes de los equipos en la líneas de condensado se evaluó un plan de mantenimiento con la finalidad obtener mejores resultados en la parte inicial de la recuperación de condensado.

Para determinar las piezas críticas que necesitan un plan de mantenimiento se

utilizó como herramienta el análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF). Este tiene los siguientes pasos:

- 1- Se determinaron las fallas potenciales de cada pieza.
- 2- Se determinaron sus efectos.
- 3- Se evaluó su severidad.

\*Una vez que se enlistaron todas las fallas y los efectos, se procedió a calificar la severidad (gravedad) de los efectos potenciales donde se utilizó como escala la tabla del anexo A-1.

- 4- Se indicaron las causas de cada efecto.
- 5- Se evaluaron las ocurrencias de las fallas.

\*para evaluar las ocurrencia en el AMEF se utilizó como escala el índice de capacidad real cpk que está en la tabla de anexo A-2.

- 6- Se identificaron los controles (medidas de detención) que se tiene para detectar fallas y evaluarlas.

\* En este caso se describieron el tipo de control que se tiene para detectar cada falla se utilizó como escala en anexo A-3.

- 7- Se obtuvo el número de prioridad de riesgo, también conocido como RPN, es el producto de multiplicar la severidad, la ocurrencia, y la detención o detectabilidad. El RPN es un número entre 1 y 1000 que nos indica la prioridad que se debe dar a cada falla para eliminarla Anexo A-4.

Cuando el RPN es superior a 100 es un claro indicador de que deben efectuarse acciones de prevención o corrección para evitar ocurrencia de las fallas. (Ver cuadro 10).

**Cuadro 10: Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF) en las Líneas de Condensado**

N <sup>o</sup>	Pieza	Función en el proceso	Falla	Efecto potencial	Severidad	Causas potenciales	Ocurrencia	Detención	Numero de prioridad
1	Empacaduras	No permitir la comunicación de los productos al intercambiar temperatura	Permite la comunicación entre el vapor y otros productos	Mal funcionamiento del equipo	8	Contaminación del condensado	8	10	640
2	Tuberías internas	Permitir el intercambio de transferencia de calor	Permite la comunicación entre el vapor y otros productos	Mal funcionamiento del equipo	9	Contaminación del condensado	9	10	810
3	Trampas de Condensado	Bombear el condensado hasta el tanque de almacenamiento	Mal funcionamiento del flotante interno	Desperdicio del condensado	6	Inunda el calentador y no permite el intercambio	6	4	144

**Autor:** Campos, D (2018)

Como se puede observar en el cuadro anterior, la falla que representa mayor impacto en la recolección del condensado son las ocasionadas en las tuberías internas de los equipos, porque su RPN es el mayor de las tres (3), con un total de ochocientos diez (810), esto es debido a que el condensado se mezcla con el otro agente al cual le transfiere su temperatura, en este contacto entre ambos el condensado pierde sus características de pureza y la empresa se ve en la necesidad de desecharlo debido a que no se puede reutilizar en el proceso. Cabe destacar que gracias al AMEF se pudo detectar que dicha falla ocurre principalmente porque no se tiene un control y mantenimiento constante en los equipos, lo cual es un problema muy grave ya que al ser la falla que más se presenta con una ocurrencia de nueve (9), (a diferencia de las otras dos) debería esta de ser la que mayor control se tenga, lo cual se puede evidenciar que no ocurre debido a la falta de mantenimientos en los equipos. En cuanto a las fallas en las empacaduras es importante resaltar que al igual que las ocurridas en las fallas internas, estas también se presentan con mucha frecuencia y no se tienen las medidas necesarias para poder detectarlas con anterioridad logrando así evitar futuras pérdidas de recursos para la empresa.

Por último pero no menos importante se encuentran las fallas ocasionadas en las trampas de condensado que si bien su RPN no es muy elevado con un total de ciento cuarenta y cuatro (144), es también una falla que hay que atender para llevar al proceso de retorno del condensado a su máxima capacidad pero que no requiere tanta atención a diferencia de las dos (2) anteriores cuyo RPN es evidentemente más elevado debido a las causas presentadas con anterioridad.

#### **4.3 Fase III: Elaboración de un plan de mejoras que permitió aumentar el rendimiento de las líneas de retorno del condensado a un mínimo del 60%.**

Para esta fase, se elaboró un plan de mejoras y un plan de mantenimiento en las líneas de condensado, orientadas a alcanzar la recuperación y reutilización en el sistema de vapor a un mínimo del 60%, con la finalidad de cumplir con los objetivos planificados basados en los resultados que se obtuvieron con la matriz causa-efecto y el AMEF de proceso.

A continuación se representa detalladamente cada una de las partes que conforman la propuesta dada al departamento de Servicios Industriales de la empresa Cervecería Polar C. A. Planta San Joaquín, como resultado de esta investigación, la propuesta consta de 2 alternativas: (1) propuesta de plan de mantenimiento en las líneas de condensado, (2) propuesta de un sistema alternativo que permita desviar el condensado contaminado hacia los suavizadores de calderas.

**Alternativa I: Propuesta de un plan de mantenimiento en las líneas de retorno del Condensado.**

La falta de mantenimientos en los equipos puede provocar fallas, que de no ser atendidas a tiempo pueden causar desde el desperfecto del producto hasta la parada del proceso. Esta alternativa cuenta con todas las actividades de mantenimiento que se desarrollan para evitar una falla, incluye la inspección periódica del equipo, se ejecuta por el personal de mantenimiento que dispone la empresa, siendo este controlado por medio de un programa establecido, en donde se indique la frecuencia de inspección, determinadas por las condiciones de operación y naturaleza del proceso. De esta forma, se registran toda la falla y reparaciones del equipo, estableciendo una hoja de historia que argumente y permita visualizar la evolución de las actividades planificadas. La implementación de esta propuesta requiere de un costo inicial, debido a que se está en la necesidad de realizar un adiestramiento a cada personal que se va a encargar de realizar el mantenimiento, en cuanto a los repuestos necesarios para realizar dicho mantenimiento, la empresa ya cuenta con una gran cantidad de ellos a su disposición.

Debido a que la parte fundamental de que un material sea utilizado de manera eficiente es que los recursos asociados al mismo estén en óptimas condiciones, es de necesidad en este caso que las tuberías por donde circula el vapor y retorna el condensado sea lo más eficaz. Con esto se propone un plan de mantenimiento, una vez estudiadas las causas del problema de fallas internas de los calentadores, la cual se busca mejorar las condiciones del equipo en cuestión más el mantenimiento general de dichas tuberías. Para ellos se presenta un cuadro de manera organizada,

que contienen las piezas críticas de las líneas de condensado que debe tener mayor importancia dentro del mantenimiento general y así lograr recuperar el condensado de la mejor manera y más calidad. En la figura siguiente se puede observar como luce esta hoja de ruta. (Ver cuadro 11).

**Cuadro 11: Ruta de mantenimiento de las líneas de retorno del condensado de la empresa Cervecería Polar C.A. Planta San Joaquín.**

 Cervecería Polar C.A.		Ruta de mantenimiento líneas de Condensado			
código	Ultima fecha	Responsable	Acción	Frecuencia herramienta	Insumo
<b>100-1001</b>		Mecánico	Ajustes de tuberías de condensado	mensual	Llaves ajustables y fijas
<b>100-1002</b>		Mecánico	Ajustes de empaaduras	Semanal	Llaves ajustables y fijas, empaaduras
<b>100-1003</b>		Mecánico	Revisar tubería de bombas de condensado	semanal	Llaves de tubo y fijas
<b>100-1004</b>		Mecánico	Chequear bombas de condensado	semanal	Llaves ajustables y fijas
<b>100-2001</b>		Mecánico	Limpieza interna de la trampa	semestral	Llaves de tubo y fijas

**Autor:** Campos, D (2018)

En el cuadro anterior, se dispone del plan donde se exponen unas determinadas actividades las cuales están enumeradas, pero todas son de suma importancia a cumplir pues de cada una de ellas depende que el condensado generado sea aprovechado de manera eficiente, ya que este plan es hecho gracias al programa Excel se dispone de distintas celdas en este caso para cada código existe una celda la cual estará vinculada a una ruta de trabajo asociada a cada actividad donde se desglosara información sobre dicho procedimiento de mantenimiento.

Las informaciones a las que se hacen referencias, son las siguientes:

- 1- Código de la actividad.
- 2- Última fecha de la realización de la actividad.
- 3- Responsable de la actividad.
- 4- Acción.
- 5- Frecuencia de dicha actividad.
- 6- Herramientas utilizadas en dichas actividad.
- 7- Insumos necesarios para realizar dicha actividad.

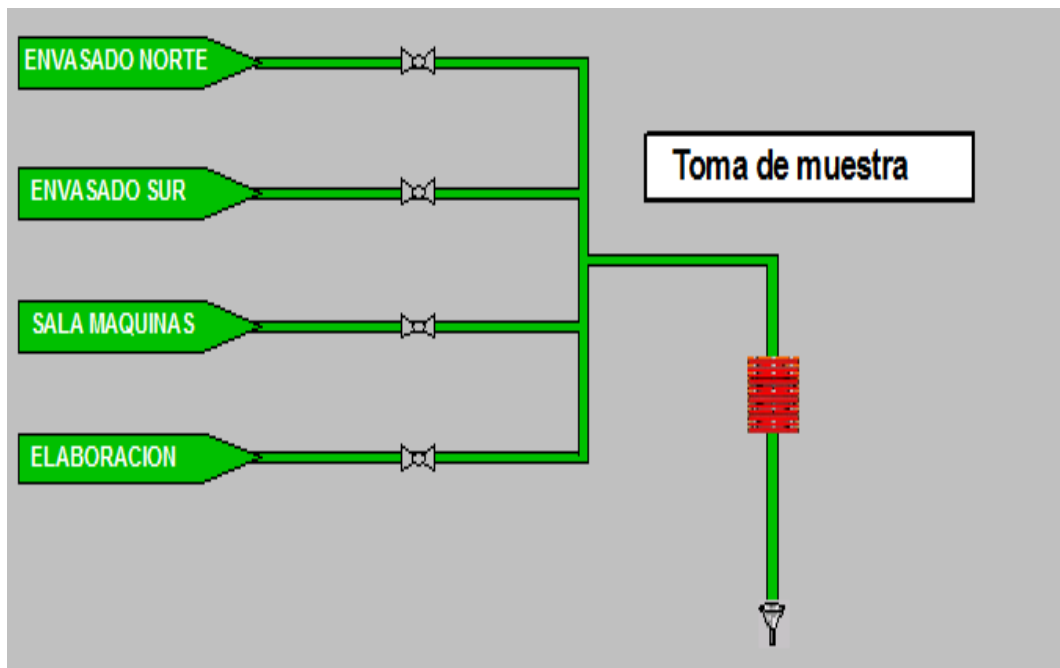
Dicha ruta debería realizarse cada dos semanas y con mínimo dos (2) operarios capacitados de cada departamento (Elaboración, Envasado y Servicios Industriales), para garantizar de esta manera que el mantenimiento de las tuberías y equipos se lleve de la mejor manera para evitar en gran medida que se presenten fallas que comprometan al proceso y generen la pérdida de recursos económicos para la empresa.

La propuesta uno (1) representa un costo relativamente bajo, (se explica con mas detalles en el desarrollo de la fase IV) esto es debido a que solamente se necesitaría capacitar a las operarios de cada departamento sobre cómo se debe realizar la ruta y los respectivos mantenimientos, razón por la cual se puede aprovechar el conocimiento que tienen los operarios del área de servicios industriales sobre el tema y ellos mismos podría dar los cursos respectivos a sus compañeros de trabajo de otros departamentos, reduciendo por completo los costos asociados a la contratación de cursos externos sobre el tema, en cuanto a las herramientas necesarias para efectuar las operaciones cabe destacar que la empresa cuenta con la cantidad y tipo necesarias dentro de los departamentos de mantenimientos respectivos de cada área. Finalmente es importante resaltar únicamente los costos relacionados a los materiales de oficina y de horas hombres necesarios para efectuar dicha propuesta, (igualmente se detallan en el desarrollo de la fase IV). Los cursos se podría realizar los días en los que los operarios no laboren para así evitar interrupciones en las tareas de los mismos durante su jornada laboral normal, otorgándole también una remuneración adecuada a los operarios que se encarguen de dictaminar los cursos.

**Alternativa II: Propuesta de un sistema alternativo que permita desviar el condensado contaminado hacia los suavizadores o directamente a las calderas.**

Esta parte de la propuesta consiste en generar acciones correctivas que permitan recuperar el condensado y disminuir el desperdicio que sucede actualmente, pues este está contaminado con Dureza, producto de las constantes fallas en los equipos y todo el condensado llega al tanque receptor que está en Servicios Industriales, dicha propuesta consiste en colocar un manifold que converja en la parte superior del tanque con válvulas en cada tubería independiente y que se puedan analizar de forma individual. Para el análisis y ejecución de esta alternativa solo se toman en cuenta tres factores ya que son las que en el proceso general intervienen.

1. Temperatura de retorno del Condensado al tanque principal
2. Conductividad del Condensado
3. Espacio para colocar los equipos



**Figura 18:** Sistema de válvulas  
Fuente: Sala de Maquinas de Servicios Industriales  
Autor: Campos D (2018)

En la figura anterior se puede apreciar el sistema de válvulas a manipular para

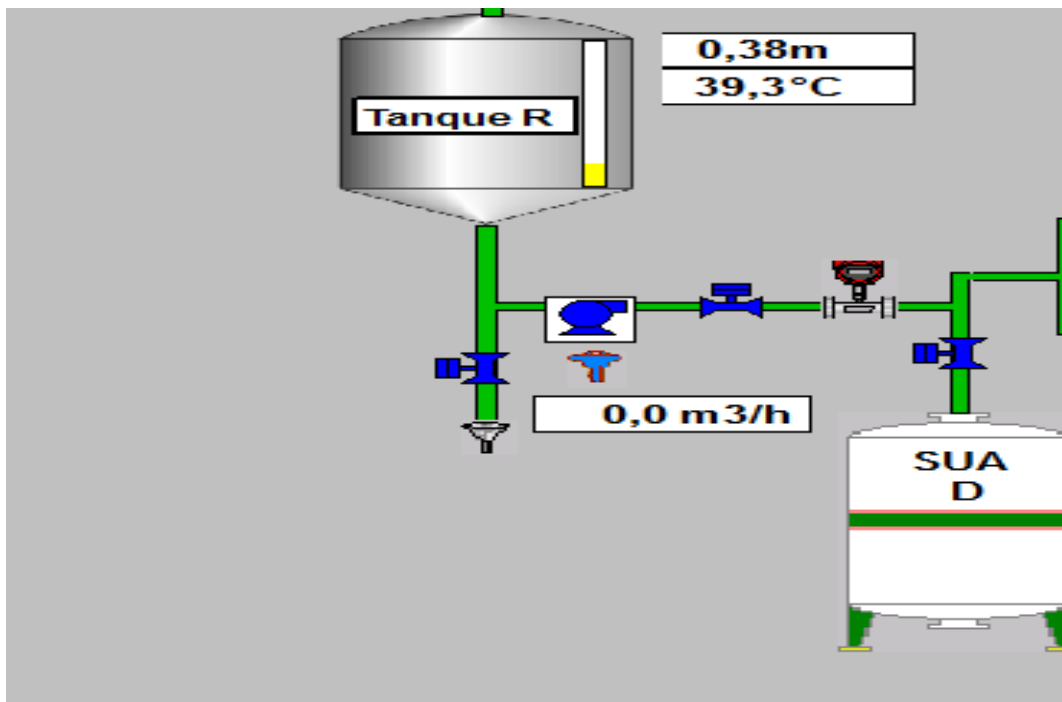
que el operador realice el análisis en un solo sitio, al tanque de la toma de muestra se le dotará de una tubería con agua fría para enfriar la muestra. Con el resultado del análisis el operario tendrá el valor exacto de conductividad, partículas por millón de oxígeno y temperatura del condensado por cada área y tomara la decisión de cual condensado desviara al sistema alternativo, es de recordar que el condensado que menos presenta contaminación son los de las Lavadoras y Pasteurizadores de Envasado es por ello que la prueba se hará con esta área. (Ver figura 19).

**Figura 19:** Enfriamiento del condensado

**Fuente:** Sala de Maquinas de Servicios Industriales

**Autor:** Campos, D (2018)

Esta alternativa consiste, primero pasar el condensado contaminado proveniente de Envasado tanto norte como sur por un intercambiador para bajarle la temperatura, este sede el calor al agua de alimentación que viene de los filtros suavizadores y es almacenada en el tanque de precalentamiento, allí se ahorraría consumo de vapor. Mientras el condensado se enfría y cae en el tanque nuevo que consta de otros sistemas de seguridad como, un medidor de conductividad, nivel y temperatura, además contiene un contador y una bomba para enviar esta agua a los filtros Suavizadores para volverla a tratar y bajar la cantidad de contaminación, pasando por los deslizadores o filtros aniónicos hasta llegar al tanque de alimentación H, en el sistema de recuperación de condensado. (Ver figura 20).



**Figura 20:** Tanque nuevo de condensado recuperado

**Fuente:** Sala de Maquinas de Servicios Industriales

**Autor:** Campos, D (2018)

Siguiendo el mismo orden de ideas, es importante resaltar el aspecto de seguridad tanto para los operadores como para el sistema de recuperación de condensado, ya que al manipular todo en un solo sitio, se minimiza el riesgo de

entrada de agua contaminada a las Calderas a la hora de la ruptura de un tubo de algún intercambiador que tenga contacto directo con el producto, igualmente la seguridad del personal que allí labora en la planta si se produjese una fuga de vapor, tomando en cuenta que este es una sustancia que se encuentra a altas temperaturas y podría ocasionar tanto quemaduras en la piel como asfixia al personal.

Para ejecutar esta alternativa es necesario saber que la mayoría de estos equipos se encuentran en planta, solo los instrumentos de medición generarían un costo adicional por ser difíciles de conseguir. La cantidad de materiales y equipos disponibles en la empresa se presentan en el siguiente cuadro. (Ver cuadro 12).

**Cuadro 12: Materiales disponibles en la empresa.**

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>
Tuberías de 3 pulgadas de 5 metros de largo	100
Codos de 3 pulgadas	80
Tanque de almacenamiento	2
Intercambiadores	3
Válvulas de paso	20
Bombas	3
Motores	3
Conexiones de tuberías en briada	80

**Autor:** Campos, D (2018)

Esta propuesta contaría con costos de mano de obra para la instalación de todas las tuberías y equipos, por lo que ameritaría la contratación de personal capacitado para la instalación de la misma, además de los costos de los equipos de medición necesarios para controlar las variables de los equipos usados, dichos gastos serán presentados detalladamente en la fase que se presenta a continuación.

Cabe resaltar que esta propuesta lograría alcanzar y hasta superar el 60% de rendimiento en la recuperación del condensado, ya que al tratarse de una línea nueva y tener equipos en nuevas condiciones, esta estaría en la capacidad de transportar el

condensado en sus mejores condiciones y por no tanto al no haber fugas y/o contacto de este con agentes que alteren sus condiciones de pureza, se podrá reutilizar sin problemas en el proceso aumentando en gran medida su rendimiento y reduciendo los costos asociados al tratamiento de agua nueva.

#### **4.4 Fase IV: Evaluación de la relación beneficio-costos de la propuesta del plan de mejoras.**

Consecutivamente de ser desarrollados los planes de acción y las propuestas de mejoras que deben realizarse en la empresa Cervecería Polar C.A. Planta San Joaquín, con la finalidad de aumentar el rendimiento de las líneas de retorno del condensado a un mínimo del 60%, en la fase presentada a continuación, se evaluará el costo que traerá a la organización la implementación de estas propuestas y se manifestarán los beneficios monetarios que serán percibidos por la empresa.

Todos los datos obtenidos para la realización de los planes de acción expresando en la fase anterior, de cuáles eran los requerimientos y los parámetros que deberían ser abarcados, fueron suministrados por el departamento de Servicios Industriales y el departamento de mantenimiento de la empresa Cervecería Polar C.A. Planta San Joaquín. Hay que mencionar que algunos de los costos asociados son suministrados por las bases de datos de cada uno de los departamentos involucrados.

##### **Costos asociados a la propuesta 1:**

Tomando en cuenta dicha propuesta, esta se presentaría como un plan de mantenimiento preventivo de los equipos y tuberías que se encuentran en las líneas de retorno del condensado, las herramientas y equipos necesarios para poder efectuarlos se encuentran actualmente en la planta, en caso de necesitar reparar alguna pieza, el departamento de mantenimiento cuenta con el material necesario para poder efectuarla, es por ello que los únicos costos asociados a esta propuesta vendrían a ser el tiempo necesario para poder capacitar al personal encargado de cómo y cuándo realizar las respectivas revisiones de las tuberías y equipos para poder evitar o agravar de cierto modo la alta contaminación que se encuentra actualmente en la planta, además del pago a los operarios encargados de dictaminar el curso más los materiales

de oficina, refrigerios, entre otros, necesarios para realizar los cursos de capacitación.

Costo de materiales de oficina y audiovisuales: 60.000 Bs.S

Costo de refrigerios: 40.000 Bs.S

Costo de remuneración a los operarios encargados del curso: 400.000 Bs.S

Total costos de los cursos de mantenimiento: 500.000 Bs.S/cada curso.

A largo plazo es posible que cuando se realicen las labores de mantenimiento, tenga que ser necesario la compra de laguna pieza debido a que se detecte que la misma tenga una pérdida total o quede completamente obsoleta, pero este costo es empírico ya que no hay manera de poder conocer cuando un equipo falle, pero, gracias al mantenimiento preventivo propuesto en este trabajo, se puede detectar de manera anticipada cuando pueda ocurrir una falla mayor y así evitar que la situación de pueda complicar más de lo que realmente representa.

A continuación se presenta la siguiente tabla la cual representa lo que vendría a ser la reducción de los costos asociados a la compra de los químicos necesarios para poder tratar el agua nueva que se circula a las Calderas para convertirse posteriormente en vapor, se espera que la implementación de dicha propuesta podrá aumentar el rendimiento a un mínimo del 60% ya que habrá una reducción considerable en cuanto a costo se refiere gracias a que se podrá asegurar las condiciones de pureza del condensado retornado en gran medida gracias a la continua inspección y mantenimiento de los equipos y tuberías por parte del personal que labora en la empresa.

Amina:

$$5 \frac{\$}{kg} \times 86 \frac{BsS}{\$} \times 0.007 \frac{Kg}{Ton\ vapor} \times 224.640 \frac{Ton\ vapor}{Año} = 676.166,5 \frac{BsS}{año}$$

Fosfato:

$$2 \frac{\$}{kg} \times 86 \frac{BsS}{\$} \times 0.015 \frac{Kg}{Ton\ vapor} \times 224.640 \frac{Ton\ vapor}{Año} = 579.571,2 \frac{BsS}{año}$$

Sulfito:

$$5 \frac{\$}{kg} \times 86 \frac{BsS}{\$} \times 0.004 \frac{Kg}{Ton\ vapor} \times 224.640 \frac{Ton\ vapor}{Año} = 386.380,3 \frac{BsS}{año}$$

Resina aniónica:

$$800 \frac{\$}{\text{Ton}} \times 86 \frac{\text{BsS}}{\$} \times 0.00005 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3 \text{ de agua}} \times 260.000 \frac{\text{m}^3 \text{ de agua}}{\text{Año}} = 894.400 \frac{\text{BsS}}{\text{año}}$$

Resina catiónica

$$800 \frac{\$}{\text{Ton}} \times 86 \frac{\text{BsS}}{\$} \times 0.00005 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3 \text{ de agua}} \times 260.000 \frac{\text{m}^3 \text{ de agua}}{\text{Año}} = 894.400 \frac{\text{BsS}}{\text{año}}$$

Costo total asociado a la compra de químicos para tratamiento del agua:

$$3.430.918 \frac{\text{BsS}}{\text{año}}$$

Al añadir el costo asociados al curso de mantenimiento con el total asociado a la compra de químicos para el tratamiento de agua se tiene un resultado de  $3.930.918 \frac{\text{BsS}}{\text{año}}$ .

En caso de implementar la propuesta uno (1) el costo total asociado a la compra de químicos para tratamiento del agua se vería reducido aproximadamente un 30%, debido a que la recuperación actual del condensado es de un 30% y si se espera recuperar el 60% entonces la reducción de los costos vendría a ser de la siguiente forma:

Amina:

$$5 \frac{\$}{\text{kg}} \times 86 \frac{\text{BsS}}{\$} \times 0.004 \frac{\text{Kg}}{\text{Ton vapor}} \times 224.640 \frac{\text{Ton vapor}}{\text{Año}} = 386.380,8 \frac{\text{BsS}}{\text{año}}$$

Fosfato:

$$2 \frac{\$}{\text{kg}} \times 86 \frac{\text{BsS}}{\$} \times 0.008 \frac{\text{Kg}}{\text{Ton vapor}} \times 224.640 \frac{\text{Ton vapor}}{\text{Año}} = 309.104,2 \frac{\text{BsS}}{\text{año}}$$

Sulfito:

$$5 \frac{\$}{\text{kg}} \times 86 \frac{\text{BsS}}{\$} \times 0.002 \frac{\text{Kg}}{\text{Ton vapor}} \times 224.640 \frac{\text{Ton vapor}}{\text{Año}} = 193.190,4 \frac{\text{BsS}}{\text{año}}$$

Resina aniónica:

$$800 \frac{\$}{\text{Ton}} \times 86 \frac{\text{BsS}}{\$} \times 0.00002 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3 \text{ de agua}} \times 260.000 \frac{\text{m}^3 \text{ de agua}}{\text{Año}} = 357.760 \frac{\text{BsS}}{\text{año}}$$

Resina catiónica

$$800 \frac{\$}{\text{Ton}} \times 86 \frac{\text{BsS}}{\$} \times 0.00002 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3 \text{ de agua}} \times 260.000 \frac{\text{m}^3 \text{ de agua}}{\text{Año}} = 357.760 \frac{\text{BsS}}{\text{año}}$$

Costo total asociado a la compra de químicos para tratamiento del agua implementando la propuesta 1:

$$1.604.195,4 \frac{\text{BsS}}{\text{año}}$$

Con este resultado se lograría un ahorro de 1.826.722,6 Bs.S por cada año en materia de químicos para el tratamiento de agua de calderas.

**Costos asociados a la propuesta 2:**

La mayoría de los equipos se encuentran en planta, y solo los instrumentos de medición y la contratación del personal capacitado para la instalación del sistema generarían un costo adicional. El ahorro en los costos para la compra de los químicos sería igual al mencionado en la propuesta anterior, pero, la alternativa 2 presenta una diferencia que podría determinar la selección de esta como posible candidata a ser efectuada y es que al implementar una línea alterna para desviar el condensado, esta estaría en mejores condiciones que la que se encuentra instalada actualmente debido a que esta no tendría tanto tiempo de uso y por lo tanto al contar con mayor vida útil que la actual, esta podría durar mucho mas y mantener la calidad del condensado en los máximos estándares posibles, siempre y cuando la empresa tome la decisión de comprar los equipos de medición que necesitasen y que actualmente no poseen pero que son pieza fundamental para el buen funcionamiento de las líneas de retorno, dichos equipos serian los mencionados a continuación. (Ver figuras 21, 22, 23, 24).

Apure



**Figura 21:** Medidor de conductividad digital marca Apure

**Fuente:** [https://spanish.alibaba.com/trade/search?fsb=y&IndexArea=product\\_en&CatId=&SearchText=medidor+de+conductividad&viewtype=G](https://spanish.alibaba.com/trade/search?fsb=y&IndexArea=product_en&CatId=&SearchText=medidor+de+conductividad&viewtype=G)



**Figura 22:** Medidor de nivel digital marca Apure

**Fuente:** <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Digital-water-level-meter-submersible-liquid-60803094094.html?spm=a2700.galleryofferlist.normalList.27.7f413972FW1KHD&s=p>



**Figura 23:** Medidor de temperatura digital marca Youlian

Fuente: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/New-coming-liquid-temperature-sensor-transmitter-60757092496.html?spm=a2700.galleryofferlist.normalList.10.6d2378bciM2NpN&s=p>



**Figura 24:** Medidor de flujo digital marca Auto

Fuente: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/venturi-medidor-de-flujo-a-medida-de-vapor-de-gas-l-quido-de-flujo-de-fluido-medidor-de-nivel-60528870921.html?spm=a2700.galleryofferlist.normalList.9.44f24f41QLZyXp&s=p>

Los costos asociados a los instrumentos de medición mostrados anteriormente son los siguientes: (Ver cuadro 13).

**Cuadro 13:** Costos de los instrumentos de medición según los proveedores.

Medidor de Conductividad	Medidor de Nivel	Medidor de Temperatura	Medidor de Flujo
12.040 Bs.S	18.740 Bs.S	17.200 Bs.S	18060 Bs.S

**Fuente:** [https://spanish.alibaba.com/?spm=a2700.md\\_es\\_ES.scGlobalHomeHeader.6.72e1639cs4mE3p](https://spanish.alibaba.com/?spm=a2700.md_es_ES.scGlobalHomeHeader.6.72e1639cs4mE3p)

**Autor:** Campos, D (2018)

En cuanto a los costos de contratación, se contactó a la empresa GRUPO VEMACERO C.A., la cual indico que para poder realizar la instalación de los equipos se necesitaría de un total de 1.000.000 Bs.S para cubrir la mano de obra y herramientas necesarias para efectuar la instalación del sistema.

Según todos los datos mencionados anteriormente, la propuesta número dos (2) tendría un costo total de aproximadamente de 100.066.040 Bs.S, pero, vería reducido los costos de los químicos para el tratamiento de agua para calderas en un total de 1.826.722,6 Bs.S, igual que la propuesta anterior.

**Relación beneficio-costo:**

En relación con los resultados obtenidos anteriormente en la relación costo-beneficio se evidencia que las propuestas de implementación son rentables debido a la reducción considerable del costo asociado al tratamiento de agua para calderas, pero a la hora de hacer una comparativa en relación a los costos de cada propuesta, se hace notar que la alternativa uno (1) con un total de 500.000 Bs.S sale más rentable económicamente en comparación con la alternativa dos (2), la cual tiene un costo de 100.066.040 Bs.S, razón por la cual se tomaría la primera como propuesta idónea para solucionar la problemática en cuestión y alcanzar de esta manera el 60% de rendimiento en la recuperación del condensado de la empresa Cervecería Polar C.A. Planta San Joaquín.

## CONCLUSIONES

Una vez concluida la investigación y cumplido los procesos establecidos a través de las fases metodológicas y académicas exigidas por la Universidad José Antonio Páez, así como las directrices de la Empresa Cervecería Polar C.A. Planta San Joaquín donde se ha elaborado este trabajo de grado, se presentan las siguientes conclusiones:

En la primera fase se logró determinar la situación actual de los procesos productivos de los departamentos de la planta, a través de la recolección de información por medio de manuales de operación y mantenimiento, de entrevistas no estructuradas dirigidas al personal de operaciones, mantenimiento y supervisión de producción, que permitieron conocer que el equipo que actualmente trabaja presenta deficiencia en lo que a seguridad de mantener un condensado puro es de analizar la puesta en práctica del estudio realizado tomando en cuenta el considerable ahorro energético que promueve.

Luego se realizaron los análisis de las líneas de condensado del sistema de vapor en las áreas de procesos, como en el departamento de Servicios Industriales, estableciendo los parámetros de funcionamiento de los mismos para la identificación de las alternativas de solución, tomando en cuenta la cantidad de vapor utilizado por áreas y el retorno que se encuentra en un 30%, recordando que para producir un kilogramos de vapor se necesita un metro cubico de agua y que la empresa tiene como meta recuperar el 60%. Si a esto le sumamos los gastos por mantenimiento incluyendo horas hombres trabajadas, consumo de agua nueva, más repuestos, el ahorro que se obtendrá al poner en prácticas estas alternativas seria significativo.

Al realizar el seguimiento al sistema de recuperación de condensado y almacenamiento, se puede ver que tanto la recuperación como el suministro de vapor tienen periodos de parada por lo que es viable mantener tanto un programa de mantenimiento como un sistema alternativo para recuperar los mismos y cubrir los requerimientos de la planta en los días feriados que son los días en que no hay mucha actividad, pero que se mantiene la recuperación.

Teniendo presente que el impacto económico en cualquier proceso es importante y afecta el costo de los productos terminados; este trabajo comprende una solución al problema con la puesta en marcha de un sistema alterno y reutilizar todo el condensado posible, además contribuye a la reducción del consumo de vapor en el tanque de precalentamiento y productos químicos.

## **RECOMENDACIONES**

Una vez culminada la investigación se recomienda a la empresa Cervecería Polar C.A. Planta San Joaquín los siguientes aspectos:

- 1.-) Evaluar los resultados obtenidos en este trabajo de grado por parte de la gerencia de evaluación de costos de la Empresa; a fin de analizar la puesta en práctica del estudio realizado tomando en cuenta el considerable ahorro energético que promueve.
- 2.-) Promover futuras investigaciones que permitan profundizar el tema de estudio planteado, abriendo así la posibilidad de obtener mejoras en la aplicabilidad del mismo.
- 3.-) Mejorar el mantenimiento de los equipos involucrados en el sistema de recuperación de condensado ya que actualmente no están llevando un control minucioso con respecto a las fallas suscitadas en ellos, lo que ocasiona que estos pierdan rendimiento.
- 4.-) Generar un plan de implementación detallado sobre diseño y la estructura de la propuesta sobre la incorporación del sistema alterno para desviar el condensado contaminado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, E (2010). **KAIZEN – La Mejora Continua aplicada en la Calidad, Productividad y Reducción de Costos** (5ta Edición) Caracas – Venezuela. Editorial Espisteme.
- Aleral, F.(2012). **Recuperación del condensado**. (4ta Edición) Caracas – Venezuela. Editorial Planeta.
- Arias,F. (2007). Bases teóricas. El proyecto de investigación. Quinta Edición. Editorial Espisteme. Caracas.
- Arias, F (1997). **El Proyecto de Investigación: Mitos y errores en la elaboración de Tesis y Proyecto de Investigación**. (5° Edición). Caracas - Venezuela. Editorial Episteme.
- Arias, F (2012). **El Proyectos de Investigación: Mitos y errores en la elaboración de Tesis y Proyecto de Investigación**. (6° Edición). Caracas - Venezuela. Editorial Episteme.
- Balestrini, A. (2006). **Cómo se elabora el proyecto de investigación**. (7ª Edición.). Caracas, Venezuela. B&L Consultores Asociados. Servicio editorial.
- Constitución De La República Bolivariana De Venezuela Publicada en Gaceta Oficial del jueves 19 de febrero de 2009, N° 5903.
- Estrada, L. (2012), **Proponer la sustitución del refrigerante en el intercambiador de calor CO<sub>2</sub> – NH<sub>3</sub> en la Sala de Máquinas de Cervecería Polar C.A. - Planta San Joaquín, estado Carabobo**. Instituto Politécnico Santiago Mariño, Carabobo-Venezuela.
- Gómez, C. (2000). **Proyectos Factibles**. Valencia-Venezuela. Editorial Predios.
- Hernández, A (2012). **Utilización de CO<sub>2</sub> provenientes de las purga de los tanques de CO<sub>2</sub> para enfriamiento del agua caliente de las purgas de las calderas en la empresa Pequiven**. Instituto Politécnico Santiago Mariño, Carabobo-Venezuela.
- Hernández, L (2017) **Sistema de generación de vapor**
- Ishikawa, K. (1943). **Diagrama de Ishikawa**. Recuperado de:  
<https://diagramadepescado.wikispaces.com/Diagrama+de+Pescado>
- Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo; Gaceta Oficial N° 38.236; el martes 26 de julio del 2005.
- Maneiro y Mejias (2010). **Diagrama de Pareto**. Recuperado de:  
<https://www.aiteco.com/diagrama-de-pareto/>
- Manual de trabajo de grado,del Instituto Universitario Politécnico “Santiago Marino” octubre 2015. Quinta Edición.
- Masaaki, I. (1997). **Kaizen, la clave de la ventaja competitiva japonesa**. México. CECSA.
- Méndez, C. (2002). **Metodología diseño y desarrollo del proceso de investigación con énfasis en las ciencias empresariales**. (4° Edición). Colombia. Editorial Limusa.

- Munch, L. (1993), **Metodos y técnicas de investigación**. Mexico. Editorial Trillas.
- Palella, S y Martins, Fe (2010), **Metodología de la investigación cuantitativa**. (2° Edición). Caracas-Venezuela. Editorial Fedupel.
- Rios, N (2016). **Plan de mejora continua para la línea de recolección de agua condensada en el proceso de fabricación de limpia parabrisas en la planta de Productos Acuosos Aditivos Orinoco (ADINOVEN) de PDVSA-VASSA**. Instituto Politécnico Santiago Mariño, Carabobo-Venezuela.
- Sabino, C. (2002): El marco teórico. Permiten orientar la búsqueda que ofrezca una conceptualización adecuada a los términos que utilizamos.
- Salazar, B (2016). Definición de análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF)
- Tamayo, Mario (2003). **El Proceso de la Investigación Científica**. Editorial **Limusa Noriega**. (4ta Edición). México.
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador UPEL (2006). **Manual de trabajo de grado de maestría y tesis doctorales**. Reimpresión de 3° Edición. Caracas Venezuela.

## ANEXOS

### ANEXO A-1

#### CRITERIO DE EVALUACIÓN DE SEVERIDAD SUGERIDO PARA PFMEA

Esta calificación resulta cuando un modo de falla potencial resulta en un defecto con un cliente final y/o una planta de manufactura / ensamble. El cliente final debe ser siempre considerado primero. Si ocurren ambos, use la mayor de las dos severidades			
Efecto	Efecto en el cliente	Efecto en Manufactura /Ensamble	Calif
Peligroso sin aviso	Calificación de severidad muy alta cuando un modo potencial de falla afecta la operación segura del producto y/o involucra un no cumplimiento con alguna regulación gubernamental, sin aviso	Puede exponer al peligro al operador (máquina o ensamble) sin aviso	10
Peligroso con aviso	Calificación de severidad muy alta cuando un modo potencial de falla afecta la operación segura del producto y/o involucra un no cumplimiento con alguna regulación gubernamental, con aviso	Puede exponer al peligro al operador (máquina o ensamble) sin aviso	9
Muy alto	El producto / ítem es inoperable ( pérdida de la función primaria)	El 100% del producto puede tener que ser desechado o reparado con un tiempo o costo infinitamente mayor	8
Alto	El producto / ítem es operable pero con un reducido nivel de desempeño. Cliente muy insatisfecho	El producto tiene que ser seleccionado y un parte desechada o reparada en un tiempo y costo muy alto	7
Modera do	Producto / ítem operable, pero un ítem de confort/conveniencia es inoperable. Cliente insatisfecho	Una parte del producto puede tener que ser desechado sin selección o reparado con un tiempo y costo alto	6
Bajo	Producto / ítem operable, pero un ítem de confort/conveniencia son operables a niveles de desempeño bajos	El 100% del producto puede tener que ser retrabajado o reparado fuera de línea pero no necesariamente va al área de retrabajo .	5
Muy bajo	No se cumple con el ajuste, acabado o presenta ruidos y rechinidos. Defecto notado por el 75% de los clientes	El producto puede tener que ser seleccionado, sin desecho, y una parte retrabajada	4
Menor	No se cumple con el ajuste, acabado o presenta ruidos y rechinidos. Defecto notado por el 50% de los clientes	El producto puede tener que ser retrabajada, sin desecho, en línea, pero fuera de la estación	3
Muy menor	No se cumple con el ajuste, acabado o presenta ruidos, y rechinidos. Defecto notado por clientes muy críticos (menos del 25%)	El producto puede tener que ser retrabajado, sin desecho en la línea, en la estación	2
Ninguno	Sin efecto perceptible	Ligero inconveniente para la operación u operador, o sin efecto	1

ANEXO A-2

**CRITERIO DE EVALUACIÓN DE OCURRENCIA SUGERIDO PARA PFMEA**

<b>Probabilidad</b>	<b>Índices Posibles de falla</b>	<b>Ppk</b>	<b>Calif.</b>
Muy alta: Fallas persistentes	$\geq 100$ por mil piezas	$< 0.55$	10
	50 por mil piezas	$> 0.55$	9
Alta: Fallas frecuentes	20 por mil piezas	$> 0.78$	8
	10 por mil piezas	$> 0.86$	7
Moderada: Fallas ocasionales	5 por mil piezas	$> 0.94$	6
	2 por mil piezas	$> 1.00$	5
	1 por mil piezas	$> 1.10$	4
Baja : Relativamente pocas fallas	0.5 por mil piezas	$> 1.20$	3
	0.1 por mil piezas	$> 1.30$	2
Remota: La falla es improbable	$< 0.01$ por mil piezas	$> 1.67$	1

ANEXO A-3

**CRITERIO DE EVALUACIÓN DE DETECCIÓN SUGERIDO PARA PFMEA**

Detección	Criterio	Tipos de Inspección			Métodos de seguridad de Rangos de Detección	Calif
		A	B	C		
Casi imposible	Certeza absoluta de no detección			X	No se puede detectar o no es verificada	10
Muy remota	Los controles probablemente no detectarán			X	El control es logrado solamente con verificaciones indirectas o al azar	9
Remota	Los controles tienen poca oportunidad de detección			X	El control es logrado solamente con inspección visual	8
Muy baja	Los controles tienen poca oportunidad de detección			X	El control es logrado solamente con doble inspección visual	7
Baja	Los controles pueden detectar		X	X	El control es logrado con métodos gráficos con el CEP	6
Moderada	Los controles pueden detectar		X		El control se basa en mediciones por variables después de que las partes dejan la estación, o en dispositivos Pasa NO pasa realizado en el 100% de las partes después de que las partes han dejado la estación	5
Moderadamente Alta	Los controles tienen una buena oportunidad para detectar	X	X		Detección de error en operaciones subsiguientes, o medición realizada en el ajuste y verificación de primera pieza (solo para causas de ajuste)	4
Alta	Los controles tienen una buena oportunidad para detectar	X	X		Detección del error en la estación o detección del error en operaciones subsiguientes por filtros múltiples de aceptación: suministro, instalación, verificación. No puede aceptar parte discrepante	3
Muy Alta	Controles casi seguros para detectar	X	X		Detección del error en la estación (medición automática con dispositivo de paro automático). No puede pasar la parte discrepante	2
Muy Alta	Controles seguros para detectar	X			No se pueden hacer partes discrepantes porque el ítem ha pasado a prueba de errores dado el diseño del proceso/producto	1
Tipos de inspección: A) A prueba de error B) Medición automatizada C) Inspección visual/manual						

**ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA POTENCIAL (AMEF)**

## Documentación del AMEF

- NPR (Número de prioridad de riesgo)

Se obtiene de multiplicar la severidad por la ocurrencia por la detección. Este número resultante sirve para definir la prioridad de la falla

$$S \times O \times D = NPR$$

### DETECCION

$$7 \times 8 \times 3 = 168$$