



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Aplicación de la estrategia del mantenimiento productivo total
(TPM) para mejorar la productividad del parque eólico Wayra,

Nazca – Perú, 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTORES:

Cardenas Molina, Antonio Britt (ORCID: 0000-0002-6468-542X)

Nuñez Chavez, Juan Carlo (ORCID: 0000-0001-5941-1400)

ASESOR:

Añazco Escobar, Dixon Groky (ORCID: 0000-0002-2729-1202)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión empresarial y productiva

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

De: Juan Carlo Núñez Chávez

El presente trabajo es dedicado a todas las personas que pusieron su grano de arena para poder seguir adelante a lo largo de mi carrera universitaria y a mi familia, base esencial.

De: Antonio Britt Cárdenas Molina

El presente trabajo es dedicado a mi mamá y a mi hijo quienes fueron mis mayores motores y motivos para poder culminar este objetivo, también a mi papá que supo guiarme y lo sigue haciendo desde el cielo.

Agradecimiento

De: Juan Carlo Núñez Chávez

Agradezco a mi familia por ser los principales promotores en el logro de mis objetivos sus consejos valores y principios inculcados, motivo de seguir superándome y de encaminar mis pasos hacia el éxito.

De: Antonio Britt Cárdenas Molina

Agradezco a Dios; a mis hermanos, cuñados que me ayudaron de alguna manera y a mis sobrinos que son el aliciente para poder culminar y lograr esta meta.

Índice de contenidos

Carátula	1
Dedicatoria.....	i
Agradecimiento	ii
Índice de contenidos.....	iii
Índice de Tablas	iv
Índice de gráficos y figuras	v
Resumen	vi
Abstract.....	vii
I. INTRODUCCIÓN	2
II. MARCO TEORICO	9
III. METODOLOGÍA	21
3.1 Tipo y diseño de investigación	21
3.2 Variables y operacionalización.....	21
3.3 Población (Criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis	26
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
3.5 Procedimientos.....	30
3.6 Métodos de análisis de datos.....	33
3.7 Aspectos éticos	33
IV. RESULTADOS	34
V. DISCUSIÓN	54
VI. CONCLUSIONES	56
VII. RECOMENDACIÓN.....	57
REFERENCIAS	58
ANEXOS.....	63

Índice de Tablas

Tabla N° 1: Causas del problema de investigación	6
Tabla N° 2: Producción de energía (últimos 12 meses 2020-2021)	20
Tabla N° 3: Operacionalidad de las variables	25
Tabla N° 4: Prueba V de Aiken.....	29
Tabla 5: Datos de Indicador Prevención de Fallas de Máquina	34
Tabla 6: Estadística Descriptiva Pre y Post Prevención en Fallas de Máquina	36
Tabla 7: Datos de Indicador Cumplimiento del Plan de Mantenimiento	37
Tabla 8: Estadística Descriptiva Pre y Post Cumplimiento de Plan de Mantenimiento.....	38
Tabla 9: Datos de Indicador Índice de Energía Producida	39
Tabla 10: Estadística Descriptiva Pre y Post Índice de Energía Producida.....	41
Tabla 11: Datos de Indicador Tiempo Medio de Reparación y Tiempo Medio entre fallas.....	42
Tabla 12: Estadística Descriptiva Pre y Post Disponibilidad	43
Tabla 13: Datos de Productividad	44
Tabla 14: Estadística Descriptiva Pre y Post Productividad	45
Tabla 15: Datos de la Variable Respuesta	46
Tabla 16: Resultado de Pruebas de Normalidad.....	47
Tabla 17: Datos de la variable resultado	48
Tabla 18: Estadística de muestras emparejadas Productividad	49
Tabla 19: Correlación de muestras emparejadas Productividad	49
Tabla 20: Prueba de muestras emparejadas Productividad	49
Tabla 21: Estadística y Correlación de muestras emparejadas Producción.....	50
Tabla 22: Prueba de muestras emparejadas ProducciónFuente: Programa SPSS 25.0.....	51
Tabla 23: Estadística y Correlación de muestras emparejadas Disponibilidad	51
Tabla 24: Prueba de muestras emparejadas DisponibilidadFuente: Programa SPSS 25.0.....	52
Tabla 25: Correlación de los Datos	53

Índice de gráficos y figuras

Figura N° 1: Diagrama de Ishikawa.....	4
Figura N° 2: Diagrama de Pareto	7
Figura N° 3: TPM.....	15
Figura N° 4: Las 6 grandes pérdidas.....	16
Figura N° 5: Clasificación de las 6 grandes pérdidas	16
Figura N° 6: 8 pilares del TPM	19
Figura N° 7: Producción de energía (últimos 12 meses 2020-2121).....	20
Figura N° 8: Secuencia de proceso de producción	23
Figura N° 9: Prueba de Confiabilidad	30
Figura N° 10: Porcentaje Prevención Fallas de Máquina	35
Figura N° 11: Porcentaje Cumplimiento Plan de Mantenimiento.....	38
Figura N° 12: Porcentaje Índice de Energía Producida	40
Figura N° 13: Porcentaje Disponibilidad.....	43

Resumen

El presente informe de investigación desarrollado fue de tipo aplicada, nivel de investigación explicativa, bajo el enfoque cuantitativo y de diseño cuasi experimental con el fin de establecer la influencia de las variables independientes sobre las dependientes.

El problema principal se concentró en el área de mantenimiento en el parque Eólico, se tomó una muestra de 8 meses de mantenimiento; 16 semanas pre-test y 16 semanas post-test. En los resultados demostramos como el Mantenimiento Productivo Total mejoró la productividad en la línea de producción de energía.

La población estuvo representada por la producción de energía de las 38 máquinas generadoras que componen el parque eólico por periodos de 30 días como se analiza el programa de producción.

Los datos que se analizaron y procesaron denotaron los valores y se concluyó que las hipótesis son verdaderas, se determinó que la implementación cumple con las expectativas de mejorar la productividad del parque Eólico Wayra, con lo que se procedió a discutir en función de nuestros resultados, antecedentes y sostenido siempre con la teoría de diferentes estudios.

Palabras clave: Mantenimiento Productivo Total (TPM), Productividad, Disponibilidad, Producción.

Abstract

This research report developed was of an applied type, explanatory research level, under the quantitative approach and quasi-experimental design in order to establish the influence of the independent variables on the dependent ones.

The main problem was concentrated in the maintenance area in the wind farm, a sample of 8 months of maintenance; 16 weeks pre-test and 16 weeks post-test was taken. In the results we demonstrate how Total Productive Maintenance improved productivity in the energy production line.

The population was represented by the energy production of the 38 generating machines that make up the wind farm for periods of 30 days as the production program is analyzed.

The data that was analyzed and processed denoted the values and it was concluded that the hypotheses are true, it was determined that the implementation meets the expectations of improving the productivity of the Wayra Wind Farm, with which we proceeded to discuss based on our results, antecedents and always sustained with the theory of different studies.

Keywords: Total Productive Maintenance (TPM), Productivity, Availability, Production.

I. INTRODUCCIÓN

Para poder hablar sobre la realidad problemática, hablaremos del mantenimiento, a nivel mundial es un concepto altamente conocido y manejado por las grandes empresas que buscan de manera activa, aumentar la productividad del mantenimiento de sus áreas y garantizar la disponibilidad de sus equipos al reducir sus tiempos de falla ocasionados por averías. Castillo y otros (2018 págs. 29-35) destacan que el mantenimiento hace mención a la acción de intervenir para garantizar el correcto desempeño de cualquier tipo de activo a través de un periodo de tiempo determinado. Gupta y Vardhan (2016 págs. 2976-2988) nos indica que en base al TPM se busca el objetivo de observar el incremento de ventas al mejorar las OEE de las máquinas, productividad y costo de producción en la India, realizando un estudio interactivo a través de la observación al implementarlo, concluyendo que se duplicaron las ventas y triplicaron las ganancias en un periodo de 3 años.

Con base en esto, se desarrollaron metodologías de gestión del mantenimiento que se adaptaban de acuerdo a las necesidades de cada situación, entre estas se destaca el mantenimiento productivo total o «*total productive maintenance*», cuyo concepto es resumido por Dattatraya y Prasad (2017 págs. 449-462) que nos indican que el TPM es usado para lograr la perfección en la fabricación y su objetivo es tener en conocimiento la clasificación de los 8 pilares del TPM de acuerdo a 4 parámetros: Productividad, Costo, Calidad y Entregas a tiempo en la industria automotriz, a través de la toma de decisiones de múltiples criterios (AHP) y Nallusamy (2016 págs. 119-126) nos indica que mediante el estudio del TPM se busca reducir averías, incrementar rendimiento y calidad de las máquinas a través de la observación, registros y revisión de documentación, concluyendo que, abordando disponibilidad, rendimiento y calidad para las OEE se logró incrementar un 7% en el mecanizado de las máquinas con técnicas como 5'S, Mantenimiento preventivo y la limpieza.

Ahora bien, en cuanto al contexto este informe de investigación, la problemática gira en torno a la productividad en su utilidad y disponibilidad de los equipos y componentes del sistema en el parque eólico Wayra, ubicado en la ciudad de Nazca en el Perú, cuyo requerimiento primordial es garantizar el suministro de electricidad como recurso renovable e inagotable para contribuir en el desarrollo

sostenible de la población peruana a nivel urbano e industrial, por lo que se destaca la importancia de que los aerogeneradores, que son dispositivos que convierten la energía cinética en energía eléctrica, se mantengan operativos al reducir o mitigar sus tiempos de falla en campo.

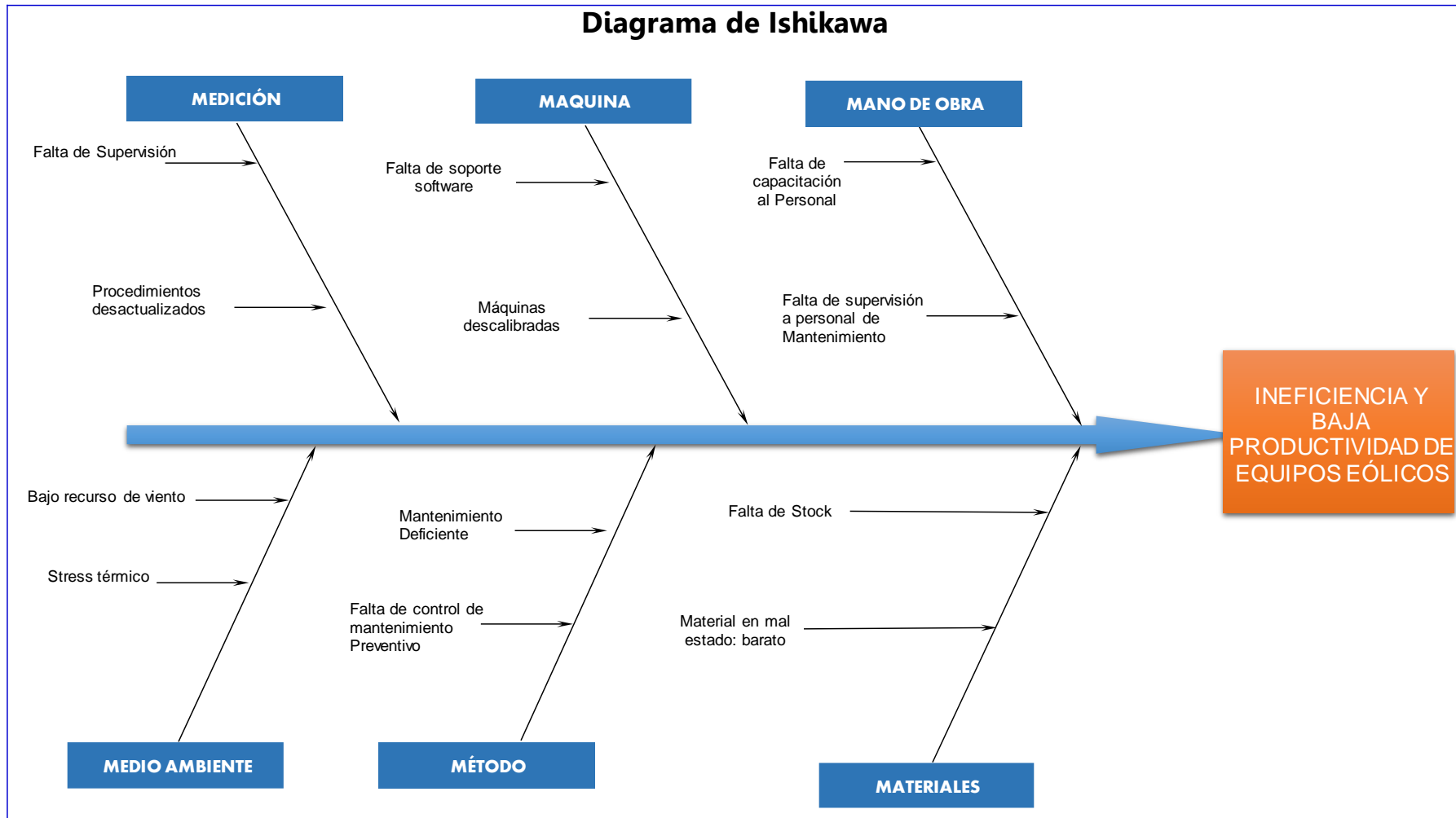
En cuanto a estos aerogeneradores, se realizó énfasis en que los mismos posean un registro de mantenimiento preventivo o predictivo para prevenir la ocurrencia de averías, en tanto que cuando se produce la falla, se incurre en el mantenimiento correctivo del componente que esté presentando la falencia en este caso, lo cual da lugar a que se produzcan tiempos de parada no programados de estos aerogeneradores, disminuyendo la capacidad operativa y forzando a los operadores a trabajar bajo jornadas extras para reparar los problemas encontrados.

Dentro de la organización de la empresa se puede mencionar los percances o problemas que existieron debido a un mal procedimiento en el mantenimiento y que no existía una implementación del TPM en las máquinas eólicas dentro de la planta en Wayra, donde no se registraban check list actualizados, existía un mantenimiento deficiente, faltaba control de mantenimiento preventivo, de supervisión al personal y la falta de capacitación que mermaba el flujo de las máquinas eólicas para producir la energía necesaria y abastecer a la provincia, que representaba una pérdida para la empresa en el tema de rentabilidad y que generaría una multa por osinergmin.

Ante ello, la Productividad de la compañía se veía afectada por una mala inspección de funcionamiento de las máquinas a través de los check list y la pronta detección de averías mediante el mantenimiento preventivo, que generaban pérdida de rentabilidad en paradas por mantenimiento correctivos, ineficiencia en reportes de check list.

Estos percances acarrearán a la compañía pérdida de dinero y posible multa o problema con OSINERGMIN, ya que hay un tope de generación de energía que debe de cumplir la representada y aplicando un procedimiento de mantenimiento a través del TPM hace que esto no se realice.

Figura N° 1: *Diagrama de Ishikawa*



Fuente: Elaboración propia

Analizamos que las causas del problema de ineficiencia en los procesos de almacenamiento que son: Mano de obra, las causas son: falta de capacitación al personal y falta de supervisión a personal de Mantenimiento. Método, las causas son: Mantenimiento deficiente y la falta de control de mantenimiento preventivo. Medición, las causas son: falta de supervisión y los procedimientos desactualizados. Maquinarias y herramientas, las causas son: Falta de soporte software y máquinas descalibradas. Materiales, la causa es: falta de stock y materiales en mal estado. Medio ambiente las causas son: Bajo recurso de viento y stress térmico. Entre los puntos a rescatar se resaltan en el siguiente cuadro, lo cual lo valorizamos de acuerdo a los datos recolectados en un periodo de un mes, para poder llevarlo a un análisis mediante la herramienta de Vilfredo Pareto del 80-20.

Causa/Problema/Fenómeno	Impacto	Frecuencia	Datos Recolectados
Mano de Obra			
Falta de capacitación al personal	9	5	45
Falta de supervisión a personal de Mantenimiento	3	3	9
Método			
Mantenimiento Deficiente	12	5	60
Falta de control de mantenimiento Preventivo	12	5	60
Medición			
Falta de Supervisión	9	5	45
Procedimientos Desactualizados	3	3	9
Maquinaria y herramientas			
Falta de Soporte de Software	3	3	9
Máquinas descalibradas	3	3	9
Materiales			
Falta de Stock	3	3	9
Material en mal estado: barato	1	1	1
Medio Ambiente			
Bajo recurso de viento	12	5	60
Stress Térmico	12	5	60
TOTAL			376

Tabla N° 1: Causas del problema de investigación

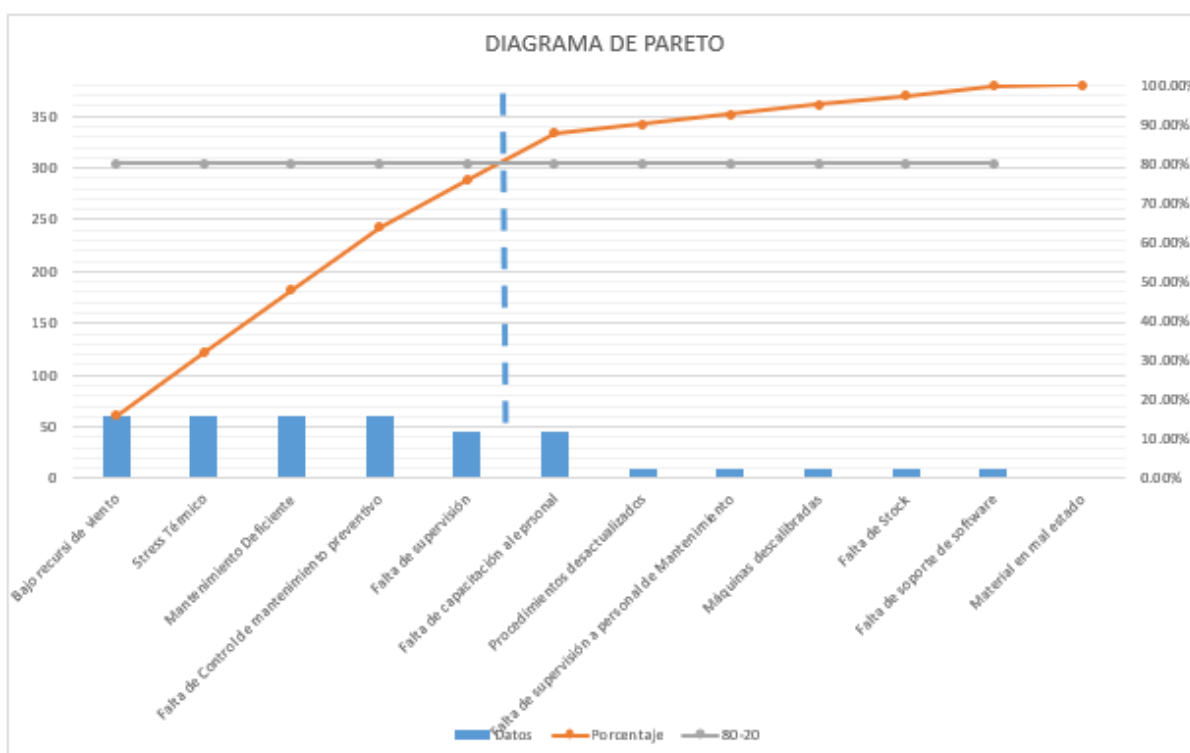
ITEM	Causa/Problema/Fenómeno	Impacto	Frecuencia	Datos Recolectados	Frecuencia Acumulada	Porcentaje	Porcentaje Acumulado	80-20
1	Bajo recursi de viento	12	5	60	60	16%	16%	80%
2	Stress Térmico	12	5	60	120	16%	32%	80%
3	Mantenimiento Deficiente	12	5	60	180	16%	48%	80%
4	Falta de Control de mantenimiento preventivo	12	5	60	240	16%	64%	80%
5	Falta de supervisión	9	5	45	285	12%	76%	80%
6	Falta de capacitación al eprsonal	9	5	45	330	12%	88%	80%
7	Procedimientos desactualizados	3	3	9	339	2%	90%	80%
8	Falta de supervisión a personal de Mantenimiento	3	3	9	348	2%	93%	80%
9	Máquinas descalibradas	3	3	9	357	2%	95%	80%
10	Falta de Stock	3	3	9	366	2%	97%	80%
11	Falta de soporte de software	3	3	9	375	2%	100%	80%
12	Material en mal estado	1	1	1	376	0%	100%	80%
TOTAL				376		100%		

Frecuencia	
muy frecuente	5
Frecuente	3
Poco frecuente	1

Impacto	
muy alto impacto	12
alto impacto	9
Impacto Medio	3
Bajo Impacto	1

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 2: *Diagrama de Pareto*



Fuente: Elaboración propia

Se planteó el problema general luego de presentar el diagrama de Ishikawa y Pareto donde se encontró los principales factores de la baja productividad, los cuales fueron seleccionados los 5 primeros Ítems (ver Tabla N° 1), los cuales representa el 20% de las causas de los problemas, las cuales son: bajo recurso del viento, Stress térmico, mantenimiento deficiente, falta de control de mantto preventivo y falta de supervisión determinado en el área de mantenimiento tanto el personal, los equipos eólicos y los materiales que se utilizan, a lo que se suma otros factores que son condicionales para la problemática presentada en el área de mantenimiento. Solucionando estas principales causas se daría solución a un 80% de los problemas.

Finalmente, en esa misma línea se determinó que aplicando el TPM se logrará una mejora considerable en la productividad.

Problema general

¿De qué manera la aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) mejora la productividad en el área de mantenimiento del parque eólico de Wayra, Nazca – Perú, 2021?

Problema específico 1:

¿De qué manera la aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) mejora la Producción en el área de mantenimiento del parque eólico de Wayra, Nazca – Perú, 2021?

Problema específico 2:

¿De qué manera la aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) mejora la Disponibilidad en el área de mantenimiento del parque eólico de Wayra, Nazca – Perú, 2021?

Hipótesis general:

La aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) mejora la Productividad del parque eólico de Wayra, Nazca – Perú, 2021.

Hipótesis específica 1

La aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) mejora la Producción del parque eólico de Wayra, Nazca – Perú, 2021.

Hipótesis específica 2

La aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) mejora la Disponibilidad del parque eólico de Wayra, Nazca – Perú, 2021.

Objetivo general

Demostrar que la aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) mejorará la Productividad del parque eólico de Wayra, Nazca – Perú, 2021.

Objetivo específico 1

Demostrar que la aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) mejorará la Producción del parque eólico de Wayra, Nazca – Perú, 2021.

Objetivo específico 2

Demostrar que la aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) mejorará la Disponibilidad del parque eólico de Wayra, Nazca – Perú, 2021.

II. MARCO TEORICO

Como **antecedentes a nivel internacional** destacamos a, (Terán, 2018) dentro de las ventajas obtenidas dentro de la implementación del TPM se desarrolló la capacidad y habilidad de creatividad, mayor atención al capital humano proporcionando tiempo necesario para las distintas áreas del CEDIS en seguridad y funcionamiento de los equipos, la eficiencia del personal como factor motivacional para mejorar el desempeño dio un mejor clima laboral, aumentando el desempeño de la empresa. Se logro la reducción de riesgo operativo dentro de las áreas del proceso, reducción de desperdicios por malos ajustes operativos. Se logro posicionar a la empresa a un nivel competitivo, fortaleciendo sus áreas gracias a la valoración de las actividades y el personal.

(Ambuludi, 2019) logró como resultado logro mejorar para siempre la productividad, extendiendo la vida útil de la maquinaria, de parte de todos los operarios de la empresa compromiso y mayor participación, brindando un producto de calidad y entregas a tiempo a sus clientes, convirtiéndose en una empresa competitiva en el mercado nacional e internacional. En conclusión, se realizó un análisis a la empresa FORESTALECUADOR en el cual aplicando el TPM evito elevados costes y paradas por fallos y daños en las maquinas,

(Estupiñan, 2017) en Colombia realizó el diagnóstico del mantenimiento en CMD SAS, detallando las fortalezas y debilidades, luego realizó el modelo para la gestión del mantenimiento, luego un análisis de criticidad y utilizó el indicador de la OEE e incorporando las herramientas del TPM encaminando a un mejor ambiente laboral, finalmente sistematizó y proceso toda la información en una base de datos para usarla luego, también se brindó capacitación al personal sobre el plan de mantenimiento para su implementación futura. Concluyendo que aplicando el TPM permitió a la empresa CMD SAS ser integra en su entorno y la unificación de los departamentos mejoró el ambiente del trabajo en virtud de la mejora continua.

Lucero (2019 pág. 113), en su trabajo de máster titulado “Propuesta de un sistema de mantenimiento productivo total TPM, para los equipos eléctricos del Banco Del Austro, en base a un análisis de mantenimiento preventivo, predictivo y autónomo”, Ecuador, tuvo por objetivo asegurar la disponibilidad de los equipos informáticos que constituyen el sistema de protección del Banco Del Austro. En ese sentido, se analizó, se diseñó y se implementó el TPM por medio de una metodología de tipo aplicado, diseño experimental y aplicando herramientas de gestión para poder planificar, organizar y ejecutar las actividades de mantenimiento en el área. Entre las conclusiones recabadas, se pudo observar un mejoramiento sustancial con respecto a las mejoras propuestas, específicamente en el desempeño de la productividad de los trabajadores del área de mantenimiento, lo cual se cuantificó en un 40%.

Ahmad, Hossen, y Mithun (2018 págs. 239-256), en su artículo científico titulado “*Improvement of overall equipment efficiency of ring frame through total productive maintenance: a textile case*”, India, se enfocaron en la aplicación de la herramienta Kaizen, como una de las empleadas en el TPM para mejorar la eficiencia de uno de los equipos más críticos de la planta. Para esto, se empleó una metodología de tipo aplicada, donde se evaluaron las causas asignables por medio del diagrama de Pareto, de modo que pudiese diseñarse un programa de mantenimiento que permitiese a los empleados conocer acerca de las pérdidas por tiempos de falla y las formas sobre cómo solventar esas situaciones. En ese sentido, entre las conclusiones del trabajo, pudo observarse una mejora en la eficiencia del equipo de 75.09% a 86.02%, así como la productividad se vio incrementada en un 23.93%, revelando el beneficio de la aplicación del TPM.

En el mismo orden, Morales y Silva (2017 págs. 1013-1026)(2017), en su artículo científico titulado “*Mantenimiento productivo total (TPM) como herramienta para mejorar la productividad: caso de estudio de aplicación en el cuello de botella en una línea de producción de auto partes*”, Reino Unido, aplicaron la metodología del TPM como una estrategia para evitar pérdidas e incrementar la productividad dentro de la línea de producción de auto partes. La metodología de aplicación consistió en herramientas de calidad como las 5'S, así como la determinación de los pilares del TPM, posteriormente herramientas de Lean Manufacturing y

culminando con el diseño de la mejora continua del proceso. En los resultados se pudo observar una reducción de las horas pérdidas por mantenimiento en un 33.21% y un incremento en la producción del 10.7%.

A su vez, Thorat y Mahesha (2020 págs. 1508-1517) en su artículo nos indican que para lograr la calidad en la industria del moldeo por inyección de plástico se han realizado diferentes técnicas para su mejora, para ello concluyen que aplicando el TPM les brinda el enfoque de maximizar la capacidad de los insumos, ya sea recursos para lograr el producto como el recurso humano, obteniendo mayores utilidades para las empresas y aminorar los costos laborales.

Rahman y otros (2018 págs. 582-587) en su artículo científico nos da como objetivo es lograr la efectividad de la compañía de yute a través del TPM para minimizar las grandes pérdidas de equipo. Concluye que gracias a la Implementación del TPM se logra incrementar mejora en la producción de equipos, logrando el aumento de la efectividad en un 23.42%.

Sobre los **antecedentes a nivel nacional** contamos con, (Paricela, 2019) lo que buscó fue encontrar un incremento de la disponibilidad inherente de los equipos, reducción de paradas por fallas y disminución de sus costos operativos mediante un ahorro semestral de S/274,571 en situaciones de mayores frecuencias de fallas. Plantearon mejoras con el uso de las metodologías de las 5 S, y actividades de mantenimiento planificado y autónomo.

(Gutierrez, 2020) lo que comenzó fue realizar una auditoria de mantenimiento de los equipos de línea amarilla, la empresa tenía 7 excavadoras, 2 motoniveladoras y 2 rodillos y 1 cargador frontal, lo que logró fue incrementar la disponibilidad en promedio en 1% a los equipos de línea amarilla lo que generó un ingreso de S/ 8 574,53 mensuales.

(Cristian, 2020) realizó un análisis encontrando fallas en los vehículos por desgaste, se realizó un plan de mantenimiento preventivo y un programa de capacitación mecánica al personal operativo, buscando minimizar las paradas, logrando importantes ahorros, como disminución de alquiler de otras unidades (S/2,000), horas hombre (S/1,239), penalidades por faltas (S/1,133), resultando como ahorro promedio S/18,288 proyectados anuales.

Estrada (2017 págs. 154-158), en su investigación, el objetivo consistió en el incremento de la vida útil de la flota de vehículos, de modo que se pudiesen minimizar las fallas que se producían de manera frecuente. De acuerdo con la metodología, esta fue de tipo descriptiva, bajo un diseño experimental y alcance longitudinal para una muestra de cinco unidades. En cuanto a los resultados obtenidos, luego de la aplicación del TPM, se logró incrementar la disponibilidad de los camiones por medio de los nuevos parámetros de gestión del mantenimiento, así como la reducción considerable de las fallas; evidenciándose un índice de productividad de 0.46 a 0.72.

Cáceres y Gamez (2019 págs. 95-97) en su tesis nos expresa que, mediante el método de observación, se identificó como causa principal del problema de la empresa al área de mantenimiento, analizando las máquinas debido a la carencia y deficiente gestión de mantenimiento. Ante la implementación del TPM, se concluye que se incrementó la productividad en un 22.86%, logrando un 84.90% a través de la estandarización, en su eficiencia en un 90.07% y su eficacia en un 93.31%, gracias a la implementación de un Plan de Mantenimiento.

Peña (2017 pág. 253) en su tesis nos expresa que la empresa está incurriendo en errores como el excesivo mantenimiento correctivo a través de falta de indicadores, falta de procedimientos para reparación de equipos, falta de repuestos en almacén, ausencia de un plan de compras, que generan una pérdida anual a la empresa S/ 223,050 Soles, concluyendo que la implementación de un plan de mantenimiento incrementará la disponibilidad y rendimiento de las máquinas diseñando metodologías de recabar datos, dando

como resultado un plan piloto en el incremento del 35% de disponibilidad, ahorrando 151,000 Soles en el primer año y un desarrollo de las áreas.

Aponte (2017 págs. 73-86) planteó, en su investigación titulada *“Aplicación del mantenimiento productivo total para mejorar la productividad en el área de mantenimiento de los vehículos de carga en una empresa de transporte, Lima, 2017”*, Perú, donde el objetivo del estudio se enfocó en la determinación de la efectividad del TPM en el área de mantenimiento de la empresa. Con base a ello, la investigación tuvo una metodología de tipo aplicada, con un diseño experimental y enfocado hacia un periodo de 24 semanas, como población seleccionada. En cuanto a las técnicas, consistieron en la observación directa, de campo y el análisis documental. Asimismo, se empleó de la ficha de observación y registro para los datos. Posteriormente, entre las conclusiones del estudio, se destaca que la aplicación del TPM mejoró la productividad en un 11.79% con respecto a los valores registrados en años anteriores.

Picón (2017 págs. 118-123) en su investigación titulada *“Aplicación del mantenimiento productivo total (TPM) para la mejora de la productividad en la línea de producción de acabado de carretes de alambre de latón recocido de la empresa Tecnofil S.A., Independencia, 2017”*, Perú, tuvo como objetivo mejorar la productividad de la línea de producción a través de la implementación del TPM. Bajo una metodología de tipo aplicada y descriptiva, de diseño experimental, el cual fue aplicado a una población y muestra constituida por la empresa. En las conclusiones se pudo evidenciar una mejora en la productividad en el área de 10.33 kg/h a 13.36 kg/h. También aumentó la eficiencia entre las horas efectivas y las horas de trabajo, resultando en una mejora de 71% antes de la aplicación de TPM y 91% luego de su implementación.

Cáceres y Gamez (2019 págs. 95-98) en su investigación nos habla acerca de la baja productividad debido a que carecía de una gestión de mantenimiento para sus máquinas en el proceso de granallado, por lo cual implementando el TPM concluyó que mediante los 7 pilares del Mantenimiento autónomo y planificado logró un incremento de 22.86% en su productividad debido a la mejora en la implementación de los procedimientos.

Shupinhagua y Moya (2019 págs. 246-250) en su tesis nos indica que la empresa cuenta con baja calidad en los procesos de fabricación, debido a los desperdicios de un 20% y producto no conforme por la falta de estandarizar procesos, generando pérdidas de \$ 2'295,633 Dólares, siendo un impacto de 5.7% para la empresa, concluyendo que al implementar el TPM se logró el objetivo de aumentar de 92% al 95% en calidad, reducir el desperdicio al 13% y producto no conforme al 17%, siendo útil para quien desee mejorar sus procesos de producción.

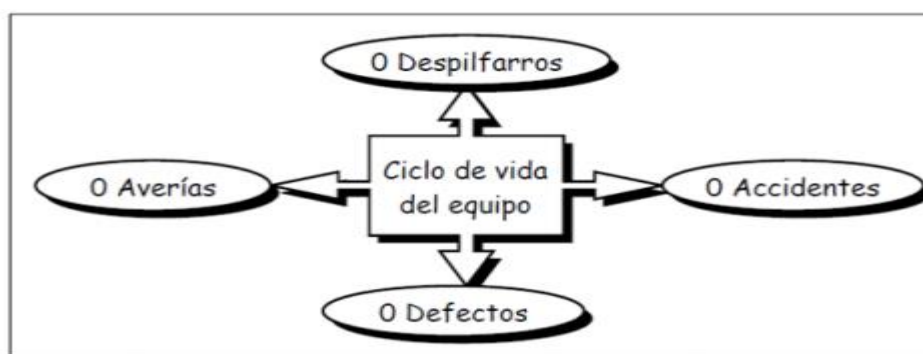
Torres (2018 págs. 36-42,124-126) en su tesis nos indica que en el proceso de embotellamiento de cerveza presenta problemas como: Falta de un Plan de Mantto, generando parada de máquinas en 587.41 horas, disminuyendo la disponibilidad de las máquinas y en el subllenado existe una variación de volumen en el líquido de la botella, generando pérdida para la empresa; concluyendo que la implementación del TPM incrementó la eficiencia de producción en un 79.72%, que mediante 5 pilares del TPM se consiguió la mejora, aprovechando un 69.87% en el proceso de embotellamiento, produciendo en 99.9% de productos buenos y la optimización de las máquinas en un 90.48% y un beneficio de Mano de obra en S/ 84,100.84 Soles.

Seminario (2017 págs. 116-121) en su tesis nos habla de la mala eficiencia de los equipos que existe en la empresa por la falta de un plan de mantenimiento, concluyendo que mediante la implementación del TPM logrará que sus máquinas sean más eficientes logrando un aumento de OEE de 46.32% a 66.24%, Disponibilidad de 72.40% a 81.79%, Efectividad de 73.26% a 86% y de calidad de 87.57% a 93.83%, mediante la información recabada a través de los formatos. Como teorías relacionadas al tema tenemos a Sistemas OEE (2016 pág. 1) define al TPM como la optimización de la utilización de herramientas y medios, que supriman fundamentos que no brinden valor agregado al artículo producido y Rey (2003 págs. 59-62) nos dice que es el grupo de técnicas que autorizan y avalan el proceso productivo de una compañía que siempre busca la mejora continua.

Chiedu y otros (2018 págs. 18115-18121) En su artículo científico nos habla acerca de buscar un mantenimiento óptimo para que resuelva los problemas de las empresas, lo cual les causa pérdidas, logrando que ante un estudio de TPM logra unir el mantenimiento con la productividad que le traerá como beneficio mayor productividad y ventaja competitiva en el mercado. Ante la discusión alcanzada, lograron concluir que las herramientas del TPM mejoran la calidad del producto, mayor rendimiento y rentabilidad, alcanzando la calidad.

Cuatrecasas (2010 pág. 33) nos indica que es una doctrina de tareas generadas en base al TPM en conjunto con todas las áreas y partes del proceso productivo de la compañía, desde la participación de los colaboradores hasta el mínimo plan de Mantenimiento preventivo y correctivo.

Figura N° 3: TPM



Fuente: Sistemas OEE

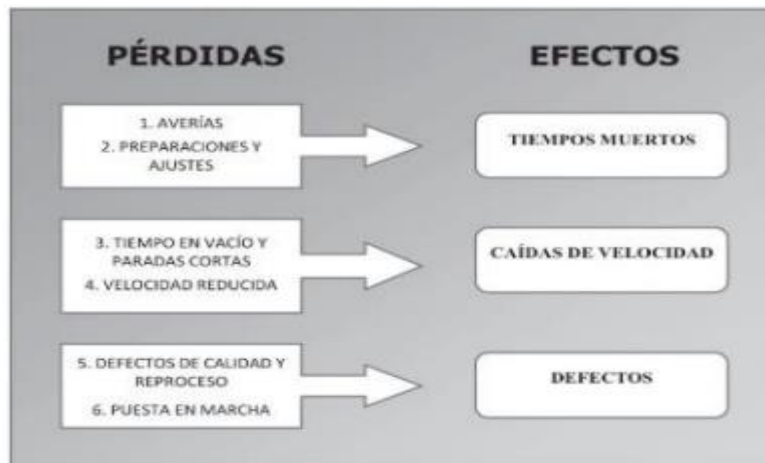
Los objetivos del TPM según Gonzáles (2005 pág. 116) es que las máquinas sean eficaces para poder producir un recurso suprimiendo principalmente las 6 grandes pérdidas, logrando una buena estrategia a través de una planificación constante, con la ayuda de la misión y visión de la compañía hacia la mejora.

Vrignat y otros (2019 págs. 86-96) nos indica sobre los indicadores del TPM, orientando a usar las herramientas para verificar el impacto en Tiempo medio entre fallos, permitiendo evaluar y realizar ajustes al programa de mantenimiento.

Se concluye que, a través de la propuesta de los indicadores de: Fiabilidad, Diagnóstico y Pronóstico, se logró alcanzar una política de mantenimiento que nos da como resultado 0 errores, 0 pérdidas.

Los principios del TPM, acerca de las 6 grandes pérdidas de los equipos, que según Okpala y otros (2018 págs. 18115-18121) nos da un enfoque global referente a la búsqueda de un mantenimiento óptimo, que no generen pérdidas para las empresas, la cual ha afectado el rendimiento de las empresas a nivel mundial, para ello se opta por la implementación del TPM que nos permitirá reducir y eliminar las 6 grandes pérdidas, usando herramientas que logren este objetivo, alcanzando 0 defectos a través de la mejora continua y aplicando bien sus herramientas y Cuatrecasas y Torrell (2012 págs. 676-677) que, para lograr la eficacia de los equipos, se deben suprimir los principales factores agrupados en 3 grupos, considerando la merma que representan para el proceso productivo.

Figura N° 4: Las 6 grandes pérdidas



Fuente: Gestión de mantenimiento de los equipos productivos.

Figura N° 5: Clasificación de las 6 grandes pérdidas

Tipo	Pérdidas	Tipo y características	Objetivo
Tiempos muertos y de vacío	1. Averías	Tiempos de paro del proceso por fallos, errores o averías casuales o crónicas de los equipos.	Eliminar
	2. Tiempos de reparación y ajuste de los equipos	Tiempos de paro del proceso por preparación de máquinas o útiles necesarios para su puesta en marcha.	Reducir al máximo
Pérdidas de velocidad del proceso	3. Funcionamiento de velocidad reducida	Diferencia entre velocidad actual y la de diseño del equipo según su capacidad. Se pueden contemplar además otras mejoras en el equipo para superar su velocidad de diseño.	Anular o hacer negativa la diferencia con el diseño
	4. Tiempo en vacío y paradas cortas	Intervalos de tiempo en el que el equipo está en espera para poder continuar. Paradas cortas por desajustes varios.	Eliminar
Productos o procesos defectuosos	5. Defectos de calidad y repetición de trabajos	Producción de defectos crónicos u ocasionales en el producto resultante y consecuentemente, en el modo de desarrollo de sus procesos.	Eliminar productos y procesos fuera tolerancias.
	6. Puesta en marcha	Pérdidas de rendimiento durante la fase de arranque del proceso, que pueden derivar de exigencias técnicas.	Minimizar según técnica.

Fuente: Gestión de mantenimiento de los equipos productivos

La estrategia de las 5'S según Cuatrecasas y Torrell (2010 págs. 129-144) mencionan que la mejora en la seguridad constituye en tener un ambiente sano y bueno; es una de las metas del TPM. La gestión de la seguridad está implícita en los objetivos del TPM: la meta para obtener cero averías y cero defectos evita equipos en mal estado que son lo más común en cuanto a riesgos. El personal operativo que maneja los equipos está capacitado y entrenado para encontrar, detectar y corregir las fallas y anomalías en el momento que se presentan.

Filscha y otros (2019 págs. 184-199) nos indica que en las empresas hay mucho tiempo de inactividad de las máquinas que inclusive, pueden parar la producción, la cual se enfocan en ello para lograr el mejor rendimiento y capacidad de las máquinas, siendo la OEE el problema principal, como consecuencia, la empresa logra pérdidas. Para ello se implementa la TPM para lograr mejorar de un 59% y se obtuvo como resultado un 85% aumentando el mantenimiento.

Eka y otros (2017 pág. 11) En su artículo nos hablan acerca de la evaluación al implementar el TPM, que mediante un estudio de las OEE durante 10 meses, este captó un resultado de 82.75% en la producción, siendo baja a nivel mundial (85%) y para la empresa (90%), esto por la pérdida de velocidad de las máquinas laminadoras. Después de realizar el estudio concluyen que el TPM a través de la OEE y sus herramientas logro reducir la pérdida de velocidad de las máquinas en un 44.79% de las pérdidas en el tiempo de investigación, aumento de calidad, optando por seguir con la mejora a través de implementar el TPM.

Adesta y otros (2018 pág. 8) En su artículo estudia acerca de la aplicación del TPM y los 8 pilares, su impacto en el rendimiento de fabricación, tomándose 50 empresas para procesar sus datos, de los cuales solo 22 fueron procesados. Para concluir, aplicando indicadores sobre los pilares, concluyen que de los 8 pilares, solo 4 son necesarios son altamente significativos para las empresas, debido a que inciden de manera fuerte y positiva a la productividad mientras que los 4 pilares restantes son menos significativos.

Los 8 pilares del TPM serán distribuidas por Mejora Focalizada: Según Carrasco (2014 pág. 313) es suprimir las pérdidas en áreas específicas durante el proceso productivo generadas por los equipos que conllevan a fallas.

Kigsirisin y otros (2016 págs. 260-267) En su artículo nos habla acerca de las empresas de agua que tienen problemas en el proceso de producción de agua, y para resolver aquel problema, deciden implementar los 8 pilares del TPM, para reducir averías, disminuir pérdida de agua y mejorar los equipos. Una vez implementado las herramientas, pudo mejorar la calidad, eficiencia del desempeño, eliminar la tasa de fallas e incrementar la disponibilidad de agua calificada para los clientes.

Mantenimiento Autónomo: Según Gómez (2001 pág. 97) se fundamenta en el compromiso de los colaboradores y los equipos, en su preservación e inspección diaria, manteniendo un buen ambiente laboral y condiciones para su producción, realizando acciones menores para mantener su buen funcionamiento, reduciendo mantenimiento correctivo y preventivo.

Mantenimiento Planificado: Según Mora (2009) se define como la eliminación o suprimir las fallas en los equipos a través de la mejora, prevención y predicción, en coordinación con mantenimiento y producción para la mejora de sus procesos.

Mantenimiento de Calidad: Según Gómez (2001 pág. 96) se define la inspección de las condiciones de los equipos que inciden de manera directa a la producción para aumentar la calidad, para lograr 0 defectos.

Prevención de Mantenimiento: Según Gómez (2001 pág. 96) se define como la realización de tareas o mantenimiento durante el proceso productivo del producto de las máquinas para lograr mejorar y optimización, reduciendo costos de mantenimiento.

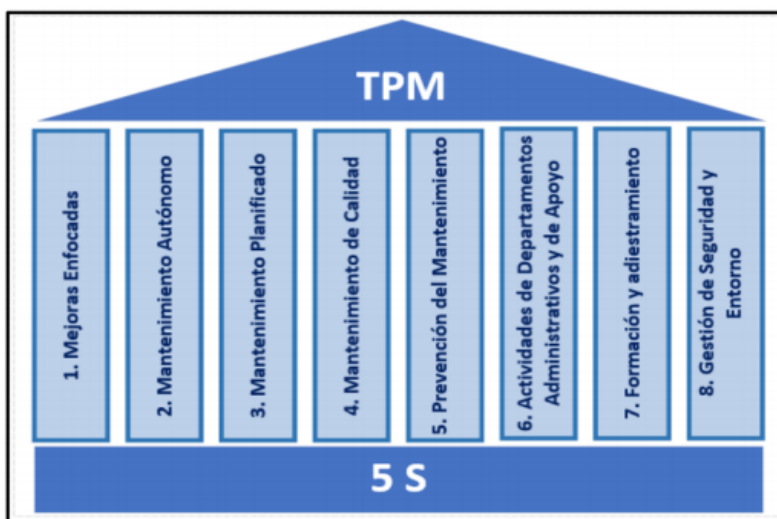
Departamento de Apoyo: Según Carrasco (2014 pág. 313) se define como la colaboración de las áreas involucradas en el proceso de producción para incrementar su eficiencia, reducir costos y mejorar la calidad.

Capacitación: Según Carrasco (2014 pág. 313) se define como la inducción que se brinda a los colaboradores para aumentar sus habilidades, para el logro del crecimiento laboral, mejora en la toma de decisiones y crecimiento.

Seguridad, Higiene y Medioambiente: Según Carrasco (2014 pág. 313) se define

como el reconocimiento de riesgos que se toman en la manipulación de equipos o maquinaria involucrada en el proceso productivo, ya que a mayor número de paradas cortadas aumenta el número de accidentes, lo cual se tiene como objetivo mejorar la salud y seguridad de los colaboradores.

Figura N° 6: 8 pilares del TPM



Fuente: Elaboración propia

Para mencionar a los **tipos de mantenimiento industrial**, hablaremos de los 3 principales: Mantenimiento Correctivo, que, según Datatec (2019) En cuanto al mantenimiento correctivo, en este caso la tarea está destinada a resolver un fallo o avería que ya se ha producido en el equipo. Consiste en reparar la máquina a su condición operativa inicial. Este tipo de mantenimiento es el más común en las empresas, dado en no confiar en su eficacia al 100% o no existe un plan de mantenimiento preventivo, debido a que no se prevee los fallos. Por consiguiente, el Mantenimiento Predictivo, según Alonso (2004 pág. 176) es la inspección que se realiza para observar la operatividad de los equipos que nos permite prevenir fallos mediante variables físicas que nos permiten observar los daños y lo que se necesita para un buen mantenimiento a tiempo. Y para finalizar, el Mantenimiento Preventivo, según Renovetec (2019) es la inspección anticipada para lograr prevenir averías en los equipos, evitando fallos que logren su operatividad y fiabilidad.

Para comentar sobre la **Productividad**, Según Gutiérrez (2010 pág. 20) Es el efecto de los recursos utilizados y la producción alcanzada. Según López (2012 pág. 124) señala que productividad es la capacidad de producción con el uso de los recursos adecuados, y que está ligado directamente con la eficiencia. (p, 16). Según Anaya (2016 págs. 7-10) señala que son los recursos alcanzados a través de herramientas o equipos para lograr un producto final.

Producción anual mínima

Figura N° 7: Producción de energía (últimos 12 meses 2020-2121)



Fuente: Elaboración propia

Se describe la Producción de energía en valores estadísticos, siendo Eje de Y los valores de energía alcanzada representadas en GWh frente al eje de X que representan los meses en recolección de datos, donde los gráficos de color azul es el valor alcanzado de energía según el viento y el valor delineado de rojo son los valores mínimos que han de representarse en la tabla N° 2.

Tabla N° 2: Producción de energía (últimos 12 meses 2020-2021)

	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
C E WAYRA	40.84	98.24	159.23	227.42	289.28	348.43	400.03	448.38	501.96	538.23	584.92	637.30
PPA	48.16	94.08	147.84	201.48	253.86	308.21	358.18	404.74	446.42	479.38	525.98	573.00
Total dif.	-7.3	4.2	11.39	25.94	35.42	40.23	41.85	43.65	55.54	58.85	58.94	64.30

Fuente: Elaboración propia

Ambos representan los valores de producción de energía mensual en la Central de Wayra versus la Producción Mínima que pide Osinergmin (valor azul Central y valor rojo Osinergmin), si no se logra podría causar una multa sustancial para la empresa que acarrearía pérdida, para ello, se realiza un control exhaustivo de todas las máquinas eólicas y logren la producción de energía deseada.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Los parámetros de tipo diseño de investigación, se le conoce como método de la investigación del tema elegido a investigar, es fundamental el elegir el método de investigación, ya que en base a lo mencionado el investigador será guiado, Cegarra (2011).

El proyecto se planteó con el tipo de investigación descriptivo correlacional, ya que esta emplea para contrastar el vínculo entre la variable independiente con la dependiente, enfocado en el efecto alcanzado de las muestras.

El diseño de investigación es Cuasi Experimental, debido a que se usó el saber científico y la Aplicación del TPM para la mejora de la Productividad de las máquinas eólicas, debido a que se realizó la observación de la variable Independiente para estudiar el efecto en la variable dependiente.

De acuerdo a Hernández (2014 pág. 4) el diseño será Cuasi experimental, aunque no sea tan fiable, fue muy útil para medir variables, escogiendo grupos sin necesidad de ser aleatorios para probar 1 variable.

El Nivel de investigación fue explicativa debido a que nos ayudó a demostrar métodos convenientes para lograr óptimos rendimientos.

El proyecto fue cuantitativo porque se utilizó la recolección de datos para así lograr o probar nuestra hipótesis planteada, claro está, en mediciones numéricas, haciendo uso de la estadística.

3.2 Variables y operacionalización

Para poder armar nuestro cuadro de operacionalización de variables, es indispensable hablar acerca de nuestra variable independiente TPM, que de manera Conceptual, según López (2009 pág. 14) El TPM se denomina técnica japonesa que, en los 70 buscaba la mejora continua entre: Operario, máquina y empresa, explorando la combinación de los colaboradores dentro de la compañía, ratificando maximizar la rentabilidad en el proceso Productivo, hasta alcanzar el 100%, a través de la eliminación de pérdidas como: Horas máquina perdida por mantenimiento correctivo o la no disponibilidad de máquinas; a su

vez, otorgar el mayor beneficio y calidad a sus productos, y por concepto Operacional: El estudio se basó en la variable aplicación de TPM que fue medido a través del mantenimiento autónomo basado en % de prevención de fallas de máquinas y mantenimiento planificado basado en el % cumplimiento en el plan de Mantenimiento.

(Lénaïc Sourget, 2019) Mantenimiento autónomo, es una gran contribución japonesa en el mantenimiento Industrial, en ello el operario es el responsable de las máquinas para que ellos mismos contribuyan en parte al mantenimiento, la cual incrementa considerablemente la productividad.

(Francisco Castela, 2017) Mantenimiento planificado, es aquel que se realiza en intervalos o criterios establecidos, el cual tiene la función de eliminar o reducir el fallo o degradación que dificulten de la operatividad de una máquina. Es el que cumple el rol de conservar el mayor tiempo de uso de los equipos o instalaciones, mediante programaciones de revisiones y reparaciones eventuales para garantizar el buen funcionamiento y fiabilidad.

En el caso de la variable dependiente, podemos hablar de la Productividad que de manera conceptual, según López (2012 pág. 16) señala que productividad es la capacidad de producción con el uso de los recursos adecuados, y que está ligado directamente con la eficiencia, y mediante el concepto Operacional: El estudio se basa en la variable productividad que fué medida a través de la producción mediante la energía producida y disponibilidad mediante la disponibilidad de máquina.

Anaya (2016 págs. 7-10) detalla cómo el Proceso Industrial y/o transformación de recursos para un fin o servicio empleando instrumentos y/o aparatos tecnológicos (máquinas). Luego de realizar el proceso se obtiene el Producto final.

$$\frac{\mathbf{PRODUCTO}}{\mathbf{INSUMO}} = \mathbf{PRODUCTIVIDAD}$$

Para definir la producción, según Carro y González (2012 pág. 1) es la elaboración de un bien o servicio en óptimas condiciones, con el fin de satisfacer las necesidades de los consumidores.

Factores de la producción

Anaya (2016 pág. 10) Para lograr un desarrollo progresivo en la producción se deben analizar y usar recursos necesarios para su fabricación como:

- El puesto de trabajo.
- Los recursos.
- Medio ambiente.

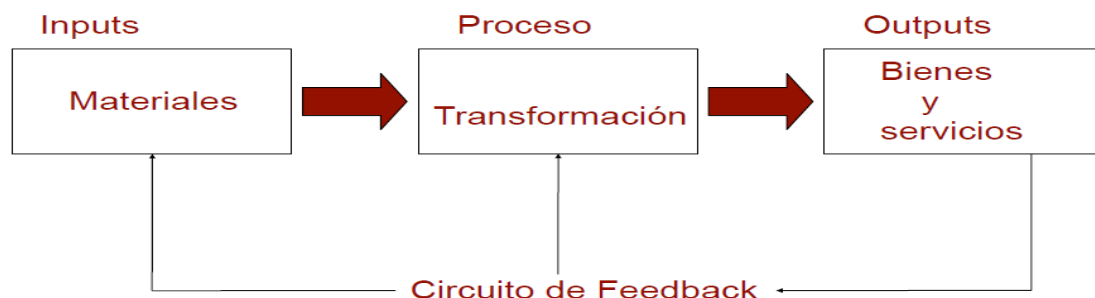
Proceso de producción

Hervacio (2019 págs. 29-31) Progresión de secuencias que permiten fabricar nuevos elementos (recursos) que aumentarán su valor. Se determina como la elaboración de nuevo producto con recursos indispensables para satisfacer demanda del mercado.

Sus elementos son:

- El material.
- El hombre (conocimientos y habilidades).
- La máquina (tecnología).
- El capital.

Figura N° 8: Secuencia de proceso de producción



Fuente: Elaboración Propia

Para definir el cumplimiento, Según Workmeter (2018) es el objetivo de toda productividad a través de un plan programado y ejecutado, que determine el porcentaje aumento significativo por unidad producida.

La disponibilidad en lo que se refiere a una máquina, (Alberti, 2020) es una medida para obtener resultados sobre el rendimiento de los elementos que lo componen en cuanto a una función determinada, en un momento dado, en un determinado tiempo, en cuanto a los criterios de tienen confiabilidad, mantenibilidad y soporte para el mantenimiento de los equipos. Para calcular la disponibilidad lo primordial es escoger y seguir las estrategias de mantenimiento adecuadas.

Tabla N° 3: Operacionalidad de las variables

Título: "Aplicación de la estrategia del Mantenimiento Productivo Total (TPM) para mejorar la productividad del Parque Eólico Wayra, Nazca - Perú 2021"

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES		TÉCNICA	INSTRUMENTO
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	LÓPEZ (2009 pág. 14) El TPM se denomina la técnica japonesa que, en los 70 buscaba la mejora continua entre: operario, máquina y empresa, explorando la combinación de los colaboradores dentro de la compañía, ratificando maximizar la rentabilidad en el proceso Productivo, hasta alcanzar el 100%, a través de la eliminación de pérdidas como: horas máquina perdida por Mantto correctivo o la no disponibilidad de máquinas; a su vez, otorgar el mayor beneficio y calidad a sus productos.	La investigación se fundamenta en la variable aplicación de TPM que será medida a través del mantenimiento autónomo mediante el % de prevención en fallas de máquinas y el mantenimiento planificado a través del % cumplimiento del plan de Mantenimiento.	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	% PREVENCIÓN EN FALLAS DE MÁQUINAS	$= \frac{\text{N. DE ACTIVIDADES EJECUTADAS DE MANTTO}}{\text{N. DE ACTIVIDADES PROGRAMADAS DE MANTTO}} \times 100$	OBSERVACIÓN	REGISTROS, FORMATOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
			MANTENIMIENTO PLANIFICADO	% CUMPLIMIENTO DEL PLAN DE MANTTO	$= \frac{\text{TOTAL MANTENIMIENTO EJECUTADO}}{\text{TOTAL MANTENIMIENTO PROGRAMADO}} \times 100$		
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES		TÉCNICA	INSTRUMENTO
PRODUCTIVIDAD	Según Jorge López Herrera (2010) señala que productividad es la capacidad de producción con el uso de los recursos adecuados, y que está ligado directamente con la eficiencia. (p, 16).	La investigación se fundamenta en la variable productividad que será medida a través de la producción a través del % de energía producida y la Disponibilidad mediante el tiempo medio de reparación (Mttr), tiempo medio entre fallas ((Mtbf) y la Disponibilidad.	PRODUCCIÓN	% INDICE DE ENERGÍA PRODUCIDA	$= \frac{\text{N. TOTAL DE ENERGIA PRODUCIDA}}{\text{N. DE PRODUCCIÓN TÉCNICA TOTAL}} \times 100$	OBSERVACIÓN	REGISTROS, FORMATOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
			DISPONIBILIDAD	TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN (MTTR)	$= \frac{\text{HORAS DE REPACI3N EN MAQUINAS E3LICAS}}{\text{N. DE PARADAS DE MÁQUINAS E3LICAS}} \times 100$		
				TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS (MTBF)	$= \frac{\text{HORAS TRABAJADAS DE MAQUINAS E3LICAS}}{\text{NÚMERO DE PARADAS DE MÁQUINAS E3LICAS}} \times 100$		
				DISPONIBILIDAD	$= \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF+MTTR}} \times 100$		

Fuente: Elaboración propia

3.3 Población (Criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis

La población estuvo conformada por las 42 máquinas del parque eólico de Wayra, las cuales conforman el total de nuestra población.

Según Hernández Sampieri (2014 pág. 174) La población para nuestro estudio se considera al grupo de individuos con la finalidad de nuestra investigación que se está desarrollando.

La muestra se determinó con la aplicación de la fórmula de población finita, para ello se indica lo siguiente:

N= 42 máquinas

Muestra:

$$n = \frac{Z^2 \times P \times Q \times N}{E^2(N - 1) + Z^2 \times P \times Q}$$

Se indica lo siguiente:

n = Número de elementos de la muestra

N = Número de elementos del universo

P y Q = probabilidad con las que se presenta el fenómeno si no se conoce P = 0.5 y Q = 0.5

Z² = Nivel de confianza 95% Z= 1.96

E = Margen de error permitido: 0.05

$$n = \frac{1.96^2 \times 0.5 \times 0.5 \times 42}{0.05^2 (42 - 1) + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}$$

n = 38 máquinas.

Según Hernández Sampieri (2014 págs. 173-175) La muestra es una parte o pequeña parte del universo o población de donde se juntan los antecedentes y lo representa. Nuestra muestra es de 38 máquinas eólicas que conforman el parque eólico de Wayra.

El muestreo será probabilístico, debido a que la investigación se centra en que los componentes tienen la opción de ser elegibles, a su vez, su objetivo es reducir el tamaño del error.

Para determinar el tamaño de muestra se ha usado el muestreo aleatorio simple, esto debido a que conocemos nuestra población total y se determinará al final 38 máquinas.

El análisis documental que nos brindó la compañía y permitió obtener información bibliográfica que se vincula al tema de investigación a través de tesis, artículos, revistas y otros documentos. Nos ayudó a verificar y analizar los formatos de la empresa que son revisados de manera mensual para la verificación de las fallas de máquinas eólicas, ocurrencias y el tiempo de para, con el fin de evaluar frecuencia y fallas de máquina.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas que se usarán para recolectar datos que serán tomados como muestra será:

La observación directa, que nos permitirá analizar la objetividad de la compañía, su realidad y el dilema primordial. Se tomó esta técnica para evaluar las variables independientes y dependientes, la cual nos ayudó a verificar el orden y disciplina de las actividades de Mantenimiento y la Productividad de las máquinas, la cual se realizará un diagnóstico que nos permitirá evaluar la situación actual.

El análisis documental que nos brindará la compañía y permitirá obtener información bibliográfica que se vincula al tema de investigación a través de tesis, artículos, revistas y otros documentos. Nos ayudó a verificar y analizar los formatos de la empresa que son revisados de manera mensual para la verificación de las fallas de máquinas eólicas, ocurrencias y el tiempo de para, con el fin de evaluar frecuencia y fallas de máquina.

Definir la causa raíz a través de Ishikawa, que nos permitirá definir las causas de los problemas. De Pareto que nos permitirá clasificar los problemas más importantes de la compañía de acuerdo a su criticidad. Nos permitirán saber los problemas que existen en el área de mantenimiento para poder evaluar y dar una solución factible en favor de la compañía.

Los instrumentos que usaremos para recolectar datos serán:

Fichas de observación directa, donde revisaremos los apuntes o registros del rendimiento alcanzado por cada máquina antes y después de la aplicación del TPM. En principio, observaremos a través de estas fichas las fallas que acontecen en las máquinas eólicas dentro de la Planta y reevaluar los procedimientos de respuesta ante ello.

A través de la entrevista a los encargados del área de Mantenimiento que nos permitirá obtener datos para darle un mayor peso a la investigación. Tiene con fin saber si los operarios de Mantenimiento cuentan con alguna capacitación eventual o un feedback de sus operaciones para así tener conocimiento de ello e implementar los procedimientos de capacitaciones.

A través de la encuesta, que nos indicará si está cumpliendo con las labores de mantenimiento en la Planta eólica Wayra en base a preguntas que deberán ser respondidas por los encargados del área de Mantenimiento. Esto ayudará a saber si se está cumpliendo con la seguridad de los operarios, lapsos de tiempo de respuesta ante eventuales fallas, buena área laboral y presentar mejoras.

Validez de los Instrumentos

Para lograr la validez se deberá medir la variable que se desea estudiar, a través de la validez de constructo, debido a que se relacionará con otras mediciones (tesis e hipótesis en libros) enfocados a lo que se medirá de manera científica y la validación técnica, que nos permitirá de manera externa, a través de juicio de expertos, poder revisar nuestros instrumentos y obtener una mejor recolección de datos, a su vez, será medido a través de la matriz de consistencia, operacionalización de las variables.

Para la validación de los instrumentos se recurrió a la experiencia y criterio de jueces expertos para ello se realizó una encuesta con preguntas referentes al constructo, contenido e Instrumentos de la investigación y para el procesamiento de la información se recurrió al método de V de Aiken.

$$V = \frac{S}{n(c - 1)}$$

Donde:

S: Sumatoria de Si

Si: Valor asignado por el juez

n: número de jueces

c: número de valores en la escala de valoración = 2

Tabla N° 4: Prueba V de Aiken

N°	Constructo			Contenido			Criterio			TOTALES
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	
E1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	7
E2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
E3	1	0	0	1	1	1	1	0	1	6
E4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
E5	1	1	0	1	1	1	1	1	1	8
E6	1	1	1	0	1	1	1	0	1	7
E7	1	1	1	1	0	1	1	1	1	8
E8	1	1	0	1	0	1	1	1	1	7
E9	1	0	0	1	1	1	1	0	1	6
E10	1	1	1	1	0	1	1	1	1	8
TOTALES	10	8	6	9	7	10	9	6	10	
P	1.00	0.80	0.60	0.90	0.70	1.00	0.90	0.60	1.00	
V AIKEN	0.83									

RANGO	GRADO
0,9 - 1	EXCELENTE
0,8 - 0,9	BUENA
0,7 - 0,8	ACEPTABLE
0,6 - 0,7	DEBIL
0,5 - 0,6	POBRE
< 0,5	INACEPTABLE

En la tabla se puede apreciar que se ha obtenido un índice como resultado de 0.83, Validándose el constructo como BUENA, de acuerdo a la encuesta realizada a juicio de los expertos, del contenido e instrumentos de recolección de datos de la investigación.

Confiabilidad de los instrumentos

Se realizó a través del método de Alpha de Cronbach donde se midió los datos de los indicadores de la variable dependiente a través del software SPSS.

Escala de Alpha de Cronbach.

α : Alfa de Cronbach

k : Número de ítems

V_i : Varianza de cada ítem

V_t : Varianza del total

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum V_i}{V_t} \right]$$

Figura N° 9: Prueba de Confiabilidad

Escala: ALL VARIABLES

Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	32	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	32	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,930	5

Fuente: Programa SPSS 25.0

Se obtuvo como resultado un Alfa de Cronbach de 0.930, lo que indica de acuerdo a la escala que los datos recopilados con los instrumentos de la **variable independiente y dependiente** son CONFIABLES.

3.5 Procedimientos

Los procedimientos seguidos para la recolección de información se establecieron de la siguiente manera:

- Determinar la forma de recolección de datos determinando el problema detectado y las fases antes de la investigación.
- Elegir uno o varias herramientas o instrumentos para reunir los datos.
- Utilizar los instrumentos.
- Elaborar o conseguir los datos necesarios.
- Recopilar los datos.
- Eliminar los datos no necesarios para la investigación.
- Registrar los datos y proporcionarlos para su estudio.

Para lograr el procedimiento de recolección de datos, se siguió los siguientes puntos:

Autorización: Se pidió la autorización de la alta dirección (Gerentes) para poder realizar la recolección de la información de la empresa, a fin de no tener ningún inconveniente en el proceso y tener la validez de que los datos serán reales.

Objetivo: Seleccionar la muestra de las máquinas eólicas para medir su autoconcepto a través de formatos y registros que nos brinden información acerca de su productividad de energía eléctrica.

Unidad de Análisis: La unidad de análisis fueron las máquinas eólicas dentro de la Planta Wayra que producen energía eléctrica, ubicándose en la ciudad de Nazca.

Método: Los datos se recolectaron a través de registros, formatos, observación directa y entrevista a los operarios del área de mantenimiento, los cuales se prepararon a través de una matriz de datos para su procesamiento futuro a través del SPSS.

Recursos: el tiempo de observación que determinó el análisis antes de la implementación, que será de 16 semanas aproximadamente (Pre; Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre y Post; Febrero, Marzo, Abril y Mayo), en Enero fue la implementación. El recurso humano (operarios del área de mantenimiento) fueron entrevistados para saber la situación actual del plan de mantenimiento que mantiene la empresa y que se utilizó para poder verificar las fallas y poder resolverlas a futuro.

Proceso: Se analizaron los reportes de las 38 máquinas eólicas como muestra para saber la situación actual de cada uno de los componentes que generan energía eléctrica. De este análisis se determinó las acciones a tomar para poder contrarrestar los incidentes, fallas o errores en el plan de mantenimiento que generan las paras o no genera producción de energía, la cual se transfirió a una matriz de datos.

Supervisión: Se supervisó el área de mantenimiento para analizar los procedimientos en los mantenimientos de las máquinas eólicas, a fin de encontrar las soluciones pertinentes.

El diseño de la Implementación de la metodología TPM de propuesta fue la siguiente:

Paso 1: Compromiso de la Alta Dirección.

Paso 2: Información de la Metodología TPM a Implementar a toda la empresa y sobre todo, al área de Mantenimiento.

Paso 3: Establecer el área responsable: Mantenimiento.

Paso 4: Definir las metas básicas de la Implementación.

Paso 5: Capacitación al Personal del área de Mantenimiento Sobre el TPM.

Paso 6: Ubicación del problema (Máquinas Eólicas) y la situación de ellas (realidad).

Paso 7: Detallar al equipo de Área de Mantenimiento para medir la Producción y el cumplimiento de las máquinas.

Paso 8: Diseño e implementación del TPM.

Paso 9: Evaluación de los resultados.

Paso10: Ejecución de una auditoria al área y retorno al inicio del ciclo (mejora continua).

Luego se realizó la implementación de la siguiente forma:

Paso 1: Preparación

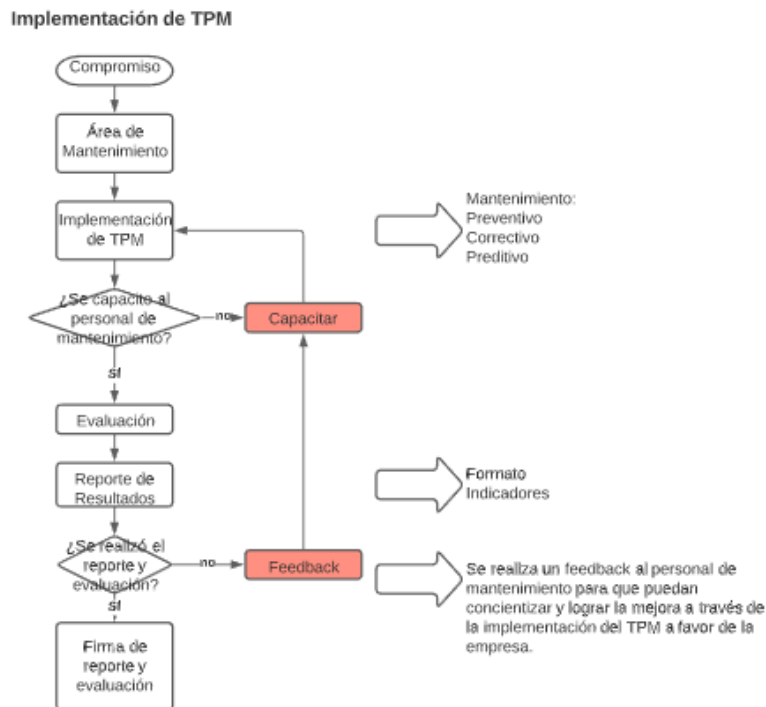
La compañía decidió llevar esta implementación informando a todo el personal de mantenimiento a involucrarse.

Paso 2: Capacitación al personal: Se brindó inducción al área específica para aplicar la Implementación del TPM.

Paso 3: Implementación del TPM: Se realizó la implementación al área de mantenimiento para que se pueda eliminar los errores que producen las paradas de máquina en perjuicio de la compañía.

Paso 4: Evaluación y control del TPM: Se realizó auditorías y control de los procedimientos del TPM para constatar su mejora.

Paso 5: Evaluación del impacto del TPM: Se evaluó la incidencia del TPM en la compañía.



3.6 Métodos de análisis de datos

El método de análisis a usar fue descriptivo, debido a que se usaron datos históricos de la compañía, para observar su comportamiento y describir cómo se abordó el problema, que permitió alcanzar la mejor decisión posible, por lo que se logró obtener la información mediante el uso de tablas estadísticas, y los gráficos correspondientes, mediante el Excel, además usamos la estadística, mediante el uso del programa SPSS, así determinamos nuestro incremento de la productividad usando el TPM.

3.7 Aspectos éticos

Los involucrados se responsabilizaron en brindar datos honestos, a proteger la identidad y autenticidad de los resultados que se lograron a través de la investigación, a la privacidad de los mismos, al consentimiento de entrega y uso de los datos de la empresa para fines de la investigación y su mejora, a la confidencialidad, al manejo de riesgos, a la observación participante, a la sensibilidad de las ideas, a la confianza del fin de la investigación y a la imparcialidad sobre el estudio realizado.

IV. RESULTADOS

Análisis descriptivo

Variable independiente: Mantenimiento Productivo Total

Dimensión: Mantenimiento Autónomo

% Prevención de Fallas de Máquina

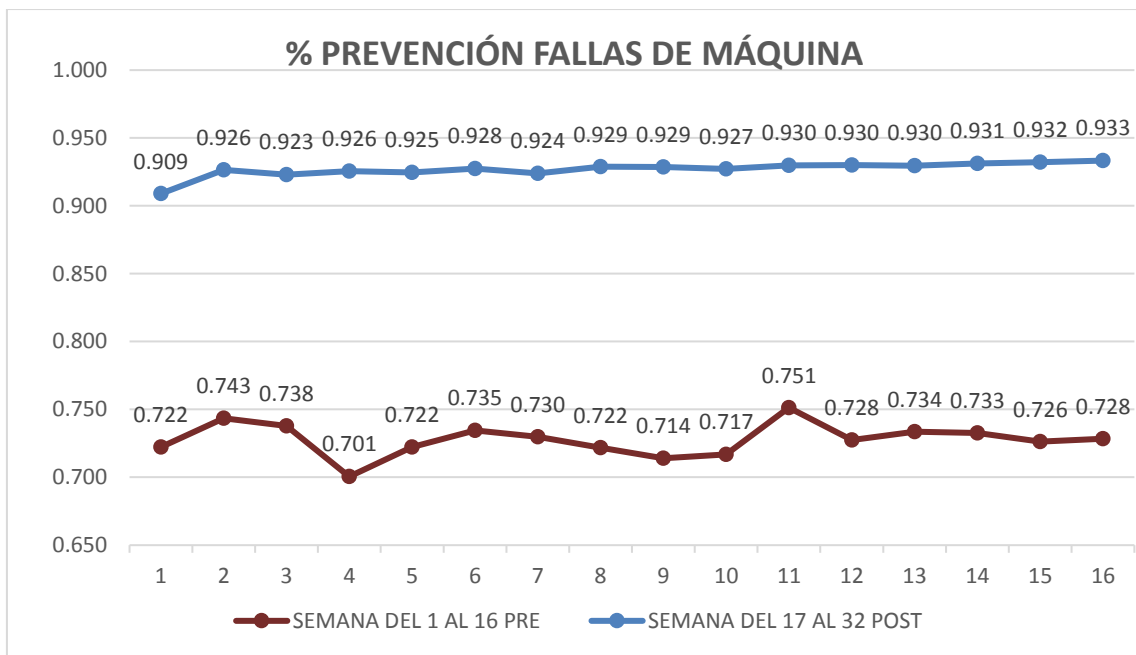
Tabla 5: Datos de Indicador Prevención de Fallas de Máquina

Test	SEMANAS	Número de actividades realizadas A	Número de actividades programadas B	Prevención en fallas de máquina A/B
SEMANA DEL 1 AL 16 PRE	1	683	945	0.722
	2	703	945	0.743
	3	697	945	0.738
	4	662	945	0.701
	5	683	945	0.722
	6	694	945	0.735
	7	690	945	0.730
	8	682	945	0.722
	9	675	945	0.714
	10	678	945	0.717
	11	710	945	0.751
	12	688	945	0.728
	13	693	945	0.734
	14	692	945	0.733
	15	686	945	0.726
	16	688	945	0.728
	Enero	0	0.0	IMPLEMENTACIÓN
SEMANA DEL 17 AL 32 POST	17	859	945	0.909
	18	876	945	0.926
	19	872	945	0.923
	20	875	945	0.926
	21	874	945	0.925
	22	877	945	0.928
	23	873	945	0.924
	24	878	945	0.929
	25	878	945	0.929
	26	876	945	0.927
	27	879	945	0.930
	28	879	945	0.930
	29	879	945	0.930
	30	880	945	0.931
	31	881	945	0.932
	32	882	945	0.933

Fuente: Elaboración Propia

Se observa en la tabla 5 que el resultado de la prevención de fallas de máquina antes de la mejora (Semana 1 a Semana 16) presenta un 72.80%, mientras que el resultado promedio después de la mejora (Semana 17 a Semana 32) se mejoró a un 92.70% demostrándose que la prevención de fallas de máquina brinda una mayor disponibilidad de las máquinas eólicas necesarios para la Productividad.

Figura N° 10: Porcentaje Prevención Fallas de Máquina



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6: Estadística Descriptiva Pre y Post Prevención en Fallas de Máquina

Variable Independiente			
<i>Prevención en fallas de máquina Pre</i>		<i>Prevención en fallas de máquina Post</i>	
Media	0.72767857	Media	0.92695106
Error típico	0.00299878	Error típico	0.00140711
Mediana	0.72791005	Mediana	0.92804233
Moda	0.72222222	Moda	#N/A
Desviación estándar	0.0119951	Desviación estándar	0.00562846
Varianza de la muestra	0.00014388	Varianza de la muestra	0.00003168
Curtosis	1.02073847	Curtosis	6.95133734
Coficiente de asimetría	-0.2441232	Coficiente de asimetría	-2.272994
Rango	0.05079365	Rango	0.02433862
Mínimo	0.7005291	Mínimo	0.90899471
Máximo	0.75132275	Máximo	0.93333333
Suma	11.6428571	Suma	14.8312169
Cuenta	16	Cuenta	16
Nivel de confianza(95,0%)	0.00639174	Nivel de confianza(95,0%)	0.00299919
Coficiente de Variación	0.01648407	Coficiente de Variación	0.00607201

Dimensión: Mantenimiento Planificado

% Cumplimiento del Plan de Mantenimiento

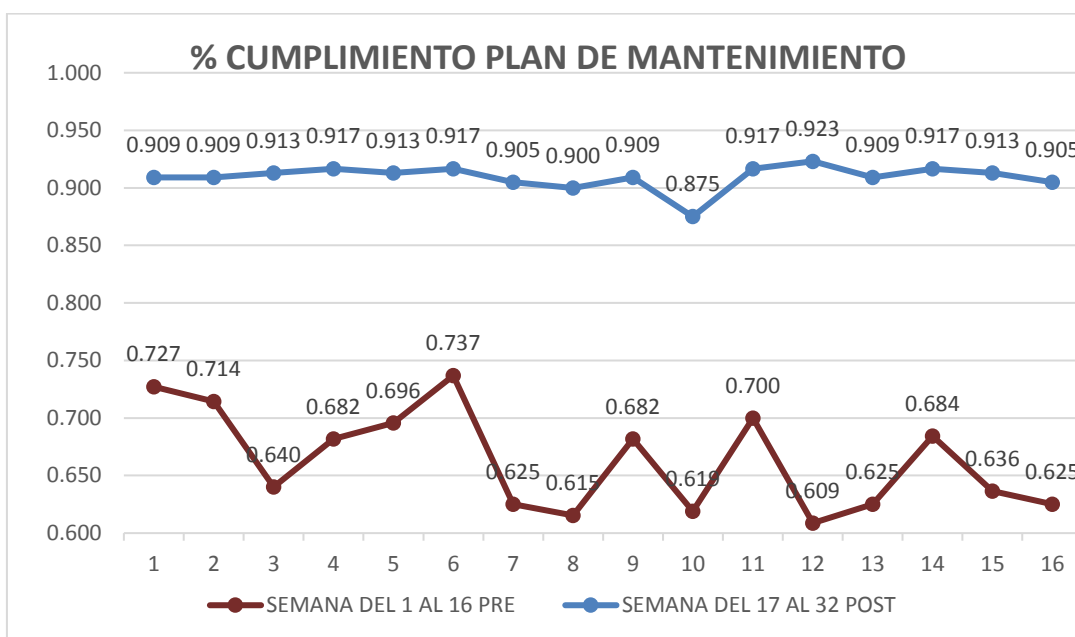
Se observa en la tabla 07 que el resultado del Cumplimiento del Plan de Mantenimiento antes de la mejora (Semana 1 a Semana 16) presenta un 66.35%, mientras que el resultado promedio después de la mejora (Semana 17 a Semana 32) se mejoró a un 90.94% demostrándose que el Cumplimiento del Plan de Mantenimiento brinda una mayor disponibilidad de las máquinas eólicas necesarios para la Productividad.

Tabla 7: Datos de Indicador Cumplimiento del Plan de Mantenimiento

Test	SEMANAS	Mtto ejecutado A	Mtto. Programado B	Cumplimiento de plan mantenimiento A/B
SEMANA DEL 1 AL 16 PRE	1	4	6	0.727
	2	4	5	0.714
	3	4	6	0.640
	4	4	6	0.682
	5	4	6	0.696
	6	4	5	0.737
	7	4	6	0.625
	8	4	7	0.615
	9	4	6	0.682
	10	3	5	0.619
	11	4	5	0.700
	12	4	6	0.609
	13	4	6	0.625
	14	3	5	0.684
	15	4	6	0.636
	16	4	6	0.625
	Enero	0	0	IMPLEMENTACIÓN
SEMANA DEL 17 AL 32 POST	17	5	6	0.909
	18	5	6	0.909
	19	5	6	0.913
	20	6	6	0.917
	21	5	6	0.913
	22	6	6	0.917
	23	5	5	0.905
	24	5	5	0.900
	25	5	6	0.909
	26	5	6	0.875
	27	6	6	0.917
	28	6	7	0.923
	29	5	6	0.909
	30	6	6	0.917
	31	5	6	0.913
	32	5	5	0.905

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 11: Porcentaje Cumplimiento Plan de Mantenimiento



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8: Estadística Descriptiva Pre y Post Cumplimiento de Plan de Mantenimiento

Variable Independiente			
Cumplimiento de Plan mantenimiento Pre		Cumplimiento de Plan mantenimiento Post	
Media	0.66352445	Media	0.90936009
Error típico	0.01090131	Error típico	0.00270278
Mediana	0.66090909	Mediana	0.91106719
Moda	0.625	Moda	0.90909091
Desviación estándar	0.04360524	Desviación estándar	0.01081111
Varianza de la muestra	0.00190142	Varianza de la muestra	0.00011688
Curtosis	-1.47458736	Curtosis	6.86489638
Coficiente de asimetría	0.29204913	Coficiente de asimetría	-2.24842104
Rango	0.12814645	Rango	0.04807692
Mínimo	0.60869565	Mínimo	0.875
Máximo	0.73684211	Máximo	0.92307692
Suma	10.6163911	Suma	14.5497615
Cuenta	16	Cuenta	16
Nivel de confianza(95,0%)	0.02323559	Nivel de confianza(95,0%)	0.00576083
Coficiente de Variación	0.06571761	Coficiente de Variación	0.0118887

Variable dependiente: Productividad

Dimensión: Producción

Índice de Energía Producida

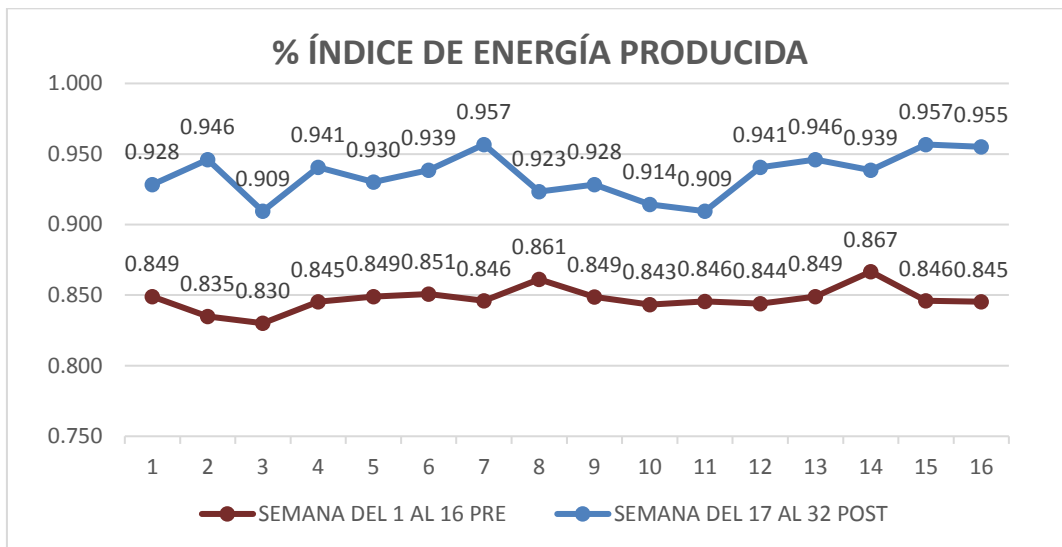
Tabla 9: Datos de Indicador Índice de Energía Producida

Test	SEMANA	Total de energía producida A	Producción Técnica B	Índice Energía Producida A/B
SEMANA DEL 1 AL 16 PRE	1	13372	15750.0	0.849
	2	13150	15750.0	0.835
	3	13074	15750.0	0.830
	4	13315	15750.0	0.845
	5	13372	15750.0	0.849
	6	13400	15750.0	0.851
	7	13324	15750.0	0.846
	8	13565	15750.0	0.861
	9	13370	15750.0	0.849
	10	13283	15750.0	0.843
	11	13319	15750.0	0.846
	12	13294	15750.0	0.844
	13	13372	15750.0	0.849
	14	13650	15750.0	0.867
	15	13324	15750.0	0.846
	16	13315	15750.0	0.845
Implementación				
SEMANA DEL 17 AL 32 POST	17	14622	15750	0.928
	18	14900	15750	0.946
	19	14324	15750	0.909
	20	14815	15750	0.941
	21	14650	15750	0.930
	22	14783	15750	0.939
	23	15069	15750	0.957
	24	14544	15750	0.923
	25	14622	15750	0.928
	26	14400	15750	0.914
	27	14324	15750	0.909
	28	14815	15750	0.941
	29	14900	15750	0.946
	30	14783	15750	0.939
	31	15069	15750	0.957
	32	15044	15750	0.955

Fuente: Elaboración Propia

Se observa en la tabla 9 que el resultado de Índice de Energía Producida antes de la mejora (Semana 1 a Semana 16) presenta un 84.72%, mientras que el resultado promedio después de la mejora (Semana 17 a Semana 32) se mejoró a un 93.52% demostrándose que el Índice de Energía Producida brinda una mayor Productividad de las máquinas eólicas necesarios para cumplir con el margen que Osinergmin y una mayor Rentabilidad a la empresa.

Figura N° 12: Porcentaje Índice de Energía Producida



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10: Estadística Descriptiva Pre y Post Índice de Energía Producida

<i>Índice de Energía Producida Pre</i>		<i>Índice de Energía Producida Post</i>	
Media	0.84720833	Media	0.93515873
Error típico	0.0021235	Error típico	0.00390557
Mediana	0.84596825	Mediana	0.9385873
Moda	0.84903175	Moda	0.92839683
Desviación estándar	0.00849401	Desviación estándar	0.01562229
Varianza de la muestra	0.000072148	Varianza de la muestra	0.00024406
Curtosis	1.86210594	Curtosis	-0.85016803
Coficiente de asimetría	0.39843353	Coficiente de asimetría	-0.28803648
Rango	0.03655556	Rango	0.04726984
Mínimo	0.83009524	Mínimo	0.90946032
Máximo	0.86665079	Máximo	0.95673016
Suma	13.5553333	Suma	14.9625397
Cuenta	16	Cuenta	16
Nivel de confianza(95,0%)	0.00452614	Nivel de confianza(95,0%)	0.00832453
Coficiente de Variación	0.01002588	Coficiente de Variación	0.0167055

Dimensión: Disponibilidad

Tiempo medio de reparación – Tiempo medio entre fallas

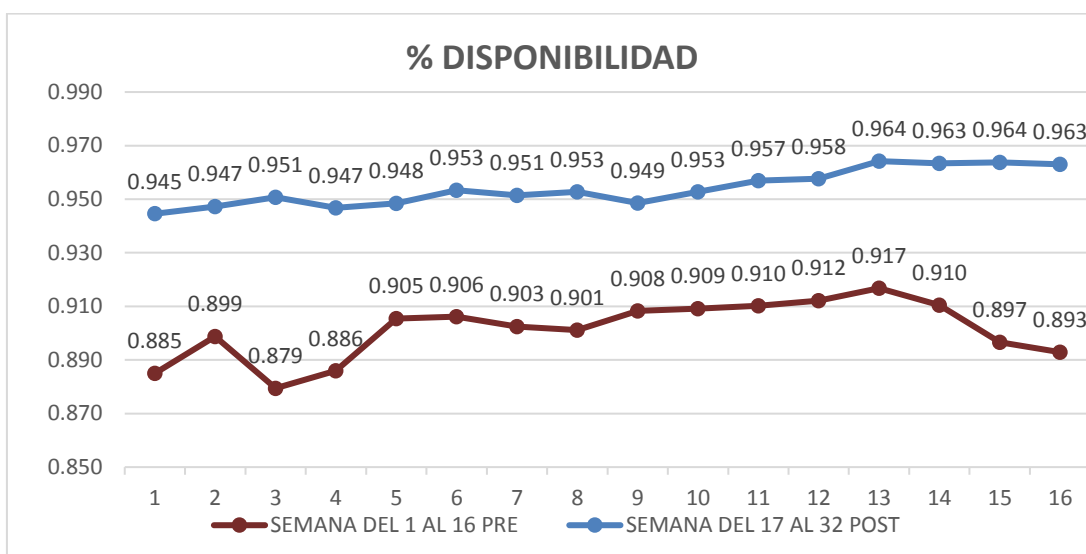
Se observa en la tabla 11 que el resultado del Tiempo medio de Reparación y Tiempo medio entre fallas antes de la mejora (Semana 1 a Semana 16) presenta un 90.13%, mientras que el resultado promedio después de la mejora (Semana 17 a Semana 32) se mejoró a un 95.41% demostrándose que MTBF + MTTR brinda una mayor Disponibilidad de las máquinas eólicas necesarios para cumplir con la Productividad de la empresa.

Tabla 11: Datos de Indicador Tiempo Medio de Reparación y Tiempo Medio entre fallas

Test	SEMANA	Horas trabajadas ideal	Horas trabajadas	Horas de Reparación	N° de paradas	MTBF A	MTTR B	Disponibilidad A/(A+B)
SEMANA DEL 1 AL 16 PRE	1	3780	2863	372	23	125.82	16.35	0.885
	2	3780	3080	347	22	141.62	15.95	0.899
	3	3780	2408	330	30	80.25	11.00	0.879
	4	3780	2855	368	25	114.20	14.70	0.886
	5	3780	3423	358	19	182.53	19.07	0.905
	6	3780	3425	355	22	157.48	16.31	0.906
	7	3780	3412	369	29	118.66	12.82	0.903
	8	3780	3406	374	25	137.63	15.10	0.901
	9	3780	3433	347	24	144.56	14.60	0.908
	10	3780	3437	343	22	156.22	15.60	0.909
	11	3780	3441	339	22	154.64	15.25	0.910
	12	3780	3448	332	22	160.37	15.44	0.912
	13	3780	3481	316	20	171.90	15.60	0.917
	14	3780	3530	347	27	131.96	12.97	0.910
	15	3780	2863	330	23	127.22	14.67	0.897
	16	3780	2855	343	25	114.20	13.70	0.893
Implementación								
SEMANA DEL 17 AL 32 POST	17	3780	3571	210	48	74.39	4.36	0.945
	18	3780	3581	200	47	76.18	4.24	0.947
	19	3780	3594	186	45	79.86	4.14	0.951
	20	3780	3579	201	46	77.80	4.38	0.947
	21	3780	3585	195	49	73.16	3.98	0.948
	22	3780	3604	176	39	92.40	4.52	0.953
	23	3780	3597	184	49	73.40	3.74	0.951
	24	3780	3602	179	40	90.04	4.46	0.953
	25	3780	3481	189	35	99.46	5.39	0.949
	26	3780	3530	175	35	100.86	5.00	0.953
	27	3780	3552	160	39	91.07	4.10	0.957
	28	3780	3590	159	36	99.73	4.41	0.958
	29	3780	3597	134	35	102.76	3.81	0.964
	30	3780	3642	139	34	107.10	4.07	0.963
	31	3780	3667	138	24	152.79	5.75	0.964
	32	3780	3689	142	22	167.66	6.43	0.963

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 13: Porcentaje Disponibilidad



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12: Estadística Descriptiva Pre y Post Disponibilidad

<i>Índice de disponibilidad Pre</i>		<i>Índice de disponibilidad Post</i>	
Media	0.90131484	Media	0.95409634
Error típico	0.00270267	Error típico	0.00165658
Mediana	0.90396825	Mediana	0.95277215
Moda	#N/A	Moda	#N/A
Desviación estándar	0.0108107	Desviación estándar	0.00662633
Varianza de la muestra	0.00011687	Varianza de la muestra	0.000043908
Curtosis	-0.41010339	Curtosis	-1.19661423
Coefficiente de asimetría	-0.70363472	Coefficiente de asimetría	0.39613641
Rango	0.03732435	Rango	0.0196324
Mínimo	0.87945205	Mínimo	0.94457672
Máximo	0.9167764	Máximo	0.96420912
Suma	14.4210374	Suma	15.2655414
Cuenta	16	Cuenta	16
Nivel de confianza(95,0%)	0.00576062	Nivel de confianza(95,0%)	0.00353092
Coefficiente de Variación	0.01199437	Coefficiente de Variación	0.00694514

Productividad

En la tabla 13 el resultado de la Productividad antes de la mejora (Semana 1 a Semana 16) presenta un 76.36%, mientras que el resultado promedio después de la mejora (Semana 17 a Semana 32) se mejoró a un 89.23% demostrándose que al realizar un buen Mantenimiento Autónomo y Mantenimiento Planificado de las máquinas eólicas aumentará con la Productividad de la empresa.

Tabla 13: Datos de Productividad

Test	SEMANA	Índice Energía Producida A	Disponibilidad B	Productividad A*B
SEMANA DEL 1 AL 16 PRE	1	0.849	0.885	0.751
	2	0.835	0.899	0.750
	3	0.830	0.879	0.730
	4	0.845	0.886	0.749
	5	0.849	0.905	0.769
	6	0.851	0.906	0.771
	7	0.846	0.903	0.763
	8	0.861	0.901	0.776
	9	0.849	0.908	0.771
	10	0.843	0.909	0.767
	11	0.846	0.910	0.770
	12	0.844	0.912	0.770
	13	0.849	0.917	0.778
	14	0.867	0.910	0.789
	15	0.846	0.897	0.759
	16	0.845	0.893	0.755
Implementación				
SEMANA DEL 17 AL 32 POST	17	0.928	0.945	0.877
	18	0.946	0.947	0.896
	19	0.909	0.951	0.865
	20	0.941	0.947	0.891
	21	0.930	0.948	0.882
	22	0.939	0.953	0.895
	23	0.957	0.951	0.910
	24	0.923	0.953	0.880
	25	0.928	0.949	0.881
	26	0.914	0.953	0.871
	27	0.909	0.957	0.870
	28	0.941	0.958	0.901
	29	0.946	0.964	0.912
	30	0.939	0.963	0.904
	31	0.957	0.964	0.922
	32	0.955	0.963	0.920

Tabla 14: Estadística Descriptiva Pre y Post Productividad

<i>Índice de Productividad Pre</i>		<i>Índice de Productividad Post</i>	
Media	0.76363799	Media	0.89226664
Error típico	0.00354357	Error típico	0.00453212
Mediana	0.7677502	Mediana	0.8926818
Moda	#N/A	Moda	#N/A
Desviación estándar	0.01417428	Desviación estándar	0.01812848
Varianza de la muestra	0.00020091	Varianza de la muestra	0.00032864
Curtosis	0.93732203	Curtosis	-1.14679162
Coefficiente de asimetría	-0.61754607	Coefficiente de asimetría	0.18002777
Rango	0.05905468	Rango	0.05738246
Mínimo	0.73002896	Mínimo	0.86464895
Máximo	0.78908365	Máximo	0.9220314
Suma	12.2182079	Suma	14.2762662
Cuenta	16	Cuenta	16
Nivel de confianza(95,0%)	0.00755294	Nivel de confianza(95,0%)	0.00965998
Coefficiente de Variación	0.01856151	Coefficiente de Variación	0.02031733

Análisis inferencial: Prueba de Normalidad de datos de variable respuesta.

Antes de demostrar la hipótesis, se realizó la prueba de normalidad para la variable respuesta; con la finalidad verificar si nuestros datos presentan un comportamiento paramétrico o no paramétricos, debido a que la muestra de nuestros datos es menor a 50 nos apoyamos en el método de Shapiro Wilk, basándonos en las indicaciones de Hernández Sampieri.

La prueba se realizó introduciendo los datos resultado tabla 15 en el software estadístico SPSS 25.0 con un nivel de confianza del 95% bajo la siguiente regla de decisión

Regla de decisión

Si $p \leq 0.05$ los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si $p > 0.05$ los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

Tabla 15: Datos de la Variable Respuesta

SEMANAS	Índice Energía Producida PRE	Índice Energía Producida POST	Disponibilidad PRE	Disponibilidad POST	Productividad PRE	Productividad POST
1	0.8490	0.9284	0.8850	0.9446	0.7514	0.8769
2	0.8349	0.9460	0.8988	0.9472	0.7504	0.8961
3	0.8301	0.9095	0.8795	0.9507	0.7300	0.8646
4	0.8454	0.9406	0.8860	0.9468	0.7490	0.8905
5	0.8490	0.9301	0.9054	0.9484	0.7687	0.8821
6	0.8508	0.9386	0.9062	0.9534	0.7709	0.8948
7	0.8460	0.9567	0.9025	0.9515	0.7635	0.9103
8	0.8613	0.9234	0.9011	0.9528	0.7761	0.8798
9	0.8489	0.9284	0.9083	0.9486	0.7710	0.8806
10	0.8433	0.9143	0.9092	0.9528	0.7668	0.8711
11	0.8456	0.9095	0.9103	0.9569	0.7697	0.8703
12	0.8440	0.9406	0.9122	0.9577	0.7699	0.9008
13	0.8490	0.9460	0.9168	0.9642	0.7784	0.9121
14	0.8667	0.9386	0.9105	0.9634	0.7891	0.9042
15	0.8460	0.9567	0.8966	0.9637	0.7585	0.9220
16	0.8454	0.9551	0.8929	0.9631	0.7548	0.9199

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16: Resultado de Pruebas de Normalidad

Pruebas de normalidad							
	Mantenimiento productivo Total	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Producción	1,00	,229	16	,024	,893	16	,062
	2,00	,150	16	,200*	,936	16	,303
Disponibilidad	1,00	,147	16	,200*	,936	16	,301
	2,00	,168	16	,200*	,908	16	,109
Productividad	1,00	,151	16	,200*	,957	16	,604
	2,00	,150	16	,200*	,955	16	,571

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

Fuente: Programa SPSS 25.0

En el resultado obtenido, podemos apreciar que para pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro Wilk P-valor > 0.05 lo cual podemos afirmar que la distribución de los datos es paramétrica.

Prueba T Student

Conociendo que nuestros datos son paramétricos pasamos a demostrar las hipótesis a través de del Análisis del estadígrafo T Student. (Prueba T para muestras relacionadas).

Tabla 17: Datos de la variable resultado

SEMANAS	Índice Energía Producida PRE	Índice Energía Producida POST	Disponibilidad PRE	Disponibilidad POST	Productividad PRE	Productividad POST
1	0.8490	0.9284	0.8850	0.9446	0.7514	0.8769
2	0.8349	0.9460	0.8988	0.9472	0.7504	0.8961
3	0.8301	0.9095	0.8795	0.9507	0.7300	0.8646
4	0.8454	0.9406	0.8860	0.9468	0.7490	0.8905
5	0.8490	0.9301	0.9054	0.9484	0.7687	0.8821
6	0.8508	0.9386	0.9062	0.9534	0.7709	0.8948
7	0.8460	0.9567	0.9025	0.9515	0.7635	0.9103
8	0.8613	0.9234	0.9011	0.9528	0.7761	0.8798
9	0.8489	0.9284	0.9083	0.9486	0.7710	0.8806
10	0.8433	0.9143	0.9092	0.9528	0.7668	0.8711
11	0.8456	0.9095	0.9103	0.9569	0.7697	0.8703
12	0.8440	0.9406	0.9122	0.9577	0.7699	0.9008
13	0.8490	0.9460	0.9168	0.9642	0.7784	0.9121
14	0.8667	0.9386	0.9105	0.9634	0.7891	0.9042
15	0.8460	0.9567	0.8966	0.9637	0.7585	0.9220
16	0.8454	0.9551	0.8929	0.9631	0.7548	0.9199

Fuente: Elaboración Propia

Análisis de la Hipótesis General:

H₀: La Aplicación del Mantenimiento Productivo no mejora la Productividad.

H_a: La Aplicación del Mantenimiento Productivo mejora la Productividad.

Regla de decisión

Si $p > \alpha \rightarrow$ se acepta H₀

Se indica lo siguiente:

p = Valor de probabilidad

$\alpha = 0.05$ (Nivel de significación.)

H₀ = Hipótesis Nula.

H_a = Hipótesis alterna.

Tabla 18: Estadística de muestras emparejadas Productividad

		Estadísticas de muestras emparejadas			
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Productividad Pre	0.763638	16	0.0141783	0.0035446
	Productividad Post	0.892256	16	0.0181342	0.0045335

Tabla 19: Correlación de muestras emparejadas Productividad

		Correlaciones de muestras emparejadas		
		N	Correlación	Sig.
Par 1	Productividad Pre & Productividad Post	16	0.226	0.401

Fuente: SPSS 25.0

De la tabla 18 se interpreta que la media del Mantenimiento Productivo Total pre test (0.7636) es menor a la media del Mantenimiento Productivo Total post test (0.8923) para una cantidad de 16 datos analizados lo que indica un incremento de la Productividad en la empresa.

Tabla 20: Prueba de muestras emparejadas Productividad

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Productividad Pre - Productividad Post	-0.1286188	0.0203439	0.0050860	-0.1394592	-0.1177783	-25.289	15	0.000

Fuente: Programa SPSS 25.0

De la tabla 20 se observa que la diferencia de las medias es de -0.1286 lo que significa que hay una mejora de 12.86% en la Productividad, también se observa que $p\text{-valor} = 0.000$, en consecuencia, se opta por obviar la hipótesis nula quedando demostrado que la propuesta de la hipótesis alterna es la correcta para la solución del problema.

Análisis de la Hipótesis específica 01

H₀: La Aplicación del Mantenimiento Productivo no mejora la Producción.

H_a: La Aplicación del Mantenimiento Productivo mejora la Producción.

Regla de decisión

Si $p > \alpha \rightarrow$ se acepta H₀

Se indica lo siguiente:

p = Valor de probabilidad

$\alpha = 0.05$ (Nivel de significación.)

H₀ = Hipótesis Nula.

H_a = Hipótesis alterna.

Tabla 21: Estadística y Correlación de muestras emparejadas Producción

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Producción Pre	0.847213	16	0.0085076	0.0021269
	Producción Post	0.935156	16	0.0156007	0.0039002

Correlaciones de muestras emparejadas				
		N	Correlación	Sig.
Par 1	Producción Pre & Producción Post	16	0.107	0.693

Fuente: Programa SPSS 25.0

De la tabla 21 se afirma que la media de la Producción pre test (0.8472) es menor a la media de la Producción post test (0.9352) para 16 datos analizados lo que demuestra una reducción de los costos por roturas de stock en la empresa.

Tabla 22: Prueba de muestras emparejadas Producción

Prueba de muestras emparejadas									
Diferencias emparejadas									
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Producción Pre - Producción Post	-0.0879438	0.0169499	0.0042375	-0.0969757	-0.0789118	-20.754	15	0.000

Fuente: Programa SPSS 25.0

De la tabla 17 se observa que la diferencia de las medias es de 0.0879 lo que significa que hubo una mejora de 8.79% en la Producción, así mismo se observa un p -valor = 0.000 que es menor al nivel de significancia $\alpha=0.05$, en consecuencia, se opta por obviar la hipótesis nula quedando demostrado que la propuesta de la hipótesis alterna es la correcta para la solución del problema.

Análisis de la Hipótesis Especifica 02

H₀: La Aplicación del Mantenimiento Productivo no mejora la Disponibilidad.

H_a: La Aplicación del Mantenimiento Productivo mejora la Disponibilidad.

Regla de decisión

Si $p > \alpha \rightarrow$ se acepta H₀

Se indica lo siguiente:

p = Valor de probabilidad

$\alpha = 0.05$ (Nivel de significación.)

H₀ = Hipótesis Nula.

H_a = Hipótesis alterna.

Tabla 23: Estadística y Correlación de muestras emparejadas Disponibilidad

Correlaciones de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Disponibilidad Pre	0.901331	16	0.0108084	0.0027021
	Disponibilidad Post	0.954113	16	0.0066259	0.0016565
Correlaciones de muestras emparejadas					
		N	Correlación	Sig.	
Par 1	Disponibilidad Pre & Disponibilidad Post	16	0.433	0.094	

Fuente: Programa SPSS 25.0

De la tabla 23 se afirma que la media de Disponibilidad pre test (0.9013) es menor a la media de Disponibilidad post test (0.9541) para un análisis de 16 datos. Lo que indica una mejora en la disponibilidad de las máquinas eólicas en beneficio de la empresa.

Tabla 24: Prueba de muestras emparejadas Disponibilidad

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Disponibilidad Pre - Disponibilidad Post	-0.0527812	0.0099339	0.0024835	-0.0580747	-0.0474878	-21.253	15	0.000

Fuente: Programa SPSS 25.0

De la tabla 24 se observa que la diferencia de las medias es de -0.0528 lo que significa que hubo una mejora en la disponibilidad de las máquinas eólicas, también se observa que el p-valor = 0.000 y es menor al nivel de significancia $\alpha=0.05$, en consecuencia, se opta por obviar la hipótesis nula quedando demostrado que la propuesta de la hipótesis alterna es la correcta para la solución del problema.

Tabla 25: Correlación de los Datos

		Correlaciones				
		Producción	Disponibilidad	Productividad	Mantenimiento Autonomo	Mantenimiento Planificado
Producción	Correlación de Pearson	1	,944**	,993**	,960**	,940**
	Sig. (bilateral)		,000	,000	,000	,000
	N	32	32	32	32	32
Disponibilidad	Correlación de Pearson	,944**	1	,976**	,955**	,914**
	Sig. (bilateral)	,000		,000	,000	,000
	N	32	32	32	32	32
Productividad	Correlación de Pearson	,993**	,976**	1	,971**	,943**
	Sig. (bilateral)	,000	,000		,000	,000
	N	32	32	32	32	32
Mantenimiento Autonomo	Correlación de Pearson	,960**	,955**	,971**	1	,969**
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000		,000
	N	32	32	32	32	32
Mantenimiento Planificado	Correlación de Pearson	,940**	,914**	,943**	,969**	1
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	,000	
	N	32	32	32	32	32

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Programa SPSS 25.0

Se puede observar que la Correlación de Pearson es positiva, por ende, se puede determinar que existe una correlación positiva entre las variables Independiente que inciden en las Variables Dependiente a favor de la empresa.

V. DISCUSIÓN

4.1 Discusión General

Analizando los estudios del Mantenimiento Productivo Total en el Pre Test y Post Test de la investigación, ha mejorado en un 12.86%, resultando del Promedio de la variable mediante la Implementación del Mantenimiento Productivo Total, permitiendo la mejora o el incremento de la Productividad de la empresa, demostrando que la V. Dependiente ha mejorado por incidencia de la V. Independiente, aceptando la Hipótesis General basándose en los resultados estadísticos obtenidos, concordando con Lucero y su libro que el TPM logró una mejora mediante sus auxiliares de mantenimiento y el desempeño de la Productividad.

Considerando los percances que existen en la empresa que afectan la Productividad, se concluye que es debido a la falta de capacitación al personal, a la falta de procedimientos de Mantenimiento y Políticas que todo personal debe de tener presente, bajo rendimiento del personal y la mala supervisión de los reportes. Por ende, se realizó un análisis a través de Ishikawa, Por consiguiente, el análisis de desarrollo a través de Ishikawa, observándose que existen otros métodos de estudio, así como lo hizo Cuatrecasas en su libro TPM en un entorno Lean, que nos indica que debemos de cambiar paradigmas para no cometer el mismo error, brindando un enfoque más eficiente y eficaz.

Discusión Específica

Según lo analizado en base a la Producción Pre Test y Post Test de la investigación, se ha incrementado en un 8.79%, resultando de la resta de los promedios de la variable Pre y Post, mediante la Implementación del Mantenimiento Productivo Total, lo cual significó el incremento del Índice de Energía Producida de todas las máquinas eólicas, demostrando que la V. Dependiente se ha optimizado por incidencia de la V. Independiente significando la aceptación de la hipótesis específica 1, se concuerda con el artículo científico de Ahmad y otros, que mediante el TPM logró mejorar la eficiencia de los equipos más críticos de su empresa, a su vez, Morales y Silva en su artículo científico coincide en que, aplicando bien La metodología de TPM incrementó la Productividad dentro de la línea de Producción de la empresa.

Por ende, Rahman y otros en su artículo científico nos indica que gracias a la implementación del TPM se logra incrementar la Producción de los equipos logrando una efectividad en la empresa de yute, a su vez, Estrada en su tesis Aplicación del TPM nos indica que, con su implementación, se logró incrementar la disponibilidad de camiones con mejores parámetros de mantenimiento. Analizando la Disponibilidad de las máquinas eólicas, mediante el Mantenimiento Productivo Total, queda demostrado que la V. Dependiente ha incrementado un 5.28% por incidencia de la V. Independiente, significando la aceptación de la hipótesis específica.

VI. CONCLUSIONES

A través de las respuestas halladas en el presente estudio, se concluye que:

- Se concluye que la Aplicación del Mantenimiento Productivo Total incrementa la Productividad en un 12.86%.
- Se concluye que la Aplicación del Mantenimiento Productivo Total incrementa la Producción en un 8.79%, logrando rentabilidad a la empresa.
- Se concluye que la Aplicación del Mantenimiento Productivo Total incrementa la Disponibilidad en un 5.28%, logrando rentabilidad a la empresa y disponibilidad de las máquinas eólicas.

VII. RECOMENDACIÓN

- Se recomienda la Aplicación del Mantenimiento productivo Total seguir incrementando las áreas involucradas de Mantenimiento, concientización del personal, para generar ahorro en Mantenimientos Correctivos en la empresa.
- Se recomienda la Aplicación del Mantenimiento productivo Total para lograr ahorro significativo para la empresa en costos fuera de presupuesto.
- Se recomienda la Aplicación del Mantenimiento productivo Total, mediante la disponibilidad de los equipos, con el objetivo de incrementar la operatividad de todas las máquinas eólicas y así generar mayor productividad de energía.

REFERENCIAS

Alberti, Ana. 2020. *¿Cómo calcular la disponibilidad de una máquina?* 2020.

ALONSO, Joaquin. 2004. *Mantenimiento Industrial.* 2004. pág. 235.

Ambuludi, Tania. 2019. *LA APLICACIÓN DEL TPM E INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA DE PALLETS FORESTALECUADOR DE LA CIUDAD DE MACHALA.* Universida Técnica de Machala, Machala : 2019.

ANAYA T., Julio. 2016. *Organización de la Producción Industrial.* Madrid : ESIC Editorial, 2016. pág. 207. Vol. 1. 9878417024666.

APONTE y Carlos. 2017. *Aplicación del mantenimiento productivo total para mejorar laproductividad en el área de mantenimiento de los vehículos de carga enuna empresa de transporte, Lima 2017.* Lima, Universidad César Vallejo. Lima : Universidad César Vallejo, 2017. pág. 123, Tesis para obtener título.
Application of AHP for Ranking of Total Productive Maintenance Pillars.

DATTATRAYA y PRASAD. 2017. India : Springer Link, 23 de Diciembre de 2017, págs. 449-462.

Approach for Total Productive Maintenance Evaluation in Water Productivity: A Case Study at Mahasawat Water Treatment Plant. **KIGSIRISIN, Soraphon, PUSSAWIRO, Sirawit y Noohawn, Onurai. 2016.** 154, Bangkok : Elsevier, 24 de Agosto de 2016, ScientDirect Elsevier, Vol. CLIV, págs. 260-267.

Ávila, Héctor. 2006. *Introducción a la metodología de la investigación.* Chihuahua : Eumed, 2006.

BERNAL, César. 2010. *Metodología de la Investigación.* Tercera. s.l. : Pearson, 2010. pág. 320. 978-958-699-128-5.

CÁCERES y GAMEZ. 2019. *APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA TPM PARA MEJORAR LAPRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE GRANALLADO,EMPRESA JCB ESTRUCTURAS S.A.C., 2019.* Lima, Universidad Ricardo Palma. Lima : Universidad Ricardo Palma, 2019. pág. 142, Tesis para obtener título.

—. 2019. *APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA TPM PARA MEJORAR LAPRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE GRANALLADO,EMPRESA JCB ESTRUCTURAS S.A.C., 2019.* Lima, Universidad Ricardo Palma. Lima : Universidad Ricardo Palma, 2019. pág. 142, Tesis para obtener título profesional.

CARRASCO, Javier. 2014. *La gestión del conocimiento en la ingeniería de mantenimiento total.* Valencia : Omnia Science, 2014. pág. 316. 978-84-941872-7-8.

CARRO y GONZÁLEZ. 2012. *El sistema de producción y operaciones.* Universidad Nacional de Mar de Plata. s.l. : Universidad Nacional de Mar de Plata, 2012. pág. 28.

Cegarra, José. 2011. *Metodología de la investigación científica y tecnológica.* Barcelona : Diaz de Santos, 2011.

Cristian, Solar. 2020. *Propuesta de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para mejorar el rendimiento de la flota de vehículos en una empresa de residuos sólidos.* UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS E INFORMÁTICA, Lima : 2020.

CUATRECASAS y TORRELL. 2010. *TPM en un entorno Lean Management: Estrategia competitiva.* Barcelona : Profit Editorial, 2010. pág. 412. 9788415330172.

—. **2010.** *TPM en un entorno Lean Management: Estrategia Competitiva.* Barcelona : Profit Editorial, 2010. pág. 412. 9788415330172.

CUATRECASAS, Lluís. 2012. *Gestión del Mantenimiento de los Equipos Productivos.* Madrid : Ediciones Díaz de Santos, 2012. pág. 47. 978-84-9969-356-9.

DATATEC. 2019. DATATEC. *DATATEC.* [En línea] 19 de Setiembre de 2019. [Citado el: 29 de 06 de 2020.] <https://www.datadec.es/blog/mantenimiento-preventivo-vs-correctivo#:~:text=En%20cuanto%20al%20mantenimiento%20correctivo,a%20su%20con%20dic%3%B3n%20operativa%20inicial..>

Enhancement of Productivity and Efficiency of CNC Machines in a Small Scale Industry Using Total Productive Maintenance. **NALLUSAMY. 2016.** [ed.] Scientific.net. Agosto de 2016, Scientific.net, págs. 119-126.

ESTRADA, Madeleine. 2017. *APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARAMEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA CORPORACIÓN LOGÍSTICA & TRANSPORTE S.A.C., LIMA, 2016.* Lima, Universidad César Vallejo. Lima : Universidad César Vallejo, 2017. pág. 207, Tesis para título.

Estupiñan, Silverio. 2017. *DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ENFOCADO A TPM.* UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLOGICA DE COLOMBIA, Duitama : 2017.

Evaluating 8 pillars of Total Productive Maintenance (TPM) implementation and their contribution to manufacturing performance. **ADESTA, PRABOWO y AGUSMAN. 2018.** 290, Jakarta : OP Conference Series: Materials Science and Engineering, Enero de 2018, OP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. CCXC, pág. 012024.

GARRIDO, Santiago. 2019. *Renovetec. Renovetec.* [En línea] 2019. [Citado el: 29 de 06 de 2020.] <http://www.mantenimientopetroquimica.com/tiposdemantenimiento.html>.

GÓMEZ, Carola. 2001. *Mantenimiento Productivo Total. Una visión global.* [ed.] Ingeniería Técnica Industrial ULPGC. Canarias : Ingeniería Técnica Industrial ULPGC, 2001. pág. 100. 9781446745694.

GONZÁLES, Francisco. 2005. *Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado.* [ed.] Fundación Confemetal. Madrid : Artegraf S.A., 2005. pág. 575. 84-96169-49-9.

GUTIERREZ, Humberto. 2010. *Calidad y Productividad Total.* Tercera. s.l. : McGraw Hill, 2010. pág. 400. Vol. III. 9786071511485.

Gutierrez, Sergio. 2020. *Plan de mantenimiento basado en la metodología TPM para incrementar la productividad de los equipos línea amarilla en la empresa Renteq Maquinarias SAC.* Universidad Cesar Vallejo, Chiclayo : 2020.

HERNÁNDEZ, Roberto. 2014. *Metodología de la Investigación*. Sexta. s.l. : McGraw Hill, 2014. pág. 600. 978-1-4562-2396-0.

—. **2014.** *Metodología de la Investigación*. Sexta. s.l. : McGrawHill, 2014. pág. 600. Vol. VI. 978-1-4562-2396-0.

HERVACIO y Juan. 2019. *Diagnóstico y mejora del proceso de producción en el área de mecanizado de cocinas domésticas a gas, en una empresa metalmeccánica aplicando la metodología PHVA*. Lima, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima : Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2019. pág. 100, Tesis.

Hurtado, Jaqueline. 2016. *Metodología de la investigación*. Caracas, Venezuela : Quirón, 2016.

Impact of the TPM on the Operational Performance of the Industrial Companies of the South of Tamaulipas. **CASTILLO, FERNÁNDEZ y ÁNGELES. 2018.** [ed.] Revista de Ingeniería Industrial. 2, ALTAMIRA : Revista de Ingeniería Industrial, 28 de Junio de 2018, Revista de Ingeniería Industrial, Vol. II, págs. 29-35. 2523-0344.

Implementation of Total Productive Maintenance (TPM) to Improve Sheeter Machine Performance. **EKA, Nofri, y otros. 2017.** 135, Pekanbaru : Congreso Internacional de Ingeniería Mecánica y de Fabricación 2017, 20 de Noviembre de 2017, Matec Conferences, Vol. CXXXV, pág. 11.

Implementation of Total Productive Maintenance(TPM) to Enhance Overall Equipment Efficiency in Jute Industry – a Case Study. **RAHMAN, ISLAM y RABBY. 2018.** 3, Bangladesh : International Journal of Innovative Science and Research Technology , Abril de 2018, International Journal of Innovative Science and Research Technology , Vol. III, págs. 582-587. 2456-2165.

Improvement in productivity through TPM Implementation. **THORAT y MAHESHA. 2020.** 24, Kanrantaka : ScienceDirect, 2020, Vol. XXIV, págs. 1508-1517.

Improvement indicators for Total Productive Maintenance policy. **VRIGNAT, y otros. 2019.** [ed.] Elsevier. 82, Orléans, Francia : Elsevier, Enero de 2019, Control Engineering Practice-Elsevier, págs. 86-96.

Improvement of overall equipment efficiency of ring frame through total productive maintenance: a textile case. **AHMAD, HOSSEN y MITHUN. 2018.** [ed.] The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 94, Bangladesh : The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 10 de Agosto de 2018, págs. 239-256.

LÓPEZ, Ernesto. 2009. *“EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL TPM Y LA IMPORTANCIA DEL RECURSO HUMANO PARA SU EXITOSA IMPLEMENTACIÓN.* Bogotá, PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. Bogotá : PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA, 2009. pág. Colombia, Trabajo de grado.

LÓPEZ, Jorge. 2012. *Productividad*. 2012. pág. 276. 978-1-4633-4048-3.

LUCERO, Wilson. 2019. *Propuesta de un sistema de mantenimiento productivo total TPM, para los equipos eléctricos del BANCO DEL AUSTRO, en base a un análisis de mantenimiento preventivo, predictivo y autónomo.* [ed.] Universidad del Azuay. Cuenca : Universidad del Azuay, 2019. pág. 131.

MORA, Alberto. 2009. *Mantenimiento: Planeación, ejecución y control.* [ed.] Alfaomega grupo editor. México : Alfaomega grupo editor, 2009. pág. 528. 978-958-682-769-0.

OEE, SISTEMAS. 2016. <https://www.sistemasoe.com/tpm/>. <https://www.sistemasoe.com/tpm/>. [En línea] 2016. [Citado el: 29 de 06 de 2020.] <https://www.sistemasoe.com/tpm/>.

Optimizing OEE, productivity and production cost for improving sales volume in an automobile industry through TPM: a case study. **GUPTA y VARDHAN. 2016.** [ed.] International Journal of Production Research. 54, s.l. : International Journal of Production Research, 22 de Febrero de 2016, International Journal of Production Research, Vol. LIV, págs. 2976-2988.

Paricela, Wilber. 2019. *PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA MEJORAR LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN LA SUB GERENCIA DE MAQUINARIA Y EQUIPO DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA, AÑO 2019.* Universidad Privada del Norte, Cajamarca : 2019.

PEÑA, Luis. 2017. *PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS BAJO LAS TÉCNICAS DEL TPM EN UNA EMPRESA CONSTRUCTORA.* Lima, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2017. pág. 303, Tesis para optar por título profesional.

PICÓN, Raúl. 2017. *Aplicación del mantenimiento productivo total (tpm) para la mejora de la productividad en la línea de producción de acabado de carretes de alambre de latón recocido de la empresa Tecnofil S.A., independencia, 2017.* Lima, Universidad César Vallejo. Lima : Universidad César Vallejo, 2017. pág. 156, Tesis para obtener título.

REY, Francisco. 2003. *Mantenimiento total de la Producción (TPM): Proceso de Implantación y Desarrollo.* [ed.] Fundación Confemetal. Madrid : FC Editorial, 2003. pág. 345. 84-95428-49-0.

SEMINARIO, Luis. 2017. *IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA DE LAS MÁQUINAS CNC DE UNA EMPRESA METAL MECÁNICA LIMA - PERÚ 2017.* Lima, Universidad César Vallejo. Lima : Universidad César Vallejo, 2017. pág. 209, Tesis para obtener título.

SHUPINGAHUA y MOYA. 2019. *Propuesta de mejora de un sistema de gestión de mantenimiento basado en la aplicación del TPM, para la línea de producción flexográfica de la empresa Amcor.* Lima, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019. pág. 256, Tesis para optar por el título profesional.

Terán, Maria. 2018. *“TPM” TOTAL PRODUCT MANAGEMENT/MANEJO TOTAL DEL PRODUCTO.* UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO, CUAUTITLÁN IZCALLI : 2018.

The Application of Tools and Techniques of Total Productive Maintenance in manufacturing. **CHIEDU, Okechukwu, CHIKWENDU, Charles y CHIMA, Stephen. 2018.** 8, Awka : ResearchGate, Junio de 2018, ResearchGate, Vol. VIII, págs. 18115-18121.

The Application of Tools and Techniques of Total Productive Maintenance in Manufacturing. **OKPALA, ANOZIE y EZEANYIM. 2018.** Anambra State : s.n., Junio de 2018, International Journal of Engineering Science and Computing, págs. 18115-18121.

TORRES, Noemi. 2018. *Propuesta de mejora del proceso de embotellamiento basado en la metodología TPM, para lograr elevar la eficiencia del sistema productivo en el área de envasado en una cervecería, Arequipa- 2018.* Arequipa, Universidad Tecnológica del Perú. Arequipa : Universidad Tecnológica del Perú, 2018. pág. 180, Tesis para obtener el título.

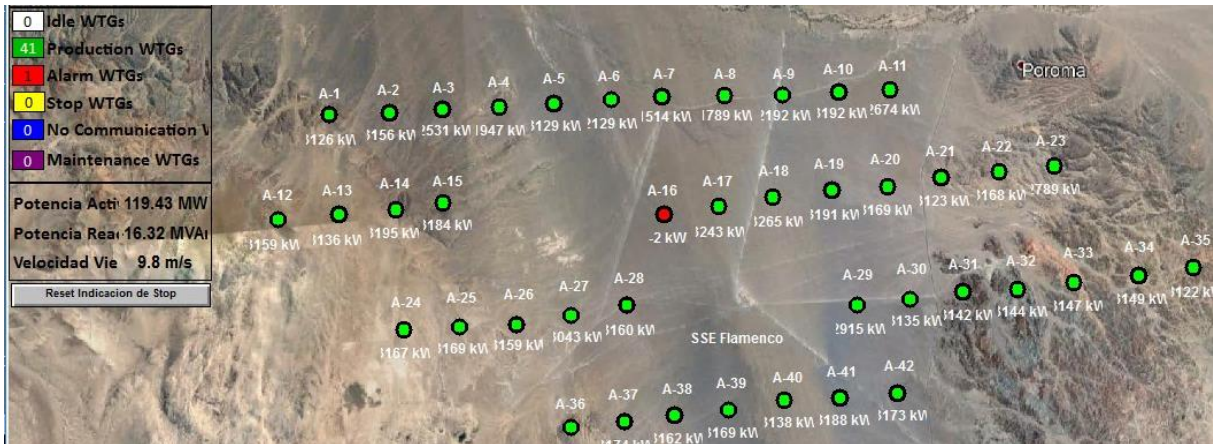
Total productive maintenance (TPM) as a tool for improving productivity: a case study of application in the bottleneck of an auto-parts machining line. **MORALES y SILVA. 2017.** Londres : s.n., 16 de Enero de 2017, Int J Adv Manuf Technol, págs. 1013-1026.

Total productive maintenance policy to increase effectiveness and maintenance performance using overall equipment effectiveness. **FILSCHA, MEILILY y HENDY. 2019.** Indonesia : Repository Universitas Pembangunan Jaya, 2019, Repository Universitas Pembangunan Jaya, págs. 184-199.

Workmeter. 2018. El blog de Workmeter. *El blog de Workmeter.* [En línea] 16 de Noviembre de 2018. [Citado el: 29 de 06 de 2020.] <https://es.workmeter.com/blog/como-establecer-objetivos-de-productividad-en-el-lugar-de-trabajo>.

ANEXOS

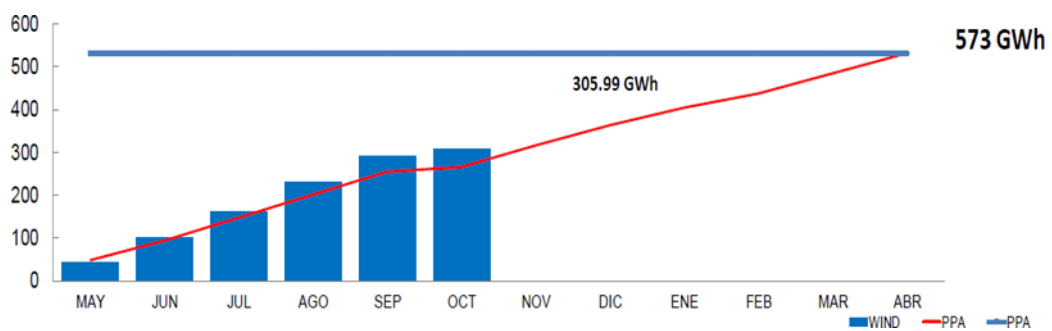
Anexo 1: Máquinas de la planta eólica Wayra.



Anexo 2: Producción del viento

	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
C E WAYRA	40.84	98.24	159.23	227.42	289.28	305.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PPA	48.16	94.08	147.84	201.48	253.86	308.21	358.18	404.74	446.42	479.38	525.98	573.00
Total dif.	-7.3	4.2	11.39	25.94	35.42							

Anexo 3: Producción anual mínima en GWh.



Anexo 4: Encuesta

ENCUESTA			
FECHA:			
NOMBRES:			
CARGO:			
<p>El siguiente cuestionario está dirigido al personal del área de mantenimiento para recopilar información fundamental acerca de la gestión de mantenimiento dentro del parque eólico de Wayra, Nazca - Perú</p>			
<p>1. En promedio, ¿Cuánto tiempo le toma atender una orden de trabajo?</p>			
de 1 a 2 días ()	de 2 a 3 días ()	de 3 a 4 días ()	de 4 a 5 días ()
<p>2. ¿Cuántas órdenes de trabajo se suscitan en la semana?</p>			
de 0 a 1 ()	de 1 a 2 ()	de 2 a 3 ()	más de 3 ()
<p>3. ¿Con qué frecuencia se practica el mantenimiento preventivo?</p>			
Mensual ()	Trimestral ()	Semestral ()	Anual ()
<p>4. ¿Cuáles son las causas más comunes que incurren en tiempos perdidos dentro del mantenimiento?</p>			
Indisponibilidad del personal ()	Indisponibilidad de herramientas ()		
Indisponibilidad de repuestos ()	Poca coordinación de la supervisión ()		
<p>5. En promedio, ¿Cuánto tiempo toma realizar el mantenimiento de un equipo?</p>			
10 - 20 minutos ()	20 - 30 minutos ()	30 - 40 minutos ()	> 40 minutos ()
<p>6. ¿Qué tipo de mantenimiento se practica con mayor frecuencia?</p>			
Preventivo ()	Correctivo ()	Predictivo ()	Overhual ()

Anexo 5: Matriz de Consistencia

TÍTULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES $y = f(x)$	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL
Aplicación de la estrategia del mantenimiento productivo total (TPM) para mejorar la Productividad del parque eólico de Wayra, Nazca – Perú, 2021	PROBLEMA GENERAL:	OBJETIVO GENERAL:	HIPOTESIS PRINCIPAL:	VARIABLE INDEPENDIENTE (x):	LÓPEZ (2009 pág. 14) El TPM se denomina técnica japonesa que, en los 70 buscaba la mejora continua entre: Operario, máquina y empresa, explorando la combinación de los colaboradores dentro de la compañía, ratificando maximizar la rentabilidad en el proceso Productivo, hasta alcanzar el 100%, a través de la eliminación de pérdidas como: Horas máquina perdida por Mantto Correctivo o la no Disponibilidad de Máquinas; a su vez, otorgar el mayor beneficio y calidad a sus productos.	La investigación se fundamenta en la variable aplicación de TPM que será medida a través del mantenimiento autónomo mediante el % de prevención en fallas de máquinas y el mantenimiento planificado a través del % cumplimiento del plan de Mantenimiento.
	¿De qué manera la aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) mejora la productividad en el área de mantenimiento del parque eólico de Wayra, Nazca – Perú, 2021?	Demostrar que la aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) mejorará la Productividad del parque eólico de Wayra, Nazca – Perú, 2021.	La aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) mejora la Productividad del parque eólico de Wayra, Nazca – Perú, 2021.	MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL		
	PROBLEMAS ESPECÍFICOS:	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	HIPOTESIS ESPECÍFICAS:	VARIABLE DEPENDIENTE (y):	Según Jorge López Herrera (2010) señala que productividad es la capacidad de producción con el uso de los recursos adecuados, y que está ligado directamente con la eficiencia. (p, 16).	La investigación se fundamenta en la variable productividad que será medida a través de la producción a través del % de energía producida y la Disponibilidad mediante el tiempo medio de reparación (Mtrr), tiempo medio entre fallas ((Mtbf) y la Disponibilidad.
	1.- ¿De qué manera la aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) mejora la Producción en el área de mantenimiento del parque eólico de Wayra, Nazca – Perú, 2021?	Demostrar que la aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) mejorará la Producción del parque eólico de Wayra, Nazca – Perú, 2021.	La aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) mejora la Producción del parque eólico de Wayra, Nazca – Perú, 2021.	PRODUCTIVIDAD		
2.- ¿De qué manera la aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) mejora la Disponibilidad en el área de mantenimiento del parque eólico de Wayra, Nazca – Perú, 2021?	Demostrar que la aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) mejorará la Disponibilidad del parque eólico de Wayra, Nazca – Perú, 2021.	La aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) mejora la Disponibilidad del parque eólico de Wayra, Nazca – Perú, 2021.				

DIMENSIONES	INDICADORES		ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	% PREVENCIÓN EN FALLAS DE MÁQUINAS	$\frac{\text{N}^\circ \text{ DE ACTIVIDADES EJECUTADAS DE MANTTO}}{\text{N}^\circ \text{ DE ACTIVIDADES PROGRAMADAS DE MANTTO}} \times 100$	OBSERVACIÓN	REGISTROS, FORMATOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
MANTENIMIENTO PLANIFICADO	% CUMPLIMIENTO DEL PLAN DE MANTTO	$\frac{\text{TOTAL MANTENIMIENTO EJECUTADO}}{\text{TOTAL MANTENIMIENTO PROGRAMADO}} \times 100$		
PRODUCCIÓN	% INDICE DE ENERGÍA PRODUCIDA	$\frac{\text{N}^\circ \text{ TOTAL DE ENERGÍA PRODUCIDA}}{\text{N}^\circ \text{ PRODUCCIÓN TÉCNICA TOTAL}} \times 100$	OBSERVACIÓN	REGISTROS, FORMATOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
DISPONIBILIDAD	TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN (MTTR)	$\frac{\text{HORAS DE REPACIÓN EN MAQUINAS EÓLICAS}}{\text{N}^\circ \text{ DE PARADAS DE MÁQUINAS EÓLICAS}} \times 100$		
	TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS (MTBF)	$\frac{\text{HORAS TRABAJADAS DE MAQUINAS EÓLICAS}}{\text{N}^\circ \text{ DE PARADAS DE MÁQUINAS EÓLICAS}} \times 100$		
	DISPONIBILIDAD	$\frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} \times 100$		

POBLACIÓN	MUESTRA	UNIDAD DE ANALISIS	UNIDAD DE MUESTREO	MARCO MUESTRAL	TAMAÑO DE MUESTRA	FORMULA DEL TAMAÑO DE MUESTRA Y ¿POR QUÉ SE DEBE USAR?
Según Hernández Sampieri (2014 pág. 174) La población para nuestro estudio se considera al grupo de individuos con la finalidad de nuestra investigación que se está desarrollando.	Según Hernández Sampieri (2014 págs. 173-175) La muestra es una parte o pequeña parte del universo o población de donde se juntan los antecedentes y lo representa. Nuestra muestra es de 38 máquinas eólicas que conforman el parque eólico de Wayra.	Hernández Sampieri (2003:117) menciona como unidad de análisis a los objetos que serán el motivo de estudio a ser medidos.	(MATA et al, 1997:19) Es la técnica que nos permite seleccionar muestras adecuadas de una población de estudio. Se debe seleccionar una muestra representativa de todo lo que sucede en la población, cualquier elemento de la población tiene la misma probabilidad de ser incluida en la muestra.	Kish L. 1965, detalla que son descripciones anteriores de material en forma de mapas, listas, directorios, etc y con esa información las unidades de muestra se pueden construir y se puede seleccionar un conjunto de unidades	Elsevier (2013), Tamaño de la muestra permite saber cuántos individuos son necesarios estudiar, estimar un parámetro con el grado de confianza deseado o número para poder detectar una diferencia entre los grupos de estudio, si se hiciera una hipótesis.	Se está utilizando esta fórmula finita porque conocemos el total de nuestra población y será observada durante 16 semanas.
CARACTERIZACIÓN	CARACTERIZACIÓN	CARACTERIZACIÓN	CARACTERIZACIÓN	CARACTERIZACIÓN	CARACTERIZACIÓN	FÓRMULA
La población estuvo conformada por las 42 máquinas del parque eólico de Wayra, las cuales conforman el total de nuestra población.	La muestra se determinó con la aplicación de la fórmula de población finita, para ello se indica lo siguiente: N=38 máquinas	En nuestro proyecto de investigación, nuestra unidad de análisis son cada una de las 38 máquinas aerogeneradoras, de las 42 que conforman el parque Eólico Wayra.	El muestreo será probabilístico, debido a que la investigación se centra en que los componentes tienen la opción de ser elegibles, a su vez, su objetivo es reducir el tamaño del error.	Se realizará un estudio de 16 semanas, para que se pueda tener un estudio más preciso.	Para determinar el tamaño de muestra se ha usado el muestreo aleatorio simple, esto debido a que conocemos nuestra población total.	$n = \frac{Z^2 x P x Q x N}{E^2(N - 1) + Z^2 x P x Q}$

Anexo 6: Cronograma de Actividades

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO			
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16
Determinación del proyecto	■	■														
Diagnóstico de la empresa	■	■														
Recopilar la información		■	■	■												
Estructura del TPM			■	■	■											
Capacitación de TPM					■	■	■	■								
Delimitación de objetivos								■	■							
Capacitaciones introductorias al TPM a toda la empresa								■	■	■						
Mejoras enfocadas, detección y supresión de problemas									■	■	■	■				
Mantenimiento Autónomo									■	■	■	■				
Mantenimiento Planificado									■	■	■	■				
Gestión de mantenimiento de las máquinas eólicas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Entrenamiento y Desarrollo de Habilidades de operación	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Auditoria de TPM				■				■				■				■
Establecimiento del sistema TPM a todas las áreas de Mantenimiento						■						■				
Evaluación y estandarización del TPM				■				■				■				■

Anexo 7: Estadística descriptiva de las Variables Dependiente e Independiente

Medidas	VARIABLE DEPENDIENTE						VARIABLE INDEPENDIENTE			
	Índice de Energía Producida Pre	Índice de disponibilidad Pre	Índice de Productividad Pre	Índice de Energía Producida Post	Índice de disponibilidad Post	Índice de Productividad Post	Prevención en fallas de maquina Pre	Cumplimiento de Plan mantenimiento Pre	Prevención en fallas de maquina Post	Cumplimiento de Plan mantenimiento Post
Media	0.84720833	0.90131484	0.76363799	0.93515873	0.95409634	0.89226664	0.72767857	0.66352445	0.92695106	0.90936009
Error típico	0.0021235	0.00270267	0.00354357	0.00390557	0.00165658	0.00453212	0.00299878	0.01090131	0.00140711	0.00270278
Mediana	0.84596825	0.90396825	0.7677502	0.9385873	0.95277215	0.8926818	0.72791005	0.66090909	0.92804233	0.91106719
Moda	0.84903175	#N/A	#N/A	0.92839683	#N/A	#N/A	0.72222222	0.625	#N/A	0.90909091
Desviación estándar	0.00849401	0.0108107	0.01417428	0.01562229	0.00662633	0.01812848	0.0119951	0.04360524	0.00562846	0.01081111
Varianza de la muestra	0.000072148	0.00011687	0.00020091	0.00024406	0.000043908	0.00032864	0.00014388	0.00190142	0.00003168	0.00011688
Curtosis	1.86210594	-0.41010339	0.93732203	-0.850168	-1.19661423	-1.14679162	1.02073847	-1.47458736	6.95133734	6.86489638
Coficiente de asimetría	0.39843353	-0.70363472	-0.61754607	-0.2880365	0.39613641	0.18002777	-0.2441232	0.29204913	-2.272994	-2.24842104
Rango	0.03655556	0.03732435	0.05905468	0.04726984	0.0196324	0.05738246	0.05079365	0.12814645	0.02433862	0.04807692
Mínimo	0.83009524	0.87945205	0.73002896	0.90946032	0.94457672	0.86464895	0.7005291	0.60869565	0.90899471	0.875
Máximo	0.86665079	0.9167764	0.78908365	0.95673016	0.96420912	0.9220314	0.75132275	0.73684211	0.93333333	0.92307692
Suma	13.5553333	14.4210374	12.2182079	14.9625397	15.2655414	14.2762662	11.6428571	10.6163911	14.8312169	14.5497615
Cuenta	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Nivel de confianza(95,0%)	0.00452614	0.00576062	0.00755294	0.00832453	0.00353092	0.00965998	0.00639174	0.02323559	0.00299919	0.00576083
Coficiente de Variación	0.01002588	0.01199437	0.01856151	0.0167055	0.00694514	0.02031733	0.01648407	0.06571761	0.00607201	0.0118887

Anexo 8: Validez de Instrumentos

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Variable independiente: **MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)**

N.º	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSION 1: Mantenimiento Autonomo							
1	Prevención de Fallas de Máquina	/		/		/		
2								
3								
4								
5								
6								
	DIMENSION 2: Mantenimiento Planificado							
1	Cumplimiento del Plan de Mantenimiento	/		/		/		
2								
3								
4								
5								
6								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombres del juez validador: Dr./ Mg: CASTILLO GIL MARCO ANTONIO DNI: 42275216

Especialidad del validador: INGENIERO ELECTRÓNICO

28 de Junio del 2021

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo ³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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



Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Variable dependiente: PRODUCTIVIDAD

N.º	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSION 1: Producción							
1	Índice de Energía Producida	/		/		/		
2								
3								
4								
5								
6								
	DIMENSION 2: Disponibilidad							
1	Tiempo Medio de Reparación (MTTR)	/		/		/		
2	Tiempo Medio entre Fallas (MTBF)	/		/		/		
3	Disponibilidad (MTBF/(MTBF+MTTR))	/		/		/		
4								
5								
6								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./ Mg: CASTILLO GIL MARCO ANTONIO DNI: 41852966

Especialidad del validador: INGENIERO ELECTRÓNICO

28 de Junio del 2021

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo ³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo



Firma del Experto Informante.

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

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Variable independiente: MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

N.º	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: Mantenimiento Autónomo							
1	Prevención de Fallas de Máquina	/		/		/		
2								
3								
4								
5								
6								
	DIMENSIÓN 2: Mantenimiento Planificado							
1	Cumplimiento del Plan de Mantenimiento	/		/		/		
2								
3								
4								
5								
6								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./ Mg: YOVERA PAREDES CARLA CRISTINA DNI: 42275216

Especialidad del validador: INGENIERA METALÚRGICA

28 de Junio del 2021

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo ³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo



Firma del Experto Informante.

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

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Variable dependiente: PRODUCTIVIDAD

N.º	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
DIMENSION 1: Producción								
1	Índice de Energía Producida	/		/		/		
2								
3								
4								
5								
6								
DIMENSION 2: Disponibilidad								
1	Tiempo Medio de Reparación (MTTR)	/		/		/		
2	Tiempo Medio entre Fallas (MTBF)	/		/		/		
3	Disponibilidad (MTBF/(MTBF+MTTR))	/		/		/		
4								
5								
6								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./ Mg: YOVERA PAREDES CARLA CRISTINA DNI: 42275216

Especialidad del validador: INGENIERA METALÚRGICA

28 de Junio del 2021

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo ³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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

Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Variable independiente: MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

N.º	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSION 1: Mantenimiento Autónomo							
1	Prevención de Fallas de Máquina	/		/		/		
2								
3								
4								
5								
6								
	DIMENSION 2: Mantenimiento Planificado							
1	Cumplimiento del Plan de Mantenimiento	/		/		/		
2								
3								
4								
5								
6								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./ Mg: JACQUES GRANDE ANGELA STEFANIE DNI: 43565971

Especialidad del validador: INGENIERA MINAS-METALÚRGICA

28 de Junio del 2021

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

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

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



 Firma del Experto Informante.

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

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Variable dependiente: PRODUCTIVIDAD

N.º	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSION 1: Producción							
1	Índice de Energía Producida	/		/		/		
2								
3								
4								
5								
6								
	DIMENSION 2: Disponibilidad							
1	Tiempo Medio de Reparación (MTTR)	/		/		/		
2	Tiempo Medio entre Fallas (MTBF)	/		/		/		
3	Disponibilidad (MTBF/(MTBF+MTTR))	/		/		/		
4								
5								
6								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./ Mg: JACQUES GRANDE ANGELA STEFANIE DNI: 43565971

Especialidad del validador: INGENIERA MINAS-METALÚRGICA

28 de Junio del 2021

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo ³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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



 Firma del Experto Informante.