



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN SISTEMA PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE
PRESECADO DE LAS UNIDADES FILTRANTES POR MEDIO DEL MÉTODO DE ANÁLISIS
Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS – MASP – EN UNA FÁBRICA DE PURIFICADORES DE
AGUA UBICADA EN ANTIGUA GUATEMALA, GUATEMALA**

Edgar Alexander Ruiz Herrera

Asesorado por la Dra. Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola

Guatemala, noviembre de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN SISTEMA PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE
PRESECADO DE LAS UNIDADES FILTRANTES POR MEDIO DEL MÉTODO DE ANÁLISIS
Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS – MASP – EN UNA FÁBRICA DE PURIFICADORES DE
AGUA UBICADA EN ANTIGUA GUATEMALA, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EDGAR ALEXANDER RUIZ HERRERA

ASESORADO POR LA DRA. INGA. ALBA MARITZA GUERRERO SPÍNOLA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Helen Rocío Ramírez Lucas
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADOR	Ing. Ismael Homero Jerez González
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN SISTEMA PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DE PRESECADO DE LAS UNIDADES FILTRANTES POR MEDIO DEL MÉTODO DE ANÁLISIS Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS – MASP – EN UNA FÁBRICA DE PURIFICADORES DE AGUA UBICADA EN ANTIGUA GUATEMALA, GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 10 de octubre de 2019.

Edgar Alexander Ruiz Herrera

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por ser la guía y el camino de mis pasos y por darme la fuerza y sabiduría para alcanzar una de las metas más importantes de mi vida.

Mis padres

Eduardo Ruiz y María Luisa Herrera quienes han sido mis pilares para seguir adelante. Gracias por la confianza que han depositado en mí, gracias por haber forjado en mí un hombre de principios; sobre todo, gracias por su apoyo incondicional.

Mi hermana

Jacqueline Ruiz, por ser la fuente de inspiración para culminar una meta importante; gracias por el apoyo, la compañía y la confianza durante toda mi vida.

Mi novia

Elisa Alvarez, por el afecto y cariño que ha influido en mis ganas de ser una mejor persona. Gracias por estar a mi lado apoyándome.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser el <i>alma mater</i> que me formó profesionalmente.
Facultad de Ingeniería	Por proporcionarme los conocimientos que me han permitido realizar este trabajo de graduación.
Mis amigos de la Facultad	Con especial aprecio y agradecimiento por todos los momentos compartidos y por la amistad sincera.
Mi asesora	Dra. Alba Guerrero, por haberme guiado durante el desarrollo del trabajo de graduación.
Mis catedráticos	Por compartir sus conocimientos, por su dedicación y sabiduría.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XIII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
3.1. Definición del problema	7
3.2. Descripción del problema	7
3.3. Formulación de preguntas	8
3.4. Delimitación	8
3.5. Viabilidad	9
3.6. Consecuencias de realizar la investigación	9
4. JUSTIFICACIÓN	11
5. OBJETIVOS	13
5.1. General.....	13
5.2. Específicos	13
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	15
6.1. Etapas de la investigación	15

6.1.1.	Primera etapa: revisión documental	16
6.1.2.	Segunda etapa: diagnóstico de la situación actual	16
6.1.3.	Tercera etapa: desarrollo de la propuesta.....	18
6.1.4.	Cuarta etapa: evaluación de los beneficios	19
7.	MARCO TEÓRICO	21
7.1.	Industria de producción	21
7.1.1.	Proceso de filtración	22
7.1.2.	Tipos de filtros de agua	23
7.2.	Diseño de sistemas de gestión de calidad	25
7.2.1.	Sistema	26
7.2.2.	Gestión	26
7.2.3.	Calidad	26
7.2.4.	Metodologías de gestión de la calidad	27
7.2.4.1.	El ciclo Deming o ciclo PDCA	27
7.2.4.2.	Definir, medir, analizar, implementar y controlar - DMAIC-	30
7.2.4.3.	Metodología de análisis y solución de problemas - MASP-	32
7.2.5.	Herramientas de la calidad.....	34
7.2.6.	Sistema de gestión de calidad.....	34
7.2.7.	Diseño	35
7.2.7.1.	Diseño industrial.....	35
7.3.	Proceso de presecado en la industria de purificadores.....	36
7.3.1.	Importancia del proceso de secado.....	36
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO	39

9.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	41
9.1.	Enfoque de la investigación.....	41
9.2.	Diseño de la investigación	41
9.3.	Tipo de estudio	42
9.4.	Variables e indicadores	42
9.5.	Operativización de variables.....	43
9.6.	Fases de la investigación	45
9.6.1.	Fase 1: revisión documental de la teoría y bibliografía existente.....	45
9.6.2.	Fase 2: diagnóstico de la situación actual	45
9.6.3.	Fase 3: desarrollo de la propuesta	47
9.6.4.	Fase 4: análisis de los beneficios que representa para la empresa el sistema de calidad	48
9.7.	Técnicas metodológicas	48
9.8.	Resultados esperados.....	49
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	51
11.	CRONOGRAMA.....	53
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	55
12.1.	Recursos humanos.....	55
12.2.	Recursos financieros.....	55
12.3.	Recursos tecnológicos.....	57
12.4.	Recursos materiales	57
13.	REFERENCIAS	59
14.	APÉNDICES.....	65

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Esquema de solución	15
2.	Esquema de filtro de gravedad	24
3.	Esquema de filtro de presión.....	25
4.	Ciclo de Deming – PDCA	29
5.	Metodología DMAIC	32
6.	El ciclo MASP, basado en el ciclo PDCA	33
7.	Cronograma de actividades	53

TABLAS

I.	Matriz de operativización de variables	44
II.	Presupuesto de la investigación.....	56

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
°	Grados
° C	Grados Celsius
h	Horas
x	Media aritmética
<i>Md</i>	Mediana
<i>Mo</i>	Moda
%	Porcentaje
t	Tiempo
Q	Quetzales

GLOSARIO

Agua	Sustancia líquida sin olor, color ni sabor que se encuentra en la naturaleza en estado puro; está constituido por hidrógeno y oxígeno (H ₂ O).
Arcilla	Material natural constituido por minerales en forma de granos.
Carbón activo	Es carbón poroso que atrapa compuestos, principalmente orgánicos, presentes en un gas o en un líquido.
Cloración	Tratamiento con cloro de las aguas para hacerlas potables o para mejorar sus condiciones higiénicas.
Consumo de agua	Cantidad de agua que dispone una persona para sus necesidades diarias de consumo, aseo, limpieza, riesgo, entre otros. y se mide en litros por habitante y día.
Consumo energético	Cantidad de energía utilizada para satisfacer diferentes necesidades, por ejemplo: ventilación, iluminación, refrigeración, transporte, procesos, entre otros.

Costos	Desembolso, egreso o erogación, que representa la fabricación de un producto o la prestación de un servicio.
Elementos antimicrobianos	Agentes que matan microorganismos o detienen su crecimiento. Estos se pueden agrupar de acuerdo con los microorganismos contra los que actúan principalmente.
Filtración	Proceso en el cual las partículas sólidas se encuentran en un fluido líquido, se separan a través de un medio filtrante, que permite el paso del fluido, reteniendo las partículas sólidas.
Filtro de arcilla	Consiste en potabilizar el agua filtrándola a través de un material poroso.
Filtro de carbón	Elemento filtrante que elimina sedimentos, bacterias y sustancias químicas eliminando el sabor, olor y color del agua.
Gestión de calidad	Es la estrategia mediante la cual se organizan las actividades que afectan la calidad del producto, con el fin de prevenir y reducir el incremento de efectos.
Humedad	La humedad en la materia provoca aglomeración de las partículas.
MASP	Método de análisis y solución de problemas.

Métodos de filtración	Procesos de separación de partículas sólidas de un líquido utilizando un material poroso llamado filtro.
Optimizar	Mejor manera de realizar una actividad y los mejores resultados posibles.
Proceso de producción	Procedimiento técnico que se utiliza en el proyecto para obtener bienes y servicios a partir de insumos; se identifica como la transformación de una serie de insumos para convertirlos en productos mediante una determinada función de producción.
Recursos hídricos	Son los cuerpos de agua que existen en el planeta, desde los océanos hasta los ríos, que incluye los lagos, los arroyos y las lagunas.
Sedimentación	Proceso por el cual se depositan o precipitan los materiales transportados por distintos agentes (gravedad, escorrentía, glaciares o viento) y procedentes de la erosión y la meteorización de las rocas, pasando a ser sedimentos.
Temperatura	Magnitud física que indica la energía interna de un cuerpo, de un objeto o del medio ambiente en general.
Unidades filtrantes	Piezas cerámicas capaces de filtrar agua a través de un material poroso.

RESUMEN

En la industria de producción de cerámica es importante contar con un óptimo proceso de presecado, ya que al no tener un control adecuado el número de piezas defectuosas incrementa. Por consiguiente, el costo operativo también incrementa. La implementación de un sistema enfocado en optimizar el proceso de presecado es de vital importancia para que el secado de las piezas fabricadas sea homogéneo y la productividad de la empresa incremente.

El proceso de presecado es uno de los procesos más críticos en esta industria, ya que las técnicas que se emplean en Guatemala para secar las piezas fabricadas dependen directamente de las condiciones climáticas, pues aprovechar estos recursos no genera ningún tipo de costo operativo. Entonces cuando las condiciones son vulnerables y la humedad en el ambiente incrementa, las piezas defectuosas incrementan y cuando se procede a hornear las piezas, estas suelen rajarse o estallarse.

Al momento de optimizar el proceso de presecado, la variación del nivel de humedad en las piezas fabricadas será homogénea. Así mismo, implementar un sistema de calidad que permita controlar la humedad del ambiente y contar con la información para establecer los indicadores de calidad permitirá un mejor rendimiento en dicho proceso.

El presente diseño de investigación se enfoca en identificar las causas que afectan el proceso de presecado, establecer las condiciones adecuadas del área y evaluar los beneficios de implementar una propuesta de solución para el proceso de presecado.

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación incorpora innovación a un sistema de calidad enfocado en los procesos de producción de filtros de purificadores, que permite optimizar el proceso de presecado de las unidades filtrantes de los purificadores de agua. La implementación de un sistema óptimo de presecado permite la reducción de merma y de sus costos. El incremento de unidades filtrantes defectuosas en temporada de invierno impacta negativamente la productividad de la fábrica, por lo cual se debe corregir este proceso.

El problema del proceso de fabricación de las unidades filtrantes se encuentra en el proceso de presecado, debido a que depende directamente de los aspectos climáticos. Un adecuado proceso de presecado permitiría homogeneizar el secado de las piezas fabricadas garantizando la calidad de las unidades filtrantes. Se espera como resultado un proceso que permita controlar la humedad de las unidades filtrantes, que garantice un proceso homogéneo de secado e independiente de las condiciones climáticas. El trabajo de investigación se desarrollará utilizando la metodología MASP, un método de análisis y solución de problemas. Encontrar la solución a esta problemática permitiría también incrementar la productividad y la rentabilidad de la empresa, y disminuiría la cantidad de productos defectuosos.

Para desarrollar el trabajo de investigación es necesario revisar la documentación correspondiente, con el fin de analizar los procesos y métodos de la fábrica. Luego, se realizará una visita a la fábrica, lo cual permitirá conocer el proceso de producción de los purificadores de agua haciendo un recorrido de cada área. Será necesario realizar entrevistas al personal para conocer el

funcionamiento de las máquinas, los procedimientos y las actividades necesarias para elaborar las unidades filtrantes de los purificadores de agua.

Se realizará un análisis de las técnicas y los mecanismos utilizados en la actualidad para el secado de piezas cerámicas. Será importante evaluar las condiciones naturales del espacio destinado al secado de las unidades filtrantes para determinar en qué condiciones afectan de manera negativa la producción de los purificadores. El objetivo de la investigación y el análisis realizado previamente permitirá proponer un modelo del sistema de calidad, el cuál definirá el mecanismo, los procesos y las estrategias.

El contenido del informe de la investigación se constituye en cuatro capítulos. El primer capítulo lo constituye el marco teórico, el cual desarrollará los siguientes conceptos: industria de purificadores de agua, calidad, herramienta de calidad, metodología de análisis de problemas, proceso de presecado en la industria de purificadores, entre otros. El segundo capítulo corresponde a las diferentes fases: la revisión documental, la identificación de las causas y los efectos, el desarrollo de la propuesta y la evaluación de los beneficios.

En el tercer capítulo, se presentarán los resultados de la situación actual de la fábrica, del proceso al proceso de presecado. Se determinarán los indicadores de calidad y se establecerán los parámetros necesarios para garantizar la calidad del proceso. Por último, en el cuarto capítulo se discutirán los resultados obtenidos y se brindarán las conclusiones y recomendaciones. También, se mostrarán la bibliografía utilizada para la construcción de la teoría del informe y los anexos a utilizar en el desarrollo de la investigación.

2. ANTECEDENTES

El proceso de presecado es una de las actividades críticas en el proceso de producción de piezas cerámicas, algunos expertos indican que al no tener un control adecuado de los factores que se involucran en este proceso, los defectos y los costos operativos se incrementan significativamente lo que impacta de manera negativa la producción y las utilidades de la organización.

En el sector industrial es importante conocer los procesos y factores que tienen mayor impacto en el proceso de producción. Según Martínez (2013), el secado de piezas es uno de los procesos más importantes en la fabricación de piezas de cerámica y menciona que el secado de cada una de ellas depende de los propios factores de la pieza cerámica como el grosor, los detalles y el tamaño.

Los tiempos que toma el secado de piezas cerámicas varían, ya que se depende de factores naturales, esto da como resultado la descoordinación en la cadena de producción. Según Paguay (2014), el producto se estanca en bodega en cantidades considerables y el tiempo de los procesos siguientes se desperdicia, procesos como la cocción, la aplicación del esmalte y empaquetado, esto resulta en un incremento de los costos de calidad y los tiempos muertos en el proceso de producción.

En la PMI (2017), se indica que el costo de calidad incluye todos los costos durante la vida del producto por inversión en la prevención de no conformidad con los requisitos, evaluación del producto o servicio en cuanto a su conformidad con los requisitos.

El proceso de crecimiento y expansión obliga a las compañías a proponer nuevas estrategias que permitan obtener los resultados requeridos cumpliendo con los parámetros de calidad. Razón por la cual, las compañías están implementando sistemas de gestión de calidad con el objetivo de reducir los defectos como se menciona a continuación:

La implementación de un sistema de gestión de calidad e inocuidad ayuda a reducir la variabilidad en un proceso productivo, ya que permite tener puntos de control y procedimientos para detectar variaciones y mitigarla, de igual manera permite mantener un producto inocuo a través de una cultura de buenas prácticas de manufactura, procedimientos y procesos establecidos que dejan como consecuencia una mejor calidad del producto (Hurtado, 2015, p. 123).

Mientras tanto Martínez (2016) indica que el implementar un sistema de gestión de calidad no solamente se enfoca en reducir la variabilidad en los procesos de producción, sino también permite que se mantengan controlados. Además, brinda métodos para detectar las variaciones y mitigar para que los productos se mantengan bajo estándares enfocados en garantizar la calidad.

Para que los procesos productivos sean consistentes es importante que los procesos de control de calidad sean documentados, ejecutados, supervisados y que estos se encuentren vigentes. Según López (2007), la mejora continua visualiza los procesos a seguir y parte de la documentación y de los procesos de calidad vigentes para que en el futuro sea factible implementar un sistema de gestión de calidad.

Rodas (2008), en el desarrollo de su investigación, hace mención que la documentación es uno de los fundamentos del sistema de gestión de calidad

determinante, pues en este proceso se refleja la toda la información correspondiente al desarrollo de los procesos productivos y la manera que opera la organización para la toma de decisiones adecuadas.

La implementación de un sistema de gestión de calidad estimula incrementos en la eficiencia, efectividad y productividad en las organizaciones, además representa estratégicamente posicionarse de mejor manera respecto a la competencia, como se indica a continuación:

El sistema de gestión de la calidad beneficiará a la organización, pues este representa un mejor posicionamiento de carácter estratégico con respecto al resto de competidores que todavía no han realizado este proceso. Se mantendrá una administración sistemática, eficaz y productiva, que le ayudará a adaptarse a las necesidades del medio, mejorando gradualmente las operaciones, y eliminando las deficiencias detectadas como falta de documentación, procesos no estandarizados, falta de capacitación, y deficiencias en la comunicación (Mendoza, 2008, p. 39).

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. Definición del problema

El problema de la investigación se centra en la variación del nivel de humedad de las unidades filtrantes durante el proceso de secado de los purificadores cerámicos artesanales de agua.

3.2. Descripción del problema

La variación del nivel de humedad en las unidades filtrantes tiene como causas principales: la falta de un sistema de calidad que permita controlar la humedad del ambiente, no existe información que establezca los parámetros e indicadores de calidad del proceso, las unidades filtrantes dependen directamente de las condiciones climáticas, como el sol y el viento; no existe un mecanismo que permita homogeneizar la temperatura; no existe monitoreo de las unidades filtrantes en el proceso de presecado y los efectos son el incremento dedicado al secado y los altos niveles de humedad en las piezas fabricadas; por lo tanto, las unidades filtrantes defectuosas incrementan.

El problema descrito anteriormente ha provocado la preocupación del fundador y gerente de la compañía, pues las unidades defectuosas aumentan en un 15 % cuando las condiciones climáticas no son las favorables, esto hace que se incrementen los costos operativos y disminuya la cantidad de purificadores de agua producidos, lo cual impacta considerablemente la rentabilidad de la compañía.

3.3. Formulación de preguntas

- Pregunta central

¿Cuál es el sistema de calidad para optimizar el proceso de presecado de las unidades filtrantes en una fábrica de purificadores de agua ubicada en Antigua Guatemala?

- Preguntas auxiliares

- ¿Cuáles son las causas que afectan el proceso de presecado de una fábrica de purificadores de agua ubicada en Antigua Guatemala, Guatemala?
- ¿Qué condiciones son las adecuadas del área para optimizar el proceso de presecado de una fábrica de purificadores de agua ubicada en Antigua Guatemala, Guatemala?
- ¿Cuáles serían los beneficios de implementar una propuesta de solución para el proceso de presecado de una fábrica mediante la metodología MASP?

3.4. Delimitación

El trabajo de investigación se realizará en el área de secado del proceso de producción de una fábrica que produce purificadores de agua en Antigua Guatemala, Guatemala. El periodo de ejecución de la investigación será desde el mes de junio 2019 hasta noviembre 2020.

3.5. Viabilidad

La empresa de fabricación de purificadores de agua está en disposición de permitir el desarrollo de una investigación que proporcione propuestas de mejora para optimizar la eficiencia del proceso de presecado. La realización del presente estudio es viable, ya que se ha brindado la autorización para el acceso a la información necesaria, también se ha aprobado al investigador realizar las visitas técnicas correspondientes y se le ha permitido entrevistar e interactuar al personal. Al investigador se le ha proporcionado los recursos humanos, materiales y económicos para desarrollar la investigación.

3.6. Consecuencias de realizar la investigación

Se pretende optimizar el proceso de presecado para disminuir el tiempo de secado que se toma dicho proceso, así como las unidades defectuosas mediante el desarrollo de esta investigación. Esto se realizará mediante un sistema de gestión de calidad con el objetivo de incrementar la productividad de la fábrica.

Mediante el diseño de un sistema de calidad se podrán generar consecuencias positivas para la fábrica como: el reducir el tiempo dedicado al proceso de presecado, disminución de los costos operativos, se verá reflejado en el decremento de las unidades filtrantes defectuosas durante el proceso de cocción, permitir controlar las condiciones de humedad del ambiente, el incremento de la productividad de la fábrica que aprovecha de una mejor manera los recursos económicos.

Para lograr alcanzar los objetivos y generar las consecuencias positivas previamente descritas, se debe tener el apoyo total de la alta dirección y los encargados del área de producción para implementar las propuestas; se tiene

que convencer a los empleados de que los nuevos procesos y métodos buscan mejorar la productividad. Es muy importante se tiene que capacitar al personal.

En caso contrario, que la investigación no se realice, la ausencia de un proceso o mecanismos de secado adecuados en el proceso de presecado de las unidades filtrantes continuará, dependiendo de las condiciones climáticas para completar dicho proceso; los costos operativos se incrementarán y las unidades filtrantes defectuosas incrementarán durante la temporada de invierno. Sin la existencia de un sistema de gestión de calidad, se dificultará mejorar la productividad de la fábrica.

4. JUSTIFICACIÓN

La línea de investigación con la que se relaciona el presente estudio es la de calidad, debido a que su enfoque se basa en la reducción de la cantidad de unidades filtrantes defectuosas, para optimizar el proceso de presecado de una fábrica dedicada a la elaboración de purificadores de agua artesanales. Un sistema de calidad permite a las empresas planear, ejecutar y controlar las actividades necesarias para garantizar la calidad de los productos y la satisfacción de los clientes.

En la industria de fabricación de purificadores de agua artesanales, uno de los procesos más críticos es el de secado de piezas cerámicas previas a hornear, esto se debe a que las técnicas utilizadas dependen directamente de la vulnerabilidad de las condiciones climáticas. Cuando las condiciones del clima y la humedad no son las ideales, no se tiene un proceso de secado adecuado y las piezas de cerámica suelen estallarse o rajarse cuando se proceden a hornear.

El enfoque principal de la realización del trabajo de investigación es el de optimizar el proceso de presecado que aporta así un método eficiente, que propone una solución a la dependencia de las condiciones climáticas para impactar de forma directa la productividad de la fábrica, que reduce el tiempo de secado y los costos operativos (materia prima, recurso humano, tiempo).

La motivación de realizar el presente trabajo de investigación radica principalmente en el deseo de brindar soluciones integrales que se acoplen a las necesidades de optimización de recursos y mejoras en los procesos, a empresas

que estén comprometidas con la responsabilidad social y que trabajen bajo una filosofía de desarrollo.

El beneficio principal de realizar el presente trabajo de investigación es el ahorro de los costos operativos que implica el descarte de las unidades filtrantes defectuosas de los purificadores de agua. Entre otros beneficios se pueden mencionar la reducción del tiempo de secado independiente de las condiciones del clima.

El proyecto está enfocado en beneficiar a fabricas que se dedican a la elaboración de filtros de agua artesanales promoviendo así el incremento de la productividad de dicho sector industrial. Optimizar el proceso de presecado de una fábrica dedicada a la elaboración de filtros artesanales, no solo disminuirán los costos operativos sino se incrementará la capacidad de producción de la, lo cual permitirá impactar de manera positiva la rentabilidad de la empresa.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Diseñar un sistema de calidad basado en la metodología MASP para optimizar el proceso de presecado de las unidades filtrantes producidas en una fábrica de purificadores de agua ubicada en Antigua Guatemala.

5.2. Específicos

- Identificar las causas que afectan el proceso de presecado de una fábrica de purificadores de agua ubicada en Antigua Guatemala, Guatemala.
- Establecer las condiciones adecuadas del área para optimizar el proceso de presecado de una fábrica de purificadores de agua ubicada en Antigua Guatemala, Guatemala.
- Evaluar los beneficios de implementar una propuesta de solución para el proceso de presecado de una fábrica mediante la metodología MASP.

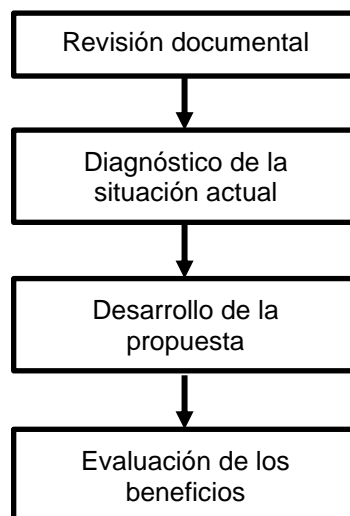
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

El presente estudio de investigación permitirá realizar un sistema de calidad para optimizar el proceso de presecado de piezas cerámicas denominadas unidades filtrantes, el cual se enfoca en satisfacer la necesidad de mejorar la metodología que se utiliza para el secado de las piezas que permite que el proceso de presecado sea homogéneo y permita reducir el tiempo que toma el secado de las unidades filtrantes.

6.1. Etapas de la investigación

Se desarrollarán las siguientes etapas del esquema de solución para determinar si la solución propuesta cumple con los objetivos definidos:

Figura 1. **Esquema de solución**



Fuente: elaboración propia.

6.1.1. Primera etapa: revisión documental

Esta etapa permitirá conocer las características de los procesos con el fin de tener una idea clara del desarrollo de las operaciones de la fábrica. Se realizará la revisión correspondiente de la documentación para analizar los procesos y métodos con los que opera la fábrica.

6.1.2. Segunda etapa: diagnóstico de la situación actual

La fábrica en estudio, localizada en Antigua Guatemala, se dedica a la fabricación, venta y distribución de purificadores de agua. Los purificadores se elaboran con materiales sencillos y económicos como lo son la arcilla y el aserrín.

En abril de 2012 la compañía industrializó el proceso de fabricación de los purificadores de agua debido al incremento de la demanda y los planes de expansión, así fue como se iniciaron las operaciones en la fábrica. Esto permitió a la compañía incrementar la capacidad de producción en un 400 %, que fabrica alrededor de 10,000 filtros al mes. Previo a la apertura de la fábrica, la producción de los purificadores de agua se realizaba de forma artesanal.

Debido a la creciente demanda la fábrica en estudio no cuenta con un proceso homogéneo, mecanismo apropiado o instalaciones adecuadas para secar las piezas previo a ser ingresadas al horno. El proceso de secado depende de las condiciones climatológicas y cuando las condiciones no son las ideales, todas las piezas se secan en un túnel de secado del horno.

El objetivo principal de esta etapa es analizar la situación actual sobre el entorno del área de presecado de las piezas moldeadas. Para realizar el análisis descrito anteriormente, se elaborarán documentos que permitirán recolectar la

información actual de la fábrica. A continuación, se describen los documentos fundamentales para la realización de esta etapa:

- Registro de observaciones: este documento permitirá documentar la percepción del investigador sobre las condiciones, procesos, métodos, mecanismos, entre otros.
- Cuestionario: el cuestionario se enfocará al área de control de calidad, que tendrá que responder la persona a cargo de dicha área. Este documento permitirá conocer las condiciones del área, con el fin de que las respuestas del coordinador puedan ofrecer información del área.
- Registro de análisis de las unidades filtrantes defectuosas: este documento registrará el conteo de las unidades producidas y defectuosas. Se registrarán las variables que afectan negativamente la producción.
- Se coordinará una visita técnica guiada con el cofundador de la organización, quien será la persona encargada de explicar cada uno de los procesos que se requieren para elaborar un purificador de agua. Durante el recorrido se documentarán las observaciones del área de presecado, se realizará la encuesta al coordinador del área de calidad, esto permitirá conocer los procedimientos y actividades que se requieren para completar el proceso de presecado. Una vez recopilada la información se procederá a elaborar un diagnóstico inicial de las causas y factores que impactan de manera negativa el proceso de presecado, permitirá a su vez identificar y relacionar los efectos de dichas causas.

6.1.3. Tercera etapa: desarrollo de la propuesta

Proponer un modelo de calidad que defina el mecanismo y los procesos a tomar en cuenta, así como las estrategias para su seguimiento y evaluación. Será necesario realizar la investigación sobre las diversas técnicas que se utilizan y los diferentes mecanismos que permiten homogeneizar el proceso de presecado.

Para implementar un sistema de calidad que permita optimizar el proceso de presecado, es necesario realizar una investigación de las diversas técnicas que se utilizan y los diferentes mecanismos que existen para secar piezas cerámicas. Se realizará también un análisis profundo de los requerimientos estructurales, requerimientos técnico-productivos y los requerimientos de uso del mecanismo de ventilación adecuado a las necesidades. Es importante evaluar las condiciones naturales del espacio destinado al secado de las unidades filtrantes.

El desarrollo del análisis de los requerimientos estructurales debe tomar en cuenta la altura de los trabajadores y el alcance, así como de utilizar materiales fáciles de adquirir en el mercado guatemalteco, mientras que el análisis de los requerimientos técnico-productivos deben basarse en un sistema que controle la humedad del ambiente y que genere un flujo de aire constante para que el proceso de secado de las piezas filtrantes cerámicas sea homogéneo. El análisis del requerimiento de uso debe enfocarse en la funcionalidad y relación con los trabajadores.

Los instrumentos para medir y controlar el proceso de presecado, serán un termohidrógrafo, un luxómetro y un anemómetro. La medición de la calidad se hará en lotes de producción, en donde se elegirán al azar 10 unidades, se utilizará

la cantidad de unidades filtrantes producidas, el tiempo empleado en la elaboración, la cantidad de materia prima, las condiciones meteorológicas.

Se elaborará la documentación respectiva para la operación del mecanismo de ventilación y proceso a implementar, a continuación, se describen los documentos a elaborar:

- Manual técnico: documento con los objetivos y alcances del mecanismo y procesos a implementar, contendrá también el manual de normas y políticas y la descripción de la maquinaria.
- Manual de usuario: documento con los procedimientos que necesitan tener en cuenta los operadores. Dicho documento indicará los componentes de la entrada del proceso y los resultados que se deben esperar. Será a su misma vez un manual de referencia.

6.1.4. Cuarta etapa: evaluación de los beneficios

El respectivo análisis de los indicadores permite evaluar si la implementación del proyecto impacta de manera positiva al proceso de presecado. En esta etapa es fundamental analizar los resultados obtenidos de las variables críticas del proceso de presecado correspondientes a las mediciones realizadas. El análisis de los resultados permite comparar un antes y un después de la implementación del sistema de calidad.

Un indicador clave para la evaluación de los beneficios será el de porcentaje de reducción de defectos, ya que representa el cambio relativo entre el valor de las unidades defectuosas antes de la implementación con respecto al valor de las unidades después de implementar el sistema de calidad.

7. MARCO TEÓRICO

A continuación, se presenta la información teórica que fundamenta el desarrollo de esta investigación, esta consiste en información relacionada con los procesos de presecado y metodologías de calidad.

7.1. Industria de producción

Las fuentes de agua han sufrido un ataque creciente debido a los accidentes industriales, las fugas de productos químicos, los derrames y la expansión de una amplia gama de nuevos contaminantes, tal y como lo menciona Ventura (2014):

Uno de los principales problemas en cuanto al recurso hídrico es el de la contaminación, ésta la podemos definir como el exceso de materia o energía (calor) que provoca daño a los humanos, animales, plantas y bienes, o bien, que perturbe negativamente las actividades que normalmente se desarrollan cerca del agua. (p. 9)

Sin embargo, se han desarrollado mejores tecnológicas a los métodos de filtración de agua, uno de ellos es el uso de carbón granular. Diversas investigaciones han demostrado que las combinaciones de diferentes métodos son beneficiosas; la sedimentación, la filtración a través de varias estructuras y la cloración han sido una combinación efectiva para hacer que el agua sea potable.

Los filtros se siguen fabricando de materias primas naturales, que se usaban hace mucho tiempo, pero con el progreso de la tecnología se pueden

usar nuevos métodos para que los filtros sean más efectivos, accesibles y confiables. Los medios filtrantes son más finos, filtran más y se recubren con elementos antimicrobianos, que se ocupan de patógenos microscópicos.

7.1.1. Proceso de filtración

Ventura (2014), define el proceso de filtración como un “Proceso en el cual las partículas sólidas que se encuentran en un fluido líquido se separan a través de un medio filtrante, que permite el paso del fluido, reteniendo las partículas sólidas” (p. 11).

Los inicios de la evolución del proceso de filtración se remontan a finales de la década de 1700, cuando eliminar las partículas visibles no deseadas del agua potable era considerado como un proceso de filtración. Mientras se popularizaba filtrar a través de arena, a principios de la década de 1800 los científicos comprendieron que no solo las partículas visibles eran el principal problema de las enfermedades de las personas.

Henry Doulton, en el año 1826 fue pionero en el desarrollo del proceso de filtración de agua e inventó el concepto del filtro de agua de vela cerámica contemporánea. Luego en 1908, se descubrió la efectividad del cloro como desinfectante del agua y se convirtió en una especie de remedio casero para los problemas de calidad del agua.

La importancia del proceso de purificación se debe a la alta contaminación del agua a nivel mundial, ya que el principal uso del agua es el del consumo humano. La Organización Mundial de la Salud (2019), indica:

El agua contaminada puede transmitir enfermedades como la diarrea, el cólera, la disentería, la fiebre tifoidea y la poliomielitis. Se calcula que la

contaminación del agua potable provoca más de 502,000 muertes por diarrea al año. (p. 1)

7.1.2. Tipos de filtros de agua

Existen diversos tipos de filtración de agua. Ventura (2014), indica que “los filtros se pueden clasificar de acuerdo con la naturaleza de la fuerza que causa la filtración” (p. 12); también, hace mención los dos tipos de filtros de agua más importantes.

- “Filtros de gravedad: la única fuerza impulsadora para que el líquido atraviese el filtro es la gravedad. Es el método más sencillo y tradicional” (Ventura, 2014, p. 12).

Figura 2. Esquema de filtro de gravedad



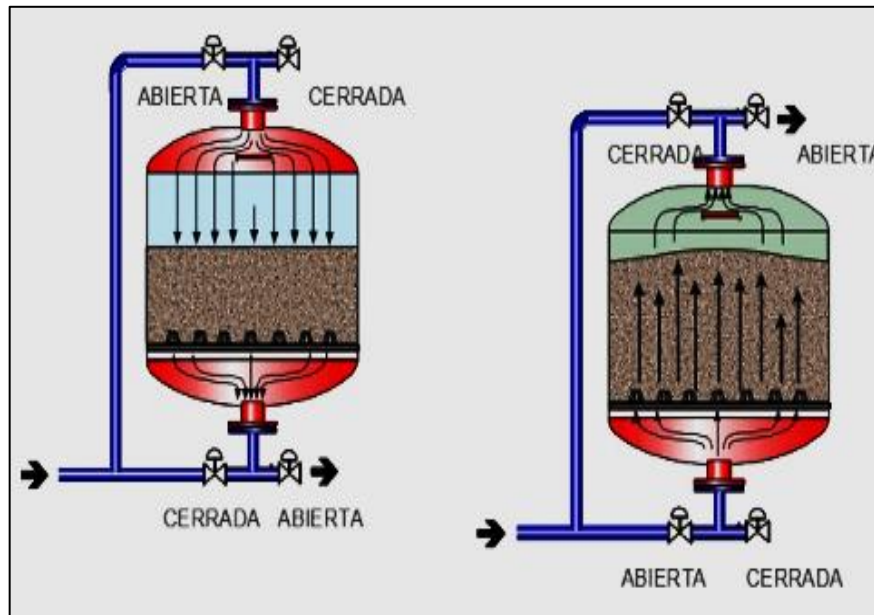
Fuente: Proyecto Comunitario Gosén. (2013). *¿Cómo hacer un filtro casero para el agua?*.

Consultado el 13 de septiembre de 2019. Recuperado de

<http://www.imoralesm.wordpress.com/>.

- Filtros de presión o vacío: son los más usados en la industria, con preferencia a los de gravedad. La fuerza impulsora es proporcionada por presión o vacío y es muchas veces mayor que la gravedad, lo que permite más altos rendimientos de filtración. (Ventura, 2014, p. 12)

Figura 3. Esquema de filtro de presión



Fuente: Monge. (2018). *Filtración (II) selección del equipo de filtrado*. Consultado el 16 de septiembre de 2019. Recuperado de <http://www.iagua.es/>.

Los dos tipos de filtros de agua ofrecen diferentes tipos de ventajas, con preferencia a los de gravedad. La fuerza impulsora es proporcionada por presión o vacío y es muchas veces mayor que la gravedad, lo que permite más altos rendimientos de filtración. (Ventura, 2014, p. 12)

7.2. Diseño de sistemas de gestión de calidad

Previo a profundizar sobre este tema, es importante definir cada una de las partes que lo compone. De esta manera se podrá interpretar mejor el concepto y se tendrá un mejor entendimiento.

7.2.1. Sistema

Un sistema es la conjunción y relación de principios, normas, o parámetros cuya función es garantizar que estos conjuntos funcionen.

7.2.2. Gestión

La gestión se refiere a administrar recursos mediante un conjunto de acciones orientadas a la obtención de objetivos con la finalidad de lograr resultados en una organización

7.2.3. Calidad

La Real Academia Española (2014) define la calidad como una “propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor” (p. 52), esto significa que existen características en los productos que permiten determinar si se cumple con sus respectivas especificaciones.

También se define calidad como la “totalidad de características de un producto o servicio que le confiere su aptitud para satisfacer unas necesidades expresadas o implícitas” (Norma UNE 66-001-92, 1992, p. 25).

Crosby (citado por Summers, 2006, p. 32) dice que la calidad resulta de la “conformidad con los requerimientos”, Crosby trata de explicar que se tienen que establecer parámetros de requerimientos de las características de los productos para así administrar la calidad.

Por su parte Deming (citado por Summers, 2006, p. 32) indica que “la calidad es multidimensional y debe definirse en términos de la satisfacción del

cliente”. Por su parte, Deming revoluciona el concepto de calidad estableciendo que es el usuario final quien se encarga de juzgar si el producto es satisfactorio o insatisfactorio.

7.2.4. Metodologías de gestión de la calidad

Existe un sinfín de metodologías enfocadas en la gestión de calidad, la finalidad de estas diversas metodologías es la misma: estandarizar y mejorar los procesos, que tiene como objetivo reducir los errores de los procesos de producción.

Sería imprudente indicar que una metodología es mejor que otra, esto corresponde a que cada metodología se adapta a diferentes escenarios y cada una tiene sus ventajas y desventajas.

7.2.4.1. El ciclo Deming o ciclo PDCA

El ciclo de Deming o también conocido como ciclo PDCA (siglas en inglés), el enfoque principal de esta metodología sencilla es el de garantizar la calidad de los procesos enfocado en la mejora continua. A continuación, se presentan los pasos detallados esta metodología en las cuatro etapas principales:

- Planear:
 - Definir el proceso, su inicio, final y lo que hace
 - Describir el proceso, mencionar las tareas clave realizadas y la secuencia de los pasos, personas que participan, equipo utilizado, condiciones ambientales, métodos de trabajo y material usado.

- Describir a los participantes, clientes y proveedores internos y externos y operadores del proceso
 - Definir las expectativas de los clientes
 - Determinar qué datos históricos están disponibles sobre el desempeño del proceso, o que datos son necesarios recopilar a fin de entender mejor el proceso
 - Identificar las causas principales de los problemas y su impacto en el desempeño del proceso
 - Desarrollar cambios o soluciones potenciales para el proceso.
- Hacer:
 - Realizar un estudio piloto o un experimento para probar el impacto de las soluciones potenciales
 - Identificar los indicadores para entender la forma en que cualquier cambio o solución tiene éxito al manejar los problemas percibidos.
- Verificar
 - Analizar los resultados del estudio piloto y experimento
 - Determinar si mejoró el desempeño del proceso
 - Identificar otros experimentos que quizás sean necesarios.
- Actuar:
 - Seleccionar el mejor cambio o solución

- Desarrollar un plan de implementación: Que es necesario hacer, quien debe participar y cuando se debe llevar a cabo el plan
- Estandarizar la solución, por ejemplo, redactando nuevos procedimientos operativos estándar
- Establecer un proceso para vigilar y controlar el desempeño del proceso. (Orozco, 2013, p. 15)

Figura 4. **Ciclo de Deming – PDCA**



Fuente: Proalnet. (2018). *El ciclo de mejora continua (PDCA)*. Consultado el 23 de julio de 2019. Recuperado de <http://www.proalnet.com/>.

7.2.4.2. Definir, medir, analizar, implementar y controlar - DMAIC-

Esta metodología resulta muy útil cuando se desarrollan proyectos de 6 sigma y tiene por objeto la mejora incremental del conjunto de procesos existentes. Ávila (2006), definió cada una de las siglas que integran.

- Definir: esta es una de las etapas más importantes, debido a que, con una buena y clara definición el desarrollo del proyecto, este irá en buena dirección y se logrará alcanzar los objetivos y metas.

Para definir el proyecto se pueden seguir los siguientes pasos:

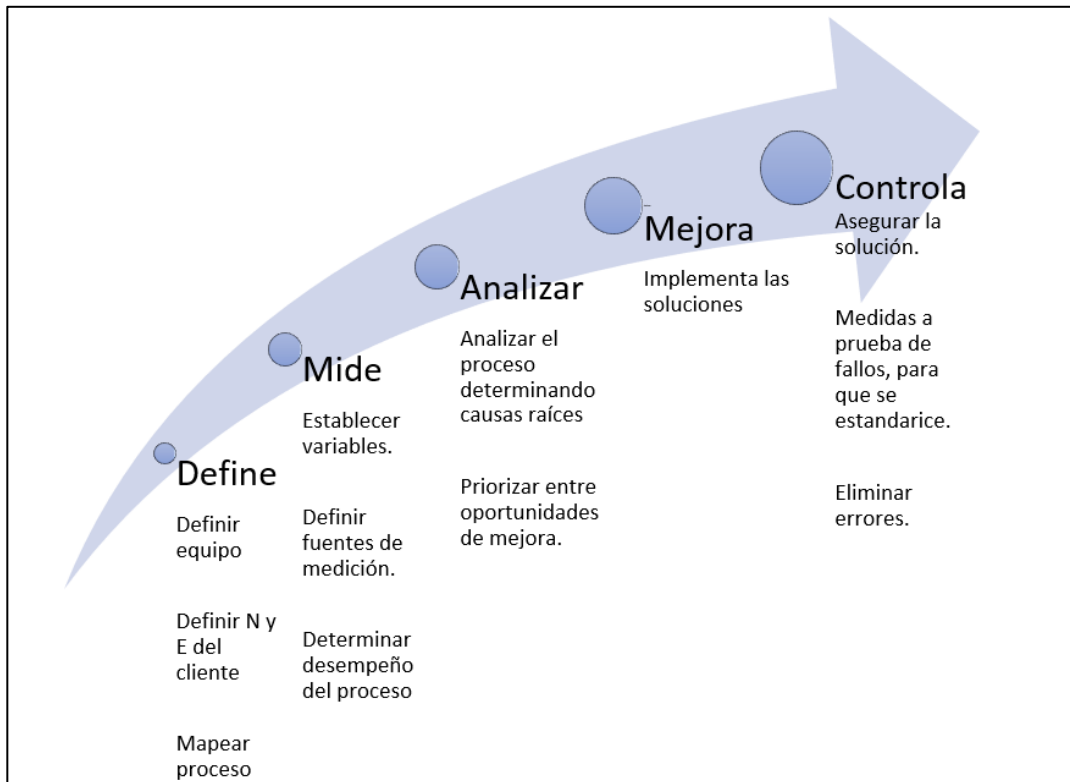
- Identificar las oportunidades de mejora
 - Seleccionar un proyecto
 - Definir las metas y objetivos del proyecto
 - Estructurar un grupo de trabajo
 - Identificar los recursos clave
 - Empezar a documentar
 - Revisar esta etapa con el equipo de trabajo, el Champion, etc.
(p. 9)
- Medir: 6 Sigma se ha caracterizado de otras técnicas por su base en las mediciones, y es que 6 sigma considera importante las mediciones por las siguientes razones.
 - La percepción y la intuición no siempre es el reflejo de las cosas.

- Se deben entender los procesos para conocerlos y identificar donde están las áreas de oportunidad; así mismo determinar si el proceso es estable o predecible y la variación de este, además sirve para saber el desempeño.
- Para documentar y comprobar la mejora. (Ávila, 2006, p. 9)

- Analizar: Como resultado de la etapa de medir, se generan datos del proceso, clientes, entre otros. Ahora se deben interpretar para luego implementar mejora.

- Controlar: Para asegurar que el proyecto generará los beneficios estimados a lo largo de un tiempo, es necesario controlar. En esta etapa se analiza y evalúa el desempeño actual y su relación con el desempeño inicial. Además, esta es la etapa en donde se cuantifican las ganancias. (Ávila, 2006, p. 9)

Figura 5. Metodología DMAIC



Fuente: Betancourt. (2018). *Metodología DMAIC*. Consultado el 14 de septiembre de 2019.
 Recuperado de <http://www.gestionemos.com/>.

7.2.4.3. Metodología de análisis y solución de problemas - MASP-

Morais (2013), indica que “El MASP es un proceso dinámico en busca de soluciones para una determinada situación” (p. 11). Hace mención que esta metodología tiene que ser flexible y capaz de adaptarse a los diferentes escenarios. Indica también que el desarrollar el MASP “busca respuestas como:

- Priorización del problema
- División del problema en partes que se puedan analizar
- Verificaciones de las situaciones que necesiten atención” (Morais, 2013, p. 11).

El MASP se basa en las experiencias y conocimientos del personal que está involucrado directamente en los procesos, permitiendo realizar la identificación de las causas, y las actividades que se requieren realizar para solucionar el problema analizado.

Figura 6. **El ciclo MASP, basado en el ciclo PDCA**

PDCA	Flujograma	Fase	Objetivo
P		Identificación del Problema	Definir claramente el problema Reconocer su importancia
		Observación	Investigar las características específicas del problema con una visión amplia y de varios puntos de vista
		Análisis	Descubre las causas fundamentales
		Plan de Acción	Elaborar un plan para bloquear las causas fundamentales
D	5	Acción	Bloquear las causas fundamentales
C		Verificación	Verificar si el bloqueo ha sido efectivo
		(¿Bloqueo ha sido efectivo?)	
A		Estandarización	Prevenir contra la reincidencia del problema
		Conclusión	Recapitular todo el proceso de solución del problema para trabajo futuro

Fuente: elaboración propia.

En la figura anterior, se describen detalladamente las 8 etapas que integran la estructura del MASP, estas etapas integran a la misma vez la estructura del PDCA (siglas en inglés) o del PHVA (siglas en español).

7.2.5. Herramientas de la calidad

Para garantizar la mejora continua de los productos es importante que las organizaciones analicen y comprendan sus propios procesos. El análisis anteriormente mencionado se desarrolla mediante herramientas enfocadas a garantizar la calidad y la mejora continua

Indican Carro y González (2012), que las herramientas de calidad “Son utilizadas para analizar la realidad y presentar los resultados de la mayoría de los problemas” (p. 24). También describen brevemente las siete diferentes herramientas de calidad: “Gráficas de Frecuencia (histogramas), Diagramas de Pareto, Diagramas de Causa-Efecto, Hojas de Verificación, Estratificación, Gráficas de Dispersión y Gráficos de Control (Carro y González, 2012, p. 24).

7.2.6. Sistema de gestión de calidad

La norma ISO 9000:2000 (2000), define al sistema de gestión de calidad como “Aquella parte del sistema de gestión de la organización enfocada en el logro de resultados, en relación con los objetivos de calidad, para satisfacer las necesidades, expectativas y requisitos de las partes interesadas, según corresponda” (p. 6).

Por lo tanto, Camisón, Cruz y González (2006) hacen mención que los elementos que componen un sistema de gestión de calidad son todas las directrices necesarias para el establecimiento, la implantación y la mejora continua de aquellos procedimientos, con el objetivo de asegurar la satisfacción de los requisitos del cliente.

Los objetivos de este sistema, son:

- Hacer las cosas bien, en forma rutinaria.
- Hacer las cosas según lo acordado o cumplido con los requisitos obligatorios.
- Hacer las cosas bien y a la primera vez.
- Articular medios para detectar y satisfacer las nuevas necesidades.

7.2.7. Diseño

Cuando se planifica y diseña un proyecto industrial es importante identificar los objetivos a largo plazo, realizar un diagnóstico para identificar el problema, evaluar los recursos disponibles, determinar el objetivo del proyecto, desarrollar un plan de contingencia y por último desarrollar el resumen del proyecto.

En términos generales, se dice que el diseño es el proceso de visualizar y planificar la creación de objetos, mecanismos, entre otros. El enfoque del pensamiento de diseño son los usuarios, debido a que el diseño trata de crear soluciones para personas, elementos físicos o sistemas abstractos para satisfacer una necesidad o un problema.

7.2.7.1. Diseño industrial

El objeto del diseño industrial es crear y desarrollar conceptos y especificaciones que optimizan la funcionalidad y el valor de los productos, entornos, sistemas y servicios en beneficio del usuario, la industria y la sociedad. El desarrollo y aplicación del diseño industrial implica combinar disciplinas de artes visuales, ciencias y tecnología, que requiere habilidades de comunicación y resolución de problemas.

7.3. Proceso de presecado en la industria de purificadores

Uno de los procesos más importantes durante la elaboración de purificadores de agua cerámicos es el proceso de presecado, este proceso consiste en eliminar la humedad contenida en los materiales cerámicos de las unidades filtrantes previas a hornear.

Para garantizar la cocción adecuada de las unidades filtrantes se tiene que eliminar el agua de las piezas fabricadas de arcilla, entonces se puede decir que el proceso de presecado es un mecanismo de deshumificador.

Martínez hace mención en su investigación que, “dentro de la fabricación de piezas de cerámica uno de los procesos más importantes es el secado de piezas, proceso que sigue luego del moldeado y de moldeado.”, (Martínez, 2013, p.53). La importancia del proceso de presecado, se debe a que luego de completarse el proceso descrito anteriormente, se procede a hornear las piezas a una temperatura entre los 660° y 770° durante 9 horas aproximadamente.

7.3.1. Importancia del proceso de secado

Indica Martínez (2013), que:

El objetivo principal del secado es la reducción del contenido de agua de las piezas antes del horneado, es una operación compleja en la que influye muchos factores.

- Naturaleza de la arcilla.
- Preparación y homogenización de la pasta.
- Manejo de la pasta en el proceso del moldeado.

- Diseño y estructura de la pieza, uniformidad o variación de secado, entre otros. (p. 21)

El resultado de eliminar el agua y la humedad de las piezas son:

- Incremento de la resistencia mecánica
- Mayor rigidez de las piezas

El proceso de cocción es el proceso más crítico del proceso de fabricación de las unidades filtrantes. Entonces, la importancia que tiene el proceso de presecado es evitar entonces que se originen agrietamientos, rajaduras o que las piezas se estallen durante el proceso de cocción: resultado del exceso de humedad y agua en las partículas arcillosas.

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO

- 1.1. Industria de purificadores de agua
 - 1.1.1. Proceso de filtración
 - 1.1.2. Tipos de filtro de agua
 - 1.1.3. Industrias de purificadoras de agua en Guatemala
 - 1.1.4. Empresa de estudio
- 1.2. Diseño de Sistemas de Gestión de Calidad
 - 1.2.1. Sistema
 - 1.2.2. Gestión
 - 1.2.3. Calidad
 - 1.2.4. Metodologías de gestión de calidad
 - 1.2.4.1. El ciclo Deming o ciclo PDCA
 - 1.2.4.2. Definir, medir, analizar, implementar mejora y controlar – DMAIC –
 - 1.2.4.3. Metodología de análisis y solución de problemas – MASP –

- 1.2.5. Herramientas de la calidad
- 1.2.6. Sistema de gestión de calidad
- 1.2.7. Diseño
 - 1.2.7.1. Diseño Industrial
- 1.3 Proceso de presecado en la industria de purificadores
 - 1.3.1. Importancia del proceso de presecado

2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

9. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

El desarrollo de esta investigación se realiza según un enfoque mixto cualitativo-cuantitativo, de diseño no experimental y tipo descriptivo.

9.1. Enfoque de la investigación

El enfoque de la investigación es mixto, debido a que tiene una parte cualitativa que se complementa con la parte cuantitativa, a continuación, se presentan las razones:

Cualitativa, debido a que se necesita evaluar la documentación correspondiente de cada una de las actividades que integran el proceso de cocción de las piezas cerámicas, así mismo se realizará el análisis de las condiciones que afectan el proceso de secado de las piezas cerámicas fabricadas, mediante la observación directa del proceso.

Cuantitativa, ya que se realizará una medición de variables numéricas, recolectando datos como la cantidad de filtros defectuosos o cantidad de filtros producidos, para luego analizar la información estadísticamente y determinar qué factores influyen en el incremento de unidades defectuosas, esto permitirá generar propuestas para mejorar el proceso de presecado.

9.2. Diseño de la investigación

Es de tipo no experimental el diseño del trabajo de investigación, debido a que no se necesita realizar ningún tipo de experimento para la manipulación de

variables. La investigación se realizará con un diseño transversal, ya que la información se recolectará en un período definido, con el propósito de realizar diagnósticos, análisis, propuestas y evaluaciones.

9.3. Tipo de estudio

El desarrollo de la investigación tiene un alcance tipo descriptivo, esto consiste en observar, analizar, registrar, interpretar y evaluar. En otras palabras, la investigación trata de expresar de una forma simple la situación actual del proceso de presecado y como se puede disminuir la cantidad de unidades filtrantes defectuosas con la implementación de un sistema de calidad.

9.4. Variables e indicadores

A continuación, se presentan las variables principales que se analizarán en esta investigación:

- Flujo de aire: se refiere al movimiento del aire, siendo la causa principal la existencia del aire.
- Intensidad de luminosidad: define la cantidad de luz que emite una fuente de luz.
- Medición de temperatura ambiente: medición de las características del clima de una región.
- Medición de intensidad de luz: medición de la cantidad de flujo luminoso que emite la luz solar.

- Porcentaje de reducción de defectos: cantidad porcentual de reducción de los defectos del proceso.
- Temperatura: determina la cantidad de energía del ambiente definiéndose como el grado de calor o frío que se encuentra en el ambiente.
- Tiempo: período determinado durante el que se realiza una acción o se desarrolla un evento.
- Total de unidades defectuosas / día: cantidad de unidades filtrantes que presentan defectos durante el proceso de presecado al día.
- Total de unidades moldeadas / día: cantidad de moldes, de las unidades filtrantes, producidos al día.
- Total de unidades producidas / día: cantidad de las unidades filtrantes producidas al día.

9.5. Operativización de variables

A continuación, se describen las principales variables que se analizarán en dicha investigación:

Tabla I. **Matriz de operativización de variables**

Objetivo	Nombre de la variable	Tipo de variable	Indicador	Técnica	Plan de trabajo
Identificar las causas que afectan el proceso de presecado de una fábrica de purificadores de agua ubicada en Antigua Guatemala, Guatemala	Identificación causa raíz del problema en el proceso de presecado de una fábrica de purificadores de agua ubicada en Antigua Guatemala, Guatemala.	Dependiente	<p>Total de unidades defectuosas = (Total unidades moldeadas – Total unidades producidas) / día</p> <p>Descripción del motivo de defecto.</p>	Observación directa Árbol de problemas	<p>Recolección de datos.</p> <p>Descripción de los defectos</p> <p>Tabulación de datos.</p>
Establecer las condiciones adecuadas del área para optimizar el proceso de presecado de una fábrica de purificadores de agua ubicada en Antigua Guatemala, Guatemala	Establecimiento de las condiciones para el proceso de presecado de una fábrica de purificadores de agua ubicada en Antigua Guatemala, Guatemala.	Dependiente	<p>Total de unidades defectuosas = Total unidades moldeadas – Total unidades producidas) / día</p>	Diagrama Ishikawa Árbol de objetivos	Entrevistas y encuestas realizadas al personal encargado del área de presecado
Evaluar la propuesta de solución para el proceso de presecado de una fábrica de purificadores de agua ubicada en la Antigua Guatemala mediante la metodología MASP	Evaluación de la propuesta planteada.	Dependiente	<p>Reducción = (Total unidades defectuosas iniciales – Total unidades defectuosas finales)</p> <p>Porcentaje de Reducción = (Reducción / Total unidades defectuosas iniciales) * 100</p>	Análisis de datos Diagrama de Pastel	<p>Recolección de datos</p> <p>Tabulación de datos</p> <p>Toma de decisión</p>

Fuente: elaboración propia.

9.6. Fases de la investigación

La adecuada selección del material teórico permitirá sustentar la importancia del sistema de gestión de calidad enfocado en brindar una solución integral al problema planteado, previo a realizar la ejecución de las fases. Tiene como por objeto servir de base para desarrollar el contenido teórico del presente documento de manera secuencial y coherente.

9.6.1. Fase 1: revisión documental de la teoría y bibliografía existente

En esta fase se fundamenta el estudio mediante la realización correspondiente a la documentación, la teoría permitirá guiar el desarrollo del estudio y permitirá brindar soluciones al problema descrito según la necesidad identificada. Asimismo, la revisión de la documentación permitirá conocer las características del proceso en estudio.

9.6.2. Fase 2: diagnóstico de la situación actual

Para determinar la situación actual de la empresa se empleará la técnica de observación, se observará el proceso de elaboración de los purificadores de agua para detectar los factores relacionados con el problema identificado: la variación de humedad de las unidades filtrantes durante el proceso de secado.

El objeto principal es analizar el proceso más crítico de la fábrica. Se utilizarán formatos de registro de observación directa, para identificar las condiciones actuales que conforman cada fase del proceso de elaboración de las unidades filtrantes, para identificar las actividades que se llevan a cabo, la funcionalidad de las máquinas y las áreas de oportunidad.

La utilización del diagrama de Ishikawa, como herramienta de análisis de problemas, permitirá identificar las causas que provocan la variación de humedad de las unidades filtrantes durante el proceso de secado.

Para recolectar la información, se utilizará la técnica de encuesta del método estadístico. Mediante un cuestionario, conformado por preguntas clave, que se enfocará al coordinador de control de calidad a realizar en un único momento. El objetivo de emplear la técnica de encuesta será el de obtener la información respecto a los factores que afectan el proceso de presecado y no permiten garantizar la calidad de los purificadores de agua.

Será necesario coordinar aproximadamente 20 visitas técnicas para documentar las observaciones del proceso. Las personas responsables de guiar y explicar los procesos que se requieren para elaborar un purificador de agua serán el cofundador de la organización y el coordinador de control de calidad.

En la primera visita técnica se documentarán las observaciones generales del proceso de producción de los purificadores de agua con el fin de obtener un mejor entendimiento del proceso general (anexo 3). La segunda visita técnica se enfocará en el proceso de presecado, en donde se empleará el uso del cuestionario (anexo 5) y se registrarán las actividades necesarias a llevar a cabo. El resto de las visitas técnicas permitirá registrar la cantidad de unidades defectuosas.

Esta fase diagnóstica el estado de la empresa luego de someter los datos a un análisis, a realizar de manera descriptiva. Para obtener los resultados del análisis será necesario clasificar, organizar, tabular y graficar los datos obtenidos a través de los instrumentos de diagnóstico.

9.6.3. Fase 3: desarrollo de la propuesta

A partir de la identificación de las debilidades en el proceso de presecado, se podrá analizar e identificar las necesidades en las que se tiene que enfocar el sistema de calidad. Se determinarán en esta fase el mecanismo y procesos, las estrategias, los parámetros e indicadores de gestión de calidad que permitan homogeneizar el proceso de presecado.

Se consultará el registro de las unidades defectuosas (anexo 4), en donde se analizarán factores como la temperatura ambiente, la intensidad de luz y el flujo de aire. Es importante consultar también las fichas técnicas del fabricante de las máquinas y equipos que se utilizan en el proceso de presecado.

Será necesario realizar una investigación de las diversas técnicas que se utilizan y los diferentes mecanismos que existen para secar piezas cerámicas. Así mismo se realizará un análisis profundo de los requerimientos estructurales, técnico-productivos y los diferentes mecanismos de ventilación que existen.

Para medir el proceso de presecado se utilizarán instrumentos como el termo higrómetro digital, medidor digital de luminosidad (luxómetro) y medidor digital de flujo y velocidad de aire (anemómetro). La medición del proceso permite determinar la relación de los factores que afectan directamente al proceso de presecado, también permitirá controlar el proceso de presecado.

Es necesario elaborar la documentación respectiva de la operación del mecanismo y procesos a implementar, dichos documentos serán el manual técnico del mecanismo a proponer y el manual de usuario. El objetivo principal de esta fase será el de establecer los parámetros e indicadores de gestión de calidad que permitan homogeneizar el proceso de presecado.

9.6.4. Fase 4: análisis de los beneficios que representa para la empresa el sistema de calidad

A partir de la ejecución de la fase previa, esta última fase presentará los resultados que se obtendrían y permitirá comparar el proceso de presecado antes y después de implementarse el sistema de calidad. La finalidad de realizar el análisis será el evaluar si la implementación del sistema de gestión de calidad optimiza el proceso de presecado y reduce la cantidad de unidades defectuosas.

En esta etapa será fundamental analizar los resultados obtenidos de las variables críticas del proceso de presecado correspondientes a las mediciones realizadas. El análisis de los resultados permite comparar los resultados previos a la implementación del sistema de calidad y los resultados después de desarrollar e implementar dicho sistema.

Se evaluarán dos indicadores importantes para determinar si existe una mejora en el proceso de presecado. El primero será el indicador de reducción de unidades defectuosas, que se calcula a partir de la diferencia de las piezas moldeadas y el número total de las piezas producidas; y el segundo indicador es el porcentaje de reducción de defectos. Asimismo, se desarrollarán las conclusiones que permitirán el proceso de optimización adecuado que beneficie a la fábrica, como parte de esta etapa.

9.7. Técnicas metodológicas

Se utilizarán las siguientes técnicas metodológicas para recopilar la información:

- Observación: es importante conocer el proceso de fabricación de las unidades filtrantes de los purificadores de agua, razón por la cual se realizará una visita a la planta de producción.
- Entrevistas: se realizarán entrevistas al coordinador de producción y a los operadores para conocer detalladamente el proceso de producción.
- Registros: se utilizarán pruebas de calidad de las unidades filtrantes para determinar las unidades defectuosas y no defectuosas, y se creará un registro de las unidades defectuosas.

9.8. Resultados esperados

El desarrollo del trabajo de investigación se enfoca en la obtención de los siguientes resultados:

- Controlar las condiciones de humedad que se encuentran dentro del proceso de secado de las piezas cerámicas.
- Evitar pérdidas económicas y de material por piezas defectuosas.
- Reducir el periodo de tiempo que se requiere para completar el proceso de secado.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

A continuación, se describirán las herramientas y técnicas, a utilizar en cada fase del desarrollo del estudio, que permitirán recopilar y analizar la información para dar cumplimiento con los objetivos previamente establecidos.

En la primera fase se utilizará la técnica de observación indirecta y se recolectará la información a través de notas, resúmenes con la finalidad de realizar el análisis correspondiente de los procesos actuales de producción.

Luego, en la segunda fase que refiere al diagnóstico actual de la fábrica, se utilizará la técnica de observación empleada en la fase anterior para entender los procesos y mecanismos que la fábrica utiliza actualmente. El objeto principal de esta fase es el analizar el proceso más crítico, para esto se apoyará de la utilización de formatos de registro y se realizarán entrevistas estructuradas con el objetivo de documentar la información. La información recopilada se tabulará para realizar los análisis estadísticos correspondientes del proceso de presecado.

Para determinar las causas principales del incremento de unidades defectuosas se utilizarán las siguientes herramientas de diagnóstico:

- Diagrama de Ishikawa: se utilizará para representar gráficamente las causas que afectan el proceso.
- Diagrama de Pareto: en el cual se identificará el 20 % de las causas y el 80 % de todos los defectos.

La tercera fase se apoyará de las técnicas de observación directa e indirecta, ya que se partirá del análisis de las fases anteriores haciendo referencia a las entrevistas realizadas y la bibliografía teórica consultada utilizando la técnica de observación indirecta; así mismo se recolectará la información del proceso de presecado mediante la observación directa para analizar la información.

Se utilizará la siguiente herramienta de diagnóstico para analizar la información y definir las estrategias que permitan optimizar el proceso de presecado.

- Diagrama de pastel: el objetivo principal de esta herramienta será la de mostrar los porcentajes y las proporciones de los resultados obtenidos.

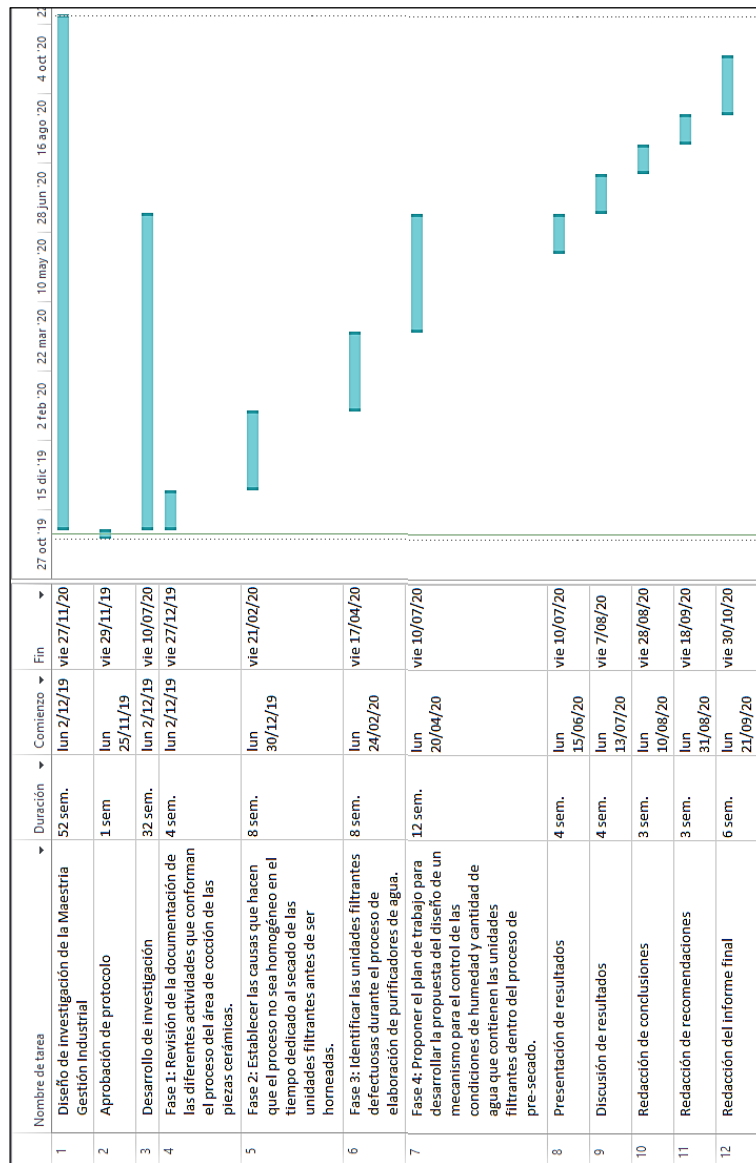
Por último, en la cuarta fase se analizará la información que se recopiló en las fases anteriores. Para realizar el análisis y comparaciones de los resultados obtenidos se utilizará la siguiente herramienta de diagnóstico:

- Gráfico de barras: servirá para comparar gráficamente los resultados obtenidos.

Esto permitirá analizar y evaluar los resultados del sistema de calidad para describir si existe un incremento en la productividad. También, se utilizarán herramientas financieras para evaluar el sistema desde una perspectiva económica.

11. CRONOGRAMA

Figura 7. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Para realizar el desarrollo del presente estudio de investigación se estima como recursos humanos, financieros, tecnológicos y materiales los siguientes:

12.1. Recursos humanos

Comprende a las personas que están involucradas en el proceso de investigación, a continuación, se indica el personal involucrado en el proceso de producción:

- Fundador y CEO de la fábrica
- Personal administrativo
- Investigador que realizará el estudio
- Asesor del trabajo de investigación

12.2. Recursos financieros

El recurso económico total necesario para la realización del presente estudio es de Q. 19,060.00. El proceso de investigación es factible debido a que se cuenta con la disponibilidad de recursos materiales y humanos para desarrollar el trabajo de investigación.

El aporte del investigador que desarrollará el presente estudio, correspondiente al rubro de recursos tecnológicos, honorarios estimados para cuatro meses que durará la investigación y honorarios del asesor será de Q. 17 920,00. Esto significa que el investigador aportará un porcentaje del 94,02 % al desarrollo de la investigación.

A continuación, se detalla el presupuesto de los recursos financieros:

Tabla II. **Presupuesto de la investigación**

No.	Recursos	Descripción	Monto	% Porcentaje
1	Recursos humanos	Asesor (honorarios)	Q 2,500.00	13.12 %
2		Tiempo de investigador (honorarios)	Q 6,000.00	31.48 %
1	Recursos materiales	Resma de hojas de papel bond tamaño carta	Q 50.00	0.26 %
2		Bolígrafos	Q 15.00	0.08 %
3		Folders	Q 10.00	0.05 %
4		Ganchos para folders	Q 5.00	0.03 %
5		Impresiones	Q 500.00	2.62 %
6		Baterías para cámara	Q 70.00	0.37 %
7		Combustible para transporte	Q 840.00	4.41 %
8		Almuerzo	Q 300.00	1.57 %
1	Recursos tecnológicos	Laptop	Q 4,500.00	23.61 %
2		Cámara digital	Q 2,900.00	15.22 %
3		Termohigrómetro digital	Q 330.00	1.73 %
4		Medidor digital de luminosidad	Q 280.00	1.47 %
5		Medidor digital de flujo y velocidad de aire	Q 460.00	2.41 %
6		Software anti plagio	Q 300.00	1.57 %
TOTAL			Q 19,060.00	100,00 %

Fuente: elaboración propia.

12.3. Recursos tecnológicos

Comprende del equipo necesario para documentar, registrar y analizar la información. A continuación, se listan los recursos tecnológicos necesarios para desarrollar el presente estudio.

- Termohigrómetro digital
- Medidor digital de luminosidad
- Cámara fotográfica
- Computadora
- Impresora
- Teléfono celular
- Servicio de internet

12.4. Recursos materiales

Los recursos materiales refieren a todos aquellos elementos útiles para el desarrollo de la investigación, comprenden de los útiles de oficina a utilizar y de los servicios necesarios, como los siguientes:

- Hojas de papel bond tamaño carta
- Bolígrafos
- Cartuchos de tinta para impresora
- Transporte

13. REFERENCIAS

1. Ávila, A. (2006). *Modelo para la implementación y aplicación de seis sigma, en base a una industria de acero*. (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1532_IN.pdf.
2. Betancourt, D. (8 de octubre, 2018) *Metodología DMAIC*. [Mensaje de blog]. Recuperado de <http://www.gestionemos.com/>.
3. Caballero, J. (Noviembre de 2014). De las perspectivas a los centros de gravedad estratégicos. *Balanced Scorecard*, 1(4), 1-24.
4. Carro, R. y González, D. (2012). *Administración de la calidad total*. Mar de Plata, Argentina: Universidad Nacional de Mar de Plata, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Recuperado de http://nulan.mdp.edu.ar/1614/1/09_administracion_calidad.pdf.
5. Camisón, C., Cruz, S. y González, T. (2006). *Gestión de la calidad: Conceptos, enfoques, modelos y sistemas*. Madrid, España: Pearson
6. Hurtado, E. (2015). *Implementación de un sistema de gestión de calidad e inocuidad para una empresa dedicada a la elaboración de dulces blandos*. (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/4715/1/Eliseo%20Emmanuel%20Hurtado%20Bran.pdf>.

7. ISO 9000:2000. (2000). *Sistemas de gestión de la calidad - conceptos y vocabulario*. Ginebra, Suiza: Secretaría Central de ISO.
8. López, K. (2007). Estructuración de un sistema de control de calidad en una planta productora de absorbentes higiénicos, (pañales desechables y toallas sanitarias). (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de <https://docplayer.es/7523567-Estructuracion-de-un-sistema-de-control-de-calidad-en-una-planta-productora-de-absorbentes-higienicos-panales-desechables-y-toallas-sanitarias.html>.
9. Martínez, A. (2013). Optimización del proceso de secado en piezas de cerámica en talleres semi-artesanales, por medio del diseño de un mecanismo de evaporación a baja presión (EBP). (Tesis de licenciatura). Universidad Rafael Landívar, Guatemala. Recuperado de <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2013/03/06/Martinez-Marielos.pdf>.
10. Martínez, L. (2016). Desarrollo de un sistema de calidad farmacéutica basado en la guía ICH Q10 que garantice el mejoramiento continuo en los procesos de manufactura y de la calidad del producto. (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/6369/1/Ligia%20Eugenia%20Mart%C3%ADnez%20Galicia.pdf>.

11. Mendoza, M. (2008). *Diseño de un sistema de gestión de la calidad para una microempresa*. (Tesis de maestría). Universidad Veracruzana. Xalapa, Enríquez, Veracruz. Recuperado de <https://www.uv.mx/gestion/files/2013/01/MIRIAM-HERRERA-MENDOZA.pdf>.
12. Miranda, F., Chamorro, A. y Rubio, S. (2007). *Introducción a la gestión de la calidad*. Madrid, España: Delta.
13. Monge, M. (19 de febrero, 2018). Filtración (II) selección del equipo de filtrado. [Mensaje de blog]. Recuperado de <http://www.iagua.es/>.
14. Morais, F. (2013). *MASP, metodología de análisis y solución de problemas*. Porto Alegre, Brasil: Agencia Brasileira de Desenvolvimento Industrial.
15. PMI. (2017). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)*. Estados Unidos: Project Management Institute.
16. Paguay, R. (2014). *Diseño y construcción de un secador para piezas de cerámica blanca mediante el uso de convección forzada y acondicionamiento de aire ambiente*. (Tesis de licenciatura). Universidad de las Fuerzas Armadas. Sangolquí, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/9504/1/T-ESPE-048571.pdf>.

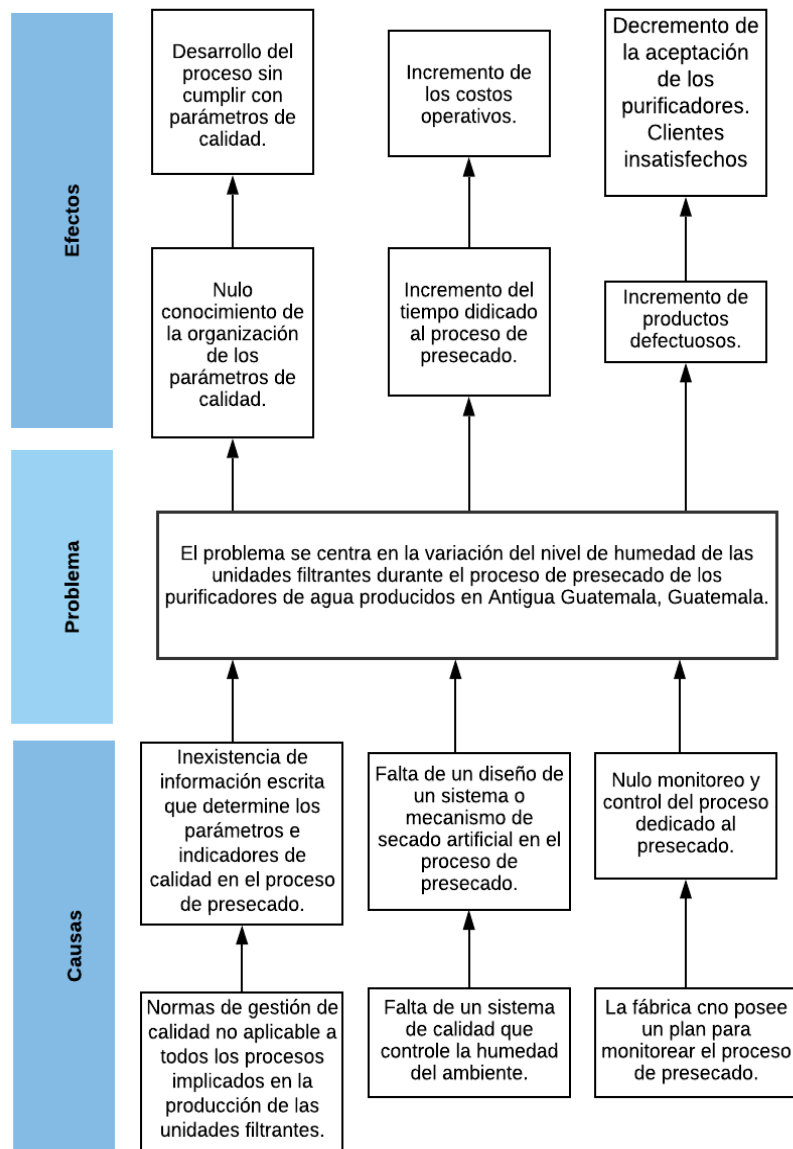
17. Orozco, N. (2013). *Circuitos de calidad de una herramienta para la mejora continua en las empresas de servicio de cable en el municipio de San Pedro Sacatepéquez departamento de San Marcos*. (Tesis de licenciatura). Universidad Rafael Landívar. Quetzaltenango, Guatemala. Recuperado de <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2013/01/01/Fuentes-Noe.pdf>.
18. Organización Mundial de la Salud. (7 de abril, 2019). Agua. [Mensaje de blog]. Recuperado de <http://www.who.int>.
19. Proalnet. (8 de julio, 2016). El ciclo de mejora continua (PDCA). [Mensaje de blog]. Recuperado de <http://www.proalnet.com>.
20. Proyecto Comunitario Gosén. (24 de febrero, 2013). *¿Cómo hacer un filtro casero para el agua?* [Mensaje de blog]. Recuperado de <http://www.imoralesm.wordpress.com>
21. Real Academia Española. (2014). *Diccionario de la lengua española*. (23 ed). Madrid, España: RAE. Recuperado de <http://www.rae.es/>.
22. Rodas, O. (2008). *Propuesta para el desarrollo de un sistema de calidad en la cadena de abastecimiento de productos alimenticios de Central de Alimentos S.A.* (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/4008/1/Oscar%20Alejandro%20Rodas%20Soberanis.pdf>.
23. Ruiz, O. (2001). *Gestión de la Calidad del Servicio a través de Indicadores Externos*. España: EACA.

24. Summers, D. (2006). *Administración de la calidad*. México: Pearson

25. Ventura, M. (2014). *Diseño para la optimización de la fase de triturado de arcilla en el proceso de producción de purificadores de agua Ecofiltro*. (Tesis de licenciatura). Universidad Rafael Landívar, Guatemala. Recuperado de <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/03/06/Ventura-Marco.pdf>.

14. APÉNDICES

Apéndice 1. Árbol de problemas



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Matriz de coherencia

Objetivo	Nombre de la variable	Tipo de variable	Indicador	Plan de Trabajo
Identificar las causas que afectan el proceso de presecado de una fábrica de purificadores de agua ubicada en Antigua Guatemala, Guatemala	Identificación causa raíz del problema en el proceso de presecado de una fábrica de purificadores de agua ubicada en Antigua Guatemala, Guatemala.	Dependiente	Total de unidades defectuosas = (Total unidades moldeadas – Total unidades producidas) / día Descripción del motivo de defecto.	Recolección de datos. Descripción de los defectos Tabulación de datos.
Establecer las condiciones adecuadas del área para optimizar el proceso de presecado de una fábrica de purificadores de agua ubicada en Antigua Guatemala, Guatemala	Establecimiento de las condiciones para el proceso de presecado de una fábrica de purificadores de agua ubicada en Antigua Guatemala, Guatemala.	Dependiente	Total de unidades defectuosas = Total unidades moldeadas – Total unidades producidas) / día	Entrevistas y encuestas realizadas al personal encargado del área de presecado
Evaluar la propuesta de solución para el proceso de presecado de una fábrica de purificadores de agua ubicada en la Antigua Guatemala mediante la metodología MASP	Evaluación de la propuesta planteada.	Dependiente	Reducción = (Total unidades defectuosas iniciales – Total unidades defectuosas finales) Porcentaje de Reducción = (Reducción / Total unidades defectuosas iniciales) * 100	Recolección de datos Tabulación de datos Toma de decisión

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Cuestionario al gerente general de la empresa**



REGISTRO DE UNIDADES DEFECTUOSAS

No de Medición	Temperatura Ambiente	Intensidad de luz	Flujo de Aire

Cantidad de unidades filtrantes moldeadas: _____

Cantidad de unidades filtrantes producidas: _____

Descripción de defectos: _____

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. **Cuestionario para el coordinador de control de calidad de la fábrica**



CUESTIONARIO PARA EL COORDINADOR DE CONTROL DE CALIDAD

1. ¿Cuál es el promedio de las piezas moldeadas defectuosas?
2. ¿Cuál es el plan de trabajo de la fábrica con respecto a la reducción piezas defectuosas?
3. ¿Cuáles son las condiciones del área de secado (temperatura, ventilación, etc.)?
4. ¿Se tienen condiciones especiales para que el proceso de secado sea homogéneo?
5. ¿Usted considera que las condiciones del proceso de presecado de las piezas moldeadas son las adecuadas?
6. ¿Se realizan mediciones de la temperatura ambiental? ¿Con qué frecuencia?
7. ¿Se realizan mediciones de intensidad de luz? ¿Con qué frecuencia?
8. ¿Se realizan medidas del flujo de aire? ¿Con que frecuencia?
9. ¿Qué procedimientos y actividades se requieren para completar el proceso de secado de las unidades filtrantes?
10. ¿Qué sucede con las piezas defectuosas?

Fuente: elaboración propia.

