

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA CAMPUS
SUR

Facultad de Ingeniería



PROPUESTA DE ADQUISICIÓN DE NUEVA TECNOLOGÍA
EN EL PROCESO DE EMPAQUE TERMOENCOGIBLE EN
UNA FÁBRICA DE JABÓN DE LAVANDERÍA

Trabajo de graduación presentado por

Suleyma Amarilis Orellana Monterroso

para optar por el grado académico de Licenciada en Ingeniería en
Tecnología industrial

Guatemala

2019

PROPUESTA DE ADQUISICIÓN DE NUEVA TECNOLOGÍA
EN EL PROCESO DE EMPAQUE TERMOENCOGIBLE EN
UNA FÁBRICA DE JABÓN DE LAVANDERÍA

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA CAMPUS
SUR

Facultad de Ingeniería



PROPUESTA DE ADQUISICIÓN DE NUEVA TECNOLOGÍA
EN EL PROCESO DE EMPAQUE TERMOENCOGIBLE EN
UNA FÁBRICA DE JABÓN DE LAVANDERÍA

Trabajo de graduación presentado por

Suleyma Amarilis Orellana Monterroso

para optar por el grado académico de Licenciada en Ingeniería en
Tecnología industrial


Guatemala

2019

Vo. Bo.:

(f) 
Ingeniero Henry Armando Olcot

Tribunal Examinador:

(f) 
Ingeniero Henry Armando Olcot

(f) 
Ing. Héctor Monzón
Director Ingeniería en Tecnología Industrial
Primer Examinador de Terna

(f) 
Lic. Eddyn Geovani Figuroa

Fecha de aprobación: Guatemala, 18 de febrero 2019

CONTENIDO

CONTENIDO.....	vi
LISTA DE TABLAS.....	vii
LISTA DE ILUSTRACIONES.....	viii
LISTA DE DIAGRAMAS.....	ix
RESUMEN.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
III. JUSTIFICACIÓN.....	3
IV. MARCO TEÓRICO.....	4
A. El jabón.....	4
B. Proceso de fabricación del jabón.....	5
C. Proceso de empaque.....	11
D. Tipos de túneles de calor en la industria.....	16
E. Sistema de termoencogido.....	18
F. Etapas del proceso de termoencogido.....	21
G. Empaque.....	21
H. Material de empaque.....	23
V. METODOLOGÍA.....	29
VI. RESULTADOS.....	50
VII. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	55
VIII. CONCLUSIONES.....	56
IX. RECOMENDACIONES.....	57
X. BIBLIOGRAFÍA.....	58
XI. ANEXOS.....	60
XII. GLOSARIO.....	61

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Elementos internos y externos del túnel termoencogible	11
Tabla 2. Propiedades del polietileno termoencogible (PET)	26
Tabla 3. Propiedades policloruro de vinilo (PVC)	27
Tabla 4. Propiedades de la poliolefina termoencogible (POT).....	28
Tabla 5. Equipos instalados actualmente.....	31
Tabla 6. Costo de mantenimiento de mano de obra del túnel de termoencogido	33
Tabla 7. Costo de repuestos consumibles	34
Tabla 8. Costo total de mantenimiento	34
Tabla 9. Promedio de consumo de material de empaque	38
Tabla 10. Dimensiones del producto	41
Tabla 11. Temperatura de trabajo del material de empaque	41
Tabla 12. Dimensiones del túnel termoencogibe.....	42
Tabla 13. Especificaciones técnicas del túnel SM 6040 Plaspak.....	43
Tabla 14. Costo de mantenimiento del túnel SM 6040 Plaspak	44
Tabla 15. Especificaciones técnicas del túnel TT6040 THOR.....	45
Tabla 16. Costo de mantenimiento del túnel TT 6040 THOR.....	46
Tabla 17. Especificaciones técnicas del túnel 50 Twin minipack	47
Tabla 18. Costo de mantenimiento del túnel 50 Twin minipack.....	48
Tabla 19. Análisis de los equipos propuestos.....	49
Tabla 20. Consumo de material de empaque después de la mejora.....	51
Tabla 21. Ahorro en quetzales de línea 1	53

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Jabón de lavandería	4
Ilustración 2. Jabón de tocador	5
Ilustración 3. Máquina de corte	7
Ilustración 4. Producto con el empaque termoencogible	8
Ilustración 5. Proceso de empaque	11
Ilustración 6. Estructura del túnel de termoencogido	12
Ilustración 7. Cámara de calor	12
Ilustración 8. Venterol	13
Ilustración 9. Deflector	13
Ilustración 10. Resistencia eléctrica	14
Ilustración 11. Termocopla	14
Ilustración 12. Controlador de temperatura	15
Ilustración 13. Cortinas	15
Ilustración 14. Cubierta exterior	16
Ilustración 15. Tablero de control	16
Ilustración 16. Túnel de termoencogido de calor a vapor	17
Ilustración 17. Túnel de aire caliente	17
Ilustración 18. Túnel de calor radiante	18
Ilustración 19. Tipos de empaque	22
Ilustración 20. Película de polietileno tereftalato termoencogible (PET)	25
Ilustración 21. Película de PVC termoencogible	26
Ilustración 22. Película de poliefina termoencogible	27
Ilustración 23. Distribución actual del área de empaque	29
Ilustración 24. Área de empaque de la planta	30
Ilustración 25. Termo 3 de la planta	31
Ilustración 26. Interior del termo 3 de la planta	31
Ilustración 27. Resistencias eléctricas del termo 3 de la planta	32
Ilustración 28: Jabón de lavandería super Jabonson	35
Ilustración 29: Jabón de lavandería La llave	36
Ilustración 30. Jabón de lavandería Bolax y Premiun	36
Ilustración 31. Jabón de lavandería super Jabonson empaque PVC	37
Ilustración 32. Túnel SM 6040	44
Ilustración 33. Túnel TT6040	46
Ilustración 34. Túnel 50 Twin	48
Ilustración 35. Túnel 50 Twin minipack	60

LISTA DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Diagrama de flujo el proceso de jabón (parte 1).....	9
Diagrama 2. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de jabón (parte 2).....	10
Diagrama 3. Diagrama de flujo del sistema de termoencogido (parte 1)	19
Diagrama 4. Diagrama de flujo del sistema de termoencogido (parte 2).	20
Diagrama 5. Diagrama de causa y efecto	40

RESUMEN

Este proyecto pretende resolver el problema de la ineficiencia en el área de empaque de jabón de lavandería, que este provocando los desperdicios de material de empaque termoencogible y los paros innecesarios en la producción, afectando la productividad y eficiencia en el proceso de empaque.

Inicialmente, se analizará el área afectada, y se definirá la causa principal que esté generando desperdicios de material de empaque; esta pérdida de material actualmente no está definida de forma económica, pero se sabe en forma empírica que es significativa en la producción. Posteriormente se realizará una investigación de alternativas de equipos disponibles que permitan dar solución al problema planteado.

El desarrollo del trabajo se enfocará en la investigación de túneles de termoencogido disponibles en el mercado, con el objetivo de mejorar la eficiencia del área de empaque de jabón de lavandería de la planta, por último se presentará la propuesta que mejor se adapte a las condiciones de producción que requiere la fábrica.

I. INTRODUCCIÓN

El proyecto donde se desarrolló el estudio, es una industria productora de jabón, referente al área empaque de jabón de lavandería. Este trabajo se enfocará en el área de empaque representado por los túneles de termoencogido actuales de la planta, denominados termos 1, 2, y 3, área donde se genera el proceso de encogido del material de empaque que se adhiere al producto.

El análisis del trabajo se realizó en la planta de lavandería, específicamente en el área de empaque donde se percató, que los equipos actuales de la planta, tenían problemas de ineficiencia provocando desperdicios de material de empaque termoencogible, aumentando los costos de producción, lo cual representan pérdidas económicas para la planta.

El presente trabajo detallará la situación actual de la planta respecto al área de empaque de jabón de lavandería, verificando las pérdidas económicas derivadas por el mal estado de los equipos actuales, así mismo se presentará un diagrama de causa y efecto para determinar la causa principal del problema. Actualmente se genera el 15 % desperdicios de material de empaque termoencogible lo que significa pérdidas económicas para la planta, con los paros innecesarios se pierde tiempo productivo provocando atrasos en la producción, por lo tanto la gerencia de la planta solicita realizar una investigación de túneles de termoencogido disponibles en el mercado para sustituir los equipos actuales por nuevos, acorde a los requerimientos del proceso de empaque de la planta.

Por lo enunciado en párrafos anteriores, se realizó la investigación de los túneles de termoencogido proponiendo tres opciones disponibles en el mercado, quedando a disposición de la empresa la adquisición del equipo a implementarse en el área de empaque. Por motivos de inversión la planta decidió comprar solo un equipo que se instaló en la línea 1, siendo el túnel de termoencogido 50 Twin minipack.

Con la implementación del nuevo equipo en línea 1, se logró reducir el porcentaje de desperdicios de material de empaque, proporcionado un ahorro significativo para la empresa, además de reducir los costos de mantenimiento por cambio de repuestos, por lo tanto se incrementará el ritmo de producción, lo que significa una mayor producción a un menor costo.

II. OBJETIVOS

A. General

- Aumentar la eficiencia en el proceso de empaque de jabón de lavandería, a través de la adquisición de equipos nuevos, para disminuir los residuos provocados por los túneles de termoencogido actuales.

B. Específicos

1. Analizar los equipos actuales, a través del diagrama causa y efecto para identificar la causa principal del problema que este afectando la eficiencia.
2. Determinar que el equipo nuevo cumpla con las condiciones que requiere el proceso de empaque, realizando una investigación de las alternativas disponibles, en el mercado para mejorar la producción.
3. Disminuir los residuos del material de empaque, a través de la adquisición de nuevos túneles de termoencogido para aumentar la eficiencia del proceso.

III. JUSTIFICACIÓN

Actualmente la fábrica de jabón, tiene problemas en el área de empaque de jabón de lavandería, el área está conformada por tres líneas de producción, debido a la ineficiencia de los equipos actuales, generando pérdidas económicas referente a los residuos de material de empaque y el costo de mantenimiento, por lo tanto no se cumple con los planes de producción establecidos.

Por lo enunciado en el párrafo anterior, la gerencia solicita sustituir los túneles de termoencogido actuales por nuevos, se propone hacer una evaluación y análisis para mejorar el indicador de eficiencia, con la implementación de nueva tecnología, a través de la investigación de alternativas disponibles en el mercado, proponiendo el túnel de termoencogido que cumpla con las especificaciones que requiere el proceso de empaque de jabón de lavandería de la planta. Con esto, las mermas provocadas disminuirán y aumentará la productividad de la planta.

IV. MARCO TEÓRICO

A. El jabón

El jabón es el resultado de un proceso que recibe el nombre de saponificación, y consiste en el tratamiento que se realiza sobre un aceite vegetal o una grasa animal con una disolución de soda denominada hidróxido de sodio, siendo un producto que es utilizado para la higiene personal y para lavar determinados objetos.

1. Clasificación del jabón

Según el hidróxido usado en la saponificación, los jabones obtenidos tienen distintas características; se clasifican en:

- Jabones duros, compuestos por sales de sodio.
- Jabones blandos, compuestos por sales de potasio.

Los jabones de lavandería están compuestos por sales de sodio, elaborados de materias primas poco costosas, como los sebos, grasas animales y vegetales.

Ilustración 1. Jabón de lavandería



(Elaboración propia, 2018)

Los jabones blandos más conocidos como de tocador están compuestos por sales de potasio, se elaboran a partir de aceites vegetales, como por ejemplo aceites de coco, palma y oliva. (Rivera)

Ilustración 2. Jabón de tocador



(Elaboración propia, 2018)

B. Proceso de fabricación del jabón

Este proceso abarca todas las fases de fabricación de jabón, desde el ingreso de materias primas en la fábrica, hasta la entrega al almacén de producto terminado.

1. Descripción del proceso

El proceso de fabricación de jabón de lavandería consta de ocho fases, las cuales se explicarán a continuación:

a. Recepción de materia prima

Esta es la primera fase en la producción de jabón, donde las grasas utilizadas son recibidas y trasladadas a los tanques principales de almacenamiento de la fábrica.

b. Bombeo de la grasa

La grasa es trasladada hacia el área de refinación, para quitar el olor, color y acidez. El proceso consiste en calentar la grasa para eliminar la humedad añadiendo tierra de colorante.

Aspectos evaluados en esta etapa del proceso son:

- Humedad: cada grasa debe cumplir con sus respectivos parámetros.

- Color: característica que debe cumplirse a cabalidad, respetando los parámetros de cada grasa, de lo contrario, la grasa debe ser sometida a ciertos procesos para que quede dentro del objetivo y no tener problemas directamente en el proceso de mezclas.
- Acidez: las grasas deben de cumplir con los parámetros establecidos por control de calidad de la planta.
- Consistencia: debe tener una consistencia adecuada para que pueda utilizarse sin problema en la producción.

c. Dosificación de materias primas para la carga

Se procederá a la dosificación de las materias primas para una carga determinada de producción, las cuales se bombean a la caldera de hervido para iniciar el proceso.

d. Preparación del jabón en mezclas

Se procede a cargar la caldera de saponificación poniendo en ella las materias primas que se utilizan para la producción en las cantidades y orden que solicita la presentación del jabón requerido. Se pone en marcha el sistema de caldeo a vapor, calentando el conjunto hasta que marque entre 80 y 90°C de temperatura. Comprobada ésta, se hace girar el sistema de agitado de la caldera, a fin de facilitar la fusión de todo su contenido. (Guerrero, 2014)

e. Reposo y enfriado

Se continuará el agitado durante 30 minutos, transcurridos los cuales se detendrá el sistema de agitación, dejando el conjunto en reposo hasta que por si solo se enfríe el contenido de la caldera aproximadamente 72 horas.

f. Proceso de secado, corte y troquelado

La mezcla es bombeada hacia el área de secado, para llegar a los intercambiadores de calor para disminuir el porcentaje de humedad de la mezcla. Con una temperatura de 35 °C la mezcla es transportada hacia la compresora, en la cual se añadirán los últimos aditivos, como el color y la fragancia; luego de este proceso la mezcla saldrá en forma de cilindro continuo.

Ilustración 3. Máquina de corte



(Elaboración propia, 2018)

El cilindro de jabón es cortado en trozos proporcionales a la medida final de la bola, llega el proceso de troquelado, el cual consiste en una rueda giratoria con moldes donde pasan los trozos de jabón, dándole la forma final al jabón además de colocarle la marca.

Aspectos evaluados en esta etapa del proceso son:

- Humedad
- Textura
- Color
- Forma de la bola o pastilla de jabón
- Dimensiones de la bola o pastilla de jabón
- Acabado de la bola o pastilla.

g. Proceso de empaque

Finalmente las piezas terminadas pasan a una máquina empaquetadora donde le coloca la película de material termoencogible al producto y pasa por el túnel de termoencogido para fijar el empaque. Posteriormente es colocado en cajas de cartón luego son trasladadas hacia la codificadora que imprime el código de barras y datos de trazabilidad.

Ilustración 4. Producto con el empaque termoencogible



(Jabón en bola super Jabonson tripack)

Aspectos evaluados en esta etapa del proceso

- Empaque del jabón
- Código de barras correcto y legibles
- Datos de trazabilidad correctos y legibles
- Correcto almacenamiento de las cajas

h. Entrega al almacén de producto terminado

Selladas y codificadas cada una de las cajas son trasladadas por un monta cargas hacia el almacén de producto terminado para ser ordenadas para su pronta salida al mercado. (Químicas)

Diagrama 1. Diagrama de flujo el proceso de jabón (parte 1)

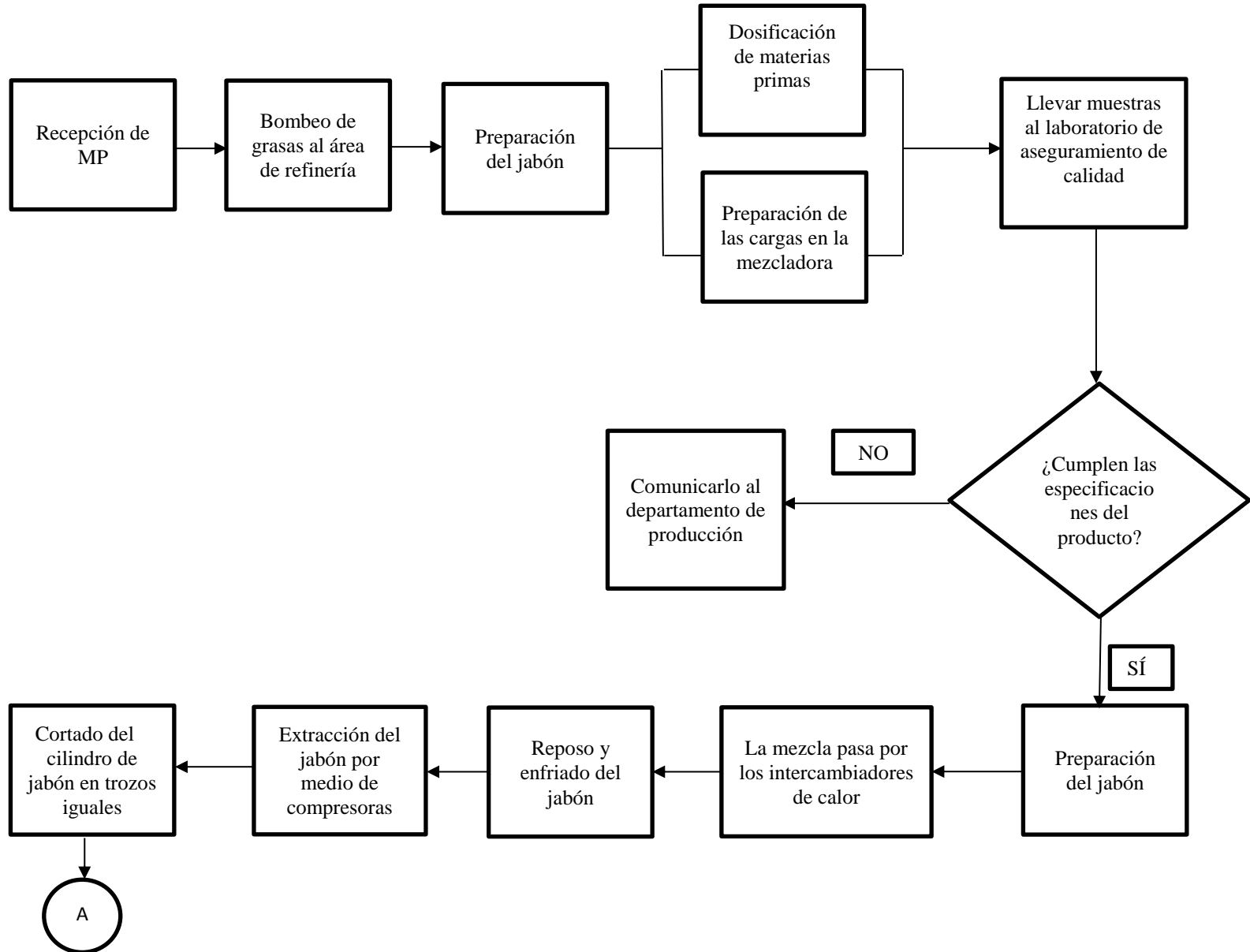
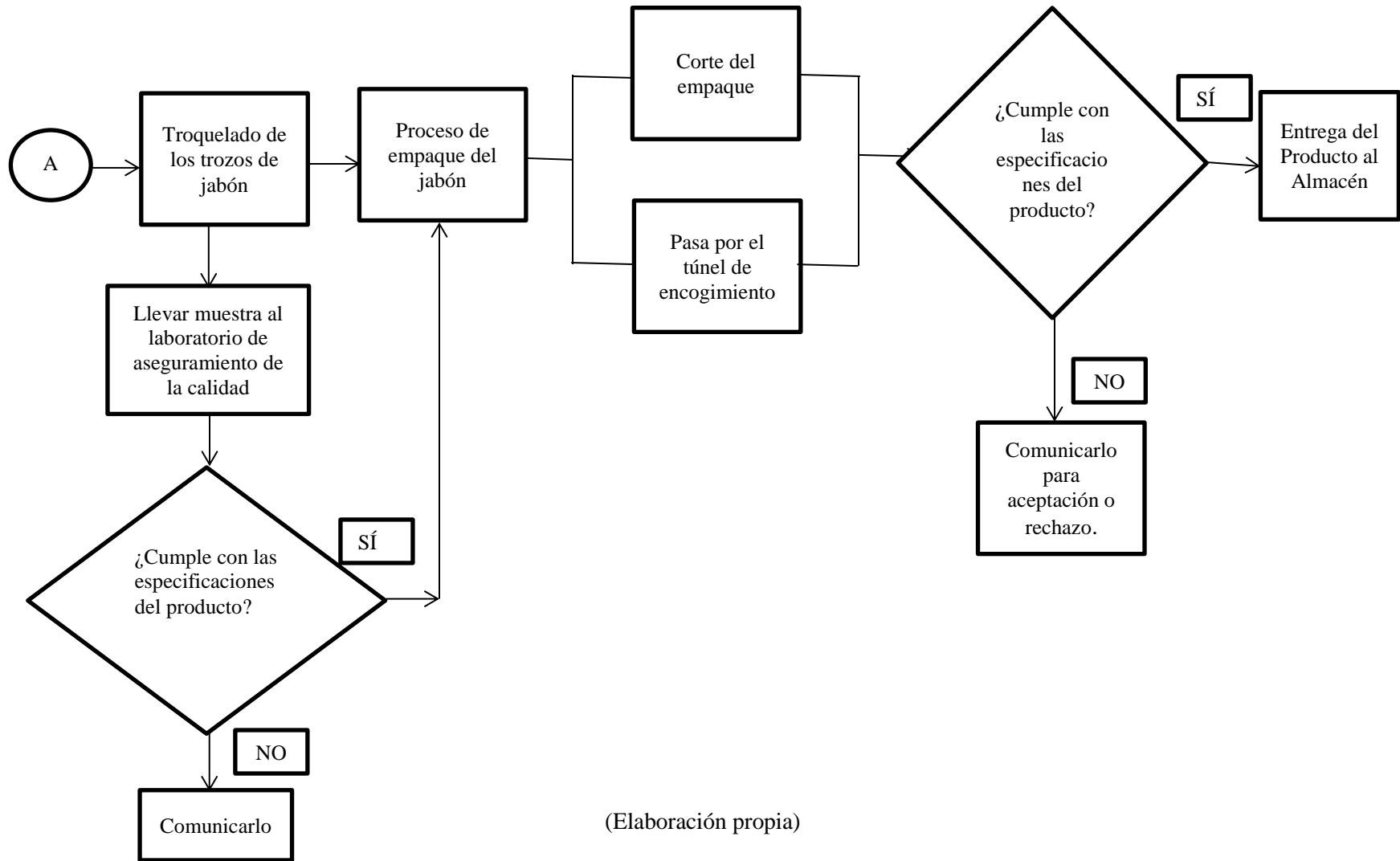


Diagrama 2. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de jabón (parte 2).



(Elaboración propia)

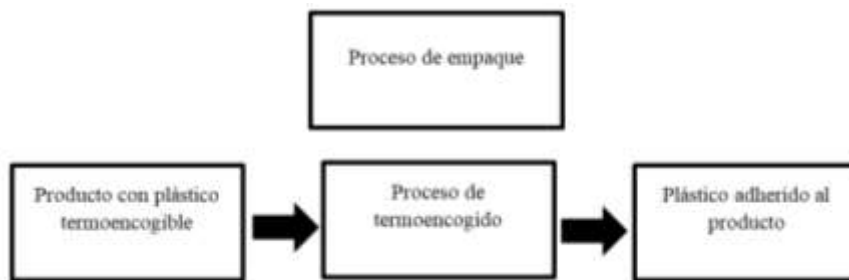
C. Proceso de empaque

1. Túnel de termoencogido

En el interior del túnel de termoencogido es donde se producirá el proceso de empaque de los productos, por el efecto de la generación de aire caliente producido por las resistencias eléctricas y el aire emitido por un ventilador.

El proceso del túnel de termoencogido constituye a su entrada de productos sobrepuestos de plástico termoencogible y a la salida se obtiene el plástico adherido al producto.

Ilustración 5. Proceso de empaque



(Elaboración propia, 2018)

➤ Elementos del túnel de termoencogido

El túnel está formado por elementos internos y externos, tales como:

Tabla 1. Elementos internos y externos del túnel termoencogible

Elementos internos y externos del túnel termoencogible	
Estructura	Termocopla
Cámara	Aislamiento térmico
Ducto de ventilación	Cubierta exterior
Ducto de circulación de aire	Cortinas
Venterol	Controlador de temperatura
Resistencias eléctricas	Deflector

(Escobar & Tobar, 2015)

- Estructura del túnel de termoencogido: la estructura del túnel está sujeta por pernos autoroscantes al bastidor del módulo. Está diseñada de tal forma que permite sujetar elementos internos y externos encargados del proceso.

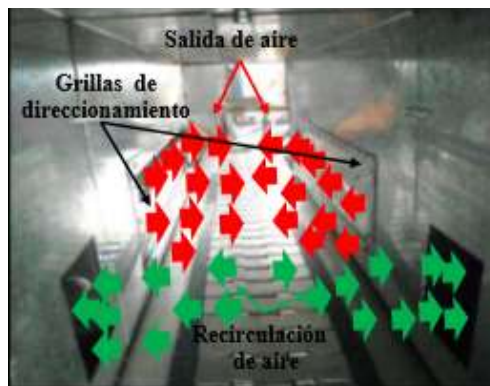
Ilustración 6. Estructura del túnel de termoencogido



(Escobar & Tobar, 2015)

- Cámara de calor: es el sitio donde se origina el proceso, por la circulación de aire caliente que fluye al interior de la cámara, dicho aire choca longitudinal y tangencialmente al deflector y este guía a las grillas, las cuales permiten que el aire salga al exterior e impacte el film termoretráctil, se contraiga y se produzca el termoencogido de los productos.

Ilustración 7. Cámara de calor



(Escobar & Tobar, 2015)

- Ducto de recirculación de aire: tiene como objetivo absorber el aire generado por el venterol una y otra vez, haciendo circular hasta que se apague el sistema, es decir ayuda de esta forma a conservar una temperatura homogénea dentro de la cámara de termoencogido.

- Ducto de ventilación de aire: tiene por objetivo distribuir el aire generado por el venterol al interior de la cámara de termoencogido. Está ubicado a la salida del venterol guiando el aire hacia el deflector, y este direccionará el aire a las cuatro resistencias eléctricas conectadas en paralelo para generar aire caliente y salir por las grillas produciendo el proceso de termoencogido.

Ilustración 8. Venterol



(Escobar & Tobar, 2015)

- Deflector: el ducto de ventilación conecta directamente con el deflector, proporcionando una correcta distribución de caudal de aire y disminuyendo las pérdidas por choque de aire al repartir el aire por ambos lados.

Ilustración 9. Deflector



(Escobar & Tobar, 2015)

- Resistencias eléctricas: el túnel de termoencogido posee cuatro resistencias para conservar una temperatura óptima de trabajo y proporcionar el calor necesario para el proceso de termoencogido, posee dos resistencias 1200 watts y dos de 600 watts tubulares, todas estas conectadas en paralelo ubicadas en el interior de la cámara de termoencogido.

Ilustración 10. Resistencia eléctrica



(Resistencias tubulares eléctricas, 2018)

- Termocopla: es un dispositivo fundamental dentro de la industria, es uno de los elementos principales de control ya que permite medir las temperaturas, traducirlas a voltajes y poder comprobarlas con una temperatura de referencia. También se conoce como sensor de temperatura.

Ilustración 11. Termocopla



(Termocopla tipo J)

- Controlador de temperatura: el controlador de temperatura analógico, nos ayudará a controlar y regular la temperatura de trabajo. La perilla manual del controlador nos permite verificar la temperatura a la que se encuentran sometidas las resistencias eléctricas al interior del túnel de termoencogido.

Ilustración 12. Controlador de temperatura



(Presición a su medida)

- Aislamiento térmico: el material aislante que se utiliza es lana de vidrio, ayuda a conservar la temperatura en la parte activa del túnel.
- Cortinas: las cortinas se encuentran colocadas a la entrada y salida del túnel, capaces de aislar el frío del exterior y permitir que se produzcan caídas drásticas de temperatura al interior del túnel.

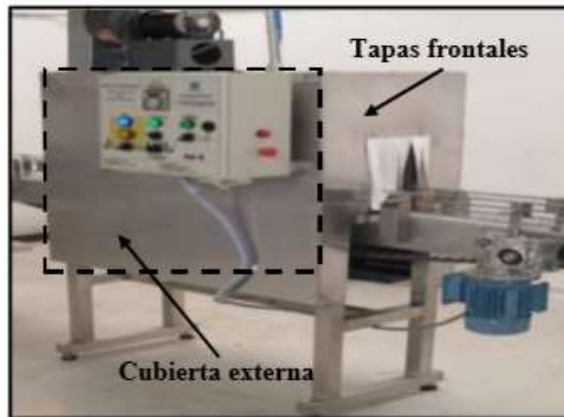
Ilustración 13. Cortinas



(Horno de termoencogimiento)

- Cubierta exterior: la cubierta exterior y tapas frontales estan construidas en láminas de acero inoxidable, para evitar la corrosión del medio en que este se encuentre. Este recubrimiento permite cubrir la estructura del túnel de calor.

Ilustración 14. Cubierta exterior



(Escobar & Tobar, 2015)

- Tablero de control: permite operar el túnel de calor, está distribuido con elementos de operación y visualización para un mejor entendimiento del proceso, en su interior contiene dispositivos de protección y mando que sirven para operar el sistema.

Ilustración 15. Tablero de control



(Escobar & Tobar, 2015)

D. Tipos de túneles de calor en la industria.

1. Túnel de termoencogido de calor a vapor

Este tipo de túneles ofrecen el calor más uniforme alrededor del producto a cubrir, lo cual significa un encogimiento parejo del empaque. Los túneles de vapor requieren una fuente separada de vapor y equipo adicional para remover el exceso de humedad y condensación del área cerca del túnel.

Ilustración 16. Túnel de termoencogido de calor a vapor



(Hornos industriales)

2. Túnel de termoencogido de aire caliente

El aire caliente puede dirigirse a áreas específicas del empaque o etiqueta, lo cual permite colocar el calor dónde y cuándo se necesita en el proceso de termofijado. El aire caliente es más agresivo que el vapor, requiriendo una evaluación más exacta de la resistencia térmica del empaque o etiqueta.

Ilustración 17. Túnel de aire caliente



(Hornos industriales)

3. Túnel de termoencogido de calor radiante

Este tipo de túneles son ideales para utilizar en termofijados rápidos, es decir en productos que se pueden dañar por la alta exposición al calor. (Mena, 2012)

Ilustración 18. Túnel de calor radiante



(Mena, 2012)

E. Sistema de termoencogido

El proceso empieza cuando se provee energía eléctrica, una vez que el selector de termoencogido es puesto en la posición ON, se activan de manera simultánea el ventilador y el motorreductor. Luego las resistencias entran en funcionamiento para incrementar la temperatura en el interior del túnel.

El encendido del sistema se realiza mediante un breaker trifásico, que al ser accionado provee de energía eléctrica al tablero de control y a los elementos periféricos del túnel de calor.

Se deben establecer los parámetros de funcionamiento de acuerdo al producto a empacar, es decir; seleccionar los rangos de temperatura de operación, la velocidad (frecuencia) de la cadena de transportación.

Es un proceso continuo y automático, que requiere de un tiempo programable para empezar con el termoencogido del empaque, este tiempo es el que le toma al túnel de calor en alcanzar la temperatura apropiada de operación; durante el transcurso de este, no es posible que el producto ingrese al interior del túnel. (Escobar & Tobar, 2015).

Diagrama 3. Diagrama de flujo del sistema de termoencogido (parte 1)

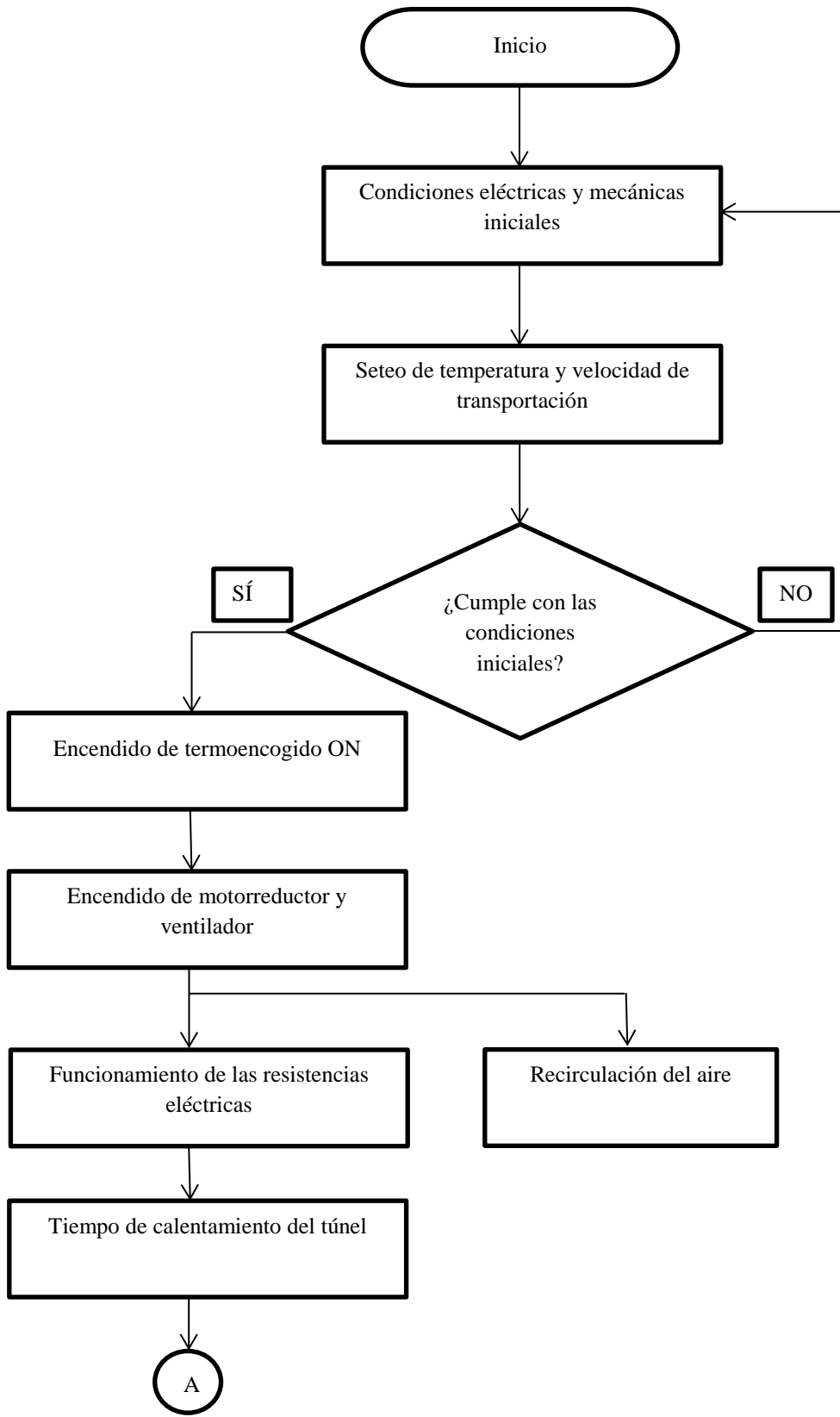
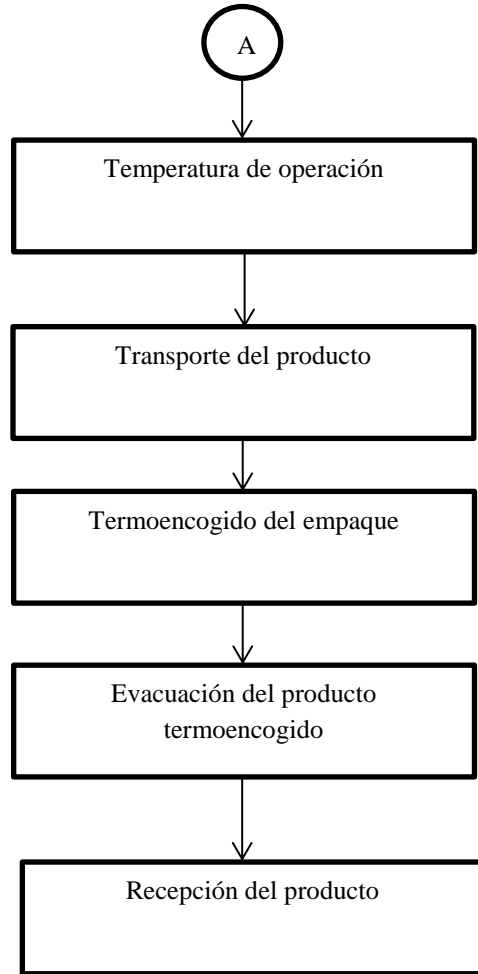


Diagrama 4. Diagrama de flujo del sistema de termoencogido (parte 2).



(Mena, 2012)

F. Etapas del proceso de termoencogido

El proceso consiste en el uso de películas termoencogibles, las cuales al estar expuestas a la incidencia del impacto de aire caliente a cierta temperatura, modifican sus propiedades permitiéndole de esta manera tomar la forma del producto a cubrir. El encogimiento del material se realiza como efecto de las tensiones longitudinal y transversal existentes en el material, las cuales son ajustadas en el proceso de fabricación.

Las etapas del proceso se dividen en cuatro, las cuales se producen de la siguiente manera:

- Etapa 1: Ablandamiento: cuando se alcanza la temperatura de 100 °C aproximadamente. Se observa que la película se ablanda y sufre alargamiento en ambas direcciones (transversal y longitudinal), este fenómeno se debe a la dilatación térmica del material.
- Etapa 2: Retracción: superados los 100 °C comienza la retracción acelerada de la película, alcanzándose un desplazamiento importante que constituye el 90% aproximadamente de la retracción total.
- Etapa 3: Estabilización: una vez alcanzada el desplazamiento el material deja de contraer, aún cuando permanezca a la temperatura de contracción o superior a ella.
- Etapa 4: Enfriamiento: En esta etapa el material completa su retracción mientras se enfría. Esta etapa del proceso es importante, no tanto por el mayor porcentaje de contracción que se alcanza sino por el incremento de la fuerza de contracción del material. (Cruz, 2001)

G. Empaque

El empaque es el contenedor de un producto, diseñado y producido para protegerlo y/o preservarlo adecuadamente durante su transporte, almacenamiento y entrega al consumidor; también es muy útil para promocionar y diferenciar el producto o marca.

1. Clasificación del empaque

a. Empaque primario

Es todo aquel que contiene al producto en su presentación individual o básica dispuesto para la venta de primera mano.

El empaque debe contener datos fundamentales en los que se incluyen el nombre del producto, marca, peso, variedad, productor y país de origen. Así mismo, los productos perecederos deben incluir la fecha de producción y de vencimiento.

b. Empaque secundario

Es un complemento externo que agrupa varias muestras de empaques primarios, su función es resguardarlo en cantidades que simplifiquen su distribución, almacenamiento e inventario.

Dentro del segundo nivel se encuentran las cajas de cartón, canastas, bandejas y cajas agujereadas, entre otros. Éstas deben contener ordenadamente las unidades, el recipiente debe ajustarse al producto aprovechando sus dimensiones al máximo.

c. Empaque terciario de embalaje o transporte

El embalaje se utiliza con el fin de integrar cantidades uniformes del producto, ya dispuesto bajo las normas del empaque secundario.

Los materiales se seleccionan de acuerdo a las disposiciones del producto; sin omitir, costos, especificaciones del comprador, estándares internacionales, resistencia, fletes y entorno ambiental.

Entre los empaques más utilizados se encuentran, tarimas, canastas y contenedores entre otros.

El marcado y rotulado de los empaques ayuda a identificar los productos facilitando su manejo y ubicación en el momento de ser monitoreados. Se realiza mediante impresión directa, rótulos adhesivos, stickers o caligrafía manual, en un costado visible del empaque. (Rajapack)

Ilustración 19. Tipos de empaque



(Embalaje primario, secundario y terciario)

H. Material de empaque

1. ¿Qué es el empaque termoencogible?

El empaque por termoencogido es un método de empaque que se viene usando ampliamente en el mercado por su simplicidad, economía y acabados en los productos empacados. Su objetivo es envolver con una película termoencogible un producto, el cual finalmente queda empaquetado ajustado a la forma del producto permitiendo que se observe claramente.

a. Película

Término generalmente utilizado para describir láminas de material no fibroso, delgado y flexible que tienen un espesor nominal no mayor de 0,010 pulgadas (0,0254 cm). Se utiliza también el término film.

b. Películas termoencogibles

Las películas termoencogibles también conocidas como películas retráctiles son materiales fabricados bajo procesos de extrusión, con memoria termoplástica que tienden a contraerse a la aplicación de calor logrando un empaque sin arrugas, ajustado a la forma y al tamaño del producto que cubren.

c. Características

- Mejora la resistencia a los impactos
- Se adapta perfectamente a la superficie del producto a envasar
- Apariencia lisa y sin arrugas
- No se ve afectado por la manipulación, volviendo a su estado original en el momento del envasado.
- Claridad y la transparencia
- Perfecto para agrupar productos de tamaños y formas distintas
- Flexibilidad tanto a una temperatura baja como ambiental

- Disminuyen también las posibilidades de gases y humedad.

d. Usos

El empaquetado por encogimiento se usa en una amplia variedad de aplicaciones industriales para paquetes en bandejas, agrupación de productos y utilización de cargas en paletas.

La película termoencogible se usa también con cartón corrugado para lo que se llama el paquete de suspensión.

El agrupamiento de unidades puede tomar muchas formas y se usa para empaquetar o unificar una serie amplia de productos tales como aparatos, helados, suministros de oficina, envases de bebidas, jabones, productos farmacéuticos, entre otros.

e. Ventajas de las películas termoencogibles

- Ajuste por los contornos: la película termoencogible se adapta fácilmente a las configuraciones y formas del producto.
- Apariencia: un producto envuelto con encogimiento tiene una brillantez y transparencia que hace resaltar la mercancía y las características en exhibición.
- Protección y limpieza: el empaquetado con película termoencogible, aumenta la duración del producto en el almacén y provee una protección ambiental (polvo y humedad).
- Multi-empaquetado: pueden empaquetarse o venderse grupos de productos como una sola unidad.
- Inmovilización: la película termoencogible puede inmovilizar uno o más productos en su lugar, impartiendo protección contra el movimiento que ocasiona rozadura o rotura.
- Economía: el empaquetado con película termoencogible puede eliminar materiales más costosos tales como el cartón corrugado, papel kraft o cartón fabricado con papel reciclado. (Zuñiga)

2. Tipos de películas termoencogibles en la industria

Dentro del mercado de empaque y embalaje industrial se pueden encontrar las siguientes películas termoencogibles:

- Película de polietileno tereftalato termoencogible (PET)
 - Cloruro de polivinilo termoencogible (PVC)
 - Poliolefina termoencogible (POT)
- Película de polietileno tereftalato (PET) termoencogible: el polietileno es una resina termoplástica, que ofrece una excelente resistencia al impacto, peso ligero, baja absorción a la humedad y alta fuerza extensible, además no es tóxico. El polietileno se ubica dentro de los productos de consumo masivo. Es ampliamente utilizado en la industria del envasado de alimentos en forma de film, bolsas y como protección de productos en embalajes. Su mayor bondad es la alta resistencia mecánica al impacto, además es considerado como uno de los sistemas de empaques mas resistentes para productos con muy alto nivel de manipulación como: alimentos, bebidas y repuestos, el encogimiento de la película PET, se logra a temperaturas desde 90 °C. (COSMOS)

Ilustración 20. Película de polietileno tereftalato termoencogible (PET)



(Película termoencogible)

A continuación, se presentará una tabla con información de las propiedades del polietileno tereftalato termoencogible (PET):

Tabla 2. Propiedades del polietileno termoencogible (PET)

Propiedades del polietileno (PET) termoencogible	
Origen	Policondensación de polialcoholes y ácidos poli-básicos: Etilengicol y A. tereftálico
Transparencia	Transparente
Resistencia al agua	Excelente
Resistencia a ácidos	Moderada
Resistencia al álcalis	Pobre
Resistencia a grasas y aceites	Excelente
Temperatura de trabajo normal	-62°C a 90°C
Temperatura de sellado	120 a 135 °C
Procesos	Extrusión, inyección, termoformado, soplado
Aplicaciones	Películas, termoformados, envases, tapas, bandejas.
Impresión	Buena
Fuerza de tensión máx 100 LB/ pulg ²	25-33
Elongación %	120 a 140
Resistencia al desgarre gr/cm	40 – 330
Resistencia al impacto Kg/cm	25- 30

(ENVAPACK, Fichas técnicas de empaque, envase y embalaje)

- Policloruro de vinilo termoencogible (PVC): el PVC termoencogible es muy conocido ya que en la actualidad es el que se emplea para envolver una gran variedad de productos en la industria tales como: cosméticos, bebidas, alimentos no pedecederos, productos farmacéuticos, juguetes, electrodomésticos, entre otros. El encogimiento de la película de PVC, a diferencia de otros plásticos, se logra a temperaturas desde 80 °C. Una característica muy importante de este tipo de material es que debe almacenarse a una temperatura de 25 °C.

Ilustración 21. Película de PVC termoencogible



(Hojas de pvc termoencogible)

A continuación se presentará una tabla con información de las propiedades del Policloruro de vinilo (PVC):

Tabla 3. Propiedades policloruro de vinilo (PVC)

Propiedades del policloruro de vinilo (PVC) termoencogible	
Origen	Polimerización por adición del cloruro de vinilo
Transparencia	Transparente a traslúcido
Resistencia al agua	Excelente
Resistencia a ácidos	Buena
Resistencia al álcalis	Buena
Resistencia a grasas y aceites	Buena
Resistencia a la luz solar	Buena
Temperatura de trabajo normal	-32°C a 95°C
Temperatura de sellado	100 a 110°C
Procesos	Extrusión, inyección, calandrado
Aplicaciones	Películas, láminas, envases
Impresión	Tintas especiales
Fuerza de tensión máx. 100 LB/ pulg ²	20-160
Elongación %	5 a 500
Resistencia al desgarre gr/cm	10 a 14000
Resistencia al estallido LB/pulg ²	25 – 40
Resistencia la impacto Kg/cm	12- 20

(ENVAPACK, Fichas técnicas de empaque, envase y embalaje)

- Poliolefina termoencogible (POT): la poliolefina termoencogible es un producto elaborado mediante una co-extrusión de polietileno y polipropileno; lo que le da cualidades muy especiales a estas películas. La poliolefina tiene una gran calidad y brillo; por lo que es muy utilizada para los productos que se venden en supermercados y son exhibidos directamente al consumidor; ya que no pierde sus propiedades con el paso del tiempo. El encogimiento de la película de POT, se logra a temperaturas desde 120 a 130 °C. (Embalajes)

Ilustración 22. Película de poliolefina termoencogible



(Película termoencogible)

A continuación se presentará una tabla con información de las propiedades de la Poliolefina termoencogible:

Tabla 4. Propiedades de la poliolefina termoencogible (POT)

Propiedades de la poliolefina termoencogible	
Origen	La poliolefina es un polímero formado a partir de olefinas simples tales como etileno, propileno, butenos, isoprenos.
Transparencia	Transparente brillante
Resistencia al agua	Excelente
Resistencia a ácidos	Buena
Resistencia al álcalis	Pobre
Resistencia a grasas y aceites	Excelente
Resistencia a la luz solar	Buena
Temperatura de trabajo normal	-42 a 120°C
Temperatura de sellado	120 a 130°C
Procesos	Extrusión, inyección, termoformado
Aplicaciones	Películas, empaques, envases, tapas
Impresión	Buena
Fuerza de tensión máx.. 100 LB/ pulg ²	50 a 65
Elongación %	100 a 180
Resistencia al desgarre gr/cm	15 – 210
Resistencia al impacto Kg/cm	20 – 40

(ENVAPACK, Fichas técnicas de empaque, envase y embalaje)

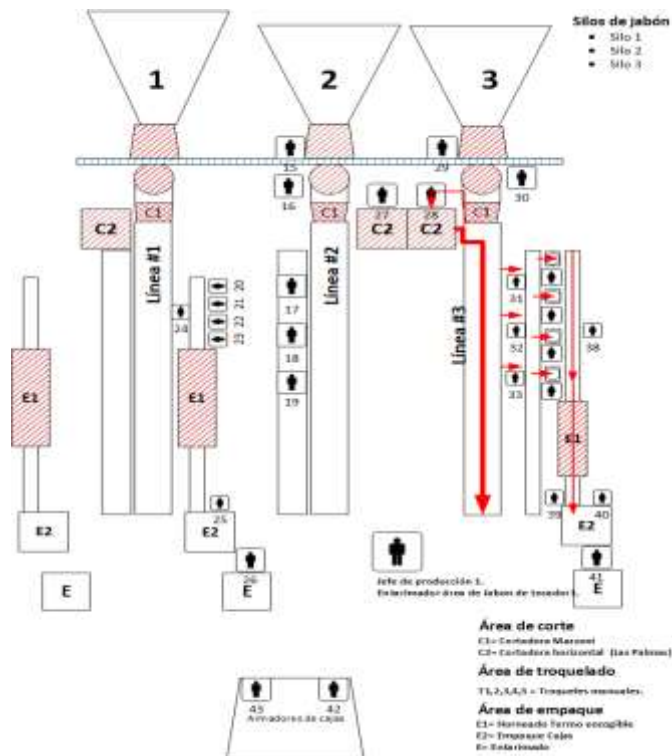
V. METODOLOGÍA

A. Situación actual

Actualmente, el área de empaque de jabón de lavandería de la planta cuenta con cuatro túneles termoencogibles uno por cada línea de producción, debido al mal estado que presentan no cumplen con los planes de producción establecidos, volviéndose ineficientes, por lo que se sugiere sustituir por equipos modernos de alta tecnología para mejora la eficiencia del proceso.

En dicha área existen tres túneles de calor llamados termos 1, 2, 3 principales instalados uno en cada línea de producción de jabón de lavandería, donde se utiliza el material de empaque PET. Recientemente se incorporó otro equipo de segunda mano denominado termo 4 para la línea que utiliza el empaque PVC, con la implementación de este se notó una mejoría en la producción, mientras que las otras tres líneas tienen los túneles de termoencogido antiguos con los que inició operaciones la planta, debido a los problemas que se presentan en el equipo actual, se generan pérdidas de material de empaque termoencogible y elevan los costos de mantenimiento.

Ilustración 23. Distribución actual del área de empaque



(Elaboración propia)

Ilustración 24. Área de empaque de la planta



(Elaboración propia)

1. Análisis del proceso actual

En el proceso actual, los túneles de termoencogido instalados en la planta son de aire caliente, producido por las resistencias eléctricas y el aire que es distribuido por un ventilador, donde entra el producto con el material de empaque sobrepuesto, el aire caliente hace que la película termoencogible se dilate adhiriéndose al producto en este caso el jabón. Los equipos actuales de la planta no cumplen con los planes de producción establecidos por la empresa, siendo estos ineficientes.

Los túneles de termoencogido actuales generan el 15% desperdicios de material de empaque termoencogible lo que significa pérdidas económicas para la planta, con los paros innecesarios se pierde tiempo productivo provocando atrasos en la producción, dentro del área de empaque de jabón de lavandería podría representar un ahorro para la planta, tanto de material de empaque y mantenimiento.

A continuación, se presentará una tabla con información del porcentaje mensual del empaque deteriorado por cada una de las líneas: (Tabla 5).

Tabla 5. Equipos instalados actualmente

LÍNEAS	Descripción del equipo	Materia de empaque termoencogible	% Mensual de material de empaque deteriorado
Línea 1	Termo 1	PET	23.72%
Línea 2	Termo 2	PET	18.69%
Línea 3	Termo 3	PET	7.93%
Línea 4	Termo 4 (segunda mano)	PVC	1.02%
Promedio 15.03%			

(Elaboración propia)

A continuación, se presentarán imágenes de uno de los túneles actuales del área de empaque:

Ilustración 25. Termo 3 de la planta



(Elaboración propia)

Ilustración 26. Interior del termo 3 de la planta



(Elaboración propia)

Ilustración 27. Resistencias eléctricas del termo 3 de la planta



(Elaboración propia)

2. Mantenimiento preventivo del túnel termoencogible

Este mantenimiento se sustenta en la planificación y programación de las actividades rutinarias, con el fin de no afectar a la producción.

A continuación se describen todas actividades relacionadas con el mantenimiento del túnel de termoencogido, para cuantificar el costo total, teniendo en cuenta que se realiza cada dos meses, programando seis mantenimientos en el año, con el objetivo de disminuir los paros inesperados en el proceso.

a. Costo de mano de obra del túnel termencogible

A continuación se presentará una tabla con la información de las actividades relacionadas al mantenimiento del túnel, calculando el costo total de mano de obra bimensual. (Tabla 6).

Tabla 6. Costo de mantenimiento de mano de obra del túnel de termoencogido

Costo de mantenimiento de mano de obra del túnel de termoencogido			
Descripción de la actividad	Costo por hora/hombre	Horas/hombre trabajadas	Costo en quetzales
Verificar los voltajes y corriente de entrada al tablero.	Q16.40	1	Q16.40
Comprobar el correcto funcionamiento de la fuente de voltaje DC.	Q16.40	0.5	Q8.20
Comprobar el correcto funcionamiento de las luces piloto.	Q16.40	0.5	Q8.20
Controlar y verificar la correcta conexión y desconexión del controlador de temperatura.	Q16.40	0.5	Q8.20
Verificar los fusibles de 25A que se encuentren en buen estado en los portafusibles	Q16.40	1	Q16.40
Revisar si no existe fuga de aire en la conexión de mangueras	Q16.40	2	Q32.80
Verificar el buen estado de los cables de conexión	Q16.40	1	Q16.40
Realizar la limpieza del tablero de cualquier residuo.	Q16.40	0.5	Q8.20
Verificar el desgaste de alguno de sus elementos	Q16.40	1	Q16.40
Verificar los voltajes y corrientes de operación del ventilador, motorreductor y resistencias.	Q16.40	1	Q16.40
Comprobar que no exceda la temperatura de calentamiento del motor del ventilador.	Q16.40	1	Q16.40
Verificar el nivel de aceite en la caja reductora del motorreductor para la lubricación de los piñones internos.	Q16.40	0.3	Q4.92
Comprobar que esté engrasado el apoyo del piñón de banda, chumaceras con rodamientos.	Q16.40	0.5	Q8.20
Verificar la tensión de la cadena la misma que no debe tensarse más allá de eliminar el juego entre los piñones de la banda y cola.	Q16.40	2	Q32.80
Total mano de obra		12.8 horas	Q209.92

(Elaboración propia)

b. Costo de repuestos consumibles

A continuación se presentará una tabla con información de los repuestos consumibles, el costo de cada uno y las unidades que se consumen durante el mantenimiento del túnel de termoencogido, considerando que este mantenimiento se programa cada dos meses. (Tabla 7)

Tabla 7. Costo de repuestos consumibles

Repuestos consumibles			
Repuestos	Costo por unidad	Unidades	Subtotal
Fuente de voltaje DC.	Q1,000.00	1	Q1,000.00
Luces piloto	Q25.00	5	Q125.00
Controlador de temperatura (termocopla).	Q125.00	2	Q250.00
ventilador ,	Q325.00	2	Q650.00
Resistencias	Q35.00	18	Q630.00
fusibles de 25 ^a	Q40.00	18	Q720.00
Motorreductor	Q1,500.00	1	Q1,500.00
Aceite de motorreductor.	Q50.00	1	Q50.00
cables de conexión	Q50.00	3	Q150.00
Total repuestos y consumibles			Q5,075.00

(Elaboración propia)

c. Costo total de mantenimiento

Al involucrar todas las actividades relacionadas con el mantenimiento del túnel de termoencogido calculando el costo de mano de obra y el costo de los repuestos consumibles en las tablas anteriores, obtenemos el costo total de mantenimiento bimensual. (Tabla 8).

Tabla 8. Costo total de mantenimiento

Costo total de mantenimiento	
Mano de obra	Q209.92
Repuestos consumibles	Q5,075.00
Total	Q5,284.92

(Elaboración propia)

El costo por mantenimiento del túnel termoencogible es aproximadamente de Q. 5,284.92 bimensual por lo tanto tenemos seis mantenimientos en el año, generando un gasto de aproximadamente Q. 31,709.52 anualmente, teniendo que puede variar de acuerdo a los repuestos consumibles.

3. Descripción de la producción de las líneas de empaque de jabón de lavandería

- Termo 1: el túnel de termoencogido de la línea 1, utiliza material de empaque termoencogible PET, en la línea 1 se empacan paquetes de jabón de lavandería marca super Jabonson en todas sus presentaciones, siendo la marca de mayor consumo teniendo un flujo de producción mensual de 124,227 paquetes.

Ilustración 28: Jabón de Lavandería super Jabonson



(Elaboración propia)

- Termo 2: el túnel de termoencogido de la línea 2 utiliza material de empaque termoencogible PET, en la línea 2 se empacan paquetes de jabón de lavandería marca la llave y invicto teniendo un flujo mensual de 18,264 paquetes, incluyendo las dos marcas.

Ilustración 29: Jabón de lavandería La llave



(Elaboración propia)

- Termo 3: el túnel de termoencogido de la línea 3 utiliza material de empaque termoencogible PET, en la línea 3 se empaquetan paquetes de jabón de lavandería marca Bolax, Premium, sulí verde y Negro teniendo un flujo de producción mensual de 38,872 paquetes, incluyendo todas las marcas.

Ilustración 30. Jabón de lavandería Bolax y Premium



(Elaboración propia)

- Termo 4: el túnel de termoencogido de la línea 4 utiliza material de empaque termoencogible PVC, siendo este tipo de empaque exclusivo para los supermercados de mayor prestigio, donde se empaquetan paquetes de jabón de lavandería marca super Jabonson y mega Bolax en todas sus presentaciones, con un flujo de producción mensual de 62,190 paquetes.

Ilustración 31. Jabón de lavandería super Jabonson empaque PVC



(Elaboración propia)

4. Consumo de material de empaque termoencogible de jabón de lavandería

El consumo mensual de material de empaque termoencogible de las cuatro líneas de producción, se presentarán a continuación, identificando los desperdicios en cada una de la líneas y el costo que estos generan. (Tabla 9).

Tabla 9. Promedio de consumo de material de empaque

CONSUMO DE MATERIAL DE EMPAQUE						
Equipo actual	Tipo de material termoencogible utilizado	Promedio mensual de paquetes de producción	Promedio mensual de paquetes de material de empaque termoencogible deteriorado	Costo por paquete de material de empaque termoencogible (Quetzales)	Costo total por paquete de material de empaque termoencogible deteriorado (Quetzales)	Promedio en % mensual del material de empaque termoencogible deteriorado
Termo 1	PET	124,227	29,469	Q. 0.31	Q. 9,135.39	23.72%
Termo 2	PET	18,264	3,413	Q. 0.31	Q. 1,058.03	18.69%
Termo 3	PET	38,872	3,083	Q. 0.31	Q. 955.73	7.93%
Termo 4	PVC	62,190	636	Q. 0.61	Q. 387.96	1.02%
TOTAL		243,553	36,601	TOTAL	Q. 11,537.11	15.03%

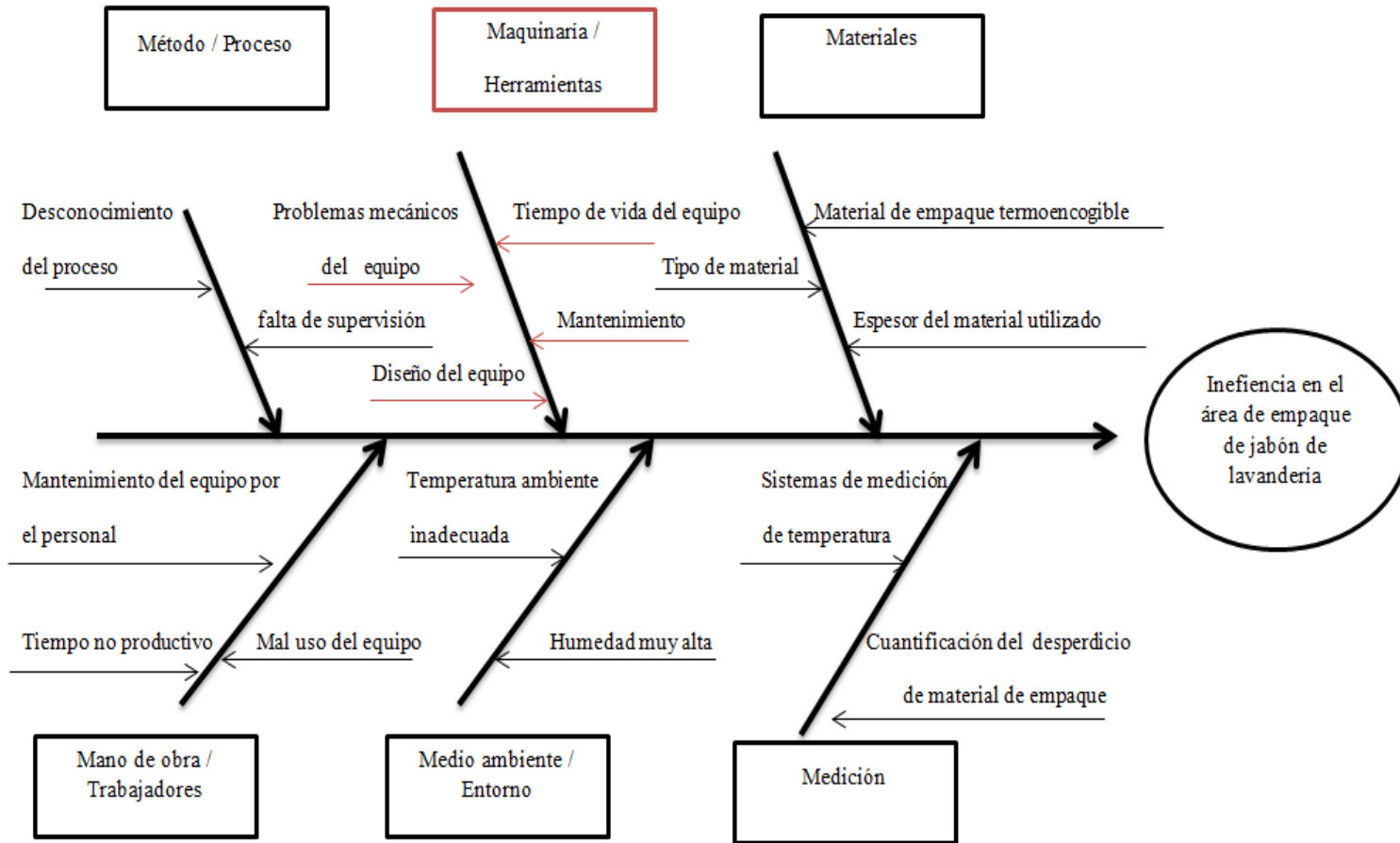
(Elaboración propia)

5. Identificación de fallas

Según la información recopilada en fichas de mantenimiento de la planta, se determina que las fallas recurrentes son de origen mecánico y eléctrico por el mal estado que presentan los equipos actuales de la planta.

A continuación se presentará el diagrama causa y efecto de Ishikawa que nos servirá para identificar las posibles causas del problema planteado, incluyendo los factores principales que intervienen en el proceso de empaque de jabón de lavandería.

Diagrama 5. Diagrama de causa y efecto



(Elaboración propia)

a. Análisis del diagrama causa y efecto

Con la información recopilada en el diagrama anterior, donde se involucran todos los factores que intervienen en el proceso de empaque de jabón de lavandería, donde se logró identificar el problema que está afectando la eficiencia del área, por lo que la causa principal es el mal estado de las Máquinas/Herramientas. Debido a los problemas presentados en los túneles de termoencogido actuales, la planta genera gastos considerables de mantenimiento y de material de empaque termoencogible. Los factores identificados afectan de manera negativa la eficiencia de la planta, por lo que es necesario sustituir el equipo actual por nuevos con mejor tecnología para el proceso.

B. Requerimientos del proceso de empaque de la planta

1. Dimensiones del producto

A continuación se presentará información sobre las dimensiones del producto, en este caso la bola o pastilla de jabón de lavandería. (Tabla 10).

a. Descripción de las dimensiones del producto (jabón de bola para lavandería)

Tabla 10. Dimensiones del producto

DIMENSIONES DEL PRODUCTO	
Alto	8.88 cm
Radio	8 cm
Largo de cada Paquete	26.64 cm
Posición	Horizontal

(Elaboración propia)

b. Temperatura de trabajo del material de empaque

En el área de empaque de jabón de lavandería se utilizan dos tipos de películas termoencogibles para el proceso de empaque, por lo tanto es necesario conocer a que temperatura se realiza el trabajo. (Tabla 11).

Tabla 11. Temperatura de trabajo del material de empaque

TEMPERATURA DE TRABAJO DEL MATERIAL DE EMPAQUE		
Tipo de material	Temperatura mínima	Temperatura máxima
PET	120 ° C	135 ° C
PVC	100 ° C	110° C

(Elaboración propia)

c. Dimensiones del túnel de termoencogido actual

En el área de empaque se utilizan túneles de aire caliente, producido por resistencias y el aire es distribuido por un ventilador, lo más importante para analizar el proceso es conocer cuáles son las dimensiones del túnel o la cámara de calor, para estimar la cantidad de paquetes que se producen en un determinado tiempo. (Tabla 12).

Tabla 12. Dimensiones del túnel termoencogibe

DIMENSIONES DEL TÚNEL	
Alto	30 cm
Largo	120 cm
Ancho	50 cm
TEMPERATURA	
Máxima	250 ° C
Mínima	100 ° C
VELOCIDAD	
Máxima	1.10 mts/min
Paquetes/Minuto	9 paquetes/minuto

(Elaboración propia)

C. Propuesta de investigación y análisis de túneles de termoencogido disponibles en el mercado.

La presente propuesta es para cumplir con el objetivo principal de aumentar la eficiencia en el área de empaque de jabón de lavandería, además de disminuir los desechos de material de empaque termoencogible utilizado en el proceso; provocado por la ineficiencia de los equipos actuales afectando el proceso y la calidad del producto final; por lo que no satisface a la planta desde el punto de vista económico.

La propuesta consiste en investigar y analizar tres túneles de termoencogido de tipo aire caliente, lo que la empresa solicita para su proceso con disponibilidad en el mercado; este tipo de túnel es ideal para el proceso de empaque de productos con películas termoencogibles, con la información recopilada se presentará la propuesta que mejor se adapte a los requerimientos del proceso y a las instalaciones de la planta.

A continuación se presentarán tres propuestas de equipos para su respectivo análisis verificando que estén bajo los parámetros que solicita la planta para el proceso de empaque de jabón de lavandería.

1. Túnel de termoencogido SM 6040 Plaspack

a. Descripción

El túnel termoencogible SM 6040 es una máquina moderna que utiliza un variador electrónico de velocidad, para ajustar la cadena transportadora, controlador de temperatura, la cámara de calor que alcanza una temperatura máxima de 250° C, temperatura ideal para diferentes películas termoencogibles. El producto a empacar estando con el empaque sobrepuestos debe montarse en la banda transportadora para pasar a través del túnel de calor donde se realizará la retracción del plástico tomando la forma del producto. Para un perfecto empaque se debe ajustar correctamente la velocidad de la banda transportadora, la temperatura y el caudal del aire.

b. Especificaciones técnicas

Tabla 13. Especificaciones técnicas del túnel SM 6040 Plaspack

Especificaciones técnicas túnel SM 6040 Plaspack	
Item	Descripción
Modelo	Túnel SM 6040
Ancho boca de túnel	60 cm.
Altura boca de túnel	40 cm.
Longitud cámara de calor	100 cm.
Altura total de la máquina	140 cm
Ancho total de la máquina	97cm
Longitud total de la máquina	300 cm
Potencia máxima instalada	18Kw.
Potencia promedio consumo	7 a 10 Kw/h
Altura de trabajo	90 cm.
Temperatura máxima	250° C
Temperatura mínima	100° C
Velocidad máxima	1.20 mts/min
Carga máxima	45 Kg
Tensión de alimentación	220 V
Fase	3Ph
Capacidad de producción	9 paquetes/minuto
Precio del equipo	Q 66,000.00

(Especificaciones técnicas)

A continuación se presentará la imagen del modelo del túnel SM 6040

Ilustración 32. Túnel SM 6040



(Túnel de termoencogido)

c. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo se sustenta en la planificación y programación de las actividades rutinarias, con el fin de no afectar a la producción, por lo tanto el mantenimiento general se realiza cada 3 meses realizando cuatro mantenimientos en el año para mantener el equipo en óptimas condiciones de trabajo.

A continuación se presentará una tabla con información del costo total de mantenimiento del túnel de termoencogido SM 6040 Plaspack. (Tabla 14)

Tabla 14. Costo de mantenimiento del túnel SM 6040 Plaspack

Costo total del mantenimiento preventivo	
Mano de obra	Q 209.92
Repuestos consumibles	Q 3,850.00
Total	Q 4,059.92

(Elaboración propia)

El costo de mantenimiento del túnel termoencogible es aproximadamente de Q 4,059.92 trimestral por lo tanto tenemos cuatro mantenimientos en el año, generando un gasto de aproximadamente Q 16,239.68 anualmente, teniendo que puede variar de acuerdo a los repuestos consumibles.

2. Túnel de termoencogido TT 6040 THOR

a. Descripción

El túnel TT 6040 es práctico y funcional, utilizado para múltiples aplicaciones en el empaque de productos con material termoencogible, de rápido calentamiento y ahorro de energía por el sistema de recirculación de aire por las resistencias tubulares, con una banda transportadora movida por un motorreductor AC de alta calidad la cual permite trabajar continuamente de forma estable mientras la carga esté dentro de los parámetros requeridos, con velocidad ajustable. El túnel de termoencogido TT6040 está diseñado para utilizar todos los tipos de películas termoencogibles en procesos industriales, de alta velocidad, efectivos, ahorradores de energía, y de larga vida útil, siendo fáciles de operar, requiriendo poco mantenimiento lo cual le otorga confianza al proceso para que sus productos queden óptimamente empacados.

b. Especificaciones técnicas

Tabla 15. Especificaciones técnicas del túnel TT6040 THOR

Especificaciones técnicas THOR	
Item	Descripción
Modelo	TT6040
Ancho boca de túnel	50 cm
Altura boca de túnel	35 cm
Longitud cámara de calor	85 cm
Altura de la máquina	170 cm
Ancho de la máquina	94 cm
Longitud total de la máquina	200 cm
Potencia máxima instalada	15.5 Kw
Potencia promedio consumo	6 a 10 Kw/h
Altura de trabajo	90 cm
Temperatura máxima	200° C
Temperatura mínima	100 ° C
Velocidad máxima	1.33 mts/min
Carga máxima	50 Kg
Tensión de alimentación	220V
Fase	3PH
Capacidad de producción	8 paquetes/minuto
Precio del equipo	Q 62,000.00

(Manuel túnel de termoencogido)

A continuación se presentará la imagen del modelo del túnel TT 6040 THOR

Ilustración 33. Túnel TT6040



(Manuel túnel de termoencogido)

c. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo se sustenta en la planificación y programación de las actividades rutinarias, con el fin de no afectar a la producción, por lo tanto el mantenimiento general se realiza cada 4 meses realizando tres mantenimientos en el año para mantener el equipo en óptimas condiciones de trabajo.

A continuación se presentará una tabla con información del costo total de mantenimiento del túnel de termoencogido TT 6040 THOR.

Tabla 16. Costo de mantenimiento del túnel TT 6040 THOR

Costo total del mantenimiento preventivo	
Mano de obra	Q 209.92
Repuestos consumibles	Q 3,300.00
Total	Q 3,509.92

(Elaboración propia)

El costo de mantenimiento del túnel termoencogible es aproximadamente de Q. Q 3,509.92 cuatrimestral por lo tanto tenemos tres mantenimientos en el año, generando un gasto de aproximadamente Q. 10,529.76 anualmente, teniendo que puede variar de acuerdo a los repuestos consumibles.

3. Túnel de termoencogido 50 Twin minipack

a. Descripción

El túnel termoencogible 50 Twin ha sido diseñado para satisfacer las necesidades de empaquetado con películas termoencogibles, a altas velocidades, de productos de pequeñas dimensiones que exigen envases seguros y óptimos desde el punto de vista estético, con pantalla digital que almacena 8 programas y la banda de transportadora es ajustable.

La doble cámara de calentamiento con regulación separada, el aislamiento térmico excepcional, la elevada velocidad de paso y retracción, hacen que este túnel sea la máquina ideal para resolver cualquier situación de empaquetado que se presente con extrema eficacia.

b. Especificaciones técnicas

Tabla 17. Especificaciones técnicas del túnel 50 Twin minipack

Especificaciones técnicas túnel 50 Twin minipack	
Ítem	Descripción
Modelo	Túnel 50 Twin
Ancho boca de túnel	50 cm
Altura boca de túnel	30 cm
Longitud cámara de calor	150 cm
Altura de la máquina	146 cm
Ancho de la máquina	80 cm
Longitud total de la máquina	213 cm
Potencia máxima instalada	13.2 Kw
Potencia promedio consumo	6 a 10 Kw/h
Altura de trabajo	110 cm
Temperatura máxima	250° C
Temperatura mínima	100 ° C
Velocidad máxima	1.30 mts/min
Carga máxima	40 Kg
Tensión de alimentación	220/380 V
Fase	3Ph
Capacidad de producción	14 paquetes/minuto
Precio del equipo	Q 64,000.00

(Especificaciones técnicas Minipack-torre)

A continuación se presentará la imagen del modelo del Túnel 50 Twin minipack

Ilustración 34. Túnel 50 Twin



(Horno de termoencogido Minipack-torre)

c. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo se sustenta en la planificación y programación de las actividades rutinarias, con el fin de no afectar a la producción, por lo tanto el mantenimiento general se realiza cada 4 meses realizando tres mantenimientos en el año para mantener el equipo en óptimas condiciones de trabajo.

A continuación se presentará una tabla con información del costo total de mantenimiento del túnel de termoencogido 50 Twin minipack.

Tabla 18. Costo de mantenimiento del túnel 50 Twin minipack

Costo total del mantenimiento preventivo	
Mano de obra	Q 209.92
Repuestos consumibles	Q 3,550.00
Total	Q 3,759.92

(Elaboración propia)

El costo de mantenimiento del túnel termoencogible es aproximadamente de Q. Q 3,759.92 cuatrimestral por lo tanto tenemos tres mantenimientos en el año, generando un gasto de aproximadamente Q. 11,279.76 anualmente, teniendo que puede variar de acuerdo a los repuestos consumibles.

4. Análisis de los equipos propuestos

Con los equipos investigamos anteriormente se realizará un análisis considerando los factores más importantes como son las dimensiones de la cámara de calor, temperatura y velocidad. (Tabla 19).

Tabla 19. Análisis de los equipos propuestos

ANÁLISIS DE LOS EQUIPOS PROPUESTOS					
DIMENSIONES DEL TÚNEL ACTUAL		TÚNEL SM 6040	TÚNEL TT 6040	TÚNEL 50 Twin	
Alto	30 cm	40 cm	35 cm	21 cm	
Largo	120 cm	100 cm	85 cm	150 cm	
Ancho	50 cm	60 cm	50 cm	50 cm	
TEMPERATURA					
Máxima	250 ° C	250 ° C	200 ° C	250 ° C	
Mínima	100 ° C	100 ° C	100 ° C	100 ° C	
VELOCIDAD		1.10 mts/min	1.20 mts/min	1.33 mts/min	1.30 mts/min
Capacidad de producción paquetes/minuto	9 paquetes/minuto	9 paquetes/minuto	8 paquetes/minuto	14 paquetes/minuto	

(Elaboración propia)

Anteriormente, se investigaron tres tipos túneles termoencogibles disponibles en el mercado los cuales cumplen con los requerimientos del proceso de empaque. Quedando a disposición de la planta la elección del equipo que será implementado en el área de empaque de jabón de lavandería en las líneas que utilizan material de empaque polietileno tereftalato termoencogible (PET).

VI. RESULTADOS

La gerencia de la planta adquirió el túnel de termoencogido 50 Twin minipack, por sus características técnicas y por su capacidad de producción, con la finalidad de aumentar la eficiencia en el área de empaque, minimizando los costos de material de empaque y mantenimiento, por motivos de inversión la planta solo compró una unidad que será implementada en la línea 1, que utiliza el material de empaque polietileno tereftalato termoencogible (PET).

- El equipo elegido por la gerencia de la planta es el túnel de termoencogido 50 Twin minipack, basandose en los estudios preliminares de los equipos propuestos anteriormente. Este modelo de túnel cumple con los requerimientos que solicita la planta, para aumentar la eficiencia y disminuir los desperdicios de material de empaque provocados por los equipos actuales, una de las características más importantes a evaluar son las dimensiones del túnel, este modelo cuenta con 150 cms de largo de la cámara de calor lo que proporciona un mayor flujo de producción de 14 paquetes por minuto, representando un aumento de producción en el proceso de empaque de jabón de lavandería.
- Con la implementación del nuevo equipo, se obtuvieron los siguientes resultados. (Tabla 20).

Tabla 20. Consumo de material de empaque después de la mejora

CONSUMO DE MATERIAL DE EMPAQUE DEPUÉS DE LA MEJORA						
Equipo actual	Tipo de material termoencogible utilizado	Promedio mensual de paquetes de producción	Promedio mensual de paquetes de material de empaque deteriorado	Costo por paquete de material de empaque termoencogible (Quetzales)	Costo total por paquete de material de empaque termoencogible deteriorado. (Quetzales)	Promedio en % mensual de paquetes de material de empaque termoencogible deteriorado
Termo 1	PET	102,484.00	4,087.00	Q. 0.31	Q. 1,266.97	4%
Termo 2	PET	18,264.00	3,413.00	Q. 0.31	Q. 1,058.03	18.69%
Termo 3	PET	38,872.00	3,083.00	Q. 0.31	Q. 955.73	7.93%
Termo 4	PVC	62,190.00	636.00	Q. 0.61	Q. 387.96	1.02%
TOTAL		221,810.00	11,219.00	TOTAL	Q. 2,401.72	5.06%

(Elaboración propia)

Los cálculos preliminares de la recuperación económica como los ahorros en línea 1 en el área de empaque de jabón de lavandería se detallarán a continuación, tomando en cuenta el nuevo equipo implementado, donde se obtuvieron los siguientes resultados.

- El ahorro mensual económico de la línea 1, será de aproximadamente Q. 7,868.42 haciendo un ahorro anual de Q. 94,421.04. (Tabla 21).

Tabla 21. Ahorro en quetzales de línea 1

CONSUMO DE MATERIAL DE EMPAQUE DEPUÉS DE LA MEJORA						
Equipo actual	Tipo de material termoencogible utilizado	Promedio mensual de paquetes de producción	Promedio mensual de paquetes de material de empaque deteriorado	Costo por paquete de material de empaque termoencogible (Quetzales)	Costo total por paquete de material de empaque termoencogible deteriorado. (Quetzales)	Promedio en % mensual de paquetes de material de empaque termoencogible deteriorado
ANTES						
Termo 1	PET	124,227	29,469	Q. 0.31	Q. 9,135.39	23.72%
DESPUES						
Termo 1	PET	102,484.00	4,087.00	Q. 0.31	Q. 1,266.97	4%
AHORRO			Q.7, 868.42			

(Elaboración propia)

- La implementación de este proyecto tiene una inversión total de Q 64,000.00 que incluye el costo total del equipo elegido.

- Recuperación de la inversión

El retorno de la inversión será sobre los ahorros que se generen la línea 1, siendo el termo 1 en el que presentó mayor gasto de material de empaque termoencogible PET, la inversión total del equipo fue de Q 64, 000.00, obteniendo un retorno de Q7,868.42, sobre un porcentaje de pérdida del 4%, de material de empaque deteriorado, con resultados obtenidos en un mes después de poner en servicio el túnel, teniendo en cuenta que esta cantidad puede variar de acuerdo al promedio de producción, por lo tanto la planta tardará 8 meses en recuperar la totalidad de la inversión.

VII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la primera prueba realizada por el nuevo equipo implementado durante un mes en línea 1 en el proceso de empaque de jabón de lavandería con película termoencogible PET, mostro lo siguiente:

- La adquisición e implementación del túnel termoencogible modelo 50 Twin minipack, puesto en servicio en línea 1 que utiliza material de empaque termoencogible PET, logró cumplir con el objetivo principal de aumentar la eficiencia en el área de empaque en un 95%, reduciendo el promedio de material de empaque deteriorado en un 10%, teniendo un flujo de producción de 14 paquetes por minuto, lo que significa que aumentará la productividad de la planta.

- El porcentaje mensual de material deteriorado en las cuatro líneas de producción de empaque de jabón de lavandería antes de la mejora era del 15.03%, reduciendo este indicador aún 5.06% después de poner en servicio el equipo elegido, lo que incidirá directamente con la eficiencia del área de empaque de jabón de lavandería.

- El promedio del porcentaje de material de empaque deteriorado en línea 1 antes de la mejora era del 23.72%, con la implementación del nuevo equipo, este se redujo alrededor de 4%, representando un ahorro económico considerable para la planta de aproximadamente Q.7,868.42. del costo de material de empaque deteriorado, teniendo en cuenta que estos datos pueden variar de acuerdo al promedio de producción.

- La recuperación de la inversión total del equipo implementado en línea 1 será de aproximadamente de 8 meses, considerando los ahorros obtenidos en línea 1.

VIII. CONCLUSIONES

- A través del diagrama causa y efecto se analizaron las posibles causas del deterioro de material de empaque termoencogible, encontrando la causa principal del problema planteado presentado por el mal estado del equipo actual, generando paros innecesarios, las cuales eran fallas de origen mecánico y eléctrico, elevando los costos de mantenimiento, provocando desperdicios de material de empaque termoencogible, afectando la eficiencia y productividad del área de empaque de jabón de lavandería, por lo tanto la planta optó por sustituir el túnel de la línea 1 por ser el que mayor porcentaje de material de empaque deteriorado generaba.
- Con el análisis de los equipos propuestos anteriormente se determinó que el mejor equipo a implementarse es el túnel de termoencogido modelo 50 Twin minipack, por sus especificaciones técnicas descritas en la Tabla 15. Considerando las dimensiones del túnel, y la doble cámara de calentamiento con regulación separada, el aislamiento térmico excepcional, la elevada velocidad de paso y retracción, hacen que este túnel sea la máquina ideal para resolver cualquier situación de empaquetado que se presente con extrema eficacia proporcionando un flujo de producción de 14 paquetes por minuto.
- Se logró disminuir los residuos de material de empaque termoencogible, aproximadamente un 5.06% aumentando la eficiencia del proceso en un 95%, con la implementación del nuevo equipo el túnel termoencogible 50 Twin minipack, lo que representará un ahorro para la planta de Q.7,868.42 de empaque deteriorado solo en la línea 1 que utiliza material empaque PET.

IX. RECOMENDACIONES

- Para mejorar la eficiencia del proceso de producción de jabón de lavandería, se recomienda realizar un diagrama de causa y efecto de Isikawa, tanto antes y después del proceso de empaque para identificar los puntos críticos que estén causando que el proceso de fabricación de jabón no sea eficiente, proponiendo alternativas que disminuyan o solucionen el problema encontrando.

- Se recomienda rediseñar o sustituir los termos 2 y 3, por el mismo túnel implementado en línea 1 o por otro con mejor capacidad de producción, para mejorar los índices de productividad logrando disminuir los costos de producción, facilitando la operación de los mismos.

- Se recomienda realizar una serie de pruebas adicionales y documentarlas para que sirvan de soporte estadístico que consoliden los resultados de la prueba inicial realizada y que garanticen los beneficios técnicos y económicos, así como realizar los ajustes necesarios para mantener en óptimas condiciones el funcionamiento del equipo.

- Se recomienda realizar las pruebas necesarias de calidad del producto que garantice que el empaque, cumple con los parámetros establecidos por el proceso .

X. BIBLIOGRAFÍA

- César González Rivera & Demócrito Benavidez. *Jabones y Detergentes (variables comerciales de los jabones)*. http://www.jabonesydetergentes.tripod.com/VARIABLES_comerciales.html [29 de agosto del 2018].
- Carmen, Guerrero. 2014 . *Diseño de una planta de fabricación de jabón a partir de aceites vegetales usados*. Tesis Universidad de de San Carlos de Guatemala: Facultad de Ingeniería Química. 82 Págs.
- Industrias Químicas. *Proceso de Producción Industrial de Jabón*. <https://iquimicas.com/proceso-de-produccion-industrial-de-jabon/> [22 de octubre del 2018].
- Mena, Edwin. 2012. *Implementación y automatización de un túnel de calor para termoencogido*. Tesis Universidad de Quito, Ecuador. : Escuela Politecnica Nacional. 123 págs.
- Escobar, Lenin; Tobar, Delfo. 2015. *Implementación de un módulo interactivo de un sistema termotráctil con un PLC para el laboratorio de automatización de procesos*. Tesis Universidad de Chimborazo, Ecuador. :Escuela Superior Politécnica 143 págs.
- Cruz, Doriam. 2001. *Estudio de embalaje de productos con película termoencogible PVC en la empresa para reducir tiempo de producción*. Tesis Universidad de Ambato, Ecuador.; Facultad de ingeniería mecánica. 217 Págs.
- Rajapack S.A. *Embalaje Primario, Secundario y Terciario: ¿En que se diferencian?* <https://www.rajapack.es/blog-es/embalaje/embalaje-primario-secundario-terciario-diferencian/> [10 de septiembre del 2018].
- Victor Zuñiga. *Información Técnica y Comercial de la Película Termoencogible*. <https://www.cosmos.com.mx/wiki/pelicula-termoencogible-4sdr.html> [25 de septiembre 2018].
- COSMOS Compañía Especialista en Venta de Película Termoencogible. *Película Termoencogle* <http://www.peliculatermoencogible.mx> [28 de septiembre 2018].

- Empaques & Embalajes Industria Especialista en Materiales de Empaque con Película Termoencogible. *Termoencogible Polietileno*. http://www.empaquesyembalajes.com/industria-colombia/Materiales_de_Empaque/Termoencogible_Polietileno/Termoencogible_Polietileno_3.asp [25 de septiembre del 2018].

XI. ANEXOS

1. Equipo adquirido

La empresa decidió comprar el túnel de termoencogible modelo 50 Twin minipack, para mejorar la eficiencia del proceso de empaque de jabón de lavandería que utiliza empaque termoencogible PET, se tiene que: (ver Ilustración 31).

Ilustración 35. Túnel 50 Twin minipack



(Elaboración propia)

XII. GLOSARIO

Merma: Es la disminución o reducción del volumen o la cantidad de una cosa.

Saponificación: Es un proceso químico por el cual un cuerpo graso, unido a un álcali y agua, da como resultado jabón y glicerina.

Glicerina: Es un líquido espeso, neutro, de sabor dulce, que al enfriarse se vuelve gelatinoso.

Sal sódica: Una sal que se forma cuando un ácido graso reacciona con un óxido o hidróxido metálico. Los ácidos grasos y el hidróxido de aluminio forman los jabones que se utilizan como grasas y como antiespumantes químicos.

Hidróxido: Los hidróxidos son un grupo de compuestos químicos formados por un metal y el grupo funcional OH, (ión hidróxido, OH⁻), denominado grupo hidróxido o hidroxilo, que actúa con número de oxidación -1.

Caldeo a vapor: Es un líquido puede calentarse por medio del vapor de agua por la circulación del vapor por el interior de tubos, serpentines, dobles fondos o dobles paredes.

Caldera: Es una máquina o dispositivo de ingeniería diseñado para generar vapor. Este vapor se genera a través de una transferencia de calor a presión constante.

Intercambiadores de calor: Es un radiador diseñado para transferir calor entre dos fluidos, o entre la superficie de un sólido y un fluido en movimiento.

Troquelado: Es un proceso que se realiza por medio de un troquel que es un instrumento o máquina de bordes cortantes para recortar o estampar, por presión.

Deflector: Es un dispositivo que sirve para cambiar o desviar la dirección de la corriente de un fluido.

Ventrol: Es un dispositivo mecánico que sirve para desplazar el aire por el ducto de ventilación a la cámara de termoencogido.

Retracción: Es la acción de retraer o retraerse.

Termocopla: Es un tipo sensor de temperatura, este dispositivo es capaz de convertir energía calorífica en energía eléctrica

Perno: Pieza metálica cilíndrica, larga y de cabeza redonda que se asegura por el extremo opuesto con una tuerca, una chaveta o un remache, para afirmar piezas de gran volumen.

Film termo-retráctil: Son películas retráctiles son materiales fabricados bajo procesos de extrusión, con memoria termoplástica que tienden a contraerse a la aplicación de calor.

PET: Polietileno tereftalato.

Breaker: Un breaker (interruptor de circuito) tiene como función principal proveer protección a equipos eléctricos y cableado.

Memoria termoplástica: Es un material que a temperaturas relativamente altas, se vuelve deformable o flexible, se derrite cuando se calienta y se endurece en un estado de transición vítrea cuando se enfría lo suficiente.

AC: Corriente alterna.

Empírica: Que está basada en la experiencia y en la observación de los hechos.

Grilla metálica: Es una pieza que combina elementos unidos de manera que queden espacios repetitivos. Pueden ser usadas para permitir el paso de agua o fuego o algún otro elemento, evitando que otros elementos de tamaño mayor pasen por ellas.

Perilla: Dispositivo para regular el paso de un fluido, ya sea líquido o gaseoso, por un conducto.

PVC: Policloruro de vinilo

Homogénea: Es un tipo de mezcla química conformada por dos o más componentes que no se pueden diferenciar al ser estudiados.

Caudal: Es la cantidad de fluido que circula a través de una sección del ducto (tubería, cañería, oleoducto, río, canal, entre otros) por unidad de tiempo.

Productividad: Es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción