

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



INFORME FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
“IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA PROLONGAR LA OPERATIVIDAD
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE UNA
UNIVERSIDAD PRIVADA EN LIMA METROPOLITANA”

AUTOR: ERWIN PABLO GALARZA CURISINCHE

PERIODO DE EJECUCIÓN: De enero a diciembre del 2021

Resolución de aprobación N° 064 - 2021-R

Callao, 2021

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Erwin P. Galarza Curisinc", located in the bottom right corner of the page.

A handwritten signature or mark in black ink, located in the bottom right corner of the page. It consists of several overlapping loops and lines, resembling a stylized name or a specific symbol.

FICHA DE EVALUACIÓN DEL INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

(Para el Comité Directivo de la Unidad de investigación)

El Comité Directivo de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas como responsable de evaluar metodológicamente la redacción, la impresión, la presentación y el contenido del INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN: IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA PROLONGAR LA OPERATIVIDAD DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE UNA UNIVERSIDAD PRIVADA EN LIMA METROPOLITANA” presentado por el docente responsable Erwin Pablo Galarza Curisinche, luego de la verificación del informe final de investigación, observamos que:

1. DEL TITULO Y DE LA ESTRUCTURA O PARTES EL INFORME:	SI	NO
1.1 El título del informe es igual al del proyecto de investigación aprobado por resolución	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.2 Contiene las siguientes partes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.3 Caratula, página de respeto e índice (con numeración de páginas que se inicia con la página del índice)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Resumen y abstract	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Introducción	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Planteamiento del problema	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Marco teórico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Hipótesis y variables	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Diseño metodológico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Resultados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Discusión de los resultados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Conclusiones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Recomendaciones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Referencias bibliográficas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Anexos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
 2. DEL RESUMEN Y ABSTRACT	 SI	 NO
2.1 Está redactado en una página como máximo, e incluye palabras claves (Key words).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2 Comprende el objetivo, el diseño metodológico, los resultados y la conclusión de la investigación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
 3. DE LA INTRODUCCIÓN	 SI	 NO
3.1 Comprende la exposición del problema, con el (los) objetivo (s) la importancia y justificación de la investigación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



4. DEL MARCO TEORICO	SI	NO
4.1 Se exponen la(s) teoría(s) o leyes, doctrinas o trabajos de investigación y la información imprescindible o relacionada con la investigación realizada.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2 Cita a los autores y fuentes bibliográficas consultada de soporte a la investigación respetando los derechos de autor y de la propiedad intelectual.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. DISEÑO METODOLÓGICO	SI	NO
5.1 Tipo de diseño de la investigación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.2 Método de la investigación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.3 La población y muestra; así como las técnicas o procedimiento de recopilación de datos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.4 Las técnicas estadísticas de análisis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.5 Se indica la metodología o encuesta conocida y validada, o se describe el nuevo procedimiento o la nueva encuesta esta validada.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. DE LOS RESULTADOS	SI	NO
6.1 Se presentan en forma detallada, tal como fueron obtenidos y en tablas, figuras, cuadros y textualmente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.2 Dan solución al problema planteado y a los objetivos propuestos y en la justificación del proyecto de investigación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.3 Evidencia la demostración de la(s) hipótesis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. DE LA DISCUSIÓN	SI	NO
7.1 Compara y analiza los RESULTADOS de la investigación con los resultados obtenido por otros investigadores, autores o teorías existentes y reportadas en el marco teórico.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.2 Permite inferir conclusiones respecto al problema, objetivos e hipótesis planteados.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. DE LOS ANEXOS	SI	NO
8.1 Los pertinentes al informe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. DE LA REDACCIÓN, IMPRESIÓN Y PRESENTACIÓN DEL INFORME	SI	NO
9.1 La redacción, impresión y presentación es de acuerdo al reglamento vigente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.2 Presenta dos (02) ejemplares anillados o empastados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.3 Presenta dos (02) CD con el contenido del informe final digitalizado. Formato Word.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.4 El CD esta rotulado con denominación de la investigación, autor(es), número de resolución y período de ejecución.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

En virtud de lo indicado; los miembros del Comité Directivo de la Unidad de Investigación como docentes investigadores especialistas en metodología de la investigación y en cada una de las áreas y líneas de investigación de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas dictaminamos



que el presente **INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN** evaluado en sesión de trabajo del

SI CUMPLE con las exigencias y requisitos para su aprobación y expedir la resolución del Comité Directivo del Instituto de Investigación correspondiente.

NO CUMPLE con las exigencias de aprobación debiendo subsanarse las observaciones de los numerales y es devuelto al docente responsable comunicándole por escrito las observaciones que deben ser subsanadas, indicándole cumplir con el plazo establecido en el “Reglamento de la participación de docentes en proyectos de investigación”

Callao,de.....del

Sello y firma Director del
Instituto de Investigación
Nombre:.....

Firma del miembro del
Comité directivo
Nombre:

Firma del miembro del
del Comité Directivo
Nombre:.....

Firma del miembro del
Comité Directivo
Nombre:.....

Firma del miembro del
Comité Directivo
Nombre:.....

Firma del miembro del
Comité Directivo
Nombre:.....

Nota: El presidente y los miembros del Comité Directivo de la Unidad de Investigación firman la última página de la presente ficha de evaluación, incluyendo nombre y apellidos, y rubrican todas las otras páginas.

DEDICATORIA

A Dios por darme la fortaleza y sabiduría para lograr las metas propuestas a pesar de todas las adversidades

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, cursive letters that are difficult to decipher but appear to be a personal name.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Callao, por permitirme aportar con mi investigación, mi formación como profesionales en el desarrollo de temas de ingeniería, que permitan solucionar problemas que ocurran en la vida real.

A handwritten signature in black ink, located in the bottom right corner of the page. The signature is stylized and appears to be a personal name.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	7
AGRADECIMIENTOS.....	8
LISTA DE TABLA.....	11
LISTA DE FIGURAS	12
RESUMEN	13
ABSTRACT.....	14
INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO I.....	16
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	16
1.2. Formulación del problema	18
1.2.1. Pregunta de investigación principal	18
1.2.2. Preguntas de investigación secundarias.....	19
1.3. Objetivos de la investigación.....	19
1.3.1. Objetivo general	19
1.3.2. Objetivos específicos.....	19
1.4. Justificación e implementación de la investigación	20
1.5. Limitaciones de la investigación.....	21
1.5.1. Limitante teórica	21
1.5.2. Limitante temporal	21
1.5.3. Limitación espacial	21
CAPÍTULO II.....	22
MARCO TEORICO DE LA INVESTIGACION	22
2.1 Antecedentes de la investigación	22
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	22
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	23
2.2 Marco teórico.....	25
2.2.1 Plan de Mantenimiento Preventivo	25
2.3 Marco Conceptual	42
CAPÍTULO III.....	45
HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	45
3.1 Hipótesis general y específicas.....	45



	10
3.1.1 Hipótesis general.....	45
3.1.2 Hipótesis específica.....	45
3.2 Definición conceptual de las variables.....	45
3.3 Operacionalización de variables.....	46
3.3.1 Definición operacional de las variables.....	47
CAPÍTULO IV.....	50
DISEÑO METODOLÓGICO.....	50
4.1 Tipo y diseño de la investigación.....	50
4.2 Método de investigación.....	52
4.3 Población y muestra.....	52
4.4 Lugar de estudio.....	54
4.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.....	54
4.6 Plan de trabajo de campo.....	55
4.7 Análisis y procedimientos de datos.....	56
CAPÍTULO V.....	59
IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	59
5.1 Aspectos organizativos del establecimiento.....	59
5.2 Programa de mantenimiento.....	60
CAPÍTULO VI.....	67
RESULTADOS.....	67
6.1 Resultados descriptivos.....	67
6.2 Resultados inferenciales.....	80
RECOMENDACIONES.....	87
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	88
ANEXOS.....	92
ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	93
ANEXO 2 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	95

LISTA DE TABLA

Tabla 1	Operacionalización de variables.....	48
Tabla 2	Estadística descriptiva del Tiempo de Respuesta	67
Tabla 3	Estadísticas descriptivas de Tiempo de Corrección	68
Tabla 4	Estadísticas descriptivas de los tiempos de fallas	70
Tabla 5	Estadísticas descriptivas de los tiempos disponibles.....	72
Tabla 6	Estadísticas descriptivas Tiempo Promedio para Reparar (TPPR)...	73
Tabla 7	Estadísticas descriptivas de Tiempo Promedio por Fallas (TPPF) ...	75
Tabla 8	Estadísticas descriptivas del Índice de Mantenimiento porcentual ...	76
Tabla 9	Estadísticas descriptivas de índice de Disponibilidad porcentual	77
Tabla 10	Estadísticas descriptivas de los Costos de Mantenimiento Total.....	79
Tabla 11	Prueba de Komogorov Smirnov (KS) para Índice de Mantenimiento, Índice de Disponibilidad y Costos de mantenimiento	80
Tabla 12	Prueba T Student de Hipótesis General	81
Tabla 13	Prueba T Student de Hipótesis Específica 1	82
Tabla 14	Prueba T Student de Hipótesis Específica 2	83
Tabla 15	Prueba T Student de Hipótesis Específica 3	85



LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Tiempos de respuesta antes y después de la implementación	67
Figura 2: Tiempo de Corrección antes y después de la implementación.....	68
Figura 3 Tiempos de fallas antes y después de la implementación.....	70
Figura 4 Tiempos disponibles antes y después de la implementación	72
Figura 5: Tiempo Promedio Reparar antes y después de la implementación ...	73
Figura 6: Tiempo Promedio Reparar antes y después de la implementación ...	75
Figura 7: Índices de Mantenimiento antes y después de la implementación	76
Figura 8: Índices de Mantenimiento antes y después de la implementación. ...	77
Figura 9: Costos de mantenimiento total antes y después de la implementación	79



RESUMEN

El presente trabajo de investigación sobre “Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para prolongar la operatividad de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana”, tuvo como objetivo establecer si un plan de mantenimiento preventivo prolonga la operatividad de las actividades de los activos de infraestructura, instalaciones y equipos en la Facultad de Ingeniería. Se usó un método tipo aplicada y un diseño cuasiexperimental, con una muestra de 96 reportes semanales de mantenimiento de los activos (48 reportes para el año 2018 y 48 reportes para el año 2019), delimitada por la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo en el año 2019. Los resultados encontrados es que los activos de infraestructura, instalaciones y equipos, mejoran después del plan de mantenimiento, disminuyendo los tiempos de respuestas, los tiempos de corrección de averías e incrementando los tiempos de disponibilidad para atender otro servicio de mantenimiento. Se concluyó que: La implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo prolonga la operatividad de los activos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana. Además, incrementa el nivel de cumplimiento del mantenimiento, incrementa la disponibilidad y reduce los costos de prevención en la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana.

Palabras Claves: Mantenimiento preventivo, operatividad de las actividades de mantenimiento, fallas, correcciones, disponibilidad.



ABSTRACT

The present research work on "Implementation of a preventive maintenance plan to prolong the operation of the Faculty of Engineering of a Private University in Metropolitan Lima", aimed to establish if a preventive maintenance plan prolongs the operation of the activities of the infrastructure assets, facilities and equipment in the Faculty of Engineering. An applied standard method and a quasi-experimental design were used, with a sample of 96 weekly asset maintenance reports (48 reports for 2018 and 48 reports for 2019), delimited by the application of a preventive maintenance plan in the year 2019. The results found are that the infrastructure assets, facilities and equipment improve after the maintenance plan, reducing response times, fault correction times and increasing availability times to attend another maintenance service. It was concluded that: The implementation of a Preventive Maintenance Plan prolongs the operation of the assets of the Faculty of Engineering of a Private University in Metropolitan Lima. In addition, it increases the level of maintenance compliance, increases availability and reduces prevention costs in the operation of infrastructure, facilities and equipment of the Faculty of Engineering of a Private University in Metropolitan Lima.

Keywords: Preventive maintenance, operability of maintenance activities, failures, corrections, availability.



INTRODUCCIÓN

El presente documento proporciona una metodología para mejorar el mantenimiento en una Facultad de Ingeniería Industrial de una Universidad Privada en Lima Metropolitana, por medio del diseño de un programa de mantenimiento preventivo.

En el primer capítulo, se describen el planteamiento del problema de la investigación, la realidad problemática, la formulación del problema, objetivos, la justificación y las limitaciones de la investigación.

En el segundo capítulo se desarrolla los antecedentes de la investigación, se analiza la parte teórica sobre el mantenimiento y los diferentes tipos que existen.

En el tercer capítulo se define hipótesis y variables, así como la matriz de operacionalización de variables

En el cuarto capítulo el marco metodológico, la población y muestra, así como los procedimientos de recolección de datos y de análisis de datos de la investigación

En el quinto capítulo, se presenta el cronograma de actividades

En el sexto capítulo se presenta el presupuesto necesario para el desarrollo del trabajo de investigación

Luego se anotan a las referencias utilizadas en la investigación



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

De la competitividad de las universidades, surge la necesidad de optimizar los procesos, tanto administrativos como académicos para lograr así un desarrollo sostenible, y a su vez un beneficio económico y social.

En la actualidad, la Superintendencia Nacional de Educación Superior (SUNEDU), viene realizando el proceso de licenciamiento para el servicio educativo superior universitario, teniendo en cuenta la Ley General de Educación, Ley No 28044, la cual en su Art-13°, le encarga verificar el cumplimiento de condiciones básicas de calidad para ofrecer el servicio educativo superior universitario y autorizar su funcionamiento. Para ello, la ley establece la normatividad sobre los factores que interactúan para el logro de dicha calidad, específicamente en su Inciso f, se regula sobre la Infraestructura, equipamiento, servicios y materiales educativos adecuados a las exigencias técnico-pedagógicas de cada lugar y a las que plantea el mundo contemporáneo.

Esta normatividad, se refiere a que la Infraestructura, instalaciones y equipamiento de las universidades deben de estar adecuadas al cumplimiento de sus funciones (bibliotecas, laboratorios, entre otros) y siempre deben de tener en cuenta su mejoramiento y modernización de acuerdo al plan de inversiones de cada universidad.

Ante estos procesos de licenciamiento, para los centros de educación superior, hacen que las universidades, establezcan criterios de programas de mantenimiento que estén destinados a reducir la probabilidad de fallo o la degradación del funcionamiento de un elemento en un determinado momento.



Dentro de las universidades, la presencia de facultades de la carreras de ingeniería, hacen que esta situación del mantenimiento sea más crítica, al depender su funcionamiento de laboratorios de producción, de informática y computación, de las ciencias físicas y de química, entre otros; que cuentan con sistemas de instalaciones característicos al desarrollo curricular, como: instalación eléctrica, instalaciones de gases de laboratorios, instalación fotovoltaica, instalación de agua, instalaciones de gas natural y propano, sistemas electrónicos de acceso a los edificios, elementos de accesibilidad, entre otros, que hacen de vital importancia el mantenimiento preventivo de dichos elementos para prolongar la operatividad de sus instalaciones de la Facultad de Ingeniería.

En la actualidad en la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana, aunque existe una Oficina de Infraestructura y Mantenimiento, no existe un sistema de gestión de mantenimiento, mucho menos un flujo de actividades óptimo para prevenir ciertos desperfectos que se presentan en los equipos e infraestructura de sus instalaciones.

El tipo de mantenimiento y la debilidad que se presenta en la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada se relaciona con el área de mantenimiento al ofrecer un mal servicio interno, el cual origina problemas constantes como: fallas de equipos, baja confiabilidad, incremento de horas extras por las atenciones de emergencias, sin dejar de lado el consumo de energía eléctrica adicional al tener equipos con mal funcionamiento

Es por esta razón que, tal desorganización, falta de planificación previa y ausencia del mantenimiento, genera un impacto directo en el control efectivo de recursos, por ejemplo: duplicando funciones o generando errores involuntarios por parte del personal y sin inducción en el tema de mantenimiento. Así también, se ha identificado la presencia de



fallas continuas en los equipos, así como de la información resultante, las cuales impiden una mejora continua de los procesos.

Si bien es cierto, hoy en día, existen muchas herramientas de soporte, como los sistemas de información, es necesaria la capacitación adecuada, y contar con el personal especializado para volver eficientes las actividades críticas. Para esto, se hace necesaria la creación y puesta en marcha de un sistema de gestión de mantenimiento, la formulación de manuales de funciones, procedimientos y formatos, así como la generación de bases de datos y la reorganización de las fuentes de información necesarias para la realización del programa de mantenimiento preventivo realizado en la investigación.

Otro de los aspectos que son materia del problema, es la carencia de una metodología apropiada que permita ser el prototipo o estándar en el mantenimiento de la institución, por ello es se considera necesario implementar un plan de gestión de mantenimiento preventivo.

Por lo antes expuesto, es que se considera importante plantear una metodología como la implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo para prolongar la Operatividad de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana. El estudio planteado ayuda a todos los involucrados de la institución a tener las herramientas necesarias para cumplir con la normatividad vigente y a la vez estar de la mano con las normas de seguridad y prevención con la que debe contar la institución.

1.2. Formulación del problema

De acuerdo a la importancia del establecimiento de un plan de mantenimiento preventivo y la problemática descrita anteriormente, se formulan las siguientes interrogantes como problemas planteados.

1.2.1. Pregunta de investigación principal



¿De qué manera la implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo prolonga la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana?

1.2.2. Preguntas de investigación secundarias

1. ¿Cómo la implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo incrementa el nivel de cumplimiento del mantenimiento en la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana?
2. ¿Cómo la implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo incrementa la disponibilidad en la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana?
3. ¿Cómo la implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo reduce los costos de prevención en la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar cómo la Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo prolonga la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana.

1.3.2. Objetivos específicos



1. Determinar cómo la implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo permite mejorar el nivel de cumplimiento operativo de prevención de los procesos operativos en la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana.
2. Determinar cómo la implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo permite reducir los costos de operación de los procesos operativos en la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana.
3. Determinar cómo la implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo permite mejorar la disponibilidad de los equipos de los procesos operativos en la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana.

1.4. Justificación e implementación de la investigación

Justificación legal

La investigación se justifica, porque la implementación de un adecuado plan de mantenimiento preventivo, permite acceder a que las instituciones de educación superior, tengan infraestructura y equipamiento adecuados para garantizar el cumplimiento de sus funciones para brindar una adecuada calidad de educación, cumpliendo con la normatividad vigente de la Ley General de Educación, Ley N° 28044, que legalmente contribuiría al licenciamiento otorgado por SUNEDU a las instituciones de educación superior.,

Justificación teórica

La investigación se justifica por establecer los procedimientos con los cuales se examinan periódicamente las condiciones de los bienes muebles, inmuebles y equipos, a fin de asegurar la conservación en condiciones óptimas de funcionamiento reduciendo las posibles averías y fallos provocados, garantizando la disponibilidad y el funcionamiento eficiente de la infraestructura y equipos, obteniendo así un mejor rendimiento en la calidad del servicio académico-administrativo para las instituciones de educación superior.



Justificación económica

La investigación se justifica porque la implementación de una adecuada gestión de mantenimiento preventivo, permitirá a las instituciones de educación superior, reducir los costos globales que se producen por el mal funcionamiento de un equipo o una instalación, además, de repercutir negativamente en tener equipos paralizados que no permitirían el adecuado funcionamiento de las actividades administrativas y/o académicas.

1.5. Limitaciones de la investigación

1.5.1. Limitante teórica

La tesis se desarrolló en base al mantenimiento preventivo, lo cual el control de la investigación estuvo limitada a los parámetros de infraestructura, en la instalación, en las condiciones del funcionamiento de los equipos y en la determinación de los tiempos e intervalos que se realizó el mantenimiento preventivo.

1.5.2. Limitante temporal

Los tiempos de análisis tomados en consideración fueron en los años 2018 y 2019, donde se apreciaron los cambios de operatividad en el tiempo, al no realizarse mantenimiento a adecuado a las instalaciones y equipos.

1.5.3. Limitación espacial

El lugar de la investigación, donde se tomó los datos y las observaciones del trabajo, fue en la Facultad de Ingeniería de una Universidad Particular en Lima Metropolitana.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACION

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Chicaiza, Edinson. (2018) en su tesis “Propuesta de aumento de la productividad en una empresa de cosméticos a través del mantenimiento autónomo y trabajo estandarizado, enfocado a la línea de envasado de fragancias. Tesis (Ingeniero en Producción Industrial). Ecuador. Universidad de las Américas, 2018”, tuvo como objetivo proponer el incremento de la productividad y eficiencia en las líneas gemelas de envasado de fragancias a través de la implementación de trabajo estandarizado y mantenimiento autónomo de las máquinas críticas. La metodología utilizada en la investigación fue aplicada – descriptiva. La investigación obtuvo como resultados que la línea 1 de producción de fragancias llega al 80% de productividad, mientras que la línea 2 de fragancias llega al 73%. Para el desarrollo del mantenimiento se utilizan la metodología de Lean Manufacturing el cual propone un mantenimiento autónomo y estandarizado. Además, se logró la disminución de los costos operativos de operarios y máquinas en la línea 1 de un 5% y en la línea 2 el 11.7%. Conclusión: La implementación de la propuesta aumentó la productividad y eficiencia de las líneas de envasado de fragancias.

Estupiñan, Silverio. (2017) en su tesis “Diseño del plan de mantenimiento preventivo enfocado a TPM para la compañía de Montajes Diseño y Construcción C.M.D. SAS. Tesis (Ingeniero Electromecánico) en la Universidad Pedagógica y Tecnológica De Colombia, 217”, tuvo como objetivo describir el diseño y la elaboración del plan de mantenimiento preventivo con un enfoque hacia la filosofía (TPM), por ser una herramienta de inclusión, que mejora la participación activa de todo el personal de la empresa. Los resultados nos muestran que el diseño del plan de mantenimiento, garantiza la mantenibilidad y disponibilidad de todos los



equipos de área productiva de la empresa de una manera eficiente y segura, esto con el fin de mejorar el sistema productivo de la compañía y contribuir al cumplimiento de sus políticas de calidad. Concluyó, que, a través del uso de herramientas, como el análisis de criticidad, la efectividad global de los equipos, clasificar y medir que tan bueno es el desempeño de los equipos del proceso productivo que a la larga es uno de los principios de la buena gestión de activos que persiguen las empresas de clase mundial. La elaboración del plan de mantenimiento preventivo enfocado a TPM constituye una labor compleja que abarco bastante investigación y análisis de la poca información recopilada, constituyéndose una labor constructiva en el área de mantenimiento.

Rivera, José (2015) en sus tesis “Modelo en toma de Decisiones en Mantenimiento para Evaluar Impactos en Mantenibilidad, Disponibilidad, Confiabilidad y Costos. Tesis (Magister en gestión y dirección de empresa). Santiago de Chile, 2015”, su objetivo de estudio es la mejora continua en operaciones de mantenimiento, en una de las áreas donde existen más espacios para las mejoras de gestión, mediante estrategia de intervenciones de mantenimiento, uso racional de repuestos e insumos, buen uso de mano de obra, reducción de reproceso, prolongación de vida útil de componentes y eliminación de excesos, entre otros, obteniendo el mayor rendimiento de los activos vía aplicación de Ingeniería de mantenimiento. Para ello se desarrolló el Modelo en Toma de decisiones en Mantenimiento y se evaluó los impactos en KPI tales como: Mantenibilidad, Disponibilidad, Confiabilidad y Costos. Se concluyó que: Se debe establecer una metodología que permita representar los índices de rendimiento de interés según la presencia de fallas para proyectar una propuesta de mejora y así determinar la tendencia de ejecutar o no dicha mejora.

2.1.2 Antecedentes nacionales



Rodríguez, Yenifer. (2018) en su tesis “Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en el área de impresión de la empresa Envases Industriales SAC - Callao 2017. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima. Universidad Cesar Vallejo, 2017”. tuvo como objetivo demostrar que la aplicación del mantenimiento preventivo mejora significativamente la productividad del proceso de impresión. La metodología utilizada en el estudio es de tipo aplicada, explicativa con enfoque cuantitativo de diseño pre-experimental y longitudinal. La muestra de la investigación fue de tipo probabilística constituida por días antes y 30 días después de la implementación del mantenimiento preventivo. La investigación obtuvo como resultados que se mejora la productividad en un 33%, pasando de un 40% a un 73%. Conclusión: La investigación concluyó que el mantenimiento preventivo incrementa la productividad el área de impresión de la empresa Envases Industriales SAC.

Carrasco, Liliana (2017) en su tesis de “Implementación del mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en el área de envasado de talcos de la empresa Yobel SCM, Lima, 2017. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima. Universidad Cesar Vallejo, 2017” tuvo como objetivo incrementar la productividad en el área de envasado de talcos de la empresa YOBEL SCM mediante la implementación del mantenimiento preventivo. La metodología utilizada en el estudio es de tipo de investigación aplicada con diseño cuasi experimental. La muestra de la investigación estuvo constituida por la producción de talcos durante 17 semanas antes y 17 semanas después de la implementación del mantenimiento preventivo. La investigación obtuvo como resultados que se incrementó en un 98% de incremento la eficiencia y eficacia del proceso, lo cual indica que incrementa la productividad a un 95% después de la implementación del mantenimiento. Conclusión: La investigación concluye que la aplicación del mantenimiento preventivo incrementa la productividad en el área de envasado de talcos de la empresa Yobel SCM.



Altamirano, Yosán y Zavaleta, Máximo. (2016) en su tesis “Plan de gestión de mantenimiento preventivo para mejora de la productividad en la empresa Naylamp – Chiclayo 2016. Tesis (Ingeniero Industrial). Chiclayo. Universidad Señor de Sipán, 2016”, tuvo como objetivo elaborar un plan de gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la producción en la empresa Destilería Naylamp - Chiclayo. La metodología utilizada en el estudio es de tipo de aplicativa - descriptiva con enfoque cuantitativo de diseño no experimental. La muestra fue de tipo probabilística por conveniencia y estuvo conformada por los 39 equipos que intervienen en el proceso de producción. La investigación obtuvo como resultados que 28 equipos del proceso de producción presentaron fallas, de acuerdo con los indicadores de confiabilidad el 71.79% de las máquinas fallan (0,378 fallas/día) y el tiempo medio entre fallas (MTFB) de 2,64 días. Se tiene un total de tiempo de para de 145 horas en la fermentación, 90,25 horas en el área de destilación y 91 horas en área de producción de vapor. Se tiene una tasa de fallas del 87.5% en la etapa de fermentación, del 53.85% en el área de destilación y del 77.78% para el área de producción de vapor; con lo cual se evidencia que todas las etapas del proceso fueron críticas. Conclusión: Con la propuesta del plan de mantenimiento preventivo se logró mejorar la productividad de la fábrica de etanol.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Plan de Mantenimiento Preventivo

a) Mantenimiento

Introducción

El mantenimiento visto como un conjunto de normas y técnicas establecidas para la conservación de la maquinaria e instalaciones de una instalación, para que proporcione mejor rendimiento en el mayor tiempo posible, ha sufrido transformaciones con el desarrollo tecnológico; a los inicios era visto como actividades correctivas para solucionar fallas.

Por lo general las actividades de mantenimiento eran realizadas por los operarios pertenecientes al departamento de mantenimiento, no solo

con el fin de solucionar fallas sino de prevenirlas, actuar antes que se produzca la falla con el fin de prevenirlas y garantizar eficiencia para evitar los costes por averías.

García (2008) señala que la gestión integral de mantenimiento consiste en tomar acción en todos aquellos aspectos de importancia para el buen desarrollo de la empresa y que, de una u otra manera, se relacionan con el mantenimiento de las instalaciones. Se trata de gestionar de una manera activa, basándose en los objetivos de la empresa y no sólo en los objetivos tradicionales de mantenimiento disponibilidad y costos, admitiendo una postura pasiva.

Actualmente el mantenimiento es asistido por computador y el mantenimiento basado en la confiabilidad, busca prolongar la operatividad de los activos como son infraestructura, instalaciones y equipos.

Definición de mantenimiento

Mantenimiento es la actividad humana que garantiza la existencia de un servicio dentro de una calidad esperada. Cualquier clase de trabajo hecho en sistemas, subsistemas, equipos maquinas, etc., para que estos continúen o regresen a proporcionar el servicio con calidad esperada, son trabajos de mantenimiento, pues están ejecutados con este fin.

De este modo, la labor del departamento de mantenimiento, está relacionada muy estrechamente con la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador, al tener la responsabilidad de mantener en buenas condiciones, la maquinaria, herramienta y equipo de trabajo, lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando en parte riesgos en el área laboral.

Objetivos del mantenimiento

Los objetivos que se busca en el mantenimiento de las instalaciones son:



- Llevar a cabo una inspección sistemática de todas las instalaciones, con intervalos de control para detectar oportunamente cualquier desgaste o rotura, manteniendo los registros adecuados.
- Mantener permanentemente los equipos e instalaciones en su mejor estado para evitar los tiempos de parada que aumentan los costos.
- Efectuar las reparaciones de emergencia lo más pronto, empleando métodos más fáciles de reparación.
- Prolongar la vida útil de los equipos e instalaciones al máximo.
- Sugerir y proyectar mejoras en la maquinaria y equipos para disminuir las posibilidades de daño y rotura.
- Controlar el costo directo del mantenimiento mediante el uso correcto y eficiente del tiempo, materiales, hombres y servicios

Los objetivos del mantenimiento los podemos resumir en:

1. Garantizar el funcionamiento regular de las instalaciones y servicios.
2. Evitar el envejecimiento prematuro de los equipos que forman parte de las instalaciones.
3. Conseguir ambos objetivos a un costo razonable"

La misión del mantenimiento es implementar y mejorar en forma continua, la estrategia de mantenimiento para asegurar el máximo beneficio a los clientes, mediante prácticas innovadoras, económicas y seguras.

Funciones del mantenimiento

Funciones primarias

- Mantener, reparar y revisar los equipos e instalaciones.
- Generación y distribución de los servicios eléctricos, vapor, aire, agua, gas, etc.



- Modificar, instalar, remover equipos e instalaciones.
- Nuevas instalaciones de equipos y edificios.
- Desarrollo de programas de mantenimiento.
- Selección y entrenamiento del personal.

Funciones secundarias

- Hacer pedidos y asesorar la compra de nuevos equipos, repuestos, herramientas y suministros.
- Controlar, llevar la contabilidad y asegurar el inventario de repuestos, herramientas y suministros.
- Mantener los equipos de seguridad y demás sistemas de protección
- Cualquier otro servicio delegado por la administración.

Responsabilidades del mantenimiento

Las actividades y responsabilidades del mantenimiento son:

- Dar la máxima seguridad.
- Mantener al equipo en su máxima eficiencia de operación.
- Reducir al mínimo el tiempo de paro y los costos de mantenimiento.
- Mantener un alto nivel de ingeniería práctica en el trabajo realizado.
- Investigar las causas y remedios de los paros de emergencia.
- Planear y coordinar la distribución del trabajo acorde con la fuerza laboral disponible.
- Proporcionar y mantener el equipo de taller requerido.
- Preparar anualmente un presupuesto, con la justificación adecuada que cubra el costo de mantenimiento.
- Establecer una rutina adecuada de inspección de los equipos contra incendios, organizando y adiestrando al personal.



Tipos de mantenimiento

Los tipos de mantenimiento descritos no son incompatibles entre ellos, sino que se complementan para lograr un mantenimiento óptimo. La clasificación de los diferentes tipos de mantenimiento es: (Navarro, Pastor, Clara, & Mugaburua, 2009)

-Mantenimiento preventivo.

El conjunto de "actividades programadas a equipos en funcionamiento que permiten en la forma más económica, continuar su operación eficiente y segura, con tendencia a prevenir las fallas y paros imprevistos" (García, 2006).

- Mantenimiento predictivo.

El Mantenimiento Predictivo basado en la utilización de equipos de diagnóstico para el análisis de fallas es la respuesta conveniente para la conservación económica de los equipos y la minimización de las paradas. El sistema Mantenimiento Predictivo se define como " el conjunto de actividades, programadas para detectar las fallas de los equipos por revelación antes que sucedan, con los equipos en operación y sin perjuicio de la producción, usando aparatos de diagnóstico y pruebas no destructivas" (García, 2006).

Las ventajas frente a otros tipos de mantenimiento preventivo se basan en la velocidad con la que se obtiene la información ya que en otros casos se establece una frecuencia mientras que en el predictivo es inmediata.

El predictivo incorpora, además, ciertas variables que aumentan la información del estado de los equipos. Los dos aspectos fundamentales que se conocerán corresponden al funcionamiento de la máquina desde el punto de vista de la producción y el estado de la máquina respecto a sus componentes. Conocer en detalle las variables del equipo permite no



sólo prever la avería ante una anomalía, sino cambiar el ritmo de trabajo para optimizar el proceso a las nuevas condiciones de trabajo.

La mayor información que proporciona este tipo de mantenimiento añadido a la rapidez con la que se envía la información supera cualquier otro tipo de mantenimiento preventivo.

- Mantenimiento correctivo.

Conjunto de actividades conducentes a la corrección de fallas y anomalías en los equipos a medida que se van presentando y con la maquinaria fuera de servicio. Es el mantenimiento efectuado después de la falla, que puede ser de emergencia y/o programado.

Para Navarro, Pastor, Clara y Mugaburua (2009) el mantenimiento correctivo consiste en “ir reparando las averías a medida que se van produciendo, en donde la rapidez con que se va a actuar para poner el equipo en funcionamiento, lleva a un segundo plano, el análisis de la causa de la avería, por lo que el tiempo de no disponibilidad del equipo se incrementará” (p. 43).

Los inconvenientes del mantenimiento correctivo son mayores que sus ventajas, es imposible prescindir de él. Siempre habrá averías que se escapen a cualquier predicción y que sea necesario reparar inmediatamente.

- Mantenimiento productivo total (TPM).

El TPM es el mantenimiento productivo llevado a cabo por todos los trabajadores y empleados de la empresa a través de grupos pequeños.

b) Mantenimiento preventivo



Definición

El mantenimiento preventivo tiene por misión conocer el estado actual, por sistema, de todos los equipos y programar así el mantenimiento correctivo en el momento más oportuno. De acuerdo a Navarro y Mugaburu (2009, p. 32), el mantenimiento preventivo está basado fundamentalmente en detectar una falla antes de que suceda, para dar tiempo a corregirla sin perjuicios al servicio, ni detección del uso de la instalación.

Para la implantación de este tipo de mantenimiento se hace necesario el elaborar un plan de seguimiento para cada equipo, en el cual se especifique las técnicas que se aplicarán para detectar posibles anomalías de funcionamiento y la frecuencia en las que se realizarán, según Navarro, Pastor, Clara y Mugaburua (2009, p. 34).

Al detectar cualquier anomalía se estudia su causa y se programa para realizar las reparaciones que correspondan. La realización de estos seguimientos implica un coste adicional; sin embargo, el número de anomalías que detectan antes de que se conviertan en averías justifica plenamente su implantación.

Métodos de Mantenimiento preventivo

Los métodos más usuales que utiliza el mantenimiento preventivo para el conocimiento de los equipos los podemos resumir en:

- Inspecciones visuales: Consiste en verificar posibles defectos o anomalías superficiales que vayan apareciendo en diferentes elementos del equipo pudiendo ser de tipo interna o externa. La externa puede realizarse a simple vista o con ayuda de lupas, mientras que para la interna se utilizan aparatos como los boroscopios y flexiscopios, capaces de acceder a zonas difíciles del interior del equipo, de acuerdo a lo expresado por Navarro, Pastor, Clara y Mugaburua (2009, p. 35).



- Medición de temperaturas: Puede detectar anomalías que van acompañadas de generación de calor como rozamientos o mala lubricación, fugas en válvulas y purgadores e incluso permite determinar el estado de los equipos mediante termografías superficiales, según lo manifestado por Navarro, Pastor, Clara y Mugaburua (2009, p. 36).

- Control de la lubricación: El análisis de los aceites de las máquinas permite determinar el contenido de hierro o cualquier otro metal, el grado de descomposición, la posible presencia de humedad o cualquier otro compuesto que altere su funcionamiento. Con estos análisis podemos determinar los grados de desgaste de los elementos lubricados (Navarro, Pastor, Clara y Mugaburua, 2009, p. 37).

Medición de vibraciones: El estudio de los espectros de vibraciones y su amplitud puede proporcionarnos suficiente información para saber las partes que comienzan a dañarse dentro de cualquier equipo.

Control de fisuras: Para el control de fisuras y otros defectos, se emplean métodos como las radiografías, líquidos penetrantes, ultrasonidos, corrientes inducidas, etc. El conocimiento de las fisuras en elementos que han estado trabajando nos permitirá tomar decisiones sobre la sustitución y tiempo máximo de funcionamiento antes del fallo total, según lo manifestado por Navarro, Pastor, Clara y Mugaburua (2009, p. 38).

Control de la corrosión: Para el control de la corrosión pueden emplearse desde testigos hasta medición de espesores mediante ultrasonidos o radiografías. En la industria química, la lucha contra la corrosión supone un reto para el mantenimiento. Con el empleo, cada vez mayor, de aceros inoxidable austeníticos, la corrosión bajo tensiones suele ser la causa del 30% - 40% de las roturas, según afirma Navarro, Pastor, Clara y Mugaburua (2009, p. 39).

Características del mantenimiento preventivo



Básicamente consiste en programar revisiones de los equipos, apoyándose en el conocimiento de la máquina en base a la experiencia y los históricos obtenidos de las mismas. Se confecciona un plan de mantenimiento para cada máquina, donde se realizarán las acciones necesarias: engrasar, cambiar correas, desmontaje, limpieza, etc.

Ventajas

Las ventajas del mantenimiento preventivo son:

- **Confiabilidad:** Los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado y sus condiciones de funcionamiento.
- **Disminución del tiempo muerto,** tiempo de parada de equipos/máquinas.
- **Mayor duración de los equipos e instalaciones.**
- **Disminución de existencias en almacén y,** por lo tanto, sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.
- **Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de mantenimiento,** debido a la programación de actividades.
- **Menor costo de las reparaciones.** Estas deben hacerse correctamente, lo que exige un adecuado conocimiento de las máquinas y un tratamiento de los históricos que ayudará en gran medida a controlar la maquinaria e instalaciones.
- **El cuidado periódico conlleva un estudio óptimo de conservación** con la que es indispensable una aplicación eficaz para contribuir a un correcto sistema de calidad y a la mejora de los continuos.
- **La reducción del correctivo representará una reducción de costos de producción y un aumento de la disponibilidad,** esto posibilita una planificación de los trabajos del departamento de mantenimiento, así como una previsión de los recambios o medios necesarios.



- Se concreta de mutuo acuerdo el mejor momento para realizar el paro de las instalaciones con producción.

Desventajas

- Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra. El desarrollo de planes de mantenimiento se debe realizar por técnicos especializados.
- Si no se hace un correcto análisis del nivel de mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo de mantenimiento sin mejoras sustanciales en la disponibilidad.
- Los trabajos rutinarios cuando se prolongan en el tiempo producen falta de motivación en el personal, por lo que se deberán crear sistemas imaginativos para convertir un trabajo repetitivo en un trabajo que genere satisfacción y compromiso, la implicación de los operarios de prevención es indispensable para el éxito del plan.
- Es efectuado a un equipo siguiendo un criterio, con el fin de reducir las posibilidades de falla.
- El mantenimiento preventivo trata de anticiparse a la aparición de las fallas. Evidentemente, ningún sistema puede anticiparse a fallas que no se han comunicado por algún medio.

Fuentes de información en el mantenimiento preventivo

La base de información surge de fuentes internas y externas a la organización. En ambas fuentes de información se encuentra implícito el conocimiento de la vida útil del equipo y sus componentes, la cual nos facilita encarar el mantenimiento preventivo.

Las fuentes internas: Se encuentran constituidas por los registros o historiales de las reparaciones existentes, los cuales informan sobre todas las tareas de mantenimiento que el bien ha sufrido durante su permanencia en la empresa. Para un correcto análisis de esta información,



se deberá tomar en cuenta que los equipos existentes pudieron ser adquiridos como nuevos (sin uso) o usados.

Forman parte de las mismas fuentes, los archivos de los equipos e instalaciones con sus listados de partes, especificaciones, planos generales, de detalle, de despiece, los archivos de inventarios de piezas y partes de repuesto y, por último, los archivos del personal disponible en mantenimiento con el detalle de su calificación, habilidades, horarios de trabajo, sueldos, etc.

Las fuentes externas: Están constituidas por las recomendaciones sobre el mantenimiento, externas al área encargada del mismo.

Al momento de comprar determinados equipos o bienes, se recibe un manual de operación y mantenimiento en el cual se recomienda la realización de trabajos específicos y reemplazos de piezas y/o de materiales de consumo, especificándose la oportunidad de su ejecución sobre una base de tiempo de uso, tiempo desde la última intervención, número de golpes, número de vueltas, kilómetros recorridos, cantidad de materia prima procesada, etc. El fabricante se encuentra en la capacidad de formular estas recomendaciones, basado en su experiencia, es decir, en el conocimiento que obtiene sobre los productos fabricados, en la práctica y en la observación que se da a través de un tiempo prolongado.

Por otro lado, para los casos en que no disponemos de información sobre el histórico o sobre la vida útil de un equipo, el monitoreo periódico de todos ellos y la confección de un programa de reparaciones anticipadas, nos permiten actuar antes que se produzcan muchas de las fallas. En todos los casos, la prevención nos permite preparar al equipo de personal, los materiales a utilizar, las piezas a reponer y la metodología a seguir constituyéndose en una enorme ventaja.

c) Plan de Mantenimiento preventivo



El planeamiento para la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo consiste en

- Definir qué partes o elementos serán objeto de este mantenimiento
- Establecer la vida útil de los mismos
- Determinar los trabajos a realizar en cada caso
- Agrupar los trabajos según la época en que deberán efectuarse las intervenciones.
- El agrupamiento aludido da origen a órdenes de trabajo, las cuales deben contener.
 - Los trabajos a realizar
 - La secuencia de esos trabajos
 - La mano de obra estimada
 - Los materiales y repuestos a emplear
 - Los tiempos previstos para cada tarea
 - Las reglas de seguridad para cada operario en cada tarea
 - La autorización explícita para realizar los trabajos, especialmente aquellos denominados "en caliente" como la soldadura.
 - La descripción de cada trabajo con referencia explícita a los planos que sea necesario emplear.

Definición

Se trata de la descripción detallada de las tareas de Mantenimiento Preventivo asociadas a un equipo o máquina, explicando las acciones, plazos y recambios a utilizar. En general, estas corresponden a tareas de limpieza, comprobación, ajuste, lubricación y sustitución de piezas.

Reparación programada (RP): Son aquellas que se llevan a cabo en forma periódica (generalmente de dos, tres o cuatro semanas), para lo cual se tomará en cuenta el programa de producción mensual, y tendrán una duración normal de entre 8 y 16 horas por vez.



Control del mantenimiento.

Dentro de la información a considerar para el control de la gestión de mantenimiento, se tomará en cuenta lo siguiente:

- Control del cumplimiento de los planes y de los programas, identificación y análisis de las causas que motivaron los desvíos.
- Control de la productividad y de la eficiencia de la mano de obra.
- Control de los gastos reales en relación a los planeados.
- Control sobre las horas de parada relacionadas con las horas de actividad de la planta.
- Control por comparación con indicadores mundiales de la misma actividad.
- Horas de cuadrilla por quincena: Nos permite determinar tamaño de la dotación, estabilidad, crecimiento o disminución de los problemas de mantenimiento.
- Horas planeadas/horas totales por quincena: Nos sirve de guía para determinar cuanta actividad de mantenimiento se ha planificado con relación a la actividad total.
- Gastos planeados/gastos reales: En él se puede observar la precisión con la cual se está planificando los gastos en los trabajos de mantenimiento.
- Cantidad de órdenes de emergencia/órdenes totales: Nos informa si la gestión de mantenimiento se encuentra controlada o si la misma es de constante estado de alerta

Indicadores de mantenimiento.

Indicador o Índice: Se trata de un parámetro numérico que facilita la información sobre un factor crítico identificado en la organización, dentro de procesos o personas, respecto a las expectativas o percepción de los clientes en cuanto a costo, calidad y plazos. Los indicadores de mantenimiento permiten evaluar el comportamiento operacional de las instalaciones, sistemas, equipos, dispositivos y componentes. De esta



manera será posible implementar un plan de mantenimiento orientado a perfeccionar las actividades, siendo las características fundamentales que deben de cumplir, son las siguientes:

- Tener un número suficiente para analizar la gestión.
- Deben ser claros de entender y calcular.
- Han de resultar útiles para conocer rápidamente el cómo y el porqué de las situaciones que se presentan.
- Deben identificar los factores claves del mantenimiento y su afectación a la producción.
- Brindar los elementos necesarios que permiten realizar una evaluación profunda de la actividad en cuestión.
- Instituir un registro de datos que permita su cálculo periódico.
- Establecer metas que determinen los objetivos a lograr.
- Controlar los objetivos propuestos comparando los valores reales con los valores planificados o consigna.
- Facilitar la toma de decisiones y acciones oportunas ante las desviaciones que se presentan.

**IM= (Mantenimientos ejecutados) / (mantenimientos programados)
x100**

Indicadores de disponibilidad

Para cada tipo de empresa y para cada situación en particular conviene desarrollar los indicadores propios que analicen el alcance de los objetivos fijados. En ocasiones, el exceso de información o los defectos en la presentación pueden ocasionar confusiones en la valoración de los resultados, por lo que resulta más práctico el tomar sólo unos pocos parámetros importantes y profundizar en los que se desvíen de lo esperado.

La disponibilidad es una función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado.



La Disponibilidad (D) es un indicador determinístico que traduce los resultados de las acciones de mantenimiento a un índice combinado para un equipo o sistema.

De acuerdo a lo indicado, la probabilidad de que un sistema o equipo se encuentre operativo cuando se requiera su uso, se puede medir empleando las siguientes fórmulas:

$$ID = (\text{Tiempo de equipo disponible}) / (\text{Tiempo transcurrido}) \times 100$$

Información sobre las actividades (proceso)

Para el indicador de información sobre las actividades, se deberá conocer el número de intervenciones y la duración de las mismas, lo que se puede hacer empleando una tabla en donde el total de horas trabajadas y trabajos realizados indique el grado de actividad para el período en que se realizan.

Para completar el aspecto de la actividad es necesario también indicar el número de trabajos pendientes con su valoración en horas.

Información sobre los resultados

Para el indicador sobre los resultados, la Dirección deberá de conocer el estado del avance de los objetivos parciales fijados, así como de los objetivos generales, tales como la disponibilidad media para cada sector o línea de producción, los tiempos medios de respuesta ante las averías, las horas de paro de instalaciones para mantenimiento, entre otros. En general se trata de indicadores adaptados a cada situación que mejor reflejen el grado de satisfacción.

Información sobre los recursos

Para el indicador sobre los recursos, se debe tener en cuenta los aspectos relacionados con la mano de obra empleada, los materiales y el



coste que implican. Dentro de la mano de obra se deberá diferenciar las horas empleadas por el personal de plantilla y las empleadas por empresas subcontratadas, mientras en cuanto a materiales interesará conocer el coste de los materiales empleados para las reparaciones, el movimiento de almacén y el material que se compra al exterior por no disponer en el almacén.

Indicadores para la efectividad

Los indicadores asociados a esta área permiten ver el comportamiento operacional de las instalaciones, sistemas, equipos y dispositivos, además mide la calidad de los trabajos y el grado de cumplimiento de los planes de mantenimiento.

Tiempo Promedio para Reparar (TPPR)

Es la medida de la distribución del tiempo de reparación de un equipo o sistema. Este indicador mide la efectividad en restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por un fallo, dentro de un período de tiempo determinado.

El Tiempo Promedio para Reparar es un parámetro de medición asociado a la mantenibilidad, es decir, a la ejecución del mantenimiento. La mantenibilidad, definida como la probabilidad de devolver el equipo a condiciones operativas en un cierto tiempo utilizando procedimientos prescritos, es una función del diseño del equipo (factores tales como accesibilidad, modularidad, estandarización y facilidades de diagnóstico, facilitan enormemente el mantenimiento).

El TPPR mide la efectividad en restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por una falla, dentro de un período de tiempo determinado, y considerando al tiempo de fallo igual al tiempo para reparar.



El Tiempo Promedio para Reparar se calculará como:

TPPR= (Tiempo invertido en reparar la falla) / (Cantidad de fallas)

Para un diseño dado, si las reparaciones se realizan con personal calificado y con herramientas, documentación y procedimientos prescritos, el tiempo de reparación depende de la naturaleza del fallo y de las mencionadas características de diseño.

Tiempo Promedio para Fallas (TPPF)

El Tiempo Promedio para Fallas indica el intervalo de tiempo más probable entre un arranque y la aparición de un fallo; es decir, es el tiempo medio transcurrido hasta la llegada del evento "fallo". Mientras mayor sea su valor, mayor es la confiabilidad del componente o equipo. Uno de los parámetros más importantes utilizados en el estudio de la Confiabilidad constituye el MTBF, es por esta razón que debe ser tomado como un indicador más que represente de alguna manera el comportamiento de un equipo específico. Asimismo, para determinar el valor de este indicador se deberá utilizar la data primaria histórica almacenada en los sistemas de información.

Este indicador mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a capacidad sin interrupciones dentro del período considerado; este constituye un indicador indirecto de la confiabilidad del equipo o sistema. El Tiempo Promedio para Fallar también es llamado "Tiempo Promedio Operativo" o "Tiempo Promedio hasta la Falla".

El Tiempo Promedio para Fallar se calculará como:



TPPF= (Tiempo disponible para atender una falla) / (Cantidad de fallas)

Costos de mantenimiento preventivo

Los costos en función del tipo de industria, su tamaño y organización deberán reflejarse mes a mes y en forma acumulada y de ser necesario, asociarlos con cada equipo, línea o área de fabricación. Así mismo, debe haber un análisis de las desviaciones para el período de estudio.

Estos generalmente están representados por los costos de incursión, costos de reparación, costos de inversión en materiales de reparación y los costos de almacenamiento.

2.3 Marco Conceptual

Acción Preventiva

Flores (2008) señala que es la acción tomada ante potenciales no conformidades y que está orientada a incorporar mecanismos de protección, mecanismos de control técnico y/o mecanismos de control administrativos, en los procedimientos de trabajo, con el propósito de evitar no conformidades.

Análisis de seguridad en el trabajo (AST)

Flores (2008) indica que es un método para identificar los peligros y evaluar los riesgos de accidentes potenciales relacionados con cada etapa de un trabajo, y el desarrollo de soluciones que en alguna forma eliminen o controlen estos riesgos.

Capacitación

CAPECO (2015) lo conceptualiza como un proceso mediante el cual se desarrollan las competencias necesarias para diseñar, incorporar y



mantener mecanismos de protección y control en los procedimientos de trabajo con el propósito de garantizar la integridad física y salud de los trabajadores.

Confiabilidad.

Buena funcionalidad de la maquinaria y equipo dentro de una industria en definitiva el grado de confianza que proporcione una planta

Defecto.

Suceso que ocurre en una máquina que no impide el funcionamiento

Diagnóstico.

Dar a conocer las causas de un evento ocurrido en el equipo o máquina o evaluar su situación y su desempeño.

Disponibilidad.

Porcentaje de tiempo de buen funcionamiento de una maquina o equipo por ente de toda la industria es decir producción óptima.

Falla o avería.

Daño que impide el buen funcionamiento de la maquinaria o equipo.

Mantener.

Conjunto de acciones para que las instalaciones y máquinas de una industria funcionen adecuadamente

Mantenimiento Integral

Navas (2010) indica que el mantenimiento integral es aquel que abarca al mantenimiento preventivo, correctivo, predictivo y energético medioambiental, todos ellos aplicados bajo una política común. Cada una de estas clases de mantenimiento presenta peculiaridades que la hace útil en un área específica. Estas clases de mantenimiento se distinguen entre sí por el tipo de control que ejercen sobre el estado de las máquinas, los



medios utilizados en la realización del control, las instalaciones sobre las que se actúa y el volumen de medios desplegados.

Mejorar.

Pasar de un estado a otro que de mayor desempeño de la máquina o equipo

Planificar.

Trazar un plan o proyecto de las actividades que se van a realizar en un periodo de tiempo.

Prevención.

Preparación o disposición que se hace con anticipación ante un riesgo de falla o avería de una máquina o equipo.

Protecciones Colectivas

Navas (2010) señala que todo proyecto de construcción debe considerar el diseño, instalación y mantenimiento de protecciones colectivas que garanticen la integridad física y salud de los trabajadores y de terceros, durante el proceso de ejecución de obra. Las protecciones colectivas deben consistir, sin llegar a limitarse, en: señalización, redes de seguridad, barandas perimetrales, tapas y sistemas de línea de vida horizontal y vertical.

Reparación.

Solución de una falla o avería para que la maquinaria o equipo este en estado operativo.

Seguridad

Navas (2010) indica que es el estado en el que los peligros están controlados mediante la aplicación de medidas preventivas.



CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis general y específicas

3.1.1 Hipótesis general

H₀: La Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo prolonga la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana.

3.1.2 Hipótesis específica

H₁: La implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo incrementa el nivel de cumplimiento del mantenimiento en la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana.

H₂: La implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo incrementa la disponibilidad en la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana.

H₃: La implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo reduce los costos de prevención en la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana

3.2 Definición conceptual de las variables



El análisis detallado de las preguntas de investigación planteadas permitió establecer las siguientes variables o elementos de investigación específicos, así como los indicadores asociados a cada una:

Mantenimiento Preventivo

Dumaguila (2014). Manifiesta que el mantenimiento preventivo es el conjunto de actividades programadas de antemano, tales como inspecciones regulares, pruebas, reparaciones, etc., Esta encaminadas a reducir la frecuencia y el impacto de los fallos de un sistema.

Estas actividades se basan en controlar las partes críticas del equipo cuando aún no se presentan fallas, considerándose factores como: vida útil, esfuerzo, potencia y algunas características específicas del equipo, que permiten establecer una frecuencia para labores de mantenimiento, dando como resultado una disminución de costos, un aumento de vida útil del equipo, seguridad a los trabajadores y mejora la calidad del producto.

También son parte del mantenimiento preventivo el engrase, cambio de aceites, limpieza y sustitución de algunos repuestos importantes del equipo, lo que comúnmente se le conoce como mantenimiento rutinario son también mantenimiento preventivo.

Operatividad de procesos de mantenimiento

Para Navarro, Pastor, Clara y Mugaburua (2009) la operatividad en la empresa son las actividades medulares que hacen que todo se ponga en movimiento para generar un producto final, actúa como un complejo músculo que depende de otros organismos y sistemas. Por ello toda empresa u organización, debe optimizar sus procesos operativos con la finalidad de mejorarlos, al igual que los productivos.

3.3 Operacionalización de variables



3.3.1 Definición operacional de las variables

Variable Independiente: Plan de mantenimiento preventivo

Es la capacidad que presenta un mantenimiento con respecto al tiempo de respuesta, al tiempo de corrección y al tiempo de disponibilidad en horas para atender un requerimiento de mantenimiento preventivo.

Dimensiones:

- Capacidad de respuesta en horas cuando se presenta una falla
- Capacidad de reparación en horas ante una falla
- Capacidad de tiempo que queda después de dar repuesta y corrección de la falla

Variable dependiente: Operatividad de los activos (infraestructura, instalaciones y equipos)

Son los indicadores de eficiencia que resultan de atender un requerimiento de mantenimiento preventivo como es la cantidad de mantenimientos ejecutados sobre la cantidad de mantenimientos programados denominado Índice de Mantenimiento (IM); así también, el tiempo disponible para realizar un mantenimiento sobre el tiempo en que se debe de transcurrir en la semana para realizarlos denominado Índice de Disponibilidad (ID). Por últimos los costos de mantenimientos totales para que el mantenimiento sea óptimamente realizado.

Dimensiones:

- Índice de mantenimiento preventivo
- Índice de disponibilidad preventivo
- Costos de mantenimiento totales

Tabla 1
Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN		INDICADOR	ESCALA	VALORES
Variable Independiente: Plan de mantenimiento preventivo	Se refiere al nivel de las condiciones de implementación programa de mantenimiento preventivo	Tiempo de Respuestas	Capacidad de respuesta en horas cuando se presenta una falla	Razón	Horas de responder
		Tiempos de corrección	Capacidad de reparación en horas ante una falla	Razón	Horas de reparar
		Tiempo disponible	Capacidad de tiempo que queda después de dar repuesta y corrección de la falla	Razón	Horas disponibles
Variable Dependiente: Operatividad de infraestructura, instalaciones y equipos	Se refiere al nivel de cumplimiento operativo de prevención, la disponibilidad de equipos de los procesos operativos y los costos globales del plan de mantenimiento	Nivel de mantenimiento	Índice de mantenimiento preventivo	Razón	Excelente, aceptable, deficiente
		Nivel de Disponibilidad	Índice de disponibilidad o	Razón	Alto, medio, bajo
		Costos de prevención	Costos de mantenimiento totales	Razón	Alto, medio, bajo

Según la tabla 01, la información que responde a cada indicador proporciona respuestas a la pregunta general de investigación, pues cada uno de ellos permite establecer en qué medida cada variable independiente incremento o disminuyó en la variable dependiente.

Se aplicó la guía de observación para evaluar los indicadores antes de aplicar el mantenimiento preventivo y después de la implementación del mantenimiento preventivo de las variables con sus respectivos indicadores.

A handwritten signature or scribble in the bottom right corner of the page, consisting of several overlapping loops and lines.

CAPÍTULO IV

DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Tipo y diseño de la investigación.

De acuerdo a su propósito, la presente investigación es de tipo aplicada. La investigación aplicada en forma general identifica el problema y busca, dentro de las posibles soluciones, la alternativa que propenda ser la más adecuada para un contexto Según Chávez (2007) define una investigación aplicada como:

Investigación que tiene como fin principal resolver un problema en un periodo de tiempo corto. Dirigida a la aplicación inmediata mediante acciones concretas para enfrentar el problema. Por tanto, se dirige a la acción inminente y no al desarrollo de la teoría y sus resultados, mediante actividades precisas para enfrentar el problema". (Chávez, 2007, p. 134)

El diseño de la investigación es cuasiexperimental, donde se establecieron dos grupos: prueba antes de la aplicación del Mantenimiento Preventivo Programado y prueba después de la aplicación del Mantenimiento Preventivo Programado. Hernández, Fernández y Baptista (2014) manifiestan que en las investigaciones con diseño cuasiexperimentales:

Los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, sino que dichos grupos ya están conformados antes del experimento: son grupos intactos (la razón por la que surgen y la manera como se integraron es independiente o aparte del experimento). (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 151)



A handwritten signature or scribble in the bottom right corner of the page, consisting of several overlapping loops and lines.

El diagrama del diseño fue:



Dónde:

G: Grupo de sujetos a la experimentación

X: Implementación de un plan de mantenimiento preventivo

O₁: Medición del grupo G1 antes de la implementación

O₂: Medición del grupo G2 después de la implementación.

4.2 Método de investigación.

La presente investigación es calificada como diseño transversal, ya que permite mejorar los diseños cuasi experimentales consistiendo en tomar los datos en un tiempo determinado. (Bono Cabré, 2000).

Para la investigación, la muestra se evaluó en primera instancia en los procesos operativos de mantenimiento actuales de la facultad de Ingeniería, en donde se realiza un sistema de mantenimiento empírico para dichos procesos; y la misma muestra fue evaluada utilizando los nuevos procesos operativos aplicando el plan de mantenimiento preventivo propuestos por el investigador

4.3 Población y muestra

Población:

Para Hernández, et al. (2014) una “población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones. Es la totalidad del fenómeno a estudiar, donde las entidades de la población poseen una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación” (p. 48).

La población para la presente investigación estuvo conformada por los reportes semanales de los procesos operativos en las actividades de

mantenimiento de los activos de infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada en Lima Metropolitana, desde el periodo de Enero 2018 hasta de Diciembre del 2019, realizados por el personal que participan en los mencionados procesos operativos de la facultad de Ingeniería de la Universidad Privada en Lima Metropolitana, el cual brindarán información detallada en sus reportes y señalada continuación, fue llenada semanalmente según el comportamiento de las unidades, equipos de transporte, almacenes, equipos de monitoreo, tanto para la infraestructura e instalaciones..

Muestra:

Carrasco (2005) indica que la muestra es “una parte de la población seleccionada de acuerdo a un plan o regla con el fin de obtener información de esta, que es de la cual proviene” (p. 78).

Gómez (2012) define al muestreo como una selección de las subpoblaciones del tamaño muestral, a partir de los cuales se obtendrán datos que servirán para comprobar la verdad o falsedad de las hipótesis y extraer inferencias acerca de la población

También, manifiesta que el muestreo no probabilístico, es un tipo de muestreo donde existe una marcada influencia del investigador, para seleccionar la muestra de manera directa, o bien intencionalmente; de este modo, no todos los elementos que son parte de la población pueden ser parte de la muestra, por lo que es un tipo de muestreo no muy riguroso ni científico (Gómez, 2012, p.34)

En el presente trabajo de investigación, la muestra ha sido seleccionada por el tipo de muestreo no probabilístico, dirigida a conveniencia del autor, o de tipo intencionado. La muestra escogida por el autor, consiste en un reporte semanal durante un año, que dan un total de 48 reportes durante el periodo de año 2018 y 48 reportes durante el año 2019, sobre los procesos operativos, costos niveles de procesos



operativos, de análisis de comportamiento de los mencionados procesos operativos.

4.4 Lugar de estudio

El lugar de estudio es la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana, que corresponden a la infraestructura, las instalaciones y los equipos que corresponden a dicha facultad, para la inspección de las averías, anomalías, fallos o defectos, se clasificarán, según su repercusión (Criticidad) en la actividad del centro de estudios.

4.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

La recopilación de datos es un proceso que se lleva a cabo siguiendo un plan preestablecido donde se especifican los objetivos propuestos y los procedimientos para la recolección, incluyendo la ubicación de las fuentes de información o los sujetos, el lugar de aplicación, el consentimiento informado y la manera de abordarlos (Bernal, 2010)

Técnicas

Sierra (2007) manifiesta que la observación es la más común de las técnicas de investigación, consiste en el registro sistemático, válido y confiable del comportamiento o conducta manifiesta mediante la vista, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de los objetivos de investigación preestablecidos

Martins y Palella (2012) presentan los pasos que integran esta técnica son: (a) Determinar el objeto que se va a observar; (b) Concretar el para qué se va a observar; (c) Establecer la forma como se van a registrar los datos; (d) Observar detallada, rigurosa y críticamente; (e) Registrar los datos observados; (f) Analizar e interpretar los datos; y, (g) Elaborar conclusiones (p. 145).

Tamayo (2003) la observación directa es aquella en la cual el observador puede observar y recoger los datos mediante su propia



observación. La observación hace referencia a la percepción visual y se emplea para indicar todas las formas de percepción utilizadas para el registro de respuestas tal y como se presentan a nuestros sentidos. (p. 64).

Para la realización de la investigación, se utilizará la técnica de la observación, ya que los datos obtenidos se tienen de forma manual mediante las inspecciones diarias realizadas por los colaboradores del área de mantenimiento de la Facultad de Ingeniería e información obtenida es procesada por el jefe de Mantenimiento.

Instrumentos

La recolección de datos se efectúa mediante la aplicación de los instrumentos diseñados en la metodología, utilizando una gran diversidad de métodos, técnicas y herramientas que pueden ser utilizadas por el investigador para desarrollar los sistemas de información, como la observación, la entrevista, la encuesta, los cuestionarios, los test, la recopilación documental, la observación, el diagrama de flujo, el diccionario de datos y otros (Monje, 2011)

Gómez (2012) define al análisis de contenidos, como una técnica de investigación que consiste en el análisis de la realidad social a través de la observación y el análisis de los documentos que se crean o producen en el seno de una o varias sociedades. Lo característico del análisis de contenido, es que se trata de una técnica que combina intrincadamente, y de ahí su complejidad, la observación y el análisis documental.

4.6 Plan de trabajo de campo

El plan de trabajo para el mantenimiento preventivo se realiza mediante la manipulación de variables para medir sus efectos. Para ello se busca las causas de los eventos, sucesos o fenómenos. Explica por qué ocurre un fenómeno y en qué circunstancias ocurre, existen abundante bibliografía y estudios empíricos descriptivos y correlacionales, Usa



simulaciones, experimentos o cuasiexperimentos, pero también análisis de casos explicativos, Realiza análisis cuantitativo usando estadística

También, realiza la zonificación del centro de estudios, a efectos de mantenimiento, se establece en función de su importancia funcional en:

Zona A: Zona muy crítica: Son aquellos referidos a los ductos de ventilación y aire acondicionado de los ambientes de la facultad, Las redes de instalaciones sanitarias, las instalaciones eléctricas de la Subestación Eléctrica (SE) y del Tablero General, Instalaciones del Grupo Electrónico, ascensores, sala de UPS, Centro de Control (Seguridad).

Zona B: Zona crítica: Áreas de pasadizos, apoyo infraestructura servicios básicos, mantenimiento aulas académicas, mantenimiento de cafetería.

Zona C: Zona muy importante: Áreas Deportivas, apoyo a áreas deportivas; circulación áreas deportivas, laboratorio de cómputo.

Zona D: Zona importante: Áreas administrativas en general, servicios de suministros, servicio de admisión, servicio de atención al alumno.

Zona E: Zona común: Vestuarios, Aseos, talleres y almacenes.

Propone programas de gestión, innovación, nuevos modelos, investiga sobre la gestión administrativa para mejorarla, propone innovaciones tecnológicas o de gestión, propone nuevas herramientas de análisis empresarial, propone planes de negocio o propuestas empresariales

4.7 Análisis y procedimientos de datos



Martins y Palella (2012) proponen una serie etapas o fases que permite simplificar el manejo de los datos, posibilita su manejo informático y orienta el trabajo interpretativo:

- Revisión de los instrumentos: “en esta fase, se trata de identificar y corregir las posibles fuentes de error” (p. 172).

- Codificación de los instrumentos: “una vez depurados los instrumentos, se procede a la codificación de las preguntas para posibilitar el tratamiento informático. La codificación tiene por objeto sistematizar y simplificar la información procedente de los cuestionarios” (p. 172). “Un instrumento bien codificado contiene la información exacta respecto a las variables del estudio” (p. 173).

Para los datos cuantitativos, se aplica el análisis estadístico mediante el cálculo de porcentajes, de medios aritméticos, de correlaciones, ponderaciones, pruebas de significación, etc. Estos cálculos pueden hacerse manualmente; sin embargo, se recomienda el uso de herramientas estadísticas con el apoyo de la computadora, utilizando el SPSS 25 (Bernal, 2010; Hernández-Sampieri et al., 2014).

La estadística se divide en descriptiva e inferencial.

- La estadística descriptiva es un conjunto de técnicas y medidas que permiten caracterizar y condensar los datos obtenidos en forma de tablas y gráficos (Arias, 2006; Martins & Palella, 2012).

- La estadística inferencial técnica que determina la posibilidad de realizar generalizaciones que van más allá de los datos (Arias, 2006)

La prueba de t de Student, contribuye a la estimación de los valores poblacionales a partir de los datos muestrales y a pronosticar la probabilidad de que dos promedios pertenezcan a una misma población o que provengan de distintas poblaciones (Córdova, 2003).



Para ello, lo ideal en la prueba es que se rechace la Hipótesis nula, y se acepte la Hipótesis alternativa. Así mismo Wilcoxon es la prueba equivalente a t de Student, sólo cuando la distribución es no normal.

Para el análisis estadístico se utilizó el Software estadístico SPSS versión 25, este programa es dedicado para el desarrollo de estadística inferencial y con él se realizarán los cálculos correspondientes en base a los datos recolectados en la investigación.



CAPÍTULO V

IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

5.1 Aspectos organizativos del establecimiento.

Áreas de mantenimiento:

El objeto del presente trabajo de investigación, es una Institución de educación superior, específicamente es la facultad de ingeniería industrial de una Universidad Privada cuyo mantenimiento se realizó en las siguientes áreas:

Información general

El área útil es determinada de acuerdo a la ocupación y uso que tienen, así como áreas de circulación e influencia. Algunas de las edificaciones para usos especiales son: Imprenta, Librería, Comedor, Parque, Centro de Documentación, Auditorio, Tópico, Talleres de mantenimiento, Escuela de Postgrado, etc.

La Institución cuenta con espacios físicos que contienen:

A. Áreas edificadas

- Salones de clases académicas
- Laboratorios en general
- Salas de Audiovisuales
- Salas de lectura
- Centro de Cómputo e Internet
- Terrenos para prácticas
- Oficina de docentes (estudiantes reciben asesoramiento)
- Biblioteca

En lo relacionado a bibliotecas, éstas cuentan con equipos informáticos, bienes muebles y adecuaciones físicas para brindar la máxima comodidad a los usuarios, considerando en las políticas institucionales de desarrollo y en el presupuesto institucional el constante



desarrollo y actualización de los mismos. Las bibliotecas se encuentran distribuidas y disponen de suficiente de equipamiento informático.

B. Áreas especiales

- Áreas comunales
- Apoyo infraestructura servicios básicos
- Áreas para personas con discapacidad

C. Áreas deportivas

El principal complejo deportivo que consta en las láminas catastrales es el Campus deportivo de la UNIPRIVA, que dispone de canchas de básquetbol, voleibol, fútbol, coliseo y cancha de rugby.

- Deportivas
- Apoyo a áreas deportivas
- Circulación áreas deportivas
- Equipamiento y recursos informáticos

Se dispone de equipamiento, recursos informáticos y acceso a servicios de información y comunicación adecuados al desarrollo de la función administrativa. Además, cuenta con laboratorios informáticos que se conectan a la intranet institucional para brindar acceso a la tecnología actualizada, por lo que en cada una de las facultades se cuenta con el equipamiento de red adecuado para cumplir este objetivo.

La estructura organizacional y administrativa responde y se adecua a las necesidades y recursos que se encuentran explícitamente declarados en los estatutos y reglamentos de la universidad

5.2 Programa de mantenimiento

Inicialmente se realizó un estudio que permita el conocimiento de las instalaciones, así como de la comprobación de su estado e idoneidad para



cumplir con todas las exigencias que figuran a lo largo del Plan de Mantenimiento.

Cuando se encontró algún defecto en los edificios, instalaciones y equipos en esta fase de inspección previa, deberá realizarse un informe previo exponiendo la situación y estado en el que se encuentran las instalaciones y equipos, indicando las operaciones necesarias para subsanarlos y su costo. En caso contrario, se entenderá que se da su conformidad a en los edificios, instalaciones y equipos.

Mantenimiento preventivo

El Mantenimiento Preventivo se realizó en todos los edificios, instalaciones y equipos y abarcará todas las acciones a garantizar el estado óptimo de las mismas, desde el punto de vista funcional, de seguridad, rendimiento energético y protección del medio ambiente. Se incluyeron dentro del mantenimiento preventivo las medidas, cálculos y comprobaciones que sean necesarias realizar en las instalaciones para determinar sus prestaciones y correcto funcionamiento.

El Plan de Mantenimiento Preventivo cumplió con todas las especificaciones y normas recogidas en los Reglamentos y Normas vigentes.

Mantenimiento correctivo

El Mantenimiento Correctivo abordará las reparaciones inmediatas de averías, anomalías o fallos que se produzcan en todos los edificios, instalaciones y equipos, debiendo procederse a la reparación inmediata de cuantas averías, anomalías o fallos se produzcan y defectos se detecten en las revisiones o de forma fortuita.

A fin de evaluar el cumplimiento de este tipo de mantenimiento consideraremos los siguientes elementos de evaluación de acuerdo a la base de datos:



- Tiempo total de atención/respuesta y corrección (TTRC): Tiempo que transcurre desde que se tiene conocimiento de la avería, anomalía, fallo o defecto y la corrección total de dicha avería, anomalía, fallo o defecto después de aplicadas las acciones correctivas que correspondan.
- Tiempo de respuesta (TR): Tiempo que transcurre desde que se tiene conocimiento de la avería, anomalía, fallo o defecto y la puesta en funcionamiento de las acciones o medidas correctivas.
- Tiempo de corrección (TC): Tiempo que transcurre entre el inicio o puesta en funcionamiento de las acciones o medidas correctivas y la corrección total de la avería, anomalía, fallo o defecto.

Las averías, anomalías, fallos o defectos, se clasificarán, según su repercusión (Criticidad) en la actividad del centro, en cuatro tipos:

- Tipo 1: Todas las que imposibiliten totalmente el funcionamiento de las instalaciones y equipos, impidiendo la actividad de la zona afectada.
- Tipo 2: Todas las que imposibiliten parcialmente al funcionamiento de las instalaciones y equipos, impidiendo parcialmente la actividad de la zona afectada.
- Tipo 3: Todas las que menoscaben el funcionamiento de las instalaciones y equipos, impidiendo la correcta actividad de la zona afectada.
- Tipo 4: Todas las que corresponden a la realización incorrecta o no realización de las revisiones correspondientes a las instalaciones y equipos, haciendo peligrar la correcta actividad de la zona afectada.

La zonificación del centro de estudios, a efectos de mantenimiento, se establece en función de su importancia funcional en:

Zona A: Zona muy crítica

- Ductos Ventilación y aire acondicionado centralizado.
- Redes de instalaciones Sanitarias.
- Instalaciones Eléctricas de la Subestación Eléctrica y Tablero General.

- Instalaciones del Grupo Electrógeno.
- Ascensores.
- Sala de UPS.
- Centro de Control (Seguridad).

Zona B: Zona crítica

- Áreas de pasadizos.
- Apoyo infraestructura servicios básicos.
- Mantenimiento Aulas Académicas.
- Mantenimiento de Cafetería.

Zona C: Zona muy importante

- Áreas Deportivas.
- Apoyo a áreas deportivas.
- Circulación áreas deportivas.
- Laboratorio de cómputo.

Zona D: Zona importante.

- Áreas Administrativas en general.
- Servicios de Suministros.
- Servicio de Admisión.
- Servicio de Atención al Alumno.

Zona E: Zona común.

- Vestuarios.
- Aseos.
- Talleres.
- Almacenes.

Objetivos del plan de mantenimiento preventivo

Objetivos generales

- Ampliar la vida útil y mantener en óptimo estado de funcionamiento los equipos e infraestructura de la Universidad Privada.



Objetivos específicos

- Evitar las paradas imprevistas no programadas de los servicios asistenciales de la institución y causar molestias en nuestros usuarios y colaboradores, desmedro en los ingresos económicos de la institución y problemas derivados por equipos paralizados.
- Mantener un alto índice de operatividad de los equipos.
- Reducir los costos de energía por pérdidas innecesarias en los sistemas.
- Fomentar y concientizar la cultura del Mantenimiento Preventivo el cual permitirá realizar grandes ahorros a la institución, el cual podría ser usado en implementar de herramientas las áreas de nuestro servicio.
- Disminuir costos, aumentar eficiencia y eficacia en el soporte tecnológico de los equipos afines.
- Realizar y mantener el inventario actualizado de los equipos, información que contribuirá en la toma de decisiones.
- Ingresar la información técnica al software de mantenimiento para tener actualizada los registros históricos donde se registran la información relevante del estado situacional, ubicación, repuestos de alta rotación, número de intervenciones, tiempo de antigüedad, marca, modelo, serie, código patrimonial de la totalidad de los equipos eléctricos.

Mantenimiento de los edificios e instalaciones

Se realizó sobre los edificios e instalaciones, objeto del mantenimiento, las operaciones de mantenimiento preventivo, predictivo, correctivo, regulación y vigilancia necesarios para garantizar la mejor conservación de las mismas, y para asegurar la obtención en cada momento de todas las prestaciones previstas.

Mantenimiento de instalaciones

Instalaciones sanitarias

Las instalaciones sanitarias deberán ser mantenidas en condiciones adecuadas desde el punto de vista físico, funcional, y sanitario. Las tuberías y accesorios dañados, defectuosos o corroídos deberán ser sustituidos por



otros de calidad estándar que presenten iguales condiciones operativas y de seguridad, dentro de los patrones de desempeño establecidos para este tipo de instalaciones. Se debe dar énfasis a la detección y corrección de fugas por sus repercusiones económicas y su impacto en el deterioro de la edificación.

Instalaciones eléctricas y mecánicas

Los sistemas eléctricos y mecánicos deberán ser mantenidos bajo condiciones satisfactorias de operación y seguridad. Las instalaciones y redes deterioradas, obsoletas o que presenten deficientes condiciones de operación deberán ser reparadas o sustituidas por nuevas que cumplan con todas las especificaciones que exigen las normas vigentes.

Mantenimiento de equipos

Se realizará sobre los equipos de bombas, paneles de control eléctrico, equipos de ventilación y aire acondicionado realizando las siguientes actividades:

- Operaciones de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo, que garanticen la buena conservación y durabilidad de los equipos.
- Regulación y vigilancia de todos los parámetros funcionales que definen el buen estado de funcionamiento del equipo.
- Control de funcionamiento de equipos.
- Indicación de defectos de los equipos.

Además, se tendrán en cuenta otras tareas no menos importantes que desarrollaría el servicio de mantenimiento, tales como:

- Desarrollo de planes de emergencia.
- Necesidad de desarrollar e implantar un sistema de información automatizada.
- Minimización de las paradas de instalaciones y equipos.
- Maximizar la vida útil de los equipos e instalaciones.
- Racionalización del costo operativo del mantenimiento.



- Participar en las decisiones relacionadas con el manejo de la tecnología

Programa propuesto

Seguimiento

Para el seguimiento del programa de mantenimiento propuesto se deben hacer revisiones periódicas del mismo a cargo del Planner de Mantenimiento, que tiene dentro de funciones principales la de hacer seguimiento y control al plan de mantenimiento y la de mantener el software actualizado. Este va estar bajo la supervisión del Jefe de Servicios Generales.

Una vez implementado el programa de mantenimiento propuesto debe ser controlado periódicamente por parte de la Jefatura de Operaciones y además comprobar en qué proporción se está alcanzando los objetivos para los cuales ha sido establecido.

Es aconsejable que se realice un seguimiento constante, para que así se pueda llevar una valoración numérica de un año completo, es decir tener el total de reparaciones realizadas, determinando con esto la eficiencia con que se está haciendo el mantenimiento preventivo.

Revisión

La revisión es una parte vital para la utilización de este documento, ya que es a través de ésta que se determinará si las acciones de mejora continua.

Es importante que la Jefatura de Operaciones dedique un tiempo a actualizar esta propuesta por lo menos una vez al año. También se debe observar eficazmente las acciones descritas en el programa propuesto para mantenerlas dentro de los límites señalados.



Para la actualización se debe tomar en cuenta el resultado de la valoración numérica realizada durante el año, además de ciertos aspectos como: qué y cómo se ha venido haciendo, y si desde la entrada en vigencia del presente documento se han observado cambios positivos en la forma de realizar el mantenimiento.

Cuando sea preciso realizar un cambio, ya sea quitar o agregar información, se debe controlar si las propuestas coinciden con las políticas de la empresa, en lo referente al mantenimiento preventivo.

La revisión del programa propuesto debe realizarla la Jefatura de Operaciones conjuntamente con el departamento de Servicios Generales.

CAPÍTULO VI

RESULTADOS

6.1 Resultados descriptivos.

VI: Planeamiento Preventivo:

D1: Tiempo de respuesta

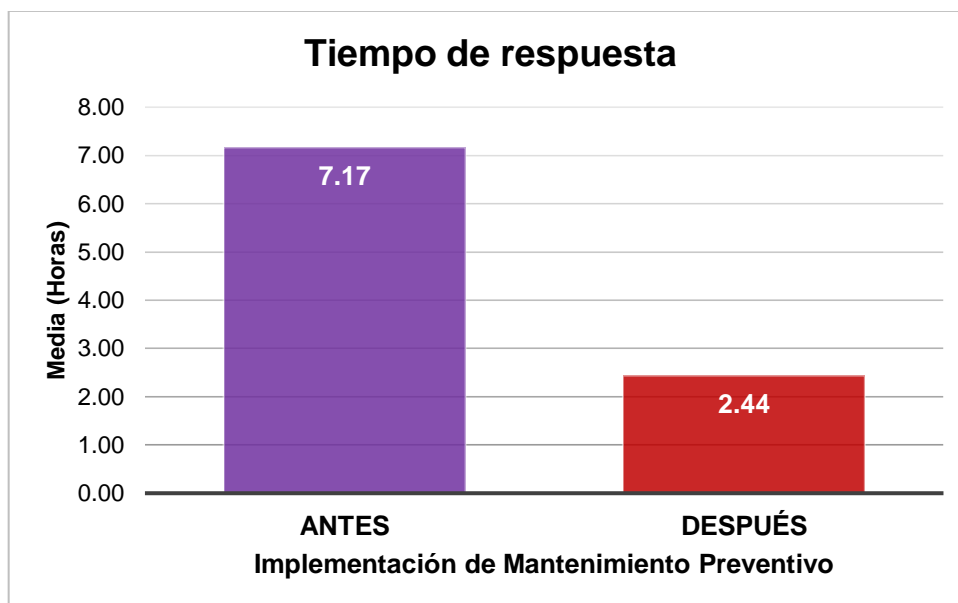
Tabla 2

Estadística descriptiva del Tiempo de Respuesta

Tiempo de respuesta		
Estadísticas	Antes	Después
Media	7,17	2,44
Desviación Estándar	1,10	0,58
Coeficiente de Variación	15,32%	23,80%
n	48	48

Fuente: Elaboración propia

Figura 1: Tiempos de respuesta antes y después de la implementación



Fuente: Elaboración propia

Interpretación

De la tabla 2, se observa que, mediante la implementación de un programa de mantenimiento preventivo ante el requerimiento del servicio de mantenimiento, el tiempo de respuesta en promedio se realizaba antes en 7.17 horas pasando a 2.44 horas semanales después de la implementación.

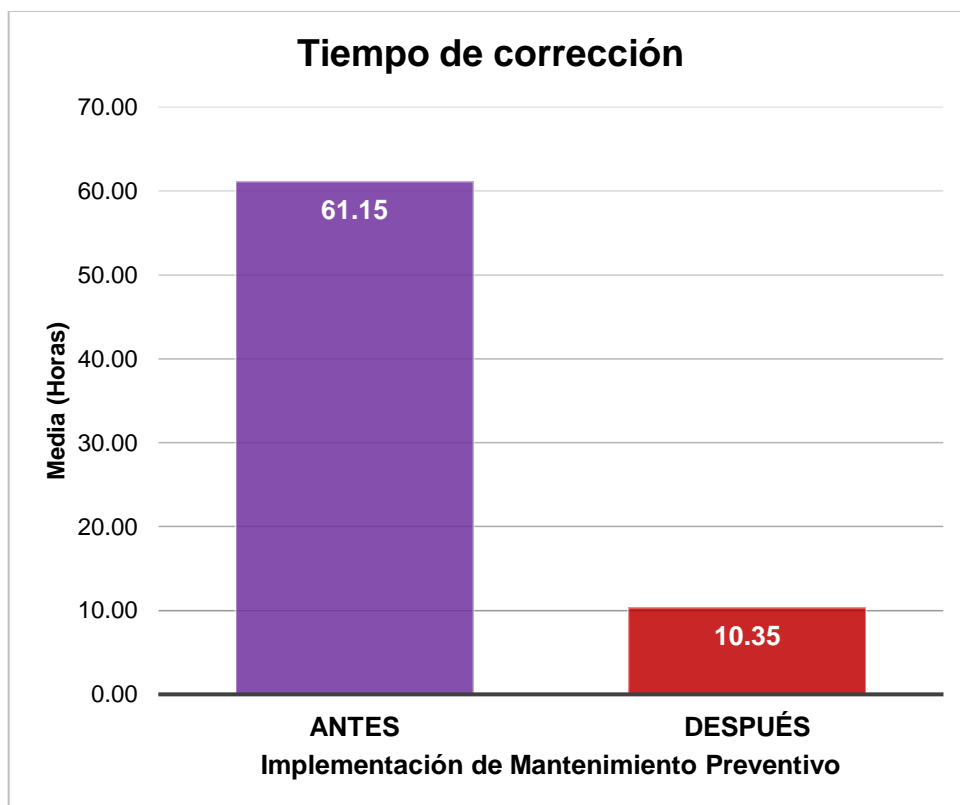
Tabla 3

Estadísticas descriptivas de Tiempo de Corrección

Tiempo de corrección		
Estadísticas	Antes	Después
Media	61,15	10,35
Desviación Estándar	6,50	4,20
Coeficiente de Variación	10,64%	40,61%
n	48	48

Fuente: Elaboración propia

Figura 2: Tiempo de Corrección antes y después de la implementación



Fuente: Elaboración propia

Interpretación

De la tabla 3, se observa que, mediante la implementación de un programa de mantenimiento preventivo, el tiempo de corrección en promedio de los deterioros o averías se realizaba antes en 61.15 horas pasando a 10.35 horas semanales después de la implementación.

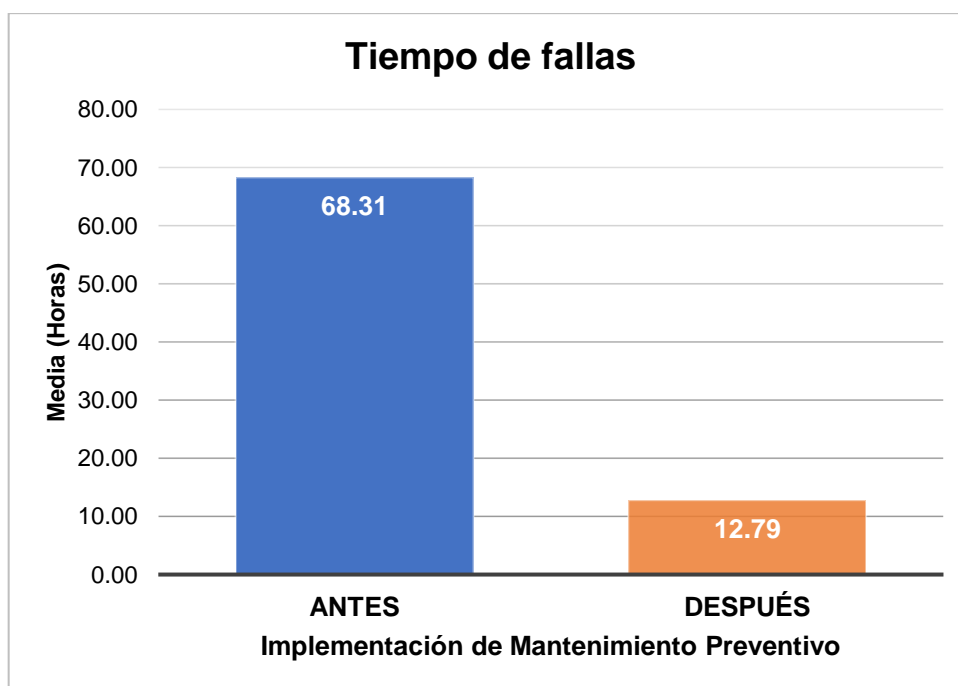
Tabla 4

Estadísticas descriptivas de los tiempos de fallas

Tiempo de fallas		
Estadísticas	Antes	Después
Media	68,31	12,79
Desviación Estándar	6,43	3,93
Coeficiente de Variación	9,42%	30,72%
n	48	48

Fuente: Elaboración propia

Figura 3 Tiempos de fallas antes y después de la implementación



Fuente: Elaboración propia

Interpretación

De la tabla 4, observamos que, mediante la implementación de un programa de mantenimiento preventivo, los tiempos de fallas (tiempos de respuestas + tiempos de corrección) en promedio se realizaban antes en 68.31 horas pasando a 12.79 horas semanales después de la implementación


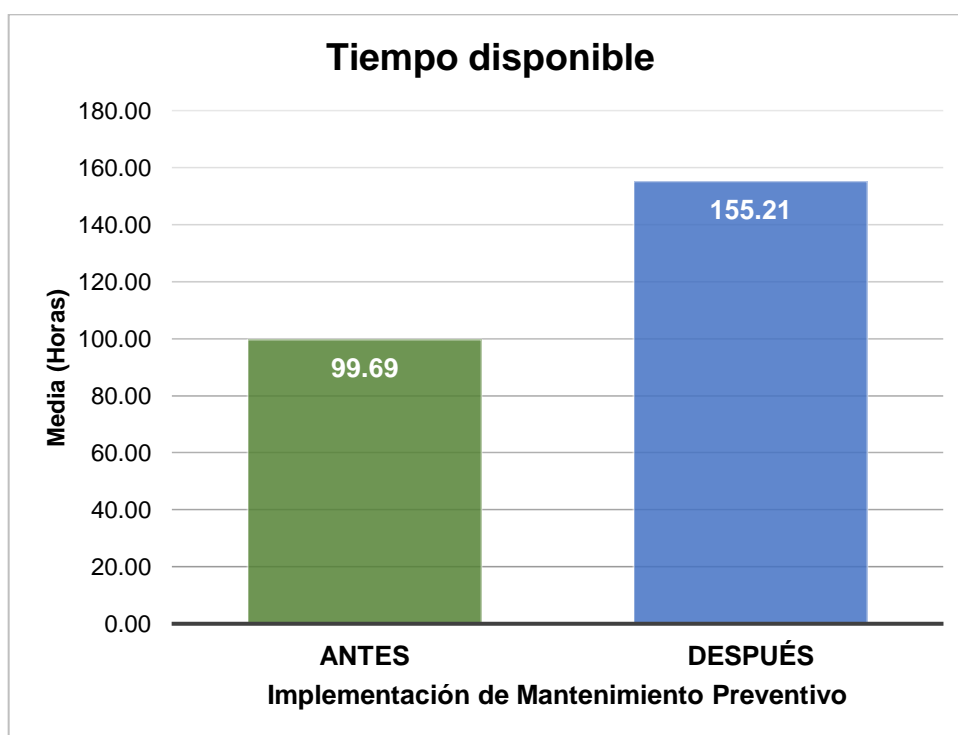
A handwritten signature or scribble in the bottom right corner of the page, consisting of several overlapping loops and lines.

Tabla 5
Estadísticas descriptivas de los tiempos disponibles

Tiempo disponible		
Estadísticas	Antes	Después
Media	99,69	155,21
Desviación Estándar	6,43	3,93
Coefficiente de Variación	6,45%	2,53%
n	48	48

Fuente: Elaboración propia

Figura 4 Tiempos disponibles antes y después de la implementación



Fuente: Elaboración propia

Interpretación

De la tabla 5, observamos que, mediante la implementación de un programa de mantenimiento preventivo, los tiempos disponibles (tiempos transcurridos – tiempos de fallas) en promedio para atender un nuevo requerimiento del servicio de mantenimiento en una semana determinada,

se contaba antes con 99.61 horas pasando a 155.21 horas disponibles semanales después de la implementación

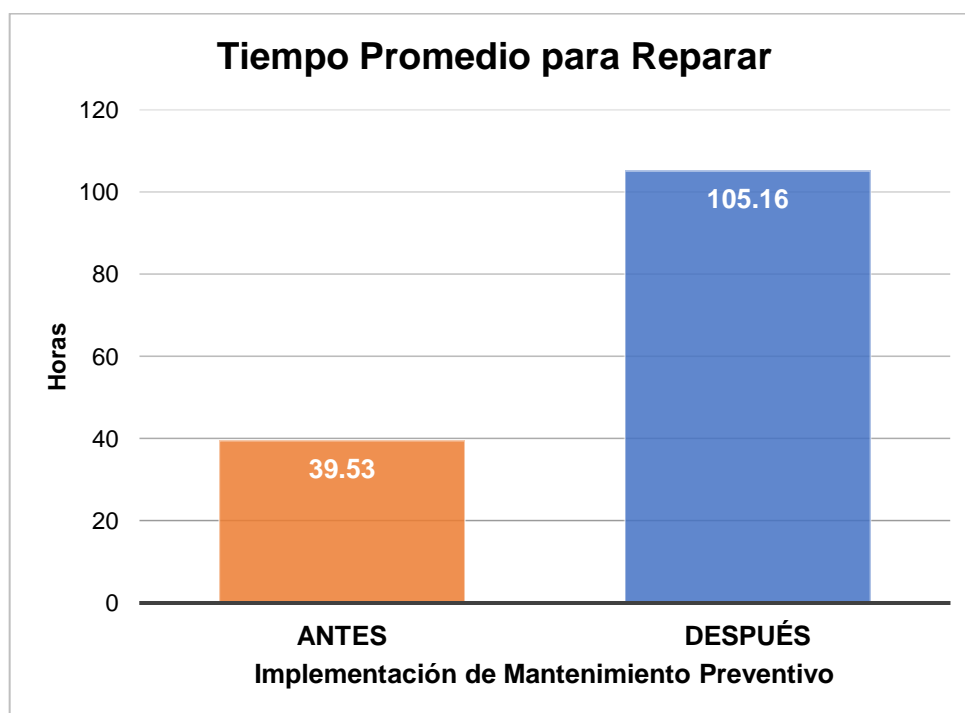
Tabla 6

Estadísticas descriptivas de Tiempo Promedio para Reparar (TPPR)

Tiempo Promedio para Reparar		
Estadísticas	Antes	Después
Media	39,53	105,16
Desviación Estándar	28,57	44,09
Coefficiente de Variación	72,27%	41,93%
n	48	48

Fuente: Elaboración propia

Figura 5: Tiempo Promedio para Reparar antes y después de la implementación



Fuente: Elaboración propia

Interpretación

De la tabla 6, observamos que mediante la implementación de un mantenimiento preventivo el tiempo promedio para reparar las fallas de los

equipos pasa de 39.53 horas antes a 105.16 horas después de la implementación.

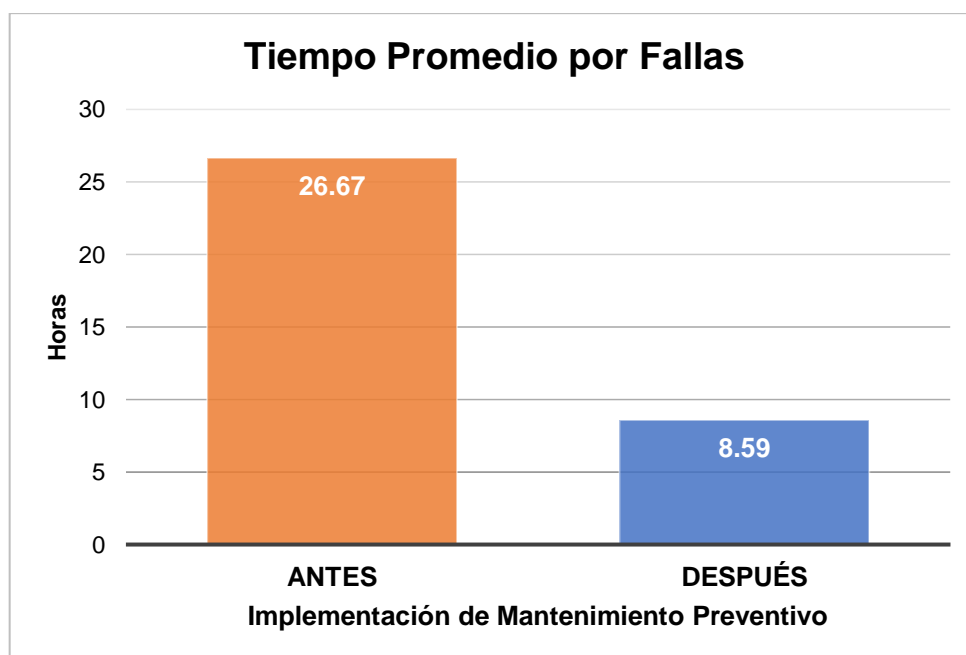


Tabla 7
Estadísticas descriptivas de Tiempo Promedio por Fallas (TPPF)

Tiempo Promedio por Fallas		
Estadísticas	Antes	Después
Media	26,67	8,59
Desviación Estándar	18,18	4,47
Coefficiente de Variación	68,17%	51,98%
n	48	48

Fuente: Elaboración propia

Figura 6: Tiempo Promedio para Reparar antes y después de la implementación



Fuente: Elaboración propia

Interpretación

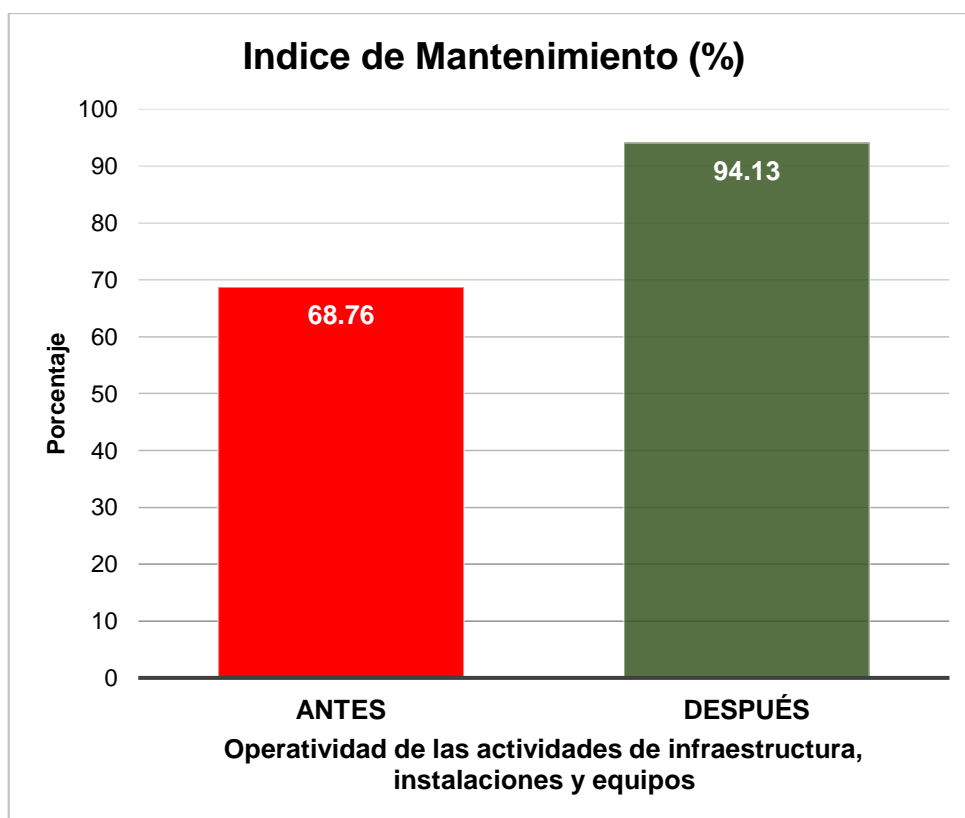
De la tabla 7, observamos que mediante la implementación de un mantenimiento preventivo el tiempo promedio por fallas de los equipos pasa de 26.67 horas antes a 8.59 horas después de la implementación.

Tabla 8
Estadísticas descriptivas del Índice de Mantenimiento porcentual

Índice de Mantenimiento		
Estadísticas	Antes	Después
Media	68,76	94,13
Desviación Estándar	14,06	6,19
Coeficiente de Variación	20,44%	6,58%
n	48	48

Fuente: Elaboración propia

Figura 7: Índices de Mantenimiento antes y después de la implementación



Fuente: Elaboración propia

Interpretación

De la tabla 8, observamos que mediante la implementación de un mantenimiento preventivo el Índice de Mantenimiento (mantenimientos ejecutados/ mantenimientos programados x 100) ante el requerimiento del

servicio de mantenimiento, antes era de 68.76% pasando a 94.13% después de la implementación.

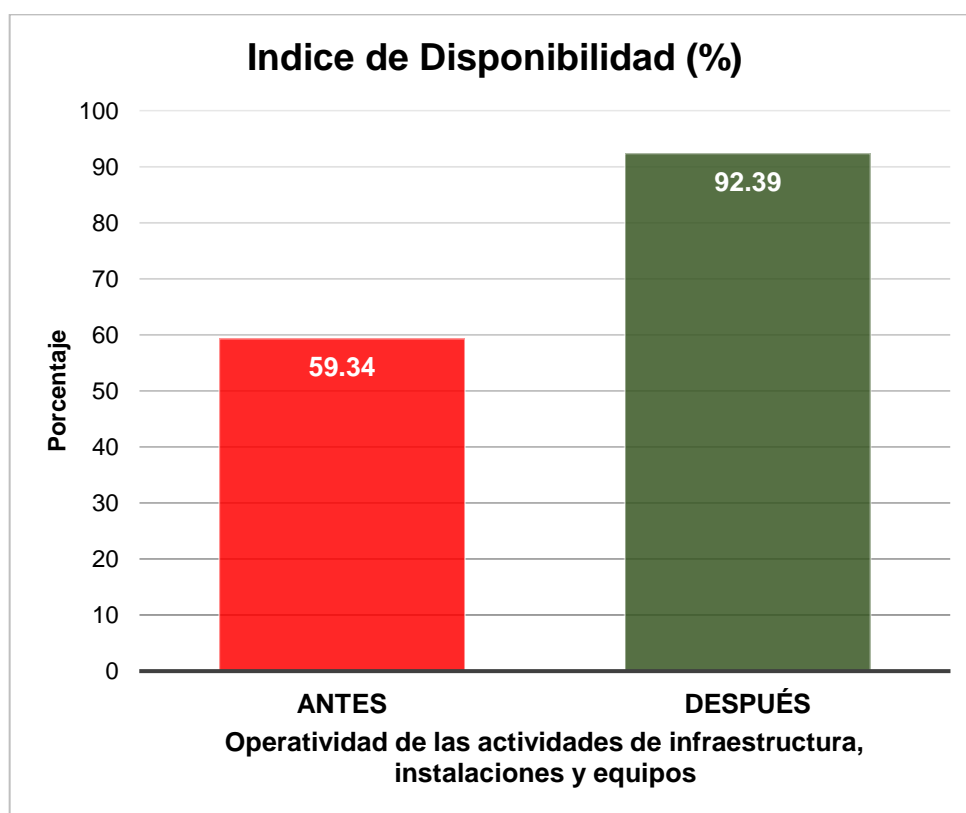
Tabla 9

Estadísticas descriptivas de índice de Disponibilidad porcentual

Índice de Disponibilidad		
Estadísticas	Antes	Después
Media	59,34	92,39
Desviación Estándar	3,83	2,34
Coefficiente de Variación	6,45%	2,53%
n	48	48

Fuente: Elaboración propia

Figura 8: Índices de Mantenimiento antes y después de la implementación.



Fuente: Elaboración propia

Interpretación

De la tabla 9, observamos que, mediante la implementación de un mantenimiento preventivo, el Índice de disponibilidad (Tiempo

disponible/tiempo transcurrido x 100) para atender un servicio de mantenimiento, antes era del 59.34% pasando a 92.9% después de la implementación.

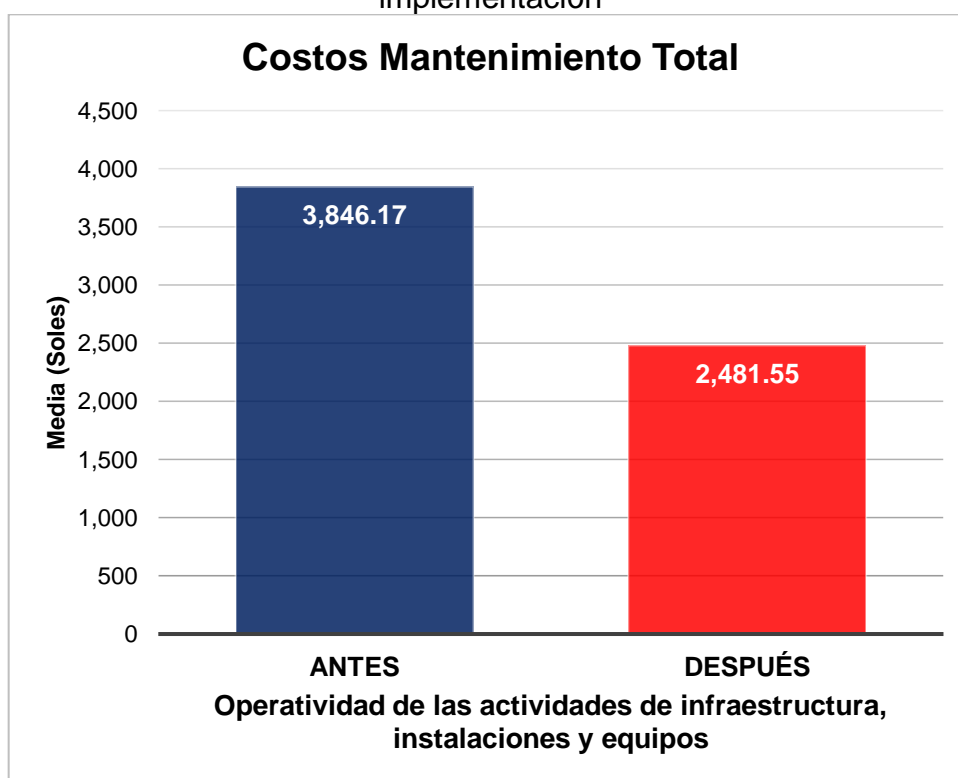


Tabla 10
Estadísticas descriptivas de los Costos de Mantenimiento Total

Costos Mantenimiento Total		
Estadísticas	Antes	Después
Media	3.846,17	2.481,55
Desviación Estándar	1.133,55	1.353,40
Coeficiente de Variación	29,47%	54,54%
n	48	48

Fuente: Elaboración propia

Figura 9: Costos de mantenimiento total antes y después de la implementación



Fuente: Elaboración propia

Interpretación

De la tabla 10, observamos que mediante la implementación de un programa de mantenimiento preventivo los costos de mantenimiento Total (Costos de diagnóstico, de reparación de las fallas, de inversión en repuestos y de almacenamiento) en promedio ante el requerimiento del

servicio de mantenimiento, antes ascendían a S/.3,846.17 pasando a S/.2,481.55 semanal después de la implementación.

6.2 Resultados inferenciales.

Prueba de normalidad

La Normalidad de Kolmogorov Smirnov para comprobar si se sigue una distribución normal o no. De acuerdo a la prueba mencionada si la probabilidad del estadístico de contraste es mayor o igual que 0.050 se dice que la variable si sigue una distribución normal, y si por el contrario la probabilidad es menor que 0.050 no la sigue. A continuación, vemos los resultados de la prueba realizada:

Tabla 11 Prueba de Komogorov Smirnov (KS) para Índice de Mantenimiento, Índice de Disponibilidad y Costos de mantenimiento

	Pruebas de Kolmogorov Smirnov					
	índice de Mantenimiento		índice Disponibilidad		Costos de Mantenimiento	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
n	48	48	48	48	48	48
Media	68,76	68,76	59,34	92,39	3.846,17	2.481,55
Desviación Estándar	14,06	6,19	3,83	2,34	1.133,55	1.353,40
KS	0.167	0.342	0.169	0.162	0,119	0,257
p-valor	0.123	0,610	0.112	0,147	0,211	0,056

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 11 se observa probabilidades de 0.123, 0.112 y 0.211, valores mayores a 0,050, por tanto, se confirma que sigue una distribución normal para el Índice de mantenimiento, Índice de Disponibilidad y Costos de Mantenimiento Total.

Esto hace, que, en la comprobación de las hipótesis de utilicen el estadígrafo T-Student.

Hipótesis general

H₁: La Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo no prolonga la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana.

H₀: La Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo prolonga la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana.

Tabla 12

Prueba T Student de Hipótesis General

<i>Estadísticos</i>	<i>Tiempo Disponible Después</i>	<i>Tiempo Disponible antes</i>
Media	155.21	99.69
Desviación Estándar	3.93	6.43
Observaciones	48	48
Media (diferencias)	55.52	
Desviación Estándar (diferencias)	1.088	
Grados de libertad	94	
Estadístico t	51.033	
Valor p (cola derecha)	0.000	

Fuente: Elaboración propia

Valor $p=0.000 < 0.05 \rightarrow$ Se rechaza la H_0

En la tabla 12, se realiza la prueba t Student para la Hipótesis General, podemos afirmar que la Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo prolonga la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana. Esto representa mayor operatividad de los equipos.

HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:

HIPÓTESIS Nº 1

H_{10} : La implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo no incrementa el nivel de cumplimiento del mantenimiento en la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana.

H_{1a} : La implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo incrementa el nivel de cumplimiento del mantenimiento en la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana.

Tabla 13

Prueba T Student de Hipótesis Específica 1

<i>Estadísticos</i>	<i>Índice de Mantenimiento Después</i>	<i>Índice de Mantenimiento Antes</i>
Media	94.13	68.76
Desviación Estándar	6.19	14.06
Observaciones	48	48
Media (diferencias)	25.370	
Desviación Estándar (diferencias)	2.217	
Grados de libertad	94	
Estadístico t	11.44	
Valor p (cola derecha)	0.000	

Fuente: Elaboración propia

Valor $p=0.000 < 0.05 \rightarrow$ Se rechaza la H_0

En la tabla 13, se realiza la prueba t Student para la Hipótesis Específica 1, podemos afirmar que la implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo incrementa el nivel de cumplimiento del mantenimiento en la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana

HIPÓTESIS Nº 2

H₂₀: La implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo no incrementa la disponibilidad en la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana.

H_{2a}: La implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo incrementa la disponibilidad en la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana.


Tabla 14
Prueba T Student de Hipótesis Específica 2

<i>Estadísticos</i>	<i>Disponibilidad Después</i>	<i>Disponibilidad Antes</i>
Media	92.39	59.34
Desviación Estándar	2.34	3.83
Observaciones	48	48
Media (diferencias)	33.049	
Desviación Estándar (diferencias)	0.648	
Grados de libertad	94	
Estadístico t	51.019	
Valor p (cola derecha)	0.000	

Fuente: Elaboración propia

Valor $p=0.000 < 0.05 \rightarrow$ Se rechaza la H₀

En la tabla 14, se realiza la prueba t Student para la Hipótesis Específica 2, podemos afirmar que la implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo incrementa la disponibilidad en la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana.

A handwritten signature or scribble in the bottom right corner of the page, consisting of several overlapping loops and lines.

HIPÓTESIS N° 3

H₃₀: La implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo no reduce los costos de prevención en la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana.

H_{3a}: La implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo reduce los costos de prevención en la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana.

Tabla 15
Prueba T Student de Hipótesis Específica 3

<i>Estadísticos</i>	<i>Costos Mantenimiento Después</i>	<i>Costos Mantenimiento Antes</i>
Media	2481.55	3846.17
Desviación Estándar	1353.40	1133.55
Observaciones	48	48
Media (diferencias)	-1364.62	
Desviación Estándar (diferencias)	254.81	
Grados de libertad	94	
Estadístico t	-5.355	
Valor p (cola derecha)	0.000	

Fuente: Elaboración propia

Valor $p=0.000 < 0.05 \rightarrow$ Se rechaza la H_0

En la tabla 15, se realiza la prueba t Student para la Hipótesis Especifica 2, podemos afirmar que la implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo reduce los costos de prevención en la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana.

CONCLUSIONES

En la investigación se han establecidos las siguientes conclusiones:

1. De la Hipótesis General, podemos afirmar que la Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo prolonga la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana.
2. De la Hipótesis Especifica 1, podemos afirmar que la implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo incrementa el nivel de cumplimiento del mantenimiento en la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana
3. De la Hipótesis Especifica 2, podemos afirmar que la implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo incrementa la disponibilidad en la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana.
4. De la Hipótesis Especifica 3, podemos afirmar que la implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo reduce los costos de prevención en la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana



RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que Dirección General de la Universidad implementar un mantenimiento preventivo, similar a las demás facultades, para la prolongar el tiempo de operatividad de los activos. Además, el de implementar el mantenimiento preventivo con un software adecuado, ya que su uso permitirá contar con información oportuna y veraz para una correcta toma de decisiones.
2. Se recomienda, un seguimiento continuo y una retroalimentación constante con el objetivo de mejorar el programa y adaptarlo a la infraestructura actual.
3. Se recomienda, presupuestar los gastos de mantenimiento efectuando un continuo análisis en función de las variables sensibles a sufrir variaciones en el transcurrir del tiempo.
4. Se recomienda, la disposición, capacitación y actitud del personal debe estar encaminada hacia el logro de objetivos con el propósito de poder cumplir con las metas a corto y mediano plazo.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Altamirano, Y., & Zavaleta, M. (2016). *Plan de gestión de mantenimiento preventivo para mejora de la productividad en la empresa Naylamp – Chiclayo 2016*. (Tesis de grado), Universidad Señor de Sipán, Chiclayo.
- Arias, F. (2006). *El proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica*. . Caracas. Venezuela: Editorial Episteme.
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación: Administración, economía, humanidades y Ciencias Sociales (O. Fernández Palma, Ed.) (3ra. ed.)*. Bogotá. Colombia: Pearson Educación de Colombia Ltda.
- CAPECO. (2015). *Construyendo en edificaciones*. Lima, Perú. : Cámara Peruana de la Construcción.
- Carrasco, L. (2017). *Implementación del mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en el área de envasado de talcos de la empresa Yobel SCM, Lima, 2017*. Universidad Cesar Vallejo, Lima.
- Carrasco, S. (2005). *Metodología de investigación científica. Pautas metodologicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación*. Lima: San Marcos.
- Chávez, J. (2007). *Apuntes de Metodología de la Investigación Educativa*. México D.F.: Universidad Autónoma de Guerrero.
- Chicaiza, E. (2018). *Propuesta de aumento de la productividad en una empresa de cosméticos a través del mantenimiento autónomo y trabajo estandarizado, enfocado a la línea de envasado de fragancias*. (Tesis de pregrado), Universidad de las Américas, Quito.
- Córdova, M. (2003). *Estadística : Descriptiva e Inferencial Aplicaciones*. Lima-Perú: MOSHERA S:R:L:. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/0B7771Y0M9mOCc0dJcjVla3ZQWIU/view?usp=sharing>



- Estupiñan, S. (2017). *Diseño del plan de mantenimiento preventivo enfocado a TPM para la compañía de Montajes Diseño y Construcción C.M.D. SAS*. [Tesis de pregrado], Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Dultama-Colombia. Obtenido de https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2688/1/TGT_1307.pdf
- Flores, R. (2008). *Diagnóstico Preliminar de la Vulnerabilidad Sísmica de las Autoconstrucciones en Lima*. (tesis de grado), Pontificia Universidad Católica del Perú, PUCP., Lima, Perú.
- García, O. (2006). *El Mantenimiento General. Administarción de empresas*. Colombia: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- García, S. (2008). *Organización y Gestión integral de Mantenimiento*. España: Editorial. Ediciones Díaz de Santos S.A.
- Gómez, S. (2012). *Metodología de la investigación*. México: RED TERCER MILENIO S.C. Obtenido de http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/Axiologicas/Metodologia_de_la_investigacion.pdf
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). México D.F.: McGraw-Hill.
- Martins, F., & Palella, S. (2012). *Metodología de la Investigación Cuantitativa (3ra ed.)*. . Caracas, Venezuela: Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador. FEDUPEL.
- Monje, C. (2011). *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Guía de* . Neiva-Colombia: Universidad SURCOLOMBIANA.
- Navarro, E., Pastor, T., Clara, A., & Mugaburua, J. (2009). *Gestión integral de mantenimiento*. España: Marcombo.
- Navas, G. (2010). *Desarrollo e Implementación de Plan de Mantenimiento de un Edificio de Oficinas*. (Tesis de grado), Universidad Carlos III de Madrid., España.
- Rivera, J. (2015). *Modelo de Toma de Decisiones de Mantenimiento para Evaluar Impactos en Disponibilidad, Mantenibilidad, Confiabilidad y Costos. Tesis de Maestría*. [Tesis de Maestría], Universidad de Chile, Santiago de Chile. Obtenido de

<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/136233/Modelo-de-toma-de-decisiones-de-mantenimiento-para-evaluar-impactos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rodriguez, Y. (2018). *Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en el área de impresión de la empresa Envases Industriales SAC - Callao 2017*. (Tesis de pregrado), Universidad Cesar Vallejo, Lima.

Sierra, R. (2007). *Técnicas de investigación social: Teoría y ejercicios (14ava ed.)*. Madrid. España: International Thomson Editores y Paraninfo, S.A.

Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica . Incluye evaluación y administración de proyectos de investigación*. México: Editorial Limusa, S.A. de C.V. GRUPO NORIEGA EDITORES.



A handwritten signature or scribble in the bottom right corner of the page, consisting of several overlapping loops and lines.

ANEXOS

A handwritten signature or set of initials in black ink, located in the bottom right corner of the page. The signature is stylized and appears to consist of several overlapping loops and lines.

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para prolongar la operatividad de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana

TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES
Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para prolongar la operatividad de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana	<p>Problema principal:</p> <p>¿De qué manera la implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo prolonga la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana?</p>	<p>Objetivo principal:</p> <p>Determinar cómo la Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo prolonga la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana</p>	<p>Hipótesis principal:</p> <p>HG: La Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo prolonga la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo.</p> <p>Variable dependiente:</p> <p>Tiempo de disponibilidad para mantenimiento preventivo</p>
	<p>Problemas específicos</p> <p>1. ¿Cómo la implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo incrementa el nivel de cumplimiento del mantenimiento en la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana?</p>	<p>Objetivos específicos</p> <p>1. Determinar cómo la implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo incrementa el nivel de cumplimiento del mantenimiento en la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana.</p>	<p>Hipótesis específicas</p> <p>H1: La implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo influye significativamente en la mejora del nivel de cumplimiento operativo de prevención de los procesos operativos en la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana.</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo.</p> <p>Variable dependiente</p> <p>Índice del nivel de cumplimiento operativo de prevención de los procesos operativos.</p>

2. ¿Cómo la implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo incrementa la disponibilidad en la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana?
2. Determinar cómo la implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo incrementa la disponibilidad en la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana.
- H2: La implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo incrementa la disponibilidad en la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana.
- Variable independiente:**
Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo.
- Variable dependiente**
Disponibilidad de los equipos de los procesos operativos.
3. ¿Cómo la implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo reduce los costos de prevención en la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana?
3. Determinar cómo la implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo reduce los costos de prevención en la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana.
- H3: La implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo reduce los costos de prevención en la operatividad de la infraestructura, instalaciones y equipos de la Facultad de Ingeniería de una Universidad Privada en Lima Metropolitana.
- Variable independiente:**
Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo.
- Variable dependiente**
Costos de mantenimientos totales

II.- Checklist eléctrico

Item	Pabellón	Aula														
			Equipos (Luminarias)	Tomacorrientes	Interruptores	Ventiladores	Luz de emergencia	Reloj	Tapas ciegas rectangular / circular	Canaletas	Detector de humo	Secador de mano	Aire acondicionado			
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
Observaciones																

Universidad Nacional del Callao
Vicerrectorado de Investigación
Instituto Central de Investigación de Ciencia y Tecnología

DECLARACIÓN JURADA

Yo, **Erwin Pablo Galarza Curisinche** Identificado con DNI N° 19917935, código docente N°1366 Docente en la Categoría Auxiliar y Dedicación Tiempo Completo, adscrito a la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas, con domicilio en el Jr. Ganímedes Mz A Lte 14 Urbanización "Santa Modesta" - Santiago de Surco.

Declaro **BAJO JURAMENTO** que, al amparo del D.S. N° 044-2020-PCM, D.U. N° 026-2020 y Res. N° 068-2020-CU (UNAC) del 25 de marzo de 2020, **me comprometo** a presentar toda la documentación requerida en formato físico, subsanando también el pago por Carpeta de Investigación, una vez finalizado el período de aislamiento social por COVID-19 y de acuerdo a la posibilidad de reincorporación al trabajo presencial, para el trámite de:

- a. Nuevo proyecto de Investigación. ()
- b. Informe Final de Investigación. (X)
- c. Informe Trimestral de Investigación. ()

Asumiendo plena responsabilidad administrativa y/o legal que se derive de la presente Declaración Jurada.

Callao, 28 de diciembre de 2021.



Huella dactilar

A stylized, handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke at the end.

Firma digitalizada
Docente Investigador Responsable

A smaller version of the stylized handwritten signature seen above, located in the bottom right corner of the page.