

**UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA
FACULTAD DE INGENIERÍA ADMINISTRATIVA E INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE
MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD
DE LA FLOTA DE VEHÍCULOS DE LA EMPRESA HARSCO
METALS PERÚ S.A.**

Trabajo de suficiencia profesional para optar el Título Profesional de INGENIERO
INDUSTRIAL

Autor:

Bach. Jean Pierre Arieta Padilla

Asesor:

Dr. Roger Luján Ruiz

LIMA, 2020

DEDICATORIA

A mi padre Hubert por brindarme siempre su apoyo y motivarse siempre a seguir creciendo como profesional, inculcándome siempre el aprendizaje continuo.

A mi hermano Jean Paul porque lo quiero y por el apoyo incondicional que me han brindado.

A mis hijas Nataniel y Valentina por el amor que les tengo y por ser la alegría y la razón de mi vida.

A mis amigos de desvelo y estudio.

**A USTEDES VA DEDICADO CON TODO MI
CORAZÓN.**

AGRADECIMIENTO

A DIOS, por permitirme ver la luz del día, cada día y por estar siempre a mi lado, sin importar que en ocasiones dude de su presencia.

A MIS FAMILIARES, por hacer todo lo posible para que pudiese cumplir con todas mis metas planteadas.

A LA UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA, en especial a la facultad de Ingeniería Industrial y a los catedráticos por todo el apoyo que me han brindado en mi vida personal y profesional.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
INDICE GENERAL.....	iv
INDICE DE FIGURAS.....	vi
INDICE DE TABLAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUCCION.....	x
CAPITULO I: GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	11
1.1 Datos de la empresa.....	12
1.2 Información de la empresa.....	12
1.3 Ubicación de la empresa.....	13
1.4 Giro de la empresa.....	13
1.5 Tamaño de la empresa.....	14
1.6 Breve reseña histórica de la empresa.....	14
1.7 Organigrama de la empresa.....	14
1.8 Misión y visión de la empresa.....	18
1.9 Productos y clientes.....	18
1.10 Premios y certificaciones.....	18
CAPITULO II: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	19
2.1 Descripción de la realidad problemática.....	20
2.2 Formulación del problema general y específicos.....	22
2.3 Objetivo general y objetivos específicos.....	22
2.4 Delimitación del estudio.....	23
2.5 Justificación e Importancia de la investigación.....	23
2.6 Alcance y limitaciones.....	24
CAPITULO III: MARCO TEORICO.....	25
3.1 Bases históricas.....	26
3.2 Bases teóricas.....	29
3.3 Antecedentes de la Investigación.....	37
3.4 Marco conceptual.....	39
CAPITULO IV: METODOLOGIA.....	41

4.1. Tipo y nivel de Investigación	42
4.2. Población y muestra.....	42
4.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	43
4.4. Procedimiento de datos.....	43
CAPITULO V: ANALISIS CRITICO Y PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	44
5.1 Planteamiento de alternativas	45
5.2 Evaluación de alternativas de solución	50
Capítulo VI: PRUEBA DE DISEÑO	52
6.1 Justificación de la propuesta elegida.....	53
6.2 Desarrollo de la propuesta elegida.....	54
CAPITULO VII: IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	104
7.1 Propuesta económica de implementación.....	105
7.2 Calendario de actividades y recursos.....	111
CAPITULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	113
8.1 Conclusiones.....	114
8.2 Recomendaciones.....	115
Referencia y Bibliográficas	116
ANEXOS	117
Anexo 1: Presupuesto por modelo de equipo	118

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Logo Harsco Metals Perú S.A	13
Figura 2: Localización geográfica	13
Figura 3: Organigrama de la empresa.....	15
Figura 4: Evolución del mantenimiento	28
Figura 5: Gestión del mantenimiento.....	35
Figura 6: Ciclo de Deming	37
Figura 7: Ubicación del taller	54
Figura 8: Croquis de las instalaciones del Taller y oficinas administrativas	55
Figura 9: Diagrama de flujo de tratamiento de las Ordenes de Trabajo.	61
Figura 10: orden de trabajo	62
Figura 11: Maquina de lavar Liebarmatic	63
Figura 12: Lavado de Maquina.....	64
Figura 13: Compresor Vierso	64

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Matriz de alternativas de solución	51
Tabla 2: Flota de empresa Harsco Metals Perú S.A.	56
Tabla 3: Rol de Servicios de Mantenimiento Programado	58
Tabla 4: Formato de control de lavado y engrase	66
Tabla 5: Hoja de pedido	68
Tabla 6: Personal del taller.....	69
Tabla 7: Programa de mantenimiento preventivo semanal	70
Tabla 8: Programa de mantenimiento preventivo mensual	71
Tabla 9: Programa de asistencia al curso	75
Tabla 10: Rol de programación de mantenimiento.....	102
Tabla 11: Distribución de costos	105
Tabla 12: Resumen del Presupuesto por Modelos de Equipos.....	106
Tabla 13: Costo mensual del plan de mantenimiento.....	107
Tabla 14: Tabla de tarifas y precios utilizados en los cálculos	108
Tabla 15: Análisis de resultado del estado de la flota de vehículos	109
Tabla 16: Análisis porcentual de resultado del estado de los vehículos.....	111
Tabla 17: Calendario del Implantación del Plan de Mantenimiento Preventivo	112

RESUMEN

El mantenimiento es el “conjunto de actividades destinadas a mantener o restablecer un bien; a unas condiciones dadas de seguridad en el funcionamiento, para cumplir con una actividad requerida”. Una gestión de mantenimiento es indispensable para asegurar la operatividad y la disposición de los equipos, así como también una reducción de los costos, buscar una mayor rentabilidad y mejorar en calidad los servicios.

El presente trabajo está orientado a Diseñar el Implementar un Plan de Mantenimiento soportado en la base de datos y el trabajo de campo, para vehículos de la empresa Harsco Metals Perú S.A. ubicada en la Zona Industrial Los Olivos, en Lima-Perú. La investigación fue de tipo aplicada, con un nivel descriptivo/explicativo, enfoque cuantitativo.

Partiendo de la información que es suministrada por los fabricantes y la que posea la empresa sobre la operación de los equipos, se elaboran los programas necesarios para el entrenamiento de los mecánicos y operadores, los formatos para el mantenimiento programado, los calendarios de ejecución, información de las especificaciones técnicas de los lubricantes y un cuadro de filtros utilizados por máquinas,; Además de la aplicación del Reglamento de Ley n° 29783 "Ley de Seguridad y Salud de Trabajo" D.S. N° 005-2012-TR.

El diseño del nuevo plan de mantenimiento preventivo recuperó la disponibilidad de los vehículos en un 22%. A la luz de un análisis de costo, el plan de mantenimiento preventivo aumentó los costos en materia de mantenimiento, pero entendiendo el mantenimiento preventivo como parte del proceso de producción podremos ver que los gastos de mantenimiento contribuyeron en el aumento significativo de la productividad de los equipos. Equipos disponibles en todo momento para el trabajo de nuestros clientes.

Palabras clave: Mantenimiento, mantenimiento preventivo, Ley 29783, fundición, chatarra, diésel.

ABSTRACT

Maintenance is the “set of activities aimed at maintaining or restoring an asset; to given conditions of safety in operation, to fulfill a required activity”. A maintenance management is essential to ensure the operability and availability of the equipment, as well as a reduction in costs, seek greater profitability and improve the quality of services.

The present work is oriented to Design and Implement a Maintenance Plan supported in the database and the field work, for vehicles of the company Harsco Metals Perú S.A. located in the Los Olivos Industrial Zone, in Lima-Peru. The research was of an applied type, with a descriptive/explanatory level, quantitative approach.

Starting from the information that is supplied by the manufacturers and that which the company possesses on the operation of the equipment, the necessary programs are prepared for the training of mechanics and operators, the formats for scheduled maintenance, execution schedules, information of the technical specifications of the lubricants and a table of filters used by machines; In addition to the application of the Regulation of Law No. 29783 "Law of Safety and Health at Work" D.S. No. 005-2012-TR.

The design of the new preventive maintenance plan recovered the availability of vehicles by 22%. In the light of a cost analysis, the preventive maintenance plan increased maintenance costs, but understanding preventive maintenance as part of the production process we can see that maintenance expenses contributed to the significant increase in productivity of the equipment. Equipment available at all times for the work of our clients.

Keywords: Maintenance, preventive maintenance, Law 29783, foundry, scrap, diesel.

INTRODUCCION

El presente trabajo de suficiencia profesional trata sobre el diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la productividad de la flota de vehículos de la empresa Harsco Metals Perú S.A., empresa que presta servicios a la industria de la minería e ingeniería.

El trabajo está dividido en VIII capítulos.

El capítulo I titulado generalidades de la empresa contiene una descripción detallada de la empresa Harsco Metals Perú S.A, su historia, ubicación, giro del negocio y tamaño. Con esta información podremos informarnos sobre importancia de Harsco Metals en la industria de metales y minería en el Perú.

En el capítulo II se describe la problemática a la que se enfrenta la empresa con respecto a su área de mantenimiento. Se plantea el problema general y los problemas específicos que debe resolver el presente trabajo. Asimismo, se plantea el objetivo general y objetivos específicos. Se justifica el trabajo y se describen sus limitaciones y alcance.

En el capítulo III presentamos el marco teórico de la investigación. Definimos toda la teoría sobre el mantenimiento y su evolución en el tiempo. También nos apoyamos en algunas investigaciones realizadas sobre el tema y terminamos el capítulo definiendo conceptos claves que se usan en el presente trabajo.

El capítulo IV está reservado para la identificación de la metodología que vamos a desarrollar. Hemos identificado el trabajo como una investigación de nivel descriptiva. Un diseño de investigación documental e investigación de campo, ambas interactúan.

En el capítulo V se ha realizado en planteamiento de las alternativas de solución. Hemos identificado cuatro posibles tipos de mantenimientos y los hemos analizado uno a uno, definiéndolo, describiendo sus características, ventajas y desventajas.

En el capítulo VI se realiza la prueba de diseño. Se describe la flota y en base a las características de los vehículos se diseña el programa de mantenimiento preventivo que incluye los tipos de intervenciones, diseño de formato de ordenes de trabajo, calendarios, etc.

En el capítulo VII se implementa el plan de mantenimiento preventivo que contiene entre otros el desarrollo del curso de capacitación, programa de entrenamiento, formatos, etc.

El capítulo VIII está reservado para la presentación de las conclusiones y recomendaciones del trabajo de suficiencia profesional.

CAPITULO I: GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1 Datos de la empresa

Harsco Metals Perú S.A. pertenece a la división de Metals & Minerals y forma parte del grupo económico Harsco Corporación, empresa líder a nivel mundial de servicios industriales diversificados y productos de ingeniería.

La empresa **Harsco Metals Perú S.A.** se dedica a prestar servicio a diversas fundiciones y siderúrgicas; su trabajo consta en el traslado de chatarra y de recogida de escoria para luego esta ser fundida y posteriormente transformada en diferentes productos de metal, que son utilizados principalmente para la construcción; como también al transporte de los productos terminados en fundiciones además de diversos servicios en traslado en la minería. Su ámbito de trabajo es en todo el país, además tiene excepcionalmente contratos en el extranjero.

Dispone de una flota de 50 vehículos, entre maquinaria pesada, mediana y vehículos livianos. El taller de mantenimiento está ubicado en la calle Sodio N° 245, Zona Industrial Los Olivos, ubicado en Lima; en donde nos centraremos para realizar el presente trabajo.

1.2 Información de la empresa

Nombre Comercial: **Harsco Metals Perú S.A**

Tipo de Empresa: Sociedad Anónima

RUC 20511246009

Condición: Activo

CIIU 74996

Actividad Comercial: Actividad minera y ferroviaria.

Fecha Inicio de Actividades: 21/ Julio /2005.

Figura 1: Logo Harsco Metals



Fuente: La empresa

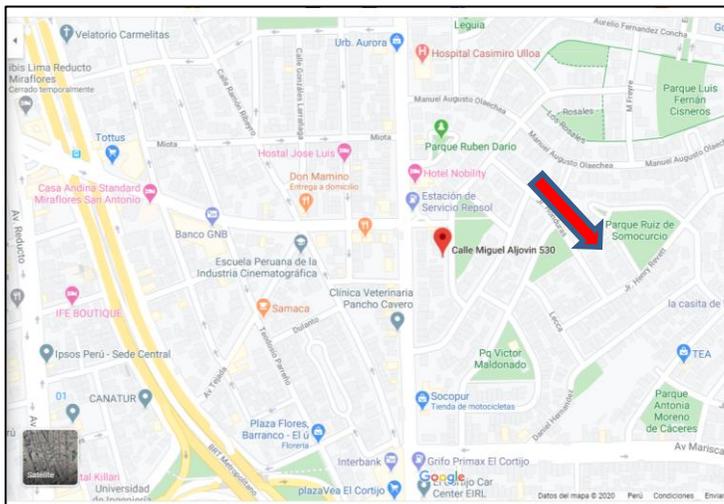
1.3 Ubicación de la empresa

País: Perú

Región, provincia, distrito: Lima, Lima, Santiago de Surco

Dirección: Calle Miguel Aljovín N° 530, Urb. Santa Rita, distrito de Santiago de Surco.

Figura 2: Localización geográfica



Fuente: Google Maps

1.4 Giro de la empresa

La empresa Harsco Metals Perú S.A se dedica a brindar servicios industriales diversificados a la industria metalúrgica y minera.

1.5 Tamaño de la empresa

De acuerdo con el ordenamiento legal vigente en el país a la empresa le corresponde la denominación de mediana empresa por el volumen de sus ventas anuales.

1.6 Breve reseña histórica de la empresa

Harsco Metals Perú S.A. pertenece a la división de Metals & Minerals y forma parte del grupo económico Harsco Corporación, empresa líder a nivel mundial de servicios industriales diversificados y productos de ingeniería, apoyando a industrias claves que juegan un rol fundamental en el crecimiento económico mundial que incluyen los sectores metal, minería, infraestructura, ferrocarril y energía.

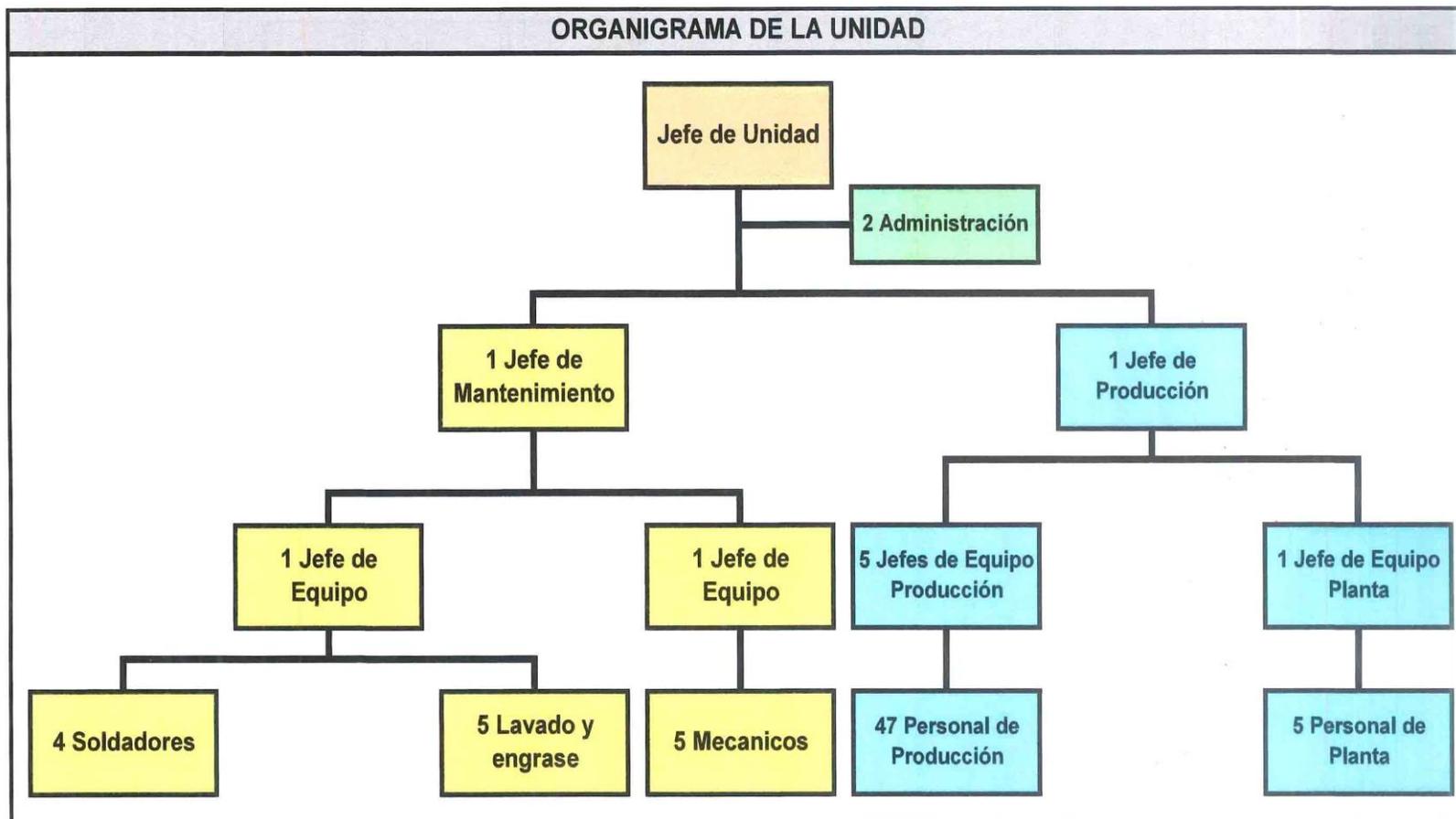
Tal como se señala en la página web de la empresa “Harsco es una de las empresas líderes a nivel mundial en servicios industriales diversificados y especializados, apoyando a industrias claves que juegan un rol fundamental en el crecimiento económico mundial que incluye acero y producción de metales, ferrocarriles y energía”.

Harsco Metals Perú S.A. cuenta con 75 colaboradores de los cuales 17 pertenecen al área de mantenimiento. Además, tiene el apoyo de 4 empresas contratistas que le brindan soporte especializado en los trabajos que desarrolla.

1.7 Organigrama de la empresa.

Presentamos el organigrama del área donde vamos a desarrollar el presente trabajo. El área de intervención del presente trabajo se encuentra resaltada de color amarillo.

Figura 3: Organigrama de la empresa



Fuente: la empresa

1.8 Misión y visión de la empresa

Misión

Según el portal web de la empresa su misión es “brindar servicios de calidad y a precios justos. Trabajamos de la mano con nuestros clientes haciendo sus proyectos nuestros proyectos. Contamos con personal altamente calificado para cumplir los retos más exigentes.

Visión

Según el portal de la empresa su visión es “Ser reconocidos como el socio estratégico número uno en el transporte de materiales especiales en la industria de la minería y siderúrgica”

1.9 Productos y clientes

Servicios

El principal servicio que brinda la empresa es la manipulación (traslado y disposición final) de desecho metálico de la industria minera y siderúrgica.

Clientes

Los clientes de la empresa son:

- Minera Antamina
- Minera Chinalco
- SiderPerú
- Minas Buenaventura
- MINSUR
- Grupo minero Glencore

1.10 Premios y certificaciones

La empresa no cuenta con premios.

CAPITULO II: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1 Descripción de la realidad problemática

Existen múltiples tendencias para establecer la clase o tipo de mantenimiento que la empresa implementará. Importará mucho la política de la empresa y los requerimientos de calidad, seguridad y el mercado en que se desarrolle, asimismo las características del proceso productivo en que este inmerso. Por principio los sistemas de mantenimiento deben de alinearse a las características de cada máquina lográndose un sistema de mantenimiento alterno, tanto a nivel de fábrica como a nivel de máquina. Cabe resaltar que para tener una máquina en buenas condiciones operacionales es necesario contar con un plan debidamente diseñado para la administración del mantenimiento, en ese sentido, “la Gestión de mantenimiento permite administrar y canalizar los recursos disponibles dentro de las empresas para asegurar que los activos físicos cumplan sus funciones de diseño y de operación para que de esta forma sea confiable, dentro del proceso de producción”.

La aparición de averías y pérdida de eficiencia en los equipos trae consigo la disminución de la disponibilidad de estos y por consiguiente la paralización de la cadena de producción, provocando una merma en los ingresos, asimismo, originan un incremento de los costos de explotación, ya que como mínimo habrá que reparar o sustituir el equipo averiado y en el peor de los casos pagar unas importantes indemnizaciones por los posibles daños ocasionados.

Las fallas y averías en las máquinas y vehículos traen consigo la disminución de los beneficios, incremento en los costos de mantenimiento y en algunos casos sanciones económicas por paralizar la producción. Ya que como mínimo habrá que reparar o sustituir la máquina o el vehículo averiado y en el peor de los casos deberá pagar una importante indemnización por los posibles daños ocasionados a terceros.

La empresa cuenta con un programa de mantenimiento correctivo que se ejecuta sin generar un historial de los vehículos el personal del área se convierte en bomberos, y esto dificulta llevar un control adecuado en la planificación del trabajo dentro del taller pues las fallas se pueden presentar en

cualquier momento. No se lleva un control de las fallas de cada una de las máquinas.

Harsco Metals Perú S.A. dispone de 50 equipos que contaban con mantenimiento correctivo, es decir, debía presentarse la falla o avería del equipo para que al área de mantenimiento inspeccione y repare la unidad y muchas veces la reparación eran deficiente, se trabajaba contra el tiempo porque la maquina debía regresar a operaciones lo antes posible. Tampoco se generaba un historial del equipo para hacerle seguimiento a su funcionamiento y su productividad. El personal no recibe ningún tipo de capacitación técnica ni capacitación de gestión administrativa.

A continuación, se detallan las principales consecuencias de aplicar un plan de mantenimiento correctivo:

- Pérdida de eficacia de los equipos e instalaciones, incrementándose así los tiempos de reparación. Esto implica una disminución generalizada de la ganancia de horas.
- Reducción de la vida útil de los equipos e instalaciones del taller. Cuando se opta por comprar un equipo, se mide que cumpla con el objetivo para el que ha sido diseñado, pero, además, importa su durabilidad. La reducción de su vida útil obliga a su sustitución antes de lo previsto, acumulándose costes innecesarios.
- Incremento de averías en los equipos e instalaciones del taller, produciendo paros en los procesos de reparación y aumentando los costes de funcionamiento. Por ejemplo, si fallara el compresor del taller, todas las herramientas y equipos neumáticos se pararían, ocasionando un serio problema.
- Pérdida de tiempo para localizar las piezas o elementos para la reparación de las averías, al no tener controladas las piezas destinadas a la reparación o el mercado de aprovisionamiento.
- Incremento de los trabajos defectuosos y disminución de la calidad ofrecida

en las reparaciones. Ello conlleva un aumento de horas no productivas, así como de clientes insatisfechos. La rectificación de fallos conlleva una pérdida de tiempo y dinero.

- Aumento de accidentes de trabajo. El aumento de bajas laborales conlleva una disminución de las horas disponibles de los operarios para realizar los trabajos y, por consiguiente, una disminución de horas productivas. Se deberá tener siempre presente la seguridad de los operarios, proporcionándoles las medidas de prevención y protección necesarias.

2.2 Formulación del problema general y específicos.

Problema general

¿El diseño e implementación de un nuevo plan de mantenimiento mejorará la productividad de la flota de vehículos de la empresa Harsco Metals Perú S.A.?

Problemas específicos

1. ¿Qué tipo de mantenimiento debe diseñar e implementar la empresa Harsco Metals Perú S.A. para mejorar la productividad de la flota de vehículos?
2. ¿El personal técnico se encuentra capacitado para gestionar un plan de mantenimiento?

2.3 Objetivo general y objetivos específicos.

Objetivo general

Diseñar e implementar un nuevo plan de mantenimiento que aumente la productividad de la flota de vehículos de la empresa Harsco Metals Perú S.A.

Objetivos específicos

1. Identificar, diseñar e implementar un tipo de plan de mantenimiento para

que la empresa Harsco Metals Perú S.A. aumente la productividad de la flota de vehículos.

2. Establecer un plan de capacitación para que el personal técnico se encuentre capacitado para gestionar un plan de mantenimiento.

2.4 Delimitación del estudio.

La presente investigación se realizará en la empresa Harsco Metals Perú S.A. y dentro de ella específicamente en el área de mantenimiento.

El tiempo de ejecución del proyecto será de 6 meses.

2.5 Justificación e Importancia de la investigación.

Justificación Económica.

Al aplicar un plan de mantenimiento se reducen costos operativos y mejoran los procesos de la empresa, específicamente del área de mantenimiento para el caso de estudio. La flota de vehículos debería estar operativa en todo momento reduciendo considerablemente la parara de las unidades; esto hará que los equipos aumenten su productividad reduciendo las pérdidas económicas por posibles penalidades por incumplimiento de contrato.

Justificación Metodológica

El presente trabajo de investigación tiene un nivel descriptivo de la realidad, se apoya en la investigación documental de manuales, guías, normas, etc. de los vehículos; aplicando a la vez investigación de campo porque se constituye al lugar donde suceden los hechos y recoge información sin alterarla. Esto servirá para identificar problemas en el mantenimiento de unidades vehiculares que permitirá elaborar manuales de gestión para el mantenimiento futuro.

Justificación Práctica

Este trabajo de investigación resolverá un problema típico del área de mantenimiento de toda empresa que cuenta con una flota de vehículos importante. Con esta experiencia se recopilará, analizará, y se utilizará datos que nos servirá para el perfeccionamiento de futuros planes de mantenimiento.

2.6 Alcance y limitaciones

Alcance

El presente trabajo tiene como base los procesos del área de mantenimiento de la empresa. Evaluará todo el proceso del mantenimiento y sus limitaciones. Buscará implementar un mantenimiento individualizado |para cada vehículo de acuerdo con el manual del fabricante, sus propias características teniendo en cuenta el esfuerzo que realiza en cada trabajo.

Limitaciones

El presente trabajo de suficiencia cuenta con las siguientes limitaciones:

- Limitaciones de tiempo: 6 meses
- Limitaciones de recursos: restricciones económicas

CAPITULO III: MARCO TEORICO

3.1 Bases históricas

La Revolución industrial estuvo comprendida entre la segunda mitad del siglo XVIII y principios del XIX, iniciado con la mecanización de las industrias textiles y el desarrollo de los procesos del hierro. Las innovaciones tecnológicas más importantes fueron la máquina de vapor y la denominada Spinning Jenny, una potente máquina relacionada con la industria textil.

Según Reyna de la Rosa (2011) “El inicio de los conceptos de competitividad y optimización de costos, planteo en las grandes empresas, las primeras preocupaciones hacia las fallas o paro que se producían en la producción. Con las primeras fallas en los equipos los operarios se encargaban de efectuar las reparaciones necesarias.”

Pero las máquinas se fueron haciendo más complejas y la dedicación a tareas de reparación aumentaba. A mediados de 1910 el número de máquinas había crecido y esto ocasionaba que se invirtiera cada vez más tiempo para trabajar reparando las mismas. (Mantenimiento Correctivo). Es así como fue necesario formar cuadrillas de Mantenimiento Correctivo con personal de baja calidad para liberar de este trabajo al personal de producción, el cual debía conocer las maquinarias y tener habilidad para producir lo que hacía la máquina, cual fuera el producto en la empresa.

Todo cambia con la llegada de la producción en cadena, por el año de 1913 implantado por Henry Ford, en ese año se van a establecer los primeros programas de producción y comienza la preocupación por las fallas o paros forzosos. Siempre, cumplir con unos objetivos es necesario que requiera de un constante servicio de mantenimiento dentro de cualquier industria. Durante la segunda década de los 1900, los efectos de las averías de las maquinas en la producción empiezan a ser un dolor de cabeza, se elaboran las primeras estadísticas sobre los fallos en motores y equipos.

Puig Novel (2013) escribe:

En los años 40, los países beligerantes tienen la necesidad de aumentar la rapidez de fabricación. En las Industrias militares de la época se empiezan a

realizar inspecciones en los aviones de combate y un número concreto de piezas son sustituidas al alcanzar un número determinado de horas de funcionamiento. Es el origen del Mantenimiento Preventivo. En él se intenta no sólo de corregir los fallos, sino de evitarlos. Pero no aseguraba la producción con calidad y cantidad deseada, aunque aumentaron fuertemente los costos

En los años 60, la mejora en los instrumentos de protección y medición, como las técnicas de verificación mecánica a través de análisis de vibraciones y ruidos, y así se desarrolla la previsión de fallos, se consigue la optimización de los equipos y lo que es conocido como Mantenimiento Predictivo.

Con la aparición de nuevas necesidades y exigencias tanto de calidad como de producción de los mercados, aparece el concepto de Mantenimiento Productivo (PM) gestado en los Estados Unidos. En ese momento, el departamento de mantenimiento deja atrás las tendencias anteriores de dedicarse solo al cuidado de las máquinas, pretendiendo que intervenga en la producción. Con modificaciones de diseño que mejoren la fiabilidad de los equipos, englobando así el mantenimiento correctivo y preventivo. (p. 25)

Reyna de la Rosa (2011) indica que “Para 1964 se introduce el PM en Japón, Kaoru Ishikawa autor del Diagrama Esqueleto de Pescado. Su experiencia en el estudio de PM estadounidense desarrolló los Círculos de Calidad (QC), que consisten en trabajadores que estudian los conceptos y las técnicas de control de calidad de modo continuo, para encontrar soluciones a los problemas de su sección”

En 1971, Seiichi Nakajima, creó el Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Basado en el Mantenimiento Productivo estadounidense, integrando a todo el personal de la empresa (incluyendo proveedores) para ejecutar todo tipo de mantenimiento, y se apoya en los Círculos de Calidad (QC). Implica un mejoramiento continuo en todos los aspectos; el sistema tiene sus inicios en la empresa Toyota Motors y va expandiéndose en el sector de la automoción japonés. Se implementará más tarde fuera del país.

En 1980 en la Aviación de los Estados Unidos se empezó a implantar el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC) ó llamado también

Reliability Centered Maintenance (RCM), basado en: Mantenimiento Planificado, Enfoque hacia la confiabilidad y Enfoque hacia los Costos. Se reduce a la probabilidad de que un sistema o componente, pueda funcionar correctamente fuera de falla por un tiempo específico.4 La cual originó, el desarrollo de técnicas predictivas efectivas consensuadas con las condiciones de los equipos, así como por la propagación de los conocimientos de la confiabilidad en el mantenimiento.

En 1995, Hiroyuki Hirano presenta su libro 5 Pilares del Lugar de Trabajo Visual conocido como Las Cinco Eses (Clasificación, Orden, Limpieza, Normalización, Disciplina), son las iniciales de las cinco palabras japonesas que describe su filosofía, mejoró de manera notable el ambiente de trabajo, la limpieza de la fábrica, la definición y organización de herramientas y sobre todo la calidad y productividad.

Figura 4: Evolución del mantenimiento



Fuente: Internet

3.2 Bases teóricas

Definición de Mantenimiento

Se define al mantenimiento como “todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida. Estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes”. (<http://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/mantenimiento>)

También se le puede definir al mantenimiento como el conjunto de técnicas y acciones que son destinadas a conservar o restablecer equipos, dispositivos, instalaciones o edificaciones que se encuentren sujetas a acciones de mantenimiento en sistemas productivos, con la finalidad de que estos puedan cumplir con un servicio determinado de manera eficiente y eficaz, durante el mayor tiempo posible y con el máximo rendimiento. Buscando siempre la más alta disponibilidad en los sistemas productivos. (<http://yerlysgmantenimiento.blogspot.com.es/2011/04/definiciones-basicas-de-mantenimiento.htm>)

Clases de Mantenimiento

Las empresas pueden contar con varias clases de mantenimiento de acuerdo con la razón de ser de esta, pero todo de acuerdo con la disponibilidad de recursos con que cuente.

Para Torres Leandro (2015) el mantenimiento puede tener las siguientes clases:

Mantenimiento Correctivo

Conocido también como “mantenimiento reactivo o de emergencia, consiste en ir reparando las averías a medida que se van produciendo, es decir una vez producida la falla, se realizan las debidas reparaciones. Una vez solucionada la falla, no se realizan chequeos periódicos, sino hasta que se presente una nueva

anomalía.

Características:

- Está basado en la intervención rápida, después de ocurrida la avería.
- Conlleva discontinuidad en los flujos de producción y logísticos.
- Tiene una gran incidencia en los costos de mantenimiento por producción no efectuada.
- Tiene un bajo nivel de organización.

Mantenimiento Preventivo

Para Guadalupe (2010) El mantenimiento preventivo se diseñó con la idea de prever y anticiparse a los fallos de las máquinas y equipos, utilizando para ello una serie de datos sobre los distintos sistemas y subsistemas e inclusive partes. En este tipo de mantenimiento, se ejecutan inspecciones periódicas, cíclicas y programadas, por lo cual se diseña un programa con frecuencias calendario o uso del equipo, para realizar cambios de sub-ensambles, cambio de partes, reparaciones, ajustes, cambios de aceite y lubricantes, a fin de permitir un mayor tiempo de operación en forma continua.

Características:

- Aprovecha las horas muertas de producción.
- Planificadas. Se establece un programa de trabajo con todas las actividades bien definidas.
- Respeta cronogramas establecidos. Requiere aprobación de la dirección de la empresa.
- Se establece un programa de mantenimiento área por área. Aunque también se puede llevar a cabo un mantenimiento generalizado de todos los componentes de la planta.

Mantenimiento Predictivo

Para el autor Torres (2005) “El mantenimiento predictivo se basa en predecir (anticiparse) la falla antes de que este se produzca. Busca adelantarse al fallo o al momento en que el equipo deja de trabajar en sus condiciones óptimas esperadas.” Para conseguir este objetivo el diagnóstico se basa en el análisis de parámetros (Vibración, Análisis de Lubricantes, Análisis Ultrasonido, Radiación infrarroja, Tensiones y Corrientes de Alimentación), que emiten las máquinas sin que estas dejen de producir.

El mantenimiento predictivo consiste en:

- Análisis. Determinar el número de equipos objetivo, estudiar, sus características fundamentales y sus modos potenciales de fallo.
- Normalización. Traducir los modos de fallo a parámetros predictivos de supervisión y asignarles los límites de aceptación o alarmas correspondientes.
- Sistematización. Establecer las pautas de comportamiento de la organización en la eventualidad de que un parámetro supere su valor de alarma: confirmación del diagnóstico, evaluación, acción

Mantenimiento Cero Horas (OVERHAUL)

Para Torres (2005) el mantenimiento Cero Horas se puede definir como el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien definidos antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a Cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.

Mantenimiento Proactivo

Según Para Torres (2005) el mantenimiento Proactivo lo podemos definir como “una filosofía de mantenimiento, dirigida fundamentalmente a la detección y corrección de las causas que generan el desgaste y que conducen a la falla de la maquinaria.” Una vez que las causas que generan el desgaste han sido localizadas, no debemos permitir que éstas continúen presentes en la maquinaria, ya que, de hacerlo, su vida y desempeño, se verán reducidos. “Este mantenimiento tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilización, trabajo en equipo, de modo tal que todos los involucrados directa o indirectamente en la gestión del mantenimiento deben conocer la problemática del mantenimiento.” Cada individuo desde su cargo o función dentro de la organización actuará de acuerdo con este cargo, asumiendo un rol en las operaciones de mantenimiento. El mantenimiento proactivo implica contar con una planificación de operaciones, la cual debe estar incluida en el Plan Estratégico de la organización. Este mantenimiento a su vez debe brindar indicadores (informes) hacia la gerencia, respecto del progreso de las actividades, los logros, aciertos, y también errores.

Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Para Torres (2005) Se puede definir el mantenimiento productivo total (Total Productive Maintenance) “como una estrategia originaria de Japón que se desarrolló a partir del concepto de mantenimiento preventivo creado en la industria de los Estados Unidos.”

Es la actividad cuyo objetivo es mantener la eficiencia de las instalaciones y las máquinas en el tiempo, para mejorar la productividad a través del involucramiento activo de todo el personal.

El JIPM (Japan Institute of Plan Maintenance) define al MPT como un sistema orientado a lograr:

- Cero accidentes.
- Cero defectos.

- Cero pérdidas.

Características:

- Se basa en Pilares.
- Deben participar todo el personal de la empresa.
- Estrategia global de la organización. No es un sistema para mantener equipos.
- Orientado a la observar como un “todo” el área de operaciones para aumentar su efectividad. No solo le interesa mantener los equipos funcionando.
- Involucra a todo el personal en la operación y producción, y en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos.
- No solo se requiere técnicos expertos sino también que estos conozcan los procesos de la empresa.

Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC)

Según el autor Torres (2005) El mantenimiento centrado en Confiabilidad, o Realibility Centered Maintenance (RCM) “ha sido desarrollado para la industria de la aviación civil durante 1960 y 1970 con la finalidad de ayudar a las personas a determinar las políticas para mejorar las funciones de los activos físicos y manejar las consecuencias de sus fallas.”

El proceso se aplica a todo tipo de activos físicos (equipos, sistemas), y ha sido utilizado en miles de empresas de todo el mundo. Desde empresas petroquímicas de primer nivel hasta las principales fuerzas armadas del mundo utilizan MCC para determinar las tareas de mantenimiento de sus equipos.

Finalidad y Objetivos del Mantenimiento

Gracias a la alta competitividad a nivel industrial en el mundo, en nuestro país es indispensable que se trabaje en la disminución en los tiempos de mantenimiento y se mejore los niveles de calidad, de ahí que la finalidad del

mantenimiento sea:

Para Torres (2005) la finalidad del mantenimiento es conseguir el máximo nivel de efectividad en el funcionamiento del sistema productivo y de servicios, con la menor contaminación del medio ambiente y la mayor seguridad al menor costo posible.

Los objetivos del mantenimiento deben ser específicos y estar presentes en las acciones que realiza dicha área y son los mencionados a continuación:

- **Máxima producción**
Asegurar la óptima disponibilidad y mantener la fiabilidad de los sistemas, instalaciones, máquinas y equipos, realizando para esto la reparación en el menor tiempo posible.
- **Mínimo costo**
Reducir al máximo las fallas, aumentar la vida útil de las máquinas e instalaciones y manejar de manera óptima el stock, a fin de que la inversión en mantenimiento se maneje dentro de los costos anuales.
- **Calidad requerida**
Mantener el funcionamiento regular de los equipos y eliminar las averías que afectan la calidad del producto.
- **Conservación de la energía**
Controlar el rendimiento de los equipos, así como eliminar los paros y las puestas en marcha continuos y mantener en buen estado las instalaciones auxiliares.
- **Conservación del medio ambiente**
Mantener en óptimas condiciones los equipos que pueden producir fugas contaminantes y evitar avería en equipos que producen poluciones.
- **Higiene y seguridad**
Mantener las protecciones de seguridad en los equipos y adiestrar al personal en las normas para evitar los accidentes y así como también

optimizar los recursos Humanos.

Gestión del Mantenimiento

La gestión del mantenimiento son las actividades humanas efectivas y eficientes que utilizan los recursos materiales, económicos y de tiempo para alcanzar los objetivos de la cadena de mantenimiento, los cuales son confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad, para de esta manera generar productos de calidad. El departamento de mantenimiento no debe limitarse solamente a la reparación de las instalaciones, sino también debe pilotear los costos de mantenimiento, recursos humanos y almacenes, a fin de desarrollar una óptima gestión de mantenimiento. La gestión pretende revolucionar los métodos antiguos de administración de mantenimiento, para lo cual requiere de la intervención de otros equipos gerenciales, que busquen alcanzar la culminación de las metas propuestas, para satisfacer las necesidades del mercado.

Para definir el alcance de la gestión de mantenimiento, se debe tomar en cuenta la existencia de ciertas variables propias de la entidad productiva, como son: el tipo de instalación, el proceso productivo, el grado de tecnificación y automatización, la capacidad del personal, el estado de las máquinas, los recursos disponibles, entre otras.

Figura 5: Gestión del mantenimiento



Fuente: Internet

Planificación del Mantenimiento

Para Torres (2005) La planificación en el mantenimiento es la diversificación de un objetivo general (alta confiabilidad en máquinas y equipos) en objetivos parciales y metas, para precisar las actividades y tareas que se deben realizar, con el fin de lograr los propósitos y fines planteados.

En la actualidad, la planificación puede ser definida como un conjunto de actividades mutuamente relacionadas, o que interactúan, las cuales transforman a los elementos de entrada en resultados, criterio que es conocido como proceso de planificación del mantenimiento.

Para realizar la planificación del mantenimiento, es conveniente aplicar el método por fases denominado PDCA o ciclo Deming, que se basa en la aplicación de un proceso de acción cíclica que consta de cuatro fases:

- Planificar: En base a la situación actual y los recursos disponibles, se debe definir los objetivos que se desea cumplir con la gestión de

mantenimiento y realizar el plan de mantenimiento, cuanto más concreto sea el objetivo, será más fácil alcanzarlo.

- Ejecutar el plan: Una vez fijado el punto de partida y los objetivos a los que se quiere llegar, debemos gestionar los recursos disponibles para lograrlos.
- Verificar: Es necesario evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos marcados, el control de los resultados se realizará en comparación con las metas prefijadas.
- Actuar: Si existen desviaciones o mejoras a realizar entre el modelo prefijado y los resultados, se debe corregir actuando sobre la planificación y la ejecución, estableciendo así la retroalimentación del sistema.

Figura 6: Ciclo de Deming



Fuente: internet

3.3 Antecedentes de la Investigación

En el marco de la investigación se presenta un resumen de los trabajos de investigación relacionados con este tema, que servirán de apoyo, ya sea por su

contenido o metodología, para el desarrollo del presente trabajo.

Silva Martínez, Carlos Eduardo "DISEÑO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS MÓVILES DE TRANSPORTE DE CARGA TERRESTRE" Trabajo presentado ante la Universidad Tecnológica de Pereira, para optar el Título de Ingeniero Mecánico, Pereira -2007.

Este trabajo fue realizado con la finalidad de diseñar una propuesta de plan de Mantenimiento Preventivo, con algunos aportes de Mantenimiento Predictivo, Mantenimiento Productivo Total y Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, aplicable en general a flotas de equipos móviles y específicamente a vehículos de transporte de carga pesada, basándose en la información estadística proporcionada por la empresa.

Antonio Figueroa Pérez, Héctor Román Torres Castrejón, Irving Alejandro García Zarate, Jorge Sánchez Santillán y Manuel Alberto Sumano García "DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO COMO ESTRATEGIA DE TRABAJO EN EL ÁREA DE MATERIAL RODANTE DEL S.T.C.-TALLER ZARAGOSA" Trabajo presentado ante el Instituto Politécnico Nacional-UPIICSA en México-2009, para optar el título de Ingeniero Industrial. En este trabajo nos marca en general la forma de realizar un plan de Mantenimiento adecuado a las necesidades del Taller Zaragoza para con ello poder tener una mayor productividad y así obtener beneficios a corto y mediano plazo, también nos hace referencia en involucrar tanto a la dirección como al personal general de la empresa con todos los puntos a revisar en el desarrollo del programa de mantenimiento además de brindar un mejor producto.

Ruiz Pinzon, José Daniel "IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO. PARA LA MAQUINARIA PESADA DE LA EMPRESA INVERGLOBAL INC LTDA." Informe Final de Práctica ante la escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivia en Barrancabermeja — 2009.

Nos comenta en la forma como han diseñado e implementado un programa de mantenimiento donde se realizan las tareas de mantenimiento preventivo, las acciones y plazos para la limpieza, comprobación, ajuste, lubricación y sustitución de piezas, este programa tiene como finalidad asegurar la funcionalidad además de implementar un sistema de información compuesto por fichas técnicas, hojas de vida.

3.4 Marco conceptual

Falla: Condición no deseada de un equipo o maquinaria.

OT: Orden de trabajo

Gasoil: Producto derivado del petróleo que se usa como combustible en diferente tipo de maquinaria.

Diésel: Tipo de motor que funciona con el combustible Gosoil. Este motor es tan popular que cuando se refieren a maquinaria que usa Gosoil se hace referencia a Diésel.

Lubricante: Líquido que se usa para reducir la fricción entre las partes metálicas de una máquina o pieza.

Aceite: Líquido viscoso que limpia la parte metálica del motor y previene la formación de depósitos. Ayuda a mejorar la vida de un motor o maquinaria.

Viscosidad: Capacidad de fluidez del aceite o lubricante.

Clasificación API: clasifica los aceites lubricantes para motores con dos letras iniciales: "S" para motores a Gasolina y "C" para motores Diesel

Clasificación SAE: clasifica los aceites lubricantes en Grados W (invierno),

que hacen referencia a las propiedades del aceite en frío, los que van de 0 a 25. (Ej.: 0W, 5W, 10W, 20W y 25W) y en Grados no W-, que muestran la adecuación del aceite para altas temperaturas, los que van de 20 a 60

Filtros: Materia porosa, a través de la cual se hace pasar un fluido para clarificarlo o depurarlo.

CAPITULO IV: METODOLOGIA

4.1. Tipo y nivel de Investigación

Cervo (1989) define la investigación "como una actividad encaminada a la solución de problemas. Su objetivo consiste en hallar respuestas a preguntas mediante el empleo de procesos científicos".

De acuerdo con el problema planteado que estará referido a Implementar un Plan de Mantenimiento Preventivo, a la maquinaria pesada, mediana y vehículos livianos de la empresa Harsco Metals Perú S.A., el tipo de investigación será aplicada.

Dankhe (1986) señala que "los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis. Miden o evalúan diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno o fenómenos a investigar".

Según con lo enunciado por los autores, se deduce que el nivel de investigación de este trabajo es Descriptiva y explicativa por que se detallan las condiciones actuales del sistema de Mantenimiento de la empresa, así como para describir registro e interpretación del problema actual, además requirió de técnicas específicas, así como de criterios y formatos de recolección de información, entrevistas directas con el personal y documentación.

4.2. Población y muestra

Según Fidias (2004) "La población, o en términos de población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos de estudio".

Mientras que La muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población.

La población y la muestra está compuesta por 50 máquinas en total, entre maquinaria pesada, mediana y vehículos livianos

4.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Observación Directa

Se utilizó como técnica para identificar y describir los elementos que conforman el sistema de aire en el área de procesos y en el taller de mantenimiento, con ayuda del personal de operaciones y mantenimiento. Aunado a esto se captó el entorno y procedimiento para las actividades de mantenimiento implementadas actualmente para el sistema.

Entrevistas con el Personal

Técnica fundamental para el desarrollo de la investigación, consistió en un dialogo o conversación, donde la información suministrada por parte de los entrevistados tanto en el área de mantenimiento y operaciones consolidó la investigación y permitió conocer el funcionamiento de los equipos, las fallas de los equipos, las actividades que se realizan, las opiniones para la toma de decisiones, entre otros.

Análisis de documentación histórica.

Importante técnica que permite evaluar el comportamiento anterior de los elementos en estudio. El análisis de documentos histórico da una perspectiva clara de cómo se ha venido comportando el elemento estudiado.

4.4. Procedimiento de datos

El procesamiento de los datos recogidos por el investigador fue procesados mediante el software MS. Excel.

CAPITULO V: ANALISIS CRITICO Y PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

5.1 Planteamiento de alternativas

Se analizaron 4 tipos de planes de mantenimiento con el fin de identificar el tipo de plan que debía diseñarse para los vehículos de la empresa.

A continuación, definiremos cada tipo de plan con sus características, ventajas y desventajas.

Mantenimiento Preventivo

Para Guadalupe (2010) “El mantenimiento preventivo se diseñó con la idea de prever y anticiparse a los fallos de las máquinas y equipos, utilizando para ello una serie de datos sobre los distintos sistemas y subsistemas e inclusive partes.”

En este tipo de mantenimiento, se ejecutan inspecciones periódicas, cíclicas y programadas, por lo que se diseña un programa con frecuencias calendario o uso del equipo, para realizar cambios de sub-ensambles, cambio de partes, reparaciones, ajustes, cambios de aceite y lubricantes, a fin de permitir un mayor tiempo de operación en forma continua.

Ventajas:

- Genera un historial de todos sus equipos.
- Mantiene actualizada la técnica de los equipos.
- Cuenta con un presupuesto que debe ser aprobado por la directiva.
- Reduce las fallas por lo que incrementa la disponibilidad de equipos e instalaciones.
- Eleva la vida útil de los equipos e instalaciones
- Los recursos son mejores utilizados.
- Reduce los niveles del inventario.
- Se actúa sobre el origen de la falla.

Desventajas:

- Se debe contar con personal altamente calificado, así como conocer muy bien las recomendaciones del fabricante para hacer el programa de mantenimiento a los equipos.
- No permite determinar con exactitud el desgaste o depreciación de las piezas de los equipos.
- Su implementación representa una inversión inicial considerable.
- Se sacrifica la vida útil de algunas piezas, se cambia todo para evitar múltiples paradas.
- Se sustituyen componentes sobre la base del tiempo de duración promedio de las piezas, desperdiciando un tiempo de vida útil que puede resultar elevado.

Mantenimiento Predictivo

Para el autor Torres (2005) El mantenimiento predictivo se basa en predecir (anticiparse) la falla antes de que este se produzca. Busca adelantarse al fallo o al momento en que el equipo deja de trabajar en sus condiciones óptimas esperadas. Para conseguir este objetivo el diagnóstico se basa en el análisis de parámetros (Vibración, Análisis de Lubricantes, Análisis Ultrasonido, Radiación infrarroja, Tensiones y Corrientes de Alimentación), que emiten las máquinas sin que estas dejen de producir.

Ventajas:

- Reduce el tiempo de parada de los equipos. Conoce que órgano es el que falla.
- Sigue el desarrollo de un defecto en el tiempo.
- Optimiza la administración de los colaboradores de mantenimiento.
- Necesita una plantilla de mantenimiento más reducida.
- La verificación del estado de la maquinaria, tanto realizada de forma

periódica como de forma accidental, permite confeccionar un archivo histórico del comportamiento mecánico y operacional muy útil en estos casos.

- Permite conocer con exactitud el tiempo límite de actuación que no implique el desarrollo de un fallo imprevisto.
- Permite tomar decisiones sobre la parada de una línea de máquinas en momentos críticos.
- Garantiza la confección de formas internas de funcionamientos o compras de nuevos equipos.

Desventajas:

- La implantación de un sistema de este tipo requiere una inversión inicial importante, los equipos de detección de fallas, analizadores de vibraciones y otros tienen un costo elevado.
- Se debe destinar un personal calificado para realizar la lectura periódica de datos en los equipos a utilizar en este tipo de mantenimiento.
- Se justifica en máquina o instalaciones donde los paros intempestivos ocasionan grandes pérdidas, donde las paradas innecesarias ocasionen grandes costos.

Mantenimiento Proactivo

Según Para Torres (2005) el mantenimiento Proactivo lo podemos definir como una filosofía de mantenimiento, dirigida fundamentalmente a la detección y corrección de las causas que generan el desgaste y que conducen a la falla de la maquinaria. Una vez que las causas que generan el desgaste han sido localizadas, no debemos permitir que éstas continúen presentes en la maquinaria, ya que, de hacerlo, su vida y desempeño, se verán reducidos. Este mantenimiento tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilización, trabajo en equipo, de modo tal

que todos los involucrados directa o indirectamente en la gestión del mantenimiento deben conocer la problemática del mantenimiento. Cada individuo desde su cargo o función dentro de la organización actuará de acuerdo con este cargo, asumiendo un rol en las operaciones de mantenimiento. El mantenimiento proactivo implica contar con una planificación de operaciones, la cual debe estar incluida en el Plan Estratégico de la organización. Este mantenimiento a su vez debe brindar indicadores (informes) hacia la gerencia, respecto del progreso de las actividades, los logros, aciertos, y también errores.

Ventajas:

- Identifica y corrige las causas que originan las fallas en equipos, componentes e instalaciones industriales.
- Utiliza técnicas especializadas para monitorear la condición de los equipos basándose fundamentalmente en el análisis de aceite para establecer el control de los parámetros de causa de falla.
- Después de un periodo de tiempo los problemas de la máquina se eliminarán.
- Crece la vida útil de la máquina.
- Reduce el tiempo de parada de la máquina.

Desventajas:

- Costos elevados por desarmar e inspeccionar muchas veces innecesarias.
- Debe contar con una planificación de operaciones, que tiene que estar dentro del Plan Estratégico de la organización.

Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Para Torres (2005) Se puede definir el mantenimiento productivo total (Total Productive Maintenance) como una estrategia originaria de Japón que se desarrolló a partir del concepto de mantenimiento preventivo creado en la industria de los Estados Unidos.

Es la actividad cuyo objetivo es mantener la eficiencia de las instalaciones y las máquinas en el tiempo, para mejorar la productividad a través del involucramiento activo de todo el personal.

El JIPM (Japan Institute of Plan Maintenance) define al MPT como un sistema orientado a lograr:

- ✓ Cero accidentes.
- ✓ Cero defectos.
- ✓ Cero pérdidas.

Características:

- Se basa en Pilares.
- Deben participar todo el personal de la empresa.
- Estrategia global de la organización. No es un sistema para mantener equipos.
- Orientado a la observar como “un todo” el área de operaciones para aumentar su efectividad. No solo le interesa mantener los equipos funcionando.
- Involucra a todo el personal en la operación y producción, y en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos.
- No solo se requiere técnicos expertos sino también que estos conozcan los procesos de la empresa.

Ventajas:

- Mejora sustancialmente todo el ambiente de trabajo.
- Se incrementa el control de las operaciones.
- Previene y elimina todo lo que puede producir accidentes.
- Elimina toda fuente de contaminación y también polución.
- Incentiva el aprendizaje constante.
- Ayuda al dimensionamiento adecuado de las plantillas de personal.
- Elimina pérdidas que reducen la productividad de las plantas.
- Mejora la calidad de trabajo de los equipos.

- Reduce los costos de mantenimiento de todos los equipos.
- Aumenta la calidad del producto final.

Desventajas:

- Demanda tiempo para capacitación, reuniones de trabajo periódicas. Vale decir tiene un costo extra para la empresa.
- Debe existir compromiso de la alta Gerencia, si no ocurre el compromiso los gestores pueden terminar desacreditados y hasta perder sus empleos.
- Hay que invertir en tiempo para las evaluaciones constantes.
- Se requiere trabajar para introducir un cambio de cultura general. Para esto se requiere convencer a todos los componentes de la organización de que es un beneficio para todos. No es por imposición.
- Es un proceso de implementación que va a requerir de varios meses o años.

5.2 Evaluación de alternativas de solución

Una vez analizados los tipos de mantenimiento seleccionados se establecieron reuniones de trabajo en donde se tomaron en cuenta los criterios de solución a la problemática, el costo por la aplicación, la facilidad de implementación y el tiempo que demora aplicar cada alternativa, para luego ponderarlos en base al puntaje de “0” como la opción que no es viable, “1” como opción aceptable y “2” como la mejor opción.

Tabla 1: Matriz de alternativas de solución

ALTERNATIVAS	CRITERIOS				Total
	Solución a la problemática	Costo de aplicación	Facilidad de Implementac.	Tiempo de Implement.	
Mantenimiento Predictivo	2	1	1	1	5
Mantenimiento Preventivo	2	2	2	2	8
Mantenimiento Productivo Total	2	1	1	1	5
Mantenimiento Proactivo	2	1	1	2	6

De las cuatro alternativas analizadas, se observa que el mantenimiento preventivo se presenta como la solución elegida para resolver la problemática.

Capítulo VI: PRUEBA DE DISEÑO

6.1 Justificación de la propuesta elegida

La alternativa de solución Mantenimiento preventivo ha sido seleccionada por las siguientes consideraciones:

Es más económico, la aplicación de los planes de mantenimiento predictivo, proactivo total y proactivo tienen calificación 1, dado que los costos de implementación son más elevados respecto de los costos del mantenimiento preventivo.

Es la mejor opción para la solución del problema, los cuatro planes de mantenimiento son calificados con puntuación 2 lo que indica que los cuatro solucionan el problema de la falta de mantenimiento de las unidades de la empresa.

Es más fácil de implementar, partiendo de la experiencia y profesionalización adquirida en las operaciones por parte del personal actual del área de mantenimiento y requiriendo menor participación del personal de otras áreas se hace más fácil su implementación y obtiene la calificación de 2; frente a las otras tres alternativas de mantenimiento evaluadas que reciben el puntaje de 1, que se hace más complejo porque requiere mayor expertise del personal técnico así como mayor participación del personal de otras áreas de la empresa.

Se implementa en menor tiempo. El tiempo de implementación del mantenimiento preventivo es de menor tiempo al requerir solo capacitación para el personal de área de mantenimiento. Las otras alternativas requieren mayor tiempo de entrenamiento y evaluación para que el plan sea puesto en operación.

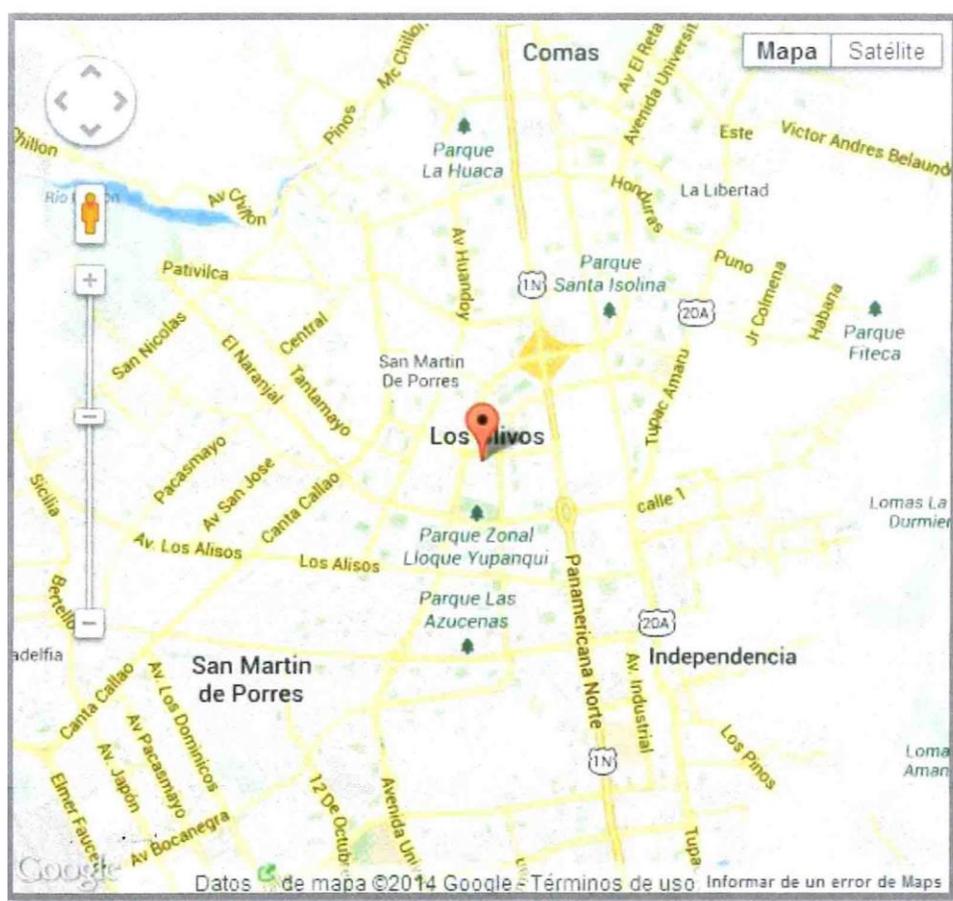
6.2 Desarrollo de la propuesta elegida

Esquema Básico de las Instalaciones

Taller

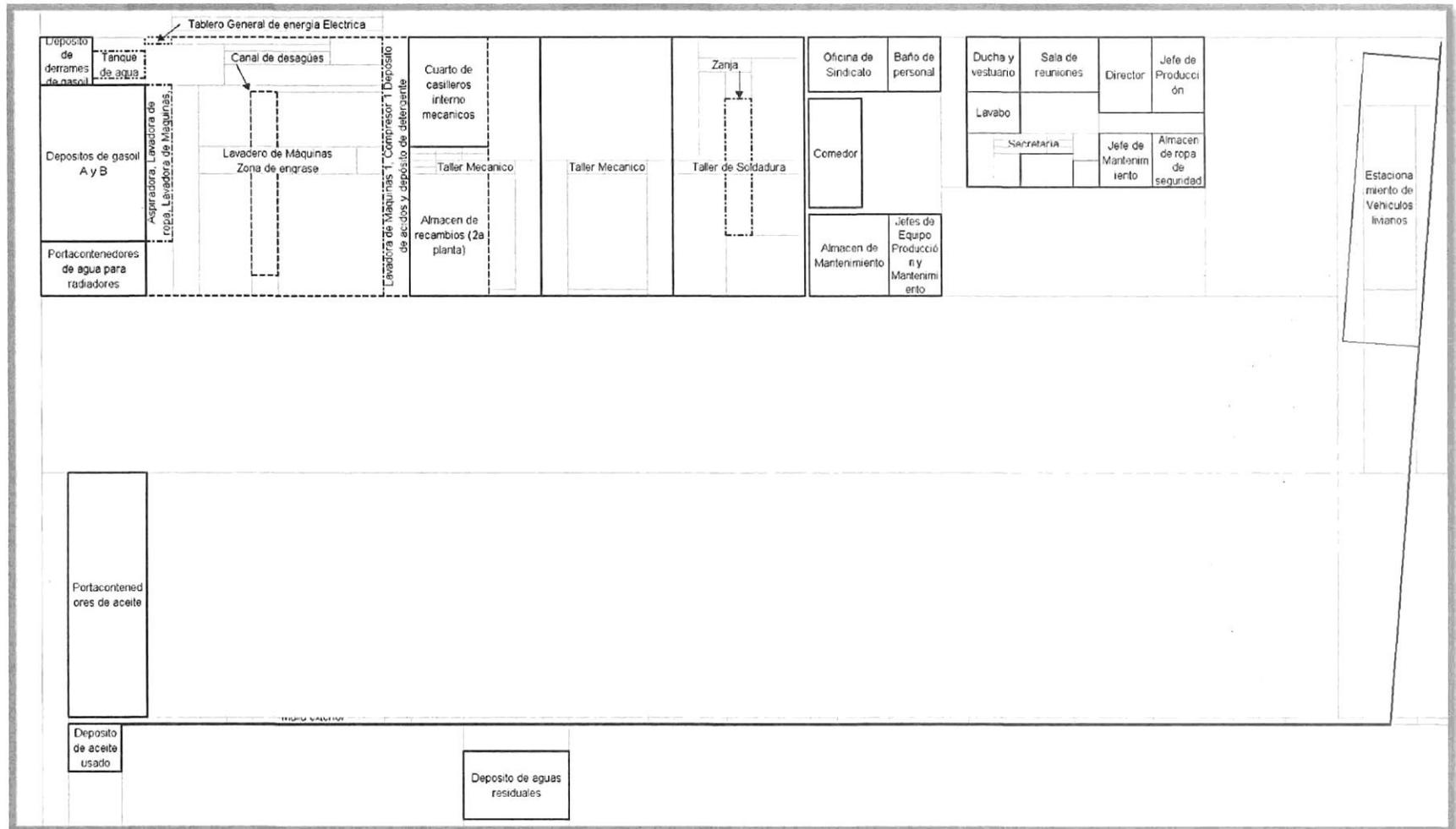
El área física del taller está ubicada en la calle Sodio N° 245, Zona Industrial, Los Olivos, en Lima. La ubicación del lugar se puede ver a continuación:

Figura 7: Ubicación del taller



Fuente: Internet

Figura 8: Croquis de las instalaciones del Taller y oficinas administrativas



Maquinaria de la Empresa

La flota de la empresa Harsco Metals Perú S.A. está compuesta por 50 máquinas en total, entre maquinaria pesada, mediana y vehículos livianos:

Tabla 2: Flota de empresa Harsco Metals Perú S.A.

Ítem	Maquinaria	Tipo	Función
1	CAT 769C — 1	Camión	Transporte de chatarra o escoria
2	CAT 769C — 2	Camión	Transporte de chatarra o escoria
3	CAT 769C — 3	Camión	Manipulación de chatarra
4	CAT 769C — 4	Camión	Transporte de chatarra o escoria
5	Komatsu	Camión	Transporte de cascarilla
6	CAT 938F	Pala	Manipulación de chatarra
7	CAT 950G	Pala	Alimentación planta
8	CAT 966D - 1	Pala	Alimentación planta
9	CAT 966G — 2	Pala	Alimentación planta
10	CAT 980G - 1	Pala	Manipulación de chatarra
11	CAT 980G - 2	Pala	Manipulación de chatarra
12	CAT 980G - 3	Pala	Extracción y manipulación de escoria
13	CAT 980G - 4	Pala	Extracción y manipulación de escoria
14	CAT 980G - 5	Pala	Extracción y manipulación de escoria
15	CAT 980G - 6	Pala	Extracción y manipulación de escoria
16	CAT 980G - 7	Pala	Extracción y manipulación de escoria
17	Gradall — 1	Excavadora	Excavación balsas y/o limpieza cucharas
18	Gradall — 2	Excavadora	Excavación balsas y/o limpieza cucharas
19	Leonardo	Excavadora	Excavación balsas y/o limpieza cucharas
20	Hyster — 1	Carretilla	Servicios Planta de laminación
21	Hyster — 2	Carretilla	Servicios Planta de laminación
22	Hyster — 3	Carretilla	Servicios Planta de laminación
23	Hyster 14 - 1	Carretilla	Servicios Planta de laminación
24	Hyster 14 - 2	Carretilla	Servicios Planta de laminación
25	Iveco	Porta-	Servicios de limpieza
26	Kirow — 1	Carrier 170Tn	Transporte de palanquilla
27	Kirow — 2	Carrier 100Tn	Transporte de chatarra
28	Liebherr 902 - 1	Imán	Recuperación de material en planta
29	Liebherr 932 - 1	Pulpo	Manipulación de chatarra. Planta de
30	Liebherr 932 - 2	Pulpo	Manipulación de chatarra. Parque
31	Liebherr 932 - 3	Pulpo	Manipulación de chatarra. Parque
32	Liebherr 932 - 4	Pulpo	Manipulación de chatarra. Parque
33	Liebherr 932 - 5	Pulpo	Manipulación de chatarra. Parque
34	Liebherr 934 —	Pulpo	Manipulación de chatarra. Parque

35	Liebherr 934 —	Pulpo	Manipulación de chatarra. Parque
36	Liebherr 934 —	Pulpo	Manipulación de chatarra. Parque
37	MiniCase - 1	Mini-pala	Servicios de limpieza en Planta Escoria
38	MiniCase - 2	Mini-pala	Limpieza de tapones en horno de acería
39	MiniCase - 3	Mini-pala	Servicios de limpieza en acería
40	Manitowoc	Grúa	Recuperación gota
41	Laron	Machacadora	Trituradora de material
42	Dodge	Cuba de riego	Servicios de riego de vías
43	Tractor regador	Cuba de riego	Servicios de riego de vías
44	Volvo	Camión	Transporte de palanquilla
45	O&K	Camión	Transporte de gota
46	MAN — 1	Camión	Servicios de depuración de humos
47	MAN — 2	Porta-	Servicios de limpieza
48	Citroen Berlingo	Furgoneta	Dirección
49	Suzuki Samurai	Furgoneta 4x4	Producción y Mantenimiento
50	Nissan Patrol	Furgoneta 4x4	Jefes de Equipo

Fuente: Archivo de la empresa

Plan de Mantenimiento Preventivo

El Plan de Mantenimiento se ajustará en base a los siguientes parámetros:

- Recomendaciones de los fabricantes
- Horarios de trabajo en producción
- Tipo de maquinaria

1. Tipos de Intervenciones de Mantenimiento

Se establecen 3 tipos de intervenciones de mantenimiento:

- Correctivas urgentes. Las que se realizan inmediatamente, sin necesidad previa de Orden de Trabajo.
- Correctivas no — urgentes. Las que se realizan normalmente durante la realización del Plan de Mantenimiento Preventivo, o durante las paradas de maquinaria por rotaciones normales de ellas o por programaciones de paradas normales de producción. Se realizan con o sin necesidad previa de Orden de Trabajo.

- **Mantenimiento Programado.** La realizada mediante un programa mensual, efectuada en base a las horas de trabajo de la maquinaria. En base a experiencias anteriores del jefe de Mantenimiento de la empresa.

Se establece un Rol de Servicios de Mantenimiento Programado para todos los equipos de la empresa como sigue:

Tabla 3: Rol de Servicios de Mantenimiento Programado

Horas de trabajo de la máquina	Tipo de Servicio	Duración estimada del Servicio
< 250 horas	Lavado y engrase	Depende del tipo de máquina
250 horas	250	2 horas
500 horas	500	4 horas
750 horas	750	2 horas
1000 horas	1000	6 horas
1250 horas	250	2 horas
1500 horas	500	4 horas
1750 horas	250	2 horas
2000 horas	2000	8 horas

Fuente: Elaboración propia

Los tipos de acciones a desarrollarse se encuentran en los formatos de cartilla de mantenimiento de cada máquina.

2. Ordenes de Trabajo

La utilización de órdenes de Trabajo es fundamental para el correcto control del Mantenimiento de la maquinaria, por las siguientes razones:

- Para el archivo histórico de intervenciones de mantenimiento.
- Para el control de las horas de duración de componentes nuevos y /o reparados.
- Para la prueba de materiales, repuestos o insumos nuevos.

Emisión de Órdenes de Trabajo (OT)

Los procedimientos normales para la emisión de Órdenes de Trabajo deberán

tener una secuencia como personal idóneo para el desarrollo de esta y serán las siguientes:

Personas Encargadas de Originar las OT

Las personas encargadas de emitir de Órdenes de Trabajo serán:

- Director
- Jefe de Producción
- Jefe de Operaciones
- Jefe de Mantenimiento

Secuencia de Trabajo para Originar las OT

Secuencia normal:

- a. Los operadores y maquinistas de la maquinaria son quienes en principio detectan los problemas de la maquinaria. Por lo tanto, serán ellos los encargados de escribir en sus partes diarios de trabajo las averías, o sucesos acontecidos con la maquinaria susceptibles de ser corregidos por el personal de mantenimiento.
- b. Estos partes de trabajo serán revisados por el Jefe de Operaciones, quien emitirá las OT respectivas. Entregará una copia al director y guardará una para su control.
- c. Estas OT serán numeradas, priorizadas y controladas por el director de producción, quien luego entregará una copia al jefe de Mantenimiento para su ejecución.
- d. El jefe de Mantenimiento derivará la OT al personal ejecutante, o dictará la orden directa al ejecutor del trabajo, según sea el caso. El ejecutor puede ser personal mecánico del taller, personal de soldadura del taller, personal de servicios externos, o cualquier otro que se vea conveniente en el momento.
- e. Una vez ejecutada la OT, el jefe de mantenimiento devolverá su copia al director, cumplimentada con los datos necesarios para su archivo y

control.

- f. El director dará la categoría de ejecutada y cerrada la OT en su control interno y la devolverá al jefe de Producción, quien la contrastará con la suya y la entregará a la secretaría para su archivo correspondiente.
- g. Las OT serán archivadas en dos archivos diferentes:
 - Un archivo cronológico, por fecha de emisión.
 - Un archivo en la carpeta de la máquina correspondiente, para un mejor control de los trabajos efectuados en cada máquina en particular.

Otras secuencias

El director, el jefe de Producción, el jefe de Operaciones o el jefe de Mantenimiento emitirán alguna OT según crean conveniente en cualquiera de los casos siguientes:

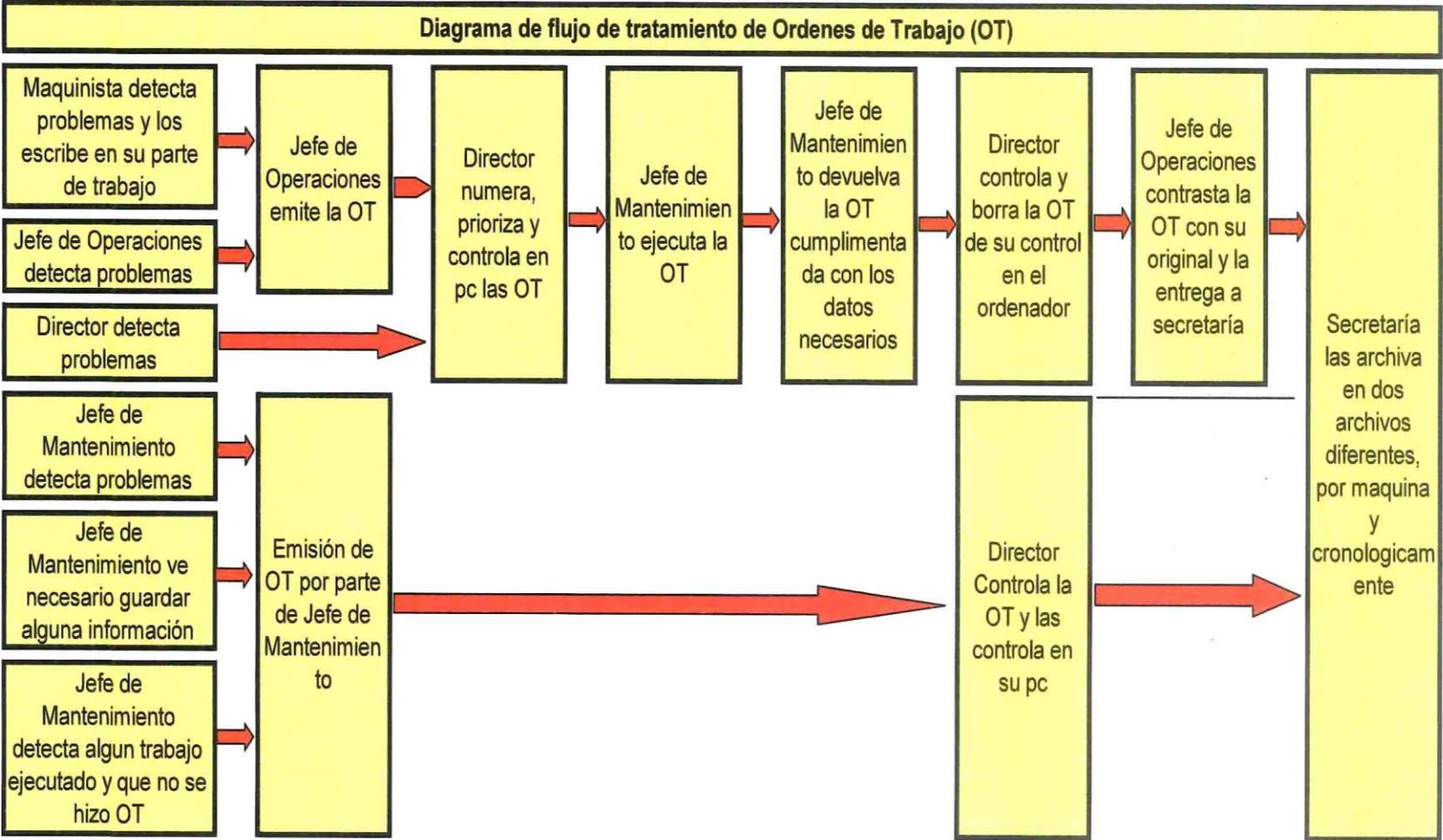
Cuando aprecien directamente alguna anomalía de la maquinaria.

Cuando crean por conveniente hacerlo para poder controlar algún componente, un nuevo producto o crean necesario que figure en archivos algún dato importante, como un cambio de motor, la duración de una rueda especial, o cualquier otro caso que crean conveniente se deba guardar datos.

Luego el procedimiento es similar a una secuencia normal (a partir del acápite (c) del párrafo anterior).

El jefe de Mantenimiento emite alguna OT cuando detecte trabajos ejecutados, y de los cuales no haya OT abierta. Por la importancia del trabajo se justifica emitir la OT y guardar información del suceso. Luego el procedimiento es similar a una secuencia normal (a partir del acápite (e) del párrafo anterior).

Figura 9: Diagrama de flujo de tratamiento de las Ordenes de Trabajo.



Fuente: elaboración propia

Formato de la Orden de Trabajo (OT)

Se crea un formato de mutuo acuerdo entre el director, el jefe de Operaciones y el jefe de Mantenimiento. Los casilleros pueden ser reformados en medida del aprendizaje de las técnicas de trabajo y ajustándose a las necesidades de las operaciones de la base.

El formato inicial será:

Figura 10: orden de trabajo

Harsco Metals Perú											
ORDEN DE TRABAJO											
TRABAJO REQUERIDO:											
DESCRIPCION:	N° ORDEN: <table border="1"><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table>										
	FECHA:										
	SOLICITADO POR:										
	FIRMA:										
	EQUIPO:										
	PRIORIDAD:										
	INICIO TRABAJO:										
	DIA: <table border="1"><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table>										
	HORA: <table border="1"><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table>										
	FIN TRABAJO:										
	DIA: <table border="1"><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table>										
	HORA: <table border="1"><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table>										
	REALIZADO POR:										
MATERIALES UTILIZADOS:	OBSERVACIONES:										

Fuente: Archivo de la empresa

3. Control de Mantenimiento Diario de las Máquinas

Para llevar adecuadamente el control del mantenimiento diario de las máquinas, es decir el control de lavado de máquinas, engrase, revisión general de niveles de aceites soplado de filtros primarios de aire y soplado y lavado de radiador: Para un correcto mantenimiento de las máquinas hay que efectuar revisiones y acciones diarias o muy a menudo, tanto como la disponibilidad de ellas lo permita o cuanto las operaciones dejen efectuar.

Estas acciones son:

- Lavado general o parcial de las máquinas.
- Engrase general o parcial de las máquinas.
- Revisión general de niveles de aceites y otros fluidos.
- Limpieza mediante soplado del filtro (o filtros) primario de aire.
- Soplado y lavado de radiador de refrigerante del motor y/o enfriador de aceite hidráulico si fuera el caso.

Para el lavado de las máquinas se cuenta con 2 máquinas hidrolavadoras, marca Liebarmatic, con inyección de agua caliente a presión y también detergente industrial.

A pesar de ser tal vez una de las máquinas lavadoras más grandes que se puedan encontrar en el mercado, no es suficiente para el tipo y la cantidad de máquinas que se posee. Esto debido básicamente a que, si bien arrojan agua caliente a una alta presión, su bajo caudal determina excesivos periodos de limpieza por máquina.

Figura 11: Máquina de lavar Liebarmatic



Fuente: La empresa

Figura 12: Lavado de Maquina



Fuente: La empresa

Para el uso de aire comprimido del taller y de las máquinas de engrase se cuenta con dos compresores de aire, marca Vierso.

Figura 13: Compresor Vierso



Fuente: La empresa

Para que los distintos grupos de mecánicos sepan que máquinas ya se han revisado y efectuado su revisión rutinaria de lavado de máquinas, engrase, revisión general de niveles de aceites soplado de filtros primarios de aire y

soplado y lavado de radiador se utiliza el formato de control de lavado y engrase. Este formato se utiliza uno por día de 24 horas y se pasa de turno en turno para comprobar los trabajos efectuados en los turnos anteriores.

Tabla 4: Formato de control de lavado y engrase

ENGRASE Y LAVADO DE MAQUINARIA							
Maquina	REVISIONES EFECTUADAS						FECHA
	Lavado y Engrase	Niveles	Filtro Aire	Lavado Radiador	Otros	Horómetro	
1	CAT 980G - 1						
2	CAT 980G - 2						
3	CAT 980G - 3						
4	CAT 980G - 4						
5	CAT 980G - 5						
6	CAT 980G - 6						
7	CAT 980G - 7						
8	CAT 938 F						
9	CAT 950						
10	CAT 966C - 1						
11	CAT 966G - 2						
12	Liebherr 902						
13	Liebherr 932 -1						
14	Liebherr 932 - 2						
15	Liebherr 932 - 3						
16	Liebherr 932 - 4						
17	Liebherr 932 - 5						
18	Liebherr 934 - 1						
19	Liebherr 934 - 2						
20	Liebherr 934 - 3						
21	CAT 769 - 1						
22	CAT 769 - 2						
23	CAT 769 - 3						
24	CAT 769 - 4						
25	Komatsu						
26	O&K						
27	Kirow - 1						
28	Kirow - 2						
29	Gradall - 1						
30	Gradall - 2						
31	Leonardo						
32	Manitowoc						
33	Hyster - 1						
34	Hyster - 2						
35	Hyster - 3						
36	Hyster 14 - 1						
37	Hyster 14 - 2						
38	Mini-case - 1						
39	Mini-case - 2						
40	Mini-case - 3						
41	Tractor de riego						
42	Dodge						
43	Volvo						
44	MAN - 1						
45	MAN - 2						
46	Iveco - 1						
47	Citroen Berlingo						
48	Suzuki Samurai						
49	Nissan Patrol						
Colocar M (mañana) o T (Tarde) o N (Noche) según corresponda al turno del mecánico que realiza el servicio							
							Noche 10 pm – 6 am
							Tarde 2 pm – 10 pm
							Mañana 6 am 2 pm
Nombre mecánico:							
Firma:							
OBSERVACIONES:							

4. Almacén y control de inventarios

Para que un taller de mantenimiento pueda funcionar con la rapidez y a la vez los trabajos puedan ser efectuados en el mínimo de tiempo, es indispensable contar con un almacén de recambios básicos y/o consumibles de uso frecuente, como pueden ser los tornillos, tuercas, filtros de los diferentes tipos, fusibles, faros y bombillas, mangueras hidráulicas, juntas hidráulicas o neumáticas o incluso recambios estratégicos, como pueden ser motores de arranque, alternadores, pequeñas válvulas, etc.

Estos recambios deben estar controlados adecuadamente y solicitar su reposición en cuanto se hayan utilizado, para poder contar con ellos para una próxima oportunidad.

5. Pedidos de Recambios, Partes de Máquinas o Consumibles.

Todos los materiales para solicitarse deberán seguir un procedimiento establecido:

Originador: director, jefe de mantenimiento, jefe de Producción, jefes de equipo de Mantenimiento, producción o planta, e incluso mecánicos, cuando la urgencia del caso lo amerite. Antes del procesado para su compra deberá tener el Vo Bo del jefe de Mantenimiento.

Proceso de Compra: Se procederá a solicitar precios y plazos de entrega por los proveedores indicados por el jefe de Mantenimiento u persona encargada específicamente del tema. Si el monto de este no supera los 500 nuevos Soles se procederá a su adquisición en el proveedor que convenga. Si el monto supera los 500 Nuevos Soles deberá contar con la aprobación previa del director del Centro.

Los pedidos podrán ser a la vez:

Normal: La compra puede hacerse sin prisas y en un máximo de 48 horas.

6. Personal

El personal de taller con que se cuenta para realizar estos trabajos de mantenimiento está repartido de la siguiente manera:

Tabla 6: Personal del taller

Cantidad	Puesto	Descripción
1	Jefe de mantenimiento	Responsable del control del Programa de
1	Jefe de Equipo Mecánicos	Responsable de los trabajos de mantenimiento y reparaciones
1	Jefe de Equipo Soldadura y personal de lavado, engrase y	Responsable de los trabajos de soldadura y del lavado, engrase y repostaje de máquinas
5	Mecánicos	Personal que ejecuta los trabajos de mantenimiento y reparaciones
4	Soldadores	Personal que ejecuta los trabajos de
5	Personal de lavado y	Personal que ejecuta el lavado, engrase y repostaje de máquinas

Fuente: Archivo de la empresa

7. Calendario de Intervenciones

El calendario del plan de Mantenimiento se realizará en función a las horas trabajadas de la maquinaria.

A. Programación de Intervenciones de Mantenimiento

La programación del Mantenimiento Preventivo será de dos tipos:

- Programa de Mantenimiento Preventivo Semanal
- Programa de Mantenimiento Preventivo Mensual

El Programa de Mantenimiento preventivo Mensual será, como su nombre lo dice, emitido al comienzo de cada mes. El Programa de Mantenimiento preventivo Semanal lo será semanalmente. Este último no contradice al primero, pero podría ser corregido y modificado a criterio de la Dirección o de la Jefatura de Mantenimiento o Producción, por problemas puntuales en disponibilidad de máquinas para los días programados previamente en el primer programa.

Tabla 7: Programa de mantenimiento preventivo semanal

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEMANAL		
MES JUNIO 2013		
31- may	LIEB 932 – 5	
01 - jun	O & K	MANITOWOC
02 – jun	CAT 980 G – 5	KIROW-1
03 – jun	LIEB 932 - 4	
04 – jun	CAT 980 G - 4	HYST H7 - 1
05 – jun		
06 - jun		

Fuente: la empresa

Tabla 8: Programa de mantenimiento preventivo mensual

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MENSUAL		
MES JUNIO 2013		
31- may	LIEB 932-5	
01-jun	O&K	MANITOWOC
02-jun	CAT 980 G – 5	KIROW 1
03-jun	LIEB 932 – 4	
04-jun	CAT 980 G - 4	HYST H7 - 1
05-jun		
06-jun		
07-jun	LIEB 932 – 3	HYST H7 – 2
08-jun	LIEB 932 – 2	HYST H7 – 3
09-jun	CAT 980 G – 3	KIROW 2
10-jun	LIEB 932 – 1	
11-jun	CAT 980 G – 2	MINICASE-3
12-jun	CAT 980 G - 1	
13-jun		
14-jun	LIEB 934 – 3	
15-jun	LIEB 934 – 2	
16-jun	CAT 950 G	KIROW 1
17-jun	LIEB 934 – 1	
18-jun	966	HYST H14 – 1
19-jun	CAT 938 F	
20-jun		
21-jun	CAT 769 – 2	HYST H14 – 2
22-jun	CAT 769 - 3	MAN – 2
23-jun	LIEB 902 - 1	KIROW 2
24-jun		
25-jun	CAT 769 - 4	VOLVO
26-jun		
27-jun		
28-jun	CAT 980 G – 7	
29-jun	CAT 980 G – 8	
30-jun	LIEB 932 – 5	KIROW 1
01-jul	Q & K	MANITQWOC

Nota: Se les recuerda que, en la medida de las posibilidades, las maquinas programadas deberán estar disponibles para el mantenimiento a partir de las 6 a.m. del día programado.

Fuente: la empresa

B. Existen actualmente varias posibilidades para realizar una planificación de la programación de mantenimiento. Mencionaremos las existentes y

los motivos por los cuales no los utilizaremos en nuestro caso.

1. Mantenimiento programado basándose en periodos fijos del calendario

Ventajas: Se acostumbra al personal a respetar una programación existente y a planificar los reemplazos de la maquinaria o a transferir las horas de producción a otros horarios en que si se pueda contar con las máquinas.

Desventajas: A veces las horas de operación de la máquina no son las necesarias para realizar alguno de los tipos de mantenimiento preestablecidos. Por ejemplo: Si la máquina realiza su cambio de aceite motor cada 250 horas. Puede ser que en la fecha programada solo haya trabajado 180 o un valor inferior a 250, por lo que no se le realizaría esta intervención, pero al esperar el siguiente periodo calendario se podría sobrepasar en más de las 250 horas necesarias. Para solucionar esto se debe tener una estadística aproximada de las horas de operación de las máquinas y hacer su programación por periodos fijos (cada semana, o cada 2 semanas, o cada mes, o cada periodo según se vea conveniente hacerlo)

2. Mantenimiento programado basándose en las horas de operación de la maquinaria.

Ventajas: Control exacto o casi exacto de los periodos de cambio de aceite y demás, según lo planificado por el programa y según lo dicta el fabricante.

Desventajas: Necesita una programación del mantenimiento si es posible diariamente, o semanalmente a lo mucho, pues ya se puede proveer las horas de cada máquina. También es necesario contar con la información del horómetro de cada máquina diariamente.

3. Mantenimiento programado basándose en el consumo de combustible.

Es la técnica más moderna y justa existente actualmente. Se basa en que el conteo horario del funcionamiento de cada máquina es igual si la máquina trabaja en ralentí o como si estuviera al máximo par y potencia, por lo que puede darse el caso de que máquinas que tienen muchos descansos entre periodos de trabajo se les contabilice las mismas horas que aquellas a las

cuales se les utiliza más continuamente, donde la máquina sufre más desgaste. Por ello este método es más exacto, pues el consumo de combustible de máquinas similares nos proporciona una idea más exacta de cual trabaja más que otra. Esta técnica es la que está introduciendo Caterpillar en aquellos lugares donde lo requieran o lo puedan llevar a la práctica.

Ventajas: Control de periodos de mantenimiento más certeros y ajustados a la realidad. Lógicamente esto reporta un mejor mantenimiento de la maquinaria.

Desventajas: El control requerido es mayor aun al del mantenimiento programado basado en las horas de operación de la maquinaria, pues hay que llevar un control exacto del consumo de combustible, máquina por máquina. También debemos tener datos de consumo proporcionados por los fabricantes y ajustarlos a los periodos de la programación de mantenimiento.

C. Por motivos de organización nosotros aplicaremos a nuestro caso la primera de las posibilidades, y la más simple, por los siguientes motivos:

- 1- No contamos con el personal y la infraestructura adecuada para realizarlos de otra manera.
- 2- El personal no cuenta aún con una "cultura de mantenimiento", así que empezaremos realizando de esta manera hasta que aprendan las técnicas del mantenimiento moderno y podamos pensar en aplicar otro de los métodos descritos anteriormente.

D. La programación será inicialmente efectuada mediante dos criterios diferentes:

- 1- De acuerdo con el número de horas trabajadas por cada máquina mensualmente.
- 2- De acuerdo con la disponibilidad de tener la máquina para efectuar el mantenimiento programado. Es que hay máquinas que por sus

características de trabajo tendrán que ser efectuado su mantenimiento en días específicos. Por ejemplo:

Manitowoc: Su trabajo es muy importante en los días finales de cada mes, por eso su mantenimiento programado se efectuará el primer día laborable de cada mes.

Kirow 1 y Kirow 2: No tienen fechas definidas de parada. Inicialmente se les programaran alternativamente cada dos semanas, un miércoles uno y al otro el siguiente y así sucesivamente.

980-1 y 980-2: Estas máquinas si no tienen reemplazo solo podrán programarse los sábados, porque otros días por problemas de operaciones no se puede realizar.

8. Medidas para la implantación del Plan de Mantenimiento Preventivo

A. Desarrollar el curso de entrenamiento

Denominado "Mantenimiento Preventivo", dirigido a los mecánicos, operadores y jefes de equipo en general. Al término del curso se empezará a implantar el Plan de Mantenimiento Preventivo a las máquinas de la empresa, empezando por las flotas principales, hasta terminar con los equipos menores.

Características del Curso "Mantenimiento Preventivo":

- Expositor : Miguel Gómez Calderón
- Duración : 8 horas por grupo, de lunes a jueves.
- Número de grupos : 5 (Por la diversidad de horarios diferentes grupos de trabajo de la empresa)

Tabla 9: Programa de asistencia al curso

	Nombre	Apellidos		Puesto de trabajo	Fechas				
		Paterno	Materno		16/09 al 20/09	23/09 al 27/09	30/09 al 04/10	07/10 al 11/10	14/10 al 18/10
1	Antonio	García	Lobato	980			1		
2	Miguel	Valderrama	Aguilar	980		1			
	German	Giménez	Gómez	980		1			
4	Manuel	Tortosa	Pérez	980			1		
5	José Miguel	Llamazares	Almendra	980	1				
6	Oscar	Bernal	Hurtado	980	1				
7	Emilio	Morales	Forly	980				1	
8	Sebastián	Fernández	González	980				1	
9	Jordi	Páez	Chamorro	980			1		
10	David	Páez	Chelo	980			1		
11	Miguel Ángel	Llamazares	Vega	980		1			
12	Carmelo	Cortinat	García	980		1			
13	Álvaro	Ussía	García	980					1
14	David	Mera ()	Camero	980					1
15	Cecilio Jesús	Cuenca	García	932				1	
16	Sergio	Gazquez	León	932			1		
17	Alfonso	Díaz	Luna	932	1				
18	Vicente	Villaescusa	Navarro	932	1	-			
19	Antonio	Dueñas	Barrera	932			1		
20	Raul	Quintero	Saavedra	932		1			
21	Manuel	Atienza	Linares	932			1		
22	Salvador	Cortes	Bautista	932					1

23	Francisco	Romo	Angel	932				1	
24	Francisco	Guerrero	Moreno	932	1				
25	Sasa	Spaccini		932					1
26	Antonio	Buiza	Mora	950					1
27	Mohatned	Benchaib		950					1
28	Joan	Campa	Gómez	J E			1		
29	Emilio	Gomez	Saura	J E	1				
30	Juan	Chamorro	Baena	J E			1		
31	Manuel	Rojas	Castaño	J E		1			
32	Jose María	Pinilla	Miranda	J E				1	
33	Felix	Verdugo	Melero	J E					1
34	Mohamed	Hassan	Salcouane	J E		1			
35	Antonio	Bajo	Roselló	Mecan		1			
36	Jaime	Dueñas	Núñez	Meca n			1		
37	Ricardo	González	Belmonte	Meca n				1	
38	José Ramón	Lucha	López	Meca n					1
39	Daniel	España	Rodríguez	Meca n		1			
40	David	Cabrera	Cañedo	Meca n			1		
41	Francisco	Salinas	Jiménez	Meca n					1
42	Juan Manuel	Romero	Pérez	Meca n					1
43	Francisco	Fernandez	Mora	Meca n			1		
44	Cristian	Plana	Carrera	Meca n				1	
45	Manuel	Carrasco	Benitez	Meca n				1	
46	José	Caro	Llamas	Meca n	1				
47	David	Sanchez	Caro	Meca n		1			
48	Cesar	Muriano	Solier	Meca n	1				
49	Yolanda	González	Miranda	Oficina	1				
50	Yolanda	Cos	Fernández	Oficina		1			
51	Ma del Mar	Sánchez	Rodríguez	Oficina			1		
				Total	9	11	13	8	10

Fuente: Elaboración propia

B. Desarrollar a largo plazo un programa de entrenamiento para mecánicos y operadores, relativos a temas técnicos Y sería de la siguiente forma:

Programa de entrenamiento para mecánicos:

1. Motores Diésel
2. Sistemas Hidráulicos
3. Transmisiones de Equipos pesados
4. Lubricantes y combustibles
5. Soldadura por Arco eléctrico
6. Soldadura autógena
7. Sistemas Eléctricos de Equipos Pesados
8. Metrología

Programa de entrenamiento para operadores:

1. Manejo a la Defensiva para operadores de Equipo Pesado
2. Operación y Mantenimiento de Palas Cargadoras.
3. Operación y Mantenimiento de Pulpos.
4. Operación y Mantenimiento de Camiones.

Las fechas se definirán posteriormente, una vez terminado la ejecución del programa de mantenimiento preventivo.

C. Planificar coordinadamente entre Mantenimiento, Producción y la Dirección de la empresa la ejecución de un Programa de Mantenimiento Preventivo para la flota, ejecutando un calendario de fechas programadas para los equipos principales primero, y extendiendo luego a toda la flota, sin afectar las necesidades de producción. Esta planificación traerá como consecuencia las siguientes medidas:

- Reprogramar los turnos de trabajo de los mecánicos, para adecuarlos a los horarios de parada de las máquinas, evitando las paradas en horas de producción.

- Programar, solo inicialmente en horas extras, trabajos en sábados y domingos del personal necesario para ejecutar el Mantenimiento Preventivo a los equipos de la empresa evitando que se afecten las necesidades de producción. A medida que se evalúen los resultados obtenidos, la reprogramación de los turnos de trabajo se hará extensible a los sábados y domingos, para evitar el exceso de horas extras en el personal encargado de la ejecución del Programa de Mantenimiento.

D. Elaboración de Formatos de Cartillas de Mantenimiento Programado para ser utilizados por los mecánicos durante la ejecución del Mantenimiento Preventivo. Los mismos se elaborarán en función al tipo de equipo, a las características de trabajo de las máquinas y a las recomendaciones que dan los fabricantes en sus manuales de mantenimiento que proporcionan al adquirir las máquinas. Estas cartillas no serán definitivas, sino que por el contrario se adecuarán progresivamente, con los cambios y adiciones necesarias a nuestra realidad

**CARTILLAS DE MANTENIMIENTO POR TIPO DE
MAQUINA**

CAT 769 C:		SERVICIO PROGRAMADO DE:	
HOROMETRO		MECANICO	
FECHA		FIRMA	

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Trabajo para realizarse			
Cada 50 horas de servicio			
Sistema de aire de la cabina — Limpiar los filtros			
Cojinetes de los vástagos de control lateral de la caja del eje trasero — Lubricar las graseras.			
Cojinetes de los cilindros de la suspensión trasera — Lubricar las graseras.			
Cojinetes de los pivotes de la caja — Lubricar las graseras.			
Vástagos de los cilindros de la suspensión delantera — Lubricar las graseras.			
Cada 250 horas de servicio			
Aceite del motor y filtros — Cambiar.			
Ajuste de las válvulas de motor — Ajustar en motores nuevos o reacondicionados, sólo al primer cambio de aceite.			
Sistema de enfriamiento — Cambiar el elemento.			
Baterías — Inspeccionar.			
Aire acondicionado — Probar/ajustar la correa.			
Correas del alternador y del ventilador — Inspeccionar/Ajustar.			
Frenos — Inspeccionar/ajustar.			
Secador de aire (si tiene) — Inspeccionar.			
Cojinetes del cilindro de dirección — Lubricar las graseras.			
Tirantes de dirección y cojinetes del pasador — Lubricar las graseras.			
Palanca acodada de control del cilindro de levantamiento — Lubricar la graseras.			
Juntas universales del impulsor de la bomba — Lubricar las graseras.			
Juntas universales y estría del eje motriz — Lubricar las graseras.			
Cojinetes del cilindro de levantamiento de la caja — Lubricar las graseras.			
Cojinete del bastidor en "A" de la caja del eje trasero — Lubricar la graseras.			
Cojinetes de las ruedas delanteras — Verificar el nivel de aceite.			

Diferencial y mandos finales - Verificar el nivel del lubricante.			
Bastidor principal — Inspeccionar/reparar.			
Cada 500 horas de servicio			
Sistema hidráulico de la dirección — Cambiar los elementos de filtros.			
Sistema de combustible — Dar servicio a los filtros.			
Tapa del tanque de combustible y rejilla de llenado — Limpiar			
Respiraderos del cárter — Limpiar.			
Filtros de la transmisión — Cambiar.			
Convertidor de par y rejillas — Cambiar.			
Filtro de carga del freno de estacionamiento — Cambiar el filtro.			
Cada 1000 horas de servicio			
Transmisión — Cambiar el aceite, lavar el respiradero y la rejilla imantada.			
Sistema hidráulico del cilindro de levantamiento, del convertidor de par y del freno - Cambiar el aceite, el respiradero y limpiar la tapa de llenado.			
Secador de aire (si tiene) — Cambiar el agente desecante.			
Diferencial y mandos finales — Cambiar el aceite y lavar el respiradero.			
Cojinetes de las ruedas delanteras Cambiar el aceite			
Estructura de Protección en Caso de Vuelco (ROPS) - Apretar los pernos.			
Sistema hidráulico de la dirección — Cambiar el aceite.			
Tacómetro - Lubricar la grasera.			
Frenos de servicio traseros — Probar.			
Soportes del bastidor principal y de la caja — Inspeccionar/reparar.			
Cada 2000 horas de servicio			
Levas de ventana de puerta (si tiene) — Lubricar las levas.			
Luz de las válvulas del motor — Ajustar.			
Rotaválvulas del motor — Comprobar.			
Pasador a presión del diferencial — Ajustar.			
Cojinetes de las ruedas delanteras — Ajustar.			
Cojinetes de las ruedas traseras — Ajustar.			
Cada 3000 horas de servicio			
Refrigerante del sistema de enfriamiento — Cambiar el refrigerante, limpiar/cambiar la válvula de alivio.			

OBSERVACIONES:	

CAT 938 F:		SERVICIO PROGRAMADO DE:	
HOROMETRO		MECANICO	

MANTENIMIENTO REVENTIVO

Trabajo para realizarse			
Cada 50 horas de servicio			
Sistema de aire de la cabina — Limpiar los filtros			
Cojinetes del pivote inferior del cucharón — Lubricar 2 conexiones.			
Cojinetes del pivote superior del cucharón — Lubricar 1 conexión.			
Neumáticos — Comprobar la presión de inflado.			
Muñón del eje trasero — Lubricar 2 conexiones.			
Cojinetes del cilindro de la dirección — Lubricar 2 conexiones.			
Brazo de levantamiento y mecanismo del cilindro — Lubricar 6 conexiones.			
Cojinetes del cilindro del cucharón y del mecanismo de articulación — Lubricar 4 conexiones.			
Cada 250 horas de servicio			
Filtro y aceite del motor — Cambiar.			
Respiradero del cárter del motor — Limpiar.		-	
Sistema de enfriamiento — Agregar aditivo de refrigerante.			
Frenos — Probar.			
Estría del eje impulsor — Lubricar la conexión.			
Aire acondicionado (Si tiene) — Probar.			
Correas del alternador y del ventilador — Inspeccionar/Ajustar.			
Baterías — Inspeccionar			
Cada 500 horas de servicio			
Filtro del aceite de la transmisión — Cambiar filtro.			
Sistema del aceite hidráulico — Cambiar los filtros.			
Sistema de combustible — Cambiar los filtros/limpiar la rejilla.			
Tapa del tanque de combustible y rejilla de llenado — Limpiarlas.			
Cada 1000 horas de servicio			
Aceite de la transmisión — Cambiar el aceite.			
Juntas universales de eje impulsor — Lubricar 5 conexiones.			
Cojinete del soporte del eje impulsor — Lubricar conexión.			
Cojinetes del pivote del bastidor — Lubricar 2 conexiones.			
Estructura ROPS — Inspeccionarla.			
Cada 2000 horas de servicio			
Tanque hidráulico — Cambiar el aceite.			
Diferenciales — Cambiar el aceite.			

CAT 950 G:		SERVICIO PROGRAMADO DE:	
HOROMETRO		MECANICO	
FECHA		FIRMA	

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Trabajo para realizarse			
Cada 50 horas de servicio			
Cojinetes del pivote inferior del cucharón — Lubricar.			
Cojinetes del pivote superior del cucharón — Lubricar.			
Filtro de aire de la cabina — Limpiar/Reemplazar.			
Agua y sedimentos del tanque de combustible — Drenar.			
Manómetro del filtro BIO del sistema hidráulico — Inspeccionar.			
Inflado de los neumáticos — Comprobar.			
Cojinetes de oscilación del eje - Lubricar.			
Varillaje del cilindro y del brazo de levantamiento — Lubricar.			
Abrazadera de la horquilla forestal — Lubricar.			
Cojinetes del cilindro de dirección — Lubricar.			
Cojinetes del cilindro de inclinación y del varillaje del cucharón —			
Cada 250 horas de servicio			
Aceite y filtro del motor — Cambiar.			
Muestra de aceite del motor — Obtener.			
Baterías — Reciclar.			
Nivel del eléctrico de la batería — Comprobar.			
Acumulador del freno — Comprobar.			
Sistema de frenos — Probar.			
Aditivo de refrigerante del sistema de enfriamiento (DEAC) — Añadir.			
Nivel de aceite del diferencial y mandos finales — Comprobar.			
Estrías del eje motriz (de centro) — Lubricar.			
Cada 500 horas de servicio			
Filtro del aceite de la transmisión — Cambiar filtro.			
Sistema del aceite hidráulico — Cambiar los filtros.			
Sistema de combustible — Cambiar los filtros/limpiar la rejilla.			
Tapa del tanque de combustible y rejilla de llenado — Limpiarlas.			
Cada 1000 horas de servicio			
Aceite de la transmisión — Cambiar el aceite.			
Juntas universales de eje impulsor — Lubricar 5 conexiones.			
Cojinete del soporte del eje impulsor — Lubricar conexión.			
Cojinetes del pivote del bastidor — Lubricar 2 conexiones.			

CAT 980 G:		SERVICIO PROGRAMADO DE:	
HOROMETRO		MECANICO	
FECHA		FIRMA	

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Trabajo para realizarse			
Cada 50 horas de servicio			
Sistema de aire de la cabina — Limpiar los filtros.			
Cojinete superior de pivote del cucharón — Lubricar 2 conexiones de engrase.			
Cojinetes del cilindro y mecanismo del cucharón — Lubricar 6 conexiones de engrase.			
Mecanismo y cilindro del brazo de levantamiento — Lubricar 8 conexiones de engrase.			
Neumáticos — Comprobar presiones de inflado.			
Muñón del eje trasero — Lubricar 2 conexiones de engrase.			
Cojinetes del cilindro de la dirección — Lubricar 4 conexiones de engrase.			
Cada 250 horas de servicio			
Aceite y filtro del motor — Cambiar.			
Luz de válvulas del motor — Revisar.			
Respiradero del cárter — Limpiar.			
Sistema de enfriamiento — Comprobar nivel refrigerante (añadir anticongelante)			
Sistema de frenos — Comprobar su funcionamiento.			
Estría del eje motriz — lubricar la conexión de engrase.			
Correa del alternador — Inspeccionar.			
Acondicionador de aire — Comprobar.			
Baterías — Inspeccionar.			
Cada 500 horas de servicio			
Filtro de aceite de la transmisión — Cambiar filtro.			
Sistema de aceite hidráulico — Cambiar filtro.			
Sistema de combustible — Cambiar filtro, limpiar rejilla.			
Tapa del tanque de combustible y rejilla de llenado — Limpiar.			
Cada 1000 horas de servicio			
Aceite de la transmisión — Cambiar.			
Cojinete de soporte del eje motriz — Lubricar la conexión de engrase.			
Cojinetes de pivote del bastidor — Lubricar 2 conexiones de engrase.			
Estructura de Protección contra Vuelcos — Inspeccionar.			
Cada 2000 horas de servicio			
Aceite del tanque hidráulico — Cambiar aceite.			
Diferenciales y mandos finales — Cambiar aceite.			
Pasadores inferiores de pivote del cucharón — Comprobar el nivel del aceite.			

HYSTER 7 TN:		SERVICIO PROGRAMADO DE:	
HOROMETRO		MECANICO	
FECHA		FIRMA	

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Trabajo para realizarse						
Cada 50 horas de servicio						
Filtro Primario de aire. Controlar/Cambiar.						
Verificar ajuste de tuercas de ruedas.						
Filtro Hidráulico. Cambiar si la lámpara está encendida (ON)						
Verificar condición de la correa del ventilador.						
Limpiar enfriador de aceite hidráulico y radiador.						
Verificar nivel de aceite motor						
Verificar nivel de aceite hidráulico						
Verificar nivel de refrigerante.						
Limpiar filtro y prefiltros de aire.						
Engrase general.						
Cada 250 horas de servicio						
Aceite de motor. Cambiar.						
Filtro de aceite de motor. Cambiar.						
Limpiar bornes de batería y verificar electrolito.						
Tensar cadenas de la transmisión.						
Cada 500 horas de servicio						
Filtro Primario de combustible — Cambiar.						
Verificar cabina ROPS, golpes, deformaciones, pinturas.						
Cambiar filtro de aceite hidráulico.						
Cambiar aceite de compartimiento de cadenas.						
Cada 1000 horas de servicio						
Depósito de combustible. Limpiar sedimentos y drenar agua condensada.						
Cambio de aceite hidráulico.						

KIROW 1:		SERVICIO PROGRAMADO DE:	
HOROMETRO		MECANICO	
FECHA		FIRMA	

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Trabajo para realizarse			
Cada 50 horas de servicio			
Lavado y engrase general.			
Revisar nivel de aceite motor, aceite hidráulico, refrigerante, Caja de engranajes, planetarios de ruedas.			
Inspección visual: Armario de conexiones. Cajas de distribución. Baterías e interruptor principal. Alumbrado.			
Comprobar bocina.			
Inspección visual y Limpieza: Equipo de video: cámara y monitor.			
Inspección visual: Controlar nivel de aceite hidráulico.			
Comprobar sensor de suciedad filtro de aceite hidráulico.			
Comprobar sensor de nivel del aceite hidráulico.			
Inspección visual: Engranaje distribuidor de las bombas. Cilindros de elevación de			
Motor hidráulico en el radiador. Comprobar funcionamiento.			
Interruptor de fin de carrera de la dirección. Comprobar funcionamiento			
Inspección visual: Depósitos de aire comprimido. Secador de aire comprimido. Purgar el agua			
Inspección visual: Revisar retrovisores y cilindros de retrovisores.			
Inspección visual: Filtros de aire. Equipo de Escape.			
Diferencial. Controlar nivel de aceite.			
Freno. Reajustar el freno			
Inspección visual: Llantas y neumáticos. Cojinete de las plataformas giratorias. Potenciómetros.			
Cabina. Paneles de manejo. Asiento. Limpiar.			
Inspección visual: Limpiaparabrisas y lava parabrisas.			
Calefacción. Comprobar funcionamiento.			
Inspección visual: Aire acondicionado, compresor, correas de transmisión.			
Cada 250 horas de servicio			
Aceite de motor. Cambiar.			
Filtro de aceite de motor. Cambiar.			
Filtro Primario y Secundario de combustible. Cambiar.			
Controlar y limpiar conexiones: Armario de conexiones. Cajas de distribución. Alumbrado. Bocina.			
Controlar y limpiar conexiones: Baterías. Revisar electrolito.			

Controlar empalmes de tubos y mangueras de combu			
Inspección visual. Bastidor y suspensión.			
Cada 500 horas de servicio			
Cambiar aceite del Engranaje distribuidor de las bon			
Cilindros de elevación de plataforma.			
Cambiar el aceite del diferencial.			
Cambiar filtro primario de aire.			
Controlar el desgaste de los frenos.			
Cada 1000 horas de servicio			
Sustituir los cartuchos del secador de aire comprimic			
Comprobar juego de válvulas en frío.			
Cambiar filtro secundario de aire.			
Purificar el aceite hidráulico.			
Cada 2000 horas de servicio			
Medir la composición de los gases de escape.			
Sustituir el líquido refrigerante.			
Revisar soportes del motor.			
Aceite hidráulico — Cambiar el aceite.			
Cambiar filtro de aireación del sistema hidráulico.			
Cambiar filtro de aceite del sistema hidráulico.			

OBSERVACIONES	

Trabajo para realizarse			
Cada 50 horas de servicio			
Lavado y engrase general.			
Revisar nivel de aceite motor, aceite hidráulico, aceite de frenos, refrigerante, aceite de servo transmisión, diferenciales y planetarios de			
Inspección visual: Armario de conexiones. Cajas de distribución. Baterías e interruptor principal. Alumbrado.			
Comprobar bocina.			
Comprobar estado del filtro de aireación aceite hidráulico y el del aceite de frenos.			
Comprobar estado del filtro del aceite hidráulico.			
Comprobar sensor de suciedad en el filtro de aceite hidráulico.			
Comprobar sensor de nivel en el aceite hidráulico.			
Inspección visual de las bombas regulables y la de engranajes.			
Comprobar indicador de filtro de presión del aceite hidráulico.			
Inspección visual de cilindros de la dirección frontal y delantera. Comprobar funcionamiento. Inspeccionar varillaje.			
Inspección visual de cilindro del capó. Comprobar funcionamiento.			
Inspección visual de cilindros de anclaje laterales. Comprobar funcionamiento.			
Inspección visual de cilindros de levantamiento del volquete. Comprobar			
Inspección visual de cilindros de levantamiento de la plataforma. Comprobar			
Inspección visual del acumulador de presión de diafragma.			
Inspección visual del interruptor de fin de carrera de la dirección.			
Inspección visual de retrovisores.			
Inspección visual: Filtros de aire. Equipo de Escape. Radiador. Correas de transmisión. Equipo de combustible.			
Inspección visual árbol cardan, accionamiento de palieres, Mandos finales.			
Inspección visual de freno delantero, freno de estacionamiento y frenos de la sección de carga. Controlar desgastes.			
Inspección visual de neumáticos.			
Inspección visual de ejes pendulares y articulación giratoria.			
Inspección visual de suspensión de la cabina, extintores, pasamanos y escaleras.			
Cada 250 horas de servicio			
Aceite de motor. Cambiar.			
Filtro de aceite de motor. Cambiar.			

Filtro Primario y Secundario de combustible. Cambiar.			
Controlar y limpiar conexiones: Armario de conexiones. Cajas de distribución. Alumbrado. Bocina.			
Controlar y limpiar conexiones: Baterías. Revisar electrolito.			
Controlar empalmes de tubos y mangueras de combustible			
Inspección visual. Bastidor y suspensión.			
Cada 500 horas de servicio			
Cambiar filtro primario de aire			
Cambiar aceite y filtro de transmisión.			
Cambiar el aceite de los engranajes planetarios.			
Cada 1000 horas de servicio			
Comprobar juego de válvulas en frío.			
Cambiar filtro secundario de aire.			
Purificar el aceite hidráulico			
Cada 2000 horas de servicio			
Medir la composición de los gases de escape.			
Sustituir el líquido refrigerante.			
Revisar soportes del motor.			
Aceite hidráulico -Cambiar el aceite.			
Cambiar filtro de aireación del sistema hidráulico.			
Cambiar filtro de aceite del sistema hidráulico.			
Aceite hidráulico de frenos — Cambiar el aceite.			
Cambiar filtro de aireación del aceite de sistema hidráulico de frenos.			
Cambiar filtro de aceite del sistema hidráulico de frenos.			

OBSERVACIONES	

LIEBHERR A902 LITRONIC:		SERVICIO PROGRAMADO DE:	
HOROMETRO		MECANICO	
FECHA		FIRMA	

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Trabajo para realizarse			
Cada 50 horas de servicio			
Controlar el nivel del refrigerante.			
Purgar el agua del filtro de combustible y del depósito de combustible.			
Vaciar el polvo del filtro de aire.			
Controlar el nivel del aceite hidráulico.			
Purgar el agua del tanque de aceite hidráulico.			
RefrOVar la lubricación de los dientes de la corona giratoria sobre bolas.			
Renovar la lubricación de la pista de rodadura de las bolas de la corona giratoria.			
Controlar los componentes en cuanto a fisuras.			
Comprobar los tornillos de fijación del peso de lastre y el tanque.			
Cada 250 horas de servicio			
Aceite de motor. Cambiar.			
Filtro de aceite de motor. Cambiar.			
Cada 500 horas de servicio			
Sistema de refrigeración (radiador, mangueras y ventilador) — Comprobar y limpiar.			
Correa trapezoidal — Controlar estado y tensión (en caliente).			
Regulación del régimen de revoluciones — Controlar y ajustar.			
Sistema refrigerante — Comprobar concentración.			
Filtro de agua — Cambiar los cartuchos.			
Filtro de retorno del sistema hidráulico— Cambiar el cartucho.			
Aceite de mando del sistema hidráulico— Cambiar cartucho.			
Sistema eléctrico — Comprobar luces.			
Baterías —Comprobar densidad y nivel de ácido, terminales y polos.			
Nivel de aceite y hermeticidad del engranaje del mecanismo de giro — Comprobar.			
Nivel de aceite y estanqueidad del engranaje de distribución de ejes — Comprobar.			
Nivel de aceite y estanqueidad de los ejes — Comprobar.			
Sistema de freno — Comprobar.			
Cada 1000 horas de servicio			
Juego de válvulas — Comprobar y ajustar.			
Consolas del motor y del engranaje de distribución — Comprobar fijación.			

Tubos de aspiración y escape — Comprobar fijación.			
Dispositivo de precalentamiento de llama — Comprobar.			

Cartucho filtrante para el combustible (prefiltros)— Cambiar.			
Sistema hidráulico — Comprobar hermeticidad y funcionamiento.			
Presiones primarias y secundarias del sistema hidráulico — Comprobar/regular.			
Bombas de desplazamiento variable y servocontrol del sistema hidráulico — Limpiar.			
Sistema eléctrico — Comprobar funcionamiento completo.			
Freno del mecanismo de giro — Comprobar funcionamiento.			
Sujeción de engranaje y motor de aceite del mecanismo de giro — Controlar.			
Aceite de engranaje del mecanismo de giro — Cambiar.			
Apriete de los tornillos de sujeción de la corona giratoria sobre bolas — Comprobar.			
Engranaje del piñón del mecanismo de giro de la corona giratoria sobre bolas —			
Funcionamiento freno de estacionamiento y la presión de apertura del engranaje de distribución de ejes — Controlar.			
Funcionamiento del cambio del engranaje de distribución de ejes — Comprobar			
Sujeción de engranaje, motor de aceite y los árboles cardán — Controlar.			
Aceite de engranaje de distribución de ejes — Cambiar.			
Sujeción de los ejes y de las tuercas — Controlar.			
Estanqueidad y funcionamiento de la dirección — Comprobar.			
Sujeción de las unidades y componentes de dirección — Controlar.			
Bloqueo del eje oscilante, estanqueidad y funcionamiento — Comprobar.			
Sujeción de los cilindros del eje oscilante — Controlar.			
Sistema de freno — Controlar estanqueidad.			
Presión del acumulador y de frenado e interruptores de control — Revisar.			
Funcionamiento de la calefacción — Comprobar antes del invierno.			
Estanqueidad de la instalación de calefacción — Controlar.			
Charnelas y cierres de puertas y ventanillas — Controlar.			
Componentes en cuanto a fisuras— Controlar.			
Bisagras de revestimiento y cierres rápidos — Controlar.			
Velocidad de giro del equipo — Controlar.			
Tornillos de fijación del peso de lastre y el tanque — Comprobar.			
Cada 2000 horas de servicio			
Cartucho filtrante para el combustible — Cambiar.			
Aceite hidráulico en el depósito — Cambiar.			
Filtro de ventilación en el depósito de aceite hidráulico — Cambiar.			
Aceite de engranaje del puente trasero y del tren planetario por delante y por detrás — Cambiar.			

OBSERVACIONES	

LIEBHERR A932 LITRONIC:		SERVICIO PROGRAMADO DE:	
HOROMETRO		MECANICO	
FECHA		FIRMA	

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Trabajo para realizarse			
Cada 50 horas de servicio			
Lavado y engrase general.			
Controlar el nivel del refrigerante.			
Purgar el agua del filtro de combustible y del depósito de combustible.			
Vaciar el polvo del filtro de aire. Limpiar el filtro primario.			
Controlar el nivel del aceite hidráulico en el engranaje de distribución.			
Controlar el nivel del aceite hidráulico.			
Purgar el agua del tanque de aceite hidráulico.			
Renovar la lubricación de los dientes de la corona giratoria sobre bolas.			
Renovar la lubricación de la pista de rodadura de las bolas de la corona giratoria.			
Controlar visualmente el estado de los dientes.			
Controlar los componentes en cuanto a fisuras.			
Sistema eléctrico — Comprobar luces.			
Cada 250 horas de servicio			
Aceite de motor. Cambiar.			
Filtro de aceite de motor. Cambiar.			
Cartucho filtrante para el combustible — Cambiar.			
Cartucho filtrante para el combustible (prefiltros)— Cambiar.			
Cada 500 horas de servicio			
Cambiar filtro de aire.			
Renovar el aceite del engranaje de distribución.			
Sistema de refrigeración (radiador, mangueras y ventilador) — Comprobar y limpiar.			
Correa trapezoidal — Controlar estado y tensión (en caliente).			
Regulación del régimen de revoluciones — Controlar y ajustar.			
Sistema refrigerante — Comprobar concentración de anticorrosivo y anticongelante.			
Filtro de agua — Cambiar los cartuchos.			
Filtro de retorno del sistema hidráulico— Cambiar el cartucho.			
Aceite de mando del sistema hidráulico— Cambiar cartucho.			
Limpiar refrigerador del aceite hidráulico.			

Baterías —Comprobar densidad y nivel de ácido, terminales y polos.			
Nivel de aceite y hermeticidad del engranaje del mecanismo de giro—Comprobar.			
Nivel de aceite y estanqueidad del engranaje de distribución de ejes—Comprobar.			

Nivel de aceite y estanqueidad de los ejes — Comprobar.			
Sistema de freno — Comprobar.			
Cada 1000 horas de servicio			
Juego de válvulas — Comprobar y ajustar.			
Consolas del motor y del engranaje de distribución — Comprobar fijación.			
Tubos de aspiración y escape — Comprobar fijación.			
Dispositivo de precalentamiento de llama — Comprobar.			
Sistema hidráulico — Comprobar hermeticidad y funcionamiento.			
Presiones primarias y secundarias del sistema hidráulico — Comprobar/regular.			
Bombas de desplazamiento variable y servocontrol del sistema hidráulico — Limpiar.			
Sistema eléctrico — Comprobar funcionamiento completo.			
Freno del mecanismo de giro — Comprobar funcionamiento.			
- Sujeción de engranaje y motor de aceite del mecanismo de giro — Controlar.			
Aceite de engranaje del mecanismo de giro — Cambiar.			
Apriete de los tornillos de sujeción de la corona giratoria sobre bolas. Comprobar.			
Engranaje del piñón del mecanismo de giro de la corona giratoria sobre bolas. Comprobar.			
Funcionamiento freno de estacionamiento y la presión de apertura del engranaje de distribución de ejes. Controlar.			
Funcionamiento del cambio del engranaje de distribución de ejes. Comprobar presión.			
Sujeción de engranaje, motor de aceite y los árboles cardán — Controlar.			
Aceite de engranaje de distribución de ejes — Cambiar.			
- Sujeción de los ejes y de las tuercas — Controlar.			
Estanqueidad y funcionamiento de la dirección — Comprobar.			
Sujeción de las unidades y componentes de dirección — Controlar.			
Bloqueo del eje oscilante, estanqueidad y funcionamiento — Comprobar.			
Sujeción de los cilindros del eje oscilante — Controlar.			
Sistema de freno — Controlar estanqueidad.			
Presión del acumulador y de frenado e interruptores de control — Revisar.			
- Funcionamiento de la calefacción — Comprobar antes del invierno.			
Estanqueidad de la instalación de calefacción — Controlar.			
Charnelas y cierres de puertas y ventanillas — Controlar.			
Componentes en cuanto a fisuras— Controlar.			
Controlar la fijación del contrapeso y depósito.			
Bisagras de revestimiento y cierres rápidos — Controlar.			
Velocidad de giro del equipo — Controlar.			
Cada 2000 horas de servicio			
Aceite hidráulico en el depósito — Cambiar.			
Filtro de ventilación en el depósito de aceite hidráulico — Cambiar.			

LIEBHERR A934 LITRONIC:		SERVICIO PROGRAMADO DE:	
HOROMETRO		MECANICO	
FECHA		FIRMA	

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Trabajo para realizarse			
Cada 50 horas de servicio			
Controlar el nivel del refrigerante.			
Purgar el agua del filtro de combustible y del depósito de combustible.			
Vaciar el polvo del filtro de aire.			
Controlar el nivel del aceite hidráulico en el mecanismo de accionamiento de bombas.			
Controlar el nivel del aceite hidráulico.			
Limpiar la varilla magnética en el filtro de retorno.			
Renovar la lubricación de los dientes de la corona giratoria sobre bolas.			
Renovar la lubricación de pista de rodadura de las bolas de la corona giratoria.			
Lubricar la suspensión de la mangueta.			
Conectar el aire acondicionado (por lo menos 1 vez cada 14 días).			
Controlar visualmente el estado de desgaste del equipo de trabajo.			
Controlar los componentes en cuanto a fisuras.			
Lubricar los puntos de engrase en general.			
Cada 250 horas de servicio			
Aceite de motor. Cambiar.			
Filtro de aceite de motor. Cambiar.			
Cada 500 horas de servicio			
Renovar el aceite del mecanismo de accionamiento de bombas.			
Sistema de refrigeración (radiador, mangueras y ventilador) — Comprobar y limpiar.			
Correa trapezoidal — Controlar estado y tensión (en caliente).			
Sistema refrigerante — Comprobar concentración de anticorrosivo y anticongelante.			
Filtro de agua — Cambiar los cartuchos.			
Filtro de retorno del sistema hidráulico— Cambiar el cartucho.			
Aceite de mando del sistema hidráulico— Cambiar aceite.			
Limpiar refrigerador del aceite hidráulico.			
Purgar el agua del depósito del aceite hidráulico.			
Controlar los pilotos de control y los indicadores al conectar el sistema.			
Sistema eléctrico — Comprobar luces.			
Baterías —Comprobar densidad y nivel de ácido, terminales y polos.			
Nivel de aceite y hermeticidad del engranaje del mecanismo de giro— Comprobar.			
Nivel de aceite y estanqueidad del engranaje de distribución de ejes— Comprobar.			

Nivel de aceite y estanqueidad de los ejes — Comprobar.			
Lubricar la suspensión de la mangueta.			
Renovar el aceite del accionamiento planetario adelante y atrás			

Sistema de freno — Comprobar.			
Limpiar el condensador del aire acondicionado, comprobar los tornillos y la correa del compresor.			
Limpiar el filtro de aire de la cabina.			
Controlar si hay fisuras en los componentes			
Comprobar el ajuste fijo de los conductos y las uniones de mangueras.			
Cada 1000 horas de servicio			
Regulación del régimen de revoluciones — Controlar y ajustar.			
Juego de válvulas — Comprobar y ajustar.			
Consolas del motor y del engranaje de distribución — Comprobar fijación.			
Tubos de aspiración y escape — Comprobar fijación.			
Dispositivo de precalentamiento de llama — Comprobar.			
Cartucho filtrante para el combustible (prefiltros)— Cambiar.			
Sistema hidráulico — Comprobar hermeticidad y funcionamiento.			
Presiones primarias y secundarias del sistema hidráulico — Comprobar/regular.			
Limpiar bombas de desplazamiento variable y servocontrol del sistema hidráulica			
Sistema eléctrico — Comprobar funcionamiento completo.			
Freno del mecanismo de giro — Comprobar funcionamiento.			
Sujeción de engranaje y motor de aceite del mecanismo de giro — Controlar.			
Aceite de engranaje del mecanismo de giro — Cambiar.			
Comprobar apriete de los tornillos de sujeción de corona giratoria sobre bolas.			
Comprobar engranaje del piñón del mecanismo de giro de corona giratoria sobre bolas.			
Funcionamiento freno de estacionamiento y la presión de apertura del engranaje de distribución de ejes — Controlar.			
Comprobar presión y funcionamiento del cambio del engranaje de distribución de ejes			
Sujeción de engranaje, motor de aceite y los árboles cardán — Controlar.			
Aceite de engranaje de distribución de ejes — Cambiar.			
Sujeción de los ejes y de las tuercas — Controlar.			
Renovar el aceite del accionamiento del puente de eje adelante y atrás.			
Estanqueidad y funcionamiento de la dirección — Comprobar.			
Sujeción de las unidades y componentes de dirección — Controlar.			
Bloqueo del eje oscilante, estanqueidad y funcionamiento — Comprobar.			
Sujeción de los cilindros del eje oscilante — Controlar.			
Presión del acumulador y de frenado e interruptores de control — Revisar.			
Funcionamiento de la calefacción — Comprobar antes del invierno.			
Charnelas y cierres de puertas y ventanillas — Controlar.			
Componentes en cuanto a fisuras— Controlar.			
Controlar la fijación del contrapeso y depósito.			

Cada 2000 horas de servicio			
Cartucho filtrante para el combustible — Cambiar.			
Aceite hidráulico en el depósito — Cambiar.			
Filtro de ventilación en el depósito de aceite hidráulico — Cambiar.			
OBSERVACIONES:			

MINICASE:		SERVICIO PROGRAMADO DE:	
HOROMETRO		MECANICO	
FECHA		FIRMA	

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Trabajo para realizarse			
Cada 50 horas de servicio			
Filtro Primario de aire. Controlar/Cambiar.			
Verificar ajuste de tuercas de ruedas.			
Filtro Hidráulico. Cambiar si la lámpara está encendida (ON)			
Verificar condición de la correa del ventilador.			
Limpiar enfriador de aceite hidráulico y radiador.			
Verificar nivel de aceite motor Verificar nivel de aceite hidráulico Verificar nivel de			
Filtro Primario de aire. Controlar/Cambiar.			
Verificar ajuste de tuercas de ruedas.			
Filtro Hidráulico. Cambiar si la lámpara está encendida (ON)			
Verificar condición de la correa del ventilador.			
Limpiar enfriador de aceite hidráulico y radiador.			
Verificar nivel de aceite motor Verificar nivel de aceite hidráulico Verificar nivel de refrigerante. Limpiar filtro y prefiltros de aire. Engrase general.			
Filtro Primario de aire. Controlar/Cambiar.			
Cada 250 horas de servicio			
Aceite de motor. Cambiar.			
Filtro de aceite de motor. Cambiar.			
Limpiar bornes de batería y verificar electrolito. Tensar cadenas de la transmisión.			
Aceite de motor. Cambiar.			
Cada 500 horas de servicio			
Filtro Primario de combustible — Cambiar.			
Verificar cabina ROPS, golpes, deformaciones, pinturas. Cambiar filtro de aceite			

Cambiar aceite de compartimiento de cadenas.			
Filtro Primario de combustible — Cambiar.			
Cada 1000 horas de servicio			
Depósito de combustible. Limpiar sedimentos y drenar agua condensada. de aceite hidráulico.			
Cambio de aceite hidráulico.			

Comprobar juego de válvulas en frío.			
Cambiar refrigerante del motor			
. Cambiar elementos del filtro de aire.			
OBSERVACIONES:			

Rol de Programación de Mantenimiento, según las horas de trabajo de cada máquina. Para ello se aplicarán las siguientes medidas:

- Control diario de los horómetros de todas las máquinas, para volcar la información en la cartilla de control.
- Implantar inicialmente el siguiente rol de Servicios de Mantenimiento Programado para todos los equipos de la empresa:

Tabla 10: Rol de programación de mantenimiento

Horas de trabajo de la máquina	Tipo de Servicio	Duración estimada del Servicio
250 horas	250	2 horas
500 horas	500	4 horas
750 horas	750	2 horas
1000 horas	1000	6 horas
1250 horas	1250	2 horas
1500 horas	1500	4 horas
1750 horas	1750	2 horas
2000 horas	2000	8 horas

Iniciar el Programa de Mantenimiento Preventivo de todos los equipos con el Servicio de 2000 horas, e iniciar nuevos periodos de control en todos los casos.

Recopilar los Manuales de Operación y Mantenimiento de todas las máquinas de la empresa y proporcionar a todos los maquinistas copias de estos según el equipo que usen, enseñándoles su contenido y el objetivo que se persigue como parte del curso de "Mantenimiento Preventivo" que está en plena ejecución.

Realizar un inventario del almacén de recambios, y llevar a partir de la finalización de este un adecuado control de las entradas y salidas de los recambios a utilizarse en las diferentes máquinas. Esta medida agilizará la utilización de los recambios existentes, y proporcionará una información veraz de las necesidades de reposición de las partes y consumibles de uso más frecuente.

CAPITULO VII: IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

7.1 Propuesta económica de implementación

Los costos de los servicios de mantenimiento programado incluyen los costos de:

- Mano de obra.
- Lubricantes utilizados
- Consumibles utilizados (filtros, refrigerante, agua destilada, etc.)
- Reparaciones menores observadas en el transcurso de la ejecución del Programa de Mantenimiento.

Realizando un análisis general de costos de la unidad se llega a la distribución de los costos como se indica a continuación:

Tabla 11: Distribución de costos

Tipo de costo	% del total
Operador	28.0
Reparaciones	27.0
Combustible	24.0
Neumáticos	12.0
Consumibles	6.0
Filtros	1.9
Fluidos	1.1

Elaboración: propia

El presupuesto de Mantenimiento se ejecuta por Modelos de Equipos basándose en los modelos típicos operacionales; Además se utiliza la programación de Mantenimiento atribuido al Plan de Mantenimiento en el objeto del estudio

Tabla 12: Resumen del Presupuesto por Modelos de Equipos

RESUMEN DE COSTO DE MANTENIMIENTO				
MÁQUINA	Tipo de Servicio			
	250 horas	500 horas	1000 horas	2000 horas
LIEBHERR 902 - 932 - 934	S/. 120.65	S/. 519.39	S/. 585.76	S/. 1,012.02
O & K	S/. 94.59	S/. 196.91	S/. 292.01	S/. 489.52
MANITOWOC	S/. 185.06	S/. 285.13	S/. 443.90	S/. 700.24
CATERPILLAR 980G	S/. 120.60	S/. 263.53	S/. 468.40	S/. 1,049.66
HYSTER 7	S/. 44.05	S/. 140.68	S/. 187.78	S/. 269.64
KIROW 1	S/. 158.07	S/. 309.67	S/. 428.45	S/. 1,165.70
KIROW 2	S/. 169.08	S/. 710.53	S/. 776.58	S/. 1,408.13
MINICASE	S/. 49.53	S/. 132.80	S/. 232.53	S/. 266.10
CATERPILLAR 950G	S/. 107.20	S/. 263.16	S/. 413.86	S/. 640.37
CATERPILLAR 938F	S/. 93.34	S/. 212.70	S/. 358.24	S/. 535.38
CATERPILLAR 966	S/. 104.12	S/. 186.26	S/. 357.47	S/. 638.04
HYSTER 14	S/. 84.91	S/. 362.01	S/. 443.56	S/. 691.61
CATERPILLAR 769C	S/. 161.33	S/. 243.52	S/. 835.64	S/. 939.69
MAN 2	S/. 60.81	S/. 116.65	Sl. 157.18	S/. 251.91
VOLVO	S/. 62.53	S/. 140.34	S/. 213.25	S/. 309.94

Fuente: Elaboración propia

Resumen mensual

Se presenta el resumen mensual, en el caso que a todas las máquinas se les tuviera que realizar un mantenimiento de 2000 horas.

Tabla 13: Costo mensual del plan de mantenimiento

MES MARZO 2019			TOTAL, DIA
01.03.2020	489.52	700.24	1,189.76
02.03.2020	1,049.66	1,165.70	2,215.36
03.03.2020	1,012.02		1,012.02
04.03.2020	1,049.66	269.64	1,319.30
05.03.2020			
06.03.2020			
07.03.2020	1,012.02	269.64	1,281.65
08.03.2020	1,012.02	269.64	1,281.65
09.03.2020	1,049.66	1,408.13	2,457.80
10.03.2020	1,012.02		1,012.02
11.03.2020	1,049.66	266.10	1,315.77
12.03.2020	1,049.66		1,049.66
13.03.2020			
14.03.2020	1,012.02		1,012.02
15.03.2020	1,012.02		1,012.02
16.03.2020	640.37	1,165.70	1,806.07
17.03.2020	1,012.02		1,012.02
18.03.2020	638.04	691.61	1,329.65
19.03.2020	535.38		535.38
20.03.2020			
21.03.2020	939.69	691.61	1,631.30
22.03.2020	939.69	251.91	1,191.60
23.03.2020	1,012.20	1,408.13	2,420.15
24.03.2020			
25.03.2020	939.69	309.94	1,249.63
26.03.2020			
27.03.2020			
28.03.2020	1,049.66		1,049.66
29.03.2020	1,049.66		1,049.66
30.03.2020	1,012.02	1,164.70	2,177.71
Total	21,578.18	10,033.67	31,611.85
		Total	S/. 31,611.85

Fuente: Elaboración propia

Lo cierto es que este costo de S/. 31.611,85, es el caso extremo, pues en la práctica, los servicios programados se realizan según el horómetro de las máquinas, pudiendo ser estas de los tipos de 250 horas, 500 horas, 1000 horas o 1200 horas.

Tabla 14: Tabla de tarifas y precios utilizados en los cálculos

Descripción	Precio
Salarios mecánicos	S/. 102.11 / 8 horas
Verkol, VERKOPLUS - SHPD SAE 15W40	S/. 0.96/litro
Caterpillar, DEO CI-4/ECF-1 15W-40	S/. 1.54/ litro
Verkol, VESTA TO-4 SAE 30/50	S/. 1.29/litro
- Verkol, VESTA HLP ISO-VG 32	S/. 0.66/litro
Verkol, RESFLUID HFDU ISO VG68	S/. 1.95/litro
Verkol, GT-7 SAE 80W90	S/. 1.23/litro
Verkol, VESTA TD-2	S/. 1.16/litro
Verkol, FKE o Móvil, Mobifluid 422	S/. 2.00/litro
Grasa	S/. 1.20/litro
_Refrigerante	S/ 0.50/litro
Líquido de frenos	S/. 2.20/litro

Fuente: Elaboración propia

Nota: los precios de los filtros se colocan en cada casilla de la máquina correspondiente por ser muy numerosos.

Análisis Económico

Después de llevar a cabo las respectivas verificaciones del estado de las máquinas de la Empresa Harsco Metals Perú S.A., antes y después del primer año de la implantación del plan de mantenimiento; se pudo elaborar un Cuadro de Análisis de Resultado del Estado de las Máquinas y Equipos Críticos (); estos últimos, se determinaron por la continuidad de sus averías, por diferentes fallas, por el alto costo de sus repuestos y por el grado de responsabilidad en la cadena de producción; ya que cuando era necesaria su utilización, la

empresa se veía en la necesidad de alquilar una máquina de las mismas características para cumplir con el cliente, si no lo hacía, debería pagar una fuerte indemnización por los perjuicios ocasionados a terceros, porque se detendría que parar la cadena de producción o por el transporte no realizado. Al Implantar el Plan de Mantenimiento; trajo consigo el aumento de la disponibilidad de la maquinaria de la empresa Harsco Metals Perú S.A. ya que ha dejado de momento de alquilar maquinarias de terceros, para cumplir con sus contratos firmados, por lo que, lo hace con sus propias maquinarias y esto repercute directamente en la disminución de costos.

Respecto a las horas de trabajo de los mecánicos en la empresa, ha disminuido notablemente, ya que al haber un 8 % menos maquinarias en el taller, tal como lo muestra el cuadro de Análisis de Resultado del Estado de las Máquinas, ya no es necesario contratar personal externo para les reparaciones urgentes, en especial para aquellos equipos críticos que necesitaban ser reparadas, se alcanza a realizar todo el mantenimiento y reparación de la flota con los mecánicos de la plantilla fija.

Tabla 15: Análisis de resultado del estado de la flota de vehículos

	Maquinaria	Estado Antes del Plan de Mantenimiento	Estado Después del Plan de Mantenimiento
1	CAT 769C — 1	No Operativa	Operativa
2	CAT 769C — 2	Taller	Operativa
3	CAT 769C — 3	Operativa	Operativa
4	CAT 769C — 4	Operativa	Taller
5	Komatsu	Taller	Operativa
6	CAT 938F	Operativa	Operativa
7	CAT 950G	Operativa	Operativa
8	CAT 966D - 1	No Operativa	Operativa
9	CAT 966G — 2	Operativa	Operativa
10	CAT 980G - 1	No Operativa	No Operativa
11	CAT 980G - 2	No Operativa	Operativa
12	CAT 980G - 3	No Operativa	Operativa
13	CAT 980G - 4	Taller	Operativa
14	CAT 980G - 5	Operativa	Operativa

15	CAT 980G - 6	Operativa	Taller
16	CAT 980G - 7	Taller	Operativa
17	Gradall — 1	Operativa	Operativa
18	Gradall — 2	No Operativa	Operativa
19	Leonardo	Operativa	Operativa
20	Hyster — 1	Operativa	Operativa
21	Hyster — 2	Taller	Operativa
22	Hyster — 3	Operativa	Operativa

23	Hyster 14 – 1	Operativa	Operativa
24	Hyster 14 – 2	Taller	Operativa
25	Iveco	Operativa	Operativa
26	Kirow — 1	Operativa	Taller
27	Kirow — 2	Operativa	Operativa
28	Liebherr 902 – 1	Operativa	Operativa
29	Liebherr 932 – 11	No Operativa	Operativa
30	Liebherr 932 - 2 _	Operativa	Operativa
31	Liebherr 932 – 3	Operativa	Operativa
32	Liebherr 932 – 4	Operativa	Taller
33	Liebherr 932 – 5	Taller	Operativa
34	Liebherr 934 — 1	Operativa	Operativa
35	Liebherr 934 — 2	Operativa	Operativa
36	Liebherr 934 — 3	Operativa	Operativa
37	MiniCase – 1	Taller	Operativa
38	MiniCase – 2	Operativa	Taller
39	MiniCase – 3	Operativa	Operativa
40	Manitowoc	Operativa	Operativa
41	Laron	Operativa	Operativa
42	Dodge	No Operativa	Operativa
43	Tractor regidor	Operativa	Operativa
44	Volvo	Taller	Operativa
45	O&K	Operativa	Taller
46	MAN —1	Operativa	Operativa
47	MAN —2	Taller	Operativa
48	Citroën Berlingo	Operativa	Operativa
49	Suzuki Samurai	Operativa	Operativa
50	Nissan Patrol	Operativa	Operativa

Tabla 16: Análisis porcentual de resultado del estado de los vehículos

ESTADO	% ANTES DEL PROG. DE MANTENIMIENTO	% DESPUES DEL PROG. DE MANTENIMIENTO	VARIACIÓN
OPERATIVA	64%	86%	22%
NO OPERATIVA	16%	2%	-14%
EN TALLER	20%	12%	8%

7.2 Calendario de actividades y recursos

A continuación se presenta el cronograma de implantación del Plan de Mantenimiento preventivo.

Tabla 17: Calendario del Implantación del Plan de Mantenimiento Preventivo

PROGRAMA DE IMPLANTACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO		MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
1	CREAR PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE TODOS LOS EQUIPOS						
2	FORMACION EQUIPOS PRINCIPALES						
3	INICIO Y SUPERVISION DEL PROGRAMA IMPLANTADO						
4	FORMACIÓN EQUIPOS SECUNDARIOS						
5	INICIO Y SUPERVISION DEL PROGRAMA IMPLANTADO						

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Conclusiones

- Se diseñó e implementó un plan de mantenimiento que logró aumentar la productividad de la flota de vehículos de la empresa Harsco Metals Perú S.A.
- Se identificó, diseñó e implementó el tipo de plan llamado mantenimiento preventivo.

Se logró recuperar la disponibilidad de los vehículos en un 22%. A la luz de un análisis de costo, el plan de mantenimiento preventivo aumentó los costos en materia de mantenimiento, pero entendiendo el mantenimiento preventivo como parte del proceso de producción podremos ver que los gastos de mantenimiento contribuyeron en el aumento significativo de la productividad de los equipos.

- Se estableció un plan integral de capacitación para el personal técnico se encuentre capacitado para gestionar un plan de mantenimiento de la flota de vehículos de la empresa.

Luego de realizarse el curso de mantenimiento preventivo y los programas de entrenamiento para mecánicos y operadores se notó en el campo el desenvolvimiento de lo aprendido, además de crearse dentro del taller una buena comunicación, mecánicos especialistas por máquinas y averías.

En el análisis de los registros de falla (estadísticas), generados a partir de las órdenes de trabajo, puede llegar a ser tedioso y extenso si no se cuenta con un sistema de codificación de fallas o al menos con una estandarización de términos usados para referirse a estas, lo que se consigue gracias al entrenamiento y constante capacitación.

8.2 Recomendaciones

- No obstante que ya se cuenta con personal calificado para realizar eficientemente un plan de mantenimiento preventivo es necesario que la capacitación y entrenamiento sea constante.
- Se debe planificar la incorporación de nuevos técnicos al staff de personal de la empresa. La empresa cuenta con técnicos de avanzada edad lo que puede representar un peligro sino se planifica la llegada de nuevo personal.
- Construir una cultura de prevención en toda la empresa.
- Mantener una buena comunicación entre las áreas de Producción, Mantenimiento y Administración para coordinar las diferentes actividades de mantenimiento, sin afectar la cadena de producción de la empresa a la cual se le presta el servicio.
- Una gestión del mantenimiento preventivo debe ser monitoreada constantemente, para que se mantenga un proceso de mejora continua; y, así alcanzar las metas y objetivos planteados y cuantificar los beneficios obtenidos.

Referencia y Bibliográficas

- REYNA (2011) Historia el Mantenimiento. Informe presentado en la Universidad de Laredo. México
- Puig (2013). Historia del Mantenimiento Industrial. Informe presentado en la Universidad de Lleida. España.
- TORRES (2016). Mantenimiento su Implementación y Gestión. Editorial Universal. Argentina.
- Prando. (2017). Manual de Gestión de Mantenimiento a la Medida. Editorial Piedra Santa. Guatemala.
- Pascual (2015). Gestión Moderna del Mantenimiento. Universidad de Chile. Chile.
- Cervo y Bervian. (2016). Mantenimiento Preventivo. Ediciones Santa Cruz. México.
- Maldonado. (1018). Propuesta de un Plan de Mantenimiento para maquinaria pesada de la Empresa Minera Dynasty Mining del cantón Portovelo. Ecuador.
- CATERPILLAR AMERICA COMPANY (2019). Manual de Mantenimiento 980G. Estados Unidos de Norteamérica.
- TECSUP (2018). Diseño Plan de Mantenimiento. Series maquinaria pesada.
- TECSUP (2018). Mantenimiento maquinaria pesada. Series maquinaria pesada.
- TECSUP (2018) Gestión de mantenimiento en maquinaria pesada. Series maquinaria pesada.
- Guadalupe (2019). Mantenimiento preventivo. Recuperado de:
<http://www.mantenimientoplanificado.com/j.Guadalupe>
- TECSUP (2018). Lubricación en maquinaria pesada. Series maquinaria pesada.

ANEXOS

Anexo 1: Presupuesto por modelo de equipo

LIEBHERR 902 .932 .934				
Descripción	Nro./Tipo	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Aceite Motor	SAE 15W40	23.0	1.54	35.42
Filtro aceite motor	P553771	2.0	6.06	12.12
Filtro Gasoil Primario	P550588	1.0	6.17	6.17
Filtro Gasoil Secundario	P558000	1.0	12.29	12.29
Grasa	EP - 2	3.0	1.20	3.60
Mano de Obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.05
Total Servicio de 250 horas				S/. 120.65
Filtro de aire Exterior	P181137	1.0	27.89	27.89
Filtro de Aire Interior	P776697	1.0	16.16	16.16
Aceite giro	80W90	63.8	1.23	78.474
Filtro de Agua	P554072	1.0	12.05	12.05
Filtro hidráulico presión	P173482	1.0	176.8	176.8
Filtro dirección giro	P173190	1.0	36.31	36.31
Mano de obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.055
Total Servicio de 500 horas				S/. 519.39
Filtro transmisión presión	NFHY 13010	1.0	15.32	15.32
Mano de obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.05
Total Servicio de 1000 horas				S/. 585.76
Aceite Hidráulico	SAE 15W40	370	0.96	355.20
Otros 1 Refrigerante	-	40	0.5	20.00
Mano de Obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.05
Total Servicio de 2000 horas				S/. 1,012.02

O&K				
Descripción	Nro./Tipo	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Aceite Motor	SAE 15W40	22.0	1.54	33.88
Filtro aceite motor	P553771	1.0	6.06	6.06
Grasa	EP - 2	3.0	1.20	3.60
Mano de Obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.05
Total Servicio de 250 horas				S/. 94.59
Filtro Gasoil Primario	P5533004	1.0	3.76	3.76
Filtro hidráulico presión	P172464	1.0	22.50	22.5
Filtro transmisión presión	NM1236	1.0	25.00	25
Mano de obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.05
Total Servicio de 500 horas				S/. 196.90
Filtro de Aire Exterior	P181137	1.0	27.89	27.89
Filtro de Aire Interior	P776697	1.0	16.16	16.16
Mano de obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.05
Total Servicio de 1000 horas				S/. 292.00
Aceite Hidráulico	HLP 32	125	0.66	82.50
Aceite Transmisión	80W90	40	1.23	49.20
Aceite Diferencial Mandos Fin	80W90	12	1.23	14.76
Mano de Obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.05
Total, Servicio de 2000 horas				S/. 489.51

Manitowoc				
Descripción	Nro./Tipo	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Aceite Motor	SAE 15W40	45.0	1.54	69.30
Filtro aceite motor	P554005	2.0	13.59	27.18
		1		
Grasa	EP - 2	0.0	1.20	12.00
Mano de Obra	2mec * 2 horas	0.8	102.11	76.58
Total Servicio de 250 horas				S/. 185.06
Filtro Gasoil Primario	P55172	1.0	9.06	9.06
Filtro de Agua	P554073	1.0	10.20	10.2
Filtro transmisión presión	P555680	1.0	4.23	4.23
Mano de obra	2mec * 2 horas	0.8	102.11	76.58
Total Servicio de 500 horas				S/. 285.13
Filtro de Aire Exterior	P181049	1.0	56.72	56.72
Filtro de Aire Interior	P116446	1.0	25.47	25.47
Mano de obra	2mec * 2 horas	0.8	102.11	76.58
Total Servicio de 1000 horas				S/. 443.90
Aceite Hidráulico	VESTA TD2	125.0	1.16	145.00
Aceite Transmisión	80W90	12.0	1.23	14.76
Otros 1 Refrigerante		40.0	0.5	20.00
Mano de Obra	2mec * 2 horas	0.8	102.11	76.58
Total, Servicio de 2000 horas				S/. 700.24

CARTEPILLAR 980G				
Descripción	Nro./Tipo	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Aceite Motor	SAE 15W40	34.0	1.54	52.36
Filtro aceite motor	P554005	1.0	13.59	13.59
Grasa	EP - 2	3.0	1.20	3.60
Mano de Obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.05
Total Servicio de 250 horas				S/. 120.60
Filtro transmisión presión	P165238	1.0	37.20	37.20
Filtro Hidráulico presión	P555461	4.0	9.77	39.08
Filtro Gasoil Primario	P551311	1.0	15.59	15.59
Mano de obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.05
Total Servicio de 500 horas				S/. 263.52
Aceite Transmisión	SEA 50	62.0	1.29	79.98
Filtro de Aire Exterior	P532505	1.0	42	42
Filtro de Aire Interior	P532506	1.0	31.84	31.84
Mano de obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.05
Total Servicio de 1000 horas				S/. 468.39
Aceite Hidráulico	RESFLUID	125.0	1.95	243.75
Aceite Mandos Finales Difiere	SAE 50	174.0	1.29	224.46
Otros (Filtro aire acondicionado)	NF46128	1.0	21.5	21.50
Otros 1 Refrigerante	-	81.0	0.5	40.50
Mano de Obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.05
Total Servicio de 2000 horas				S/. 1,049.65

Hyster 7				
Descripción	Nro./Tipo	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Aceite Motor	SAE 15W40	8.0	1.54	12.32
Filtro aceite motor	P550008	1.0	3.80	3.80
Grasa	EP - 2	2.0	1.20	2.40
Mano de Obra	2mec * 2 horas	0.3	102.11	25.53
Total Servicio de 250 horas				S/. 44.05
Filtro Gasoil Primario	P550588	1.0	6.17	6.17
Filtro Hidráulico presión	P163447	1.0	52.35	52.35
Filtro transmisión presión	P551327	1.0	12.59	12.59
Mano de obra	2mec * 2 horas	0.3	102.11	25.53
Total Servicio de 500 horas				S/. 140.69
Aceite Transmisión	HLP32	15.1	0.66	9.97
Filtro de Aire Exterior	P181052	1.0	11.6	11.6
Mano de obra	2mec * 2 horas	0.3	102.11	25.53
Total Servicio de 1000 horas				S/. 187.79
Aceite Hidráulico	HLP32	49.7	0.66	32.80
Aceite Mandos Finales Difere	80W90	12.1	1.23	14.88
Otros 1 Refrigerante	-	15.1	0.5	7.55
Otros 2 (líquido de frenos)	-	0.5	2.2	1.10
Mano de Obra	2mec * 2 horas	0.3	102.11	25.53
Total Servicio de 2000 horas				S/. 269.65

irow 1				
Descripción	Nro./Tipo	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Aceite Motor	SAE 15W40	25.0	1.54	38.50
Filtro aceite motor	P550523	1.0	13.73	13.73
Filtro Gasoil Primario	P551315	1.0	9.98	9.98
Filtro Gasoil Secundario	R120T	1.0	38.81	38.81
Grasa	EP - 2	6.0	1.00	6.00
Mano de Obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.05
Total Servicio de 250 horas				S/. 158.07
Aceite Mandos Finales	SAE 80W90	1.0	6.17	69.50
Filtro de Aire Exterior	P532501	1.0	52.35	31.05
Mano de obra	2mec * 2 horas	0.3	102.11	51.05
Total Servicio de 500 horas				S/. 309.67
Secador	P787466	15.1	0.66	47.26
Filtro de Aire Interior	P532502	1.0	11.6	20.47
Mano de obra	2mec * 2 horas	0.3	102.11	51.05
Total Servicio de 1000 horas				S/. 428.45
Filtro Hidráulico presión	P165877	49.7	0.66	33.19
Filtro dirección	0160D010BH3HC	12.1	1.23	102.50
Aceite Hidráulico	HLP 32	15.1	0.5	528.00
Otros 1 (refrigerante)	-	0.5	2.2	22.50
Mano de Obra	2mec * 2 horas	0.3	102.11	51.05
Total Servicio de 2000 horas				S/. 1,165.69

Kirow 2				
Descripción	Nro./Tipo	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Aceite Motor	SAE 15W40	30.0	1.54	46.20
Filtro aceite motor	P554005	1.0	13.59	13.59
Filtro Gasoil Primario	P551315	1.0	12.23	12.23
Filtro Gasoil Secundario	R120T	1.0	38.81	38.81
Grasa	EP - 2	6.0	1.20	7.20
Mano de Obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.05
Total Servicio de 250 horas				S/. 169.08
Filtro de Aire Exterior	P9777871	1.0	15.00	15.00
Aceite Transmisión	HLP 32	59.0	0.66	38.94
Filtro Transmisión	P165705	LO	74.00	74.00
Aceite Planetarios	SAE 80W90	292.0	1.20	350.40
Filtro separador de agua	P554072	1.0	12.05	12.05
Mano de Obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.05
Total Servicio de 500 horas				S/. 710.52
Filtro de Aire Interior	P777875	1.0	15	15
Mano de obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.05
Total Servicio de 1000 horas				S/. 776.57
Filtro Hidráulico presión	P167830	1.0	87	87.00
Filtro Hidráulico retorno	P174793	1.0	15	15.00
Aceite Hidráulico	HLP 32	500.0	0.66	330.00
Aceite Frenos	Vesta FkE	63.0	2	126.00
Otros 1 (refrigerante)	¡VALOR!	45.0	0.5	22.50
Mano de Obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.05
Total Servicio de 2000 horas				S/. 1,408.12

Mini Case				
Descripción	Nro./Tipo	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Aceite Motor	SAE 15W40	10.4	1.54	16.02
Filtro aceite motor	P558616	1.0	4.39	4.39
Grasa	EP - 2	3.0	1.20	3.60
Mano de Obra	Imec * 2 horas	0.3	102.11	25.53
Total Servicio de 250 horas				S/. 49.54
Filtro Gasoil Primario	P550440	1.0	6.78	6.78
Filtro Hidráulico presión	P163434	1.0	32.26	32.26
Aceite Mandos Finales	80W90	15.2	1.23	18.70
Mano de Obra	Imec * 2 horas	0.3	102.11	25.53
Total Servicio de 500 horas				S/. 132.81
Filtro de Aire Exterior	P182062	1.0	18.2	18.2
Filtro de Aire Interior	P119539	1.0	14.82	14.82
Aceite Hidráulico	HLP 32	62.4	0.66	41.18
Mano de obra	1mec * 2 horas	0.3	102.11	25.53
Total Servicio de 1000 horas				S/. 232.54
Otros 1 (refrigerante)	-	16.1	0.5	8.05
Mano de Obra	Imec * 2 horas	0.3	102.11	25.53
Total Servicio de 2000 horas				S/. 266.12

CARTEPILLAR 950G				
Descripción	Nro./Tipo	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Aceite Motor	SAE 15W40	30.0	1.54	46.20
Filtro aceite motor	P554004	1.0	6.95	6.95
Grasa	EP - 2	2.5	1.20	3.00
Mano de Obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.05
Total Servicio de 250 horas				S/. 107.20
Filtro transmisión presión	P164378	1.0	28.79	28.79
Filtro hidráulico presión	P164384	1.0	31.18	31.18
Filtro Gasoil Primario	P551315	1.0	12.23	12.23
Filtro Gasoil Secundario	33169	1.0	17.58	17.58
Otros (gasoil)	P551312	1.0	15.12	15.12
Mano de Obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.05
Total Servicio de 500 horas				S/. 263.15
Aceite transmisión	SAE 50	34.0	1.29	43.86
Filtro de Aire Exterior	P532501	1.0	31.77	31.77
Filtro de Aire Interior	P532502	1.0	24.02	24.02
Mano de obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.05
Total Servicio de 1000 horas				S/. 413.85
Aceite Hidráulico	HLP 32	88.0	0.66	58.08
Aceite Mandos Finales Difiere	SAE 50	72.0	1.29	92.88
Otros 1 (refrigerante)		49.0	0.5	24.50
Mano de Obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.05
Total Servicio de 2000 horas				S/. 640.36

CARTEPILLAR 938F				
Descripción	Nro./Tipo	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Aceite Motor	SAE 15W40	21.0	1.54	32.34
Filtro aceite motor	P554004	1.0	6.95	6.95
Grasa	EP - 2	2.5	1.20	3.00
Mano de Obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.05
Total Servicio de 250 horas				S/. 93.34
Filtro transmisión presión	P164378	1.0	31.18	31.18
Filtro hidráulico presión	P555461	1.0	9.77	9.77
Filtro Gasoil Primario	P551315	1.0	12.23	12.23
Otros (gasoil)	P551312	1.0	15.12	15.12
Mano de Obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.05
Total Servicio de 500 horas				S/. 212.69
Aceite transmisión	SAE 50	30.0	1.29	38.7
Filtro de Aire Exterior	P532501	1.0	31.77	31.77
Filtro de Aire Interior	P532502	1.0	24.02	24.02
Mano de obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.05
Total Servicio de 1000 horas				S/. 358.23
Aceite Hidráulico	HLP 32	55.0	0.66	36.30
Aceite Mandos Finales Difiere	SAE 50	51.0	1.29	65.79
Otros 1 (refrigerante)		48.0	0.5	24.00
Mano de Obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.05
Total Servicio de 2000 horas				S/. 535.37

CARTEPILLAR 966				
Descripción	Nro./Tipo	Cantidad	Precio Unitario	Precio Tot U
Aceite Motor	SAE 15W40	28.0	1.54	43.12
Filtro aceite motor	P554004	1.0	6.95	6.95
Grasa	EP-2	2.5	1.20	3.00
Mano de Obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.05
Total Servicio de 250 horas				S/ 104.12
Filtro Gasoil Primario	P557440	1.0	15.00	15.00
Filtro hidráulico presión	P555461	1.0	9.77	9.77
Filtro transmisión presión	P559740	1.0	6.31	6.31
Mano de Obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.05
Total Servicio de 500 horas				8/18G'25
Filtro de Aire Exterior	P181104	1.0	15	15
Filtro de Aire Interior	P158669	1.0	29.05	29.05
Aceite transmisión	SAE 50	59.0	1.29	76.11
Mano de obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.05
Total Servicio de 1000 horas				S/. 357.46
Aceite Hidráulico	HLP 32	55.0	0.66	92.40
Aceite Mandos Finales Difiere	SAE 50	51.0	1.23	115.62
Otros 1 (refrigerante)		48.0	0.5	21.50
Mano de Obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.05
Total Servicio de 2000 horas				S/'63M'O3

Hyster 14				
Descripción	Nro./Tipo	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Aceite Motor	SAE 15W40	15.1	1.54	23.25
Filtro aceite motor	P550008	2.0	3.80	7.60
Grasa	EP - 2	2.5	1.20	3.00
Mano de Obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.05
Total Servicio de 250 horas				S/. 84.90
Filtro Gasoil Primario	P550588	2.0	6.17	12.34
Filtro hidráulico presión	R020BN3HC	1.0	178.00	178.00
Filtro transmisión presión	P550701	1.0	20.71	20.71
Filtro Dirección	8504241	1.0	15.00	15.00
Mano de Obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.05
Total Servicio de 500 horas				S/. 362.00
Filtro de Aire Exterior	P777638	1.0	30.5	30.5
Mano de obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.05
Total Servicio de 1000 horas				S/. 443.55
Aceite Hidráulico	HLP 32	139.0	0.66	91.74
Aceite Mandos Finales Difiere	80W90	75.0	1.23	92.25
Otros 1 (refrigerante)	-	26.0	0.5	13.00
Mano de Obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.05
Total Servicio de 2000 horas				S/. 691.59

Caterpillar 769C				
Descripción	Nro./Tipo	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Aceite Motor	SAE 15W40	45.0	1.54	69.30
Filtro aceite motor	P554005	2.0	13.59	27.18
Filtro Agua	P554073	1.0	10.20	10.20
Grasa	EP - 2	3.0	1.20	3.60
Mano de Obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.05
Total Servicio de 250 horas				S/. 161.33
Filtro Dirección	P556064	1.0	7.88	7.88
Filtro Gasoil Primario	P551712	1.0	9.06	9.06
Filtro hidráulico presión	P556064	1.0	7.88	7.88
Filtro freno	P559740	1.0	6.31	6.31
Mano de Obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.05
Total Servicio de 500 horas				S/. 243.51
Aceite transmisión	SAE 50	80.0	1.29	103.2
Aceite Hidráulico	HLP32	274.0	0.66	180.84
Aceite Mandos Finales Difiere	80W90	88.9	1.23	109.35
Filtro de Aire Exterior	P532505	2.0	42	84
Filtro de Aire Interior	P532506	2.0	31.84	63.68
Mano de obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.05
Total Servicio de 1000 horas				S/. 835.63
Otros 1 (refrigerante)	-	106.0	0.5	53.00
Mano de Obra	2mec * 2 horas	0.5	102.11	51.05
Total Servicio de 2000 horas				S/. 939.68

MAN 2				
Descripción	Nro./Tipo	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Aceite Motor	SAE 15W40	12.0	1.54	18.48
Filtro aceite motor	P550041	1.0	15.00	15.00
Grasa	EP - 2	1.5	1.20	1.80
Mano de Obra	1mec * 2 horas	0.3	102.11	25.53
Total Servicio de 250 horas				S/. 60.81
Filtro Gasoil Primario	P550588	1.0	5.09	5.09
Filtro Hidráulico	hjk1245	1.0	12.45	12.45
Filtro transmisión	jku5655	1.0	12.78	12.78
Mano de Obra	1mec * 2 horas	0.3	102.11	25.53
Total Servicio de 500 horas				S/. 116.66
Filtro Aire Exterior	P771558	1.0	15	15
Mano de obra	1mec * 2 horas	0.3	102.11	25.53
Total Servicio de 1000 horas				S/. 157.19
Aceite Hidráulico	HLP32	30.0	0.66	19.80
Aceite transmisión	80W90	18.0	1.23	22.14
Aceite Mandos Finales Difiere	80W90	12.0	1.23	14.76
Otros 1 (refrigerante)	-	25.0	0.5	12.50
Mano de Obra	1mec * 2 horas	0.3	102.11	25.53
Total Servicio de 2000 horas				S/. 251.92

Volvo				
Descripción	Nro./Tipo	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Aceite Motor	SAE 15W40	13.0	1.54	20.02
Filtro aceite motor	P553191	2.0	7.59	15.18
Grasa	EP - 2	1.5	1.20	1.80
Mano de Obra	imec * 2 horas	0.3	102.11	25.53
Total Servicio de 250 horas				S/. 62.53
Filtro Gasoil Primario	P553004	2.0	3.76	7.52
Filtro de Agua	P552096	1.0	15.41	15.41
Filtro Hidráulico	nm1254	1.0	13.47	13.47
Filtro transmisión	nm1255	1.0	15.89	15.89
Mano de Obra	Imec * 2 horas	0.3	102.11	25.53
Total Servicio de 500 horas				S/. 140.35
Filtro Aire Exterior	P777105	1.0	47.38	47.38
Mano de obra	Imec * 2 horas	0.3	102.11	25.53
Total Servicio de 1000 horas				S/. 213.26
Aceite Hidráulico	HLP32	30.0	0.66	19.80
Aceite transmisión	80W90	20.0	1.23	24.60
Aceite Mandos Finales Difiere	80W90	12.0	1.23	14.76
Otros 1 (refrigerante)	-	24.0	0.5	12.00
Mano de Obra	Imec * 2 horas	0.3	102.11	25.53
Total Servicio de 2000 horas				S/. 309.95