



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

**Aplicación del TPM para incrementar la eficiencia global de equipos de
aire acondicionado en GR GLOBAL SERVICE S.A.C. Ate 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:

REÁTEGUI PÉREZ, GERALDINE (ORCID:0000-0002-2547-4590)

SALDARRIAGA CCORICASA, CARLOS (ORCID: 0000-0002-6692-2812)

ASESOR:

MG. FREDDY ARMANDO RAMOS HARADA (ORCID:[0000-0002-3619-5140](https://orcid.org/0000-0002-3619-5140))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

LIMA – PERÚ

2021

INDICE

Resumén.....	2
I. INTRODUCCIÓN.....	6
II MARCO TEÓRICO	4
3.1. Tipo y diseño de investigación	11
3.2. Variables y Operacionalización	12
3.3. Población, muestra y muestreo	16
Población	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.5. Procedimientos.....	17
.....	19
3.6. Método de análisis de datos.....	19
3.7. Aspecto Ético	20
IV. RESULTADO	21
4.1. ENSAYO.....	22
4.1.1. Recursos y Presupuesto	28
4.1.2. Financiamiento	29
4.2 Estadística Descriptiva.....	31
4.3 ANALISIS INFERENCIAL PARA CADA HIPOTESIS	
IV DISCUSIONES	54
VI. CONCLUSIONES.....	56
VII. RECOMENDACIONES.....	58
Bibliografía	60

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1 Cumplimiento de Mantenimiento Autónomo	38
Gráfico N° 2 Equipo 1 Cumplimiento de Mantenimiento Planificado	39
Gráfico N° 3 Cumplimiento de Mantenimiento Planificado	39
Gráfico N° 4 Indicador de disponibilidad	48
Gráfico N° 5 Análisis de Rendimiento.....	48
Gráfico N° 6 Análisis de Calidad	49
Gráfico N° 7 Análisis de OEE	49

INDICE DE IMAGENES

Imagen 1 Formato Check List	18
Imagen 2 Formato de capacitaciones	19
Imagen 3 Formato de fallas.....	19
Imagen 4 Cuadro de herramientas pre mejora y post mejora	23
imagen 6: <i>Implementación de equipos</i>	24
<i>Imagen 7 Operaciones antes de la mejora</i>	25
Imagen 8 después de la mejora	26
Imagen 9 Fotos de campo.....	27

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Causas del Problema baja eficiencia global de equipos	3
Tabla N° 2 Presupuesto monetario	29
Tabla N° 3 Presupuesto no monetario	29
Tabla N° 4 Resultados T.P.M. Equipo 1 Antes de la mejora.....	31
Tabla N° 5 Resultados T.P.M. Equipo 1 Después de la mejora	32
Tabla N° 6 Resultados T.P.M. Equipo 2 Antes de la mejora.....	33
Tabla N° 7 Resultados T.P.M. Equipo 2 Después de la mejora	34
Tabla N° 8 Resultados T.P.M. Equipo 3 Antes de la mejora.....	35
Tabla N° 9 Resultados T.P.M. Equipo 3 Después de la mejora	36
Tabla N° 10 Equipo 1 Mantenimiento Autónomo y Mantenimiento Planificado promedio	37
Tabla N° 11 Equipo 1 Estadística Descriptivos Mantenimiento Autónomo	37
Tabla N° 12 Equipo 1 Resultados: Variable Dependiente y sus indicadores antes de la mejora	41
Tabla N° 13 Equipo 1 Resultados: Variable Dependiente y sus indicadores después de la mejora	42
Tabla N° 14 Equipo 2 Resultados: Variable Dependiente y sus indicadores antes de la mejora	43

Tabla N° 15 Equipo 2 Resultados: Variable Dependiente y sus indicadores antes de la mejora	44
Tabla N° 16 Equipo 3 Resultados: Variable Dependiente y sus indicadores antes de la mejora	45
Tabla N° 17 Equipo 3 Resultados: Variable Dependiente y sus indicadores después de la mejora	46
Tabla N° 18 Indicadores de la Variable Dependiente.....	47
Tabla N° 19 Resultados promedio de equipos.....	51
Tabla N° 20 Constratación de Hipótesis General	52
Tabla N° 21 Constratación de Hipótesis Especificas.....	53

Resumen

El presente proyecto de investigación titulado Aplicación del sistema TPM para mejorar la eficiencia global de los equipos en la empresa GR GLOBAL SERVICE SAC Ate 2021, tuvo por objetivo principal es implementar el TPM para incrementar la eficiencia global de los equipos aire acondicionado en la empresa GR GLOBAL SERVICE SAC ubicada en distrito de Ate.

La variable independiente que se utilizó fue el sistema TPM, en la cual se desarrolló mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado; y la variable dependiente Eficiencia global delos equipos.

Para ello se realizó un estudio pre-experimental, con enfoque cuantitativo basado en el análisis de datos, se llevó a cabo en un periodo de 10 semanas pre y 10 semanas post.

En los resultados obtenidos de pudo determinar que las dimensiones del TPM mejorará la eficiencia global de los equipos en la empresa GR GLOBAL SERVICE SAC Ate 2021 se alcanzan un aumento de la eficiencia global de los equipos de aire acondicionado 1, logrando resultado de 51% a 88% teniendo un incremento 37%, en el equipo de aire acondicionado 2 teniendo como resultado 50% a 86% habiendo un incremento de 36%, para el equipo de aire acondicionado 3 se obtuvo un resultado 52% a 85% incrementando 33%.

Palabras Claves:

TPM, eficiencia global de equipos, mantenimiento, autónomo.

Abstract

The present research project entitled Application of the TPM system to improve the global efficiency of the equipment in the company GR GLOBAL SERVICE SAC Ate 2021, had as its main objective is to implement the TPM to increase the global efficiency of the air conditioning equipment in the company GR GLOBAL SERVICE SAC located in the district of Ate.

The independent variable that was used was the TPM system, in which autonomous maintenance, planned maintenance was developed; and the dependent variable Global efficiency of the equipment.

For this, a pre-experimental study was carried out, with a quantitative approach based on data analysis, it was carried out in a period of 10 weeks before and 10 weeks after.

In the results obtained, it was possible to determine that the dimensions of the TPM will improve the overall efficiency of the equipment in the company GR GLOBAL SERVICE SAC Ate 2021, an increase in the global efficiency of air conditioning equipment 1 is achieved, achieving a result of 51% at 88% having an increase of 37%, in air conditioning equipment 2 resulting from 50% to 86% having an increase of 36%, for air conditioning equipment 3 a result was obtained from 52% to 85% increasing 33%

Keywords:

TPM, global equipment efficiency, maintenance, autonomous.

I. INTRODUCCIÓN

En 1992 La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) mediante las investigaciones realizadas encontró exceso de gases en la atmósfera que producen efecto invernadero. En el cuarto reporte del año 2007 indica que el cambio climático es producido por el paso del tiempo, excluyendo de toda responsabilidad a los habitantes de nuestro planeta.

El efecto invernadero se genera de forma natural donde los gases tienen vida en la atmósfera y tienen la capacidad de retener la temperatura del sol, se estima que la temperatura sin el efecto invernadero sería -18° Centígrados,

En las últimas décadas los niveles de los gases que producen el efecto invernadero se han incrementado produciendo el calentamiento global la cual cambió la convivencia de los seres humanos convirtiéndose en una amenaza, está presente en distintos sectores: la industria pesquera, la agronomía, turismo etc.

Los gases de efecto invernadero (GEI) son: vapor de agua, metano, dióxido de carbono (CO₂), gases refrigerantes mezclados con Hidrofluorocarburos (HFC), como refrigerantes R-404A, R-134a, y R-410A y R-407C, tienen presencia en la atmósfera más de 100 años.

En el último bicentenario se estima que los países desarrollados Norteamérica, Europa y la ex Unión Soviética han contribuido a un 80% de emisiones de gases de efecto invernadero. En solo 200 años, los países como EE.UU., la Unión Europea y China prefieren continuar con su política de crecimiento antes de evitar la emisión de gases de efecto invernadero en su industria. (Sánchez-Barroso y Sanz-Calcedo 2019)

Países como Bangladesh, Vietnam pueden reducir su extensión terrestre hasta el 20% por el crecimiento del mar. .

Según (Randazzo, De Cian y Mistry 2020); el aire acondicionado es importante para reducir temperaturas en lugares cerrados para lograr comodidad a las personas, animales o cosas, etc. Evitando que el calor genera efectos negativos para la salud en hospitales reduciendo la vivencia de microorganismos, la temperatura confort puede generar largas horas de presencia en supermercados, restaurantes y hoteles etc.

Las familias adoptaron el aire acondicionado como parte de su vida reduciendo las temperaturas según sus requerimientos, es necesario si tienen un miembro del hogar con riesgo de salud en casa. En las oficinas las personas pueden realizar muchas horas en la jornada laboral eliminando riesgos en la salud por exposición a temperaturas altas.

A nivel mundial China lidera con 41 millones de equipos instalados, seguido por EE.UU. con 16 millones de equipos.

La República del Perú sufre mucho las consecuencias con el cambio climático como: sequías e inundaciones, olas de calor, aumento del nivel del mar, deshielo

de nevados. (Sánchez 2016). Según la Cámara de Comercio de Lima (CCL)., en Perú las importaciones de equipos de aire acondicionado sumaron \$ 17 millones en el 2019, en el 2020 cayó a \$11 millones, monto que representó una caída del 33,04% en relación con los diez primeros meses del año 2019.

Según (Alshahrani y Boait 2018); el alcance de temperatura en verano Arabia Saudita en 45° C los edificios residenciales han implementado equipos de aire acondicionado incrementando el consumo de energía eléctrica en 60% o 70% en verano por los extensos horarios de uso, los requerimientos de confort para los habitantes de los edificios son unos de los factores que incrementar que genera el aumento de consumo de energía.

Los nuevos edificios deben de tener fuentes de energía renovable en Europa se estima 20% de uso en equipos de aire acondicionado y refrigeración, las estructuras deben poseer aislamientos especiales para que el uso del aire acondicionado debe de ser más eficiente, al realizar los análisis de consumo eléctrico se debe de tomar en cuenta métodos de medición e incluir costes de mantenimiento. (Picard y Helsen 2018).

Según (Gómez Chaparro et al. 2019); en España los hospitales cuentan con altas inversiones en equipos, el decreto 314/2006 ministerio fomento artículo 8 se debe de implementar mantenimiento en los edificios e instalaciones , ministerio de la presidencia reglamento de instalaciones térmicas en los edificios 2007 se debe tener un manual de programación de mantenimiento que contenga documentos de sustento para posteriores auditorios .

El mantenimiento es una regla básica persigue los siguientes objetivos: planificar las paradas en tiempos adecuados, reducir costes en recursos y mano de obra.

Según (Sánchez-Barroso y Sanz-Calcedo 2019); los equipos de aire acondicionado utilizados en edificios de hospitales para la reducción de infecciones nosocomiales , se requieren planes de mantenimiento para la reducción de consumo eléctrico y mantener la disponibilidad de los equipos.

Los centros médicos son edificios equipados con equipos de aire acondicionado que reducen las infecciones nosocomiales que son producidas por la temperatura ambiental, los equipos requieren una programación de mantenimiento la cual permite la reducción de consumo de energía y aplican el reglamento de instalaciones térmicas de edificios (RITE) para asegurar el rendimiento de los equipos con los mantenimientos específico.

Según (Wang et al. 2020) Los equipos de aire acondicionado en los aviones comerciales de China, son muy importantes para evitar enfermedades nosocomiales de los pasajeros, tienen un monitoreo constante por la alta exposición a las corrientes de polvo y tierra durante los vuelos, atribuyen las fallas de los aires acondicionados de aeronaves al medio ambiente el exceso de humedad y clima reduce el tiempo de vida no se puede predecir en qué momento puede fallar los equipos. Existen inspecciones y monitoreo para poder anticipar interrupciones en el servicio se aplica mantenimiento proactivo para la mejora en la confiabilidad seguridad y disponibilidad reduciendo costos

operativos. En el estudio realizado las aeronaves circulan por zonas contaminadas lo cual genera obstrucción en los componentes de eliminación de calor.

Según Pareja, Amado, Gutierrez (2017); en la empresa tractores John Deere servicios Pecuarios carecen del plan de mantenimiento preventivo, se analizaron 6 tractores y los porcentajes de disponibilidad 79%, 70%, 50%, 65%, 60% y 75%, promedio no aceptable para el tipo de trabajo que realizan. Se aplicó un cálculo utilizando un software en que cual garantizó 96,30% de disponibilidad para los vehículos

En la Marina de Guerra del Perú no existe plan de mantenimiento esto afecta a los equipos generadores de energía y sistema de propulsión por falta de presupuesto del estado, este descuido tiene como problema principal la falta de disponibilidad de máquinas eléctricas una de las causas es la renovación o rotación de personal por lo tanto el personal nuevo no posee la experiencia adecuada, en el análisis del departamento de ingeniería del 2015, la disponibilidad es 48.571%. Galván (2016).

En la empresa Puentes grúa en el área de producción se analizaron máquinas y se encontró piezas dañadas bocinas, rodamientos, frenos, bocinas etc., determinando el 90% en mantenimiento preventivo y el 10% en correctivo, se realizó un programa centrado en la confiabilidad para optimizar la disponibilidad que se encontró en 91%. (Diestra, Esquiviel y Guevara 2017)

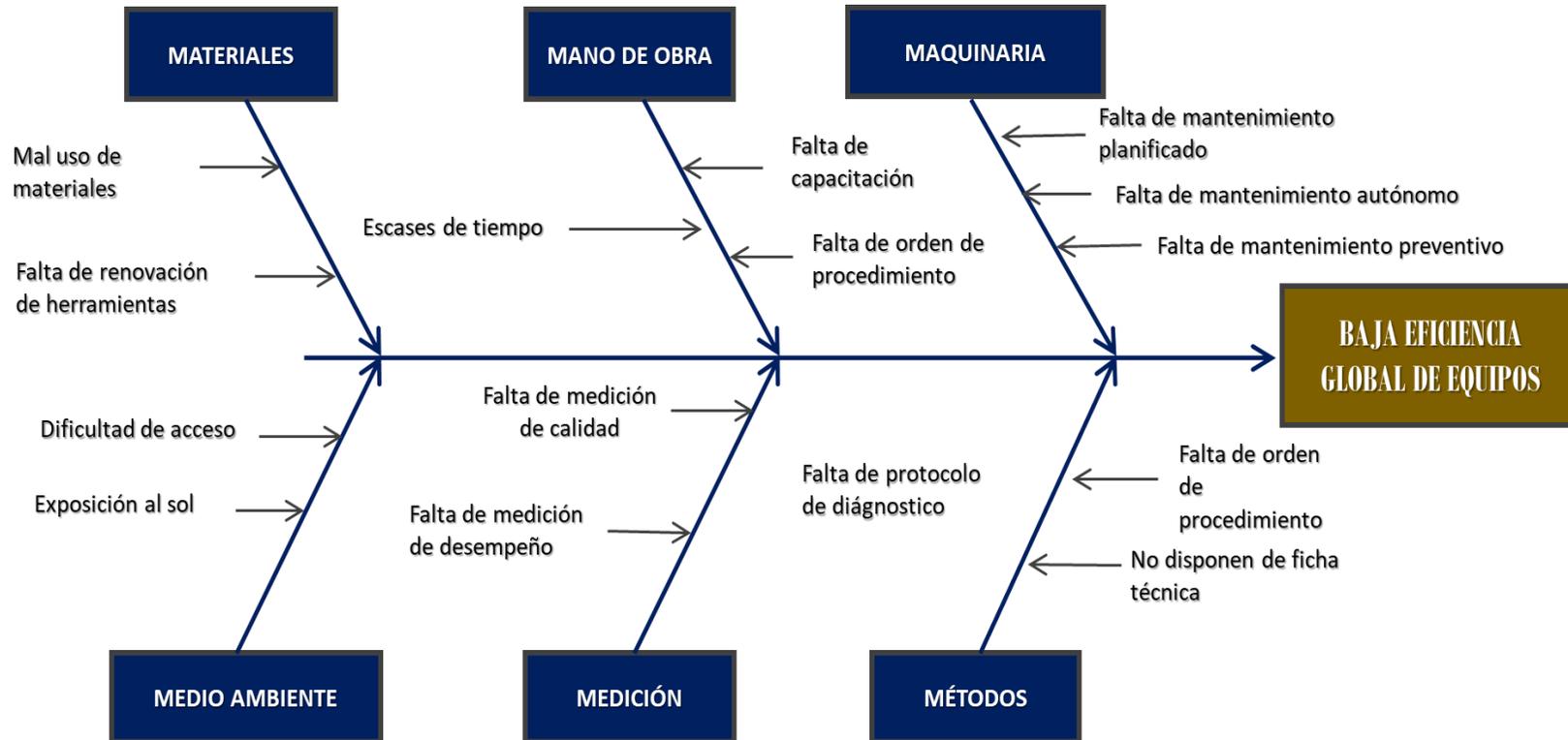
En los hospitales los pacientes requieren el aire acondicionado con calidad de aire, la cual se ve afectada por microorganismos en los conductos lo cual genera demora en tiempo realizar los mantenimientos afectada tanto a los pacientes como al personal de salud. (Bulgakov y Sayfeddine 2016)

GR GLOBAL SERVICE S.A.C. Ate 2021. Es una empresa dedicada al rubro de instalación, reparación y mantenimiento de aire acondicionado el problema que presenta es en el área de servicio de mantenimiento son las fallas generadas ocasionan malestar en la satisfacción del cliente. Formulación del problema: Problema General ¿Cómo la aplicación del TPM mejora la Eficiencia Global de los Equipos de aire acondicionado en la empresa GR GLOBAL SERVICE SAC, ATE 2021? Problemas específicos ¿Cómo la aplicación del TPM mejora la disponibilidad de los equipos, en la empresa GR GLOBAL SERVICE SAC, ATE 2021? ¿Cómo la aplicación del TPM mejora el rendimiento de los equipos, en la empresa GR GLOBAL SERVICE SAC, ATE 2021? ¿Cómo la aplicación del TPM mejora la calidad de los equipos, en la empresa GR GLOBAL SERVICE SAC, ATE 2021? Justificación Teórica: El presente proyecto se elabora con el propósito de contribuir al entendimiento existente sobre el TPM cuyos resultados de esta investigación se puede sistematizar en una propuesta para mejorar la Eficiencia Global de los Equipos de la empresa. Justificación Práctica Esta investigación se elabora porque existe la necesidad de mejorar la Eficiencia Global de los equipos, verificada durante las horas trabajadas, a las cuales se le dan una solución mediante la aplicación del TPM. Justificación Metodológica La presente investigación se elabora porque existe la necesidad de mejorar la

Eficiencia Global de los Equipos de aire acondicionado, reduciendo los paros no programados y estandarizando los procesos aplicando el TPM, Ate 2021. Justificación Económica Durante el proceso de funcionamiento de equipos de aire acondicionado se evidencian paradas innecesarias las cuales afecta al área de producción al reducir el confort, incrementando costos durante la programación de mantenimiento al incluir piezas de refacción las cuales se puede evitar con la programación de mantenimientos en forma oportuna. HIPÓTESIS Hipótesis General La aplicación del TPM mejora la Eficiencia Global de los Equipos de aire acondicionado en la empresa GR GLOBAL SERVICE SAC, Ate 2021. Hipótesis específicas HE1: La aplicación del TPM mejora la disponibilidad de los equipos de aire acondicionado en la empresa GR GLOBAL SERVICE SAC, Ate 2021. HE2: La aplicación del TPM mejora el rendimiento de los equipos de aire acondicionado en la empresa GR GLOBAL SERVICE SAC, Ate 2021. HE3: La aplicación del TPM mejora la calidad de equipos de aire acondicionado en la empresa GR GLOBAL SERVICE SAC, Ate 2021. OBJETIVOS Determinar como la aplicación del TPM mejorará la Eficiencia Global de Equipos de aire acondicionado en la empresa GR GLOBAL SERVICE S.A.C. Ate 2021. Objetivos específicos Determinar como la aplicación del TPM mejorará la disponibilidad de los equipos de aire acondicionado en la empresa GR GLOBAL SERVICE S.A.C. Ate 2021. Determinar como la aplicación del TPM mejorará el rendimiento de los equipos de aire acondicionado en la empresa GR GLOBAL SERVICE S.A.C. Ate 2021. Determinar como la aplicación del TPM mejorará la calidad de equipos de aire acondicionado en la empresa GR GLOBAL SERVICE S.A.C. Ate 2021.

Según (Delgado et al. 2020) el diagrama de Ichikawa y el diagrama de Pareto son herramientas de calidad que aportan en la identificación del problema en una organización detallando sus causas esta información es obtenida por encuestas a clientes, personal de la empresa, revisión de historial de atenciones, etc. El objetivo consiste en hallar las causas y su porcentaje de incidencia para eliminarlas y así eliminar el problema. De acuerdo al análisis realizado a la Empresa GR GLOBAL SERVICE SAC en el Diagrama Ishikawa existe un problema principal Baja eficiencia global de equipos y sus causas, en el diagrama de Pareto se muestra el cuadro de frecuencia y porcentaje acumulado falta de mantenimiento autónomo y falta de mantenimiento programado con 13% en porcentaje acumulado para el análisis de realidad de problemática.

Diagrama 1 De Ichickawa

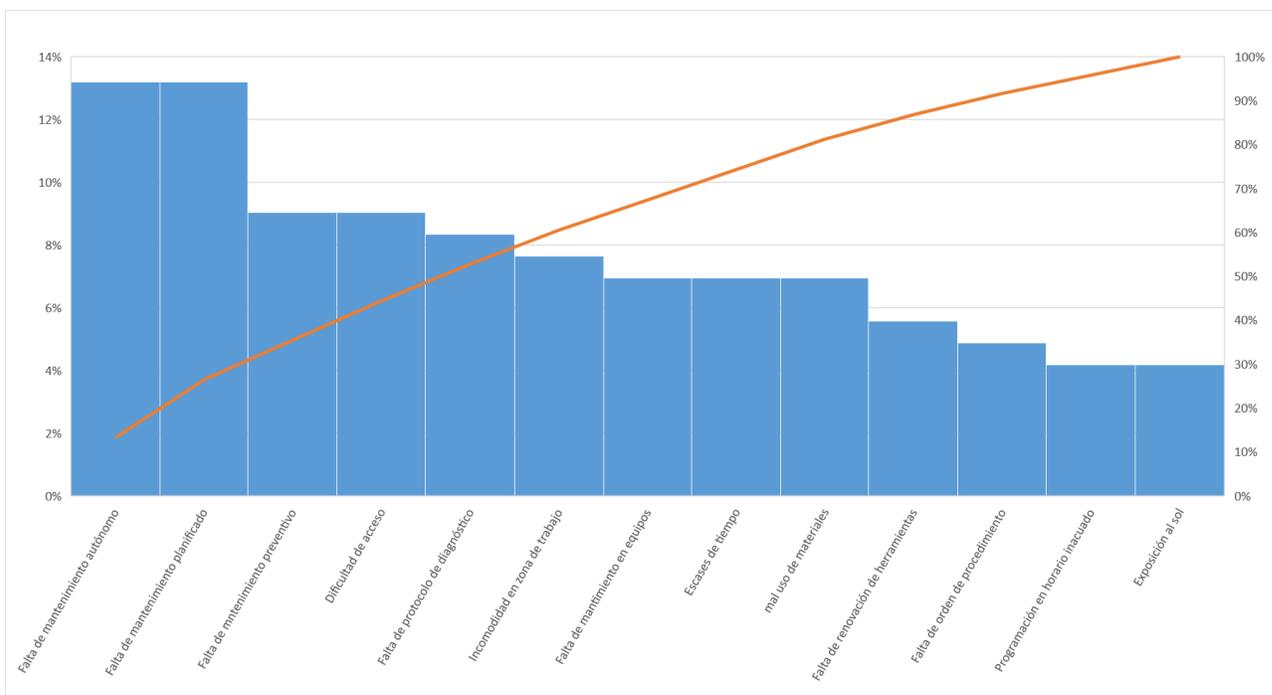


En el diagrama 1 se identifica el problema principal de la empresa: Baja eficiencia global de equipos y sus principales causas

Tabla N° 1 Causas del Problema baja eficiencia global de equipos

	Causas	Frecuencia	P.Acumulado	Porcentaje
1	Falta de mantenimiento autónomo	19	13%	13%
2	Falta de mantenimiento planificado	19	13%	26%
3	Falta de mantenimiento preventivo	13	9%	35%
4	Dificultad de acceso	13	9%	44%
5	Falta de protocolo de diagnóstico	12	8%	53%
6	Incomodidad en zona de trabajo	11	8%	60%
7	Falta de mantenimiento en equipos	10	7%	67%
8	Escasos de tiempo	10	7%	74%
9	Falta de renovación de herramientas	8	6%	80%
10	Falta de orden de procedimiento	7	5%	85%
11	mal uso de materiales	6	4%	89%
12	Programación en horario inadecuado	6	4%	93%
13	Exposición al sol	6	4%	97%
14	Mal uso de materiales	4	3%	100%
		144	100%	

Gráfico 1 de barras Pareto



II MARCO TEÓRICO

Según (Sakti, Nurjanah y Rimawan 2019); “Calculation of Overall Equipment Effectiveness Total Productive Maintenance in Improving Productivity of Casting Machines, objective increase of machine speed. Method, analyzis of the factors causing Six Big Losses of die casting machines. Result Performance has a relatively lower value with an average value of 69%, and the quality rate value has a higher relative value with an average value of 96%.

Para (Annamalai y Suresh 2019); “Implementation of Total Productive Maintenance for Overall Equipment Effectiveness Improvement in Machine Shop”, objective to implement a quality tool to improve the overall efficiency of equipment, Methodology The manufacturing process is measured step by step, results before improvement 50.62%, Actual OEE = 68%

Según (Baluch 2016); “Evaluación del desempeño de la gestión de mantenimiento: medición de la efectividad general de los equipos en las plantas de beneficio de aceite de palma de Malasia”, su objetivo medir eficiencia global de equipos considerando producción y pérdidas en la empresa considerando como indicadores la efectividad y confiabilidad de equipos evaluando las actividades de producción en distintas áreas previamente aplicando el mantenimiento productivo total, La metodología fue la recolección de datos en producción referido a órdenes de trabajo por máquina utilizando un software, mediante el cual se realizaba triangulación para la validación. Resultados se calculó 62% de eficiencia global comparando con su competidor debajo del 23% adicionando hasta 8 toneladas anual en su producción.

Para (Diestra, Esquiviel y Guevara 2017a); en su revista ciencia y tecnología programa de mantenimiento centrado en la confiabilidad (rcm), la empresa hace tres años tuvo problemas en su producción de 14 trabajos que debieron realizar solo entregaron 8. Para optimizar la disponibilidad operacional de la máquina con mayor criticidad, su objetivo fue de crear un plan de mantenimiento para la confiabilidad para que puedan operar los equipos puente grúa del área de producción, La metodología utilizada fue la recolección de información de algunos mantenimientos realizados, entre los procedimientos utilizados y técnicas se encuentran la verificación, preguntas y entrevista al personal técnico: observación directa, encuesta, entrevista al personal, análisis de documentos. Resultados el puente grúa en un 100 % es utilizado para laborar en actividades de traslados de paquetes de todo tipo y material, el 60% presentan ruidos y desgastes mecánicos, se obtuvo una disponibilidad del 91,6% siendo un porcentaje aceptable.

Según (Yodaira Borroto Pentón, Aramis Alfonso Llanes y Miguel Angel Duménigo Sierra 2013); en la monografía Evaluación y Control del Mantenimiento tuvo como objetivo controlar los mantenimientos programados, , metodología se gestiona de forma ordenada y organizada mediante programas de auditorías obteniendo el 48,61 %, evaluándose entonces la gestión del mantenimiento de deficiente debe realizarse siguiendo procedimientos, para garantizar su adecuada aplicación sin omitirse pasos o etapas importantes, tuvo como resulta organización del

Mantenimiento 89,65 %, resultado un valor de 48,61 % para los expertos del área aceptable.

Los autores (Alavedra-Flores et al. 2016); en su artículo Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. Tiene como objetivo preventivo es encontrar y corregir los problemas menores antes de que provoquen fallas para obtener confiabilidad en sus equipos, La metodología utilizada análisis de indicadores de disponibilidad, su resultado en el año 2012, sufrió tuvo una caída del 39,51 %, con respecto al año anterior 9,68 %, después de aplicar la gestión de mantenimiento en junio del 2013 obtuvo 86% lo cual no es permitida para el cliente.

Según (Consuegra Díaz et al. 2018); en su artículo Implementación del Mantenimiento Centrado en la confiabilidad en empresas de transmisión eléctrica su objetivo fue la creación de una herramienta capaz de tener datos importantes de mantenimiento basados en la confiabilidad que le permita conocer el estado de las máquinas, la metodología empleada fue la recolección de datos realizando encuestas, tuvo como resultado 92,43 % de confiabilidad a buen juicio de expertos aceptable.

Para (Montalvo et al. 2018); en su artículo mantenimiento centrado en confiabilidad en moto-compresores, su objetivo fue la metodología fue la inspección durante el tiempo de vida de un motor compresor, teniendo en cuenta paradas por mantenimiento y fallas realizando un historial en hoja técnica, tuvo como resultado obtenido al aplicar el plan de mantenimiento se observó que la confiabilidad aumentó, la mantenibilidad disminuyó (46.22%) y la disponibilidad aumentó (14%), al determinar que el uso del mantenimiento preventivo incrementó la disponibilidad 99.33%, así como el incremento de la disponibilidad del 87% al 87.5% lo cual es aceptable.

Para (Zegarra Ventura 2016); en su artículo gestión moderna del mantenimiento de equipos pesados, su objetivo fue incrementar la disponibilidad de sus equipos y elevar su vida útil, en su metodología se utilizó base de datos obteniendo buen flujo de información, el resultado de que un equipo cumpla satisfactoriamente (sin fallas) sus funciones definidas durante un período específico la vida útil del 63,2 % de la población y la disponibilidad de máquinas a 98% aceptable.

Según (pérez y supo 2018); en su artículo gestión de mantenimiento para reducir costos en el área de electromecánica en el hospital regional Lambayeque, el objetivo fue reducir costos y aumentar la disponibilidad de máquinas y equipos para conservar los equipos para mantener el tiempo de vida posible para lograr el funcionamiento adecuado, el método utilizado fue datos técnicos recopilados, el objetivo fue reducir costos e incrementar la disponibilidad de los equipos, el mantenimiento relaciona costos en producción, calidad, seguridad, aplicó la gestión (TPM) en el hospital regional de Lambayeque reduciendo la tasa de falla de 79% a 20% se incrementó la confiabilidad de 49% a 82% y la disponibilidad de 67% a 95%.

Lo cual es aceptable y se determinó un seguimiento constante en sus mantenimientos predictivos, surge lo contra difícil diagnosticar las piezas que en un futuro se puedan dañar existe índices de degradación es a 8% considerando el 10% como nivel alto, la disponibilidad de los equipos es 95% es un porcentaje aceptable.

Teorías relacionadas

Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.)

Es una herramienta de ingeniería para incrementar la eficiencia de las máquinas o equipos relacionados durante este proceso, evita el deterioro y desgaste de las piezas mecánicas, asegura el cumplimiento oportuno de bienes a los clientes, interviene el personal administrativo y producción de la compañía, estos últimos son los encargados de realizar las tareas diarias de lubricación, engrase de piezas mecánicas, limpieza de filtros, ajustes, etc. El objetivo es conseguir cero averías, el T.P.M. se basa en la eficiencia de operación de equipos obtenida en la medición de tres indicadores, disponibilidad, rendimiento y calidad. (Giarma et al. 2019).

El T.P.M. posee ocho pilares que están direccionado al incremento de la eficiencia global de equipos, se identifica fallas en el mecanismo de funcionamiento eliminándolas incrementando la disponibilidad para la producción, eleva la efectividad de las piezas mecánicas para un mejor desempeño. (Apaza 2021).

Mantenimiento Autónomo

Se define como actividades de prevención cambiando de piezas comunes, se realiza seguimientos de funcionamiento de un equipo o máquina, se utilizan herramientas para reconocer las fallas en sus inicios evitando pérdidas en paradas de equipos, máquinas y personal. (Ariet et al. 2018).

El término consiste en predecir un problema a futuro en relación al término mantenimiento es mantener un equipo o maquinaria en buen estado utilizando una serie de procedimientos técnicos, mecánicos, etc. Que permitan anticipar fallas futuras. (Sánchez-Barroso y Sanz-Calcedo 2019).

El personal de ingeniería menciona que el mantenimiento autónomo busca anticipar a una posible falla por medio de inspecciones, seguimientos para poder predecir cualquier avería que puede afectar al equipo. (Calloni 2014). Para el cálculo se utiliza las siguientes fórmulas:

$$M.A = \frac{\text{Actividades Realizadas}}{\text{Actividades Programadas}} * 100$$

$$CPC = \frac{\text{Cantidad de capacitaciones culminadas}}{\text{Cantidad de capacitaciones planificadas}} * 100$$

Ventajas:

Se puede detectar en forma anticipada los problemas y solucionar sin necesidad de perjudicar a la producción de una empresa, minimizando el impacto de costos de parada del personal laboral y garantizando la calidad de funcionamiento de la máquina o equipo.

El personal dedicado al mantenimiento mejora el rendimiento programando sus intervenciones y no realizar paradas de emergencias.

Se realiza seguimiento de la evolución de un desperfecto realizando una ficha con las intervenciones generadas por la maquinaria.

Desventajas:

Contar con instrumentos adecuados generan un alto costo

En algunos casos no se detectan averías.

Se genera información para evaluar y programar los mantenimientos preventivos, se requieren instrumentos de medición que permiten anticipar fallas enfocados a las piezas en desgaste para realizar los cambios respectivos. gestión y planificación del mantenimiento industrial

Mantenimiento Planificado

El mantenimiento planificado son actividades que se realizan con programación del equipo antes de presentar una falla o avería, generando que se produzca una deficiencia en el tiempo y vida de una máquina o equipo. Como lo menciona el siguiente autor:

Según (Baluch 2016); define al mantenimiento preventivo como un conjunto de procedimientos que se llevan a cabo cuando ya se produjo una falla en la máquina o equipo, en una parte o en el equipo completo, menciona dos tipos de mantenimiento correctivo: avería y mantenimiento correctivo programado.

El mantenimiento planificado es un tipo de mantenimiento que se basa en el análisis y observación de posibles fallas en el momento de funcionamiento para proponer su corrección inmediata, busca en lo posible realizar reparación sin afectar el funcionamiento de la máquina, enfocándose en incrementar la vida útil y la disponibilidad del equipo. (Uribe 2020).

MTBF Mean Time Between Failures, tiempo medio entre fallas, es un indicador que refiere al tiempo de operación entre la falla producida. (Apaza 2021). Se utiliza la siguiente fórmula:

$$M.T.B.F = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento (T.F)}}{\text{Número de paradas por fallo (P.F.)}}$$

MTRR Mean Time to Repair, tiempo medio para reparar, se define como el tiempo que demora la reparación luego de la falla. (Apaza 2021), se utiliza la siguiente formula:

$$M.T.T.R = \frac{\text{Tiempo total de reparaciones (T.R)}}{\text{Número de reparaciones (N.R.)}}$$

Eficiencia Global de equipos

Está directamente relacionado con la disponibilidad, rendimiento y calidad de un equipo, este debe ser evaluado teniendo en cuenta sus características de funcionamiento, horas de trabajo, tiempo que dura sin paradas y reparaciones. Los equipos que cumplan alto desempeño aprobado por el departamento técnico se catalogarán como de alto rendimiento. (Susilo y Andika 2016).

Según los autores (Herrera-Sánchez et al. 2020); este indicador reduce paradas de los equipos que son significativos en tiempo de producción, reduciendo costos de desempeño de personal y materiales de producción de artículos se necesita de forma eficiente la disponibilidad de equipos y se calcula mediante la siguiente formula:

Eficiencia global de equipos = disponibilidad*rendimiento*calidad.

Disponibilidad

Es el tiempo de funcionamiento de los equipos en el cual tienen alto desenvolvimiento sin fallas, es un grupo de equipos que se encuentran operativos con poca posibilidad de falla frente a otros equipos con probables fallas. (Buenaño-Moyano, Villagrán-Cáceres y Santillán-Mariño 2019).

$$D = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} *100$$

Rendimiento

En la evaluación de desenvolvimiento se toma en cuenta la velocidad de funcionamiento evitando pérdidas de revoluciones que tengan significado de futuras fallas. (Baluch 2016).

Este indicador mide la eficiencia de los equipos determinando la producción de piezas o bienes de la empresa para determinar si es productiva. (Apaza 2021).

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Temperatura Confort}}{\text{Temperatura de operación} * \text{velocidad}} * 100$$

Calidad

Representa a la cantidad de productos defectuosos o no útiles sobre la cantidad total de productos planificados o elaborados, la evaluación de la calidad es muy importante por que determina la utilidad de productos hechos durante la jornada de producción y dependerá de un buen monitoreo de los equipos. (Baluch 2016).

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Temperatura Confort}}{\text{Temperatura Confort} + \text{Rango}} * 100$$

Aire acondicionado

El aire acondicionado elimina el calor en un ambiente cerrado para generar confort para personas, animales o producto, están presentes en las zonas de climas tropicales en casas, oficinas, industrias, cines, hoteles, hospitales, veterinarias etc. (Bravo et al. 2020).

Motor – Compresor

El motor compresor es considerado el corazón del sistema por la función que realiza en el sistema, absorbe el refrigerante para comprimirlo elevando su presión y temperatura, realiza el proceso de refrigeración (Cuevas y Lemort 2016)

Evaporador

El gas refrigerante en estado líquido inicia el proceso de circulación en contacto con la cámara realizando el intercambio de calor, con este proceso se absorbe el calor de los productos en un espacio cerrado generándose el cambio de estado de líquido a gas para luego retornar en baja presión. (García et al. 2018)

Dispositivo de expansión termostático

La función de este componente mecánico es estrangular la salida del gas refrigerante al evaporador, mantener la presión del refrigerante en el condensador y abastecer de refrigerante al evaporador, según lo requerido por el calor de los productos. (Ramírez Álvarez et al. 2015)

Condensador

Recibe el refrigerante a alta presión y temperatura, teniendo como función principal reducirlo en el serpentín de convección forzada eliminando el calor ganado en el evaporador, es de vital importancia que tenga su mantenimiento oportuno por estar expuesto al ambiente: sol, humedad, brisa marina, etc. (Velázquez Marín 2019)

III METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

La presente investigación es aplicada, porque se hace uso de métodos para la aplicación de TPM para el incremento de eficiencia global de equipos de aire acondicionado.

Diseño de investigación

La propuesta para el trabajo de investigación es de diseño pre-experimental, porque en este trabajo se ejercerá poco control sobre las variables, se obtendrá un antes y un después en los resultados ya que se tienen grupos de control establecidos.

Enfoque de la investigación

Por su enfoque es cuantitativo por que los datos usados para esta investigación serán los indicadores de las variables que son características de funcionamiento de los equipos de aire acondicionado

3.2. Variables y Operacionalización

Variable Independiente

Mantenimiento Productivo Total

Según los autores (Pinto et al. 2021); El personal de la empresa debe estar comprometido, desde los ejecutivos hasta el personal de producción para ejecutar procesos aplicando el TPM maximizando la productividad elevando la fiabilidad, la calidad y el ahorro. El TPM posee ocho pilares en los cuáles el mantenimiento autónomo es una característica. Los participantes del mantenimiento productivo total aprenden a diario y desarrollan técnicas durante el proceso.

Según (Meca y Camello 2020); el TPM incrementa el rendimiento, se elabora un mantenimiento productivo alargando la vida útil de los equipos, evitando el desgaste de piezas para elevar la disponibilidad, se caracteriza por estar constituido por ocho pilares en el cual interviene el personal de producción y administrativo.

Mantenimiento Autónomo

Mantenimiento Planificado

Variable Dependiente

Eficiencia Global de Equipos

Para (Díaz-contreras et al. 2020); la medición de este indicador es el resultado de la multiplicación de la disponibilidad, rendimiento y calidad. Siendo la disponibilidad

el tiempo en que una maquina puede funcionar en relación al tiempo de producción. El rendimiento es el incremento de utilidad de las maquinas en el tiempo de operación, lo opuesto ocurre debido a las constantes paradas o disminuciones de velocidad. La calidad son las unidades producidas con relación al total, las evaluaciones de las piezas deben ser de las primeras unidades de producción, la calidad califica potencialmente a la producción de las máquinas.

Según (Laksmi Penabad-Sanz et al. 2016); es la característica que tiene un equipo mediante donde se considera el tiempo de funcionamiento sin fallar para evaluar posibles paradas durante su proceso de producción, se debe considerar historial del equipo, mantenimientos realizados, piezas cambiadas, tiempo de uso, tiempo de vida útil.

Cuadro 1 Matriz de Operacionalización de Variables Independiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Mantenimiento Productivo Total (TPM). (Variable Independiente)	El mantenimiento productivo total TPM incrementa el rendimiento, se elabora un mantenimiento productivo alargando la vida útil de los equipos, evitando el desgaste de piezas para elevar la disponibilidad. (Meca y Camello 2020)	Se divide en ocho pilares, siendo el mantenimiento autónomo y planificado desarrollado por el área de mantenimiento.	Mantenimiento Autónomo	$M.A = \frac{\text{Actividades Realizadas}}{\text{Actividades Programadas}} * 100$ $CPC = \frac{\text{Cantidad de capacitaciones culminadas}}{\text{Cantidad de capacitaciones planificadas}} * 100$ $\text{Promedio} = \frac{M.A.}{C.P.C}$ <p>Donde: M.A. Mantenimiento Autónomo C.P.C. Cantidad de capacitaciones culminadas</p>	Porcentual
			Mantenimiento Planificado	$M.T.B.F = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento (T.F)}}{\text{Número de paradas por fallo (P.F.)}}$ $M.T.T.R = \frac{\text{Tiempo total de reparaciones (T.R)}}{\text{Número de reparaciones (N.R.)}}$ <p>Donde: M.T.B.F. Mean Time Between Failures, tiempo medio entre fallas. M.T.T.R. Mean Time To Repair, tiempo medio para reparar.</p>	Razón

Cuadro 2 Operacionalización de variable dependiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Eficiencia global de los equipos de aire acondicionado. (Variable Independiente)	Es la utilización óptima, del tiempo que los equipos y los recursos están disponibles para producir. (Álvarez y Sánchez 2015)	Se hace la medición con un solo indicador los tres parámetros en la producción son: Disponibilidad, Rendimiento y Calidad.	Disponibilidad	$D = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} * 100$ <p>Donde: D= disponibilidad</p>	Porcentual
			Rendimiento	$Rendimiento = \frac{Temperatura\ Confort}{Temperatura\ de\ operación * velocidad} * 100$	
			Calidad	$Calidad = \frac{Temperatura\ Confort}{Temperatura\ Confort+Rango} * 100$	

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Según (López 2004), se denomina población a la agrupación de individuos de quienes se va a saber alguna información para realizar una investigación en general se puede tomar en términos de población a un grupo o población de que pueden ser personas, animales o cosas, tanto como formularios de datos, equipos, maquinarias etc., es fundamental que la población tenga coincidencia o características en común, se puede encontrar población finita e infinita.

La población está dada por datos durante 10 semanas antes y 10 semanas después de la implementación. Se tomó en cuenta las siguientes dimensiones:

- Mantenimiento Autónomo
- Mantenimiento Planificado
- Disponibilidad
- Rendimiento
- Calidad

Muestra

Es una parte reducida y representativa de la población en que se hará la investigación, se debe realizar distintos pasos entre ellos fórmulas para tener los componentes necesarios. (López 2004). La muestra para la presente investigación es no probabilística y por conveniencia, Se eligió la población debido al poco tiempo de medición en la aplicación del TPM para el incremento de eficiencia global de equipos de aire acondicionado por ende la muestra es la recolección de datos durante 10 semanas antes y 10 semanas después de la implementación.

Muestreo

El muestreo intencional o por conveniencia las características son iguales a la población o que puedan tener fácil acceso. (Arias-Gómez, Villasís-Keever y Miranda-Novales 2016). Para la presente investigación el muestreo es no probabilístico y por conveniencia.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

La observación es directa ya que se procederá a la recopilación de datos que realizará los mismos investigadores sin personas involucradas.

Instrumentos de recolección de datos

Check list: La recolección de datos se realizará semanal.

Formato de toma de tiempo de actividades: La toma de tiempos se realizará en cada proceso de mantenimiento que se lleve a cabo para así poder implementar un buen proceso de mantenimiento.

Control de la temperatura y velocidad de aire: el control de temperatura que se realizará en los evaporadores durante funcionamiento y paradas del motor para tener un cuadro de temperatura adecuado con lo cual se podrá calcular la el rendimiento y calidad.

Cálculo de la disponibilidad: El cálculo de la disponibilidad se realizará antes de la implementación del mantenimiento y después de la implementación de 10 semanas para el cálculo de la disponibilidad

Instrumento de medición:

El instrumento de medición será el formato de recolección de datos la medición de tiempo de funcionamientos de los equipos, toma de temperatura, velocidad.

Confiabilidad

Para los autores (Bellorín et al. 2012) la confiabilidad produce resultados existentes, siendo datos reales de información coherente para la administración de una propuesta solicitada para evaluación de indicadores.

La información recopilada es fuente de recolección de datos de la empresa obtenida por el personal de mantenimiento a través de monitoreo es veraz, autentica, revisada y valida por el área administrativa de la empresa

Validez

Se deben de involucrar expertos para verificación y aportes en el instrumento que cumpla con el método científico de la investigación (Antonio et al. 2021)

La herramienta de validez de fórmulas de cálculo de aplicación de TPM para la eficiencia global de equipos de aire acondicionado de este proyecto de investigación se completa mediante la firma de tres ingenieros expertos en el tema de

investigación de la facultad de ingeniería industrial de la Universidad Cesar Vallejo, y la validación de un ingeniero de la empresa GR GLOBAL SERVICE SAC esta validación se dará mediante un certificado que acredite la validación del juicio de expertos aplicable a nuestro estudio. (Ver anexos 100 al 110 y 114, 115).

3.5. Procedimientos.

Se realizará la recolección de datos para la manipulación de variables, se anexará los documentos utilizados como sustento de los cálculos a realizar, se realizará lo siguiente.

Análisis y recopilación de documentos, revisión histórica de órdenes de servicio realizadas

Inspección en campo, durante la rutina de trabajo se tomará tiempo de ejecución

Procesamiento de datos, revisión de datos técnicos de los equipos

Recolección de instrumentos órdenes de servicio.

Imagen 1 Formato Check List

FORMATO CHECK LIST							
GR GLOBAL SERVICE REFRIGERACIÓN COMERCIAL, INDUSTRIAL Y AIRE ACONDICIONADO				Observaciones	Equipos inspeccionados		
AÑO	MES	BUENOS	MALOS		Equipos no inspeccionados		
2021		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Equipos para TPM		
Inspecciones	Planificadas	Cumplimiento %		Equipo 1	Equipo 2	Equipo 3	Equipo 4
	Realizadas						
Control Eléctrico				SEMANA			
1	Linea de suministro de energía			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Llave térmica			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Conexión eléctrica			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Aislamiento eléctrico			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Consumo eléctrico			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Bornera eléctrica			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Sistema mecánico							
7	Compresión			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	Aislamiento térmico			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	Medición de presión			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	Verificación de fugas			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	Verificación de drenaje			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Control Electrónico							
12	Control remoto			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	Sensores			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
TOTAL				13	13	13	13

Imagen 2 Formato de capacitaciones

GR GLOBAL SERVICE REFRIGERACIÓN COMERCIAL, INDUSTRIAL Y AIRE ACONDICIONADO			
semana	culminadas	planificadas	promedio
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Imagen 3 Formato de fallas

GR GLOBAL SERVICE REFRIGERACIÓN COMERCIAL, INDUSTRIAL Y AIRE ACONDICIONADO						
SEMANA 1	NÚMERO DE EQUIPO	Nº paradas diarias	Nº paradas semanal	demora en horas	semanal en horas	
	EQUIPO 1					
	Consumo eléctrico					
	Aislamiento eléctrico					
	Carga de refrigerante deficiente					
	Términales eléctricos flameados					
	Total					
	EQUIPO 2					
	Bomba de agua obstruida					
	Sensor de temperatura no sensa					
Ventilador bloqueado						
Consumo electrico						
Total						
EQUIPO 3						
Fuga de refrigerante						
Motor compreso recalentado						
Alto consumo electrico						
Términales electricos flameados						
Total						

3.6. Método de análisis de datos

Existen dos métodos de análisis de datos la descriptiva y la inferencial dentro de la descriptiva se analizará los valores de las dos variables de sus dimensiones e indicadores

3.7. Aspecto Ético

La información obtenida es parte del análisis de la investigación de revistas científicas e información confiable no se está vulnerando información de los autores porque están citados y parafraseado según los temas de la investigación en la cual se obtuvo el 15% de similitud. (Ver página 119).

La empresa GR GLOBAL SERVICE SAC tiene conocimiento de la investigación, proporcionó fuentes de información confiable.

IV. RESULTADOS

4.1. ENSAYO

Durante la etapa de servicio de mantenimiento se ha tenido diversos reclamos, se realizó el diagrama de Ichicawa, Vester, Pareto para determinar la causa y problema, por falta de orden en el procedimiento de servicio.

Para identificar y realizar el planteamiento de la mejora, se hizo visitas técnicas para poder evaluar las características de los equipos, posteriormente para planear la propuesta se realizaron reuniones con el personal de la empresa.

Propuesta de mejora

La mejora que se aplicará es Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.) para incremento de eficiencia global de equipos de aire acondicionado en la empresa Gr Global Service S.A.C. Ate 2021.

Procedimiento para implementación del TPM

En el Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.) se planteó la recolección de datos para evaluar el comportamiento de los indicadores, después un conjunto de procedimientos detallados que consisten en pruebas antes de la intervención, orden para desarmar los equipos, limpieza de los componentes utilizando insumos especiales que garanticen la durabilidad del equipo, después del mantenimiento se procede a medir los parámetros de funcionamiento presión, amperaje, voltaje, que garanticen eficiencia global de equipos de aire acondicionado.

Implementación de la propuesta de mejora

El objetivo principal de esta metodología es incrementar la eficiencia global de los equipos de aire acondicionado en sus dimensiones: disponibilidad, rendimiento y calidad para reducir paradas de los equipos. Se utilizaron los siguientes materiales antes y después de la mejora:

Imagen 4 Cuadro de herramientas pre mejora y post mejora

N°	Herramientas
1	Destornilladores
2	Alicates
3	Llaves francesas
	Materiales
4	Waype
5	Trapo industrial
6	Baldes
7	Brochas
8	Pulverizador
9	Alki-foam
10	Acti-clean
	Instrumentos
11	Manómetros
12	Termómetros
13	Multímetro
14	Pinza amperimétrica
	Equipos
15	Sopladora

N°	Herramientas
1	Taladro de mano
2	Alicates
3	Llaves francesas
	Materiales
4	Waype
5	Trapo industrial
6	Baldes
7	Brochas
8	Pulverizador
9	Alki-foam
10	Acti-clean
	Instrumentos
11	Manómetros
12	Termómetros
13	Termómetro infrarrojo
14	Multímetro
15	Pinza amperimétrica
16	Anemómetro digital
	Equipos
17	Sopladora
18	Hidrolavadora

Imagen 5 Implementación de equipos



Desarmador



Taladro

En el proceso de des-ensamblaje se implementó un taladro destornillador en el cual hubo mejora en tiempo.



Pulverizador manual



Hidro-lavadora

Para una mejor acción de lavado de componentes mecánicos se implementó la hidro-lavadora, que realiza una mejor acción de lavado a alta presión con un motor eléctrico.



Se implento soplador para limpieza de polvo que tiene las conexiones eléctricas por estar expuesto al medio ambiente



Se adicionó un termómetro digital para obtener temperatura precisas



Se implementó un anemómetro para medición de velocidad del aire.

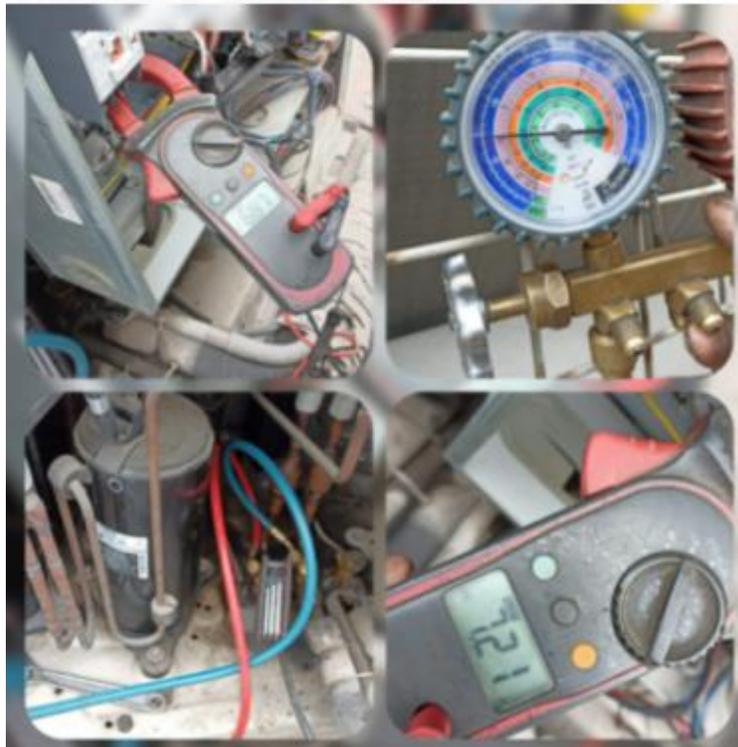
Imagen 5 Operaciones antes de la mejora

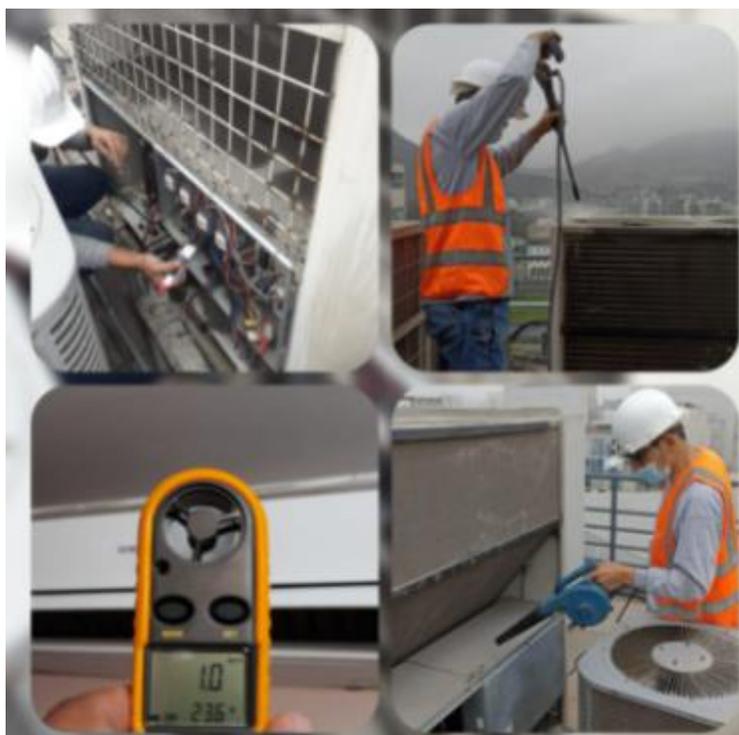
N°	Operación	Tiempo
1	Pruebas de equipo	
2	Medición de temperatura, presión	
3	Desmontaje componentes de evaporador	
4	Traslado de componentes de evaporador a área de trabajo	
5	Aislar tarjeta electrónica	
6	Pulverizado de evaporador con acti-clean	
7	Pulverizado de evaporador con agua	
8	Limpieza de bandeja de deshielo	
9	Lavado de filtros	
10	Limpieza de turbina de ventilador de evaporador	
11	Mantenimiento a tarjeta electrónica y sensores	
12	Limpieza a consola	
13	Ensamble a evaporador	
14	Demontaje de cubierta de condensador	
15	Pulverizado con alki-foam	
16	Limpieza de motor compresor y contactos	
17	Limpieza de ventilador y componentes electricos	
18	Energizar equipo de aire acondicionado	
19	Pruebas	
20	Informe técnico	

Imagen 6 después de la mejora

N°	Operación	Tiempo
1	Pruebas de equipo	
2	Medición de temperatura, presión	
3	Desmontaje de componentes de evaporador	
4	Aislar tarjeta electrónica	
5	Pulverizado de evaporador con acti-klan	
6	Lavado de filtros	
7	Limpieza de turbina de ventilador de evaporador	
8	Mantenimiento a tarjeta electrónica y sensores	
9	Limpieza a consola	
10	Ensamble a evaporador	
11	Demontaje de cubierta de condensador	
12	Pulverizado con alki-foam	
13	Limpieza de motor compresor y contactos	
14	Limpieza de ventilador y componentes electricos	
15	Energizar equipo de aire acondicionado	
16	Pruebas	
17	Informe técnico	

Imagen 7 Fotos de campo





4.1.1. Recursos y Presupuesto

Es el aporte económico que se realizara para el proyecto de investigación se van a codificar los gastos de acuerdo al clasificador de gastos del ministerio de economía y finanzas.

- **Recursos Humanos:** Es el personal que integra el equipo de investigación: técnicos, supervisores, administradores, ingenieros.
- **Equipos y bienes duraderos:** Se detallará el costo de los equipos a utilizar, instalación puesta en marcha, capacitación del personal que utilizará el equipo.
- **Materiales e insumos:** Se incluyen fichas técnicas manuales registro de datos programas especializados de cómputo para el proyecto de investigación, órdenes de trabajo.
- **Asesorías especializadas y servicios:** Se tomará en cuenta gastos de capacitaciones al personal.
- **Gastos operativos:** Se contemplan hojas bond, archivadores, guía de remisión, manuales de fabricante, impresiones, movilidades al campo e incentivos al personal que participa en el trabajo de investigación.

Tabla N° 2 Presupuesto monetario

CODIGO CLASIFICADOR DEL MEF	DESCRIPCIÓN	C/U PRECIO S/	CANTIDAD	TOTAL
2.3.15	Manuales	0		0
2.3.15.1	Impresiones	0.2	100	20.00
2.3.16	Cascos, implementos de salud	40	3	120.00
2.3.16	Máquinas y herramientas	1	1	800
2.3.111.14	Equipos	3000	4	12,000
2.3.26.33	Seguros SCTR	250	16	
2.3.27.11	Consultas y asesorías técnicas	0	0	0
2.3.27.25	Consultas de Investigación	0	0	0

Tabla N° 3 Presupuesto no monetario

CODIGO CLASIFICADOR DEL MEF	DESCRIPCIÓN	C/U PRECIO S/	CANTIDAD	TOTAL
2.3.21.11	Movilidad	50.00	2	100

Fuente propia

4.1.2. Financiamiento

La empresa proveerá para esta investigación recursos no monetarios por el importe de S/ 12 940 (Doce mil novecientos cuarenta soles).

La empresa proveerá para esta investigación recursos monetarios por el importe de S/ 100.00 por movilidad.

Cuadro N° 3 Diagrama de Gant de aplicación de TPM antes y después de la mejora.

Actividad		2021																											
		Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Setiembre				Octubre			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Propuesta de P.I.a la empresa	■																											
2	Evaluación de la empresa		■	■																									
3	Aceptación de la empresa				■																								
4	Gestión de recursos para proyecto				■																								
5	Capacitación de la gestión de mantenimiento				■																								
6	Crear una estructura organizada					■																							
7	Determinar objetivos					■																							
8	Fijar objetivos a los técnicos						■																						
9	Implementación de nuevo formato						■																						
10	Capacitación de la aplicación de los formatos							■																					
11	Recolección de datos antes de la mejora								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
12	Aplicación del TPM antes de la mejora								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
13	Desarrollo del mantenimiento en campo																	■											
14	Segumiento a los técnicos por parte del supervisor																	■											
15	Aplicación del TPM después de la mejora																					■	■	■	■	■	■	■	■
16	Recolección de datos después de la mejora																					■	■	■	■	■	■	■	■

4.2 Estadística Descriptiva

4.2.1. Análisis descriptivo: Variable Independiente y sus indicadores

Tabla N° 4 Resultados T.P.M. Equipo 1 Antes de la mejora

Recolección de datos TPM antes de la mejora														
EQUIPO 1	Semana	Actividades Realizadas	Actividades Programadas	Mantenimiento autonomo	Capacitaciones culminadas	Capacitaciones programadas	CPC %	M.A promedio	Mantenimiento Planificado					
									funcionamiento	N. de paradas por fallo	M.T.B.F.	Tiempo total de reparaciones	N. de reparaciones	M.T.T.R
	1	8	13	61.5%	03:00	06:00	50%	56%	60	20	3.00	31.50	20	1.58
	2	8	13	61.5%	03:00	06:00	50%	56%	60	18	3.33	28.00	18	1.56
	3	10	13	76.9%	03:00	06:00	50%	63%	60	15	4.00	23.00	15	1.53
	4	10	13	76.9%	04:00	06:00	67%	72%	60	13	4.62	19.50	13	1.50
	5	12	13	92.3%	04:30	06:00	75%	84%	60	10	6.00	14.80	10	1.48
	6	12	13	92.3%	05:00	06:00	83%	88%	60	8	7.50	11.50	8	1.44
	7	12	13	92.3%	05:00	06:00	83%	88%	60	6	10.00	8.50	6	1.42
	8	12	13	92.3%	05:00	06:00	83%	88%	60	5	12.00	6.80	5	1.36
	9	12	13	92.3%	05:30	06:00	92%	92%	60	4	15.00	5.30	4	1.33
	10	12	13	92.3%	06:00	06:00	100%	96%	60	4	15.00	5.00	4	1.25
								78%			8.04			1.44

En la tabla N° 4 se obtuvo los resultados de las dimensiones del TPM y se obtienen los siguientes promedios de los indicadores para este estudio en una tasa de cumplimiento en el mantenimiento autónomo de 78%, el mantenimiento planificado en una tasa de cumplimiento de M.T.B.F. 8.04 y el M.T.T.R. 1.44, antes de utilizar la metodología del mantenimiento productivo total (TPM) promedios y porcentajes bajos respecto a lo deseado, se requiere mejorar la metodología.

4.2.2. Análisis descriptivo: Variable Independiente y sus indicadores

Tabla N° 5 Resultados T.P.M. Equipo 1 Después de la mejora

Recolección de datos TPM después de la mejora														
EQUIPO 1	Semana	Actividades Realizadas	Actividades Programadas	Mantenimiento autonomo	Capacitaciones culminadas	Capacitaciones programadas	CPC %	M.A. promedio	Mantenimiento Planificado					
									funcionamiento	N. de paradas por fallo	M.T.B.F.	Tiempo total de reparaciones	N. de reparaciones	M.T.T.R.
	1	11	13	84.6%	03:15	05:00	65%	75%	60	8	7.50	11.00	8	1.38
	2	11	13	84.6%	03:30	05:00	70%	77%	60	7	8.57	9.45	7	1.35
	3	12	13	92.3%	03:45	05:00	75%	84%	60	7	8.57	8.50	7	1.21
	4	12	13	92.3%	04:15	05:00	85%	89%	60	6	10.00	7.00	6	1.17
	5	12	13	92.3%	04:25	05:00	88%	90%	60	5	12.00	5.50	5	1.10
	6	12	13	92.3%	04:35	05:00	92%	92%	60	4	15.00	4.00	4	1.00
	7	12	13	92.3%	04:45	05:00	95%	94%	60	3	20.00	2.70	3	0.90
	8	13	13	100.0%	05:00	05:00	100%	100%	60	3	20.00	2.50	3	0.83
	9	13	13	100.0%	05:00	05:00	100%	100%	60	2	30.00	1.50	2	0.75
	10	13	13	100.0%	05:00	05:00	100%	100%	60	2	30.00	1.40	2	0.70
								90%			16.16			1.04

En la tabla N° 5 se obtuvo los resultados de las dimensiones del TPM, se obtienen los siguientes promedios de los indicadores para este estudio en una tasa de cumplimiento en el mantenimiento autónomo de 90%, el mantenimiento planificado en una tasa de cumplimiento de M.T.B.F. 16.16 y el M.T.T.R. 1.04 después de utilizar la metodología del mantenimiento productivo total (TPM) promedios y porcentajes aceptable

Tabla N° 6 Resultados T.P.M. Equipo 2 Antes de la mejora

Recolección de datos TPM antes de la mejora														
EQUIPO 2	Semana	Actividades Realizadas	Actividades Programadas	Mantenimiento autonomo	Capacitaciones culminadas	Capacitaciones programadas	CPC %	M.A promedio	Mantenimiento Planificado					
									funcionamiento	N. de paradas por fallo	M.T.B.F.	Tiempo total de reparaciones	N. reparaciones	M.T.T.R
	1	8	13	61.5%	03:00	06:00	50%	56%	60	20	3.00	29.00	20	1.45
	2	9	13	69.2%	03:00	06:00	50%	60%	60	18	3.33	25.00	18	1.39
	3	10	13	76.9%	03:00	06:00	50%	63%	60	17	3.53	23.00	17	1.35
	4	10	13	76.9%	04:00	06:00	67%	72%	60	17	3.53	22.00	17	1.29
	5	12	13	92.3%	04:30	06:00	75%	84%	60	15	4.00	18.00	15	1.20
	6	12	13	92.3%	05:00	06:00	83%	88%	60	12	5.00	13.00	12	1.08
	7	13	13	100.0%	05:00	06:00	83%	92%	60	11	5.45	11.00	11	1.00
	8	13	13	100.0%	05:00	06:00	83%	92%	60	10	6.00	9.20	10	0.92
	9	13	13	100.0%	05:30	06:00	92%	96%	60	9	6.67	8.20	9	0.91
	10	13	13	100.0%	06:00	06:00	100%	100%	60	8	7.50	7.00	8	0.88
								80%			4.80			1.15

En la tabla N° 6 se obtuvo los resultados de las dimensiones del TPM y se obtienen los siguientes promedios de los indicadores para este estudio en una tasa de cumplimiento en el mantenimiento autónomo de 80 %, el mantenimiento planificado en una tasa de cumplimiento de M.T.B.F. 4.80 y el M.T.T.R. 1.15 antes de utilizar la metodología del mantenimiento productivo total (TPM) promedios y porcentajes bajos respecto a lo deseado que es lo que se requiere mejorar con la metodología

Tabla N° 7 Resultados T.P.M. Equipo 2 Después de la mejora

Recolección de datos TPM después de la mejora														
EQUIPO 2	Semana	Actividades Realizadas	Actividades Programadas	Mantenimiento autonomo	Capacitaciones culminadas	Capacitaciones programadas	CPC %	M.A promedio	Mantenimiento Planificado					
									funcionamiento	N. de paradas por fallo	M.T.B.F. después de la mejora	Tiempo total de reparaciones	N. de reparaciones	M.T.T.R. después de la mejora
	1	10	13	76.9%	03:15	05:00	65%	71%	60	7	8.57	5.00	7	0.71
	2	10	13	76.9%	03:30	05:00	70%	73%	60	7	8.57	4.20	7	0.60
	3	11	13	84.6%	03:45	05:00	75%	80%	60	6	10.00	3.50	6	0.58
	4	11	13	84.6%	04:15	05:00	85%	85%	60	6	10.00	3.40	6	0.57
	5	12	13	92.3%	04:25	05:00	88%	90%	60	5	12.00	2.80	5	0.56
	6	12	13	92.3%	04:35	05:00	92%	92%	60	5	12.00	2.70	5	0.54
	7	12	13	92.3%	04:40	05:00	93%	93%	60	4	15.00	2.10	4	0.53
	8	13	13	100.0%	04:40	05:00	93%	97%	60	3	20.00	1.55	3	0.52
	9	13	13	100.0%	05:00	05:00	100%	100%	60	2	30.00	1.00	2	0.50
	10	13	13	100.0%	05:00	05:00	100%	100%	60	1	60.00	0.45	1	0.45
							88%				18.61			0.56

En la tabla N° 7 se obtuvo los resultados de las dimensiones del TPM y se obtienen los siguientes promedios de los indicadores para este estudio en una tasa de cumplimiento en el mantenimiento autónomo de 88 %, el mantenimiento planificado en una tasa de cumplimiento de M.T.B.F. 18.61 y el M.T.T.R. 0.56, después de utilizar la metodología del mantenimiento productivo total (TPM) promedios y porcentajes altos es lo requerido en la empresa.

Tabla N° 8 Resultados T.P.M. Equipo 3 Antes de la mejora

Recolección de datos TPM antes de la mejora														
EQUIPO 3	Semana	Actividades Realizadas	Actividades Programadas	Mantenimiento autonomo	Capacitaciones culminadas	Capacitaciones programadas	CPC %	M.A promedio	Mantenimiento Planificado					
									funcionamiento	N. de paradas por fallo	M.T.B.F.	Tiempo total de reparaciones	Número de reparaciones	M.T.T.R
	1	8	13	61.5%	03:00	06:00	50%	56%	60	18	3.33	23.20	18	1.29
	2	9	13	69.2%	03:00	06:00	50%	60%	60	16	3.75	20.40	16	1.28
	3	9	13	69.2%	03:00	06:00	50%	60%	60	15	4.00	18.00	15	1.20
	4	11	13	84.6%	04:00	06:00	67%	76%	60	14	4.29	16.60	14	1.19
	5	11	13	84.6%	04:30	06:00	75%	80%	60	12	5.00	12.40	12	1.03
	6	12	13	92.3%	05:00	06:00	83%	88%	60	11	5.45	10.20	11	0.93
	7	12	13	92.3%	05:00	06:00	83%	88%	60	8	7.50	7.00	8	0.88
	8	12	13	92.3%	05:00	06:00	83%	88%	60	9	6.67	7.80	9	0.87
	9	12	13	92.3%	05:30	06:00	92%	92%	60	8	7.50	5.80	8	0.73
	10	13	13	100.0%	06:00	06:00	100%	100%	60	6	10.00	4.00	6	0.67
								79%			5.75			1.00

En la tabla N° 8 se obtuvo los resultados de las dimensiones del TPM y se obtienen los siguientes promedios de los indicadores para este estudio en una tasa de cumplimiento en el mantenimiento autónomo de 79 %, el mantenimiento planificado en una tasa de cumplimiento de M.T.B.F. 5.94 y el M.T.T.R. 1.10 antes de utilizar la metodología del mantenimiento productivo total (TPM) promedios y porcentajes bajos respecto a lo deseado que es lo que se requiere mejorar con la metodología.

Tabla N° 9 Resultados T.P.M. Equipo 3 Después de la mejora

Recolección de datos TPM después de la mejora														
EQUIPO 3	Semana	Actividades Realizadas	Actividades Programadas	Mantenimiento autonomo	Capacitaciones culminadas	Capacitaciones programadas	CPC %	M.A promedio	Mantenimiento Planificado					
									funcionamiento	N. de paradas por fallo	M.T.B.F.	Tiempo total de reparaciones	Número de reparaciones	M.T.T.R
	1	9	13	69.2%	03:15	05:00	65%	67%	60	6	10.00	7.00	6	1.17
	2	10	13	76.9%	03:30	05:00	70%	73%	60	6	10.00	6.50	6	1.08
	3	11	13	84.6%	03:45	05:00	75%	80%	60	5	12.00	5.00	5	1.00
	4	11	13	84.6%	04:15	05:00	85%	85%	60	4	15.00	3.80	4	0.95
	5	12	13	92.3%	04:25	05:00	88%	90%	60	4	15.00	3.50	4	0.88
	6	12	13	92.3%	04:35	05:00	92%	92%	60	4	15.00	3.30	4	0.83
	7	12	13	92.3%	04:45	05:00	95%	94%	60	3	20.00	2.35	3	0.78
	8	13	13	100.0%	05:00	05:00	100%	100%	60	3	20.00	2.30	3	0.77
	9	13	13	100.0%	05:00	05:00	100%	100%	60	2	30.00	1.45	2	0.73
	10	13	13	100.0%	05:00	05:00	100%	100%	60	2	30.00	1.00	2	0.50
								88%			17.70			0.87

En la tabla N° 9 se obtuvo los resultados de las dimensiones del TPM y se obtienen los siguientes promedios de los indicadores para este estudio en una tasa de cumplimiento en el mantenimiento autónomo de 90 %, el mantenimiento planificado en una tasa de cumplimiento de M.T.B.F. 26.91 y el M.T.T.R. 1.12 después de utilizar la metodología del mantenimiento productivo total (TPM) promedios y porcentajes altos respecto a lo deseado se aplicó la metodología correcta

Tabla N° 10 Equipo 1 Mantenimiento Autónomo y Mantenimiento Planificado promedio

SEMANA	M.A. ANTES	MTBF ANTES	MTTR ANTES	M.A. DESPUÉS	MTBF DESPUÉS	MTTR DESPUÉS
1	0.56	3.11	1.44	0.71	8.69	1.09
2	0.58	3.47	1.41	0.75	9.05	1.01
3	0.62	3.84	1.36	0.81	10.19	0.93
4	0.73	4.14	1.33	0.86	11.67	0.89
5	0.82	5.00	1.24	0.90	13.00	0.85
6	0.88	5.98	1.15	0.92	14.00	0.79
7	0.89	7.65	1.10	0.93	18.33	0.74
8	0.89	8.22	1.05	0.99	20.00	0.71
9	0.93	9.72	0.99	1.00	26.67	0.60
10	0.99	10.83	0.93	1.00	30.00	0.48
PROMEDIO	0.79	6.20	1.20	0.89	16.16	0.81

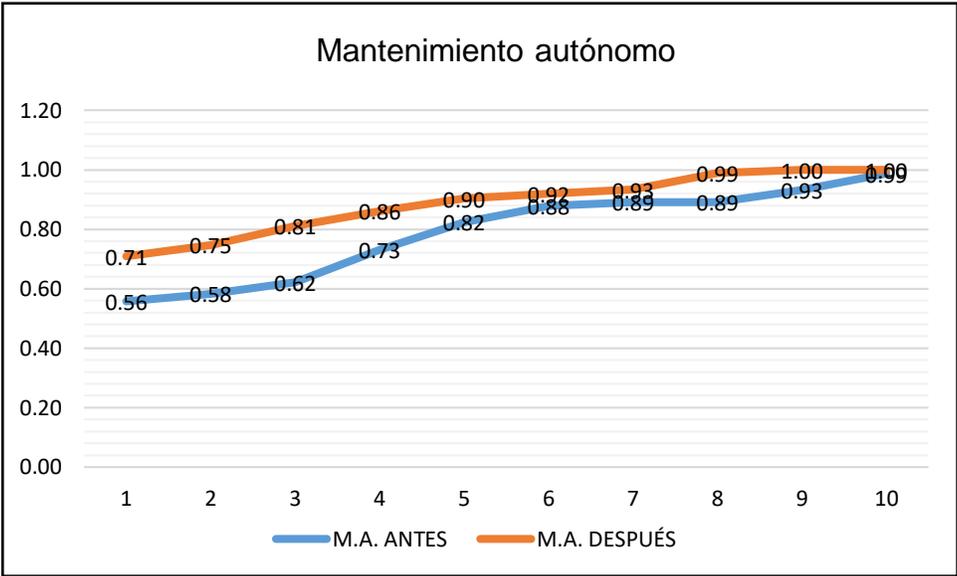
En la tabla N° 6 se obtiene una tasa de cumplimiento de 79% del mantenimiento autónomo antes de la mejora y después en el mantenimiento autónomo una tasa de cumplimiento de 89% después de la mejora. En MTBF 6.2 antes y 16.16 después resultando un incremento de tiempo funcionamiento sin fallas. En MTTR 1.2 antes y MTTR 0.81 con una disminución en tiempo de reparación.

Tabla N° 11 Equipo 1 Estadística Descriptivos Mantenimiento Autónomo

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
M.A. ANTES	10	,558	,987	,78974	,155295
MTBF ANTES	10	3,111	10,833	6,19841	2,755245
MTTR ANTES	10	,931	1,438	1,19840	,181623
M.A. DESPUÉS	10	,710	1,000	,88746	,103743
MTBF DESPUÉS	10	8,690	30,000	16,15952	7,440586
MTTR DESPUÉS	10	,475	1,085	,80762	,186060
N válido (por lista)	10				

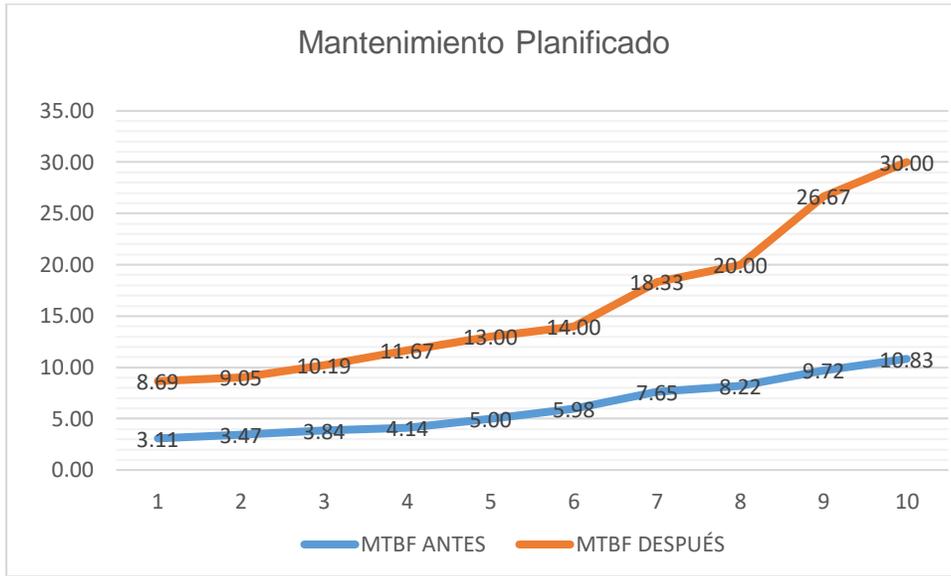
En la tabla N° 7 se observa, el valor máximo mantenimiento autónomo pre es de 0.987 mientras que el valor máximo post es 1.00 obteniendo una variación positiva 0.013; se puede observar también que existe una media pre de 0.789 y una media post de 0.887, habiendo una diferencia de 0.098. El valor del MTBF máximo pre 10.83 y post 30.00 habiendo diferencia favorable en tiempo de funcionamiento sin paradas de los equipos de 19.17 horas. En el MTTR tiempo de reparaciones pre máximo 1.43 y post 0.80; se observa una media pre de 1.19 y post 0.80 reduciendo el tiempo de paradas favorable para interés de la empresa.

Gráfico N° 1 Cumplimiento de Mantenimiento Autónomo



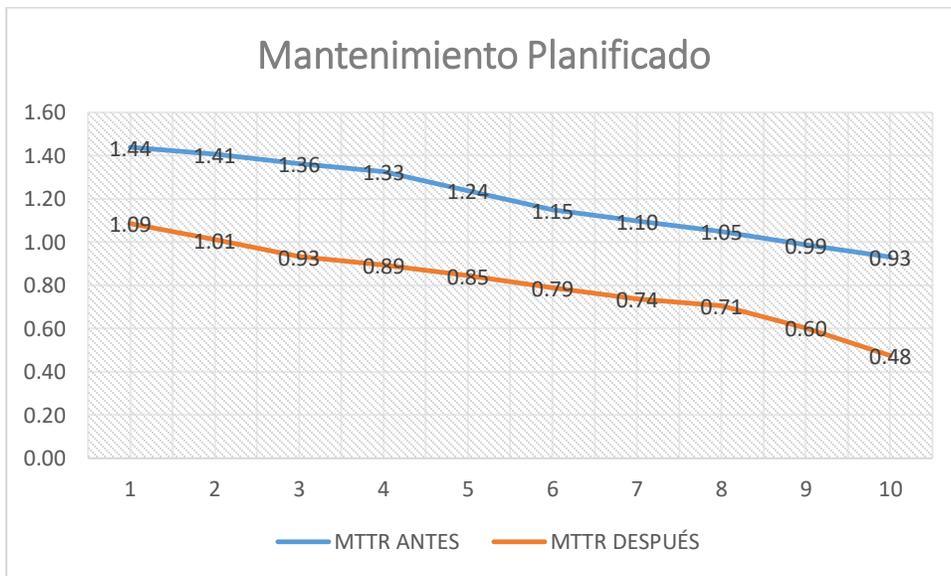
En el gráfico N° 1 en la semana 5, se obtuvo un porcentaje de 90, en la semana 8 alcanza el 99%. Siendo en esas semanas un porcentaje alto y beneficioso para los intereses de la empresa.

Gráfico N° 2 Equipo 1 Cumplimiento de Mantenimiento Planificado



En Grafico 2 se obtiene una tasa de cumplimiento de M.T.B.F. en la semana 10 MTBF antes se obtiene 30 horas sin parar frente a 10.83 más de 19 horas de diferencia sin parar.

Gráfico N° 3 Cumplimiento de Mantenimiento Planificado



En el Gráfico N°3 se muestra el MTTR antes de 0.93 y después 0.48 reduciendo los tiempos en reparaciones, en beneficio de la empresa.

4.2.3. Análisis descriptivo:

Tabla N° 12 Equipo 1 Resultados: Variable Dependiente y sus indicadores antes de la mejora

Equipo 1	Recolección de datos antes de la mejora													
	Semana	MTBF	MTTR	Disponibilidad	Temperatura Máxima	Tiempo de operación	Velocidad	Rendimiento	Temperatura Máxima	RANGO	CALIDAD	OEE ANTES		
	1	3.00	1.58	0.66	16	18	1.3	0.68	16	5.00	0.76	34%		
	2	3.33	1.56	0.68	16	17	1.3	0.72	16	4.70	0.77	38%		
	3	4.00	1.53	0.72	16	17	1.3	0.74	16	4.20	0.79	42%		
	4	4.62	1.50	0.75	16	17	1.3	0.74	16	4.10	0.80	45%		
	5	6.00	1.48	0.80	16	16	1.3	0.75	16	3.50	0.82	49%		
	6	7.50	1.44	0.84	16	16	1.3	0.76	16	3.1	0.84	53%		
	7	10.00	1.42	0.88	16	16	1.3	0.77	16	2.9	0.85	57%		
	8	12.00	1.36	0.90	16	16	1.3	0.78	16	2.85	0.85	60%		
	9	15.00	1.33	0.92	16	16	1.3	0.79	16	2.8	0.85	62%		
	10	15.00	1.25	0.92	16	15	1.3	0.82	16	2.63	0.86	65%		
					0.81					0.76				

En la tabla N°10 se obtuvo los resultados de las dimensiones del OEE y se obtienen los siguientes promedios de los indicadores para este estudio en una tasa de cumplimiento de disponibilidad 0.81, rendimiento 0.76 calidad 0.82 antes de utilizar la metodología del mantenimiento productivo total (TPM) promedios y porcentajes bajos respecto a lo deseado, se requiere mejorar la metodología.

Tabla N° 13 Equipo 1 Resultados: Variable Dependiente y sus indicadores después de la mejora

Equipo 1	Recolección de datos después de la mejora											
	Semana	MTBF	MTRR	Disponibilidad	Temperatura Máxima	Tiempo de operación	Velocidad	Rendimiento	Temperatura Máxima	RANGO	CALIDAD	OEE DESPUÉS
	1	10.00	1.67	0.86	16	12.22	1.40	0.94	16	0.42	0.97	78%
	2	10.00	1.50	0.87	16	12.18	1.40	0.94	16	0.41	0.98	80%
	3	12.00	1.50	0.89	16	12.15	1.40	0.94	16	0.39	0.98	82%
	4	12.00	1.20	0.91	16	11.80	1.40	0.97	16	0.39	0.98	86%
	5	12.00	1.00	0.92	16	11.80	1.40	0.97	16	0.39	0.98	87%
	6	15.00	0.95	0.94	16	11.65	1.40	0.98	16	0.38	0.98	90%
	7	15.00	0.75	0.95	16	11.63	1.40	0.98	16	0.37	0.98	91%
	8	15.00	0.55	0.96	16	11.60	1.40	0.99	16	0.35	0.98	93%
9	30.00	0.55	0.98	16	11.56	1.40	0.99	16	0.33	0.98	95%	
10	60.00	0.50	0.99	16	11.50	1.40	0.99	16	0.30	0.98	97%	
				0.93					0.97			0.98

En la tabla N° 13 Se obtuvo los resultados de las dimensiones del OEE y se obtienen los siguientes promedios de los indicadores para este estudio en una tasa de cumplimiento de disponibilidad 0.93 rendimiento 0.97 calidad 0.98, después de utilizar la metodología del mantenimiento productivo total (TPM) promedios altos, buen uso de la metodología.

Tabla N° 14 Equipo 2 Resultados: Variable Dependiente y sus indicadores antes de la mejora

Equipo 2	Recolección de datos antes de la mejora												
	Semana	MTBF	MTRR	Disponibilidad	Temperatura Máxima	Tiempo de operación	Velocidad	Rendimiento	Temperatura Máxima	RANGO	CALIDAD	OEE ANTES	
	1	3.00	1.45	0.67	15	17	1.20	0.74	15	4.40	0.77	0.38	
	2	3.33	1.39	0.71	15	17	1.20	0.75	15	4.36	0.77	0.41	
	3	3.53	1.35	0.72	15	16	1.20	0.77	15	4.33	0.78	0.43	
	4	3.53	1.29	0.73	15	16	1.20	0.78	15	4.30	0.78	0.44	
	5	4.00	1.20	0.77	15	16	1.20	0.80	15	4.20	0.78	0.48	
	6	5.00	1.08	0.82	15	16	1.20	0.81	15	4.20	0.78	0.52	
	7	5.45	1.00	0.85	15	15	1.20	0.82	15	4.05	0.79	0.55	
	8	6.00	0.92	0.87	15	15	1.20	0.83	15	3.87	0.79	0.57	
9	6.67	0.91	0.88	15	15	1.20	0.84	15	3.75	0.80	0.59		
10	7.50	0.88	0.90	15	15	1.20	0.86	15	3.30	0.82	0.63		
				0.79					0.80				

En la tabla N° 14 se obtuvo los resultados de las dimensiones del OEE y se obtienen los siguientes promedios de los indicadores para este estudio en una tasa de cumplimiento de disponibilidad 0.79, rendimiento 0.80, calidad 0.79 antes de utilizar la metodología del mantenimiento productivo total (TPM) promedios y porcentajes bajos respecto a lo deseado, se requiere mejorar la metodología.

Tabla N° 15 Equipo 2 Resultados: Variable Dependiente y sus indicadores antes de la mejora

Equipo 2	Recolección de datos después de la mejora											
	Semana	MTBF	MTTR	Disponibilidad	Temperatura Máxima	Tiempo de operación	Velocidad	Rendimiento	Temperatura Máxima	RANGO	CALIDAD	OEE DESPUÉS
1	8.57	0.71	0.92	15.00	13	1.30	0.87	15	0.59	0.96	77%	
2	8.57	0.60	0.93	15.00	13	1.30	0.89	15	0.58	0.96	80%	
3	10.00	0.58	0.94	15.00	13	1.30	0.90	15	0.58	0.96	82%	
4	10.00	0.57	0.95	15.00	13	1.30	0.91	15	0.57	0.96	83%	
5	12.00	0.56	0.96	15.00	13	1.30	0.92	15	0.56	0.96	85%	
6	12.00	0.54	0.96	15.00	12	1.30	0.94	15	0.55	0.96	87%	
7	15.00	0.53	0.97	15.00	12	1.30	0.95	15	0.54	0.97	89%	
8	20.00	0.52	0.97	15.00	12	1.30	0.97	15	0.54	0.97	91%	
9	30.00	0.50	0.98	15.00	12	1.30	0.98	15	0.53	0.97	93%	
10	60.00	0.45	0.99	15.00	12	1.30	0.99	15	0.50	0.97	96%	
			0.96				0.93			0.96		

En la tabla N° 15 se obtuvo los resultados de las dimensiones del OEE y se obtienen los siguientes promedios de los indicadores para este estudio en una tasa de cumplimiento de disponibilidad 0.96 , rendimiento 0.93 calidad 0.96 después de utilizar la metodología del mantenimiento productivo total (TPM) promedios y porcentajes aceptables para la empresa.

Tabla N° 16 Equipo 3 Resultados: Variable Dependiente y sus indicadores antes de la mejora

Equipo 3	Recolección de datos antes de la mejora													
	Semana	MTBF	MTR	Disponibilidad	Temperatura Máxima	Tiempo de operación	Velocidad	Rendimiento	Temperatura Máxima	RANGO	CALIDAD	OEE ANTES		
	1	3.33	1.29	0.72	16	17	1.3	0.71	16	4.40	0.78	40.2%		
	2	3.75	1.28	0.75	16	17	1.3	0.72	16	4.19	0.79	42.8%		
	3	4.00	1.20	0.77	16	17	1.3	0.75	16	4.18	0.79	45.5%		
	4	4.29	1.19	0.78	16	16	1.3	0.76	16	4.02	0.80	47.3%		
	5	5.00	1.03	0.83	16	16	1.3	0.77	16	3.77	0.81	51.6%		
	6	5.45	0.93	0.85	16	16	1.3	0.77	16	3.62	0.82	54.0%		
	7	7.50	0.88	0.90	16	16	1.3	0.79	16	3.54	0.82	57.9%		
	8	6.67	0.87	0.88	16	15	1.3	0.80	16	3.4	0.82	58.3%		
9	7.50	0.73	0.91	16	15	1.3	0.81	16	3.35	0.83	61.1%			
10	10.00	0.67	0.94	16	15	1.3	0.82	16	2.8	0.85	65.5%			
				0.83					0.77					0.81

En la tabla N° 16 se obtuvo los resultados de las dimensiones del OEE y se obtienen los siguientes promedios de los indicadores para este estudio en una tasa de cumplimiento de disponibilidad 0.83, rendimiento 0.77, calidad 0.81, antes de utilizar la metodología del mantenimiento productivo total (TPM) promedios y porcentajes bajos respecto a lo deseado, se requiere mejorar la metodología

Tabla N° 17 Equipo 3 Resultados: Variable Dependiente y sus indicadores después de la mejora

Equipo 3	Recolección de datos después de la mejora											
	Semana	MTBF	MTTR	Disponibilidad	Temperatura Máxima	Tiempo de operación	Velocidad	Rendimiento	Temperatura Máxima	RANGO	CALIDAD	OEE DESPUÉS
	1	10.00	1.17	0.90	16.00	12.90	1.40	0.89	16.00	0.90	0.95	75%
	2	10.00	1.08	0.90	16.00	12.70	1.40	0.90	16.00	0.85	0.95	77%
	3	12.00	1.00	0.92	16.00	12.50	1.40	0.91	16.00	0.70	0.96	81%
	4	15.00	0.95	0.94	16.00	12.45	1.40	0.92	16.00	0.69	0.96	83%
	5	15.00	0.88	0.94	16.00	12.43	1.40	0.92	16.00	0.65	0.96	83%
	6	15.00	0.83	0.95	16.00	12.40	1.40	0.92	16.00	0.60	0.96	84%
	7	20.00	0.78	0.96	16.00	12.20	1.40	0.94	16.00	0.45	0.97	88%
	8	20.00	0.77	0.96	16.00	12.00	1.40	0.95	16.00	0.42	0.97	89%
	9	30.00	0.73	0.98	16.00	11.80	1.40	0.97	16.00	0.35	0.98	93%
	10	30.00	0.50	0.98	16.00	11.50	1.40	0.99	16.00	0.30	0.98	96%
				0.94				0.93			0.96	

En la tabla N° 17 se obtuvo los resultados de las dimensiones del OEE y se obtienen los siguientes promedios de los indicadores para este estudio en una tasa de cumplimiento de disponibilidad 0.94 , rendimiento 0.93, calidad 0.96, antes de utilizar la metodología del mantenimiento productivo total (TPM) promedios y porcentajes requeridos para el buen funcionamiento de los equipos

Tabla N° 18 Indicadores de la Variable Dependiente

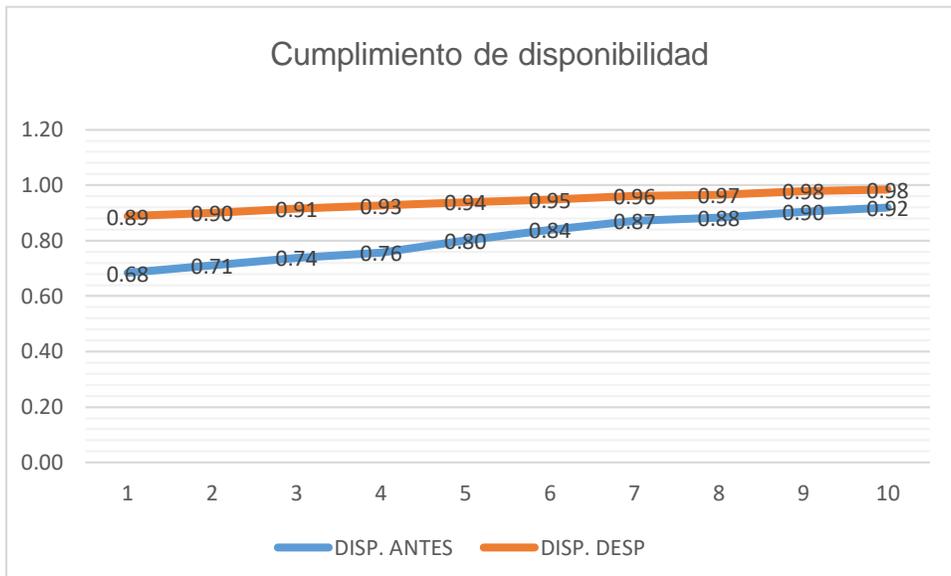
Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
DISP. ANTES	10	,684	,919	,81063	,084593
REND. ANTES	10	,710	,834	,77535	,038609
CALI ANTES	10	,624	,658	,63941	,010457
OEE ANTES	10	,376	,646	,51038	,091204
DISP. DESP	10	,888	,984	,94072	,032930
REND. DESP	10	,896	,994	,94384	,031417
CALI. DEPS	10	,961	,977	,96875	,005208
OEE DESP.	10	,764	,956	,86101	,063406
N válido (por lista)	10				

En la tabla N° 18 se observa, el valor máximo de disponibilidad pre es 0.919 mientras que el valor máximo post es 0.984 obteniendo una variación positiva 0.065; se puede observar también que existe una media pre de 0.81 y una media post de 0.940 cabe resaltar también que la desviación estándar inicial es de ,084 y final de 0.032.

El valor máximo de rendimiento pre es 0.834 mientras que el valor máximo post es 0.99 obteniendo una variación positiva 0.156; se puede observar también que existe una media pre de 0.77 y una media post de 0.94 cabe resaltar también que la desviación estándar inicial es de 0,38 y final de 0.31.

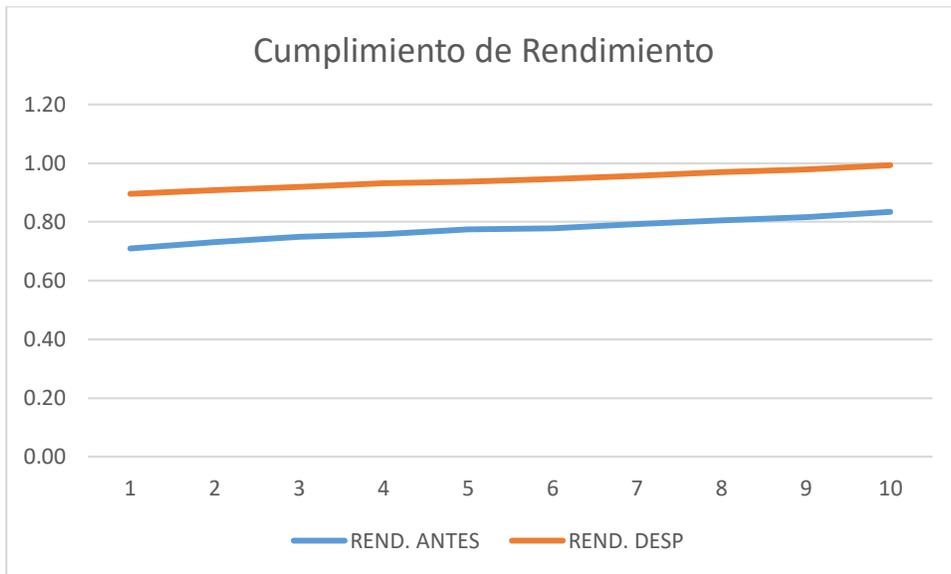
El valor máximo de calidad pre es 0.10 mientras que el valor máximo post es 0.005 obteniendo una variación positiva 0.095 se puede observar también que existe una media pre de 0.96 y una media post de 0.968 cabe resaltar también que la desviación estándar inicial es de 0,10 y final de 0.05.

Gráfico N° 4 Indicador de disponibilidad



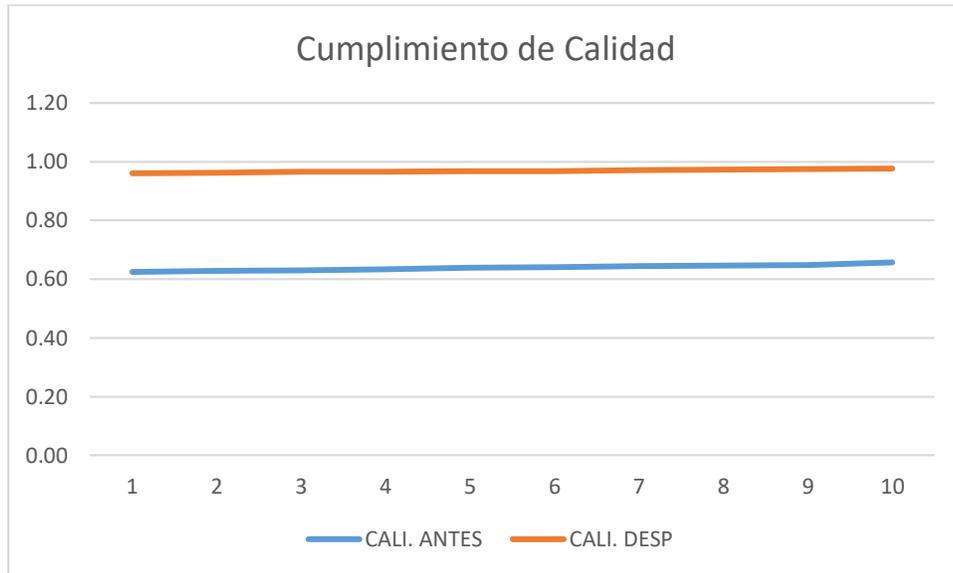
En el gráfico N° 4 la disponibilidad se incrementa notablemente a partir de la semana 5 siendo el valor máximo 94% frente a un 80%, con una diferencia favorable de 14% resultado positivo para la empresa.

Gráfico N° 5 Análisis de Rendimiento



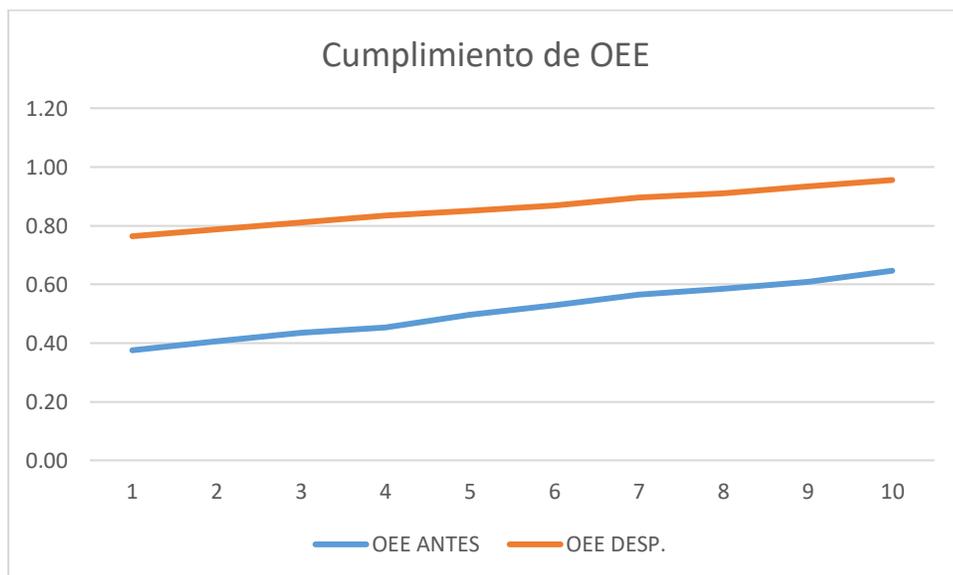
En el gráfico 5 el rendimiento post se mantiene en niveles altos en la semana 10 alcanza 99% frente a rendimiento pre 82% teniendo una diferencia de 0.17 favorable.

Gráfico N° 6 Análisis de Calidad



En el gráfico N° 6 la calidad post se mantiene en niveles altos 97% y 98% en la semana 10 frente a rendimiento máximo pre 86% teniendo una diferencia 12% favorable en la última semana.

Gráfico N° 7 Análisis de OEE



En la tabla N° 14 comparativo del OEE, se llega a la conclusión que después de la implementación de la metodología del TPM, se tiene como resultado una eficiencia global en los equipos de aire acondicionado en promedio de 86 % en las 10 semanas de implementación de la mejora frente a 51% teniendo una diferencia de 35% porcentaje alto para la empresa.

4.3 ANALISIS INFERENCIAL PARA CADA HIPOTESIS

Prueba de normalidad a la hipótesis general a la variable dependiente antes y después utilizamos el tests Shapiro Wilk por contar con menos de 30 datos

Validación de normalidad

SIG < 0.05 DATOS NO PARAMETRICOS = NO

SIG > 0.05 DATOS NO PARAMETRICOS = SI

Tabla N° 19 Resultados promedio de equipos

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DISP. ANTES	,167	10	,200 [*]	,931	10	,459
REND. ANTES	,086	10	,200 [*]	,989	10	,995
CALI ANTES	,104	10	,200 [*]	,984	10	,982
OEE ANTES	,131	10	,200 [*]	,963	10	,822
DISP. DESP	,139	10	,200 [*]	,959	10	,770
REND. DESP	,089	10	,200 [*]	,983	10	,980
CALI. DEPS	,120	10	,200 [*]	,965	10	,843
OEE DESP.	,104	10	,200 [*]	,976	10	,941

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

En la tabla N° 19 Shapiro Wilk se puede verificar que todas las significancias de la eficiencia global de equipos antes y después tienen valores mayores a 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, queda demostrado que tienen comportamientos paramétricos.

Contrastación de la hipótesis general

H₀: La aplicación del TPM no mejora la eficiencia global de equipos en la empresa GR GLOBAL SERVICE SAC, ATE 2021

H_a: La aplicación del TPM mejora la eficiencia global de equipos en la empresa GR GLOBAL SERVICE SAC, ATE 2021

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} > \mu_{Pd}$$

Si $\rho_{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $\rho_{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla N° 20 Constratación de Hipótesis General

		Prueba de muestras emparejadas								
		Diferencias emparejadas								
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)	
					Inferior	Superior				
Par 1	OEE ANTES - OEE DESP.	-,350637	,028485	,009008	-,371014	-,330260	-38,926	9	,000	

$\rho_{valor} < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula



Contrastación de las hipótesis específicas

Hipótesis Especifica 1: La aplicación del TPM mejora la disponibilidad de los equipos de aire acondicionado en la empresa GR GLOBAL SERVICE SAC, Ate 2021.

Hipótesis Especifica 2: La aplicación del TPM mejora el rendimiento de los equipos de aire acondicionado en la empresa GR GLOBAL SERVICE SAC, Ate 2021.

Hipótesis Especifica 3: La aplicación del TPM mejora la calidad de los equipos de aire acondicionado en la empresa GR GLOBAL SERVICE SAC, Ate 2021.

Tabla N° 21 Constratación de Hipótesis Especificas

Prueba de muestras emparejadas									
Diferencias emparejadas									
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	DISP. ANTES - DISP. DESP	-,130090	,052007	,016446	-,167293	-,092886	-7,910	9	,000
Par 2	REND. ANTES - REND. DESP	-,168491	,008006	,002532	-,174218	-,162764	-66,555	9	,000
Par 3	CALI ANTES - CALI. DEPS	-,329343	,005442	,001721	-,333236	-,325450	-191,386	9	,000

$\rho_{valor} < 0.05$, se rechaza la hipótesis específicas nulas



IV DISCUSIONES

1. En el presente proyecto de investigación se alcanzan un aumento de la eficiencia global de los equipos de aire acondicionado logrando resultado de 51% a 86% (tabla N° 17, Pág. 46) teniendo un incremento 35 % al aplicar el TPM (Baluch 2016) en su artículo científico “Evaluación del desempeño de la gestión de mantenimiento: medición de la efectividad general de los equipos en las plantas de beneficio de aceite de palma de Malasia” logrando el incremento de eficiencia global de equipos aplicando el mantenimiento productivo total tuvo como resultados 62% de eficiencia global comparando con su competidor 39% debajo del 23% evitando paradas de equipos, pérdidas en la producción.
2. En la disponibilidad de equipos de aire acondicionado se obtuvo resultados para el equipo de aire acondicionado se logró los siguientes resultados 81% a 94% (tabla N° 17, Pág. 46) en el cual hubo un incremento de 13%, tiene relación con los resultados con (Zegarra Ventura 2016) en su artículo científico “Gestión moderna del mantenimiento de equipos pesados” incremento la vida útil de sus equipos de 63.2% a 98% obteniendo un buen resultado evitando reemplazo de maquinarias.
3. En rendimiento de equipos de aire acondicionado se obtuvo los siguientes resultados 78% a 94% (tabla N°17, Pág. 46) el incremento fue de 16%, tiene relación con los resultados obtenidos por (Sakti, Nurjanah y Rimawan 2019) en su revista científica “Calculation of Overall Equipment Effectiveness Total Productive Maintenance in Improving Productivity of Casting Machines” el rendimiento fue de 69% a 96% reduciendo pérdidas de máquinas.
4. En calidad de aire acondicionado de equipos se obtuvo los siguientes resultados 64% a 97% (tabla N° 17, Pág. 46) incrementando 33%, en el cual hubo un incremento de 15% tiene relación con el autor (Annamalai y Suresh 2019); de la revista científica “Implementation of Total Productive Maintenance for Overall Equipment Effectiveness Improvement in Machine Shop” obtuvo resultados de 50.62% a 68% teniendo un incremento de 17.38% en beneficio de las máquinas.

VI. CONCLUSIONES

Las conclusiones de la investigación que dan respuestas de acuerdo a los objetivos son:

1. La aplicación del TPM mejora la Eficiencia Global de los Equipos de aire acondicionado en la empresa GR GLOBAL SERVICE SAC se realizó la aplicación de la mejora en 03 equipos de aire acondicionado teniendo 51% incrementando a 86% incrementando 35%.
2. La aplicación del TPM mejora la Disponibilidad de equipos de aire acondicionado en la empresa GR GLOBAL SERVICE SAC se realizó la aplicación de la mejora en los equipos teniendo como resultados 81% incrementado a 94% incrementó a 15%.
3. La aplicación del TPM mejora del Rendimiento de equipos de aire acondicionado en la empresa GR GLOBAL SERVICE SAC se realizó la aplicación teniendo como resultados 78% incrementado a 94% incrementó a 16%.
4. La aplicación del TPM mejora del Calidad de equipos de aire acondicionado en la empresa GR GLOBAL SERVICE SAC se realizó la aplicación de la mejora teniendo como resultados 64% incrementado a 97% incrementó a 33%.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda aplicar la herramienta TPM para incrementar la eficiencia global de equipos, la cual reduce costos de energía eléctrica, tiempo de funcionamiento equipos.
2. La aplicación del TPM incrementa la disponibilidad de los equipos de aire acondicionado reduciendo en número de paradas que representan significativamente altos costos de personal técnico, piezas de cambio, personal de producción etc.
3. La aplicación del TPM incrementa el rendimiento de los equipos de aire acondicionado disminuyendo el tiempo de operación alcanzando las temperaturas requeridas que son ideales para el confort.
4. La aplicación del TPM incrementa la calidad del aire lo cual es muy importante para determinar la comodidad del ambiente a climatizar, la velocidad del aire está en función a la limpieza y eliminación de impurezas de los filtros.

Bibliografía

- ALAVEDRA-FLORES, C., GASTELU-PINEDO, Y., MÉNDEZ-ORELLANA, G., MINAYA-LUNA, C., PINEDA-OCAS, B., PRIETO-GILIO, K., RÍOS-MEJÍA, K. y MORENO-ROJO, C., 2016. Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. *Ingeniería Industrial*, vol. 0, no. 034, pp. 11. ISSN 1025-9929. DOI 10.26439/ing.ind2016.n034.529.
- ALSHAHRI, J. y BOAIT, P., 2018. Reducing High Energy Demand Associated with Air-Conditioning Needs in Saudi Arabia. [en línea], pp. 29. DOI 10.3390/en12010087. Disponible en: www.mdpi.com/journal/energies.
- ÁLVAREZ, H. y SÁNCHEZ, R., 2015. Modelo Estocástico para la eficiencia global de los equipos (OEE): Consideraciones prácticas para su utilización Stochastic model for Overall Equipment Effectiveness : practical considerations Modèle stochastique pour l ' efficacité globale des équipements. *Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Matemático, Universidad Nacional Universidad Nacional de Colombia*, pp. 53-86.
- ANNAMALAI, S. y SURESH, D., 2019. Implementation of total productive maintenance for overall equipment effectiveness improvement in machine shop. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, vol. 8, no. 3, pp. 7686-7691. ISSN 22773878. DOI 10.35940/ijrte.C6212.098319.
- ANTONIO, M., CUESTAS, M., ZETINO, S.L., LAURA, A. y JIMÉNEZ, L., 2021. en sistemas de riego Design and validation of an instrument for the sustainable valuation of irrigation in agro-export companies. , vol. 2215, pp. 535-555.
- APAZA, N.C., 2021. Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmeccánica. , vol. 24, no. 1, pp. 49-76.
- ARIAS-GÓMEZ, J., VILLASÍS-KEEVER, M.Á. y MIRANDA-NOVALES, M.G., 2016. The research protocol III. Study population. *Revista Alergia Mexico* [en línea], vol. 63, no. 2, pp. 201-206. ISSN 00025151. DOI 10.29262/ram.v63i2.181. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>.
- ARIET, N.V., ROMERO, J., DÍAZ, A. y CABRERA, J., 2018. Tareas preventivas para mejorar la confiabilidad del sistema de acondicionamiento de aire en una aeronave. *Revista Cubana de Ingeniería* [en línea], vol. 8, no. 3, pp. 27-33. ISSN 2223-1781. Disponible en: <http://rci.cujae.edu.cu/index.php/rci/article/view/700>.
- BALUCH, N., 2016. Medición de la efectividad general de los equipos en las plantas de Maintenance Management Performance Evaluation : Measuring of Overall Equipment Effectiveness in Malaysian Palm Oil Mills. [en línea], vol. 37, pp. 69-78. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/339/33962773006/html/>.
- BELLORÍN, P., ODILIA, C., FERMÍN, P. y ORLANDO, R., 2012. Impacto De Tic ,

- En El Marco Del Despliegue De Actividades. *Redalyc* [en línea], vol. N1, pp. 76-82. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4277/427739447007.pdf>.
- BRAVO, D., BENNIA, A., NAJI, H., FELLOUAH, H. y BÁEZ, A., 2020. General review of air-conditioning in green and smart buildings | Revisión general sobre sistemas de acondicionamiento de aire en edificios ecológicos e inteligentes. *Revista Ingeniería de Construcción* [en línea], vol. 35, no. 2, pp. 192-202. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/ric/v35n2/0718-5073-ric-35-02-192.pdf>.
- BUENAÑO-MOYANO, VILLAGRÁN-CÁCERES y SANTILLÁN-MARIÑO, 2019. <http://fipcaec.com/ojs/index.php/es.> , vol. 4, no. Cmd, pp. 171-198.
- BULGAKOV, A. y SAYFEDDINE, D., 2016. Air Conditioning Ducts Inspection and Cleaning Using Telerobotics. *Procedia Engineering*, vol. 164, pp. 121-126. ISSN 1877-7058. DOI 10.1016/J.PROENG.2016.11.600.
- CONSUEGRA DÍAZ, F., DÍAZ CONCEPCIÓN, A., CRUZ BAYO, A., BENÍTEZ-MONTALVO, R.-I., DEL CASTILLO SERPA, A. y RODRIGUEZ PIÑEIRO, A., 2018. Diseño del Método de disponibilidad Dupont como soporte a la toma de decisiones en el mantenimiento. *Ingeniería Mecánica*, vol. 20, no. 3, pp. 122-128. ISSN 1815-5944.
- CUEVAS, C. y LEMORT, V., 2016. Caracterización experimental y modelación de una bombade calor reversible para un vehículo electric. *Ingeniare* [en línea], vol. 24, pp. 40-48. ISSN 07183305. DOI 10.4067/S0718-33052016000500006. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/772/77246913006.pdf>.
- DELGADO, B., DOMINIQUE, D., PANCHI, C., VALERIA, D., SALAZAR, P., TATIANA, K., PINOS, P. y LEONARDO, R., 2020. El Diagrama De Ishikawa Como Herramienta De Calidad En La Educación : Una Revisión De Los Últimos 7 Años the Ishikawa Diagram As a Quality Tool in Education . a Review of the Last 7 Years : Literature Review. [en línea], no. 84, pp. 1212-1230. Disponible en: http://tambara.org/wp-content/uploads/2021/04/DIAGRAMA-ISHIKAWA_FINAL-PDF.pdf.
- DÍAZ-CONTRERAS, C.A., CATARI-VARGAS, D.A., MURGA-VILLANUEVA, C.D.J. y QUEZADA-LARA, G.A.D.V.F., 2020. EFECTIVIDAD GENERAL DE EQUIPOS (OEE) AJUSTADO POR COSTOS. , vol. 45, no. March, pp. 158-163.
- DIESTRA, J., ESQUIVIEL, L. y GUEVARA, R., 2017a. Programa De Mantenimiento Centrado En La Confiabilidad (Rcm), Para Optimizar La Disponibilidad Operacional De La Máquina Con Mayor Criticidad Maintenance Program Focused on Reliability (Rcm), To Optimize the Operational Availability of the Machine With Gr. , vol. 4, no. 1, pp. 2313-1926.
- DIESTRA, J., ESQUIVIEL, L. y GUEVARA, R., 2017b. Programa De Mantenimiento Centrado En La Confiabilidad (Rcm), Para Optimizar La Disponibilidad Operacional De La Máquina Con Mayor Criticidad Maintenance

Program Focused on Reliability (Rcm), To Optimize the Operational Availability of the Machine With Gr. [en línea], vol. 4, no. 1, pp. 2313-1926. Disponible en: <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/ING/article/view/530/505>.

- GARCÍA, R., LIZETH, B., ESTHER, M. y GÓMEZ-CARPISO, J.N., 2018. Revista de Aplicación Científica y Técnica Factores de variabilidad del agua residual de aires acondicionados para su reutilización por medio de energía alternativa Variable factors of wastewater from air conditioners for reuse through alternative energy . , vol. 4, no. 12, pp. 1-12.
- GIARMA, C., RUIZ, A., ENRIQUE, H. y PADILLA, C., 2019. Lean manufacturing : 5 s y TPM , herramientas de mejora de la calidad . Caso empresa metalmeccánica en. [en línea], vol. 11, pp. 71-86. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/5604/560465980005/html/>.
- GÓMEZ CHAPARRO, M., SÁNCHEZ BARROSO, G., CARRETERO AYUSO, M.J. y GARCÍA SANZ-CALCEDO, J., 2019. Análisis de la Eficiencia de Mantenimiento en un Hospital en Madrid (España) = Analysis of Maintenance Efficiency at a Hospital in Madrid (Spain). *Anales de Edificación*, vol. 5, no. 3, pp. 35. ISSN 2444-1309. DOI 10.20868/ade.2019.4366.
- HERRERA-SÁNCHEZ, G., MORÁN-BRAVO, L. del C., GALLARDO-NAVARRO, J.L. y SILVA-JUÁREZ, A., 2020. Gestión del mantenimiento y la industria 4.0. *Revista de Ingeniería Innovativa*, vol. 4, no. 15, pp. 18-28. DOI 10.35429/joie.2020.15.4.18.28.
- LAKSMI PENABAD-SANZ, M.S., ARSENIO, C., IZNAGA-BENÍTEZ, M., PEDRO, C., RODRÍGUEZ-RAMOS, A. y CAZAÑAS-MARISY, C., 2016. Disposición y disponibilidad como indicadores para el transporte Readiness and availability as indicators in transportation. [en línea], vol. 25, no. 4, pp. 2016. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.16118.195220I>:
- LÓPEZ, P.L., 2004. Población Muestra Y Muestreo. *Punto Cero* [en línea], vol. 09, no. 08, pp. 69-74. ISSN 1815-0276. Disponible en: <http://www.scielo.org.bo/pdf/rpc/v09n08/v09n08a12.pdf>.
- MECA y CAMELLO, 2020. Total Productive Maintenance and the Impact of Each Implemented Pillar in the Overall Equipment Effectiveness. [en línea], vol. 2, no. 2, pp. 142-150. Disponible en: <https://doi.org/10.31033/ijemr.10.2.17>.
- MONTALVO, ALDANA, LÓPEZ, ÁLVAREZ, F. A. y RIVERA, 2018. Maintainance Focused on Reliability in Mantenimiento Centrado En Confiabilidad En Motocompresores. *Univerdidad de Pamplona*, no. 1900-9178, pp. 1-7.
- PÉREZ, J. y SUPO, D., 2018. Gestión de mantenimiento para reducir costos en el area de electromecanica en el hospital de Lambayeque. [en línea], Disponible en: <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/ING/article/view/987/847>.
- PICARD, D. y HELSEN, L., 2018. Economic optimal HVAC design for hybrid GEOTABS buildings and CO2 emissions analysis. *Energies*, vol. 11, no. 2, pp. 1-19. ISSN 19961073. DOI 10.3390/en11020314.

- PINTO, G., SILVA, F.J.G., BAPTISTA, A., FERNANDES, N.O., CASAIS, R. y CARVALHO, C., 2021. ScienceDirect ScienceDirect TPM implementation and maintenance strategic plan – a case study. *Procedia Manufacturing* [en línea], vol. 51, no. 2020, pp. 1423-1430. ISSN 2351-9789. DOI 10.1016/j.promfg.2020.10.198. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.198>.
- RAMÍREZ ÁLVAREZ, D.J., TAPIA VERTEL, A.F., LANCHEROS SUÁRES, V.J., ESPITIA SANJUÁN, L.A. y GONZÁLEZ DÓRIA, Y.E., 2015. Simulación y análisis de un sistema de refrigeración por absorción solar intermitente. *Revista de Ingeniería* [en línea], no. 43, pp. 32-39. ISSN 0121-4993. DOI 10.16924/riua.v0i43.872. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1210/121044223005.pdf>.
- RANDAZZO, T., DE CIAN, E. y MISTRY, M.N., 2020. Air conditioning and electricity expenditure: The role of climate in temperate countries. *Economic Modelling*, vol. 90, pp. 273-287. ISSN 02649993. DOI 10.1016/j.econmod.2020.05.001.
- SAKTI, N.C., NURJANAH, S. y RIMAWAN, E., 2019. Calculation of Overall Equipment Effectiveness Total Productive Maintenance in Improving Productivity of Casting Machines. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, vol. 4, no. 7, pp. 442-446.
- SÁNCHEZ-BARROSO, G. y SANZ-CALCEDO, J.G., 2019. Application of predictive maintenance in hospital heating, ventilation and air conditioning facilities. *Emerging Science Journal*, vol. 3, no. 5, pp. 337-343. ISSN 26109182. DOI 10.28991/esj-2019-01196.
- SUSILO, C.F. y ANDIKA, A., 2016. Overall Equipment Effectiveness Improvement with Total Productive Maintenance Method. [en línea], vol. 15, pp. 201-207. Disponible en: Overall Equipment Effectiveness Improvement with %0ATotal Productive Maintenance Method.
- URIBE, S.C., 2020. Aplicación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad de la máquina remalladora de una empresa textil. *Ingeniería Industrial* [en línea], no. 038, pp. 15-31. ISSN 10259929. DOI 10.26439/ing.ind2020.n038.4812. Disponible en: https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/4763/4702.
- VELÁZQUEZ MARÍN, A., 2019. Mejora del rendimiento de equipos de aire acondicionado tipo Split mediante el uso del condensado para enfriamiento evaporativo de la unidad exterior. *Revista Doctorado UMH* [en línea], vol. 4, no. 2, pp. 5. DOI 10.21134/doctumh.v4i2.1643. Disponible en: <https://revistas.innovacionumh.es/index.php/doctorado/article/view/659/1010>.
- WANG, N., REN, S., LIU, Y., YANG, M., WANG, J. y HUISINGH, D., 2020. An active preventive maintenance approach of complex equipment based on a novel product-service system operation mode. *Journal of Cleaner Production*,

vol. 277, pp. 123365. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2020.123365.

YODAIRA BORROTO PENTÓN, ARAMIS ALFONSO LLANES y MIGUEL ANGEL DUMÉNIGO SIERRA, 2013. *Evaluación y Control del Mantenimiento* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 978-959-250-848-4. Disponible en: https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/12155/Evaluacion_y_Control_del_Mantenimiento.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

ZEGARRA VENTURA, M.E., 2016. Gestión moderna del mantenimiento de equipos pesados. *Ciencia y Desarrollo*, vol. 18, no. 1, pp. 57. ISSN 1994-7224. DOI 10.21503/cyd.v18i1.1087.

Anexos

**DOCUMENTOS PARA VALIDAR LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN A
TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS**

CARTA DE PRESENTACIÓN

Grado académico:

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiantes del programa de titulación de ingeniería industrial en la sede de Ate:

Saldarriaga Ccoricasa, Carlos Alberto
Reátegui Pérez, Juana Geraldine,

Requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos información necesaria para poder desarrollar mi investigación con la cual obtendremos el título universitario.

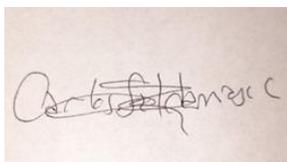
El título de la tesis de investigación es: “Aplicación del mantenimiento productivo total TPM para incrementar la eficiencia global de equipos de aire acondicionado en la empresa GR GLOBAL SERVICE S.A.C. Ate 2021”, y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

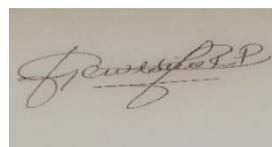
Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Carlos Alberto Saldarriaga Ccoricasa

D.N.I: 40921639



Juana Geraldine Reátegui Pérez

D.N.I: 43415449

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable Independiente:

El mantenimiento productivo total TPM incrementa el rendimiento, se elabora un mantenimiento productivo alargando la vida útil de los equipos, evitando el desgaste de piezas para elevar la disponibilidad. (Meca y Camello 2020)

Dimensiones de la variable:

Dimensión 1: Mantenimiento autónomo

Dimensión 2: Mantenimiento planificado

Variable Dependiente:

Es la utilización óptima, del tiempo que los equipos y los recursos están disponibles para producir. (Álvarez y Sánchez 2015)

Dimensiones de la variable:

Dimensión 1: Disponibilidad

Dimensión 2: Rendimiento

Dimensión 3: Calidad

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES Variable independiente: Mantenimiento productivo total

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Mantenimiento Productivo Total (TPM). (Variable Independiente)	El mantenimiento productivo total TPM incrementa el rendimiento, se elabora un mantenimiento productivo alargando la vida útil de los equipos, evitando el desgaste de piezas para elevar la disponibilidad. (Meca y Camello 2020)	Se divide en ocho pilares, siendo el mantenimiento autónomo y planificado desarrollado por el área de mantenimiento.	Mantenimiento Autónomo	$M.A = \frac{\text{Actividades Realizadas}}{\text{Actividades Programadas}} * 100$ $CPC = \frac{\text{Cantidad de capacitaciones culminadas}}{\text{Cantidad de capacitaciones planificadas}} * 100$ $\text{Promedio} = \frac{M.A.}{C.P.C}$ <p>Donde: M.A. Mantenimiento Autónomo C.P.C. Cantidad de capacitaciones culminadas</p>	Porcentual
			Mantenimiento Planificado	$M.T.B.F = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento (T.F)}}{\text{Número de paradas por fallo (P.F.)}}$ $M.T.T.R = \frac{\text{Tiempo total de reparaciones (T.R)}}{\text{Número de reparaciones (N.R.)}}$ <p>Donde: M.T.B.F. Mean Time Between Failures, tiempo medio entre fallas. M.T.T.R. Mean Time To Repair, tiempo medio para reparar.</p>	Razón

Nº	VARIABLES/DIMENSIONES/INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE:							
	Mantenimiento Productivo Total	X		X		X		
	DIMENSIÓN 1							
1	Mantenimiento Autónomo	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2.							
2	Mantenimiento Planificado	X		X		X		
	VARIABLE DEPENDIENTE;							
	EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS	X		X		X		
	DIMENSIÓN 1							
3	DISPONIBILIDAD	X		X		X		

	DIMENSIÓN 2	Si	No	Si	No	Si	No	
4	RENDIMIENTO	X		X		X		
	DIMENSIÓN 3	Si	No	Si	No	Si	No	
5	CALIDAD	X		X		X		
4	Mantenibilidad	X		X		X		

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [x]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador. / Mg: QUIROZ CALLE, JOSE SALOMON DNI:06262489

Especialidad del validador: INGENIERO INDUSTRIAL

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del Experto Informante.

CARTA DE PRESENTACIÓN

Grado académico:

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiantes del programa de titulación de ingeniería industrial en la sede de Ate:

Saldarriaga Ccoricasa, Carlos Alberto
Reátegui Pérez, Juana Geraldine,

Requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos información necesaria para poder desarrollar mi investigación con la cual obtendremos el título universitario.

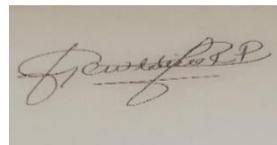
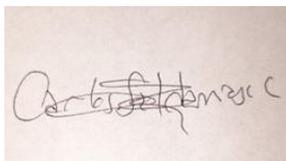
El título de la tesis de investigación es: “Aplicación del mantenimiento productivo total TPM para incrementar la eficiencia global de equipos de aire acondicionado en la empresa GR GLOBAL SERVICE S.A.C. Ate 2021”, y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Carlos Alberto Saldarriaga Ccoricasa
Pérez

Juana Geraldine Reátegui

D.N.I: 40921639

D.N.I: 43415449



DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable Independiente:

El mantenimiento productivo total TPM incrementa el rendimiento, se elabora un mantenimiento productivo alargando la vida útil de los equipos, evitando el desgaste de piezas para elevar la disponibilidad. (Meca y Camello 2020)

Dimensiones de la variable:

Dimensión 1: Mantenimiento autónomo

Dimensión 2: Mantenimiento planificado

Variable Dependiente:

Es la utilización óptima, del tiempo que los equipos y los recursos están disponibles para producir. (Álvarez y Sánchez 2015)

Dimensiones de la variable:

Dimensión 1: Disponibilidad

Dimensión 2: Rendimiento

Dimensión 3: Calidad

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Mantenimiento Productivo Total (TPM). (Variable Independiente)	El mantenimiento productivo total TPM incrementa el rendimiento, se elabora un mantenimiento productivo alargando la vida útil de los equipos, evitando el desgaste de piezas para elevar la disponibilidad. (Meca y Camello 2020)	Se divide en ocho pilares, siendo el mantenimiento autónomo y planificado desarrollado por el área de mantenimiento.	Mantenimiento Autónomo	$M.A = \frac{\text{Actividades Realizadas}}{\text{Actividades Programadas}} * 100$ $CPC = \frac{\text{Cantidad de capacitaciones culminadas}}{\text{Cantidad de capacitaciones planificadas}} * 100$ $\text{Promedio} = \frac{M.A.}{C.P.C}$ <p>Donde:</p> <p><i>M.A. Mantenimiento Autónomo</i> <i>C.P.C. Cantidad de capacitaciones culminadas</i></p>	Porcentual
			Mantenimiento Planificado	$M.T.B.F = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento (T.F)}}{\text{Número de paradas por fallo (P.F.)}}$ $M.T.T.R = \frac{\text{Tiempo total de reparaciones (T.R)}}{\text{Número de reparaciones (N.R.)}}$ <p>Donde:</p> <p><i>M.T.B.F. Mean Time Between Failures, tiempo medio entre fallas.</i> <i>M.T.T.R. Mean Time To Repair, tiempo medio para reparar.</i></p>	Razón

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Eficiencia global de los equipos de aire acondicionado. (Variable Independiente)	Es la utilización óptima, del tiempo que los equipos y los recursos están disponibles para producir. (Álvarez y Sánchez 2015)	Se hace la medición con un solo indicador los tres parámetros en la producción son: Disponibilidad, Rendimiento y Calidad.	Disponibilidad	$D = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} * 100$ <p>Donde: D= disponibilidad</p>	Porcentual
			Rendimiento	$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Temperatura Confort}}{\text{Temperatura de operación} + \text{velocidad}} * 100$	
			Calidad	$\text{Calidad} = \frac{\text{Temperatura Confort}}{\text{Temperatura Confort} + \text{Rango}} * 100$	

N°	VARIABLES/DIMENSIONE/INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE:	Si	No	Si	No	Si	No	
	Mantenimiento Productivo Total	X		X		X		
	DIMENSION 1	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Mantenimiento Autónomo	X		X		X		
	DIMENSION 2.	Si	No	Si	No	Si	No	
2	Mantenimiento Planificado	X		X		X		
	VARIABLE DEPENDIENTE;	Si	No	Si	No	Si	No	
	EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS	X		X		X		
	DIMENSION 1	Si	No	Si	No	Si	No	
3	DISPONIBILIDAD	X		X		X		
	DIMENSION 2	Si	No	Si	No	Si	No	
4	RENDIMIENTO	X		X		X		
	DIMENSION 3	Si	No	Si	No	Si	No	
5	CALIDAD	X		X		X		
4	Mantenibilidad	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable** [x] **Aplicable después de corregir** [] **No aplicable** []

Apellidos y nombres del juez validador. / Dr. SOLIS TIPIAN MARTIN ALBINO DNI:07423431
Especialidad del validador: DR. GESTIÓN PÚBLICA Y GOBERNABILIDAD

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Lima...24...de...OCTUBRE.....del 2021



Firma del Experto Informante.

CARTA DE PRESENTACIÓN

Grado académico:

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiantes del programa de titulación de ingeniería industrial en la sede de Ate:

Saldarriaga Ccoricasa, Carlos Alberto
Reátegui Pérez, Juana Geraldine,

Requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos información necesaria para poder desarrollar mi investigación con la cual obtendremos el título universitario.

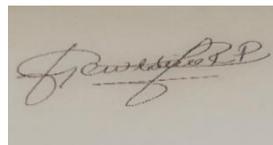
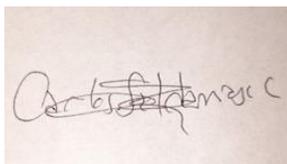
El título de la tesis de investigación es: “Aplicación del mantenimiento productivo total TPM para incrementar la eficiencia global de equipos de aire acondicionado en la empresa GR GLOBAL SERVICE S.A.C. Ate 2021”, y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Carlos Alberto Saldarriaga Ccoricasa
Pérez

Juana Geraldine Reátegui

D.N.I: 40921639

D.N.I: 43415449



DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable Independiente:

El mantenimiento productivo total TPM incrementa el rendimiento, se elabora un mantenimiento productivo alargando la vida útil de los equipos, evitando el desgaste de piezas para elevar la disponibilidad. (Meca y Camello 2020)

Dimensiones de la variable:

Dimensión 1: Mantenimiento autónomo

Dimensión 2: Mantenimiento planificado

Variable Dependiente:

Es la utilización óptima, del tiempo que los equipos y los recursos están disponibles para producir. (Álvarez y Sánchez 2015)

Dimensiones de la variable:

Dimensión 1: Disponibilidad

Dimensión 2: Rendimiento

Dimensión 3: Calidad

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Mantenimiento Productivo Total (TPM). (Variable Independiente)	El mantenimiento productivo total TPM incrementa el rendimiento, se elabora un mantenimiento productivo alargando la vida útil de los equipos, evitando el desgaste de piezas para elevar la disponibilidad. (Meca y Camello 2020)	Se divide en ocho pilares, siendo el mantenimiento autónomo y planificado desarrollado por el área de mantenimiento.	Mantenimiento Autónomo	$M.A = \frac{\text{Actividades Realizadas}}{\text{Actividades Programadas}} * 100$ $CPC = \frac{\text{Cantidad de capacitaciones culminadas}}{\text{Cantidad de capacitaciones planificadas}} * 100$ $\text{Promedio} = \frac{M.A.}{C.P.C}$ <p>Donde:</p> <p><i>M.A. Mantenimiento Autónomo</i> <i>C.P.C. Cantidad de capacitaciones culminadas</i></p>	Porcentual
			Mantenimiento Planificado	$M.T.B.F = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento (T.F)}}{\text{Número de paradas por fallo (P.F.)}}$ $M.T.T.R = \frac{\text{Tiempo total de reparaciones (T.R)}}{\text{Número de reparaciones (N.R.)}}$ <p>Donde:</p> <p><i>M.T.B.F. Mean Time Between Failures, tiempo medio entre fallas.</i> <i>M.T.T.R. Mean Time To Repair, tiempo medio para reparar.</i></p>	Razón

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Eficiencia global de los equipos de aire acondicionado. (Variable Independiente)	Es la utilización óptima, del tiempo que los equipos y los recursos están disponibles para producir. (Álvarez y Sánchez 2015)	Se hace la medición con un solo indicador los tres parámetros en la producción son: Disponibilidad, Rendimiento y Calidad.	Disponibilidad	$D = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} * 100$ <p>Donde: D= disponibilidad</p>	Porcentual
			Rendimiento	$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Temperatura Confort}}{\text{Temperatura de operación} + \text{velocidad}} * 100$	
			Calidad	$\text{Calidad} = \frac{\text{Temperatura Confort}}{\text{Temperatura Confort} + \text{Rango}} * 100$	

N°	VARIABLES/DIMENSIONE/INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE:							
	Mantenimiento Productivo Total	X		X		X		
	DIMENSION 1	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Mantenimiento Autónomo	X		X		X		
	DIMENSION 2.	Si	No	Si	No	Si	No	
2	Mantenimiento Planificado	X		X		X		
	VARIABLE DEPENDIENTE;	Si	No	Si	No	Si	No	
	EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS	X		X		X		
	DIMENSION 1	Si	No	Si	No	Si	No	
3	DISPONIBILIDAD	X		X		X		
	DIMENSION 2	Si	No	Si	No	Si	No	
4	RENDIMIENTO	X		X		X		
	DIMENSION 3	Si	No	Si	No	Si	No	
5	CALIDAD	X		X		X		
4	Mantenibilidad	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. // Mg: ACOSTA LINARES ALDO ALEXI DNI:41609054
Especialidad del validador: INGENIERO INDUSTRIAL

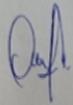
¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Lima...24...de...OCTUBRE.....del 2021



Firma del Experto Informante.



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Título del ejercicio: INVESTIGACIONATE_INGENIERIAIND...
Título de la entrega:	Aplicación del TPM para incrementar la eficiencia global de ...
Nombre del archivo:	turnitin.docx
Tamaño del archivo:	189.01K
Total páginas:	73
Total de palabras:	9,652
Total de caracteres:	50,736
Fecha de entrega:	16-nov.-2021 11:13p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega:	1684312160



Derechos de autor ©2021 Turnitin. Todos los derechos reservados.

Autorización de Empresa



Lima 15 de noviembre del 2021

Autorización a acceso de información

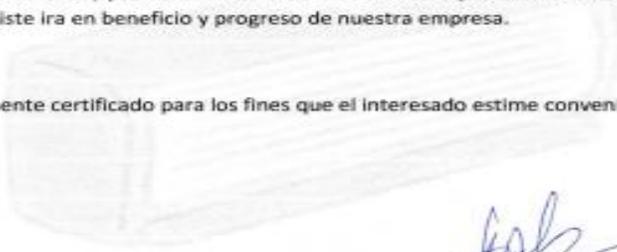
Sr Pedro Peña

Contador de la empresa **GR GLOBAL SERVICE SAC**

Ruc. 20535780987

Por medio de la presente **autorizo** se le facilite todo tipo de documento e información que necesite el Sr. **Carlos Alberto Saldarriaga Ccoricasa** con DNI N°40921639 y la Sra. **Juana Geraldine Reátegui Pérez** con DNI N°43415449 para que desarrolle su tesis denominado "Aplicación de TPM para incrementar la eficiencia global de equipos de aire acondicionado de la empresa GR GLOBAL SERVICE S.A.C, Lima 2021, previo a la obtención de su título profesional de ingeniero industrial trabajo que consiste ira en beneficio y progreso de nuestra empresa.

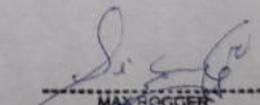
Se expide el presente certificado para los fines que el interesado estime conveniente.




FIRMA
Pedro Peña Reyes
DNI 10207584

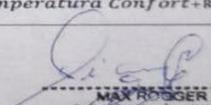
Formato de validación de formulas

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Mantenimiento Productivo Total (TPM). (Variable Independiente)	Mantenimiento Autónomo	$M.A = \frac{\text{Actividades Realizadas}}{\text{Actividades Programadas}} * 100$ $C.P.C = \frac{\text{Cantidad de capacitaciones culminadas}}{\text{Cantidad de capacitaciones planificadas}} * 100$ $\text{Promedio} = \frac{M.A.}{C.P.C}$ <p>Donde: M.A. Mantenimiento Autónomo C.P.C. Cantidad de capacitaciones culminadas</p>	Porcentual
	Mantenimiento Planificado	$M.T.B.F = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento (T.F)}}{\text{Número de paradas por fallo (P.F.)}}$ $M.T.T.R = \frac{\text{Tiempo total de reparaciones (T.R)}}{\text{Número de reparaciones (N.R.)}}$ <p>Donde: M.T.B.F. Mean Time Between Failures, tiempo medio entre fallas. M.T.T.R. Mean Time To Repair, tiempo medio para reparar.</p>	Razón


 MAX ROGGER
 SUELO CAÑAHUIRE
 Ingeniero Industrial
 CIP N° 265031

GR GLOBAL SERVICE

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Eficiencia global de los equipos de aire acondicionado. (Variable Independiente)	Disponibilidad	$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100$ <p>Donde: D= disponibilidad</p>	Porcentual
	Rendimiento	$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Temperatura Confort}}{\text{Temperatura de operación} * \text{velocidad}} * 100$	
	Calidad	$\text{Calidad} = \frac{\text{Temperatura Confort}}{\text{Temperatura Confort} + \text{Rango}} * 100$	



 MAX ROGGER
 SULLCA CAÑAHUIRE
 Ingeniero Industrial
 N° 265031

 MAX ROGGER SULLCA CAÑAHUIRE

DAP Antes de la mejora

GR GLOBAL SERVICE

APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

- (TPM) PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO
- ANTES DE LA IMPLEMENTACION

N°	Operación	TIEMPO/ MINUTOS	○	➔	◡	◻	▽
1	Traslado a área de trabajo	30					
2	Pruebas de equipo	25					
3	Medición de temperatura, presión	15					
4	Desmontaje componentes de evaporador	20					
5	Traslado de componentes de evaporador a área de	10					
6	Aislar tarjeta electrónica	5					
7	Pulverizado de evaporador con acti-dean	20					
8	Pulverizado de evaporador con agua	10					
9	Limpieza de bandeja de deshielo	15					
10	Lavado de filtros	8					
11	Limpieza de turbina de ventilador de evaporador	10					
12	Mantenimiento a tarjeta electrónica y sensores	8					
13	Limpieza a consola	15					
14	Ensamble a evaporador	20					
15	Desmontaje de cubierta de condensador	15					
16	Pulverizado con alli-foam	20					
17	Limpieza de motor compresor y contactos	15					
18	Limpieza de ventilador y componentes electricos	10					
19	Energizar equipo de aire acondicionado	3					
20	Pruebas	25					
21	Informe técnico	10					

DR. GALIANO MARTÍNEZ HORASIMA
INGENIERO MECÁNICO
Reg. CIP N° 98895

[Firma]
FIRMA
SUPERVISOR

[Firma]

FIRMA
GR GLOBAL SERVICE SAC

DAP Después de la mejora

GR GLOBAL SERVICE

APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACION

N°	Operación	TIEMPO/ MINUTOS					
1	Traslado a área de trabajo	10					
2	Pruebas de equipo	10					
3	Medición de temperatura, presión	5					
4	Desmontaje de componentes de evaporador	15					
5	Aislar tarjeta electrónica	8					
6	Pulverizado de evaporador con acti-klan	8					
7	Lavado de filtros	5					
8	Limpeza de turbina de ventilador de evaporador	5					
9	Mantenimiento a tarjeta electrónica y sensores	8					
10	Limpeza a consola	7					
11	Ensamble a evaporador	15					
12	Desmontaje de cubierta de condensador	15					
13	Pulverizado con alió-foam	15					
14	Limpeza de motor compresor y contactos	8					
15	Limpeza de ventilador y componentes electricos	8					
16	Energizar equipo de aire acondicionado	3					
17	Pruebas	15					
18	Informe técnico	10					

EMILIO CALLEJÓN MARTÍNEZ HERRERA
INGENIERO MECÁNICO
Reg. CIP N° 98220


FIRMA
SUPERVISOR


FIRMA
GR GLOBAL SERVICE SAC



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, RAMOS HARADA FREDDY ARMANDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "APLICACIÓN DEL TPM PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO EN GR GLOBAL SERVICE S.A.C. ATE 2021", cuyos autores son SALDARRIAGA CCORICASA CARLOS ALBERTO, REATEGUI PEREZ JUANA GERALDINE, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 29 de Noviembre del 2021

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
RAMOS HARADA FREDDY ARMANDO DNI: 07823251 ORCID 0000-0002-3619-5140	Firmado digitalmente por: FRAMOSH el 11-12-2021 10:19:12

Código documento Trilce: TRI - 0199808