

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

ESCUELA DE POSGRADO

**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**



**“APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA
CONFIABILIDAD (RCM) PARA INCREMENTAR LA
PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA LIFT RENTAL
SOLUTIONSSAC, LIMA 2020“**

**TESIS PARA OPTAR GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL CON
MENCIÓN EN GERENCIA DE LA CALIDAD Y
PRODUCTIVIDAD**

**AUTORES: DANY GELER RIOS GUTIERREZ
LISBETH NOEMI SANCHEZ ESPINOZA**

Callao, 2022

PERÚ

Two handwritten signatures in blue ink are located to the right of the authors' names. The top signature is more stylized and appears to be "Dany Geler Rios", while the bottom signature is more legible and appears to be "Lisbeth Noemi Sanchez Espinoza".

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO

JURADO EXAMINADOR:

1	DR. ALEJANDRO DANILO AMAYA CHAPA	PRESIDENTE
2	MG. ROMEL DARIO BAZAN ROBLES	SECRETARIO
3	MG. LUIS ALBERTO SAKIBARU MAURICIO	VOCAL
4	MG. OSMART RAUL MORALES CHALCO	SUPLENTE

ASESOR DE TESIS: DRA ERIKA JUANA ZEVALLOS VERA

LIBRO DE ACTA DE SUSTENTACION N.º 01 FOLIO N.º 49

N.º DE ACTA DE SUSTENTACION: 01 - 2022

FECHA DE APROBACION DE LA TESIS: 04 MARZO 2022

DEDICATORIA

Para mis padres y toda mi
familia en general por todo el
apoyo incondicional en la
elaboración de la presente
Investigación

Lisbeth N. Sánchez Espinoza

La presente tesis es para mi
querida madre, quien me inculco
valores y responsabilidad, para mi
padre que desde el cielo me
muestra el camino a seguir y para
toda mi familia por todo su apoyo
incondicional

Dany G. Ríos Gutiérrez

AGRADECIMIENTO

A todos los docentes de la
Facultad de Ingeniería Industrial
de la Universidad Nacional del Callao
por su invaluable apoyo

Lisbeth N. Sánchez Espinoza

A todos los docentes y
compañeros de la Facultad de
Ingeniería Industrial de la
Universidad Nacional del Callao
por su invaluable apoyo en la
realización de esta investigación

Dany G. Ríos Gutiérrez

INDICE

INDICE	1
Tabla de contenidos	3
Tabla de Gráficos	4
RESUMEN	7
RESUMO	8
INTRODUCCION	9
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	10
1.2 Formulación del problema.....	23
1.3 Objetivos	23
1.4 Limitantes de la investigación.....	24
II. MARCO TEÓRICO	25
2.1 Antecedentes:	25
2.2 Bases teóricas:.....	32
2.3 Conceptual	33
2.4 Teorías relacionadas al tema	42
III. HIPÓTESIS E VARIABLES	53
Hipótesis General.....	53
a) Hipótesis Específica 1	53
3.2 Definición conceptual de variables	53
3.2.1 Variable Independiente: Mantenimiento Centrado en LaConfiableidad....	53
3.2 Operacionalización de la Variables	59
IV. DISEÑO METODOLOGICO	61
4.1 Tipo y diseño de investigaciónTipo de investigación.....	61
4.2 Método de investigación.....	63

4.3	Población y Muestra.....	63
4.4	Lugar de estudio.....	64
4.5	Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.Técnicas de investigación:	64
4.6	Análisis y procesamiento de datos	66
V.	RESULTADOS.....	69
5.1	Desarrollo de la propuesta. -	69
5.2	Resultados Descriptivos.....	110
5.2	Resultados inferencial de La Variable Dependiente:Prueba de Normalidad	116
	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	123
	CONCLUSIONES	126
	RECOMENDACIONES	128
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	130
	ANEXOS	135
	PLAN DE CAPACITACIÓN Y DESARROLLO DE LOS RECURSOS HUMANOS.....	148
	Capacitación Inductiva:	150
	Capacitación Preventiva:.....	150
	Capacitación Correctiva:	150
	Nivel Básico:	150
	Nivel Intermedio:	150
	Nivel Avanzado:	150
	TEMAS DE CAPACITACIÓN:.....	151

Tabla de contenidos

Tabla 1 Identificación de problemas	20
Tabla 2 Valores para diagrama de Pareto	21
Tabla 3 Eficiencia general de equipos	48
Tabla 4 Operacionalización de variable Mantenimiento RCM	58
Tabla 5 Operacionalización de variable Productividad	59
Tabla 6 Técnica de Instrumentos	63
Tabla 7 Gastos de capacitación metodológica	66
Tabla 8 Gastos Administrativos	67
Tabla 9 Resultados de encuestas	71
Tabla 10 Inventarios de equipos	75
Tabla 11 Identificación de propuesta de mejora	84
Tabla 12 Fallas funcionales y modos de fallas en Elevadores tipo Tijera	88
Tabla 13 Escala de criticidad	90
Tabla 14 Análisis de modos de falla y efectos de falla (AMEF)	90
Tabla 15 Plan de mantenimiento de equipo E.T.T. GS-3246	95
Tabla 16 Cronograma de mantenimiento E.T.T. GS-3246	96
Tabla 17 Cronograma de propuesta	107
Tabla 18 Prueba Normalidad	115
Tabla 19 Estadística de muestras emparejadas productividad	116
Tabla 20 Diferencias emparejadas productividad	116
Tabla 21 Prueba de normalidad de diferencias mostradas	117
Tabla 22 Estadísticas de muestras emparejadas de eficiencia	118
Tabla 23 Muestras de diferencias emparejadas de eficiencia	119
Tabla 24 Prueba normalidad eficacia	120
Tabla 25 Estadística de muestras emparejadas eficacia	121
Tabla 26 Diferencias emparejadas de eficacia	121

Tabla de Gráficos

Gráfico 1 Diagrama de Ishikawa	19
Gráfico 2 Diagrama de Pareto	22
Gráfico 3 Fundamentos de Mantenimiento	41
Gráfico 4 Estructura de grupo de análisis RCM	44
Gráfico 5 Plan de mantenimiento convencional	45
Gráfico 6 Plan de mantenimiento basado en RCM	46
Gráfico 7 Organigrama actual de la empresa Lift Rental Solutions SAC	69
Gráfico 8 Practica visual de planificación	73
Gráfico 9 Practica visual de programación	73
Gráfico 10 Análisis visual de costos	74
Gráfico 11 Análisis visual de indicadores	74
Gráfico 12 Elevador Tipo Tijera GS – 3246	76
Gráfico 13 Elevador Tipo Tijera 3246 – ES - JLG	77
Gráfico 14 Elevador Tipo Tijera OPTIMUM 8 - HAULOTTE	77
Gráfico 15 Elevador Tipo Tijera COMPACT 12 HAULOTTE	78
Gráfico 16 Elevador Tipo Tijera 4069 LE - JLG	78
Gráfico 17 Elevador Tipo Tijera GS – 3246 - GENIE	79
Gráfico 18 Elevador Tipo Tijera 1930 ES – JLG	79
Gráfico 19 Elevador Tipo Tijera GS – 1930 - GENIE	80
Gráfico 20 Elevador Tipo Tijera 4069 LE – JLG	80
Gráfico 21 Elevador Tipo Tijera GS19 GENIE	81
Gráfico 22 Flujograma actual de Lift Rental Solutions SAC	82
Gráfico 23 Tiempos de operación antes del RCM	83
Gráfico 24 Formato de Orden de Trabajo	97
Gráfico 25 Formato Check List	98
Gráfico 26 Formato Control de fallas	99
Gráfico 27 Formato Plan de proceso de mantenimiento	100

Gráfico 28 Formato de registro de equipos Críticos	101
Gráfico 29 Diagrama de procesos de mantenimiento propuesto	102
Gráfico 30 Formato de Disponibilidad	104
Gráfico 31 Formato de Confiabilidad	105
Gráfico 32 Formato de Mantenibilidad	106
Gráfico 33 Tiempos de operación después del RCM	108
Gráfico 34 Reporte de Índice de Confiabilidad	109
Gráfico 35 Reporte de Índice de Mantenibilidad	110
Gráfico 36 Reporte de Índice de Disponibilidad	111
Gráfico 37 Estadística de Índice de Productividad	112
Gráfico 38 Estadística de Índice de Eficiencia	113
Gráfico 39 Estadística de Índice de Eficacia	114

Anexos

Anexo 1 Matriz de consistencia	135
Anexo 2 Formato de validez de Instrumento	136
Anexo 3 Datos Pre test de tiempo de operación antes de RCM	137
Anexo 4 Datos Post test de tiempo de operación después de RCM	138
Anexo 5 Datos variable Indep RCM nivel Confiabilidad A & D	139
Anexo 6 Datos variable Indep RCM nivel Mantenibilidad A & D	140
Anexo 7 Datos variable Indep RCM nivel Disponibilidad A & D	141
Anexo 8 Datos variable Dependiente Productividad A & D	142
Anexo 9 Datos del Índice Eficiencia variable Dependiente A & D	143
Anexo 10 Datos del Índice Eficacia variable Dependiente A & D	144
Anexo 11 Formato de encuestas y cuestionarios	145
Anexo 12 Formato de evaluación y cuestionarios	146
Anexo 13 Plan de capacitación	147

Anexo 14 Plan de Manto RCM para Elevador Tijera Electrica GS-3246	151
Anexo 15 Cronograma Manto Elevador tipo Tijera Electrica GS-3246	153
Anexo 16 Plan Manto RCM Elevador tipo Tijera Electrica 3246 ES	154
Anexo 17 Cronograma Manto RCM Elevador tipo Tijera Electrica 3246 ES	156
Anexo 18 Plan Manto RCM Elevador tipo Tijera Electrica GS 1930	157
Anexo 19 Cronograma Manto RCM Elevador tipo Tijera Electrica GS 1930	159
Anexo 20 Plan Manto RCM Elevador tipo Tijera Electrica 1930 ES	160
Anexo 21 Cronograma Manto RCM Elevador tipo Tijera Electrica 1930 ES	162
Anexo 22 Plan Manto RCM Elevador tipo Tijera Electrica COMPACT 12	163
Anexo 23 Cronograma Manto RCM Elev. tipo Tijera Elect COMPACT 12	165
Anexo 24 Plan Manto RCM Elev. tipo Tijera Electrica OPTIMUM 8	166
Anexo 25 Cronograma Manto RCM Elev. tipo Tijera Elect. OPTIMUM 8	168
Anexo 26 Presupuesto por gastos de Mantenimiento	169
Anexo 27 Gastos de capacitaciones de planes de Mantenimiento	170
Anexo 28 Presupuesto total por aplicación plan de Mantenimiento RCM	170

RESUMEN

La presente investigación titulada “Aplicación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) para incrementar la productividad de la empresa Lift Rental Solutions SAC, Lima 2020“, cuyo objetivo es determinar cómo la Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) mejora la productividad de brindar servicios de alquileres de Plataformas para el trabajo en altura más conocidas como “Man Lift”. La presente investigación es de tipo aplicada, de nivel descriptivo explicativo, por su enfoque fue cuantitativa, de acuerdo con el tipo de diseño de la investigación fue pre- experimental, por su alcance temporal fue longitudinal, específicamente fue un diseño de un solo grupo con medición de antes y después. La población de estudio estuvo conformada por una línea de veinte tres (23) máquinas tipo elevadores, evaluados en periodos de seis meses antes y seis meses después en donde la muestra seleccionada por preferencia es igual a la población. Los instrumentos utilizados en la presente investigación fueron las hojas de recolección de datos para ambas variables de investigación cuya técnica utilizada fue la observación, La validez de los instrumentos se realizó mediante el juicio de expertos. Los datos recolectados fueron procesados y analizados empleando el software SPSS versión 25. Los resultados tienen significancias que conllevan a una discusión coherente con la investigación. El estudio concluyó que, con la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) hubo incremento de la productividad en un 42.86% de la empresa Lift Rental Solutions SAC ubicada en San Martin de Porras.

Palabras clave: Mantenimiento centrado en la confiabilidad, eficiencia, eficacia, productividad.

RESUMO

Esta pesquisa intitulada "Aplicação da Manutenção Centrada na Confiabilidade (RCM) para aumentar a produtividade da empresa Lift Rental Solutions SAC, Lima 2020", cujo objetivo é determinar como a Aplicação da Manutenção Centrada na Confiabilidade (RCM) melhora a produtividade na prestação de serviços de locação de Plataformas para trabalhos em altura mais conhecidas como "Man Lift". A presente pesquisa é do tipo aplicada, de nível descritivo e explicativo, por sua abordagem ser quantitativa, pelo tipo de desenho de pesquisa foi pré-experimental, por seu alcance temporal foi longitudinal, especificamente foi um projeto de grupo único com antes e depois da medição. A população do estudo foi constituída por uma fila de vinte e três (23) máquinas do tipo elevador, avaliadas em períodos de seis meses antes e seis meses depois, onde a amostra selecionada por preferência é igual à população. Os instrumentos utilizados na presente investigação foram as fichas de coleta de dados de ambas as variáveis de pesquisa cuja técnica utilizada foi a observação, sendo a validade dos instrumentos feita por meio do julgamento de especialistas. Os dados coletados foram processados e analisados no software SPSS versão 25. Os resultados são significativos, o que leva a uma discussão coerente com a pesquisa. O estudo concluiu que, com a aplicação da manutenção centrada na confiabilidade (RCM), houve um aumento de produtividade em 42,86% da empresa Lift Rental Solutions SAC localizada em San Martin de Porras.

Palavras-chave: Manutenção com foco em confiabilidade, eficiência, eficácia,

INTRODUCCION

La presente tesis “Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para incrementar la productividad de la empresa LIFT RENTAL SOLUTIONS SAC, Lima 2020”, tiene como objetivo principal establecer un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad como modelo de gestión para la mejora continua de los procesos del plan de mantenimiento de equipos.

LIFT RENTAL SOLUTIONS SAC, es una empresa relativamente nueva en este ramo, tiene como objeto principal la de brindar servicios de alquileres de Plataformas para el trabajo en altura más conocidas como “Man Lift”, ya que la empresa se encuentra en el rubro de alquiler y mantenimiento de equipos pesados que prestan servicios al sector construcción, minería, saneamiento y otros en el Perú, y es necesario e importante contar con un buen Plan de mantenimiento efectivo para sus equipos y maquinarias, de manera que el ciclo productivo y la cadena de operaciones de servicio funcione de forma correcta y sin desperfectos en ninguna de sus etapas.

La paralización de un equipo dentro del desarrollo de sus actividades, estos sean por desperfectos, escasez de materiales o fallas en el funcionamiento de la maquinaria, ocasionan pérdidas de recursos provenientes de los clientes y costos adicionales a los servicios que brinda la empresa. Nuestro objetivo principal es la de poder contar con un buen mantenimiento en cualquiera de sus formas, evitando las fallas o desperfectos en la línea de servicio de sus equipos y maquinarias, en este contexto los equipos deberían contar con sistemas de atención basados en la confiabilidad de los mismos contribuyendo con ello a reducir costos de paradas innecesarias y reparación de equipos de manera que la organización sea más productiva y competitiva.

Lograr tener cero averías, cero defectos y cero pérdidas son los objetivos principales del mantenimiento y esto es posible obtenerlos, mejorando el plan de mantenimiento preventivo, teniendo en cuenta la confiabilidad de los equipos, el concurso y apoyo de la alta dirección y del trabajo en equipo del personal del área de servicio técnico de la empresa.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1 Descripción de la realidad problemática.

El mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), fue un proceso desarrollado en la década de los años 1960 y 1970, y se realizó a pedido del gobierno de los Estados Unidos debido a que ocurrían muchos accidentes. Fueron tantos los accidentes que, por cada millón de despegues de avión, sesenta (60) sufrían una avería en vuelo y se estrellaban. Debido a esta situación los Ingenieros Stanley Nowlan y Howard Heap, presentaron un informe que habían desarrollado para la empresa United Airlines a fin de buscar una solución al problema. Este documento se presentó en el año 1978 y se encuentra en vigencia hasta nuestros días, este primer documento ha tenido una serie de adaptaciones con el transcurso de los años y ha ido adaptándose para diversas industrias. Una de las primeras industrias en aplicar esta metodología fue la industria militar de los Estados Unidos de Norteamérica, posteriormente sufrió adaptaciones por la SAE, NASA y en el año 1982, surgen las primeras aplicaciones para la industria minera y manufacturera de Sudáfrica a cargo de John Moubray y con la asistencia de Stan Nowlan, aquí se comenzó a incluir los aspectos ambientales que no estaban incluidos en las primeras aplicaciones del mantenimiento centrado en la confiabilidad. Actualmente a esta nueva versión se le conoce con el nombre de RCM2, esta versión ha sido tan bien efectiva que se buscó consolidarla como una nueva metodología bajo una norma y es así que en 1999 se terminó el borrador de la norma y se presentó a la SAE (Sociedad de Ingenieros Automotrices) y termino en las versiones ya conocidas como son la norma SAE JA 1011 y SAE JA 1012.

Existen un gran universo de empresas dedicadas a las líneas de producción de productos, las mismas que buscan brindar un servicio de calidad hacia sus clientes. La percepción de los clientes sobre la empresa es esencial para lograr la satisfacción y fidelización de los mismos. Estas percepciones les permiten entender, porque los procesos internos deben estar relacionados a los objetivos, metas y estrategias de la empresa, es decir los procesos

internos como el mantenimiento de sus activos, buscan constantemente la mejora continua para la optimización de los procesos productivos de una empresa.

A nivel hispano americano, se señala que el RCM, así como muchas otras estrategias productivas, se encuentran comprometidas y están obligadas a ampliar su cobertura de aplicación debido a expansión del mercado y su constante cambio dado por la globalización. Sus plataformas de formación y criterios han sido más propensas a cambios; a través del tiempo, es por eso que los nuevos enfoques del RCM se extienden a otros sistemas productivos: complejos, costosos, que a la vez cuidan el ambiente y la seguridad industrial, por lo tanto, se puede decir que el RCM es una estrategia flexible y globalizada.

A nivel regional, todas las empresas requieren de un servicio de mantenimiento para sus máquinas, según requiera sus intereses se utiliza el mantenimiento correctivo y algunas el mantenimiento preventivo, en base a programaciones de rutina como: pruebas, lubricación, ajustes, servicios, limpieza, etc. (GUEVARA, Juan y TAPIA, Ever 2015).

A nivel nacional

En ese sentido, SERRANO, Juan (2011) afirmó que:

“En nuestro país, como al igual que en la mayoría de las economías de América Latina, el rubro de servicios se ha convertido en el principal sector económico y por lo tanto es generadora de la mayor cantidad de empleos y el mayor número de transacciones comerciales. Las economías se han desarrollado, y esto ha traído como consecuencia que los trabajadores migren de un sector de producción a otro, del sector primario de las actividades agropecuarias, al sector secundario de las actividades industriales hasta llegar al terciario de las actividades de servicios” (p.56)

En tal sentido, muchos autores señalan que un plan de mantenimiento es un “conjunto de actividades programadas a equipos en funcionamiento que permiten obtener ahorros económicos, a fin de poder mantener su operación eficiente y segura, con tendencia a prevenir las fallas y paros imprevistos” (GARCIA, Oliveiro 2012, p.55). En ese contexto, contar con un adecuado Plan de Mantenimiento implica la confiabilidad de los equipos, disminuir el exceso de paradas innecesarias de los mismos, disminuir los costos de reparación, incrementando la productividad, asimismo brindar un servicio de calidad hacia sus clientes.

En relación a la productividad, VERA, Jary (2016) afirma que es “la relación que existe entre la utilidad y la inversión necesaria para lograrla, ya que mide tanto la efectividad de la gerencia de una empresa, demostrada por las utilidades obtenidas de las ventas realizadas y utilización de inversiones, su categoría y regularidad es la tendencia de las utilidades” (p. 22).

“La Demanda en el mercado de mantenimiento y alquiler de equipos pesados que prestan servicios al sector construcción, minería, saneamiento y otros en el Perú, ha venido creciendo y crece en medida que se sigue incorporando nuevos equipos por las empresas líderes al mercado nacional, motivado por el impulso y desarrollo de estos sectores en el Perú. En este sentido, las pequeñas y medianas empresas del sector han emergido como consecuencia de las necesidades del mercado, incorporándose nuevas unidades económicas, anteponiendo su destreza técnica y soslayando la gestión de los procesos. (GARCÍA Teonila., 2013)

Lift Rental Solutions S.A.C., es una empresa cuyas operaciones se inician a mediados del año 2017 y está ubicada en la ciudad de Lima. Es una empresa reciente, que ingreso al mercado con el único objetivo de ser una de las empresas líderes en el rubro de los arriendos de Plataformas para el trabajo en altura más conocidas como “Man Lift”.

Los servicios que brindamos gozan de amplias garantías, asimismo brindamos una serie de actividades principales: Soluciones para trabajos en altura; Alquiler de plataformas elevadoras tipo tijera y brazos articulados; Venta de equipos nuevos y usados, así como de repuestos originales de diferentes marcas para todo tipo de equipos; Mantenimiento en campo y en nuestro amplio taller; además de la capacitación de operadores. Sin embargo, se tiene que corregir varios aspectos ya que existen muchas cosas internas por mejorar, como es el caso del área técnica y el cuidado y mantención de los equipos que arrendamos entre otros.

La empresa tiene como problema primario la de mantener sus equipos en óptimo estado ya que se cuenta con problemas en su plan de mantenimiento en el área técnica para los equipos Man Lift, teniendo como resultado una productividad deficiente, generando dificultades comerciales y pérdidas económicas.

En tal sentido, luego de realizar el análisis correspondiente, este nos recomienda una mejora en el Plan de Mantenimiento Preventivo basado en la confiabilidad de sus equipos que la componen.

Este mismo resultado nos ha mostrado otras causas posibles que originan una baja productividad las mismas que son: Falta de un control efectivo en el plan de mantenimiento preventivo; Falta del compromiso de la gerencia que no cumple con establecer políticas internas del mantenimiento y de control de fallas de los equipos; Falta de presupuesto para el área técnica; Deficiente selección en la contratación de los técnicos y la falta de organización del área técnica.

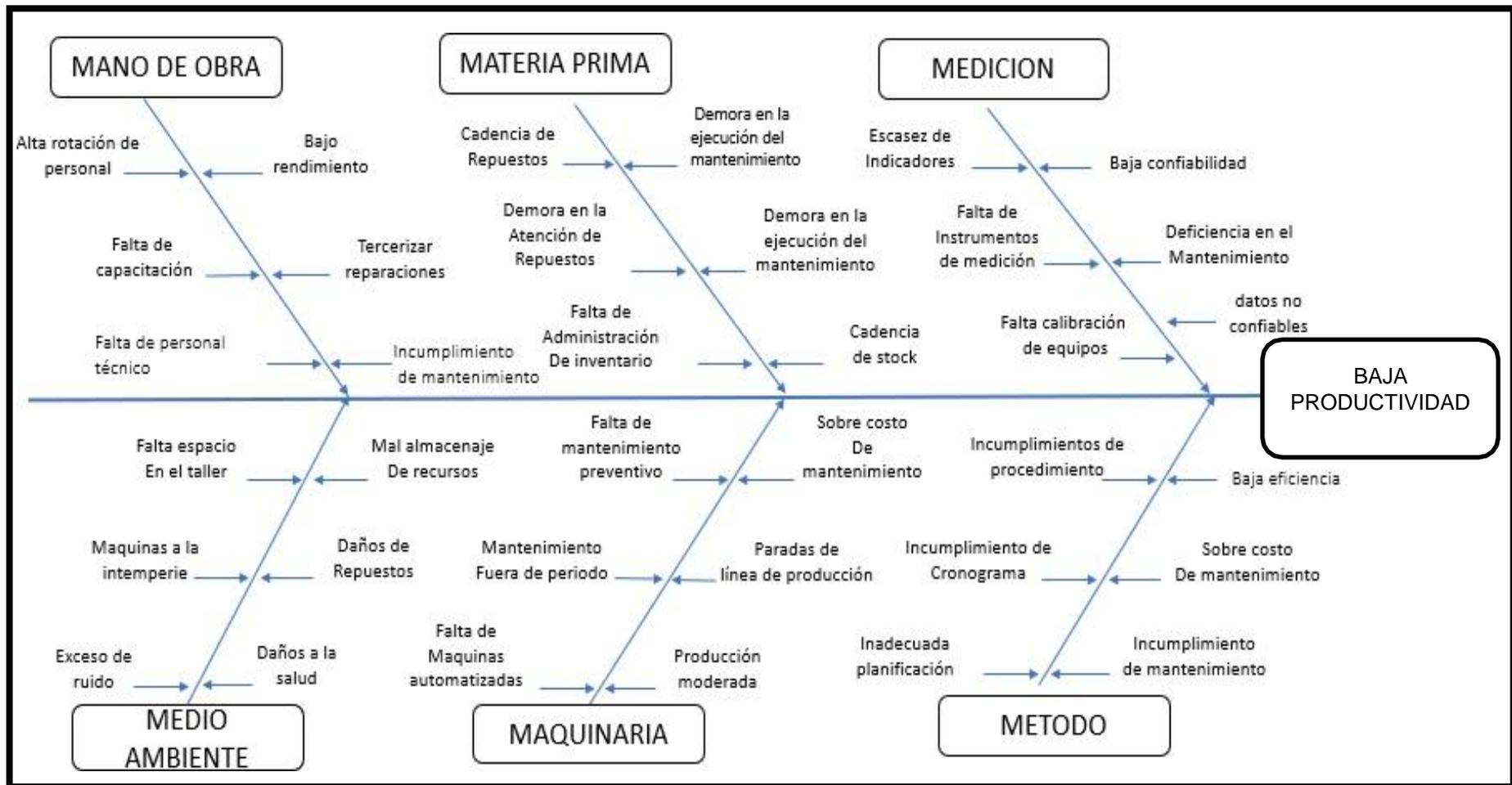


Gráfico 1 Diagrama de Ishikawa
Fuente: elaboración propia

Tabla 1 Identificación de problemas

CAUSA / PROBLEMA	PROBLEMAS
P-01	Mantenimiento fuera de periodo
P-02	incumplimiento de cronograma
P-03	Carencia de repuestos
P-04	Falta de mantenimiento preventivo
P-05	Demora en la atención de repuestos
P-06	Inadecuada planificación
P-07	Mal control de recursos
P-08	Escasez de repuestos
P-09	Falta de personal técnico
P-10	Excesos de ruido
P-11	Escasez de indicadores
P-12	Falta de capacitación
P-13	Falta de máquinas automáticas
P-14	Falta de administración de inventario
P-15	incumplimiento de protocolos
P-16	Falta de espacio en taller
P-17	Alta rotación de personal
P-18	Falta de instrumentos sofisticados
P-19	Maquinas a la intemperie
P-20	Falta de calibración de equipos

Fuente: elaboración propia

Mediante la elaboración del diagrama de Ishikawa, se procedió a la elaboración del diagrama de Pareto, en el cual se hizo una codificación de 20 problemas que se llegó a identificar en el área de mantenimiento de equipos. Tabla 1 Valores para elaborar Diagrama de Ishikawa

Tabla 2 Valores para diagrama de Pareto

Fuente: elaboracion propia

CAUSA / PROBLEMA	FRECUENCIA	PORCENTAJE	% ACUMULADO	% ACUMULADO
P-01	95	18,70%	95	18,70%
P-02	90	17,72%	185	36,42%
P-03	80	15,75%	265	52,17%
P-04	40	7,87%	305	60,04%
P-05	40	7,87%	345	67,91%
P-06	30	5,91%	375	73,82%
P-07	30	5,91%	405	79,72%
P-08	20	3,94%	425	83,66%
P-09	15	2,95%	440	86,61%
P-10	15	2,95%	455	89,57%
P-11	10	1,97%	465	91,54%
P-12	8	1,57%	473	93,11%
P-13	7	1,38%	480	94,49%
P-14	5	0,98%	485	95,47%
P-15	5	0,98%	490	96,46%
P-16	4	0,79%	494	97,24%
P-17	4	0,79%	498	98,03%
P-18	4	0,79%	502	98,82%
P-19	3	0,59%	505	99,41%
P-20	3	0,59%	508	100,00%
TOTAL	508	100,00%		

A través del diagrama de Pareto, se observa las causas más influyentes en el área de mantenimiento de equipos de la empresa. Los % muestran el grado de influencia que tienen estas causas y perjudica a la empresa, a su vez no cumple a satisfacción y necesidades del cliente. Por lo que se analizara el problema y se planteara la posible solución.

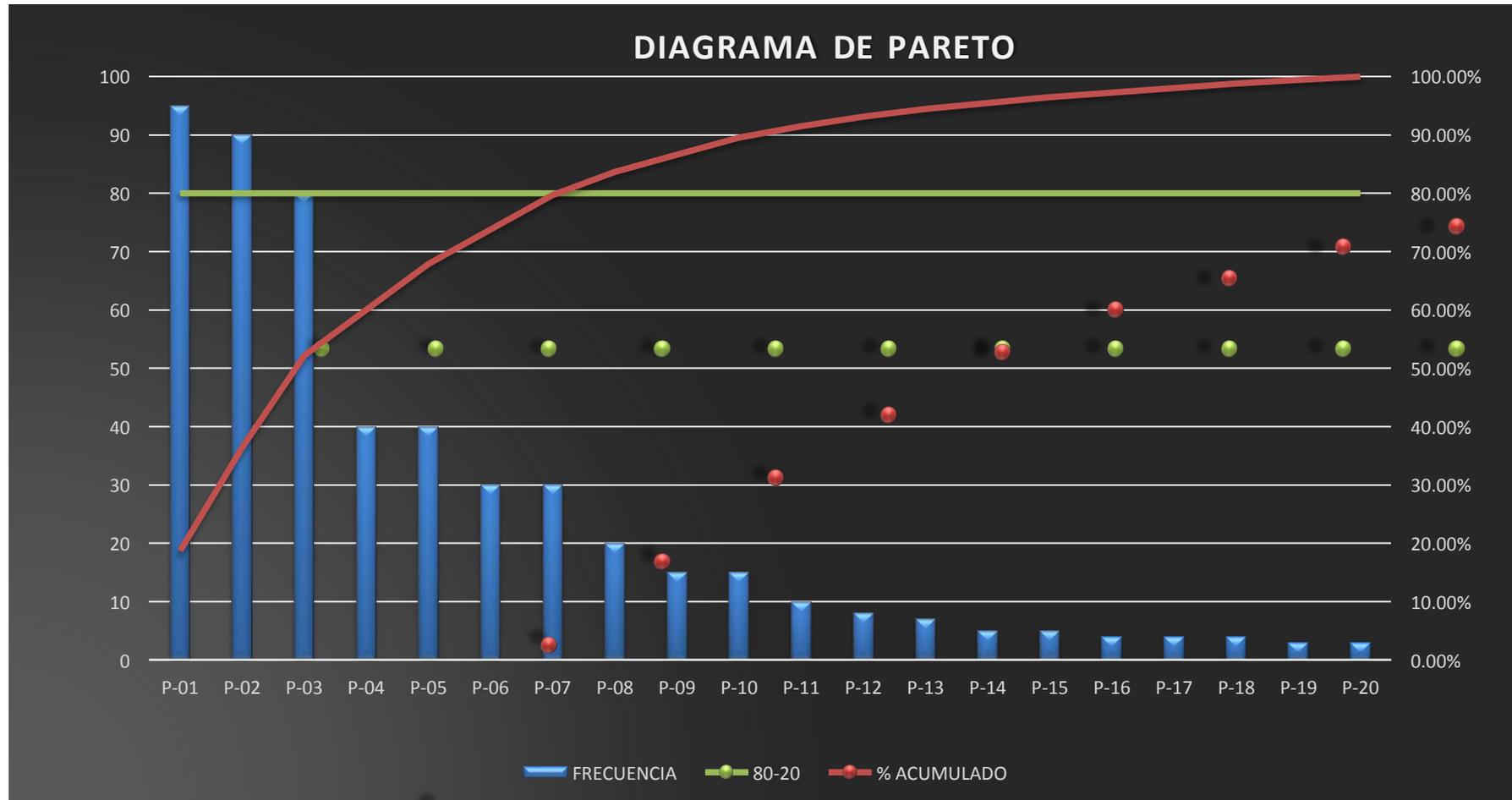


Gráfico 2 Diagrama de Pareto
Fuente: elaboración propia

1.2 Formulación del problema.

1.2.1 Problema general.

¿Cómo la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) incrementa la productividad de la Empresa Lift Rental Solutions SAC, Lima 2020?

1.2.2 Problemas específicos.

- a) ¿Cómo la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) incrementa la eficiencia en la productividad de la Empresa Lift Rental Solutions SAC, Lima 2020?

- b) ¿Cómo la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) incrementa la eficacia en la productividad de la Empresa Lift Rental Solutions SAC, Lima 2020?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general.

Determinar cómo el mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) incrementa la productividad de la Empresa Lift Rental Solutions SAC, Lima 2020.

1.3.2 Objetivos específicos.

- a) Determinar cómo el mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) incrementa la eficiencia en la productividad de la Empresa Lift Rental Solutions SAC, Lima 2020.

- b) Determinar cómo el mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) incrementa la eficacia en la productividad de la Empresa Lift Rental Solutions SAC, Lima 2020.

1.4 Limitantes de la investigación

Limitante teórica

Durante el proceso de investigación, se utilizarán las teorías, vocabulario y enfoques teóricos propios del RCM, para tal efecto emplearemos los libros, revistas especializados, normas, artículos científicos y otras fuentes documentales para la mejora continua de los procesos del plan de mantenimiento de equipos.

Limitante temporal

El estudio de tipo longitudinal, es decir la ejecución de la investigación es relativamente corta y durante la cual se conoce las variaciones desde el inicio hasta la culminación. El estudio se inicia en abril del 2019 y culmina en marzo del 2020.

Limitante espacial

Nuestra unidad de análisis son las plataformas para el trabajo en altura conocidas como “Man Lift” y de equipos pesados con la cual se prestan servicios de alquiler para el rubro de construcción, con lo cual los resultados de nuestro estudio se limitan a las características propias de este tipo de plataformas.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes:

2.1.1 Investigación a nivel internacional

VILLACRÉS, Sergio (2016) con el Título de “Desarrollo de un plan de mantenimiento aplicando la metodología de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) para el vehículo Hidrocleaner Vactor M 654 en la Empresa Etapa EP” para optar el grado de Magister presentado al Instituto de Postgrado y Educación Continua de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Riobamba - Ecuador)., indica en su trabajo de investigación que el objeto principal de su desarrollo, ès de contar con un plan de

mantenimiento aplicando la metodología de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad (RCM) para los equipos críticos de un vehículo de la flota de Hidrocleaners de la Empresa Municipal ETAPA EP de la ciudad de Cuenca, de manera que se realizará mediante un análisis de criticidad para determinar los equipos críticos a los cuales se aplicará la metodología RCM. Luego de un minucioso análisis se determinó los equipos críticos, se procedió a realizar un análisis de modos y efectos de falla (AMEF); para lo cual se definió las funciones principales y secundarias; sus modos de falla, los efectos de falla y las causas más potenciales. Se realizó todo este análisis con la finalidad de determinar el plan de mantenimiento que eviten las potenciales fallas, dicho programa está organizado por actividades de mantenimiento, las frecuencias y los especialistas requeridos. Luego de utilizar el plan resultante se obtuvo una reducción del: 45% en la tasa de fallas, el 58% horas de parada y el 80% en costos por concepto de mantenimiento y alquiler de un camión hidrocleaner sustituto. En tal sentido, se recomienda implementar la metodología RCM en el resto de la flota vehicular de dicha empresa.

SUAREZ, José (2018) con el título “Desarrollo de un sistema de gestión de Mantenimiento para reducir la presencia sistemática de fallas y paras imprevistas en equipos y maquinarias en la empresa de productos AVON Ecuador”, para optar el grado de Master (MSc) en Ingeniería Industrial presentado a la Escuela Politécnica Nacional de Quito – Ecuador. El objetivo del presente trabajo fue la evaluación, análisis y alcance de la gestión realizada para las instalaciones de la empresa AVON Ecuador. El departamento de mantenimiento fue la responsable de administrar los recursos necesarios asignados para la planificación, ejecución y control de las actividades de mantenimiento.

El desarrollo y cumplimiento de estas actividades definieron la efectividad de esta área en el proceso productivo de la empresa. La aplicación ordenada y programada de actividades de mantenimiento mejoraron el dinamismo del personal operativo, lo que conllevó al desarrollo de las

destrezas y habilidades necesarias en la aplicación de las rutinas que se plantearon.

El adiestramiento permanente y la evaluación continua desarrollaron altos niveles de conocimiento técnico del personal involucrado, estas acciones fomentaron la buena distribución del tiempo de trabajo entre el personal operativo y demostrativo con la finalidad de tomar técnicos y administradores del mantenimiento, con la capacidad de afrontar las habilidades que involucraban a la compañía, así como los desafíos que afronto el trabajador desde su puesto de trabajo. Con estas nuevas capacidades los técnicos y operadores de mantenimiento obtuvieron el resultado del funcionamiento normal y correcto en las líneas de surtido.

La buena programación de las actividades de mantenimiento, la correcta sistematización, una adecuada y oportuna ejecución permitieron la adecuada gestión en el mantenimiento de esta manera desarrollaron su función para conseguir los objetivos principales de la compañía. A través de la mejora continua de los planes y procesos de ejecución de dichas actividades se alcanzaron valores óptimos de confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad.

El proceso de mantenimiento en la compañía de productos AVON Ecuador planteo como objetivo el desarrollo de prácticas innovadoras que permitieron el mejoramiento en la aplicación de las actividades asignadas a cada uno de los técnicos, logrando apoyar los procedimientos administrativos con la finalidad de perfeccionamiento de la eficiencia funcional del área y al mejoramiento de los retos de la organización. La reducción de tiempos perdidos por equipos en reparación fue uno de los indicadores presentados en el desarrollo del presente trabajo.

Finalmente se consiguió una mejora significativa que disminuyo un aproximado del 92% del tiempo de paradas no programadas, lo que permitió que la metodología utilizada sea válida para el desarrollo esperado en la aplicación de las técnicas de mantenimiento preventivo.

ÁLVAREZ, Iván (2017), en su tesis “Implementación de la metodología RCM para los vehículos de emergencia del benemérito cuerpo de

bomberos voluntarios de cuenca. El presente proyecto se desarrollo en mediante un análisis de criticidad de los mismos para posteriormente se pueda aplicar la metodología RCM. Una vez identificada las partes críticas que ocasionaban que los vehículos de emergencia presentasen falla, se procedió a realizar un análisis de modos y efectos de falla (AMEF).

Es importante definir las funciones principales y secundarias de cada unidad de emergencia, sus modos de falla, los efectos de falla y el origen que generan las fallas en los vehículos, a fin de poder generar un plan de mantenimiento que eviten esas potenciales fallas generadas a lo lapso de tiempo de operación, dando como resultado las consecuencias de paradas. Este plan se encuentra basado en actividades de mantenimiento, las frecuencias y la responsabilidad del controlador, cuyo propósito es de realizar un mantenimiento adecuado basándose en la criticidad de cada unidad, teniendo así vehículos seguros para el personal de la institución y pacientes.

Con el fin de poder corroborar con el proceso de localización de las unidades críticas, se llevó a cabo un estudió a las siguientes unidades de emergencia considerando algunos parámetros tales como; diagramas de Pareto, que nos permitió realizar un análisis de costos acumulados vs fallos acumulados. La distribución de Weibull, donde se analizaron los tiempos de buen funcionamiento vs tiempos de reparacion, con los cuales se plantearon ciertos indicadores de mantenimiento, tales como la disponibilidad que presenta cada unidad de emergencia.

Luego de detectar cuales son las unidades que presentan fallos catalogados como críticos se plantearon soluciones, con el fin de aumentar la disponibilidad y minimizar los costos de reparacion. Logrando así unidades de emergencia fiables e indudables al momento de realizar sus respectivas funciones para los cuales fueron diseñadas, manteniendo la seguridad y salvaguardando a los pacientes a bordo de las unidades.

2.1.2 Investigación a nivel nacional.

MEJIA, Carlos (2017) cuyo título se refiere “Propuesta de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), para mejorar la productividad de la empresa ERSA transportes y servicios S.R.L, instaura un trabajo de investigación para procesos de mantenimiento correctivo, hasta la implantación de un mantenimiento preventivo que está destinado a conservar los equipos, garantizando su disponibilidad.

Según Valdés (2009) toda empresa está formada por diversos componentes y/o equipos mediante el cual se pueden producir o brindar servicios, ya que con el paso del tiempo sus componentes tienen una serie de degradaciones causados por la poca displicencia del hombre y otras por el mismo ambiente, que afectan su disponibilidad de los equipos. Esta situación nos obliga al cumplir con los planes de mantenimiento preventivos ya que se son un elemento clave para mejorar la disponibilidad, trayendo consigo grandes ventajas a las empresas que decidan adoptar un plan de mantenimiento.

La empresa Ersa Transportes y Servicios S.R.L., se dedica a la producción de alcohol etílico rectificado de 96° GL y alcohol industrial. La empresa realiza mantenimiento correctivo a sus equipos, cuando se produce la falla para recién actuar, lo que genera paradas imprevistas de producción que ascienden a 98 paradas un aproximado de 199 horas, en un periodo de 10 meses, ocasionando pérdidas económicas valorizadas en S/ 79 600, si a esto le sumamos la tercerización de mano de obra y repuestos las pérdidas llegan a S/ 100 974. En tal sentido, el presente trabajo de investigación, tuvo como objetivo principal proponer un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM, para mejorar la productividad de la empresa Ersa Transportes y Servicios S.R.L.

La implementación de este plan de mantenimiento se realizó mediante la metodología RCM. Esta metodología ha permitido identificar las necesidades reales de mantenimiento de los activos, asegurando que el

activo físico continúe realizando su función para el cual fue diseñado. En tal efecto se realizó un análisis AMEF (Análisis de Modo y Efecto Falla) para encontrar todas las formas o modos en los que pueden fallar un activo dentro del proceso. Asimismo, se realizó una hoja de decisión RCM donde se seleccionó la forma más óptima las actividades de mantenimiento, lo que dio como resultado la elaboración del plan de mantenimiento. Mediante la aplicación del plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM, se mejoró la disponibilidad en un 16% así como la productividad aumento en un 7%.

DIAZ, Madeleine, & GARATE, Wilvert (2017)., con el título Implementación de un plan de mantenimiento y aplicación de un cuadro de mando para el incremento de la productividad de la planta de procesamiento de granos andinos de villa andina S.A.C, en el año 2016” El presente trabajo se ha llevado a cabo en la empresa agroexportadora Villa Andina S.A.C., donde se realizó un análisis de los diferentes problemas que venía afrontando, se estableció que el problema principalera la disminución en el nivel de productividad de la planta de proceso y cuyas causas principales se debían a la ausencia de un plan de mantenimiento y de indicadores de gestión que apoyen a la toma de decisiones estratégicas.

Este problema ocasiono una progresiva insatisfacción en los clientes razón por la cual, se planteó el objetivo de implementar un plan de mantenimiento basado en la metodología RCM y aplicar la herramienta Balanced Scorecard a fin de lograr el incremento de la productividad en la planta de procesamiento de granos andinos de la empresa.

Se realizo un diagnóstico de las actividades de mantenimiento y el uso de indicadores de gestión, estableciendo que la empresa realiza actividades solo de mantenimiento correctivo ante la presencia de fallas, y no cuenta con actividades programadas de mantenimiento preventivo inclusive no utiliza indicadores de gestión, solo lleva el registro del nivel de ventas, órdenes cumplidas y órdenes pendientes.

Se delineó un plan de mantenimiento a implementar que se encontraba basado en la metodología RCM, así como el Balanced Scorecard con el fin de dotar a la organización de indicadores de gestión alineados a sus objetivos estratégicos. La implementación del plan de mantenimiento y Balanced Scorecard tuvo una inversión efectiva de 73,120.00 soles donde se consideraron los costos de pago al personal de mantenimiento y los costos por la ejecución del programa de mantenimiento; un costo no efectivo de 25 000 soles, dado que los honorarios de los profesionales a cargo de la implementación son asumidos por los servicios de los autores de esta tesis; y ha generado un beneficio de 1,884,200.47 soles lo cual representa una relación costo beneficio de 19:12.

El resultado de esta implementación incremento la productividad que se tenía de 0.42 en el 2015 a 0.53 en el año 2016 lo que representaba una tasa de variación positiva de 26.19 % demostrándose el impacto favorable de la implementación del plan de mantenimiento y aplicación del Balanced Scorecard en la planta de procesamiento de granos andinos de Villa Andina S.A.C.

CASTILLO, Ever (2017), con el título de “Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad en la empresa Fabrication Technology Company S.A.C para la Mejora de la Productividad”. Establece que el presente trabajo describe la elaboración del plan de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad en la empresa Fabrication Technology Company S.A.C. para la mejora de la productividad. Se realizó el diagnóstico de mantenimiento y ocurrencia de averías en los procesos metalmecánica donde se analizaron los puntos críticos que originan el fallo de los equipos, y se determinaron las causas principales del problema que afectaban la producción con paradas de 921 horas totales anuales.

Así mismo se propuso calcular los indicadores de productividad y de mantenimiento. Identificando los factores que limitan la producción y evaluando los indicadores se propuso un plan de mantenimiento

preventivo basado en la Confiabilidad, para ello se realizó el análisis de modo de falla, hoja de decisión, diagrama de Pareto y diagrama Ishikawa. Finalmente se realizó un análisis costo beneficio de la propuesta dada, dando un resultado favorable, logrando disminuir los tiempos de falla en un 75% y generando un costo beneficio de 1,32, lo cual indica que por cada sol invertido se ganaría 0,32 nuevos soles.

2.2 Bases teóricas:

2.2.1 Bases epistémicas.

De acuerdo a lo señalado por el físico y filósofo argentino, Mario Bunge (2002), la epistemología “es la rama de la filosofía que estudia la investigación científica y su producto, el conocimiento científico” (p. 21). La investigación propuesta en la siguiente tesis se sostiene en las siguientes teorías mostradas a continuación:

- Teoría del mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM). La misma que consiste en certificar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual, con el único propósito de lograr una optimización de la confiabilidad operacional
- Teoría de la gestión de recursos de mantenimiento, la cual se fundamenta en la planificación y programación sistemática de los recursos físicos de mantenimiento a lo largo de su vida.

2.2.2 Base Legal

Para el desarrollo de la tesis se ha considerado el uso de la siguiente normativa:

La metodología propuesta se logró después de analizar las normas SAE JA1011 y SAE JA1012 para RCM, la metodología de análisis de modos de falla y efectos (FMEA por sus siglas en inglés) de la norma SAE J1739, la norma ISO 14224, la base de datos OREDA y algunos casos de estudio. Se realizó una metodología de RCM aumentada que incluye pasos adicionales tales como: recopilación de información, utilización de la norma ISO 14224 para uniformizar la información del equipo, utilización de bases de datos como OREDA para las causas de falla, NORZOK Z008

“Análisis de críticas para mantenimiento” y la evaluación de efectos de falla con el fin de identificar los números de prioridad de riesgo (NPR) y jerarquizar las fallas. Se presenta y analizara algunos casos de aplicación de la metodología propuesta.

2.2.3 Base metodológica

El RCM es una técnica de organización de las actividades y de la gestión del mantenimiento para desarrollar programas organizados que se basan en la confiabilidad de los equipos. El RCM establece un programa efectivo de mantenimiento que se centra en que la confiabilidad original inherente al equipo se mantenga. John Moubray definió el RCM como un proceso utilizado para determinar que se debe hacer para asegurar que cualquier activo continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional.

2.3 Conceptual

2.3.1 Definición de Mantenimiento Centrado en la confiabilidad

Para Mora, Alberto. (2011) indicó “El mantenimiento centrado en la confiabilidad es una filosofía de gestión de mantenimiento, que sirve de guía para identificar las actividades de mantenimiento con sus respectivas frecuencias a los activos más importantes de un contexto operacional” (p. 67).

Díaz - Concepción (2016) indica que el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) es un procedimiento de análisis sistemático, objetivo y documentado, que son utilizados en cualquier tipo de instalación industrial y muy útil para el desarrollo u optimización de un plan eficiente de mantenimiento preventivo. También lo considera como un procedimiento estructurado para determinar la política de mantenimiento más adaptable al tipo de activo físico de una planta industrial, que atiende a su contexto operacional. Se utiliza para saber lo que debe hacerse para asegurar que un activo físico, continúe desempeñando las funciones deseadas en su contexto operacional, establecido en garantizar la seguridad y minimizar el

riesgo al entorno y las vidas humanas, el impacto al medio ambiente, a la afectación a la producción, así como la reducción de los costos de operación y mantenimiento.

Definiciones Mantenimiento

GARCÍA, Santiago (2010) Señala la definición de mantenimiento como el “Un conjunto de técnicas procedimentales a utilizar con el fin de conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento” (p. 303).

También, GIRON, Eddy (2007, p.32), lo define como un compendio de actividades, procesos u operaciones, que se encuentran destinadas a alcanzar un resultado de óptimo funcionamiento de una máquina o equipo y que garantiza la competitividad de una empresa. (Citado por GUEVARA, Juan y TAPIA, Ever 2015, p. 5).

La metodología del mantenimiento “significa mantener y proteger la funcionalidad de las maquinarias en buen estado de operación a través del tiempo dado”. En ese contexto busca “mantener la funcionalidad de un equipo mecánico para que cumpla la función para lo cual fue diseñado” (MORA, Alberto 2009, p.15)

Para RAÑA, Luz del Alva. 2010. El mantenimiento se define como la función que este desempeña en la empresa, por lo que asevera que el mantenimiento es: “El uso del conjunto de prácticas técnico-gerenciales aplicadas a bienes físicos a fin de garantizar la máxima la productividad al menor costo posible”

Otro autor considera que mantenimiento está definido por el conjunto de actividades que tienen la función de reparar y revisar, garantizando la calidad del funcionamiento regular y buen estado de un sistema general.

Para MUÑOZ, Belén. 2008 “Dichas actividades son requeridas para el control constante de instalaciones y componentes de un producto que posteriormente terminan completando y dando forma al concepto de mantenimiento.

También se puede definir el mantenimiento como el conjunto de actividades apropiadas para mantener o restaurar un elemento, parte o equipo. Básicamente, para los autores BAGAJEWICZ, Miguel & CHMIELEWSKI Donald, 2011 “El mantenimiento se usa para reparar un equipo inoperativo, mantener sus condiciones, prevenir la falla para evitar la pérdida en la línea de producción por la inactividad del equipo, así como el de reducir los riesgos que se asociados con la falla.

Según, RODRIGUEZ, Miguel (2012, p. 19) “sostuvo que el mantenimiento reúne varias actividades que garantizan mantener una maquina o sistema en condición operativa, así mismo que cumpla con el objetivo para el cual fue diseñado y asignado o recuperar dicha condición cuando esta se pierda”. (Citado por SAAVEDRA, 2016, p. 17). En tal sentido el poder tener el mantenimiento con diversas actividades nos va permitir obtener un equipo operativo que nos brindará la seguridad del mismo al usuario que lo usa, de modo que esta actividad conservará la vida útil del equipo.

2.3.2 Fases de Mantenimiento Centrado en la confiabilidad

Fase 1: Definición de indicadores clave

Definición clara de lo que se intenta lograr al implantar el RCM. Identificación de indicadores, y valoración de estos antes de iniciar el proceso.

Fase 2: Listado de equipos

Codificar y listar todos los sistemas, subsistemas y equipos que componen la planta. Es necesario recopilar esquemas, diagramas funcionales, diagramas lógicos y todo lo que sea de ayuda para solucionar algún problema encontrado.

La preparación de un Plan de Mantenimiento no se inicia con la consulta al manual elaborado por el fabricante del equipo, sino más bien acaba. El fabricante del equipo o sistema no suele ser un excelente mantenedor, por dos razones:

- No está interesado en la desaparición total de los problemas. Diseñar un equipo con cero averías puede afectar su facturación.
- No es un especialista en Mantenimiento, sino en diseño y montaje.

Algunos fabricantes aportan en sus manuales, el plan de mantenimiento completo, y no contiene multitud de tareas para solucionar problemas. Es el caso, por ejemplo, de los planes de mantenimiento de muchos automóviles: donde si se estudia el plan que propone el fabricante, es seguro que no se conseguirá disminuir las averías a cero, pues no contempla más que una serie de tareas muy fáciles de realizar. En otros casos, el plan es tan completo que contempla la sustitución o revisión de un gran número de elementos que evidentemente no han llegado al máximo de su vida útil, con un alto costo en el gasto.

Un ejemplo claro es esa lista de tareas de mantenimiento que plantean determinados fabricantes de turbinas. Es innegable que hay que tener la experiencia del fabricante a la hora de preparar el plan, pero no se debe considerar lo que dice plan de mantenimiento únicamente en sus recomendaciones. Las recomendaciones del fabricante pueden ser tomadas en cuenta en la última fase de la determinación de la lista de tareas, a fin de ver si no se ha considerado algún punto importante que el fabricante sí considera necesario. (García, Oliverio 2012; pág. 47)

Fase 3: Listado de funciones y sus especificaciones

El estudio minucioso del funcionamiento del sistema. La importancia de las especificaciones del sistema, también el rol de funciones primarias y secundarias del sistema en su conjunto. Finalmente, la relación de las funciones principales y secundarias de cada subsistema.

Determinar las funciones principales

Funciones primarias y secundarias

El estudio de los subsistemas. Fallos primarios y secundarios

El análisis de los equipos que componen los sistemas y subsistemas

Fase 4: Determinación de fallos principales y secundarios

El diagnóstico de los fallos funcionales y fallos técnicos.

Fase 5: Determinación de los modos de fallo

Una vez identificados los fallos que presente un equipo, un sistema funcional de un equipo o un elemento (dependiendo de lo que se ha tomado como referencia se establecerá el plan de mantenimiento) se estudiarán los modos de fallo. Definimos los modos de fallo como las circunstancias que acompañan un fallo concreto. Del ejemplo anterior, verificamos el fallo funcional «El sistema no lubrica». Los modos de fallo pueden ser los siguientes:

- El sistema no lubrica falta aceite en el depósito.
- El sistema no lubrica obstrucción en un algún conducto.
- El sistema no lubrica, la bomba de lubricación no funciona.
- El sistema no lubrica, los filtros están obstruidos.

Determinamos los modos de fallo o causas de cada uno de los fallos encontrados en la fase anterior.

- La profundidad del proceso de identificación de modos de fallo

- Las causas de los fallos
- El Proceso de análisis de las causas de los fallos
- Las Fuentes de información para determinar los modos de fallo

En cada fallo funcional o técnico, se puede presentar como observamos, múltiples modos de fallo. Es importante determinar la mayor cantidad de los modos de fallo posible, ya que solo así es posible realizar un análisis completo y exhaustivo (García, Oliverio 2012; pág. 43)

Fase 6: Estudio de criticidad de los fallos

Es el estudio de todas las consecuencias de cada modo de fallo. Se clasifican los fallos en críticos, significativos, tolerables o insignificantes en función de estas consecuencias;

Las evidencias del fallo

Las consecuencias del fallo para la seguridad de las personas

Las consecuencias del fallo para el medioambiente

Las consecuencias del fallo para la producción de energía

Las consecuencias del fallo en los costes de reparación

Las probabilidades del fallo

La criticidad de los fallos: combinación de factores

Fase 7: Determinación de las medidas preventivas

Determinación de medidas preventivas que eviten o atenúen los efectos de los fallos.

- Determinar los tipos de medidas preventivas
- Determinar los tipos de tareas de mantenimiento
- Verificar modificaciones
- Adoptar las medidas tendentes a minimizar los efectos del fallo
- Determinar los cambios en procedimientos de operación
- Determinar los cambios en procedimientos de mantenimiento

Determinados los modos de fallo de cada uno de los equipos, sistemas o elementos que intervengan en la planta que se verifica, lo que sigue a continuación es determinar las medidas preventivas que permiten, bien evitar el fallo, a fin de minimizar sus efectos. Las medidas preventivas a tomar son de cuatro tipos:

Tareas de mantenimiento

Estos se encuentran relacionados los trabajos que se realizan para cumplir el objetivo de evitar el fallo o minimizar sus efectos. Las labores de mantenimiento pueden ser de los siguientes tipos:

- ✓ Tipo 1: Controles visuales. Observamos que los controles visuales siempre son rentables, en todos los modelos de mantenimiento aplicados los controles visuales nos señalan un coste muy bajo, por lo que parece interesante verificar a todos los equipos de la planta en alguna ocasión.
- ✓ Tipo 2: Lubricación. Muy parecido al caso anterior, las tareas de lubricación por su bajo coste casi siempre son beneficiosos.
- ✓ Tipo 3: Verificación del correcto funcionamiento. Estos son ejecutados con instrumentos propios del equipo (verificaciones on-line). Esta clase de tareas se efectúa desde la toma de datos de un conjunto de parámetros de funcionamiento utilizando los propios medios de los que dispone el equipo. Por ejemplo; el control de alarmas, la toma de datos de presión, temperatura, vibraciones, etc. Si en esta comprobación se encuentra alguna anomalía, se debe proceder en consecuencia. Es muy importante que en primer lugar se fije con exactitud los rangos que entenderemos como normales, en cada uno de los puntos que se trate de verificar al margen de los cuales se precisará una intervención en el equipo. Asimismo, será necesario detallar cómo se debe proceder en caso de que la medida en cuestión esté fuera del rango normal. Posteriormente se describirán los documentos donde es conveniente reflejar estos dos aspectos. (García, Oliverio 2012; pág. 45)

- ✓ Tipo 4: Las verificaciones del correcto funcionamiento con instrumentos externos del equipo. Se pretende establecer con este tipo de tareas la verificación de que, si el equipo cumple con unas especificaciones normadas, pero para cuya determinación es necesario utilizar determinados instrumentos o herramientas especiales, que deben ser utilizadas por varios equipos en forma simultánea y que, por tanto, no deben estar continuamente conectadas a un equipo, como en el caso anterior. Se debe dividir estas verificaciones en dos categorías:
 - Las utilizadas con instrumentos simples, como pinzas amperimétricas, termómetros por infrarrojos, tacómetros, vibrómetros, etc.
 - Las utilizadas con instrumentos especiales, tales como analizadores de vibraciones, detección de fugas por ultrasonidos, termografías, análisis de la curva de arranque de motores, etc.
- ✓ Tipo 5: Limpiezas técnicas condicionales, a razón de que cual es el estado en que se encuentre el equipo.
- ✓ Tipo 6: Ajustes condicionales, a razón de que el equipo haya reportado síntomas de estar descalibrado.
- ✓ Tipo 7: Limpiezas técnicas sistemáticas, que son realizadas cada cierta hora de funcionamiento, o en tiempos cortos, sin considerar cómo se encuentre el equipo.
- ✓ Tipo 8: Ajustes sistemáticos, no tomado en cuenta si el equipo ha dado muestras de estar desajustado.
- ✓ Tipo 9: Cambio sistemático de piezas, por horas de servicio o por fecha de calendario, no tomando en cuenta su operatividad.
- ✓ Tipo 10: Revisiones totales, implica la sustitución de todas las piezas sometidas a desgaste. Determinado los modos de fallo posibles en un ítem es importante determinar qué trabajos de

mantenimiento podrían evitar o minimizar los efectos de un fallo. Es apropiado estudiar los tipos de tareas y establecer todos los trabajos posibles. Una vez determinado el modelo de mantenimiento de un ítem, es posible elegir qué tareas son posibles. Si el modelo fuese correctivo, solo se aplicarían tareas del tipo 1 y 2, e incluso en determinados casos del tipo 3. Si el modelo fuese condicional, también se podrían considerar las tareas de tipo 4, 5 y 6. Si el modelo es sistemático las tareas posibles serían del tipo 7, 8 y 9 y finalmente, si el modelo es de Alta disponibilidad, se tendrían que aplicar todos los tipos de tareas, inclusive del tipo 10.

Fase 8: Agrupación de medidas preventivas

La agrupación de las medidas preventivas en sus diferentes categorías se encuentra organizadas de la siguiente manera: Elaborar el plan de mantenimiento, confeccionar la lista de mejoras, confeccionar los planes de formación, realizar los procedimientos de operación y de mantenimiento, confeccionar la lista de repuestos principales que deben permanecer en stock y las medidas provisionales a adoptar en caso de fallo.

Fase 9: Implementación de los resultados

Puesta en marcha de las medidas preventivas.

Lista de mejoras

Plan de Mantenimiento

Elaboración de procedimientos

Realización de acciones formativas

Adquisición de repuesto

Fase 10: Auditoria de resultados

Se debe evaluar las medidas adoptadas, a través de realizar la valoración de los indicadores seleccionados en la fase 1.

2.4 Teorías relacionadas al tema

2.4.1 Tipos de mantenimiento

Según SANCHEZ, Luis (2006, p.80), hoy en día existen varios sistemas para efectuar las actividades y servicios de mantenimiento en las instalaciones y en operación. Estas formas de realizar mantenimiento no solo ponen su atención en corregir los fallos y averías inoportunas, sino que también nos va permitir poder actuar antes de la aparición de los mismos. Estas acciones se darán tanto en las maquinarias y nos indicarían como fueron construidos. Asimismo, también nos indicaría sobre como son los que se encuentran en etapa de diseño, para lo cual se utilizaran en estos últimos las modalidades de simplicidad en el diseño, análisis de su mantenibilidad, diseño sin mantenimiento, etc. (Citado por VÁSQUEZ, Oscar 2016, p. 11)

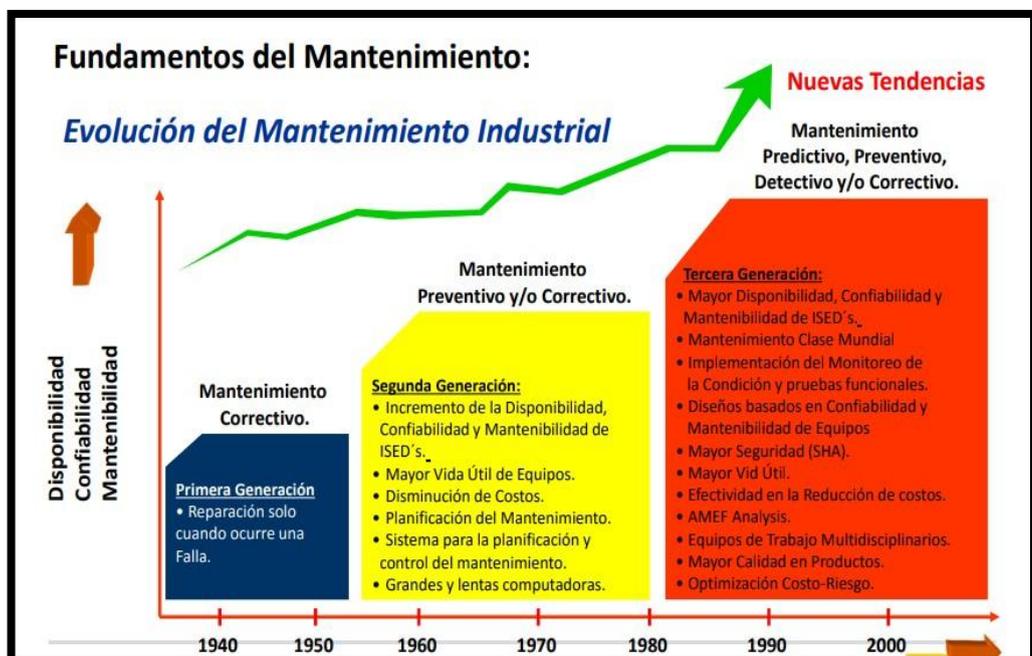


Gráfico 3 Fundamentos de mantenimiento
Fuente: elaboración propia

2.4.2 Mantenimiento correctivo

Para SANCHEZ, Luis (2006, p.80) El mantenimiento correctivo, es “un conglomerado de tareas de reparación y cambio de elementos dañados por repuestos que se realiza cuando aparece el fallo” (Citado por VÁSQUEZ, Oscar (2016, p. 11).

AGUAIZA, José (2016) señala en su definición que es “un conjunto de tareas destinadas a la reparación, una vez se haya identificado el fallo de la maquina o instalación que paralizan la producción y que son informados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos” (p. 39).

2.4.3 Mantenimiento preventivo

El tipo de mantenimiento preventivo según lo señalado por SANCHEZ, Luis (2006), “es un conjunto de actividades programadas con anterioridad, que fueron realizadas como supervisiones regulares, reparaciones, pruebas etc., direccionadas a reducir el impacto de los fallos de un sistema y bajar la frecuencia de la misma” (Citado por VÁSQUEZ, Oscar 2016, p. 11).

Sin embargo, para AGUAIZA, José (2016) señala que este “es la ejecución de un sistema de inspecciones periódicas programadas racionalmente sobre los activos fijos de la planta y sus equipos con el único fin de detectar condiciones y estados inadecuados de esos elementos que puedan ocasionar paros de producción o deterioro grave de máquinas, equipos o instalaciones” (p. 32).

2.4.4 Mantenimiento predictivo

Según GARCIA, Santiago (2009-2012) en su libro de Ingeniería de Mantenimiento indica que; el mantenimiento predictivo es un tipo de mantenimiento que tiene una interrelación de una variable física con el desgaste o estado de una máquina. El mantenimiento predictivo se fundamenta en la medición, seguimiento y monitoreo de parámetros y

situaciones operativas de un equipo o instalación. De manera que se definen y gestionan valores de pre-alarma y de actuación de todos aquellos parámetros que se considera necesario medir y gestionar.

El Mantenimiento Predictivo según SANCHEZ, Luis (2006), es “el conjunto de acciones técnicas de monitoreo y diagnóstico continuo (monitorización) de un sistema que nos va permitir una actuación de corrección inmediata como consecuencia de la identificación de alguna señal de fallo” (Citado por VÁSQUEZ, Oscar 2016, p. 12).

Finalmente, AGUAIZA, José (2016) señala que es aquel “que persigue y busca conocer e informar constantemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, que nos va permitir a predecir la falla, tales como nivel de vibración, temperatura, presión, velocidad, consumo de energía, etc.” (p. 32)

2..5 Metodología del RCM

Muy aparte de las cuestiones técnicas, este método dispone reglas de trabajo que son muy importantes para el éxito del logro del RCM en la organización.

Cuya importancia recae y tiene los integrantes del grupo de trabajo como: Grupos de revisión y facilitador.

Grupos de revisión y Facilitador

Es muy importante y necesario contar con un grupo de trabajo propuesto para llevar a cabo el análisis RMC. En primer lugar, para este análisis la encuentran en su personal de técnicos de mantenimiento, pero en el argumento de la situación, esta debe ser constituida por el grupo de personas que se encuentren relacionadas con el activo físico tales como operadores, técnicos, supervisores de producción y mantenimiento, lubricadores, proveedores, especialistas de seguridad e higiene, etc.

La experiencia de los involucrados es muy importante para la obtención de buenos resultados del proceso. Los líderes de estos grupos de revisión deberían estar conformados por especialistas en RMC, llamado también facilitadores, ya que cuentan con los conocimientos amplios en la metodología y también conocimientos técnicos. Su función principal es la de dar cumplimiento de cada paso y a fin de lograr el consenso entre los asistentes, normalmente no debe superar las 5 o 6 personas, más no es inaccesible la incorporación de proveedores u especialistas para tratar temas puntuales.

Según MOUBRAY, Jhon (2000) “el objetivo principal de un Facilitador de RMC es la de colaborar en la aplicación de la filosofía RMC efectuando preguntas a un grupo de personas seleccionadas por su conocimiento de un activo o proceso específico, afirmando que el grupo tenga consenso en las respuestas, y registrando las mismas.



Gráfico 4. Estructura de un típico grupo de análisis de RCM
Fuente: John Moubray 2000

El facilitador establece y lleva a cabo reuniones donde se exponen los avances realizados de los análisis de cada sistema o subsistemas a los gerentes responsables o jefes. Estos expertos tienen que comprobar que las decisiones tomadas por el grupo sean razonables y defendibles.

2.5.1 Gestión del mantenimiento a través del RCM

La necesidad de brindar mantenimientos periódicos a los equipos a fin de evitar realizar mantenimientos mayores que puedan ser muy costosos es una preocupación del sector industrial y por consiguiente repercute en la operación de los mismos.

Sin embargo, estos mantenimientos no brindaban la confiabilidad que se requiere en el sector industrial productivo, razón por la cual que el concepto del RCM se incorpora a la gestión del Mantenimiento como una herramienta muy fuerte y poderosa a fin de poder cubrir las nuevas exigencias de la industria requiere.

¿Cuáles son las diferencias entre un plan de mantenimiento convencional y uno Basado en el RCM?

- El plan de mantenimiento convencional
Este plan tiene dos fuentes de información; La primera; maneja una lista de recopilación de instrucciones de mantenimiento de los fabricantes en tanto que la segunda contribución de los responsables de mantenimiento que se basa en la experiencia que pueda tener con el equipo, sin embargo, si el equipo es nuevo solo tendrá una sola fuente.

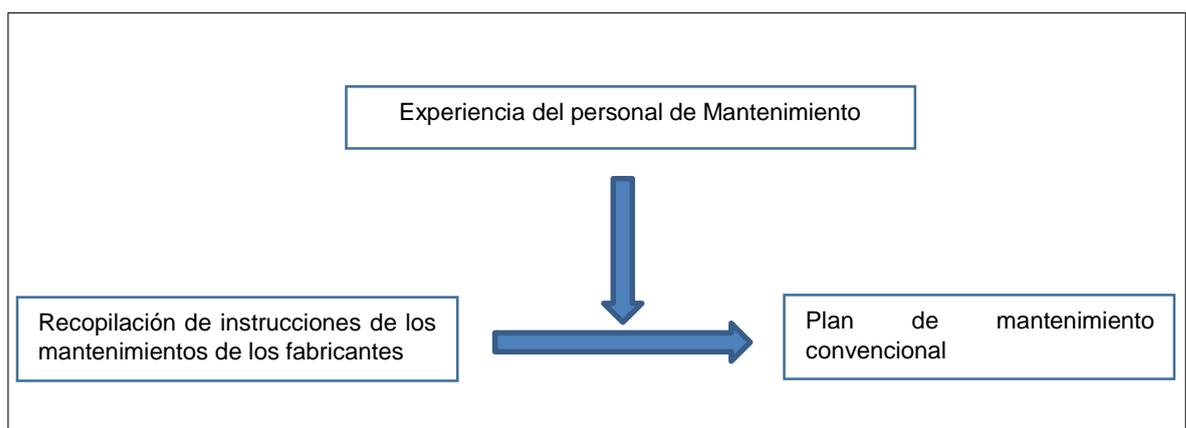


Gráfico 5. Plan de mantenimiento convencional
Fuente: elaboración propia

- El plan de mantenimiento basado en el RCM

Este plan utiliza como fuentes de información los manuales de mantenimiento del fabricante, la determinación de fallos funcionales, los modos de fallo y las medidas preventivas que establecieran el nuevo plan basado en el RCM. Asimismo, las medidas preventivas facilitasen como resultado tres nuevos valores agregados; capacitación de personal, mejoras y actualización de procedimientos.

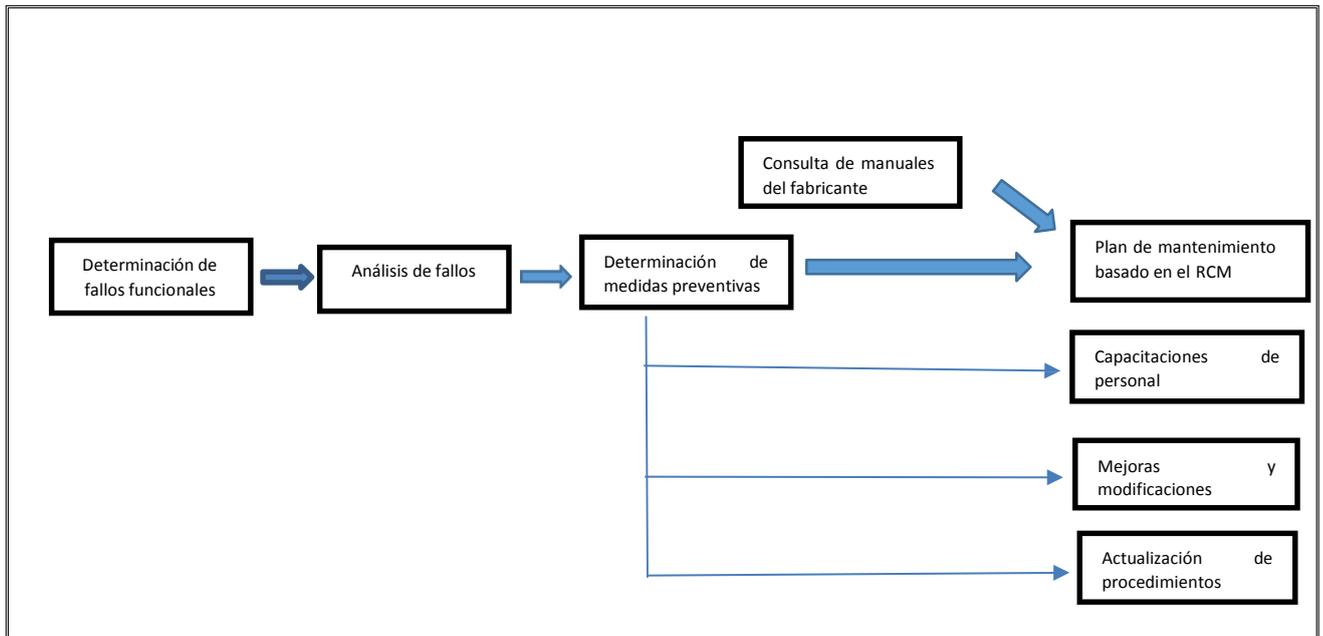


Gráfico 6. Plan de mantenimiento basado en el RCM

Fuente: elaboración propia

2.5.2 Indicadores de mantenimiento

Indicadores de mantenimiento

El problema principal de muchas empresas está indicado en el mal uso y a veces el de no contar con un indicador correcto que revele la situación real del área de mantenimiento, así como que no le identifique las falencias para que puedan ser reforzadas.

Por el tiempo que las empresas vienen operando siempre cuentan un histórico de trabajos que si no son debidamente analizados solo seguirán siendo datos que no aportarán ninguna información relevante para la toma de decisiones.

Existen diferentes indicadores de mantenimiento que son utilizados por las empresas que podrían ser útiles dependiendo el nivel al que se quiere orientar el departamento. Sin embargo, no se deben de utilizar todos ya que su uso debe estar relacionado a la necesidad de sus fallos, el buen uso de los mismos será de mucha utilidad en la toma de decisiones y otros serán relevantes.

Observaremos los siguientes indicadores:

- Disponibilidad

Es el indicador más relevante en mantenimiento y el más fácil de calcular porque surge de la siguiente formula:

Disponibilidad = (Horas totales – Horas parada por mantenimiento) / horas totales

Horas totales: tiempo de operación de la planta

Hora parada por mantenimiento: tiempo utilizado en mantenimiento

- Tiempo medio entre fallas (MTBF)

Este indicador nos muestra la frecuencia con que suceden las fallas en un determinado periodo de tiempo.

MTBF = N° de horas totales de operación/N° de fallas

- Tiempo medio entre reparaciones (MTTR)

Este indicador nos muestra el tiempo medio de reparación de la falla.

MTTR = N° de horas de paro por fallos/ N° de fallos

- Eficiencia general de los equipos (OEE)

Este indicador nos ayuda para conocer la eficiencia productiva de la maquina industrial. Con este indicador depende de tres factores la disponibilidad, calidad y el rendimiento, además es un estándar de clase mundial que demuestra la competitividad de una planta de producción.

OEE = Disponibilidad X rendimiento X Calidad

Tabla 3. Eficiencia general de equipos

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	FACTOR
1	Paradas / averías	Disponibilidad
2	Configuración y ajustes	
3	Pequeñas paradas	Rendimiento
4	Reducción de velocidad	
5	Rechazos por puesta en marcha	Calidad
6	Rechazos de producción	

Fuente: elaboración propia

2.5.3 Sistemas de revisión continua y alternativas de hacer mantenimiento

Para el cumplimiento de los cronogramas de revisión continua se debe adoptar una filosofía SMED (consiste en eliminar el concepto de lote de fabricación reduciendo al máximo el tiempo de preparación de máquinas), procedimiento que surgió de la necesidad de hacer las cosas bien y en el menor tiempo posible esto trajo consigo muchas ventajas. La implementación de este procedimiento tiene 4 etapas:

- El estudio de la operación de cambio
- La separación de las tareas internas y externas
- La conversión de las tareas internas e externas
- El Perfeccionamiento de las tareas internas y externas.

Con el cumplimiento de estos procedimientos se podrá lograr la realización de los cambios de piezas de un sistema o equipo en menos de 10 minutos, ello garantizará que aumentemos la eficiencia en el trabajo.

Es muy importante ejecutar el trabajo en el menor tiempo posible, sin embargo, para asegurar que todos los involucrados logren su cumplimiento sin lugar a error por la premura del tiempo, se debe realizar un análisis de los sistemas en busca de convertirlos en sistema POKA YOKE (a prueba de errores). La combinación

de los dos procedimientos en actividades asociadas nos brindara un excelente resultado que beneficiara la ejecución de los trabajos.

2.5.4 RCM, TPM,

- RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad)

El objetivo inicial del RCM es la de mantener la función del sistema. Esto exige un proceso continuo para definir los límites y funciones del sistema y para analizar modos de fallo que se convierten en pérdida de función, así como la aplicación de las tareas que preservan la función del sistema.

El RCM también puede ser definido como “un proceso que se usa para establecer lo que debe hacerse, a fin de asegurar que un elemento físico continúa desempeñando las funciones deseadas en su contexto operacional presente. Asimismo, el RCM nos proporcionara una metodología que nos pueda predecir las fallas de los equipos y componentes y ajustar sus requisitos de mantenimiento en forma proactiva.

- TPM (Mantenimiento Productivo Total)

El TPM es el sistema japonés de mantenimiento industrial que fue desarrollado en la industria automotriz. Nippon Denso Co, fue una de las primeras empresas en introducir estos conceptos, fabricante de piezas auxiliares del automóvil y fue desarrollada en 1971 en Japón. Sin embargo, tomo más fuerza en la década de los 90's. El TPM está considerada como una estrategia global de empresa en lugar de un sistema para la mantención de equipos, ya que nos brinda la asistencia para crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos.

El sistema está encaminado a cero defectos, cero averías, cero accidentes, sin embargo, es una concepción que se basa en la máxima utilización de los sistemas productivos, pero requiere algún tiempo para mostrar resultados y muchos autores consideran que el tiempo para obtener un resultado real es tres a cuatro años después de su implementación. En tal sentido, este modelo se apoya en ocho pilares que se nombran a continuación;

- Mejora Enfocada
- Mantenimiento Autónomo
- Mantenimiento Planificado
- Capacitación y entrenamiento
- Gestión temprana de equipos
- Mantenimiento de Calidad
- Seguridad y medio ambiente
- TPM en áreas Administrativas

Diferencias entre el RCM y el TPM

Existe una diferencia principal o de mayor importancia entre el RCM y el TPM, es que el RCM se desarrolla como una estrategia de mejora de mantenimiento mientras que el TPM señala que la función de mantenimiento sola no puede mejorar la fiabilidad, existen factores como la falta de cuidado del operador, las pobres practicas operacionales, las pobres condiciones básicas del equipo.

En este punto debemos mencionar lo que el JIPM (Instituto de mantenimiento del Japón) a través de su Ex Vicepresidente y consultor Senior Tokutaro Suzuki indica en el libro TPM en industrias de proceso: “Un enfoque Básico para disminuir los fallos de proceso es identificar el sistema de mantenimiento más adecuado para cada equipo o componente funcionalmente importante y eso solo lo asegura el RCM. Finalmente subrayamos que el TPM es una metodología importante para el mantenimiento planificado, de igual forma el siguiente paso “restaura el deterioro y corregir debilidades” sugiere el empleo del RCM, este sería el punto de partida para entender como integrar el RCM con el TPM sin perder de vista el enfoque global que posee el TPM.

2.6 Definición de términos básicos.

- **Causa.** - Es el método por el cual un elemento particular del proyecto o proceso se identifica en un modo de falla.
- **Criticidad.** - Condición en la que se encuentra un elemento cuando es crítico.

- **Confiabilidad.** - Se define como la posibilidad de que un equipo o sistema opere sin falla por un lapso de período de tiempo, bajo unas condiciones de operación que fueron previamente establecidas.
- **Defecto.** – Toda ocurrencia en maquinaria o equipos que no paraliza su funcionamiento.
- **Falla o avería.** – Toda actividad ò ocurrencia en maquinaria o equipos que detiene su funcionamiento.
- **Frecuencia.** - Es la posibilidad de ocurrencia de la falla. Idealmente debe extraerse a partir de estadísticas de falla, caso contrario debe conocerse con muy buena aproximación el patrón de falla del equipo/proceso y la fase por la cual está pasando actualmente.
- **Inventario.** – Se define al inventario de activo físico como la correlación de Ítems con especificaciones técnicas, de construcción y de montaje de cada uno de ellos.
- **Herramienta.** - Es aquel objeto elaborado con el fin de facilitar la realización de una tarea en un proceso de mantenimiento, dichas herramientas son de dos tipos; de mano o motorizadas y entre los criterios de clasificación se debe incluir diseño, tamaño, confiabilidad, durabilidad, costo y calidad, reputación del fabricante y la proximidad en la ejecución del mantenimiento.
- **Mantenibilidad.** – Es toda probabilidad de que un equipo pueda ser puesto en condiciones operacionales en un tiempo corto, cuando el mantenimiento es realizado con procedimientos preestablecidos.
Por ejemplo; llaves de tuercas, taladro vertical, esmeriladora, destornilladores, torno y medidor de voltaje etc.
- **Parada.** - Es la presentación violenta o repentina de las fallas presentadas en un sistema, equipo o componente del proceso de producción (Botero, Cañón y Olarte, 2010).
- **Requerimiento.** - Un requerimiento es un requisito que exhibe o tiene un sistema para satisfacer un contrato, estándar, especificación, u otra documentación formalmente impuesta. En este caso, el correcto funcionamiento del vehículo.

- **Stock.** – Estas referido a la cantidad de ítems almacenados en previsión de ser usados cuando son solicitados en trabajos de mantenimiento o como repuestos.
- **Vida útil.** – Es el tiempo por el cual una máquina mantiene su capacidad de uso. El tiempo abarca desde su adquisición hasta que es sustituida o es objeto de restauración.
- **Verificación.** – Verificación de que los requerimientos con sus especificaciones son correctos.

III. HIPÓTESIS E VARIABLES

3.1 Hipótesis general e hipótesis específicas

Hipótesis General

La aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) incrementará significativamente la productividad de la Empresa Lift Rental Solutions SAC, Lima 2020.

a) Hipótesis Específica 1

La aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) incrementará positivamente la eficiencia en la productividad de la Empresa Lift Rental Solutions SAC, Lima 2020.

b) Hipótesis Específica 2

La aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) incrementará positivamente la eficacia en la productividad de la Empresa Lift Rental Solutions SAC, Lima 2020.

3.2 Definición conceptual de variables

3.2.1 Variable Independiente: Mantenimiento Centrado en La Confiabilidad

Para MORA, Alberto (2011) indicó “El mantenimiento centrado en la confiabilidad es una filosofía de gestión de mantenimiento, que sirve de guía para identificar las actividades de mantenimiento con sus respectivas frecuencias a los activos más importantes de un contexto operacional” (p. 67).

Asimismo, el autor señala que la metodología RCM es un instrumento de gestión de mantenimiento por lo cual se podrá determinar procedimientos preventivos de un manera personalizada y eficaz, de manera que favorecerá en la toma de decisiones de nivel administrativo que en el tiempo ayudara a mantener los activos de la empresa, esa es la función del área de mantenimiento.

Dimensiones de la variable Mantenimiento Centrado en La Confiabilidad

De acuerdo a los objetivos de la presente investigación, se considera las siguientes dimensiones;

Confiabilidad

Según MORA, Alberto (2011), indicó “La Confiabilidad se define como la posibilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para las cuales se diseña durante un tiempo específico y considerando las condiciones normales de operación, ambientales y del entorno. (p. 95).

El autor nos explica que es la posibilidad de que un equipo no tenga fallas dentro de un lapso de tiempo de producción, esto se obtiene con el tiempo de paradas que tiene el equipo presente durante el proceso productivo a reducir las fallas mayores. Esto también se debe conservar en el tiempo de manera que nos indique que existe una buena gestión de mantenimiento

$$C = Ttt - \frac{Ttp}{Ttip}$$

Donde:

Ttt; tiempo total de trabajo

Ttp; tiempo total de parada

Ttip: tiempo de incidencias de parada

Mantenibilidad

Según MORA, Alberto (2011), indicó “La Mantenibilidad está definida como la probabilidad de que un elemento maquina o dispositivo puedan regresar nuevamente a su estado de funcionamiento normal a posteriori de una avería, falla o interrupción productiva, por medio de una reparación que implica realizar unas tareas de mantenimiento que eliminen las causas inmediatas que generan las interrupciones. La normalidad del sistema al repararse su funcionalidad se refiere a su cuerpo y a su función”(p. 104)

$$M = \frac{Ttr}{Ttip}$$

Donde:

Ttr; tiempo total de reparacion

Ttip: tiempo de incidencias de parada

Disponibilidad

Según MORA, Alberto (2011) explicó: “La disponibilidad se define como la posibilidad de que el equipo funcione satisfactoriamente en el momento que sea requerido después del comienzo de su operación, cuando se utilice bajo condiciones estables, en el que el tiempo total considerado incluye el tiempo de operación, el tiempo activo de reparación, el tiempo inactivo, el tiempo en mantenimiento preventivo” (P. 67) Mora, Alberto (2011) también señala que la disponibilidad es la posibilidad de que un equipo trabaje cuando sea requerido y que garantice que este operativo y no presente fallas. Esto también debe mantenerse en el tiempo para mantener un buen desempeño de la línea de trabajo.

.

$$D = Mtbf \frac{Mtbf}{Mtrr}$$

Mtbf: tiempo medio de buen funcionamiento

Mtrr: tiempo medio de reparacion de falla

3.2.2 Variable dependiente: Productividad

Según CHIAVENATO, Idalberto (2009) define la productividad como; La relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla (p.252)

Para FERNÁNDEZ, Eduardo (2010, p.21) describe como la capacidad de conseguir los objetivos que toda empresa desea obtener empleando el más mínimo esfuerzo, estos esfuerzos pueden ser humano, físico y financiero, con la finalidad de que todas las personas puedan desplegar su máximo potencial.

Para KANAWATY, George (1996, p. 4) indica que la productividad es la semejanza que existe entre producto e insumo, asimismo establece la palabra productividad como la utilización para valorar, o medir el grado en que se extrae un producto de un determinado insumo.

Para GUTIÉRREZ y DE LA VARA (2013, p.7) Refiere que la productividad es relación existente entre la cantidad producida y los elementos o insumos utilizados. Es la cualidad de lograr resultados optimizando el buen uso de los recursos.

MÜNCH, Lourdes (2014, p.21) indica que la productividad es alcanzar grandes resultados utilizando el mínimo recurso en otras palabras, es la analogía existente entre la suma de recursos que se utilizan para obtener un determinado bien o servicio.

En tal sentido, y de acuerdo a todos los conceptos indicados podemos concluir que la productividad es la optimización de los recursos empleados, en otras palabras, es producir más usando los mismos recursos

Dimensiones de la variable productividad.

Tomando en cuenta los objetivos de la presente investigación, se considera las siguientes dimensiones para la variable Productividad:

Primera Dimensión: Eficiencia

Según GUTIÉRREZ, Humberto y DE LA VARA, Román (2013, p.7) señalan que la eficiencia es la relación existente entre los resultados programados u obtenidos en un rotundo tiempo y los recursos empleados o utilizados, con el fin de poder conseguir una optimización de los recursos y una disminución de tiempos perdidos por paradas inesperadas de los equipos, así como la ausencia de material, demorar en los retrasos, etc.

De acuerdo a lo señalado se puede determinar que la eficiencia es la utilización adecuada los recursos de la empresa.

El cual tiene el siguiente indicador

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Horas Programadas}}{\text{Horas utilizadas}} \times 100\%$$

Segunda Dimensión: Eficacia

GUTIÉRREZ, Humberto y DE LA VARA, Román (2013, p.7) señala que la eficacia es consecución sistemática de las actividades con los resultados previstos dentro de un tiempo estimado

En tal sentido podemos afirmar que la eficacia es lograr los objetivos propuestos por la empresa, u organización.

”

El cual tiene el siguiente indicador

$$\mathbf{Eficacia} = \frac{\text{Unidades Producidas}}{\text{Unidades planificadas}} \times 100\%$$

3.2 Operacionalización de la Variables.

Tabla 4 Operacionalización de la variable Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	INDICE	METODO	TECNICA	ESCALA
MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM)	Para Mora, Alberto (2011) indicó "El mantenimiento centrado en La confiabilidad es una las tácticas más avanzadas de mantenimiento permiten controlar los modos de fallos, filosofía de gestión de mantenimiento, que sirve de guía para identificar las actividades de mantenimiento con sus respectivas frecuencias a los activos más importantes de un contexto operacional" (p.67)	Para García Santiago (2012) es una técnica más dentro de las posibles para elaborar un plan de mantenimiento en una instalación industrial y presenta algunas ventajas importantes sobre otras técnicas. Inicialmente fue desarrollada para el sector de aviación, donde no se obtenían los resultados más adecuados para la seguridad de la navegación aérea	CONFIABILIDAD	<i>Índice de probabilidad de funcionamiento sin fallas de maquina</i>	C: $T_{tt} - T_{tp} / T_{ip}$ Donde: <i>T_{tt}; tiempo total de trabajo</i> <i>T_{tp}; tiempo total de parada</i> <i>T_{tp}; tiempo de incidencias de parada</i>	Instru/evaluación Formatos	Entrevista/ Observación /Análisis	Razón
			MANTENIBILIDAD	<i>Índice de tiempo de reparacion de maquina</i>	M: T_{tr} / T_{ip} Donde: <i>T_{tr}; tiempo total de reparacion</i> <i>T_{tp}; tiempo de incidencias de parada</i>	Instru/evaluación Formatos	Entrevista/ Observación /Análisis	Razón
			DISPONIBILIDAD	<i>Índice de disponibilidad de maquina</i>	D: $MTBF / (MTBF + MTTR)$ Donde: <i>Mtbf; tiempo medio de buen funcionamiento</i> <i>Mttr; tiempo medio total de reparacion de falla</i>	Instru/evaluación Formatos	Entrevista/ Observación /Análisis	Razón

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5 Operacionalización de la variable Productividad

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA
Productividad	Para GUTIÉRREZ y DE LA VARA (2013, p.7) Refiere que la productividad es la relación existente entre la cantidad producida y los elementos o insumos utilizados. Es la capacidad de lograr resultados optimizando el buen uso de los recursos.	La productividad es determinada con la relación existente entre la cantidad producida y los elementos o insumos utilizados, teniendo en cuenta que las entradas pueden ser consideradas como recursos humanos, mano de obra o materiales y las salidas como productos (bienes o servicio).	EFICIENCIA	$EF = \text{Eficiencia}$ $HP = \text{Horas Programadas}$ $HU = \text{Horas Utilizadas}$ $\text{Eficiencia} = \frac{\text{Horas Programadas}}{\text{Horas utilizadas}}$	Razón
			EFICACIA	$E = \text{Eficacia}$ $UP = \text{Unidades Producidas}$ $UPL = \text{Unidades Planificadas}$ $E = \frac{UP}{UPL} \times 100 \%$	Razón

Fuente: elaboración propia.

IV. DISEÑO METODOLOGICO

4.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Según VALDERRAMA Santiago (2002), “La investigación es aplicada por que busca conocer para hacer, actuar, construir y modificar; le preocupa la aplicación inmediata sobre una realidad concreta” (p. 165). BEHAR, Daniel (2008) explicó: Este tipo de investigación también recibe el nombre de práctica, activa, dinámica. Se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren. Esto queda aclarado si nos percatamos de que toda investigación aplicada requiere de un marco teórico. Busca confrontar la teoría con la realidad.

Es aplicada ya que se hace uso de teorías y herramientas relacionadas al mantenimiento centrado en confiabilidad.

Según HERNÁNDEZ, Roberto (2018), “Cuando nos referimos a una investigación cuantitativa se asume que nos referimos a un ámbito estadístico, en eso se fundamenta dicho enfoque, en analizar una realidad objetiva a partir de mediciones numéricas y análisis estadísticos con el fin de poder determinar predicciones o patrones de comportamiento del fenómeno o problema planteado.

Dicho enfoque requiere de la recolección de datos para comprobar hipótesis, que es muy importante señalar, ya que se han planteado con antelación al proceso metodológico; con un enfoque cuantitativo se plantea un problema y preguntas definidas de las cuales se derivan las hipótesis. Otra de las características de este enfoque cuantitativo es el empleo de una serie de experimentaciones y análisis de causa-efecto, también se debe tener en cuenta que este tipo de investigación conlleva a un proceso secuencial y deductivo. Al finalizar la investigación se debe lograr una generalización de resultados, predicciones, control de fenómenos y la viabilidad de elaborar réplicas con dicha investigación.”

Es cuantitativo porque utilizara la recolección y el análisis de datos para evidenciar las hipótesis del mantenimiento centrado en confiabilidad.

Diseño de investigación

Los diseños de investigación son los medios que operativizan los métodos específicos que el investigador requiere; por ello, debe existir una relación sólida entre el método, nivel, diseño y tipo.

Según HERNÁNDEZ, Roberto (2010), la investigación cuantitativa está compuesta de diseños experimentales y no experimentales.

El diseño es Pre experimental de **Diseño Pretest y Pos test con un solo grupo**, consiste en administrar un estímulo a un grupo. La medición se aplica antes y después del tratamiento experimental.

GE: O1 X O2

GE: Grupo experimental no aleatorizado

X: Tratamiento experimental

O1: Medición 01

O2: Medición 02

El corte es longitudinal. HERNÁNDEZ, Roberto. (2014) expone que los diseños longitudinales, es la suma de datos a través del tiempo en puntos o periodos, con el fin de realizar las inferencias con respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias. p159

Nivel de investigación

HERNÁNDEZ Roberto. (2010) define a los niveles de investigación como alcances, diferenciando que no son tipos de investigación, más allá de ser una clasificación es un continuo de causalidad que puede haber un nivel de estudio. Este nivel o alcance va a depender de las estrategias con las que cuenta la investigación. “De esa manera, el diseño, los procedimientos y otros componentes del proceso serán distintos en estudios con alcance exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo. Sin embargo, en la práctica, cualquier investigación

puede tener elementos de más de uno de estos cuatro alcances” (p. 78).

El nivel de investigación es **explicativo**

4.2 Método de investigación

El método realizado en la presente investigación se formará a través de las encuestas. Se utilizará Instrumentos de evaluación, los mismos que serán tabulados y analizados de las encuestas realizadas.

Según STANTON, ETZEL, WALKER & MC GRAW HILL en su libro “Fundamentos de Marketing” (2004), lo define como “Una encuesta consiste en reunir datos entrevistando a la gente.”. (p.212)

4.3 Población y Muestra

Población: “De acuerdo a lo que dice las ciencias sociales define a la población como el conjunto de individuos o personas o instituciones que son motivo de investigación” (ÑAUPAS, MEJÍA, NOVOA, VILLAGÓMEZ, 2014, p.246). La población en este caso estará conformada por el número de máquinas tipo elevadores (23) y las personas (4) involucradas del área de mantenimiento de la empresa Lift Rental Solutions SAC.

Muestra: la muestra “está constituida por un subconjunto de la población, en la que sus elementos tienen las mismas características, por lo tanto, poseen la misma posibilidad de ser elegidos o seleccionados” (HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ y BAPTISTA, 2010, p. 177).

En nuestra investigación según su muestreo es no probabilística intencional, ya que toda la Maquinaria tiene la misma posibilidad de formar parte de la muestra. Asimismo, la muestra está conformada por 23 máquinas constituido por 5 modelos (siete plataformas de modelo 1930; Doce plataformas de modelo 3246; una plataforma de modelo 4069), una plataforma OPTIMUM 8 y Dos plataformas COMPACT 12,

además de tener 2 técnicos (un mecánico y un electricista) y 2 empleados (un jefe y supervisor de mantenimiento).

4.4 Lugar de estudio

Este proyecto de investigación limita su ámbito de trabajo de la empresa LIFT RENTAL SOLUTIONS SAC, en el distrito de San Martín de Porras – Lima.

4.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.

Técnicas de investigación:

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizarán las técnicas de muestreo, observación y análisis documental. Las técnicas para la recolección de datos son:

Técnica de fichaje de la documentación, técnicas de análisis y síntesis de los libros, tesis, revistas, técnicas de encuestas, formatos y check list.

Tabla 6 Técnica e Instrumentos

TÉCNICAS	INSTRUMENTO	APLICACIÓN
Entrevistas	Guía de entrevista	Se dialogará con el personal acerca del tema de interés para obtener información sobre mantenimiento
Observación	Guía de observación	Se usará la técnica de recolección de información importante y se realizará en el registro sistemático. (Check list)
Análisis documental	Guía de análisis documental	Es una técnica empleada en la revisión del historial de la maquinaria, para

		verificar la frecuencia de paradas,
--	--	-------------------------------------

Fuente: elaboración propia

Técnica

Luego de haber perfeccionado el plan de investigación, se inicia la técnica de recolección de datos, de esa manera se tendrá el conocimiento claro con la realidad del problema y poder realizar el análisis correspondiente.

HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ & BAUTISTA (2014) señalan “La recolección de los datos implica elaborar un plan detallado de todos los procedimientos que nos lleven a reunir datos con un propósito específico” (p.198).

Los autores señalan que mediante la observación vamos a adquirir datos mediante la recopilación de información objetiva y precisa sobre las características propias de la unidad de estudio que se encuentran contenidas en las variables e hipótesis de la presente investigación.

Instrumento

En la presente investigación el instrumento utilizado fue la hoja de registros, ya que nos ha permitido registrar datos o información de las variables de estudio.

Para HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ & BAPTISTA (2014) señalan que “Un instrumento de medición es una técnica que maneja el investigador para registrar información o datos sobre las variables que tiene en mente” (p. 199). Los analistas señalan que el instrumento es donde se recolecta la información de todas las actividades e incidencias para el análisis de su estudio y es de apertura para las mejoras de los datos que se manifiesten en el trabajo de investigación. Se detallan a continuación los instrumentos de la investigación.

Validez

La validez de contenidos e instrumentos en la presente investigación fue realizada mediante el juicio de Cinco magísteres y/o doctores expertos, que integran el staff de docentes de la escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional del Callao y fueron ellos los que dieron la validez a los instrumentos de la presente investigación. (anexo 2)

HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ & BAPTISTA (2014) indicaron “La validez en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir” (p. 200).

Los autores argumentaron que la validación se encarga de medir la veracidad de los instrumentos idóneos. Para la validación de hipótesis.

Confiabilidad

En la investigación realizada se manejaron instrumentos, así como también técnicas reales tales como las hojas de registros de producción y los reportes de control de la producción mediante la técnica de observación. En este sentido HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ & BAPTISTA (2014) indicaron “La confiabilidad de un instrumento de medición nos ayudara a identificar el grado en que su aplicación genere resultados consistentes y coherentes” (p. 200).

Los autores argumentan que la confiabilidad está en función de afirmar que la técnica e instrumentos que se usara en la investigación para medir son confiables. Y esto debe ser validado por expertos.

4.6 Análisis y procesamiento de datos

El programa de Microsoft Excel 2015 procesara todo el análisis estadístico de los datos recogidos, la misma que nos ayudara a ser representados mediante diagramas, tablas y figuras tanto las variables

como las dimensiones de estudio. Para la estadística inferencial se va a utilizar la prueba de validación de hipótesis que se confirmara con la prueba de normalidad, se utilizara como data la prueba de Shapiro Wilk porque nuestra población es igual a 24 datos, de acuerdo a los resultados obtenidos se ejecutará la prueba de T-Student o Wilcoxon y esto será de acuerdo a los resultados obtenidos, se verificara si son paramétricos o no paramétricos respectivamente, para ello se realizará el análisis estadístico mediante el software SPSS - versión 24 que permite tabular los datos y comprobar si es válida la hipótesis..

Según HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ & BAPTISTA (2014) indicaron “El método de análisis de datos evalúa la confiabilidad, validez y objetividad de los instrumentos de medición utilizados, analiza e interpreta mediante pruebas estadísticas las hipótesis planteadas” (p. 270).

4.7 Recursos y presupuestos

A continuación, se detalla una relación de recursos humanos que participaron en el presente trabajo de investigación;

Tabla 7 Gastos de capacitación metodológica

ITEM	CANT	DESCRIPCION DEL PROFESIONAL	MONTO
1	01	Asesor metodológico	400.00
2	01	Asesor especialista	600.00
3	01	Investigador	600.00
		TOTAL, EN NUEVOS SOLES	1600.00

Fuente: elaboracion propia

Cuadro de gastos por materiales, útiles, accesorios, papelería, pasajes y viajes en transporte, servicios de telefonía e internet y por último impresiones e encuadernación y empastados.

Tabla 8 Gastos administrativos

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO UNIT	COSTO TOTAL
1.1	Materiales y útiles			
1.1.1	Repuestos y accesorios			
	Laptop	01 unidad	2800.00	2800.00
1.1.2	Papelería en general, útiles y materiales de oficina			
	Papel bond A4	3 millares	10.00	30.00
	corrector	5 unidades	4.00	20.00
	Resaltador	5 unidades	2.50	12.50
	Lapiceros	10 unidades	1.50	15.00
1.1.3	Pasajes y viajes de transporte			
	Pasajes de transportes	30 viajes	10.00	300.00
1.1.4	Servicio de telefonía e internet			
	Telefonía e internet	12 meses	60.00	720.00
1.1.5	Impresiones, encuadernación y empastado			
	Impresiones			
	Anillados	18	4.00	72.00
	Empastados	3	45.00	135.00
		TOTAL, EN NUEVOS SOLES		4104.50

Fuente: elaboracion propia

A los presentes gastos de capacitación metodológica y gastos Administrativos, se suman los gastos de materiales para el Mantenimiento y los gastos de capacitaciones de planes de mantenimiento, los mismos que se encuentran descritos en los anexos 26 y 27 presente trabajo de investigación. Finalmente, en el anexo 28 se encuentra el detalle del presupuesto total de la aplicación del Plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM)

V. RESULTADOS.

5.1 Desarrollo de la propuesta. -

La alta dirección facilitara a todas las personas responsables por el diseño, operación y mantenimiento de Instalaciones, Sistemas, Equipos y Dispositivos, todos los conocimientos necesarios para la formación de una cultura sustentada en el uso de metodologías de análisis sistemático de los Modos y Efectos de Falla (AMEF), que pudieran ocurrir en un equipo específico, con la finalidad de reducir las posibles causas y mecanismos de falla, así como la determinación de las actividades predictivas, preventivas, detectivas y/o correctivas requeridas para evitar o mitigar la ocurrencia de las causas o mecanismos de falla.

A fin de poder realizar un buen desarrollo del presente trabajo de investigación se ha identificado las diferentes clases o tipos de paradas de equipos ya sean por mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo y pruebas de fallos.

Nuestro propósito es contar con un buen plan de mantenimiento, sin embargo, para poder cumplir nuestros objetivos empresariales existe muchas cosas internas por mejorar como es el caso del área técnica con respecto al cuidado y mantención de los equipos que arrendamos.

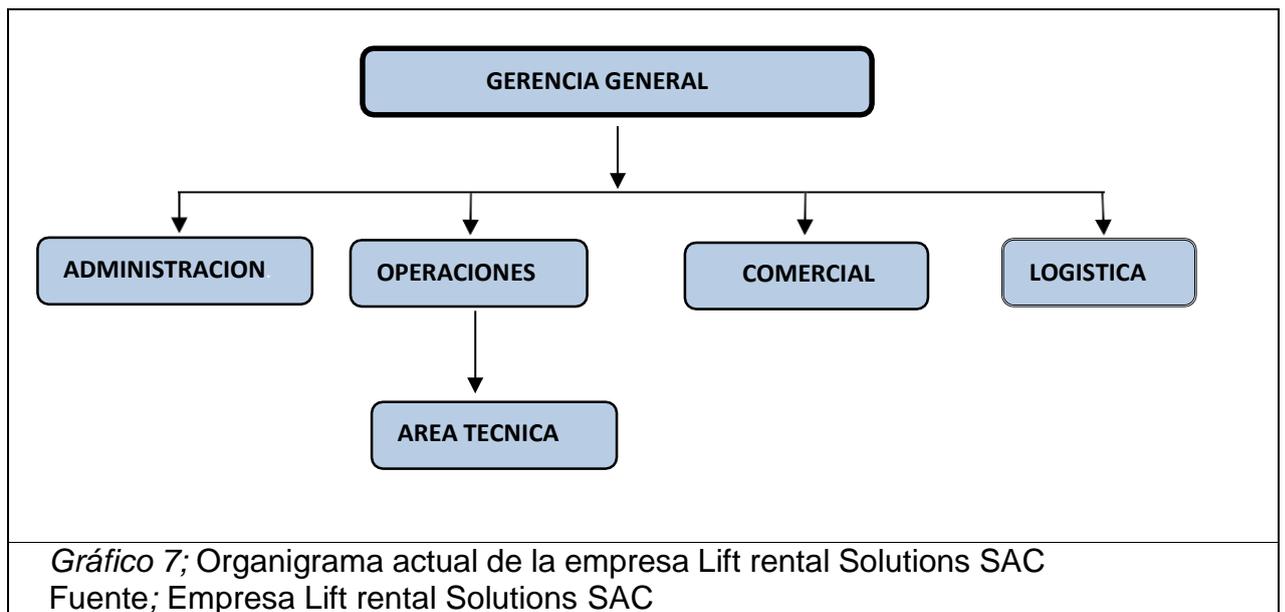
Por este motivo que la empresa tiene la responsabilidad de suministrar los recursos para mantener los equipos en optimo estado, estableciendo un plan de mantenimiento en el área técnica para los equipos Man Lift, a fin de no generar dificultades comerciales y pérdidas económicas para la empresa, por tal motivo se ha realizado un análisis de lo que podría acarrear nuevas situaciones si no contamos con dicho Plan de Mantenimiento.

Las consecuencias y posibles causas que nos puedan llevar a pérdidas de servicios de alquiler de nuestros equipos al no contar con un Plan de Mantenimiento serian; La falta de compromiso de parte de la gerencia que no establece políticas internas del mantenimiento; No suministrar un presupuesto para el área técnica; Realizar una mala selección en la contratación de los técnicos; La falta de organización del área técnica; Contar

con los registros de los planes de mantenimiento incompletos de máquinas y equipos; No contar con un buen stock de repuestos para la atención de las fallas mecánicas y eléctricas

La misión de la empresa es la de buscar y brindar a los clientes un servicio de excelencia entregándoles equipos operativos con el fin de que nuestro socio estratégico pueda cumplir con sus objetivos trazados en el menor tiempo posible.

La visión, se encuentra enfocada en ser una empresa líder en el mercado de Arriendos de Plataformas para trabajos en altura a nivel nacional. La empresa Lift Rental Solutions SAC., está organizada por una gerencia general que cuenta con 5 áreas a su cargo, las cuales son administración, operaciones, comercial, logística y técnica. (Ver Gráfico 7).



Diagnóstico del área

El área de Operaciones tiene algunas ausencias de planes de mantenimiento las mismas que generan paradas innecesarias, retrasos en las entregas de los equipos y en muchas oportunidades cuando están son ya arrendadas se averían frecuentemente y todo ello se debe a la falta de un control que no se efectúa en los equipos, ocasionando grandes pérdidas para la empresa y para nuestros clientes.

A continuación, se enumera las fallas más frecuentes en los equipos de elevación.

- a. Calibración de funciones principales.
- b. Descarga de baterías.
- c. Lubricación de los ejes y pines de las articulaciones.
- d. Reemplazo de baterías
- e. Sulfatación de bornes de baterías.
- f. Fugas por mangueras hidráulicas.
- g. Rellenar aguas destilada a la batería.
- h. Bobinas de freno de motores cruzados.
- i. Falso contacto en el cableado eléctrico.
- j. Ajuste de pernos en general.
- k. Contactor de funciones cruzado.
- l. Motores eléctricos de traslación recalentados

Análisis de Capital Humano

Para realizar el diagnóstico de capital humano en la empresa Lift Rental Solutions SAC se utilizaron los siguientes instrumentos de medida, las cuales fueron la guía de entrevista dirigida al jefe y colaboradores del área técnica, quienes, respondieron las preguntas vinculadas con la planificación, programación, control y costos de mantenimiento.

Planificación

En la tabla 9 se visualizan los resultados de la encuesta aplicada al jefe y supervisor del área técnica respecto a las 5 preguntas sobre la planificación de mantenimiento.

Tabla 9 Resultados de encuesta

ESTADO ACTUAL	PLANIFICACION		PROGRAMACION		CONTROL		COSTOS	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Muy deficiente	2	40%	2	40%	1	20%	3	60%
Deficiente	3	60%	2	40%	3	60%	2	40%
Regular	-	-	1	20%	1	20%	-	-
Eficiente	-	-	-	-	-	-	-	-
Muy eficiente	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a los resultados de la encuesta se puede determinar que no existe una planificación ni programación para realizar el mantenimiento preventivo en los equipos de elevación, así mismo, el control y los costos del mantenimiento son deficientes, sin embargo, con la aplicación del plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) incrementaría positivamente la productividad de la rentabilidad de la empresa. (ver anexo 25)

Análisis FODA

En relación a la metodología FODA, se utilizó este análisis para saber la situación del mantenimiento dentro de la organización, la cual es la siguiente:

FORTALEZAS:

- Personal se encuentra calificado y con experiencia en el rubro.
- Nuestros precios son accesibles para los arriendos de nuestros equipos.
- Respuesta de atención inmediata a nuestros clientes.
- Buena imagen

OPORTUNIDADES:

- Mejoramiento de nuestra cartera de clientes para brindar nuestros servicios.
- Incrementar el uso de la tecnología para poder mostrarnos más en el mercado.
- Oportunidad del desarrollo de nuevas tácticas empresariales con ayuda del estado

DEBILIDADES:

- No contar con muchos más equipos para arrendar.
- Falta completar al 100% las medidas de control adecuadas en la seguridad.
- No contar con un plan estratégico comercial.
- No contar con un registro histórico de fallas de nuestros equipos.

AMENAZAS

- Empresas ofreciendo los mismos servicios con precios más bajos.
- Disminución en los arriendos de los equipos.
- Entorno gubernamental cambiante e impredecible.

Análisis Visual

En relación al análisis visual del estado actual del área técnica de operaciones de la empresa Lift Rental Solutions SAC, se muestra a continuación una serie de imágenes;

Planificación:

En relación a la planificación, se evidencia en la imagen que se realiza en el momento y a mano alzada. (Ver Gráfico 8).

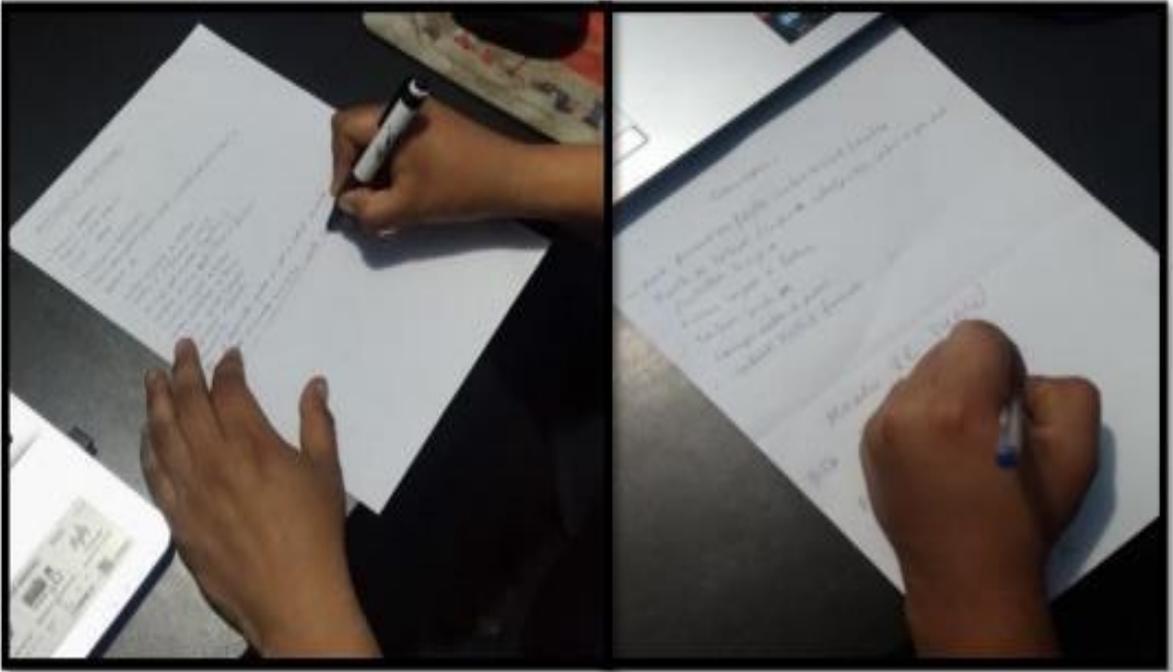


Gráfico 8: Practica visual de planificación
Fuente: elaboración propia

Programación:

En relación a la programación, se evidencia la mala distribución del personal y sus herramientas a utilizar en el mantenimiento. (Ver Gráfico 9).



Figura 9: Practica visual de programación
Fuente: elaboración propia

Costo:

En relación al costo por mantenimiento de los equipos de elevación, se evidencia que no existe un registro y se escribe en pizarra (Ver Gráfico 10)

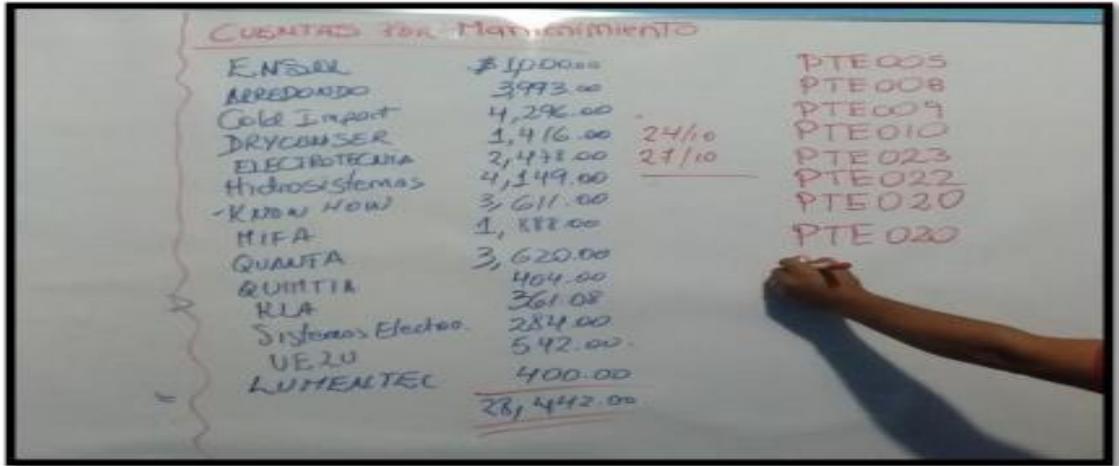


Gráfico 10: Análisis visual de costos
Fuente: elaboración propia

Indicadores:

En relación a los indicadores de mantenimiento, se evidencia que se llena en la computadora solo cuando el personal se acuerda, no lleva un control ni se realiza seguimientos. (Ver Gráfico 11)



Gráfico 11: Análisis visual de Indicadores
Fuente: elaboración propia

Inventario de equipos de elevación

Actualmente la empresa Lift Rental Solutions SAC cuenta con los siguientes equipos de elevación para venta o alquiler de las mismas. (Ver tabla 10)

Tabla 10. Inventario de equipos

ITEM	MARCA	MODELO	AÑO	SERIE
1	Genie	GS-3246	2000	GS4600-26248
2	Haulotte	COMPACT 12	2007	CE-125901
3	Haulotte	OPTIMUM 8	2006	CE-118810
4	Genie	GS-3246	2014	GS4614A-116783
5	Genie	GS-3246	2014	GS4614A-116785
6	Genie	GS-3246	2003	GS4603-40903
7	Genie	GS-3246	1999	GS4699-40952
8	Genie	GS-3246	2007	GS4607-84054
9	Genie	GS-3246	2007	GS4607-84009
10	Genie	GS-3246	2007	GS4607-85195
11	JLG	3246 ES	2006	0200143646
12	JLG	3246 ES	2006	0200145463
13	Genie	GS-1930	2007	GS3007B-85809
14	Genie	GS-1930	2007	GS3007B-88374
15	Genie	GS-1930	1999	GS3099-21304
16	Genie	GS-1930	1999	GS3099-21265
17	JLG	4069 LE	2001	0200097488
18	JLG	1930 ES	2011	0200200543
19	JLG	1930 ES	2011	0200200390
20	JLG	1930 ES	2011	0200145463
21	JLG	3246 ES	2011	0200199639
22	Haulotte	COMPACT 12	2012	CE-147504
23	JLG	3246 ES	2011	0200200658

Fuente: elaboración propia

Identificación de los Elevadores eléctricos tipo Tijera:

Se realiza la descripción detallada mediante imágenes de los equipos con mayores índices de alquiler a diferentes.



Gráfico 12; Equipo Elevador Tipo Tijera Eléctrica GS-3246
Fuente: Lift Rental Solutions SAC



Gráfico 13 Equipo Elevador Tipo Tijera Eléctrica 3246 ES-JLG
Fuente: Lift Rental Solutions SAC



Gráfico 14; Equipo Elevador Tipo Tijera Eléctrica Optimum 8 - HAULOTTE
Fuente: Lift Rental Solutions SAC



Gráfico 15; Equipo Elevador Tipo Tijera Eléctrica Compact 12 - HAULOTTE
Fuente Lift Rental Solutions SAC



Gráfico 16 Equipo Elevador Tipo Tijera Eléctrica 4069 LE - JLG
Fuente: Lift Rental Solutions SAC



Gráfico 17 Equipo Elevador Tipo Tijera Eléctrica GS- 3246 - GENIE
Fuente: Lift Rental Solutions SAC



Gráfico 18; Equipo Elevador Tipo Tijera Eléctrica 1930 ES - JLG
Fuente: Lift Rental Solutions SAC



Gráfico 19 Equipo Elevador Tipo Tijera Eléctrica GS- 1930 - GENIE
Fuente: Lift Rental Solutions SAC



Gráfico 20 Equipo Elevador Tipo Tijera Eléctrica 4069 LE – JLG
Fuente: Lift Rental Solutions SAC



Gráfico 21; Equipos Elev. Tipo Tijera Eléctrica 1930 ES – JLG y GS 19 GENIE
Fuente Lift Rental Solutions SAC

Flujograma actual del Mantenimiento preventivo

El flujograma que se viene aplicando en la empresa, es el mostrado en el Gráfico 21 y está de acuerdo al procedimiento mostrado. Este procedimiento se realiza cuando un equipo no está en condiciones normales de trabajo y es realizado conjuntamente entre el supervisor de mantenimiento y los técnicos (mecánico y eléctrico)

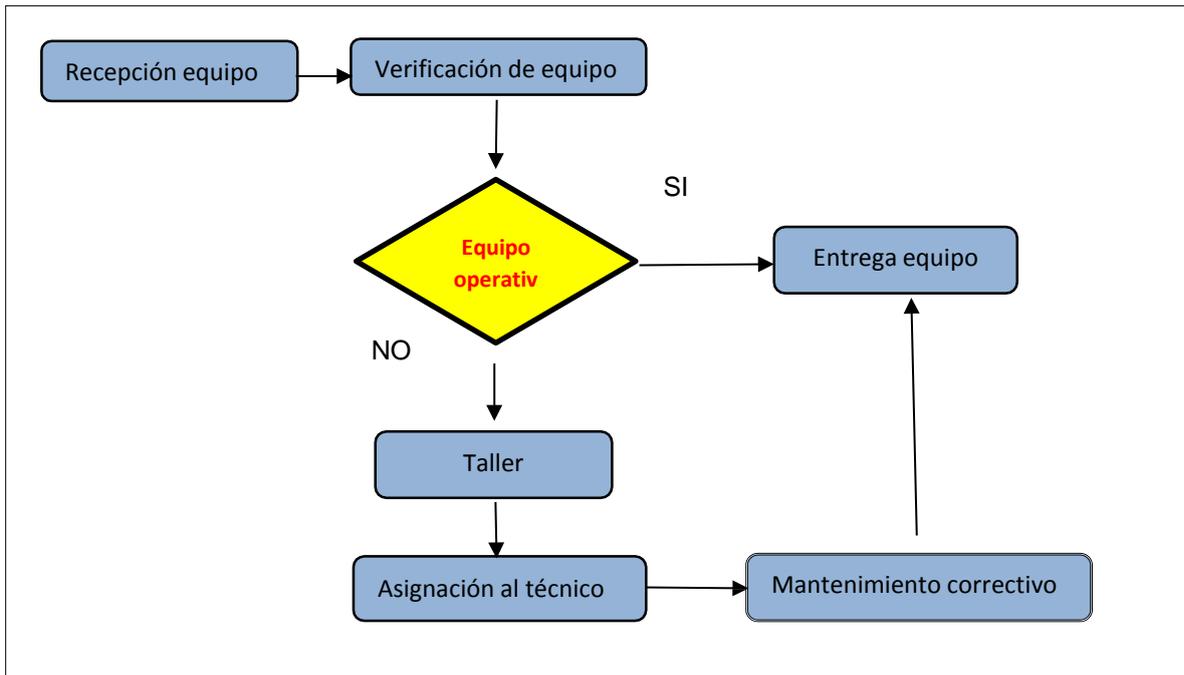


Gráfico 22 Flujograma actual de la empresa Lift rental Solutions SAC
Fuente; Empresa Lift rental Solutions SAC

5.1.1 Situación actual análisis Pre - test

Es el primer paso a desarrollar de manera adecuada la metodología RCM, comenzando por realización de un análisis de lo general a lo más particular. La metodología sugiere que la implementación se de manera integral a todos los equipos que participan en proceso productivo ya sean equipos principales o secundarios.

Para efectos de nuestro estudio se ha considerado Seis (6) equipos elevadores Tipo Tijera que han realizado mayores servicios a nuestros clientes.

- Elevador Tipo Tijera Electrica GS-3246
- Elevador Tipo Tijera 3246 ES
- Elevador tipo Tijera GS-1930
- Elevador tipo Tijera 1930ES
- Elevador Tipo Tijera COMPACT 12
- Elevador Tipo Tijera OPTIMUM 8

Análisis Pre – test

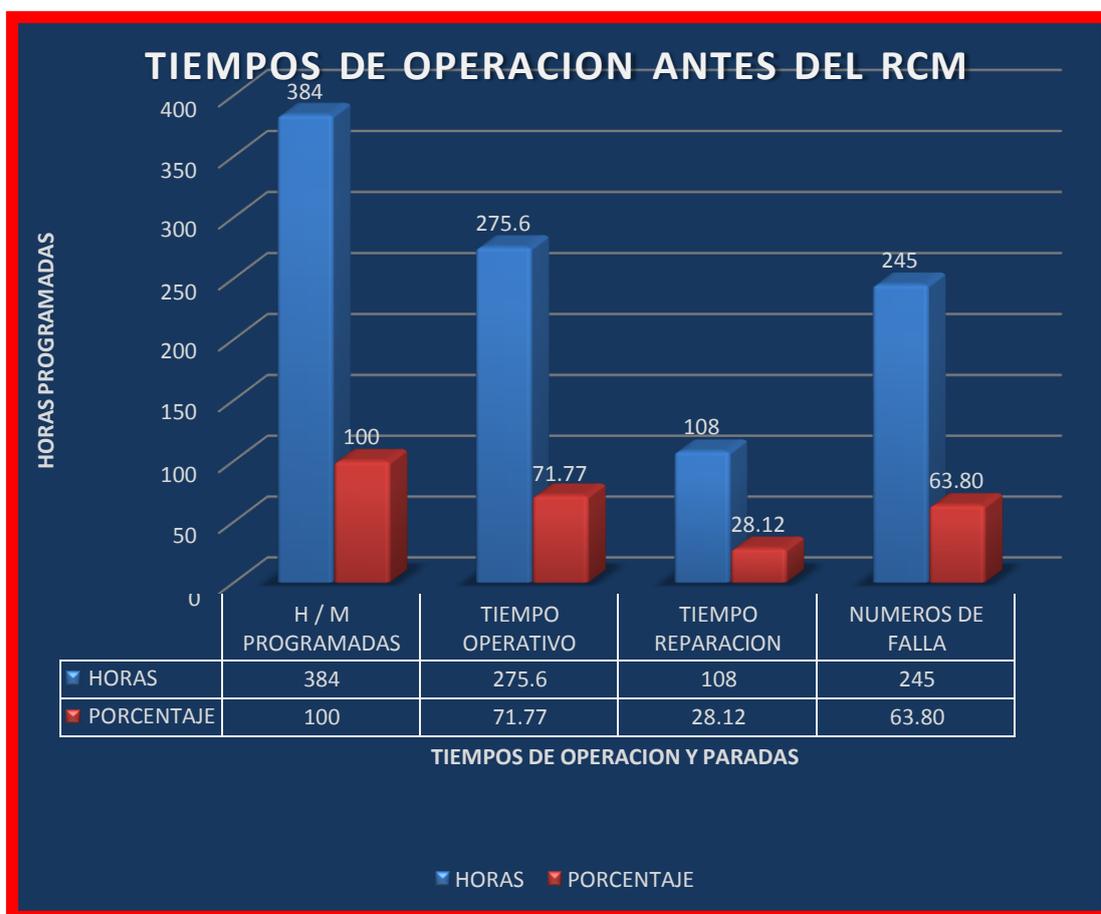


Gráfico 23 Reporte de tiempo de operación antes
Fuente: elaboración propia

El análisis del Gráfico 23 se observa que los reportes de los tiempos operativos (71.77%), tiempos de reparación es (28.12 %) y el número de fallas (63.80 %) en un análisis pre –test antes de la aplicación del RCM. Para Seis equipos de usual utilización, para una programación de 384 horas programadas. El análisis de datos obtenidos se podrá visualizar en el anexo 3 de la presente investigación.

5.1.2 Propuesta de mejora

Objetivo de la propuesta

De acuerdo a nuestro objetivo de la presente investigación para disminuir los problemas y sus causas encontradas en el capítulo anterior, se propone lo siguiente, de tal manera se podrá incrementar la Productividad de la empresa Lift Rental Solutions SAC.

- **Plan de capacitación**
- **Plan de mantenimiento RCM.**
- **Mejorar los procesos**
- **Control de indicadores**

Identificación de propuesta de mejora

A continuación, se determina y analiza las alternativas de solución a los problemas de falta de un plan de mantenimiento, según el enfoque estratégico que requiera la empresa, tomando en cuenta la planificación, programación, mejora de procesos e indicadores, para lo cual serán viables aplicarlas (Ver tabla 11)

Tabla 11 Identificación de propuesta y mejora

SOLUCIONES	ANALISIS DE SOLUCIONES
Plan de capacitación	Todo el personal técnico desarrollara nuevos conocimientos, los mismos que ayudara a su desempeño en las actividades encomendadas, asimismo incrementara su habilidades y destrezas relacionadas a su puesto de trabajo.
Plan de mantenimiento RCM	Los técnicos se guiarán de un modelo como fichas y registros, las cuales hacen referencia para realizar su trabajo ya programado.
Mejorar los procesos	El personal técnico se guiará bajo el nuevo flujograma totalmente reestructurado.
Control de indicadores	Los técnicos completaran los registros de control de los indicadores (Disponibilidad, Confiabilidad y Mantenibilidad)

Fuente: elaboración propia

5.1.2.1 Desarrollo de estrategias

1) Plan de capacitación

Los planes de capacitación son establecidos por un conjunto de acciones variadas (charlas y adiestramiento) diseñadas de tal manera como un itinerario formativo completo. Tiene como objetivo dar respuestas de orientación y formación sobre las nuevas características que tendrá el mantenimiento en la empresa Lift Rental Solutions SAC. Se realizará capacitación al supervisor, al personal técnico y su ayudante, con la única finalidad de aprender y obtener mayor información teórica y práctica, con el fin de ejecutar paso a paso el nuevo plan de mantenimiento con bastante eficiencia. (anexo 13)

2) Plan de mantenimiento RCM

Para la implementación de este plan de Mantenimiento se aplicarán las siete (7) preguntas del RCM Se procederá a describir las 7 preguntas del RCM de manera general, ya que al responder se obtendrá información básica para tener formas de intervención en las máquinas y mantener su buen funcionamiento.

Metodología de Mantenimiento RCM:

- **Pregunta 1.- Funciones y parámetros funcionales)**

Identificar y definir en qué condiciones y parámetros de funcionamiento trabaja el equipo, el argumento operacional será la base para determinar la actividad preventiva del equipo. Asimismo, debemos determinar que funciones cumple el equipo dentro de la empresa, se debe listar en funciones principales y secundarias. Es muy importante tener a las personas que operan los equipos dentro del grupo de trabajo tanto como el personal de mantenimiento y producción, que son quienes conviven el día a día con los equipos y activos de la empresa.

- **Pregunta 2.- Fallas funcionales**

Está relacionado con la identificación de cómo puede fallar el equipo y no cumplir con la función según los parámetros establecidos por el usuario,

se debe considerar la forma clara de las funciones para determinar las fallas funcionales y estas pueden ser de una a más.

- **Pregunta 3.- Modos de falla**

Identificar y confirmar que los modos de falla son las causas y que ocasionan el estado de parada o falla, solo analizando la causa raíz podremos asegurarnos que las actividades de mantenimiento que se establezcan puedan eliminar las causas de manera eficiente

- **Pregunta 4.- Efectos de falla**

Definimos Efectos de falla, como los efectos asociados a cada falla descrita y deben ser determinados claramente con grado de importancia y criticidad para un posterior soporte técnico.

- **Pregunta 5.- Consecuencias de falla**

Es importante en señalar la vital importancia de considerar también los aspectos como medio ambiente, seguridad y de operación se debe tener claro de qué manera afecta a la operación. Estas consecuencias de falla son clasificadas por el RCM en cuatro grupos:

- Consecuencia de fallas ocultas.
- Consecuencias de seguridad y medio ambiente.
- Consecuencias operacionales.
- Consecuencias no operacionales.

Se debe realizar una correcta identificación de consecuencias ya que cada actividad que se realice será distinta.

- **Pregunta 6 y 7.- Estrategias de mantenimiento**

Con la información recopilada y analizada en las preguntas anteriores, se podrá evaluar las acciones que debemos realizar y proponer para cada equipo. Es muy importante mantener la operatividad de los equipos se debe precisar qué tipo de mantenimiento se va aplicar para a cada actividad. Tenemos los siguientes mantenimientos.

Mantenimiento preventivo:

Llamado también como mantenimiento de sustitución o reacondicionamiento cíclico, básicamente realizadas con un intervalo fijo de tiempo.

Mantenimiento correctivo:

Este tipo de mantenimiento es llamado trabajo a rotura, ya que por lo general no se practica ninguna tarea preventiva ni predictiva. Generalmente se aplica cuando el repuesto es común y con un bajo costo y su reparación y/o reutilización no es rentable.

Mantenimiento detectivo:

Conocido también como búsqueda de fallas, se basa en la utilización de dispositivos que permitan verificar el funcionamiento de los equipos o activos bajo ciertos parámetros. Es utilizado en industrias altamente automatizadas, donde es importante mantener un control más a detalle de los equipos debido a su alta complejidad.

Mantenimiento predictivo:

Basado en la inspección que buscan indicios de falla de los equipos antes de que ocurran. Estas inspecciones pueden ser visuales o con mediciones periódicas, tales como análisis vibracional, termo gráficos, aceites, ultrasonido, etc. Estos permiten conocer el estado del componente, y decidir si es factible el cambio o mantenimiento.

Mantenimiento autónomo:

El mantenimiento autónomo está relacionado con las actividades dirigidas al personal operador del equipo que adicionalmente a la rutina de manejo de máquina, tendrá (previa capacitación) un nivel de responsabilidad básico en el cuidado y mantención del equipo, para lo cual se incluye en la metodología RCM. Estableciendo actividades concretas en este nivel.

Tabla 12 Fallas funcionales y modo de fallas en los elevadores eléctricos comunes tipo Tijera

FUNCIONES	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA
Control para el Sistema hidraulico del Elevador electrico	Fuga de aceite hidraulico en las mangueras de direccion	Sistema hidraulico de Elevador inoperativo
Sistema de arranque del Elevador	Suciedad en el equipo y nivel de agua bajo en las baterías	Bateria en mal estado
Sistema de arranque del Elevador	Problema en el descenso por Suciedad en el equipo.	Sistema de arranque trabado
Sistema de arranque del Elevador	Baterías se encuentran descargadas	Sistema de carga de baterías inoperativo
Sistema de mando y control del Elevador	Ruidos al subir y bajar el tijeral de plataforma depiso no funciona.	Comando de control de elevacion inoperativo
Seguridad del elevador para evitar incendio	Suciedad en el equipo y oxido en las estructuras del equipo	Riesgo de ocasionar corto circuito del sistema
Sistema de encendido y arranque del elevador	Suciedad en el equipo y nivel de electrolitico de las baterías bajas.	No existe arranque en el Elevador electrico
Sistema de arranque electrico del elevador	Baterías descargadas	Sistema de alternador eléctrico inoperativo
Sistema de conmutador de elevacion electrica de la plataforma	Conmutador de funciones de trabajo inoperativo	Sistema de commutator de funciones trabado
Sistema electrico del elevador	Cargador de baterías inoperativo	No enciende circulina de luz de descenso, alternador inoperativo
Sistema de control de altura del elevador	Calibración de funciones.	Atasco de antibaches por desnivel de piso para el control de altura de plataforma
Sistema de módulo de control de la plataforma	Lubricación de los ejes y pines de las articulaciones.	Módulo de control de articulaciones trabado

Sistema de control de encendido del elevador	Sulfatación de los bornes de baterías.	Falso contacto en bornes de baterías para el encendido
Sistema de control hidraulico del elevador	Fuga de hidrolina por mangueras hidráulicas	No funciona sistema hidraulico de plataforma
Sistema electrico de encendido de la plataforma	Rellenar agua destilada a la batería.	Problemas en el sistema de arranque del Elevador
Sistema de frenos del elevador	Bobinas de freno de motores cruzados.	Elevador electrico sin freno
Sistema de control de luces de la plataforma	Falso contacto en el cableado eléctrico.	Sistema de luces inoperativo
Motor electrico de la plataforma	Motores eléctricos de traslación recalentados	Quemadura en el motor electrico
Sistema de control de funciones de la plataforma	Contactador de funciones cruzado.	No existe control del sistema de funciones

Fuente: elaboracion propia

5.1.3 Escala de Criticidad

Según PARRA, Carlos & CRESPO, Adolfo (2012). Es una metodología que permite identificar y jerarquizar por su importancia los activos de una instalación, sobre las cuales vale la pena dirigir recursos (humanos, económicos y tecnológicos). En tal sentido, el proceso de Análisis de Criticidad nos va a permitir determinar la importancia y las consecuencias de los eventos potenciales de fallos de los sistemas de producción dentro del contexto operacional en el cual se desempeñan.

Tabla 13 Escalas de Criticidad

CRITICIDAD	DESCRIPCION	
ALTA	Se considera criticidad Alta a las fallas que ocasionan lo siguiente:	
	1	Demandan recursos muy costosos o de importación
	2	Comprometen la integridad del personal operador y técnico
	3	Comprometen la calidad del producto
	4	No son de fácil identificación.
MEDIA	Se considera criticidad Media a las fallas que ocasionan lo siguiente:	
	1	Generan paradas cortas posible de solucionar de forma rápida
	2	No compromete la seguridad del operador o técnico
	3	No compromete la calidad del producto.
	4	Son detectables en las inspecciones.
BAJA	Se considera criticidad Baja a las fallas que ocasionan lo siguiente:	
	1	Pueden ser solucionadas por el operador (previa capacitación RCM)
	2	No ocasionan parada del equipo.
	3	Son de fácil identificación.

Fuente: elaboracion propia

Tabla 14 Análisis de modo de fallas y efectos de falla (AMEF)

MODO DE FALLA	EFEECTO DE FALLA	CRITICIDAD	ACTIVIDAD A REALIZAR	FRECUENCIA	DURACIÓN (MIN)	OBSERVACIÓN
Sistema hidráulico de Elevador inoperativo	Fuga de aceite hidráulico en las mangueras de dirección	ALTA	Se cambiaron tres (3) mangueras hidráulicas	90 días	90	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas

Batería en mal estado	Suciedad en el equipo y nivel de agua bajo del agua de las baterías	MEDIA	Se aumentó ½ galón de agua destilada	90 días	120	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Sistema de arranque trabado	Problema en el descenso de Suciedad en el equipo	MEDIA	Se realizó mantenimiento preventivo al sistema	180 días	180	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Sistema de carga de baterías inoperativo	Baterías se encuentran descargadas	MEDIA	Proceso de recuperación de baterías con carga eléctrica lenta	180 días	240	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Comando de control de elevación inoperativo	Ruidos al subir y baja del tijeral de plataforma de piso no funciona	ALTA	Se realizó mantenimiento preventivo (engrasado de cadena) al sistema de control	180 días	300	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Riesgo de ocasionar corto circuito del sistema	Suciedad en el equipo y oxido en las estructuras del equipo	MEDIA	Limpieza, lavado y pintado general.	180 días	180	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
No existe arranque en el Elevador eléctrico	Suciedad en el equipo y nivel de electrolítico de las baterías bajas	BAJA	Limpieza, lavado del sistema y rellenado de electrolítico a la batería	90 días	120	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Sistema de alternador eléctrico inoperativo	Baterías descargadas	MEDIA	Mantenimiento y recarga lenta de baterías	90 días	90	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Sistema de conmutador de funciones trabado	Conmutador de funciones de trabajo inoperativo	ALTA	Desmontaje y cambio del conmutador de funciones	180 días	180	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
No enciende circulina de luz de descenso, alternador inoperativo	Cargador de baterías inoperativo	MEDIA	Desmontaje, mantenimiento y cambio de los carbones del alternador eléctrico	180 días	180	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas

Atasco de anti baches por desnivel de piso para el control de altura de plataforma	Calibración de funciones.	ALTA	Desmontaje de conmutador del sistema y calibración del mismo	270 días	180	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Módulo de control de articulaciones trabado	Lubricación de los ejes y pines de las articulaciones	ALTA	Se realizó mantenimiento preventivo (engrasado y lubricación de los pines de las articulaciones)	90 días	240	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Falso contacto en bornes de baterías para el encendido	Sulfatación de los bornes de baterías.	MEDIA	Se realizó mantenimiento preventivo de las baterías	90 días	120	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
No funciona sistema hidráulico de plataforma	Fuga de hidrolina por mangueras hidráulicas	ALTA	Se realizó mantenimiento y se cambiaron mangueras en mal estado (roto)	90 días	90	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Problemas en el sistema de arranque del Elevador	Rellenar aguas destilada a la batería.	BAJA	Se realizó mantenimiento y se cambió toda el agua destilada a la batería	180 días	180	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Elevador eléctrico sin freno	Bobinas de freno de motores cruzados.	ALTA	Se cambiaron las bobinas de freno del elevador	180 días	120	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Sistema de luces inoperativo	Falso contacto en el cableado eléctrico.	MEDIA	Se cambió todo el cableado del sistema eléctrico	360 días	180	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
Quemadura en el motor eléctrico	Motores eléctricos de traslación recalentados	ALTA	Se desmontó y se reemplazó el motor eléctrico	360 días	180	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas
No existe control del sistema de funciones	Contactador de funciones cruzado	MEDIA	Se cambió el Contactador de funciones	180 días	120	Herramientas a utilizar: Llaves mixtas

Fuente: elaboración propia

5.1.4 Análisis de los modos y efectos fallos (AMEF):

Según PARRA, Carlos (2012). El análisis de los modos y efectos de fallos (AMEF) es la herramienta principal del RCM que optimiza la gestión de mantenimiento en una organización determinada, ya que ayuda a responder cinco preguntas básicas del RCM.

El objetivo básico del AMEF es encontrar todas las formas o modos en los que puede fallar un activo dentro de un proceso, e identificar los posibles efectos de los fallos en función de tres criterios básicos del RCM: seguridad humana, seguridad del medio ambiente e impacto a la producción.

Este análisis nos permitirá clasificar los efectos de falla, luego poder identificarlas y establecer una criticidad propia del efecto de falla en el proceso productivo. En ese escenario se puede plantear actividades para prevenir y eliminar estos eventos, estableciendo frecuencias en sus actividades, así como las herramientas a utilizar.

Establecido el análisis RCM para los equipos, identificamos los planes de mantenimiento para cada uno los cuales pasan a la fase de programación donde se determina la distribución de personal técnico, materiales y repuestos. En general el mismo que deberá contemplar la disponibilidad de los equipos en coordinación con producción bajo los lineamientos que plantea la gerencia para ejecutar.

Se actualizó el plan de mantenimiento colocando como referencia los modelos de plataformas que tienen mayor cobertura de alquiler considerando los repuestos que se utilizan por cada uno de ellos, eso nos permite tener un control minucioso de los equipos y poder prevenir cualquier falla que implique parar las máquinas.

Plan de Mantenimiento y cronograma de Mantenimiento RCM de equipos elevadores eléctricos tipo tijera

Según PARRA, Carlos (2012). “Para elaborar e iniciar un plan de mantenimiento es necesario identificar cuales son los equipos a los que deseamos realizar mantenimiento.” Para ello hemos tomado en cuenta los equipos de plataforma de mayor servicio, los mismos que indicamos a continuación;

- Elevador Tipo Tijera Electrica GS-3246
- Elevador Tipo Tijera 3246 ES
- Elevador tipo Tijera GS-1930
- Elevador tipo Tijera 1930ES
- Elevador Tipo Tijera COMPACT 12
- Elevador Tipo Tijera OPTIMUM 8

A continuación, se crea la matriz de Criticidad de todos los equipos. Los criterios que sigue la matriz de Criticidad para decidir cuándo un equipo es crítico, semi-crítico o no crítico están definidos por la empresa y el criterio del estudiante y los responsables de planta (Jefe planta, operarios).

Así mismo también se tendrá en cuenta las fallas funcionales y/o modos fallas registradas en la planta durante un periodo de 12 meses desde abril 2019 hasta marzo 2020.

Para la creación del plan de mantenimiento, se tendrán en cuenta los equipos críticos, semi- críticos obtenidos en la matriz de criticidad.

Los planes de mantenimiento de los equipos, así como los cronogramas de mantenimiento de los equipos descritos líneas abajo se encuentran en los anexos 14, 16, 18, 20,22 y 24 del presente trabajo de investigación.

- Elevador Tipo Tijera Electrica GS-3246
- Elevador Tipo Tijera 3246 ES
- Elevador tipo Tijera GS-1930
- Elevador tipo Tijera 1930ES
- Elevador Tipo Tijera COMPACT 12
- Elevador Tipo Tijera OPTIMUM 8

Tabla 15 Plan de Mantenimiento RCM para Elevador Tipo Tijera Electrica GS-3246

EQUIPO	ACTIVIDAD	TRABAJO A REALIZAR	MATERIALES	HERRAMIENTAS	PERIODO	PERSONAL	CONDICIÓN DE EQUIPO	TIEMPO DE TRABAJO	OBSERVACIONES
Elevador Tipo tijera Eléctrica GS-3246	Limpieza e inspección de la batería, cableado eléctrico, chapa de contacto y bocina en búsqueda de falsos contacto	Inspección	Trapo industrial, spray limpia contacto	Desarmadores Multímetro digital	Diario	Técnico electricista	Maquina parada	30 minutos	Cada vez que se hace limpieza, probar los interruptores.
	Revisión e inspección del sistema de parada, sensores de alarma, limitadores de corriente, alimentación a la plataforma y módulo de tierra	Revisión	Trapo industrial, spray limpia contacto	Juego de desarmadores Pinza amperimétrica	semanal	Técnico electricista	Maquina parada	60 minutos	Cada vez que se hace limpieza, probar los interruptores para verificar que si activan correctamente
	Revisión y corrección del nivel de aceite hidráulico, sistema de frenos, neumáticos y amortiguadores a fin de ser reemplazadas y/o rellenar líquidos de frenos o hidráulicos	Revisión y/o cambio	Líquido de frenos, líquido hidráulico, medidor de aire, trapo industrial	Juego de desarmadores medidor de aire y presión	3 meses	Técnico mecánico	Maquina parada	30 minutos	Cada vez que se requiera el cambio de aceite, tener en cuenta el uso de tapones para evitar las pérdidas de aceite
	Inspección y verificación de los dispositivos antibaches y bombas de tracción delantera a fin de evitar volcaduras	Inspección	Trapo industrial, grasas,	Juego de llaves mixtas	2 meses	Técnico mecánico	Maquina parada	60 minutos	
	Limpieza y mantenimiento de la válvula manual de descenso, bombas de tracción delanteras, pistones y ajustes	Mantenimiento	Trapo industrial, grasa industrial, aceite lubricante	Juego de llaves mixtas	3 meses	Técnico mecánico	Maquina parada	3 horas	
	Limpieza de motores delanteros, cubos delanteros, conos graseros traseros	Mantenimiento	Trapo industrial, grasa industrial, guantes	llaves mixtas Aire a presión	semanal	Técnico mecánico	Maquina parada	60 minutos	Dejar el motor descubierto para que tenga mayor ventilación
	Cambio de filtro hidráulico	Mantenimiento	Trapo industrial, filtro hidráulico guantes	Juego de llaves mixtas Aire a presión	3 meses	Técnico mecánico	Maquina parada	30 minutos	
	Revisión y mantenimiento de relé térmico, panel de controles, ejes de dirección, transmisión de ruedas y control de nivel aceite de motor	Revisión	Multítester, trapo industrial,	Juego de llaves mixtas	Semanal	Técnico mecánico/ eléctrico	Maquina parada	30 minutos	Para efectos de los trabajos de alineamiento, estos deberán ser en espacios tipo zanjas

	Revisión y mantenimiento de ejes direccionales, motor eléctrico, bomba hidráulica y transformador	Mantenimiento	trapo industrial, grasa industrial	Juego de llaves mixtas	6 meses	Técnico mecánico/ electricista	Maquina parada	60 minutos	
	Revisión y cambio de pastillas de fricción, amortiguadores, aceite de motor y filtro hidráulico	Revisión y cambio	trapo industrial, pastillas de fricción, aceite motor y filtro	Juego de llaves mixtas	9 meses	Técnico eléctrico/ frenero	Maquina parada	60 minutos	
	Revisión y cambio de Aceite hidráulico y aceite de transmisión	Revisión y cambio	trapo industrial, aceite hidráulico y de transmisión	Juego de llaves mixtas	12 meses	Técnico electricista	Maquina parada	60 minutos	

Fuente: elaboración propia

Tabla 16 Cronograma de Mantenimiento

INFORMACION		CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO RCM ELEVADOR GS-3246																																																					
		MESES																																																					
		Abr-19				May-19				Jun-19				Jul-19				Ago-19				Set-19				Oct-19				Nov-19				Dic-19				Ene-20				Feb-20				Mar-20									
EQUIPO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48						
Elevador Tipo tijera Eléctrica GS-3246	Limpieza e inspección de la batería, cableado eléctrico, chapa de contacto y bocina en búsqueda de falsos contacto	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	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D			
	Revisión e inspección del sistema de parada, sensores de alarma, limitadores de corriente, alimentación a la plataforma y módulo de tierra	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
	Revisión y corrección del nivel de aceite hidráulico, sistema de frenos, neumáticos y amortiguadores a fin de ser reemplazados. Se rellenan líquidos de frenos o hidráulicos							8S										8S																																				8S	
	Inspección y verificación de los dispositivos antibaches y bombas de tracción delantera a fin de evitar volcaduras							2M										2M																																					2M
	Limpieza y mantenimiento de la válvula manual de descenso, bombas de tracción delanteras, pistones y ajustes													3M																																								3M	
	Limpieza de motores delanteros, cubos delanteros, conos graseros traseros	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S		
	Cambio de filtro hidráulico													3M																																								3M	
	Revisión y mantenimiento de relé térmico, panel de controles, ejes de dirección, transmisión de ruedas y control de nivel aceite de motor	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S		
	Revisión y mantenimiento de ejes direccionales, motor eléctrico, bomba hidráulica y transformador																																																					6M	
	Revisión y cambio de pastillas de fricción, amortiguadores, aceite de motor y filtro hidráulico																																																					9M	
Revisión y cambio de Aceite hidráulico y aceite de transmisión																																																						12M	

CRONOGRAMA

D	Diario
S	semanal
2M	8 semanas
3M	3 meses
6M	6 meses
9M	9 meses
12M	12 meses

Activar Windows

Fuente: elaboración propia

		Versión: Mado - PPMTZ - 2017			
		CHECK LIST DE REVISION "ENTRADA"			
EQUIPO:		FECHA:		N°:	
CODIGO:		FICHERO: Entrada			
EVALUADOR:		TRAMITE: Control de Calidad			
N°	DESCRIPCION	OK	Malo	NA	OBS
INSPECCION VISUAL					
1	Pintura				
2	Limpieza				
3	Estructura				
4	Neumáticos				
5	Letrero de Seguridad, Publicidad e Información				
CHEQUEO DE FLUIDOS					
1	Aceite de Motor				
2	Aceite Hidráulico				
3	Aceite de Transmisión				
4	Combustible				
5	Agua del Radiador				
6	Electrolito de Batería(s)				
VERIFICACION DE FUNCIONES					
1	Control de Fijo				
2	Control de Plataforma				
3	Estabilizadores (Extensión de Asa), Gatas				
CHEQUEO DEL SISTEMA ELECTRICO.					
1	Conectores / Terminales				
2	Batería(s) / Bases				
3	Cargador				
4	Switches / Joysticks				
5	Reflectores				
6	Aislación de cables				
CHEQUEO DEL SISTEMA HIDRAULICO					
1	Filtraciones				
2	Mangueras y Conectores				
3	Cilindros				
4	Bombas y Motores				
VERIFICACION DEL MOTOR					
1	Amonque (frio/caliente)				
2	Ventilador y fajas				
3	Aceleración				
4	Mantenimiento Preventivo				
VERIFICACION DE LA ESTRUCTURA					
1	Canastilla				
2	Brazos				
3	Tapas				
4	Pines / Pasadores				
Otras Observaciones:					
Firma del Evaluador					Aprobado:

Gráfico 25: Formato check list
Fuente: Lift Rental Solutions SAC

		LIFT RENTAL SOLUTIONS SAC			Versión Mnnto - PPNTE			
		EVALUACION DE TRABAJOS FINALES- CONTROL DE FALLAS						
AREA:		TRAMITE		REALIZADO POR			FECHA	
Datos Generales					Control de Falla			
Equipo	Técnico	Nº OT	Estado de recepción	Fecha	Tipo	Problema	Detalle	Puntuación
Tipos de Falla:					Estado recepción			
I: Imagen; limpieza, pintura, estructura					B: Bueno			
E: Eléctrica; calibración, cableados, carga					M: Malo			
H: Hidráulica; fugas, mangueras, fuerza, calentamiento								
M: Mecánica; rozamiento, dirección, fugas, fuerza								
O: Operación; movimiento, velocidades								
P: Preventiva								
ES: Estructura								

Gráfico 26 Formato de control de fallas
 Fuente: Lift Rental Solutions SAC



Versión: Mntto - PPMTE - 2017

LIFT RENTAL

Plan de Procesos de Mantenimiento

MÓDELO: Elevador de Plataforma Aérea CÓDIGO / SERIE: HOROMETRO:	EJECUTOR: Sandro Picconi SUPRV. / JEFE: Carlos Saiz FECHA:
--	---

LISTA A		LISTA C	
A-1	Revisión de las baterías	C-1	Pastillas de tracción
A-2	Revisión del cableado eléctrico	C-2	Signales de de ejes direccionales
A-3	Nivel del aceite hidráulico	C-3	Motor eléctrico
A-4	Estado de todas las piezas	C-4	Bomba hidráulica
A-5	Neumáticos y llantas	C-5	Cargador
A-6	Prueba de emergencia ambos tableros	C-6	Transformador
A-7	Chaves de contacto	C-7	Amortiguadores
A-8	Revisión de funciones	C-8	Limitadores de Velocidades
A-9	Roce	C-9	Cubos Delanteros
A-10	Revisión de frenos	C-10	Conos Graseos Traseros
A-11	Sensor de altura y inclinación	C-11	Sustitución del filtro hidráulico
A-12	HQ de alarmas		
A-13	Válvula manual de freno		
A-14	Limitadores		
A-15	Dispositivos anti-choques		
A-16	Válvula manual de descenso		
A-17	Lubricación general		
A-18	Ajustes		
A-19	Alimentación a la pasteroma		
A-20	Chasis y sobre chasis		
A-21	Platones		
A-22	Bombas de tracción delanteras		
A-23	Motores Delanteros		
A-24	Cubos Delanteros		
A-25	Conos Graseos Traseros		
A-26	Revisión del Control de Plataforma		
A-27	Revisión del Módulo Tierra		
A-28	Cubos traseros de freno		

LISTA B		LISTA D	
B-1	Revisión del filtro hidráulico	D-1	Acete hidráulico
B-2	Revisión de ejes de dirección		
B-3	Rele térmico		
B-4	Perceles de control		
B-5	Revisión de transmisión de ruedas		
B-6	Revisión del Controlador de Motor		

LUBRIFICACIÓN

	cada 100 hrs. A
	cada 200 hrs. A+B
	cada 300 hrs. A+B+C
	cada 400 hrs. A+B+C+D
	inspección

Firma del Técnico

Firma del Jefe de Mntto

* Una vez completada cada procedimiento, ponga una marca de verificación en la casilla apropiada.

* Cjo los mantenimientos dependerán también del uso de la máquina, por lo contrario se suspenderán hasta su próxima intervención.



Para Modelos de Tijeras Eléctricas

Gráfico 27 Formato de Plan de proceso de Mantenimiento
Fuente: Lift Rental Solutions SAC

		LIFT RENTAL SOLUTIONS SAC		CODIGO	F - MTTO-001
		REGISTRO HISTORICO DE EQUIPOS CRITICOS		VERSION	1
DESCRIPCION: Elevador autopropulsado DC de plataforma aéreo		ÁREA - SECCION: Mantenimiento Alquiler / Venta	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
MARCA:	MODELO:	FABRICANTE:	NUMERO CODIGO:	NUMERO INVENTARIO	
TIPO:	SERIE:	AÑO FABRICACION:			
<u>CARACTERISTICA DE MAQUINA</u>		<u>INFORMACION TECNICA</u>	INSPECCION		ESPECIFICACIONES
			DIARIA:		
			SEMANAL:		
			MENSUAL:		
			ENERO:		
			FEBRERO:		
			MARZO:		
			ABRIL:		
			MAYO:		
			JUNIO:		
			JULIO:		
			AGOSTO:		
			SETIEMBRE:		
			OCTUBRE:		
			NOVIEMBRE:		
			DICIEMBRE:		
DIMENSIONES DE EQUIPO:		PESO TOTAL:	CAPACIDAD DE CARGA	EQUIPO ELE	MECANICO
CARGA	CLASE DE CORRIENTE	MOTOR:	SERIE:	POT.(Kw):	VELOCIDAD (RPM):
NECESIDAD DE REPUESTOS					
CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD

Gráfico 28 Formato de equipos críticos
Fuente: Lift Rental Solutions SAC

3) Mejorar los procesos

El nuevo procedimiento propuesto a realizar por los involucrados en el mantenimiento RCM preventivo se visualiza en el siguiente flujograma. (Ver Gráfico 29)

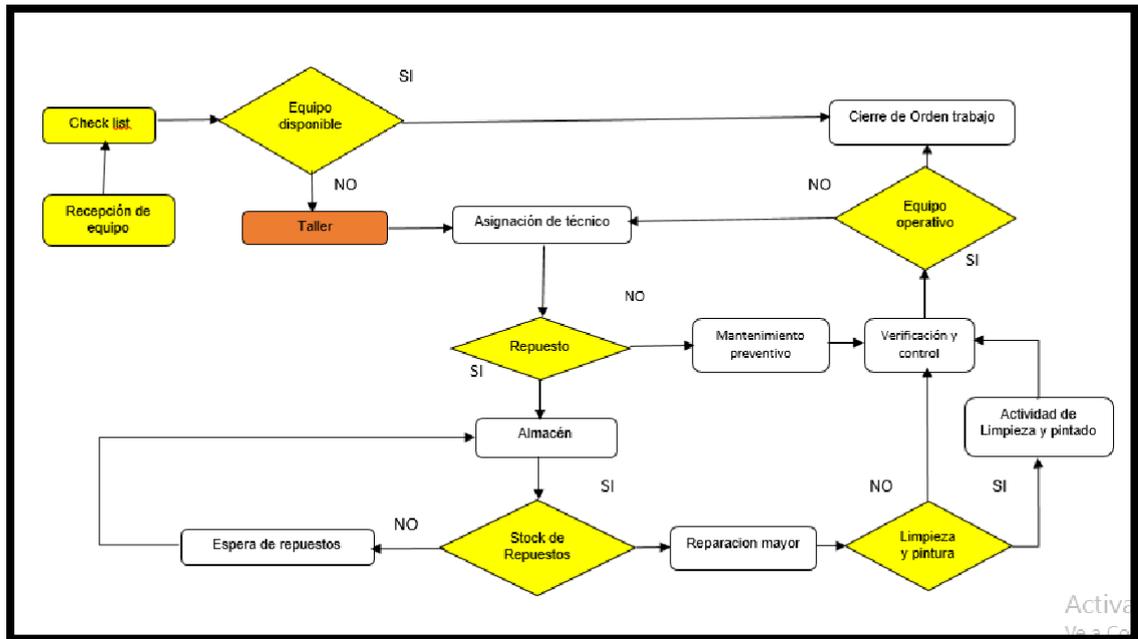


Gráfico 29 Diagrama de proceso de mantenimiento propuesto
Fuente: elaboración propia

4) Control de Indicadores

En un proceso de mantenimiento son denominados "indicadores de control" a "los resultados que se obtienen al hacer las mediciones del desarrollo de un plan que, al combinarlos entre sí para forman factores indicadores de desempeño, estas mediciones determinaran las acciones correctivas" (GARCÍA, Oliverio 2012, p. 122).

Para la presente investigación se optará por utilizar 3 indicadores en el plan de mantenimiento propuesto. Las cuales se menciona a continuación y están con su fórmula:

Disponibilidad: $D = TMEF / (TMEF + TMDR)$

Donde:

D = Disponibilidad

TMEF = Tiempo Medio entre fallas

TMDR = Tiempo medio de reparación

Confiabilidad:

$$TMEF = \frac{HROP}{\sum NTFallas}$$

Donde:

TMEF: Tiempo promedio entre fallas

HROP: Horas de operación

NTFALLAS: número total de fallas detectadas

Mantenibilidad: $TPMR = \frac{TTF}{\sum NTFallas}$

Donde:

TPMR: Tiempo de reparaciones

TTF: Tiempo total de fallas

NTFALLAS: número totales de fallas detectadas

A continuación, se muestra los registros, en la cual se colocará toda la data sobre los indicadores.

Cronograma de la Propuesta

A continuación, se presenta un cuadro (Ver tabla 17), en el cual se desarrollará la propuesta de solución.

Tabla 17 Cronograma de la propuesta

CRONOGRAMA DE PROPUESTA																				
DESCRIPCION	MESES																			
	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Plan de Capacitación	█	█	█	█	█	█	█													
Plan Mantenimiento RCM									█	█	█	█	█	█	█	█	█			
Mejorar procesos																		█	█	
Control de Indicadores																				█

Fuente: elaboracion propia

Análisis Post – test

Tiempos de operación después de RCM

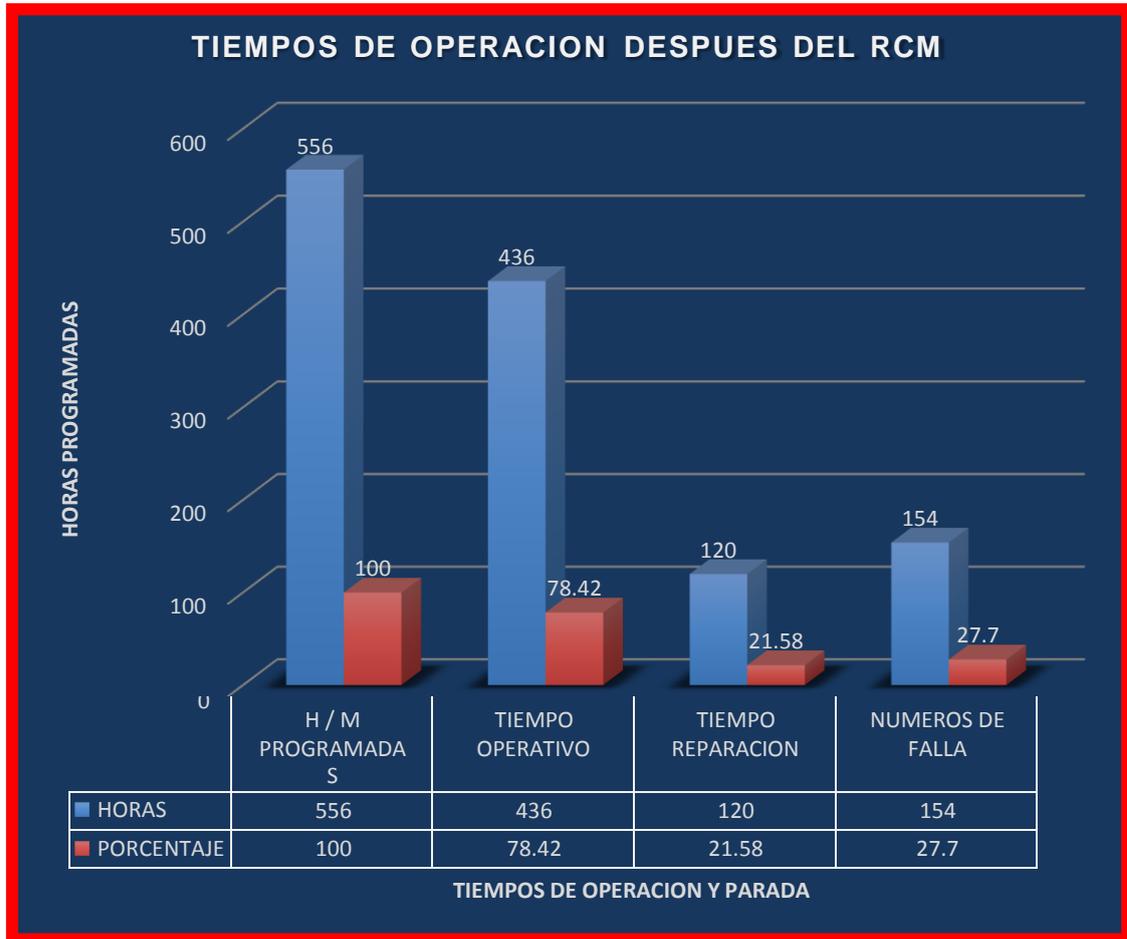


Gráfico 33 Tiempos de operación después del RCM

Fuente: elaboración propia

INTERPRETACION

El análisis de la Grafica 33 se observa los reportes de los tiempos operativos (78.42), tiempos de operación (21.58 %) y el número de fallas (27.70 %) en un análisis pos – test después de la aplicación del RCM. Para Seis equipos de usual utilización, para una programación de 556 horas programadas. Los datos de los tiempos de operación obtenidos después de la aplicación se pueden visualizar en el anexo 4

5.2 Resultados Descriptivos

5.2.1 De La Variable Independiente: RCM

Indice de confiabilidad

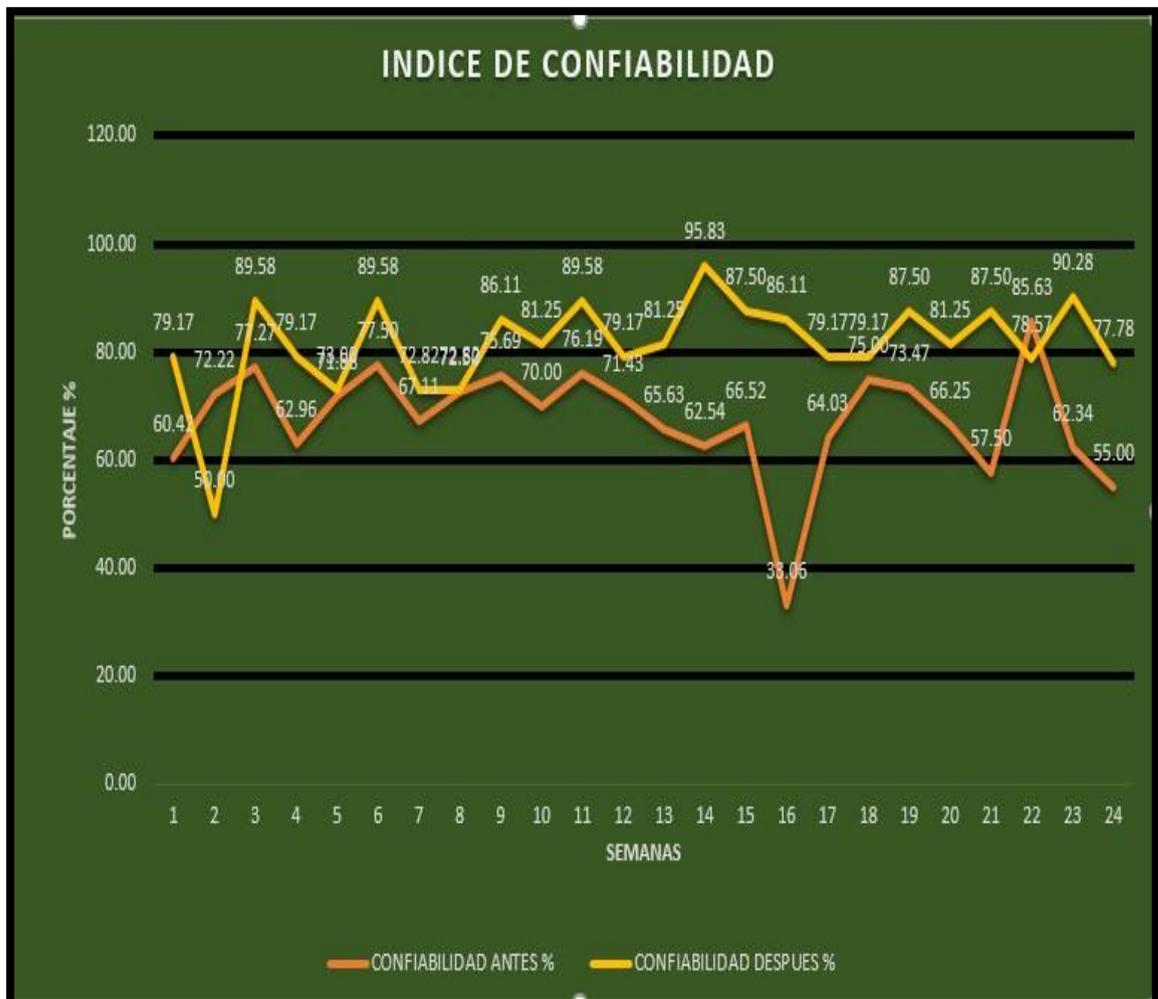


Gráfico 34 Índice de Confiabilidad

Fuente: elaboración propia

INTERPRETACIÓN:

Según el Gráfico 34 podemos evidenciar en el pretest, el indicador de Confiabilidad tiene un porcentaje de 67.59 % y en el postest, el indicador de Confiabilidad tiene un porcentaje de 81.42 %, logrando así aumentar la Confiabilidad en un 14 % con la aplicación de la metodología RCM. El análisis de datos del incremento de la confiabilidad se puede visualizar en el anexo 5

Indice de mantenibilidad

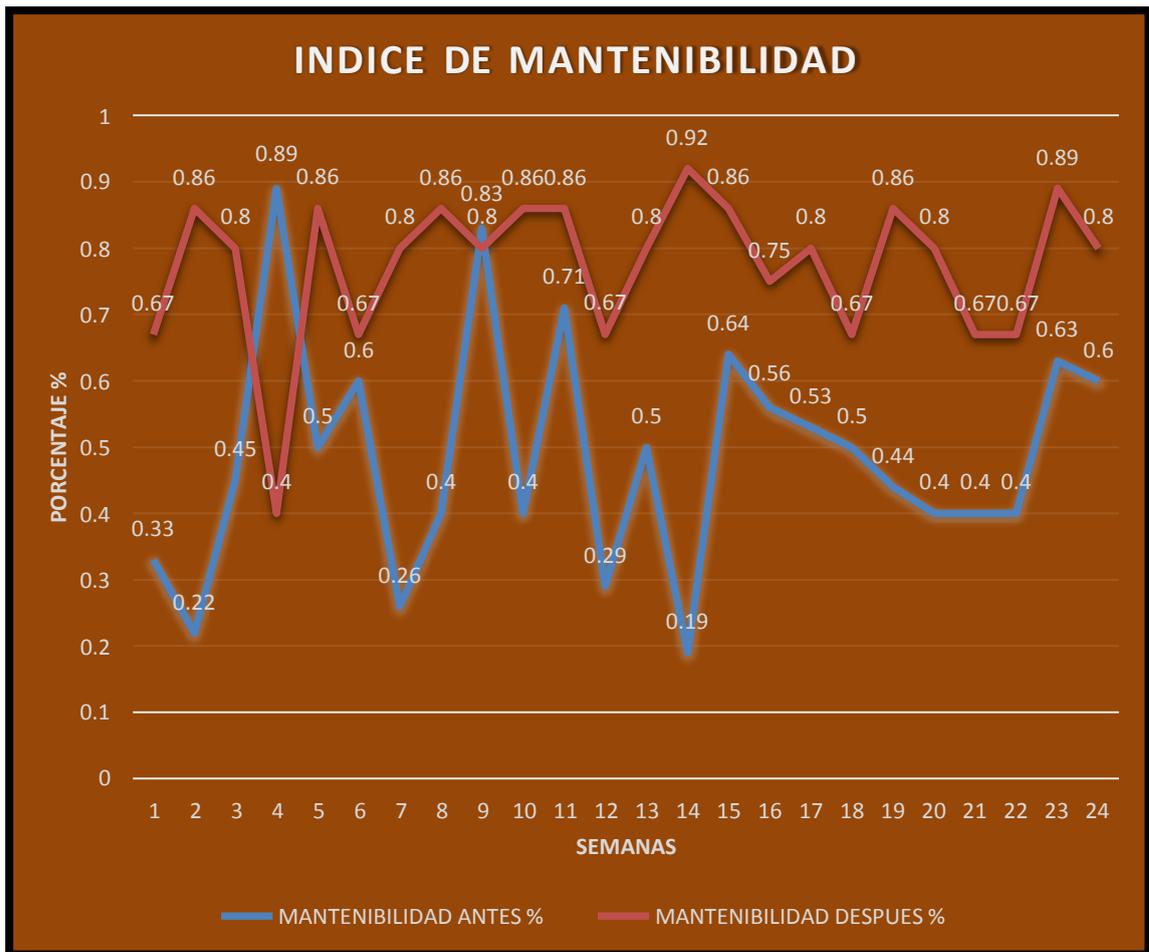


Gráfico 35 Índice de Mantenibilidad
Fuente: elaboración propia

INTERPRETACIÓN:

Según el Gráfico 35 podemos evidenciar en el pretest, el indicador de Mantenibilidad tiene un porcentaje de 0.49 % y en el posttest, el indicador de Mantenibilidad tiene un porcentaje de 0.77 %, logrando así aumentar la Mantenibilidad en un 0.28 % con la aplicación de la metodología RCM. Los datos del análisis del incremento de la mantenibilidad se visualizan en el anexo 6

Indice de disponibilidad

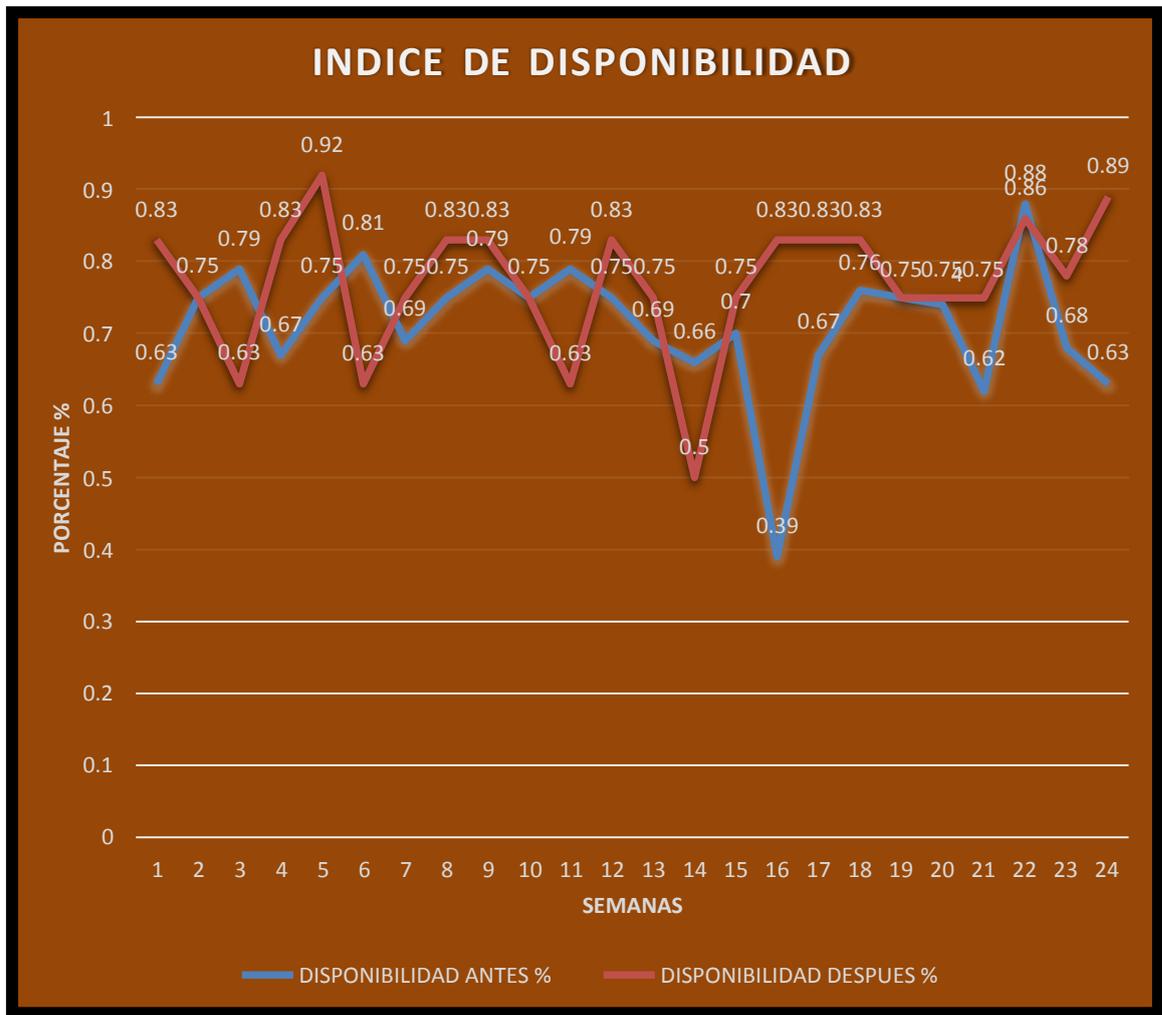


Gráfico 36 Indice de Disponibilidad
Fuente: elaboracion propia

INTERPRETACIÓN:

De acuerdo al Grafico 36 podemos evidenciar en el pretest, el indicador de Disponibilidad tiene un porcentaje de 0.70 % y en el postest, el indicador de Disponibilidad tiene un porcentaje de 0.79 %, logrando así aumentar la Disponibilidad en un 0.090 % con la aplicación de la metodología RCM. Los datos del análisis del incremento de la disponibilidad se visualizan en el anexo 7

5.2.2 De La Variable Dependiente:

Productividad

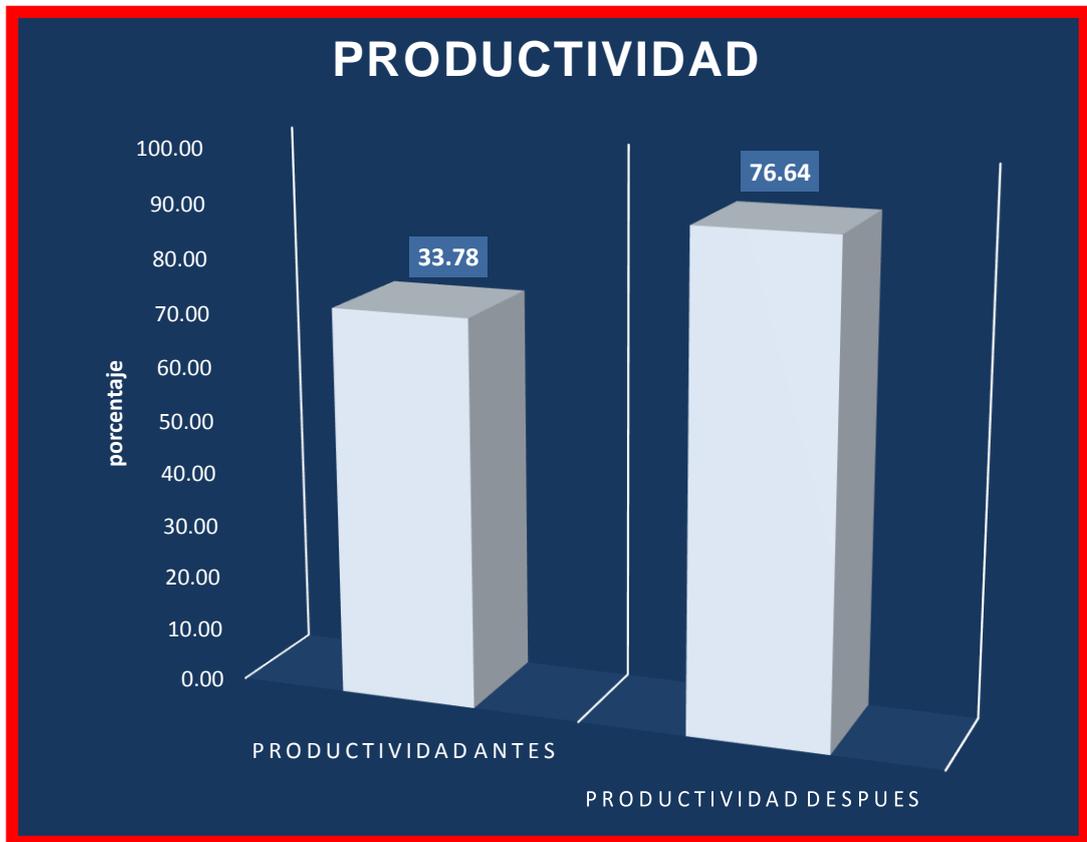


Gráfico 37 Estadística del índice de productividad
Fuente: Elaboración propia

Tal como se muestra en el Gráfico 37 se observa la comparación de la productividad obtenida antes (desde el mes de abril del 2019), el cual tuvo un promedio de 33.78% y después de la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) este ha incrementado la productividad (hasta el mes de marzo del 2020) la productividad promedio es de 76.64%. Los datos del análisis del incremento de la productividad se visualizan en el anexo 8

Eficiencia

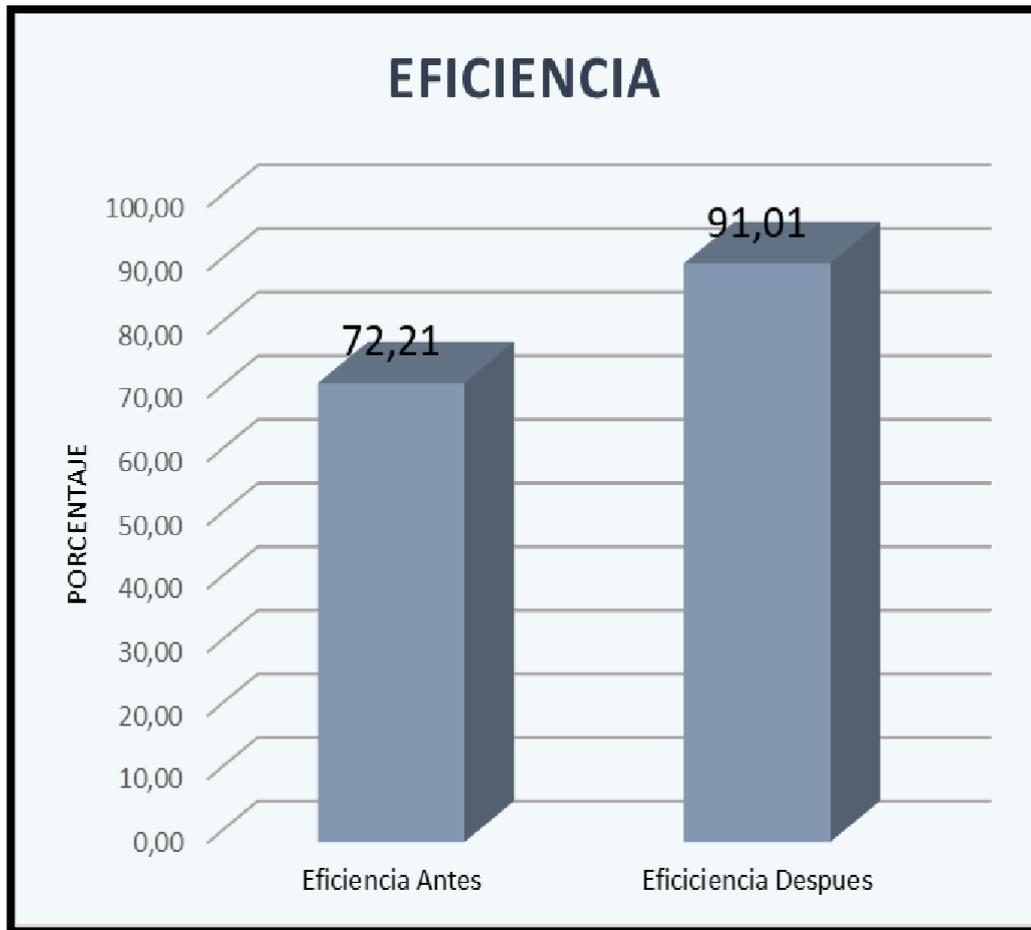


Gráfico 38 Estadística del índice de eficiencia
Fuente elaboración propia

INTERPRETACION

Tal como se muestra en el Grafico 38 se puede observar que el índice de eficiencia obtenida (antes desde el mes de abril del 2019), se obtuvo un promedio de 72.21% y después de la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) este incremento la eficiencia (hasta el mes de marzo del 2020), el índice de eficiencia promedio es de 91.01%. Los datos del análisis del incremento de la eficiencia se visualizan en el anexo 9

Eficacia

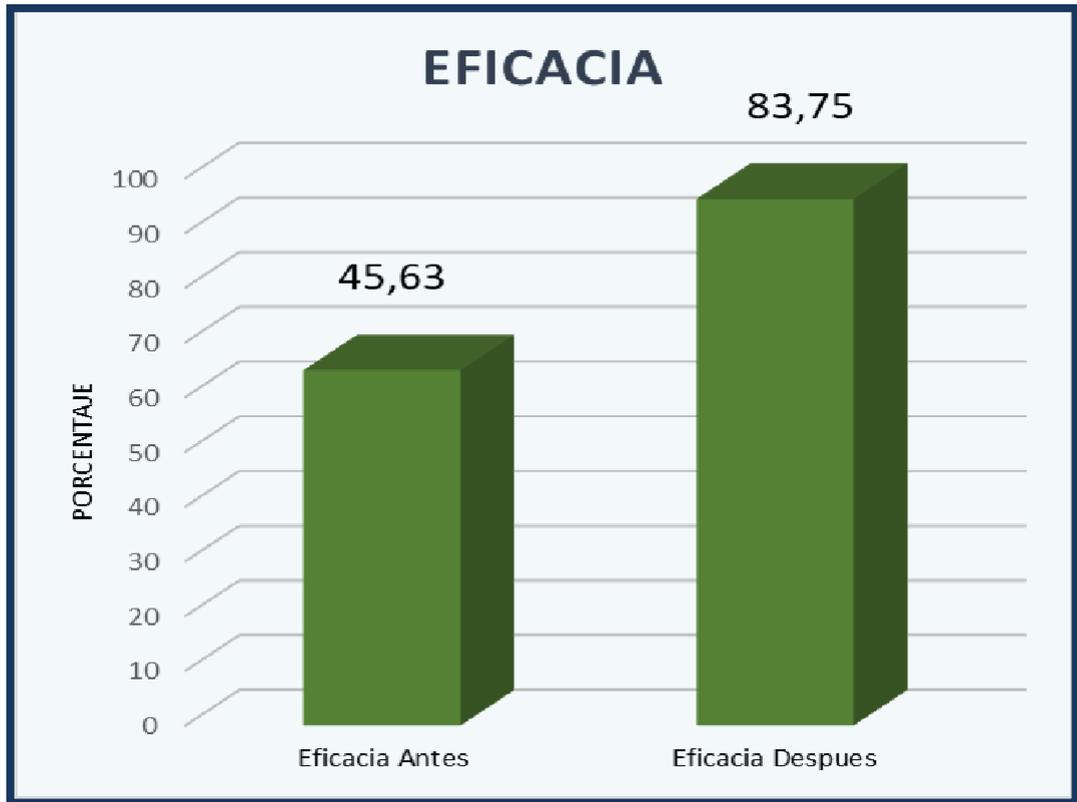


Gráfico 39. Estadística del índice de eficacia
Fuente: elaboración propia

Índice de eficacia:

Tal como se muestra en el Gráfico 39 se puede observar que el índice de eficacia obtenida (antes desde el mes de abril del 2019), se obtuvo un promedio de 45.63% y después de la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) este incremento la eficacia (hasta el mes de marzo del 2020), el índice de eficacia promedio es de 83.75%. Los datos del análisis del incremento de la eficacia se visualizan en el anexo 10

5.2 Resultados inferencial de La Variable Dependiente:

Prueba de Normalidad

Para el análisis de resultados de la investigación, se utilizó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, ya que, la muestra que se empleó es menor a 32 datos en las que se ha realizado el estudio para esta prueba. en la cual se describe las siguientes hipótesis para la productividad en la cual se trabajó con la diferencia:

Si el P-valor es $>$ a 0.05, los datos de la muestra provienen de una distribución normal, entonces se acepta la H_0 .

Si el P- valor es $<$ a 0.05, los datos de la muestra no provienen de una distribución normal, se acepta la H_a .

Tabla 18. Prueba de Normalidad

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DIFERENCIA	,142	24	,200 [*]	,949	24	,264

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: elaboración Propia

Interpretación: Como se observa en la tabla 18, el p valor con muestra sig adopta un valor de 0.264 que, mayor a 0.05, de ello se desprende que los datos de esta prueba provienen de una distribución normal y dan muestra, para la constatación de la hipótesis, que los datos son paramétricos. Para el Análisis Inferencial tenemos:

Utilizamos T- Student por ser datos paramétricos

Sig.< 0.05 son datos no paramétricos – wilcoxon

Sig. > 0.05 son datos paramétricos – T- Student

Validación de la primera Hipótesis de la variable Dependiente

Ho: La aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para incrementar la productividad no incrementara en una medida significativa en el índice de productividad en la empresa Lift Rental Solutions.

Ha: La aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para incrementar la productividad incrementara en una medida significativa en el índice de productividad en la empresa Lift Rental Solutions.

Regla de decisión

Ho: $\mu_{pa} \geq \mu_{pd}$

Ha: $\mu_{pa} < \mu_{pd}$

Tabla 19. Estadísticas de muestras emparejadas productividad

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	PRODUCTIVIDADANTES	33,7800	24	13,91463	2,84031
	PRODUCTIVIDADDESPUES	76,6413	24	13,29214	2,71325

Fuente: elaboración Propia

Tabla 20 Diferencias emparejadas productividad

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	PRODUCTIVIDADANTES - PRODUCTIVIDADDESPUES	-42,86125	18,99808	3,87797	-50,88344	-34,83906	-11,053	23	,000

Fuente: elaboración Propia

Interpretación: En la tabla 20 se observa que el resultado obtenido del sig. (Bilateral) resulta 0,000 siendo menor que 0,05, en consecuencia se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a), siendo la mejora de la media de la productividad de 42,86%, verificando una diferencia significativa en la productividad, por lo que se concluye que: La aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para incrementar la productividad incrementará en una medida significativa del 42,86% en el índice de productividad en la empresa Lift Rental Solutions.

VALIDACIÓN DE LA PRIMERA HIPÓTESIS ESPECIFICA- ÍNDICES DE EFICIENCIA

Prueba de Normalidad

Para el análisis de la investigación, se utilizó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, ya que, la muestra que se empleó es menor a 32 datos en las que se ha realizado el estudio para esta prueba. en la cual se describe las siguientes hipótesis para la productividad en la cual se trabajó con la diferencia:

Si el P-valor es $>$ a 0.05, los datos de la muestra provienen de una distribución normal, entonces se acepta la H_0 .

Si el P- valor es $<$ a 0.05, los datos de la muestra no provienen de una distribución normal, se acepta la H_a .

Tabla 21 Prueba de normalidad de diferencias mostradas

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DIFERENCIA	,187	24	,030	,925	24	,074

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: elaboración Propia

Interpretación: Como se observa en la tabla 21, el p valor con muestra sig adopta un valor de 0.074 que, mayor a 0.05, de ello se desprende que los datos de esta prueba provienen de una distribución normal y dan muestra, para la constatación de la hipótesis, que los datos son paramétricos. Para el Análisis Inferencial tenemos:

Utilizamos T- Student por ser datos paramétricos

Sig.< 0.05 son datos no paramétricos – wilcoxon

Sig. > 0.05 son datos paramétricos – T- Student

Validación de Hipótesis Especifica de la variable Dependiente

Ho: La aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para incrementar la productividad, no incrementara en una medida significativa en el índice de eficiencia en la empresa Lift Rental Solutions.

Ha: La aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para incrementar la productividad, incrementara en una medida significativa en el índice de eficiencia en la empresa Lift Rental Solutions.

Regla de decisión

$$H_0: \mu_{pa} \geq \mu_{pd}$$

$$H_1: \mu_{pa} < \mu_{pd}$$

Tabla 22. Estadísticas de muestras emparejadas índices de eficiencia

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	EFICIENCIAANTES	72,2079	24	6,39315	1,30500
	EFICIENCIADESPUES	91,0138	24	3,97566	,81153

Fuente: elaboración Propia

Tabla 23. Diferencias emparejadas índices de eficiencia

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior				Superior
Par1	EFICIENCIAANTES - EFICIENCIADESPUES	-18,80583	7,60291	1,55194	-22,01626	-15,59541	-12,118	23	,000

Fuente: elaboración Propia

Interpretación: En la tabla 23, se observa que el resultado obtenido del sig. (Bilateral) resulta 0,000 siendo menor que 0,05, por lo que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a), con una mejora de la media en el índices de eficiencia de 18,80 %, existiendo una diferencia significativa en los índices de eficiencia, por lo que se concluye que: La aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para incrementar la productividad incrementará en una medida significativa del 18,80% en el índice de eficiencia en la empresa Lift Rental Solutions.

VALIDACIÓN DE LA SEGUNDA HIPÓTESIS ESPECIFICA- ÍNDICES DE EFICACIA

Prueba de Normalidad

En el diseño de investigación, se utilizó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, ya que, la muestra que se empleó es menor a 32 datos en las que se ha realizado el estudio para esta prueba. en la cual se describe las siguientes hipótesis para la productividad en la cual se trabajó con la diferencia:

Si el P-valor es $>$ a 0.05, los datos de la muestra provienen de una distribución normal, entonces se acepta la H_0 .

Si el P- valor es $<$ a 0.05, los datos de la muestra no provienen de una distribución normal, se acepta la H_a .

Tabla 24 Prueba de normalidad de los Índices de Eficacia

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DIFERENCIA	,206	24	,010	,924	24	,071

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: elaboración Propia

Interpretación: Como se observa en la tabla 24, el p valor con muestra sig adopta un valor de 0.071 que, mayor a 0.05, de ello se desprende que los datos de esta prueba provienen de una distribución normal y dan muestra, para la constatación de la hipótesis, que los datos son paramétricos. Para el Análisis Inferencial tenemos:

Utilizamos T- Student por ser datos paramétricos

Sig.< 0.05 son datos no paramétricos – wilcoxon

Sig. > 0.05 son datos paramétricos – T- Student

Validación de la segunda Hipótesis Especifica de la variable Dependiente

Ho: La aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para incrementar la productividad, no incrementara en una medida significativa en el índice de eficacia en la empresa Lift Rental Solutions.

Ha: La aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para incrementar la productividad, incrementara en una medida significativa en el índice de eficacia en la empresa Lift Rental Solutions.

Regla de decisión

$$H_0: \mu_{pa} \geq \mu_{pd}$$

$$H_1: \mu_{pa} < \mu_{pd}$$

Tabla 25 Estadísticas de muestras emparejadas índices de eficacia

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	EFICACIAANTES	45,6258	24	15,55579	3,17531
	EFICACIADESPUES	83,7500	24	11,05815	2,25723

Fuente: elaboración Propia

Tabla 26 Diferencias emparejadas índices de eficacia

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	EFICACIAANTES - EFICACIADESPUES	-38,12417	18,69730	3,81657	-46,01935	-30,22899	-9,989	23	,000

Fuente: elaboración Propia

Interpretación: En la tabla 26 se observa que el resultado obtenido del sig. (Bilateral) resulta 0,000 siendo menor que 0,05, por lo que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a), con una mejora de la media en el índices de eficacia de 38,12 %, existiendo una diferencia significativa en los índices de eficacia, por lo que se concluye que: La aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para incrementar la productividad incrementará en una medida significativa del 38,12% en el índice de eficacia en la empresa Lift Rental Solutions.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La tesis ha demostrado que la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), incrementa la productividad de la Empresa Lift Rental Solutions SAC, Lima 2020, lo cual ha permitido que se realice cambios en el ciclo productivo y la cadena de operaciones de servicio y funciones de forma correcta y sin desperfectos en ninguna de sus etapas. Hubo cambios significativos en los valores de índice de la eficiencia y eficacia en la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) de la Empresa Lift Rental Solutions SAC, y se establece bases para lograr una constante mejora.

1. Tal como se observa en el **anexo 8**, tenemos que el valor promedio de la productividad antes de aplicar la metodología RCM es de 33.78%, inferior al promedio después de aplicar la metodología RCM, que dio como resultado 76.64% mostrando claramente un 42.86% de mejora como resultado de la aplicación del RCM, contrastamos resultado con lo investigado por:

Según Mejía, Carlos (2017) en su tesis: “Propuesta de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), para mejorar la productividad de la empresa ERSA transportes y servicios S.R.L.”, que forma parte de la presente investigación, concluye que la metodología RCM logró incrementar el valor de la productividad en un 7 % empleando técnicas que indica el RCM, como por ejemplo el análisis AMEF, que viene a ser el análisis de modo y efecto de falla, de manera que a través de ella se identificaron todas las formas y modos que un equipo puede fallar durante el proceso productivo. Así mismo se utilizó otra herramienta como la hoja de decisión RCM para elaborar actividades de mantenimiento y seleccionar aquellas que formaran parte del plan de mantenimiento.

Según el libro de MORA, Luis (2011) explicó: “El mantenimiento centrado en la confiabilidad es una filosofía de gestión de mantenimiento, que sirve de guía para identificar las actividades de mantenimiento con sus respectivas frecuencias a los activos más importantes de un contexto operacional” (p. 67).

Por lo cual es de gran ayuda a contar con equipos que garanticen la productividad, palabra que relaciona tanto a la eficiencia como a la eficacia interpretándose como eficiencia entre el producto obtenido y los recursos utilizados y a la eficacia como el cumplimiento de lo programado en producción.

Asimismo, Díaz y Gárate (2017) en su tesis titulado “Implementación de un plan de mantenimiento y aplicación de un cuadro de mando para el incremento de la productividad de la planta de procesamiento de granos andinos de villa andina S.A.C, en el año 2016” llegaron a la misma conclusión la de implementar la metodología RCM, que servirá para para medir el nivel de criticidad de los equipos y logrando como resultado el aumento de un 26.19%.

1. Tal como se señala en el **anexo 9** se evidencia que el promedio del índice de la eficiencia antes de la aplicación de la metodología RCM nos dio como resultado el valor de 72.21% menor al promedio. Posteriormente luego de la aplicación de la metodología RCM se logró un promedio de 91.01% de eficiencia, claramente se observa una mejora como resultado de la aplicación de la metodología RCM. Dichos resultados lo contrastamos con los resultados obtenidos en la investigación de:

Castillo, Ever (2017) en su tesis “Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad en la empresa Fabrication Technology Company S.A.C para la mejora de la productividad”, dicha variable forma parte de la investigación y concluye que la nueva propuesta de mantenimiento resulto ser favorable, la eficiencia de la maquina anteriormente era de 70.60% y con la metodología RCM implementada se logró mejorar un 2.50%.

Según Rey, Francisco (2003) señalo que “El mantenimiento preventivo consiste en efectuar todas las acciones, revisiones, modificaciones y mejoras, que tienen como razón evitar fallas y sus consecuencias que tienen con respecto a la producción. La acción sistemática de inspeccionar periódicamente las podemos definir como inspeccionar, controlar y reparar antes que se produzca la avería (p. 102).

Por otro lado, Álvarez, Iván (2017), en su tesis “Implementación de la metodología RCM para los vehículos de emergencia del benemérito cuerpo de bomberos voluntarios de cuenca”, concluyó que el desarrollo de la metodología RCM fue de mucha ayuda ya que les permitió a identificar las deficiencias en el diseño de cada sistema y tener como base para la toma de decisiones y acciones futuras para mejorar el desempeño de las máquinas.

2. Del **anexo 10**, se puede evidenciar que el índice de la eficacia antes de la aplicación de la metodología del RCM nos brinda un resultado de 45.63% menor al promedio, luego de aplicación de la metodología RCM se obtuvo un resultado de 83.75%, teniendo un incremento de 38.12% como resultado de la aplicación de la metodología del RCM, contrastamos nuestra investigación como buen resultado con los resultados obtenidos de la investigación realizada por Álvarez, Iván (2017) en su tesis:

“Implementación de la metodología RCM para los vehículos de emergencia del benemérito cuerpo de bomberos voluntarios de cuenca”. Su objetivo fue efectuar un mantenimiento adecuado basándose en la criticidad de las unidades, el autor concluyó que con la aplicación de la metodología RCM, se creó un plan de mantenimiento que redujo la cantidad de fallos en las unidades de emergencia, consecuentemente minimizo los costos de mantenimiento y ser más eficaces de tal manera cumplir con el requerimiento de vehículos seguros para la atención del personal de la institución y pacientes. Asimismo, Asimismo según la teoría de: Gutiérrez, Humberto (2010) señaló en su libro “Calidad total y productividad” que “la eficacia es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados” (p.21).

Asimismo, Indico que el seguimiento y el cumplimiento de los procesos sirve para medir la capacidad y la eficacia dentro de un proceso y obtener datos que nos van a permitir la mejora y nos dará el soporte en la toma de decisiones.

CONCLUSIONES

Finalmente, se concluye que de acuerdo a la problemática descrita en la Empresa Lift Rental Solutions SAC, Lima 2020; la investigación desarrollada mediante el Plan de Mantenimiento Preventivo basado en la confiabilidad de susequipos "Man Lift" ha sido positiva.

En tal sentido, mediante el control de tiempos en el área técnica permitió definir cuál de los equipos estaba generando mayor tiempo de paradas, logrando así una disminución de paradas por la aplicación del RCM.

Primera conclusión

Como primera conclusión, la investigación realizada logró incrementar significativamente el valor de la productividad mediante la aplicación de la metodología RCM, esto se logró al realizar el análisis AMEF para poder detectar a nivel de componentes, la fallas y consecuencias que repercute en la producción. Se pudo lograr tener y documentar las ordenes de trabajo, por lo cual se aceptó la hipótesis que afirma que la aplicación de la metodología del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) mejora el valor de la productividad logrando el objetivo, conforme indicado en el **anexo 8** se puede evidenciar que el incremento del valor de la productividad fue de un 42.86% en promedio.

Segunda conclusión

Como segunda conclusión, la eficiencia de la empresa tuvo un incremento significativo después de haber implementado la metodología RCM en la empresa, De acuerdo al **anexo 9** se puede apreciar que el incremento del valor de la eficiencia en la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) fue de un 18.8% en promedio, este resultado se logró gracias al trabajo en conjunto del equipo formado que logró reducir los tiempos improductivos en las máquinas, realizando y organizando capacitaciones para los trabajadores que son parte del área técnica que fue un aporte muy importante para poder llevar a cabo las actividades analizadas en la presente investigación, logrando con esto una mejora en el proceso de mantenimiento.

Tercera conclusión

Con respecto a la eficacia se logró un incremento de 38.12% luego de implementar la metodología RCM, tal como se puede evidenciar en el **anexo 10**, esto se debe a que tenemos un mayor cumplimiento en la entrega de producto conforme a lo programado, disminuyendo los tiempos de parada. Esta metodología nos ayudara a observar de manera macro y micro el funcionamiento de cada equipo que comprende un proceso productivo, de esta manera se llega a elaborar planes de mantenimiento a medida de cada equipo, identificando puntos críticos importantes que afecten directamente en la máquina y generen parada de producción.

RECOMENDACIONES

La presente investigación nos ha permitido demostrar que mediante la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) nos incrementara la productividad, recomendándose su aplicación a la mayoría de industrias y futuras investigaciones.

Primera recomendación

Se recomienda contar con un software para el almacenamiento de datos y poder organizar mejor la información, a fin de poder realizar el seguimiento de la evolución del proceso y gestión del mantenimiento de equipos, analizando los tiempos de paradas en las distintas etapas del proceso y realizar la constante mejora y retroalimentación de información, considerando la posibilidad de realizar un ajuste a medida que vayan sucediendo fallas no consideradas en el proceso. Toda falla nueva debe considerarse asociada a una actividad. Este sistema influirá positivamente para el plan de mantenimiento.

El plan de mantenimiento generado luego del análisis debe contar un control de avances, con el fin de ir mejorando y adaptarlo a las nuevas necesidades que tiene el equipo. Por ello, se recomienda tener una base de datos donde se tenga información del historial de fallas para poder analizar y evaluar la mejora continua que se desarrolla en los equipos.

Segunda recomendación

Se debe contar con un grupo de trabajo, conformados con personal de las distintas áreas y funciones del área de mantenimiento de manera de poder contar con un panorama más amplio y realizar un correcto análisis. Se debe considerar al personal de operación (Operador de maquina), personal de mantenimiento (Técnico Mecánico –Técnico eléctrico), un ingeniero de producción (para que guie de una manera global el análisis), y un facilitador (experto en la metodología RCM.).

La capacitación del personal se debe realizar periódicamente y esto debe incluir a personal de producción y mantenimiento en el correcto uso y cuidado de los equipos con que cuenta la empresa.

Tercera recomendación

Ante la adquisición de nuevos equipos de apoyo para el mantenimiento ya sea nuevo ò usado se deberá continuar con la metodología y actualizando los planes de mantenimiento de acuerdo a su criticidad, considerando y tomando en cuenta a todos los equipos de menor importancia incluyéndolos en el plan de mantenimiento.

Asimismo, todo personal técnico - administrativo que sea incorporado a la empresa deberá de recibir inducción de la metodología utilizada y ser capacitado continuamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AGUAIZA, José. “Diseño un plan de mantenimiento preventivo y predictivo para la planta de producción de la empresa electrificaciones del Ecuador S.A. Elector. Tesis (Ingeniería Mecánico) Quito: Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Mecánica, 2016. 165 p

BAGAJEWICZ, Miguel y CHMIELEWSKI, Donald (2010) “Soluciones inteligentes de hardware y software de Procesos Plantas para datos precisos y operaciones rentables de Fallos estructurales y valor del mantenimiento (Consulta: 01 de julio de 2013).

Access engineering library.com.ezproxy.upc.edu.pe:2048/browse/smart-processplants-software-and-hardware-solutions-for-accurate-data-and-profitable-operations-2001-a2809970353001-maintenance2001-a2809970364001)

BEHAR, Daniel 2008 “Metodología de la Investigación”, Editorial SHALOM ISBN 978-959-212-783-7 1era Edición 94pp

DELGADO, María “Diseño y Propuesta de un Plan de mejora en el proceso de impresión de carátula y ensamble de libros, en una empresa del ramo de la Industria Litográfica en el departamento de Guatemala” Universidad Rafael Landívar, 2014, 143 pp.

FREIVALDS, Andris y NIEBEL, Benjamín W. Ingeniería Industrial de Niebel Métodos, estándares y diseño del trabajo. 13ª ed. México: McGraw-Hill, 2014, 570 pp. ISBN: 9786071511546

GARCIA, Oliverio. 2012 “Gestión moderna del mantenimiento industrial. Colombia, Bogotá: Editorial de la U, 2012 Documento N° 247880451 1era Edición. 170pp.

GARCIA, Santiago. 2010 “Organización y gestión integral de mantenimiento” España, Madrid: Ediciones Díaz de Santos, ISBN: 978-847978-577-2. pp. 303

GARCIA, Teonila y SANCHO, Cesar. 2013 producción y gestión. Modelo de mejora de la competitividad basada en indicadores críticos de gestión en las pequeñas empresas de servicios de mantenimiento de equipos pesados [en línea]. 10 de octubre del 2013, ISSN: 18109993 [fecha de consulta: 23 de junio 2018]. Disponible en:

<http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/article/view/2947/2500>.

GONZALES Albuja, Claudia y TABORDA Ramos, Luis. 2016 Propuesta para la estandarización de los procesos de producción de la empresa Calzado Giorginna. Tesis (Ingeniero Industrial). Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, 2016, 144 pp.

GONZALES Salazar, 2017 Carlos. Implementación de mejora de procesos para incrementar la productividad en la empresa de Servicios Generales Aropez S.A.C. Tesis (Ingeniero Industrial). Chimbote: Universidad Cesar Vallejo, 2017, 141 pp.

GUEVARA, Juan y TAPIA, Ever. Propuesta de un plan de mantenimiento total para la maquinaria pesada en la empresa Ángeles – proyecto minero la granja, 2015. Tesis (Ingeniero mecánico electricista) Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería. 2015. 117 p

GUTIÉRREZ, Humberto. 2014 “Calidad y productividad. 4° ed. México, D.F.: Editorial Mc Graw Hill, 2014 ISBN: 978-607-151-148-5 402 pp.

GUTIÉRREZ, Humberto y DE LA VARA, Román 2013 “Control estadístico de la calidad y Seis Sigma. 3ª ed. México: McGraw-Hill, 2013. 488 pp. ISBN: 9786071509291

HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. “Metodología de la Investigación” 5ta Edición México, D.F.: Editorial: McGraw-Hill, 2010, ISBN: 978-607-150-291-9 656pp

HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto, FERNÁNDEZ Collado, Carlos, BAPTISTA LUCIO, María del Pilar. 2014 “Metodología de la Investigación”. 6ta Edición: Editorial México: McGraw-Hill Educación, 2014. 600 pp. ISBN: 978-1-4562-2396-0

KANAWATY, George. Introducción al estudio del trabajo. 4ta Edición Editorial: Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo, 1996. 522pp. ISBN: 922-307-108-9

KRAJEWSKI, Ritman & MALHOTRA, Larry.2013 “Administración de Operaciones. 10ma Edición. México: Editorial: Pearson Educación, 2013. 656 pp. ISBN: 978-607-322-122-1

MORA Gutiérrez, Luis “Mantenimiento, planeación, ejecución y control “
1era Edición Editorial Alfaomega editor S.A de C.V. México 528 pp ISBN
978-958-682 - 760 – 0

MÜNCH, Lourdes 2014 “Administración y Organización, Enfoques y Procesos Administrativos” MEXICO 2014 2da Edición Editorial Pearson Educación ISBN 978-607-32-2700-1 345pp

MURILLO, Christian. 2014 “Mejoramiento continuo para reducir los tiempos improductivos, el producto no conforme y los desperdicios en la empresa Plásticos Gomes. Tesis (Ingeniero Industrial). Guayaquil: Universidad de Guayaquil, 2014, 141 pp.

PARRA, Carlos & CRESPO, Adolfo. 2012 “Nota técnica 5 Método de análisis de criticidad y jerarquización de activos” Editorial INGEMAN - España 23pp

PÉREZ Fernández de Velasco, José Antonio. 2012 “Gestión por Procesos” Editorial: Madrid ESIC 2012. ISBN: 978-847-356-854-8 312 pp.

REY Sacristán, Francisco H.” Mantenimiento Total de la Producción”, Editorial FC Editorial; 1er edición (31 diciembre 2003) ISBN 978-224-639-991-9 410 pp

SAAVEDRA, Pablo. 2016 “Propuesta de un plan de mantenimiento total para disminuir paradas imprevistas de mini cargador, cargadores frontales y compactador Caterpillar, Yanacocha – 2016. Cajamarca: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería. 2016. 124 p.

SERRANO, Juan. Temario de oposiciones de geografía e historia. El sector servicios en la economía global: transformaciones y consecuencias [en línea]. BOE 18 DE NOVIEMBRE DEL 2011, ISSN: 11396237 [fecha de consulta: 22 de junio 2018]. Disponible en: <http://clio.rediris.es/n37/oposiciones2/tema08.pdf>

TEJADA, Ricardo. 2017 “Mejora de procesos para incrementar la productividad en el área de ensamble en Industrial METALCO” Universidad Cesar Vallejo, 2017, 99 pp.

VALDERRAMA, Santiago. 2013 “Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: Cuantitativa, Cualitativa y Mixta. 2^a ed. Lima: Editorial San Marcos E.I.R.L., 2013, 496 pp. ISBN: 9786123028787

VASQUEZ, Oscar. 2016 “Propuesta de un plan de mantenimiento total para incrementar disponibilidad de la maquinaria pesada en municipalidad provincial Cajamarca 2016”. Universidad Cesar Vallejo 2016. 157 pp.

VERA, Jary. 2016 “Aplicación del sistema costos por órdenes de trabajo y su incidencia en la rentabilidad de la empresa industrial de poliestireno, Nexpol SAC. Tesis (Contador Público) Lima: Universidad Autónoma del Perú, Facultad de Ciencias de Gestión, 2016. 112 p.

ANEXOS

Anexo 1 Matriz de consistencia

TITULO: "APLICACION DEL MANTENIMIENTO CENTRAOO EN LA CONFIABILIOAO (RCM) PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA "LIFT RENTAL SOLUTIONS SAC, LIMA 2021"							
AUTORES: BACH. DANY GELER RIOS GUTIERREZ. BACH LISBETH NOEMI SANCHEZ ESPINOZA							
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES INDICADORES				
<p>Problema general. ¿Como la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) incrementa la productividad de la Empresa Lift Rental Solutions SAC, Lima 2021?</p> <p>Problemas específicos.</p> <p>¿Como la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) incrementa la eficiencia en la productividad de la Empresa Lift Rental Solutions SAC, Lima 2021?</p> <p>¿Como la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) incrementa la eficacia en la productividad de la Empresa Lift Rental Solutions SAC, Lima 2021?</p>	<p>Objetivo General . Determinar como el mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) incrementa la productividad de la empresa Lift Rental Solutions SAC, Lima 2021</p> <p>Objetivos específicos Determinar como el mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) incrementa la Eficiencia en la productividad de la empresa Lift Rental Solutions SAC, Lima 2021</p> <p>Determinar como el mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) incrementa la Eficacia de la productividad de la empresa Lift Rental Solutions SAC, Lima 2021</p>	<p>Hipótesis General La aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) incrementara significativamente la productividad de la empresa Lift Rental Solutions SAC, Lima 2021</p> <p>Hipótesis Especificas La aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) incrementara significativamente la eficiencia en la productividad de la empresa Lift Rental Solutions SAC, Lima 2021</p> <p>La aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) incrementara significativamente la eficacia en la productividad de la empresa Lift Rental Solutions SAC, Lima 2021</p>	VARIABLE INDEPENDIENTE: MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM)				
			DIMENSIONES		INDICADOR	INDICE	ESCALA
			CONFIABILIDAD		Indice de probabilidad de funcionamiento sin fallas de maquina	C: Ttt – Ttp/Tip Donde: Ttt: tiempo total de trabajo Ttp: tiempo total de parada Tip: tiempo de incidencias de parada	RAZON
			MANTENIBILIDAD		Indice de tiempo de reparacion de maquina	M: Ttr/Tip Donde: Ttr: tiempo total de reparacion Tip: tiempo de incidencias de paradas	RAZON
			CONFIABILIDAD		Indice de disponibilidad de la maquina	D: MTBF/MTBF+MTTR Donde: Mtbf: tiempo medio de buen funcionamiento Mtrr: tiempo medio total de reparacion de falla	RAZON
			VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD			ESCALA	
			DIMENSIONES		INDICADOR		
EFICIENCIA		EF= Eficiencia HP= Horas programadas HP= Horas utilizadas <i>Eficiencia: $\frac{\text{horas programadas}}{\text{horas utilizadas}}$</i>		RAZON			
EFICACIA		E= Eficacia UP =Unidades producidas UPL = Unidades planificadas $E = \frac{UP}{UPL} \times 100 \%$		RAZON			

Fuente: elaboracion propia

Anexo 2 Certificado de validez de contenido de instrumento

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE INSTRUMENTO QUE MIDE LA APLICACIÓN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM)								
Nº	DIMENSIONES /Ítems	PERTINENCIA		RELEVANCIA		CLARIDAD		SUGERENCIA
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	CONFIABILIDAD							
	Confiabilidad=Tiempo total de trabajo – Tiempo total de parada / Tiempo total de incidencias de parada	X		X		X		
2	MANTENIBILIDAD							
	Mantenibilidad= 1 / Tiempo de parada medio para reparar una falla (MTTR)	X		X		X		
3	DISPONIBILIDAD							
	Disponibilidad= Tiempo medio de buen funcionamiento (TMBF) / Tiempo medio de buen funcionamiento (TMBF). Tiempo de parada medio para reparar una falla (MTTR)	X		X		X		
CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE INSTRUMENTO QUE MIDE LA PRODUCTIVIDAD								
Nº	DIMENSIONES /Ítems	PERTINENCIA		RELEVANCIA		CLARIDAD		SUGERENCIA
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	EFICACIA							
	Eficacia= Unidades producidas / Unidades programadas	X		X		X		
2	EFICIENCIA							
	Eficiencia= Tiempo efectivo / Tiempo disponible	X		X		X		
Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____								
Opinión de aplicabilidad: Aplicable (<input checked="" type="checkbox"/>) Aplicable después de corregir (<input type="checkbox"/>) No Aplicable (<input type="checkbox"/>)								
Apellidos nombres y especialidad del Juez validador Dx/ Mg: Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado								
Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente ò dimensión específica del contruocio								
Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el anunciado del ítem, es Conciso, claro y directo								
Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados								
... ____ de del 20....								

Activar V
Ve a Config

Fuente: elaboración propia

Anexo 3 Datos Pre test de tiempo de operación antes de RCM

TIEMPO DE OPERACIÓN ANTES DE RCM						
MODELO	MESES	REPORTES	TIEMPO OPERATIVO	TIEMPO REPARACION	NUMEROS DE FALLA	H / M PROGRAMADAS
GS-3246	Abr-19	Reporte 1	10	6	18	16
		Reporte 2	6	2	9	8
		Reporte 3	19	5	11	24
		Reporte 4	16	8	9	24
3246 ES	May-19	Reporte 5	12	4	8	16
		Reporte 6	13	3	5	16
		Reporte 7	11	5	19	16
		Reporte 8	12	4	10	16
GS-1930	Jun-19	Reporte 9	19	5	6	24
		Reporte 10	6	2	5	8
		Reporte 11	19	5	7	24
		Reporte 12	6	2	7	8
1930ES	Jul-19	Reporte 13	11	5	10	16
		Reporte 14	10.2	6	31	16
		Reporte 15	16.6	7	11	24
		Reporte 16	3.2	5	9	8
COMPACT 12	Ago-19	Reporte 17	15.9	8	15	24
		Reporte 18	12.5	4	8	16
		Reporte 19	12.2	4	9	16
		Reporte 20	5.7	2	5	8
OPTIMUM 8	Sep-19	Reporte 21	9.6	6	15	16
		Reporte 22	14.1	2	5	16
		Reporte 23	10.6	5	8	16
		Reporte 24	5	3	5	8
TOTALES			275.6	108	245	384

Fuente: elaboracion propia

Tal como se observa en la tabla 12 el equipo con mayores números de falla es el Equipo Elevador Tipo Tijera 1930 – ES con sesenta y uno (61) detenciones. por lo tanto, se va a verificar los sistemas y/o funciones que comprende el equipo y se analizara la función de cada elemento funcional.

Anexo 4 Datos **Post test de tiempo de operación después de RCM**

TIEMPO DE OPERACIÓN DE 3PUEBOS DE RCM						
MODELO	MESES	REPORTES	TIEMPO OPERATIVO	TIEMPO REPARACION	NUMEROS DE FALLA	H / M PROGRAMADAS
GS-3246	Oct-19	Reporte 1	20	4	6	24
		Reporte 2	12	4	6	16
		Reporte 3	10	6	7	16
		Reporte 4	20	4	5	24
3246 ES	Nov-19	Reporte 5	22	2	5	24
		Reporte 6	10	6	7	16
		Reporte 7	6	2	3	8
		Reporte 8	20	4	5	24
GS-1930	Dic-19	Reporte 9	30	6	7	36
		Reporte 10	12	4	5	16
		Reporte 11	10	6	7	16
		Reporte 12	20	4	6	24
1930ES	Ene-20	Reporte 13	12	4	5	16
		Reporte 14	12	12	13	24
		Reporte 15	18	6	7	24
		Reporte 16	30	6	8	36
COMPACT 12	Feb-20	Reporte 17	20	4	5	24
		Reporte 18	20	4	6	24
		Reporte 19	18	6	7	24
		Reporte 20	12	4	5	16
OPTIMUM 8	Mar-20	Reporte 21	18	6	9	24
		Reporte 22	24	4	6	28
		Reporte 23	28	8	9	36
		Reporte 24	32	4	5	36
PROMEDIO			438	120	164	556

Fuente: elaboracion propia

Como se observa en la tabla 20 el Equipo Elevador Tipo Tijera 1930 – ES después de la aplicación del RCM ha reducido el número de falla a treinta y tres (33) detenciones.

Anexo 5 Datos variable Independiente RCM nivel Confiabilidad Antes / Después de la aplicación RCM

COMPARATIVO DE LA CONFIABILIDAD					
TIEMPO		Confiabilidad Antes (%)	TIEMPO		Confiabilidad Después (%)
abr-19	Semana 1	60.42	oct-19	Semana 25	79.17
	semana 2	72.22		semana 26	50.00
	Semana 3	77.27		Semana 27	89.58
	Semana 4	62.96		Semana 28	79.17
may-19	Semana 5	71.88	nov-19	Semana 29	73.00
	Semana 6	77.50		Semana 30	89.58
	Semana 7	67.11		Semana 31	72.82
	Semana 8	72.50		Semana 32	72.82
jun-19	Semana 9	75.69	dic-19	Semana 33	86.11
	Semana 10	70.00		Semana 34	81.25
	Semana 11	76.19		Semana 35	89.58
	Semana 12	71.43		Semana 36	79.17
jul-19	Semana 13	65.63	ene-20	Semana 37	81.25
	Semana 14	62.54		Semana 38	95.83
	Semana 15	66.52		Semana 39	87.50
	Semana 16	33.06		Semana 40	86.11
ago-19	Semana 17	64.03	feb-20	Semana 41	79.17
	Semana 18	75.00		Semana 42	79.17
	Semana 19	73.47		Semana 43	87.50
	Semana 20	66.25		Semana 44	81.25
sep-19	Semana 21	57.50	mar-20	Semana 45	87.50
	Semana 22	85.63		Semana 46	78.57
	Semana 23	62.34		Semana 47	90.28
	Semana 24	55.00		Semana 48	77.78
Promedio		67.59	Promedio		81.42

Fuente: elaboración propia

Anexo 6 Datos variable Independiente RCM nivel Mantenibilidad Antes / Después de la aplicación RCM

COMPARATIVO DE LA MANTENIBILIDAD					
TIEMPO		Mantenibilidad Antes (%)	TIEMPO		Mantenibilidad Después (%)
abr-19	Semana 1	0.33	oct-19	Semana 25	0.67
	semana 2	0.22		semana 26	0.86
	Semana 3	0.45		Semana 27	0.80
	Semana 4	0.89		Semana 28	0.40
may-19	Semana 5	0.50	nov-19	Semana 29	0.86
	Semana 6	0.60		Semana 30	0.67
	Semana 7	0.26		Semana 31	0.80
	Semana 8	0.40		Semana 32	0.86
jun-19	Semana 9	0.83	dic-19	Semana 33	0.80
	Semana 10	0.40		Semana 34	0.86
	Semana 11	0.71		Semana 35	0.86
	Semana 12	0.29		Semana 36	0.67
jul-19	Semana 13	0.50	ene-20	Semana 37	0.80
	Semana 14	0.19		Semana 38	0.92
	Semana 15	0.64		Semana 39	0.86
	Semana 16	0.56		Semana 40	0.75
ago-19	Semana 17	0.53	feb-20	Semana 41	0.80
	Semana 18	0.50		Semana 42	0.67
	Semana 19	0.44		Semana 43	0.86
	Semana 20	0.40		Semana 44	0.80
sep-19	Semana 21	0.40	mar-20	Semana 45	0.67
	Semana 22	0.40		Semana 46	0.67
	Semana 23	0.63		Semana 47	0.89
	Semana 24	0.60		Semana 48	0.80
Promedio		0.49	Promedio		0.77

Fuente: elaboración propia

Anexo 7 Datos variable Independiente RCM nivel Disponibilidad Antes / Después de la aplicación RCM

COMPARATIVO DE LA DISPONIBILIDAD					
TIEMPO		Disponibilidad Antes (%)	TIEMPO		Disponibilidad Después (%)
abr-19	Semana 1	0.63	oct-19	Semana 25	0.83
	semana 2	0.75		semana 26	0.75
	Semana 3	0.79		Semana 27	0.63
	Semana 4	0.67		Semana 28	0.83
may-19	Semana 5	0.75	nov-19	Semana 29	0.92
	Semana 6	0.81		Semana 30	0.63
	Semana 7	0.69		Semana 31	0.75
	Semana 8	0.75		Semana 32	0.83
jun-19	Semana 9	0.79	dic-19	Semana 33	0.83
	Semana 10	0.75		Semana 34	0.75
	Semana 11	0.79		Semana 35	0.63
	Semana 12	0.75		Semana 36	0.83
jul-19	Semana 13	0.69	ene-20	Semana 37	0.75
	Semana 14	0.66		Semana 38	0.50
	Semana 15	0.70		Semana 39	0.75
	Semana 16	0.39		Semana 40	0.83
ago-19	Semana 17	0.67	feb-20	Semana 41	0.83
	Semana 18	0.76		Semana 42	0.83
	Semana 19	0.75		Semana 43	0.75
	Semana 20	0.74		Semana 44	0.75
sep-19	Semana 21	0.62	mar-20	Semana 45	0.75
	Semana 22	0.88		Semana 46	0.86
	Semana 23	0.68		Semana 47	0.78
	Semana 24	0.63		Semana 48	0.89
Promedio		0.70	Promedio		0.79

Fuente: elaboración propia

Anexo 8 Datos variable dependiente PRODUCTIVIDAD Antes / Después de la aplicación RCM

COMPARATIVO DE LA PRODUCTIVIDAD					
TIEMPO		Productividad Antes (%)	TIEMPO		Productividad Después (%)
abr-19	Semana 1	42.11	oct-19	Semana 25	66.17
	semana 2	42.11		semana 26	66.17
	Semana 3	24.50		Semana 27	90.25
	Semana 4	42.11		Semana 28	66.17
may-19	Semana 5	24.50	nov-19	Semana 29	66.17
	Semana 6	42.11		Semana 30	90.25
	Semana 7	12.65		Semana 31	66.17
	Semana 8	42.11		Semana 32	90.25
jun-19	Semana 9	24.50	dic-19	Semana 33	66.17
	Semana 10	24.50		Semana 34	90.25
	Semana 11	19.81		Semana 35	66.17
	Semana 12	42.11		Semana 36	48.94
jul-19	Semana 13	12.65	ene-20	Semana 37	66.17
	Semana 14	38.81		Semana 38	90.25
	Semana 15	38.81		Semana 39	90.25
	Semana 16	42.11		Semana 40	65.42
ago-19	Semana 17	42.12	feb-20	Semana 41	90.25
	Semana 18	24.50		Semana 42	66.17
	Semana 19	62.42		Semana 43	70.58
	Semana 20	24.50		Semana 44	90.25
sep-19	Semana 21	42.11	mar-20	Semana 45	66.17
	Semana 22	24.50		Semana 46	90.25
	Semana 23	62.42		Semana 47	90.25
	Semana 24	12.65		Semana 48	90.25
Promedio		33.78	Promedio		76.64

Fuente elaboración propia

Anexo 9 Datos del Índice Eficiencia de la variable dependiente Productividad
Antes / Después de la aplicación RCM

COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA					
TIEMPO		Eficiencia Antes (%)	TIEMPO		Eficiencia Después (%)
abr-19	Semana 1	76.57	oct-19	Semana 25	88.23
	semana 2	76.57		semana 26	88.23
	Semana 3	70.00		Semana 27	95.00
	Semana 4	76.57		Semana 28	88.23
may-19	Semana 5	70.00	nov-19	Semana 29	88.23
	Semana 6	76.57		Semana 30	95.00
	Semana 7	63.23		Semana 31	88.23
	Semana 8	76.57		Semana 32	95.00
jun-19	Semana 9	70.00	dic-19	Semana 33	88.23
	Semana 10	70.00		Semana 34	95.00
	Semana 11	56.57		Semana 35	88.23
	Semana 12	76.57		Semana 36	81.57
jul-19	Semana 13	63.23	ene-20	Semana 37	88.23
	Semana 14	70.57		Semana 38	95.00
	Semana 15	70.57		Semana 39	95.00
	Semana 16	76.57		Semana 40	87.23
ago-19	Semana 17	76.57	feb-20	Semana 41	95.00
	Semana 18	70.00		Semana 42	88.23
	Semana 19	83.23		Semana 43	88.23
	Semana 20	70.00		Semana 44	95.00
sep-19	Semana 21	76.57	mar-20	Semana 45	88.23
	Semana 22	70.00		Semana 46	95.00
	Semana 23	83.23		Semana 47	95.00
	Semana 24	63.23		Semana 48	95.00
Promedio		72.21	Promedio		91.01

Fuente elaboración propia

Anexo 10 Datos del Índice Eficacia de la variable dependiente Productividad
Antes / Después de la aplicación RCM

COMPARATIVO DE LA EFICACIA					
TIEMPO		Eficacia Antes (%)	TIEMPO		Eficacia Después (%)
abr-19	Semana 1	55.00	oct-19	Semana 25	75.00
	semana 2	55.00		semana 26	75.00
	Semana 3	35.00		Semana 27	95.00
	Semana 4	55.00		Semana 28	75.00
may-19	Semana 5	35.00	nov-19	Semana 29	75.00
	Semana 6	55.00		Semana 30	95.00
	Semana 7	20.00		Semana 31	75.00
	Semana 8	55.00		Semana 32	95.00
jun-19	Semana 9	35.00	dic-19	Semana 33	75.00
	Semana 10	35.00		Semana 34	95.00
	Semana 11	35.01		Semana 35	75.00
	Semana 12	55.00		Semana 36	60.00
jul-19	Semana 13	20.00	ene-20	Semana 37	75.00
	Semana 14	55.00		Semana 38	95.00
	Semana 15	55.00		Semana 39	95.00
	Semana 16	55.00		Semana 40	75.00
ago-19	Semana 17	55.01	feb-20	Semana 41	95.00
	Semana 18	35.00		Semana 42	75.00
	Semana 19	75.00		Semana 43	80.00
	Semana 20	35.00		Semana 44	95.00
sep-19	Semana 21	55.00	mar-20	Semana 45	75.00
	Semana 22	35.00		Semana 46	95.00
	Semana 23	75.00		Semana 47	95.00
	Semana 24	20.00		Semana 48	95.00
Promedio		45.63	Promedio		83.75

Fuente elaboración propia

Anexo 11 Formato de encuestas y cuestionarios

LIFT RENTAL SOLUTIONS SAC				
Cuestionario la Aplicación de un Plan de Mantenimiento RCM Entrevista al Área Técnica				
INSTRUCCIONES: Responda el siguiente cuestionario. Es anónimo				SI/NO
Cantidad	Dimensiones	Preguntas de Observación		
1	Planificación de Mantenimiento	¿Que la planificación es importante para la gestión de Mantenimiento?		
2		¿La NO existencia de una buena planificación de Mantenimiento tendrá efectos positivos en la disponibilidad de los equipos de planta y elevadores?		
3		¿Cree Ud. ¿Que el plan de Mantenimiento resta las recomendaciones del fabricante?		
4		¿Cree Ud. que el plan de Mantenimiento que se desarrolla en la empresa es el adecuado?		
5		¿Esta Ud. convencido que la planificación que se realiza en la empresa se encuentra orientada a evitar los fallos técnicos críticos y a la reducción de sus incidencias en los equipos elevadores?		
6	Programación de Mantenimiento	¿Cree Ud. que la aplicación de un plan de Mantenimiento (RCM) contribuirá con una buena gestión de Mantenimiento?		
7		¿La ejecución de un programa de Mantenimiento mejorara la disponibilidad de los equipos elevadores y montacargas?		
8		¿Un buen programa de mantenimiento garantiza una buena gestión para el área de Mantenimiento?		
9		¿Cree Ud. que la aplicación de un Mantenimiento RCM tendrá un impacto positivo en la gestión de Mantenimiento de la empresa?		
10		¿En esta empresa se cumple con los planes de mantenimiento a los elevadores y montacargas?		

Fuente: elaboración propia

Anexo 12 Formato de evaluación y cuestionarios

	LIFT RENTAL SOLUTIONS SAC				F-M TTO-001
	EVALUACION DE CAPACITACIONES				
	<i>Cód. de curso:</i>		<i>Fecha:</i>		
	<i>Nº de edición:</i>		<i>Docente:</i>		
Tipo de sección:	Charla:	Curso taller	Reunión	Otros	
Hora inicio:		Hora termino		Observaciones	*
TEMA	MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM)				
ITEM	PREGUNTAS				
1	¿Qué significa RCM?				
2	¿Cómo contribuye Ud. a la implementación de la Metodología RCM?				
3	¿Qué significa mantenimiento predictivo?				
4	¿Cuáles son las 7 preguntas del RCM				
5	¿En qué consiste el Mantenimiento Autónomo				
6	¿Para qué sirve el AMFE				
7	¿Defina los conceptos de Mantenibilidad y Confiabilidad?				
8	¿Qué función tiene el plan de Mantenimiento de un equipo?				
9	¿Qué es un CMMS y para qué sirve en la gestión de Mantenimiento?				
10	¿Explique las ventajas entre un Mantenimiento tradicional y un Mantenimiento basado en RCM?				
11	¿Qué entiende por modo de fallos, efectos de falla y consecuencias de falla?				
12	¿Cuáles son las escalas de criticidad				
FIRMA DOCENTE					

Fuente: elaboración propia

Anexo 13 Plan de capacitación

PLAN DE CAPACITACION

El Plan de Capacitación para el personal de la área técnica y administrativos, es un instrumento que se encuentra dentro de las prioridades de nuestra empresa

Para LIFT RENTAL SOLUTIONS S.A.C. la Capacitación, es un proceso educacional de Carácter estratégico que formara al alumno desarrollando conocimientos y habilidades específicas, que se encuentran relacionadas con el trabajo y modificando sus actitudes frente a los aspectos de la organización, el puesto o el ambiente laboral.

La capacitación establece un factor importante para que el colaborador brinde el mejor aporte en el puesto asignado, ya que es un proceso constante que busca la eficiencia y la mayor productividad en el progreso de sus actividades, así mismo ayuda a elevar el rendimiento, la moral y el ingenio creativo del colaborador.

El Plan de capacitación incluye a los colaboradores técnicos y personal administrativo, agrupados de acuerdo a las áreas de actividad y con temas puntuales.

El monto estimado está enmarcado dentro de los procedimientos para capacitación, con un presupuesto elaborado de S/. 2,400.00 por cada personal

PLAN DE CAPACITACIÓN Y DESARROLLO DE LOS RECURSOS HUMANOS

La Empresa LIFT RENTAL SOLUTIONS S.A.C., es una organización de derecho privado, que ofrece la prestación de servicios de arriendos de plataformas de trabajo en altura tipo Man Lift.

El personal que labora en cualquier organización es el recurso más importante con el que cuenta por ende es compromiso de la empresa el de mantener una capacitación permanente a su personal implicado en las actividades laborales. Esto es de especial importancia en una organización que presta servicios, donde la conducta y rendimiento de su personal influye directamente en la calidad y mejoramiento de los servicios que brinda.

Dichos aspectos nos llevan automáticamente a enfocar el tema de la capacitación como uno de los componentes principales para mantener, modificar o cambiar las actitudes y comportamientos de las personas que forman parte de las organizaciones, direccionado a la optimización de los servicios prestados hacia nuestros clientes.

El alcance del presente plan de capacitación es de aplicación para todo el personal que trabaja en la empresa LIFT RENTAL SOLUTIONS S.A.C.

Los fines y propósitos generales de la organización es la de impulsar la eficacia organizacional. Con el proceso de capacitación se podrá lograr elevar el nivel de rendimiento profesional de los colaboradores y con ello al incremento de la productividad. Asimismo, elevar el interés por el aseguramiento de la calidad en el servicio.

Mantener al colaborador al día con los avances tecnológicos, alienta la iniciativa y la creatividad y nos ayudara a prevenir la obsolescencia de la fuerza de trabajo.

Los objetivos de la organización con este tipo de capacitación serán:

- Ejercitar al personal para el desarrollo eficiente de sus compromisos y responsabilidades que ocupen en sus puestos.
- Ofrecer oportunidades de perfeccionamiento al personal en los cargos actuales y diferentes puestos para los que el colaborador puede ser considerado.
- Lograr cambiar actitudes para generar y crear un clima de trabajo agradable, incrementando la motivación del trabajador, tratar de lograr ser más receptivo a la supervisión y acciones de gestión.

Nuestra meta como empresa, es la de poder capacitar al 100% a los Gerentes, jefes, supervisores, secciones y personal operativo – administrativo de la empresa LIFT RENTAL SOLUTIONS S.A.C.

Se realizarán las coordinaciones con los entes técnicos educacionales del País, a fin de que la capacitación se efectúe tomando en cuenta los tipos y niveles de capacitación

Capacitación Inductiva:

Esta capacitación estará orientada al proceso de facilitar la integración del nuevo colaborador (su ambiente de trabajo en particular).

Capacitación Preventiva:

Estará orientada a la prevención por la rotación o migración de nuestros colaboradores a otras organizaciones. Esta acción es importante a fin de poder enfrentar con éxito la adopción de nueva metodología de trabajo, nueva tecnología o la utilización de nuevos equipos.

Capacitación Correctiva:

Está orientada a dar solución “problemas de desempeño”. Mediante la evaluación de desempeño a los colaboradores que realiza normalmente en la empresa.

Los niveles de capacitación serán en los siguientes niveles;

Nivel Básico:

Orientado al colaborador que recién empieza labores en la organización y tiene por objeto brindar información, conocimientos y habilidades esenciales requeridos para el desempeño en la ocupación.

Nivel Intermedio:

Orientado al personal técnico cuyo objeto es la de ampliar conocimientos y perfeccionar habilidades con relación a las exigencias de especialización.

Nivel Avanzado:

Orientado al personal técnico especialista, cuyo fin es la de preparar cuadros ocupacionales para el mejor desempeño en tareas de mayor exigencia y responsabilidad dentro de la empresa.

El plan de capacitación está respaldado por algunos temarios que permitirán a los colaboradores capitalizar el desarrollo de los mismos con el fin de mejorar la calidad de los recursos humanos. A continuación, se describen algunos temas a capacitar;

TEMAS DE CAPACITACIÓN:

Primera Etapa:

Planificación y control de mantenimiento.

Mantenimiento basado en la Confiabilidad (RCM).

Gestión de Mantenimiento correctivo y preventivo

Administración del Inventario.

Hidráulica Básica.

Finalmente, el monto de inversión para la realización del plan de capacitación, será financiada con ingresos propios presupuestados por la empresa LIFT RENTAL SOLUTIONS S.A.C.

El Presupuesto estimado a la inversión de las capacitaciones de la primera etapa tendrá con costo total a S/. 1,600.00 nuevos soles incluyendo impuestos, esto permitirá el desarrollo integral de nuestros colaboradores.

Anexo 14 Plan de Mantenimiento RCM para Elevador Tipo Tijera Electrica GS-3246

Equipo	Actividad	Trabajo a realizar	Materiales	Herramientas	Periodo	Personal	Condición de equipo	Tiempo de trabajo	Observaciones
Elevador Tipo tijera Eléctrica GS-3246	Limpieza e inspección de la batería, cableado eléctrico, chapa de contacto y bocina en búsqueda de falsos contactos	Inspección	Trapo industrial, spray limpia contacto	Juego de desarmadores Multímetro digital	Diario	Técnico electricista	Maquina parada	30 minutos	Cada vez que se hace limpieza, probar los interruptores para verificar que si activan correctamente
	Revisión e inspección del sistema de parada, sensores de alarma, limitadores de corriente, alimentación a la plataforma y módulo de tierra	Revisión	Trapo industrial, spray limpia contacto	Juego de desarmadores Pinza amperimétrica	semanal	Técnico electricista	Maquina parada	60 minutos	Cada vez que se hace limpieza, probar los interruptores para verificar que si activan correctamente
	Revisión y corrección del nivel de aceite hidráulico, sistema de frenos, neumáticos y amortiguadores a fin de ser reemplazadas y/o rellenar líquidos de frenos o hidráulicos	Revisión y/o cambio	Líquido de frenos, líquido hidráulico, medidor de aire y presión, trapo industrial	Juego de desarmadores medidor de aire y presión	3 meses	Técnico mecánico	Maquina parada	30 minutos	Cada vez que se requiera el cambio de aceites, tener en cuenta el uso de una sobreprotección de los tapones para evitar las pérdidas de aceite
	Inspección y verificación de los dispositivos antibaches y bombas de tracción delantera a fin de evitar volcaduras	Inspección	Trapo industrial, grasas, mandril metálico	Juego de llaves mixtas	2 meses	Técnico mecánico	Maquina parada	60 minutos	
	Limpieza y mantenimiento de la válvula manual de descenso, bombas de tracción delanteras, pistones y ajustes	Mantenimiento	Trapo industrial, grasa industrial, aceite lubricante	Juego de llaves mixtas	3 meses	Técnico mecánico	Maquina parada	3 horas	
	Limpieza de motores delanteros, conos graseros traseros	Mantenimiento	Trapo industrial, grasa industrial, guantes	Juego de llaves mixtas Aire a presión	semanal	Técnico mecánico	Maquina parada	60 minutos	Dejar el motor descubierto para que tenga mayor ventilación

	Cambio de filtro hidraulico	Mantenimiento	Trapo industrial, filtro hidraulico guantes	Juego de llaves mixtas Aire a presión	3 meses	Técnico mecánico	Maquina parada	30 minutos	
	Revisión y mantenimiento de relé térmico, panel de controles, ejes de dirección, transmisión de ruedas y control de nivel aceite de motor	Revisión	Multitester, trapo industrial,	Juego de llaves mixtas	Semanal	Técnico mecánico/ eléctrico	Maquina parada	30 minutos	Para efectos de los trabajos de alineamiento, estos deberán ser en espacios tipo zanjas
	Revisión y mantenimiento de ejes direccionales, motor electrico, bomba hidraulico y transformador	Mantenimiento	trapo industrial, grasa industrial	Juego de llaves mixtas	6 meses	Técnico mecánico/ electricista	Maquina parada	60 minutos	
	Revisión y cambio de pastillas de fricción, amortiguadores, aceite de motor y filtro hidraulico	Revisión y cambio	trapo industrial, pastillas de fricción, aceite motor y filtro	Juego de llaves mixtas	9 meses	Técnico electrico/ frenero	Maquina parada	60 minutos	
	Revisión y cambio de Aceite hidraulico y aceite de transmisión	Revisión y cambio	trapo industrial, aceite hidraulico y de transmisión	Juego de llaves mixtas	12 meses	Técnico electricista	Maquina parada	60 minutos	

Fuente: elaboracion propia

Anexo 15 Cronograma de Mantenimiento Elevador Tipo Tijera Electrica GS-3246

INFORMACION		CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO RCM ELEVADOR GS-3246																																																				
EQUIPO	ACTIVIDAD	MESES																																																				
		Abr-19				May-19				Jun-19				Jul-19				Ago-19				Set-19				Oct-19				Nov-19				Dic-19				Ene-20				Feb-20				Mar-20								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48					
Elevador Tipo tijera Eléctrica GS-3246	Limpieza e inspección de la batería, cableado eléctrico, chapa de contacto y bocina en búsqueda de falsos contacto	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	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D		
	Revisión e inspección del sistema de parada, sensores de alarma, limitadores de corriente, alimentación a la plataforma y módulo de tierra	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
	Revisión y corrección del nivel de aceite hidráulico, sistema de frenos, neumáticos y amortiguadores a fin de ser reemplazadas y/o rellenar líquidos de frenos o hidráulicos							8S									8S																																				8S	
	Inspección y verificación de los dispositivos antibaches y bombas de tracción delantera a fin de evitar volcaduras							2M									2M																																				2M	
	Limpieza y mantenimiento de la válvula manual de desoeno, bombas de tracción delanteras, pistones y ajustes												3M																																							3M		
	Limpieza de motores delanteros, cubos delanteros, conos graseros traseros	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S		
	Cambio de filtro hidráulico												3M																																								3M	
	Revisión y mantenimiento de relé térmico, panel de controles, ejes de dirección, transmisión de ruedas y control de nivel aceite de motor	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S		
	Revisión y mantenimiento de ejes direccionales, motor eléctrico, bomba hidráulico y transformador																																																					6M
	Revisión y cambio de pastillas de fricción, amortiguadores, aceite de motor y filtro hidráulico																																																					9M
Revisión y cambio de Aceite hidráulico y aceite de transmisión																																																						12M

CRONOGRAMA	
D	Diario
S	semanal
2M	8 semanas
3M	3 meses
6M	6 meses
9M	9 meses
12M	12 meses

Activar Windows

Fuente: elaboracion propia

Anexo 16 Plan de Mantenimiento RCM para Elevador Tipo Tijera Eléctrica 3246 ES

Equipo	Actividad	Trabajo a realizar	Materiales	Herramientas	Periodo	Personal	Condición de equipo	Tiempo de trabajo	Observaciones
Elevador Tipo tijera Eléctrica 3246 ES	Limpieza e inspección de la batería, cableado eléctrico, chapa de contacto y bocina en búsqueda de falsos contacto	Inspección	Trapo industrial, spray limpia contacto	Juego de desarmadores Multímetro digital	Diario	Técnico electricista	Maquina parada	30 minutos	Cada vez que se hace limpieza, probar los interruptores para verificar que si activan correctamente
	Revisión e inspección del sistema de parada, sensores de alarma, limitadores de corriente, alimentación a la plataforma y módulo de tierra	Revisión	Trapo industrial, spray limpia contacto	Juego de desarmadores Pinza amperimétrica	semanal	Técnico electricista	Maquina parada	60 minutos	Cada vez que se hace limpieza, probar los interruptores para verificar que si activan correctamente
	Revisión y corrección del nivel de aceite hidraulico, sistema de frenos, neumáticos y amortiguadores a fin de ser reemplazadas y/o rellenar líquidos de frenos o hidráulicos	Revisión y/o cambio	Líquido de frenos, liquido hidraulico, medidor de aire y presión, trapo industrial	Juego de desarmadores medidor de aire y presión	3 meses	Técnico mecánico	Maquina parada	30 minutos	Cada vez que se requiera el cambio de aceites, tener en cuenta el uso de una sobreprotección de los tapones para evitar las pérdidas de aceite
	Inspección y verificación de los dispositivos antibaches y bombas de tracción delantera a fin de evitar volcaduras	Inspección	Trapo industrial, grasas, mandril metálico	Juego de llaves mixtas	2 meses	Técnico mecánico	Maquina parada	60 minutos	
	Limpieza y mantenimiento de la válvula manual de descenso, bombas de tracción delanteras, pistones y ajustes	Mantenimiento	Trapo industrial, grasa industrial, aceite lubricante	Juego de llaves mixtas	3 meses	Técnico mecánico	Maquina parada	3 horas	
	Limpieza de motores delanteros, cubos delanteros, conos graseros traseros	Mantenimiento	Trapo industrial, grasa industrial, guantes	Juego de llaves mixtas Aire a presión	semanal	Técnico mecánico	Maquina parada	60 minutos	Dejar el motor descubierto para que tenga mayor ventilación

	Cambio de filtro hidraulico	Mantenimiento	Trapo industrial, filtro hidraulico guantes	Juego de llaves mixtas Aire a presión	3 meses	Técnico mecánico	Maquina parada	30 minutos	
	Revisión y mantenimiento de relé térmico, panel de controles, ejes de dirección, transmisión de ruedas y control de nivel aceite de motor	Revisión	Multitester, trapo industrial,	Juego de llaves mixtas	Semanal	Técnico mecánico/ eléctrico	Maquina parada	30 minutos	Para efectos de los trabajos de alineamiento, estos deberán ser en espacios tipo zanjas
	Revisión y mantenimiento de ejes direccionales, motor eléctrico, bomba hidraulico y transformador	Mantenimiento	trapo industrial, grasa industrial	Juego de llaves mixtas	6 meses	Técnico mecánico/ electricista	Maquina parada	60 minutos	
	Revisión y cambio de pastillas de fricción, amortiguadores, aceite de motor y filtro hidraulico	Revisión y cambio	trapo industrial, pastillas de fricción, aceite motor y filtro	Juego de llaves mixtas	9 meses	Técnico eléctrico/ frenero	Maquina parada	60 minutos	
	Revisión y cambio de Aceite hidraulico y aceite de transmisión	Revisión y cambio	trapo industrial, aceite hidraulico y de transmisión	Juego de llaves mixtas	12 meses	Técnico electricista	Maquina parada	60 minutos	

Fuente: elaboración propia

Anexo 18 Plan de Mantenimiento RCM para Elevador Tipo Tijera Eléctrica GS 1930

Equipo	Actividad	Trabajo a realizar	Materiales	Herramientas	Periodo	Personal	Condición de equipo	Tiempo de trabajo	Observaciones
Elevador Tipo tijera Eléctrica GS 1930	Limpieza e inspección de la batería, cableado eléctrico, chapa de contacto y bocina en búsqueda de falsos contacto	Inspección	Trapo industrial, spray limpia contacto	Juego de desarmadores Multímetro digital	Diario	Técnico electricista	Maquina parada	30 minutos	Cada vez que se hace limpieza, probar los interruptores para verificar que si activan correctamente
	Revisión e inspección del sistema de parada, sensores de alarma, limitadores de corriente, alimentación a la plataforma y módulo de tierra	Revisión	Trapo industrial, spray limpia contacto	Juego de desarmadores Pinza amperimétrica	semanal	Técnico electricista	Maquina parada	60 minutos	Cada vez que se hace limpieza, probar los interruptores para verificar que si activan correctamente
	Revisión y corrección del nivel de aceite hidráulico, sistema de frenos, neumáticos y amortiguadores a fin de ser reemplazadas y/o rellenar líquidos de frenos o hidráulicos	Revisión y/o cambio	Líquido de frenos, líquido hidráulico, medidor de aire y presión, trapo industrial	Juego de desarmadores medidor de aire y presión	3 meses	Técnico mecánico	Maquina parada	30 minutos	Cada vez que se requiera el cambio de aceites, tener en cuenta el uso de una sobreprotección de los tapones para evitar las pérdidas de aceite
	Inspección y verificación de los dispositivos antibaches y bombas de tracción delantera a fin de evitar volcaduras	Inspección	Trapo industrial, grasas, mandril metálico	Juego de llaves mixtas	2 meses	Técnico mecánico	Maquina parada	60 minutos	
	Limpieza y mantenimiento de la válvula manual de descenso, bombas de tracción delanteras, pistones y ajustes	Mantenimiento	Trapo industrial, grasa industrial, aceite lubricante	Juego de llaves mixtas	3 meses	Técnico mecánico	Maquina parada	3 horas	
	Limpieza de motores delanteros, cubos delanteros, conos graseros traseros	Mantenimiento	Trapo industrial, grasa industrial, guantes	Juego de llaves mixtas Aire a presión	semanal	Técnico mecánico	Maquina parada	60 minutos	Dejar el motor descubierto para que tenga mayor ventilación

	Cambio de filtro hidraulico	Mantenimiento	Trapo industrial, filtro hidraulico guantes	Juego de llaves mixtas Aire a presion	3 meses	Técnico mecánico	Maquina parada	30 minutos	
	Revisión y mantenimiento de relé térmico, panel de controles, ejes de dirección, transmisión de ruedas y control de nivel aceite de motor	Revisión	Multitester, trapo industrial,	Juego de llaves mixtas	Semanal	Técnico mecánico/ eléctrico	Maquina parada	30 minutos	Para efectos de los trabajos de alineamiento, estos deberán ser en espacios tipo zanjas
	Revisión y mantenimiento de ejes direccionales, motor eléctrico, bomba hidraulico y transformador	Mantenimiento	trapo industrial, grasa industrial	Juego de llaves mixtas	6 meses	Técnico mecánico/ electricista	Maquina parada	60 minutos	
	Revisión y cambio de pastillas de fricción, amortiguadores, aceite de motor y filtro hidraulico	Revisión y cambio	trapo industrial, pastillas de fricción, aceite motor y filtro	Juego de llaves mixtas	9 meses	Técnico eléctrico/ frenero	Maquina parada	60 minutos	
	Revisión y cambio de Aceite hidraulico y aceite de transmisión	Revisión y cambio	trapo industrial, aceite hidraulico y de transmisión	Juego de llaves mixtas	12 meses	Técnico electricista	Maquina parada	60 minutos	

Fuente: elaboración propia

Anexo 19 Cronograma de mantenimiento RCM Elevador tipo Tijera Eléctrica GS 1930

INFORMACION		CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO RCM ELEVADOR GS - 1930																																																				
		MESES																																																				
		Abr-19				May-19				Jun-19				Jul-19				Ago-19				Set-19				Oct-19				Nov-19				Dic-19				Ene-20				Feb-20				Mar-20								
EQUIPO	ACTIVIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48					
Elevador Tipo tijera Eléctrica GS - 1930	Limpieza e inspección de la batería, cableado eléctrico, chapa de contacto y bocina en búsqueda de falsos contacto	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	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D		
	Revisión e inspección del sistema de parada, sensores de alarma, limitadores de corriente, alimentación a la plataforma y módulo de tierra	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
	Revisión y corrección del nivel de aceite hidráulico, sistema de frenos, neumáticos y amortiguadores a fin de ser reemplazados y/o rellenar líquidos de frenos o hidráulicos							8S									8S									8S																											8S	
	Inspección y verificación de los dispositivos antibaches y bombas de tracción delantera a fin de evitar volcaduras							2M									2M																																					2M
	Limpieza y mantenimiento de la válvula manual de descenso, bombas de tracción delanteras, pistones y ajustes												3M																																								3M	
	Limpieza de motores delanteros, cubos delanteros, conos graseros traseros	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S		
	Cambio de filtro hidráulico												3M																																								3M	
	Revisión y mantenimiento de relé térmico, panel de controles, ejes de dirección, transmisión de ruedas y control de nivel aceite de motor	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S		
	Revisión y mantenimiento de ejes direccionales, motor eléctrico, bomba hidráulico y transformador																																																					6M
	Revisión y cambio de pastillas de fricción, amortiguadores, aceite de motor y filtro hidráulico																																																					9M
Revisión y cambio de Aceite hidráulico y aceite de transmisión																																																						12M

CRONOGRAMA	
D	Diario
S	semanal
2M	8 semanas
3M	3 meses
6M	6 meses
9M	9 meses
12M	12 meses

Fuente: elaboración propia

Anexo 20 Plan de Mantenimiento RCM para Elevador Tipo Tijera Electrica 1930 ES

Equipo	Actividad	Trabajo a realizar	Materiales	Herramientas	Periodo	Personal	Condición de equipo	Tiempo de trabajo	Observaciones
Elevador Tipo tijera Eléctrica 1930 ES	Limpieza e inspección de la batería, cableado eléctrico, chapa de contacto y bocina en búsqueda de falsos contacto	Inspección	Trapo industrial, spray limpia contacto	Juego de desarmadores Multímetro digital	Diario	Técnico electricista	Maquina parada	30 minutos	Cada vez que se hace limpieza, probar los interruptores para verificar que si activan correctamente
	Revisión e inspección del sistema de parada, sensores de alarma, limitadores de corriente, alimentación a la plataforma y módulo de tierra	Revisión	Trapo industrial, spray limpia contacto	Juego de desarmadores Pinza amperimétrica	semanal	Técnico electricista	Maquina parada	60 minutos	Cada vez que se hace limpieza, probar los interruptores para verificar que si activan correctamente
	Revisión y corrección del nivel de aceite hidraulico, sistema de frenos, neumáticos y amortiguadores a fin de ser reemplazadas y/o rellenar líquidos de frenos o hidráulicos	Revisión y/o cambio	Líquido de frenos, líquido hidraulico, medidor de aire y presión, trapo industrial	Juego de desarmadores medidor de aire y presión	3 meses	Técnico mecánico	Maquina parada	30 minutos	Cada vez que se requiera el cambio de aceites, tener en cuenta el uso de una sobreprotección de los tapones para evitar las pérdidas de aceite
	Inspección y verificación de los dispositivos antibaches y bombas de tracción delantera a fin de evitar volcaduras	Inspección	Trapo industrial, grasas, mandril metálico	Juego de llaves mixtas	2 meses	Técnico mecánico	Maquina parada	60 minutos	
	Limpieza y mantenimiento de la válvula manual de descenso, bombas de tracción delanteras, pistones y ajustes	Mantenimiento	Trapo industrial, grasa industrial, aceite lubricante	Juego de llaves mixtas	3 meses	Técnico mecánico	Maquina parada	3 horas	
	Limpieza de motores delanteros, cubos delanteros, conos graseros traseros	Mantenimiento	Trapo industrial, grasa industrial, guantes	Juego de llaves mixtas Aire a presión	semanal	Técnico mecánico	Maquina parada	60 minutos	Dejar el motor descubierto para que tenga mayor ventilación

	Cambio de filtro hidraulico	Mantenimiento	Trapo industrial, filtro hidraulico guantes	Juego de llaves mixtas Aire a presión	3 meses	Técnico mecánico	Maquina parada	30 minutos	
	Revisión y mantenimiento de relé térmico, panel de controles, ejes de dirección, transmisión de ruedas y control de nivel aceite de motor	Revisión	Multitester, trapo industrial,	Juego de llaves mixtas	Semanal	Técnico mecánico/ electrico	Maquina parada	30 minutos	Para efectos de los trabajos de alineamiento, estos deberán ser en espacios tipo zanjas
	Revisión y mantenimiento de ejes direccionales, motor electrico, bomba hidraulico y transformador	Mantenimiento	trapo industrial, grasa industrial	Juego de llaves mixtas	6 meses	Técnico mecánico/ electricista	Maquina parada	60 minutos	
	Revisión y cambio de pastillas de fricción, amortiguadores, aceite de motor y filtro hidraulico	Revisión y cambio	trapo industrial, pastillas de fricción, aceite motor y filtro	Juego de llaves mixtas	9 meses	Técnico electrico/ frenero	Maquina parada	60 minutos	
	Revisión y cambio de Aceite hidraulico y aceite de transmisión	Revisión y cambio	trapo industrial, aceite hidraulico y de transmisión	Juego de llaves mixtas	12 meses	Técnico electricista	Maquina parada	60 minutos	

Fuente: elaboración propia

Anexo 21 Cronograma de mantenimiento RCM Elevador tipo Tijera Electrica 1930 ES

INFORMACION		CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO RCM ELEVADOR 1930 ES																																																				
EQUIPO	ACTIVIDAD	MESES																																																				
		Abr-19				May-19				Jun-19				Jul-19				Ago-19				Set-19				Oct-19				Nov-19				Dic-19				Ene-20				Feb-20				Mar-20								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48					
Elevador Tipo tijera Eléctrica 1930 ES	Limpieza e inspección de la batería, cableado eléctrico, chapa de contacto y bocina en búsqueda de falsos contacto	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	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D		
	Revisión e inspección del sistema de parada, sensores de alarma, limitadores de corriente, alimentación a la plataforma y módulo de tierra	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
	Revisión y corrección del nivel de aceite hidráulico, sistema de frenos, neumáticos y amortiguadores a fin de ser reemplazadas y/o rellenar líquidos de frenos o hidráulicos							8S								8S									8S																											8S		
	Inspección y verificación de los dispositivos antibaches y bombas de tracción delantera a fin de evitar volcaduras							2M								2M																																					2M	
	Limpieza y mantenimiento de la válvula manual de descenso, bombas de tracción delanteras, pistones y ajustes												3M																																							3M		
	Limpieza de motores delanteros, cubos delanteros, conos graseros traseros	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S		
	Cambio de filtro hidráulico												3M																																								3M	
	Revisión y mantenimiento de relé térmico, panel de controles, ejes de dirección, transmisión de ruedas y control de nivel aceite de motor	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S		
	Revisión y mantenimiento de ejes direccionales, motor eléctrico, bomba hidráulico y transformador																																																					6M
Revisión y cambio de pastillas de fricción, amortiguadores, aceite de motor y filtro hidráulico																																																					9M	
Revisión y cambio de Aceite hidráulico y aceite de transmisión																																																						12M

CRONOGRAMA	
D	Diario
S	semanal
2M	8 semanas
3M	3 meses
6M	6 meses
9M	9 meses
12M	12 meses

Fuente: elaboracion propia

Anexo 22 Plan de Mantenimiento RCM para Elevador Tipo Tijera Eléctrica COMPACT 12

Equipo	Actividad	Trabajo a realizar	Materiales	Herramientas	Periodo	Personal	Condición de equipo	Tiempo de trabajo	Observaciones
Elevador Tipo tijera Eléctrica COMPACT 12	Limpieza e inspección de la batería, cableado eléctrico, chapa de contacto y bocina en búsqueda de falsos contactos	Inspección	Trapo industrial, spray limpia contacto	Juego de desarmadores Multímetro digital	Diario	Técnico electricista	Maquina parada	30 minutos	Cada vez que se hace limpieza, probar los interruptores para verificar que si activan correctamente
	Revisión e inspección del sistema de parada, sensores de alarma, limitadores de corriente, alimentación a la plataforma y módulo de tierra	Revisión	Trapo industrial, spray limpia contacto	Juego de desarmadores Pinza amperimétrica	semanal	Técnico electricista	Maquina parada	60 minutos	Cada vez que se hace limpieza, probar los interruptores para verificar que si activan correctamente
	Revisión y corrección del nivel de aceite hidráulico, sistema de frenos, neumáticos y amortiguadores a fin de ser reemplazadas y/o rellenar líquidos de frenos o hidráulicos	Revisión y/o cambio	Líquido de frenos, líquido hidráulico, medidor de aire y presión, trapo industrial	Juego de desarmadores medidor de aire y presión	3 meses	Técnico mecánico	Maquina parada	30 minutos	Cada vez que se requiera el cambio de aceites, tener en cuenta el uso de una sobreprotección de los tapones para evitar las pérdidas de aceite
	Inspección y verificación de los dispositivos antibaches y bombas de tracción delantera a fin de evitar volcaduras	Inspección	Trapo industrial, grasas, mandril metálico	Juego de llaves mixtas	2 meses	Técnico mecánico	Maquina parada	60 minutos	
	Limpieza y mantenimiento de la válvula manual de descenso, bombas de tracción delanteras, pistones y ajustes	Mantenimiento	Trapo industrial, grasa industrial, aceite lubricante	Juego de llaves mixtas	3 meses	Técnico mecánico	Maquina parada	3 horas	
	Limpieza de motores delanteros, cubos delanteros, conos graseros traseros	Mantenimiento	Trapo industrial, grasa industrial, guantes	Juego de llaves mixtas Aire a presión	semanal	Técnico mecánico	Maquina parada	60 minutos	Dejar el motor descubierto para que tenga mayor ventilación

	Cambio de filtro hidraulico	Mantenimiento	Trapo industrial, filtro hidraulico guantes	Juego de llaves mixtas Aire a presión	3 meses	Técnico mecánico	Maquina parada	30 minutos	
	Revisión y mantenimiento de relé térmico, panel de controles, ejes de dirección, transmisión de ruedas y control de nivel aceite de motor	Revisión	Multitester, trapo industrial,	Juego de llaves mixtas	Semanal	Técnico mecánico/ eléctrico	Maquina parada	30 minutos	Para efectos de los trabajos de alineamiento, estos deberán ser en espacios tipo zanjas
	Revisión y mantenimiento de ejes direccionales, motor electrico, bomba hidraulico y transformador	Mantenimiento	trapo industrial, grasa industrial	Juego de llaves mixtas	6 meses	Técnico mecánico/ electricista	Maquina parada	60 minutos	
	Revisión y cambio de pastillas de fricción, amortiguadores, aceite de motor y filtro hidraulico	Revisión y cambio	trapo industrial, pastillas de fricción, aceite motor y filtro	Juego de llaves mixtas	9 meses	Técnico electrico/ frenero	Maquina parada	60 minutos	
	Revisión y cambio de Aceite hidraulico y aceite de transmisión	Revisión y cambio	trapo industrial, aceite hidraulico y de transmisión	Juego de llaves mixtas	12 meses	Técnico electricista	Maquina parada	60 minutos	

Fuente: elaboración propia

Anexo 23 Cronograma de mantenimiento RCM Elevador tipo Tijera Electrica COMPACT 12

INFORMACION		CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO RCM ELEVADOR COMPACT 12																																																	
EQUIPO	ACTIVIDAD	MESES																																																	
		Abr-19				May-19				Jun-19				Jul-19				Ago-19				Set-19				Oct-19				Nov-19				Dic-19				Ene-20				Feb-20				Mar-20					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48		
Elevador Tipo tijera Eléctrica COMPACT 12	Limpieza e inspección de la batería, cableado eléctrico, chapa de contacto y bocina en búsqueda de falsos contacto	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	D	D	D	D	D	D	D	D	
	Revisión e inspección del sistema de parada, sensores de alarma, limitadores de corriente, alimentación a la plataforma y módulo de tierra	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
	Revisión y corrección del nivel de aceite hidráulico, sistema de frenos, neumáticos y amortiguadores a fin de ser reemplazados y/o rellenar líquidos de frenos o hidráulicos							8S									8S								8S																										8S
	Inspección y verificación de los dispositivos antibaches y bombas de tracción delantera a fin de evitar volcaduras							2M									2M									2M																									2M
	Limpieza y mantenimiento de la válvula manual de descenso, bombas de tracción delanteras, pistones y ajustes												3M													3M																								3M	
	Limpieza de motores delanteros, cubos delanteros, conos graseros traseros	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
	Cambio de filtro hidráulico												3M													3M																									3M
	Revisión y mantenimiento de relé térmico, panel de controles, ejes de dirección, transmisión de ruedas y control de nivel aceite de motor	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
	Revisión y mantenimiento de ejes direccionales, motor eléctrico, bomba hidráulico y transformador																										6M																								6M
	Revisión y cambio de pastillas de fricción, amortiguadores, aceite de motor y filtro hidráulico																																																		9M
Revisión y cambio de Aceite hidráulico y aceite de transmisión																																																			12M

CRONOGRAMA	
D	Diario
S	semanal
2M	8 semanas
3M	3 meses
6M	6 meses
9M	9 meses
12M	12 meses

Activar Windows

Fuente: elaboracion propia

Anexo 24: Plan de Mantenimiento RCM para Elevador Tipo Tijera Electrica OPTIMUM 8

Equipo	Actividad	Trabajo a realizar	Materiales	Herramientas	Periodo	Personal	Condición de equipo	Tiempo de trabajo	Observaciones
Elevador Tipo tijera Eléctrica OPTIMUM 8	Limpieza e inspección de la batería, cableado eléctrico, chapa de contacto y bocina en búsqueda de falsos contacto	Inspección	Trapo industrial, spray limpia contacto	Juego de desarmadores Multímetro digital	Diario	Técnico electricista	Maquina parada	30 minutos	Cada vez que se hace limpieza, probar los interruptores para verificar que si activan correctamente
	Revisión e inspección del sistema de parada, sensores de alarma, limitadores de corriente, alimentación a la plataforma y módulo de tierra	Revisión	Trapo industrial, spray limpia contacto	Juego de desarmadores Pinza amperimétrico	semanal	Técnico electricista	Maquina parada	60 minutos	Cada vez que se hace limpieza, probar los interruptores para verificar que si activan correctamente
	Revisión y corrección del nivel de aceite hidráulico, sistema de frenos, neumáticos y amortiguadores a fin de ser reemplazadas y/o rellenar líquidos de frenos o hidráulicos	Revisión y/o cambio	Líquido de frenos, líquido hidráulico, medidor de aire y presión, trapo industrial	Juego de desarmadores medidor de aire y presión	3 meses	Técnico mecánico	Maquina parada	30 minutos	Cada vez que se requiera el cambio de aceites, tener en cuenta el uso de una sobreprotección de los tapones para evitar las pérdidas de aceite
	Inspección y verificación de los dispositivos antibaches y bombas de tracción delantera a fin de evitar volcaduras	Inspección	Trapo industrial, grasas, mandril metálico	Juego de llaves mixtas	2 meses	Técnico mecánico	Maquina parada	60 minutos	
	Limpieza y mantenimiento de la válvula manual de descenso, bombas de tracción delanteras, pistones y ajustes	Mantenimiento	Trapo industrial, grasa industrial, aceite lubricante	Juego de llaves mixtas	3 meses	Técnico mecánico	Maquina parada	3 horas	
	Limpieza de motores delanteros, cubos delanteros, conos graseros traseros	Mantenimiento	Trapo industrial, grasa industrial, guantes	Juego de llaves mixtas Aire a presión	semanal	Técnico mecánico	Maquina parada	60 minutos	Dejar el motor descubierto para que tenga mayor ventilación

	Cambio de filtro hidraulico	Mantenimiento	Trapo industrial, filtro hidraulico guantes	Juego de llaves mixtas Aire a presion	3 meses	Técnico mecánico	Maquina parada	30 minutos	
	Revisión y mantenimiento de relé térmico, panel de controles, ejes de dirección, transmisión de ruedas y control de nivel aceite de motor	Revisión	Multitester, trapo industrial,	Juego de llaves mixtas	Semanal	Técnico mecánico/ electrico	Maquina parada	30 minutos	Para efectos de los trabajos de alineamiento, estos deberán ser en espacios tipo zanjas
	Revisión y mantenimiento de ejes direccionales, motor electrico, bomba hidraulico y transformador	Mantenimiento	trapo industrial, grasa industrial	Juego de llaves mixtas	6 meses	Técnico mecánico/ electricista	Maquina parada	60 minutos	
	Revisión y cambio de pastillas de fricción, amortiguadores, aceite de motor y filtro hidraulico	Revisión y cambio	trapo industrial, pastillas de fricción, aceite motor y filtro	Juego de llaves mixtas	9 meses	Técnico electrico/ frenero	Maquina parada	60 minutos	
	Revisión y cambio de Aceite hidraulico y aceite de transmisión	Revisión y cambio	trapo industrial, aceite hidraulico y de transmisión	Juego de llaves mixtas	12 meses	Técnico electricista	Maquina parada	60 minutos	

Fuente: elaboración propia

Anexo 26 Anexo Presupuesto por gastos de Mantenimiento

Ítem	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Lubricante	3.00	40.00	120.00
2	Dieléctrico x Gln.	3.00	42.00	126.00
3	Grasa	6.00	10.00	60.00
4	Trapos x Kg	15.00	4.50	67.50
5	Agua Destilada	3.00	5.00	15.00
6	Desengrasante x Gln	3.00	48.00	144.00
7	Horas de consumo de energía	18 horas	1.60	28.80
8	Barniz	3.00	35.00	105.00
9	Filtro Hidráulico	3.00	37.50	112.50
10	Limpia Contacto	3.00	42.00	126.00
11	Aceite de Transición x 1/4 Gln	1.00	28.00	28.00
12	Aceite Hidráulico x 5 Glns	1.00	250.00	250.00
13	Horas de consumo de agua	8.00	0.50	4.00
			TOTAL	1185.80

Fuente: elaboracion propia

Anexo 27 Gastos de capacitaciones de planes de mantenimiento

Ítem	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Capacitación de Seguridad Industrial Capacitación de Mantenibilidad, Confiabilidad y Disponibilidad de equipos	1	3500.00	3500.00
			TOTAL	3500.00

Fuente: elaboracion propia

Anexo 28 Presupuesto total por la aplicación del Plan de mantenimiento RCM

Ítem	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Presupuesto por gastos de Mantenimiento	23	1185.80	27273.40
2	Gastos de capacitaciones	1	3500.00	3500.00
3	Gastos Metodológicos	1	1600.00	1600.00
4	Gastos administrativos	1	4104.50	4104.50
			TOTAL	36477.90

Fuente: elaboracion propia