



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Mantenimiento preventivo de la máquina flexográfica Martin 618 en una
empresa cartonera, Huachipa 2019.**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
Bachiller en Ingeniería Industrial**

AUTORES:

Balabarca Julca, Eric Nehemías (ORCID: 0000-0002-9876-2307)

Medina Díaz, Emer (ORCID: 0000-0001-8173-6308)

Oriundo Gamarra, José Luis Giancarlos (ORCID: 0000-0003-1430-7858)

ASESOR:

Msc. Gil Sandoval, Héctor Antonio (ORCID: 0000-0001-6745-5446)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA - PERÚ

2019

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo primeramente a Dios sobre todas las cosas, por guiarnos, protegernos y bendecirnos en cada paso de nuestra vida, a nuestras familias por su apoyo incondicional para mostrarnos el camino hacia la superación.

Agradecimiento

Agradecemos a Dios por darnos la vida y bendecirnos en cada decisión que tomamos.

Agradecemos a nuestros padres por enseñarnos buenos valores y brindarnos su apoyo incondicional sin ellos nada de esto sería posible.

Agradecemos a los nuestros profesores por sus enseñanzas, tiempo y dedicación para enriquecer nuestra sabiduría.

Agradecemos a nuestros compañeros de estudio por su amistad y apoyado en nuestro proceso académico.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Figuras	x
Índice de Tablas	xi
Índice de Anexos	xii
Resumen	xiii
I. Introducción.....	15
1.1. Realidad Problemática.....	16
1.2. Justificación del estudio.	27
1.2.1. Conveniencia.....	27
1.2.2. Practica.....	27
1.2.3. Metodología.	27
1.2.4. Social.	28
1.3. Trabajos previos.....	28
1.3.1. Antecedentes Nacionales.	28
1.3.2. Antecedentes Internacionales	29
1.4. Formulación del problema.	32
1.4.1. Problema general.	32
1.4.2. Problemas específicos.	32
1.5. Objetivos.....	32
1.5.1. Objetivo general.	32
1.5.2. Objetivos específicos.....	32
1.6. Alcance del estudio.	32
1.7. Teorías relacionadas al tema.	32
1.7.1. Mantenimiento preventivo.	32
1.7.2. Uso del mantenimiento preventivo.....	33
1.7.3. Tipos de mantenimiento preventivo.....	33
1.7.4. Disponibilidad.	34
1.7.5. Confiabilidad.	35
II. Método.....	36
2.1. Tipo y Diseño de la Investigación.....	37
2.1.1. Tipo de Investigación.....	37
2.1.2. Enfoque de la investigación.....	37
2.1.3. Diseño de la investigación.....	37
2.1.4. Nivel de la investigación.....	37

2.2.	Variable y Operacionalización.	38
2.2.1.	Variable: Mantenimiento preventivo.	38
2.2.2.	Dimensiones:	38
2.3.	Población, muestra y muestreo.	40
2.3.1.	Población:	40
2.3.2.	Muestra:	40
2.3.3.	Muestreo:	40
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos y confiabilidad.	41
2.4.1.	Técnicas.	41
2.4.2.	Instrumento.	41
2.4.3.	Validez.	41
2.4.4.	Confiabilidad.	42
2.5.	Procedimiento.	42
2.6.	Método de análisis de datos.	42
2.6.1.	Análisis Descriptivo.	42
2.7.	Aspectos éticos.	43
III.	Resultados.	44
3.1.	Generalidades de la empresa.	45
3.2.	Productos.	46
3.3.	Organigrama de la Empresa.	47
3.4.	Flujograma.	50
3.5.	Características de la Máquina.	52
3.5.1.	Personal que trabajan en la línea.	52
3.6.	Programas de Mantenimiento Preventivo de Julio a Octubre (14 semanas).	54
3.6.1.	Hoja de Recolección de fallas recurrentes de la línea Martín 618.	55
3.6.2.	Paradas por Fallas Recurrentes extraídos de sistema integrado PC TOPP.	56
3.6.3.	Tiempo empleado en el Mantenimiento Programado mensual.	59
3.7.	Disponibilidad.	60
3.7.1.	Análisis Estadístico con el programa Spss de la Disponibilidad.	61
3.8.	Confiabilidad	63
3.8.1.	Análisis Estadístico con el programa Spss de la Confiabilidad.	64
IV.	Discusión	66
V.	Conclusiones	68
VI.	Recomendaciones	70
6.1.	Recomendaciones de Disponibilidad.	71
6.2.	Recomendaciones de Disponibilidad.	72
	Referencias Bibliográfica.	73
	Anexos	76

Índice de Figuras

Figura 1: Diagrama causa efecto.	18
Figura 2: Diagrama de Pareto.....	20
Figura 3: Diagrama de Pareto de tabulación de datos.....	24
Figura 4: Diagrama de estratificación.	25
Figura 5: Cajas estándar.	46
Figura 6: Cajas troqueladas multiformes.	46
Figura 7: Estructura Organizacional Gerencia de Negocios – Cajas.	47
Figura 8: Estructura Organizacional Superintendencia Huachipa 8 – Cajas.....	48
Figura 9: Estructura Organizacional de mantenimiento Huachipa 8 – Cajas.....	49
Figura 10: Flujograma del área de Mantenimiento.	50
Figura 11: Diagrama de Flujo de cajas de cartón corrugado.....	51
Figura 12: La imprenta flexográfica Martín 618.....	52
Figura 13: Programación de mantenimiento preventivo de Julio 2019 a octubre 2019.....	54
Figura 14: Formato de recolección de fallas en máquina Martin 618.....	55
Figura 15: Diagrama de Pareto de acumulado de fallas por parte de máquina.....	58
Figura 16: Diagrama porcentual de disponibilidad mensual de imprenta flexográfica Martin 618.	60
Figura 17: Resumen estadístico de disponibilidad en SPSS.	61
Figura 18: Histograma de Disponibilidad en SPSS.	62
Figura 19: Corrección de significación de Lilliefors de disponibilidad.....	62
Figura 20: Diagrama porcentual de confiabilidad mensual de imprenta flexográfica Martin 618.	63
Figura 21: Resumen estadístico de confiabilidad en SPSS.....	64
Figura 22: Histograma de confiabilidad en SPSS.	65
Figura 23: Corrección de significación de Lilliefors de confiabilidad.....	65
Figura 24: Comparativo de confiabilidad.....	71
Figura 25: Comparativo de disponibilidad.....	72

Índice de Tablas

Tabla 1: Frecuencia de causas que originan paradas inesperadas de máquina flexográfica Martin 618.	19
Tabla 2: Orden de frecuencia de causas que originan paradas inesperadas.	20
Tabla 3: Matriz de Correlación.....	22
Tabla 4: Tabulación de datos.....	23
Tabla 5: Cuadro de estratificación.....	25
Tabla 6: Análisis del mantenimiento preventivo.	26
Tabla 7: Matriz de priorización de las causas a resolver.	27
Tabla 8: Matriz de Operacionalización de las variables.....	39
Tabla 9: Lista de colaboradores que trabaja en la línea según turno.....	53
Tabla 10: Historial de Parada de máquina Martin 618 por fallas periodo julio – agosto 2019.	56
Tabla 11: Historial de Parada de máquina Martin 618 por fallas periodo setiembre – octubre 2019.	57
Tabla 12: Acumulado de fallas por parte de máquina en las 14 semanas.	58
Tabla 13: Tiempo empleado en mantenimientos programados.....	59
Tabla 14: Tiempo de máquina Martin 618 parada por falta de programación.	59
Tabla 15: Disponibilidad de máquina Martin 618.....	60
Tabla 16: Disponibilidad porcentual de máquina imprenta Martin 618 periodo julio – octubre 2019.	60
Tabla 17: Confiabilidad de máquina flexográfica Martin 618.	63
Tabla 18: Confiabilidad actual versus Confiabilidad sin fallas recurrentes.	71
Tabla 19: Disponibilidad actual versus Disponibilidad sin fallas recurrentes.	72

Índice de Anexos

Anexo 1: Documento de Validación De Datos.	77
Anexo 2: Carta de Presentación.	78
Anexo 3: Definición conceptual de las variables y dimensiones.	79
Anexo 4: Matriz de Operacionalización.....	80
Anexo 5: Validación de Experto 1.....	81
Anexo 6: Validación de Experto 2.....	82
Anexo 7: Validación de Experto 3.....	83
Anexo 8 Modelo de entrevista.....	84
Anexo 9: Modelo de órdenes de trabajo.	85
Anexo 10: Formato de recopilación de fallas.	86
Anexo 11: Porcentaje de turnitin.....	87

Resumen

El presente trabajo de investigación titula. “Mantenimiento preventivo de la máquina flexográfica Martin 618 en una empresa cartonera, Huachipa 2019”.

Objetivo general: Describir la disponibilidad de la máquina Martin 618 en el área de conversión de cajas en una empresa cartonera de Huachipa 2019.

Metodología: La investigación es de tipo aplicada con un enfoque cuantitativo, el diseño no experimental de corte transversal, el alcance de la investigación es descriptivo.

Resultados: Se realizó un estudio dentro del área de conversión de cajas durante 14 semanas, con apoyo Excel y del programa PC TOPP implantado en la empresa para registrar los datos de todas las fallas y paradas recurrentes, después de obtener toda la data se aplica la fórmula de la disponibilidad y confiabilidad de nuestra matriz de Operacionalización, luego se hace uso del programa SPSS para analizar los datos, siendo los resultados disponibilidad promedio de 86.7% con una desviación estándar de 0.020 y una confiabilidad promedio de 86.9% con una desviación estándar del 0.020 ambos resultados son paramétricos.

Conclusión: Con respecto al objetivo general se concluye que el comportamiento de la disponibilidad de la máquina Martín 618 es (86.70% según la media del análisis SPSS); Con respecto al objetivo específico se concluye que el comportamiento de la confiabilidad de la maquina Martin 618 es (86.9 según la media del análisis SPSS).

Recomendación: La recomendación para mejorar la disponibilidad de la imprenta Flexográfica Martin 618 es la de enfocar al área de mantenimiento a una adecuada gestión orientada a los puntos críticos de la máquina según la figura 15 y minimizar las paradas recurrentes para incrementar la disponibilidad por encima del 90% siendo este porcentaje el óptimo según el área de mantenimiento de la empresa.

Palabras claves: Mantenimiento, Preventivo, Disponibilidad y Confiabilidad.

Abstract

This research paper entitled. "Preventive maintenance of the Martin 618 flexographic machine in a cartonera company, Huachipa 2019".

Course objective: Describe the availability of the Martin 618 machine in the box conversion area in a 2019 Huachipa cartonera.

Methodology: The research is applied with a quantitative approach, the non-experimental cross-sectional design, the scope of the research is descriptive.

Results: A study was carried out within the area of conversion of boxes for 14 weeks, with Excel support and the PC TOPP program implemented in the company to record the data of all failures and recurrent stops, after obtaining all the data the formula of the availability and reliability of our Operationalization matrix, then the SPSS program is used to analyze the data, the results being an average availability of 86.7% with a standard deviation of 0.020 and an average reliability of 86.9% with a standard deviation of 0.020 both results are parametric.

Conclusion: With respect to the general objective it is concluded that the behavior of the availability of the Martín 618 machine is (86.70% according to the average of the SPSS analysis); With respect to the specific objective, it is concluded that the reliability behavior of the Martin 618 machine is (86.9 according to the average of the SPSS analysis).

Recommendation: The recommendation to improve the availability of the Martin 618 Flexographic printing press is to focus the maintenance area on proper management oriented to the critical points of the machine according to figure 15 and minimize recurring stops to increase availability above 90%, this percentage being the optimum according to the company's maintenance area.

Keywords: Maintenance, Preventive, Availability and Reliability.

I. Introducción

1.1. Realidad Problemática.

Hoy en día en un mundo más globalizado y competitivo las empresas en todo Europa, Asia y Norte América se han visto obligadas a cumplir con estándares de calidad en sus productos lo cual impacta directamente en el estado o condición de sus maquinarias, la disponibilidad, mantenibilidad de las mismas y que tan confiables son en la línea productiva es por ello de la importancia de un plan de mantenimiento preventivo programado para garantizar el buen funcionamiento y no tener paradas repentinas, reducir averías y ahorras gastos.

Para Llerena (2016), el “Mantenimiento como parte del proceso de la gestión empresarial contribuye a la competitividad de la organización, al mejorar los índices de explotación de los equipos por el alargamiento de su vida útil, contribuye al ahorro y a la eficiencia de la organización, reduce el impacto nocivo al ambiente y propicia la mejora en la calidad de los servicios, constituyendo una ventaja competitiva para la organización, al lograr el funcionamiento óptimo de las instalaciones, su desempeño y los estándares de calidad esperados”(p.1).

A nivel Latinoamérica; En los países como Brasil, Chile, Ecuador y Colombia las empresas que cuentan con un idóneo sistema de gestión en mantenimiento para sus equipos han incrementado sustancialmente sus ganancias logrando posicionamiento del mercado ya que son más productivas incrementando su disponibilidad de máquinas, calidad de sus productos y fidelización de sus clientes; Reduciendo tiempo de máquinas paradas por fallas y alargando la vida útil de sus equipos.

Para Aburto (2016), “El mantenimiento preventivo consiste en localizar y corregir los problemas menores antes de que estos provoquen fallas. Se puede definir como una lista completa de actividades, todas ellas realizadas por usuarios, operadores, y personal de mantenimiento para asegurar el correcto funcionamiento de la planta, edificios, máquinas, equipos” (p.3).

En el Perú; Para las industrias manufactureras la producción con calidad en sus productos es de vital importancia ya que garantiza su permanencia en el mercado, la búsqueda en realizar un mantenimiento acertado a sus equipos para reducir sus paradas por fallas es el principal problema; De ahí la necesidad en implementar un buen plan de gestión en el mantenimiento y son pocos las empresas que las tienen en su mayoría terciarían el servicio y se dedican a hacer solo mantenimientos correctivos lo cual impacta en una parada de la línea productiva afectando directamente a su productividad, elevando sus costos y reduciendo sus ganancias.

Para Pacheco (2018), "En las últimas décadas, las estrictas normas de calidad y la presión competitiva han obligado a las empresas a transformar sus departamentos de mantenimiento; El mantenimiento industrial, día a día, está traspasando barreras. En la actualidad muchas empresas aplican la frase "el mantenimiento es inversión, no gasto" (p.13).

El actual problema de la máquina flexográfica Martin 618 en una empresa cartonera de Huachipa; es las constantes paradas repentinas por fallas mecánicas que perjudica a la línea productiva, disminuyendo la producción, generando pérdidas de material e incrementando los gastos del área productiva; por ello la necesidad de aplicar un plan de mantenimiento preventivo eficaz y eficiente para la línea en mención conservando su vida útil y buen funcionamiento de la máquina. Se identificó que el plan de mantenimiento preventivo actual es deficiente generando diversos problemas en los equipos, falta de conocimiento del personal, cadencia de repuestos por el área de comprar producto de una mala gestión, además que el plan de mantenimiento preventivo inadecuado no controlado con lo cual se espera que ocurra una falla para recién actuar el cual afecta directamente a la productividad de la empresa y la calidad del producto e incrementando los gastos.

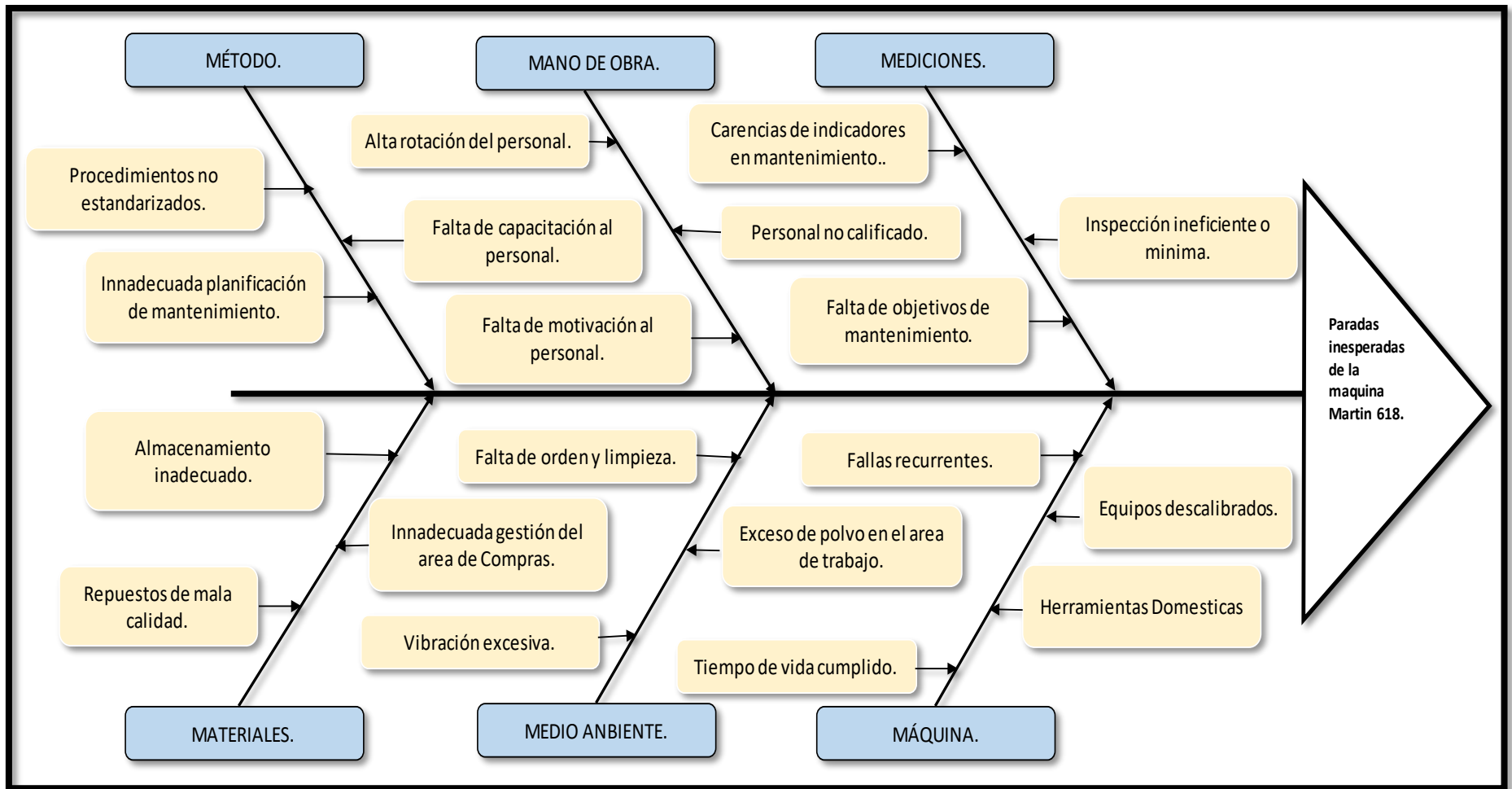


Figura 1: Diagrama causa efecto.

En la figura 1, se puede observar que en las paradas de máquinas inesperadas tenemos como problema principal un mantenimiento preventivo inadecuado y sus causas que las afectan que están fragmentadas en seis categorías, las seis M's.

Tabla 1: Frecuencia de causas que originan paradas inesperadas de máquina flexográfica Martin 618.

Código	Causas que originan la parada de maquina	Frecuencia
C1	Fallas recurrentes.	3
C2	Inadecuado control del plan de mantenimiento.	5
C3	Inadecuada planificación de mantenimiento.	9
C4	Falta de seguimiento en prácticas operativas.	0
C5	Procedimientos no estandarizados.	0
C6	Carencias de indicadores en mantenimiento.	0
C7	Falta de orden y limpieza.	0
C8	Equipos descalibrados.	0
C9	Herramientas domesticas.	0
C10	Inadecuada gestión del área de compras.	1
C11	Repuestos de mala calidad.	0
C12	Falta de capacitación al personal.	0
C13	Almacenamiento inadecuado.	0
C14	Alta rotación del personal.	1
C15	Personal no calificado.	1
C16	Falta de motivación al personal.	0
C17	Exceso de polvo en el área de trabajo.	0
C18	Vibración excesiva.	0
C19	Tiempo de vida cumplido.	0

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 1 se describe las posibles causas de paradas inesperadas presentadas a los colaboradores del área de producción y mantenimiento, mediante una entrevista a 20 colaboradores se obtuvo que una de las posibles causas es que no se lleva una planificación adecuada en el área de mantenimiento en la empresa cartonera de Huachipa.

Tabla 2: Orden de frecuencia de causas que originan paradas inesperadas.

Código	Causas que originan la parada de maquina	Frecuencia	% Part.	% Acum.
C3	Inadecuada planificación de mantenimiento.	9	45%	45%
C2	Inadecuado control del plan de mantenimiento.	5	25%	70%
C1	Fallas recurrentes.	3	15%	85%
C10	Inadecuada gestión del área de compras.	1	5%	90%
C14	Alta rotación del personal.	1	5%	95%
C15	Personal no calificado.	1	5%	100%
C4	Falta de seguimiento en prácticas operativas.	0	0%	100%
C5	Procedimientos no estandarizados.	0	0%	100%
C6	Carencias de indicadores en mantenimiento.	0	0%	100%
C7	Falta de orden y limpieza.	0	0%	100%
C8	Equipos descalibrados.	0	0%	100%
C9	Herramientas Domesticas.	0	0%	100%
C11	Repuestos de mala calidad.	0	0%	100%
C12	Falta de capacitación al personal.	0	0%	100%
C13	Almacenamiento inadecuado.	0	0%	100%
C16	Falta de motivación al personal.	0	0%	100%
C17	Exceso de polvo en el área de trabajo.	0	0%	100%
C18	Vibración excesiva.	0	0%	100%
C19	Tiempo de vida cumplido.	0	0%	100%

Fuente: Elaboración propia.



Figura 2: Diagrama de Pareto.

Realizando un análisis del diagrama podemos determinar que el problema que causa más paradas inesperadas en la máquina flexográfica Martin 618 es debido a 3 factores que son

las más resaltantes “inadecuada planificación de mantenimiento, inadecuado control del plan de mantenimiento, fallas recurrentes” ya que esto representa un 85%. De estas 3 nosotros enfatizaremos la investigación en la causa de mayor porcentaje que es fallas recurrentes con un 15%.

Se realizó un análisis de Pareto mediante una entrevista a 20 colaboradores sobre las posibles causas que previamente se identificaron en nuestro Ishikawa a través de una lluvia de ideas para conocer cuáles son las más importantes. Los principales problemas que se obtuvieron en nuestro Pareto como causas es la parada máquina son las fallas recurrentes, la inadecuada gestión del área de compra, la inspección deficiente de la maquinaria, estas 3 causas de las 19 detectadas en el Ishikawa conforman el 15% de causas que ocasionan el 85% de los problemas.

Desde nuestro punto, consideramos que entre las categorías descritas en el diagrama de Ishikawa es el método de trabajo que representa un alto riesgo para las máquinas de la empresa ya que no se lleva una planificación óptima en el área de mantenimiento el cual en los últimos meses ha incrementado el índice de fallas en la máquina Martin 618.

Para realizar un análisis minucioso cuantificaremos mediante una matriz de correlación en base a los problemas suscitados en el diagrama de Ishikawa y haremos una comparación entre los datos obtenidos en las entrevistas y los nuevos datos arrojados en nuestra matriz de correlación, teniendo en cuenta que si tienen una relación fuerte = 5, media = 3, débil = 1, no hay relación = 0

Tabla 3: Matriz de Correlación.

causas que originan la parada de maquina		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	frecuencia
1	Fallas recurrentes.	C1	3	5	3	3	3	3	3	1	1	3	1	0	5	3	1	0	0	0	38
2	Ineficiente gestión del area de Compras.	C2	3	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5	0	3	3	0	0	19
3	Inadecuado control del plan de mantenimiento	C3	5	0	0	1	5	5	0	3	0	5	3	0	5	0	3	3	0	5	43
4	Exceso de polvo en el area de trabajo	C4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	1	0	1	0	3	0	13
5	Falta de capacitación al personal.	C5	3	0	1	0	0	1	0	0	3	0	0	1	1	0	3	3	0	3	19
6	Falta de seguimiento en practicas operativas.	C6	3	0	5	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	5	1	1	19
7	Repuestos de mala calidad.	C7	3	5	5	0	1	0	0	3	0	0	0	1	3	0	0	0	0	3	24
8	vibracion excesiva.	C8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	9
9	Personal no calificado.	C9	1	0	3	0	0	1	3	0	1	1	0	3	1	0	0	0	3	0	17
10	Falta de motivación al personal.	C10	1	0	0	0	3	0	0	0	1	0	3	0	1	0	1	0	3	0	13
11	Carencias de indicadores en mantenimiento.	C11	3	0	5	0	0	0	0	1	0	1	1	1	5	1	1	3	0	3	24
12	Falta de orden y limpieza.	C12	1	0	3	5	0	1	0	0	0	3	1	3	1	0	3	1	0	1	23
13	Almacenamiento inadecuado	C13	0	0	0	0	1	1	1	0	3	0	1	3	1	0	1	1	0	1	14
14	Inadecuada planificación de mantenimiento.	C14	5	5	5	1	1	1	3	0	1	1	5	1	1	3	1	1	1	5	41
15	Tiempo de vida cumplido	C15	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	1	8
16	Equipos descalibrados	C16	1	3	3	1	3	0	0	3	0	1	1	3	1	1	0	1	0	1	23
17	Herramientas Domesticas	C17	0	3	3	0	3	5	0	0	0	3	1	1	1	0	1	0	0	0	21
18	Alta rotación del personal.	C18	0	0	0	3	0	1	0	3	3	0	0	0	1	0	0	0	0	1	15
19	Procedimientos no estandarizados	C19	0	0	5	0	3	1	3	0	0	3	1	1	5	1	1	0	1	0	25

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 3, se puede establecer cuáles son las posibles causas que actúan con mayor fuerza frente al problema principal, se puede observar las de mayor correlación presentan un peso de 43,41 y 38 las siguientes causas, inadecuado control del plan de mantenimiento, inadecuado planificación de mantenimiento, fallas recurrentes; también se pueden observar a las demás causas, pero en comparación con las ya mencionadas anteriormente se presentan con una puntuación no muy significativa.

Tabla 4: Tabulación de datos.

Causas que originan la parada de máquina	Frecuencia	Frecuencia acumulada	% Parcial	% Total
Inadecuado control del plan de mantenimiento	43	43	10.54%	10.54%
Inadecuada planificación de mantenimiento.	41	84	10.05%	20.59%
Fallas recurrentes.	38	122	9.31%	29.90%
Procedimientos no estandarizados	25	147	6.13%	36.03%
Repuestos de mala calidad.	24	171	5.88%	41.91%
Carencias de indicadores en mantenimiento.	24	195	5.88%	47.79%
Falta de orden y limpieza.	23	218	5.64%	53.43%
Equipos descalibrados	23	241	5.64%	59.07%
Herramientas Domesticas	21	262	5.15%	64.22%
Inadecuada gestión del area de Compras.	19	281	4.66%	68.87%
Falta de capacitación al personal.	19	300	4.66%	73.53%
Falta de seguimiento en practicas operativas.	19	319	4.66%	78.19%
Personal no calificado.	17	336	4.17%	82.35%
Alta rotación del personal.	15	351	3.68%	86.03%
Almacenamiento inadecuado	14	365	3.43%	89.46%
Exceso de polvo en el area de trabajo	13	378	3.19%	92.65%
Falta de motivación al personal.	13	391	3.19%	95.83%
Vibración excesiva.	9	400	2.21%	98.04%
Tiempo de vida cumplido	8	408	1.96%	100.00%
Total	408			

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 4, se aprecia la frecuencia de defectos que ha sido considerada como el grado de relación que tiene cada causa con el problema principal y su porcentaje acumulado, desde la causa con mayor correlación hasta la menor, datos que nos ayudarán a plasmarlo de forma didáctica para su mejor entendimiento y conocimiento de la problemática.

Posteriormente procederemos a realizar el diagrama de Pareto con los resultados obtenidos en el cuadro de tabulación de datos, con la finalidad de poder identificar con facilidad el 80 % de las causas que pueden ser las principales que afectan en el área de producción de la empresa cartonera de Huachipa 2019.



Figura 3: Diagrama de Pareto de tabulación de datos.

Según la tabla de tabulación de datos y el gráfico de Pareto se puede visualizar que la mayor cantidad de problemas en la empresa se deben al inadecuado control del plan de mantenimiento 10.54%, inadecuada planificación de mantenimiento 10.05%, fallas recurrentes 9.31%, procedimientos no estandarizados 6.13% los cuales son los que tienen mayor influencia en las paradas inesperadas de la máquina Martin 618. A continuación, se realizará una estratificación y se agrupará por áreas, con la finalidad de identificar las causas y el área a la que corresponden. Para esto se tomará en cuenta tres áreas tal es el caso del área de mantenimiento, gestión y procesos.

Tabla 5: Cuadro de estratificación.

Causas que originan la parada de maquina	Frecuencia	
Fallas recurrentes.	38	MANTENIMIENTO
Inadecuado control del plan de mantenimiento.	43	
Inadecuada planificación de mantenimiento.	41	
Falta de seguimiento en prácticas operativas.	19	
Procedimientos no estandarizados.	25	
Carencias de indicadores en mantenimiento.	24	
Repuestos de mala calidad.	24	
Equipos descalibrados.	23	GESTIÓN
Herramientas Domesticas.	21	
Ineficiente gestión del área de Compras.	19	
Falta de capacitación al personal.	19	
Almacenamiento inadecuado.	14	
Alta rotación del personal.	15	
Personal no calificado.	17	
Falta de motivación al personal.	13	PROCESOS
Falta de orden y limpieza.	23	
Exceso de polvo en el área de trabajo.	13	
Vibración excesiva.	9	
Tiempo de vida cumplido.	8	

Fuente: Elaboración propia.



Figura 4: Diagrama de estratificación.

En la Figura 4, vemos la estratificación del total de las causas las cuales fueron agrupadas por áreas, en esta podemos evidenciar que en el área de mantenimiento influyen la mayor cantidad de causas teniendo una sumatoria de 214 puntos en la frecuencia; luego se tiene el área de gestión con una suma de 141 puntos de frecuencia, después el área de procesos con 53 puntos de frecuencia; con estas observaciones se puede concluir que más de la mitad de causas influyen en el área de mantenimiento donde tiene que prestar más atención y eliminar o reducir causas que afectan a las paradas inesperadas de la máquina Martin 618.

Tabla 6: Análisis del mantenimiento preventivo.

X	CRITERIOS				Total
	Solución a la problemática	Costo de aplicación	Facilidad de aplicación	Tiempo de aplicación	
Análisis del mantenimiento preventivo	2	1	2	1	6
Capacitaciones al personal	2	1	1	1	5
Six-Sigma	1	0	0	0	1
No bueno (0) - Bueno (1) - Muy Bueno (2)					
Los criterios fueron establecidos con el jefe de mantenimiento					

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 5, muestra los criterios y alternativas de solución, la calificación mayor pretende demostrar la alternativa correcta. Para ello se realizó un análisis de cada una de las alternativas; En el caso del análisis en el mantenimiento preventivo tuvo un puntaje de 6 y capacitación al personal obtuvo un puntaje de 5 son las de mayor impacto en las paradas repentinas de la máquina Martin 618, por lo que es de consideración por la empresa debido a su accesibilidad de costos y tiempo de aplicación; Para el Six-Sigma con un puntaje de “1” la empresa no lo considera realizarlo porque no tiene mayor relación con las paradas de máquina según el cuadro presentado.

Tabla 7: Matriz de priorización de las causas a resolver.

consolidación de causas por área	Métodos	Mano de obra	Mediciones	Materiales	Medio ambiente	Máquinas	Nivel de criticidad	Total de problemas	Porcentaje	Impacto	Calificación	Prioridad	Medidas a tomar
MANTENIMIENTO	66	0	86	24	0	38	ALTO	214	52.45%	5	1070	1	Análisis del mantenimiento preventivo
GESTIÓN	19	45	0	33	0	44	MEDIO	141	34.56%	3	423	2	Capacitación y seguimiento de personal
PRODUCCIÓN	0	0	0	0	45	8	MEDIO	53	12.99%	1	53	3	Estudio del trabajo, mejora de los procesos
TOTAL DE PROBLEMAS	85	45	86	57	45	90		408	100.00%				

Fuente: Elaboración propia.

1.2. Justificación del estudio.

1.2.1. Conveniencia.

Nuestra investigación es conveniente ya que permitirá mejorar la gestión de mantenimiento de la empresa, dentro de ello el mantenimiento preventivo programado y así minimizar las paradas repentinas de la máquina e incrementar la disponibilidad en la línea Martin 618, la productividad de la empresa y competitividad de la organización.

1.2.2. Practica.

Evitar paradas inesperadas e incrementar la disponibilidad y fiabilidad de la máquina flexográfica Martin 618, el cual está afectando directamente a la producción, para el cual se propondrá un plan de mejora en el mantenimiento preventivo programado.

1.2.3. Metodología.

Nuestro proyecto de investigación servirá para ampliar los conocimientos al lector, se analizará la disponibilidad y confiabilidad de la máquina flexográfica Martin 618; haremos uso del método científico, nuestra estrategia a utilizar será un método no experimental de corte transversal, descriptivo y tendrá una duración de 4 meses, 14 semanas aproximadamente.

1.2.4. Social.

Nuestra investigación contribuirá como aporte para los estudiantes de diferentes carreras relacionadas al mantenimiento; prevenir defectos en el proceso de producción y garantizar un producto de calidad para beneficio del usuario.

1.3. Trabajos previos.

Nuestra materia de estudio, se enfoca a minimizar las causas de paradas de máquina, mejorar el plan de mantenimiento preventivo con la finalidad de incrementar la disponibilidad de la línea productiva.

A continuación, se detallarán trabajos realizados que tienen mucha coincidencia con nuestro trabajo de investigación:

1.3.1. Antecedentes Nacionales.

Reaño (2019) realizó el estudio sobre “Propuesta de mantenimiento centrado en confiabilidad en una empresa reprocesadora de subproductos de arroz para minimizar el número de averías”. Obteniendo como objetivo el Proponer un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad en una empresa reprocesadora de subproductos de arroz para minimizar el número de averías. Siendo un estudio de nivel cuantitativo aplicada y de diseño no experimental transversal, llegando a la conclusión del estudio que un sistema de mantenimiento basado en la confiabilidad según la criticidad de los activos, se puede diseñar un plan preventivo para reducir las fallas recurrentes e aumentar la disponibilidad de las máquinas en la organización.

Ponciano (2017) realizó el estudio sobre “Aplicación del Mantenimiento Preventivo para incrementar la Productividad de la Línea de Sachets en la empresa Laboratorios SMA S.A.C. Ate 2017”. Tiene como objetivo establecer la forma de aplicar un mantenimiento preventivo ayuda a incrementar la productividad en la línea de sachets de la empresa Laboratorios SMA S.A.C. El nivel de investigación del estudio fue de tipo descriptivo; Los resultados obtenidos en la investigación sobre la relación del mantenimiento preventivo y la productividad en la línea de sachets en la empresa Laboratorios SMA S.A.C. Muestran que la productividad se incrementa en un 11.05 %. Se puede llegar a la conclusión sobre la variable pendiente productividad, que con un adecuado mantenimiento preventivo en la línea de sachets de la empresa Laboratorio SMA S.A.C. con un nivel de significancia 0.000 se logra incrementar la productividad en un 11.05%; por lo que se concluye al rechazo de la hipótesis nula y

aceptando la hipótesis alterna.

Bendezu (2017) realizó el estudio de “Aplicación del Mantenimiento Preventivo Para Mejorar La Productividad en el Proceso de Extrusión del Área de Producción de Industrias Plásticas Marplast S.A.C, Lima-2017”; Cuyo objetivo principal fue determinar como la aplicación del mantenimiento preventivo mejora la productividad en el proceso de extrusión del área de producción en Industrias Plásticas Marplast SAC, Lima, 2017. El método del estudio fue aplicado y explicativo para mejorar la productividad en la empresa Industrias Plásticas Marplast SAC. Las conclusiones del estudio fueron que el mantenimiento preventivo aplicada en el proceso de extrusión del área de producción de Industrias Plásticas Marplast SAC, Lima, 2017, incremento la productividad en 15.04 %, la eficiencia en 10.46% y la eficacia en 23.38 %.

Sánchez (2016) ha realizado un estudio sobre el “Programa de Mantenimiento Preventivo para Incrementar la Productividad en la Planta 1 de la Empresa Agroexportadora Gandules INC. SAC Jayanca, Lambayeque 2016”. Teniendo como objetivo el de proponer un programa de mantenimiento preventivo enfocado a aumentar la productividad en la Planta 1 de la empresa agroexportadora Gandules Inc Sac. 2016. Siendo el nivel de la investigación de tipo descriptivo; los resultados obtenidos de la investigación son: Dentro del área de gestión tenemos que mejorar el programa de mantenimiento preventivo, además de organizar el espacio del taller y revisar periódicamente el cumplimiento del programa de mantenimiento en las máquinas cerradoras de envases de hojalata, la máquina cortadora y el horno de soasado. Llegando a la conclusión de que puntos a mejorar son las dimensiones del estudio en; Gestión del trabajo, con un mejor plan de mantenimiento preventivo; Organización material del taller, en donde se tiene que mejorar el espacio con un lugar estratégico muy cerca al almacén de repuestos y con Métodos de trabajo en revisión del programa de mantenimiento preventivo con estimaciones previas en el tiempo de intervención.

1.3.2. Antecedentes Internacionales

García (2018) han realizado el estudio de “Diseño e Implantación de un sistema de mantenimiento preventivo en la línea de plegado y pegado Bobst MPG Expertfold”. El objetivo del estudio es mostrar la capacidad del autor para desarrollar la implantación de un plan de mantenimiento preventivo, así como el diseño de los diferentes partes de limpieza,

fiabilidad, seguridad y engrase de la línea de producción; El tipo de investigación es descriptiva porque describe la situación actual de la empresa cuya propósito es reducir las averías imprevistas a lo largo del año, minimizar el mantenimiento correctivo y los periodos de parada por avería para ello se presenta el plan de mejora el cual tiene como objetivo el optimizar el mantenimiento preventivo que lleva a cabo la empresa Smurfit Kappa Quart en la línea de plegado y pegado Bobst MPG Expertfold para incrementar la productividad de la organización.

Enríquez & Benlloch (2018) realizaron la investigación de “Estudio e implantación del mantenimiento preventivo en la línea de impresión y troquelado BOBST-203”. El cual tiene como objetivo principal demostrar la capacidad del autor en desarrollo y gestión de mantenimiento preventivo de la maquinaria BOBST-203 en la empresa Smurfit Kappa S.A. el cual permita maximizar la producción; El tipo de investigación fue descriptiva de todo el proceso actual del mantenimiento preventivo de la máquina BOBST_203, los resultados obtenidos del informe son muchas falencias en el desarrollo y gestión del mantenimiento preventivo que impacta directamente en las paradas de máquina y disminuye la productividad, por esta razón se presenta una propuesta de mejora cuyo objetivo principal es de incrementar la disponibilidad de máquina en horas de producción sin que haya fallas además de optimizar recursos, siendo capaces de prevenir las averías antes de que se produzcan.

Cano (2017) realizó un estudio “Implementación de un sistema de mantenimiento centrado en confiabilidad para la maquinaria flexográfica y litográfica de la empresa Central de Empaques, s.a.”; el cual tiene como objetivo principal el implementar un mantenimiento centrado en la confiabilidad en las máquinas flexográfica y litográfica de la empresa Central de Empaques S.A. En concordancia con el autor un mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad se puede evitar incidentes laborales y reducir las paradas de máquina innecesarias por fallas funcionales que pueden ser ubicadas oportunamente, de esta manera incrementar la disponibilidad de la máquina en producción y reducir costos.

Benedicto (2016) ha realizado el estudio de “Plan de mantenimiento de una máquina flexográfica de 8 colores de tambor central”. El objetivo de este estudio es averiguar cuáles son las fallas más importantes y de impacto en la incidencia del funcionamiento general de la máquina; El tipo de investigación es descriptivo; Los resultados obtenidos en la

investigación fueron que un buen plan de mantenimiento preventivo enfocado en solucionar las fallas de mayor impacto y hacer seguimiento para su recambio disminuirá las paradas repentinas de la máquina. Las conclusiones de la investigación son que para beneficio de la empresa tanto el personal de mantenimiento como el personal de producción deben de trabajar en conjunto, mantenimiento con una buena gestión y seguimiento en su plan preventivo según sus indicadores de recambio y criticidad de fallas, además el personal de producción debe de cumplir con un plan de limpieza organizada de la maquinaria.

Galeano (2016) ha realizado el estudio de “Elaboración de un plan de mantenimiento para la Empresa Gráficas Buda S.A.S”. El objetivo del estudio es implementar un plan de mantenimiento preventivo con el fin de mantener sus máquinas, recursos y personal involucrado en el buen sostenimiento; El tipo de investigación es de campo y aplicado. Las conclusiones de la investigación fueron el desarrolló de la documentación para realizar un mantenimiento preventivo tales como formatos, hojas de vida, ordenes de trabajo entre otros; se diseña un programa básico de mantenimiento, para un acceso rápido a la documentación elaborada en el plan de mantenimiento y se recomienda Continuar en un proceso de mejora continua, retroalimentándose con la documentación desarrollada y capacitaciones al personal.

Guerra (2010) ha realizado el estudio de “Estructuración y organización del mantenimiento, para la prevención de fallas en impresoras flexográfica Comexi FJ-2108, para la industria de plásticos flexibles”; cuyo objetivo fue el de verificar la eficiencia del equipo utilizando la distribución de Weibull para encontrar su disponibilidad y confiabilidad y luego implementar un mantenimiento preventivo; Aplico un método de estudio teórico practico; Concluyendo que la confiabilidad conforme a los registros históricos y cálculos de Beta y Eta en Weibull es de 44.55% que la maquinas duren más de 48 horas sin fallar; Recomendando evaluar diariamente los trabajos de mantenimiento, con el objeto de aumentar la confiabilidad del equipo.

Montaña (2006) realizó un estudio sobre “Diseño de un modelo de gestión de mantenimiento para máquinas impresoras con base en el proceso productivo de la imprenta nacional de Colombia”; Cuyo objetivo fue el de diseñar un modelo de mantenimiento que contribuya a la organización para mejorar la gestión de mantenimiento en las maquinas impresoras; Siendo el método de estudio aplicado y explicativo para mejorar el mantenimiento preventivo y la producción de las imprentas; Las conclusiones del estudio fue que la

disponibilidad de las imprentas son 68.04% en las 4 semanas de estudio y después de aplicar la propuesta de mejora en gestión de mantenimiento se incrementa a 98.04%.

1.4. Formulación del problema.

1.4.1. Problema general.

¿Cuál es el comportamiento de la disponibilidad de una máquina flexográfica en una empresa cartonera, Huachipa 2019?

1.4.2. Problemas específicos.

¿Cuál es el comportamiento de la confiabilidad de una máquina flexográfica en una empresa cartonera, Huachipa 2019?

1.5. Objetivos.

1.5.1. Objetivo general.

Describir la disponibilidad de la máquina Martin 618 en el área de conversión de cajas en una empresa cartonera de Huachipa 2019.

1.5.2. Objetivos específicos.

Describir la confiabilidad de la máquina Martin 618 en el área de conversión de cajas en una empresa cartonera de Huachipa 2019.

1.6. Alcance del estudio.

El presente estudio se realizó en las áreas de conversión de cajas en la empresa cartonera Huachipa, 2019 y se describirá las causas que afectan directamente a las paradas de la máquina Martin 618 y como el mantenimiento preventivo impacta en la disponibilidad y fiabilidad de la máquina.

1.7. Teorías relacionadas al tema.

1.7.1. Mantenimiento preventivo.

Es una actividad que forma parte del mantenimiento, pues el mantenimiento preventivo es el encargado de conservar los equipos e instalaciones mediante la realización de revisión programada y limpieza para garantizar un buen funcionamiento, disponibilidad y fiabilidad. El mantenimiento preventivo se realiza en equipos en condiciones de funcionamiento caso contrario como sucede en un mantenimiento correctivo que entra a actuar cuando el equipo deja de funcionar o está dañado.

Villaseñor & Galindo (2016), mencionan: “Este tipo de mantenimiento está basado en actividades programadas e inspecciones, rutinas, lubricaciones, ajustes de partes, reemplazo de partes usadas y reparación habitual basada en los tiempos y tratar de anticiparse a las futuras fallas y evitar que éstas sucedan” (p.87).

El principal objetivo del mantenimiento preventivo es disminuir o eliminar las fallas del equipo, lograr prevenirlas antes que ocurran. Las actividades del mantenimiento incluyen recambio de repuestos por desgaste o tiempo de vida agotado además de cambios de aceite, lubricaciones, etc. De esta manera evitar las fallas en equipos y no llegar a un mantenimiento correctivo que involucra una parada de la línea productiva y afecta a la disponibilidad de la misma.

“El mantenimiento preventivo, planificado o sistemático, se da lugar antes que ocurra una falla, se cumple bajo condiciones controladas a cargo de personal con experiencia, los cuales son efectuados en el momento que no se está produciendo, para llevar a cabo el procedimiento. El fabricante puede pactar el momento oportuno a través de los manuales técnicos” (Carcel,2014, p. 125)

El mantenimiento preventivo determina sus procesos a llevar a cabo con procedimientos estandarizados recomendados por el fabricante de las maquinarias, las legislaciones vigentes, recomendaciones de expertos en los equipos, además de tener en cuenta los indicadores o historial de fallas.

1.7.2. Uso del mantenimiento preventivo.

Es mantenimiento preventivo también se puede llamar mantenimiento planificado y son una serie de acciones o procedimientos necesarias para alargar la vida útil de las maquinarias, equipos e instalaciones dentro de una organización además de prevenir las paradas de máquinas por imprevistos. Su propósito es planificar periódicamente tareas y actividades específicas programadas, recambio de repuestos, engrase, cambio de aceites, etc. Para así reducir fallas y paradas repentinas de la línea que conllevan a acciones correctivas.

1.7.3. Tipos de mantenimiento preventivo.

El mantenimiento programado, las revisiones se realizan por tiempo, kilometraje, horas

de funcionamiento, etc. Por ejemplo, en el mantenimiento programado de un automóvil recién comprado el fabricante especifica un mantenimiento a los 5000 kilómetros y una serie de actividades como son el cambio de bujías, filtro de aire, cambio de aceite, filtro de aceite, etc.

El mantenimiento predictivo, es aquel que trata de determinar el momento en el cual se deben efectuar las reparaciones o recambios mediante un seguimiento continuo con equipos que tratan de dar un indicador de fallo y prevenir un recambio antes de que esto suceda.

El mantenimiento de oportunidad es aquel que se ejecuta aprovechando los periodos de no utilización, soslayando las paradas de equipos e instalaciones cuando están en uso. Volviendo al ejemplo del automóvil, si utilizamos el auto solo unos días a la semana y pretendemos hacer un viaje largo con él, es lógico realizar las revisiones y posibles reparaciones en los días en los que no necesitamos el coche, antes de iniciar el viaje, garantizando de este modo su buen funcionamiento durante el mismo proceso.

1.7.4. Disponibilidad.

Es la capacidad de un equipo o maquinaria para cumplir una función requerida bajo situaciones dadas en un intervalo de tiempo.

- Formula de la Disponibilidad.

$$D = \frac{TT - \sum PM - \sum DT}{TT - \sum PM}$$

D = Disponibilidad

TT = Tiempo total

PM = Mantenimiento preventivo

DT = Tiempo que la máquina no funciona ni produce (Down time)

La disponibilidad se define como “La probabilidad de que el equipo funcione satisfactoriamente en el momento que sea requerido después del comienzo de su operación, cuando se usa bajo condiciones estables, donde el tiempo total considerado incluye en tiempo de operación, el tiempo activo de reparación, el tiempo inactivo, el tiempo de mantenimiento preventivo (en algunos casos), el tiempo administrativo, el tiempo de funcionamiento sin producir y el tiempo logístico.” (Mora, 2010, p.67).

1.7.5. Confiabilidad.

Es la capacidad que tiene un equipo o maquinaria para realizar una función para cual fue diseñada bajo las condiciones dadas en un tiempo determinado.

Es decir, cuando hablamos de confiabilidad o fiabilidad en equipo o maquinaria es el trabajo continuo durante un periodo de tiempo dado, sin ser interrumpido en sus funciones, por otra parte, cuando hablamos de disponibilidad del equipo o maquinaria, es la capacidad de tiene para realizar una función en las condiciones deseadas, pero el tiempo puede ser interrumpido sin ningún problema. Ejemplo el caso de un taxista la que maneja un automóvil por diez horas diarias, la confiabilidad de su maquinaria seria el tiempo que trabaja diariamente sin que el automóvil falle (diez horas) y la disponibilidad seria la suma de todo el tiempo que trabaja y el tiempo que su automóvil está en su cochera porque también lo tiene disponible por que quisiera trabajar más de las diez horas diarias.

- **Formula de la Confiabilidad.**

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

C = Confiabilidad

MTBF = Tiempo medio entre fallas

MTTR = Tiempo medio para reparación

La confiabilidad o fiabilidad es la “Probabilidad de que un bien funcione adecuadamente durante un periodo determinado bajo condiciones operativas específicas” (González, 2010, p.75).

II. Método.

2.1. Tipo y Diseño de la Investigación.

El término diseño se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea con el fin de responder al planteamiento del problema. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 128).

2.1.1. Tipo de Investigación.

El tipo de investigación de nuestro proyecto es aplicada, porque es un proceso que permite transformar el conocimiento teórico que proviene de la investigación básica en conceptos, prototipos y productos (José Lozada, 2014, p.38).

La investigación aplicada es constructiva y utilitaria que se interesa en aplicar los conocimientos teóricos y determinar situaciones concretas, es decir, busca conocer para actuar y modificar transformando el conocimiento científico en tecnología generando valor agregado de utilidad para la industria manufacturera.

2.1.2. Enfoque de la investigación.

Nuestra investigación es de enfoque cuantitativo porque a través de mediciones numéricas se busca cuantificar, reportar, medir que sucede, es decir, nos proporciona información específica de una realidad la cual podemos explicar y predecir utilizando la estadística.

“Usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías”. Hernández, R (2010, p. 4).

2.1.3. Diseño de la investigación.

No experimental

“Estudios que se realizan sin manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos”. Hernández, R (2010, p. 149).

2.1.4. Nivel de la investigación.

La investigación es de nivel Descriptivo, es decir, por medio de la observación y aplicando el método científico se describirá la realidad actual de la máquina flexográfica Martin 618 en la empresa cartonera de Huachipa 2019, además de recoger los datos en base a una hipótesis o teorías; Para luego resumir la información de manera cuidadosa y analizarla minuciosamente con ayuda de la estadística.

2.2. Variable y Operacionalización.

2.2.1. Variable: Mantenimiento preventivo.

Mantenimiento preventivo es una técnica científica del trabajo industrial que en especial, está encaminada al soporte de las actividades de producción y en general a todas las instalaciones empresariales. Este a su vez incluye inspecciones periódicas de activos y equipos de la planta, para manifestar las condiciones que conducen a paros inesperados de producción. Conserva la planta para anular los contratiempos, adaptarlos o repararlos, cuando se encuentran en una etapa inicial.

“Es un conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que un sistema pueda seguir funcionando adecuadamente no llegue a la falla.” (Dounce, 2012, p.37).

2.2.2. Dimensiones:

a) Disponibilidad:

“Es la probabilidad de que el equipo funciones satisfactoriamente en el momento que se requiere después del comienzo de su operación, cuando se usa bajo condiciones estables.” (Mora, 2010, p.75)

“Es el porcentaje de tiempo que el sistema o equipo está útil (disponible) para producción.” (González, 2010, p.92)

b) Confiabilidad:

“La confiabilidad se define como la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para las cuales se diseña durante un periodo de tiempo específico y bajo condiciones normales de operación, ambientales y del entorno.” (Mora, 2010, p.95)

Tabla 8: Matriz de Operacionalización de las variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Mantenimiento preventivo	<p>“Es un conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que un sistema pueda seguir funcionando adecuadamente no llegue a la falla.” (Dounce, 2012, p.37).</p>	<p>El plan de mantenimiento preventivo se medirá en base a la confiabilidad y disponibilidad, mediante indicadores, que nos ayudaran a determinar las causas de fallos más recurrentes.</p>	Confiabilidad	$C = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100\%$ <p>C = Confiabilidad. MTBF = Tiempo medio entre fallas. MTTR = Tiempo medio para reparación.</p>	Razón
			Disponibilidad	$D = \frac{TT - \sum PM - \sum DT}{TT - \sum PM}$ <p>D = Disponibilidad. TT = Tiempo total. PM = Mantenimiento preventivo. DT = Tiempo que la maquina no funciona ni produce (Down time).</p>	Razón

Fuente: Elaboración propia.

2.3. Población, muestra y muestreo.

2.3.1. Población:

Kerlinger & lee (2002), define la población como: “El grupo de elementos o casos, ya sean individuos, objetos o acontecimientos, que se ajustan a criterios específicos y para los que pretendemos generalizar los resultados de la investigación. Este grupo también se conocen como población objetiva o universal” (p.135).

Para el presente trabajo de investigación el sujeto de estudio es en una empresa cartonera dedicada a la fabricación de cajas de cartón en Huachipa 2019, en la cual se investigará la línea flexográfica Martín 618.

N= 01 Máquina Flexográfica Martín 618.

2.3.2. Muestra:

Hernández, Fernández y Baptista (2010, pág. 235), indica que:

“La muestra es, en espacio, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población (...); básicamente categorizamos las muestras en dos grandes ramas, las muestras no probabilísticas y las muestras probabilísticas; en este último todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser escogidos y se obtienen definiendo las características de la población y el tamaño de la muestra (...); en las muestras no probabilístico, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de las causas relacionadas con las características de la investigación o de quien hace la muestra. Aquí el procedimiento no es mecánico, ni con base de fórmula de probabilidad, sino depende del proceso de toma de decisiones de una persona o de un grupo de personas”.

Para este trabajo la muestra es la Máquina Flexográfica Martín 618.

2.3.3. Muestreo:

Como la población y muestras son iguales, entonces podemos afirmar que no es necesario el muestreo ya que es un muestreo no probabilístico.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos y confiabilidad.

2.4.1. Técnicas.

Consiste en recolectar datos pertinentes sobre los atributos, conceptos o variables de las unidades de análisis. (Hernández, Fernández, Baptista, 2010, p.198). Las técnicas usadas para esta investigación son:

Entrevista. - Realizado al personal encargado de mantenimiento, supervisor y jefe de línea.

Observación Directa. - Se expone con el contacto directo con elementos en los cuales se va a realizar la investigación, por lo que se observará el trabajo diario de la línea Martin 618 en la empresa para el posterior análisis de la variable, además se saca datos de paradas de máquina del software PC TOPP implementado en la empresa.

2.4.2. Instrumento.

Según Valderrama “Los instrumentos son los medios materiales que emplea el investigador para recoger y almacenar la información” (2012, p. 95). Para esta investigación se usará: Registro de fallas por mantenimiento. Gantt de mantenimiento; Ordenes de Trabajo del área de mantenimiento y reporte de fallas emitidos por los operarios de la línea en el Excel de acceso directo.

2.4.3. Validez.

Arias (2012 pág. 79), sobre la validez manifiesta: “La validez del cuestionario significa que las preguntas o ítems deben tener una correspondencia directa con los objetivos de la investigación. Es decir, las interrogantes consultarán sólo aquello que se pretende conocer o medir”.

La validez de este trabajo de investigación se obtendrá por medio del juicio de tres docentes expertos de la Universidad César Vallejo pertenecientes a la facultad de ingeniería, escuela de ingeniería industrial, tal como se observa en el anexo I.

Donde no se observa ninguna negación observación al presente trabajo de investigación.

- a) Dr. Jorge Rafael Díaz Dumont.
- b) Ing. Luis Alberto Vilela Romero.
- c) Ing. Lino Rolando Rodriguez Alegre.

2.4.4. Confiabilidad.

“La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales”. (Hernández, Fernández, Baptista, 2010, p. 200).

Hernández, y otros (2006 pág. 277), refieren que “La confiabilidad de un instrumento de medición se determina el mediante diversas técnicas, las cuales se comentarán brevemente después de revisar los conceptos de validez y objetividad”.

Durante la recolección de datos la confiabilidad se mide con unas dispersiones de promedio estándar, conocida como desviación estándar. Que la desviación estándar de cada una de las dimensiones sea la más baja posible.

La empresa cartonera de Huachipa brindara la información autentica y necesaria, con datos actualizados que nos ayudaran a recolectar información veraz y precisa sobre fallas recurrentes y paradas imprevistas de la línea Martin 618.

2.5. Procedimiento.

El procedimiento consistirá en respetar el plan o cronograma de mantenimiento, el correcto llenado del cumplimiento de Gantt de mantenimiento, las ordenes de trabajo, y reporte de averías; lo cual nos ayudará a llevar un mayor control y análisis.

2.6. Método de análisis de datos.

Estadística apoyada al Excel con el historial de fallas, el análisis de las 14 semanas de estudios se realizará cuadros y hojas de cálculo en Excel y datos extraídos de sistema incorporado PC TOPP; Para luego proceder al análisis descriptivo de la realidad en la máquina Martin 618.

2.6.1. Análisis Descriptivo.

Según (Moncho y Nolasco, 2015, p1) “La estadística proporciona al investigador un conjunto de herramientas de análisis que le permiten resumir y describir la información sobre determinadas características de interés de los individuos o elementos objeto de estudio, así como inferir o extraer conclusiones sobre una población a partir de los resultados obtenidos en una muestra”.

2.7. Aspectos éticos.

En siguiente trabajo de investigación cumple estrictamente con los criterios y reglamentos establecidos por la Universidad Cesar Vallejo, se respetará a los derechos de autor, citándolos y haciendo mención en todas las referencias, artículos científicos, libros, revistas, etcétera. De manera correcta según el estilo ISO. Se protegerá la privacidad de la información confidencial de la empresa a estudio, también se subirá el proyecto al repositorio de la Universidad para que sirva de ayuda a otros estudiantes en sus investigaciones futuras.

III. Resultados.

3.1. Generalidades de la empresa.

Se trata de una empresa dedicada a la fabricación de empaques y envolturas (cajas de cartón corrugado, en presentación flexográfica, offset y digital HP) a partir del bagazo desmenuzado de la caña de azúcar, cartón reciclado y papel comprado del exterior, para el sector manufacturero y sector agro-industrial en general.

Dirección: Huachipa – Lima

Misión:

“Brindar un producto y servicio extraordinario e innovador a nuestros clientes”

Visión:

“Alcanzar un EBITDA de 200 millones de soles en el 2021”

Valores:

- Seguridad
- Respeto
- Honestidad
- Integridad
- Responsabilidad social
- Solidaridad
- Trabajo en equipo

Política de Calidad e Inocuidad.

Nos comprometemos a fabricar empaques de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes, la inocuidad y legalidad de nuestros productos. Ofrecemos consistentemente valor a nuestros clientes y partes interesadas, mediante la mejora continua y la eficacia de nuestros sistemas de gestión.

3.2. Productos.

El producto final brindado son cajas de cartón corrugado en ondas (E, T, B, C, EB, EC, BC) de diseño estándar y troqueladas para todo tipo de embalajes desde productos alimentarios como son frutas, aceites, galletas, paltas, uvas, etcétera y productos para la industria como son cajas para cerámica, clavos, explosivos, artículos de limpieza etcétera.



Figura 5: Cajas estándar.



Figura 6: Cajas troqueladas multiformes.

3.3.Organigrama de la Empresa.

Estructura Organizacional Gerencia de Negocios / CAJAS

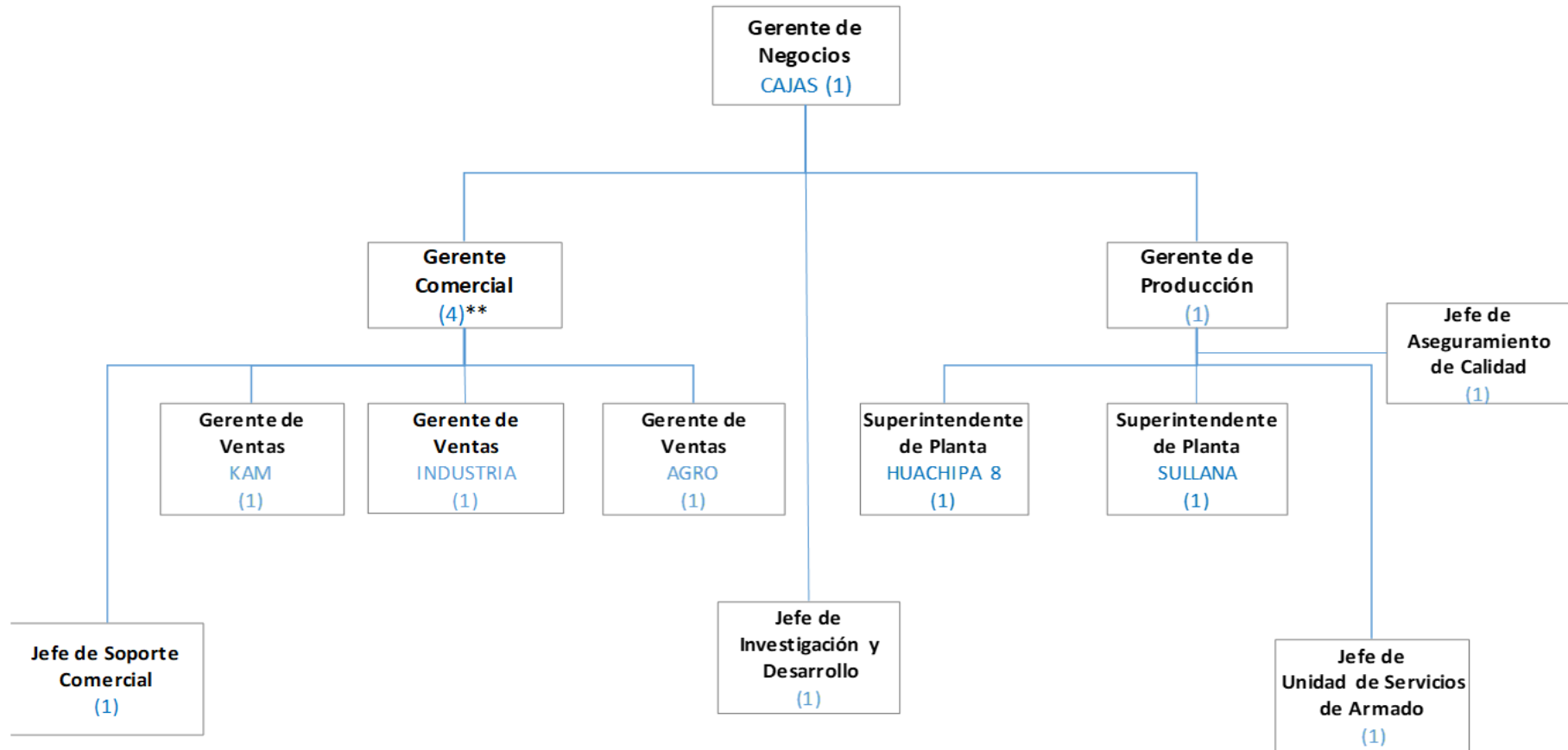


Figura 7: Estructura Organizacional Gerencia de Negocios – Cajas.

Estructura Organizacional Superintendencia HUACHIPA 8 / CAJAS

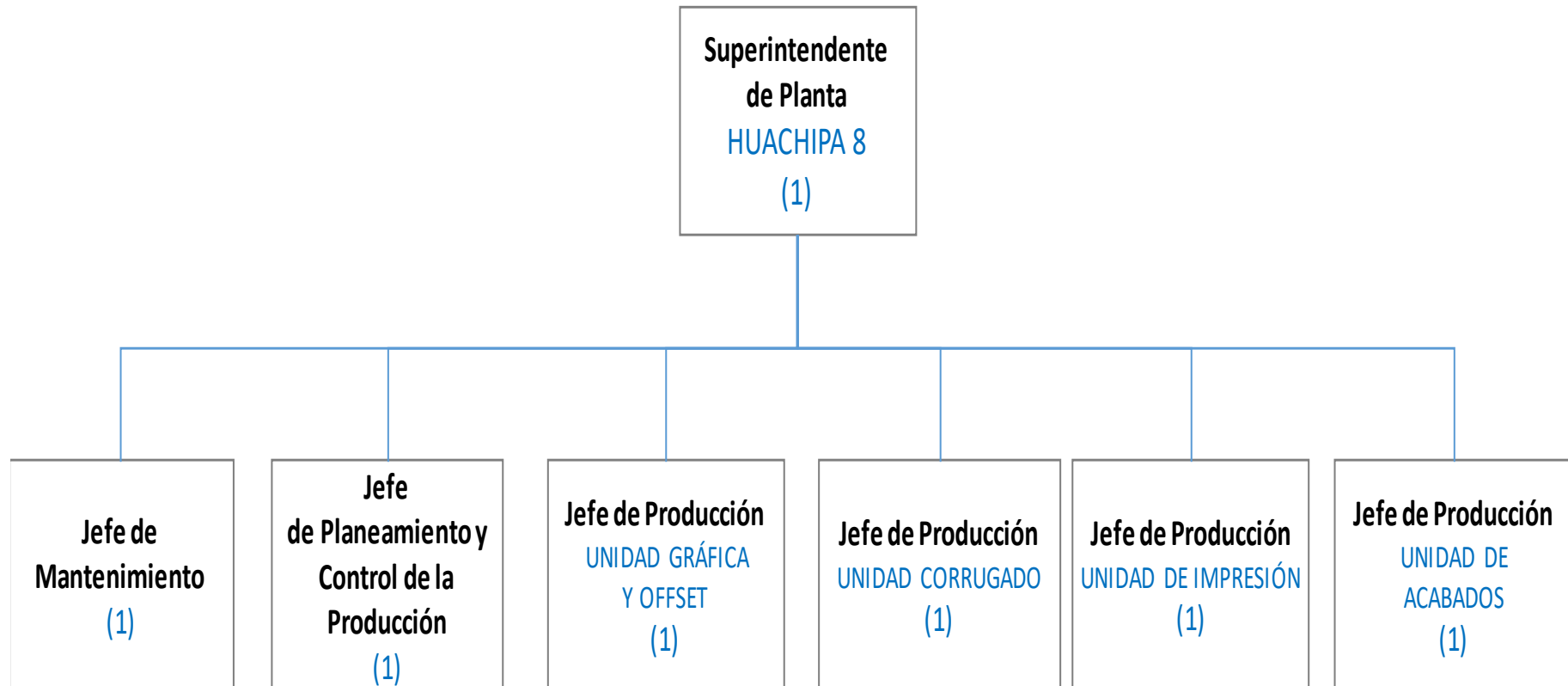


Figura 8: Estructura Organizacional Superintendencia Huachipa 8 – Cajas.

Estructura Organizacional Jefe de Mantenimiento Huachipa 8 / CAJAS

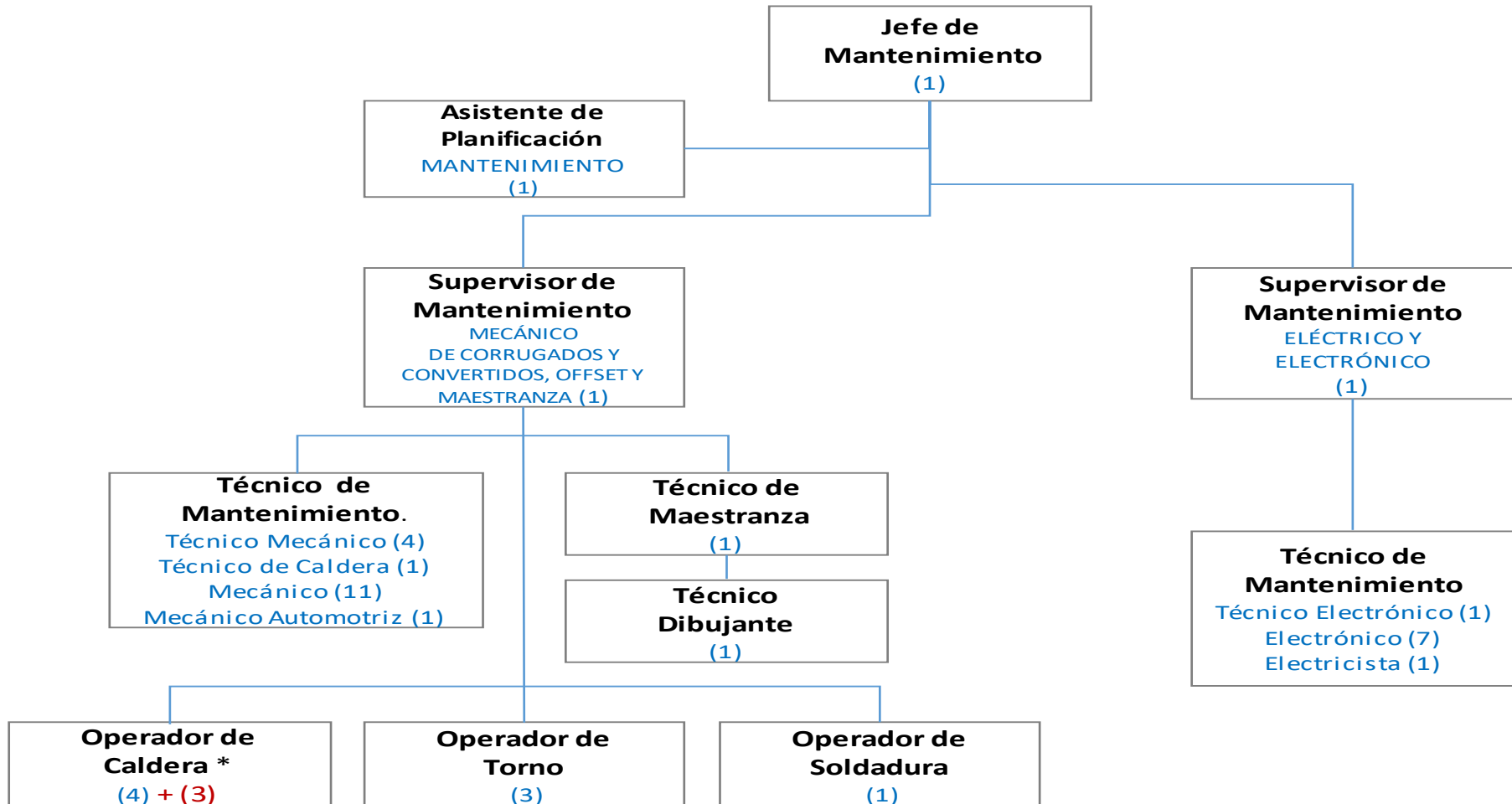


Figura 9: Estructura Organizacional de mantenimiento Huachipa 8 – Cajas.

3.4. Flujograma.

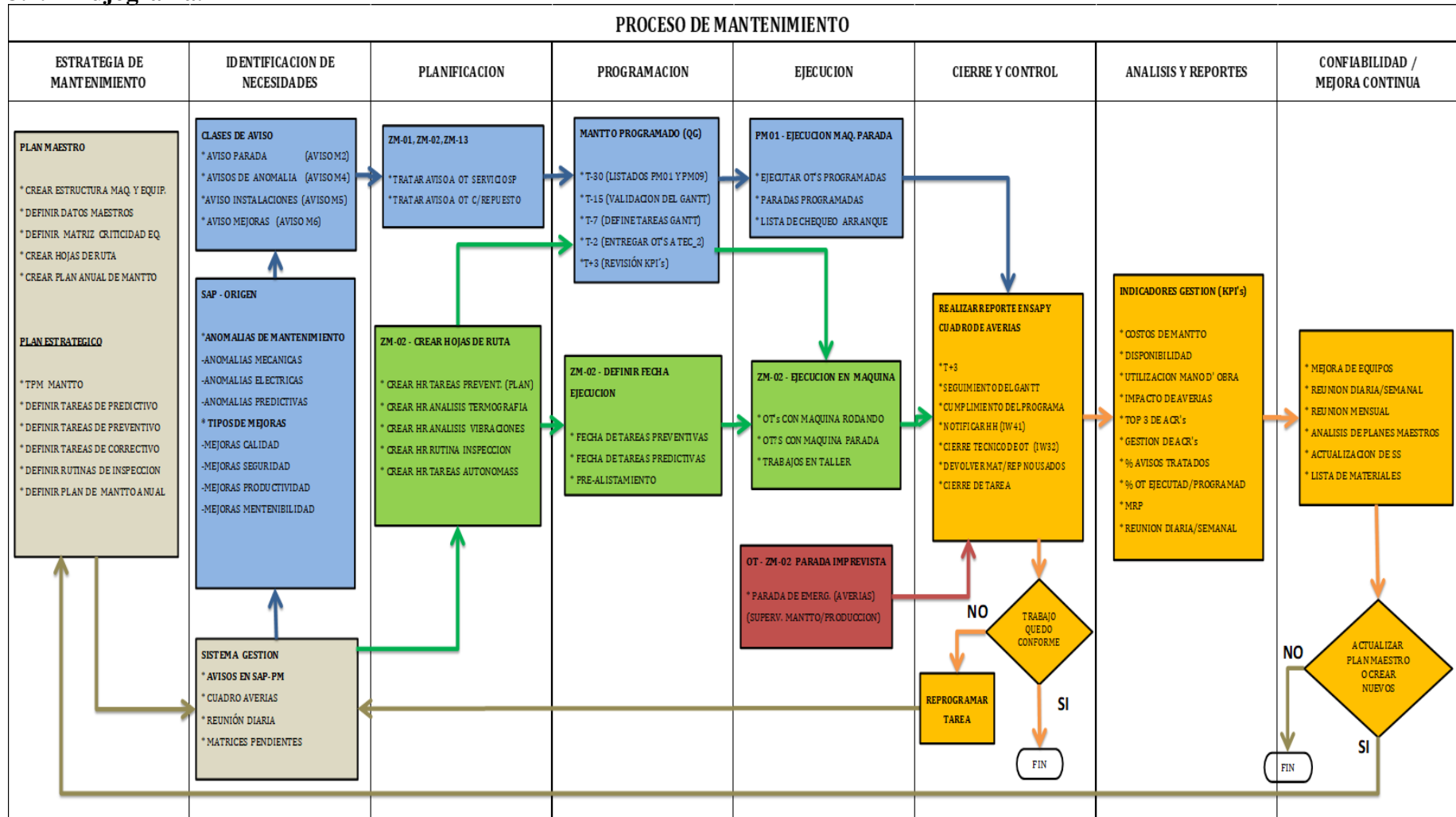


Figura 10: Flujograma del área de Mantenimiento.

DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS CAJAS DE CARTON CORRUGADO.

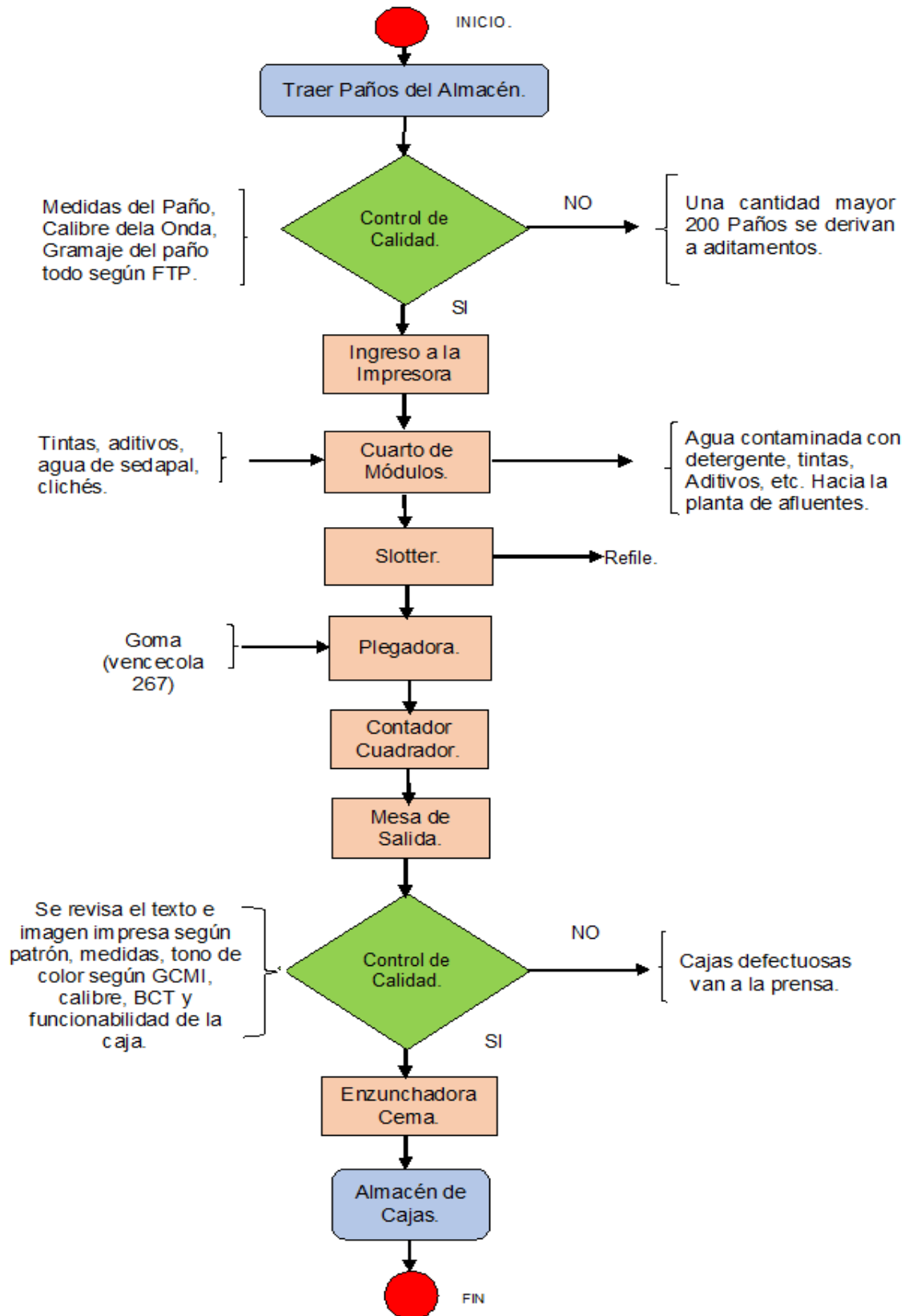


Figura 11: Diagrama de Flujo de cajas de cartón corrugado.

3.5. Características de la Máquina.

La imprenta flexográfica Martín 618, es una máquina de fabricación francesa del año 2005, está diseñada para fabricar cajas de cartón corrugado tipo estándar, la transferencia del cartón es por medio de una mesa de vacío llamado tapiz, cuenta con cuatro módulos impresores, cuerpo de cuchillas slotter, un cuerpo de plegado y un módulo cuadrador contador, además de un sistema automático de aplicación de adhesivo llamado valco y una flejadora automática cema. La imprenta Martín 618 tiene una velocidad mínima de producción de 3500 golpes/hora y una velocidad máxima de 26000 golpes/hora, un formato de medidas máximo de hasta 60 cm de ancho por 180cm de largo.



Figura 12: La imprenta flexográfica Martín 618.

3.5.1. Personal que trabajan en la línea.

Cuatro personas por turno (1 operador, 1 segundo operador, 2 ayudantes alimentadores y un trabajador de servicio Adecco); son tres turnos rotativos (mañana, tarde y noche); En total 15 personas de producción en la línea, adicional 2 mecánicos y 2 eléctricos por turno.

Tabla 9: Lista de colaboradores que trabaja en la línea según turno.

TURNO MAÑANA	
CARGO	CANTIDAD
OPERADOR 1	1
OPERADOR 2	1
AYUDANTE 1	2
APILADOR	1

TURNO TARDE	
CARGO	CANTIDAD
OPERADOR 1	1
OPERADOR 2	1
AYUDANTE 1	2
APILADOR	1

TURNO NOCHE	
CARGO	CANTIDAD
OPERADOR 1	1
OPERADOR 2	1
AYUDANTE 1	2
APILADOR	1

Fuente: Elaboración propia.

3.6. Programas de Mantenimiento Preventivo de Julio a Octubre (14 semanas).

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO JULIO 2019						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
1/07/2019	2/07/2019	3/07/2019	4/07/2019	5/07/2019	6/07/2019	7/07/2019
IMPRENTA 19	IMPRENTA 4	IMPRENTA 7	IMPRENTA 5	IMPRENTA 18	IMPRENTA 2	IMPRENTA 15
8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
IMPRENTA 13	IMPRENTA 8	IMPRENTA 9	IMPRENTA 10	IMPRENTA 17	IMPRENTA 11	IMPRENTA 21
8/07/2019	9/07/2019	10/07/2019	11/07/2019	12/07/2019	13/07/2019	14/07/2019
8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
IMPRENTA 19	IMPRENTA 4	IMPRENTA 7	IMPRENTA 5	IMPRENTA 18	IMPRENTA 2	IMPRENTA 15
15/07/2019	16/07/2019	17/07/2019	18/07/2019	19/07/2019	20/07/2019	21/07/2019
8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES				
IMPRENTA 13	IMPRENTA 8	IMPRENTA 9				
22/07/2019	23/07/2019	24/07/2019				
8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS				

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO AGOSTO 2019						
			JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
			1/08/2019	2/08/2019	3/08/2019	4/08/2019
			IMPRENTA 10	IMPRENTA 17	IMPRENTA 11	IMPRENTA 21
			8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
IMPRENTA 19	IMPRENTA 4	IMPRENTA 7	IMPRENTA 5	IMPRENTA 18	IMPRENTA 2	IMPRENTA 15
5/08/2019	6/08/2019	7/08/2019	8/08/2019	9/08/2019	10/08/2019	11/08/2019
8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
IMPRENTA 13	IMPRENTA 8	IMPRENTA 9	IMPRENTA 10	IMPRENTA 17	IMPRENTA 11	IMPRENTA 21
12/08/2019	13/08/2019	14/08/2019	15/08/2019	16/08/2019	17/08/2019	18/08/2019
8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	
IMPRENTA 19	IMPRENTA 4	IMPRENTA 7	IMPRENTA 5	IMPRENTA 18	IMPRENTA 2	
19/08/2019	20/08/2019	21/08/2019	22/08/2019	23/08/2019	24/08/2019	
8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO SETIEMBRE 2019						
						DOMINGO
						1/09/2019
						IMPRENTA 15
						8 HORAS
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
IMPRENTA 13	IMPRENTA 8	IMPRENTA 9	IMPRENTA 10	IMPRENTA 17	IMPRENTA 11	IMPRENTA 21
2/09/2019	3/09/2019	4/09/2019	5/09/2019	6/09/2019	7/09/2019	8/09/2019
8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
IMPRENTA 19	IMPRENTA 4	IMPRENTA 7	IMPRENTA 5	IMPRENTA 18	IMPRENTA 2	IMPRENTA 15
9/09/2019	10/09/2019	11/09/2019	12/09/2019	13/09/2019	14/09/2019	15/09/2019
8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
IMPRENTA 13	IMPRENTA 8	IMPRENTA 9	IMPRENTA 10	IMPRENTA 17	IMPRENTA 11	IMPRENTA 21
16/09/2019	17/09/2019	18/09/2019	19/09/2019	20/09/2019	21/09/2019	22/09/2019
8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS
LUNES						
IMPRENTA 19						
23/09/2019						
8 HORAS						

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO OCTUBRE 2019							
		MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
		1/10/2019	2/10/2019	3/10/2019	4/10/2019	5/10/2019	6/10/2019
		IMPRENTA 4	IMPRENTA 7	IMPRENTA 5	IMPRENTA 18	IMPRENTA 2	IMPRENTA 15
		8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	
IMPRENTA 13	IMPRENTA 8	IMPRENTA 9	IMPRENTA 10	IMPRENTA 17	IMPRENTA 11	IMPRENTA 21	
7/10/2019	8/10/2019	9/10/2019	10/10/2019	11/10/2019	12/10/2019	13/10/2019	
8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	
IMPRENTA 19	IMPRENTA 4	IMPRENTA 7	IMPRENTA 5	IMPRENTA 18	IMPRENTA 2	IMPRENTA 15	
14/10/2019	15/10/2019	16/10/2019	17/10/2019	18/10/2019	19/10/2019	20/10/2019	
8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES				
IMPRENTA 13	IMPRENTA 8	IMPRENTA 9	IMPRENTA 10				
21/10/2019	22/10/2019	23/10/2019	24/10/2019				
8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS	8 HORAS				

Figura 13: Programación de mantenimiento preventivo de Julio 2019 a octubre 2019.

3.6.1. Hoja de Recolección de fallas recurrentes de la línea Martín 618.

FALLAS RECURRENTE IMP. 7

CRITICO	
NECESARIO	
MEJORA	

STATUS AVANCE	No realizado	
	Avance	
	Realizado	

OPORTUNIDAD	LABOR ELEC/MEC	MAQUINISTA	FECHA REPORTADA	FECHA ACTUALIZADA	FECHA PROGRAMADA	STATUS	OBSERVACIONES
MODULO INTRODUTOR							
MODULO 01							
MODULO 02							
MODULO 03							
MODULO 04							
MODULO SLOTTER							
APLICADOR DE GOMA (SISTEMA)							
PLEGADORA							
CUADRADOR CONTADOR.							
AMARRADORA CEMA							
MEJORAS							
PROMEDIO							

Figura 14: Formato de recolección de fallas en máquina Martin 618.

3.6.2. Paradas por Fallas Recurrentes extraídos de sistema integrado PC TOPP.

Tabla 10: Historial de Parada de máquina Martin 618 por fallas periodo julio – agosto 2019.

PARADAS POR FALLAS RECURRENTE 01/07/2019 - 31/08/2019 (7 SEMANAS DE ESTUDIO).							
Día	Parte de Máquina	Causa	IMP7 Martin FFG 618 Horas	Día	Parte de Máquina	Causa	IMP7 Martin FFG 618 Horas
1/07/2019	PLEGADORA	Falla en el Variador	0.45	1/08/2019	MODULOS	Falla en el sistema de entintado	0.87
2/07/2019	MODULOS	Falla en el sistema Valco	1.25	2/08/2019	CONTADOR	Falla en el piston expulsador	1.12
3/07/2019	PLEGADORA	Rotura de Faja de registro	0.83	3/08/2019	INTRODUCTO	Falla en el vacio	0.54
4/07/2019	MODULOS	Falla en la bomba de tinta	0.98	4/08/2019			0.00
5/07/2019	PLEGADORA	Referenciar los sables	1.37	5/08/2019	MODULOS	Fallas de bomba de tinta	0.78
6/07/2019	MODULOS	Falla en el sistema de entintado	1.12	6/08/2019	PLEGADORA	Trabamiento de brazo derecho	0.54
7/07/2019	CONTADOR	Falla en el piston expulsador	0.65	7/08/2019	SLOTTER	Falla en el corte de solapa	0.77
8/07/2019	INTRODUCTO	Falla en el vacio	0.28	8/08/2019	PLEGADORA	Falla en el inyector de goma	0.28
9/07/2019	SLOTTER	Cambio de cuchillas	0.25	9/08/2019	PLEGADORA	Falla en las correas multt	0.95
10/07/2019	MODULOS	Fallas de bomba de tinta	0.54	10/08/2019	INTRODUCTO	Falla en el rodillo arrastrador	0.04
11/07/2019	PLEGADORA	Trabamiento de brazo derecho	0.32	11/08/2019	MODULOS	Falla en el sistema de lavado	0.75
12/07/2019	SLOTTER	Falla en el corte de solapa	0.78	12/08/2019	CONTADOR	Falla en el sensor de conteo	0.37
13/07/2019	PLEGADORA	Falla en el inyector de goma	0.45	13/08/2019	MODULOS	Falla en el sensor de tinta	0.25
14/07/2019	PLEGADORA	Falla en las correas multt	1.00	14/08/2019			0.00
15/07/2019	CONTADOR	Falla en el piston expulsador	0.78	15/08/2019	PLEGADORA	Falla en los patines	0.18
16/07/2019	MODULOS	Falla en el sensor de tinta	0.55	16/08/2019	INTRODUCTO	Falla en la caja Zan	0.87
17/07/2019	PLEGADORA	Falla en el brazo izquierdo	0.32	17/08/2019	CONTADOR	Falla en las correas de arrastre	1.54
18/07/2019	INTRODUCTO	Falla en el vacio	1.00	18/08/2019	SLOTTER	Cambio de cuchillas	0.85
19/07/2019	MODULOS	Falla en el sistema de entintado	1.35	19/08/2019	MODULOS	Falla en la bomba de tinta	0.54
20/07/2019	CONTADOR	Falla en el sensor de tinta	0.72	20/08/2019	MODULOS	Falla en el sistema de entintado	2.24
21/07/2019	SLOTTER	Falla en las cuchillas de segundo corte	0.85	21/08/2019	INTRODUCTO	Falla en la caja Zan	1.28
22/07/2019	CONTADOR	Falla en el centrado de elemento	0.35	22/08/2019	CONTADOR	Falla en las correas de arrastre	1.42
23/07/2019			0.00	23/08/2019	CONTADOR	Falla en el piston expulsador	0.40
24/07/2019	INTRODUCTO	Falla en el rodillo arrastrador	0.54	24/08/2019	MODULOS	Falla en el sensor de tinta	0.80
25/07/2019	MODULOS	Falla en el sistema de lavado	0.78	25/08/2019	PLEGADORA	Falla en el brazo izquierdo	0.72
26/07/2019	CONTADOR	Falla en el sensor de conteo	0.35	26/08/2019	INTRODUCTO	Falla en el vacio	0.42
27/07/2019	MODULOS	Falla en el sensor de tinta	0.54	27/08/2019	PLEGADORA	Falla en el Variador	0.25
28/07/2019			0.00	28/08/2019	MODULOS	Falla en el sistema Valco	0.45
29/07/2019	PLEGADORA	Falla en los patines	0.20	29/08/2019	PLEGADORA	Rotura de Faja de registro	0.35
30/07/2019	INTRODUCTO	Falla en la caja Zan	0.41	30/08/2019	MODULOS	Falla en la bomba de tinta	0.54
31/07/2019	CONTADOR	Falla en las correas de arrastre	0.50	31/08/2019			0.00
TOTAL			19.50	TOTAL			20.10

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11: Historial de Parada de máquina Martin 618 por fallas periodo setiembre – octubre 2019.

PARADAS POR FALLAS RECURRENTES 01/09/2019 - 31/10/2019 (7 SEMANAS DE ESTUDIO).							
Día	Parte de Máquina	Causa	IMP7 Martin FFG 618 Horas	Día	Parte de Máquina	Causa	IMP7 Martin FFG 618 Horas
1/09/2019	PLEGADORA	Falla en el variador	1.12	1/10/2019	PLEGADORA	Falla en el sistema Valco	1.37
2/09/2019			0.00	2/10/2019	MODULOS	Falla en el sistema de entintado	0.58
3/09/2019			0.00	3/10/2019	SLOTTER	Falla en el corte de solapa	0.98
4/09/2019	MODULOS	Falla en el sistema de entintado	0.32	4/10/2019	PLEGADORA	Falla en el inyector de goma	0.64
5/09/2019			0.00	5/10/2019	INTRODUCTO	Falla en el rodillo arrastrador	0.45
6/09/2019	SLOTTER	Falla en las cuchillas de segundo corte	0.78	6/10/2019	CONTADOR	Falla en el sensor de conteo	0.57
7/09/2019			0.00	7/10/2019	INTRODUCTO	Falla en la caja Zan	1.10
8/09/2019	PLEGADORA	Trabamiento de brazo derecho	0.24	8/10/2019	CONTADOR	Falla en el piston expulsador	0.82
9/09/2019	SLOTTER	Falla en el corte de solapa	0.72	9/10/2019	MODULOS	Falla en la bomba de tinta	0.97
10/09/2019	PLEGADORA	Falla en el inyector de goma	0.45	10/10/2019	CONTADOR	Falla en el piston expulsador	0.28
11/09/2019			0.00	11/10/2019	MODULOS	Fallas de bomba de tinta	0.37
12/09/2019			0.00	12/10/2019	PLEGADORA	Falla en las correas multt	0.15
13/09/2019	MODULOS	Falla en el sistema de entintado	0.27	13/10/2019			0.00
14/09/2019	CONTADOR	Falla en el sensor de tinta	0.42	14/10/2019	PLEGADORA	Falla en el brazo izquierdo	1.20
15/09/2019	SLOTTER	Falla en las cuchillas de segundo corte	0.78	15/10/2019			0.00
16/09/2019	MODULOS	Falla en la mesa de tapiz	4.52	16/10/2019	INTRODUCTO	Falla en el vacio	0.78
17/09/2019	PLEGADORA	Falla en las correas multt	0.77	17/10/2019	PLEGADORA	Falla en el Variador	0.85
18/09/2019	MODULOS	Falla en la bomba de tinta	0.87	18/10/2019	PLEGADORA	Rotura de Faja de registro	0.47
19/09/2019	CONTADOR	Falla en el piston expulsador	1.30	19/10/2019	PLEGADORA	Falla en el sensor de velocidad	1.48
20/09/2019	MODULOS	Falla en el sistema de entintado	1.48	20/10/2019			1.25
21/09/2019	SLOTTER	Falla en el corte de solapa	0.78	21/10/2019	PLEGADORA	Falla en faja de registro	2.72
22/09/2019	MODULOS	Falla en el sistema de lavado	0.84	22/10/2019	SLOTTER	Falla en el corte de solapa	1.73
23/09/2019	PLEGADORA	Falla en el sistema valco	1.25	23/10/2019	INTRODUCTO	Falla en el rodillo arrastrador	1.03
24/09/2019			0.00	24/10/2019	PLEGADORA	Falla en el variador	2.58
25/09/2019	INTRODUCTO	Falla en el vacio	0.78	25/10/2019	PLEGADORA	Falla en el variador	3.25
26/09/2019	INTRODUCTO	Falla en la caja Zan	0.47	26/10/2019			0.00
27/09/2019	CONTADOR	Falla en las correas de arrastre	0.15	27/10/2019	MODULOS	Falla en la mesa de tapiz	0.85
28/09/2019	MODULOS	Falla en el sensor de tinta	0.72	28/10/2019	PLEGADORA	Falla en las correas multt	1.12
29/09/2019			0.00	29/10/2019	MODULOS	Falla en los rodamientos	8.10
30/09/2019	MODULOS	Falla en el sistema Valco	0.46	30/10/2019	MODULOS	Falla en los rodamientos	17.36
				31/10/2019	MODULOS	Falla en el sistema de lavado	1.25
TOTAL.			19.48	TOTAL.			54.30

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12: Acumulado de fallas por parte de máquina en las 14 semanas.

Código	Parte de Máquina	Tiempo Acumulado	Porcentaje Acumulado
M001	MODULOS	53.28	0.48
P002	PLEGADORA	27.86	0.25
C003	CONTADOR	11.74	0.10
I004	INTRODUCTOR	9.99	0.09
S005	SLOTTER	9.27	0.08
		112.14	1.00

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 12. Se representa el acumulado de tiempo de Fallas según las partes de la máquina Flexográfica Martin 618.

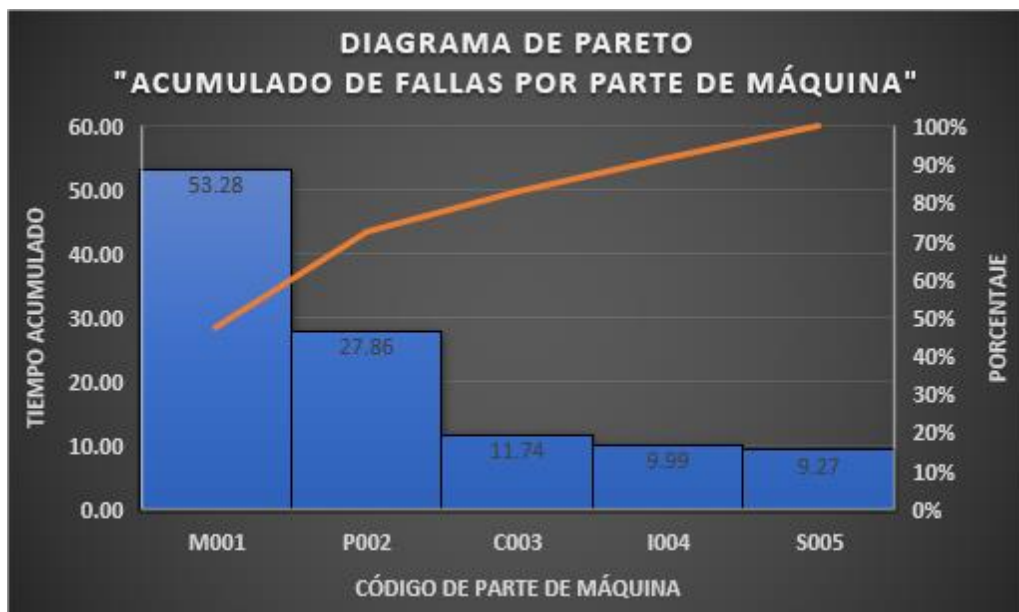


Figura 15: Diagrama de Pareto de acumulado de fallas por parte de máquina

En el diagrama de Pareto de la figura 15 se aprecia los códigos M001 y P002; Es decir la parte de los Módulos Impresores y la Plegadora son las partes de la máquina que más han fallado dentro de las 14 semanas de análisis y es de tener en cuenta para una gestión de mantenimiento preventivo

3.6.3. Tiempo empleado en el Mantenimiento Programado mensual.

Tabla 13: Tiempo empleado en mantenimientos programados.

TIEMPO EMPLEADO EN EL MANTENIMIENTO PROGRAMADO.				
MES	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE
CANT/MANT	2	2	1	2
HORAS	8	8	8	8
TOTAL/ HORAS	16	16	8	16

Fuente: Elaboración propia.

Tiempo de paradas de máquina por falta de programación del are de PCP (Julio – octubre).

Tabla 14: Tiempo de máquina Martin 618 parada por falta de programación.

TIEMPO DE MAQUINAS PARADA POR FALTA DE PROGRAMACIÓN.	
DIA	HORAS
7/07/2019	16.00
14/07/2019	16.00
21/07/2019	8.00
28/07/2019	24.00
4/08/2019	24.00
11/08/2019	16.00
18/08/2019	16.00
25/08/2019	16.00
1/09/2019	16.00
8/09/2019	8.00
15/09/2019	16.00
22/09/2019	16.00
29/09/2019	16.00
6/10/2019	16.00
13/10/2019	24.00
20/10/2019	8.00
27/10/2019	16.00
TOTAL	272.00

Fuente: Elaboración propia.

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

C = Confiabilidad.

MTBF = Tiempo medio entre fallas.

MTTR = Tiempo medio para reparación.

$$D = \frac{TT - \sum PM - \sum DT}{TT - \sum PM}$$

D = Disponibilidad.

TT = Tiempo total.

PM = Mantenimiento preventivo.

DT = Tiempo que la máquina no funciona ni produce (Down time).

Con todos los datos antes mencionados proseguiremos a calcular la Disponibilidad y Confiabilidad de la máquina Martín 618 con la fórmula ya mencionada en nuestra matriz de Operacionalización.

3.7. Disponibilidad.

Tabla 15: Disponibilidad de máquina Martin 618.

DISPONIBILIDAD			
TT	PM	DT	DISP.
744	16	83.5	0.89
744	16	92.1	0.87
720	8	91.48	0.87
744	16	118.3	0.84

Fuente: Elaboración propia.

Dónde:

- **TT:** Tiempo Total
- **PM:** Mantenimiento Preventivo
- **DT:** Tiempo que la máquina no funciona ni produce (Down Time)

Tabla 16: Disponibilidad porcentual de máquina imprenta Martin 618 periodo julio – octubre 2019.

MES	DISPONIBILIDAD DE LA IMPRENTA MARTIN 618
JULIO	88.53%
AGOSTO	87.35%
SETIEMBRE	87.15%
OCTUBRE	83.79%

Fuente: Elaboración propia.



Figura 16: Diagrama porcentual de disponibilidad mensual de imprenta flexográfica Martin 618.

3.7.1. Análisis Estadístico con el programa Spss de la Disponibilidad.

Estadísticos

DISPONIBILIDAD

N	Válido	4
	Perdidos	0
Media		,8670
Error estándar de la media		,01028
Mediana		,8725
Moda		,84 ^a
Desviación estándar		,02056
Varianza		,000
Asimetría		-1,458
Error estándar de asimetría		1,014
Curtosis		2,704
Error estándar de curtosis		2,619
Rango		,05
Mínimo		,84
Máximo		,89
Suma		3,47
Percentiles	10	,8375
	20	,8375
	25	,8460
	30	,8545
	40	,8715
	50	,8725
	60	,8735
	70	,8794
	75	,8823
	80	.
90	.	

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Figura 17: Resumen estadístico de disponibilidad en SPSS.

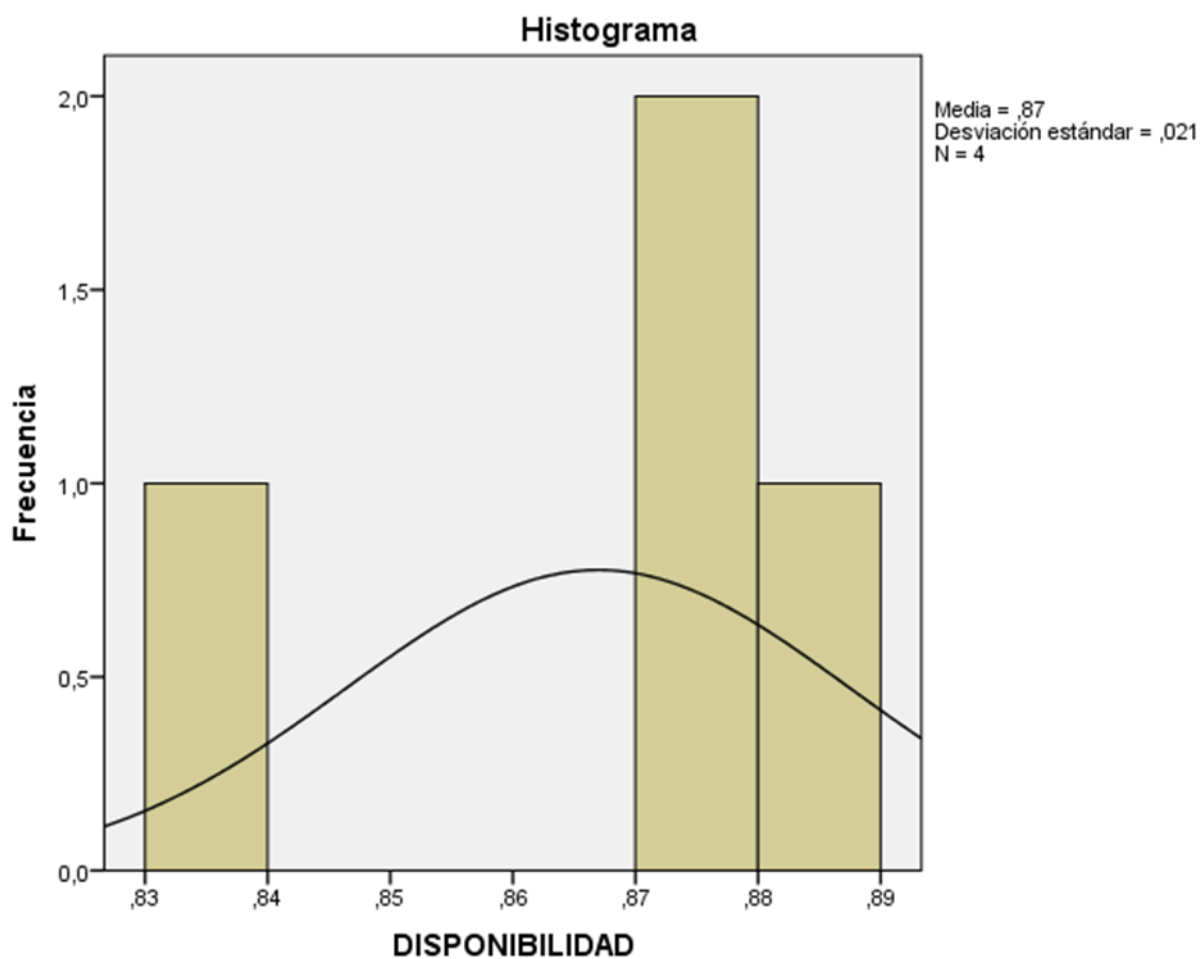


Figura 18: Histograma de Disponibilidad en SPSS.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DISPONIBILIDAD	,338	4	.	,868	4	,292

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 19: Corrección de significación de Lilliefors de disponibilidad.

Como el conjunto de datos es 0,292 y es mayor que 0,05 se dice que el conjunto de datos analizados de la Disponibilidad es paramétrico.

3.8. Confiabilidad

Tabla 17: Confiabilidad de máquina flexográfica Martin 618.

CONFIABILIDAD					
HT	HP	P	MTBF	MTTR	CONF.
660.5	744	29	22.7759	2.8793	88.78%
651.9	744	28	23.2821	3.2893	87.62%
628.52	720	22	28.5691	4.1582	87.29%
625.7	744	28	22.3464	4.2250	84.10%

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

- HT: Horas trabajadas
- HP: Horas programadas
- P: Número de paradas por mes
- MTBF: Tiempo medio entre falla
- MTTR: Tiempo medio para reparación



Figura 20: Diagrama porcentual de confiabilidad mensual de imprenta flexográfica Martin 618.

3.8.1. Análisis Estadístico con el programa Spss de la Confiabilidad.

Estadísticos

CONFIABILIDAD

N	Válido	4
	Perdidos	0
Media		,8695
Error estándar de la media		,01001
Mediana		,8746
Moda		,84 ^a
Desviación estándar		,02003
Varianza		,000
Asimetría		-1,382
Error estándar de asimetría		1,014
Curtosis		2,507
Error estándar de curtosis		2,619
Rango		,05
Mínimo		,84
Máximo		,89
Suma		3,48
	10	,8410
	20	,8410
	25	,8490
	30	,8570
	40	,8729
Percentiles	50	,8746
	60	,8762
	70	,8820
	75	,8849
	80	.
	90	.

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Figura 21: Resumen estadístico de confiabilidad en SPSS.

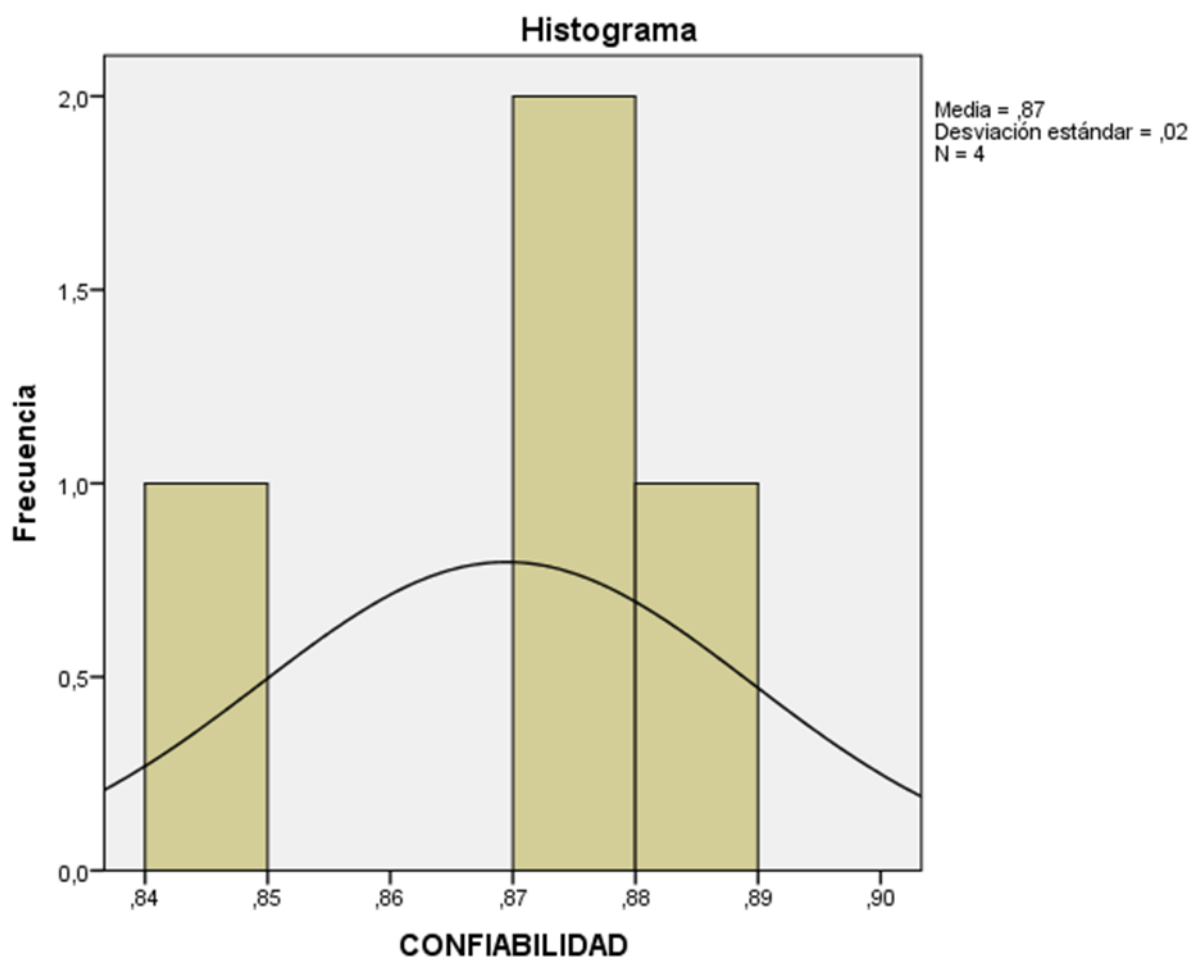


Figura 22: Histograma de confiabilidad en SPSS.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CONFIABILIDAD	,319	4	.	,888	4	,375

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 23: Corrección de significación de Lilliefors de confiabilidad.

Como el conjunto de datos es 0,375 y es mayor que 0.05 se dice que el conjunto de datos analizados de la Confiabilidad es paramétrico.

IV. Discusión

DISCUSIÓN GENERAL

Con respecto al objetivo general se describe la disponibilidad de la máquina Martin 618 en las últimas 14 semanas cuatro meses aproximadamente, (julio 88.5%, agosto 87.35%, setiembre 87.15%, octubre 83.79%) percibiendo muchas fallas recurrentes que disminuyen la disponibilidad de máquina; esto se comprueba con la tesis de Montaña (2006) el cual menciona que la disponibilidad de las imprentas son 68.04% en sus cuatro semanas de estudio.

DISCUSIÓN ESPECIFICA

Con respecto al objetivo específico se describe la confiabilidad de la máquina Martin 618 en las 14 semanas de estudio, obteniendo los resultados (Julio 89%, agosto 88%, setiembre 87%, octubre 84%), el cual fue disminuyendo debido a las fallas recurrentes en el último mes, esto se comprueba con la tesis de Guerra (2010) el cual concluye que la confiabilidad se de las maquinas flexográfica es de 44.55%.

V. Conclusiones

CONCLUSIÓN GENERAL

Con respecto al objetivo general se concluye que el comportamiento de la disponibilidad de la máquina Martín 618 es (86.70% según la media del análisis SPSS) durante las 14 semanas de estudio; Siendo la disponibilidad de la máquina Martín 618 inversamente proporcional a las fallas recurrentes.

CONCLUSIÓN ESPECÍFICA

Con respecto al objetivo específico se concluye que la confiabilidad de la máquina Martín 618 en las 14 semanas de estudio es: (86.95% según la media del análisis SPSS); lo cual fue disminuyendo cuando se incrementa las paradas repentinas por fallas recurrentes.

VI. Recomendaciones

6.1. Recomendaciones de Confiabilidad.

Tabla 18: Confiabilidad actual versus Confiabilidad sin fallas recurrentes.

MES	CONFIABILIDAD ACTUAL	CONFIABILIDAD SIN FALLAS RECURRENTE
JULIO	0.89	0.91
AGOSTO	0.88	0.90
SETIEMBRE	0.87	0.88
OCTUBRE	0.84	0.91

Fuente: Elaboración propia.

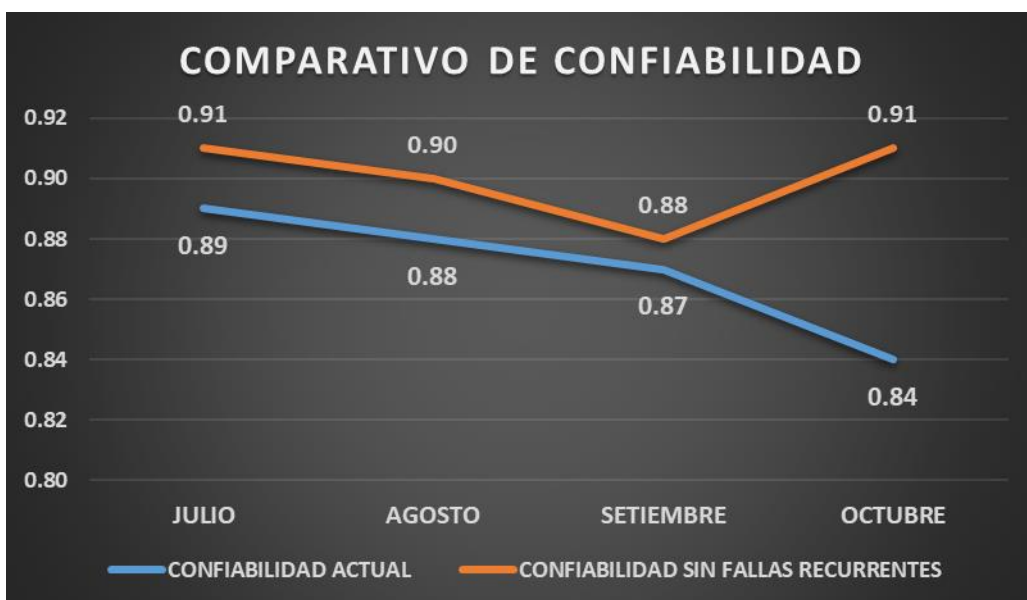


Figura 24: Comparativo de confiabilidad.

Las recomendaciones para mejorar la confiabilidad de la imprenta Flexográfica Martin 618 es; Minimizar las paradas por fallas recurrentes lo cual está afectando directamente la confiabilidad; Para el departamento de mantenimiento de la empresa cartonera la confiabilidad idónea debería ser por encima del 90%; Esto se logrará con una buena gestión de mantenimiento en la parte de los Módulos impresores y Plegadora las cuales son los puntos críticos de la máquina.

6.2. Recomendaciones de Disponibilidad.

Tabla 19: Disponibilidad actual versus Disponibilidad sin fallas recurrentes.

MES	DISPONIBILIDAD ACTUAL	DISPONIBILIDAD SIN FALLAS RECURRENTE
JULIO	0.89	0.91
AGOSTO	0.87	0.90
SETIEMBRE	0.87	0.90
OCTUBRE	0.84	0.91

Fuente: Elaboración propia.

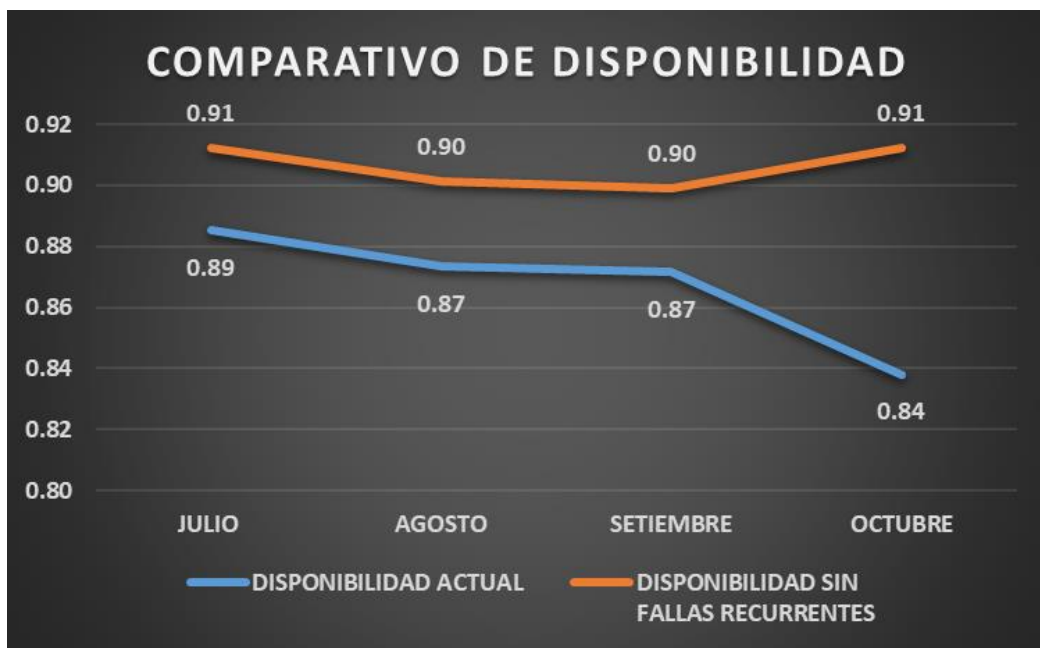


Figura 25: Comparativo de disponibilidad.

La recomendación para mejorar la disponibilidad de la imprenta Flexográfica Martin 618 es la de enfocar al área de mantenimiento a una adecuada gestión orientada a los puntos críticos de la máquina según la tabla ... y minimizar las paradas recurrentes para incrementar la disponibilidad por encima del 90% como lo muestra la imagen...

Referencias Bibliográfica.

- BASTO Vela, Grease. Aplicación del mantenimiento productivo total para mejorar la productividad del área de fabricación de la empresa cartonera Huachipa S.A, Lima-2017. Tesis (Titulo en Ingeniería Industrial). Lima: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2017. 151 pp.

- BENDEZU Bazán, Angela. Aplicación del Mantenimiento Preventivo Para Mejorar La Productividad en el Proceso de Extrusión del Área de Producción de Industrias Plásticas Marplast S.A.C, Lima-2017. Tesis (Titulo en Ingeniería Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2017. 127 pp.

- BENEDICTO García, José. Plan de mantenimiento de una máquina flexográfica de 8 colores de tambor central. Tesis (Titulo en Ingeniería en Organización Industrial). Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena, Facultad de Ingeniería, 2016. 124 pp.

- CANO Velásquez, Starling. Implementación de un sistema de mantenimiento centrado en confiabilidad para la maquinaria flexográfica y litográfica de la Empresa Central de Empaques, S.A. Tesis (Titulo en Ingeniería Mecánica). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2017. 157 pp.

- CHELE Plua, Diana, RAMIREZ Montenegro, Mariuxi. Interfaz con transmisor de corriente en aplicación con DSPIC. Tesis (Titulo en Ingeniería Eléctrica). Santiago: Escuela Superior Politécnica de Litoral, Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación, 2009. 92 pp.

- DOUNCE, Enrique. La productividad en el mantenimiento Industrial. 4° ed. México: Grupo editorial Patria S.A., 2012. 288 pp.
ISBN: 9786074380682

- ENRÍQUEZ Belenguer, Alvaro. Estudio e implantación del mantenimiento preventivo en la línea de impresión y troquelado bobst-203. Tesis (Grado en Ingeniería Electrónica

- Industrial y Automática). Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, Escuela Técnica Superior De Ingeniería y Diseño, 2018. 146 pp.
- FLORES, María, VEGA, Alfonso y CHÁVEZ, Edgar. La Productividad, Competitividad y Capital Humano en las Organizaciones. Tijuana: Ediciones Ilca. 2014. 741pp.
ISBN: 918607836026
 - GALEANO Monsalve, Juliana. Elaboración de un plan de mantenimiento para la empresa gráficas buda S.A.S. Tesis (Titulo en Ingeniería Mecánica). Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ingeniería Mecánica, 2016. 70 pp.
 - GARCÍA Muñoz, José. Diseño e implantación de un sistema de mantenimiento preventivo en la línea de plegado y pegado Bobst MPG Expertfold. Tesis (Grado en Ingeniería Mecánica). Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, Escuela Técnica Superior De Ingeniería y Diseño, 2018. 218 pp.
 - GUERRA Rodríguez, Israel. Estructuración y organización del Mantenimiento, para la prevención de fallas en Impresoras flexográficas comexi fj-2108, para la Industria de plásticos flexibles. Tesis (Titulo en Ingeniería Mecánica). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2010. 136 pp.
 - LLERENA Morera, Deylis. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad a equipos más consumidores de energía eléctrica del Hotel “Cayo Santa María”. Tesis (Titulo en Ingeniería Mecánica). Santa Clara: Universidad Central Marta Abreu de las Villas, Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial, 2016. 81 pp.
 - MONOGRAFIAS.com. Unellez. Agosto 2010. Disponible en: <https://www.monografias.com/trabajos82/regresion-y-correlacion-lineal/regresion-y-correlacion-lineal2.shtml>.
 - MONTAÑA Bernal, Edgar. Diseño de un modelo de gestión de mantenimiento para máquinas impresoras con base en el proceso productivo de la Imprenta Nacional de Colombia. Tesis (Titulo en Gerencia de Proyectos en Ingeniería). Bogotá: Universidad de la Salle, Especialización en Gerencia de Proyectos en Ingeniería, 2006. 133 pp.

- MORA, Luis. Mantenimiento, Planeación, Ejecución y Control. México: Alfaomega Grupo Editor, 2010. 528 pp.
ISBN: 9789586827690

- GONZÁLES, Francisco. Reducción de costes y mejora de resultados en mantenimiento. Madrid: Fundación Confemetal, 2010. 332 pp.
ISBN: 139788492735341

- PACHECO Bado, Larissa. Propuesta de implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en RCM para la reducción de fallas de la maquinaria de la empresa Hydro Patapo S.A.C. Tesis (Titulo en Ingeniería Industrial). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ingeniería, 2018. 172 pp.

- PONCIANO Romero, Ider. Aplicación del Mantenimiento Preventivo para incrementar la Productividad de la Línea de Sachets en la empresa Laboratorios Sma S.A.C. Ate 2017. Tesis (Titulo en Ingeniería Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2017. 125 pp.

- REAÑO Ramos, Leonardo. Propuesta de mantenimiento centrado en confiabilidad en una empresa reprocesadora de subproductos de arroz para minimizar el número de averías. Tesis (Titulo en Ingeniería Industrial). Chiclayo: Universidad Tecnológica del Perú, Facultad de Ingeniería, 2019. 180 pp.

- REVISTA Mantenimiento en Latinoamérica [En línea]. Edición 11 n.o 2. 15 de marzo del 2019. [Fecha de consulta: 15 de octubre del 2019]. Disponible en https://issuu.com/mantenimientoenlatinoamerica/docs/ml_volumen_11_2.html
ISSN: 2357-6340

- SANCHEZ Castro, César. Programa de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en la planta 1 de la empresa agroexportadora gandules inc. Sac Jayanca, Lambayeque 2016. Tesis (Magister en Administración de Negocios). Chiclayo: Universidad César Vallejo, Escuela de Postgrado, 2016. 82 pp.

Anexos

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

Anexo 2: Carta de Presentación.



CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor(es): Balabarca Julca Erick; Medina Diaz Emer; Oriundo Gamarra José Luis

Presente

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

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiantes del programa SUBE de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede Lima Norte, promoción 2020, Grupo 62, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el grado de Título de Ingeniería Industrial.

El título nombre de nuestro proyecto de investigación es: **“Mantenimiento preventivo de la maquina flexográfica Martin 618 en una empresa cartonera, Huachipa 2019.”** Y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

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

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

Atentamente.

Firma

Medina Diaz Emer
D.N.I: 42336209

Firma

Balabarca Julca Erick
D.N.I: 4125481

Firma

Oriundo Gamarra José Luis
D.N.I: 47587753

Anexo 3: Definición conceptual de las variables y dimensiones.



DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE Y DIMENSIONES

Variable: MANTENIMIENTO PREVENTIVO

“Es un conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que un sistema pueda seguir funcionando adecuadamente no llegue a la falla.” (Dounce, 2012, p.37).

Dimensiones de las variables:

Dimensión 1: CONFIABILIDAD

“La confiabilidad se define como la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para las cuales se diseña durante un periodo de tiempo específico y bajo condiciones normales de operación, ambientales y del entorno.” (Mora, 2010, p.95)

Dimensión 2: DISPONIBILIDAD

“Es la probabilidad de que el equipo funcione satisfactoriamente en el momento que se requiere después del comienzo de su operación, cuando se usa bajo condiciones estables.” (Mora, 2010, p.75)

Anexo 4: Matriz de Operacionalización.



MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Mantenimiento preventivo	"Es un conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que un sistema pueda seguir funcionando adecuadamente no llegue a la falla." (Dounce, 2012, p.37).	El plan de mantenimiento preventivo se medirá en base a la confiabilidad y disponibilidad, mediante indicadores, que nos ayudaran a determinar las causas de fallos más recurrentes.	Confiabilidad	$C = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100\%$ <p>C = Confiabilidad MTBF = Tiempo medio entre fallas MTTR = Tiempo medio para reparación</p>	Razón
			Disponibilidad	$D = \frac{TT - \sum PM - \sum DT}{TT - \sum PM}$ <p>D = Disponibilidad TT = Tiempo total PM = Mantenimiento preventivo DT = Tiempo que la maquina no funciona ni produce (Down time)</p>	Razón

Anexo 5: Validación de Experto 1.



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL Y ACCIDENTES LABORALES

VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Si	No	Si	No	Si	No	
Variable: MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Dimensión 1: Confiabilidad							
$C = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100\%$ <p>C = Confiabilidad MTBF = Tiempo medio entre fallas MTTR = Tiempo medio para reparación</p>	X		X		X		
Dimensión 2: Disponibilidad							
$D = \frac{TT - \sum PM - \sum DT}{TT - \sum PM}$ <p>D = Disponibilidad TT = Tiempo total PM = Mantenimiento preventivo DT = Tiempo que la maquina no funciona ni produce (Down time)</p>	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Es pertinente

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. (Mg): Inj. Kiro Rodriguez alga DNI: 0613000

Especialidad del validador: Inj. Profesor Terry Rojas Sam

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

.....de.....del 2019



Firma del Experto Informante.

Anexo 6: Validación de Experto 2.



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL Y ACCIDENTES LABORALES

VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Si	No	Si	No	Si	No	
Variable: MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Dimensión 1: Confiabilidad							
$C = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100\%$ <p>C = Confiabilidad MTBF = Tiempo medio entre fallas MTTR = Tiempo medio para reparación</p>	X		X		X		
Dimensión 2: Disponibilidad							
$D = \frac{TT - \sum PM - \sum DT}{TT - \sum PM}$ <p>D = Disponibilidad TT = Tiempo total PM = Mantenimiento preventivo DT = Tiempo que la maquina no funciona ni produce (Down time)</p>	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Suficiencia

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg: Dr. Jorge Rafael Díaz Dumont DNI: 08698815

Especialidad del validador: ING. INDUSTRIAL

Jim. 2 de 11 del 2019


Dr. Jorge Rafael Díaz Dumont (PhD)
INVESTIGADOR CIENCIA Y TECNOLOGÍA
SINACYT - REGISTRO REGINA 15692

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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

Firma del Experto Informante.

Anexo 7: Validación de Experto 3.



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL Y ACCIDENTES LABORALES

VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Si	No	Si	No	Si	No	
Variable: MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Dimensión 1: Confiabilidad							
$C = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100\%$ <p>C = Confiabilidad MTBF = Tiempo medio entre fallas MTTR = Tiempo medio para reparación</p>	✓		✓		✓		
Dimensión 2: Disponibilidad							
$D = \frac{TT - \sum PM - \sum DT}{TT - \sum PM}$ <p>D = Disponibilidad TT = Tiempo total PM = Mantenimiento preventivo DT = Tiempo que la maquina no funciona ni produce (Down time)</p>	✓		✓		✓		

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. / Mg: Videla Romero Luis A. DNI: 25609329

Especialidad del validador: Ing. Industrial

02 de 11 del 2019 ✓



Firma del Experto Informante.

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

Anexo 8 Modelo de entrevista

Entrevista al personal de acabados de una empresa cartonera Huachipa 2019

La entrevista será de carácter anónimo y tendrá como objetivo recopilar información sobre las diferentes líneas flexográficas para luego focalizarnos en una sola línea; la cual tenga mayor incidencias o paradas repentinas que afecten su productividad.

La entrevista se realizó a los operarios de línea, mecánicos y eléctricos de turno, supervisores de nave; siendo un total de 20 personas las entrevistadas.

Modelo de Entrevista

1.- Diga usted cual es la línea flexográfica con mayor incidencias o fallas recurrentes en el área de acabados.

Imprenta N°

2.- ¿Cuál es la línea flexográfica que si para por una falla recurrente, la empresa pierde mayor productividad?

Imprenta N°

Anexo 9: Modelo de órdenes de trabajo.

M01 MTTO CORRECTIVO PROGRAMADO
Nro OM: 22613425
REVISAR SISTEMA DEL EXPULSADOR DE CAJAS

Usuario: URIOS
 Pagina : 1 de 1
 Fecha: 13.03.2019
 Cada:

Ubicación Técnica: 573-IMPR-IP7 IMPRENTA 7
 Equipo: 10014806 EMPUJADOR CON-IP7
 Marca: BOBST
 Modelo: PD

NK

Fecha Inic. Prog: 12.03.2019 11:08 Prioridad alto
 Fecha Fin Progr: 12.03.2019 00:00 Plan de Mantto
 Sup Responsable: ----- Contador
 Puesto de Trabajo : PLAN-IMP Valor Contador
 Clase de Actividad : 024 Correctivo Prog Última OT Prev
 Estado de Instal: Hoja de Ruta

OPERACIONES

Oper.	Psto.Trab.	Clave	Descripción	T.Prog.	F.Ini:	H.Ini:	F.Fin:	H.Fin:
0010	PLAN-IMP	PM01	REVISAR SISTEMA DEL EXPULSADOR DE CAJAS	0.0				

13/03 10:00 13/03 14:30

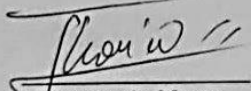
COMPONENTES : RESERVA N° 206775340

Oper.	Código	Descripción	N° Parte	UM	Ctd.Prog.	Ctd.Stock	Ctd. Retir.
0010	5606081	ANILLO ELASTICO EXTERIOR A-12MM DIN 47	A-12	UND		8 86.000	
0010	6022707	PERNO ALLEN CAB.CIL. M12 X 60 MM	91290A630 - MCM	UND		6 202.000	
0010	6020278	TUERCA HEX. M12 MM.GALVANIZADA GRADO 8	90591A181 - MCMUND			6 107.000	
0010	5533300	ESPARRAGO ZINCADO 5/16"-18 x 36"	99086A117 - MCM	PU		36.000 4286.000	36.000
0010	6518470	TUERCA HEXAGONAL 5/16" UNC G8		UND		12 51.000	
0010	6546083	ESPARRAGO ZINCADO M6x1.0 x 1M. DIN 975	99067A245 - MCM	UND		1 46.000	
0010	6522215	TUERCA P/PERNO M6 INOXIDABLE		UND		10 384.000	
0010	6522222	ARANDELA PLANA PARA PERNO M6 ZINCADO		UND		20 375.000	

OBSERVACIONES

Reparación de base de ruedas.
 Se fabrican bocinas y ejes.

* Jhon W. Canchanya Jimenez


 Ejecutor de Mantto.

Sup. Mantenimiento
 6
 Resp. de Equipo

Anexo 10: Formato de recopilación de fallas.

FALLAS RECURRENTES IMP. 7								
CRITICO							STATUS	
NECESARIO							Avance	
MEJORA							Realizado	
	OPORTUNIDAD	LABOR ELEC/MEC	MAQUINISTA	FECHA REPORTADA	FECHA ACTUALIZADA	FECHA PROGRAMADA	STATUS	OBSERVACIONES
MODULO 01	Ruido extraño en la mesa tapiz (golpes provenientes de algun eje o rodamiento)	MECÁNICO	SERAPIO	25-Jul-19	14-Oct-19			Se cambio rodamientos salida tapiz
MODULO 02	SISTEMA DE LEVACION PRESENTA RUIDO EXTRAÑO, REVISAR Y LUIBRICAR. REPARRA LA GUARDA DEL MODULO ESTA CON EL SEGURO ROTO.	MECÁNICO	ANGELES	1-Jul-19	14-Oct-19			
MODULO 03	DEFECTO DE IMPRESIÓN CARGA MAS LADO OPERARIO . SISTEMA DE LAVADO AUTOMATICO AL FINALIZAR EL LAVADO DERRAMA AGUA Y TINTA.	MECÁNICO	ANGELES	Jun-19	29-Oct-19			REVISAR.
MODULO 04								
MODULO SLOTTER	revisar el sistema de apertura y cerrado de maquina, presenta deficiencia. (MEC/ ELECT) no cierra muy bien.	MECÁNICO	VARGAS	1-Jul-19	29-Oct-19			revisar cadenas de arrastre, motores y carriles al igual que el enlace de los sensores.
	Falla eléctrica no referencia los top/cero del registro del primer y segundo corte.	ELÉCTRICO	SERAPIO	1-Feb-18	29-Oct-19			revisar cadenas de arrastre, motores y carriles al igual que el enlace de los sensores.
PLEGADORA	Ya es necesario cambiar todas las poleas de registro y referencias el registro (poleas gastadas). Pared del sable derecho esta gastado (falla reventamiento en la arista exterior de la caja se trabaja con calsa de regla delgada, tacos de registro marcan en la caja).	MECÁNICO	ANGELES		29-Oct-19			URGENTE
CUADRADOR CONTADOR.	Problemas con todo el ciclo de conteo y evacuación de paquetes (han adaptado una valvula) .	ELÉCTRICO	VARGAS	15-May-19	29-Oct-19	11/09/2019 solo se revisa y hace mantenimiento.		se tiene que cambiar por repuestos originales.
AMARRADORA CEMA	mantenimiento general a los cabezales. Revizar el sistema de presión del zuncho no funciona. hacer la limpieza del cabezal M1 yM2. colocar el motor para el desplazamiento lateral.se malogro hace 2 mese, esta sin motor (pendiente).	MECÁNICO	ANGELES		29-Oct-19			
		MECÁNICO	ANGELES	2-Ene-19	29-Oct-19			
		MECÁNICO	ANGELES		29-Oct-19			
		ELÉCTRICO	ANGELES	15-Ago-19	29-Oct-19	11/09/2019 falta adaptar la base		Paquete rompe la caja inferior por problema de mal centrado del elemento. (falta motor).
MEJORAS	Queda pendiente el informe de mantenimiento de la cema (parte mecanica y Electrica), ademas de controlar todo el tiempo que se pierde por fallas al mes y la disminucion de velocidad de la maquina por las mismas falla. (Finalidad hacer el analisis y asi sustentar la posible compra de una amarradora cema nueva).							
	Favor de habilitar la pistola electrica con un dado N° 8 para ajustar los pernos de la camara de una manera mas rapida							