

Nelson Estuardo Bosarreyes López.

PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (T.P.M. POR SUS SIGLAS EN INGLÉS) ENFOCADO A MANTENIMIENTO AUTÓNOMO DIRIGIDO A MAQUINARIA DE EMPACADO DE VEGETALES, EN EMPRESA EMPACADORA DE VEGETALES FRESCOS SANTIAGO, SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ.



Asesor General Metodológico:

Ing. Agr. Carlos Alberto Pérez Estrada.

Universidad Rural de Guatemala.

Facultad de Ingeniería.

Guatemala, agosto de 2021.

Informe final de graduación.

PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (T.P.M. POR SUS SIGLAS EN INGLÉS) ENFOCADO A MANTENIMIENTO AUTÓNOMO DIRIGIDO A MAQUINARIA DE EMPACADO DE VEGETALES, EN EMPRESA EMPACADORA DE VEGETALES FRESCOS SANTIAGO, SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Nelson Estuardo Bosarreyes López

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

Universidad Rural de Guatemala.

Facultad de Ingeniería.

Guatemala, agosto de 2021.

Informe final de graduación.

PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (T.P.M. POR SUS SIGLAS EN INGLÉS) ENFOCADO A MANTENIMIENTO AUTÓNOMO DIRIGIDO A MAQUINARIA DE EMPACADO DE VEGETALES, EN EMPRESA EMPACADORA DE VEGETALES FRESCOS SANTIAGO, SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ.



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretaria de la Universidad:

Licenciada Lesbia Tevalán Castellanos

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura:

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz.

Universidad Rural de Guatemala.

Facultad de Ingeniería.

Guatemala, agosto de 2021.

Este documento fue presentado por el autor, previo a su graduación como Ingeniero Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables en el grado de Licenciatura.

PRÓLOGO.

Como parte del programa de graduación y en cumplimiento con lo establecido por la Universidad Rural de Guatemala, se realizó una propuesta sobre “Plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a maquinaria de empaqueo de vegetales, en empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez”.

Previo a optar al título universitario de Ingeniería Industrial en el grado académico de Licenciatura, por lo que fue necesario realizar la investigación con técnicos y operadores de Empacadora de Vegetales Frescos Santiago.

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 empresa en condiciones similares.
- Proponer una solución práctica basada en los conocimientos industriales adquiridos en las clases universitarias.

El propósito fundamental de la presente investigación es mejorar el proceso de mantenimiento de la maquinaria encargada del proceso de empaque de la empresa mediante un plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM), por lo cual, es necesario implementar y dotar de un documento específico que contenga alternativas de solución al problema encontrado.

PRESENTACIÓN.

Este trabajo de graduación del nivel de licenciatura se presenta con el título “Plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a maquinaria de empaçado de vegetales, en empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez”. Éste hace un abordaje sobre la situación al investigar la problemática de deficiente proceso de mantenimiento de maquinaria.

Por lo que el presente informe es presentado a través de la investigación de sus causas, sus efectos y posibles soluciones, esto permitió constatar la cantidad de paros no programados en aumento en la empresa, por mal ejecución del mantenimiento a causa de no contar con plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo. Como medio para solucionar la problemática se propuso establecer estrategias que orienten y guíen correctamente a los profesionales de la institución en función de la implementación de una nueva estrategia de mantenimiento que permita mejorar la productividad de la empresa.

La actividad investigativa que se realizó, sirve como aporte para determinar la mejor opción para evitar que los paros no programados en el proceso de empaque se presenten. 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 al personal involucrado.

Índice general.

Número.	Contenido.	Página.
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 HIPÓTESIS	52
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	63
IV.1	Conclusiones.....	63
IV.2	Recomendaciones	64
	BIBLIOGRAFÍA.	
	ANEXOS.	

Índice de ilustraciones.

Número.	Contenido.	Página.
Ilustración 1.	Cuadro sinóptico de los tipos de mantenimiento	23
Ilustración 2.	Máquina convencional de empacado	32

Índice de gráficas.

Número.	Contenido.	Página.
	Gráfica 1.Existencia de paros no programados en el proceso de empacado de la empresa.....	53
	Gráfica 2. Tiempo en el que se han presentado paros no programados en el proceso de empacado de la empresa	54
	Gráfica 3.Incremento del número de paros no programados en el proceso de empacado de la empresa en los últimos años.....	55
	Gráfica 4. Motivo de los paros no programados en el proceso de empacado de la empresa en el último año	56
	Gráfica 5. Posibilidad de evitar paros no programados en el proceso de empacado de la empresa.....	57
	Gráfica 6. Existencia de plan de mantenimiento productivo total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria de empacado de vegetales frescos.....	58
	Gráfica 7. Necesidad de plan de mantenimiento productivo total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria de empacado de vegetales frescos.....	59
	Gráfica 8. Afectación al proceso de empacado por falta de plan de mantenimiento productivo total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria de empacado de vegetales frescos	60
	Gráfica 9. Acciones a contemplar para implementar plan de mantenimiento productivo total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria de empacado de vegetales frescos	61
	Gráfica 10. Involucrar a personal de maquinaria en implementación de plan de mantenimiento productivo total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria de empacado de vegetales frescos.....	62

Índice de cuadros.

Número.	Contenido.	Página.
	Cuadro 1.Existencia de paros no programados en el proceso de empacado de la empresa.....	53
	Cuadro 2. Tiempo en el que se han presentado paros no programados en el proceso de empacado de la empresa	54
	Cuadro 3.Incremento del número de paros no programados en el proceso de empacado de la empresa en los últimos años.....	55
	Cuadro 4. Motivo de los paros no programados en el proceso de empacado de la empresa en el último año	56
	Cuadro 5. Posibilidad de evitar paros no programados en el proceso de empacado de la empresa.....	57
	Cuadro 6. Existencia de plan de mantenimiento productivo total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria de empacado de vegetales frescos.....	58
	Cuadro 7. Necesidad de plan de mantenimiento productivo total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria de empacado de vegetales frescos.....	59
	Cuadro 8. Afectación al proceso de empacado por falta de plan de mantenimiento productivo total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria de empacado de vegetales frescos	60
	Cuadro 9. Acciones a contemplar para implementar plan de mantenimiento productivo total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria de empacado de vegetales frescos	61
	Cuadro 10. Involucrar a personal de maquinaria en implementación de plan de mantenimiento productivo total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria de empacado de vegetales frescos.....	62

I. INTRODUCCIÓN.

El presente informe investigativo y titulado de ingeniería industrial en el grado académico de licenciatura, se elaboró para dar solución a la problemática identificada en Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, sobre la ejecución inadecuada del mantenimiento a maquinaria empacadora de vegetales, por lo que fue preciso realizar el estudio del problema, su causa y efectos, con la finalidad de proponer una estrategia de mantenimiento autónomo.

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) formato dominó, 2) árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos 3) diagrama del medio de solución, 4) boleta de investigación efecto, 5) boleta de investigación causa, 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, así mismo, anexar el planteamiento de la propuesta de solución, la matriz de estructura lógica del trabajo investigativo y el presupuesto general de propuesta.

I.1 Planteamiento del problema.

El presente informe sobre deficiencias técnicas, tiene origen en los paros no programados en el proceso de empaque de la empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, por deficientes ejecución del mantenimiento de maquinaria de empackado, esta problemática se ha percibido en los últimos cinco años debido a la inexistencia de plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) enfocado a Mantenimiento Autónomo.

Los paros no programados en el proceso de empaque hacen referencia a que, desde hace cinco años en la empresa, el proceso productivo de empackar vegetales frescos se ha debido interrumpir por fallas técnicas inesperadas en la maquinaria, esta situación no ha permitido en ocasiones lograr metas productivas y ha atrasado pedidos a clientes, también se ha aumentado el costo del proceso, todo esto se traduce en pérdidas económicas.

Este efecto se ha percibido por mal ejecución del mantenimiento a maquinaria de empackado de vegetales, lo que significa que los procesos técnicos de cuidado de los equipos tienen deficiencias, lo que ha provocado el desgaste de piezas que a su vez repercuten en el sistema entero, lo que conlleva a la interrupción del proceso de empackado.

Toda esta situación se presenta como consecuencia de no contar con plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo, por medio del cual se garantice la efectividad del mantenimiento del sistema productivo y reduzca la probabilidad de fallas.

Al proponer que se implemente esta propuesta, se pretende que los socios de la empresa inviertan en una solución inmediata al problema encontrado y se logre contar con un proceso de mantenimiento adecuado para la maquinaria.

I.2 Hipótesis. Se estableció la hipótesis como parte del trabajo de investigación.

Hipótesis causal. “Los paros no programados en proceso de empaçado de empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años, por mala ejecución del mantenimiento a maquinaria de empaçado de vegetales, se deben a la inexistencia de plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) enfocado a Mantenimiento Autónomo”.

Hipótesis interrogativa. ¿Será la inexistencia de plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) enfocado a Mantenimiento Autónomo la causante de los paros no programados en proceso de empaçado de empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años, por mala ejecución del mantenimiento a maquinaria de empaçado de vegetales?

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.

I.3.1 General.

Minimizar paros no programados en proceso de empaçado de empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

I.3.2 Específico.

Mejorar ejecución del mantenimiento a maquinaria de empaçado de vegetales, en empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

I.4 Justificación.

En la actualidad, en empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago se percibe la cantidad promedio de paros no programados de 29 al año, lo que equivale a un total de 149 paros en los últimos cinco años, esta es una situación que ha perjudicado el funcionamiento de la empresa y ha atentado contra las metas productivas, lo que ha generado pérdidas económicas.

Con base a los datos de los últimos cinco años, se puede deducir que los paros no programados en proceso de empacado han aumentado 2.25 % anualmente, esto como consecuencia de la mala ejecución del mantenimiento a maquinaria de empacado de vegetales por falta de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) enfocado a Mantenimiento Autónomo.

Esta situación tenderá al aumento de la cantidad de los paros no programados en proceso de empacado en los siguientes cinco años de no tomar medidas necesarias para contrarrestar la problemática, las proyecciones indican que para el año 2024 la cantidad de paros será de 51.

Es importante implementar el plan Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) enfocado a Mantenimiento Autónomo, puesto que optimizaría el proceso de reparación y restauración del sistema de empacado de la empresa, este también permitiría el aprovechamiento de la capacidad instalada total de la empresa al no presentarse paros sin programación.

Resulta indispensable para el funcionamiento adecuado de la empresa empacadora y la implementación de esta propuesta que promueva el mejoramiento del proceso de mantenimiento del sistema de empaque de vegetales frescos, lo que permitiría en los siguientes cinco años reducir la cantidad de paros en un 90 %, lo que equivaldría a 13 para el año 2024.

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:

1.5.1.1 Métodos y técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis.

Para la formulación de la hipótesis se utilizó el método deductivo como medio principal de investigación, el cual permitió conocer aspectos generales y específicos de la empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez. Las técnicas utilizadas fueron:

- Observación directa. Esta se realizó directamente en el área, lo que permitió confirmar el incremento de la cantidad de paros no programados en proceso de empacado, cuales son las actividades específicas que se efectúan dentro del mantenimiento de los equipos de producción, así como su frecuencia; también se investigó sobre las acciones implementadas por los técnicos de la empresa encaminadas a detener los imprevistos presentados en los últimos cinco años.

- 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 operadores de la empresa y a técnicos de mantenimiento, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática identificada.

Con la situación más clara sobre la problemática de deficiente mantenimiento a maquinaria de empacado de vegetales 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: “los paros no programados en proceso de empacado de empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años, por mala ejecución del mantenimiento a maquinaria de empacado de vegetales, se deben a la inexistencia de plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) enfocado a 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 muestreo estadístico para determinar la población efecto (variable Y), la cual dio como resultado a 47 elementos de estudio, con lo que se establece que el nivel de confianza es del 95 % y el margen de error del 5 %; en cuanto a la población causa (variable X) se efectuó un censo, puesto que la población identificada se componían de cinco elementos, por lo tanto, se determina que el nivel de confianza para este caso 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, la comprobación de la hipótesis, se utilizó la encuesta, el muestreo estadístico 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.

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.

Paros de maquinaria.

Hoy en día las empresas empiezan a ver reflejados los problemas que suceden en la maquinaria, en la mayoría de las ocasiones pasa por ser maquinaria antigua que se ha deteriorado por el uso que se le ha dado durante su transcurso del tiempo, los principales problemas son por no contar con un mantenimiento programado por parte de los encargados del departamento de mantenimiento.

Los paros en la maquinaria son un problema actual, el principal motivo es que se realizar reparaciones hasta cuando la maquina está dañada, no se tiene un programa de mantenimiento el cual pueda minimizar los problemas o fallos que presente el equipo.

Los fallos pueden suceder por problemas eléctricos, mecánicos y en algunos casos sucede por errores humanos. Las empresas han considerado que esta serie de sucesos han aumentado y se requiere de gran atención ya que generan pérdidas por paros en sus procesos.

Las empresas consideran debido al incremento de los problemas en el equipo crear o implementar un sistema de mantenimiento con el cual logren minimizar fallos, que el equipo sea efectivo, que no produzca perdida en la producción, entregas tardías y en algunos casos se refleja inconformidad con sus clientes.

Área de incidencia. El personal de mantenimiento es el encargado de realizar los ajustes necesarios en caso de que la maquinaria presente algún tipo de problema, el área de mantenimiento quien se determinó como principal medio para la solución de los problemas que se presenten en la maquinaria y así poder prevenir los sucesos que se han dado actualmente en las empresas.

Actualmente la mayoría de las empresas no realizan procedimientos de mantenimiento para solucionar los problemas, la reparación de los equipos es reportada al área de mantenimiento al momento que el equipo haya presentado el problema y así poder realizar la revisión.

Uno de los problemas que afectan a los paros en la maquinaria es que el personal no cuenta con un registro de los fallos que han sucedido en el equipo donde especifique que tipos de problemas o piezas se dañan con frecuencia y así poder dar solución o realizar un diagnóstico donde se pueda lograr prevenir este tipo de eventos.

Atraves de un estudio se busca identificar la máquina que presenta problemas por paros, estos pueden ser identificados por un estudio de tiempos en el cual encontraremos el número de veces que ocasiona paros a la producción, de esta manera podremos investigar los problemas que se han dado en el equipo y poder solucionar a tiempo y así evitar los paros consecutivos, es decir prevenir los fallos en la máquina.

En algunas empresas han implementado una serie de pasos con el fin de poder minimizar los paros en la maquinaria estos son:

- Recopilación de información
- Recolección de datos
- Análisis de datos
- Análisis de resultados

- Propuesta de iniciativa de corrección de fallas
- Conclusiones del estudio

La mayor parte de los fallos en la maquinaria se han suscitado por no implementar mantenimientos programados al equipo muchas empresas no cumplen con un sistema de mantenimiento con el cual poder minimizar los paros no programados.

Actualmente se presentan paros programados y paros no programados la diferencia es que en uno podemos programar en qué momento nos conviene reparar la máquina, en los paros no programados se da el hecho de que genera pérdidas y atraso en la producción y puede llegar a tal grado de generar inconformidad con los clientes.

Los fallos se han dado a través de que las empresas no han querido implementar un sistema de mantenimiento que permita generar mejoras en la maquinaria y en algunos casos existen empresas que no tienen conocimientos de como poder prevenir este tipo de eventos.

Los paros en la maquinaria han logrado intervenir mucho en los procesos de producción y hay momentos en que las empresas se preguntan cómo poder reparar los problemas que se han dado en la maquinaria, todo esto podría llegar a producir algo irreparable.

Paros no programados.

Los paros no programados son sucesos que ocurren en una zona “D” donde se conoce como fallas imprevistas, en estas fallas no existe una detección temprana y el daño es implacable. Las fallas en muchas ocasiones son producidas por condiciones que se salen de control. Existen tipos de sistemas de detección temprana en muchos casos estos suelen ser muy cortos por lo que la detección temprana no se cumple. En

algunos casos la falta de detección anticipada la llama como mortalidad infantil y como suele suceder el costo de estas fallas se elevan al provocar paros no programados en la producción.

Los paros no programados son eventos que han perjudicado en muchas situaciones a las empresas, actualmente es una serie de eventos que han logrado que las empresas tengan diversos problemas como atrasos en producción y lo más relevante es tener inconformidad con los clientes ya que estos fallos se dan sin previo aviso.

La maquinaria es un medio de las empresas con la cual producen, por lo que si la maquinaria no funciona al 100%, no es eficiente, es un punto muy importante detectar este tipo de problemas ya que es el principal punto por el cual puede ocasionar un paro no programado.

El departamento de mantenimiento es el área encargada de poder realizar las tareas de mantenimiento programados, si no existe un programa, es muy probable que los paros en la maquinaria se den consecutivamente y que puedan dañar el equipo.

El mantenimiento programado es una solución para lograr minimizar los paros no programados en la maquinaria, en muchas empresas optan por reparar la maquina al momento que presente el daño, es la manera que manejan en la actualidad, y es esta la causante de los daños en el equipo y así mismo provoca paros no programados.

Los paros no programados son problemas que suceden en las empresas ya sea por realizar mal los mantenimientos y como sucede en muchos casos por no realizar los mantenimientos.

Lamentablemente muchos gerentes en las empresas ignoran este tipo de eventos que suceden, y en muchos casos no existe el área de mantenimiento, esto un gran error,

ya que el área de mantenimiento es el principal responsable de poder evitar los paros no programados.

Los paros no programados suceden por el tiempo, como lo es la antigüedad de la maquinaria el principal problema, existen diversos puntos por el cual la maquinaria deja de funcionar ya sea por mal mantenimiento, por no realizar mantenimientos o por errores humanos.

Las maquinas tienden a fallar por diversas razones las cuales generan paros no programados, usualmente implica que la maquina ha dejado de funcionar o no rinde lo necesario para mantener una buena producción a esto se le llama perdida de función de la maquina o componente.

La pérdida de función está dividida en tres categorías, obsolescencia, accidentes y degradación, estos tres términos son puntos que afectan a la maquinaria de diversas formas y tienden a causar el deterioro en la misma con el que causan así paros durante los procesos de producción sin previo aviso.

Los paros no programados son puntos que deben de tratarse a tiempo, estos pueden causar diversos daños graves en una empresa, por lo general tienden a causar pérdidas en la producción por los tiempos perdidos generados por las diversas fallas en la maquinaria.

Las empresas deben de poner énfasis en este tipo de eventos, son problemas que causan diversos daños en las empresas, perdidas en la producción y desacuerdo con los clientes.

“Definición. Los paros no programados ocurren debido a la falta de planificación de un entorno controlado en el que se anticipan las fuentes de falla que podrán frenar

las metas de producción, restándole a la empresa la capacidad óptima de manufactura”. (Nij, 2017).

“Causas de los paros no programados. La variación de la capacidad entre procesos sugiere que en la línea de producción se encuentran cuellos de botella donde la materia prima se procesa a velocidad más lenta y, por lo tanto, a un ritmo de producción más lento. Esto puede atribuirse a la antigüedad de las máquinas que trabajan en conjunto con maquinaria moderna”. (Nij, 2017).

“El largo tiempo de puesta a punto de la línea de producción se debe a la poca planificación de actividades de mantenimiento con procesos establecidos en donde no se estandarizan estos procesos y no existe un control estricto sobre ellos. Las detenciones imprevistas de máquinas son causa frecuente de un paro no programado y son consecuencia de la falta de un plan de mantenimiento preventivo”. (Nij, 2017).

“En este sentido, la administración debe implementar sistemas de control para decidir ante qué tipo de problemas se debe actuar antes que el problema en un entorno productivo empeore. También es de vital importancia observar en forma oportuna si los métodos actuales de trabajo cumplen los objetivos”.

“Causas comunes y causas especiales de variación en el proceso productivo. Todos los procesos productivos tienen variaciones que se generan a partir de los factores 6M:” (Nij, 2017).

- “Materiales.
- Maquinaria.
- Medición.
- Mano de obra.

- Métodos.
- Medio ambiente”.

“Estos factores influyen en las variables de salida del producto en forma natural y también aportan variaciones especiales o fuera de lo común, debido a que las 6M sufren cambios (desgaste, desajuste, errores, descuidos, fallas, entre otros)”. (Nij, 2017).

“Variación por causas no atribuibles, comunes o por azar: aportaciones naturales de las 6M que, ocasionalmente, llevan a los paros no programados, suceden diariamente y presentan una gran oportunidad de mejora para reducir los paros no programados mediante la anticipación de fallas por medio de ensayos no destructivos, métodos estadísticos de predicción de fallas de maquinaria, capacitación de mano de obra de mantenimiento, actualización de métodos y rutinas y plan de mantenimiento preventivo”. (Nij, 2017).

“Causas especiales (o atribuibles): son situaciones o circunstancias súbitas que no se encuentran permanentemente en el proceso: falla ocasionada por el mal funcionamiento de un elemento mecánico, una mala operación de montaje por parte del operario de mantenimiento y otros. A menudo pueden ser identificadas y eliminadas si se cuenta con un registro histórico, así como con los conocimientos y condiciones, medios de capacitación al personal operativo de mantenimiento y la correcta elección de proveedores de insumos”. (Nij, 2017).

Indicadores de paros no programados.

- Disminución de las horas de trabajo.
- Incumplimiento de metas productivas.
- Retrasos en el cumplimiento de pedidos a clientes.

- Aumento de los costos normales de producción.
- Pérdidas económicas.

Productos perecederos.

“Son aquellos que, por su composición, características físico-químicas y biológicas, puede experimentar alteración de diversa naturaleza en un tiempo determinado y que, por lo tanto, exige condiciones especiales de proceso, conservación, almacenamiento, transporte y expendio. Se refiere a productos lácteos, carnes, aves, pescado, embutidos, frutas y verduras y algunos alimentos preparados. Entran en esta categoría también las flores frescas”. (Videla, 2018).

“Los alimentos están compuestos básicamente por distintas proporciones de agua, proteínas, grasas e hidratos de carbono. Cuando un alimento está en contacto con la atmósfera pueden aparecer problemas de base química como reacciones de Maillard, reacciones de oxidación, reacciones enzimáticas, de base física (cristalización, absorción o desorción de agua) o biológica, que provocan desde una degradación de las propiedades organolépticas y comerciales del alimento hasta el deterioro total del mismo”. (Videla, 2018).

“Un envase adecuado ayuda a reducir estos problemas, pero no los puede evitar completamente. Ello hace necesario fijar una fecha de caducidad para cada producto que dependerá de la naturaleza del mismo, así como de las condiciones de envasado y de las de su almacenado”. (Videla, 2018).

“Procesado de alimentos. es el conjunto de procesos realizados en las diferentes partes de la cadena de producción, transporte, venta y consumo realizados con el objetivo de garantizar la vida e higiene de los alimentos. Se parte de la idea inicial de que los alimentos son productos perecederos y es necesario poseer ciertas

condiciones y realizar ciertos tratamientos para que sea posible su conservación”. (Jango-Cohen, 2005).

“Proceso: por regla general los alimentos recolectados se suelen someter a un proceso posterior, bien sea para su consumo inmediato, bien sea para su conservación posterior. La misión es detener la actividad microbiana que deteriore el alimento y no permita su consumo. El proceso es una tarea que se realiza en origen, por regla general en la industria de la alimentación, y que es previa a su comercialización”.(Jango-Cohen, 2005).

“Los métodos se caracterizan por la disminución de temperaturas hasta que cesa la actividad de reproducción bacteriana y de vida de los microorganismos, posee además como característica que detiene la descomposición del alimento. Se caracterizan por tener que mantener lo que se denomina cadena del frío. Estos métodos pueden ser:” (Davidson, 2006).

- “Refrigeración: se suele entender por refrigeración al intervalo que va desde los 2 y 5 °C en frigoríficos industriales, y entre 8 y 15 °C en los frigoríficos domésticos
- Congelación: es la congelación de los alimentos hasta llegar a temperaturas de -30°C
- Ultracongelación: se entiende así a un proceso de congelación que debe alcanzar temperaturas inferiores a -40°C en un periodo no mayor de dos horas”.

“Conservación por el calor: El método de conservación de alimentos mediante calor es menos efectivo que el de frío. Por regla general la idea es detener el crecimiento de la población de bacterias mediante el uso de calor. Los métodos empleados en este caso son:” (Davidson, 2006).

- “Escaldado: en el caso de verduras interrumpe la acción enzimática.
- Cocción.
- Pasteurización.
- Esterilización”.

“**Conservación por curado:** este método suele ser muy aplicado al objeto de poder ser transportado más allá de sus orígenes de producción: sazonado y ahumado”. (Davidson, 2006).

“**Conservación por medios químicos:** se realiza por medio de agentes antimicrobianos como desinfectantes y fungicidas (por regla general ozono)”. (Davidson, 2006).

Empaque de productos perecederos

“El procedimiento de empaque por lo regular tienden a tener lugar en las plantas de empaque de diferentes tipos, estas plantas tienden a ser construidas totalmente automatizadas con el fin de proteger el producto y así poder brindar productos frescos de calidad”. (Luz, 2013).

“La preparación y empaque del producto en el terreno solo es posible para cierto número de cultivos y para los mercados especiales este tipo de preparación no se realiza con políticas establecidas para lograr eliminar plagas pero si cumplen con requerimientos necesarios, por lo tanto son efectivamente seguros”. (Luz, 2013).

“Luego de que se haya dado la cosecha las hortalizas deben de limpiar el producto, seleccionar por tamaño y debe de estar empaqueado si va ser vendido en el mercado de productos frescos, con el fin de proporcionar producto de calidad”. (Luz, 2013).

“Las plantas de empaque de productos frescos son sitios protegidos de trabajo, tanto para los productos frescos como para los empleados, así crea un conjunto de

pasos ordenados donde el producto fluya de manera eficiente y así poder manejar y supervisar de forma centralizada, para poder ejecutar trabajos de calidad donde se respeten políticas, para lograr productos protegidos”. (Luz, 2013).

“Por lo regular los centros de empaqueo cuentan con un centro de almacenamiento para el equipo y materiales de empaque, estas bodegas como suele suceder son puntos focales para la industria de la horticultura, por lo tanto estas plantas deben de contar con un diseño adecuado para lograr cumplir y así poder empacar diversos productos frescos en diversas estaciones del año, el fin es mantener procesos de los productos durante todo el año y poder contribuir a sacar al mercado los productos adecuados para los clientes”. (Luz, 2013).

“Al exportar productos frescos las bodegas de empaque son parte muy importante durante la operación, por lo tanto durante la selección, clasificación y calidad deben estar bien organizados para lograr productos totalmente seguros”. (Luz, 2013).

“Dentro de las operaciones que se realizan en una planta de empaque se desarrollan en base a ciertas etapas o procedimientos que llevan a mantener una buena operación y un buen control estos son:” (Luz, 2013).

- “Recepción, inspección y descarga
- Lavado, encerado, empaqueo, tratamiento, clasificación y separación por tamaño.
- Despacho, inspección y carga
- Almacenamiento, fumigación, maduración, curado y enfriamiento”.

“Recepción. Al llegar el producto a la plantan de empaque, todo el producto por procedimiento normalmente es contado o pesado y dentro de los pasos se toma muestra para identificar la calidad del producto tanto como el origen”. (Luz, 2013).

“Normalmente entran productos de diferentes proveedores por tal razón conlleva a proporcionar o identificar evidencia de la entrega tanto como identificar por medio de codificaciones o controles estandarizados para lograr un buen manejo y un control eficiente”. (Luz, 2013).

2El producto por lo general no se transporta directamente a las líneas de empaque, se deja en áreas de espera para ser procesados en un orden según se maneje dentro de la empresa, de esta manera es como el producto entra a la planta de empaque para su posterior empaquetado”. (Luz, 2013).

“**Empaque.** El empaque es un procedimiento que se da de acuerdo a las líneas formadas dentro de la planta, estas líneas difieren mucho según las cantidades o los tipos de productos que se van a manejar”. (Luz, 2013).

“Las líneas de empaque cuentan con mesas especiales o algunas simples tablas inclinadas en donde el producto es procesado, recortado, limpiado, clasificado, separado según el tamaño y posteriormente empaquetado. Las operaciones con tablas son perfectamente aceptadas cuando se manejan pequeñas cantidades, pero si se procesan grandes cantidades es recomendable mesas de trabajo o líneas mecánicas donde la operación es más estandarizada”. (Luz, 2013).

Cuando tenemos una planta de grandes dimensiones es importante incluir una línea equipada para los lotes especiales de los productos. Las líneas de empaque por lo regular deben de contar con abastecimiento, el traslado se realiza sin causar daños al producto, el traslado del producto es manual ya sea a las mesas o al vaciarlo en un estanque de agua para su posterior lavado. Cuando el traslado es mecanizado debe de cuidarse las caídas de grandes alturas para evitar daños mayores en el producto.

“Eliminación de desperdicios. En las bodegas de empaque es importante separar desperdicios con el fin de restringir la dispersión de enfermedades de pos cosecha”. (Luz, 2013)

“No se debe permitir que los desperdicios que se han separado se acumulen dentro de la planta de empaque, esto puede provocar grandes problemas y puede convertirse en un riesgo fitosanitario”. (Luz, 2013).

“El desperdicio puede ser muy bien utilizado, y así poder reducir los costos de su eliminación, el desperdicio puede ser utilizado para alimento animal”. (Luz, 2013).

“Manejo de materiales. En cada estación de empaque se caracteriza por mantener movilizad el producto con rapidez, y manejar de igual forma los materiales de empaque a los puntos de entrega en la utilización y despacho”. (Luz, 2013).

“Al realizar un buen manejo del equipo y de los vehículos, se logra ahorro de tiempo y esfuerzo, lo que consigue reducir de manera considerable daños en el producto. Para un buen manejo debe de utilizarse carretillas, montacargas y pallets con el fin de mantener el producto a salvo”. (Luz, 2013).

“Facilidades de almacenamiento. Las estaciones de empaque normalmente tienen instalaciones para mantener almacenado el producto y refrigerado, estas instalaciones deben de mantener temperaturas considerables conforme al producto que se esté en almacenamiento con el fin de mantener los productos frescos y de calidad. (Luz, 2013)

Existen casos en los que mantener productos en áreas ventiladas es suficiente, esto para almacenamiento temporal, este tipo de almacenamiento es considerable para plátanos y cítricos que tienen una vida post cosecha razonable”. (Luz, 2013).

“Al construir áreas de almacenamiento debe de considerarse expansiones a futuro, las bodegas son puntos que pueden crecer en el almacenamiento de productos es por este motivo que debe de considerarse expansiones futuras”. (Luz, 2013).

“Al momento de almacenar los productos perecederos se debe de colocar en una superficie con la cual no tenga contacto con el piso el fin es mantener la calidad y que no corra riesgo de descomposición o contaminación”. (Luz, 2013).

Mantenimiento.

“Se define el mantenimiento como todas las acciones que tienen como objetivo preservar un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida. Estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes. En las ramas de la Ingeniería algunas especializaciones son: Ingeniería en mantenimiento industrial e Ingeniería en mantenimiento mecánico”. (Lezana, 1990).

“En la industria y la ingeniería, el concepto de mantenimiento tiene los siguientes significados:” (Lezana, 1990).

1. “Cualquier actividad (como comprobaciones, mediciones, reemplazos, ajustes y reparaciones) necesaria para mantener o reparar una unidad funcional de forma que esta pueda cumplir sus funciones”. (Lezana, 1990).

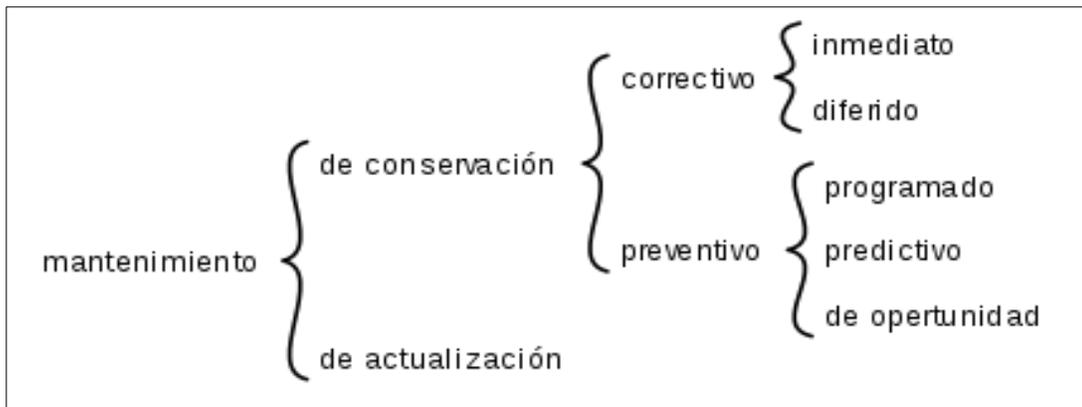
2. Para materiales: (Lezana, 1990).

- “Todas aquellas acciones llevadas a cabo para mantener los materiales en una condición adecuada o los procesos para lograr esta condición. Incluyen acciones de inspección, comprobaciones, clasificación, reparación, etc.
- Conjunto de acciones de provisión y reparación necesarias para que un elemento continúe en cumplimiento de su cometido.

- Rutinas recurrentes necesarias para mantener unas instalaciones (planta, edificio, propiedades inmobiliarias, etc.) en las condiciones adecuadas para permitir su uso de forma eficiente, tal como está designado”.

Tipos de mantenimiento.

Ilustración 1. Cuadro sinóptico de los tipos de mantenimiento.



Fuente: Sauris, 1992.

En las operaciones de mantenimiento pueden diferenciarse las siguientes definiciones:

1. “Mantenimiento de conservación: está destinado a compensar el deterioro de equipos sufrido por el uso, de acuerdo a las condiciones físicas y químicas a las que fue sometido. En el mantenimiento de conservación pueden diferenciarse:” (Sauris, 1992).
 1. “Mantenimiento correctivo: es el encargado de corregir fallas o desperfectos observados.
 1. Mantenimiento correctivo inmediato: es el que se realiza inmediatamente de aparecer el desperfecto o falla, con los medios disponibles, destinados a ese fin.

2. Mantenimiento correctivo diferido: al momento de producirse el desperfecto o falla, se produce un paro de la instalación o equipamiento de que se trate, para posteriormente afrontar la reparación, solicitándose los medios para ese fin”. (Sauris, 1992).
2. “Mantenimiento preventivo: dicho mantenimiento está destinado a garantizar la fiabilidad de equipos en funcionamiento antes de que pueda producirse un accidente o daño por algún deterioro
 1. Mantenimiento programado: realizado por programa de revisiones, por tiempo de funcionamiento, kilometraje, etc.
 2. Mantenimiento predictivo: es aquel que realiza las intervenciones que predicen el momento que el equipo quedara fuera de servicio mediante un seguimiento de su funcionamiento que determine su evolución, y por tanto el momento en el que las reparaciones deben efectuarse.
 3. Mantenimiento de oportunidad: es el que aprovecha las paradas o periodos de no uso de los equipos para realizar las operaciones de mantenimiento, por medio de revisiones o reparaciones necesarias para garantizar el buen funcionamiento de los equipos en el nuevo periodo de utilización”. (Sauris, 1992).
2. “Mantenimiento de actualización: tiene como propósito compensar la obsolescencia tecnológica o las nuevas exigencias que en el momento de construcción no existían o no fueron tenidas en cuenta pero que en la actualidad sí deben serlo”. (Sauris, 1992).

“Ingeniería del mantenimiento. Se encuentra ubicada dentro del concepto general de la ingeniería, o más específicamente de la Ingeniería de fábricas que se define como aquella rama del conocimiento que se relaciona con la explotación, desarrollo y transformación de los Recursos Naturales para ponerlos al servicio del hombre mediante un proceso de producción”. (Monchy, 1990).

“La ingeniería de fábricas se puede dividir en seis clases de ingeniería interrelacionadas en mayor o menor grado, estas son:” (Monchy, 1990).

“Ingeniería de investigación: comprende las etapas de búsqueda de materiales, herramientas, procedimientos y técnicas que mejoren los sistemas productivos al servicio del hombre”. (Monchy, 1990).

“Ingeniería de desarrollo: aplica los resultados de la investigación en la exploración de los recursos naturales”. (Bald’n, 1982).

“Ingeniería de diseño: desarrolla nuevos procesos y los transfiere a planos completos con sus especificaciones, para la fabricación de equipos y construcción de plantas y edificios”. (Bald’n, 1982).

“Ingeniería de construcción: construye los edificios e instala los equipos con sus servicios necesarios, con base en los planes elaborados por la ingeniería de diseño”. (Bald’n, 1982).

“Ingeniería de producción: opera los equipos instalados para obtener los mejores rendimientos de producción con base a los procesos establecidos”. (Bald’n, 1982).

“Ingeniería de mantenimiento: mantiene en las mejores condiciones de operación los equipos y resuelve los problemas de conservación de la planta física. Con base

en lo anterior se puede definir la ingeniería de mantenimiento como la labor de administrar y desarrollar los programas de mantenimiento de los equipos, herramientas o edificios de las diferentes instalaciones de una fábrica”. (García, 2006).

“Modernamente se conoce la ingeniería de mantenimiento como terotecnología que se deriva de la palabra griega *teros-tereo* que significa, cuidar, guardar, revisar. Entre los principales objetivos específicos de la ingeniería de mantenimiento, manejados con criterio económico y encausados a obtener reducción en los costos de producción, se pueden enumerar los siguientes:”

- “Mantener permanentemente los equipos e instalaciones en su mejor estado, para evitar tiempos de parada improductivos.
- Prolongar la vida útil del equipo y maquinaria el máximo tiempo, con funcionamiento eficiente.
- Efectuar las operaciones de emergencia, tan pronto y eficazmente como sea posible.
- Sugerir y proyectar mejoras en los equipos para disminuir las posibilidades de falla.
- Llevar a cabo las inspecciones sistemáticas de la fábrica con los suficientes intervalos de control, que mantengan los registros adecuados.
- Controlar el costo directo del mantenimiento, mediante el correcto y efectivo uso del tiempo, materiales, servicios y servicios humanos”. (García, 2006).

“Actividades de ingeniería de mantenimiento. Las principales actividades ejecutadas dentro de la ingeniería de mantenimiento son las siguientes:” (Monchy, 1990).

“Inspección: Actividad consistente en efectuar análisis del funcionamiento y operación de los equipos, con el fin de determinar su estado físico y las posibilidades de falla. Las inspecciones pueden ser:” (Monchy, 1990).

- “Ligera: se realiza en forma superficial con poca instrumentación.
- Profunda: requiere de instrumentación y herramienta compleja.
- Abierta: el equipo se debe abrir o desmontar para realizar inspecciones internas.
- Cerrada: no es necesario abrir o desarmar el equipo, se usa generalmente equipo de diagnóstico”.(Monchy, 1990).

“Servicio: actividades que se realizan con el fin de mantener la apariencia y las propiedades físicas de los equipos e instalaciones y que son necesarios para la supervivencia de los equipos. Las actividades más comunes de servicio son las de: limpieza, pintura, desinfección y desoxidación”. (Arbizu, 2001).

“Reparación: Actividades generales consistentes en corregir defectos, sustituir partes o piezas de equipos que han fallado, para que vuelvan a funcionar eficientemente. Las reparaciones son fundamentalmente de dos tipos:” (Arbizu, 2001).

- “Reparación mayor: Requiere gran cantidad de mano de obra y materiales.
- Reparación menor: Se realiza en poco tiempo, con poca herramental”.

“Modificación: Actividades consistentes en alterar el diseño de los equipos e instalaciones, para simplificar la operación y el mantenimiento o para satisfacer las necesidades de producción. Las modificaciones pueden ser:” (Arbizu, 2001).

- “De simplificación: para lograr operación más eficiente o mantenimiento simplificado con disminución de costos.

- De adaptación: con la finalidad de aumentar las cantidades de producción, o por cambio del producto.
- Por necesidad: debidas a obsolescencia de los equipos o a la dificultad para obtener reemplazos y repuestos. De las modificaciones deben quedar registros para el mantenimiento y que este sea planeado con base al nuevo estado”.

“Fabricación: actividad consistente en la manufactura de partes de repuestos, de difícil adquisición o urgente con el fin de reparar, modificar o dar servicios de mantenimiento a equipos o instalaciones”. (de Bona, 1999).

“Montaje: Actividades consistentes en instalar, arrancar y poner en operación normal equipos nuevos, o reconstruidos. Los montajes tienen como ventaja el adiestramiento que se adquiere por parte del personal, que posteriormente se encarga de operar o mantener estos equipos, pues generalmente estos montajes son dirigidos por técnicos especialistas o los mismos fabricantes”. (de Bona, 1999).

“Cambio: actividades que implican reemplazo de partes o equipos que han agotado su vida útil y su reparación o recuperación ya no es económica. Las actividades de cambio deben fundamentarse en las necesidades de modernización, o ajuste en las líneas de producción para mejorar la eficiencia, aumentar la capacidad productiva o la calidad del producto”. (de Bona, 1999).

Mantenimiento a maquinaria industrial.

“Cuando el jefe o los operarios observen un fallo o problema en el equipo o la máquina, se avisa al responsable de mantenimiento para que proceda a gestionar su reparación. Las averías o labores de mantenimiento, en caso de ser resueltas con medios propios se anotan en la ficha de mantenimiento de la máquina, indicándose las horas de paro, los materiales utilizados y su coste”. (Heinz, 1988).

“En el caso de que se contrate la reparación, se anota en la ficha del equipo la descripción de la tarea, la referencia del parte de trabajo, albarán o factura de la reparación y las horas de paro de la máquina”. (Heinz, 1988).

“Al menos una vez al año, el responsable de mantenimiento estudia el mantenimiento realizado durante el ejercicio anterior y propone acciones de mejora para el periodo siguiente (búsqueda de proveedores de repuestos o consumibles, variación en la frecuencia del mantenimiento de cierto equipo, cambiar el modo de mantenimiento de un equipo de correctivo a preventivo o viceversa, propuestas de formación, mejoras en la maquinaria, etc.)”. (Heinz, 1988).

“El responsable de mantenimiento es responsable de analizar y presentar en la revisión del sistema, los datos más representativos del plan de mantenimiento realizado, así como los recursos que estime necesarios adquirir. En estas revisiones se estudiará la conveniencia o no de las propuestas”. (Heinz, 1988).

“Todas las labores de reparación y mantenimiento han de quedar registradas en un formato de “historial de revisiones/reparaciones”, y es responsabilidad del responsable de mantenimiento que esto se lleve a cabo, bien por él, o bien por el personal responsable del equipo o máquina si es el caso”. (Heinz, 1988).

“Mientras no se indique lo contrario en el “listado de equipos y máquinas bajo mantenimiento”, se aplicará mantenimiento correctivo. No obstante, es indispensable recoger en el “historial de revisiones/reparaciones” los trabajos que se realicen en estos equipos y máquinas sea cual sea el tipo de mantenimiento aplicado”. (Heinz, 1988).

“En caso de aplicar mantenimiento preventivo, se debe determinar previamente un “Plan de Mantenimiento” en el que se indicarán las labores a realizar y su periodicidad. Estos planes de mantenimiento son elaborados por el responsable de

mantenimiento, con ayuda de oficina técnica si es necesario, y son aprobados por gerencia tras la revisión anual del sistema de gestión de calidad o tras una revisión extraordinaria si es necesario”. (Heinz, 1988).

“No conformidades en el proceso. El retraso en la ejecución del plan de mantenimiento supondrá una No Conformidad del Sistema de Gestión de Calidad, en cuyo caso, se deberá abrir la correspondiente incidencia, estudiar los motivos de dicho retraso y proponer medidas correctoras apropiadas”. (Gómez, 1998).

“Estas no conformidades serán evaluadas posteriormente para determinar posibles acciones correctivas y/o preventivas. Además, se consideran no conformidades de este proceso cualquier incumplimiento de lo establecido en este documento”. (Gómez, 1998).

“Situaciones excepcionales. En principio, se excluyen de este procedimiento aquellas máquinas y equipos cuyo funcionamiento no afecte sustancialmente a la calidad de los materiales y/o servicios prestados por la empresa a sus clientes (impresoras, fotocopadoras, etc.). En cualquier caso, tras la revisión del sistema de gestión de calidad, se puede estudiar la posibilidad de incluir algunos de estos equipos en función del costo de reparación, del valor del equipo, etc. Estas inclusiones quedan reflejadas en el “listado de equipos y máquinas bajo mantenimiento”. (Fernández, 2005).

“Responsabilidades. En general, los trabajos de mantenimiento y reparación son realizados por el responsable de mantenimiento y el personal a su cargo, a excepción de aquellas labores que puedan ser realizadas con eficacia y eficiencia por el personal responsable de la máquina o equipo correspondiente”. (Gómez, 1998).

“Además, el personal es responsable de mantener los documentos generados por este procedimiento en buenas condiciones, al evitar su deterioro o pérdida. El departamento de Gestión de Calidad posee copia de los formatos necesarios para este proceso, y velará por el correcto cumplimiento del mismo”. (Gómez, 1998).

Mantenimiento de maquinaria de empaçado.

El mantenimiento en la maquinaria de empaque al igual que en cualquier tipo de maquinaria moderna, cuentan con sistemas de cómputo, electrónicos, hidráulicos, etc. Los cuales están sujetos a cualquier tipo de desgaste o fallas durante el tiempo de trabajo, y es este un punto importante para lograr un análisis de la herramienta relacionada con el empaque el cual merece una aplicación de pasos preventivos con el que se garantice la función ideal. (Revista de logística, 2017).

De los distintos mantenimientos y en los diversos tipos de maquinaria de empaçado se ha logrado mantener mantenimientos óptimos para lograr una maquinaria eficiente, los tipos de mantenimiento más comunes son los correctivos, no planificado, planificado, predictivo y preventivo, estos son algunos mantenimientos aplicados actualmente en la maquinaria de empaçado, esto no quiere decir que son los únicos tipos de mantenimiento industrial, existen muchos más. (Revista de logística, 2017)

En la maquinaria de empaque debe de programarse secuencias de inspecciones con el fin de verificar el funcionamiento, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, este tipo de trabajos preventivos deben de ser de forma periódica en base al plan establecido. (Revista de logística, 2017)

El mantenimiento preventivo que se realizar a la maquinaria de empaque tiene como propósito adelantarse antes de que ocurre una falla, y minimizar de esta manera las posibles fallas y que se eviten cualquier tipo de paro que afecte en la cadena de

producción. El objetivo del mantenimiento preventivo es la detección temprana de fallas, esto se da en base a las inspecciones programadas en un cierto tiempo donde se debe de visualizar cualquier anomalía que afecte en la máquina para poder actuar a tiempo y poder evitar la falla posible. (Revista de logistica, 2017)

Al realizar un buen trabajo preventivo se obtiene información del origen de las fallas repetitivas, de igual forma el tiempo de operación seguro de un equipo y lograr determinar puntos débiles de las instalaciones y maquinas. (Revista de logistica, 2017)

En el sistema de empaque que se maneja actualmente se tiene la misma importancia los procesos y sus características, no varían respecto a otras industrias o maquinaria. Sin embargo, los mecanismos de empaquetado no siempre se tienen en cuenta como otros dentro de los procedimientos de producción. (Revista de logistica, 2017)

Ilustración 2. Máquina convencional de empackado.



Fuente: Revista logística, 2017.

“La aplicación de mantenimiento es sumamente importante en cualquier aparato, el punto y diferencia principal que identifica a las maquinarias de empaque es que son el último paso del producto final por lo tanto no se les presenta la misma atención como a las de diferentes procesos de fabricación”. (Nievel, 1996).

“El empaque de un bien es el medio de comunicación entre el fabricante y el comprador el cual conduce el mensaje de la calidad y eficiencia que se maneja, es por ese motivo de la importancia que se le debe de presentar a este tipo de maquinaria”.(Nievel, 1996).

“El mejor desempeño de todos los sistemas de empackado son puntos fundamentales en los planes de mantenimiento, esto quiere decir que si una maquina trabaja un 80% de su capacidad es porque es desaprovechada y genera pérdidas en la empresa”.(Nievel, 1996).

“El mantenimiento preventivo en la maquinaria de empackado durante el proceso se generan diversas ventajas de los cuales se dan diversos beneficios como lo son:”(Nievel, 1996).

- “Confiabilidad, el cual genera que un equipo opere en condiciones buenas y seguras.
- Reducción de tiempos muerto.
- Mayor duración en los equipos e instalación.
- Disminución de costos en repuestos.
- Nivelación de la carga de trabajo para el personal de mantenimiento.
- Disminución de costos en reparaciones”.

“Al momento de aplicar un sistema de mantenimiento preventivo en la maquinaria de empackado se dan diversas etapas básicas que se deben de tomar en cuenta al planear el mantenimiento o posterior a su ejecución”. (Grimaldi y Simonds, 1996).

- “Inventario técnico, manuales, planos y características de los equipos.
- Procedimientos técnicos, Lista de trabajos a realizar y organizados periódicamente.

- Control de frecuencias y calendarización correcta de la fecha en que se realizara el trabajo.
- Registro de reparación, repuestos y costos”.

Rutina de mantenimiento. Todo trabajo de mantenimiento debe ser realizado exclusivamente por personal calificado. Para evitar lesiones por quemadura o electrocución, antes de realizar cualquier trabajo de mantenimiento se debe apagar el equipo, desconectar el cable de conexión eléctrica y cerciorarse de que el pistón sellador esté frío. Para la correcta operación del equipo durante su vida útil, es necesario realizar la siguiente rutina de mantenimiento e inspección: (Avallone yBaumeiste, 1996).

- 1) “Antes de iniciar la operación del equipo, inspeccionar los cables y conexiones por posibles daños o contactos flojos. En caso de encontrar daños se les debe remplazar, así como las conexiones dañadas antes de iniciar la operación.
- 2) Cuando sea necesario, limpiar la superficie del pistón sellador, y remover cualquier residuo plástico que se encuentre adherido a éste. El pistón sellador debe estar limpio para efectuar una correcta operación de sellado.
- 3) El filtro de aire comprimido de la válvula de mantenimiento debe examinarse periódicamente. Inspeccionar visualmente el nivel de agua condensada, porque no debe sobrepasar la altura indicada en la mirilla de control. De lo contrario, el agua podría ser arrastrada hasta el pistón por la corriente de aire comprimido. Para purgar el agua condensada hay que abrir el tornillo existente en la mirilla. Asimismo, debe limpiarse el cartucho filtrante.
- 4) El regulador de presión, al estar precedido de un filtro, no requiere ningún mantenimiento.
- 5) Periódicamente verificar el nivel de aceite del lubricador de aire comprimido por medio de la mirilla, y si es necesario suplirlo hasta el nivel permitido. Los filtros de

plástico y los recipientes de los lubricadores no deben limpiarse con tricloroetileno. Para los lubricadores, utilizar únicamente aceites minerales.

6) Inspeccionar la termocupla por impurezas o deterioro de la misma para evitar la descalibración de la misma. La descalibración es el proceso de alterar la estructura del alambre de la termocupla. Si el daño en ésta es considerable, debe remplazarse”.

“Posibles fallas y sus soluciones. El equipo está provisto de un sistema de detección de fallas. La causa de algún problema puede ser determinada por medio del regulador digital. El equipo no podrá operarse hasta que la falla sea solucionada. Luego de solucionar el problema se debe apagar y encender de nuevo el equipo”.

(Festo, 2001).

“Las distintas fallas que pueden ser detectadas por el regulador digital son desplegadas en pantalla bajo la letra F seguida de un número. Acontinuación, se listan las fallas que pueden ser detectadas por el equipo y sus posibles soluciones:”

(Festo, 2001).

- “F1. La termocupla del pistón sellador no opera. Este problema se soluciona al cambiar la termocupla o el cable de conexión.
- F2. La polaridad de la termocupla está inversa. Este problema se soluciona al conectar la termocupla como se indica en la sección 3.3.1.
- F3. La temperatura de sellado no es alcanzada. Inspeccionar el calentador tipo anillo y cables de distribución eléctrica. De ser necesario remplazar cualquiera de los anteriores.
- F4. Se despliega una señal de activación continua del interruptor de activación del pistón sellador. Para solucionar este problema debe revisarse el interruptor de dos manos.
- F5. El regulador digital ha detectado una falla interna. Para solucionar este problema, se debe apagar y encender el equipo, si la falla persiste se debe contactar al fabricante.

- F6. La frecuencia principal no está disponible. Para solucionar el problema inspeccionar las conexiones principales o, de ser necesario, cambiar de fase”.

Mantenimientos deficientes.

Este tipo de mantenimiento se produce cuando el personal a cargo no cumple con los requerimientos de cada uno de los sistemas existentes, es por ellos que ocurren diversos tipos de problemas en la maquinaria, los mantenimientos son eficientes si se aplicara o se ejecuta bien el procedimiento de cada uno de ellos.

El principal fallo en un mantenimiento deficiente es el personal a cargo de los mantenimientos quienes tienen que cumplir con cada uno de los procedimientos establecidos en los sistemas de mantenimiento con el fin de prevenir fallos en la maquinaria y paros en la producción.

Un mantenimiento deficiente puede tener una o más de las siguientes características.

- Frecuentes paros en la producción originados por fallas repetitivas.
- Alto número de accidentes ocasionados por descuidos operacionales.
- Reparaciones mal ejecutadas o roturas de partes por suciedad.
- Desgaste acelerado de los equipos por deficiencia en la lubricación.
- Alto costo de reparaciones o reemplazo de equipos.
- Elevado el número de trabajos a causa de la baja calidad de las reparaciones.
- Utilización de herramienta inadecuada
- Desconocimiento de las características del equipo
- Inexistencia o incumplimiento de los programas de mantenimiento
- Falta de una interacción efectiva entre el personal de mantenimiento y el de producción
- Poca habilidad técnica del personal
- Baja productividad, disciplina y entusiasmo del personal de mantenimiento.
- Aspectos sucios y deteriorados en la maquinaria.

El mantenimiento deficiente tiene un elevado número de trabajos correctivos o de emergencia el cual tiene como consecuencia menor confiabilidad y vida útil de los equipos, se incrementan los costos en reparaciones y el índice de seguridad y sobre todo se da el menor desempeño del personal y menor productividad.

En las empresas se han desarrollado diferentes estructuras de planificaciones de mantenimiento, pero en muchas ocasiones estas no son respetadas y optan por realizar los mantenimientos con mayor facilidad, esto sucede cuando el personal a cargo del mantenimiento no está capacitado para poder realizar los mantenimientos según las especificaciones y que puede llegar a dañar a más de un equipo y elevar los costos.

Los diversos tipos de mantenimiento se diseñaron con una serie de puntos específicos con el fin de implementar un sistema efectivo dentro de una empresa, y de esta manera lograr minimizar cierto número de fallas consecutivas en los equipos.

Mantenimientos mal programados.

El objetivo del mantenimiento es mantener una buena programación para lograr una buena ejecución de cada una de las actividades que se deben de realizar, pero durante los procesos hay empresas que fallan al programar cada actividad. El principal problema de una mala programación es no tener al personal capacitado para lograr llevar un control sobre el mantenimiento.

La mala programación surge desde una serie de puntos que no se toman en cuenta, durante cada paso de los trabajos planificados, existen diversas formas en la que se puede fallar al momento de programar un sistema de mantenimiento. Al no realizar inspecciones y un estudio sobre el equipo o maquinaria al cual se realizará mantenimiento, no sabremos con qué frecuencia podemos actuar para poder programar y calendarizar.

En la maquinaria industrial es importante mantener un margen de inspecciones para lograr determinar con qué frecuencia se programará cada mantenimiento con el fin de poder actuar de manera correcta y en el tiempo exacto.

Uno de los problemas más frecuentes que se han presentado durante los procesos de mantenimientos preventivos es el no saber con exactitud la fecha en que se tendría que realizar cada mantenimiento, esto se da debido a la falta de inspecciones e investigar detenidamente cada equipo para lograr determinar cada proceso y con exactitud la falta de mantenimiento que necesitaría y si ser programado.

En este tema de programación del mantenimiento no es tan importante la tecnología, las aplicaciones de mantenimiento más sofisticadas no sirven de mucho si no se alimentan con los datos adecuados. El tener mala programación se debe a diversos aspectos básicos que no son tomados en cuenta en cada sistema de mantenimiento que se realiza, como lo son:

- Mantener un sistema de máquinas o instalaciones el cual no cuenten con una numeración con el que pueden ser identificados rápidamente, no tener en cuenta que tipo de maquinaria es la que está dañada y como está conformado la estructura de cada maquinaria el cual pueda permitir actuar con más facilidad.
- No aplicar procedimientos como lo son leer cada documentación del fabricante por cada máquina o no mantener manuales de procedimientos para guías como no tener registros de averías por cada máquina con el que se pueda analizar qué ha fallado.
- No seguir las instrucciones del fabricante quienes suelen orientar cada cuanto tiempo deben de repetirse las acciones y no adaptar periodos para optimizar la relación coste/beneficio.

Mantenimiento Productivo Total.

“Del inglés de *total productivemaintenance*, 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”. (Cárcel y Javier, 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”. (Cárcel y Javier, 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”. (Cárcel y Javier, 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 cómo 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:” (Charantimath, 2012).

- “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”.

“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 KobetsuKaisen. 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”. (Arbós, 2011).

2. “Mantenimiento autónomo o JishuHozen. 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”. (Arbós, 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”. (Arbós, 2011).

4. “Mantenimiento de calidad o HinshitsuHozen. 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 canonjías 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 esta 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”. (Duffuaet 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”. (Duffuaet 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”. (Duffuaet al, 2006).

5. “Inspección autónoma. En el paso 5, los estándares de limpieza y lubricación establecidos en las etapas 1,2 y 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 proporcionarán el arribo a la meta”. (Duffuaet 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”. (Duffuaet 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”. (Duffuaet 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”. (Duffuaet 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).

Mantenimiento Autónomo dirigido a emparadoras de alimentos.

“El mantenimiento autónomo que se caracteriza por ser un pilar del Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.), este tiene como propósito el desarrollo de los procesos y la buena práctica de manufactura en las empresas de alimentos”. (Laverde, 2015).

“En las industrial de alimentos manejado a través del sistema Mantenimiento Autónomo tiene un enfoque principal que es la gestión del cambio cultural, como el desarrollo de competencias para mandos excelentes”. (Laverde, 2015).

“El mantenimiento autónomo es un poderoso sistema de optimización de procesos, tiene como objetivo maximizar la efectividad de los equipos, crea un ambiente de trabajo participativo, responsable y competitivo. El mantenimiento autónomo mejora los resultados de negocio y desarrolla potencial en los colaboradores de la empresa”. (Laverde, 2015).

“La industria de alimentos cuenta con diversas características por el cual es único”. (Laverde, 2015).

- “Asegura los suministros de productos de valor
- Es un negocio masivo

- Existen nuevos y novedosos materiales o sistemas de empaque que facilitan el uso del producto son creados en forma vertiginosa.
- Exige seguridad alimentaria, calidad”. (Laverde, 2015).

“Las industrias alimentarias combinan diversas tecnologías y procesos productivos es por este motivo que este tipo de empresas implementan el modelo TPM enfocado al mantenimiento autónomo ya que es un sistema muy eficiente tanto en afectividad en los equipos como limpieza y mejora en los procesos”. (Laverde, 2015).

“El solo hecho de trabajar en empresas donde la seguridad alimentaria es vital, se sabe bien que el equipo debe contar con condiciones de BPM (Buenas Prácticas de Manufactura) así como buena limpieza, estos son considerados en el mantenimiento autónomo ya que este sistema es muy completo y considera este tipo de procedimientos con el cual se garantiza la eficiencia de cada equipo. (Laverde, 2015).

El mantenimiento autónomo de calidad emplea estrategias para la industria de alimentos (Laverde, 2015).

- “Actividad de mantenimiento instantáneo, especialmente en los equipos de empaque
- Inspección autónoma profunda durante las etapas de limpieza”.

Seguridad industrial.

“Dentro del sistema de mantenimiento autónomo existen diversos aspectos de seguridad y salud que son contemplados durante la ejecución de cada paso entre estos están, confiabilidad del equipo, prevenir errores humanos”. (Qualidade, 2012).

“Al implementar el TPM (Mantenimiento Productivo Total) en el pilar mantenimiento autónomo se mejora la seguridad de muchas maneras:” (Qualidade, 2012).

- “Las campañas de falla cero y defectos cero mejoran la seguridad.
- Mantenimiento Autónomo elimina áreas inseguras.
- Operadores bien capacitados.
- Operación de equipos y procesos por personas más calificadas.
- Estándares y reglas desarrolladas que son cumplidos más fácilmente.
- Los pilares del TPM ya incluyen temas directamente sobre seguridad y salud”.

“Los accidentes de trabajo ocurren en las empresas y están relacionados a las condiciones y actitudes inseguras, en parte estos factores son atacados a medida que la cultura del programa está insegura en los ambientes de trabajo, el método de las 5S es un sistema que actúa sobre toda anormalidad y con riesgo que se da durante estos factores. Es por este motivo que las actividades deben de realizarse de manera adecuada, parte de lo que debe de estar en buenas condiciones de uso son las instalaciones eléctricas e hidráulicas”. (Qualidade, 2012).

“Para mantener áreas seguras se deben de eliminar las fuentes de suciedad que pueden provocar accidentes o riesgos en la salud de las personas, como contaminación en la piel o por respiración”. (Qualidade, 2012).

“Durante el proceso del mantenimiento autónomo existen diferentes pasos que contribuyen con eliminar cierto número de riesgos laborales, normalmente son identificadas anomalías en el equipo que pueden provocar accidentes por falta de protección, partes cortantes, flojas o sueltas”. (Qualidade, 2012).

“Existen puntos en el que la seguridad es prioridad y el mantenimiento autónomo actúa sobre los mismos, como eliminar suciedad para prevenir enfermedades en la piel o respiratorias, realizar checklist para detectar degradaciones que puedan provocar accidentes, como lo es una abrazadera suelta, fugas de producto, movimiento en poleas, engranajes, correas y cadenas”. (Qualidade, 2012).

“La seguridad en el mantenimiento es un punto muy importante que se debe de abarcar con profesionalismo ya que el mayor cuidado debe de estar sobre las personas. Las industrias comprenden todo tipo de riesgo existente en la actualidad ya que existen diversos tipos tanto como seguridad y salud entre algunos que podemos mencionar está el ruido, problemas ergonómicos y contaminación”. (Qualidade, 2012).

“Los estándares de seguridad se desarrollan e incluyen las instrucciones de seguridad constantes en los procedimientos operacionales, uso de equipos de protección colectiva e individual, riesgos de explosiones y fugas de productos químicos, riesgo en alturas, carga suspendida, manejo de fuentes radioactivas, manejo adecuado de los residuos peligrosos, organización en ambientes de trabajo y riesgos eléctricos”. (Qualidade, 2012).

“Dentro del TPM la relación hombre- máquina es cada vez más una preocupación de nuevos equipos donde las leyes de trabajo son cada vez más estrictas, es por eso que las plantas ya deben de ser proyectados o seleccionados de manera que esté de acuerdo con las exigencias, que se incluyan también aspectos que perjudican la salud de las personas”. (Qualidade, 2012).

III. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.

Para la comprobación de la hipótesis la cual es “los paros no programados en proceso de empacado de empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años, por mala ejecución del mantenimiento a maquinaria de empacado de vegetales, se deben a la inexistencia de plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) enfocado a Mantenimiento Autónomo”.

Se identificaron 2 poblaciones a encuestar; para lo cual se utilizó el método deductivo, de las cuales una población (Operadores) se direccionó a obtener información sobre el efecto. Se trabajó la técnica muestral por medio de la población finita cualitativa, con el 95% del nivel de confianza y el 5% de error.

La segunda población de estudio (Técnicos) se direccionó a obtener información sobre la causa de la problemática. Se trabajó la técnica censal, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error.

Para responder efecto, se trabajó con 47 Operadores de los siguientes Departamentos: Producción; Mantenimiento y Control de Calidad; mientras que para causa se trabajó con 6 Técnicos del Departamento 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.

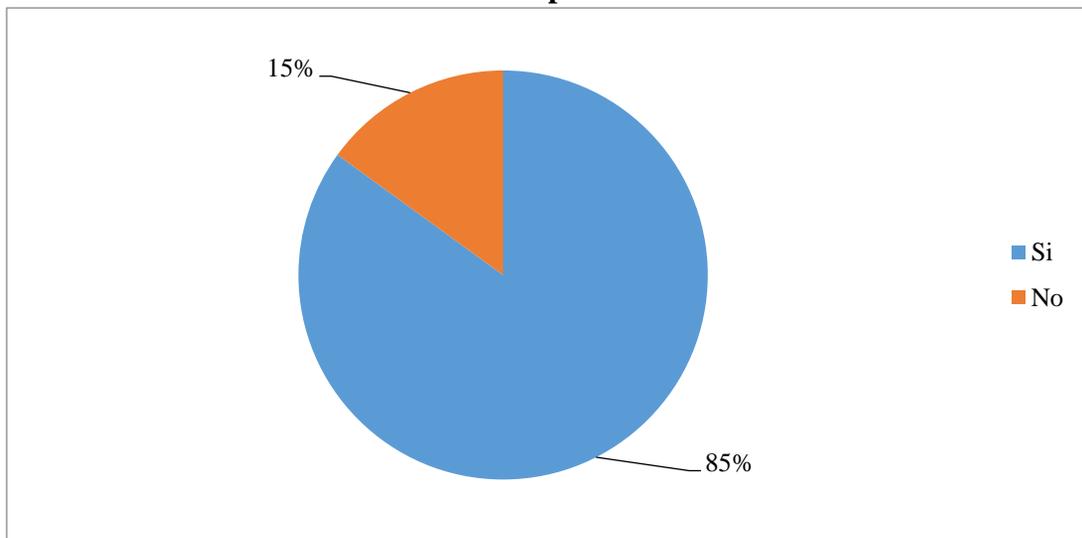
III.1 Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable dependiente (Y) o el efecto.

Cuadro 1: Existencia de paros no programados en el proceso de empacado de la empresa.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	40	85
No	7	15
Totales	47	100

Fuente: Operadores de las áreas de producción y mantenimiento de empresa Santiago, Santiago Sacatepéquez, enero 2019.

Gráfica 1: Existencia de paros no programados en el proceso de empacado de la empresa.



Fuente: Operadores de las áreas de producción y mantenimiento de empresa Santiago, Santiago Sacatepéquez, enero 2019.

Análisis:

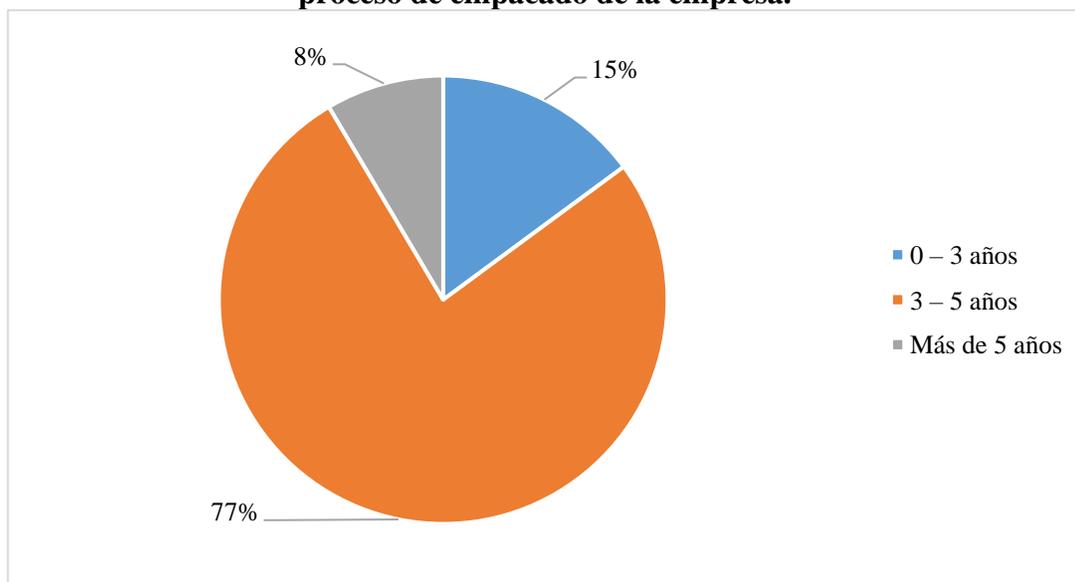
El efecto se confirma mediante la opinión de la mayoría de los operadores encuestados, quienes aseguran que existen paros no programados en el proceso de empacado de la empresa, mientras que la minoría hace referencia que no existen paros no programados en la empresa.

Cuadro 2: Tiempo en el que se han presentado paros no programados en el proceso de empacado de la empresa.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
0 – 3 años	7	15
3 – 5 años	36	77
Más de 5 años	4	8
Totales	47	100

Fuente: Operadores de las áreas de producción y mantenimiento de empresa Santiago, Santiago Sacatepéquez, enero 2019.

Gráfica 2: Tiempo en el que se han presentado paros no programados en el proceso de empacado de la empresa.



Fuente: Operadores de las áreas de producción y mantenimiento de empresa Santiago, Santiago Sacatepéquez, enero 2019.

Análisis:

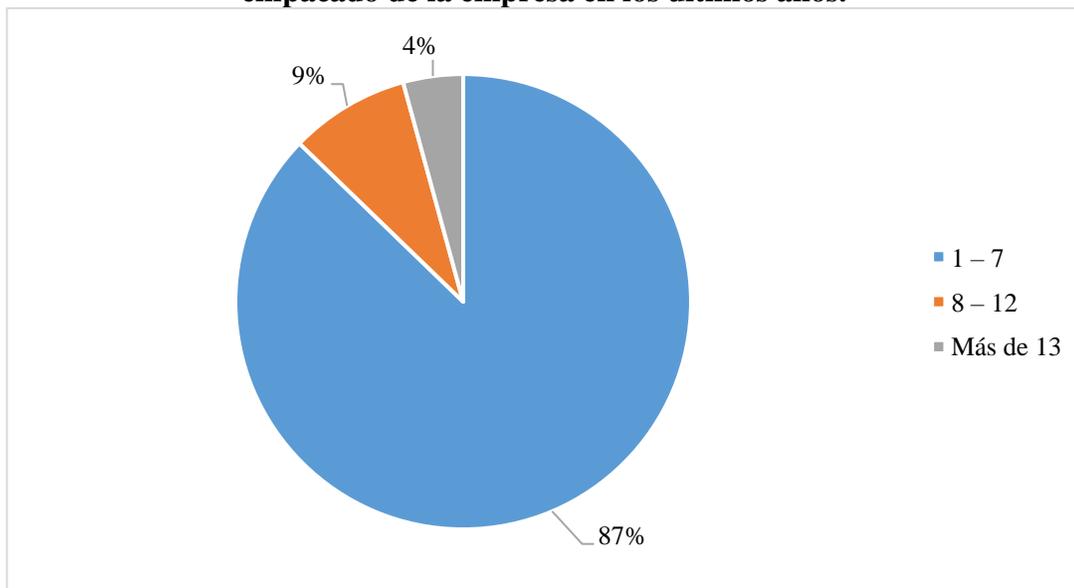
Gran parte de los operadores encuestados consideran que los paros no programados en el proceso de empacado llevan presentándose en la empresa entre 3 y 5 años, por su parte un grupo menor asegura que estos paros no se han presentado con tanta regularidad, mientras que el resto de encuestados manifiestan que esta situación tiene más de cinco años, por lo tanto, se valida el efecto.

Cuadro 3: Incremento del número de paros no programados en el proceso de empaçado de la empresa en los últimos años.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
1 – 7	41	87
8 – 12	4	9
Más de 13	2	4
Totales	47	100

Fuente: Operadores de las áreas de producción y mantenimiento de empresa Santiago, Santiago Sacatepéquez, enero 2019.

Gráfica 3: Incremento del número de paros no programados en el proceso de empaçado de la empresa en los últimos años.



Fuente: Operadores de las áreas de producción y mantenimiento de empresa Santiago, Santiago Sacatepéquez, enero 2019.

Análisis:

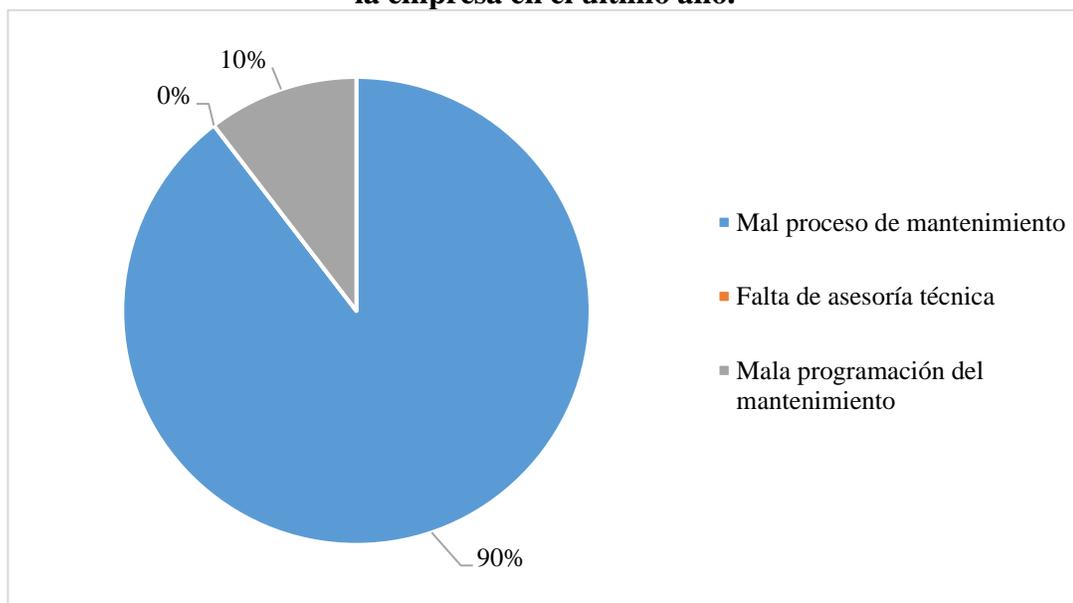
La mayor parte de los encuestados indica que la cantidad de paros no programados en el proceso de empaque durante los últimos años ha aumentado aproximadamente de 7, un pequeño grupo señala que el aumento es de 12, por su parte, un grupo aun menor considera que el aumento es en más de 13, estos datos comprueban el efecto planteado.

Cuadro 4: Motivo de los paros no programados en el proceso de empacado de la empresa en el último año.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Mal proceso de mantenimiento	42	90
Falta de asesoría técnica	0	0
Mala programación del mantenimiento	5	10
Totales	47	100

Fuente: Operadores de las áreas de producción y mantenimiento de empresa Santiago, Santiago Sacatepéquez, enero 2019.

Gráfica 4: Motivo de los paros no programados en el proceso de empacado de la empresa en el último año.



Fuente: Operadores de las áreas de producción y mantenimiento de empresa Santiago, Santiago Sacatepéquez, enero 2019.

Análisis:

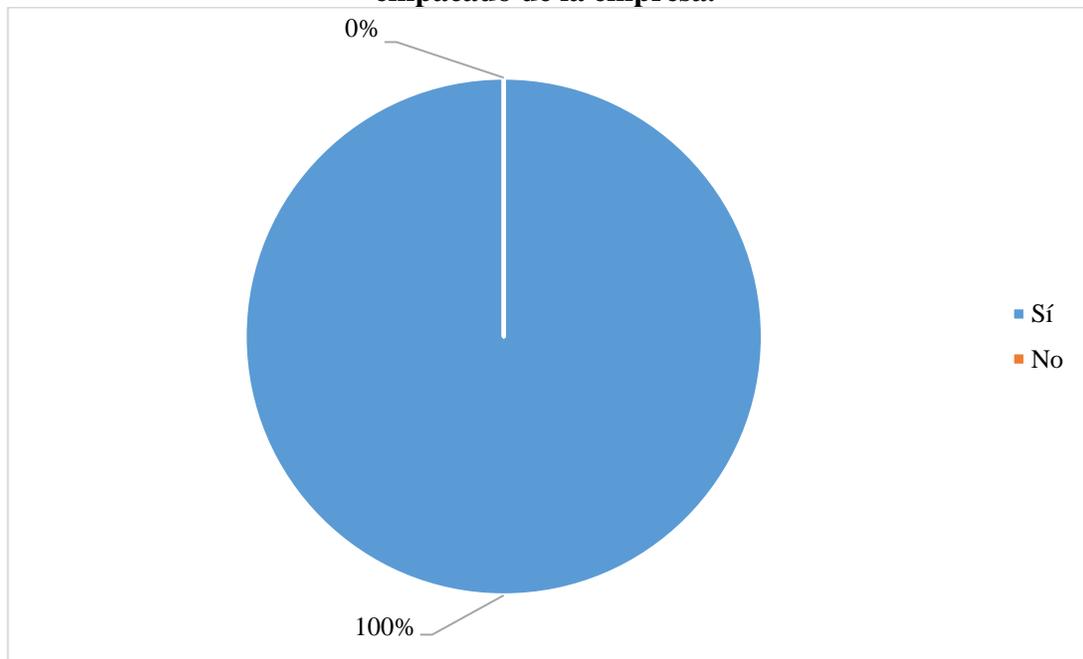
Nueve décimas partes de los operadores aseguran que lo que provoca los paros no programados en el proceso de empacado en la empresa es el mal proceso de mantenimiento, mientras que una décima parte de estos lo adjudica a la programación inadecuada del mantenimiento, esta información da validez al efecto nuevamente.

Cuadro 5: Posibilidad de evitar paros no programados en el proceso de empacado de la empresa.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	47	100
No	0	0
Totales	47	100

Fuente: Operadores de las áreas de producción y mantenimiento de empresa Santiago, Santiago Sacatepéquez, enero 2019.

Gráfica 5: Posibilidad de evitar paros no programados en el proceso de empacado de la empresa.



Fuente: Operadores de las áreas de producción y mantenimiento de empresa Santiago, Santiago Sacatepéquez, enero 2019.

Análisis:

Todos los operadores encuestados de la empresa consideran que sí se pueden evitar los paros no programados en el proceso de empaque, este es un indicio de que los paros forzosos son parte de la empresa regularmente, con esta información se valida el efecto una vez más.

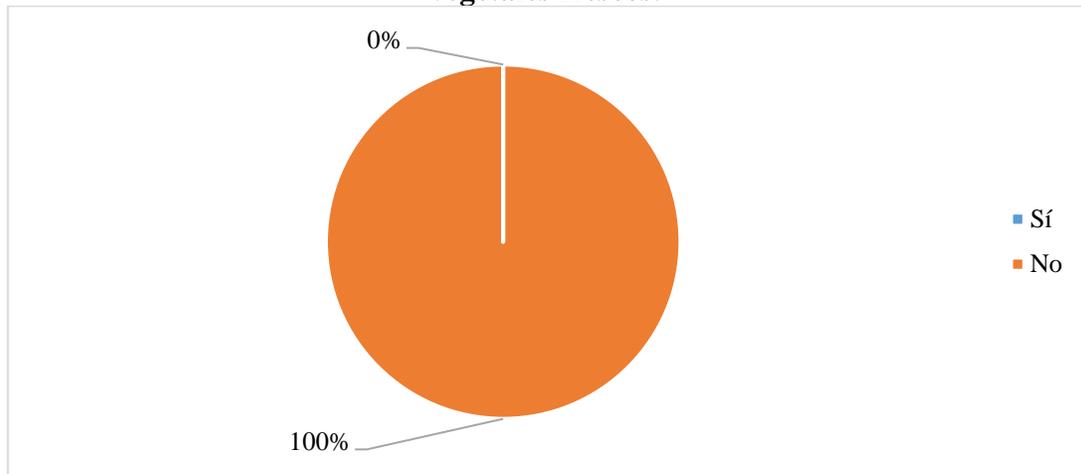
III.2 Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable independiente (X) o causa.

Cuadro 6: Existencia de plan de mantenimiento productivo total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria de empacado de vegetales frescos.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	0	0
No	6	100
Totales	6	100

Fuente: Técnicos del Departamento de Mantenimiento en empresa Santiago, Santiago Sacatepéquez, enero 2019.

Gráfica 6: Existencia de plan de mantenimiento productivo total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria de empacado de vegetales frescos.



Fuente: Técnicos del Departamento de Mantenimiento en empresa Santiago, Santiago Sacatepéquez, enero 2019.

Análisis:

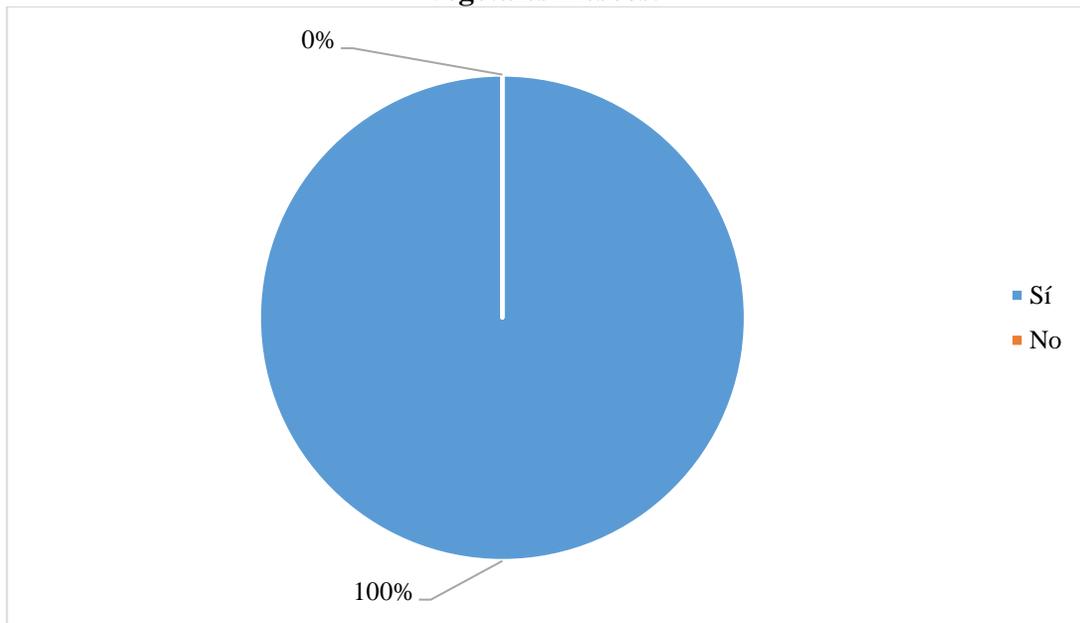
La causa se confirma mediante la opinión de todos los técnicos encuestados, quienes afirman que en la empresa no se cuenta con plan de mantenimiento productivo total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria de empacado de vegetales frescos.

Cuadro 7: Necesidad de plan de mantenimiento productivo total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria de empacado de vegetales frescos.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	6	100
No	0	0
Totales	6	100

Fuente: Técnicos del Departamento de Mantenimiento en empresa Santiago, Santiago Sacatepéquez, enero 2019.

Gráfica 7: Necesidad de plan de mantenimiento productivo total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria de empacado de vegetales frescos.



Fuente: Técnicos del Departamento de Mantenimiento en empresa Santiago, Santiago Sacatepéquez, enero 2019.

Análisis:

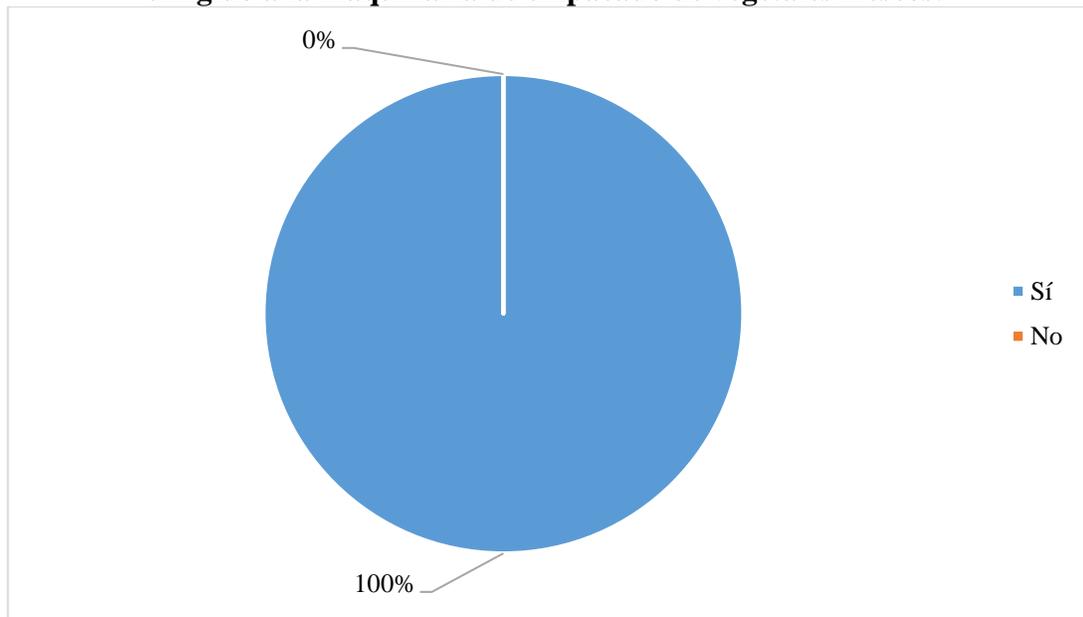
La totalidad de los técnicos encuestados aseguran que en la empresa es absolutamente necesario implementar un plan de mantenimiento productivo total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria de empacado de vegetales frescos.

Cuadro 8: Afectación al proceso de empackado por falta deplan de mantenimiento productivo total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria de empackado de vegetales frescos.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	6	100
No	0	0
Totales	6	100

Fuente: Técnicos del Departamento de Mantenimiento en empresa Santiago, Santiago Sacatepéquez, enero 2019.

Gráfica 8: Afectación al proceso de empackado por falta deplan de mantenimiento productivo total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria de empackado de vegetales frescos.



Fuente: Técnicos del Departamento de Mantenimiento en empresa Santiago, Santiago Sacatepéquez, enero 2019.

Análisis:

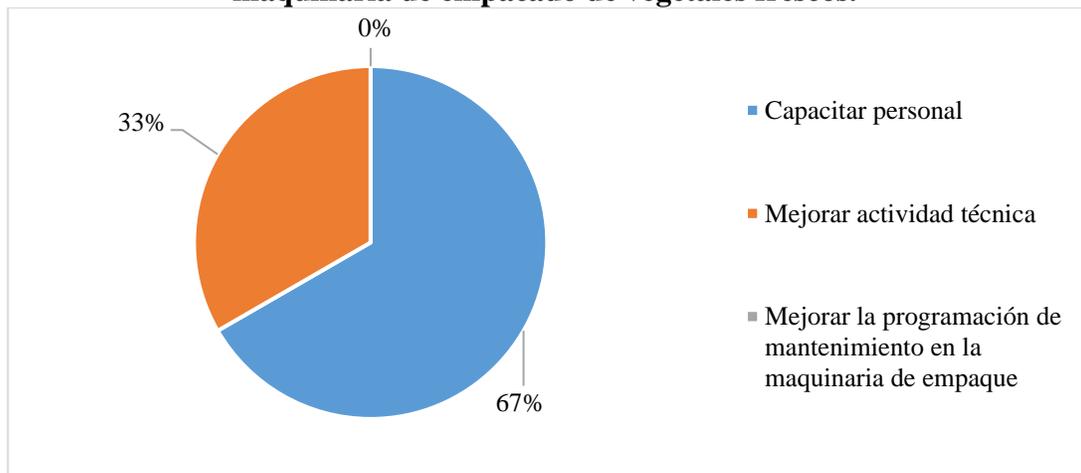
El total de los encuestados vuelven a manifestar que la falta de plan de mantenimiento productivo total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria de empackado de vegetales frescos perjudica al proceso de empackado, se comprueba la causa planteada.

Cuadro 9: Acciones a contemplar para implementar plan de mantenimiento productivo total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria de empaqueo de vegetales frescos.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Capacitar personal	4	67
Mejorar actividad técnica	2	33
Mejorar la programación de mantenimiento en la maquinaria de empaque	0	0
Totales	6	100

Fuente: Técnicos del Departamento de Mantenimiento en empresa Santiago, Santiago Sacatepéquez, enero 2019.

Gráfica 9: Acciones a contemplar para implementar plan de mantenimiento productivo total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria de empaqueo de vegetales frescos.



Fuente: Técnicos del Departamento de Mantenimiento en empresa Santiago, Santiago Sacatepéquez, enero 2019.

Análisis:

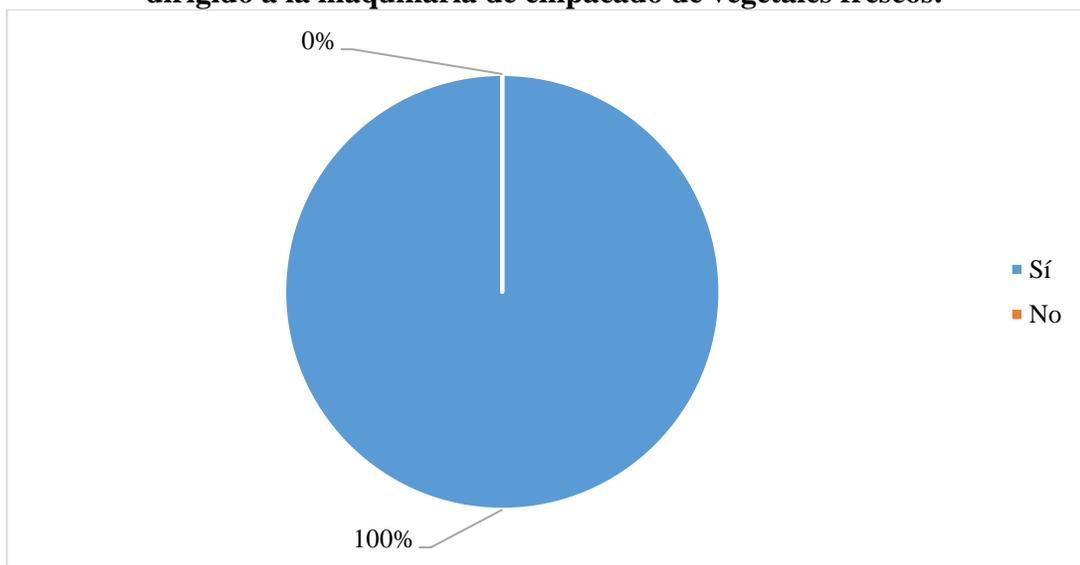
Dos tercios de los encuestados manifiestan que al implementar un plan TPM enfocado en el mantenimiento autónomo de la maquinaria de empaqueo de vegetales frescos, se debe hacer énfasis en capacitar al personal, mientras que un tercio restante cree que se debe centrar en mejorar la actividad técnica actual, con esta información se da validez a la causa.

Cuadro 10: Involucrar a personal de maquinaria en implementación de plan de mantenimiento productivo total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria de empaqueo de vegetales frescos.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	6	100
No	0	0
Totales	6	100

Fuente: Técnicos del Departamento de Mantenimiento en empresa Santiago, Santiago Sacatepéquez, enero 2019.

Gráfica 10: Involucrar a personal de maquinaria en implementación de plan de mantenimiento productivo total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria de empaqueo de vegetales frescos.



Fuente: Técnicos del Departamento de Mantenimiento en empresa Santiago, Santiago Sacatepéquez, enero 2019..

Análisis:

El total de los encuestados consideran que es preciso involucrar al personal encargado de la maquinaria en la implementación del plan de mantenimiento productivo total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria de empaqueo de vegetales frescos, se confirma una vez más la causa con la información obtenida.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

IV.1 Conclusiones.

La investigación se realizó en Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, con seis técnicos y 47 operadores fue orientada para confirmar la hipótesis. Al considerar los resultados obtenidos en la tabulación presentada en el capítulo anterior sobre la investigación, se enlistan las siguientes conclusiones.

1. Se comprueba la hipótesis planteada: “los paros no programados en proceso de empacado de empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años, por mala ejecución del mantenimiento a maquinaria de empacado de vegetales, se deben a la inexistencia de plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) enfocado a Mantenimiento Autónomo” con el 95 % de nivel de confianza y 5 % de error para el efecto y 100 % de nivel de confianza y 0% de error para las variables efecto y causa.
2. Los paros no programados en el proceso de empacado de la empresa no han dejado de presentarse.
3. Los paros no programados en el proceso de empacado de la empresa se han percibido desde hace cinco años.
4. Los paros no programados en el proceso de empacado de la empresa se han incrementado entre 1 y 7 en los últimos años.
5. La empresa no cuenta con adecuado proceso de mantenimiento por lo que se presentan paros no programados regularmente.

6. No se ha tratado de evitar los paros no programados en el proceso de empaclado de la empresa.
7. No existe plan de mantenimiento productivo total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria de empaclado de vegetales frescos.
8. La implementación de mejora al proceso de plan de mantenimiento productivo total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria de empaclado de vegetales frescos es de carácter urgente.
9. No se cuenta con adecuado proceso de empaque por falta de plan de mantenimiento productivo total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria de empaclado de vegetales frescos.
10. No se ha capacitado al personal de operaciones en función del plan de mantenimiento productivo total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria de empaclado de vegetales frescos.
11. Los técnicos consideran implementar plan de mantenimiento productivo total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria de empaclado de vegetales frescos con involucración del personal de maquinaria.

IV.2 Recomendaciones.

Los datos obtenidos a través de la investigación en Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, arrojan paros no programados en proceso de empacado por mala ejecución del mantenimiento a maquinaria de empacado de vegetales, consecuencia de faltar plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo, por tanto, que se recomienda emplear las sugerencias descritas a continuación.

1. Detener paros no programados en proceso de empacado registrados en los últimos cinco años por mala ejecución del mantenimiento a maquinaria de empacado de vegetales, como consecuencia de no contar plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo.
2. Impulsar estrategias que promuevan la reducción de paros no programados en el proceso de empacado de la empresa.
3. Revertir la tendencia de aumento de paros no programados en el proceso de empacado de la empresa de los últimos cinco años.
4. Evaluar las opciones para reducir rápidamente paros no programados en el proceso de empacado de la empresa.
5. Mejorar el mantenimiento de la maquinaria que es el responsable principal de paros no programados en el proceso de empacado de la empresa.
6. Promover soluciones que permitan evitar los paros no programados en el proceso de empacado de la empresa.

7. Implementar adecuadamente y de manera inmediata plan de mantenimiento productivo total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria de empaqueo de vegetales frescos.
8. Mejorar el proceso de empaque de la empresa a través de plan de mantenimiento productivo total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria.
9. Dirigir programas de capacitaciones al personal de operaciones en materia de plan de mantenimiento productivo total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo de maquinaria.
10. Exigir al personal de maquinaria resultados en pro del plan de mantenimiento productivo total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo.

BIBLIOGRAFÍA.

1. ARBIZU DE MIGUEL, ALBERTO. (2001). “Implantación del mantenimiento preventivo y del automantenimiento en una planta de masas de magnesita” (PFC). 2001.
2. 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.
3. AVALLONE EUGENE & BAUMEISTER III. (1996). Marks Manual del Ingeniero Mecánico, 9ª edición. México: Editorial McGraw Hill.
4. BALD’N, A. L.FURLANETTO, A. ROVERSI, F. TURCO. (1982). Manual de mantenimiento de instalaciones industriales. G.G. Barcelona.
5. 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). OmniaScience. p. 129.
6. CHARANTIMATH, POORNIMA M. (2012). Total quality management (2nd ed. edición). Delhi: Pearson. p. 437.
7. DAVIDSON, ALAN. (2006). The Oxford Companion to Food. 2nd ed. UK: Oxford UniversityPress.
8. DE BONA, J.M. (1999). Gestión del Mantenimiento. Criterios para la Subcontratación. Confemetal.
9. DUFFUA, SALIH; DIXON, JHON Y RAOULF. (2006). Sistemas de mantenimiento: planeación y control. México: Limusa S.A. p. 35.
10. FERNÁNDEZ CABAÑAS, MANÉS. (2005). Técnicas del Mantenimiento y Diagnóstico de Máquinas Eléctricas Rotativas. Marcombo. Barcelona.
11. FERNÁNDEZ, FRANCISCO JAVIER GONZÁLEZ (2005). Teoría y práctica del mantenimiento industrial (2a ed. edición). Madrid: Fundación Confemetal. p. 106.
12. FESTO DIDACTIC. (2001). Introducción en la neumática, 3ª edición. si: se, sa.

13. GARCÍA PALENCIA, OLIVERO. (2006). *El Mantenimiento General - Administración de Empresas. Documento en línea. Recuperado de: <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1297/1/RED-70.pdf>*
14. GÓMEZ DE LEÓN, FELIX. (1998). *Tecnología del Mantenimiento Industrial. Universidad de Murcia.*
15. GRIMALDI JOHN & SIMONDS ROLLIN H. (1996). *La seguridad industrial. Su administración, 2ª edición. México: Editorial Alfaomega.*
16. Heinz P. Bloch. (1988). *Improving Machinery Reliability. Gulf Publishing Co. Houston.*
17. JANGO-COHEN, JUDITH. (2005). *The History Of Food. Twenty-First Century Books.*
18. LAVERDE, H. A. (2015). *Mantenimiento autonomo dirigido a empaadoras de alimentos.*
19. LEZANA GARCÍA, EMILIO. (1990). “*Optimización de la gestión del mantenimiento*”. Ed. TMI.
20. LUZ, ESTEBAN. (2013). *Empacado de alimentos. Semana 9_POST COSECHA.*
21. MONCHY, FRANÇOIS. (1990). “*Teoría y práctica del mantenimiento industrial*”. Ed. Masson.
22. MORA, LUIS A. (2009). *Mantenimiento: Planeación, ejecución y control. Ed Alfaomega, Bogotá.*
23. MORROW LESTER, MC GRASS HILL. (2006). *Manual de mantenimiento Industrial, Organización, ingeniería mecánica, eléctrica química, civil, procesos, sistemas TOMO I.*
24. NAKAJIMA, SEIICHI (1991). *Introducción al TPM : mantenimiento productivo total. Cambridge, Mass.: ProductivityPress. p. 74.*
25. NIEVEL BENJAMIN W. (1996). *Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos, 9ª edición. Colombia: Editorial Alfaomega.*

26. NIJ AGUILAR, JORGE ADÁN. (2017). *Minimización de paros no programados en la línea de producción de agregados, mediante un programa de mantenimiento preventivo. Guatemala. Documento en línea. Recuperado de:*
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/6791/1/Jorge%20Ad%C3%A1n%20Nij%20Aguilar.pdf>
27. QUALIDADE, C. e. (2012). *Pilar de seguridad y salud.*
28. Revista de logística. (2017). *Mantenimiento de la maquinaria de empaque.*
29. SAURIS, JEAN-PAUL. (1992). *El mantenimiento, fuente de beneficios*".
Ed. Díaz de Santos.
30. VIDELA, PABLO. (2018). *Almacenamiento de productos perecederos.* Sitio web: [https://www.noegasystems.com/blog/almacenaje/almacenamiento-de-productos-perecederos.](https://www.noegasystems.com/blog/almacenaje/almacenamiento-de-productos-perecederos)

ANEXOS.

Anexo 1. Formato dominó.

Modelo de investigación: Dominó

(Derechos reservados por Doctor Fidel Reyes Leey Universidad Rural de Guatemala)

Elaborado por: Nelson Estuardo Bosarreyes López Para: Programa de Graduación Universidad Rural de Guatemala Fecha: 09/10/2019.

Problema	Propuesta	Evaluación
<p>1) Efecto o variable dependiente</p> <p>Paros no programados en proceso de empacado de empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años.</p>	<p>4) Objetivo general</p> <p>Minimizar paros no programados en proceso de empacado de empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.</p>	<p>15) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general</p> <p>Indicadores: Al tercer año de ejecutada la propuesta, se disminuyen los paros no programados y se reduce la problemática en 70%.</p>
<p>2) Problema central</p> <p>Mala ejecución del mantenimiento a maquinaria de empacado de vegetales, en empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.</p>	<p>5) Objetivo específico</p> <p>Mejorar ejecución del mantenimiento a maquinaria de empacado de vegetales, en empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.</p>	<p>Verificadores: Reportes del Departamento de Mantenimiento. Encuestas a operarios de los Departamentos de Mantenimiento y Producción.</p> <p>Supuestos: La empresa al reducir paros no programados, incrementa su producción y concreta el aumento en</p>

		su cartera de clientes nacionales e internacionales.
3) Causa principal o variable independiente Inexistencia de plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a maquinaria de empacado de vegetales, en empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.	6) Nombre Plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a maquinaria de empacado de vegetales, en empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.	16) Indicadores, verificadores y Cooperantes del objetivo específico Indicadores: Al primer año de ejecutada la propuesta, se cuenta con mantenimiento eficiente a maquinaria empacadora y se soluciona en 90%. Verificadores: Fotografías, reportes del Departamento de Mantenimiento. Encuestas a operarios de los Departamentos de Mantenimiento y Producción. Supuestos: La empresa adopta el plan de mantenimiento propuesto en otras áreas con maquinaria, que demanden el mismo tipo de servicio.
7) Hipótesis Los paros no programados en proceso de empacado de empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años, por mala ejecución del mantenimiento a maquinaria de empacado de vegetales, se deben a la inexistencia de plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) enfocado a Mantenimiento Autónomo.	12) Resultados o productos * Se cuenta con el Departamento de Mantenimiento como Unidad Ejecutora. * Se elabora anteproyecto de Plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a maquinaria de empacado de vegetales * Se formula programa de capacitación al personal involucrado.	
8) Preguntas clave y comprobación del efecto a) ¿Considera usted que existen paros no programados en el proceso de empacado de la empresa? Si ___ No ___	13) Ajustes de costos y tiempo N/A	

<p>b) ¿Desde hace cuánto tiempo existen paros no programados en el proceso de empacado de la empresa?</p> <p>0-3 años___ 3-5 años___ Más de 5 años___</p> <p>c) ¿En cuánto se ha incrementado el número de paros no programados en el proceso de empacado de la empresa, en el último año?</p> <p>1-7__ 8-12__ Más de 13_____</p> <p>Dirigidas a Operadores de los siguientes Departamentos: Producción; Mantenimiento y Control de Calidad.</p> <p>Boletas 47, población muestral, con el 95% de nivel de confianza y 5% de error.</p>	
<p>9) Preguntas clave y comprobación de la causa principal</p> <p>a) ¿Conoce si existe plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria de empacado de vegetales de la empresa?</p>	

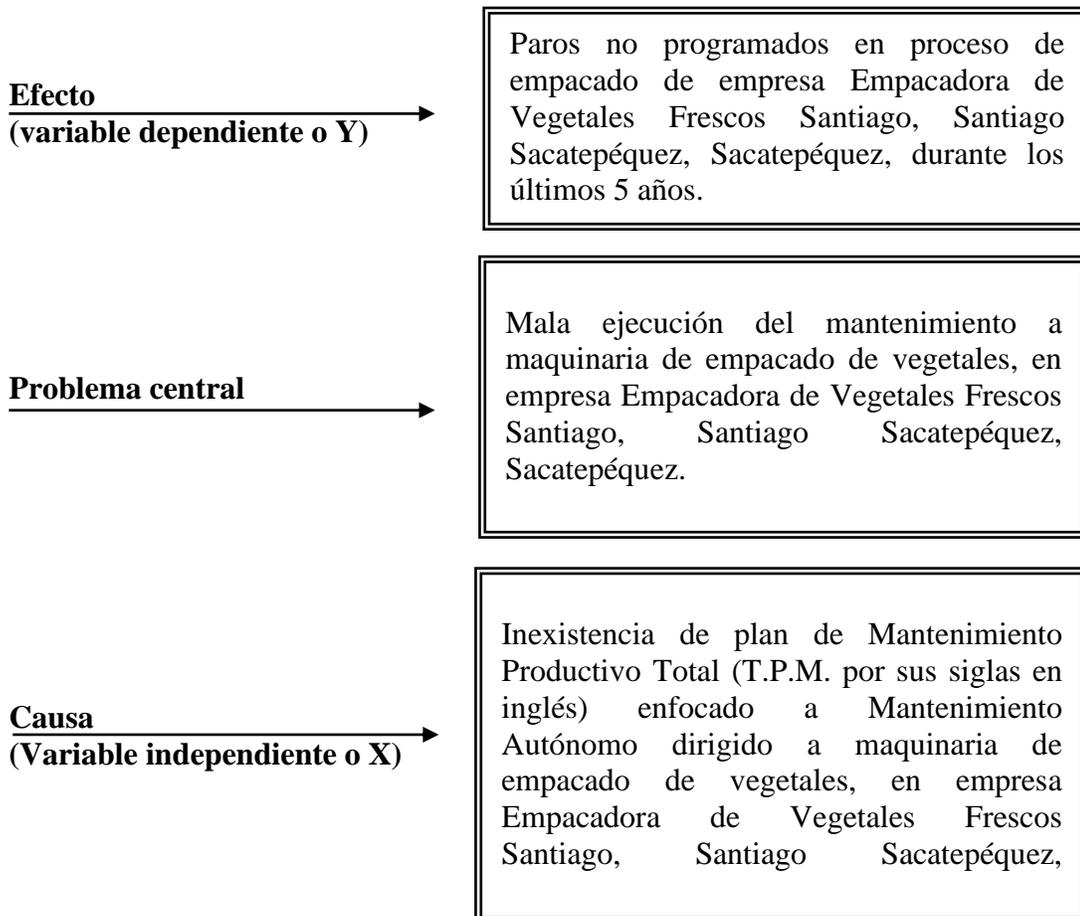
<p>Si___ No___</p> <p>b) ¿Considera usted que es necesario implementar el plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria de empacado de vegetales de la empresa? Si___ No___</p> <p>c) ¿Cree usted que la falta de plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria de empacado de vegetales afecta el proceso de empacado de vegetales de la empresa? Si___ No___</p> <p>Dirigidas a Técnicos del Departamento de Mantenimiento.</p> <p>Boletas 6, población censal, con el 100% de nivel de confianza y 0% de error.</p>	
<p>10)Temas del Marco Teórico</p> <p>a) Paros de maquinaria.</p> <p>b) Paros no programados.</p>	<p>14) Anotaciones, aclaraciones y advertencias</p> <p>Forma de presentar resultados:</p>

<ul style="list-style-type: none"> c) Indicadores de paros no programados. d) Productos perecederos. e) Empaque de productos perecederos. f) Mantenimiento. g) Mantenimiento a maquinaria industrial. h) Mantenimiento de maquinaria empacadora. i) Indicadores de la mala ejecución de Mantenimiento a maquinaria empacadora. j) Mantenimientos deficientes. k) Mantenimientos mal programados. l) Mantenimiento Productivo Total (TPM) m) Mantenimiento Autónomo. n) Mantenimiento Autónomo dirigido a empacadoras de alimentos. o) Seguridad Industrial. 	<p>El investigador para cada resultado debe identificar por lo menos cuatro actividades:</p> <p>R1: Se cuenta con la Administración General como Unidad Ejecutora.</p> <p>A1 An</p> <p>R2: Se elabora anteproyecto de Plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a maquinaria de empacado de vegetales.</p> <p>A1 An</p> <p>R3: Se formula programa de capacitación al personal involucrado.</p> <p>A1 An</p> <p style="text-align: center;">Nombre: Nelson Estuardo Bosarreyes López Carné: 13-100-0072</p> <p style="text-align: center;">Sede: 000 Central Carrera: Ingeniería Industrial</p> <p style="text-align: center;">Grupo:01-025-000-20</p>
<p>11) Justificación</p> <p>El investigador debe evidenciar con proyección estadística y matemática, el comportamiento del efecto identificado en el árbol de problemas.</p>	

Anexo 2. Árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos.

Árbol de problemas.

Tópico: Mala ejecución del mantenimiento a maquinaria de empacado de vegetales.



Hipótesis causal:

“Los paros no programados en proceso de empacado de empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años, por mala ejecución del mantenimiento a maquinaria de empacado de vegetales, se deben a la inexistencia de plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) enfocado a Mantenimiento Autónomo”.

Hipótesis interrogativa:

¿Serán la inexistencia de plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) enfocado a Mantenimiento Autónomo la causante de los paros no programados en proceso de empacado de empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años, por mala ejecución del mantenimiento a maquinaria de empacado de vegetales?

Árbol de objetivos.

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

Fin u objetivo general



Minimizar paros no programados en proceso de empacado de empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

Objetivo específico



Mejorar ejecución del mantenimiento a maquinaria de empacado de vegetales, en empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

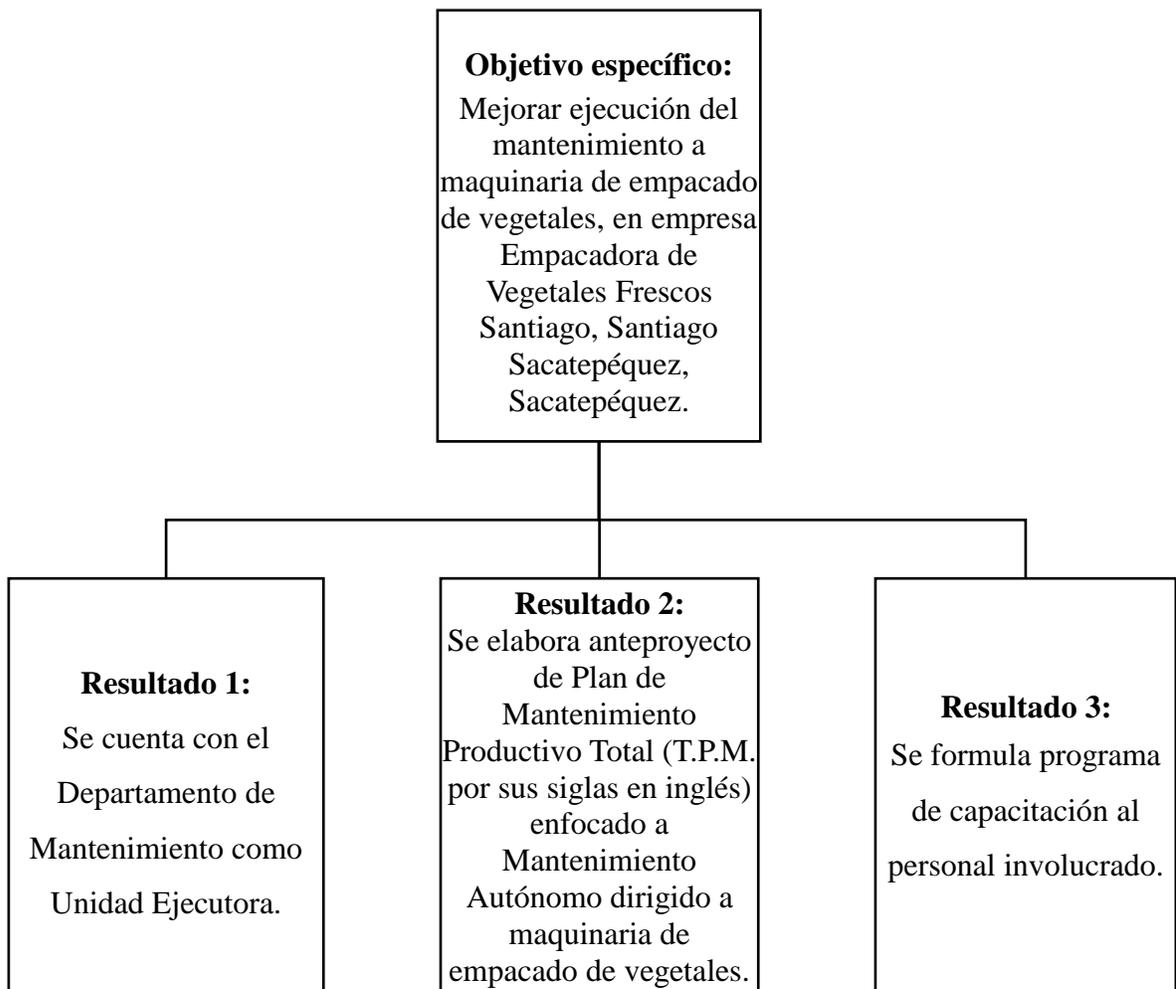
Medio de solución



Plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a maquinaria de empacado de vegetales, en empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

Anexo 3. Diagrama del medio de solución de la problemática.

Con la finalidad de proporcionar una solución para Minimizar paros no programados en proceso de empacado de empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez. Se plantea la siguiente propuesta de solución a la problemática identificada:



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: **“Paros no programados en proceso de empacado de empresa empacadora de vegetales frescos Santiago, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años”**.

Esta boleta está dirigida a operadores de los siguientes departamentos: producción, Mantenimiento y Control de calidad; de acuerdo al tamaño de la muestra que se calculó con el 95% del nivel de confianza y el 5% de error de muestreo, por el sistema de población finita cualitativa.

Instrucciones: Lea cada pregunta y marque con una X su respuesta.

1. ¿Considera usted que existen paros no programados en el proceso de empacado de la empresa?
Sí _____ **No** _____

2. ¿Desde hace cuánto tiempo existen paros no programados en el proceso de empacado de la empresa?
2.1 0 - 3 años _____
2.2 3 - 5 años _____
2.3 Más de 5 años _____

3. ¿En cuánto se ha incrementado el número de paros no programados en el proceso de empacado de la empresa en el último año.?
3.1. 1-7 _____
3.2. 8-12 _____
3.3. Más de 13 _____

4. ¿Cuál es la causa de los paros no programados en la maquinaria de empacado?
4.1. Mal proceso de mantenimiento _____
4.2. Falta de asesoría técnica _____
4.3. Mala programación del mantenimiento _____

5. ¿Considera usted que se puede evitar los paros no programados en el proceso de empacado?
Sí _____ **No** _____

Observaciones: _____

Lugar y fecha: _____

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

Universidad Rural de Guatemala

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) Enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a maquinaria de empaque de vegetales, en empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez”**.

Esta boleta censal está dirigida a técnicos del Departamento de Mantenimiento con el 100% de nivel de confianza y el 0% de error por el sistema de población finita cualitativa.

Instrucciones: Lea cada pregunta y marque con una X su respuesta.

1. ¿Conoce si existe plan de mantenimiento productivo total (T.P.M. por sus siglas en inglés) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria de empaque de vegetales frescos?

Sí _____ No _____

2. ¿Considera usted que es necesario implementar el plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) enfocado al Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria de empaque de vegetales de la empresa?

Sí _____ No _____

3. ¿Cree usted que la falta de plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a la maquinaria de empaque de vegetales afecta el proceso de empaque de vegetales de la empresa?

Sí _____ No _____

4. ¿Qué acciones considera usted que se debe contemplar al implementar plan de Mantenimiento Productivo Total enfocado a Mantenimiento Autónomo?

4.1- Capacitar personal _____

4.2- Mejorar la actividad técnica _____

4.3- Mejorar la programación de mantenimiento en la maquinaria de empaque _____

5. ¿Tiene contemplado que al implementar plan de Mantenimiento Productivo Total enfocado a Mantenimiento Autónomo se involucra el personal a cargo de la maquinaria?

Sí _____ No _____

Observaciones: _____

Lugar y fecha: _____

Anexo 5. Cálculo del tamaño de la muestra.

Para la población efecto se trabajó la técnica del muestreo, con el 95% del nivel de confianza y el 5% de error; lo anterior debido a que es población finita cualitativa de 54 “Operadores de los siguientes departamentos: producción, Mantenimiento y Control de calidad”; de los cuales se obtuvo 47 personas para la muestra a encuestar.

Para corroborar lo anterior se presenta a continuación el cálculo estadístico numérico, mediante la fórmula Taro Yamane.

$$n = \frac{N Z^2 pq}{N d^2 + Z^2 pq}$$

N =	54 Población total
Z =	1.96 Valor de Z en la tabla
Z ² =	3.8416
p =	0.5 % de éxito
q =	0.5
d =	0.05 error de muestreo
d ² =	0.0025
NZ ² pq =	51.8616
Nd ² =	0.135
Z ² pq =	0.9604
Nd ² + Z ² pq	
=	1.0954
n =	47 Muestra

Para la población Causa, se trabajó la técnica del censo con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error; lo anterior debido a que es población finita cualitativas menor a 35 personas; de 6 técnicos del Departamento de Mantenimiento para población causa.

Anexo 7. 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 2015 a 2019); mientras que “Y” en función del efecto identificado en el árbol de problemas, el cual obedece a paros no programados en proceso de empacado de empresa Empacadora de Vegetales Frescos.

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

Año	X (años)	Y (Paros no programados)	XY	X ²	Y ²
2015	1	23	23.00	1	529.00
2016	2	29	58.00	4	841.00
2017	3	28	84.00	9	784.00
2018	4	33	132.00	16	1089.00
2019	5	36	180.00	25	1296.00
Totales	15	149	477.00	55	4539.00

n=	5
$\sum X=$	15
$\sum XY=$	477
$\sum X^2=$	55
$\sum Y^2=$	4539.00
$\sum Y=$	149
$n\sum XY=$	2385
$\sum X*\sum Y=$	2235
Numerador=	150

$n\sum X^2=$	275
$(\sum X)^2=$	225
$n\sum Y^2=$	22695.00
$(\sum Y)^2=$	22201.00
$n\sum X^2-(\sum X)^2=$	50
$n\sum Y^2-(\sum Y)^2=$	494
$(n\sum X^2-(\sum X)^2)*(n\sum Y^2-(\sum Y)^2)$	24700.00
Denominador:	157.1623365
r=	0.954427144

Fórmula:

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

Análisis:

Debido a que el coeficiente de correlación $r = 0.95$ 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 7: Comentario sobre la proyección del comportamiento de la problemática mediante la línea recta.

$y = a + bx$

Año	X (años)	Y (Paros no programados)	XY	X ²	Y ²
2015	1	23	23	1	529.00
2016	2	29	58	4	841.00
2017	3	28	84	9	784.00
2018	4	33	132	16	1089.00
2019	5	36	180	25	1296.00
Totales	15	149	477	55	4539.00

n=	5
$\sum X =$	15
$\sum XY =$	477
$\sum X^2 =$	55
$\sum Y^2 =$	4539.00
$\sum Y =$	149
$n \sum XY =$	2385
$\sum X * \sum Y =$	2235
Numerador de b:	150
Denominador de b:	
$n \sum X^2 =$	275
$(\sum X)^2 =$	225
$n \sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50
b=	3
Numerador de a:	
$\sum Y =$	149
$b * \sum X =$	45
Numerador de a:	
a:	104
a=	20.8

Fórmulas:

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

Fórmulas:

$$a = \frac{\sum Y - b \sum X}{n}$$

Cálculos por año.

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b \cdot x)$				
Y(2020)=	a	+	(b	* X)
Y(2020)=	20.8	+	3	X
Y(2020)=	20.8	+	3	6
Y(2020)=	38.8			
Y(2020)=	39 paros no programados			

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b \cdot x)$				
Y(2021)=	a	+	(b	* X)
Y(2021)=	20.8	+	3	X
Y(2021)=	20.8	+	3	7
Y(2021)=	41.8			
Y(2021)=	42 paros no programados			

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b \cdot x)$				
Y(2022)=	a	+	(b	* X)
Y(2022)=	20.8	+	3	X
Y(2022)=	20.8	+	3	8
Y(2022)=	44.8			
Y(2022)=	45 paros no programados			

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b \cdot x)$				
Y(2023)=	a	+	(b	* X)
Y(2023)=	20.8	+	3	X
Y(2023)=	20.8	+	3	9
Y(2023)=	47.8			
Y(2023)=	48 paros no programados			

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b \cdot x)$				
Y(2024)=	a	+	(b	* X)
Y(2024)=	20.8	+	3	X
Y(2024)=	20.8	+	3	10
Y(2024)=	50.8			
Y(2024)=	51 paros no programados			

Proyección con proyecto.

Cuadro 1: Cálculo porcentual del desarrollo de las actividades por año/resultado.

Año							
	6 (2020)	7 (2021)	8 (2022)	9 (2023)	10 (2024)		
Resultado							
Resultado 1 (Unidad ejecutora)							
Espacio físico	1.00%	1.00%	1.00%	2.00%	3.00%	Solución	
Material y equipo	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%		
Personal técnico	1.00%	2.00%	2.00%	2.00%	3.00%		
Recursos financieros	1.00%	2.00%	3.00%	4.00%	4.00%		
Resultado 2 (Desarrollo del plan)							
Unidad ejecutora	1.00%	1.00%	1.00%	2.00%	2.00%		
Desarrollo del plan	1.00%	1.00%	2.00%	2.00%	2.00%		
Capacitación	1.00%	1.00%	1.00%	2.00%	2.00%		
Resultado 3 (Capacitación)							
Convocatoria	2.00%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%		
Metodología	1.00%	2.00%	2.00%	1.00%	4.00%		
Temas	1.00%	2.00%	2.00%	3.00%	4.00%		
Total	11.00%	16.00%	18.00%	22.00%	28.00%	95.00%	

Cuadro 2: Estimación de la proyección con proyecto y porcentajes propuestos de reducción de paros no programados.

Secuencial	Año	Proyección sin proyecto	Porcentaje propuesto	Proyección con proyecto
6 (2020)	2020	39	70	12
7 (2021)	2021	42	10	11
8 (2022)	2022	45	0.5	11
9(2023)	2023	48	0.5	11
10 (2024)	2024	51	0.5	11

Cuadro 3: Comparativo sin y con proyecto.

Año	Proyección sin proyecto	Proyección con proyecto
2020	39	12
2021	42	11
2022	45	11
2023	48	11
2024	51	11

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 la pronta implementación del plan de Mantenimiento Productivo Total, enfocado a Mantenimiento Autónomo en la empresa, para solucionar la problemática identificada.

Nelson Estuardo Bosarreyes López.

TOMO II

PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (T.P.M. POR SUS SIGLAS EN INGLÉS) ENFOCADO A MANTENIMIENTO AUTÓNOMO DIRIGIDO A MAQUINARIA DE EMPACADO DE VEGETALES, EN EMPRESA EMPACADORA DE VEGETALES FRESCOS SANTIAGO, SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ.



Asesor General Metodológico:
Ing. Agr. Carlos Alberto Pérez Estrada.

Universidad Rural de Guatemala.

Facultad de Ingeniería.

Guatemala, agosto de 2021.

Informe final de graduación.

PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (T.P.M. POR SUS SIGLAS EN INGLÉS) ENFOCADO A MANTENIMIENTO AUTÓNOMO DIRIGIDO A MAQUINARIA DE EMPACADO DE VEGETALES, EN EMPRESA EMPACADORA DE VEGETALES FRESCOS SANTIAGO, SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Nelson Estuardo Bosarreyes López

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

Universidad Rural de Guatemala.

Facultad de Ingeniería.

Guatemala, agosto de 2021.

Informe final de graduación.

PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (T.P.M. POR SUS SIGLAS EN INGLÉS) ENFOCADO A MANTENIMIENTO AUTÓNOMO DIRIGIDO A MAQUINARIA DE EMPACADO DE VEGETALES, EN EMPRESA EMPACADORA DE VEGETALES FRESCOS SANTIAGO, SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ.



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretaria de la Universidad:

Licenciada Lesbia Tevalán Castellanos

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura:

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz.

Universidad Rural de Guatemala.

Facultad de Ingeniería.

Guatemala, agosto de 2021.

Este documento fue presentado por el autor, previo a su graduación como Ingeniero Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables en el grado de Licenciatura.

PROLOGO.

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) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a maquinaria de empaqueo de vegetales, en empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez”.

El informe contiene los resultados de la investigación realizada previo a optar al título de Ingeniero Industrial, en el grado académico de Licenciatura de la Facultad de Ingeniería, 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 Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) enfocado a Mantenimiento Autónomo en el proceso de empaque de vegetales.

El interés en realizar una investigación sobre este tema es contribuir para reducir la cantidad de paros no programados en el proceso de empaque ya que año tras año estos incrementan y repercute en la productividad de la empresa y aumenta los costos de producción, por lo cual es absolutamente necesario que se establezca una propuesta para mejorar los procesos de mantenimiento del sistema de producción a través de una nueva metodología de implementación.

PRESENTACIÓN.

La investigación se enfoca en el tópico sobre mala ejecución del mantenimiento a maquinaria de empacado de vegetales en empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, este estudio tiene como finalidad detener el incremento de los paros no programados percibidos desde hace cinco años, lo cual amerita realizar una investigación para que los técnicos de la empresa encuentren la solución al problema identificado.

El objetivo de la investigación es mejorar el proceso de mantenimiento de la maquinaria de empacado de vegetales de la empresa, de esta forma obtener menores costos de producción y aprovechar la capacidad productiva instalada.

Como medio para solucionar la problemática se propone la implementación del plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) enfocado a Mantenimiento Autónomo, esta propuesta está dirigida a los técnicos de mantenimiento 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.

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 los paros no programados en el proceso de empaçado de la empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, consecuencia de no contar con plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.) enfocado a 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 deficiencias técnicas, tiene origen en los paros no programados en el proceso de empaque de la empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, por deficientes ejecución del mantenimiento de maquinaria de empaçado, esta problemática se ha percibido en los últimos cinco años debido a la inexistencia de plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) enfocado a Mantenimiento Autónomo.

Los paros no programados en el proceso de empaque hacen referencia a que, desde hace cinco años en la empresa, el proceso productivo de empaçar vegetales frescos se ha debido interrumpir por fallas técnicas inesperadas en la maquinaria, esta situación no ha permitido en ocasiones lograr metas productivas y ha atrasado pedidos a clientes, también se ha aumentado el costo del proceso, todo esto se traduce en pérdidas económicas.

Este efecto se ha percibido por mal ejecución del mantenimiento a maquinaria de empaçado de vegetales, lo que significa que los procesos técnicos de cuidado de los equipos tienen deficiencias, lo que ha provocado el desgaste de piezas que a su vez

repercuten en el sistema entero, lo que conlleva a la interrupción del proceso de empaclado.

Toda esta situación se presenta como consecuencia de no contar con plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.) enfocado a Mantenimiento Autónomo, por medio del cual se garantice la efectividad del mantenimiento del sistema productivo y reduzca la probabilidad de fallas.

Al proponer que se implemente esta propuesta, se pretende que los socios de la empresa inviertan en una solución inmediata al problema encontrado y se logre contar con un proceso de mantenimiento adecuado para la maquinaria.

Hipótesis. Se estableció la hipótesis como parte del trabajo de investigación.

Hipótesis causal. “Los paros no programados en proceso de empaclado de empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años, por mala ejecución del mantenimiento a maquinaria de empaclado de vegetales, se deben a la inexistencia de plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) enfocado a Mantenimiento Autónomo”.

Hipótesis interrogativa. ¿Serán la inexistencia de plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) enfocado a Mantenimiento Autónomo la causante de los paros no programados en proceso de empaclado de empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años, por mala ejecución del mantenimiento a maquinaria de empaclado de vegetales?

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.

General.

Minimizar paros no programados en proceso de empacado de empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

Específico.

Mejorar ejecución del mantenimiento a maquinaria de empacado de vegetales, en empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

Justificación.

En la actualidad, en empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago se percibe la cantidad promedio de paros no programados de 29 al año, lo que equivale a un total de 149 paros en los últimos cinco años, esta es una situación que ha perjudicado el funcionamiento de la empresa y ha atentado contra las metas productivas, lo que ha generado pérdidas económicas.

Con base a los datos de los últimos cinco años, se puede deducir que los paros no programados en proceso de empacado han aumentado 2.25 % anualmente, esto como consecuencia de la mala ejecución del mantenimiento a maquinaria de empacado de vegetales por falta de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) enfocado a Mantenimiento Autónomo.

Esta situación tenderá al aumento de la cantidad de los paros no programados en proceso de empacado en los siguientes cinco años de no tomar medidas necesarias

para contrarrestar la problemática, las proyecciones indican que para el año 2024 la cantidad de paros será de 51.

Es importante implementar el plan Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) enfocado a Mantenimiento Autónomo, puesto que optimizaría el proceso de reparación y restauración del sistema de empaque de la empresa, este también permitiría el aprovechamiento de la capacidad instalada total de la empresa al no presentarse paros sin programación.

Resulta indispensable para el funcionamiento adecuado de la empresa empaquera y la implementación de esta propuesta que promueva el mejoramiento del proceso de mantenimiento del sistema de empaque de vegetales frescos, lo que permitiría en los siguientes cinco años reducir la cantidad de paros en un 90 %, lo que equivaldría a 13 para el año 2024.

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 se utilizó el método deductivo como medio principal de investigación, el cual permitió conocer aspectos generales y específicos de la empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez. Las técnicas utilizadas fueron:

- Observación directa. Esta se realizó directamente en el área, lo que permitió confirmar el incremento de la cantidad de paros no programados en proceso de empaquetado, cuales son las actividades específicas que se efectúan dentro del mantenimiento de los equipos de producción, así como su frecuencia; también se investigó sobre las acciones implementadas por los técnicos de la empresa encaminadas a detener los imprevistos presentados en los últimos cinco años.
- 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 operadores de la empresa y a técnicos de mantenimiento, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática identificada.

Con la situación más clara sobre la problemática de deficiente mantenimiento a maquinaria de empaquetado de vegetales 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: “los paros no programados en proceso de empacado de empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años, por mala ejecución del mantenimiento a maquinaria de empacado de vegetales, se deben a la inexistencia de plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) enfocado a 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 muestreo estadístico para determinar la población efecto (variable Y), la cual dio como resultado a 47 elementos de estudio, con lo que se establece que el nivel de confianza es del 95 % y el margen de error del 5 %; en cuanto a la población causa (variable X) se efectuó un censo, puesto que la población identificada se componían de cinco elementos, por lo tanto, se determina que el nivel de confianza para este caso 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, el muestreo estadístico 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 resultados.

II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Se comprueba la hipótesis los paros no programados en proceso de empacado de empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años, por mala ejecución del mantenimiento a maquinaria de empacado de vegetales, se deben a la inexistencia de plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) enfocado a Mantenimiento Autónomo”, con el 95 % de confianza y 5 % error para la variable Y (efecto) y con el 100 % de confianza y 0 % de error para la variable X (causa).

Por lo anterior se recomienda operativizar la solución de la problemática mediante la implementación de plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) enfocado a Mantenimiento Autónomo en la empresa.

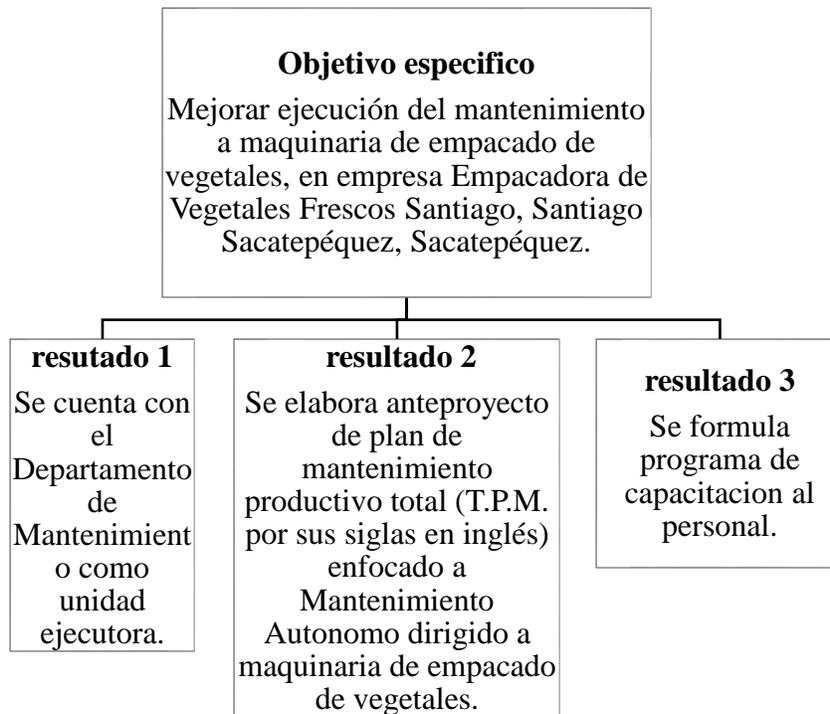
ANEXOS.

Anexo 1: Propuesta para solucionar la problemática

El plan de mantenimiento productivo total (T.P.M por sus siglas en ingles) enfocado al mantenimiento autónomo es la actividad que ayudara a mejorar la ejecución del mantenimiento en la maquinaria de empacado de vegetales, con el propósito de minimizar los paros no programados. Esta actividad debe de ser ejecutada por el departamento de mantenimiento quien tiene como propósito mejorar los procedimientos para poder mantener la maquinaria en óptimas condiciones.

Durante los procedimientos del mantenimiento autónomo se debe de realizar una serie de capacitaciones para que el personal que opera la maquinaria tenga el conocimiento suficiente de poder realizar las actividades de mantenimiento.

A continuación, se presenta el diagrama de medios de solución propuesto:



Resultado 1: Unidad ejecutora

Actividad 1: Espacio físico

1. Oficina jefe de mantenimiento.
2. Oficina de subjefe de mantenimiento
3. Oficina de supervisores.
4. Taller

Actividad 2: Material y equipo

1. Computadoras
2. Impresoras
3. Caja de Lapiceros
4. Hojas
5. Libreta
6. Escritorios
7. Leitz

Actividad 3: Personal técnico

1. Ingeniero Industrial.
2. Ingeniero Mecánico
3. Supervisores industriales.

Actividad 4: Recursos financieros

Departamento financiero

Resultado 2: Desarrollo de plan

Para poder realizar el mantenimiento productivo total (T.P.M. por sus siglas en ingles) enfocado en el mantenimiento autónomo se requiere de actividades precisas para poder mejorar el funcionamiento de la maquinaria de sellado.

Actividades:

- Antes de iniciar la limpieza de la maquinaria desinfectar la herramienta a utilizar.
- Utilizar desinfectante Saniquat Plus para desinfectar herramienta y maquinaria.

La limpieza de la maquinaria de sellado debe realizarse a diario y antes de empezar a operar.

La limpieza debe de ser realizada por el operador (a) de la maquinaria.

Pasos:

- a) Limpieza del área exterior e interior de la maquinaria de sellado.
- b) Realizar limpieza a la banda y cinta de teflón de sellado.
- c) Limpiar cuidadosamente el exterior del motor de la maquina.
- d) Al finalizar la limpieza se debe de colocar los residuos en un recipiente de basura.
- e) Desinfectar nuevamente la herramienta utilizada y colocar en su respectiva caja.

Figura 1: Lista de verificación de limpieza

Fecha	Se desinfecto herramienta		Se realizo limpieza general	
	Si	No	Si	No

Fuente: Bosarreyes N. Agosto 2020

- Contramedidas por las causas y efectos de la suciedad y el polvo

Para realizar esta actividad se debe de iniciar con una inspección general del área de trabajo.

Actividades:

- Verificar fuentes de contaminación en el área.
- Inspeccionar el área y detectar puntos claves por lo que se encuentra polvo.

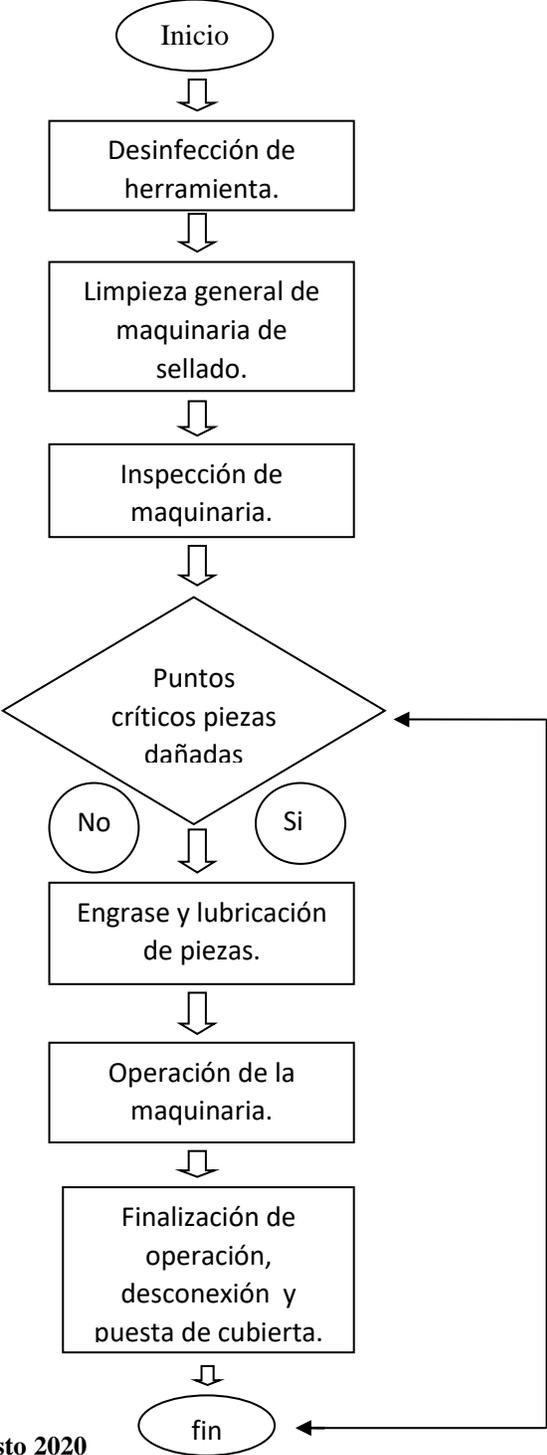
- Estándares de limpieza, engrase y lubricación de piezas.
 - a. Realizar limpieza a todas las piezas donde se aplicara grasa o lubricante.
 - b. Verificar que las piezas estén en buenas condiciones antes de aplicar grasa o lubricante.
 - c. Si en caso existe una pieza en malas condiciones y no se puede corregir, reportar al departamento de mantenimiento para poder dar acción correctiva.
 - d. Al aplicar grasa o lubricante, aplique cuidadosamente para no provocar derrames.
 - e. Aplicar grasa o lubricante únicamente lo necesario para evitar el exceso.
 - f. Si en caso se derramo grasa o lubricante limpiar inmediatamente.
 - g. Asegurarse que todas las piezas que necesitan grasa o lubricante lo tengan.
 - h. Antes de iniciar a operar realizar una pequeña inspección asegurándose que todo se encuentre correctamente.

Figura 3: Listado de verificación de engrase y lubricación

Se aplico grasa y lubricante a piezas		Observaciones	Encargado del mantenimiento
Si	No		

Fuente: Bosarreyes N. Agosto 2020

Figura 4: Diagrama de flujo planificación del mantenimiento autónomo



Fuente: Bosarreyes N. Agosto 2020

Llenado de hoja de verificación.

La hoja se llenara según se solicitate al inicio de la columna

Al finalizar una hoja deberá entregársela al departamento de mantenimiento quien será el encargado de llevar los registros archivados.

Figura 5: Hoja de verificación del mantenimiento autónomo.

Fecha	Se desinfecto herramienta		Se realizo limpieza general		Se realizo inspección general		Propuestas de medidas para eliminar suciedad, si las hay comente	Se aplico grasa y lubricante a piezas		Observaciones	Encargado del mantenimiento
	Si	No	Si	No	Si	No		Si	No		

Fuente: Bosarreyes N. Agosto 2020

➤ Inspección general

Actividades:

- a) Realizar revisión de la maquinaria de sellado en general.
- b) La revisión debe programarse con técnicos del departamento de mantenimiento conjunto con operarios.
- c) La actividad de inspección general se debe programar al menos cada 15 días.
- d) Los operarios en esta actividad deben de desarrollar habilidades para mejorar el mantenimiento autónomo.
- e) El técnico del departamento de mantenimiento debe resolver cada duda que se genere por parte de operarios.
- f) Los operarios deben poner en práctica cada actividad para poder desarrollar nuevas ideas y poder compartir para lograr ir mejorando las actividades.

Otras actividades

- a) Al realizar la inspección y actividades en conjunto se debe desarrollar orden de mantenimiento autónomo.
- b) Elaborar series de actividades consecutivas para lograr minimizar el tiempo de mantenimiento autónomo.
- c) Al finalizar estas actividades el operario debe de ser ya profesional en el mantenimiento autónomo.

Figura 6: Estructura de maquina selladora.



Fuente: Bosarreyes N. Agosto 2020

Resultado 3: Capacitación

Actividad 1: convocatoria

- a) Operadores de la maquinaria de sellado.
- b) Técnicos eléctricos del departamento de mantenimiento.
- c) Jefes del departamento de mantenimiento.
- d) Encargados del departamento de control de calidad.

Actividad 2: Metodología

- a) Cañonera
- b) Videos
- c) Trifoliales
- d) Actividad en físico.

Actividad 3: Temas

- a) Paros de maquinaria de sellado.
- b) Paros no programados en maquinaria de sellado.
- c) Mantenimiento productivo total (T.P.M. Por sus siglas en ingles).
- d) Mantenimiento Autónomo.
- e) Como aplicar el mantenimiento autónomo en la maquinaria de sellado.
- f) Actividades a realizar en el mantenimiento autónomo para maquinaria de sellado.
- g) Llenado de hojas de verificación del mantenimiento autónomo.

Anexo 2. Matriz de estructura lógica.

Componentes del plan	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Objetivo general. Minimizar paros no programados en proceso de empacado de empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Sacatepéquez, Sacatepéquez.	Al tercer año de ejecutada la propuesta, se disminuyen los paros no programados en 80.5%.	Reportes del Departamento de Mantenimiento. Encuestas a operarios de los Departamentos de Mantenimiento y Producción.	La empresa al reducir paros no programados, incrementa su producción y concreta el aumento en su cartera de clientes nacionales e internacionales.
Objetivo específico. Mejorar ejecución del mantenimiento a maquinaria de empacado de vegetales, en empresa Empacadora de Vegetales Frescos Santiago, Sacatepéquez, Sacatepéquez.	Al primer año de ejecutada la propuesta, se cuenta con mantenimiento eficiente al 100% de la maquinaria empacadora.	Fotografías, reportes del Departamento de Mantenimiento. Encuestas a operarios de los Departamentos de Mantenimiento y Producción.	La empresa adopta el plan de mantenimiento propuesto en otras áreas con maquinaria, que demanden el mismo tipo de servicio.
Resultado 1: Se cuenta con el Departamento de Mantenimiento como Unidad Ejecutora.			
Resultado 2: Se elabora anteproyecto de Plan de Mantenimiento Productivo Total (T.P.M. por sus siglas en inglés) enfocado a Mantenimiento Autónomo dirigido a maquinaria de empacado de vegetales.			
Resultado 3: Se formula programa de capacitación al personal involucrado			

Fuente: Bosarreyes López, 2020.