



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Aplicación del plan de mantenimiento preventivo para mejorar la
Disponibilidad de las máquinas en el área de cartón corrugado en la
empresa Trupal S.A. Lurigancho 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTOR:

Portuguez Vivanco, Víctor Alberto (orcid.org/0000-0002-8891-5584)

ASESOR:

Mgr. Conde Rosas, Roberto Carlos (orcid.org/0000-0001-6908-9021)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA – PERÚ

2018

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mis padres, Portuguez Sánchez Alberto, Vivanco Caycho Elena y hermana Portuguez Vivanco Ángela, gracias a ellos fueron un gran apoyo emocional durante el tiempo de la realización de mi carrera.

A ellos agradezco por estar siempre en esos momentos difíciles brindándome su amor, paciencia y comprensión.

Portuguez Vivanco, Víctor Alberto

Agradecimiento

Un agradecimiento en especial a todos los docentes de la facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar Vallejo Lima Este, que gracias a sus enseñanzas y conocimientos podré culminar con éxito el desarrollo de mi tesis.

Finalmente agradezco a quien lea esta tesis por permitir brindar mis experiencias y conocimiento para futuras generaciones de esta universidad.

Índice de contenidos

Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Índice de contenidos	iii
Índice de Tablas	iv
Índice de Figuras	v
Resumen	vi
Abstract	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	8
III. METODOLOGÍA.....	18
3.1 Tipo y diseño de investigación	18
3.2 Variables y operacionalización	20
3.3 Población, muestra, muestreo	24
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	25
3.5 Procedimientos.....	26
3.6 Método de análisis de datos.....	40
3.7 Aspectos éticos	40
IV. RESULTADOS.....	41
V. DISCUSIÓN	49
VI. CONCLUSIONES	53
VII. RECOMENDACIONES	54
REFERENCIAS	55
ANEXOS	62

Índice de Tablas

Tabla N° 1 <i>Porcentaje acumulado total de baja disponibilidad</i>	3
Tabla N° 2 <i>Porcentaje de horas de paradas de máquinas</i>	28
Tabla N° 3 <i>Porcentaje tiempo medio entre fallas</i>	29
Tabla N° 4 <i>Porcentaje utilización del equipo</i>	30
Tabla N° 5 <i>Porcentaje de confiabilidad</i>	31
Tabla N° 6 <i>Porcentaje de mantenibilidad</i>	32
Tabla N° 7 <i>Porcentaje de disponibilidad</i>	33
Tabla N° 8 <i>Porcentaje de confiabilidad antes de la mejora</i>	34
Tabla N° 9 <i>Porcentaje de confiabilidad despues de la mejora</i>	35
Tabla N° 10 <i>Porcentaje de mantenibilidad antes de la mejora</i>	36
Tabla N° 11 <i>Porcentaje de mantenibilidad despues de la mejora</i>	37
Tabla N° 12 <i>Porcentaje de disponibilidad antes de la mejora</i>	38
Tabla N° 13 <i>Porcentaje de disponibilidad despues de la mejora</i>	39
Tabla N° 14 <i>Prueba de normalidad con Shapiro Wilk – disponibilidad</i>	41
Tabla N° 15 <i>Estadísticos de muestras relacionadas disponibilidad antes y despues</i>	42
Tabla N° 16 <i>Prueba de T – Student para muestras relacionadas</i>	43
Tabla N° 17 <i>Prueba de normalidad con Shapiro-Wilk. – Confiabilidad</i>	44
Tabla N° 18 <i>Estadísticos de muestras relacionadas confiabilidad antes y despues</i>	45
Tabla N° 19 <i>Prueba de T – Student para muestras relacionadas</i>	45
Tabla N° 20 <i>Prueba de normalidad con Shapiro Wilk. – Mantenibilidad</i>	46
Tabla N° 21 <i>Estadísticos de muestras relacionadas mantenibilidad antes y despues</i>	47
Tabla N° 22 <i>Prueba de T – Student para muestras relacionadas</i>	48

Índice de Figuras

Figura N° 1 <i>Bobinas de papel, tucos y esquineros</i>	3
Figura N° 2 <i>Diagrama de pareto para analizar los niveles de la baja disponibilidad</i>	4
Figura N° 3 <i>Esquema de relación de los indicadores</i>	14
Figura N° 4 <i>Estrategia del mantenimiento y confiabilidad</i>	15
Figura N° 5 <i>Criterios entre la mantenibilidad y fiabilidad</i>	16
Figura N° 6 <i>Formulación de la disponibilidad</i>	17
Figura N° 7 <i>Diseño de investigación preprueba / posprueba</i>	19
Figura N° 8 <i>Organigrama estructural del área de mantenimiento</i>	27

Resumen

La presente investigación titulada “Aplicación del plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de las máquinas en el área de cartón corrugado en la empresa Trupal S.A. Lurigancho 2018”, tuvo como objetivo determinar si la aplicación del mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de las máquinas el área de cartón corrugado.

La metodología de investigación fue Pre Experimental, el tipo de estudio es aplicado con un nivel longitudinal, con un enfoque de estudio cuantitativo y técnicas de observación. Se consideró una población de 6 máquinas tomando como referencia 12 semanas antes y 12 semanas después, la muestra es igual que la población que fueron elegidas en base al tiempo de paradas de las máquinas.

Como resultado del estudio se obtuvo que las horas de paradas de las máquinas mostraban una reducción del 28.42%, la Confiabilidad se incrementó en 87.83%, la Mantenibilidad se redujo en 33.33% y la disponibilidad aumentó en 73.00%.

Con respecto a la conclusión se puede mencionar que la disponibilidad de las máquinas presentaba un promedio mínimo del 39.42%, una vez aplicado el plan de mantenimiento preventivo se obtuvo una mejora del 73.00% demostrando que los planes mantenimiento mejoraron significativamente el área de cartón corrugado de la empresa.

Palabras clave: Mantenimiento Preventivo, Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad.

Abstract

The present research entitled "Application of the preventive maintenance plan to improve the availability of machines in the corrugated cardboard area in the company Trupal S.A. Lurigancho 2018", aimed to determine whether the application of preventive maintenance improves the availability of machines in the corrugated cardboard area.

The research methodology was Pre Experimental, the type of study is applied with a longitudinal level, with a quantitative study approach and observation techniques. A population of 6 machines was considered taking as reference 12 weeks before and 12 weeks after, the sample is the same as the population that were chosen based on the time of stoppages of the machines.

As a result of the study it was obtained that the machine downtime showed a reduction of 28.42%, the Reliability increased by 87.83%, the Maintainability was reduced by 33.33% and the availability increased by 73.00%.

With respect to the conclusion it can be mentioned that the availability of the machines presented a minimum average of 39.42%, once the preventive maintenance plan was applied, an improvement of 73.00% was obtained, demonstrating that the maintenance plans significantly improved the corrugated cardboard area of the company.

Keywords: Preventive maintenance, Reliability, Maintainability, Availability

I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento tecnológico del mantenimiento permite el establecimiento de muchas generaciones relevantes para los objetivos de la empresa en diversos sectores de fabricación o producción. Es decir, no solo tienen que trabajar bien, sino que también tienen que trabajar con el rendimiento de su propio diseño.

La Revista Nacional IMG ingeniería de mantenimiento describe que los defectos y las fallas son inevitables, pero cuando se hace un buen plan de mantenimiento de tal manera que la empresa se beneficie, con el único objetivo de anticipar los problemas de la fábrica industrial. Sin embargo, no puede ser un sistema de mantenimiento actualizado, siempre y cuando se presenten fallas o daños en el sistema. Todo esto se puede conseguir con una acertada planificación y programación de las tareas. En consecuencia, se creó el mantenimiento preventivo con la finalidad de evitar las averías de las máquinas utilizando indicadores como la disponibilidad de los equipos para minimizar las tasas de avería, adquirir un mejor producto y mejorar la mano de obra. (IMG. Ingeniería del Mantenimiento 2020)

Se puede describir que, la disponibilidad es un indicador que ofrece diferentes probabilidades de cálculo en cualquier fábrica industrial en general depende del tipo de proyecto y la calidad de su ensamblaje. Un buen plan de mantenimiento es aquel que se analizó todas las fallas posibles y que ha sido planteado para evitarlos. (García, Santiago 2020 p. 2)

Publicado en 2017, el diario nacional El Comercio informó que la compañía automotriz Volkswagen Perú actualiza anualmente sus planes de mantenimiento, dando acceso a los usuarios a servicios de mantenimiento preventivo para asegurar la vida útil de los vehículos. Este es un ejemplo de cómo los planes de mantenimiento pueden ser utilizados por cualquier empresa industrial, por ejemplo, metal mecánico, minerías, sector pesquero, procesos textiles, etc. (Diario el Comercio, 2017)

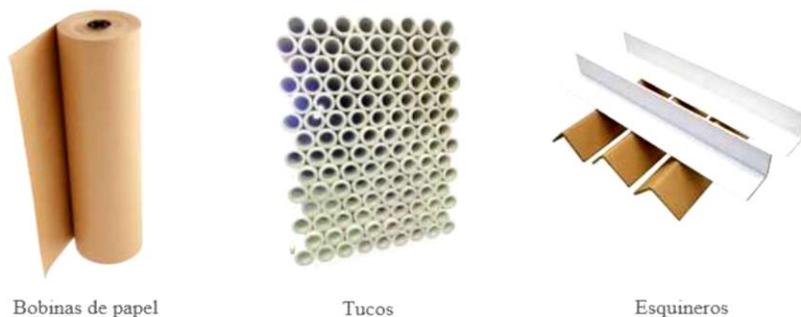
Trupal SA es líder del mercado en la producción de soluciones del empaque, incluyendo bobinas flexográficas, offset y digitales, así como tucos y esquineros fabricados de cartón, esto son distribuidos a nivel nacional e internacional. Con un compromiso con los clientes y a través de la mejora usando el SGC conocida como el sistema de gestión de calidad, siendo su materia prima que es la planta de caña de azúcar en proceso de bagazo desmedulado. (Trupal S.A. 2022)

En la producción del empaque, se toma en cuenta el uso de varias máquinas, como estucadoras, corrugadoras y bobinado. Como resultado la empresa se divide en varias secciones con el único objetivo de evitar la contaminación del producto terminado. Si llega a pasar ese evento el producto pierde su valor de adquisición.

Actualmente, la empresa carece de planes de mantenimiento y Checklists de inspección, estos son necesarios para analizar el origen de las fallas en las máquinas de dicha área mencionada. Para realizar el proyecto de investigación, se deben revisar los registros de producción y ordenes de trabajo esto ayudará encontrar las fallas más frecuentes en la máquina. Cuando se identifique el problema se pondrá en ejecución el programa de mantenimiento preventivo, que contribuirá a reducir los errores que ocurren en las áreas de trabajo mencionadas. Se estudiarán los registros de producción y las órdenes de reparación llevando a cabo el proyecto de estudio determinando así el nivel de deficiencia ocasionado por las fallas en las máquinas.

Tras la identificación de los defectos, se pondrá en marcha un plan de mantenimiento que ayude a eliminar los errores en el lugar de trabajo. La ejecución mantenimiento puede ayudar a que los equipos industriales duren más tiempo, reduciendo el tiempo de inactividad, mejorando la calidad del producto y aumentando la productividad de la planta. Para entender mejor el problema en el área de cartón corrugado, se desarrolló un diagrama causa efecto (Ishikawa), con la metodología 6M (ver Anexo N° 3), luego incluiremos una tabla donde se describen la cantidad de fallas y el porcentaje acumulado ver en la Tabla N° 1, seguidamente una gráfica de pareto para analizar los niveles de la baja disponibilidad ver la Figura N° 2.

Figura N° 1 Bobinas de papel, tucos y esquineros



Fuente: Trupal S.A

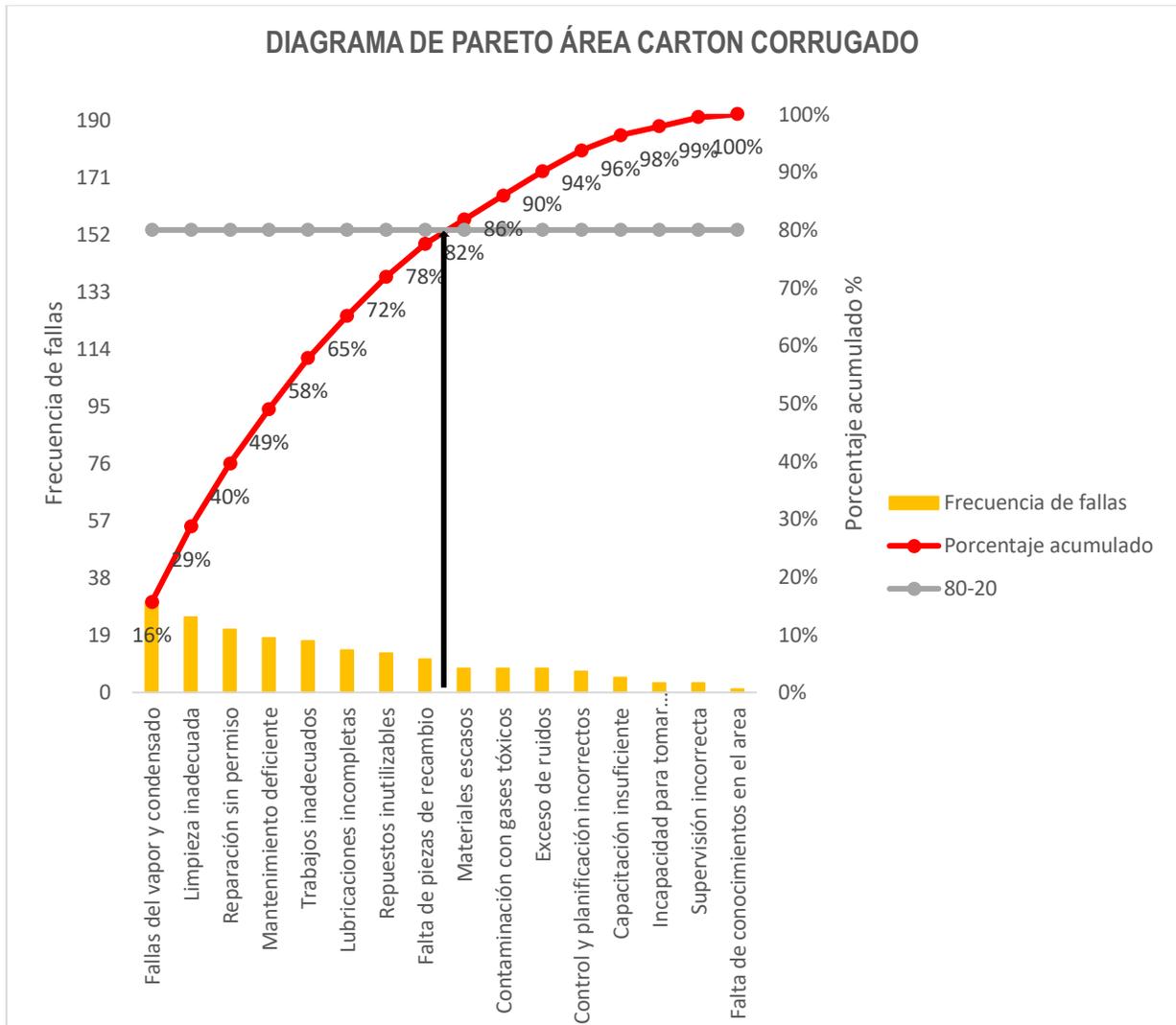
Tabla N° 1 Porcentaje acumulado total de baja disponibilidad

N°	Problemática	Frecuencia de fallas	Porcentaje %	Acumulado	Porcentaje acumulado %
1	Fallas del vapor y condensado	30	15.63%	30	16%
2	Limpieza inadecuada	25	13.02%	55	29%
3	Reparación sin permiso	21	10.94%	76	40%
4	Mantenimiento deficiente	18	9.38%	94	49%
5	Trabajos inadecuados	17	8.85%	111	58%
6	Lubricaciones incompletas	14	7.29%	125	65%
7	Repuestos inutilizables	13	6.77%	138	72%
8	Falta de piezas de recambio	11	5.73%	149	78%
9	Materiales escasos	8	4.17%	157	82%
10	Contaminación con gases tóxicos	8	4.17%	165	86%
11	Exceso de ruidos	8	4.17%	173	90%
12	Control y planificación incorrectos	7	3.65%	180	94%
13	Capacitación insuficiente	5	2.60%	185	96%
14	Incapacidad para tomar decisiones	3	1.56%	188	98%
15	Supervisión incorrecta	3	1.56%	191	99%
16	Falta de conocimientos en el área	1	0.52%	192	100%
	TOTAL	192	100%		

Fuente: Elaboración propia

Según el cuadro siguiente, hay un total de 16 causas que dan lugar a averías, con un total de 192 y un porcentaje acumulado al 100%.

Figura N° 2 Diagrama de Pareto para analizar los niveles de la baja disponibilidad



Fuente: Elaboración propia

El siguiente gráfico nos muestra el 80% del trabajo realizado en el área del cartón corrugado se debe al 20% de las razones que producen fallas en la planta, en estos casos marcamos una línea vertical para describir que existen ocho problemas importantes que están ocasionando niveles bajos de disponibilidad de máquinas y que deben ser atendidos y darles pronta solución.

A continuación, se describe el problema general:

¿Cómo la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de las máquinas en el área de cartón corrugado en la empresa Trupal SA?

Luego se menciona los problemas específicos:

¿Cómo la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad de las máquinas en el área de cartón corrugado en la empresa Trupal SA?

¿Cómo la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de las máquinas en el área de cartón corrugado en la empresa Trupal SA?

Luego, se presentan las justificaciones del proyecto de investigación:

La justificación de esta investigación es importante en la investigación porque menciona las razones para llevar a cabo la solución a varios problemas; estos argumentos deben ser convincentes. También es necesario explicar por qué es necesaria la investigación y para qué se utilizarán los resultados. El proyecto es único porque incorpora conocimientos técnicos adquiridos en la empresa, así como el apoyo del personal técnico y supervisores de la empresa, quienes facilitaran la información necesaria con base al estudio de la empresa.

El presente proyecto se justifica teóricamente ya que, concuerda con los sustentos teóricos de los autores consultados para la investigación en la variable independiente mantenimiento preventivo correspondiente a los autores (Duffua, Salih y otros, 2012) El proyecto también se relaciona con la variable dependiente disponibilidad correspondiente al autor (Ipinza, Alessio 2004)

El empeño del estudio se justifica desde el punto de vista metodológico, ya que incorpora instrumentos como los planes de trabajo, fórmulas matemáticas, análisis de datos y factores como los planes de mantenimiento y la disponibilidad. El investigador reunirá y aplicará todos los datos de este estudio a su discreción. La justificación metodológica establece el uso de determinadas normas de medición o materiales que pueden utilizarse en futuros proyectos comparables. Esto incluye cuestionarios, pruebas de hipótesis, modelos matemáticos, diagramas de flujo, etc. (Ñaupas, Paitan y otros, 2018 p. 221)

La investigación es tecnológicamente justificable ya que la empresa puede aumentar la productividad de su planta industriales haciendo mantenimiento preventivo con un software automatizado. Cabe señalar que el software de mantenimiento se refiere al proceso de cambiar el sistema o componente después de que se haya entregado para mejorar el rendimiento del equipo y otros atributos, corregir errores o adaptarse a los cambios. (Dhillon, B. 2006 p. 197)

El estudio está justificado económicamente, ya que pretende minimizar los niveles de costes anuales, como presupuesto de conservación y cuando se pone en operación, se compara con el presupuesto y, sí es necesario, se tomará medidas correctivas debido a reparaciones o modificaciones. (Villanueva, Enrique 2014 p. 92)

El presente proyecto de estudio es ecológicamente justificable, ya que se fomentará la reducción de residuos y desechos de cartón corrugado ocasionados por las fallas de las máquinas promoviendo la conciencia ambiental de los trabajadores de Trupal S.A (Aparicio, Carlos 2022 p. 19)

Seguidamente se procede a describir el objetivo general:

Determinar como la aplicación del plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de las máquinas en área de cartón corrugado en la empresa Trupal S.A

Luego se menciona los objetivos específicos:

Establecer como la aplicación del plan de mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad de las máquinas en el área de cartón corrugado la empresa Trupal S.A

Establecer como la aplicación del plan de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de las máquinas en el área de cartón corrugado en la empresa Trupal S.A

Una vez realizado los objetivos de la investigación, se procede a formular con la hipótesis general:

La aplicación del plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de las máquinas en el área de cartón corrugado en la empresa Trupal S.A

Luego se menciona las hipótesis específicas:

La aplicación del plan de mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad de las máquinas en el área de cartón corrugado en la empresa Trupal S.A

La aplicación del plan de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de las máquinas en el área de cartón corrugado en la empresa Trupal S.A

II. MARCO TEÓRICO

Se describen los antecedentes nacionales e internacionales, así como sus técnicas, sugerencias y teorías conceptuales.

(Quiroz Aliaga y otros, 2021) en su tesis “Mantenimiento preventivo de los equipos de la planta de chancado de una empresa minera en cajamarca para aumentar los niveles de disponibilidad mecánica”, el autor se propuso reducir las fallas mecánicas en esta área. En la investigación se empleó una técnica cuantitativa utilizando fue un enfoque cuantitativo, y la población estuvo conformada por un conjunto de equipos mineros. El autor empleó el enfoque del análisis de criticidad para diseñar el proyecto, lo que le permitió analizar 16 equipos con dificultades críticas, 5 equipos con problemas de criticidad media y un equipo con criticidad baja. En cuanto a los resultados del diseño del mantenimiento se pudo obtener una mejora de los niveles de disponibilidad con una cifra de 97,81%, ya que inicialmente se mostraba cantidades menores a 84.27%, con una diferencia de 13.53%. Se concluye que, las aplicaciones exitosas de mantenimiento generaron ingresos financieros superiores a S/.516.830,98 soles anuales considerando que la propuesta es factible.

(Callomamani Erasmo, 2021) su investigación “Mejoramiento de los equipos mineros en una planta de pre concentrado Ore Sorting en el pueblo de San Rafael perteneciente a la ciudad de Puno 2020” en su opinión, el objetivo principal es aumentar las tasas de disponibilidad de los equipos mineros de la planta, y que la investigación fue pre experimental con un nivel aplicado, la población estuvo conformado por la cantidad de 24 equipos existentes, el tipo de muestra fue igual a la población. Después de la medición se inició un pre análisis de los índices de disponibilidad para medir el porcentaje de fallas y averías. Se concluye que, se pudo lograr determinar que el plan de mantenimiento ayudo a incrementar el funcionamiento de los equipos en un 89%, el consumo de energía eléctrica se redujo en 32%, la confiabilidad mejoró en 30.6%

(Curisinche Pablo, 2021) en el desarrollo de su tesis “Implementación de un programa de mantenimiento preventivo en la línea de producción de moldes de panetón para impulsar la productividad en la empresa de multimoldes. S.A.C.”

El objetivo de la propuesta, explica el autor, es implantar un programa de mantenimiento preventivo que permita aumentar la eficacia de la línea de producción de panetones de la empresa. La metodología fue cuasi experimental, el tipo de estudio es aplicado con una población conformada de todas las órdenes de trabajo, la muestra fue determinístico eligiéndose un tamaño determinado. Para obtener información se utilizó datos previos como fichas técnicas e historial de las máquinas de la planta. Como resultado de la investigación se pudo concretar que después de la aplicación del mantenimiento, la productividad mejoró en un 20.97%, la eficiencia se incrementó en un 16.20%, con una eficacia de 7.18%.

(Ramos Leonardo, 2019) en el desarrollo de su “Propuesta de mantenimiento para mejorar la confiabilidad en una empresa de procesadora de arroz en la ciudad de Trujillo”, el objetivo del autor es ofrecer una estrategia de mantenimiento basada en índices de confiabilidad para minimizar la incidencia de las fallas de los equipos de proceso. Se utilizó una investigación deductiva transversal no experimental para comprobar la exactitud de las afirmaciones inferidas y compararlas con la experiencia. Para comenzar con el desarrollo del proyecto se realizó un diagnóstico inicial de la empresa en la sección de mantenimiento y producción dando como resultado un 59.14% de producción ocasionados por averías de máquinas, causando pérdidas económicas que valoran en S/ 112,069.94 soles anuales. Seguidamente se implementó el plan de mantenimiento dando como resultado una disminución de averías del 14%. Se concluye que, del mantenimiento basado en la confiabilidad mejoró la eficiencia en un 95%, disminuyó los costes de mantenimiento en S/. 0,37 soles por unidad de fabricación y aumentó las horas de disponibilidad en un 96,81%. Se concluye que, del mantenimiento basado en la confiabilidad mejoró la eficiencia en un 95%, disminuyó los costes de mantenimiento en S/. 0,37 soles por unidad de fabricación y aumentó las horas de disponibilidad en un 96,81%.

(Salazar Evonny, 2017) en el desarrollo de su tesis “Implementación de un programa de mantenimiento preventivo dirigido a una empresa constructora reyes S.R.L. realizado en la ciudad de Chiclayo”, el autor destaca los puntos clave que provocan las fallas en los equipos afectando los costos y la productividad. Para llevar a cabo la investigación se recopilan registros o manuales de trabajo de años anteriores. El método utilizado consistió en detectar la causa de las fallas mecánicas mediante el análisis crítico provocadas por defectos representando un total de 84%. Con los programas de mantenimiento ya realizados se pudo establecer nuevos procedimientos y normas de trabajo. Como resultado se pudo obtener una reducción de minutos de paradas de un 97.81%, los costos de fallas disminuyeron en un 75.14%. Se concluye que, con la implementación la producción tuvo mejoras de 7153 productos por semanas, los ingresos económicos aumentaron en un S/. 699.401 anuales. Próximamente se pudo evaluar los índices de productividad de las horas de trabajo mejoren en 0.027 horas y los insumos alcancen S/. 0.76 soles por unidad.

A continuación, se muestran los antecedentes internacionales de diferentes autores:

(Suárez Hugo y otros, 2021) en su proyecto “Planificación del mantenimiento preventivo en base a los equipos médicos del hospital universitario andino de Chimborazo desarrollado en el país de Ecuador”, el autor menciona que uno de los objetivos es realizar un estudio de planta a los equipos médicos para detectar el nivel de desperfectos de operación. El proyecto se pudo realizar con ayuda de la actualización de documentación, diseño de formato, bitácoras para mantenimiento, programación de actividades y manuales técnicos. Luego se realizó un diagrama de pareto donde se mostraban las condiciones de los equipos de 33% a 37% de diferencia. Los resultados que se obtuvieron al implementar el plan de mantenimiento tuvieron una repercusión en los inventarios, fichas técnicas y ordenes de trabajo ya que mostraban un creciente de 99% de utilidad. De enero a diciembre, la disponibilidad de los equipos aumentó un 78%, lo que supone un incremento del 85%. Se concluye que, por medio de las revisiones técnicas y

archivos actualizados de todos los equipos biomédicos alcanzaron valores del 90% de disponibilidad.

(Sánchez Jarny, 2021) en su investigación "Diseño de planes de mantenimiento preventivo de equipos de los sistemas agrícola en Orodelti S.A.", el autor menciona que el objetivo es diseñar parámetros de frecuencia que ayuden con el proceso de fabricación. La población está constituida por las 18 áreas agrícolas pertenecientes a la empresa, la muestra es aleatoria estratificada, los instrumentos utilizados para el proyecto son planos de ubicación y formatos de trabajo. Para la ejecución del proyecto se utilizó la metodología de análisis RCM que va a mejorar las funciones del equipo en base a modos de fallas y medidas preventivas. Como resultado de la implementación los equipos y sistemas tienen un índice de disponibilidad del 93%, los índices de confiabilidad se incrementaron a 113 horas, los índices de mantenibilidad se incrementaron a 3 horas y el promedio de horas laborales en el primer trimestre fue de 384 horas en base al 100%. Se concluye que, los índices de mantenimiento tienen un promedio de 2 horas para realizar reparaciones de la máquina en el proceso de fabricación.

(Valenzuela Matías, 2020) en su trabajo "Planificación del mantenimiento preventivo en máquina papelera en base a confiabilidad"; Según el autor, el objetivo es crear un plan de mantenimiento preventivo para las bombas de proceso. Llevar a cabo un análisis de confiabilidad utilizando datos de fallas anteriores y estudios técnicos. Para comenzar con la investigación se tuvo que obtener datos de los equipos y componentes, desarrollar un flujo de mantenimiento tanto preventivo como correctivo y conocer las cargas de trabajo de distintas áreas que se relacionan con el área de mantenimiento. Al finalizar el análisis dio como resultado que el 33% de los avisos generados produjeron el 80% de las horas de detención en el sistema de bombeo en la (Zona A), luego los equipos que se ubican en la (Zona B) cuentan con aproximadamente el 25% de los avisos generados y producen el 15% de las horas de detención en el sistema de bombeo. Finalmente, las bombas que se ubican en la (Zona C) tienen cerca del 40% de los avisos y generan el 5% de las detenciones en línea, por lo que es necesario realizar el

mantenimiento preventivo para los equipos. Se concluye que, en particular se utilizaron distintos métodos para definir las frecuencias de reemplazo de componentes y partes mecánicas en aquellos equipos donde se requiera realizar el mantenimiento preventivo.

(González, José y otros 2018) en el desarrollo de su tesis “Mejoramiento del plan de mantenimiento preventivo utilizando el método RCM en la línea de producción de la empresa Cotecmar desarrollado en el país de Bolivia” el autor describe que la finalidad es reducir las fallas inesperadas al tiempo que aumenta la disponibilidad y confiabilidad del equipo. En primer lugar, se realizó un diagnóstico de equipos industriales utilizando información obtenida de una encuesta estructurada. El nivel de investigación fue descriptivo aplicativo, con un método de investigación inductivo. La población estuvo conformada por el total de empleados que intervienen los equipos críticos, menor a 50. Siendo la muestra igual que la población. Para el desarrollo del proyecto se empleará el enfoque RCM, o mantenimiento centrado en la confiabilidad, luego utilizando la matriz de riesgo se pudo detectar las frecuencias de fallas en las máquinas de producción. Se concluye que, al implementar el mantenimiento preventivo se pudo llevar a cabo 4 estrategias mantenimiento preventivo, rutinario, correctivo y de emergencia con unos porcentajes de 60%, 25% y 27.3%. Utilizando el enfoque RCM, descubrimos que el 78,2% de las actividades son condicionales y el 21,8% son trabajos de reacondicionamiento.

(Colque Verónica, 2016) en el desarrollo de su tesis “Crear un plan de mantenimiento para la planta de lacteosbol Achacachi”; la autora indica que, el objetivo es desarrollar una estrategia de mantenimiento que maximice el rendimiento del equipo y minimice el tiempo de inactividad de la máquina. Para construir la propuesta se realizó una investigación del proceso de producción de la empresa, en donde se observó que solo se realiza el mantenimiento correctivo siendo no eficiente produciendo fallas innecesarias. Las horas de funcionamiento en el área de la leche natural aumentaron de enero a diciembre tras la aplicación del plan de mantenimiento, con una fiabilidad de 3152,32 horas. El resultado después de poner en práctica el plan de mantenimiento fue, las horas de operación

en el área de leche natural, mejoraron en los meses de enero a diciembre con una confiabilidad de 3152.32 horas, luego las horas de operación de bebidas lácteas mejoraron en los meses de enero a diciembre con una confiabilidad de 4300.99 horas. Como resultado final nos da un porcentaje de 73.83% de disponibilidad. Se concluye que, para disminuir los fallos en la planta industrial, se realizó un estudio de criticidad de los equipos de la línea de producción para determinar si los equipos debían ser supervisados diaria, semanal o mensualmente.

Plan de mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo se describe como una serie de operaciones planificadas de antemano para resolver las causas desconocidas de posibles averías (Duffua, Salih y otros, 2012, p.75)

Cuando elegimos un plan de mantenimiento preventivo, generalmente nos interesa seleccionar los parámetros durante un período de tiempo. En realidad, siempre hay una gran cantidad de información sobre las propiedades del sistema y los costos de mantenimiento mientras el sistema está en constante funcionamiento. (Gertsbakh, Ilya 2001, p.151)

Lo importante de un plan de mantenimiento es que debe tener un alcance claro y cumplir con los requisitos del oficio, incluido el número de personas, horas de trabajo y duración. El plan también debe enumerar las piezas previstas y las herramientas que se van a utilizar. (Palmer, Richard 2006, p. 314)

Efectividad del mantenimiento

El mantenimiento efectivo hace uso de numerosas tecnologías para supervisar el estado de los sistemas con el fin de planear acciones antes de que se produzca un problema. Desde una perspectiva empresarial general, es fundamental tener en cuenta los aspectos técnicos, comerciales y sociales. (Daya, Mohammed y otros 2016, p. 102)

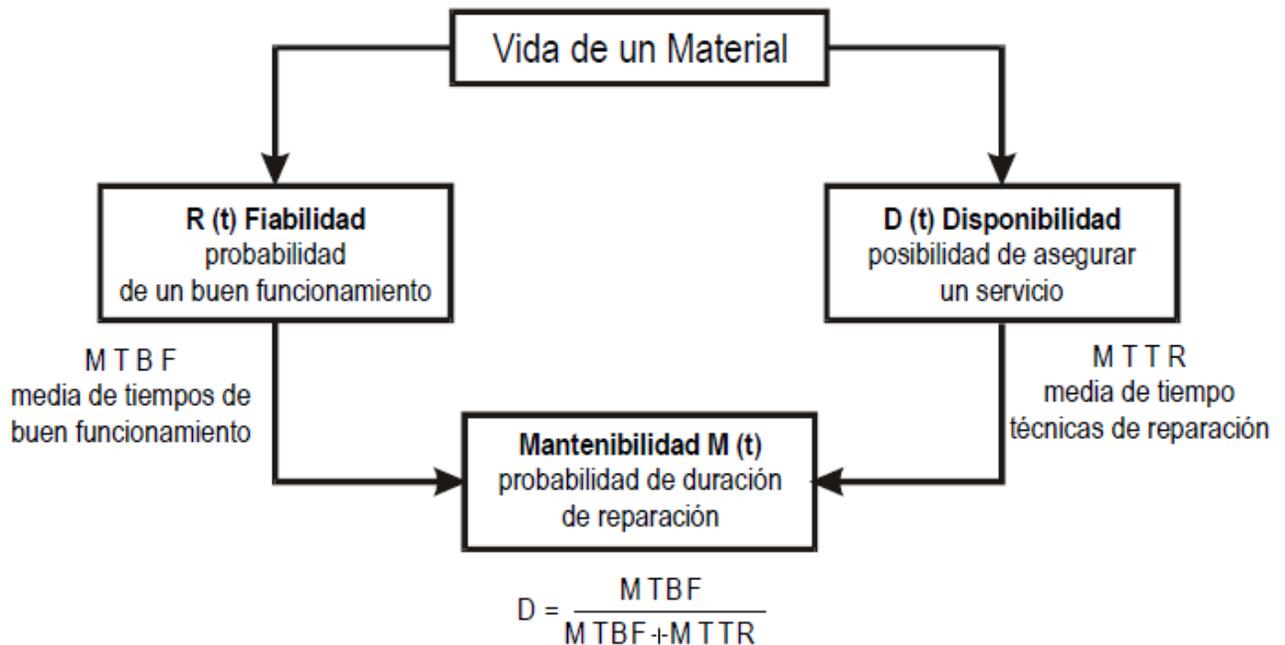
Análisis de la situación

Antes de diseñar el plan de mantenimiento, es imprescindible verificar la organización y su entorno. El personal de mantenimiento recopila y analiza datos para determinar el mantenimiento basado en el uso y necesidad evitando conflictos en el rendimiento y funcionamiento de los equipos. (Mobley, Keith y otros 2008, p. 248)

Indicadores de mantenimiento

Un indicador está conformado por la conexión de dos o más dimensiones cuantificables. Los indicadores permiten comparar valores a través de datos numéricos permitiendo evaluar las técnicas utilizada en el desarrollo de la actividad industrial. (Torres, Daniel 2010, p. 226)

Figura N° 3 Esquema de relación de los indicadores



Fuente: Mantenimiento su implementación y gestión (p. 21)

Indicadores de gestión del mantenimiento

(García, Palencia 2012, p.126) los indicadores de gestión de mantenimiento son indicadores técnicos de control que están relacionados con la calidad de la gestión o con la producción de toda la planta, que permiten ver el comportamiento y el rendimiento operacional de las instalaciones, sistemas y equipos industriales.

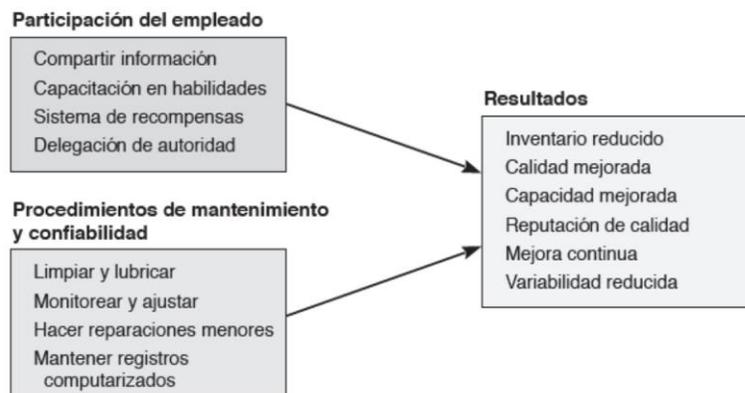
Confiabilidad

La confiabilidad de un sistema es la probabilidad de realizar su función principal, funcionar adecuadamente en condiciones de uso específicas durante un período de tiempo específico. Se denomina tiempo medio entre fallas (MTBF) corresponde al tiempo promedio transcurrido desde la falla de un componente, máquina o proceso industrial. (García, Palencia 2012, p.126)

El autor menciona que, la confiabilidad debe preservar la capacidad de los sistemas, que deben ser construidos y mantenidos adecuadamente para cumplir los criterios de rendimiento y calidad esperados. El dispositivo debe funcionar correctamente durante el tiempo con las condiciones indicadas. (Heizer J. y otros 2009 p. 670)

La función del mantenimiento centrado en la confiabilidad es garantizar que todo sistema de producción y fabricación sea seguro y capaz de soportar la función de producción. (Knezevic J. y otros 2009 p. 397)

Figura N° 4 Estrategia del mantenimiento y confiabilidad



Fuente: Principios de la administración de operaciones (p. 670)

Mantenibilidad

Es la capacidad de servicio de hacer que el equipo esté funcionando lo más rápido posible basados en factores de diseño como la accesibilidad y la estandarización que ayudan a facilitar el diagnóstico de un sistema. El tiempo medio de reparación (MTTR) es un indicador que evalúa la eficacia de los equipos que están fuera de servicio en términos de devolverlos a condiciones óptimas de funcionamiento. (García, Palencia 2012, p. 127)

El autor refiere que, es la posibilidad de que un elemento vuelva a funcionar con normalidad tras una falla o una interrupción de la fabricación operacional o de servicio, al reducir el tiempo dedicado a realizar tareas de mantenimiento y eliminando causas inesperadas. (Mora, Alberto 2009, p. 104)

La mantenibilidad es la medida técnica que son fundamentadas con temas matemáticos y estadísticos que tiene el mantenimiento para su verificación y evaluación integral como resultado, estos indicadores permiten estimar los diferentes parámetros de forma lógica. (Chávez Cadena y otros 2019 p. 2)

Es una característica de diseño que representa el potencial de un elemento para ser mantenido y devuelto a una condición en la que pueda realizar su propósito operacional si y sólo si estas acciones se realizan en línea con los protocolos definidos. (Londoño, Cesar y otros 2020 p. 46)

Figura N° 5 *Criteria entre la mantenibilidad y fiabilidad*

Mantenibilidad	Fiabilidad
Se necesita poco tiempo para restaurar.	Pasa mucho tiempo para fallar.
Existe alta probabilidad de completar la restauración.	Existe baja probabilidad de falla.
El tiempo medio para restauración es reducido.	El tiempo medio entre fallas es grande.
Se tiene una alta tasa de restauración.	Se tiene una baja tasa de fallas.

Fuente: La productividad en el mantenimiento industrial (p. 102)

Disponibilidad

Un equipo está vinculada a su grado de mantenibilidad; cuanto mayor sea el nivel, mayor será el resultado del rendimiento, son dos características harán que la operación sea más eficiente y productiva en temas de calidad y costo. (Ipinza, Alessio 2004 p.446)

Nos muestra la proporción del tiempo útil sobre el tiempo total disponible; la relación se rige por parámetros y métodos de cálculo a pedidos globales, El uso de parámetros permite la comparación con equipos similares o comparables en la industria, lo que facilita el valor de la máquina a lo largo del tiempo para seguir su proceso. (Mora, Alberto 2009, p.466)

El autor menciona que, la disponibilidad es una medida importante en el contexto de dispositivos de seguridad; esta medida de protección puede fallar, pero la falla no se detecta inmediatamente el elemento fallido se restaura al estado operativo en algún momento venidero. (Daya, Mohammed y otros, 2016 p. 161)

Se describe como la posibilidad de que un equipo ejecute su tarea, permitiendo una estimación global del porcentaje de tiempo que estará dispuesto para completar la tarea según como fue diseñado. (García, Palencia 2012, p. 127)

El autor hace mención que, los componentes sujetos a mantenimiento preventivo con un ciclo largo de vida se quedan inoperables durante el periodo de reparación dejándolos inservibles mientras se realizan cambios o reparaciones técnicas. (Moreno, Antonio 2010, p. 27)

Figura N° 6 *Formulación de la disponibilidad*

$$\text{Disponibilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Fuente: Mantenimiento planeación, ejecución y control (p. 80)

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Según el autor el avance de esta investigación será del tipo aplicada porque se guía en temas teóricos para resolver problemas, dando como resultado una mejor situación actual. La investigación aplicada busca comprender para formar, actuar, cambiar y transformar, proponiendo soluciones prácticas y necesarias para abordar los problemas planteados. (Mendoza, Valderrama 2013, p. 165)

El autor indica que, la presente investigación será longitudinal, porque se examinarán los datos y los cambios a lo largo del tiempo en variables específicas. Después de un periodo de tiempo se realizan deducciones con respecto a los cambios en determinadas consecuencias. El tipo de estudio será cuantitativo, ya que se recopilarán y analizarán datos numéricos de las variables mediante tamaños cuantificables en una escala de razón, y los resultados de los datos seleccionados se validarán mediante herramientas como la estadística. (Mendoza, Valderrama 2013, p.180)

La reunión de datos se utiliza para validar las hipótesis derivadas de las mediciones numéricas y el análisis de datos estadísticos con el fin de desarrollar modelos de comportamiento y realizar pruebas teóricas. (Hernández, Sampieri y otros, 2014, p.16)

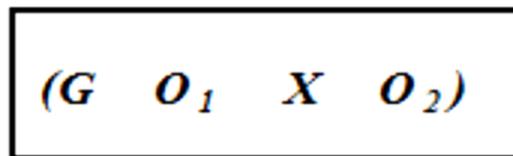
3.1.2 Diseño de investigación

El diseño del estudio será pre experimental, llamado así por el bajo grado de control, y consistirá en proporcionar un tratamiento a un grupo, seguido de la evaluación de las demás variables. Un grupo recibe una prueba antes del estímulo y otro después. (Hernández, Sampieri y otros, 2014, p.136)

Los diseños preexperimentales no cumplen las condiciones ya que no tienen validez interna, sino que realizan un control limitado. Los diseños preexperimentales se clasifican en tres tipos: estudios de caso único, diseños de preprueba y posprueba, y diseños de comparación estática. (Dueñas Raúl y otros, 2018, p. 360)

Según el autor, este tipo de diseño pre experimental es un tipo de prueba o estudio tiene lugar antes del experimento real. Debido a que el proceso no está controlado, su valor científico ha sido cuestionado y debatido. (Odón, Arias 2012, p.35)

Figura N° 7 *Diseño de investigación preprueba / posprueba*



Fuente: Metodología de la investigación 2014, 5.^a edición (p.136)

Dónde:

G: grupo 1, grupo 2

O₁: Medición, antes de las fallas de las máquinas

X: Estimulo, aplicación del mantenimiento preventivo

O₂: Medición, después de las fallas de las máquinas

3.2 Variables y operacionalización

Variable independiente: Plan de mantenimiento preventivo

- **Definición conceptual:** Se describe como una secuencia de procesos diseñados para eliminar los posibles daños. Lo más habitual es que se planifique y programe en función del tiempo, el uso o el estado de los equipos. (Duffua, Salih y otros, 2012, p.77)
- **Definición operacional:** para la elaboración del plan empezaremos por recopilar información sobre el flujo de trabajo y las características del sistema productivo, después examinaremos el estado de los equipos industriales y trabajaremos para reducir los fallos o averías que se puedan presentar.

Dimensiones

Dimensión 1: Horas de paradas de máquinas

Nos muestra la relación entre las horas asignadas al mantenimiento, ya sea de reparación o limpieza, y las horas dedicadas a la producción. Agregamos el concepto de cálculo en la relación tomando las horas de paros de averías. También al calcular las horas de producción, tenemos en cuenta el tiempo que el equipo está inactivo. (Torres, Daniel 2010, p. 228)

Dimensión 2: Tiempo medio entre fallas

Es el vínculo entre el número de horas de trabajo de las máquinas por las averías en una instalación industrial; un nivel bajo indica que no se identifican a tiempo y que las máquinas deben pararse repentinamente. (Zegarra, Manuel 2016 p. 32)

Dimensión 3: Utilización del equipo

En otros términos, el indicador mide el número de horas de funcionamiento durante un periodo de tiempo específico. (García, Palencia 2012, p. 128)

Indicadores:

Indicador: 1 Horas de paradas de máquina

$$HP = \frac{HPM}{HPR} \times 100\%$$

HP: Horas de paradas de máquinas

HPM: Horas de paro de mantenimiento

HPR: Horas de producción realizadas

Indicador: 2 Tiempo medio entre fallas

$$TMF = \frac{HT}{N^{\circ} P F} \times 100\%$$

TMF: Tiempo medio entre fallas

HT: Horas trabajadas

N° P F: Número de paradas por falla

Indicador: 3 Utilización del equipo

$$U = \frac{CHO}{TEP} \times 100\%$$

U: Utilización del equipo

CHO: Cantidad de horas de operación

TEP: Tiempo efectivo de producción

Variable dependiente: Disponibilidad

- **Definición conceptual:**

El autor menciona que, la disponibilidad de un equipo es proporcional, cuanto mayor sea los niveles de mantenibilidad mayor será el resultado del rendimiento de la disponibilidad son dos características harán que la operación sea más eficiente y productiva en temas de calidad y costo. (Ipinza, Alessio 2004, p.446)

- **Definición operacional:**

A la hora de diseñar las mejoras de las máquinas en la planta industrial, se utilizarán las tablas de registro elaboradas por el investigador para recopilar los datos esenciales para examinar la confiabilidad y la mantenibilidad.

Dimensiones:

Dimensión 1: Confiabilidad

La confiabilidad de un sistema es la probabilidad de realizar su función principal, funcionar adecuadamente en condiciones de uso específicas durante un período de tiempo específico. (García, Palencia 2012, p. 126)

Dimensión 2: Mantenibilidad

Es la capacidad de servicio de hacer que el equipo esté funcionando lo más rápido posible basados en factores de diseño como la accesibilidad y la estandarización que ayudan a facilitar el diagnóstico de un sistema. (García, Palencia 2012, p. 127)

Indicadores:

Indicador: 1 Confiabilidad

$$MTBF = \frac{TO - TNP}{CF} \times 100\%$$

MTBF: Tiempo promedio de funcionamiento

TO: Tiempo establecido para operar

TNP: Tiempo de paradas no programadas

CF: Cantidad de fallas detectadas

Indicador: 2 Mantenibilidad

$$MTTR = \frac{TNP}{CF} \times 100\%$$

MTTR: Tiempo promedio de reparación

TNP: Tiempo de paradas no programadas

CF: Cantidad de fallas detectadas

Indicador: 3 Disponibilidad

$$DISPONIBILIDAD = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100\%$$

MTBF: Tiempo promedio de funcionamiento

MTTR: Tiempo promedio de reparación

Escala de medición: la escala de medición que se usó para el desarrollo de la investigación fue la razón.

3.3 Población, muestra, muestreo

3.3.1 Población

La población es un grupo de elementos provistos por personas o cosas que tienen características particulares y que pueden ser observados en un lugar y tiempo determinados. Para este estudio, se calculó una población de 6 máquinas utilizando como referencia 12 semanas antes y 12 semanas después, siendo la muestra la misma que la población, que se eligió en función del tiempo de parada de las máquinas. (Hernández, Sampieri y otros, 2014, p.174)

- **Criterio de Inclusión:** Para el desarrollo y análisis se incluye las 6 máquinas corrugadoras procesadoras de cartón corrugado, eso aplica los sistemas y subsistemas para el proceso de producción y operación.
- **Criterios de exclusión:** Para el desarrollo de la investigación se consideró por excluir componentes que no pertenecen a las máquinas corrugadoras como piezas de recambio, que puedan originar alteraciones o modificar los resultados. (Gómez, Arias y otros, 2016 p. 204)

3.3.2 Muestra

La muestra es un subconjunto de la población que se elige en función de la particularidad de la investigación y no al azar. Para el desarrollo de la muestra se eligieron 12 semanas que fueron elegidas mediante un análisis de observación. (Hernández, Sampieri y otros, 2014, p.176)

3.3.3 Muestreo

El proceso de muestreo sirve de enlace entre la población y la muestra. Si la población es muy amplia, hay que utilizar una estrategia de muestreo basada en criterios y estadísticas para seleccionar una muestra representativa. Para definirla, que es equivalente a la población, se empleó un muestreo por conveniencia no probabilístico. (Gonzales, José 2021, p.114)

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica

Menciona que, está diseñado para recopilar información, que luego debe ser almacenada en un soporte físico para que pueda ser procesada y evaluada posteriormente. Para la construcción de la investigación se utilizó el planteamiento del análisis de la observación, que nos permitió evaluar y analizar el proceso de trabajo de campo en la planta industrial. (Odón, Arias 2012, p.68)

Instrumentos

Describe que, los instrumentos son materiales utilizados por los investigadores para recopilar y almacenar datos de información. Estos instrumentos pueden incluir formularios, inventarios, archivos de trabajo y archivos de datos. Los instrumentos que se usaran son, formatos de trabajo, tablas de análisis y fichas técnicas que serán usadas en base a la operación de las variables. (Mendoza, Valderrama 2013, p. 195)

Validez

Es el grado en que se pueden hacer inferencias a partir de los resultados obtenidos se denomina validez. La validez de contenido del instrumento necesitó la observación de un grupo de metodólogos. Los profesores que evaluaron y verificaron los datos son estadísticos y expertos en metodología. (Torres, Cesar 2010, p. 248)

Confiabilidad

El grado de empleo de un instrumento de medición se denomina confiabilidad; esta herramienta ofrece resultados consistentes y coherentes. La recolección de datos será tenida en cuenta para el desarrollo del proyecto, el cual ayudará a concretar y a demostrar nuestras hipótesis a través de un análisis de prueba. (Hernández, Sampieri y otros 2014, p. 200)

3.5 Procedimientos

Para el desarrollo del procedimiento, se recolectará toda la información para la ejecución del mantenimiento preventivo que serán proporcionados por la misma empresa.

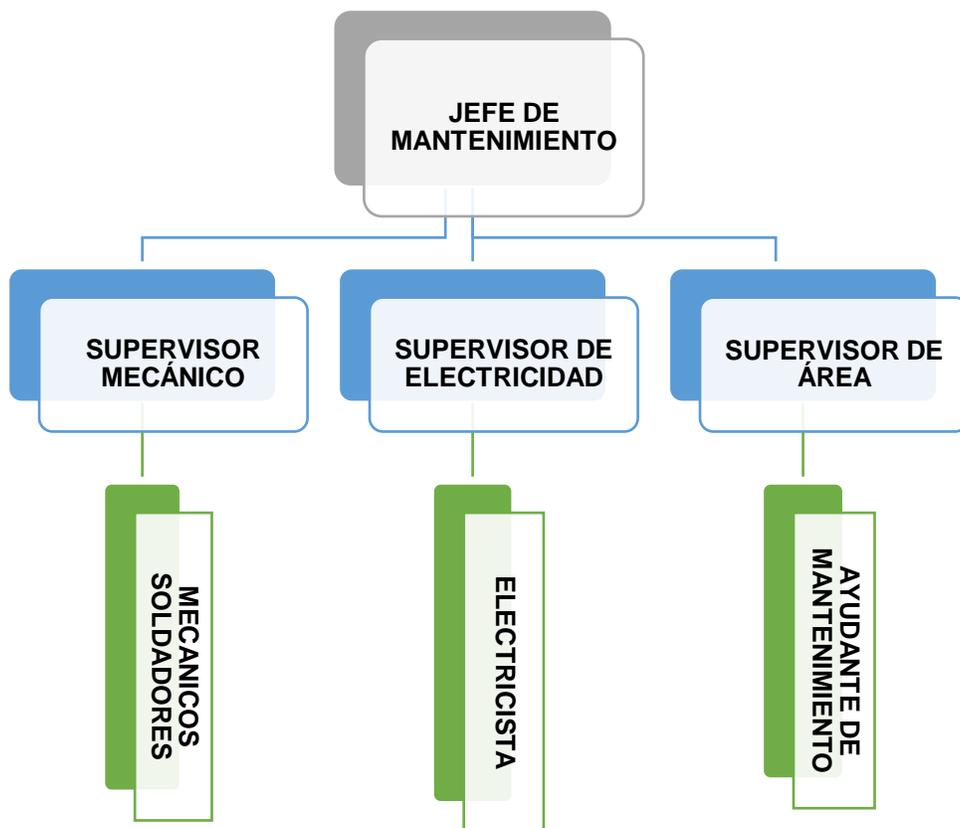
A continuación, el proyecto se realizará en 4 fases:

- El primer paso de la colección de datos comenzó con la creación de un formato de trabajo en el que se recuperaron las horas de trabajo de las máquinas, el tiempo perdido y las horas productivas. En los Anexos N° 5 se muestran ejemplos de estos formatos.
- Luego en la segunda fase es la recolección de datos del área de mantenimiento donde se procede a analizar las horas de paro de mantenimiento, el tipo de mantenimiento, el tipo de máquinas y las horas de ejecución. Esto incluye una tabla para el estudio del mantenimiento preventivo estos formatos se podrán apreciar en el Anexos N° 7.
- La tercera fase consiste en ejecutar la evaluación de los datos obtenidos de la variable independiente horas de paradas de máquina, tiempo medio entre fallas y la utilización del equipo. Seguidamente se procede a la evaluación de la variable dependiente confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad, la cual contiene tablas y gráficos de líneas que dan como resultado un (Antes) y (Después), como se muestra en las Tablas N° 2 - 13.
- La cuarta y última fase consiste en pasar los resultados obtenidos de la variable y dependiente al programa SPSS Statistics V.23., utilizando el estadístico de Shapiro-Wilk y las pruebas T - Student, nos darán resultados de normalidad y por lo tanto nos permitirán comparar la contrastación de los datos paramétricos de la evaluación, lo cual se puede apreciar en la sección de resultados.

Descripción de la organización

Nombre comercial	: TRUPAL S.A. – PLANTA HUACHIPA
Tipo de empresa	: Sociedad Anónima
RUC	: 20418453177
Inicio de actividades	: 27/11/1968
Gerente general	: Paola Medina
Dirección	: Av. las Torres 743, Lurigancho15457, Lima Perú

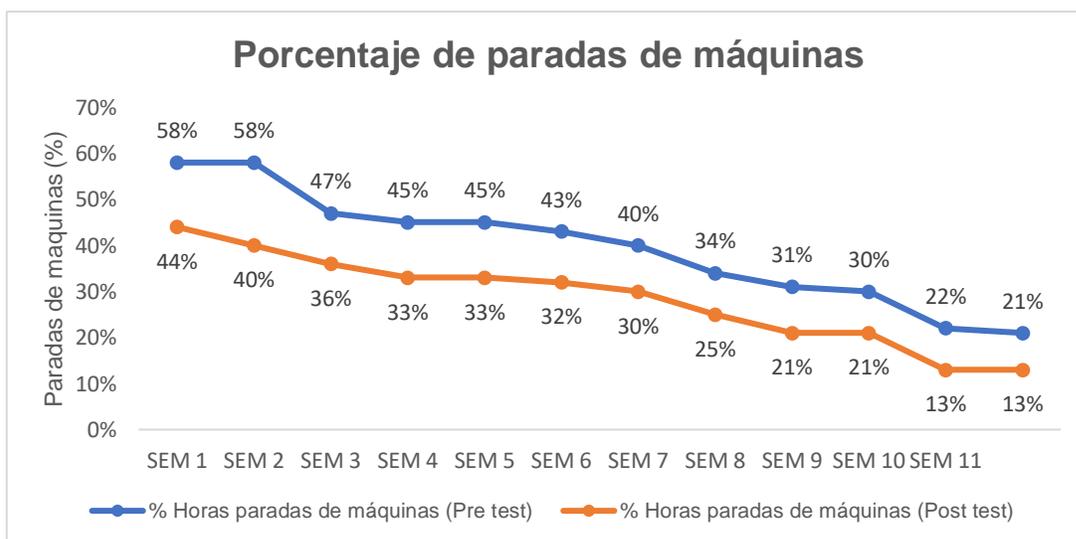
Figura N° 8 Organigrama estructural del área de mantenimiento



Fuente: Trupal área de mantenimiento

Tabla N° 2 Porcentaje de horas de paradas de máquinas

Semanas	% Horas paradas de máquinas (Pre test)	% Horas paradas de máquinas (Post test)
Semana 1	58%	44%
Semana 2	58%	40%
Semana 3	47%	36%
Semana 4	45%	33%
Semana 5	45%	33%
Semana 6	43%	32%
Semana 7	40%	30%
Semana 8	34%	25%
Semana 9	31%	21%
Semana 10	30%	21%
Semana 11	22%	13%
Semana 12	21%	13%
Promedio	39.50%	28.42%

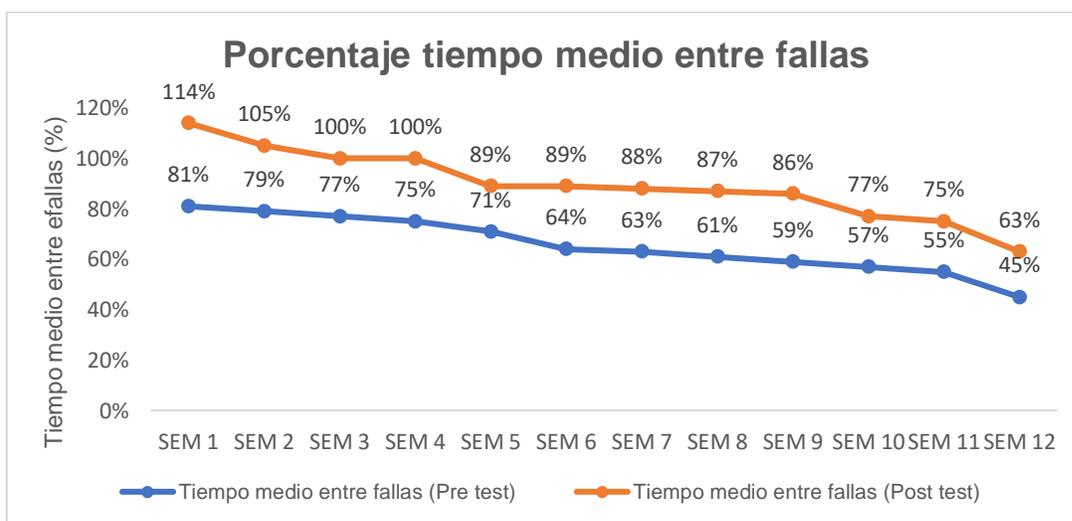


Fuente: Elaboración propia

Interpretación: en la tabla N° 2 se puede observar las horas de paro de las máquinas antes con un promedio de 39.50%, luego se observa una reducción 28.42%, según el grafico de líneas se puede comprobar el cambio de tendencia a través de las semanas, con un porcentaje máximo al 70%. en el eje vertical.

Tabla N° 3 Porcentaje tiempo medio entre fallas

Semanas	Tiempo medio entre fallas (Pre test)	Tiempo medio entre fallas (Post test)
Semana 1	81%	114%
Semana 2	79%	105%
Semana 3	77%	100%
Semana 4	75%	100%
Semana 5	71%	89%
Semana 6	64%	89%
Semana 7	63%	88%
Semana 8	61%	87%
Semana 9	59%	86%
Semana 10	57%	77%
Semana 11	55%	75%
Semana 12	45%	63%
Promedio	65.58%	89.42%

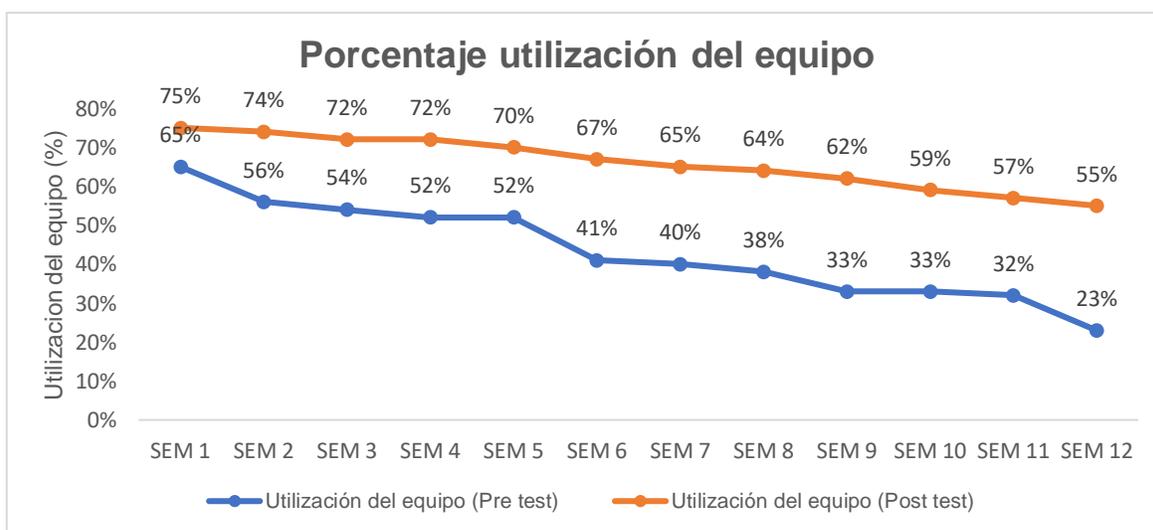


Fuente: Elaboración propia

Interpretación: en la tabla N° 3 se puede apreciar el tiempo medio entre fallas antes con un promedio de 65.58%. luego se observa un incremento de 89.42% según el grafico de líneas se puede comprobar el cambio de tendencia a través de las semanas, con un porcentaje máximo al 120%. en el eje vertical.

Tabla N° 4 *Porcentaje utilización del equipo*

Semanas	Utilización del equipo (Pre test)	Utilización del equipo (Post test)
Semana 1	65%	75%
Semana 2	56%	74%
Semana 3	54%	72%
Semana 4	52%	72%
Semana 5	52%	70%
Semana 6	41%	67%
Semana 7	40%	65%
Semana 8	38%	64%
Semana 9	33%	62%
Semana 10	33%	59%
Semana 11	32%	57%
Semana 12	23%	55%
Promedio	43.25%	66.00%

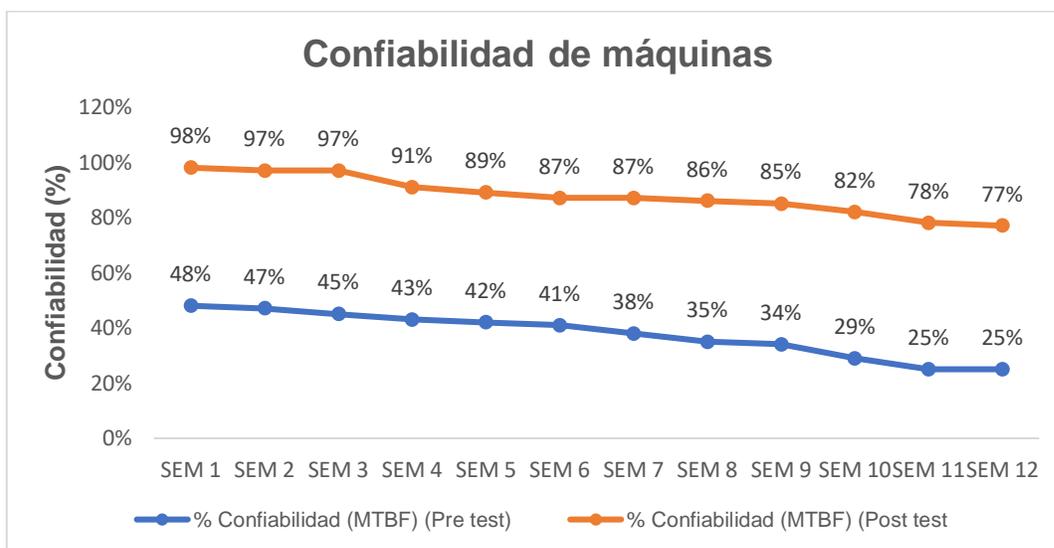


Fuente: Elaboración propia

Interpretación: en la tabla N° 4 se puede apreciar la utilización del equipo antes con un promedio de 43.25% luego se observa un aumento de 66.00% según el grafico de líneas se puede comprobar el cambio de tendencia a través de las semanas, con un porcentaje máximo al 80%. en el eje vertical.

Tabla N° 5 Porcentaje de confiabilidad

Semanas	% Confiabilidad (MTBF) (Pre test)	% Confiabilidad (MTBF) (Post test)
Semana 1	48%	98%
Semana 2	47%	97%
Semana 3	45%	97%
Semana 4	43%	91%
Semana 5	42%	89%
Semana 6	41%	87%
Semana 7	38%	87%
Semana 8	35%	86%
Semana 9	34%	85%
Semana 10	29%	82%
Semana 11	25%	78%
Semana 12	25%	77%
Promedio	37.67%	87.83%

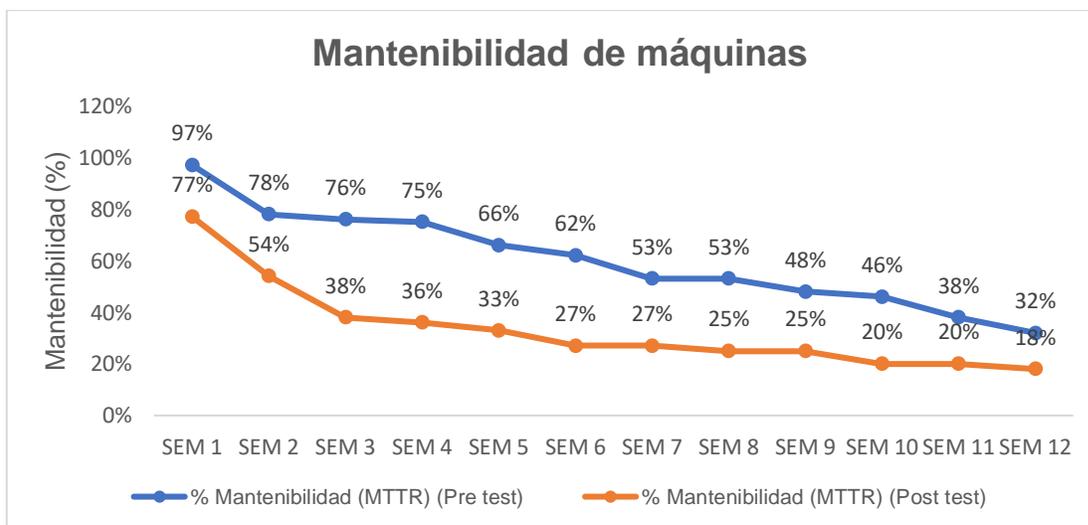


Fuente: Elaboración propia

Interpretación: en la tabla N° 5 se puede ver los niveles de confiabilidad antes con un promedio de 37.67% luego se observa un aumento de 87.83% según el grafico de líneas se puede comprobar el cambio de tendencia a través de las semanas, con un porcentaje máximo al 120%. en el eje vertical.

Tabla N° 6 Porcentaje de mantenibilidad

Semanas	% Mantenibilidad (MTTR) (Pre test)	% Mantenibilidad (MTTR) (Post test)
Semana 1	97%	77%
Semana 2	78%	54%
Semana 3	76%	38%
Semana 4	75%	36%
Semana 5	66%	33%
Semana 6	62%	27%
Semana 7	53%	27%
Semana 8	53%	25%
Semana 9	48%	25%
Semana 10	46%	20%
Semana 11	38%	20%
Semana 12	32%	18%
Promedio	60.33%	33.33%

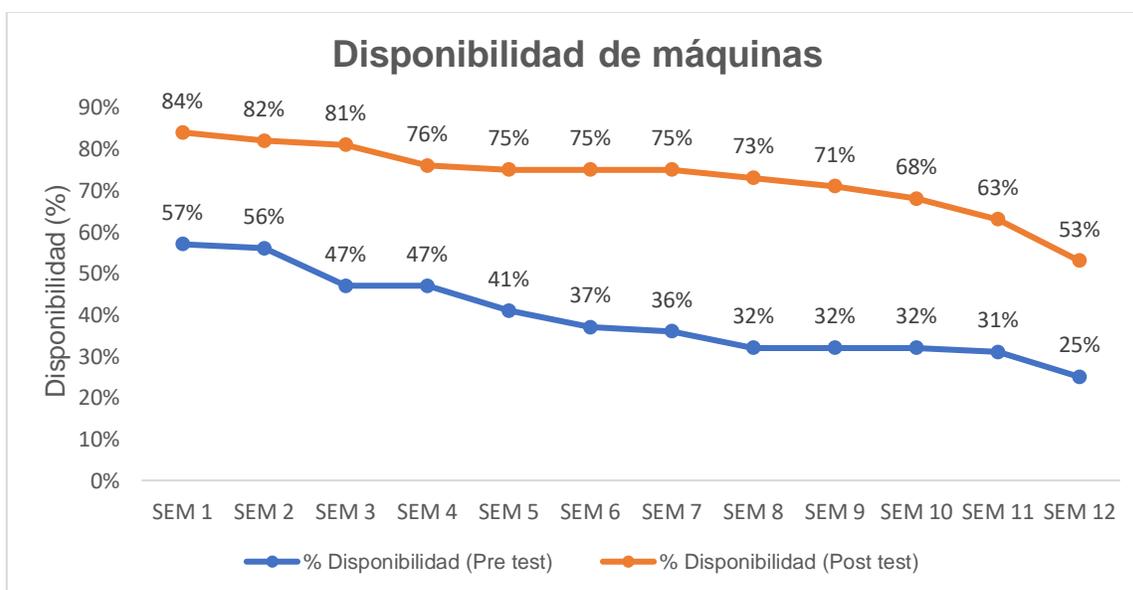


Fuente: Elaboración propia

Interpretación: en la tabla N° 6 se puede ver los niveles de mantenibilidad antes con un promedio de 60.33% luego se observa una reducción de 33.33% según el grafico de líneas se puede comprobar el cambio de tendencia a través de las semanas, con un porcentaje máximo al 120%. en el eje vertical.

Tabla N° 7 Porcentaje de disponibilidad

Semanas	% Disponibilidad (Pre test)	% Disponibilidad (Post test)
Semana 1	57%	84%
Semana 2	56%	82%
Semana 3	47%	81%
Semana 4	47%	76%
Semana 5	41%	75%
Semana 6	37%	75%
Semana 7	36%	75%
Semana 8	32%	73%
Semana 9	32%	71%
Semana 10	32%	68%
Semana 11	31%	63%
Semana 12	25%	53%
Promedio	39.42%	73.00%



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: en la tabla N° 7 se puede ver los niveles de disponibilidad antes con un promedio de 39.42% luego se observa un aumento de 73.00% según el grafico de líneas se puede comprobar el cambio de tendencia a través de las semanas, con un porcentaje máximo al 90%. en el eje vertical.

Tabla N° 8 Porcentaje de confiabilidad antes de la mejora

TIEMPO PROMEDIO DE FUNCIONAMIENTO (MTBF)				
Máquinas	Tiempo establecido para operar (To)	Tiempo de paradas no programadas (Tnp)	Cantidad de fallas (Cf)	MTBF (horas)
AGNATI 1	39	45	68	38.34%
	48	30	79	47.62%
AGNATI 2	26	31	59	25.47%
	30	34	55	29.38%
AGNATI 3	41	22	48	40.54%
	44	21	28	43.25%
AGNATI 4	36	21	27	35.22%
	49	58	38	47.47%
AGNATI 5	46	28	29	45.03%
	26	22	29	25.24%
AGNATI 6	42	19	59	41.68%
	34	28	58	33.52%
Promedio total				37.73%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Para calcular la confiabilidad antes de la mejora se tomó datos del anexo N° 5 luego reemplazamos las cantidades según la formula, el resultado promedio es de 37.73%

Remplazando los datos según formula:

$$MTBF = \frac{TO - TMP}{CF} \times 100\%$$

MTBF : Tiempo promedio de funcionamiento
 TO : Tiempo establecido para operar
 TMP : Tiempo de paradas no programadas
 CF : Cantidad de fallas detectadas

$$MTBF \ 38.34 = \frac{39 - 45}{68} \times 100\%$$

Tabla N° 9 Porcentaje de confiabilidad despues de la mejora

TIEMPO PROMEDIO DE FUNCIONAMIENTO (MTBF)				
Máquinas	Tiempo establecido para operar (To)	Tiempo de paradas no programadas (Tnp)	Cantidad de fallas (Cf)	MTBF (horas)
AGNATI 1	102	25	7	98.43%
	99	21	9	96.67%
AGNATI 2	93	40	7	87.29%
	95	30	5	89.00%
AGNATI 3	86	32	4	78.00%
	93	13	6	90.83%
AGNATI 4	88	13	10	86.70%
	90	33	9	86.33%
AGNATI 5	86	33	9	82.33%
	80	21	8	77.38%
AGNATI 6	101	36	9	97.00%
	90	44	8	84.50%
Promedio total				87.87%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Para calcular la confiabilidad despues de la mejora se tomó datos del anexo N° 6 luego remplazamos las cantidades según la formula, el resultado promedio es de 87.87%

Remplazando los datos según formula:

$$MTBF = \frac{TO - TNP}{CF} \times 100\%$$

MTBF : Tiempo promedio de funcionamiento
 TO : Tiempo establecido para operar
 TMP : Tiempo de paradas no programadas
 CF : Cantidad de fallas detectadas

$$MTBF \ 98.43 = \frac{102 - 25}{7} \times 100\%$$

Tabla N° 10 *Porcentaje de mantenibilidad antes de la mejora*

TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN (MTTR)			
Máquinas	Tiempo de paradas no programadas (TNP)	Cantidad de fallas detectadas (CF)	MTTR (horas)
AGNATI 1	45	68	66.18%
	30	79	37.97%
AGNATI 2	31	59	52.54%
	34	55	61.82%
AGNATI 3	22	48	45.83%
	21	28	75.00%
AGNATI 4	21	27	77.78%
	58	38	152.63%
AGNATI 5	28	29	96.55%
	22	29	75.86%
AGNATI 6	19	59	32.20%
	28	58	48.28%
Promedio total			68.55%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Para calcular la mantenibilidad antes de la mejora se tomó datos del anexo N° 5, luego reemplazamos las cantidades según la formula, el resultado promedio es de 68.55%

Remplazando los datos según formula:

$$MTTR = \frac{TNP}{CF} \times 100\%$$

MTTR : Tiempo promedio de reparación
 TNP : Tiempo de paradas no programadas
 CF : Cantidad de fallas detectadas

$$MTTR \ 66.18 = \frac{45}{68} \times 100\%$$

Tabla N° 11 Porcentaje de mantenibilidad despues de la mejora

TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN (MTTR)			
Máquinas	Tiempo de paradas no programadas (TNP)	Cantidad de fallas detectadas (CF)	MTTR (min/)
AGNATI 1	25	9	36.00%
	21	7	33.33%
AGNATI 2	40	8	20.00%
	30	6	20.00%
AGNATI 3	32	8	25.00%
	13	7	53.85%
AGNATI 4	13	10	76.92%
	33	9	27.27%
AGNATI 5	33	9	27.27%
	21	8	38.10%
AGNATI 6	36	9	25.00%
	44	8	18.18%
Promedio total			33.41%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Para calcular la mantenibilidad despues de la mejora se tomó datos del anexo N° 6, luego reemplazamos las cantidades según la formula, el resultado promedio es de 33.41%

Remplazando los datos según formula:

$$MTTR = \frac{TNP}{CF} \times 100\%$$

MTTR : Tiempo promedio de reparación
 TNP : Tiempo de paradas no programadas
 CF : Cantidad de fallas detectadas

$$MTTR \ 36.00 = \frac{9}{25} \times 100\%$$

Tabla N° 12 Porcentaje de disponibilidad antes de la mejora

TIEMPO DISPONIBLE			
Máquinas	MTBF (horas)	MTTR (horas)	Disponibilidad (%)
AGNATI 1	38.34	0.66	36.54%
	47.62	0.38	55.81%
AGNATI 2	25.47	0.53	32.05%
	29.38	0.62	31.87%
AGNATI 3	40.54	0.46	47.13%
	43.25	0.75	36.44%
AGNATI 4	35.22	0.78	30.97%
	47.47	0.53	47.00%
AGNATI 5	45.03	0.97	31.69%
	25.24	0.76	24.75%
AGNATI 6	41.68	0.32	56.76%
	33.52	0.48	41.46%
Promedio total			39.37%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Para calcular la disponibilidad antes de la mejora se tomó datos del anexo N° 8 luego reemplazamos las cantidades según la formula, el resultado promedio es de 39.37%

Reemplazando los datos según formula:

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} \times 100\%$$

MTBF: Tiempo promedio de funcionamiento

MTTR: Tiempo promedio de reparación

$$\text{DISPONIBILIDAD } 36.54 = \frac{38.34}{38.34 + 0.66} \times 100\%$$

Tabla N° 13 Porcentaje de disponibilidad despues de la mejora

TIEMPO DISPONIBLE			
Máquinas	MTBF (min/fallas)	MTTR (min/fallas)	Disponibilidad (%)
AGNATI 1	98	2.78	73.13%
	97	3.00	74.62%
AGNATI 2	87	5.00	81.31%
	89	5.00	81.65%
AGNATI 3	78	4.00	75.73%
	91	1.86	62.76%
AGNATI 4	87	1.30	52.76%
	86	3.67	75.45%
AGNATI 5	82	3.67	68.07%
	77	2.63	75.25%
AGNATI 6	97	4.00	84.35%
	85	5.50	70.54%
Promedio total			72.97%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Para calcular la disponibilidad despues de la mejora se tomó datos del anexo N° 9 luego remplazamos las cantidades según la formula, el resultado promedio es de 72.97%Remplazando los datos según formula:

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} \times 100\%$$

MTBF: Tiempo promedio de funcionamiento

MTTR: Tiempo promedio de reparación

$$\text{DISPONIBILIDAD } 73.13 = \frac{98}{98 + 2.78} \times 100\%$$

3.6 Método de análisis de datos

Análisis a nivel descriptivo

Se creó una base de datos de las dos variables para agilizar el análisis de la información y ponerla a disposición para su interpretación. En este caso, se hará una evaluación y se podrá verificar cómo se comporta la variable dependiente usando un gráfico en Excel que muestre los resultados antes y después de la mejora.

Análisis a nivel inferencial

Se utilizará el programa Spss 23 para comparar los resultados de las hipótesis y determinar si son o no paramétricos. Cada grupo se someterá también a las pruebas de Shapiro-Wilk y de la T de Student para determinar si presentan o no un comportamiento normal. Este proceso ayudará a determinar si las dos variables tienen o no un nivel de significancia.

3.7 Aspectos éticos

Para la realización del estudio se tendrá en cuenta la claridad de los resultados, la privacidad de los integrantes, los derechos de propiedad, la responsabilidad social y la integridad. Cabe destacar que todos los datos serán entregados por Trupal S.A. - Sede Huachipa. Esta investigación cuenta con una carta de consentimiento firmada por el director del área de mantenimiento; este documento se encuentra en la sección de anexos N° 4.

Aspectos éticos como base para el cumplimiento del proyecto de investigación

- La información solo será utilizada para temas académicos.
- Reserva sobre las y fuentes de información dentro y fuera de la empresa.

IV. RESULTADOS

4.1 Análisis descriptivo de la hipótesis general

H₀: Los datos de la muestra presentan una distribución normal

H₁: Los datos de la muestra no presentan una distribución normal

Se procede a demostrar los resultados de la hipótesis general en este caso se requiere el uso del test de la prueba de normalidad con Shapiro Wilk aplicado a 12 unidades.

Regla de decisión:

Si $P_{valor} < 0.05$ se rechaza **H₀**

Si $P_{valor} > 0.05$ no se rechaza **H₀**

Tabla N° 14 Prueba de normalidad con Shapiro Wilk – disponibilidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Disponibilidad_antes	,181	12	,200	,914	12	,237
Disponibilidad_despues	,175	12	,200	,915	12	,244

Interpretación:

En la Tabla N° 14, utilizamos la prueba de normalidad de Shapiro Wilk para ver si los datos adquiridos tenían una distribución normal, con un tamaño de muestra inferior a 30 unidades. En estas condiciones, la variable dependiente disponibilidad ofrece un resultado antes y después con una significancia de 0,237 y luego 0,244, lo que indica que son datos paramétricos según la regla de decisión. Esto requerirá la aplicación del estadístico de prueba T - Student.

4.1.1 Contrastación de la hipótesis general

H₀: La aplicación del plan de mantenimiento preventivo no mejora la disponibilidad de las máquinas en el área de cartón corrugado en la empresa Trupal S.A

H₁: La aplicación del plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de las máquinas en el área de cartón corrugado en la empresa Trupal S.A

Regla de decisión:

Si $P_{valor} < 0.05$ se rechaza **H₀**

Si $P_{valor} > 0.05$ no se rechaza **H₀**

Tabla N° 15 Estadísticos de muestras relacionadas disponibilidad antes y despues

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Disponibilidad_antes	39,417	12	10,2820	2,9682
	Disponibilidad_despues	73,000	12	8,6129	2,4863

Interpretación:

En la tabla N° 15 se representa el análisis descriptivo de la variable disponibilidad, que revela una cifra de (39.417) tres meses después, se puede observar un aumento de (73.000) en estas circunstancias indica que existe una diferencia de medias en ambos datos.

Procedemos al análisis de la prueba T de Student para muestras relacionadas para garantizar un desarrollo correcto.

Tabla N° 16 Prueba de T – Student para muestras relacionadas

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Disponibilidad_antes - Disponibilidad_despues	-33,5833	5,1779	1,4947	-36,8732	-30,2935	-22,468	11	,000

Interpretación:

En la tabla N° 16 los resultados estadísticos de la prueba T de Student para muestras relacionadas arrojaron un valor de 0,00, lo que indica que el p valor es inferior al nivel de significancia de 0,05.

En conclusión, rechazamos la hipótesis nula y nos quedamos con la hipótesis alterna, que demuestra que el plan de mantenimiento mejora la disponibilidad en la empresa Trupal S.A.

4.1.2 Análisis de la primera hipótesis específica

H₀: Los datos de la muestra presentan una distribución normal

H₁: Los datos de la muestra no presentan una distribución normal

A partir de ahí, seguimos explicando los hallazgos de la primera hipótesis, que requiere la aplicación de la prueba de normalidad con Shapiro Wilk sobre 12 unidades.

Regla de decisión:

Si $P_{valor} < 0.05$ se rechaza **H₀**

Si $P_{valor} > 0.05$ no se rechaza **H₀**

Tabla N° 17 Prueba de normalidad con Shapiro-Wilk. – Confiabilidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Confiabilidad_antes	,160	12	,200	,923	12	,313
Confiabilidad_despues	,154	12	,200	,936	12	,454

Interpretación:

En la tabla N° 17 se muestra la prueba de normalidad de Shapiro Wilk, que se utilizó para verificar si los datos obtenidos tienen una distribución normal cuando el tamaño de la muestra es menor a 30 unidades.

En estas circunstancias se puede apreciar que la primera dimensión confiabilidad presentan resultados antes y despues con una significancia de 0.313 luego 0.454 en estos casos se sostiene que son datos paramétricos según la regla de decisión. Para ello deberá aplicarse la estadística de la prueba t de Student.

4.1.3 Contrastación de la primera hipótesis específica

H₀: La aplicación del plan de mantenimiento preventivo no mejora la confiabilidad de las máquinas en el área de cartón corrugado en la empresa Trupal S.A

H₁: La aplicación del plan de mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad de las máquinas en el área de cartón corrugado en la empresa Trupal S.A

Regla de decisión:

Si $P_{valor} < 0.05$ se rechaza **H₀**

Si $P_{valor} > 0.05$ no se rechaza **H₀**

Tabla N° 18 Estadísticos de muestras relacionadas confiabilidad antes y despues

	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Confiabilidad_antes	37,667	12	8,1054	2,3398
Confiabilidad_despues	87,833	12	7,0302	2,0295

Interpretación:

En la tabla N° 18 se describe el análisis descriptivo de la primera dimensión confiabilidad, que arroja una cifra de (39.417) tres meses después, con un crecimiento de (73.000) en estas características indica una diferencia de medias en ambos datos. Para confirmar que el desarrollo es correcto, procedemos a realizarlo mediante la prueba t de Student para muestras relacionadas.

Tabla N° 19 Prueba de T – Student para muestras relacionadas

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Confiabilidad_antes - Confiabilidad_despues	-50,1667	2,2896	,6610	-51,6214	-48,7119	-75,900	11	,000

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la tabla N° 19 los resultados estadísticos de la prueba T Student para muestras relacionadas dieron un valor de 0,00, lo que indica que el p valor está por debajo del nivel de significancia de 0,05. Finalmente, descartamos la hipótesis nula y nos quedamos con la hipótesis alterna, lo que indica que el plan de mantenimiento mejora la confiabilidad en la empresa Trupal S.A.

4.1.4 Análisis de la segunda hipótesis específica

H₀: Los datos de la muestra presentan una distribución normal

H₁: Los datos de la muestra no presentan una distribución normal

A fin de presentar los datos de la segunda hipótesis, es necesario utilizar la evaluación de normalidad de Shapiro Wilk para 12 unidades.

Regla de decisión:

Si $P_{valor} < 0.05$ se rechaza **H₀**

Si $P_{valor} > 0.05$ no se rechaza **H₀**

Tabla N° 20 Prueba de normalidad con Shapiro Wilk. – Mantenibilidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Mantenibilidad_antes	,151	12	,200	,971	12	,921
Mantenibilidad_despues	,229	12	,083	,798	12	,887

Interpretación:

En la tabla N° 20 se refleja la prueba de normalidad de Shapiro Wilk, que se utiliza para verificar si los datos obtenidos tienen una distribución normal cuando el tamaño de la muestra es inferior a 30 unidades. En estas circunstancias, la segunda dimensión de mantenibilidad muestra resultados antes y después con una significancia de 0,921 y luego de 0,887, lo que implica que son datos paramétricos según la regla de elección.

Para afirmar que el análisis es correcto, procedemos a realizarlo mediante la prueba T de Student para muestras relacionadas.

4.1.5 Contratación de la segunda hipótesis específica

H₀: La aplicación del plan de mantenimiento preventivo no mejora la mantenibilidad de las máquinas en el área de cartón corrugado en la empresa Trupal S.A

H₁: La aplicación del plan de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de las máquinas en el área de cartón corrugado en la empresa Trupal S.A

Regla de decisión:

Si $P_{valor} < 0.05$ se rechaza **H₀**

Si $P_{valor} > 0.05$ no se rechaza **H₀**

Tabla N° 21 Estadísticos de muestras relacionadas mantenibilidad antes y despues

	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1 Mantenibilidad_antes	60,333	12	18,8744	5,4486
Mantenibilidad_despues	33,333	12	16,9831	4,9026

Interpretación:

En la tabla N° 21 muestra el análisis descriptivo de la segunda dimensión de mantenibilidad, que revela una cifra de (60,333) tres meses después, con una cantidad de (33,333) en estas condiciones, se puede decir que hay una diferencia de medias en ambos datos.

Para comprobar que el desarrollo es preciso, utilizamos la prueba t de Student en muestras relacionadas.

Tabla N° 22 Prueba de T – Student para muestras relacionadas

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Mantenibilidad_antes - Mantenibilidad_despues	27,0000	7,9315	2,2896	21,9605	32,0395	11,792	11	,000

Interpretación:

En la tabla N° 22 los resultados estadísticos de la prueba T de Student para las muestras relacionadas arrojaron un valor de 0,00, lo que indica que el p valor es más bajo que el nivel de significancia de 0,05.

Finalmente, se rechaza la hipótesis nula quedando la hipótesis alterna, que implica que el plan de mantenimiento mejora la mantenibilidad en la empresa Trupal S.A.

V. DISCUSIÓN

Se describe los principales hallazgos de la investigación interpretando mediciones y observaciones.

Esto fue posible porque se efectuó una investigación y un análisis a partir de los datos adquiridos en el área de mantenimiento donde se descubrieron los problemas que ocasionan las paradas de máquinas, también se incluye el manejo de los indicadores de mantenimiento o (KPI) que ayudó a medir el rendimiento de los equipos y encontrar una solución al problema. Estos indicadores como la Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad ayudaron a cuantificar y comparar resultados que permitieron determinar la mejor solución al problema, previniendo fallas o averías y reduciendo tiempos de inactividad. También era necesario el uso de otros modelos de (KPI) de mantenimiento como las Horas de paradas de máquina donde se obtuvo como resultado de 39.50% a una reducción del 28.42%, luego el Tiempo medio entre fallas mostrando porcentajes de 65.58% luego mostrando una mejora del 89.42%, por último, la Utilización del equipo teniendo como resultados 43.25% mostrando una mejora del 66.00%. La creación del plan de mantenimiento nos ayudará a supervisar continuamente el rendimiento de los equipos en situaciones reales y así evitar averías inesperadas, mejorar la vida de servicio de los equipos y ofrecer una mayor seguridad a los operarios en el área de producción. En este estudio se utilizó el software estadístico SPSS para ayudar a construir hipótesis y adquirir estrategias para dilucidar las correlaciones entre la variable dependiente.

Se comprobó que existe una diferencia sustancial entre ambas dimensiones utilizando el enfoque de muestras relacionadas, la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk y la prueba t de Student. Por tanto, la disponibilidad de la variable dependiente presenta un comportamiento paramétrico, lo que indica que tienen una distribución normal para examinar los elementos de una o dos muestras.

Según con los resultados del proyecto, fue posible aplicar a la hipótesis general de la variable dependiente disponibilidad la prueba estadística del test de normalidad con Shapiro Wilk, comparando que ambos datos son paramétricos alcanzando niveles estadísticamente significativos de 0,237 con una diferencia de 0,244. Los siguientes valores se pueden observar en la tabla N° 14 perteneciente a la página N° 41.

Luego, la solución de la hipótesis general en la comparación estadística de muestras relacionadas de la variable dependiente con el nombre de disponibilidad arrojó una cifra de 39,417 con una diferencia de 73,000. Estos datos se pueden corroborar en la tabla N° 15 perteneciente a la página N° 42. Lo mismo sucede con los resultados del test de la prueba T Student lo que revela un nivel significativo de 0,00, por lo que se descarta la hipótesis nula y se aprueba la hipótesis alternativa, según la cual el plan de mantenimiento preventivo aumenta los niveles de disponibilidad de las máquinas en el sector de cartón corrugado.

Con respecto al desarrollo de la investigación estos son semejantes al autor Quiroz Aliaga (2021) que debido a su proyecto sostuvo que el mantenimiento preventivo logró elevar la disponibilidad de los equipos en las instalaciones de molienda. En su caso, afirma que la puesta en marcha del mantenimiento preventivo se tradujo en una mejora de los niveles de disponibilidad del 97,81%, frente al 84,27% inicial, lo que supone una diferencia de incremento del 13,54%. también se puede mencionar que los índices de la disponibilidad mecánica en el año 2019 lograron alcanzar del 100% desde los meses de marzo a diciembre. Esto refiere que es aceptable para poder continuar con los procesos de producción y manufactura; El método que uso del autor para implementar el mantenimiento preventivo fue el análisis de criticidad, que le permitió evaluar a 16 equipos con problemas, 5 equipos con problemas semicríticos y un equipo con niveles bajos en averías. Al implementar el mantenimiento preventivo generó ingresos anuales de S/. 516,830.98 esto indica que la propuesta es factible.

Conforme a los hechos del trabajo de investigación, fue posible aplicar a la hipótesis específica de la primera dimensión con el nombre de confiabilidad, logrando un grado estadísticamente significativo de 0,313 con una diferencia de 0,454, utilizando el test estadístico de la prueba de normalidad mediante Shapiro Wilk, en comparación que los dos datos son paramétricos. Los resultados se pueden observar en la tabla N° 17 perteneciente a la página N° 44. Seguidamente, los datos de la hipótesis general en la comparación estadística de muestras relacionadas de la variable dependiente con el nombre de confiabilidad arrojó 37.667 con una diferencia de 87,833.

Estas cifras se pueden ver en la tabla N° 18 perteneciente a la página N° 44. En otro aspecto, los resultados del test de análisis de la prueba de T Student mostraron un nivel relevante de 0.00, en estos casos rechazamos la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna manifestando que el plan de mantenimiento mejora la confiabilidad de las máquinas en el área de cartón corrugado.

La obtención de resultados hace referencia al autor Salazar, Evonny (2017) que logro implementar un programa de mantenimiento dirigido a una empresa constructora, el método que uso para desarrollar su investigación fue utilizar el análisis de criticidad para detectar cuales son las causas que generan las fallas provocadas por el desalineamiento de piezas mecánicas; estos resultados representan el 84% de las fallas mecánicas. Además, los tiempos de inactividad se redujeron en un 97,81 % y los costos por fallas en un 75,14 %. Con la implementación del mantenimiento ayudó a reducir los minutos y las frecuencias de fallas de las máquinas en 97.31% y 8.43% con estos resultados la empresa puede cumplir con los cronogramas de mantenimiento. Los jefes del área confirmaron que después de aplicar el programa realizaron una evaluación de los índices de productividad dándose a notar que se incrementó en un 50%. Los técnicos de la empresa se adecuaron al sistema diseñando inventarios de las máquinas y equipos, tablas de codificación y flujograma del mantenimiento en general.

De acuerdo con el trabajo de investigación, y con la intervención de la prueba estadística del test de normalidad con Shapiro Wilk, se pudo aplicar a la hipótesis específica de la segunda dimensión con el nombre de mantenibilidad, logrando un nivel estadísticamente significativo de 0,921 con una desviación de 0,887 al comparar que ambos datos son paramétricos. Estos datos se podrán apreciar en la tabla N° 20 perteneciente a la página N° 46. La comparación estadística de las muestras relacionadas generó una cifra de 60,333 con una diferencia de 33,333, estos resultados se presentan en la tabla N° 21 perteneciente a la página N° 47.

En otros casos, el análisis de la prueba t de Student reveló un nivel significativo de 0,00. Como resultado, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, lo que demuestra que el plan de mantenimiento mejora la mantenibilidad de las máquinas en el área del cartón corrugado.

A su vez, se destaca el hecho de que los resultados son similares al autor Sánchez Jarny, (2021) teniendo en cuenta que desarrolló un programa de mantenimiento preventivo para equipos mineros y sistemas agrícolas. El autor menciona que, habilitar el mantenimiento mejora la operación de los equipos otorgando un índice de disponibilidad del 93%, luego los índices de confiabilidad tuvieron un incremento de 113 horas y los índices de mantenibilidad subieron a 3 horas, esto tuvieron un avance en promedio de horas de labores en el primer trimestre con una cifra de 384 horas en base al 100%. Para lograr que el proyecto sea positivo se utilizó la metodología RCM Mantenimiento Centrado en Confiabilidad el uso de esta técnica va a efectuar las funciones del equipo, también va a reducir las fallas tomando medidas preventivas. Es fundamental que esté de acuerdo con el autor en el progreso del mantenimiento manejado para permitir la expansión de la producción, favoreciendo el desarrollo de la empresa. suministrando mejores productos a los clientes, reduciendo las fallas que se pueden evitar y mejorando el desempeño de los equipos industriales

VI. CONCLUSIONES

1. En otros términos, sobre el objetivo general de la variable dependiente se concluye que, el plan de mantenimiento preventivo mejora los índices de disponibilidad otorgando un nivel porcentual de 39.42% despues de haber puesto en práctica se pudo obtener una mejora del 73.00% estas cifras se pueden apreciar en la sección de tabla N° 7 pertenecientes a la página N° 33.
2. En relación con el primer objetivo específico de la variable dependiente se concluye que, aplicar el mantenimiento preventivo mejora los niveles de confiabilidad ofreciendo un nivel promedio de 37.67% despues de poner en acción el método se pudo alcanzar una mejora del 87.83% esta cifra se puede observar en la sección de tabla N° 5 pertenecientes a la página N° 31.
3. En conformidad con el segundo objetivo específico de la variable dependiente se concluye que, emplear el mantenimiento preventivo mejora los niveles de mantenibilidad concediendo una cifra porcentual del 60.33% despues de poner en operación se obtuvo una reducción del 33.33% esta cifra se puede ver como evidencia en la sección de tabla N° 6 pertenecientes a la página N° 32.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se debe considerar el tiempo para realizar el mantenimiento preventivo en el área de cartón corrugado, ya que si es más de lo debido podría retrasar el proceso productivo de la planta. Hacer un uso inadecuado de los tiempos para el mantenimiento produce pérdidas de producción, retrasos en entregar el producto y generar gastos innecesarios.
2. Se deben utilizar formatos de mantenimiento, lubricación e inspección para reducir las fallas de la máquina relacionadas con la reparación. Esto ayuda a detectar problemas potenciales de manera más efectiva, dependiendo del equipo industrial que va a reparar.
3. Se recomienda el orden y la limpieza al momento de poner en práctica las reparaciones y mantenimiento, ya que si se trabaja en medio de la suciedad se podría poner en riesgo y ocasionar fallas en la operación de la máquina industrial.
4. Se recomienda mantener un inventario de equipos, esto permitirá saber la cantidad de repuestos con el objetivo clasificar los componentes que utiliza una máquina en dicha área de trabajo.

REFERENCIAS

- ARIAS GÓMEZ, J., ÁNGEL VILLASÍS KEEVER, M. y GUADALUPE MIRANDA NOVALES, M., 2016. Metodología de la Investigación. *Alergia México* [en línea], vol. 63, pp. 201-204. ISSN 00025151. Disponible en: www.nietoeditores.com.mx.
- ARIAS GONZÁLES JOSÉ, 2021. *Diseño y metodología de la investigación* [en línea]. Arequipa Perú: s.n. ISBN 9786124844423. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/352157132>.
- CARLOS JEAN MARTOS APARICIO, 2022. *Propuesta de mejora del proceso de gestión del talento humano en el área de impresión flexográfica de cajas de cartón corrugado Trupal S.A* [en línea]. Lima Perú: Universidad de Lima. [Consulta: 27 octubre 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12724/15582>.
- CÉSAR AUGUSTO BERNAL TORRES, 2010. *Metodología de la investigación administración, economía, humanidades y ciencias sociales* [en línea]. 3° Edición. Colombia: s.n. [Consulta: 26 octubre 2022]. ISBN 9789586991285. Disponible en: <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>.
- CHÁVEZ CADENA, M.I., JIMÉNEZ CARGUA, J.W. y CUCURI PUSHUG, M.I., 2019. Análisis de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad (CMD) del sistema de reinyección de agua de formación. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía* [en línea], vol. 5, no. 9, pp. 1-2. [Consulta: 27 octubre 2022]. ISSN 2542-3088. DOI 10.35381/r.k.v5i9.647. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/5768/576869060014/html/>.
- COLLADO CARLOS FERNANDEZ, H.S.R. y B.L.P., 2014. *Metodología de la investigación* [en línea]. Mc Graw Hill. México: s.n. [Consulta: 25 octubre 2022]. ISBN 9786071502919. Disponible en: <https://www.icmujeres.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>.

DHILLON, B.S., 2006. *Maintainability, Maintenance, and Reliability for Engineers* [en línea]. Taylor & Francis. Boca Ratón - Florida: s.n. [Consulta: 25 octubre 2022]. ISBN 0849372437. Disponible en: <https://ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/26465/1/Maintainability%2C%20Maintenance%2C%20and%20Reliability%20for%20Engineers.pdf>.

DOUNCE VILLANUEVA, Enrique., 2014. *La productividad en el mantenimiento industrial* [en línea]. Editorial Patria. México: s.n. [Consulta: 25 octubre 2022]. ISBN 9786074389241. Disponible en: file:///D:/kupdf.net_la-productividad-en-el-mantenimiento-industrial-3a-ed-dounce-villanueva-enrique.pdf.

DUFFUA SALIH O. A. RAOUF JHON DIXON CAMPELL, 2012. *Sistemas de Mantenimiento - Planeación y Control* [en línea]. Limusa sa. México: s.n. [Consulta: 25 octubre 2022]. ISBN 9681859189. Disponible en: https://dlscrib.com/download/sistemas-de-mantenimiento-duffua-y-otros_58d520d5dc0d609834c3466e_pdf.

EL COMERCIO, 2017. Volkswagen cambia la frecuencia de sus mantenimientos de 5.000 km a 7.500 km en todos sus modelos EL COMERCIO PERÚ. *Diario el Comercio* [en línea]. [Consulta: 26 octubre 2022]. Disponible en: <https://elcomercio.pe/publirreportaje/volkswagen-cambia-frecuencia-mantenimientos-5-000-km-7-500-km-modelos-436018-noticia/>.

ERASMO CALLOMAMANI YUNCA ERASMO, 2021. *Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos de la planta pre concentrado Ore Sorting de la unidad minera san rafael - minsur, 2020* [en línea]. PUNO – PERÚ: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO. [Consulta: 25 octubre 2022]. Disponible en: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/16869/Callomamani_Yunca_Erasmo.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

EVONNY NERY SALAZAR ALBAN, 2017. *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad de las maquinarias en la empresa construcciones reyes S.r.l. para incrementar la productividad* [en línea]. Chiclayo - Perú: UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO. [Consulta: 25 octubre 2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/798>.

FERNANDO ALESSIO IPINZA, 2004. *Administración y Dirección de la Producción* [en línea]. Pearson Educación. México: s.n. [Consulta: 25 octubre 2022]. ISBN 9702605431. Disponible en: https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25470w/Administracion_y_direccion_de_la_produccion_cap4.pdf.

FIDIAS ARIAS ODÓN, 2012. *El Proyecto de Investigación* [en línea]. Editorial Episteme. Caracas - República Bolivariana de Venezuela: s.n. ISBN 9800785299. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/301894369>.

GALLEGOS LONDOÑO CÉSAR MARCELO, VISCAÍNO CUZCO MAYRA ALEXANDRA y SERGIO RAÚL SERGIO RAÚL, 2020. Estudio de fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad aplicado a grupos electrógenos prime. *Conciencia Digital* [en línea], vol. 3, no. 3, pp. 44-46. [Consulta: 27 octubre 2022]. ISSN 0317-8471. DOI 10.33262/concienciadigital.v3i3.1266. Disponible en: <file:///D:/1266-Texto%20del%20art%C3%ADculo-5585-3-10-20200706.pdf>.

GERTSBÁKH, I.B.I.B., 2001. *Reliability theory: with applications to preventive maintenance* [en línea]. New York: Springer. [Consulta: 25 octubre 2022]. ISBN 3540672753. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07408170208928939?journalCode=uiie20>.

HEIZER, J.H. y RENDER, Barry., 2009. *Principios de administración de operaciones* [en línea]. México: Pearson Educación. [Consulta: 27 octubre 2022]. ISBN 9786074420999. Disponible en: <https://clea.edu.mx/biblioteca/files/original/47cb70cab6ec78aa65b34e6c70ce8822.pdf>.

HUGO MARCELO LEMA SUÁREZ - ANTONIO GONZALO PINTO LÓPEZ, 2021. *Planificación del mantenimiento preventivo y estudio de la distribución en la planta de los equipos médicos en imagenología, cirugía, lavandería y rehabilitación del hospital universitario andino de la Universidad Nacional de Chimborazo* [en línea]. Riobamba – Ecuador: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. [Consulta: 25 octubre 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/14917/1/25T00388.pdf>.

IMG. INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO, 2020. Cómo realizar un plan de mantenimiento preventivo con un sistema - ERP. *Como realizar un plan de mantenimiento preventivo un sistema ERP* [en línea]. [Consulta: 26 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.revistaimg.com/como-realizar-un-plan-de-mantenimiento-preventivo-con-un-sistema-erp/>.

JARNY VIDAL RUIS SANCHEZ, 2021. *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos e infraestructuras de las fincas pertenecientes a la empresa Orodelti S.A* [en línea]. Guayaquil: Universidad Politécnica Seleciana. [Consulta: 25 octubre 2022]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21068>.

JAVKIN, A., MARINO, D.R. y ROBIOLIO BOSE, I., 2015. *Modernización de una línea de corrugado* [en línea]. Argentina: Instituto Tecnológico de Buenos Aires. [Consulta: 26 octubre 2022]. Disponible en: <https://1library.co/document/zxvwo6wy-modernizacion-de-una-linea-de-corrugado.html>.

KNEZEVIC, J., AIT-KADI, D. y RAOUF, A., 2009. *Handbook of maintenance management and engineering* [en línea]. London New York: Springer London. [Consulta: 27 octubre 2022]. ISBN 9781848824713. Disponible en: https://www.academia.edu/8538075/Handbook_of_Maintenance_Management_and_Engineering.

LEONARDO MIGUEL REAÑO RAMOS, 2019. *Propuesta de mantenimiento centrado en confiabilidad en una empresa reprocesadora de subproductos de arroz para minimizar el número de averías* [en línea]. Chiclayo: Universidad Tecnológica del Perú. [Consulta: 25 octubre 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12867/2058>.

MARIA FERNANDA LONBANA MIRANDA y BENJAMÍN JOSÉ ZARANTE GONZÁLEZ, 2018. *Mejora del plan de mantenimiento preventivo de los equipos críticos de la línea de producción 1 de la empresa Cotecmar mediante la metodología RCM* [en línea]. Cartagena de Indias Bolívar: Universidad de Cartagena. [Consulta: 25 octubre 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11227/7728>.

- MATIAS NICOLÁS VALENZUELA HERMOSILLA, 2020. *Planificación de mantenimiento preventivo en maquina papelera en base a confiabilidad* [en línea]. SANTIAGO DE CHILE: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. [Consulta: 25 octubre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/179185/Planificacion-de-mantenimiento-preventivo-en-maquina-papelera-en-base-a-confiabilidad.pdf?sequence=1>.
- MOBLEY, R.K., HIGGINS, L.R. y WIKOFF, D.J., 2008. *Maintenance engineering handbook* [en línea]. Estados Unidos: McGraw-Hill. [Consulta: 26 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.pdfdrive.com/maintenance-engineering-handbook-e184101170.html>.
- MOHAMMED BEN DAYA, UDAY KUMAR y PRABHAKAR MURTHY, 2016. *Introducción to Maintenance engineering - Modeling, Optimization, and Management* [en línea]. John Wiley & Sons. Australia: s.n. [Consulta: 26 octubre 2022]. ISBN 9781118487198. Disponible en: [file:///D:/Introduction%20to%20Maintenance%20Engineering.%20%20Modelling,%20Optimization%20and%20Management%20\(%20PDFDrive%20\).pdf](file:///D:/Introduction%20to%20Maintenance%20Engineering.%20%20Modelling,%20Optimization%20and%20Management%20(%20PDFDrive%20).pdf).
- MORA GUTIÉRREZ, Alberto., 2009. *Mantenimiento: planeación, ejecución y control* [en línea]. Alfaomega. México: Alfaomega. [Consulta: 25 octubre 2022]. ISBN 9789586827690. Disponible en: <https://elvisjblog.files.wordpress.com/2019/11/mantenimiento-planeacion-y-control-alberto-mora-gutierrez.pdf>.
- MORENO ANTONIO ROS, 2010. *Mantenimiento Industrial - II (Recopilación)*. *Mantenimiento Industrial* [en línea]. Cartagena: s.n., pp. 21-27. [Consulta: 25 octubre 2022]. Disponible en: https://www.academia.edu/16406370/Mantenimiento_Industrial_II.
- ÑAUPAS HUMBERTO PAITÁN y MARCELINO RAUL VALDIVIA DUEÑAS, 2018. *Metodología de la investigación Cuantitativa Cualitativa y Redacción de la Tesis* [en línea]. Ediciones de la U. Bogotá Colombia: s.n. [Consulta: 27 octubre 2022]. ISBN 9789587628760. Disponible en: http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/MetodologiaInvestigacionNaupas.pdf.

ÑAUPAS PAITÁN ELÍAS MEJÍA ELIANA NOVOA RAMÍREZ ALBERTO
VILLAGÓMEZ PAUCAR, H., 2018. *Metodología de la investigación: Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis* [en línea]. Bogotá Colombia: s.n. [Consulta: 25 octubre 2022]. ISBN 9789587621884. Disponible en: <https://fdiazca.files.wordpress.com/2020/06/046.-mastertesis-metodologicc81a-de-la-investigaciocc81n-cuantitativa-cualitativa-y-redacciocc81n-de-la-tesis-4ed-humberto-ncc83aupas-paitacc81n-2014.pdf>.

OLIVERIO GARCÍA PALENCIA, 2012. *Gestión Moderna del Mantenimiento Principios Fundamentales* [en línea]. Colombia: Ediciones de la U. [Consulta: 25 octubre 2022]. ISBN 9789587620511. Disponible en: <https://www.perlego.com/book/1916736/gestin-moderna-del-mantenimiento-industrial-principios-fundamentales-pdf>.

PABLO ERWIN CURISINCHE GALARZA, 2021. *Implementación de un programa de mantenimiento preventivo en la línea de producción de moldes de panetón para el incremento de la productividad en la empresa multimoldes Sac. 2018* [en línea]. Callao - Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO. [Consulta: 25 octubre 2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12952/6058>.

PAUL ALBERTO QUIROZ ALIAGA y ROBINS GULIBERT REVILLA COTRINA, 2021. *Mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad mecánica de los equipos en la planta de chancado de una empresa minera de Cajamarca 2021* [en línea]. Cajamarca - Perú: Universidad Privada del Norte. [Consulta: 25 octubre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/27345/Quiroz%20Aliaga%20Wilfredo%20Paul%20Revilla%20Cotrina%20Robins%20Gulibert.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

RICHARD D. PALMER, 2006. *Maintenance Planning and Scheduling Handbook* [en línea]. McGraw-Hill. Estados Unidos: s.n. [Consulta: 25 octubre 2022]. ISBN 0071457666. Disponible en: http://mechanical-fet.weebly.com/uploads/2/7/9/3/27933099/maintenance_handbook.pdf.

SANTIAGO GARCÍA GARRIDO, 2020. La elaboración del plan de mantenimiento. *Ingeniería del Mantenimiento* [en línea]. España, 2020. pp. 1-2. [Consulta: 26 octubre 2022]. Disponible en:

<http://ingenieriadelmantenimiento.com/index.php/secciones-ing-mto/elaboracion-de-planos-de-mantenimiento/la-elaboracion-del-plan-de-mantenimiento>.

SANTIAGO VALDERRAMA MENDOZA, 2013. *Pasos Para Elaborar Proyectos de Investigación Científica - Cuantitativa, Cualitativa y Mixta* [en línea]. San Marcos E.I.R.L. Lima: s.n. [Consulta: 25 octubre 2022]. ISBN

97861230287887. Disponible en: <https://www.biblioteca.une.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=56846>.

TORRES DANIEL LEANDRO, 2005. *Mantenimiento su implementación y gestión* [en línea]. Cient. Universitaria. Argentina - Córdoba: s.n. [Consulta: 25 octubre 2022]. ISBN 9879406818. Disponible en:

<https://isbn.cloud/9789879406816/mantenimiento-su-implementacion-y-gestion/>.

TRUPAL S.A, 2022. Papel de embalaje corrugado esquineros de cartón y Tucos _ Trupal Perú. *Trupal Papel, Tucos y Esquineros* [en línea]. [Consulta: 27 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.trupal.com.pe/productos/papel-tucos-y-esquineros>.

VERÓNICA EUSEBIA COLQUE MACHACA, 2016. *Diseño de un plan de mantenimiento para Lacteosbol Planta Achacachi* [en línea]. La Paz – Bolivia: UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES. [Consulta: 25 octubre 2022].

Disponible en: <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/21661>.

ZEGARRA MANUEL, 2016. Indicadores para la gestión del mantenimiento de equipos pesados. *Ciencia y Desarrollo* [en línea], pp. 30-32. DOI

10.21503/CienciayDesarrollo.2016.v19i1.02. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21503/CienciayDesarrollo.2016.v19i1.02><http://revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/CYD/index>.

ANEXOS

Anexo N° 1 Matriz de operacionalización de variables

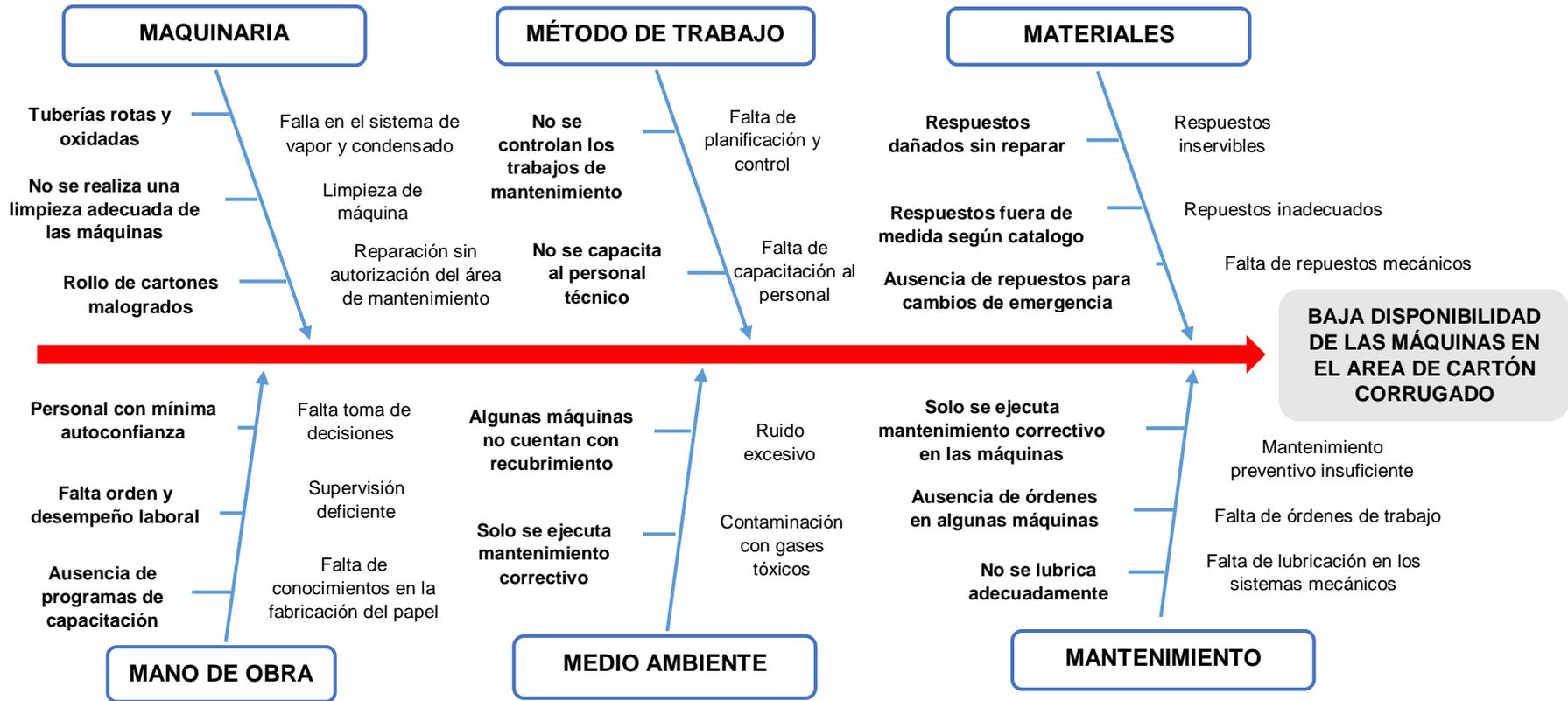
APLICACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LAS MÁQUINAS EN EL ÁREA DE CARTÓN CORRUGADO EN LA EMPRESA TRUPAL S.A, LURIGANCHO, 2018							
Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala	Instrumento	Formulas
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO INDEPENDIENTE	<p>(Duffua, Salih y otros, 2012, p.77)</p> <p>El mantenimiento preventivo se describe como una serie de operaciones planificadas de antemano para resolver las causas desconocidas de posibles averías</p>	<p>para la elaboración del plan empezaremos por recopilar información sobre el flujo de trabajo y las características del sistema productivo, después examinaremos el estado de los equipos industriales y trabajaremos para reducir los fallos o averías que se puedan presentar.</p>	Horas de paradas de máquinas	<p>HPM: Horas de paro de mantenimiento</p> <p>HPR: Horas de producción realizadas</p>	Razón	Formato de datos	$HP = \frac{HPM}{HPR} \times 100\%$
			Tiempo medio entre fallas	<p>HT: Horas trabajadas</p> <p>N° P F: Número de paradas por falla</p>	Razón	Formato de datos	$TMF = \frac{HT}{N^{\circ} P F} \times 100\%$
			Utilización del equipo	<p>CHO: Cantidad de horas de operación</p> <p>TEP: Tiempo efectivo de producción</p>	Razón	Formato de datos	$U = \frac{CHO}{TEP} \times 100\%$
DISPONIBILIDAD DEPENDIENTE	<p>(Ipinza, Alessio 2004, p.446)</p> <p>Un equipo está vinculada a su grado de mantenibilidad; cuanto mayor sea el nivel, mayor será el resultado del rendimiento, son dos características harán que la operación sea más eficiente y productiva en temas de calidad y costo.</p>	<p>A la hora de diseñar las mejoras de las máquinas en la planta industrial, se utilizarán las tablas de registro elaboradas por el investigador para recopilar los datos esenciales para examinar la confiabilidad y la mantenibilidad.</p>	Confiabilidad	<p>TO: Tiempo establecido para operar</p> <p>TMP: Tiempo de paradas no programadas</p> <p>CF: Cantidad de fallas detectadas</p>	Razón	Formato de datos	$MTBF = \frac{TO - TMP}{CF} \times 100\%$
			Mantenibilidad	<p>TNP: Tiempo de paradas no programadas</p> <p>CF: Cantidad de fallas detectadas</p>	Razón	Formato de datos	$MTTR = \frac{TNP}{CF} \times 100\%$

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 2 Matriz de Consistencia

APLICACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LAS MÁQUINAS EN EL ÁREA DE CARTÓN CORRUGADO EN LA EMPRESA TRUPAL S.A, LURIGANCHO, 2018							
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Escala	Metodología
General	General	General					
¿Cómo la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de las máquinas en el área de cartón corrugado en la empresa Trupal SA?	determinar como la aplicación del plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de las máquinas en el área de cartón corrugado en la empresa Trupal SA	la aplicación del plan de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de las máquinas en el área de cartón corrugado en la empresa Trupal SA	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Horas de paros de máquinas	HPM: Horas de paro de mantenimiento HPR: Horas de producción realizadas	Razón	Tipo de investigación: el tipo de investigación será cuantitativa, con un enfoque Longitudinal, aplicada porque nos guiaremos de temas teóricos para poder resolver problemas.
				Tiempo Medio Entre Fallas	HT: Horas trabajadas N° P F: Número de paradas por falla	Razón	Diseño de investigación: Pre experimental a un grupo se le aplica una prueba previa al estímulo, finalmente se le aplica una prueba posterior al estímulo
				Utilización de los Equipos	CHO: Cantidad de horas de operación TEP: Tiempo efectivo de producción	Razón	Población: para la población del proyecto se tomará en cuenta 6 máquinas tomando como referencia 12 semanas antes y 12 semanas despues.
Específico	Específico	Específico					
¿Cómo la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad de las máquinas en el área de cartón corrugado en la empresa Trupal SA?	Establecer como la aplicación del plan de mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad de las máquinas en el área de cartón corrugado la empresa Trupal S.A	La aplicación del plan de mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad de las máquinas en el área de cartón corrugado en la empresa Trupal S.A	DISPONIBILIDAD	Confiabilidad	TO: Tiempo establecido para operar TMP: Tiempo de paradas no programadas CF: Cantidad de fallas detectadas	Razón	Instrumentos: Formatos de trabajo, tablas de análisis y fichas técnicas
				Mantenibilidad	TNP: Tiempo de paradas no programadas CF: Cantidad de fallas detectadas	Razón	Muestra: será las 12 semanas que dura la investigación. Muestreo: por conveniencia Técnica: Análisis de Observación, Trabajo de campo
¿Cómo la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de las máquinas en el área de cartón corrugado en la empresa Trupal SA?	Establecer como la aplicación del plan de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de las máquinas en el área de cartón corrugado en la empresa Trupal SA	la aplicación del plan de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de las máquinas en el área de cartón corrugado en la empresa Trupal SA					

Anexo N° 3 Diagrama de Ishikawa para identificar las causas y fallas de la baja disponibilidad



Fuente: Elaboración propia

Diagrama de Ishikawa analizando las causas de las fallas que se generan la baja disponibilidad de las máquinas en el área de cartón corrugado se determinó que los puntos más principales son: mantenimiento, materiales y maquinaria.

Anexo N° 4 Carta de Autorización



CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, Luis Ubaldo Ancajima, supervisor mecánico de la empresa Trupal S.A, Planta Huachipa con N° de RUC: 20418453177 autorizo al Sr. Portuguez Vivanco, Victor Alberto con N° de DNI: 42227952 con un periodo de inicio desde el 11/02/2018 hasta el 22/12/2018 para utilizar los datos e información necesaria de la empresa para desarrollar su investigación la cual lleva como título: Aplicación del plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de las máquinas en el área de cartón corrugado en la empresa Trupal S.A. Lurigancho, 2018 con el objetivo de ofrecer sus servicios y contribuir con la empresa.

Lima, 28 de febrero del 2018


TRUPAL S.A.
PROFESIONALES DEL EMPAQUE
Luis Ubaldo Ancajima
Supervisor Mecánico
Firma del Supervisor del trabajo

Anexo N° 5 Resultados del mantenimiento preventivo antes de la mejora

		FORMATO PARA EL ESTUDIO DEL MANTENIMIENTO					
Elaborado por: Víctor Portuguez							
Área: Cartón Corrugado							
Fecha:	Horas de paro por mantenimiento	Horas de producción realizadas	Horas de paradas	N° de paradas por falla	Horas trabajadas de máquinas	Tiempo medio entre fallas	Utilización del equipo
18-ene							
Semana 1	34	75	0.45	68	39	0.57	0.52
Semana 2	39	128	0.30	79	48	0.61	0.38
Semana 3	36	115	0.31	59	26	0.45	0.23
Semana 4	31	90	0.34	55	30	0.55	0.33
18-feb							
Semana 5	26	118	0.22	48	38	0.79	0.32
Semana 6	22	107	0.21	28	44	0.64	0.41
Semana 7	39	90	0.43	27	36	0.75	0.40
Semana 8	29	60	0.48	48	39	0.81	0.65
18-mar							
Semana 9	34	85	0.40	29	46	0.63	0.54
Semana 10	37	78	0.47	20	26	0.77	0.33
Semana 11	34	75	0.45	59	42	0.71	0.56
Semana 12	38	65	0.58	58	34	0.59	0.52
Total			0.39			0.66	0.43

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Para calcular las horas de paradas de las máquinas se tuvo que tomar datos del formato de horas de producción realizadas en la empresa, ver en el Anexo N° de la Página N° 68, en cuanto a las horas de paro por mantenimiento, se tomó datos del formato de evidencia para el análisis de mantenimiento ver en Anexo N° 18, de la Página N° 76.

Según fórmula:

$$(34 / 75) = 0.45 \times 100 = 45\% \text{ Horas de paradas de máquinas}$$

Anexo N° 6 Resultados del mantenimiento preventivo despues de la mejora

		FORMATO PARA EL ESTUDIO DEL MANTENIMIENTO					
Elaborado por: Victor Portuguez							
Área: Cartón Corrugado							
Fecha:	Horas de paro por mantenimiento	Horas de producción realizadas	Horas de paradas de máquinas	N° de paradas por falla	Horas trabajadas de máquinas	Tiempo medio entre fallas	Utilización del equipo
18-abr							
Semana 13	4	160	0.25	9	102	0.88	0.64
Semana 14	3	140	0.21	7	91	0.77	0.65
Semana 15	5	125	0.40	8	93	0.86	0.74
Semana 16	4	135	0.30	6	95	0.63	0.70
18-may							
Semana 17	5	155	0.32	8	92	0.87	0.59
Semana 18	2	150	0.13	7	93	0.75	0.62
Semana 19	2	155	0.13	10	88	0.114	0.57
Semana 20	4	120	0.33	9	90	0.100	0.75
18-jun							
Semana 21	4	120	0.33	9	86	0.105	0.72
Semana 22	3	145	0.21	8	80	0.100	0.55
Semana 23	5	140	0.36	9	101	0.89	0.72
Semana 24	6	135	0.44	8	90	0.89	0.67
Total			0.29			0.89	0.66

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Para calcular el tiempo medio entre fallas, se debe calcular el número de paradas por falla, sobre las horas trabajadas de las máquinas, ambos datos se pueden observar en el formato de recolección horas de trabajo de las máquinas y tiempos perdidos ver en Anexo N° , de la Página N° Luego para hallar la utilización de los equipos se procede a calcular las horas trabajadas de las máquinas, sobre las horas de producción realizadas.

Según formula: $(9 / 102) = 0.88 \times 100\% = 88\%$ **Tiempo medio entre fallas**

$(102 / 160) = 0.64 \times 100\% = 64\%$ **Utilización del equipo**

Anexo N° 7 Formato de recolección de datos: horas de trabajo de máquinas y tiempos perdidos enero 2018

Área	Corrugado	FORMATO DE TRABAJO - AREA MÁQUINAS CORRUGADORAS 2018				Sistema	Automático
Máquina	AGNATI 1 - 2					Modelo	CA - 3256P
Fecha	Enero					Elaborado por:	Victor
Año	2018						Portuguez
Semana 1	HORAS TRABAJADAS DE MÁQUINAS			TIEMPOS PERDIDOS		OBSERVACIONES	
	H. INICIAL	H. FINAL	H. TOTAL	H. DE PARO	N° DE FALLAS		
	08:00	14:30	6:30	9	17	Falla en sensores electrónicos	
	08:00	14:30	6:30	4	17	Reparación de sistema eléctrico	
	08:00	14:30	6:30	5	24	Falla sistema eléctrico	
	08:00	14:30	6:30	7	6	Fallas del motor hidráulico	
	08:00	14:30	6:30	3	2	Cambio termocupla térmica	
	08:00	14:30	6:30	6	2	Cambio de rodaje de bolas	
	Total		39:00	34	68		
Semana 2	07:00	15:00	8:00	9	19	Cambio rodajes cilíndricos	
	07:00	15:00	8:00	4	19	Reparación de sistema de alimentación M.P.	
	07:00	15:00	8:00	15	19	Fallas en sistema eléctrico	
	07:00	15:00	8:00	3	12	Fallas en sistema neumático	
	07:00	15:00	8:00	4	6	Reparación de válvulas hidráulica	
	07:00	15:00	8:00	4	4	Limpieza del equipo hidráulico	
	Total		48:00	39	79		
Semana 3	09:00	13:45	4:45	12	14	Alineamiento de carros rotatorios splicer 1	
	09:00	13:45	4:45	8	20	Alineamiento de carros rotatorios splicer 2	
	09:00	13:45	4:45	2	12	Reparación de faja de faja dentada	
	09:00	13:45	4:45	1	9	Reparación de prensa hidráulica	
	10:00	13:45	3:45	3	3	Cambio termocupla térmica	
	10:00	13:45	3:45	10	1	Cambio de rodaje de bolas	
	Total		26:30	36	59		
Semana 4	11:00	16:00	5:00	15	9	Reparación polines backreador superior	
	11:00	16:00	5:00	5	9	Reparación ruedas de apilador superior	
	11:00	16:00	5:00	2	15	Cambio de módulo engomador - sistema A	
	11:00	16:00	5:00	3	4	Fallas en sistema neumático	
	11:00	16:00	5:00	1	8	Reparación de válvulas hidráulica sección A	
	11:00	16:00	5:00	5	10	Reparación de válvulas hidráulica sección B	
	Total		30:00	31	55		

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 8 Formato de recolección de datos horas de trabajo de máquinas y tiempos perdidos febrero 2018

Área	Corrugado	FORMATO DE TRABAJO - AREA MÁQUINAS CORRUGADORAS 2018			Sistema	Automático	
Máquina	AGNATI 3 - 4				Modelo	CA - 3256P	
Fecha	Febrero				Elaborado por:		Victor
Año	2018						Portuguez
Semana 5	HORAS TRABAJADAS DE MÁQUINAS			TIEMPOS PERDIDOS		OBSERVACIONES	
	H. INICIAL	H. FINAL	H. TOTAL	H. DE PARO	N° DE FALLAS		
	08:30	16:00	7:30	5	9		
	08:30	16:00	7:30	12	9	Reparación polines backreador céntrico	
	08:30	16:00	7:30	1	9	Limpieza de husillos	
	08:30	16:00	7:30	3	9	Fallas del motor hidráulico	
	09:45	15:30	5:45	4	5	Cambio termocupla térmica	
	09:45	15:30	5:45	1	7	Cambio de rodaje de cilíndricas	
	Total, de horas	41:30	26	48			
Semana 6	08:40	16:00	7:20	1	0		
	08:40	16:00	7:20	12	0		
	08:40	16:00	7:20	1	10	Fallas en sistema eléctrico	
	08:40	16:00	7:20	3	8	Fallas en sistema neumático	
	08:40	16:00	7:20	1	5	Reparación de válvulas hidráulica	
	08:40	16:00	7:20	4	5	Limpieza de husillos	
		Total, de horas	44:00	22	28		
	Semana 7	09:00	15:00	6:00	5	0	
09:00		15:00	6:00	4	10	Fallas del motor hidráulico zona A	
09:00		15:00	6:00	2	7	Cambio rodajes cilíndricos zona B	
09:00		15:00	6:00	3	4	Fallas del motor hidráulico	
09:00		15:00	6:00	3	3	Cambio termocupla térmica	
09:00		15:00	6:00	2	3	Cambio de rodaje de bolas	
	Total, de horas	36:00	19	27			
Semana 8	08:50	17:00	8:10	16	10	Fallas en el sistema de lubricación circular	
	08:50	17:00	8:10	2	6	Fallas en los alineadores palpadores de fajas	
	08:50	17:00	8:10	4	3	Fallas en sistema eléctrico	
	08:50	17:00	8:10	3	4	Fallas en sistema neumático	
	08:50	17:00	8:10	1	15	Reparación de válvulas hidráulica	
	08:50	17:00	8:10	3	0		
		Total, de horas	49:00	29	38		

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 9 Formato de recolección de datos: horas de trabajo de máquinas y tiempos perdidos marzo 2018

Área	Corrugado	FORMATO DE TRABAJO - AREA MÁQUINAS CORRUGADORAS 2018			Sistema	Automático
Máquina	AGNATI 5 - 6				Modelo	CA - 3256P
Fecha	Marzo				Elaborado por:	Victor
Año	2018					Portuguez
Semana 9	HORAS TRABAJADAS DE MÁQUINAS			TIEMPOS PERDIDOS		OBSERVACIONES
	H. INICIAL	H. FINAL	H. TOTAL	H. DE PARO	N° DE FALLAS	
	09:00	16:40	7:40	12		
	09:00	16:40	7:40	5	9	Reparación de sistema de alimentación
	09:00	16:40	7:40	2		
	09:00	16:40	7:40	1	11	Fallas en sistema neumático
	09:00	16:40	7:40	3	6	Reparación de motor eléctrico
	09:00	16:40	7:40	1	3	Cambio de rodaje de bolas
	Total		46:00	24	29	
Semana 10	08:00	14:30	6:30	4	8	Cambio rodajes cilíndricos
				0	0	
	08:00	14:30	6:30	9	5	Fallas en sistema eléctrico
	08:00	14:30	6:30	3	4	Fallas en sistema neumático
	08:00	14:30	6:30	1	12	Reparación de válvulas hidráulica
				0	0	
		Total		26:00	17	29
Semana 11	09:30	16:30	7:00	2	15	Cambio rodajes cilíndricos
	09:30	16:30	7:00	3	15	Reparación de sistema de alimentación
	09:30	16:30	7:00	3	9	Fallas en sistema eléctrico
	09:30	16:30	7:00	1	9	Fallas en sistema neumático
	09:30	16:30	7:00	4	6	Fallas en sistema mecánico
	09:30	16:30	7:00	1	5	Reparación de manguera neumática
	Total		42:00	14	59	
Semana 12	08:00	13:40	5:40	4	12	Cambio rodajes cilíndricos
	08:00	13:40	5:40	5	12	Reparación de sistema de alimentación
	08:00	13:40	5:40	2	9	Fallas en sistema eléctrico
	08:00	13:40	5:40	2	9	Fallas en sistema neumático
	08:00	13:40	5:40	1	12	Reparación de válvulas hidráulica
	08:00	13:40	5:40	4	4	Fallas en sistema mecánico
		Total, de horas		34:00	18	58

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 10 Formato de recolección de datos: horas de trabajo de máquinas y tiempos perdidos abril 2018

Área	Corrugado	FORMATO DE TRABAJO - AREA MÁQUINAS CORRUGADORAS 2018			Sistema	Automático	
Máquina	AGNATI 1 - 2				Modelo	CA - 3256P	
Fecha	Abril				Elaborado por:		Victor
Año	2018						Portuguez
Semana 1	HORAS TRABAJADAS DE MÁQUINAS			TIEMPOS PERDIDOS		OBSERVACIONES	
	H. INICIAL	H. FINAL	H. TOTAL	H. DE PARO	N° DE FALLAS		
	07:00	24:00	17:00	1	5	Falla en sensores electrónicos	
	07:00	24:00	17:00	1	1	Reparación de sistema eléctrico	
	07:00	24:00	17:00	1	1	Falla sistema eléctrico	
	07:00	24:00	17:00	1	2	Fallas del motor hidráulico	
	07:00	24:00	17:00				
	07:00	24:00	17:00				
	Total		102:00	4	9		
Semana 2	07:30	22:40	15:10	2	5	Cambio rodajes cilíndricos	
	07:30	22:40	15:10	1	2	Reparación de sistema de alimentación	
	07:30	22:40	15:10				
	07:30	22:40	15:10				
	07:30	22:40	15:10				
	07:30	22:40	15:10				
		Total		91:00	3	7	
Semana 3	08:00	23:30	15:30	2	4	Alineamiento de carros rotatorios splicer 1	
	08:00	23:30	15:30	3	4	Alineamiento de carros rotatorios splicer 2	
	08:00	23:30	15:30				
	08:00	23:30	15:30				
	08:00	23:30	15:30				
	08:00	23:30	15:30				
		Total		93:00	5	8	
Semana 4	07:00	22:50	15:50	2	2	Reparación polines backreador superior	
	07:00	22:50	15:50	2	4	Reparación ruedas de apilador superior	
	07:00	22:50	15:50				
	07:00	22:50	15:50				
	07:00	22:50	15:50				
	07:00	22:50	15:50				
		Total		95:00	4	6	

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 11 Formato de recolección de datos: horas de trabajo de máquinas y tiempos perdidos mayo 2018

Área	Corrugado	FORMATO DE TRABAJO - AREA MÁQUINAS CORRUGADORAS 2018			Sistema	Automático	
Máquina	AGNATI 3 - 4				Modelo	CA - 3256P	
Fecha	Mayo				Elaborado por:		Victor
Año	2018						Portuguez
Semana 5	HORAS TRABAJADAS DE MÁQUINAS			TIEMPOS PERDIDOS		OBSERVACIONES	
	H. INICIAL	H. FINAL	H. TOTAL	H. DE PARO	N° DE FALLAS		
	07:40	23:00	15:20				
	07:40	23:00	15:20	1		Reparación polines backreador céntrico	
	07:40	23:00	15:20	1	5	Limpeza de husillos	
	07:40	23:00	15:20	3	3	Fallas del motor hidráulico	
	07:40	23:00	15:20				
	07:40	23:00	15:20				
	Total		92:00	5	8		
Semana 6	07:30	23:00	15:30				
	07:30	23:00	15:30	2	7	Fallas en sistema neumático	
	07:30	23:00	15:30				
	07:30	23:00	15:30				
	07:30	23:00	15:30				
	07:30	23:00	15:30				
	Total		93:00	2	7		
Semana 7	08:00	23:40	15:40				
	08:00	23:40	15:40	2	8	Fallas del motor hidráulico zona A y B	
	08:00	23:40	15:40		1	Termocupla térmica	
	08:00	23:40	15:40		1	Rodaje de bolas	
	08:00	20:40	12:40				
	08:00	20:40	12:40				
Total		88:00	2	10			
Semana 8	07:30	22:30	15:00	2	7	Fallas en el sistema de lubricación circular	
	07:30	22:30	15:00	2	2	Fallas en los alineadores palpadores de fajas	
	07:30	22:30	15:00				
	07:30	22:30	15:00				
	07:30	22:30	15:00				
	07:30	22:30	15:00				
	Total		90:00	4	9		

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 12 Formato de recolección de datos: horas de trabajo de máquinas y tiempos perdidos junio 2018

Área	Corrugado	FORMATO DE TRABAJO - AREA MÁQUINAS CORRUGADORAS 2018			Sistema	Automático
Máquina	AGNATI 5 - 6				Modelo	CA - 3256P
Fecha	Junio				Elaborado por:	Victor
Año	2018					Portuguez
Semana 9	HORAS TRABAJADAS DE MÁQUINAS			TIEMPOS PERDIDOS		OBSERVACIONES
	H. INICIAL	H. FINAL	H. TOTAL	H. DE PARO	N° DE FALLAS	
	07:30	21:50	14:20	1	4	Reparación de sistema de alimentación M.P.
	07:30	21:50	14:20	1	3	Fallas en sistema neumático
	07:30	21:50	14:20	1	1	Reparación de motor eléctrico
	07:30	21:50	14:20	1	1	Cambio de rodaje de bolas
	07:30	21:50	14:20			
	07:30	21:50	14:20			
	Total		86:00	4	9	
Semana 10	08:40	22:00	13:20	1	1	Cambio rodajes cilíndricos
	08:40	22:00	13:20	1	1	Fallas en sistema eléctrico
	08:40	22:00	13:20	1	6	Fallas en sistema neumático
	08:40	22:00	13:20			
	08:40	22:00	13:20			
	08:40	22:00	13:20			
	Total		80:00	3	8	
Semana 11	07:00	23:50	16:50	2	4	Cambio rodajes cilíndricos
	07:00	23:50	16:50	3	5	Reparación de sistema de alimentación M.P.
	07:00	23:50	16:50			
	07:00	23:50	16:50			
	07:00	23:50	16:50			
	Total		101:00	5	9	
Semana 12	07:30	22:30	15:00	2	2	Cambio rodajes cilíndricos
	07:30	22:30	15:00	1	2	Reparación de sistema de alimentación M.P.
	07:30	22:30	15:00	1	2	Fallas en sistema eléctrico
	07:30	22:30	15:00	2	2	Fallas en sistema neumático
	07:30	22:30	15:00			
	07:30	22:30	15:00			
	Total		90:00	6	8	

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 13 Formato de evidencia para el análisis de las horas de producción resultados antes de la mejora

Orden de Pedido	Cliente	Combinación	Metros	Cortes	Planchas	Duración Pedido	rim	Sig.
10195366	GLORIA S.A	1 871 x1673	376	224	224	75	41	IMP8
10195299	ALICORP S.A.A.	2 794 x1445		260	520	128		IMP8
10195378	GLORIA S.A	4 593 x1980	4,446	2,245	8,980	115	128	IMP5
10195363	GLORIA S.A	2 871 x1673	5,103	3,050	6,100	90	165	IMP8
10195546	GLORIA S.A.	1 593 x1960		2,603	2,603	118		IMP5
10195375	GLORIA S.A	3 408 x 845	1,428	1,689	5,067	107	90	TRP1
10195546	GLORIA S.A	2 593 x1960		728	1,456	90		IMP5
10195379	GLORIA S.A	4 593 x1980	1,327	670	2,680	60	128	IMP5
10194252		1 1800 x2500	275	110	110	85	107	MSTR
10195379	GLORIA S.A	1 593 x1980		138	138	78		IMP5

Fuente: Trupal S.A Departamento de operaciones

Descripción:

- En el recuadro rojo se puede observar la duración del pedido de producción sin la aplicación del mantenimiento preventivo, mostrando niveles bajos de producción.
- En el recuadro azul se puede observar la cantidad de planchas a producir, lo cual nos muestra niveles bajos de producción.
- En el recuadro negro se puede observar la cantidad de corte a producir lo cual nos muestra niveles bajos.

Anexo N° 14 Formato de evidencia para el análisis de las horas de producción resultados despues de la mejora

EB	Cliente	Combinación	C	Metros	Cartes	Pancharas	Pedaje	Tram	Se	Marcajores
2110	911EB									Contrax al Kt.150grm2 de 2.33
5710195843	SERVICE LINE S.A.C. SIN PARAFINADO		2	7,765	5,000	20,000	160			IMP18
5710195683	FRUTAROM PERU S.A. SIN PARAFINADO		2	362	274	548	140			IMP4
5710195843	SERVICE LINE S.A.C. SIN PARAFINADO		1		233	233	125			IMP18
5710194644	COMPLEJO AGROINDUSTRIAL PARAFINA TODOS MEDIUMS Y LI		2	1,682	832	2,496	135			IMP13
5710196148	COMPLEJO AGROINDUSTRIAL PARAFINA TODOS MEDIUMS Y LI		2	6,903	3,417	10,251	155			IMP8
5710194916	GALLOS MARMOLERIA S. PARAFINADO LINER INTERIOR		2	1,618	923	2,769	150			IMP15
5710191358	GLORIA S.A. CIN PARAFINADO		2	4,607	2,125	6,375	120			IMP15
5710194135	CONSORCIO DE PRODUCTORES PARAFINA TODOS MEDIUMS Y LI		2	14,152	6,666	6,666	120			IMP8
5710194420	CONSORCIO DE PRODUCTORES PARAFINA TODOS MEDIUMS Y LI		1		6,666	6,666	145			IMP8
5710194641	PROCESADORA LARAN S. PARAFINA TODOS MEDIUMS Y LI		2	8,061	3,667	7,334	140			IMP13
5710194641	PROCESADORA LARAN S. PARAFINA TODOS MEDIUMS Y LI		2	14,152	6,438	6,438	135			IMP13
5710194388	CONSORCIO DE PRODUCTORES PARAFINA TODOS MEDIUMS Y LI		1		6,666	6,666				IMP8

Fuente: Departamento de operaciones Trupal S.A

Descripción:

En el recuadro negro, amarillo y morado se puede observar la duración del pedido con la aplicación del mantenimiento preventivo, mostrando niveles altos de producción, esto implica que es necesario el mantenimiento para mayor disponibilidad de las máquinas corrugadoras.

Anexo N° 15 Formato de evidencia para el análisis de las horas de paro de mantenimiento semana 1

 GANTT DEL MANTTO PROGRAMADO AGNATI		 TRUPAL S.A. <small>INGENIERIA DE MAQUINARIA</small>							
ITEM	SOPORTE	EQUIPO	MODULO	TRABAJO	H Prog	MATERIALES	OT	TPO MITTO	RESPONSABLE
1	MECANICO	AGNATI	CABEZAL 2	reparar faja dentada de giro del secador del conugar	9	5638240		MEC CORRECTIVO	JULIO GENTE
2	MECANICO	AGNATI	EMPALMADOR 5	alineamiento del carro rotatorio splizer 5	4			MEC CORRECTIVO	JULIO GENTE
3	MECANICO	AGNATI	MESA DE SECADO	cambio de rodamiento a dos polines del badcer lado superior	5	5539173		MEC CORRECTIVO	RAY-ANGELO REYES
4	MECANICO	AGNATI	MESA DE SECADO	cambio de rodamiento a un polin del badcer lado inferior.	7	5539173		MEC CORRECTIVO	RAY-ANGELO REYES
5	MECANICO	AGNATI	CORTADORA MARCADORA	reparar sistema de lubricación de las cuchillas circulares / seguimiento	3			MEC CORRECTIVO	JOSE HJAYNATE
6	MECANICO	AGNATI	APILADOR SUPERIOR	reparar ruedas no presión del apilador superior	6			MEC CORRECTIVO	JOSE HJAYNATE

Fuente: Departamento de ingeniería Trupal S.A

Anexo N° 16 Formato de evidencia para el análisis de las horas de paro de mantenimiento semana 2

 GANTT DEL MANTTO PROGRAMADO AGNATI									
ITEM	SOPORTE	EQUIPO	MODULO	TRABAJO	H. Prog	MA TERIALES	OT	TIPO MTTD	RESPONSABLE
1	MECÁNICO	AGNATI	CABEZAL 2	reparar faja dentada de gim del secador del conugar	9	568240		MEC CORRECTIVO	JULIO GENTE
2	MECÁNICO	AGNATI	EMPALMADOR 5	alineamiento del carro rotatorio splizer 5	4			MEC CORRECTIVO	JULIO GENTE
3	MECÁNICO	AGNATI	MESA DE SECADO	cambio de rodamiento a dos polines del backer lado superior	15			MEC CORRECTIVO	RAY-ANGELO REYES
4	MECÁNICO	AGNATI	MESA DE SECADO	cambio de rodamiento a un polin del backer lado inferior.	3			MEC CORRECTIVO	RAY-ANGELO REYES
5	MECÁNICO	AGNATI	CORTADORA MARCADORA	reparar sistema de lubricación de las cuchillas circulares / seguimiento	4			MEC CORRECTIVO	JOSE HUAYNATE
6	MECÁNICO	AGNATI	APILADOR SUPERIOR	reparar ruedas no presión del apilador superior	4			MEC CORRECTIVO	JOSE HUAYNATE

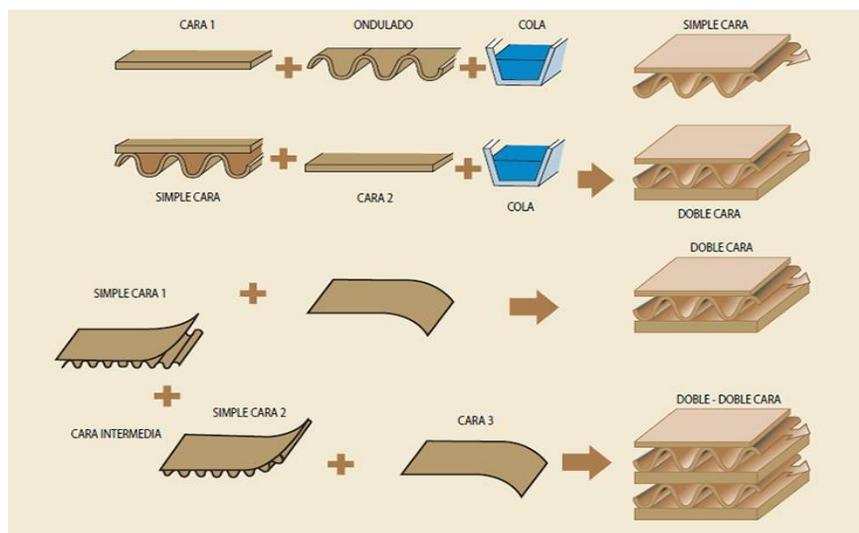
Fuente: Departamento de ingeniería Trupal S.A

Anexo N° 17 Modelo de cartón corrugado



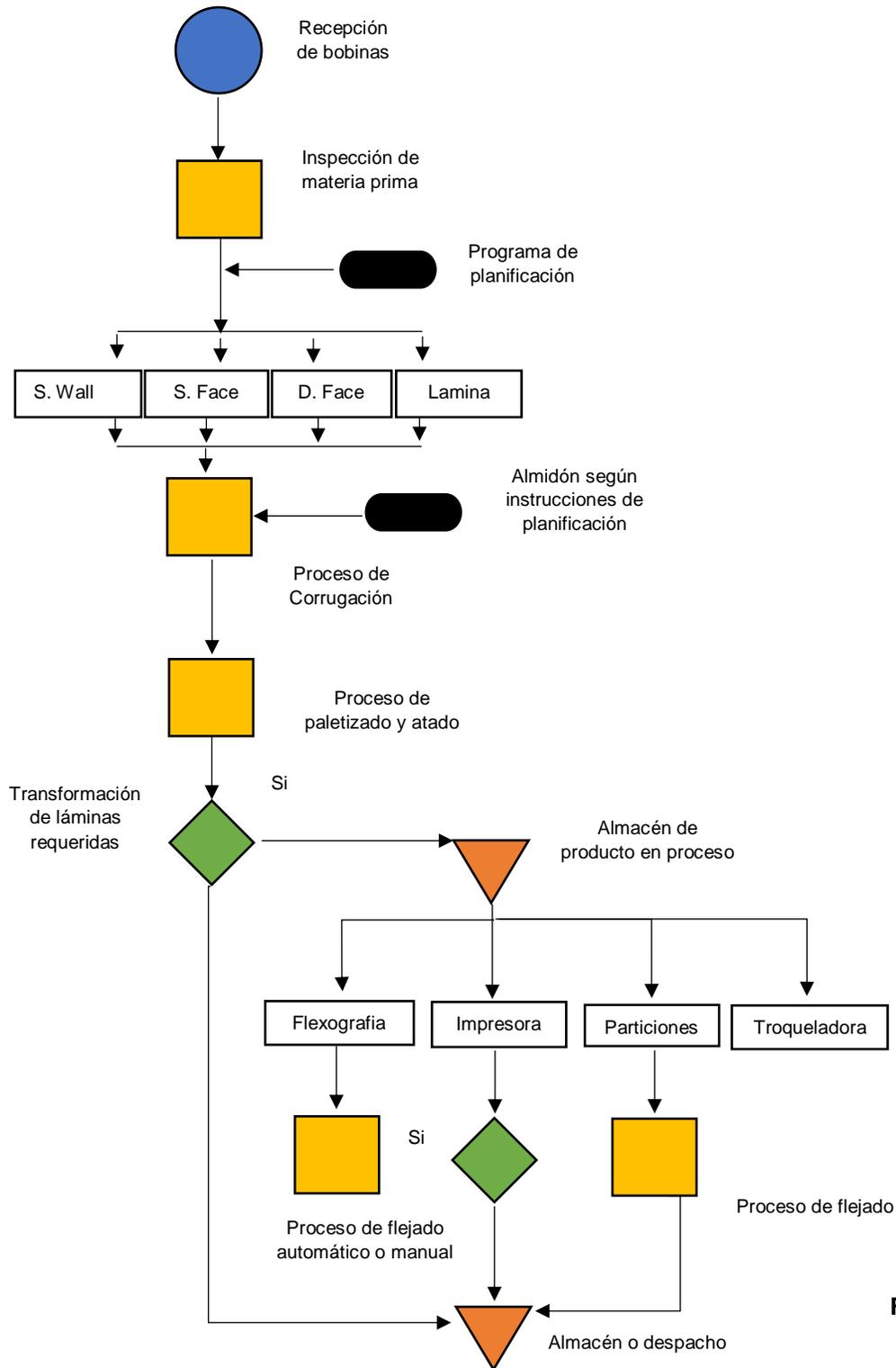
El cartón corrugado es un material para la fabricación de envases y embalajes, se compone de tres o cinco papeles siendo los exteriores lisos y los interiores ondulados, lo que otorga a la estructura una gran resistencia mecánica. Este material está fabricado de celulosa que está formado por la unión de varias hojas lisas que uno o varios ondulados que mantienen equidistantes, confiriéndole la propiedad de ser indeformable. (Marino Javkin y otros, 2015 p. 3)

Aspectos que caracterizan el cartón corrugado



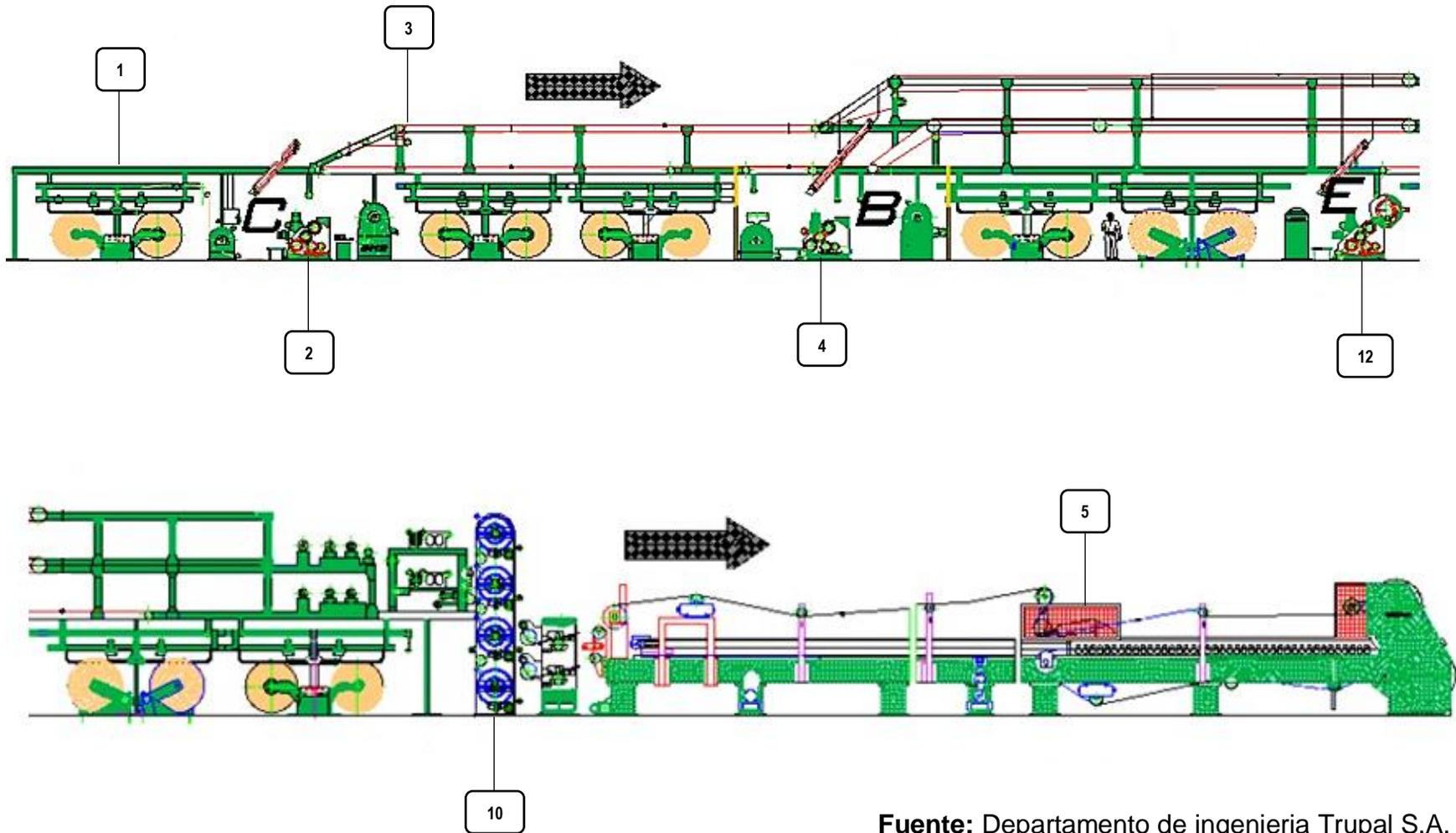
Fuente: Modernización de una línea de corrugación

Anexo N° 18 *Flujograma del proceso de fabricación del cartón corrugado*



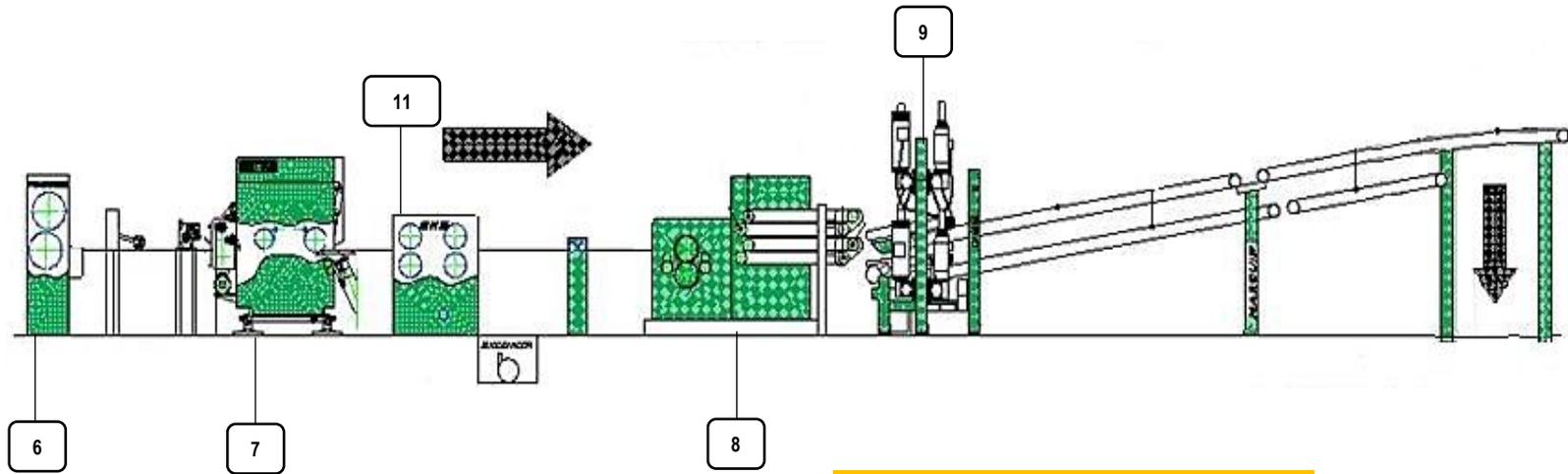
Fuente: Trupal S.A

Anexo N° 19 Esquema general de la máquina corrugadora agnati



Fuente: Departamento de ingeniería Trupal S.A.

Anexo N° 20 Esquema general de la máquina corrugadora agnati – continuación



LEYENDA	
1	Montarrollos o porta bobinas
2	Single facer C,B,E. - Precaentadores
3	Alineadores
4	Pre calentador triple
5	Double Backer - Transferencia de calor
6	Cuchillas Rotary Shear -Cortadores
7	Slitters Score - Cuchillas independientes
8	Cutt off - Corte Cizalla
9	Stacker Marquip - Bandas Transportadoras
10	Glue machine - Maquina Engomadora
11	Rodillo dosificador
12	Rodillo guía pre calentador

Fuente: Departamento de ingeniería Trupal S.A.

Anexo N° 21 Plan de mantenimiento preventivo área cartón corrugado 2018

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO AREA MÁQUINAS CORRUGADORAS - TRUPAL S.A - 2018																									
MÁQUINAS	PARTES DE MÁQUINAS	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
AGNATI 1	Sensores electrónicos				S				S				S				S				S				S
	Sistema eléctrico																								
	Motor hidráulico												T												T
	Termocupla térmica																								
	Inspección rodamientos de bolas				M				M				M				M				M				M
	Inspección rodamientos cilíndricos				M				M				M				M				M				M
AGNATI 2	Inspección del sistema de alimentación M.P	D	D			D	D			D	D			D	D			D	D			D	D		
	Sistema neumático																								
	Revisión válvulas hidráulica												T												T
	Limpieza del sistema hidráulico	M				M				M				M				M				M			
	Alineamiento de carros rotatorios splicer 1			S				S				S				S				S				S	
	Alineamiento de carros rotatorios splicer 2			S				S				S				S				S				S	
AGNATI 3	Reparación de faja de faja dentada																								
	Reparación de prensa hidráulica																								
	Cambio termocupla térmica																				T				
	Cambio de rodaje de bolas												T												T

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 22 Plan de mantenimiento preventivo área cartón corrugado 2018 – continuación

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO AREA MÁQUINAS CORRUGADORAS - TRUPAL S.A - 2018																									
MÁQUINAS	PARTES DE MÁQUINAS	JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
AGNATI 4	Inspección polines backreador superior			S				S				S				S				S				S	
	Reparación ruedas de apilador superior																								
	Cambio de módulo engomador - sistema A			Q				Q				Q				Q								Q	
	Cambio de módulo engomador - sistema B			Q				Q				Q				Q								Q	
	Cambio de módulo engomador - sistema C			Q				Q				Q				Q								Q	
	Reparación de válvulas hidráulica sección A																								
	Reparación de válvulas hidráulica sección B																								
AGNATI 5	Limpieza de husillos	D		D		D		D		D		D		D		D		D		D		D		D	
	Inspección del motor hidráulico zona A							M					M												M
	Inspección del motor hidráulico zona B																								
	Inspección del motor hidráulico zona C																								
AGNATI 6	Reparación de sistema de alimentación M.P.																								
	Reparación de sistema de alimentación M.P.				T				T					T							T				T
	Reparación de sistema de alimentación M.P.																								
	Reparación de sistema de alimentación M.P.																								
FRECUENCIA DEL MANTENIMIENTO		D DIARIO S SEMANAL M MENSUAL Q QUINCENAL T SEMESTRAL																							

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 23 Modelo de tarjeta de lubricación

	TARJETA DE LUBRICACIÓN	ÁREA DE MANTENIMIENTO
Descripción: Lubricación de sistema hidráulico	Área: Cartón Corrugado	Código: 73456
Partes a lubricar:	Frecuencia	Tipo de lubricante
Rodamientos de bomba de inyección	Diario	Aceite Powerflow AW
Bancada deslizante	Semanal	Aceite Ecotera HVI
Filtros de aceite	Mensual	Aceite Ecotera HVI
Cambios a efectuar:	Frecuencia	Tipo de aditivos
Cilindros hidráulicos de inyección	Mensual	Aceite Powerflow AW
Tanque de aceite	Mensual	Aceite Powerflow AW
Observación: Se recomienda limpiar el tanque de aceite en su totalidad para evitar el calentamiento de las válvulas		

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 24 Modelo de solicitud de trabajo de mantenimiento

	TRUPAL S. A			CODIGO: 73715
	SOLICITUD DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO			FECHA: 05-02-2018
AÑO	MES	DIA	HORA	
2018	Junio	Lunes	7: AM	
AREA SOLICITANTE: Mantenimiento			SOLICITADO POR: ANGELO REYES	
PRIORIDAD: Con Paradas de Máquina En Proceso				
MAQUINA: AGNATI N° 5			AUTORIZADO: UBALDO ANCAJIMA	
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA				
DESGASTE DE RODILLO MOTRIZ INFERIOR - ÁREA MESA DE SECADO A				
REPORTE				
DESCRIPCION DEL TRABAJO REALIZADO:				
SE DESMONTA LA GUARDA DEL MOTOR PRINCIPAL, RETIRANDO LAS FAJAS Y EL EJE, LUEGO SE PROCEDIÓ A VERIFICAR EL DAÑO DEL RODILLO, DONDE SE OBSERVÓ QUE EL EJE PRINCIPAL PRESENTABA DESGASTES EN EL EJE Y LA POLEA, CON AYUDA DEL TORNO CNC SE LOGRÓ RECTIFICAR EL RODILLO VOLVIENDO A COLOCAR EN SU LUGAR Y EN FUNCIONAMIENTO.				
FIN DE TRABAJO				
AÑO	MES	DIA	HORA	
2018	Junio	Lunes	20:40 PM	
TOTAL, DE HORAS: 5 Horas - 40 minutos				
TECNICO RESPONSABLE: Ángel Reyes				

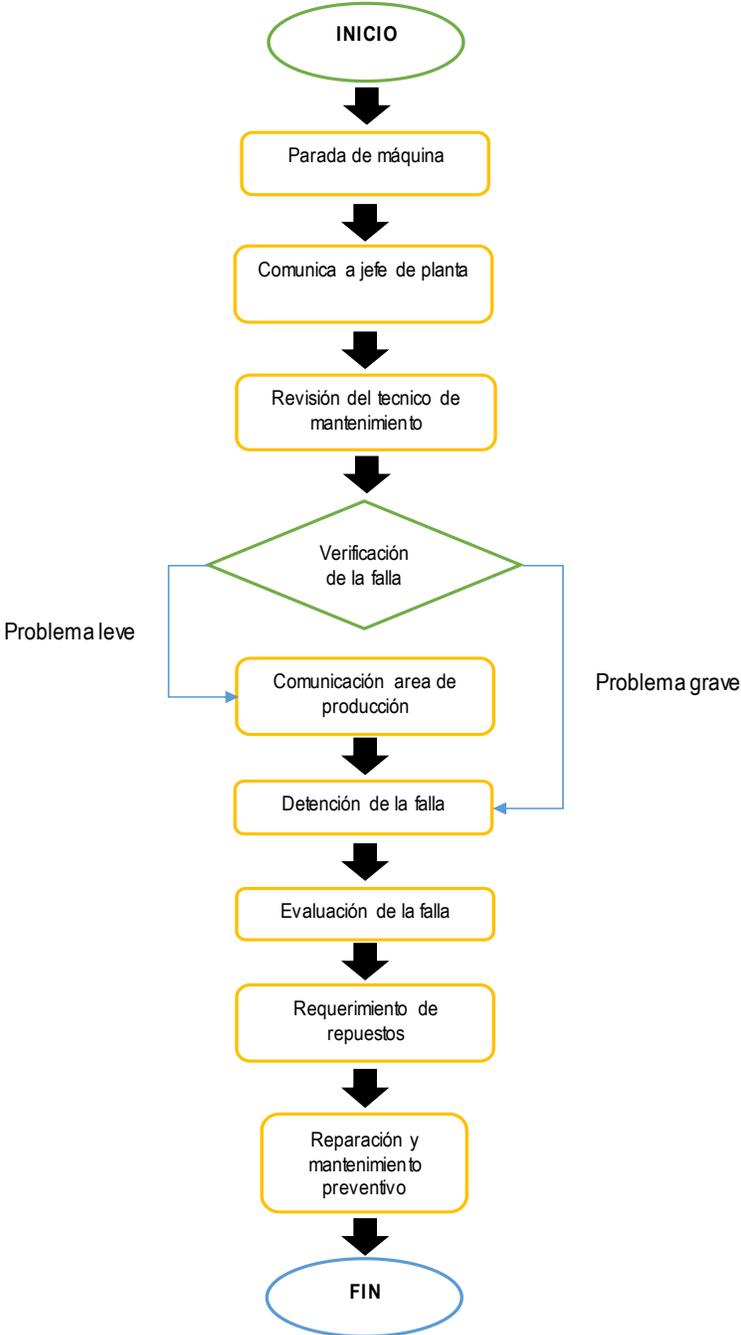
Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 25 Frecuencia del mantenimiento preventivo

FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MÁQUINA CORRUGADORA AGNATI													
SISTEMAS	DESCRIPCIÓN	Horas de operación disponibles											
		73	75	81	82	76	63	53	75	68	75	84	71
Sistemas Eléctrico	Sensores Electrónicos	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	Componentes Eléctricos	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	Componentes Electro Neumáticos	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	Motores Eléctricos	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
Sistemas Mecánicos	Rodamientos	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	Transmisiones Mecánicas	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
	Poleas y Cadenas de Transmisión		L		L		L		L		L		
	Motor Reductor	P			P			P			P		
Sistemas Hidráulicos	Válvulas Hidráulicas												
	Unidad de Mantenimiento	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
	Mangueras de Distribución												
	Filtros Hidráulicos	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
	Manómetros	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
Sistemas Neumáticos	Válvulas Neumáticas	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	Sensores Electro Neumático	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	Distribuidores de Presión	D	D	D				D	D	D			
	Mangueras de Aire												
	Filtros de Neumáticos	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
	Actuadores de Aire	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
Sistemas de Vapor	Válvulas de Presión	V											
	Red de Tuberías				A					A			
	Calderos de Vapor	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	Distribuidores de Vapor	L					L				L		
	Filtros de Presión	V			V			V			V		
P: Limpiar L: lubricar A: reparar C: cambiar V: verificar D: drenar													

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 26 Diagrama de proceso actual del sistema de mantenimiento en la empresa Trupal S.A



Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 27 *Materia prima bobinas de papel*



Fuente: Planta huachipa Trupal S.A

Anexo N° 28 *Desperdicio de papel por falta de mantenimiento preventivo en el area de cartón corrugado*



Fuente: Trupal S.A Planta huachipa

Anexo N° 29 *Máquina agnati en proceso de fabricacion del papel corrugado*



Fuente: Planta huachipa Trupal S.A

Anexo N° 30 Orden de pedido del producto final

TRUPAL S.A. <small>PROFESIONALES DEL EMPAQUE</small> <small>Av. Huancayo 1000 - Huancayo - Perú</small> <small>Teléfono: (015) 441-2100</small> <small>Fax: (015) 441-2101</small>	Cliente: NESTLE	Código: S900001060	Tipo de caja: STANDARD	Troquel: -	Fecha: 25/05/2018	Estado: FO
	Producto: 43622862 Caja Corrugado nestle 459x325x190mm	UONP: 96221	Colores: Azul GCM: 30 Rojo GCM: 75	N° Sold: 799	Ejecutivo: J.R.	Modificación:
Medidas interiores: 32.5 x 45.9 x 19.0 ±0.2 cm	Cartón: 410-C	Medidas de desarrollo: 52.6 x 162.4	Medidas de Paño: 52.5 x 163.4	CARAS IMPRESAS	CORRUGAD	

				185.5
328	465	lote xxxxx	43622862	195 526
331	465	185.5		

Fuente: Planta huachipa - departamento de operaciones Trupal S.A

Anexo N° 31 Cronograma de ejecución

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN - 2018																								
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO																								
1.1 Análisis de la situación actual de la empresa	■	■																						
1.2 Inspección del proceso de cartón corrugado			■	■																				
1.3 Realizar diagrama de causa y efecto					■																			
1.4 Detectar los problemas en el área de mantenimiento						■																		
2. ORGANIZAR EL DESARROLLO DEL PROYECTO																								
2.1 Organizar el proceso de trabajo						■	■																	
2.2 Determinar los pasos críticos del proceso de trabajo									■	■	■													
2.3 Establecer las fallas potenciales de cada proceso											■													
2.4 Identificar las causas de cada falla en el área de trabajo											■	■												
2.5 Definir los efectos de las fallas y evaluar los resultados													■											
2.6 Diseñar los métodos de trabajo en coordinación con el supervisor de área														■										
3. MONITOREO Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO																								
3.1 Presentar el nuevo método de trabajo															■									
3.2 Seguimiento de las aplicaciones preventivas en el área de trabajo																■								
3.3 Evaluación de las mejoras																		■	■					
4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS																								
4.1 Evaluación de los resultados																				■	■	■		
4.2 Registrar los resultados con el nuevo método de trabajo																							■	■

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 32 Imagen de datos ingresados SPSS V. 23

	Confiabilidad_antes	Confiabilidad_despues	Mantenibilidad_antes	Mantenibilidad_despues	Disponibilidad_antes	Disponibilidad_desp...	var
1	48,0	98,0	97,0	77,0	57,0	84,0	
2	47,0	97,0	78,0	54,0	56,0	82,0	
3	45,0	97,0	76,0	38,0	47,0	81,0	
4	43,0	91,0	75,0	36,0	47,0	76,0	
5	42,0	89,0	66,0	33,0	41,0	75,0	
6	41,0	87,0	62,0	27,0	37,0	75,0	
7	38,0	87,0	53,0	27,0	36,0	75,0	
8	35,0	86,0	53,0	25,0	32,0	73,0	
9	34,0	85,0	48,0	25,0	32,0	71,0	
10	29,0	82,0	46,0	20,0	32,0	68,0	
11	25,0	78,0	38,0	20,0	31,0	63,0	
12	25,0	77,0	32,0	18,0	25,0	53,0	
13							

Curtosis		-855	1,232
----------	--	------	-------

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Confiabilidad_antes	,160	12	,200 [*]	,923	12	,313
Confiabilidad_despues	,154	12	,200 [*]	,936	12	,454

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

T-TEST PAIRS=Confiabilidad_antes WITH Confiabilidad_despues (PAIRED)
/CRITERIA=CI (.9500)
/MISSING=ANALYSIS.

Prueba T

	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1 Confiabilidad_antes	37,667	12	8,1054	2,3398
Confiabilidad_despues	87,833	12	7,0302	2,0295

	N	Correlación	Sig.
Par 1 Confiabilidad_antes & Confiabilidad_despues	12	,964	,000

	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
Par 1 Confiabilidad_antes - Confiabilidad_despues	-50,1667	2,2896	,6610	-51,6214	-48,7119	-75,900	11	,000

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

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señores: Mgtr. Ponte Roca Miguel Ángel, Roberto Galindo Mayorga y Marco Antonio Meza

Presente

Asunto: **Validación de instrumentos a través de juicio de experto.**

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la EAP de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede San Juan de Lurigancho promoción 2018, requiero validar el instrumento con el cual recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación.

El título de la Investigación es: “APLICACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LAS MÁQUINAS EN EL ÁREA DE CARTÓN CORRUGADO EN LA EMPRESA TRUPAL S.A, LURIGANCHO, 2018” y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted a fin de validar el instrumento que utilizaré.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

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

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Firma
Portuguez vivanco Victor
D.N.I: 42227952

CERTIFICADOS DE VALIDEZ



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DIMENSIÓN 1: Horas de paradas de maquinas HP = Horas de paro de Mantenimiento / Horas de Producción Realizada x100	✓		✓		✓		
2	DIMENSIÓN 2: Tiempo Medio Entre Fallas TMF = Horas Trabajadas / N° de Paradas por Falla x100	✓		✓		✓		
3	DIMENSIÓN 3: Utilización del equipo U = Cantidad de Horas de Operación / Tiempo Efectivo de Producción x 100	✓		✓		✓		
		Si	No	Si	No	Si	No	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Suficiente

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mgtr.: Pante Roca, Elizardo Rospa DNI: 08766446

Especialidad del validador: TE

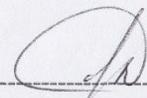
¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

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

12...de...7...del 2018


 Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: DISPONIBILIDAD

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: Confiabilidad							
4	Tiempo Promedio de Funcionamiento $MTBF = (T_o - T_{np}) / C_f$	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2: Mantenibilidad							
5	Tiempo Promedio de Reparación $MTTR = T_{np} / C_f$	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 3: Disponibilidad							
6	% de Disponibilidad $Disponibilidad = MTBF / (MTBF + MTTR) \times 100$	✓		✓		✓		
		Si	No	Si	No	Si	No	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Suficiente

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mgtr.: PENTE Roca, Miguel Angel

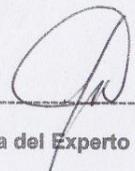
DNI: 08766446

Especialidad del validador: TI

- 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

10.de...07...del 2018


 Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DIMENSIÓN 1: Horas de paradas de maquinas HP = Horas de paro de Mantenimiento / Horas de Producción Realizada x100	/		/		/		
	DIMENSIÓN 2: Tiempo Medio Entre Fallas	Si	No	Si	No	Si	No	
2	TMF = Horas Trabajadas / N° de Paradas por Falla x100	/		/		/		
	DIMENSIÓN 3: Utilización del equipo	Si	No	Si	No	Si	No	
3	U = Cantidad de Horas de Operación / Tiempo Efectivo de Producción x 100	/		/		/		
		Si	No	Si	No	Si	No	

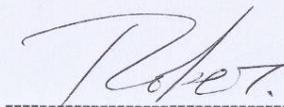
Observaciones (precisar si hay suficiencia):
Suficiente
Opinión de aplicabilidad: **Aplicable** **Aplicable después de corregir** **No aplicable**
Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mgtr:
Roberto Galindo Huayra Acosion
DNI: *41723679*
Especialidad del validador:
Costos de Empresas
¹**Pertinencia:** 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

10 de *07* del 2018


Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: DISPONIBILIDAD

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
4	DIMENSIÓN 1: Confiabilidad							
	Tiempo Promedio de Funcionamiento $MTBF = (T_o - T_{np}) / C_f$	/		/		/		
5	DIMENSIÓN 2: Mantenibilidad							
	Tiempo Promedio de Reparación $MTTR = T_{np} / C_f$	/		/		/		
6	DIMENSIÓN 3: Disponibilidad							
	% de Disponibilidad $Disponibilidad = MTBF / (MTBF + MTTR) \times 100$	/		/		/		
		Si	No	Si	No	Si	No	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Suficiente

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

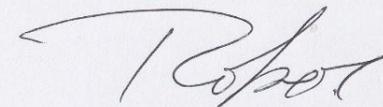
Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mgtr: Roberto Galindo Mayorga Aragón DNI: 41723679

Especialidad del validador: Gestión de Empresas

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

10.de07 del 2018



Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DIMENSIÓN 1: Horas de paradas de maquinas HP = Horas de paro de Mantenimiento / Horas de Producción Realizada x100	/		/		/		
	DIMENSIÓN 2: Tiempo Medio Entre Fallas	Si	No	Si	No	Si	No	
2	TMF = Horas Trabajadas / N° de Paradas por Falla x100	/		/		/		
	DIMENSIÓN 3: Utilización del equipo	Si	No	Si	No	Si	No	
3	U = Cantidad de Horas de Operación / Tiempo Efectivo de Producción x 100	/		/		/		
		Si	No	Si	No	Si	No	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mgtr: Marco Antonio Meza Velasquez DNI: 06252711

Especialidad del validador: Asesor de Operaciones y Proyectos

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

10 de 07 del 2018


Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: DISPONIBILIDAD

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: Confiabilidad							
4	Tiempo Promedio de Funcionamiento MTBF = (To-Tnp)/Cf	/		/		/		
	DIMENSIÓN 2: Mantenibilidad							
5	Tiempo Promedio de Reparación MTTR = Tnp/Cf	/		/		/		
	DIMENSIÓN 3: Disponibilidad							
6	% de Disponibilidad Disponibilidad = MTBF/(MTBF+MTTR) X 100	/		/		/		
		Si	No	Si	No	Si	No	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mgr: Marco Antonio Meza Velasquez DNI: 06252711

Especialidad del validador: Asesor de Operaciones y Proyectos

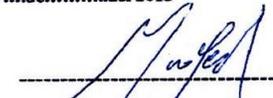
¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

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

10 de 07 del 2018


Firma del Experto Informante.



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD
DE TESIS**

Código : F06-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo, **Meza Velásquez, Marco Antonio**, docente de la Facultad de Ingeniería y carrera profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo campus Lima Este, revisor (a) de la tesis titulada:

APLICACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LAS MÁQUINAS EN EL ÁREA DE CARTÓN CORRUGADO EN LA EMPRESA TRUPAL S.A. LURIGANCHO, 2018", del estudiante **Portuguez Vivanco, Víctor Alberto** constato que la investigación tiene un índice de similitud de **11%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito(a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho, **23 de julio del 2018**

Mgtr. Meza Velásquez, Marco Antonio

DNI: 06252711

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Vicerectorado de Investigación