



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL

Mantenimiento preventivo para disminuir los tiempos en la entrega de  
servicios consorcio Alvac Johesa, Chimbote – 2017

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA INDUSTRIAL**

**AUTOR:**

YAJAIRA ISABEL ROSALES VÁSQUEZ

**ASESORES:**

ING. CHUCUYA HUALPACHOQUE, Roberto

MG. ESQUIVEL PAREDES, Lourdes Jossefyne

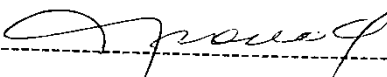
**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

GESTIÓN DE CALIDAD

**CHIMBOTE – PERÚ**

**2017**

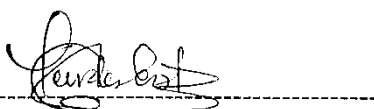
PÁGINA DE JURADO



---

Mg. Galarreta Oliveros, Gracia Isabel

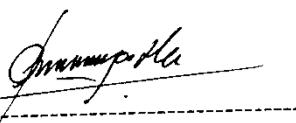
PRESIDENTA



---

Mg. Esquivel Paredes, Lourdes Jossefyne

SECRETARIA



---

Mg. Chucuya Huallpachoque, Roberto

VOCAL

## **EDICATORIA**

Este trabajo dedico especialmente a Dios, por haberme dado el maravilloso regalo de la vida y la salud, para que hoy me permita lograr con mis objetivos.

A mis padres por ser el pilar de mi vida, por demostrarme su amor y su apoyo en los momentos más difíciles cuando quería desmayar, por educarme con principios y valores.

Gracias a mis docentes, que con cada una de sus enseñanzas abrieron nuestras mentes y las llenaron de mucho conocimiento, haciendo de esta experiencia una de las mejores.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por derramar su bendición sobre mí, y haberme protegido en este largo caminar, por haberme brindado las fuerzas necesarias para superar las adversidades de la vida.

A mis padres que con su ejemplo de vida me enseñaron a no desfallecer ni rendirme ante nada, ellos son mi modelo de vida y motivación para nunca dejar de perseverar.

Gracias a mis docentes y a todas las personas que me ayudaron directa e indirectamente en la ejecución de este proyecto.

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

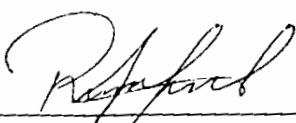
Yo, Yajaira Isabel Rosales Vásquez, estudiante de la Facultad De Ingeniería de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, identificada con DNI N° 73427031, con la tesis titulada “MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA DISMINUIR LOS TIEMPOS EN LA ENTREGA DE SERVICIOS CONSORCIO ALVAC JOHESA, CHIMBOTE – 2017”.

Declaro bajo juramento que:

- 1) La tesis es de mi autoría.
- 2) He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) La tesis no ha sido autoplagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Chimbote 6 de diciembre del 2017



---

Yajaira Isabel Rosales Vásquez

## **PRESENTACIÓN**

En el presente proyecto se diseñó un programa de mantenimiento preventivo para disminuir los tiempos en la entrega de servicio en el Consorcio ALVAC JOHESA, en el que podemos cuantificar la calidad y la cantidad de nuestra producción adquiriendo un nivel alto de fiabilidad y disponibilidad en los equipos teniendo fechas específicas para su mantenimiento según su hora de trabajo, además se contribuyó a la disminución de accidentes e incidentes que les pueda ocurrir a los colaboradores presentados en los siguientes capítulos:

Capítulo I: Se desarrolló la introducción que abarca desde la realidad problemática, los trabajos previos, las teorías relacionadas a las variables, se consiga la realidad problemática planteada, se presenta la justificación del estudio realizado, el problema por el que está pasando, la hipótesis y los objetivos a ejecutar.

Capítulo II: Se desarrolló la metodología que da inicio con el diseño de la investigación, las variables de Operacionalización, la población, la muestra, las técnicas / instrumentos aplicados, la metodología de análisis de datos y los aspectos éticos.

Capítulo III: Presenta el resultado de los tres objetivos planteados, iniciando con la recopilación de datos para la elaboración del historial de fallas, luego se diseñó y aplicó el programa de mantenimiento, para posteriormente brindar una propuesta de mejora ahorrando costos a la empresa a una mayor productividad.

Capítulo IV: Se discute los resultados con los de otros autores haciendo prevalecer el objetivo del plan de mantenimiento preventivo, seguido a ello se presenta las conclusiones y recomendaciones.

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	V
PRESENTACIÓN.....	VI
RESUMEN .....	XIII
ABSTRACT .....	XIV
1. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	15
1.2. TRABAJOS PREVIOS .....	20
1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA .....	25
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	36
1.5. JUSTIFICACIÓN .....	36
1.6. HIPÓTESIS .....	38
1.7. OBEJETIVOS.....	38
1.7.1. OBJETIVO GENERAL.....	38
1.7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	38
2. MÉTODO.....	39
2.1. Diseño de investigación: .....	39
2.2. Variables de la investigación.....	39
2.2.1. Variable Independiente: Mantenimiento preventivo .....	39
2.2.2. Variable dependiente: Tiempo de entrega de servicio.....	39
2.2.3. Operacionalización de variables .....	40
2.3. Población y muestra.....	43
2.3.1. Población.....	43
2.3.2. Muestra.....	43
2.3.3. Muestreo.....	43

2.3.4. Criterios Inclusión .....	43
2.3.5. Criterios Exclusión .....	43
2.4. Técnicas e instrumentos/herramientas de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	44
2.5. Métodos de análisis de datos .....	46
2.6. Aspectos éticos .....	47
3. RESULTADOS .....	48
3.1. Diagnóstico situacional respecto a los retrasos registrados en la entrega de servicios en el Consorcio Alvac Johesa .....	48
3.1.1. Análisis de fallas de la retroexcavadora del año 2016 .....	48
3.1.2. Análisis de entrega de tiempos de servicio del año 2016 .....	50
3.1.3. Análisis de causa – efecto (diagrama de Ishikawa) en la Retroexcavadora modelo Caterpillar 420F .....	53
3.1.4. Análisis de criticidad a la Retroexcavadora Caterpillar 420F por sub sistemas.....	55
3.3.1. Análisis de fallas del año 2017 .....	64
3.3.2. Análisis de entrega de tiempos de servicio del año 2017 .....	66
4. Contrastación de Hipótesis nula (Ho) .....	69
5. DISCUSIÓN.....	71
6. CONCLUSIÓN.....	75
7. RECOMENDACIÓN.....	76
8. REFERENCIAS .....	77
9. ANEXOS.....	81



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Frecuencia de fallas.....	33
Tabla N° 02: Impacto en seguridad.....	33
Tabla N° 03: Impactos ambientales.....	34
Tabla N° 04: Nivel de producción.....	34
Tabla N° 05: Tiempo medio de reparación.....	35
Tabla N° 06: Costo de mantenimiento.....	35
Tabla N° 07: Registro de fallas del año 2016.....	49
Tabla N° 08: Costos por penalidades de los retrasos en la entrega de servicios.....	51
Tabla N° 09: Análisis de criticidad para los subsistemas de la retroexcavadora .....	55
Tabla N° 10: Resultado del análisis crítico de la retroexcavadora en el año 2016.....	57
Tabla N° 11: Frecuencia de PM de la retroexcavadora.....	59
Tabla N° 12: Registro de fallas del año 2017.....	63
Tabla N° 13: Resultado del análisis crítico de la retroexcavadora en el año 2017.....	64
Tabla N° 14: Costos por penalidades según el tiempo de retrasos en la entrega de servicio en el año 2017.....	67
Tabla N° 15: comparación de los datos antes y después de la aplicación del programa mantenimiento preventivo para la retroexcavadora CAT 420f.....	68
Tabla N° 16: Fallas antes y después de la aplicación del plan de mantenimiento.....	69
Tabla N° 17: Análisis estadístico con la herramienta <i>T Student</i> .....	69

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 01: Matriz de criticidad.....	35
Cuadro N° 02: Código de criticidad.....	35
Cuadro N° 03: Diseño de la investigación.....	38
Cuadro N° 04: Operacionalización de variables.....	40
Cuadro N° 05: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	43
Cuadro N° 06: Método de análisis de datos.....	44
Cuadro N° 07: Compartimiento según PM.....	57
Cuadro N° 08: Código de trabajo para el mantenimiento preventivo .....	58

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 01: Tiempo de entrega de servicios del año 2016.....	50
Gráfico N° 02: Tiempo de entrega de servicios del año 2017.....	66

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01: Diagrama de Ishikawa para la retroexcavadora.....	53
Figura N° 02: Programa de mantenimiento preventivo.....	63
Figura N° 03: Análisis de la Hipótesis nula.....	70

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo plasmar la importancia del diseño de un programa de mantenimiento preventivo para disminuir los retrasos en la entrega de servicios, mejorando la disponibilidad y evitando las falencias de los equipos, tomando como objeto el registro de fallas de los equipos, pues al realizar el diagnóstico situacional, se obtuvo como resultado una gran pérdida de producción del Consorcio Alvac Johesa en el proyecto de Ancash – La Libertad, empresa que cuenta con varios activos, pero los activos que contribuyen directamente con la producción son las maquinarias pesada, pero es la retroexcavadora quien resulto ser la máquina más crítica y todo ello por la ausencia de un plan de mantenimiento preventivo, entonces se inició la investigación con la recopilación de datos del año 2016 creando un historial de fallas con la ayuda del Check List, parte diario y el reporte diario, analizando cada uno de los retrasos de las entregas de servicio a nuestro cliente y los altos costos que se generaban en las reparaciones y las penalidades impuestas ante tales retrasos. Obteniendo como resultado un total de 16% de disminución de retrasos.

**Palabras claves:** Mantenimiento Preventivo, disminuir tiempos de entrega de servicio, diagnóstico situacional, historial de fallas.

## ABSTRACT

The present investigation aims to capture the importance of designing a preventive maintenance program to reduce delays in the delivery of services, improving availability and avoiding equipment failures, taking as an object the failure record of the equipment, as when making the situational diagnosis, the result was a great loss of production of the Alvac Johesa Consortium in the project of Ancash - La Libertad, a company that has several assets, but the assets that directly contribute to the production are the heavy machinery, but it is the backhoe that turned out to be the most critical machine and all this due to the absence of a preventive maintenance plan, then the investigation began with the data collection of the year 2016 creating a fault history with the help of the Check List, daily part and the daily report, analyzing each of the delays in the delivery of service to our customer and the high costs that were generated in the repairs and penalties imposed in the face of such delays. Obtaining as a result a total of 16% decrease in delays.

**Keywords:** Preventive Maintenance, reduce service delivery times, situational diagnosis, fault history.

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA**

En estos últimos treinta años la evolución del mantenimiento ha ido avanzando a pasos agigantados, sobre todo ahora, donde las empresas han agotado todas las capacidades de una mejora que estaban por desarrollar en su producción, por tanto, los empresarios de las organizaciones se dieron cuenta que el mantenimiento era un proceso que tenía mucho por explotar (GONZÁLES, 2010, p. 23).

En el Perú, no existe una organización específica que se encargue de la implementación y ejecución de programas para controlar las falencias que presentan los activos y las pérdidas de producción que se presentan como consecuencia. Los desgastes ocurridos, son las causas de la falta de un plan de mantenimiento preventivo, también los trabajos que se realizan en el rubro de construcción y mantenimiento de carreteras que por la misma accidentabilidad de los terrenos se suman a ello.

Por tal motivo debería existir un departamento específico de mantenimiento preventivo en cada una de las organizaciones; que conlleve a realizar una variedad de actividades en las reparaciones, para lograr el alcance de su objetivo, analizando cada una de las fallas presentadas y repararlas en el momento oportuno. Por lo tanto un programa de mantenimiento preventivo debe estar de acuerdo a las necesidades que el activo presente, para que cumpla su vida útil.

Las maquinarias pesadas en el rubro de mantenimiento vial son una pieza clave, con lo que respecta la inversión a este tipo de proyectos, por lo cual aumenta el interés y la importancia de mantenerlos en óptimas condiciones, de esa manera también se estará aportando con la seguridad, salud ocupacional de nuestros colaboradores y con el control de la contaminación ambiental, pues todo ello está afectando indudablemente a estos tres temas que son de suma importancia, y no le están dando interés con la finalidad de reducir sus costos.

Sin embargo en la empresa Alvac Johesa, no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo, evidenciándose poca importancia a la gestión de activos. La empresa tiene a su cargo un promedio de 30 activos, entre equipos menores, equipos livianos y maquinaria pesada, todos los mencionados son importantes dentro de la empresa, pero no todos intervienen directamente en la producción.

En el contrato estipulado con el cliente, se indica claramente que cada servicio se ejecutará en un plazo indicado, y para ello solo intervienen los equipos denominados “equipos de línea amarilla” – refiriéndose de ese modo a la maquinaria pesada, que hace un total de 10 que participan directamente en la producción, como es el caso de la motoniveladora, rodillo liso, cargador frontal, Minicargador, volquete, cisterna, retroexcavadora.

Todas las maquinarias mencionadas presentan diversos tipos de fallas, pero la máquina que presenta un nivel bajo de disponibilidad, es la Retroexcavadora modelo Caterpillar 420F, y por ser una máquina multifuncional, su presencia es importante para atender los servicios requeridos, lo cual genera retrasos en la entrega de servicios en la fecha indicada.

Todo esto genera un incremento en los costos, tales como la tercerización en el mantenimiento, pudiendo ser realizada por la misma empresa. Por otro lado tenemos los costos por penalidades, que se refiere al retraso e incumplimiento en la entrega del servicio, pagando un monto por penalidad a la institución competente.

La aplicación de un mantenimiento correctivo influye en el costo beneficio de la empresa, ya que el tiempo promedio de reparación de la retroexcavadora es aproximadamente 10 horas, generando tiempos muertos en la producción. Situación que sería prevenida en la implementación de un mantenimiento tipo preventivo o predictivo.

Entonces ahora el problema ya no solo está en el área de mantenimiento, sino en el área de producción, pues en el momento que se presenta un derrumbe de talud, o incluso por el mismo clima



impredecible que presenta la parte sierra de nuestro país, donde las lluvias aumentan el caudal de los ríos generando derrumbes de plataformas. Entonces para cumplir con el contrato y brindar un buen servicio al cliente, se debe atender dichas emergencias de manera eficiente, e incluso ejecutarlas en menos días de los que se estipula en el contrato, ya que la máquina es la principal herramienta para ejecutar el servicio.

Conjuntamente se generan problemas en cadena, pues en cada una de las áreas debería existir una buena comunicación y coordinación, para evitar que se genere más problemas. Porque cuando la alta dirección se reúne con los dueños de la empresa para comprar un equipo no tienen en cuenta el área y el clima donde se llevará a cabo el trabajo. Incluso en algunas oportunidades se ve los casos donde compraron equipos para realizar trabajos en un lugar cálido y cuando estos se trasladaron a la parte sierra dejaron de funcionar por completo. Pues toda máquina es como una persona, cuando este vive en costa y viaja hacia la sierra le produce alguna descompensación, de igual manera pasa con los equipos/máquinas.

En el año 2016 se evidenció varias fallas que retrasan la producción y que tomaban un promedio de 12 horas por máquina en el taller. Además al contactar con una empresa externa, desde la cotización hasta la ejecución del servicio aumentan más los tiempos y con ello los costos.

No se puede garantizar la disponibilidad y fiabilidad del activo, porque no se genera un control de las actividades del desgaste de la máquina, pero como no es reparado con el plan de mantenimiento preventivo ocasiona problemas de seguridad y salud ocupacional. Todo este tipo de ocurrencias no solo afecta a la maquinaria, sino que este va arrastrando consigo al área de producción, al área de Seguridad Salud Ocupacional y Medio Ambiente (SSOMA), y a las demás áreas.

Un programa de mantenimiento preventivo ayudará a evitar accidentes e incidentes; y en el Consorcio se presentó un índice de 70% de incidentes y un 30% (ver anexo N° 22) de accidentes según

los reportes presentados por el área de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente del Consorcio en el año 2016, es una de las muchas razones por lo cual se dice que es importante implementar de manera urgente un plan de mantenimiento preventivo, pues una buena gestión de mantenibilidad a las maquinarias y equipos, contribuirá a evitar este tipo de sucesos.

La falta de gestión con respecto al mantenimiento está generando la falta de optimización con respecto al tiempo del cumplimiento para la entrega de servicio, presentadas mediante cartas en fechas específicas. La empresa de Provías Nacional nos exige una alta calidad en nuestro proceso, pero con la confiabilidad inestable de las maquinarias del Consorcio nos está generando costos altos y sobre todo provoca que no estemos entregando el servicio en el tiempo estipulado. Tener un programa de mantenimiento no solo quiere decir que este se encarga de darle la adecuada mantenibilidad a los equipos y de detectar o prevenir las fallas antes de que estos se presenten en el frente de trabajo, sino que también está ligado con el deber de dejar operativa la maquinaria, ya que el producto de ello ayudará a que el operador pueda realizar su labor con mayor efectividad, optimizando el tiempo de trabajo.

La mayoría de las maquinarias están expuestas a más de 3,400 metros sobre el nivel del mar, donde realizan esfuerzos residuales y todos ellos causados en el proceso de deformación en el frío o en el calor, ocasionando choque térmico, pues no se trabaja bajo las normas establecidas considerando la temperatura, tiempo, velocidad y el medio de enfriamiento. Presentando problemas en los activos como crujidos en el motor, vaciado de frenos, fallas en los sensores, corrosión de piezas, desgaste y rupturas de piezas muy costosas.

El área encargada no está realizando la supervisión constante de todas las unidades como equipos y maquinarias (ver anexo 10), del mismo modo no están proporcionando la fiabilidad de todos los equipos para garantizar la seguridad de los operadores, y sobre todo logrando que estos den su mayor rendimiento al momento de la

producción. En la actualidad llegan a realizar todas las reparaciones de las máquinas, pero aún tienen que lidiar con deficiencias internas, tales como la utilización de un programa de mantenimiento preventivo, la ausencia de herramientas necesarias y la falta de personal calificado para trabajos de mantenimiento.

En la empresa mencionada presenta durante sus jornadas laborales fallas parte del mal diseño, la mala selección del material y/o proveedor. Imperfecciones del material de proceso, errores de la gestión mantenimiento; todas estas falencias son a causa del control de calidad y también se consideró a los factores ambientales como una de las causas. También por el mismo terreno que se trabaja en la sierra, ocasionando el ingreso de agua a los sensores, y todo ello conlleva a la minimización de la vida útil de los activos, pues al llegar a un cierto nivel de desgaste, se maximizan los costos, y por lo tanto va generando paradas parciales o a veces paradas totales en la producción, y mientras esa expectativa aumente la confiabilidad disminuirá.

El proceso de una orden de compra, es de cinco a seis días donde el mecánico examina a la maquinaria e informa a su jefe el Ing. Mecánico, este a su vez realiza cotización de los repuestos, emite la orden de compra al área de almacén y luego es enviado a la oficina que se encuentra en la ciudad de Chimbote, a los dos o tres días le están dando una respuesta. Si esto lo llevamos al tema de costos estamos generando grandes pérdidas, todo porque el Jefe de Equipo Mecánico no aplica un programa de mantenimiento. Esto está generando la minimización en cuanto al tiempo de vida útil de los equipos, ya que la maquinaria viene hacer un producto de constante uso, esencial para trabajos de minería, construcción y mantenimiento vial.

Se incrementaron los costos y todo debido a que en su plan de Mantenimiento es de tipo correctivo, como consecuencia de ello no es posible optimizar los recursos de mano de obra. Por tal razón se tuvo que liquidar a un buen número de trabajadores, entre ellos los

operadores, no teniendo en cuenta que la implementación y la ejecución de un programa de mantenimiento preventivo, pues bien la gerencia vio por conveniente contratar a novatos para operar las maquinarias esto les resulta menos costosos en cuanto a la mano de obra, desde la llegada de estas las máquinas se malogran casi a diario generando mayor incremento en el tiempo de reparación y la pérdida de producción, ya que una persona no capacitada para operar estas máquinas tiende a maximizar la ocurrencia de fallas

La realización y el cumplimiento del trabajo, trae consigo un aporte socioeconómico a los pueblos que se encuentran en la ruta, pues bien el trabajo de mantenimiento que se realiza a la vía trae consigo una mejor transpirabilidad de ingresos a los pobladores de los pueblos, y al no obtener buenos resultados dejamos a un gran número de pobladores en la deriva, minimizando su comercio y su transporte, estos a su vez realizaron muchas manifestaciones agresivas, obstaculizando los trabajos y todo por el incumplimiento de la fecha estipulada para habilitar la vía.

## **1.2. TRABAJOS PREVIOS**

En el mundo moderno el Mantenimiento ya no se encuentra ajeno a los diversos cambios en las exigencias de los clientes quienes imponen el mercado a la industria productiva sus expectativas. Un ejemplo de esto son las crecientes presiones por la conservación del medioambiente, frente a las cuales el Mantenimiento puede representar un importante componente para incrementar la eficiencia energética de los procesos productivos.

En el artículo Morales, Jorge M., titulada “**Barreras y factores de éxito para implementar la gestión de activos**” con el fin de dar a conocer los obstáculos o limitaciones la falta de una gestión de activos en el año 2016 en la ciudad de Argentina, el objetivo principal es la implementación de la gestión de mantenibilidad de maquinarias y equipo a quien ellos denominan los activos en las industrias, es de

mucha importancia ya que de esa manera estarán aptos para sobresalir en este mundo competitivo económico globalizado, donde la tecnología juega un papel muy importante, pero se presenta las barreras para la implementación de un plan de mantenimiento, que básicamente causadas por los Costos de Capital (CAPEX) y Costos de Operación (OPEX).

Tomando como ejemplo que en una industria minera realizar y aplicar un plan de mantenimiento cubre el 50 % de los gastos operativos de la organización esto comparado con las demás industrias de otros rubros, se puede ver que los costos varían significativamente. Pero el hecho de no implementar una gestión de activos trae como consecuencia un elevado déficit de integración con lo que respecta las decisiones técnicas, financieras y como ventaja obtendremos objetivos claros, para la implementación del plan de gestión de activos (MORALES, 2016).

La tesis de Robles Rojas, Ana Cristina, titulada **“Análisis, diagnóstico y propuesta de mejora en la gestión de activos físicos de Grúas Pórtico”** con el fin de optar el título de Ingeniería Industrial en la universidad Católica de Perú en el año 2015 en la ciudad de Lima –Perú, teniendo como objetivo el cumplimiento de la vida útil de sus equipos y maquinarias, para que estos sean más confiables y productivos. Su activo crítico es la Grúa Pórtico, este tiene que trasladarse del muelle al buque, pero el principal problema que aqueja al terminal portuario todo esto genero un stock en el almacén. Pese a ello, se dieron cuenta que lo que lo fundamental de un plan de mantenimiento preventivo era conectar el mantenimiento con los objetivos estratégicos de la empresa, esto conllevó a la implementación de un sistema de gestión de activos. El sistema no está enfocado en ser el menos costoso, ya que la calidad no cuesta, lo que cuesta es la no calidad por ende su objetivo es ser el más efectivo, conllevando a que la administración de activos se realice de manera proactiva, progresiva y constructiva (ROBLES, 2015).

La tesis de Días Gonzales, Miguel Ángel, titulada **“Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa equipos técnicos de Colombia ETECOL SAS”** con el fin de optar el título de Ingeniero Mecánico en la universidad Tecnológica de Pereira en el año 2014, Pereira – Colombia, quien tuvo como objetivo identificar las posibles causas que estaban generando las fallas de sus equipos a los cuales les presta servicio de mantenimiento correctivo y preventivo. Debido a las ocurrencias diarias de fallos se está originando pérdida de producción y de tiempo, el mantenimiento correctivo está generando altos costos en las reparaciones, en los repuestos, consumos de materiales y paradas innecesarias de las maquinarias.

Con la elaboración del programa de mantenimiento preventivo se logró diseñar cada rutina en base al manual de equipos, actividades basadas en las horas de operación 50, 250, 500, 750, 1000, 1250, 1500, 1750 y 2000 horas logrando un mejor rendimiento y disponibilidad de los equipos mediante análisis estadísticos, también se logró programar sus mantenimientos en fechas específicas según la marca, el modelo o la serie. Se incrementó las horas de fiabilidad y producción, reduciendo los costos de mantenimiento (GONZALES, 2014).

La tesis de Buelvas Díaz, Camilo Ernesto y Martínez Figueroa, Kevin Jair, titulada **“Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa L&L”** con la finalidad de optar el título de Ingeniero Mecánico en la universidad Autónoma del Caribe en el año 2014, Barranquilla – Colombia, lo cual tuvo como objetivo elaborar un plan de mantenimiento preventivo todo esto sobre su flota de vehículos (maquinaria pesada) de la empresa L&L mejorando su desempeño, teniendo en cuenta la seguridad y el medio ambiente aplicando un plan de mantenimiento en la empresa, quienes contaban con una variedad de vehículos, para ello ya tiene un plan de mantenimiento preventivo establecido, pero por el poco interés este se convirtió en tipo correctivo, pues se evaluó

que el índice de reparaciones de mantenimiento es del 80 % fallas inesperadas, todo esto está causando que los costos adicionales se maximicen, pagos extras a los mecánicos y operadores, retrasos en su servicio, stock, entre otros.

Lograron obtener buenos resultados, ya que aplicando el plan de mantenimiento preventivo correctamente obtuvieron 14 días de trabajo ganado, ya que los repuestos se encuentran disponibles justo a tiempo, incrementando los tiempos de operación, pues al cambiar los repuestos oportunamente podían trabajar más días, limitando la presencia de fallas, evitando las paradas inesperadas cumpliendo con la entrega de servicio en el momento preciso. (BUELVAS, 2014)

La tesis de Varela Reyes, Salvador Enrique, titulada **“Implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la RETESA S.A. DE C.V.”** con el propósito de optar el título de Ingeniero en Mantenimiento Industrial en el año 2013, Santiago de Querétaro – México, lo cual tuvo como objetivo elaborar un programa de mantenimiento preventivo para aumentar la eficiencia de la productividad, evitando el paro innecesario de la maquinaria y/o equipos y disminuyendo las fallas de sus activos. Hasta el año 2013 la empresa tuvo un crecimiento significativamente, por ende comenzaron a adquirir nuevos equipos, pero se descuidaron en realizar su historial de mantenimiento e incluso *Check list* de las maquinarias y equipos que adquirirían. Pues el plan de mantenimiento preventivo con el contaban estaba no estaba actualizado ni mucho menos de acorde con la tecnología.

Para dar solución, se empezó por crear formatos específicos de mantenimiento preventivo para cada máquina según las características obtenidas por los proveedores, los cuales obtuvieron grandiosos resultados dándole un mejor seguimiento al programa de mantenimiento, realizando un mejor control a los registros mensuales, donde exponía los gastos de mantenimiento, que sirvió para la mejora continua del servicio que se brindaba. Con todo ello se obtuvo una disminución del 35% de paradas innecesarias de los equipos y

maquinarias incrementando la fiabilidad, confiabilidad y disponibilidad de los activos. (VARELA, 2013)

La tesis de Montes Villada, Juan David, titulada **“Diseño de un plan de mantenimiento para la flota articulada de INTEGRA S.A. usando algunas herramientas del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)”** con el fin de optar el grado de Ingeniero Mecánico en la universidad Tecnológica de Pereira en el año 2013, Pereira – Colombia, para lo cual la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo básico, debido a que no se realizaron un análisis a sus procesos de producción, tampoco se evaluó las ventajas del RCM. A consecuencia de las dificultades de coordinación sobre los datos informativos, no hay un adecuado manejo de historial porque su formato de OT no está de acorde al plan. Al igual que ello tampoco cuenta con los datos específicos de cada equipo impidiendo que se les haga el mantenimiento.

Este proyecto de investigación es de tipo tecnológica, pues es una aplicación del conocimiento que tiene como objetivo diseñar un plan de mantenimiento para el mejoramiento de su proceso. Aplicando algunas herramientas de análisis según los fundamentos del RCM se logró el diseño de un plan de mantenimiento para la empresa, sus subsistemas de suspensión, de frenos y el de dirección, son los más críticos, pero obtuvieron medidas para prevenir el desgaste evitando las fallas. Los neumáticos y la carrocería resultaron partes con menor criticidad, para todo ello se utilizó el programa de mantenimiento tipo preventivo. Para lo cual se diseñó una variedad de rutinas preventivas con el objetivo de codificar los equipos y partes minimizando todo tipo de retrasos en la producción y disponibilidad de las máquinas (MONTES, 2013).



### **1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA**

#### **El mantenimiento**

Es una inversión, no un gasto, todas las empresas lo deben considerar de este modo tanto a mediano como largo plazo ya que evita gastos innecesarios en la reparación o daño total de sus equipos. El buen estado de las máquinas que participan en el proceso de producción garantiza la calidad de los productos fabricados, ahorra tiempo y reduce gastos (ALARCÓN, et., 2013). A fines del siglo XIX el mantenimiento ha pasado por distintas etapas partiendo de los inicios de la revolución industrial eran los mismos operarios quienes ejecutaban de manera correctiva las fallencias que sufrían las máquinas.

A medida que se pasaron los años la capacitación de los hombres, estos iban creando máquinas con sistemas más complejos, fue entonces donde los dueños no solo se preocupaban por reparar las fallas sino también evitar a que estas ocurriesen de manera inesperada generando paradas imprevistas ocasionando grandes pérdidas de producción y costo (GARCÍA, 2010, p. 1).

Además, es importante llevar un registro organizado de los mantenimientos realizados y de las fallas presentadas, para poder estimar la vida útil y ciclo de mantenimientos requeridos para cada sistema, y la necesidad de llevar un control exacto de los bienes y materiales que se posee, prever su duración en el tiempo considerando cada variable que afecte su consumo, y tener un respaldo de equipos y materiales de uso frecuente para ocasiones de emergencia (ARAPE, 2009).

Para la elaboración y ejecución de un plan de mantenimiento de las instalaciones o maquinas, se debe incluir toda la información adecuada para registrar en el historial de fallas. Los planos también son muy importantes para definir de manera exacta cada una de las dimensiones presentando el funcionamiento de los elementos que lo componen y darles solución a las fallencias (AGUILERA, 2011, p. 9).

## **Planificación del mantenimiento**

En la planificación del mantenimiento se debe incluir claramente las definiciones de los objetivos y las políticas, definidos como objetivo económico técnico de los servicios juntamente con los métodos que se implantará describiendo los medios necesarios para lograrlo. Los objetivos serán los resultados específicos que trazó la organización dentro del departamento de mantenimiento de manera que este se cumpla a media y largo plazo, a todo ello se debe incluir un plazo de ejecución dejando claro los indicadores, las metas y los responsables de la elaboración (ORTIZ, 2013, p. 90)

## **La aplicación del mantenimiento**

Se aplica a los equipos, a la infraestructura, a las herramientas, y a los demás implementos de trabajo en la empresa representa una inversión que a mediano y largo plazo demostrará beneficios monetarios y operacionales, siempre y cuando el costo del mantenimiento periódico no sobrepase el costo beneficio de una máquina y sea más rentable la obtención de una nueva.

El control del mantenimiento representa una herramienta importante en seguridad laboral, debido a que la mayoría de accidentes son causados por desperfectos en los equipos que pueden ser evitados con una simple revisión periódica; manteniendo las áreas y ambientes de trabajo en orden y limpieza, con buena iluminación, siendo parte del mantenimiento preventivo de los sitios de trabajo.

Las actividades de mantenimiento se deben realizar por personal debidamente capacitado e inducido con la herramienta adecuada y los equipos de seguridad necesarios, para completar las actividades propuestas en la mejora continua (ver anexo 21) de la maquina sin tener ningún riesgo (AGREDA, 2008). En la actualidad la mayoría de empresas Cuenta con nuevas técnicas de mantenimiento como Software específicos que destacan en el mercado internacional como: IFS, Indus International, JD Edwards, Mincon, Datastream, PSDI, Frontec, etc. (GINDER, 1996). El mercado presentó en 1997 un monto

aproximado de 900 millones de dólares, quien de ello el 57% en América Latina, 56,6% fue destinado para los Estados Unidos, 27,5% para Europa y un 10,3% en Asia y Oceanía. (SHARES, 1980).

### **Evolución del mantenimiento**

La evolución de los últimos años está generando la fabricación de máquinas y procesos automatizados, en este entorno competitivo por el cual estamos rodeados, asimismo cabe mencionar que todo proceso dentro de una industria tiene como meta emplear el capital mínimo en los costos de reparación de los activos obteniendo con el mantenimiento preventivo los mayores beneficios dentro de la organización (REY, 2001, p. 27).

Sin importar el sector industrial al que pertenezca, el Mantenimiento se está revelando como una de las áreas más importantes para resguardar e incluso aumentar la productividad de la empresa. A lo largo del tiempo se han ido evolucionando diversas técnicas y herramientas para elaborar una buena gestión de mantenimiento obteniendo como resultado que nuestros equipos y maquinarias cumplan con su ciclo de vida (RIBA, 2010, p. 11). Es por ello que en la actualidad la gestión de mantenimiento se presenta como una obligación en todo tipo de industrias y empresas para la operatividad de sus activos.

### **Principios del mantenimiento**

El conocimiento se convirtió en uno de los factores de producción con mayor ventaja competitiva de las empresas del siglo XIX. Si bien en cierto en la década de los 90 este factor ya se venía estudiando a profundidad para la aplicación de la gestión estratégica, pero aún hay muchas interrogantes por resolver tales como las del mantenimiento y los montajes en las industrias. Si bien es cierto el mantenimiento tiene por finalidad conseguir la utilización óptima de los activos, generando la mantenibilidad de un estado apto para el momento requerido para obtener una producción rentable a un buen costo (CÁRCEL, 2014, p. 13).

Debemos tener en cuenta todas aquellas pequeñas operaciones del mantenimiento de una máquina con lo que conseguiremos que estas se encuentren en un buen estado para cuando se requiera, pues bien no basta con tener conocimiento de que máquina es, o como se llame sino también debemos conocer el funcionamiento para poder realizar la operación adecuada de aquella máquina (GONZÁLES, 2010, p. 6).

Antiguamente, los militares eran los precursores de realizar estudios sobre la gestión de mantenimiento, anteriormente ellos contaban con un gran número de vehículos bajo su control, su inspección y reparación que eran expuestos en plena guerra, la mayoría de sus inspecciones era de manera periódica desde las revisiones diarias, pero pese a ello aun no contaban con un plan de mantenimiento (PICABEA Y ORTEGA, 2010, p. 264).

La implementación del programa de mantenimiento preventivo ayudará a la empresa a disminuir sus costos debido a una mejor distribución de los recursos humanos, físicos y financieros; además de ayudar al departamento de mantenimiento en el manejo y adquisición de los suministros necesarios para el desarrollo de sus actividades (GUERRA, 2003).

### **En el mantenimiento preventivo**

Conlleva a un proceso netamente operativo, formando parte de las operaciones orientadas a conservar los equipos denominados como activos. Desde hace varias décadas los empresarios se dieron cuenta que para llevar un mejor control del mantenimiento preventivo era necesario incluirlo como un departamento más de la empresa, teniendo personal calificado para realizar dichos trabajos (PARRA Y CRESPO, 2012, p. 13).

Este tipo de mantenimiento se proyectó lograr como objetivo mantener a las máquinas a un nivel de servicio fiable presentándose en el momento y en el lugar oportuno de producción, siendo programado las horas de reparación e inspección a las que serán sometidas según el programa (GARCÍA, 2010, p. 17).

El mantenimiento preventivo no es más que hacer una serie de reparaciones que ya estaban programadas aplicadas a un equipo, maquinaria o sistema productivo. Esto influirá con lo que respecta a confiabilidad de los activos, ya que si se encuentra correctamente gestionado y aplicando de manera notable en la confiabilidad de un activo. (RELIABILITY, 2010)

### **Gestión del mantenimiento**

La importancia de gestionar el mantenimiento es fundamental ya que la competencia genera una obligación a rebajar los costos de reparación, analizando su nivel de influencia sobre las máquinas en las horas paradas. Teniendo la gestión planteada y ejecutada se logrará no solo beneficiar al departamento de mantenimiento sino también favorecerá de manera directa e indirecta a los demás departamentos de la empresa (GARCÍA, 2010, p. 4).

El mantenimiento es considerado como una de las áreas con mayor efectividad y eficiencia, al hacer uso de recursos materiales, económicos y los recursos humanos llegando a lograr los objetivos del mantenimiento. Lo cual alude a una serie de técnicas para la mantenibilidad de los equipos, logrando su disponibilidad a un menor costo (ABANTO, 2013).

Hoy las empresas están entendiendo que la “Gestión Eficaz de Activos” es altamente especializada y compleja, que es la fuente de grandes ventajas competitivas, pero a su vez también un área de extremo cuidado y se puede lograr a través de un enfoque global para desarrollar sus funciones en el marco de la Confiabilidad Operacional. Para ello debe cubrir cuatro áreas vitales: Desarrollo del Talento Humano, Definición de Estrategias de Gestión, Optimización de los Activos Físicos, y de los Procesos y Sistemas de Información.

El resultado y éxito del sistema se cuantifica en términos de la reducción en los riesgos de la planta, reducción de las tasas de falla y el control de los mecanismos de deterioro, al mismo tiempo que se estabilicen los costos de operación y se logra reducir

considerablemente los costos totales del mantenimiento (GARCIA, 2010).

El brindar un buen servicio indica que la gestión de mantenimiento debe mostrar seguridad y fiabilidad a cada una de las maquinarias que está bajo su cargo para evitar las fallas, e incluso proporcionar datos probabilísticos de las posibles fallas en un futuro para poder ser evitadas. (BONA, 2010, p. 23).

Actualmente la mayoría de los procesos son automatizados, por lo cual se busca establecer la estandarización de la documentación para planificar y hacer un historial de mantenimiento, junto con el reporte de fallas, todo ello sirve para evaluar la disponibilidad y confiabilidad de la maquinaria. Las diferentes herramientas utilizadas, servirán para predecir y prevenir alguna falla, garantizando la mantenibilidad de nuestros equipos, con la correcta recopilación de datos empezaremos poco a poco armando el historial de fallas, que serán prácticos y concisos. Pues a partir del 1994 con el avance de la tecnología, nuestros clientes empezaron a ser más exigentes, es por ello que hasta la actualidad has más de 200 softwares para ejecutar un mantenimiento. (TAVARES, 2000, p. 3)

### **El mantenimiento como estrategia**

Adopta responsablemente una buena gestión para llevarlo al éxito con una serie de técnicas y herramientas. En dicho sentido se crearon cinco estrategias básicas del mantenimiento quienes logran que los equipos se mantengan en un buen estado, proporcionando un alto índice de fiabilidad, disponibilidad y productividad, llegando a cumplir con su ciclo de vida (RENOVE, 2014).

Es importante considerar que la productividad de una industria aumentará en la medida que las fallas en las maquinas disminuyan de una forma sustanciales en el tiempo; resulta indispensable contar con la estrategia de mantenimiento más apropiada y con el personal capacitado tanto en el uso de las técnicas de análisis y diagnóstico de

fallas implementadas como también con conocimientos suficientes sobre las características de diseño y funcionamiento de las maquinas (MORENO, et, 2012).

Estrategia correctiva: en cuanto a los integrantes del departamento de mantenimiento, se recalca que no hay nadie como el operador de cada maquinaria que se le designó debe realizar los chequeos a los equipos en los momentos que estos presenten alguna falencia, se revisa en el momento adecuado para dar aviso a los mecánicos para evitar lo más rápido las posibles pérdidas de producción. (CUATRECASAS, 2012, p. 671).

Estrategia condicional: al llegar su inspección programada se realiza de manera detalla y por un personal calificado asegurando la disponibilidad de las máquinas logrando alcanzar con el objetivo que es evitar la inoperatividad afectando las horas de producción. (CUATRECASAS, 2012, p. 673).

Estrategia sistemática: las inspecciones programadas anualmente que persigue la eficiencia por medio de la disminución de desperdicios que son denominados como pérdidas.

Estrategia de alta disponibilidad: genera la operatividad para aumentar la productividad y rentabilidad en el tiempo adecuado, se requiere la utilización de otros métodos para lograr con nuestro objetivo (CUATRECASAS, 2012, p. 676).

### **Entrega de servicio**

La gestión de niveles de servicio requeridos por los clientes, se debe tener en cuenta el costo y los alineamientos con las necesidades del negocio. El cliente es la persona que tiene la capacidad de decidir sobre el servicio que está requiriendo, a diferencia de los usuarios se les define como personas que van a usar el producto. Se realiza un pacto con los clientes de sobre los niveles de servicio, penalidades y

los costos, este último puede aumentar siempre y cuando se no se esté teniendo en cuenta los costos de mantenimiento y soporte.

Esto indica que no es lo mismo exigir una disponibilidad del 99% a una del 99.999%, ni mucho menos tratar de solucionar un incidente en menos de 3 horas que decir en menos de 48 horas. Para todo ello se debe tener en cuenta que el tiempo que tome la entrega de servicio se pueden presentar contingencias, riesgos y problemas inherentes en cuanto al sistema de información (LAVIÑA Y MENGUAL, 2008, p. 241).

### **Fiabilidad**

La fiabilidad de las máquinas tiene que ver con la probabilidad de que esté en buenas condiciones para el funcionamiento adecuado y en el tiempo adecuado, ya que se puede presentar causas desconocidas de las falencias en cualquier momento (ARQUES, 2009, p. 2)

### **Fallas**

Las fallas son ocurrencias de algún proceso, persona, máquina o equipo deja de funcionar, deja de brindar el servicio para el que fue creado, no cumpliendo con su ciclo de vida (ver anexo 20) (PASCUAL, et, 2007, p.34).

### **Servicio de mantenimiento**

Ayuda a identificar y a satisfacer las necesidades de la población y los requerimientos para la reparación y mantenimiento de las maquinarias en la manera precisa de una forma total, cumpliendo con lo solicitado de nuestros clientes de manera oportuna y efectiva (ANGUITA, 2014, p. 126).

### **Criticidad**

Esta metodología nos permite establecer prioridades de las Instalación, Sistema, Equipo o Dispositivo (ISED), de acuerdo a una figura denominada criticidad identificando el riesgo creando una estructura para la toma de decisiones y el direccionamiento del



esfuerzo y los recursos hacia las áreas de acuerdo con su impacto que tiene dentro de algún proceso (AREVALO, 2016, p. 2)

Tabla N° 01: Frecuencia de fallas

CRITERIOS PARA LA FRECUENCIA DE FALLA		
N <sup>a</sup>	Criticidad de frecuencia	Puntaje
1	Muy malo mayor a 4 Fallas / Año	8
2	Malo entre 2 – 4 Fallas /Año	6
3	Regular 0.5 – Fallas / Año	4
4	Excelente menor de 1 Falla / Año	2

TECSUP, Mantenimiento basado en la confiabilidad.

En la Tabla N° 01, muestra la frecuencia de fallas donde se analiza la criticidad de cada subsistema, desglosada en cuatro fases donde indica el grado de afectación, cada una de ellas con un puntaje distinto que va de manera ascendente - descendente evaluando según el número de ocurrencias de fallas ocasionadas anualmente afectado así la disponibilidad de las maquinarias dentro del área de producción.

Tabla N° 02: Impacto en seguridad

CRITERIOS PARA IMPACTO EN SEGURIDAD		
N <sup>a</sup>	Criticidad	Puntaje
1	Accidentes fatales	8
2	Lesiones mayores	6
3	Daños graves	4
4	Lesiones menores	2

Fuente: TECSUP, Mantenimiento basado en la confiabilidad.

En la Tabla N° 02, muestra el Impacto que tiene un programa de mantenimiento en el área de Seguridad, para la evaluación se debe extraer los datos de los indicadores de desempeño del Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo del área de SSOMA de la empresa, para evaluar los accidentes e incidentes que sufrieron los trabajadores.

Tabla N<sup>a</sup> 03: Impactos Ambientales

CRITERIOS PARA IMPACTOS AMBIENTALES		
N <sup>a</sup>	Criticidad	Puntaje
1	Afecta el medio ambiente	6
2	Proporción moderada	4
3	No afecta	2

Fuente: TECSUP, Mantenimiento basado en la confiabilidad.

En la Tabla N<sup>o</sup> 03, muestra la evaluación de los impactos ambientales que genera la falta de un programa de mantenimiento, facilitando la implantación de una inspección y control de los residuos sólidos y líquidos peligrosos que atentan contra el Medio Ambiente, a consecuencia que se genera al momento de las reparaciones de la máquina, presentadas como mantenimiento correctivo.

Tabla N<sup>a</sup> 04: Nivel de producción

CRITERIOS PARA EL NIVEL DE PRODUCCIÓN		
N <sup>a</sup>	Criticidad	Puntaje
1	Afecta severamente la producción	8
2	Afecta moderadamente la producción	6
3	Afecta levemente la producción	4
4	No afecta la producción	2

Fuente: TECSUP, Mantenimiento basado en la confiabilidad.

En la Tabla N<sup>o</sup> 04, se evaluará según los retrasos de entrega de servicios, a consecuencia de la falta de un plan de mantenimiento preventivo, con cada uno de los puntajes se analizará que tanto está siendo afectando la producción, esto se muestra con cada una de las fallas que sufren las máquinas.

Tabla N<sup>a</sup> 05: Tiempo medio para reparación

CRITERIOS PARA TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR (TPPR)		
N <sup>a</sup>	Criticidad de frecuencia	Puntaje
1	Muy malo mayor a 8 días	8
2	Malo de 4 a 8 días	6
3	Regular de 2 a 4 días	4
4	Bueno de 0 a 2 días	2

Fuente: TECSUP, Mantenimiento basado en la confiabilidad.

En la Tabla N<sup>o</sup> 05, se muestra la asignación de pesos para el tiempo promedio para reparar la máquina de acuerdo a la criticidad de frecuencia presentada en la maquinaria de la empresa, este análisis ayudará de manera directa con el diseño del historial y el programa de mantenimiento preventivo, diagnosticando de manera cuantitativa las fallas presentadas diariamente.

Tabla N<sup>a</sup> 06: Costo de mantenimiento

CRITERIOS PARA IMPACTO EN EL COSTO DE MANTENIMIENTO		
N <sup>a</sup>	Criticidad	Puntaje
1	No hay repuesto	6
2	Se puede solucionar temporalmente	4
3	Repuesto disponible	2

Fuente: TECSUP, Mantenimiento basado en la confiabilidad.

En la Tabla N<sup>o</sup> 06, se muestra la asignación de pesos en cuanto al costo de mantenimiento correctivo para la reparación de cada falla presentada de la máquina, ocasionando paradas imprevistas de producción, teniendo en cuenta la disponibilidad de los repuestos y el stock de ellos en almacén.

**Matriz de criticidad con respecto a la Instalación, Sistema, Equipo o Dispositivo (ISED) baja el siguiente análisis:**

Cuadro N° 01: Matriz de criticidad

4	SC	SC	C	C	C
3	SC	SC	SC	C	C
2	NC	NC	SC	SC	C
1	NC	NC	NC	SC	C
	12	20	28	36	42

Fuente: Norma NORZOK

Cuadro N° 02: Códigos de criticidad

CRITICIDAD	CÓDIGO
Alta (crítico)	C
Media (semi – crítico)	SC
Bajo ( no crítico)	NC

Fuente: Norma NORZOK

#### 1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿En qué medida el mantenimiento preventivo permitirá disminuir los tiempos en la entrega de servicios en el Consorcio ALVAC JOHESA?

#### 1.5. JUSTIFICACIÓN

Con la implementación de un programa de mantenimiento preventivo, se logrará disminuir los retrasos en la entrega de servicios en el Consorcio Alvac Johesa, de modo que se mejorará el control de las máquinas, con el análisis de criticidad que se realizada a la máquina se podrá reducir las paradas imprevistas aumentando la fiabilidad de la retroexcavadora, contribuyendo al incremento de la disponibilidad y por tanto se logrará un mejor rendimiento y alto índice de productividad. Logrando la satisfaciendo de los clientes y otras partes

interesadas cumpliendo con los requisitos establecidos, a través de la mejora continua de su sistema de gestión, promoviendo la operatividad y rendimiento de las maquinarias.

Debido a los retrasos en los tiempos en la entrega de servicios dentro de la producción se genera el incremento de los costos, entonces al realizar el mantenimiento y prestación del Servicio de Gestión y conservación vial por niveles de servicios por encargo del Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través de Provías Nacional, conforme al Contrato N° 049-2013-MTC/20, el diseño de un programa de mantenimiento preventivo está programado para ser atendidos en fechas específicas para su intervención de las inspecciones y reparaciones de la retroexcavadora y todo ello en base al horómetro que este marcando, ya que es necesario preservar que los equipos cumplan con su ciclo de vida a un costo mínimo, porque el hecho de dejar que un equipo crítico falle puede resultar muy costoso, pues bien, debemos tener en consideración que no solo se toma en cuenta los costos de reparación si no también los costos que se genera por no producir.

La implementación de un programa de mantenimiento preventivo nos ayuda a contribuir con la durabilidad del producto adquirido. Una de las principales razones por la cual es importante el mantenimiento preventivo de la maquinaria pesada es que contribuye a evitar accidentes, ya que permite identificar las fallas que puede presentar la maquinaria y no sólo permite detectar fallas antes que estas se muestren en el campo de trabajo, también permite dejar como nueva la maquinaria.

Esto hará posible que el operador realice el trabajo con mayor rapidez y eficiencia, con lo cual optimizará el tiempo de trabajo y nuestros clientes se sentirán satisfechos con los productos obtenidos, del mismo modo tendremos excelentes resultados con la aceptación de las comunidades. Como con cualquier producto de uso constante, el mantenimiento preventivo de la maquinaria pesada es una forma de renovar este tipo de herramienta de trabajo. Para que la máquina

que está empleando tenga un mayor tiempo de vida, esta requiere de cuidado especial. Realizar el mantenimiento de maquinaria pesada hará que la inversión valga la pena y que la máquina que empleas dure más de lo que se espera.

Por tanto queda claro que igual que nosotros los seres humanos nos realizamos exámenes médicos, porque son de suma importancia para alargar nuestra vida, pues bien en el caso de los equipos un plan de mantenimiento es primordial para brindar seguridad y confiabilidad de nuestros equipos, de esa manera contribuyendo a minimizar los riesgos laborales, con la finalidad de optimizar su entrega de servicio generando incrementos en la confiabilidad y mantenibilidad de los activos, dándose así el *Ciclo de Deming* (Ver Anexo 21).

## **1.6. HIPÓTESIS**

H1: El diseño de un plan de manteamiento, disminuirá el tiempo de entrega de los servicios.

Ho: El diseño de un plan de mantenimiento, no disminuirá el tiempo de entrega de los servicios.

## **1.7. OBEJETIVOS**

### **1.7.1. OBJETIVO GENERAL**

- Implementar un programa de mantenimiento preventivo en el Consorcio ALVAC JOHESA para disminuir los tiempos en la entrega de servicio.

### **1.7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un diagnóstico situacional respecto a los retrasos registrados en la entrega de servicio en el Consorcio ALVAC JOHESA.
- Elaborar un programa de mantenimiento preventivo para el Consorcio ALVAC JOHESA.
- Evaluar la disminución de los tiempos en la entrega de servicio como resultado de la implementación del plan de mantenimiento.

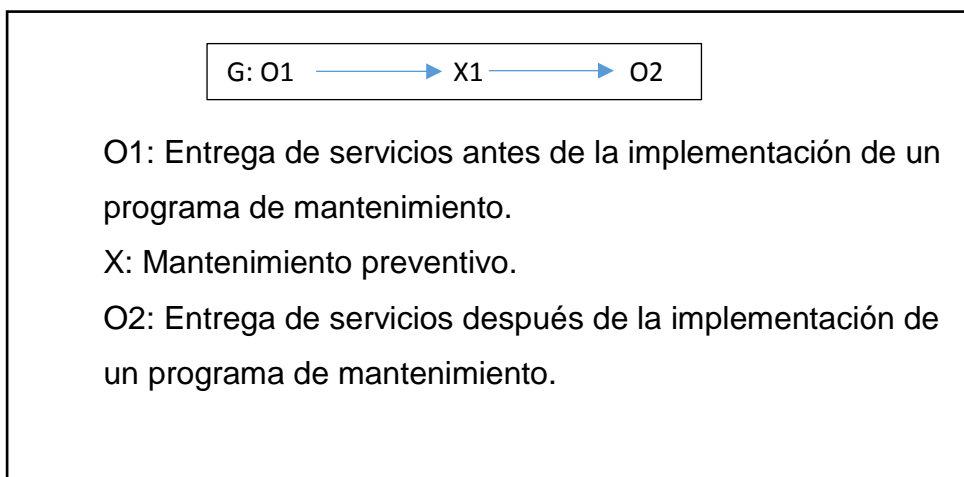
## 2. MÉTODO

### 2.1. Diseño de investigación:

Implicará la selección o el desarrollo de un diseño de investigación para ampliar el contexto particular del estudio. La palabra diseño se hace referencia como plan o estrategia creada para la obtención de información deseada precisa para responder al planteamiento del problema (HERNÁNDEZ, 2014).

El diseño de esta investigación es experimental del tipo pre experimental ya que no se tiene el control de todas las variables en el entorno donde se implementará el programa de mantenimiento, que permita la disminución de tiempos en la entrega de servicio.

Cuadro N° 03: Diseño de investigación



Fuente: Elaboración propia

### 2.2. Variables de la investigación

2.2.1. **Variable Independiente:** Mantenimiento preventivo

2.2.2. **Variable dependiente:** Tiempo de entrega de servicio

### 2.2.3. Operacionalización de variables

Cuadro N° 04: Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	NIVEL
<b>Variable Independiente:</b>	Es un conjunto de técnicas destinadas a la conservación de equipos y maquinarias	Mediante este plan de mantenimiento se realizó una inspección periódica para la	Nivel de criticidad	<b>Índice de criticidad</b> = frecuencia * consecuencia	Nominal
			Historial de mantenimiento	<b>Índice de fiabilidad</b> $= \frac{\text{Tiempo medio entre fallas}}{\text{Tiempo medio entre falas} \times \text{Tiempo medio de reparación}} \times \text{ciclos}$	Nominal



<p><b>Mantenimiento preventivo</b></p>	<p>durante el mayor tiempo posible para lo que fue creada para mantener su vida útil. (GARCÍA, 2012, p. 1)</p>	<p>mantenibilidad de las maquinarias. Su variable analizada y considerada para diseñar un indicador es el cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo expresada matemáticamente y su valor final es en porcentaje (%). (ROSALES, 2017)</p>	<p>Mantenimiento rutinario</p>	<p style="text-align: center;"><b>Índice de disponibilidad</b></p> $= \frac{\text{Tiempo promedio de repa}}{\text{Tiempo promedio de reparación x Tiemp}}$	<p>Nominal</p>
--	--	--	--------------------------------	--	----------------

<p><b>Variable Dependiente: Tiempo de entrega de servicios</b></p>	<p>Constituye un conjunto de actividades que en una compañía se lleva a cabo para satisfacer las necesidades de nuestros clientes. (PÉREZ Y GARLEY, 2010, p. 3)</p>	<p>Con este método se entregó un producto y servicio en el momento adecuado ayudando a cumplir con la satisfacción de los clientes. Generando la confiabilidad y fiabilidad de los mismos. (ROSALES, 2017)</p>	<p>Índice de tasa de disponibilidad (DP)</p>	<p><b>Disponibilidad DP:</b></p> $= \frac{\text{Tiempo de trabajo} - \text{Tiempo de parada}}{\text{Tiempo de trabajo}} \times 100$	<p>Nominal</p>
--	---	--	--	---	----------------

Fuente: Elaboración propia

## **2.3. Población y muestra**

La población está integrada por todos los casos que se encuentran dentro de las especificaciones del objeto de estudio y la muestra se define como la esencia, quiere decir un sub grupo de la población (NAMAKFOROOSH, 2008).

### **2.3.1. Población**

Equipos de línea amarilla propios del consorcio Alvac Johesa (ver anexo 10) clasificados según la disponibilidad presentada ante la entrega de servicios.

### **2.3.2. Muestra**

Retroexcavadoras que representaron baja disponibilidad en cuando al tiempo de retrasos en la entrega de servicios del Consorcio Alvac Johesa (ver anexo 11).

### **2.3.3. Muestreo**

No probabilístico, por conveniencia.

### **2.3.4. Criterios Inclusión**

Para la elaboración del proyecto se incluyó a los equipos que presentaban mayor inconveniente en cuanto a la disponibilidad, generando retrasos en la entrega de servicios (ver anexo 11).

### **2.3.5. Criterios Exclusión**

De las maquinarias de línea amarilla propias del Consorcio, se excluyeron a las maquinarias que no presentaron mayor importancia en los trabajos de entrega de servicio (ver anexo 11).

## 2.4. Técnicas e instrumentos/herramientas de recolección de datos, validez y confiabilidad

**Check List de equipos;** ayudó a la recopilación de datos, es herramienta de lista de comprobación de las máquinas para su operatividad, se diseñó con el objetivo de reducir aquellos errores que se presentaron en las actividades que realiza cada una de las maquinarias realizando un diagnóstico a cada uno de subsistemas para analizarlos y ver que estos estén en óptimas condiciones. Con los reportes de cada una de las fallencias que se diagnosticó con esta herramienta contribuyó a mejorar la disponibilidad, operatividad, fiabilidad y consistencia de los equipos (ver anexo 02), ya que con certeza se hallaba el problema y se daba solución en el momento adecuado.

**Parte diario de equipo;** instrumento que ayudó a identificar los galones consumidos diarios, las horas que trabajó la maquinaria, horas de trabajo del operario encargado de manipular el equipo, la fecha y la hora que inició a trabajar o si este se encontraba en stand by, todo esto llevó un mejor control en el historial de mantenimiento (ver anexo 03), registrando datos específicos para tener un mejor control con cada parte y repuesto de la máquina.

**Reporte diario;** instrumento donde se registró fecha, hora, horómetro final del momento en el que ocurrió la falla, nombre la persona que intervino en la reparación, las horas que estuvo en reparación, las fallas que se presentaron y los repuestos que se cambiaron, todo esto ayudó a obtener datos para la programación del próximo mantenimiento (ver anexo 06).

**Diagrama de Ishikawa;** es una representación gráfica sencilla con la figura similar a la espina de un pescado, aquella técnica donde se presenta la causa del problema principal de las fallas que se generaba en la máquina y los efectos que se presentaron después de ello, llegando analizar de una mejor manera el problema para dar solución

(Figura N° 01), puesto que al resolver este problema se logró disminuir la entrega de servicio y cumplir con nuestro cliente.

Cuadro N° 05: Técnicas e instrumentos de recolección de datos

<b>Objetivo</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Resultado</b>
Realizar un diagnóstico situacional respecto a los retrasos registrados en la entrega de servicio en el Consorcio ALVAC JOHESA.	Observación directa	-Historial de fallas de la retroexcavadora del año 2016. -Historial de fallas por sub sistemas de la retroexcavadora según las seis dimensiones de los cuadros N° 1, 2, 3, 4, 5 y 6.	Determinación de fallas según el estudio de criticidad, identificando y clasificando según el nivel presentado por sub sistemas
Elaborar un programa de mantenimiento preventivo para el Consorcio ALVAC JOHESA.	Análisis documental	-Registro de nivel de criticidad de cada uno de los sub sistemas. -Registro de datos obtenidos según su criticidad. -Programa de mantenimiento preventivo.	Con la aplicación del plan de mantenimiento preventivo se obtuvo la disponibilidad de las maquinarias para disminuir los tiempos en la entrega de servicio.

<p>Evaluar la disminución de los tiempos en la entrega de servicio como resultado de la implementación del plan de mantenimiento.</p>	<p>Diagrama de Muestra</p>	<p>-Registro de datos del estudio de análisis cuantitativo para hallar la disponibilidad.</p>	<p>Con los instrumentos dados se logró disminuir los tiempos de retrasos, aumentando la disponibilidad de los equipos.</p>
---	----------------------------	---	--

Fuente: Elaboración propia

## 2.5. Métodos de análisis de datos

Cuadro N° 06: Método de análisis de datos

Objetivos	Instrumento	Análisis de datos
<p>Realizar un diagnóstico situacional respecto a los retrasos registrados en la entrega de servicio en el Consorcio ALVAC JOHESA.</p>	<p>Check List / Parte diario / Diagrama de Ishikawa</p>	<p>El Check List facilitó la recolección de datos sobre el estado actual de las maquinarias.</p> <p>El parte diario de los equipos ayudó a ver las horas claves para programar su mantenimiento.</p> <p>Con el diagrama de Ishikawa se extrajo las causas y consecuencias que estuvo generando las fallas en la retroexcavadora.</p>
<p>Elaborar un programa de mantenimiento preventivo para el</p>	<p>Análisis de criticidad / Reporte diario</p>	<p>La Ficha Técnica ayudó a analizar en qué condición esta la maquinaria.</p>

Consortio ALVAC JOHESA.		Con el reporte diario se logró el diseño del programa de mantenimiento preventivo.
Evaluar la disminución de los tiempos en la entrega de servicio como resultado de la implementación del plan de mantenimiento.	Gráfico de barras	Se realizó datos estadísticos para evaluar si el programa de mantenimiento preventivo ha disminuido el tiempo de entrega.

Fuente: Elaboración propia

## 2.6. Aspectos éticos

La información presentada queda en reserva respetando la propiedad ajena.

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1. Diagnóstico situacional respecto a los retrasos registrados en la entrega de servicios en el Consorcio Alvac Johesa**

Iniciando con el desarrollo del primer objetivo del presente proyecto explica la clasificación de cada compartimiento de la máquina. Iniciando con la recopilación de información sobre cada una de las fallas que presentó la maquinaria del Consorcio Alvac Johesa en el año 2016, identificando si cada una de las falencias presentadas fueron producto de una mala gestión de mantenimiento, o si estas falencias se presentaron por incidentes a consecuencia de las condiciones propias del área de trabajo, pero se obtuvo como resultado que las fallas que se presentaban, fueron producto de la ausencia de un plan de mantenimiento preventivo.

##### **3.1.1. Análisis de fallas de la retroexcavadora del año 2016**

Se dio inicio con la elaboración del historial de fallas, recopilando todo tipo de información del área de Equipo Mecánico sobre la Retroexcavadora y cada una de las falencias presentadas durante el año 2016, para ello se hizo uso de dos herramientas: con el parte diario de equipos (ver anexo 04) se evaluó el horómetro, fecha y operador de la máquina y con el reporte diario de equipos (ver anexo 07) se evaluó el impacto que tuvo las fallas, en las horas de retraso de la producción, verificando que pieza fue la que falló y cuanto se demoró en repararla, a consecuencia de ello generó varios problemas tanto internos como externos, pues bien con todas estas herramientas se logró la elaboración de un registro de fallas presentadas durante el año 2016 (ver anexo 09).

A la vez se realizó un cuadro resumen por meses donde se indicó los contratos que se dieron con nuestros clientes Provías Nacional donde especifican los días en los que se debió entregar



los trabajos que no fueron cumplidos por la cantidad de fallas presentadas y sobre todo por las horas de reparación que tomó entregar el equipo. En la siguiente tabla resumen, se presentó detalladamente cada uno de los retrasos de los servicios expresados en horas:

Tabla N° 07: Registro de fallas del año 2016

Meses	Hrs. estipuladas de trabajo	Hrs. trabajadas	Hrs. reparación	N° fallas
Enero	80	112	32	2
Febrero	64	88	24	2
Marzo	48	72	24	2
Abril	40	64	24	2
Mayo	32	56	24	2
Junio	32	56	24	2
Julio	48	72	24	2
Agosto	32	64	32	1
Septiembre	48	72	24	2
Octubre	32	64	32	2
Noviembre	64	88	24	2
Diciembre	72	96	24	2
<b>Total</b>	<b>592</b>	<b>904</b>	<b>312</b>	<b>23</b>
<b>%</b>	<b>100</b>		<b>35</b>	

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 07, muestra las horas que en las que se debió cumplir con la entrega de servicios, esto realizando un trabajo de 8 horas al día (Gráfico N° 01), haciendo un total de 592 horas al año, de las cuales se entregó el trabajo a las 904 horas, las 312 horas representadas con un nivel del 35% de retrasos, donde la máquina permaneció en el taller, presentando 23 fallas en el año 2016, promediando que cada falla tomó 12 horas en repararlas, esto a consecuencia de que toma tiempo analizar el desgaste y tener las piezas justo a tiempo.

Esto a su vez generó costos adicionales como es la mano de obra, pues las horas que la máquina estaba en el taller, esas mismas horas se le pagaba al operador y al personal de piso, claro que estos realizaban otras actividades básicas para no

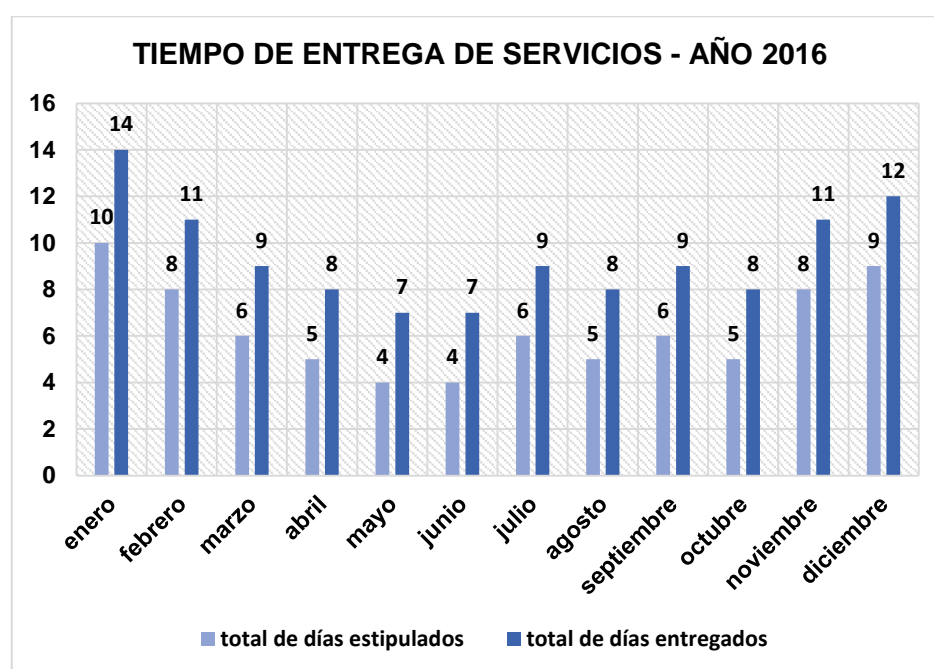
incrementar la pérdida, pero claro está que con respecto a la transitabilidad vial no aportaban nada, pues era necesario la Retroexcavadora para cumplir tal servicio.

Fue por ello que se inició a utilizar el material documentado, para poder indicar a detalle cada falla presentada, y cuáles fueron los compartimientos más críticos, y a que se debió todo ello.

### 3.1.2. Análisis de entrega de tiempos de servicio del año 2016

Para el análisis de los retrasos del tiempo de entrega de los servicios se graficó el número de días límites estipulados por el cliente Provías Nacional durante los meses del año 2016, en los cuales también se plasmaron en un gráfico de barras los días en los que se llegó a entregar el servicio. En el siguiente gráfico de detalló cada uno de estos días en meses:

Gráfico N° 01: Tiempo de entrega de servicios del año 2016



Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico N° 01, muestra los días que se debió trabajar, esto en paralelo con los días que tomó cumplir con la entrega de servicio, en cada uno de los meses del año 2016, muestra una regular diferencia, haciendo un total de 76 días que debió durar

los trabajos en el año 2016 y en el otro se presentó los días en los que realmente se terminó con el trabajo equivalente a 113 días de trabajo (ver anexo 23), para presentar toda esta información, se hizo un estudio con el apoyo de la información documentada tomada de la empresa Alvac Johesa para el diseño del gráfico.

Se toma como resultado que se perdió un promedio de 37 días, esto plasmado en costos, tiene un alto incremento, ya que como consecuencia de todo ello se tuvo que subsanar esos retrasos con pagos por penalidades (Tabla N° 08), muy aparte de ello se incrementaron los costos internos como el costo de mantenimiento y costo de mano de obra.

Tabla Nª 08: Costos por penalidades de los retrasos en la entrega de servicio

Meses	Días retrasados	Costo por penalidad
Enero	4	S/. 2,000.00
Febrero	3	S/. 2,000.00
Marzo	3	S/. 2,000.00
Abril	3	S/. 2,000.00
Mayo	3	S/. 2,000.00
Junio	3	S/. 2,000.00
Julio	3	S/. 2,000.00
Agosto	3	S/. 2,000.00
Septiembre	3	S/. 2,000.00
Octubre	3	S/. 2,000.00
Noviembre	3	S/. 2,000.00
Diciembre	3	S/. 2,000.00
<b>Total</b>	<b>37</b>	<b>S/. 24,000.00</b>

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 08, muestra los costos adicionales a los costos por producción, pues bien, en el contrato realizado por nuestros clientes, indica claramente que “por cada uno de los días retrasados se pagará costos por penalidades de cada uno de los meses en los que hubo pérdidas de producción, según los días de retrasos que estos presentaban, en cuanto al incumplimiento

de los tiempos en la entrega de servicio del año 2016 se generó un costo total anual de s/. 24,000.00 soles (ver anexo 09), ya que según contrato realizado por Provías Nacional el retraso de 1 a 5 días equivale a un monto de s/. 2,000.00 soles, si es de 6 a 10 días de retraso equivale a un monto de s/. 4,000.00 soles y si es de 10 días a más se habla de UIT's.

Por lo tanto, tal y como se muestra en el gráfico 01, donde los días programados para la entrega de servicios por meses, haciendo un total de 76 días al año, de todo ello el total de días en el que fue entregado fue 113 al año obteniendo 37 días perdidos de retrasos durante el año 2016, se procedió a cumplir con el contrato de subsanar las penalidades.

### 3.1.3. Análisis de causa – efecto (diagrama de Ishikawa) en la Retroexcavadora modelo Caterpillar 420F

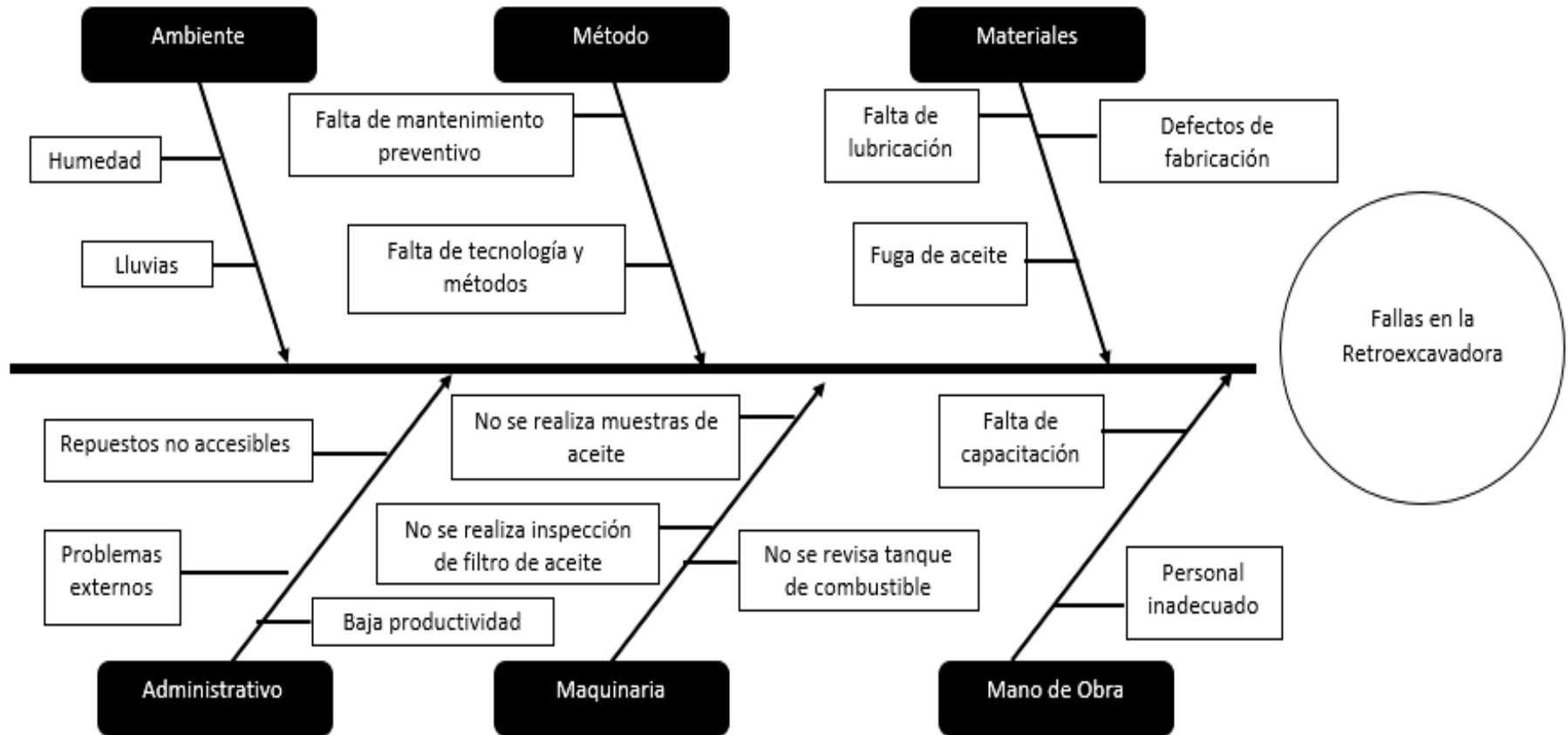


Figura N° 01: Diagrama de Ishikawa de las fallas en la retroexcavadora

Fuente: Elaboración propia

**a) Análisis según el Ambiente:**

La Retroexcavadora con la que cuenta el Consorcio Alvac Johesa posee un sistema muy complejo, compuesto por sensores que ascienden a un costo promedio de s/.500.00 soles, es por ello que la humedad y las fuertes lluvias que se da en la parte sierra de La Libertad y de Ancash donde se encuentra el proyecto generó que los sistemas eléctricos u otros se dañen, se corroyeron las partes y piezas de la maquinaria, generando grandes pérdidas de costo en la reparación y en la producción.

**b) Análisis según el Método:**

Con la ausencia de un programa de mantenimiento preventivo, la falta de tecnología y los métodos adecuados provocaron que la Retroexcavadora no cumpla con su ciclo de vida para lo que fue construida, tampoco presentó un índice de disponibilidad fiable para realizar el trabajo en cuanto al cumplimiento de las entregas de servicio presentadas por el MTC representada por Provías Nacional.

**c) Análisis según los Materiales:**

Muchas veces la parte administrativa creyó que al minimizar los costos, sería bueno para obtener productos o piezas menos costos, pero esto implicó que el producto sea de baja calidad, esto a su vez generó que los repuestos se malogren con mayor frecuencia dañando aún más a las maquinarias.

**d) Análisis según el tema Administrativo:**

Por las fallas constantes que presentó en la maquinaria, se generó problemas con los clientes, ya que no había modo de cumplir con los tiempos de entrega de los servicios. Realizar una reparación de la Retroexcavadora tomaba mucho tiempo, más aún cuando los repuestos no eran accesibles al lugar de trabajo.

**e) Análisis según la Máquina:**

No se realizó ningún estudio o análisis de aceite de tipo preventivo ni mucho menos predictivo para evaluar a detalle los desgastes de las piezas que estuvieron fallando y de esa manera haber evitado

que estas se presenten y afecten con mayor intensidad a la maquinaria.

**f) Análisis según la mano de obra:**

La falta de herramientas, conocimientos y capacitación al personal encargado de realizar las actividades de mantener en óptimas condiciones a las maquinarias, conllevó a que ellos en vez dar una solución efectiva al problema lo agraven aún más.

**3.1.4. Análisis de criticidad a la Retroexcavadora Caterpillar 420F por sub sistemas**

Se realizó un análisis de criticidad a la retroexcavadora en los sub-sistemas para identificar las posibles causas de las fallas. Los criterios de puntuación que se utilizó fueron en base a lo representado en un estudio de análisis cuantitativo de la teoría de Puntos de Criticidad de la Tabla 01 a la Tabla 06 de la investigación presentada en Tecsup “Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad de una Retroexcavadora”, con sus seis dimensiones a tomar en cuenta para la evaluación, obteniendo un puntaje final que indicó en nivel de criticidad de esto:

Tabla N<sup>a</sup> 09: Análisis de criticidad para los subsistemas de la Retroexcavadora

Subsistema de la Retroexcavadora Caterpillar 420F	Frecuencia	Seguridad	Ambiente	Nivel Producción	TPPR	Costo de mantto.	Puntaje	CRITICIDAD
Alarma de retroceso	4	6	6	4	2	2	24	NC
Frenos indicadores y mediadores	6	6	4	8	8	6	38	C
Nivel del sistema de enfriamiento	8	4	4	8	6	6	36	SC
Nivel de aceite del motor	4	6	6	8	6	6	36	SC
Nivel del aceite del sistema hidráulico	6	4	4	6	8	4	32	SC
Cinturón de seguridad	2	6	4	2	2	2	18	NC

Filtro de aire de la cabina	6	4	6	6	6	6	34	SC
Ventilador	4	4	2	6	6	4	26	NC
Cuchillas de la cuchara delantera y uñas de la cuchara posterior	4	6	6	8	8	6	38	C
Elemento acondicionador de refrigerante	6	4	4	6	6	6	32	SC
Aditivo del sistema de enfriamiento	4	6	6	8	6	6	36	SC
Aceite de motor y filtro	8	6	6	8	8	6	42	C
Nivel de aceite de los mandos finales	6	4	4	6	8	6	34	SC
Respiradero del cárter	4	6	6	8	8	4	36	SC
Filtro del sistema de combustible	8	6	6	8	8	6	42	C
Sistema de combustible	8	2	6	8	4	6	34	SC
Tapa y rejilla de llenado del tanque de combustible	2	4	6	2	4	4	20	NC
Filtro de aceite del sistema hidráulico	6	6	6	8	8	6	40	C
Cojinetes de los cilindros de levantamiento	6	4	4	6	8	6	34	SC
Estructura de protección en caso de vuelco	6	4	4	6	4	6	30	SC
Aceite de la transmisión	6	4	4	6	6	6	32	SC
Aceite de mandos finales o cubos	4	4	6	8	8	6	36	SC
Aceite del sistema hidráulico	6	4	4	6	8	6	34	SC
Refrigerante del sistema de enfriamiento	4	6	6	8	6	2	32	SC
Prolongador de refrigerante	6	6	6	8	8	4	38	C
Sistema de enfriamiento	8	4	6	6	8	4	36	SC
Termostato del sistema de enfriamiento	6	4	6	8	8	6	38	C
Juego de las válvulas de motor	4	4	6	8	8	6	36	SC
Alternador y motor de arranque	8	6	6	8	8	6	42	C
Bomba de agua del motor	8	4	6	6	6	4	34	SC
Turbo - cargador	6	6	4	8	8	6	38	C
Refrigerante de larga duración	6	4	4	6	6	6	32	SC

Fuente: Elaboración propia



En la Tabla N° 09, muestra un estudio de criticidad dado por sub-sistemas teniendo en cuenta sus seis dimensiones como son: frecuencia, seguridad, ambiente, nivel de producción, tiempo promedio para reparar y el costo de mantenimiento asignándoles la ponderación adecuada en cuanto al impacto de ocurrencias de fallas de la Retroexcavadora en cada una de ellas, se realizó la puntuación obteniendo como resultado que los que salieron de color rojo, son los sub-sistemas que presentaron una mayor criticidad; los de color amarillo representaron un nivel semi-crítico y los de color verde indica que no son críticos (ver Cuadro N° 02).

Tabla N<sup>a</sup> 10: Resultado del análisis de la retroexcavadora en el año 2016

Nº	Subsistemas	Nivel de criticidad
1	Frenos indicadores y mediadores	
2	Cuchillas de la cuchara delantera y uñas de la cuchara posterior	
3	Filtro del sistema de combustible	
4	Filtro de aceite del sistema hidráulico	
5	Prolongador de refrigerante	
6	Termostato del sistema de enfriamiento	
7	Alternador y motor de arranque	
8	Turbo – cargador	
9	Nivel del sistema de enfriamiento	
10	Elemento acondicionador de refrigerante	
11	Aditivo del sistema de enfriamiento	
12	Aceite de motor y filtro	
13	Nivel de aceite de los mandos finales	
14	Nivel de aceite del motor	
15	Nivel del aceite del sistema hidráulico	
16	Filtro de aire de la cabina	
17	Respiradero del cárter	
18	Sistema de combustible	

19	Aceite de mandos finales o cubos	
20	Aceite del sistema hidráulico	
21	Refrigerante del sistema de enfriamiento	
22	Sistema de enfriamiento	
23	Cojinetes de los cilindros de levantamiento	
24	Estructura de protección en caso de vuelco	
25	Aceite de la transmisión	
26	Juego de las válvulas de motor	
27	Bomba de agua del motor	
28	Refrigerante de larga duración	
29	Alarma de retroceso	
30	Cinturón de seguridad	
31	Ventilador	
32	Tapa y rejilla de llenado del tanque de combustible	

Fuente: Elaboración propia

Se muestra en la Tabla N° 10 que de todos los sub-sistemas, nueve presentaron en su puntaje final un valor mayor a los 40 indicando así que se encuentra en nivel Crítico, de los siguientes sub sistemas 19 presentaron un puntaje mayor a 28 en el valor final, indicando que su nivel de criticidad es semi-crítico y 4 de los sub sistemas como la alarma de retroceso, el cinturón de seguridad, el ventilador, la tapa y rejilla de llenado del tanque de combustible no se encuentran en un nivel crítico, ya que estos promediaron un puntaje menor a los 26, recalando que la falencia de una de estas 4 que se encuentran de color verde no afectaron el funcionamiento ni la disponibilidad de la retroexcavadora.

### **3.2. Programa de mantenimiento preventivo para las retroexcavadoras del Consorcio Alvac Johesa, para disminuir los tiempos de entrega del servicio contratado**

Para el desarrollo del segundo objetivo que fue el diseño de un programa de mantenimiento preventivo para la Retroexcavadora modelo Caterpillar 420F, se utilizó la información proveniente del manual CATERPILLAR, pudiendo elaborar y programar sus inspecciones según el horómetro que marcó la maquinaria, se utilizó la herramienta Excel, detallando cada una de sus sub-sistemas, de tal modo que se evitó las paradas innecesarias que traían como consecuencia los retrasos en la entrega de servicios y la baja disponibilidad de la maquinaria incumpliendo con su ciclo de vida.

Cuadro N ° 07: Compartimiento según el PM

PM	COMPARTIMIENTOS
PM1	Alarma de retroceso
	Frenos indicadores y mediadores
	Nivel del sistema de enfriamiento
	Nivel de aceite del motor
	Nivel del aceite del sistema hidráulico
	Cinturón de seguridad
	Filtro de aire de la cabina
	Ventilador
	Cuchillas de la cuchara delantera y uñas de la cuchara posterior
PM2	Elemento acondicionador de refrigerante
	Aditivo del sistema de enfriamiento
	Aceite de motor y filtro
	Nivel de aceite de los mandos finales
	Respiradero del cárter
	Filtro del sistema de combustible
	Sistema de combustible
	Tapa y rejilla de llenado del tanque de combustible
	Filtro de aceite del sistema hidráulico
PM3	Cojinetes de los cilindros de levantamiento
	Estructura de protección en caso de vuelco
	Aceite de la transmisión
	Aceite de mandos finales o cubos
	Aceite del sistema hidráulico
PM4	Refrigerante del sistema de enfriamiento
	Prolongador de refrigerante
	Sistema de enfriamiento
	Termostato del sistema de enfriamiento
	Juego de las válvulas de motor
	Alternador y motor de arranque
	Bomba de agua del motor
	Turbo – cargador
Refrigerante de larga duración	

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro N° 07, muestra los 32 compartimientos de la retroexcavadora para una mejor aplicación del Plan de Mantenimiento (PM) que se realizó, de acuerdo al número de PM y al color que este indicaba, se programó el mantenimiento a los sub-sistemas de la maquina según su horómetro que este marcaba, de cierto modo también se tuvo en cuenta los sub-sistemas más críticos.

Cuadro N° 08: Código de trabajo para el mantenimiento preventivo

CÓDIGO DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
A	Añadir
CE	Cebar
CM	Cambiar
C	Comprobar
I	Inspeccionar
L	Limpiar
LB	Lubricar
R	Reemplazar

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro N° 08, muestra los códigos de trabajo que se ejecutó en el plan de mantenimiento preventivo según el desgaste que la máquina presentó, esto ayudo a tener una mayor facilidad de manejo de las tareas de mantenibilidad, el código se presentó con las iniciales de las actividades que se realizará, si bien es cierto cada una de estas actividades puede ser aplicada para un cada tipo de plan de mantenimiento (PM) lo cual facilito el trabajo d los mecánicos, teniendo las máquina lista para desarrollar y cumplir con las órdenes de servicio emitidas por nuestro cliente mostrando una mayor fiabilidad.

Tabla N<sup>a</sup> 11: Frecuencia de PM de la retroexcavadora Caterpillar 420F

**FRECUENCIA DE PM EQUIPO PESADO CATERPILLAR**

UN PM1 SE EJECUTA DIARIO E INTERDIARIO																										
PM	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260
PM1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
					X					X					X					X					X	

UN PM2 SE EJECUTA CADA MES Y CADA TRES MESES																										
PM	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000	3250	3500	3750	4000	4250	4500	4750	5000	5250	5500	5750	6000	6250	6500
PM2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X

UN PM3 SE EJECUTA CADA SEIS MESES Y CADA AÑO																										
PM	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000	3250	3500	3750	4000	4250	4500	4750	5000	5250	5500	5750	6000	6250	6500
PM3				X				X				X				X				X				X		
								X								X								X		

UN PM4 SE EJECUTA CADA DOS AÑOS A 4 AÑOS																										
PM	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000	13000	14000	15000	16000	17000	18000	19000	20000	21000	22000	23000	24000	25000	26000
PM4			X			X			X			X			X			X			X			X		
				X				X				X			X					X				X		
					X					X					X					X					X	

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 11, muestra cada uno de los PM clasificados en cuatro partes. El PM1 el cual ejecutará su mantenimiento e inspección cada 10 horas (diario) o cada 50 horas (interdiario), el PM2 se realiza cada 250 horas (cada mes) o cada 500 horas (cada tres meses), un PM3 se realizará a las 1000 horas (seis meses) o a las 2000 horas (cada año), un PM4 se ejecutará a las 3000 horas (cada dos años) – 4000 horas (cada tres años) y las 5000 horas (cada cuatro años).

La aplicación de todo ello se basa según la marcación del horómetro de la retroexcavadora, los cuatro colores que se aprecian fueron tomados y modificados de la Norma NFPA 704, donde el color verde = mantenimiento semi-básico representado como un PM1, el color amarillo = mantenimiento básico representado como un PM2, el color celeste = mantenimiento semi-completo representado como un PM3 y el color rojo = mantenimiento Completo representado como un PM4.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (RETROEXCAVADORA) MODELO 425F CATERPILAR POTENCIA 101 HP / 1.07 M3		CÓDIGO DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																															
		I: INSPECCIONAR			C: COMPROBAR			L: LIMPIAR			R: REEMPLAZAR		CM: CAMBIAR		LB: LUBRICAR		CE: CEBAR		A: AÑADIR																														
PUNTOS	ARG	INTERVALO DE SERVICIO SEGÚN SU HORÓMETRO																																															
	MESES	MAYO												JUNIO						JULIO						AGOSTO																							
	SEMANAS	SEMANA 1			SEMANA 2			SEMANA 3			SEMANA 4			SEMANA 5			SEMANA 6			SEMANA 7			SEMANA 8			SEMANA 9			SEMANA 10			SEMANA 11			SEMANA 12			SEMANA 13			SEMANA 14			SEMANA 15			SEMANA 16		
	DÍAS	PM	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S						
	FRECUENCIA	PM	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05	27/05				
CADA 10 HORAS DE SERVICIO O CADA DÍA																																																	
ALARMA DE RETROCESO	PM	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C						
FRENOS INDICADORES Y MEDIADORES	PM	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C						
NIVEL DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	PM	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C						
NIVEL DE ACEITE DEL MOTOR	PM	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C						
NIVEL DE ACEITE DEL SISTEMA HIDRÁULICO	PM	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D						
CINTURÓN DE SEGURIDAD	PM	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I						
CADA 50 HORAS DE SERVICIO O CADA SEMANA																																																	
FILTRO DE AIRE DE LA CABINA	PM		L			R				L				R					L					R					L													L							
VENTILADOR	PM		LB			LB				LB				LB					LB					LB					LB													LB							
CUCHILLAS DE LA CUCHIRA DELANTERA Y UÑAS DE LA CUCHARA POSTERIOR	PM		I			I				I				I					I					I					I													I							
CADA 250 HORAS DE SERVICIO O CADA MES																																																	
ELEVAMENTO ACONDICIONADOR DE REFRIGERANTE	PM			R										R														R													R								
ADITIVO DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	PM			A										A														A													A								
ACEITE DEL MOTOR Y FILTRO	PM		CM											CM														CM													CM								
NIVEL DE ACEITE DE LOS MANDOS FINALES	PM		C											C													C													C									
CADA 500 HORAS DE SERVICIO O CADA 3 MESES																																																	
RESPIRADERO DEL CÁRTER	PM													L														L											L										
FILTRO DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE	PM													R														R											R										
SISTEMA DE COMBUSTIBLE	PM													CE														CE											CE										
TAPA Y REJILLA DE LLENADO DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE	PM													L														L											L										
FILTRO DE ACEITE DEL SISTEMA HIDRÁULICO	PM													R														R											R										
CADA 1000 HORAS DE SERVICIO O CADA 6 MESES																																																	
COJINETES DE LOS CILINDROS DE LLEVANTAMIENTO	PM													LB														LB											LB										
ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN EN CASO DE VUELCO	PM													I														I											I										
ACEITE DE LA TRANSMISIÓN	PM													CM														CM											CM										
CADA 2000 HORAS DE SERVICIO O CADA AÑO																																																	
ACEITE DE MANDOS FINALES O CUBOS	PM													CM														CM											CM										
ACEITE DEL SISTEMA HIDRÁULICO	PM													CM														CM											CM										
CADA 3000 HORAS DE SERVICIO O CADA 2 AÑOS																																																	
REFRIGERANTE DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	PM													CM														CM											CM										
PROLONGADOR DEL REFRIGERANTE	PM													CM														CM											CM										
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	PM													A														A										A											
TERMOSTATO DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	PM													R														R										R											
JUEGO DE VÁLVULAS DEL MOTOR	PM													C														C										C											
CADA 5000 HORAS DE SERVICIO O CADA 3 AÑOS																																																	
ALTERNADOR Y MOTOR DE ARRANQUE	PM													A														A										A											
BOMBA DE AGUA DEL MOTOR	PM													A														A										A											
TURBO - CARGADOR	PM													A														A										A											
CADA 6000 HORAS DE SERVICIO O CADA 4 AÑOS																																																	
REFRIGERANTE DE LARGA DURACIÓN	PM													CM														CM										CM											

Figura N° 02: Programa de mantenimiento preventivo

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N° 02, muestra el diseño del programa de mantenimiento preventivo de la Retroexcavadora 420F ya ejecutado desde el mes de mayo del año 2017, dichos datos nos permitió hacer una muestra con los cuatro meses de ejecución, esto se llevó a cabo con la ayuda de las herramientas de recolección de datos que fueron: Check List (ver anexo 02), parte diario de equipos (ver anexo 05) y el reporte diario (ver anexo 08).

Con el registro hecho se puede programó cada mantenimiento según el horómetro que esté marcando la maquinaria, se aprecia cuatro colores (Cuadro N° 07) que se fueron marcando según el compartimiento de cada sub-sistemas de la Retroexcavadora. Cada uno de los PM se programó de acuerdo a las horas que se está trabajando (Tabla N° 11), esto ayudó al jefe del área de Equipos a designar a los mecánicos en las fechas en que le corresponde la inspección y mantenimiento a la retroexcavadora de modelo Caterpillar 420F.

### **3.3. Disminución de los tiempos en la entrega de servicio**

Para el desarrollo de este último objetivo se realizó un análisis de datos comparando los resultados de muestra de los meses de mayo, junio, julio y agosto obtenidos del año 2016 donde se presentó un total de 7 fallas de la Retroexcavadora Caterpillar 420F y un promedio de s/. 8,000.00 nuevos soles de costo por penalidades al incumplimiento de la entrega de servicios, con resultados obtenidos ese presente año.

#### **3.3.1. Análisis de fallas del año 2017**

Se realizó el análisis de fallas con el apoyo de dos herramientas: parte diario de equipos (ver anexo 05) y reporte diario de equipos (ver anexo 08), donde ayudó a la elaboración del historial de fallas.



Tabla N<sup>a</sup> 12: Registro de fallas del año 2017

Meses	Hrs. Estipuladas de trabajo	Hrs. Trabajadas	Hrs. Reparación	N° fallas
Mayo	96	112	16	1
Junio	88	96	8	1
Julio	80	88	8	1
Agosto	96	104	8	1
<b>Total</b>	<b>360</b>	<b>400</b>	<b>40</b>	<b>4</b>

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N<sup>o</sup> 12, muestra las horas que trabajó la retroexcavadora desde los meses mayo - agosto del 2017, a la vez indica la diferencia de las fallas ocurridas en el año 2016, registrándose una disminución del 32% y todo esto gracias a la ejecución del programa de mantenimiento calendarizado según las horas de trabajo, obteniendo un alto estándar de calidad, aumentando la disponibilidad de la Retroexcavadora CAT 420F para cumplir con los tiempos de entrega del servicio a su cliente. Lo cual genera la fiabilidad de la maquinaria para poder cubrir cualquier trabajo en el momento exacto. Se realizó el análisis de criticidad a los subsistemas para observar en qué medida la ejecución del plan de mantenimiento ayudó a contrarrestar el nivel de criticidad.

Tabla N<sup>a</sup> 13: Resultado del análisis de la retroexcavadora en el año 2017

N°	Subsistemas	Nivel de criticidad
1	Filtro del sistema de combustible	
2	Filtro de aceite del sistema hidráulico	
3	Termostato del sistema de enfriamiento	
4	Aceite de motor y filtro	

5	Nivel de aceite de los mandos finales	
6	Nivel de aceite del motor	
7	Aceite del sistema hidráulico	
8	Aceite de la transmisión	
9	Refrigerante de larga duración	

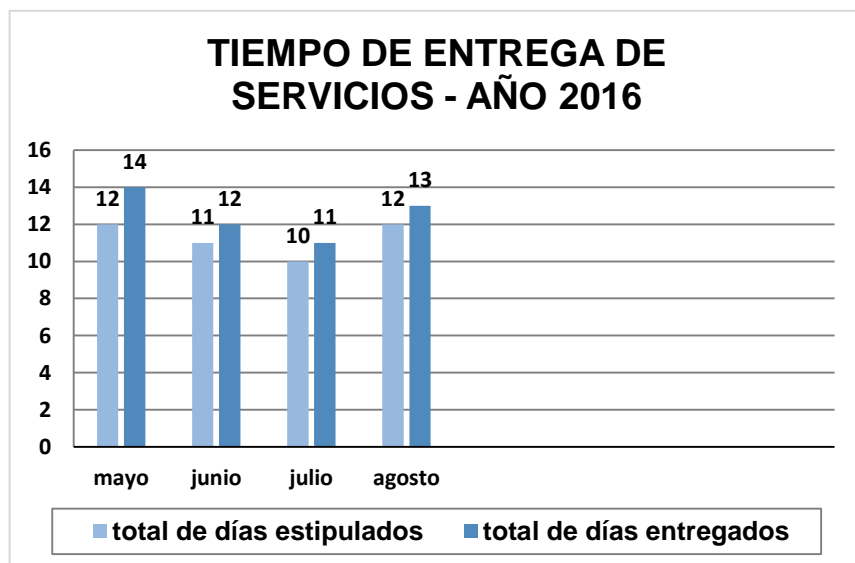
Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 13, se muestra que de los 32 compartimientos que forman parte de la Retroexcavadora 3 presentan criticidad y 6 de ellos se presentan como semi-crítico, indicando así que con la aplicación y ejecución del plan de mantenimiento con una muestra de cuatro meses se logró disminuir hasta en un 7% en nivel de criticidad esto en cuanto a la comparación de los datos obtenidos en los meses de mayo, junio, julio y agosto del 2016

### 3.3.2. Análisis de entrega de tiempos de servicio del año 2017

Se realizó un arduo trabajo almacenado dato los tiempos de servicio designados para la ejecución del mantenimiento y transitabilidad de la vía con respecto al presente año 2017.

Gráfico N° 02: Tiempo de entrega de servicios del año 2017



Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico N° 02, muestra desde el mes de mayo al mes de agosto del año 2017 se aprecia que la diferencia de los datos obtenidos en el año 2016 (Gráfico N° 01) es de 16%, lo que indica de que se disminuyó los retrasos con respecto a los tiempos en la entrega de servicio, esto generó la minimización de costos por reparación, disminuyó los costos por penalidades mejorando las relaciones externas con nuestros clientes, incrementando la productividad, maximizó la disponibilidad y fiabilidad de la maquinarias para cumplir con su ciclo de vida.

Tabla Nª 14: Costos por penalidades según el tiempo de retrasos en la entrega de servicio en el año 2017

Meses	Días programados para la entrega	Días entregados	Días de retraso	Costo por penalidad
Mayo	12	14	2	S/. 2,000.00
Junio	11	12	1	S/. 2,000.00
Julio	10	11	1	S/. 2,000.00
Agosto	12	13	1	S/. 2,000.00
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>50</b>	<b>5</b>	<b>S/. 8,000.00</b>

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 13, muestra en el mes de mayo se presentó dos días de retraso, en los meses de junio, julio y agosto se presentaron un día de retraso, lo cual se tuvo que pagar los costos por penalidades y en los cuatro meses se generó un costo total de s/. 8,000.00, ahora realizando una comparación con los costos de los mismos meses del año 2016 (tabla Nª 10), este indicó la misma cifra, por tanto, no se logró disminuir los costos de penalidades, pero si se disminuyó los días de retrasos.

Se elaboró la siguiente tabla comparativa en cuanto antes de la aplicación del programa de mantenimiento preventivo y después de haber aplicado este proyecto:

Tabla N<sup>a</sup> 15: comparación de los datos antes y después de la aplicación del programa mantenimiento preventivo para la retroexcavadora CAT 420f

	AÑO 2016	AÑO 2017
Fallas	7	5
Retrasos (días)	12	5

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N<sup>o</sup> 15, muestra un total de 7 fallas en el año 2016, mientras que en el año 2017 esta cifra es igual a 4, lo cual indica que disminuyó en un 14%. De la misma manera en los días de retraso de entrega de servicios fueron de 12, mientras que en año 2017 fue de 5, logrando disminuir en un 16% generando un alto índice de satisfacción con la aplicación del programa, ya que todas las inspecciones y reparaciones se encuentran programadas.

#### 4. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS NULA ( $H_0$ )

H1: El diseño de un plan de mantenimiento, disminuirá el tiempo de entrega de los servicios.

H<sub>0</sub>: El diseño de un plan de mantenimiento, no disminuirá el tiempo de entrega de los servicios

Tabla N° 16: Fallas antes y después de la aplicación del plan de mantenimiento.

Meses	Fallas	
	2016	2017
Mayo	2	1
Junio	2	1
Julio	2	1
Agosto	1	1

Fuente: El autor

En la tabla N° 16, se muestra las fallas presentadas antes de la implementación del plan de mantenimiento, y después de haber aplicado el plan.

Tabla N° 17: Análisis estadístico con la herramienta *T Student*

	<i>Antes</i>	<i>Después</i>
Media	1.75	1
Varianza	0.25	0
Observaciones	4	4
Varianza agrupada	0.125	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	6	
Estadístico t	3	
P(T<=t) una cola	0.0120041	
Valor crítico de t (una cola)	1.94318028	
P(T<=t) dos colas	0.0240082	
Valor crítico de t (dos colas)	2.44691185	

Fuente: El autor

La Tabla N° 17, indica que existe una distribución t de 3 con 6 grados de libertad con un valor crítico t de 2.44; el grafico de este análisis se puede observar en la Figura N° 03.

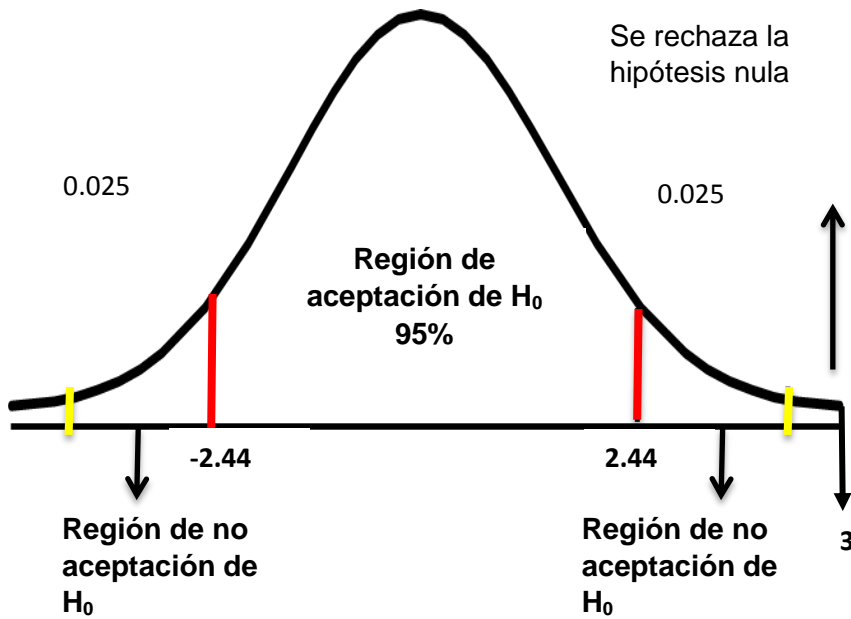


Figura N° 03: Análisis de la Hipótesis nula

Fuente: El autor

**Dado:**

$H_i: t > -2.44$  Acepta

$H_o: t \leq -2.44$  Rechaza

De acuerdo al análisis de la Figura N° 3, la estadística de prueba  $t$  (student), está dada por  $t = -2.44$ , es mayor que el  $t$  crítico =  $-2.17$  (valor dado por la tabla de valores críticos de la distribución  $t$  para un  $\alpha=0.05$ ) para los grados de libertad de 6, con una significancia de  $0.024$  (Sign.  $< 0.05$ ), por lo que  $H_o$  es rechazada y se acepta  $H_i$ , entonces se puede concluir que el diseño de un plan de mantenimiento preventivo, disminuirá los retrasos en la entrega de servicios en la empresa Alvac Johesa.

## 5. DISCUSIÓN

Con la aplicación del programa de mantenimiento preventivo en la presente investigación, se llegó a analizar que en cada compartimiento de las maquinarias de la empresa no cumplían con su ciclo de vida presentando un alto nivel de desgaste del % 30 debido a las fallas que generaba el retraso de la entrega de servicio al cliente Provías Nacional, como se muestra en la Tabla N° 07 referido a los datos del año 2016, se programó una fecha exacta con una cantidad de días establecidas para entregar el servicio, pero las fallas que presentaba la Retroexcavadora indica que las ocurrencias eran mayor en los frenos y el sistema de filtro, esto hacía que se entregue el servicio en más días. Generando los costos por penalidad por los días de retraso tal y como se muestra en la Tabla N° 08, pero el verdadero problema para la implementación de un plan de mantenimiento preventivo, se basa en el costo de la reparación de los equipos y las herramientas para ejecutar tal gestión, se presentaban como gran obstáculo para mantener en óptimas condiciones a los activos.

El tema de los costos de reparación que presentaba la operatividad del activo eran más del 40%, agregándole a ello el costo por penalidades al no cumplir con la entrega de servicio en el momento indicado con un total del 20%, esto era una gran amenaza para la empresa, donde el principal problema se relacionaba con los Costos de Capital y los Costos de Operación.

Como lo sustenta MORALES (2016), “las barreras de la implementación de un plan de mantenimiento preventivo para los activos de la empresa están enfocadas con los costos de capital (CAPEX) y los costos de operación (OPEX), donde el hecho de no implementar una gestión de activos traerá como consecuencia un alto déficit de integración con lo que respecta las decisiones técnicas de la empresa”.

Entonces por tal motivo que se logró el diseño de un plan de mantenimiento preventivo que no demande de mucho presupuesto pero que esté enfocado en disminuir los tiempos de entrega de los servicios.

Para ejecutar el plan de mantenimiento preventivo, se utilizó el análisis de criticidad como se muestra en la Tabla N° 09, teniendo por objetivo hallar el compartimiento más crítico de la retroexcavadora para dar inicio con la aplicación del plan de mantenimiento. MONTES (2013), indica que “la aplicación de algunas herramientas de análisis según los fundamentos del Mantenimiento Basado en la Confiabilidad RCM se logró diseñar el plan de mantenimiento para la empresa, donde se aplicó el análisis de criticidad; el subsistema de suspensión, los frenos y la dirección, resultaron ser los más críticos, entonces se diseñó una variedad de rutinas preventivas con el objetivo de codificar los equipos y partes minimizando todo tipo de retrasos en la producción y disponibilidad de las máquinas”.

Basado en tal teoría, se obtuvo como resultado que con un análisis de criticidad para los compartimientos de la retroexcavadora se diagnosticó cuál de ellos representaba un mayor desgaste, de los 32 compartimientos, 9 de ellos resultaron ser críticos tales como: los frenos, la cuchillas de la cuchara, el filtro del sistema de combustible y del sistema hidráulico, el prolongador de refrigerante, el termostato, el alternador y motor de arranque, turbo – cargador y el nivel del sistema de enfriamiento.

Como parte del análisis que comprende la situación actual de la empresa Alvac Johesa, los resultados obtenidos en la presente investigación al realizar un análisis de criticidad de cada uno de los compartimientos en el en el que se encontraba la máquina en el año 2106, año en el cual no se aplicaba el plan de mantenimiento preventivo, se obtuvo como resultado un porcentaje de 50% de desgaste de la máquina y como consecuencia de esto se presentó un gran número de paradas innecesarias de las máquinas, entonces para contrarrestar los problemas se utilizó formato de Check List de equipo, y con el apoyo de otros formatos con los que ya contaba la empresa (parte diario de equipos y reporte diario de equipos) se fue registrando cada una de las fallas presentadas en ese año.

VARELA (2013), afirma que “el desarrollo y la implementación de un plan de mantenimiento preventivo, se logrará con el apoyo de formatos específicos para cada máquina según las características obtenidas por los proveedores,



se realiza un mejor control a los registros mensuales. Lo cual se obtendrá una disminución del 35% de paradas innecesarias de los equipos y maquinarias incrementando la fiabilidad, confiabilidad y disponibilidad de los activos”.

El formato de Check List, parte diario, reporte diario ayudó a recopilar datos para la elaboración del plan de mantenimiento, separando cada compartimiento según su nivel de frecuencia de fallas, logrando que se cumpla con la entrega de servicios, disminuyendo las paradas innecesarias en un 16%.

La elaboración del plan de mantenimiento preventivo se basó en los datos del manual de la retroexcavadora Caterpillar donde se clasificó cada uno de los compartimientos según el grado de desgaste e intervención que este requiera, la frecuencia de mantenimiento se diseñó para las 10, 50, 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000 y 5000 horas, programando el mantenimiento en fechas específicas, de acuerdo con el horómetro que presente la máquina.

DÍAS (2014), indica que “debido a las ocurrencias diarias de fallos se originó una gran pérdida de producción y con ello los retrasos en la entrega del servicio, la ejecución de un mantenimiento correctivo generó altos costos en las reparaciones, en los repuestos, consumos de materiales y paradas innecesarias de las maquinarias, entonces se elaboró y se ejecutó un programa de mantenimiento preventivo, logrando así el diseño de cada rutina en base al manual de maquinarias pesadas, actividades basadas en las 50, 250, 500, 750, 1000, 1250, 1500, 1750 y 2000 horas de operación, logrando un mejor rendimiento y disponibilidad de los equipos mediante análisis estadísticos, también se logró programar su mantenimiento en fechas específicas según la marca, el modelo y la serie. Se incrementó las horas de fiabilidad y producción, reduciendo los costos de mantenimiento”.

Ahora cada inspección se encuentra programada en fechas exactas, anticipando a nuestros clientes los días en que la máquina deberá entrar al taller, para evitar cualquier problema dentro de la producción o cualquier queja que presente los clientes.

Gracias a la ejecución del plan de mantenimiento preventivo en el consorcio Alvac Johesa, haciendo una muestra de los primeros cuatro meses en los que se aplicó el programa, los mismos meses del año 2016 donde no se trabajó con el plan de mantenimiento preventivo, nos da un resultado de 5 días de trabajo ganados. BUELVAS (2014), explica que “una vez aplicado y ejecutado el plan de mantenimiento preventivo, se logró ganar 14 días de trabajo, y todo ello gracias a que cada una de las inspecciones y reparaciones de los activos estaban calendarizados en fechas específicas, se podía comunicar a las demás áreas para que estas tomen las medidas necesarias y no tener ningún inconveniente con nuestros clientes, una de las áreas que también trabajó con ello fue la de almacén, pues los repuestos se encontraban disponibles justo a tiempo, incrementando los tiempos de operación, pues al cambiar los repuestos oportunamente podían trabajar más días, limitando la presencia de fallas, evitando las paradas inesperadas cumpliendo con la entrega de servicio en el momento preciso”.

No solo se logró la disminución de tiempos de entrega de los servicios, también se redujo costos de mantenimiento, costos de penalidades, y sobre todo se brindó un mayor índice de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente a los colaboradores, la falla de la maquinaria puede ocasionar daños irreversibles a los trabajadores.

## 6. CONCLUSIÓN

1. La elaboración del Check List, el uso de parte diario y reporte diario permitieron el análisis situacional en el que se encontraba la empresa Alvac Johesa, adicional a ello se realizó un análisis de criticidad, presentando 9 compartimientos críticos como se muestra en la tabla 10, y todo esto contribuyó a la evaluación de los retrasos registrados en la entrega de servicios.
2. El programa propuesto para el mantenimiento de la retroexcavadora fue diseñado para disminuir el nivel de desgaste de la máquina, brindando una mejora en el incremento del índice de fiabilidad y calidad a los clientes, entregando los servicios en el momento adecuado.
3. Se logró disminuir los tiempos de entrega de servicio en un 16%, con la aplicación del plan de mantenimiento preventivo, evitando las fallas en un 32% se redujeron los costos alcanzando el incremento de la productividad con la disponibilidad y fiabilidad de presenta la máquina, minimizando los índices de accidentabilidad.

## **7. RECOMENDACIÓN**

1. Aplicar el plan de mantenimiento preventivo para todos los equipos, maquinarias y camionetas del Consorcio Alvac Johesa, para disminución de costos e incrementación de la producción, los índices presentarán un mejor resultado si se aplica a todos los activos mencionados.
2. Gestionar el plan de mantenimiento relacionado con el área de almacén, utilizando el programa SAP, porque los repuestos e insumos que se utilizarán en cada una de las reparaciones de los activos estando presentes en el momento indicado de la reparación, con el fin de disminuir más retrasos en la producción.
3. Actualizar anualmente el programa de mantenimiento, porque es un campo muy rico por explorar, para continuar con la prevención de las fallas y desgastes de las máquinas, aplicando la mejora continua utilizando herramientas automatizadas (sensores) que emita información sobre el nivel de desgaste que presenta la máquina.

## 8. REFERENCIAS

ABANTO, Percy. TESIS - Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorarla disponibilidad de la flota de camiones compactadores del taller de la municipalidad del santa. 2013.

ARQUES, José. Ingeniería y gestión del mantenimiento en el sector ferroviario. España: Edígrafos. 2009. 2pp.

ISBN: 978-84-7978-916-9

BONA, José. La gestión del mantenimiento: guía para el responsable de la conservación de locales e instalaciones. 2010. 23 pp.

ISBN: 8D3F-5WD-51SW

BUELVAS, Camilo y MARTINEZ, Kevin. Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa L&L [en línea]. 2014. [fecha de consulta: 25 de Abril de 2017]

Disponible en:

<http://repositorio.uac.edu.co/bitstream/handle/11619/813/TMEC%201144.pdf?sequence=1>

CANTERA, Cynthia y CHINGUEL, Lusvy. Propuesta de implementación de un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional basado en la ley 29783 para reducir actos y condiciones sub estándar en la empresa innovación en geo sintéticos y construcción S.R.L – Cajamarca [en línea]. 2015 [fecha de consulta: 13 de mayo del 2017].

Disponible en:

<http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/10349/Cantera%20D%C3%ADaz%20%20Cynthia%20Aymee%2c%20Chinguel%20Flores%20%20Lusvy%20Judith.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CÁRCEL, Javier. La gestión en la ingeniería de mantenimiento industrial. Madrid: Omnia Science. 2014. 13pp.

ISBN: 9788-494-18-727-8

CUATRECASAS, Lluís. Gestión del mantenimiento de los equipos productivos. 2 .a ed. Madrid: Díaz de Santos. 2012. 671 pp.

ISBN: 978-84-9969-356-9

GARCÍA, Santiago. Organización y gestión integral de mantenimiento. 2 .a ed. Madrid: Díaz de Santos. 2010. 2 – 4 - 17 pp.

ISBN: 978-84-7978-577-2

GARCÍA, Santiago. Ingeniería de mantenimiento [En línea]. 2012. [Fecha de consulta en: 25 de abril de 2017].

Disponible en: <http://www.renovetec.com/ingenieria-del-mantenimiento.pdf>.

GONZALES, Miguel [En línea]. 2014. [Fecha de consulta en: 16 de mayo de 2017].

GONZÁLES, Máximo. Mantenimiento mecánico preventivo del vehículo, Ciclo informativo: Emergencias Sanitarias. 2010.

ISBN: 978-8436-94-980-3

HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAUTISTA, María. Metodología de la investigación. 5 .a Ed. México D.F. 2010. 230 pp.

ISBN: 978-607-15-0291-9

LAVIÑA, Jaime y MENGUAL, Laura. Libro Banco de la Universidad Digital. Fundación telefónica. 2010. 241 pp.

ISBN: 9788-408-08-417-4

MORALES, Jorge. Barreras y factores de éxito para implementar la gestión de activos [en línea]. Gerens, 18 de Mayo de 2016. [fecha de consulta: 21 de abril de 2017.]

Disponible en: <https://gerens.pe/blog/barreras-factores-exito-gestion-de-activos/>

MONTES, Juan. Diseño de un plan de mantenimiento para la flota articulada de integra S.A. usando algunas herramientas del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) [en línea] Diciembre

del 2013. [Fecha de consulta en: 25 de Abril de 2017.] Disponible en:  
<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/3956/6200046M779.pdf?sequence=1>.

NAMAKFOROOSH, Mahammad. Metodología de la investigación. 2.  
.a.Ed. México D.F: Noriega Editores. 2008.  
ISBN: 968-18-5517-5

Técnicas para el mantenimiento y diagnóstico de máquinas eléctricas  
rotativas por GARCÍA, Manuel [et al.]. España: Marcombo. 1998. 3 - 4  
pp.  
ISBN: 84-267-1166-9

Operaciones de mantenimiento preventivo del vehículo y control de su  
dotación de material por ANGUITA, Luisa [et al.]. España: Vigo. 2014.  
126 pp.  
ISBN: 978-84-98-39-485-6

ORTIZ, Alexis; RODRÍGUEZ, Carlos; IZQUIERDO, Henry. Gestión del  
mantenimiento en pymes industriales, Venezuela: Revista Venezolana  
de Gerencia, (18): 90, marzo 2013.  
ISSN: 1315-9984

Operaciones de mantenimiento preventivo del vehículo y su dotación  
material por PASCUAL, Oscar [et al.]. España: Vigo. 2007. 31 pp.  
ISBN: 978-84-9839-189-3

PARRA, Carlos y CRESPO, Adolfo. Ingeniería de mantenimiento y  
fiabilidad aplicada en la gestión de activos. España: Ingeman. 2012. 13  
pp.  
ISBN: 978-84-95499-67-7

RIBA, Carles. Selección de materiales en el diseño de máquinas.  
Barcelona. 2008. 11 pp.  
ISBN: 978-84-9880-406-5

ROBLES, Ana. Análisis, diagnóstico y propuesta de mejora en la gestión de activos físicos de grúas pórtico [en línea]. 2015. [fecha de consulta: 23 de Abril de 2017.]

Disponible en:

<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6011>

ROBLES\_ANA\_PROPUESTA\_GESTION\_GRUAS.pdf.Downloads/bitstream/handle/11619/813/TMEC%201144.pdf?sequence=1.

VARELA, Salvador. Implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la Retesa S.A. de C.V. [en línea] 2013. [Fecha de consulta: 25 de Abril de 2017.]

Disponible en: <http://www.uteq.edu.mx/tesis/IMI/0222.pdf>.  
tesis/IMI/0222.pdf.

RENOVE Tecnología. Qué son las estrategias de mantenimiento [En línea] 2014. [Fecha de consulta en: 28 de Junio de 2017].

Disponible en: <http://mantenimiento.renovetec.com/secciones/9-uncategorised/136-estrategias-de-mantenimiento> GINDER, Andrew. Maintenance as a Corporate Strategy. 1996

Market Shares of the Leading Supplies Automation Research Corporation. 1980.

<https://reliabilityweb.com>. 2010. Definición de las Frecuencias para un Plan de Mantenimiento. [En línea] Estados Unidos: Reliability, 2010.

Disponible en: file:///C:/Users/ADM/Downloads/6200046D542.pdf

TECSUP. Curso de planificación y Programación del mantenimiento. 2010.

TAVARES, Lourival. Administración Moderna de Mantenimiento. 2000. Pág. 1.

ZUBÍA, Alfonso y ORTEGA, José. Mantenimiento mecánico del vehículo. Argentina: Arán. 2010. 279 pp.

ISBN: 9788496881990



## 9. ANEXOS

### Anexo 01: Matriz de consistencia

	PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVO PRINCIPAL	JUSTIFICACIÓN	HIPÓTESIS PRINCIPAL	VARIABLES	INDICADORES	TIPO Y DISEÑO
	¿En qué medida el <b>mantenimiento preventivo</b> permitirá disminuir los tiempos en la <b>entrega de servicios</b> en el Consorcio ALVAC JOHESA, Chimbote 2017?	Implementar un programa de <b>mantenimiento preventivo</b> en el Consorcio ALVAC JOHESA para disminuir los tiempos en la <b>entrega de servicio</b> . Chimbote 2017	Con la implementación de un programa de mantenimiento preventivo, se logrará disminuir los retrasos en la entrega de servicios en el Consorcio Alvac Johesa, de modo que se mejorará el control de las máquinas, con el análisis de criticidad que se realiza a la máquina se podrá reducir las paradas imprevistas aumentando la fiabilidad de la retroexcavadora, contribuyendo al incremento de la disponibilidad y por tanto se logrará un mejor rendimiento y alto índice de productividad. Logrando la satisfaciendo de los clientes y otras partes interesadas cumpliendo con los requisitos establecidos, a través de la mejora continua de su sistema de gestión, promoviendo la operatividad y rendimiento de las maquinarias.	la implementación del <b>programa de mantenimiento</b> podrá disminuir los tiempos en la <b>entrega de servicios</b> en el Consorcio ALVAC JOHESA, Chimbote 2017.	<i>X: Variable Independiente</i>		
	<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	Debido a los retrasos en los tiempos en la entrega de servicios dentro de la producción se genera el incremento de los costos, entonces al realizar el mantenimiento y prestación del Servicio de Gestión y conservación vial por niveles de servicios por encargo del Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través de Provías Nacional, conforme al Contrato N° 049-2013-MTC/20, el diseño de un programa de mantenimiento preventivo está programado para ser atendidos en fechas específicas para su intervención de las inspecciones y reparaciones de la retroexcavadora y todo ello en base al horómetro que este marcando, ya que es necesario preservar que los equipos cumplan con su ciclo de vida a un costo mínimo, porque el hecho de dejar que un equipo crítico falle puede resultar muy costoso, pues bien, debemos tener en consideración que no solo se toma en cuenta los costos de reparación si no también los costos que se genera por no producir.	<b>Hipótesis Específicas</b>	<b>Mantenimiento preventivo</b>	<b>X1.1.</b> Disponibilidad	
PROBLEMA ESPECÍFICO 01	¿En que medida la realización del <b>diagnóstico situacional</b> influye respecto a los retrasos registrados en la <b>entrega de servicios</b> en el Consorcio ALVAC JOHESA, Chimbote 2017?	Determinar en que medida la realización del <b>diagnóstico situacional</b> afecta los retrasos registrados en la <b>entrega de servicios</b> en el Consorcio ALVAC JOHESA. Chimbote 2017	La implementación de un programa de mantenimiento preventivo nos ayuda a contribuir con la durabilidad del producto adquirido. Una de las principales razones por la cual es importante el mantenimiento preventivo de la maquinaria pesada es que contribuye a evitar accidentes, ya que permite identificar las fallas que puede presentar la maquinaria y no sólo permite detectar fallas antes que estas se muestren en el campo de trabajo, también permite dejar como nueva la maquinaria.	Si se determina la realización del <b>diagnóstico situacional</b> ; entonces, se podrá disminuir los retrasos registrados en la <b>entrega de servicios</b> en el Consorcio ALVAC JOHESA. Chimbote 2017	<b>X1:</b> Diagnóstico situacional <b>X2:</b> Historial de mantenimiento <b>X3:</b> Evaluación situacional	<b>X1.2</b> Tiempo Medio Entre Fallas <b>X2.1.</b> Tiempo Medio de Reparación <b>X2.2.</b> Confiabilidad	<b>DISEÑO:</b> La presente investigación es de <b>pre-experimental</b> , y <b>transversal</b> debido a que se circunscribe en un segmento de tiempo durante el presente año <b>TIPO:</b> Es correlacional ya que se estudiará la relación que existe entre las dos variables, dependiente e independiente.
PROBLEMA ESPECÍFICO 02	¿Determinar en que medida el sistema para laborar un <b>historial de mantenimiento</b> , afecta en el <b>incremento de productividad</b> para el Consorcio ALVAC JOHESA, Chimbote 2017?	Determinar en que medida el sistema para laborar un <b>historial de mantenimiento</b> , afecta en el <b>incremento de productividad</b> para el Consorcio ALVAC JOHESA. Chimbote 2017	Esto hará posible que el operador realice el trabajo con mayor rapidez y eficiencia, con lo cual optimizará el tiempo de trabajo y nuestros clientes se sentirán satisfechos con los productos obtenidos, del mismo modo tendremos excelentes resultados con la aceptación de las comunidades. Como con cualquier producto de uso constante, el mantenimiento preventivo de la maquinaria pesada es una forma de renovar este tipo de herramienta de trabajo. Para que la máquina que está empleando tenga un mayor tiempo de vida, esta requiere de cuidado especial. Realizar el mantenimiento de maquinaria pesada hará que la inversión valga la pena y que la máquina que empleas dure más de lo que se espera.	Si se determina un sistema para elaborar un <b>programa de mantenimiento</b> ; entonces, se podrá <b>incrementar la productividad</b> en el Consorcio ALVAC JOHESA. Chimbote 2017	<i>Y: Variable Dependiente</i> <b>Entrega de servicios</b>	<b>Y1.1.</b> Índice de retrasos <b>Y1.2.</b> total de retrasos	
PROBLEMA ESPECÍFICO 03	¿En que medida el procedimiento para la <b>evaluación situacional</b> afecta en la minimización de los tiempos en la <b>entrega de servicios</b> como resultado de la implementación del plan de mantenimiento en el Consorcio ALVAC JOHESA, Chimbote 2017?	Determinar la medida en que el procedimiento para la <b>evaluación situacional</b> influye en la minimización de los tiempos en la <b>entrega de servicios</b> como resultado de la implementación del plan de mantenimiento en el Consorcio ALVAC JOHESA. Chimbote 2017	Por tanto queda claro que igual que nosotros los seres humanos nos realizamos exámenes médicos, porque son de suma importancia para alargar nuestra vida, pues bien en el caso de los equipos un plan de mantenimiento es primordial para brindar seguridad y confiabilidad de nuestros equipos, de esa manera contribuyendo a minimizar los riesgos laborales, con la finalidad de optimizar su entrega de servicio generando incrementos en la confiabilidad y mantenibilidad de los activos, dándose así el Ciclo de Deming (Ver Anexo 21).	Si se implementa el programa de <b>mantenimiento preventivo</b> ; entonces, se podrá disminuir los tiempos en la <b>entrega de servicio</b> en el Consorcio ALVAC JOHESA. Chimbote 2017	<b>Y1:</b> Disminuir tiempos <b>Y2:</b> Incrementar la productividad	<b>Y2.1.</b> Número total de maquinarias (productos)	

Figura N° 04: Matriz de consistencia

Fuente: El autor


## Anexo 02

CHECK LIST - EQUIPOS - MAQUINARIAS - CAMIONETAS														
EQUIPO				DESPACHO				RECEPCIÓN						
DESCRIPCIÓN				UBICACIÓN				UBICACIÓN						
CÓDIGO				HR / KM				HR / KM						
MARCA - MODELO				RESPONSABLE				RESPONSABLE						
Nº DE PLACA - SERIE				FECHA				FECHA						
INVENTARIO				B	M	NA	CAMA BAJA				B	M	NA	
1	SOAT						1	CABLE ELÉCTRICO PARA CARRETERA						
2	REVISIÓN TÉCNICA						2	RAMPA						
3	TARJETA DE PROPIEDAD						3	CADENA						
4	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO						4	ESLIGA						
5	GUARDAS Y CUBIERTAS PROTECTORAS DE ACEITE						5	ESTROGO						
6	VARILLA DE MEDICIÓN DE ACEITE						6	GRILLETE						
7	TAPA DE LLENADO DE ACEITE DE MOTOR						7	RACHE						
8	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR							<b>CAMIÓN CISTERNA</b>						
9	MANGUERAS Y CAÑERÍAS						1	MANGUERA DE SUCCIÓN						
10	SOPORTES DEL MOTOR						2	MOTOBOMBA						
11	TAPAS DE LOS LÍQUIDOS (embreague, dirección y freno)						3	VÁLVULAS ESFÉRICAS						
12	VENTILADOR						4	TAPA SUPERIOR DE CISTERNA						
13	FAJA DE VENTILADOR													
14	RADIADOR							<b>EQUIPOS PESADOS</b>						
15	TAPA DE RADIADOR						1	CILINDROS HIDRÁULICOS						
16	BOAMBA DE AGUA						2	MANGUERAS HIDRÁULICAS						
17	FILTRO DE AIRE						3	CAÑERÍAS						
18	FILTRO DE COMBUSTIBLE						4	BOMBA HIDRÁULICA						
19	TUBERÍAS MÚLTIPLES						5	TANQUE HIDRÁULICO						
20	TURBOALIMENTADOR						6	BRAZOS						
21	VÁLVULA DE DRENAJE						7	CUCHARÓN						
22	BOMBA DE INYECCIÓN						8	RIPER						
23	ALTERNADOR						9	EESCARIFICADOR						
24	ARRANCADOR						10	PUNTAS						
25	BATERÍA						11	CANTONERAS						
26	CIRCULINA						12	PERNOS						
27	CLAXÓN						13	TUERCAS						
28	FAROS (6)						14	CUCHILLAS						
29	LUZ DE PLACA						15	RODILLOS						
30	ALARMA DE RETROCESO						16	PINES						
31	PARACHOQUE DELANTERO Y POSTERIOS						17	BOCINAS DE BRAZOS						
32	NEUMÁTICOS EN BUEN ESTADO						18	GRASERAS						
33	LLAVE CONTACTO						19	RUEDA GUÍA						
34	SINTURÓN DE SEGURIDAD						20	ESPROCKET						
35	ESPEJOS RETROVISORES						21	CADENAS						
36	EXTINTOR						22	BOCINAS DE BRAZOS						
37	BOTIQUÍN						23	ZAPATAS						
38	CONOS DE SEGURIDAD						24	PERNOS DE RODILLO						
39	TRIÁNGULOS DE SEGURIDAD						25	SEGMENTOS						
40	GATA						26	GUARDAS DE PROTECCIÓN						
41	PICO						27	LLAVE DE CORTE DE ENERGÍA						
42	PALANCA						28	GOMAS DE RODILLO						
43	CABLE PASO DE CORRIENTE						29	COMUNICACIÓN PL						
44	BANDEJA DE METAL						30	HORÓMETRO						

**Figura N° 05:** Check List de ingreso de equipo

**Fuente:** TECSUP


### Anexo 03

		<b>PARTE DIARIO DE EQUIPO</b>			
<b>Para Operador</b>					
<b>Horas de Trabajo:</b>			<b>Fecha:</b>		
<b>Desde</b>		<b>Hasta</b>		<b>Total</b>	<b>Horas</b>
<b>Operador / Responsable</b>				<b>Código Operador</b>	
<b>Para Equipo</b>					
<b>Propietario / Empresa</b>					
<b>Nombre del Equipo</b>				<b>Código de Equipo</b>	
<b>Marca</b>		<b>Modelo</b>		<b>Nº de Serie</b>	
<b>Horómetro Inicio</b>		<b>Horómetro Final</b>		<b>Gl. Combustibles</b>	
<b>Kilómetro Inico</b>		<b>Kilómetro Final</b>		<b>Turno de Trabajo</b>	
<b>Horas Reales</b>		<b>Horas Stand By</b>		<b>Horas Reparación</b>	
<b>TRABAJOS REALIZADOS Y OBSERVACIONES ADICIONALES</b>					
<b>PARA RESPONSABLES DE FRENTE</b>					
<b>Fase</b>	<b>Horas</b>	<b>Observación</b>			
<del> </del>					
<del> </del>					
<del> </del>					
<del> </del>					
<del> </del>					
<del> </del>					
<del> </del>					
<del> </del>					
<b>Total Horas</b>		<b>Firma Responsable</b>			
<b>Operador</b>		<b>Jefe de área</b>		<b>Residente</b>	
<b>Nombre:</b>		<b>Nombre:</b>		<b>Nombre:</b>	
<b>Firma</b>		<b>Firma:</b>		<b>Firma:</b>	

**Figura N° 06:** Parte diario de equipo

**Fuente:** Consorcio Alvac Johesa


### Anexo 04

		<b>PARTE DIARIO DE EQUIPO</b>			
<b>Para Operador</b>					
<b>Horas de Trabajo:</b>	8 horas			<b>Fecha:</b>	16/05/2016
<b>Desde</b>	07:00 a.m.	<b>Hasta</b>	11:00 a.m.	<b>Total</b>	<b>4hrs</b> Horas
<b>Operador / Responsable</b>	Panduro Pérez Marden			<b>Código Operador</b>	41108930
<b>Para Equipo</b>					
<b>Propietario / Empresa</b>	Consortio Alvac Johesa				
<b>Nombre del Equipo</b>	Retroexcavadora			<b>Código de Equipo</b>	1001-11
<b>Marca</b>	Caterpillar	<b>Modelo</b>	420F	<b>Nº de Serie</b>	LTG00622
<b>Horómetro Inicio</b>	3236	<b>Horómetro Final</b>	3240	<b>Gl. Combustibles</b>	10
<b>Kilómetro Inico</b>		<b>Kilómetro Final</b>		<b>Turno de Trabajo</b>	Mañana
<b>Horas Reales</b>		<b>Horas Stand By</b>		<b>Horas Reparación</b>	4 hrs
<b>TRABAJOS REALIZADOS Y OBSERVACIONES ADICIONALES</b>					
Eliminación de talud tramo 1 y 4					
<b>PARA RESPONSABLES DE FRENTE</b>					
<b>Fase</b>	<b>Horas</b>	<b>Observación</b>			
<b>Total Horas</b>		<b>Firma Responsable</b>			
<b>Operador</b>		<b>Jefe de área</b>		<b>Residente</b>	
<b>Nombre:</b>		<b>Nombre:</b>		<b>Nombre:</b>	
<b>Firma</b>		<b>Firma:</b>		<b>Firma:</b>	

**Figura N° 07:** Parte diario de equipo (Modelo de la fecha del 16 de mayo del 2016) antes de la aplicación del programa de mantenimiento.

**Fuente:** Consorcio Alvac Johesa

**Anexo 05**

 <b>CONSORCIO</b> <b>ALVAC JOHESA</b>		<b>PARTE DIARIO DE EQUIPO</b>			
<b>Para Operador</b>					
<b>Horas de Trabajo:</b> 8 hrs			<b>Fecha:</b> 16/05/2017		
<b>Desde</b>	07:00 a.m.	<b>Hasta</b>	04:00 p.m.	<b>Total</b>	<b>8</b> Horas
<b>Operador / Responsable</b>	Panduro Pérez Marden			<b>Código Operador</b>	41108930
<b>Para Equipo</b>					
<b>Propietario / Empresa</b>	Consorcio Alvac Johesa				
<b>Nombre del Equipo</b>	Retroexcavadora			<b>Código de Equipo</b>	1001-11
<b>Marca</b>	Caterpillar	<b>Modelo</b>	420F	<b>Nº de Serie</b>	LTG00622
<b>Horómetro Inicio</b>	5920	<b>Horómetro Final</b>	5922	<b>Gl. Combustibles</b>	5
<b>Kilómetro Inico</b>		<b>Kilómetro Final</b>		<b>Turno de Trabajo</b>	Mañana
<b>Horas Reales</b>		<b>Horas Stand By</b>		<b>Horas Reparación</b>	6 hrs
<b>TRABAJOS REALIZADOS Y OBSERVACIONES ADICIONALES</b>					
Limpieza de cunetas y eliminacion de derrumbes en el tramo 10					
<b>PARA RESPONSABLES DE FRENTE</b>					
<b>Fase</b>	<b>Horas</b>	<b>Observación</b>			
<b>Total Horas</b>		<b>Firma Responsable</b>			
<b>Operador</b>		<b>Jefe de área</b>		<b>Residente</b>	
<b>Nombre:</b>		<b>Nombre:</b>		<b>Nombre:</b>	
<b>Firma</b>		<b>Firma:</b>		<b>Firma:</b>	

**Figura N° 08:** Parte diario de equipo (Modelo de la fecha del 16 de mayo del 2017) después de la aplicación de programa de mantenimiento

**Fuente:** Consorcio Alvac Johesa

## Anexo 06



### REPORTE DIARIO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

<b>UNIDAD</b> _____	<b>HORÓMETRO</b>	<b>FECHA</b> <input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/>	<b>MANTTO.</b>	<b>ZONA</b> _____	<b>Tramo 4</b>	
<b>ENCARGADO</b> _____		<b>CARGO</b> _____		<b>TURNO</b> <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px; height: 15px; text-align: center;">M</td><td style="width: 20px; height: 15px; text-align: center;">T</td></tr></table>	M	T
M		T				
<b>INGRESO</b> _____		<b>INICIO</b> _____		<b>PREVENTIVO</b> _____		
<b>SALIDA</b> _____	<b>OTRO</b> _____	<b>CORRECTIVO</b> _____				

TRABAJOS REALIZADOS	TRABAJDOR	CARGO	HRS.	FIRMA

#### REPUESTOS UTILIZADOS

CANT.	UND	DESCRIPCIÓN

#### INSUMOS UTILIZADOS

CANT.	UND	DESCRIPCIÓN

#### PENDIENTES

#### TRABAJOS PENDIENTES

TIPO	DESCRIPCIÓN

#### REQUISICION DE REPUESTOS

CANT.	UND.	DESCRIPCIÓN

\_\_\_\_\_  
CONDUCTOR / OPERADOR

\_\_\_\_\_  
ENCARGADO / MECÁNICO

**Figura N° 09:** Reporte diario de mantenimiento de equipo

**Fuente:** Consorcio Alvac Johesa

## Anexo 07



### REPORTE DIARIO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

UNIDAD	Retroexcavadora	HORÓMETRO	FECHA	16	5	16	ZONA	Tramo 4
ENCARGADO	Marden Panduro		CARGO	Operador			TURNO	<span style="background-color: yellow;">M</span> T
INGRESO	12:00 p.m.		INICIO	3240			PREVENTIVO	
SALIDA	04:00 p.m.		OTRO				CORRECTIVO	x

TRABAJOS REALIZADOS	TRABAJADOR	CARGO	HRS.	FIRMA
Reparación del sistema de frenos	Jhamis G.	Mecánico	4	

#### REPUESTOS UTILIZADOS

CANT.	UND	DESCRIPCIÓN
1	und	soldadura punto azul de 1/2"

#### INSUMOS UTILIZADOS

CANT.	UND	DESCRIPCIÓN

#### PENDIENTES

#### TRABAJOS PENDIENTES

TIPO	DESCRIPCIÓN

#### REQUISICION DE REPUESTOS

CANT.	UND.	DESCRIPCIÓN

\_\_\_\_\_  
CONDUCTOR / OPERADOR

\_\_\_\_\_  
ENCARGADO / MECÁNICO

**Figura N° 10:** Reporte diario de mantenimiento de equipo (Modelo del 16 de mayo del 2016) antes de la aplicación del programa de mantenimiento.

**Fuente:** Consorcio Alvac Johesa

## Anexo 08



### REPORTE DIARIO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

UNIDAD	Retroexcavadora	HORÓMETRO	FECHA	16	5	17	ZONA	Tramo 10
ENCARGADO	Marden Panduro		CARGO	Operador			TURNO	<span style="background-color: yellow;">M</span> T
INGRESO	04:30 p.m.		INICIO	5922			PREVENTIVO	
SALIDA	06:30 p.m.		OTRO				CORRECTIVO	x
							MANTO.	

TRABAJOS REALIZADOS	TRABAJADOR	CARGO	HRS.	FIRMA
Cambio de filtro de aceite de motor / Cambio de aceite de motor	Amador R.	Mecánico	2	

#### REPUESTOS UTILIZADOS

CANT.	UND	DESCRIPCIÓN
1	und	Filtro

#### INSUMOS UTILIZADOS

CANT.	UND	DESCRIPCIÓN
1	galón	Aceite Hidráulico 10W en Shell

#### PENDIENTES

#### TRABAJOS PENDIENTES

TIPO	DESCRIPCIÓN

#### REQUISICION DE REPUESTOS

CANT.	UND.	DESCRIPCIÓN

\_\_\_\_\_  
CONDUCTOR / OPERADOR

\_\_\_\_\_  
ENCARGADO / MECÁNICO

**Figura N° 11:** Reporte diario de mantenimiento de equipo (Modelo del 16 de mayo del 2017) después de la aplicación del programa de mantenimiento

**Fuente:** Consorcio Alvac Johesa



## Anexo 09

DOCUMENTO EMITIDO POR EL MTC PROVIAS NACIONAL				
CUADRO RESUMEN - 2016				
FECHAS ESTABLECIDAS PARA LA ENTREGA DE SERVICIO				
MESES	DÍAS / RETRASO	PENALIDAD	HRS. REPARACIÓN	Nº FALLAS
ENERO	4	S/. 2,000.00	32	2
FEBRERO	3	S/. 2,000.00	24	2
MARZO	3	S/. 2,000.00	24	2
ABRIL	3	S/. 2,000.00	24	2
MAYO	3	S/. 2,000.00	24	2
JUNIO	3	S/. 2,000.00	24	2
JULIO	3	S/. 2,000.00	24	2
AGOSTO	3	S/. 2,000.00	32	1
SEPTIEMBRE	3	S/. 2,000.00	24	2
OCTUBRE	3	S/. 2,000.00	32	2
NOVIEMBRE	3	S/. 2,000.00	24	2
DICIEMBRE	3	S/. 2,000.00	24	2
<b>TOTAL</b>	<b>37</b>	<b>S/. 24,000.00</b>	<b>312</b>	<b>23</b>

**Figura N° 12:** Resumen de los retrasos y las fallas presentadas en el año 2016

**Fuente:** Consorcio Alvac Johesa

## Anexo 10

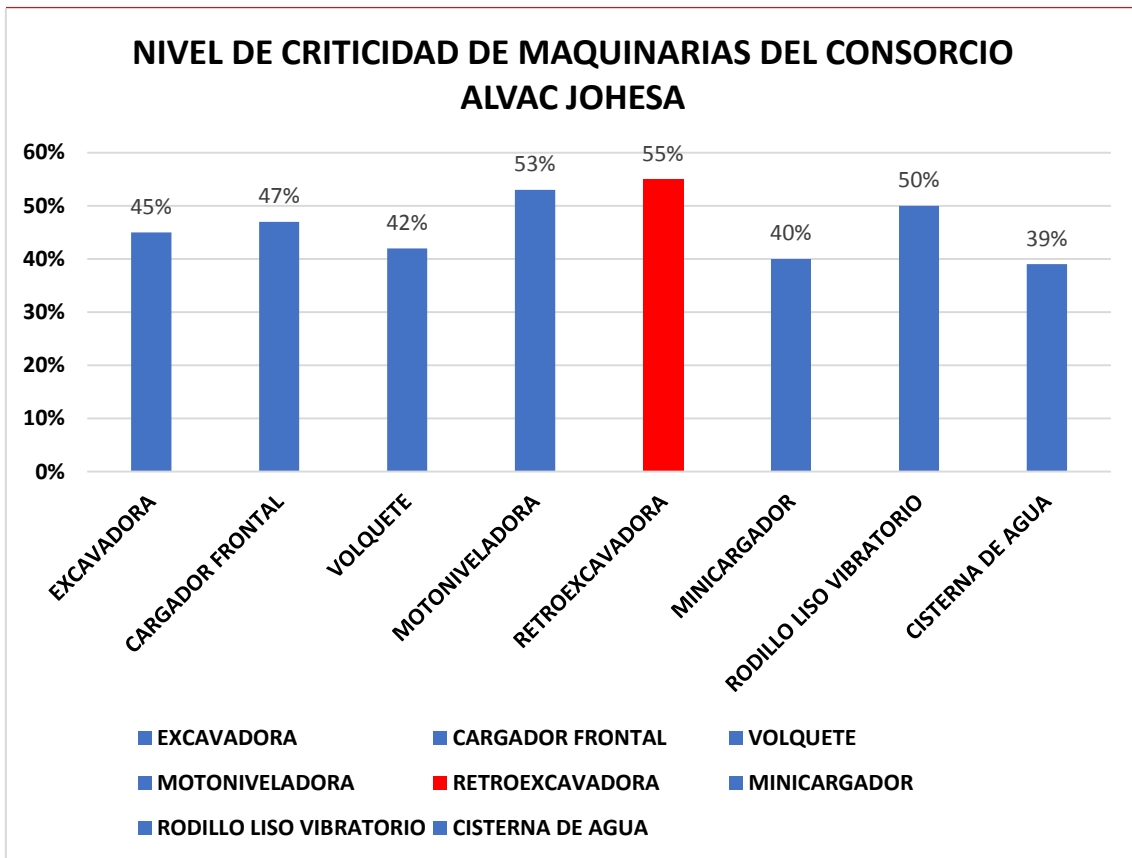
Relación de equipos de línea amarilla del Consorcio Alvac Johesa

CÓDIGO	EQUIPO	MARCA
EXC-001	EXCAVADORA	VOLVO
CF-001	CARGADOR FRONTAL	CATERPILLAR
D4E-844	VOLQUETE	VOLVO
1004-41	MOTONIVELADORA	CATERPILLAR
1001-11	RETROEXCAVADORA	CATERPILLAR
1001-12	RETROEXCAVADORA	CATERPILLAR
1007-11	MINICARGADOR	CATERPILLAR
1007-12	MINICARGADOR	CATERPILLAR
1011-41	RODILLO LISO VIBRATORIO	CATERPILLAR
1029-53	CISTERNA DE AGUA	IVECO

**Fuente:** Consorcio Alvac Johesa

## Anexo 11

Gráfico de criticidad de los equipos de línea amarilla del Consorcio Alvac Johesa



Fuente: El autor

## Anexo 12



Foto N° 01: Retroexcavadora CAT 420F

Fuente: El autor

### Anexo 13



**Foto N° 02:** Retroexcavadora CAT 420F atendiendo los servicios  
**Fuente:** El autor

### Anexo 14



**Foto N° 03:** Retroexcavadora CAT 420F atendiendo los servicios por emergencias viales  
**Fuente:** El autor

### Anexo 15



**Foto N° 04:** Servicios viales  
**Fuente:** El autor

### Anexo 16



**Foto N° 05:** Ruptura de las uñas de la cuchara  
**Fuente:** El autor

### Anexo 17



**Foto N° 06:** Falla en sistema hidráulico  
**Fuente:** El autor

### Anexo 18



**Foto N° 07:** Falla en sistema de traslación  
**Fuente:** El autor

## Anexo 19



Foto N° 08: Falla en el brazo de la cuchara  
Fuente: El autor

## Anexo20

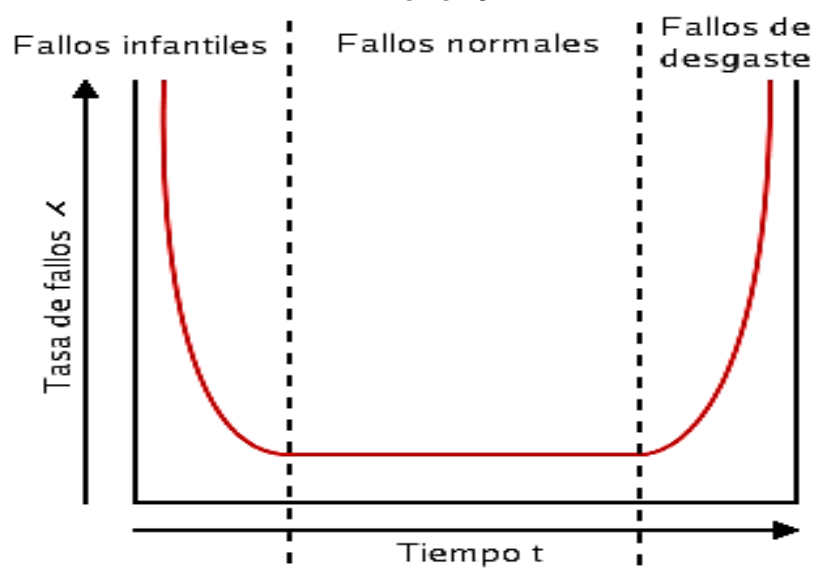


Figura N° 13: Ciclo de vida – curva de la bañera  
Fuente: [www.ciclodeidaSlideShare.pe](http://www.ciclodeidaSlideShare.pe)

## Anexo 21



Figura N° 14: Mejora continua

Fuente: [www.sbjconsultores.es](http://www.sbjconsultores.es)

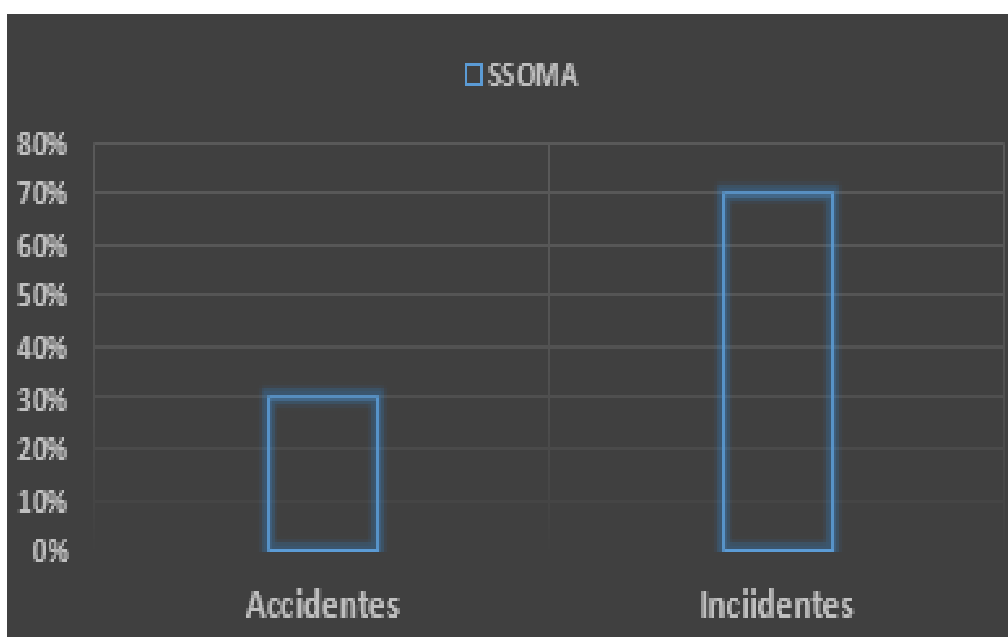
## Anexo 21



Figura N° 15: Partes de una retroexcavadora Cat 420F

Fuente: [grupohernandez.com](http://grupohernandez.com)

## Anexo 22



**Figura N° 15:** Ocurrencias que se ocasionó a causa de la ausencia de un plan de mantenimiento en el año 2016

**Fuente:** Consorcio Alvac Johesa

## Anexo 23

Resumen de los días programados para realizar la entrega de servicio en el año 2016

Días totales de la entrega de servicio dentro del corredor vial	
Año 2016	
Programados	Entregados
76	113

Fuente: Consorcio Alvac Johesa