



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE.
INGENIERO CIVIL

Implementación del TPM para Mejorar la Gestión del Mantenimiento en la
empresa Cordovas Ingenieros S.A.C. San Borja - 2021

AUTOR:

Cortez Cabezas, Joel Alex (ORCID:0000-0002-7126-8042)

ASESOR:

MSc. Purihuaman Leonardo, Celso Nazario (ORCID: 0000-0003-1270-0402)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

- Se lo dedico a mi madre, padre que siempre me apoyaron en todo momento para lograr mi carrera de ingeniero industrial.
- Se lo dedico a mi esposa e hijo que siempre me tuvieron paciencia y me apoyaron.
- Se lo dedico a mis hermanas, tíos, tías que desde niño me inculcaron valores.
- Se lo dedico a mis abuelas y abuelos que desde el cielo me guían, siempre me apoyaron en los momentos difíciles.

Agradecimiento

- Al MSC. Purihuamán Leonardo Celso Nazario, Ing. Aranda González Jorge Roger, Linares Lujan Guillermo, por el apoyo en mi trabajo de investigación.
- A la empresa Cordovas Ingenieros SAC. por el apoyo brindado durante mi formación universitaria.
- Al Ing. Edwin Córdova, Ing. Fernando Barrón, Ing. Carlos Figueroa, Ing. Antonio Orellana, Ing. Carlos Aroni, Ing. Miguel por el apoyo durante mi formación técnica y estudiante universitario.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1 Tipo y Diseño de Investigación:.....	13
3.2 Variables y operacionalización:.....	14
3.3 Población, muestra y muestreo	17
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	18
3.5 Procedimientos.....	20
3.6 Método de análisis de datos:.....	22
3.7 Aspectos éticos	23
IV. RESULTADOS	24
V. DISCUSIÓN.....	54
VI. CONCLUSIONES.....	57
VII. RECOMENDACIONES	59
REFERENCIAS	60
ANEXOS	65

Índice de tablas

Tabla 1: Inventario de Equipos.....	17
Tabla 2: Prueba de Confiabilidad	19
Tabla 3: Datos recopilados antes de la implementación TPM.....	24
Tabla 4: Plan de mantenimiento de Generadores	30
Tabla 5: Plan de Capacitaciones de Mantenimiento	31
Tabla 6: Check List de Generadores de Corriente	33
Tabla 7: Formato de Mantenimiento de Generadores.....	34
Tabla 8: % de cumplimiento de check List antes y después de la implementación.	35
Tabla 9: % Tiempo Medio entre Fallos (MTBF) antes de la implementación.	36
Tabla 10: % Tiempo Medio entre Fallos (MTBF) después de la implementación. 36	
Tabla 11: % de cumplimiento de mantenimiento antes y después de la implementación	37
Tabla 12: % Tiempo Medio de reparación (MTTR) antes de la implementación ..	38
Tabla 13: % Tiempo Medio de reparación (MTTR) después de la implementación	38
Tabla 14: Dimensión Disponibilidad antes de la implementación.....	40
Tabla 15: Dimensión Disponibilidad después de la implementación.	41
Tabla 16: Dimensión Rendimiento antes de la implementación.	43
Tabla 17: Dimensión Rendimiento después de la implementación.	44
Tabla 18: Análisis de costos antes y después de la implementación.	45
Tabla 19: Presupuesto de Implementación.	46
Tabla 20: Costo de mantenimiento Marzo.....	47
Tabla 21: Análisis Beneficio – Costo	47
Tabla 22: Gestión de mantenimiento antes de la implementación.	48
Tabla 23: Gestión de mantenimiento después de la implementación	49
Tabla 24: Resumen de estadística descriptiva Pre	50
Tabla 25: Prueba de Normalidad.....	51
Tabla 26: Prueba de Hipótesis específica 1	52
Tabla 27: Prueba de Hipótesis específica 2	52
Tabla 28: Prueba de Hipótesis General.....	53

Índice de figuras

Figura 1: PBI % de las grandes economías mundiales año 2020	1
Figura 2: Fases del TPM	20
Figura 3: Prueba de Hipótesis de media	22
Figura 4: Gestión de Mantenimiento	24
Figura 5: Diagrama de Causa - Efecto	26
Figura 6: Diagrama de Pareto:	27
Figura 7: Esquema de Implementación de TPM	28
Figura 8: Actas de capacitaciones semanales	32
Figura 9: Disponibilidad de los generadores por los meses antes de la implementación	40
Figura 10: Antes y después de la disponibilidad de los generadores	42
Figura 11: Gestión de mantenimiento	49

Resumen

La investigación Implementación del TPM para mejorar la gestión del mantenimiento tuvo como propósito mejorar la disponibilidad y el rendimiento a través de las dimensiones de mantenimiento autónomo y mantenimiento planificado y las capacitaciones al personal, para ello se realizó un diagnóstico de la empresa midiendo indicadores como el MTBF y el MTTR, la metodología fue de enfoque cuantitativo de tipo aplicada, nivel explicativo y diseño pre experimental la muestra son 4 equipos de generadores de corriente de la empresa, obteniéndose como resultado una mejora de la disponibilidad de 18.72% incrementando de 69.55% a 88.27%; se mejoró el rendimiento de los generadores en 11.08% incrementando de 67.80 a 78.88% y en base a estos resultados se mejoró la gestión de mantenimiento en 14.9%, también se realizó un análisis costo beneficio de las cuales se obtuvo un índice de 1.58 lo que significa que por cada sol invertido se recuperarán S/ 0.58 soles determinándose que al cierre del año 2021 se obtendrá como ganancia del proyecto aproximadamente S/ 7500 soles concluyendo que por medio de la implementación del TPM mediante el mantenimiento autónomo y planificado se mejoró el rendimiento de los generadores, donde aún existe una brecha por mejorar para alcanzar estándares mundiales pero los resultados obtenidos fueron favorables de manera significativa, así mismo se recomienda continuar con las capacitaciones y el seguimiento del control las maquinas por medio de los check list.

Palabras clave: TPM, Gestión de mantenimiento, disponibilidad, rendimiento

Abstract

The research Implementation of the TPM to improve maintenance management aimed to improve availability and performance through the dimensions of autonomous maintenance and planned maintenance and training of personnel, for this a diagnosis of the company was carried out measuring indicators such as the MTBF and MTTR, the methodology was of applied quantitative approach, explanatory level and pre-experimental design the sample is 4 sets of current generators of the company, obtaining as a result an improvement in availability of 18.72% increasing from 69.55% to 88.27%; The performance of the generators was improved by 11.08%, increasing from 67.80 to 78.88% and based on these results, the maintenance management was improved by 14.9%, a cost-benefit analysis was also carried out, from which an index of 1.58 was obtained, which It means that for each sol invested, S / 0.58 soles will be recovered, determining that at the end of 2021 approximately S / 7500 soles was felt as a profit of the project, concluding that through the implementation of the TPM through autonomous and planned maintenance, the performance of generators, where there is still a gap to improve to reach world standards but the results obtained were significantly favorable, likewise it is recommended to continue with the training and monitoring of the control of the machines through check lists.

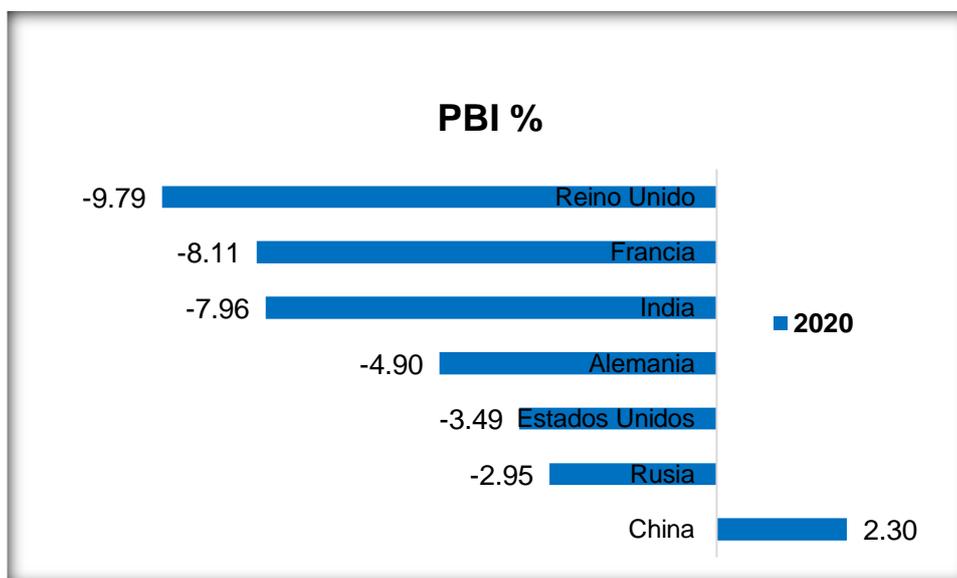
Keywords: TPM, Maintenance Management, Availability, Performance

I. INTRODUCCIÓN

Al inicio de la revolución industrial las máquinas tomaron un papel más protagónico en la producción, siendo el mantenimiento el pilar fundamental para todo este auge. En estos tiempos las empresas de construcción civil realizan mejoras en diversas áreas como el mantenimiento, con la finalidad de incrementar su productividad y rentabilidad y de esta forma poder subsistir en el mercado después de las restricciones del gobierno ocasionado por el covid 19.

Esta Pandemia ha paralizado la industria manufacturera por las restricciones y cuarentenas focalizadas, tal es el caso de las grandes economías de mundo de acuerdo al Banco Mundial (2021) tuvieron como resultado una reducción en la variación % de su PBI, China cerró el año 2020 en 2.3% reduciendo en 3.65% respecto al 2019, Rusia terminó en -2.95%, Estados Unidos cerró en -3.48%, Alemania en -4.9%, India finalizó en -7.96%, Francia en -8.11% y Reino Unido en -9.79%.

Figura 1: PBI % de las grandes economías mundiales año 2020



Fuente: (Banco Mundial, 2021)

En el plano nacional la variación % del PIB ha tenido repercusiones más catastróficas, al iniciar las restricciones en la 15na de marzo y cerrando este trimestre con una contracción del -3.5%. Pero aún el segundo trimestre se contrajo -30.2% cifras no vistas desde la guerra con Chile en 1879. (ver anexo 1)

Viendo directamente el rubro construcción civil se vio perjudicado abismalmente al cerrar el primer trimestre con -13.10%, y un segundo trimestre con una contracción del -67.20% en este 2020. Significando cifras devastadoras por tal motivo las organizaciones que estén directa o indirectamente relacionadas al rubro tendrán que buscar alternativas de mejora para subsistir en el mercado. (ver anexo 2)

Tomando en cuenta la situación descrita anteriormente surge la necesidad de que la empresa **Cordovas Ingenieros S.A.C.** Que se dedica a realizar actividades en la ejecución de obras públicas y privadas, consultoría, supervisión, desarrollo de ingeniería a organizaciones en el rubro de la construcción, realice mejoras en sus áreas, una de ellas es el índice en la Gestión de Mantenimiento de los generadores de corriente el cual no supera el 68% teniendo antes de la pandemia mínimos de 69%, tomando en cuenta que los generadores son de gran ayuda en la ejecución de obras de construcción donde hay poco fluido eléctrico o el existente no es suficiente para que estas obras se ejecuten con normalidad.

Los generadores de corriente son trasladados continuamente de un punto a otro por la necesidad en cada obra, ocasionando que la disponibilidad y rendimiento de ellos disminuya por ende el índice de Gestión del Mantenimiento (Disponibilidad + Rendimiento) /2.

La disponibilidad se ha visto afectado por las paradas no programadas teniendo valores mínimos de 65.08% y máximo de 70.77, el rendimiento de los generadores también se ha visto afectado al no realizarse un mantenimiento acorde con este incremento de traslados, ocasionando una reducción de potencia utilizada de estos equipos, teniendo valores mínimos del 63.44% y máximos de 70.09%, obteniendo anteriormente mínimos de 79%. El cual es calculado por la potencia en KW utilizada dividido entre la potencia teórica indicada por el fabricante del equipo todo multiplicado por 100.

Investigar esta problemática nos direccionó a realizar una mejora en la gestión del mantenimiento actual, a través del Mantenimiento Productivo Total para incrementar el índice en la Gestión del Mantenimiento en los generadores de corriente en la empresa Cordovas Ingenieros S.A.C. Por tal razón planteamos la problemática de la investigación en base a los hallazgos formulando como

problema general: ¿De qué manera la Implementación del TPM mejora la Gestión del Mantenimiento en la empresa Cordovas Ingenieros S.A.C. San Borja 2021?, como problema específico 1: ¿En qué medida el TPM mejora la Disponibilidad de los generadores de corriente en la empresa Cordovas Ingenieros S.A.C. San Borja 2021?, y Problema Especifico 2: ¿En qué medida el TPM mejora el Rendimiento de los generadores de corriente en la empresa Cordovas Ingenieros S.A.C. San Borja 2021?.

De acuerdo a Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio (2014, pág. 40) es necesario justificar la investigación respondiendo el por qué o el para qué, donde puede tener utilidad metodológica, teórica o práctica, de acuerdo a estos criterios la investigación presenta una justificación metodológica porque establece una secuencia de pasos para obtener el mejor resultado para la empresa, los trabajadores y clientes, también se justifica teóricamente porque por medio de las teorías y conceptos básicos de TPM y Gestión de mantenimiento pretende explicar los resultados que se obtuvieron, también presenta una justificación practica tomando la necesidad de emplear técnicas, herramientas y modelos inherentes de la Ingeniería Industrial que faciliten la identificación de oportunidades de mejora en la Gestión del Mantenimiento actual. Así poder realizar una mejor toma de decisiones en beneficio de la organización.

La investigación tuvo como objetivo general: Determinar de qué manera la implementación del TPM mejorará la gestión de mantenimiento de la empresa Cordovas Ingenieros S.A.C San Borja 2021, como objetivo específico 1: Diagnosticar la gestión de mantenimiento de los generadores de corriente de la empresa Cordovas Ingenieros S.A.C. San Borja 2021. Objetivo específico 2 Determinar en qué medida la implementación del TPM mejorará la Disponibilidad de los generadores de corriente en la empresa Cordovas Ingenieros S.A.C. San Borja 2021, y objetivo Especifico 3: Determinar en qué medida la implementación del TPM mejorará el Rendimiento de los generadores de corriente en la empresa Cordovas Ingenieros S.A.C. San Borja 2021. Objetivo específico 4: Realizar análisis costo-beneficio.

Como Hipótesis general: La implementación del TPM mejora la gestión de mantenimiento de la empresa Cordovas Ingenieros S.A.C San Borja 2021, como

hipótesis específica 1 La implementación del TPM mejorará la Disponibilidad de los generadores de corriente en la empresa Cordovas Ingenieros S.A.C. San Borja 2021, y hipótesis Específica 2: La implementación del TPM mejora el Rendimiento de los generadores de corriente en la empresa Cordovas Ingenieros S.A.C. San Borja 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes nacionales relacionadas a la investigación tenemos a García Fernandez (2018) en su tesis “implementación de un plan de gestión de mantenimiento preventivo basado en TPM para aumentar la confiabilidad en las máquinas de la empresa” tuvo como objetivo diagnosticar, determinar los puntos críticos, diseñar un plan de mantenimiento e implementar, teniendo en cuenta al TPM como pilar vital se consiguieron resultados beneficiosos que concluyeron de la siguiente forma; se minimizó un 8% en observaciones de máquinas paradas, se acrecentó el TMEF teniendo inicialmente 42 minutos y finalizando con 62. Se logro incrementar el índice OEE de tener inicialmente 0.64 a terminar con 0.79 debido a un aumento en el porcentaje de la disponibilidad y rendimiento al minimizar de 4 a 2 días las paradas no programadas. Consiguiendo de esta manera beneficios económicos de S/2000.00 mensuales.

Huamán Vargas (2017) en su tesis “Informe técnico en mejora de la calidad de servicio, a través del proceso de mantenimiento, en una empresa de procesamiento de billetes y monedas” tuvo como objetivo Implantar la primera fase del TPM en el área de procesamiento de billetes y utilizando la técnica de las 5's, obteniendo beneficios al reducir las paradas un 10% en las máquinas, aumentando el ciclo de vida útil (8 meses en equipos UW-60). De esta forma se pudo lograr que el operador este mejor preparado para operar la máquina que está bajo su responsabilidad, consiguiendo así una mejor eficiencia y calidad en el servicio prestado al cliente externo.

Sunción Espinoza (2017) en su tesis “Aplicación del mantenimiento productivo total para incrementar la productividad en la línea de producción en la empresa MGO SAC” tiene como objetivo mejorar la productividad al implantar el Mantenimiento Productivo Total, la metodología es de enfoque cuantitativo, de diseño cuasi experimental tipo aplicada nivel explicativo obteniendo como resultado un mejor índice de disponibilidad de las máquinas que intervienen en el proceso de producción, de tener un índice de 0.817 a incrementarse a 0.966 equivaliendo una mejora del 18.24%.

Salinas Manrique (2017) en su tesis tiene como objetivo determinar como la aplicación del TPM mejora la productividad de la empresa la investigación es de enfoque cuantitativo, de diseño pre experimental tipo aplicada y nivel explicativo tuvo como resultados al aplicar el Mantenimiento Productivo Total mejoras sustanciales en la productividad en un 59.41%, gracias a la mejora del 58.51% de la eficiencia en el área de mantenimiento y la eficacia al mejorar un 7.16% en la empresa de Ascensores.

Como antecedentes internacionales referentes a la investigación tenemos a Winatie, Perwitasari Maharani, & Rimawan (2018) en su artículo científico “Análisis de productividad para aumentar la eficacia general del equipo (OEE) mediante la implementación Mantenimiento productivo total” tiene como objetivo minimizar las perdidas incurridas, aumentar los ingresos y la eficiencia operativa de producción, las cuales realiza una evaluación de los 7 departamentos relacionados con el proceso de producción, la metodología que utiliza es de enfoque cuantitativo, explicativo obteniendo como resultado de la evaluación 20% de inactividad de producción y un OEE de 61.5% concluyendo que hay que corregir procedimientos al momento de manipulación de la máquina, así como mejorar el mantenimiento de las mismas.

Ihueze & Ebisike (2018) en su artículo científico “Optimización del sistema de producción: una aplicación del mantenimiento productivo total (TPM)” tiene como objetivo estudiar el impacto de la eficacia, disponibilidad y rendimiento de los equipos mediante el uso de mantenimiento productivo total para producir bienes sin reducir la calidad del producto, sin aumentar el costo del producto y producir lotes pequeños de productos lo antes posible con cero productos defectuosos obteniendo como resultado un OEE de 22.4% y 23.5% para los años 2012 y 2013 respectivamente, concluyendo que la gestión de mantenimiento debe apuntar a obtener un OEE de 85% lo cual es el estándar aceptado a nivel mundial.

(Brodny & Tutak, 2017) en su artículo científico “Aplicación de elementos de la estrategia TPM para el análisis operativo de máquina minera” tiene como propósito mejorar la eficiencia económica de la empresa mediante el uso eficaz de los equipos mineros, el estudio es de enfoque cuantitativo donde analiza el OEE de las máquinas como la cizalla de tajo largo, transportador frontal y la trituradora

obteniendo como resultado un OEE bajo la cual no supera el 60% en todas las máquinas estudiadas, concluyendo que hay un uso ineficaz de las maquinarias y que es necesario tomar medidas para maximizar su uso.

Celis Guerra (2017) Al ejecutar el TPM durante el proceso de recolección de información se pudo reconocer y encontrar pérdidas económicas en la empresa por un valor de \$35.000.000 pesos colombianos, para tal fin se utilizó el cálculo de los 5 costos en los desperdicios, (Costos relacionados a la materia prima, colaboradores, rectificar lo que hizo mal, de mala imagen, de los puestos de control que no funcionaron).

Hossen (2016) En toda organización que este inmerso en la fabricación de bienes la filosofía de la Mejora Continua debe estar presente, de lo contrario se corre el riesgo de ir perdiendo poco a poco la cuota de mercado adquirida. Tomando en cuenta que la planta de hilado textil es una unidad de procesamiento el OEE dependerá de un buen rendimiento del equipo y una correcta estabilidad del proceso. El estudio realizado tenía la finalidad de la OEE identificando las pérdidas que estén vinculadas en el marco del anillo, para ello se empleó el Kaizen un pilar del TPM aumentando el OEE del marco del anillo, a su vez impactando positivamente en la productividad y mejorando la calidad en la forma del anillo de policía. En el Pres-Test el OEE del marco del anillo obtuvo un porcentaje de 78.09%, con la mejora realizada se incrementó a 86.02%.

Como teorías relacionadas a la variable independiente mantenimiento productivo total (TPM) tenemos a (Shen, 2015, pág. 427) quien describe al TPM como un direccionamiento colaborativo para acoger la mejora continua e influya de manera significativa en la calidad del producto o servicio brindado, la eficacia operativa, una comprensión superior de la productividad y mantenimiento dentro de las labores en la organización.

Idzham Kasim, Azam Musa, Razul Razali, Mohamad Noor, & Wan Saidin (2015) el TPM es una metodología que se originó en Japón con el propósito de apoyar un sistema de manufactura esbelta por medio de equipos confiables y efectivos; el TPM se basa en estrategias para alcanzar la máxima eficacia del equipo mejorando

la disponibilidad, rendimiento del equipo, por medio de mantenimiento preventivo, involucramiento de todo el personal, y la promoción del mantenimiento autónomo.

Shen (2015, pág. 427) indica que se debe tener en cuenta tres componentes vitales del TPM 1) Establecer una mejora continua en los Equipos 2) Reasignación equitativa de funciones y responsabilidades al equipo laboral relacionado al mantenimiento de equipos 3) Hacer énfasis en el trabajo individual del equipo laboral.

Pramita Wardhani (2019, pág. 3) los pilares del TPM tenemos 1) Mantenimiento autónomo (Jishu hozen), 2) Mejora enfocada, 3) Mantenimiento planificado, 4) Gestión de la calidad, 5) Gestión temprana de equipos, 6) Formación y educación, 7) TPM en administración, 8) Condiciones ambientales de seguridad y salud.

Ali (2019, pág. 180) el mantenimiento autónomo está orientado a formar operadores que puedan realizar tareas de mantenimiento básicos, los operadores son responsables del mantenimiento de su equipo, de esta manera se libera al personal técnico para mantenimientos más complejos y según Adesta, Prabowo, & Agusman (2018, pág. 2), el equipo se vuelve más confiable.

Guritno & Sidhi Cahyana (2021, pág. 2) indica tres etapas en el mantenimiento autónomo las cuales son: 1) Limpieza inicial, tiene como objetivo limpiar a fondo la máquina por dentro y por fuera evidenciando un antes y después, lubricar 2) reducir el tiempo de limpieza, eliminar fuentes de fuga y contaminación; y 3) reducir el tiempo de lubricación, se debe establecer estándares de lubricación, tipos de lubricación y tiempo de lubricación por cada máquina.

Tian Xiang & Jeng Feng (2021, pág. 155) el mantenimiento planificado consiste en medir la cantidad de fallas del equipo y luego establecer un adecuado plan de mantenimiento, el método de planificación de mantenimiento incluye el mantenimiento preventivo, mantenimiento de averías, mantenimiento correctivo.

Gopalakrishnan, Bokrantz, Ylipää, & Skoogh, (2015, pág. 485) una planificación de mantenimiento eficaz conduce hacia la productividad y confiabilidad del sistema.

Zlatić (2019, pág. 586) indica que el entrenamiento del personal tiene como objetivo tener personal calificado es de vital importancia para que puedan realizar las actividades de manera eficiente.

Azid, Shamsudin, Yusoff, & Samat (2019, pág. 6) indica que el TPM tiene como objetivo lo siguiente: Cero defectos, Cero averías, Cero accidentes, para ello promueve el mantenimiento autónomo, elimina las fallas por medio de las actividades diarias y optimiza la eficiencia del equipo. Eka Candra, Susilawati, Herisiswanto, & Setiady (2017) señala como objetivo del TPM es la maximización de la eficacia general del equipo (OEE), para ello se debe incluir 5 puntos importantes las cuales son: 1) sensibilización del personal desde la Dirección hasta el operador. 2) las actividades deben ser basadas en trabajo en equipo. 3) implementación de las 5S. 4) creación de un sistema de evaluación. 5) crear conciencia de gestión sostenible en seguridad y salud del trabajador.

Alseiari & Farrell (2020, pág. 484) indica que existe 6 grandes pérdidas las cuales son: pérdidas de calidad que incluye 1) defectos del proceso, 2) pérdida de producto; pérdidas de rendimiento incluye 3) paradas menores, 4) reducción de velocidad; perdidas de disponibilidad incluyen 5) averías, 6) configuración y ajuste de máquinas.

Nurprihatin, Angely, & Tannady (2019), los paso para implementar el TPM son: Etapa de preparación que involucra 1) la dirección comunica sobre la decisión de introducir el TPM, 2) realizar lecciones para introducir el TPM, 3) Implementar políticas y objetivos básicos de TPM, 4) crear un programa maestro; etapa de implementación involucra 5) preparación de escenarios, 6) realizar un programa de mantenimiento de autonomía, 7) realizar capacitaciones, 8) crear un programa de administración de equipos; y la última etapa de consolidación involucra 9) mejorar la implementación de TPM.

Franchi Arromba, y otros (2021, pág. 8) indica algunas dificultades en la planificación del TPM las cuales son 1) dificultad para convencer al directorio que mediante el TPM mejoraran los indicadores de producción. 2) problemas en desplegar los planes piloto. 3) bajo presupuesto de recursos financieros. 4) Falta de planificación relacionada con los objetivos y metas del TPM. 5) Falta de

planificación en capacitaciones 6) Falta de apoyo de la alta dirección en concientizar sobre la importancia del TPM.

Franchi Arromba, y otros (2021, pág. 8) a nivel implementación identifica las siguientes dificultades: 1) resistencia a los cambios culturales por parte de los colaboradores. 2) Falta de entendimiento de la filosofía, herramientas y principios del TPM. 3) Deficiencia en la comunicación. 4) Dificultar para la asignación de responsabilidad y autonomía de los colaboradores. 5) Incumplimiento de las etapas de implementación. 6) Falta de un lenguaje común entre los colaboradores.

De acuerdo a (Gherghea, Bungau, Indre, & Negrau, 2021, pág. 3) implementar la 5S es primordial en la implementación del TPM ayudando a crear un trabajo estandarizado y seguro.

Como teorías relacionadas a la variable dependiente gestión de mantenimiento tenemos:

Surico, y otros (2020, pág. 313), la gestión de mantenimiento es esencial en el negocio de una empresa manufacturera contribuyendo al éxito a largo plazo, los recursos que se encuentran sin mantenimiento pueden detener las operaciones de producción provocando retrasos.

Hairiyah, Rizki Amalia, & Adi Wijaya (2019, pág. 103) un adecuado funcionamiento de un sistema requiere de una buena gestión de mantenimiento de tal forma que asegure que la máquina funcione de manera eficaz y eficiente.

Herrera-Sánchez, Morán-Bravo, Gallardo-navarro , & Silva-juárez (2020, pág. 22) Tiene que ver con todas las actividades que se realizan en la gerencia y operaciones, que definen los objetivos del mantenimiento, planificación, estrategias y administración teniendo como finalidad aumentar la confiabilidad del equipo.

Shen (2015, pág. 427) la gestión de mantenimiento debe buscar la mejora continua, empleando la eficiencia global y colaboración activa entre todos los trabajadores.

Parra Márquez & Crespo Márquez (2015) indica que el proceso de gestión de mantenimiento se divide en dos bloques las cuales son: 1) definir cuáles serán las estrategias de mantenimiento y 2) la implementación de dichas estrategias.

García Márquez (2020, pág. 1) el mantenimiento preventivo es realizado en determinados momentos de acuerdo a criterios como el tiempo de uso del equipo, o por sensores de prueba y análisis con la finalidad de reducir la probabilidad de avería.

Tayaba Abbasi, King Hann, & Ke San (2019, pág. 1) Un mantenimiento predictivo tiene por finalidad adelantarse y/o predecir los desperfectos, que presenten las máquinas y equipos minimizando así la frecuencia en la ejecución de los mantenimientos correctivo y preventivo, reduciendo incluso todos los costos relacionados.

Hwang & Samat (2019, pág. 1) Al efectuar un mantenimiento correctivo siempre estará encausado a desarrollar actividades, en la máquina o equipo de una forma no programada; vale decir tienen que ejecutarse como prioridad alta. De no ser así este puede repercutir negativamente originando daños en el funcionamiento de otros sistemas.

Agung Prabowo, Bobby Suprpto, & Farida Farida (2018, págs. 14-15), indica que el OEE es un método que mide la efectividad general de la máquina la cual está constituida por la disponibilidad del equipo, el rendimiento del equipo y el rendimiento de la calidad. (Intan Martomo & Widyo Laksono, 2018, pág. 2) indica que los valores ideales o aceptables del OEE son de 85% conformados por una disponibilidad de 90%, rendimiento 95% y Calidad de 99%.

Chandra, Chaturvedi, & Kum (2018, pág. 204) la disponibilidad es la razón entre la diferencia de la disponibilidad requerida con el tiempo de inactividad sobre la disponibilidad requerida.

$$Disponibilidad = \frac{\text{Tiempo que debe operar} - \text{Tiempo inactivo}}{\text{Tiempo que debe Operar}} \times 100$$

Díaz-Contreras, Catari-Vargas, Murga-Villanueva, Díaz-Vidal, & Quezada-Lara (2020, pág. 159) Al hablar de Rendimiento podemos decir que nos describe si hay un buen aprovechamiento, respecto a la capacidad de la máquina en el lapso de tiempo que estuvo operando. Las reducciones del rendimiento son ocasionadas comúnmente por micro paradas o variaciones en la velocidad, con valores por debajo de la capacidad teoría de la máquina.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Potencia real}}{\text{Potencia Teórica}} \times 100$$

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de Investigación:

Tipo de Investigación:

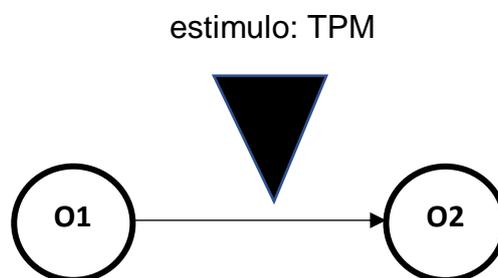
El proyecto de investigación elaborado fue de tipo aplicada que se centra en una problemática ya identificada y descrita, por lo que se trató de encontrar una mejora que alcance los objetivos trazados, es de enfoque cuantitativo ya que se sustentará en el cálculo numérico, así lograr recolectar todos los datos necesarios, las cuales fueron procesados y evaluados, para probar el planteamiento de las hipótesis presentadas.

Nivel de Investigación:

Es de nivel explicativo y longitudinal, porque responde a los efectos de la manipulación de la variable independiente (V.I) *TPM* en la variable dependiente (V.D) *Gestión de mantenimiento* en un periodo de tiempo establecido.

Diseño de Investigación:

El proyecto de investigación fue de diseño pre experimental donde se manipuló la V.I "*TPM*" y se vio los efectos que tiene en la V.D "*gestión de mantenimiento*", además la unidad de análisis fueron los generadores de corriente, donde se realizó una primera observación la cual denotamos como O1 (pre prueba) que tuvo un periodo de revisión de datos por 4 meses antes de aplicar el TPM y una segunda observación que denotamos como O2 (post prueba) que tuvo un periodo de revisión de los datos por 4 meses después de implementar el TPM.



O1: Gestión de mantenimiento antes de aplica el TPM

O2: Gestión de mantenimiento después de aplicar el TPM

3.2 Variables y operacionalización:

Variable Independiente: TPM

Conceptual: Busca como objetivo principal aumentar la Disponibilidad y eficacia del equipo durante el ciclo de vida, así conseguir impactar de manera significativa y positiva en la producción, consiguiendo alcanzar un nivel óptimo en su funcionamiento minimizando los costos relacionados al mantenimiento, donde están incluidos el recurso humano. Pero también tiene un sentido en poder minimizar y supervisar las alteraciones en el proceso de producción, tales como las paradas inesperadas (García Alcaraz, 2011, pág. 130).

Operacional: La implementación del TPM se basa fundamentalmente en sus dos pilares básicos las cuales son el mantenimiento autónomo y el mantenimiento planificado con la finalidad de aumentar la confiabilidad y reducir el índice de averías

Dimensión: Mantenimiento autónomo.

$$\% \text{ de cumplimiento de check List} = \frac{\text{Check List ejecutado}}{\text{Check List Planificado}} \times 100$$

$$MTBF: = \frac{\text{Horas trabajada de los generadores}}{\text{Numero de paradas por fallos}} \times 100$$

$$\% MTBF = \frac{MTBF \text{ Real}}{MTBF \text{ Planificado}}$$

MTBF: Tiempo medio entre fallos.

Dimensión: Mantenimiento planificado.

$$\% \text{ de cumplimiento de mant.} = \frac{T.A \text{ de mantenimiento ejecutada}}{T.A \text{ de mantenimiento programado}} \times 100$$

$$MTTR = \frac{\text{Horas de reparación de generadores}}{\text{Numero de Paradas}}$$

$$\% MTTR = \frac{MTTR \text{ Planificado}}{MTTR \text{ Real}}$$

MTTR: Tiempo medio de reparación

Variable dependiente: Gestión de mantenimiento.

Conceptual: Tiene que ver con todas las actividades que se realizan en la gerencia y operaciones, que definen los objetivos del mantenimiento, planificación, estrategias y administración teniendo como finalidad aumentar la confiabilidad del equipo (Herrera-Sánchez, Morán-Bravo, Gallardo-navarro , & Silva-juárez, 2020)

Operacional: Una adecuada gestión de mantenimiento se alcanza mejorando la disponibilidad y rendimiento de las máquinas

Dimensión: Disponibilidad

$$\% \text{ Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo que debe operar} - \text{Tiempo inactivo}}{\text{Tiempo que debe Operar}} \times 100$$

Dimensión: Rendimiento.

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{Potencia Real}}{\text{Potencia teórica}} \times 100$$

Matriz de Operacionalización

TITULO: "Implementación del TPM para Mejorar la Gestión del Mantenimiento en la empresa Cordovas Ingenieros S.A.C. San Borja - 2021 "								
VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	FORMULA	ESCALA DE MEDICIÓN	TÉCNICA	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
TPM	TPM como un direccionamiento colaborativo para acoger la mejora continua e influya de manera significativa en la calidad del producto o servicio brindado, la eficacia operativa, una comprensión superior de la productividad y mantenimiento dentro de las labores en la organización.(Shen, 2015, pág. 427), los pilares del TPM tenemos 1) Mantenimiento autónomo 2) Mantenimiento planificado (Pramita Wardhani, 2019, pág. 3)	La implementación del TPM se basara fundamentalmente en sus dos pilares básicos las cuales son el mantenimiento autónomo y el mantenimiento planificado con la finalidad de aumentar la confiabilidad y reducir el índice de averías	Mantenimiento Autonomo	% cumplimiento de check List (CCL)	$\% \text{ de CCL} = \frac{\text{Check List ejecutado}}{\text{Check List Planificado}} \times 100$	Razón	Observación Directa	Ficha de Observación directa, cuestionarios
				% MTBF	$\% \text{ MTBF} = \frac{\text{MTBF Real}}{\text{MTBF Planificado}}$			
			Mantenimiento Planificado	% Cumplimiento de mantenimiento (CM)	$\% \text{ CM} = \frac{\text{T.A de mant. ejecutada}}{\text{T.A de mant. programado}} \times 100$	Razón		
				% MTTR	$\% \text{ MTTR} = \frac{\text{MTTR planificado}}{\text{MTTR Real}}$			
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	FORMULA	ESCALA DE MEDICIÓN	TÉCNICA	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
Gestión de mantenimiento	Tiene que ver con todas las actividades que se realizan en la gerencia y operaciones, que definen los objetivos del mantenimiento, planificación, estrategias y administración teniendo como finalidad aumentar la confiabilidad del equipo (Herrera-Sánchez, Morán-Bravo, Gallardo-navarro , & Silva-juárez, 2020, pág. 22)	Una adecuada gestión de mantenimiento se alcanza mejorando la disponibilidad y rendimiento de las maquinas	Disponibilidad	% disponibilidad	$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo que debe operar} - \text{Tiempo inactivo}}{\text{Tiempo que debe Operar}} \times 100$	Razón	Observación Directa	Ficha de Observación directa, cuestionarios
			Rendimiento	% de rendimiento	$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Potencia Real}}{\text{Potencia teórica}} \times 100$			

3.3 Población, muestra y muestreo

- Población:

La población será establecida por los 04 equipos que cumplen con la función de generar corriente, para este caso los generadores de corriente en la empresa Cordovas Ingenieros S.A.C., estos serán tomados en cuenta en la implementación del TPM propuesto para mejorar la Gestión del Mantenimiento las cuales se midió durante 3 meses antes de la implementación y 3 meses posterior a la implementación

Muestra:

La muestra tiene como finalidad tomar a un grupo reducido de la población para facilitar su análisis, de esta forma poder hacer un uso adecuado de los recursos. Tomando en cuenta el tamaño de la población que es menor a treinta no es necesario calcular la muestra que vendría a ser los 04 Generadores de Corriente. La característica más significativa de la muestra es que todo el conjunto realiza su funcionamiento temporalmente en las estaciones de trabajo.

Tabla 1: Inventario de Equipos

ITEM	DESCRIPCIÓN	MARCA	CODIGO	ESTADO	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
1	GENERADOR DE CORRIENTE	JHON DEERE	C.I GC001	OPERATIVO	ALMACEN PRIALE	OPERATIVO
2	GENERADOR DE CORRIENTE	ONAN CUMMINS	C.I GC002	OPERATIVO	ALMACEN PRIALE	OPERATIVO
3	GENERADOR DE CORRIENTE	HONDA	C.I GE 029	OPERATIVO	ALMACEN PRIALE	OPERATIVO
4	GENERADOR DE CORRIENTE	BAUKER	C.I GE 028	OPERATIVO	ALMACEN PRIALE	OPERATIVO

Fuente: Cordova Ingenieros SAC.

Tamaño de muestra

El tamaño de la muestra son los 24 datos que se tomaran de los generadores de corriente en los tres meses antes de la implementación (12 datos) y posterior a la implementación (12 datos)

Unidad de Analisis

Se le denomina a la mínima expresión de mi objeto de estudio o fenómeno que me brindará la información necesaria, para una posterior evaluación será un Equipo Generador de Corriente.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

- Las técnicas e instrumentos que se emplearon son:

Observación directa: La técnica que se uso fue la observación directa a los procedimientos de implementación de TPM ello se realizó el planeamiento y recopilación de los datos en cuanto los indicadores de mantenimiento autónomo y mantenimiento planificado

Análisis Documental: esta técnica permitió recopilar información de fuentes de la empresa como los registros de mantenimiento conociendo así la situación de los generadores de corriente de la empresa.

- Instrumentos de recolección de datos

Fichas de Observación directa: Se Registró la data que se obtuvo para luego interpretar de los resultados de un antes y un después de la implementación del TPM

Validez de los Instrumentos

Para la validación de los instrumentos se realizó a través de juicio de expertos quienes revisaran criterios de pertinencia que se refiere a si la investigación corresponde al concepto teórico formulado, claridad que se refiere a si es entendible sin dificultades lo que se desea medir y relevancia de la investigación respecto a sus variables y dimensiones que se proponen.

Confiabilidad de los instrumentos

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

Escala de Alpha de Cronbach.

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

α : Alfa de Cronbach

k : Número de ítems

V_i : Varianza de cada ítem

V_t : Varianza del total

Tabla 2: Prueba de Confiabilidad

Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	24	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	24	100,0

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

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,951	3

Estadísticas de total de elemento

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
Disponibilidad	149,4704	211,733	,904	1,000	,955
Rendimiento	155,0396	317,363	,860	1,000	,970
Gestión de Mantenimiento	152,2550	255,101	1,000	1,000	,852

Fuente: SPSS 25

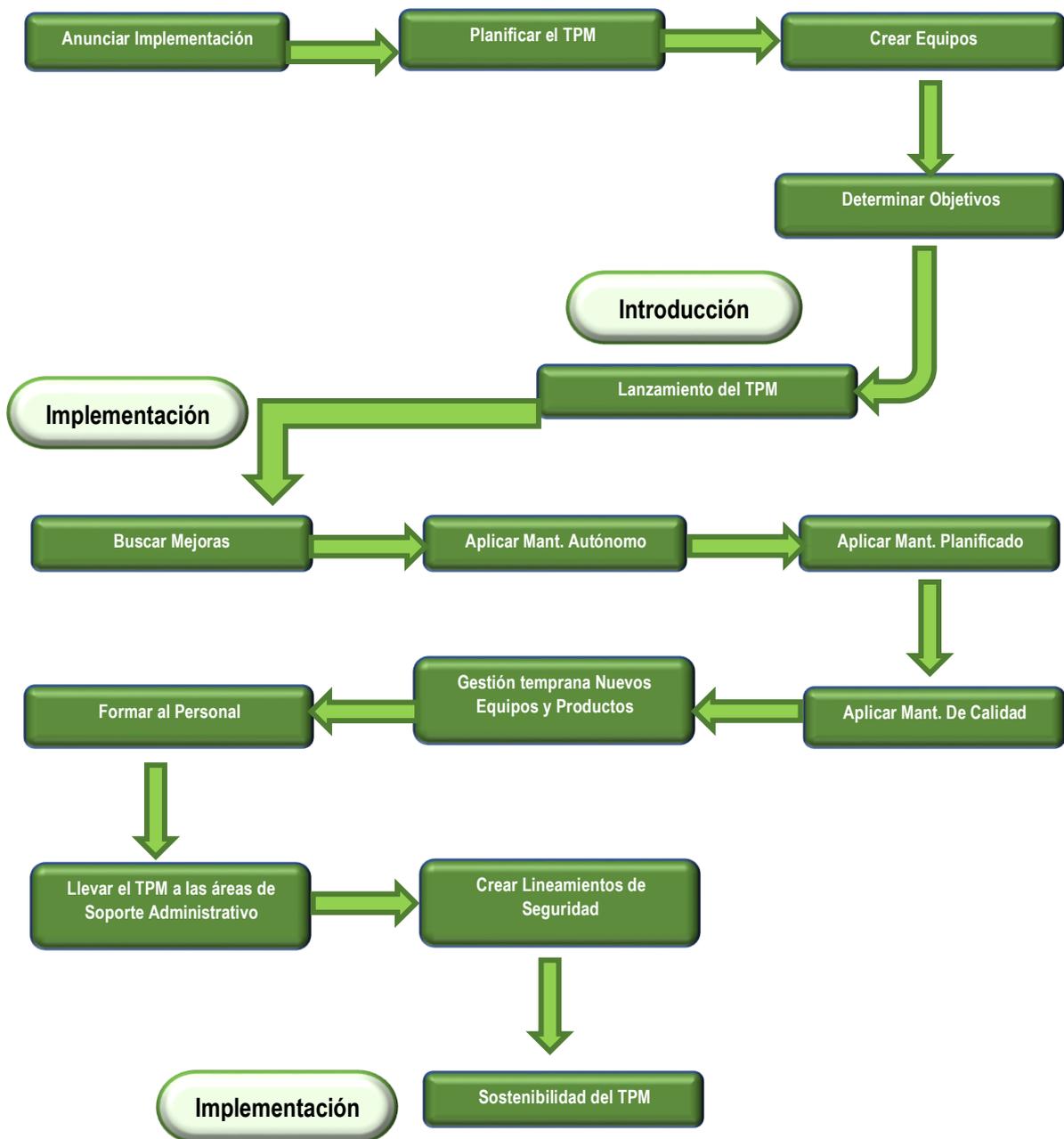
De la tabla 2, se observa que el Alpha de Cronbach para las dimensiones Disponibilidad, rendimiento y gestión de mantenimiento es de 0.951 lo cual

significa que los datos de los instrumentos utilizados en la investigación tienen una confiabilidad muy buena.

3.5 Procedimientos

La aplicación del Mantenimiento Productivo Total seguirá los siguientes lineamientos:

Figura 2: Fases del TPM



Fuente: Elaboración propia.

Preparación. – En esta fase hay 5 pasos.

1. Realizar un comunicado a nivel organizacional de preferencia de la alta dirección, de esta forma poder crear un sentimiento de compromiso de todos los involucrados en el área.
2. Planificar todos los requisitos y recursos necesarios para una correcta ejecución.
3. Crear grupos especializados con responsabilidades por las actividades a ejecutar, siendo ellos los que presenten el avance de las mismas.
4. Se determinarán los objetivos que se quieren alcanzar, y que políticas serán necesarias para lograrlo.
5. Establecer un cronograma de actividades determinando tiempos de inicio y culminación, de esta forma poder llevar un orden.

Introducción. – Paso 6.

Se dará inicio a la ejecución del TPM para ello también se debe comunicar a los socios estratégicos (Clientes y Proveedores), de esta forma puedan sentir la inclusión en el mismo, como también crear compromiso sobre todo en el proveedor de que también pueda ser parte del mismo a través de un soporte que pueda ser necesario en la implementación.

Implementación. - Paso 7 – 11.

Dentro de esta fase se encuentran los pilares de la implementación del TPM, para ello será necesario identificar las propias necesidades de la organización y alinearlas con estos pasos; 7.1) Mejoras orientadas – hacia dónde queremos ir, 7.2) Mantenimiento autónomo solo los técnicos lo pueden realizar o también los operarios pueden intervenir, 7.3) Mantenimiento planificado – es necesario que se maneje el mantenimiento de manera anticipada para ello se podría establecer programas de mantenimiento preventivo y que estos se cumplan, 7.4) Formación y adiestramiento – crear programas de capacitación de la metodología y las técnicas necesarias para poder llevar a cabo la implementación, 8) Gestión temprana de nuevos equipos – evaluar y analizar el tiempo necesario para una nueva adquisición y no esperar a que presente fallas irreparables que afecten a la productividad y el deterioro de equipo, 9) Adoptar un Mantenimiento de Calidad 10) Incluir a los departamentos administrativos y de apoyo en la implementación en la medida que

sea necesaria, 11) Gestión de la seguridad y el entorno – la seguridad tiene que estar presente tomando como premisa que la integridad del colaborador debe estar por encima de todo,

Sostenibilidad. - Paso 12

Crear acciones que hagan sostenible la implementación – importante en este paso se pueda medir y ver el grado de cumplimiento de los indicadores si es necesario se replanteara con la finalidad que estén alineados a los objetivos trazados.

3.6 Método de análisis de datos:

Para un correcto análisis de los datos será necesario emplear la Estadística Descriptiva e Inferencial.

Estadística descriptiva

A través de ello se podrá evaluar un conjunto de datos (muestra) que sea representativa de la población y nos describe el comportamiento de este último, tales como la; media, la mediana, la varianza, la desviación típica, etc. Para una mejor facilidad en la descripción de estos datos se emplearán los gráficos en columnas, en líneas o circulares.

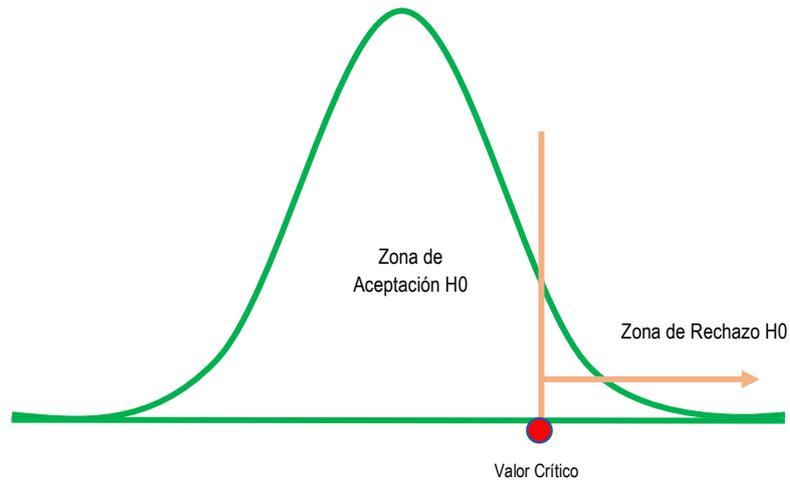
Estadística inferencial

Empleando esta ciencia se podrá establecer se podrá corroborar si el planteamiento de nuestra hipótesis realmente infiere en la población, de manera significativa y estadísticamente. De acuerdo a los datos obtenidos nuestra prueba de hipótesis podrá ser de media, proporciones, diferencia de medias o diferencia de proporciones.

Para un mejor entendimiento se resumen los pasos a seguir para una prueba de hipótesis de media.

- Proponer la hipótesis nula, especificando la alterna.
- Determinar la significancia a emplear α .
- Cuantificar los valores críticos y prueba de valor crítico estableciendo las zonas de aceptación (Z_c) y rechazo (H_0).
- Declara la decisión y conclusión de la prueba de hipótesis.

Figura 3: Prueba de Hipótesis de media



Fuente: Elaboración Propia.

3.7 Aspectos éticos

El proyecto de investigación elaborado se soporta en los valores éticos de responsabilidad y honestidad, para expresar la autenticidad y veracidad sobre la información presentada. Los datos empleados serán brindados por la organización en estudio por ello se declara valido toda la información presentada para su análisis, la cual está sujeta a la responsabilidad política, social y ética, tomando en cuenta los parámetros establecidos.

IV. RESULTADOS

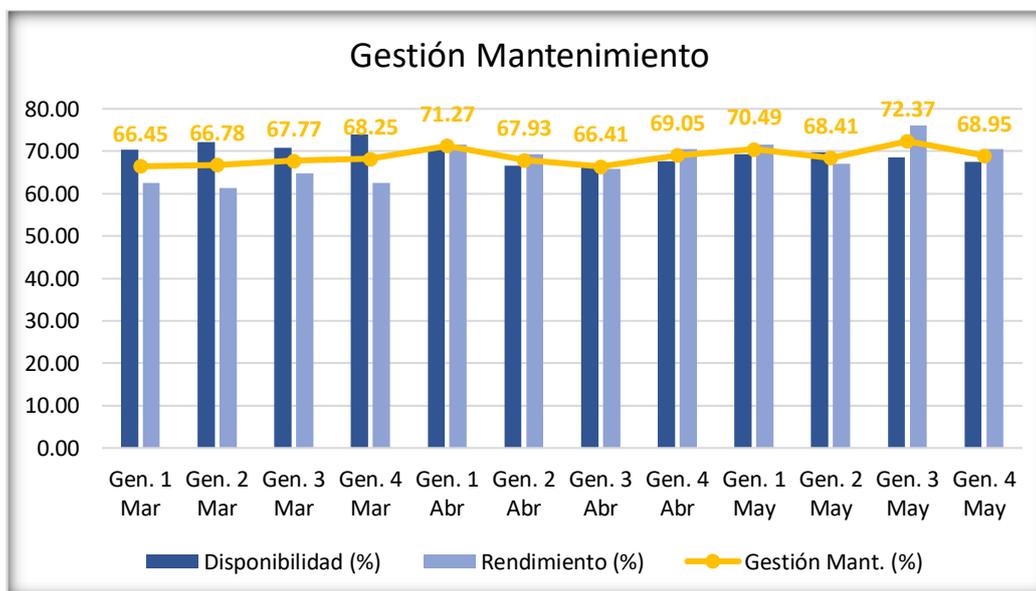
4.1 Objetivo específico 1: Diagnosticar la gestión de mantenimiento de los generadores de corriente

Tabla 3: Datos recopilados antes de la implementación TPM

Equipo	Mes	Disponibilidad (%)	Rendimiento (%)	Gestión Mant. (%)
Generador 1	Mar	70,4	62,5	66,45
Generador 2	Mar	72,2	61,36	66,78
Generador 3	Mar	70,76	64,77	67,77
Generador 4	Mar	74,01	62,5	68,25
Generador 1	Abr	70,96	71,59	71,27
Generador 2	Abr	66,54	69,32	67,93
Generador 3	Abr	66,91	65,91	66,41
Generador 4	Abr	67,65	70,45	69,05
Generador 1	May	69,38	71,59	70,49
Generador 2	May	69,77	67,05	68,41
Generador 3	May	68,6	76,14	72,37
Generador 4	May	67,44	70,45	68,95
Media		69,55	67,80	68,68

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 4: Gestión de Mantenimiento



Fuente: Cordovas Ingenieros SAC

De acuerdo a los datos recopilados durante los meses de marzo abril y mayo se observa que la gestión de mantenimiento respecto a los 4 generadores de corriente

eléctrica no supera el 73% obteniendo como mejor resultado del diagnóstico de la gestión de mantenimiento 72.37% que corresponde al generador 1 en el mes de abril y el peor resultado corresponde al generador 3 con 66.41% también correspondiente al mes de abril; siendo un factor crítico para la empresa al no contar con una adecuada disponibilidad y rendimiento de los equipos ocasionando retrasos en las obras, las cuales, están sujetos a tiempos de entrega.

En vista de los bajos resultados que se venían dando en cuanto a la baja disponibilidad y rendimiento de los equipos se procedió a realizar el análisis de todos los factores que provocan la reducción del índice en la Gestión del Mantenimiento mediante el Diagrama de Causa – Efecto, donde se pudo visualizar 11 debilidades dentro del área de mantenimiento. (ver Figura 5)

Metodo: se encontró que se estaba brindando un inadecuado mantenimiento a los equipos las cuales no cumplían con el plan establecido y los procedimientos que se realizaban no eran estandarizados cada mecánico realizaba el mantenimiento a su criterio lo cual no había garantías de la eficiencia del trabajo realizado.

Maquinaria: se encuentra la poca disponibilidad de los equipos e instrumentos inadecuados la cual dificulta que se cumpla un trabajo eficiente.

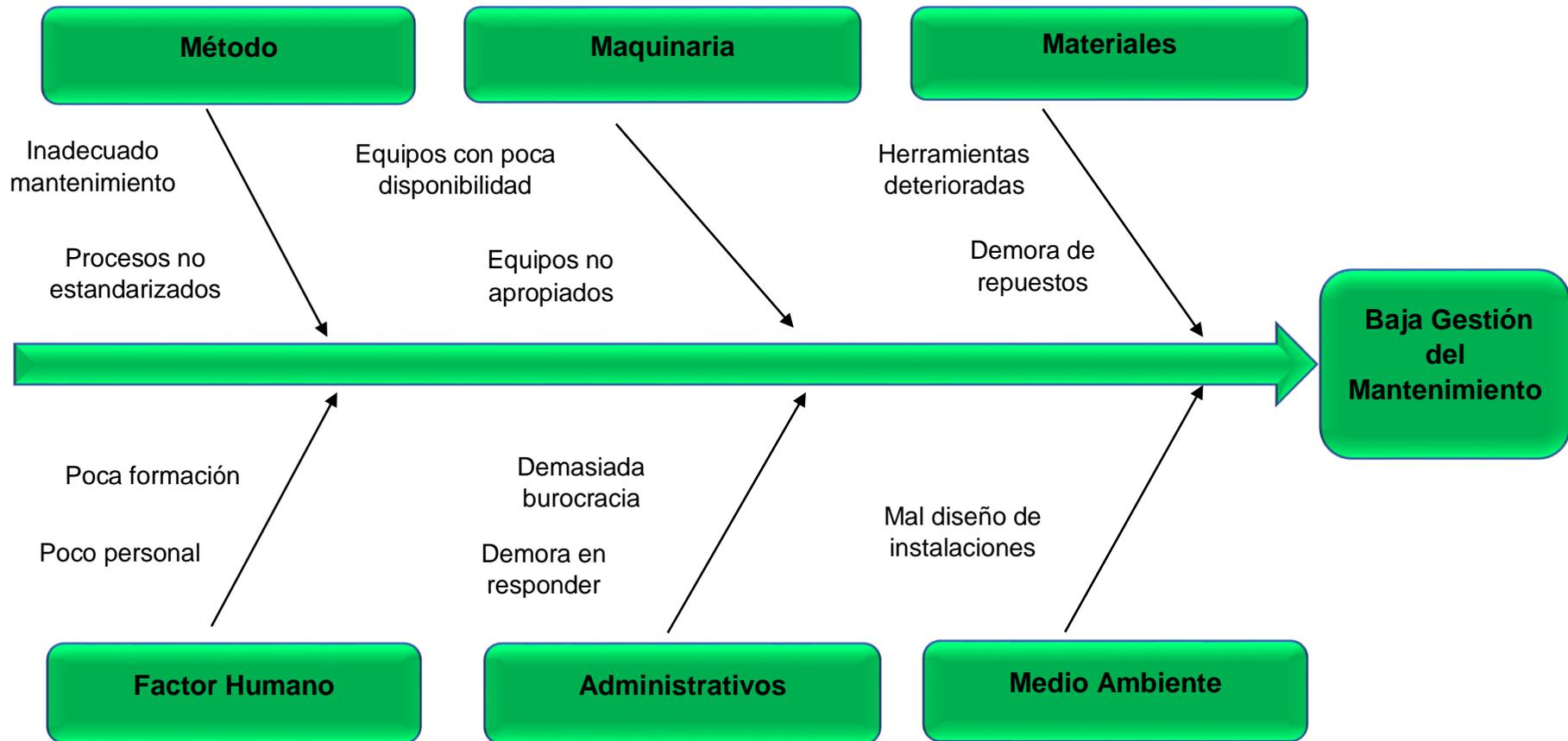
Materiales: los repuestos de baja calidad minimizan el rendimiento de los equipos, así como la disponibilidad al no haber garantías en los repuestos que se utilizan en los generadores y también tenemos las demoras en las adquisiciones que retrasan el mantenimiento que se tiene de acuerdo al plan forzando a las máquinas a trabajar más horas lo que ocasiona problemas mayores.

Factor humano: se encuentra que el personal tiene poca formación y experiencia sumado al poco personal que se cuenta siendo relevante para cumplir con el plan establecido.

Factores administrativos: donde la burocracia limita la reacción rápida a las necesidades lo que ocasiona retrasos.

Medio ambiente: se requiere una instalación adecuada ordenada que ayude a mejorar los tiempos de reparación de los equipos.

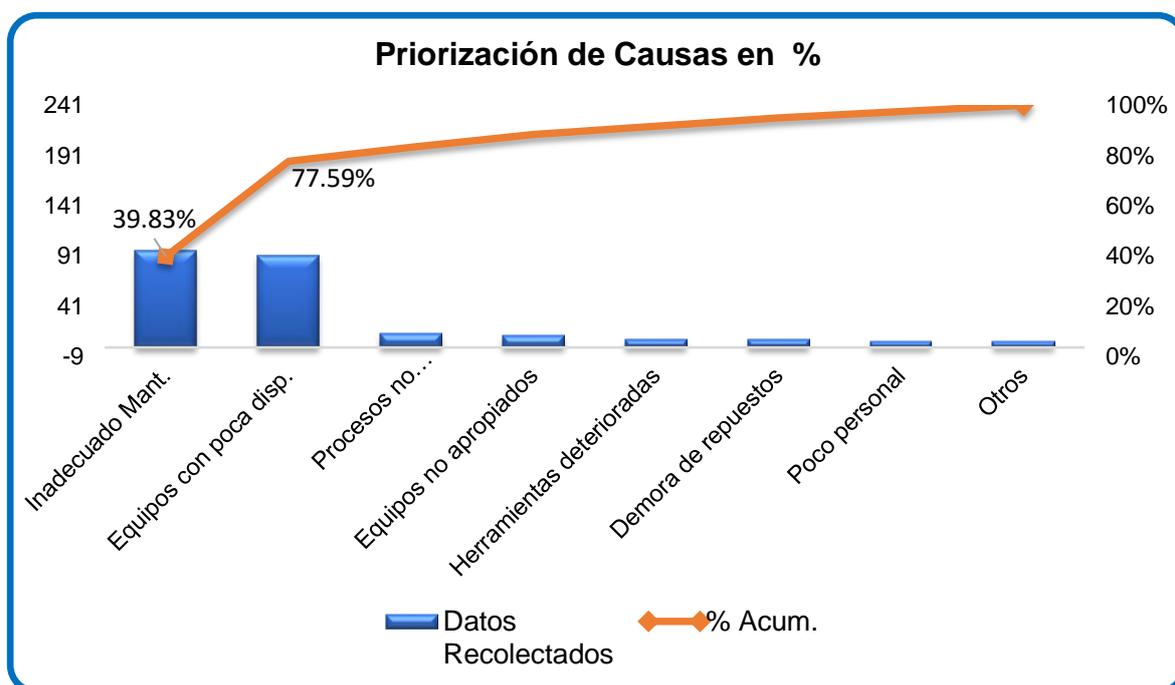
Figura 5: Diagrama de Causa - Efecto



Fuente: Elaboración propia

También es importante determinar el grado de relevancia de cada uno para buscar mejora en ellos. Por tal motivo se elaboró un cuadro de priorización de causas y se aplicó la regla del 80 – 20 de Pareto, realizando preguntas al jefe de mantenimiento, supervisores, planificador, asistente y técnicos de mantenimiento se concluyó que un inadecuado mantenimiento y los equipos con poca disponibilidad son los mayores causantes en la reducción del índice en la Gestión del Mantenimiento en los generadores de corriente.

Figura 6: Diagrama de Pareto:



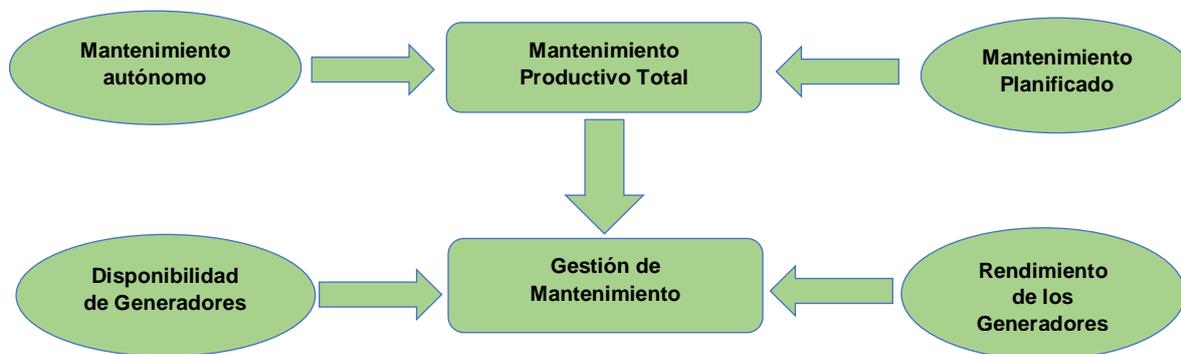
Fuente: Elaboración propia

Del Pareto realizado se observó que los puntos a tratar para obtener resultados favorables son el inadecuado mantenimiento y la baja disponibilidad de los equipos.

Implementación

La Aplicación del Mantenimiento Productivo Total tiene como objetivo incrementar la Gestión de Mantenimiento en los Generadores de Corriente. Para ello será necesario seguir ciertos lineamientos de la metodología del TPM.

Figura 7: Esquema de Implementación de TPM



Fuente: Elaboración propia

Preparación – Fase 1

Paso 1

Se ejecutó una charla informativa liderada por el gerente y jefe del área de taller, donde se informó a todo el personal sobre la exigencia de hacer mejoras apoyadas en la metodología TPM. Informando que se aplicara esta mejora a los 4 Generadores de corriente.

Paso 2

Se realizó la formación de equipos responsables.

Jefe de Mantenimiento: Responsable de toda la implementación, seguimiento directo a los indicadores que harán posible la sostenibilidad y control de la mejora.

Asistente Mantenimiento: Responsable de la creación del plan de mantenimiento en coordinación con los supervisores, técnicos y bajo la dirección del jefe de mantenimiento y servicio.

Supervisores Mantenimiento y Servicio: Responsable de guiar a los técnicos en el proceso de aprendizaje e implementación del TPM y Mantenimiento Autónomo, coordinar las capacitaciones.

Los cuatro operarios encargados de los equipos a implementar la mejora deberán seguir los lineamientos encomendados

Paso 3

Se establecieron los objetivos:

Mantenimiento autónomo:

- El cumplimiento al 90% de las actividades a realizar diariamente en el equipo.
- Alcanzar un tiempo medio entre fallas (MTBF) de 30 horas.

Mantenimiento planificado:

- El cumplimiento del 90% de las actividades de acuerdo al plan de mantenimiento.
- Alcanzar un tiempo medio de reparaciones de (MTTR) 2 horas.

Paso 5 establecer un cronograma de actividades.

Paso 4

Se estableció el Plan de Mantenimiento de los generadores de corriente, donde se realiza a partir de la data histórica, la experiencia de los técnicos y la participación del proveedor de los equipos, la finalidad de realizar un programa más eficiente para el mantenimiento de los equipos buscando el objetivo de mejorar la disponibilidad y rendimiento de los generadores. (ver tabla 4)

Pasó 5

Se elaboró un programa de capacitación y adiestramiento al personal del área, teniendo como referencia el plan de mantenimiento donde los temas principales fueron TPM, las 5S, sistema de lubricación, Sistema de enfriamiento, Sistema de admisión de aire, Sistema de combustible, Sistema de escape, Sistema eléctrico y el generador de corriente alterna, todos estos puntos fueron tratados durante las 9 semanas que contenía los meses de junio y julio del 2021. (ver tabla 5)

Tabla 4: Plan de mantenimiento de Generadores

		PLAN DE MANTENIMIENTO DE GENERADORES DE CORRIENTE	CÓDIGO		PMG-0001					
			VERSIÓN		2					
			PÁGINA		2					
Sistema	Tarea	Contenido	Diario	semanal	Mensual	250 horas	500 horas	1000 horas	2000 horas	
Sistema de lubricación	Control	Cualquier fuga	•	•	•	•	•	•	•	
		Nivel de Aceite	•	•	•	•	•	•	•	
		Presión de aceite del motor							•	•
	Reemplazo	Filtro de aceite				•	•	•	•	•
		Aceite				•	•	•	•	•
Limpeza	Respiradero de aceite						•	•	•	
Sistema de enfriamiento	Control	Cualquier fuga	•	•	•	•	•	•	•	
		Nivel de refrigerante	•	•	•	•	•	•	•	
		Cañerías y conexiones			•	•	•	•	•	
		Cualquier obstrucción en el radiador			•	•	•	•	•	
		Estado y tensión de correa de ventilador			•	•	•	•	•	
		Polea de ventilador y bomba de agua				•	•	•	•	
	Reemplazo	Refrigerante							•	•
		Filtro de refrigerante				•	•	•	•	•
Limpeza	Radiador						•	•		
Sistema de admisión de aire	Control	Carcasa de filtro de aire				•	•	•	•	
		Filtro de aire			•	•	•	•	•	
		Cañerías y conexiones				•	•	•	•	
	Remplazo	Filtro de aire						•	•	
Sistema de combustible	Control	Cualquier fuga	•	•	•	•	•	•	•	
		Nivel de combustible	•	•	•	•	•	•	•	
		Cañerías y conexiones			•	•	•	•	•	
		Mangueras de alimentación y retorno			•	•	•	•	•	
		Bomba manual de combustible (si existe)				•	•	•	•	
		Bomba inyectora				•	•	•	•	
		Punto de inyección de combustible						•	•	
		Ajuste balancines y luces de válvulas						•	•	
	Limpeza	Drenar agua en tanque combustible			•	•	•	•	•	
		Drenar agua en filtro comb. separador	•	•	•	•	•	•	•	
Remplazo	Filtro de combustible				•	•	•	•		
Sistema de escape	Control	Cualquier fuga			•	•	•	•	•	
		Restricción de escape							•	
		Ajuste de bulones en cañerías de escape			•	•	•	•	•	
Sistema eléctrico	Control	Carga de batería		•	•	•	•	•	•	
		Carga de alternador				•	•	•	•	
		Estado y tensión de correa de alternador			•	•	•	•	•	
		Motor de arranque						•	•	
	Remplazo	Batería						•	•	
Generador de C.A.	Control	Cualquier obstrucción rejillas ventilación	•	•	•	•	•	•	•	
		Rodamientos y diodos.							•	
		Temperatura de los devanados						•	•	
Operación SIN CARGA (5 minutos)	Control	Facilidad de arranque		•	•	•	•	•	•	
		Color de gases de escape		•	•	•	•	•	•	
		Vibraciones y/o ruidos anormales		•	•	•	•	•	•	
		Presión de aceite de motor		•	•	•	•	•	•	
		Temperatura de motor		•	•	•	•	•	•	
		Tensión de generación		•	•	•	•	•	•	
Operación CON CARGA (15 minutos)	Control	Frecuencia de generación		•	•	•	•	•	•	
		Color de gases de escape		•	•	•	•	•	•	
		Vibraciones y/o ruidos anormales		•	•	•	•	•	•	
		Presión de aceite de motor		•	•	•	•	•	•	
		Temperatura de motor		•	•	•	•	•	•	
		Tensión de generación		•	•	•	•	•	•	
		Frecuencia de generación		•	•	•	•	•	•	
Corriente de generación		•	•	•	•	•	•			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5: Plan de Capacitaciones de Mantenimiento

 PLAN DE CAPACITACIONES DE MANTENIMIENTO DE GENERADORES DE CORRIENTE		CÓDIGO		PCM-0001						
		VERSIÓN		2						
		PÁGINA		2						
Tema de Capacitación	Contenido de capacitación	Junio				Julio				
		SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9
TPM	Objetivos	•								
	Los pilares del TPM	•								
	Mantenimiento Autónomo	•								
	Mantenimiento planificado	•								
5S	Organizar (Seiri)		•							
	Ordenar (Seiton)		•							
	Limpiar (seiso)		•							
	Estandarizar (Seiketsu)		•							
	Mantener (Shitsuke)		•							
Sistema de lubricación	Verificación de fugas			•						
	Verificación de nivel de Aceite			•						
	Verificación de presión de aceite del motor			•						
	Como cambiar filtro de aceite			•						
	Como cambiar el aceite			•						
	Como realizar Limpieza de respiradero de aceite			•						
Sistema de enfriamiento	Verificación de fugas				•					
	Verificación de nivel de refrigerante				•					
	Verificación de cañerías y conexiones				•					
	Verificación de obstrucción en el radiador				•					
	Verificación de estado y tensión de correa de ventilador				•					
	Verificación de polea de ventilador y bomba de agua				•					
	Como cambiar el refrigerante				•					
	Como cambiar el filtro de refrigerante				•					
Sistema de admisión de aire	Verificación de carcasa de filtro de aire					•				
	Verificación de filtro de aire					•				
	Verificación de cañerías y conexiones					•				
	como cambiar el filtro de aire					•				
Sistema de combustible	Verificación de cualquier fuga						•			
	Verificación de nivel de combustible						•			
	Verificación de cañerías y conexiones						•			
	Verificación de mangueras de alimentación y retorno						•			
	Verificación de Bomba manual de combustible						•			
	Verificación de Bomba inyectora						•			
	Verificación de Punto de inyección de combustible						•			
	Verificación de Ajuste balancines y luces de válvulas						•			
	Como Drenar agua en tanque combustible						•			
	Como Drenar agua en filtro comb. separador						•			
Sistema de escape	Verificación de cualquier fuga							•		
	Verificación de Restricción de escape							•		
	Verificación de Ajuste de bulones en cañerías de escape							•		
Sistema eléctrico	Verificación de Carga de batería								•	
	Verificación de carga de alternador								•	
	Verificación de Estado y tensión de correa de alternador								•	
	Verificación de Motor de arranque								•	
Generador de C.A.	Cambio de Batería								•	
	Verificación de Cualquier obstrucción rejillas ventilación									•
	Verificación de Rodamientos y diodos.									•
	Verificación de Temperatura de los devanados									•

Fuente: Elaboración propia

Figura 8: Actas de capacitaciones semanales

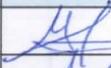
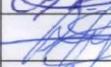
 	FORMATO	CODIGO: CI-SIG-PR-005-02
	ACTA DE REUNION SEMANAL	REVISION:00
		PAGINA: 1 DE 1

RAZÓN SOCIAL	RUC	DOMICILIO	N° de reunión
CORDOVAS INGENIEROS S.A.C	20531951213	Av. San Luis N° 2041 Dpto. 302 San Borja	01

1. Agenda:

Ítem	Descripción	Acción por
1.	- IMPLEMENTACIÓN TPM. - TAREAS DIARIAS DEL CONDUCTOR (ENTREBA DE HERRAMIENTAS)	F.M.B / F.M.A / M.Y.V / M.D.C.
2.	METODOLOGIA S.S. RESPONSABILIDADES DE CONDUCTORES, TRASLADO GENERADOR ORIENTE.	F.M.B / F.M.A / M.Y.V / M.D.C.
3.	SISTEMA DE LUBRICACIÓN. FUNCION DE DISPOSITIVOS LUMINOSOS, GENERADOR ORIENTE.	F.M.B / F.M.A / M.Y.V / M.D.C.
4.	SISTEMA DE ESCAPE, SISTEMA ELECTRICO. SEGUROS EN TODOS LOS PUNTOS DE ENGANCHE.	F.M.B / F.M.A / M.Y.V / M.D.C.
5.	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO, ADMISION AIRE, SISTEMA COMBUSTIBLE VERIFICAR NIVELES DE FLUIDO, GENERADOR DE CORRIENTE	F.M.B / F.M.A / M.Y.V / M.D.C.
6.		
7.		

2. Participantes

N	Nombres y Apellidos	INICIALES	Área o Departamento	Firma
1.	FRANCO MEDRANO GIOVANNI	F.M.B	OPERACIONES	
2.	FRANCO MEDRANO ANDRÉS	F.M.A	OPERACIONES	
3.	MAURICIO YUCA VILLEGAS	M.Y.V	OPERACIONES	
4.	MARLON DIAZ CORREA	M.D.C	OPERACIONES	
5.	CORTES CADEZAS JOEL A.	J.C.C.	MANTENIMIENTO	
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				

Este documento es propiedad intelectual de CORDOVAS INGENIEROS SAC. Se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización expresa (escrita) de la Gerencia General o de un representante legal
Documento no controlado al imprimirse. Verificar revisión en la red antes de su uso.

Paso 6:

Se crean los check list y formatos de mantenimiento para la verificación y seguimiento de fallas detectadas de los generadores; de esta manera se pudo evaluar las fallas identificadas y tener una trazabilidad, el cual sirvió para programar los trabajos necesarios al equipo, de esta forma se busca reducir las fallas.

Para la elaboración del formato de inspección se tomó en cuenta la descripción del equipo, el tipo de falla, la posible causa, si la solución fue integral o parcial.

Tabla 6: Check List de Generadores de Corriente

		CHECK LIST			
		GENERADOR DE CORRIENTE			
CÓDIGO	MARCA	MODELO	SERIE		
C: CONFORME		N/C: NO CONFORME			
MOTOR	C	N/C	SISTEMA ELECTRICO	C	N/C
NIVEL DE ACEITE MOTOR			NIVEL DE ELECTROLITO		
NIVEL DE REFRIGERANTE			ESTADO BORNES DE BATERIA		
ESTADO DE FILTRO DE AIRE			PROTECTOR DE BORNES		
TENSION DE FAJA DE VENTILACION			SEGURO DE BATERIA		
			STROBOS		
CHASIS	C	N/C	CIRCUITO PUNTO A TIERRA		
NIVEL DE PRESION DE AIRE NEUMATICOS			TABLERO ELECTRONICO		
VERIFICAR MUELLES			CONEXIONES DE TABLERO		
VERIFICAR TANQUE DE COMBUSTIBLE			TABLERO ELECTRONICO		
VERIFICAR ESTABILIZADORES			VERIFICAR INTERRUPTOR DE EMERGENCIA		
VERIFICAR ACOPLER RAPIDO			VERIFICAR DINAMO		
VERIFICAR CADENA DE SEGURIDAD			VERIFICAR ESTADO DE CONEXIONES		
VERIFICAR ESTADO DE EXTINTOR					
VERIFICAR KIT ANTIDERRAME					
VERIFICAR TACOS DE SEGURIDAD					
VERIFICAR PUERTAS					
VERIFICAR ESTADO DE CINTA REFLECTIVA					
VERIFICAR ROTULOS DE SEGURIDAD					
ESTADO DE BANDEJA					
OBSERVACION:					

Fuente: Elaboración propia.

$$MTBF: = \frac{\text{Horas trabajada de los generadores}}{\text{Numero de paradas por fallos}} \times 100$$

$$\% MTBF = \frac{MTBF \text{ Real}}{MTBF \text{ Planificado}}$$

MTBF: Tiempo medio entre fallos.

De acuerdo a estos indicadores se pasa a mostrar los resultados obtenidos de la investigación referente a la dimensión Mantenimiento autónomo.

Tabla 8: % de cumplimiento de check List antes y después de la implementación.

Antes de la implementación					Después de la implementación				
Equipo	Mes	revisión de check List planificado	revisión de check List realizado	% de check List	Equipo	Mes	revisión de check List planificado	revisión de check List realizado	% de check List
Generador 1	Mar	26	0	0	Generador 1	Ago	26	18	69,23
Generador 2	Mar	26	0	0	Generador 2	Ago	26	17	65,38
Generador 3	Mar	26	0	0	Generador 3	Ago	26	18	69,23
Generador 4	Mar	26	0	0	Generador 4	Ago	26	19	73,08
Generador 1	Abr	26	0	0	Generador 1	Set	26	21	80,77
Generador 2	Abr	26	0	0	Generador 2	Set	26	22	84,62
Generador 3	Abr	26	0	0	Generador 3	Set	26	22	84,62
Generador 4	Abr	26	0	0	Generador 4	Set	26	21	80,77
Generador 1	May	26	0	0	Generador 1	Oct	26	23	88,46
Generador 2	May	26	0	0	Generador 2	Oct	26	22	84,62
Generador 3	May	26	0	0	Generador 3	Oct	26	23	88,46
Generador 4	May	26	0	0	Generador 4	Oct	26	24	92,31
Media		26	0	0	Media		26	20,8	80,13

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 8 se observa que antes de la implementación no se realizaba inspecciones en el equipo por parte de los operadores después de la implementación se empiezan a realizar inspecciones de manera diaria teniendo en los tres meses por los 4 generadores 312 inspecciones planificadas de las cuales son cumplidas 250 inspecciones cumpliéndose con el 80.13% de lo planificado, así mismo manifiesto que los días que no realizaban inspecciones eran los días sábados por necesidad de avanzar la obra.

Tabla 9: % Tiempo Medio entre Fallos (MTBF) antes de la implementación.

Equipo	Mes	Tiempo programado de Operación (H)	Tiempo S/Operar (H)	Tiempo de Operación	Nro de Fallas	MTBF Real	MTBF Planificado	% MTBF
Generador 1	Mar	277	82	195	20	9,75	30	32,50
Generador 2	Mar	277	77	200	20	10,00	30	33,33
Generador 3	Mar	277	81	196	25	7,84	30	26,13
Generador 4	Mar	277	72	205	21	9,76	30	32,54
Generador 1	Abr	272	79	193	19	10,16	30	33,86
Generador 2	Abr	272	91	181	23	7,87	30	26,23
Generador 3	Abr	272	90	182	21	8,67	30	28,89
Generador 4	Abr	272	88	184	23	8,00	30	26,67
Generador 1	May	258	79	179	22	8,14	30	27,12
Generador 2	May	258	78	180	19	9,47	30	31,58
Generador 3	May	258	81	177	20	8,85	30	29,50
Generador 4	May	258	84	174	22	7,91	30	26,36
Media		269		2246,00	255,00	8,81	30	29,36

Fuente: Empresa Cordovas Ingenieros SAC

De la tabla 9 se observa que los 4 equipos tuvieron un tiempo total de operación de 2246 horas de las cuales se reportó 255 fallas haciendo un MTBF de 8.81 horas por falla, así mismo de lo planificado se alcanzó el 29.36%.

Tabla 10: % Tiempo Medio entre Fallos (MTBF) después de la implementación.

Equipo	Mes	Tiempo programado de Operación (H)	Tiempo S/Operar (H)	Tiempo de Operación	Nro de Fallas	MTBF Real	MTBF Planificado	% MTBF
Generador 1	Ago	260	40	220	10	22,00	30	73,33
Generador 2	Ago	260	45	215	12	17,92	30	59,72
Generador 3	Ago	260	39	221	11	20,09	30	66,97
Generador 4	Ago	260	33	227	11	20,64	30	68,79
Generador 1	Set	296	45	251	12	20,92	30	69,72
Generador 2	Set	296	38	258	11	23,45	30	78,18
Generador 3	Set	296	32	264	12	22,00	30	73,33
Generador 4	Set	296	28	268	10	26,80	30	89,33
Generador 1	Oct	284	26	258	10	25,80	30	86,00
Generador 2	Oct	284	22	262	10	26,20	30	87,33
Generador 3	Oct	284	20	264	10	26,40	30	88,00
Generador 4	Oct	284	23	261	10	26,10	30	87,00
Media		280		2969,00	129,00	23,02	30	76,72

Fuente: Empresa Cordovas Ingenieros SAC

De la tabla 10 se observa que los 4 equipos tuvieron un tiempo total de operación de 2969 horas de las cuales se reportó 129 fallas haciendo un MTBF de 23.02 horas por falla, así mismo de lo planificado se alcanzó el 76.72%.

Dimensión: Mantenimiento planificado.

$$\% \text{ de cumplimiento de mant.} = \frac{T.A \text{ de mantenimiento ejecutada}}{T.A \text{ de mantenimiento programado}} \times 100$$

T.A: Total de actividades.

Tabla 11: % de cumplimiento de mantenimiento antes y después de la implementación

Antes de la implementación					Después de la implementación				
Equipo	Mes	# Actividades de mantenimiento programado	# Actividades de mantenimiento ejecutado	% de cumplimiento de mant	Equipo	Mes	# Actividades de mantenimiento programado	# Actividades de mantenimiento ejecutado	% de cumplimiento de mant
Generador 1	Mar	96	45	46,88	Generador 1	Ago	96	84	87,50
Generador 2	Mar	96	40	41,67	Generador 2	Ago	96	83	86,46
Generador 3	Mar	96	53	55,21	Generador 3	Ago	96	84	87,50
Generador 4	Mar	96	30	31,25	Generador 4	Ago	96	83	86,46
Generador 1	Abr	96	32	33,33	Generador 1	Set	96	90	93,75
Generador 2	Abr	96	36	37,50	Generador 2	Set	96	92	95,83
Generador 3	Abr	96	37	38,54	Generador 3	Set	96	86	89,58
Generador 4	Abr	96	44	45,83	Generador 4	Set	96	84	87,50
Generador 1	May	96	55	57,29	Generador 1	Oct	96	87	90,63
Generador 2	May	96	39	40,63	Generador 2	Oct	96	86	89,58
Generador 3	May	96	57	59,38	Generador 3	Oct	96	89	92,71
Generador 4	May	96	43	44,79	Generador 4	Oct	96	87	90,63
Media		96	42,58	44,36	Media		96	86,3	89,84

De la tabla 11 se observa que antes de la implementación no se cubrían todas las actividades planificadas para garantizar un buen funcionamiento de los generadores de corriente alcanzando solo un 44% de cumplimiento de mantenimiento, después de la implementación se alcanza un 89.84% en promedio de cumplimiento, esto es gracias a que el mismo operario brinda actividades de mantenimiento al generador de corriente cubriendo al técnico especialista que muchas veces no se abastece con todas las maquinas de la empresa

$$MTTR = \frac{\text{Horas de reparación de generadores}}{\text{Numero de Paradas}}$$

$$\% MTTR = \frac{MTTR \text{ Planificado}}{MTTR \text{ Real}}$$

MTTR: Tiempo medio de reparación

Tabla 12: % Tiempo Medio de reparación (MTTR) antes de la implementación

Equipo	Mes	Tiempo programado de Operación (H)	Tiempo S/Operar (H)	Tiempo de Operación	Nro de Fallas	MTTR Real	MTTR Planificado	% MTTR
Generador 1	Mar	277	82	195	20	4,10	2	48,78
Generador 2	Mar	277	77	200	20	3,85	2	51,95
Generador 3	Mar	277	81	196	25	3,24	2	61,73
Generador 4	Mar	277	72	205	21	3,43	2	58,33
Generador 1	Abr	272	79	193	19	4,16	2	48,10
Generador 2	Abr	272	91	181	23	3,96	2	50,55
Generador 3	Abr	272	90	182	21	4,29	2	46,67
Generador 4	Abr	272	88	184	23	3,83	2	52,27
Generador 1	May	258	79	179	22	3,59	2	55,70
Generador 2	May	258	78	180	19	4,11	2	48,72
Generador 3	May	258	81	177	20	4,05	2	49,38
Generador 4	May	258	84	174	22	3,82	2	52,38
Media		269	982,00		255,00	3,85	2	51,93

Fuente: Empresa Cordovas Ingenieros SAC.

De la tabla 12 se observa que los 4 equipos tuvieron un tiempo total sin operar de 982 horas de las cuales se reportó 255 fallas haciendo un MTTR de 3.85 horas por reparación, así mismo de lo planificado se alcanzó el 51.93%.

Tabla 13: % Tiempo Medio de reparación (MTTR) después de la implementación

Equipo	Mes	Tiempo programado de Operación (H)	Tiempo S/Operar (H)	Tiempo de Operación	Nro de Fallas	MTTR Real	MTTR Planificado	% MTTR
Generador 1	Ago	260	40	220	10	4,00	2	50,00
Generador 2	Ago	260	45	215	12	3,75	2	53,33
Generador 3	Ago	260	39	221	11	3,55	2	56,41
Generador 4	Ago	260	33	227	11	3,00	2	66,67
Generador 1	Set	296	45	251	12	3,75	2	53,33
Generador 2	Set	296	38	258	11	3,45	2	57,89
Generador 3	Set	296	32	264	12	2,67	2	75,00
Generador 4	Set	296	28	268	10	2,80	2	71,43
Generador 1	Oct	284	26	258	10	2,60	2	76,92
Generador 2	Oct	284	22	262	10	2,20	2	90,91
Generador 3	Oct	284	20	264	10	2,00	2	100,00
Generador 4	Oct	284	23	261	10	2,30	2	86,96
Media		280	391,00		129,00	3,03	2	65,98

Fuente: Empresa Cordovas Ingenieros SAC.

De la tabla 13 se observa que los 4 equipos tuvieron un tiempo total sin operar de 982 horas de las cuales se reportó 129 fallas haciendo un MTTR de 3.03 horas por reparación, así mismo de lo planificado se alcanzó el 65.98%.

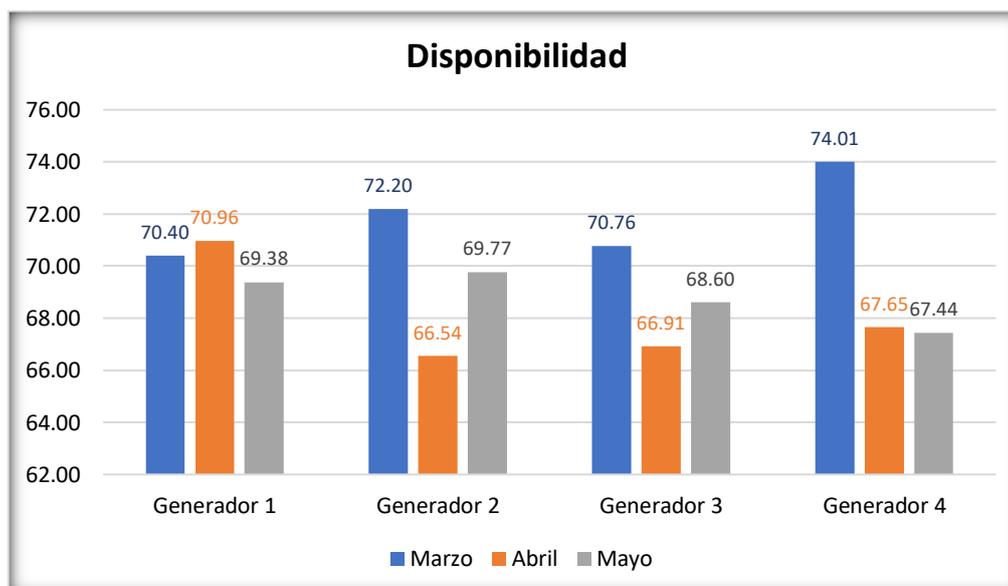
4.2 Objetivo específico 2: Determinar en qué medida la implementación del TPM mejorará la Disponibilidad de los generadores de corriente en la empresa.

Tabla 14: Dimensión Disponibilidad antes de la implementación.

Equipo	Mes	Tiempo programado de Operación (H)	Tiempo S/Operar (H)	Tiempo de Operación	Disponibilidad %
Generador 1	Mar	277	82	195	70,40
Generador 2	Mar	277	77	200	72,20
Generador 3	Mar	277	81	196	70,76
Generador 4	Mar	277	72	205	74,01
Generador 1	Abr	272	79	193	70,96
Generador 2	Abr	272	91	181	66,54
Generador 3	Abr	272	90	182	66,91
Generador 4	Abr	272	88	184	67,65
Generador 1	May	258	79	179	69,38
Generador 2	May	258	78	180	69,77
Generador 3	May	258	81	177	68,60
Generador 4	May	258	84	174	67,44
Media		269	81,83	187,17	69,55

Fuente: Empresa Cordovas SAC.

Figura 9: Disponibilidad de los generadores por los meses antes de la implementación



Fuente: Empresa Cordovas SAC

Se recopiló los datos de los 4 generadores de corriente antes de la implementación entre los meses de Marzo – Mayo las cuales se detalla que los equipos se programaron en una media de 269 horas en los tres meses y estuvieron sin operar por averías en una media de 81.83 horas lo que significa que las cuatro máquinas en los tres meses solo trabajaron a una media 187.17 horas, por tal motivo se tiene una media de disponibilidad en los tres meses antes de la implementación de 69.6% este indicador se debe gran parte al incumplimiento de las fechas programadas para su respectivo mantenimiento preventivo y al poco conocimiento del personal que opera los generadores en cuanto a revisiones rutinarias como revisión de nivel de aceite, nivel de combustible entre otras revisiones que podrían haber evitado la avería del equipo así como también errores comunes las cuales se podrían haber solucionado de manera inmediata con el conocimiento adecuado de revisión mínima del equipo como por ejemplo la sulfatación de las bornas de la batería la cual impide el contacto para encender el generador, y de esta manera continuar las operaciones programadas de la empresa.

Tabla 15: Dimensión Disponibilidad después de la implementación.

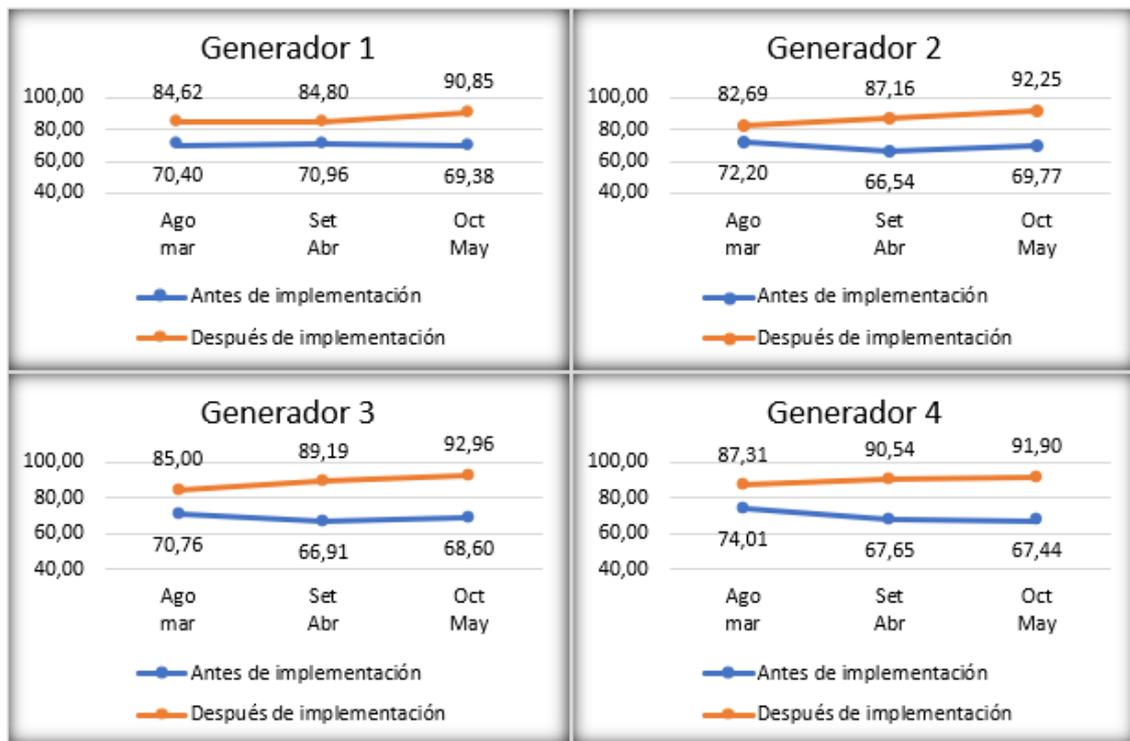
Equipo	Mes	Tiempo programado de Operación (H)	Tiempo S/Operar (H)	Tiempo de Operación	Disponibilidad %
Generador 1	Ago	260	40	220	84,62
Generador 2	Ago	260	45	215	82,69
Generador 3	Ago	260	39	221	85,00
Generador 4	Ago	260	33	227	87,31
Generador 1	Set	296	45	251	84,80
Generador 2	Set	296	38	258	87,16
Generador 3	Set	296	32	264	89,19
Generador 4	Set	296	28	268	90,54
Generador 1	Oct	284	26	258	90,85
Generador 2	Oct	284	22	262	92,25
Generador 3	Oct	284	20	264	92,96
Generador 4	Oct	284	23	261	91,90
Media		280	32,58	247,42	88,27

Fuente: Empresa Cordovas SAC

Los resultados mostrados en la tabla 15 muestra que entre los meses de agosto y octubre se programó una media de 280 horas de las cuales el tiempo que no

operaron por fallas del equipo es de 32.58 horas haciendo una media de operación de 247.42 horas lo que significa una disponibilidad promedio de 88.27% estos resultados se logró a partir del cumplimiento del plan de mantenimiento la cual se realizó un seguimiento minucioso para contar en los tiempos establecidos con los materiales necesarios, así como también entrenamiento al personal que opera los generadores, brindándoles las capacitaciones semanales en cuanto al cuidado del equipo y las inspecciones que por medio de un check list realizaban el adecuado control de los niveles de los lubricantes y refrigerantes entre otros componentes del equipo.

Figura 10: Antes y después de la disponibilidad de los generadores



Fuente: Elaboración propia

De la figura 9 se observa el antes y después de la implementación de los cuatro generadores en donde en el mes de octubre sobrepasan el 90% de disponibilidad.

4.3 Objetivo Específico 3: Determinar en qué medida la implementación del TPM mejorará el Rendimiento de los generadores de corriente

Tabla 16: Dimensión Rendimiento antes de la implementación.

Equipo	Mes	Potencia (Real Kw)	Potencia (Teórica Kw)	Rendimiento %
Generador 1	Mar	55	88	62,50
Generador 2	Mar	54	88	61,36
Generador 3	Mar	57	88	64,77
Generador 4	Mar	55	88	62,50
Generador 1	Abr	63	88	71,59
Generador 2	Abr	61	88	69,32
Generador 3	Abr	58	88	65,91
Generador 4	Abr	62	88	70,45
Generador 1	May	63	88	71,59
Generador 2	May	59	88	67,05
Generador 3	May	67	88	76,14
Generador 4	May	62	88	70,45
Media		59,67	88,00	67,80

Fuente: Empresa Cordovas SAC

De acuerdo a los datos recopilados mostrados en la tabla 16 de la dimensión rendimiento, se observó una media antes de la implementación correspondiente a los meses de marzo, abril y mayo de 59.67KW de los 88KW lo que significa una media de 67.80%. esto básicamente se debía a las condiciones ambientales donde hay una alta cantidad de polución la cual afecta la calidad de oxígeno para una adecuada combustión, también la falta de verificación de los niveles de combustible y la calidad del combustible las cuales no se inspeccionaba y sumado al mantenimiento fuera de tiempo que se le brindaba en cuanto a los cambios de filtros de combustible y los filtros de aire que no se realizaba de acuerdo al plan, estos llegaban a obstruirse lo que ocasionaba un flujo inadecuado de combustible y de aire teniendo como consecuencia una combustión inadecuada.

Tabla 17: Dimensión Rendimiento después de la implementación.

Equipo	Mes	Potencia (Real Kw)	Potencia (Teórica Kw)	Rendimiento %
Generador 1	Ago	68	88	77,27
Generador 2	Ago	66	88	75,00
Generador 3	Ago	68	88	77,27
Generador 4	Ago	70	88	79,55
Generador 1	Set	69	88	78,41
Generador 2	Set	71	88	80,68
Generador 3	Set	64	88	72,73
Generador 4	Set	71	88	80,68
Generador 1	Oct	70	88	79,55
Generador 2	Oct	69	88	78,41
Generador 3	Oct	72	88	81,82
Generador 4	Oct	75	88	85,23
Media		69,42	88,00	78,88

Fuente: Empresa Cordovas SAC.

De la tabla 17 se observa que el rendimiento mejora en los meses de agosto, setiembre y octubre alcanzando una media de 69.42 KW en operación de los 88KW teóricos lo que significa un indicador de 78.88%., este resultado está muy cerca del rendimiento recomendado que es el 80% esta mejora es gracias a que el personal que opera las máquinas diariamente realiza las inspecciones del equipo mediante el Check list, y ellos mismos están al pendiente de las horas de funcionamiento de la máquina para el cambio de los filtros, lo que permite que el equipo funcione de una manera más estable.

4.4 Objetivo específico 4: Realizar análisis costo-beneficio.

Se realiza un análisis de costos que se generan por el mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo y los costos que se generan cuando para el generador y consecuentemente para los equipos anexados a estos las cuales repercute en la mano de obra el costo de trasladar los equipos que se calcula en consumo de combustible y el costo de alquiler de los equipos.

Tabla 18: Análisis de costos antes y después de la implementación.

		LISTA DE COSTOS UTILIZADOS							
		MARZO	ABRIL	MAYO		AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	
		ANTES				DESPUES			
ITEM	MANTENIMIENTO PREVENTIVO				COSTO				COSTO
1	CAMBIO DE ACEITE	300	300	300	900	300	300	300	900
2	CAMBIO DE FILTROS	150	150	150	450	150	150	150	450
3	MATERIALES	20	20	20	60	20	20	20	60
4	PERSONAL TECNICO	150	150	150	450	150	150	150	450
	Sub Total	620	620	620	1860	620	620	620	1860
	MANTENIMIENTO CORRECTIVO				0				0
1	CAMBIO DE PIEZAS	1500	1500	1500	4500		1500		1500
2	CAMBIO DE ACEITE	200	200	200	600		200		200
3	CAMBIOS DE FILTROS	150	150	150	450		150		150
4	OTROS MATERIALES	50	50	50	150		50		50
5	PERSONAL TECNICO	700	700	700	2100		700		700
	Sub Total	2600	2600	2600	7800	0	2600	0	2600
	COSTOS POR PARAR				0				0
1	PERSONAL DE MAQUINARIAS	1800	1800	1800	5400		1800		1800
2	GASTOS POR TRASLADO	500	500	500	1500		500		500
3	COMBUSTIBLE	400	400	400	1200		400		400
4	ALQUILER	1500	1500	1500	4500		1500		1500
5	PERSONAL TECNICO		500		500		500		500
	Sub Total	4200	4700	4200	13100	0	4700	0	4700
	COSTO TOTAL	7420	7920	7420	22760	620	7920	620	9160

Fuente: Empresa Cordovas Ingenieros SAC

De la tabla 18 se observa que el costo que se tenían antes de la implementación es de S/ 22 760 soles y después de la implementación es de S/ 9160 soles teniendo una reducción de pérdidas de S/ 13600 soles.

Tabla 19: Presupuesto de Implementación.

GASTOS DE PERSONAL

Personal	Función dentro del proyecto	Monto
1 Personal 1	Asesorías	S/1,800.00
Capacitación a los colaboradores	Personal operativo	S/1,000.00
1 Personal 1 x 60 días	Investigador 1	S/4,000.00
Total, gasto de personal		S/6,800.00

EQUIPOS Y MATERIALES

Ítem	Justificación	Monto
laptop	1 usuario	S/3,000.00
Compra de software SPSS	1 usuarios	S/30.00
Compra de software ms Project	1 usuario	S/30.00
Internet + USB	usuarios	S/140.00
Total, gasto De Equipos y Materiales		S/3,210.00

OTROS GASTOS DIVERSOS

Rubro	Justificación	Monto
Trámites administrativos	1 persona	S/1,500.00
Libros y suscripciones	1 persona	S/300.00
Papelería y fotocopia	1 persona	S/100.00
Refrigerios	1 persona	S/500.00
Desplazamiento salida de campo	1 persona	S/250.00
Material de enseñanza	1 persona	S/160.00
Publicaciones e impresos	1 persona	S/80.00
Total, otros gastos diversos		S/2,890.00

RESUMEN

GASTOS DE PERSONAL	S/ 6,800.00
EQUIPOS y MATERIALES	S/ 3,210.00
OTROS GASTOS DIVERSOS	S/ 2,890.00
TOTAL PRESUPUESTO	S/ 12,900.00

Fuente: Elaboración propia

La tabla 19 muestra el presupuesto de la investigación de las cuales fue de S/ 12900 las cuales si se analiza con respecto a los beneficios alcanzados en la tabla 17 se observa que en los tres meses ya se recuperó la inversión de la implementación dejando un margen de S/ 700 soles.

Tabla 20: Costo de mantenimiento Marzo

CORDOVAS INGENIEROS SAC										Liquidación:	Marzo
										Fecha:	30/03/2021
										Elaborado:	E. cordova
										Revisado:	E.C.V.
										Area:	Logística
FECHA	DEPOSITANTE			COMENTARIOS						INGRESOS	
20/03/2021	CORDOVAS INGENIEROS SAC			ACEITE, FILTROS, MATERIALES						S/ 3.000,00	
20/03/2021	CORDOVAS INGENIEROS SAC			PETROLEO PEAJES, MATERIALES						S/ 4.420,00	
										S/ -	
										S/ -	
										T. INGRESOS S/ 7.420,00	
										T. EGRESOS S/ 7.420,01	
										SALDO PENDIENTE -S/ 0,01	
FECHA	CODIGO	RUC	PROVEEDOR	DESCRIPCION	BASE	IGV	TOTAL	RESPONSABLE	ENTRO DE COSTO	OBSERVACION	
4/03/2021	M	20547041942	LUBRIMAQ PERU	ACEITE MOTOR	254.24	45.76	300.00	JOEL CORTEZ			
4/03/2021	M	20547041942	LUBRIMAQ PERU	FILTROS	127.12	22.88	150.00	JOEL CORTEZ			
10/03/2021	M	10075319105	IMPORT Y DISTRIBUIDORA BRAVO	MATERIALE, TRAPO, SILICONA	16.95	3.05	20.00	JOEL CORTEZ			
10/03/2021	M	20531951213	CORDOVAS INGENIEROS SAC	CORDOVAS INGENIEROS SAC	0.00	0.00	150.00	JOEL CORTEZ			
12/03/2021	M	20604054258	TODO FRENOS SAC	REPUESTOS FRENOS	1271.19	228.81	1500.00	JOEL CORTEZ			
14/03/2021	M	20547041942	LUBRIMAQ PERU	ACEITE MOTOR	169.49	30.51	200.00	JOEL CORTEZ			
14/03/2021	M	20547041942	LUBRIMAQ PERU	FILTROS	127.12	22.88	150.00	JOEL CORTEZ			
18/03/2021	M	20112273922	MAESTRO	DETERGENTE, SOLDIMIX	42.37	7.63	50.00	JOEL CORTEZ			
22/03/2021	M	20531951213	CORDOVAS INGENIEROS SAC	CORDOVAS INGENIEROS SAC	0.00	0.00	700.00	JOEL CORTEZ			
22/03/2021	M	20531951213	CORDOVAS INGENIEROS SAC	CORDOVAS INGENIEROS SAC	0.00	0.00	1800.00	JOEL CORTEZ			
28/03/2021	P	20523621212	LIMA EXPRESA SAC	PEAJE	423.73	76.27	500.00	JOEL CORTEZ			
28/03/2021	P	20600788389	ESTACIONES ARGUELLES SAC	COMBUSTIBLE	338.98	61.02	400.00	JOEL CORTEZ			
30/03/2021	M	20112273922	MAESTRO	ALQUILER EQUIPOS	1271.19	228.81	1500.00	JOEL CORTEZ			
					0.00	0.00	0.00	JOEL CORTEZ			
					4042.38	727.63	7420.01				



CORDOVAS INGENIEROS S.A.C.
 Ing. Edwin Córdova Vega
 Gerente de Obras

Fuente: Empresa Cordovas Ingenieros SAC

Análisis costo Beneficio

Tabla 21: Análisis Beneficio – Costo

Mes	Beneficio	Costo
Jun-Jul		-S/ 12.900,00
Ago	S/ 6.800,00	-S/ 6.100,00
Set	S/ -	-S/ 6.100,00
Oct	S/ 6.800,00	S/ 700,00
Nov	S/ -	S/ 700,00
Dic	S/ 6.800,00	S/ 7.500,00
Total	S/ 20.400,00	
B/C	1,58	

Fuente: Elaboración propia

Proyectando los beneficios de los meses de agosto a diciembre tal como se muestra en la tabla 20 se observa que al cerrar el año se recuperará la inversión dejando una ganancia de S/7500 soles, así mismo se observa un costo beneficio de 1.58 soles lo que significa que por cada sol invertido se recuperará S/ 0.58 soles.

4.5 Objetivo General: Determinar de qué manera la implementación del TPM mejorará la gestión de mantenimiento de la empresa.

Tabla 22: Gestión de mantenimiento antes de la implementación.

Equipo	Mes	Disponibilidad (%)	Rendimiento (%)	Gestión Mant. (%)
Generador 1	Mar	70,4	62,5	66,45
Generador 2	Mar	72,2	61,36	66,78
Generador 3	Mar	70,76	64,77	67,77
Generador 4	Mar	74,01	62,5	68,25
Generador 1	Abr	70,96	71,59	71,27
Generador 2	Abr	66,54	69,32	67,93
Generador 3	Abr	66,91	65,91	66,41
Generador 4	Abr	67,65	70,45	69,05
Generador 1	May	69,38	71,59	70,49
Generador 2	May	69,77	67,05	68,41
Generador 3	May	68,6	76,14	72,37
Generador 4	May	67,44	70,45	68,95
Media		69,55	67,80	68,68

Fuente: Empresa Cordovas SAC

En la tabla 22 se muestra que la media antes de la implementación en disponibilidad es de 69.55% y la media de rendimiento es de 67.80% de acuerdo a estos indicadores se obtiene como resultante la gestión de mantenimiento con una media de 68.68% esto debido a los factores descritos en el diagnóstico de la investigación que principalmente son por la falta de un adecuado mantenimiento de los generadores de corriente.

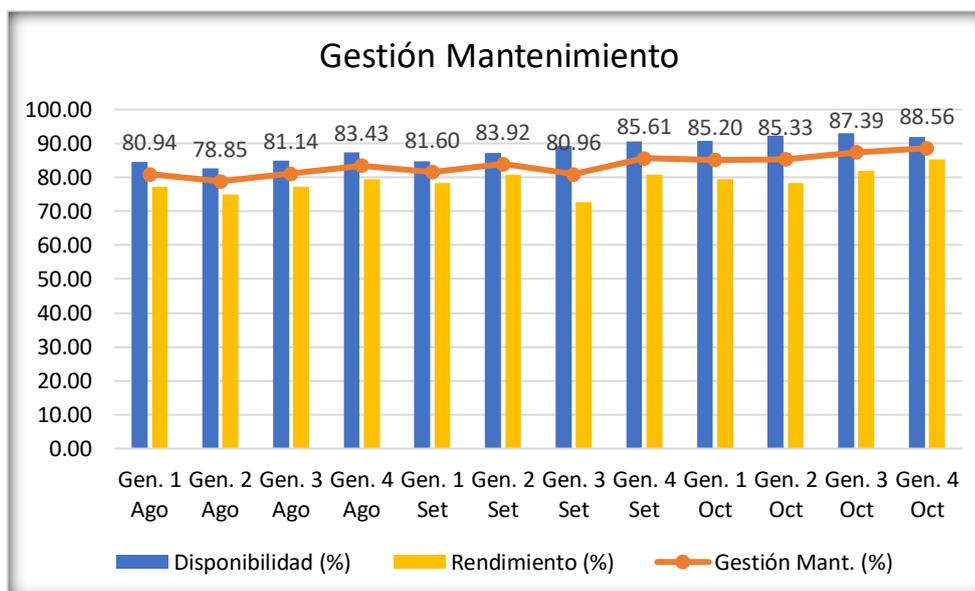
Tabla 23: Gestión de mantenimiento después de la implementación

Equipo	Mes	Disponibilidad (%)	Rendimiento (%)	Gestión Mant. (%)
Generador 1	Ago	84,62	77,27	80,94
Generador 2	Ago	82,69	75	78,85
Generador 3	Ago	85	77,27	81,14
Generador4	Ago	87,31	79,55	83,43
Generador 1	Set	84,8	78,41	81,6
Generador 2	Set	87,16	80,68	83,92
Generador 3	Set	89,19	72,73	80,96
Generador4	Set	90,54	80,68	85,61
Generador 1	Oct	90,85	79,55	85,2
Generador 2	Oct	92,25	78,41	85,33
Generador 3	Oct	92,96	81,82	87,39
Generador4	Oct	91,9	85,23	88,56
Media		88,27	78,88	83,58

Fuente: Empresa Cordovas SAC

En la tabla 23 se muestra los resultados después de la implementación donde la media de la disponibilidad es de 88.27% y la media de rendimiento es de 78.88% lo que da como resultante una media de gestión de mantenimiento de 83.58% esto se llegó a alcanzar por medio de los pilares del TPM mantenimiento autónomo y mantenimiento planificado seguido de una capacitación constante que se le brindo al personal.

Figura 11: Gestión de mantenimiento



Fuente: Empresa Cordovas SAC

Estadística Descriptiva

De los datos mostrados se realizó el procesamiento de la estadística descriptiva la cual muestra el resumen en las siguientes tablas.

Tabla 24: Resumen de estadística descriptiva Pre

Implementación TPM	Antes de implementación			Después de Implementación		
	Disponibilidad	Rendimiento	Gestión Mant	Disponibilidad	Rendimiento	Gestión Mant
Media	69,551437	67,803030	68,677234	88,271860	78,882576	83,577218
Error típico	0,651835	1,307180	0,544931	1,003911	0,932657	0,850119
Mediana	69,573643	68,181818	68,330029	88,248441	78,977273	83,674282
Moda	-	62,500000	-	-	77,272727	-
Desviación estándar	2,258024	4,528204	1,887697	3,477650	3,230819	2,944900
Varianza de la muestra	5,098673	20,504633	3,563401	12,094047	10,438189	8,672434
Curtosis	-0,310508	-0,758802	-0,221217	-1,459931	0,872797	-0,870306
Coefficiente de asimetría	0,468969	0,150188	0,698571	-0,151750	-0,023800	0,141429
Rango	7,463103	14,772727	5,960080	10,265439	12,500000	9,718187
Mínimo	66,544118	61,363636	66,410428	82,692308	72,727273	78,846154
Máximo	74,007220	76,136364	72,370507	92,957746	85,227273	88,564341
Suma	834,617243	813,636364	824,126803	1059,262320	946,590909	1002,926615
Cuenta	12,000000	12,000000	12,000000	12,000000	12,000000	12,000000
Nivel de confianza(95,0%)	1,434680	2,877084	1,199386	2,209593	2,052764	1,871100
coeficiente de variación	0,032466	0,066785	0,027487	0,039397	0,040957	0,035236

Fuente: Propia

En la tabla 24 se observa la estadística descriptiva de los datos recopilados de la dimensión Disponibilidad antes y después de la implementación TPM de las cuales se aprecia una mejora en cuanto a la media donde antes era de 69.55% y después fue de 88.27% lo que significa una mejora de 18.72%; también se muestra la estadística de la dimensión rendimiento donde antes tenía una media de 67.80% y después de la implementación alcanzó una media de 78.88% lo que significa que mejoro en 11.08% y por último se muestra la estadística descriptiva de gestión de mantenimiento donde antes presentaba una media de 68.68% y después de la implementación presenta una media de 83.57% mejorando en 14.9%; así mismo se aprecia que el coeficiente de variación es menor a 5% en disponibilidad, rendimiento y gestión de mantenimiento lo que significa una homogeneidad en la dispersión de los datos.

4.3 Análisis Inferencial.

Prueba de Normalidad.

Se realizó la prueba de normalidad por el método de Shapiro – Wilk por tener menos de 50 datos.

Regla:

Si $p \leq 0.05$ distribución no paramétrica

Si $p > 0.05$ distribución paramétrica.

Tabla 25: Prueba de Normalidad

	TPM	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Disponibilidad	1,00	,133	12	,200*	,961	12	,798
	2,00	,160	12	,200*	,930	12	,383
Rendimiento	1,00	,137	12	,200*	,950	12	,631
	2,00	,142	12	,200*	,977	12	,969
Gestión de Mantenimiento	1,00	,172	12	,200*	,930	12	,383
	2,00	,166	12	,200*	,959	12	,776

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS 25.

Se observa que para todos los casos el valor $p > 0.05$ por lo tanto los datos tienen una distribución paramétrica

Prueba de Hipótesis.

Al comprobar que los datos son de distribución paramétrica utilizaremos para la prueba de hipótesis el método de T Student para muestras relacionadas.

Regla de decisión

Si $p > \alpha \rightarrow$ se acepta H_0

p: valor de probabilidad

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

H_0 : Hipótesis Nula.

H_a : Hipótesis alterna.

Análisis de la Hipótesis Específica 1:

H₀: La implementación del TPM no mejora la Disponibilidad de los generadores de corriente en la empresa Cordovas Ingenieros S.A.C. San Borja 2021

H_a: La implementación del TPM mejora la Disponibilidad de los generadores de corriente en la empresa Cordovas Ingenieros S.A.C. San Borja 2021

Tabla 26: Prueba de Hipótesis específica 1

Herramienta TPM	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Disponibilidad antes - Disponibilidad después	-18,72083	5,05761	1,46001	-21,93429	-15,50738	-12,822	11	0,000

Fuente: SPSS 25

De la tabla 26 se observa un valor p de 0.00 lo cual es menor a 0.05 lo que significa que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna demostrándose que el TPM si mejora la disponibilidad de los generadores de corriente de la empresa Cordovas SAC.

Análisis de la Hipótesis Específica 2:

H₀: La implementación del TPM no mejora el rendimiento de los generadores de corriente en la empresa Cordovas Ingenieros S.A.C. San Borja 2021

H_a: La implementación del TPM mejora el Rendimiento de los generadores de corriente en la empresa Cordovas Ingenieros S.A.C. San Borja 2021

Tabla 27: Prueba de Hipótesis específica 2

Herramienta TPM	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Rendimiento antes - Rendimiento después	-11,08083	3,66291	1,05739	-13,40813	-8,75353	-10,479	11	0,000

Fuente: SPSS 25

De la tabla 27 se observa un valor p de 0.000 que es menor a 0.05 siguiendo la regla se rechaza la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna quedando demostrado que el TPM si mejora el rendimiento de los generadores de la empresa Cordovas SAC de manera significativa.

Análisis de la Hipótesis General:

H₀: La implementación del TPM no mejora la gestión de mantenimiento de la empresa Cordovas Ingenieros S.A.C San Borja 2021

H_a: La implementación del TPM mejora la gestión de mantenimiento de la empresa Cordovas Ingenieros S.A.C San Borja 2021

Tabla 28: Prueba de Hipótesis General

Herramienta TPM	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Gestión Mant. antes - Gestión Mant después	-14,90000	2,37147	0,68458	-16,40676	-13,39324	-21,765	11	0,000

Fuente: SPSS 25.

En la tabla 28 se verifica que el p valor es de 0.000 la cual es menor a 0.05 lo que significa que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna quedando demostrado que el TPM si mejora la gestión de mantenimiento de la empresa Cordovas SAC de manera significativa.

V. DISCUSIÓN

Respecto a la variable dependiente gestión de mantenimiento se obtuvo una mejora de 14.9% incrementando de 68.68% a 83.58% determinándose la influencia de la implementación del TPM para una adecuada gestión recordando que gestión es planificar, organizar, direccionar y controlar tal como indica (Shen, 2015, pág. 427) quien describe al TPM como un direccionamiento colaborativo para acoger la mejora continua e influye de manera significativa la eficacia operativa, incrementando la productividad; es ese mismo lineamiento se encuentra (Hairiyah, Rizki Amalia, & Adi Wijaya, 2019, pág. 103) que indica que un adecuado funcionamiento de un sistema requiere de una buena gestión de mantenimiento de tal forma que asegure que la máquina funcione de manera eficaz y eficiente estos resultados es comparable a los de (Hossen, 2016) quien obtiene una mejora de 7.93% en los equipos de una empresa textil sosteniendo que una adecuada gestión de mantenimiento está basada en obtener un OEE de estándares mundiales identificando las pérdidas que se vinculan a la disponibilidad y rendimiento de los equipos, así mismo (Intan Martomo & Widyo Laksono, 2018, pág. 2) indica que el valor aceptable de estándar mundial en una gestión de mantenimiento es un OEE de 85% que de acuerdo a la investigación realizada se encuentra muy cerca de alcanzar, aun así ya se observa beneficios de ahorro en la gestión de mantenimiento la cual es fundamental para ser competitivos y sostenibles en el tiempo tal como indica (Surico, y otros, 2020, pág. 313), que la gestión de mantenimiento es esencial en el negocio de una empresa manufacturera contribuyendo al éxito a largo plazo, los recursos que se encuentran sin mantenimiento pueden detener las operaciones de producción provocando retrasos, así mismo consideramos que hay que continuar trabajando en seguir mejorando la gestión de una manera continua tal como indica (Shen, 2015, pág. 427) donde afirma que la gestión de mantenimiento debe buscar la mejora continua, empleando la eficiencia global y colaboración activa entre todos los trabajadores.

Respecto a los resultados de la Dimensión Disponibilidad de los generadores de corriente se observa que se tuvo una mejora de 18.72% este resultado se logró gracias al compromiso de la gerencia y jefatura, que brindó todas las facilidades al equipo de trabajo que se organizó, desde el jefe de mantenimiento, asistentes,

mecánicos, electricistas y operarios de las máquinas, donde estableció y se transmitió de manera efectiva los objetivos y la importancia que cumplían los generadores para la empresa y el rol que cada uno de los trabajadores debía de cubrir dentro de la organización, tal como lo expresa la teoría de (Herrera-Sánchez, Morán-Bravo, Gallardo-navarro , & Silva-juárez, 2020, pág. 22) quien afirma que la gerencia general y de operaciones son responsables de todas las actividades que se realizan, son los que definen los objetivos del mantenimiento, planificación, estrategias y administración teniendo como finalidad aumentar la disponibilidad del equipo; por otro lado el mantenimiento autónomo en la investigación realizada permitió que los mismos operarios de las máquinas tengan la responsabilidad de hacer el correcto seguimiento gracias a los check list que se implementaron y que cada uno cumplió en más del 80% lo que demuestra un nivel de compromiso alto, se considera que aún hay un margen que se debe seguir trabajando para alcanzar mejores resultados, lo mencionado corrobora la teoría de (Zlatic, 2019, pág. 586) quien indica que el entrenamiento del personal tiene como objetivo tener personal calificado y motivado ya que es de vital importancia para que puedan realizar las actividades de manera eficiente; con respecto a lo detallado sobre los resultados de la investigación este tiene un alto grado de coincidencia con (García Fernandez , 2018) quien tuvo como objetivo diagnosticar y determinar los puntos críticos para implementar el TPM logrando disminuir en un 8% el porcentaje de máquinas paradas y aumentando la disponibilidad en 15% este resultado también es similar al de (Sunción Espinoza, 2017) quien aplicando el TPM en la línea de producción obtuvo una mejora de la disponibilidad de equipos en un 18.24% lo que trajo como consecuencia una mejora de la productividad, esto debido que se implementó el mantenimiento autónomo siguiendo las teorías de (Ali, 2019, pág. 180) donde se formaron a los operadores y se establecieron tareas básicas controlando los equipos bajo un check list de revisión diaria y de esta manera se libera al personal técnico para mantenimientos más complejos como el de cumplir con el plan de mantenimiento, obteniendo buenos resultados tal como indica (Gopalakrishnan, Bokrantz, Ylipää, & Skoogh, 2015, pág. 485) que una planificación de mantenimiento eficaz conduce a la productividad y confiabilidad del sistema; también se observa que se obtuvo un tiempo medio entre fallas de 23.02 horas de las 8.81 horas que se tenían antes de la implementación, corroborándose también

con (Kasim, 2015) que sostiene la teoría referente a que el TPM se basa en estrategias para alcanzar la máxima eficiencia del equipo mejorando la disponibilidad.

Respecto a la dimensión rendimiento de los generadores eléctrico se obtuvo una mejora de 19.6% incrementando de 67.8% a 78.88% lo que significa que los generadores de corriente trabajaron después de la implementación en un promedio de 69.42KW de los 88KW teóricos esto se debe en gran medida al cumplimiento de los mantenimientos planificados donde se realizó el correcto seguimiento a los materiales necesarios para cumplir con lo programado, nuevamente se resalta el compromiso que se ha mantenido, el trabajo en equipo que se ha realizado, la buena comunicación y la coordinación con el equipo de logística y su buena gestión para cumplir en el tiempo y lugar con los materiales requeridos; estos resultados difiere de los resultados obtenidos por (Ihuezze & Ebisike, 2018) quien realizó un estudio de impacto del rendimiento de los equipos aplicando el TPM y obtuvo una mejora del 1% este resultado es básicamente por la falta de seguimiento y el poco compromiso de los mandos altos para establecer medidas, otro factor probable es lo que afirma (Franchi Arromba, y otros, 2021, pág. 8) que a un nivel implementación se identifica dificultades como resistencia a los cambios culturales por parte de los colaboradores, falta de entendimiento de la filosofía, herramientas y principios del TPM, deficiencia en la comunicación, dificultar para la asignación de responsabilidad y autonomía de los colaboradores, incumplimiento de las etapas de implementación, falta de un lenguaje común entre los colaboradores; por otro lado la teoría según (Intan Martomo & Widyo Laksono, 2018, pág. 2) indica que el valor ideal o aceptable en cuanto a rendimiento de los equipos es de 95% a nivel mundial la cual comparado con nuestros resultados aun hay una brecha que cubrir para estar a un estándar mundial, es por ello que se debe mantener las capacitaciones brindando conocimiento y motivación al personal, de esta manera comprometerlo y direccionarlos a el cumplimiento de los objetivos y metas que se plasman en la empresa.

VI. CONCLUSIONES

- Se determinó que la implementación del TPM mejoró la gestión de mantenimiento en la empresa Cordovas Ingenieros SAC San Borja 2021 en un 14.9% al incrementarse de 68.68% a 83.58% como resultado de la mejora de la disponibilidad y el rendimiento de los equipos de corriente, aceptándose la hipótesis planteada la cual indicaba que el TPM si mejora la gestión de mantenimiento siendo los resultados estadísticamente significativos a un nivel de confianza del 95%; capacitar, fomentar el mantenimiento autónomo y el cumplimiento del plan de mantenimiento mejoró el correcto seguimiento de los generando beneficios para la empresa.
- Al diagnosticar la situación de la empresa se observó deficiencias en la gestión de mantenimiento respecto a los generadores de corriente teniendo como resultado una disponibilidad en promedio de 69.55% y un rendimiento de 67.80%. esto se debía a que no se cumplían los mantenimientos planificados, no existía procesos estandarizados, los técnicos tenían sobre cargas de trabajo por el poco personal, entre otros factores que conllevó a tener una gestión de mantenimiento de 68.68%
- Se determinó que la implementación del TPM mejoró la disponibilidad de los generadores de corriente en la empresa Cordovas Ingenieros SAC San Borja 2021 en un 18.72% pasando de los generadores de corriente quedando a 2 puntos porcentuales de los valores aceptables a nivel mundial la cual es 90%. De acuerdo a los resultados obtenidos se aceptó la hipótesis planteada que la implementación del TPM si mejora la disponibilidad de los generadores de manera significativa.
- Se determinó que la implementación del TPM mejoró el rendimiento de los generadores de corriente en la empresa Cordovas Ingenieros SAC San Borja 2021, en un 11.08% incrementando de 67.8% a 78.88% lo cual fue posible por medio del mantenimiento autónomo y planificado; aún existe una brecha por mejorar para alcanzar estándares mundiales pero los resultados obtenidos fueron favorables aceptándose la hipótesis planteada inicialmente que la implementación del TPM mejora el rendimiento de los generadores de manera significativa.

- Se realizó el análisis costo beneficio de los cuales se obtuvo un índice de 1.58 lo que significa que por cada sol invertido se recuperó S/ 0.58 soles; actualmente ya se ha recuperado la inversión y se espera que para el cierre del año se obtenga ganancias alrededor de los S/ 7500 soles.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda para mantener una gestión de mantenimiento por arriba del 80% en la empresa Cordovas Ingenieros SAC continuar realizando capacitaciones al personal operario y técnico, fomentar la comunicación y la participación de los operarios, técnicos y supervisores ya que esto ayuda a mejorar las planificaciones y las decisiones a tomar respecto a las maquinarias.
- Se recomienda cada cierre de mes realizar una encuesta para conocer la percepción de los operarios, técnicos y supervisore, respecto a cómo se está llevando la gestión de mantenimiento de los equipos en la empresa.
- Para garantizar la disponibilidad de los equipos se recomienda controlar que se cumplan los check list de supervisión de las máquinas y el plan de mantenimiento, hacer un seguimiento de los materiales necesarios manteniendo una comunicación con logística para su compra oportuna.
- Respecto al rendimiento de los equipos, implementar estudios de confiabilidad de los repuestos para ver la vida útil de los equipos, esto ayudaría de manera significativa en el programa de mantenimiento haciendo más eficiente los tiempos y gestionando de manera efectiva los cambios de los repuestos desgastados.
- De acuerdo a los resultados se recomienda extender la implementación a los demás equipos críticos esto permitirá obtener mayores beneficios para la empresa Cordovas Ingenieros SAC

REFERENCIAS

ADESTA, E., PRABOWO, H. A., & Agusman, D. Evaluating 8 pillars of Total Productive Maintenance (TPM) implementation and their contribution to manufacturing performance. IOP Publishing, (2018). pp. 1- 8. doi:doi:10.1088/1757-899X/290/1/012024

AGUNG Prabowo, H., BOBBY Suprpto, Y., & FARIDA Farida. The evaluation of eight pillars total productive maintenance (TPM) implementation and their impact on overall equipment effectiveness (OEE) and waste. SINERGI, 22(1), (2018). pp. 13-18. doi:DOI:doi.org/10.22441/sinergi.2018.1.003

ALI, A. Y. Application of Total Productive Maintenance in Service Organization. International Journal of Research in Industrial Engineering, (2019). pp. 176-186. doi:DOI: 10.22105/riej.2019.170507.1076

ALSEIARI, A., & FARRELL, P. A Case Study on Barriers in Total Productive Maintenance Implementation in the Abu Dhabi Power Industry. International Scholarly and Scientific Research & Innovation, 14(6), (2020). pp. 482-488.

AZID, N. A., SHAMSUDIN, S. N., YUSOFF, M. S., & SAMAT, H. A. Conceptual Analysis and Survey of Total Productive Maintenance (TPM) and Reliability Centered Maintenance (RCM) Relationship. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, (2019). pp. 1-13. doi:doi:10.1088/1757-899X/530/1/012050

BANCO MUNDIAL. (1 de 10 de 2021). <https://datos.bancomundial.org/>. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?end=2020&locations=CN-US-RU-DE-FR-IN-GB&start=2020&type=shaded&view=bar>

BRODNY, J., & TUTAK, M.. Application of Elements of TPM Strategy for Operation Analysis of Mining Machine. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, (2017). pp 1-7. doi:doi:10.1088/1755-1315/95/4/042019

CELIS Guerra, L. C. DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL EN LA EMPRESA METALEX S.A.S. Universidad Santo Tomas Seccional

de Bucaramanga, Facultad de Ingeniería Industrial, Bucaramanga. (2017).
Obtenido de
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/11610/2018lauracelis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CHANDRA, A., CHATURVEDI, Y., & KUM, A. OEE enhancement using TPM in light machine shop: A case study. *International Journal of Applied Engineering Research*, 13(6), (2018). 202-208.

DÍAZ-Contreras, C., CATARI-Vargas, D., MURGA-Villanueva, C., DÍAZ-Vidal, G., & QUEZADA-Lara, V. Efectividad general de equipos (OEE) ajustado por costos. *Interciencia*, 45(3), (2020). pp. 158-163. Obtenido de
<https://www.redalyc.org/jatsRepo/339/33962773006/html/index.html>

EKA Candra, N., SUSILAWATI, A., HERISISWANTO, & SETIADY, W. Implementation of Total Productive Maintenance (TPM) to Improve Sheeter Machine Performance. *MATEC Web of Conferences*, (2017). pp. 1-11. doi:DOI: 10.1051/mateconf/201713500028

FRANCHI Arromba, I., ANHOLON, R., SIMON Rampasso, I., SILVA, D., GONÇALVES Quelhas, O. L., SANTA-Eulalia, L. A., & LEAL Filho, W. Difficulties observed when implementing Total Productive Maintenance (TPM): empirical evidences from the manufacturing sector. *Gestão & Produção*, 28(3), (2021). pp. 1-15. doi:<https://doi.org/10.1590/1806-9649-2021v28e5300>

GARCÍA Alcaraz, J. L. Factores relacionados con el éxito del mantenimiento productivo total. Antioquia, Medellín, Colombia: Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia. (2011). Obtenido de
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43021583012>

GARCÍA Fernandez , M. A. Implementación de un plan de gestión de mantenimiento preventivo basado tpm para aumentar la confiabilidad en las máquinas de la empresa comercial molinera san luis sac, 2018. Universidad de San Martín de Porres, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial. Pimentel: USMP. (2018). Obtenido de <http://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/3953>

GARCÍA Márquez, F. P. Introductory Chapter: An Overview to Maintenance Management. In Maintenance Management. IntechOpen., (2020). pp. 1-4. doi:DOI: 10.5772/intechopen.86892

GHERGHEA, I. C., BUNGAU, C., INDRE, C. I., & NEGRAU, D. C. Enhancing Productivity of CNC Machines by Total Productive Maintenance (TPM) implementation. A Case Study. IOP Publishing, (2021). pp 1-10. doi:doi:10.1088/1757-899X/1169/1/012035

GOPALAKRISHNAN, M., BOKRANTZ, J., YLIPÄÄ, T., & SKOOGH, A. Planning of maintenance activities – A current state mapping in industry. Procedia CIRP, (2015). pp. 480-485. doi:doi: 10.1016/j.procir.2015.02.093

GURITNO, J., & SIDHi Cahyana, A. Implementation of Autonomous Maintenance in Total Productive Maintenance. Procedia of Engineering and Life Science, 1(2), (2021). pp. 1-8.

HAIRIYAH, N., RIZKI Amalia, R., & ADI Wijaya, d. R. ANALISIS TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) PADA STASIUN KERNEL CRUSHING PLANT(KCP) DI PT. X. Jurnal Teknologi Pertanian Andalas, 23(1), (2019). pp. 103-110.

HERNÁNDEZ Sampieri, R., FERNÁNDEZ Collado, C., & BAPTISTA Lucio, M. d. Metodología de la Investigación. Mexico DF: McGRAW-HILL. (2014).

HERRERA-Sánchez, G., Morán-Bravo, L., Gallardo-navarro , J. L., & Silva-juárez, A. Gestión del mantenimiento y la industria 4.0. Revista de Ingeniería Innovativa, 4(15), (2020). pp. 18-28. doi:DOI: 10.35429/JOIE.2020.15.4.18.28

HOSSEN, J. Improvement of Overall Equipment Efficiency (OEE) of Ring Frame Section of a Spinning Mill. MASTER OF ENGINEERING IN ADVANCED ENGINEERING MANAGEMENT, Bangladesh. (2016). Obtenido de https://www.academia.edu/34432178/Improvement_of_Overall_Equipment_Efficiency_OEE_of_Ring_Frame_Section_of_a_Spinning_Mill_A_Case_Study?email_work_card=title

HUAMÁN Vargas, J. F. Informe técnico en mejora de la calidad de servicio, a través del proceso de mantenimiento, en una empresa de procesamiento de billetes y

monedas. Tesis de Ingeniería Electrónica, Universidad Nacional del Callao, Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica, Callao. (2017). Obtenido de <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/2401>

HWANG, J. Q., & Samat, H. A. A Review on Joint Optimization of Maintenance with Production Planning and Spare Part Inventory Management. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, (2019). pp. 1-13. doi:doi:10.1088/1757-899X/530/1/012048

IDZHAM Kasim, N., AZAM Musa, M., RAZUL Razali, A., Mohamad Noor, N., & Wan Saidin, W. N. Improvement of Overall Equipment Effectiveness (OEE) Through Implementation of Total Productive Maintenance (TPM) in Manufacturing Industries. Applied Mechanics and Materials, (2015). pp. 180-185. doi:doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.761.180

IHUEZE, C., & EBISIKE, P. Optimization of Production System: An Application of Total Productive Maintenance (TPM). Archives of Current Research International, 13(1), (2018). pp. 1-9. doi:DOI: 10.9734/ACRI/2018/38775

INTAN Martomo, Z., & WIDYO Laksono, P. Analysis of Total Productive Maintenance (TPM) Implementation Using Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Six Big Losses: A Case Study. AIP Conference Proceedings, (2018). pp. 1-6. doi:https://doi.org/10.1063/1.5024085

NURPRIHATIN, F., ANGELY, M., & TANNADY, H. Total Productive Maintenance Policy to Increase Effectiveness and Maintenance Performance Using Overall Equipment Effectiveness. Journal of Applied Research on Industrial Engineering, 6(3), (2019). pp. 184-199. doi:DOI: 10.22105/jarie.2019.199037.1104

PARRA Márquez, C. A., & CRESPO Márquez, A. Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicada en la Gestión de Activos (Segunda ed.). Sevilla: Ingeman. (2015).

PRAMITA Wardhani, R. Implementation of total productive maintenance to |achieve sustainable improvement. (2019).

SALINAS Manrique, E. V. Aplicación del total productive maintenance. Universidad Cesar Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial. Lima: UCV. (2017). Obtenido de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/1869>

SHEN, C. C. Discussion on key successful factors of TPM in enterprises. *Journal of Applied Research and Technology*, (2015). 425-427. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1665642315000371>

SUNCIÓN Espinoza, P. J. Aplicación del mantenimiento productivo para incrementar la productividad en la línea de producción de la empresa MGO S.A.C, 2017. Universidad Cesar Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial. Lima: UCV. (2017). Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/12577>

SURICO, M., RICATTO, R., MERLO, A., NÉMETH, I., SARDELIS, A., VILLOSLADA, M., . . . Aggogeri, F. PROGRAMS project approach to maintenance management. *IFAC PapersOnLine*, (2020). pp. 313-318.

TAYABA Abbasi, KING Hann, L., & KE San, Y. Predictive Maintenance of Oil and Gas Equipment using Recurrent Neural Network. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, (2019). pp. 1-7. doi:[doi:10.1088/1757-899X/495/1/012067](https://doi.org/10.1088/1757-899X/495/1/012067)

TIAN Xiang, Z., & JENG Feng, C. Implementing Total Productive Maintenance in a Manufacturing Small or Medium-Sized Enterprise. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 14(2), (2021). pp. 152-175. doi:<https://doi.org/10.3926/jiem.3286>

WINATIE, A., Perwitasari Maharani, B., & Rimawan, E. Productivity Analysis to Increase Overall Equipment Effectiveness (OEE) by Implementing Total Productive Maintenance. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 3(12), (2018). pp. 433-439.

ZLATIĆ, M. TPM – Total productive maintenance. *Quality Festival*, (2019). pp. 581-590.

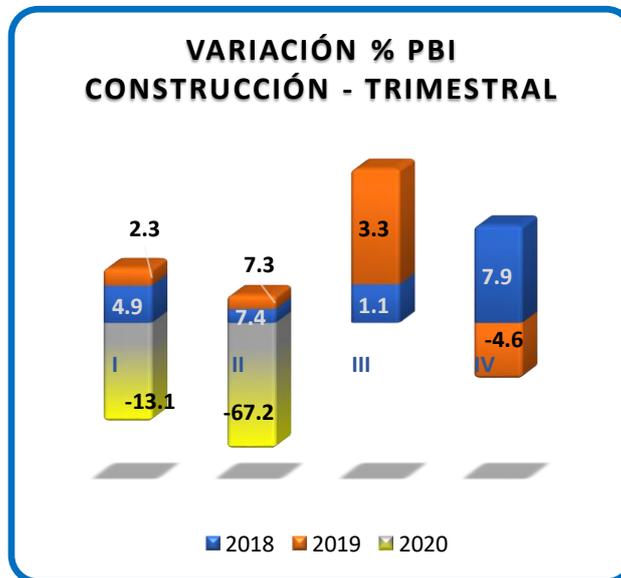
ANEXOS

Anexo 1: Variación % PBI Trimestral



Fuente: INEI

Anexo 2: Variación % PBI Construcción-Trimestral.



Fuente: INEI

Anexo 3: Evidencia de capacitación e implementación TPM.



Anexo 4: Autorización de la Empresa

AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA

Yo EDWIN CORDOVA VEGA
(Nombre del representante legal o persona facultada en permitir el uso de datos)
identificado con DNI 32965533, en mi calidad de GERENTE
(Nombre del puesto del representante legal o persona facultada en permitir el uso de datos)
del área de OBRAS (INGENIERIA)
(Nombre del área de la empresa)
de la empresa CORDOVAS INGENIEROS SAC
(Nombre de la empresa)
con R.U.C N° 20531959213, ubicada en la ciudad de LIMA

OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

Al señor(a, ita.) DOEL ALEX CORTES CABEZAS
(Nombre completo del o los estudiantes)

Identificado(s) con DNI N° 45948630, de la () Carrera profesional Contabilidad /
Administración, para que utilice la siguiente información de la empresa:

INFORMACION DEL AREA MANTENIMIENTO, LOGISTICA, ADMINISTRACION, PRODUCCION.
.....
(Detallar la información a otorgar)

con la finalidad de que pueda desarrollar su () Trabajo de Investigación, () Tesis, para optar al
grado de () Bachiller, o (X) Título Profesional.

Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo
de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.

- () Mantener en Reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o
(X) Mencionar el nombre de la empresa.

CORDOVAS INGENIEROS S.A.C.



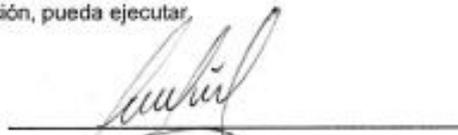
Ing. Edwin Córdova Vega

Gerente de Obras

Firma y sello del Representante Legal

DNI: 32965533

El Estudiante declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son
auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Estudiante será sometido al inicio del
procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles
acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.


Firma del Estudiante

DNI: 45948630

Anexo 5: Validación de instrumentos



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Variable Independiente:

N.º	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: Mantenimiento Autónomo	Si	No	Si	No	Si	No	
1	% de cumplimiento de check list	X		X		X		
2	% de MTBF	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2: Mantenimiento Planificado	Si	No	Si	No	Si	No	
1	% cumplimiento de plan de mantenimiento	X		X		X		
2	% de MTTR	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./ Mg: **Mg. Ing. José Antonio Orellana Pardavé**

DNI: **41264537**

Especialidad del validador: **Ingeniería Agrícola**

11 de noviembre del 2021

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

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

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

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

Mg. Ing. José Antonio Orellana Pardavé

CIP: 167937

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE
Variable dependiente: PROCESOS DE ALMACENAMIENTO

N.º	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: Disponibilidad							
1	% de Disponibilidad	X		X		X		
2								
3								
4								
5								
6								
	DIMENSIÓN 2: Rendimiento							
1	% de Rendimiento	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./ Mg: **Mg. Ing. José Antonio Orellana Pardavé**

DNI: **41264537**

Especialidad del validador: **Ingeniería Agrícola**

11 de noviembre del 2021

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

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

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

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



Mg. Ing. José Antonio Orellana Pardavé

CIP: 167937

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Variable Independiente:

N.º	DIMENSIONES / Items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: Mantenimiento Autónomo							
1	% de cumplimiento de check list	X		X		X		
2	% de MTBF	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2: Mantenimiento Planificado							
1	% cumplimiento de plan de mantenimiento	X		X		X		
2	% de MTTR	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombres del juez validador: Dr./ Mg: RODRIGO SUAREZ FERNANDO DNI: 10460311

Especialidad del validador: MECANICA

09 de 10 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.
CIP 137952

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Variable dependiente: PROCESOS DE ALMACENAMIENTO

N.º	DIMENSIONES / Items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
DIMENSIÓN 1: Disponibilidad								
1	% de Disponibilidad	X		X		X		
2								
3								
4								
5								
6								
DIMENSIÓN 2: Rendimiento								
1	% de Rendimiento	X		X		X		
2								
3								
4								
5								
6								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./ Mg: BARRÓN GUZDOLIA FERNANDO DNI: 10960311

Especialidad del validador: MECANICA

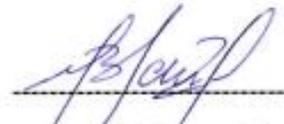
07 de 10 del 2021

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.
 CIP 137952

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Variable Independiente:

N.º	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: Mantenimiento Autónomo	Si	No	Si	No	Si	No	
1	% de cumplimiento de check list	X		X		X		
2	% de MTBF							
	DIMENSIÓN 2: Mantenimiento Planificado	Si	No	Si	No	Si	No	
1	% cumplimiento de plan de mantenimiento	X		X		X		
2	% de MTTR	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./ Mg: **FIGUEROA BENITES CARLOS RUBEN** DNI: **32960074**

Especialidad del validador: **MECANICA**

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

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

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

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



Firma del Experto Informante.
CIP 167173

20 de 10 del 2021

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Variable dependiente: PROCESOS DE ALMACENAMIENTO

N.º	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: Disponibilidad							
1	% de Disponibilidad	X		X		X		
2								
	DIMENSIÓN 2: Rendimiento							
1	% de Rendimiento	X		X		X		
2								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./ Mg: **FIGUEROA BENITES CARLOS RUBEN** DNI: **32960074**

Especialidad del validador: **MECANICA**

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

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

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

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



Firma del Experto Informante.
CIP 167173

20 de 10 del 2021

Anexo 6: Matriz de consistencia

TITULO: "Implementación del TPM para Mejorar la Gestión del Mantenimiento en la empresa Cordovas Ingenieros S.A.C. San Borja - 2021 "					
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE (S)	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	V. Independiente		
PG: ¿De qué manera la Implementación del TPM mejora la Gestión del Mantenimiento en la empresa Cordovas Ingenieros S.A.C. San Borja 2021?	OG: Determinar de qué manera la implementación del TPM mejorará la gestión de mantenimiento de la empresa Cordovas Ingenieros S.A.C San Borja 2021	HG: La implementación del TPM mejora la gestión de mantenimiento de la empresa Cordovas Ingenieros S.A.C San Borja 2021	TPM	Mantenimiento autónomo Mantenimiento Planificado	Diseño: pre-experimental Longitudinal Método Hipotetico - deductivo Enfoque: Cuantitativo
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE (S)	DIMENSIONES	Tipo y Nivel: Aplicada - Explicativo
Problemas Especificos	Objetivos Especificos	Hipótesis Especificos	V. dependiente		
¿En qué medida el TPM mejora la Disponibilidad de los generadores de corriente en la empresa Cordovas Ingenieros S.A.C. San Borja 2021?	Diagnosticar la gestión de mantenimiento de los generadores de corriente de la empresa Cordovas Ingenieros S.A.C. San Borja 2021	La implementación del TPM mejorará la Disponibilidad de los generadores de corriente en la empresa Cordovas Ingenieros S.A.C. San Borja 2021	GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	Disponibilidad	Muestra 4 generadores de corriente Tamaño de muestra 4 genradores de corriente
	Determinar en qué medida la implementación del TPM mejorará la Disponibilidad de los generadores de corriente en la empresa Cordovas Ingenieros S.A.C. San Borja 2021				
¿En qué medida el TPM mejora el Rendimiento de los generadores de corriente en la empresa Cordovas Ingenieros S.A.C. San Borja 2021?.	Determinar en qué medida la implementación del TPM mejorará el Rendimiento de los generadores de corriente en la empresa Cordovas Ingenieros S.A.C. San Borja 2021	La implementación del TPM mejora el Rendimiento de los generadores de corriente en la empresa Cordovas Ingenieros S.A.C. San Borja 2021.		Rendimiento	
	Realizar análisis costo-beneficio.				

Anexo 7: Factura de compra filtros.



LUBRIMAQ E.I.R.L.
 AV. LAS TORRES SUB LOTE 2-A DPTO. P1 MZ. L C.P. MENOR SANTA MARÍA D...
 LURIGANCHO - LIMA - LIMA

RUC 20547041942
FACTURA
ELECTRÓNICA
FPP1-002943

CLIENTE
RUC : 20531951213
DENOMINACIÓN : CORDOVAS INGENIEROS S.A.C.
DIRECCIÓN : AV. SAN LUIS NRO. 2041 DPTO. 302 - LIMA LIMA SAN BORJA

FECHA EMISIÓN : 18/05/2021
FECHA DE VENC. : 18/05/2021
MONEDA : SOLES

CANT.	UM	CÓD.	DESCRIPCIÓN	V/U	P/U	IMPORTE
1	NIU	17A0064	FA-500 FILTRO DE AIRE FILTECH	11.017	13.000	13.00
1	NIU	17A0342	FL-583 FILTRO DE ACEITE FILTECH	11.864	14.000	14.00
1	NIU	55A0378	WF-8126 FILTRO COMBUSTIBLE WIX	16.949	20.000	20.00

GRAVADA	S/	39.83
IGV 18.00 %	S/	7.17
TOTAL	S/	47.00
TOTAL PAGADO	S/	47.00
DIFERENCIA (VUELTO)	S/	0.00

IMPORTE EN LETRAS: CUARENTA Y SIETE CON 00/100 SOLES

MEDIO DE PAGO: EFECTIVO: S/47.0

Representación impresa de la FACTURA ELECTRÓNICA, para ver el documento visita
<https://facturito.pse.pe/20547041942>

Emitido mediante un **PROVEEDOR Autorizado por la SUNAT** mediante Resolución de Intendencia No.034-005-0005315



Anexo 8: liquidación de costos de mantenimiento.

										Liquidación: Abril Fecha: 30/04/2021 Elaborado: E. cordova Revisado: E.C.V. Area: Logística		
FECHA	DEPOSITANTE			COMENTARIOS						INGRESOS		
10/04/2021	CORDOVAS INGENIEROS SAC			ACEITE, FILTROS, MATERIALES						S/.	5,000.00	
20/04/2021	CORDOVAS INGENIEROS SAC			COMPRA DE REPUESTOS						S/.	2,920.00	
										S/.	-	
										S/.	-	
										T. INGRESOS	S/.	7,920.00
										T. EGRESOS	S/.	7,920.01
										SALDO PENDIENTE	S/.	0.01
FECHA	CODIGO	RUC	PROVEEDOR	DESCRIPCION	BASE	IGV	TOTAL	RESPONSABLE	ENTRO DE COST	OBSERVACION		
11/04/2021	M	20547041942	LUBRIMAQ PERU	ACEITE MOTOR	254.24	45.76	300.00	JOEL CORTEZ				
11/04/2021	M	20547041942	LUBRIMAQ PERU	FILTROS	127.12	22.88	150.00	JOEL CORTEZ				
11/04/2021	M	10075319105	IMPORT Y DISTRIBUIDORA BRAVO	MATERIALE, TRAPO, SILICONA	16.95	3.05	20.00	JOEL CORTEZ				
11/04/2021	M	20531951213	CORDOVAS INGENIEROS SAC	CORDOVAS INGENIEROS SAC	0.00	0.00	150.00	JOEL CORTEZ				
11/04/2021	M	20604054258	TODO FRENOS SAC	REPUESTOS FRENOS	1271.19	228.81	1500.00	JOEL CORTEZ				
15/04/2021	M	20547041942	LUBRIMAQ PERU	ACEITE MOTOR	169.49	30.51	200.00	JOEL CORTEZ				
15/04/2021	M	20547041942	LUBRIMAQ PERU	FILTROS	127.12	22.88	150.00	JOEL CORTEZ				
18/04/2021	M	20112273922	MAESTRO	DETERGENTE, SOLDIMIX	42.37	7.63	50.00	JOEL CORTEZ				
26/04/2021	M	20531951213	CORDOVAS INGENIEROS SAC	CORDOVAS INGENIEROS SAC	0.00	0.00	700.00	JOEL CORTEZ				
26/04/2021	M	20531951213	CORDOVAS INGENIEROS SAC	CORDOVAS INGENIEROS SAC	0.00	0.00	1800.00	JOEL CORTEZ				
26/04/2021	P	20523621212	LIMA EXPRESA SAC	PEAJE	423.73	76.27	500.00	JOEL CORTEZ				
26/04/2021	P	20600788389	ESTACIONES ARGUELLES SAC	COMBUSTIBLE	338.98	61.02	400.00	JOEL CORTEZ				
26/04/2021	M	20112273922	MAESTRO	ALQUILER EQUIPOS	1271.19	228.81	1500.00	JOEL CORTEZ				
					0.00	0.00	500.00	JOEL CORTEZ				
					4042.38	727.63	7920.01					


CORDOVAS INGENIEROS S.A.C.
 Ing. Edwin Córdova Vega
 Gerente de Obras

CORDOVAS INGENIEROS SAC								Liquidacion:	MAYO	
								Fecha:	30/05/2021	
								Elaborado:	E. cordova	
								Revisado:	E.C.V.	
								Area:	Logística	
FECHA	DEPOSITANTE			COMENTARIOS			INGRESOS			
3/05/2021	CORDOVAS INGENIEROS SAC			ACEITE, FILTROS, MATERIALES				S/.	3,000.00	
15/05/2021	CORDOVAS INGENIEROS SAC			PETROLEO PEAJES, MATERIALES				S/.	4,420.00	
								S/.	-	
								S/.	-	
							T. INGRESOS	S/.	7,420.00	
							T. EGRESOS	S/.	7,420.01	
							SALDO PENDIENTE	S/.	0.01	
FECHA	CODIGO	RUC	PROVEEDOR	DESCRIPCION	BASE	IGV	TOTAL	RESPONSABLE	ENTRO DE COST	OBSERVACION
4/05/2021	M	20547041942	LUBRIMAQ PERU	ACEITE MOTOR	254.24	45.76	300.00	JOEL CORTEZ		
4/05/2021	M	20547041942	LUBRIMAQ PERU	FILTROS	127.12	22.88	150.00	JOEL CORTEZ		
4/05/2021	M	10075319105	IMPORT Y DISTRIBUIDORA BRAVO	MATERIALE, TRAPO, SILICONA	16.95	3.05	20.00	JOEL CORTEZ		
18/05/2021	M	20531951213	CORDOVAS INGENIEROS SAC	CORDOVAS INGENIEROS SAC	0.00	0.00	150.00	JOEL CORTEZ		
18/05/2021	M	20604054258	TODO FRENOS SAC	REPUESTOS FRENOS	1271.19	228.81	1500.00	JOEL CORTEZ		
18/05/2021	M	20547041942	LUBRIMAQ PERU	ACEITE MOTOR	169.49	30.51	200.00	JOEL CORTEZ		
18/05/2021	M	20547041942	LUBRIMAQ PERU	FILTROS	127.12	22.88	150.00	JOEL CORTEZ		
18/05/2021	M	20112273922	MAESTRO	DETERGENTE, SOLDIMIX	42.37	7.63	50.00	JOEL CORTEZ		
23/05/2021	M	20531951213	CORDOVAS INGENIEROS SAC	CORDOVAS INGENIEROS SAC	0.00	0.00	700.00	JOEL CORTEZ		
24/05/2021	M	20531951213	CORDOVAS INGENIEROS SAC	CORDOVAS INGENIEROS SAC	0.00	0.00	1800.00	JOEL CORTEZ		
25/05/2021	P	20523821212	LIMA EXPRESA SAC	PEAJE	423.73	76.27	500.00	JOEL CORTEZ		
26/05/2021	P	20600788389	ESTACIONES ARGUELLES SAC	COMBUSTIBLE	338.98	61.02	400.00	JOEL CORTEZ		
27/05/2021	M	20112273922	MAESTRO	ALQUILER EQUIPOS	1271.19	228.81	1500.00	JOEL CORTEZ		
					4042.38	727.63	7420.01			

CORDOVAS INGENIEROS S.A.

Ing. Edwin Córdova Vega
Gerente de Obras

										Liquidacion: AGOSTO Fecha: 29/08/2021 Elaborado: E. cordova Revisado: E.C.V. Area: Logistica	
FECHA	DEPOSITANTE			COMENTARIOS				INGRESOS			
16/08/2021	CORDOVAS INGENIEROS SAC			ACEITE, FILTROS, MATERIALES				S/.	620.00		
								S/.	-		
								S/.	-		
								S/.	-		
								T. INGRESOS	S/.		
								T. EGRESOS	S/.		
								SALDO PENDIENTE	S/.		
									0.01		
FECHA	CODIGO	RUC	PROVEEDOR	DESCRIPCION	BASE	IGV	TOTAL	RESPONSABLE	ENTRO DE COSTI	OBSERVACION	
17/08/2021	M	20547041942	LUBRIMAQ PERU	ACEITE MOTOR	254.24	45.76	300.00	JOEL CORTEZ			
17/08/2021	M	20547041942	LUBRIMAQ PERU	FILTROS	127.12	22.88	150.00	JOEL CORTEZ			
17/08/2021	M	10075319105	IMPORT Y DISTRIBUIDORA BRAVO	MATERIALE, TRAPO, SILICONA	16.95	3.05	20.00	JOEL CORTEZ			
17/08/2021	M	20531951213	CORDOVAS INGENIEROS SAC	CORDOVAS INGENIEROS SAC	0.00	0.00	150.00	JOEL CORTEZ			
					0.00	0.00	0.00	JOEL CORTEZ			
					398.31	71.70	620.01				



CORDOVAS INGENIEROS S.A.C.
 Ing. Edwin Cordova Vega
 Gerente de Obras

									Liquidacion:	Septiembre
									Fecha:	30/09/2021
									Elaborado:	E. cordova
									Revisado:	E.C.V.
									Area:	Logística
FECHA	DEPOSITANTE			COMENTARIOS					INGRESOS	
5/09/2021	CORDOVAS INGENIEROS SAC			ACEITE, FILTROS, MATERIALES						S/ 7,920.00
										S/ -
										S/ -
										S/ -
									T. INGRESOS	S/ 7,920.00
									T. EGRESOS	S/ 7,920.01
									ALDO PENDIENTE	S/ 0.01
FECHA	CODIGO	RUC	PROVEEDOR	DESCRIPCION	BASE	IGV	TOTAL	RESPONSABLE	ENTRO DE COST	OBSERVACION
5/09/2021	M	20547041942	LUBRIMAQ PERU	ACEITE MOTOR	254.24	45.76	300.00	JOEL CORTEZ		
5/09/2021	M	20547041942	LUBRIMAQ PERU	FILTROS	127.12	22.88	150.00	JOEL CORTEZ		
5/09/2021	M	10075319105	IMPORT Y DISTRIBUIDORA BRAVO	MATERIALE, TRAPO, SILICONA	16.95	3.05	20.00	JOEL CORTEZ		
10/09/2021	M	20531951213	CORDOVAS INGENIEROS SAC	CORDOVAS INGENIEROS SAC	0.00	0.00	150.00	JOEL CORTEZ		
10/09/2021	M	20604054258	TODO FRENOS SAC	REPUESTOS FRENOS	1271.19	228.81	1500.00	JOEL CORTEZ		
18/09/2021	M	20547041942	LUBRIMAQ PERU	ACEITE MOTOR	169.49	30.51	200.00	JOEL CORTEZ		
18/09/2021	M	20547041942	LUBRIMAQ PERU	FILTROS	127.12	22.88	150.00	JOEL CORTEZ		
23/09/2021	M	20112273922	MAESTRO	DETERGENTE, SOLDIMIX	42.37	7.63	50.00	JOEL CORTEZ		
23/09/2021	M	20531951213	CORDOVAS INGENIEROS SAC	CORDOVAS INGENIEROS SAC	0.00	0.00	700.00	JOEL CORTEZ		
23/09/2021	M	20531951213	CORDOVAS INGENIEROS SAC	CORDOVAS INGENIEROS SAC	0.00	0.00	1800.00	JOEL CORTEZ		
23/09/2021	P	20523621212	LIMA EXPRESA SAC	PEAJE	423.73	76.27	500.00	JOEL CORTEZ		
23/09/2021	P	20600788389	ESTACIONES ARGUELLES SAC	COMBUSTIBLE	338.98	61.02	400.00	JOEL CORTEZ		
23/09/2021	M	20112273922	MAESTRO	ALQUILER EQUIPOS	1271.19	228.81	1500.00	JOEL CORTEZ		
			CORDOVAS INGENIEROS SAC	PERSONAL	0.00	0.00	500.00	JOEL CORTEZ		
					4042.38	727.63	7920.01			

CORDOVAS INGENIEROS S.A.C



Ing. Edwin Córdova Vega
Gerente de Obras

								Liquidacion: Octubre Fecha: 30/10/2021 Elaborado: E. cordova Revisado: E.C.V. Area: Logística		
FECHA	DEPOSITANTE		COMENTARIOS				INGRESOS			
15/10/2021	CORDOVAS INGENIEROS SAC		ACEITE, FILTROS, MATERIALES					S/.	620.00	
							S/.	-		
							S/.	-		
							S/.	-		
							T. INGRESOS	S/.	620.00	
							T. EGRESOS	S/.	620.01	
							SALDO PENDIENTE	S/.	0.01	
FECHA	CODIGO	RUC	PROVEEDOR	DESCRIPCION	BASE	IGV	TOTAL	RESPONSABLE	ENTRO DE COSTO	OBSERVACION
18/10/2021	M	20547041942	LUBRIMAQ PERU	ACEITE MOTOR	254.24	45.76	300.00	JOEL CORTEZ		
18/10/2021	M	20547041942	LUBRIMAQ PERU	FILTROS	127.12	22.88	150.00	JOEL CORTEZ		
18/10/2021	M	10075319105	IMPORT Y DISTRIBUIDORA BRAVO	TRAPOS, PERNOS	16.95	3.05	20.00	JOEL CORTEZ		
18/10/2021	M	20531951213	CORDOVAS INGENIEROS SAC	MANO DE OBRA	0.00	0.00	150.00	JOEL CORTEZ		
					0.00	0.00	0.00	JOEL CORTEZ		
					498.31	71.70	620.01			

CORDOVAS INGENIEROS S.A.C.

Ing. Edwin Córdova Vega
Gerente de Obras

