



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“DISEÑO DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA OPERACIONAL DE LOS VEHÍCULOS LIVIANOS, DE LA EMPRESA L&S CAXA CORPORATIONS E. I. R. L., CAJAMARCA, 2020”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

Ingeniera Industrial

Autora:

Bach. Helen Claret Gallardo Garces

Asesor:

Mg. Ing. Elmer Aguilar Briones

Cajamarca - Perú

2021

DEDICATORIA

A mi madre, quien está en el cielo, por sus consejos
brindados, gracias a ella he cumplido este sueño.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarme la oportunidad de salir adelante, a mis padres por ser mi fortaleza, a mi familia que fue un apoyo constante a lo largo de mi carrera.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
ÍNDICE DE ECUACIONES	7
RESUMEN EJECUTIVO.....	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	19
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	39
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	85
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMEDADIONES	97
REFERENCIAS	99
ANEXOS.....	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Análisis FODA.....	16
Tabla 2	Interpretación del OEE.....	30
Tabla 3	Costos de espacios a arrendar.....	75
Tabla 4	Clasificación del OEE.....	84
Tabla 5	Datos para calcular el OEE de las camionetas.....	88
Tabla 6	Clasificación del OEE.....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de la empresa L&S Caxas Corporations E.I.R.L.	13
Figura 2. Camionetas trabajando en mina.	14
Figura 3. Camionetas trabajando en mina.	14
Figura 4. Mantenimiento de camionetas.	15
Figura 5. Transporte de personal en mina.	15
Figura 6. Proceso actual de mantenimiento.	16
Figura 7. Flujograma de mantenimiento de la empresa.	17
Figura 8. Esquematización para el cálculo del OEE.	30
Figura 9. Esquematización de carga de la camioneta Hilux.	31
Figura 10. Motor de la camioneta Hilux.	32
Figura 11. Organigrama del comité TPM.	40
Figura 12. Diagrama de Ishikawa en los equipos.	41
Figura 13. Gráfico de JackNife de las camionetas.	44
Figura 14. Disponibilidad promedio actual.	85
Figura 15. Rendimiento promedio actual.	86
Figura 16. MTBF promedio actual.	86
Figura 17. MTTR actual promedio actual.	87
Figura 18. OEE actual promedio de las camionetas.	88
Figura 19. Sensores de control de fatiga.	95
Figura 19. Detección de sueño.	95
Figura 19. Monitoreo de fatiga.	96
Figura 19. Monitoreo GPS.	96

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 2. Disponibilidad	82
Ecuación 3. Rendimiento.....	83
Ecuación 4. MTBF	83
Ecuación 5. MTTR	83
Ecuación 6. Calidad.....	83
Ecuación 7. OEE	84

RESUMEN EJECUTIVO

La empresa L&S Caja Corporations E.I.R.L., tiene como uno de sus servicios personales el alquiler de camionetas a empresas mineras, su cliente principal es Yanacocha. Los objetivos fueron maximizar la eficacia global de las camionetas, lo cual conduce a la mejora de la eficacia global, desarrollar un sistema de mantenimiento productivo para la vida útil de las camionetas, implicar a todos los empleados, desde la alta dirección hasta los trabajadores de los talleres y promover el TPM a través de la motivación: actividades autónomas en pequeños grupos. Se determinó que la implementación de la metodología TPM mejora la eficiencia operacional de las camionetas de la empresa L&S Caja Corporations E.I.R.L., además representan ahorros considerables. En el diagnóstico de las camionetas se concluye que estos equipos fallan constantemente, los indicadores más afectados son el rendimiento que se encuentra en un 47% y el OEE que se encuentra en estado inaceptable con 31%. Luego de aplicar mi experiencia, concluyo que el mantenimiento productivo total engloba un conjunto de mejoras que incrementan la disponibilidad de las camionetas, asimismo se evidencia que se incrementa el rendimiento de estas, por ende, en la eficiencia operacional.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Experiencia laboral

Desde el 2015 he laborado en la empresa Multimark Cajamarca E.I.R.L., dedicada al mantenimiento y reparación de vehículos, venta de partes, piezas y accesorios; asumí el cargo de asistente de mantenimiento el 15 de noviembre de dicho año hasta febrero del 2016; he tenido la responsabilidad de apoyar en la supervisión del mantenimiento de 8 unidades livianas (camionetas), a las cuales se les ha realizado el mantenimiento preventivo de acuerdo al kilometraje recorrido.

Desde mayo del 2016 hasta junio del 2018 he laborado en la empresa Logística Integral Servicios Generales E.I.R.L., dedicada al transporte de carga por carretera, venta de partes, piezas y accesorios para vehículos automotores. He desempeñado el cargo de asistente de supervisión de mantenimiento en la unidad minera la Zanja, en donde estuve a cargo de la supervisión del mantenimiento preventivo de 8 minivans, 12 camionetas y 3 buses de 20 pasajeros, mi aporte en esta empresa fue realizar el plan de mantenimiento preventivo para cada tipo de los equipos anteriormente descritos de acuerdo al manual del fabricante, asimismo he colaborado con las charlas de operación adecuada de los equipos, manejo defensivo, inspección de equipos (preuso), peligros y riesgos en el transporte de personal.

Mi experiencia laboral en la empresa L&S Caxas Corporations E.I.R.L., inició desde marzo 2018, con el cargo asistente del supervisor de mantenimiento hasta diciembre del 2018, en enero del 2019 me he desempeñado como coordinadora de equipos, hasta diciembre del 2019. En enero del 2020 me desempeñe como administradora, ya que por temas de ascenso he decidido migrar a esta área, e involucrarme en las mejoras integrales de la empresa, una de ellas es el TPM en que enlaza 8 pilares básicos e

incluye mantenimiento, calidad, disponibilidad, rendimiento, capacitación y seguridad.

1.2. Descripción de la empresa

La empresa L&S Caxas Corporations E.I.R.L., brinda los servicios de soluciones para Abastecimiento de Ad Blue en cumplimiento con la Norma Euro 5 venta y Alquiler de Equipos Certificados para abastecimiento de Ad Blue para todo tipo de equipos móviles y estacionarios. Además, ofrece soluciones en capacitación y asesoría, elaboramos todo tipo de Planes, capacitando en la ejecución y velando por el cumplimiento de las normativas legales vigentes y estándares Internacionales, apoyando a generar empresas de nivel de excelencia y altamente rentables, soluciones y mantenimiento en general de infraestructuras, servicios de mantenimiento en general para equipos estacionarios y móviles.

RUC: 20603400365

Razón Social: L & S CAXA CORPORATIONS E.I.R.L.

Nombre Comercial: L & S Caxas Corporations

Tipo Empresa: Empresa Individual de Resp. Ltda

Condición: Activo

Fecha Inicio Actividades: 01 / Agosto / 2018

Dirección Legal: Av. Via de Evitamiento Nro. 131 Int. A-1a Lot. el Junco (Frente al Puente Amarillo)

Distrito / Ciudad: Cajamarca

Departamento: Cajamarca, Perú.

Página web: <http://www.lyscaxacorporation.com/soluciones-para-abastecimiento-de-ad-blue.html>

En la empresa L&S CAXA CORPORATIONS E.I.R.L., la disponibilidad mecánica de la flota de las camionetas alquiladas en las distintas empresas mineras es diferente, ya que depende de las condiciones de las vías determinadas por la calidad de los terrenos, horario de trabajos, mano de obra, así mismo, del stock de repuestos para el mantenimiento de la flota que garantizan la operatividad de los camiones.

Una de las averías más frecuentes es el sistema de suspensión, es decir, la rotura de muelles y consumo excesivo de los neumáticos. No se cuenta con un historial de cambio de muelles y de igual manera no se lleva un control adecuado de los neumáticos, generando un costo mayor para el área de mantenimiento mecánico.

No se tiene una planificación de calidad, los mantenimientos preventivos no se realizan en las fechas programadas, así mismo, no se lleva un historial del control de cambio de repuestos, pues solo se ejecutan mantenimientos correctivos por emergencias, además no realizan el cambio de algunos componentes de las camionetas, porque no son considerados relevantes, sin embargo, afectan el desempeño de las camionetas y generan paradas imprevistas.

1.2.1. Reseña de la empresa

Hace 3 años (agosto del 2018), a partir de la experiencia adquirida en servicio de alquiler de camionetas y servicio de monitoreo y control de fatiga mediante sensores para flota liviana, un grupo de hermanos cajamarquinos asumieron el reto de fundar L&S Caja Corporations E.I.R.L, con la finalidad de brindar este servicio a las distintas empresas mineras que operan en Cajamarca. A lo largo de los años han brindado en todas las regiones del Perú, lo cual les ha permitido ganar una vasta experiencia en diversas situaciones geográficas y climatológicas. El desarrollo del sector minero y el crecimiento de la

economía peruana, promovieron el ingreso de nuevos actores. Esto ha determinado mayores exigencias de sus clientes, generando mayores retos para la organización y a los cuales han hecho frente a partir de una estrategia de diversificación, especialización y estandarización de nuestras operaciones. L&S Caja Corporations E.I.R.L y las empresas mineras consideran que la seguridad es el pilar principal, últimamente se ha visto un incremento en la cantidad de incidentes o accidentes en camionetas, probablemente relacionados a la fatiga, las empresas mineras mediante el resultado de pruebas han determinado que las tecnologías podrían ser aplicadas en sus operaciones el servicio integral de gestión de fatiga para camionetas y buses. La emoción y la pasión con que iniciaron este camino se mantienen intactas para seguir generando soluciones y garantizando la seguridad del servicio. L&S Caja Corporations E.I.R.L es una empresa especialista en el servicio de alquiler, monitoreo y control de fatiga, mediante sensores en el sector minero, a partir de una gestión eficiente y con los más altos estándares de seguridad y salud en el trabajo.

1.2.2. Organigrama

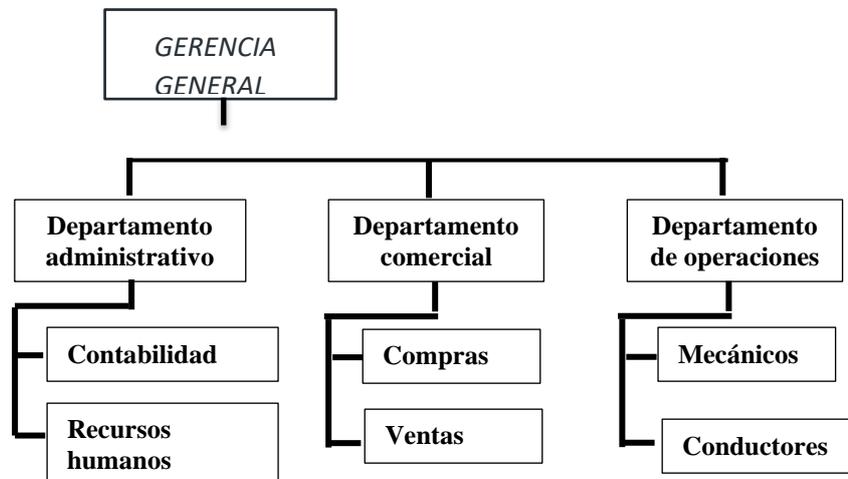


Figura 1. Organigrama de la empresa L&S Cajas Corporations E.I.R.L.

En la figura 1, se evidencia el organigrama de la empresa L&S Cajas Corporations, encabezada por la gerencia general quien se encarga de brindar los recursos necesarios para el funcionamiento de la empresa, seguida de administración que se encarga de controlar el adecuado uso de los recursos, personal y contratos; como áreas de soporte son contabilidad que se encarga de controlar los recursos económicos de la empresa y el área de seguridad para velar por la integridad de los colaboradores de la empresa en cumplimiento de la normativa peruana. El área de mantenimiento tiene a su cargo 4 mecánicos encargados de realizar los mantenimiento correctivos y preventivos a los equipos en la unidad minera en estudio y el área de operaciones cuenta con 12 conductores, los cuales son convocados según requerimiento de contratos puntuales, y se encarga de la supervisión de los cumplimientos contractuales.

1.2.3. Procesos y servicios

Los principales servicios que ofrece la empresa son:

- Alquiler de camionetas



Figura 2. Camionetas trabajando en mina.

- Monitoreo de fatiga de conductores



Figura 3. Camionetas trabajando en mina.

- Mantenimiento de equipos livianos

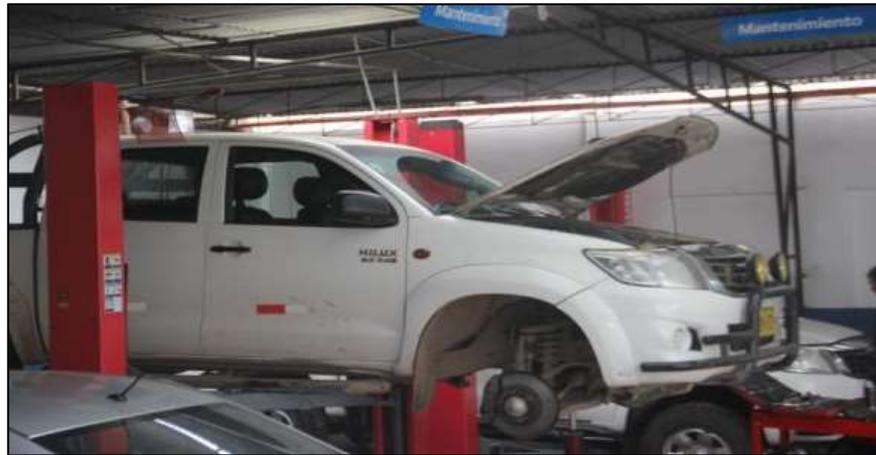


Figura 4. Mantenimiento de camionetas.

- Transporte de personal



Figura 5. Transporte de personal en mina.

1.2.4. Clientes

Desde el inicio de sus operaciones, la empresa L&S Caxas Corporations ha tenido tres clientes, siendo la más importante la empresa minera Yanacocha: en donde se brinda servicio de alquiler, mantenimiento y control de fatiga de equipos livianos.

1.2.5. Tecnologías utilizadas

Actualmente, la empresa realiza gran parte de mantenimiento correctivo, y realizan el proceso especificado en la figura 6.

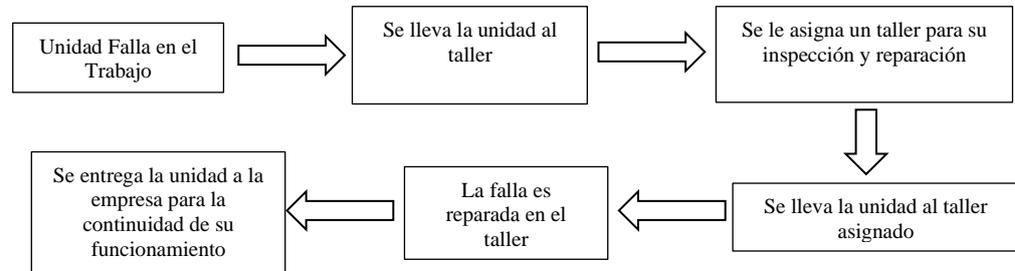


Figura 6. Proceso actual de mantenimiento.

1.2.6. Logros que ha desarrollado la empresa

El logro más representativo que ha tenido la empresa es la asociación con una empresa transnacional IW ingeniería S.A.C., con sede en Chile, la cual se dedica a brindar el soporte de telecomunicaciones. Con esta empresa se han realizado trabajos de monitoreos GPS a unidades mineras en la empresa Yanacocha S.R.L. El trabajo ha consistido en implementar GPS de última generación a 20 camionetas, emitiendo reportes en tiempo real de la ubicación del equipo, consumo de combustible, percepción de la fatiga del conductor.

Tabla 1

Análisis FODA.

<p>Fortalezas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Buenas condiciones económicas. - Prácticas sustentables. - Productos importados. 	<p>Debilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nuevos desafíos mineros. - Expansión de otras empresas. - Productos importados.
<p>Oportunidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Crecimiento minero. - Buena relación con las empresas contratadoras. - Calidad de productos. 	<p>Amenazas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aumento de costos. - Infracciones por velocidad. - Surgimiento de empresas dedicadas al mismo rubro.

1.2.7. Flujogramas de mantenimiento de manera general

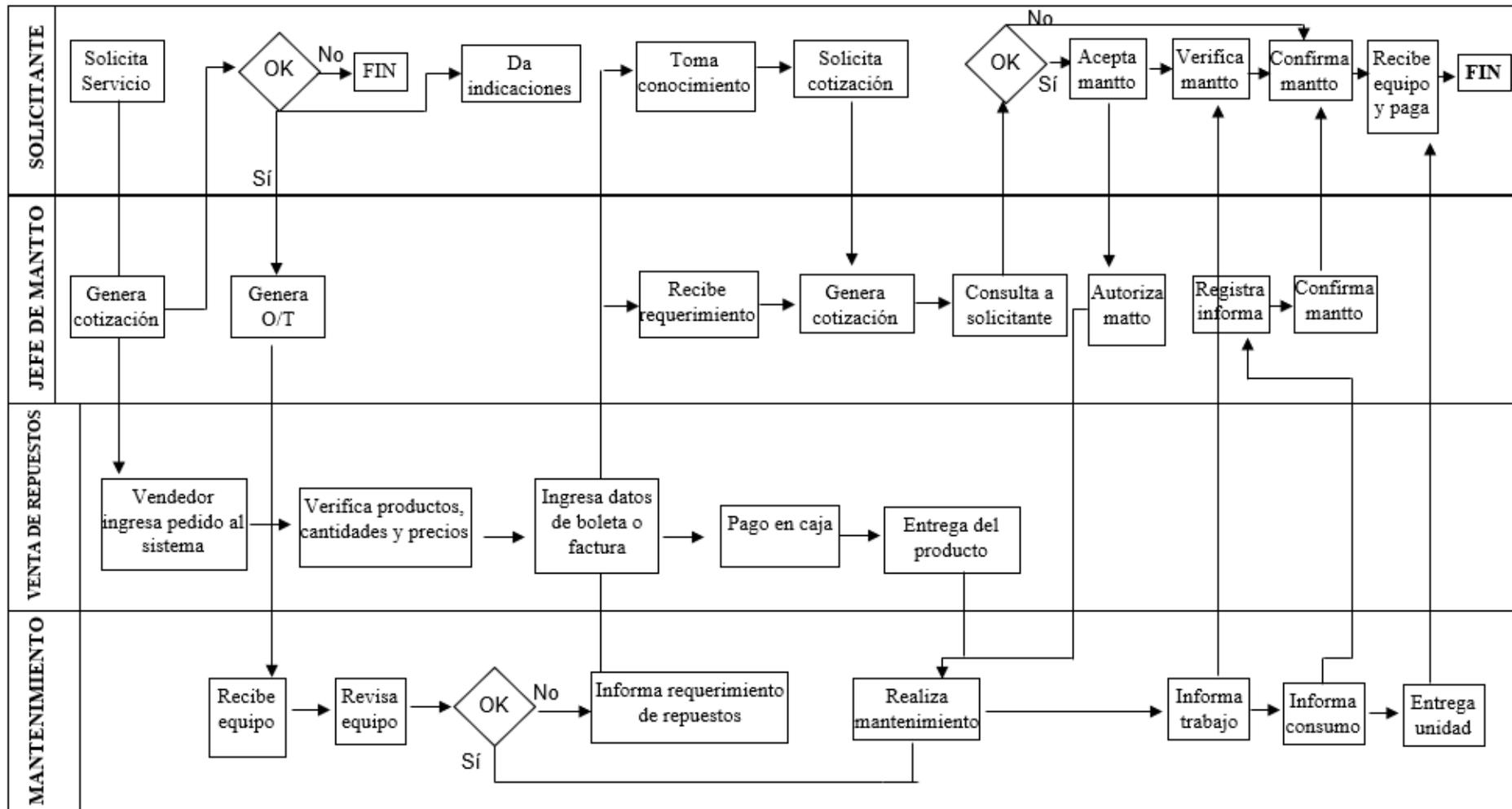


Figura 7. Flujograma de mantenimiento de la empresa.

En la figura 7, se muestra el flujograma de mantenimiento de la empresa L&S Caxa Corporations E.I.R.L., se inició con la solicitud de mantenimiento por parte del cliente, luego se realiza las cotizaciones en donde se define si se realiza el trabajo o no, en caso de realizarse la unidad pasa a mantenimiento y requerimiento si fuera necesario, si no se realiza el trabajo se finaliza la solicitud. Después de realizar el mantenimiento se informa el trabajo, consumo y se entrega la unidad; el cliente verifica confirma, recibe el equipo y realiza el pago.

1.3. Mostrar indicadores

Los indicadores a medir son:

- Disponibilidad:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Tiempo productivo (menos cambios, averías y esperas)}}$$

- Rendimiento

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Capacidad productiva}}{\text{Producción real (menos microparadas y velocidad reducida)}}$$

- Calidad

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Piezas buenas (menos defectuosos y retrabajos)}}$$

- Eficiencia operacional

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} * \text{rendimiento} * \text{calidad}$$

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Teorías y conceptos básicos desarrollados y aplicados en la experiencia profesional

2.1.1. Mantenimiento productivo total

El TPM se originó y se desarrolló en Japón, por la necesidad de mejorar la gestión de mantenimiento para alcanzar la velocidad con la que se automatizaron y sofisticaron los procesos productivos. Inicialmente el alcance del TPM se limitó a los departamentos relacionados con los equipos, más tarde los departamentos de administración y de apoyo (desarrollo y ventas) se involucraron (Chau, 2013).

a. Pilares del TPM

- Mejora Focalizada

El objetivo de este pilar es eliminar sistemáticamente las grandes pérdidas ocasionadas con el proceso productivo” Las pérdidas pueden ser (Chau, 2013):

De los equipos:

- Fallas en los equipos principales
- Cambios y ajustes no programados
- Fallas de equipos auxiliares
- Ocio y paradas menores
- Reducción de Velocidad
- Defectos en el proceso
- Arranque

Recurso humano:

- Gerenciales

- Movimientos
- Arreglo/ acomodo
- Falta de sistemas automáticos
- Seguimiento y corrección
- Mantenimiento autónomo

El objetivo de este pilar es conservar y mejorar el equipo con la participación del usuario u operador. Los operadores se hacen cargo del mantenimiento de sus equipos, lo mantienen y desarrollan la capacidad para detectar a tiempo fallas potenciales. La idea del mantenimiento autónomo es que cada operario sepa diagnosticar y prevenir las fallas eventuales de su equipo y de este modo prolongar la vida útil del mismo. No se trata de que cada operario cumpla el rol de un mecánico, sino de que cada operario conozca y cuide su equipo además ¿Quién puede reconocer de forma más oportuna la posible falla de un equipo antes de que se presente? Obviamente el operador calificado ya que él pasa mayor tiempo con el equipo que cualquier mecánico, él podrá reconocer primero cualquier varianza en el proceso habitual de su equipo (Corrales, 2014).

El mantenimiento autónomo puede prevenir:

- Contaminación por agentes externos
- Rupturas de ciertas piezas
- Desplazamientos
- Errores en la manipulación

Con sólo instruir al operario en:

- Limpiar

- Lubricar
- Revisar
- Mantenimiento planeado

El objetivo es lograr mantener el equipo y el proceso en condiciones óptimas. Es un conjunto de actividades sistemáticas y metódicas para construir y mejorar continuamente el proceso. La idea del mantenimiento planeado es la de que el operario diagnostique la falla y la indique con etiquetas con formas, números y colores específicos dentro de la máquina de forma que cuando el mecánico venga a reparar la máquina va directo a la falla y la elimina. Este sistema de etiquetas con formas, colores y números es bastante eficaz ya que al mecánico y al operario le es más fácil ubicar y visualizar la falla (Corrales, 2014).

- Capacitación

El objetivo es aumentar las capacidades y habilidades de los empleados.

Aquí se define lo que hace cada quien y se realiza mejor cuando los que instruyen sobre lo que se hace y como se hace son la misma gente de la empresa, sólo hay que buscar asesoría externa cuando las circunstancias lo requieran (Bahamóndez, 2017).

- Control inicial

El objetivo es reducir el deterioro de los equipos actuales y mejorar los costos de su mantenimiento. Este control nace después de ya implantado el sistema cuando se adquieren máquinas nuevas (Bahamóndez, 2017).

- Mejoramiento para la calidad

El objetivo es tomar acciones preventivas para obtener un proceso y equipo cero defectos. La meta aquí es ofrecer un producto cero defectos como efecto de una máquina cero defectos, y esto último sólo se logra con la continua búsqueda de una mejora y optimización del equipo (Bahamóndez, 2017).

- Seguridad Higiene y medio ambiente

El objetivo es crear y mantener un sistema que garantice un ambiente laboral sin accidentes y sin contaminación. Aquí lo importante es buscar que el ambiente de trabajo sea confortable y seguro, muchas veces ocurre que la contaminación en el ambiente de trabajo es producto del mal funcionamiento del equipo, así como muchos de los accidentes son ocasionados por la mala distribución de los equipos y herramientas en el área de trabajo (Chau, 2013).

b. Beneficios TPM

Según su experiencia el ponente argumenta que en un año se recupera la inversión realizada al implantar este sistema y en 4 el ahorro producido permite invertir los recursos en otros proyectos. Aunque estos resultados no se ven de la noche a la mañana y son el producto de un trabajo hecho día a día, pero llegar a la meta de “cero perdidas” es posible y una vez alcanzada hay que iniciar la búsqueda de otras pérdidas para eliminarlas, en otras palabras, estos beneficios sólo se logran con el mejoramiento continuo. Es importante destacar que la implantación del TPM, contribuye a la reducción de los costos, a realizar las entregas a tiempo, a que el empleado trabaje con mayor seguridad y a elevar la moral del trabajador

ya que este participa activamente en un trabajo en equipo y aporta sugerencias (Corrales, 2014).

c. Aplicación

La aplicación del TPM se va a fundamentar en las siguientes actividades (Bonzi, 2016):

- Hacer una evaluación preliminar de la planta.
- Obtener apoyo de gerencia y compañeros.
- Organizar el comité de dirección.
- Seleccionar el campeón.
- Definir metas objetivos y planes.
- Seleccionar el área piloto y equipos críticos.
- Capacitación filosófica y técnica de todo el personal.
- Formación de equipos de mejora.
- Difusión masiva del inicio del TPM en toda la planta.
- Hacer limpieza inicial en el área piloto.

d. Pasos para implementar TPM

- **Paso 1: anuncio de la alta dirección de la decisión de introducir el TPM**

El primer paso en el desarrollo TPM es hacer un anuncio oficial de la decisión de implantar el TPM. La alta dirección debe informar a sus empleados de su decisión e infundir entusiasmo por el proyecto. Esto puede cumplirse a través de una presentación formal que introduce el concepto, metas, y beneficios esperados del TPM, y también incluye propuestas personales de la alta dirección a los empleados sobre las razones que fundamentan la decisión de implantar el TPM. Esto puede

seguirse con información impresa en boletines internos (Corrales, 2014).

- **Paso 2: lanzamiento de campaña educativa**

El segundo paso en el programa de desarrollo TPM es el entrenamiento y promoción en el mismo, lo que debe empezar tan pronto como sea posible después de introducir el programa.

El objetivo de la educación es, no solamente explicar el TPM, sino también elevar la moral y romper la resistencia al cambio -en este caso, el cambio al TPM (Corrales, 2014).

- **Paso 3: crear organizaciones para promover el TPM**

La estructura promocional TPM se basa en una matriz organizacional, conformada por grupos horizontales tales como comités y grupos de proyecto en cada nivel de la organización vertical de dirección. Es extremadamente importante para el éxito y desarrollo general del TPM (Corrales, 2014).

- **Paso 4: establecer políticas y metas para el TPM**

Las oficinas centrales promocionales del TPM deben empezar estableciendo políticas y metas básicas. Como toma como mínimo tres años moverse hacia la eliminación de defectos y averías a través del TPM, una política de dirección básica debe ser comprometerse con el TPM e incorporar procedimientos concretos de desarrollo del TPM en el plan de dirección general a medio y largo plazo (Corrales, 2014).

- **Paso 5: formular un plan maestro para el desarrollo del TPM**

La siguiente responsabilidad de la oficina central del TPM es establecer un plan maestro para el desarrollo TPM, que tienen las siguientes actividades (Corrales, 2014):

1. Mejorar la efectividad del equipo a través de la eliminación de las seis grandes pérdidas (realizado por equipos de proyecto)
2. Establecer un programa de mantenimiento autónomo por los operarios (siguiendo un método de siete pasos)
3. Aseguramiento de la calidad
4. Establecer un programa de mantenimiento planificado por el departamento de mantenimiento
5. Educación y entrenamiento para aumentar las capacidades personales

- **Paso 6: el “disparo de salida” del TPM**

El “disparo de salida” es el primer paso para la implantación, el comienzo de la batalla contra las seis grandes pérdidas. Durante la fase de preparación (pasos 1-5) la dirección y el staff profesional juegan el rol dominante. Sin embargo, a partir de este punto, los trabajadores individuales deben cambiar desde sus rutinas de trabajo diario tradicionales y empezar a practicar el TPM. Cada trabajador juega ahora un rol crucial (Corrales, 2014).

- **Paso 7: mejorar la efectividad del equipo**

El TPM se implementa a través de las cinco actividades de desarrollo básicas del TPM, la primera de las cuales es mejorar la efectividad de cada pieza del equipo que experimenta una pérdida.

El staff de ingeniería y mantenimiento, los supervisores de línea, y los miembros de pequeños grupos se organizan en equipos de proyecto que harán mejoras para eliminar las pérdidas (Corrales, 2014).

- **Paso 8: establecer un programa de mantenimiento autónomo para los operarios**

La segunda de las cinco actividades de desarrollo del TPM, el mantenimiento autónomo, es el paso octavo del programa de desarrollo. Debe atacarse justo después del —disparo de salidal.

El mantenimiento autónomo por los operarios es una característica única del TPM; su organización es central para la promoción del TPM dentro de la compañía. Cuanto más antigua es una compañía, más dificultoso es implantar el mantenimiento autónomo, porque los operarios y el personal de mantenimiento encuentran penoso apartarse del concepto: “Yo opero -tú reparas” (Corrales, 2014).

- **Paso 9: establecer un programa de mantenimiento para el departamento de mantenimiento**

El noveno paso en el programa de desarrollo es también una de las cinco actividades básicas TPM -un programa de mantenimiento periódico para el departamento de mantenimiento.

Como hemos mencionado anteriormente, el mantenimiento programado realizado por el departamento de mantenimiento, debe coordinarse con las actividades de mantenimiento autónomo del departamento de operaciones (Corrales, 2014).

- **Paso 10: conducir entrenamiento para mejorar capacidades de operación y mantenimiento**

La mejora de las capacidades de operación y mantenimiento es la cuarta actividad de desarrollo del TPM y el décimo paso del programa de desarrollo del TPM.

La educación y el entrenamiento son inversiones en personal que rinden múltiples beneficios. Una compañía que implante el TPM debe invertir en entrenamiento que permita a los empleados gestionar apropiadamente el equipo. En adición al entrenamiento en técnicas de mantenimiento, los operarios deben afinar también sus capacidades en operación (Corrales, 2014).

- **Paso 11: desarrollo temprano de un programa de gestión de equipos**

La última categoría de las actividades de desarrollo del TPM es la gestión temprana (o anticipada) del equipo.

Cuando se instala el nuevo equipo, a menudo aparecen problemas durante las operaciones de test, y arranque, aunque durante el diseño, la fabricación, y la instalación toda parece marchar normalmente. Puede que los ingenieros de mantenimiento e ingeniería tengan que hacer muchas mejoras antes de que comience la operación normal. Como resultado, pueden pasarse por alto la inspección, lubricación, y limpieza, lo que necesariamente prolonga las paradas del equipo incluso para las averías menores (Corrales, 2014).

- **Paso 12: implantación plena del TPM y contemplar metas más elevadas**

El paso final en el programa de desarrollo del TPM es perfeccionar la implantación del TPM y fijar metas futuras aún más elevadas. Durante este período de estabilización cada uno trabaja continuamente para mejorar los resultados TPM, de forma que puede esperarse que dure algún tiempo (Corrales, 2014).

e. Requisitos indispensables para el éxito de la implementación:

- Tener el apoyo de Gerencia.
- Capacitar a todo el personal en la filosofía del TPM
- Contar con una asesoría externa con amplia experiencia en implementación del TPM.
- Elaborar estándares y procedimientos adecuados para el mantenimiento autónomo.
- Documentar todas las actividades.
- Contar con herramientas visuales para monitorear indicadores y mostrar avances.
- Realizar auditorías de Progreso por asesores externos (Chau, 2013).

2.1.2. Eficiencia Operacional

La Efectividad Global de Equipos conocida como OEE, por sus siglas en inglés (Overall Equipment Effectiveness), es un indicador vital que representa la capacidad real para producir sin defectos, el rendimiento del proceso y la disponibilidad de los equipos. Es un indicador poderoso que requiere de información diaria del proceso (González, 2017).

El indicador OEE es una herramienta integral de evaluación comparativa, esto quiere decir que puede ser utilizado para evaluar los diferentes componentes del proceso de producción, por ejemplo: disponibilidad, rendimiento y calidad. Del mismo modo, es un indicador apropiado al momento de medir los avances reales en 5s, Lean Manufacturing, Kaizen, TPM y Six Sigma (Julca, 2017).

La Eficiencia General de Equipos es considerada por muchos especialistas como una de las herramientas de evaluación, más eficaz para la toma de decisiones referentes al sistema productivo (Mendoza, 2015).

Las fórmulas utilizadas para el cálculo del OEE son las siguientes:

$$\mathbf{Tiempo\ total} = \mathbf{Tiempo\ disponible} + \mathbf{Tiempo\ planeado}$$

$$\mathbf{Tiempo\ planeado} = \mathbf{Reuniones, comidas, MP, etc.}$$

$$\mathbf{Tiempo\ disponible} = \mathbf{Tiempo\ total} - \mathbf{Tiempo\ planeado}$$

$$\mathbf{Tiempo\ productivo} = \mathbf{Tiempo\ disponible} - \mathbf{Tiempo\ muerto}$$

$$\mathbf{Tiempo\ muerto} = \mathbf{Tiempo\ de\ averías} + \mathbf{Tiempo\ de\ cambio\ de\ producto}$$

$$\mathbf{Disponibilidad} = \frac{\mathbf{Tiempo\ productivo}}{\mathbf{Tiempo\ disponible}}$$

$$\mathbf{Capacidad\ productiva} = \mathbf{Tiempo\ productivo} \times \mathbf{Capacidad\ estándar}$$

$$\mathbf{Producción\ real} = \mathbf{Tiempo\ productivo} \times \mathbf{Capacidad\ real}$$

$$\mathbf{Eficiencia} = \frac{\mathbf{Producción\ real}}{\mathbf{Capacidad\ productiva}}$$

$$\mathbf{Calidad} = \frac{(\mathbf{Producción\ real} - \mathbf{Unidades\ defectuosas})}{\mathbf{Producción\ total}}$$

$$\mathbf{OEE} = \mathbf{Disponibilidad} \times \mathbf{Eficiencia} \times \mathbf{Calidad}$$

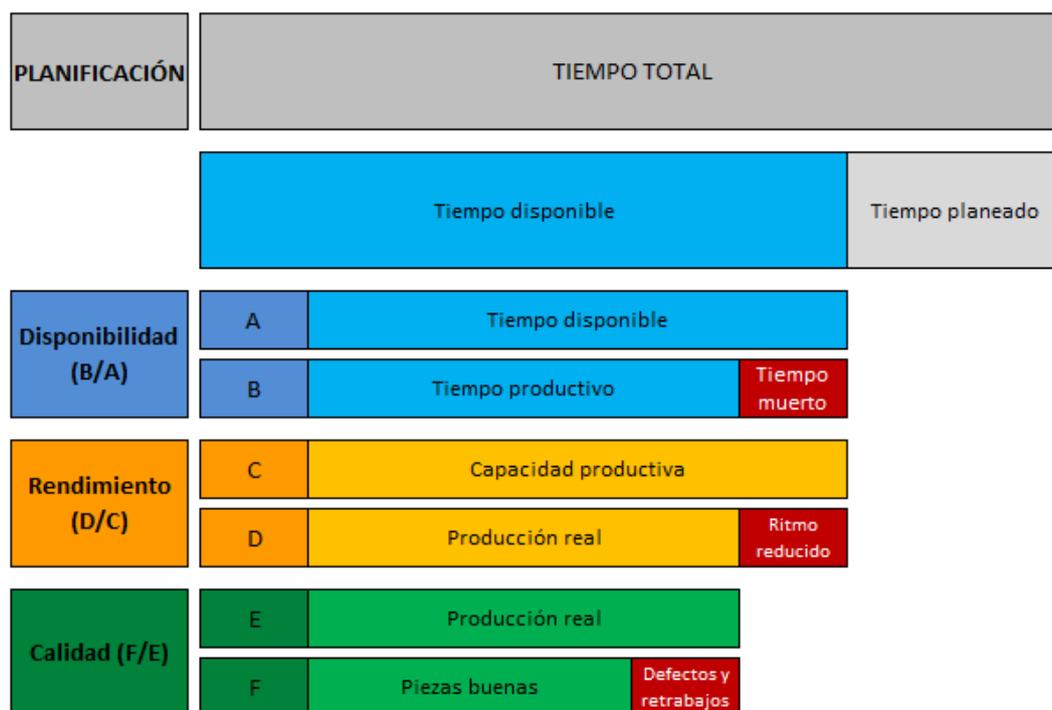


Figura 8. Esquematización para el cálculo del OEE.

El valor obtenido en el indicador OEE tiene una valoración cualitativa, muchos expertos coinciden en la siguiente relación:

Tabla 2
Interpretación del OEE.

OEE	Valoración	Descripción
0% 64%	– Deficiente (Inaceptable).	Se producen importantes pérdidas económicas. Existe muy baja competitividad.
65% 74%	– Regular.	Es aceptable solo si se está en proceso de mejora. Se producen pérdidas económicas. Existe baja competitividad.
75% 84%	– Aceptable.	Debe continuar la mejora para alcanzar una buena valoración. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
85% 94%	– Buena.	Entra en valores de Clase Mundial. Buena competitividad.
95% 100%	– Excelente.	Valores de Clase Mundial. Alta competitividad.

2.1.3. Camionetas de utilización minera

Esta Pick up está diseñado fundamentalmente como un compañero de trabajo con una capacidad de remolque de 3,5 toneladas en Cabina Sencilla y Extendida (3,2 toneladas en Doble Cabina). Mientras que el par motor ha aumentado, la refrigeración del motor y la transmisión ha sido mejorada para remolcar sin esfuerzo. Tanto si quieres remolcar grano, otro vehículo o una caravana, el nuevo Hilux lo hace con facilidad. Está también equipado con el Control de balanceo de remolque (TSC) para asegurar que el vehículo se mantiene firme cuando se encuentra con fuertes vientos laterales o cambios en la superficie de la carretera.

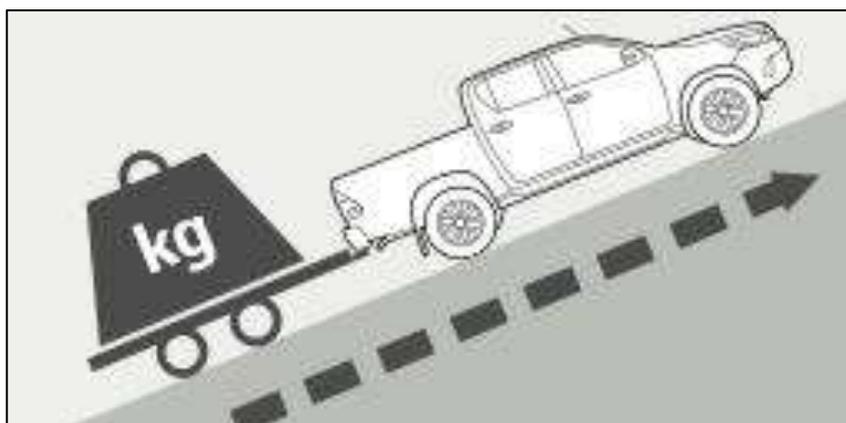


Figura 9. Esquematación de carga de la camioneta Hilux.

Con el incremento del par motor y de la capacidad de carga hasta 3,5 toneladas, Hilux puede remolcar la carga más pesada sin esfuerzo.

El motor de 2,4 litros D-4D ofrece unos resultados excelentes gracias a la nueva tecnología de par que incrementa drásticamente el par en velocidades medias y bajas, y obtiene una aceleración sin precedentes, además de contribuir a su excepcional capacidad de remolque. Este motor ha sido diseñado para mantener bajos los niveles de ruido y altos los de eficiencia. De hecho, el insonorizado perfeccionado puede hacer que olvides que estás

conduciendo un pick up. Lo mismo es aplicable para las nuevas transmisiones de 6 velocidades, tanto manual como automática: esto le otorga la sensación de conducción de un todo camino premium.

El motor diésel de 2,4 litros D-4D demuestra un rendimiento excelente en un rango bajo/ medio de rpm con una aceleración increíble como resultado. La eficiencia de consumos ha sido mejorada mientras los niveles de ruido se mantienen al mínimo



Figura 10. Motor de la camioneta Hilux.

Equipamiento destacado:

- 7 airbags (rodilla conductor y pasajero, lateral y cortina)
- ABS + EBD + A-TRC + BA
- Aire acondicionado
- Control de balanceo y cabeceo
- Control de estabilidad VSC (HAC+TSC)
- Diferencial delantero de desconexión autom. (ADD) diferencial trasero bloqueable
- Display multi-información LCD monocromático con mandos en volante

- Faros antiniebla delanteros y traseros
- Llantas de acero 17"
- Radio CD/MP3/WMA con entrada USB y Aux-in con 4 altavoces con Bluetooth®
- Toma de corriente de 12V
- Volante uretano ajustable en altura y profundidad Equipamiento opcional
- Toyota Safety Sense
- Avisador de Cambio Involuntario de Carril
- Sistema de Seguridad Pre-colisión con Detector de Peatones
- Control de Crucero

Especificaciones

DATOS MEDIOAMBIENTALES	2.41 D-4D Diesel Manual 6 velocidades	2.41 D-4D Diesel Automático 6 velocidades
Consumo de combustible		
Combinado (litros/100 km)	7,0/7,1*	7,8
Urbano (litros/100 km)	6,3/6,4*	6,7
Extraurbano (litros/100 km)	8,2/8,3*	9,5
Capacidad depósito combustible (litros)	80	80
Dióxido de carbono, CO₂		
Combinado (g/km)	185/187*	204
Urbano (g/km)	167/168*	177
Extraurbano (g/km)	216/218*	250
Emisiones de escape		
Clasificación normativa UE	EURO 6 Y	EURO 6 Y
Monóxido de carbono, CO (g/km)	0,136	0,074
Óxidos de nitrógeno, NOx (g/km)	0,0822	0,0767
Hidrocarburos, THC & Óxidos de nitrógeno, NOx (g/km)	0,0954	0,0854
Partículas de humo (mg/km)	1,31	1,25
Sonoridad (drive-by) (dB(A))	72	69
MOTORES		
	2.41 D-4D Diesel Manual 6 velocidades	2.41 D-4D Diesel Automático 6 velocidades
Código de motor	2GD	2GD
Número de cilindros	4 en línea	4 en línea
Distribución	16 válvulas DOHC	16 válvulas DOHC
Sistema de inyección	Inyección directa	Inyección directa
Cilindrada (cc)	2393	2393
Diámetro por carrera (mm x mm)	92,0 x 90,0	92,0 x 90,0
Relación de compresión	15,6 :1	15,6 :1
Potencia máxima CV DIN (kW/rpm)	110 CV (150/3400)	110 CV (150/3400)
Par máximo (Nm)	400	400
PRESTACIONES		
	2.41 D-4D Diesel Manual 6 velocidades	2.41 D-4D Diesel Automático 6 velocidades
Velocidad máxima (km/h)	170	170
0-100 km/h (seg)	13,23	12,75

SUSPENSIONES		2.41 D-4D Diesel Manual 6 velocidades		2.41 D-4D Diesel Automático 6 velocidades	
Suspensión delantera		Doble horquilla		Doble horquilla	
Suspensión trasera		Eje rígido con ballestas y doble amortiguador		Eje rígido con ballestas y doble amortiguador	

FRENOS		2.41 D-4D Diesel Manual 6 velocidades		2.41 D-4D Diesel Automático 6 velocidades	
Frenos delanteros		Discos ventilados		Discos ventilados	
Frenos traseros		Frenos de tambor		Frenos de tambor	

TRANSMISIÓN		GX	VX	VXL	
Caja de cambio		6 M/T	6 M/T y 6 A/T	6 M/T y 6 A/T	
Tracción		4x4	4x4	4x4	

DIMENSIONES		Cabina Sencilla	Cabina Extra	Doble Cabina	
Longitud (mm)		5330	5330	5330	
Altura (mm)		1795	1810	1815	
Anchura (mm)		1800	1855	1855	
Batalla (mm)		3085	3085	3085	
Vía delantera (mm)		1500	1540	1540	
Vía trasera (mm)		1510	1550	1550	
Voladizo delantero (mm)		990	990	990	
Voladizo trasero (mm)		1255	1255	1255	
Longitud interior (mm)		1732	1732	1732	
Altura interior (mm)		1175	1170	1170	
Longitud de la zona de carga (mm)		2315	1810	1525	
Anchura de la zona de carga (mm)		1575	1540	1540	
Altura de la zona de carga (mm)		480	480	480	
Radio de giro mínimo (m)		7,50	7,50	7,50	

PESOS		Cabina Sencilla	Cabina Extra	Doble Cabina		
		GX	GX	GX	VX	VXL
Masa máxima autorizada (kg)		3080	3150	3210	3210	3210
Carga útil incluido conductor (kg)		1030	1030	1060	1040	1035/1040
Masa en orden de marcha (kg)		2050	2120	2150	2170	2175/2170*
Capacidad de remolque con freno (kg)		3500*	3500*	3200	3200	3200
Capacidad de remolque sin freno (kg)		750	750	750	750	750

PRESTACIONES TODOTERRENO		Cabina Sencilla	Cabina Extra	Doble Cabina	
Distancia mínima al suelo (mm)		277	289	293	
Ángulo de ataque (°)		30	31	31	
Ángulo de salida (°)		25	26	26	

NEUMÁTICOS Y LLANTAS		Cabina Sencilla	Cabina Extra	Doble Cabina		
		GX	GX	GX	VX	VXL
Llantas de acero plateadas de 17"		●	–	–	–	–
Llantas de acero negras de 17"		–	●	●	–	–
Llantas de aleación de 17" (6 radios)		–	–	–	●	–
Llantas de aleación de 18" bi-tono gris (6 radios)		–	–	–	–	●
Neumáticos todoterreno		●	●	●	●	–
Neumáticos de carretera		–	–	–	–	●
Rueda de repuesto convencional con llanta de acero		●	●	●	●	–
Rueda de repuesto convencional con llanta de aleación		–	–	–	–	●

2.2. Descripción y explicación de las funciones desarrolladas en la experiencia profesional

Dentro de la aplicación TPM, estuve dirigiendo con el cargo de asistente del supervisor de mantenimiento: “Iniciamos despacio, empezando con un área pequeña de mantenimiento que era crítica para nuestro proceso pero que estaba

experimentando problemas crónicos, debido a las constantes paradas por mantenimientos inadecuados en las camionetas”. Al inicio, la gerencia estaba escéptica y no realmente interesada en involucrarse con TPM, ya que sólo poco personal había escuchado acerca de esta mejora integrada de TPM. Decidí ayudar a arrancar el proyecto por conocimiento adquirido en la Universidad, empecé a dar a conocer a nuestra gente acerca de TPM.

Para iniciar impulsé el RCM (mantenimiento centrado en la confiabilidad) se empezó con un evento TPM de una semana. Expliqué que podrían empezar limpiando, inspeccionando, lubricando, y efectuando trabajo correctivo en las camionetas Hilux. Una vez que la camioneta fue limpiada, esta sería revisada. Al principio, la gente rechazaba participar en eventos TPM. Conforme el tiempo pasó, las personas empezaron a notar las mejoras que se estaban logrando bajo los eventos TPM. “En efecto, la gente que se oponía al principio estaba súbitamente preguntando que cuándo su equipo se programaría para un evento TPM”.

El supervisor de mantenimiento dijo, “Los cambios físicos son fáciles de ver. Nuestras camionetas son más confiables, el área está más limpia y es mucho más placentera para trabajar en ella. Otros cambios, para aquellos de nosotros que trabajamos aquí cada día, no son tan fácilmente notados. Por ejemplo; varias personas que estuvieron totalmente contra TPM en el arranque, ahora participan activamente en los ejercicios TPM o en los grupos de mejora de equipos.

Se formó Grupos de Mejora de Equipos (EITs por sus siglas en inglés) para trabajar en resolver asuntos relacionados con el equipo. Fue un éxito que fue crítico en su adopción de TPM. Las camionetas tenían en la suspensión problemas crónicos. Estaba descomponiéndose mensualmente y requería de tres a cuatro días para

arreglarlo en cada ocasión. Estábamos realmente frustrados por este problema, seguíamos reparándolo sólo para ver que se descomponía nuevamente.

El EIT tomó el problema y descubrió que el fabricante original había usado un acoplamiento fuera de especificaciones en una unidad motriz. El problema se resolvió instalando el acoplamiento apropiado. Esta sola corrección incrementó la eficiencia en esta pieza de equipo en un 16%. Por dedicar el tiempo para encontrar la raíz de las fallas, en lugar de sólo arreglar los síntomas, pudimos resolver este problema. En los años que siguieron a esta reparación, el problema fue completamente eliminado. Este éxito mostró a mucha gente en la compañía que TPM puede hacer más sencilla la vida diaria de todos, así como mejorar la productividad. Se ha creado un Comité de Dirección de TPM en su segundo sitio y crearon también un Grupo de Políticas para coordinar los esfuerzos de ambas facilidades.

Las áreas en que se enfocó MRC fueron:

Mantenimiento Preventivo

- Colocar los procesos de mantenimiento predictivo en su lugar
- Limpieza de las máquinas, originando inspección
- Creando estándares en el equipo para limpieza, lubricación y chequeos diarios
- Recolectando datos sobre tiempos muertos
- Creando Grupos de Mejora de Equipo (EITs)
- Creando Coordinadores de Área de TPM

De esta experiencia, sugiero a las organizaciones que empiezan programas TPM que inicien en pequeño y que lo conserven simple.

La consolidación del TPM requiere la garantía de la disponibilidad de todo tipo de recursos para alcanzar las metas y establecer una mejora continua permanente (Andreassen et al., 2004). En L&S Caja Corporations EIRL, a medida que se avanza

en cada paso, se mantienen todas las mejoras implementadas, trabajando en los mismos equipos y manteniendo las estrategias de motivación. La presión (en forma positiva, pues el ambiente de trabajo es cálido y las actividades se realizan de forma natural y sin tensión) y el acompañamiento del director y de la gerencia, hacen que la consolidación sea exitosa y que los tropiezos sean tomados como aprendizajes; así mismo, a medida que se avanza y se evalúan los resultados obtenidos, la compañía invierte más recursos para continuar con la estrategia de cambio. Se está en constante construcción del material para cada paso, de acuerdo con las mejoras, la retroalimentación, el conocimiento y experiencia de las otras empresas del grupo y con base en la gestión de cada pilar.

La implementación del TPM mejora la competitividad de las organizaciones, reflejado en el incremento de la productividad (Thomas, Jones, & Vidales, 2006). L&S Caja Corporations EIRL ha visto reducido los tiempos y la accidentabilidad, lo cual le ha generado una reducción en materia de costos. La empresa ha reducido pérdidas de materiales al implementar estándares de consumo y eliminación de defectos; además, la reducción de tiempos de inspección de las camionetas, lo que permite inspeccionar un elemento sin necesidad de desmontar utilizar herramienta para bajar la guarda.

2.3. Limitaciones en el desarrollo del proyecto o problema laboral ejecutado

Una de las principales limitaciones es que los resultados no fueron inmediatos, debido al conocimiento paulatino del TPM y al fortalecimiento de la estrategia de cambio. Además de acuerdo a (Marín-García & Martínez, 2013), en el TPM hay mejoras tangibles e intangibles, todas enfocadas a mejorar la productividad. Dentro de los obstáculos que se tuvieron en el inicio, se destaca el cambio cultural, el cual fue

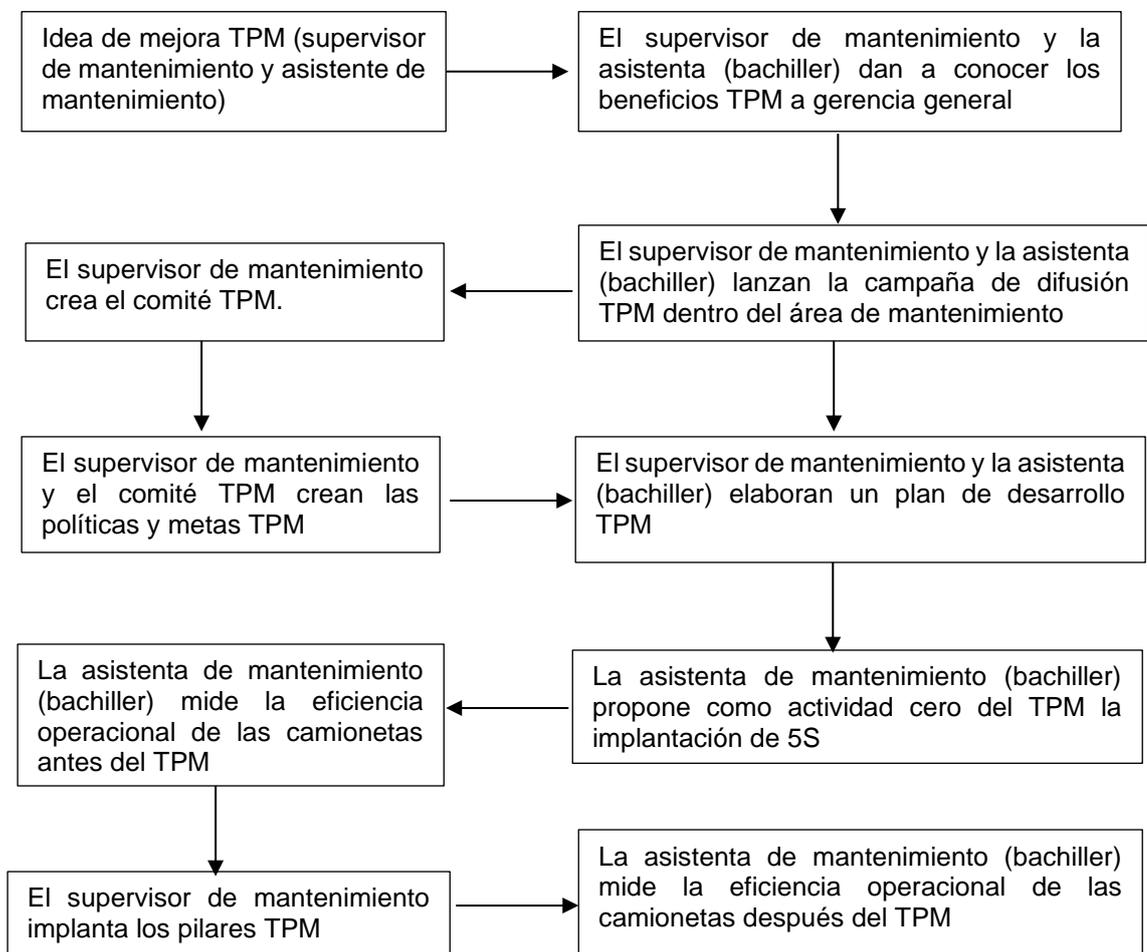
superado gracias al liderazgo asumido por la gerencia de la empresa L&S Caja Corporations EIRL. Al contar con personal que conoce la teoría de la metodología, pero no es experto en el tema de la implementación, ha generado re-trabajos y retrasos mientras se ajusta la estrategia, dándose desde el inicio hasta el momento de la consolidación, esta situación ha sido manejada mediante cursos externos, conociendo la experiencia de otras empresas y por medio de las consultorías. El plan de implementación presentó dificultades al inicio, al momento de replicar la metodología en las demás líneas, implicaba alta inversión en términos de tiempo, dinero y personal, volviéndose insostenible la implementación.

Esta situación condujo a la empresa a tomar la decisión de continuar la implementación, debido a que con esta estrategia se logran resultados esperados por la compañía. L&S Caja Corporations EIRL decide implementar un paso 0 con las 5S, debido a que encontró que este garantizaba las condiciones de orden y aseo dentro del área de trabajo. A medida que se avanza en la metodología, se decide alinear y estandarizar la estrategia, para lo cual decide elegir un mismo consultor para todo el grupo, como estrategia de retroalimentación.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

3.1. Explicar y detallar el proceso de incorporación del Bachiller en el Proyecto.

La mejora TPM se ha evaluado desde enero del 2020, mi aporte dentro del proyecto consistió en liderar junto al supervisor de mantenimiento y dar a conocer los beneficios del TPM en la eficiencia operativa del equipo y por ende en las utilidades para la empresa. La incorporación del bachiller se muestra a continuación en la figura siguiente.



3.2. Matriz de Involucrados del Proyecto laboral

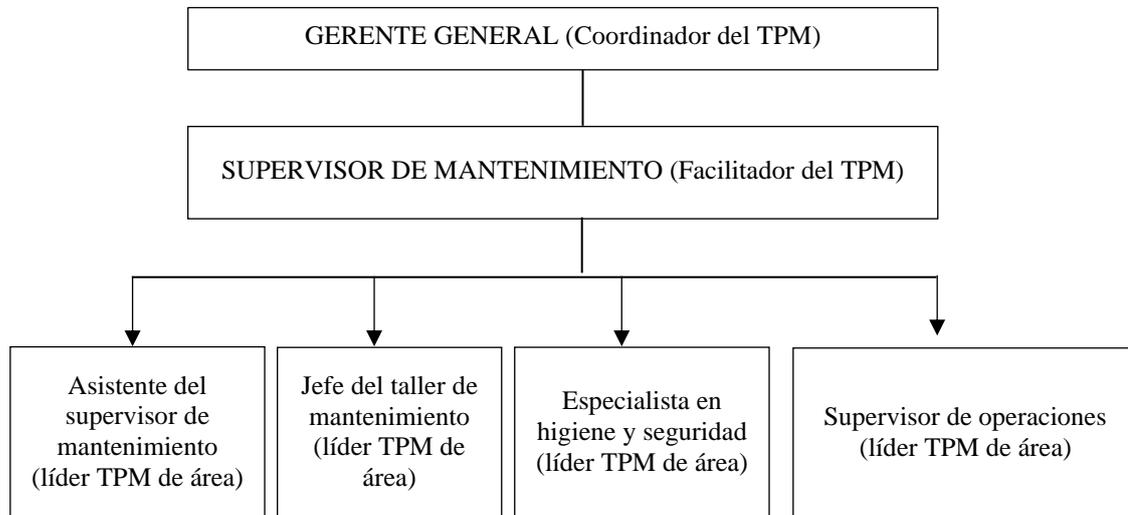


Figura 11. Organigrama del comité TPM.

3.3. Funciones que desempeño en el Proyecto y descripción de la experiencia.

Las funciones que he desempeñado son las siguientes:

- Idear de mejora TPM junto al supervisor de mantenimiento.
- Lanzar la campaña de difusión TPM dentro del área de mantenimiento junto al supervisor de mantenimiento.
- Medir la eficiencia operacional de las camionetas antes del TPM.
- Proponer como actividad cero del TPM la implantación de 5S
- Medir la eficiencia operacional de las camionetas después del TPM.

3.4. Proceso como se llevó a cabo el Proyecto

3.4.1. Identificación del problema

Para identificar el problema, se realizó mediante el diagrama de Ishikawa.

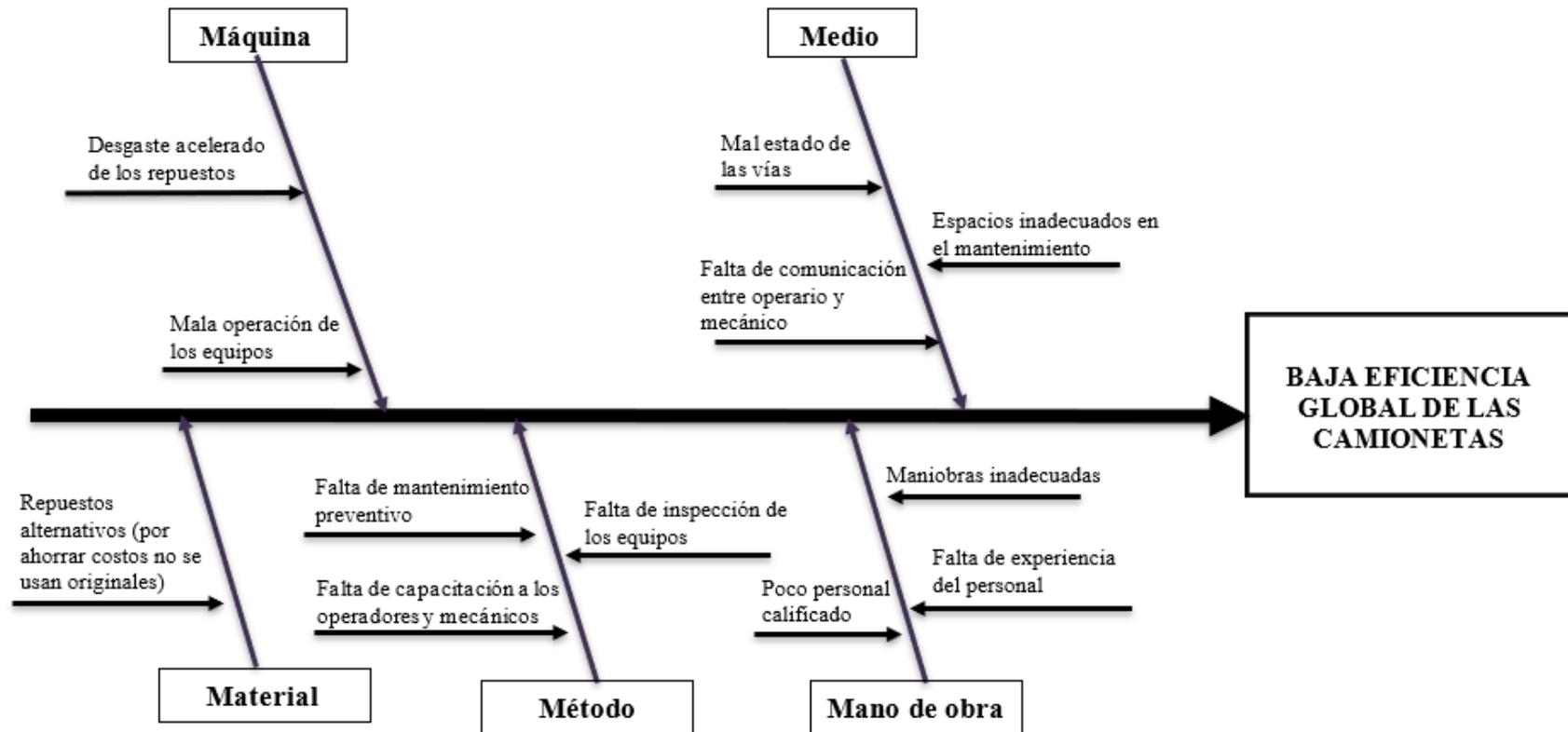


Figura 12. Diagrama de Ishikawa en los equipos.

3.4.2. Objetivos

Los objetivos que persigue el mantenimiento productivo total en la empresa L&S Caja Corporations EIRL, son:

- Maximizar la eficacia global de las camionetas, lo cual conduce a la mejora de la eficacia global.
- Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo para la vida útil de las camionetas.
- Implicar a todos los empleados, desde la alta dirección hasta los trabajadores de los talleres.
- Promover el TPM a través de la motivación: actividades autónomas en pequeños grupos.

3.4.3. Estrategias

El mantenimiento productivo total consiste: cero interrupciones, cero defectos y cero accidentes para ampliar el ciclo de vida de los equipos. Las estrategias planteadas son las siguientes:

ESTRATEGIAS FO

- Incluir Talleres de concientización acerca del equilibrio total que se puede alcanzar en las tareas de mantenimiento gestionadas de manera conjunta entre el personal operativo y el de mantenimiento.
- Crear canales de comunicación fluida entre el personal de mantenimiento y operación.
- Adiestrar al personal en la aplicación de técnica predictivas llevadas a cabo por el personal de mantenimiento.

ESTRATEGIAS DO

- Establecer órdenes de prioridades para la ejecución de las acciones de mantenimiento predictivo y gestionarlas adecuadamente.
- Ofrecer al personal de mantenimiento predictivo oportunidades reales de desarrollo personal y profesional que estimulen el compromiso y colaboración de los empleados.
- Diseñar un sistema de información que registre y controle las actividades de mantenimiento a fin de evaluar la gestión.
- Realizar actividades de mantenimiento proactivo, en la búsqueda de implementar mejoras y modificaciones que aumenten la vida útil de las camionetas.

ESTRATEGIAS FA

- Eliminar los principales factores que merman las condiciones operativas ideales de los equipos.
- Ajustar el mantenimiento y sus costos a las exigencias de cada equipo.
- Eliminar el deterioro acelerado de los equipos y el desgaste de sus componentes por operatividad continua con carga elevada.

ESTRATEGIAS DA

- Crear planes de motivación hacia el logro de una predisposición positiva a los cambios y un espíritu de colaboración hacia los mismos.
- Realizar un análisis de las causas de los errores de operación.
- Realizar un estudio donde se especifiquen las necesidades reales y objetivas del mantenimiento predictivo.
- Establecer medios de comunicación entre los departamentos que cuentan con la información para el cálculo de los indicadores.

3.4.4. Diagnóstico de la situación problemática

Se ha realizado el diagnóstico de las fallas críticas

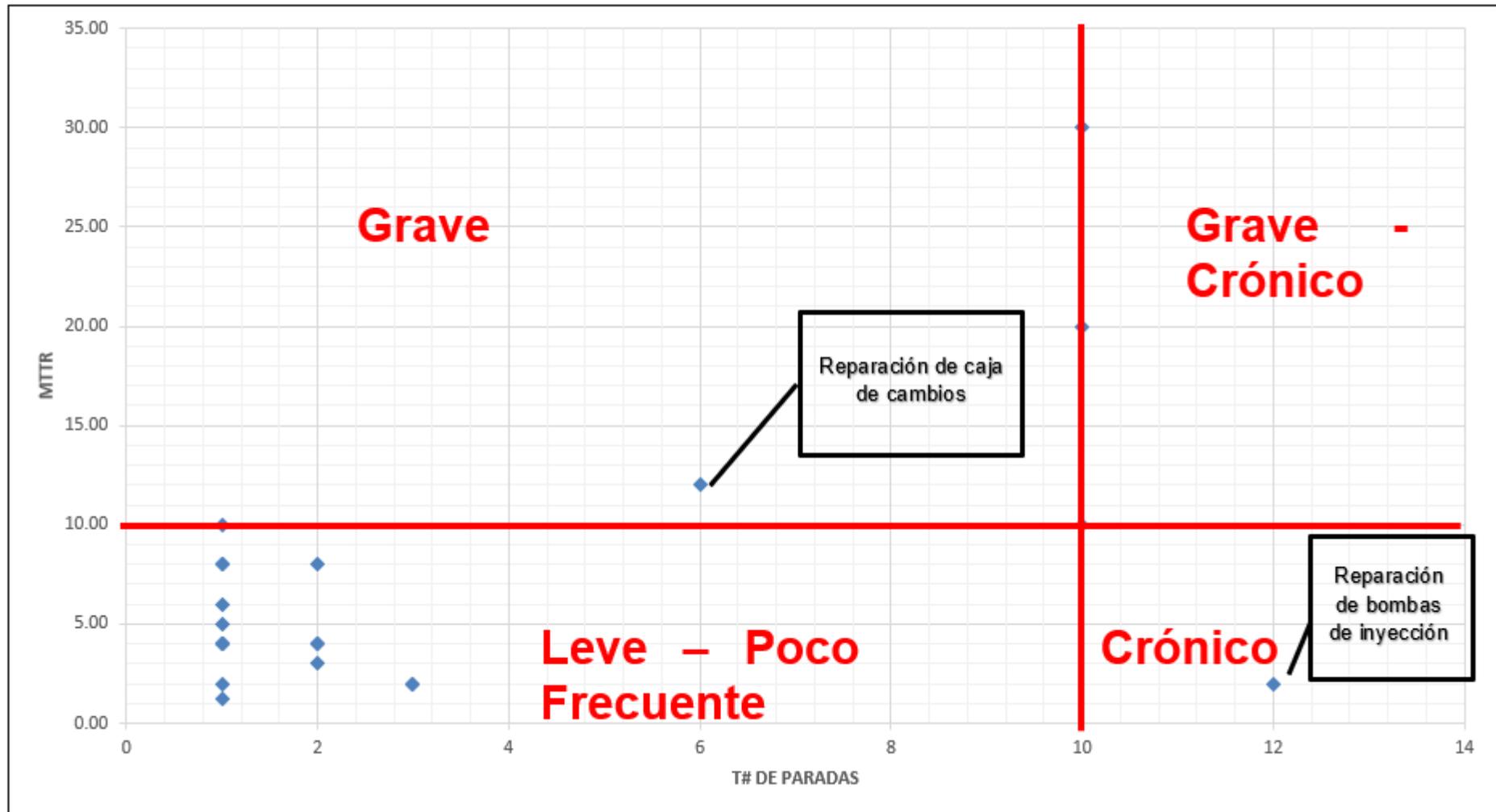


Figura 13. Gráfico de JackNife de las camionetas.

En la figura 13, se evidencia que hay un punto en estado grave y un punto crónico, la falla más grave es la reparación de caja de cambios y la falla más crónica es la reparación de bombas de inyección.

3.4.5. Técnicas, Herramientas y Modelos aplicadas en el Diseño y desarrollo del Proyecto

- Técnica 5S

El método de las 5S es una técnica de gestión que se basa en cinco principios para lograr lugares de trabajo mejor organizados, más limpios, más ordenados y en definitiva, más productivos.

- Seiri: clasificación y descarte

Para conseguir el objetivo, se debe clasificar todo el contenido del espacio para ser tratado posteriormente:

- Eliminación: es el destino de lo que no se usa o se usa muy poco.
- Almacenamiento: es el destino de lo que se usa poco, pero que no puede ser eliminado.
- Recolocación: las cosas que se usan de forma eventual no pueden entorpecer el trabajo diario.
- Mantenimiento: para todo aquello que se usa de forma diaria en el puesto de trabajo, que debe ser ordenado en la siguiente etapa.

- Seiton: organización

Lo que busca es que todo lo que se necesita para realizar el trabajo tenga la ubicación correcta.

- *Seiso*: limpieza

La limpieza es parte importante de esta metodología, pero es fundamental para mantener la salud de los trabajadores e imprescindible para mantener su motivación.

La limpieza, además de ser una tarea cotidiana, debe tratar las fuentes de suciedad de la siguiente forma:

- Si se puede eliminar, se elimina.
- Si no se puede eliminar, se crea un plan de limpieza que impida su recurrencia.

- *Seiketsu*: visualización

Cuando orden, higiene y limpieza son hábitos interiorizados en la organización, con un criterio único para todos los departamentos y personas; se puede identificar cualquier desvío mediante la gestión visual.

- *Shitsuke*: disciplina y compromiso

La última etapa de las 5S está dedicada al mantenimiento del sistema, para lo cual se necesita una disciplina y un control estricto. Para ello, es importante establecer unos objetivos y medir los resultados obtenidos, de modo que se pueda evaluar y en su caso, resolver fallos.

- **Técnica Kaizen**

Básicamente, lo que propone el método Kaizen es la eliminación de todos aquellos grandes desperdicios que origina un sistema productivo y que ponemos enumerar en siete categorías diferenciadas: defectos, exceso de producción, transporte, esperas, inventarios, movimiento y procesos

innecesarios. Así pues, se avoca hacia un modelo basado en la perfección total y en una mejora continua en mantenimiento. Nuestro sistema debe ser mejorado de manera constante, entendiendo el concepto del Kaizen como un medio o camino a seguir, nunca como un objetivo final.

- **Mantenimiento planificado**

El mantenimiento correcto de los equipos garantiza su mayor duración además de un mejor rendimiento, reduciendo al mínimo el riesgo de parada máquina durante los periodos de producción con las consecuentes y considerables pérdidas de tiempo y dinero.

A tal fin, la empresa ha creado un proyecto de asistencia y mantenimiento preventivo. El plan de mantenimiento se desarrolla en tres niveles:

Nivel 1: BÁSICO

- Visitas de inspección
- Mantenimiento ordinario y formación del personal

Nivel 2: ASISTENCIA Y REPUESTOS

- Visitas de inspección
- Mantenimiento ordinario y formación del personal
- Mantenimiento preventivo

Nivel 3: ASISTENCIA COMPLETA

- Visitas de inspección
- Mantenimiento ordinario y formación del personal
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo extraordinario.

3.4.6. Monitoreo y control de fatiga mediante sensores

a. Objetivo del servicio

La seguridad es el pilar principal para Minera Yanacocha, últimamente se ha visto un incremento en la cantidad de incidentes o accidentes en camionetas, probablemente relacionados a la fatiga, Minera Yanacocha mediante el resultado de pruebas ha determinado que dos tecnologías podrían ser aplicadas en su operación por lo que estaremos licitando el servicio integral de gestión de fatiga para camionetas y buses.

b. Alcance

Realizar una licitación con las tecnologías que dieron el mayor rendimiento en las pruebas piloto que son Roadefend modelo RDT-401B-4G y DSS de caterpillar, en la que se espera que los postores puedan alcanzar su mejor propuesta técnica, de seguridad, medio ambiente y económica de acuerdo a los lineamientos de este servicio que se detallará en adelante. Los Chips celulares de comunicación de datos para las camionetas de la empresa serán suministrados por Minera Yanacocha, para el caso de contratistas, los chips de celulares serán suministrados por ellos.

c. Especificaciones y obligaciones del servicio

Especificaciones del servicio

El presente requerimiento, incluye más no está limitado al desarrollo de las siguientes actividades:

- Actividades previas a la ejecución del servicio

El CONTRATISTA es responsable de gestionar y obtener los permisos de ingreso a operaciones, proceso de obtención de fotocheck temporal, permisos internos requeridos y otros necesarios para el total

cumplimiento del servicio requerido durante y asimismo seguir todas las normas de seguridad y cuidado del medio ambiente requeridas por YANACOCHA, asimismo:

- Gestionar autorizaciones para las unidades vehiculares
- Gestionar autorizaciones internas para el ingreso de equipos y facilidades.
- Gestionar las autorizaciones indicadas en el Manual de Prevención de Pérdidas (Gestión de Cambios, PETS, otros)
- Gestionar las autorizaciones indicadas en el Manual de Medio Ambiente (PMA, otros) - Otras actividades que indiquen las áreas involucradas en el KOM.
- Movilización de todo el personal, así como todos los equipos, herramientas, materiales, insumos y cualquier otro bien necesario para ejecutar correctamente el Servicio, desde su lugar de origen hasta el Lugar de Trabajo.

Gestionar la seguridad propia para sus bienes, YANACOCHA no será responsable por ninguna pérdida, deterioro o daño a los equipos de EL CONTRATISTA, que utilice al interior de las instalaciones de YANACOCHA.

- **Actividades principales/mínimas del servicio.**

En este numeral se detallan los trabajos que EL CONTRATISTA debe llevar a cabo para la correcta ejecución del Servicio. Se deja establecido que lo indicado a continuación es de carácter enunciativo más no limitativo, y que EL CONTRATISTA como resultado de su experiencia y conocimiento en el tema podrá desarrollar todos los trabajos

adicionales o complementarios de ser necesarios, los mismos que deberán ser explicados y justificados, de tal manera que se ejecute de manera integral el Servicio de acuerdo al Alcance y se cumpla con el objeto del Servicio.

- **Diseño del sistema de detección de Fatiga.**

- El contratista deberá enviar una propuesta de Arquitectura, incluyendo el diseño en detalle del sistema de detección de la fatiga que estará integrando, dicho diseño debe contemplar el diagrama de conexionado de los diferentes equipos y/o componentes a proponer. Se debe especificar las marcas y modelos de los componentes adicionales a los sensores de fatiga.
- El sensor Roadefend será el modelo RDT-401B-4G y el sensor Caterpillar será el modelo DSSH
- Se debe incluir la cantidad de eventos de distracción, fatiga, GPS que el sistema es capaz de almacenar registros localmente.
- Se debe incluir los requisitos y requerimientos técnicos de cada componente, así mismo como los requisitos de operatividad mínimos y máximos en términos de temperatura, altura, condensación máxima y otros recomendados.
- El diseño debe incluir los puertos de red que usa la plataforma de gestión para comunicarse con los dispositivos en campo. Así mismo los puertos de red necesarios para acceder a la plataforma de gestión desde la red de Minera
- Este diseño será revisado y ajustado a solicitud de Minera Yanacocha previo al inicio de la implementación.

- La solución y los componentes propuestos deben contar con un mínimo de 12 meses de garantía por el fabricante y/o distribuidor.
- **Instalación y configuración de Sensores de Detección de Fatiga**
- El contratista realizará la instalación de los sensores en las camionetas a indicar. La empresa debe incluir todos los materiales y herramientas necesarias para la ejecución del trabajo.
- Dicha instalación debe ser realizada en la ubicación que Minera Yanacocha indique dentro de mina en los talleres de mantenimiento y/o en la ciudad de Cajamarca, según las facilidades que minera Yanacocha pueda brindar.
- La instalación de los sensores debe realizarse de forma que no comprometa ningún componente mecánico y/o eléctrico de los vehículos y según los requisitos técnicos de cada fabricante, siguiendo las mejores prácticas del mercado y las normas correspondientes de Minera Yanacocha.
- El contratista deberá realizar la configuración inicial del sensor, considerando kilometrajes, área a la que pertenece la unidad, gerencia, sub gerencia y registrarlo dentro de su plataforma de gestión según los parámetros propuestos y aprobados por Minera Yanacocha.
- El proceso de instalación incluye pruebas de operatividad y detección de eventos previos a la entrega del vehículo al usuario, así como el envío de estos reportes al centro de control/monitoreo del proveedor.
- Al término del contrato Minera Yanacocha solicitará realizar la desinstalación de los sensores de fatiga en uso y otros componentes

que el contratista instale como parte del término del contrato si se requiriera.

- El sensor de fatiga debe mantener su proyección directa al conductor y sólo permitir el ajuste vertical para regular de acuerdo a la altura del conductor, el giro horizontal debe ser fijo y no debe permitirse el movimiento en ese sentido.
- Debe considerar la configuración de bloqueo de cámara, bostezo, geocercas para el control de velocidades máximas, desarrollo del killed switch (apagado remoto de motor), desarrollo de comunicación con el conductor a través del sensor según tecnología, parámetros para los eventos de fatiga y distracción.
- **Partes de los componentes a proveer.**
 - El contratista debe indicar el despiece de los componentes a proveer mediante un manual de partes indicando claramente cuales son reemplazables y/o reparables.
 - El contratista debe indicar los costos de los componentes y accesorios de manera unitaria y en dólares americanos.
- **Mantenimiento de los sensores**
 - Como parte permanente del servicio el contratista debe de proveer la identificación y corrección de errores lógicos y/o físicos dentro de las instalaciones de Minera Yanacocha o en la ciudad de Cajamarca dependiendo de la ubicación y atención de la unidad para sus mantenimientos.
 - El contratista es responsable de los cambios en los parámetros de los sensores de manera presencial o remota a través de la plataforma de

gestión que esta provea, ya sea como parte de la solución a un problema identificado, una mejora a implementar o por la solicitud de modificación de configuración de Minera Yanacocha.

- En caso de que se necesite reparar el sensor el contratista realizará el cambio de componentes a su propio costo por lo que deberá contar con un stock para estos casos.
- El contratista debe indicar el plan de mantenimiento de cada componente de todo el sistema, este plan debe indicar los tiempos entre mantenimiento y las actividades que se deben realizar como parte de cada tarea de mantenimiento en los diferentes componentes del sistema.
- **Desinstalación de sistema de fatiga**
 - Minera Yanacocha solicitará al contratista la desinstalación del sistema de detección de fatiga en los vehículos que esta indique.
 - El contratista confirmará mediante un correo electrónico y/o mediante una aplicación provista por Minera Yanacocha que el sensor se retiró del vehículo solicitado.
- **Sistema GPS**
 - El equipo GPS a proponer por el contratista deberá trabajar bajo las condiciones climáticas, geográficas y de tormentas eléctricas que se presentan normalmente en las operaciones de Minera Yanacocha y en las rutas autorizadas en la que se desplazan los vehículos dentro y fuera de la ciudad de Cajamarca. Debe operar entre 0 y 4100 metros sobre el nivel del mar.

- El contratista deberá sustentar técnicamente como el GPS propuesto asegura una correcta ubicación de los vehículos en el espacio, de forma de evitar ubicaciones incorrectas y/o asegurar que el sensor siga alertando aún si el GPS se encuentra fuera de rango o sin cobertura.
- El equipo GPS debe permitir la ubicación precisa en Latitud y Longitud de los vehículos dentro y fuera de la propiedad de Minera Yanacocha.
- El sistema GPS debe almacenar las ubicaciones cada 5 segundos y enviarlas en el mismo periodo de tiempo al servidor central, el tiempo de registro y envío de información deberá ser modificable a solicitud de Minera Yanacocha.
- En ausencia de comunicación de la red celular y/o satelital, el sistema GPS instalado en la camioneta deberá almacenar las ubicaciones como mínimo durante 48 horas. Cuando la red celular esté disponible nuevamente estos eventos deben enviarse hacia el servidor central, el sistema debe asegurar que los sensores continúen con las alertas en la cabina del conductor aun cuando el GPS esté fuera de cobertura.
- El GPS debe contar con una batería interna que permita el almacenamiento en una memoria no volátil de los eventos registrados.
- La instalación y los accesorios del sistema GPS a instalar deberán contemplar que los vehículos circulan por rutas no asfaltadas, cuya vibración es constante. Así mismo las temperaturas podrían rondar cerca a los cero grados centígrados
- El mecanismo de envío de datos del GPS será primariamente la red celular del proveedor America Movil (Claro), habiendo cobertura 3G

y 4G. Se solicita proponer un modem GPS con tecnología 4G. Para un grupo reducido de vehículos la comunicación podrá ser satelital a consideración de Minera Yanacocha, debiendo el proveedor proporcionar un GPS con comunicación satelital.

- El modem GPS debe tener opción para registrar la ubicación y velocidad, en los temas de velocidad deberá registrar una aceleración y frenado repentino.
- El modem GPS debe contar con la característica remota de apagado y encendido de motor del vehículo. La plataforma de gestión debe contar con la opción de habilitar/deshabilitar esta característica de manera grupal y en un solo tiempo para todos los vehículos propiedad de Minera Yanacocha.
- El sistema de gestión presentado por el contratista deberá tener la capacidad de crear geocercas, así mismo modificarlas, monitorear cuando un vehículo/persona ha sobrepasado dicha geocerca y alertar de estas condiciones por teléfono y/o correo, según la indicación de Minera Yanacocha. Las geocercas serán inicialmente:
 - Una geocerca que identifique cuando los vehículos salen de los límites establecidos de la propiedad de Minera Yanacocha
 - Una geocerca específica para vehículos que recorren circuitos/rutas definidas, la lista de vehículos y rutas será provista por Minera Yanacocha
 - Una geocerca para equipos GPS del personal que se desplaza a pie.Se indicará el GPS a usar en estos casos, la empresa contratista deberá integrar estos GPSs dentro de su plataforma de gestión.

- Minera Yanacocha solicitará la creación de una o varias geocercas grupales o específicas para grupos de vehículos de acuerdo a su necesidad. No deberá de existir límites en la creación de geocercas.
- **Gestión de los eventos de exceso de velocidad**
 - El sistema GPS registra en la plataforma de gestión los eventos de exceso de velocidad. Así mismo se emitirá una alarma audible en cabina para alertar al conductor de este evento.
 - Inicialmente cuando el vehículo exceda los 60 Kmph se emitirá la alarma sonora en cabina y se registrará dicho evento en la plataforma de gestión. La velocidad máxima deberá ser configurable de manera remota y a solicitud de Minera Yanacocha.
 - Se deberá establecer velocidades diferenciadas de acuerdo al tipo de vehículo y las zonas o geocercas que se establezcan para estos vehículos y que serán indicadas por Minera Yanacocha.
- **Gestión gráfica de las rutas de sistema GPS.**
 - El sistema GPS registrará cada 5 segundos o el tiempo que se defina las coordenadas del GPS y luego graficar sobre un mapa la ruta seguida por el vehículo y/o persona seleccionada. Esta información deberá estar disponible al menos por 12 meses
- **Comunicación de voz y datos**
 - Cualquier equipo de comunicación a proponer debe trabajar entre las bandas 3G y 4G, siendo nuestro proveedor autorizado America Móvil Peru SAC (Claro)

- La banda 3G en la frecuencia de 850Mhz comprende el rango de 835Mhz a 890Mhz y la banda 4G en la frecuencia de 1900Mhz comprende el rango de 1850 a 1990Mhz.
- El proveedor deberá sugerir en base a su experiencia y a lo indicado en este presente alcance el paquete de datos que sea requerido para garantizar comunicación permanente entre el sistema de detección de la fatiga y el centro de Gestión del Postor.
- **Monitoreo y Alerta de sensores de fatiga**
 - El monitoreo y alerta de toda la flota debe realizarse las 24 horas al día. El proveedor debe sustentar técnicamente como garantizaría la disponibilidad de sus servicios, en lo referente a servidores, aplicaciones y enlaces de datos. Así mismo presentará un reporte de la disponibilidad de dichos servicios al final de la prueba.
 - El Centro de monitoreo debe también operar las 24 horas al día y debe indicar la cantidad de personal que tiene, la experiencia y capacitación de su personal en temas relacionados a la identificación de la fatiga.
 - El volumen de los sensores de fatiga debe ser regulable a solicitud de Minera Yanacocha, una vez configurado el volumen este no podrá ser modificado por el conductor. La modificación debe estar restringida ya sea por software o por Hardware o algún otro mecanismo
 - El idioma de las alertas del sensor de fatiga debe ser principalmente idioma español de Perú, y de acuerdo a requerimiento en idioma inglés para ciertos equipos. Las voces y los mensajes

emitidos deberían ser modificables de manera remota a través de la plataforma de Gestión.

- El sensor de fatiga de Roadefend tiene la capacidad de recibir llamadas en cabina, el contratista realizará las llamadas necesarias acorde al proceso de gestión de la fatiga a entregar por Minera Yanacocha.

- Se debe registrar la cantidad de llamadas realizadas a cada sensor de fatiga instalado en el vehículo y también registrar las llamadas realizadas a cada conductor en el momento del evento de fatiga.

- Dentro del servicio de monitoreo el centro de control del Postor deberá identificar los equipos que no están funcionando correctamente para coordinar su revisión y/o reparación por parte del postor.

- **Experiencia proveyendo el servicio de Gestión de la Fatiga**

- El contratista debe sustentar experiencia no menor a 12 meses en la gestión de fatiga, así mismo debe indicar esta experiencia referenciando a los clientes y el tiempo de duración de los servicios prestados hacia estos.

- El contratista debe enviar los CVs no documentado del personal que brinda los servicios relacionados a la gestión de la fatiga.

- **Protocolo de identificación de Falsos positivos**

- El contratista debe presentar el protocolo que usa para reducir la cantidad de falsos positivos y solo reportar las incidencias de fatiga que están comprobadas.

- El protocolo será supervisado en una visita a las instalaciones del proveedor para evaluar en sitio la aplicación.

- **Identificación del conductor**
 - Como parte del proceso de gestión de la fatiga es requisito indispensable poder identificar a la persona que va a conducir un vehículo, la identificación del conductor debe realizarse previo al uso y/o al inicio de la conducción del vehículo, para así garantizar que este paso no se omita. El contratista propondrá los mecanismos técnicos a usar para cumplir este requerimiento.
 - La plataforma de Gestión debe relacionar las alertas emitidas por el sensor de Fatiga y registrarlas en el perfil del conductor que esté haciendo uso del vehículo en ese momento, esto en tiempo real. De forma que sea posible gestionar las estadísticas por cada conductor y generar los planes de gestión de la fatiga de manera individualizada.
 - Existen dos requisitos que todo conductor en Minera Yanacocha debe cumplir: contar con el fotocheck de identificación para ingreso a mina, dicha tarjeta es de la marca HID Indala FlexCard, adicionalmente todo el personal con permiso de conducir tiene un sticker pegado en el fotocheck donde se listan los permisos para el tipo de maquinaria, se podría integrar un código QR o de barras para realizar la identificación del conductor. Estos dos mecanismos se sugieren sean revisados por los contratistas e integrados dentro de sus plataformas.

- **Reportes**

- La plataforma de gestión deberá ser web permitiendo el ingreso de los usuarios definidos por Minera Yanacocha, en los roles que se definan: Inicialmente se tendrán 2 roles:

Administrador general:

- Con acceso a todas las estadísticas de toda la flota, estadísticas por departamento, por vehículo y por conductor dentro de un rango de tiempo definido.
- El administrador podrá exportar toda la información de la plataforma de Gestión en formato PDF y CSV.
- El administrador podrá crear geocercas y seleccionar que vehículos pertenecerán a ellas, así mismo las condiciones de alerta que estas generen y quienes serán notificados
- El administrador general podrá habilitar y/o deshabilitar la opción de apagado remota de motor
- El administrador será el único que podrá visualizar el número de celular asociado al sensor de fatiga. Esta información no estará disponible en otros perfiles.
- Podrá modificar el número de equipos, asimismo adicionar camionetas y/o retirar camionetas del sistema.
- El administrador general podrá habilitar, deshabilitar y modificar los límites de velocidad establecidos para cada geocerca y/o de manera individual para cada vehículo o peatón registrado.

Administrador de Departamento: se dará acceso a los Gerentes a la información de todos los vehículos de su departamento. Los reportes de fatiga deben llegar de manera diaria y consolidada para cada supervisor y el gerente del departamento. La información provista a través de la plataforma deberá ser en tiempo real, las fotografías y videos deberán ser visibles desde computadoras con Windows 10 y desde teléfonos iPhone y Android. La información deberá ser exportable de la siguiente forma:

- Exportar toda la información histórica de cada vehículo
- Exportar toda la información histórica de un grupo camionetas y así mismo del total de camionetas
- Los reportes definidos son: Número de eventos de fatiga por departamento o grupo de camionetas, Número de eventos por distracción por departamento o grupo de camionetas, Número de eventos por exceso de velocidad por departamento o grupo de camionetas, Número de eventos por exceso de velocidad por departamento identificando al conductor.
- **Trazabilidad**
 - Todas las modificaciones y/o actualizaciones realizadas por el contratista y/o por los usuarios autorizados deben ser registradas en la plataforma. De modo de poder auditar los cambios realizados en el sistema de manera periódica y como parte de las investigaciones a realizar.
 - Dicha información debe estar disponible un mínimo de 12 meses.

- **Plataforma de Gestión**

- El contratista incluirá como parte de su servicio mensual los siguientes servicios: o Registro de un nuevo vehículo
- Adicionalmente a la instalación física del sensor en el vehículo, se debe registrar la marca, tipo de vehículo, empresa propietaria, placa del vehículo, la gerencia sponsor y el departamento específico. Así mismo el Kilometraje al momento de registrar la unidad.
- Registrar el número celular asociado a la SIM Card que Minera Yanacocha proveerá. Registrar los cambios/actualizaciones de número debido a cambios en la SIM Card.
 - Registro de un nuevo conductor
 - En la plataforma de gestión se registrarán los siguientes datos de los conductores, Primer Nombre, Segundo Nombre, Apellido Materno, Apellido Paterno, Fotocheck, gerencia sponsor, departamento específico, así mismo si se encuentra activo o de baja.
 - Los usuarios registrados no se eliminarán de forma permanente en la plataforma hasta que sea solicitado por Minera Yanacocha.
 - Bimensualmente se enviará la lista de empleados y sus departamentos para que estos sean actualizados en el sistema por el contratista.

- Se registrará también los datos del supervisor inmediato. Se coordinará para tener una interface automática con la plataforma de gestión que provea esta información de manera oportuna.

- **Modificaciones**

Las modificaciones solicitadas al contratista no estarán limitadas a una cantidad máxima o mínima de manera mensual, y pueden darse en los diferentes componentes a registrar en la plataforma, siendo los siguientes:

- Vehículos: gerencia sponsor
- Conductores
- Administradores
- Sensores de Fatiga
- Sistemas GPS
- Reportes
- Base de datos de celulares

- **Plataforma de gestión de incidentes/requerimientos**

- La gestión de los requerimientos se refiere a la solicitud de instalaciones o desinstalaciones de sistemas de detección de fatiga de un vehículo en particular. Esta solicitud debe efectuarse en un lapso de 1 día útil de trabajo, desde que el vehículo es entregado en la ubicación específica requerida y entregada al contratista para la realización del servicio.
- Los incidentes se refieren a problemas detectados en el software, hardware o cableado que impiden el normal funcionamiento del sensor de fatiga. Estos deben de ser identificados

y revisados en hasta como máximo 2 días útiles desde que el vehículo fue entregado en las instalaciones del proveedor.

- La gestión de los requerimientos/incidentes se realizará a través del proceso de administración de requerimientos e incidentes que posee Minera Yanacocha, a través del uso de NewmontHUB, que es la herramienta para la gestión de los incidentes. Se creará una cola y se la asignará al proveedor definido. Esto permitirá tener indicadores de los incidentes generados y los tiempos de solución que el proveedor ofrece.

- Minera Yanacocha proveerá la capacitación y los accesos necesarios al contratista para que pueda usar la herramienta de NewmontHub.

- **Gestión de los eventos fatiga**

- Los eventos de fatiga deben de registrarse en la plataforma de gestión con una foto y un video corto, como evidencia y para efectos de investigaciones. Las fotos y videos deben quedar registradas y almacenadas de forma permanente.

- El tiempo de la detección de la fatiga debe ser configurable de manera remota a solicitud de Minera Yanacocha, inicialmente será de 1.5 segundos. La configuración de esto debe ser en intervalos de 1 segundos y debe poder ser configurable remotamente para toda la flota

- Las alarmas por eventos de fatiga deben desencadenar una inmediata alerta sonora en la cabina y se mantendrán hasta lograr la

atención del conductor, este reporte será registrado en la plataforma de Gestión.

- El registro y alerta de eventos de fatiga deben darse a partir de una velocidad mayor de 10 Km/h. La velocidad mínima de detección debe ser configurable remotamente.
- Se debe registrar una imagen y un video para los casos donde se registre una obstrucción del sensor. Así mismo se debe emitir una alarma sonora en cabina y registrar un evento en la plataforma de gestión asociado al conductor identificado.
- No se deben emitir alertas de fatiga ni registros en el sistema si el vehículo se encuentra detenido (cero Velocidad) o si está retrocediendo.
- Los decibeles de la alarma sonora en cabina deberán estar entre los rangos de 70 – 85 db.
- **Gestión de los eventos de distracción**
 - Los eventos de distracción deben de registrarse con una foto como evidencia y para efectos de investigaciones. Las fotos y videos deben quedar registradas y almacenadas de forma permanente
 - El tiempo de la detección de eventos de distracción debe ser configurable de manera remota a solicitud de Minera Yanacocha, inicialmente será de 4 segundos. La configuración debe ser en intervalos de 1 segundos y debe poder ser configurable remotamente para toda la flota.

- Las alarmas por eventos de distracción deben desencadenar una inmediata alerta sonora en cabina y el registro del evento en la plataforma de Gestión.
- El registro y alerta de eventos de distracción deben darse a una velocidad mayor de 15 Km/h, a una velocidad menor no se deberán registrar alertas de eventos de distracción
- Se debe registrar una imagen y para los casos donde se registre una obstrucción del sensor. Así mismo se debe emitir una alarma sonora en cabina y registrar un evento en la plataforma de gestión asociado al conductor identificado.
- Como eventos de distracción se consideran: mirar a los costados, fumar, uso de celular, bostezo.
- No se deben emitir alertas de distracción ni registros en el sistema si el vehículo se encuentra detenido o si está retrocediendo.
- Los decibeles de la alarma sonora en cabina deberán estar entre los rangos de 70 – 85 db
- **Administración de la información registrada en la Plataforma de Gestión**
 - La información a registrarse en la plataforma de gestión corresponde a información confidencial de Minera Yanacocha, el proveedor bajo ningún motivo cederá o compartirá dicha información con terceros.
 - El contratista no cederá, proveerá o compartirá bajo ningún motivo los datos de ubicación de los vehículos registrados en la

plataforma. Se asegurará que su personal no haga uso indebido de esta información.

- El contratista no realizará cobros adicionales a los pactados por el acceso a la información registrada en la plataforma y que contenga información relacionada a Minera Yanacocha.

- El contratista brindará a Minera Yanacocha toda la información recolectada durante el contrato o acuerdo a realizarse.

- Minera Yanacocha será dueño de todo desarrollo que pueda

- **Horario de trabajo**

- El horario de trabajo en Mina es de Lunes a Viernes 6.30 am a 5.30 pm, tiempo por el cual el personal de la contratista deberá estar permanentemente en mina para ofrecer el servicio contratado.

- Durante fines de semana se deberá tener una persona para atender temas críticos que pudiesen surgir.

- El contratista deberá realizar la instalación de una nueva camioneta en no más de 1 día útil desde realizada la solicitud.

- **Magnitud del Servicio**

- Para que las empresas contratistas tengan una idea de la magnitud del contrato la cantidad de equipos que se podrían instalar son:

Propiedad de Minera Yanacocha: Camionetas 4x4 aproximadamente 220 unidades.

- Buses de transporte de personal aproximadamente 32 unidades
Propiedad de Terceros ofreciendo servicios a Minera Yanacocha,

Camionetas 4x4 aproximadamente 450 unidades y Buses de transporte de personal aproximadamente 10 unidades.

- **Propuesta económica**

El contratista debe presentar dos propuestas para los vehículos propiedad de Minera Yanacocha en base a:

- **Renta de Equipos**

- La propuesta económica debe contemplar el costo unitario por el servicio de alquiler de los sensores de fatiga y el servicio de administración de los mismos.
- El costo del alquiler debe incluir todos los costos que el contratista incurra en el periodo de tiempo
- La propuesta debe indicar el valor unitario que componen el costo del servicio por camioneta.
- El tiempo de provisión del servicio será de 36 meses.
- La empresa adquiriente del servicio será Minera Yanacocha.

- **Compra de Equipos**

- La propuesta económica debe contemplar la venta permanente de los sensores de fatiga
- La propuesta debe contener el costo del servicio de gestión de los sensores, incluyendo los requisitos solicitados en este alcance.
- El tiempo de provisión del servicio será de 36 meses.
- La empresa adquiriente del servicio será Minera Yanacocha
- El contratista debe presentar una propuesta para los vehículos propiedad de terceros (Contratistas directos de Minera Yanacocha).

- **Renta de Equipos**

- La propuesta económica debe contemplar el costo unitario por el servicio de alquiler de los sensores de fatiga y el servicio de administración de los mismos.
- El costo del alquiler debe incluir todos los costos que el contratista incurra en el periodo de tiempo que se solicite el servicio, el tiempo mínimo de contratación sería de 1 mes.
- La propuesta debe indicar el valor unitario que componen el costo del servicio por camioneta.
- El tiempo de provisión del servicio será de acuerdo al tiempo del contrato y/o servicio que se celebre entre Minera Yanacocha y el tercero.
- La empresa adquirente del servicio será la empresa contratista de Minera Yanacocha.

d. Obligaciones:

- EL CONTRATISTA será responsable en su totalidad de la alimentación, transporte, movilidad, combustibles, materiales, bienes, insumos, vehículos, seguros, herramientas, Equipo de protección personal (EPP), otros necesarios para el normal desarrollo del servicio requerido.
- Adicionalmente debe de contar, sujeto a verificación, aprobación y autorización por parte de YANACocha de las licencias de manejo para los operadores de camioneta, que requiera para realizar el servicio materia de este requerimiento.

- Se requiere que EL CONTRATISTA presente una matriz de riesgos que le permita evaluar y gestionar los riesgos a los que se exponga producto del servicio requerido. El contratista es responsable de su propia seguridad.
- Se requiere que EL CONTRATISTA presente y valide, sujeto a verificación y aprobación por parte de YANACOCHA, entrenamiento en cursos básicos de Prevención de Pérdidas: lucha contra incendios, aislamiento de energía, curso básico para supervisores y otros que requiera para realizar el servicio materia de este requerimiento.
- Se requiere que EL CONTRATISTA presente y valide los seguros y pólizas mínimos requeridos por las políticas de contratación de YANACOCHA en vigencia y será responsable por el no cumplimiento a las mismas sometiéndose a las sanciones estipuladas por YANACOCHA para tal fin.
- Se requiere que EL CONTRATISTA asegure la continuidad del personal que haya ofrecido para la adjudicación del presente requerimiento de servicio, con la finalidad de asegurar la calidad y plazo del servicio.
- Se requiere que EL CONTRATISTA realice la movilización y desmovilización a la zona de trabajo “emplazamiento”, de sus instalaciones y todos los demás ítems que requiera, suministre o se proporcione en virtud de este Contrato, sin que esto represente costos adicionales a los ya establecidos en las tarifas pactadas.
- Se requiere que EL CONTRATISTA presente para ser evaluado, previamente a la adjudicación del presente contrato lo siguiente:

- Plan de ejecución de instalación de los sensores de detección de fatiga de acuerdo a los plazos indicados en el presente requerimiento de servicio.
- Para los trabajos en campo, planes de movilización y desmovilización, indicando plan de seguimiento a los sensores en campo o ciudad.
- Se requiere que el CONTRATISTA emita a YANACOCHA los reportes e indicadores diarios, semanales, referentes a la gestión de los sensores de detección de fatiga. Estos indicadores serán revisados y validados por el sponsor de YANACOCHA, se requiere de participación adicional a las reuniones semanales del encargado para revisar oportunidades durante el presente servicio.
- EL CONTRATISTA es responsable por cualquier reproceso o re-trabajo de servicios por incumplimientos de procedimientos o calidad del servicio, sometiéndose a las multas monetarias o penalidades impuestas por YANACOCHA para cada caso o en el caso más extremo a la resolución del contrato.
- EL CONTRATISTA proporciona todos los insumos, repuestos, accesorios, herramientas y equipos para proporcionar el servicio de acuerdo al alcance indicado. Asimismo, EL CONTRATISTA suministrará el transporte y el material necesario para el servicio de verificación y seguimiento en campo.
- Facilitar el tiempo suficiente para asistir a los programas de seguridad y entrenamiento, tanto por parte de YANACOCHA como de EL CONTRATISTA.

- EL CONTRATISTA es responsable del mantenimiento de todos los ambientes, equipos y herramientas, proporcionados a manera de alquiler por Minera Yanacocha.
- EL CONTRATISTA es responsable de mantener en buen estado de funcionamiento de las herramientas y equipos de acuerdo a los estándares de Yanacocha, así como también realizar la inspección trimestral de las mismas de acuerdo a las normas de manejo de herramienta de Mantenimiento Mina.
- El CONTRATISTA es responsable del mantenimiento de todos los ambientes / equipos proporcionados a manera de alquiler por YANACocha.
- EL CONTRATISTA es dueño y responsable de mantener en buen estado de funcionamiento sus herramientas y equipos de acuerdo a los estándares de Yanacocha, así como también realizar la inspección trimestral de las mismas de acuerdo a las normas de manejo de herramientas de Mantenimiento Mina YANACocha.
- El CONTRATISTA proveerá todos los insumos y consumibles, así como todas las herramientas y equipos de protección personal (EPP), necesarios para la ejecución del presente servicio.
- EL CONTRATISTA es responsable de brindar alimentación, hospedaje, transporte y todas las facilidades necesarias a su personal para la correcta realización de los servicios.
- Cumplir con la legislación laboral y leyes de tercerización.
- EL CONTRATISTA deberá cumplir con todas las políticas y normas legales vigentes en el Perú, durante la ejecución del servicio.

- EL CONTRATISTA deberá cumplir con todas las políticas y normas del Decreto Supremo - 055.
- **Equipos, insumos y herramientas:**
 - Los equipos y material necesario para los servicios materia de este requerimiento son proveídos por EL CONTRATISTA incluyendo los siguientes equipos:
 - Proporcionar los equipos y herramientas necesarios para la ejecución del presente alcance, los cuales se detallan más no se limitan a:
 - Cables eléctricos certificados por el proveedor para las conexiones eléctricas.
 - Pernos, tuercas, cintas y tornillos
 - Otros requeridos para realizar el servicio del presente alcance.
 - Proporcionar todos los materiales e insumos necesarios para la ejecución de las reparaciones detalladas en el alcance.
 - Contar y cumplir con un programa de mantenimiento preventivo para los equipos y herramientas anteriormente mencionados acorde con las políticas de Seguridad y Medio Ambiente de Yanacocha.
 - Proveer los implementos de seguridad conforme a los estándares de seguridad de Minera Yanacocha:
 - Casco
 - Zapatos con punta de acero
 - Botas de jebe
 - Chaleco reflectivo
 - Lentes protectores
 - Respirador y filtros para polvo, humos y gases metálicos.

- Guantes de cuero
 - Guantes de jebe
 - Ropa de agua
 - Mameluco térmico
 - Linternas de sobre casco.
 - Protectores auditivos (orejeras)
 - Otros requeridos para realizar el servicio del presente alcance.
 - Implementar todas las herramientas necesarias, todos aquellos que son necesarios para el cumplimiento de los requerimientos establecidos por las normas de seguridad y salud en el trabajo aplicables.
 - Contar con una camioneta durante el horario de trabajo indicado.
-
- **Organización del contratista:**

Se requiere que EL CONTRATISTA presente y valide la estructura de organización profesional y técnica que cubra las expectativas mínimas requeridas para realizar el servicio materia de este requerimiento.

La organización mínima sugerida para el normal desarrollo del servicio debe considerar lo siguiente:

 - Jefe de Operaciones, con experiencia en la gestión del servicio.
 - Técnicos en sitio experimentados y calificados en instalación y operación del sistema de detección de fatiga.

- Operadores del Centro de control remoto que realizan la revisión y validación de los eventos de distracción y/o fatiga, así mismo proveen los reportes y ejecutan el protocolo de la gestión de la fatiga.
- Todos los profesionales que formen parte de este servicio tendrán que cumplir con lo dispuesto en el DS-055 (Ejemplo: Ingenieros colegiados y habilitados).
- **Principales obligaciones de Yanacocha:**
 - YANACOCHA, en su calidad de solicitante de este servicio se compromete a facilitar en coordinación con la operación, el ingreso de los equipos para la ejecución de los servicios planificados y correctivos de acuerdo al plan y programa elaborado por el contratista.
 - YANACOCHA, proveerá acceso a las áreas de mantenimiento dentro y fuera de los talleres de Mantenimiento Mina.
 - YANACOCHA, generará la fluidez de información necesaria para la coordinación de los servicios requeridos para el normal desarrollo de todas las tareas planeadas.
 - YANACOCHA, deberá asegurar que el personal del Contratista no sea subordinado o interactúe con personal YANACOCHA, en el servicio material del presente documento.
 - YANACOCHA podrá arrendar a EL CONTRATISTA un área libre cercana a las instalaciones para que el contratista pueda implementar su taller, almacén u oficinas para prestar el servicio.

Tabla 3
Costos de espacios a arrendar.

Espacios a Arrendar	Mensual (S/.)
---------------------	---------------

Área de trabajo	300.00
Plataforma techada para atención de equipos livianos	800.00
Contenedor de 20 pies (almacén)	300.00
Servicios Higiénicos	200.00
Total /mes	1600.00

- **Presentación de informes:**

El contratista presentará informes semanales y mensuales con respecto:

- Desempeño en Seguridad, Medio Ambiente, Responsabilidad Social.
- Planes de mantenimiento.
- Cumplimiento de planes diarios y semanales.
- Oportunidades de mejora, causas de desviaciones y planes de acción con respecto al cumplimiento de planes.
- Valorizaciones mensuales a tiempo.
- Impactos en la disponibilidad y entregabilidad.

e. Tiempo/plazo de ejecución del servicio:

El presente servicio es requerido por el lapso de 24 meses y como referencia el sistema de trabajo 5 x 2.

El contrato se revisará de manera semestral y si la cantidad de equipos disminuye/aumenta, se negociará con EL CONTRATISTA la nueva necesidad y posterior modificación de tarifas.

f. Modalidad de contratación/ compensación:

La compensación por el servicio será bajo la modalidad:

- Costos unitarios por el servicio ofertado en base a la cantidad de vehículos registrados.
- La lista de partes o repuestos que forman parte del servicio, tomando como referencia la lista especificada en el Anexo 2, serán compensados de acuerdo a lo realmente consumido y en base al tarifario que se especifique y acuerde.

Moneda:

- El costo materia de este requerimiento de servicio será determinado en Dólares.

g. Criterios de evaluación.

La evaluación del servicio considerará los siguientes puntos:

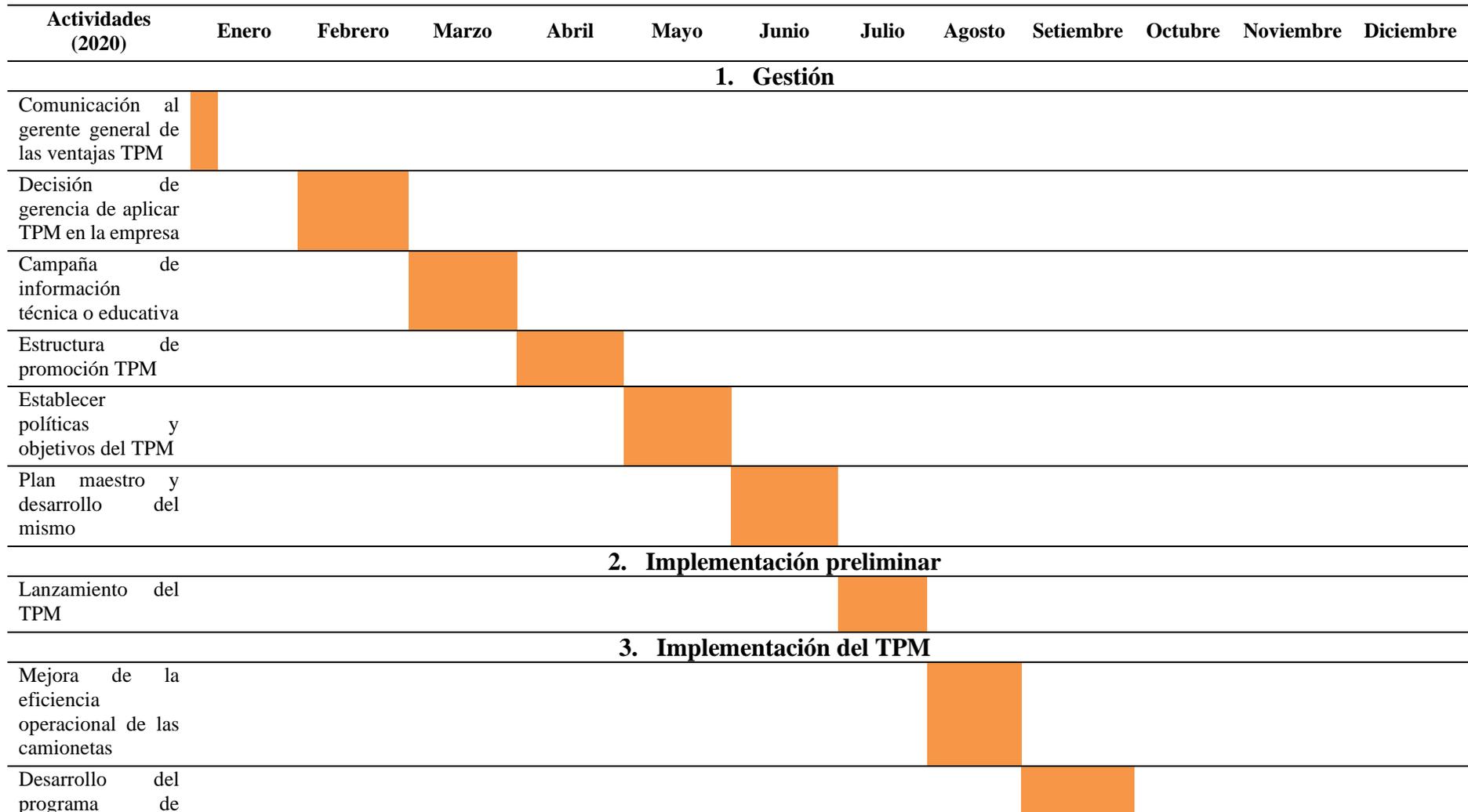
- Experiencia dando el servicio de detección de fatiga en empresas reconocidas del medio para vehículos livianos (camionetas, camiones volquetes, vehículos de transporte de personal). Para este punto deberá presentar contratos, facturas de servicios que sustenten la experiencia en el rubro.
- Implementación de un centro de monitoreo para la gestión y servicio de alerta frente a los eventos de fatiga y distracción en la conducción de vehículos dentro y fuera de la operación incluyendo rutas públicas en Cajamarca e interprovinciales. Para este punto deberán sustentar con documentos, facturas, contratos, reportes que indiquen el seguimiento diario, estadísticas.
- Contar con un sistema de reporte las 24 hrs x 7 días a la semana.
- Implementar personal las 24 hrs para alertar los eventos de fatiga a los puntos determinados por el cliente.

- Requisitos mínimos para envío de reportes durante los eventos: (para este punto se deberá presentar un modelo de reporte en lo que hayan incluido estos reportes para sustentar el modelo solicitado, puede ser con figuras del sistema que administran o plataformas de gestión de los sensores de control de fatiga).
- Ubicación de la unidad en Longitud y latitud
- Velocidad del vehículo al momento del evento.
- Incluir registro fotográfico.
- Registrar y contar con la disponibilidad del video a solicitud del cliente.
- Tiempo de duración del evento o micro sueño.
- Ubicación de la unidad en el Google maps.
- Registro de cambios repentinos en la conducción previos al evento.
- Generación de reportes semanales y /o Mensuales .(mostrar documentos estadísticos y reportes de seguimiento por área, conductor, etc)
- Envío de reportes a los usuarios por grupos y/o áreas.
- Análisis de tendencias por áreas, conductor y tipo de evento.
- Accesibilidad a la plataforma (Web – Móvil). (presentar evidencia de sus sistemas)
- Cuenta con facilidades para que ciertos usuarios puedan acceder a la plataforma y generen reportes personalizados (como tablas dinámicas).
- Permite ingresar a la plataforma desde cualquier red (corporativa y no corporativa).

- Integración/ Flexibilidad (indicar tiempos para la implementación)
(presentar sustento técnico de los equipos que sustenten que los sistemas están preparados para la implementación de los puntos requeridos).
- Puede integrar otros accesorios (apagado remoto de motor, geocercas, plan de mantenimiento, conducción peligrosa, documentación soat, ITV, etc)
- Permite la identificación del conductor
- Permite la comunicación con el conductor
- Permite la accesibilidad a base de datos para verificación de kpis por unidad y tipo de evento.
- Soporte, Mantenimiento y garantía post venta o instalación. (presentar un plan detallado de partes y soporte para dar mantenimiento a los sensores y equipos bajo un PCR de cambio por horas de trabajo)
 - Contar con personal en mina y/o Cajamarca para la atención.
 - Presentar un plan de mantenimiento, reemplazos y/o estrategia de reparaciones de los sensores de fatiga
 - Ofrecer la garantía por los equipos, configuraciones y cumplimientos de Kpis para la identificación de los tipos de eventos.
 - Mostrar la gestión de calidad para el proceso respecto a reparaciones y/o reporte de eventos.
- Referido a Fatiga. (presentar documentación y/o evidencia que cubra la mayoría o totalidad de este punto)
 - Presenta evidencia fotográfica
 - Presenta evidencia por video

- El tiempo de detección de la fatiga es a partir de 1.5 seg. y velocidades mayores a 10 Km/hr.
- Cuenta con alarma audible para la fatiga.
- Cuenta con alerta de vibración continua durante el evento en asiento del conductor.
- Posibilidad de comunicación directa con el conductor.
- Referido a la Distracción. (presentar documentación y/o evidencia que cubra la mayoría o totalidad de este punto)
 - Presenta evidencia fotográfica
 - El tiempo de detección de la distracción a partir de 4 seg. y a velocidades mayores a 15 km/hr
 - Cuenta con alarma audible para alertar distracción.
- Arquitectura (presentar diagrama detallado de cómo está diseñado la aplicación para su funcionamiento).
- Disponibilidad del Sistema: El postor deberá demostrar que su sistema es altamente confiable para poder cumplir con una disponibilidad mínima que permita una rápida reconexión en zonas donde la cobertura no sea constante para lo cual deberá considerar los siguientes puntos:
 - El servicio se da desde la nube (AWS, Google, EMC, otros) Indicar niveles SLA (acuerdos de nivel de servicio) provistos por el proveedor de la nube
 - El servicio se da desde la infraestructura propia del proveedor. Indicar SLAs (acuerdos de nivel de servicio) provistos por el proveedor.

3.4.7. Planificación y Programación de la ejecución del Proyecto laboral (Etapas).



- Rendimiento

Este indicador se calcula con la fórmula establecida por Caruajulca (2017,) que se muestra en la ecuación 3. El rendimiento esperado lo ha establecido la empresa en un 95%.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad productiva}} \quad (2)$$

- MTBF

Avendaño (2017) establece la fórmula para determinar este indicador y se muestra en la ecuación 4, se obtuvo el MTBF mensualmente; el MTBF esperado lo ha establecido la empresa en un 95%.

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Tiempo total de funcionamiento}}{\text{Número de fallas}} \quad (3)$$

- MTTR

Camacho (2016) establece la fórmula para calcular el MTTR, empleada por Santillán (2017), y se muestra en la ecuación 5, empleando datos mensuales. El MTTR esperado lo ha establecido la empresa en un 95%.

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Tiempo total de inactividad}}{\text{Número de fallas}} \quad (4)$$

- Calidad

Toral y Burgos (2013), establecen la fórmula para determinar la calidad del equipo y se muestra en la ecuación 6. La calidad esperada lo ha establecido la empresa en un 95%.

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Piezas buenas}} \quad (5)$$

- OEE (Eficiencia global del equipo)

Toral y Burgos (2013), establece la fórmula del OEE, la cual ha sido aplicada en el estudio de Santillán (2017), y se muestra en la ecuación 7. El OEE esperado lo ha establecido la empresa me en un 90%.

$$OEE = \text{Disponibilidad} * \text{Rendimiento} * \text{Calidad} \quad (6)$$

Luego de determinar el OEE, se lo clasificó de acuerdo a la tabla 4.

Tabla 4
Clasificación del OEE.

OEE	Calificativo	Consecuencias
<65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas, baja competitividad.
≥65% - <75%	Regular	Pérdidas económicas. Aceptable solo si se está en proceso de mejora.
≥75% - <85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja ³
≥85% - <95%	Buena	Buena competitividad. Entramos ya en valores considerados "World Class".
≥95%	Excelente	Competitividad excelente.

Fuente: Klaus, (2014).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Resultados del diagnóstico de la situación problemática (presentación y análisis)

- Disponibilidad de las camionetas

La disponibilidad máxima establecida por el área de mantenimiento de la empresa es de 95%, por ello se analizó la disponibilidad de las camionetas antes de la mejora desde enero hasta diciembre del 2020, los resultados se muestran en la figura 14.

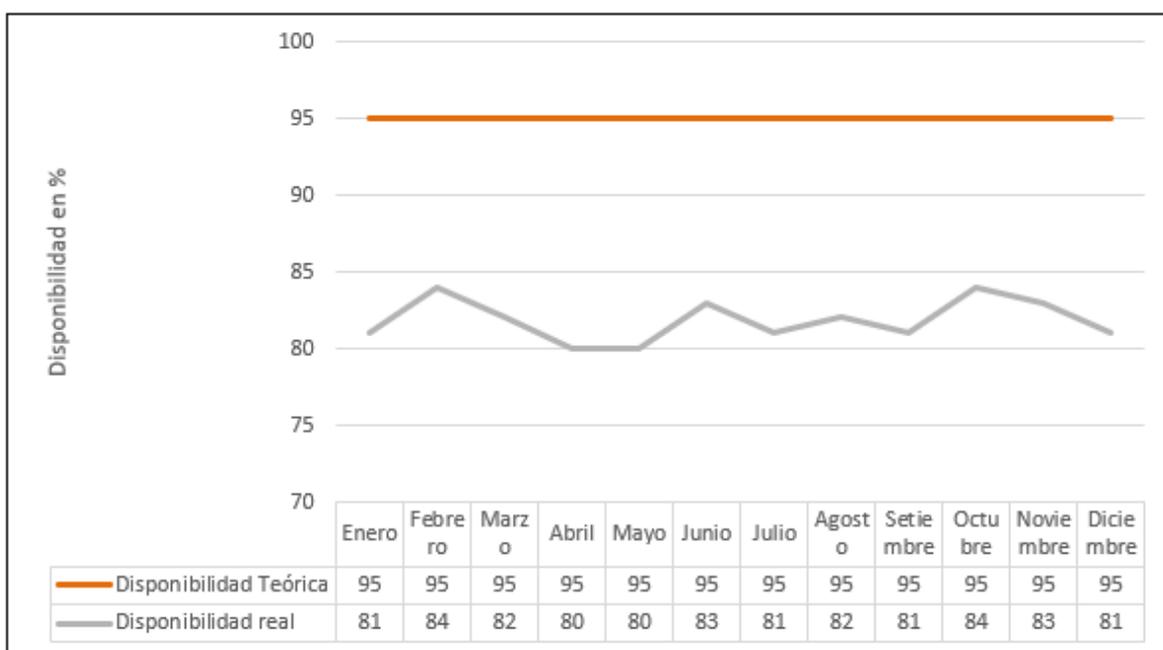


Figura 14. Disponibilidad promedio actual.

Como apreciamos en la figura 9, la disponibilidad durante el 2020 está por debajo del estándar establecido por la empresa, se obtuvo un promedio de 82% la cual está 13% menos de lo establecido.

- Rendimiento de las camionetas

Normalmente el rendimiento actual de las camionetas es de 250 000 Km en trabajos mineros, sin embargo, de acuerdo a las condiciones adversas de mina estas camionetas se reparan a 180 000 Km, y ya no vuelven a operar en minería.

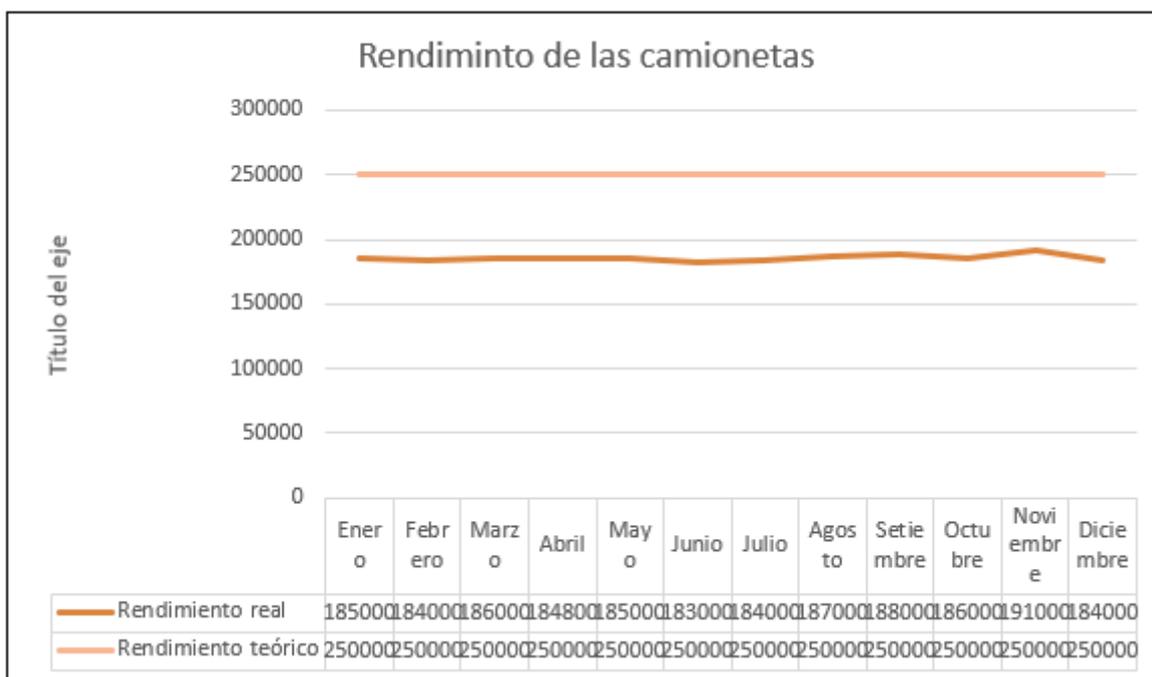


Figura 15. Rendimiento promedio actual.

En la figura 15, se muestra que el rendimiento está por debajo del target, que a su vez genera sobrecostos a la empresa.

- MTBF de las camionetas

De acuerdo a los reportes de fallas obtenidos y la fórmula de la ecuación 3, se determinó el MTBF mensual durante el año 2020.

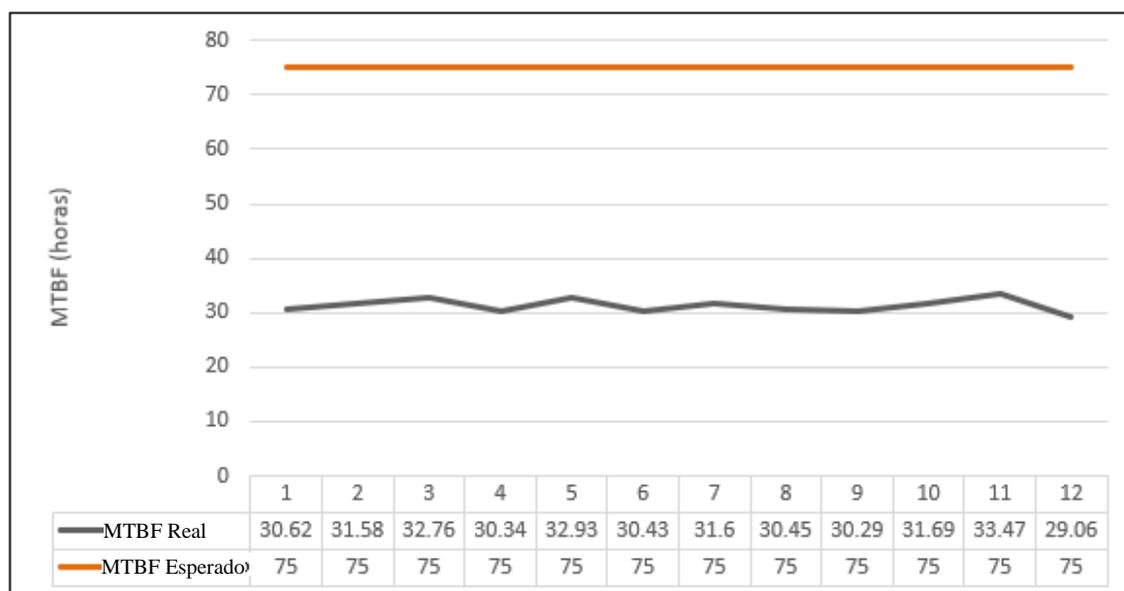


Figura 16. MTBF promedio actual.

En la figura 16, se evidenció que el MTBF varía desde 0 hasta 1484 horas, sin embargo, la empresa ha establecido su estándar en 3000 horas.

- MTTR de las camionetas

Con el reporte de fallas y el tiempo de parada de equipo para reparar esa falla se determinó en MTTR.

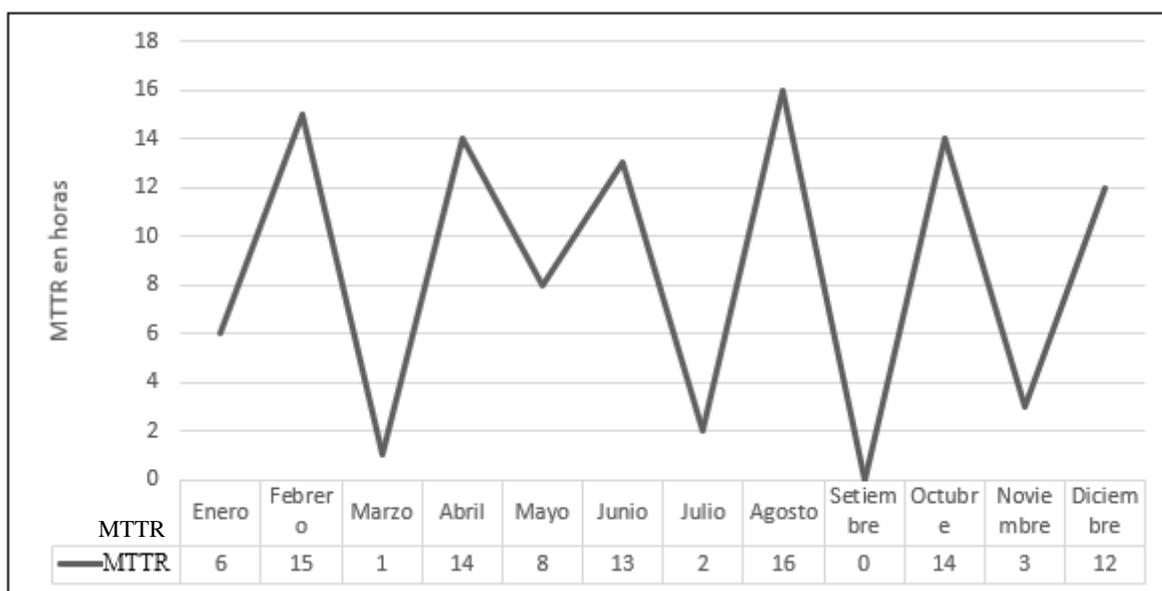


Figura 17. MTTR actual promedio actual.

En la figura 17, se muestra el MTTR desde enero hasta diciembre, se muestra que varía mucho y no hay un estándar ya que el MTTR depende del tipo de falla que se va a reparar.

- Calidad

La calidad establecida por la empresa y por el manual del equipo es de 95%.

- OEE (Eficiencia global del equipo) de las camionetas

Para calcular el OEE, se utilizaron los datos de la tabla 5:

Tabla 5
Datos para calcular el OEE de las camionetas.

Mes	Disponibilidad %	Rendimiento %	Calidad %	OEE%
Enero	81	45	95	35
Febrero	84	47	95	38
Marzo	82	47	95	37
Abril	80	48	95	36
Mayo	80	49	95	37
Junio	83	47	95	37
Julio	81	47	95	36
Agosto	82	47	95	37
Setiembre	81	44	95	34
Octubre	84	49	95	39
Noviembre	83	48	95	38
Diciembre	81	46	95	35

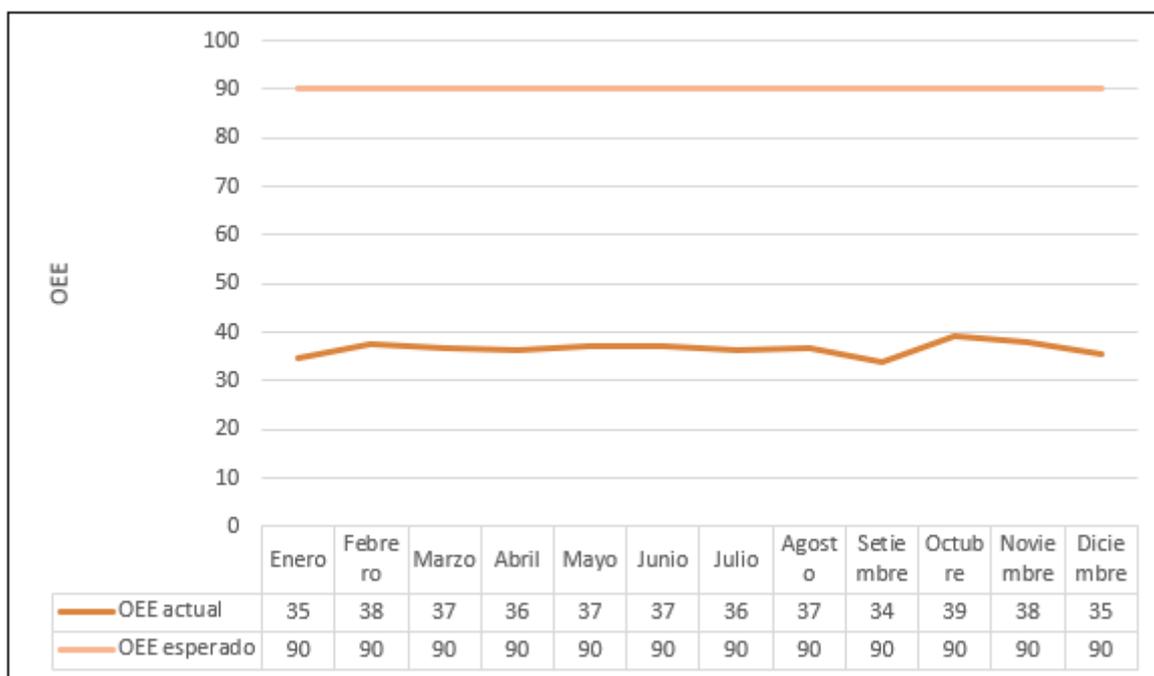


Figura 18. OEE actual promedio de las camionetas.

En la figura 18, se muestra que el OEE actual del equipo es 37%, siendo bajo comparado con el estándar de la empresa que es 90%, por lo tanto, se debe mejorar.

Tabla 6
Clasificación del OEE.

OEE	Calificativo	Consecuencias
<65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas, competitividad baja
≥65% - <75%	Regular	Pérdidas económicas. Aceptable solo si se está en proceso de mejora.
≥75% - <85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
≥85% - <95%	Buena	Buena competitividad. Entramos ya en valores considerados "World Class".
≥95%	Excelente	Competitividad excelente.

Fuente: Klaus, (2014).

De acuerdo a la Tabla 6, el OEE actual tiene un calificativo de Inaceptable, generando importantes pérdidas económicas y baja competitividad, lo cual se debe mejorar.

4.2. Resultados de la aplicación de la mejora en el proyecto laboral

Se realizó una reunión con todos los integrantes del escuadrón, se sometió a votación para crear un comité de gestión de mantenimiento de las unidades móviles, está conformado por:

Presidente

Secretario

Vocal

Este comité ha elaborado las políticas de mantenimiento, las cuales son:

- Maximizar la disponibilidad de las unidades, involucrando la participación de todos los integrantes del escuadrón.
- Lograr equipos de trabajo altamente calificados y tener como resultado trabajos de calidad en el mantenimiento de las unidades móviles.

- Desarrollar personal competente, consiguiendo la máxima identificación de las fallas que afectan la disponibilidad de las unidades móviles.
- Lograr la implicación de todos los trabajadores en las mejoras de la disponibilidad, mediante el plan de mantenimiento.
- Conseguir que los ambientes de trabajo sean agradables, a través de Grupos de trabajo (Operación– Mantenimiento), participativos y eficientes.

Estas políticas se difundieron en zonas visibles.

Figura 13

Difusión de políticas en la sala de capacitaciones.



El mantenimiento preventivo se ha realizado de acuerdo a las especificaciones técnicas de la marca:

Tabla 15

Ficha de mantenimiento preventivo.

			CODIGO / PLACA		CAMIONETA			
REGISTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			MANTTO. ACTUAL		PROXIMO MANTTO.			
PUNTOS A VERIFICAR, CHEQUEAR Y/O CAMBIAR			FECHA		FECHA		FECHA	
SERVICIOS EN FORMA PERIODICA CADA			KILOMETRAJE		KILOMETRAJE		KILOMETRAJE	
ITEM	DESCRIPCION DEL MANTTO. KM	TIPO SERV.	PREVENTIVO	TIPO SERV.	PREVENTIVO	TIPO SERV.	PREVENTIVO
			SI / NO	OBSERVACIONES	SI / NO	OBSERVACIONES	SI / NO	OBSERVACIONES
1.00	MOTOR							
1.01	Funcionamiento de motor	X						
1.02	Tapa de llenado de aceite de motor	X						
1.03	Varilla de medición de nivel de aceite	X						
1.04	Fugas de aceite de motor	X						
1.05	Estado de filtros de aire	X						
1.06	Estado de filtros de aceite	X						
1.07	Estado del turbo alimentador	X						
1.08	Faja de ventilador	X						
1.09	Estado del radiador	X						
1.10	Estado de mangueras de radiador y enfriador	X						
1.11	Freno de motor	X						
1.12	Bomba de agua	X						
2.00	SISTEMA DE LUBRICACION							
2.01	Estado del aceite	X						
2.02	Kilometraje y fecha del último cambio	X						
2.03	Consumo de aceite	X						
2.04	Fugas de aceite	X						
3.00	SISTEMA DE ADMISION Y ESCAPE							
3.01	Tuberías de múltiple de admisión	X						
3.02	Tuberías de múltiple de escape	X						
3.03	Silenciador	X						
3.04	Soportes de silenciador	X						
3.05	Fugas de gases de escape	X						
4.00	SISTEMA DE COMBUSTIBLE							
4.01	Humo por el escape	X						

4.02	Bomba de cebado de combustible	X			
4.03	Filtro de petróleo	X			
4.04	Tanque de combustible	X			
4.05	Tapa de tanque de combustible	X			
4.06	Medidor de nivel de tanque de combustible	X			
4.07	Estado de los inyectores	X			
4.08	Estado de las cañerías	X			
4.09	Fugas de petróleo	X			
4.10	Estado de la bomba de inyección	X			
5.00	SISTEMA ELECTRICO MOTRIZ				
5.01	Alternador	X			
5.02	Carga de alternador	X			
5.03	Faja de alternador	X			
5.04	Arrancador	X			
5.05	Baterías, Bornes de bacteria	X			
5.06	Cableado del circuito en general	X			
5.07	Luces en general	X			
5.08	Plumilla limpia parabrisa	X			
5.09	Claxon	X			
5.10	Alarma de retroceso	X			
5.11	Tablero de control	X			
6.00	SISTEMA DE TRANSMISION				
6.01	Embrague	X			
6.02	Pedal de embrague	X			
6.03	Disco de embrague	X			
6.04	Nivel de liquido	X			
6.05	Nivel de aceite Corona	X			
7.00	CAJA DE CAMBIOS				
7.01	Estado y nivel de aceite	X			
7.02	Ruidos en el interior	X			
7.03	Fugas de aceite	X			
8.00	ACOPLES DE TRANSMISION				
8.01	Cardanes	X			
8.02	Crucetas	X			
8.03	Soportes de cardan	X			
8.04	Graseras de cardan y cruceta	X			

9.00	SISTEMA DE FRENO			
9.01	Estado de los frenos	X		
9.02	Bomba maestra de freno	X		
9.03	Fugas de líquido de freno	X		
9.04	Estado de las zapatas delanteras	X		
9.05	Estado de las zapatas posteriores	X		
10.00	SISTEMA DE DIRECCION			
10.01	Mecanismos de dirección	X		
10.02	Cilindros de dirección	X		
10.03	Bomba hidráulica de dirección	X		
10.04	Alineamiento de dirección	X		
10.05	Terminales de dirección	X		
10.06	Brazo de dirección	X		
10.07	Caja de dirección/Bomba	X		
11.00	SUSPENSION			
11.01	Muelles	X		
11.02	Amortiguadores	X		
11.03	Barra estabilizadora	X		
12.00	SISTEMA DE NEUMATICOS			
12.01	Estado de llantas y arros	X		
12.02	Llanta de repuesto	X		
12.03	Pernos y tuercas de llanta	X		
12.04	Espárragos	X		
13.00	CABINA			
13.01	Indicadores	X		
13.02	Controles	X		
13.03	Asiento de copiloto y/o pasajero	X		
13.04	Espejos laterales y retrovisores	X		
13.05	Coderas	X		
13.06	Correa de seguridad	X		
13.07	Chapas de puertas	X		
13.08	Cremallera de vidrio de puertas	X		
13.09	Manija de levantavidrios	X		
13.10	Parabrisa y vidrios	X		
13.11	Bisagras de puerta	X		
13.12	Tapisol	X		

4.3. Impacto de la aplicación de la mejora en la empresa o en el entorno donde se desarrolla el proyecto

La aplicación de la mejora, ha incrementado los indicadores de disponibilidad y rendimiento, con ello se incrementó el beneficio económico, ya que se facturan más horas de trabajo. Asimismo, se obtiene un beneficio laboral ya que la empresa al presentar mayor disponibilidad la empresa contratadora le va a otorgar mejores contratos, generando más puestos de trabajo.



Figura 19. Sensores de control de fatiga.

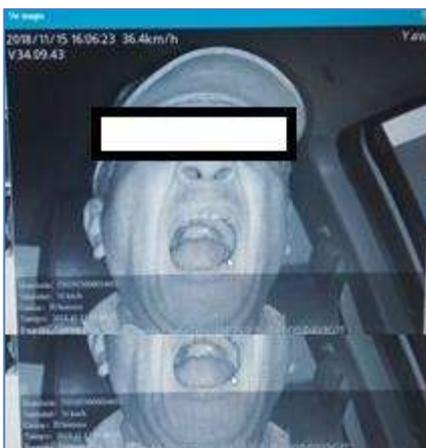


Figura 20. Detección de sueño.



Figura 21. Monitoreo de fatiga.

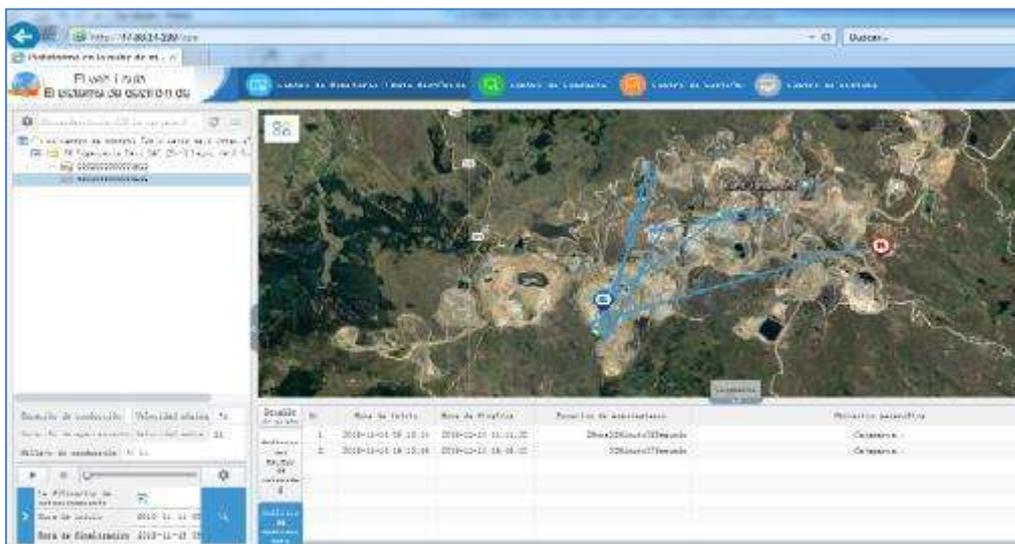


Figura 22. Monitoreo GPS.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMEDADIONES

4.1. Conclusiones

- Se determinó que la implementación de la metodología TPM mejora la eficiencia operacional de las camionetas de la empresa L&S Caja Corporations E.I.R.L, además representan ahorros considerables.
- En el diagnóstico de las camionetas se concluye que estos equipos fallan constantemente, los indicadores más afectados son el rendimiento que se encuentra en un 47% y el OEE que se encuentra en estado inaceptable con 31%.
- Luego de aplicar mi experiencia, concluyo que el mantenimiento productivo total engloba un conjunto de mejoras que incrementan la disponibilidad de las camionetas, asimismo se evidencia que se incrementa el rendimiento de estas, por ende, en la eficiencia operacional.

4.2. Recomendaciones

- Se deberá mejorar el estado de las vías de transporte de personal en la empresa minera, ya que las condiciones climáticas en la empresa minera de estudio afectan el estado adecuado de las vías, generando daños al sistema de suspensión de las camionetas.
- Se recomienda crear una forma de medir la productividad a partir del control remoto de las camionetas, ya que su función dentro de la operación durante clima severo es de vital importancia.
- Esta investigación sirve como base para otras investigaciones que tengan como objetivo realizar el mantenimiento productivo total, sin embargo, es necesario afianzar esta propuesta con otras herramientas Lean Manufacturing.
- Las empresas dedicadas al rubro de alquiler de camionetas a empresas mineras deben tomar como oportunidad de mejora la aplicación del mantenimiento productivo total, para mejorar su eficiencia operacional.

REFERENCIAS

- Bahamóndez, M. (2017). Implementación Sistema de Gestión para Reducción de Costos Optimizando el Desempeño por Componente en Equipos Mineros. *Tesis para Optar el Título de Ingeniero Civil de Minas*. Santiago, Chile: Universidad de Chile. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/146289/Implementaci%C3%B3n-Sistema-de-Gesti%C3%B3n-para-Reducci%C3%B3n-de-Costos-Optimizando-el-Desempe%C3%B1o-por-Componentes-en-Equipos-Mineros.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bonzi, J. (2016). Propuestas de Mejora de la Utilización Efectiva en Base a Disponibilidad de la Flota de Carguío y Transporte en Minera Los Pelambres. *Tesis para Optar el grado de Ingeniero Civil de Minas*. Santiago, Chile: Universidad de Chile. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/139829/Propuestas-de-mejora-de-la-utilizacion-efectiva-en-base-a-disponibilidad-de-la-flota-de-carguio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Calderón, N. (2014). Mejora del Tiempo de Operatividad de Camiones Volquetes en Proyectos de Mantenimiento Vial, utilizando Teoría de Confiabilidad en un Sistema Simulado. *Tesis para optar el Título Profesional de Licenciada en Investigación Operativa*. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Obtenido de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/4241/1/Calderon_qn.pdf
- Chau, L. (2013). Gestión del Mantenimiento de Equipos en Proyectos de Movimiento de Tierras de una empresa Cajamarquina dedicada a la Minería. *Tesis Magistral*. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/813/1/chau_lj.pdf

Corrales, M. (2014). Implementación del Plan de Mantenimiento a la Flota de Palas Eléctricas Tz-Wk12c en la Unidad Minera Shougang Hierro Perú S.A.A. con la Finalidad de Aumentar la Disponibilidad. (*Tesis depregrado*). Trujillo, La Libertad, Perú: Universidad César Vallejo. Obtenido de <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/7661/Ch%C3%A1vez%20Salazar%20hermit%C3%A1neo%20Espinoza%20Giron%20Richard%20Edu%20%28Tesis%20Parcial%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS

Anexo n° 1. Seguridad en vías



REPORTES – ALARMAS

- Distraccion.
- Fatiga.
- Hablar por celular.
- Fumar.
- Somnolencia.
- Cerrar los ojos.
- Sabotaje del dispositivo.
- No reporta falsos positivos distrayendo al conductor.

The installation position of the host	It is installed within a range of 30 degrees at the front of the driver.
Front and back distances from the host	The driver's face is about 80 cm away from the host.
The position of the displayed face with respect to the upper and lower sides of the host	Connect the display screen and adjust the position of the displayed face with respect to the upper and lower sides of the host until the face is in the middle of the display screen and occupies about 1/3 of the screen, as shown in Figure 5.

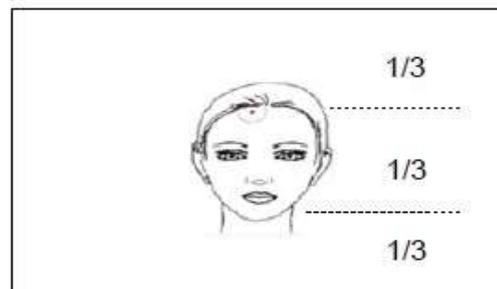


Figure 6. Top View of Installation



Figure 7. Side View of Installation



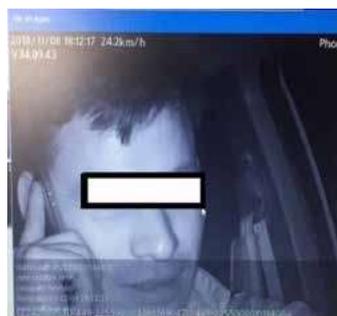
Table 1 Alarm Type Trigger Instructions

Type	Trigger Sensitivity (s)	Interval Time (s)	Test Method
Distraction (level 1)	1	The interval time from the level-2 alarm is 1.5s.	Gently close your eyes, simulate drowsiness, or look down at the phone.
Dangerous driving (level 2)	1.8s after level-1 alarm	Cycling at intervals 4s after the end of voice	Continue to maintain the state after hearing the distraction alarm.
Phone	3s	10	Place the phone on the side of one ear and hold the phone for calling.
Smoking	1~2	10	Lighten a cigar and take a mouthful of smoke.
Look-Aside	4	10	<p>For this alarm test, first maintain the driving state for 10s for self-calibration, and hear the voice of "beep-beep", which shows the completion of calibration; then you can conduct the test.</p> <p>See the corresponding driving window position from the driving direction (left/right), maintain for 4s, and trigger once. Restore the normal driving state and repeat the above operation to trigger this alarm again, and pay attention to the interval. In addition, if the original installation position of the device is seriously offset, the alarm sensitivity will be reduced at a side far away from the device.</p>
Yawn	1.5	5	Simulate a real yawn scene, open the mouth, and maintain for 2~4s.
Face Missing	10	60	In a normal driving state, turn the device in other directions so that the face state cannot be seen.
Cover	10	60	In a normal driving state, cover the device with cloth or other shelters.

Anexo n° 2. Equipo de última generación



Anexo n° 3. Reportes alarmas



Anexo nº 4. Centro de control

