

Cristian José Dieguez González.

PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (T.P.M. POR SUS SIGLAS EN INGLÉS) MEDIANTE LA TÉCNICA DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO, PARA MAQUINARIA DE LÍNEA DE LLENADO DE BEBIDAS PRODUCIDAS EN EMPRESA KERN´S, S.A., CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA.



UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA.

Asesor general Metodológico:  
Ing. Carlos Alberto Pérez Estrada.

Universidad Rural de Guatemala.

Facultad de Ingeniería.

Guatemala, febrero de 2021.

Informe final de graduación.

PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (T.P.M. POR SUS SIGLAS EN INGLÉS) MEDIANTE LA TÉCNICA DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO, PARA MAQUINARIA DE LÍNEA DE LLENADO DE BEBIDAS PRODUCIDAS EN EMPRESA KERN'S, S.A., CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA.



UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA

Presentado al honorable tribunal examinador por:

Cristian José Dieguez González

En el acto de investidura como Ingeniero Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables.

Universidad Rural de Guatemala.

Facultad de Ingeniería.

Guatemala, febrero de 2021.

Informe final de graduación.

PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (T.P.M. POR SUS SIGLAS EN INGLÉS) MEDIANTE LA TÉCNICA DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO, PARA MAQUINARIA DE LÍNEA DE LLENADO DE BEBIDAS PRODUCIDAS EN EMPRESA KERN´S, S.A., CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA.



UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA.

Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretaria de la Universidad:

Licenciada Lesbia Tevalán Castellanos

Decano de la Facultad de Ingeniería:

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz.

Universidad Rural de Guatemala.

Facultad de Ingeniería.

Guatemala, febrero de 2021.

Esta tesis fue presentada por el autor,  
previo a obtener el título Universitario de  
Licenciatura en Ingeniería Industrial con  
énfasis en Recursos Naturales  
Renovables.

F-14-04-2020-15  
UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA  
PROGRAMA DE GRADUACIÓN  
Experto Metodológico  
ACUERDO DE ASIGNACIÓN DE PUNTEO  
18.12.2020.300



El / La Evaluador(a) Final del Trabajo de Graduación de la  
Universidad Rural de Guatemala,

**CONSIDERANDO**

Que el / La Metodólogo(a) en Investigación Científica, ha dado su aprobación preliminar al trabajo de graduación que se especifica en el cuerpo de este instrumento y me ha informado que el documento de mérito cumple con las normas preestablecidas para otorgar título y el grado académico al titular que formuló el mismo, de lo cual deviene procedente asignarle la puntuación correspondiente.

**POR TANTO:**

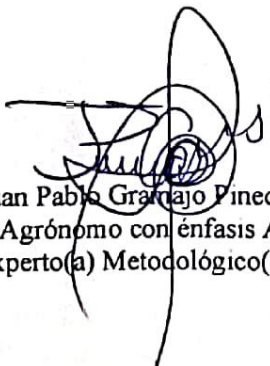
Con base a lo establecido en los Artículos 28 y 31 de los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala y el Artículo 28 del Reglamento General de los mismos y demás normativa aplicable,

**ACUERDA:**

Emitir el Acuerdo de Asignación de Punteo al Trabajo de Graduación de mérito, de la manera siguiente

1. Asignar **Setenta y cinco (75)** sobre la base de aprobación de puntos sobre la base de cien sobre cien (100/100) al trabajo de graduación denominado **“PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (T.P.M. POR SUS SIGLAS EN INGLÉS) MEDIANTE LA TÉCNICA DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO, PARA MAQUINARIA DE LÍNEA DE LLENADO DE BEBIDAS PRODUCIDAS EN EMPRESA KERN’S, S.A., CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA.”** formulado por **Cristian José Dieguez González** titular del carné **14-108-0056**; inscrito en la **Facultad de Ingeniería, de esta universidad.**
2. Trasladar tres copias físicas y un archivo digital del trabajo de graduación a la Presidencia del Consejo Académico, para los efectos subsiguientes.
3. Notifíquese.

Dado en la ciudad de Guatemala el 18 de diciembre de 2020



Juan Pablo Gramajo Pineda  
Ingeniero Agrónomo con énfasis Ambiental  
Experto(a) Metodológico(a)

ING AGR JUAN PABLO  
GRAMAJO PINEDA  
Col. 7,203

F-14-04-2020-14  
UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA  
PROGRAMA DE GRADUACIÓN  
Asesoría de tesis  
ACUERDO DE APROBACIÓN PRELIMINAR DE TESIS



El Asesor en Metodología del Programa de Graduación de la  
Universidad Rural de Guatemala,

CONSIDERANDO:

Que he asesorado y firmado el trabajo de graduación que se especifica en el cuerpo de este instrumento; y siendo que a mi criterio dicho documento de mérito cumple con las normas preestablecidas para otorgar título y el grado académico a quien formuló el mismo.

POR TANTO:

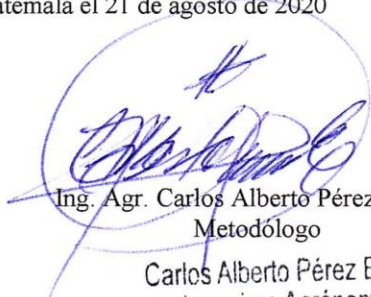
Con base a lo establecido en los Artículos 28 y 31 de los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala y el Artículo 28 del Reglamento General de los mismos y demás normativas aplicables,

ACUERDA:

Emitir el Acuerdo de Aprobación Preliminar de Trabajo de Graduación, de la manera siguiente:

1. Aprobar en forma preliminar el trabajo de graduación denominado: Plan de Mantenimiento Productivo Total (*T.P.M. por sus siglas en inglés*) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas producidas en empresa Kern's, S.A., Ciudad de Guatemala, Guatemala., formulado por Cristian José Dieguez González titular del carné 14-108-0056 inscrito en la Facultad de Ingeniería de ésta Universidad.
2. Trasladar el expediente al Experto Metodólogo designado para que le confiera la calificación que de acuerdo a los criterios técnicos que considere convenientes.
3. Notifíquese.

Dado en la ciudad de Guatemala el 21 de agosto de 2020

  
Ing. Agr. Carlos Alberto Pérez Estrada  
Metodólogo  
Carlos Alberto Pérez Estrada  
Ingeniero Agrónomo  
Colegiado No. 5487



F-18-06-2018-01  
Universidad Rural de Guatemala  
Programa de Graduación  
Carta de aprobación  
Asesor General Metodológico  
Guatemala, 08 de enero de 2020

Asunto: Aprobación del informe final  
de graduación y solicitud de conformación  
de Tribunal Examinador.

Señor Coordinador General:

Tengo a honra dirigirme a usted, con la finalidad de informarle que, como Asesor General Metodológico del trabajo denominado: "Plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas producidas en empresa Kern's, S.A., Ciudad de Guatemala, Guatemala.", a cargo del estudiante: Cristian José Dieguez González; Carné: 14-108-0056; perteneciente al grupo 01-003-108-20; apruebo el informe final de graduación y solicito que se integre El Tribunal Examinador de esta tesis.

Me valgo de la ocasión para presentarle a usted, muestras distinguidas de mi consideración y estima.

Ing. Agr. Carlos Alberto Pérez Estrada  
Asesor General Metodológico

**Carlos Alberto Pérez Estrada**  
Ingeniero Agrónomo  
Colegiado No. 5487

C.C. Archivo personal

Señor  
Coordinador General  
Programa de Graduación  
Universidad Rural de Guatemala  
Presente

## **DEDICATORIA**

**Dios y la Virgen María**

Por brindarme la sabiduría y entendimiento que hacen posible alcanzar otro sueño más.

**Mi esposa**

Jakeline Celeste Andrade Rivera por su amor, paciencia, apoyo y comprensión en todo momento.

**Mis padres**

José Dieguez y Elsa González por su apoyo incondicional en todo momento, este triunfo se los dedico especialmente.

**Mis hermanos**

Franklin, Wilfredo, Mauricio y Gerardo por sus consejos, apoyo y cariño.

**Todas las personas que me apoyaron**

Y de alguna forma contribuyeron a la realización de este trabajo.



## **AGRADECIMIENTOS**

<b>Dios y la Virgen María</b>	Por ser mi luz y fortaleza en cada momento de mi vida
<b>Mi asesor</b>	Ingeniero Carlos Pérez por su apoyo en la elaboración de este trabajo de tesis.
<b>Mis amigos</b>	William García y Jonatán Oliva por su amistad, apoyo y experiencias compartidas.
<b>La Facultad de Ingeniería</b>	Por permitir mi profesionalización.
<b>La Universidad Rural de Guatemala</b>	Por brindarme la oportunidad de adquirir conocimiento.

## **PRÓLOGO.**

La inexistencia de plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.) mediante la técnica del mantenimiento autónomo ha provocado el aumento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas en empresa Kern's S.A., Ciudad de Guatemala, Guatemala, por lo que la investigación sobre la propuesta: "Plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.)", surge como solución a la problemática.

El trabajo de investigación tiene la siguiente razón académica: Requisito primordial previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, en el nivel académico de Licenciatura, de acuerdo a los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala.

También existen razones prácticas para llevar a cabo la investigación:

- Servir como fuente de consulta para estudiantes y profesionales que requieran información sobre el tema de estudio.
- Ser aplicable como alternativa de solución para otra entidad en condiciones similares.
- Proponer una solución práctica basada en los conocimientos adquiridos en las clases universitarias.

El presente estudio fue realizado para presentar posibles soluciones a la problemática que aqueja a los propietarios de la empresa Kern's S.A., para cumplir con la aplicación de conocimientos adquiridos durante las diferentes etapas de la carrera universitaria, así contribuir a mejorar la calidad de vida de la población de esa localidad.

## **PRESENTACIÓN.**

El presente estudio contiene el “Plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas producidas en empresa Kern’s, S.A., Ciudad de Guatemala, Guatemala”, producto de la investigación realizada como requisito para optar al título universitario de Ingeniero Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables, en el nivel académico de Licenciatura, conforme a los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala y la Facultad de Ingeniería.

Durante el curso de la investigación pudo constatar el incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas por desajustes de maquinaria, como consecuencia de no haber plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.) mediante la técnica del mantenimiento autónomo. Como medio para solucionar la problemática se propuso un plan de mantenimiento que mejore el proceso productivo actual y permita aprovechar mejor la materia prima.

La actividad investigativa que se realizó, sirve como aporte para reducir las mermas generadas durante la producción de jugos en la empresa, esto al implementar un plan de mantenimiento de la maquinaria de llenado, que a su vez esto permitirá maximizar el rendimiento productivo. De igual forma, se presenta la formación para la unidad ejecutora, a la que corresponde la materialización y evolución de la propuesta en general; así como un programa de capacitaciones a los empleados involucrados.

## Índice general.

<b>Número.</b>	<b>Contenido.</b>	<b>Página.</b>
I.	INTRODUCCIÓN.....	1
I.1	Planteamiento del problema .....	2
I.2	Hipótesis.....	3
I.3	Objetivos .....	3
I.3.1	General .....	3
I.3.2	Específicos .....	3
I.4	Justificación.....	4
I.5	Metodología .....	5
I.5.1	Métodos.....	5
I.5.2	Técnicas.....	8
II.	MARCO TEÓRICO .....	9
II.1	Aspectos conceptuales .....	9
III.	COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	48
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	57
IV.1	Conclusiones.....	57
IV.2	Recomendaciones .....	58

## Índice de ilustraciones.

<b>Número.</b>	<b>Contenido.</b>	<b>Página.</b>
Ilustración 1.	Fases de llenado de bebidas enlatadas .....	14
Ilustración 2.	Cabecal de cierre de la selladora .....	18
Ilustración 3.	Primera operación de cierre de lata .....	19
Ilustración 4.	Segunda operación de cierre de lata .....	20
Ilustración 5.	Llenadora A3 Speed .....	23
Ilustración 6.	Llenadora Solbern LFF-133 .....	28

## Índice de gráficas.

<b>Número.</b>	<b>Contenido.</b>	<b>Página.</b>
Gráfica 1.	Incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas..	49
Gráfica 2.	Tiempo percibido del incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas.....	50
Gráfica 3.	Incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas del último año expresado en miles de galones .....	51
Gráfica 4.	Dificultades por incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas.....	52
Gráfica 5.	Existencia de plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas.....	53
Gráfica 6.	Necesidad de plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas.....	54
Gráfica 7.	Dirección que debe seguir el plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas al implementarlo .....	55
Gráfica 8.	Planificación laboral del plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas.....	56

## **Índice de cuadros.**

<b>Número.</b>	<b>Contenido.</b>	<b>Página.</b>
Cuadro 1.	Velocidades de llenadoras de bebidas de jugos.....	28
Cuadro 2.	Problemas con el movimiento de los envases al entrar en la línea de producción.....	32
Cuadro 3.	Problemas en el ajuste de los envases en el tornillo sin fin .....	32
Cuadro 4.	Problema con el llenado de envases .....	32
Cuadro 5.	Problemas con la velocidad de la llenadora al llenar envases.....	33
Cuadro 6.	Problema con el nivel del líquido en los envases .....	33
Cuadro 7.	Incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas.. .....	49
Cuadro 8.	Tiempo percibido del incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas.....	50
Cuadro 9.	Incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas del último año expresado en miles de galones .....	51
Cuadro 10.	Dificultades por incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas.....	52
Cuadro 11.	Existencia de plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas .....	53
Cuadro 12.	Necesidad de plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas .....	54
Cuadro 13.	Dirección que debe seguir el plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas al implementarlo .....	55
Cuadro 14.	Planificación laboral del plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas.....	56

## **I. INTRODUCCIÓN.**

El presente informe investigativo tuvo como referente la empresa Kern's S.A., Ciudad de Guatemala, Guatemala. Dentro del proceso investigativo se determinó que las mermas durante el proceso de llenado de bebidas han incrementado en los últimos cinco años debido a desajustes en la maquinaria, esto a causa principalmente de no contar con plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.) mediante la técnica del mantenimiento autónomo, lo cual amenaza las utilidades de la empresa.

El contenido consta de dos tomos, el primero se divide en: cuatro capítulos que se identifican con números romanos; capítulo uno (I) contiene la introducción, planteamiento del problema, hipótesis, objetivos (general y específico), metodología (métodos y técnicas); capítulo dos (II) está conformado por el marco teórico (aspectos conceptuales).

El capítulo tres (III) incluye la comprobación de la hipótesis, donde se muestra la tabulación y descripción gráfica de los datos obtenidos en las encuestas, el capítulo cuatro (IV) está conformado por las conclusiones y recomendaciones. Estos capítulos son seguidos del apéndice bibliográfico.

Los anexos son: 1) árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos 2) diagrama del medio de solución, 3) boleta de investigación efecto, 4) boleta de investigación causa, 5) boleta diagnóstico del problema, 6) cálculo de la muestra, 7) cálculo del coeficiente de correlación, 8) cálculo de la proyección lineal sin proyecto.

El segundo tomo consiste en presentar a manera de síntesis la información y datos más relevantes de la investigación, asimismo, anexar el planteamiento de la propuesta de solución, la matriz de estructura lógica del trabajo investigativo y el presupuesto general de la propuesta.



## **I.1 Planteamiento del problema.**

El presente informe sobre plan de mantenimiento, tiene origen en las mermas del proceso de llenado de la empresa Kern´s S.A. que han aumentado por los desajustes en la maquinaria, esto debido que no se cuenta con un plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.) mediante la técnica del mantenimiento autónomo, tal efecto se ha percibido en los últimos cinco años y ha perjudicado la productividad de la empresa.

El incremento de las mermas durante el proceso de llenado hace referencia a que actualmente el proceso de envasado de jugo ha rebasado los límites admisibles de mermas, esto ha generado pérdidas productivas y por consecuencia disminución del beneficio económico de la empresa.

Todo lo anterior es provocado por desajustes en maquinaria, esto indica que el equipo de llenado de jugo no cumple con los ajustes necesarios para evitar la merma productiva al máximo, estos ajustes son los que permiten que cada envase reciba la cantidad apropiada de jugo y que a su paso hacia el sellado no se pierda demasiado contenido, por lo cual es preciso controlar rigurosamente tanto la velocidad del llenado como la velocidad de paso hacia la selladora.

La causa específica de este problema es la falta de un plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.) mediante la técnica del mantenimiento autónomo, que permite realizar y revisar constantemente los ajustes de la maquinaria sin interrumpir excesivamente la producción, lo cual evitaría los errores, ahorraría gastos innecesarios y mejoraría la productividad.

Al proponer que se implemente este plan, se pretende que los propietarios inviertan en una solución inmediata al problema de mermas durante el proceso de llenado y por ende mejoren la rentabilidad económica.

## **I.2 Hipótesis.**

### **Hipótesis causal**

“El incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas en empresa Kern’s, S.A., Ciudad de Guatemala, Guatemala, en los últimos 5 años, por desajustes de maquinaria, es debido a la inexistencia de plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo”.

### **Hipótesis interrogativa.**

¿Será la inexistencia de plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, la causal del incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas en empresa Kern’s, S.A., Ciudad de Guatemala, Guatemala, en los últimos 5 años, por desajustes de maquinaria?

## **I.3 Objetivos.**

El desarrollo de la investigación conllevó el planteamiento de los objetivos: general y específico, los cuales conforme la investigación avance deben alcanzarse para comprobar la veracidad de la hipótesis y la forma de solucionar la problemática encontrada.

### **I.3.1 General.**

Disminuir mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas en empresa Kern’s, S.A., Ciudad de Guatemala, Guatemala.

### **I.3.2 Específico.**

Lograr eficiente ajuste de maquinaria en línea para llenado de bebidas producidas en empresa Kern’s, S.A., Ciudad de Guatemala, Guatemala.

#### **I.4 Justificación.**

Actualmente, en la empresa Kern's S.A., ubicada en Ciudad de Guatemala, Guatemala, el promedio de merma durante el proceso de llenado es de 15,711 galones, lo que equivale a un total de 296,938 litros de jugo en los últimos cinco años, esto repercute en la productividad de la empresa y su percepción de utilidades.

Con base a los datos de los últimos cinco años, la merma durante el proceso de llenado se ha incrementado en promedio 0.98 % respecto del año anterior, esto por los desajustes de la maquinaria, producto de no contar con plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.) mediante la técnica del mantenimiento autónomo.

Esta situación tenderá al aumento de las mermas del proceso productivo en los siguientes cinco años de no tomar medidas necesarias para contrarrestar la problemática, las proyecciones señalan que los galones en merma serán 20,026 para el año 2024.

La importancia de implementar el plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.) mediante la técnica del mantenimiento autónomo en la empresa radica en que actualmente los beneficios económicos se empiezan a ver afectados por las mermas, al mismo tiempo, se percibe un aumento en los costos de reparación de maquinaria, ya que el mantenimiento de estas no se lleva a cabo mediante un plan, por lo que es preciso establecer un sistema autónomo que permita incluir a los empleados en el proceso de mantenimiento, al promover programas de formación que mejore sus aptitudes respecto al puesto que desempeñan.

Resulta indispensable para el bienestar de 20 familias la implementación de esta propuesta para detener las mermas de producción, maximizar la productividad y mejorar el desarrollo económico de la empresa.

## **I.5 Metodología.**

Los métodos y técnicas empleadas para la elaboración del presente trabajo de graduación, se expone a continuación:

### **I.5.1 Métodos.**

Los métodos utilizados variaron en relación a la formulación de la hipótesis y la comprobación de la misma; así: para la formulación de la hipótesis, el método utilizado fue esencial el método deductivo, el que fue auxiliado por el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de la investigación, diagramados en los árboles de problemas y objetivos, que forman parte del anexo de este documento. Para la comprobación de la hipótesis, el método utilizado fue el inductivo, que contó con el auxilio de los métodos: estadístico, análisis y síntesis.

La forma del empleo de los métodos citados, se expone a continuación:

#### **5.1.1 Métodos y técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis.**

Para la formulación de la hipótesis el método principal fue el deductivo, el cual permitió conocer aspectos generales y específicos de la empresa Kern's, ubicada en Ciudad de Guatemala, Guatemala, e identificar la problemática. A este efecto, se añadieron técnicas que se especifican a continuación:

- Observación directa. Esta técnica se utilizó directamente en la empresa Kern's S.A., a cuyo efecto, se observó el proceso de llenado de jugo en latas y sus respectivos componentes, las actividades enfocadas al mantenimiento de maquinaria de llenado, también los esfuerzos de los propietarios y técnicos en disminuir la merma actual percibida durante el proceso de llenado, así como el mejoramiento de la respuesta de los empleados con desajustes en los equipos que operan.

- Investigación documental. Esta técnica se utilizó a efectos de determinar si se poseían documentos similares o relacionados con la problemática a investigar, a fin de no duplicar esfuerzos en cuanto al trabajo académico que se desarrolló; así como, para obtener aportes y otros puntos de vista de otros investigadores sobre la temática citada. Los documentos consultados se especifican en el acápite de bibliografía, que fueron obtenidos a través de las fichas bibliográficas utilizadas en el transcurso de la revisión documental.

- Entrevista. Una vez formada una idea general de la problemática, se procedió a entrevistar a los empleados de control de calidad, así como a los técnicos de mantenimiento y sus propietarios, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática identificada.

Con la situación más clara de la problemática sobre el incremento de mermas durante del proceso productivo y con la utilización del método deductivo, a través de las técnicas anteriormente descritas, se procedió a la formulación de la hipótesis, a cuyo efecto se utilizó el método del marco lógico, que permitió encontrar la variable dependiente e independiente de la hipótesis, además de definir el área de trabajo y el tiempo que se determinó para desarrollar la investigación.

La hipótesis formulada de la forma indicada, dice: “El incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas en empresa Kern’s, S.A., Ciudad de Guatemala, Guatemala, en los últimos 5 años, por desajustes de maquinaria, es debido a la inexistencia de plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo”.

El método del marco lógico, permitió también, entre otros aspectos, encontrar el objetivo general y el específico de la investigación; asimismo facilitó establecer la denominación del trabajo.

### **I.5.1.2 Métodos y técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis.**

Para la comprobación de la hipótesis, el método principal utilizado, fue el método inductivo, con el que se pudo obtener resultados específicos o particulares de la problemática identificada; lo cual sirvió para diseñar conclusiones y premisas generales, a partir de tales resultados específicos o particulares.

A este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

- Encuestas. Previo a desarrollar la entrevista, se procedió al diseño de boletas de investigación, con el propósito de comprobar las variables dependiente e independiente de la hipótesis previamente formulada. Las boletas, previo a ser aplicadas a población objetivo, sufrieron un proceso de prueba, con la finalidad, de hacer más efectivas las preguntas y propiciar que las respuestas proporcionaran la información requerida después de ser aplicada.
- Determinación de la población a investigar. En atención a este tema, se decidió efectuar la técnica del censo para determinar tanto la población efecto (variable Y) como la población causa (variable X) puesto que la información se obtuvo de dos poblaciones que estaban constituidas por cinco empleados de servicio al cliente y cinco técnicos de mantenimiento respectivamente; con lo que se establece que el nivel de confianza en ambos casos será del 100 % y el margen de error de 0 %.

Después de recabar la información contenida en las boletas, se procedió a tabularlas; para cuyo efecto se utilizó el método estadístico y el método de análisis, que consistió en la interpretación de los datos tabulados en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, que tuvieron como objeto la comprobación de la hipótesis previamente formulada.

Una vez interpretada la información, se utilizó el método de síntesis, a efecto de obtener las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación, el que sirvió además para hacer congruente la totalidad de la investigación, con los resultados obtenidos producto de la investigación de campo.

### **I.5.2 Técnicas.**

Las técnicas empleadas, tanto en la formulación como en la comprobación de la hipótesis, se expusieron anteriormente; pero éstas variaron de acuerdo a la etapa de la formulación de la hipótesis y a la comprobación de la misma; así:

Como se describió en el apartado (1.5.1 Métodos), las técnicas empleadas en la formulación fueron: La observación directa, la investigación documental y las fichas bibliográficas; así como la entrevista a las personas relacionadas directamente con la problemática.

Por otro lado, para la comprobación de la hipótesis, se utilizó la encuesta y el censo.

Como se puede advertir fácilmente, la encuesta estuvo presente en la etapa de la formulación de la hipótesis y en la etapa de la comprobación de la misma. La investigación documental, estuvo presente además de las dos etapas indicadas, en toda la investigación documental y especialmente, para conformar el marco teórico.

Se determinó el coeficiente de correlación para determinar la correlación existente entre las variables dependiente e independiente y así proyectar el comportamiento de la problemática mediante el cálculo de la ecuación de la línea recta.

## **II. MARCO TEÓRICO.**

La siguiente recopilación investigativa concierne al segmento teórico y documental de autores que han explicado y generado una base científica que ayuda a entender mejor el tema y generar la propuesta de solución. Con la finalidad de desarrollar el presente capítulo, fueron objeto de consulta autores nacionales y extranjeros, medios de comunicación visual y escrito, para así sustentar las definiciones conceptuales.

### **II.1. Aspectos conceptuales.**

#### **Mermas.**

“La merma es una variable que consiste en la pérdida física, tanto en volumen, peso o cantidad de las existencias de producto, ocasionadas por causas inherentes a su naturaleza o al proceso productivo, el cual se representa en términos de porcentaje. La disminución de la rentabilidad de una empresa resulta inevitable debido a las mermas”. (Estrategic, 2013).

“Las mermas no constituyen un aspecto negativo en el proceso productivo, pues son inherentes a él, pero deben controlarse pues representan un gasto financiero para la empresa. No debe suceder que las mismas sean mayores a las esperadas, porque en este caso se afectan los costos de producción”. (Estrategic, 2013).

“Toda empresa industrial debe analizar el comportamiento histórico de las mermas de cada uno de sus productos y en los casos de los de nueva introducción, evaluar puntualmente las causas de las mismas por lotes, hasta tener una muestra estadísticamente aceptable”. (Matteucci, 2009).

“Debido a lo anterior, es necesario realizar un seguimiento a los procesos de producción, basado en los procedimientos de la empresa, y cuidar que se cumplan



cada uno de los parámetros establecidos, para de esta manera cuantificar la merma de los productos”. (Matteucci, 2009).

“Son muchos los factores y causas que provocan merma a lo largo de todo el proceso; algunas de éstas son gestionables y otras no. Por este motivo se intentará clarificar cuáles son esos factores y cuáles sus posibles soluciones, siempre se debe tener en cuenta que la "merma cero" es imposible de obtener como resultado, pero si se puede controlar el impacto que esta tenga”. (Aparicio, 2002).

**Tipos de merma.** Son cuatro los tipos de merma que se dan en un establecimiento comercial.

- “Merms administrativas. Estos se producen por errores en los movimientos administrativos como en las transferencias, en montos por cargos, por malos cobros en cajas o por no recibir adecuadamente la mercancía.
- Merms operativas. Se generan por descuidos, operaciones indebidas en el trabajo por omisiones o negligencia del personal, en este tipo de merma las mercancías son dañadas, destruidas o descompuestas.
- Merms naturales. Son merms que se generan en productos perecederos, es toda aquella mercancía que tiene una caducidad, que se echa a perder, y que se le debe dar la debida rotación antes de que se pudra y se haga no apta para la venta. También son perdidas naturales aquellas que se producen en el caso de químicos volátiles por evaporación o embutidos al fundirse y resumirse la grasa que contienen.

- Mermas por robo. Es aquella merma que se genera por la sustracción o robo de dinero o productos dentro del negocio o establecimiento en cuestión”. (Aparicio, 2002).

**“Diferencia entre merma y desperdicio.** Merma es la desaparición física de materiales como resultado de reacciones físicas o químicas efectuadas durante la elaboración del producto, como una evaporación, por ejemplo. Las mermas son pérdidas de carácter normal ocurridas en la fase de transformación del producto y que forman parte del costo de producción”. (Peláez, 2004).

“Los desperdicios pueden ser evitables e inevitables, de acuerdo si son inherentes al proceso productivo o por el contrario son resultado de un error o falla fuera del proceso normal de producción. Los desperdicios tienen una clasificación lógica, son normales los que forman parte del proceso, extraordinarios los que suceden por accidentes de producción, recuperables los que pueden reprocesarse, realizables los que pueden venderse a precio menor del costo y por último los desechables que representan un gasto”. (Peláez, 2004).

“En resumen, las mermas son pérdidas o reducciones del material en el proceso productivo y los desperdicios son residuos de lo que no se puede o no es fácil aprovechar, o que se ha dejado de utilizar por descuido”. (Peláez, 2004).

### **Incremento de mermas.**

Es la superación del límite de un indicador de la gestión de mermas, en otras palabras, cuando las mermas superan las medidas estándar establecidas y consideradas como normales dentro del sistema de producción de una empresa. El incremento de mermas tiene como consecuencia el incremento en los costos de las empresas y es preciso tomar medidas para controlarlas al máximo.

**“Medidas para un correcto control de mermas.** Existen diferentes medidas para poder mitigar o disminuir las mermas, que se producen en las empresas. La mayoría de mermas son producto de errores u omisiones cometidas en la labor de producción, por el personal o equipos productivos de las empresas y estas podrían ser mitigadas con las siguientes actividades”:

 (Tapia, 2014).

- “Implementar mejores sistemas de vigilancia (en bodega y locales de venta), para evitar darles la oportunidad, a aquellos que se vean en la tentación de tomar lo ajeno.
- Establecer modalidades de protección de los productos, tales como; etiquetados anti-robos, encintados que refuercen los distintos envoltorios para poder impedir o dificultar su apertura, colocar los productos en cajas plásticas protectoras, y resguardar éstos mismos en vitrinas, o lugares controlados en zonas de almacenamiento (cuando se trate de robo interno).
- Cuando un robo se puede detectar en los traslados, desde proveedores o centros de distribución, hacia los locales de venta, se debiesen implementar estrictos controles de los productos al momento de su ingreso.
- Capacitar al personal que tiene relación con el manejo de los productos, es una de las herramientas fundamentales que deben implementar las empresas, las que deben estar orientadas a que éstos comprendan el impacto y la importancia que tiene un trabajo bien hecho, sobre la rentabilidad de la empresa para la cual trabajan y de la cual son parte.
- Verificar la fecha de caducidad de los productos perecederos, para mantener un estricto control de inventarios.
- Dejar establecidas en un reglamento las condiciones de trabajo, en el lugar de almacenamiento, en cuanto a las personas y los productos, ya puede ayudar a establecer parámetros de medición de productividad y control de mermas.

- Mantener un adecuado control en las reposiciones y traslado de los productos por parte de los responsables de las distintas áreas, para asegurar el cumplimiento de los estándares de trabajo esperados.
- El poder establecer el por qué y cómo se rompe la mercadería, proporciona la información necesaria para tomar medidas correctivas, que darán solución o minimizarán éstas.
- Contar con personal idóneo para mejorar la toma de inventarios y que estos sean efectuados de forma periódica en la empresa, y evitar errores en el conteo de los productos”. (Tapia, 2014).

“Independientemente de cuál sea el motivo o el tipo de merma que se produzca, estas deberán estar debidamente registradas dentro de la contabilidad de las empresas, mediante los diferentes modelos de costeos existentes y de acuerdo a cuál sea el que la empresa aplique”. (Tapia, 2014).

#### **Indicadores del incremento de mermas.**

- **“Indicadores de productividad.** Relación entre las salidas generadas por un trabajo y los recursos utilizados para ello.
- **Indicadores de calidad.** Relación entre el total de las salidas (todo lo que se produjo) y las salidas apropiadas para uso, es decir, sin defectos o inconformidades.
- **Indicadores de rentabilidad.** Relación entre la ganancia y la inversión realizada en la empresa.

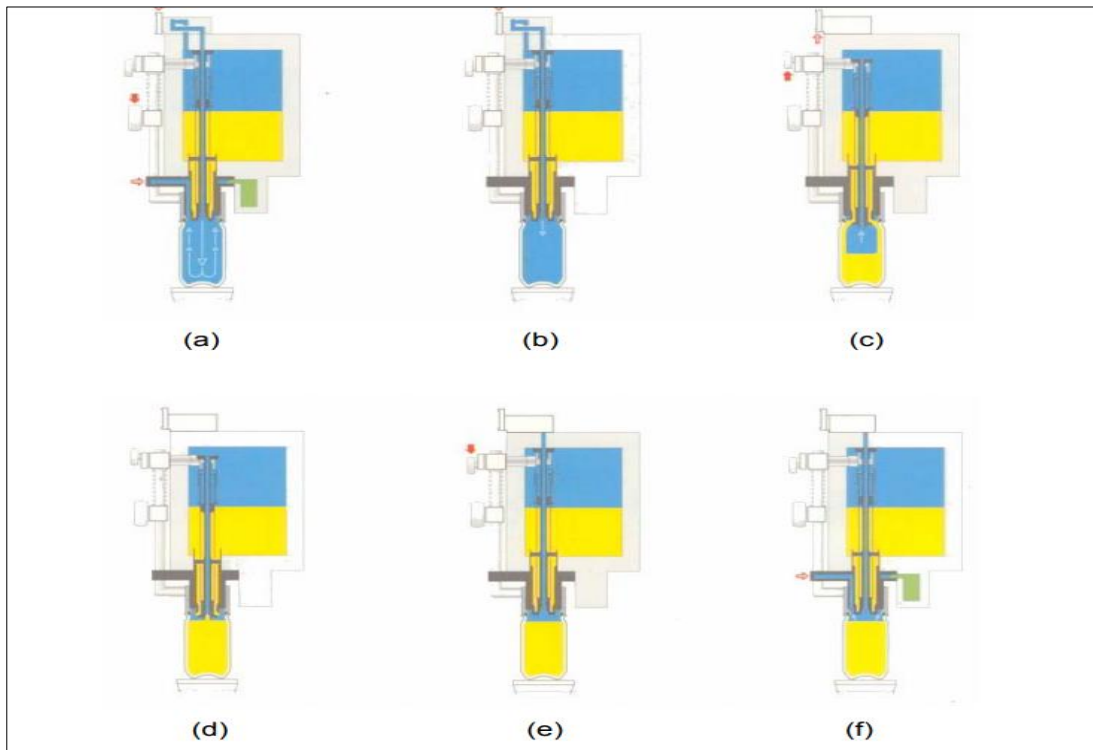
- **Indicadores de valor.** Relación entre el valor percibido cuando se recibe algo (un producto, por ejemplo) y la cantidad gastada efectivamente para obtener lo que se recibió”. (Asanza y Sanmartín, 2015).

### **Proceso de llenado de bebidas enlatadas.**

El llenado de las latas de bebidas es un proceso de alta precisión que se apoya en una tecnología muy sofisticada. La higiene es uno de sus aspectos primordiales, por lo que toda la cadena está basada en un diseño de ingeniería que reduce al máximo cualquier intervención humana. En este proceso en cada lata recorre aproximadamente 1,500 metros. (Elonka, 1987).

Es preciso mencionar que antes del proceso específico de llenado de las latas con la bebida, son puestas boca abajo y pasan por un sistema de limpieza intensiva que utiliza agua y aire a alta presión. Una vez limpios, los cuerpos recuperan su posición y se dirigen al área de llenado, situada inmediatamente después. La zona de llenado está protegida y aislada para evitar cualquier riesgo de contaminación del producto. (Elonka, 1987).

### Ilustración 1. Fases de llenado de bebidas enlatadas.



Fuente: Holstein, 1998.

**“Enjuague con gas inerte (a).** El gas ( $\text{CO}_2$ ) que contiene el depósito anular penetra dentro de la lata por medio del tubo de gas de retorno, y pasa desde la lata a través de la válvula de descompresión al canal de descompresión”. (García, 2004).

**“Formación de contrapresión (b).** La válvula de descompresión se cierra, formándose así la contrapresión requerida dentro de la lata”. (García, 2004).

**“Descenso del tubo y llenado (c).** El tubo de gas de retorno, accionado por el piñón de mando, desciende dentro de la lata, seguidamente se abre la válvula llenadora y comienza el llenado”. (García, 2004).

**“Fin del proceso de llenado (d).** La bebida asciende dentro de la lata hasta el borde inferior del tubo de gas de retorno; una bola cierra entonces el paso del gas de retorno y el llenado queda terminado”. (García, 2004).

**“Cierre de la válvula y elevación del tubo de gas de retorno (e).** El accionamiento mecánico o caballito, hace que se cierre de primero la válvula de llenado y que se eleve luego el tubo de gas de retorno hasta adentro de la válvula de llenado”. (García, 2004).

**“Descompresión (f).** Al ser accionada ahora la válvula de descompresión, también llamada válvula sniff, la lata queda relajada a la presión atmosférica para luego ser sellada”. (García, 2004).

#### **Cadena de transporte de lata llena.**

Consiste en el transporte que une la llenadora con la selladora. Su importancia radica en que debe transportar a la lata llena sin ningún tipo de agitación y entregarla a la selladora. Este transporte es de acero inoxidable y tiene lubricación.

Del buen traslado de la lata por la cadena depende en buena medida el nivel del producto, ya que si se agita comienza a producir espuma y por lo tanto el nivel de bebida será bajo. Es importante revisar el nivel de lubricación que tenga esta cadena, debido a que, si existe una mala lubricación, la cadena no deja que entre la lata en una buena posición a la selladora y esto provoca que la lata se dañe al momento de efectuarse el sellado de la lata.

#### **Quebrador de CO<sub>2</sub>.**

Este equipo tiene la finalidad de eliminar la espuma gruesa, que contiene buena cantidad de aire, mediante un barrido de CO<sub>2</sub> en un punto de la cadena de transporte. Del buen funcionamiento de este equipo depende que se tenga valores

correctos en la lata. El exceso de presión en el equipo provocara valores fuera de norma, así como un bajo nivel de bebida en la lata.

### **Selladora de lata.**

“La función básica de una selladora es unir las tapas y los cuerpos de los envases, el cierre obtenido debe ser hermético, a prueba de líquidos o gases, de tal forma que se pueda conservar el contenido. El tipo de cierre que le hace a la lata es conocido como doble cierre”. (Holstein, 1998).

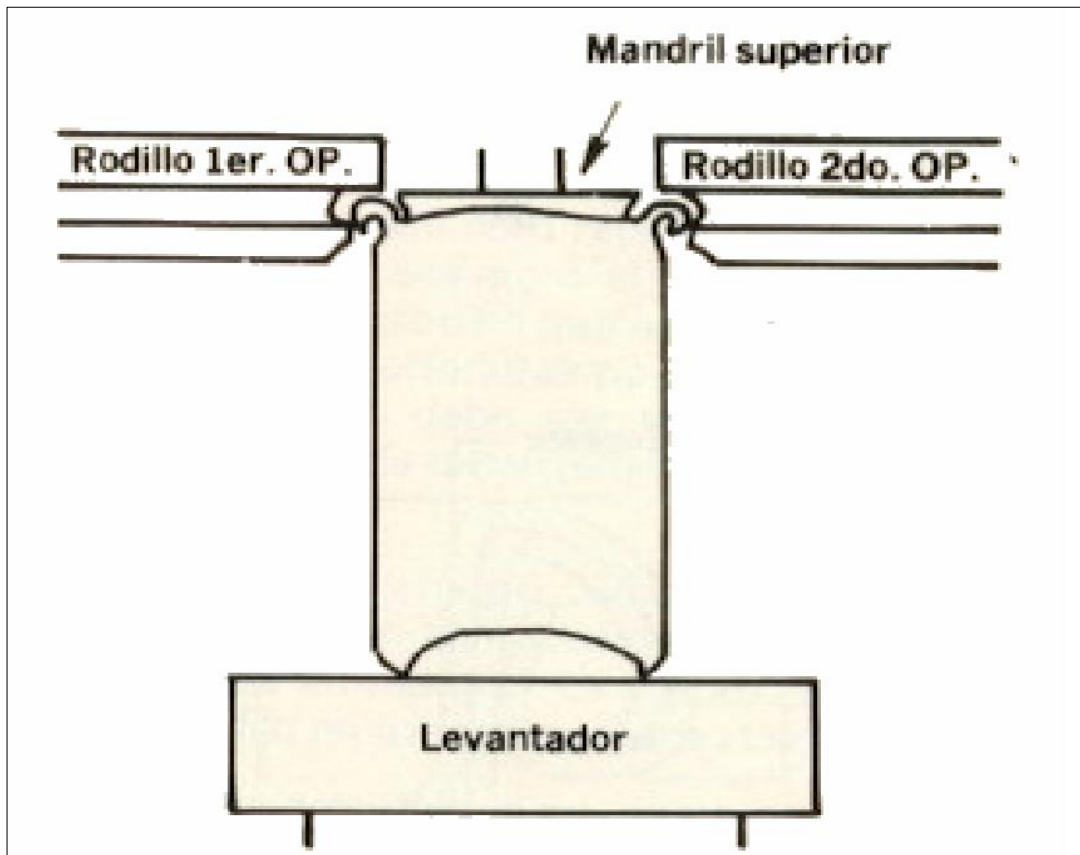
“Dentro de su diseño toda selladora necesita de un dispositivo para entregar la tapa que se va a colocar. En este caso la selladora cuenta con un canal de acero inoxidable, sobre el cual el operador coloca la tapa para que mediante la agitación o movimiento que le provee un pequeño motor, haga que corra y sea entregada a la estrella de la selladora. Ésta entrega la tapa al mandril superior, también llamado chuck, el cual coloca la tapa sobre la lata llena para ser sellada”. (Holstein, 1998).

“Este equipo se llama dispensador de tapa y deposita las tapas en forma individual, mediante un separador que funciona en forma coordinada con la estrella de entrega de tapa de la selladora. La unión de la tapa con el cuerpo es efectuada en el cabezal de cierre de la selladora, el cual está formado por el mandril superior o chuck, los rodillos de cierre de primera y segunda operación y el levantador de lata”. (Holstein, 1998).

“El doble cierre consiste en lograr que cinco espesores de lata y de la tapa, se logren entrelazar y se presionen, de tal manera que el producto no pueda fugarse aun con la presión que ejerce el gas dentro de la lata. Estos cinco espesores se forman en las dos operaciones de cierre”. (Holstein, 1998).



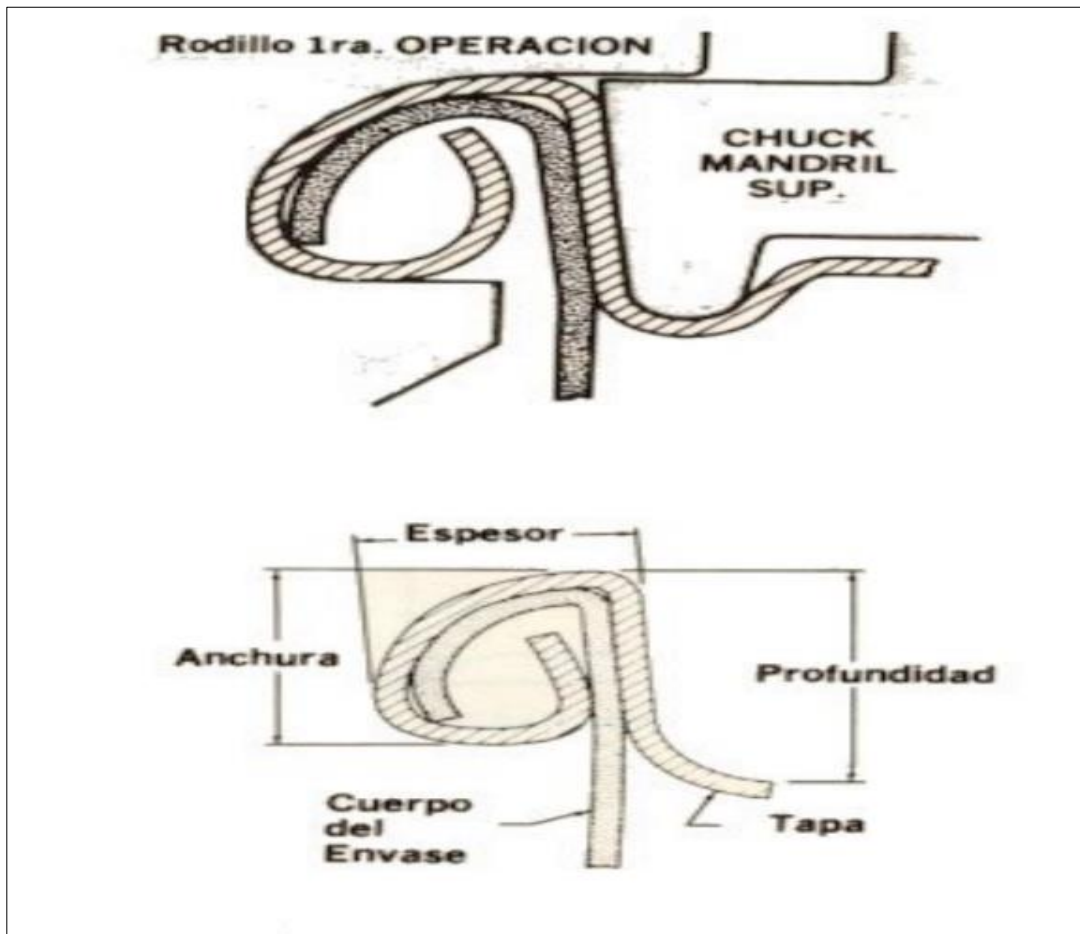
**Ilustración 2. Cabezal de cierre de la selladora.**



Fuente: Holstein, 1998.

“En la primera operación, un rodillo hace que el borde rizado de la tapa se introduzca debajo de la pestaña del cuerpo del envase”: (Holstein, 1998).

**Ilustración 3. Primera operación de cierre de lata.**

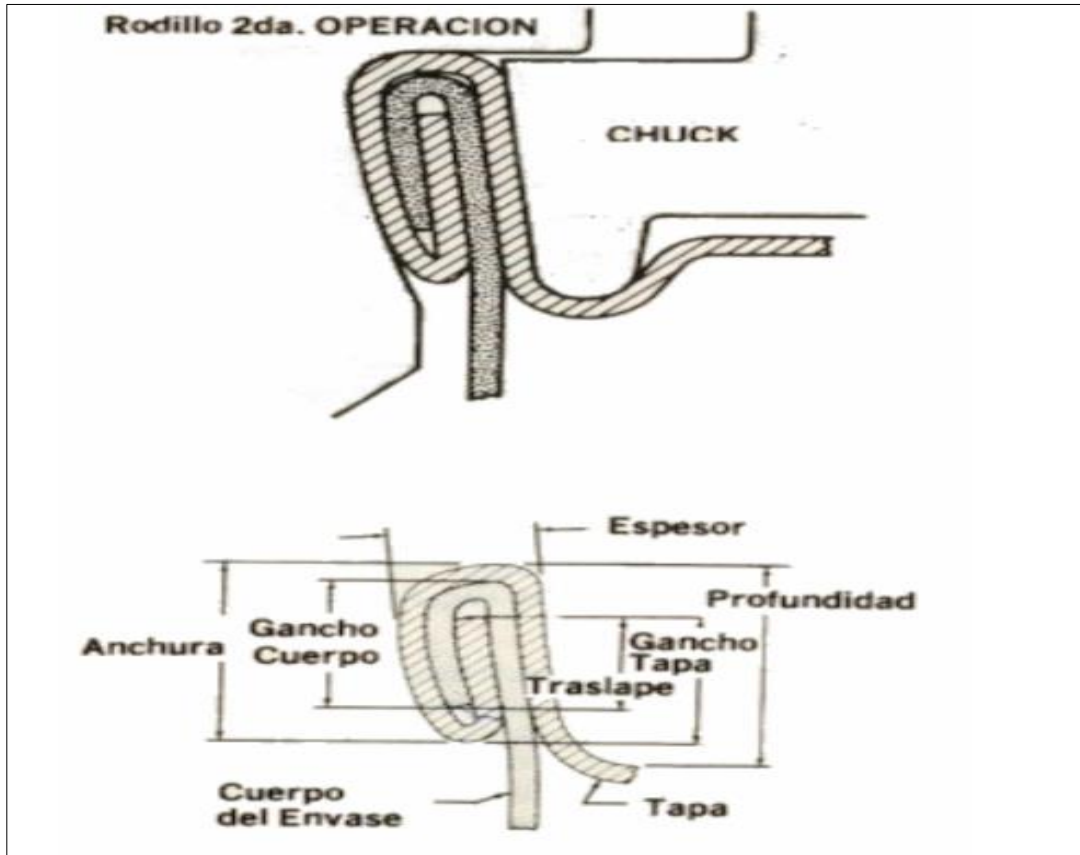


Fuente: Holstein, 1998.

La segunda operación se completa mediante un rodillo que presiona firmemente las capas de metal, una contra otra, lo cual provoca que se deslice el sello plástico de la tapa hacia los espacios vacíos que quedan, para lograr un sello hermético:

Además de estas dos operaciones, la selladora realiza un barrido con CO<sub>2</sub>, el cual es efectuado en el momento que la selladora entrega la tapa a la lata, ya que en ese momento se introduce una corriente de CO<sub>2</sub> que remueve la espuma que lleva aire y deja dentro de la lata un ambiente de CO<sub>2</sub>.

#### Ilustración 4. Segunda operación de cierre de lata.



Fuente: Holstein, 1998.

“En el caso de la cerveza y de las bebidas con alto contenido en zumos, se procede a su pasteurización mediante chorros de agua caliente a diferentes temperaturas”. (Elonka, 1987).

#### Control de calidad.

“El control de calidad es el proceso mediante el cual se establecen y cumplen unos estándares. Tiene una secuencia universal de etapas que, aplicada a problemas de calidad es:” (Juran, 1990).

- “Determinar el sujeto del control.

- Especificar las características de calidad.
- Elegir una unidad de medida.
- Establecer el valor normal o estándar.
- Crear el sensor u realizar la medición real.
- Interpretar la diferencia entre la medida real y la norma o estándar.
- Tomar una decisión y actuar sobre la diferencia”. (Juran, 1990).

“El control de calidad es el proceso de regulación a través del cual se mide la calidad real, se compara con los estándares y se actúa sobre las desviaciones. Sus objetivos son detectar las perturbaciones o fallos esporádicos, conocer la causa del cambio e implantar la acción correctora que establezca la situación en los niveles indicados por el estándar. Dicho de otra forma, el control de calidad pretende mantener el *statu quo*”. (Juran, 1990).

**“Mejora de la calidad.** El objetivo de la mejora de la calidad es descubrir y eliminar las perturbaciones o fallos crónicos y así pasar del nivel ordinario de ejecución al nivel superior, pues este proceso considera siempre mejorable el desempeño habitual. Se denomina descubrimiento o avance a la mejora de la calidad que cumple los siguientes supuestos”. (Juran, 1990).

- “El nuevo nivel de realización no ha sido alcanzado antes.
- El cambio no es resultado de la casualidad, sino de una decisión”. (Juran, 1990).

### **Puntos críticos de control para garantizar la calidad de bebidas.**

**“Tratamiento del agua.** Debido a que la calidad del agua varía entre cada instalación productora, se trata y se purifica el agua para asegurar que todos los productos cumplan con los más altos estándares de calidad. Esto es esencial en la

producción, debido a que todos los productos deben saber igual, sin importar dónde sean producidos”. (Cofas *et al*, 2010).

“Además, el agua puede presentar riesgos biológicos, tales como bacterias *Shigella*, *Escherichia coli*, *Vibrio* y *Salmonella*, protozoarios como *Entamoeba*, *Giardia* y *Cryptosporidium*. También puede contener riesgos químicos, en los que se incluyen disolventes, pesticidas, pinturas, barnices, nitratos, fosfatos, cromo, etc. Técnicos en control de calidad analizan el agua frecuentemente”. (Cofas *et al*, 2010).

**“Mezcla del jarabe simple.** Se mezcla el endulzante concentrado y agua purificada. Los técnicos cuidadosamente muestrean, checan y registran la mezcla de cada baño de jarabe”. (Cofas *et al*, 2010).

**“Elaboración del jarabe final.** Se mezcla el jarabe simple y agua tratada en proporciones específicas, después se agrega dióxido de carbono para producir la bebida final”. (Cofas *et al*, 2010).

**“Lavado de botellas.** Para asegurar la calidad del producto. Las botellas de vidrio o de PET (Polietilen tereftalato), al igual que latas pasan a través de una reexaminación total: primero son lavadas, enjuagadas e inspeccionadas electrónicamente y visualmente, esto para asegurar la calidad del producto”. (Cofas *et al*, 2010).

**“Llenado y embotellado.** Después de ser lavadas, las latas o botellas proceden a la llenadora. A continuación, con la ayuda de una cerradora la tapa metálica es unida a las latas, las cuales, a partir de ese momento, están listas para el empaquetamiento secundario”. (Cofas *et al*, 2010).

### **Maquinas llenadoras de jugos.**

**“Llenadora de jugos Tetra pack A3 speed.** Este tipo de llenadora envasadora de cartón es la más rápida del mundo en su tipo llenado hasta una velocidad de 24000 unidades por hora de 200ml cada unidad con un flujo de 7500 litros por hora, esta llenadora se encarga de realizar diferentes procesos al mismo tiempo para mantener una producción continua por tiempos prolongados ya tienen mecanismos automatizados lo cual permiten el incremento de la confiabilidad de la maquinaria”. (Tetra pak, 2018).

### **Ilustración 5: Llenadora A3 Speed.**



Fuente: (Tetra pak, 2018).

**“Producción sin interrupciones.** No es necesaria la intervención de los operadores para realizar los empalmes del material de envase o el empalme de tira para el sellado longitudinal, la automatización de los factores ayuda a que no se realicen paros en la producción y garantiza el buen funcionamiento, los controles de todo el funcionamiento de la llenadora están en una pantalla llamada TPOP para que el operador tenga acceso a todo los ajustes necesarios durante la producción”. (Tetra pak, 2018).

**“TPOP (generador de alta frecuencia at).** El TPOP es una interfaz del PLC (sistema programable de control) con la flexbox (computadora central) que le permite al operador tener acceso a diferentes menús de control o visualización, se tienen diferentes niveles de permisos dependerá del usuario que se ingrese, operador, mecánico o técnico”. (Tetra pak, 2018)

“En el usuario del operador se podrá realizar todas las visualizaciones de parámetros, se podrán modificar temperaturas del aire en el sellado de solapas, potencias de los TPIH (generador de alta frecuencia Tetra pak) parámetros de los sellados AT, SL, ST”. (Tetra pak, 2018).

“En el usuario del mecánico se habilitan más opciones para realizar ajustes como sincronizaciones y posicionamientos en cero de los servo motores, ajustes de tiempos y temperaturas, en el usuario de técnico es prácticamente ilimitado se pueden modificar recetas de los diferentes volúmenes que tengamos, visualizar y modificar cualquier parámetro que no esté bloqueado de fábrica ya que se tienen tiempos y temperaturas críticos que están programados y no se pueden modificar de ninguna forma por seguridad”. (Tetra pak, 2018).

**“Sistema aséptico.** Ya que el llenado es en frío se necesita garantizar que la llenadora tiene varios pasos en el levantado de programa donde crea un ambiente aséptico en las recamaras que es por donde pasa el material de envase, en el levantado de programa son pasos que están programados en un PLC los cuales los realiza de forma automática los más importantes son los tiempos y las temperaturas que se tienen que cumplir en cada paso, para generar un ambiente aséptico para el llenado”. (Tetra pak, 2018).

“El aire estéril es generado por medio de un compresor a base de agua donde genera una presión de aire a 0.3 bar este aire se calienta a 400 grados centígrados durante

20 minutos para ser recirculado a través de las recamaras seguido se genera un rociado de peróxido que es pulverizado para que caiga en forma de brisa dentro de las cámaras asépticas, la recirculación de aire estéril dentro de las recamaras continua durante todo el tiempo de producción”. (Tetra pak, 2018).

“La esterilización del papel se realiza a través de un químico llamado Peróxido este se utiliza a una concentración de 35% y una temperatura de 75 grados centígrados la forma de aplicación es a través de una tina que está inundada con peróxido, el papel se sumerge dentro de la tina y se humecta por unos segundos en la salida de la tina pasa por unos rodillos escurridores que se encargan de quitar el exceso de peróxido. (Tetra pak, 2018).

“Luego pasa por una cuchilla de aire que es la encargada de eliminar algún residuo de peróxido en el papel por medio de una inyección de aire caliente, está equipada con un sistema ultra violeta que es utilizada para garantizar la esterilización del papel”. (Tetra pak, 2018).

**“Formación del envase y mandíbulas.** En el recorrido del material de envase se encuentran mecanismos de formación, rodillos desviadores que se encarga de direccionar el papel a través de ellos y unos rodillos de tracción que hacen posible el movimiento del papel, también cuentan con una sección de anillos formadores que son los encargados de realizar los dobleces en el papel para darle una forma cilíndrica, este cilindro es sellado por medio de la tira del AT (aplicador de tira) la cual fue aplicada en el papel al inicio del recorrido del mismo”. (Hernández, 2019).

“En la soldadura del SL (sellado longitudinal) se aplica calor en la orilla del papel por medio de un elemento que está conectado a un TPIH (generador de alta frecuencia), luego de calentar el material de envase se aplica presión por medio de dos rodillos en ese momento se funden las capas del material de envase y se forma



un tubo hermético el cual sale de la cámara aséptica y llega a las mandíbulas, en este tipo de llenadoras el diseño es de mandíbulas en cadena conformada por 10 mandíbulas que giran constantemente, en esta sección las mandíbulas se encargan de darle forma rectangular al tubo de papel y que esté en corrección”. (Hernández, 2019).

“Se ajusta el volumen de producto dentro de cada envase por medio de unas levas que separan a juntan los flap de volumen, las 10 mandíbulas cuentan con mandíbulas de presión y mandíbulas de corte al mismo tiempo en que se está formado el envase se realiza el ST (sellado transversal) es la unión de cada extremo de los envases por medio de calor y presión, se realiza el corte y separación de cada unidad”. (Hernández, 2019).

**“Sistema automático de llenado.** Esta llenadora contiene un sistema que controla el flujo del producto por medio de una válvula moduladora controlada por un servo motor esta regula el paso del producto según el consumo que tenga la llenadora, el TPOP se puede apreciar una gráfica del flujo del producto y del comportamiento del llenado para visualizar si se tiene alguna variación y es necesario realizar algún ajuste. En general todo el procedimiento del llenado, la abertura, cierre de válvulas y control es de forma automática”. (Muñoz, 2019).

**“Plegador final.** En esta sección de la llenadora llegan los envases que salen de las mandíbulas por medio de una banda transportadora los mete a la unidad de presión la cual se encarga de pegar las solapas que fueron calentadas con aire a presión el polietileno del papel se funde y queda completamente formado para pasar al bastidor que es la unidad que descarga el envase fuera de la llenadora”. (Muñoz, 2019).

**“Lavado CIP (clearing in place).** La llenadora cuenta con un lavado interno automático, las acciones del operador en el lavado CIP son, cambio de la posición de

la tubería e ingresar en las opciones de lavado de la llenadora para la activación e iniciar el lavado CIP en este proceso ya están programados los tiempos, temperaturas, concentración de químicos, presiones”. (Toledo, 2019).

“El proceso del lavado consiste en realizar un enjuague de la tubería por donde pasa el producto, posteriormente recircula agua y la calienta a 80C° por 15 minutos luego dosifica la soda cáustica en el circuito de recirculación por 15 minutos, drena el sistema y realiza un enjuague con agua caliente por 5 minutos por último baja temperaturas y hace el último enjuague y drena agua fría”. (Toledo, 2019).

**“Lavado externo.** El lavado lo realiza de forma automática, solo se necesita activar en el TPOP, el proceso que realiza es un lavado a presión en todas las piezas de las mandíbulas y plegador final inyecta agua con unas esferas para cubrir todas las partes sucias por 5 minutos, luego inyecta jabón y lo esparce en por 2 minutos, deja las piezas con jabón por 3 minutos y realiza un enjuague, se repite el ciclo y da un total de 20 minutos para realizar el lavado externo de plegador y mandíbulas”. (Perez, 2019).

### **Llenadora de jugos Solbern LFF-133.**

“El modelo de la llenadora de jugos Solbern LFF, tienen un diseño lineal sencillo pero muy versátil, con una variación de velocidades que pueden estar desde 300 a 1400 unidades por minuto, es una llenadora de alta velocidad que mantiene el nivel de producto por medio del rebalse el exceso de producto dentro del envase según la presentación que se realice el llenado, el flujo de producto para el llenado está en litros hora”. (Solbern, 2019).

“Este flujo se calculara según la velocidad que este la llenadora, por ejemplo en una llenadora que este a 500 unidades de 330ml por minuto se tendrá un consumo de 9900 litros hora, se tendrá que utilizar un flujo de producto de 10890 litros hora, el

cálculo se le agrega 10% para la recirculación de producto en el sistema, tal y como se muestra en el ejemplo del cuadro 1:” (Solbern, 2019).

**Cuadro 1. Velocidades de llenadoras de bebidas de jugos.**

Velocidad	500 u*min	
Presentación de llenado	330ml	
Consumo	165000	L* min
Consumo	165	L* min
Consumo	9900	L*h
10% Recirculación	10890	L*h

Fuente: (Solbern, 2019).

**Ilustración 6. Llenadora Solbern LFF-133.**



Fuente: (Solbern, 2019)

**“Proceso de llenado.** El producto sale del pasteurizador que entrega el flujo configurado, dependerá de la velocidad de la llenadora el producto ingresa en unas tolvas recolectoras que tienen unas flautas para esparcir el producto uniformemente y evitar que la turbulencia sobrepase el nivel de producto”. (Hernández, 2019).

“Las tolvas recolectoras se rebalsa para obtener una cascada de producto que cae de forma laminar gracias a los deflectores instalados en la caída del producto, la cascada de producto cae en los embudos que conforman la cadena, la forma del

embudo canaliza el producto a la boquilla y lo deja caer dentro del envase para realizar el llenado, en la entrada a la llenadora”. (Hernández, 2019).

**“Alimentación de envase.** Los envases son trasladados por medio de un transportador que empuja por un largo recorrido proveniente de otra maquinaria llamada despaletizadora en donde se agrupan los envases en una mesa de acumulación son trasladados por medio de bandas transportadoras y alineados por guías que desvían la trayectoria de los envases para alimentar la entrada de la llenadora que cuenta con un tornillo sin fin en la entrada para separar los envase a una distancia uniforme y entrar en tiempo con la cadena de dedos de la llenadora”. (Hernández, 2019).

**“Inyección de nitrógeno.** Posteriormente del llenado se realiza una inyección de nitrógeno líquido dentro del envase el cual tiene varias funciones, la primera es de eliminar el oxígeno en el espacio vacío dentro del envase para una mejor conservación del producto la otra función es de darle rigidez y consistencia al envase la medición de la presión es de 75 psi en caliente y 25 psi como mínimo en frío, la presión dentro de los parámetros da una buena percepción al cliente y ayuda para que se puedan apilar de forma segura”. (Hernández, 2019).

**“Sellado del envase.** La función de la selladora o cerradora es de colocar la tapa en la boquilla del envase para que se realice el proceso de sellado a alta velocidad, el procedimiento de sellado se inicia después de la inyección de nitrógeno con la colocación de la tapa de una forma precisa ya con la tapa en el envase es sujeta por una varilla que presiona la tapa y pasa por un juego de rodos para realizar un sellado entre las pestañas del envase y la tapa para garantizar la hermeticidad”. (Hernández, 2019).

### **Ajustes técnicos de maquinaria para llenado de bebidas enlatadas.**

“Muchos ajustes pueden ser desempeñados sin prueba y error, solo los ajustes inevitables deben permanecer. Para eliminar ajustes se analizó su propósito, causas, métodos actuales y eficacia”. (Rabelo, 1997).

**“Propósito del ajuste:** posicionar, centrar, medir, ajustar tiempo y balancear”. (Rabelo, 1997).

**“Causas del ajuste:** pueden ser necesarios por las siguientes circunstancias:

- Acumulación de errores: cuando no hay límites específicos de mantenimiento, combinado con la falta de equipo, da lugar a acumular errores.
- Falta de estándares: los ajustes son requeridos cuando no hay estándares o cuando los estándares son inadecuados o cuando no son suficientes datos disponibles para preparar el estándar.
- Falta de métodos de medición: los métodos disponibles de medición y sus instrumentos deben ser adoptados.
- Ajustes inevitables: algunos tipos de mecanismos y equipos requieren de la intervención humana, para el apropiado funcionamiento, a menos que el mecanismo sea rediseñado, los ajustes seguirán en requerimiento.
- Métodos inapropiados de trabajo: cuando los métodos no son claros se hace necesario los ajustes”. (Rabelo, 1997).

**“Análisis de la eficacia de las operaciones de ajuste:** se usa el siguiente análisis para estudiar la eficacia de las operaciones para determinar cuáles ajustes son esenciales y cuáles deben ser eliminados:” (Rabelo, 1997).

- “Identificación de propósitos, algunos ajustes tienen más de un propósito.

- Análisis de métodos, considerar los siguientes puntos: el orden de los pasos a seguir, criterio de los métodos, número de repeticiones, distinción entre ajustes iniciales y finales, métodos de manejo de materiales y métodos de medición.
- Clarificar razones, usar los conocimientos adquiridos en los pasos anteriores, enlistar y organizar las razones aparentes para los procedimientos.
- Analizar principios, buscar más allá de los procedimientos, cuales son las funciones reales de las operaciones de ajustes.
- Investigar causas, identificar porqué los ajustes son necesarios, que causó el ajuste.
- Considerar alternativas, finalmente considerar mejoras que eliminarán la necesidad de hacer ajustes”. (Rabelo, 1997).

“Mejora de ajustes inevitables, cuando los ajustes no pueden ser eliminados, varias estrategias pueden ser adoptadas”. (Rabelo, 1997).

- “Seleccionar valores definidos: usar valores constantes para evitar ajustes, considere métodos de medición que permitan evaluar con valores numéricos, o intente diferentes atributos.
- Establecer un procedimiento: determinar un procedimiento estándar para ejecutar los ajustes y estar seguro que cada paso es completamente entendido.
- Mejorar destrezas: incrementar las destrezas de los trabajadores por medio de la práctica de los procedimientos”. (Rabelo, 1997).

### **Desajustes de máquinas.**

“Se describen algunos desajustes, así como sus posibles soluciones para la máquina llenadora de jugos que intervienen en el proceso de producción”. (Reiche, 2013).

- Los envases no se mueven como debieran en los dispositivos de entrada.

**Cuadro 2. Problemas con el movimiento de los envases al entrar en la línea de producción.**

<b>Causa posible</b>	<b>Solución posible</b>
Las tiras de desgaste o placas de transferencia desgastadas en el transportador.	Cambiar las piezas desgastadas en el transportador.
Durante el cambio de presentación se han montado piezas falsas en el juego de formato.	Colocar las piezas del juego de formato correcto para la presentación que se trabaje en ese momento.
Estrella de entrada desajustada.	Pedir a los mecánicos que ajusten la estrella correctamente.

Fuente: Reiche, 2013.

- Los envases al momento de pasar por el tornillo sin fin, por la estrella de entrada o al carrusel de la estrella de entrada no se ajustan.

**Cuadro 3. Problemas en el ajuste de los envases en el tornillo sin fin.**

<b>Causa posible</b>	<b>Solución posible</b>
El ajuste de los puntos de transferencia ya no es correcto.	Pedir a los mecánicos que corrijan los ajustes.
La altura de las placas de transferencia entre sí y en relación a las estaciones de llenado no es correcta.	Ajustar la altura.

Fuente: Reiche, 2013.

- Los envases no se llenan correctamente en general.

**Cuadro 4. Problema con el llenado de envases.**

<b>Causa posible</b>	<b>Solución posible</b>
En los reguladores de la caja de mando se han ajustado valores falsos.	Ajustar los valores correctos.
En los reguladores mecánicos se han ajustado valores falsos.	Ajustar los valores correctos.
Las válvulas del sistema de tuberías no están en la posición “producción”.	Colocar las válvulas del sistema de tuberías en la posición “producción”.

Fuente: Reiche, 2013.

- La llenadora llena a velocidad baja, a velocidad alta ya no llena.

### **Cuadro 5. Problemas con la velocidad de la llenadora al llenar envases.**

<b>Causa posible</b>	<b>Solución posible</b>
Los ajustes se encuentran de un margen correcto, pero no son totalmente exactos.	Comprobar los ajustes de los reguladores de la caja de mando, los ajustes de los reguladores mecánicos, los parámetros de llenado.

Fuente: Reiche, 2013.

- El nivel del líquido es demasiado alto o demasiado bajo.

### **Cuadro 6. Problema con el nivel del líquido en los envases.**

<b>Causa posible</b>	<b>Solución posible</b>
En el regulador de presión se ha ajustado un valor incorrecto.	Ajustar hasta el valor correcto.

Fuente: Reiche, 2013.

### **Mantenimiento Productivo Total.**

“Del inglés de *total productive maintenance*, TPM, es una filosofía originaria de Japón, el cual se enfoca en la eliminación de pérdidas asociadas con paros, calidad y costes en los procesos de producción industrial. Las siglas TPM fueron registradas por el JIPM ("Instituto Japonés de Mantenimiento de Planta)". (Fernández, 2005).

“El Mantenimiento Productivo Total es un sistema de gestión que evita todo tipo de pérdidas durante la vida entera del sistema de producción, lo que maximiza su eficacia e involucran a todos los departamentos y a todo el personal desde operadores hasta la alta dirección, y orientar sus acciones apoyándose en las actividades en pequeños grupos”. (Fernández, 2005).

“En la fábrica ideal, la maquinaria debe operar al 100% de su capacidad el 100% del tiempo. El TPM es un poderoso concepto que nos conduce cerca del ideal sin averías, defectos ni problemas de seguridad. El TPM amplía la base de



conocimientos de los operarios y del personal de mantenimiento y los une como un equipo cooperativo para optimizar las actividades de operación y mantenimiento”. (Fernández, 2005).

“La innovación principal del TPM radica en que los operadores se hacen cargo del mantenimiento básico de su propio equipo. Mantienen sus máquinas en buen estado de funcionamiento y desarrollan la capacidad de detectar problemas potenciales antes de que ocasionen averías. El TPM es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que una vez implantadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios. Se considera como estrategia, ya que ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos”. (Fernández, 2005).

“El TPM es una nueva dirección para la producción. El TPM, que organiza a todos los empleados desde la alta dirección hasta los trabajadores de la línea de producción, es un sistema de mantenimiento del equipo a nivel de compañía que puede apoyar las instalaciones de producción más sofisticadas”. (Fernández, 2005).

### **Objetivos del TPM.**

“El proceso TPM ayuda a construir capacidades competitivas desde las operaciones de la empresa gracias a su contribución a la mejora de la efectividad de los sistemas productivos, flexibilidad y capacidad de respuesta, reducción de costes operativos y conservación del “conocimiento” industrial”. (Carrasco y Fernández, 2014).

“El TPM tiene como propósito en las acciones cotidianas que los equipos operen sin averías y fallas, eliminar toda clase de pérdidas, mejorar la fiabilidad de los equipos y emplear verdaderamente la capacidad industrial instalada. Cuando esto se ha logrado, el período de operación mejora, los costos son reducidos, el inventario

puede ser minimizado y en consecuencia la productividad se incrementa”. (Carrasco y Fernández, 2014).

“El TPM busca fortalecer el trabajo en equipo, incremento en la moral del trabajador, crear un espacio donde cada persona pueda aportar lo mejor de sí; todo esto con el propósito de hacer del sitio de trabajo un entorno creativo, seguro, productivo y donde trabajar sea realmente grato”. (Carrasco y Fernández, 2014).

### **Beneficios del TPM.**

“El TPM permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costes, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales”. (Charantimath, 2012).

a. “Beneficios con respecto a la organización.

- Mejora de calidad del ambiente de trabajo.
- Mejor control de las operaciones.
- Incremento de la moral del empleado.
- Creación de una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas.
- Aprendizaje permanente.
- Creación de un ambiente donde la participación, colaboración y creatividad sea una realidad.
- Redes de comunicación eficaces”. (Charantimath, 2012).

b. “Beneficios con respecto a la seguridad.

- Mejora las condiciones ambientales.
- Cultura de prevención de eventos negativos para la salud.
- Incremento de la capacidad de identificación de problemas potenciales y de búsqueda de acciones correctivas.

- Entendimiento del porqué de ciertas normas, en lugar de como hacerlo.
- Prevención y eliminación de causas potenciales de accidentes.
- Elimina radicalmente las fuentes de contaminación y polución”. (Charantimath, 2012).

c. “Beneficios con respecto a la productividad.

- Elimina pérdidas que afectan la productividad de las plantas.
- Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos.
- Reducción de los costes de mantenimiento.
- Mejora de la calidad del producto final.
- Menor coste financiero por recambios.
- Mejora de la tecnología de la empresa.
- Aumento de la capacidad de respuesta a los movimientos del mercado.
- Crea capacidades competitivas desde la fábrica”. (Charantimath, 2012).

“Una vez que un buen programa de TPM (Mantenimiento Productivo Total) toma lugar, los beneficios comienzan a fluir hacia toda la organización. Es el momento en que toda la gente comienza a apoyar el sistema. Los participantes se sienten animados y se acostumbran a compartir sus ideas confiados en la nueva actitud de "disposición a escuchar" de todo el equipo de trabajo”. (Charantimath, 2012).

“Para crear el ambiente adecuado, debemos siempre cumplir con los requisitos más elementales:

- Compromiso total por parte de la alta gerencia.
- Difusión adecuada del plan y sus resultados.
- Auténtica delegación de la responsabilidad de decidir y respeto mutuo a todos los niveles”. (Charantimath, 2012).

**“Procesos fundamentales TPM (pilares).** Los procesos fundamentales han sido llamados por el JIPM como "pilares". Estos pilares sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado. Se implantan conforme a una metodología disciplinada, potente y efectiva. Los pilares considerados por el JIPM como necesarios para el desarrollo del TPM en una organización son:” (Árbos, 2011).

**1. “Mejoras enfocadas o Kobetsu Kaisen.** Son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo con el objetivo de maximizar la Efectividad Global de Equipos, procesos y plantas; todo esto a través de un trabajo organizado en equipos funcionales e interfuncionales que emplean metodología específica y centran su atención en la eliminación de las pérdidas existentes en las plantas industriales”. (Árbos, 2011).

**2. “Mantenimiento autónomo o Jishu Hozen.** Una de las actividades del sistema TPM es la participación del personal de producción en las actividades de mantenimiento. Este es uno de los procesos de mayor impacto en la mejora de la productividad. Su propósito es involucrar al operador en el cuidado del equipo a través de un alto grado de formación y preparación profesional, respeto de las condiciones de operación, conservación de las áreas de trabajo libres de contaminación, suciedad y desorden”. (Árbos, 2011).

**3. “Mantenimiento planificado o progresivo.** El objetivo del mantenimiento planificado es el de eliminar los problemas del equipo a través de acciones de mejora, prevención y predicción. Para una correcta gestión de las actividades de mantenimiento es necesario contar con bases de información, obtención de conocimiento a partir de los datos, capacidad de programación de recursos, gestión de tecnologías de mantenimiento y un poder de motivación y coordinación del equipo humano encargado de estas actividades”. (Árbos, 2011).

**4. “Mantenimiento de calidad o Hinshitsu Hozen.** Esta clase de mantenimiento tiene como propósito mejorar la calidad del producto al reducir la variabilidad mediante el control de las condiciones de los componentes y condiciones del equipo que tienen directo impacto en las características de calidad del producto”. (Nakajima, 1991).

“Frecuentemente se entiende en el entorno industrial que los equipos producen problemas cuando fallan y se detienen, sin embargo, se pueden presentar averías que no detienen el funcionamiento del equipo, pero producen pérdidas debido al cambio de las características de calidad del producto final. El mantenimiento de calidad es una clase de mantenimiento preventivo orientado al cuidado de las condiciones del producto resultante”. (Nakajima, 1991).

**5. “Prevención del mantenimiento.** Son aquellas actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos, con el objeto de reducir los costes de mantenimiento durante su explotación. Una empresa que pretende adquirir nuevos equipos puede hacer uso del historial del comportamiento de la maquinaria que posee, con el objeto de identificar posibles mejoras en el diseño y reducir drásticamente las causas de averías desde el mismo momento en que se negocia un nuevo equipo”. (Nakajima, 1991).

“Las técnicas de prevención de mantenimiento se fundamentan en la teoría de la fiabilidad, esto exige contar con buenas bases de datos sobre frecuencia de averías y reparaciones”.

**6. “Mantenimiento en áreas administrativas.** Esta clase de actividades no involucra el equipo productivo. Departamentos como planificación, desarrollo y administración no producen un valor directo como producción, pero facilitan y

ofrecen el apoyo necesario para que el proceso productivo funcione eficientemente, con los menores costos, oportunidad solicitada y con la más alta calidad. Su apoyo normalmente es ofrecido a través de un proceso productivo de información”. (Nakajima, 1991).

**7. “Entrenamiento y desarrollo de habilidades de operación.** Las habilidades tienen que ver con la correcta forma de interpretar y actuar de acuerdo a las condiciones establecidas para el buen funcionamiento de los procesos. Es el conocimiento adquirido a través de la reflexión y experiencia acumulada en el trabajo diario durante un tiempo”. (Nakajima, 1991).

#### **Mantenimiento autónomo.**

“El mantenimiento autónomo es una de las etapas de la preparación de las condiciones de implantación del TPM por parte del comité de implantación. Posteriormente en la etapa de implantación, en la formación del personal en la metodología del TPM es una actividad importante. Esto nos indica que se fija en el principio y se corrige más tarde”. (Morrow y McGrass, 2006).

“Estas actividades comprenden: Metodología de las Cinco S, y el Mantenimiento Autónomo, Promoción y soporte total de los siete pasos del mantenimiento autónomo y Establecimiento de diagnóstico de habilidades (Capacitación y adiestramiento en Multi-habilidades) y Procedimientos de trabajo”. (Morrow y McGrass, 2006).

“La etapa de preparación incluye la educación a todos los medios administrativos y el sindicato. La etapa de formación del personal en la metodología incluye el personal de mando intermedio y personal base. El mantenimiento autónomo por los operadores es una característica única del TPM; y es vital para una compañía”. (Morrow y McGrass, 2006).

“Esta acción es la más difícil y la que se lleva más tiempo en realizar, porque a los operadores y operarios de mantenimiento se les dificulta dejar su forma habitual de trabajo. Los operadores trabajan a tiempo completo en la producción y el personal de mantenimiento asume por completo las responsabilidades de las reparaciones. Además de las canchallas y ventajas que para ellos representa su forma actual de trabajo”. (Morrow y McGrass, 2006).

### **Mantenimiento autónomo en siete pasos.**

**1. “Limpieza inicial.** Desarrollo del interés de los operadores y operarios por mantener limpias sus máquinas. La limpieza es un proceso educativo que provoca resistencia al cambio, esto es debido a que no estamos acostumbrados a trabajar de manera ordenada y limpia, y creemos que el trabajo de limpieza no nos corresponde, más aún si existen personas que realicen este trabajo, este hecho nos hace preguntar: ¿Por qué limpiar si la basura se acumula rápidamente? Una manera de comprender esta necesidad es la respuesta. (No existe vibración cuando este perno está apropiadamente asegurado)”. (Mora, 2009).

**2. “Proponga medidas y señale las causas y efectos de la basura y el polvo.** Lo más difícil para el individuo es hacer la limpieza inicial. La firmeza debe ser individual para desear mantener el equipo limpio, y así reducir el tiempo de limpieza. El operador de la maquinaria, cuando ha aceptado hacer la limpieza, debe de proponer medidas para combatir las causas de la generación de desorden, suciedad, desajustes, etc. Este paso se cumplirá como brotes de un plantío de rosas, es decir, una flor por aquí y otra por allá”. (Mora, 2009).

**3. “Estándares de limpieza y lubricación.** En los pasos 1 y 2, los operarios y operadores identifican las condiciones básicas que tienen sus equipos. Cuando esto ha sido terminado, los grupos de trabajo del TPM pueden poner los estándares para

un rápido y eficaz trabajo de mantenimiento básico, para prevenir el deterioro, limpieza, lubricación y reapriete para cada pieza del equipo”. (Mora, 2009).

**4. “Inspección general.** Los pasos 1, 2 y 3 son las acciones de mantenimiento autónomo para la prevención, detección y control de las condiciones fundamentales de los equipos, con limpiezas, lubricación y reaprietes. En este cuarto paso se ensaya la detección de los modos de falla con una inspección general del equipo”. (Duffua *et al*, 2006).

“Es también vital haber iniciado ya las capacitaciones relacionadas a incrementar las habilidades de todo el personal, para que puedan realizar la inspección general. El entrenamiento general de inspección, debe cumplirse por categoría a la vez, y empezar con el desarrollo de destrezas. En este punto se debe intensificar la capacitación técnica para los trabajadores”. (Duffua *et al*, 2006).

“Este cuarto paso lleva mucho tiempo complementarlo, porque todos los operarios y operadores tienen que desarrollar su habilidad y destreza para detectar anomalías. Sin embargo, este es el mejor método para producir operadores competentes e involucra costo. Este paso no debe omitirse ni llevarle a condiciones manejables”. (Duffua *et al*, 2006).

**5. “Inspección autónoma.** En el paso 5, los estándares de limpieza y lubricación establecidos en las etapas 1, 2, 3 y el estándar de referencia de la inspección de arranque, son comparados y evaluados para eliminar cualquier inconsistencia y asegurar las actividades del mantenimiento autónomo. El tiempo y la buena técnica proporcionaran el arribo a la meta”. (Duffua *et al*, 2006).

“En este paso 5 hacer el manual de inspección autónoma. Aquí se complementan las inspecciones de grupos de trabajo de operadores y personal técnico, estas



inspecciones se harán con equipo en paro, equipo en marcha y condiciones de operación”. (Duffua *et al*, 2006).

**6. “Organización y ordenamiento.** La organización, es el medio para identificar los aspectos a ser manejados en el centro de trabajo, para hacer procedimientos y estándares. Esto es un trabajo para el nivel de dirección y mandos intermedios (No despreciar y simplificar los objetivos a condiciones manejables). Ordenamiento, es el medio para adherirse a los Estándares establecidos y es principalmente responsabilidad de los operadores y operarios”. (Duffua *et al*, 2006).

**7. “Término de la implantación del mantenimiento autónomo.** Al haber terminado las actividades de los grupos de trabajo, conducidas por los supervisores (terminado el paso 6) los trabajadores serán más profesionales y con una moral alta”. (Duffua *et al*, 2006).

“Por último, ellos se hacen independientes, especialistas, y confiados trabajadores, quiénes pueden buscar o generar su propio trabajo y el mejoramiento del equipo, proceso y herramientas con autonomía. Esto representa, que las actividades de los grupos de trabajo tuvieron el enfoque de eliminar las seis grandes pérdidas e implantar en cada centro de trabajo el mejoramiento de habilidades”. (Duffua *et al*, 2006).

#### **Estandarización de procedimientos.**

“Es un proceso dinámico por el cual se documenta los trabajos a realizar, la secuencia, los materiales y herramientas de seguridad a usar en los mismos, para facilitar la mejora continua para lograr niveles de competitividad mundial”. (Valle, 2015).

“La necesidad de estandarizar los procedimientos en una empresa surge por las siguientes razones:

- Eliminar la variabilidad de los procesos.
- Asegurar resultados esperados.
- Optimizar el uso de materiales y herramientas.
- Mejorar la calidad y seguridad dentro de la organización.
- Acondicionar el trabajo y los sistemas de manera que la mejora continua pueda ser introducida”. (Valle, 2015).

“Los procesos estandarizados son una de las principales características de los negocios y empresas que crecen. Si se manejan adecuadamente, la estandarización de éstos puede repercutir positivamente. Con ellos se conocería el detalle de cada una de las actividades realizadas y podrá mejorarlos en cuanto sea necesario”. (Valle, 2015).

**Beneficios de la Estandarización de Procesos.** Los principales beneficios de la estandarización de los procesos son los siguientes (ADE, 2012):

“Mejora la experiencia de tus clientes: si las experiencias positivas de tus clientes son las mismas, vez tras vez, y cliente tras cliente, podrás generar más fácilmente una base de clientes leales que recomendarán a otros, tus bienes o servicios. No hay nada más efectivo que la publicidad de boca en boca”. (ADE, 2012).

“Alcanza la eficiencia operativa: las operaciones arrojarán los mismos resultados de una manera consistente, lo que se traduce en una optimización y control de la operación. A través de esta optimización de tus procesos, podrás conocer tus tiempos y costos de una manera más exacta”. (ADE, 2012).

“Evita errores: reduce costosos errores, al evitar fallas en tu proceso que previamente ya fueron identificadas y documentadas”. (ADE, 2012).

“Reduce la frustración: tus colaboradores se sentirán menos frustrados, ya que al seguir procesos probados y que funcionan, el trabajo fluirá mejor y más rápidamente”. (ADE, 2012).

**“Proceso de estandarización.** Para lograr estandarizar un proceso debe primar el convencimiento, compromiso y liderazgo por parte de la alta dirección de la empresa al saber que esto ayudará a mejorar la eficiencia en cada uno de los procesos de la organización”. (Mosquera, 2011).

“El segundo paso para lograr la estandarización es identificar los procesos, que deben contar con unos elementos de entrada y salida los cuales debemos analizar para ejercer un control sobre ellos y definir como se relacionan entre sí”. (Mosquera, 2011).

“Definir los subprocesos es el siguiente paso que debemos tener en cuenta para la estandarización. Cada subproceso estará compuesto por un conjunto de actividades y tareas las cuales también podrán ser identificadas independientemente. Definir adecuadamente los subprocesos facilitará la descripción adecuada de las operaciones que intervienen en el proceso para permitir seguir una secuencia lógica”. (Mosquera, 2011).

“El siguiente paso para continuar con la estandarización es elaborar diagramas operacionales, en el cual utilizaremos una simbología predeterminada para describir una secuencia ordenada y lógica de las actividades que se ejecutan para llevar a cabo un proceso. Los diagramas que se realicen deben ser sencillos y de fácil comprensión

de tal manera que cualquier trabajador de la empresa lo pueda comprender sin dificultad alguna”. (Mosquera, 2011).

“Por último, se deben documentar los procesos para que sirvan de referencia permanente para implementar y mantener una estandarización de procesos o procedimientos y así tener una descripción detallada de que se debe hacer en cada uno de ellos. Los procesos deben ser revisados periódicamente, en un tiempo que será determinado por la empresa para verificar que los procedimientos y actividades se lleven a cabo correctamente y así se puedan alcanzar los beneficios que ofrece la estandarización”. (Mosquera, 2011).

### **Herramientas de la estandarización de procesos.**

**Manuales.** “Un manual se define como un libro que contiene lo más sustancial de un tema. Sirven para transmitir conocimientos y experiencias, ya que en ellos se documenta la tecnología acumulada hasta ese momento sobre un tema. Su propósito es dar al usuario un material para que pueda aprender rápida y adecuadamente a usar, manejar y mantener un proceso o actividad”. (Álvarez, 1996).

“Un manual de procedimientos es un instrumento administrativo que apoya la actividad cotidiana en las diferentes áreas de la empresa. En ellos se establecen metódicamente tanto las acciones como las operaciones que deben seguirse para llevar a cabo las funciones generales de la empresa. Además, con los manuales puede hacerse un seguimiento adecuado y secuencial de las actividades programadas en orden lógico y en un tiempo definido”. (Álvarez, 1996).

**Políticas.** Una política es una guía general para una acción; es el establecimiento de los principios a seguir. Su principal función es mantener a una organización ordenada, simplificar la burocracia administrativa y ayudar a la organización a obtener utilidades, por lo que, las políticas deben ser pensadas y diseñadas para

facilitar que las cosas se hagan correctamente. Una política tiene razón de ser, cuando contribuye directamente a que las actividades y procesos de la organización logren sus propósitos. (Pérez, 2012).

Las políticas tienen las siguientes características: están diseñadas para mostrar a las personas la decisión unitaria que se aplica a todas las situaciones similares, muestran los lineamientos que facilitan la toma de decisiones en actividades rutinarias, muestra lo que la Dirección y los altos mandos desean que se haga en cada situación definida, tiende a darle consistencia a la operación, ya que orienta las decisiones operativas en la misma dirección, así mismo es una manera para establecer un trato equitativo con la gente (Álvarez, 1996).

**“Procedimientos.** Un procedimiento puede definirse como la forma especificada para llevar a cabo un proceso, es un documento que describe paso a paso la realización de una actividad, es decir, describe de manera específica cómo cumplir una actividad. Precisa ¿quién?, ¿qué hace?, ¿cómo?, ¿cuándo?, ¿por quién? y ¿por qué? de éstas actividades, surgirán documentos que mostrarán detalladamente los resultados de las actividades”. (Stebbing, 1991).

“Un procedimiento es un proceso por escrito, muestra un conjunto de métodos. La documentación de los procesos de una organización debe incluir la participación del personal que realiza frecuentemente el proceso, ya que de esta manera se logrará que los procedimientos reflejen la realidad de cómo se hace el trabajo, que la gente realmente los siga y además que se mantengan actualizados”. (Stebbing, 1991).

“Para el desarrollo del procedimiento, es recomendable seguir los siguientes pasos:” (Stebbing, 1991).

1. “Revisar la práctica actual.
2. Analizar la práctica actual.
3. Elaborar un borrador del procedimiento.
4. Distribuir el borrador para recibir comentarios.
5. Revisar los comentarios.
6. Revisar y entregar el procedimiento para su aceptación.
7. Obtener la aprobación.
8. Entregarlo para su uso.
9. Ponerlo en práctica.
10. Supervisar y revisar”. (Stebbing, 1991).

### **III. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.**

Para la comprobación de la hipótesis la cual es “el incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas en empresa Kern’s, S.A., Ciudad de Guatemala, Guatemala, en los últimos 5 años, por desajustes de maquinaria, es debido a la inexistencia de plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo”.

Se identificaron 2 poblaciones a encuestar; para lo cual se utilizó el método deductivo, de las cuales una población (personal de control de calidad) se direccionó a obtener información sobre el efecto. La otra población de estudio (técnicos de mantenimiento) se direccionó a obtener información sobre la causa de la problemática.

Se trabajó la técnica del censo con ambas poblaciones identificadas, con el 100% de nivel de confianza y 0% de error.

Para responder efecto se identificó 5 integrantes del personal de control de calidad de la empresa.

Para responder causa se identificaron a 5 técnicos de mantenimiento.

De la gráfica uno a la cinco se comprueba la variable Y o efecto principal; mientras que de la gráfica seis a la diez, se comprueba la variable X o causa.

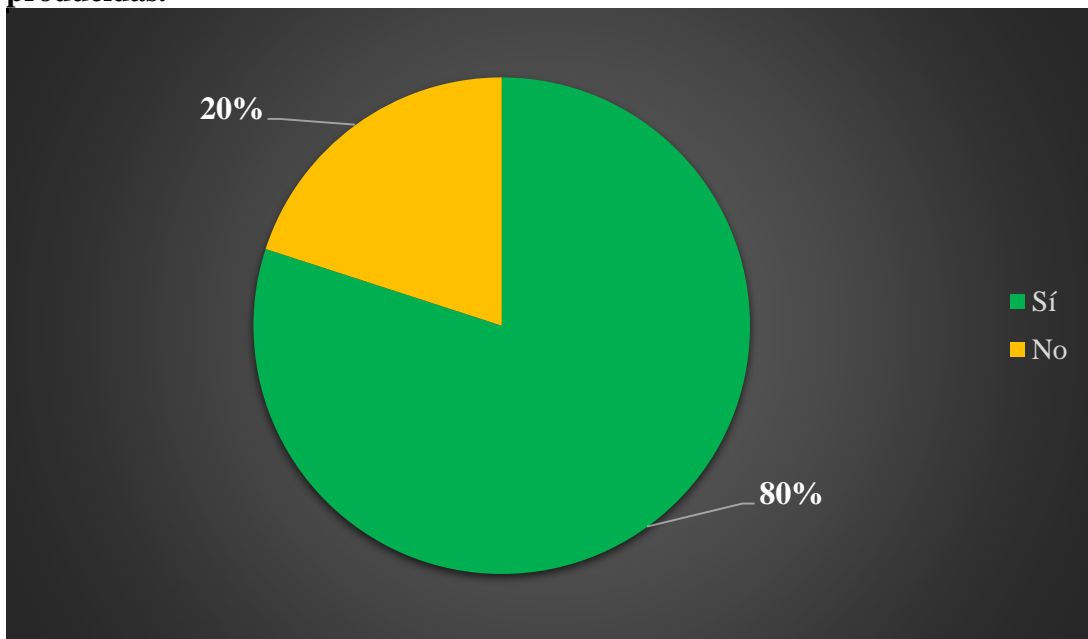
### III.1 Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable dependiente (Y) o el efecto.

**Cuadro 7. Incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas.**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	4	80
No	1	20
Totales	5	100

Fuente: Personal de control de calidad encuestado, septiembre 2019.

**Gráfica 1. Incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas.**



Fuente: Personal de control de calidad encuestado, septiembre 2019.

#### **Análisis:**

El efecto se confirma de acuerdo a la opinión de cuatro quintas partes del personal encuestado, que afirman el percibimiento de incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas, mientras que una quinta parte de estos considera que no existe dicho efecto.

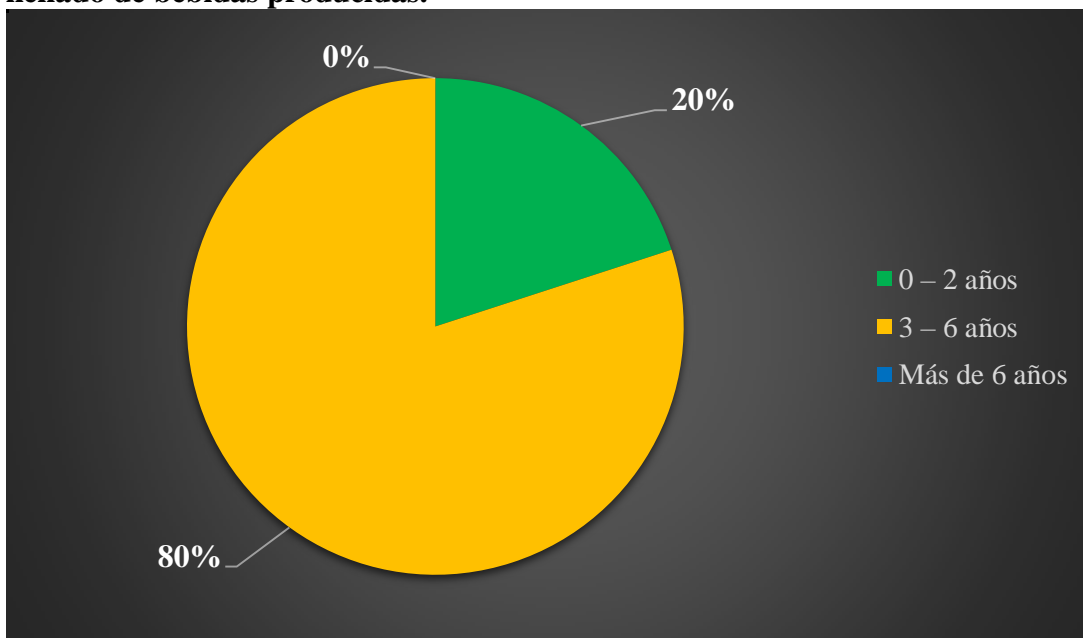


**Cuadro 8: Tiempo percibido del incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas.**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
0 – 2 años	1	20
3 – 6 años	4	80
Más de 6 años	0	0
Totales	5	100

Fuente: Personal de control de calidad encuestado, septiembre 2019.

**Gráfica 2: Tiempo percibido del incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas.**



Fuente: Personal de control de calidad encuestado, septiembre 2019.

**Análisis:**

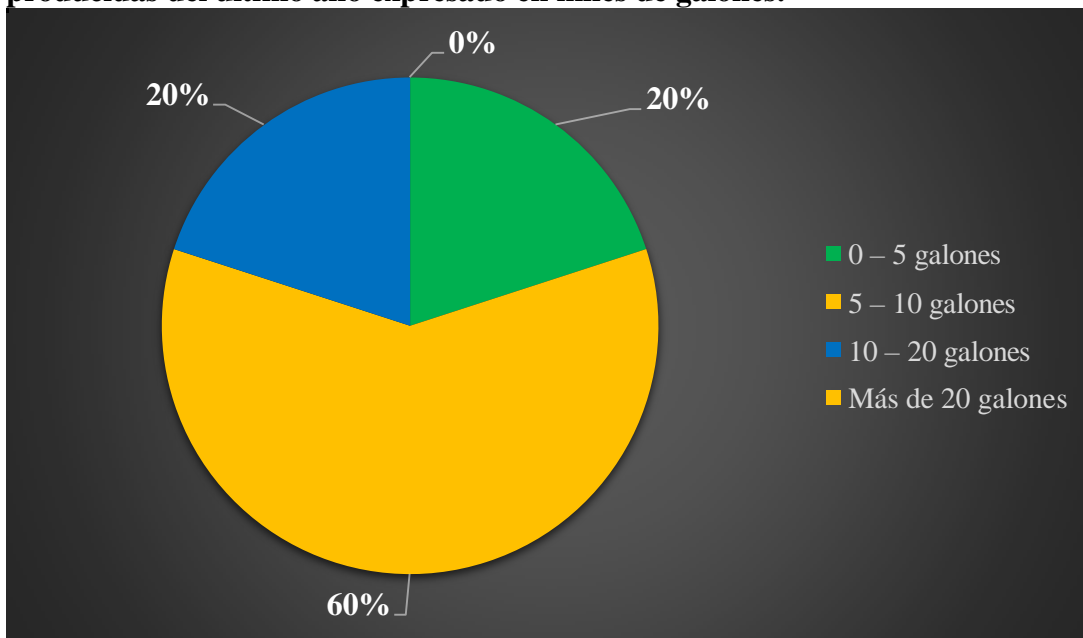
Cuatro quintas partes de los encuestados aseguran que el incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas se ha percibido entre 3 y 6 años, mientras que la última quinta parte señala que no se ha percibido este efecto de incremento, esta información confirma el efecto.

**Cuadro 9: Incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas del último año expresado en miles de galones.**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
0 – 5 galones	1	20
5 – 10 galones	3	60
10 – 20 galones	1	20
Más de 20 galones	0	0
Totales	5	100

Fuente: Personal de control de calidad encuestado, septiembre 2019.

**Gráfica 3: Incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas del último año expresado en miles de galones.**



Fuente: Personal de control de calidad encuestado, septiembre 2019.

**Análisis:**

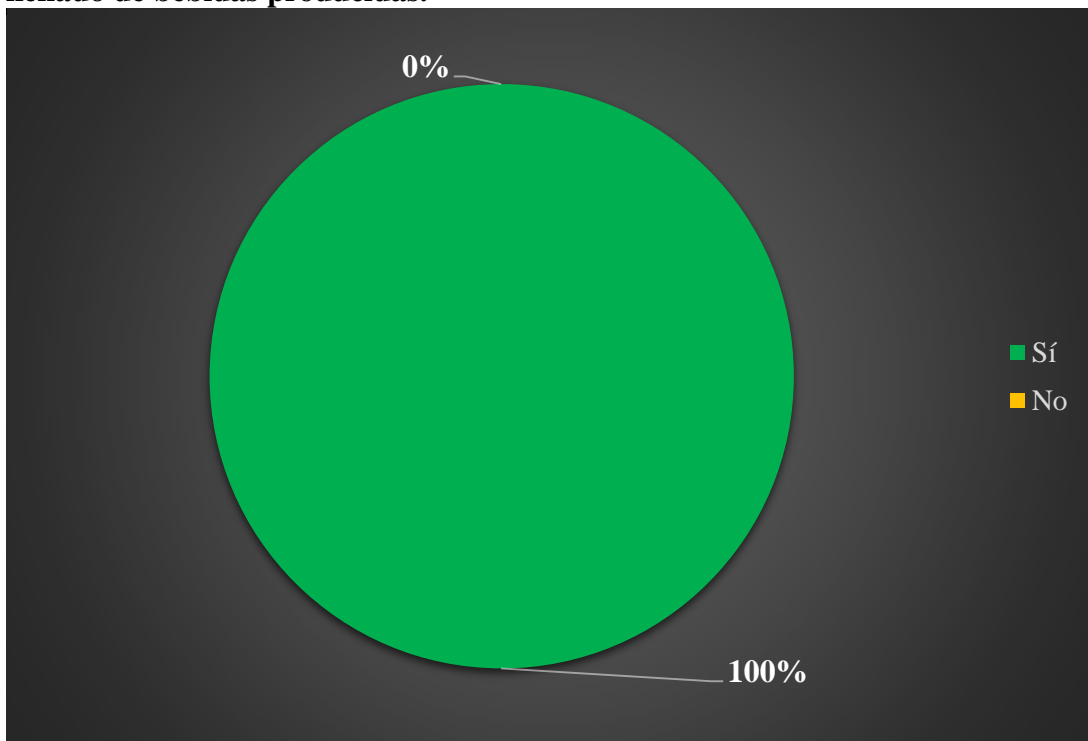
Tres quintas partes del personal del control de calidad indican que el incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas en el último equivale a 5,000 galones, una quinta parte señala que 10,000 galones, por último, una quinta parte asegura que ha existido tal efecto, con estos datos se confirma el efecto planteado.

**Cuadro 10: Dificultades por incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas.**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	5	100
No	0	0
Totales	5	100

Fuente: Personal de control de calidad encuestado, septiembre 2019.

**Gráfica 4: Dificultades por incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas.**



Fuente: Personal de control de calidad encuestado, septiembre 2019.

**Análisis:**

La totalidad de los empleados de control de calidad indican que se han presentado dificultades en los últimos años por el incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas, por lo que una vez más la información confirma el efecto.

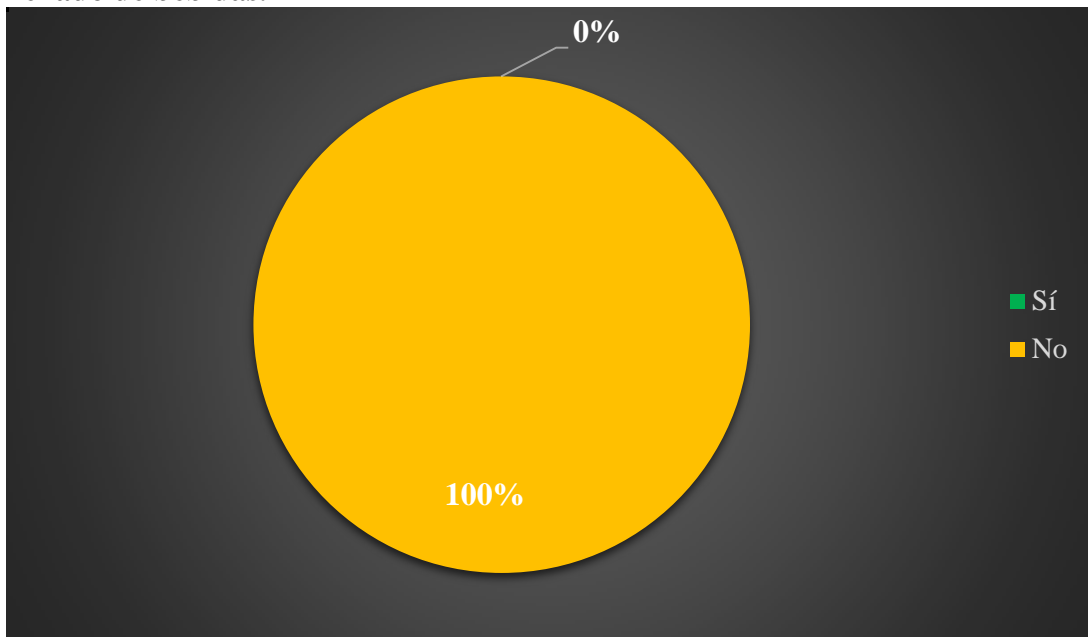
### III.2 Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable dependiente (X) o la causa.

**Cuadro 11: Existencia de plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas.**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	0	0
No	5	100
Totales	5	100

Fuente: Técnicos en mantenimiento encuestados, septiembre 2019.

**Gráfica 5: Existencia de plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas.**



Fuente: Técnicos en mantenimiento encuestados, septiembre 2019.

#### **Análisis:**

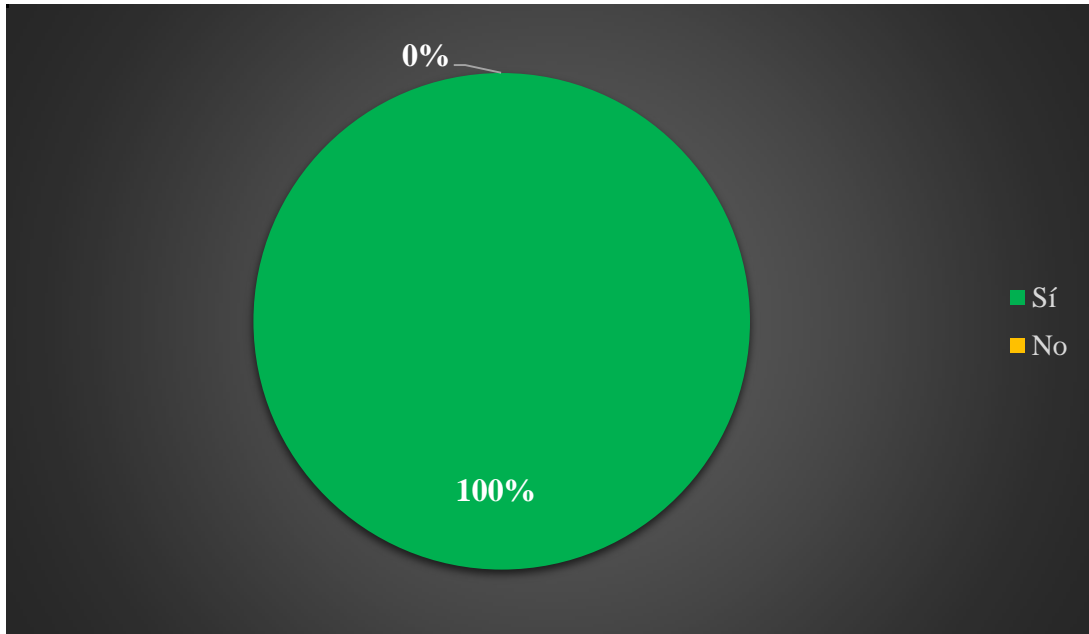
La causa se confirma de acuerdo a la opinión la totalidad de los encuestados, puesto que afirman que no existe un plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas producidas en la empresa.

**Cuadro 12: Necesidad de plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas.**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	5	100
No	0	0
Totales	5	100

Fuente: Técnicos en mantenimiento encuestados, septiembre 2019.

**Gráfica 6: Necesidad de plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas.**



Fuente: Técnicos en mantenimiento encuestados, septiembre 2019.

**Análisis:**

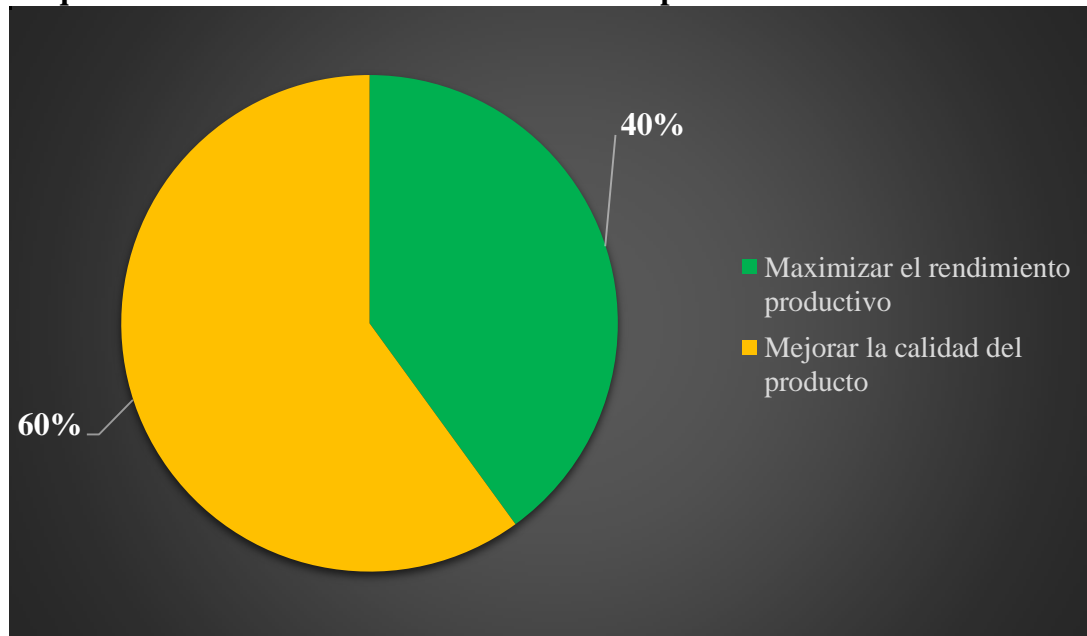
Todo el equipo técnico de mantenimiento de la empresa concuerda en que es urgente un plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas producidas en la empresa, por lo que confirma la causa planteada.

**Cuadro 13: Dirección que debe seguir el plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas al implementarlo.**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Maximizar el rendimiento productivo	2	40
Mejorar la calidad del producto	3	60
Totales	5	100

Fuente: Técnicos en mantenimiento encuestados, septiembre 2019.

**Gráfica 7: Dirección que debe seguir el plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas al implementarlo.**



Fuente: Técnicos en mantenimiento encuestados, septiembre 2019.

**Análisis:**

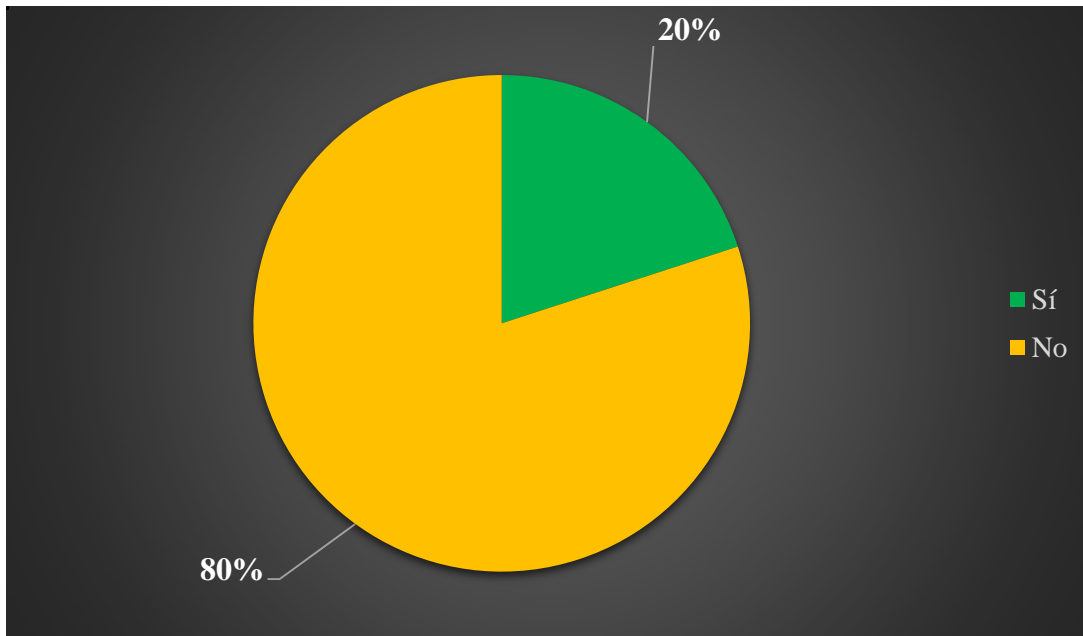
Tres quintas partes de los técnicos de mantenimiento consideran que al implementar el plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas producidas en la empresa, este debe enfocarse en mejorar la calidad del producto, dos quintas partes consideran que el enfoque debe ser en mejorar el rendimiento productivo, esta información confirma la causa.

**Cuadro 14: Planificación laboral del plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas.**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	1	20
No	4	80
Totales	5	100

Fuente: Técnicos en mantenimiento encuestados, septiembre 2019.

**Gráfica 8: Planificación laboral del plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas.**



Fuente: Técnicos en mantenimiento encuestados, septiembre 2019.

**Análisis:**

Cuatro quintas partes de los encuestados no tiene contemplado dentro de su planificación laboral el plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas producidas en la empresa, mientras que una quinta parte afirma que sí tiene dicha planificación, esto confirma la causa planteada una vez más.

## **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **IV.1 Conclusiones.**

Los resultados obtenidos a través de la investigación en empresa Kern's S.A., Ciudad de Guatemala, Guatemala, arrojan incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas, por desajustes de maquinaria debido a no contar con plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, por lo que se enlistan las siguientes conclusiones.

1. Se comprueba la hipótesis: “El incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas en empresa Kern's, S.A., Ciudad de Guatemala, Guatemala, en los últimos 5 años, por desajustes de maquinaria, es debido a la inexistencia de plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo”, con el 100% de nivel de confianza y 0% de error para las variables causa y efecto.
2. Las mermas durante el proceso de llenado de bebidas no han disminuido en los últimos años por desajustes de maquinaria.
3. El incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas se percibe desde hace aproximadamente 5 años.
4. El incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas en el último año equivale a 5,000 galones de jugo.
5. El incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas no supone facilidades para el funcionamiento de la empresa.



6. No existe plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante la técnica del mantenimiento autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas en la empresa.
7. Es de carácter urgente implementar plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante la técnica del mantenimiento autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas en la empresa.
8. No hay plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante la técnica del mantenimiento autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas en la empresa enfocado en el mejoramiento de la calidad de los productos.

#### **IV.2 Recomendaciones.**

Los datos obtenidos a través de la investigación en empresa Kern's S.A., Ciudad de Guatemala, Guatemala, arrojan incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas, por desajustes de maquinaria debido a no contar con plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, se recomienda emplear las sugerencias descritas a continuación.

1. Detener el incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas en los últimos cinco años de empresa Kern's S.A. por desajustes de maquinaria debido a falta de plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante la técnica del mantenimiento autónomo, para maquinaria de línea de llenado.
2. Reducir considerablemente las mermas durante el proceso de llenado de bebidas en la empresa por desajustes de maquinaria.

3. Cambiar la tendencia de los últimos 5 años, de aumento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas.
4. Minimizar las mermas percibidas durante el proceso de llenado de bebidas.
5. Facilitar medidas de corrección en pro de la reducción de mermas durante el proceso de llenado de bebidas.
6. Implementar de forma adecuada y lo antes posible el plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante la técnica del mantenimiento autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas en la empresa.
7. Enfocar el de Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante la técnica del mantenimiento autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas en la empresa hacia la mejora de la calidad del producto.
8. Exponer a los propietarios de la empresa las ventajas del plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante la técnica del mantenimiento autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas.

## BIBLIOGRAFÍA.

1. ADE. (2012). Documentalo.com. Obtenido de <http://www.documentalo.com/estandarizacion-procesos.shtml>
2. ÁLVAREZ, MARTÍN G. (1996). “Manual para elaborar manuales de políticas y procedimientos”. Panorama Editorial. México.
3. APARICIO K. (2002). Determinación y reducción de mermas en el área de empaque de los productos tipos “A” en una Industria Farmacéutica. [Tesis de grado]. Lima: Universidad Mayor de San Marco.
4. ARBÓS, LLUÍS CUATRECASAS (2011). *Organización de la producción y dirección de operaciones: sistemas actuales de gestión eficiente y competitiva*. Madrid [etc.]: Díaz de Santos. p. 702.
5. ASANZA GALARZA, J. F., & SANMARTÍN ALVARADO, J. P. (2015). Medición y análisis contable financiero del manejo de los desperdicios de los elementos del costo de producción de la empresa TEMPLAVID S.A. para el 2014.
6. CÁRCEL CARRASCO, F. JAVIER (2014). *La gestión del conocimiento en la ingeniería del mantenimiento industrial: Investigación sobre la incidencia en sus actividades estratégicas* (1era edición). Omnia Science. p. 129.
7. CHARANTIMATH, POORNIMA M. (2012). *Total quality management* (2nd ed. edition). Delhi: Pearson. p. 437.
8. DAVID F. STRATEGIC. (2013). Estudio de actualización de mermas de producto para mejorar la rentabilidad de alimentos LACALI S.A. [Tesis de grado]. Santiago de Cali: Facultad de ingeniería, Universidad Autónoma de Occidente.
9. DUFFUA, SALIH; DIXON, JHON Y RAOULF. (2006). *Sistemas de mantenimiento: planeación y control*. México: Limusa S.A. p. 35.

10. ELONKA STEVE. (1987). Equipos industriales, guía práctica para mantenimiento y reparación, México: Editorial McGraw – Hill, 1987, pp. 472-477.
11. FERNÁNDEZ, FRANCISCO JAVIER GONZÁLEZ (2005). *Teoría y práctica del mantenimiento industrial* (2a ed. edición). Madrid: Fundación Confemetal. p. 106.
12. GARCÍA GARCÍA, JULIO CÉSAR. (2004). Instrucciones de operación para una máquina llenadora de bebidas en lata. Guatemala, Guatemala. Documento en línea. Recuperado de: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0420\\_M.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0420_M.pdf)
13. HERNANDEZ, R. M. (2019). llenadora tetrapak formación de envase mandíbulas. (J. N. Ruano, Entrevistador).
14. JURAN, J.M.; BALLESTER, versión española por Jesús Nicolau Medina, Mercedes Gozalbes. (1990). *Juran y la planificación para la calidad*. México: Ediciones Díaz de Santos. p. 49.
15. KLÖCKNER HOLSTEIN SEITZ. (1998). Técnica del envasado para latas, Alemania.
16. LUÍS FERNANDO COFAS VARGAS, ALEJANDRA CORONA DOMÍNGUEZ, LAURA AZUCENA ORTIZ ROLDÁN, JAZMÍN AIDÉ SESMA CAMARILLO. (2010). Control de calidad en la producción de refrescos y bebidas. Documento en línea. Recuperado de: <file:///C:/Users/Sony%20Vaio/Downloads/49617447-Control-de-Calidad-en-la-produccion-de-refrescos-y-bebidas.pdf>
17. MATTEUCCI MA. (2009). Las mermas y su implicancia tributaria en la deducción de gastos. [Monografía en Internet]. Lima: Blog de Mario Alva Matteucci; Disponible en internet: <http://blog.pucp.edu.pe/item/80339/las-mermas-y-su-implicancia-tributaria-en-ladeducación-de-gastos>.
18. MORA, LUIS A. (2009). Mantenimiento: Planeación, ejecución y control. Ed Alfaomega, Bogotá.

19. MORROW LESTER, MC GRASS HILL. (2006). Manual de mantenimiento Industrial, Organización, ingeniería mecánica, eléctrica química, civil, procesos, sistemas TOMO I.
20. MOSQUERA BENÍTEZ, ANDRÉS CAMILO. (2011). Estandarización de procedimientos: herramienta para control y buen funcionamiento de procesos en el área de administración de personal. Documento en línea. Recuperado de: [https://www.academia.edu/12368067/ESTANDARIZACION\\_DE\\_PROCEDIMIENTOS\\_HERRAMIENTA\\_PARA\\_CONTROL\\_Y\\_BUEN\\_FUNCIONAMIENTO\\_DE\\_PROCESOS\\_EN\\_EL AREA\\_DE ADMINISTRACION\\_DE\\_PERSONAL\\_Standardization\\_of\\_procedures\\_tool\\_for\\_control\\_process\\_and\\_effective\\_functioning\\_in\\_the\\_area\\_of\\_personnel\\_management](https://www.academia.edu/12368067/ESTANDARIZACION_DE_PROCEDIMIENTOS_HERRAMIENTA_PARA_CONTROL_Y_BUEN_FUNCIONAMIENTO_DE_PROCESOS_EN_EL AREA_DE ADMINISTRACION_DE_PERSONAL_Standardization_of_procedures_tool_for_control_process_and_effective_functioning_in_the_area_of_personnel_management)
21. MUÑOZ, E. N. (2019). Sistema automático de llenado. (J. N. Ruano, Entrevistador) Guatemala, Guatemala.
22. NAKAJIMA, SEIICHI (1991). *Introducción al TPM : mantenimiento productivo total*. Cambridge, Mass.: Productivity Press. p. 74.
23. PELÁEZ ÁLVAREZ, MARINA. (2004). “Programa de control y reducción de desperdicios de papel en una imprenta de prensas rotativas”. Trabajo de graduación de Ing. Ind. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 135 p
24. PÉREZ FERNÁNDEZ, JOSÉ A. (2012). “Gestión por procesos”. Editorial Alfaomega. México.
25. PEREZ, R. O. (2019). Lavado externo llenadora tetra pak. (J. N. Ruano, Entrevistador).
26. RABELO, OSCAR. (1997). Ingeniería de mantenimiento. México. Editorial nueva librería. No. pp. 286.
27. REICHE SALAZAR, FERNANDO JOSÉ. (2013). Diseño del plan de mantenimiento productivo total para la llenadora, etiquetadora y paletizadora

de la línea 3 de refrescos de la embotelladora de bebidas gaseosas salvavidas.  
Documento en línea. Recuperado de:  
[http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0744\\_M.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0744_M.pdf)

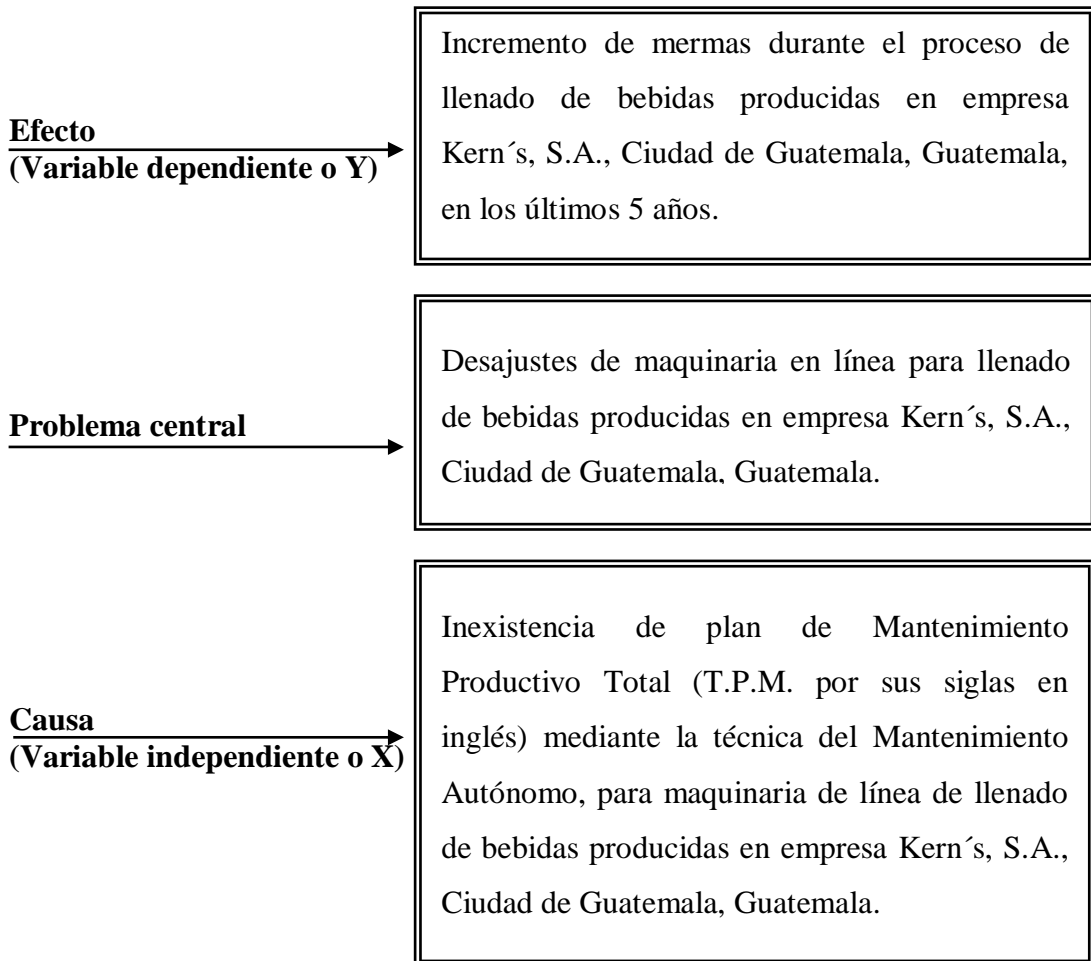
28. SOLBERN. (2019). Llenadora de líquido. Recuperado el 16 de JUNIO de 2019, de Solbern: <https://www.solbern.com/liquids.html>.
29. STEBBING, LIONEL. (1991). “Aseguramiento de la calidad, el camino a la eficiencia y la competitividad”. Editorial Continental. México.
30. TAPIA SALGADO, LUIS ANDRÉS. (2014). Tratamiento contable de las mermas, en una empresa de ventas al detalle. Santiago de Chile. Documento en línea. Recuperado de:  
<http://bibliotecadigital.academia.cl/bitstream/handle/123456789/3203/TINGECO%20143.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
31. TETRA PAK. (2018). Tetra pak A3/Speed. Recuperado el 16 de JUNIO de 2019, de Tetra pak: <https://www.tetrapak.com/mx/packaging/tetra-pak-a3speed>
32. TOLEDO, M. (2019). Lavado CIP. (J. N. Ruano, Entrevistador).
33. VALLE, U. D. (2015). Estandarización. FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ADMINISTRACIÓN.

## ANEXOS.

### Anexo 1. Árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos.

#### Árbol de problemas.

Tópico: Desajustes de maquinaria en línea para llenado de bebidas producidas.



#### Hipótesis causal:

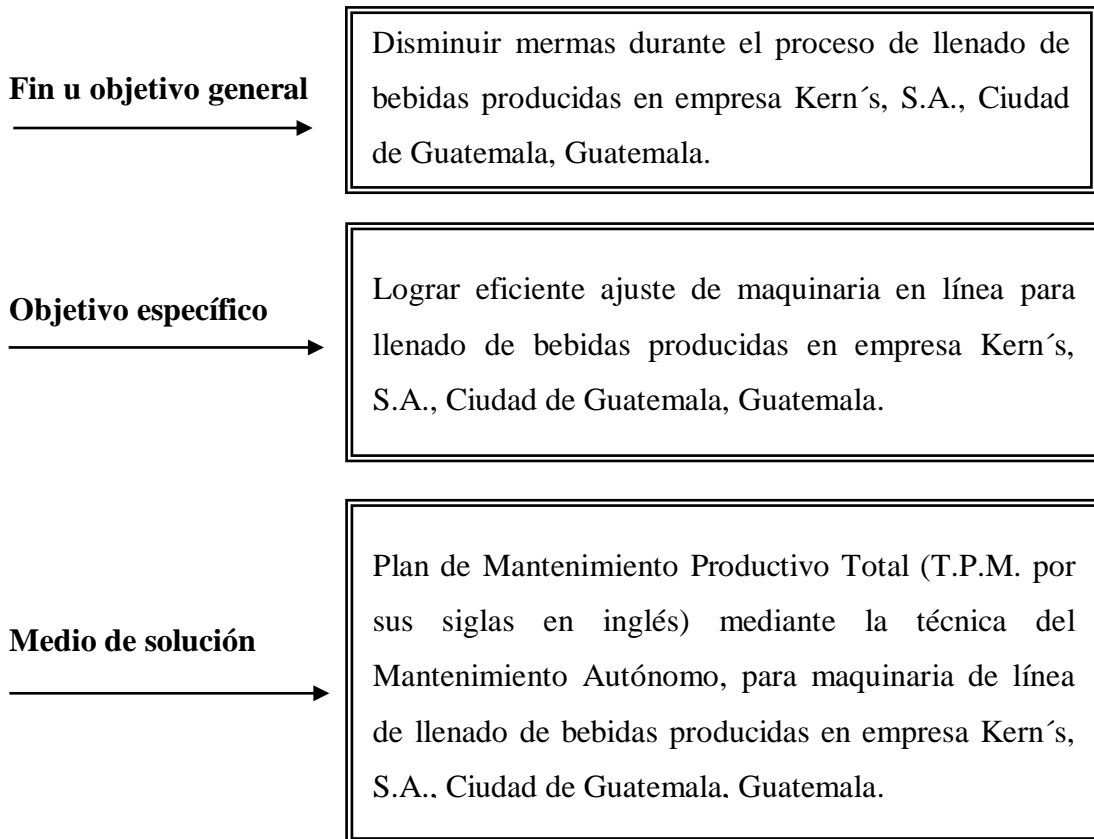
“El incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas en empresa Kern's, S.A., Ciudad de Guatemala, Guatemala, en los últimos 5 años, por desajustes de maquinaria, es debido a la inexistencia de plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo”.

**Hipótesis interrogativa:**

¿Será la inexistencia de plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, la causal del incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas en empresa Kern's, S.A., Ciudad de Guatemala, Guatemala, en los últimos 5 años, por desajustes de maquinaria?

**Árbol de objetivos.**

En función de dar solución a la problemática planteada, se describen los siguientes objetivos.



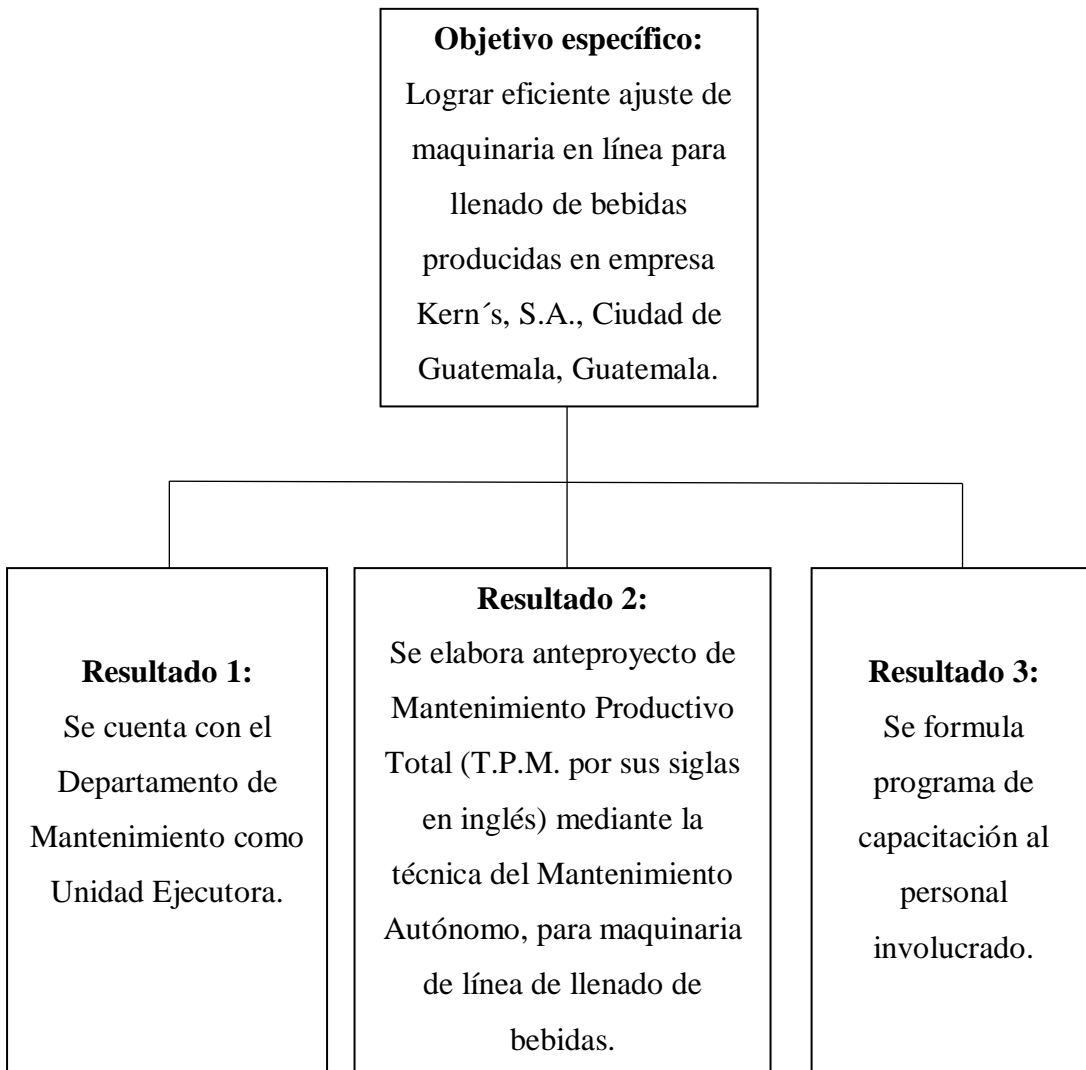
**Título de tesis:**

Plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas producidas en empresa Kern's, S.A., Ciudad de Guatemala, Guatemala.



**Anexo 2. Diagrama del medio de solución de la problemática.**

Con la finalidad de proporcionar a los propietarios de empresa distribuidora de jugos Kern's, Ciudad de Guatemala, Guatemala, una solución para reducir las mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas, se plantea la siguiente propuesta de solución a la problemática:



**Anexo 3: Boleta de investigación para la comprobación del efecto general.**

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Dependiente

**Objetivo:** Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable dependiente siguiente: **“Incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas en empresa Kern’s, S.A., Ciudad de Guatemala, Guatemala, en los últimos 5 años”.**

Esta boleta censal está dirigida a personal de Control de Calidad, en empresa Kern’s, Ciudad de Guatemala, Guatemala; con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error, por el sistema de población finita cualitativa.

**Instrucciones:** A continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder al marcar con una “X” la respuesta que considere correcta.

1. ¿Considera usted que existe incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas en la empresa?  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
  
2. ¿Desde hace cuánto tiempo existe incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas en la empresa?  
2.1. 0 – 2 años \_\_\_\_\_  
2.2. 3 – 6 años \_\_\_\_\_  
2.3. Más de 6 años \_\_\_\_\_
  
3. ¿En cuántos miles de galones se han incrementado las mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas en la empresa en el último año?  
3.1. 0 – 5 galones \_\_\_\_\_  
3.2. 5 – 10 galones \_\_\_\_\_  
3.3. 10 – 20 galones \_\_\_\_\_  
3.4. Más de 20 galones \_\_\_\_\_
  
4. ¿Ha tenido dificultades por el incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas en la empresa?  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

Lugar y fecha: \_\_\_\_\_

**Anexo 4: Boleta de investigación para la comprobación de la causa principal.**

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Independiente

**Objetivo:** Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable independiente siguiente: **“Inexistencia de plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas producidas en empresa Kern’s, S.A., Ciudad de Guatemala, Guatemala”.**

Esta boleta censal está dirigida al personal técnico del departamento de Mantenimiento; con el 100% de nivel de confianza y el 0% de error por el sistema de población finita cualitativa.

**Instrucciones:** A continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder al marcar con una “X” la respuesta que considere correcta.

1. ¿Conoce si existe plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas producidas en la empresa?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

2. ¿Considera usted que es necesario implementar el plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas producidas en la empresa?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

3. ¿Qué dirección considera usted que se debe tomar la implementación del plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas producidas en la empresa?

**3.1 Maximizar el rendimiento productivo** \_\_\_\_\_

**3.2 Mejorar la calidad del producto** \_\_\_\_\_

4. ¿Tiene contemplado dentro de su planificación implementar el plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas producidas?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

Lugar y fecha: \_\_\_\_\_

**Anexo 5. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del tamaño de la muestra.**

Para la población efecto y causa, se trabajó la técnica del censo con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error; lo anterior debido a que todas son poblaciones finitas cualitativas menores a 35 personas, específicamente compuestas de 5 miembros del departamento de control de calidad para efecto y 5 técnicos del departamento de mantenimiento para población causa.

### Anexo 6: Comentario sobre el cálculo del coeficiente de correlación.

Se realiza con la finalidad de determinar la correlación existente entre las variables intervinientes en la problemática descrita en el árbol de problemas y poder validarla; así como determinar si es posible la proyección de su comportamiento mediante el cálculo de la ecuación de la línea recta.

Las variables intervinientes están en función de: “X” la cantidad de tiempo contemplado en los últimos 5 años (de 2016 a 2020); mientras que “Y” en función del efecto identificado en el árbol de problemas, el cual obedece a la merma durante el proceso de llenado de bebidas expresado en galones.

Requisito.  $+>0.80$  y  $+<1$

Año	X (Años)	Y (merma en galones)	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2016	1	15111	15111.00	1	228342321.00
2017	2	15659	31318.00	4	245204281.00
2018	3	16250	48750.00	9	264062500.00
2019	4	17024	68096.00	16	289816576.00
2020	5	17561	87805.00	25	308388721.00
Totales	15	81605	251080.00	55	1335814399.00

**Fórmula:**

$$r = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{\sqrt{(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

n=	5
$\sum X=$	15
$\sum XY=$	251080
$\sum X^2=$	55
$\sum Y^2=$	1335814399
$\sum Y=$	81605
$n\sum XY=$	1255400
$\sum X * \sum Y=$	1224075
Numerador=	31325
$n\sum X^2=$	275
$(\sum X)^2=$	225
$n\sum Y^2=$	6679071995
$(\sum Y)^2$	6659376025
$n\sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50
$n\sum Y^2 - (\sum Y)^2 =$	19695970
$(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * ($	984798500
Denominador:	31381.49933
<b>r=</b>	<b>0.998199598</b>

### **Análisis:**

Debido a que el coeficiente de correlación  $r = 0.998$  se encuentra dentro del rango establecido, se indica que las variables están debidamente correlacionadas, se valida la problemática y se procede a la proyección mediante la línea recta.

**Anexo 8: Comentado sobre la proyección del comportamiento de la problemática mediante la línea recta.**

$$y = a + bx$$

Año	X (Años)	Y (merma en galones)	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2016	1	15111	15111.00	1	228342321.00
2017	2	15659	31318.00	4	245204281.00
2018	3	16250	48750.00	9	264062500.00
2019	4	17024	68096.00	16	289816576.00
2020	5	17561	87805.00	25	308388721.00
Totales	15	81605	251080.00	55	1335814399.00

n=	5
$\sum X =$	15
$\sum XY =$	251080
$\sum X^2 =$	55
$\sum Y^2 =$	1335814399.00
$\sum Y =$	81605
$n \sum XY =$	1255400
$\sum X * \sum Y =$	1224075
Numerador de b:	31325
Denominador de b:	
$n \sum X^2 =$	275
$(\sum X)^2 =$	225
$n \sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50
b=	<b>626.5</b>
Numerador de a:	
$\sum Y =$	81605
$b * \sum X =$	<b>9397.5</b>
Numerador de a:	<b>72207.5</b>
a=	<b>14441.5</b>

**Fórmulas:**

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X * \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$a = \frac{\sum y - b \sum x}{n}$$

**Cálculos por año.**

<b>Ecuación de la línea recta <math>Y = a + (b * x)</math></b>				
Y(2021)=	a	+	(b	* X)
Y(2021)=	14441.5	+	626.5	X
Y(2021)=	14441.5	+	626.5	6
Y(2021)=	18200.5			
<b>Y(2021)=</b>	<b>18,200 galones.</b>			

<b>Ecuación de la línea recta <math>Y = a + (b * x)</math></b>				
Y(2022)=	a	+	(b	* X)
Y(2022)=	14441.5	+	626.5	X
Y(2022)=	14441.5	+	626.5	7
Y(2022)=	18827			
<b>Y(2022)=</b>	<b>18,827 galones.</b>			

<b>Ecuación de la línea recta <math>Y = a + (b * x)</math></b>				
Y(2023)=	a	+	(b	* X)
Y(2023)=	14441.5	+	626.5	X
Y(2023)=	14441.5	+	626.5	8
Y(2023)=	19453.5			
<b>Y(2023)=</b>	<b>19,453 galones.</b>			

<b>Ecuación de la línea recta <math>Y = a + (b * x)</math></b>				
Y(2024)=	a	+	(b	* X)
Y(2024)=	14441.5	+	626.5	X
Y(2024)=	14441.5	+	626.5	9
Y(2024)=	20080			
<b>Y(2024)=</b>	<b>20,080 galones.</b>			

<b>Ecuación de la línea recta <math>Y = a + (b * x)</math></b>				
Y(2025)=	a	+	(b	* X)
Y(2025)=	14441.5	+	626.5	X
Y(2025)=	14441.5	+	626.5	10
Y(2025)=	20706.5			
<b>Y(2025)=</b>	<b>20,706 galones.</b>			



**Proyección con proyecto.**

Esto se realiza para identificar el comportamiento de la problemática si se ejecutara la presente propuesta.

**Fórmula:**

**Y(2021)** = Año anterior – Porcentaje de solución propuesto.

**Cálculos por año.**

Y (2021)	=	Y(2020)	–	11%	=
Y (2021)	=	17,561	–	1931.71	15,629.29
<b>Y (2021)</b>	=	<b>15,629 galones.</b>			

Y (2022)	=	Y(2021)	–	14%	=
Y (2022)	=	15,629	–	2188.10	13,441.19
<b>Y (2022)</b>	=	<b>13,441 galones.</b>			

Y (2023)	=	Y(2022)	–	17%	=
Y (2023)	=	13,441	–	2285.00	11,156.19
<b>Y (2023)</b>	=	<b>11,156 galones.</b>			

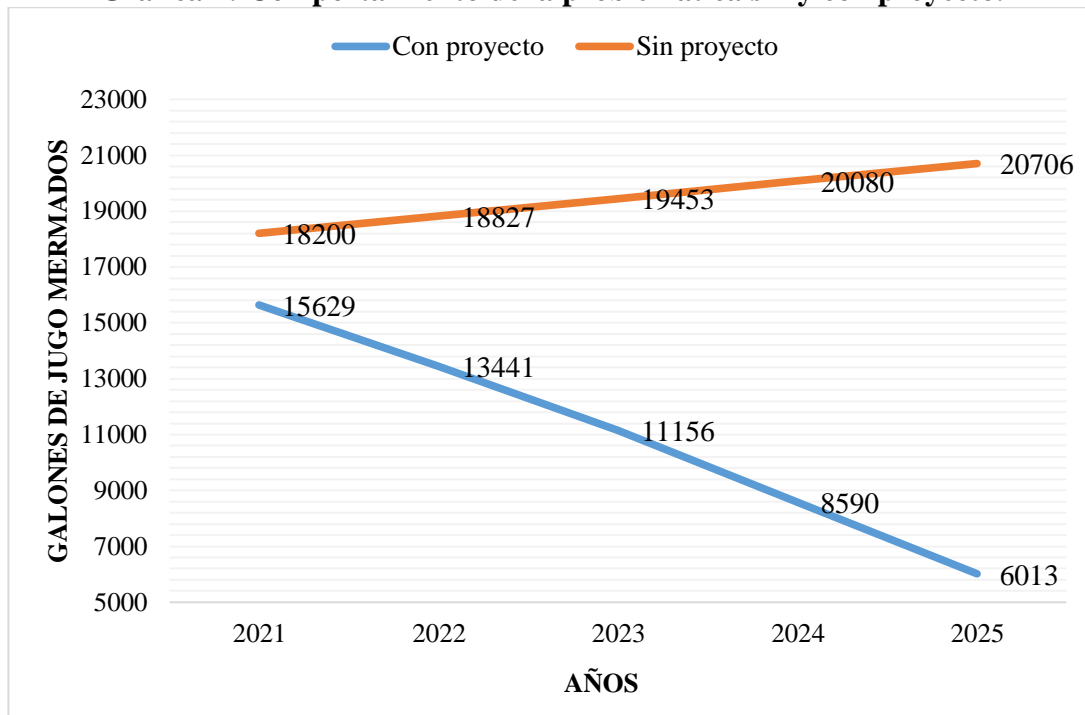
Y (2024)	=	Y(2023)	–	23%	=
Y (2024)	=	11,156	–	2565.92	8,590.26
<b>Y (2024)</b>	=	<b>8,590 galones.</b>			

Y (2025)	=	Y(2024)	–	30%	=
Y (2025)	=	8,590	–	2577.08	6,013.18
<b>Y (2025)</b>	=	<b>6,013 galones.</b>			

**Cuadro comparativo sin y con proyecto.**

<b>Año</b>	<b>Proyección sin proyecto</b>	<b>Proyección con proyecto</b>
2021	18,200 galones	15,629 galones
2022	18,827 galones	13,441 galones
2023	19,453 galones	11,156 galones
2024	20,080 galones	8,590 galones
2025	20,706 galones	6,013 galones

**Gráfica 1: Comportamiento de la problemática sin y con proyecto.**



**Análisis:** Como se puede notar en la información anterior, la problemática crece a medida que pasa el tiempo; de no ejecutarse la presente propuesta, la situación del efecto identificado, seguirá en condiciones negativas, por lo que se hace evidente la necesidad de plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas producidas, y así solucionar a la brevedad posible la problemática identificada.

Cristian José Dieguez González.

**TOMO II**

PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (T.P.M. POR SUS SIGLAS EN INGLÉS) MEDIANTE LA TÉCNICA DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO, PARA MAQUINARIA DE LÍNEA DE LLENADO DE BEBIDAS PRODUCIDAS EN EMPRESA KERN´S, S.A., CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA.



UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA.

Asesor general metodológico:

Ing. Carlos Alberto Pérez Estrada.

Universidad Rural de Guatemala.

Facultad de Ingeniería

Guatemala, febrero de 2021.

Esta tesis fue presentada por el autor,  
previo a obtener el título Universitario de  
Licenciatura en Ingeniería Industrial con  
énfasis en Recursos Naturales  
Renovables.

## **PRÓLOGO.**

Como parte del programa de graduación y en cumplimiento con lo establecido por la Universidad Rural de Guatemala, se plantea el “Plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas producidas en empresa Kern´s, S.A., Ciudad de Guatemala, Guatemala”.

La investigación contiene resultados de la investigación realizada previo a optar al título de Ingeniero Industrial, en el grado académico de Licenciatura de la facultad de Ingeniería y Arquitectura, de acuerdo con los lineamientos técnicos de la Universidad Rural de Guatemala.

El presente informe es resultado del trabajo de investigación sobre la necesidad de implementar un plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.) mediante la técnica del mantenimiento autónomo para máquinas de llenado en empresa Kern´s.

El interés en realizar una investigación sobre este tema es contribuir para reducir la merma en el proceso de llenado de jugo ya que año tras año se presentan cada vez más altos índices de aumento, esto por los desajustes en la maquinaria, por lo que es absolutamente necesario que se establezca un sistema de mantenimiento en la empresa que garantice el funcionamiento correcto de los diferentes equipos de la empresa y mejorar su productividad.

## **PRESENTACIÓN.**

La investigación se enfoca en el tópico desajustes de maquinaria de llenado de empresa Kern's, Ciudad de Guatemala, Guatemala, este estudio tiene como finalidad detener el de mermas percibidas en el proceso de llenado registrado desde hace cinco años, lo cual amerita realizar un estudio para que los propietarios de la empresa encuentren la solución al problema de mantenimiento y optimicen sus resultados productivos.

El objetivo de esta investigación es lograr el eficiente ajuste en las máquinas de llenado de jugo, y de esta forma obtener los resultados óptimos de producción por la disminución de la merma de producción.

Como medio para solucionar la problemática se propone el plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.) mediante la técnica del mantenimiento autónomo, esta propuesta está dirigida a los propietarios y técnicos de la empresa.

La investigación realizada es el punto de partida, puesto que permite la detección y diagnóstico del problema basado en metodología y técnicas de estudio, lo cual sugiere la veracidad de dicho problema y que su resolución no es un esfuerzo absurdo.

## Índice

<b>Número.</b>	<b>Contenido.</b>	<b>Página.</b>
I.	RESUMEN.....	1
II	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	9

## I. RESUMEN.

El presente informe contiene a manera de síntesis los preceptos que explican la base metodológica utilizada durante el proceso investigativo de la problemática sobre el incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas de los últimos cinco años por desajuste de maquinarias provocado por no existir el plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.) mediante la técnica del mantenimiento autónomo, que llevaron hasta la comprobación de las variables del problema identificado, así como proponer y plantear la posible solución del mismo.

### **Planteamiento del problema.**

El presente informe sobre plan de mantenimiento, tiene origen en las mermas del proceso de llenado de la empresa Kern´s S.A. que han aumentado, por los desajustes en la maquinaria, esto debido que no se cuenta con un plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.) mediante la técnica del mantenimiento autónomo, tal efecto se ha percibido en los últimos cinco años y ha perjudicado la productividad de la empresa.

El incremento de las mermas durante el proceso de llenado hace referencia a que actualmente el proceso de envasado de jugo en latas ha rebasado los límites admisibles de mermas, esto ha generado pérdidas productivas y por consecuencia disminución del beneficio económico de la empresa.

Todo lo anterior es provocado por desajustes en maquinaria, esto indica que el equipo de llenado de jugo no cumple con los ajustes necesarios para evitar la merma productiva al máximo, estos ajustes son los que permiten que cada envase reciba la cantidad apropiada de jugo y que a su paso hacia el sellado no se pierda demasiado contenido, por lo cual es preciso controlar rigurosamente tanto la velocidad del llenado como la velocidad de paso hacia la selladora.



La causa específica de este problema es la falta del plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.) mediante la técnica del mantenimiento autónomo, que permite realizar y revisar constantemente los ajustes de la maquinaria sin interrumpir excesivamente la producción, lo cual evitaría los errores, ahorraría gastos innecesarios y mejoraría la productividad.

Al proponer que se implemente este plan, se pretende que los propietarios inviertan en una solución inmediata al problema de mermas durante el proceso de llenado y por ende mejoren la rentabilidad económica.

### **Hipótesis.**

“El incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas en empresa Kern’s, S.A., Ciudad de Guatemala, Guatemala, en los últimos 5 años, por desajustes de maquinaria, es debido a la inexistencia de plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo”.

### **Hipótesis interrogativa.**

¿Será la inexistencia de plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, la causal del incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas en empresa Kern’s, S.A., Ciudad de Guatemala, Guatemala, en los últimos 5 años, por desajustes de maquinaria?

### **Objetivos.**

El desarrollo de la investigación conllevó el planteamiento de los objetivos: general y específico, los cuales conforme la investigación avance deben alcanzarse para

comprobar la veracidad de la hipótesis y la forma de solucionar la problemática encontrada.

**General.** Disminuir mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas en empresa Kern's, S.A., Ciudad de Guatemala, Guatemala.

**Específico.** Lograr eficiente ajuste de maquinaria en línea para llenado de bebidas producidas en empresa Kern's, S.A., Ciudad de Guatemala, Guatemala.

**Justificación.**

Actualmente, en la empresa Kern's S.A., ubicada en Ciudad de Guatemala, Guatemala, el promedio de merma durante el proceso de llenado es de 15,711 galones, lo que equivale a un total de 296,938 litros de jugo en los últimos cinco años, esto repercute en la productividad de la empresa y su percepción de utilidades.

Con base a los datos de los últimos cinco años, la merma durante el proceso de llenado se ha incrementado en promedio 0.98 % respecto del año anterior, esto por los desajustes de la maquinaria, producto de no contar con plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.) mediante la técnica del mantenimiento autónomo.

Esta situación tenderá al aumento de las mermas del proceso productivo en los siguientes cinco años de no tomar medidas necesarias para contrarrestar la problemática, las proyecciones señalan que los galones en merma serán 20,026 para el año 2024.

La importancia de implementar el plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.) mediante la técnica del mantenimiento autónomo en la empresa radica en que actualmente los beneficios económicos se empiezan a ver afectados por las mermas, al mismo tiempo, se percibe un aumento en los costos de reparación de maquinaria,

ya que el mantenimiento de estas no se llevan a cabo mediante un plan, por lo que es preciso establecer un sistema autónomo que permita incluir a los empleados en el proceso de mantenimiento, al promover programas de formación que mejore sus aptitudes respecto al puesto que desempeñan.

Resulta indispensable para el bienestar de 20 familias la implementación de esta propuesta para detener las mermas de producción, maximizar la productividad y mejorar el desarrollo económico de la empresa.

### **Metodología.**

Los métodos y técnicas empleadas para la elaboración del presente trabajo de graduación, se expone a continuación:

### **Métodos.**

Los métodos utilizados variaron en relación a la formulación de la hipótesis y la comprobación de la misma; así: para la formulación de la hipótesis, el método utilizado fue esencial el método deductivo, el que fue auxiliado por el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de la investigación, diagramados en los árboles de problemas y objetivos, que forman parte del anexo de este documento. Para la comprobación de la hipótesis, el método utilizado fue el inductivo, que contó con el auxilio de los métodos: estadístico, análisis y síntesis.

La forma del empleo de los métodos citados, se expone a continuación:

### **Métodos y técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis.**

Para la formulación de la hipótesis el método principal fue el deductivo, el cual permitió conocer aspectos generales y específicos de la empresa Kern's, ubicada en Ciudad de Guatemala, Guatemala, e identificar la problemática. A este efecto, se añadieron técnicas que se especifican a continuación:

- Observación directa. Esta técnica se utilizó directamente en la empresa Kern's S.A., a cuyo efecto, se observó el proceso de llenado de jugo en envases y sus respectivos componentes, las actividades enfocadas al mantenimiento de maquinaria de llenado, también los esfuerzos de los propietarios y técnicos en disminuir la merma actual percibida durante el proceso de llenado, así como el mejoramiento de la respuesta de los empleados con desajustes en los equipos que operan.

- Investigación documental. Esta técnica se utilizó a efectos de determinar si se poseían documentos similares o relacionados con la problemática a investigar, a fin de no duplicar esfuerzos en cuanto al trabajo académico que se desarrolló; así como, para obtener aportes y otros puntos de vista de otros investigadores sobre la temática citada. Los documentos consultados se especifican en el acápite de bibliografía, que fueron obtenidos a través de las fichas bibliográficas utilizadas en el transcurso de la revisión documental.

- Entrevista. Una vez formada una idea general de la problemática, se procedió a entrevistar a los empleados de control de calidad, así como a los técnicos de mantenimiento y sus propietarios, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática identificada.

Con la situación más clara de la problemática sobre el incremento de mermas durante del proceso productivo y con la utilización del método deductivo, a través de las técnicas anteriormente descritas, se procedió a la formulación de la hipótesis, a cuyo efecto se utilizó el método del marco lógico, que permitió encontrar la variable dependiente e independiente de la hipótesis, además de definir el área de trabajo y el tiempo que se determinó para desarrollar la investigación.

La hipótesis formulada de la forma indicada, dice: “El incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas en empresa Kern's, S.A.,

Ciudad de Guatemala, Guatemala, en los últimos 5 años, por desajustes de maquinaria, es debido a la inexistencia de plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo”.

El método del marco lógico, permitió también, entre otros aspectos, encontrar el objetivo general y el específico de la investigación; asimismo facilitó establecer la denominación del trabajo.

### **Métodos y técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis.**

Para la comprobación de la hipótesis, el método principal utilizado, fue el método inductivo, con el que se pudo obtener resultados específicos o particulares de la problemática identificada; lo cual sirvió para diseñar conclusiones y premisas generales, a partir de tales resultados específicos o particulares.

A este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

- Encuestas. Previo a desarrollar la entrevista, se procedió al diseño de boletas de investigación, con el propósito de comprobar las variables dependiente e independiente de la hipótesis previamente formulada. Las boletas, previo a ser aplicadas a población objetivo, sufrieron un proceso de prueba, con la finalidad, de hacer más efectivas las preguntas y propiciar que las respuestas proporcionaran la información requerida después de ser aplicada.
- Determinación de la población a investigar. En atención a este tema, se decidió efectuar la técnica del censo para determinar tanto la población efecto (variable Y) como la población causa (variable X) puesto que la información se obtuvo de dos poblaciones que estaban constituidas por cinco empleados de control de calidad y cinco técnicos de mantenimiento respectivamente; con lo que se establece que el nivel de confianza en ambos casos será del 100 % y el margen de error de 0 %.

Después de recabar la información contenida en las boletas, se procedió a tabularlas; para cuyo efecto se utilizó el método estadístico y el método de análisis, que consistió en la interpretación de los datos tabulados en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, que tuvieron como objeto la comprobación de la hipótesis previamente formulada.

Una vez interpretada la información, se utilizó el método de síntesis, a efecto de obtener las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación, el que sirvió además para hacer congruente la totalidad de la investigación, con los resultados obtenidos producto de la investigación de campo.

### **Técnicas.**

Las técnicas empleadas, tanto en la formulación como en la comprobación de la hipótesis, se expusieron anteriormente; pero éstas variaron de acuerdo a la etapa de la formulación de la hipótesis y a la comprobación de la misma; así:

Como se describió en el apartado (1.5.1 Métodos), las técnicas empleadas en la formulación fueron: La observación directa, la investigación documental y las fichas bibliográficas; así como la entrevista a las personas relacionadas directamente con la problemática.

Por otro lado, la comprobación de la hipótesis, se utilizó la encuesta y el censo.

Como se puede advertir fácilmente, la encuesta estuvo presente en la etapa de la formulación de la hipótesis y en la etapa de la comprobación de la misma. La investigación documental, estuvo presente además de las dos etapas indicadas, en toda la investigación documental y especialmente, para conformar el marco teórico.

### **Resumen de los resultados.**

La Unidad Ejecutora es la encargada de la implementación del Plan de mantenimiento productivo total (T.P.M. por sus siglas en inglés) por medio de la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas, con el objetivo de disminuir mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas y previamente se desarrollará un programa de capacitaciones para el personal involucrado.

## **II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **II.1. Conclusión.**

Se comprueba la hipótesis “el incremento de mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas en empresa Kern’s, S.A., Ciudad de Guatemala, Guatemala, en los últimos 5 años, por desajustes de maquinaria, es debido a la inexistencia de plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo”, con el 100% de nivel de confianza y 0 % de error, para la variable Y (efecto) y la variable X (causa).

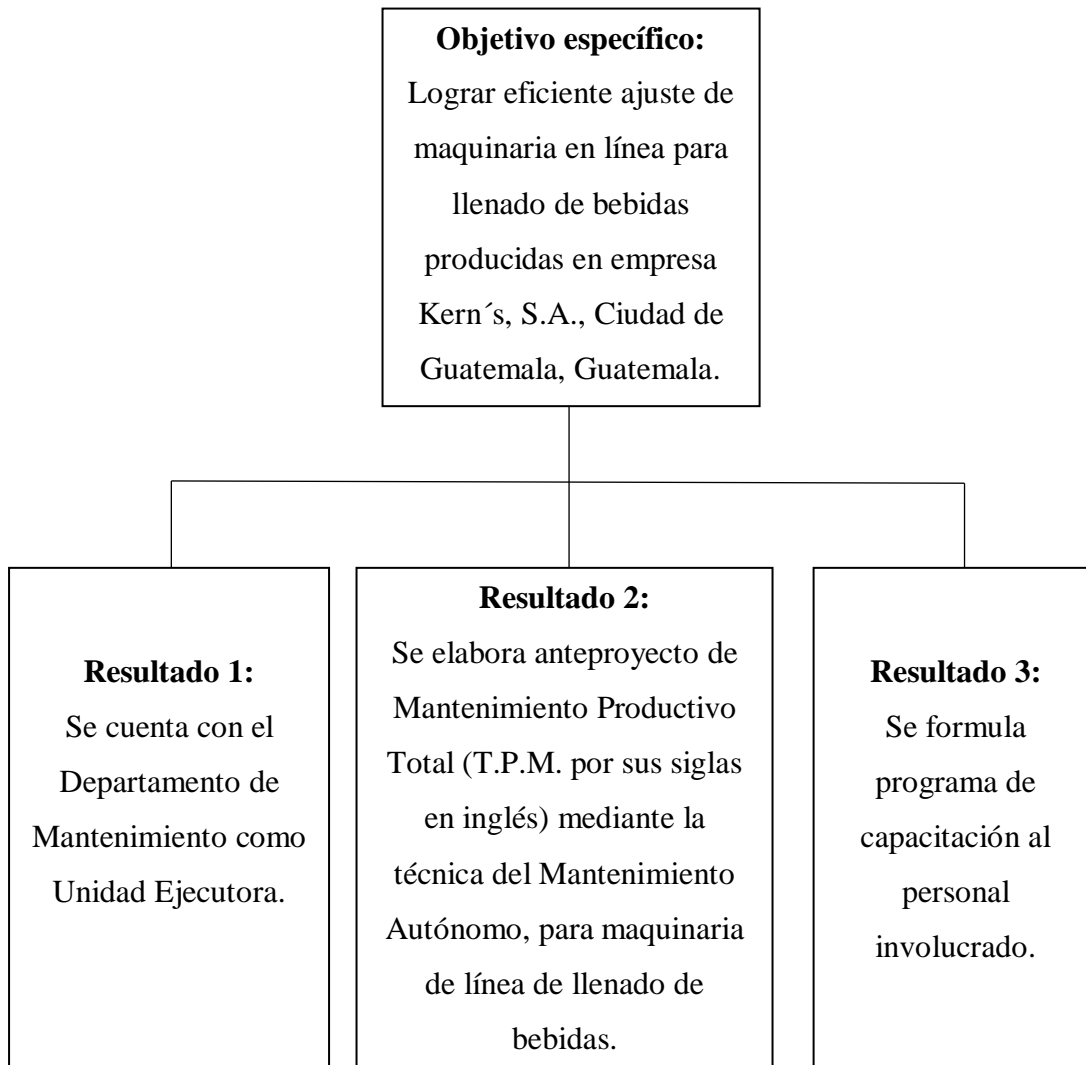
### **II.2. Recomendación.**

Por lo anterior se recomienda operativizar la solución de la problemática mediante la implementación del plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.) mediante la técnica del mantenimiento autónomo en empresa Kern’s, Ciudad de Guatemala, Guatemala.



### **Anexo 1: Propuesta para solucionar la problemática.**

La Unidad Ejecutora es la encargada de la implementación del Plan de mantenimiento productivo total (T.P.M. por sus siglas en inglés) por medio de la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas, con el objetivo de disminuir mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas y previamente se desarrollará un programa de capacitaciones para el personal involucrado.



## **Resultado 1: Departamento de Mantenimiento como Unidad Ejecutora.**

### **Actividad 1: Espacio físico.**

1 Oficina la cual debe contar con las siguientes dimensiones: 4 x 4 metros la cual estará ubicada en la planta de producción.

### **Actividad 2: Material y equipo.**

2 Escritorios modelo tradicional secretarial

2 Silla tipo gerencial con brazo

1 Impresora marca Epson con tanque de tinta recargable

2 Computadoras tipo laptop marca HP con memoria ram de 4GB, disco duro 500 GB, pantalla 11.6”.

### **Actividad 3: Personal técnico.**

1 Gerente el cual debe tener el siguiente perfil: Ingeniero Industrial con dos años de experiencia en mantenimiento industrial, el cual estará a cargo de la unidad ejecutora.

1 Secretaria la cual debe tener el siguiente perfil: Secretaria Oficinista.

1 Técnico el cual debe tener el siguiente perfil: Mecánico Industrial.

### **Actividad 4: Recursos Financieros.**

La empresa Kern's S.A., proporcionará los recursos necesarios para la implementación del plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas, mediante el Departamento de Contabilidad.

**Resultado 2: Plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas.**

**1. Limpieza.**

**Limpieza final (Limpieza CIP).**

- No realizar nunca la **<Limpieza final>** si queda producto en la línea de llenado.
- Comprobar el nivel de hidróxido de sodio, el nivel indicado es 2 litros a una concentración de 1.5% en el contenedor. Si es necesario volver a llenar el contenedor.
- Cerrar todas las cubiertas y puertas en la máquina y restablecer las alarmas en la pantalla del TPOP = Tetra Pak Operator Panel (Panel del operador Tetra Pak) para poder continuar programando la limpieza.
- En el TPOP, presionar el botón **<Control de producción>**.
- Presionar el botón ICU = Integrated Cleaning Unit (Unidad de limpieza integrada).
- Realizar la limpieza final una vez por semana y cuando se limpia la línea de producto. Se limpiará todo el sistema de llenado, incluida la zona de la barrera de vapor de la válvula C.
- Presionar el botón **<Limpieza final>**.
- Girar el selector de llave no bloqueable hacia la posición del lado derecho.
- Presionar el icono **<Selección hidróxido de sodio>**.
- Presionar el botón **<Iniciar limpieza>**.
- Presionar el botón **<Ejecutar icu>**; cuando empiece a parpadear, presionar el botón OK para iniciar la limpieza CIP.

- Una vez terminada la limpieza CIP = Cleaning In Place (Limpieza en el sitio), es necesario ejecutar el secado CIP dentro de cinco horas. Si no se hace, repetir la limpieza CIP. Si se supera el tiempo de espera recomendado, puede perjudicar gravemente la eficacia del proceso de esterilización de la máquina.

### **Secado CIP.**

- Una vez terminada la limpieza CIP, abrir la cubierta del interruptor de flujo mediante la manija de bloqueo.
- Retirar el tubo de conmutación de la posición de limpieza, aflojar los anillos de bloqueo y retirar el tapón del tubo de producto.
- Montar el tubo de conmutación en la posición de producción y presionar con los anillos de bloqueo. **¡Nota!** Poner el tapón en el tubo de limpieza.
- Cerrar la cubierta del interruptor de flujo mediante la manija de bloqueo.
- Cerrar todas las cubiertas y puertas de la máquina y restablecer las alarmas en el TPOP para ejecutar el secado.
- Una vez terminado el secado CIP, la máquina debe iniciar la producción dentro de 36 horas. Si no se hace, repetir la limpieza CIP.  
Si se supera el tiempo de espera recomendado, puede perjudicarse la condición de limpieza creada por la CIP.

### **Limpieza de plataformas y superficies.**

- Limpiar el piso de la plataforma con un cepillo plástico.
- Limpiar la superficie externa de la máquina, utilizar una esponja con detergente en polvo.
- Limpiar las chapas de acero inoxidable con aceite mineral.
- Limpiar las ventanas de la máquina, utilizar una esponja con detergente.

- Secar con un paño limpio.

## **2. Lubricación básica.**

### **Lubricación de las mordazas.**

- Presionar el icono **<Lubricación mordazas>**.
- No accionar repetidamente el sistema de lubricación para evitar que se produzcan fugas por el exceso de aceite de lubricación.
- Presionar el botón ON para habilitar la función **<Lubricación mordazas>**.
- Presionar el botón OK para empezar el ciclo de lubricación.
- Cada vez que se realiza el lavado CIP, lubricar las mordazas.

### **Lubricación del plegador final.**

- Presionar el botón **<Lubricación del plegador final>**.
- Presionar el botón ON para habilitar la función lubricación del plegador final.
- Cada vez que se realiza el lavado CIP, lubricar el plegador final.

## **3. Ajustes e inspección general de las partes claves del equipo.**

### **Carga de la bobina de material de envasado.**

- Preparar la bobina del material de envasado y colocarla en la carretilla.
- Abrir las puertas de la ASU = Automatic Splicing Unit (Unidad de empalme automático)
- Cargar la bobina de material de envasado en la ASU.
- Asegurarse de que la bobina de material de envasado está alineada correctamente en los soportes de las bobinas.

### **Flujo inicial.**

- Presionar el icono **<Flujo inicial>** para ajustar el flujo durante la secuencia de arranque.
- Utilizar los botones de **<Flecha>** o el botón **<Teclado>** para ajustar el valor.
- Aumentar el valor en caso de que se necesite demasiado tiempo para alcanzar un nivel estable de producto. Reducir el valor en caso de sobrellenado durante el inicio de la producción.

### **Soldadura longitudinal.**

- Presionar el icono **<Soldadura longitudinal>**.
- Se visualizan los siguientes parámetros de ajuste:
  - **<Potencia durante la producción>**
  - **<Potencia durante la soldadura del tubo>**
  - **<Potencia durante el mantenimiento>**
- Para ajustar un parámetro, tocar el valor del parámetro visualizado.
- Utilizar los botones de **<Flecha>** o el botón **<Teclado>** para ajustar el valor.

### **Peso de los envases.**

- Sacar 10 envases del transportador, marcarlos del 1 al 10.
- Pesar los envases en una balanza y registrar los pesos y las variaciones de peso, el peso ideal es 200 gr. para cada envase, y así ajustar el peso de los envases, para ajustar el peso seguir las siguientes instrucciones:
- Presionar el icono **<Peso del envase>**.
- Utilizar los botones de **<Flecha>** o el botón **<Teclado>** para obtener el valor requerido.

### **Gráfico del nivel y flujo del producto.**

- Presionar el icono <**Tubo**>.
- La ventana de diálogo visualiza la siguiente información:
  - flujo de producto, expresado en porcentaje del flujo nominal del producto de la máquina.
  - nivel del producto.
- Tocar el botón <**Tendencia**> para visualizar el gráfico de los valores en tiempo real.

### **Ajuste del soldador LS.**

- Girar la manija para soltar el soldador LS = Longitudinal Seal(ing) (Soldadura longitudinal) y empujarlo del todo hacia la izquierda.
- Comprobar la rotación y el estado de los rodillos guía del soldador LS y del rodillo de presión.
- Comprobar que todos los rodillos en el anillo formador giran libremente, teniendo cuidado para no dañar las superficies, eliminar con cuidado todos los residuos de:
  - Los rodillos.
  - El interior del soldador LS.
- Empujar el soldador LS todo lo posible hacia la derecha y girar la manija para fijar el soldador LS en la posición de producción.

### **Sincronización del plegador final.**

- Presionar el icono <**Sincronización de la alimentación**> para ajustar la compensación entre el envase y la estación de alimentación.

- Utilizar los botones de <Flecha> o el botón <Teclado> para ajustar el valor de compensación.

#### **4. Organización y mantenimiento del lugar de trabajo (5S).**

##### **Clasificación/Organización (Seiri).**

- Revisar el área de trabajo y separar todos los materiales innecesarios como por ejemplo toneles, cajas, bobinas de material de envasado de otro producto, etc. Si se identifica algo innecesario se procederá a retirarlo.

##### **Orden (Seiton).**

- Los materiales y utensilios que son necesarios mantenerlos en el área de trabajo, se tendrán que mantener ordenados.

##### **Limpieza (Seiso).**

- Mantener el área de trabajo limpia para evitar que se acumule la suciedad.

##### **Control Visual (Seiketsu).**

- Realizar una inspección visual al área de trabajo, con el objetivo de identificar que todo esté correctamente o algo fuera de lo común en el área.

##### **Disciplina y hábito (Shitsuke).**

- Realizar diariamente todos los pasos anteriores, esto ayudara a la mejora continua.



**5. Reporte de actividades diarias (Registro).**

<b>Reporte de actividades diarias</b>	<b>Código: Mnt-Autonomo</b>
	<b>Versión: 001</b>

<b>Tipo de Mantenimiento</b>	
Preventivo	P
Correctivo	C

<b>No.</b>	<b>Nombre de sistema o parte</b>	<b>Tipo de Mnt.</b>	<b>Descripción</b>
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Realizado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Supervisado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

### **Resultado 3: Se formula programa de capacitación al personal involucrado.**

#### **1. Convocatoria de capacitaciones.**

- Operadores de maquina llenadora de jugos
- Departamento de mantenimiento
- Departamento de producción
- Departamento de control de calidad

#### **2. Metodología.**

- La metodología será la siguiente: Charlas de 1 hora seguidamente de talleres prácticos de 2 horas.

#### **3. Frecuencia de capacitaciones.**

- 2 al año

#### **4. Temas a capacitar.**

- Mantenimiento autónomo
- Ajustes de la maquina llenadora
- Limpieza de la maquina llenadora
- Lubricación de la maquina llenadora
- 5S

**Anexo 2. Matriz de estructura lógica.**

<b>COMPONENTES DEL PLAN</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>MEDIOS DE VERIFICACIÓN</b>	<b>SUPUESTOS</b>
<p><b>Objetivo general.</b> Disminuir mermas durante el proceso de llenado de bebidas producidas en empresa Kern´s, S.A., Ciudad de Guatemala, Guatemala.</p>	<p>Al primer año de ejecutada la propuesta, se disminuyen mermas en 80%, lo cual formará parte de la solución a la problemática.</p>	<p>Encuestas a Control de Calidad y reportes del Departamento de Producción.  Registro de mermas productivas.</p>	<p>La empresa implementa el programa de capacitación constante a operarios del proceso de llenado.</p>
<p><b>Objetivo específico.</b> Lograr eficiente ajuste de maquinaria en línea para llenado de bebidas producidas en empresa Kern´s, S.A., Ciudad de Guatemala, Guatemala.</p>	<p>Al primer año de implementada la propuesta, se cuenta con maquinaria ajustada eficientemente en línea de llenado y se alcanza el buen funcionamiento del 80% del total de ellas.</p>	<p>Encuestas a operarios y reportes de técnicos del Departamento de Mantenimiento.  Registros de ajustes a maquinaria de llenado.</p>	<p>La empresa implementa el plan en las demás líneas de producción de la empresa.</p>
<p><b>Resultado 1.</b> Se cuenta con el Departamento de Mantenimiento como Unidad Ejecutora.</p>			
<p><b>Resultado 2.</b> Se elabora anteproyecto de Mantenimiento Productivo Total</p>			

<p>(T.P.M. por sus siglas en inglés) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas.</p>			
<p><b>Resultado 3.</b> Se formula programa de capacitación al personal involucrado.</p>			

Fuente: Dieguez González, 2019.

### Anexo 3. Presupuesto.

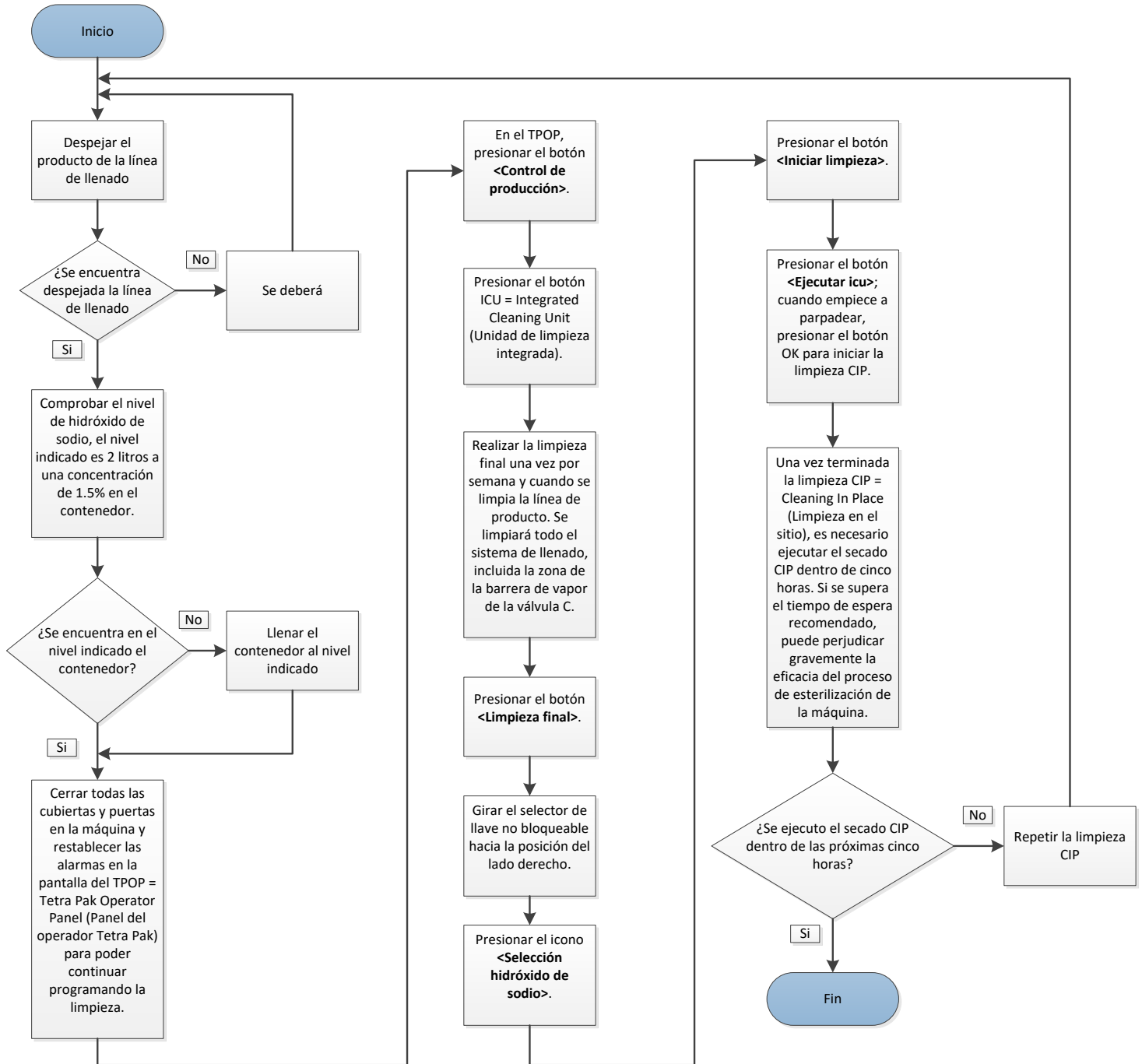
Como se puede percibir en el anexo que a continuación se presenta, se enlistan los resultados y al mismo tiempo el costo unitario por cada uno de ellos, finalmente se detalla también el costo total de la propuesta para solucionar la problemática identificada en el árbol de problemas.

Presupuesto		
No. Resultado	Descripción	Costo unitario
1	Departamento de Mantenimiento como Unidad Ejecutora.	Q15,000.00
2	Plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) mediante la técnica del Mantenimiento Autónomo, para maquinaria de línea de llenado de bebidas.	Q30,000.00
3	Se formula programa de capacitación al personal involucrado.	Q5,000.00
Total		Q50,000.00

Fuente: Dieguez González, 2019.

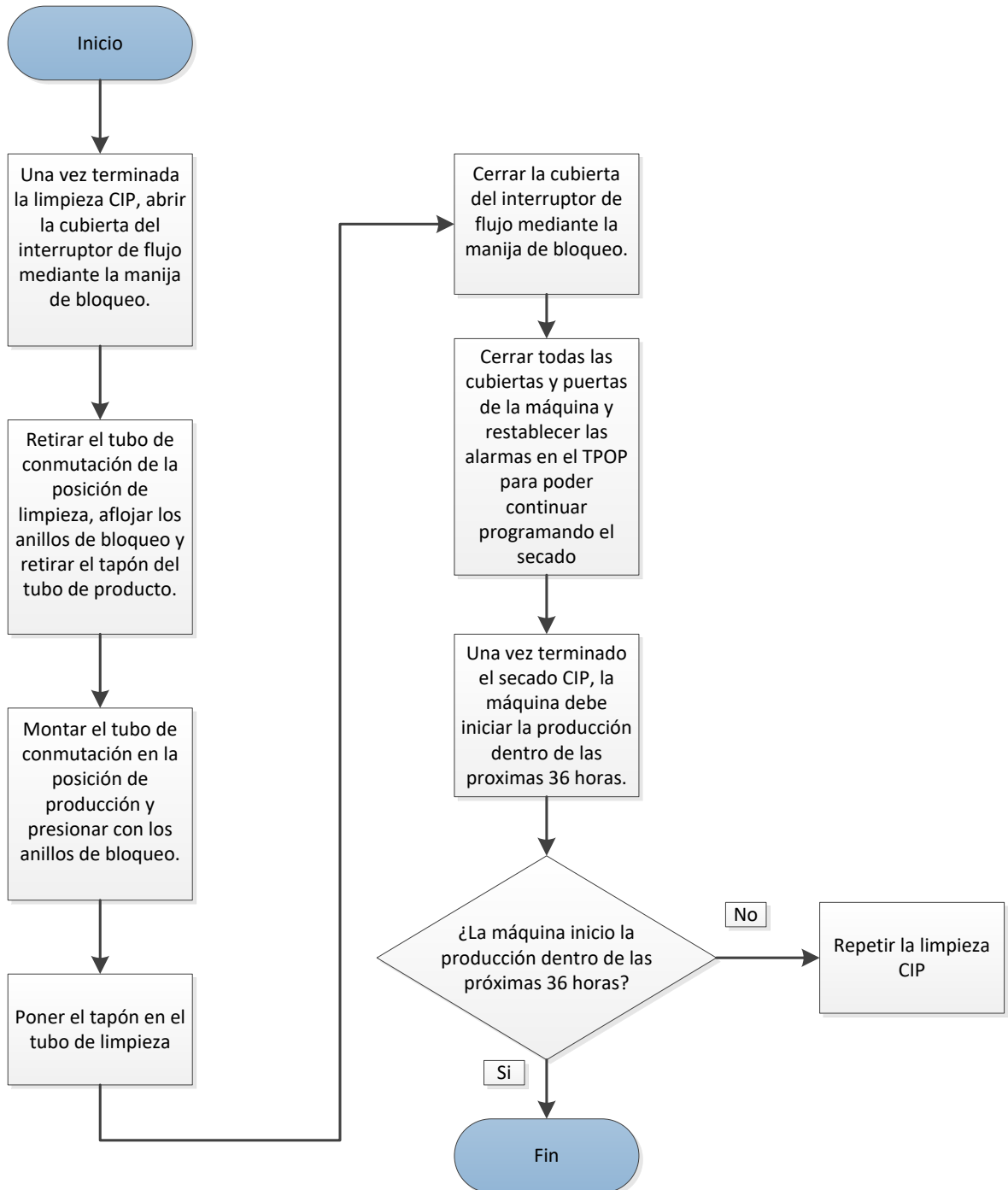
## Anexo 4. Otros anexos.

### Flujograma: Proceso de limpieza final.



Fuente: Dieguez González, 2019.

## Flujograma: Proceso de secado CIP.



Fuente: Dieguez González, 2019.