



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Gestión de Mantenimiento para aumentar la disponibilidad de la
Flota de Transporte de Mineral de una Minera Aurífera, 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Industrial

AUTORA:

Zavaleta Roncal, Claudia Denisse (ORCID: [0000-0003-4833-4280](https://orcid.org/0000-0003-4833-4280))

ASESOR:

Dr. Linares Lujan, Guillermo (ORCID: [0000-0003-3889-4831](https://orcid.org/0000-0003-3889-4831))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Económico, Empleo y Emprendimiento

TRUJILLO – PERÚ
2022

Dedicatoria

A mis padres por haberme brindado todo su amor incondicional, su apoyo en el momento que más lo necesité. Especialmente a mi papá, mi ángel que está en el cielo.

A mi hermano por ser mi ejemplo de dedicación y perseverancia.

A Dios porque a pesar de los momentos difíciles me dio la fortaleza que necesito para continuar.

Agradecimiento

Agradezco a todos los docentes de la Facultad de Ingeniería Industrial por haberme brindado todos los conocimientos necesarios para poder desarrollarme como profesional.

Índice de Contenidos

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	10
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	10
3.2. Variables y Operacionalización.....	10
3.3. Población, muestra y muestreo	11
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	11
3.5. Procedimiento (extender de la redacción, detallar).....	12
3.6. Métodos de Análisis de datos.....	13
3.7. Aspectos éticos	13
IV. RESULTADOS.....	14
V. DISCUSIÓN.....	43
VI. CONCLUSIONES	48
VII.RECOMENDACIONES.....	49
REFERENCIAS	50
ANEXOS.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	11
Tabla 2. Inventario de Equipos.....	15
Tabla 3. Listado de Fallas	16
Tabla 4. Cálculo de la Disponibilidad de Equipos.....	17
Tabla 5. Equipos críticos.....	18
Tabla 6. Indicadores de Mantenimiento Actuales obtenidos.....	19
Tabla 7. Indicador Mantenimiento Correctivo	19
Tabla 8. Indicador Eficiencia de Mantenimiento	20
Tabla 9. Cuadro de Puntajes para causas que afectan la disponibilidad.	22
Tabla 10. Causas principales	22
Tabla 11. Determinación y priorización de causas	24
Tabla 12. Establecimiento de mejoras a realizar	27
Tabla 13. Mejoras a aplicar	29
Tabla 14. Tabla de Grupos y Tareas	30
Tabla 15. Definición de los objetivos y KPI	32
Tabla 16. KPI de Mantenimiento	33
Tabla 17. Actividades por Grupo	29
Tabla 18. Indicadores para actualización de procedimiento	30
Tabla 19. Evaluación Checklist	32
Tabla 20. Inspecciones para Aplicación de Indicadores de Gestión	34
Tabla 21. Verificación de Procedimiento	36
Tabla 22. Cálculo de la Disponibilidad de Equipos	38
Tabla 23. Indicador de Mantenimiento Correctivo	39
Tabla 24. Indicador de Eficiencia Trabajo de Mantenimiento	40
Tabla 25. Comparativo Indicadores Mantenimiento	40
Tabla 26. Impacto de la Gestión de Mantenimiento	41
Tabla 27. Prueba T- Student.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Causa Efecto	21
Figura 2. Pareto	23
Figura 3. Comparativo por Tipo de Fallas en Horas	31
Figura 4. Disponibilidad de Equipos	33
Figura 5. Diagrama Causa Efecto	21
Figura 6. Diagrama de Pareto	31
Figura 7. Pasos para elaboración CheckList de Seguimientos	33
Figura 8. Pasos para elaboración de Tablero de Comando	35
Figura 9. Pasos para la actualización y cumplimiento del procedimiento	31
Figura 10. Actividades de la revisión de la dirección de la unidad	33
Figura 11. Comparativa evaluación CheckList	35
Figura 12. Aplicación CheckList	35
Figura 13. Evaluación de Indicadores	33
Figura 14. Inspección del Procedimiento.....	35
Figura 15. Disponibilidad de Equipos	35
Figura 16. Comparativo Disponibilidad.....	35

Resumen

La presente investigación fue desarrollada tuvo como objetivo Determinar el efecto de la implementación de mejoras en la gestión de Mantenimiento sobre la disponibilidad de la Flota de Transporte de Mineral de una Minera Aurífera, 2022. El tipo de diseño de investigación fue pre-experimental y de nivel explicativo. Se usó como técnicas el análisis documental y la observación. La metodología usada correspondió al ciclo de Deming con el desarrollo de las 4 fases que comprende. Dentro de los resultados, logrados por esta investigación tenemos el incremento de la disponibilidad en 6.6%, pasando de 89.72% antes del desarrollo de la gestión de mantenimiento y llegando a 96.32% posterior a las mejores aplicadas; se incrementó la eficiencia en 10.44%, Esto significa como conclusión que: la mejora en la gestión de Mantenimiento aumenta la disponibilidad de la Flota de Transporte de Mineral de una Minera Aurífera, 2022

Palabras clave: gestión de mantenimiento, disponibilidad, MTTR, Ciclo Deming, eficiencia, transporte.

Abstract

The objective of this research was developed to determine the effect of the implementation of improvements in maintenance management on the availability of the Ore Transport Fleet of a Gold Mining Company, 2022. The type of research design was pre-experimental and explanatory level. Documentary analysis and observation were used as techniques. The methodology used corresponded to the Deming cycle with the development of the 4 phases it comprises. Within the results achieved by this research we have the increase in availability by 6.6%, going from 89.72% before the development of maintenance management and reaching 96.32% after the best applied; efficiency was increased by 10.44%, This means as a conclusion that: the improvement in Maintenance management increases the availability of the Ore Transport Fleet of a Gold Mining, 2022

Keywords: maintenance management, availability, MTTR, deming cycle, efficiency, transport.

I. INTRODUCCIÓN

En cuanto a los procesos desarrollados por las organizaciones, estos deben ser ejecutados de manera eficiente, contando para ello con el respaldo de los equipos y unidades que requieran en el momento requerido y con la disponibilidad de uso, basado en una adecuada gestión. El sector minero, ayuda al desarrollo de un país, como es el caso de China, convertida en potencia mundial, donde las reservas de oro sin extraer son de 13.195 toneladas, en el 2018, contando con 3.389 áreas mineras, donde 13 de ellas acaparan un 41,04% de la producción y un 59,77% del oro refinado (Pedraza, 2018)

Otra de las potencias mundiales como es Estados Unidos, gracias a una gestión acertada en sus equipos, maquinarias y personas generaron en el 2020, cerca de \$. 82,300 millones en minerales, considerando el impacto del COVID-19, aunque con una reducción mínima de 3.43% con respecto al año anterior (FORBES, 2021). Otro estudio realizado en Chile, que resalta la importancia de la minería como uno de los pilares más sólidos que ayudan a sustentar el desarrollo social y el económico, indica que son el país número uno en producción de cobre mundial con un 23% de la producción mundial, resaltando el Litio con 22% y el Renio con 57% mundial; destacando como uno de sus éxitos la alta disponibilidad de sus diversos medios de transporte, en todo el proceso de extracción y entregas finales del producto (SONAMI, 2021).

En nuestro país, la minería representa el sector de alta generación de recursos que ayudan a la economía y en especial a las exportaciones. Actualmente la minería genera un 3% de los ingresos que obtiene el fisco, además de cerca del 14.4% del PBI nacional superando los 226. (PERUMIN, 2021). Frente a lo atractivo que representa el sector minero, se observa que el poner en marcha máquinas y manipularlas, a operar, a lo largo del tiempo, traen fallas e inoperatividad de las mismas, por lo que es necesario una gestión buena en el mantenimiento de unidades que ayuden a alargar la vida útil, minimizar las paradas imprevistas que puedan darse en el transporte del mineral y gastos adicionales que inesperadamente pueden presentarse (Diestra, 2017).

La empresa en estudio, ubicada en el sector minero, no escapa a la realidad,

y lucha constante por mejorar la gestión de sus equipos, enfrenta una serie de inconvenientes, como: no hay un control adecuado que permita realizar seguimiento en las actividades realizadas, falta de capacitación a personal nuevo; adicionalmente a ello los mantenimientos realizados, no son medidos para determinar su rendimiento, no existen indicadores de medición. Estos resultados vienen afectando en forma directa a los tiempos que se programan en el mantenimiento de unidades de que se dedican al transporte, que se proyectan en el 2022 de un mínimo de 89% disponibilidad, afectando los metas del área.

En concordancia ante los problemas mencionados la empresa requiere aumentar la disponibilidad de los equipos de transporte de mineral por medio de una adecuada gestión en el mantenimiento que viene desarrollando y que afectan a sus objetivos planteados.

Ahora se realiza se formula el problema: ¿De qué manera la gestión de Mantenimiento incide en la disponibilidad de la Flota de Transporte de Mineral de una Minera Aurífera, 2022?

En cuanto a la justificación de la investigación, se justifica desde la perspectiva dado que se desarrollará una alternativa de mejora en la gestión de mantenimiento, con la aplicación respectiva de datos teóricos y empíricos relacionados fundamentalmente con el tema de investigación. También el estudio se justifica de manera metodológica dado que se revisarán, analizará y debatirán temas relacionados con mejora de gestión, aplicando técnicas e instrumentos respectivos. Finalmente, desde la perspectiva económico se justifica, porque las mejoras en gestión que se realicen ayudarán a incrementar la disponibilidad de la flota de transporte y por lo tanto se mejorará la eficiencia de las actividades, trayendo un beneficio económico a la empresa en estudio.

El objetivo general que busca este estudio es: Determinar el efecto de la implementación de mejoras en la gestión de Mantenimiento sobre la disponibilidad de la Flota de Transporte de Mineral de una Minera Aurífera, 2022. Teniendo como objetivos específicos: (1) Evaluar la disponibilidad actual de la flota de transporte de mineral de la minera aurífera. (2) Determinar la gestión de mantenimiento actual en la minera aurífera. (3) Preparar e implementar un plan de mejora de la Gestión

de Mantenimiento en la minera aurífera. (4) Determinar el resultado de disponibilidad de la flota de transporte de minera, luego de implementar la mejora.

La hipótesis que se plantea en esta investigación es: la mejora en la gestión de Mantenimiento aumenta la disponibilidad de la Flota de Transporte de Mineral de una Minera Aurífera, 2022

II. MARCO TEÓRICO

Perez, (2017), estudió la gestión del mantenimiento para la aplicación en equipos de tecnologías de la Información y , aplicando estrategias de evaluación de la confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad, logrando estos resultados un aumento de la disponibilidad de 43.43% y con las mejoras en la gestión, estas llegaron a 70% en base a la nueva distribución de los tipos de actividad a realizar, dentro de las mejoras aplicadas destaca las supervisiones y seguimientos que debe seguir el personal de acuerdo a un cronograma establecido por cada equipo que formó parte del estudio.

Tenemos a (Díaz & Villar, 2019) en su artículo tiene buscó como objetivo el diseño de una propuesta metodológica para gestionar el mantenimiento. Siendo de tipo exploratorio y descriptivo, luego de analizar una serie de metodologías, obtiene como resultado 5 fases principales con 21 dimensiones. Los autores concluyen, luego de aplicar su propuesta de gestión de mantenimiento, la metodología se adaptó con éxito a la empresa en estudio.

Tenemos el artículo de (Pinto, 2020) tuvo como objetivo desarrollar una gestión de mantenimiento a fin de incrementar la disponibilidad de equipos. Las mejoras en la gestión permitieron, realizar un seguimiento mediante indicadores, capacitación y mejoras en el procedimiento. Los resultados luego de aplicar el mantenimiento correctivo y preventivo, hubo una disminución de las averías por falla en un 23%. Lo que se tradujo en un aumento de la disponibilidad del 5%. El autor tuvo como conclusión que la propuesta de la gestión de mantenimiento, con las mejoras aplicadas aumenta la disponibilidad de los equipos.

Según (Canahua, 2021) en su artículo tuvo como objetivo gestionar el mantenimiento basado en TPM para el aumento de la disponibilidad en equipos. La investigación fue cuantitativa y pre-experimental. Dentro de las mejoras propuestas se implementaron indicadores de gestión, se actualizaron los procedimientos. En cuanto a los resultados se mejoró el factor calidad (de 49.44% a 94.64%), y se incrementó el factor disponibilidad (de 86.70% a 96.88%). El autor concluye que la gestión de mantenimiento basado en TPM, ayudó a mejorar la disponibilidad de los equipos en estudio.

La investigación de (Caceres, 2018) buscó como objetivo el incremento en la eficiencia de las unidades, partiendo de una evaluación inicial, donde incluyó el diagrama de Ishikawa, y fin de establecer una priorización de las causas, que atentaban contra la disponibilidad, utilizó el diagrama de Pareto; luego de ello estableció mejoras, aplicando el ciclo de Deming en complemento con los pilares del TPM. Los resultados logrados por el autor resaltan el aumento de la eficiencia cuando se utilizan las máquinas pasando del valor de 67.2% y llegando hasta el 76.2%.

(Valdiviezo, 2018) en su propuesta, tuvo el objetivo el incremento de la disponibilidad de sus unidades vehiculares. La investigación fue cuantitativa y diseño pre-experimental. Se aplicó la metodología del RCM en cada unidad y los componentes usados. Los resultados logrados por el autor en la gestión de mantenimiento, resaltantes son: disponibilidad 70%, confiabilidad 45% y el MTBF de 65 hrs. El autor concluye que una adecuada gestión del mantenimiento ayuda a incrementar la disponibilidad en las unidades vehiculares.

Tenemos también la tesis de (Gonzales, 2017), que tuvo el objetivo de realizar un diseño de la gestión del mantenimiento para aumentar la disponibilidad de equipos. El estudio fue cuantitativo y el diseño fue cuasi experimental. Aplicando instrumentos como el diagrama causa-efecto y la propuesta de Pareto, Como resultado final el autor implementó un sistema de gestión de mantenimiento logrando un aumento de la disponibilidad del equipamiento en 5%, con un 92.4% de disponibilidad, así mismo se redujo en 60hrs el MTTR y se aumentó el MTBF en 500hrs aprox. Se concluye que los resultados fueron claramente positivos debido al mantenimiento correctivo y preventivo

En cuanto a las teorías consultadas, tenemos

La gestión de mantenimiento: ciencia o arte para gestionar recursos de mantenimiento. Se conoce como una forma de administrar, con la finalidad de mantener los equipos en estado correcto y en buenas condiciones (Angeles, 2018). La optimización de la gestión involucra una mejora del uso de los diferentes recursos como son: mano de obra, materiales, grupo (Canahua, 2021).

La gestión del mantenimiento es llevada a cabo con una mejora continua del

proceso, de tal forma que se asegure la disponibilidad del equipo cuando sea requerido (Ardila, 2016). Una buena gestión de mantenimiento trae consigo la reducción de horas hombre usadas en la realización del mantenimiento y unas mejoras en los costos (Viscaíno, 2019)

En cuanto a los tipos de mantenimiento, resalta el preventivo es usado para prevenir posibles inconvenientes que se puedan presentar en los equipos de producción (Verena, 2016). Así mismo este tipo de mantenimiento tiende a mejorar los costos operativos en el mantenimiento de equipos (Espinosa, 2020).

El círculo de Deming, permite la mejora de procesos, que una empresa desarrolla y busca principalmente, cuantificar en forma sistematizada la toma de decisiones y de una manera objetiva mejorar la calidad (Machuca, 2018). Mediante el círculo de Deming se tiene desarrollar y mejoras los procesos de una manera simple y eficiente (Becerra, 2019).

El ciclo de Deming, conocido como PHVA, es un proceso iterativo y que resuelve los problemas siguiendo 4 etapas y permite a las empresas lograr un nivel adecuado de calidad en las actividades que desarrolla (MARSHALL, 2019). Este ciclo, base su éxito en el mejoramiento continua que motiva luego de realizar cada recorrida de sus 4 fases propuestas (Rueda, 2018)

A continuación, describimos las 4 etapas:

Plan (P). se identifican los problemas que aquejan al proceso y se propone un plan de mejoras, donde se establecen los tiempos y responsables de cada propuesta de mejora (Siteware, 2017).

Hacer (H). hacer o desarrollar el plan programada en la etapa anterior. Se ejecuta las acciones programadas, respetando los plazos definidos, en concordancia con los responsables asignados (Skhmot, 2017).

Verificar (V). Se verifican las ejecuciones realizadas, estableciendo una comparación de lo planificado con lo ejecutado. Es una fase que permite determinar mejoras futuras (IsixSigma, 2016).

Actuar (A). Se actúa realizando acciones de acuerdo a la ejecución y

resultados conseguidos posterior a los planes de mejora ejecutados. Estas nuevas mejoras se pueden incluir en un ciclo nuevo de mejora (Rouse, 2018).

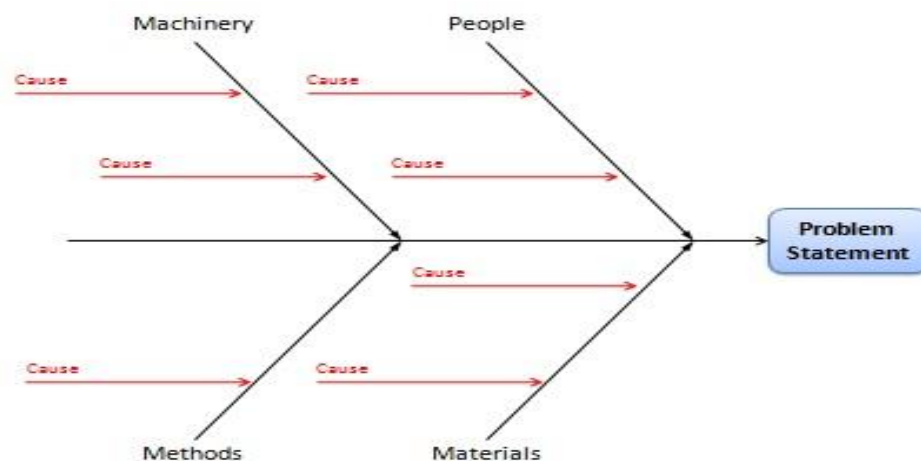
En cuanto a las herramientas que ayudan en el diagnóstico del proceso tenemos:

El diagrama causa-efecto que permite el análisis que genera una consecuencia determinada y las causas posibles que la generan. Estas causas se organizan en grupos mayores existiendo subgrupos conformados por las causas propiamente dichas (Gehisy, 2017).

- Este es el diagrama:

Figura 1.

Causa-Efecto

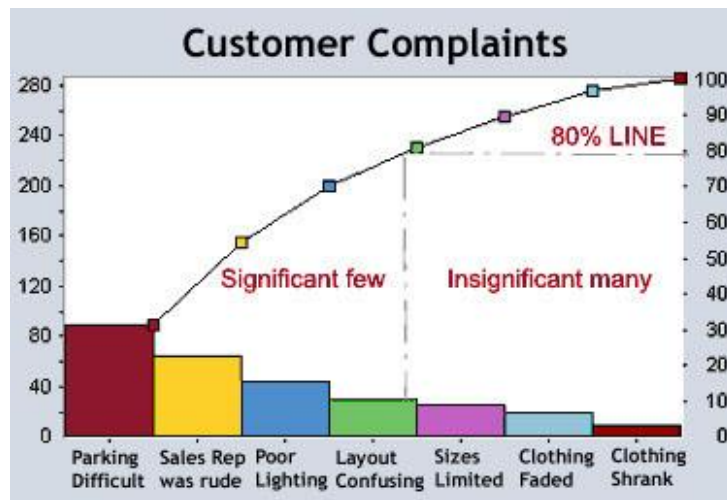


Fuente: (PMS, 2015)

- El diagrama de Pareto, se conoce popularmente como el 80%-20%, a partir del cual se identifican prioritariamente, los elementos que generan los mayores inconvenientes y basados en encuestas, a los expertos en el tema se definen las que tiene un alto grado de importancia, y sobre las cuales es donde se ejecutan los mayores esfuerzos, con la finalidad de lograr mejores beneficios para el problema estudiado (Estupiñán, 2021)

Figura 2.

Pareto



Fuente: (Whatis, 2015)

La disponibilidad: medida que permite la evaluación del rendimiento de la continuidad de trabajo de una máquina o equipo, en un determinado tiempo, tomando como referencia la confiabilidad y mantenibilidad (Alberti, 2020).

La disponibilidad se encuentra vinculada con el tiempo que se aprovecha para fabricar un activo y el tiempo que se producto por paradas por un mantenimiento realizado. A fin de realizar su cálculo, se define como una resta del tiempo por mantenimiento y el tiempo disponible total (Lavado, 2020).

En cuanto a las dimensiones de la disponibilidad tenemos:

Tiempo medio entre paradas, conocido como MTBF (Mean Time Between Failures), se considera como una medida para poder calcular el tiempo medio de ocurrencia entre una falla y la próxima vez que ocurre nuevamente una falla (IRibeiroa & Godinab, 2019)

El MTBF se usa de manera preferencial en sistemas reparables, dejando de lado los equipos que se desactivan para efectuar el mantenimiento preventivo o para efectuar un reemplazo de tipo preventivo en piezas que se gastan por su uso normal (Peyman & Farshid, 2019).

El cálculo del MTBF, según (Rodrigo, 2017), se calcula de la siguiente forma:

$$MTBF = \frac{\text{Horas totales de Paradas}}{\text{Número de Paradas}}$$

Tiempo medido de paradas, conocido como MTTR (Mean Time to Repair) es una métrica que nos permite calcular el tiempo promedio que se requiere a fin de reparar una falla generada (Hughes, 2015).

En cuanto a la formula se considera una división del tiempo que se usa en la reparación de una falla y el número de fallas existentes en período determinado (Torell & Avela, 2020).

$$MTTR = \frac{\text{Horas totales del Período}}{\text{Número de Paradas}}$$

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

Se conforma por 12 equipos de la flota de transporte.

3.3.2. Muestra

Se trabaja con todos los equipos de la población:

$$\eta = 12 \text{ equipos}$$

3.3.3. Muestreo

Es un muestreo de tipo no probabilístico

3.3.4. Unidad de análisis

Oficinas de mantenimiento de la Minera Aurífera

3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Tabla 1.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#	OBJETIVO	TÉCNICA	INSTRUMENTO	FUENTE
1	Evaluar la disponibilidad actual de la flota de transporte de mineral de la minera aurífera.	Revisión documental	Ficha de datos. Anexo 03-A	Hoja de cálculo del Área de mantenimiento de flota de camiones.
2	Determinar la gestión de mantenimiento actual en la minera aurífera.	Observación	Diagramas de: Ishikawa (Anexo 03-B) Pareto (Anexo 02-C)	Personal de mantenimiento de flota de camiones

3	Preparar e implementar un plan de mejora de la Gestión de Mantenimiento en la minera aurífera.	Revisión documental	Matriz para Priorización (Anexo 02-D)	Personal de mantenimiento de flota de camiones
4	Determinar el resultado de disponibilidad de la flota de transporte de minera, luego de implementar la mejora	Revisión documental	Hoja de Registro de Incidencias . Anexo 02-A	Hojas de cálculo del Área de mantenimiento de flota de camiones.

3.5. Procedimiento

Paso 1: Para conocer la disponibilidad actual, se usa la hoja de incidencias (que contiene las fallas ocurridas, motivos, durante un período de tiempo determinado), que será proporcionada en archivos digitales en hoja de cálculo. A partir de estos datos recolectados, se procede a realizar el cálculo de los indicadores de mantenimiento: MTBF, MTTR y disponibilidad de cada uno de los equipos de la muestra en estudio, llegándose a determinar, en el caso de la disponibilidad, un valor global, con los datos recolectados, antes de realizar la propuesta de mejoras al mantenimiento.

Paso 2: Luego se procede a realizar la evaluación del proceso actual, mediante la matriz de prioridades y usando los instrumentos como Ishikawa y Pareto. En el caso del diagrama de Pareto, la idea es concentrar las causas que tengan un mayor impacto en la gestión de mantenimiento, para ello se trabajará con las causas acumuladas con ayuden a identificar el 80% de los problemas mayores.

Paso 3: Se realizó la elaboración y la implementación de la mejora de gestión de mantenimiento, usando el ciclo de Deming. Para ello se recorrerán las 4 fases, que van desde la planificación de las mejoras a realizar, de acuerdo a las causas priorizadas; posteriormente se harán o ejecutaran las propuestas de

mantenimiento, verificándose en qué medida estas mejoras se han cumplido, para finalmente actuar, sobre los logros y las nuevas mejoras que deben ser realizadas para una mejora de la gestión de mantenimiento.

Paso 4: Se revisa el impacto en la disponibilidad luego de la implementación de las mejoras de la gestión, a partir de la hoja de incidencias (que contiene las fallas ocurridas, motivos, durante un período de tiempo determinado), que será proporcionada en archivos digitales en hoja de cálculo. A partir de estos datos recolectados, se procede a realizar el cálculo de los indicadores de mantenimiento: MTBF, MTTR y disponibilidad de cada uno de los equipos de la muestra en estudio, llegándose a determinar, en el caso de la disponibilidad, un valor global, con los datos recolectados, posterior a la propuesta de mejoras implementadas.

3.6. Métodos de Análisis de datos

Análisis descriptivo: luego de los datos que se obtuvieron se procederá a realizar los cálculos de promedio, desviación estándar, mínimos, máximo, etc., que serán reportados en gráficos y tablas principalmente.

Análisis ligados a las hipótesis:

Se aplica la prueba de normalidad y si los datos siguen una distribución normal se aplicará la prueba t-student o en caso contrario la prueba de Wilcoxon.

3.7. Aspectos éticos

Se respeta derechos de autor en todas las referencias tenida en la investigación. Así mismo, los datos obtenidos se consideraron como anónimos, sin revelar la identidad de las personas que se encuestaron.

IV. RESULTADOS

4.1. Evaluación de la disponibilidad actual de la flota de transporte de mineral de la minera aurífera.

a. Acerca de la empresa (historia, organigrama, misión, visión)

Boroo Pte.Ltd. es una empresa con operaciones de mediana minería en Asia Central y cuya subsidiaria local es la minera Boroo Misquichilca, la cual tiene como operación tradicional de lixiviación en pilas con camiones y palas a cielo abierto a Lagunas Norte, ubicada en el Distrito de Quiruvilca en la Provincia de Santiago de Chuco y el Departamento de La Libertad, en el norte de Perú a una altura entre 3700 y 4200 msnm.

Minera Boroo Misquichilca está comprometida con los principios de minería responsable, y con estándares de clase mundial en gestión ambiental y relacionamiento comunitario, con enfoque en la salud y seguridad.

Visión: Está orientada en convertirse en un productor global de metales a nivel de mediana minería.

Misión: Buscar oportunidades internacionales de minería metálica para crecer y crear valor para nuestras partes interesadas, suscribiéndonos a estándares de clase mundial en gestión ambiental y relacionamiento comunitario, con enfoque en la salud y seguridad de nuestros colaboradores.

b. Inventario de Equipos actuales.

Los equipos, sobre los cuales se desarrolla la investigación, son 12 en total, los mismos que se pueden apreciar (familia, equipo, modelo, marca) en la tabla siguiente:

Tabla 2.**Inventario de Equipos**

ID	FAMILIA EQUIPO	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	N° INTERNO	MODELO	MARCA	ESTADO
CA-730-01	Camiones acarreo	CAMIÓN 730E	1	730E	Komatsu	Operativo
CA-730-02	Camiones acarreo	CAMIÓN 730E	2	730E	Komatsu	Operativo
CA-730-03	Camiones acarreo	CAMIÓN 730E	3	730E	Komatsu	Operativo
CA-730-04	Camiones acarreo	CAMIÓN 730E	4	730E	Komatsu	Operativo
CA-730-05	Camiones acarreo	CAMIÓN 730E	5	730E	Komatsu	Operativo
CA-730-06	Camiones acarreo	CAMIÓN 730E	6	730E	Komatsu	Operativo
CA-730-09	Camiones acarreo	CAMIÓN 730E	9	730E	Komatsu	Operativo
CA-730-11	Camiones acarreo	CAMIÓN 730E	11	730E	Komatsu	Operativo
CA-730-13	Camiones acarreo	CAMIÓN 730E	13	730E	Komatsu	Operativo
CA-730-14	Camiones acarreo	CAMIÓN 730E	14	730E	Komatsu	Operativo
CA-730-16	Camiones acarreo	CAMIÓN 730E	16	730E	Komatsu	Operativo
CA-730-17	Camiones acarreo	CAMIÓN 730E	17	730E	Komatsu	Operativo

Fuente: datos de la empresa

Todos los equipos, mostrados en la tabla anterior, corresponden a la marca KOMATSU y son de la línea de camiones de acarreo. Estos equipos son fundamentales para el proceso.

c. Analizar interrupciones**Análisis de Tipos de Fallas por Equipos**

Se presenta un resumen de fallas por equipo, de acuerdo a la duración de la interrupción. Los datos corresponden a setiembre y noviembre del 2021.

Tabla 3.

Listado de Fallas

EQUIPO	ELÉCTRICOS	ELECTRÓNICOS	MECÁNICOS	TOTAL	
CA-730-01		22	22	88	132
CA-730-02	24.24		24.24	72.72	121.2
CA-730-03	22.56		22.56	67.68	112.8
CA-730-04	40		40	80	160
CA-730-05	34.51		34.51	69.02	138.04
CA-730-06	18.91		18.91	37.82	75.64
CA-730-07	16.8		16.8	33.6	67.2
CA-730-09	18.4		18.4	36.8	55.2
CA-730-11	14.8		14.8	29.6	44.4
CA-730-14	13.6		13.6	27.2	40.8
CA-730-16	3.17		3.17	6.34	9.51
CA-730-17	6.6		6.6	13.2	
Total, general	235.59	179.02	555.38	969.99	

Fuente: Anexo 03.

En la tabla última se tiene que las interrupciones de tipo mecánico son las que tienen mayor tiempo de interrupción.

Figura 3.

Comparativo por Tipo de Fallas en Horas



El equipo CA-730-04 es el que tiene alrededor de 160 horas de interrupción con 12 interrupciones tenidas.

d. Disponibilidad Actual de los Equipos

A continuación, se tiene la información, de las interrupciones de equipos, correspondiente a los meses de setiembre a noviembre del 2021, de equipos y horas no operativas, cuyo detalle se puede observar en el anexo 03.

Con esta información se realizarán los cálculos de los indicadores propuestos de disponibilidad de los 12 equipos en estudio.

El periodo de estudio tres meses se refieren a un tiempo neto programado (TNP) de operación de 864 horas, se consideran 24 días mensuales y 12 horas diarias laborales.

Se consideran 26 horas al mes, para la preparación de equipos con un total de 78 horas para los 3 meses en estudio.

En la tabla siguiente se puede ver el cálculo de los indicadores de mantenimiento.

Tabla 4.
Cálculo de la Disponibilidad de Equipos

N°	VEHÍCULO	Horas de trabajo	Tiempo de paradas (Hrs)	N° de fallas	Mantenimiento preventivo programado	DISPONIBILIDAD	MTTR (Hrs / Falla)	MTBF (Hrs. Fallas)
1	CA-730-04	864	160.00	12	78	79.64%	13.33	52.17
2	CA-730-05	864	138.00	12	78	82.44%	11.50	54.00
3	CA-730-01	864	132.00	12	78	83.21%	11.00	54.50
4	CA-730-02	864	121.20	10	78	84.58%	12.12	66.48
5	CA-730-03	864	112.80	10	78	85.65%	11.28	67.32
6	CA-730-06	864	75.60	8	78	90.38%	9.46	80.80
7	CA-730-07	864	67.20	8	78	91.45%	8.40	89.85
8	CA-730-09	864	55.20	6	78	92.98%	9.20	121.80
9	CA-730-11	864	44.40	6	78	94.35%	7.40	123.60
10	CA-730-14	864	40.80	6	78	94.81%	6.80	124.20
11	CA-730-17	864	13.20	4	78	98.32%	3.30	193.20
12	CA-730-16	864	9.50	3	78	98.79%	3.17	258.83
TOTAL			969.99	97	936	89.72%	8.91	1,291.74

Fuente: Anexo 03

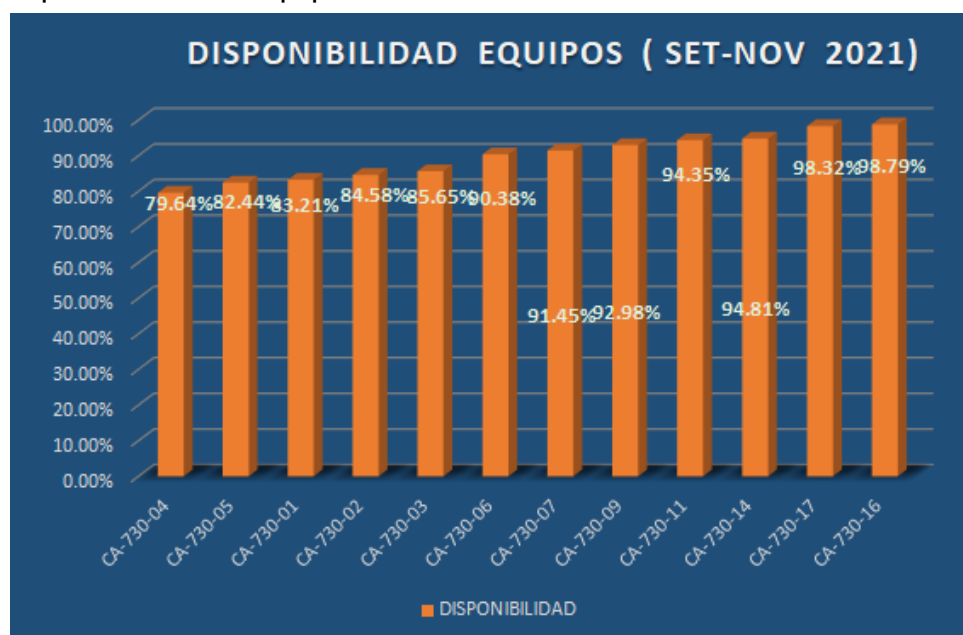
El "Tiempo Medio Para Reparar" (MTTR) que corresponde al tiempo promedio tomado en reparar luego de presentada la, en el equipo CA-730-04 es 13.33 Horas.

De acuerdo a los datos presentados, la disponibilidad media es de 89.72%.

Estos son los datos en forma gráfica de la disponibilidad de los equipos:

Figura 4.

Disponibilidad de Equipos



Fuente: Tabla 5

Existen 5 equipos que no superan el 90% de la disponibilidad. Estos equipos fueron tomados para el presente estudio

Tabla 5.

Equipos críticos

No.	TIPO DE DEFECTO	Horas de trabajo	Tiempo de paradas (Hrs)	N° de fallas	Mantenimiento preventivo programado	DISPONIBILIDAD	MTTR (Hrs / Falla)	MTBF (Hrs Fallas)
1	CA-730-04	864	160.0	12	78	79.64%	13.33	52.17
2	CA-730-05	864	138.0	12	78	82.44%	11.50	54.00
3	CA-730-01	864	132.0	12	78	83.21%	11.00	54.50
4	CA-730-02	864	121.2	10	78	84.58%	12.12	66.48
5	CA-730-03	864	112.8	10	78	85.65%	11.28	67.32
TOTAL				56	390	83.10%	59.24	294.46

Fuente: elaboración propia

e. Indicadores de Equipo críticos

En base a los valores de los equipos críticos, se tienen los valores siguientes

Tabla 6.

Indicadores de Mantenimiento Actuales obtenidos

INDICADOR	VALOR
Disponibilidad	83.10%
Tiempo Promedio entre Paradas (MTTR)	13.33
Tiempo Promedio entre Fallas	294.46

Fuente: Tabla 5

4.2. Determinar la gestión de mantenimiento actual en la minera aurífera

a. Evaluando gestión actual del mantenimiento

Se evaluaron:

- Indicador Mantenimiento Correctivos (IMC)
- Indicador Eficiencia Mantenimiento (ETM)

Los datos se tomaron entre setiembre y noviembre del 2021

Indicador de Mantenimiento Correctivo (IMC)

Se concretaron las variables:

- Horas Mantenimiento Correctivo
- Total Horas Mantenimiento

Tabla 7.

Indicador Mantenimiento Correctivo

MES	HORAS MANTENIMIENTO CORRECTIVO	TOTAL HORAS MANTENIMIENTO	IMC
Set	23.2	78	29.74%
Oct	22.4	78	28.72%
Nov	24.3	78	31.15%
	69.9	234	29.87%

Fuente: elaboración propia

En el cuadro anterior el promedio de mantenimiento correctivo es 29.87%

Indicador Eficiencia Mantenimiento (ETM)

Se trabaja con las siguientes variables:

- Total Ordenes Trabajo
- Nro Ordenes Trabajo Fuera Tiempo

Tabla 8.

Indicador Eficiencia de Mantenimiento

MES	ORDENES TRABAJO A TIEMPO	TOTAL ORDENES TRABAJO	ETM
Set	9	13	69.23%
Oct	9	13	69.23%
Nov	10	13	76.92%
	28	39	71.79%

Fuente: elaboración propia

En el cuadro anterior el promedio de Eficiencia alcanzó el 71.79%

b. Identificación de causas (Ishikawa)

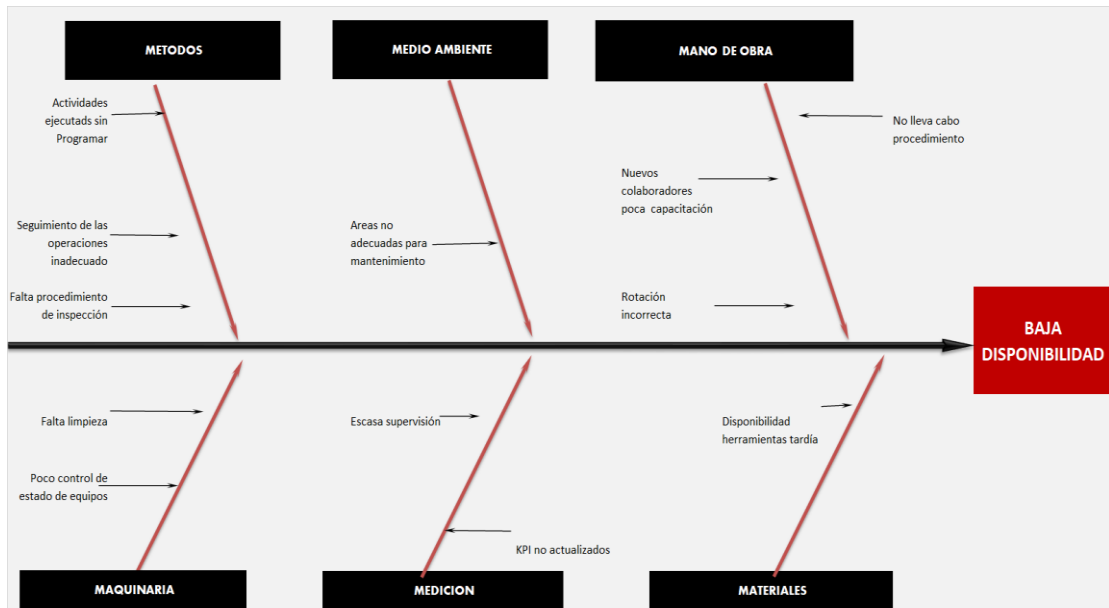
Las causas que afectan la gestión de mantenimiento, se identificaron con el apoyo de 6 especialistas del negocio (Ver Anexo 04).

Cada observador estableció una puntuación (entre 1 a 5) donde la mayor puntuación indica una causa mayor en la incidencia de la productividad.

Las causas identificadas para el fin se pueden observar en el diagrama causa efecto de la figura siguiente

Figura 5.

Diagrama Causa Efecto



Fuente: elaboración propia

Se identificaron 12 causas que influyen directamente a la baja disponibilidad de los equipos en estudio.

c. Priorizar las causas (Pareto)

Se preparó la tabla de matriz de priorización, la misma que puede apreciarse en el Anexo 06.

Se procedió a la tabulación de cada una de las causas con el puntaje respectivo y esas fueron ordenadas de mayor a menor. Luego fueron incluidas con el diagrama de Pareto.

A continuación, se muestra el resultado obtenido:

Tabla 9.

Cuadro de Puntajes para causas que afectan la disponibilidad.

Causa	Puntaje	%	%Acum
Carencia de instructivos	27	13.8%	13.8%
KPI no actualizados	27	13.8%	27.6%
Escaza supervisión	26	13.3%	40.8%
No lleva a cabo procedimiento	22	11.2%	52.0%
Nuevos colaboradores con poca capacitación	22	11.2%	63.3%
Falta Procedimiento de Inspección	18	9.2%	72.4%
Actividades Ejecutadas sin Programar	14	7.1%	79.6%
Poco control en estado de equipos	9	4.6%	84.2%
Disponibilidad herramientas tardía	8	4.1%	88.3%
Rotación incorrecta	8	4.1%	92.3%
Ambientes no adecuados	8	4.1%	96.4%
Limpieza inadecuada	7	3.6%	100.0%

Fuente: elaboración propia

Existen 6 causas principales, que se identificaron y que cubren el 72.4% del total de las causas, las mismas que se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 10.

Causas principales

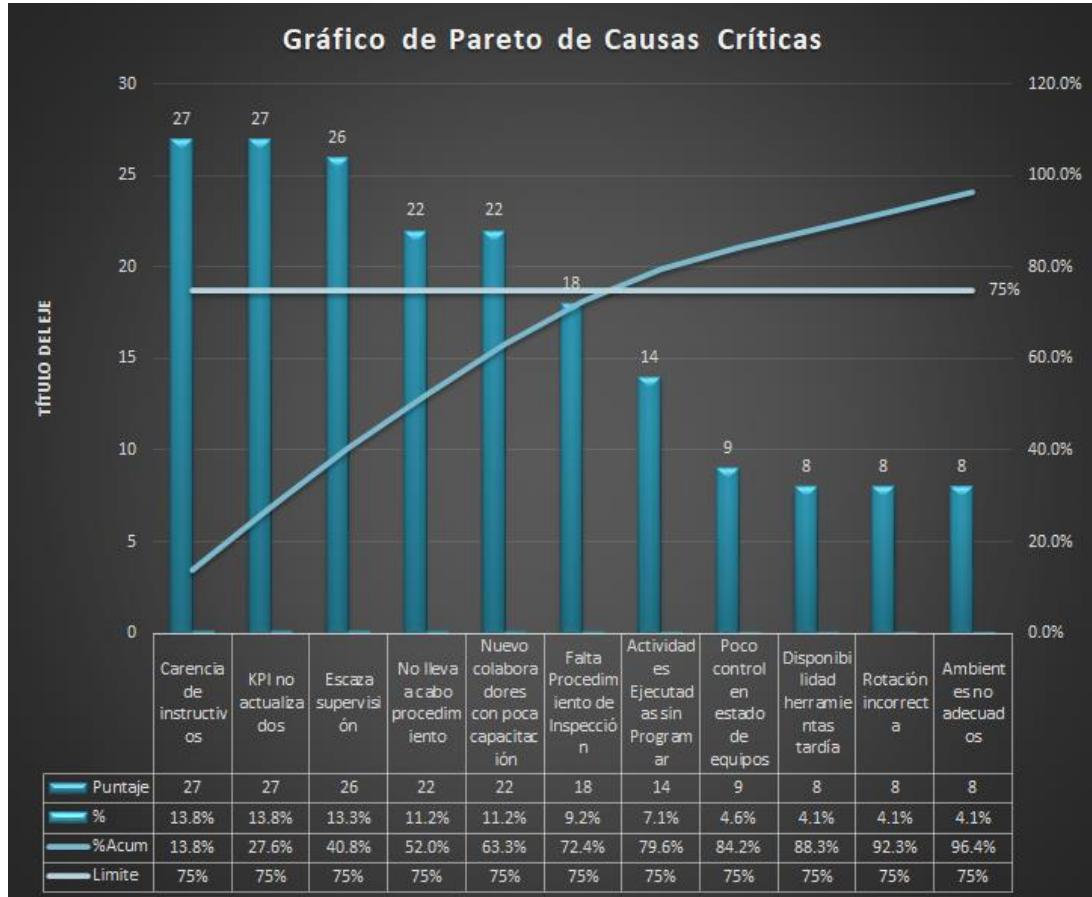
Causa	Puntaje
Carencia de instructivos	27
KPI no actualizados	27
Escaza supervisión	26
No lleva a cabo procedimiento	22
Nuevos colaboradores con poca capacitación	22
Falta Procedimiento de Inspección	18

Fuente: elaboración propia

En el gráfico siguiente, se muestra al diagrama completo de Pareto:

Figura 6.

Diagrama de Pareto



Fuente: elaboración propia

4.3. Preparación e implementación del plan de mejora de la Gestión de Mantenimiento en la minera aurífera.

4.3.1. Planificación de las mejoras a realizar.

a. Lista de causas identificadas

De acuerdo a lo indicado, las mejoras que se aplicaron, con la finalidad de mejorar la gestión de mantenimiento, estuvieron centradas en de reducir el impacto de 6 causas priorizadas, de acuerdo al diagrama de Pareto, que representan el 72.4%:

Tabla 11.

Determinación y priorización de causas

Causa	Puntaje	%	%Acumulad o
Carencia de instructivos	27	13.8%	13.8%
KPI no actualizados	27	13.8%	27.6%
Escasa supervisión	26	13.3%	40.8%
No lleva a cabo procedimiento	22	11.2%	52.0%
Nuevos colaboradores con poca capacitación	22	11.2%	63.3%
Falta Procedimiento de Inspección	18	9.2%	72.4%

Fuente: elaboración propia

b. Establecimiento de mejoras a realizar**Tabla 12.**

Establecimiento de mejoras a realizar

Causa existente	Problemática	Mejora Propuesta	Responsable
Carencia de instructivos	No se cuenta con guías rápidas para el desarrollo de actividades de mantenimiento	Elaborar instructivos	Jefe Dpto Mantenimiento Analista de Mantenimiento
KPI no actualizados	Los KPI por el tiempo usado en su elaboración no se actualizan permanentemente	Actualización de Tablero de Comando	Jefe Dpto. Mantenimiento Analista de Mantenimiento
Escasa supervisión	No se tiene un control adecuado de la gestión realizada en mantenimiento	Elaborar un CheckList Seguimiento Tablero de Comando	Supervisor de mantenimiento
No lleva a cabo procedimiento	El procedimiento al no estar actualizado no se sigue un estándar en las actividades	Actualizar Procedimiento	
Nuevos colaboradores con poca capacitación	Desconocimiento exacto de labores a	Programa de inducción	Jefe Dpto Mantenimiento de Mina

Causa existente	Problemática	Mejora Propuesta	Responsable
	realizar. No hay inducción		Supervisor Mantenimiento
Falta procedimiento de inspección	No se cuenta con indicadores que permitan el control del procedimiento	Elaborar CheckList Seguimiento Actualizar Procedimiento	Analista de Mantenimiento

Fuente: elaboración propia

d. Mejoras a aplicar

Tabla 13.
Mejoras a aplicar

Mejora \ Problema	Carencia de instructivos	KPI actualizados	Escasa supervisión	Poca capacitación	No lleva a cabo procedim	Falta procedim inspecc	Total
Preparar Procedimiento	X		X		X	X	4
Capacitación				X			1
Tablero de Comando		X	X			X	3
CheckList Seguimiento			X		X	X	3
Desarrollar Instructivos	X						1

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la necesidad e importancia requerida, se priorizará la implementación de 4 mejoras.

Mejora	Total
Preparar Procedimiento	4
Tablero de Comando	3

CheckList Seguimiento	3
-----------------------	---

4.3.2. Aplicando mejoras planificadas

A. Mejora: CheckList de Seguimiento

Se definieron los siguientes pasos para la elaboración del CheckList de Seguimiento de actividades de la Gestión de Mantenimiento.

Figura 7.

Pasos para elaboración CheckList de Seguimientos



Fuente: elaboración propia

1). Determinar grupos a verificar

- Uso de Procedimiento
- Actualización de Tablero de Comando
- Programa de Capacitación

2) Definir tareas por cada grupo

Tabla 14

Tabla de Grupos y Tareas

GRUPO	TAREAS	DOCUMENTO
Uso de Procedimiento	Evaluar ejecución de todas las tareas definidas en el procedimiento	Anexo 10-A
Actualización de Tablero de Comando	Verificar actualización de cada KPI	Anexo 10-B
Programa de Capacitación	Verificar inducción para cada colaborador nuevo	Anexo 10-C

Fuente: elaboración propia.

3) Elaborar CheckList

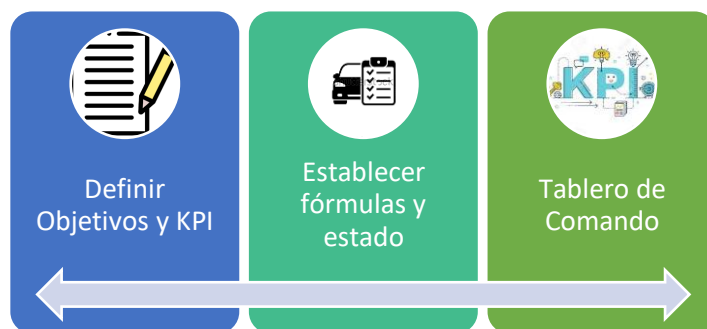
ANTES DE DETENER Y BLOQUEAR EL EQUIPO:		ESTADO / REALIZADO		OBSERVACIONES
		OK	FALLA	
1	Redactar IPERC, formato de bloqueo y trabajo en altura.			
2	Lavado general del equipo.			
3	Funcionamiento de controles, volante de dirección y pedales.			

Ver Anexo 05

B. Tablero de Comando

Figura 8.

Pasos para elaboración de Tablero de Comando



Fuente: elaboración propia

En la tabla siguiente, se puede apreciar la definición de los objetivos y KPI

Tabla 15.

Definición de los objetivos y KPI

#	OBJETIVO	KPI
O1	Disminuir Número de Mantenimientos Correctivos	Indicador Mantenimiento (IM)
O2	Determinar Eficiencia de los trabajos de mantenimiento	Indicador Eficiencia (IE)
O3	Evaluar la Gestión de Inspecciones de Mantenimiento	Indicador de Gestión (IGI)
O4	Identificar entrenamiento de Personal de Mantenimiento	Indicador Entrenamiento (IT)

Fuente: elaboración propia

Ahora veremos

- Las fórmulas de los indicadores, así como los estados de los indicadores se pueden observar en la tabla siguientes:

Tabla 13.

KPI de Mantenimiento

#	OBJETIVO	INDICADOR	FÓRMULA	ESTADO
O1	Disminuir Número de Mantenimientos Correctivos	Indicador de Mantenimiento (IM)	$\frac{\text{Cantidad Mantenim. Correctivos}}{\text{Cantidad Total de Mantenimiento}}$	<10% 8-12% >12%
O2	Determinar Eficiencia de los trabajos de mantenimiento	Indicador de Eficiencia (IE)	$\frac{\text{Ordenes de Trabajo a Tiempo}}{\text{Total Ordenes Trabajo}}$	>90% 70-90% >15%
O3	Evaluar la Gestión de Inspecciones de Mantenimiento	Indicador de Gestión (IGI)	$\frac{\text{Nro Inspecciones Observadas}}{\text{Nro Total Inspecciones}}$	<3% 3-5% >10%
O4	Identificar entrenamiento de Personal de Mantenimiento	Indicador de Entrenamiento (IT)	$\frac{\text{Nro personas capacitadas}}{\text{Total personas Mantenimiento}}$	>80% 60-80% <60%

Fuente: datos de la empresa

C. Preparar Procedimiento

Estos son los pasos para proceder a la actualización y cumplimiento del procedimiento

Figura 9.

Pasos para proceder a la actualización y cumplimiento del procedimiento



Fuente: datos de la empresa

1) Estos son los grupos generales

Se identificaron los siguientes grupos generales para realizar el mantenimiento y que permitirán evaluar la gestión de mantenimiento.

- Antes de detener y bloquear el equipo:
- Bloqueo y señalización:
- Motor diésel
- Sistema hidráulico
- Suspensiones
- Frenos
- Dirección
- Estructura

2) En cuanto a las actividades que involucra cada grupo general tenemos las siguientes cantidades.

Tabla 14.

Actividades por Grupo

GRUPO	NRO. ACTIVIDADES
Antes de bloquear el equipo:	9
Bloqueo y señalización:	3
Motor diésel	18

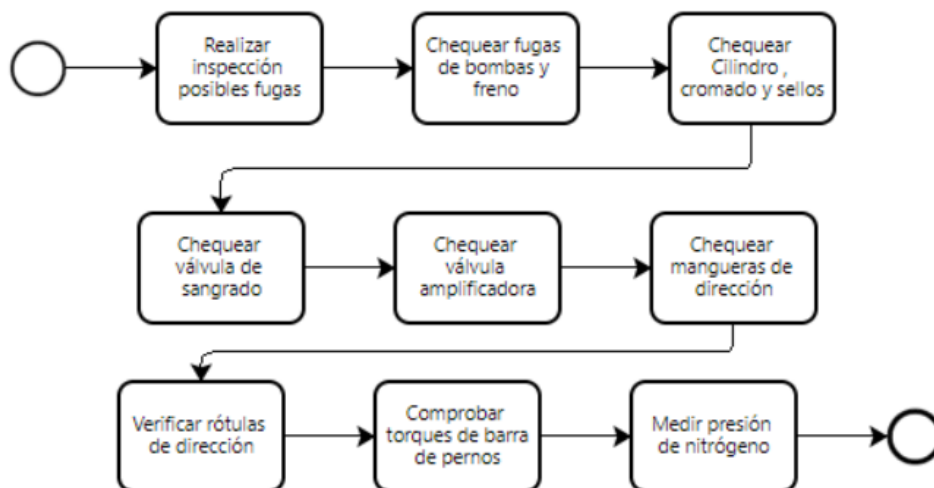
GRUPO	NRO. ACTIVIDADES
Sistema hidráulico	6
Suspensiones	2
Frenos	5
Dirección	10
Cabina	4
Estructura	9

3) Diagrama de actividades

Se muestran las actividades de revisión de la Dirección de una unidad evaluada

Figura 10.

Actividades de la revisión de la dirección de la unidad



Fuente: elaboración propia

En cada una de ellas si se encuentra algún inconveniente se anota una observación para el correctivo respectivo.

Adicionalmente como parte de la gestión del mantenimiento se incorporan como parte del procedimiento los Indicadores de gestión siguiente:

Tabla 15.

Indicadores para actualización de procedimiento

#	OBJETIVO	INDICADOR	FÓRMULA	ESTADO
O1	Evaluar eficiencia en el procedimiento	Indicador Procedimiento Eficiente (IPE)	$\frac{\text{Mant. Preventivos Ejecutados}}{\text{Mant. Preventivos Planificados}}$	<div style="background-color: green; color: white; padding: 2px;">>95%</div> <div style="background-color: yellow; color: black; padding: 2px;">90-95%</div> <div style="background-color: red; color: white; padding: 2px;"><90%</div>
O2	Conocer ejecución del procedimiento	Indicador Ejecución (IEP)	$\frac{\text{Nro. Actividades Efectuadas Procedimiento}}{\text{Nro. Actividades Procedimiento}}$	<div style="background-color: green; color: white; padding: 2px;">>95%</div> <div style="background-color: yellow; color: black; padding: 2px;">85-95%</div> <div style="background-color: red; color: white; padding: 2px;"><85%</div>

Fuente: elaboración propia

El procedimiento se encuentra en el Anexo 05



PROCEDIMIENTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO

FECHA: / / . HORAS - : :

Código Equipo: _____

Horómetro: _____

Fecha : _____

Hora Inicio: _____

Hora Término: _____

Responsable: _____

PROCEDIMIENTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO



4.3.3. Verificando Mejoras Propuestas

A. Aplicación de CheckList

Tabla 16.

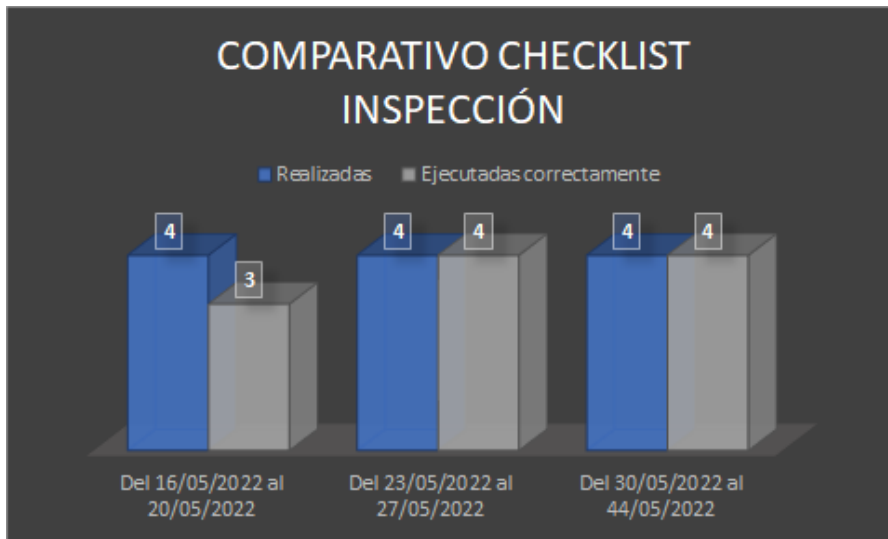
Evaluación Checklist

EVALUACIÓN DE INSPECCIONES PARA CHECKLIST REALIZADAS			
Fecha	Realizadas	Ejecutadas correctamente	Logro
Del 16/05/2022 al 20/05/2022	4	3	75%
Del 23/05/2022 al 27/05/2022	4	4	100%
Del 30/05/2022 al 44/05/2022	4	4	100%

Fuente: elaboración propia

Figura 11.

Comparativa evaluación CheckList



Fuente: elaboración propia

Se puede observar que en las últimas 3 semanas se cumplió al 100% la aplicación de la gestión de mantenimiento.

Figura 12.

Aplicación CheckList



Fuente: elaboración propia

B. Evaluación de Tablero de Comando

Se procedió a la evaluación de la actualización de los indicadores de gestión (KPI)

Tabla 17

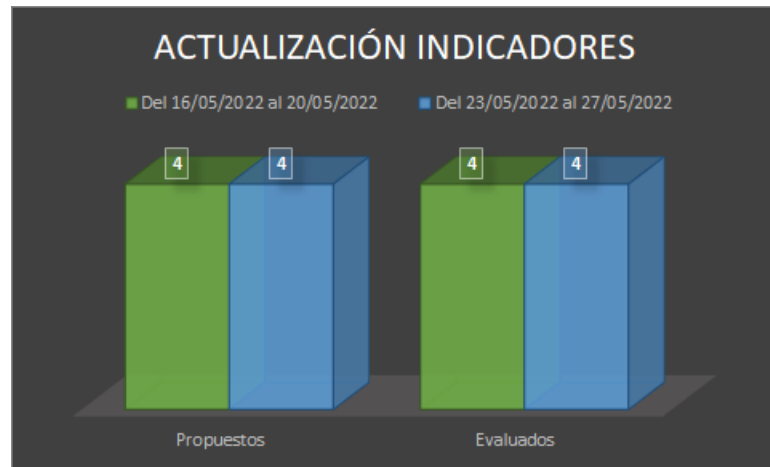
Inspecciones para Aplicación de Indicadores de Gestión

Evaluación de Registro de Indicadores de Gestión			
Fecha	Propuestos	Evaluados	Resultados
Del 16/05/2022 al 20/05/2022	4	4	100%
Del 23/05/2022 al 27/05/2022	4	4	100%

Fuente: elaboración propia

Como puede apreciarse el tablero de comando se usa correctamente en todas las validaciones efectuadas.

Figura 13.
Evaluación de Indicadores



Fuente: elaboración propia

C. Verificación de aplicación del procedimiento

El checklist elaborado, permitió realizar seguimientos del:

- Instructivo
- Procedimiento

De acuerdo a la siguiente tabla de registro de inspección de la aplicación del instructivo se tiene:

Tabla 21.

Verificación de Procedimiento

VERIFICACIÓN DE APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO			
FECHA DE APLICACIÓN	APLICACIONES	CORRECTAS	AVANCE
16/05/2022 al 20/05/2022	6	4	68%
23/05/2022 al 27/05/2022	6	4	68%
27/05/2022 al 04/05/2022	6	6	100%

Fuente: elaboración propia

Al iniciar la aplicación en las 2 primeras semanas se encontró un 68% de avances, esto debido a que se fueron captando los datos parcialmente, luego se logró concentrar los datos y se llegó al 100%.

En esta figura se verifica el seguimiento de la aplicación del procedimiento:

Figura 14.

Inspección del Procedimiento



Fuente: elaboración propia

4.4. Determinar el resultado de disponibilidad de la flota de transporte de minera, luego de implementar la mejora

4.4.1. Disponibilidad luego de aplicar mejoras a la gestión

A continuación, se tiene la información, de las interrupciones de equipos, correspondiente a los meses de setiembre a noviembre del 2021, de equipos y horas no operativas, cuyo detalle se puede observar en el anexo 03.

Con esta información se realizarán los cálculos de los indicadores propuestos de disponibilidad de los 12 equipos en estudio.

El periodo de estudio tres meses se refieren a un tiempo neto programado (TNP) de operación de 624 horas, se consideran 26 días mensuales y 12 horas diarias laborales.

Se consideran 16 horas al mes, para la preparación de equipos con un total de 32 horas para 2 meses.

De esta manera tenemos los valores calculados para el índice de disponibilidad de equipos.

En la tabla siguiente se puede ver el cálculo de los indicadores de mantenimiento.

Tabla 22.

Cálculo de la Disponibilidad de Equipos

No.	VEHICULO	Horas de trabajo	Tiempo de paradas (Hrs)	N° de fallas	Mantenimiento preventivo programado	Disponibilidad	MTTR (Hrs / Falla)	MTBF (Hrs Fallas)
1	CA-730-04	624	54.56	7	32	90.78%	7.79	76.78
2	CA-730-01	624	36.45	6	32	93.84%	6.07	92.59
3	CA-730-02	624	35.61	5	32	93.98%	7.12	111.28
4	CA-730-03	624	28.22	5	32	95.23%	5.64	112.76
5	CA-730-05	624	27.87	5	32	95.29%	5.57	112.83
6	CA-730-06	624	18.91	4	32	96.81%	4.73	143.27
7	CA-730-09	624	18.88	4	32	96.81%	4.72	143.28
8	CA-730-07	624	17.01	4	32	97.13%	4.25	143.75
9	CA-730-11	624	11.07	3	32	98.13%	3.69	193.64
10	CA-730-14	624	6.29	2	32	99.00%	3.15	312.00
11	CA-730-17	624	3.52	2	32	99.41%	1.76	294.24
12	CA-730-16	624	3.39	2	32	99.43%	1.70	294.30
TOTAL			261.78	49	384	96.32%	4.68	2030.72

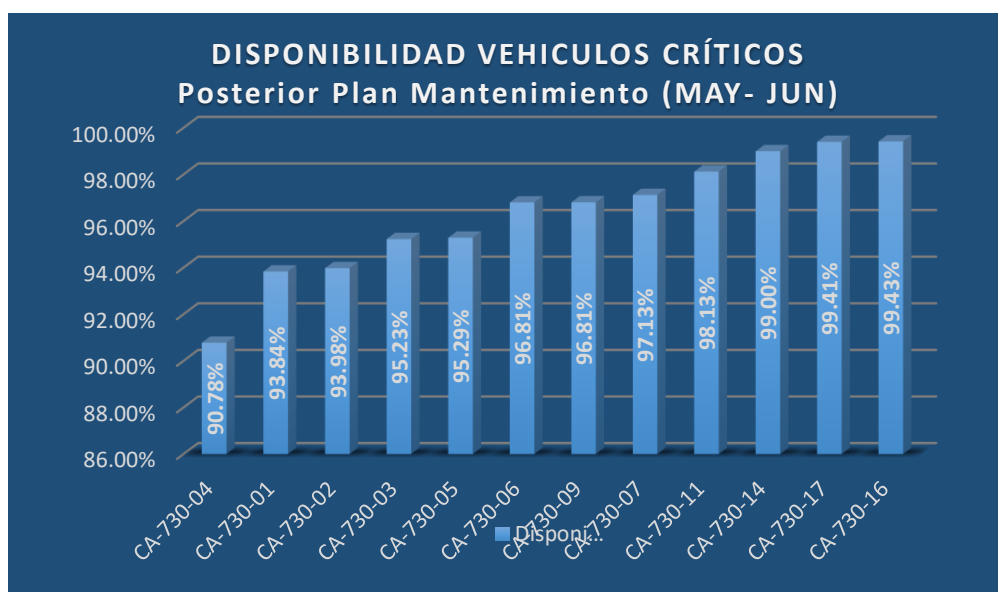
Fuente: elaboración propia

La disponibilidad llegó al 96.32% luego de las mejoras en la gestión

En la siguiente figura se visualiza la disponibilidad de vehículo críticos.

Figura 15.

Disponibilidad de Equipos



Fuente: elaboración propia

Note a la unidad con mayor disponibilidad corresponde al CA-730-17 con 99.43%

4.4.2. Revisión de indicadores de gestión de Mantenimiento

Esto se realizó evaluando los siguientes indicadores:

- Indicador de Mantenimiento Correctivos (IMC)
- Indicador de Eficiencia Trabajo Mantenimiento (ETM)

a. Indicador de Mantenimiento Correctivo (IMC)

Para ello se tomaron las siguientes variables:

Horas Mantenimiento Correctivo

Total Horas Mantenimiento

Tabla 18.

Indicador de Mantenimiento Correctivo

Mes	Horas mantenimiento correctivo	Horas mantenimiento total	ETM
Mayo	11.4	48	23.75%
Junio	10.2	48	21.25%
	21.6	96	22.50%

Fuente: Anexo A1

Como puede apreciarse que el valor del indicador fue de 22.5%

b. Indicador de Eficiencia de Trabajo en Mantenimiento (ETM)

Para ello se tomaron las siguientes variables:

Nro. Ordenes de Trabajo Fuera Tiempo

Total Ordenes Trabajo

Este es el cuadro resumen

Tabla 24

Indicador de Eficiencia Trabajo de Mantenimiento

Mes	Ordenes Trabajo Fuera Tiempo	Total Ordenes Trabajo	ETM
Mayo	3	12	25.00%
Junio	3	11	27.27%
	6	39	15.38%

Fuente: elaboración propia

También se puede apreciar la reducción de las ordenes atendidas fuera de tiempo en la siguiente figura:

4.4.3. Evaluación del impacto en la mejora de la Gestión de Actual de Mantenimiento.

Se efectuaron mediciones en 2 momentos:

- Antes de aplicar mejoras (Pretest)
- Luego de aplicar mejoras (Postest)

A. Indicadores de disponibilidad

En el caso de los indicadores de disponibilidad, se puede observar una serie de mejoras en la tabla siguiente:

Tabla 25

Comparativo Indicadores Mantenimiento

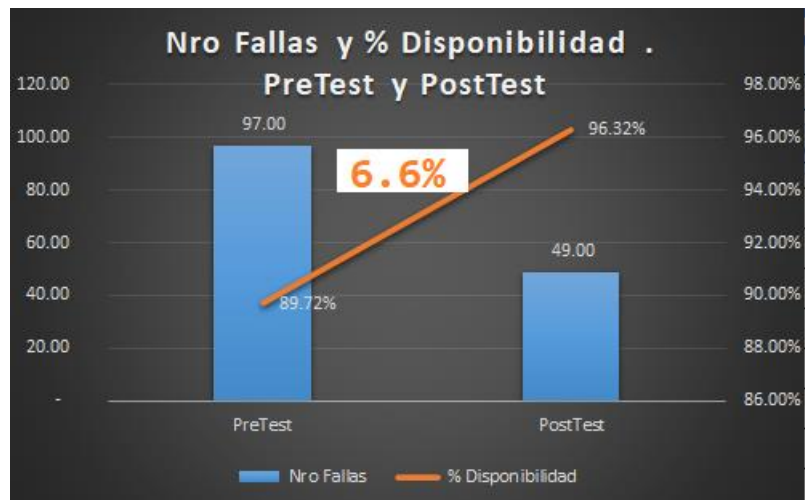
Medición	Nro. Fallas	% Disponibilidad	Horas Falla	MMTR
PreTest	97.00	89.72%	969.99	1.70
PostTest	49.00	96.32%	261.78	4.68
Mejora	48.00	6.60%	708.21	- 2.99

Fuente: elaboración propia

Se mejoraron los indicadores llegando a 96.32%, con una mejora de 6.6%%.

Figura 16

Comparativo Disponibilidad



Fuente: elaboración propia

Se pasó de 89.27% a 96.32% en el indicador de disponibilidad

B. Indicadores de la Gestión de Mantenimiento

De acuerdo a los valores obtenidos, entre el PreTest y Post Test, se puede observar el impacto en la tabla siguiente:

Tabla 26

Impacto de la Gestión de Mantenimiento

Medición	Ordenes Trabajo Fuera Tiempo	Total Ordenes Trabajo	OTM	Horas mantenimiento correctivo	Total Horas mantenimiento	ETM
Pretest	28	39	71.79%	69.9	234	29.87%
Postest	6	39	15.38%	21.6	96	22.50%
			56.41%			7.37%

Fuente: elaboración propia

En ambos indicadores se observa una mejora en los indicadores, mientras que el OTM, se redujo en 56.41%, el ETM se redujo en 7.37%.

4.4.4. Evaluación de la Disponibilidad a nivel Inferencial

Hipótesis

Ha: la mejora en la gestión de Mantenimiento aumenta la disponibilidad de la Flota de Transporte de Mineral de una Minera Aurífera, 2022.

Ho: la mejora en la gestión de Mantenimiento disminuye la disponibilidad de la Flota de Transporte de Mineral de una Minera Aurífera, 2022.

Prueba de normalidad

Se aplicó la prueba de Shapiro Wilk por ser la muestra menor a 50

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Pre Test	,941	12	,506
PosTst	,935	12	,437

Los datos al tener un valor > 0.05 siguieron una distribución normal, por lo que se aplicó la prueba t-student.

Prueba Estadística

Se aplicó t-student con un nivel de confiabilidad de 95% y un t-teórico de -3.106

Tabla 19

Prueba T- Student

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Pre Test - PosTst	-,066044	,039789	,011486	-,091325	-,040763	-5,750	11	,000

Dado que el t-calculado (-5.75) es $<$ que el t-teórico (-3.106) lo cual indica que se encuentra en la región de rechazo, por lo que se descarta la Ho, aceptando la Ha que indica que: la mejora en la gestión de Mantenimiento aumenta la disponibilidad de la Flota de Transporte de Mineral de una Minera Aurífera, 2022.

V. DISCUSIÓN

- Para la evaluación de la disponibilidad actual de la flota de transporte de mineral de la minera aurífera, se utilizó como instrumento la hoja de incidencias, proporcionada por la empresa, en donde se evaluaron 12 unidades y obteniendo un valor de 89.72% de disponibilidad en promedio. Esto concuerda con la investigación que fue realizada por el autor Canahua (2021), quien luego de realizar el análisis de la disponibilidad inicial, antes de la aplicación de las mejoras propuestas, obtuvo un valor de 86.7% promedio de los equipos que conformaron su estudio, para el análisis uso como instrumento también, una hoja de registro de incidencias, esto también coincide con el estudio realizado por Gonzales (2017), quien en base a la revisión de los registros de incidencias, que la empresa le proporcionó, obtuvo un valor calculado de 87.94% de disponibilidad en promedio de los equipos que revisó, así mismo existen coincidencias con la propuesta realizada por Cáceres (2018), quien luego realizar el análisis documentario de las hojas de incidencias por paradas, del área de mantenimiento, obtuvo como valor el 67.2% de disponibilidad promedio, en sus equipos estudiados. En cuanto a las bases teóricas, encontradas tenemos que para el autor Lavado (2020) la disponibilidad se encuentra vinculada con el tiempo que se aprovecha para fabricar un activo y el tiempo que se producto por paradas por un mantenimiento realizado, a fin de realizar su cálculo, se define como una resta del tiempo por mantenimiento y el tiempo disponible total; y para Alberti (2020) define a la disponibilidad como una medida que permite la evaluación del rendimiento de la continuidad de trabajo de una máquina o equipo, en un determinado período de tiempo, tomando como referencia dos variables: la confiabilidad y la mantenibilidad de un grupos de equipo críticos que se usan en forma cotidiana y que deben estar operativos cuando se demande su uso respectivo y desarrollarse en condiciones adecuadas.
- Para la determinación de la gestión de mantenimiento actual en la minera aurífera, se trabajó con 2 indicadores el indicador de mantenimiento correctivos donde se obtuvo un valor promedio de 29.87% y para el

indicador de eficiencia de mantenimiento, donde se obtuvo como valor promedio un 71.79% en el período de tiempo evaluado. Así mismo se determinaron 12 causas que influyen negativamente en la disponibilidad de los equipos estudiados y se priorizaron 6 causas principales que abarcaron el 72.4%, mediante el uso del diagrama de Pareto. Esto guarda relación con el estudio de Cáceres (2018), quien también priorizó las causas que afectan a la disponibilidad usando el diagrama de Pareto y también la investigación de Gonzales (2017) quien usó el diagrama causa-efecto para identificar las causas y el diagrama de Pareto para priorizar las causas. En cuanto a la base teórica, según Gehishy (2017) el diagrama causa-efecto que permite el análisis que genera un efecto determinado y las causas posibles que la generan, estas causas se organizan en grupos mayores existiendo subgrupos conformados por las causas propiamente dichas; en cuanto al diagrama de Pareto para Estupiñan (2021) El diagrama de Pareto, se conoce popularmente como el 80%-20%, a partir del cual se identifican prioritariamente, los elementos que generan los mayores inconvenientes y basados en encuestas, a los expertos en el tema se definen las que tiene un alto grado de importancia, y sobre las cuales es donde se ejecutan los mayores esfuerzos, con la finalidad de lograr mejores beneficios para el problema estudiado. Así mismo en cuanto a, la definición de la gestión de mantenimiento, para el autor Ángeles (2018) indica que es una ciencia o arte para poder realizar la gestión de los recursos de mantenimiento, se conoce como una forma de administrar, con la finalidad de mantener los equipos en estado correcto y en buenas condiciones, para su uso, cuando sean requeridos, en labores que la empresa desarrolla y para el autor Ardila (2016), en su investigación realizada, indica que la gestión del mantenimiento es llevada a cabo con una mejora continua del proceso, de tal forma que se asegure la disponibilidad del equipo cuando sea requerido por los trabajos correspondientes, la mejora en la gestión del mantenimiento, permitirá optimizar los recursos en que se incurren al momento de realizar el mantenimiento de los equipos, de manera principal en la reducción de horas hombre y de los costos que se aplican a estas tareas.

- Se realizó la preparación e implementación del plan de mejora de la Gestión de Mantenimiento en la minera aurífera, aplicando la metodología propuesta del ciclo de Deming, la cual contempla el desarrollo de cuatro fases para la mejora de los procesos; esta investigación propuso tres mejoras planificadas, las mismas que luego fueron ejecutadas, incluyeron las mejoras: preparación y estandarización de procedimientos, elaboración de un tablero de comando con indicadores para evaluar permanentemente la gestión del mantenimiento y el diseño de un checklist de seguimiento para controlar el cumplimiento de las operaciones realizadas por mantenimiento. Se tiene coincidencias con la investigación desarrollada por Cáceres (2018) quien también aplicó el ciclo de Deming, con sus cuatro fases de la propuesta metodológica, con las mejoras respectivas y existen diferencias con la propuesta del autor Canahua (2018), quien aplicó como base metodológica el TMP (Mantenimiento Productivo Total) para la mejora de la gestión de mantenimiento, desarrollando los 8 pilares que la conforman y en donde resalta la participación integral del personal involucrado en el proceso que se requiera mejorar. En cuanto a las bases teóricas que fueron consultadas para el tema, tenemos el concepto dado por Marshall (2019) quien propone en su definición que el ciclo de Deming, conocido también como PHVA (por las siglas iniciales de: Planificar, hacer, verificar y actuar), constituye un proceso iterativo, de mejora continua de los procesos y que se enfoca en la solución de problemas siguiendo cuatro etapas y que permite a las empresas lograr un nivel adecuado de calidad en las actividades que desarrolla y que ayudarán a la mejora del proceso de negocios que la organización ejecuta en forma cotidiana; también resalta lo expresado por el autor Machuca (2018), en su propuesta, con respecto al círculo de Deming, indica que permite la mejora continua de los procesos de negocio que una empresa desarrolla y busca principalmente, cuantificar en forma sistematizada la toma de decisiones y de una manera objetiva mejorar la calidad de los procesos desarrollados por una

organización, mediante mejoras continuas que se desarrollan a lo largo del tiempo.

- Finalmente, para la determinación de la disponibilidad actual de la flota de transporte de mineral de la minera aurífera, luego de aplicar la mejora en la gestión del mantenimiento, se utilizó como instrumento la hoja de incidencias, proporcionada por el área de mantenimiento de la empresa, obteniéndose un 96.32% de disponibilidad de las unidades en estudio, obteniendo también los valores de los indicadores, asociados a la disponibilidad, como son el MTTR y del MTBF. Esto tiene coincidencia con el cálculo de la disponibilidad encontrado por el autor Canahua (2021), quien al realizar el análisis de la disponibilidad inicial de su empresa en estudio, antes de aplicar las mejoras, obtuvo un valor de 96.64%, cuyo dato fue obtenido luego de realizar el análisis de una hoja de registro de incidencias; esto también coincide con el estudio desarrollado por Gonzales (2017), quien en base a la revisión de incidencias registradas por el área de mantenimiento, obtuvo un 92.4% de disponibilidad de los equipos investigados y también existen coincidencias con la propuesta de Valdiviezo (2018) quien aumentó la disponibilidad de los equipos en estudio llegando a un 70% en su disponibilidad. En cuanto a las bases teóricas, consultadas para este tema, tenemos que para Alberti (2020) la disponibilidad es una medida que permite la evaluación del rendimiento de la continuidad de trabajo de una máquina o equipo, en un determinado tiempo, tomando como referencia la confiabilidad y mantenibilidad; y para el autor Lavado (2020) la disponibilidad se encuentra vinculada con el tiempo que se aprovecha para fabricar un activo y el tiempo que se pierde por paradas por un mantenimiento realizado, a fin de realizar su cálculo, se define como una resta del tiempo por mantenimiento y el tiempo disponible total. Por otra parte en cuanto al MTTR (Mean Time to Repair), Torell y Avela (2015) indican que se considera una división del tiempo que se usa en la reparación de una falla y el número de fallas existentes en un período de tiempo determinado; se tiene también que para Peyman & Farshid (2019) el MTBF se usa de

manera preferencial en sistemas reparables, dejando de lado los equipos que se desactivan para efectuar el mantenimiento preventivo o para efectuar un reemplazo de tipo preventivo en piezas que se gastan por su uso normal.

VI. CONCLUSIONES

- Se evaluó la disponibilidad actual de la flota de transporte de mineral de la minera aurífera, obteniéndose para las 12 unidades evaluadas 89.72% de disponibilidad, y de los 5 equipos críticos fue de 83.1% de disponibilidad, así mismo se realizó el cálculo de los indicadores de mantenimiento: el MTTR con un 13.33 y del MTBF con un valor de 294.46
- Se determinó la gestión de mantenimiento actual en la minera aurífera, obteniéndose para el indicador de mantenimiento correctivos un 29.87% y para el indicador de eficiencia de mantenimiento un 71.79% en el período evaluado. Así mismo se encontraron 12 causas que afectaban directamente a la gestión de mantenimiento y se priorizaron un total de 6 causas que concentraban cerca el 72. % del total, sobre las cuales se realizaron las mejoras de la gestión de mantenimiento.
- Se preparó e implementó un plan de mejora de la Gestión de Mantenimiento en la minera aurífera, en base a 6 causas principales encontradas; el plan estuvo basado en la propuesta de 3 mejoras para la gestión, las mismas que fueron implementadas y verificadas su cumplimiento.
- Se determinó el resultado de disponibilidad de la flota de transporte de minera, luego de realizar la implementación de las mejoras en la gestión de mantenimiento en la disponibilidad 96.32%, aumentando en 6.6%. (se inició con una disponibilidad de 89.72% en promedio). Así mismo el indicador de mantenimiento correctivo disminuyó hasta el 22. % y en el caso del indicador de eficiencia del trabajo de mantenimiento este mejoró llegando a 15.38%.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda al responsable de mantenimiento, delegue a una persona, como parte de sus funciones, para realizar inspecciones por lo menos quincenales, a fin de asegurarse el cumplimiento de los procedimientos establecidos.
- Se recomienda al Supervisor de la gestión del mantenimiento, realizar la evaluación de los indicadores de gestión, y preparar los informes semanales de las evaluaciones realizadas, discutiéndolos en reunión con los involucrados, previamente informándole al responsable de mantenimiento.
- Al responsable de mantenimiento, realizar la incorporación de más indicadores de gestión a fin de evaluar la gestión en forma integrada, haciendo la difusión respectiva a los involucrados en la evaluación de la gestión de mantenimiento.
- Al responsable de mantenimiento, que el responsable delegado, pueda realizar, en forma aleatoria y por lo menos una vez por mes, el seguimiento del procedimiento propuesto y aprobado en el presente estudio, a fin de poder establecer en qué medida se viene realizando el cumplimiento de las actividades que se han definido, y luego debe elaborar un informe de lo que ha encontrado en su supervisión. Los resultados que se obtengan, deben de comentarse con el personal responsable de la ejecución del procedimiento.

REFERENCIAS

- Alberti, A. (2020). *alsglobal.com*. Obtenido de ¿Cómo calcular la disponibilidad de una máquina?: <https://www.alsglobal.com/es-co/news/articulos/2020/08/como-calcular-a-disponibilidade-de-maquinas-e-equipamentos>
- Angeles, R. (2018). *World Class Maintenance Management*. Seattle: Amazon Digital.
- Ardila, J. G. (2016). MAINTENANCE MANAGEMENT: A REVIEW. *Enterprise Dimension*, 127-142.
- Becerra, F. (2019). Quality management system for the research process: university of Otavalo, Ecuador. *Actualidades Investigativas en Educación*, <http://dx.doi.org/10.15517/aie.v19i1.35235> .
- Caceres, C. (2018). *Repositorioacademico.upc.edu.pe*. Obtenido de Propuesta de mejora de la eficiencia global de los equipos orientado en el TPM para una empresa envasadora de bebida gasificada no alcohólica.: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/623002/CACERES_CC.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Canahua, N. (2021). Implementation of the TPM-Lean Manufacturing Methodology to Improve the Overall Equipment Effectiveness (OEE) of Spare Parts Production at a Metalworking Company. *Industrial Data*, 49-76. <http://dx.doi.org/10.15381/idata.v24i1.18402>.
- Canahua, N. (2021). Implementation of the TPM-Lean Manufacturing Methodology to Improve the Overall Equipment Effectiveness (OEE) of Spare Parts Production at a Metalworking Company. *Production and Managment*, ISSN: 1810-9993.
- Díaz, A., & Villar, L. (2019). Methodology for maintenance management based on diagnostic criteria. *DYNA*, 2 -16. ISSN: 0012-7353.
- Diestra, H. (2017). *Repositorio UNT*. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9490/DIESTRA%20GALDOS%2C%20Hagler%20Marco.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Emerson. (2014). *www2.emersonprocess.com*. Obtenido de http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/PM%20Central%20Web%20Documents/BusSch-OEE_102es.pdf

- Espinosa, J. (2020). CONTRIBUTION OF MAINTENANCE FOCUSED ON RELIABILITY FOR THE STUDY OF FAILURES TO ELECTRICAL ENERGY CONSUMER EQUIPMENT. *Centro Azúcar*, ISSN 2223-4861.
- Estupiñán, J. (2021). Importance of the preparation of academics in the implementation of scientific research. *Conrado*, 12-21. ISSN 1990-8644.
- FORBES. (2021). *www.worldenergytrade.com*. Obtenido de En 2020, el sector minero de EE.UU. produjo 82.300 millones de dólares en minerales: <https://www.worldenergytrade.com/metales/mineria/en-2020-el-sector-minero-de-ee-uu-produjo-82-300-millones-de-dolares-en-minerales>
- Gehisy. (2017). *aprendiendocalidadyadr.com*. Obtenido de El diagrama causa-efecto: <https://aprendiendocalidadyadr.com/el-diagrama-causa-efecto/>
- Gonzales, E. (2017). <http://repositorio.upn.edu.pe>. Obtenido de <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/11310>
- Hincapié Perez, L. (2017). <http://bdigital.unal.edu.co>. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/61301/1/98490953.2017.pdf>
- Hughes, L. (2015). The effects of event occurrence and duration on resilience and adaptation in energy systems. *Energy*, 443-454. doi:<https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.03.010>
- IDF. (2015). *Interaction-design.org*. Obtenido de What is Brainstorming?: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/brainstorming>
- IRibeiroa, I., & Godinab, R. (2019). Implementing TPM supported by 5S to improve the availability of the availability of an automotive production line. *Procedia Manufacturing*, 38(1), 574-1581. doi:<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.128>
- IsixSigma, E. (2016). *isixsigma.com*. Obtenido de DEMING CYCLE, PDCA: <https://www.isixsigma.com/dictionary/deming-cycle-pdca/>
- Lavado, C. (2020). Improvements to enhance the availability of the light aquatic units. *Ingeniería Mecánica*, ISSN 1815-5944.
- Machuca, F. (2018). EVALUATION OF THE DESIGN OF CYCLES OF IMPROVEMENT IN UNDERGRADUATE NURSING STUDENTS DEVELOPED THROUGH PROJECT-BASED LEARNING. *Cuidados Humanizados*, 159-170. ISSN: 1688-8375.
- MARSHALL, H. (2019). *www.investopedia*. Obtenido de PDCA Cycle: <https://www.investopedia.com/terms/p/pdca-cycle.asp>

- Pedraza, J. (2018). *oroinformacion.com*. Obtenido de La industria minera del oro china se consolida como la mayor del mundo:
<https://oroinformacion.com/la-industria-minera-del-oro-china-se-consolida-como-la-mayor-del-mundo/>
- PERUMIN. (2021). *iimp.org.p*. Obtenido de PERÚ:MINERÍA SERÁ UNO DE LOS SECTORES CON MAYOR CRECIMIENTO EN EL 2021:
<https://iimp.org.pe/raiz/peru:-mineria-sera-uno-de-los-sectores-con-mayor-crecimiento-en-el-2021#:~:text=Minas%20del%20Per%C3%BA-,Per%C3%BA%3Aminer%C3%ADaser%C3%A1unodelossectores,mayorcrecimientoenel2021&text=Precis%C3%B3%20que%20el%20Banco%20Central,mej>
- Peyman, A., & Farshid, K. (2019). A new model for reliability-centered maintenance prioritisation of distribution feeder. *Energy*, 171(15), 701-709. doi:<https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.01.040>
- Pinto, G. (2020). TPM implementation and maintenance strategic plan – a case study. *Science Direct*, <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.198>.
- PMS. (2015). *Project-management-skills.com*. Obtenido de Fishbone Diagram Cause and Effect Analysis: <https://www.project-management-skills.com/fishbone-diagram.html>
- Rodrigo, D. (2017). Multiechelon Repairable Spare Parts Inventory Simulator. *Ingeniería Industrial*, 223-232. ISSN 1815-5936.
- Rouse, M. (2018). *Whatis*. Obtenido de PDCA (plan-do-check-act): <https://whatis.techtarget.com/definition/PDCA-plan-do-check-act>
- Rueda, R. (2018). Use of the Deming cycle to ensure quality in the educational process on mathematics. *UNEMI*, ISSN 1390-4272.
- Siteware, E. (2017). *Siiteware.co*. Obtenido de PDCA Cycle: <https://www.siteware.co/en/methodologies/what-is-the-pdca-cycle/>
- Skhmot, N. (2017). *theleanway.net*. Obtenido de Using the PDCA Cycle to Support Continuous Improvement (Kaizen): <https://theleanway.net/the-continuous-improvement-cycle-pdca>
- SONAMI. (2021). *www.sonami.cl*. Obtenido de INFORMACIÓN DE LA MINERÍA: <https://www.sonami.cl/v2/informacion-de-la-mineria/#:~:text=EN%20NUESTRAS%20VIDAS-,MINER%C3%8DA%20DE%20CHILE%20EN%20CIFRAS,de%20nitratos%20naturales%20y%20yodo.>

- Torell, W., & Avela, V. (2020). Mean Time Between Failure: Explanation and Standard. *Researchgate. Schneider Electric*, 2-10.
- Uiowa. (2015). *clas.uiowa.edu*. Obtenido de Brainstorming and Generating Ideas: <https://clas.uiowa.edu/history/teaching-and-writing-center/guides/getting-started/brainstorming>
- Valdiviezo, G. (2018). <http://dspace.unitru.edu.pe>. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/10138>
- Verena, J. (2016). MODEL OF MANAGEMENT OF MAINTENANCE FOCUSED IN THE EFFICIENCY AND OPTIMIZATION OF THE ELECTRIC POWER. *Ciencias básicas*, ISSN : 2343-6468.
- Viscaíno, M. (2019). Assessment of the Maintenance Management in Hospitals of the Ecuadorian Institute of Social security of Zona 3 of Ecuador. *Ingenius*, <https://doi.org/10.17163/ings.n22.2019.06>.
- Whatis. (2015). *Whatis.techtarget.com*. Obtenido de Pareto chart (Pareto distribution diagram): <https://whatis.techtarget.com/definition/Pareto-chart-Pareto-distribution-diagram>

ANEXOS

Anexo 01.

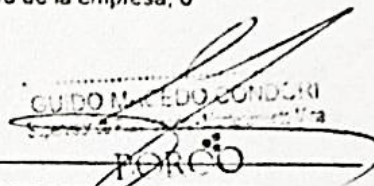
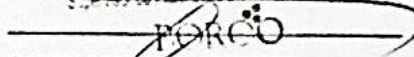
AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA

Yo GUIDO MACEDO CONDORI identificado con DNI 40983051, en mi calidad de SUPERVISOR del área de PLANIFICACIÓN de la empresa BORO MISQUICHILCA S.A con R.U.C N°20209133394, ubicada en la ciudad de LIMA.


OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

A la señora CLAUDIA DENISSE ZAVALA RONCAL, identificada con DNI N°43178976 de la Carrera profesional de Ingeniería Industrial, para que utilice la siguiente información de la empresa: Reporte de producción con la finalidad de que pueda desarrollar su Tesis para optar el Título Profesional.

- Publique los resultados de la investigación en el repositorio institucional de la UCV.
 Mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o
 Mencionar el nombre de la empresa.


GUIDO MACEDO CONDORI
Supervisor de Planificación

GUIDO MACEDO CONDORI
DNI: 40983051

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


CLAUDIA DENISSE ZAVALA RONCAL
DNI: 43178976

Anexo 02. Matriz de Operacionalización

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA
Mejora de la Gestión de Mantenimiento	ciencia o arte para gestionar recursos de mantenimiento. Se conocer como una forma de administrar, con la finalidad de mantener los equipos en estado correcto y en buenas condiciones (Angeles, 2018)	Planear	Cantidad de actividades propuestas	Razón
		Planear - hacer	$\frac{\text{Cantidad de actividades ejecutadas}}{\text{Cantidad de actividades propuestas}}$	
		Verificar - Actuar	Cantidad de Procedimientos estandarizados / procedimiento totales x 100	
		Mantenimiento Correctivos (IMC)	$\frac{\text{Horas Mantenimiento Correctivos}}{\text{Total Horas Mantenimiento}}$	
		Eficiencia Trabajo Mantenimiento (ETM)	$\frac{\text{Nro. Ordenes Trabajo a Tiempo}}{\text{Total Ordenes Trabajo}}$	
Disponibilidad	medida que permite la evaluación del rendimiento de la continuidad de trabajo de una máquina o equipo, en un determinado tiempo, tomando como referencia la confiabilidad y mantenibilidad (Alberti, 2020).	Disponibilidad en Horas	$\frac{\text{(Horas Totales – Horas Parada)}}{\text{Horas Totales}}$	Razón
		Tiempo medio para poner en marcha (TMPM, MTBF)	$\frac{\text{Horas Totales Paradas}}{\text{Número de paradas}}$	Razón
		Tiempo medio entre Paradas (TMEP, MTTR) Confiabilidad	$\frac{\text{Horas Totales del Periodo}}{\text{Cantidad de Paradas}}$ Agregar la fórmula de confiabilidad	Intervalo

Anexo 03. Instrumentos

Anexo 03-A. Hoja de Registro de Incidencias

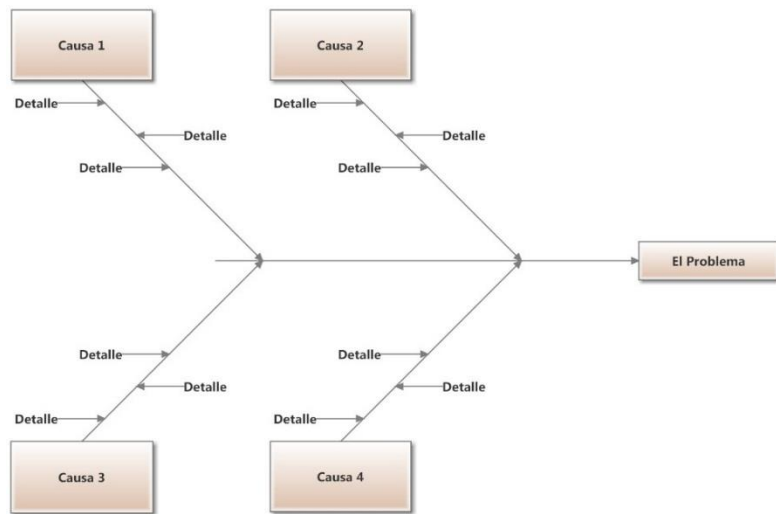
HOJA DE REGISTRO DE INDICENCIAS

Fecha:	
Equipo:	

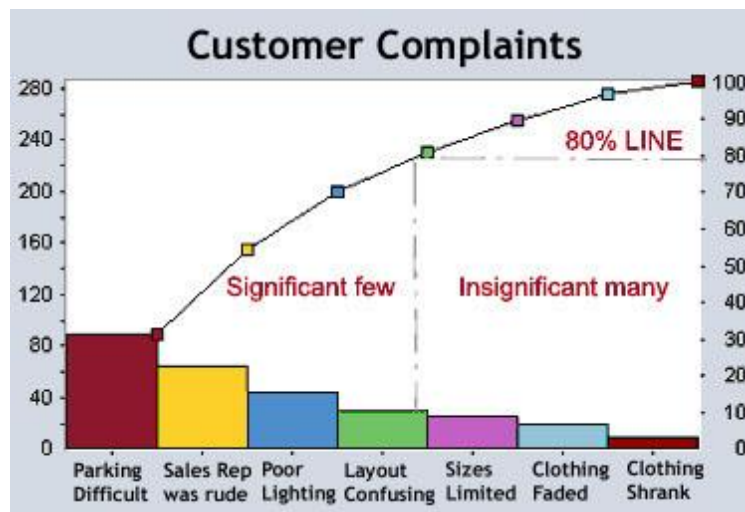
Hora	Tipo de Falla	Observación	Duración (Minutos)	Responsable

Anexo 03-B.

Diagrama de Ishikawa



Anexo 03-C. Diagrama de Pareto



Fuente: (Whatis, 2015)


Anexo N° 04 Constancia de Validación


FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Hoja de Incidencias
Objetivo del instrumento	Preparar e implementar un plan de mejora
Nombres y apellidos del experto	Ricardo Mendoza Rivera
Documento de identidad	1807075
Años de experiencia en el área	12
Máximo Grado Académico	Doctorado
Nacionalidad	Peruano
Institución	Universidad Nacional de Trujillo
Cargo	Docente
Número telefónico	949511552
Firma	 CIP: 51622
Fecha	30/03/2022


Nombre del instrumento	CheckList y Hojas de Inspección
Objetivo del instrumento	Preparar e implementar un plan de mejora
Nombres y apellidos del experto	Ricardo Mendoza Rivera
Documento de identidad	1807075
Años de experiencia en el área	12
Máximo Grado Académico	Doctorado
Nacionalidad	Peruano
Institución	Universidad Nacional de Trujillo
Cargo	Docente
Número telefónico	949511552
Firma	 CIP: 51622
Fecha	30/03/2022


FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Hoja de Incidencias
Objetivo del instrumento	Preparar e implementar un plan de mejora
Nombres y apellidos del experto	Moisés Narváez Rubio
Documento de identidad	18071937
Años de experiencia en el área	10
Máximo Grado Académico	Maestría
Nacionalidad	Peruano
Institución	Autoridad nacional del agua (ANA)
Cargo	Docente
Número telefónico	948625882
Firma	 CIP: 130548
Fecha	01/04/2022

Nombre del instrumento	CheckList y Hojas de Inspección
Objetivo del instrumento	Preparar e implementar un plan de mejora
Nombres y apellidos del experto	Moisés Narváez Rubio
Documento de identidad	18071937
Años de experiencia en el área	10
Máximo Grado Académico	Maestría
Nacionalidad	Peruano
Institución	Autoridad nacional del agua (ANA)
Cargo	Docente
Número telefónico	948625882
Firma	 CIP: 130548
Fecha	01/04/2022

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Hoja de Incidencias
Objetivo del instrumento	Preparar e implementar un plan de mejora
Nombres y apellidos del experto	David Agreda Gamboa
Documento de identidad	18071937
Años de experiencia en el área	10
Máximo Grado Académico	Doctorado
Nacionalidad	Peruano
Institución	Universidad Nacional de Trujillo
Cargo	Docente
Número telefónico	966243289
Firma	 CIP: 86691
Fecha	01/04/2022

Nombre del instrumento	CheckList y Hojas de Inspección
Objetivo del instrumento	Preparar e implementar un plan de mejora
Nombres y apellidos del experto	David Agreda Gamboa
Documento de identidad	18071937
Años de experiencia en el área	10
Máximo Grado Académico	Doctorado
Nacionalidad	Peruano
Institución	Universidad Nacional de Trujillo
Cargo	Docente
Número telefónico	966243289
Firma	 CIP: 86691
Fecha	01/04/2022

Anexo 5. CheckList

ANTES DE DETENER Y BLOQUEAR EL EQUIPO:		ESTADO / REALIZADO		OBSERVACIONES
		OK	FALLA	
1	Redactar IPERC, formato de bloqueo y trabajo en altura.			
2	Lavado general del equipo.			
3	Funcionamiento de controles, volante de direccion y pedales.			
4	Hacer prueba de juego de bearings de direccion, levante, barra estabilizadora y central.			
5	Medición de Tercera carrera de Vástago de Cilindro de levante (620 mm).			
6	Inspeccionar en busca de ruidos anormales, fugas y/o elementos sueltos en motor diesel, sistema hidraulico, frenos y direccion.			
7	Tomar muestra de aceite de motor diesel, mientras este funciona en ralenti.			
8	Test de Luces de advertencia de Motor			
9	Descargar data del CENSE			
BLOQUEO Y SEÑALIZACION:		ESTADO / REALIZADO		OBSERVACIONES
		OK	FALLA	
1	Bloqueo del sistema electrico.			
2	Hacer prueba de arranque para asegurar correcto bloqueo.			
3	Delimitar y señalizar area de trabajo.			
MOTOR DIESEL		ESTADO / REALIZADO		OBSERVACIONES
		OK	FALLA	
1	Revisar estado de mangueras y cañerías de motor (aire, aceite, refrigerante, combustible).			
2	Cambiar aceite de motor diesel y filtros de aceite. En el camión 730E N°09 el motor tiene ELIMINATOR - Cambiar el papel filtro del ELIMINATOR (cód. 1057725). - Realizar limpieza de los discos del centrífugo. - Verificar el giro del motor hidráulico.			
3	Inspeccion de saturacion de filtros de aire, cambie si la condicion lo requiere, abra tapas inferiores de precleaners.			
4	Cambiar filtros de combustible			
5	Eliminar fugas de aire, gases de combustion, aceite, refrigerante.			
6	Estado de abrazaderas y ductos de admision y escape.			
7	- Revisar estado de ventilador, guarda y tension de faja - Revisar topes de Radiador - Revisar mangueras de Radiador - Verificar el torque de los cuatro pernos de anclaje de soporte Fan Clutch, de acuerdo al tipo de perno utilizado: Perno 5/8" (cabeza de doce puntos) , torque : 207 ft-lb Perno 3/4" (cabeza de seis puntos) , torque : 270 ft-lb			
8	Inspeccionar aftercoolers (enfriador de aire), revisar fisuras en carcasas			
9	Inspeccionar fugas de aceite por válvulas STC LH y RH			
10	Lubricación de soporte delantero del Motor (Trunion)			
11	Inspeccionar soportes del Motor			
12	Inspeccionar bomba de agua y bomba de combustible			
13	Medir juego axial y radial de los turbos de alta y baja (se adjunta formato)			
14	Revisar saturación de filtros de aire			
15	Limpieza del pre-filtro de aire de motor diesel			
16	Limpia caja de filtros ciclónicos y verificar estado de filtros			
17	Inspeccione correcto sellado de tapa de radiador.			
18	Medir juego axial del cigüeñal. - Mínimo : 0.005" (0.13 mm) - Máximo : 0.020" (0.51 mm)			

SISTEMA HIDRAULICO		ESTADO / REALIZADO		OBSERVACIONES													
		OK	FALLA														
1	Chequear mangueras y valvulas del sistema hidráulico																
2	Revisar nivel de aceite del estanque hidráulico, rellenar si es necesario																
3	Cambiar filtros respiraderos del tanque hidraulico																
4	Cambiar elemento hidraulico de levante (N/P: AK3570)																
5	Cambiar elemento hidraulico de dirección y freno (N/P : AK3572)																
6	Cambio de pernos de sujeción de tanque hidráulico																
SUSPENSIONES		ESTADO / REALIZADO		OBSERVACIONES													
		OK	FALLA														
1	Chequear carga y altura de suspensiones. Recargar en caso requiera.																
2	Inspeccione estado de protectores de vástagos de suspensiones																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">PRESIONES Y ALTURAS DE SUSPENSIONES</th> </tr> <tr> <th>MODELO EQUIPO</th> <th>DELANTERAS</th> <th>POSTERIORES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>730E</td> <td>09 IN 400 PSI</td> <td>11 IN 200 PSI</td> </tr> </tbody> </table>		PRESIONES Y ALTURAS DE SUSPENSIONES			MODELO EQUIPO	DELANTERAS	POSTERIORES	730E	09 IN 400 PSI	11 IN 200 PSI			DELANTERA IZQUIERDA	DELANTERA DERECHA	POSTERIOR IZQUIERDA	POSTERIOR DERECHA	
PRESIONES Y ALTURAS DE SUSPENSIONES																	
MODELO EQUIPO	DELANTERAS	POSTERIORES															
730E	09 IN 400 PSI	11 IN 200 PSI															
				ALTURA (in)													
				PRESION (psi)													
FRENOS		ESTADO / REALIZADO		OBSERVACIONES													
		OK	FALLA														
1	Medición de discos y pastillas de frenos de servicio delantero LH/RH y posterior LH/RH, de acuerdo a formato.			RESPONSABLE:													
2	Medición de discos y pastillas de frenos de parqueo posterior LH/RH, de acuerdo a formato.			RESPONSABLE:													
3	Revisar valvulas, mangueras y tuberías en el gabinete de frenos y en los caliper de freno de servicio y parqueo.			RESPONSABLE:													
4	Medir presión de aceite de sistema de frenos de servicio delanteros (puerto de prueba BF - 2500psi) y posteriores (puerto de prueba BR - 1700psi) con el			RE	FRENO DE SERVICIO DELANTERO (BF)	FRENO DE SERVICIO POSTERIOR (BR)											
5	Medir y registrar presión de nitrógeno en acumuladores de frenos (1400 psi). Recargar en caso requiera.			PRESION (psi)													
DIRECCION		ESTADO / REALIZADO		OBSERVACIONES													
		OK	FALLA														
1	Inspección visual ,verificar si existen fugas en el sistema (visualmente)			RESPONSABLE:													
2	Chequear posibles fugas por bombas de dirección y freno, levante.			RESPONSABLE:													
3	Chequear posibles fugas por cilindro de dirección, cromado de vástago y estado de sellos.			RESPONSABLE:													
4	Chequear posibles fugas por valvula de sangrado.			RESPONSABLE:													
5	Chequear posibles fugas por valvula amplificadora.			RESPONSABLE:													
6	Chequear posibles fugas por mangueras de dirección			RESPONSABLE:													
7	Chequear visualmente el acumulador de dirección			RESPONSABLE:													
8	Chequear visualmente rotulas de dirección (barras y cilindros)			RESPONSABLE:													
9	Comprobar torque de pernos de barra de dirección, pernos de sujeción en pines de cilindro de dirección a 136 kg-f (300 lb-pie)-(total 10 pernos)			RESPONSABLE:													
10	Medir y registrar presión de nitrógeno en acumuladores de dirección (1400 psi). Recargar en caso requiera.			PRESION (psi)	ACUMULADOR IZQUIERDO	ACUMULADOR DERECHO											
CABINA		ESTADO / REALIZADO		OBSERVACIONES													
		OK	FALLA														
1	Chequear sellado de cabina																
2	Limpiar filtro de aire de la cabina y alojamiento del filtro																
3	Limpieza cabina y vidrios																
4	Verificar el correcto funcionamiento del tapasol.																
ESTRUCTURA		ESTADO / REALIZADO		OBSERVACIONES													
		OK	FALLA														
1	Chequear condición de las cintas reflectivas, cambiarlas de ser necesario.																
2	Chequear estado de la barra de dirección, limpieza y estado de los hilos informar estado																
3	- Revisar correcta sujeción de los tanques de combustible e hidraulico. - Cambiar el filtro respiradero del tanque de combustible.																
4	Chequear pernos de anclaje del gabinete de control, reponer y/o retorquear si es necesario																
5	Chequear pernos seguro cilindro de levante, reapretar si es necesario																
6	Chequear posibles fisuras en Trunion de cilindros de levante LH/RH.																
7	Inspección de fisuras en los puntos de soldadura de la unión del aro cortafuego con la masa de freno en las Armaduras LH y RH.																
8	Inspeccionar condición de bridas (flange) y yugos (horquillas) del cardán de la bomba de levante.																
9	En la escalera principal y de emergencia inspeccionar : - Bases, altura de los jebes, condición de los peldaños, planchas/pernos de unión entre jebe y base, planchas/pernos de unión entre jebe y peldaño.																

Anexo 6. Procedimiento



PROCEDIMIENTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO

FECHA: / / . HORAS - : :

Código Equipo:
Horómetro:
Fecha :

Hora Inicio:
Hora Término:
Responsable:

PROCEDIMIENTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO



MANTENIMIENTO PREVENTIVO



PROCEDIMIENTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO

FECHA: / / . HORAS - : :

Código Equipo:

Horómetro:

Fecha :

Hora Inicio:

Hora Término:

Responsable:

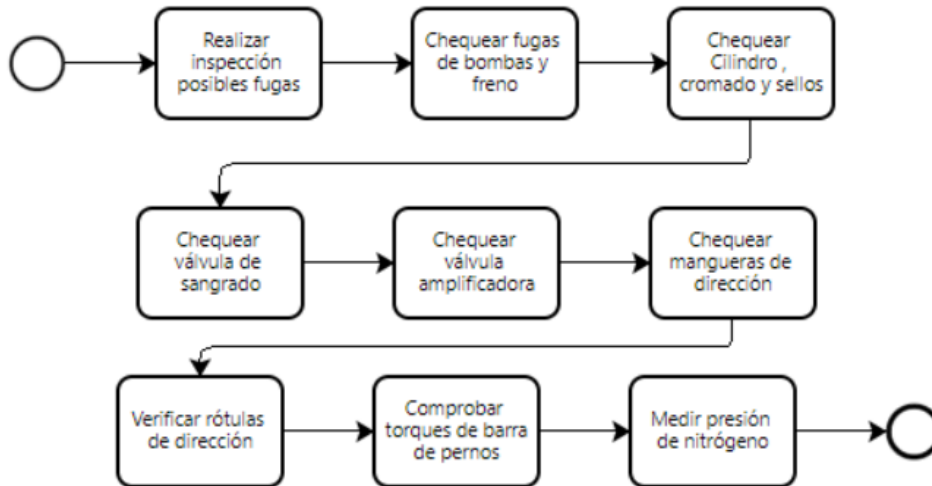
1. OBJETIVO

Definir y comunicar las acciones que debe de realizarse con miras a estandarizar el procedimiento de compras.

2. AMBITO

Es aplicada a las compras en general que la empresa realice por cualquier motivo o procedencia

3. DIAGRAMA DE ACTIVIDADES





PROCEDIMIENTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO

FECHA: / / . HORAS - : :

4. ACTIVIDADES INVOLUCRADAS Y RESPONSABLES ENCONTRADOS.

Actividad	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE
Inspección visual ,verificar si existen fugas en el sistema (visualmente)	Realizar Inspección visual ,verificando posibles fugas en el sistema	Mantenimiento
Chequear posibles fugas por bombas de dirección y freno, levante.	Efectuar el chequeo posible fugas por bombas de dirección y freno, levante.	Mantenimiento
Chequear posibles fugas por cilindro de dirección, cromado de vástago y estado de sellos.	Ejecutar el chequeo de posibles fugas por cilindro de dirección, cromado de vástago y estado de sellos.	Mantenimiento
Chequear posibles fugas por válvula de sangrado.	Realizar la revisión de posibles fugas por válvula de sangrado.	Mantenimiento
Chequear posibles fugas por válvula amplificadora.	Efectuar el chequeo de posibles fugas por válvula amplificadora.	Mantenimiento
Chequear posibles fugas por mangueras de dirección	Ejecutar posibles fugas por mangueras de dirección	Mantenimiento
Chequear visualmente el acumulador de dirección	Efectuar el chequeo visual del acumulador de dirección	Mantenimiento
Chequear visualmente rotulas de dirección (barras y cilindros)	Ejecutar visualmente rotulas de dirección (barras y cilindros)	Mantenimiento
Comprobar torque de pernos de barra de dirección, pernos de sujeción en pines de cilindro de dirección a 136 kg-f (300 lb-pie)-(total 10 pernos)	Realizar la revisión de torque de pernos de barra de dirección, pernos de sujeción en pines de cilindro de dirección a 136 kg-f (300 lb-pie)-(total 10 pernos)	Mantenimiento
Medir y registrar presión de nitrógeno en acumuladores de dirección (1400 psi). Recargar en caso requiera,"	Realizar la medición y registro de presión de nitrógeno en acumuladores de dirección (1400 psi). Recargar en caso requiera,"	Mantenimiento



PROCEDIMIENTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO

FECHA: / / . HORAS - : :

5. SUGERENCIAS ADICIONALES

- Realizar inspecciones aleatorias del cumplimiento del procedimiento
- Realizar la difusión del presente procedimiento a los involucrados.

6. RESUMEN DE INSPECCION

Registrar resultado de la inspección

	NRO. ACTIVIDADES EFECTUADAS	NRO. ACTIVIDADES PROCEDIMIENTO	<u>FECHA</u>
	Conocer ejecución del procedimiento	Indicador Ejecución (IEP)	/ /

7. COMUNICACION

Ante dudas comunicarse mail: mantenimiento@mannucci.com

Anexo 07. Ficha de datos

a. Interrupciones actuales, antes de mejora de gestión.

FALLA	TIPO FALLA	MES	TIEMPO	EQUIPO
Falla alternador	ELÉCTRICOS	9-2021	9.17	CA-730-01
Falla alternador	ELÉCTRICOS	9-2021	10.1	CA-730-02
Falla alternador	ELÉCTRICOS	9-2021	9.4	CA-730-03
Falla alternador	ELÉCTRICOS	9-2021	10	CA-730-04
Falla alternador	ELÉCTRICOS	9-2021	8.63	CA-730-05
Falla alternador	ELÉCTRICOS	9-2021	7.88	CA-730-06
Falla alternador	ELÉCTRICOS	9-2021	7	CA-730-07
Falla alternador	ELÉCTRICOS	9-2021	7.67	CA-730-09
Falla alternador	ELÉCTRICOS	9-2021	6.17	CA-730-11
Falla alternador	ELÉCTRICOS	9-2021	5.67	CA-730-14
Falla alternador	ELÉCTRICOS	9-2021	3.17	CA-730-16
Falla alternador	ELÉCTRICOS	9-2021	2.75	CA-730-17
Falla alternador	ELÉCTRICOS	10-2021	12.83	CA-730-01
Falla alternador	ELÉCTRICOS	10-2021	14.14	CA-730-02
Falla alternador	ELÉCTRICOS	10-2021	13.16	CA-730-03
Falla alternador	ELÉCTRICOS	10-2021	14	CA-730-04
Falla alternador	ELÉCTRICOS	10-2021	12.08	CA-730-05
Falla alternador	ELÉCTRICOS	10-2021	11.03	CA-730-06
Falla alternador	ELÉCTRICOS	10-2021	9.8	CA-730-07
Falla alternador	ELÉCTRICOS	10-2021	10.73	CA-730-09
Falla alternador	ELÉCTRICOS	10-2021	8.63	CA-730-11
Falla alternador	ELÉCTRICOS	10-2021	7.93	CA-730-14
Falla alternador	ELÉCTRICOS	10-2021	3.85	CA-730-17
Falla alternador	ELÉCTRICOS	11-2021	16	CA-730-04
Falla alternador	ELÉCTRICOS	11-2021	13.8	CA-730-05
Falla en tarjeta fuente	ELECTRÓNICOS	9-2021	9.17	CA-730-01
Falla en tarjeta fuente	ELECTRÓNICOS	9-2021	10.1	CA-730-02
Falla en tarjeta fuente	ELECTRÓNICOS	9-2021	9.4	CA-730-03
Falla en tarjeta fuente	ELECTRÓNICOS	9-2021	10	CA-730-04
Falla en tarjeta fuente	ELECTRÓNICOS	9-2021	8.63	CA-730-05
Falla en tarjeta fuente	ELECTRÓNICOS	9-2021	7.88	CA-730-06
Falla en tarjeta fuente	ELECTRÓNICOS	9-2021	7	CA-730-07
Falla en tarjeta fuente	ELECTRÓNICOS	10-2021	12.83	CA-730-01
Falla en tarjeta fuente	ELECTRÓNICOS	10-2021	14.14	CA-730-02
Falla en tarjeta fuente	ELECTRÓNICOS	10-2021	13.16	CA-730-03
Falla en tarjeta fuente	ELECTRÓNICOS	10-2021	14	CA-730-04
Falla en tarjeta fuente	ELECTRÓNICOS	10-2021	12.08	CA-730-05
Falla en tarjeta fuente	ELECTRÓNICOS	10-2021	11.03	CA-730-06
Falla en tarjeta fuente	ELECTRÓNICOS	10-2021	9.8	CA-730-07
Falla en tarjeta fuente	ELECTRÓNICOS	11-2021	16	CA-730-04

FALLA	TIPO FALLA	MES	TIEMPO	EQUIPO
Falla en tarjeta fuente	ELECTRÓNICOS	11-2021	13.8	CA-730-05
Falla motor	MECÁNICOS	9-2021	9.17	CA-730-01
Falla motor	MECÁNICOS	9-2021	10.1	CA-730-02
Falla motor	MECÁNICOS	9-2021	9.4	CA-730-03
Falla motor	MECÁNICOS	9-2021	10	CA-730-04
Falla motor	MECÁNICOS	9-2021	8.63	CA-730-05
Falla motor	MECÁNICOS	9-2021	7.88	CA-730-06
Falla motor	MECÁNICOS	9-2021	7	CA-730-07
Falla motor	MECÁNICOS	9-2021	7.67	CA-730-09
Falla motor	MECÁNICOS	9-2021	6.17	CA-730-11
Falla motor	MECÁNICOS	9-2021	5.67	CA-730-14
Falla motor	MECÁNICOS	9-2021	3.17	CA-730-16
Falla motor	MECÁNICOS	9-2021	2.75	CA-730-17
Falla en motor de tracción	MECÁNICOS	9-2021	9.17	CA-730-01
Falla en motor de tracción	MECÁNICOS	9-2021	10.1	CA-730-02
Falla en motor de tracción	MECÁNICOS	9-2021	9.4	CA-730-03
Falla en motor de tracción	MECÁNICOS	9-2021	10	CA-730-04
Falla en motor de tracción	MECÁNICOS	9-2021	8.63	CA-730-05
Falla en motor de tracción	MECÁNICOS	9-2021	7.88	CA-730-06
Falla en motor de tracción	MECÁNICOS	9-2021	7	CA-730-07
Falla en motor de tracción	MECÁNICOS	9-2021	7.67	CA-730-09
Falla en motor de tracción	MECÁNICOS	9-2021	6.17	CA-730-11
Falla en motor de tracción	MECÁNICOS	9-2021	5.67	CA-730-14
Falla en motor de tracción	MECÁNICOS	9-2021	3.17	CA-730-16
Tips desgastados	MECÁNICOS	9-2021	9.17	CA-730-01
Tips desgastados	MECÁNICOS	9-2021	10.1	CA-730-02
Tips desgastados	MECÁNICOS	9-2021	9.4	CA-730-03
Contadores desregulados	MECÁNICOS	9-2021	9.17	CA-730-01
Falla motor	MECÁNICOS	10-2021	12.83	CA-730-01
Falla motor	MECÁNICOS	10-2021	14.14	CA-730-02
Falla motor	MECÁNICOS	10-2021	13.16	CA-730-03
Falla motor	MECÁNICOS	10-2021	14	CA-730-04
Falla motor	MECÁNICOS	10-2021	12.08	CA-730-05
Falla motor	MECÁNICOS	10-2021	11.03	CA-730-06
Falla motor	MECÁNICOS	10-2021	9.8	CA-730-07
Falla motor	MECÁNICOS	10-2021	10.73	CA-730-09
Falla motor	MECÁNICOS	10-2021	8.63	CA-730-11
Falla motor	MECÁNICOS	10-2021	7.93	CA-730-14
Falla motor	MECÁNICOS	10-2021	3.85	CA-730-17
Falla en motor de tracción	MECÁNICOS	10-2021	12.83	CA-730-01
Falla en motor de tracción	MECÁNICOS	10-2021	14.14	CA-730-02
Falla en motor de tracción	MECÁNICOS	10-2021	13.16	CA-730-03
Falla en motor de tracción	MECÁNICOS	10-2021	14	CA-730-04
Falla en motor de tracción	MECÁNICOS	10-2021	12.08	CA-730-05

FALLA	TIPO FALLA	MES	TIEMPO	EQUIPO
Falla en motor de tracción	MECÁNICOS	10-2021	11.03	CA-730-06
Falla en motor de tracción	MECÁNICOS	10-2021	9.8	CA-730-07
Falla en motor de tracción	MECÁNICOS	10-2021	10.73	CA-730-09
Falla en motor de tracción	MECÁNICOS	10-2021	8.63	CA-730-11
Falla en motor de tracción	MECÁNICOS	10-2021	7.93	CA-730-14
Tips desgastados	MECÁNICOS	10-2021	12.83	CA-730-01
Tips desgastados	MECÁNICOS	10-2021	14.14	CA-730-02
Tips desgastados	MECÁNICOS	10-2021	13.16	CA-730-03
Contadores desregulados	MECÁNICOS	10-2021	12.83	CA-730-01
Falla motor	MECÁNICOS	11-2021	16	CA-730-04
Falla motor	MECÁNICOS	11-2021	13.8	CA-730-05
Falla en motor de tracción	MECÁNICOS	11-2021	16	CA-730-04
Falla en motor de tracción	MECÁNICOS	11-2021	13.8	CA-730-05