



**Facultad de Ingeniería y Computación  
Escuela Profesional de Ingeniería Industrial**

**“Análisis de Gestión Logística de Mantenimiento en  
Empresas de Maquinaria Pesada que Realizan  
Movimiento de Tierras, Para el Desarrollo de una  
Política de Mantenimiento Basada en La  
Confiabilidad”**

**Presentado por**

**Carla Teresa Llerena Butrón**

**Para optar el Grado Académico de Bachiller en:**

**INGENIERIA INDUSTRIAL**

**Asesor: Mg. Cristina del Rocío Tejada Barreda**

**Arequipa, agosto del 2019**

## **TITULO**

**“ANALISIS DE GESTION LOGISTICA DE MANTENIMIENTO EN EMPRESAS DE MAQUINARIA PESADA QUE REALIZAN MOVIMIENTO DE TIERRAS, PARA EL DESARROLLO DE UNA POLITICA DE MANTENIMIENTO BASADA EN LA CONFIABILIDAD”**

**“ANALYSIS OF LOGISTICS MANAGEMENT OF MAINTENANCE IN COMPANIES OF HEAVY MACHINERY THA CARRY OUT MOVEMENT OF LAND, FOR THE DEVELOPMENT OF A MAINTENANCE POLICY CENTRED ON REALIABILITY”**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado a mi familia, que siempre me brindó su apoyo para concluir esta etapa tan importante. A mi padre, a mi madre, a mi hermano y en especial a mi hijo Mikael, son el motor y motivo de que siga cumpliendo mis metas marcadas.

## **AGRADECIMIENTO**

Ante todo, a dios, que me dio fuerza e ilumino mi camino para completar esta etapa. a mi familia que siempre estuve presente, a mi mejor amiga por sus palabras de aliento y a mis docentes por todos sus conocimientos brindados.

## **RESUMEN**

El PBI en el sector construcción tuvo un aumento en los últimos dos años. Ver figura 1, lo que llevo a que más empresas incursionen en este rubro, brindando el servicio de movimiento de tierras y alquiler de maquinaria pesada. Esto tuvo como consecuencia la búsqueda de mejora de servicio y la calidad de equipos, teniéndolos siempre en condiciones operativas y disponibles para la demanda.

En el presente trabajo se realizó la investigación y análisis de la gestión logística de mantenimiento, orientado a empresas que realizan el servicio de movimiento de tierras, alquiler y venta de maquinaria pesada, enfocándolo en el desarrollo de una política de mantenimiento centrado en la confiabilidad.

Se planteó como objetivos la identificación de los principales mantenimientos que se deberían realizar en los equipos, la relación directa entre el área logística, en especial la logística de almacenes y el área de mantenimiento.

Se investigó todos los conceptos relacionados al mantenimiento centrado en la confiabilidad, para comprobar si factible que una organización trabaje bajo esta política.

Por último, se concluyó con el análisis de los resultados, explicando cuales son los beneficios que trae el estudio de estas teorías y porque es necesario que lo apliquen las diferentes empresas que se desarrollan en este rubro.

### **PALBRAS CLAVES**

Logística de Mantenimiento

Mantenimiento basado en la Confiabilidad

Planes de mantenimiento.

Maquinaria pesada.

## **ABSTRACT**

The PBI in the construction sector had an increase in the last two years. See figure 1, which led to more companies entering this area, providing the service of land movements and rental of heavy machinery. This resulted in the search for service improvement and equipment quality, always having them in operational conditions and available for demand.

In this work, the investigation and analysis of the maintenance logistics management was conducted, aimed at companies that perform the service of land movements, rental and sale of heavy machinery, focusing it on the development of a maintenance policy focused on reliability.

The objectives were the identification of the main maintenance that should be performed on the equipment, the direct relationship between the logistics area, especially warehouse logistics and the maintenance area.

All concepts related to maintenance focused on reliability were investigated to see if it is feasible for an organization to work under this policy.

Finally, it was concluded with the analysis of the results, explaining what are the benefits that the study of these theories brings and why it is necessary that the different companies that develop in this area apply it.

## **KEYWORDS**

Maintenance Logistics

Reliability Centred Maintenance

Maintenance plans

Heavy machinery

## INDICE

TITULO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

PALBRAS CLAVES

ABSTRACT

KEYWORDS

INTRODUCCION

CAPITULO 1 .....	1
PLANTEAMIENTO TEORICO .....	1
1.1 Definición del Problema.....	1
1.2 Formulación del Problema .....	6
1.3 Sistematización del Problema .....	6
1.4 Objetivos.....	6
1.4.1 Objetivos Generales. ....	6
1.4.2 Objetivos Específicos. ....	6
1.5 Justificación.....	7
1.5.1 Conveniencia. ....	7
1.5.2 Justificación Teórica. ....	8
1.5.3 Justificación Metodológica. ....	9
1.5.4 Justificación Practica. ....	9
1.6 Delimitaciones .....	10
1.6.1 Delimitación temporal.....	10
1.6.2 Delimitación Temática. ....	10
CAPITULO 2 .....	11
REFERENCIAL TEORICO .....	11
2.1 Antecedentes de la Investigación .....	11
2.2 Marco de Referencia Conceptual .....	13
2.2.1 Logística de Mantenimiento. ....	13
2.2.2 Gestión de Almacenes. ....	17
2.2.3 Gestión de Stock.....	19
2.2.4 Gestión de Mantenimiento.....	21
2.2.5 Tipos de mantenimiento.....	22

2.2.6	Planes de mantenimiento.	27
2.2.7	Políticas de Mantenimiento.	28
2.2.8	Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.	28
2.3	Hipótesis	35
CAPITULO 3		35
METODO DE INVESTIGACION		35
3.1	Diseño de la Investigación	35
3.2	Tipo de Investigación	35
3.3	Métodos de Investigación	37
3.4	Levantamiento de Datos	37
3.5	Matriz de Consistencia	39
CAPITULO 4:		40
ANALISIS DE LOS RESULTADOS		40
CAPITULO 5:		42
CONCLUSIONES		42
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		44

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	<i>PBI Global y PBI de la Construcción: 2014-2018, INEI (2019)</i>	1
FIGURA 2.	<i>Evolución de las expectativas sobre la variación del nivel de operación de las empresas del sector construcción en el año 2019, respecto al 2008 (%), Encuesta de expectativas del IEC CAPECO (2019)</i>	2
FIGURA 3	<i>organigrama del proceso vehicular de un TALLER. MÉXICO, gestión logística de mantenimiento de vehículos (2012)</i>	14
FIGURA 4	<i>organigrama del proceso vehicular de un TALLER. MÉXICO, gestión logística de mantenimiento de vehículos (2012)</i>	15
FIGURA 5.	<i>Proceso de la Gestión de almacenes. Gestipolis. (2016)</i>	18
FIGURA 6.	<i>Proceso de gestión de Stock. Logística integral 2da edición 2011</i>	19
FIGURA 7.	<i>Ciclo dinámico de la gestión de mantenimiento, Gestión del mantenimiento asistido por computadora. (2003)</i>	22
FIGURA 8.	<i>tipos de mantenimiento, iso 14224: 2016</i>	26
FIGURA 9	<i>Bien conservable, Mantenimiento centrado en la confiabilidad, (1997)</i>	30
FIGURA 10.	<i>Ejemplo de fallas funcionales de una bomba, Mantenimiento centrado en la confiabilidad, Barrientos J.</i>	32
FIGURA 11.	<i>Diferentes visiones sobre una falla, Mantenimiento centrado en la confiabilidad, Moubray J.(1997)</i>	33

## **LISTA DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b>	<b>Relación de obras de movimiento de tierras a desarrollar hasta agosto (2019)...</b>	<b>4</b>
<b>Tabla 2</b>	<b>Relación de equipos movimiento de tierras(2019) .....</b>	<b>5</b>
<b>Tabla 3</b>	<b>Principales empresas en Arequipa que realizan movimiento de tierras (2019) ...</b>	<b>8</b>
<b>Tabla 4</b>	<b>Plan de mantenimiento preventivo de maquinaria pesada para movimientos de tierra(2016).....</b>	<b>24</b>
<b>Tabla 5</b>	<b>Propósito y valor de los diferentes alcances de las investigaciones .....</b>	<b>37</b>

## **LISTA DE ANEXOS**

<b>ANEXO 1. MODELOS DE EXCAVADORAS MARCA DOOSAN, PARA REALIZAR MOVIMIENTO DE TIERRAS .....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXO 2. FICHA TECNICA DE CARGADORFRONTAL MARCA CHENGO GONG , PARA REALIZAR MOVIMIENTO DE TIERRAS.....</b>	<b>46</b>

## **INTRODUCCION**

Con el paso de los años, el sector construcción ha tenido un papel importante en la economía peruana, gracias al aumento de obras civiles, proyectos mineros e inmobiliarios, lo que ha generado una mayor demanda de maquinaria pesada para la ejecución de obras. Las empresas que brindan el servicio de alquiler de maquinaria pesada, se han visto en la necesidad de renovar sus equipos para cumplir con las exigencias del cliente.

Para mantener una disponibilidad de equipos y asegurar una larga vida útil, es necesario programar mantenimientos y contar con un stock de repuestos. Todo esto se puede realizar si las empresas se basan en una política de mantenimiento centrada en la confiabilidad.

## CAPITULO 1

### PLANTEAMIENTO TEORICO

#### 1.1 Definición del Problema

En los años 2017 y 2018 el PBI del sector construcción tuvo un aumento de 2.14% a 5.42 %, según datos INEI. Se espera que para el año 2019 continúe esta progresión. Figura 1 y 2. Este aumento se contribuye al alza en el consumo de cemento 4.4 % y al avance de obras 9.59 %.

El aumento del porcentaje de avance de obras es debido a la realización de proyectos mineros como el de las Bambas (Apurímac), Antamina (Ancash), Shougan Hierro Perú (Ica), Quellaveco (Moquegua) y también al crecimiento de proyectos inmobiliario.



**FIGURA 1. PBI GLOBAL Y PBI DE LA CONSTRUCCIÓN: 2014-2018, INEI (2019)**



**FIGURA 2. EVOLUCIÓN DE LAS EXPECTATIVAS SOBRE LA VARIACIÓN DEL NIVEL DE OPERACIÓN DE LAS EMPRESAS DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN EN EL AÑO 2019, RESPECTO AL 2008 (%), ENCUESTA DE EXPECTATIVAS DEL IEC CAPECO (2019)**

Esta alza en obras genera la necesidad de alquilar equipos para realizar la ejecución de movimiento de tierras, que comprende la excavación, perfilado y compactado, nivelación, traslado de relleno y eliminación de material hasta los botaderos. Por lo tanto, las empresas prestadoras de este servicio deben siempre tener equipos disponibles y en buen estado, para cumplir con la demanda.

En consecuencia, las empresas necesitan desarrollar un control logístico de mantenimiento de sus equipos, donde los tengan programados y en coordinación con el almacén puedan atender los requerimientos de repuestos y suministros.

Se refiere a control logístico de mantenimiento, a todas las actividades que se realizan desde que el equipo ingresa al taller, inspección, mantenimiento, suministro de repuesto e insumos, para que después los equipos salgan en óptimas condiciones a realizar el servicio en obra.

En este proceso el área logística y el área de mantenimiento trabajan directamente, ya que el encargado del mantenimiento de los equipos, después de haber hecho la inspección para realizar mantenimiento preventivo, debe de hacer su requerimiento al área logística, para que pueda atender su necesidad. Por tal razón el área logística de almacenes debe de tener en existencias los repuestos, insumos de mayor rotación. También se suele presentar que el equipo falle durante su operación, ya sea por fallas mecánicas, mala manipulación del operador, terrenos accidentados etc, para lo cual se tendrá que recurrir al mantenimiento correctivo, donde se realizarán requerimientos de repuestos, no programados a logística.

Si existe un quiebre o rotura de stock en el almacén de repuestos y suministros, genera retraso en la reparación o mantenimiento de equipo, que puede llevar como consecuencia no atender la necesidad del cliente, perder contratos o si ya se cuenta con el contrato, ocasionará retrasados en la ejecución de obra y grandes multas por incumplimiento. La mayoría de empresas contratistas trabajan con un indicador de disponibilidad del equipo, donde como mínimo deberán de estar disponibles el 92% de lo contratado, si no se cumple no se reconocerá las horas mínimas del contrato o no se aceptarán las valorizaciones del equipo.

Es ahí donde las empresas deberían tener una política de mantenimiento centrado en la confiabilidad. Según F. D'Alessio (2016), la confiabilidad es la probabilidad de que un equipo no falle durante su operatividad laboral. Esta política es útil para mejorar el desempeño de los equipos, analizando sus fallas antes de que se presenten y mejorando una gestión de Stock.

Una buena gestión del mantenimiento, es una forma rentable de mantener el valor de un activo. Castillo R. (2017). El histórico de los mantenimientos mostrara cuando es el momento adecuado de renovar equipos.

En el presente año, ya se está realizando la ejecución de las siguientes obras, ver Tabla 1, la mayoría son proyectos mineros, que requieren equipos con mayor rendimiento.

**TABLA 1**  
**RELACIÓN DE OBRAS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS A DESARROLLAR HASTA AGOSTO (2019)**

PRINCIPALES OBRAS DE MOVIMIENTO DE TIERRA PARA EL AÑO 2019				
ITEM	OBRAS	CLIENTES	UBICACIÓN	EQUIPOS REQUERIDOS
1	CONSTRUCCION DE DIQUE DE RETENCION (MOVIMIENTO DE TIERRAS)	SOUTHERN PERU	MOQUEGUA	EXCAVADORA,CARGADOR FRONTAL, MOTONIVELADORA, RODILLO, TRACTOR, VOLQUETE Y CISTERNA
2	SERVICIO ROTURA DE BANCOS MINA 2,3,4	SHOUGAN HIERRO PERU	ICA	EXCAVADORA CON MARTILLO
3	ROTURA D PADRONES EN EVENTUALES ATOROS	SHOUGAN HIERRO PERU	ICA	EXCAVADORA CON MARTILLO
4	"AMPLIACION DE LA CAPACIDAD DE ALBERGUE Y CONTRUCCION DE AREAS COMPLEMENTARIAS EN EL COMPLEJO PENITENCIARIO DE AREQUIPA SOCABAYA"	CMO GROUP S.A - CONSORCIO PENITENCIARIO MISTI	AREQUIPA	EXCAVADORA,CARGADOR FRONTAL, MOTONIVELADORA, RODILLO, TRACTOR, VOLQUETE Y CISTERNA
5	EJECUCION DE TRASLADO DESBROCE DE DESMONTE, AGREGADOS EN ACCESOS INTERNO EN CIA MINERA CERRO	MINERA CERRO VERDE	AREQUIPA	VOLQUETES
6	PROYECTO QUELLAVECO	COSAPI PERU	MOQUEGUA	VOLQUETES
7	MOVIMIENTO DE TIERRA PROYECTOS EN MINA QUELLAVECO K-170 Y K-104	SOUTHERN PERU	MOQUEGUA	EXCAVADORA,CARGADOR FRONTAL, MOTONIVELADORA, RODILLO, TRACTOR, VOLQUETE Y CISTERNA
8	MOVIMIENTO DE TIERRA REFENERIA TALARA	ABENGOA PERU	PIURA	EXCAVADORA,CARGADOR FRONTAL, MOTONIVELADORA, RODILLO, TRACTOR, VOLQUETE Y CISTERNA
9	HABILITACION URBANA MACROPOLIS -ETAPA 2. UBICADO EN LURIN, A 10 KM DE LA CARRETERA PANAMERICANA SUR KM 37(PUENTE ARICA) ACCESO ASFALTADO	CENETENARIO	LIMA	EXCAVADORAS
10	HABILITACION URBANA FINCA BONITA. UBICADO EN EL DISTRITO DE SANTA CRUZ DE LAS FLORES PROVINCIA DE CAÑETE, FRENTE A LA CARRETERA PANAMERICANA SUR.	CENETENARIO	LIMA	EXCAVADORAS

**Fuente: Elaboración propia.**

Y los equipos que se requieren para realizar el trabajo de movimiento de obras, son:

**TABLA 2**  
**RELACIÓN DE EQUIPOS MOVIMIENTO DE TIERRAS(2019)**

<b>RELACION DE EQUIPOS QUE SE NECESITAN PARA REALIZAR MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	
<b>Ítem</b>	<b>DESCRIPCION</b>
1	Carga-Retroexcavadora CAT 416F , 87Hp , 6750Kg.o equivalente
2	Cargador de ruedas CAT , 962K , 222HP , kg o euivalente
3	Excavadora Hidraulica s/orugas CAT 329E L , 232HP , 30477Kg. o equivalente
4	Minicargador CAT , 246C , 73HP , 3538kg o equivalente
5	Tractor de cadenas CAT , D6T , 200HP , 20580kg o equivalente
6	Motoniveladora CAT , 140K (Gear 4-8) , 190HP , 14292kg o equivalente
7	Compactador vibratorio CAT , CS54B , 131HP , 10555kg o equivalente
8	Rodillo liso vibratorio autopropulsado 101-135HP 10 - 12 ton
9	Camión Grúa de 12 ton
10	Camión Cisterna 3500 gal (para agua)
11	Camión Cisterna 1500 gal (para combustible)
12	Camion volquete 4 x2, 15 m3
13	Martillo Hidraulico para excavadora

***Fuente: Elaboración Propia.***

Como se puede ver es una gran cantidad de equipos, que deberían estar disponibles para el mercado, en óptimas condiciones para ejecutar el trabajo. Estos equipos antes de ingresar a obra pasan por una inspección mecánica, por lo tanto, la empresa proveedora del equipo ya deberían de haber realizado con oportunidad el mantenimiento preventivo y asegurar la funcionalidad.

Si las empresas de maquinaria pesada se centran en políticas de mantenimiento basadas en la confiabilidad, podrán mantener la vida útil del equipo, reducir costos de mantenimiento, reducir el número de fallas, y tener

una buena gestión de almacenes de repuestos, con stock de aquellos repuestos que tengan mayor tiempo de reposición.

## **1.2 Formulación del Problema**

¿Es factible que las empresas de maquinaria pesada, que realizan la ejecución de movimiento de tierras, puedan desarrollar una política de mantenimiento centrado en la confiabilidad, para tener equipos disponibles cada vez que el mercado lo requiera?

## **1.3 Sistematización del Problema**

- ¿Qué relación debe tener el área logística y de mantenimiento para tener equipos disponibles en el mercado?
- ¿Cuáles son los mantenimientos que se deben de desarrollar en una empresa de maquinaria pesada?
- ¿Qué herramientas de mantenimiento se debe de conocer para desarrollar una política centrado en la confiabilidad?

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivos Generales.**

- Analizar la gestión logística del mantenimiento, para desarrollar una política de mantenimiento centrado en la confiabilidad.

### **1.4.2 Objetivos Específicos.**

- Analizar la relación existente entre el área de logística y el área de mantenimiento.

- Identificar el tipo de mantenimiento que se debe realizar a la maquinaria pesada.
- Identificar los pasos para desarrollar una política de mantenimiento basado en la confiabilidad

## **1.5 Justificación**

### **1.5.1 Conveniencia.**

En vista al crecimiento del PBI en el sector construcción en los dos últimos años y la tendencia que se proyecta para el 2019, en la ejecución de obras, como la de movimiento de tierras, veo por conveniente investigar y tener un mayor conocimiento y acceso a temas relacionados con el mantenimiento y logística de equipos pesados ya que estos realizan el trabajo. En la actualidad, en la ciudad de Arequipa existen muchas empresas que se encuentran en el rubro de construcción y realizan la ejecución de movimiento de tierras, entre las más importantes esta,

**TABLA 3**  
**PRINCIPALES EMPRESAS EN AREQUIPA QUE REALIZAN MOVIMIENTO DE TIERRAS (2019)**

PRINCIPALES EMPRESAS EN AREQUIPA QUE REALIZAN EL SERVICIO DE ALQUILER DE EQUIPOS Y MOVIMIENTO DE TIERRAS	
1	FERREYROS
2	KOMATSU
3	SK RENTAL
4	UNIMAQ S.A
5	JR SERVICIOS GENERALES
6	AMERICA DE TRANSPORTES SRL
7	GOMEZ INGENIEROS
8	ETECO
9	INVERCON
10	GIANNINI MAQUINARIAS
11	CEMICON SAC
12	COIMSER SAC
13	GMG MAQUINARIAS
14	MAQUINARIAS GUSVALSA SRL
15	GRUPO CIMA ALEX EIRL

*Fuente: Elaboración propia*

Es importante en la Ing. Industrial, ya que muchos egresados se encuentran laborando en este rubro y/o estudiantes realizando prácticas pre profesionales. Y es necesario tener conocimientos sobre mantenimiento y logística.

Estos conceptos también pueden ser aplicados en las Áreas de producción de una empresa o en cualquier otra que se trabaje con equipos industriales.

### **1.5.2 Justificación Teórica.**

Chau J. (2010) En tesis de post-grado, describe la necesidad de tener una buena gestión de mantenimiento de los equipos que realizan movimientos de tierra. Ella describe la problemática que surge cuando uno de estos equipos no se encuentra operativo y presenta falla. En el movimiento de tierras la maquinaria tiene un papel importante ya que puede representar hasta un 50 %

de costo de operación. Pero si a eso le sumamos los costos de mantenimientos no programados, debido a fallas mecánicas, ese 50 % se incrementaría.

Por esta razón es necesario tener conocimientos sobre la Gestión de Mantenimiento, Gestión Logística de almacenes, Gestión de mantenimiento Basada en la confiabilidad con la intención de optimizar la productividad, ya sea de los equipos de maquinaria pesada o equipos industriales.

Mantenimiento basado en la confiabilidad, nos indica que los equipos puedan funcionar en condiciones normales sin producirse falla, esto nos evita a que surjan costos de mantenimientos innecesarios, o hasta que pueda surgir accidentes laborales por falta de mantenimiento de los equipos.

### **1.5.3 Justificación Metodológica.**

Para el presente trabajo de investigación se revisará bibliografía como tesis de pregrado, post grado, artículos y/o libros referentes a la gestión logística de mantenimiento y al mantenimiento centrado en la confiabilidad.

Se desea conocer la relación que existe entre la logística y el mantenimiento de los equipos. Se desarrollará los conceptos de gestión de almacenes y stock, dándole énfasis al stock de los repuestos ya que es parte importante dentro de los planes de mantenimiento.

Se analizará los pasos importantes para desarrollar una política centrada en la confiabilidad, para tener como resultados equipos eficientes, disponibles y operativos, para aumentar la rentabilidad de una empresa.

### **1.5.4 Justificación Práctica.**

A través de la investigación orientada a la gestión de mantenimiento y logística de almacenes para el mantenimiento de equipos, las empresas se beneficiarán, tendrá herramientas claras y aplicables para poder desarrollar una política de mantenimiento basada en la confiabilidad.

Con un correcto manejo de la infraestructura y equipos disponibles en la empresa, la productividad de los operarios aumentará, lo cual se verá reflejado en beneficios económicos para la empresa. Los operadores serán reconocidos por su buen desempeño.

Las empresas tendrán un liderazgo en costos, donde los clientes se verán beneficiados en cuanto a precios y mejora de calidad de su servicio.

## **1.6 Delimitaciones**

### **1.6.1 Delimitación temporal.**

Esta investigación se puede realizar en un periodo de 3 meses, ya que hay accesibilidad de poder obtener la información y poder entrevistarse con las personas que trabajan en este rubro y área de mantenimiento.

### **1.6.2 Delimitación Temática.**

Tuve acceso a diferentes artículos y libros para poder investigar más a fondo sobre el mantenimiento basado en la confiabilidad y la gestión logística de almacenes. Los indicadores que utilice para ver el aumento del PBI en construcción están disponibles en la página del INEI y de CAPECO.

## **CAPITULO 2**

### **REFERENCIAL TEORICO**

#### **2.1 Antecedentes de la Investigación**

En el trabajo presentado por Souza R. (2008) hizo un diagnóstico al actual modelo de gestión de mantenimiento, a una operadora logística, que tiene una malla ferroviaria. El analiza la necesidad de implementar una nueva filosofía de manutención centrada en la confiabilidad y así conseguir que los vagones de los trenes estén siempre disponibles y aplicando mantenimiento preventivo. Con todas las herramientas busca que la empresa tenga una ventaja competitiva ante las demás del mercado.

Allali H. (2016) En su tesis hace una propuesta para mejorar los planes de mantenimientos ya existentes, para una empresa en Marruecos, que tiene una gran flota vehicular entre maquinaria pesada y ligera. Considera hacer cambios en la forma que se controla la documentación referente a los mantenimientos, como registros, fichas y formatos. Con esta propuesta tendrá planes de mantenimientos eficientes y vehículos que cumplirán sus trabajos asignados de forma satisfactoria.

Ricaldi M. (2013) En su tesis propone la mejora en la disponibilidad de camiones de carga pesada, mediante un sistema de gestión de mantenimiento. Según el diagnóstico que realiza, los camiones realizan transportes de caña de azúcar, pero la mayoría de veces presentan retrasos en las entregas al cliente. La principal causa es las avería y desperfectos mecánicos de los camiones. En su propuesta indica la alianza que debe de existir entre el área de aprovisionamiento y de mantenimiento, mediante la realización de órdenes de trabajo que servirá

para el control de planes de mantenimiento preventivo. Esto generara disminución en los costos de mantenimiento y aumentara la disponibilidad de los camiones, generando una fidelización con los clientes.

Lujan G. (2007) En su tesis realiza un análisis del sistema de gestión de compras en la empresa DIVEMOTOR, para tener una ventaja competitiva en el alquiler de flota de volquetes. Hace referencia que, si bien la empresa está en el rubro de venta de equipos, también realiza el servicio de alquiler de volquetes a diferentes empresas. El principal inconveniente se da al momento de la operación del volquete, ya sea por una mala praxis del operador o por los terrenos accidentados el volquete puede tener una falla y es necesario contar con existencias en los almacenes repuestos o suplementos para poder enviar a obra y así realizar los cambios o arreglos necesarios. Es donde propone hacer un análisis en el inventario de almacenes utilizando la técnica de costeo ABC y la matriz de Kraljic.

Teixeira J. (2016) En su trabajo hace un diagnóstico de la situación actual de la gestión de stock en una empresa concesionaria de vehículos. Propone analizar el comportamiento del stock a través de dos métodos el de la curva ABC y XYZ, en el departamento de piezas. Busca la mejora a través de la gestión correcta en las decisiones de compra, venta y analisis de Stock. Busca distinguir cuales son las piezas que generan mayor facturación. 1

Velasquez R. (2012) en su tesis de pregrado, donde propone un modelo de gestión de compras de insumos en una empresa que trabajo con maquinaria pesada, para la construcción, desarrolla la importancia de tener una buena gestión de almacenes de repuestos, para dar soporte al área de mantenimiento.

Explica la importancia de EL JIT en el inventario, la filosofía FIFO y los costos relacionados al almacén que se reducirían con la gestión.

Chau. J (2010) en su tesis de gestión de mantenimientos de equipos para maquinaria pesada, habla sobre la importancia que tienen los equipos de maquinaria pesada en un trabajo de movimiento de tierras, y con el tiempo el aumentara el requerimiento de los mismos. Por lo que las empresas deberán implementar gestiones de mantenimiento para tener equipos operativos.

## **2.2 Marco de Referencia Conceptual**

### **2.2.1 Logística de Mantenimiento.**

La logística mantenimiento en un taller, ya sea de vehículos pesados o livianos, es todo aquello que involucra la logística de almacenes, gestión de stock y la gestión del mantenimiento. Desde que el equipo ingresa al taller es inspeccionado y mediante ordenes de trabajos se registra todas las reparaciones necesarias que se debe de realizar. Se le requiere al almacén los repuestos, suministros o insumos para realizar el mantenimiento.

Según Gonzales J (2012) en su libro de gestión y logística de mantenimiento de los vehículos, el proceso de atención de un equipo en un taller se realiza de la siguiente manera, como se muestra en la figura 3 y 4.

## ORGANIGRAMA DE PROCESO DE VEHÍCULOS EN TALLER

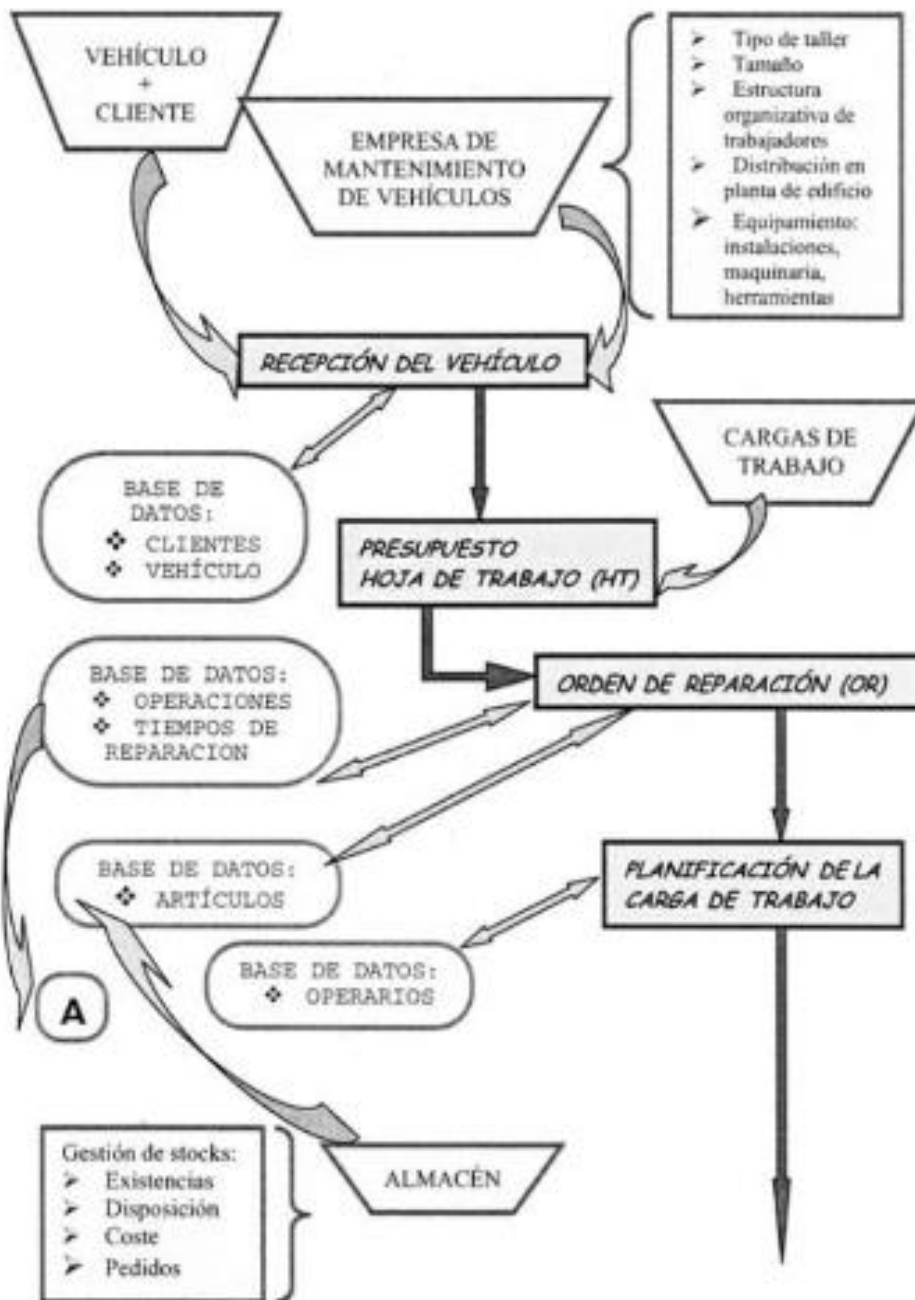


FIGURA 3 ORGANIGRAMA DEL PROCESO VEHICULAR DE UN TALLER. MÉXICO, GESTIÓN LOGÍSTICA DE MANTENIMIENTO DE VEHÍCULOS (2012)

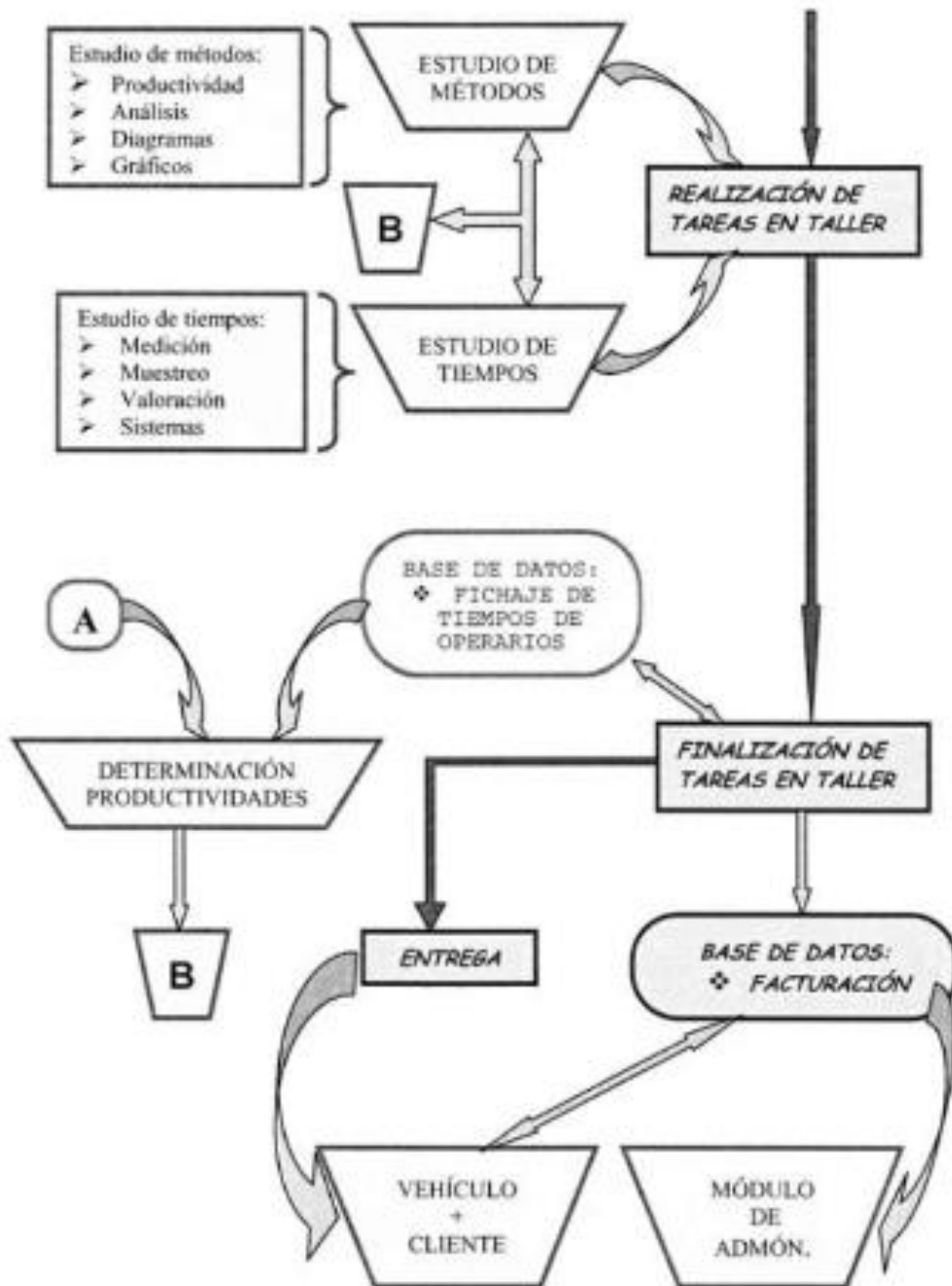


FIGURA 4 ORGANIGRAMA DEL PROCESO VEHICULAR DE UN TALLER. MÉXICO, GESTIÓN LOGÍSTICA DE MANTENIMIENTO DE VEHÍCULOS (2012)

### ***2.2.1.1 Maquinaria pesada.***

Es todo vehículo automotor que está destinado para realizar trabajos en minería, construcción y obras civiles. De acuerdo al reglamento nacional de tránsito del Perú, un vehículo automotor es aquel que tiene más de dos ruedas que tiene motor y tracción propia. Estos vehículos pueden transitar en las carreteras, solo mediante un permiso que se solicita al Ministerio de transportes del Perú, mediante su página de PROVIAS, el cual tiene vigencia de 15 días.

### ***2.2.1.2 Repuestos.***

Los repuestos son de uso regular, son necesarios para el funcionamiento del equipo. Tener stock de repuestos, evita o reduce la probabilidad de equipos parados. Según Moubray J. (1997) en su libro de Mantenimiento centrado en la confiabilidad, la gestión de repuestos tiene un papel importante. Afirma que es posible utilizar un proceso RCM, para mejorar los stock de repuestos y las políticas de manejo de falla.

#### ***2.2.1.2.1 Clasificación de los repuestos.***

Según García S. (2007) Los repuestos de maquinaria pesada se pueden clasificar de acuerdo a la necesidad de tenerlos en planta y a la necesidad de tenerlos en el almacén. De acuerdo a la necesidad de planta o taller pueden ser:

- **Piezas de desgaste**, son aquellas que se unen a piezas móviles, por ejemplo, en una excavadora las piezas de desgaste son los retenes, uñas, que son colocadas en el cucharón.
- **Consumibles**, son aquellos que van a tener vida útil menos a un año, como por ejemplo los filtros de aire, filtros de aceite, filtros de combustibles, lubricantes. Estos repuestos son de alta rotación, ya que si faltan pueden ocasionar grandes averías.
- **Piezas Móviles**, son aquellas necesarias para dar movimiento al equipo. Por ejemplo, en las excavadoras por orugas, son necesarias las cadenas, en los rodillos compactadores son necesarias las fajas, en los volquetes es necesario correas, engranajes.

De acuerdo a la necesidad de tenerlo en el almacén

- Piezas necesarias tener en stock en taller o planta, son las que debido a su punto de reorden son muy largos y sin esas piezas los mantenimientos no se podrían realizar y ocasionaría un retraso en la producción.

### 2.2.2 Gestión de Almacenes.

Veritas B. (2011) es un proceso logístico que se encarga de la recepción, almacenamiento, manipulación y movimiento de cualquier material dentro del almacén. Desde la materia prima hasta el producto terminado. Su función principal es la optimización de los flujos físicos.

En una empresa de servicio, en este caso empresas de maquinaria pesada, se tendrá una gestión de almacenes de repuestos, insumos, piezas y otros materiales. Para la manipulación de aceites, combustibles, debe de tener un especial trato ya que son productos inflamables y deben de estar almacenados bajo un techo.



FIGURA 5. PROCESO DE LA GESTIÓN DE ALMACENES. GESTIOPOLIS. (2016)

#### 2.2.2.1 Almacenamiento.

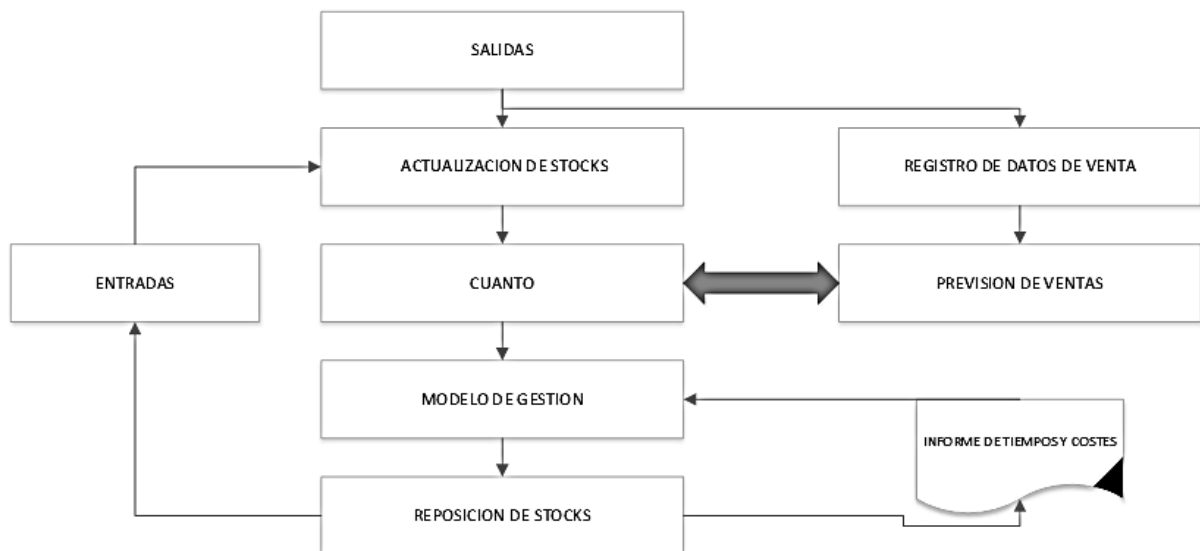
De acuerdo A. Castellanos (2017) Es la acción de ubicar, materias primas, insumos, productos terminados, de forma oportuna, para ser utilizado durante el proceso. Existen diferentes criterios de almacenamiento, por tal motivo se cuenta con los sistemas:

- **FIFO (First In – First Out)** es un sistema muy utilizado, se basa en que los primeros materiales que ingresan son los primeros en ser usados. Esto se utiliza para inventarios que son dinámicos.

- **LIFO (Last In – First Out)** consiste que los últimos materiales en ingresar serán los primeros en salir del almacén, es utilizado en la industria alimentaria.
- **FEFO (First Expired- First Out)** los primeros materiales en expirar o vencer son los primeros en salir. Este sistema es utilizado en la industria farmacéutica.

### 2.2.3 Gestión de Stock.

Según B. Veritas (2011) se encarga de determinar la cantidad de artículos que ingresan al almacén, determina modos y punto de reorden. Registra las entradas y salidas. Conoce el nivel de Stock y el estado de los pedidos. Decide el tipo de inventario a usar.



**FIGURA 6. PROCESO DE GESTIÓN DE STOCK. LOGÍSTICA INTEGRAL 2DA EDICIÓN 2011**

#### 2.2.3.1 Clasificación de Stock.

En un taller de vehículos o maquinaria pesada, es necesario tener stock, de las piezas o repuestos que tienen vida útil menor y que es necesario para que los equipos continúen con su operatividad. Según Rosa R. (2011) Stock se pueden clasificar de la siguiente manera

- **Stock de materia prima**, son aquellos que se usan como insumos para los productos finales.
- **Stock de procesos de producción**, son los stocks que aparecen dentro de un proceso productivos, work in progress, son los que aparecen en las industrias con producción en serie.
- **Stock de productos acabados**, es el stock final cuando el producto ya está terminado
- **Stock de piezas de reposición**, este puede ser visto como una necesidad, va a depender de la organización. Se tendrá de acuerdo a la pieza que mayor sufre desgaste por operación y es vital para continuar con el proceso.
- **Stock de seguridad**, este por encima de las necesidades para evitar las roturas de stock. Se mantiene stock de seguridad de las piezas importantes en un proceso productivo o de operación.
- **Stock Inútil**, es aquel stock que se mantiene y que no es necesario, que nos genera un costo de posesión y en la mayoría de veces es un material obsoleto.

### 2.2.3.2 *Costos relacionados al Stock.*

Según Rosa R. (2011) los costos se pueden clasificar en:

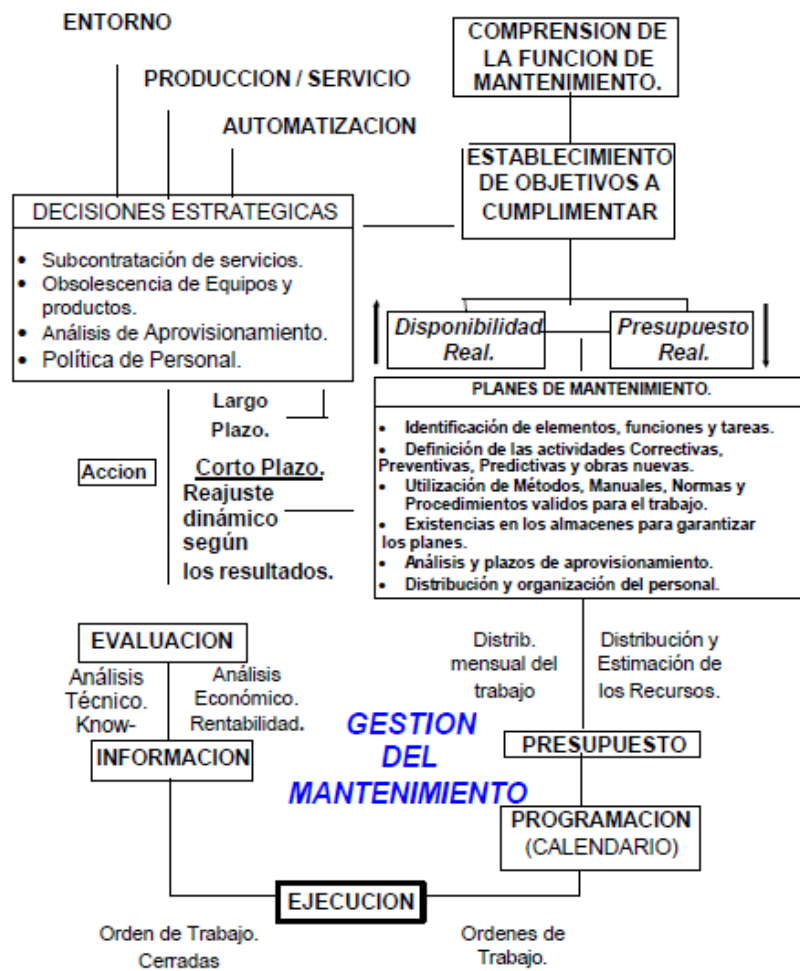
- **Costo de almacenaje**, es el costo por el espacio ocupado de los repuestos, insumos. También es considerado el costo de manipulación del producto.
- **Costo de referente a la ocurrencia de un riesgo**, se da en el caso de que exista algún robo, alguna avería o desperfecto en el stock almacenado. También se puede dar en que por la ausencia del control de stock se tenga almacenado un producto obsoleto.
- **Costo de colocación del pedido**, es el costo en el que se incurre al realizar un nuevo pedido.
- **Costos setup**, se refiere a los costos que se presentan cuando se tienen pedidos específicos. La organización tiene que parar los trabajos que están realizando para darle mayor prioridad al pedido especial.
- **Costo de rotura de stock**, este costo ocurre cuando no se puede continuar con un proceso productivo, debido a que no existe stock.
- **Costo de posesión**, es el costo de tener stock en el almacén.

### 2.2.4 **Gestión de Mantenimiento.**

La gestión de mantenimiento de acuerdo a lo expuesto por Rodríguez J. (2003) son todas las acciones y técnicas que asegura el

funcionamiento adecuado de las maquinas. Así se cumplirá con el servicio solicitado y en óptimas condiciones económicas y con seguridad integral. La gestión de mantenimiento es una tarea que debe cumplir toda la organización y no solo dejarla al área de mantenimiento.

El mantenimiento es un factor para conseguir la rentabilidad y competitividad de una empresa.



**FIGURA 7.** CICLO DINÁMICO DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO, GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO ASISTIDO POR COMPUTADORA. (2003)

### 2.2.5 Tipos de mantenimiento.

### ***2.2.5.1 Mantenimiento Preventivo.***

Es aquel que se programa con anticipación para evitar fallas y para tener un adecuado funcionamiento de los equipos.

Se realiza cada periodo de tiempo. Este mantenimiento que permite que el equipo trabaje en condiciones óptimas.

Ventajas

- Evita paradas o averías en la producción
- Aumenta la disponibilidad de los equipos.
- Se puede detectar fallas, por consecuencia de desgaste de los equipos.

En los equipos de maquinaria pesada, lo mantenimientos preventivos se realizan cada 250 hrs.

**TABLA 4**

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MAQUINARIA PESADA PARA MOVIMIENTOS DE TIERRA(2016)**

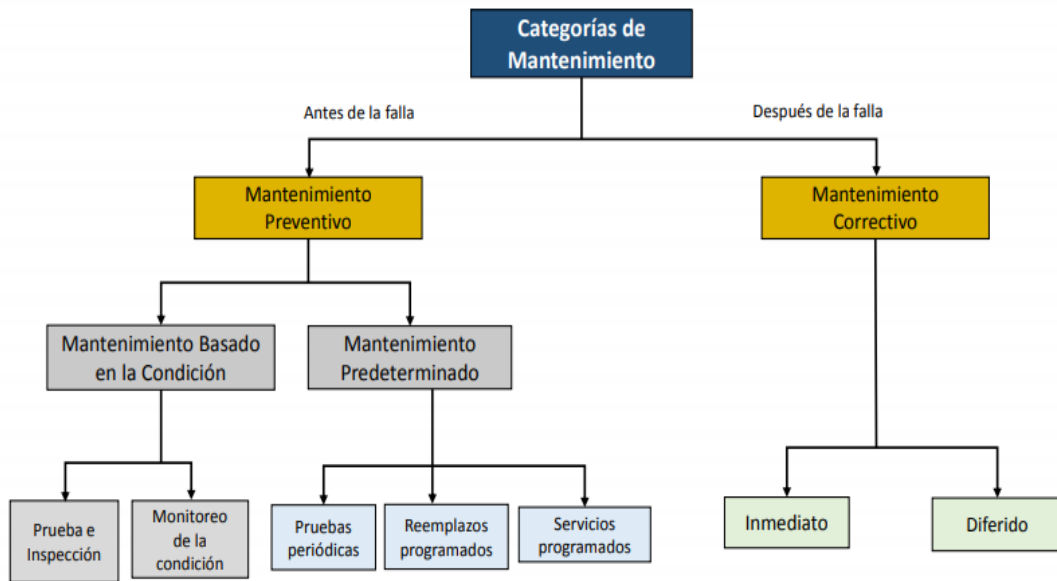
PLAN DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIAS PESADAS						
			SERVICIO (HRS)			
			M1	M2	M3	M4
			250	500	1000	2000
<b>A.- MOTOR :</b>			x	x	x	x
CAMBIO DE ACEITE DEL MOTOR			x	x	x	x
CAMBIO DEL FILTRO DE ACEITE DEL MOTOR			x	x	x	x
TOMA DE MUESTRA DE ACEITE DE MOTOR			x	x	x	x
ELIMINAR FUGAS DE ACEITE DE MOTOR, COMBUSTIBLE Y REFRIGERANTE			x	x	x	x
VERIFICAR ESTADO Y TENSIÓN DE CORREA DE ALTERNADOR - VENTILADOR			x	x	x	x
LIMPIAR DEL RESPIRADERO DEL MOTOR			x	x	x	x
REVISAR NIVEL DEL LIQUIDO REFRIGERANTE Y ELIMINAR FUGAS			x	x	x	x
CAMBIO DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE				x	x	x
CAMBIO DEL ELEMENTO SEPARADOR DE AGUA DEL COMBUSTIBLE				x	x	x
LIMPIAR TAPA Y COLADOR DE TANQUE DE COMBUSTIBLE				x	x	x
CAMBIAR DEL FILTRO DE AIRE PRIMARIO					x	x
CAMBIAR DEL FILTRO DE AIRE SECUNDARIO					x	x
REGULAR VALVULAS DEL MOTOR					x	x
REGULACIÓN DE INYECTORES						x
CAMBIO DEL LIQUIDO REFRIGERANTE DEL MOTOR						x
REGULAR BOMBA DE INYECCIÓN						x
<b>B.- TRANSMISIÓN - SIST. HIDRAULICO:</b>			x	x	x	x
REVISAR NIVEL DEL MOTOR DE ROTACIÓN			x	x	x	x
REVISAR NIVEL DE ACEITE DE MANDOS FINALES			X	X	X	X
TOMAR DE MUESTRA DE ACEITE DE LOS MANDOS FINALES			X	X	X	X
REVISAR NIVEL DEL SISTEMA HIDRAULICO			X	X	X	X
TOMAR DE MUESTRA DE ACEITE DEL MOTOR DE ROTACIÓN				X	X	X
TOMAR DE MUESTRA DE ACEITE DEL SISTEMA HIDRAULICO				X	X	X
CAMBIO DEL FILTRO DEL SISTEMA HIDRAULICO				X	X	X
CAMBIO DE ACEITE DEL MOTOR DE ROTACIÓN					X	X
CAMBIO DEL FILTRO DE RETORNO DEL SIST. HIDRAULICO					X	X
CAMBIO DE ACEITE DEL SITEMA HIDRAULICO						X
CAMBIO DE ACEITE DE MANDOS FINALES						X
<b>C.- SISTEMA ELECTRICO</b>			x	x	x	x
REVISIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN			X	X	X	X
REVISAR NIVEL DEL ELECTROLITO DE LAS BATERÍAS			X	X	X	X
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE ARRANCADOR						X
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE ALTERNADOR						X
<b>D.- ENGRASE GENERAL</b>			x	x	x	x
ENGRASAR COJINETE DE AJUSTADOR DE CORREA DEL VENTILADOR			X	X	X	X
ENGRASAR COJINETES DE ROTACIÓN			X	X	X	X
ENGRASAR COJINETE DE LA BOMBA DE AGUA			X	X	X	X
ENGRASAR ENGRANAJE DE LA ROTACIÓN			X	X	X	X
ENGRASAR PASADOR BASE DE LA PLUMA			X	X	X	X
ENGRASAR MECANISMO DE LA PLUMA, DEL BRAZO Y DEL CUCHARON			X	X	X	X
LUBRICAR PESTILLOS DE PUERTAS			X	X	X	X

*Fuente: América de Transportes SRL.*

### **2.2.5.2 *Mantenimiento Correctivo.***

Es aquel que se va a realizar, una vez ocurrida la falla. Hay una urgencia de corregir el problema, porque produce que la producción se detenga. Es un mantenimiento no programado, es una acción ante una falla. Cuando ocurre este tipo de mantenimiento se necesita que la pieza se entregue de forma rápida y si la pieza no se encuentra en el almacén, se tiene que solicitar de forma urgente al proveedor Este mantenimiento está considerado como un gasto.

- Desventajas
- Demora en el proceso productivo
- Equipos parado
- Costos altos de reposición
- Costos altos de mantenimiento
- Costos de mano de obra, debido a que los operadores también tendrían que parar.



**FIGURA 8.** TIPOS DE MANTENIMIENTO, ISO 14224: 2016

### 2.2.5.3 *Mantenimiento predictivo.*

Según F. D’Alessio (2016), Es el mantenimiento que se encarga de predecir las fallas, mediante el monitoreo de los equipos, por medio de sistemas y/o aparatos. Mide el funcionamiento del equipo y alertan ante una posible falla. Uno de los beneficios más importantes de este mantenimiento, es ayuda aprovechar al máximo la vida útil de los equipos, evita paradas inesperadas por averías y reduce las horas de mantenimiento.

En los equipos de maquinaria pesada de marca Caterpillar, se puede realizar este tipo de monitoreo, mediante el software Vision Link.

Con ese software se podrá ver las alertas anticipadas, para que se pueda producir el mantenimiento.

## 2.2.6 Planes de mantenimiento.

El plan de mantenimiento es el plan operativo del mantenimiento, donde se establece bases operaciones estratégicas, tácticas y de apoyo. Es la forma más rentable de mantener el valor de un activo. Castillo R. (2017)

Los planes de mantenimientos son importantes porque ayuda a la empresa a tener productos o equipos de calidad, satisfaciendo siempre la necesidad del cliente. También reduce los riesgos de accidentes en el trabajo por falla de los equipos.

### 2.2.6.1 *Objetivos de los planes de mantenimiento.*

#### 2.2.6.1.1 *Disponibilidad.*

Capacidad de estar en un estado para funcionar según lo requerido. (Norma ISO 14224:2016). Normalmente lo miden de acuerdo a una proporción de tiempo. Su objetivo más importante es que el equipo esté en funcionamiento un mínimo de horas determinado del año.

Con la siguiente formula se puede establecer la disponibilidad de los equipos. Lo ideal sería que esté disponible al 100 %, pero es imposible, ya que se tiene que considerar horas de paradas programadas para su mantenimiento.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas parada por mantenimiento}}{\text{Horas Totales}}$$

#### *2.2.6.1.2 Confiabilidad.*

F. D'Alessio (2016). Es la probabilidad de que un equipo no falle durante su operatividad laboral. La confiabilidad de un sistema es la de todos sus equipos, funcionen de manera regular sin ningún previsto. Para que un equipo sea confiable, es necesario realizar los mantenimientos programados, que están considerados dentro de la planificación de la producción, ya que es oportuna y de menor costos.

#### *2.2.6.1.3 Mantenibilidad.*

F. D'Alessio (2016) es la probabilidad de que un equipo que fallo sea reparado en el menor tiempo posible. Para realizar la reparación de la falla, se va necesitar disponibilidad de mano de obra y de materiales, repuestos y suministros para realizar el cambio.

### **2.2.7 Políticas de Mantenimiento.**

Una política, son las intenciones en las que rige una organización, y son expresadas por medio de la alta dirección y es documentada (ISO 9000:20015)

Una política de mantenimiento, según Castillo R.(2017) es una declaración de los lineamientos sobre las que una empresa se basa para planificar , hacer, controlar y evaluar (mejora continua) todas sus acciones de mantenimiento.

### **2.2.8 Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.**

Según Moubray J. (1997) el mantenimiento centrado en la confiabilidad o como diría sus siglas en ingles RCM (Reliability Centred Maintenance), es un procesos que se utiliza para definir qué es lo que se debe hacer, para asegurar que la utilidad de los activos físicos de la empresas , ya sea maquinaria pesada y/o industrial y así continúe realizando su trabajo de acuerdo a sus condiciones optimas

#### ***2.2.8.1 Las 7 Preguntas Básicas del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.***

En su libro Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, Moubray J. (1997) describe 7 preguntas que debe de responder un proceso RCM, sobre el equipo que está pasando inspección.

Las preguntas son:

- ¿Cuáles son las funciones y respectivos estándares de desempeño de este bien en su contexto operativos presente?
- ¿En qué aspecto no responde al cumplimiento de sus funciones?
- ¿Qué ocasiona cada falla funcional?
- ¿Qué sucede cuando se produce cada falla?
- ¿De qué modo afecta cada falla?
- ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir cada falla?
- ¿Qué debe hacerse si no se encuentra el plan de acción apropiado?

Desarrollando estas 7 preguntas se podrá implementar una política de mantenimiento centrada en la confiabilidad.

### 2.2.8.2 Funciones y Desempeño.

La función se define mediante un verbo, y muestra las condiciones para las que fue creada un equipo, repuesto, pieza etc. El desempeño es el grado que se espera que funcione un equipo.

Moubray J. (1997) indica que el desempeño puede ser medido de dos formas, desempeño deseado, es el funcionamiento que espera el usuario. Capacidad Inherente, lo que puede hacer el equipo. Esta capacidad está establecida de acuerdo al diseño y su fabricación inicial, pero el mantenimiento no puede superar esta capacidad.

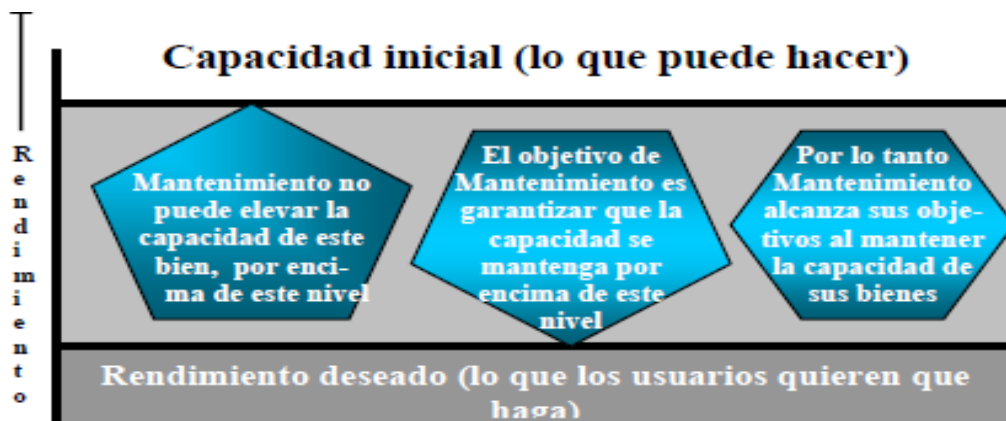


FIGURA 9 BIEN CONSERVABLE, MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD, (1997)

Las funciones pueden dividirse en primarias y secundarias  
Moubray J (1997)

- Funciones Primarias, es para lo que fue creado el equipo, por ejemplo, excavadora es para excavar, compactadora y para compactar. Etc.
- Funciones secundarias, es aquella que cumple funciones adicionales a la primaria. Por ejemplo, la grúa sirve para levantar alguna carga con su pluma, pero también sirve para transportar esa misma carga.

#### 2.2.8.3 *Fallas Funcionales.*

Una falla funcional se define como la incapacidad de cualquier equipo de cumplir una función a un nivel de desempeño aceptable por el usuario.” Moubray J. (1997, pg.43)

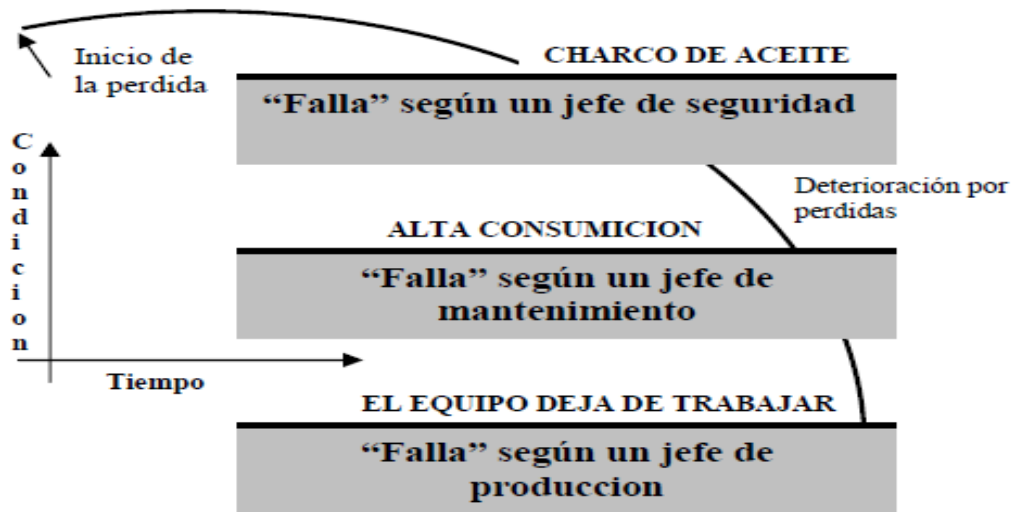
Se puede diferenciar de una falla funcional parcial o total, es la que no puede cumplir de ninguna forma su función, pero la falla parcial es aquella que puede continuar cumpliendo su función, pero a niveles muy bajos de desempeño. Se tienen que registrar todas las fallas.



HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN RCM II		SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE AGUA	
		Subsistema: Bomba de elevación	
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL	
1	Bombear agua del tanque A al tanque B a no menos de 800 lt/min.	A	No bombea nada de agua
		B	Bombea menos de 800 lt/min.
2	No contaminar el medio ambiente con aceite lubricante.	A	Derrama aceite en el piso contaminando el medio ambiente.
3	Controles accesibles que permitan observar el funcionamiento.	A	Ubicación de controles no permiten observar funcionamiento de la bomba.

**FIGURA 10.** EJEMPLO DE FALLAS FUNCIONALES DE UNA BOMBA, MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD, BARRIENTOS J.

Los niveles de desempeño se miden de acuerdo a límites, que puede ser límite superior o inferior, que por encima de estos los equipos están presentando fallas. Lo importante es saber quién tiene que definir los límites de falla, por ejemplo, para el jefe de mantenimiento un equipo, como por ejemplo una excavadora tiene que pasar mantenimiento a las 250 hrs, de acuerdo a las especificaciones, pero el operador piensa que el equipo puede seguir operando en condiciones normales y puede evitar realizarle el mantenimiento. Es por eso que se deben definir las políticas de mantenimiento, para que en base a esas se realice el mantenimiento.



**FIGURA 11.** DIFERENTES VISIONES SOBRE UNA FALLA, MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD, MOUBRAY J.(1997)

#### 2.2.8.4 Analisis Modo de Fallas y Efectos.

El modo falla es cualquier evento que puede suceder, y tiene como consecuencia que el equipo pueda fallar.

En muchas organizaciones actúa o una vez ocurrida una falla específica, aplicando mantenimiento correctivo, pero si se hace un analisis de modo falla antes de que suceda el evento, ayudara a prevenirlo y corregirlo de forma anticipada.

El modo falla pueden identificarse 3 categorías, Moubray J. (1997),

- Capacidad en descenso, debido a la falla, deterioros, suciedad, desmontaje, error humano.
- Aumento en el desempeño o en el esfuerzo aplicado, esto sucede cuando la capacidad es menor que el desempeño, surge un incremento en el esfuerzo y puede ocasionar

deterioro del equipo. Esta sobrecarga se puede dar por un tema de error humano, ya que puede darle mayor velocidad al equipo o también puede ser por causa a la alta demanda del mercado.

Por ejemplo, en los equipos de movimiento de tierras, hay obras que se realizan en 3 turnos al día y un mismo equipo está forzándose más ya que trabaja todo el día, es probable que el equipo presente falla antes de las 250 hr especificadas para darle mantenimiento.

#### **2.2.8.5 ¿Qué Logra el RCM?.**

El mantenimiento centrado en la confiabilidad, logra completar todas las expectativas de la tercera generación del mantenimiento, hace que todos los participantes tengan mayor conocimiento del uso del equipo. Moubray J. (1997) lo describe de la siguiente manera,

- Aumento en la integridad Medio Ambiental y de Seguridad
- Aumento en la confiabilidad y disponibilidad de Planta.
- Mejora en la calidad del producto.
- Mayo eficiencia del mantenimiento, reduce los costos de mantenimiento, menos mantenimientos de rutina.
- Aumenta la vida útil de los equipos.
- El personal se encuentra motivado y hay un mejor trabajo en equipo.

- Creación de una base de datos de mantenimientos.

### **2.3 Hipótesis**

La Gestión de una política de mantenimiento centrada en la confiabilidad, dará como resultado, reducción de fallas de los equipos, reducción de costos, mayor vida útil, y un buen manejo de la gestión de planes de mantenimiento. Lo que llevara a tener una respuesta inmediata a la necesidad del mercado, gracias a la operatividad y disponibilidad de los equipos.

## **CAPITULO 3**

### **METODO DE INVESTIGACION**

#### **3.1 Diseño de la Investigación**

Sera una investigación de tipo no experimental, no se va manipular premeditadamente variables. Solo se observará los fenómenos en su contexto natural para analizarlos. Se observará soluciones ya existentes, que no son provocadas por el investigador. Hernández, Fernández & Baptista (2014, p. 150)

En esta investigación las variables dependientes suceden y no se manipulan, no se controlan directamente las variables

#### **3.2 Tipo de Investigación**

**La presente investigación será de tres tipos,**

- Descriptiva
- Explicativa
- Correlacional

Es de tipo descriptiva, por que busca especificar propiedades, características y perfiles de los procesos, personas, objetos sometidos al analisis. Es también útil para mostrar con precisión de fenómenos. (Hernández, Fernández & Baptista. 2014. p. 85).

También es de tipo Explicativa, de acuerdo a lo que dice Hernández, Fernández & Baptista (2014, p. 85)

De Tipo explicativa, porque está dirigida a responder las causas de los eventos y fenómenos ya sean físicos o sociales. Su interés es de explicar porque suceden los fenómenos y eventos que estén relacionados con las variables. Hernández, Fernández & Baptista (2014, p. 85)

Y por último también será una investigación de tipo Correlacional, porque tiene como finalidad reconocer la relación que existe entre varios conceptos, categorías o variables en el contexto de estudio. Hernández, Fernández & 0 (2014, p. 85)

**TABLA 5**  
**PROPÓSITO Y VALOR DE LOS DIFERENTES ALCANCES DE LAS INVESTIGACIONES**

Alcance	Propósito de las investigaciones	Valor
Descriptivo	Busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.	Es útil para mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno, suceso, comunidad, contexto o situación.
Correlacional	Su finalidad es conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto específico.	En cierta medida tiene un valor explicativo, aunque parcial, ya que el hecho de saber que dos conceptos o variables se relacionan aporta cierta información explicativa.
Explicativo	Está dirigido a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Se enfoca en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables.	Se encuentra más estructurado que los demás alcances (de hecho implica los propósitos de éstos); además de que proporciona un sentido de entendimiento del fenómeno a que hace referencia.

*Fuente: Metodología de la investigación, Hernández, Fernández y Baptista (2014)*

### 3.3 Métodos de Investigación

Le investigación por el tipo de información será:

Mixto, Según Hernández, Fernández & Baptista (2014, p. 549), porque se realizará una recolección y análisis de datos cuantitativos y cualitativos. Se utiliza evidencia numérica, verbal, textual para desarrollar el problema.

### 3.4 Levantamiento de Datos

El levantamiento de datos se hará por medio de entrevistas cualitativas, donde se entrevistará a los encargados de las áreas de mantenimiento y del almacén de repuestos. También se formulará una encuesta a los operadores, ya que ellos conocen la funcionalidad de cada equipo y por sus años de experiencia reconocen cuales son las fallas más constantes que se presentan al momento de la operación. Para realizar esta encuesta se tomara como muestra a 5 empresas

de maquinaria pesada en Arequipa, para reconocer y analizar los procesos de mantenimiento de equipos.

Se utilizará una guía de entrevista, donde se encuentra agrupada una serie de preguntas necesarias para recolectar información, basándose en el concepto de gestión de mantenimiento, gestión de almacenes y mantenimiento basado en la confiabilidad

### 3.5 Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
TITULO :	"ANALISIS DE GESTION LOGISTICA DE MANTENIMIENTO EN EMPRESAS DE MAQUINARIA PESADA QUE REALIZAN MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA EL DESARROLLO DE UNA POLITICA DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD"				
FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	HIPOSTESIS PRINCIPAL	VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADORES	DISEÑO DE LA INVESTIGACION
¿Es factible que las empresas de maquinaria pesada, que realizan la ejecución de movimiento de tierras, puedan desarrollar una política de mantenimiento centrado en la confiabilidad, para tener equipos disponibles cada vez que el mercado lo requiera?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar la gestión logística del mantenimiento, para desarrollar una política de mantenimiento centrado en la confiabilidad.</li> </ul>	<p>La Gestión de una política de mantenimiento centrada en la confiabilidad, dará como resultado, reducción de fallas de los equipos, reducción de costos, mayor vida útil, y un buen manejo de la gestión de planes de mantenimiento. Lo que llevara a tener una respuesta inmediata a la necesidad del mercado, gracias a la operatividad y disponibilidad de los equipos.</p>	<p>Desarrollar una política de mantenimiento basada en la confiabilidad</p>	<p>Planes de mantenimientos preventivos</p>	<p>Sera una investigación no exploratoria de tipo descriptiva, explicativa y correlación de metodología mixta</p>
SISTEMATIZACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS ESPECIFICOS		VARIABLES INDEPENDIENTES		
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Qué relación debe tener el área logística y de mantenimiento para tener equipos disponibles en el mercado?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar la relación existente entre el área de logística y el área de mantenimiento.</li> </ul>		<p>Eficiencia y disponibilidad de equipos de maquinaria pesada, para movimiento de tierras</p>	<p>Stock de repuestos</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuáles son los mantenimientos que se deben de desarrollar en una empresa de maquinaria pesada?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar el tipo de mantenimiento que se debe realizar a la maquinaria pesada.</li> </ul>			<p>Porcentaje de la disponibilidad de equipos</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Qué herramientas de mantenimiento se debe de conocer para desarrollar una política centrado en la confiabilidad?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar los pasos para desarrollar una política de mantenimiento basado en la confiabilidad</li> </ul>	<p>Control de fallas</p>			

## **CAPITULO 4:**

### **ANALISIS DE LOS RESULTADOS**

En la presente investigación se tuvo como planteamiento del problema saber si era factible que una empresa de maquinaria pesada, que realiza el servicio de movimiento de tierras en el sector construcción, pueda desarrollar una política de mantenimiento centrada en la confiabilidad, con el propósito de mantener equipos disponibles para la demanda.

Para dar respuesta a la formulación del problema se obtuvo como resultado lo siguiente.

Primero Se identificó la relación entre la logística y el mantenimiento, reconociendo el proceso de cuando ingresa el equipo al taller, y es atendido por los mecánicos, luego se solicita los repuestos o insumos al almacén y es atendido el requerimiento. Para tener una buena gestión de este proceso se reconoció los tipos de almacenes, entre los cuales el de importancia para la investigación, es el almacén de repuestos, ya que los repuestos son necesarios para el funcionamiento del equipo.

Dentro de la gestión de almacenes de repuestos, se debe tener también una adecuada gestión de Stock, que es todo lo que ingresa al almacén, para este caso se debe de evitar rotura de stock en los repuestos de mayor rotación y se debe mantener un stock de seguridad, así se atenderá de manera oportuna los requerimientos del área de mantenimiento.

Por otro lado, se analizó la importancia de contar con planes de mantenimiento en la maquinaria pesada, ya que es el activo más importante de las empresas de este rubro y principal fuente de ingreso. Es necesario tener planes de mantenimientos

programados, como los preventivos y predictivos. De acuerdo a los manuales de funcionamiento de los equipos pesados, el fabricante recomienda que este mantenimiento se realice cada 250 horas. Pero también ya existen programas que realizan seguimientos rutinarios de los equipos, dando alertas antes de que suceda la falla, esto es un mantenimiento predictivo.

Un punto importante, que el área de mantenimiento debe de considerar, es evitar los mantenimientos correctivos, ya que genera altos costos de mantenimiento y provocando paradas imprevistas en la producción o en el caso de la maquinaria pesada, en la ejecución de obras.

También se tuvo como resultado, que uno de los objetivos del mantenimiento es la disponibilidad de equipo, es decir el porcentaje que el equipo está trabajando en obra. Los contratistas solicitan que los equipos estén disponibles mínimo un 92 % , ya que con este porcentaje no genera pérdidas en la valorización de obras.

En síntesis, tener una gestión de mantenimiento, realizando los planes de mantenimiento preventivo, predictivos, se tendrá como resultado equipos disponibles y confiables y una reducción importante de costos de mantenimiento.

Por otro lado, si es factible desarrollar una política de mantenimiento centrado en la confiabilidad, de acuerdo a la teoría el RCM, es la probabilidad de que un equipo funcione sin que tenga fallas. Para realizar esta política de mantenimiento, se debe de identificar primero las 7 preguntas importantes, que sirven como directrices para la implementación de RCM.

El resultado de aplicar el RCM en una empresa será de mejor la calidad del servicio, aumentar la integridad medio ambiental y seguridad, los mantenimientos serán más eficientes, y habrá menos fallas imprevistas, ya que se tendrá un control de ellas.

Se tendrá una base de datos de los mantenimientos que ayudará a aumentar la vida útil del equipo. Y por último se tendrán trabajadores más motivados.

## **CAPITULO 5:**

### **CONCLUSIONES**

- La relación entre el área de logística y mantenimiento es directamente proporcional, ya que debe de tener comunicación constante. Al momento de realizar mantenimientos se requiere de repuestos y suministros. Se tiene que evitar rotura de stock de repuestos, porque genera una demora al momento de realizar un mantenimiento hasta pérdida de producción. Se tiene que tener un control de Stock, para atender mantenimientos no programados.
- Aplicar planes de mantenimiento preventivos y predictivos ayuda de reducir la probabilidad de falla y los costos de mantenimiento.
- En caso de que surja una falla no programa, por causa de la mala manipulación del operador o falla mecánica se debe realizar un mantenimiento preventivo.
- Al responder las 7 preguntas del Mantenimiento centrado en la confiabilidad, se podrá aplicar una política de mantenimiento, lo que traerá mejoras a una organización. El detectar las fallas de forma oportuna, mediante planes de mantenimiento predictivos, que es el monitoreo contante de los equipos, ayudara a tener equipos disponibles y confiables.
- Todos estos temas son de interés a la Ing. Industrial, y es necesario tener conocimientos sobre la importancia de los mantenimientos en los equipos y las consecuencias de no realizarlos. Y la importancia de una gestión de almacenes

y de stock para atender los requerimientos de las distintas áreas de la organización.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Moubray J. (Segunda Edición) (1997) *Mantenimiento Centrado en la confiabilidad* Reino Unido, Aladon Ltd.
- Rosa R. (2011) *Gestão de Operações de Logísticas I*, Brasil, Universidade de São Paulo
- González J. (2012) *Gestión y logística de Mantenimiento de vehículos*. México, Editorial Universitario.
- F. D' Alessio (2016) *Administración de las operaciones productivas*. Cuarta edición. pearson educación de Perú. Lima, Perú.
- Chau J. (2010) *Gestion de mantenimiento para equipos en proyectos de movimiento de tierras*. (tesis de post-grado) Universidad Nacional de Ingenierias. Lima, Perú
- Lujan G. (2007) *Analisis y elaboración de un sistema de gestión de compras para lograr una ventaja competitiva en las operaciones de una flota de volquetes mineros*. (Tesis de Pregrado) Universidad de Ciencias Aplicadas. Lima, Perú.
- Souza R. (2008) *Análise da gestão da manutenção focando a manutenção centrada na confiabilidade: estudo de caso MRS logística*. Universidad Federal Juiz de Fora. Minas Gerais, Brasil
- Allali H. (2016) *Propuesta de un plan de mantenimiento para la flota vehicular MEGALOG* (Tesis de postgrado) Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.
- Teixeira J. (2016) *Gestão de estoque: estudo de caso em uma concessionária fiat no estado do Amazonas* (Tesis de Postgrado) Centro Universitario de Brasília. Brasília, Brasil.
- Ricaldi M. (2013) *Propuesta para la mejora de la disponibilidad de los camiones de una empresa de transportes de carga pesada, mediante el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento*. (Tesis de Pregrado) Universidad de Ciencias Aplicadas. Lima, Perú.
- Velásquez R (2012) *Propuesta de modelo de gestión de compras para una empresa del rubro de mantenimiento de maquinaria pesada*. (Tesis de Pregrado) Universidad de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- García Santiago (2007) *Gestión del mantenimiento*. Recuperado en junio 2019 de <https://www.xing.com/communities/posts/gestion-del-repuesto-o-que-debo-tener-en-el-almacen-1004888082>

ANEXO 1. MODELOS DE EXCAVADORAS MARCA DOOSAN, PARA REALIZAR MOVIMIENTO DE TIERRAS

► EXCAVADORAS SOBRE ORUGAS

CARACTERISTICAS	DX140LC	DX225LC A	DX300LC A	DX340LC A	DX500LCA	DX700LC
POTENCIA (HP)	95	148	197	247	318	463
PESO DE OPERACIÓN (KG)	14,000	22,100	29,900	34,500	52,900	71,100
CAPACIDAD DE CUCHARON (M3)	0.51	1.07	1.51	2.24	3.6	4.5
ZAPATAS (mm)	600	800	700	700	750	750
ALCANCE MÁX. DE EXCAVACIÓN (mm)	7,845	9,900	10,170	10,200	10,330	11,345
PROFUNDIDAD MÁX. DE EXCAVACIÓN (mm)	5,250	6,620	6,760	6,635	6,270	6,780
FUERZA DE EXCAVACIÓN CUCHARON (Kgf) ISO	11,100	15,200	20,400	24,800	30,010	40,100
FUERZA DE EXCAVACIÓN BRAZO (Kgf) ISO	7,700	10,800	11,000	22,000	29,320	33,200



## Cargador Frontal Chenggong 956C / 956G

Retornar

### Especificaciones Tecnicas

Peso operativo	16600kg
Carga nominal	5000kg
Capacidad de la cuchara	2.5-3.6 m3
Fuerza máxima de tracción	170kn
Fuerza de excavación	170kn
Tiempo de ciclo de trabajo	10.7s
Max. Altura de descarga	3196mm
Max. Alcance de descarga	1033mm
Max. de facilidad de inclinación	30°
Distancia entre ejes	3280mm
Carrilada	2795mm
Radio de giro Min.	6570mm
Velocidad máxima	36km/h
Longitud	8020mm
Latitud	3000mm
Altitud	3480mm
Motor	Shangchai C6121ZG
Potencia nominal del motor	162KW

**956C** 02 Velocidades Adelante, 1 Velocida Retroceso

**956G** 04 Velocidades Adelante, 3 Velocida Retroceso



