

Adelson Moisés De León Calí

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA CAMIONES CAÑEROS  
DEL INGENIO MAGDALENA, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA.



Asesor General Metodológico:  
Ingeniero Ambiental José Luis Iquique Socoy

Universidad Rural de Guatemala  
Facultad de Ingeniería

Guatemala, abril de 2022

Informe final de graduación

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA CAMIONES CAÑEROS  
DEL INGENIO MAGDALENA, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Adelson Moisés De León Calí

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

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, abril de 2022

Informe final de graduación

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA CAMIONES CAÑEROS  
DEL INGENIO MAGDALENA, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA.



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretario de la Universidad:

Licenciado Mario Santiago Linares García

Decano de la Facultad de Ingeniería:

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, abril de 2022

Esta tesis fue presentada por el autor previo a obtener el título universitario de Ingeniero Industrial con Énfasis en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado.

## **Prólogo**

Esta investigación es un requisito previo a optar el título de Ingeniero Industrial con Énfasis en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado, de conformidad con los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala.

La investigación denominada: “Plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla”, se llevó a cabo para proponer posibles soluciones a la problemática fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros (la caña se queda en ruta y no llega a la hora establecida al molino) del Ingenio, cuyo efecto ha generado aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas durante los últimos cinco años.

Las razones prácticas de esta investigación, es que sus resultados pueden aplicarse a otras empresas dedicadas a la industria azucarera, con la finalidad de obtener una mayor eficiencia en el transporte de caña de azúcar. También puede utilizarse como consulta académica de estudiantes de Ingenierías de las diferentes universidades del país. Así mismo sirve para aplicación de conocimientos adquiridos en el periodo de estudio.

Con el fin de solucionar la problemática planteada se presenta como aporte los siguientes tres resultados que son: Se cuenta con una Unidad Ejecutora. Se cuenta con Plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla y se cuenta con un programa de capacitación.

Estos resultados juntamente con sus respectivas actividades, permitirán evitar fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros (la caña se queda en ruta y no llega a la hora establecida al molino) del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla, por consiguiente, se logrará reducir cumplir con todas las solicitudes de los clientes, de esta manera reducir el número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas.

## **Presentación**

Esta investigación: Plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla, fue realizada durante los meses de julio a diciembre del año dos mil veintiuno, como requisito previo a optar el título universitario de Ingeniero Industrial con Énfasis en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado, de conformidad con los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala.

Durante la elaboración del presente, se emplearon varios métodos entre los cuales se mencionan el Marco Lógico, que sirvió durante la elaboración del árbol de problemas y de objetivos, el método científico para determinar la problemática.

Para las empresas de transportes de caña de azúcar, es vital contar con toda su flotilla en perfectas condiciones, para lo cual se debe contar con un plan logístico de todo tipo, para evitar que las unidades se encuentren fuera de servicio por algún tipo de falla y no puedan cumplir con las entregas de caña al área de producción de los ingenios.

Se determinó que el problema central, son fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros (la caña se queda en ruta y no llega a la hora establecida al molino) del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla, lo que ha ocasionado aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en los últimos 5 años.

Como resultado del presente estudio, surge la actual propuesta que busca dar solución a la problemática antes mencionada, la cual está integrada por tres resultados y sus actividades respectivas, los cuales son:

a) Se cuenta con una Unidad Ejecutora. b) Se cuenta con Plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla. c) Se cuenta con un programa de capacitación.

## Índice general

No.	Contenido	Página
I.	INTRODUCCIÓN.....	01
I.1.	Planteamiento del problema.....	03
I.2.	Hipótesis.....	04
I.3.	Objetivos.....	04
I.3.1	Objetivo general.....	04
I.3.2	Objetivo específico.....	04
I.4.	Justificación.....	05
I.5.	Metodología.....	06
I.5.1	Métodos.....	06
I.5.2	Técnicas.....	08
II.	MARCO TEÓRICO.....	11
III.	COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	69
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	76
IV.1	Conclusiones.....	76
IV.2	Recomendaciones.....	77

## Índice de cuadros

No.	Contenido	Página
01	Existe aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla en los últimos 5 años .....	70
02	Aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla en los últimos 5 años, es debido a las fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros .....	71
03	Posibilidad de reducir la cantidad de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla .....	72
04	Existe un plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros de Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla .....	73
05	Necesidad de implementar un plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros de Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.	74
06	Disponibilidad de apoyar las actividades del plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros de Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.....	75

## Índice de figuras

No.	Contenido	Página
01	Sistema de planificación.....	13
02	Gestión de mantenimiento.....	14
03	Plan .....	16
04	Misión y visión .....	19
05	Planeación .....	24
06	Grafica de control de mantenimiento.....	27
07	Rutina de mantenimiento preventivo.....	28
08	Mantenimiento preventivo.....	28
09	Mantenimiento correctivo.....	30
10	Mantenimiento correctivo 2.....	31
11	Mantenimiento correctivo y sus niveles de prioridad.....	31
12	Mantenimiento reactivo.....	32
13	Pasos para verificación de mantenimiento.....	33
14	Modelo de matriz de criticidad.....	38
15	Preguntas para la realización de un análisis causa raíz.....	42
16	Árbol de fallas.....	44
17	Colores industriales de señalización .....	47
18	Seguridad industrial.....	47
19	Consideraciones ergonómicas para el equipo .....	68

## Índice de gráficas

No.	Contenido	Página
01	Existe aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla en los últimos 5 años .....	70
02	Aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla en los últimos 5 años, es debido a las fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros .....	71
03	Posibilidad de reducir la cantidad de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla .....	72
04	Existe un plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros de Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla .....	73
05	Necesidad de implementar un plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros de Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla .....	74
06	Disponibilidad de apoyar las actividades del plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros de Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.....	75

## Índice de tablas

No.	Contenido	Página
01	Técnicas para la planificación.....	12
02	Descripción de los elementos del árbol de falla.....	43
03	Enfoque de Ingeniería- causas de los accidentes.....	51
04	Categorización de riesgos.....	56

## I. INTRODUCCIÓN

El presente estudio denominado “Plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla” se realizó como requisito establecido por la Universidad Rural de Guatemala, previo a obtener el título universitario de Ingeniero Industrial con Énfasis en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado.

El estudio identificó la problemática existente, la cual consiste en fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros, lo que ocasiona el aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las veinticuatro horas.

Los resultados del presente estudio pueden aplicarse a otras empresas dedicadas a la industria azucarera, con la finalidad de tener mayor eficiencia. También puede utilizarse como consulta académica de estudiantes de Ingenierías de las diferentes universidades del país. Así mismo sirve para aplicación de conocimientos adquiridos en el periodo de estudio.

El estudio fue realizado durante los meses de julio a diciembre del año dos mil veintiuno.

Al terminar el trabajo de graduación, se comprobó la hipótesis: “El aumento de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla en los últimos 5 años, por fallas mecánicas de los Camiones Cañeros, es debido a la falta de plan de mantenimiento preventivo”. El informe está integrado de la siguiente forma: Prólogo y Presentación.

Luego los siguientes capítulos:

I. Compuesto por: introducción, planteamiento del problema, hipótesis, objetivo general y objetivos específicos, justificación, metodología conformada por métodos y técnicas tanto para la formulación como para la comprobación de la hipótesis.

II. Compuesto por: marco teórico, que comprende aspectos conceptuales formados por aspectos doctrinarios y legales.

III. Compuesto por: Comprobación de la hipótesis. Formado por cuadros y gráficas de los resultados obtenidos de las encuestas relacionados a la variable dependiente “Y” e independiente “X” con su respectivo análisis.

IV. Compuesto por: conclusiones y recomendaciones, luego bibliografía y anexos principales. La propuesta la conforman tres resultados que son los siguientes: resultado uno: Se cuenta con una Unidad Ejecutora. Resultado dos: Se cuenta con Plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla. Resultado tres: Se cuenta con un programa de capacitación. Los tres resultados juntos forman la propuesta para proporcionar una solución integral al problema.

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

La producción de azúcar es un proceso constante donde no deben existir tiempos muertos por conceptos de espera de materias primas, aditivos, suministros o cualquier otra circunstancia, es imprescindible que toda la cadena productiva esté bien sincronizada desde las fincas productoras de caña de azúcar, el traslado de estas y la recepción.

Las empresas de transporte dedicadas al traslado de caña de azúcar hacia los ingenios para su respectivo proceso, deben contar con buena logística de carga, transporte y entrega, de modo que no repercuta en demoras productivas ocasionadas por desperfectos en sus unidades, ocasionando pérdidas de tiempo importantes para los ingenios azucareros.

La problemática principal encontrada durante la presente investigación son las fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros (la caña se queda en ruta y no llega a la hora establecida al molino) del Ingenio Magdalena, lo cual ha generado el efecto aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, durante los últimos cinco años

La causa principal del problema, es la falta de plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros en Ingenio Magdalena, por lo que se recomienda analizar la presente propuesta.

Para el año 2022 continuará el aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las veinticuatro horas en el Ingenio Magdalena, si no se aplica la propuesta.

Al implementar la presente propuesta, se logrará evitar las fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros y, por ende, se logrará reducir el número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena.

## **I.2. Hipótesis**

A través del Método del Marco Lógico, se elaboró el árbol de problemas, y se determinó la Variable Dependiente: aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla en los últimos 5 años.

Además, la Variable Independiente: Falta de plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.

Con estas variables se elaboró la hipótesis siguiente: “El aumento de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla en los últimos 5 años, por fallas mecánicas de los Camiones Cañeros, es debido a la falta de plan de mantenimiento preventivo”.

¿Es la falta de un plan de mantenimiento a Camiones Cañeros y las fallas mecánicas en ruta, las causas del aumento de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla en los últimos 5 años?

## **I.3. Objetivos**

Los objetivos indican los resultados que se esperan obtener, con la realización de esta propuesta en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.

### **I.3.1. Objetivo general**

Reducir el número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.

### **I.3.2. Objetivo específico**

Evitar fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros (la caña se queda en ruta y no llega a la hora establecida al molino) del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.

#### **I.4. Justificación**

En un mundo competitivo las empresas de transportes de carga deben estar a la vanguardia en cuanto al servicio prestado, por tal razón es imprescindible contar con una flotilla de vehículos que cumplan todas las condiciones necesarias para tales funciones.

El mantenimiento preventivo de la flotilla es primordial debido al desgaste que sufren en cada trayecto recorrido, es de suma importancia la disponibilidad total para prestar servicios de buena calidad para satisfacer las necesidades de los clientes de cualquier índole.

Durante la presente investigación, se detectó la problemática fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros (la caña se queda en ruta y no llega a la hora establecida al molino) del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla. Dicho problema ha generado aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, durante los últimos cinco años.

La casusa principal de la problemática central es la falta de plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros, por lo que es necesario implementar la presente propuesta que busca dar solución a tal problema.

De no implementarse la propuesta, (según anexo 8) continuarán las fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros (la caña se queda en ruta y no llega a la hora establecida al molino) del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla, y consecuentemente, el aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24, horas ascenderán a 1,741 quejas para el año 2026.

Por contrario, al implementarse la propuesta, se logrará evitar las fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros, esto ayudará a reducir el número de quejas a 392 para el mismo año (2026).

## **I.5. Metodología**

La metodología utilizada para comprobar o rechazar la hipótesis de la investigación se compone de diferentes métodos y técnicas que se describen a continuación:

### **I.5.1. Métodos**

Los métodos utilizados durante la redacción y comprobación de la hipótesis variaron así: para redactar la hipótesis se utilizó el Método Deductivo auxiliado por la herramienta del Marco Lógico; a través de una matriz se diagramo el árbol de problemas, lo que permitió concluir la formulación de la hipótesis, y el árbol de objetivos que son parte de los anexos de esta investigación. Para la comprobación de la hipótesis se utilizó el Método Inductivo, auxiliado por el Método Estadístico, Análisis y Síntesis. La manera como se utilizaron los métodos citados se expone a continuación:

#### **I.5.1.1. Métodos utilizados en la formulación de la hipótesis**

##### **a. Método Deductivo**

El Método Deductivo fue el método principal para redactar la hipótesis. Con la aplicación de conocimientos generales mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla. se llegó a la comprobación de la hipótesis.

##### **b. Método del Marco Lógico o la Estructura Lógica**

Con la ayuda del Marco Lógico se formuló la hipótesis y se identificaron sus variables; independiente y dependiente. Además, permitió encontrar un lugar donde existiera un problema y analizar la factibilidad de una propuesta; descrita en los resultados, para ayudar a solucionar el problema. También ayudó a determinar el tiempo que se utilizaría en el desarrollo de la investigación y se diagramó el árbol de problemas e hipótesis y objetivos encontrados en el anexo 1, y se definieron los

objetivos y la denominación de esta investigación. Se puede decir que permitió encontrar las características principales de este trabajo.

#### I.5.1.2. Métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis

El método principal utilizado en la comprobación de la hipótesis fue el Método Inductivo, parten de lo particular que es la hipótesis a lo general, es decir, se comprobó con esta investigación que muchos de los problemas, aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas se debe a la falta de plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros del Ingenio Magdalena.

##### a. Método Inductivo

Se estudian los fenómenos particulares, que darán soluciones generales.

Con este método se obtuvieron los resultados de la problemática, se utilizó para realizar encuestas y para diseñar conclusiones, de esta forma poder llegar a la hipótesis planteada.

##### b. Método de Síntesis

Seguido de interpretar los datos de la información, se utilizó el Método de Síntesis, para obtener en resumen la información global de la investigación realizada en campo.

La síntesis nos sirvió para mostrar datos que ayudaron a la comprobación de la hipótesis y para obtener conclusiones y recomendaciones de este trabajo.

##### c. Método Estadístico

Estos métodos fueron utilizados con el objetivo de la comprobación de la hipótesis de la investigación. A través de boletas se encuestó al tamaño de la muestra de la población finita cualitativa, de esta forma se recolectaron datos concernientes al efecto, problema y causa. Luego se procedió a tabular los datos en valores absolutos y relativos para su respectiva interpretación.

Hacen uso de este método, se tabularon los resultados de la encuesta, en los cuadros y gráficas, para comprobar la variable “Y” y la variable “X”, así mismo para comprobar el problema.

### **I.5.2. Técnicas**

Las técnicas empleadas, tanto en la formulación como en la comprobación de la hipótesis variaron de acuerdo con la etapa de formulación de la hipótesis y a la comprobación de esta así:

#### **I.5.2.1. Técnicas de investigación para la formulación de hipótesis**

Las técnicas que se utilizaron para la formulación de la hipótesis, son las herramientas que se detallan a continuación:

##### **a. Lluvia de Ideas**

Se utilizó esta técnica para recopilar ideas de la problemática de todos los trabajadores (conductores de camiones) en Ingenio Magdalena.

##### **b. Observación Directa**

Esta técnica se utilizó directamente en Ingenio Magdalena, con la cual se observaron las fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros y el efecto que causa a nivel de quejas por los frentes de corte de caña.

##### **c. Investigación Documental**

Con esta investigación se obtuvieron datos del efecto, con los cuales se realizó una proyección y correlación para la justificación de la problemática. Se investigó en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla, el aumento del número de quejas.

#### **I.5.2.2. Técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis**

Para la comprobación de la hipótesis se aplicaron las siguientes herramientas:

#### a. Cuestionario

Se elaboró un cuestionario para investigar el efecto (variable dependiente “Y”) y otro cuestionario para investigar la causa (variable independiente “X”), y para el problema, se distribuyó el mismo a la muestra.

#### b. Entrevista

Una vez formada una idea general de la problemática, se procedió a entrevistar a trabajadores (conductores de camiones) de Ingenio Magdalena, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada.

Para la entrevista se diseñaron boletas de investigación, para comprobar la variable dependiente “X” (Causa) e independiente “Y” (Efecto) de la hipótesis, esto fue realizado con el mismo personal que trabaja dentro del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.

#### c. Encuesta

Previo a desarrollar la encuesta, se procedió al diseño de las boletas de investigación, con el propósito de comprobar la variable dependiente e independiente, es decir, el efecto y la causa principal de la hipótesis previamente formulada, además de comprobar el problema o causa intermedia.

Las boletas, previo a ser aplicadas a la población respectiva, tuvieron un proceso de prueba, con el fin, de hacer más efectivas las preguntas y propiciar que las respuestas proporcionaran la información requerida, después de ser aplicada.

#### d. Determinación de la población a investigar

Para determinar el tamaño de la muestra representativa, de la población total a investigar en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.”, se resolvió la ecuación matemática del método estadístico de la población finita cualitativa.

#### e. Análisis

Esta técnica se aplicó al interpretar los datos tabulados en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, “Y” y “X”, que tuvieron como objeto la comprobación de la hipótesis.

#### f. Correlación

Sirvió para conocer el grado de relación lineal existente entre las variables dependiente e independiente. Se tomó como base el aumento del número de quejas, durante los años 2017 a 2021, el resultado del cálculo del coeficiente de correlación fue de 0.97, el cual está dentro de los parámetros de aceptación establecidos  $r = (\text{entre } \geq \pm 0.8 \text{ a } \leq \pm 1)$ .

#### g. Proyección

Dados los resultados obtenidos en la correlación, estos son proyectados para los próximos 5 años (2022 a 2026), se obtiene de esta manera el comportamiento del efecto para dichos años sin la implementación de la propuesta, posteriormente se realizan cálculos matemáticos para determinar el comportamiento del efecto a implementar la propuesta y se grafica la respectiva información.

## **II. MARCO TEÓRICO**

El marco teórico consiste en desarrollar la teoría que va a fundamentar el proyecto de investigación. En su elaboración fue necesario acudir a la recopilación de datos e información documental.

Los temas comprenden: Planificación, Plan, Mantenimiento, Camiones cañeros, Seguridad industrial y Salud ocupacional.

### **II.1. Planificación**

La planificación consiste en definir las metas de la organización, establecer una estrategia general para alcanzarlas y trazar planes exhaustivos para integrar y coordinar el trabajo. Se ocupa tanto de los fines (qué hay que hacer) como de los medios (cómo hay que hacerlo) (Robbins y Coulter, 2005, p. 158)

#### **II.1.1. Cualidades de la planificación**

Tiene un carácter finalista: sólo cobra sentido si con ella se logra contribuir a la consecución de los adecuados objetivos organizativos con más probabilidades que sin llevarla a cabo. Es un proceso reflexivo e intelectual: previo a la acción. Reflexión sobre el punto de partida, el punto de llegada y el camino a seguir.

Implica desarrollar un proceso formal y sistemático: requiere un análisis de la realidad y la consideración de previsiones sobre un número cada vez mayor de variables. Requiere llevar a cabo una serie de actividades, complejas, desarrolladas por toda la organización: debe ser conocida y comunicada a todos los miembros de la organización.

Debe basarse en procesos y previsiones racionales y objetivas, optimizadas por instrumentos de pronóstico. La disponibilidad de información interna de la organización es un requisito para la racionalidad de la planificación (Hernández, 2012, pp. 269-271).

## II.1.2. Propósitos de la planificación

- a. Minimizar riesgos e incertidumbre
- b. Incrementar el nivel de efectividad organizativa mediante la coordinación.

## II.1.3. Planificación y desempeño

Para (Robbins y Coulter, 2005, p. 159)

La planificación se relaciona con mayores utilidades, mayor rendimiento sobre los activos y otros resultados financieros positivos.

La calidad del proceso de planificación y la puesta en marcha de los planes aporte más al desempeño que el grado de planificación.

**Tabla 1**  
Técnicas para la planificación

Técnica	Descripción	Aplicación
<b>Cuantitativas</b>		
Análisis de series temporales	Establece una ecuación para una tendencia y la proyecta al futuro	Pronosticar las ventas del siguiente trimestre con datos de ventas de los cuatro años anteriores
Modelos de regresión	Pronostica una variable a partir de lo que se sabe o supone de otras	Buscar factores que pronostiquen cierto monto de ventas (por ejemplo, precio, gastos en publicidad)
Modelos econométricos	Simula con ecuaciones de regresión segmentos de la economía	Pronosticar el cambio en las ventas de autos como resultado de los cambios en las leyes fiscales
Indicadores económicos	Pronostica con uno o más indicadores el estado futuro de la economía	Pronosticar con cambios en el PIB el ingreso discrecional
Efecto de sustitución	Predice con una fórmula matemática cómo, cuándo y en qué circunstancias un nuevo producto o tecnología sustituirá al actual	Pronosticar el efecto de los reproductores de DVD en la venta de reproductores de VHS
<b>Cualitativas</b>		
Jurado de opinión	Reúne y promedia opiniones de expertos	Reunir a los gerentes de recursos humanos de la compañía para pronosticar las necesidades de reclutamiento de universitarios el año entrante
Composición de la fuerza de ventas	Combina estimaciones de los vendedores sobre las compras esperadas de los clientes	Pronosticar las ventas de aparatos de láser industriales el año entrante
Evaluación de clientes	Combina estimaciones de los clientes habituales	Un fabricante entrevista a los principales distribuidores de autos para determinar los modelos y cantidades de productos deseados

Fuente: Robbins y Coulter, 2005.

#### II.1.4. Esquema general de planificación

Análisis del entorno y establecimiento de previsiones, establecimiento de objetivos, identificación de opciones, evaluación de opciones, selección de opción, formulación de planes de apoyo y presupuestación

#### II.1.5. Razones para planificar

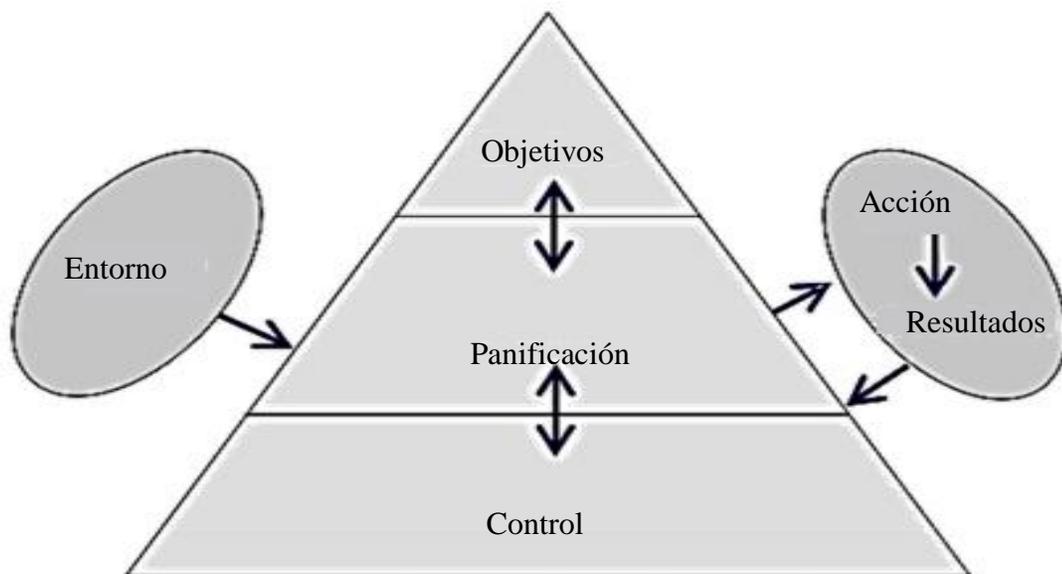
La planificación hace posible elegir dónde se quiere estar en un futuro. Si todos saben hacia dónde dirigirse, podrán aportar para alcanzar las metas, coordinarse y cooperar lo necesario para conseguirlas.

Es útil para reducir la incertidumbre. Para minimizar las redundancias. Para establecer los criterios que servirán para controlar.

Es debido a ello la importancia de elaborar planes específicos, pero a su vez flexibles debido a que la planificación es un proceso continuo y la persistencia es lo que contribuye significativamente hacia un excelente desempeño.

**Figura 1**

Sistema de planificación



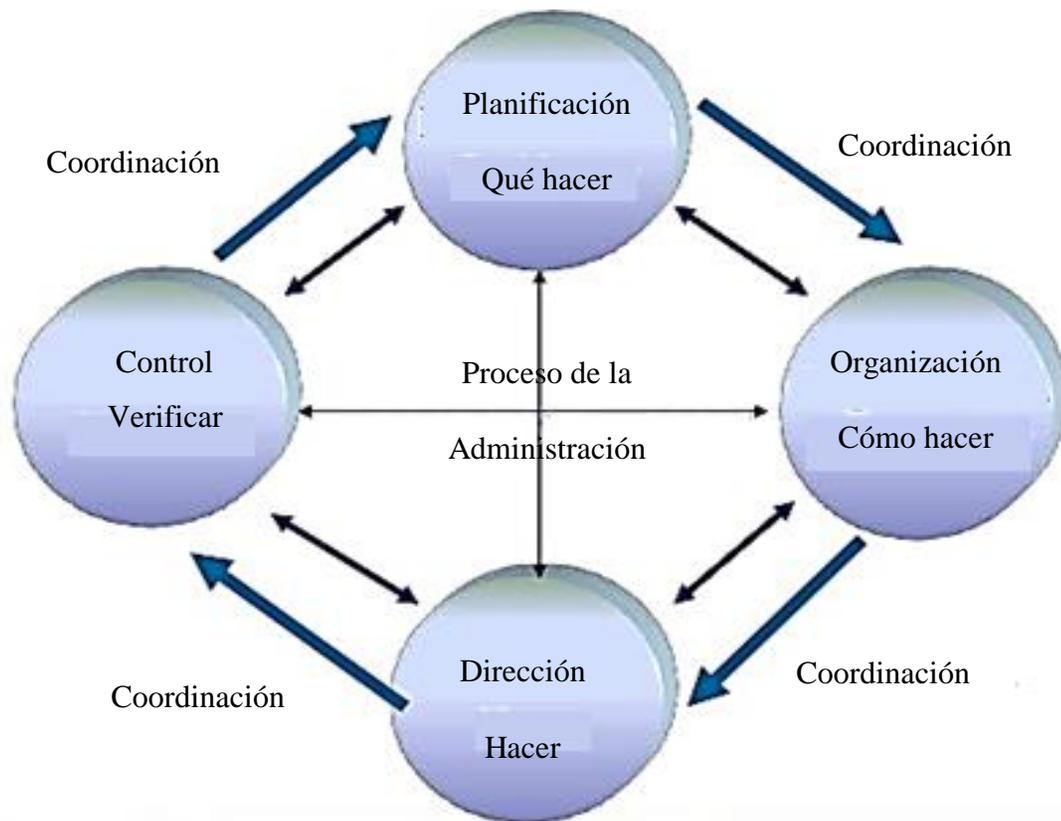
Fuente: Elaboración propia, 2021.

## II.2. Plan

Es una serie de actividades relacionadas entre sí para el comienzo o desarrollo de una actividad o proyecto con un sistema de planeación tendiente a alcanzar metas determinadas. “Los planes son como un mapa, pero el destino cambia una y otra vez por obra de las condiciones dinámicas del mercado” (Robbins y Coulter, 2005, p. 172)

**Figura 2**

Gestión de mantenimiento



Fuente: Elaboración propia, 2021.

Constituye una búsqueda directa por parte de cualquier organización; su resultado se encuentra en la aplicación, ejecución e implementación de ésta. Debido a que se empieza a observar el impacto sistemático a largo plazo. El propósito de éste, consiste en desarrollar un mejor mapa que guíe y oriente.

Planear puede significar el éxito y la tranquilidad de quienes planean. Para Robbins y Coulter (2005, p. 160) el planear es la realización de documentos en los que se explica cómo se van a alcanzar las metas, así como a la asignación de recursos, calendarios y otras acciones necesarias para concretarlas.

### II.2.1. Características de un plan

Un plan debe de ser:

- a. Sencillo
- b. Flexible
- c. Creíble

Requisitos que son necesarios para la realización de un plan:

Definir diversas etapas que faciliten la medición de los resultados.

Establecer metas a corto y mediano plazo.

Definir con claridad los resultados finales esperados.

Identificar posibles oportunidades para aprovecharlas en su aplicación.

Involucrar en su elaboración a los ejecutivos que vayan a participar en su aplicación.

Prever las dificultades que puedan presentarse y las posibles medidas correctivas.

Deben ser claros, concisos e informativos.

“El plan... se anticipa a la toma de decisiones. Es un proceso de decidir antes de que se requiera la acción” (Ackorff, 1981).

### II.2.2. Consideraciones sobre el plazo en los planes

Según Hernández (2012; p. 298), es necesario que los planes a corto plazo contribuyan de manera inequívoca a alcanzar los definidos para el largo plazo. Cuando se clasifica un plan en función del plazo, no se hace en relación con el tiempo de ejecución que precisa, sino con el plazo en el que dejará sentir sus consecuencias. Cuanto más largo el horizonte temporal de la planificación, menor es la exactitud con que pueden establecerse los supuestos en los que se desarrollará mayor dificultad para el establecimiento de objetivos y planes.

El plazo para el que se necesita tener provisiones y establecer planes a futuro depende de muchas circunstancias tales como la incertidumbre del sector específico, el volumen de recursos comprometidos, el área geográfica, etc.

### II.2.3. Tipos de planeación

En función del tiempo que se considere para alcanzar los objetivos y metas de la planeación existen tres tipos de planeación (Mercado, 1990).

#### II.2.3.1. corto plazo

#### II.2.3.2. mediano plazo

#### II.2.3.3. largo plazo

**Figura 3**

Plan



Fuente: Mercado, 1990.

En general, se dice que la planeación de corto plazo es a un año, la de mediano plazo es a dos o tres años y la de largo plazo es a cinco a más años. Sin embargo, es necesario advertir que dependiendo del tipo de organización un año puede ser un corto plazo, mientras que, para otra organización, un año puede ser un mediano plazo, o bien cinco años puede ser un corto plazo para una organización, pero para otra puede ser un mediano plazo.

No existe una regla universal para determinar los distintos plazos, por lo que cada organización está obligada a cuantificar la duración de un periodo corto, mediano y largo, de acuerdo con el tiempo que tardan los fenómenos de interés de la organización en observar cambios significativos.

II.2.4. En función que quien realiza la planeación existen tres tipos, entre los cuales se encuentran; Planificación estratégica, Planificación táctica y Planificación operativa.

#### II.2.4.1. La planeación estratégica

La planeación estratégica es responsabilidad del nivel directivo más alto de la organización. La planeación estratégica requiere establecer objetivos y metas claros con el fin de lograrlos durante periodos específicos de tiempo. Los objetivos y metas deben ser desarrollados en el contexto del futuro estado deseado y ser realistas, medibles y alcanzables (Mercado, 1990).

La planeación estratégica es de largo plazo y da respuesta a la pregunta de qué debe hacer la organización en este plazo (largo) para lograr las metas organizacionales. Los planes estratégicos se centran en temas amplios y duraderos que aseguran la efectividad de la organización y su respectiva supervivencia durante muchos años. La planeación táctica se lleva a cabo en las diferentes áreas que dependen del nivel directivo.

Es el proceso que toma en cuenta los recursos de la organización para realizar la planeación estratégica. En este sentido, la planeación táctica parte de los lineamientos sugeridos por la planeación estratégica y se refiere a las cuestiones concernientes a cada una de las principales áreas de la organización (Mercado, 1990).

#### II.2.4.2. La planeación táctica

La planeación táctica debe concentrarse en lo que debe hacerse en el mediano plazo a fin de ayudar a la organización a que logre sus objetivos a largo plazo. Algunas de las características principales de la planeación táctica son:

- a. Es de mediano plazo
- b. Se da en el marco de las orientaciones producidas por la planeación estratégica.
- c. Es conducida o ejecutada por los ejecutivos de nivel medio de la organización
- d. Se refiere a un área específica de actividad de las que consta la organización
- e. Está orientada hacia la coordinación de recursos.
- f. Sus parámetros principales son efectividad y eficiencia (Mercado, 1990).

#### II.2.4.3. La planeación operativa

La planeación operativa consiste de actividades muy detalladas que deben ejecutar los últimos niveles jerárquicos de la organización, por lo general, determina las actividades que debe desarrollar el elemento humano. Se rige de acuerdo a los lineamientos establecidos por la planeación táctica y su función consiste en la formulación y asignación de actividades más detalladas.

Los planes operativos son a corto plazo y se refieren a cada una de las unidades en que se divide un área de nivel medio de la organización. La planificación operativa convierte los conceptos generales del plan táctico en cifras claras, en pasos concretos y en objetivos evaluables a corto plazo.

La planificación operativa demanda una aplicación de recursos que sea eficiente y efectiva en costos en la solución de problemas y consecución de los objetivos establecidos.

#### II.2.5. La visión y misión de una organización

II.2.5.1. La necesidad de crear una visión del futuro es central al concepto de planeación estratégica (Mercado, 1990).

Al crear la visión del futuro no se debe pensar en los productos y servicios a ser suministrados sino en las necesidades a satisfacer por la organización. Para definir la visión de la organización es conveniente utilizar la imaginación, pues los grandes cambios históricos han comenzado con un sueño (Mercado, 1990).

La visión ayuda a ver el futuro de una manera más clara. Esto quiere decir que el futuro se puede programar dentro de un proceso de cambio hacia la continua mejoría.

La visión se define, respondiendo con claridad a la pregunta: ¿Hacia dónde queremos llegar?

**Figura 4**

Misión y visión



Fuente: Fisher, 1995.

Es importante que fijemos una visión optimista con objetivos y metas alcanzables, con un compromiso de todos para ejecutar las acciones en una sola dirección. La visión del futuro estado de la organización provee la dirección en la cual la misma debe moverse. La creación de una visión es más que un intento de anticipar el futuro y prepararse de acuerdo con el mismo (Fisher, 1995).

Implica la creencia de que ciertos aspectos del futuro pueden ser influenciados y modificados en función de lo que hacemos hoy. La visión de la organización indica cual es la meta que la organización persigue a largo plazo, incluyendo la forma en que ésta se conceptualiza a sí misma en la actualidad y en el futuro.

II.2.5.2. La misión es una breve y clara declaración de la razón de existir de la organización, los propósitos que la misma desea cumplir, su principal base de clientes y los principales métodos a través de los cuales la misma intenta lograr sus propósitos.

En la misión encontramos el fundamento que permite explicar a los demás el sentido de nuestra organización en la sociedad. Una organización sin misión sería como un grupo de amigos que se reúnen porque no tienen nada más que hacer, que no puedan dar cuenta del por qué se han reunido. La Misión es el presente, nos da identidad y razón de ser (Fisher, 1995).

La misión de una organización provee el contexto para la formulación de las líneas específicas a través de las cuales la organización desarrollará su actividad. El propósito básico de tener tal declaración de misión es aportar una claridad de enfoque a los miembros de la organización que les permita comprender como lo que ellos hagan está ligado a un propósito mayor. Por tanto, la misión debe poner el foco en lo interno de la organización y no en lo externo. La misión debe ser congruente con los valores deseados por la organización. Se refiere a la razón de ser de la organización y especifica el papel funcional que la misma va a jugar en su entorno.

Debe indicar claramente el alcance y la dirección de las actividades de la organización y, en la medida de lo posible, debe proveer un modelo para la toma de decisiones de la gente a todos los niveles en la organización. Una eficaz declaración de misión evitará que los empleados desarrollen y propongan muchos planes y proyectos que no serán aceptados por la dirección superior, porque ellos se darán cuenta que los mismos no están comprendidos en el alcance de la declaración de misión (Fisher, 1995).

Para formular la misión de una organización deben responderse cuatro preguntas:

- a. ¿Qué función(es) desempeña la organización?
- b. ¿Para quién(es) la organización desempeña esta(s) función(es)?
- c. ¿Cómo se desempeña la organización en el desarrollo de esta(s) función(es)?
- d. ¿Por qué existe la organización?

La misión de la empresa se refiere a la forma en que la empresa está constituida, su esencia misma y la relación de ésta con su contexto social, de forma tal que podemos definirla como una filosofía relacionada con el marco contextual de la sociedad en que opera. La visión no es un objetivo, pues no contiene las características del mismo, es solo la forma en que la empresa considera que sus planes y estrategias modificarán sus propiedades actuales y como se conceptualizará en el futuro (Fisher, 1995).

a. Ejemplos de misión y visión Misión de SIEMENS:

Brindar las mejores soluciones a sus necesidades y oportunidades en el cuidado de la salud y aumenta la satisfacción, mejor la calidad de vida de usted y las personas.

b. Visión de SIEMENS: Somos la mejor opción en el mercado en soluciones integrales de salud porque somos sus socios en el cuidado de la salud.

c. Misión MetLife México: Contribuir a la libertad financiera de las personas, ofreciendo servicios de aseguramiento y formación patrimonial.

d. Visión MetLife México: Ser la marca líder y modelo en el mercado asegurador, porque entendemos y satisfacemos las necesidades de nuestros clientes, brinda los mejores productos y servicios.

e. Misión Gen:

Con el objetivo claro de promover una cultura de Prevención de los Defectos al Nacimiento en México, tenemos como misión participar en la lucha contra los defectos al nacimiento en nuestro país, utiliza como estrategia fundamental la prevención (Fisher, 1995).

f. Visión Gen

Una visión se traduce en ser promotores para la prevención de los defectos al nacimiento. Para alcanzar este fin, participamos en el estudio, la investigación, la información y la difusión de estos problemas, apoya cualquier actividad que armonice en esta lucha.

#### g. Misión Servicio Postal Mexicano

Apoyar la integración y cohesión nacional, y de México con el mundo, a través de la entrega confiable, oportuna y a precios accesibles de cartas, mensajes y envíos de la sociedad (Fisher, 1995).

#### h. Visión Servicio Postal Mexicano

Ser una empresa confiable que satisfaga las necesidades de correspondencia y envíos de toda la población con estándares internacionales de calidad, competentes e innovadores, teniendo un segmento prioritario en la atención de grandes usuarios, que garantice el servicio universal de correos, que permita modernizarnos, diversificarnos y consolidarnos como una organización con autonomía de gestión que cuente con un ambiente laboral productivo (Fisher, 1995).

#### II.2.6. Objetivos y metas

La misión de la empresa debe convertirse en objetivos y metas detalladas de apoyo para cada nivel gerencial, pues cada gerente debe tener objetivos y la obligación de alcanzarlos. ¿Para qué sirve un objetivo?

- a. Para formular con concreción y objetividad los resultados deseados.
- b. Para planificar las acciones.
- c. Para orientar los procesos.
- d. Para medir o valorar los resultados

#### II.2.7. La Planeación en la administración pública

La Planeación es una obligación del gobierno y se considera una acción ordenadora de las actividades de todas las áreas de gobierno (Fisher, 1995).

El instrumento fundamental de la planeación gubernamental en México es el Plan Nacional de Desarrollo, aunque también existen planes de desarrollo en estados y municipios. La planeación en México se define y sustenta en el artículo 26 de la Constitución.

Establece la responsabilidad del Estado en la materia, la cual se ejerce a través de un sistema de planeación democrática.

El carácter democrático de la planeación estriba en el mandato constitucional de que el Poder Ejecutivo realice una "consulta" entre los "sectores sociales" antes de elaborar el plan para que éstos tengan la oportunidad de emitir comentarios y opiniones respecto a las necesidades sociales o sectoriales para que puedan ser incluidas en el plan (Fisher, 1995).

El mandato al gobierno federal no se repite, al menos no en la misma forma, en los gobiernos estatales y municipales, ya que éstos no siempre incluyen en su constitución o ley orgánica municipal la obligación de elaborar planes de desarrollo, no obstante, lo cual se observa que esta práctica, casi ritual, se realiza puntualmente al inicio de cada administración de gobierno.

Un plan nacional de desarrollo, precisa los objetivos nacionales, estrategias y prioridades del desarrollo integral y sustentable del país. Determina los instrumentos y responsables de su ejecución, establece los lineamientos de política de carácter global, sectorial y regional; sus previsiones se refieren al conjunto de la actividad económica y social, toma siempre en cuenta las variables ambientales que se relacionen con éstas y regirá el contenido de los programas que se generen en el sistema nacional de planeación democrática.

Este plan indica los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales que deberán ser elaborados para dar cumplimiento al Plan. Estos programas deben observar congruencia con el Plan, y su vigencia no excederá del período constitucional de la gestión gubernamental en que se aprueben, aunque sus previsiones y proyecciones se pueden referir a un plazo mayor.

Para la ejecución del plan o la planificación y los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales, las dependencias y entidades elaborarán programas anuales (Fisher, 1995).

Estos programas, que deberán ser congruentes entre sí, regirán, durante el año de que se trate, las actividades de la administración pública federal en su conjunto y servirán de base para la integración de los anteproyectos de presupuesto anuales que las propias dependencias y entidades deberán elaborar conforme a la legislación aplicable (Fisher, 1995).

#### II.2.8. Tipos de planes

El plan, cualquiera sea el área en donde se aplique, constituye un soporte de gran importancia para el desarrollo de las actividades pertinentes.

### **Figura 5**

#### Planeación



Fuente: Fisher, 1995.

#### II.2.8.1. Plan de negocio

Es llamado también plan empresarial. Este consiste en un conjunto escrito donde se detalla la manera en cómo un negocio será llevado a cabo. Aquí se expresa la idea de un negocio. En este documento se encuentran establecidos los objetivos, estrategias, asuntos de inversión, rentabilidad y otros (Fisher, 1995).

#### II.2.8.2. Plan alimentario

Radica en una dieta equilibrada, que consiste en suministrar al cuerpo la cantidad de nutrientes necesarios para su óptimo rendimiento y para mantener la salud. No solo la cantidad, sino el tipo de nutriente. Como cada cuerpo se comporta diferente, dependiendo de muchos factores, un plan alimentario varía según la persona.

#### II.2.8.3. Plan de vida

También conocido como proyecto de vida. Este comprende el planteamiento individual de cada persona con respecto a cómo quiere desarrollarse en el transcurso de la vida. Cuando estos se logran materializar, es común utilizar la frase de realización personal (Fisher, 1995).

#### II.2.8.4. Plan de estudio

Este plan se basa en la educación. Se refiere a las pautas establecidas a seguir, que sirve de patrón para un seguimiento continuo en la implementación de saberes. Estas se llevan a cabo por parte de los docentes hacia los estudiantes, para completar un ciclo propiamente educativo.

#### II.2.8.5. Plan de inversiones

Un plan de inversiones establece un control acerca del destino que tomarán los recursos monetarios de una empresa.

#### II.2.8.6. Plan de pensiones

Este comprende un plan de ahorros destinados a la jubilación. En este, el beneficiario final va aporta periódicamente cierta cantidad de dinero, hasta el momento de su jubilación, o de otras circunstancias que así lo requieran. Es entonces cuando se le permite disponer del monto al momento (Fisher, 1995).

#### II.2.8.7. Plan de servicios

Este plan corresponde a aquellos contratos por una cantidad definida de tiempo y con un servicio de acuerdo a las necesidades del cliente. Este tipo de planes son brindador por compañías de telefonía, de Internet, de cable y otros similares.

#### II.2.8.8. Plan de gobierno

Este es un instrumento utilizado por las autoridades gubernamentales y que comprende aspectos propios de la política, asuntos económicos y sociales. Este incluye en sí, el plan de desarrollo que busca implementar acciones para el bienestar social (Fisher, 1995).

#### II.2.8.9. Plan urbanístico

Este tipo de plan se basa en el desarrollo de una zona urbana. Este plan se presenta como una propuesta de los posibles cambios o nuevas edificaciones o estructuras de una ciudad (Fisher, 1995).

### **II.3. Mantenimiento**

Asegurar que todo activo siga en desempeño de las funciones deseadas, de manera sencilla, también denominado como conjunto de trabajos necesarios para asegurar el buen funcionamiento de las instalaciones, de manera precisa, es un ya que es un conjunto de técnicas y sistemas que permiten prever las averías, efectuar revisiones, engrases y reparaciones eficaces, da a la vez normas de buen funcionamiento a los operadores de las máquinas, a sus usuarios, contribuyen de esta manera a los beneficios de la empresa.

#### II.3.1. Razones de mantenimiento

Dentro de las razones para ejecutar un plan de mantenimiento, se encuentran; prevenir riesgo de fallas, recuperar el desempeño, aumentar la vida útil y por seguridad.

## II.3.2. Tipos de Mantenimiento

Existen varios tipos de mantenimientos que se ejecutan dentro de las organizaciones, dentro de los cuales, se describen los siguientes:

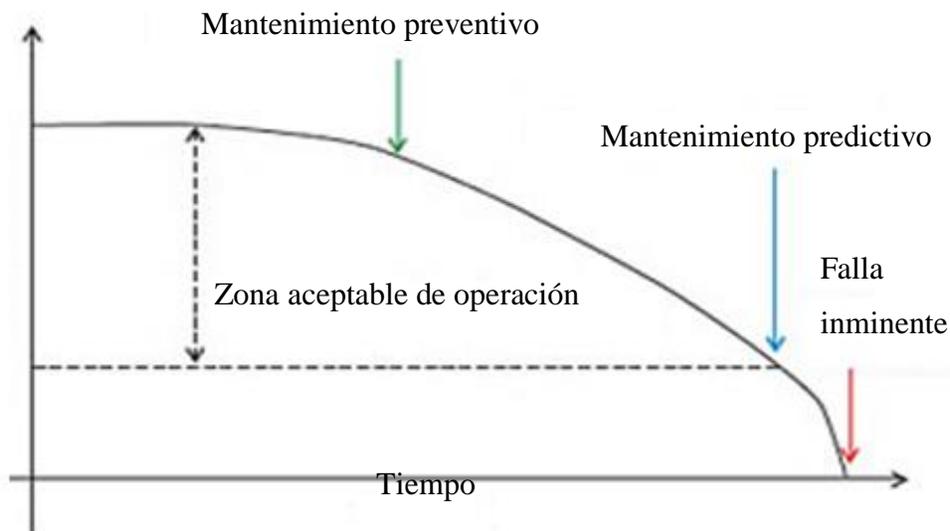
### II.3.2.1. Mantenimiento predictivo

Consiste en reemplazar o reparar partes, piezas, componentes o elementos justo antes que empiecen a fallar o a dañarse, se analizan las condiciones del equipo mientras este se funcione o en operación, lo que proporciona una buena optimización, permiten ajustar las operaciones y su periodicidad a un máximo de eficiencia.

### II.3.2.2. Mantenimiento preventivo

Se define como el conjunto de tareas de mantenimiento necesarias para evitar que se produzcan fallas en instalaciones, equipos y maquinaria en general (prevenir). El objetivo es asegurar la disponibilidad permanente de las edificaciones, equipos, sistemas e instalaciones en una empresa, evitan al máximo las paradas forzadas e interferencias en los procesos y actividades inherentes.

**Figura 6**  
Grafica de control de mantenimiento



Fuente: <https://www.google.com/search?q=mantenimiento+preventivo>, 2022.

El mantenimiento preventivo es un proceso planificado, estructurado y controlado de tareas de mantenimiento a realizar dentro de las recurrencias establecidas, las mismas que generalmente son definidas por los fabricantes, y a falta de estas se puede recurrir a las mejores prácticas del mercado de este tipo de servicios, también llamados de Manutención.

**Figura 7**

Rutina de mantenimiento preventivo



Fuente: <https://www.google.com/search?q=mantenimiento+preventivo>, 2022.

**Figura 8**

Mantenimiento preventivo



Fuente: <https://www.google.com/search?q=mantenimiento+preventivo>, 2021.

Las actividades primordiales o básicas y más generales que definen la cobertura del plan de mantenimiento preventivo, se describen de manera general, en el siguiente párrafo:

Limpieza y aseo de: edificaciones, equipos, instalaciones, maquinaria, sistemas, lubricación general de automotores, equipos y maquinaria que tengan partes móviles, rótulas o trabajen con sistemas que incluyan aceites de circulación y/o hidráulicos, inspecciones periódicas y recurrentes (tiempo definido), cambio de piezas y partes, así como reparaciones menores y revisiones generales, ajustes, calibraciones, supervisión y control a través de validaciones de tiempo de servicio de las instalaciones, equipos y maquinarias en general (control de dispositivos de medición de horas de trabajo, por ejemplo: horómetros).

Objetivos y alcance de mantenimiento preventivo

Eliminación o drástica reducción de los costos de reparaciones innecesarias correctivas.

Optimización de los recursos humanos que intervienen en este proceso (recursos propios o externos).

Reducción de detenciones e interferencias en los procesos asignados a las demás áreas o centros de actividad de una empresa o institución.

Eliminación de los daños de consideración y por ende aumentar la eficiencia de los equipos e instalaciones en general.

Alargar la vida útil de una instalación, maquinaria o equipo.

Reducir y tratar de eliminar paradas forzadas y no programadas en las máquinas, equipos e instalaciones en los procesos productivos.

Reducir al mínimo los costos que se generan por la producción de daños causados por las paradas forzadas o imprevistas en los procesos de fabricación.

Establecer los programas más apropiados de mantenimiento preventivo evitan las fallas sobre la base de las recomendaciones de los fabricantes o las mejores prácticas en la actividad.

Evitar el desgaste en los equipos por falta de ajustes, calibraciones, reajustes o cambio de los lubricantes y/o grasas.

### II.3.2.3. Mantenimiento correctivo

Acción de carácter puntual a raíz del uso, agotamiento de la vida útil u otros factores externos, de componentes, partes, piezas, materiales y en general, de elementos que constituyen la infraestructura o planta física, permiten su recuperación, restauración o renovación, sin agregarle valor al establecimiento. En la siguiente figura, se observa la ejecución de un mantenimiento correctivo.

**Figura 9**

Mantenimiento correctivo



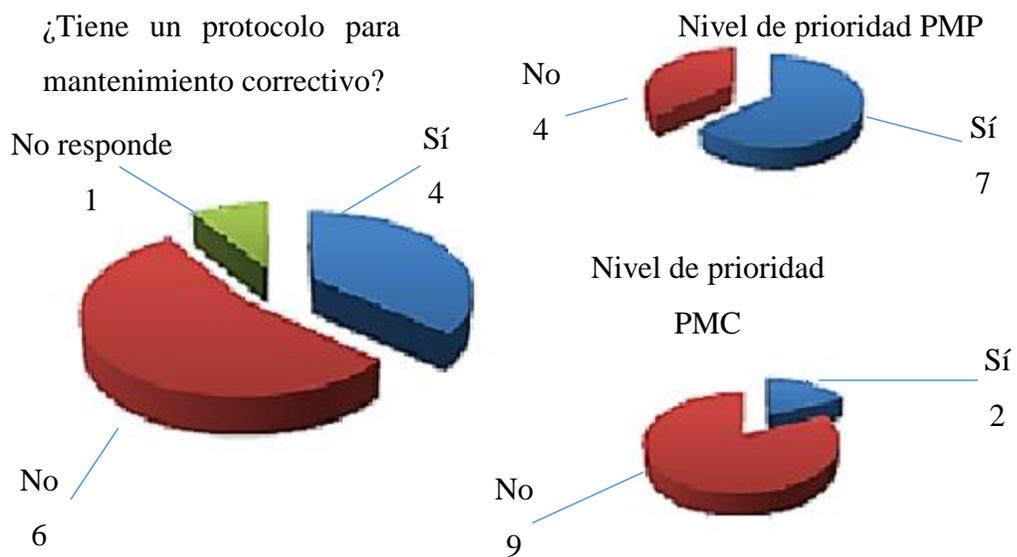
Fuente: Fuente: <https://www.google.com/search?q=mantenimiento+correctivo>, 2021.

**Figura 10**  
 Mantenimiento correctivo 2



Fuente: Fuente: <https://www.google.com/search?q=mantenimiento+correctivo>, 2021.

**Figura 11**  
 Mantenimiento correctivo y sus niveles de prioridad



Fuente: Fuente: <https://www.google.com/search?q=mantenimiento+correctivo>, 2021.

#### II.3.2.4. Mantenimiento reactivo

Es trabajo que involucra una cantidad determinada de tareas de reparación no programadas con el objetivo de restaurar la función de un activo una vez producido un paro imprevisto (parada forzada).

**Figura 12**

Mantenimiento reactivo



Fuente: Fuente: <https://www.google.com/search?q=mantenimiento+reactivo>, 2021.

Las causas que pueden originar un paro imprevisto se deben a desperfectos no detectados durante las inspecciones predictivas, a errores operacionales, a la ausencia tareas de mantenimiento (reparaciones), a sobre uso o utilización de los equipos fuera de las condiciones normales de operatividad del diseño, a problemas de fabricación de partes o piezas de equipos y, a requerimientos de producción que generan políticas como la de “repara cuando falle”, o “no pares que el equipo aguanta”.

Existen desventajas cuando dejamos trabajar una máquina hasta la condición de reparar cuando falle, ya que generalmente los costos por impacto total son mayores que si se hubiera inspeccionado y realizado las tareas de mantenimiento adecuadas que mitigaran o eliminaran las fallas, de acuerdo a lo establecido en las recomendaciones de mantenimiento del fabricante y/o las mejores prácticas de mantenimiento preventivo y predictivo.

a. Características de mantenimiento reactivo

Reparación de averías, mantenimiento no planificado, se presenta la falla o avería, decidir aplicación mediante análisis de costos, aplicable a equipos: de bajo costo, auxiliares, sin riesgo personal

b. Ventajas del mantenimiento reactivo

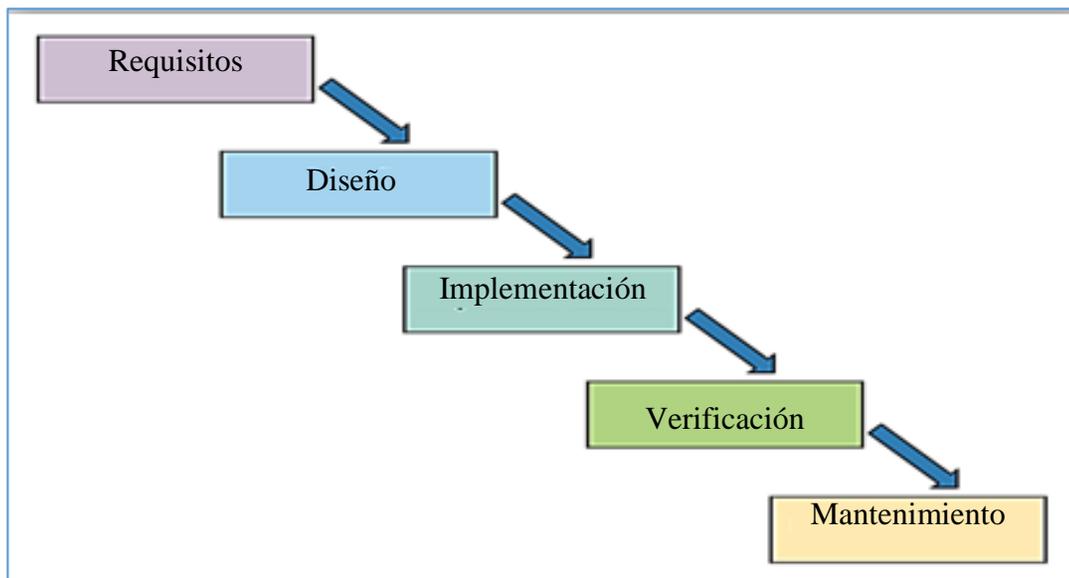
Aprovechamiento máximo de activos hasta la falla, labores efectuadas por personal de mantenimiento, poca infraestructura administrativa, poca necesidad de diagnóstico o inspección.

Desventajas del Mantenimiento Reactivo

Mayor costo por pérdida de producción y mayor costo de mantenimiento, imprevisión origina paralización mayor, en ocasiones el equipo sufre deterioro importante, operación insegura y ambiente deficiente, posibilidad de avería en cadena, requiere buena logística.

**Figura 13**

Pasos para verificación de mantenimiento



Fuente: Elaboración propia, 2021.

#### II.3.2.5. Mantenimiento de desarrollo

El que se realiza debido a la necesidad de cubrir nuevos requerimientos, mejorar la eficiencia del equipo o instalación, alcanzar nuevos estándares validados o aumentar niveles de producción dentro de la organización.

#### II.3.2.6. Mantenimiento de modernización.

Está relacionado directamente con la necesidad de ampliar o mejorar el desempeño de una instalación, maquinaria o equipo en función de alargar la vida útil o realizarse un up-grade integral

#### II.3.2.7. Mantenimiento causado o negligente

Es aquel que se debe realizar por mal uso, negligencia, abuso o daño causado intencionalmente en un activo específico. Estas labores siempre escapan del control de las áreas de mantenimiento y están en relación directa de la cultura organizacional de la empresa o institución y de la calidad de empleados de la misma. Está relacionado directamente con la cultura organizacional cimentada en la organización y con los niveles de compromiso de los empleados

#### II.3.3. Actividades de un departamento de mantenimiento

Las actividades que se desarrollan en un departamento de mantenimiento son diferentes en cada empresa; toman en consideración aspectos tales como: Número, tipo y/o tamaño de las edificaciones que utiliza en sus procesos productivos.

Las políticas internas de la empresa relacionada con las labores de manutención; estándar de acabados establecido en la empresa; mantenimiento, estructuración y capacidad operativa con recursos propios y políticas de tercerización (outsourcing); disponibilidad de servicios de mantenimiento en el medio en que se desarrollan las operaciones y otros factores particulares que están relacionados incluso con el giro del negocio de la organización.

En función de los parámetros anteriores las tareas de mantenimiento se dividen en:

a. Ejecución de las operaciones estándares tanto de mantenimiento preventivo como Correctivo

b. Funciones secundarias: almacenamiento, bodegas de Stock: insumos, materiales y repuestos. protección de las plantas, edificaciones en general. Seguridad industrial.

Disposición de desperdicios.

Recuperación y programas de reciclaje.

Administración y manejo de seguros.

Servicios administrativos varios.

Programas de uso racional de recursos, insumos y materiales.

Manejo de inventarios de activos fijos.

Eliminación y control permanente de contaminantes y ruidos.

Cualquier otro servicio que abarque a las diferentes ingenierías de mantenimiento por la administración de la gestión de manutención de las edificaciones, instalaciones o equipos existentes.

#### II.3.4. Compromisos del área de mantenimiento

Difundir permanentemente el rol protagónico de la incidencia del usuario en las labores de mantenimiento y su participación directa e indirecta en el proceso. Dar más autonomía a los especialistas de cada una de las unidades técnicas de, permitiéndoles intervenir en las decisiones generales del área (empowerment) y en las decisiones específicas del día a día.

Revisar procesos (permanentemente) de mantenimiento, adaptándolos siempre a los requerimientos y necesidades de los clientes internos de la organización. Asegurar la disponibilidad de maquinarias, equipos, instalaciones, edificaciones y en general servicios de manutención, de tal forma que se evite detenciones e interferencias en los procesos productivos o de servicios de la organización.

II.3.5. Estructura de un departamento de mantenimiento sobre la base del uso de los recursos.

Existen dos tipos de estructuras extremas generales de mantenimiento: La que realiza las labores de mantenimiento con recursos propios o “in house” y la que realiza los trabajos de manutención con recursos externos o “outsourcing”.

Las empresas realizan labores utilizan recursos propios y recursos externos.

En su mayoría se implementan una mezcla de dos estructuras: pues el realizar actividades de una u otra forma dependen de muchos factores, tales como internos, externos, geográficos, de disponibilidad, de estructura, de tamaño de la organización e incluso de parámetros tan subjetivos como de políticas establecidas.

II.3.6. Determinación de frecuencias de mantenimiento

Las recurrencias de aseo y limpieza en general de edificaciones, instalaciones y equipos deben estar claramente definidas y serán establecidas en base a las necesidades, estándares y de las condiciones del entorno.

Las recurrencias de las diferentes lubricaciones de equipos deben estar establecidas en función del parámetro de control: horas trabajadas (horómetro), kilómetros recorridos, desgaste de pieza de control, niveles de alerta de vibración.

Las condiciones de reemplazo y/o de adecuaciones deben proyectarse además en el plan de mantenimiento preventivo anual.

II.3.7. Factores que influyen en la determinación de la frecuencia de mantenimiento

Edad (tiempo de uso), condiciones generales, valor del equipo y costos de los repuestos y partes más importantes.

Susceptibilidad del equipo a sufrir pérdidas en el ajuste y balanceo general.

Susceptibilidad al daño (vibraciones, sobrecargas eléctricas, uso anormal).

Severidad del servicio al que está expuesto.

Condiciones de rozamiento, fatiga, corrosión presente en el entorno de trabajo.

Susceptibilidad en general del equipo al desgaste mecánico.

Condiciones de limpieza y aseo necesarias

### II.3.8. Matriz de criticidad de equipos

La matriz de criticidad es una herramienta que permite establecer niveles jerárquicos de criticidad en sistemas, equipos y componentes en función del impacto global.

Que generan, con el objetivo de facilitar la toma de decisiones y priorización de los mantenimientos programados, sean estos preventivos o predictivos.

#### II.3.8.1. pasos para elaborar la matriz de criticidad

- a. Describir el proceso productivo, e indican en cada parte del proceso, el tipo de operación que realizan, ya sea manual (sólo personas), semi-automático (personas y equipos) o sólo automáticos (máquinas especializadas).
- b. Identificar los sub-sistemas que involucren operación semi- automático u automático.
- c. Definir el tipo de estructura del sistema (En serie, paralelo activo o pasivo, o combinado).
- d. Efectuar el cálculo de frecuencias y consecuencias de fallos en los equipos principales para cada parte del proceso.
- e. Determinar la matriz de criticidad con cada uno los procesos sujetos al análisis previo.
- f. Estudiar lo más conveniente para las máquinas, tratan de alargar su vida de forma rentable.

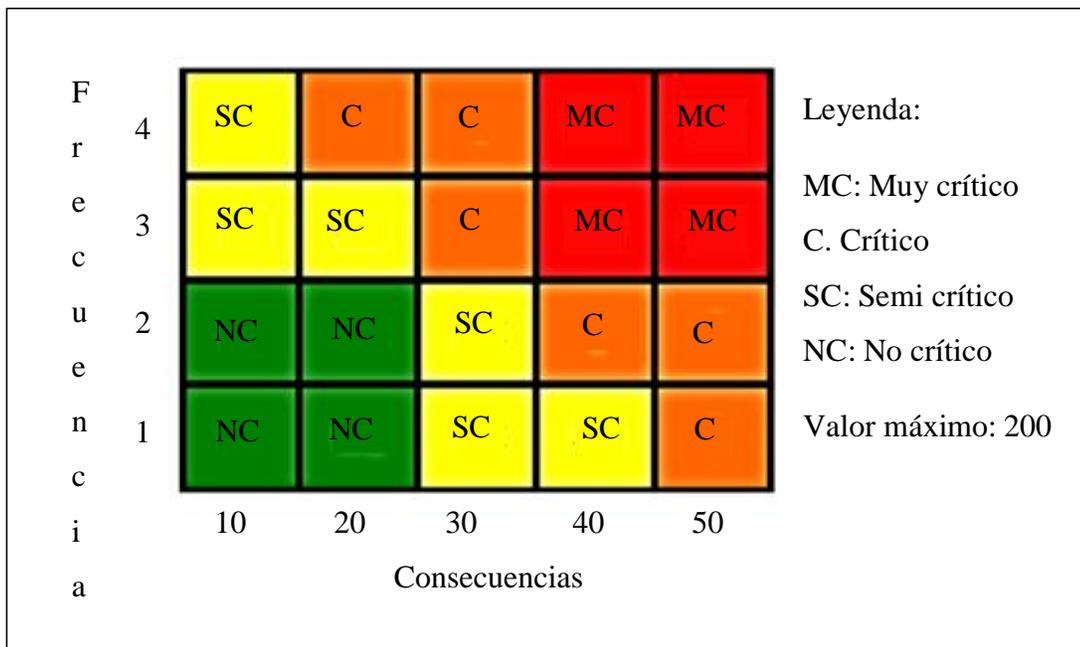
g. una vez determinada y cuantificada las consecuencias de las fallas y sus Frecuencias, se procederá a realizar la matriz de criticidad sobre la base de la siguiente ecuación:

$$\text{Criticidad Total} = \text{Frecuencia} * \text{Consecuencia}$$

$$\text{Consecuencia} = (\text{Impacto\_Operacional} * \text{Flexibilidad}) + \text{Costo\_Mtto.} + \text{Impacto\_SAH}$$

**Figura 14**

Modelo de matriz de criticidad



Fuente: Mora, 2002.

#### II.4. Camiones cañeros

Vehículo utilizado en el transporte de diferentes tipos de cargamentos. En el área cañera los camiones son los encargados de transportar la caña de azúcar desde los distintos puntos hacia la fábrica procesadora. El 60% del recorrido que realizan los camiones lo hacen por trocha, mientras que el resto lo realizan por pista.

#### II.4.1. Descarga

Cuando los camiones llegan a la fábrica primero ingresan por el patio de maniobra; lugar en donde los camiones esperan su turno de ingreso a la fábrica. Luego, son pesados en la balanza; lo que queda registrado en las guías de remisión. Por último, ingresan a la mesa de descarga, medio por el que ingresa la materia prima a la fábrica.

#### II.4.2. Viaje al campo

Terminado el proceso de descarga, los camiones vacíos se dirigen nuevamente a las plantaciones para la recolección de la caña de azúcar. Cabe resaltar que los tiempos de transporte, tanto en los viajes cargados de caña como en los viajes vacíos hacia plantaciones varían en relación a la distancia de los puntos al cual se dirigen.

#### II.4.3. Fallos mecánicos

Un fallo mecánico impide que determinada actividad se realice.

Dentro dichos fallos se encuentra un gran número de diferentes tipologías de fallo, clasificadas según la causa que lo genero tales como:

Fallo mecánico

Fallo eléctrico

Fallo en la instrumentación de medida

Fallo en los dispositivos de control, etc.

#### II.4.4. Tipo de fallos según la probabilidad asociada a la edad de camión

En función de la probabilidad de que aparezcan fallos y de la dependencia de esta probabilidad del momento a lo largo de la vida útil del camión, estos fallos pueden clasificarse en:

Fallos infantiles.

Suelen ser debidos a defectos en la fabricación de alguna de las piezas o aun incorrecto montaje.

Fallos producidos por el desgaste y envejecimiento.

Tienen varios orígenes, algunos de ellos pueden estar vinculados a errores durante la fabricación que dan lugar a un crecimiento progresivo de defecto.

Fallos aleatorios.

Pueden tener varios orígenes y se producen por azar, por lo que su probabilidad de aparición se mantiene constante durante toda la vida útil del vehículo.

#### II.4.5. Tipos de fallos mecánicos

Tienen esto en cuenta todo fallo mecánico está incluido en una de las dos grandes categorías:

a. Fallo estructural: - Aparece por el cambio de tamaño, forma o propiedad mecánica de una o varias del camión.

El deterioro puede producirse a nivel superficial o en puntos no superficiales, tienen así:

b. Fallo superficial

Ocurre cuando la superficie de la pieza se deteriora. Puede estar causado por desgaste debido a un contacto con otros sólidos en el que existe movimiento relativo, por oxidación o corrosión de materiales metálicos, por fatiga superficial, etc.

c. Fallo no superficial.

Este tipo de fallo está asociado generalmente con la rotura completa del material, el fallo no superficial puede ser estático o por fatiga.

d. Fallo por deformación excesiva.

En ocasiones la deformación de una pieza provoca que la máquina no puede realizar su función, en ciertos casos puede seguir funcionando, pero esta deformación disminuye la calidad de su funcionamiento y acorta la vida útil de los componentes.

#### II.4.6. Fallo funcional

Aparece por el disfuncionamiento de algunos de los sistemas que evitan el fallo estructural o por algún tipo de sobrecarga. Así, los fallos funcionales más comunes son:

##### a. Fallo en el sistema de lubricación.

Aparece cuando la lubricación es inadecuada en algún punto del camión. Su efecto más común es la aparición de contacto metal –metal y el consiguiente rozamiento, desgaste y deterioro superficial.

##### b. Fallo en los sistemas hidráulicos o neumáticos.

En ciertos casos, un fallo en estos sistemas puede provocar un fallo estructural.

##### c. Fallo por sobrecarga térmica.

Ocurre cuando alguno de los elementos estructurales fijos o móviles se ve sometido a una temperatura elevada durante el funcionamiento.

##### d. Fallo por sobrecarga.

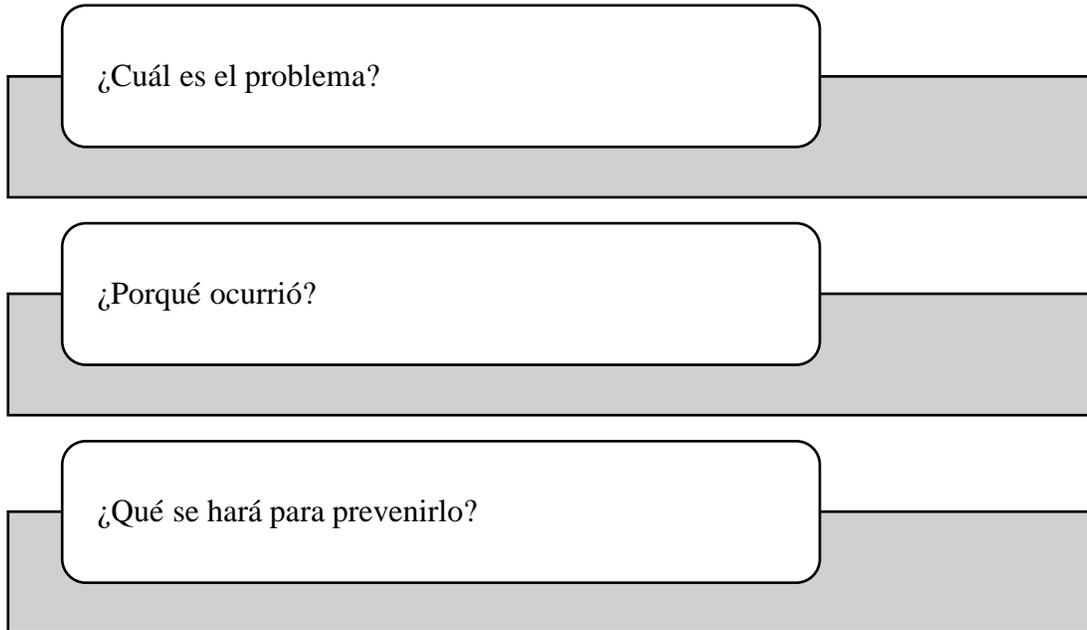
Se dice que un camión funciona en una situación de sobrecarga cuando la carga resiste que esta ha de vencer es superior a aquella para la que fue diseñada.

#### II.4.7. Herramientas de diagnóstico de fallos

Las herramientas de diagnóstico de fallos deben ser utilizadas dependen de la complejidad del equipo defectuoso y de la clase de pruebas que sea necesario llevar a cabo, es de suma importancia escoger adecuadamente el equipo o instrumento de prueba que permita las verificaciones pertinentes.

**Figura 15**

Preguntas para la realización de un análisis causa raíz



Fuente: Elaboración propia, 2021.

#### II.4.7.1. Árbol de fallas

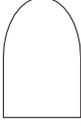
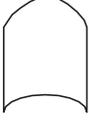
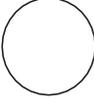
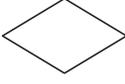
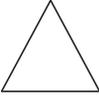
Es una metodología usada en sistemas de relatividad, mantenimiento y análisis de seguridad su objetivo principal es determinar las causas potenciales de falla de sistemas antes de que las fallas se manifiestan. El análisis da inicio con una conclusión general, enseguida identifica las causas específicas de la conclusión elaboran un diagrama lógico llamado un árbol de falla.

El árbol de fallas es una técnica de análisis de fallos deductiva, que parte de un evento indeseado en específico y proporciona un método para la determinación de las causas de este, en general es importante analizar cómo es que se relaciona con las causas finales del evento.

En la siguiente tabla, se describen de manera general, los elementos que integran el árbol de fallas:

**Tabla 2**

Descripción de los elementos del árbol de falla

<b>Símbolo (Puertas)</b>	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
	<b>Puerta Y</b>	Indica una condición en la cual todos los eventos mostrados debajo de la puerta de entrada tienen que estar presentes para que ocurra el evento arriba de la puerta.
	<b>Puerta O</b>	Indica una situación en la cual cualquier de los eventos mostrados debajo de la puerta de entrada llevarán al evento mostrado arriba de la puerta.
<b>Símbolo (Eventos)</b>	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
	<b>Rectángulo</b>	Es el principal componente básico del árbol analítico el cual representa un evento negativo y se localiza en el punto superior del árbol.
	<b>Círculo</b>	Representa un evento base en el árbol y se encuentra en los niveles inferiores del árbol, este no requiere más desarrollo o divisiones.
	<b>Diamante</b>	Identifica un evento terminal sin desarrollar, dicho evento no se encuentra totalmente desarrollado ya sea por falta de información o importancia.
	<b>Óvalo</b>	Representa una situación especial o condicional esto quiere decir que ocurre solamente si ocurren ciertas circunstancias.
	<b>Triángulo</b>	Indica una transferencia de una rama del árbol de fallas a otro lugar del árbol. Para mantener la simplicidad del árbol analítico, el símbolo de transferencia debe usarse con moderación.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

## Metodología del árbol de falla

Para la construcción se debe considerar los siguientes puntos:

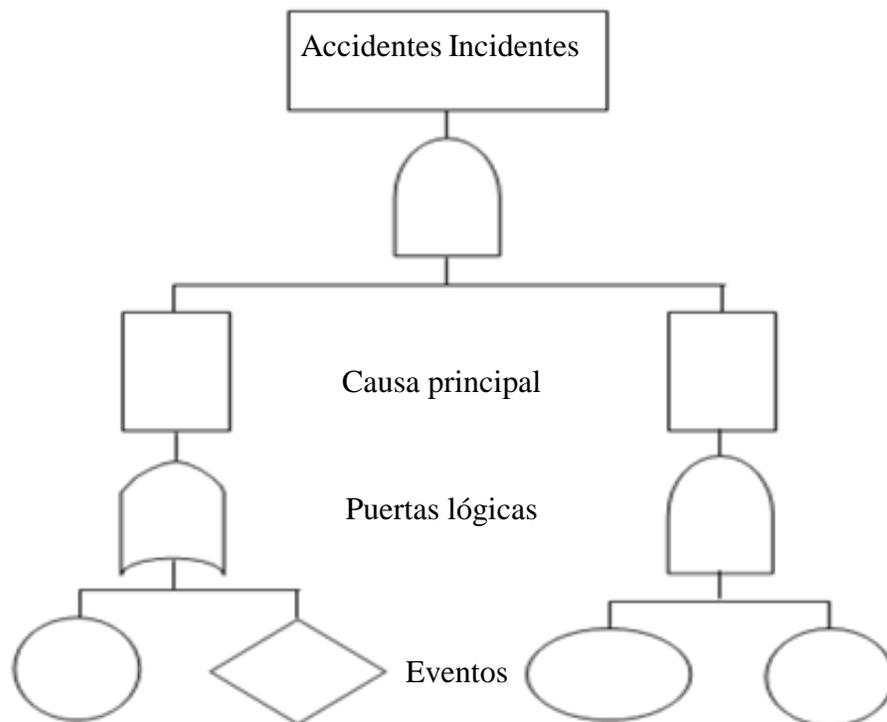
Primero: se define la condición de falla y se identifica la falla más alta. Con la información ya obtenida, se determinan las posibles razones por las que la falla ocurrió. Estos elementos se ubicarán debajo del nivel más alto en el árbol.

Segundo: se detalla cada elemento utilizando puertas adicionales a niveles más bajos considerando la relación existente entre los elementos, para con esto decidir que puerta lógica se va utilizar.

Al finalizar el diagrama se repasa tomando en cuenta que la cadena solo deberá tener un fallo básico este será: humano, equipo electrónico o programa de computación.

**Figura 16**

Árbol de fallas



Fuente: Elaboración propia, 2021.

#### II.4.7.2. Matriz de priorización de Holmes

La matriz de Holmes es un instrumento estadístico que ayuda en la selección de opciones sobre la base de la ponderación y ejecución de criterios, llegan a determinar alternativas y criterios adecuados para poder tomar una decisión. La matriz de priorización tiene un paso previo para la selección de opciones sobre las que decidir

Metodología de matriz de priorización

- a. Definir el objetivo, de una forma clara y explícita.
- b. Identificar las opciones, que pueden estar ya presentes, caso contrario el equipo tendrá que generar alternativas para poder alcanzar el objetivo.
- c. Elaborar los criterios de decisión en una lista, los criterios deben ser definidos con claridad para que no surja ninguna duda entre los miembros del equipo.
- d. Ponderar los criterios utilizan una matriz tipo “L”, esto se realiza comparar el primer criterio con los demás, de acuerdo a esto se les asigna el valor más apropiado mediante la tabla de valores existente.
- e. Comparar las opciones entre sí de acuerdo a cada uno de los criterios, por esto se crean tantas matrices como sea posible.
- f. Seleccionar la mejor opción comparan cada opción sobre la base de la comparación de criterios, para esto se utiliza una matriz tipo “L” colocan los criterios y las opciones en los ejes vertical y horizontal respectivamente.

#### II.4.7.3. Análisis modal de fallos y efectos (AMFE)

Es una inventiva la cual se puede utilizar a la hora de crear nuevos productos y procesos. El objetivo principal es analizar los posibles fallos futuros de un producto para posteriormente clasificarlos según su importancia, además el análisis AMFE pretende obtener todos los posibles fallos controlados.

## Metodología AMFE

Los puntos a seguir en análisis un AMFE son:

- a. Detallar todos los potenciales tipos de fallo.
- b. Implantar su índice de prioridad.

Para cada modo de fallo se asigna tres valores según sea su importancia: G: Nivel de severidad (gravedad del fallo percibida por el usuario).

F: Nivel de incidencia (probabilidad de que ocurra el fallo).

D: Nivel de detección (probabilidad de que NO detectemos el error antes de que el producto se use).

Al tipo de fallo analizado se asigna un valor de G, F y D entre 1 y 10. Una vez estimados, se multiplica para obtener el IPR (Índice de Prioridad de Riesgo), que dará un valor entre 1 y 1000.

$$IPR = G \times F \times D \quad (5)$$

El resultado mostrará el grado del modo de fallo que se analice. Prevaler los modos de fallo y buscar soluciones.

Al momento de obtener el IPR para todos los modos de fallo analizados, se clasificarán en orden descendente.

Los tipos de fallo con alto IPR serán los que se deberá prestar mayor atención.

## **II.5. Seguridad industrial**

La protección a la salud y seguridad del personal es un tema de gran importancia, la búsqueda e implementación de mecanismos que ayuden en la disminución tanto de enfermedades, accidentes y muertes laborales, es el objetivo principal que cada empresa junto con sus trabajadores tendría que alcanzarlo.

**Figura 17**

Colores industriales de señalización



Fuente: Elaboración propia, 2021.

Llegan a este objetivo las empresas podrían obtener una reducción de gastos e incrementación en la producción; ya que no tendrían que capacitar a empleados de reemplazo ni requerir de horas extraordinarias para esta actividad. Las empresas están en la obligación de impulsar programas de salud y seguridad industrial para identificar y eliminar adecuadamente condiciones de trabajo inseguras que generen riesgos para la salud de los trabajadores.

**Figura 18**

Seguridad industrial



Fuente: Elaboración propia, 2021.

### II.5.1. Beneficios del plan de seguridad industrial

Sin duda alguna un plan de seguridad industrial implementado de forma adecuada y estratégica, llena de beneficios a la organización que lo ha efectuado, entre estos está la reducción de riesgos laborales que conlleva a que se eviten accidentes, además pone mucho énfasis en la seguridad de las máquinas manteniendo protegido al personal y de alguna manera aumenta de la eficiencia en el personal. Sin dejar de lado, que se aprovecha de mejor manera el potencial humano, mejoran el ambiente de trabajo y además incrementan el orden en el trabajo, y la limpieza en el lugar de trabajo.

### II.5.2. Prevención

La prevención es una acción primordial dentro del seguro de riesgos del trabajo en la que se integran un conjunto de actividades orientadas a promocionar y preservar la salud de la persona en su ambiente de trabajo como son los accidentes del trabajo y las enfermedades ocupacionales.

### II.5.3. Política de seguridad industrial

Las políticas son herramientas o instrumentos que acoge una organización para puntualizar las medidas de conducta admisibles dentro de esta. Según su nivel de criterio, la presencia de esta política afectará a los derechos y deberes que la organización.

Para implementar la política de seguridad industrial se necesita una serie de mecanismos de seguridad que constituyen instrumentos que ayuden a la conservación del sistema.

### II.5.4. Aspectos de seguridad industrial

Se debe determinar, registrar y conservar al día un procedimiento que analice los procesos y productos que pueden tener impactos reveladores en la seguridad industrial.

#### II.5.4.1. Diagnóstico de condiciones de trabajo

Pretende identificar los peligros potenciales y valorar los riesgos frecuentes en la empresa, tienen como meta la medición del impacto de los mismos sobre el personal y su evolución en el tiempo.

#### II.5.4.2. Instalaciones de máquinas fijas

Para la instalación de máquinas fijas debe considerar estratégicamente puntos como:

#### II.5.4.3. Ubicación

Para la ubicación de máquinas fijas se debe seguir las normas siguientes:

Se deberá situar las máquinas en áreas de amplitud suficiente que permita su correcto montaje y una ejecución segura de las operaciones.

Su instalación será sobre pisos con la suficiente resistencia para soportar cargas estáticas y dinámicas.

Maquinaria que sea fuente de riesgo para la salud, se protegerán debidamente para evitarlos o reducirlos. Si ello no es posible, se instalarán en lugares aislantes o apartados del resto del proceso productivo.

#### II.5.4.4. Separación de las máquinas

Las máquinas deberán ser instaladas con la separación suficiente para que los operarios desarrollen su trabajo de manera holgada y sin riesgo alguno, y estará en función:

De la amplitud de movimientos de los operarios y volumen del material de alimentación. Además de las necesidades de mantenimiento.

Si el operador debe trabajar entre una pared del local y la máquina, la distancia no podrá ser inferior a 800 mm. Debe existir una zona de seguridad entre el pasillo y el entorno del puesto en forma clara y visible para los trabajadores.

#### II.5.4.5. Interruptores

El diseño de los interruptores deberá ser estratégico, tanto para su colocación e identificación de forma que resulte difícil su accionamiento involuntario.

#### II.5.4.6. Pulsadores de puesta en marcha

No deben sobresalir ni estar al ras de la superficie de la caja de mandos, de tal manera que obliguen a introducir el extremo del dedo para accionarlos, dificultan los accionamientos involuntarios.

#### II.5.4.7. Pulsadores de parada

Estos deben ser de fácil accesibilidad desde cualquier punto del puesto de trabajo, sobresalen de la superficie en la que estén instalados.

#### II.5.4.8. Pedales

Deberán cumplir con las siguientes condiciones: Tendrán dimensiones apropiadas para el ancho del pie. Poseerán cubiertas protectoras que impidan los accionamientos involuntarios, además deben tener una presión moderada del pie, sin causar fatiga.

#### II.5.4.9. Palancas

Solamente se permitirán la colocación de palancas si: están protegidas de accionamientos involuntarios por medio de resguardos, por sistemas de bloqueo o por su emplazamiento, además deben tener conveniente señalización. Administración de los riesgos del trabajo y accidentes laborales.

#### II.5.5. Enfoques que determinan riesgo

Existen ciertos enfoques que pueden determinar un riesgo dentro de las organizaciones, dentro de los cuales se pueden mencionar los siguientes; enfoque psicológico, ciencia y religión, dichos son sumamente importantes para la seguridad de los colaboradores.

#### II.5.5.1. Enfoque psicológico

Gratifica los comportamientos seguros mostrados en pancartas que recuerdan a los empleados mantener acciones seguras en sus labores diarias. Puede haber un letrero grande en la entrada principal de la planta que anote los días transcurridos desde que ocurrió la última lesión.

#### II.5.5.2. Religión o ciencia

Enfatiza la religión de la seguridad e higiene en comparación con la ciencia. El objetivo es premiar el trabajo seguro de sus empleados.

#### II.5.6. Apoyo de la dirección general

El enfoque psicológico es muy sensible al apoyo de la dirección. Los trabajadores miden el alcance del compromiso de la dirección con la seguridad en sus decisiones diarias.

#### II.5.7. Trabajadores jóvenes

Cuando se vinculan nuevos trabajadores y en particular los jóvenes, están más sujetos al influjo del enfoque psicológico.

Si sus compañeros mayores y de más experiencia usan equipos de protección personal, es más probable que los trabajadores jóvenes adopten también estos hábitos de seguridad industrial; por el contrario, si éstos se ríen o ignoran los principios de seguridad, los jóvenes tendrán un mal comienzo, y nunca tomarán en serio la seguridad y la higiene.

#### II.5.8. El enfoque de ingeniería

La mayor parte de las lesiones laborales son provocadas por ingenieros de seguridad ya que se les atribuye los actos inseguros de los trabajadores, no a las condiciones inseguras del puesto de trabajo. En la siguiente tabla, se describen las causas de los accidentes, de manera general.

**Tabla 3**

Enfoque de Ingeniería- Causas de los accidentes

<b>Causas de los accidents</b>	<b>Porcentajes</b>
Actos inseguros del trabajador	88%
Condiciones inseguras del puesto de trabajo	10%
Causas inseguras	2%
Causas totales de accidentes en el lugar de trabajo	100%

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Los análisis de los accidentes se profundizan para determinar si los accidentes que al principio parecieran causados por descuidos del trabajador, hubieran sido evitados mediante un rediseño del proceso.

#### II.5.9. Intervenciones administrativas o de prácticas de trabajo

Equipos personales de protección.

Los controles de ingeniería, hacen que el lugar de trabajo sea seguro como las inspecciones de ingeniería que desalojan o suprimen los riesgos, en general, hacen que el lugar de trabajo sea seguro y saludable. Esto elimina la necesidad de vivir con los riesgos y de minimizar sus efectos, en contraste con estrategias de control administrativo y el uso de equipo personal de protección.

#### II.5.10. Factores de seguridad

Especialistas han reconocido el elemento de incertidumbre en la seguridad y saben que tienen que aceptar márgenes de variación. El principio básico del diseño de ingeniería aparece en varios lugares en las normas de seguridad.

Es recomendable que todos los factores de seguridad pudieran ser de 10:1, pero hay desventajas que hacen que en algunas situaciones factores tan grandes sean irrazonables. El peso, la estructura de soporte, la velocidad, la potencia y el tamaño pueden ser afectados por la selección de un factor de seguridad muy elevado.

#### II.5.10.1. Principios de protección contra fallas

Conjuntamente con el principio de ingeniería de los factores de seguridad, hay otros principios de diseño de ingeniería que consideran las consecuencias de la falla de los componentes del sistema. Principio general de protección contra fallas, principio de protección contra fallas por redundancia, principio del peor caso. Este principio es en realidad un reconocimiento de la ley de Murphy, que dice que "si algo puede fallar, fallará". Esta ley es una simple observación del resultado de ocurrencias al azar durante un periodo largo de tiempo. El diseño de un sistema debe considerar la posibilidad de la ocurrencia de algún suceso inesperado que tenga un efecto adverso en la seguridad

#### II.5.10.2. Principios de diseño

Se da para reducir o eliminar riesgos. Eliminar el proceso o la causa del riesgo, el trabajo de los profesionales de la seguridad y la higiene es otorgar duda a los procedimientos viejos y aceptados de hacer las cosas, si son riesgosos. La nueva forma de pensamiento puede llegar a una conclusión distinta sobre qué tan determinante es la necesidad de un proceso particular. Sustituir con otro proceso o material. Si un proceso es esencial y debe conservarse, quizá sea posible cambiarlo por otro método o material no tan peligroso.

#### II.5.10.3. Proteger al personal de la exposición a los riesgos

Cuando el proceso es absolutamente esencial para la operación y no hay forma de sustituirlo o cambiar los materiales peligrosos con los que se realiza, a veces es posible controlar la exposición al riesgo protegen al personal.

#### II.5.10.4. Instalar barreras para mantener al personal fuera del área

A diferencia de la protección, que se acopla a la máquina o al proceso, hay otras barreras que se instalan alrededor del proceso o de la máquina a fin de mantener al personal fuera del área de peligro.

Advertir al personal con alarmas visibles o audibles.

En ausencia de otras características protectoras, se diseña la máquina o el proceso de forma que el sistema advierta al operador o al resto del personal cuando la exposición a un riesgo importante es inminente o posible

II.5.10.5. Usar etiquetas de advertencia para prevenir al personal a fin de que evite el riesgo

A veces una operación riesgosa esencial no puede ser eliminada, sustituida con un proceso o material menos riesgoso ni protegida adecuadamente a la exposición del personal. En estas situaciones, por lo menos es posible poner una etiqueta de advertencia que recuerde al personal los riesgos no controlados por la máquina ni por el proceso en sí.

II.5.10.6. Diseñar sistemas de ventilación para despejar las emanaciones del proceso

En otros casos, el mismo diseño del proceso o la máquina incluye características que emanan al exterior agentes dañinos conforme se producen.

Considerar el uso

Estos puntos deben incluir los contactos tanto con el equipo, como con el material, y hay que examinarlos de nuevo en busca de características de diseño que puedan controlar aún más los riesgos, utilizan los principios de ingeniería enumerados anteriormente.

II.5.11. Análisis de riesgos

El análisis de riesgos es el estudio de las posibles causas de amenaza y/o probables eventos no deseados, que conllevan consecuencias negativas o daños.

La utilización de métodos para el análisis ayuda significativamente para obtener los posibles riesgos, que cuando ya se hayan identificado se podrán establecer acciones con el fin de disminuir los riesgos existentes.

## II.5.12. Clasificación de los riesgos

La clasificación de los riesgos en el medio laboral del establecimiento se puede resumir de la siguiente manera:

### II.5.12.1. Riesgos mecánicos

El riesgo mecánico es el conjunto de factores físicos que pueden originar una lesión por el trabajo mecánica las máquinas, herramientas, piezas a trabajar, sólidos o fluidos, tienen en cuenta las condiciones de los espacios de trabajo, situación y actividad.

### II.5.12.2. Riesgos de incendio y/o explosión

Es la posibilidad de que produzca un incendio tienen en cuenta las características de ciertas máquinas, materiales combustibles que se utilizan y almacenan en las instalaciones de la empresa.

### II.5.12.3. Riesgos físicos

Se pueden definir como la exposición a la que está expuesto el trabajador en su área laboral, dentro de los principales riesgos están: ruido, iluminación, vibraciones, humedad, temperatura, ambiente térmico. Estos agentes físicos constituyen un factor negativo en las condiciones de trabajo.

### II.5.12.4. Riesgos químicos

Se puede definir como riesgos químicos aquellos susceptibles de ser producidos por una exposición no controlada a agentes químicos, la exposición constante o repetida a sustancias con efecto nocivo a corto o largo plazo.

En esta categoría también se pueden considerar a las emisiones de polvo metálico o polvo de arena utilizado en ciertos procesos industriales. Los agentes químicos se pueden encontrar en forma de gases, vapores o aerosoles (polvo, fibras, humos, etc.), sustancias líquidas o sólidas.

**Tabla 4**  
Categorización de riesgos

No.	Descripción
0	Ninguna lesión
1	Lesión leve - primeros auxilios - atención en lugar de trabajo y no afectan el rendimiento laboral tampoco causan incapacidad.
2	Lesión menor sin incapacidad (incluyen casos de primeros auxilios y de tratamiento médico y enfermedades ocupacionales) - No afectan el rendimiento laboral ni causan incapacidad.
3	Incapacidad temporal > 1 día (lesiones que producen tiempo perdido) Afectan el rendimiento laboral, como la limitación a ciertas actividades, requiere días para recuperarse completamente (casos con tiempo perdido). Efectos menores en la salud reversibles, por ejemplo: irritación en la piel, intoxicación por alimentos.
4	Incapacidad permanente (incluyen incapacidad parcial y permanente y enfermedades ocupacionales) Afectan el desempeño laboral por largo tiempo, como ausencia prolongada. Daños irreversibles en la salud con inhabilitación seria sin pérdida de vida; ejemplo: hipoacusia provocada por ruidos, lesiones lumbares, daño repetido por realizar esfuerzos, síndrome y sensibilización.
5	1 o más fatalidades – por accidente o enfermedad laboral.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

#### II.5.12.5. Carga y organización del trabajo

Están presente el esfuerzo físico y mental que realiza el trabajador durante la ejecución de sus labores diarias, consideran que la fatiga muscular, las lumbalgias y lesiones de extremidad superior e inferior son las que, con más frecuencia, estas alteraciones se presentan debido a la realización de grandes esfuerzos tanto estáticos como dinámicos, incluyen también la adopción de posturas forzadas durante largos periodos de tiempo, la repetitividad de un movimiento, la falta de pausas.

Todo esto a fin de establecer una valoración de los niveles de riesgo que se pueden generar en la empresa.

#### II.5.13. Salud ocupacional

Concepto de salud ocupacional. Disciplina encargada de prevenir enfermedades y accidentes profesionales, mantener las condiciones de trabajo y mejorar la salud individual y colectiva de los trabajadores en su medio laboral. Se define entonces, como la disciplina que busca el bienestar físico, mental y social de los empleados en sus sitios de trabajo (Izmerov, 1986).

Para lograr su objetivo, la salud ocupacional (S.O.) trabaja en la planeación, organización ejecución y evaluación de las siguientes áreas:

- a. Medicina del trabajo: Realiza actividades médico-asistenciales de ingreso, periódicos y de retiro, audiometrías, espirometría, visometrías, pruebas de laboratorio y rayos X.
- b. Medicina Laboral: Evaluaciones para determinar la pérdida de la capacidad laboral.
- c. Programas de gestión humana: Apoya la gestión del área de Recursos Humanos de la empresa a través del programa de selección de personal, evaluación psicodiagnóstica y diagnóstico del clima organizacional.
- d. Capacitación: Los temas de capacitación cubren las áreas de Medicina Preventiva, del Trabajo para enfermedad general y ocupacional, el área de higiene y seguridad industrial, productividad, sistemas de aseguramiento de la calidad y otros temas relacionados.

Cursos de primeros auxilios, manipuladores de alimentos, conferencias taller y riesgo biológico entre otros.

e. Medicina Preventiva: Actividades de Promoción, Educación y Prevención relacionadas con el ambiente de trabajo a través de conferencias, talleres, cursos y actividades de vacunación.

f. Higiene Industrial: Identifica, anticipa, evalúa y controla los factores de riesgo del medio ambiente en el área de trabajo a través de visitas de inspección y estudios ambientales.

g. Seguridad Industrial: Previene accidentes de trabajo mediante una adecuada señalización, conformación de brigadas y diseño de planes de evacuación.

h. Vacunación Empresarial: La vacunación está centrada en la inmunización del adulto sano en el ámbito empresarial resaltado que esta tiene un amplio horizonte en el cual intervienen actividades laborales, tendencias sociales y medio ambiente entre otros (Izmerov, 1986).

Un programa de salud ocupacional consiste en la planeación, organización, ejecución, control y evaluación de todas aquellas actividades tendientes a preservar, mantener y mejorar la salud individual y colectiva de los trabajadores con el fin de evitar accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

El principal objetivo de un programa de Salud Ocupacional es proveer de seguridad, protección y atención a los empleados en el desempeño de su trabajo.

El incremento en los accidentes de trabajo, algunos más serios que otros, debido entre otras cosas a los cambios tecnológicos o la poca capacitación de los empleados, a la manipulación de materiales de uso delicado, infraestructuras inadecuadas y en alguna medida por fallas humanas, hacen necesario que toda empresa pueda contar con un manual que sirva de guía para minimizar estos riesgos y establezca el protocolo a seguir en caso de accidentes.

Un programa de salud ocupacional debe contar con los elementos básicos para cumplir con estos objetivos, los cuales incluyen datos generales de prevención de accidentes, la evaluación médica de los empleados, la investigación de los accidentes que ocurran y un programa de entrenamiento y divulgación de las normas para evitarlos.

Como política de los programas de salud ocupacional, como punto de partida las directivas de toda compañía se deben pronunciar formalmente, a través de una política refleja su interés por un trabajo realizado en forma segura y su compromiso hacia la Salud Ocupacional, posteriormente se definirán responsabilidades de todos los niveles de la organización en la implementación del Programa y cumplimiento de todos los normativos que para esto haya lugar (Izmerov, 1986).

La política o acciones que contempla entre otros puntos los programas de salud ocupacional, son los siguientes:

- a. Cumplimiento de todas las normas legales vigentes en Colombia sobre Salud Ocupacional y Seguridad Integral.
- b. Protección y mantenimiento del mayor nivel de bienestar, tanto físico como mental, de todos los trabajadores, disminuyendo al máximo la generación de accidentes de trabajo y los riesgos en su origen.
- c. Preservación de buenas condiciones de operación en los recursos materiales y económicos, logra la optimización en su uso y minimiza cualquier tipo de pérdida.
- d. Garantía de que las condiciones y el manejo de residuos no contaminen el medio ambiente y cumplan las normas vigentes.
- e. Responsabilidad de todos los niveles de Dirección por proveer un ambiente sano y seguro de trabajo, por medio de equipos, procedimientos y programas adecuados

f. Responsabilidad de todos los trabajadores por su seguridad, la del personal bajo su cargo y de la empresa.

g. Incorporación del control de riesgos en cada una de las tareas (Izmerov, 1986).

#### II.5.13.1. La medicina del trabajo.

La medicina laboral o también denominada medicina del trabajo, se propone dar una dimensión más humana y social, consagra la supremacía del hombre, preserva la capital salud, único bien del trabajador, que le da capacidad de ganancia. Es importante recalcar el papel del médico del trabajo (Bird, 2000).

La prevención debe ir encaminada a evitar las consecuencias de los riesgos profesionales que siempre son graves para el trabajador, físicamente disminuido, discapacitado en su actividad laboral, también la sociedad soporta cargas sociales y en la economía laboral, con su potencial desvalorizado. Un trabajador sano aporta a la producción, disminuye cargas sociales, estimula la producción, enriquece el capital humano, baja el costo de vida. Indica lo anterior que el médico del trabajo debe asumir una actitud más activa con relación a su posición dentro de la empresa.

Si bien el control tecnológico de los lugares de trabajo corresponde específicamente al ingeniero, el médico del trabajo debe conocer los riesgos reales del ambiente laboral, para evaluar las incidencias nocivas sobre el trabajador, como única forma de hacer medicina preventiva. Se enfatiza la labor prevencionista del médico del trabajo porque, las enfermedades profesionales no se curan, se evitan (Bird, 2000).

Debe cumplir el médico del trabajo con las siguientes funciones: exámenes de salud (preocupacional, periódico ocupacional y de egreso). Comienza la labor del médico industrial; selecciona al trabajador, verifica desde el punto de vista médico la capacidad del aspirante para realizar la labor asignada, busca este examen, colocar el hombre apropiado en el puesto adecuado a sus capacidades y aptitudes.

Habr  de ser este un examen racional, consistente y ordenado que permita obtener de los objetivos determinados. Se deben tener en cuenta las demandas físicas fisiológicas, mentales y emocionales del trabajo que desempeñara el candidato. Contar además con exámenes suplementarios básicos y complementarios para ciertos riesgos especiales: ruidos, metales, gases, polvos, tóxicos etc.

La realización de exámenes médicas periódicas, buscan investigar la aparición de las lesiones patológicas incipiente de origen profesional o no profesional, pero que su descubrimiento temprano de margen para esperar un tratamiento oportuno, que a la vez se hace más corto, más efectivo, con mejores posibilidades de éxito sin secuelas graves permanente. Se puede decir que el éxito en la conservación de la integridad funcional del trabajador con preservación máxima de capacidad laboral, est  en razón directa de la buena calidad y efectividad del servicio médico (Bird, 2000).

Aunque los exámenes médicos ocupacionales deben ser ordenados por el médico de la empresa, de conformidad con las condiciones de riesgo específicas, es importante tener en cuenta cierta periodicidad mínima con que deben realizarse los exámenes. La periodicidad depende de las siguientes variables: susceptibilidad del trabajador, tiempo de exposición, valores límites permisibles máximos a que puede exposición, valores límites permisibles máximos a que puede exponerse un trabajador, sin que dicha exposición pueda desencadenar enfermedades profesionales. Los controles médicos deben realizarse de conformidad con:

- a. Todo trabajador expuesto a riesgo físico, constante o súbito frecuente serán remitidos a exámenes médicos cada 6 meses, para determinar condiciones musculares o de columna vertebral, que haga el trabajador especialmente vulnerable.
- b. Trabajadores expuestos a ruido industrial cada dos años audiometrías, para los expuestos a nivel de ruido entre 85y90 decibeles, a los expuestos a más de 90 decibeles cada año.

c. Cromo y sus compuestos evaluación de afecciones nasofaríngeas cada seis meses, control mucoso nasal con igual frecuencia.

d. Radiaciones ionizantes.

Control con dosímetros realizar además control médico y exámenes complementarios cada seis meses. Evita aparición del cáncer del sistema hematopoyético o alteraciones genéticas.

e. Para radiaciones no ionizantes, rayos ultra violeta infrarrojos, microondas, mase láser u otro, realizar control médico cada seis meses para prevenir la aparición de dermatitis, cáncer de piel, escamo celular, conjuntivitis, degeneración de la retina (Bird, 2000).

Para poder ejercer eficazmente las funciones, los servicios de medicina del trabajo deberán.

a. Tener libre acceso a todos los lugares de trabajo y a las instalaciones auxiliares de la empresa.

b. Visitar los lugares de trabajo a intervalos adecuados en colaboración si fuere necesario con otros servicios de la empresa.

c. Poder informarse acerca de los procedimientos empleados en las actividades realizadas, las normas de trabajo y las sustancias utilizadas, o cuya utilización se haya previsto.

d. Tener la posibilidad de efectuarse por organismos técnicos reconocidos: encuestas o investigaciones sobre los riesgos profesionales que puedan amenazar la salud, por ejemplo, mediante toma de muestras y análisis a la atmósfera de los lugares de trabajo de los productos y de las sustancias utilizadas y de cualquier otra sustancia nociva, el control de los agentes físicos perjudiciales (Bird, 2000).

#### II.5.14. Seguridad en el trabajo.

Es el conjunto de actividades destinadas a la prevención, identificación y control de las causas que generan accidentes de trabajo el objetivo principal es detectar, analizar, controlar y prevenir factores de riesgo específicos y generales existentes en los lugares de trabajo, que contribuyan como causa potencial a los accidentes de trabajo (Sanchez, 2001).

Todos aquellos factores que puedan causar accidentes y pérdidas de capitales por el inadecuado o mal estado de funcionamiento o falta de protección en los equipos, materiales, instalaciones o el ambiente, estos factores de riesgos pueden ser:

- a. De tipo mecánico
- b. De tipo físico-químico, locativos y eléctricos
- c. De tipo de procedimientos peligrosos
- d. De tipo de orden y aseo (Sánchez, 2001).

Las principales actividades de seguridad industrial son:

- a. Diseñar y poner en práctica los medios de protección efectiva, necesarios en los sistemas de transmisión de fuerza y puntos de operación de maquinaria, equipos y herramientas de trabajo.
- b. Inspeccionar periódicamente las redes e instalaciones eléctricas locativas, de maquinaria, equipos y herramientas, para controlar los riesgos de electrocución y los peligros de incendio.
- c. Analizar las características técnicas de diseño y calidad de los elementos de protección personal, que suministren a los trabajadores, de acuerdo con las especificaciones de los fabricantes o autoridades competentes, para establecer procedimientos de selección, dotación, uso, mantenimiento y reposición.

d. Investigar y analizar las causas de los accidentes e incidentes de trabajo y enfermedades profesionales a efectos de aplicar las medidas correctivas necesarias.

e. Elaborar, mantener actualizadas y analizar las estadísticas de los accidentes de trabajo, las cuales estarán a disposición de las autoridades competentes (Sánchez, 2001).

#### II.5.15. Ergonomía

“Disciplina metódica y racional con miras a adaptar el trabajo al hombre y viceversa, mediante la interacción o comunicación intrínseca entre el hombre y la máquina, la tarea y el entorno, que configura el sistema productivo de toda empresa” (Ramírez, 2005, p. 67).

En el estudio hombre máquina, la ergonomía considera al hombre en toda su aceptación, esto es: psicología, fisiología, patología y sociología; busca así un mejor rendimiento del trabajador como parte del sistema, crea situaciones mínimas de errores, proporciona como consecuencia mayor satisfacción en el trabajo, mejora la prevención de accidentes y condiciona al sujeto a una mejor higiene física y mental (Ramírez, 2005, p. 67).

Si bien los puntos anteriores se relacionan con las condiciones de trabajo en función, principalmente, de sus aspectos negativos, la Ergonomía, también denominada ciencia del bienestar y del confort, no solo persigue la mejora de las mismas, a fin de eliminar o rebajar sus efectos negativos sobre los tres campos de la salud, físico, psíquico y social, sino que tiende a un concepto más amplio de la salud y de las condiciones de trabajo (Bird, 2000).

Esta ciencia, relativamente reciente, ha sido definida de manera muy diversa. El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo la define como el conjunto de técnicas cuyo objetivo es la adecuación entre el trabajo y la persona.

De inmediato surgen dos características: su multidisciplinariedad y su actuación global.

Los principales objetivos de la ergonomía son:

- a. Seleccionar las técnicas más adecuadas a las personas disponibles. - Controlar el entorno o medio ambiente de trabajo
- b. Evaluar los riesgos de fatiga física y mental.
- c. Definir los objetivos de formación en relación a las características de puestos de trabajo y personas.
- d. Optimizar la interrelación entre técnicas utilizadas y personas.
- e. Favorecer el interés de los trabajadores por la tarea y el proceso productivo, así como por el ambiente de trabajo.

Existen diversas orientaciones de la ergonomía, entre ellas cabe distinguir:

- a. La Ergonomía del puesto de trabajo, con objeto de adaptar las dimensiones, esfuerzos y movimientos, fundamentalmente, a las características individuales de la persona que lo desempeña.
- b. La Ergonomía de los sistemas, que amplía el enfoque anterior al considerar, además, tanto los aspectos físicos del entorno del puesto de trabajo (iluminación, microclima, ambiente acústico) como los organizativos (ritmos de trabajo, pausas, horarios).
- c. Un paso más, consiste en la consideración de la Ergonomía de un modo totalizador, dirigida al desarrollo integral de la persona, teniendo en cuenta a los trabajadores no solo como sujetos pasivos sino también activos, fomenta su participación en la

mejora de las condiciones de trabajo, con mayor interés, creatividad y, por lo tanto, mayor satisfacción personal (y con ello mayor productividad y mejor calidad en los resultados del proceso productivo) (Bird, 2000).

Desde este último punto de vista, tan amplio y globalizador, puede considerarse integradas en la ergonomía las cuatro grandes disciplinas de carácter general contempladas con anterioridad: Medicina del Trabajo, Seguridad en el Trabajo, Higiene Industrial y Psicología del Trabajo.

#### II.5.16. Incidente y accidente

El Incidente es el evento que precede a la pérdida, el contacto que pudo causar o causó la lesión o el daño a algo en el ambiente de trabajo o externo. Algunos de los tipos más comunes de incidentes son:

- a. Golpeado contra (corriendo hacia o tropezar con).
- b. Golpeado por (objeto en movimiento).
- c. Caída a un nivel inferior.
- d. Caída a un mismo nivel (resbalarse y caerse, volcarse).
- e. Atrapado en (agarrado, colgado).
- f. Atrapado por (puntos filosos o cortantes).
- g. Atrapado entre o debajo (aplastado o amputado).
- h. Contacto con (cualquier tipo de energía: electricidad, calor, frío, radiación, sustancias corrosivas o cáusticas, sustancias tóxicas, sustancias biológicas, ruido; incluyendo fuegos, explosiones, emisiones, entre otros).

i. Sobretensión / Sobreesfuerzo / Sobrecarga.

j. Falla del equipo.

k. Emisión al ambiente (Sánchez, 2001).

Se define como accidente cualquier suceso que, provocado por una acción violenta y repentina ocasionada por un agente externo involuntario, da lugar a una lesión corporal. La amplitud de los términos de esta definición obliga a tener presente que los diferentes tipos de accidentes se hallan condicionados por múltiples fenómenos de carácter imprevisible e incontrolable.

El resultado de un accidente es la pérdida (lesión o daño no intencional). Las pérdidas más obvias son el daño a las personas y el daño a la propiedad. Las pérdidas importantes, tanto implícitas como asociadas, son la interrupción del proceso y la reducción de las ganancias (Sánchez, 2001).

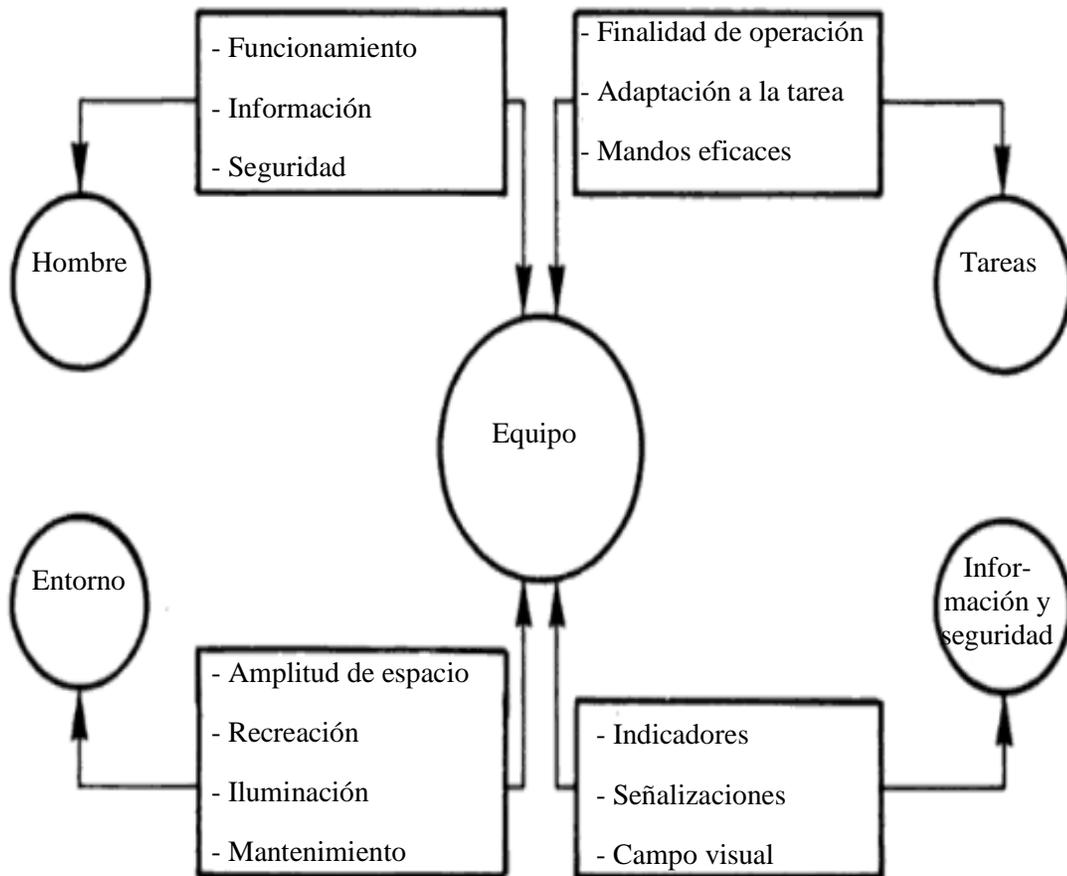
Por consiguiente, las pérdidas involucran daños o lesiones a algo o alguien en el ambiente laboral o externo. Tanto si dañan a las personas o no, los accidentes cuestan dinero, y lo que es peor el costo de la lesión o la enfermedad son una parte relativamente pequeña del costo total (Sánchez, 2001).

Los factores causales de los accidentes son muy diversos. Hay factores debidos a las condiciones materiales y al medio ambiente de trabajo, unos con una relación directa con el accidente, como por ejemplo una máquina insegura y otros con una implicación más difusa como un entorno físico desordenado o mal organizado, o incluso unas tensas relaciones humanas en el lugar de trabajo.

Todas esas consideraciones ergonómicas importantes, se muestran en el siguiente diagrama:

**Figura 19**

Consideraciones ergonómicas para el equipo



Fuente: Ramírez (2005)

Las condiciones de comodidad y correcta postura dentro de las unidades que transporta cargas son de suma importancia para evitar ciertos accidentes originados precisamente por la mala colocación de ciertas partes del cuerpo, lo que provoca cansancio, fatiga, entre otros.

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

Se presenta a continuación los cuadros y las gráficas obtenidas en el trabajo de campo realizado por el investigador; las que se clasifican de la manera siguiente:

Del cuadro y gráfica del 1 a la 5, se refiere a la comprobación de la variable dependiente; del cuadro y gráfica 6, se obtienen los datos para comprobar la variable independiente o causa principal.

Se hace la observación que con el cuadro y gráfica 1 se comprueba la variable dependiente; y, con el cuadro y grafica 6 se comprueba la variable independiente contenida en la hipótesis de trabajo formulada

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

**Cuadro 1**

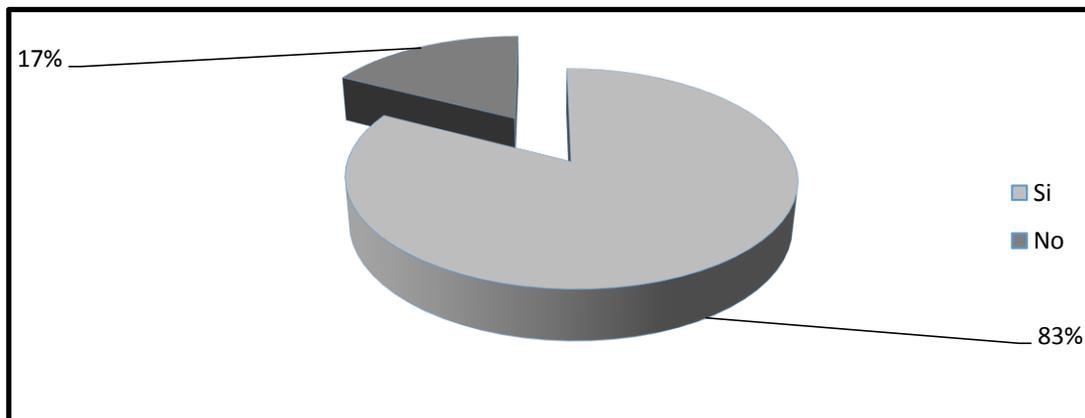
Existe aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena, en los últimos 5 años

Respuestas	No. de trabajadores	Valor relativo (%)
Si	19	83
No	4	17
Total	23	100

Fuente: Información obtenida de trabajadores del departamento de mantenimiento en, Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla., 2021.

**Gráfica 1**

Existe aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena, en los últimos 5 años



Fuente: Fuente: Información obtenida de trabajadores del departamento de mantenimiento en, Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla., 2021.

#### Análisis:

Se puede apreciar en el cuadro y gráficas anteriores, que la proporción más alta de los encuestados, consideran que existe aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla en los últimos 5 años. A diferencia de la proporción menor de los encuestados que considera que no. Con esto se comprueba la variable dependiente.

## Cuadro 2

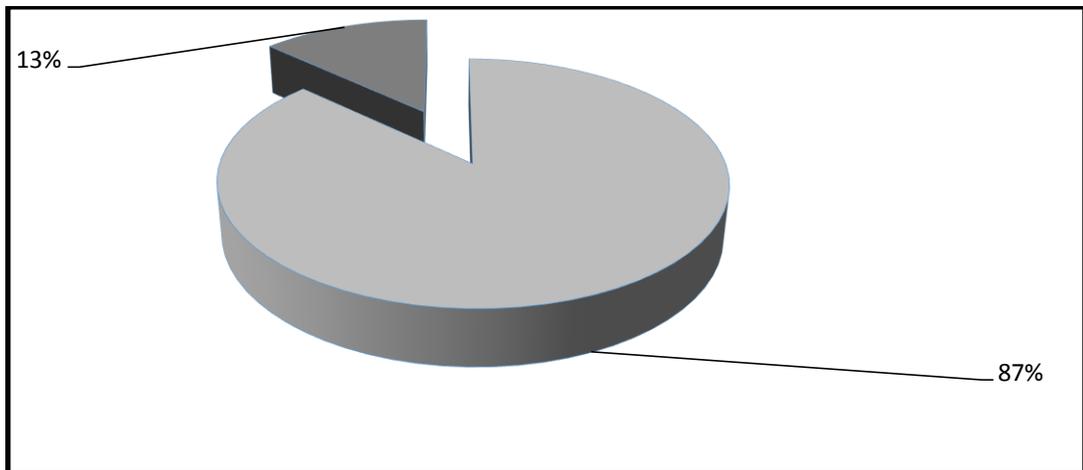
Aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla en los últimos 5 años, es debido a las fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros

Respuesta	No. de trabajadores	Valor relativo (%)
Si	20	87
No	3	13
Total	23	100

Fuente: Información obtenida de trabajadores del departamento de mantenimiento en, Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla., 2021.

## Gráfica 2

Aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla en los últimos 5 años, es debido a las fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros



Fuente: Información obtenida de trabajadores del departamento de mantenimiento en, Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla., 2021.

### Análisis:

Se puede apreciar en el cuadro y gráfica anteriores, que la proporción más alta de los encuestados, consideran que existe aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena en los últimos 5 años, es debido a las fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros. A diferencia de la proporción menor de los encuestados que considera que no es posible. Con esto se comprueba la variable dependiente

### Cuadro 3

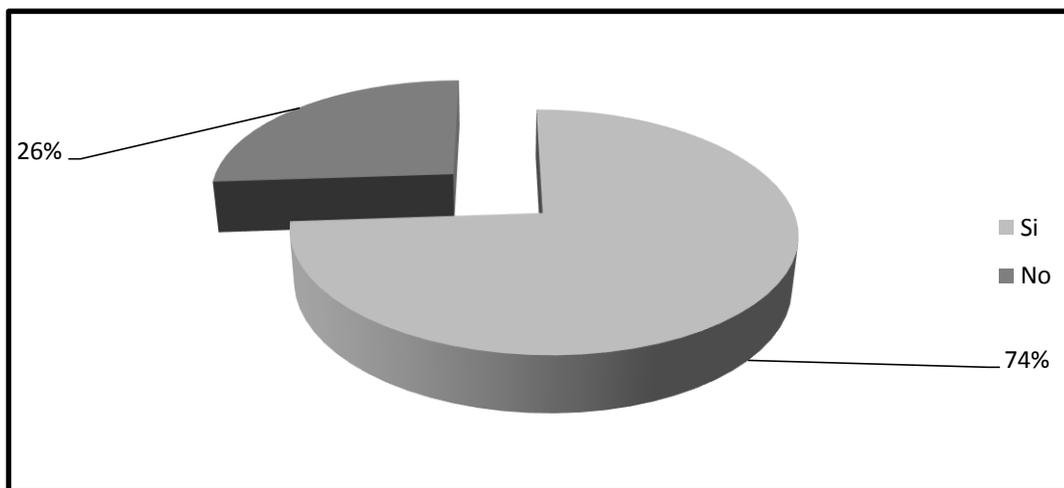
Posibilidad de reducir la cantidad de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla

Respuesta	No. de trabajadores	Valor relativo (%)
Si	17	74
No	6	26
Total	23	100

Fuente: Información obtenida de trabajadores del departamento de mantenimiento en, Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla., 2021.

### Gráfica 3

Posibilidad de reducir la cantidad de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla



Fuente: Información obtenida de trabajadores del departamento de mantenimiento en, Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla., 2021.

#### Análisis:

Se puede apreciar en el cuadro y gráfica anteriores, que el 74% de los encuestados, consideran que, si hay posibilidad de reducir la cantidad de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla. A diferencia del más de 26% de los encuestados, que consideran que no. Con esto se comprueba la variable dependiente.

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

**Cuadro 4**

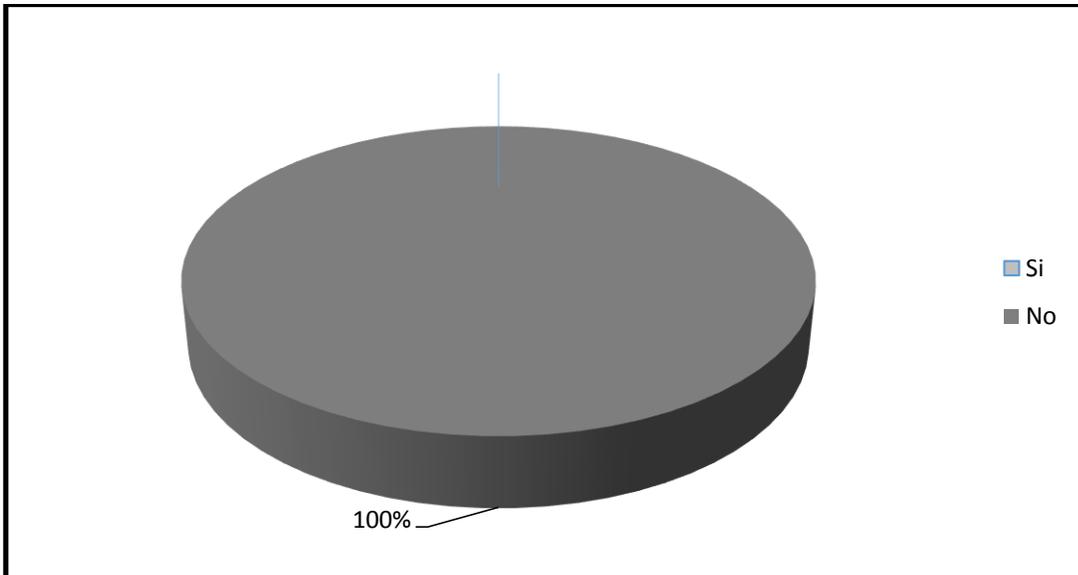
Existe un plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros de Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.

Respuesta	No. de trabajadores	Valor relativo (%)
Si	0	0
No	3	100
Total	3	100

Fuente: Información obtenida de a coordinador de mantenimiento, jefe de logística y supervisor de mecánica general, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla. 2021.

**Gráfica 4**

Existe un plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros de Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.



Fuente: Información obtenida de a coordinador de mantenimiento, jefe de logística y supervisor de mecánica general, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla. 2021.

Análisis:

Se puede apreciar en el cuadro y gráfica anteriores, que la totalidad de los encuestados, indican que no existe un plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros. Con esto se comprueba la variable independiente.

### Cuadro 5

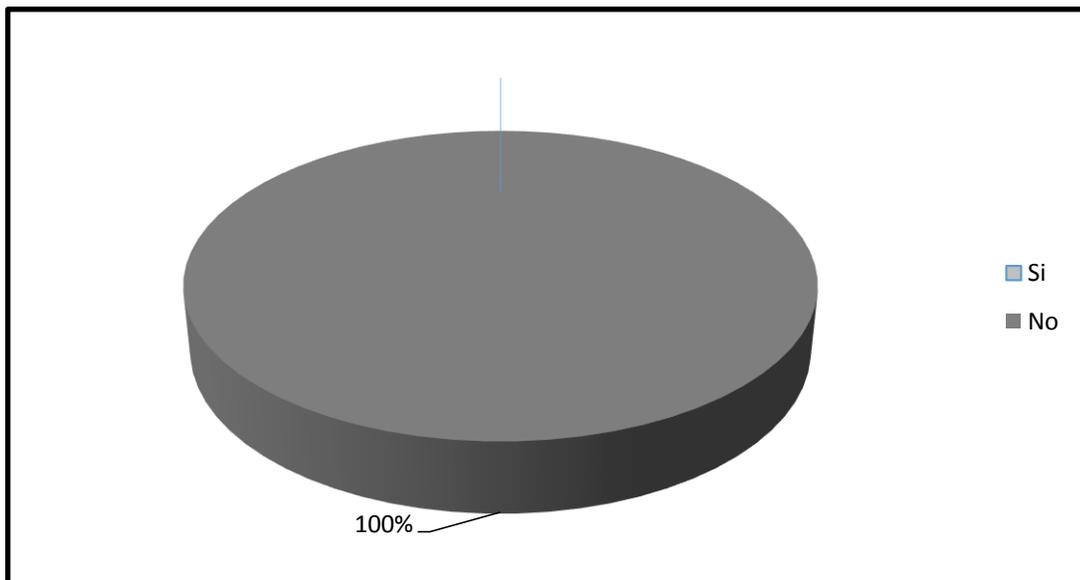
Necesidad de implementar un plan de mantenimiento preventivo para Camiones  
Cañeros de Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.

Respuesta	No. de trabajadores	Valor relativo (%)
Si	3	100
No	0	0
Total	3	100

Fuente: Información obtenida de a coordinador de mantenimiento, jefe de logística y supervisor de mecánica general, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla. 2021.

### Gráfica 5

Necesidad de implementar un plan de mantenimiento preventivo para Camiones  
Cañeros de Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.



Fuente: Información obtenida de a coordinador de mantenimiento, jefe de logística y supervisor de mecánica general, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla. 2021.

#### Análisis:

Como se puede apreciar en el cuadro y gráfica anteriores, la totalidad de los encuestados, consideran necesario implementar un plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros en el Ingenio. Con esto se comprueba la variable independiente.

### Cuadro 6

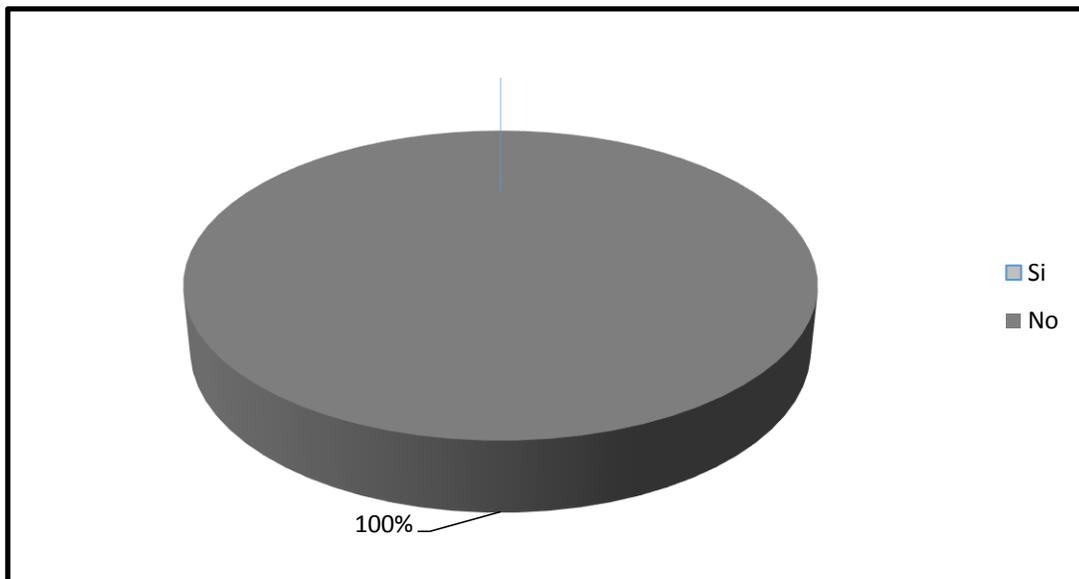
Disponibilidad de apoyar las actividades del plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros de Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.

Respuesta	No. de trabajadores	Valor relativo (%)
Si	3	100
No	0	0
Total	3	100

Fuente: Información obtenida de a coordinador de mantenimiento, jefe de logística y supervisor de mecánica general, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla. 2021.

### Gráfica 6

Disponibilidad de apoyar las actividades del plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros de Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla



Fuente: Información obtenida de a coordinador de mantenimiento, jefe de logística y supervisor de mecánica general, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla. 2021.

Análisis:

Según el cuadro y gráfica anteriores, todos de los encuestados están disposición de apoyar el plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros en el Ingenio. Con esto se comprueba la variable independiente.

## **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

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

1. Se comprueba la hipótesis: “El aumento de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla en los últimos 5 años, por fallas mecánicas de los Camiones Cañeros, es debido a la falta de plan de mantenimiento preventivo”.
2. Existe aumento de la cantidad de quejas por los frentes de corte de caña, en Ingenio Magdalena.
3. No existe una matriz de ruta crítica para proveer fallas mecánicas en ruta
4. Existen fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.
5. Existen falta de mantenimiento preventivo en camiones cañeros de ruta, en Ingenio Magdalena.
6. No existe propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para camiones cañeros en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.
7. El personal de Ingenio Magdalena está dispuesto a apoyar el plan de mantenimiento preventivo.

## **IV.2. Recomendaciones**

1. Operativizar la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros de Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.
2. Disminuir la cantidad de quejas por los frentes de corte de caña, en Ingenio Magdalena, al aplicar la propuesta.
3. Realizar una matriz de ruta crítica para proveer fallas mecánicas en ruta
4. Evitar las fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla, al aplicar la propuesta.
5. Evitar fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros, en Ingenio Magdalena.
6. Poner en marcha la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.
7. Aprovechar la disponibilidad que tienen el personal de Ingenio Magdalena para apoyar el plan de mantenimiento preventivo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **Textos**

1. Bird, F. (2000). Los Accidentes de Trabajo. Una Visión Integrada. Tercera edición. Editorial McGraw Hill.
2. Fisher A. (1995). Manual para el Diseño de Investigación Operativa en Planificación. México: 2ª edición.
3. Hernández, M.J. (2012). Administración de empresas. Madrid: Pirámide.
4. Izmerov, N. (1986). Naturaleza y Efectos en la Salud de los Factores Ocupacionales.
5. Mercado H. (1990). Administración Aplicada. Teoría y Práctica, 1ª parte. México: Noriega Editores, Editorial LIMUSA.
6. Ramírez, C. (2005). Seguridad industrial: un enfoque integral. México: Limusa Noriega Editores.
7. Robbins, S.P. y Coulter, M. (2005). Administración. 8ª ed., México: Pearson Educación.
8. Sanchez V. (2001). Memorias del Huila. Tomo V. Colombia: Editorial Colombiana, 3ª edición, Neiva.

### **Revista**

9. Asfahl, R. (2006) “Seguridad Industrial y salud”. México: Pearson Educación.
10. Martínez, E. (2006). Documentación de cátedra de materia de mantenimiento industrial. Dictada para la Carrera de Ingeniería Mecánica, E.P.
11. Flores, S. (1976). Manual de caña de azúcar. Guatemala, Instituto Técnico de Capacitación y Productividad.

12. Sarzosa, (2005). Documentación de cátedra de materia de Mantenimiento Productivo Total (TPM) dictada para la Carrera de Ingeniería Industrial, Escuela Superior Politécnica.

13. Sánchez, F. (2006). “Mantenimiento mecánico de máquinas”. México: Universidad Jaume.

14. Suzuki, T. “TPM en Industrias de Proceso”, TGP HOSHIN, c/ Marqués de Cubas, 25, 28014 Madrid España.

### **Tesis**

15. Tampán S. (2004) Margen de utilidad de los actuales canales de distribución de azúcar en el mercado local en Guatemala (Tesis inédita de Licenciatura). Universidad Rafael Landívar Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Guatemala.

16. Suárez R. (2003). “Diseño de un Plan de Mantenimiento para la Infraestructura e Instalaciones Técnicas de los Túneles de Guayaquil” (Tesis inédita de Licenciatura). Escuela Superior Politécnica. Ecuador.

### **e-grafía**

17. Mantenimiento.<http://www.mescorza.com/manten/mantenimiento/definicion.htm> consultado 17 de agosto 2019.

18. Observatorio tecnológico. “Políticas de seguridad”. Disponible en: <http://www.minsa.gob.pe/dgsp/observatorio/documentos/herramientas/DiagramaCausaEfecto.pdf>. Consultado 17 de agosto 2019 [www.minsa.gob.pe](http://www.minsa.gob.pe)

19. PDCA. “Análisis modal de fallos y efectos”. Disponible en: <http://www.minsa.gob.pe/dgsp/observatorio/documentos/herramientas/DiagramaCausaEfecto.pdf>. Consultado 18 de septiembre 2019.

20. <https://www.google.com/search?q=MANTENIMIENTO>.

21. Quality Progress. “Que es un análisis árbol de fallo”. Disponible en: <http://asq.org/quality-progress/2002/03/problem-solving/que-es-un-analisis-arbol-de-falla.html>. Consultado 18 de septiembre 2019.

22. <http://ieeexplore.ieee.org/iel5/9907/31500/01468615.pdf?arnumber=1468615> (hacer los textos propios). Consultado 18 de septiembre 2019.

## ANEXOS

### **Anexo 1. Modelo de investigación Dominó**

Problema	Propuesta	Evaluación
1) Efecto o variable dependiente Aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla en los últimos 5 años.	4) Objetivo general Reducir el número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.	15) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general. <b>Indicadores:</b> Al cuarto año de ejecutada la propuesta, se reduce el número de quejas en un 80%. <b>Verificadores:</b> Reportes de reclamos del ingenio.
2) Problema central Fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros (la caña se queda en ruta y no llega a la hora establecida al molino) del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.	5) Objetivo específico Evitar fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros (la caña se queda en ruta y no llega a la hora establecida al molino) del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.	<b>Cooperantes:</b> trabajadores, ayudará a alcanzar el objetivo.
3) Causa principal o variable independiente Falta de plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.	6) Nombre Plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.	16) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo específico <b>Indicadores:</b> Al cuarto año de ejecutada la propuesta, se evitan fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros en un 80%.

<p>7) Hipótesis</p> <p>“El aumento de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla en los últimos 5 años, por fallas mecánicas de los Camiones Cañeros, es debido a la falta de plan de mantenimiento preventivo”.</p>	<p>12) Resultados o productos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Se cuenta con una Unidad Ejecutora.</li> <li>-Se cuenta con Plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.</li> <li>- Se cuenta con un programa de capacitación.</li> </ul>	<p><b>Verificadores:</b> Reportes de fallas mecánicas.</p> <p><b>Cooperantes:</b> Coordinador de mantenimiento, jefe de logística y supervisor de mecánica general.</p>
<p>8) Preguntas clave y comprobación del efecto</p> <p>1) ¿Existe aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla en los últimos 5 años? Si_____ No_____</p> <p>2) ¿El aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24</p>	<p>13) Ajustes de costos y tiempo <b>N/A</b></p> <p><b>NO APLICA A LICENCIATURAS.</b></p>	

<p>horas, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla en los últimos 5 años, es debido a las fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros? Si___ No_____</p> <p>3) ¿Es posible reducir la cantidad de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla? Si___ No_____</p> <p>Será dirigida a 23 personas del departamento de mantenimiento de Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla, mediante un censo.</p>	
<p>9) Preguntas clave y comprobación de la causa principal</p> <p>1. ¿Existe un plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros de Ingenio Magdalena? Si__No__</p>	

<p>2. ¿Cree necesario implementar un plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros de Ingenio Magdalena? Si__No__</p> <p>3. ¿Estaría usted dispuesto a colaborar con las actividades del plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros de Ingenio Magdalena? Si__No__</p> <p>Será dirigida a coordinador de mantenimiento, jefe de logística y supervisor de mecánica general de Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla, mediante un censo</p>	
<p>10) Temas del Marco Teórico</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Planificación</li> <li>2. Plan</li> <li>3. Mantenimiento</li> <li>4. Camiones cañeros</li> <li>5. Seguridad industrial</li> </ol>	<p>14) Anotaciones, aclaraciones y advertencias</p> <p>Forma de presentar resultados:</p> <p>El investigador para cada resultado debe identificar por lo menos cuatro actividades:</p> <p>R1: Se cuenta con una Unidad Ejecutora</p> <p>A1</p> <p>An</p>

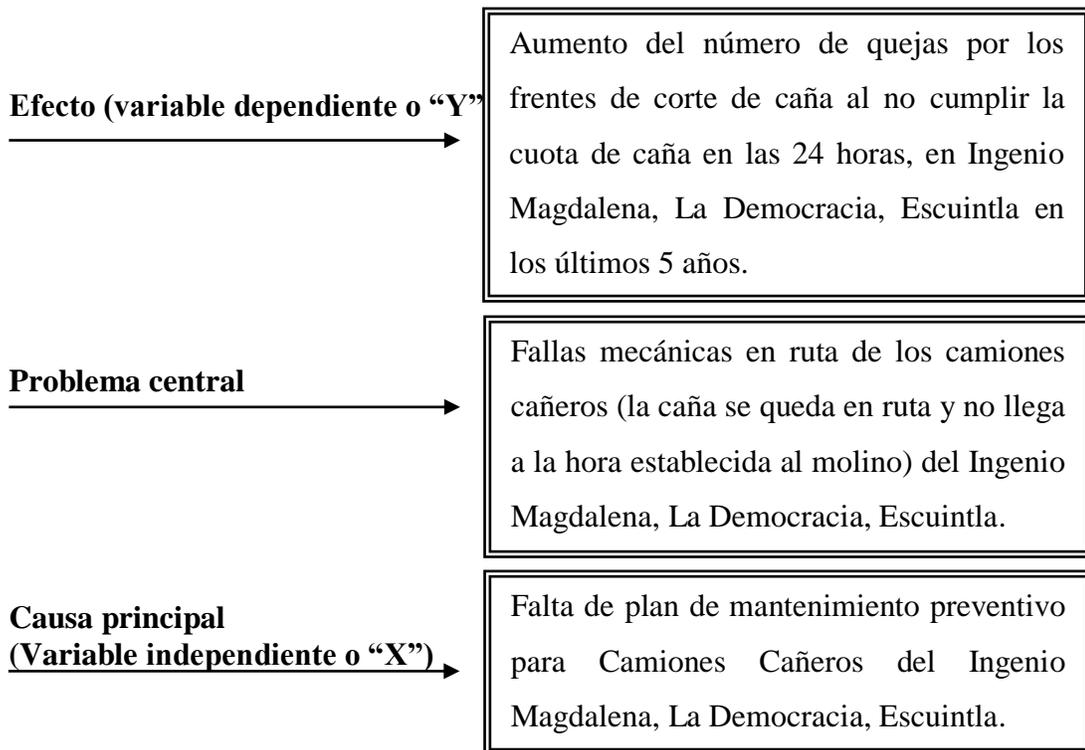
<p>11) Justificación</p> <p>El investigador debe de evidenciar con proyección estadística y matemática, el comportamiento del efecto identificado en el árbol de problemas. El efecto es el aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla en los últimos 5 años, el investigador determinará con su correlación y proyección el efecto que esto tendrá en los próximos cuatro años.</p>	<p>R2: Se cuenta con Plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.</p> <p>A1</p> <p>An</p> <p>R3: Se cuenta con un programa de capacitación.</p> <p>A1</p> <p>An</p>
--	--

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

### Anexo 2.1. Árbol de problemas

Tópico: Fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros.

De acuerdo a la investigación realizada y con la ayuda del método científico y marco lógico fue posible identificar el siguiente problema, así como causa y efecto



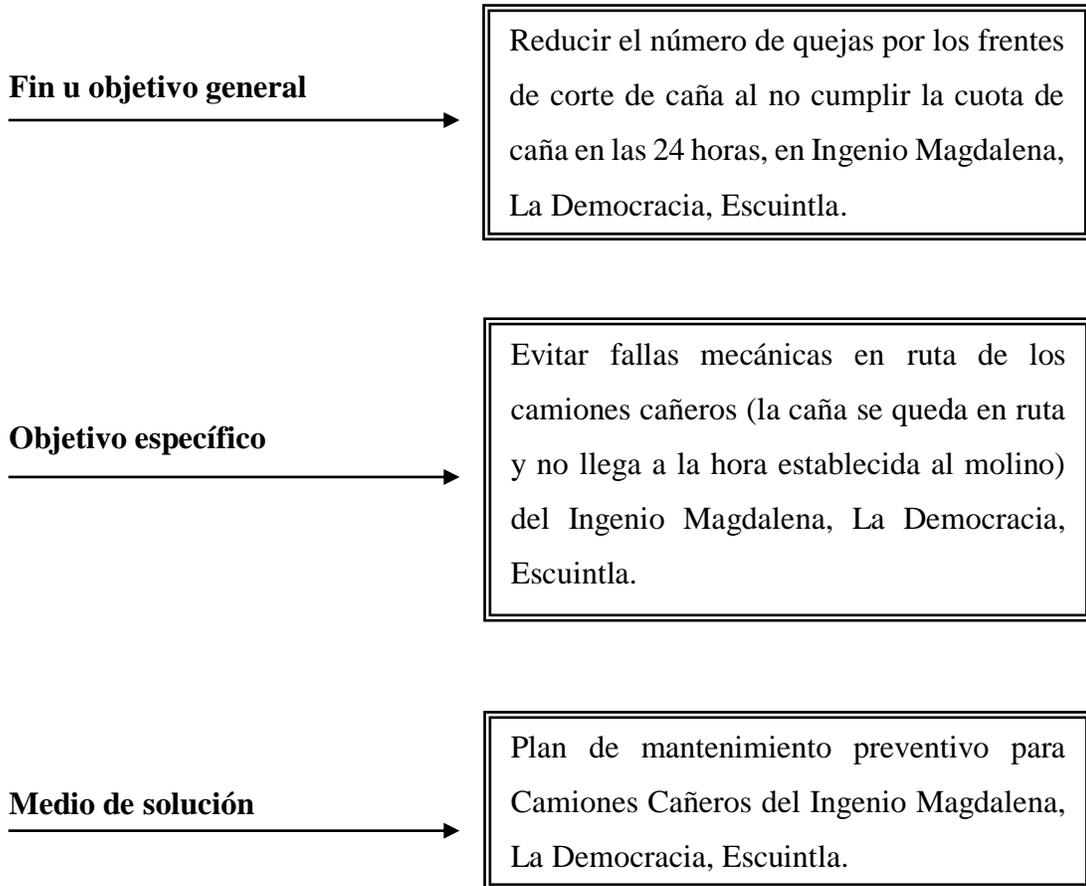
### Hipótesis de trabajo:

“El aumento de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla en los últimos 5 años, por fallas mecánicas de los Camiones Cañeros, es debido a la falta de plan de mantenimiento preventivo”.

¿Es la falta de un plan de mantenimiento a Camiones Cañeros y las fallas mecánicas en ruta, las causas del aumento de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla en los últimos 5 años?

## Anexo 2.2. Árbol de objetivos

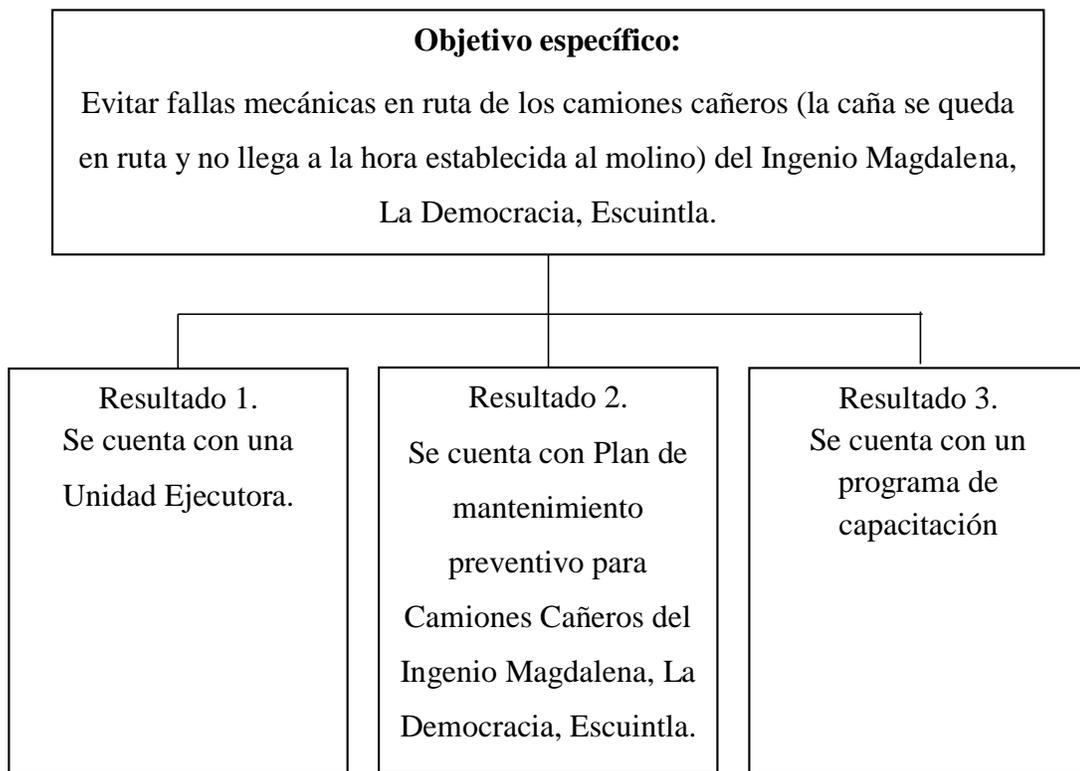
De acuerdo con la problemática, causa y efecto planteados en el árbol de problemas, fue posible la determinación y diagramación de los objetivos del trabajo de graduación.



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

La propuesta fue diseñada de tal forma que permita cumplir con los objetivos planteados al inicio de la misma.

Dicha propuesta la integran tres resultados, los cuales son detallados a continuación:



#### **Anexo 4. Boleta de investigación para la comprobación del efecto general**

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Dependiente

Objetivo Esta boleta tiene por objeto comprobar la variable dependiente: Aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla en los últimos 5 años.

Esta boleta está dirigida a colaboradores, del Departamento de mantenimiento (23), mediante un censo.

Instrucciones: A continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder marcando con una “X” la respuesta que considere correcta y razónela cuando se le indique.

1. ¿Existe aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla en los últimos 5 años? SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

2. ¿El aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla en los últimos 5 años, es debido a las fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros? SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

3. ¿Es posible reducir la cantidad de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla? SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

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

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



## **Anexo 6. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo de muestra**

En esta investigación no se realizó, cálculo estadístico sobre la muestra, porque la población es menor de 35 según los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala, por lo que se realizó censo para obtener el 100% de confiabilidad y 0 margen de error.

Para comprobar la variable dependiente Y (efecto) “Aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla en los últimos 5 años” se tomó a 23 personas del departamento de mantenimiento de Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.

Para comprobar la variable independiente X (Causa) “Falta de plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla” se tomó a coordinador de mantenimiento, jefe de logística y supervisor de mecánica general de Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.

## **Anexo 7. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación**

Este coeficiente es un indicador estadístico que nos indica el grado de correlación de dos variables; es decir el comportamiento gráfico de las mismas, para trazar la ruta para proyectar dichas variables.

En este caso el coeficiente de correlación es igual a 0.96, lo que indica que el comportamiento de estas variables obedece a la ecuación de la línea recta; cuya fórmula simplificada es la siguiente:  $y=a+bx$ .

Es importante destacar que para que se considere el comportamiento lineal de dos variables, el coeficiente de correlación debe oscilar de  $\geq + 0.80$  a  $+ - \leq 1$ .

A continuación, se presenta los cálculos y fórmulas utilizadas para obtener dicho coeficiente.

Cuadro de frecuencia del aumento de quejas

AÑO	X (años)	Y efecto Aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2017	1	678	678	1	459,684
2018	2	785	1,570	4	616,225
2019	3	862	2,586	9	743,044
2020	4	950	3,800	16	902,500
2021	5	1,200	6,000	25	1,440,000
Totales	15	4,475	14,634	55	4,161,453

### Cálculo de correlación

n=	5
$\sum X=$	15
$\sum XY=$	14,634.00
$\sum X^2=$	55
$\sum Y^2=$	4,161,453.00
$\sum Y=$	4,475.00
$n\sum XY=$	73,170.00
$\sum X*\sum Y=$	67,125.00
Numerador=	6,045.00
$n\sum X^2=$	275
$(\sum X)^2=$	225
$n\sum Y^2=$	20,807,265.00
$(\sum Y)^2=$	20,025,625.00
$n\sum X^2-(\sum X)^2=$	50
$n\sum Y^2-(\sum Y)^2=$	781,640.00
$(n\sum X^2-(\sum X)^2)*(n\sum Y^2-(\sum Y)^2)=$	39,082,000.00
Denominador=	6,251.5598
r=	0.9670

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:

Al realizar el cálculo matemático estadístico se determinó un coeficiente de correlación equivalente a 0.97, este dato es estadísticamente aceptable por lo que se puede realizar la proyección a través de la ecuación de la línea recta.

### **Anexo 8. Anexo metodológico de la proyección**

Para proyectar el impacto que genera la problemática estudiada, se procedió a utilizar la proyección lineal del fenómeno estudiado.

Previo a ello se procedió determinar el comportamiento de la variable tiempo respecto a casos sujetos de estudio en el tiempo a una serie histórica dada, la que se encuentra dentro de los parámetros aceptables para considerarse como un comportamiento lineal, que se resume con la ecuación siguiente  $y = a + bx$ .

Es importante destacar que para que se considere el comportamiento lineal de dos variables el coeficiente de correlación debe oscilar de  $\geq + - 0.80$  a  $+ - \leq 1$ ; cuyo cálculo es parte integrante de este documento

A continuación, se presenta los cálculos y tabla de análisis de varianza para proyectar los datos correspondientes.

#### Proyección lineal

AÑO	X (años)	Y efecto Aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2017	1	678	678	1	459,684
2018	2	785	1,570	4	616,225
2019	3	862	2,586	9	743,044
2020	4	950	3,800	16	902,500
2021	5	1,200	6,000	25	1,440,000
Totales	15	4,475	14,634	55	4,161,453

### Cálculo de proyección sin proyecto

n=	5
$\sum X=$	15
$\sum XY=$	14,634.00
$\sum X^2=$	55
$\sum Y^2=$	4,161,453.00
$\sum Y=$	4,475.00
$n\sum XY=$	73,170.00
$\sum X*\sum Y=$	67,125.00
Numerador de b:	6,045.00
Denominador de b:	
$n\sum X^2=$	275
$(\sum X)^2=$	225
$n\sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50
b=	120.90
Numerador de a:	
$\sum Y=$	4,475.00
$b * \sum X =$	1,813.50
Numerador de a:	2,661.50
a=	532.30

FÓRMULAS:

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

FÓRMULAS:

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

Ecuación de la recta  $Y = a + bx$

Ecuación de la recta $Y = a + (b * x)$			
Y=	a	+	(b * X)
Y=	532.3	+	120.9 X
Y=	532.3	+	120.9 6
Y (2022) =	1,258	Número de quejas	

<b>Ecuación de la recta <math>Y= a+(b*x)</math></b>				
Y=	A	+	(b	* X)
Y=	532.3	+	120.9	X
Y=	532.3	+	120.9	7
Y (2023) =	1,379	Número de quejas		

<b>Ecuación de la recta <math>Y= a+(b*x)</math></b>				
Y=	a	+	(b	* X)
Y=	532.3	+	120.9	X
Y=	532.3	+	120.9	8
Y (2024) =	1,500	Número de quejas		

<b>Ecuación de la recta <math>Y= a+(b*x)</math></b>				
Y=	A	+	(b	* X)
Y=	532.3	+	120.9	X
Y=	532.3	+	120.9	9
Y (2025) =	1,620	Número de quejas		

<b>Ecuación de la recta <math>Y= a+(b*x)</math></b>				
Y=	A	+	(b	* X)
Y=	532.3	+	120.9	X
Y=	532.3	+	120.9	10
Y (2026) =	1,741	Número de quejas		

Resumen de cálculo de proyección sin proyecto para los próximos cinco años

Y=	A	+	b	X	=	Aumento de quejas por año
2022	532.3	+	120.9	6	=	1,258
2023	532.3	+	120.9	7	=	1,379
2024	532.3	+	120.9	8	=	1,500
2025	532.3	+	120.9	9	=	1,620
2026	532.3	+	120.9	10	=	1,741

Cálculo porcentual de la solución por año y resultado

<b>Año / Resultados</b>	<b>6 (2022)</b>	<b>7 (2023)</b>	<b>8 (2024)</b>	<b>9 (2025)</b>	<b>10 (2026)</b>		
<b>Resultado 1. (Se cuenta con una Unidad Ejecutora)</b>							
Selección y contratación de personal	2.00%	2.00%	1.00%	0.50%	1.50%	<b>Solución</b>	
Adquisición de equipo	2.00%	2.00%	1.00%	2.50%	1.00%		
Presentación	2.00%	2.00%	1.00%	0.50%	1.50%		
<b>Resultado 2. (Se cuenta con Plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla)</b>							
Indicaciones generales del plan de mantenimiento	2.00%	2.00%	4.00%	3.00%	3.00%		
Contenido de plan	2.00%	2.00%	4.00%	3.00%	3.00%		
Realización del plan	2.00%	2.00%	4.00%	3.00%	4.00%		
<b>Resultado 3. (Se cuenta con un programa de capacitación)</b>							
Convocatoria al personal	2.00%	2.00%	3.00%	3.00%	2.00%		
Metodología de capacitación	1.00%	3.00%	3.00%	2.50%	2.00%		
Temas a capacitar	1.00%	2.00%	3.00%	3.00%	2.00%		
<b>Total</b>	<b>16.00%</b>	<b>19.00%</b>	<b>24.00%</b>	<b>21.00%</b>	<b>20.00%</b>		<b>100.00%</b>

### Cálculo de la proyección con proyecto

Se presentan los datos de la proyección para los próximos cinco años con la propuesta:

#### Proyección del aumento de quejas con proyecto

Año proyectado	=	Año anterior	-	%	Con propuesta
Y (2022)	=	Y (2021)	-	16%	=
Y (2022)	=	1,200	-	192	1,008
Y (2022)	=	1,008	Número de quejas		

Año proyectado	=	Año anterior	-	%	Con propuesta
Y (2023)	=	Y (2022)	-	19%	=
Y (2023)	=	1,008	-	192	816
Y (2023)	=	816	Número de quejas		

Año proyectado	=	Año anterior	-	%	Con propuesta
Y (2024)	=	Y (2023)	-	24%	=
Y (2024)	=	816	-	196	621
Y (2024)	=	621	Número de quejas		

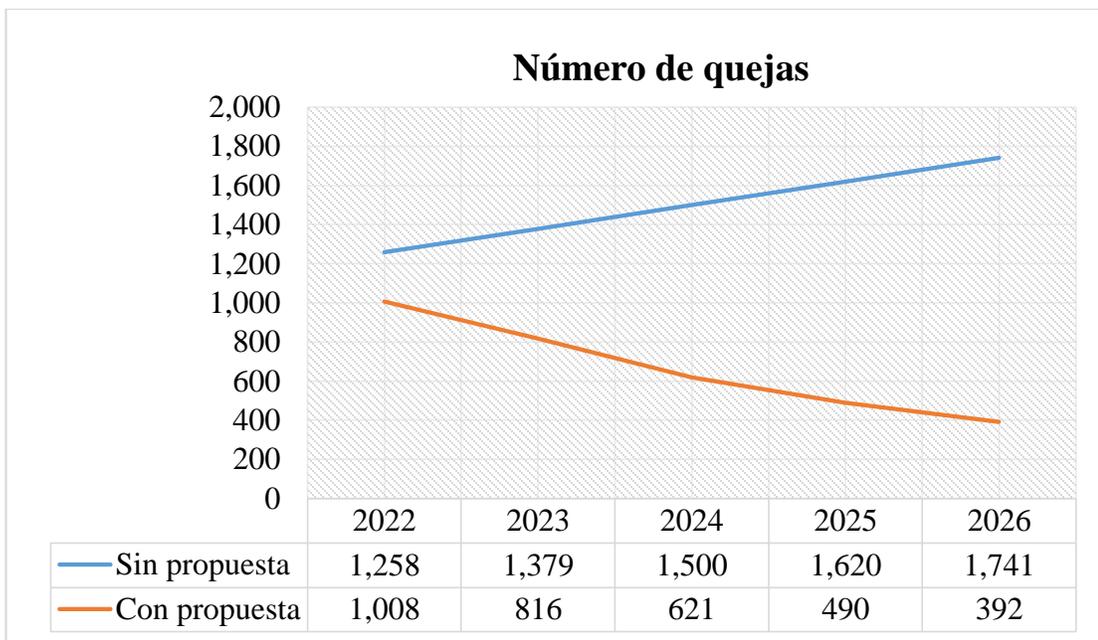
Año proyectado	=	Año anterior	-	%	Con propuesta
Y (2025)	=	Y (2024)	-	21%	=
Y (2025)	=	621	-	130	490
Y (2025)	=	490	Número de quejas		

Año proyectado	=	Año anterior	-	%	Con propuesta
Y (2026)	=	Y (2025)	-	20%	=
Y (2026)	=	490	-	98	392
Y (2026)	=	392	Número de quejas		

Cuadro comparativo sin y con proyecto

Año	Proyección sin proyecto	Proyección con proyecto
2022	1,258	1,008
2023	1,379	816
2024	1,500	621
2025	1,620	490
2026	1,741	392

Gráfica del comportamiento de la problemática sin y con proyecto



De no aplicarse la propuesta los altos índices de quejas por los frentes de corte de caña en Ingenio Magdalena aumentarán para el año 2026 a 1,741, contrariamente, al aplicarse la propuesta se estima una reducción de quejas para el mismo año, el cual será de 392.

Adelson Moisés De León Calí

**TOMO II**

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA CAMIONES CAÑEROS  
DEL INGENIO MAGDALENA, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA.



Asesor General Metodológico:  
Ingeniero Ambiental José Luis Iquique Socoy

Universidad Rural de Guatemala  
Facultad de Ingeniería

Guatemala, abril de 2022

Esta tesis fue presentada por el autor previo a obtener el título universitario de Ingeniero Industrial con Énfasis en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado.

## **Prólogo**

Esta investigación es un requisito previo a optar el título de Ingeniero Industrial con Énfasis en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado, de conformidad con los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala.

La investigación denominada: “Plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla”, se llevó a cabo para proponer posibles soluciones a la problemática fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros (la caña se queda en ruta y no llega a la hora establecida al molino) del Ingenio, cuyo efecto ha generado aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas durante los últimos cinco años.

Las razones prácticas de esta investigación, es que sus resultados pueden aplicarse a otras empresas dedicadas a la industria azucarera, con la finalidad de obtener una mayor eficiencia en el transporte de caña de azúcar. También puede utilizarse como consulta académica de estudiantes de Ingenierías de las diferentes universidades del país. Así mismo sirve para aplicación de conocimientos adquiridos en el periodo de estudio.

Con el fin de solucionar la problemática planteada se presenta como aporte los siguientes tres resultados que son: Se cuenta con una Unidad Ejecutora. Se cuenta con Plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla y se cuenta con un programa de capacitación.

Estos resultados juntamente con sus respectivas actividades, permitirán evitar fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros (la caña se queda en ruta y no llega a la hora establecida al molino) del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla, por consiguiente, se logrará reducir cumplir con todas las solicitudes de los clientes, de esta manera reducir el número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas.

## **Presentación**

Esta investigación: Plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla, fue realizada durante los meses de julio a diciembre del año dos mil veintiuno, como requisito previo a optar el título universitario de Ingeniero Industrial con Énfasis en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado, de conformidad con los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala.

Durante la elaboración del presente, se emplearon varios métodos entre los cuales se mencionan el Marco Lógico, que sirvió durante la elaboración del árbol de problemas y de objetivos, el método científico para determinar la problemática.

Para las empresas de transportes de caña de azúcar, es vital contar con toda su flotilla en perfectas condiciones, para lo cual se debe contar con un plan logístico de todo tipo, para evitar que las unidades se encuentren fuera de servicio por algún tipo de falla y no puedan cumplir con las entregas de caña al área de producción de los ingenios.

Se determinó que el problema central, son fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros (la caña se queda en ruta y no llega a la hora establecida al molino) del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla, lo que ha ocasionado aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en los últimos 5 años.

Como resultado del presente estudio, surge la actual propuesta que busca dar solución a la problemática antes mencionada, la cual está integrada por tres resultados y sus actividades respectivas, los cuales son:

a) Se cuenta con una Unidad Ejecutora. b) Se cuenta con Plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla. c) Se cuenta con un programa de capacitación.

## Índice

No.	Contenido	Página
	Prólogo	
	Presentación	
I	RESUMEN.....	1
II	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	10
	ANEXOS	

## I. RESUMEN

El presente es un resumen del trabajo denominado “Plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla”, es una propuesta para dar solución a la problemática falta de plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros del Ingenio Magdalena.

### **Planteamiento del problema**

La producción de azúcar es un proceso constante donde no deben existir tiempos muertos por conceptos de espera de materias primas, aditivos, suministros o cualquier otra circunstancia, es imprescindible que toda la cadena productiva esté bien sincronizada desde las fincas productoras de caña de azúcar, el traslado de estas y la recepción.

Las empresas de transporte dedicadas al traslado de caña de azúcar hacia los ingenios para su respectivo proceso, deben contar con buena logística de carga, transporte y entrega, de modo que no repercuta en demoras productivas ocasionadas por desperfectos en sus unidades, ocasionando pérdidas de tiempo importantes para los ingenios azucareros.

La problemática principal encontrada durante la presente investigación son las fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros (la caña se queda en ruta y no llega a la hora establecida al molino) del Ingenio Magdalena, lo cual ha generado el efecto aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, durante los últimos cinco años

La causa principal del problema, es la falta de plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros en Ingenio Magdalena, por lo que se recomienda analizar la presente propuesta. Para el año 2022 continuará el aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las veinticuatro horas en el Ingenio Magdalena, si no se aplica la propuesta.

Al implementar la presente propuesta, se logrará evitar las fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros y, por ende, se logrará reducir el número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena.

### **Hipótesis**

A través del Método del Marco Lógico, se elaboró el árbol de problemas, y se determinó la Variable Dependiente: aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla en los últimos 5 años.

Además, la Variable Independiente: Falta de plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.

Con estas variables se elaboró la hipótesis siguiente: “El aumento de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla en los últimos 5 años, por fallas mecánicas de los Camiones Cañeros, es debido a la falta de plan de mantenimiento preventivo”.

¿Es la falta de un plan de mantenimiento a Camiones Cañeros y las fallas mecánicas en ruta, las causas del aumento de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla en los últimos 5 años?

### **Objetivos**

Los objetivos indican los resultados que se esperan obtener, con la realización de esta propuesta en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.

#### **Objetivo general**

Reducir el número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.

### **Objetivo específico**

Evitar fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros (la caña se queda en ruta y no llega a la hora establecida al molino) del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.

### **Justificación**

En un mundo competitivo las empresas de transportes de carga deben estar a la vanguardia en cuanto al servicio prestado, por tal razón es imprescindible contar con una flotilla de vehículos que cumplan todas las condiciones necesarias para tales funciones.

El mantenimiento preventivo de la flotilla es primordial debido al desgaste que sufren en cada trayecto recorrido, es de suma importancia la disponibilidad total para prestar servicios de buena calidad para satisfacer las necesidades de los clientes de cualquier índole.

Durante la presente investigación, se detectó la problemática fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros (la caña se queda en ruta y no llega a la hora establecida al molino) del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla. Dicho problema ha generado aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, durante los últimos cinco años.

La casusa principal de la problemática central es la falta de plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros, por lo que es necesario implementar la presente propuesta que busca dar solución a tal problema. De no implementarse la propuesta, (según anexo 8) continuarán las fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros (la caña se queda en ruta y no llega a la hora establecida al molino) del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla, y consecuentemente, el aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24, horas ascenderán a 1,741 quejas para el año 2026.

Por contrario, al implementarse la propuesta, se logrará evitar las fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros, esto ayudará a reducir el número de quejas a 392 para el mismo año (2026).

## **Metodología**

La metodología utilizada para comprobar o rechazar la hipótesis, a continuación:

### **Métodos**

Métodos utilizados en la formulación de la hipótesis:

#### **a. Método Deductivo**

El Método Deductivo fue el método principal para redactar la hipótesis. Con la aplicación de conocimientos generales mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla. se llegó a la comprobación de la hipótesis.

#### **b. Método del Marco Lógico o la Estructura Lógica**

Con la ayuda del Marco Lógico se formuló la hipótesis y se identificaron sus variables; independiente y dependiente. Permitted encontrar un lugar donde existiera un problema y analizar la factibilidad de una propuesta; descrita en los resultados, para ayudar a solucionar el problema. También ayudó a determinar el tiempo que se utilizaría en el desarrollo de la investigación y se diagramó el árbol de problemas e hipótesis y objetivos encontrados en el anexo 1, y se definieron los objetivos.

Métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis:

#### **a. Método Inductivo**

Se estudian los fenómenos particulares, que darán soluciones generales. Se obtuvieron los resultados de la problemática, se utilizó para realizar encuestas y para diseñar conclusiones, de esta forma poder llegar a la hipótesis planteada.

#### b. Método de Síntesis

Seguido de interpretar los datos de la información, se utilizó el Método de Síntesis, para obtener en resumen la información global de la investigación realizada en campo. La síntesis nos sirvió para mostrar datos que ayudaron a la comprobación de la hipótesis y para obtener conclusiones y recomendaciones de este trabajo.

#### c. Método Estadístico

Estos métodos fueron utilizados con el objetivo de la comprobación de la hipótesis de la investigación. A través de boletas se encuestó al tamaño de la muestra de la población finita cualitativa, de esta forma se recolectaron datos concernientes al efecto, problema y causa. Luego se procedió a tabular los datos en valores absolutos y relativos para su respectiva interpretación.

Hacen uso de este método, se tabularon los resultados de la encuesta, en los cuadros y gráficas, para comprobar la variable “Y” y la variable “X”, así mismo para comprobar el problema.

### **Técnicas**

Las técnicas de investigación para la formulación de hipótesis, se describen a continuación:

#### a. Lluvia de Ideas

Se utilizó esta técnica para recopilar ideas de la problemática de todos los trabajadores (conductores de camiones) en Ingenio Magdalena.

#### b. Observación Directa

Esta técnica se utilizó directamente en Ingenio Magdalena, con la cual se observaron las fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros y el efecto que causa a nivel de quejas por los frentes de corte de caña.

### c. Investigación Documental

Con esta investigación se obtuvieron datos del efecto, con los cuales se realizó una proyección y correlación para la justificación de la problemática. Se investigó en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla, el aumento del número de quejas.

Técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis

Para la comprobación de la hipótesis se aplicaron las siguientes herramientas:

#### a. Cuestionario

Se elaboró un cuestionario para investigar el efecto (variable dependiente “Y”) y otro cuestionario para investigar la causa (variable independiente “X”), y para el problema, se distribuyó el mismo a la muestra.

#### b. Entrevista

Una vez formada una idea general de la problemática, se procedió a entrevistar a trabajadores (conductores de camiones) de Ingenio Magdalena, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada.

Para la entrevista se diseñaron boletas de investigación, para comprobar la variable dependiente “X” (Causa) e independiente “Y” (Efecto) de la hipótesis, esto fue realizado con el mismo personal que trabaja dentro del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.

#### c. Encuesta

Previo a desarrollar la encuesta, se procedió al diseño de las boletas de investigación, con el propósito de comprobar la variable dependiente e independiente, es decir, el efecto y la causa principal de la hipótesis previamente formulada, además de comprobar el problema o causa intermedia.

Las boletas, previo a ser aplicadas a la población respectiva, tuvieron un proceso de prueba, con el fin, de hacer más efectivas las preguntas y propiciar que las respuestas proporcionaran la información requerida, después de ser aplicada.

#### d. Determinación de la población a investigar

Para determinar el tamaño de la muestra representativa, de la población total a investigar en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.”, se resolvió la ecuación matemática del método estadístico de la población finita cualitativa.

#### e. Análisis

Esta técnica se aplicó al interpretar los datos tabulados en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, “Y” y “X”, que tuvieron como objeto la comprobación de la hipótesis.

#### f. Correlación

Sirvió para conocer el grado de relación lineal existente entre las variables dependiente e independiente. Se tomó como base el aumento del número de quejas, durante los años 2017 a 2021, el resultado del cálculo del coeficiente de correlación fue de 0.97, que está dentro de los parámetros de aceptación  $r = (\text{de } \geq \pm 0.8 \text{ a } \leq \pm 1)$ .

#### g. Proyección

Dados los resultados obtenidos en la correlación, estos son proyectados para los próximos 5 años (2022 a 2026), se obtiene de esta manera el comportamiento del efecto para dichos años sin la implementación de la propuesta, posteriormente se realizan cálculos matemáticos para determinar el comportamiento del efecto a implementar la propuesta y se grafica la respectiva información Los anexos son:

### **Comprobación de la hipótesis**

Contiene los datos obtenidos del trabajo realizado a la población objeto de estudio (Ingenio Magdalena) por medio de cuestionarios, para comprobar las variables X y Y.

Los registros obtenidos fueron tabulados en cuadros y representados gráficamente con su referente análisis. Posteriormente se realizaron las conclusiones finales del estudio con sus respectivas recomendaciones.

### **Anexos**

El estudio contiene ocho anexos, los cuales son; modelo de investigación y proyectos dominó, árbol de problemas, hipótesis causal e interrogativa, árbol de objetivos, diagrama del medio de solución de la problemática, boleta de investigación para la comprobación del efecto general, boleta de investigación para la comprobación de la causa principal, anexo metodológico comentado sobre el cálculo de la muestra, anexo metodológico comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación y anexo metodológico de la proyección..

### **Resultados para solución de la problemática**

#### **Resultado 1. Se cuenta con una Unidad Ejecutora**

La Unidad Ejecutora está estructurada por la gerencia del personal de mantenimiento en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.

Es la que provee los recursos necesarios para el cumplimiento y ejecución de la presente propuesta, son estos, recursos materiales, humanos y tecnológicos.

Actividad No. 1. Selección y contratación de personal

Actividad No. 2. Adquisición de equipo

Actividad No. 3. Presentación

#### **Resultado 2. Se cuenta con Plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.**

Este resultado que se desarrolla a continuación, enumera las líneas generales de acción (políticas) que regirán el proceso de la propuesta en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla

Actividad No. 1. Indicaciones generales del plan de mantenimiento

Actividad No. 2. Contenido de plan de mantenimiento

Actividad No. 3. Realización del plan

**Resultado 3. Se cuenta con un programa de capacitación.**

Para responder a la problemática que aqueja en Ingenio Magdalena, la cual presenta aumento el número de quejas por los frentes de corte de caña, se realizaran capacitaciones a los trabajadores del área de mantenimiento y de oficina con la finalidad de dar a conocer el plan de mantenimiento preventivo para camiones cañeros.

Actividad No. 1. Convocatoria al personal

Actividad No. 2. Metodología de capacitación

Actividad No. 3. Temas a capacitar

**Otros Anexos:** Anexo 2: Matriz de la estructura lógica, anexo 3. Flujograma de mantenimiento preventivo y anexo 4. Flujograma de materiales de mantenimiento.

## **II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Durante la elaboración de la presente propuesta, se llegó a la siguiente conclusión y su respectiva recomendación

### **II.1. Conclusión**

Se comprueba la hipótesis: “El aumento de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla en los últimos 5 años, por fallas mecánicas de los Camiones Cañeros, es debido a la falta de plan de mantenimiento preventivo”.

### **II.2. Recomendación**

Implementar la propuesta: “Plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla”.

## **ANEXOS**

### **Anexo 1. Descripción general de la propuesta**

La presente propuesta fue diseñada como solución a la problemática existente en Ingenio Magdalena, la cual establece el aumento del número de quejas por los frentes de corte de caña en Ingenio Magdalena, La Democracia en los últimos 5 años.

#### **1.1. Descripción de resultados**

El trabajo busca implementar una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros de Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.

La propuesta está integrada por tres resultados que se detallan en seguida:

#### **Resultado 1. Se cuenta con una Unidad Ejecutora**

Para alcanzar los objetivos trazados, la Unidad Ejecutora es parte fundamental, por consiguiente, es necesario fortalecerla.

La Unidad Ejecutora la constituye: el personal de coordinación de mantenimiento de Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla. Todos los recursos financieros, humanos y tecnológicos que encaminarán la implementación correcta de la presente propuesta serán provistos por la Unidad Ejecutora. Para el desarrollo del presente resultado, se llevaron a cabo las siguientes actividades:

##### **Actividad 1. Selección y contratación de personal**

El personal necesario es un Ingeniero Industrial y un supervisor de Logística.

La selección de personal inició con la convocatoria donde se anunciaron las vacantes disponibles en los diversos medios de comunicación, a continuación, se recibieron las hojas de vida de los participantes. La selección permitió elegir entre los postulantes a aquellos que se ajustarán a las demandas del puesto. Luego se contrató al personal seleccionado, acorde con el Código de Trabajo. La inducción al personal quedó a cargo del Departamento de Recursos Humanos de la empresa.

### Actividad 2. Adquisición de equipo

Para realizar las actividades concernientes a la presente, se compró el siguiente equipo: casco, zapatos industriales, herramientas de mecánica general, gafas de seguridad, linterna, uniforme de trabajo y guantes.

### Actividad 3. Presentación

Los nuevos miembros del equipo son presentados de manera general en cada sección de la empresa, se les da la respectiva inducción y herramienta de trabajo necesaria para la realización de sus labores.

**Resultado 2. Se cuenta con Plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla. El cual se aprobará mediante su divulgación y aprobación.**

Dicho resultado está dividido en tres actividades las cuales son:

Actividad No.1 Indicaciones generales del plan de mantenimiento.

#### 1. Consideraciones:

Este plan tiene como objetivo ser un documento práctico proporcionan la información necesaria a fin asegurar la permanencia regular del funcionamiento de camiones reducen la probabilidad de desperfectos mecánicos. Con la finalidad de evitar las demoras en los tiempos de transportes

A continuación, se detalla el plan mediante formatos los cuales se determinan como herramientas útiles que ayudaran al desempeño óptimo de los camiones.

#### Actividad No. 2. Contenido de plan de mantenimiento

El contenido para la elaboración del plan de mantenimiento es:

Programa de mantenimiento preventivo, procedimiento para Materiales de Mantenimiento, check-lists u hojas de verificación, instructivos de actividades de mantenimiento y ordenes de Trabajo.

### Actividad No 3. Realización del plan

#### 1. Programa de mantenimiento preventivo

##### 1.1. Consideraciones generales

En el programa que a continuación se presenta se describen los trabajos de mantenimiento que son desarrollados con ciertos periodos de tiempo. Dichas actividades se caracterizan por el mayor nivel de complejidad y por la menor frecuencia en la realización de las mismas.

Programa de mantenimiento preventivo								
No. de placa:	XXX		Año de fabricación:	XXX		Marca:	XXX	
Cada 10000 km								
Controles	Fecha:		Fecha:		Fecha:		Fecha:	
	Programado	Ejecutado	programado	ejecutado	Programado	Ejecutado	Programado	Ejecutado
Cambio de aceite de motor								
Cambio filtro aceite								
Cambio filtros de combustible								
Cambio filtro de separador de agua								
Engrase general								
Responsable								
Firma								
Cada 50000 km								
Controles	Fecha:		Fecha:		Fecha:		Fecha:	
	Programado	Ejecutado	programado	ejecutado	Programado	Ejecutado	Programado	Ejecutado
Revisar fallas en funcionamiento de turbo								
Limpieza de radiador y enfriador de aire								
Revisión estado y tensión de fajas								
Cambiar líquido refrigerante								
Cambio de aceite en caja de cambios								
Cambio de aceite de corona								
Cambio de aceite de reductor								
Cambio de aceite hidráulico								
Cambio de filtro hidráulico								
Responsable								

Firma								
Cada 3 meses								
Controles	Fecha:		Fecha:		Fecha:		Fecha:	
	Programado	Ejecutado	programado	ejecutado	Programado	Ejecutado	Programado	Ejecutado
Cambio filtros de aire								
Limpieza de tanque de combustible								
Revisión amortiguadores y barra								
Responsable								
Firma								
Cada 18 meses								
Controles	Fecha:		Fecha:		Fecha:		Fecha:	
	Programado	Ejecutado	programado	ejecutado	Programado	Ejecutado	Programado	Ejecutado
Cambio de batería								
Responsable								
Firma								

Fuente: Elaboración propia

## 1.2. Procedimiento para materiales de mantenimiento

No.	Etapas	Actividad	Responsable
1	Inspección del vehículo.	Verificar el estado actual del camión.	Operario.
2.	Diagnóstico del vehículo	Analizar la identificación de fallas dentro del vehículo.	Jefe de taller.
3.	Entregar lista de inspección al coordinador de compras.	Gestiona costos sobre los equipos nuevos a utilizar.	Depto. compras.
4	Verificación de las fallas del vehículo.	Determinar lo que se necesite	Depto. compras..
5.	Priorizar trabajo de mantenimiento y estima sus costos.	Priorizar compras para su gestión.	Depto. compras.
6.	Solicitud requiere ser aprobada por el presidente.	La toma de decisión de compra lo aprueba el departamento de jefatura.	Depto. de jefatura.
7.	Genera orden de trabajo.	El departamento de jefatura entrega la orden al departamento de gestión de compras para su seguimiento.	Depto. de jefatura
8	Se entrega la orden de trabajo.	El departamento es el encargado de hacer cotización de las compras.	Depto. compras.
9.	Solicita material para desarrollar la actividad.	Realiza el mantenimiento o el remplazo de piezas de la maquinaria.	Técnico de mantenimiento.
10.	El almacén es el encargado de entregar las piezas o remplazos.	El almacén entrega y registra la salida de las piezas o remplazos al técnico.	Almacén.
11.	Personal del mantenimiento realizan el trabajo asignado.	El técnico realiza las actividades ya programadas.	Técnico de mantenimiento
12.	Personal de mantenimiento reportan los materiales utilizados.	El almacén registra la entrega de equipos utilizados en la operación de los técnicos.	Almacén
13.	almacén cierra la orden de trabajo y registra los datos en el historial de los vehículos.	El encargado del almacén archiva las actividades realizadas del vehículo para su historial.	Almacén

Fuente: Elaboración propia

### 1.3. Check-lists u hojas de verificación

#### 1.3.1. Consideraciones

Este formato es creado para las actividades repetitivas, tiene como fin controlar el cumplimiento de las mismas de manera sistemática.

Formato de check-List			
Vehículo descripción: _____			
Placa del vehículo: _____			
Fecha de inspección: _____			
Nombre del conductor: _____			
Verificación antes de conducir el vehículo			
Descripción	Aceptación	Mala función	Falla
Verificar nivel de combustible			
Verificar presencias de fugas de hidrocarburos y de aire (aceite en el motor, aceite en la caja, aceite en el diferencial, combustible, anticongelante)			
Niveles de aceite de motor			
nivel del aire en el marcador de aire			
Nivel de agua/ refrigerante			
Limpia parabrisas			
Cinturón de seguridad			
Válvula estacionaria (chechar posición de la válvula si la válvula esta accionada hacia dentro el camión esta libre si la válvula esta hacia fuera el camión está a frenado)			
Embrague y caja de cambios			
Espejos limpieza y ajuste			
Puertas y seguros de puertas			
Dirección (en caso de ser dirección hidráulica probar suavemente)			
Verificar el correcto funcionamiento de: Luces frontales, luces traseras, luces laterales, direccionales, intermitentes, faros reverseros, faros laterales			
Verificación de indicadores de tablero, aceite, voltaje, temperatura			
Verificación de los acumuladores (baterías)			
Revisión el sistema hidráulico por presencia de fugas			
Inspección visual de los neumáticos desgaste normal, falta de presión de aire			
Revisión visual del eje delantero: Muelles, bujes, pernos, rotochamber, porta gavilán, balatas			
Después de encender el motor escuche con atención para detectar sonidos anormales de mecanismos			

Cuando el vehículo esté en marcha aplique los frenos a baja velocidad para verificar el correcto funcionamiento de los mismos			
Fallas de vehículo deben ser reportadas de inmediato			
<b>Firma del Operador</b> -----		<b>Firma del jefe</b> -----	

Fuente: Elaboración propia.

#### 1.4. Instructivos de actividades de mantenimiento

##### 1.4.1. consideraciones

Para ejecutar el mantenimiento se exponen a continuación algunas actividades importantes:

- a) Actividades de mantenimiento diario
- b) Actividades de mantenimiento semanal
- c) Actividades de mantenimiento mensual
- d) Actividades de mantenimiento semestral
- e) Actividades de mantenimiento anual

##### 1.4.2. Actividades de mantenimiento diario

	<b>Instructivo de actividades de Mantenimiento diario</b>		<b>Código:</b>
			<b>Versión:</b>
			<b>Página: 1 de 2</b>
Frecuencia	Actividad	Responsable	Firma
Diario	Verificación del nivel de agua en el radiador	Operador	
	Verificar nivel de aceite del motor	Operador	
	Verificar presión de aire en las llantas	Operador	
	Verificar presión de aire en el marcador de aire del tablero de la cabina	Operador	
	Verificar funcionamiento de las luces frontales	Operador	
	Verificar el funcionamiento de las luces laterales	Operador	
	Verificar el funcionamiento de las intermitentes y luces de reverseros	Operador	
	Purgación de tanques de aire	Operador	

Fuente: elaboración propia

#### 1.4.3. Actividades de mantenimiento semanal

	<b>Instructivo de actividades de Mantenimiento semanal</b>	<b>Código:</b>	
		<b>Versión:</b>	
		<b>Página: 1 de 2</b>	
<b>Frecuencia</b>	<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Firma</b>
Semanal	Verificación de muelles y perchas	Mecánico	
	Verificación de nivel de aceite de transmisión	Mecánico	
	Verificación de tención de los tensores de las perchas	Mecánico	
	Verificación de los amortiguadores	Mecánico	
	Verificación de mangueras de aire	Mecánico	
	Verificación de mangueras hidráulicas	Mecánico	
	Verificación visual del radiador	Mecánico	
	Verificación de los rotochambles y gavilanes de porta balata	Operario y mecánico	
Rellenado de aceite de la caja de velocidad	Mecánico		

Fuente: elaboración propia

#### 1.4.4. Actividades de mantenimiento mensual

	<b>Instructivo de actividades de Mantenimiento mensual</b>	<b>Código:</b>	
		<b>Versión:</b>	
		<b>Página: 1 de 2</b>	
<b>Frecuencia</b>	<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Firma</b>
Mensual	Verificación del sistema de aire de frenos	Mecánico	
	Inspección del componente del sistema hidráulico	Mecánico	
	Cambio de aceite de motor	Mecánico	
	Cambio de filtros de aceite, agua y combustible	Mecánico	
	Verificación del aceite de los hidráulicos	Mecánico	
	Limpieza del tanque de combustible	Mecánico	
	Sondeo del radiador	Mecánico	
	Lavado de motor y chasis del camión	mecánico	
Relleno de aceite de transmisión	Mecánico		

Fuente: elaboración propia

#### 1.4.5. Actividades de mantenimiento semestral

	<b>Instructivo de actividades de Mantenimiento semestral</b>	<b>Código:</b>	
		<b>Versión:</b>	
		<b>Página: 1 de 2</b>	
<b>Frecuencia</b>	<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Firma</b>
Semestral	Alineación y balanceo del camión	Mecánico	
	Limpieza de inyectores	Mecánico	
	Cambio de aceite de la caja de velocidades	Mecánico	
	Cambio de filtros de aceite, agua y combustible	Mecánico	
	Cambio de mangueras del sistema hidráulicos de la bomba sustra en las alzadoras e camiones	Mecánico	
	Cambio de rodamientos de llantas	Mecánico	
	Cambio de la rondana de paro de la caja de velocidades del camión	Mecánico	
	Cambio de pastas del kit de clutch ( si es que conveniente)	mecánico	

Fuente: elaboración propia

#### 1.4.6. Actividades de mantenimiento anual

	<b>Instructivo de actividades de Mantenimiento anual</b>	<b>Código:</b>	
		<b>Versión:</b>	
		<b>Página: 1 de 2</b>	
<b>Frecuencia</b>	<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Firma</b>
Anual	Rotar o cambiar llantas del camión	Mecánico	
	Escaneo de motor	Mecánico	
	Lavado de chasis y motor	Mecánico	
	Cambio de repuestos de rotochambles	Mecánico	
	Cambio de repuesto de la válvula r12	Mecánico	
	Cambio de la válvula 1000 repartidora	Mecánico	

Fuente: elaboración propia

#### 1.5. Órdenes de Trabajo

Las OT serán emitidas por el jefe de mantenimiento tanto en las tareas de Mantenimiento Preventivo como las de Mantenimiento Correctivo.

	<b>ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO</b>				<b>Código:</b> _____
					<b>Versión:</b> _____
					<b>Revisión:</b> _____
					<b>Fecha:</b> _____
No. Orden:	De <input type="text"/>	Placa vehículo:	del <input type="text"/>	Kilometraje:	<input type="text"/>
Tipo vehículo:	de tracto <input type="checkbox"/>	furgón <input type="checkbox"/>	plataforma <input type="checkbox"/>	baranda <input type="text"/>	Cama baja <input type="checkbox"/>
Mantenimiento preventivo: Actividades y controles a realizar	Responsable	Ejecutado por	Fecha de programación	Fecha de ejecución	
1.					
2.					
3.					
4.					
Mantenimiento correctivo					
1.					
2.					
3.					
4.					
Observaciones: ----- ----- ----- --				Jefe de mantenimiento:	

Fuente: elaboración propia

### 1.6. Costos de las órdenes trabajo

	<b>Costo de mantenimiento</b>		<b>Código:</b> _____
			<b>Revisión:</b> _____
			<b>Versión:</b> _____
			<b>Fecha:</b> _____
<b>Fecha</b>	<b>Descripción</b>	<b>Importe</b>	
REVISADO: _____		FECHA: _____	

Fuente: Elaboración propia.

### **Resultado 3. Se cuenta con un programa de capacitación**

#### Actividad 1. Convocatoria al personal

Se convoca a todo el personal mediante anuncios y afiches colocados en lugares específicos de las instalaciones del Ingenio Magdalena.

#### Actividad 2. Metodología de capacitación

Se utilizará un grado de interacción de trabajo en conjunto facilitador-participante, de modo de capacitar a los trabajadores de taller y área administrativa.

#### Actividad 3. Temas a capacitar

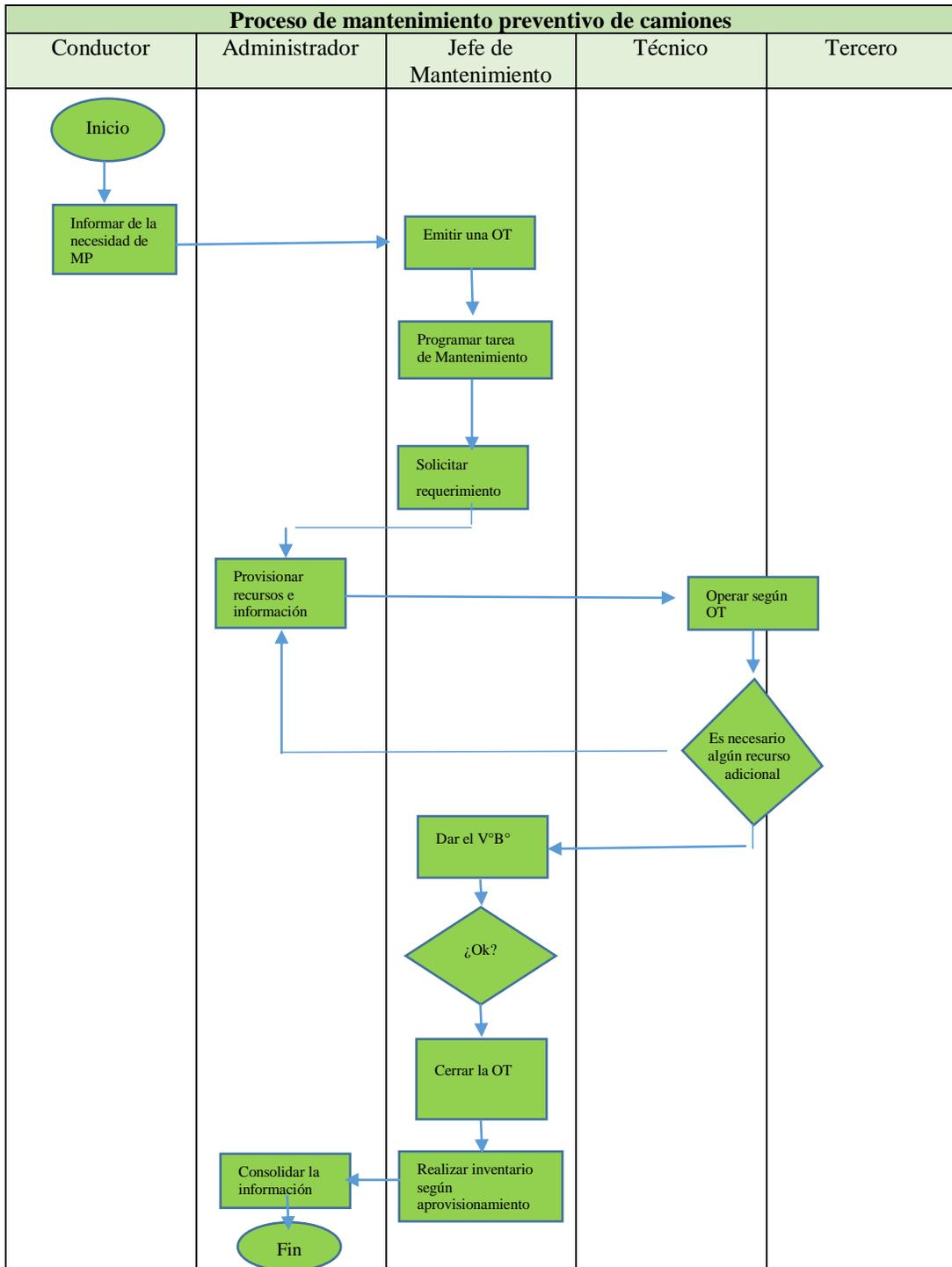
Fecha	Actividad	Hora	Ubicación	Responsable
15/12/2019	Bienvenida y presentación	9.00 a.m.-9.30 a.m.	Salón del ingenio	Coordinador del área de mantenimiento
15/12/2019	Módulo I Identificación del programa de mantenimiento preventivo	9.30 a.m.-12.00 a.m.	Salón del ingenio	Coordinador del área de mantenimiento
15/12/2019	Almuerzo	12.00 a.m.-1.00 p.m.		
15/12/2019	Módulo II Herramientas para la optimización de mantenimiento	1.00 p.m.-3.00 p.m.	Salón del ingenio	Coordinador del área de mantenimiento
15/12/2019	Módulo III Orden y limpieza	3.00 p.m.-5.00 p.m.	Salón del ingenio.	Coordinador del área de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 2. Matriz de la estructura lógica

Componentes	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
<p><b>Objetivo general</b> Reducir el número de quejas por los frentes de corte de caña al no cumplir la cuota de caña en las 24 horas, en Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.</p>	<p>Reducir el número de quejas por los frentes de corte de caña en un 80% al cuarto año.</p>	<p>Parámetros de control de calidad y de eficiencia, Reportes de reclamos del ingenio.</p>	<p>Los trabajadores del área de mantenimiento están dispuestos a apoyar al estar capacitados.</p>
<p><b>Objetivo específico</b> Evitar fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros (la caña se queda en ruta y no llega a la hora establecida al molino) del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.</p>	<p>Evitar fallas mecánicas en ruta de los camiones cañeros en un 80% al cuarto año.</p>	<p>Reportes de fallas mecánicas.</p>	<p>El coordinador de mantenimiento, jefe de logística y supervisor de mecánica general, monitorearán el mantenimiento preventivo.</p>
<p><b>Resultado 1:</b> Se cuenta con una Unidad Ejecutora</p>			
<p><b>Resultado 2:</b> Se cuenta con Plan de mantenimiento preventivo para Camiones Cañeros del Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla.</p>			
<p><b>Resultado 3:</b> Se cuenta con un programa de capacitación.</p>			

### Anexo 3. Flujograma de mantenimiento preventivo



### Anexo 4. Flujograma de materiales de mantenimiento

