

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica

Trabajo de Investigación

**Diseño de plan de reducción de costos en el área de
mantenimiento de una empresa de concretos
ubicada en la ciudad de Arequipa 2019**

Oscar Augusto Monroy Salazar

Para optar el Grado Académico de
Bachiller en Ingeniería Mecánica

Arequipa, 2019

Repositorio Institucional Continental

Trabajo de Investigación



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer primero a Dios por permitirme llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr uno de mis objetivos.

A mi familia por apoyarme en cada uno de mis objetivos como culminar mi carrera de Ingeniería Mecánica.

A mis docentes que me han formado profesionalmente durante estos años, en especial a mi asesor Alain Sánchez por su apoyo incondicional.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación a mi madre y hermana, quienes son mi guía desde la infancia y de las cuales siempre recibí el aliento que me permitió llegar hasta aquí.

A mi futura esposa Anyela, por apoyarme y animarme día a día para lograr y alcanzar mis sueños profesionales y personales.

A mi pequeña Luana por la que velare y estaré pendiente siempre.

INDICE

AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA	iii
INDICE	iv
RESUMEN.....	ix
INTRODUCCION.....	x
CAPÍTULO I:.....	1
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema	1
1.2. Planteamiento del problema	1
1.2.1. Formulación del problema.....	2
1.3. Objetivos	2
1.4. Justificación e importancia.....	3
CAPÍTULO II:.....	4
MARCO TEÓRICO	4
2.1. Antecedentes del problema	4
2.2.1. Teoría del mantenimiento.....	8
2.2.2. Definición de mantenimiento	8
2.2.3. Tipos de mantenimiento	9
2.2.4. Objetivos de mantenimiento	10
2.2.5. Importancia del mantenimiento	10
2.2.6. Planeamiento y programación de mantenimiento.....	10
2.2.7. Indicadores de mantenimiento	11
2.2.8. Definición de Costos	11
2.2.9. Costos.....	11
2.2.10. Costos de mantenimiento	12
2.3. Definición de términos básicos	12
CAPÍTULO III:.....	15
METODOLOGIA	15
3.1. Metodología.....	15
3.1.1. Métodos, y alcance de la investigación	15
3.1.2. Diseño de la investigación.....	15
3.1.3. Población y muestra.....	15

3.1.4. Técnicas de recolección de datos	16
3.1.5. Técnicas de análisis de datos	16
CAPÍTULO IV:	17
ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCION	17
4.1. Análisis estadístico	17
4.2. Identificación de los requerimientos	31
4.2.1. Lista de exigencias.....	31
Se presenta la siguiente lista de exigencias para el proyecto de investigación:.....	31
4.2.2. Matriz morfológica	32
4.2.3. Situación actual.....	32
4.2.4. Problemática	33
4.3. Análisis de solución	36
4.4. Diseño	39
CAPÍTULO V: CONSTRUCCION.....	43
5.1. Construcción	43
5.2. Pruebas y resultados.....	44
5.2.1. Indicadores	44
Se muestra una tabla detallada de los indicadores	44
5.2.2. Beneficio / Costo	50
CONCLUSIONES	52
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
ANEXO 1:.....	55
ANEXO 2:.....	57
DATOS DE LA EMPRESA.....	57
ANEXO 3:.....	62
ANEXO 4:.....	68
ANEXO 6:.....	80

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Pregunta 1	18
Tabla 2: Pregunta 2	19
Tabla 3: Pregunta 3	20
Tabla 4: Pregunta 4	21
Tabla 5: Pregunta 5	22
Tabla 6: Pregunta 6	23
Tabla 7: Pregunta 7	24

Tabla 8: Pregunta 8	25
Tabla 9: Pregunta 9	26
Tabla 10: Pregunta 10	27
Tabla 11: Cuadro de cruce de indicadores y variables.....	30
Tabla 12: Sub causas.....	31
Tabla 13: Indicadores.....	32
Tabla 14: Deseos o exigencias	32
Tabla 15: Equipos por negocio	33
Tabla 16: Frecuencia de mantenimientos.....	34
Tabla 17: Disponibilidad de equipos.....	34
Tabla 18: Costo real de mantenimiento.....	34
Tabla 19: Costo presupuestado de mantenimiento.....	35
Tabla 20: Costo Real Vs Costo Presupuestado.....	35
Tabla 21: Costo de mantenimiento preventivo y correctivo.....	35
Tabla 22: % Costo de mantenimiento preventivo y correctivo.....	36
Tabla 23: Costo mantenimiento preventivo empresa propia.....	37
Tabla 24: Costo mantenimiento preventivo empresa concesionaria.....	37
Tabla 25: Costo mantenimiento preventivo empresa tercera.....	37
Tabla 26: Costo mantenimiento preventivo mecánicos propios.....	38
Tabla 27: Costo mantenimiento preventivo mecánicos terceros.....	38
Tabla 28: Costo de mantenimiento preventivo mecánicos terceros.....	38
Tabla 29: Filtros mantenimientos preventivos.....	39
Tabla 30: Formato programa de mantenimiento.....	39
Tabla 31: Formato programa proyectado de mantenimientos preventivos.....	39
Tabla 32: Costo de mecánico tercicos vs costo de mecánico propio	40
Tabla 33: Costo de capacitación análisis causa raíz.....	41
Tabla 34: Costo de programa de engrase.....	41
Tabla 35: Costo de mantenimientos preventivos.....	41
Tabla 36: Costo de mantenimientos preventivos por empresa tercera	42
Tabla 37: Tiempos promedio de demora por cada tipo de mantenimiento	42
Tabla 38: Costo de mantenimiento preventivo.....	43
Tabla 39: Costo de mantenimiento preventivo mecánico propio.....	43
Tabla 40: Cronograma.....	43
Tabla 41: Costos del programa de capacitación.....	44
Tabla 42: Indicadores de mantenimiento.....	44

Tabla 43: Costo por horómetros recorridos.....	45
Tabla 44: Costo mantenimiento preventivo/ Costo total de mantenimiento.....	46
Tabla 45: Costo mantenimiento correctivo/ Costo total de mantenimiento.....	46
Tabla 46: Costo mantenimiento tercero/ Costo mantenimiento correctivo.....	47
Tabla 47: Costo mantenimiento tercero / Costo total de mantenimientos.....	48
Tabla 48: % Cumplimiento de mantenimientos preventivos.....	49
Tabla 49: Comparación Indicadores finales.....	50
Tabla 50: Beneficio total de la propuesta	51
Tabla 51: Costo total de la propuesta	51
Tabla 52: Plan de mantenimiento mixer volvo.....	62
Tabla 53: Plan de mantenimiento volquetes	68
Tabla 54: Plan de mantenimiento línea amarilla.....	74

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mantenimiento siglo XX	8
Figura 2: Pregunta 1	19
Figura 3: Pregunta 2	20
Figura 4: Pregunta 3	21
Figura 5: Pregunta 4	22
Figura 6: Pregunta 5	23
Figura 7: Pregunta 6	24
Figura 8: Pregunta 7	25
Figura 9: Pregunta 8	26
Figura 10: Pregunta 9	27
Figura 11: Pregunta 10	28
Figura 12: Diagrama de Ishikawa.....	28
Figura 13: Diagrama de Pareto.....	30
Figura 14: Matriz morfológica.....	32
Figura 15: Formato análisis causa raíz	40
Figura 16: Costos por horómetros recorridos.....	45
Figura 17: Costo mantenimiento preventivo/ Costo total de mantenimiento.....	46
Figura 18: Costo mantenimiento correctivo/ Costo total de mantenimiento.....	47

Figura 19: Costo mantenimiento tercero/ Costo mantenimiento correctivo.....	48
Figura 20: Costo tercero de mantenimiento/ Costo total de mantenimientos.....	48
Figura 21: % Cumplimiento de mantenimiento preventivos.....	49
Figura 22: Organigrama general de la empresa.....	58
Figura 23: Plano de la planta AQP.....	59
Figura 24: Organigrama de mantenimiento.....	60
Figura 25: Mixer volvo.....	62
Figura 26: Volquete volvo	68
Figura 27: Cargador CAT.....	74
Figura 28: Programa y ejecución de mantenimientos preventivos.....	81
Figura 29: Planificación de mantenimientos.....	83
Figura 30: Modulo SAP	84

RESUMEN

Este trabajo de investigación consiste en el Diseño de plan de reducción de costos en el área de mantenimiento de una empresa de concretos ubicada en la ciudad de Arequipa.

El problema de investigación parte de analizar por qué a lo largo del último año se han registrado números no aceptables respecto a los costos del área de mantenimiento, ya que se ha registrado un desfase en un versus de los mantenimientos correctivo y preventivos, pudiendo ser por una pésima gestión de mano de obra y repuestos

Con esta investigación se podrá lograr disminuir los costos del área de mantenimiento de la empresa a estudiar.

Se logró reducir la mano de obra utilizada y los costos de los repuestos en el área de mantenimiento.

Se optimizo los tiempos de entrega de los equipos al área de operaciones.

Se logró mejorar la gestión de mantenimiento con los formatos propuestos.

Términos claves: Concreto, Mantenimiento, Costos, Metodología, Procedimiento y Diseño.

INTRODUCCION

La presente investigación tiene el fin reducir los costes en el área de mantenimiento de una empresa de concretera con la adecuada gestión de mano de obra y repuestos.

La empresa se verá beneficiada en atender en el tiempo oportuno a sus clientes de acuerdo a su programa de despachos, lo que por ende generará mayores ingresos en ventas. Para ello se analizaron los principales problemas que tiene el área para luego plantear las posibles soluciones planteadas para lograr el objetivo planteado.

Se tiene el siguiente esquema:

Capítulo I: Planteamiento del estudio en el cual se formuló el problema, los objetivos, justificación e importancia.

Capítulo II: Marco teórico respecto a mantenimiento

Capítulo III: La metodología a usar.

Capítulo IV: Análisis y diseño de la solución

Capítulo V: Análisis de resultados

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.2. Planteamiento del problema

La empresa a investigar tiene 3 tipos de comercio en el Perú, tales como:

- a) Premezclado en las ciudades de Arequipa, Moquegua, Tacna, Cusco, Ilo, Juliaca y Puerto Maldonado
- b) Agregados en las ciudades de Arequipa, Cusco, Tacna y Moquegua.
- c) Prefabricados en la ciudad de Arequipa

Dentro de sus operaciones se cuenta con los siguientes equipos de línea blanca y amarilla, tales como:

- a) Mixer con un total de 126 unidades
- b) Volquetes con un total de 68 unidades
- c) Línea amarilla con un total de 30 unidades
- d) Bombas concreteras con un total de 41 unidades

En esta investigación trabajaremos con los equipos línea blanca y amarilla (equipos móviles), ya que el último año se han obtenido indicadores indeseados referidos a los costes del área de mantenimiento que están afectando significativamente a la empresa a estudiar.

Esto se debería a existencias del desfasado de los indicadores de los mantenimientos preventivos contra los correctivos, lo que nos lleva a pensar que existe una pésima gestión y control de mantenimientos preventivos acreciendo los costos en mano de obra y repuestos, adicionalmente del perjuicio en la entrega fuera del tiempo establecido de lo que normalmente dura un mantenimiento preventivo o correctivo.

1.2.1. Formulación del problema

a) Problema General

¿Diseñando un plan de mejora se puede reducir costos en el área de mantenimiento?

b) Problemas específicos

¿Se puede disminuir los costos en el área de mantenimiento teniendo una mejor planificación de mantenimientos?

¿Se puede disminuir los costos en el área de mantenimiento teniendo un mejor control de la mano de obra?

¿Se puede disminuir los costos en el área de mantenimiento mejorando la gestión de compras de repuestos?

¿Se puede disminuir tiempos de entrega de equipos en mantenimiento a operaciones?

1.3. Objetivos

a) Objetivo general

Diseñar un plan de reducción de costos en el área de mantenimiento de la empresa de concretos ubicada en la ciudad de Arequipa 2019.

b) Objetivos específicos

Esta investigación nos va a permitir lo siguiente:

- a) Mejorar la gestión de mantenimiento.
- b) Reducir costos de mano de obra tercerizada en el área de mantenimiento.
- c) Reducir costos de repuestos en el área de mantenimiento.
- d) Mejorar los tiempos de entrega al área de operaciones.

1.4. Justificación e importancia

Esta investigación tiene como objetivo disminuir los costos del área de mantenimiento de una empresa de concretos mediante la aplicación de una propuesta metodológica con lo que se beneficiara la empresa tanto en reducir costos, mejorar disponibilidad de unidades teniendo así una mejor gestión y brindando una buena imagen de atención al cliente.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

El problema a investigar contribuirá en la empresa a la reducción de los costos de mantenimiento, para lo cual se requiere tener las bases teóricas del crecimiento de la industria (mantenimiento) a lo largo de los años y el importante aporte que le dará a la empresa:

Se tiene los siguientes antecedentes:

- **Internacionales:**

- a) Propuesta de plan de mantenimiento para una empresa de arriendo de maquinaria pesada y camiones: Propuesta de plan de mantenimiento para una empresa de arriendo de maquinaria pesada y camiones” consiste en contribuir con una herramienta que mejore y facilite los proceso de mantenimientos para empresas que se dediquen al arriendo de maquinaria y camiones, ya sea en el control de repuestos, la generación de pautas de mantenimientos, mejorar los tiempos de reparaciones, disminuir las reparaciones correctivas (Fernández, 2014).

Según la investigación de Fernández aplicada a una empresa del rubro de alquiler de maquinaria pesada y camiones lo que quiere es brindar mejoras en el área de mantenimiento, para lo cual debe evaluar el proceso actual de la gestión de mantenimiento en donde encontró deficiencias para lo cual propone tener un mejor control tanto en los repuestos utilizados, evaluación de tiempos de mantenimiento correctivo, disminución de atenciones de mantenimiento correctivo, adicional la empresa en estudio no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo específico se basan solamente en cambiar fluidos todo esto mediante un programa basado en horas recorridas mayormente realizan mantenimientos correctivos es decir cuando la unidad falla de improviso. Por el rubro de la empresa se deben tener la mayor disponibilidad de unidades para atender la producción si no se cumple con lo pactado por el cliente se pueden incurrir en multas o retraso de atención al cliente en obra. La validación de la presente investigación se dio al aplicar la propuesta y obtener una mayor disponibilidad de unidades sobre el 90 por ciento (Fernández, 2014).

La tesis citada por Fernández contribuyo a la investigación con las herramientas

que han mejorado el control de repuestos, entrega de tiempos oportunos para cumplir con el cliente.

- b) Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa Latercer S.A.C.: El presente trabajo propone la elaboración de los lineamientos que deben adoptarse en la información del mantenimiento preventivo. La razón por la cual se hace el mantenimiento preventivo es porque momentáneamente se recurre a un mantenimiento correctivo, al encontrar paradas en línea de producción, ocasionando caos, tiempo e incumplimiento de la demanda (Gonzales, 2016, p.7).

Según Gonzales presenta “Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa Latercer S.A.C.”: su investigación es una propuesta de reducir las paradas inesperadas que se tienen en su producción lo que afecta a la empresa no cumpliendo con el cliente generando una mala imagen. Se realizó un análisis situacional del área de mantenimiento de las falencias encontradas la empresa debe contar con un mejor plan de mantenimiento preventivo para todos los equipos asignados a la línea de producción, si este se realiza de manera óptima se tendrá una mayor disponibilidad de equipos, menores paradas de producción por ende al tener esa mayor confiabilidad la empresa pueda pensar en aumentar la capacidad (Gonzales, 2016).

La tesis citada por Gonzales contribuyo a la investigación en la importancia de realizar los mantenimientos preventivos y no solo correctivos ya que generara un mayor costo al tener que realizar paradas mayores en vez de prever ello con el mantenimiento preventivo minimizando costos.

- c) Propuesta de mejoramiento de la Gestión de Mantenimiento para el departamento de confiabilidad y proyectos de una empresa de Petrosantader Colombia: El objetivo principal del presente proyecto es diseñar una propuesta para el mejoramiento de la Gestión de mantenimiento del departamento de confiabilidad y proyectos en la empresa Pretrosantander que permita el mejoramiento de las actividades diarias (Uscátegui, 2014, p.11).

Según Uscátegui en su investigación “Propuesta de mejoramiento de la Gestión de Mantenimiento para el departamento de confiabilidad y proyectos de una

empresa de Petrosantader Colombia” comenta que su objetivo principal es presentar una propuesta con la cual pueda mejorar toda la gestión de mantenimiento específicamente el área de confiabilidad y proyectos que cuenta su empresa para lo cual debe fijarse en cada actividad que realiza cada una de las áreas para tener así un mejor control.

Primero se identificó los equipos críticos y los que no lo son se concentró la información, teniendo un software de mantenimiento MP9 el cual ayudara a toda la gestión de mantenimiento (Uscátegui, 2014).

La tesis citada por Uscátegui contribuyo a la investigación en la importancia del área de confiabilidad que ayudara a mejorar la gestión del área de mantenimiento.

Nacionales:

- a) Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para flota de concretos: Esta investigación tiene como objetivo mejorar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos de concreto. Siendo unos principales activos de la empresa, estos equipos en gran porcentaje son antiguos y tienen un sistema de mantenimiento de baja calidad. Para poder cumplir con los objetivos planteados se realizó un reconocimiento y el levantamiento de la información de la flota (Moran, 2016).

Según Moran Pittman quien realizado su trabajo de investigación con el objetivo de que la empresa aumente la disponibilidad y confiabilidad de sus equipos, los equipos que tiene la empresa actualmente son antiguos por lo que se incurre en mayores costos de reparación. Para la investigación lo primero que se realizo es un análisis de la situación actual de la empresa en donde se encontró que la mayor falencia que se tiene es que se cuenta con equipos devaluados para lo cual se debe diseñar un plan adecuado para que no ocurran paradas de equipo inesperadas que afecten la producción y atención al cliente. Así mismo al tener un mejor plan y control de mantenimientos se podrá cumplir con el presupuesto asignado al área para lo cual hay que tener en cuenta no solo los costos directos si no también los costos indirectos que afecta a la empresa (Moran, 2016).

La tesis citada por Moran contribuyo a la investigación con la importancia que es tener una mejor disponibilidad y confiabilidad de los equipos antiguos que según su ciclo de vida generan mayores costos.

- b) Diseño del plan de mantenimiento para flota vehicular en empresa dedicada al rubro medio ambiental: Recopilar conceptos, datos, formatos de registros y control que permiten explicar la importancia de contar con un adecuado Plan de

Mantenimiento para una flota de camiones a fin de brindar un servicio de calidad hacia los clientes, contribuyendo a la confiabilidad de los equipos, disminuyendo las paradas de los mismos, lo que permite minimizar costos y aumentar la productividad, mejorando así la calidad de sus servicios (Coronado, 2016, p.5).

Según Coronado quien realizó su trabajo de investigación "Diseño del plan de mantenimiento para flota vehicular en empresa dedicada al rubro medio ambiental", el cual se resume en analizar la empresa en estudio, primeramente analizando la situación actual de la empresa pero específicamente el área de mantenimiento de toda la flota todo esto con el principal objetivo de poder brindar y tener una mejor imagen con el cliente, para lo cual se debe obtener una mejor disponibilidad y confiabilidad de las unidades. Lo que se busca es disminuir los costos por ende aumentar la productividad del área de mantenimiento implementando un plan de mantenimiento preventivo y haciendo un estudio de las fallas que han tenido los equipos. Con la implementación propuesta se verá que hay una disminución de gastos incurridos de este año comparada con la del anterior (Coronado, 2016).

La tesis citada por Arroyo contribuyó a la investigación en la importancia de tener un buen plan de mantenimiento mediante formatos y registros, al tener una adecuada disponibilidad de equipos crea una buena imagen al cliente.

- c) Mantenimiento basado en la confiabilidad para el mejoramiento de la disponibilidad mecánica de los volquetes Faw en Gym S.A: La empresa GYM S.A. cuenta con una flota de volquetes marca FAW modelo CA3256P2K2T1A80, dichos equipos mencionados son utilizados para trabajos de acarreo de material en general. Debido a las fallas funcionales en los distintos sistemas que existen dentro de los volquetes, estos equipos quedan inoperativos en sus horas programadas de trabajo, dichas a esas paradas imprevistas se pudo obtener en promedio una disponibilidad mecánica de 90,14%, tal indicador de gestión no está permitido en la empresa. En el presente proyecto de investigación tiene por objetivo mejorar la disponibilidad mecánica de los volquetes (Soto, 2016, p.9).

Según Soto Baltazar quien realizó el siguiente trabajo de investigación Mantenimiento basado en la confiabilidad para el mejoramiento de la disponibilidad mecánica de los volquetes Faw en Gym S.A. que consiste en el estudio de los volquetes marca FAW modelo CA3256P2K2T1A80 se tienen problemas de paradas inesperadas afectando directamente a la producción lo que conlleva a

tener una disponibilidad promedio del 90.14% lo cual está fuera de lo permitido dentro de los parámetros de dicho indicador en la empresa.

Esta investigación busca mejorar dicho indicador de disponibilidad mecánica para lo cual se aplicó la metodología de la confiabilidad, para esto se tuvo que recabar información de la situación actual de la empresa específicamente en el área de mantenimiento para lo cual se tuvieron que ver los formatos utilizados, entrevistas tanto al personal mecánico, supervisión y operadores, ckeck list, programación y plan de mantenimiento para los volquetes. Al aplicar dicha metodología se ha logrado aumentar la disponibilidad del indicador a un 92% (Soto, 2016).

La tesis citada por Baltazar contribuyo a la investigación en ver la importancia de la disponibilidad de equipos mediante la confiabilidad logrando con ello llegar a las metas planteadas.

2.2. Bases teóricas

Seguidamente describiremos los conceptos referidos a mantenimiento y costos:

2.2.1. Teoría del mantenimiento

“Para comprender más la historia lo reflejaremos en la siguiente ilustración”

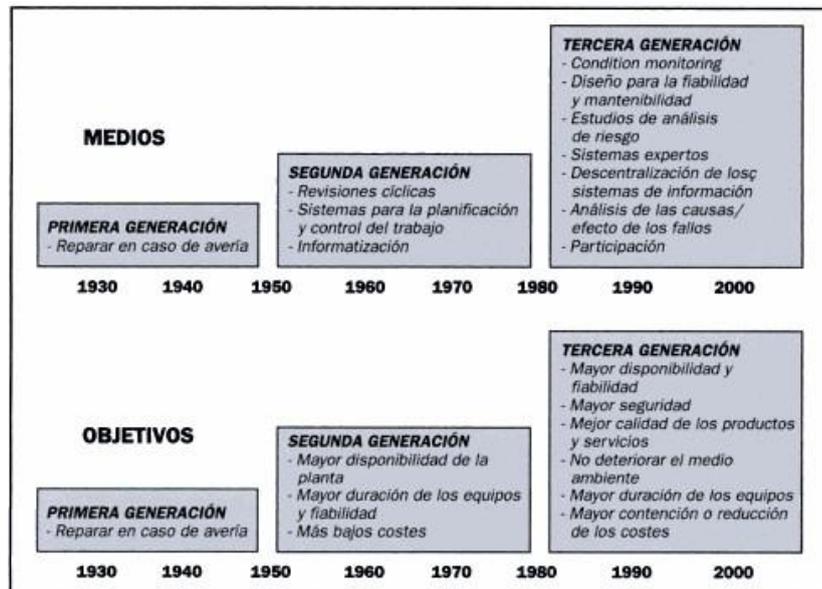


Figura 1: Mantenimiento siglo XX

Fuente: González

2.2.2. Definición de mantenimiento

Se tienen diversas definiciones de diferentes autores como:

“La palabra Mantenimiento Industrial la vamos a emplear para designar las técnicas que aseguran la correcta utilización de edificios e instalaciones y el continuo funcionamiento de la maquinaria productiva” (Sacristán, 2000, p.27).

Finalmente, otra definición lo define: “Como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento”. (García, 2003)

2.2.3. Tipos de mantenimiento

Tenemos los siguientes:

a) Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es evitar fallas que afecten la operación y/o producción de la empresa pudiendo causar paradas innecesarias, para que no suceda esto se debe prevenir mediante inspecciones y reparaciones planificadas antes de que suceda la falla (Sacristán, 2000).

Otra opinión “Que es un conjunto de acciones o labores que puedan ser previstas con suficiente anticipación, de tal forma que se planifiquen o se programen adecuadamente tanto en la manera de realizarlas como en su tiempo de ejecución” (Céspedes, 1981, p.23).

b) Mantenimiento correctivo

Es toda aquella falla y/o avería que se presenta de improviso que no han podido ser detectadas en las inspecciones preventivas (Sacristán, 2000).

Adicional se sabe del mantenimiento correctivo: “Por su propia naturaleza el mantenimiento correctivo se presta muy poco a la programación” (Bravo y Barrantes, 1989, p.97).

c) Mantenimiento predictivo

“El mantenimiento predictivo es una metodología que tiene como objetivo final asegurar el funcionamiento de las maquinas críticas a través de la inspección del estado del equipo por vigilancia continua” (Sacristán, 2000).

2.2.4. Objetivos de mantenimiento

El principal objetivo del mantenimiento es:

El objetivo general de la gestión de mantenimiento es el maximizar el valor y la disponibilidad de las instalaciones, maquinaria y equipo con el mínimo costo” (Bravo y Barrantes, 1989)

2.2.5. Importancia del mantenimiento

La importancia que cada empresa le da al mantenimiento depende de los fines y objetivos de la actividad a que se dedica. Para ello los planificadores de mantenimiento de cada empresa deben preparar análisis detallados de los diferentes sistemas de mantenimiento contra costos de operación, que deben incluir intangibles, tales como prestigio, confiabilidad y seguridad (Bravo y Barrantes, 1989, p.22).

La mentalidad de la importancia del mantenimiento en las empresas ha ido cambiando, años anteriores se consideraba que el costo de mantenimiento era excesivo, eso ya ha cambiado ahora se considera parte integral del proceso productivo, todo esto para la continuidad de la producción sin paradas (Sacristán, 2000).

2.2.6. Planeamiento y programación de mantenimiento

La programación y el planeamiento deben ir de la mano considerando que uno depende del otro.

Se tiene:

Programación: El fin de la programación es mantener un balance adecuado entre la capacidad de trabajo y las labores a realizar. Es recomendable preparar programaciones preliminares a coroto plazo de periodos aproximados a 12 meses que generalmente coinciden con el presupuesto de ejecución por programas.

Planificación: El objetivo fundamental de un buen programa de mantenimiento es el de producir mayor cantidad al menor costo dentro de las normas de calidad. (Bravo y Barrantes, 1989)

2.2.7. Indicadores de mantenimiento

En las empresas se debe ser consciente que solo se puede mejorar de forma objetiva aquello que se puede medir, para que se afronte un proceso de mejora se deben plantear la necesidad de medir la situación actual y cuál va a ser la forma de medir el éxito o fracaso de las nuevas medidas adoptadas (González, 2010).

2.2.8. Definición de Costos

Costo representa los recursos económicos que han sido o deberían sacrificarse para alcanzar cierto objetivo, independientemente de la forma de medición de los mismos (Billene, 1999)

El coste o costo es el valor monetario de los consumos de factores que supone el ejercicio de una actividad económica destinada a la producción de un bien, servicio o actividad. Todo proceso de producción de un bien supone el consumo o desgaste de una serie de factores productivos, el concepto de coste está íntimamente ligado al sacrificio incurrido para producir ese bien. Todo costo conlleva un componente de subjetividad que toda valoración supone. (Wikipedia, s.f)

2.2.9. Costos

Costo de mano de obra se refiere a los salarios pagados a quienes se encuentran realizando el trabajo de fabricación mano de obra indirecta, que representa todos los demás costos de mano de obra de la fábrica. Los costos fijos son aquellos que no resultan afectados por cambios en el nivel de la actividad en un intervalo factible de operaciones en cuanto a la capacidad total o a la capacidad disponible, los costos variables están asociados con una operación cuyo total varía de acuerdo con la cantidad de producción u otra medida del nivel de actividad. Un costo típico variable es de material. Es común encontrar que se incluyan dentro de esta partida de los costos de mano de obra. Sin embargo, los costos de mano de obra totales pueden considerarse fijos si la empresa mantiene planilla fija de mano de obra independiente del nivel de producción durante un periodo dado. Un gerente puede influir en un costo controlable pero no puede influir en un costo no controlable. Por ejemplo, para un supervisor de planta el costo del seguro de la maquinaria o el costo de

la cuota patronal que se paga al seguro un costo no controlable. Pero el supervisor de planta realiza la programación de mano de obra entre diferentes trabajos y debe asegurarse un proceso eficiente, y además esta mano obra tiene un salario base por hora diferente, entonces el costo mano de obra es un costo controlable para el supervisor (Jiménez y Espinoza, 2006, p.).

2.2.10. Costos de mantenimiento

Los costos de mantenimiento cotidiano serán más reales y útiles y no es necesario en ellos un alto grado de detalle, es muy importante considerar cuidadosamente las cifras de gastos fijos. La práctica común de utilizar en contabilidad las horas de trabajo realizadas en las maquinas clave para la distribución de los costos, puede dar lugar a cifras equivocadas, si estos módulos- horarios se aplican al cálculo del dinero que se pierde por tener una máquina parada (Barrantes y Bravo, 1989, p.143).

2.3. Definición de términos básicos

Para poder entender la presente investigación es necesario hacer hincapié en algunas palabras claves:

a) Camión Mixer: Consiste en un camión equipado con una hormigonera. Debido a esta disposición, le es posible transportar hormigón premezclado al mismo tiempo que procede a su amasado (Rincón del vago, s.f).

El camión mixer es el equipo que nos ayuda a transportar el concreto en el trompo según requerimiento del cliente. Su función principal es la de mezclar cemento, grava, arena y agua, al tener el movimiento en ciclos hace que esta mezcla sea homogénea. La mezcla tiene un tiempo determinado para la mezcla debido a que por los aditivos esta mezcla se puede secar al interior del trompo, es por ello que la mezcla introducida en el trompo del mixer debe ser media hora antes del despacho a los clientes.

b) Bombas concreteras: Es una máquina utilizada para transferir hormigón líquido mediante bombeo. Hay dos tipos de bombas de concreto. El primer tipo de bomba de hormigón está acoplado a un camión o las unidades más largas están en semirremolques. Se lo conoce como bomba de hormigón de brazo porque utiliza un brazo robótico de articulación controlado remotamente (llamado brazo) para colocar el hormigón con precisión. Las bombas de pluma se utilizan en la mayoría de los proyectos de construcción más grandes ya que son capaces de bombear a

volúmenes muy altos y debido a la naturaleza de ahorro de mano de obra del brazo de distribución (“Bomba de hormigón.” *Wikipedia*. Wikipedia.org, 1 Nov. 2018, wikipedia.org/wiki/Bomba_de_hormig%C3%B3n).

Las bombas concreteras son equipos utilizados para transportar el hormigón líquido que es suministrado por el camión mixer, hay dos tipos de bombas concreteras en la industria, las de brazo robótico y las de pluma. La primera el camión tiene incorporado unos brazos de diferente tamaño de acuerdo a la distancia y/o altura que requiera la obra según especificaciones del cliente, esto es remoteado mediante un control por el operador de la bomba. La segunda el camión tiene incorporado unas plumas, mayormente este es usado para construcciones más grandes.

c) Cargador frontal: Se emplea para cargar camiones con materiales (piedrín, arena, tierra), se diseñan con tren de rodaje y con neumáticos, siendo estos últimos los más comunes; se utilizan también para transportar materiales a cortas distancias. (Maquinarias Pesadas ORG)

d) Proceso: Conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial. (“Proceso.” *Wordreference*. Wordreference.com, s.f, wordreference.com/definicion/proceso)

Es una secuencia de pasos que tienen que seguir un orden para lograr algo en específico

e) Kilometraje: Total de los kilómetros recorridos por un vehículo en cierto tiempo (“Kilometraje.” *Wordreference*. Wordreference.com, s.f, wordreference.com/es/en/translation.asp?spen=kilometraje).

Es el total de kilómetros que se recorren de un punto a otro, según las distancias que haya entre dichos puntos, esta información se ve en las unidades de equipo móvil en el odómetro analógico y/o electrónico.

f) Operatividad: Capacidad para funcionar o estar en activo. (“Operatividad.” *Wordreference*. Wordreference.com, s.f, wordreference.com/definicion/operatividad)

Que algo esté funcionando para lo que fue fabricado y/o diseñado.

g) Repuesto: Es una pieza que se utiliza para reemplazar las originales en máquinas que debido a su uso diario han sufrido deterioro o una avería. (“Repuesto.” *Wikipedia*. Wikipedia.org, 3 Feb. 2016, wikipedia.org/wiki/Repuesto)

Pieza o parte de un todo que se cambia porque la pieza original se ha malogrado o desgastado, el cambio es necesario para el correcto funcionamiento.

h) Costo: Es el valor monetario de los consumos de factores que supone el ejercicio

de una actividad económica destinada a la producción de un bien, servicio o actividad. (“Costo.” *Wikipedia*. Wikipedia.org, 24 Jun. 2019, wikipedia.org/wiki/Coste).

Es la cantidad de dinero que cuesta algo.

- i) Disponibilidad: Posibilidad de una cosa o persona de estar presente cuando se la necesita. (“Disponibilidad.” *Definición*. Definición.mx, s.f, definicion.mx/disponibilidad/)

Que algo este apto para lo que fue diseñado.

- j) Metodología: En pedagogía, estudio de los métodos de enseñanza.” (“Metodología.” *Wordreference*. Wordreference.com, s.f, wordreference.com/definicion/metodología)

Métodos a usar para alcanzar un objetivo mayormente se basa en investigaciones científicas.

CAPÍTULO III: METODOLOGIA

3.1. Metodología

3.1.1. Métodos, y alcance de la investigación

- a) El método descriptivo es el que se utilizara porque conoceremos los procesos del mantenimiento y nos basaremos en la data real
- b) El alcance será de los años 2017 al 2019 que es el periodo que nos proporcionaron los datos.

3.1.2. Diseño de la investigación

Para esta investigación el diseño tecnológico ya que se está proponiendo el diseño de reducción de costos en el área de mantenimiento.

3.1.3. Población y muestra

- a) Población:** La empresa cuenta con 3 negocios, Premezclado, Agregados y prefabricados
Contamos con diferentes equipos para cumplir con la operación:
 - a) Mixer con un total de 126 unidades
 - b) Volquetes con un total de 68 unidades
 - c) Línea amarilla con un total de 30 unidades
 - d) Bombas concreteras con un total de 41 unidades

- b) Muestra:** Para la investigación se tendrá la siguiente muestra

Margen: 10%

Nivel de
confianza: 90%

Población: 265

Tamaño de muestra: 54

3.1.4. Técnicas de recolección de datos

Se usarán las siguientes técnicas:

- a. Encuesta: Al personal de mantenimiento.
- b. Entrevista: Al personal de mantenimiento.
- c. Observación: De los procesos de mantenimiento.
- d. Grupos de discusión:
- e. Análisis del contenido: Documentación que maneja el área.

3.1.5. Técnicas de análisis de datos

Se usará un análisis de datos cuantitativo, que se basará en comparar los indicadores de la situación actual vs la propuesta con la metodología que se aplicará en esta investigación.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCION

4.1. Análisis estadístico

Análisis del capital humano

Se hizo una encuesta a todos los colaboradores de mantenimiento sobre temas relaciones a su área, todo con el objetivo de conocer por ellos mismos la situación real de su área. Para la encuesta se tomó como referencia de la investigación “Elaboración de plan de mantenimiento preventivo para sistemas técnicos del centro Internacional de la papa del autor Marcos Loyola:

Población y muestra

Para tener una realidad clara de la situación real del área de mantenimiento se tomó la opinión de los 20 colaboradores del área de mantenimiento.

Herramienta

La herramienta que se usara es la encuesta, la que nos ayudara a determinar la situación real del área de mantenimiento de la empresa concretera teniendo en cuenta la opinión de sus colaboradores, la encuesta es de 10 preguntas la cual se encuentra en el anexo 2.

Resultados

En este documento se recopiló información de 20 colaboradores, donde se extrajo información sobre el mantenimiento actual, el propuesto, el nivel de capacitación del personal, gestión de repuestos, gestión de herramientas, tercerización de mantenimientos los cuales son los principales problemas por los cuales se cree se viene llevando una mala gestión de mantenimiento.

1. ¿Con que frecuencia se presentan las fallas técnicas a los equipos?

Diario Interdiario Semanal Mensual

Categoría	#	%
Diario	8	40%
Interdiario	5	25%

Semanal	4	20%
Mensual	3	15%

Tabla 1: Pregunta 1

Fuente: Elaboración propia

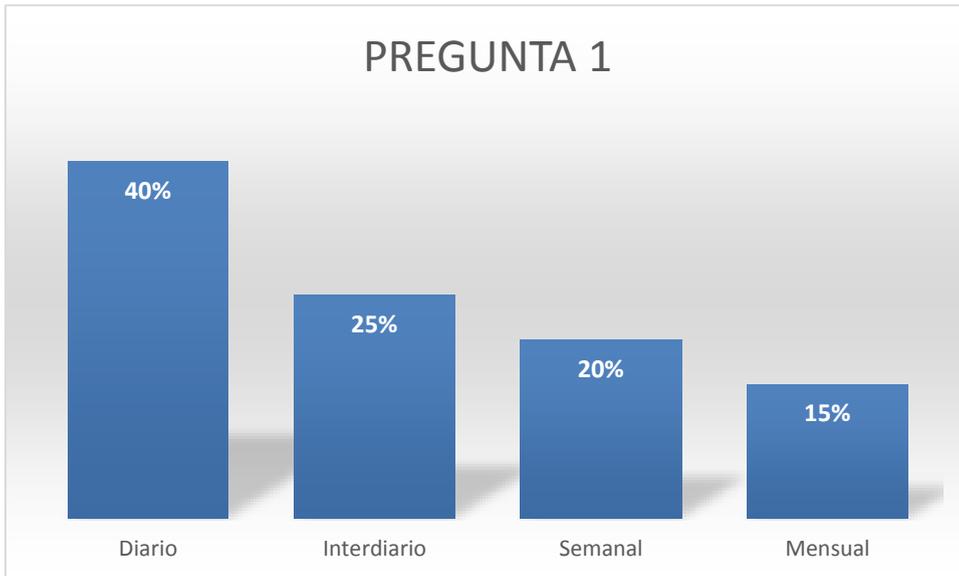


Figura 2: Pregunta 1

Fuente: Elaboración propia

El 40% indica que las fallas que se presentan son diariamente, el 25% interdiario, el 20% semanal y el 15% mensualmente, es decir las unidades ingresan casi todos los días a taller.

2. ¿Cuántos avisos de mantenimiento por falla en promedio se presentan mensualmente?

- 0 – 20
 21 – 40
 41 – 60
 60 a más

Categoría	#	%
0-20	3	15%
21-40	4	20%
41-60	6	30%
60-más	7	35%

Tabla 2: Pregunta 2

Fuente: Elaboración propia

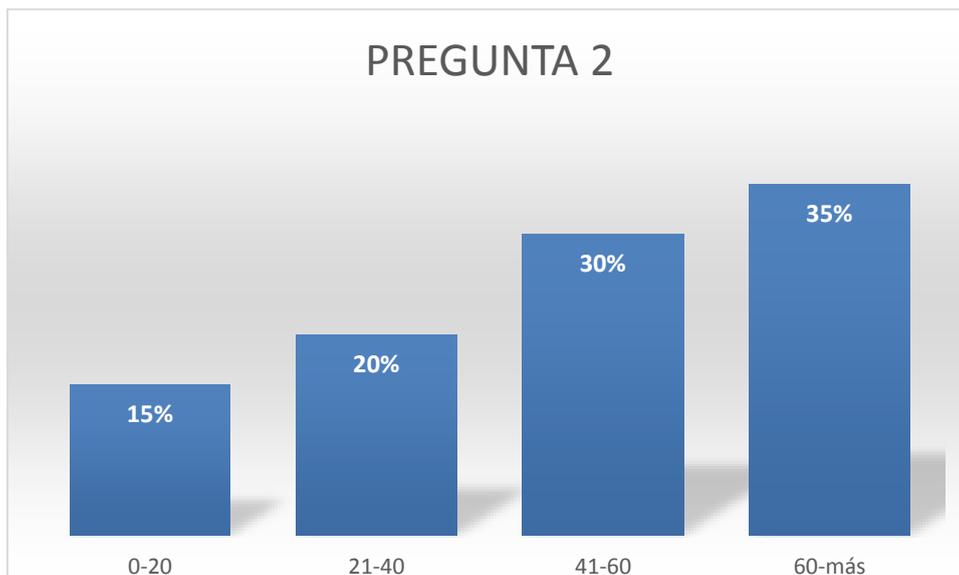


Figura 3: Pregunta 2

Fuente: Elaboración propia

Según la encuesta el 35% indican que los avisos de mantenimiento se presentan mensualmente de 60 veces a más, es decir se tiene un alto índice de mantenimientos correctivos.

3. ¿Cuánto tiempo demora en atender un aviso de mantenimiento?

- 0 – 1hr
 1 – 2hrs
 2 – 4hrs
 4hrs a más

Categoría	#	%
0-1	3	15%
1-2	3	15%
2-4	6	30%
4-más	8	40%

Tabla 3: Pregunta 3

Fuente: Elaboración propia

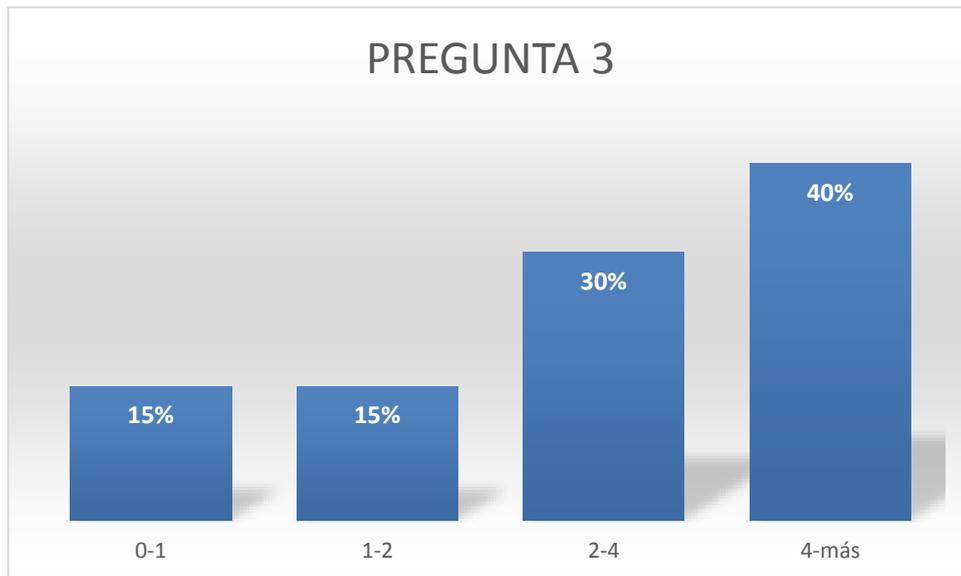


Figura 4: Pregunta 3

Fuente: Elaboración propia

Según la encuesta el 40% indica que se demoran en atender la unidad de 4 horas a más, es decir las unidades que ingresan a taller tardan de 4 horas a más en ser atendidas.

4. ¿Cuáles son las causas más frecuentes en la demora de la atención?

- Falta de personal
 Falta de repuestos
 Falta de herramientas
 Burocracia

Categoría	#	%
Falta de personal	6	30%
Falta de repuestos	7	35%
Falta de herramientas	4	20%
Burocracia	3	15%

Tabla 4: Pregunta 4

Fuente: Elaboración propia

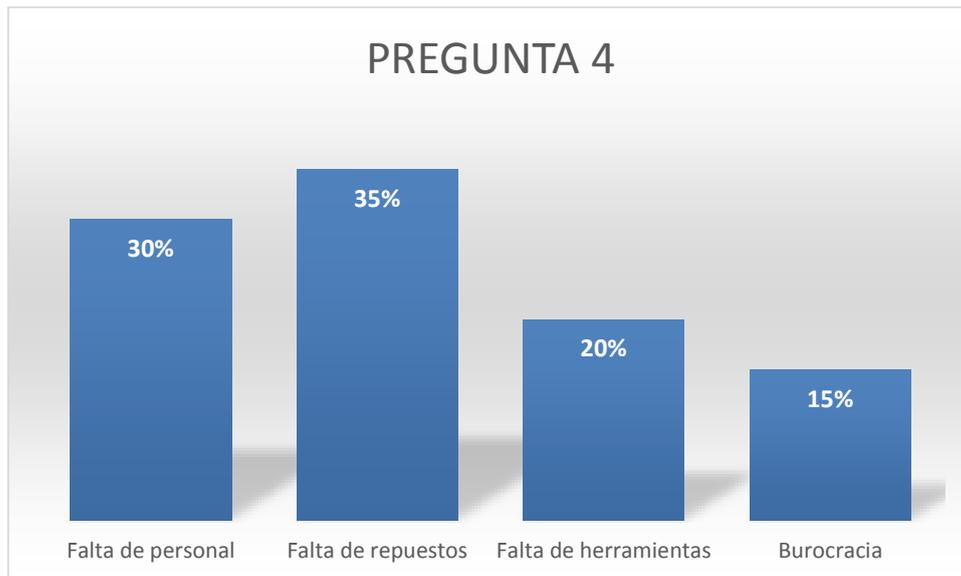


Figura 5: Pregunta 4

Fuente: Elaboración propia

Según la encuesta el 35% indica que se demoran en atender la unidad por falta de repuestos, seguidos del 30% por falta de personal, un 20% por falta de herramientas y el 15% por burocracia.

5. ¿Qué tipos de fallas se prestan con más frecuencia?

- Eléctricos Mecánicos Enfriamiento otros

Categoría	#	%
Eléctricos	7	35%
Mecánicos	6	30%
Enfriamiento	5	25%
Otros	2	10%

Tabla 5: Pregunta 5

Fuente: Elaboración propia

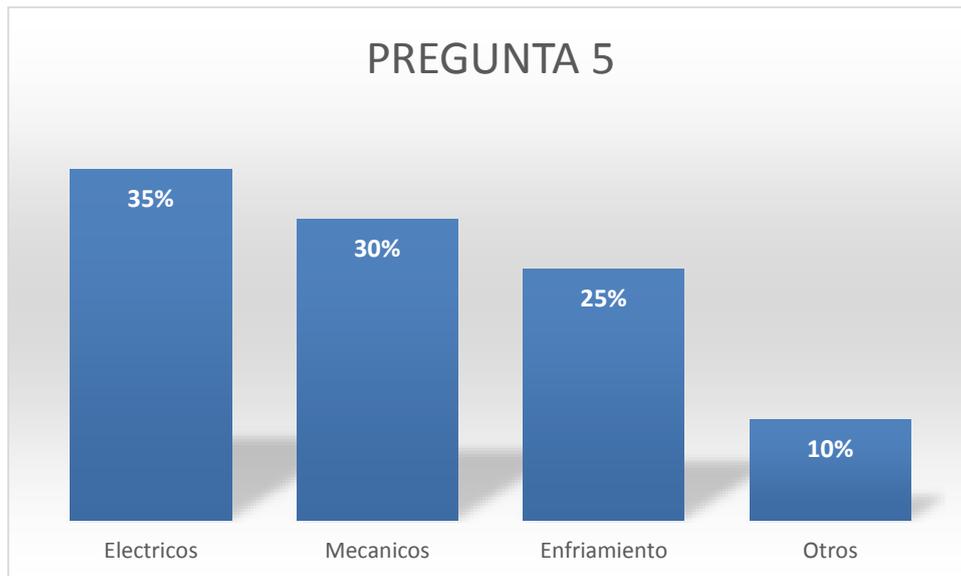


Figura 6: Pregunta 5

Fuente: Elaboración propia

Según la encuesta las fallas más frecuentes son eléctricas con un 35%, mecánicas un 30%, sistema de enfriamiento un 25% y otros un 10%.

6. ¿Cuál es el tiempo promedio de reparación de una falla?

0 – 2hrs 2 – 4hrs 4 – 6hrs 6 hrs a más

Categoría	#	%
0-2	3	15%
2-4	4	20%
4-6	6	30%
6 - más	7	35%

Tabla 6: Pregunta 6

Fuente: Elaboración propia

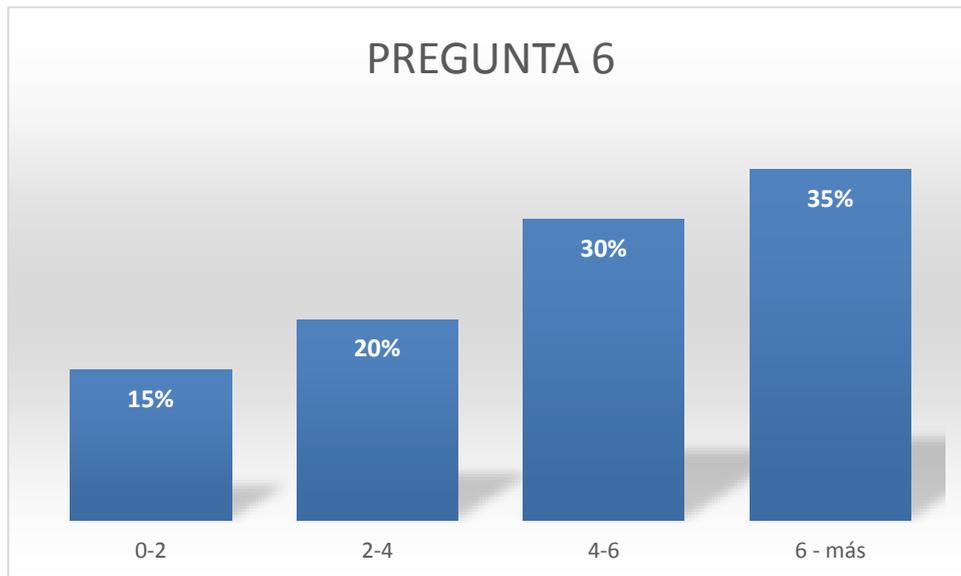


Figura 7: Pregunta 6

Fuente: Elaboración propia

Según la encuesta el tiempo promedio de reparación de falla con un 35% es de 6 horas a más, seguido de un 30% de 4 horas a 6 horas, un 20% de 2 horas a 4 horas y un 15% de 0 a 2 horas, es decir se demoran en atender la falla a un equipo se demora de 6 horas a más.

7. ¿Qué tipo de información posee para identificar las fallas presentadas?

manual registro ninguno otros

Categoría	#	%
Manual	6	30%
Registro	7	35%
Ninguno	4	20%
Otros	3	15%

Tabla 7: Pregunta 7

Fuente: Elaboración propia

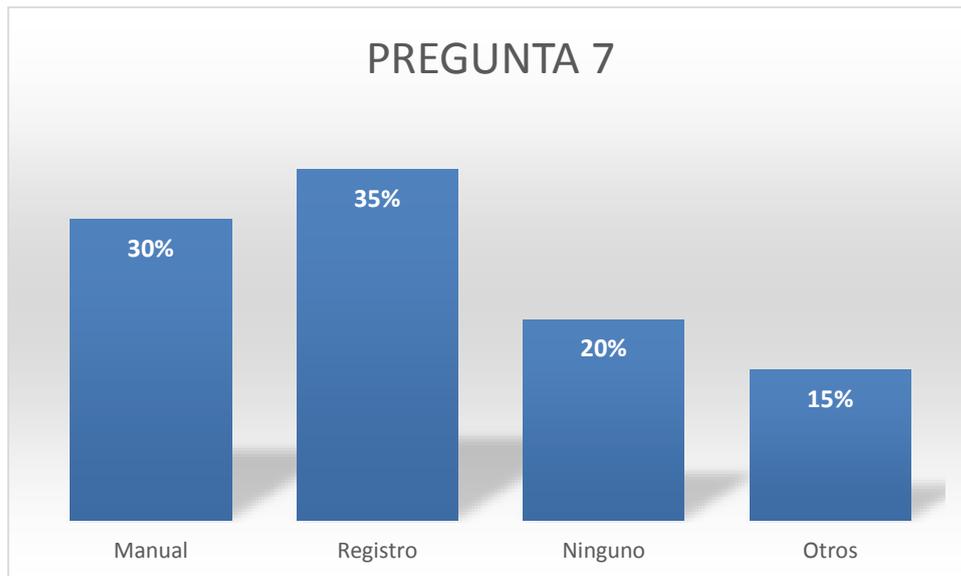


Figura 8: Pregunta 7

Fuente: Elaboración propia

Según la encuesta para identificar las fallas presentadas mediante un registro es 35%, manuales un 30%, ninguno un 20% y otros un 15%.

8. ¿Qué técnicas utiliza para analizar las fallas de mantenimiento?

indicadores asesorías registro de fallas estadísticas

Categoría	#	%
Indicadores	3	15%
Asesorías	7	35%
Registro de fallas	4	20%
Estadísticas	6	30%

Tabla 8: Pregunta 8

Fuente: Elaboración propia

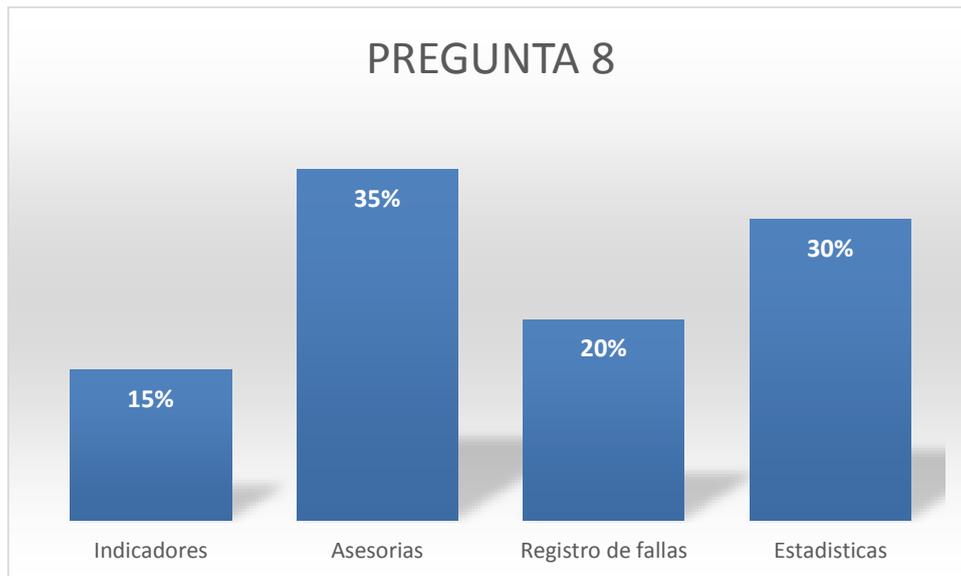


Figura 9: Pregunta 8

Fuente: Elaboración propia

Según la encuesta se analizan las fallas de mantenimiento mediante asesorías con un 35%, mediante estadísticas un 30%, registro de fallas un 20% y mediante indicadores un 15%, es decir faltan capacitaciones para el análisis de fallas.

9. ¿ha recibido capacitaciones dadas por la empresa en temas de mantenimiento?

si no

Categoría	#	%
Si	5	25%
No	15	75%

Tabla 9: Pregunta 9

Fuente: Elaboración propia

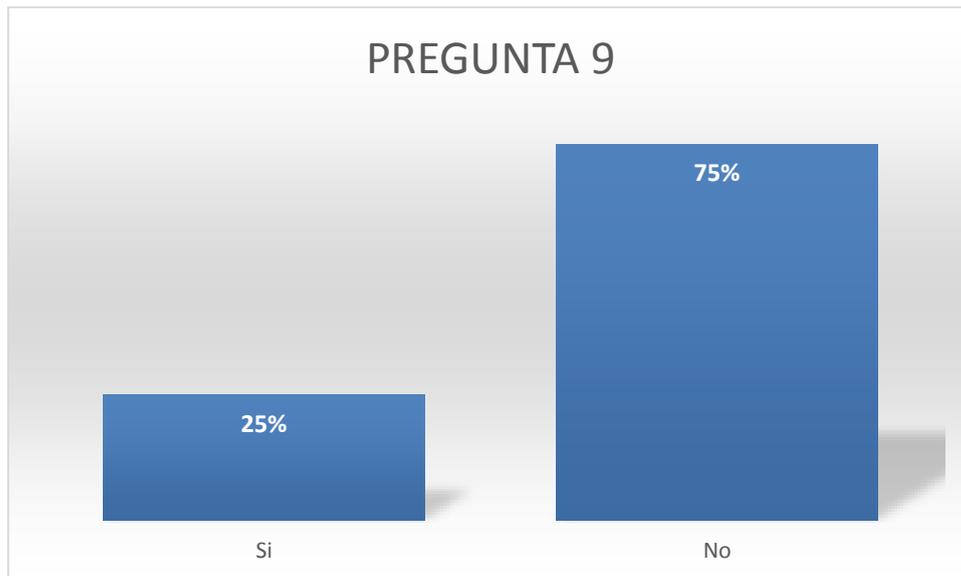


Figura 10: Pregunta 9

Fuente: Elaboración propia

Según la encuesta indica un 75% no ha recibido capacitaciones por la empresa, lo que genera la falta de especialización del personal.

10. ¿Qué tipo de mantenimiento cree Ud. que realiza la empresa?

Preventivo correctivo predictivo

Categoría	#	%
Preventivo	7	35%
Correctivo	10	50%
Predictivo	3	15%

Tabla 10: Pregunta 10

Fuente: Elaboración propia

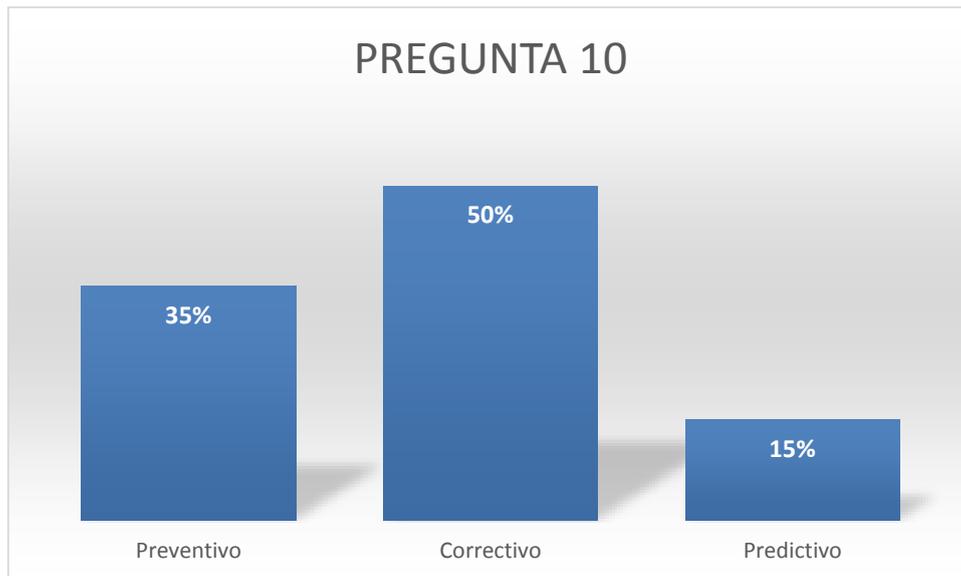


Figura 11: Pregunta 10

Fuente: Elaboración propia

Según la encuesta un 50% de los mantenimientos son correctivos, un 35% mantenimientos preventivos y un 15% predictivo, es por ello que los costos de mantenimientos correctivos generan mayor costo que los costos de mantenimiento preventivos.

En general según los datos obtenidos se tiene que el mantenimiento que más se realiza en la empresa es el mantenimiento correctivo, una demora en tiempos, la falta de repuestos y la falta de capacitación de los trabajadores.

Identificación de problemas

Según los resultados de la encuesta se obtuvieron los principales problemas en un diagrama de Ishikawa.

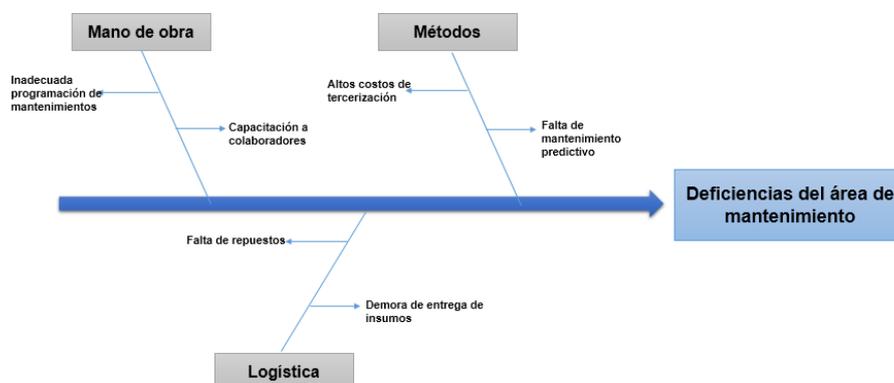


Figura 12: Diagrama de Ishikawa

Determinación de los principales problemas en el Diagrama de Pareto

Del diagrama de Ishikawa, se determinaron las principales causas por lo que se procederá a realizar el cruce de sub indicadores teniendo en cuenta si existe relación 1 y si no existe relación 0. Luego se asignará un porcentaje para tener el Diagrama de Pareto

INDICADORES	SUB INDICADORES	Capacitación de personal	Alto costos de tercerización	Incumplimiento de plan y programa de mantenimiento	Falta de mantenimientos predictivos	No se cuentan con herramientas adecuadas para el personal	Falta de insumos	Falta de disponibilidad de Kit de mantenimientos preventivos
RRHH	Competencia de personal	1		1	1			
	Tercerización de Personal servicios calificados		1					
Recursos	Herramientas, insumos y repuestos en tiempo oportuno		1	1	1	1	1	1
Análisis de fallas	Plan de mantenimiento	1		1		1		1
	Análisis es causa raíz	1	1	1	1			
	Sub Total	3	3	4	3	2	1	2
	%	17%	17%	22%	17%	11%	6%	11%

Tabla 11: Cuadro de cruce de indicadores y variables

Sub causas

NRO	SUB CAUSAS	PUNTUACION	ACUM PUNTUACION	%	ACUMULADO %
1	Capacitación de personal	3	3	17%	17%
2	Altos costos de tercerización	3	6	17%	33%
3	Incumplimiento de plan y programa de mantenimiento	4	10	22%	55%
4	Falta de mantenimiento predictivo	3	13	17%	72%
5	No se cuentan con herramientas adecuadas	2	15	11%	83%
6	Falta de insumos	1	16	6%	89%
7	Falta de disponibilidad Stock de Kit de mantenimientos preventivos	2	18	11%	100%

Tabla 12: Sub causas

De lo cual se obtiene el diagrama de Pareto:

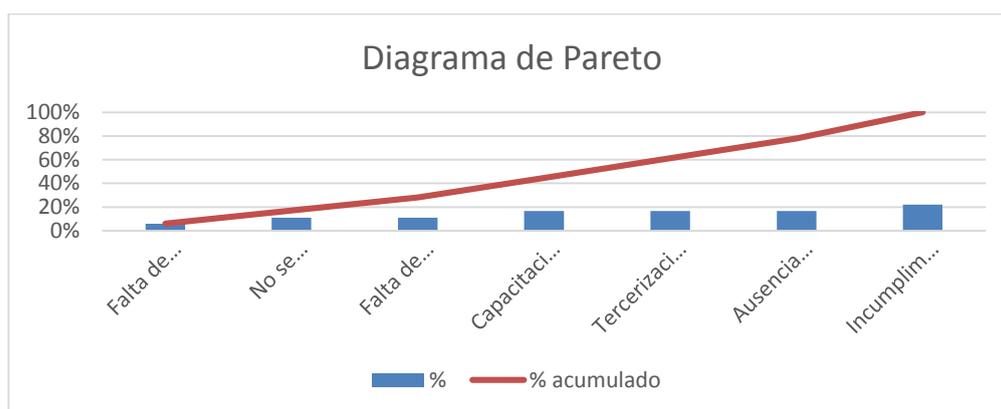


Figura 13: Diagrama de Pareto

De lo cual deducimos los indicadores a mencionar:

INDICADORES	SUB INDICADORES	MEDIDA ACTUAL	INTERPRETACION
RRHH	Competencia de personal	15%	No se brindan capacitaciones al personal
	Tercerización de Personal servicios calificados	60%	No se cuenta con proveedores idóneos que brinden los servicios adecuados.
Recursos	Herramientas, insumos y repuestos en tiempo oportuno	40%	No se cuentan con lo necesario para la ejecución de mantenimientos preventivos.
Análisis de fallas	Análisis es causa raíz	0%	Para saber por qué ocurre un falla

Tabla 13:Indicadores

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla anterior se tienen los indicadores actuales, los cuales se requiere optimizar para poder mejorar la gestión del área de mantenimiento de la empresa concretera y con ello reducir los costos innecesarios

4.2. Identificación de los requerimientos

4.2.1. Lista de exigencias

Se presenta la siguiente lista de exigencias para el proyecto de investigación:

DESEO O EXIGENCIAS	
PROYECTO	REDUCCION DE COSTOS DE MANTENIMIENTO
Deseo o exigencia	Descripción
E	Función: Reducir costos de mantenimiento
E	Geometría: Los repuestos utilizados tienen que cumplir con las especificaciones dadas por el fabricante.
E	Señales: Los indicadores a usar encendido, apagado y operando
E	Seguridad: Los equipos tendrán que cumplir con todas las normas de seguridad para el mecánico durante antes y después del mantenimiento
D	Ergonomía: El libre acceso para el mantenimiento y cambio de repuestos
E	Uso: Mejorar tiempos de entrega de los equipos a operaciones
E	Costos: La reducción de mantenimientos tercerizados será

	en un 15%
E	Mantenimiento: el mantenimiento preventivo se realizara cada 250 hrs
E	Plazo: La implementación deberá ser máximo en 4 semanas luego de la aprobación

Tabla 14: Deseos o exigencias

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Matriz morfológica

Se presenta la matriz morfológica

	SOLUCION 1	SOLUCION 2	SOLUCION 3	SOLUCION 4
Reducción de costos de mano de obra	Reducir personal contratado	Capacitar al personal para especializarlo	Contratar personal capacitado	Ejecutar los mantenimientos con personal de la empresa
Reducción de costos de repuestos	Compra de repuestos alternativos	Planificación de compras anticipadas	Stock mínimo de repuestos rotativos	Base de datos de repuestos rotativos
Optimización de tiempos de entrega	Cumplir los tiempos de mantenimientos establecidos	Personal calificado	Herramientas adecuadas	Taller implementado
Aumento de disponibilidad de equipos	Personal calificado	Equipos de medición y análisis adecuados	Servicio adecuado	Repuestos e insumos disponibles e indicados
Aumento de confiabilidad del servicio	Entrega oportuna del equipo	Levantamiento total de observaciones	Uso indicado de repuestos e insumos	Análisis de fallas
Mejora de la gestión de mantenimiento	Implementación de formatos	Capacitación de personal	Organizar las funciones del personal de mantenimiento	Canalizar los avisos de mantenimiento

Figura 14: Matriz morfológica

Fuente: Elaboración propia

Se toma como mejor opción Capacitar al personal, que la empresa ejecute los mantenimientos para evitar costos de tercerización, comprar repuestos alternativos, cumplir los tiempos de mantenimientos preventivos establecidos, tener los repuestos e insumos disponibles en el almacén con ello se entregara oportunamente e equipo a operaciones e implementación de formatos adecuados para una buena gestión.

4.2.3. Situación actual

Actualmente la gestión del área de mantenimiento de una empresa de concretos, tiene una disponibilidad baja del promedio, para esta investigación se tomará una muestra representativa tal como se mostró

en capítulos anteriores.

La empresa cuenta con 3 negocios:

- a) Premezclado
- b) Agregados
- c) Prefabricados

Se cuenta con diferentes equipos según el negocio:

EQUIPOS	TOTAL	PREMEZCLADO	AGREGADOS	PREFABRICADOS
Mixer	126	126		
Volquetes	68	8	60	
Línea amarilla	30	8	20	2
Bombas concreteras	41	41		

Tabla 15: Equipos por negocio

Fuente: Elaboración propia

4.2.4. Problemática

La problemática gira en los siguientes puntos según la encuesta que se realizó al personal del área de mantenimiento que se encuentra en el anexo:

Los mantenimientos preventivos en la empresa de concretos se realizan por horometro según detalle teniendo una tolerancia de +/- 50 horas:

TIPO PM	MIXER	VOLQUETES	LINEA AMARILLA	BOMBAS CONCRETERAS
PM1	250	250	250	250
PM2	500	500	500	500
PM3	1000	1000	1000	1000
PM4	2000	2000	2000	2000

Tabla 16: Frecuencia de mantenimientos

Fuente: Elaboración propia

- Disponibilidad de equipos:

La disponibilidad promedio es de 83% y la meta es de 90%, es decir se tienen equipos una alta cantidad de equipos en taller.

Esto se debe a que pesar que se emite una programación semanal de mantenimientos el área de operaciones no cumple en parar la unidad en la fecha indicada por lo que el mantenimiento se pospone incumpliendo el programa de mantenimientos.

O se debe a que no hay los insumos en el almacén para ejecutar los mantenimientos tales como filtros o aceites.

EQUIPOS	2017	2018	2019
Mixer	91%	89%	90%
Volquetes	85%	87%	85%
Línea amarilla	85%	80%	80%
Bombas concretas	76%	72%	76%

Tabla 17: Disponibilidad de equipos

Fuente: Elaboración propia

- **Costos:**

Se exceden los costos de los mantenimientos presupuestados por cada planta de trabajo, es decir que nuestro costo de mantenimiento depende de la producción m³/Soles que tiene cada planta. Este se debería a que se tercerizan los mantenimientos correctivos con las concesionarias que cobran una alta mano de obra y un % mayor en los repuestos que nos cambian. También se generan sobre costos al tener fallas repetitivas según reportes que envían los supervisores de mantenimiento.

Se detallan los costos reales de los mantenimientos por cada negocio:

NEGOCIO	2017	2018	2019
PREMEZCLADO	S/. 609,708.84	S/. 677,454.27	S/. 745,199.69
AGREGADOS	S/. 618,678.94	S/. 703,044.25	S/. 787,409.56
PREFABRICADO	S/. 29,387.03	S/. 31,942.43	S/. 34,497.82

Tabla 18: Costo real de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Se detallan los costos presupuestados por cada negocio:

NEGOCIO	2017	2018	2019
PREMEZCLADO	S/. 519,700.77	S/. 596,554.27	S/. 645,099.69
AGREGADOS	S/. 552,739.83	S/. 617,984.25	S/. 697,379.56
PREFABRICADO	S/. 19,748.18	S/. 23,912.43	S/. 24,622.82

Tabla 19: Costo presupuestado de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Se detallan los costos presupuestados vs los costos reales por cada negocio:

NEGOCIO	2017	2018	2019
PREMEZCLADO	117%	114%	116%
AGREGADOS	112%	114%	113%
PREFABRICADO	149%	134%	140%

Tabla 20: Costo Real Vs Costo Presupuestado

Fuente: Elaboración propia

Como se ve en la tabla anterior se tiene un costo real mayor a lo presupuestado, debido a que se tienen un exceso de mantenimientos correctivos como se ve en la siguiente tabla:

NEGOCIO	2017		2018		2019	
	M. PREV S/.	M. CORREC S/.	M. PREV S/.	M. CORREC S/.	M. PREV S/.	M. CORREC S/.
PREMEZCLADO	256,077.71	353,631.13	250,658.08	157,914.59	260,819.89	484,379.80
AGREGADOS	235,098.00	383,580.94	246,065.49	456,978.76	251,971.06	535,438.50
PREFABRICADO	13,518.03	15,869.00	14,374.09	17,568.33	15,179.04	19,318.78

Tabla 21: Costo de mantenimiento preventivo y correctivo

Fuente: Elaboración propia

Teniendo el siguiente porcentaje en relación a los mantenimientos:

NEGOCIO	2017		2018		2019	
	M. PREV S/.	M. CORREC S/.	M. PREV S/.	M. CORREC S/.	M. PREV S/.	M. CORREC S/.
PREMEZCLADO	42%	58%	37%	63%	35%	65%
AGREGADOS	38%	62%	35%	65%	32%	68%
PREFABRICADO	36%	54%	45%	55%	34%	56%

Tabla 22: % Costo de mantenimiento preventivo y correctivo

Fuente: Elaboración propia

Tabla: % costos de mantenimiento correctivo y preventivo

Los mantenimientos preventivos actualmente de los equipos de Arequipa los ejecuta Raciemsa lo que nos genera un costo adicional a que si lo realizara un mecánico propio de la empresa.

- Tiempos:

Las programaciones de los mantenimientos preventivos se realizan semanalmente enviados por correo electrónico a los jefes de planta, supervisores y asistentes para que tengan en cuenta que deben parar la unidad en la fecha indicada para proceder a la ejecución del mantenimiento.

Se cuenta con el plan de mantenimientos por cada tipo de PM, más no con los tiempos promedio de demora de ejecución de los mismos, lo que trae por consecuencia que a veces la unidad esta parada dos días trayendo inconvenientes al área de operaciones para sus despachos diarios.

4.3. Análisis de solución

Según la problemática lo que se requiere es reducir costos de mantenimiento preventivo en mano de obra, repuestos y entrega de equipos oportunos al área de operaciones para lo cual se tiene las siguientes propuestas:

- ✓ Se propone que los mantenimientos preventivos los ejecute la empresa concretera para evitar costos de mantenimiento tercerizado.

Mantenimientos preventivos: Se detallan propuestas de costos

Mantenimiento propio de la empresa

EQUIPOS	COSTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO EMPRESA PROPIA S/.			
	PM1	PM2	PM3	PM4
Mixer	560	680	1500	1970
Volquetes	580	710	1750	2050
Línea amarilla	1200	1700	2000	2450
Bombas concreteras	780	950	1250	1700

Tabla 23: Costo mantenimiento preventivo empresa propia

Fuente: Elaboración propia

Mantenimiento de la empresa concesionaria

EQUIPOS	COSTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO EMPRESA CONCESIONARIA S/.					
	MARCA	PROVEEDOR	PM1	PM2	PM3	PM4
Mixer	VOLVO	AUTRISA	620	750	1650	2160
Volquetes	VOLVO	AUTRISA	650	795	1960	2295
Línea amarilla	CAT	FERREYROS	1380	1955	2300	2810

Tabla 24: Costo mantenimiento preventivo empresa concesionaria

Fuente: Elaboración propia

Mantenimiento de empresa tercera

EQUIPOS	COSTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO EMPRESA TERCERA S/.					
	MARCA	PROVEEDOR	PM1	PM2	PM3	PM4
Mixer	VOLVO	RACIEMSA	640	780	1725	2250
Volquetes	VOLVO	RACIEMSA	660	820	2010	2350
Línea amarilla	CAT	OMEGA TRACTOR	1380	1950	2300	2820

Tabla 25: Costo mantenimiento preventivo empresa tercera

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, viendo las opciones se refleja que la mejor opción para ejecutar los mantenimientos preventivos y en donde se puedan reducir los costos es la empresa propia.

Mano de obra Mantenimientos Preventivos: Se detallan las siguientes opciones:

Mantenimiento mecánico propio de la empresa:

La empresa propia paga por horas S/. 8.00, teniendo las horas de demora de ejecución de cada tipo de mantenimiento se llega al siguiente cuadro:

EQUIPOS	COSTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO MECANICOS PROPIOS							
	PM1	HRS	PM2	HRS	PM3	HRS	PM4	HRS
Mixer	16	2	28	3.5	56	7	80	10
Volquetes	16	2	28	3.5	56	7	80	10
Línea amarilla	16	2	28	3.5	56	7	80	10
Bombas concreteras	16	2	28	3.5	56	7	80	10

Tabla 26: Costo mantenimiento preventivo mecánicos propios

Fuente: Elaboración propia

Mantenimiento mecánico de la empresa concesionaria:

En Arequipa se tienen las concesionarias de cada marca y los costos de mano de obra de las mismas, costos por hora Autrisa S/. 18.00 y Ferreyros S/. 20.00:

EQUIPOS	COSTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO MECANICOS TERCERO									
	MARCA	ROVEEDO	PM1	HRS	PM2	HRS	PM3	HRS	PM4	HRS
Mixer	VOLVO	AUTRISA	36	2	63	3.5	126	7	180	10
Volquetes	VOLVO	AUTRISA	36	2	63	3.5	126	7	180	10
Línea amarilla	CAT	FERREYROS	40	2	70	3.5	140	7	200	10

Tabla 27: Costo mantenimiento preventivo mecánicos terceros

Fuente: Elaboración propia

Mantenimiento mecánico de empresa tercera:

En la actualidad los mantenimientos de equipo móvil los realiza Raciemsa que es parte del grupo Gloria teniendo un costo por hora de mano de obra de S/. 13.00 y Omega tractor's una empresa tercera con un costo por hora de mano de obra de S/. 14.00:

EQUIPOS	COSTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO MECANICOS TERCERO									
	MARCA	PROVEEDOR	PM1	HRS	PM2	HRS	PM3	HRS	PM4	HRS
Mixer	VOLVO	RACIEMSA	26	2	45.5	3.5	91	7	130	10
Volquetes	VOLVO	RACIEMSA	26	2	45.5	3.5	91	7	130	10
Línea amarilla	CAT	OMEGA TRACTOR	28	2	49	3.5	98	7	140	10

Tabla 28: Costo de mantenimiento preventivo mecánicos terceros

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, viendo las opciones se refleja que la mejor opción para ejecutar los mantenimientos preventivos en cuanto a mano de obra es que lo realice la empresa propia.

Se propone que los repuestos a usar en filtros sean los alternativos Fleetguard para reducir un 20% en costos de repuestos

REPUESTOS	MIXER		VOLQUETES		LINEA AMARILLA	
FILTROS	ALTERNATIVO	ORIGINAL	ALTERNATIVO	ORIGINAL	ALTERNATIVO	ORIGINAL
	FLEETGUARD	VOLVO	FLEETGUARD	VOLVO	FLEETGUARD	CAT

Tabla 29: Filtros mantenimientos preventivos

Fuente: Elaboración propia

4.4. Diseño

Se plantea la propuesta elegida:

Disponibilidad de equipos:

Se debe llegar a un acuerdo con el área de operaciones para que envíen las unidades según el programa que envía mantenimiento, un día antes se deberá llamar al jefe de planta para corroborar la información y con ello programar los mecánicos y retirar los insumos para los mantenimientos.

COD EQUIPO	TIPO MANTENIMIENTO	FECHA PROGRAMACION
SBOM-156	PM3	04/07/2019

Tabla 30: Formato programa de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Con el área de logística se emitirá una programación trimestral para que puedan con ello proyectar el stock mínimo de filtros y aceites que debe tener el almacén para cumplir con los mantenimientos en el tiempo oportuno. Teniendo el siguiente formato:

COD EQUIPO	TIPO MANTENIMIENTO	INSUMOS
SMIX-174	PM1	...

Tabla 31: Formato programa proyectado de mantenimientos preventivos

Fuente: Elaboración propia

La meta de la disponibilidad de equipos es del 90% para todo equipo móvil para poder dar soporte al área de operaciones y así cumplir con los despachos programados con los diferentes clientes por el área de operaciones.

Se propone coordinar con el área de recursos humanos para capacitar al personal que tiene la empresa para que ellos puedan ejecutar los mantenimientos correctivos y así evitar la tercerización que genera sobre costos en el área de mantenimiento.

Se tienen actualmente 20 mecánicos de equipo móvil, de los cuales se especializarán a 5, el curso a dictar sería el siguiente:

Gestión de equipo pesado con un costo de S/. 3,600.00

Teniendo un costo total: S/. 18,000.00

MECANICO TERCERO		MECANICO PROPIO	
POR HORA	\$ 30	SUELDO MENSUAL	S/. 2,000.00
ANUAL	S/. 49,950.00	ANUAL	S/. 28,000.00

Tabla 32: Costo de mecánico tercos vs costo de mecánico propio

Fuente: Elaboración propia

Teniendo un ahorro de S/. 21,950.00 con esta propuesta.

Se propone que los supervisores de mantenimiento realicen mantenimiento predictivo para poder analizar la causa raíz de las fallas repetitivas que se tengan en las unidades, adicional un programa de engrase semanal, con ello se podrá prevenir fallas mayores que puedan causar mayor sobre costo de reparación de la unidad

✓ Se propone llevar un formato de análisis de causa raíz según detalle:

ANÁLISIS CAUSA RAIZ				
Descripción de la falla				
Análisis de la causa raíz				
1° ¿ Por qué?	2° ¿ Por qué?	3° ¿ Por qué?	4° ¿ Por qué?	5° ¿ Por qué?
Causa raíz				
Resultado del análisis				

Figura 15: Formato análisis causa raíz

Fuente: Elaboración propia

Capacitación de análisis causa raíz

SUPERVISORES	Nro Supervisores	COSTO S/. CAPACITACION	COSTO TOTAL
Bombas y línea AQP	1	800	800
Volquetes y mixer AQP	1	800	800
Moq - Tacna – Ilo	1	800	800
Cusco – Juliaca	1	800	800
			S/. 3,200.00

Tabla 33: Costo de capacitación análisis causa raíz

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Se propone llevar un plan de engrase de mantenimiento según detalle:

EQUIPOS	NRO TOTAL EQUIPOS	SEMANAS	COSTO S/. GRASA	COSTO TOTAL
Mixer	126	26	2.3	7534.80
Volquetes	68	26	2.3	4066.40
Línea amarilla	30	26	2.3	1794.00
Bombas concreteras	41	26	2.3	2451.80
				S/. 15,847.00

Tabla 34: Costo de programa de engrase

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Se propone que la empresa nuevamente ejecute los mantenimientos preventivos de los equipos de Arequipa, según detalle:

Para lo cual se tendrían que programar los mantenimientos preventivos anuales para el 2019:

EQUIPOS	NRO TOTAL EQUIPOS	EQUIPOS AREQUIPA	COSTO TOTAL MANTTOS PREVENTIVOS
Mixer	126	50	S/. 232,380.00
Volquetes	68	30	S/. 168,540.00
Línea amarilla	30	10	S/. 96,300.00
Bombas concreteras	41	14	S/. 86,280.00
			S/. 583,500.00

Tabla 35: Costo de mantenimientos preventivos

Costo anual de los mantenimientos preventivos realizados por Raciemsa y Ferreyros en línea amarilla:

EQUIPOS	NRO TOTAL EQUIPOS	EQUIPOS AREQUIPA	COSTO TOTAL MANTTOS PREVENTIVOS
Mixer	126	50	S/. 278,856.00
Volquetes	68	30	S/. 202,248.00
Línea amarilla	30	10	S/. 115,560.00
Bombas concreteras	41	14	S/. 103,536.00
			S/. 700,200.00

Tabla 36: Costo de mantenimientos preventivos por empresa tercera

Fuente: Elaboración propia

Teniendo como ahorro con esta propuesta de S/. 116,700.00

Tiempos:

Se determinaron los tiempos de ejecución teniendo la disponibilidad de insumos y mano de obra con el personal especializado que son los ejecutores de esta tarea los mecánicos teniendo así la siguiente tabla:

TIPO DE MANTENIMIENTO	Hrs.
PM1	2
PM2	3.5
PM3	7
PM4	10

Tabla 37: Tiempos promedio de demora por cada tipo de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Al cumplir con los tiempos, se le dará confianza al área de operaciones para que puedan enviar las unidades según la programación emitida semanalmente por correo electrónico.

CAPÍTULO V: ANALISIS DE RESULTADOS

5.1. Análisis de resultados

La solución a implementar óptima será la de que la empresa ejecute sus propios mantenimientos para así reducir costos en tercerización:

EQUIPOS	COSTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO EMPRESA PROPIA			
	PM1	PM2	PM3	PM4
Mixer	560	680	1500	1970
Volquetes	580	710	1750	2050
Línea amarilla	1200	1700	2000	2450
Bombas concreteras	780	950	1250	1700

Tabla 38: Costo de mantenimiento preventivo

Fuente: Elaboración propia

EQUIPOS	COSTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO MECANICOS PROPIOS							
	PM1	HRS	PM2	HRS	PM3	HRS	PM4	HRS
Mixer	16	2	28	3.5	56	7	80	10
Volquetes	16	2	28	3.5	56	7	80	10
Línea amarilla	16	2	28	3.5	56	7	80	10
Bombas concreteras	16	2	28	3.5	56	7	80	10

Tabla 39: Costo de mantenimiento preventivo mecánico propio

Fuente: Elaboración propia

Los repuestos a usar serán los alternativos Fleetguard ahorrando un 20%

Para lo cual se iniciará el cambio según cronograma:

EQUIPOS	SEMANA 28	SEMANA 29	SEMANA 30
VOLQUETES	X		
MIXER		X	
LINEA AMARILLA			X

Tabla 40: Cronograma

Fuente: Elaboración propia

Capacitación al personal

Detalle	S/.
Capacitación mecánicos	S/. 18,000.00
Capacitación supervisores	S/. 3,200.00
	S/. 21,200.00

Tabla 41: Costos del programa de capacitación

Fuente: Elaboración propia

Implementación de los formatos presentados en el capítulo anterior.

Entrega oportuna de los equipos según los tiempos establecidos por el plan de mantenimiento del fabricante.

5.2. Pruebas y resultados

5.2.1. Indicadores

Se muestra una tabla detallada de los indicadores

Indicadores	Meta	Actual	Propuesto
Costo por horometro recorrido	0.15	0.22	0.18
Costo de mantenimiento preventivo/ Costo de mantenimiento total	50%	34%	40%
Costo de mantenimiento correctivo/ Costo de mantenimiento total	50%	66%	55%
Costo de mantenimiento por servicio tercero/ Costo total de mantenimiento	20%	41%	25%
Cumplimiento de mantenimiento preventivo	95%	94.19%	95%

Tabla 42: Indicadores de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

- Costo por kilometraje:

El indicador de Costo por kilometraje consta de la siguiente formula:

$$\frac{\text{Costo}}{\text{Horometros recorridos}}$$

Año	Ejecutado				Presupuestado			
	S/.	Horometro	S/./ Horometro	US\$ / Km Acumulado	S/.	Horometro	S/./ Horometro	US\$ / Km Acumulado
2017	1,257,775	8,984,106	0.14	0.14	1,092,189	7,281,259	0.15	0.15
2018	1,412,441	7,433,900	0.19	0.33	1,238,451	8,256,340	0.15	0.3
2019	1,567,107	7,123,214	0.22	0.55	1,367,102	9,114,014	0.15	0.45

Tabla 43: Costo por horometros recorridos

Fuente: Elaboración propia

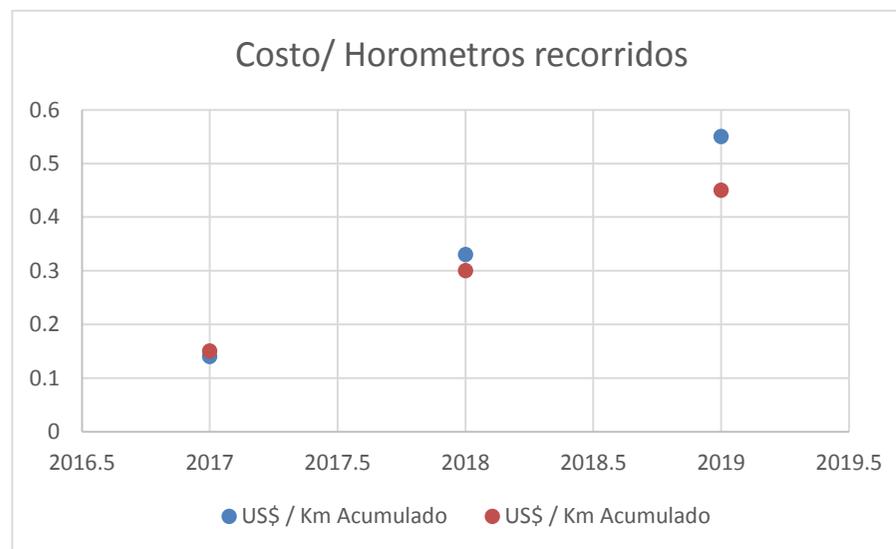


Figura 16: Costos por horometros recorridos

Según la tabla y grafica mostrada nos muestra que conforme ha ido pasando cada año han ido incrementando los costos, adicional se ve que lo costos presupuestados exceden a los costos reales desde el 2018.

- Costos de Mantenimiento Preventivos por mantenimientos Totales

AÑO	COSTO TOTAL	COSTO PREVENTIVO	C. PREV/C. TOTAL
2017	S/. 1,257,774.81	S/. 504693.74	40%
2018	S/. 1,412,440.95	S/. 511097.66	36%
2019	S/. 1,567,107.08	S/. 527969.99	34%

Tabla 44: Costo mantenimiento preventivo/ Costo total de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

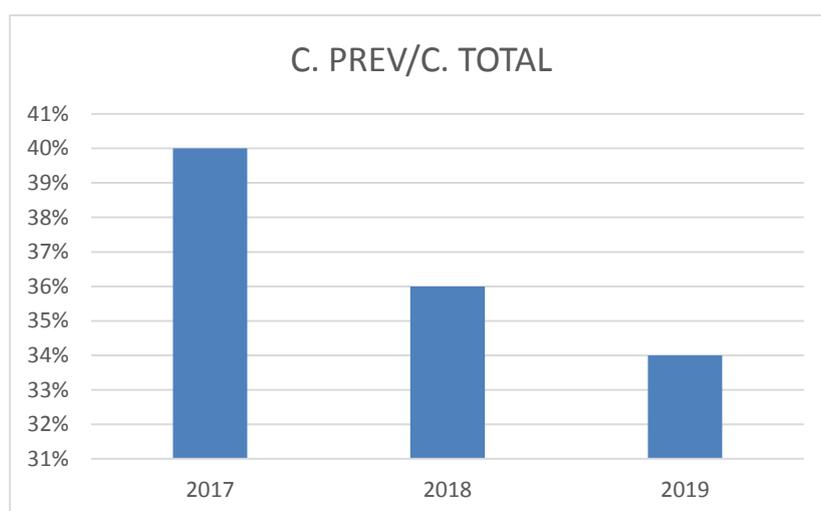


Figura 17: Costo mantenimiento preventivo/ Costo total de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla y grafica mostrada se ve que en promedio un 36.6% corresponden a costos de mantenimiento preventivo y que conforme va pasando cada año este % ha ido disminuyendo respecto al costo total.

- Costos de Mantenimiento Correctivos por mantenimientos Totales

AÑO	COSTO TOTAL	C. CORREC/C TOTAL
2017	S/. 1,257,774.81	60%
2018	S/. 1,412,440.95	64%
2019	S/. 1,567,107.08	66%

Tabla 45: Costo mantenimiento correctivo/ Costo total de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

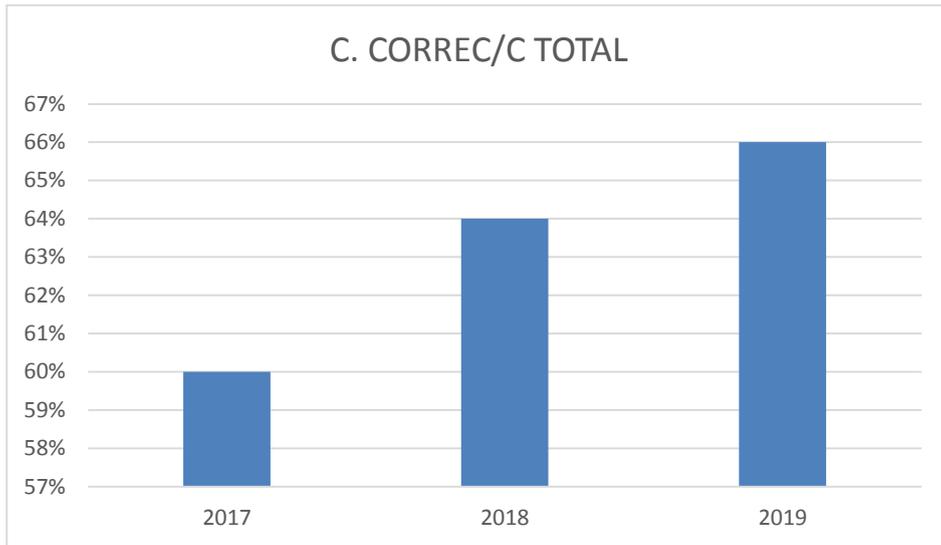


Figura 18: Costo mantenimiento correctivo/ Costo total de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla y grafica mostrada se ve que en promedio un 63% corresponden a costos de mantenimiento correctivo y que conforme va pasando cada año este % ha ido aumentando respecto al costo total, lo que nos indica que se están realizando más mantenimientos correctivos que preventivos.

- Costo de mantenimiento por servicios tercero por costo total de mantenimiento

AÑO	COSTO CORRECTIVO	COSTO TERCERO	%
2017	S/. 753,081.07	S/. 429,256.21	57%
2018	S/. 901,343.29	S/. 549,819.40	61%
2019	S/. 1,039,137.08	S/. 644,264.99	62%

Tabla 46: Costo mantenimiento tercero/ Costo mantenimiento correctivo

Fuente: Elaboración propia



Figura 19: Costo mantenimiento tercero/ Costo mantenimiento correctivo

Fuente: Elaboración propia

AÑO	COSTO TOTAL	COSTO TERCERO	%
2017	S/. 1,257,774.81	S/. 429,256.21	34%
2018	S/. 1,412,440.95	S/. 549,819.40	39%
2019	S/. 1,567,107.08	S/. 644,264.99	41%

Tabla 47: Costo mantenimiento tercero / Costo total de mantenimientos

Fuente: Elaboración propia

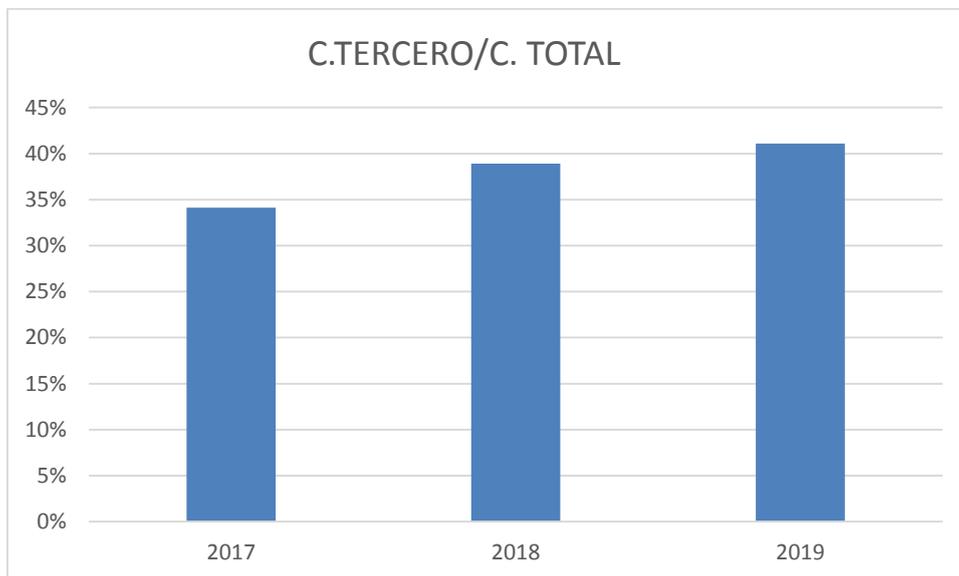


Figura 20: Costo tercero de mantenimiento/ Costo total de mantenimientos

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla y grafica mostrada se ve que los costos terceros respecto al costo total han ido aumentando conforme esta pasando cada año, es decir se esta optando por

tercerizar los mantenimientos.

- % Cumplimiento de mantenimiento preventivo

AÑO	TOTAL MANTTOS	MANTTOS FUERA	%
2017	3177	99	96.88%
2018	3165	159	94.97%
2019	3152	183	94.19%

Tabla 48: % Cumplimiento de mantenimientos preventivos

Fuente: Elaboración propia



Figura 21: % Cumplimiento de mantenimiento preventivos

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla y grafica mostrada se ve que no se están cumpliendo con la ejecución de mantenimientos preventivos ni con la meta del 95% desde el año 2018.

Según los indicadores obtenidos de la encuesta se tiene:

INDICADORES	SUB INDICADORES	MEDIDA ACTUAL	MEDIDA PROPUESTA	INTERPRETACION
RRHH	Competencia de personal	15%	90%	Los colaboradores serán capacitados para especializarlos.
	Tercerización de Personal servicios calificados	60%	80%	Se contara con una cartera de proveedores seleccionados.
Recursos	Herramientas, insumos y repuestos en tiempo oportuno	40%	80%	Se contara con las herramientas adecuadas para los mantenimientos.
Análisis de fallas	Análisis es causa raíz	0%	80%	Se capacitara a los supervisores

Tabla 49: Indicadores finales

5.2.2. Beneficio / Costo

Para lo cual lo validaremos con el ratio de Beneficio/Costo para ver si es viable lo propuesto para la empresa:

a) Beneficio

Se detallan los ahorros que se obtendrán con las propuestas presentadas:

DESCRIPCION	COSTO
Mano de Obra	S/. 21,950.00
Mantenimientos preventivos	S/. 116,700.00
	S/. 138,650.00

Tabla 50: Beneficio total de la propuesta

Fuente: Elaboración propia

b) Costo

Se detallan a continuación los costos de las propuestas presentadas:

DESCRIPCION	COSTO
Costos de capacitación	S/. 18,000.00
Capacitación causa raíz	S/. 3,200.00
Plan de engrase	S/. 15,847.00
	S/. 37,047.00

Tabla 51: Costo total de la propuesta

Fuente: Elaboración propia

c) Beneficio / Costo

$$\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}}$$

$$\frac{S/. 138,650.00}{S/. 37,047.00} = 3.74$$

Como conclusión la propuesta presentada es viable para la empresa.

CONCLUSIONES

1. Con el diseño planteado se puede reducir los costos en el área de mantenimiento de la empresa concretera.
2. De acuerdo al análisis realizado en el capítulo IV la tabla 26 nos indica que el costo de mano de obra propio es el de menor costo por lo que se estima con ello se puede reducir costos de mano de obra utilizada evitando tercerizar los mantenimientos.
3. De acuerdo a lo analizado en el capítulo IV se indica que utilizando repuestos alternativos se estima que se puede reducir los costos incurridos en la gestión de compras de repuestos en un 20%.
4. De acuerdo a lo analizado con la información del fabricante se estima que se puede mejorar los tiempos de entrega de los equipos a operaciones cumpliendo con la programación y planificación de mantenimientos.
5. Se obtendría un beneficio/ costos del 3.74 viable para la empresa según lo visto en el capítulo V.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAVO, R. *Administración del mantenimiento industrial*. Costa Rica: Estatal a la distancia. 1989.
- CAHUAYA, R. M. *Programa de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la bomba mars III en la Compañía Minera Santa Luisa S.A.* <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/1580>
- CESAREO. *Tecnología del mantenimiento Industrial*. Murcia: EDITUM, 1998.
- CESPEDES. *Análisis y planeamiento*. Costa Rica: Univesidad Estatal a la distancia, 1981
- CORONADO, *Diseño del plan de mantenimiento para flota vehicular en empresa dedicada al rubro medio ambiental.* <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/5292>
- CRESPO, A. *Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicad a la gestión de activos*. España: Ingeman, 2012.
- USCATEGUI, P. *Propuesta de mejoramiento de la Gestión de Mantenimiento para el departamento de confiabilidad y proyectos de una empresa de Petrosantader Colombia.* <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2014/152309.pdf>
- DEFINICION. *Definición.* <https://definicion.mx/disponibilidad/>
- DIAZ, L. *Analisis y planeamiento*. Costa Rica: Universidad Editorial a la distancia, 2018.
- FERNÁNDEZ, R. *Propuesta de plan de mantenimiento para una empresa de arriendo de maquinaria pesada y camiones.* Obtenido de Tesis chilenas: <http://www.tesischilenas.cl/index.php/record/view/288655>, 2014
- GARCÍA, S. *Organización y gestión integral del mantenimiento*. España: Diaz de Santos, 2003.
- GONZÁLEZ, F. *Teoria y práctica del mantenimiento industrial*. España: FC, 2003
- GONZÁLEZ, F. *Auditoria del mantenimiento e indicadores de gestión*. Madrid: FC,

- 2004.
- GONZÁLES, J. L. *Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa Latercer S.A.C.* Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/94867568.pdf>.
 - JIMENEZ, F., ESPINOZA, C. *Costos Industriales*. Costa Rica: Editorial Tecnológica, 2006.
 - LOYOLA, Marcos. *Elaboración de plan de mantenimiento preventivo para sistemas técnicos del centro internacional de la papa.2017*
 - MAQUINARIAS PESADAS ORG. *Maquinarias Pesadas ORG*. Obtenido de <https://www.maquinariaspesadas.org/maquinaria-pesada/cargador-frontal>
 - PITTMAN, M. *Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para flota de concretos*. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/592734?show=full>, 2016
 - SACRISTAN, F. *Manual del mantenimiento integral de la empresa*. España, 2009
 - SOTO, J. P. *Mantenimiento basado en la confiabilidad para el mejoramiento de la disponibilidad mecánica de los volquetes Faw en Gym S.A.* <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3654>

ANEXO 1:

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: DISEÑO DE PLAN DE REDUCCIÓN DE COSTOS EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE UNA EMPRESA DE CONCRETOS, AREQUIPA 2019

Formulación de problema	Objetivos	Hipótesis	Sistema de variables	Metodología
<p>General: Del problema descrito anteriormente se generó la siguiente interrogante: ¿Diseñando un plan de mejora se puede reducir costos en el área de mantenimiento?</p> <p>Específicos: ¿Se puede reducir los costos en el área de mantenimiento teniendo una mejor planificación de mantenimientos? ¿Se puede reducir los costos en el área de</p>	<p>General: Diseñar un plan de reducción de costos en el área de mantenimiento de una empresa de concretos, Arequipa 2019.</p> <p>Específicos: Esta investigación nos va a permitir lo siguiente: A) Mejorar la gestión de mantenimiento. B) Reducir costos de mano de obra tercerizada en el</p>	<p>General No aplica.</p> <p>Específicos cas No aplica</p>	<p>Variable: Independiente : Plan</p> <p>Dependiente: Reducción de costos</p> <p>Indicadores:</p> <p>a) Costo por kilometraje b) Costos de Mantenimiento Preventivos por mantenimientos Totales c) Costos de</p>	<p>El método a usar en la presente investigación será el descriptivo ya que se verá todo el proceso del mantenimiento así mismo nos basaremos en datos y hechos reales que serán proporcionados por la empresa.</p> <p>Diseño de investigación: El diseño de la investigación será el tecnológico ya que en esta investigación se está proponiendo un plan de mejora para poder reducir los costos en el área de mantenimiento.</p>

<p>mantenimiento teniendo un mejor control de la mano de obra? ¿Se puede reducir los costos en el área de mantenimiento mejorando la gestión de compras de repuestos? ¿Se puede reducir tiempos de entrega de equipos en mantenimiento a operaciones?</p>	<p>área de mantenimiento. c) Reducir costos de repuestos en el área de mantenimiento. D) Mejorar los tiempos de entrega al área de operaciones.</p>		<p>Mantenimiento Correctivos por mantenimientos Totales d) Costo de mantenimiento por servicios tercero por costo total de mantenimiento e) % Cumplimiento de mantenimiento preventivo</p>	<p>Población: La empresa cuenta con 3 negocios a) Premezclado b) Agregados c) Prefabricados Contamos con diferentes equipos para cumplir con la operación: a) Mixer 126 unidades b) Volquetes 68 unidades c) Línea amarilla 30 unidades d) Bombas concreteras 41 unidades Instrumento: Entrevista Observación Grupos de discusión Análisis del contenido</p>
---	---	--	--	--

ANEXO 2:

DATOS DE LA EMPRESA

La empresa que se está analizando dedicada al rubro del concreto premezclado, agregados y prefabricados en el sur del país, la cual tiene plantas principales en Arequipa, Moquegua, Tacna, Ilo y Cusco, así mismo en empresas mineras como Quellaveco, Toquepala y Minsur, siendo líder en el mercado del sur del país.

Actividades principales

- Concreto premezclado
- Agregados
- Prefabricados

Misión

Somos una empresa del Consorcio Cementero del Sur S.A., y forma parte del conglomerado de empresas del Grupo Gloria, que nace para brindar a sus clientes un punto importante de apoyo con la más moderna tecnología y con mucho profesionalismo, con operaciones en los principales proyectos de infraestructura y minería a nivel nacional e internacional; siendo considerados socios estratégicos y la mejor opción para nuestros clientes.

Con altos estándares en seguridad, calidad y respeto con el medio ambiente, la empresa es líder en la producción y comercialización de concreto premezclado, agregados para la construcción, productos prefabricados de concreto y varios otros productos y servicios para el sector de la construcción.

Visión

Ser líder en todo el país en el 2020 en la comercialización de concreto premezclado, agregados y prefabricados.

Objetivos de la empresa

- Cumplir con las políticas de calidad, medio ambiente y seguridad.
- Contribuir con el desarrollo del personal de la empresa

- Ser la empresa líder en el sur del país.
- Aumentar las ventas.
- Generar mayores utilidades para la empresa.
- Generar una mayor participación en el mercado del sur del país.
- Ser productores y distribuidores de una marca líder en el mercado.

Organigrama de la empresa

La empresa cuenta con el siguiente organigrama estructural todo soportado por un Gerente General y Gerente de Operaciones que maneja todas las operaciones.

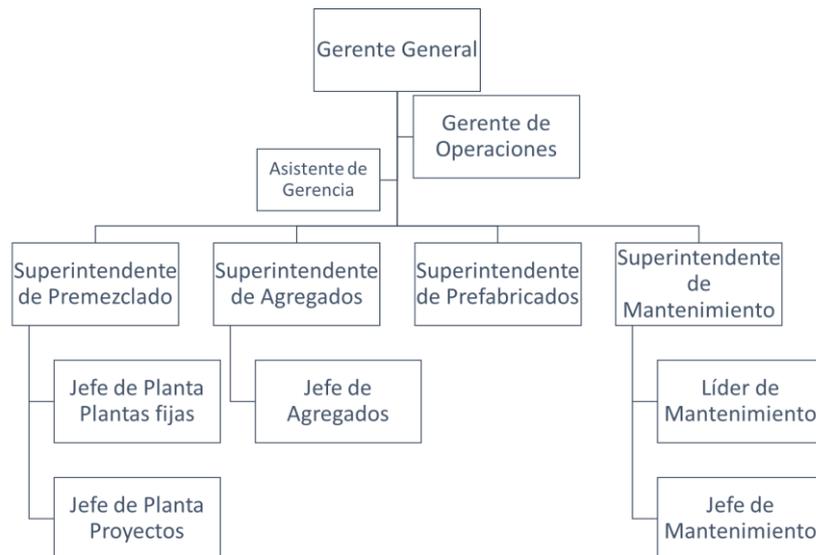


Figura 22: Organigrama general de la empresa

Fuente: Elaboración propia

Layout

Se muestra el layout de la planta de Arequipa (planta principal)



Figura 23: Plano de la planta AQP

Fuente: Elaboración propia

Sistema de la empresa

La empresa cuenta con el sistema de SAP HANA interrelacionado con las áreas de Logística, Operaciones y Mantenimiento, este sistema viene funcionando desde inicios del 2018, teniendo antes el SAP en forma genérica optando el grupo por una versión más actual que ayude como herramienta a cada área.

Análisis de la gestión de mantenimiento

Actualmente el área de mantenimiento tiene por jefatura Superintendente de Mantenimiento el cual ve tanto mantenimiento de plantas y de equipo móvil en todas las plantas fijas y de proyectos que se tiene en el sur del país soportado por un líder de mantenimiento teniendo el siguiente organigrama de área.

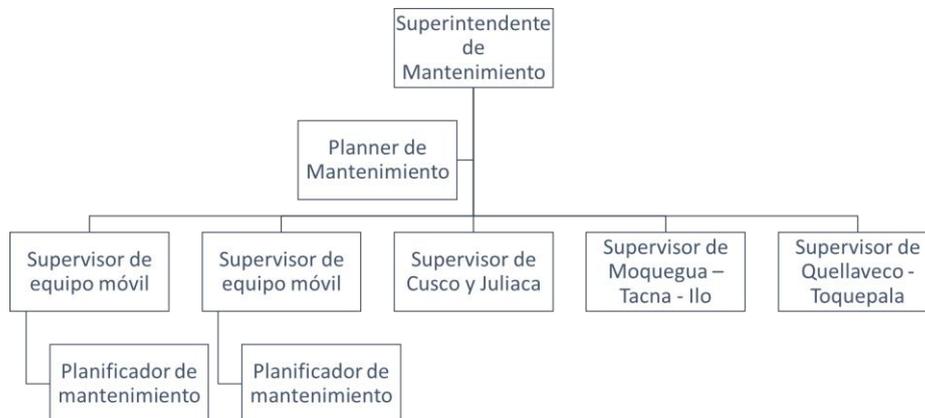


Figura 24: Organigrama de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

El área de mantenimiento cuenta con el ERP de SAP en donde se tiene un historial de mantenimiento por cada equipo tanto de los mantenimientos correctivos y preventivos, en donde se cargan los insumos a utilizar, la notificación de mano de obra para con ello sacar el costo real por cada orden de mantenimiento.

Los insumos son suministrados por el almacén central ubicado en Arequipa mediante las reservas de mantenimiento que se generan en cada orden de mantenimiento.

Procedimiento de mantenimientos

Actualmente el procedimiento es el siguiente:

a) Mantenimientos preventivos:

La programación la realiza cada asistente de mantenimiento que se distribuye de la siguiente manera:

- Bombas concreteras y línea amarilla
- Volquetes y mixer

Esta programación se realiza semanalmente los días miércoles vía correo electrónico es enviada a jefes, asistentes y supervisores de todos los negocios para que tengan en cuenta en su programación diaria que la unidad debe ser parada.

El planner de mantenimiento abrirá la Orden de Mantenimiento en SAP el asistente deberá ver que se tengan los insumos de acuerdo al plan de mantenimiento establecido, asignar al mecánico a ejecutar el trabajo imprimir la Orden respectiva y entregársela al mecánico un día antes para que aliste todo lo necesario, para que una vez que este la unidad en taller se proceda con el trabajo. Ya que los almacenes tienen un horario de atención de 8 a 12 si no se retiran los insumos la unidad estará parada más de lo debido en taller perjudicando al área de operaciones.

Una vez culminado el servicio el mecánico entrega la unidad operativa al operador asignado para que vuelva a operaciones.

En el caso de las unidades de Arequipa la programación también es enviada los miércoles y la unidad en la fecha indicada es ingresada al taller de Raciemsa para que se ejecute el mantenimiento por la noche para que al día siguiente a primera hora sea entregada a operaciones.

Para el caso de línea amarilla los mantenimientos los realiza Ferreyros según contrato de ritmo 5.

b) Mantenimientos correctivos:

Se inicia con un aviso de mantenimiento generado por el área de operaciones en donde señalada detalladamente los trabajos a realizar, luego de ello el supervisor asignado genera la orden de mantenimiento, evalúa la unidad según ello pide repuestos para reparar la unidad si la falla es mayor es enviada a taller tercero, una vez operativa la unidad es entregada al área de operaciones.

ANEXO 3:

PLAN DE MANTENIMIENTO MIXER



Figura 25: Mixer volvo

Fuente: Elaboración propia

			MIXER				
FRECUENCIA	TIPO	ITEM	DESCRIPCION DEL TRABAJO	MARCA	PARTE	CANTIDAD	DESCRIPCION
500 H	PM1	10	Cambio aceite motor	MOBIL	15W40	11	ACEITE 15W40

		20	Cambio filtro aceite	FLEETGUARD	LF9080 (LF9001	1	FILTRO ACEITE
		30	Cambio filtro separador	FLEETGUARD	FS19624	1	FILTRO SEPARADOR
		40	Cambio filtro aire	FLEETGUARD	AF26103/3551814C1	1	FILTRO AIRE PRIMARIO
		50	Engrase general	SHELL		2	GRASA SHELL GADUS
1000H	PM2	10	Cambio aceite motor	MOBIL	15W40	11	ACEITE 15W40
		20	Cambio filtro aceite	FLEETGUARD	LF9080 (LF9001	1	FILTRO ACEITE
		30	Cambio filtro separador	FLEETGUARD	FS19624	1	FILTRO SEPARADOR
		40	Cambio filtro secador aire	BENDIX	AD9	1	FILTRO SECADOR
		50	Cambio filtro aire	FLEETGUARD	AF26103/3551814C1	1	FILTRO AIRE PRIMARIO
		60	Cambio filtro aire	CONTINENTAL			FILTRO AIRE

			SECUNDARIO		3551815C1	1	SECUNDARIO
		70	Cambio aceite dirección	MOBIL	15W40	1	ACEITE 15W40
		80	Cambio filtro dirección	FLEETGUARD	HF35476	1	FILTRO DIRECCION
		90	Cambio aceite transmisión	MOBIL	80W90	5	CAMBIO ACEITE TRANSMISION
		100	Cambio aceite hidraulico trompo	SHELL	TELLUS 32	11	ACEITE HIDRAULICO
		110	Cambio elemento filtrante Hidráulico	FLEETGUARD	HF6710	1	FILTRO HIDRAULICO
		120	Cambio aceite Caja Reductora de trompo	SHELL	85W140	5	ACEITE 85W140
		130	Engrase general	SHELL		2	GRASA SHELL GADUS
2000H	PM3	10	Cambio aceite motor	MOBIL	15W40	11	ACEITE 15W40

		20	Cambio filtro aceite	FLEETGUARD	LF9080 (LF9001	1	FILTRO ACEITE
		30	Cambio filtro separador	FLEETGUARD	FS19624	1	FILTRO SEPARADOR
		40	Cambio filtro secador aire	BENDIX	AD9	1	FILTRO SECADOR
		50	Cambio filtro aire	FLEETGUARD	AF26103/3551814C1	1	FILTRO AIRE PRIMARIO
		60	Cambio filtro aire secundario	CONTINENTAL	3551815C1	1	FILTRO AIRE SECUNDARIO
		70	Cambio aceite dirección	MOBIL	15W40	1	ACEITE 15W40
		80	Cambio filtro dirección	FLEETGUARD	HF35476	1	FILTRO DIRECCION
		90	Cambio aceite transmisión	MOBIL	80W90	5	CAMBIO ACEITE TRANSMISION

		100	Cambio aceite hidráulico Trompo	SHELL	TELLUS 32	11	ACEITE HIDRAULICO
		110	Cambio elemento filtrante Hidráulico	FLEETGUARD	HF6710	1	FILTRO HIDRAULICO
		120	Cambio aceite Caja Reductora de trompo	SHELL	85W140	5	ACEITE 85W140
		130	Cambio aceite corona	SHELL	85W140	13	ACEITE 85W140
		140	Cambio filtro corona	FLEETGUARD	LF689	1	FILTRO DE CORONA
		150	Cambio filtro de refrigerante	FLEETGUARD	WF2072	1	CAMBIO FILTRO REFRIGERANTE
		160	Engrase general	SHELL		2	GRASA SHELL GADUS

		170	Revisión de nivel	FRENOSA	SAE J1703		LIQUIDO FRENO
--	--	------------	-------------------	---------	-----------	--	---------------

Tabla 52: Plan de mantenimiento mixer volvo

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 4:
PLAN DE MANTENIMIENTO VOLQUETES



Figura 26: Volquete volvo

Fuente: Elaboración propia

			VOLQUETES				
FRECUENCIA	TIPO	ITEM	DESCRIPCION DEL TRABAJO	MARCA	PARTE	CANTIDAD	DESCRIPCION
500 H	PM1	10	Cambio aceite motor	MOBIL	15W40	11	ACEITE 15W40

		20	Cambio filtro aceite	FLEETGUARD	LF9080 (LF9001	1	FILTRO ACEITE
		30	Cambio filtro separador	FLEETGUARD	FS19624	1	FILTRO SEPARADOR
		40	Cambio filtro aire	FLEETGUARD	AF26103/3551814C1	1	FILTRO AIRE PRIMARIO
		50	Engrase general	SHELL		2	GRASA SHELL GADUS
1000H	PM2	10	Cambio aceite motor	MOBIL	15W40	11	ACEITE 15W40
		20	Cambio filtro aceite	FLEETGUARD	LF9080 (LF9001	1	FILTRO ACEITE
		30	Cambio filtro separador	FLEETGUARD	FS19624	1	FILTRO SEPARADOR
		40	Cambio filtro secador aire	BENDIX	AD9	1	FILTRO SECADOR
		50	Cambio filtro aire	FLEETGUARD	AF26103/3551814C1	1	FILTRO AIRE PRIMARIO

60	Cambio filtro aire SECUNDARIO	CONTINENTAL	3551815C1	1	FILTRO AIRE SECUNDARIO
70	Cambio aceite dirección	MOBIL	15W40	1	ACEITE 15W40
80	Cambio filtro dirección	FLEETGUARD	HF35476	1	FILTRO DIRECCION
90	Cambio aceite transmision	MOBIL	80W90	5	CAMBIO ACEITE TRANSMISION
100	Cambio aceite hidraulico trompo	SHELL	TELLUS 32	11	ACEITE HIDRAULICO
110	Cambio elemento filtrante Hidráulico	FLEETGUARD	HF6710	1	FILTRO HIDRAULICO
120	Cambio aceite Caja Reductora de trompo	SHELL	85W140	5	ACEITE 85W140
130	Engrase general	SHELL		2	GRASA SHELL GADUS

2000H	PM3	10	Cambio aceite motor	MOBIL	15W40	11	ACEITE 15W40
		20	Cambio filtro aceite	FLEETGUARD	LF9080 (LF9001	1	FILTRO ACEITE
		30	Cambio filtro separador	FLEETGUARD	FS19624	1	FILTRO SEPARADOR
		40	Cambio filtro secador aire	BENDIX	AD9	1	FILTRO SECADOR
		50	Cambio filtro aire	FLEETGUARD	AF26103/3551814C1	1	FILTRO AIRE PRIMARIO
		60	Cambio filtro aire secundario	CONTINENTAL	3551815C1	1	FILTRO AIRE SECUNDARIO
		70	Cambio aceite dirección	MOBIL	15W40	1	ACEITE 15W40
		80	Cambio filtro dirección	FLEETGUARD	HF35476	1	FILTRO DIRECCION

		90	Cambio transmision	aceite	MOBIL	80W90	5	CAMBIO ACEITE TRANSMISION
		100	Cambio hidraulico trompo	aceite	SHELL	TELLUS 32	11	ACEITE HIDRAULICO
		110	Cambio filtrante hidraulico	elemento	FLEETGUARD	HF6710	1	FILTRO HIDRAULICO
		120	Caja Reductora de trompo	Cambio aceite	SHELL	85W140	5	ACEITE 85W140
		130	Cambio aceite corona		SHELL	85W140	13	ACEITE 85W140
		140	Cambio filtro corona		FLEETGUARD	LF689	1	FILTRO DE CORONA

		150	Cambio filtro de refrigerante	FLEETGUARD	WF2072	1	CAMBIO FILTRO REFRIGERANTE
		160	Engrase general	SHELL		2	GRASA SHELL GADUS
		170	Revision de nivel	FRENOSA	SAE J1703		LIQUIDO FRENO

Tabla 53: Plan de mantenimiento volquetes

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 5:
PLAN DE MANTENIMIENTO LINEA AMARILLA



Figura 27: Cargador CAT

				PLAN MANTENIMIENTO CATERPILLAR			
FRECUENCIA	TIPO	ITEM	DESCRIPCION DEL TRABAJO	MARCA	PARTE	CANTIDAD	DESCRIPCION
250 H 750 H 1250H 1750H	PM1	10	Cambio aceite motor	CAT	15W40	8	ACEITE 15W40
		20	Cambio filtro aceite	CAT	1R1807	1	FILTRO ACEITE
		20	Cambio filtro aceite	CAT	1R- 0762/FF5624	2	FILTRO COMBUSTIBLE

		40	Cambio de filtro de cabina	CAT	7X-6041	1	FILTRO DE CABINA DE AIRE
		50	Cambio filtro separador	CAT	326-1644	1	FILTRO SEPARADOR
500 H 1500H	PM2	10	Cambio aceite motor	CAT	15W40	8	ACEITE 15W40
		20	Cambio filtro aceite	CAT	1R1807	1	FILTRO ACEITE
		20	Cambio filtro aceite	CAT	1R-0762/FF5624	2	FILTRO COMBUSTIBLE
		40	Cambio filtro separador	CAT	1R0762	1	FILTRO SEPARADOR COMBUSTIBLE
		50	Cambio filtro aire	CAT	2456375	1	FILTRO AIRE PRIMARIO CATERPILLA
		60	Cambio filtro transmision	CAT	3416643	1	FILTRO TRANSMISION
		70	Cambio filtro hidraulico	CAT	8H2046	1	SELLO TRANSMISION
		80	Cambio sello filtro transmision	CAT	144-0832	1	FILTRO ACEITE HIDR. SECUNDARIO

		90	Cambio sello filtro transmision	CAT	225-4118	1	FILTRO HIDRAULICO
		110	Cambio de filtro de cabina	CAT	7X-6041	1	FILTRO DE CABINA DE AIRE
		120	Cambio reten de respirador de aceite	CAT	8H2046	1	SELLO RESPIRADOR DE MOTOR
1000H	PM3	10	Cambio aceite motor	CAT	15W40	8	ACEITE 15W40
		20	Cambio filtro aceite	CAT	1R-1807	1	FILTRO ACEITE
		20	Cambio filtro aceite	CAT	1R-0762/FF5624	2	FILTRO COMBUSTIBLE
		40	Cambio filtro separador	CAT	326-1644	1	FILTRO SEPARADOR COMBUSTIBLE
		50	Cambio filtro aire primario	CAT	245-6375	1	FILTRO AIRE PRIMARIO CATERPILLA
		60	Cambio filtro aire secundario	CAT	245-6376	1	FILTRO AIRE SECUND 245-6376
		70	Cambio filtro transmision	CAT	3416643	1	FILTRO TRANSMISION

		80	Cambio sello filtro transmision	CAT	8H2046	1	SELLO TRANSMISION
		90	Cambio sello filtro transmision	CAT	144-0832	1	FILTRO ACEITE HIDR. SECUNDARIO
		100	Cambio sello filtro transmision	CAT	225-4118	1	FILTRO HIDRAULICO
		120	Cambio reten de respirador de aceite	CAT	8H2046	1	SELLO RESPIRADOR DE MOTOR
		130	Cambio de filtro de cabina	CAT	7X-6041	1	FILTRO DE CABINA DE AIRE
		140	Cambio aceite transmision	CAT	SAE 30	10	CAMBIO ACEITE TRANSMISION
1000H	PM4	10	Cambio aceite motor	CAT	15W40	8	ACEITE 15W40
		20	Cambio filtro aceite	CAT	1R-1807	1	FILTRO ACEITE
		20	Cambio filtro aceite	CAT	1R-0762/FF5624	1	FILTRO COMBUSTIBLE
		40	Cambio filtro separador	CAT	326-1644	1	FILTRO SEPARADOR COMBUSTIBLE

50	Cambio filtro aire primario	CAT	245-6375	1	FILTRO AIRE PRIMARIO CATERPILLA
60	Cambio filtro aire secundario	CAT	245-6376	1	FILTRO AIRE SECUND 245-6376
70	Cambio filtro transmision	CAT	3416643	1	FILTRO TRANSMISION
80	Cambio sello filtro transmision	CAT	8H2046	1	SELLO TRANSMISION
90	Cambio sello filtro transmision	CAT	144-0832	1	FILTRO ACEITE HIDR. SECUNDARIO
100	Cambio sello filtro transmision	CAT	225-4118	1	FILTRO HIDRAULICO
120	Cambio aceite transmision	CAT	SAE 30	10	CAMBIO ACEITE TRANSMISION
130	Cambio aceite hidraulico	CAT	10W	30	CAMBIO ACEITE HIDRAULICO
140	Cambio aceite diferenciales	CAT	SAE 50	20	CAMBIO ACEITE DIFERENCIALES

	150	Cambio aceite diferenciales	CAT	1U9891	H	ADITIVO PARA DIFERENCIAL
	160	Cambio de reten tapa balancines	CAT	2175701	1	RETEN TAPA BALANCINES
	170	Cambio de filtro de cabina	CAT	7X-6041	1	FILTRO DE CABINA DE AIRE

Tabla 54: Plan de mantenimiento línea amarilla

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 6:

ENCUESTA

La encuesta se realizó al personal de mantenimiento, total de personas encuestadas 20.

Se presenta la encuesta realizada

Se presentan los resultados

1. ¿Con que frecuencia se presentan las fallas técnicas a los equipos?
 Diario Interdiario Semanal Mensual
2. ¿Cuántos avisos de mantenimiento por falla en promedio se presentan mensualmente?
 0 – 20 21 – 40 41 – 60 60 a más
3. ¿Cuánto tiempo demora en atender un aviso de mantenimiento?
 0 – 1hr 1 – 2hrs 2 – 4hrs 4hrs a más
4. ¿Cuáles son las causas más frecuentes en la demora de la atención?
 Falta de personal Falta de repuestos Falta de herramientas
 Burocracia
5. ¿Qué tipos de fallas se prestan con más frecuencia?
 Eléctricos Mecánicos Enfriamiento otros
6. ¿Cuál es el tiempo promedio de reparación de una falla?
 0 – 2hrs 2 – 4hrs 4 – 6hrs 6 hrs a más
7. ¿Qué tipo de información posee para identificar las fallas presentadas?
 manual registro ninguno otros
8. ¿Qué técnicas utiliza para analizar las fallas de mantenimiento?
 indicadores asesorías registro de fallas estadísticas
9. ¿ha recibido capacitaciones dadas por la empresa en temas de mantenimiento?

si no

10. ¿Qué tipo de mantenimiento cree Ud. que realiza la empresa?

preventivo correctivo predictivo

ANEXO 7:

PROGRAMACION Y EJECUCION DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS

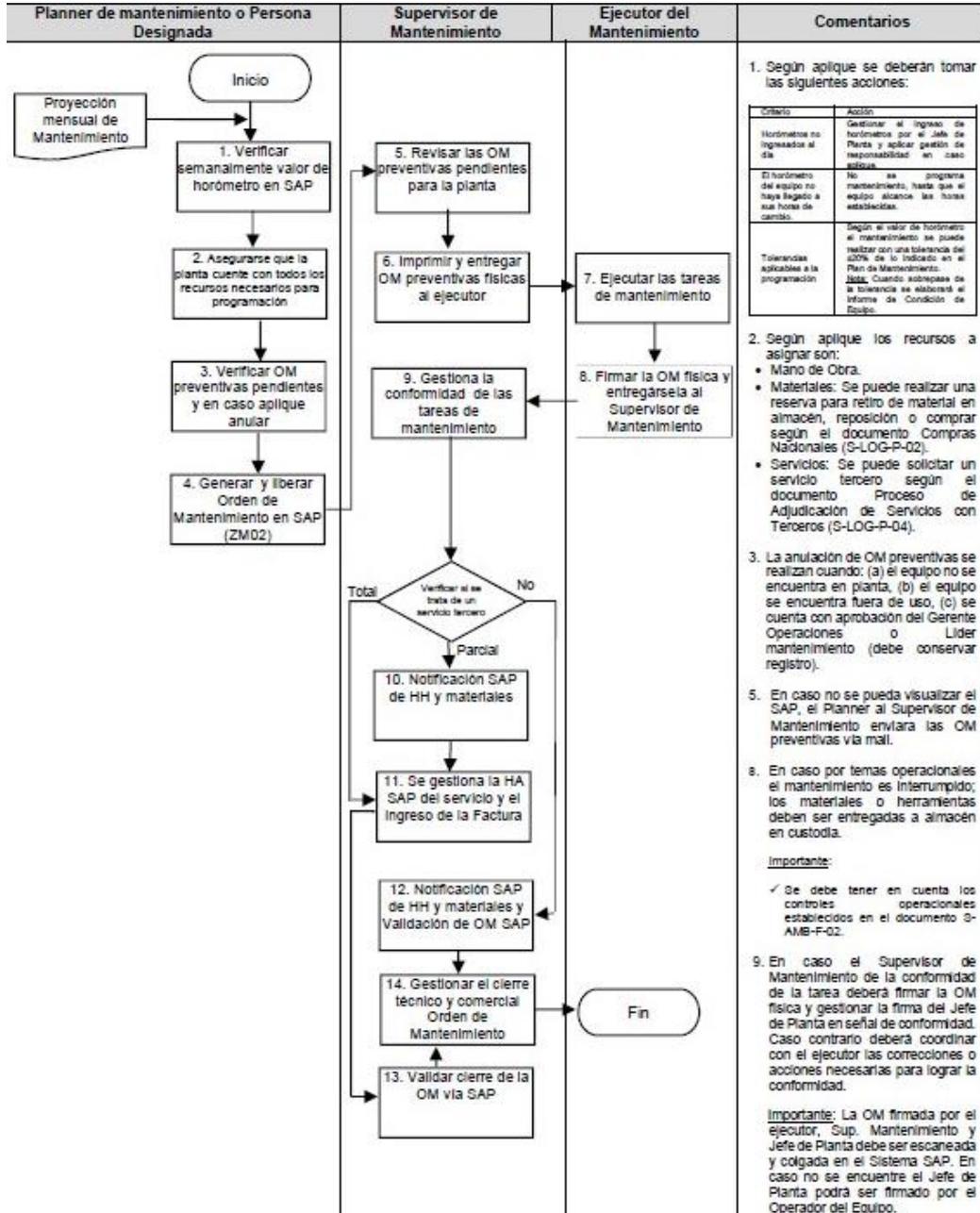


Figura 28: Programa y ejecución de mantenimientos preventivos

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 8: PLANIFICACION DEL MANTENIMIENTO

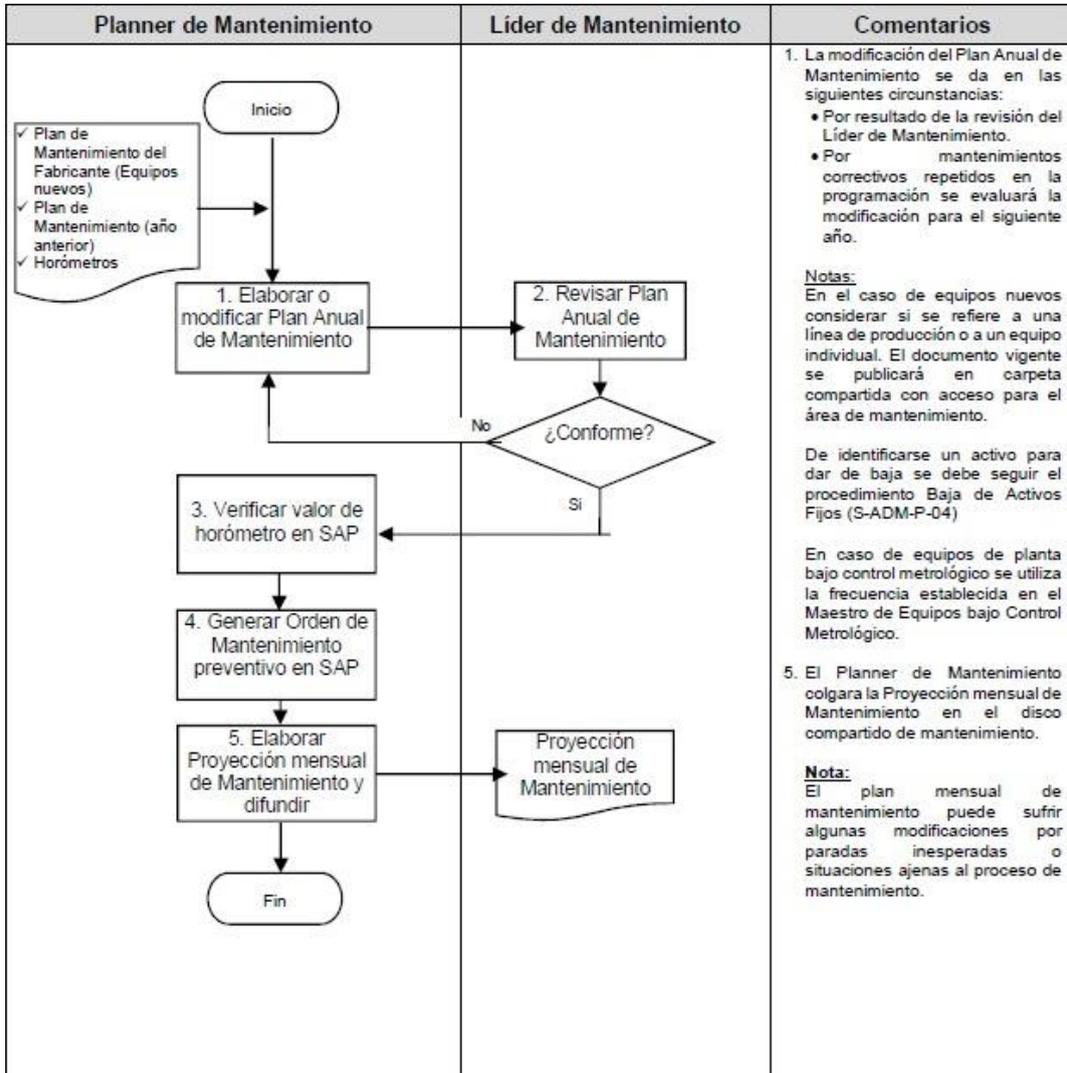


Figura 29: Planificación de mantenimientos

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 9: SISTEMA SAP

El módulo ERP de la empresa es el SAP que cuenta con las siguientes transacciones:

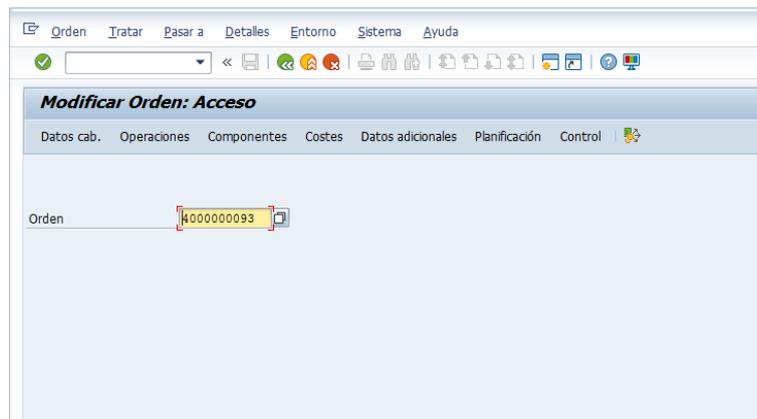


Figura 30: Modulo SAP

Fuente: Elaboración propia

lw22: Modificar avisos de mantenimiento

lw31: Crear Orden de Mantenimiento

mmbe: Visualizar stock de repuestos

mb52: Visualizar stocks varios de repuestos

me23n: Visualizar Solicitudes de pedido y Órdenes de Servicio

mb22: Generar reservas

mb23: Visualizar reservas

me51n: Generar Solicitudes de Pedido