

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS PESADOS EN LA EMPRESA JM SOLDADURAS CAJAMARCA”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

**Autores:**

Jose Luis Mendoza Mendoza  
Evelia Raquel Calixto Alvites

**Asesor:**

MBA. Mylena Karen Vílchez  
Torres

## DEDICATORIA

A mi hija Victoria por enseñarme que los sueños se cumplen, a mi madre por sus enseñanzas,  
sobrinos que siempre me arrancan una sonrisa y familiares que siempre creyeron en mi  
capacidad para seguir en este camino y crecer desde ahora profesionalmente.

Evelia Raquel Calixto Alvites

A mis padres por moldearme en la persona que soy hoy; mucho de mis logros se los debo a  
ustedes. Me formaron con reglas y con algo de libertad, pero al final me motivaron  
contantemente para hacer realidad mis sueños.

Jose Luis Mendoza Mendoza

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecida con Dios que siempre estuvo presente, a mi hermana Gina por su apoyo incondicional, a mi papá Santos que siempre me aconsejaba a no rendirse, vivir felices y agradecidos con lo que la vida nos presenta y familiares que siempre me han motivado en todo momento al apoyarme a lo largo de mi formación tras depositar su confianza en mí y lograr terminar uno de mis proyectos de vida.

Evelia Raquel Calixto Alvites

Gracias a Dios por permitirme tener y disfrutar a mi familia, gracias a mi familia por apoyarme en cada decisión y proyecto, gracias a la vida porque cada día me demuestra lo hermosa y justa que puede ser; gracias a mi familia por permitirme cumplir con excelencia en el desarrollo de esta tesis. No ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a sus aportes, su amor y apoyo, lo que parecía complicado de lograr esta meta se ha notado menos. Les agradezco y hago presente mi gran afecto hacia todos ustedes, mi familia.

Jose Luis Mendoza Mendoza

## TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	2
AGRADECIMIENTO .....	3
TABLA DE CONTENIDOS .....	4
ÍNDICE DE TABLAS .....	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	9
RESUMEN .....	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	11
CAPÍTULO II. MÉTODO .....	18
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	23
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	85
REFERENCIAS.....	88
ANEXOS .....	89

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 .....	17
Tabla 2 .....	19
Tabla 3 .....	24
Tabla 4 .....	25
Tabla 5 .....	26
Tabla 6 .....	28
Tabla 7 .....	29
Tabla 8 .....	30
Tabla 9 .....	31
Tabla 10 .....	32
Tabla 11 .....	33
Tabla 12 .....	35
Tabla 13 .....	36
Tabla 14 .....	37
Tabla 15 .....	38
Tabla 16 .....	40
Tabla 17 .....	41
Tabla 18 .....	42
Tabla 19 .....	43
Tabla 20 .....	45
Tabla 21 .....	46
Tabla 22 .....	47
Tabla 23 .....	48
Tabla 24 .....	49

---

Tabla 25 .....	55
Tabla 26 .....	60
Tabla 27 .....	60
Tabla 28 .....	67
Tabla 29 .....	69
Tabla 30 .....	70
Tabla 31 .....	72
Tabla 32 .....	74
Tabla 33 .....	78
Tabla 34 .....	80
Tabla 35 .....	81
Tabla 36 .....	81
Tabla 37 .....	82
Tabla 38 .....	82
Tabla 39 .....	83
Tabla 40 .....	84

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Espina de Ishikawa muestra la falta de disponibilidad en maquinaria pesada. ....	23
Figura 2. Diagrama de barras tipos de equipos pesados en la empresa JM Cajamarca. ....	24
Figura 3. Gráfico de barras plan de mantenimiento.....	27
Figura 4. Gráfico de barras estructura organizacional .....	28
Figura 5. Gráfico de barras cambio en la estructura del plan de mantenimiento.....	29
Figura 6. Gráfico de barras preparacion de los mecanicos para cualquier tipo de arreglo. ....	30
Figura 7. Gráfico de barras disposicion de un inventario de activos fijos.....	31
Figura 8. Gráfico de barras resultados el personal de mantenimiento recibe una preparación constante. ....	33
Figura 9. Gráfico de barras presupuesto para el mantenimiento .....	34
Figura 10. Gráfico de barras suficiencia presupuestal por actividad.....	35
Figura 11. Gráfico de barras frecuencias cantidad de empleados.....	36
Figura 12. Gráfico de barras resultados pregunta 10 .....	37
Figura 13. Gráfico de barras espacio adecuado .....	39
Figura 14. Gráfico de barras resultados planificación para la paralización.....	40
Figura 15. Gráfico de barras existencia del plan de mantenimiento preventivo.....	41
Figura 16. Gráfico de barras resultados registro de servicios.....	42
Figura 17. Gráfico de barras capacitación constante .....	43
Figura 18. Gráfico de barras área logística .....	45
Figura 19. Gráfico de barras data de equipos pesados.....	46
Figura 20. Gráfico de barras mano de obra calificada.....	47
Figura 21. Gráfico de barras dinero invertido y resultados .....	48
Figura 22. Gráfico de barras cuidado con el medio ambiente .....	49
Figura 23. Organigrama estructural de la empresa para el mantenimiento preventivo. ....	52

Figura 24. Organigrama estructural de la empresa para el mantenimiento preventivo. ....	52
Figura 25. Organigrama estructural de la empresa para el mantenimiento preventivo. ....	53
Figura 26. Organigrama estructural de la empresa para el mantenimiento preventivo. ....	54
Figura 27. Organigrama estructural de la empresa para el mantenimiento preventivo. ....	54
Figura 28. Organigrama estructural de la empresa para el mantenimiento preventivo. ....	54
Figura 29. Propuesta plano de distribución.....	58
Figura 30. Plano de distribución antes de la propuesta.....	59
Figura 31. Gráfico de barras % Disponibilidad pre test.....	69
Figura 32. Gráfico de barras % Disponibilidad pre test.....	72
Figura 33. Gráfico comparativo MTBF pre test y pos test. ....	75
Figura 34. Gráfico comparativo MTBF pre test y pos test. ....	76
Figura 35. Gráfico comparativo MTBF pre test y pos test. ....	77
Figura 36. Flujo de caja neto proyectado.....	83

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1.....	65
Ecuación 2.....	65
Ecuación 3.....	66

## RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo general demostrar que el plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de equipos pesados en la empresa JM soldaduras Cajamarca, bajo un enfoque cuantitativo y un diseño pre experimental con un muestreo no probabilístico por conveniencia se analizaron 40 equipos los cuales fueron evaluados en cuanto al porcentaje de disponibilidad antes y después de la aplicación del plan de mantenimiento preventivo, teniendo como hipótesis que plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de equipos pesados en la empresa JM soldaduras Cajamarca, se aplicó la estadística inferencial para comparar el pre test y el post con una prueba T-Student, obteniéndose resultados favorables en cuanto al plan llegándose a concretar el objetivo principal y por ende mencionar que el plan de mantenimiento preventivo aplicado en la empresa JM soldaduras Cajamarca mejora la disponibilidad de equipos pesados .

**Palabras clave:** Mantenimiento preventivo, disponibilidad, ingeniería.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En cuanto a la realidad problemática se estipula que a nivel mundial la minería se basa en diferentes procesos de extracción de distintos minerales, siendo el más utilizado el tajo abierto ya que este método recopila en mayor porcentaje el mineral, debido a la gran cantidad de movimiento de tierras es que cada empresa minera cuenta con una flota de maquinaria para el respectivo traslado por las operaciones mineras no se ven favorecidas cuando la maquinaria no se encuentra disponible, siendo el porcentaje de disponibilidad promedio 78% en las empresas más importantes. (Ospina, et al., 2021).

Moscoso, Beraún y Cárdenas. (2021), mencionan que el sector minería es uno de los principales ejes de la economía peruana una de las actividades más importantes es el movimiento de tierras y para ello es necesario la participación de operarios y maquinaria, pero además en el plan de gestión preventiva se deben tener en cuenta el mantenimiento y sin duda alguna el mantenimiento preventivo ha sido de gran relevancia para las empresas en cuanto al ahorro y la utilidad generada. Las empresas mineras de la región cuentan con talleres especializados para el mantenimiento de la maquinaria, a pesar de la cantidad no se abastecen para brindar un servicio de calidad y la disponibilidad de quipos en el sector minera es menor al 68% como se manifiestan en estudios económicos de impacto en minería. (Velásquez, 2020). La empresa JM Soldaduras es una empresa nueva que recientemente se abre al mercado, el corto tiempo que lleva operando limitan en experiencia y capacidad económica a dicha empresa, observándose desde el punto de la gestión y la logística la falta una base de datos para fichas técnicas de los equipos a los que se brinda el servicio, la distribución en planta no es la adecuada y no estaba prevista para una mayor cantidad de equipos, los 20 trabajadores que actualmente laboran no cuentan con las capacitaciones correctas en mantenimiento debido a la alta gama y diversificación de maquinaria que acuden en la empresa se observaron equipos

antiguos como equipos modernos y cada actualización conlleva a que el operario o equipo mecánico no cuente con la experiencia de un especialista, se muestrearon además que un 80% de los equipos que operaban no presentaban la disponibilidad necesaria para realizar las operaciones respectivas, esto gracias a una ficha de diagnóstico elaborada por el equipo investigador, observándose además que un 5% del total, fueron determinados como equipos obsoletos, es por ello que se determinó elaborar y ejecutar un plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos pesados en la empresa JM Soldaduras Cajamarca; por otra parte, la empresa planteó un plan semanal para realizar sus labores en los diversos trabajos de mantenimiento correctivo y preventivo. Se observó también que los trabajadores no cuentan con una supervisión y técnicos especialistas, las valorizaciones son aprobadas de manera individual, cada mecánico y ayudante cotizó sus piezas y materiales para luego solicitar al jefe inmediato el desembolso o el material.

Por otra parte, el mantenimiento preventivo se encarga de la conservación de los equipos en condiciones óptimas mediante revisiones regulares de la maquinaria y tareas de mantenimiento. Estos servicios pueden ser programados de acuerdo a un calendario o basados en el tiempo de funcionamiento del equipo, mediante este proceso se permite mejorar la disponibilidad de equipos y maquinarias sin embargo las grandes empresas que mueven la economía mundial no cuentan con la cantidad de personas para poder ejecutar a cabalidad dichos procesos y por ende la disponibilidad siempre será un incierto en los diferentes rubros de la maquinaria. (Romero, 2020).

En cuanto a los antecedentes de estudio, recolectados y analizados acorde a lo que se está investigando podemos mencionar el diseño de un plan de mantenimiento preventivo, la aplicación de un conjunto de acciones, la mejora de la disponibilidad de equipos pesados y la disponibilidad de una máquina como una métrica que evalúa el rendimiento de los elementos

que realizan una función determinada, en un momento determinado, durante un período determinado, en función de los criterios de confiabilidad, mantenibilidad y soporte para el mantenimiento de los equipos. (Statista, 2021).

Alavedra, et al., (2016), en su investigación mencionan que la gestión del mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de camiones 730e-Komatsu, presenta un aporte metodológico y replicable a su estudio, así también el diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la mejora de la disponibilidad de equipos de la empresa Globaltruck, presentan una metodología de diagnóstico que sirven de referencia en la presente investigación. (Herrera y Duany, 2016); en otra investigación internacional del estudio metodológico e implementación de un programa de gestión de mantenimiento se muestra la metodología de mantenimiento asistido por computador. (Gonzales, et al., 2018); en tanto la investigación del mantenimiento industrial en máquinas muestra una metodología diferente la cual se basa en análisis de modo y efectos de fallas (AMFE). (Penabad, et al., 2018); se menciona también la disposición y disponibilidad como indicadores para el transporte, refieren un estudio de evaluación y desempeño que se genera en base de la gestión del mantenimiento. (De la cruz, et al., 2018).

Carcaño, Zaragoza y Gonzales (2019), presentan una investigación donde la disponibilidad es objetivo principal del mantenimiento, esta puede ser definida como la confianza de que un componente o sistema que sufrió mantenimiento, ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado. En la práctica, la disponibilidad se expresa como un porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir, esto en sistemas que operan continuamente. En la fase de diseño de equipos o sistemas, se debe buscar el equilibrio entre la disponibilidad y el costo. Dependiendo de la naturaleza de requisitos del sistema, el diseñador puede alterar los niveles de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad, de forma

a disminuir el costo total del ciclo de vida. (Mesa, Ortiz y Pinzón, 2006). El mantenimiento preventivo consiste en establecer un plan de mantenimiento en el que se proyecta y planifica (siguiendo un calendario) todas las tareas que serán necesarias para mantener tu maquinaria en buen estado. (Mesa, Ortiz y Pinzón, 2016).

De los antecedentes estudiados se puede rescatar que son información de primera mano y de calidad debido que son citas de revistas especializadas en la ingeniería industrial así como en la ingeniería mecánica y pertenecen a un grupo de revistas indexadas, además de ello la información prevista sirven de soporte en cuanto al planteamiento metodológico y teórico de la presente investigación, la similitud metodológica y las rutas en la recolección de datos garantizan la fiabilidad de los resultados. Se observa también que dichos antecedentes aportan y mencionan el tema de la disponibilidad de equipos, así como los respectivos planes que se utilizaron para poder acatar el problema o buscar una solución.

En cuanto a la justificación de la presente investigación, esta se justifica de manera teórica, práctica y metodológica, la metodología empleada, que al ser una metodología cuantitativa puede ser replicada en diferentes campos del conocimiento de la ingeniería industrial e ingeniería mecánica, se cuenta con instrumentos de recolección de datos propios y validados estadísticamente para su respectiva aplicación, así como el uso de la estadística inferencial con el SPSS.26 hacen que la presente investigación tenga un valor agregado y no quede en simples datos cualitativos. La presente investigación se justifica teóricamente debido que se basa en estudios sólidos de artículos científicos en revistas indexadas, así mismos libros de metodología que estructuran y añaden un valor sistémico y reutilización al estudio. Debido a los diversos instrumentos de recolección de datos utilizados en el presente estudio, estos pueden ser reas aplicables así mismo emplearse en y ser adaptados en otros contextos de investigación, es el caso que también pueden ser modificados, evaluados y repotenciados. Con

la aplicación de la metodología de la investigación para un enfoque cuantitativo es posible sistematizar la información, el camino empleado en la presente investigación conlleva conceptos metodológicos actuales así mismo su aplicación repercute en el análisis y discusión de los resultados obtenidos.

La presente investigación se limita en el tiempo debido que el plan de mantenimiento para equipos pesados está catalogado hasta las 10 000 horas, y este fue evaluado hasta una parte de su proceso de ejecución, además de ello la desorganización inicial y la falta de un plan de mantenimiento en la empresa conllevaron a limitar el estudio y replantear nuevos diseños tanto en el plan como en la logística y la atención.

En resumen, desde el punto de vista global, nacional y local se observa que efectivamente el problema de combatir la disponibilidad de equipos pesados es sin duda una tarea ardua, además que existen diversas metodologías que comprueban su efectividad, así mismo los instrumentos de evaluación y recolección de datos en cada investigación han sido diseñados acorde a su propia realidad basados en estudios previos y normativas electro mecánicas.

Acorde con los antecedentes y la realidad problemática que se afronta, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿De qué manera el diseño de un plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de equipos pesados en la empresa JM soldaduras Cajamarca?

Además del problema se tienen a continuación los objetivos de investigación: Como Objetivo General se busca demostrar que el plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de equipos pesados en la empresa JM soldaduras Cajamarca.

Dentro de los objetivos específicos tenemos:

- Realizar un diagnóstico de la situación real de la empresa en cuanto al manejo de maquinaria pesada en la empresa JM soldaduras Cajamarca.
- Diseñar la propuesta de mejora en cuanto al plan de mantenimiento preventivo en la empresa JM soldaduras Cajamarca.
- Contrastar la disponibilidad de equipos pesados antes y después del plan.
- Realizar la evaluación económica de la propuesta de mejora sobre el plan de mantenimiento preventivo en la empresa JM soldaduras Cajamarca.

Con el afán de realizar la contrastación por medio de la estadística inferencial propia del diseño pre experimental se plantea la hipótesis de investigación:

- El plan de mantenimiento preventivo mejora significativamente la disponibilidad de equipos pesados en la empresa JM soldaduras Cajamarca.

**Tabla 1**

Operacionalización de variables

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable de calibración	Diseño de un plan de mantenimiento preventivo	Un plan de mantenimiento preventivo se basa en un mantenimiento preventivo y en un control de inventarios tanto de piezas como de herramientas, (Alavedra et al., 2016, p. 15)	Gestión de procedimientos técnicos  Control de frecuencias  Registro de operaciones	Si se realiza/ no se realiza  conteo de equipos/ funcionamiento de equipos  Programación del mantenimiento
Variable de control	Disponibilidad de equipos pesados	La disponibilidad de equipos se ve reflejada en la disponibilidad física la cual abarca y es medida mediante la gestión, planeación, el costo y la fiabilidad que surgen de las actividades del equipo. (Alavedra et al., 2016, p. 16)	Tiempo medio de fallas $MTBF = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Tiempo total de paradas}}$  Tiempo medio de reparación $MTTR = \frac{\text{Tiempo de reparación}}{\text{Número de fallas}}$  % de Disponibilidad $\%Disponibilidad = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$	Tiempo total disponible/Tiempo total de paradas  Tiempo de reparación/número de fallas  Tiempo medio de fallas/(Tiempo medio de fallas+ tiempo medio de reparación)

## CAPÍTULO II. MÉTODO

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, debido que pretende la explicación de una realidad vista desde una perspectiva externa y objetiva. su intención de buscar la exactitud de mediciones o indicadores con el fin de generalizar sus resultados a poblaciones o situaciones amplias. Trabajan fundamentalmente con el número, el dato cuantificable. (Hernández et all., 2014, p. 34).

Basado en el objetivo y en la metodología empleada en la presente investigación el tipo expuesto corresponde al experimental con estrategia manipulativa, debido al diseño todo experimento asume la manipulación de una o más variables. (Tantalean, 2016).

Según su nivel la presente investigación es aplicada debido que se implementará un plan como estímulo de la variable para luego de un lapso de tiempo ser medido y por ende responder a la pregunta si el estímulo mejora o no la variable disponibilidad. (López y Fachelli, 2015).

La presente investigación corresponde a un diseño pre – experimental debido que el estímulo es medido en base a un antes y un después para una única muestra, un solo grupo donde el control es mínimo y es utilizado como un primer acercamiento al problema de investigación en la realidad. (Rojas, 2015, p. 10).

### **O1---X---O2**

O1: Pre test (Se evalúa el diagnostica de la disponibilidad antes del plan)

X: Estimulo (Diseño de la propuesta de mejora - plan de mantenimiento preventivo)

O2: Post test (Evaluación de la propuesta de mejora).

El procedimiento metodológico para obtener O1 es recolectar la información que proporciona la disponibilidad, para luego aplicar el plan de mantenimiento preventivo una vez

concluidas las 750 horas y habiendo implementado todas las relaciones jerárquicas en la empresa para la ejecución del plan se retoman los datos en una O2 los cuales son comparados con O1 mediante estadística inferencial.

Debido a que la maquinaria ingresada no contiene la misma cantidad cada semana se ha estipulado trabajar con toda la población en un promedio de 40 equipos por mes, bajo un muestreo no probabilístico por conveniencia, cabe mencionar que dichos equipos que son mencionados en la muestra fueron captados por código de barras para el seguimiento respectivo de la investigación.

**Tabla 2**

Técnicas aplicadas en la investigación

<b>Técnica</b>	<b>Justificación</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Aplicación</b>
<b>Entrevista</b>	Se utilizará la entrevista para la recolección de datos en cuanto a los trabajadores y así poder describir estadísticamente los resultados obtenidos al inicio del estudio.	Cuestionario	Se aplicó a cada trabajador
<b>Observación directa</b>	Debido que son datos cuantitativos y se espera ser medidos se utilizara las fichas de observación y entrevista basados en las incidencias por cada trabajador.  Debido a que se hará un seguimiento de los operarios, se aplicará un check list.	Ficha de observación	Se aplicó a cada equipo pesado
<b>Revisión documentaria</b>	Es una técnica en donde se recolecta información escrita sobre un determinado tema, teniendo como fin proporcionar variables que se relacionan indirectamente o directamente con el tema establecido, vinculando esta relaciones, posturas o etapas, en donde se	Índice de documentos	Se aplicó tanto en los antecedentes de la investigación como en los documentos recolectados y abastecidos por el propietario de la empresa donde se muestran información importante como son los CVs de los trabajadores, parte

observe el estado actual de conocimiento sobre ese fenómeno o problemática existente.

económica de las actividades y gestión empresarial

---

#### Técnica: Entrevista

Esta consiste en la recogida de información a través de un proceso de comunicación, en el transcurso del cual el entrevistado responde a cuestiones, previamente diseñadas en función de dimensiones que se pretenden estudiar, planteadas por el entrevistado (Buendía, Colas y Hernández; 1998).

#### Técnicas:

##### **A. Entrevista.**

##### **OBJETIVO:**

Conocer la situación actual del plan de mantenimiento que se viene ejecutando y si se cuenta con indicios de un mantenimiento preventivo.

#### Preparación de la Entrevista

Se determina entrevistar a cada trabajador de la empresa JM soldaduras.

La entrevista tiene una duración de 30 minutos con la finalidad de recabar información relevante para poder representarla utilizando la estadística descriptiva.

El lugar donde se realiza la entrevista es en las instalaciones de la empresa, se acondiciona un lugar adecuado para poder desarrollarlo y así obtener los datos.

#### Secuela de la Entrevista

Registrar la información y archivar los datos para referencia y análisis posteriores en la elaboración de la propuesta de este estudio.

##### **INSTRUMENTOS:**

Guía de la entrevista.

---

Lapicero.

### **B. Observación directa.**

Objetivo: Reconocer y analizar un breve diagnóstico en campo obtenidos de fuente directa como es el centro de operaciones de la empresa JM soldaduras.

Procedimiento:

En base a la documentación general recolectada basada en las dimensiones se procedió a realizar el análisis de cada equipo y participante en el presente estudio, los resultados obtenidos a partir de la data fueron analizados con el software estadístico SPSS v26, con el cual se realizó el análisis descriptivo e inferencial para la prueba de hipótesis.

Recolección de datos:

Se recolectó mediante fichas de observación y diagnóstico para cada uno de los equipos encontrados y que además conforman la muestra.

### **C. Revisión documentaria:**

Objetivo: La revisión documentaria sirvió para poder planificar y ejecutar el plan de mantenimiento preventivo además de poder implementarlo.

Procedimiento: Mediante una solicitud y teniendo el permiso del gerente se accedió a copias de los documentos de la empresa para la revisión respectiva de la gestión, la parte económica y administrativa de la empresa, así mismo el personal con el que se cuenta y las ejecuciones realizadas en las distintas actividades de mantenimiento, la mencionada documentación sirvió para poder implementar y realizar el análisis económico respectivo además de poder gestionar un mejor plan de mantenimiento preventivo en la maquinaria.

Recolección de datos:

Una vez obtenidos los datos estos fueron procesados y analizados para luego organizarlos, haciendo uso de programas como el Excel y el MS Word.

Programas utilizados: Los programas utilizados en la presente investigación son: Ms Word y Excel; SPSS v26, con ellos se realizó la organización, redacción y aplicación de la estadística descriptiva e inferencial en la presente investigación.

Principio de autonomía. La empresa participante de la presente investigación fue informada sobre el proyecto, a los que se les proporcionó información indicando que son invitados a participar la cual fue suficientemente completa y accesible para su decisión, de si participar o denegarse a ello. Así mismo la información necesaria en posesión de la empresa JM soldaduras Cajamarca, fue otorgada libremente, bajo consentimiento y autonomía.

Principio de justicia. El estudio está planificado para proveer conocimientos que beneficien de manera distributiva a los interesados.

Principio de beneficencia. A través de esta investigación se busca el bien y el beneficio para las personas y empresa quienes participan en el desarrollo de la misma, mediante del desempeño y hacer el mayor bien posible para la empresa JM soldaduras Cajamarca.

Principio de no maleficencia. La información que se obtuvo será utilizada netamente con fines académicos, denegando cualquier fin que sobrevenga en un daño a los participantes de esta investigación; por otro lado, se busca maximizar todos los beneficios posibles de manera proporcional.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### Resultado 1: Diagnóstico de la situación real de la empresa en cuanto al manejo de maquinaria pesada en la empresa JM soldaduras Cajamarca.

En una primera visita a la empresa se observaron los equipos, en base a los indicadores de funcionamiento y falta de repuestos, a continuación, se muestran los resultados en anexos, en la tabla se muestran la cantidad de equipos observados en cuanto al funcionamiento y la falta de repuestos, además de las características como marca, modelo y descripción, realizando un conteo se observa que el 80% de equipos no se encuentran disponibles.



Figura 1. Espina de Ishikawa muestra la falta de disponibilidad en maquinaria pesada.

La falta de disponibilidad en la maquinaria pesada se centra en seis ejes fundamentales en la empresa tales como los materiales donde se observan herramientas en desuso y la entrega de materiales a tiempo para realizar las distintas actividades, la maquinaria, existe maquinaria obsoleta así como también falta de alimentación eléctrica, mano de obra, la falta de capacitación y el desconocimiento de métodos y técnicas de mantenimiento conllevan a un tiempo de ocio o tiempo perdido, el medio donde se realizan las actividades juegan un papel fundamental como los factores climáticos y la mala distribución del área de trabajo, los procesos, se observan pérdida de tiempo durante las actividades, la inexistencia y aplicación de protocolos, falta de fichas para el mantenimiento rutinario, en cuanto al mantenimiento la

falta de data o poca información manejada en la empresa, inexistencia de equipos de trabajo jerárquicos conllevan a un bajo porcentaje de disponibilidad de equipos pesados.

**Tabla 3**

Conteo y descripción de equipos pesados en la empresa JM Cajamarca

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
BOBCAT	8
CARGADOR FRONTAL	1
CARGADOR PARA MINA	6
DAMPER	8
EXCAVADORA	2
JUMBO	4
MONTACARGA	2
TELEHANDLER	4
TRANSPORTER	4
TRAXCAVATOR	1

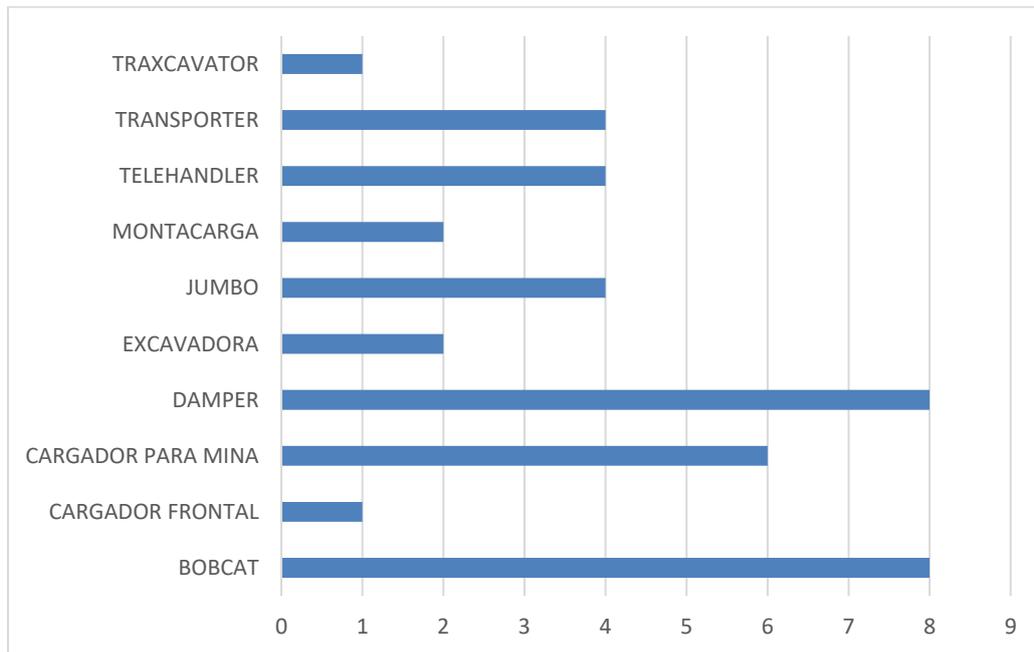


Figura 2. Diagrama de barras tipos de equipos pesados en la empresa JM Cajamarca.

La empresa JM Cajamarca en el campo muestral estudiado se observan 40 equipos pesados de los cuales 8 son BOBCAT, 1 CARGADOR FRONTAL, 6 CARGADORES PARA

MINA, 8 DAMPERS, 2 ECAVADORAS, 4 JUMBOS, 2 MONTACARGA, 4  
TELEHANDLER, 4 TRANSPORTER Y 1 TRAXCAVATOR.

**Tabla 4**

*Conteo de equipos, y características de funcionamiento*

	<b>CODIGO</b>	<b>MARCA</b>	<b>MODELO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
1	BC-01	BOBCAT	TRUCK245	BOBCAT	FUNCIONANDO
2	BC-02	BOBCAT	TRUCK240	BOBCAT	FALTA REPUESTOS
3	BC-03	BOBCAT	TRUCK240	BOBCAT	FALTAN REPUESTOS
4	BC-04	BOBCAT	TRUCK242	BOBCAT	FALTAN REPUESTOS
5	BC-05	BOBCAT	TRUCK254	BOBCAT	FALTAN REPUESTOS
6	BC-06	BOBCAT	TRUCK260	BOBCAT	FALTAN REPUESTOS
7	BC-07	BOBCAT	TRUCK261	BOBCAT	FALTAN REPUESTOS
8	BC-08	BOBCAT	TRUCK255	BOBCAT	FALTAN REPUESTOS
9	CA-01	CATERPILLAR	TRUCK250	DAMPER	FALTAN REPUESTOS
10	CA-02	CATERPILLAR	TRUCK255	DAMPER	FALTAN REPUESTOS
11	CA-03	CATERPILLAR	TRUCK258	DAMPER	FALTAN REPUESTOS
12	CA-04	CATERPILLAR	TRUCK262	DAMPER	FALTAN REPUESTOS
13	CA-05	CATERPILLAR	TRUCK254	DAMPER	FALTAN REPUESTOS
14	CA-06	CATERPILLAR	TRUCK262	DAMPER	FUNCIONANDO
15	CA-07	CATERPILLAR	TRUCK240	DAMPER	FALTAN REPUESTOS
16	CA-08	CATERPILLAR	TRUCK244	DAMPER	FALTAN REPUESTOS
17	DR-01	TAMROCK	TRUCK252	JUMBO	FALTAN REPUESTOS
18	DR-02	TAMROCK	TRUCK248	JUMBO	FUNCIONANDO
19	DR-03	TAMROCK	TRUCK263	JUMBO	FALTAN REPUESTOS
20	DR-04	JARVISCLARCK	TRUCK265	JUMBO	FALTAN REPUESTOS
21	TC-01	CATERPILLAR	TRUCK269	TRAXCAVATOR	FALTAN REPUESTOS
22	TR-01	KUBOTA	TRUCK251	TRANSPORTER	FALTAN REPUESTOS
23	TR-02	KUBOTA	TRUCK242	TRANSPORTER	FUNCIONANDO
24	TR-03	KUBOTA	TRUCK269	TRANSPORTER	FALTAN REPUESTOS
25	TR-04	KUBOTA	TRUCK247	TRANSPORTER	FALTAN REPUESTOS
26	EX-01	DOOSAN	TRUCK260	EXCAVADORA	FALTAN REPUESTOS
27	EX-02	DOOSAN	TRUCK252	EXCAVADORA	FALTAN REPUESTOS
28	S-01	WAGNER	TRUCK241	CARGADOR PARA MINA	FALTAN REPUESTOS
29	S-02	WAGNER	TRUCK253	CARGADOR PARA MINA	FALTAN REPUESTOS

30	S-03	WAGNER	TRUCK251	CARGADOR PARA MINA	FUNCIONANDO
31	S-04	WAGNER	TRUCK259	CARGADOR PARA MINA	FALTAN REPUESTOS
32	S-05	WAGNER	TRUCK260	CARGADOR PARA MINA	FALTAN REPUESTOS
33	S-06	WAGNER	TRUCK243	CARGADOR PARA MINA	FALTAN REPUESTOS
34	LO-01	CATERPILLAR	TRUCK248	CARGADOR FRONTAL	FUNCIONANDO
35	TH-01	INGERSOL RAND	TRUCK247	TELEHANDLER	FALTAN REPUESTOS
36	TH-02	INGERSOL RAND	TRUCK260	TELEHANDLER	FALTAN REPUESTOS
37	TH-03	INGERSOL RAND	TRUCK268	TELEHANDLER	FALTAN REPUESTOS
38	TH-04	INGERSOL RAND	TRUCK247	TELEHANDLER	FUNCIONANDO
39	MC-01	CATERPILLAR	TRUCK257	MONTACARGA	FALTAN REPUESTOS
40	MC-02	CATERPILLAR	TRUCK245	MONTACARGA	FUNCIONANDO

Elaboración: Fuente propia

### 3.1.1 Resultados descriptivos de la entrevista aplicada a los trabajadores.

**Tabla 5**

*Conteo de frecuencias del plan de mantenimiento*

#### Existe un plan de mantenimiento claramente definido

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	9	45,0	45,0	45,0
	Si	11	55,0	55,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

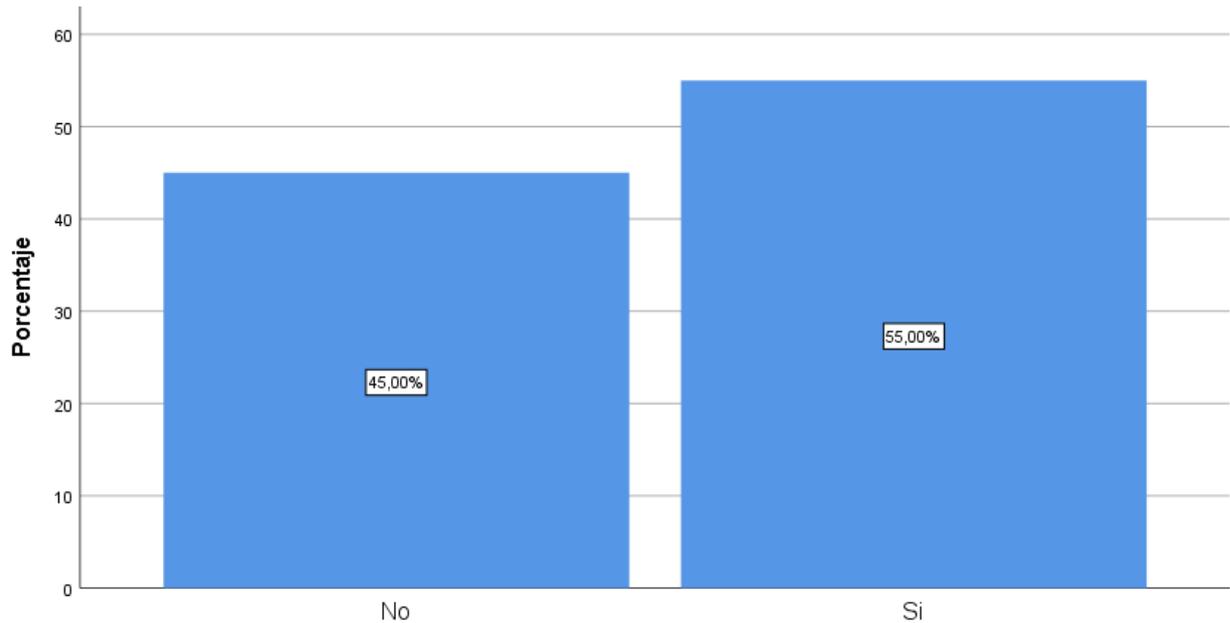


Figura 3. Gráfico de barras plan de mantenimiento

La pregunta 1, de la entrevista dirigida al personal técnico tiene como resultados un total de 11 respuestas afirmativas lo que hace un 55%, mientras que 9 trabajadores respondieron negativamente lo que hacen un 45% del total.

Los resultados mostrados muestran la existencia o inexistencia de un plan de mantenimiento definido, acorde a los resultados mostrados, se observan que existe un plan en la empresa pero que no ha sido difundido con el total del personal.

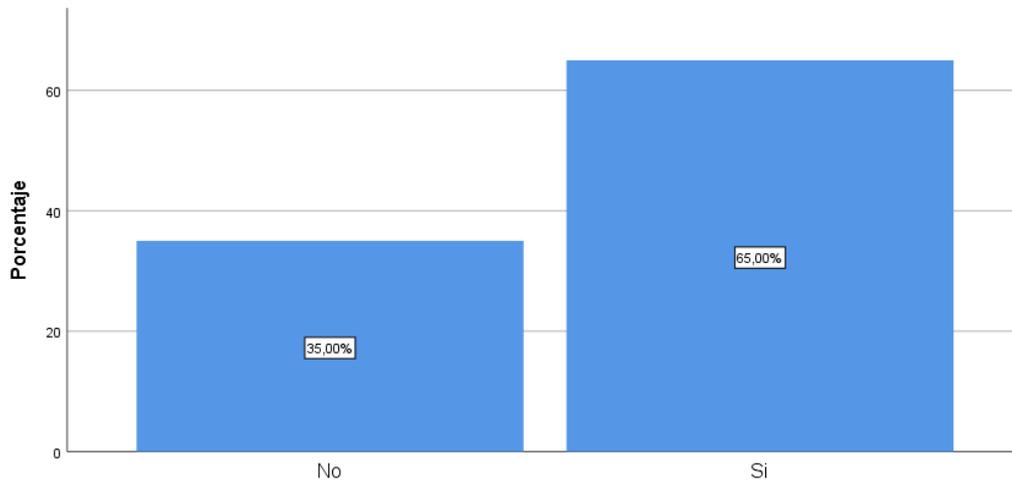
En cuanto a la pregunta dos referente a la estructura organizacional se recolectaron los datos en una entrevista con cada uno de los 20 trabajadores, obteniendo resultados mostrados a continuación:

**Tabla 6**

*Conteo de frecuencias estructura organizacional del plan de mantenimiento y cumplimiento de tareas*

**La estructura organizacional del plan de mantenimiento permite cumplir con los trabajos de manera rápida y eficiente**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	7	35,0	35,0	35,0
	Si	13	65,0	65,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	



*Figura 4. Gráfico de barras estructura organizacional*

La pregunta 2, de la entrevista dirigida al personal técnico tiene como resultados un total de 13 respuestas afirmativas lo que hace un 65%, mientras que 7 trabajadores respondieron negativamente lo que hacen un 35% del total.

La pregunta 2 es referida a la estructura organizacional del plan de mantenimiento vigente en la empresa muestra resultados que efectivamente los trabajadores pueden cumplir con sus trabajos de manera eficiente en gran mayoría.

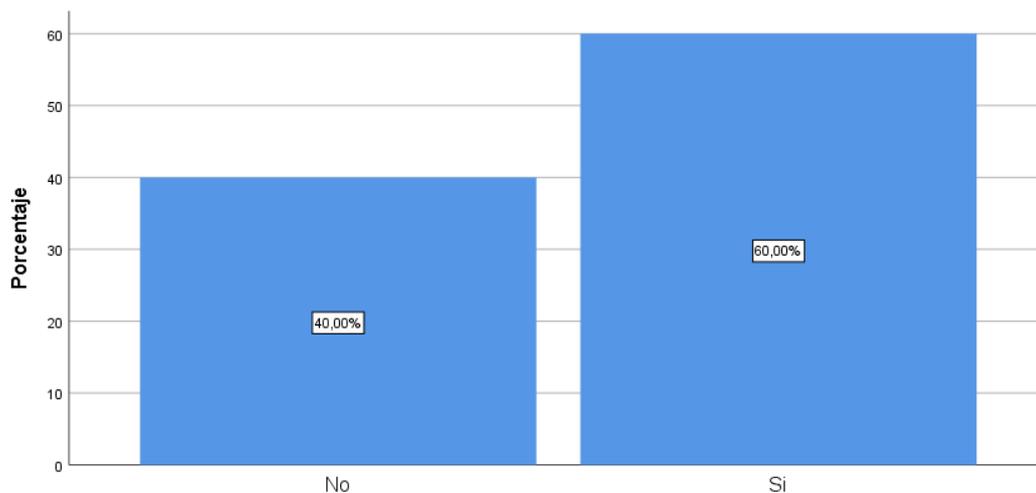
Respecto a la pregunta 3, en la entrevista realizada a los veinte trabajadores se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 7**

*Conteo de frecuencias cambio en la estructura del plan de mantenimiento*

**Cree usted que sea necesario un cambio en la estructura del plan de mantenimiento actual para permitir una mejor optimización y simplificación del tiempo de trabajo**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	8	40,0	40,0	40,0
	Si	12	60,0	60,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	



*Figura 5. Gráfico de barras cambio en la estructura del plan de mantenimiento*

La pregunta 3, de la entrevista dirigida al personal técnico tiene como resultados un total de 12 respuestas afirmativas lo que hace un 60%, mientras que 8 trabajadores respondieron negativamente lo que hacen un 40% del total.

De los resultados obtenidos en cuanto al cambio del plan de mantenimiento se observa mayoría de los trabajadores que apoyan el cambio de la estructura del plan de

mantenimiento, guiados por la experiencia y el tiempo de servicio en la empresa.

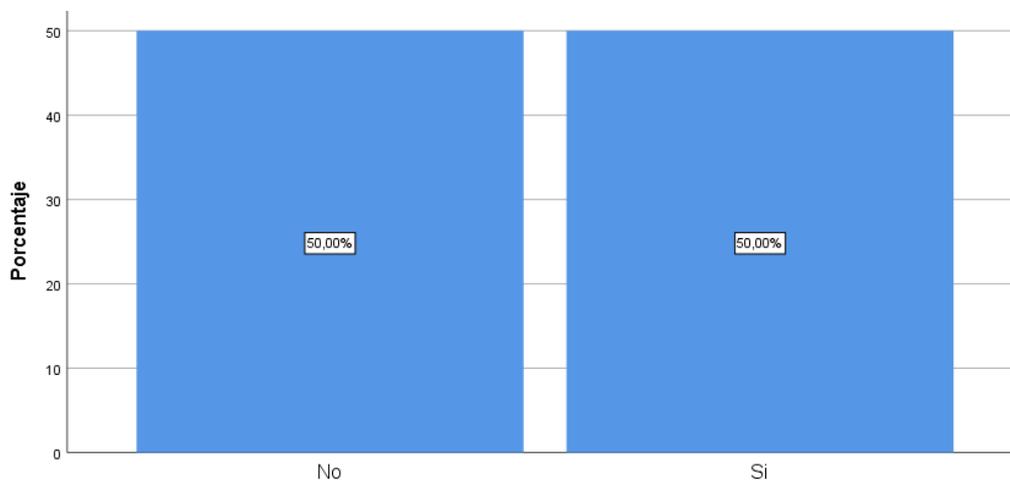
Respecto a la pregunta 4, esta se basa en la preparación de los mecánicos para cualquier tipo de arreglos una vez concluida la entrevista a los veinte trabajadores se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 8**

*Conteo de frecuencias preparación de los mecánicos para cualquier tipo de arreglo*

**Los mecánicos encargados del mantenimiento de la maquinaria de la empresa están preparados para realizar cualquier tipo de arreglo**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	10	50,0	50,0	50,0
	Si	10	50,0	50,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	



*Figura 6. Gráfico de barras preparación de los mecánicos para cualquier tipo de arreglo.*

La pregunta 4, de la entrevista dirigida al personal técnico tiene como resultados un total de 10 respuestas afirmativas lo que hace un 50%, mientras que 10 trabajadores respondieron negativamente lo que hacen un 10% del total.

Del total de resultados obtenidos se observa que efectivamente existen mecánicos que no se encuentran preparados para todo tipo de arreglos lo que conlleva a estructurar la organización de los trabajadores así evitar retrasos en las entregas.

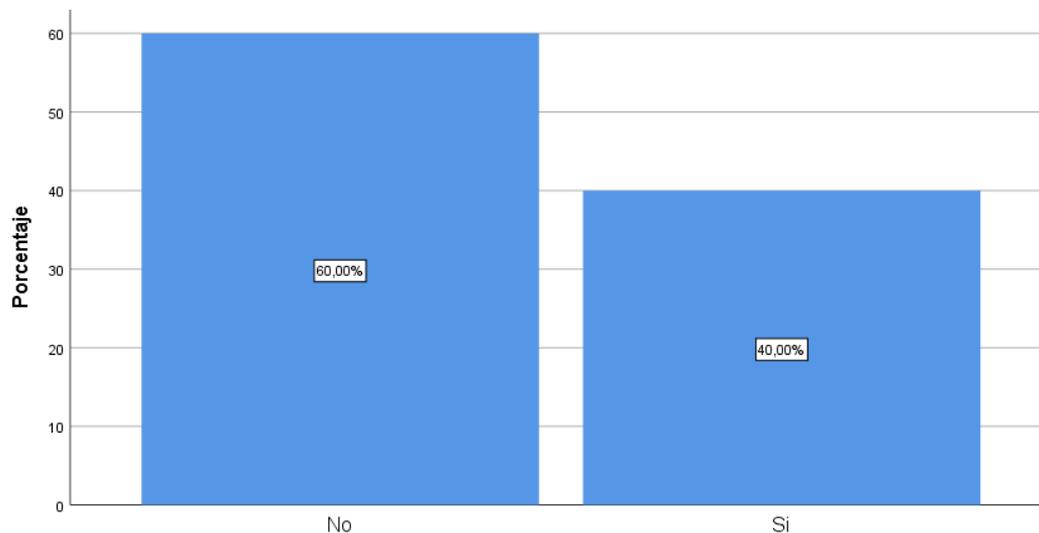
En la pregunta 5, se refiere al inventario a la disposición de un inventario de activos fijos, es decir parte del patrimonio empresarial, de la entrevista a 20 trabajadores se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 9**

*Conteo de frecuencias disposición de un inventario de activos fijos.*

**Se dispone de un inventario de activos fijos actuales**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	12	60,0	60,0	60,0
	Si	8	40,0	40,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	



*Figura 7. Gráfico de barras disposición de un inventario de activos fijos.*

La pregunta 5, de la entrevista dirigida al personal técnico tiene como resultados un total de 8 respuestas afirmativas lo que hace un 40%, mientras que 12 trabajadores respondieron negativamente lo que hacen un 60% del total.

Con respecto a la pregunta 5, se observa que efectivamente la empresa carece de un inventario de activos fijos lo que conlleva a pérdidas de elementos que pertenecen al patrimonio de la empresa.

En cuanto a la pregunta 6 de la entrevista a 20 trabajadores esta consiste en la preparación que obtiene el personal de la empresa y si esta se manifiesta de manera constante, los resultados obtenidos se muestran a continuación:

**Tabla 10**

*Conteo de frecuencias el personal de mantenimiento recibe una preparación constante.*

**El personal encargado del mantenimiento de la maquinaria de la empresa recibe una preparación constante**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	11	55,0	55,0	55,0
	Si	9	45,0	45,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

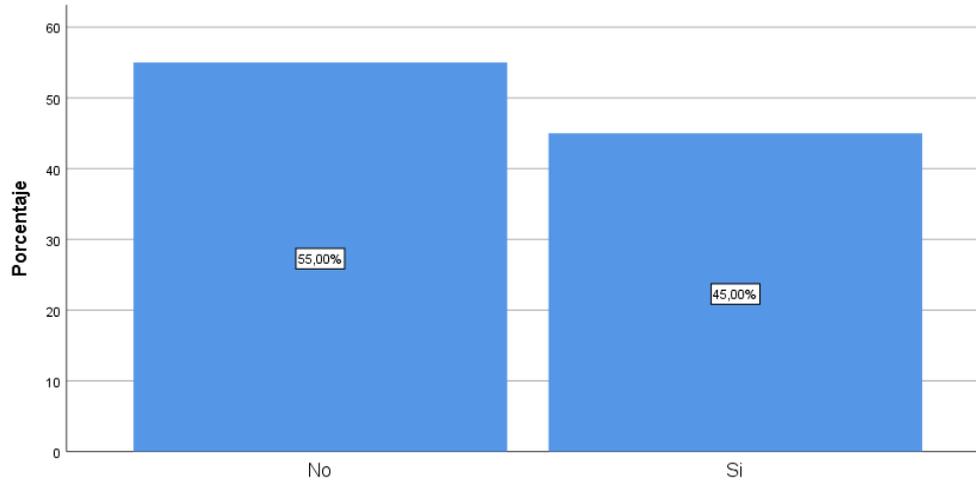


Figura 8. Gráfico de barras resultados el personal de mantenimiento recibe una preparación constante.

La pregunta 6, de la entrevista dirigida al personal técnico tiene como resultados un total de 9 respuestas afirmativas lo que hace un 45%, mientras que 11 trabajadores respondieron negativamente lo que hacen un 55% del total.

Se observa según los resultados que el personal de mantenimiento no recibe en su mayoría una preparación constante por parte de la empresa lo que conlleva a no solucionar problemas técnicos en el tiempo estimado.

Respecto a la pregunta 7 de la entrevista a los veinte trabajadores se observa el tema de costos para el mantenimiento, obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 11**

*Conteo de frecuencias presupuesto para el mantenimiento.*

**Existe un presupuesto de costos para el mantenimiento**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	13	65,0	65,0	65,0
	Si	7	35,0	35,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

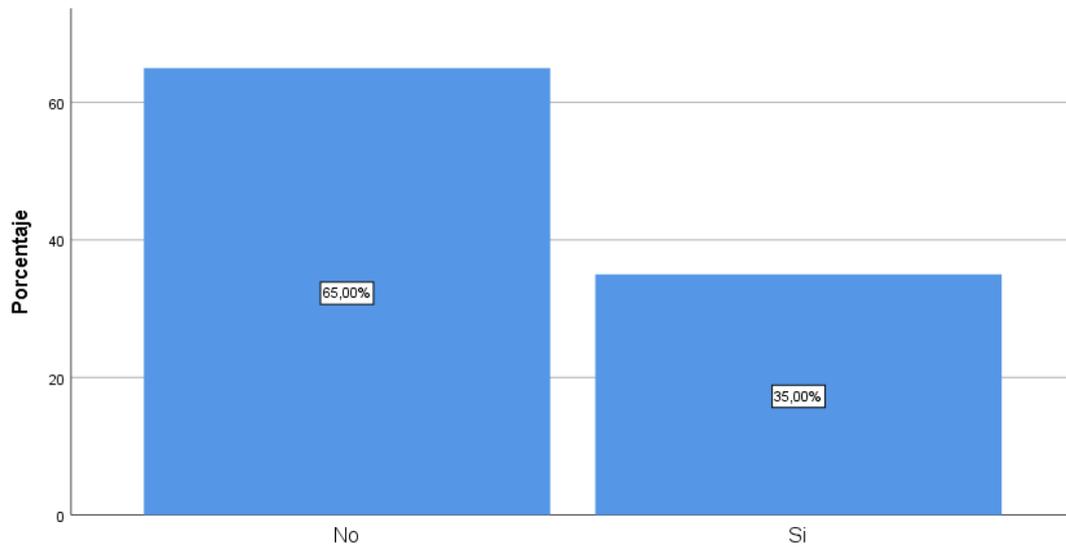


Figura 9. Gráfico de barras presupuesto para el mantenimiento

La pregunta 7, de la entrevista dirigida al personal técnico tiene como resultados un total de 7 respuestas afirmativas lo que hace un 35%, mientras que 13 trabajadores respondieron negativamente lo que hacen un 65% del total.

Acorde con los resultados obtenidos se observa que gran parte del mantenimiento se ejecuta sin un presupuesto lo que conlleva a un desgaste económico por parte de la empresa.

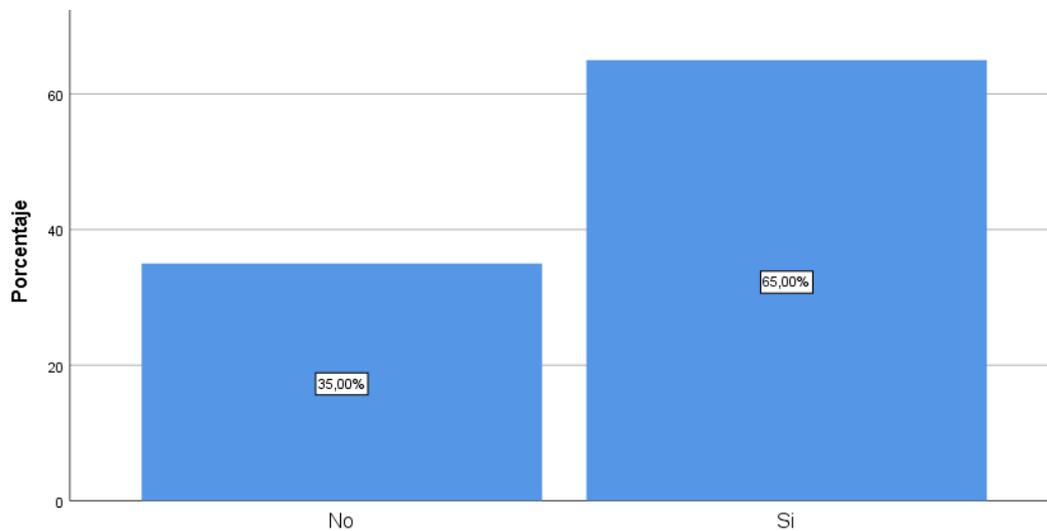
En cuanto a la pregunta 8, esta se basa en la suficiencia presupuestal por actividad encomendada en el equipo técnico, de los 20 trabajadores entrevistados se presentan a continuación los resultados:

**Tabla 12**

*Conteo de frecuencias suficiencia de presupuesto por actividad*

**Este presupuesto es suficiente para dicha actividad**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	7	35,0	35,0	35,0
	Si	13	65,0	65,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	



*Figura 10. Gráfico de barras suficiencia presupuestal por actividad*

La pregunta 8, de la entrevista dirigida al personal técnico tiene como resultados un total de 13 respuestas afirmativas lo que hace un 65%, mientras que 7 trabajadores respondieron negativamente lo que hacen un 35% del total.

Los resultados obtenidos muestran que en su gran mayoría la suficiencia presupuestal si alcanza para cubrir las actividades encomendadas, sin embargo, no se observa planificación y estados de desembolso.

Referente a la pregunta 9, esta se basa en los recursos humanos empleados en las

distintas actividades así mismo si son suficientes los empleados o no, de la entrevista a los veinte trabajadores, estos son los resultados:

**Tabla 13**

*Conteo de frecuencias cantidad de empleados para el mantenimiento si son suficientes o no.*

**Los recursos humanos empleados para el mantenimiento de la maquinaria son suficiente**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	11	55,0	55,0	55,0
	Si	9	45,0	45,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

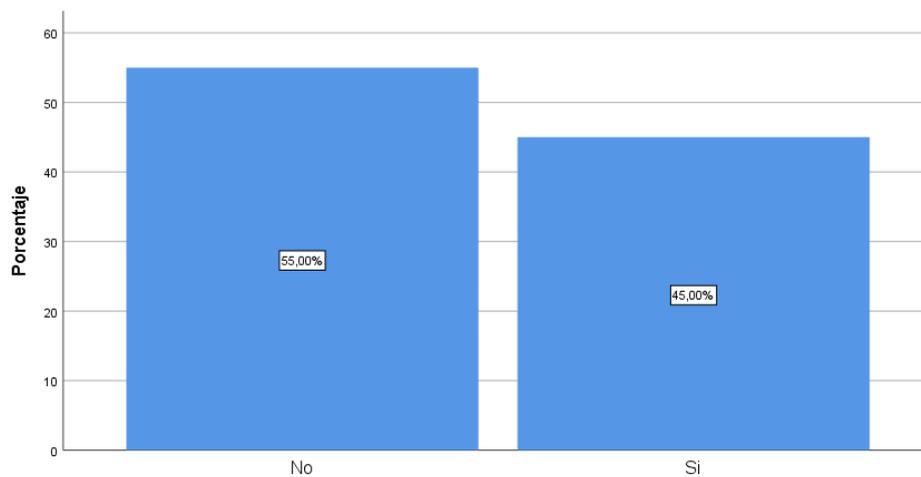


Figura 11. Gráfico de barras frecuencias cantidad de empleados

La pregunta 9, de la entrevista dirigida al personal técnico tiene como resultados un total de 9 respuestas afirmativas lo que hace un 45%, mientras que 11 trabajadores respondieron negativamente lo que hacen un 55% del total.

De los resultados obtenidos gran mayoría mencionan que los recursos humanos empleados parran el mantenimiento de la maquinaria no es suficiente debido a la gran cantidad de actividades y al poco personal que se muestra, se observó además que muchos

de los trabajadores no realizaban sus labores en el horario y en condiciones óptimas vale decir que con una buena organización es posible optimizar el rendimiento de cada empleado.

Referente a la pregunta 10, se hace referencia al tipo de repuesto según la maquinaria si es sencillo la optencion de repuestos, de la entrevista a los 20 trabajadores se obtuvieron los siguiientes resultados:

**Tabla 14**

*Conteo de frecuencias facilidad de encontrar repuesto*

**Se encuentra con facilidad cualquier tipo de repuesto**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	8	40,0	40,0	40,0
	Si	12	60,0	60,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

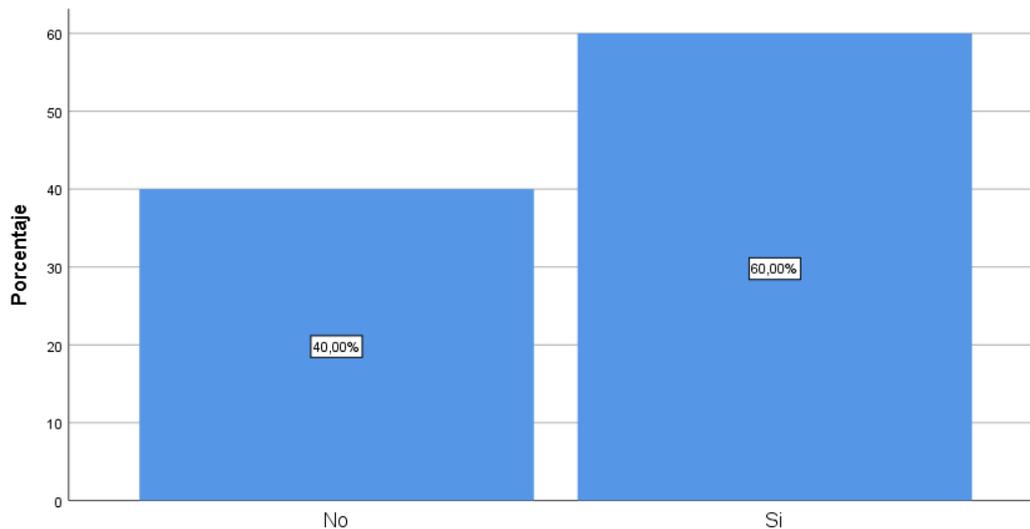


Figura 12. Gráfico de barras resultados pregunta 10

La pregunta 10, de la entrevista dirigida al personal técnico tiene como resultados un total de 12 respuestas afirmativas lo que hace un 60%, mientras que 8 trabajadores respondieron negativamente lo que hacen un 40% del total.

Acorde con los resultados obtenido se observa que en gran mayoría es factible encontrar repuestos, pero hay un grupo que no muestra facilidad de conseguirlo y manifestaron además que algunos deben ser importados y en el peor de los casos fabricados en base a despieces de mecanismos similares.

Con respecto a la pregunta numero 11, se refiere al espacio de trabajo si es adecuado o no, en base a la entrevista realizada a los 20 trabajadores se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 15**

*Conteo de frecuencias espacio adecuado*

**El personal de mantenimiento cuenta con el espacio adecuado para realizar las respectivas actividades de mantenimiento**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	8	40,0	40,0	40,0
	Si	12	60,0	60,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

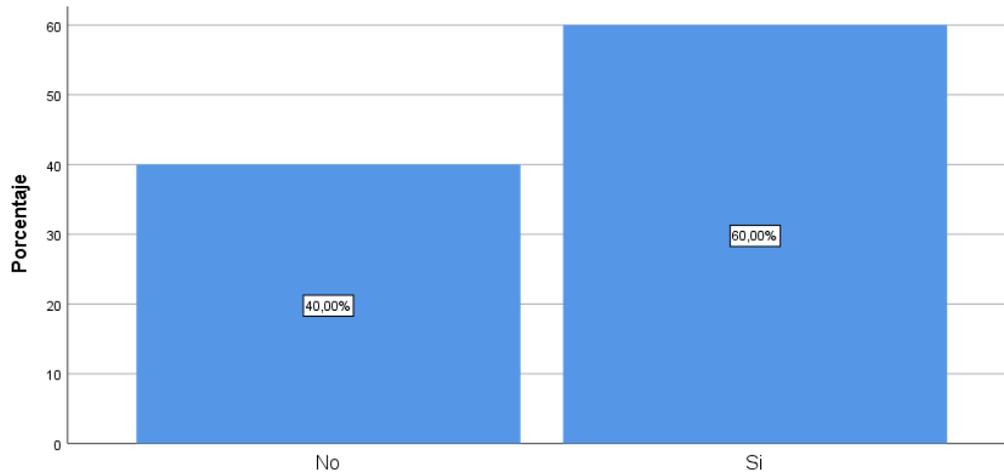


Figura 13. Gráfico de barras espacio adecuado

La pregunta 11, de la entrevista dirigida al personal técnico tiene como resultados un total de 12 respuestas afirmativas lo que hace un 60%, mientras que 8 trabajadores respondieron negativamente lo que hacen un 40% del total.

En base a los resultados obtenidos se observa que gran mayoría mencionaba que el espacio era adecuado para realizar sus labores sin embargo la minoría hace mención a la distribución de espacio no es la óptima para poder gestionar la recepción de maquinaria y el mantenimiento respectivo.

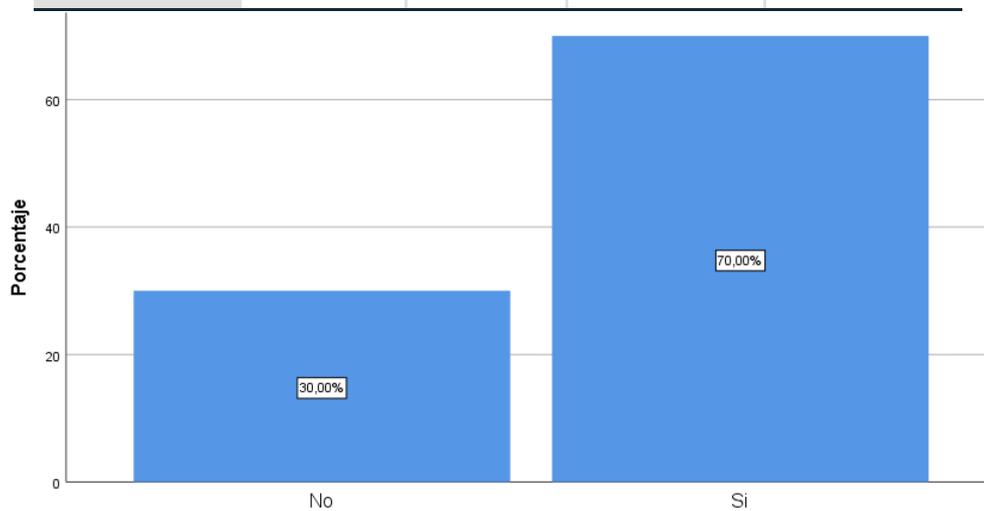
Con respecto a la pregunta 12, esta hace referencia a la planificación de la maquinaria para su respectivo mantenimiento, en base a la entrevista de los 20 trabajadores que participaron se muestran los siguientes resultados:

**Tabla 16**

*Conteo de frecuencias planificación de maquinaria para el mantenimiento respectivo*

**Se planifica la paralización de la maquinaria para su respectivo mantenimiento**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	6	30,0	30,0	30,0
	Si	14	70,0	70,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	



*Figura 14. Gráfico de barras resultados planificación para la paralización*

La pregunta 12, de la entrevista dirigida al personal técnico tiene como resultados un total de 14 respuestas afirmativas lo que hace un 70%, mientras que 6 trabajadores respondieron negativamente lo que hacen un 30% del total.

Acorde con los resultados obtenido se observa que gran mayoría manifiestan que se siguen ciertos protocolos para la parada de una maquinaria que requiere mantenimiento, sin embargo, el porcentaje minoritario manifiesta que este protocolo pocas veces se utiliza salvo sean actividades que incurran en la ruta crítica de acciones de la empresa minera.

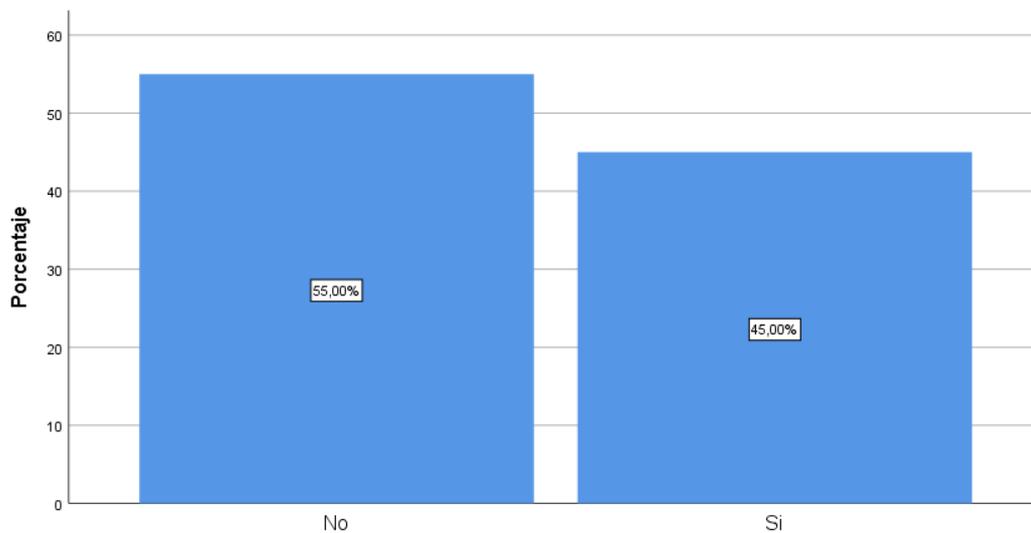
Referente a la pregunta 13, esta refiere a la existencia del plan de mantenimiento preventivo, en la entrevista a los 20 trabajadores se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 17**

*Conteo de frecuencias existencia del plan de mantenimiento preventivo*

**Cuenta la empresa con un plan de mantenimiento preventivo**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	11	55,0	55,0	55,0
	Si	9	45,0	45,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	



*Figura 15.* Gráfico de barras existencia del plan de mantenimiento preventivo.

La pregunta 13, de la entrevista dirigida al personal técnico tiene como resultados un total de 9 respuestas afirmativas lo que hace un 45%, mientras que 11 trabajadores respondieron negativamente lo que hacen un 55% del total.

Acorde con los resultados obtenidos se observa que la gran mayoría menciona que no se cuenta con un plan de mantenimiento preventivo, sin embargo, la minoría menciona que si se tiene pero que aún no se ha difundido en la empresa.

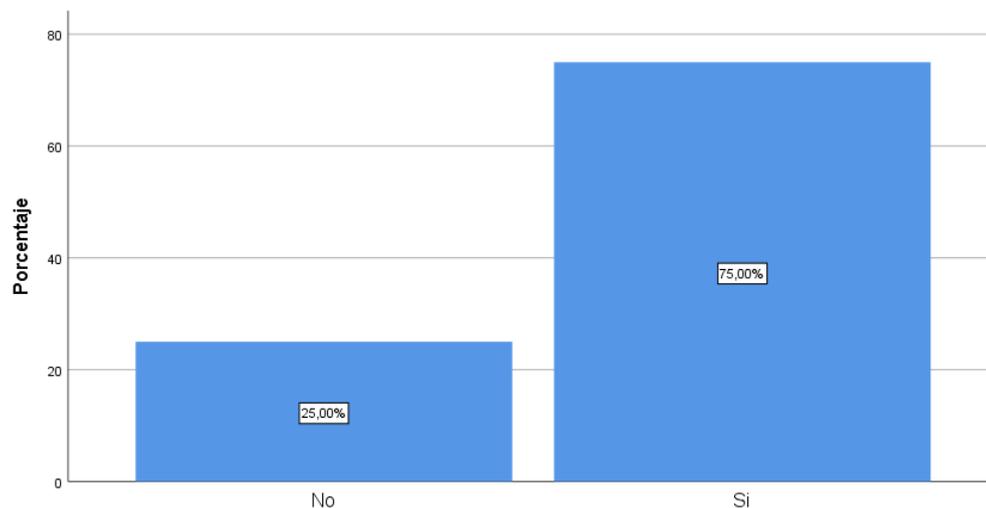
Referente a la pregunta 14, esta menciona la existencia de un registro en los servicios de mantenimiento, en base a la entrevista con los 20 trabajadores se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 18**

*Conteo de frecuencia registro de servicios*

**Se lleva un registro de los servicios y mantenimiento que lleva cada equipo**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	5	25,0	25,0	25,0
	Si	15	75,0	75,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	



*Figura 16. Gráfico de barras resultados registro de servicios*

La pregunta 14, de la entrevista dirigida al personal técnico tiene como resultados un total de 15 respuestas afirmativas lo que hace un 75%, mientras que 5 trabajadores respondieron negativamente lo que hacen un 25% del total.

Acorde con los resultados obtenidos se observa que en su gran mayoría los trabajadores registran los servicios de mantenimiento que se lleva en cada equipo, además respecto a los comentarios de la minoría se aprecia que debido a sus actividades la falta de tiempo hacer que carezcan de acoplar este servicio.

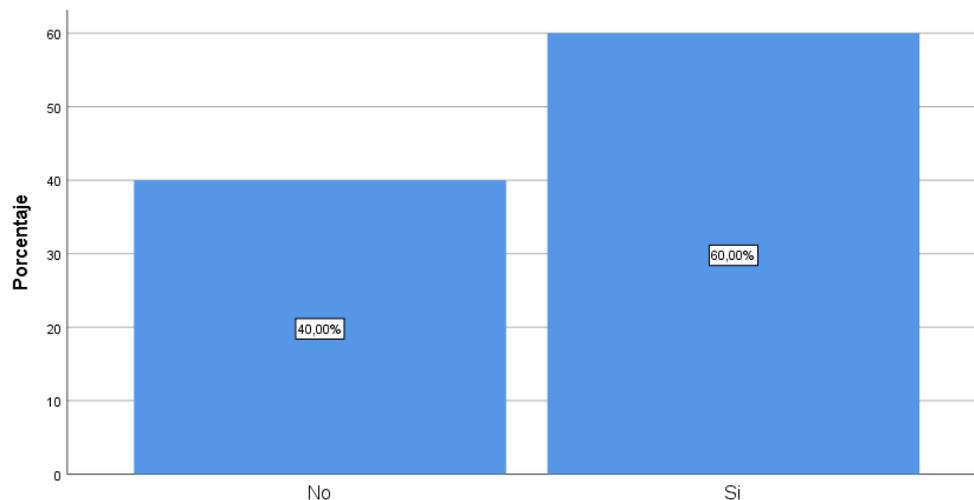
Respecto a la pregunta 15, esta se refiere a la capacitación del personal de manera constante, en base a la entrevista de los 20 trabajadores de la empresa se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 19**

*Conteo de frecuencias capacitación constante del personal.*

**Los mecánicos y demás personal son capacitados constantemente**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	8	40,0	40,0	40,0
	Si	12	60,0	60,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	



*Figura 17. Gráfico de barras capacitación constante*

La pregunta 15, de la entrevista dirigida al personal técnico tiene como resultados un total de 12 respuestas afirmativas lo que hace un 60%, mientras que 8 trabajadores respondieron negativamente lo que hacen un 40% del total.

En base a los resultados obtenidos se observa que gran mayoría de los trabajadores se capacitan constantemente, en cuanto a los comentarios del grupo minoritario se menciona que la empresa no capacita constantemente si no cada profesional lo hace por su cuenta.

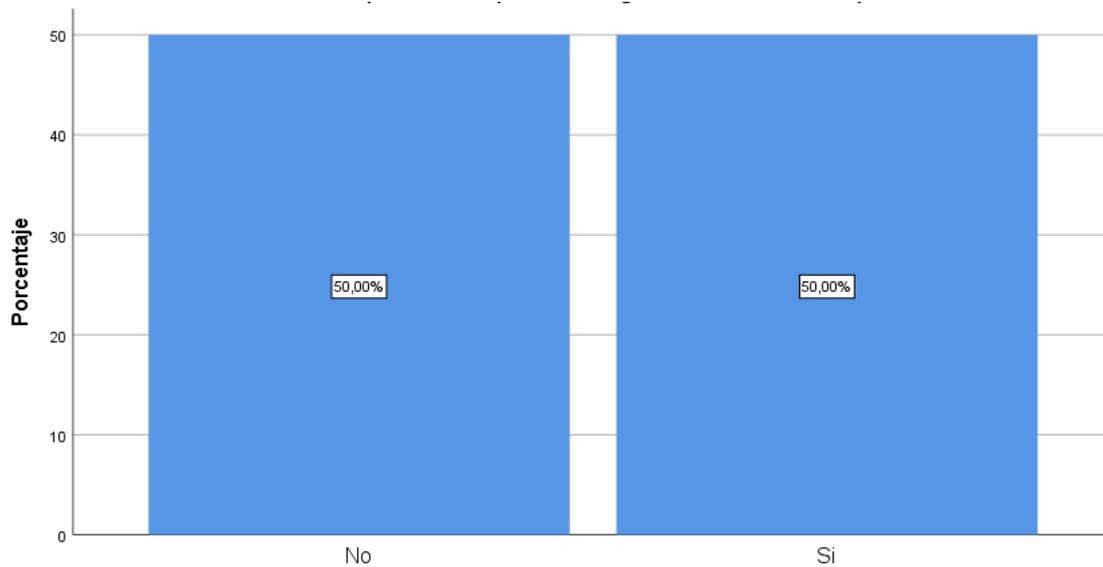
Referente a la pregunta 16, hace referencia a la parte logística de la empresa, en base ala entrevista de los 20 trabajadores se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 20**

*Conteo de frecuencias área logística*

**Cuentan con un departamento que se encargue de abastecer los repuestos**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	10	50,0	50,0	50,0
	Si	10	50,0	50,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	



*Figura 18. Gráfico de barras área logística*

La pregunta 16, de la entrevista dirigida al personal técnico tiene como resultados un total de 10 respuestas afirmativas lo que hace un 50%, así mismo 10 trabajadores respondieron negativamente lo que hacen un 50% del total.

En base a los resultados obtenidos se observa dividido equitativamente en cuanto a la existencia del área logística, los resultados positivos confunden el tema logístico con el abastecimiento interno de la indumentaria.

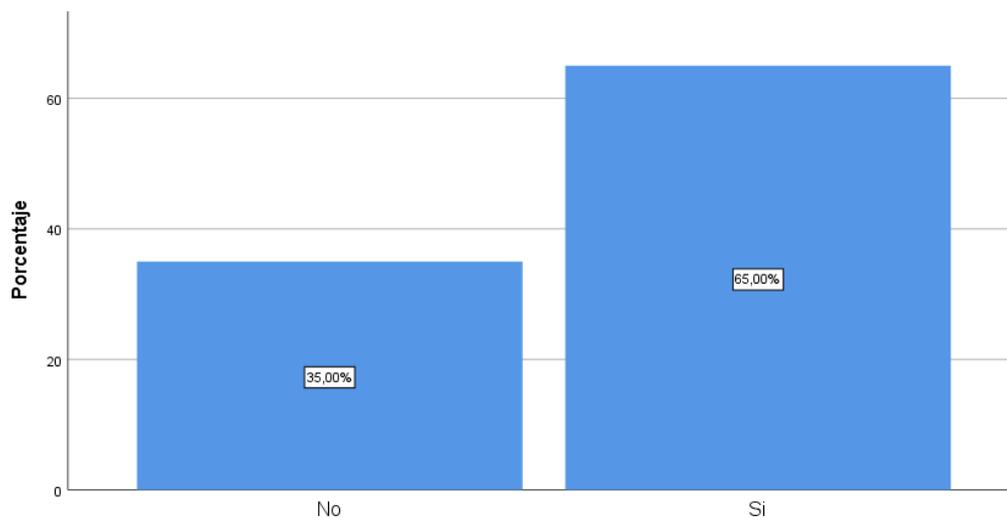
La pregunta 17, trata de la información de equipos que se tenga para realizar las actividades de la mejor manera posible, es decir marca, uso y rendimiento, en base a la entrevista con los 20 trabajadores se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 21**

*Conteo de frecuencias data de equipos pesados.*

**Se dispone de una data de todos los equipos para su respectivo mantenimiento**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	7	35,0	35,0	35,0
	Si	13	65,0	65,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	



*Figura 19.* Gráfico de barras data de equipos pesados

La pregunta 17, de la entrevista dirigida al personal técnico tiene como resultados un total de 13 respuestas afirmativas lo que hace un 65%, mientras que 7 trabajadores respondieron negativamente lo que hacen un 35% del total.

En base a los resultados obtenidos en su gran mayoría mencionan que se cuenta con una data de equipos pesados, sin embargo, la minoría menciona que no tiene acceso a dicha data.

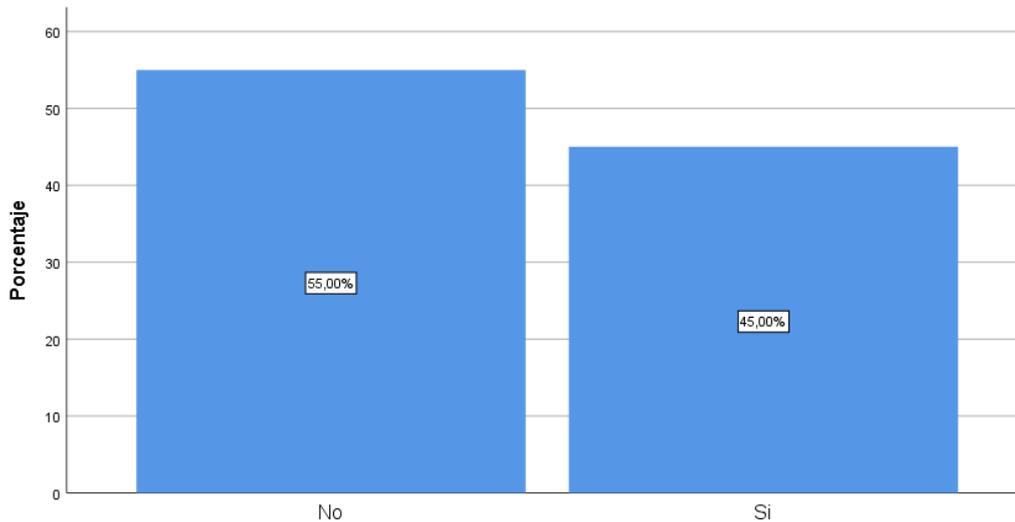
La pregunta 18, se refiere a la mano de obra calificada en la empresa, en situación de diagnostico se entrevistó a los 20 trabajadores obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 22**

*Conteo de frecuencias mano de obra calificada*

**El personal que labora son mano de obra calificada**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	11	55,0	55,0	55,0
	Si	9	45,0	45,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	



*Figura 20. Gráfico de barras mano de obra calificada*

La pregunta 18, de la entrevista dirigida al personal técnico tiene como resultados un total de 9 respuestas afirmativas lo que hace un 45%, mientras que 11 trabajadores respondieron negativamente lo que hacen un 55% del total.

Acorde con los resultados obtenidos en su gran mayoría manifiestan que no existe mano de obra calificada, como la empresa es nueva incluso los empleados están en inicios de

mantenimiento de maquinaria pesada, por otra parte, la minoría manifiesta ser mano de obra calificada y estar dispuesta a brindar la capacitación respectiva.

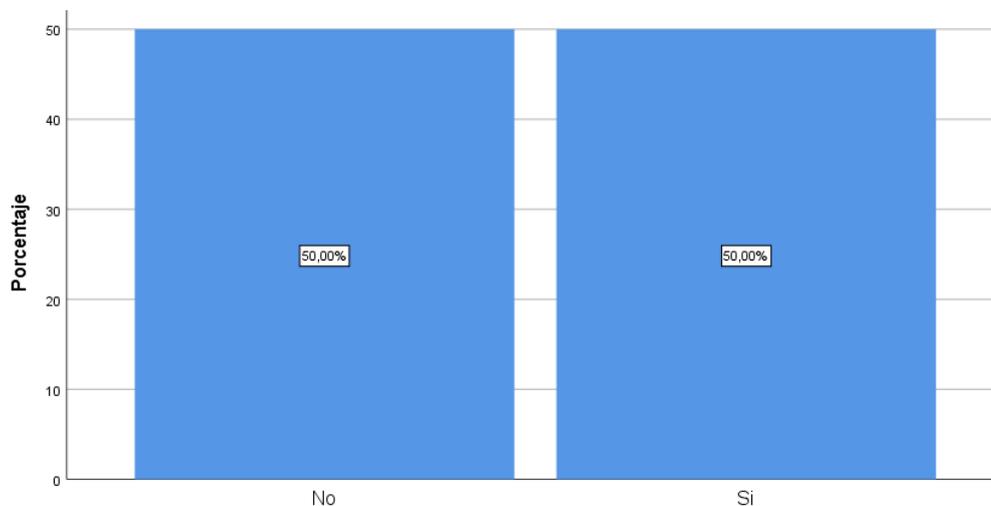
Respecto a la pregunta 19, esta refiere a la proporcionalidad del dinero invertido en cada actividad referente a los resultados obtenidos por parte del equipo de trabajadores de la empresa, luego de la entrevista a los 20 trabajadores se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 23**

*Conteo de frecuencias dinero invertido y resultados*

**Se justifica el dinero invertido en los resultados obtenidos**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	10	50,0	50,0	50,0
	Si	10	50,0	50,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	



*Figura 21. Gráfico de barras dinero invertido y resultados*

La pregunta 19, de la entrevista dirigida al personal técnico tiene como resultados un total de 10 respuestas afirmativas lo que hace un 50%, así mismo 10 trabajadores respondieron negativamente lo que hacen un 50% del total.

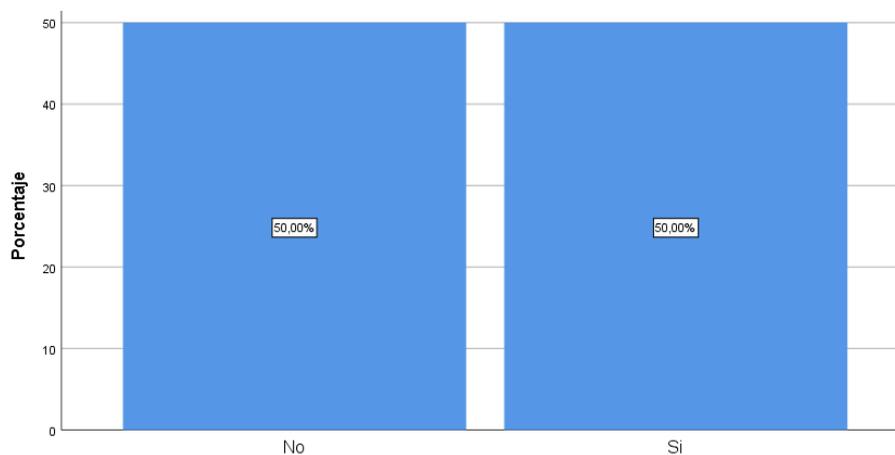
En base a los resultados obtenidos se encuentran divididos debido que algunos mencionan que si se justifica mientras que otro menciona que no se justifica la inversión en cada actividad por ello es necesario un área de logística.

Finalmente, la entrevista a los trabajadores concluye con la pregunta 20, la cual menciona el cuidado con el medio ambiente, en base a la entrevista realizada a los 20 trabajadores se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 24**

*Conteo de frecuencias cuidado con el medio ambiente*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	10	50,0	50,0	50,0
	Si	10	50,0	50,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	



*Figura 22. Gráfico de barras cuidado con el medio ambiente*

La pregunta 20, de la entrevista dirigida al personal técnico tiene como resultados un total de 10 respuestas afirmativas lo que hace un 50%, así mismo 10 trabajadores respondieron negativamente lo que hacen un 50% del total.

En base a los resultados obtenidos se observa que al menos la mitad de los trabajadores son conscientes en el manejo de residuos sólidos y el impacto que estos ameritan en el medio ambiente.

## **3.2 Diseño de la propuesta de mejora en cuanto al plan de mantenimiento preventivo de la empresa JM soldaduras Cajamarca.**

### **3.2.1 Objetivo general:**

- Permitir que la maquinaria pesada se encuentre disponible para su uso en el momento oportuno con un máximo rendimiento y mínimo de coste.

### **3.2.2 Objetivos específicos:**

- Elaborar la distribución correcta del espacio físico del taller
- Garantizar la disponibilidad de la maquinaria para realizar su trabajo
- Reparar las averías en el menor tiempo posible y con un mínimo de coste
- Reducir los costes de mantenimiento
- Mantener un stock de repuestos en bodega para disminuir tiempos de parada de la maquinaria
- Proporcionar un plan de mantenimiento seguro y confiable

### **3.2.3 Gestión de mantenimiento propuesta**

Para elaborar la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para equipos pesados se deben tener en cuenta las necesidades de cambio e implementación que esta requiere en cuanto a su estructura.

Los recursos de organización mencionados a continuación hacen mención al diagnóstico situacional de la empresa en las primeras visitas, también prevalecen las opiniones de los trabajadores.

Recursos humanos

Organigrama estructural

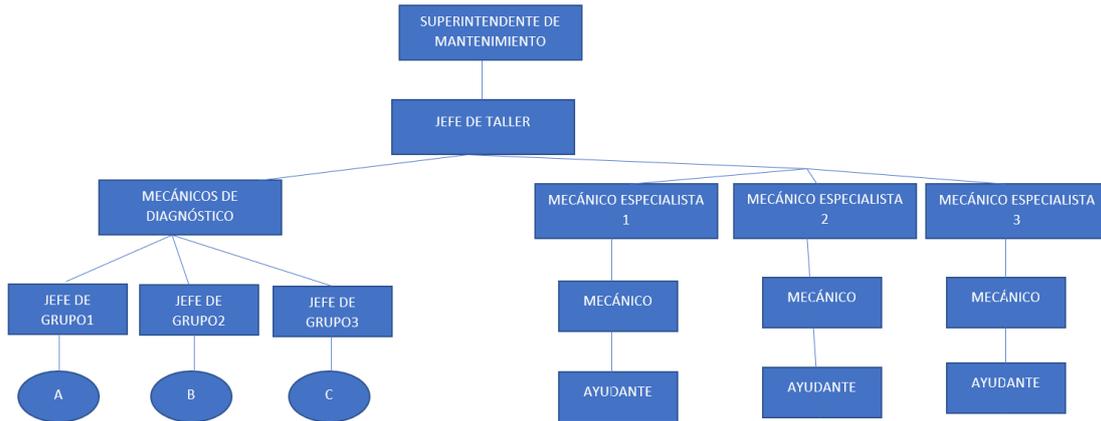


Figura 23. Organigrama estructural de la empresa para el mantenimiento preventivo.

En cuanto al organigrama estructural, inicia con el encabezamiento de un superintendente de mantenimiento ya que será el quien responda y sea responsable de cada actividad de éxito o fracaso para el plan de mantenimiento preventivo, además que el será quien firme las valorizaciones de las actividades propuestas por los mecánicos de diagnóstico o especialistas.

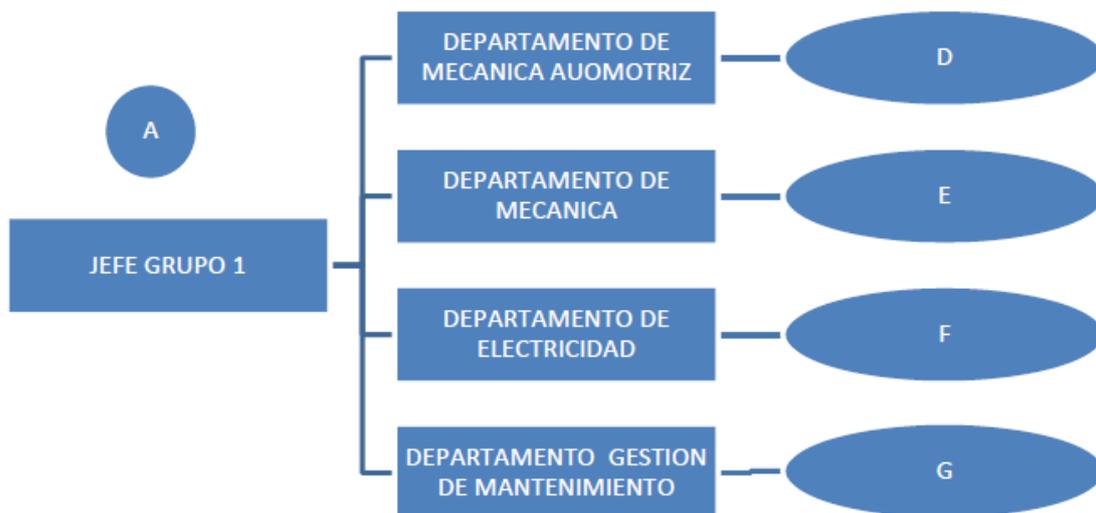


Figura 24. Organigrama estructural de la empresa para el mantenimiento preventivo.

El desglose de mecánicos de diagnóstico en grupos hace prevalecer al jefe de grupo, así como al departamento de mecánica automotriz, departamento de mecánica, departamento de

electricidad y departamento de gestión del mantenimiento, con este desglose se logra generar secuencia y control, así como asignar responsabilidades a los jefes de grupo.

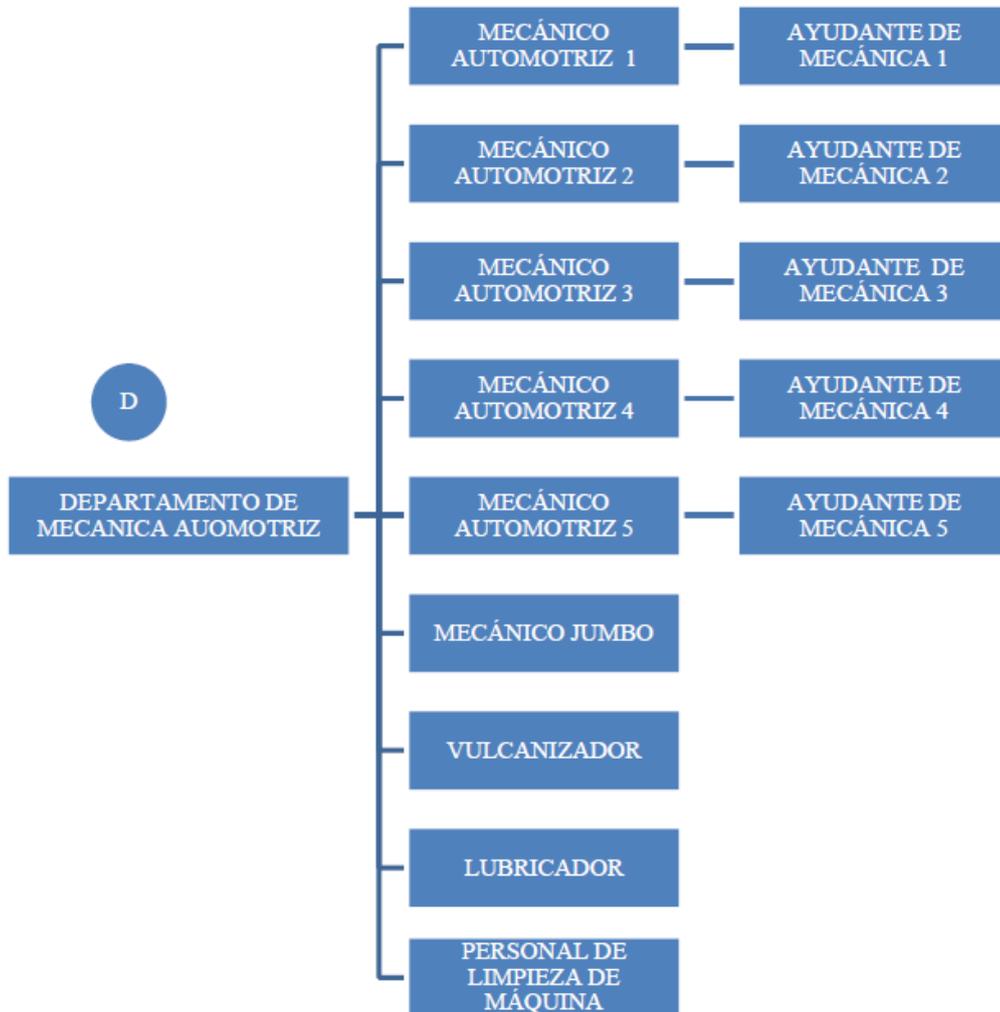


Figura 25. Organigrama estructural de la empresa para el mantenimiento preventivo.

El departamento de mecánica automotriz debe estar compuesta por cinco mecánicos debido a la gran demanda de vehículos en la empresa ya que esta también brinda ese servicio, así mismos mecánicos jumbo, vulcanizador y lubricador como también personal de limpieza de máquina, con este equipo se podrá garantizar el buen servicio y optimizar el tiempo en cuanto a resultados.

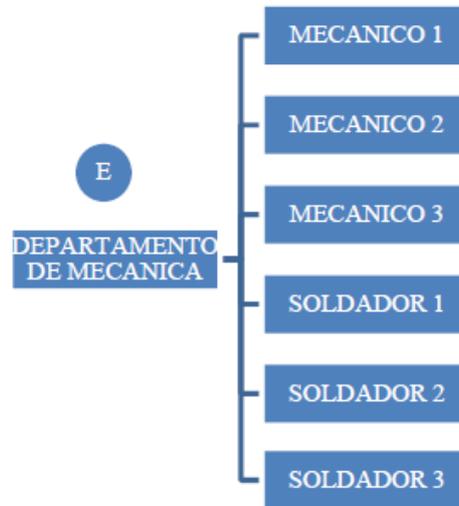


Figura 26. Organigrama estructural de la empresa para el mantenimiento preventivo.

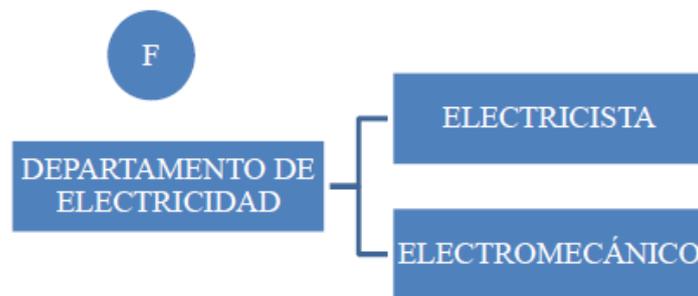


Figura 27. Organigrama estructural de la empresa para el mantenimiento preventivo.



Figura 28. Organigrama estructural de la empresa para el mantenimiento preventivo.

Los departamentos de mecánica, electricidad y gestión del mantenimiento también reciben el soporte de otra área de esta manera los trabajadores se encuentran organizados y listos para brindar un buen servicio.

En base al plan de mantenimiento preventivo se realizó un conteo para las distintas áreas de esta manera se contabilizó el personal requerido.

**Tabla 25**

*Personal requerido*

<b>CARGO</b>	<b>CANTIDAD</b>
JEFE DE GRUPO	1
MECÁNICOS	5
AYUDANTES DE MECÁNICA	5
MECÁNICO JUMBO	1
ELECTROMECAÁNICO	1
ELECTRICISTA	1
VULCANIZADOR	1
LUBRICADOR	1
SOLDADORES	3
ASISTENTE DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	1
DEPARTAMENTO MECANIZADO	3
PERSONAL DE LIMPIEZA PARA MÁQUINA	1
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>

#### Capacitación del personal

- Actualización de conocimientos correspondientes
- Capacitación en normas de seguridad industrial
- Capacitación en primeros auxilios

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12
Actualización de conocimientos correspondientes	x	x	x	x								
Capacitación en normas de seguridad industrial					x	x	x	x				
Capacitación en primeros auxilios									x	x	x	x

El plan de capacitación del personal se contempló en 12 semanas, en las 4 primeras semanas se realizó una actualización de conocimientos correspondientes, en las cuatro semanas siguientes se trató todo sobre normas de seguridad industrial y en las cuatro semanas finales se realizó una capacitación en primeros auxilios.

#### Temas tratados

<b>Actualización de conocimientos correspondientes</b>	<b>Capacitación en normas de seguridad industrial</b>	<b>Capacitación en primeros auxilios</b>
Lubricaciones periódicas;	No fumar en las áreas de trabajo. ...	Fundamentos de los primeros auxilios.
Revisiones sistemáticas de equipos;	Usar lentes de seguridad. ...	Principios básicos.
Calibración y planes de calibración para instrumentos;	Usar protección para las manos. ...	Obstrucción de vías aéreas (ovace)
Planes de inspección de equipos;	Usar calzado de seguridad. ...	Paro cardíaco.
Creación de historiales de equipos;	Usar tapones auditivos. ...	Primeros auxilios en quemaduras.
Cumplimiento de las recomendaciones del fabricante	No usar accesorios de joyería. ...	Golpe de calor e hipotermia.
	No realizar algún trabajo, sin antes ser capacitado.	Primeros auxilios en lesiones de partes duras y botiquín.

En la tabla se muestran los temas tratados con los obreros y operarios durante las 12 semanas de capacitación.

### Recursos materiales

- Señalización del área de cada puesto de trabajo.
- Ubicación correcta de los equipos.
- Construcción de una lavadora y lubricadora.
- Reubicación del departamento de soldadura.

Basados en la entrevista con los trabajadores y en la observación directa del espacio de trabajo se propone la siguiente distribución para poder brindar un mejor servicio e incrementar la disponibilidad de equipos.

## PROPUESTA DE LA DISTRIBUCIÓN DEL ESPACIO

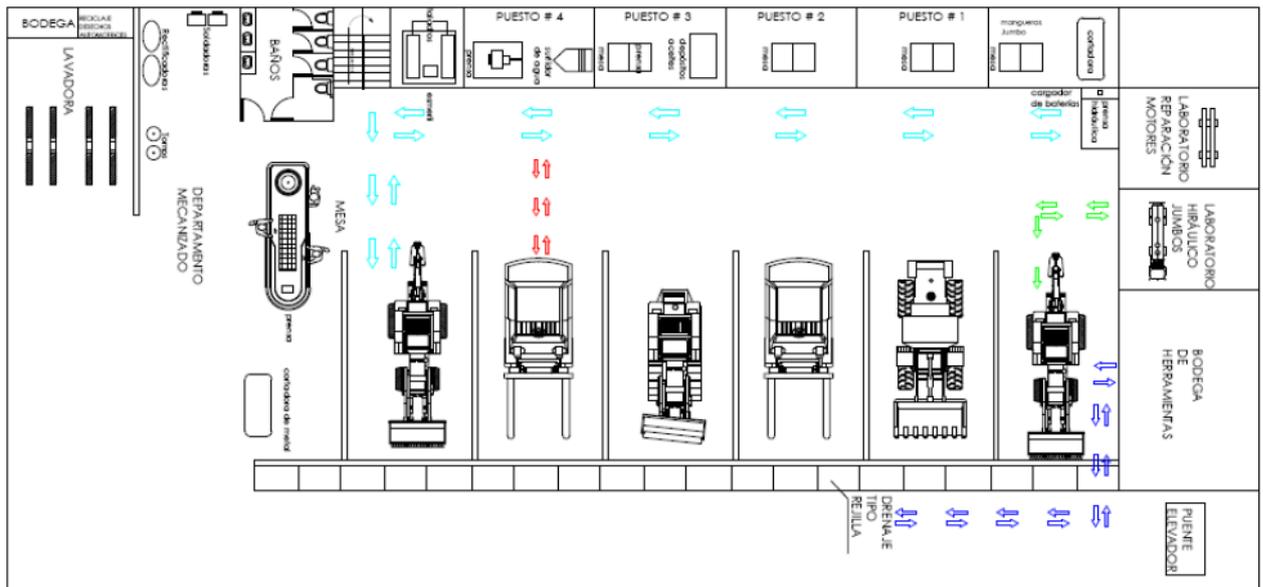


Figura 29. Propuesta plano de distribución.

### Bodega de repuestos

Con la reubicación de la bodega de repuestos se logra llevar un mejor control y una distribución más específica para los diferentes repuestos de diversas maquinas. Programación del mantenimiento. Debido a que se trata de un mantenimiento preventivo, este debe anticiparse a los hechos, por ello que se realizará de una manera periódica. Dicha propuesta de plano de distribución se realizo gracias a una programación arquitectónica del lugar, la cual fue revisada y aprobada por el arquitecto de la empresa.

Organización del lugar antes de la propuesta de distribución.

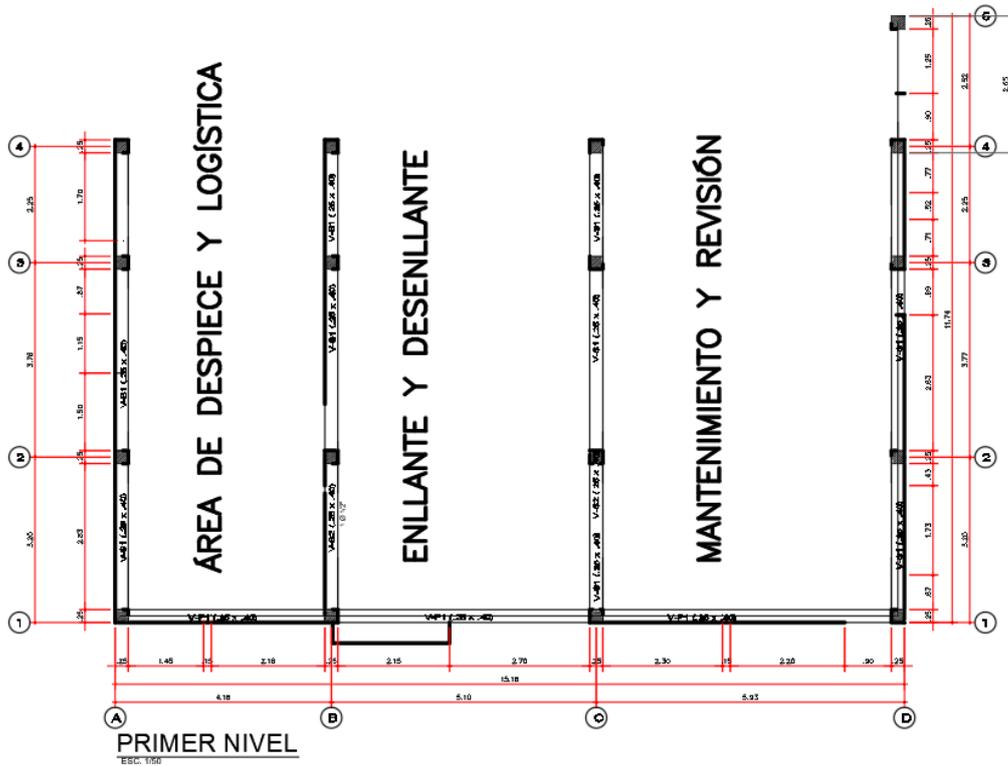


Figura 30. Plano de distribución antes de la propuesta.

Para realizar la programación del plan de mantenimiento estas serán catalogadas en letras acorde a la actividad específica a realizar, dichas menciones se encuentran en el manual de mantenimiento para equipos mecánicos estandarizados a nivel mundial.

**Tabla 26**

*Programación del mantenimiento*

<b>NOMENCLATURA</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
A	REPARAR
C	CAMBIAR
D	DRENAR
R	RECOGER
I	INSPECCIONAR, AJUSTAR O COMPROBAR
L	LUBRICAR
P	LIMPIAR
V	VERIFICAR, SUSTITUIR O REVISAR

Teniendo en cuenta la vida útil de cada equipo pesado desde que es relativamente nuevo hasta ya haber realizado diversas operaciones se propone un plan de mantenimiento preventivo a 10 000 horas de jornada continua, la cual se presenta a continuación con sus diferentes actividades:

**Tabla 27**

*Plan de mantenimiento preventivo para 10000 horas*

<b>ACTIVIDAD PROGRAMADA</b>	<b>INTERVALOS</b>	<b>REALIZAR (HORAS)</b>									
		<b>5</b>	<b>20</b>	<b>50</b>	<b>200</b>	<b>600</b>	<b>750</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>	<b>10000</b>
Revisar el nivel del líquido del refrigerante	5 HORAS										
Revisar el nivel de aceite del motor											
Revisar el nivel de aceite hidráulico											
Revisar el nivel de combustible											
Revisar el nivel de aceite de transmisión											

---

Verificar que no existan ruidos anormales en el motor	
Verificar fugas del motor	
Verificar estado de los neumáticos	
Verificar perno roto en las llantas	
Verificar bandas	
Verificar conexiones de la batería	
Verificar sistema de alumbrado	
Verificar estado de los frenos	
Verificar estado de frenos de parqueo	
Verificar que los indicadores del tablero funcionan	
Verificar extintores manuales	
Verificar estado del cucharón	
Verificar estructura de la maquina	
Lubricar las partes móviles	20 HORAS
Cambiar filtro de aire primario	
Lubricar los cojinetes del cilindro	
Drenar el agua y sedimentos del tanque de combustible	
Verificar la presión del inflado de los neumáticos	50 HORAS
Cambiar filtro de aire secundario	
Verificar ajustes de pernos de ruedas	
Cambiar aceite del motor	200 HORAS
Cambiar filtro de aceite	
Cambiar filtros de combustible	
Chequear y ajustar todos los pernos de la base de transmisión	
Engrasar las crucetas del carden	

---

---

Chequear el desgaste del freno de servicio y del parqueo

Chequear el nivel de electrolito de la batería

Revisar y limpiar todos los desfogadores de la máquina

Limpiar el alojamiento y tubería del filtro de aire

Inspeccione la correa del aire acondicionado

Lubricar los cojinetes de oscilación del eje

Lubricar los cojinetes de bolas

Verificar los niveles de aceite de los mandos finales

Revisar que no existen fugas

Verificar el nivel de aceite de transmisión

Verificar el nivel de aceite del sistema hidráulico

Verificar el nivel de aceite del diferencial delantero y posterior

Revisar los conectores del sistema eléctrico

Cambiar aceite hidráulico 600 HORAS

Cambiar aceite de transmisión

Cambiar filtro de aceite hidráulico

Cambiar aceite de los diferenciales

Cambiar aceite de los mandos finales

Verificar el estado y reemplace de bujías

Revisar los pernos del que soportan al motor

Revisar los pernos de la abrazadera de sujeción del escape

Revisar los soportes de los ejes

---

---

Limpiar el respiradero del Carter	
Revisar la calibración de las válvulas de admisión y escape	
Revisar el estado de la tapa del radiador	
Cambio de neumáticos	750 HORAS
Revisar que no existan fugas	1000 HORAS
Revisar pastillas de freno	
Verificar daños y grietas	
Ajustar tuercas de las ruedas	
Verificar lubricación de los bujes	
Desmontar y verificar el estado de los inyectores	2000 HORAS
Verificar y medir la compresión del motor de combustión	
Desmontar y verificar el estado del motor de arranque	
Desmontar y verificar el estado del alternador	
Verificar el juego axial del rotor	
Verificar el estado de las poleas y bomba de agua	
Verificar el estado del dámper	
Verificar estado de enfriadores	
Verificar estado de la batería	
Recoger muestras de aceite del motor	
Comprobar el estado de los inyectores	4000 HORAS
Drenar y limpiar el sistema de refrigeración	
Verificar el estado del termostato	
Inspeccionar el estado del pin central	
Revisar los mandos finales	
Inspeccionar los ejes y bujes de los brazos	

---

---

Verificar desgaste de las  
chapas de viela y  
bancada

Verificar el ajuste de los  
pernos de la culata

Verificar la presión de  
aceite de la bomba  
hidráulica

Verificar presión de  
aceite de la transmisión

Verificar la presión del  
abomba de aceite de la  
transmisión

Verificar la presión de la  
bomba del aceite del  
motor

Reparación del motor de           10000  
combustión                           HORAS

---

Nota: La tabla 25 muestra el plan de mantenimiento con las actividades respectivas para el control y monitoreo de la disponibilidad de equipos pesados.

### 3.3 Contrastación de la disponibilidad de equipos antes y después del plan .

#### 3.3.1 Ecuaciones empleadas para medir la disponibilidad.

##### *Ecuación 1*

Tiempo medio de fallas

$$MTBF = \frac{\textit{Tiempo disponible}}{\textit{Tiempo total de paradas}}$$

El tiempo medio de fallas (MTBF), depende del tiempo disponible y del tiempo de paradas, el resultado es un valor escalar que sirve para calcular el porcentaje de disponibilidad. (Flores, et al., 2016, p.12).

En la presente investigación se hizo uso de la formula teniendo en cuenta el tiempo disponible de la maquinaria y las veces que esta sufrió paradas.

##### *Ecuación 2*

Tiempo medio de reparación

$$MTTR = \frac{\textit{Tiempo de reparación}}{\textit{Número de fallas}}$$

El tiempo medio de fallas (MTTR), depende del tiempo de reparación y del número de fallas, el resultado es un valor escalar que sirve para calcular el porcentaje de disponibilidad. (Flores, et al., 2016, p.13).

El tiempo medio de reparación fue medido y tomado en cuenta en cuanto al tiempo que tarda un o el equipo operario en reparar la maquinaria, además se tuvo en cuenta el número de fallas que tenía la maquinaria.

*Ecuación 3*

% Disponibilidad

$$\%Disponibilidad = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

El % de Disponibilidad es un valor porcentual que se calcula a partir del MTBF y del MTTR. (Flores, et al., 2016, p.13).

El porcentaje de disponibilidad se calculó con datos base obtenidos por la ecuación 1 y ecuación 2 mencionados anteriormente, mediante una data generada en una hoja de Excel.

Con al uso de las tres ecuaciones planteadas se obtuvo una data la cual ha sido contrastada hipotéticamente con el uso de la estadística inferencial y el uso del software SPSS 26.

### 3.3.2 Estadísticos descriptivos de la disponibilidad de la muestra.

En base a las ecuaciones del item anterior y la data recolectada en excel se procedió a medir el porcentaje de disponibilidad de equipos antes de la aplicación del plan, obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 28**

*Data recolectada pre test*

	CODIGO	MARCA	MODELO	DESCRIPCIÓN	Tiempo total disponible	Tiempo total de paradas	Tiempo de reparación	Número de fallas	Tiempo medio entre fallas (MTBF)	Tiempo medio de reparación (MTTR)	Disponibilidad %
1	BC-01	BOBCAT	TRUCK245	BOBCAT	12.00	3.00	4.00	3.00	4.00	1.33	75%
2	BC-02	BOBCAT	TRUCK240	BOBCAT	10.00	5.00	7.00	5.00	2.00	1.40	59%
3	BC-03	BOBCAT	TRUCK240	BOBCAT	12.00	5.00	5.00	5.00	2.40	1.00	71%
4	BC-04	BOBCAT	TRUCK242	BOBCAT	8.00	3.00	8.00	3.00	2.67	2.67	50%
5	BC-05	BOBCAT	TRUCK254	BOBCAT	4.00	5.00	6.00	5.00	0.80	1.20	40%
6	BC-06	BOBCAT	TRUCK260	BOBCAT	6.00	5.00	7.00	5.00	1.20	1.40	46%
7	BC-07	BOBCAT	TRUCK261	BOBCAT	2.00	5.00	8.00	5.00	0.40	1.60	20%
8	BC-08	BOBCAT	TRUCK255	BOBCAT	8.00	5.00	7.00	5.00	1.60	1.40	53%
9	CA-01	CATERPILLAR	TRUCK250	DAMPER	12.00	4.00	8.00	4.00	3.00	2.00	60%
10	CA-02	CATERPILLAR	TRUCK255	DAMPER	12.00	5.00	8.00	5.00	2.40	1.60	60%
11	CA-03	CATERPILLAR	TRUCK258	DAMPER	12.00	2.00	8.00	2.00	6.00	4.00	60%
12	CA-04	CATERPILLAR	TRUCK262	DAMPER	12.00	4.00	6.00	4.00	3.00	1.50	67%
13	CA-05	CATERPILLAR	TRUCK254	DAMPER	12.00	3.00	6.00	3.00	4.00	2.00	67%
14	CA-06	CATERPILLAR	TRUCK262	DAMPER	8.00	3.00	7.00	3.00	2.67	2.33	53%
15	CA-07	CATERPILLAR	TRUCK240	DAMPER	12.00	2.00	6.00	2.00	6.00	3.00	67%
16	CA-08	CATERPILLAR	TRUCK244	DAMPER	14.00	4.00	4.00	4.00	3.50	1.00	78%
17	DR-01	TAMROCK	TRUCK252	JUMBO	16.00	3.00	7.00	3.00	5.33	2.33	70%
18	DR-02	TAMROCK	TRUCK248	JUMBO	16.00	4.00	8.00	4.00	4.00	2.00	67%
19	DR-03	TAMROCK	TRUCK263	JUMBO	12.00	3.00	8.00	3.00	4.00	2.67	60%
20	DR-04	JARVISCLARCK	TRUCK265	JUMBO	12.00	3.00	8.00	3.00	4.00	2.67	60%
21	TC-01	CATERPILLAR	TRUCK269	TRAXCAVATOR	12.00	2.00	5.00	2.00	6.00	2.50	71%
22	TR-01	KUBOTA	TRUCK251	TRANSPORTER	14.00	4.00	4.00	4.00	3.50	1.00	78%
23	TR-02	KUBOTA	TRUCK242	TRANSPORTER	14.00	3.00	6.00	3.00	4.67	2.00	70%
24	TR-03	KUBOTA	TRUCK269	TRANSPORTER	12.00	2.00	8.00	2.00	6.00	4.00	60%
25	TR-04	KUBOTA	TRUCK247	TRANSPORTER	12.00	2.00	6.00	2.00	6.00	3.00	67%
26	EX-01	DOOSAN	TRUCK260	EXCAVADORA	14.00	4.00	4.00	4.00	3.50	1.00	78%
27	EX-02	DOOSAN	TRUCK252	EXCAVADORA	16.00	2.00	5.00	2.00	8.00	2.50	76%
28	S-01	WAGNER	TRUCK241	CARGADOR PARA MINA	12.00	5.00	7.00	5.00	2.40	1.40	63%
29	S-02	WAGNER	TRUCK253	CARGADOR PARA MINA	16.00	3.00	5.00	3.00	5.33	1.67	76%
30	S-03	WAGNER	TRUCK251	CARGADOR PARA MINA	12.00	3.00	6.00	3.00	4.00	2.00	67%
31	S-04	WAGNER	TRUCK259	CARGADOR PARA MINA	8.00	3.00	6.00	3.00	2.67	2.00	57%

32	S-05	WAGNER	TRUCK260	CARGADOR PARA MINA	6.00	3.00	5.00	3.00	2.00	1.67	55%
33	S-06	WAGNER	TRUCK243	CARGADOR PARA MINA	14.00	5.00	6.00	5.00	2.80	1.20	70%
34	LO-01	CATERPILLAR	TRUCK248	CARGADOR FRONTAL	8.00	3.00	6.00	3.00	2.67	2.00	57%
35	TH-01	INGERSOL RAND	TRUCK247	TELEHANDLER	12.00	3.00	8.00	3.00	4.00	2.67	60%
36	TH-02	INGERSOL RAND	TRUCK260	TELEHANDLER	14.00	4.00	4.00	4.00	3.50	1.00	78%
37	TH-03	INGERSOL RAND	TRUCK268	TELEHANDLER	8.00	3.00	8.00	3.00	2.67	2.67	50%
38	TH-04	INGERSOL RAND	TRUCK247	TELEHANDLER	14.00	5.00	6.00	5.00	2.80	1.20	70%
39	MC-01	CATERPILLAR	TRUCK257	MONTACARGA	16.00	5.00	4.00	5.00	3.20	0.80	80%
40	MC-02	CATERPILLAR	TRUCK245	MONTACARGA	16.00	5.00	8.00	5.00	3.20	1.60	67%

**Tabla 29**

*%Disponibilidad pre test, estadística descriptiva*

**%Disponibilidad pre test (Agrupada)**

% Disponibilidad	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido 20-40	2	5,0	5,0	5,0
40-60	16	40,0	40,0	45,0
60-80	22	55,0	55,0	100,0
Total	40	100,0	100,0	

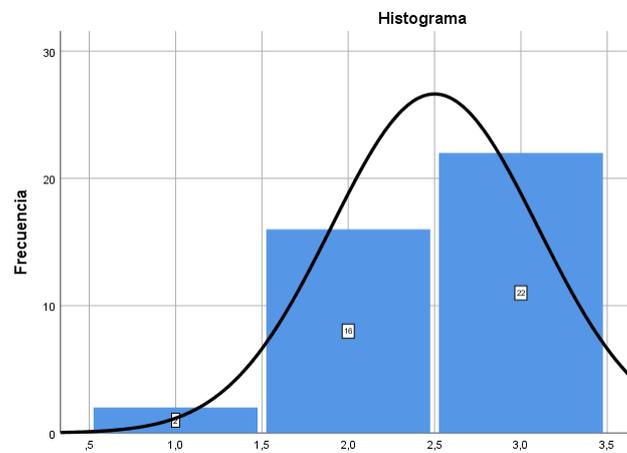


Figura 31. Gráfico de barras %Disponibilidad pre test.

La tabla 26 y figura 29, muestran la distribución de frecuencias para el porcentaje de disponibilidad antes del plan de mantenimiento preventivo en la empresa JM soldaduras Cajamarca. Se muestra que 2 equipos presentan disponibilidad de entre 20% al 40 %; 16 equipos de entre 40% al 60% y 22 equipos de entre el 60% al 80%.

Como se aprecia los datos contemplan una distribución normal y muestran los porcentajes iniciales del estudio. Dicho resultado servirá para la contrastación hipotética.

Una vez aplicado el plan de mantenimiento preventivo, en abse a las fórmulas del item anterior se procedió a la recolección de datos de manera similar al pre test logrando observar los siguientes resultados en cuanto al % de disponibilidad:

**Tabla 30**

*Data recolectada pos test.*

	CODIGO	MARCA	MODELO	DESCRIPCIÓN	Tiempo total disponible (h)	Tiempo total de paradas (h)	Tiempo de reparación (h)	Número de fallas	Tiempo medio entre fallas (MTBF)	Tiempo medio de reparación (MTTR)	Disponibilidad %
1	BC-01	BOBCAT	TRUCK245	BOBCAT	12.00	1.00	4.00	1.00	12.00	4.00	75%
2	BC-02	BOBCAT	TRUCK240	BOBCAT	9.00	3.00	7.00	3.00	3.00	2.33	56%
3	BC-03	BOBCAT	TRUCK240	BOBCAT	24.00	3.00	5.00	3.00	8.00	1.67	83%
4	BC-04	BOBCAT	TRUCK242	BOBCAT	23.00	2.00	8.00	2.00	11.50	4.00	74%
5	BC-05	BOBCAT	TRUCK254	BOBCAT	13.00	1.00	6.00	1.00	13.00	6.00	68%
6	BC-06	BOBCAT	TRUCK260	BOBCAT	13.00	2.00	7.00	2.00	6.50	3.50	65%
7	BC-07	BOBCAT	TRUCK261	BOBCAT	11.00	3.00	8.00	3.00	3.67	2.67	58%
8	BC-08	BOBCAT	TRUCK255	BOBCAT	18.00	2.00	7.00	2.00	9.00	3.50	72%
9	CA-01	CATERPILLAR	TRUCK250	DAMPER	13.00	1.00	8.00	1.00	13.00	8.00	62%
10	CA-02	CATERPILLAR	TRUCK255	DAMPER	13.00	1.00	8.00	1.00	13.00	8.00	62%
11	CA-03	CATERPILLAR	TRUCK258	DAMPER	13.00	3.00	8.00	3.00	4.33	2.67	62%
12	CA-04	CATERPILLAR	TRUCK262	DAMPER	8.00	2.00	6.00	2.00	4.00	3.00	57%
13	CA-05	CATERPILLAR	TRUCK254	DAMPER	20.00	3.00	6.00	3.00	6.67	2.00	77%
14	CA-06	CATERPILLAR	TRUCK262	DAMPER	8.00	3.00	7.00	3.00	2.67	2.33	53%
15	CA-07	CATERPILLAR	TRUCK240	DAMPER	21.00	2.00	6.00	2.00	10.50	3.00	78%
16	CA-08	CATERPILLAR	TRUCK244	DAMPER	12.00	1.00	4.00	1.00	12.00	4.00	75%
17	DR-01	TAMROCK	TRUCK252	JUMBO	19.00	1.00	7.00	1.00	19.00	7.00	73%
18	DR-02	TAMROCK	TRUCK248	JUMBO	9.00	3.00	8.00	3.00	3.00	2.67	53%
19	DR-03	TAMROCK	TRUCK263	JUMBO	14.00	1.00	8.00	1.00	14.00	8.00	64%
20	DR-04	JARVISCLARCK	TRUCK265	JUMBO	19.00	3.00	8.00	3.00	6.33	2.67	70%
21	TC-01	CATERPILLAR	TRUCK269	TRAXCAVATOR	13.00	2.00	5.00	2.00	6.50	2.50	72%
22	TR-01	KUBOTA	TRUCK251	TRANSPORTER	24.00	3.00	4.00	3.00	8.00	1.33	86%
23	TR-02	KUBOTA	TRUCK242	TRANSPORTER	13.00	2.00	6.00	2.00	6.50	3.00	68%
24	TR-03	KUBOTA	TRUCK269	TRANSPORTER	23.00	3.00	8.00	3.00	7.67	2.67	74%
25	TR-04	KUBOTA	TRUCK247	TRANSPORTER	22.00	1.00	6.00	1.00	22.00	6.00	79%
26	EX-01	DOOSAN	TRUCK260	EXCAVADORA	20.00	3.00	4.00	3.00	6.67	1.33	83%
27	EX-02	DOOSAN	TRUCK252	EXCAVADORA	17.00	1.00	5.00	1.00	17.00	5.00	77%
28	S-01	WAGNER	TRUCK241	CARGADOR PARA MINA	20.00	2.00	7.00	2.00	10.00	3.50	74%
29	S-02	WAGNER	TRUCK253	CARGADOR PARA MINA	12.00	1.00	5.00	1.00	12.00	5.00	71%
30	S-03	WAGNER	TRUCK251	CARGADOR PARA MINA	22.00	3.00	6.00	3.00	7.33	2.00	79%
31	S-04	WAGNER	TRUCK259	CARGADOR PARA MINA	15.00	2.00	6.00	2.00	7.50	3.00	71%
32	S-05	WAGNER	TRUCK260	CARGADOR PARA MINA	24.00	2.00	5.00	2.00	12.00	2.50	83%
33	S-06	WAGNER	TRUCK243	CARGADOR PARA MINA	11.00	1.00	6.00	1.00	11.00	6.00	65%
34	LO-01	CATERPILLAR	TRUCK248	CARGADOR FRONTAL	11.00	3.00	6.00	3.00	3.67	2.00	65%
35	TH-01	INGERSOL RAND	TRUCK247	TELEHANDLER	24.00	2.00	8.00	2.00	12.00	4.00	75%
36	TH-02	INGERSOL RAND	TRUCK260	TELEHANDLER	9.00	1.00	4.00	1.00	9.00	4.00	69%
37	TH-03	INGERSOL RAND	TRUCK268	TELEHANDLER	8.00	2.00	8.00	2.00	4.00	4.00	50%
38	TH-04	INGERSOL RAND	TRUCK247	TELEHANDLER	15.00	1.00	6.00	1.00	15.00	6.00	71%

---

39	MC-01	CATERPILLAR	TRUCK257	MONTACARGA	23.00	1.00	4.00	1.00	23.00	4.00	85%
40	MC-02	CATERPILLAR	TRUCK245	MONTACARGA	18.00	3.00	8.00	3.00	6.00	2.67	69%

---

**Tabla 31**

*%Disponibilidad pos test, estadística descriptiva.*

**%Disponibilidad pos test (Agrupada)**

% Disponibilidad	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido 50-65	13	32,5	32,5	32,5
65-80	22	55,0	55,0	87,5
80-95	5	12,5	12,5	100,0
Total	40	100,0	100,0	

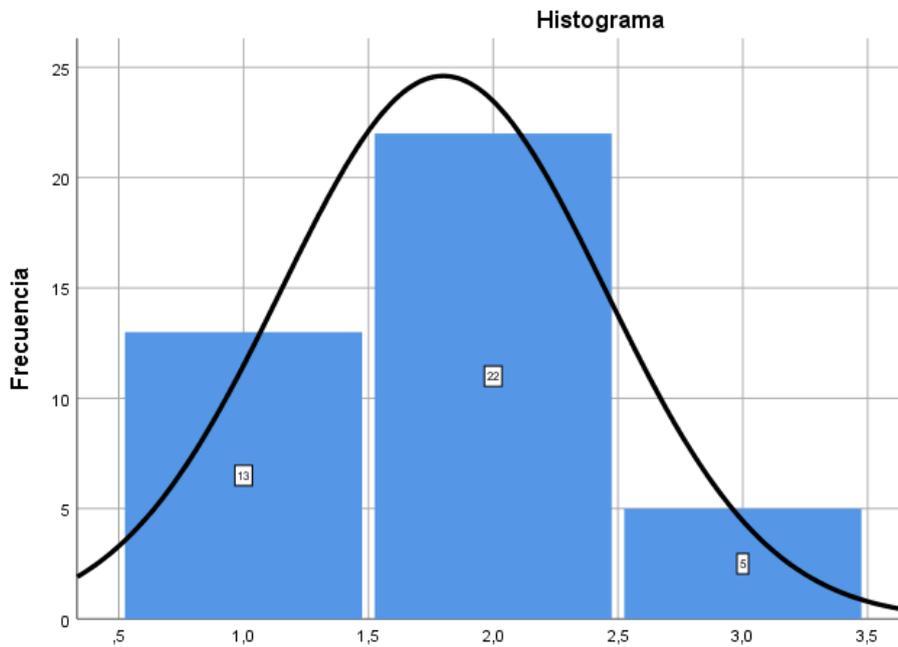


Figura 32. Gráfico de barras %Disponibilidad pre test.

La tabla 27 y figura 30, muestran la distribución de frecuencias para el porcentaje de disponibilidad después del plan de mantenimiento preventivo en la empresa JM soldaduras Cajamarca. Se muestra que 13 equipos presentan disponibilidad de entre 50% al 65 %; 22 equipos de entre 65% al 80% y 5 equipos de entre el 80% al 95%.

En base a los resultados obtenidos una distribución normal además de una significancia en los resultados en cuanto al porcentaje de disponibilidad, dicho resultado servirá para la contrastación hipotética de la presente investigación.

**Tabla 32**

Cuadro comparativo situación de la empresa antes del plan y después del plan

Nº	PRE TEST			POS TEST		
	Tiempo medio entre fallas (MTBF)	Tiempo medio de reparación (MTTR)	Disponibilidad %	Tiempo medio entre fallas (MTBF)	Tiempo medio de reparación (MTTR)	Disponibilidad %
1	4	1.33	75%	12	4	75%
2	2	1.4	59%	3	2.33	56%
3	2.4	1	71%	8	1.67	83%
4	2.67	2.67	50%	11.5	4	74%
5	0.8	1.2	40%	13	6	68%
6	1.2	1.4	46%	6.5	3.5	65%
7	0.4	1.6	20%	3.67	2.67	58%
8	1.6	1.4	53%	9	3.5	72%
9	3	2	60%	13	8	62%
10	2.4	1.6	60%	13	8	62%
11	6	4	60%	4.33	2.67	62%
12	3	1.5	67%	4	3	57%
13	4	2	67%	6.67	2	77%
14	2.67	2.33	53%	2.67	2.33	53%
15	6	3	67%	10.5	3	78%
16	3.5	1	78%	12	4	75%
17	5.33	2.33	70%	19	7	73%
18	4	2	67%	3	2.67	53%
19	4	2.67	60%	14	8	64%
20	4	2.67	60%	6.33	2.67	70%
21	6	2.5	71%	6.5	2.5	72%
22	3.5	1	78%	8	1.33	86%
23	4.67	2	70%	6.5	3	68%
24	6	4	60%	7.67	2.67	74%
25	6	3	67%	22	6	79%
26	3.5	1	78%	6.67	1.33	83%
27	8	2.5	76%	17	5	77%
28	2.4	1.4	63%	10	3.5	74%
29	5.33	1.67	76%	12	5	71%
30	4	2	67%	7.33	2	79%
31	2.67	2	57%	7.5	3	71%
32	2	1.67	55%	12	2.5	83%
33	2.8	1.2	70%	11	6	65%
34	2.67	2	57%	3.67	2	65%
35	4	2.67	60%	12	4	75%
36	3.5	1	78%	9	4	69%
37	2.67	2.67	50%	4	4	50%

38	2.8	1.2	70%	15	6	71%
39	3.2	0.8	80%	23	4	85%
40	3.2	1.6	67%	6	2.67	69%

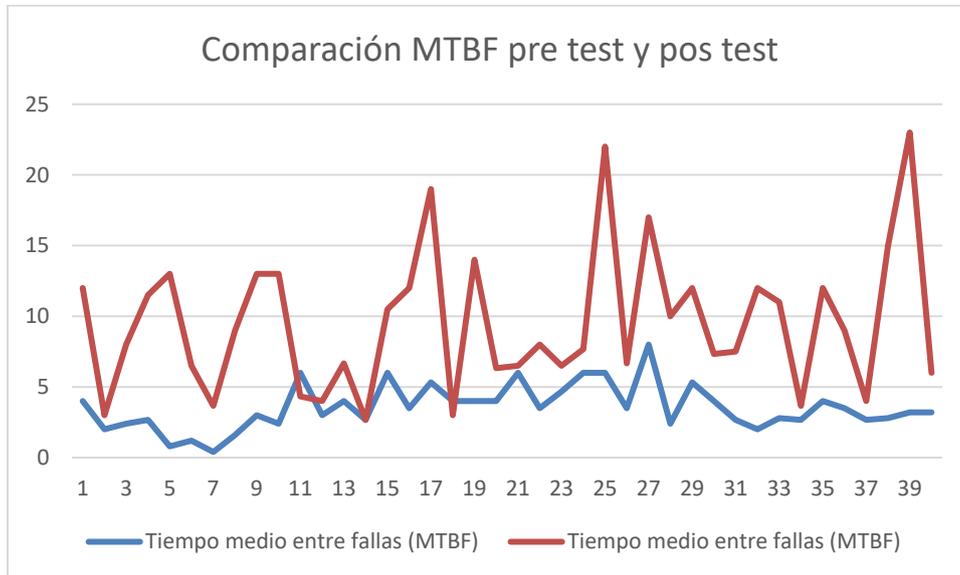


Figura 33. Gráfico comparativo MTBF pre test y pos test.

Interpretación: Se observa en la figura el MTBF de color azul adquirido en la situación inicial de la empresa (pre test), luego de la aplicación del plan se volvió a evaluar el MTBF el cual se manifiesta con línea de color rojo (pos test).

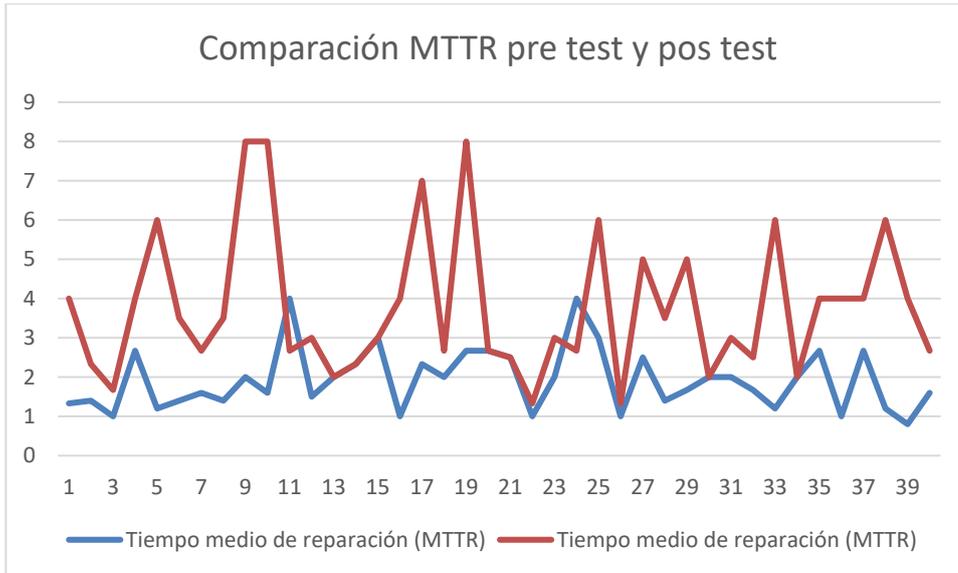


Figura 34. Gráfico comparativo MTBF pre test y pos test.

Interpretación: Se observa en la figura el MTTR de color azul adquirido en la situación inicial de la empresa (pre test), luego de la aplicación del plan se volvió a evaluar el MTBF el cual se manifiesta con línea de color rojo (pos test).

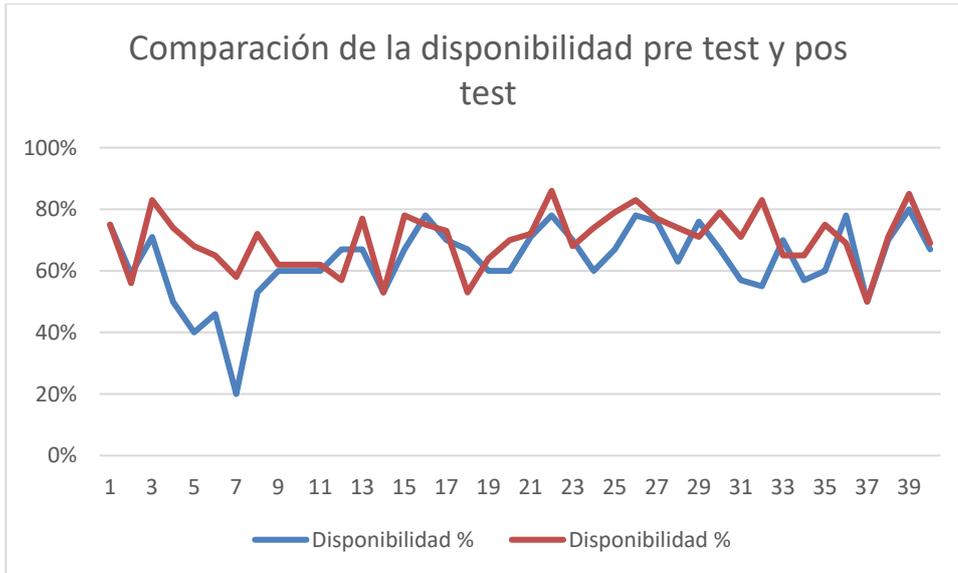


Figura 35. Gráfico comparativo MTBF pre test y pos test.

Interpretación: Se observa en la figura % disponibilidad de color azul adquirido en la situación inicial de la empresa (pre test), luego de la aplicación del plan se volvió a evaluar el MTBF el cual se manifiesta con línea de color rojo (pos test).

### 3.3.3 Prueba de hipótesis.

Como se mostraron en el ítem anterior los resultados pre y pos test a simple vista no es posible determinar si mejoró o no, para ello se recurre a una prueba estadística paramétrica denominada prueba t-Student en una comparación de medias mediante la estadística inferencial, obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 33**

*Prueba de hipótesis para muestras emparejadas.*

#### Prueba de muestras emparejadas

		Media	Desv. Desviación	Diferencias emparejadas		t	gl	Sig. (bilateral)	
				Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	%Disponibilidad pre test - %Disponibilidad pos test	-6,75000	10,91870	1,72640	-10,24197	-3,25803	-3,910	39	,000

Para probar la hipótesis de estudio de la presente investigación se realizó la prueba t-Student, con un p valor de 0.05 para el cual se plantean las siguientes hipótesis:

---

- a) Ho: El plan de mantenimiento preventivo no mejora la disponibilidad de equipos pesados en la empresa JM soldaduras Cajamarca.
- b) Hi: El plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de equipos pesados en la empresa JM soldaduras Cajamarca.

Debido que la significancia bilateral del estudio es menor al p value es decir  $0.000 < 0.05$  entonces se acepta la hipótesis alterna lo que implica que el plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de equipos pesados en la empresa JM soldaduras Cajamarca.

En base a los resultados de la prueba de hipótesis se puede mencionar que efectivamente el plan de mantenimiento preventivo tiene frutos positivos en la investigación debido a que mejoró la disponibilidad de equipos pesados en la empresa JM soldaduras Cajamarca.

### 3.4 Evaluación económica de la propuesta de mejora sobre el plan de mantenimiento preventivo en la empresa JM soldaduras Cajamarca.

Una vez ejecutado el plan, se realizó el análisis económico de la implementación en base al flujo de la empresa para ello se inicia con el costo de implementación:

**Tabla 34**

*Costo de la implementación.*

COSTO DE LA IMPLEMENTACION (S/.)				
ITEM	MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNINTARIO	INVERSION TOTAL
<b>Útiles de escritorio</b>				
Papel bond A	Millar	4	25	100
Lapiceros	Caja	2	5	10
Archivadores	Unidad	5	6	30
Perforador	Unidad	1	10	10
Tinta para impresora	Unidad	4	40	160
Engrapador	Unidad	1	5	5
Grapas	Caja	1	5	5
Fichas de proceso	Millar	4	60	240
Check list	Millar	4	60	240
<b>Equipos de oficina</b>				
Laptop	Unidad	3	1600	4800
Escritorio	Unidad	1	450	450
Impresora	Unidad	1	600	600
Celular	Unidad	1	500	500
<b>Equipos mecánicos</b>				
Equipo mecánico 1	Horas	160	43.75	7000
Equipo mecánico 2	Horas	160	47.5	7600
Equipo mecánico 3	Horas	160	52.5	8400
<b>CAPACITACIÓN AL PERSONAL</b>				
Inducción	Horas	8	50	400
Charlas permanentes	Horas	32	50	1600
<b>TOTAL</b>				<b>32150</b>

La tabla 29 muestra el costo de implementacion para un plan de mejora aplicado en la empresa JM soldaduras Cajamarca.

Se ha estimado tambien el sueldo del personal mas beneficios apra poder implementar el plan de mantenimiento preventivo:

**Tabla 35**

*Sueldo del personal.*

Unidad	Sueldo base + beneficios	Costo anual
1	2500	30000

La tabla muestra sueldo del personal para un plan de mejora aplicado en la empresa JM soldaduras Cajamarca.

Los gastos administrativos no son pasados desapercibidos debido que todo plan se encuentra inmerso en la parte de gestión y logística:

**Tabla 36**

Gastos administrativos.

Cantidad	Administrativo	Costo Anual
1	1000	12000

La tabla muestran los gastos administrativos para un plan de mejora aplicado en la empresa JM soldaduras Cajamarca.

A continuación, se hacen un análisis en base a los costos proyectados a cinco años desde la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa JM soldaduras.

**Tabla 37**

*Costos proyectados.*

Descripción	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Sueldo del personal	30000	30000	30000	30000	30000	30000
Gastos administrativos	12000	12000	12000	12000	12000	12000
Útiles de escritorio	800	800	800	800	800	800
Equipos de oficina	6350	0	0	0	0	0
Equipos mecánicos	23000	0	0	0	0	0
Capacitación al personal	24000	12000	12000	12000	12000	12000
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>96150</b>	<b>54800</b>	<b>54800</b>	<b>54800</b>	<b>54800</b>	<b>54800</b>

Nota: La tabla muestra los costos proyectados para un plan de mejora aplicado en la empresa JM soldaduras Cajamarca.

Así como se analizan los costos proyectados son necesarios también los indicadores de ahorro para dicho plan obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 38**

*Indicadores de ahorro.*

Indicadores de ahorro	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Equipo mecánico 1	0	25200	33600	42000	42840	46200
Equipo mecánico 2	0	27360	36480	45600	46512	50160
Equipo mecánico 3	0	30240	40320	50400	51408	55440
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>25200</b>	<b>33600</b>	<b>42000</b>	<b>42840</b>	<b>46200</b>

La tabla muestra los indicadores de ahorro, debido que cada equipo mecanico deja de ser tercerizado y por ende genera ahorro a futuro a la empresa en el caso de los tres equipos

mecánicos, así mismo referimos a equipo mecánico como un conjunto de personas que operan como los equipos propiamente dichos que generan el ingreso en la empresa mediante los diversos servicios de mantenimiento para un plan de mejora aplicado en la empresa JM soldaduras Cajamarca.

A partir de los costes anteriores se realiza un flujo de caja neto proyectado a cinco años obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 39**

*Flujo de caja neto proyectada.*

Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
-96150	28000	55600	83200	85960	97000

Nota: La tabla 34 muestra el el flujo de caja proyectado para un plan de mejora aplicado en la empresa JM soldaduras Cajamarca.

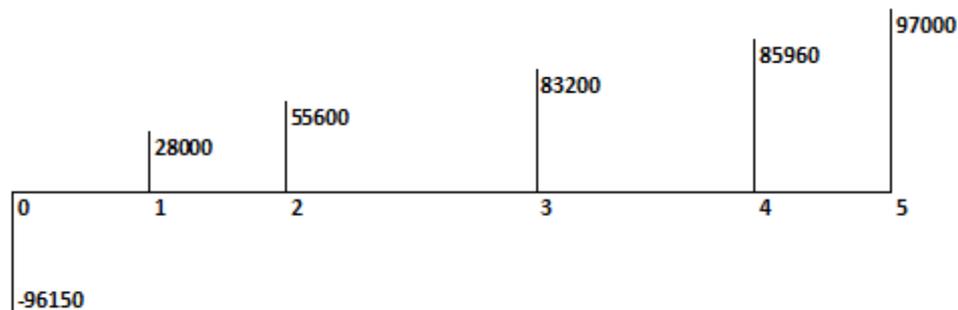


Figura 36. Flujo de caja neto proyectado.

Finalmente los indicadores economicos son fundamentales en el rpesente analisis economico teniendo entre ellos el COK (costo de oportunidad del capital) , el VA (valro actual) , el TIR (tasa interna de retorno) y el IR (índice de rentabilidad) mostrandose a continuacion los resultados obtenidos:

#### **Tabla 40**

*Evaluación de indicadores financieros.*

COK	13.20%
VA	S/251,333.37
VAN	S/155,183.37
TIR	50.91%
IR	2.61

La tabla 35 presenta en resumen el análisis económico con indicadores financieros donde se obtuvieron los siguientes resultados, un COK 11.10%, VA S/251,333.37, VAN S/155,183.37, TIR 50.91%, IR 2.61.

Como se aprecia de los indicadores económicos el IR de 2.61 indica que por cada sol invertido la devolución es de 2.61 nuevos soles, además con un TIR mayor al 15% es posible hablar de un proyecto de inversión y trabajarlo con el banco a futuro.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión.

Para poder desarrollar la presente investigación, se planteó en base a la realidad problemática la cual se centra en la disponibilidad de equipos pesados, JM Soldaduras Cajamarca, es una empresa que brinda mantenimiento de equipos pesados a la minería y demás sectores del sector construcción, pero a pesar que existen lugares de mantenimiento se observan gran porcentaje de equipos no disponibles durante las actividades en campo, la investigación inicia con un 80% de equipos no disponibles, lo que conlleva a niveles de productividad bajos en la empresa ejecutora así como pérdidas económicas en las actividades productivas del sector minero; es por ello que la presente investigación plantea un plan de mantenimiento preventivo para poder responder a la realidad problemática, basada en una metodología cuantitativa, de alcance aplicativo y diseño pre experimental se probó el plan de mantenimiento habiéndose realizado un análisis descriptivo de las circunstancias de la empresa para los cuales se empleó la técnica de la entrevista y como instrumento se empleó un cuestionario dicotómico y las circunstancias estándar del mantenimiento preventivo un plan que se efectuó en un 60%, debido al alcance máximo de 10 mil horas en cada maquinaria.

En cuanto al análisis descriptivo recolectado en los 20 trabajadores de la empresa JM Soldaduras Cajamarca, se observa que las respuestas emitidas son variantes y fluctúan sus valores lo que indica que no se lleva una comunicación fortuita o se tienen en claro los objetivos netos de la empresa, se observa además que los jefes inmediatos no practican sus roles correspondientes y la información se ve desorientada es por ello que un inicio los equipos de la muestra se observan en gran porcentaje con un índice de no disponibilidad altos, así se manifiestan en la estadística descriptiva en las tablas 2 a la 21; siendo los resultados similares al diagnóstico de las investigaciones realizadas por Alavedra (2016).

El plan de mantenimiento preventivo si bien es cierto es parte de una ingeniería ya diseñada que corresponde a la aplicación in situ para corresponder al mantenimiento de diversos equipos sean industriales o maquinaria, en este caso se adaptó el diseño a una realidad próximo para poder medir la disponibilidad en cuanto a instrumentos de recolección de datos propiamente diseñados y validados en la investigación; se observan resultados favorables en la aplicación del plan debido al monitoreo permanente que realizo el equipo investigador así como las capacitaciones respectivas y los diagramas de flujo empleados correctamente; JM soldaduras Cajamarca, es una empresa que presenta un gran potencial en el rubro del mantenimiento y mucho más cuando se aplica un plan de mantenimiento preventivo, el valor agregado que deja la presente investigación en la empresa es invaluable para el dueño ya que gracias a ello la disponibilidad de equipos pesados se ha incrementado significativamente y por ende la productividad empresarial, los resultados obtenidos son similares a las investigaciones de Aquino y Atalaya (2020), Gonzales et al., (2018) , Penabad et al., (2016) y De la cruz et al., (2017): donde se manifiestan que efectivamente un plan de mantenimiento es fundamental y primordial para mantener objetivos de productividad claros durante el desarrollo y desempeño de las actividades en minería. (Carcaño, Zaragoza y Gonzales, 2019).

Una vez aplicado el plan y habiendo recolectado los resultados con la respectiva metodología se aplicó una prueba T-Student para probar la hipótesis de estudio, con una significancia bilateral menor a 0.05 se optó por aceptar la hipótesis alternativa la cual muestra que efectivamente el plan de mantenimiento preventivo empleado en la presente investigación muestra una significancia en el estudio además del incremento del % Disponibilidad.

## 4.2 Conclusiones.

- Se demostró que el plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de equipos pesados en la empresa JM soldaduras Cajamarca, así se manifiestan los resultados en base a la prueba de hipótesis.
- Se realizó un diagnóstico descriptivo de la maquinaria empleada en la muestra cuyo seguimiento se encuentra a cargo de la empresa JM soldaduras Cajamarca, los resultados obtenidos sirvieron de base para la creación y adaptación del plan de mantenimiento, el cual se ejecutó con éxito.
- Se realizó un diagnóstico descriptivo de las opiniones de los trabajadores de la empresa el cual sirvió para canalizar el plan de ruta del mantenimiento preventivo, gracias a ello se lograron resultados fortuitos en los canales de comunicación de la empresa.
- Se realizó el plan de mantenimiento preventivo teniendo como base la problemática y el diagnóstico de la empresa, así como el objetivo principal que es mejorar la disponibilidad de equipos, el plan puede ser adaptado en diversas empresas del rubro del mantenimiento siendo pieza clave en el desarrollo industrial.
- Se contrastó la información del pre test y pos test mediante una prueba de hipótesis, la cual arrojó resultados positivos para el plan de mejora siendo este aplicable y además medible.

## REFERENCIAS

- Alavedra, C., Gastelu, Y., Mendez, O., Minaya, C., & Pinedo, B. (2016). Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. *Ingeniería industrial*, 11-26.
- Aquino, W., & Atalaya, S. (2020). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos de la empresa Globaltruck E.I.R.L- 2018-2019*. Cajamarca: UPN.
- Buen día, A., Colas, F., & Hernández, P. (1998). El proceso de investigación del informe al problema de investigación. *Revista de la Universidad de Murcia*, 31-55.
- Carcaño, R., Zaragoza, J., & Gonzalez, J. (2019). Gestión de las maquinarias de construcción. *Ingeniería*, 1-14.
- De la cruz, A., Nápoles, M., Gonzales, E., Morales, Y., & Zamora, M. (2017). Procedimiento basado en el modelo conceptual del mantenimiento. *Tecnología Química*, 77-92.
- Flores, C., Gastelu, Y., Méndez, G., Minaya, C., Pineda, B., Prieto, K., . . . Moreno, C. (2016). Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu. *Ingeniería industrial*, 11-26.
- Gonzalez, J., Loyo, J., López, M., & Pérez, P. (2018). MANTENIMIENTO INDUSTRIAL EN MÁQUINAS HERRAMIENTAS POR MEDIO DE AMFE. *Ingeniería Industrial*, 209-2020.
- Guédez, C. (2011). Programación Lineal e Ingeniería Industrial: una Aproximación al Estado del Arte. *Ingeniería industrial actualidad y nuevas*, 61-78.
- Herrera, M., & Duany, Y. (2016). Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento. *Ingeniería industrial*, 3-26.
- López Rolandán, P., & Fachelli, S. (2015). *Metodología de la investigación social cuantitativa- primera edicion*. Barcelona -España.
- Mesa, D., Ortiz, D., & Pinzón, M. (2016). La confiabilidad, disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. *Scientia et Technica*, 155-161.
- Moscoso, K., Beraún, M., & Cárdenas, M. (2021). Contribution of mining in terms of canon and other royalties in Peru. *UNHEVAL*, 57-68.
- Ospina, J., Osorio, J., Henao, A., Palacio, D., & Giraldo, J. (2021). Challenges and Opportunities for the Mining Industry as a Potential Driver of Development. *Universidad de Lima*, 11-26.
- Penabad, L., Iznaga, A., Rodríguez, P., & Cazañas, C. (2016). Disposición y disponibilidad como indicadores para el transporte. *RCTA*, 64-73.
- Romero, J. (2020). Las inflación y sus derivados frente a la economía de orden mundial. *REM*, 45-61.
- Statista. (15 de Agosto de 2021). *Statista*. Obtenido de <https://es.statista.com/estadisticas/636069/facturacion-de-los-principales-fabricantes-de-maquinaria-de-construccion/>
- Tantalean, R. (2016). Tipología de las investigaciones jurídicas. *Derecho y cambio social*, 1-37.
- Velásquez, J. (2020). Consolidación de la minera transnacional en el Perú. *Theomai*, 46-57.

**ANEXOS**

**ANEXO 01 MATRIZ DE CONSISTENCIA**

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HPOTESIS	VARIABLES	METODOS Y TECNICAS
<p><b>GENERAL</b></p> <p>¿El diseño de un plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de equipos pesados en la empresa JM soldaduras Cajamarca?</p>	<p><b>GENERAL</b></p> <p>Demostrar que el plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de equipos pesados en la empresa JM soldaduras Cajamarca</p> <p><b>ESPECIFICOS</b></p> <p>Realizar un diagnóstico descriptivo de la maquinaria pesada en la empresa JM soldaduras Cajamarca.</p> <p>Realizar un diagnóstico descriptivo de los trabajadores de la empresa JM soldaduras Cajamarca.</p> <p>Realizar el plan de mantenimiento preventivo en la empresa JM soldaduras Cajamarca.</p> <p>Contrastar la disponibilidad de equipos pesados antes y después del plan.</p>	<p><b>GENERAL</b></p> <p>El plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de equipos pesados en la empresa JM soldaduras Cajamarca.</p>	<p><b>IDENTIFICACION</b></p> <p><i>Variable de calibración</i></p> <p>Plan de mantenimiento preventivo</p> <p><i>Variable de control</i></p> <p>Disponibilidad de equipos pesados</p>	<p><b>TIPO:</b> Cuantitativo</p> <p><b>NIVEL:</b> Aplicativo</p> <p><b>DISEÑO:</b> Pre-Experimental O1...x...O2</p> <p>O1: Pre- Test O2: Post- Test</p> <p>x: Plan de mantenimiento preventivo</p> <p><b>POBLACION:</b> equipos pesados de la empresa JM soldaduras</p> <p><b>MUESTREO:</b> no probabilístico- por conveniencia.</p> <p><b>MUESTRA:</b> La muestra está conformada por 40 equipos pesados de la empresa JM soldaduras</p> <p><b>TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS</b></p> <p>Observación directa Cuestionarios</p> <p><b>TECNICAS DE ANALISIS DE DATOS</b></p> <p>Análisis descriptivo, utilizando Microsoft Excel, y prueba T – Student para prueba de hipótesis utilizando el software SPSS 26.</p>

### ANEXO 03 RECOLECCIÓN DE DATOS VARIABLE DEPENDIENTE

Tiempo medio de fallas	$MTBF = \frac{\textit{Tiempo disponible}}{\textit{Tiempo total de paradas}}$
Tiempo medio de reparación	$MTTR = \frac{\textit{Tiempo de reparación}}{\textit{Número de fallas}}$

%de disponibilidad	$\%Disponibilidad = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$
--------------------	---

#### Ficha de observación directa, recolección de datos en base a las ecuaciones

CODIGO	MARCA	MODELO	DESCRIPCIÓN	Tiempo total disponible	Tiempo total de paradas	Tiempo de reparación	Número de fallas	Tiempo medio entre fallas (MTBF)	Tiempo medio de reparación (MTTR)	Disponibilidad %

## ANEXO 04 ENTREVISTA DIRIGIDA AL PERSONAL TÉCNICO

Nº	Pregunta	SI	NO
1	Existe un plan de mantenimiento claramente definido		
2	La estructura organizacional del plan de mantenimiento permite cumplir con los trabajos de manera rápida y eficiente		
3	Cree usted que sea necesario un cambio en la estructura del plan de mantenimiento actual para permitir una mejor optimización y simplificación del tiempo de trabajo		
4	Los mecánicos encargados del mantenimiento de la maquinaria de la empresa están preparados para realizar cualquier tipo de arreglo		
5	Se dispone de un inventario de activos fijos actuales		
6	El personal encargado del mantenimiento de la maquinaria de la empresa recibe una preparación constante		
7	Existe un presupuesto de costos para el mantenimiento		
8	Este presupuesto es suficiente para dicha actividad		
9	Los recursos humanos empleados para el mantenimiento de la maquinaria son suficiente		
10	Se encuentra con facilidad cualquier tipo de repuesto		
11	El personal de mantenimiento cuenta con el espacio adecuado para realizar las respectivas actividades de mantenimiento		
12	Se planifica la paralización de la maquinaria para su respectivo mantenimiento		
13	Cuenta la empresa con un plan de mantenimiento preventivo		
14	Se lleva un registro de los servicios y mantenimiento que lleva cada equipo		
15	Los mecánicos y demás personal son capacitados constantemente		
16	Cuentan con un departamento que se encargue de abastecer los repuestos		
17	Se dispone de una data de todos los equipos para su respectivo mantenimiento		
18	El personal que labora son mano de obra calificada		

19	Se justifica el dinero invertido en los resultados obtenidos		
20	Son cuidadosos con el medio ambiente		

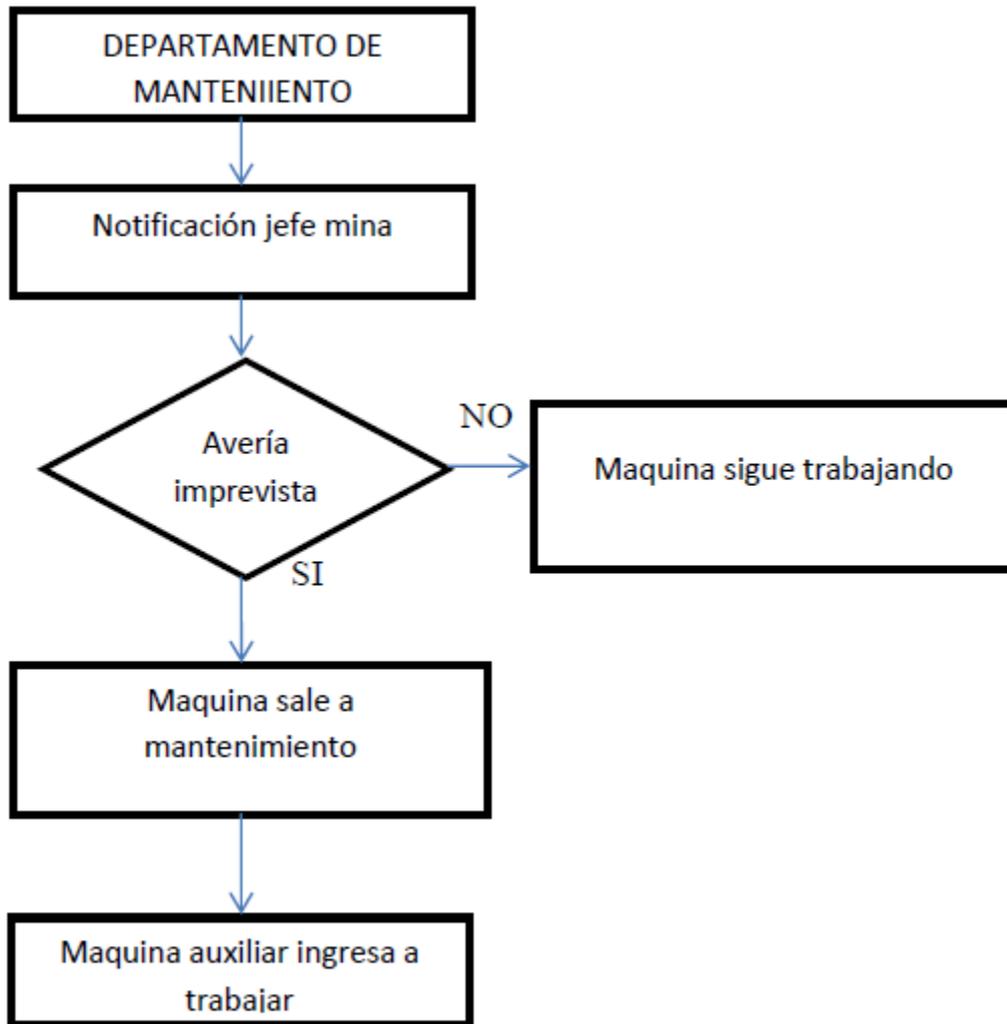
**ANEXO 05 FICHA DE CONTROL DEL MANTENIMIENTO RUTINARIO**

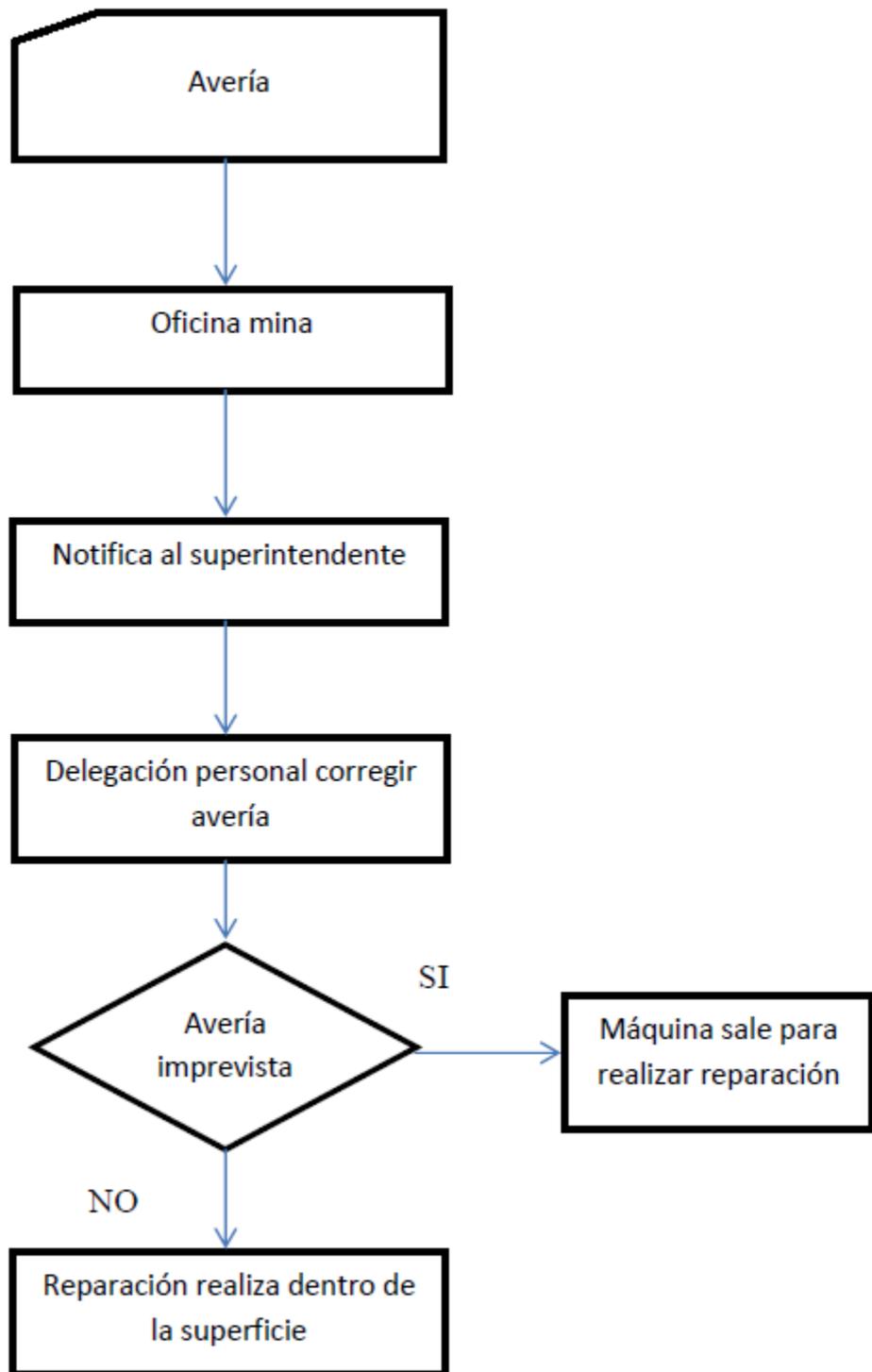
Nº	Actividad	Ok	Reparado	Daños
1	Cambio de aceite de motor y filtros			
2	Verificación filtro de aire			
3	Verificar todos los niveles de fluidos			
4	Verificar fugas mayores de aceite			
5	Verificar pernos rotos en las llantas			
6	Verificar todas las tuercas en las llantas			
7	Verificar las conexiones en la batería y niveles de fluidos			
8	Verificar todas las secciones del carden y de las crucetas			
9	Verificar bandas (Condición y tensión)			
10	Verificar pernos del eje oscilante			
11	Verificar que no estén flojos todos los pines y bocines			
12	Verificar frenos de parqueo que estén funcionando adecuadamente			
13	Verificar todos los controles de desgaste excesivo			
14	Verificar todas las luces			
15	Limpiar radiador (si existe)			
16	Limpiar condición del cucharón (si existe)			
17	Verificar los pernos de montaje y de transmisión del motor			
18	Verificar pernos de montaje al eje			

19	Verificar tubo de escape			
20	Engrasar todos los acoples			
21	Verificar sistema de suspensión de incendios			
22	Verificar extintores manuales			

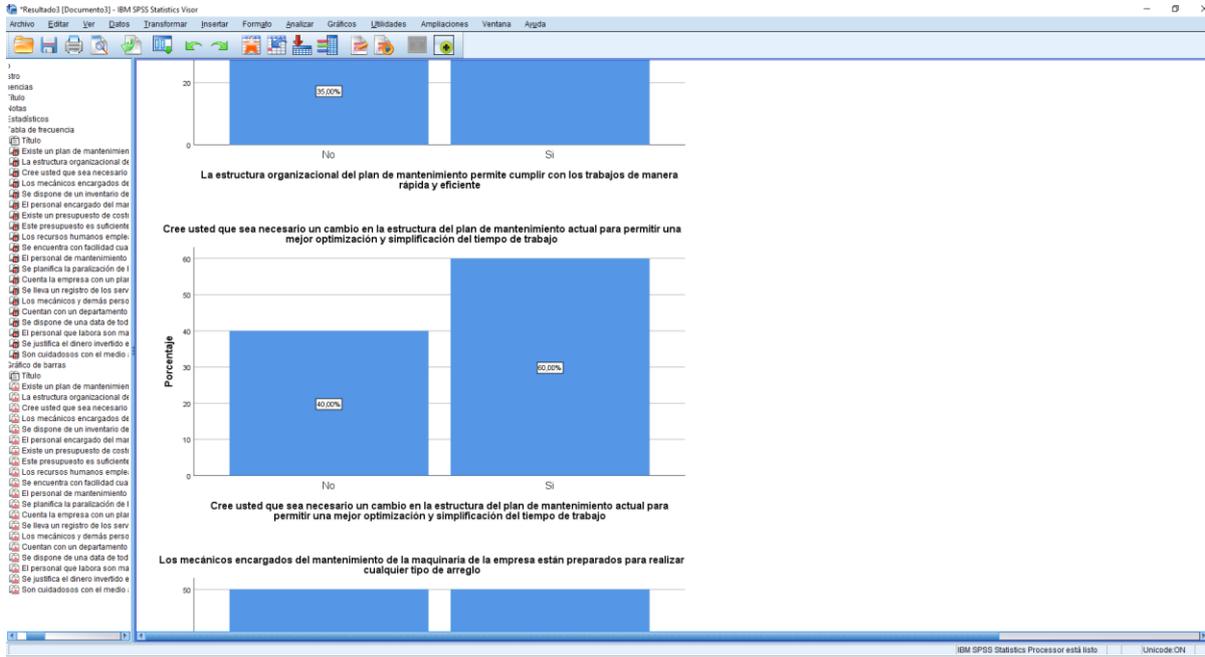
**ANEXO 06 PROCESOS PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO**







## ANEXO 07 ANÁLISIS DE DATOS SPSS V26



T-TEST PAIRS=1 WITH p2 (PAIRED)  
/CRITERIA=CI (.9500)  
/MISSING=ANALYSIS.

**Prueba T**

[ConjuntoDeDatos0]

**Estadísticas de muestras emparejadas**

Par	%Disponibilidad pre test	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	%Disponibilidad pre test	63.3250	40	11.89998	1.88195
	%Disponibilidad pos test	70.0750	40	9.13541	1.44444

**Correlaciones de muestras emparejadas**

Par	%Disponibilidad pre test & %Disponibilidad pos test	N	Correlación	Sig.
Par 1	%Disponibilidad pre test & %Disponibilidad pos test	40	.487	.001

**Prueba de muestras emparejadas**

Diferencias emparejadas

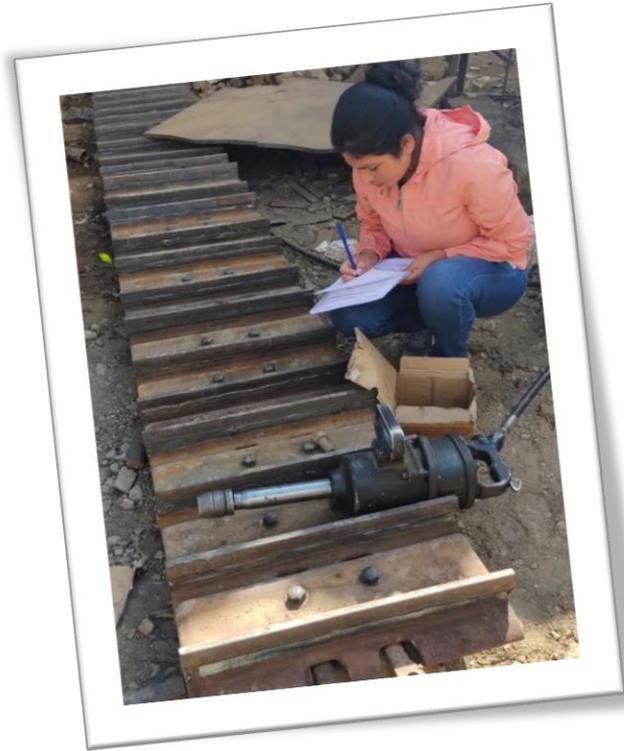
Par	%D sponibilidad pre test - %D sponibilidad pos test	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia			t	gl	Sig. (bilateral)
					inferior	superior				
Par 1	%D sponibilidad pre test - %D sponibilidad pos test	-6.75000	10.51870	1.72840	-10.24197	-3.25803	-3.910	39	.000	

```

* Agrupación visual.
*p1.
RECODE p1 (MISSING=COPY) (LO THRU 40=1) (LO THRU 60=2) (LO THRU 80=3) (LO THRU 100=4) (ELSE=SYSMIS)
INTO pre.
VARIABLE LABELS pre '%Disponibilidad pre test (Agrupada)'.
FORMATS pre (F5.0).
VALUE LABELS pre 1 '20-40' 2 '40-60' 3 '60-80' 4 '*'.
VARIABLE LEVEL pre (ORDINAL).
EXECUTE.
* Agrupación visual.
*p2.
RECODE p2 (MISSING=COPY) (LO THRU 45=1) (LO THRU 60=2) (LO THRU 95=3) (LO THRU 100=4) (ELSE=SYSMIS)
INTO pos.
VARIABLE LABELS pos '%Disponibilidad pos test (Agrupada)'.

```

### ANEXO 08 PANEL FOTOGRÁFICO



### ANEXO 09 VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

SUJETO	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	VIII	IX	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	Suma
1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	13
2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	5
3	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	10
4	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	13
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	3
6	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	14
7	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	5
8	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	7
9	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	11
10	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	14
11	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	13
12	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	11
13	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	8
14	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	14
15	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	10
Var	0.2380 9524	0.2666 6667	0.2095 2381	0.2380 9524	0.2666 6667	0.2095 2381	0.2095 2381	0.2571 4286	0.2380 9524	0.2571 4286	0.2380 9524	0.2571 4286	0.2666 6667	0.2571 4286	0.2666 6667	0.2571 4286	0.2666 6667	13.495 2381

K	20
Sumavi	4.2
Vt	13.4952381
Alpha	0.73

## ANEXO 10: DATA ANALIZADA

### CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA



Yo José Abel Matara Ocas

Identificado con DNI 42260198, en mi calidad de **Gerente general** de la empresa/institución **JM Soldaduras E.I.R.L.** con R.U.C N° 10422601983, ubicada en la ciudad de **Cajamarca – Cajamarca**.

#### OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

A los señores Evelia Raquel Calixto Alvites; Jose Luis Mendoza Mendoza.

Identificado con DNI N° 44232002; 45509053, egresado de la  Carrera profesional o  Programa de Postgrado de Ingeniería Industrial para que utilice la siguiente información de la empresa:

Facilidades en la empresa para investigación.

Con la finalidad de que pueda desarrollar su  Trabajo de Investigación,  Tesis o  Trabajo de suficiencia profesional para optar al grado de  Bachiller,  Maestro,  Doctor o  Título Profesional.

Recuerda que para el trámite deberás adjuntar también, el siguiente requisito según tipo de empresa:

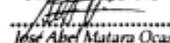
- Vigencia de Poder. *(para el caso de empresas privadas).*
- ROF / MOF / Resolución de designación, u otro documento que evidencie que el firmante está facultado para autorizar el uso de la información de la organización. *(para el caso de empresas públicas)*
- Copia del DNI del Representante Legal o Representante del área para validar su firma en el formato.

Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.

Mantener en Reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o

Mencionar el nombre de la empresa.

JM SOLDADURAS



Firma y sello del Representante Legal o Representante del área

DNI: 42260198

El Egresado/Bachiller declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Egresado será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.



Firma del Egresado

DNI: 45509053

CÓDIGO DE DOCUMENTO	COR-F-REC-VAC-05.04	NÚMERO VERSIÓN	07	PÁGINA	Página 1 de 1
FECHA DE VIGENCIA	21/09/2020				