



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TESIS**

**GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA  
INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LAS  
MÁQUINAS DE LA EMPRESA ROAD  
SOLUTIONS E.I.R.L – 2020**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**Autor(es):**

**Bach. Fernandez Heredia, Blanca Lizeth  
(Orcid: 0000-0002-3190-6310)**

**Bach. Neyra Nieto, Maria Zaratine  
(Orcid: 0000-0003-4991-2521)**

**Asesor:**

**MSc. Purihuaman Leonardo, Celso Nazario  
(Orcid: 0000-0003-1270-0402)**

**Línea de Investigación:**

**Infraestructura, Tecnología y Medio ambiente  
Pimentel-Perú**

**2021**

**TESIS**  
**GESTION DE MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA**  
**DISPONIBILIDAD DE LAS MÁQUINAS DE LA EMPRESA ROAD SOLUTION**  
**E.I.R.L. – 2020**

**Aprobación del jurado**

---

MSc. Purihuaman Leonardo, Celso Nazario  
**Asesor**

---

MG. Larrea Colchado, Luis Roberto  
**Presidente del Jurado de Tesis**

---

MSc. Purihuaman Leonardo, Celso Nazario  
**Secretario del Jurado de Tesis**

---

MG. Armas Zavaleta, José Manuel  
**Vocal del Jurado de Tesis**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos..

A nuestros hermanas (os) por estar siempre presentes, acompañándonos y por el apoyo moral, que nos brindaron a lo largo de esta etapa de nuestras vidas.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

**Fernandez Heredia, Blanca Lizeth**

**Neyra Nieto, Maria Zaratine**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a nuestros padres, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

Agradecemos a nuestros docentes de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Señor de Sipan, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión.

**Fernandez Heredia, Blanca Lizeth**

**Neyra Nieto, Maria Zaratine**

**GESTION DE MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA  
DISPONIBILIDAD DE LAS MÁQUINAS DE LA EMPRESA ROAD SOLUTION  
E.I.R.L. - 2020**

**MANAGING PREVENTIVE MAINTENANCE TO INCREASE THE  
AVAILABILITY OF MACHINES AND EQUIPMENT AT ROAD SOLUTIONS  
E.I.R.L. - 2020**

**Neyra Nieto Maria Zaratine <sup>1</sup>**

**Fernandez Heredia Blanca Lizeth <sup>2</sup>**

***Resumen***

*La investigación tuvo como meta gestionar el mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de máquinas y equipos en la empresa Road Solutions E.I.R.L. La metodología fue de carácter descriptivo. Las técnicas de observación, entrevista y análisis de datos se utilizan como herramientas de recopilación de datos y las herramientas tipo cuestionarios. Para el análisis de los resultados, se utilizaron tablas y gráficos con distribuciones de frecuencia, que reflejaban el estado del mantenimiento preventivo de las máquinas, la evaluación de piezas y componentes y los requisitos para controlar el funcionamiento del equipo. Se realizó el cálculo de los indicadores de mantenimiento, comparando los resultados antes y después de aplicar el plan de mantenimiento preventivo, con la finalidad de proporcionar a la empresa una herramienta que permita el seguimiento del rendimiento operacional de las máquinas teniendo que la disponibilidad de las máquinas aumentó en un 1.59 % luego de la reducción de las fallas. La conclusión es que el plan de mantenimiento preventivo es un conglomerado de tareas, que incluye actividades, procedimientos, recursos y el tiempo requerido para realizar estas tareas.*

***Palabras clave:*** Gestión de mantenimiento, mantenimiento predictivo, mantenimiento correctivo, disponibilidad.

---

<sup>1</sup>Adscrito a la Escuela Académica de Ingeniería Industrial Pregrado, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, email: [FHEREDIABLANC@crece.uss.edu.pe](mailto:FHEREDIABLANC@crece.uss.edu.pe), código ORCID: [0000-0002-3190-6310](https://orcid.org/0000-0002-3190-6310)

<sup>2</sup> Adscrito a la Escuela Académica de Ingeniería Industrial Pregrado, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, email: [NEYRANIET@crece.uss.edu.pe](mailto:NEYRANIET@crece.uss.edu.pe), código ORCID: [0000-0003-4991-2521](https://orcid.org/0000-0003-4991-2521)

## ***Abstract***

*The research aimed at managing preventive maintenance to increase the availability of machines and equipment at Road Solutions E.I.R.L. The methodology was descriptive in nature. Observation, interview and data analysis techniques are used as data collection tools and questionnaire-type tools.*

*For the analysis of the results, tables and graphs with frequency distributions were used, which reflected the status of the preventive maintenance of the machines, the evaluation of parts and components and the requirements to control the operation of the equipment.*

*The maintenance indicators were calculated, comparing the results before and after applying the preventive maintenance plan, in order to provide the company with a tool that allows monitoring the operational performance of the machines, taking into account the availability of the machines increased by 1.59% after reduction in failures. The bottom line is that the preventive maintenance plan is a conglomeration of tasks, which includes activities, procedures, resources, and the time required to perform these tasks.*

***Keywords:*** *Maintenance management, predictive maintenance, corrective maintenance, availability.*

# ÍNDICE

Resumen.....	v
Abstract.....	vi
ÍNDICE .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	14
1.1. Realidad Problemática .....	14
1.2. Trabajos Previos .....	17
1.3. Teorías Relacionadas al Tema .....	20
1.3.1. Gestión de mantenimiento.....	20
1.3.1.1. Mantenimiento.....	20
1.3.1.2. Gestión de Mantenimiento .....	21
1.3.1.3. Plan de mantenimiento .....	22
1.3.2. La disponibilidad.....	23
1.4. Formulación del Problema .....	25
1.5. Justificación e importancia del estudio .....	25
1.6. Hipótesis .....	26
1.7. Objetivos .....	26
1.7.1. Objetivo General.....	26
1.7.2. Objetivos Específicos .....	26
II. MATERIAL Y MÉTODO .....	28
2.1. Tipo y Diseño de Investigación .....	28
2.1.1. Tipo de investigación .....	28
2.1.2. Diseño de investigación .....	28
2.2. Variables y Operacionalización .....	29

2.3.	Población y Muestra.....	31
2.3.1.	Población.....	31
2.3.2.	Muestra.....	31
2.4.	Técnicas, instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	31
2.4.1.	Técnicas .....	31
2.4.2.	Instrumentos de recolección de datos: .....	32
2.4.3.	Validez y Confiabilidad del Instrumento.....	32
2.5.	Procedimientos de Análisis de Datos .....	33
2.6.	Criterios éticos .....	33
2.7.	Criterios de rigor científico.....	34
III.	RESULTADOS .....	36
3.1.	Diagnóstico de la empresa .....	36
3.1.1.	Información general .....	36
3.1.2.	Descripción del proceso productivo o de servicio .....	38
3.1.3.	Análisis de la problemática .....	41
3.1.3.1.	Resultados de la aplicación de instrumentos. ....	41
3.1.3.2.	Herramientas de diagnóstico.....	51
3.1.4.	Situación actual de la variable dependiente .....	55
3.2.	Propuesta de investigación .....	66
3.2.1.	Fundamentación .....	66
3.2.2.	Objetivos de la propuesta .....	66
3.2.3.	Desarrollo de la propuesta.....	66
3.2.3.1.	Plan de mantenimiento .....	66
3.2.4.	Situación de la variable dependiente con la propuesta.....	80
3.2.5.	Análisis beneficio/costo de la propuesta.....	85
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	88



4.1. Conclusiones.....	88
4.2. Recomendaciones.....	89
REFERENCIAS.....	90
ANEXOS .....	93
ANEXO 01. Guía de preguntas para entrevista .....	93
ANEXO 02. Cuestionario .....	95
ANEXO 03. Fichas de opinión de expertos.....	97

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación de la empresa .....	36
<b>Figura 2.</b> Organigrama de la empresa.....	37
<b>Figura 3.</b> Flujograma del proceso contractual y de mantenimiento .....	40
<b>Figura 4.</b> Las fallas constantes afectan la disponibilidad de las máquinas.....	43
<b>Figura 5.</b> Incumplimiento en tiempo de entrega es la causa principal de reclamos.....	44
<b>Figura 6.</b> Falta de un plan de mantenimiento afecta a la disponibilidad de las máquinas y equipos. ....	45
<b>Figura 7.</b> Falta de procedimientos afecta la disponibilidad de las máquinas. ..	46
<b>Figura 8.</b> Falta de orden y limpieza afecta la operatividad de la empresa. ....	47
<b>Figura 9.</b> Actualmente la disponibilidad de las máquinas es muy baja.....	48
<b>Figura 10.</b> Los repuestos utilizados son de mala calidad. ....	49
<b>Figura 11.</b> El deficiente control afecta la disponibilidad de las máquinas y equipos.....	50
<b>Figura 12.</b> Diagrama de Ishikawa .....	52
<b>Figura 13.</b> Diagrama de Pareto para las principales causas. ....	54
<b>Figura 14.</b> Flujograma del mantenimiento preventivo y correctivo.....	73
<b>Figura 15.</b> Ficha técnica de mantenimiento.....	74
<b>Figura 16.</b> Formato de orden de trabajo .....	75
<b>Figura 17.</b> Formato de orden de trabajo (anverso) .....	76
<b>Figura 18.</b> Formato de requisición de pedido .....	77
<b>Figura 19.</b> Registro de mantenimiento.....	77
<b>Figura 20.</b> Reporte de mantenimiento preventivo.....	78
<b>Figura 21.</b> Formato para las auditorías.....	79

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Operacionalización de la variable dependiente.....	29
<b>Tabla 2.</b> Operacionalización de la variable independiente.....	30
<b>Tabla 3.</b> FODA de la empresa .....	38
<b>Tabla 4.</b> Calificación de colaboradores según causas identificadas .....	53
<b>Tabla 5.</b> Identificación de principales causas.....	53
<b>Tabla 6.</b> Propuestas de mejora según lista de principales causas.....	55
<b>Tabla 7.</b> Total de maquinaria pesada.....	56
<b>Tabla 8.</b> Fallas por tipo de máquina de julio a diciembre del 2019 y de enero a febrero del 2020 .....	57
<b>Tabla 9.</b> TTR (Tiempo en horas para la reparación), de julio a febrero del 2020 .....	58
<b>Tabla 10.</b> TTP (Tiempo total programado en horas) .....	59
<b>Tabla 11.</b> TTO (Tiempo total de operación por máquina) .....	60
<b>Tabla 12.</b> MTTR (Mantenibilidad o Tiempo medio para restaurar por maquina) .....	61
<b>Tabla 13.</b> MTBF (Tiempo medio entre falla en horas).....	62
<b>Tabla 14.</b> Confiabilidad .....	63
<b>Tabla 15.</b> Disponibilidad de las máquinas.....	64
<b>Tabla 16.</b> Selección de máquinas críticas.....	65
<b>Tabla 17.</b> Mantenimiento preventivo Cargador Frontal .....	69
<b>Tabla 18.</b> Mantenimiento preventivo Retroexcavadora.....	70
<b>Tabla 19.</b> Mantenimiento preventivo Volquete .....	71
<b>Tabla 20.</b> Fallas proyectas por maquina 2020-2021 .....	80
<b>Tabla 21.</b> Horas para la reparación o para la restauración de las maquinas (TTR) año 2020 -2021 .....	81
<b>Tabla 22.</b> Tiempo total programado para producir en horas .....	81
<b>Tabla 23.</b> Tiempo total de operación por máquina (TTO) .....	82
<b>Tabla 24.</b> Tiempo medio para restaurar por maquina en horas (MTTR).....	82
<b>Tabla 25.</b> Tiempo medio entre falla en horas (MTBF).....	83
<b>Tabla 26.</b> Indicador de confiabilidad .....	83
<b>Tabla 27.</b> Mantenibilidad de las máquinas.....	84

<b>Tabla 28.</b> Disponibilidad de las máquinas.....	84
<b>Tabla 29.</b> Costos generados por las fallas de máquinas .....	85
<b>Tabla 30.</b> Costo por la implementación de las mejoras .....	86

# **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad Problemática**

Una vez que los recursos de las organizaciones se deterioran, se ve perjudicado el proceso de producción, se crean tiempos improductivos tanto de máquinas (indisponibilidad) como de los trabajadores, un aumento de los desechos, precios de reparaciones e incumplimientos de los plazos de entrega de producción, que pertenece a los grandes inconvenientes de las organizaciones. El crecimiento de la competitividad en el mercado y la gran demanda de calidad de los productos, han puesto como requisito a la fiabilidad, o sea la confianza de que una máquina o equipo desempeñe su funcionalidad elemental en el lapso de tiempo que se tenga predeterminado para consumir con los requerimientos. Tanto la fiabilidad como la disponibilidad son temas que se hallan en la administración de mantenimiento, poseen una interacción obvia, y es bastante importante tener un modelo de calidad que se asegure de que esta administración sea elaborada según los estándares necesarios para sacar adelante el proceso productivo. (Reliability Web, 2019)

Las industrias poseen diversos tipos de equipos y maquinarias según su proceso productivo. Estas máquinas una vez que ya poseen un definido tiempo de uso, comienzan a ofrecer signos de aviso de que algo está marchando mal; lo que debe considerarse como bueno, sin embargo, solo si se detecta a tiempo. Es por esto, que una correcta administración del mantenimiento es esencial para una industria, debido a que una vez que la maquinaria se avería, acarrea grandes costos como, costos de repuestos, de mano de obra y tiempos muertos de producción. Tanto máquinas como grupos fallan por distintas causas y es dependiente de la efectividad de la administración del mantenimiento que la maquinaria cuente con disponibilidad al instante de generar. (Dynamox, 2019)

El mantenimiento industrial es pieza clave para las organizaciones, sea como sea su rubro, puesto que perjudica de manera directa en la productividad. Y es que el mantenimiento es un grupo de ocupaciones principales para garantizar el manejo y disponibilidad no solo de las máquinas y grupos sino

además de las instalaciones generalmente. En la actualidad, todavía muchas organizaciones, piensan que el mantenimiento industrial es un área secundaria y, por ende, poco fundamental, que carece de más grande costo y no le otorgan ni la era ni los recursos para realizarse, sin tener presente que los inconvenientes y la indisponibilidad de las máquinas y conjuntos tienen la posibilidad de hacer que el periodo beneficioso falle y perjudique a la productividad y por efecto, a la productividad. (Seguas S.L., 2020)

La administración del mantenimiento es un pilar importante referente a táctica corporativa hace referencia, pero no constantemente se le entregó la debida trascendencia. Este criterio ha evolucionado mucho durante los años, así como el valor que le han dado en las organizaciones, esto pasó mientras se ha sido descubriendo el efecto que tiene el mantenimiento en el resultado final. Inclusive, se ha llegado a desarrollar softwares que permiten tener un mejor control del mantenimiento para afirmar la disponibilidad y fiabilidad de la maquinaria "(...) varias industrias (por ejemplo, la minera y la manufacturera) son especialmente susceptibles al tiempo de inacción del equipo y cualquier falla puede ocasionar pérdidas considerables" (Gestión Estratégica y Operativa: GERENS, 2018). La administración de mantenimiento es un instrumento bastante complejo y es necesario apoyarse en softwares si se desea tener un control óptimo y minimizar al más alto la indisponibilidad de maquinaria y disminución de la productividad, más todavía una vez que son industrias bastante propensas.

Actualmente, las organizaciones tienen que estar enfocadas en aumentar su productividad y en que sus indicadores muestren el precio de un producto, la optimización del servicio al comprador y la calidad. Es a partir de este punto que parte el valor del mantenimiento industrial, puesto que se tiene que asegurar la completa disponibilidad de las maquinas e instalaciones que son parte del proceso beneficioso para elevar su productividad. Empero si la administración de mantenimiento solo es superficial y no es puesto en manos de verdaderos especialistas que lleven un control correcto, emergen los problemas como fallos en las máquinas, producción de productos deficientes, accidentes laborales, entregas de producción atrasadas, y junto con ello, precios altos de subsanación

de los fallos y baja productividad. Puesto que, es el mantenimiento la exclusiva funcionalidad que optimización los precios, los plazos de entregas y la calidad. (Revista de Ingeniería de Mantenimiento y Administración de Activos y Productividad, 2020)

La ingeniería del mantenimiento tiene ahora un espacio muy fundamental en las organizaciones, permitiendo que se mantengan vigentes frente a la globalización de los mercados. Un conveniente Proyecto de ingeniería de mantenimiento posibilita obtener buenas condiciones de operatividad de la maquinaria y ello consigue incrementar la eficiencia empresarial a grado universal. Empero sólo algunas de las organizaciones piensan que la administración del mantenimiento es de suma trascendencia. Aun en dichos tiempos aún hay compañía que creen que la administración de mantenimiento no es fundamental y no le brindan la debida atención generando un desgaste prematuro de sus máquinas o conjuntos perjudicando a la productividad de la organización. (Revista IMG, 2020)

A nivel nacional, muchas empresas solo les interesa o se preocupan solo por la producción y no tienen en cuenta el estado de las maquinas tenemos muchas empresa que lo que buscan principalmente es lograr su cuota de producción sin tener en cuenta el estado de sus máquinas, sin llevar un registro o un control de las mismas y consideran que la gestión de mantenimiento es un gasto y no una inversión y aplican el concepto o la práctica que primero hay que esperar que la maquina falla para después reparar. (SENATI, 2007)

Road Solutions EIRL es una empresa dedicada a realizar diversos trabajos relacionadas con la ingeniería, cuenta con un pull de maquinarias que le permiten realizar sus trabajos; sin embargo, en algunas ocasiones la empresa se ha visto en la necesidad de alquilar de terceros equipos y maquinas con la finalidad de poder cumplir con el avance de las obras; esta situación se genera cuando la maquinaria de la empresa falla o se encuentran en reparación. En una conversación con el ingeniero residente nos indicó que las máquinas y equipos que la empresa posee presentan muchas fallas frecuentes lo que genera que cuando se necesitan en el momento oportuno para realizar determinado trabajo no esté disponible; el ingeniero de obra nos indicó que al parecer dicha situación



es producto de una mala gestión de mantenimiento, no se realiza una adecuada planificación del mantenimiento, no se realiza una compra adecuado de los principales repuestos lo que estaría afectando a la disponibilidad de las máquinas y por necesidad se recurre a la subcontrata de máquinas y equipos con la finalidad de cumplir con los avances y evitar penalidades y reclamos por parte de los clientes.

## **1.2. Trabajos Previos**

Gamarra (2018) “Propuesta de Mejora en la Gestión de Mantenimiento del área de Hilandería en las etapas de Prehilado para una Empresa Textil basado en la implementación de TPM”, en dicha investigación se planteó como objetivo principal mejorar la disponibilidad de los equipos en proceso de prehilado donde se pudo identificar el mayor problema. Se utilizó herramientas de diagnóstico donde se identificó que la baja disponibilidad es causada principalmente por la falta de un plan de mantenimiento por lo que en la presente investigación se concluye que mediante la aplicación de un proceso de mejora continua centrada en la implementación de un TPM o plan de mantenimiento productivo total permitirá incrementar la disponibilidad de las máquinas esto con la finalidad de trabajar de forma articula entre producción y mantenimiento; finalmente se demostró que la propuesta es factible desde el punto de vista económico mediante el análisis del beneficio costos.

En un estudio realizado por Pirela (2007) sobre el “Mantenimiento preventivo de los motores general motors 12-V71”, se propuso como objetivo general evaluar el mantenimiento preventivo de los motores basado en los conceptos de los autores (Nava & Domingo, 2001) quienes manifiestan que la gestión de mantenimiento se logra en cualquier organización con mayor efectividad con la participación activa de los trabajadores. En la presente investigación se aplicó una mejora en la gestión de mantenimiento para mejorar el rendimiento de los motores más críticos de la organización logrando un mayor rendimiento y mejor disponibilidad a la vez.

“Propuesta de un Plan de Mantenimiento Preventivo Planificado de Máquinas y Equipos para Incrementar la Rentabilidad en Consorcio A&A SRL”, En la investigación se demostró que mediante la aplicación de un plan de mantenimiento se logra mejorar la rentabilidad de la empresa mejorando a la vez los indicadores de producción y de productividad. En la investigación se aplicó herramientas de diagnóstico que permitieron analizar e identificar las causas que estaban perjudicando la rentabilidad de la empresa así mismo se aplicaron instrumentos como análisis documental. En la investigación se concluye que mediante la aplicación de un mantenimiento basado en la planificación y control se logra incrementar indicadores como de producción y de productividad hasta en un 10 % en promedio por lo que la investigación es factible económicamente para la empresa. (AÑAZCO, 2016, pág. 79)

En la investigación titulada “Gestión de Mantenimiento para Mejorar la Disponibilidad de la Flota de Transporte Pesado” el objetivo principal es minimizar la frecuencia de falla de las unidades de transporte mediante una mejora en la gestión de mantenimiento. Se emplearon herramientas de diagnóstico como diagrama de Pareto, Ishikawa entre otras que permitieron identificar las causas principales para establecer las propuestas de mejora. En la investigación se llegó a la conclusión que son los motores quienes registran el 40 % de las frecuencias de fallas por lo que se consideró como equipos críticos y necesarios en cuanto a la mejora de su gestión de mantenimiento. La investigación también relevó que es la falta de la participación de los colaboradores lo que también está influyendo en la mala gestión del inventario por lo que se propuso el mantenimiento autónomo como uno de los pilares para la mejora del mantenimiento. (RODRIGUÉZ, 2016)

Aguilera y Segura (2017) en la tesis titulada; “Aplicación de la metodología Six Sigma para aumentar la disponibilidad en el área de sellado de una empresa de plásticos”, cuyo objetivo general era incrementar la disponibilidad de las máquinas del área de sellado a través de la disminución de paros de estas, mediante la aplicación de la metodología DMAIC. Se utilizaron como técnicas de recolección de datos a la observación y entrevistas. Se utilizaron herramientas exploratorias para la medición y análisis de los datos, además de un muestreo

de datos llamado GTT, para encontrar las causas potenciales de los paros de máquinas que afectan directamente en la disponibilidad. El autor concluyó que, mediante el  $6\sigma$  como metodología de mejora continua, con la asociación de técnicas como las 5S, diagramas causa efecto, plan de mantenimiento preventivo, entre otras, se logró aumentar la disponibilidad de las máquinas selladoras en 13%. las cuales, antes de la aplicación de Six Sigma, eran las que más afectaban a la productividad; además se logró reducir costos por lo que las ganancias netas aumentaron en \$ 8.231,64 en el primer mes.

Ticlavilca (2016) en su investigación “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad mecánica del equipo ALPHA20 de la empresa Robocon SAC”. El cual planteo diseñar un plan de M. P. para poder mejorar la disponibilidad en el equipo Alpha 20. Se utilizó el check list, los formatos de observación, historial de mantenimiento y cámaras fotográficas y filmadoras para tener registro de imágenes para una investigación más profunda. Al finalizar la investigación, el autor concluye que, un plan de M. P. aplicado a la empresa Robocon puede aumentar la disponibilidad de los equipos hasta 23,5%, pasando de un 70% a un 93,5%, además que se hizo posible la organización de herramientas y repuestos de recambio para los mantenimientos programados.

Alban (2017) en su trabajo titulado “Implementación de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad de las maquinarias en la empresa Construcciones Reyes S.R.L. para incrementar la productividad”. cuyo objetivo general fue implementar un plan de M. P. centrado en la confiabilidad para garantizar la disponibilidad y confiabilidad operacional de las máquinas de una empresa de construcción, y de esta manera, poder cumplir con eficiencia y seguridad la política de calidad establecida. Se obtuvo la información con un análisis de la base de datos, y, mediante fichas de observación, para completar información que no se encontraban en la base de datos por falta de actividades de inspección y de control. El autor concluyó que, mediante la elaboración e implementación de los programas de mantenimiento centrado en la confiabilidad de las máquinas del proceso productivo, se logró el objetivo de aumentar la productividad; pues, estas normas y procedimientos permitieron que se reduzcan los tiempos de paradas de las máquinas en un 97.73%, los costos de

mantenimiento en un 75.14% y la frecuencia de fallas en 81.43%; y como resultado final, la productividad aumentó en casi un 50% con respecto a los años anteriores.

Guevara (2019) en su investigación “Propuesta de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad en la empresa CGW Plastic S.A.C. para la reducción de costos por parada de máquina”. Esta investigación tiene como objetivo general proponer una gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad para una empresa dedicada al rubro del reciclaje, para disminuir averías y fallas, aumentando la disponibilidad de equipos, el porcentaje de operatividad de las máquinas, reducción de costos por paradas y, por ende, el incremento de las utilidades. Al final de la investigación, el autor concluye que, con la metodología de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad, se lograron mejorar los indicadores de mantenimiento de máquinas y equipos críticos, obteniendo así el incremento de la confiabilidad en 97.29%, reduciendo la mantenibilidad en 90.56% e incrementando la disponibilidad en 3.83%; además, los costos por paradas que se producían, se redujeron a 0. Esta metodología de mantenimiento, también logró reducir la pérdida de oportunidad por actividades de mantenimiento en un 98.84%.

### **1.3. Teorías Relacionadas al Tema**

#### **1.3.1. Gestión de mantenimiento**

##### **1.3.1.1. Mantenimiento**

###### **Definición de mantenimiento**

La Revista Scientia et Technica (como fue citada en Tunaroza et al., 2015), define al mantenimiento como aquellas actividades que garantizan el funcionamiento de las máquinas e instalaciones de forma correcta y que a su vez logre el máximo rendimiento del sistema productivo.” (p.3).

Refiérase a un grupo de tareas preventivas que se realizarán en un taller de mantenimiento para cumplir con los objetivos de disponibilidad, confiabilidad, de costo y el objetivo final, que es maximizar la existencia de la instalación.

Existen tres formas de desarrollar un plan de mantenimiento, determinando un grupo de labores preventivas que se realizarán durante la instalación: debiendo basarse según las recomendaciones del fabricante, o en un análisis de posibles fallas potenciales (Garrido, 2012)

### **Tipos de mantenimiento**

Para García (2003), entre los principales mantenimientos tenemos: El **Mantenimiento correctivo**, es aquel mantenimiento que se realiza después que ha ocurrido la falla de la maquina o equipo; **Mantenimiento preventivo**, también conocido como mantenimiento planeado, es aquel mantenimiento que se realiza antes de que la máquina o equipo falle, su existo se fundamenta en la supervisión y cumplimiento de una programación; **Mantenimiento predictivo**, mantenimiento que se realiza mediante equipos de diagnóstico para predecir la falla de la maquina o equipo, en este tipo de mantenimiento se emplea muchos conocimientos tecnológicos y manejo de variables criticas como temperatura, vibración etc.; **Mantenimiento cero horas**, este tipo de mantenimiento consiste en dejar la maquina o equipo como si fuera nuevo y para esto se debe de cambiar todas las partes o repuestos desgastados; **Mantenimiento en uso**: este mantenimiento es el que lo puede realizar los operarios de la línea sin poner en riesgo su salud con previa capacitación, en este caso se realizan actividades no muy complejas que cualquier trabajador sin poner en riesgo su salud lo pueda realizar como por ejemplo, limpieza externa. lubricación de partes móviles, ajuste de pernos entre otras actividades no complejas, se podría decir que este tipo de mantenimiento es uno de los pilares del TPM. (p.17-18)

#### **1.3.1.2. Gestión de Mantenimiento**

Para Lorick (como fue citado en Mora, 2009) es el área gerencial del mantenimiento que mediante el apoyo de sistemas informáticos y procesos definidos establece sistemas de gestión y de operación en relación al mantenimiento de las máquinas y equipos para esto se debe de planificar las actividades de mantenimiento a realizar anticipar las actividades y recursos necesarios, aplicar metodologías permanentes y formar equipos de trabajo integrado así como implementar un sistema de control y de monitoreo que

incluya el uso de indicadores de medición de la gestión y reporte de costos así todo esto con la finalidad de incrementar la eficiencia de las máquinas y equipos. (p.37)

Asimismo, Sourís citado en (Mora, 2009) menciona las funciones diversas de una gestión de mantenimiento, siendo el área responsable de lograr la mayor disponibilidad posible de las máquinas o equipos para asegura la producción en las empresas esto mediante de la administración del tiempo y reparaciones. Dicha gestión debe de estar alineada a los objetivos empresariales y de acuerdo a los presupuestos establecidos a la disponibilidad financiera, al tipo de maquinaria, al tipo de actividad industrial al que se dedica la empresa, a las habilidades y destrezas del personal de mantenimiento a los indicadores propios de la gestión de mantenimiento. (p.37)

De igual manera, Reiter (citado en Mora, 2009), nos indica que la gestión de mantenimiento es un sistema que integra las funciones de planificación, organización, dirección y control, actividades propias del mantenimiento. Esta gestión debe de generar confianza en los clientes tanto internos como externos, debe de ser un negocio eficiente, eficaz, de respuesta rápida con niveles aceptables de producción, de productividad y de competitividad y con la integración activa de sus trabajadores. (p.38)

#### **1.3.1.3. Plan de mantenimiento**

García (2003) define al **Plan de Mantenimiento** como todas aquellas actividades que se tienen que realizar con la finalidad de asegurar la disponibilidad de las máquinas y equipos, dichas actividades deben ser programadas y documentadas el cual debe ser revisado y actualizado constantemente en función a los cambios que se pueda dar, incidencias en planta y el avance en los mantenimientos programados, es importante el uso y manejo de indicadores de gestión. (p. 37)

### 1.3.2. Disponibilidad

#### Definición de disponibilidad

Para Riba (2002), expone claramente el concepto de disponibilidad, mencionando que este va más allá de la fiabilidad y mantenibilidad y recalcando que: “la disponibilidad es la aptitud de un producto, máquina o sistema para cumplir su función, o estar en condiciones de hacerlo en un momento dado cualquiera” (p.199).

#### Índices de disponibilidad

Para García (2003) los **Índices de disponibilidad** son: la disponibilidad total, disponibilidad por averías, tiempo medio entre fallos y tiempo medio entre reparación los cuales se detallan a continuación:

- **Disponibilidad Total**, es la relación que existe entre las horas que una máquina o equipo ha estado disponible para el trabajo y las horas totales en un periodo o turno de trabajo, su fórmula es:

Disponibilidad total = (Horas totales de trabajo – horas de parada por mantenimientos) / horas totales de trabajo

Cuando en una empresa existen varias líneas de producción es recomendable determinar la disponibilidad por línea de producción, luego se sacaría un promedio de todas las líneas y así obtendríamos la disponibilidad de toda la planta de producción, en el caso que en que las máquinas no formen una línea de producción es preferible identificar la o las máquinas más significativas o críticas y determinar la disponibilidad de cada máquina y obtener así un promedio de disponibilidad de todas las máquinas seleccionadas, esto permitirá reducir tiempo y costos de análisis para

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\sum \text{Disponibilidad de equipos significativos}}{\text{N}^\circ \text{ de equipos significativos}}$$

- **Disponibilidad por averías:** en este caso el cálculo es similar a la disponibilidad total, la diferencia está en que las horas de parada por mantenimiento deben ser solo aquellas horas de parada, pero por fallas, su fórmula sería:

$$D. \text{ por averías} = \frac{\text{H. totales de trabajo} - \text{H. de parada por avería}}{\text{H. totales de trabajo}}$$

En este caso no se considera las horas de parada de las maquinas o equipo programadas, los casos como de línea o de máquinas independientes su tratamiento es igual al caso anterior. (p.257-259).

**Tiempo medio entre fallas o MTBF en su sigla en inglés**, nos indica el número de veces o con qué frecuencia ocurren las averías, su fórmula de cálculo es:

$$MTBF = \frac{\text{Nº de horas totales del periodo de tiempo analizado}}{\text{Nº de averías}}$$

**Tiempo Medio de Reparación o MTTR en su sigla en inglés**, nos indica el tiempo promedio que se emplea desde que una maquina esta inoperativa hasta que vuelva a su estado operativo, su fórmula de cálculo es:

$$MTTR = \frac{\text{Nº de horas de paros por averías}}{\text{Nº de averías}}$$

Otra forma de poder calcular este indicador es de la siguiente forma:

$$\text{Disponibilidad por avería} = \frac{MTBF - MTTR}{MTBF}$$



#### **1.4. Formulación del Problema**

¿Cómo la Gestión de Mantenimiento permitirá incrementar la Disponibilidad de las Máquinas de la Empresa Solutions Road?

#### **1.5. Justificación e importancia del estudio**

En la actualidad habitamos en un mundo altamente competitivo, que exige a las empresas a mantener la vitalidad en sus respectivos mercados, sosteniendo así elevados niveles de calidad y productividad y manteniéndolos en el medio ambiente. Una tarea muy valiosa es el mantenimiento este debe conservar un método bien estructurado que le autorice cumplir con todas las metas y objetivos de la compañía, ayudando así a reducir costos, reducir el tiempo de inactividad del equipo y aumentar la calidad. La producción de productos, la mejora de la productividad y la disponibilidad de equipos seguros, razonablemente configurados y confiables nos permiten entregar órdenes de producción de manera oportuna. (Doffuaa, 2002)

La empresa constructora del presente estudio, lleva operando alrededor de 7 años, contando con maquinaria propia, lo que ha permitido que se posicione como una de las mejores constructoras del país. Lamentablemente el trabajo excesivo y una escasa gestión de mantenimiento de la maquinaria, han hecho que los costos se eleven, la maquinaria falle constantemente y por ende los clientes estén insatisfechos con el trabajo realizado debido a las demoras por paro de la maquinaria y equipos; lo que conlleva a la necesidad de plantear y diseñar un correcto plan de gestión de mantenimiento, para aumentar la disponibilidad de la maquinaria, y así cumplir con los contratos realizados sin necesidad de incurrir en mayores costos.

Contar con un plan de gestión de mantenimiento es necesario para no perder el liderazgo en el mercado; pues con ello, se tendrá la máxima disponibilidad de las máquinas y equipos y así las obras serán entregadas en el tiempo pactado, otorgando confianza al cliente y un aumento de la rentabilidad de la empresa.

## **1.6. Hipótesis**

Mediante la Gestión de Mantenimiento, sí se logrará incrementar la Disponibilidad de las Máquinas de la empresa Road Solutions

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo General**

Mejorar la Gestión de Mantenimiento que permita incrementar la Disponibilidad de las Máquinas de una Empresa Constructora en la ciudad de Chiclayo.

### **1.7.2. Objetivos Específicos**

- a) Mediante herramientas de diagnóstico analizar la situación actual de la empresa en cuanto a la gestión de mantenimiento e identificar las causas que estarían afectando a la disponibilidad de las máquinas.
- b) Calcular la disponibilidad actual de las máquinas.
- c) Elaborar el plan de gestión de mantenimiento que permita incrementar la disponibilidad actual de las máquinas.
- d) Determinar el beneficio costo de las propuestas de mejora.

# **CAPITULO II: MATERIAL Y MÉTODO**

## **II. MATERIAL Y MÉTODO**

### **2.1. Tipo y Diseño de Investigación**

#### **2.1.1. Tipo de investigación**

El presente trabajo de investigación es de tipo descriptiva, puesto que, se realizó una reseña detallada de las características más distintivas y particulares de la situación de la empresa constructora, para luego hacerse un análisis e interpretación de este fenómeno.

Y, de acuerdo, con lo dicho por Rodríguez (2005), la investigación descriptiva es el registro, el análisis, la descripción e interpretación del estado actual, dicho análisis se realiza sobre una realidad y todas sus características propias de dicha realidad de la cual se debe de realizar una interpretación correcta. (p.25).

#### **2.1.2. Diseño de investigación**

Esta investigación tiene un diseño no experimental, puesto que, no se construyó la situación, sino que se observó la existente sin manipularse ninguna de las variables. Y para Toro y Parra (2005), la investigación no experimental es la que se realiza sin ninguna manipulación de las variables, se registran los hechos tal cual suceden y después se analizan sin alterar ninguna información registrada. (p.158).

## 2.2. Variables y Operacionalización

**Variable dependiente:** Disponibilidad

**Tabla 1.**  
*Operacionalización de la variable dependiente*

Variable de estudio	Dimensiones	Indicadores	Item	Técnica e instrumento de recolección de datos
Disponibilidad	Disponibilidad	Relación entre el tiempo disponible entre el tiempo total		Revisión documentaria/Guía de revisión documentaria
	Fiabilidad	Probabilidad de funcionamiento		Revisión documentaria/Guía de revisión documentaria
	TMEP	Tiempo medio entre el número de paradas		Revisión documentaria/Guía de revisión documentaria
	TMPM	Tiempo medio de duración de paradas		Revisión documentaria/Guía de revisión documentaria

Fuente: Elaboración propia

**Variable independiente:** Gestión de mantenimiento.

**Tabla 2.**

*Operacionalización de la variable independiente.*

Variables	Dimensiones	Indicadores	Item	Técnica e instrumento de recolección de datos
Gestión de mantenimiento	Plan	Cumplimiento del plan de mantenimiento		Entrevista/Guía de entrevista
	Mejora en el proceso de compra	Demora en la compra de materiales		Revisión documentaria
	Mantenimiento Preventivo	Horas de fallas de maquina		Revisión documentaria/Guía de revisión documentaria
	Programación del mantenimiento	Cumplimiento del programa de mantenimiento		Revisión documentaria/Guía de revisión documentaria

Fuente: Elaboración propia

## **2.3. Población y Muestra**

### **2.3.1. Población**

En la presente investigación, Road Solutions E.I.R.L. su objeto social está relacionado con: Actividades de arquitectura e ingeniería y actividades conexas de asesoramiento técnico la población es un total de personas 20, que son los todos trabajadores de la empresa constructora en estudio.

### **2.3.2. Muestra**

La muestra seleccionada para la presente investigación se ha considerado a 16 personas que pertenecen al área de mantenimiento y a la gestión operativa de la empresa.

## **2.4. Técnicas, instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.4.1. Técnicas**

Para la presente investigación se usó la técnica de **observación**, la cual nos permitirá conocer a detalle el desarrollo de los procesos en las obras, así como la manera en la que se maneja el área de mantenimiento de la empresa constructora. Bernal nos indica que la observación es un proceso que nos permite analizar y estudiar una situación real problemática de forma directa de la cual se extrae información relevante que posteriormente será analizada y tratada. (p.257);

Se realizó **entrevista** al encargado de la operación de los equipos para obtener información justa, exacta y pormenorizada sobre las fallas, mantenimiento y operación de los equipos a través de preguntas y los problemas abiertos que permitan diagnosticar la situación actual.

Asimismo, se utilizó el **análisis documentario**, para ahondar en el tema de la falta de disponibilidad de las maquinarias de la empresa constructora, revisando documentos y fichas, que contrasten lo observado y entrevistado, con

lo registrado en los documentos. Para Castillo, “el documentalista debe realizar un proceso de interpretación y análisis de la información de los documentos y luego sintetizarlo” (2005, p.1).

#### **2.4.2. Instrumentos de recolección de datos:**

Para ejecutar la técnica de **observación se** hizo uso de fichas de observación como instrumento, para registrar información necesaria para el análisis de la problemática.

En lo que concierne a la **entrevista**, se utilizó como instrumento la guía de entrevistas, la cual permitió una correcta preparación de las preguntas para obtener información necesaria para la investigación.

En cuanto al **análisis de datos** esta técnica, se requirió de un formato de guía que nos delimite los puntos a analizar, la información pertinente.

#### **2.4.3. Validez y Confiabilidad del Instrumento**

“Un instrumento de medición es **válido** cuando mide aquello para lo cual está destinado” (Bernal, 2010, p.247). De esta manera, las entrevistas se prepararon con detenimiento para poder obtener características y detalles de lo que se quiere medir en cuanto a la situación problemática de la empresa constructora.

Los instrumentos que se utilizaron para la presente investigación fueron validados por 3 especialistas en el tema, quienes se encargaron de corregirlos y perfeccionarlos para que cumplan con su objetivo.

Para Hernández, et al. (2014), un instrumento de recojo de información es **confiable** cuando al aplicarse de manera repetida a un mismo sujeto u objeto de estudio se obtienen los mismos resultados. Esto quiere decir que, aunque se aplique la misma entrevista por segunda vez, los resultados serán iguales, o por lo menos muy parecidos a los de la primera vez.



## **2.5. Procedimientos de Análisis de Datos**

Por medio de las técnicas e instrumentos de recolección de datos se obtuvo la información pertinente para el desarrollo de este estudio, al procesarla se pudo realizar una base de datos. Utilizando Microsoft Excel y sus diversos gráficos y tablas, se procesaron, analizaron e interpretaron los datos para mostrar los resultados finales de la investigación.

## **2.6. Criterios éticos**

Para garantizar la calidad del presente proyecto, se muestran a continuación los principios éticos con los que se desarrollaron las investigaciones:

### **Consentimiento informado**

Los sujetos de estudio mencionaron estar de acuerdo al informarse el propósito, derechos y responsabilidades del presente estudio.

### **Confidencialidad.**

En la encuesta se mantuvo el anonimato de los participantes, así como la privacidad de los datos proporcionados por los mismos. También se guardó en forma confidencial aquellos datos no autorizados por la empresa para ser difundidos.

### **Manejo de riesgos**

Se dio a conocer a los informantes la razón de la investigación y la manera en que se manejarán los resultados, dejándoles en claro que no habrá ningún tipo de daño, ni profesional, ni institucional, ni personal. Así mismo, nos comprometemos como investigadores a no dar ningún otro fin a los resultados, del ya inicialmente mencionado.

## **2.7. Criterios de rigor científico**

### **La credibilidad**

Esto implica confianza en la precisión encontrada en una investigación. En este estudio, el estándar se basa en la compilación de datos e información de la propia fuente a través de entrevistas, restaurando así el valor de la verdad de la empresa.

### **La confiabilidad**

Consistió en la comprobación, a través de registros y documentación completa, la clase de información recopilada, la consistencia interna de los datos, la relación entre ellos y la interpretación realizada. Esta estrategia puede verificar los datos y sacar conclusiones verdaderas

# **CAPITULO III: RESULTADOS**

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Diagnóstico de la empresa

##### 3.1.1. Información general

ROAD SOLUTIONS E.I.R.L es una empresa dedica a la ejecucion de todo tipo de obras con RUC N° 20573039646 ubicada en calle Padre Urraca N° 140 Dpto. 404 Int T-10 Urb. Pando Distrito de San miguel, departamento de Lima.

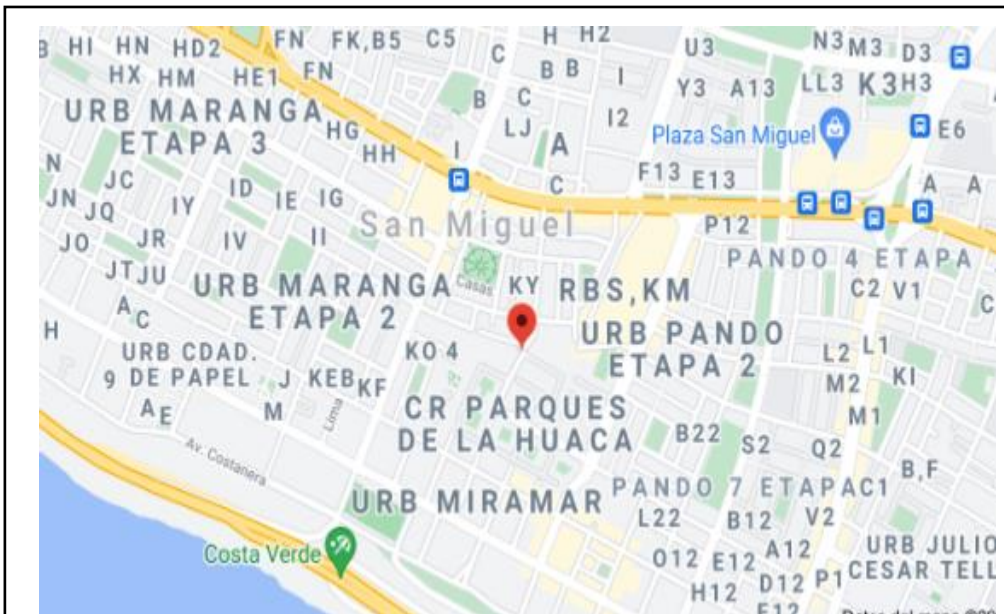
##### Misión

“Somos una empresa constructora enfocada en lograr la máxima satisfacción de nuestros clientes mediante el confort y el placer de vivir cómodamente.”

##### Visión

Ser una las mejores opciones en cuanto a construcciones inmobiliarias y no inmobiliarias se refiere en todo el país.

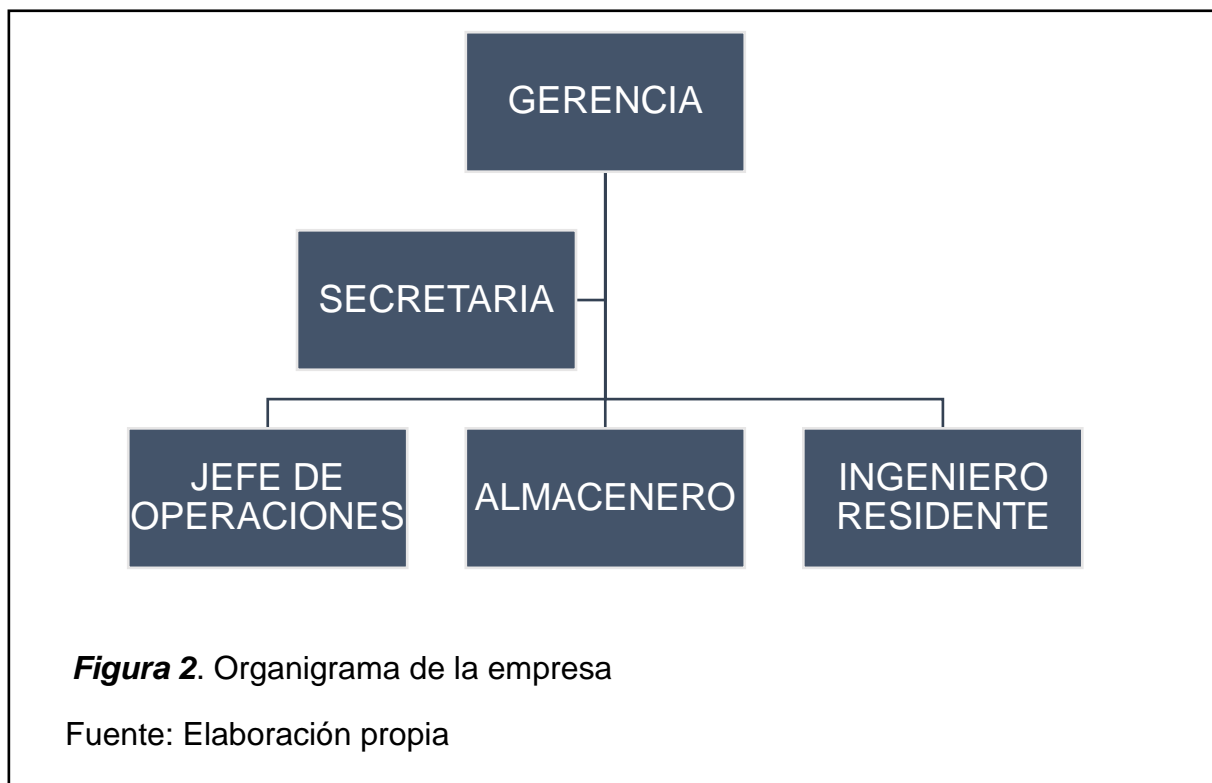
##### Ubicación



**Figura 1.** Ubicación de la empresa

Fuente: Elaboración propia

## Organigrama



## Análisis FODA

**Tabla 3.**  
FODA de la empresa

	Fortaleza	Debilidades
Análisis Interno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Años de experiencia en el rubro.</li> <li>• Solidez financiera</li> <li>• Maquinaria propia</li> <li>• Local amplio y propio</li> <li>• Cartera de clientes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de organización empresarial.</li> <li>• Empresa familiar.</li> <li>• No cuenta con manual de procedimientos.</li> <li>• Deficiente control</li> <li>• Fallas frecuentes de maquinas</li> <li>• Perdidas económicas por incumpliendo en avances de obras</li> </ul>
	Amenazas	Oportunidades
Análisis Externo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crecimiento de la competencia.</li> <li>• Crisis económica mundial.</li> <li>• Inestabilidad gubernamental.</li> <li>• Pandemia Covid 19</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reactivación económica.</li> <li>• Participación en licitación por obras públicas.</li> <li>• Créditos con bajas tasas de interés.</li> <li>• Alianzas con empresas,</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.2. Descripción del proceso productivo o de servicio

#### Análisis de la gestión contractual y de mantenimiento

El gerente de la empresa negocia los contratos con los clientes, después de varias negociaciones y llegando a un acuerdo de buena pro el gerente comunica al jefe de operaciones en relación a la ejecución de la obra. El jefe de operaciones coordina la disponibilidad de máquinas, equipos, herramientas y materiales necesarios según obviamente el tipo y tamaño de obra y comunica al

ingeniero residente sobre la obra a ejecutar y sobre las coordinaciones realizadas. El ingeniero residente con la información proporcionada por el jefe de operaciones es el responsable de coordinar el traslado de las máquinas, equipos, materiales, así como el personal a cargo que estará en la obra, estableciendo un campamento o almacén según sea el caso. Después de coordinar y trasladar todo lo necesario se da inicio a la obra y ante la ocurrencia de alguna falla es el ingeniero residente quien comunica al ingeniero mecánico para la reparación. El ingeniero mecánico informado sobre la ocurrencia de la falla procede a la revisión y analiza el tipo de falla; aquí se puede presentar dos situaciones, reparación de la máquina sin la compra de repuesto y reparación de máquina con la compra de repuesto; si la reparación de la maquina es sin la compra de repuesto se repara la máquina y se continua pero si la reparación de la maquina es con la compra de repuesto se solicita la compra de repuesto al ingeniero residente; el ingeniero residente analiza la compra del repuesto, autoriza y solicita a la gerencia la compra de repuesto; el gerente por su parte también analiza la compra del repuesto y si es conveniente autoriza la compra y coordina con el proveedor sobre la adquisición. El proveedor según su programación despacha y envía repuesto a la dirección indicada, es recibida por el ingeniero mecánico o por el almacenero según sea el caso y luego utilizado en la reparación.

Análisis de la Gestión Contractual y de Mantenimiento Actual

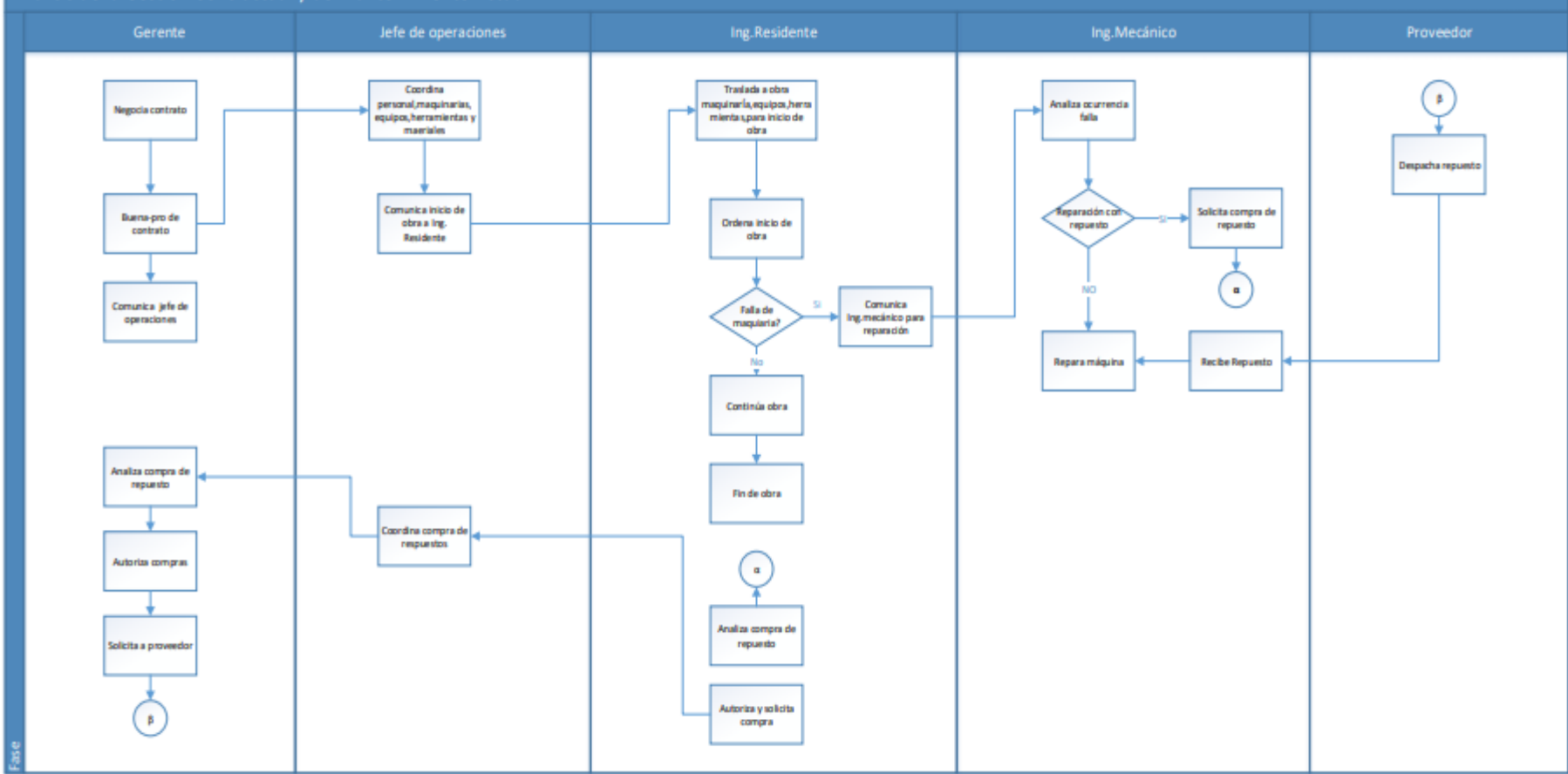


Figura 3. Flujograma del proceso contractual y de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia



### **3.1.3. Análisis de la problemática**

#### **3.1.3.1. Resultados de la aplicación de instrumentos.**

##### **Resultado de aplicación de la entrevista:**

1. ¿Cómo llevan a cabo la gestión de mantenimiento en la empresa?

En la actualidad la gestión de mantenimiento se realiza en función a las fallas de las máquinas esto quiere decir que se realiza la reparación de las maquinas después de se presenta la falla.

2. ¿Quiénes son los que participan en la gestión de mantenimiento?

Un ingeniero mecánico y dos ayudantes.

3. ¿Cuáles son los principales problemas en cuanto a la gestión de mantenimiento?

La falta de planificación, la demora en la compra de repuestos, repuestos de mala calidad y la falta de procedimiento definidos en cuanto a la gestión de mantenimiento.

4. ¿Cómo afecta la mala gestión de mantenimiento en los avances de obras?

En realidad, es muy grave esa situación, afecta considerablemente, nos retrasa en cuanto a los avances de obra, esta situación se complica más cuando por ejemplo nos encontramos en zonas alejadas y en donde es muy difícil poder comprar repuestos o alquilar alguna máquina.

5. ¿Considera que los problemas que existen en cuanto a la gestión de mantenimiento es por otras áreas de la empresa?

Se podría decir que si y creo que el área que más está relacionada con el mantenimiento es logística que dígame de paso no está bien definida dicha función lo realiza la gerencia de la empresa y considero que debería existir un puesto para coordinar la compra de repuestos a tiempo, por ejemplo.

6. ¿Qué indicadores de control utiliza en cuanto a la gestión de mantenimiento?

En realidad, no se maneja indicadores de control o de gestión es justamente lo que nos está faltando para medir nuestro trabajo diario.

7. ¿Cuentan con un manual de procedimiento en cuanto a la gestión de mantenimiento?

No, el mantenimiento se realiza según las fallas ocurridas.

8. ¿Cómo se podría mejorar la gestión de mantenimiento?

Primero se debería capacitar al personal en cuanto a la gestión de mantenimiento y su planificación se debería crear puesto y funciones también es importante que exista una persona responsable que coordine lo relacionado a las compras de repuestos y demás cosas que la empresa utiliza para un mejor funcionamiento.

#### **Comentario de la entrevista:**

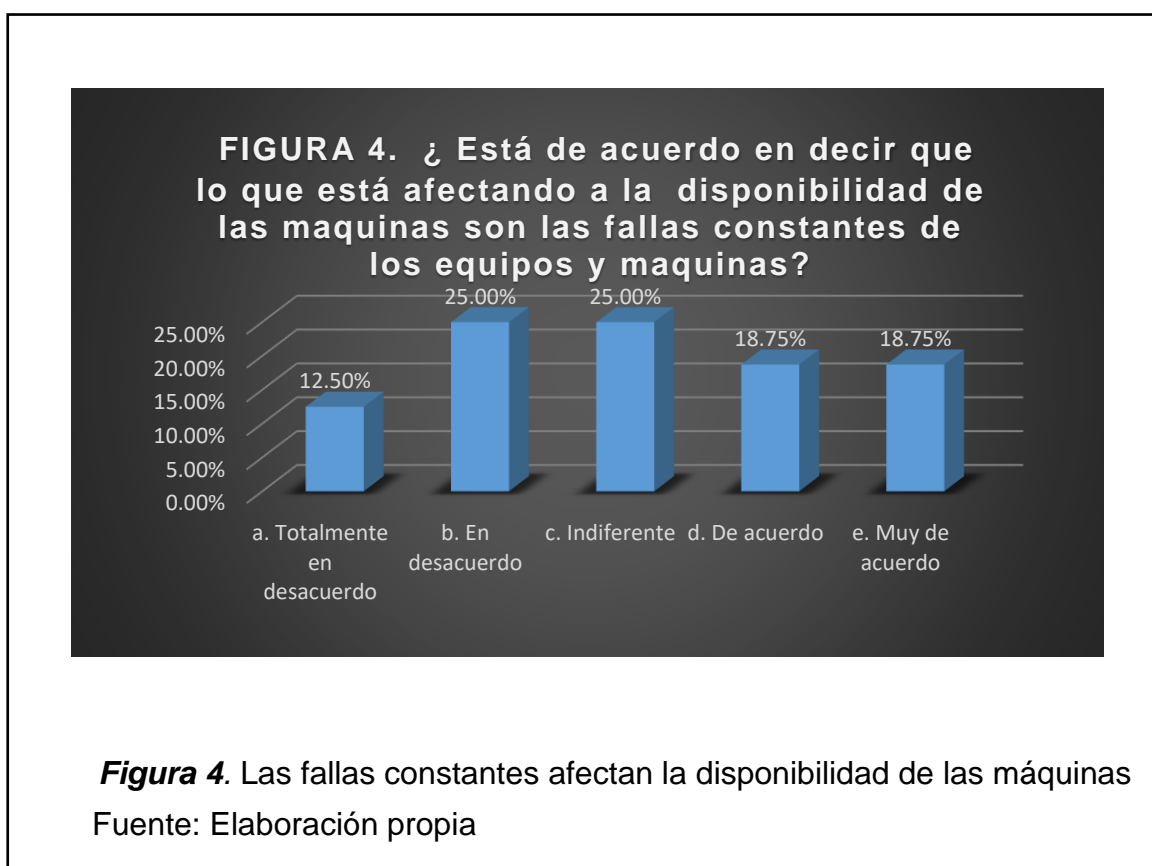
Después de la aplicación de la entrevista al ingeniero residente se podría resumir que el principal problema en relación a la gestión de mantenimiento es la falta de planificación, la no existencia de procedimiento definidos la falta de control y de abastecimiento oportuno de los repuestos por la falta de una persona responsable en cuanto a dicha gestión, así como la inexistencia de uso de indicadores de gestión.

## Resultado de aplicación de la encuesta

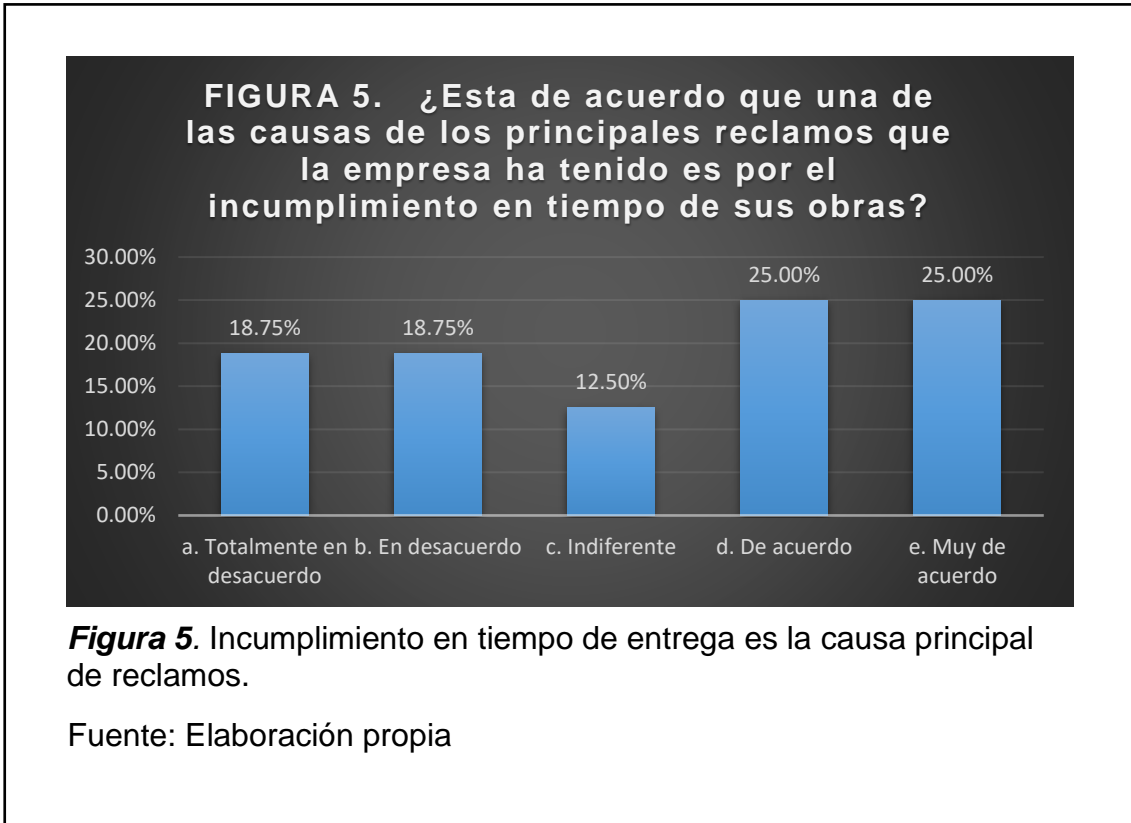
Con la finalidad de medir el grado de confiabilidad de la encuesta se determinó el Alfa de Cronbach obteniendo el resultado de 0.74 el cual demuestra que el instrumento es confiable.

### Estadísticas de fiabilidad

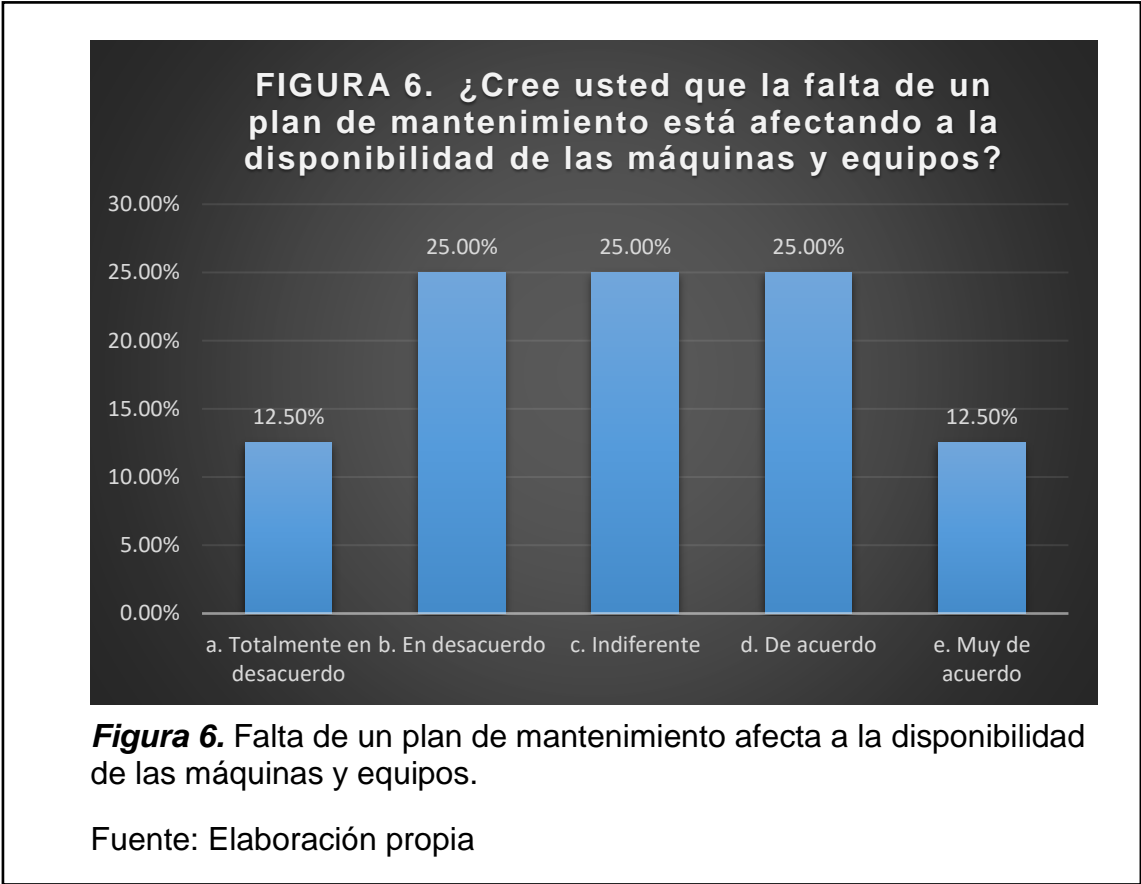
Alfa de Cronbach	N de elementos
,74	16



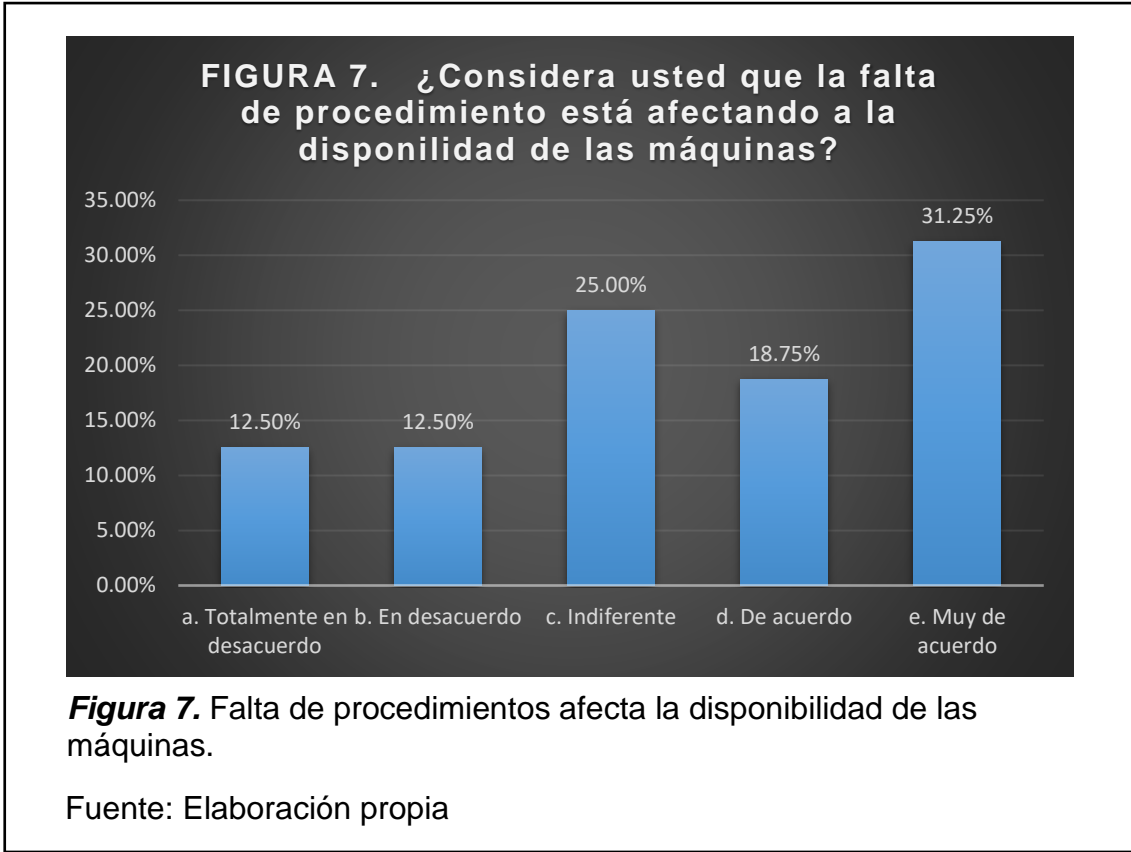
En la figura 4 se puede observar que el 18,75 % de los encuestados están de acuerdo y muy de acuerdo en decir que lo que está afectando a la disponibilidad de las maquinas son las fallas contantes.



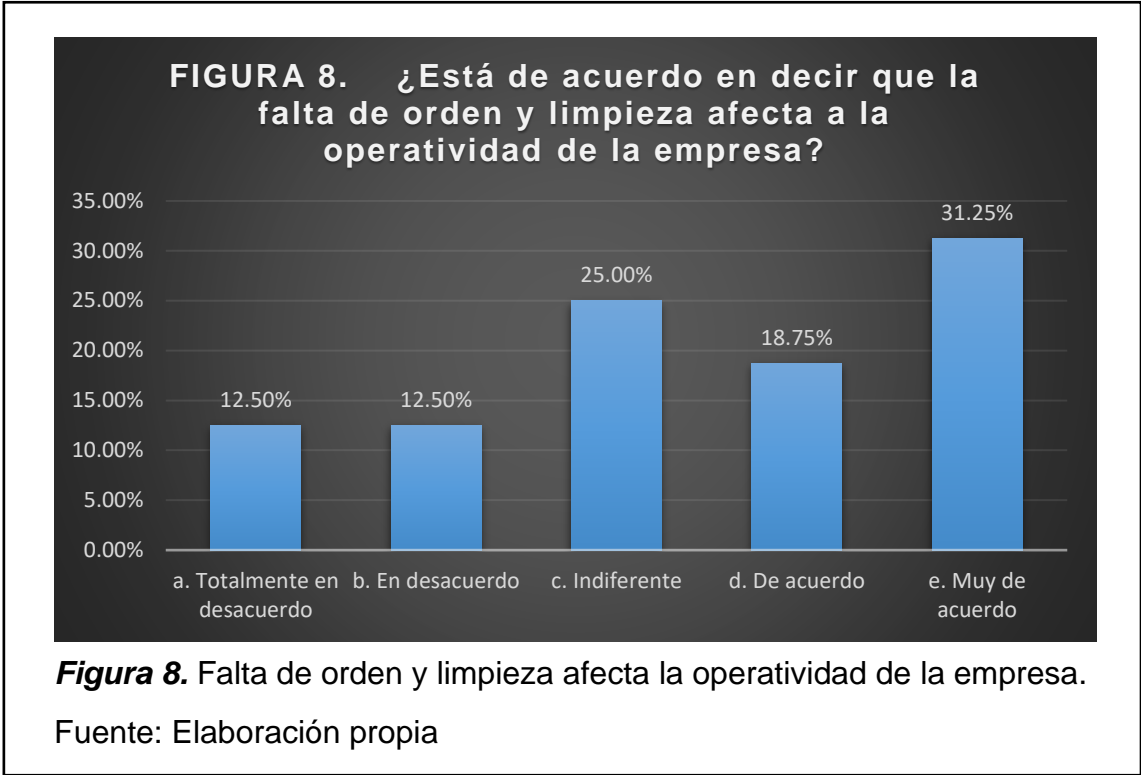
En la figura 5 se puede percibir que el 25 % de los encuestados están de acuerdo y muy de acuerdo en decir que es el incumplimiento en obras una de las causas de mayor reclamo.



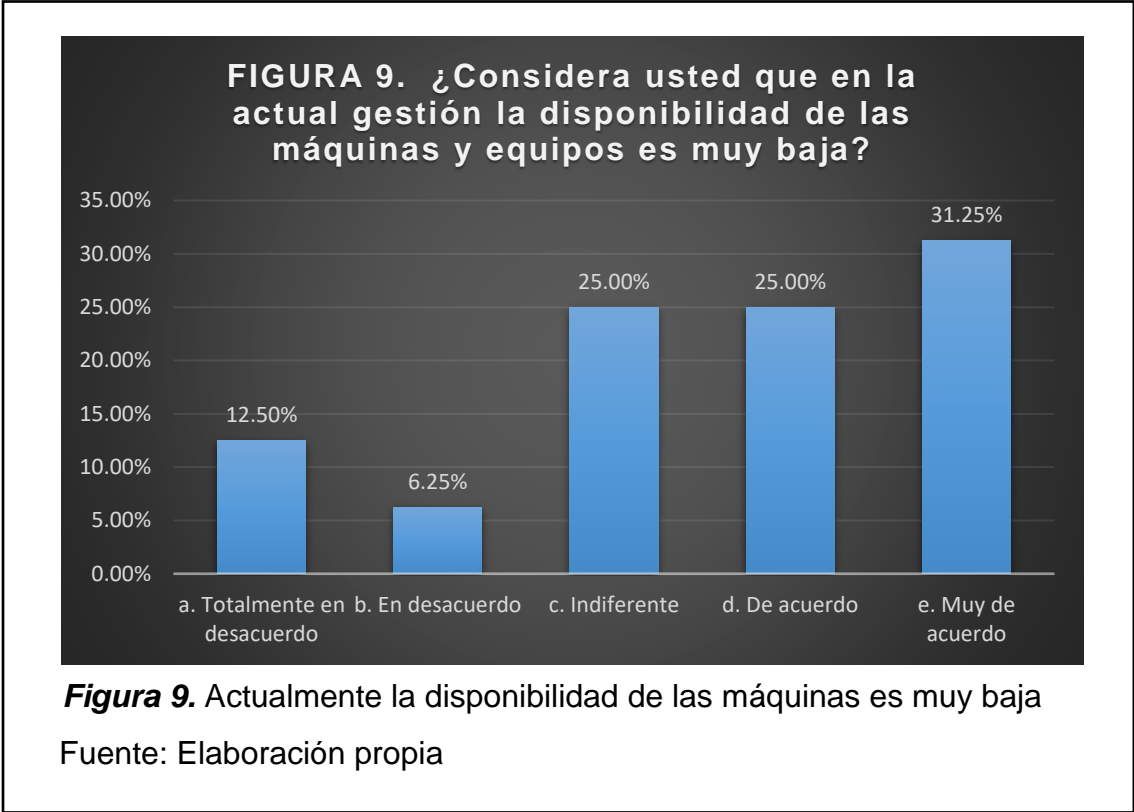
De la figura 6 se puede percibir que el 25.0 % de los encuestados están de acuerdo y el 12.5% muy de acuerdo en decir que la falta de un plan de mantenimiento es la causa que a la disponibilidad de las máquinas y equipos.



De la figura 7 se puede apreciar que el 18.75% está de acuerdo y el 31.25 % está muy de acuerdo en decir que la falta de procedimientos definidos esta afectando a la disponibilidad de las máquinas mientras que el 12.5 % es totalmente en desacuerdo y en desacuerdo.

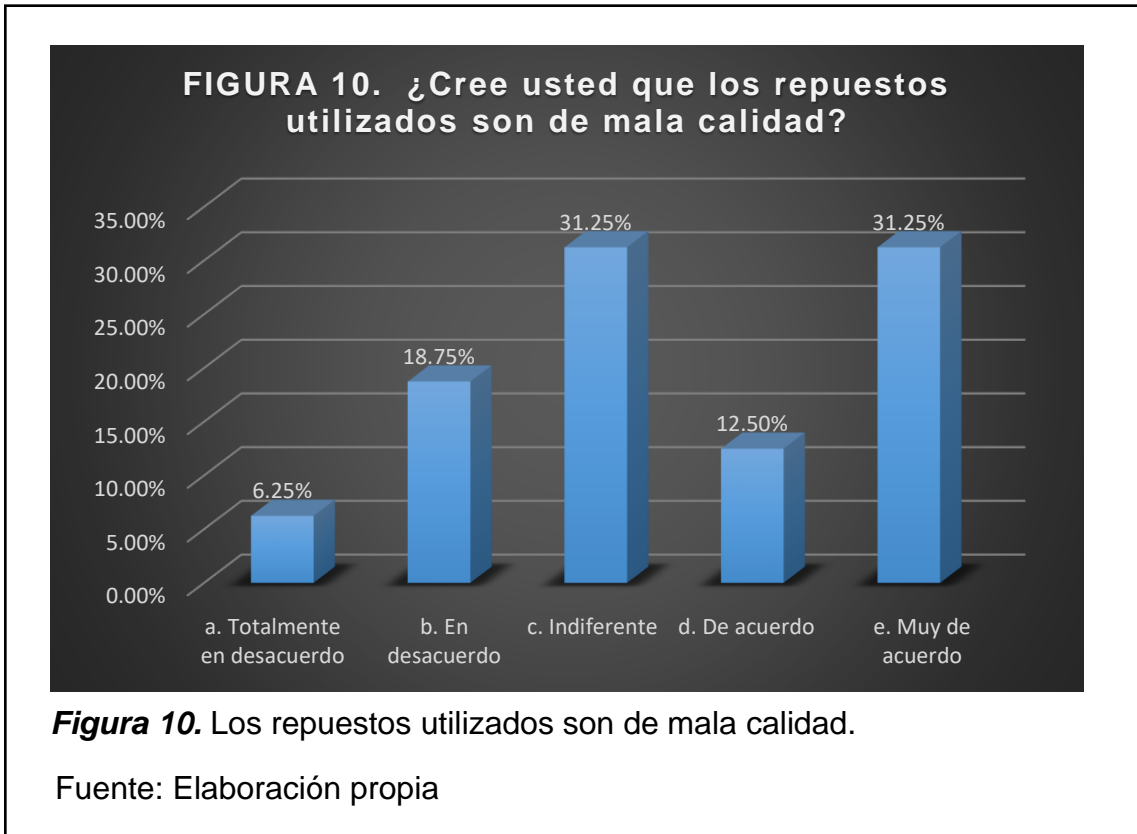


De la figura 8 se puede observar que el 18.75 % y el 31.25 % está de acuerdo y muy de acuerdo respectivamente en decir que la falta de orden y limpieza lo que está afectando a la operatividad de la empresa, mientras que el 12.5 % de los encuestados está totalmente en desacuerdo y en desacuerdo.

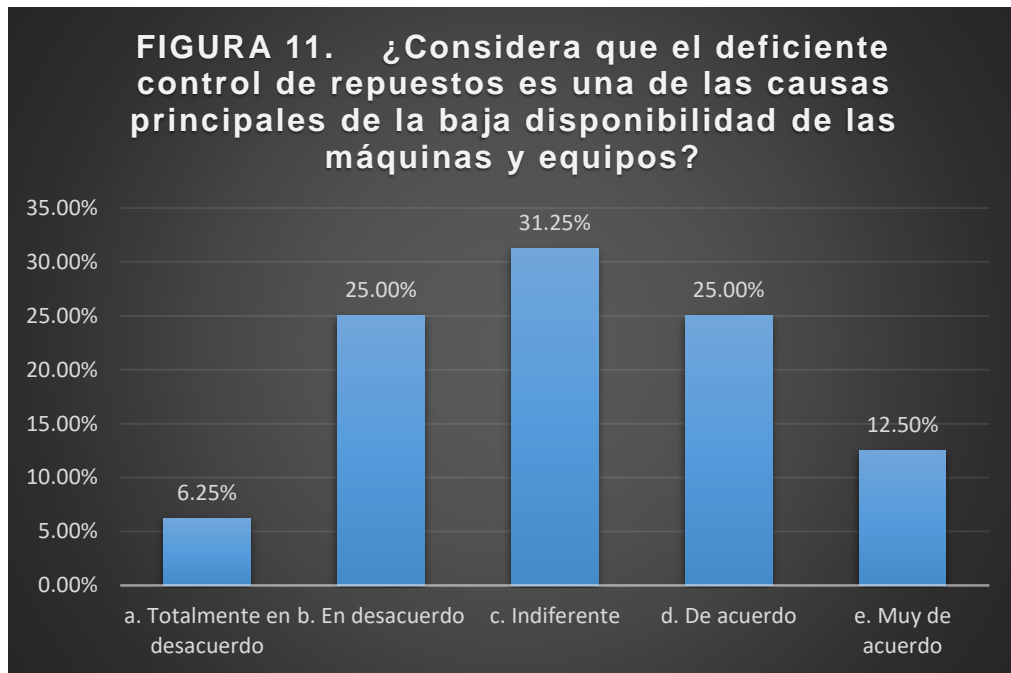


De la figura 9 se puede interpretar que el 25.0 % y 31.25 % de los encuestados están de acuerdo y muy de acuerdo en decir que la actual gestión la disponibilidad de las maquinas es muy baja el 12.5 % y 6.25% manifiestan que están totalmente en desacuerdo y en desacuerdo ante la pregunta.





De la figura 10 se puede observar que el 12.5 % y 31.25 % de los encuestados están de acuerdo y muy de acuerdo en decir que los repuestos utilizados en las reparaciones de las máquinas y equipos son de mala calidad mientras que el 6.25 % y 18.75 % manifiesta que están totalmente en desacuerdo y en desacuerdo ante la pregunta.



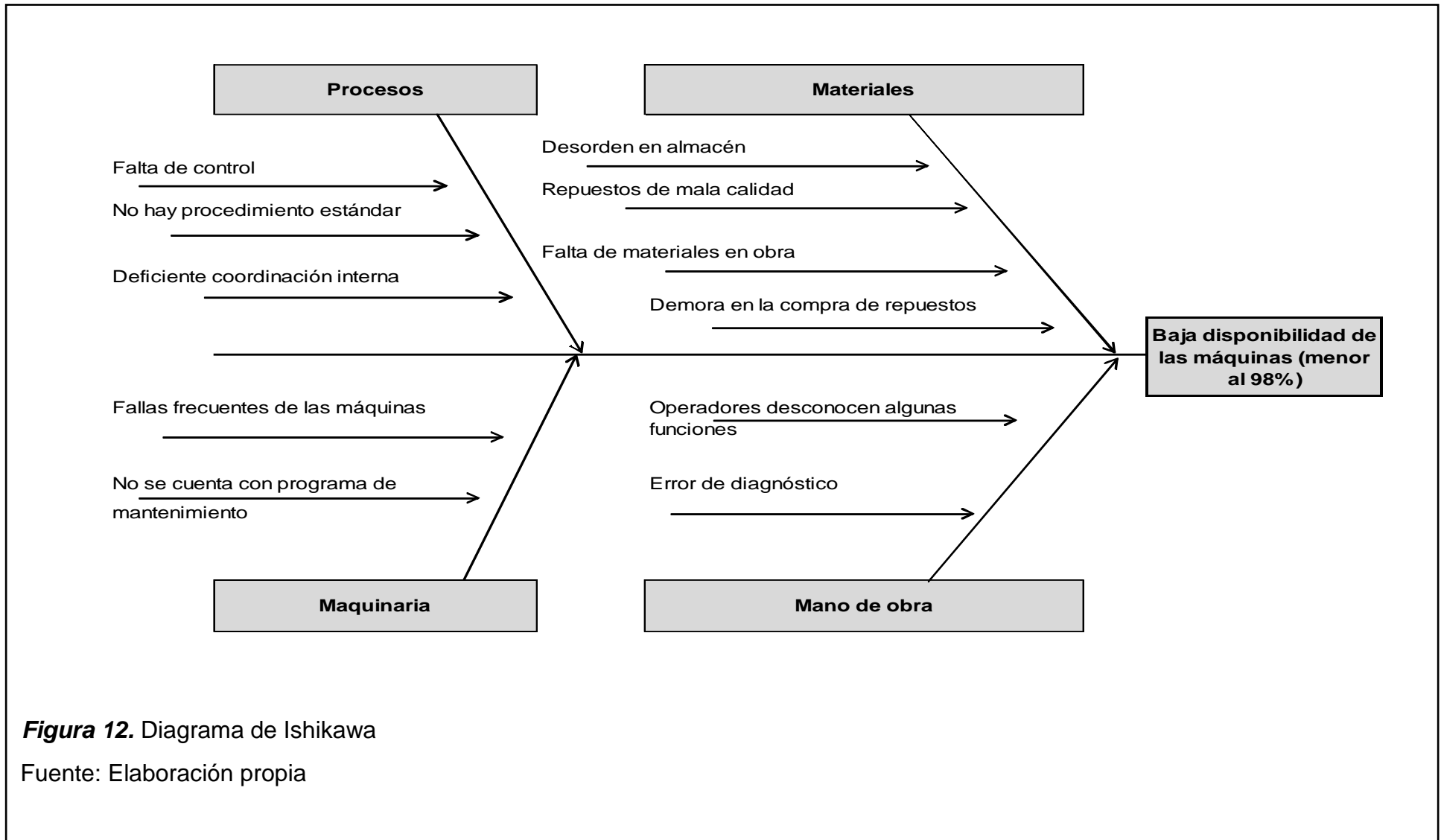
**Figura 11.** El deficiente control afecta la disponibilidad de las máquinas y equipos.

*Fuente: Elaboración propia*

De la figura 11 se observa que el 25.00 % y 12.50 % de los encuestados están de acuerdo y muy de acuerdo en decir que el deficiente control es una de las causas de la baja disponibilidad de las máquinas mientras que el 6.25 % y 25.00 % indica que está totalmente en desacuerdo y en desacuerdo.

### **3.1.3.2. Herramientas de diagnóstico**

El diagrama de Ishikawa que también es conocido como análisis de causa y efecto nos permitió identificar las causas más resaltantes en relación al problema principal, dicho análisis se realizó en base a cuatro categorías; mano de obra, maquinaria, materiales y procesos siendo estas las categorías que están más relacionadas con la gestión de mantenimiento y con la disponibilidad; a continuación, el resultado del análisis.



**Figura 12.** Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4.**  
Calificación de colaboradores según causas identificadas

Lista de causas	Colaborador 1	Colaborador 2	Colaborador 3	Total
Falta de control	2	3	2	7
No hay procedimiento estándar	4	3	4	11
Deficiente coordinación interna	3	3	3	9
Desorden en almacén	3	2	3	8
Repuestos de mala calidad	2	4	3	9
Falta de materiales en obra	3	4	3	10
Demora en la compra de repuestos	4	3	4	11
Fallas frecuentes de las máquinas	5	4	4	13
No se cuenta con programa de mantenimiento	5	3	4	12
Operadores desconocen algunas funciones	1	2	1	4
Error de diagnóstico	1	1	1	3

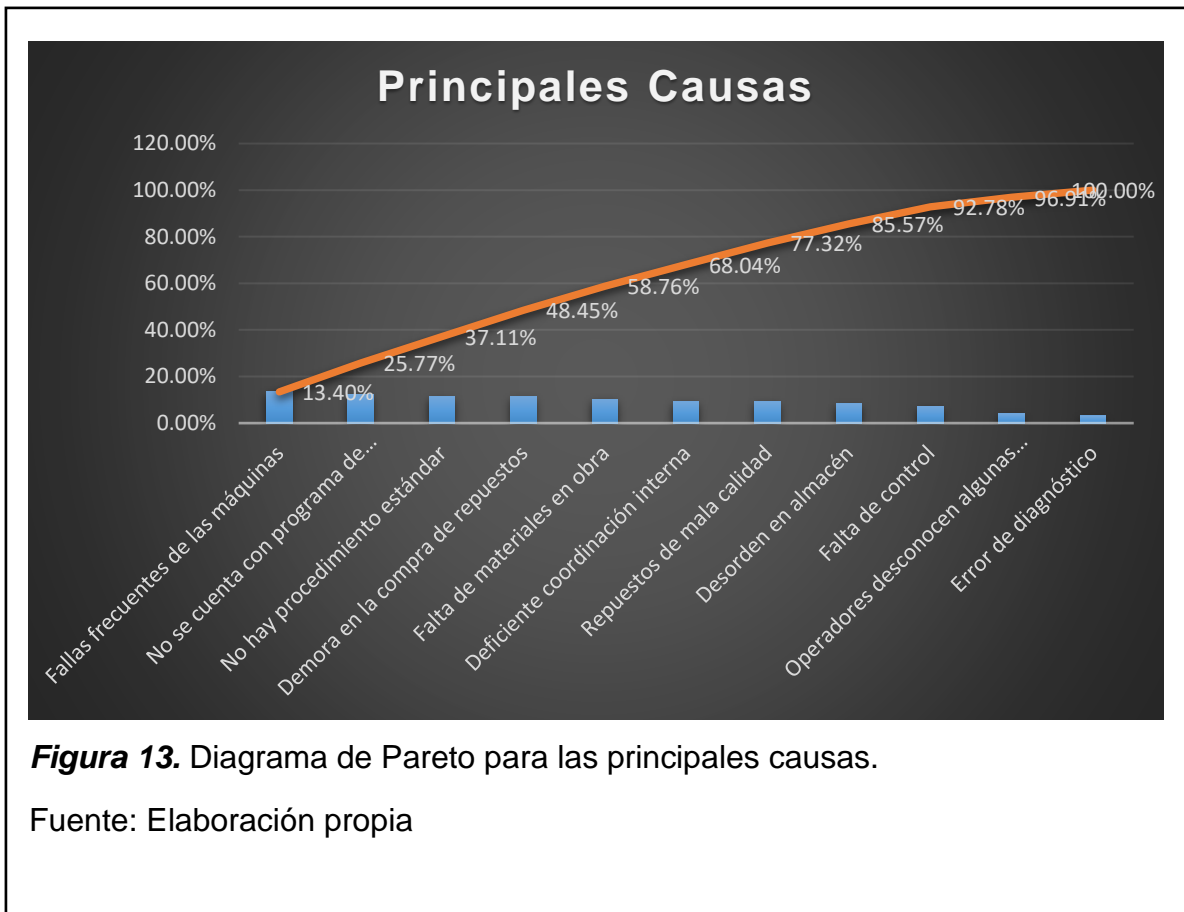
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5.**  
Identificación de principales causas

Lista de causas	Colaborador 1	Colaborador 2	Colaborador 3	Total	%	% Acum
Fallas frecuentes de las máquinas	5	4	4	13	13.40%	13.40%
No se cuenta con programa de mantenimiento	5	3	4	12	12.37%	25.77%
No hay procedimiento estándar	4	3	4	11	11.34%	37.11%
Demora en la compra de repuestos	4	3	4	11	11.34%	48.45%
Falta de materiales en obra	3	4	3	10	10.31%	58.76%
Deficiente coordinación interna	3	3	3	9	9.28%	68.04%
Repuestos de mala calidad	2	4	3	9	9.28%	77.32%
Desorden en almacén	3	2	3	8	8.25%	85.57%
Falta de control	2	3	2	7	7.22%	92.78%
Operadores desconocen algunas funciones	1	2	1	4	4.12%	96.91%
Error de diagnóstico	1	1	1	3	3.09%	100.00%

97

Fuente: Elaboración propia



Mediante la participación de tres colaboradores de la empresa se logró identificar las causas más principales que estarían más relacionadas con el problema principal; siendo entre ellas las fallas frecuentes de las máquinas, no se cuenta con un programa de mantenimiento, no existe procedimientos estándares de trabajo, demora en la compra de repuestos, falta de materiales en obra, deficiente coordinación interna, repuestos de mala calidad y desorden en el almacén; así mismo también se logró plantear tres propuestas de mejora como alternativas de mejora según las principales causas identificadas, el resultado se muestra a continuación:

**Tabla 6.**

Propuestas de mejora según lista de principales causas

Lista de causas	Propuestas de mejora
Fallas frecuentes de las máquinas	Plan de mantenimiento
No se cuenta con programa de mantenimiento	
No hay procedimiento estándar	
Demora en la compra de repuestos	Mejora en el procedimiento de compra
Falta de materiales en obra	
Deficiente coordinación interna	
Repuestos de mala calidad	
Desorden en almacén	5s

Fuente: Elaboración propia

Entre las propuestas de mejora que más se ajustan a cada causa principal tenemos la implementación de un plan de mantenimiento, mejora en el procedimiento de compra y la aplicación de un programa de las 5s.

#### **3.1.4. Situación actual de la variable dependiente**

Para el cálculo de la variable dependiente se analizó la información correspondiente a los meses de julio a diciembre del 2019 y de enero a febrero del 2020 teniendo en cuenta que en marzo del 2020 se decretó el estado de emergencia en el Perú y las obras fueron paralizadas. La metodología y cálculo de indicadores fue de la siguiente forma:

**Paso 1:**

Se identificó las máquinas y equipos más representativas que la empresa utiliza en sus obras, siendo estas en total 10 máquinas:

**Tabla 7.**

Total de maquinaria pesada

Item	Máquina	Cantidad
1	Retroexcavadora	1
2	Cargador Frontal	1
3	Volquete	1
4	Motocarguera	1
5	Mezcladora de cemento	2
6	Rotomartillo	2
7	Maquina soldar	1
8	Comprensora	1
	Total	10

Fuente: Elaboración propia.

**Paso 2:**

Se determinó el número de fallas registradas por máquina en los meses de estudio.



**Tabla 8.**

Fallas por tipo de máquina de julio a diciembre del 2019 y de enero a febrero del 2020

Maquina	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Total
Retroexcavadora	1	2	1	2		2		1	9
Cargador Frontal	1		3		1	1	2		8
Volquete	2	1	1	1		1		3	9
Motocarguera		1	1		1		1		4
Mezcladora de cemento 1	1			1		2		1	5
Mezcladora de cemento 2	1		2		1	1			5
Rotomartillo 1	1	1	1	1	3	1	1		9
Rotomartillo 2		1			1	2			4
Maquina soldar			1		1		1		3
Comprensora		1	2		1			1	5
			Total						61

Fuente: Elaboración propia

El total de fallas registradas durante el periodo de estudio fue de 61 fallas de las cuales la retroexcavadora, el volquete y el rotomartillo son las que han fallado con mayor frecuencia.

### Paso 3:

Calculo de los indicadores en relación a la gestión de mantenimiento

**Tabla 9.**

TTR (Tiempo en horas para la reparación), de julio a febrero del 2020

Maquina	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Total
Retroexcavadora	13.2	4.5	11.3	27.2		6.2		17.2	79.60
Cargador Frontal	36.1		17.8		15.8	9.9	19.4		99.00
Volquete	21.4	4.6	22.3	1.3		17.4		31.4	98.40
Motocarguera		2.1	0.7		1		1.5		5.30
Mezcladora de cemento 1	3.5			6.2		2.2		19.9	31.80
Mezcladora de cemento 2	6.2		8.4		1.1	3.3			19.00
Rotomartillo 1	0.8	1	2	1.6	4.4	1	3.1		13.90
Rotomartillo 2		2.6			4.9	16			23.50
Maquina soldar			8.3		7.5		3		18.80
Comprensora		2.5	3.5		22			3	31.00
Total de horas									420.30

Fuente: Elaboración propia.

El total de horas destinadas a la restauración o reparación de las maquinas desde julio a febrero del 2020 fueron 420.30, siendo el cargador frontal y el volquete las máquinas que registraron el mayor tiempo.

**Tabla 10.**

TTP (Tiempo total programado en horas)

Días laborables por mes	26	26	25	26	25	25	26	25	Total
Maquina	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	
Retroexcavadora	208	208	200	208	200	200	208	200	1632
Cargador Frontal	208	208	200	208	200	200	208	200	1632
Volquete	208	208	200	208	200	200	208	200	1632
Motocarguera	208	208	200	208	200	200	208	200	1632
Mezcladora de cemento 1	208	208	200	208	200	200	208	200	1632
Mezcladora de cemento 2	208	208	200	208	200	200	208	200	1632
Rotomartillo 1	208	208	200	208	200	200	208	200	1632
Rotomartillo 2	208	208	200	208	200	200	208	200	1632
Maquina soldar	208	208	200	208	200	200	208	200	1632
Comprensora	208	208	200	208	200	200	208	200	1632
	Total								16320

Fuente: Elaboración propia

Todos los meses las máquinas y equipos se programan para el trabajo sobre la base de 8 horas normales por día teniendo en cuenta los días feriados, domingos con lo que se contabilizo que el total de horas programadas para el trabajo fueron de 16320.

**Tabla 11.**

TTO (Tiempo total de operación por máquina)

Maquina	TTP	(TTR)	(TTO)
Retroexcavadora	1632	79.60	1552.40
Cargador Frontal	1632	99.00	1533.00
Volquete	1632	98.40	1533.60
Motocarguera	1632	5.30	1626.70
Mezcladora de cemento 1	1632	31.80	1600.20
Mezcladora de cemento 2	1632	19.00	1613.00
Rotomartillo 1	1632	13.90	1618.10
Rotomartillo 2	1632	23.50	1608.50
Maquina soldar	1632	18.80	1613.20
Comprensora	1632	31.00	1601.00
Total			15899.7

Fuente: Elaboración propia

El TTO o tiempo total de operación por maquina es el tiempo real de trabajo de cada máquina y/o equipos, se calcula en función al tiempo planeado o programado para el trabajo y el tiempo destinado para la reparación o restauración, su fórmula de cálculo es la siguiente:

Fórmula:

$$TTO = TTP - TTR$$

**Tabla 12.**

MTTR (Mantenibilidad o Tiempo medio para restaurar por maquina)

Maquina	(TTR)	Numero de fallas	(MTTR)
Retroexcavadora	79.60	9	8.84
Cargador Frontal	99.00	8	12.38
Volquete	98.40	9	10.93
Motocarguera	5.30	4	1.33
Mezcladora de cemento 1	31.80	5	6.36
Mezcladora de cemento 2	19.00	5	3.80
Rotomartillo 1	13.90	9	1.54
Rotomartillo 2	23.50	4	5.88
Maquina soldar	18.80	3	6.27
Comprensora	31.00	5	6.20
Promedio			6.35

Fuente: Elaboración propia.

El MTTR es el tiempo medio o promedio que se requiere para la reparación o restauración de cada máquina y/o equipo se obtiene dividiendo el total de horas registradas para la restauración y el número de fallas. En el registro se obtuvo un MTTR promedio de 6.35 horas lo que estaría indicando que en promedio en tiempo que se requiere por reparación es de 6.35 horas; la fórmula de cálculo es la siguiente:

Fórmula:

$$\text{MTTR} = \text{TTR} / \text{número de fallas}$$

**Tabla 13.**

MTBF (Tiempo medio entre falla en horas)

Maquina	(TTO)	Numero de fallas	(MTBF)
Retroexcavadora	1552.40	9	172.49
Cargador Frontal	1533.00	8	191.63
Volquete	1533.60	9	170.40
Motocarguera	1626.70	4	406.68
Mezcladora de cemento 1	1600.20	5	320.04
Mezcladora de cemento 2	1613.00	5	322.60
Rotomartillo 1	1618.10	9	179.79
Rotomartillo 2	1608.50	4	402.13
Maquina soldar	1613.20	3	537.73
Comprensora	1601.00	5	320.20
Promedio			302.37

Fuente: Elaboración propia.

El MTBF o tiempo medio entre fallas es el resultado de la división entre el tiempo total de operación y el número de fallas. El registro nos arrojó un MTBF de 302.37 horas, que significa que en promedio las fallas en máquinas ocurren con un intervalo promedio de 302.37 horas.

Fórmula:

$$\text{MTBF} = \text{TTO} / \text{número de fallas}$$

**Tabla 14.**  
Confiabilidad

Maquina	TTP	(TTO)	Confiabilidad
Retroexcavadora	1632	1552.4	95.12%
Cargador Frontal	1632	1533.0	93.93%
Volquete	1632	1533.6	93.97%
Motocarguera	1632	1626.7	99.68%
Mezcladora de cemento 1	1632	1600.2	98.05%
Mezcladora de cemento 2	1632	1613.0	98.84%
Rotomartillo 1	1632	1618.1	99.15%
Rotomartillo 2	1632	1608.5	98.56%
Maquina soldar	1632	1613.2	98.85%
Comprensora	1632	1601.0	98.10%
Promedio			97.42%

Fuente: Elaboración propia

La confiabilidad de las máquinas y equipos se determinó mediante la división del tiempo total programado y el tiempo total de operación. El resultado obtenido en nuestra investigación fue de 97.42 % el cual está por debajo del 98.0 %.

Fórmula:

$$\text{Confiabilidad} = ( \text{TTO} / \text{TTP} ) * 100$$

**Tabla 15.**

Disponibilidad de las máquinas

Maquina	(MTBF)	(MTTR)	Disponibilidad
Retroexcavadora	172.5	8.84	95.12%
Cargador Frontal	191.6	12.38	93.93%
Volquete	170.4	10.93	93.97%
Motocarguera	406.7	1.33	99.68%
Mezcladora de cemento 1	320.0	6.36	98.05%
Mezcladora de cemento 2	322.6	3.80	98.84%
Rotomartillo 1	179.8	1.54	99.15%
Rotomartillo 2	402.1	5.88	98.56%
Maquina soldar	537.7	6.27	98.85%
Comprensora	320.2	6.20	98.10%
Promedio			97.42%

Fuente: Elaboración propia.

La disponibilidad de las máquinas y/o equipos es el resultado de la división del tiempo medio entre fallas entre la sumatoria de los tiempos medios entre falla y el tiempo medio para restaurar o mantenibilidad. El resultado obtenido es de 97.42 % indicador que está por debajo del 98.0 % deseado.

Fórmula:

$$\text{Disponibilidad} = ( \text{MTBF} / ( \text{MTBF} + \text{MTTR} ) ) * 100$$



#### Paso 4:

Identificación de las máquinas críticas según la disponibilidad

**Tabla 16.**

Selección de máquinas críticas

Máquina	(MTBF)	(MTTR)	Disponibilidad	Observación
Cargador Frontal	191.6	12.38	93.93%	Debajo del 98 %
Volquete	170.4	10.93	93.97%	Debajo del 98 %
Retroexcavadora	172.5	8.84	95.12%	Debajo del 98 %
Mezcladora de cemento 1	320.0	6.36	98.05%	Superior al 98 %
Comprensora	320.2	6.20	98.10%	Superior al 98 %
Rotomartillo 2	402.1	5.88	98.56%	Superior al 98 %
Mezcladora de cemento 2	322.6	3.80	98.84%	Superior al 98 %
Maquina soldar	537.7	6.27	98.85%	Superior al 98 %
Rotomartillo 1	179.8	1.54	99.15%	Superior al 98 %
Motocarguera	406.7	1.33	99.68%	Superior al 98 %
Promedio			97.42%	

Fuente: Elaboración propio

## **3.2. Propuesta de investigación**

### **3.2.1. Fundamentación**

El desarrollo de la presente investigación se fundamenta en que permitirá a la empresa en primer lugar cumplir a tiempo con sus obras, reducir costos innecesarios por las fallas constantes de las máquinas y por el aumento de la disponibilidad las máquinas y/o equipos con lo que la operatividad y continuidad de las operaciones estará más garantizada.

### **3.2.2. Objetivos de la propuesta**

Incrementar la disponibilidad de las máquinas y/o equipos que permita cumplir con los avances de obras, reducir costos innecesarios y evitar reclamos o penalidades futuras.

### **3.2.3. Desarrollo de la propuesta**

El desarrollo de la propuesta Gestión de Mantenimiento tendrá a fin desarrollar un plan de mantenimiento, la mejor en el procedimiento de compra y la aplicación de un programa de las 5s.

Gestión de mantenimiento:

Plan de mantenimiento

Mejora en el procedimiento de compra

Programa de las 5s

#### **3.2.3.1. Plan de mantenimiento**

##### **Introducción:**

Un plan de mantenimiento es documento oficial en el cual se detallará todas las actividades relacionadas en función al mantenimiento de cada máquina y/o equipo,

## **Objetivos**

- ✓ Reducir el número de paradas de las maquinas
- ✓ Aumentar la disponibilidad de las máquinas y/o equipos
- ✓ Mantener en estado operativo todas las máquinas y/o equipos que la empresa posee.

## **Definiciones**

Mantenimiento preventivo: son aquellas actividades que se desarrollan con la finalidad de mantener en estado operativo las máquinas mediante la realización de actividades planeadas.

Mantenimiento correctivo, actividades no planeadas que tienen como finalidad reparar las maquinas ante la ocurrencia de la falla.

## **Alcance**

A todo el personal de la empresa involucrada con el mantenimiento de las máquinas y/o equipos.

## **Responsable**

El responsable directo del cumplimiento del presente manual es el Ingeniero Mecánico teniendo como principales funciones las siguientes actividades:

- Tener al día el inventario de las máquinas y /o equipos.
- Programar el mantenimiento preventivo.
- Supervisar el cumplimiento de la programación del mantenimiento preventivo.
- Solicitar según programación todos los materiales, equipo y herramientas necesarias para lograr el cumplimiento de lo programado.
- Coordinar con el responsable de compras la adquisición de los materiales, insumos y repuestos necesarios.
- Informar a la gerencia sobre situaciones delicadas en cuanto el estado operativo de las máquinas.
- Liderar la ejecución del mantenimiento preventivos y correctivos.

- Tener registro al día respecto del estado de las máquinas y del mantenimiento ejecutados.
- Manejar y reportar mediante indicadores la gestión actual del ...

### **Procedimiento del mantenimiento preventivo**

El objetivo principal del mantenimiento preventivo es mantener las máquinas en buen estado operativo mediante la ejecución de actividades programadas siendo el ingeniero mecánico el responsable de dicha planificación y ejecución; las actividades relacionadas al mantenimiento preventivo se detallan a continuación:

1. Se elabora la orden de trabajo.
2. Con la aprobación de la orden de trabajo se efectúa el mantenimiento preventivo según lo programado.
3. Evaluar el estado operativo de las máquinas.
4. Confirmar la cantidad de materiales, insumos y repuestos necesarios para ejecutar el mantenimiento preventivo en concordancia con la orden de trabajo.
5. Ejecutar el mantenimiento preventivo.
6. Si el mantenimiento preventivo requiere de cambio de repuesto solicitar repuesto y ejecutar mantenimiento.
7. Si el mantenimiento preventivo no requiere cambio de repuesto realizar actividades según la programación.
8. Evaluar el resultado del mantenimiento preventivo y el estado de la máquina y/o equipo.
9. Tener al día la información respecto el mantenimiento realizado.

## Programa de mantenimiento preventivo

**Tabla 17.**  
Mantenimiento preventivo Cargador Frontal

### Mantenimiento Preventivo de Cargador Frontal 950H



Fecha: \_\_\_\_\_ OT: \_\_\_\_\_

Modelo: \_\_\_\_\_ Serie: \_\_\_\_\_

Horometro: \_\_\_\_\_



Tarea	Descripción	PM1	PM2	PM3	PM4	Observaciones
Comprobar	Nivel del refrigerante del sistema de enfriamiento	○	○	○	○	
Comprobar	Nivel de aceite del motor	○	○	○	○	
Comprobar	Nivel del aceite del sistema hidráulico	○	○	○	○	
Comprobar	Nivel de aceite de la transmisión	○	○	○	○	
Inspeccionar	Indicador de servicio del filtro de aire del motor	○	○	○	○	
Reemplazar	Filtro de aceite del motor	○	○	○	○	
Reemplazar	Filtro primario del sistema de combustible (Separador de agua)	○	○	○	○	
Reemplazar	Filtro secundario del sistema de combustible	○	○	○	○	
Comprobar	Juego de las válvulas del motor				○	
Comprobar	Acumulador del freno	○	○	○	○	
Comprobar	Nivel del aceite del diferencial y mandos finales	○	○	○	○	
Inspeccionar	Correa	○	○	○	○	
Inspeccionar	Inyector unitario electrónico				○	
Inspeccionar	Rotaválvulas del motor *	○	○	○	○	
Inspeccionar	Batería	○	○	○	○	
Probar	Sistema de frenos	○	○	○	○	
Verificar	Juego de la columna de dirección	○	○	○	○	
Reemplazar	Filtro de aceite de transmisión		○	○	○	
Reemplazar	Filtro de aceite hidráulico		○	○	○	
Reemplazar	Filtro de aire primario		○	○	○	
Reemplazar	Filtro de caja de drenaje de aceite hidráulico		○	○	○	
Inspeccionar	Respiradero del cárter		○	○	○	
Reemplazar	Filtro rejilla del respiradero del cárter			○	○	
Reemplazar	Filtro de aire secundario			○	○	
Inspeccionar	Estructura de protección contra vuelcos (ROPS)			○	○	
Cambiar	Empaquetadura de tapa del mecanismo de válvulas				○	
Reemplazar	Respiradero del tanque hidráulico **				○	
Limpiar	Válvula de alivio del tanque hidráulico ***				○	
Comprobar	Indicador de desgaste del freno de servicio				○	
Realizar	Evaluación ET ( Técnico Electrónico)	○	○	○	○	

**NOTA:**

Añadir Prolongador de refrigerante de larga duración (ELC) para sistemas de enfriamiento las 6 000 horas  
Drenar/Cambiar Refrigerante del sistema de enfriamiento (ELC) a las 12 000 horas

	PM1	PM2	PM3	PM4
Motor	○	○	○	○
Transmisión			○	○
Eje / Diferencial Delantero				○
Hidráulico				○

Muestra Tomada:	PM1	PM2	PM3	PM4
Eje / Dif. Delantero		○	○	○
Eje / Dif. Posterior		○	○	○
Motor	○	○	○	○
Sist. Hidráulico		○	○	○
Sist. Transmisión		○	○	○
Refrigerante (nivel 2)				○

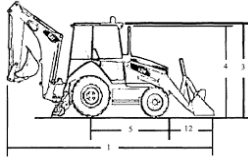
Reemplazo:	PM1	PM2	PM3	PM4
Filtro de aceite del motor	○	○	○	○
Filtro primario del sistema de combustible (Separador de agua)	○	○	○	○
Filtro secundario del sistema de combustible	○	○	○	○
Filtro de aceite de transmisión		○	○	○
Filtro de aceite hidráulico		○	○	○
Filtro de aire primario		○	○	○
Filtro de caja de drenaje de aceite hidráulico		○	○	○
Filtro rejilla del respiradero del cárter			○	○
Filtro de aire secundario			○	○

Nombre y firma del técnico responsable

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 18.**  
Mantenimiento preventivo Retroexcavadora

**Mantenimiento Preventivo de Retroexcavadora CAT 175**



Fecha: \_\_\_\_\_ OT: \_\_\_\_\_  
Modelo: \_\_\_\_\_ Serie: \_\_\_\_\_  
Horometro: \_\_\_\_\_



Tarea	Descripción	PM1	PM2	PM3	PM4	Observaciones
Realizar	Evaluación ET ( Técnico Electrónico)	○	○	○	○	
Comprobar	Nivel de aceite del motor	○	○	○	○	
Comprobar	Nivel del aceite del sistema hidráulico	○	○	○	○	
Comprobar	Nivel de aceite de la transmisión	○	○	○	○	
Inspeccionar	Indicador de servicio del filtro de aire del motor	○	○	○	○	
Reemplazar	Filtro de aceite del motor	○	○	○	○	
Reemplazar	Filtro primario del sistema de combustible (Separador de ag)	○	○	○	○	
Reemplazar	Filtro secundario del sistema de combustible	○	○	○	○	
Comprobar	Juego de las válvulas del motor				○	
Comprobar	Acumulador del freno	○	○	○	○	
Comprobar	Nivel del aceite del diferencial y mandos finales	○	○	○	○	
Inspeccionar	Correa	○	○	○	○	
Inspeccionar	Inyector unitario electrónico				○	
Inspeccionar	Rotaválvulas del motor *	○	○	○	○	
Inspeccionar	Batería	○	○	○	○	
Probar	Sistema de frenos	○	○	○	○	
Verificar	Juego de la columna de dirección	○	○	○	○	
Reemplazar	Filtro de aceite de transmisión		○	○	○	
Reemplazar	Filtro de aceite hidráulico		○	○	○	
Reemplazar	Filtro de aire primario		○	○	○	
Reemplazar	Filtro de caja de drenaje de aceite hidráulico		○	○	○	
Inspeccionar	Respiradero del cárter		○	○	○	
Reemplazar	Filtro rejilla del respiradero del cárter			○	○	
Reemplazar	Filtro de aire secundario			○	○	
Inspeccionar	Estructura de protección contra vuelcos (ROPS)			○	○	
Cambiar	Empaquetadura de tapa del mecanismo de válvulas				○	
Reemplazar	Respiradero del tanque hidráulico **				○	
Limpiar	Válvula de alivio del tanque hidráulico ***				○	
Comprobar	Indicador de desgaste del freno de servicio				○	

NOTA:

Añadir Prolongador de refrigerante de larga duración (ELC) para sistemas de enfriamiento las 5 000 horas  
Drenar/Cambiar Refrigerante del sistema de enfriamiento (ELC) a las 12 000 horas

	PM1	PM2	PM3	PM4
Motor	○	○	○	○
Transmisión			○	○
Eje / Diferencial Delantero				○
Hidráulico				○

Muestra Tomada:	PM1	PM2	PM3	PM4
Eje / Dif. Delantero	○	○	○	○
Eje / Dif. Posterior		○	○	○
Motor	○	○	○	○
Sist. Hidráulico		○	○	○
Sist. Transmisión		○	○	○
Refrigerante (nivel 2)				○

Reemplazo:	PM1	PM2	PM3	PM4
Filtro de aceite del motor	○	○	○	○
Filtro primario del sistema de combustible (Separador de	○	○	○	○
Filtro secundario del sistema de combustible	○	○	○	○
Filtro de aceite de transmisión		○	○	○
Filtro de aceite hidráulico		○	○	○
Filtro de aire primario		○	○	○
Filtro de caja de drenaje de aceite hidráulico		○	○	○
Filtro rejilla del respiradero del cárter			○	○
Filtro de aire secundario			○	○

Nombre y firma del técnico responsable

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 19.**  
Mantenimiento preventivo Volquete

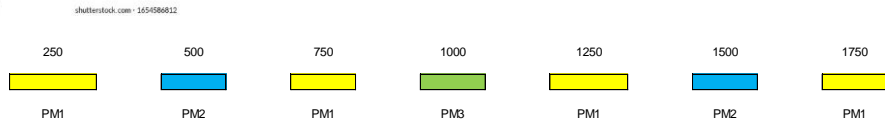
**Mantenimiento Preventivo de Volquete Scania CV 6x4**



Fecha: \_\_\_\_\_ OT:

Modelo: \_\_\_\_\_ Serie:

Horometro:



Tarea	Descripción	PM1	PM2	PM3	Observaciones
Reemplazar	Aceite de motor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Reemplazar	Aceite de retarde	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Reemplazar	Aceite de caja de cambios		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Reemplazar	Diferencial delantero			<input type="checkbox"/>	
Reemplazar	M. Final delantero RH			<input type="checkbox"/>	
Reemplazar	M. Final delantero LH			<input type="checkbox"/>	
Reemplazar	Diferencial posterior			<input type="checkbox"/>	
Reemplazar	M. Final posterior RH			<input type="checkbox"/>	
Reemplazar	M. Final posterior LH			<input type="checkbox"/>	
Reemplazar	Caja de direccion			<input type="checkbox"/>	
Reemplazar	Filtro de aceite	<input type="checkbox"/>			
Reemplazar	Filtro de combustible	<input type="checkbox"/>			
Reemplazar	Elemento racor	<input type="checkbox"/>			
Reemplazar	Filtro de aire primario			<input type="checkbox"/>	
Reemplazar	Filtro de aire secundario			<input type="checkbox"/>	
Reemplazar	Filtro cabina S4			<input type="checkbox"/>	
Reemplazar	Filtro secador de aire			<input type="checkbox"/>	
Limpiar	Poleas, templador de fajas, fajas de alter., b. de agua	<input type="checkbox"/>			
Revisar	Válvulas de motor		<input type="checkbox"/>		
Calibracion	Estado de cardanes, crucetas, pernos			<input type="checkbox"/>	
Revisar	De respiraderos de transmisión	<input type="checkbox"/>			
Revisar y Limpiar	De respiradero hidráulico			<input type="checkbox"/>	
Revisar y Limpiar	Alternador, baterías, cables, switch master de corriente			<input type="checkbox"/>	
Revisar	General del equipo		<input type="checkbox"/>		
Engrasar	Tambor, pastillas, discos, cilindro de freno, etc	<input type="checkbox"/>			
Revisar	Cabina de equipo, limpia parabrisas, cinturón, etc	<input type="checkbox"/>			
Revisar	Sistema eléctrico, baterías faros, neblineros, piratas, etc.	<input type="checkbox"/>			
Revisar	Sistema de susp. en general, muelles, grilletes, amorti., barr	<input type="checkbox"/>			
Revisar	Mangueras en general		<input type="checkbox"/>		

Nombre y firma del técnico responsable

Fuente: Elaboración propia

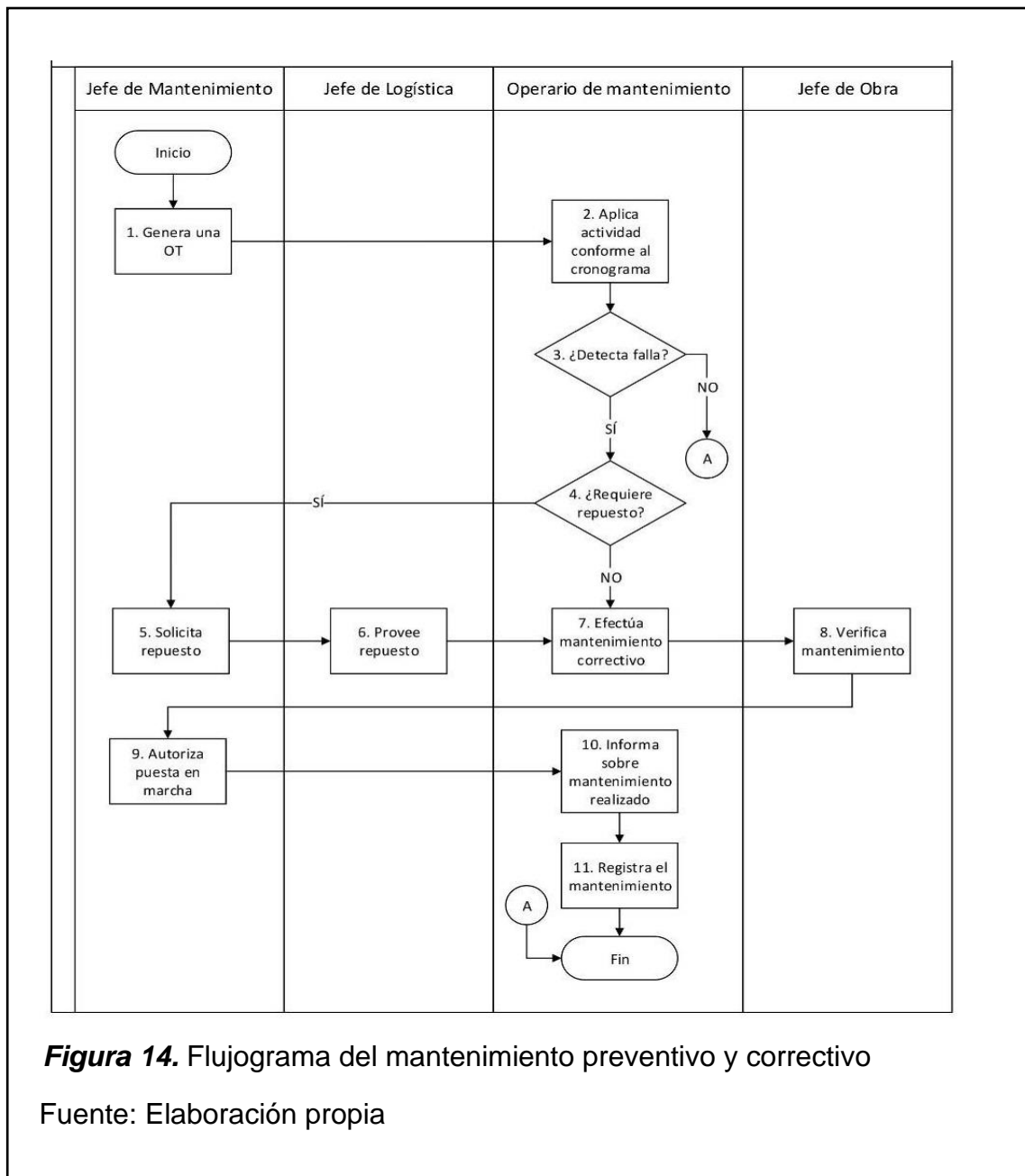
## **Procedimiento del mantenimiento correctivo**

El objetivo del mantenimiento correctivo es poner en estado operativo la máquina y/o equipos que en situación operativa a fallado por al algún motivo; el responsable de dicho procedimiento es el ingeniero mecánico y los pasos necesarios se detallan a continuación:

1. Evaluar el estado de la máquina y/o equipo que se encuentra en situación de falla.
2. Identificar la causa raíz de la falla.
3. Evaluar si la reparación involucra el cambio de algún repuesto o no.
4. Si la reparación no involucra cambio de repuesto o algún accesorio realizar la reparación y ejecutar pruebas de funcionamiento.
5. Si la reparación involucra cambio de repuesto o algún accesorio solicitar dicho repuesto o accesorio a logística.
6. Realizar cambio de repuesto o accesorio y evaluar el funcionamiento de la máquina y/o equipo.
7. Realizar pruebas finales de funcionamiento.
8. Registrar información relacionada a la ejecución del mantenimiento correctivo.



## Flujograma del mantenimiento preventivo - correctivo



**Figura 14.** Flujograma del mantenimiento preventivo y correctivo

Fuente: Elaboración propia

## Documentación y registros

La documentación que se genere en la gestión de mantenimiento tanto preventivo como correctivo será responsabilidad directa del ingeniero mecánico responsable del mantenimiento con copia la gerencia general.

FICHA TECNICA DE MANTENIMIENTO DE MAQUINA Y/O EQUIPO				Nro _____
Nombre de máquina / Oqupos				
Nombre de máquina / Oqupos				
Modelo	Nro serie motor	Nro serie recuebierta	Pais de Origen	
Costo (en \$)		Vida util	años	horas
Periodo de Mto. Preventivo		Cambio de lubricante	Meses	Kms
Meses				

**Figura 15.** Ficha técnica de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

**FORMATO DE ORDEN DE TRABAJO**

Nro \_\_\_\_\_

De: \_\_\_\_\_

A: \_\_\_\_\_

Por el presente solicito prograna el manteninimiento :

Preventivo :  Correctivo :  de la siguiente máquina y/o equipo:

Nombre: \_\_\_\_\_

Codigo: \_\_\_\_\_

Modelo: \_\_\_\_\_

Serie: \_\_\_\_\_

Para el dia \_\_\_\_\_ mes \_\_\_\_\_ del presente año, a horas \_\_\_\_\_.

Descripción breve del mantenimiento a realizar:

La lista de materiales, equipos, repuestos y demas se detalla en el anverso de la hoja.

Sin otro en particular, me despddido:

Atte:

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

<p>_____ Solicitante: Nombre y apellido Firma</p>	<p>_____ Autoriza: Nombre y apellido Firma</p>
---	--

C/C a Gerencia General

**Figura 16.** Formato de orden de trabajo

Fuente: Elaboración propia



**FORMATO REQUISICION DE PEDIDO**

Fecha: \_\_\_\_\_ NR: \_\_\_\_\_  
Máquina/Equipo: \_\_\_\_\_  
Codigo: \_\_\_\_\_  
Solicitante \_\_\_\_\_

Item	Material, equipos, repuestos, y demas	Cantidad	Codigo	Marca	Proveedor	OBS

\_\_\_\_\_  
Nombre solicitante  
Firma

\_\_\_\_\_  
Nombre autoriza  
Firma

**Figura 18.** Formato de requisición de pedido

Fuente: Elaboración propia

**REGISTRO DE MANTENIMIENTO** Nro: \_\_\_\_\_

Registro	MAQUINA	CÓDIGO	HORAS	INICIO	HORA	FECHA	FIN	HORA	FECHA
FALLA	TIPO:								
	DIAGNOSTICO								
	PROCEDIMIENTO DE DETECCION:								
SOLUCIÓN	PROCEDIMIENTO DE SOLUCION:								
	HERRAMIENTAS:								
	OPUESTOS Y MATERIALES:								
PERSONAL DE MANTENIMIENTO									
REVISADO POR:							FIRMA		
OBSERVACIONES:									

Ejecutado por: \_\_\_\_\_ Aprobado por: \_\_\_\_\_

**Figura 19.** Registro de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

REPORTE DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				Nro:_____		
MAQUINA:				MARCA :		
FECHA	HORA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIÓN	FECHA PROXIMO MANTENIMIENTO	RESPONSABLE	CARGO

Responsable:\_\_\_\_\_

**Figura 20.** Reporte de mantenimiento preventivo

Fuente: Elaboración propia

### Auditorías:

Sera el Gerente General quien realizara las auditorias programa nadas y no programadas con la finalidad de verifica el cumplimiento del plan de mantenimiento mediante el siguiente formato:

Formato para las auditorias		Nro. _____			
Fecha: _____		Hora de inicio:			
Área a evaluar: _____		Hora de termino:			
Responsable de la evaluación: _____					
Item	Condición a evaluar	Cumple	No cumple	Parcialmente	OBS
1	Programa de mantenimiento actualizado				
2	Todas la máquinas están inventariadas				
3	Registro de mantenimientos al día				
4	Se solicita con anticipación los materiales				
5	Se toman las medidas de seguridad al efectuar los mantenimientos				
6	Existe un inventario mínimo de repuestos mas usados				
7	El área de trabajo se encuentra limpia y ordenada				
8	Se aplica procedimiento de las 5s				
9	Personal de mantenimiento tiene los EPPs necesarios				
10	El personal de mantenimiento cuenta con herramientas en buen estado				
11	Se efectúa charla de 5 minutos				
12	El personal cuenta con capacitación en el ultimo año.				
13	La infraestructura es adecuada				
14	Los repuestos son de calidad				
15	Se coordina con otras áreas respecto de los mantenimientos				
Comentario final sobre la evaluación:					
_____		_____			
Nombre y firma de evaluador		Nombre y firma De la persona responsable del área evaluada			

**Figura 21.** Formato para las auditorías

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.4. Situación de la variable dependiente con la propuesta

La propuesta de un plan de mantenimiento y de la mejora en cuanto a la gestión operativa permitirá reducir los tiempos muertos que se generan por una deficiente planificación y ejecución en el mantenimiento. Las ocurrencias registradas durante las fallas de las máquinas demuestran que existe un tiempo demasiado muerto esto debido por la falta de repuestos, demora en la compra de los mismos sumado a la no aplicación de un mantenimiento preventivo que minimice la frecuencia de falla; lo presente investigación lo que permitirá es reducir la frecuencia de falla mediante el plan de mantenimiento y la demora en cuanto a la disponibilidad de los materiales necesarios ya sea para el mantenimiento preventivo como correctivo. Se estima que el plan de mantenimiento preventivo permitirá reducir la frecuencia de falla en un 40% en promedio y con las mejoras en el procedimiento de compras se logra reducir los tiempos muertos que se generan en la compra de los materiales como repuestos también.

Con nuestra meta establecida nuestro indicador de disponibilidad quedaría de la siguiente manera:

**Tabla 20.**  
Fallas proyectas por maquina 2020-2021

Maquina	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Total
Retroexcavadora	1	1	1	1	0	1	0	1	6
Cargador Frontal	1	0	2	0	1	1	1	0	6
Volquete	1	1	1	1	0	1	0	2	7
Motocarguera	0	1	1	0	1	0	1	0	4
Mezcladora de cemento 1	1	0	0	1	0	1	0	1	4
Mezcladora de cemento 2	1	0	1	0	1	1	0	0	4
Rotomartillo 1	1	1	1	1	2	1	1	0	8
Rotomartillo 2	0	1	0	0	1	1	0	0	3
Maquina soldar	0	0	1	0	1	0	1	0	3
Comprensora	0	1	1	0	1	0	0	1	4
		Total							49

Fuente: Elaboración propia



**Tabla 21.**

Horas para la reparación o para la restauración de las maquinas (TTR) año 2020 -2021

Maquina	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Total
Retroexcavadora	8	3	7	5	0	4	0	4	31.00
Cargador Frontal	5	0	5	0	9	6	5	0	30.00
Volquete	8	3	7	1	0	4	0	7	30.00
Motocarguera	0	1	0	0	1	0	1	0	3.00
Mezcladora de cemento 1	2	0	0	4	0	1	0	6	13.00
Mezcladora de cemento 2	4	0	5	0	1	2	0	0	12.00
Rotomartillo 1	0	1	1	1	3	1	2	0	9.00
Rotomartillo 2	0	2	0	0	3	4	0	0	9.00
Maquina soldar	0	0	5	0	5	0	2	0	12.00
Comprensora	0	2	2	0	13	0	0	2	19.00
Total de horas									168.00

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 22.**

Tiempo total programado para producir en horas

Días laborables por mes	26	26	25	26	25	25	26	25	Total
Maquina	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	
Retroexcavadora	208	208	200	208	200	200	208	200	1632
Cargador Frontal	208	208	200	208	200	200	208	200	1632
Volquete	208	208	200	208	200	200	208	200	1632
Motocarguera	208	208	200	208	200	200	208	200	1632
Mezcladora de cemento 1	208	208	200	208	200	200	208	200	1632
Mezcladora de cemento 2	208	208	200	208	200	200	208	200	1632
Rotomartillo 1	208	208	200	208	200	200	208	200	1632
Rotomartillo 2	208	208	200	208	200	200	208	200	1632
Maquina soldar	208	208	200	208	200	200	208	200	1632
Comprensora	208	208	200	208	200	200	208	200	1632
Total									16320

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 23.**

Tiempo total de operación por máquina (TTO)

Maquina	TTP	(TTR)	(TTO)
Retroexcavadora	1632	31.00	1601.00
Cargador Frontal	1632	30.00	1602.00
Volquete	1632	30.00	1602.00
Motocarguera	1632	3.00	1629.00
Mezcladora de cemento 1	1632	13.00	1619.00
Mezcladora de cemento 2	1632	12.00	1620.00
Rotomartillo 1	1632	9.00	1623.00
Rotomartillo 2	1632	9.00	1623.00
Maquina soldar	1632	12.00	1620.00
Comprensora	1632	19.00	1613.00
Total			16152

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 24.**

Tiempo medio para restaurar por maquina en horas (MTTR)

Maquina	(TTR)	Numero de fallas	(MTTR)
Retroexcavadora	31.00	6	5.17
Cargador Frontal	30.00	6	5.00
Volquete	30.00	7	4.29
Motocarguera	3.00	4	0.75
Mezcladora de cemento 1	13.00	4	3.25
Mezcladora de cemento 2	12.00	4	3.00
Rotomartillo 1	9.00	8	1.13
Rotomartillo 2	9.00	3	3.00
Maquina soldar	12.00	3	4.00
Comprensora	19.00	4	4.75
Promedio			3.43

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 25.**

Tiempo medio entre falla en horas (MTBF)

Maquina	(TTO)	Numero de fallas	(MTBF)
Retroexcavadora	1601.00	6	266.83
Cargador Frontal	1602.00	6	267.00
Volquete	1602.00	7	228.86
Motocarguera	1629.00	4	407.25
Mezcladora de cemento 1	1619.00	4	404.75
Mezcladora de cemento 2	1620.00	4	405.00
Rotomartillo 1	1623.00	8	202.88
Rotomartillo 2	1623.00	3	541.00
Maquina soldar	1620.00	3	540.00
Comprensora	1613.00	4	403.25
Promedio			366.68

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 26.**

Indicador de confiabilidad

Maquina	TTP	(TTO)	Confiabilidad
Retroexcavadora	1632	1601.0	98.10%
Cargador Frontal	1632	1602.0	98.16%
Volquete	1632	1602.0	98.16%
Motocarguera	1632	1629.0	99.82%
Mezcladora de cemento 1	1632	1619.0	99.20%
Mezcladora de cemento 2	1632	1620.0	99.26%
Rotomartillo 1	1632	1623.0	99.45%
Rotomartillo 2	1632	1623.0	99.45%
Maquina soldar	1632	1620.0	99.26%
Comprensora	1632	1613.0	98.84%
Promedio			98.97%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 27.**  
Mantenibilidad de las máquinas

Maquina	(TTR)	Numero de fallas	(MTTR)
Retroexcavadora	31.00	6	5.17
Cargador Frontal	30.00	6	5.00
Volquete	30.00	7	4.29
Motocarguera	3.00	4	0.75
Mezcladora de cemento 1	13.00	4	3.25
Mezcladora de cemento 2	12.00	4	3.00
Rotomartillo 1	9.00	8	1.13
Rotomartillo 2	9.00	3	3.00
Maquina soldar	12.00	3	4.00
Comprensora	19.00	4	4.75
Promedio			3.43

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 28.**  
Disponibilidad de las máquinas

Maquina	(MTBF)	(MTTR)	Disponibilidad
Retroexcavadora	266.8	5.17	98.10%
Cargador Frontal	267.0	5.00	98.16%
Volquete	228.9	4.29	98.16%
Motocarguera	407.3	0.75	99.82%
Mezcladora de cemento 1	404.8	3.25	99.20%
Mezcladora de cemento 2	405.0	3.00	99.26%
Rotomartillo 1	202.9	1.13	99.45%
Rotomartillo 2	541.0	3.00	99.45%
Maquina soldar	540.0	4.00	99.26%
Comprensora	403.3	4.75	98.84%
Promedio			98.97%

Fuente: Elaboración propia

Comparación entre la disponibilidad actual de las máquinas y la disponibilidad proyectada

Disponibilidad actual: 97.42 %

Disponibilidad proyectada: 98.97 %

El incremento porcentual del indicador de disponibilidad sería:

$$\text{Incremento porcentual} = (98.97 - 97.42) / 97.42 = 1.58 \%$$

### 3.2.5. Análisis beneficio/costo de la propuesta

Para el análisis del beneficio costo se determinaron los costos que se generaron durante los meses de julio a diciembre del 2019 y de enero a febrero del 2020 como son los costos de alimentación, de hospedaje, combustible, repuestos así como alquiler de maquinaria a terceros dichos costos se generaron por la frecuentes fallas de máquinas ocasionando que el personal este en obra más tiempo de lo previsto lo cual genero más gastos de alimentación y otros así como la tercerización de maquinaria para poder cumplir con el avance de obra.

**Tabla 29.**  
Costos generados por las fallas de máquinas

Mes	Nro de fallas	Alimentacion	Hospedaje	Combustible	Repuestos	Alquiler maquinaria	Total
Julio	7	1599	700	220	5983	4500	S/13,002.00
Agosto	7	1450	1230	270	2342	3200	S/ 8,492.00
Setiembre	12	2300	950	354	3540	4000	S/11,144.00
Octubre	5	1400	700	270	3411	5033	S/10,814.00
Noviembre	9	1200	660	324	5430	4010	S/11,624.00
Diciembre	10	1300	1200	123	1990	4800	S/ 9,413.00
Enero	5	1600	500	289	2340	5200	S/ 9,929.00
Febrero	6	1450	800	240	4523	3400	S/10,413.00
					Promedio mensual		S/10,603.88

Fuente: Elaboración propia

El costo promedio mensual asciende a 10603. 88 soles. La presente investigación pretende minimizar estos costos en al menos un 70 % con lo que

el costo considerado como beneficio para la investigación sería de S/7,422.71, con lo cual estimaría nuestro beneficio costo de las mejoras.

En cuanto al costo que se estima para la implementación de las mejoras tenemos:

**Tabla 30.**

Costo por la implementación de las mejoras

Detalle	Monto en soles	Meses	Costo por mes
Costo por la implementación	10000	3	S/3,333.33
Contratación del jefe de mantenimiento			S/2,500.00
		Total	S/5,833.33

Fuente: Elaboración propia

Se ha considerado la suma de 10000 soles para la implementación de las mejoras, 2500 soles para la contratación de la persona encargada del mantenimiento y con periodo de implementación de 3 meses.

Cálculo del beneficio costo:

$$B/C = S/7,422.71 / S/5,833.33 = 1.27$$

Con lo que se estaría concluyendo que la propuesta es viable económicamente generando un beneficio de 0.27 soles por cada sol invertido en las propuestas de mejora.

**CAPÍTULO IV:  
CONCLUSIONES Y  
RECOMENDACIONES**

## **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1. Conclusiones**

- a. Se analizó la situación actual de la empresa y se identificó que las principales causas que están generando la baja disponibilidad de las máquinas y equipos es la mala gestión interna, la falta de repuestos en el momento necesario así la falta de un plan de mantenimiento preventivo.
- b. Se determinó que la disponibilidad actual de las maquinas es de 97.42 % siendo el cargador frontal, el volquete y la retroexcavadora las máquinas que presentan la menor disponibilidad; siendo este de 93.93 %. 93.97 % y 95.12 % respectivamente.
- c. En cuanto a las propuestas de mejora se elaboró el plan de mantenimiento preventivo el cual contempla todas las actividades necesarias antes durante y después del mantenimiento siendo importante las actividades previas al mantenimiento como la coordinación necesaria con el área o responsable de compras para la adquisición de todos los materiales necesarios para la correcta ejecución del plan de mantenimiento.
- d. Se determinó que las propuestas de mejora son viables económica por cuanto el beneficio costo arrojo un resultado de 1.27 lo que estaría diciendo que por cada solo invertido en las propuestas de mejora la empresa se estaría beneficiando en 0.27 soles.



## **4.2. Recomendaciones**

- a. Se recomienda realizar un seguimiento en cuanto al cumplimiento de las propuestas mediante la implementación de un programa de auditorías.
- b. Capacitar al personal en cuanto a la implementación del plan de mantenimiento y proveer de los materiales necesario para una correcta ejecución del programa de mantenimiento como máquinas, equipos y herramientas necesaria para el mantenimiento.
- c. La gerencia general debe liderar dichas mejoras, programar reuniones quincenales con la finalidad de implementar las mejoras dentro de los plazos establecidos.
- d. Implementar dichas mejoras en el resto de máquinas con la finalidad de evitar que en un futuro inmediato las máquinas que superan el 85 % no arrojen un indicador menor.

## REFERENCIAS

- Aguilera Moreno, M., & Segura Reyes, J. (2017). *Aplicación de la metodología Six Sigma para aumentar la disponibilidad en el área de sellado de una empresa de plásticos*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Alban Salazar, N. E. (2017). *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad de las maquinarias en la empresa Construcciones Reyes S.R.L. para incrementar la productividad*. Chicalyo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- AÑAZCO, J. y. (2016). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo planificado de máquinas y equipos, para incrementar la rentabilidad en consorcio A&A SRL*. Cajamarca, Perú.
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la Investigación*. Bogotá: Pearson Educación.
- Castillo Blasco, L. (2005). *Análisis Documental*. Valencia: Universidad de Valencia. Obtenido de <https://www.uv.es/macas/T5.pdf>
- Doffuaa. (2002). *SISTEMA DE MANTENIMIENTO - Planeacion y control* (419 ed.). (E. & (G. N. EDITORES, Ed.) LIMUSA S.A. Obtenido de <https://www.noriega.com.mx/>
- Dynamox. (2019). *Fallas mecánicas comunes y manera de prevenirlas*. Recuperado el 29 de abril de 2020, de <https://dynamox.net/es/fallas-mecanicas-comunes-y-maneras-de-prevenirlas/>
- García Garrido, S. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid: Ediciones Diaz de Santos.
- Gestión Estratégica y Operativa: GERENS. (29 de noviembre de 2018). *El pasado y el futuro de la gestión de mantenimiento industrial*. Recuperado el 30 de abril de 2020, de <https://gerens.pe/blog/pasado-futuro-gestion-mantenimiento/>
- Guevara Gamarra, C. E. (2019). *Propuesta de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad en la empresa CGW Plastic S.A.C. para la reducción de costos por parada de máquina*. Chicalyo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Mora. (2009). *Mantenimiento - Planeación, ejecución y control*. Mexico: Alfaomega Grupo Editor S.A. Obtenido de <https://www.alfaomega.com.mx>

- Mora Gutiérrez, A. (2009). *Mantenimiento: Planeación, ejecución y control*. México D.F: Alfaomega Grupo Editor.
- Nava, & Domingo. (2001). *"Aplicación práctica de la teoría de mantenimiento"*. Venezuela: Universidad de los Andes.
- Reliability Web. (2019). *Proyecto de confiabilidad operacional para las máquinas y equipos en la etapa de explotación*. Recuperado el 3 de mayo de 2020, de <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/proyecto-de-confiabilidad-operacional-para-las-maquinas-y-equipos-en-la-eta>
- Revista de Ingeniería de Mantenimiento y Gestión de Activos y Productividad. (28 de abril de 2020). *El Mantenimiento y su influencia en la Productividad Industrial*. Recuperado el 3 de mayo de 2020, de <https://www.revistaimg.com/el-mantenimiento-y-su-influencia-en-la-productividad-industrial/>
- Revista IMG. (28 de marzo de 2020). *Ingeniería de Mantenimiento como mejora en la eficiencia industrial*. Recuperado el 30 de abril de 2020, de <https://www.revistaimg.com/ingenieria-de-mantenimiento-como-mejora-en-la-eficiencia-industrial/>
- Riba Romeva, C. (2002). *Diseño concurrente*. Barcelona: Editorial UPC. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=leaPng4UWdgC&pg=PA199&dq=disponibilidad+de+maquinas&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjzMrqILrpAhVEA9QKHQWBS8Q6AEILjAB#v=onepage&q=disponibilidad%20de%20maquinas&f=false>
- Rodríguez, E. (2005). *Metodología de la investigación*. Tabasco: Colección Hector Merino.
- RODRIGUÉZ, M. y. (2016). *Gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de la flota de transporte pesado de la empresa San Joaquín S.A.A. Pomalca*. Pimentel, Chiclayo.
- Seguas S.L. (2020). *La importancia del mantenimiento en instalaciones industriales*. Recuperado el 4 de mayo de 2020, de <https://www.seguas.com/la-importancia-del-mantenimiento-en-instalaciones-industriales/>
- SENATI. (2007). *Mantenimiento Correctivo, Preventivo y Predictivo*. Obtenido de <https://campusvirtual@senati.edu.com>

- Ticlavilca Rauz, J. (2016). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad mecánica del equipo ALPHA20 de la empresa Robocon SAC*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Toro, I., & Parra, R. (2006). *Metodología de la Investigación*. Medellín: Universidad EAFIT.

# ANEXOS

## ANEXO 01. Guía de preguntas para entrevista

Buenas tardes queremos agradecerle el tiempo que nos ha brindado para poder realizar esta entrevista. Nuestro tema de tesis es “GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LAS MÁQUINAS DE LA EMPRESA ROAD SOLUTIONS E.I.R.L – 2020”. También se cree que los comentarios e información que nos proporcionará serían muy valiosos para nuestro proyecto de tesis que vamos a realizar, así como tener una visión del futuro del sector.

Nombre.....  
Profesión: .....  
Cargo: .....  
Fecha de entrevista: ..... Lugar: ..... Hora: .....

1. ¿Cómo llevan a cabo la gestión de mantenimiento en la empresa?

---

---

---

2. ¿Quiénes son los que participan en la gestión de mantenimiento?

---

---

---

3. ¿Cuáles son los principales problemas en cuanto a la gestión de mantenimiento?

---

---

---

4. ¿Cómo afecta la mala gestión de mantenimiento en los avances de obras?

---

---

---

5. ¿Considera que los problemas que existen en cuanto a la gestión de mantenimiento es por otras áreas de la empresa?

---

---

---

6. ¿Qué indicadores de control utiliza en cuanto a la gestión de mantenimiento?

---

---

---

7. ¿Cuentan con un manual de procedimiento en cuanto a la gestión de mantenimiento?

---

---

---

8. ¿Cómo se podría mejorar la gestión de manteamiento?

---

---

---

*Gracias por su tiempo*

## ANEXO 02. Cuestionario

Estimados colaboradores, se pide unos minutos de su tiempo para responder el siguiente cuestionario; dicho cuestionario tiene como finalidad contribuir con el desarrollo de nuestra tesis titulada “GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LAS MÁQUINAS DE LA EMPRESA ROAD SOLUTIONS E.I.R.L – 2020”, por lo que se le pide que su respuesta sea lo más objetiva posible.

### Instructivo:

Lea detenidamente los aspectos que se le pregunten y coloque un aspa donde crea conveniente

- Totalmente en desacuerdo = 1
- En desacuerdo = 2
- Indiferente = 3
- De acuerdo = 4
- Muy de acuerdo = 5

N°	Pregunta	1	2	3	4	5
1	¿ Está de acuerdo en decir que lo que está afectando a la disponibilidad de las maquinas son las fallas constantes de los equipos y maquinas?					
2	¿Está de acuerdo que una de las causas de los principales reclamos que la empresa ha tenido es por el incumplimiento en tiempo de sus obras?					
3	¿Cree usted que la falta de un plan de mantenimiento está afectando a la disponibilidad de las máquinas y equipos?					
4	¿Considera usted que la falta de procedimiento está afectando a la disponibilidad de las maquinas?					
5	¿Está de acuerdo en decir que la falta de orden y limpieza afecta a la operatividad de la empresa?					

6	¿Considera usted que en la actual gestión la disponibilidad de las máquinas y equipos es muy baja?					
7	¿Cree usted los repuestos utilizados son de mala calidad?					
8	¿Considera que el deficiente control de repuestos es una de las causas principales de la baja disponibilidad de las máquinas y equipos?					

*Gracias por contribuir con la investigación.*



### ANEXO 03. Fichas de opinión de expertos

#### Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

#### FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

**Apellidos y nombres del experto:** Romero Yep José

**Grado Académico:** Magister

**Cargo e Institución:** Instructor en Agroindustria del SENATI – Zonal Lambayeque

**Nombre del instrumento a validar:** Entrevista

**Autores del instrumento:** Neyra Nieto Zaratine y Fernandez Heredia Blanca Lizeth

**Título del Proyecto de Tesis:** “Gestión de Mantenimiento para Incrementar la Disponibilidad de las Máquinas de la empresa Road Solutions EIRL – 2020”.

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				16
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems				16
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				16
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere			15	
Viabilidad	Es viable su aplicación			15	

#### Valoración

Puntaje: (De 0 a 20) 16

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) MUY BUENO

Observaciones.....

Fecha: 12/12/2020

Universidad Señor de Sipán  
**Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial**  
**FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS**

**Apellidos y nombres del experto:** Romero Yep José

**Grado Académico:** Magister

**Cargo e Institución:** Instructor en Agroindustria del SENATI – Zonal Lambayeque

**Nombre del instrumento a validar:** Cuestionario

**Autores del instrumento:** Neyra Nieto Zaratine y Fernandez Heredia Blanca Lizeth

**Título del Proyecto de Tesis:** “Gestión de Mantenimiento para Incrementar la Disponibilidad de las Máquinas de la empresa Road Solutions EIRL – 2020”.

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible			<b>15</b>	
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems			<b>15</b>	
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables			<b>15</b>	
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				<b>16</b>
Viabilidad	Es viable su aplicación				<b>16</b>

**Valoración**

Puntaje: (De 0 a 20) 15

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) BUENO

**Observaciones**

.....

**Fecha: 12/12/2020**

**Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial**

**FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS**

**Apellidos y nombres del experto:** Orrego Rivadeneira Eduardo

**Grado Académico:** Magister

**Cargo e Institución:** Instructor en Administración Industrial del SENATI – Zonal Lambayeque

**Nombre del instrumento a validar:** Entrevista

**Autores del instrumento:** Neyra Nieto Zaratine y Fernandez Heredia Blanca Lizeth

**Título del Proyecto de Tesis:** “Gestión de Mantenimiento para Incrementar la Disponibilidad de las Máquinas de la empresa Road Solutions EIRL – 2020”.

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				16
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems			15	
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				16
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				16
Viabilidad	Es viable su aplicación				16

**Valoración**

Puntaje: (De 0 a 20) 16

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) MUY BUENO

**Observaciones**

.....

**Fecha: 10/12/2020**

**Grado Académico:** Magister

**Cargo e Institución:** Instructor en Administración Industrial del SENATI – Zonal Lambayeque

**Nombre del instrumento a validar:** Cuestionario

**Autores del instrumento:** Neyra Nieto Zaratine y Fernandez Heredia Blanca Lizeth

**Título del Proyecto de Tesis:** “Gestión de Mantenimiento para Incrementar la Disponibilidad de las Máquinas de la empresa Road Solutions EIRL – 2020”.

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible			15	
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems				16
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				16
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere			15	
Viabilidad	Es viable su aplicación				16

**Valoración**

Puntaje: (De 0 a 20) 16

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) MUY BUENO

**Observaciones**

.....

**Fecha:** 10/12/2020

**Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial**

**FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS**

**Apellidos y nombres del experto:** Carrascal Sánchez Jenner

**Grado Académico:** Mg. En Administración

**Cargo e Institución:** Coordinador del Programa de Administradores Industriales del SENATI – Zonal Lambayeque

**Nombre del instrumento a validar:** Entrevista

**Autores del instrumento:** Neyra Nieto Zaratine y Fernandez Heredia Blanca Lizeth

**Título del Proyecto de Tesis:** “Gestión de Mantenimiento para Incrementar la Disponibilidad de las Máquinas de la empresa Road Solutions EIRL – 2020”.

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				16
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems				16
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables			15	
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				16
Viabilidad	Es viable su aplicación				16

**Valoración**

Puntaje: (De 0 a 20) 16

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) MUY BUENO

**Observaciones**

.....

**Fecha: 10/12/2020**

**Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial**

**FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS**

**Apellidos y nombres del experto:** Carrascal Sánchez Jenner

**Grado Académico:** Mg. En Administración

**Cargo e Institución:** Coordinador del Programa de Administradores Industriales del SENATI – Zonal Lambayeque

**Nombre del instrumento a validar:** Cuestionario

**Autores del instrumento:** Neyra Nieto Zaratine y Fernandez Heredia Blanca Lizeth

**Título del Proyecto de Tesis:** “Gestión de Mantenimiento para Incrementar la Disponibilidad de las Máquinas de la empresa Road Solutions EIRL – 2020”.

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				16
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems			15	
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				16
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				16
Viabilidad	Es viable su aplicación				16

**Valoración**

Puntaje: (De 0 a 20) 16

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) MUY BUENO

**Observaciones**

## ANEXO 04. Carta de Autorización de la empresa



**"AÑO DE LA UNIVERSALIZACION DE LA SALUD"**

*AUTORIZACIÓN PARA EL RECOJO DE INFORMACIÓN*

Lima, 02 de marzo del 2020

Quien suscribe:

Sr.

Representante legal – Empresa ROAD SOLUTIONS E.I.R.L

AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente a la función del proyecto de investigación, denominado: "GESTION DE MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LAS MAQUINAS DE LA EMPRESA ROAD SOLUTIONS E.I.R.L - 2020"

Por el presente el que suscribe LITO DAVILA TORO, representante legal de la empresa ROAD SOLUTIONS E.I.R.L, AUTORIZO A las alumnas:

BLANCA LIZETH FERNANDEZ HEREDIA con DNI 72365515 y ZARATINE NEYRA NIETO, estudiantes de la escuela profesional de Ingeniería Industrial y autoras del trabajo de investigación denominado: "GESTION DE MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LAS MAQUINAS DE LA EMPRESA ROAD SOLUTIONS E.I.R.L - 2020", al uso de dicha información que conforma el expediente técnico, así como las hojas de memoria, calculo, entre otros para efecto exclusivamente académicos de la elaboración de la tesis enunciada líneas arriba.

Se garantiza la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Atentamente,



Lito Dávila Toro  
Representante común