



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar  
la productividad en la Línea 20 en planta Huachipa, AJEPER S.A.,  
2018.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Industrial

**AUTOR:**

Santa cruz Vallejos, Victor Alejandro ([ORCID: 0000-0001-7247-9418](https://orcid.org/0000-0001-7247-9418))

**ASESORA:**

Dra. Sánchez Ramírez, Luz Graciela ([ORCID: 0000-0002-2308-4281](https://orcid.org/0000-0002-2308-4281))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA-PERÚ

2018

## **Dedicatoria**

A mi madre Alicia y a mi padre Marcos por haberme apoyado durante estos años, motivándome y apoyándome siempre, al lado de mis Amigos Diana, Carol y Lili a quienes amo mucho y a mi jefe, un maestro y un apoyo Ing. Oscar Petters por tantos consejos y exigencias que me brinda cada día, que me han permitido desarrollarme y sobre todo a Dios por brindarme sabiduría y guiarme

## **Agradecimientos**

A mi familia por haberme criado para ser una persona de bien con valores y ética. A mis amigas, a mi asesora, la Dra. Ing. Luz Graciela Sánchez Ramírez, que me enseñó y asesoró con dedicación en la elaboración de mi tesis, y profesores que me apoyaron en el transcurso y al resto de mi familia que siempre me dio fuerza, ganas y motivación

## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	13
III.METODOLOGÍA.....	66
3.1. Tipo y Diseño de investigación.....	66
3.2. Variables y operacionalización.....	69
3.3. Población, muestra y muestreo.....	69
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	71
3.5. Procedimientos.....	75
3.6. Métodos de análisis de datos.....	76
3.7. Aspectos Éticos... ..	77
IV. RESULTADOS.....	78
V. DISCUSIÓN.....	165
VI. CONCLUSIONES.....	169
VII. RECOMENDACIONES.....	170
REFERENCIAS.....	171
ANEXOS.....	181

## Índice de tablas

Tabla 1 Jerarquización de Causas Potenciales en la Empresa AJEPER S.A. .....	7
Tabla 2 Validez de instrumento por juicio de expertos .....	74
Tabla 3 Cuadro de criterios de decisión para medir la confiabilidad del instrumento .....	75
Tabla 4 Factores, Frecuencia y Consecuencia .....	86
Tabla 5 Cálculo criticidad de máquinas.....	87
Tabla 6 Medición de la VI- Mantenimiento Preventivo antes de lamejora .....	90
Tabla 7 Medición de la VD- Productividad antes de la mejora.....	92
Tabla 8 Tiempos improductivos por falla mecánica de las máquinas.....	94
Tabla 9 Inventario de las máquinas.....	98
Tabla 10 Formato de ficha técnica de la maquinaria.....	99
Tabla 11 Formato de historial de vida de la maquinaria.....	101
Tabla 12 Stock de repuestos.....	104
Tabla 13 Costos de Stock de repuestos e insumos.....	105
Tabla 14 Frecuencias de las actividades.....	106
Tabla 15 Programa de mantenimiento Preventivo .....	110
Tabla 16 Planificación de la capacitación .....	111
Tabla 17 Informe de actividad.....	125
Tabla 18 Registro del cumplimiento del programa .....	126
Tabla 19 Indagación descriptiva de la Confiabilidad .....	127
Tabla 20 Base de datos del indicador Confiabilidad en 16 semanas antes –después.....	128
Tabla 21 Indagación descriptiva de la Mantenibilidad.....	129
Tabla 22 Base de datos del indicador Mantenibilidad en 16 semanas antes – después.....	131
Tabla 23 Indagación descriptiva de la Disponibilidad.....	132
Tabla 24 Base de datos del indicador Disponibilidad en 16 semanas antes – después.....	134
Tabla 25 Indagación descriptiva de la Productividad .....	135
Tabla 26 Base de datos del indicador Productividad en 16 semanas antes –	

después.....	137
Tabla 27 Indagación descriptiva de la Eficiencia.....	138
Tabla 28 Base de datos del indicador Eficiencia en 16 semanas antes – después.....	140
Tabla 29 Indagación descriptiva de la Eficacia .....	141
Tabla 30 Base de datos del indicador Eficacia en 16 semanas antes – después.....	143
Tabla 31 Opciones para la decidir el estudio estadístico .....	144
Tabla 32 Procesamiento de casos... ..	147
Tabla 33 Prueba de normalidad de productividad con Shapiro Wilk .....	147
Tabla 34 Prueba de la hipótesis general – productividad con Wilcoxon .....	150
Tabla 35 Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo – Productividad .....	150
Tabla 36 Análisis estadístico de la prueba de Wilcoxon para la productividad .....	151
Tabla 37 Procesamiento de casos.....	152
Tabla 38 Prueba de normalidad de eficiencia con Shapiro Wilk .....	153
Tabla 39 Prueba de la primera hipótesis específica – Eficiencia con Wilcoxon .....	155
Tabla 40 Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo – Eficiencia .....	155
Tabla 41 Análisis estadístico de la prueba de Wilcoxon para eficiencia.....	156
Tabla 42 Procesamiento de casos .....	157
Tabla 43 Prueba de normalidad de eficacia con Shapiro Wilk .....	157
Tabla 44 Prueba de segunda hipótesis específica – Eficacia con Wilcoxon .	160
Tabla 45 Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo – Eficacia.....	160
Tabla 46 Análisis estadístico de la prueba de Wilcoxon para la eficacia... ..	161
Tabla 47 Costeo de la implementación.....	162
Tabla 48 Beneficio.....	163

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1 Espina Ishikawa de la Empresa AJEPER S.A. ....	4
Figura 2 Análisis de Pareto de la empresa AJEPER S.A.....	6
Figura 3 Ubicación de la empresa AJEPER S.A. ....	79
Figura 4 Organigrama de la empresa AJEPER S. A.....	81
Figura 5 Diagrama de operaciones AJEPER S. A .....	83
Figura 6 Diagrama de Flujo del Mantenimiento Correctivo .....	89
Figura 7 Disponibilidad antes de aplicación.....	91
Figura 8 Productividad antes de aplicación .....	93
Figura 9 Base de datos del indicador Confiabilidad .....	130
Figura 10 Base de datos del indicador Mantenibilidad.....	133
Figura 11 Base de datos del indicador Disponibilidad.....	136
Figura 12 Base de datos del indicador Productividad .....	139
Figura 13 Base de datos del indicador Eficiencia.....	142
Figura 14 Base de datos del indicador Eficacia .....	145
Figura 15 Estadígrafos.....	146
Figura 16 Distribución de data: Productividad - Antes.....	147
Figura 17 Distribución de data: Productividad – Después.....	147
Figura 18 Distribución de data: Eficiencia – Antes.....	152
Figura 19 Distribución de data: Eficiencia – Después.....	153
Figura 20 Distribución de data: Eficacia – Antes.....	158
Figura 21 Distribución de data: Eficacia – Después.....	158

## RESUMEN

La presente investigación titulada “Aplicación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad aumenta la productividad en la Línea 20 en Planta Huachipa, AJEPER S.A. 2018”, tiene como objetivo determinar en qué medida la metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad mejora la productividad en la Línea 20. El diseño de la investigación es cuasi experimental, enfoque cuantitativo, nivel descriptivo y explicativo, tipo aplicada, alcance longitudinal. Los instrumentos fueron validados a través del juicio de expertos, corroborando las hipótesis a través de la aplicación del software del SPSS 25. En el presente trabajo se aplicó el mantenimiento centrado en confiabilidad para incrementar la disponibilidad y reducir tiempos de parada. La recopilación fue por la técnica de observación. Finalmente, se concluyó que la herramienta planteada mejora la productividad en unas 119 cajas 30 Lts/Hrs, la eficiencia mejoró en un 9% y la eficacia mejoró en unas 54 cajas/turno, Corroborando así la hipótesis principal que demuestra la mejora de la productividad.

**Palabras clave:** Disponibilidad (A), confiabilidad (R), Mantenimiento Preventivo (MP).



## **ABSTRACT**

This research entitled "Application of Reliability Centered Maintenance increases the productivity of Line 20 at the Huachipa Plant, AJEPER S.A. 2018", aims to determine to what extent the reliability-centered maintenance methodology improves productivity on Line 20. The research design is quasi-experimental, quantitative approach, descriptive and explanatory level, applied type, longitudinal scope. The instruments were validated through expert judgment, corroborating the hypotheses through the application of SPSS 25 software. In the present work, reliability-centered maintenance was applied to increase availability and reduce downtime. The collection was by the observation technique. Finally, it was concluded that the proposed tool improves productivity by about 119 boxes of 30 Lts/Hrs, eficiencia improved by 9% and efficiency improved by about 54 boxes/shift, thus corroborating the main hypothesis that demonstrates the improvement in productivity.

Keywords: Availability (A), reliability (R), Preventive Maintenance (PM).

## I. INTRODUCCIÓN

En nuestros días la manufactura de bebidas ocasiona relevancia mundialmente, debido al desarrollo de varias empresas de este rubro. Es así, que, en función a mejorar las ganancias, las industrias han ido evolucionando, buscando productos más ecológicos asociados a las nuevas tendencias, usando estrategias para ganar más clientes.

Se asocia con lo planteado en los países latinoamericanos donde existen iniciativas gubernamentales para controlar el consumo de bebidas poco saludables a través del proyecto de etiquetado. Se aprecian grandes retos para incrementar su productividad en los periodos de mayor demanda a través del uso de mejor tecnología y nuevos métodos para la utilizar el MCC.

Según El comercio (2018) afirmó: “Retador, definen las principales productoras de bebidas no alcohólicas a este año. El ruido político, la contracción del consumo, un frío verano y el alza del Impuesto Selectivo al Consumo (ISC) fueron algunos de los factores que acentuaron la caída este mercado en lo que va del año.” (párr.1). Lo cual impulsa a las empresas a ofrecer una propuesta atractiva al consumidor, a través de un incremento en la cartera de productos y mejorar los canales de distribución.

La globalización es un aspecto decisivo para acceder a mercados potenciales, permitiendo la innovación y competencia, a través de la mejora continua, dando como resultado una elevación del rendimiento, a partir de invertir en el desarrollo de metodologías de mantenimiento, empleando el desarrollo tecnológico como medio para poder mantener la disponibilidad, a través de un cuidado y conservación de los activos, ya que alguna falla crónicas o critica, puede retrasar el proceso, siendo necesario un mantenimiento eficaz y viable.

Según el grupo RPP (2018) afirmo: “Muchas empresas consideran al

mantenimiento como un gasto a evitar, lo cual no es recomendable. Siendo posible optimizar costos en el mantenimiento a través de un minucioso análisis de datos en la empresa.” (párr. 1). Muchas empresas poseen una gestión de mantenimiento deficiente producto de una mala implementación, pero no enlazar el mantenimiento en la gestión, genera inconvenientes como; una disminución de eficiencia mecánica, factores de maquina y ajenos que afectan la disponibilidad, debido a una mala gestión del mantenimiento.

Las organizaciones nacionales asociadas a este rubro deben ser rentables analizando los factores asociados a la producción. Siendo indispensable proponer la siguiente pregunta: ¿De qué modo se podría mejorar la productividad en la manufactura de bebidas? En ese entorno se vuelve obligatorio comprometer la participación del mantenimiento, el cual tiene conexión con los objetivos de la empresa, que son influenciados al emplear estrategias de mantenimiento que pueden ocasionar: un crecimiento de disponibilidad de línea para producir y extendiendo el tiempo de recambio, que significa un aumento en la confiabilidad. González (2016) explicó: “el método de conservación basado en fiabilidad puede impactar positivamente en la eficiencia de los equipos para minimizar averías, deterioro o la falta de regulaciones, lo cual impacta en el nivel de riesgo al personal y a la producción” (p. 152). El autor señala puntos clave para usar esta herramienta de conservación del mantenimiento direccionado a predecir, prevenir y corregir fallos y los efectos que conlleva usarlo para aumentar el grado de utilización del sistema.

En esta coyuntura la investigación se ejecuta en el área de envasado de AJEPER S.A., que es una compañía conformada de 60 empleados administrativos y 500 operadores de planta, dirigido al sector de elaboración de bebidas carbonatadas, energizantes y rehidratantes. La planta está localizada en el distrito de Lurigancho, que presenta fallas de máquina, que ocasiona un uso excesivo de insumos, indisponibilidad, un porcentaje de improductividad y reprocesos. En consecuencia, nos orientaremos en la productividad de equipo más crítico del área de envasado de la Línea 20, que se emplea para envasar

el agua cielo de 625 ml, siendo donde se concentran los problemas, debido a que solo posee un mantenimiento correctivo, que no contribuye en disminuir tiempos muertos e interrumpe el proceso afectando la producción planificada.

En este contexto la compañía se encuentra direccionada a analizar sus indicadores de mantenimiento para elevar el rendimiento de sus líneas de envasado, producto del aumento de la eficiencia mecánica y el cumplimiento de las metas de producción, siendo un método para lograrlo el uso del mantenimiento centrado en confiabilidad, para ofrecer mayor disponibilidad para trabajar y llegar a los niveles de producción propuesta.

A continuación, se realiza el reconocimiento de las causas del descenso del rendimiento en el área de envasado de la línea 20 con el empleo del diagrama de Ishikawa, herramienta que contribuye a determinar razones que producen esta situación:

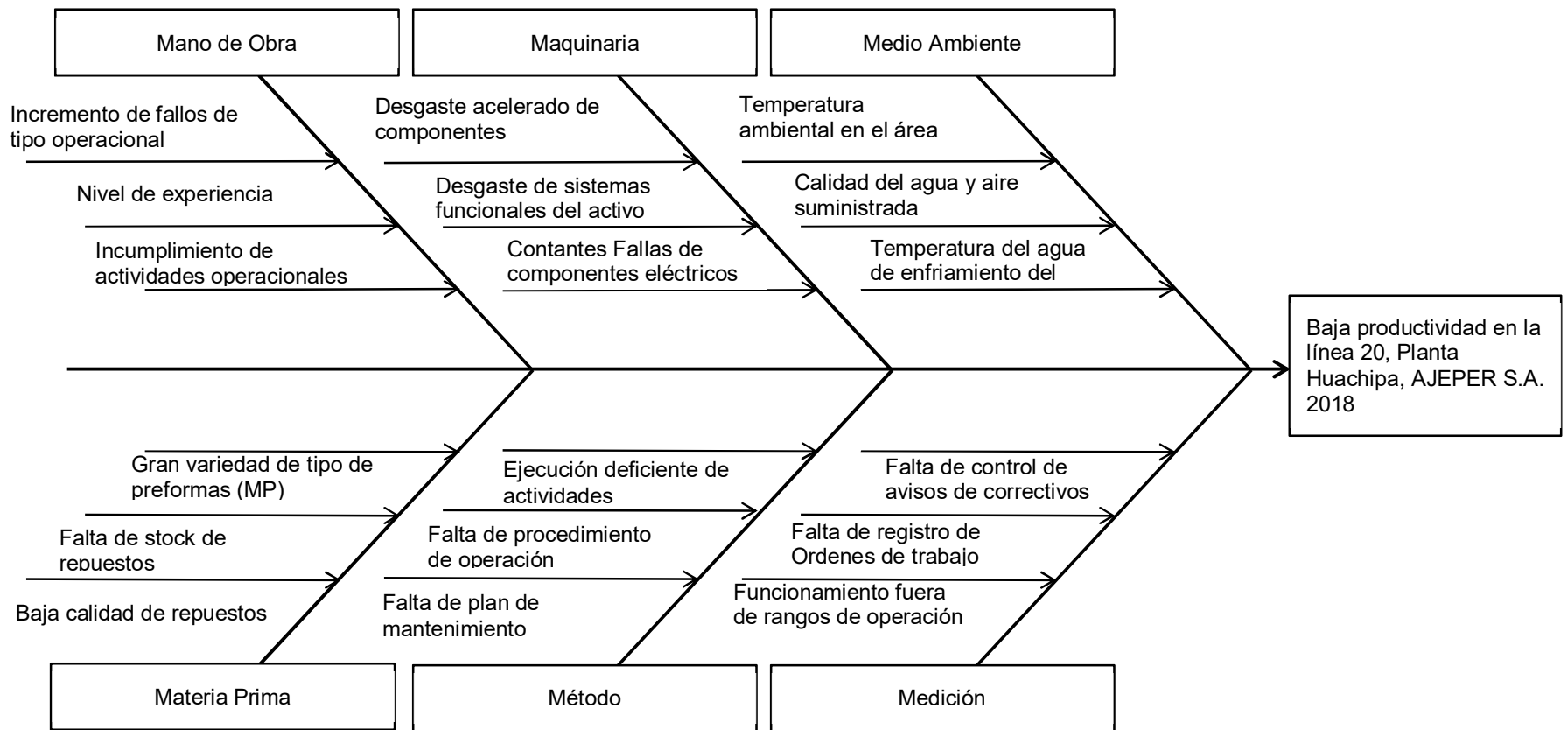


Figura 1. Espina Ishikawa de la Empresa AJEPER S.A.

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia.

Después de descubrir las causas, se continua con la clasificación y priorización de los posibles motivos a través del diagrama de Pareto subsecuente:

Tabla 1

*Jerarquización de Causas Potenciales en la Empresa AJEPER S.A.*

N° de causas	causas del problema	frecuencia valorizada	porcentaje	% acumulado	defecto
C1	Falta de plan de mantenimiento	29	11.20%	11.20%	80%
C2	Falta de procedimiento operacional	27	10.50%	21.70%	80%
C3	Ejecución deficiente de actividades	26	10.10%	31.80%	80%
C4	Trabajo fuera de rangos de operación	26	10.10%	41.90%	80%
C5	Falta de registro de Ots	25	9.70%	51.60%	80%
C6	Falta de control de avisos	24	9.30%	60.90%	80%
C7	Baja calidad de repuestos	23	8.90%	69.80%	80%
C8	Falta de stock de repuestos	25	9.70%	51.60%	80%
C9	Variedad de tipo de preformas (MP)	19	7.40%	77.10%	80%
C10	Desgaste de componentes mecánicos	14	5.40%	82.60%	80%
C11	Desgaste de sistemas funcionales	19	7.40%	77.10%	80%
C12	Contantes Fallas de componentes eléctricos	14	5.40%	82.60%	80%
C13	Nivel de experiencia	23	8.90%	69.80%	80%
C14	Incumplimiento de actividades operacionales	12	4.70%	87.20%	80%
C15	Temperatura ambiental en el área	12	4.70%	91.90%	80%
C16	Calidad del agua y aire suministrada	11	4.30%	96.10%	80%
C17	Temperatura del agua de enfriamiento	10	3.90%	100.00%	80%
	Total	339		100.00%	

**Nota.** Fuente: AJEPER S.A.

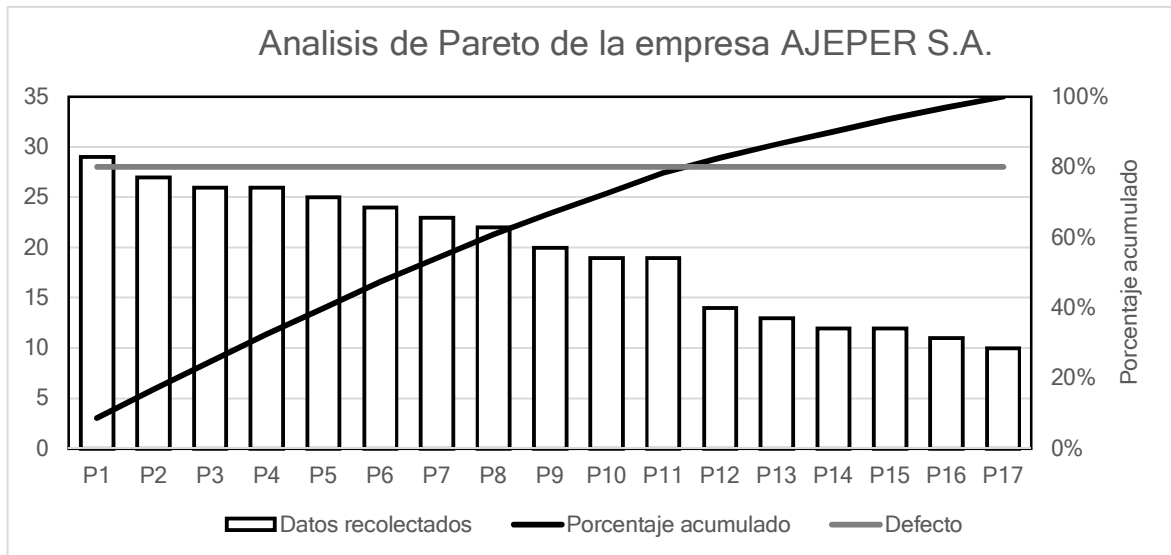


Figura 2. Análisis de Pareto de la empresa AJEPER S.A.

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia.

La herramienta permite deducir que los factores clave relacionados a la caída del rendimiento de manufactura son: ausencia de un plan de mantenimiento, falta de procedimiento operacional, ejecución deficiente de actividades, trabajo fuera de rangos de operación, carencia de registro de Ots, poco control de avisos, baja calidad de repuestos, rotura de stock de refacciones, variedad de tipo de preformas (MP), desgaste de componentes mecánicos y desgaste de sistemas funciona.

**Problema general**

¿De qué manera la aplicación del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad mejorar la productividad en la sopladora de la Línea 20 en planta Huachipa AJEPER S.A., 2018?

**Problemas Específicos**

**Problema Especifico 1**

¿De qué manera la aplicación del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad mejora la eficiencia en la sopladora de la Línea 20 en planta Huachipa AJEPER S.A., 2018?

## **Problema Especifico 2**

¿De qué manera la aplicación del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad mejora la eficacia en la sopladora de la Línea 20 en planta Huachipa AJEPER S.A., 2018?

### **Justificación del estudio**

#### **Justificación Teórica**

La actual indagación aplicará el MCC con el fin de obtener una mejora del grado de productividad por medio de su empleo en la Línea 20 en planta Huachipa, AJEPER S.A., a través del cual alcanzaremos óptimos resultados, para utilizar de manera apropiada el tiempo de manejo de los activos, que impactará en el aumento de la producción.

La teoría se sostiene por: Mora (2014) explicó: “Se puede referir sobre el mantenimiento centrado confiabilidad conecta claramente con una de sus metas como es elevar el tiempo disponible para manufacturar, extendiendo la etapa de recambio, que impacta en la confiabilidad y contribuye a la productividad en los activos de la compañía” (p 152). El autor refiere que el MCC da como resultado una productividad favorable en beneficio de la empresa.

Con respecto al alcance teórico de la siguiente indagación se puede comprobar a través de Mora (2014), a cerca de los indicadores empleados para analizar el desempeño del mantenimiento basado en el tiempo y a Gutiérrez (2014), con relación al nivel de productividad, debido a que posibilita el conocimiento y contrasta concepciones teóricas con el producto de la tesis.

#### **Justificación Metodológica**

La actual indagación, origina trascendencia, de conformidad con el empleo de fichas de recolección que contribuyan a la obtención de datos acerca de los factores, los cuales serán utilizados para obtener índices estimables.



Del mismo modo se empleando procedimientos y tácticas de indagación rigurosa, como la estructura de la investigación cuasi experimental, que según Hernández, Fernández y Baptista (2014) indicaron: “conlleva la detección de las consecuencias de manejar sobre factores dependientes al influir deliberadamente por un periodo con factores independientes, con lo cual se posibilita obtener las metas solicitadas en la indagación por medio de la evaluación estadísticas y cálculos.”(p. 151). El autor expreso que si se quería producir un resultado en el factor dependiente se requiere realizar cambios en el factor independiente y para poder cuantificar esta variación se debe emplear un proceso de observancia que se soporta de información de un historial pertinente y fiable, del mismo modo, actividades y situaciones notables que se precisan a través de formas de compilación de datos permitiendo calcular y examinar los factores.

### **Justificación Práctica**

Con relación a la parte del argumento práctico, conecta los aportes del estudio para identificar beneficios del empleo de la metodología de conservación basada en confiabilidad para elevar índices de productividad, establece histórico de la aplicación, que proporciona base para próximas indagaciones que planteen el MCC, como método designado a usar para alcanzar altos niveles de productividad para otros rubros en los cuales sea válido su uso, a su vez el estudio busca recabar razones por las que se generan muchas paradas aleatorias en la Línea 20 en planta Huachipa, AJEPER S.A, puesto que dichos sucesos representan caída de la manufacturación y contratiempos, adicionalmente se presentan como propuesta para elevar la eficiencia mecánica, a través una reorganización del flujo de conservación, según Mora (2014) explicó: “un propósito elemental del mantenimiento centrado en confiabilidad es subir la disposición del tiempo efectivo y extender la vida de los componentes, para influir en la fiabilidad y ayuda al aprovechamiento de los equipos”. El autor indico que el MCC sirve para elevar la producción y favorece con mayor fiabilidad.

El desarrollo de este proyecto para aumentar la productividad en la Sopladora de la Línea 20, representa un factor resaltante al justificar la tasa obtenida y fomenta el desarrollo de conocimientos sobre gestión de la conservación del área a implementar, de este modo aplicar medidas capaces de suscitar la mejora del proceso.

Es necesario considerar que la investigación produce un efecto en el manejo de recursos a intervienen dentro del área para elevar la productividad en las líneas de manufactura, provocando un afecto positivo en el rendimiento y proyecciones de utilización de las líneas en el periodo de análisis, al reducir la cantidad de intervenciones.

### **Justificación Social**

La investigación busca un empleo de la herramienta MCC que ayude en el desarrollo de la compañía, por que beneficia a la producción. A través del incremento de los periodos de operatividad.

Según Fernández (2011) indico: “El estudio contribuye a la unidad de preservación de activos; que tiene como una de sus responsabilidades el progreso y rentabilidad. A partir de la reducción de paros y estrategias de conservación, que se relaciona con el fin de la compañía de satisfacer a los consumidores. (p.40). De acuerdo con lo expresado por el autor en el estudio contribuirá a la reducción de contratiempos en el desempeño de funciones de los trabajadores, así dará respuesta a la necesidad de sus clientes finales, ayudará a alcanzar un ambiente laboral más sano y producirá una buena imagen.

En tal sentido el argumento social es acertado al determinar el vínculo entre la conservación centrado confiabilidad y la seguridad industrial del personal operativo. Siendo un factor decisivo al momento de elegir una acción de mantenimiento dentro de esta metodología, para procurar su integridad y formar un plan acertado que prevenga y evite averías de maquina con la posibilidad de suscitar accidentes capaces incapacitar a los trabajadores.

## **Justificación Económica**

La argumentación económica se soporta en el planteamiento de utilizar el MCC para reducir costos y controlar el consumo de recursos. Modificando los periodos de recambio y minimizando los fallos mecánicos. Según Maldonado (2014) indicó: “La gestión de la conservación comprende procesos como la detección de anomalías, planeación y realización que se conectan con la misión de lograr resultados como la disposición, fiabilidad y descenso de costos”. (p.53). El autor afirmó que utilizar el método en estudio, estabiliza los gastos del área, reduce el inventario de repuestos y aumenta la eficiencia en la Línea 20 en planta Huachipa, AJEPER S.A. debido a que al reducir el costo por unidad producida se alcanzaran mejores utilidades.

## **Justificación legal**

Acerca del argumento legal, manifiesta que el sector donde se desempeña esta compañía implica a trabajadores responsables de manejar e intervenir equipos que podría dañar la integridad de los colaboradores, en caso de un accidente, siendo indispensable el uso de criterios de S.S.T., con el fin de impedir su aparición. La ley 29783, en su normativa explica: “el funcionario, en conformidad con su obligación de asegurar el adiestramiento de los empleados, para nuevas actividades a ejecutar y en el caso de nuevos colaboradores para que lleve a cabo su labor” (art.27). Esta legislación acerca de cuidado y previsión de accidentes menciona lo imperativo que es la formación de colaboradores en estos puntos. Las actividades producto del análisis de modo y efecto de fallos, comprende procedimientos que se implementan a través de capacitaciones.

La ley analizada propone desarrollar una forma correcta de operar de acuerdo con el rubro, para descartar una serie de accidentes capaces de aparecer en medio de la actividad. Esto lo evalúa el método en estudio al poner como punto de decisión la probabilidad de riesgo y la implementación de equipo apropiado.

**Hipótesis general:**

Ha: La aplicación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad mejora significativamente la productividad en la Línea 20 en Planta Huachipa AJEPER S.A., 2018.

Ho: La aplicación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad no mejora significativamente la productividad en la Línea 20 en Planta Huachipa AJEPER S.A., 2018.

**Hipótesis específicas:**

Ha: La aplicación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad mejora significativamente la eficiencia en la Línea 20 en Planta Huachipa AJEPER S.A., 2018.

Ho: La aplicación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad no mejora significativamente la eficiencia en la Línea 20 en Planta Huachipa AJEPER S.A., 2018.

Ha: La aplicación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad mejora significativamente la eficacia en la Línea 20 en Planta Huachipa AJEPER S.A., 2018.

Ho: La aplicación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad no mejora significativamente la eficacia en la Línea 20 en Planta Huachipa AJEPER S.A., 2018.

**Objetivo General:**

Determinar en qué medida la aplicación del mantenimiento centrado confiabilidad mejora la productividad en la Línea 20 en Planta Huachipa AJEPER S.A., 2018.

**Objetivos específicos:**

Determinar en qué medida la aplicación del mantenimiento centrado confiabilidad mejora la eficiencia en la Línea 20 en Planta Huachipa AJEPER S.A., 2018.

Determinar en qué medida la aplicación del mantenimiento centrado confiabilidad mejora la eficacia en la Línea 20 en Planta Huachipa AJEPER S.A., 2018

## II. MARCO TEÓRICO

Marchena (2018) en su tesis Implementación del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) para aumentar la productividad del área de producción de tableros de la empresa SERTES S.A.C, Lima, 2018. Su objetivo fue aumentar el rendimiento en la elaboración de tableros implementando el MCC. La clase de método a emplear fue aplicada, haciendo uso del planteamiento cuantitativo, que comprende una estructura cuasi experimental y con un alcance de análisis explicativo, cuyo producto alcanzado presentó un aumento del índice de productividad. El autor concluyó que emplear el método de Conservación basado en fiabilidad elevó la productividad en un 21% con relación a la elaboración de tableros, aumentó la confiabilidad en un 21.1% y la disponibilidad en un 18.9 % de los equipos (aumentando su vida útil y el rendimiento).

Cáceres (2016) en su tesis Aplicación del RCM para mejorar la disponibilidad mecánica de la máquina secadora circular 2400X de la Empresa Corporación JARCON S.A.C. Su objetivo fue elevar el rendimiento de las máquinas, a través del empleo del método de conservación centrado en la confiabilidad en la Secadora Circular. La clase de método a emplear fue aplicada, empleando el planteamiento cuantitativo, constituido por una estructura cuasi experimental y con un alcance de análisis explicativo, cuyo producto alcanzado presentó un aumento del índice de productividad. El autor determinó que una reducción de paradas imprevistas en la secadora 2400X mejoró la disponibilidad en 1.35% tomando como análisis el sistema mecánico. El desarrollo del proceso de conservación ocasionó una reducción de las horas de paradas del 25%.

Casachagua (2017) en su tesis Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo basado en el RCM para mejorar la disponibilidad mecánica de la excavadora CAT 336 De La Empresa ECOSEM SMELTER S.A. Comprendió el propósito de implementar un programa de cuidado preventivo basado en condiciones a fin de mejorar la disponibilidad mecánica en una excavadora. La clase de procedimiento a emplear fue aplicada, empleando el planteamiento cuantitativo, constituido por

una estructura cuasi experimental y con un alcance de análisis explicativo, cuyo producto alcanzado presento un aumento del índice de productividad. El autor confirmo que la aplicación del MCC permitió una mejora en la disponibilidad mecánica del 81% al 90%.

Álvarez (2018) en su tesis Propuesta de plan de mantenimiento preventivo y mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) como estrategia de optimización del desempeño en una Empresa Metalmeccánica, Arequipa, 2016. Su objetivo fue proponer el programa de conservación basado en tiempo a través con el uso del método preservación centrado en Confiabilidad para optimizar el desempeño en una empresa metalmeccánica. La clase de procedimiento a emplear fue aplicada, empleando el planteamiento cuantitativo, constituido por una estructura cuasi experimental y con un alcance de análisis explicativo, donde su resolución permite evidenciar una evolución positiva de la eficiencia mecánica. El autor determino que se aprecia un aumento de la eficiencia de 22.6% en la manufactura, que equivale a un ahorro de 23,376.5 soles anuales, para el periodo 2016.

Idrogo (2016) en su tesis Estudio de un sistema de mantenimiento centrado en la confiabilidad para aumentar la disponibilidad de los motores asíncronos trifásicos de la empresa Cogorno S.A Trujillo. Su objetivo fue aumentar la utilización de los activos por medio de la implementación del método de preservación centrado en fiabilidad en los motores asíncronos trifásicos. La clase de método a utilizar fue aplicada, empleando el planteamiento cuantitativo, compuesta por una estructura cuasi experimental y con un alcance de análisis explicativo, cuyo producto alcanzado presento una tendencia positiva del índice de utilización. El autor determino que la implementación permitió obtener un beneficio neto de 533,505.18 S./año. Se aumentaron los indicadores de mantenimiento, obteniendo una disponibilidad del 97.04%, confiabilidad 97.31% y mantenibilidad constante de 7.19%.

Ramón (2015) en su tesis Aplicación de metodología de RCM para el incremento de disponibilidad de chancadora HP- 500 en la Compañía Minera VOLCAN-CHUNGAR. Su meta fue elevar la utilización de la chancadora HP-500 utilizando

el método MCC. La clase de procedimiento a emplear fue aplicada, empleando el planteamiento cuantitativo, constituido por una estructura cuasi experimental y con un alcance de análisis explicativo, donde su resolución permite evidenciar una evolución positiva de la eficiencia mecánica. El autor confirmó que la metodología Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) incrementa la disponibilidad al 95.38%, y se logra optimizar el número de actividades preventivas y predictivas.

Guevara (2016) en su tesis Aplicación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad a los Grupos Electrónicos para incrementar la productividad, en la estación Tapir A del bloque 17 Petroriental. Su finalidad fue incrementar la disponibilidad de la zona de asistencia técnica con el acondicionamiento de método de preservación en análisis de los grupos electrónicos. La clase de procedimiento a emplear fue aplicada, empleando el planteamiento cuantitativo, constituido por una estructura cuasi experimental y con un alcance de análisis explicativo, donde su resolución permite evidenciar una evolución positiva de la eficiencia mecánica. El autor confirmó que la disponibilidad de los generadores mejoró del 93.3% al 95.5%.

Gaibor (2017) en su tesis Implementación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad en el Grupo Electrónico FGWILSON P- 300 para mejorar la productividad, en las Granjas Avícolas de la Empresa Procesadora Nacional de Alimentos Zona Bucay. Tuvo la finalidad de ejecutar el MCC para incrementar la disponibilidad. La clase de procedimiento a emplear fue aplicada, empleando el planteamiento cuantitativo, constituido por una estructura cuasi experimental y con un alcance de análisis explicativo, alcanzado un impacto favorable que elevó el rendimiento. El autor infirió que los criterios de MCC, facilita el decrecimiento de costos asociados a reparaciones en un 32% y en una reducción de hasta un 94 % de tiempos fuera de servicio. La tasa de fallos tuvo una reducción del 36%.

Raffo (2016) en su tesis Aplicación de la conservación centrada en fiabilidad para equipos de aire acondicionado de elevada criticidad, en el marco de una política de fiabilidad operacional. Su objetivo fue plantear un plan de conservación para estos equipos haciendo uso del método MCC, para mejorar la disponibilidad. Su



procedimiento fue cuantitativo – aplicado y de empleando el planteamiento cuantitativo, un alcance explicativo. El autor llego a la resolución de que las tareas preventivas y correctivas, propuestas eran técnica y económicamente convenientes. La evaluación de costos usado en el proyecto determino como alternativa de financiamiento viable, la numero 3, al tener la menor inversión con un precio de \$42,6 millones.

Rincón (2016) en su tesis Aplicación de un programa de preservación centrado en fiabilidad (RCM) para elevar el rendimiento de un horno rotatorio ALLIS CHALMERS en la planta de cemento Cúcuta, Cemex Colombia S.A. Su objetivo fue elevar la disposición de activos servicio a través de la aplicación de MCC., planteando un análisis cuantitativo que posee un método de tipo aplicado, constituido por una estructura experimental y con un alcance de análisis explicativo, las conclusiones fueron positivas porque elevaron el nivel de disposición. El autor concluyó que el uso del MCC y la designación de las tareas de mantenimiento permitió mejorar la disponibilidad en 6%.

Zavala (2018) en su tesis como programa de conservación basado en MCC para la chancadora primario Fuller, operación Manto verde. Posee como propósito el desarrollar un plan de preservación preventiva basado en fiabilidad una chancadora primario Fuller. La clase de procedimiento a emplear fue aplicada, empleando el planteamiento cuantitativo, constituido por una estructura cuasi experimental y con un alcance de análisis explicativo, donde su resolución permite evidenciar una evolución positiva de la eficiencia mecánica. El análisis de criticidad determinó el componente crítico y eso permitió mejorar el enfoque del mantenimiento. El autor concluyo que el plan de preservación de la chancadora producto del análisis de fallos permitió un ahorro en costos de mantenimiento.

### **Mantenimiento Centrado Confiabilidad**

Es un procedimiento que permite plantear actividades preventivas y predictivas que aseguren que las maquinas realicen su producción propuesta, considerando

cuan critico es un activo para el análisis de fallos. Enfocado en mitigar costos e incrementar la disposición para manufacturar. Además, planifica, ejecuta y controla el plan de cuidado y conservación de activos a través de una serie de indicadores probabilísticos para analizar cuantas interrupciones se relacionan a falla mecánica.

### **Mantenimiento Centrado Confiabilidad**

Mora (2014) explicó: “La conservación enfocada en fiabilidad el cual es un protocolo que establece actividades aseguraran que una maquina realice lo que desea la empresa que realice en su producción normal” (p. 273).

El autor afirmó que el MCC permite elaborar un grupo de actividades rutinarias, y plantea el stock de repuestos necesarios. Buscando preservar los equipos y reconocer condiciones de falla, reduciendo costos de parada.

### **Disponibilidad**

Mora (2014) indicó: “La disposición de un activo, que es porcentaje de tiempo en el cual un sistema efectivamente opera, bajo condiciones específicas y con un eficaz soporte logístico” (p.62).

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Confiabilidad}}{\text{Confiabilidad} + \text{Mantenibilidad}}$$

El autor expreso que la disposición de máquinas se obtiene a través de fiabilidad y mantenibilidad, que se expresan con el periodo medio entre averías y el periodo medio para corregir, señalan el intervalo en que el activo está trabajando o nivel de rendimiento como afirma el autor.

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

Donde:

MTBF: Tiempo medio entre fallas

MTTR: Tiempo medio de reparación

## **Confiabilidad**

Mora (2014) indicó: “La confiabilidad representa la probabilidad de que una maquina cumpla con las funciones para las que se fabricó, durante un tiempo establecido” (p.71).

El autor comentó que la confiabilidad se considera el tiempo promedio que permanece una maquina cumpliendo sus funciones tomando en cuenta la taza de fallos. Siendo la fiabilidad operativa, entendido como el intervalo entre averías, este método agrupa a desperfectos de activos con características similares.

$$C = \frac{HR\ OP}{\sum NT\ FALLAS}$$

Donde:

HR OP = Horas de operación

∑NTFALLAS= Numero de fallas detectadas

## **Mantenibilidad**

Mora (2014) indicó: “El nivel de mantenibilidad se conoce como la posibilidad de que un activo retorne a una condición de funcionamiento después de un cese de la producción, a través de la reparación que elimine las causas inmediatas de la falla” (p.77).

El autor comentó que la mantenibilidad indica el tiempo promedio de restitución de la funcionalidad del equipo. Evaluando la velocidad para resolver una falla con el fin de optimizar tiempos.

En consecuencia, el intervalo promedio de restauración se presenta como la relación entre el intervalo total de interrupción y la cantidad de averías observadas que define a la mantenibilidad de activos.

$$M = \frac{TTF}{\sum NT FALLAS}$$

Donde:

TTF= Tiempo Total de Fallas

$\sum$ NTFALLAS= Numero de fallas detectadas

### **Mantenimiento Centrado Confiabilidad**

González (2016) afirmo: “El MCC se implementa sobre una secuencia de fases estructuradas. Siendo imprescindible analizar el punto de equilibrio del rendimiento planteadas por la dirección. Se requiere de una estrategia clara para mejorar parámetros (costes, fiabilidad, etc.)”. (p 83).

El autor comento que este método precisa para su puesta en funcionamiento de un proceso de investigación para detecta los modos de fallos y el costo en el que se incurre, lo cual permitirá de manera clara ofrecer una acción adecuada como actividades preventivas, correctivos o la instalación de equipo en paralelo.

### **Disponibilidad**

González (2016) comento: “Se define la disposición como la cantidad de activos disponibles de trabajar del parque industrial en un momento específico. Se puede determinar considerando paradas programadas y no programadas.” (p. 67).

El autor comentó que la disponibilidad refleja el desempeño del área de producción y de mantenimiento, en su labor de mantener los activos ejecutando su función de producir algún tipo de bien.

### **Confiabilidad**

González (2016) afirmo: “El nivel de fiabilidad determina la probabilidad para que un equipo realiza su función sin averías por un periodo de tiempo. Este valor se

ve representado por el Tiempo medio entre fallas (MTBF)” (p.66).

El autor expuso como este índice determina el periodo de tiempo en que todo equipo esté cumpliendo sus funciones antes de fallar, y evalúa la gestión de cuidado y conservación de activos.

### **Mantenibilidad**

González (2016) afirmó: “La mantenibilidad refiere a la probabilidad para que un activo vuelva a funcionar después de fallar en un plazo determinado. La mantenibilidad se representa por el tiempo medio para reparar (MTTR)” (p.66).

El autor comentó que este indicador señala en cuanto tiempo es posible que un equipo recupere su estado de funcionamiento, debido a reparaciones o regulaciones no programadas.

### **Mantenimiento Centrado Confabilidad**

Hincapié (2017) indicó: “El procedimiento MCC busca potenciar las actividades de conservación basada en condiciones para sostener la fiabilidad de cada activo, y se puede emplear en cualquier etapa del ciclo de vida considerando diferentes acciones “. (p 43).

El autor comentó que la preservación basada en fiabilidad se consigue aplicar en todas las etapas de la vida útil del activo, con la finalidad de tomar decisiones en función a datos. Para preservar las funciones de un activo y reducir costos producto de reparaciones.

### **Disponibilidad**

Hincapié (2017) indicó: “El grado de disposición es la forma de detectar la frecuencia de averías suscitadas y cuanto porcentaje de acciones correctivos se requerirá, denotando el alcance de las actividades preventivas. Siendo su

enfoque el aislar y dar respuesta rápida a las fallas”. (p.33).

El autor afirma sobre el activo susceptible de intervenir se requiere este en condición de trabajar, es necesario medir cuando se realiza una reparación y con qué frecuencia se ejecutan actividades de inspección.

### **Confiabilidad**

Hincapié (2017) expresó: “La fiabilidad es la posibilidad de trabajar en el momento de demanda, sin averías considerando un periodo específico y toman en cuenta condiciones operacionales dadas de antemano”. (p.99).

El autor afirmó que fiabilidad es en resumen el periodo en que un activo está operando sin algún tipo de problemas en un ciclo de trabajo. Esto contribuye al análisis del costo de vida de los activos de un negocio.

### **Mantenibilidad**

Hincapié (2017) indicó: “Siendo la posibilidad de un activo de características específicas con una aplicación particular para ser conservada o para devolverla a un estado donde funcione para la actividad solicitada, empleando recursos y tiempo “(p.106).

El autor expreso que el índice analizado le atañe cuantificar la probabilidad de que el activo retome su condición de trabajo.

### **Mantenimiento Centrado Confiabilidad**

Torres (2005) expresó: “La conservación basada en fiabilidad emplea como táctica de acción, el mantenimiento preventivo, el cual generalmente se realiza cuando no producen o conforme un plan que minimice periodos inefectivos por fallos mecánicos, recambios, y evitar paralizaciones” (p 87).

El autor expresó lo indispensable que es poseer un programa de conservación,

conectado a un cronograma de actividades que debe ejecutarse con el fin de alcanzar una mayor disposición de activos y elevar el rendimiento. Siendo necesario contar con actividades predictivas que avisen de manera temprana sobre fallos potenciales.

### **Disponibilidad**

Torres (2005) explicó: “La disposición de activos es una fracción de tiempo en el cual estuvo en marcha un equipo o dispositivo con ciertos valores de parametria para su uso”(p.12).

El autor expresó que es el periodo previo a la interrupción por averías que impida seguir funcionando, siendo empleado en el cálculo, el tiempo real de utilización y la cantidad de fallos.

### **Confiabilidad**

Torres (2005) indicó: “La confianza en el desempeño de un activo ayuda a relacionar el tiempo operativo y los intervalos de fallo, es empleado dentro del análisis de fallas para determinar el rendimiento de la línea”. (p.76).

El autor expresó que se distingue en un activo su fiabilidad como un intervalo donde realiza sus funciones, extrayendo el tiempo donde esta indispuesto, busca establecer actividades de conservación y dar seguimiento de estado de equipo.

### **Mantenibilidad**

Torres (2005) indicó: “Mantenibilidad es el índice que permite alcanzar una visión previa al uso, en medio o posterior sobre el periodo en que se buscan resultados, siendo 3 los señalizadores más grandes del área, conocidos como fiabilidad, mantenibilidad y disposición de activos que se evalúan en base a tiempo.” (p.21).

El autor expresó sobre mantenibilidad es indicativo de la gestión de conservación se conecta con la disposición y fiabilidad, se describe como intervalo promedio

de restauración. Siendo un indicador de la capacidad del área de mantenimiento, para atender emergencias.

### **Mantenimiento Centrado Confiabilidad**

Boero (2014) explicó: “La conservación basada en fiabilidad tiene la capacidad de lograr los objetivos trazados por la dirección con respecto a productividad, originando tareas que contribuyen a elevar el valor de los señaladores principales de gestión de la preservación, vinculado a mantenibilidad y fiabilidad que permiten alcanzar la disposición.” (p.127).

El autor expresó sobre el MCC que ejecuta acciones, las cuales se pueden observar y medir a través de señaladores resaltantes de conservación como son fiabilidad, mantenibilidad y disposición. Lo cual impacta en rentabilidad y productividad del negocio.

### **Disponibilidad**

Boero (2014) afirmó: “Disposición de activos son ciclos en que el equipo se hallan en operación bajo condiciones dadas, alcanzando los niveles proyectados”. (p.63).

El autor expresó que un activo mantenible está en estatus de utilización, siempre y cuando se encuentre en cierto sistema laboral y contextos asociado a su localización y función.

### **Confiabilidad**

Boero (2014) indicó: “Se conoce por fiabilidad de equipo o activo al grado de viabilidad que posee para ejecutar cierta tarea en un periodo específico y con un estándar de trabajo sin desperfectos” (p. 18).

El autor aseveró sobre fiabilidad es la capacidad de un activo de operar en cierto



contexto, considerando su historial de fallos para el programa de conservación.

### **Mantenibilidad**

Boero (2014) expresó: “La perspectiva de las áreas de preservación, manufactura y los activos se entrelazan a través de reglas, que permiten conocer la conexión entre las labores de elaboración y conservación, que produce un impacto en los equipos, que al actual sobre el periodo de reparación para incrementar el rendimiento y la distribución (p.58).

El autor comentó s reconocible la conexión entre los índices de conservación y el rendimiento de las líneas. Siendo la mantenibilidad, una de las razones de que la productividad se vea afectada ya que disminuye el tiempo medio de reparación.

### **Mantenimiento Centrado Confiabilidad**

Sayed (2019) indicated: "Precautionary maintenance is a method that preserves equipment and its systems in operation, avoiding failures and extending their time until total replacement". (p. 2).

El autor expresó que las actividades precautorias facilitan el elevar los periodos útiles, con el uso de revisiones y recambios periódicos. Siendo producto del análisis de fallos que plantea la metodología MCC (considerando la criticidad y el costo).

### **Disponibilidad**

Sayed (2019) stated: “System readiness is the possibility of getting the equipment to work in the required way without malfunction, under given conditions and in a given period”. (p. 11).

El autor argumentó que la disposición sobre un equipo y sus sistemas se asocia con su aprovechamiento por un rango de tiempo determinado sin presencia de fallas.

## **Confiabilidad**

Sayed (2019) stated: "reliability is known as the degree of possibility that an asset and its parts correctly perform their work. The objective of reliability is to determine how possible it is to operate the system without failure within the given period". (p. 5).

El autor asevero que fiabilidad es el nivel de viabilidad de que los equipos presenten un comportamiento correcto en la operación sin paradas relevantes.

## **Mantenibilidad**

Sayed (2019) have: "the average interval to restore part of the repair of assets and sub-assets to contribute to obtaining disposition, which is what you expect to achieve to obtain the goals". (p. 12).

El autor comento que mantenibilidad se considera al periodo estándar de restauración de equipos, ayudando a conseguir disposición de equipos que permita maximizar las ganancias.

## **Mantenimiento Centrado Confiabilidad**

Shawki (2016) stated: "Using this procedure, the preventive period replacement strategy is extended to increase the confidence associated with the mechanical component and, therefore, to propose the asset cost analysis". (p. 9).

El autor expresa que este método contribuye al aprovechamiento de la línea y minimiza los costos asociados, que a su vez incrementa el nivel de confianza en el desempeño de los activos. Al establecer la acción de recambio a una frecuencia económica y funcionalmente viable.

## **Disponibilidad**

Shawki (2016) explained: "disposition is the condition of generating profits that rises because the team is active for a longer period. The indices for choosing the optimal conservation logic based on conditions are fixed factors for inoperative intervals". (p. 10).

El autor determino que disposición es la condición para optimizar los costos de mantenimiento y de almacenamiento prolongando el tiempo de uso de los activos.

## **Confiabilidad**

Shawki (2016) expressed: "reliability is recognized as the cause of the assets not stopping, which needs to consider the cost imputed by the stoppage". (p. 13).

El autor afirmo sobre confianza operativa de los activos es un segmento de tiempo en que los equipos no deben detenerse, asumiendo el costo derivado

## **Mantenibilidad**

Shawki (2016) stated: "restorability establishes the recovery interval considering the cost necessary to resume operations and continue manufacturing". (p. 14).

El autor sobre el índice de restauración es el intervalo de recuperación que evalúa el gasto impuesto y las actividades que conlleven acciones de compostura.

## **Mantenimiento Centrado Confiabilidad**

Tsarouhas (2015) stated: "provisional conservation is an integral process that evaluates the entire production cycle, made up of assets that present failures, which are calculated based on reliability and availability of equipment and a procedure was developed that reviews the restoration and assessment." (p. 101).

El autor expreso sobre el método analizado que supervisa cada parte del proceso al elevar el tiempo aprovechable del equipo y emplea índices tales como disposición de equipos y confianza en el nivel de operatividad que se determinan dentro del proceso siendo un enfoque de la metodología MCC.

### **Disponibilidad**

Tsarouhas (2015) stated: “Asset disposal is the possibility that a piece of equipment will be found fit for use when requested. This index depends on the reliability and the restoration index to propose the distribution of faults and corrective interventions”. (p. 102).

El autor comentó que disposición de activos se asocia con la premisa de que un activo este en capacidad de manufacturar al solicitarse, lo cual depende de la fiabilidad y nivel de restauración de acción rápida.

## **Confiabilidad**

Tsarouhas (2015) noted: "reliability of a component is the quality of an asset to perform its activities during a specified interval when working in a standard environment" (p. 103).

El autor comento sobre confianza operativa de equipos que es la probabilidad de desempeñar funciones de forma normal en un periodo específico.

## **Mantenibilidad**

Tsarouhas (2015) stated: "Maintainability accounts for the restoration period of a failed system and states the level of possibility that the failed equipment will be restored to its operational state by performing maintenance. the restoration index is related to the duration of the stoppages". (p. 104).

El autor expresó sobre el índice de restauración que valoriza el intervalo de corrección del equipo averiado hasta su retorno a la operación, se relaciona a los componentes del activo y el intervalo para recuperar la función.

## **Mantenimiento Centrado Confiabilidad**

Zambrano (2015) expresó: "Gestión de conservación se define como los procesos cuya misión es regresar y mantener los activos en estado de trabajo fiable, efectivo y accesible". (p.498).

El autor comentó que el MCC comprende una serie de estrategias entre las cuales se encuentran los chequeos y limpiezas a ejecutar en el equipo para mantener el continuo desarrollo de funciones y obtener la eficiencia deseada. Asimismo, actividades predictivas y correctivas

## **Disponibilidad**

Zambrano (2015) afirmo: “La disposición de activo es el nivel de suficiencia para ejecutar sus actividades de modo correcto, en un tiempo dado”.(p. 499).

El autor aseveró que el nivel de utilización del equipo busca prolongar el estado de operación en las horas de trabajo de una industria para otorgar efectividad al sistema.

## **Confiabilidad**

Zambrano (2015) expresó: “La confianza operativa en máquina, se asocia al desarrollo del plan de conservación efectivo y un procedimiento factible para el desempeño de actividades de manufactura” (p.500).

El autor afirmó que poseer confianza operación en activos es equivalente a tener una estrategia correcta de conservación que posea un nivel de preventivo con características apropiadas a la producción desempeñada y el no ejecutarlo es indicativo a poseer un poco fiabilidad.

## **Mantenibilidad**

Zambrano (2015) explicó: “Es un índice que estima cuan posible es el restablecimiento de activo defectuoso a estado correcto de actividad haciendo uso de los bienes requeridos”. (p.500).

El autor expresó que el índice de restauración es el periodo comprendido en el cual un equipo está volviendo a su uso habitual, considerando condiciones propias de su estado de funcionamiento.

## **Mantenimiento Centrado Confiabilidad**

Suhir & Bechou (2013) stated: "The analyzed method seeks to develop a series of conservation activities with the purpose of extending the interval of activity of the equipment and preserving the functions without setbacks" (p.36).

Los autores expresaron sobre este método que permite que los activos tengan actividades enfocadas al incremento de tiempo entre intervenciones, a partir del uso de inspecciones y ejecuciones, las cuales limitan el número de averías aleatorias que detienen la operación.

## **Disponibilidad**

Suhir & Bechou (2013) they stated: "disposition the condition of the asset to execute its planned activities in a set interval. Being established as the possibility that a machine is available for use" (p.48).

Los autores expresaron sobre el grado de disposición de activos que determina cuanto tiempo una maquina se encuentra ejerciendo sus funciones satisfactoriamente según se requiere.

## **Confiabilidad**

Suhir & Bechou (2013) stated: "a growth in reliability is reflected in a fall in restoration costs, and the increase in this variable analyzed through the mean time to failure contributes to the fact that the investment in preserving reliability decreases.." (p.53).

Los autores afirmaron que el aumento de nivel de confianza operacional repercute en una disminución representativa del costo de restauración, lo cual se evalúa con el tiempo medio entre fallos.

## **Mantenibilidad**

Suhir & Bechou (2013) expressed: “The purpose of this study is to establish a measurable automatic connection and demonstrate the decreased cost of preserving and enhancing assets.” (p.58).

Los autores expresaron que, si se reduce el índice de restauración se minimizan los costos, lo que afectaría de manera positiva la confiabilidad del sistema o subsistemas.

## **Mantenimiento Centrado Confiabilidad**

García (2015) indicó: “La conservación basada en fiabilidad se centra en la revisión de averías asociadas a actividades correctivas como las que se reconocen por medio de actividades preventivas, siempre dando prioridad a aquellos fallos de mayor ocurrencia y con consecuencias graves.” (p.31).

El autor indicó que el MCC considera la evaluación de un número de criterios para aplicar su matriz de evaluación de la acción a tomar. Evaluando la información de las fallas crónicas y falla esporádicas.

## **Disponibilidad**

García (2015) indicó: “Es un factor importante para darle seguimiento dentro del negocio. Siendo el coeficiente de dividir el intervalo operacional del equipo y el tiempo total” (p.249).

El autor comentó que la disposición operativa es el potencial de un activo para estar en posición de ejecutar sus funciones en un intervalo de manera apropiada lo cual es evaluado por el área de ingeniería del mantenimiento.



## **Confiabilidad**

García (2015) indicó: “El MTBF nos permite determinar el periodo de producción entre las fallas que se han presentado en un periodo.” (p.258).

El autor comentó que la confiabilidad involucra los intervalos entre fallas, con el propósito de determinar cuánto tiempo realmente se tuvo la línea disponible para producir.

## **Mantenibilidad**

García (2015) indicó: “El MTTR contribuye a determinar el efecto de las averías sobre el equipo a través del tiempo promedio hasta la restauración.” (p.259).

El autor comentó el índice de restauración al ser minimizado podría impactar positivamente en el gasto por mano de obra y refacciones asociados a la corrección, lo cual permite restablecer el nivel de confianza operacional de las maquinas. Siendo el indicador de las intervenciones correctivas del área.

## **Productividad**

Gutiérrez (2014) indicó: “Productividad conecta resultados alcanzados en la manufactura, por ende, elevar el rendimiento produce óptimos resultados tomando en cuenta los bienes usados en la fabricación” (p.22).

El autor se comentó que el rendimiento de los activos se conoce como resultante de la manufactura producida y el intervalo total brindado para hacer las actividades. Siendo la productividad, la relación entre el logro de objetivos y el correcto uso de recursos.

$$\text{Productividad} = \text{Eficiencia} \times \text{Eficacia}$$

$$\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Tiempo total}} = \frac{\text{Tiempo util}}{\text{Tiempo total}} \times \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Tiempo útil}}$$

## **Eficiencia**

Gutiérrez (2014) indicó: “El índice de eficiencia conecta el intervalo empleado descontando el tiempo desperdiciado por avería que representan intervenciones, y periodos planeados de interrupción para realizar actividades de restauración que requieran de recursos y personal, que permitan elevar la elaboración de bienes, bajo las mismas condiciones.” (p.22).

El autor expresó que es el periodo de actividad fuera de interrupción debido a calidad, causas operacionales y defectos de equipo entre el intervalo total programado en la labor.

$$Eficiencia = \frac{Tiempo\ útil}{Tiempo\ total}$$

Eficacia

Gutiérrez (2014) expresó: “Es el nivel de ejecución de las metas de manufactura, considerando el alcance y la realización de actividades planeadas y no planeadas. Ya que este índice solo considera el rendimiento obtenido que conllevo a cierta cantidad producida, sin evaluar lo invertido para lograr dicho resultado en los plazos dados.” (p.22).

El autor argumentó que se enfoca en el logro del nivel de ejecución de actividades productivos considerando solo los resultados y no incluyendo en la evaluación las acciones empleadas o los recursos involucrados con el fin de fabricar.

$$Eficacia = \frac{Unidades\ producidas}{Tiempo\ útil}$$

### **Productividad**

García (2013) afirmó: “El rendimiento entrelaza los bienes generados, la cantidad de recursos empleados y el intervalo en el que se incurrió. El nivel de aprovechamiento de la línea revela el buen empleo de los factores de la manufactura” (p. 27).

El autor comentó sobre rendimiento que es producto de relacionar lo producido y

los recursos utilizados, lo cual comprende el tiempo que involucra alcanzar un elevado grado de cumplimiento.

### **Eficiencia**

García (2013) expresó: “Es el aprovechamiento de los recursos de modo racional para obtener los resultados deseados, reflejándose en una mayor calidad de las unidades producidas, etc. El nivel de alcance de los resultados proyectados, considerando optimar los recursos a usar”. (p.19).

El autor expresó que al realizar un consumo apropiado y óptimo de recursos a usar para alcanzar a manufacturar lo planteado de modo eficiente.

### **Eficacia**

García (2013) argumentó: “Es señalador del alcance del objetivo trazado independientemente de la cantidad de recursos utilizados y siendo reflejo fiel de cantidad, calidad, etc.”. (p.21).

El autor afirmó que este indicador asocia los resultados y metas acordadas, que representa el buen resultado de la ejecución del plan.

### **Productividad**

Carro y Gonzales (2012) explicaron: “Es el planteamiento de elevar el número de unidades producidas por máquina a través de un incremento de los horas-hombre y/o horas-máquina, con el aumento de ciclos de trabajos por periodo o con la mejora de métodos.” (p.10).

Los autores expresaron que para manufacturar un nivel mayor en comparativa con periodos anteriores se pueden emplear incentivos que contribuyan a disminuir o estabilizar el tiempo para producción.

## **Eficiencia**

Carro y Gonzales (2012) expresaron: “eficiencia es la conexión de los bienes utilizados al fabricar y las metas alcanzadas en la manufactura”. (p.16).

Los autores afirmaron sobre este señalador representa la razón del logro alcanzado con relación a lo usado para el desarrollo de las operaciones.

## **Eficacia**

Carro y Gonzales (2012) señalaron: “Es disposición de alcanzar los resultados planteados a lograr por medio de las operaciones desarrolladas”. (p.23).

Los autores expresaron que considera a este factor como la consecución de las actividades de fabricación sin conjeturar que es requerido para alcanzarlo.

## **Productividad**

Huertas (2015) explicó: “La productividad se puede expresar a través de la conexión de outputs generados e inputs empleados” (p. 60).

El autor afirmó que es indicativo de una conexión entre lo manufacturado y lo empleado para fabricar, con el objetivo de optimizar los bienes empleados.

## **Eficiencia**

Huertas (2015) explicó: “Eficiencia es el alcanzar el desempeño trazado que puede medirse en unidades producidas y/o calidad observada, considerando el control de los costos de producción.” (p.61)

El autor argumentó que el señalador muestra cuan necesario es emplear de manera apropiada los recursos para manufacturar con una mejora en la cantidad y en los requerimientos con respecto al consumidor. Este indicador vincula los

objetivos, tiempo involucrado y la inversión para fabricar, observando el cumplimiento de metas y la forma de obtenerla.

### **Eficacia**

Huertas (2015) expresó: “Eficacia es producto de alcanzar lo proyectado a elaborar o cumplir con el servicio prestado, enfocándose en el aseguramiento del nivel de producción, sin analizar el consumo de recursos.” (p. 61).

El autor expresó que el logro de las metas se conoce como eficacia, sin prestar atención a lo requerido para el desarrollo de las operaciones.

### **Productividad**

Fiel (2002) expresó: “Productividad es alcanzar el nivel de manufactura controlando todos los cofactores en la elaboración de bienes, procurando un favorable uso de los bienes”. (p.41).

El autor afirmó el rendimiento se evalúa todos los bienes que participan en la elaboración y en las funciones de los equipos.

### **Eficiencia**

Fiel (2002) planteó: “eficiencia en el desarrollo de la fabricación se evalúa por medio de diferentes factores, siendo eficiente un proceso si posee un alto rendimiento (adecuados resultados por tiempo y/o consumo de bienes).” (p.58).

El autor explicó sobre eficiencia en las actividades productivas que es modificada en consecuencia al manejo de los recursos vinculado al rendimiento del negocio.

### **Eficacia**

Fiel (2002) señaló: “eficacia se considera a la ejecución de acciones, con la finalidad de obtener las metas proyectadas”. (p.65).

El autor al respecto expresó que cada acción necesaria para el cumplimiento de requisitos y metas del negocio se denomina eficacia.

Guerra & Montes de oca (2019) afirmaron: “El conjunto de desperdicios que afectan el rendimiento de los equipos son la efectividad, optimización de equipos, conectado con la apropiada ejecución del programa de conservación y la estructura de operaciones”. (p.21).

Los autores afirmaron que el entrelazamiento de rendimiento y conservación de activos se debe a que después de un tiempo de vida estuvo expuesto al desgaste y explotaciones extremas, siendo el mantenimiento encargado de alargando el periodo hasta el Overhaul y obtener funcionalidad.

### **Productividad**

Vivanco & Taddei, (2010) afirmó: “acrecentar el rendimiento se conecta con una modificación en la transformación de bienes a manufacturar y la ganancia operacional, bruta y neta. En consecuencia, considerar la generación de valor y rendimiento se vincula a producir e incluye la obtención de rentabilidad para los negocios que evalúan estos índices”. (Pp.165-207).

Los autores argumentaron que elevar el rendimiento parte de la necesidad de ofrecer un bienestar económico a través de la producción de valor añadido.

### **Eficiencia**

Vivanco & Taddei, (2010) precisó: “Es indicativo del enlace entre operaciones realizadas, intervalo de utilización y producción obtenida. Niveles óptimos de eficiencia requieren la elección de ciertos procedimientos que favorezcan la reducción de desperdicios”. (p. 169).

Los autores afirmaron que un crecimiento de la eficiencia es producto de cumplir

la meta de manufactura haciendo uso de las correctas herramientas (como procedimientos) y un nivel mínimo aceptable de bienes.

### **Eficacia**

Vivanco & Taddei, (2010) explicó: “Es señalizador de la obtención de los objetivos planeados. Una planta es eficaz siempre y cuando alcance la meta de fabricación”. (p. 168)

Los autores señalaron que eficacia refiere a obtener resultados de negocio, mediante la ejecución del plan productivo.

### **Productividad**

Salazar (2003) explicó: “productividad es resultante de la unión y empleo de bienes que obtenga un resultado particular”. (p.24.)

El autor declaró que el desarrollo de fabricación programada entre los bienes aprovechados da como producto el rendimiento productivo.

### **Eficiencia**

Salazar (2003) afirmó: “eficiencia relaciona las unidades fabricadas con los recursos planteados. Asimismo, considera disposición y índices de resultados establecidos.” (p.25).

El autor refirió que este índice hace referencia al logro de metas de fabricación, optimizan el uso de bienes involucrados y periodo, lo cual requiere el desempeño de los activos.

### **Eficacia**

Salazar (2003) afirmó: “eficacia se aprecia como el nivel de concreción del

propósito de valor del negocio.” (p.25).

El autor expresó sobre eficacia es cumplir con una reducción de intervalos de interrupción operacional, mayor disposición de activos y estabilización de las actividades correctivo, a través de la aplicación de acciones y métodos.

### **Productividad**

Hernández y Rodríguez (2016) señaló: “este señalador examina el total de bienes aprovechados, los cuales se distribuyen en bienes tangible e intangibles que agregan valor al producto final”. (p.7)

Los autores afirmaron sobre productividad cuantifica la razón de los productos entre los insumos usados que comprende a equipos, operadores y materiales.

### **Eficiencia**

Hernández y Rodríguez (2016) afirmó: “eficiencia se define como aprovechar menos recursos, para procurar un ahorro minimizando gastos. (p.9)

Los autores expresaron acerca de eficiencia que considera el empleo de menos recursos, que contribuirá a ahorros representativos.

### **Eficacia**

Hernández y Rodríguez (2016) expresó: “eficacia se fundamenta en conseguir la meta entablada por el negocio.” (p.8)

Los autores expusieron que eficacia considera el establecer las metas proyectadas.

### **Productividad**



Gómez (2019) comentó: “es el índice que vincula la fabricación resultante y los medios aplicados para conseguirla, tomando en consideración metas trazadas y recursos necesarios. Por lo cual este índice toma en cuenta eficacia y eficiencia”. (p. 8)

El autor afirmó el rendimiento se conecta al propósito del negocio de alcanzar resultados proyectados a través de bienes aprovechados, pues a través de una correcta utilización, se eleva el rendimiento y desempeño que genera más rentabilidad.

### **Eficiencia**

Gómez (2019) señaló: “eficiencia vincula la cuantía de bienes utilizados en el conjunto en el ejercicio de sus operaciones de manufactura”. (p.9)

El autor consideró que eficiencia toma en consideración el alcance de resultados haciendo uso de cantidad de bienes más limitada y mejor aprovechada.

### **Eficacia**

Gómez (2019) afirmó: “Es grado de obtención de lo proyectado, considera la capacidad de llevar a cabo las metas en su totalidad.” (p. 9)

El autor planteó sobre eficacia que se concentra en el propósito del negocio, priorizando llevar a cabo la estrategia y objetivos.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y Diseño de investigación**

##### **3.1.1. Tipo de Investigación**

La investigación actual es del tipo aplicada debido a que identifica los motivos asociados a la situación problemática que presenta en la empresa AJEPER S.A., para ofrecer mecanismos de respuesta que posibiliten elevar el nivel de fabricación en la Línea 20 en Planta Huachipa, por medio de la aplicación del mantenimiento centrado confiabilidad. Asimismo, Hernández et al. (2014) señaló: La investigación es del tipo aplicativo, debido a la utilización de un grupo de indagaciones de las ciencias de ingeniería, con el propósito de atender problemas empíricos.” (p.130).

El autor afirmó que la investigación aplicada es práctica, porque al determinar la causa de los inconvenientes se plantean soluciones claras, empleando las contribuciones de teorías científicas preexistentes.

##### **Nivel de Investigación**

El estudio actual tiene un nivel descriptivo y explicativo, es descriptivo debido a que comprobar y caracterizar las razones que suscitan el fenómeno; es explicativa porque permite exponer de qué forma se suscitan los inconvenientes en la Línea 20 a través del diagrama de Ishikawa, para encontrar la solución en conexión a las dos variables del análisis. Valderrama (2018) expuso: “la indagación descriptiva cuantifica y recolecta datos de modo independiente o conjunto, acerca de variables expuestas, sin el fin de indicar la conexión de las variables” (p.43).

El autor afirmó sobre el estudio se considera descriptivo porque abarca detallar y aclarar los motivos de la situación, para saber su magnitud. Permite observar factores que ocasionan el problema y poder cuantificar el peso que poseen.

Hernández, Fernández y Baptista (2014) afirmó: “El grado de la actual indagación es Explicativo, porque posee el fin de exponer las razones, basándose en conocer porque sucede cada suceso y en qué contexto se producen, en tal sentido lo analiza” (p. 125).

El autor expresa que la indagación es explicativa ya que esclarece la forma en que aparecen las situaciones para detectar la respuesta al inconveniente a través de la conexión de las variables de estudio.

### **Enfoque de la investigación**

La indagación actual posee un enfoque cuantitativo, debido a que comprende en emplear la información recabados, demostrando la hipótesis con relación al cálculo y evaluación estadística, evaluando el compilado de información previa y subsecuente. Hernández et al. (2014) afirmó: “El enfoque cuantitativo comprende emplear información recogida, corroborando la hipótesis en función al cálculo e indagación estadística, para alcanzar patrones de actuación” (p. 4).

Los autores expusieron que el enfoque cuantitativo propone el examen y verificación de información recogidos, haciendo uso de herramientas estadísticas.

### **3.1.2. Diseño de investigación**

El estudio actual tiene diseño experimental de tipología cuasi- experimental, porque realiza la ejecución de la variable independiente (preservación basada fiabilidad) con el fin de observar efectos de alterar variable dependiente (rendimiento). Hernández, Fernández y Baptista, (2014) señalaron: “una indagación de diseño experimental se compone de variables independientes que al modificar actividades y perspectiva para examinar repercusión conectadas a factores dependientes.” (p.129).

El autor señaló sobre el manejo del factor independiente que influye en la variable dependiente para identificar el motivo y ofrecer resolución a la situación.

Hernández, Fernández y Baptista (2014) afirmaron: “El diseño cuasi experimental se asocia con alterar premeditadamente cada VI, para identificar efectos sobre el VD del análisis. En el diseño los sujetos están constituidos previo a la indagación, al ser grupos intactos.” (p. 151).

Los autores expusieron sobre el estudio actual se gestiona deliberadamente la VI, para alcanzar a visualizar el efecto en la VD. Siendo analizado en la indagación un grupo formado de manera previa al estudio.

### **Alcance de la Investigación**

El intervalo del estudio actual es Longitudinal, porque se evaluó la operación de la Línea 20, mediante compilación de información, que conducen al decrecimiento de productividad por un intervalo de 16 semanas, para visualizar la situación en ese lapso. Hernández, Fernández y Baptista (2014) explicó: “se fundamenta en recolectar información y realizar modificaciones en criterios, fenómenos y evolución alcanzado en un intervalo.” (p.162).

Los autores afirmaron que a través del alcance longitudinal se recopila datos de la situación observado a lo largo del contexto de un intervalo de tiempo específico.

### **3.2. Variables y operacionalización**

Hernández, Fernández y Baptista (2014) afirmaron: “define una variable como atributo que puede ser evaluado y cuantificado.” (p.168)

El mantenimiento centrado confiabilidad

Mora (2014) afirmó: “El mantenimiento centrado en confiabilidad es una metodología que emplea el análisis de fallos para determinar las actividades oportunas para cada modo de fallo, lo cual contribuye a elevar el nivel de disposición para manufacturar, elongando la vida de activos, afectando la fiabilidad y el rendimiento de equipos” (p 152).

El autor afirmó sobre MCC es un proceso de implementación de actividades de chequeos y verificaciones que tienen como propósito el preservar los equipos en disposición y elongar el periodo de utilización.

Productividad

Gutiérrez (2014) indicó: “La productividad se relaciona con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo tanto, incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos y el tiempo utilizado” (p.22).

El autor señaló que el rendimiento es producto de la fabricación alcanzada y el tiempo total aprovechado para realizar las operaciones.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1. Población**

En la indagación actual la población está caracterizada por un grupo de 7 sistemas funcionales de la sopladora de la Línea 20 en Planta Huachipa AJEPER S.A., que exponen rasgos semejantes. Hernández, Fernández & Baptista (2014) afirmaron: “una población se establece como el conjunto de componentes con cierta analogía de índices, que ejercen sus acciones en una ubicación determinado, estando en una modificación continua. Mientras tanto, se presentará el grupo a ser analizado y estandarizado sus resultados.” (p.150).

Los autores señalaron de la población que es el grupo de componentes con aspectos en común y que se desempeña en una localización específica. A el conjunto constituido por los 7 sistemas funcionales de la sopladora de la Línea 20 se verá analizada por 16 semanas del pre- test y después 16 semanas asociados al post- test con el fin de identificar y exponer las modificaciones a suscitarse como producto.

### **3.3.2. muestra**

En la indagación actual la muestra está constituida por un mismo conjunto, porque, siendo un diseño cuasi experimental, cuenta con una consignación no aleatoria, significa que los conjuntos ya vienen constituidos por ende son intactos, por lo cual esta muestra aprovecha un grupo estructurado por los 7 sistemas funcionales de la sopladora de la Línea 20 en Planta Huachipa, AJEPER S.A. Hernández, Fernández y Baptista (2014) indicaron: “La muestra se constituye de un índice pequeño de la población, con ciertas particularidades en común, es decir un subconjunto de componentes extraído del total.”(p.151).

Los autores afirmaron de la muestra se define como un subgrupo de población, que comparten rasgos.

La muestra para emplear en el estudio actual es no probabilística, debido a que un método que no necesita de una fórmula. Hernández, Fernández y Baptista (2014) afirmaron: “Muestra no probabilística como método que no requiere del análisis probabilístico, pero si con los motivos que se conectan con características del estudio o con los objetos.” (p.152).

Los autores señalaron que esta técnica se empleara en consonancia con el propósito del investigador

En consecuencia, el estudio actual eligió 7 sistemas funcionales de la sopladora de la Línea 20 en Planta Huachipa, AJEPER S.A. como muestra, que fueron escogidos la totalidad de la población al contar con un diseño cuasi experimental,

ya que su muestra seleccionada, se analizó a los grupos ya constituidos. En la indagación la muestra es examinada por 16 semanas en el pretest y en 16 semanas en el post test con el fin de exponer y justificar las variaciones que se alcanzan como resultado.

### **3.3.3. Muestreo**

El muestreo es el método que se emplea con el propósito de establecer la muestra que se aproveche en la indagación y el muestreo puede ser probabilística necesitando la ejecución de fórmula para determinar la muestra y no probabilística al ser un método que puede prescindir de fórmula. Hernández (2014) expresó: “Muestra no probabilística se considera a la técnica que no necesita de un análisis probabilístico, pero si razones vinculantes conectadas a especificaciones de la indagación.” (p.152).

El autor afirmó sobre este método se implementa en relación con el propósito que posee el investigador. En la actual indagación no ejecutará la examinación del muestreo.

### **Unidad de Análisis**

El estudio considera los 7 sistemas funcionales de la sopladora de la Línea 20, que identifica rasgos similares y aporta datos que contribuye a la indagación.

## **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **Técnica**

En el actual estudio se utilizará una técnica de fuente primaria, que remite a la observación para adquirir datos numéricos sobre el contexto de los activos en un intervalo con el propósito de examinar resultados haciendo uso de índices.

Valderrama (2018) expresó: “Se emplea la observación con el fin de alterar eventos identificados, en base a información válida y confiable de procesos examinados a través de indicadores.” (p.194). El autor señaló sobre la

observación que haciendo uso de esta método permite contabilizar resultados e índices en un intervalo establecido.

## **Instrumentos**

Es un conjunto de formatos que contribuye a constatar y recopilar evidencia del suceso en estudio, planteando conseguir de la situación en estudio la información requerida o examinar la herramienta empleada para recabar datos de que realmente sucede en la indagación, Bautista (2009) expuso: “se refiere a recursos empleados por el entendedor para adquirir y acumular los datos.” (p.43). El autor expresó que son documentos para aplicar con el fin detectar y registrar información para ser analizada.

## **Ficha de recolección de datos**

Es una herramienta que permite registrar un conjunto de datos validados, para determinar una tendencia en la situación examinada, Urbano y Yuni (2006) expusieron: “Emplear instrumentos de recopilación de información como medios que favorecer al analista en la labor de identificar y cuantificar sucesos, diseñado para tener datos reales.” (p.134).

Los autores afirmaron que son formas o documentos que facilitan la recopilación de información veraz y validada.

En el actual estudio se emplearán algunos instrumentos:

**Matriz de Criticidad:** Este documento nos permite determinar el número de activos que se encuentran en las líneas de envasado, permite una valoración de cada activo. (Ver Anexo N° 14).

**Seguimiento diario de Atención a Línea:** Este archivo busca determinar un precedente de fallos de los equipos y que contribuya a ejecutar un plan de conservación óptimo. (Ver Anexo N°15).



Ficha técnica: Caracterización y delimitación del activo de la Línea 20 de envasado.(Ver anexo N° 16).

Orden de trabajo: este documento permite identificar particularidades y acciones que se desempeña sobre el equipo ofreciendo datos para una examinación del estudio. (Ver Anexo N° 17).

Registro de datos: es el documento que inscribe los intervalos de actividad y el número de averías de activos de envasado cada semana. Además, ingresa las unidades fabricadas por línea. (Ver Anexo N° 4 al Anexo N.º 18).

Planificación visual de Mantenimiento: inscribe el conjunto de acciones de preservación por el cual la disposición de los equipos se verá perjudicada de forma positiva.

Los formularios empleados en la sopladora de la línea 20 para alcanzar información por semana, y se aplican estos documentos de compilación de data como: Índices del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, Productividad, formularios de inscripción de operaciones, documentos de realización de acciones de conservación, bitácora diaria de operarios, programa de actividades de preservación.

### **Validez**

El estudio actual genero validez por medio de registros empleados para cuantificar las magnitudes que presenta a cada componente en estudio de la empresa AJEPER S.A. que expertos validaron para ser utilizados en la indagación. Hernández, Fernández y Baptista (2014) indicó: “La validez es un punto importante que enseña un control eficiente de lo que se logra medir” (p.162). Los autores expresaron que validez se alcanza a través del empleo de fichas contribuyendo a recabar datos comprensibles y mesurables con aval de expertos al respecto.

Tabla 2

*Validez de instrumento por juicio de expertos de la escuela de ingeniería industrial de la Universidad Cesar Vallejo 2018.*

<i>Experto</i>	<i>Grado</i>	<i>DNI</i>	<i>Respuesta</i>
<i>Panta Salazar Javier Francisco</i>	<i>Doctor</i>	<i>02636381</i>	<i>Aplicable</i>
<i>Marco Antonio Meza Velásquez</i>	<i>Magister</i>	<i>-</i>	<i>Aplicable</i>
<i>Sánchez Ramírez, Luz Graciela</i>	<i>Doctora</i>	<i>32771174</i>	<i>Aplicable</i>

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

### **Confiabilidad del instrumento de medición**

En la indagación actual se produce fiabilidad por medio del efecto estadístico, que ayuda a generar resultados correctos, según Hernández (2014) indicó: “la confiabilidad es la matemática aplicada en la estadística para su uso continuo en un individuo o cosa que produce respuestas proporcionales.” (p.164). el autor señaló que se alcanza fiabilidad a través de utilización de estadística, haciendo uso del SPSS.

Carrasco y Díaz (2005) afirmó: “La característica de los instrumentos de medición ayudan a obtener iguales respuestas, cuando se efectúa varias veces a un mismo elemento o un conjunto de elementos en distintos momentos del tiempo.” (p.340).

En referencia de fiabilidad de este estudio se centran en información asociado a fuentes primarias del negocio y alcanzado por los registros de diagnóstico usado.

En la indagación actual se ejecuta a través de estudios previos, formulas, índices e información vigente del negocio relacionada con el beneficio de la mejora, determinar la validez y evaluar el nivel de confianza de los resultados.

Al respecto, expone una tabla de parámetros de decisión para evaluar la confianza del instrumento.

Tabla 3

*Cuadro de criterios de decisión para medir la confiabilidad del instrumento.*

<i>Rango</i>	<i>Confiabilidad (Dimensión)</i>
<i>0.81 – 1.00</i>	<i>Muy alta</i>
<i>0.61 – 0.80</i>	<i>Alta</i>
<i>0.40 – 0.60</i>	<i>Media</i>
<i>0.21 – 0.40</i>	<i>Baja</i>
<i>0.00 – 0.21</i>	<i>Muy baja</i>

**Nota.** Fuente. Cuadro de criterios de decisión, para la confiabilidad de un instrumento; Palella y Martins 2012. P.169

### **3.5. Procedimiento**

Se realizó recolección de los datos en la línea 20, enfocando el análisis a los sistemas del equipo crítico de la línea. Observando sus fallos posibles y sus efectos a través de la matriz de análisis de modos y efectos de fallas. Se empleó los tiempos de paradas registrados por producción. Consolidando los tiempos de parada para determinar el MTBF (tiempo medio entre fallas) y el MTTR (tiempo medio para reparar). El análisis requirió de la participación de los operadores-técnico asociados al equipo para la formación de la matriz y comprensión del proceso. Asimismo, se tuvo el apoyo del analista de producción para la consolidación de los tiempos programados e intervalos de parada. Lo cual permitió tener una información exacta.

### **3.6. Métodos de análisis de datos**

En la indagación actual utiliza la evaluación de datos por medio del programa SPSS 25 donde se observa el banco de datos, permitiendo su procesamiento y

análisis en tablas a través del software para una interpretación práctica. Para comprobar la hipótesis del estudio usando la prueba de T student si son paramétricos y la prueba de Wilcoxon si son no paramétricas.

Hernández (2014) indicó: “El análisis para obtención de informe se ejecutó sobre una matriz de datos a través del uso de un software de computadora.” (p.272). El autor afirmó que la recopilación de datos de la indagación cuantitativo requirió la utilización de un programa debido a la variedad y cantidad de información, que es complejo de examinar manualmente o a través de fórmulas.

### **Análisis Descriptivo**

En esta indagación se ejecuta un análisis descriptivo del proceso, ya que emplea el consolidado de datos recabados en función a las variables en estudio. Hernández (2014) señaló: “busca procesar, examinar y consolidar la data obtenida para cada variable de la indagación.” (p.282). El autor expresó sobre análisis descriptivo que comprende evaluar y sintetizar datos disponibles.

### **Análisis inferencial**

La indagación recurre al análisis inferencial, ya que infiere condiciones a partir de examinar la muestra a través del uso de la estadística, ayuda a verificar la hipótesis, según Ñaupás (2014) señaló: “El análisis inferencial procura determinar cualidades observables en una muestra de objeto de indagación, por medio de un estudio estadístico, para calcular parámetros y corroborar hipótesis con relación a la distribución normal.” (p.262). El autor infirió sobre análisis inferencial facilita concluir las propiedades observables de la muestra.

### **3.7. Aspectos Éticos**

Esta indagación respeta aspectos éticos, la recolección de la información se realizó en la empresa AJEPER S.A. De igual forma, se disponía de permiso del jefe del área para descargar la información pertinente a fin de valorar cada índice

y demostrar mejoras en relación con el periodo transcurrido. La autorización se encuentra en el anexo 29.

Se subrayó que en la redacción de esta indagación se respetó la norma ISO 690, tanto para citar y parafrasear a los autores que constituye parte de las referencias bibliográficas en esta indagación, así mismo la información es confiable porque fue conferida por trabajadores de la empresa AJEPER S.A. Por otra parte, se puede comentar sobre este estudio que contribuye de forma visible y empírica al objeto de estudio.

Vilches (2012) indicó: “Del progreso del hombre con valores, principios morales y éticos acatará en enorme escala el rendimiento en los servicios, una potencia y desarrollo del pueblo, la cual percibe constantemente ingresar a una ética en que los valores, y principios morales sean el norte conductor de la gestión” (p.117).

El autor expresó que los valores están instaurados sobre los principios rectores de las personas.

## **IV. RESULTADOS**

### **Situación actual de la empresa**

#### **Generalidades de la empresa**

La empresa AJEPER S.A. es una gran empresa que está dedicada a la fabricación y envasado de bebidas energizantes, azucaradas y rehidratantes de una alta calidad, lo cual emplea agua de pozo que para por proceso de control y filtrado para obtener productos deseados y participa en el sector nacional, al cual ingreso en 1994. La organización participa en 23 países. Además, sus plantas alrededor del mundo abastecen más de 1.560.000 puntos de venta. Teniendo una gran cartera de consumidores

#### **Visión**

Es convertirse mundialmente en una de las 20 mejores organizaciones para 2025, a través de una estrategia de penetración en mercados emergentes.

#### **Misión**

Es ser una opción económica en manufactura de envasados para consolidarse en el mercado a través de la excelencia en el proceso integral, tomando en cuenta la participación social y asumir un enfoque medio ambiental.

#### **Ubicación**

La planta Huachipa, empresa AJEPER S.A., se encuentra localizada en Av. la Paz Nro. 131 Santa María de Huachipa a la altura del 8 Km de la Ramiro Priale, Lurigancho.

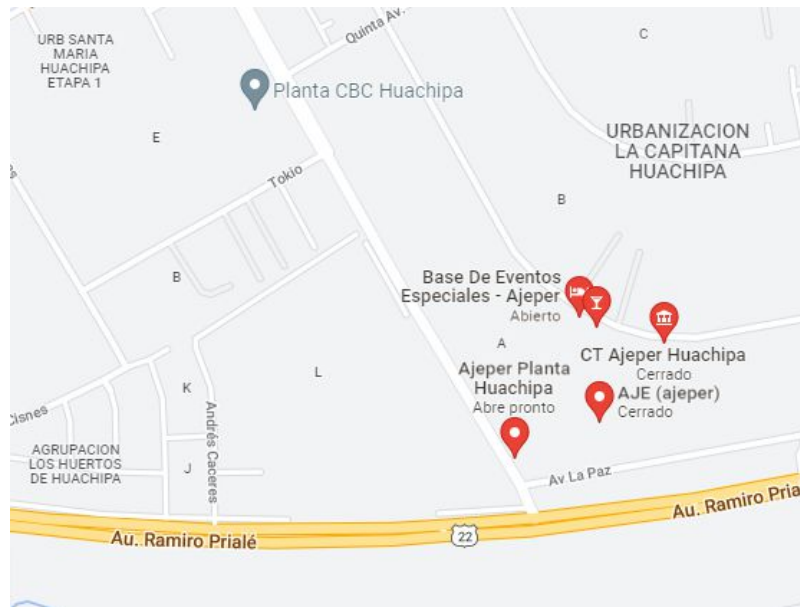


Figura 3. Ubicación de la empresa AJEPER S.A.

**Nota.** Fuente: Google Maps.

### Historia de la empresa

La empresa AJEPER S.A. inicio sus operaciones en la región Ayacucho, la cual estuvo asolada por el grupo terrorista sendero luminoso en 1982, que origino su movilización, y por ende que la familia empezara a elaborar bebidas gasificadas. Con el ingreso al mercado del Kola Real en 1988, el negocio se extendió a las otras regiones del Perú, llegando a Lima en 1997. La planta comenzó 3 líneas de producción semiautomáticas, las cuales involucraban una gran participación del operador en las funciones de la máquina, incurriendo en riesgos para su integridad. Eso ha cambiado enormemente debido a que la planta ahora cuenta con 14 líneas de producción, siendo la planta de mayores volúmenes de producción del grupo dentro de la región. Empleando equipos automáticos que permite un trabajo más analítico por parte del operador.

AJEPER S.A. adoptó un plan de extensión a otros países, que comprende a México (2002), Tailandia (2006), Colombia (2007), India (2010) e Indonesia (2010). La compañía soltó posteriormente estos productos: Pulp (2005), Sporade

(2006), Cifrut (2007), Free Tea (2009) y Volt (2010). La empresa mostraba un crecimiento constante hasta mediados del 2018, cuando diversos factores sociales ocasionaron disminuciones en el consumo de bebidas azucaradas. Lo cual, llevo a la empresa a buscar nuevos productos que atrajeran a nuevos consumidores.

Asimismo, el enfoque actual de la empresa es la reducción de costos, asociado a las áreas funcionales y de servicios. A través de la reducción de inventarios, la planificación y ejecución efectiva de los planes de mantenimiento.

### Organigrama de la empresa

La siguiente figura presenta un organigrama de Planta Huachipa, AJEPER S.A., que está constituido por el gerente de conservación y proyectos, un analista del área, un planificador y jefes distribuidos. Por su parte, producción cuenta un supervisor de manufactura por líneas y 07 operadores por cada línea, considerando operadores de soplado, también se aprecia área no asociadas a la producción como el área legal y en el área de RR.HH.

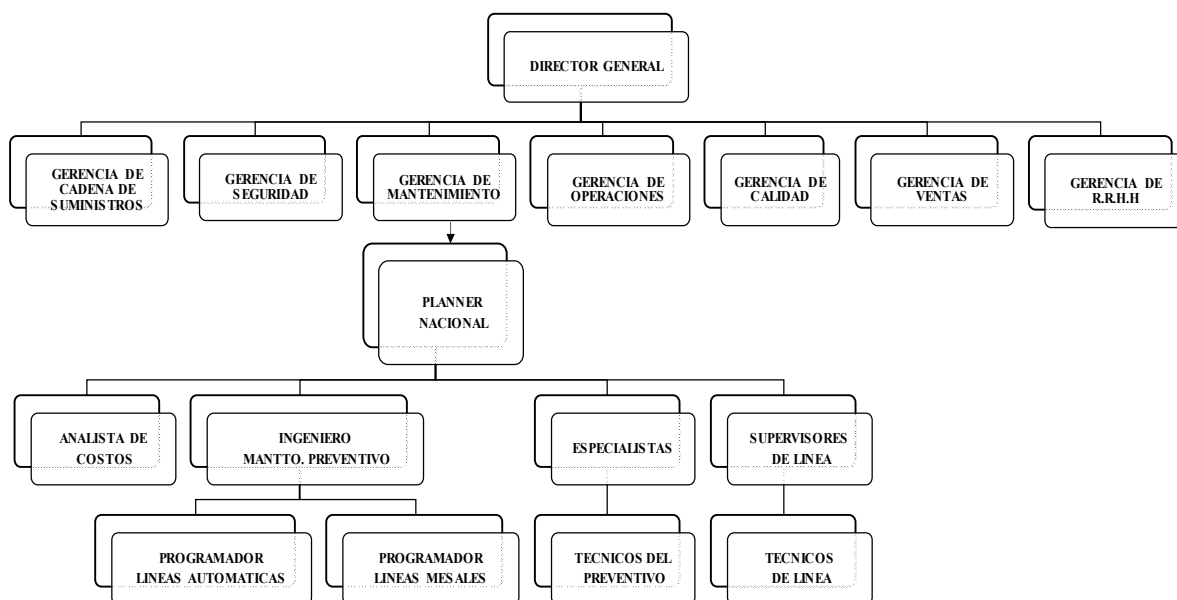


Figura 4. Organigrama de las áreas funcionales, Planta Huachipa, AJEPER S.A.

**Nota.** Fuente: AJEPER S.A.



## **Descripción del proceso**

### **Proceso de producción**

En la organización para elaborar y envasar bebidas se producen una serie de actividades en secuencia, el cual inicia con la succión de aguas subterráneas de pozo hasta convertirlo en producto envasado. Se enumeran las actividades involucradas a la manufactura, el cual se evidencia a través de un DOP. Se exponen las operaciones de producción del agua embotellada.

**Extracción y tratamiento del agua:** En esta operación el agua es extraída del pozo subterránea que posee la empresa. La cual pasa por una serie de filtros que van extrayendo minerales, carga microbiana, etc. (Empleado filtro de arena, filtro de carbón, reactores, etc.) que permiten la obtención de agua tratada empleada para la elaboración de agua cielo 625 ml.

**Soplado:** La preformas son alimentadas en la tolva, para alimentar a la maquina a través de los rodillos orientadores, estas preformas engrasan a la estrella de entrada al horno. En el horno, unas lámparas infrarrojas, transmiten calor a la preforma de manera uniforme. Incrementado la temperatura a 100 °C, prosigue en las estrellas de transferencia. Para su ingreso a la unidad porta molde, donde la preforma es estirada y soplada a una presión de 30 bar. Permitiendo obtener envases.

**Etiquetado:** Las botellas sopladas son transferidas a la estrella de ingreso de la etiquetadora, donde agarran el paso de la máquina, posteriormente, son ingresados al carrusel donde se les coloca la goma y etiqueta, de manera secuencial. Después las estrellas de salida, las devuelve al transporte neumático.

**Llenado:** las botellas etiquetadas, son ingresadas a través de la estrella de ingreso al Rinser, donde se le ingresa agua a presión para eliminar polvo u otros contaminantes, luego se transfiere a la taza de llenado, donde se llena por gravedad, luego se traslada a la capsuladora, donde se le coloca las tapas.

**Empacado y Paletizado:** Se pasa al transporte cadena, para su ingreso en la empacadora donde se forma los paquetes y se coloca la lámina, la cual pasara por un termo curado para obtener el paquete. Luego, estos paquetes son transferidos a través del transporte cadena hasta la paletizadora que formas las camas a través de la mesa abatible. Luego, se envuelve las paletas formadas con film para que las recoja el montacarga.

Diagrama de Operaciones de Proceso			
Empresa:	AJEPER S.A.	Página:	1
Departamento:	Producción	Fecha:	2/06/2019
Actividad	Envasado de cielo formato pet 625 ml	Metodo de Trabajo:	Actual
Eaborado por:	Victor Santa Cruz	Aprobado por:	Ing. Gabriel Cano

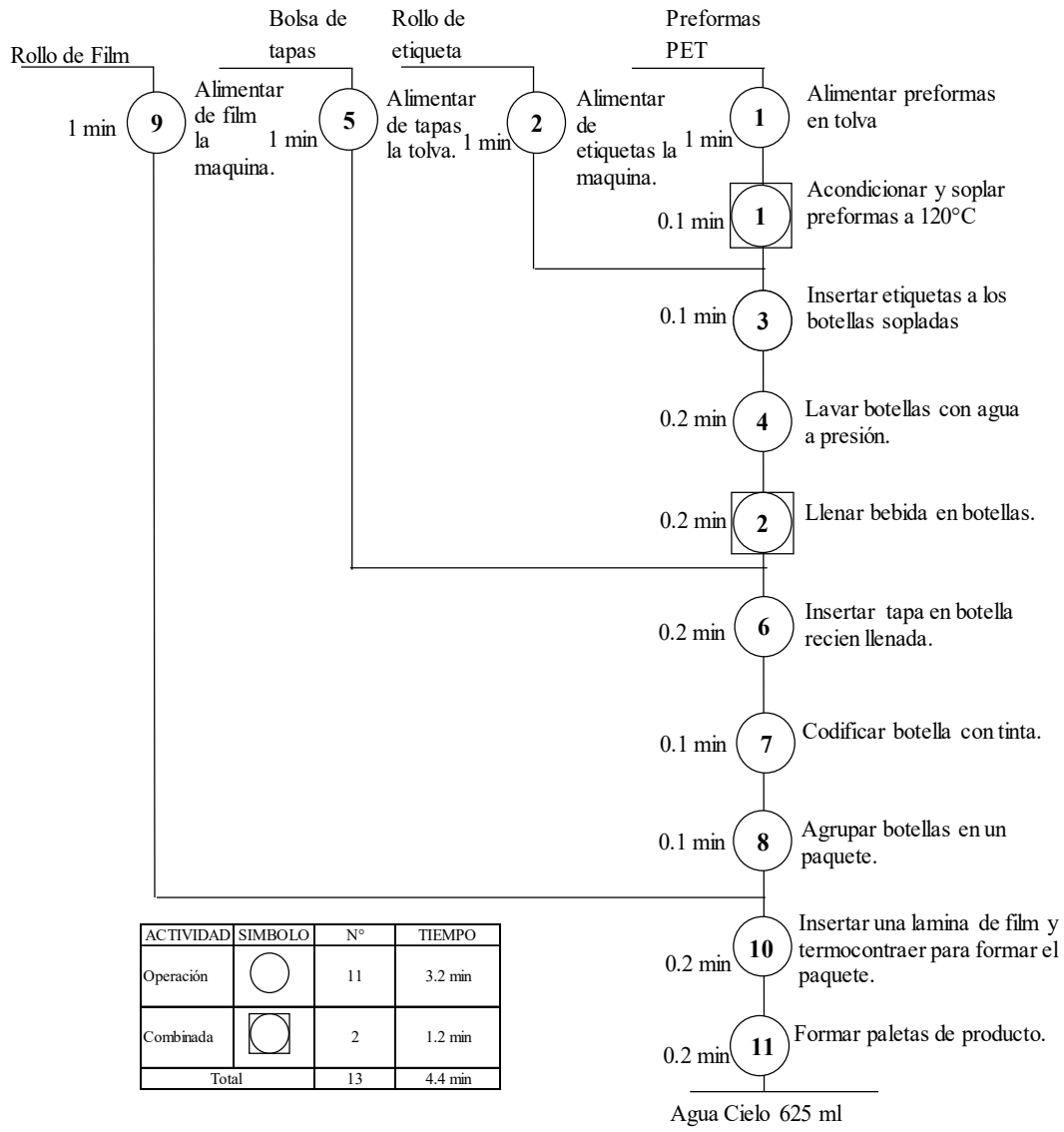


Figura 5. Diagrama de operaciones del proceso de la Empresa AJEPER S.A.

Nota. Fuente: AJEPER S.A.

### **3.2.1.1 Máquinas del proceso productivo**

Los activos considerados a utilizarse en la manufactura de bebidas embotelladas en la compañía AJEPER S.A. (Ver anexo N° 19)

#### **Línea de Productos**

La planta Huachipa se compone por 14 líneas para la elaboración de diversos productos entre los que comercializa: bebidas rehidratantes, energizantes, gasificadas, agua mineral y jugo néctar. (Ver Anexo N° 29)

#### **Actividades críticas del proceso de producción**

En la línea 20 de la planta Huachipa, AJEPER S.A. se considera de importancia estratégica para el negocio, por lo cual sus activos son críticos. Al ser examinado se encontró ausencia de una gestión de conservación que ocasiona interrupciones continuas, que se reflejó en una caída del rendimiento, por lo cual se propone mejorar la gestión al implantar un programa de conservación (con actividades basadas en tiempo y condiciones para ofrecer una respuesta correcta ante la falta de disposición.

Las operaciones críticas que causan bajo rendimiento en esta línea son el poco control en índices de restauración y conservación de activos que se evidencian en registros de operación que solo cuenta con intervenciones no programadas. Siendo necesario implementar acciones preventivas y predictivas para prolongar el periodo de fabricación. Otro factor, es la administración deficiente de los activos a preservar, ya que carece de planificación al solo contar con una respuesta retroactiva que eleva gastos y los periodos sin actividad, estos paros son resultado del desgaste y operación en condiciones inapropiadas, que aparecen aleatoriamente a través de refacciones desgastadas, que se soluciona al colocar actividades para cada modos de fallo que comprenda chequeos, ajustes y recambios; el ultimo factor son los procedimientos erróneos de recambios y regulaciones, que representa desperdicios de tiempo.

En la evaluación de criticidad, se pretende determinar razones para señalar un activo como crítico en el proceso haciendo referencia a la norma internacional SAE JA 1011, valorando factores como frecuencia y consecuencias en la operación. La organización construyó sus criterios, los cuales emplearon para determinar cuáles son los activos más críticos, siendo algo de estos asociados a la línea 20.

En la empresa, con el propósito de detectar que máquinas requieran un plan de mantenimiento, se llevó a cabo un análisis que permitía reconocer las líneas más críticas en planta, en función a criterios como, disponibilidad, costos, calidad, seguridad, etc. El planificador de mantenimiento desarrolló el siguiente ranking de criticidad. En esta evaluación se clasifica como las líneas más críticas las líneas AA, siendo las que necesitan un plan, como la línea 20 y 24. Siendo la línea 20, donde se embotella agua Cielo en formato PET. El histórico de paradas de la línea 20, reveló que el tiempo de parada de sopladora, equivale al 14% del tiempo de paralización de la línea (entre septiembre y diciembre).

Tabla 4

*Factores Frecuencia y Consecuencia*

Criterios para Evaluación de Equipos			
Antigüedad		Disponibilidad/Capacidad	
Tiempo de primera instalación o reinstalación del equipo (Valores afectados según curva bañera)		¿Como afectara la falla del equipo la habilidad de satisfacer con la demanda requerida?	
5	Mas de quince años	5	Mas del 20% del volumen total de negocio
4	Mas de diez años y menos de quince años	4	
3	Menos de 1 año	3	Entre el 10% y el 20% del volumen total del negocio
2	Mas de cinco años y menos de diez años	2	
1	Mas de un año y menos de 5 años	1	Menos del 10% del volumen total del negocio
Calidad/Seguridad/Ambiente		Costos Acumulado Mantenimiento	
Impacto general por cualquier variable relacionada		Costo acumulado últimos 12 meses, incluyendo repuestos, mano de obra, contratistas, etc. como porcentaje del costo total de los equipos de su misma categoría. (Ej. Solo compresores de alta,)	
5	Alta	5	Mas del 20% del costo total
4		4	
3	Media	3	Entre el 10% y el 20% del costo total
2		2	
1	Baja	1	Menos del 10% del costo total
Severidad		MTBF	
La seriedad de los efectos de la causa de falla		Tiempo Medio Entre Fallos en horas	
5	Falla catastrófica relacionada con seguridad	5	Menor a 168
4	Perdida de la función esencial	4	Mas de 169 y menos de 672
3	Degradación del rendimiento gradualmente	3	Mas de 673 y menos de 2016
2	Equipamiento operable a condición reducida	2	Mas de 2017 y menos de 7679
1	No hay ninguna severidad	1	Mayor a 7680
MTTR (Tiempo Medio de Reparación)		Detectabilidad	
¿Cuánto Tiempo es requerido para reparar? Acceso, Seguridad, Tiempo de desarme, etc.		Probabilidad de que el operador u otra persona detecte el desarrollo de una falla antes de que suceda	
5	Mas de 8 horas	5	Completamente indetectable, falla instantánea
4	Entre 2 y 8 horas	4	Detectable con sensores, pero con falla instantánea o poca anticipación
3	Mas de 1 menos de 2 horas	3	Detectable a través de rutinas de conservación detalladas semanales
2	Mas de 0.33 menos de 1 horas	2	Detectable a través de rutinas de inspección por mantenimiento
1	Menos de 0.33 horas	1	Detectable a través de rutinas de inspección por manufactura

**Nota.** Fuente: AJEPER S.A.

La valoración asociada a esta matriz se ejecuta a través del producto de los coeficientes de ocurrencia y consecuencias, cuyo valor y escalas se examinan en la tabla N.º 4, este método estima el valor para cada fallo funcional que se vincula con la taxonomía del activo, esta estructura se aprecia en la Tabla N.º 5.

Tabla 5

*Cálculo criticidad de máquinas*

Área	Activo	Descripción	Disponibilidad	Seguridad	Calidad	Medio Ambiente	MTTR	Costo	Raw Score	Ranking en Criticidad	Severidad	Ocurrencia	Detectabilidad	Criticidad	RPN	Falla Oculta	IMP. FINANCIERO	RANKING	LISTA
Huachipa	Línea 20	DOSIFICADOR NITROGENO	1	4	3	2	2	3	15	2.45	2.45	3.00	2.00	7	2.59	0	4.10	3	A
Huachipa	Línea 20	EMPACADORA	5	3	1	1	4	5	19	3.30	3.30	4.00	3.00	13	3.56	0	4.40	4	AA
Huachipa	Línea 20	ETIQUETADORA	5	3	3	1	3	3	18	3.40	3.40	4.00	3.00	14	3.58	0	4.10	4	A
Huachipa	Línea 20	ENVOLVEDORA	1	1	1	1	3	3	10	1.60	1.60	2.00	2.00	3	1.92	0	3.80	2	B
Huachipa	Línea 20	OZONIZADOR	5	2	5	3	2	3	20	3.90	3.90	3.00	2.00	12	2.88	0	3.80	3	B
Huachipa	Línea 20	PALETIZADORA	2	3	1	1	4	4	15	2.35	2.35	3.00	3.00	7	2.87	0	4.10	3	A
Huachipa	Línea 20	SOPLADORA	5	4	3	2	4	5	23	4.05	4.05	4.00	3.00	16	3.71	0	5.00	4	AA
Huachipa	Línea 20	TRANSPORTADOR AEREO	1	1	1	1	3	3	10	1.60	1.60	2.00	1.00	3	1.62	0	4.10	2	A
Huachipa	Línea 20	TRANSPORTADOR DE CADENA	3	3	1	1	3	3	14	2.30	2.30	3.00	3.00	7	2.86	0	4.10	3	A
Huachipa	Línea 20	TRIBLOCK	5	3	5	2	4	5	24	4.55	4.55	4.00	3.00	18	3.81	0	5.00	4	AA

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

En la matriz resulta crítico la sopladora, que es un activo complejo dentro de la producción de la planta, por ende, su interrupción afecta el rendimiento de los equipos, siendo imprescindible que cuente con plan efectivo de conservación que reduzca averías y acrecenté el nivel de productividad.

Especificaciones de las máquinas del área de Línea 20

La línea posee una sopladora, cuya marca y modelo es SIPA EVO 20 SFR, cuyos sistemas funcionales son analizados en este estudio por presentar interrupciones y un historial que contribuye a la indagación y elevar el rendimiento de la Línea.

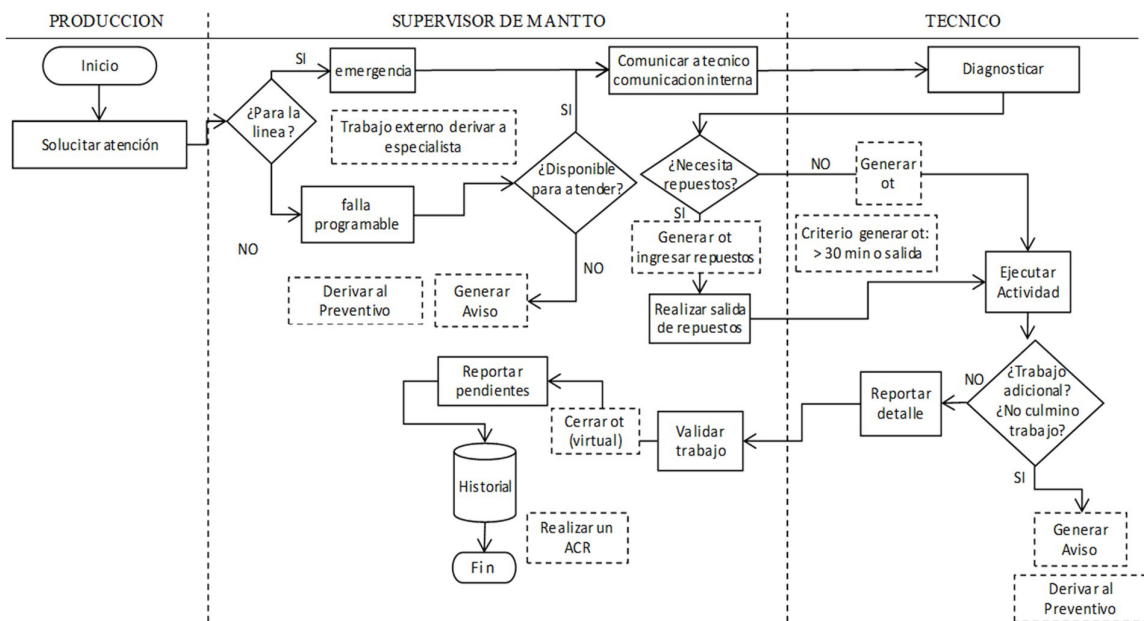
## Diagnóstico de la empresa

En la compañía AJEPER S.A. se aprecia una producción por debajo del proyectado al no contar con un programa de preservación efectivo para la sopladora, siendo difícil alcanzar metas, se concluyó que las causas de la ocurrencia de averías aleatorias son la carencia de actividades preventivas, falta de control de ingeniería, una incorrecta gestión, paradas mecánico eléctricas y procedimientos erróneos. En consecuencia, es necesario implantar la conservación basada en fiabilidad de modo que minimice el problema en estudio.

## Tipo de mantenimiento aplicado en la actualidad a la maquinaria

En planta se realizan intervenciones de tipo correctivo que toma en cuenta la reparación por fallas y/o averías presentadas. El mantenimiento aplicado no contribuye a elevar la manufactura y la presencia de paradas aleatorias y fallas de máquina, que se afecta directamente la disponibilidad y productividad. Este método contribuirá a elevar la tasa de vida de un activo suprimiendo fallos aleatorios, optimizar costos y mejorar la calidad.

Figura 6. Diagrama de Flujo del Mantenimiento en la empresa AJEPER S.A.



**Nota.** Fuente: AJEPER S.A.



Esta implementación se llevó a cabo a cada sistema funcional de la sopladora, requiriendo la participación de técnicos especialistas y operadores. Para el análisis se identificó que fallas poseían los sistemas del activo haciendo uso del histórico. En el desarrollo de la presente implementación se requirió definir los entregables, evaluar el histórico, generar y validar el plan (con manuales y experticia), formar la base de datos a subir al sistema, la puesta en marcha y por último controlar el programa.


Caracterización de índices antes de la aplicación de la Variable Independiente

Mantenimiento Preventivo

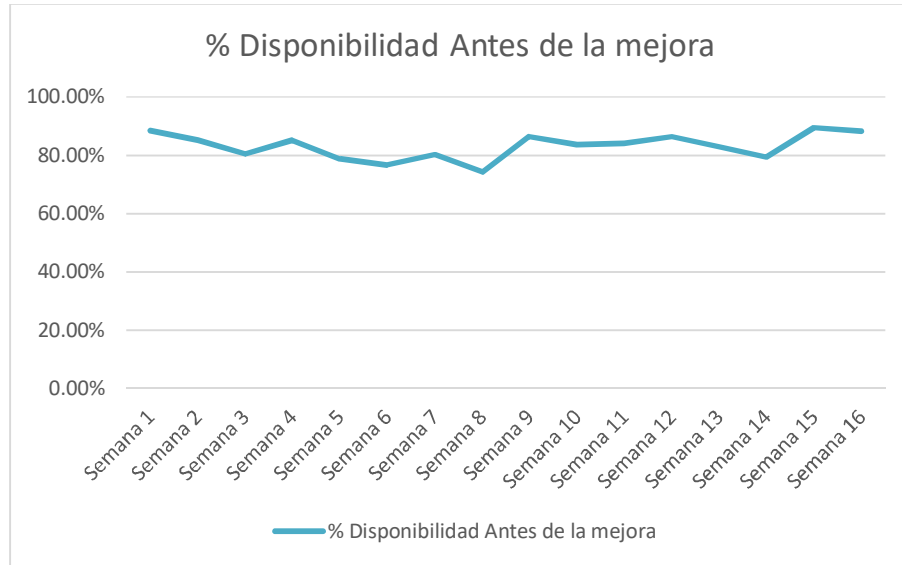
Para cuantificar la tasa de restauración, fiabilidad y grado de disposición previo a aplicar el método de conservación basado en fiabilidad en la compañía AJEPER S.A., se recolectó información operativa por 16 semanas. La disponibilidad es cuantificada con el periodo medio entre averías que identifica a la fiabilidad y la sumatoria de periodos medio entre fallas y el periodo medio de restauración que determina la mantenibilidad, alcanzando una disponibilidad de 79%.

Tabla 6

*Medición de la VI- Mantenimiento Centrado Confiabilidad antes de la mejora*

		Formato de recolección de datos		
		Medición del mantenimiento centrado confiabilidad pretest de su aplicación		
AJEPER S.A.				
Disponibilidad		Guía de observación		
		Confiabilidad (MTBF)	Mantenibilidad (MTTR)	% Disponibilidad
Mes	Tiempo	Hrs. Operación / N° Fallas	T. Total de Fallas / N° Fallas	(MTBF/MTBF+MTTR) * 100
Septiembre	Semana 1	2.29	0.3	88.42%
	Semana 2	4.16	0.73	85.07%
	Semana 3	3.51	0.85	80.50%
	Semana 4	3.04	0.53	85.15%
Octubre	Semana 5	1.92	0.52	78.69%
	Semana 6	1.97	0.6	76.65%
	Semana 7	1.9	0.47	80.17%
	Semana 8	2.34	0.81	74.29%
Noviembre	Semana 9	5.87	0.93	86.32%
	Semana 10	3.43	0.67	83.66%
	Semana 11	2.22	0.42	84.09%
	Semana 12	3.16	0.5	86.34%
Diciembre	Semana 13	1.95	0.4	82.98%
	Semana 14	1.04	0.27	79.39%
	Semana 15	1.02	0.12	89.47%
	Semana 16	1.59	0.21	88.33%
				83.10%

**Nota.** Fuente: AJEPER S.A.



*Figura 7.* Disponibilidad antes de la aplicación del mantenimiento MCC


**Nota.** Fuente: AJEPER S.A

**VD – Productividad**

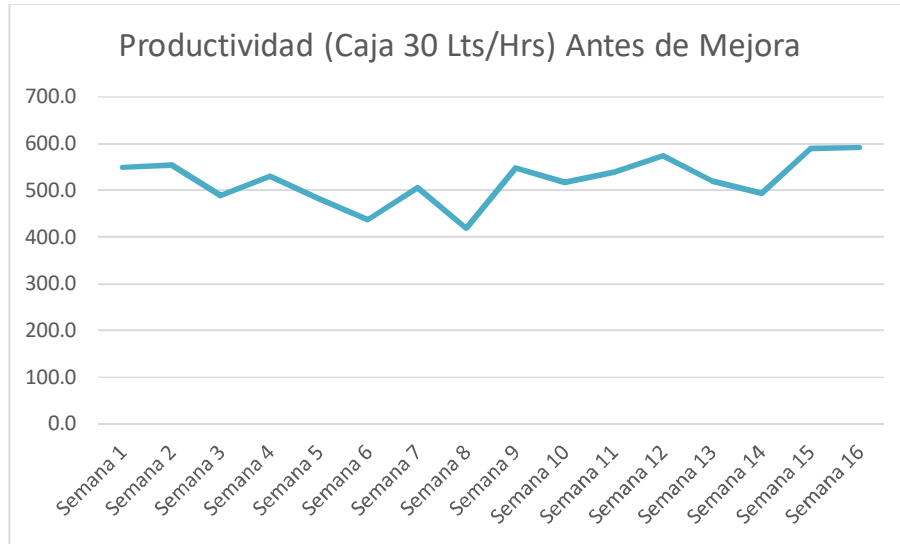
La data que se obtiene ha sido calculada por Caja 30 Lts/ Hrs de agua embotellada semanalmente, las medidas antes del tratamiento del MCC son en Caja 30 Lts/ Hrs de agua embotelladas semanales, siendo las cantidades esperadas de producción en cajas 30 Lts por semanal de 800, la productividad obtenida fue 521.4 Cajas 30 Lts/Hrs en la recolección de los datos en 16 semanas que se muestran a continuación.

Tabla 7

Medición de la VD- Productividad antes de la mejora

		Formato de recolección de datos			
		Medición de la productividad pretest de la aplicación del MCC			
AJEPER S.A.					
Índice de productividad		Guía de observación			
Periodo - 2018		Indicadores			Productividad (Caja 30 Lts/Hrs)
		Eficiencia		Eficacia	
Mes	Tiempo	T. Útil / T. Total (Hrs)	(Caja 30 Lts)	T. Útil (Hrs)	Eficiencia * Eficacia
Septiembre	Semana 1	86%	639		549.5
	Semana 2	81%	685		554.9
	Semana 3	76%	643		488.7
	Semana 4	81%	654		529.7
Octubre	Semana 5	69%	700		483.0
	Semana 6	66%	662		436.9
	Semana 7	74%	684		506.2
	Semana 8	63%	665		419.0
Noviembre	Semana 9	82%	669		548.6
	Semana 10	77%	672		517.4
	Semana 11	79%	683		539.6
	Semana 12	83%	692		574.4
Diciembre	Semana 13	79%	658		519.8
	Semana 14	74%	667		493.6
	Semana 15	86%	686		590.0
	Semana 16	86%	688		591.7
					521.4

Nota. Fuente: AJEPER S.A.




*Figura 8.* Productividad antes de la aplicación del mantenimiento MCC

**Nota.** Fuente: AJEPER S.A.

Estos resultados de evaluación permiten observar los intervalos improductivos por averías mecánicas a lo largo de un periodo de indagación pretest antes de aplicar el MCC para apreciar el daño que se suscita en el negocio y ocasiona bajo rendimiento de la línea 20 producto de fallos aleatorios e interrupciones prolongadas.

Tabla 8

*Tiempos improductivos por falla mecánica de las máquinas de teñido*

		Medición de tiempos improductivos por falla		
		AJEPER S.A.		
Tiempos improductivos		Guía de observación		
Mes	Tiempo	T. Útil (Hrs)	T. Total (Hrs)	T. Improductivos (Hrs)
Septiembre	Semana 1	110.08	142	31.92
	Semana 2	103.68	142	38.32
	Semana 3	97.28	142	44.72
	Semana 4	103.68	142	38.32
Octubre	Semana 5	88.32	142	53.68
	Semana 6	84.48	142	57.52
	Semana 7	94.72	142	47.28
	Semana 8	80.64	142	61.36
Noviembre	Semana 9	104.96	142	37.04
	Semana 10	98.56	142	43.44
	Semana 11	101.12	142	40.88
	Semana 12	106.24	142	35.76
Diciembre	Semana 13	101.12	142	40.88
	Semana 14	94.72	142	47.28
	Semana 15	110.08	142	31.92
	Semana 16	110.08	142	31.92
				42.64

**Nota.** Fuente: AJEPER S.A.

## **Plan de propuesta de mejora**

En respuesta a la síntesis de información del pretest se propone utilizar el MCC con el fin de elevar el rendimiento porque las paradas aleatorias acontecidas por falta de mantenimiento, limpieza, chequeos y el desgaste que recae en los equipos afectan el índice de rendimiento en conexión con un nivel de eficiencia extraído de la evaluación desarrollada con datos del negocio recopilados semanalmente, esto afecta la cantidad planteada de cajas 30 Lts necesaria para satisfacer la demanda efectiva.

Para desarrollar el MCC se plantea 02 etapas como la planificación y supervisión, que efectúa un análisis de las causas de fallo para construir tareas basadas en tiempo de operación para eliminar interrupciones por equipos y periodos improductivos. Para conseguir elevar la productividad se usa el MCC que considera dos fases respecto a lo definido por Duffuaa, Raouf y Campbell (2010).

### **Planeación**

Al iniciar la implementación se determinó el equipo al cual se realizará la actividad, para su ingreso al software se realizó formatos de maquina (fichas técnicas, inventario de equipos, historial de vida), se requiere extraer del histórico de estos activos, los principales tipos de fallo que pueden ocurrir.

- I) Documentación para Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF)
- II) Revisar los datos obtenidos (revisar intervenciones y detalles)
- III) Planear las acciones a tomar para cada Tipo de Fallo para el AMEF
- IV) Planear actividades de mantenimiento a ejecutar
- V) Planear las frecuencias de las actividades de mantenimiento
- VI) Elaborar el plan de mantenimiento (programa de mantenimiento)

## **Control**

La evaluación de las actividades que se realizan en la sopladora y se pueden identificar a través de los resultados a obtener con relación a los índices de productividad y disposición que se favorece, en conexión al tratamiento del MCC, empleando reportes de actividades que examinan el involucramiento al programa de MCC planeado en la etapa previa.

### **Ejecución de la Propuesta de mejora**

#### **Planeación**

Documentación del plan de mantenimiento: Se requiere compilar toda la data existente acerca de los activos a evaluar, el cual nos ofreció precedentes de los equipos considerando historiales de fallas y manuales de fábrica para poder administrar el plan de conservación e ir mejorándolo en cada evaluación. Con la finalidad de ingresar el equipo al software se recopiló información de la máquina para los siguientes formatos y se empleó el registro histórico del mantenimiento, que se detallan a continuación:

- Formatos de maquinaria
- Elaborar formato de inventario de máquinas (ver anexo N° 14)
- Elaborar formato de ficha técnica de máquinas (ver anexo N° 15)
- Elaborar formato de historial de máquinas (ver anexo N.º 16)

### **Inventario de las máquinas**

El inventario es indispensable porque permite identificar el número de equipos con los cuales se cuenta en el área y proporcionando información de su reparación, procediendo al levantamiento de información para identificar lo siguiente: código, descripción del activo, marca, modelo, serie, ubicación y condición actual. (Ver Anexo 14)



Tabla 9

*Inventario de las máquinas de la Línea 20, Planta Huachipa, AJEPER S.A*

			<b>INVENTARIO DE MÁQUINAS - LINEA 20</b>			Código: FIM-001
						Fecha: 7/01/2019
			Revisión: Original			
N°	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	UBICACIÓN	CONDICIÓN
1	HUA-ENV-SOP	Sopladora	SIPA	EVO 20 SFR	PLANTA	OPERATIVO
2	HUA-ENV-TRB	Llenadora	SIPA	ISOFILL	PLANTA	OPERATIVO
3	HUA-ENV-ETQ	Etiquetadora	SACMI	OPERA 300	PLANTA	OPERATIVO
4	HUA-ENV-EMP	Empacadora	TECMI	V750	PLANTA	OPERATIVO
5	HUA-ENV-PAL	Paletizadora	SIPA	HELIX	PLANTA	OPERATIVO
6	HUA-ENV-TA	Transporte Aéreo	SIPA	-	PLANTA	OPERATIVO
7	HUA-ENV-COD	Codificador	VIDEOJET	VJ330	PLANTA	OPERATIVO
Elaborado por: Victor Santa Cruz			Revisado por: Héctor Barzola		Aprobado por: Oscar Petters	
Fecha: 07/01/19			Fecha: 07/01/19		Fecha: 07/01/19	


**Nota.** Fuente: Elaboración propia

## Ficha técnica

A continuación, se formula una ficha técnica de la sopladora de la empresa AJEPER S.A., las cuales nos mostraran las características del equipo, observando el diseño que tienen las hojas de registro y los datos del activo en la tabla N° 10.

Tabla 10

### Formato de ficha técnica de la maquinaria

		<b>FICHA TÉCNICA DE LA MAQUINARIA</b>		Código: FFTM-003	
				Fecha: 07/01/19	
				Revisión: Original	
Nombre	SOPLADORA				
Código	HUA-ENV-SOP				
Marca	SIPA				
Modelo	EVO 20 SFR				
Capacidad Máx. de Trabajo/hora	24 HORAS				
Año de Adquisición	2010				
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO					
Sistema de Alimentación			ELECTRICA - NEUMATICA		
Lubricantes Utilizados			SHELL OMALA 220		
Dimensiones (m)			5 x 7 x 5		
Capacidad máxima			160 KG		
Capacidad de voltaje			440 V		
Potencia			28 HP		
Velocidad de Rotación			35%		
Temperatura de Operación			95 C		
CONDICIONES GENERALES					
Actividad		SOPLADO DE BOTELLAS DE ENVASADO			
Años de Servicio		12 AÑOS			
Situación Actual		OPERATIVO			
Observaciones					
Elaborado por: Victor Santa Cruz		Revisado por: Héctor Barzola		Aprobado por: Oscar Petters	
Fecha: 07/01/2019		Fecha: 07/01/2019		Fecha: 07/01/2019	


**Nota.** Fuente: Elaboración propia

## **Historial de las máquinas**

Este formato de datos que se encuentra en la tabla N° 15 ofrece información sobre las averías e interrupciones que ha poseído una de la sopladora por 03 meses previos a la ejecución del MCC siendo de importancia porque nos permite obtener historial para desarrollar el MCC en la sopladora por los precedentes que posee, en los anexos se podrán conocer los historiales de la maquinaria. (Ver anexo N° 15).

Tabla 11

Formato de Matriz de Modo y Efecto de Fallos

	MATRIZ DE MODO Y EFECTO DE FALLOS									
	Equipo:	Sopladora SIPA EVO 20 SFR			Sistema:	Rueda de Soplado			Fecha:	2/01/2019
SUBSISTEMA	FUNCION	FALLA	MODO DE FALLA	EFECTOS	S	CAUSA	O	D.	RPN	ACCIONES
PRENSA PORTAMOLDE	Cerrar el molde manteniendo el cierre Hermético durante el ciclo de soplado	No cierra molde	Soporte de coquilla dañado (soporte porta molde)	Interrumpe producción	6	Perno o Rosca hembra de porta molde dañado	6	7	252	Inspección y ajuste mecánico prensa porta molde c/1000 Hrs
				Interrumpe producción	6	mal centrado de prensa respecto al sello	6	7	252	
				Interrumpe producción	6	Pin centrador de fondo de molde desajustado	4	7	168	
				Interrumpe producción	6	Rodamiento excéntrico y lineal dañado	6	7	252	
				Interrumpe producción	6	Base de fondo de molde deformada	4	6	144	
			Prensa rota	Interrumpe producción	6	Regulador de presión de compensación abierto	6	6	216	
			Leva de mando dañada	Interrumpe producción	6	Rodamiento excéntrico dañado	7	6	252	
			Rodamientos apertura/cierres dañados	Interrumpe producción	6	Fugas de agua en rueda de soplado	7	6	252	
		No hermetiza molde	Sigillo desgastado (holgura)	Botella mal soplada	6	Desgaste por tiempo de vida	6	7	252	Mantenimiento mecánico de prensa c/1500 Hrs
				Botella mal soplada	6	Canoto desgastado o sucio	7	7	294	
			Sello desgastado	Botella mal soplada	6		7	7	294	
			Regulador de flujo averiado	Botella mal soplada	6	Desgaste por tiempo de vida	5	6	180	
Horquilla desgastada	Botella mal soplada	6	Desgaste por tiempo de vida	4	7	168				
ESTIRO	Estirar la preforma de manera axial del punto 0 a punto 10 mantienen punto centro	Estira la preforma, pero con defectos de formación	Cilindro de estirado dañado	Botella mal soplada	6	Desgaste por vida útil y/o falta de lubricación	5	7	210	Inspección mecánica de estiro c/1500 Hrs
			Kit de varilla de estiro (8mm) dañado	Botella mal soplada	6	desgaste por tiempo de vida	6	7	252	
		Botella mal soplada		6	varilla mal centrada y/o ajustada	6	7	252		
		Botella mal soplada		6	Amortiguador de carro dañado	6	7	252		
		Rodamientos lineales - bola dañados y/o rótula averiada	Botella mal soplada	6	Falta de lubricación	6	7	252		
			Botella mal soplada	6	Pernos de riel de rodamiento dañados	5	7	210		



**MATRIZ DE MODO Y EFECTO DE FALLOS**

Equipo:		Sopladora SIPA EVO 20 SFR		Sistema:		Rueda de Soplado		Fecha:			2/01/2019
SUBSISTEMA	FUNCION	FALLA	MODO DE FALLA	EFECTOS	S	CAUSA	O	D.	RPN	ACCIONES	
BLOQUE DE SOPLADO	Inyectar aire al pistón de compensación con presión igual o ligeramente mayor al soplado.	No se forma botella debido a falta de aire.	Electroválvulas o cilindro de tobera con fuga o pérdida de aire	Botella no soplada	6	Cable de comunicación y control dañado	5	10	300	Inspección, limpieza y control eléctrico bloque de soplado c/1500 Hrs	
				Botella mal soplada	5	Desgaste de o ring, empaque de electroválvulas y cilindro de toberas	10	2	100		
		Soplado fuera del rango de presión	Transductor de presión dañado	Merma de botella / Parada de línea	6	Variación de voltaje o corto hacia la fuente del transductor	3	10	180		
		No hay inyección de aire o no es presión equiparada al soplado	Cilindro de compensación averiado	Botella mal soplada	6	Empaques dañados por aire contaminado	6	7	252		inspección y ajuste mecánico bloque de soplado c/1500 Hrs
		No sostiene y/o libera la presión de carga/descarga	Filtro de descarga de soplado obstruido	Interrumpe producción	8	Mallas de filtro obstruidas por aire contaminado	5	6	240		
LEVA DE APERTURA/ CIERRE	Abrir y cerrar la prensa porta molde	No apertura o no cierra la prensa	Leva de apertura o cierre descalabrada	Interrumpe producción	6	Cilindro de seguridad de leva averiado	3	7	126	Inspección mecánica levas apertura/cierre c/1500 Hrs	
					6	Biela (rodamiento) dañada	4	7	168		
FRENADO	Frenar rueda de soplado según la condición	Mal frenado	Pastillas de freno desgastadas	Daño al equipo	6	Oxidación de pastillas por caída de agua	6	7	252	Inspección mecánica / eléctrica sistema de frenado c/500 Hrs	
			Microswitch dañado		6	Microswitch mal calibrado	3	7	126		
TRANSFERENCIAS	Trasferir las preformas/botellas de manera correcta al molde	No transferir las preformas/botella al molde o al evacuador	Muelle y/o bocina dañada	Merma y parada de maquina	6	impacto - falta de calibración	6	6	216	Inspección y ajuste mecánico de rueda de transferencia c/1000 Hrs	
			Rodamiento reseco		6	Falta de lubricación	6	6	216		
			Pinza y/o brazo dañado	Daño de partes del equipo y parada	6	Falta de calibración	6	6	216		
			resorte de pinza dañado	6	Falta de lubricación	6	6	216			




**MATRIZ DE MODO Y EFECTO DE FALLOS**

Equipo:		Sopladora SIPA EVO 20 SFR			Sistema:		Grupo Horno			Fecha:		2/01/2019	
SUBSIST.	FUNCION	FALLA	MODO DE FALLA	EFECTOS	S	CAUSA	O	D.	RPN	ACCIONES			
CADENA DE TURNELAS	Transportar las preformas a través del sistema horno	Transportar preformas, pero de modo deficiente	Perno y casquillo desgastado y eje torcido	Daña partes del sistema (Rampa y/o modulo) y Producto defectuoso	6	Impacto consecutivo de preformas y/o mala entrega	7	6	252	Inspección mecánica de sistema horno c/1500 horas (comprende cadena porta preformas, estrella de alimentación)			
			Resorte de plato porta preforma desgastado	Merma y Producto defectuoso	6	Desgaste por Vida útil o exceso de calor	7	6	252				
RUEDA DE HORNO	Arrastra la cadena de plato de transportes a través del horno	Arrastra la cadena de platos de transporte de modo deficiente	Carro carga/descarga con rajadura	Parada o Merma	7	Impacto consecutivo de preformas y/o mala entrega (Falta de lubricación)	6	6	252				
			Eje de carro torcido	Parada o Merma	7		6	6	252				
			Leva carga/descarga desgaste	Daña partes del sistema	7	Falta de lubricación	3	6	126				
RUEDA DE ALIMENTACIÓN	Permite la entrega ordenada de preformas a la rueda mando horno	Se realiza la entrega de preformas, pero de modo deficiente	Desajuste en Perfil de carril ingreso, Perfil de cuerpo y/o estrella, leva escamoteable y Correa sobregirada	Mal ingreso de botellas e impactos en parte de la rueda horno	5	Mal entrega de preformas por parte del carril de bajada	5	6	150				
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	Protege el cuello de botella de deformaciones y regula la temperatura	No ingresa agua a la rampa de refrigeración	Mangueras o conectores obstruidas	Sobrecalentamiento	6	Mala calidad de agua (aditivo) - Chiller	6	6	216				
			Atascamiento de preformas (cadena desgastada)	Traba de preformas y deformación de rampa	6	Falla en rueda horno y/o cadena de platos	5	6	180				
			Flujoestado averiado	Sobrecalentamiento	6	Tiempo de vida útil	5	6	180				
MODULOS HORNO	Permite acondicionar por lámparas infrarrojas las preformas	Fallas en el correcto calentamiento de las preformas	Golpe en cerámicos/lámparas por preformas	Parada de maquina	6	Falla en rueda horno y/o cadena de platos	6	6	216		Inspección mecánica de módulos horno c/1500 Hrs		
			Tarjetas y/o contactos sulfatados	Parada de maquina	7	Sobre calentamiento de lámparas	6	6	252				
			Falla en variador y/o tarjetas	Parada de maquina	7	Sobre calentamiento de lámparas	6	6	252				

**Nota.** Fuente: AJEPER S.A.

Tabla 12

*Formato de historial de vida de la maquinaria*

		<b>Historial de vida</b>				<b>Código: FHV-001</b>
						<b>Fecha: 7/01/2019</b>
						<b>Revisión: Original</b>
Código: HUA-ENV-SOP		Línea de Envasado N°: 20				Área: Producción
<b>Fecha de Origen</b>	<b>Supervisor/ Líder</b>	<b>Turno</b>	<b>Equipo</b>	<b>Detalle</b>	<b>T (min)</b>	<b>Acción inmediata</b>
9/09/2018	R. Cotera	TM	SOPLADORA	ALARMA: Sello Bajo Puesto 11	60	Se realizo cambio de electroválvula
10/02/2022	E. Pupuche	TM	SOPLADORA	Desgaste de Horquilla de sello de molde	50	Se realizo cambio de horquilla. Y se realizó regulaciones.
10/02/2022	W. Balvin	TM	SOPLADORA	Falla en actuador de sistema de estiro 13	35	Se realizo reemplazo de actuador
10/03/2022	J. Chanduvi	TN	SOPLADORA	sello de prensa #7	10	presento problemas de subida de sello problema esporádico

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

## Repuestos en Stock

En la compañía AJEPER S.A. para finalizar el programa de MCC se requiere contar con un nivel promedio de repuestos necesarios para actividades correctivas según los sucesos previos repetitivos de la sopladora recabados y experiencia acumulada sobre la maquina por parte del ingeniero de producción y operarios, que ayudan aproximar las cantidades a lo requerido a usar en futuras fallas.

La tabla a continuación ayuda a visualizar la lista de repuestos más solicitados de máquinas por fallas previas.

Tabla 13

### *Stock de repuestos*

REPUESTOS NECESARIOS			SEGÚN APLICACIÓN		
N.º	DESCRIPCIÓN	CANT.	DESGASTE	ELECTRICO	REP. MÓVILES
1	ELECTROVALVULAS	3			
2	RODAJES	4			
3	RESORTES	4			
4	SENSOR PT100	2			
5	BOCINAS DE SELLO	5			
6	CORREAS	7			
7	ACTUADOR	2			
8	CONTACTOR	3			
9	GUARNICIONES	1			

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia



Para implementar el MCC se debe usar insumos para que la máquina no falle aleatoriamente al permitir alargar la utilización del activo y reduce desgastes de las piezas con un funcionamiento correcto, no solo considerando recambio de refacciones sino cuidados correspondientes y considerando cantidades a mantener y costos que podrían ser elevados por estar en función a experiencias y conocimientos respecto a la máquina, faculta para prevenir fallos y pérdidas de tiempo y dinero por reparaciones tardías. Se plantean repuestos e insumos con sus costos asociados.

Tabla 14

*Costos de Stock de repuestos e insumos*

**V.**

REPUESTOS NECESARIOS			COSTO	COSTO
N.º	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNITARIO	TOTAL
1	ELECTROVALVULAS	3	S/ 350.00	S/ 1,050.00
2	RODAJES	4	S/ 70.00	S/ 280.00
3	RESORTES	4	S/ 150.00	S/ 600.00
4	SENSOR PT100	2	S/ 60.00	S/ 120.00
5	BOCINAS DE SELLO	40	S/ 5.00	S/ 200.00
6	CORREAS	7	S/ 180.00	S/ 1,260.00
7	ACTUADOR	2	S/ 400.00	S/ 800.00
8	CONTACTOR	3	S/ 220.00	S/ 660.00
9	GUARNICIONES	750	S/ 1.50	S/ 1,125.00
INSUMOS			COSTO	COSTO
N.º	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNITARIO	TOTAL
11	SHELL - OMALA 220 (GLN)	25	S/ 44.00	S/ 1,100.00
TOTAL				S/ 7,195.00

**Nota. Fuente: Elaboración Propia**

## **I) Planear las actividades de mantenimiento a efectuar**

Las operaciones se establecieron en base a recomendaciones del fabricante y experiencia del ingeniero de mantenimiento, que ayuda a realizar un plan que tengan revisiones e inspecciones apropiadas al elaborar el plan de MCC óptimo para la Sopladora de AJEPER S.A., que posibilitan el identificar algunas futuras fallas que puedan alterar la producción, para minimizar intervalos improductivos y periodos de reparación.

### **Actividades efectuadas por operarios:**

**Revisión Inicial:** Revisar el trabajo de las horquillas en el cierre de molde, desgaste en bocina de pin de cierre, ajuste de pernos de coquilla, revisión de seguro de fondo de molde, juego de soporte coquilla. Inspección ajuste y regulación de molde, sincronización de soporte con respecto a estrella de transferencia.

**Revisión del sistema eléctrico:** Revisar de sensores magnéticos de posición de sello de cierre molde, revisión de pilotos de electroválvulas, revisión de islas de sistema de estirado, sensor de activación de sistema de estirado.

### **Actividades efectuadas por técnicos:**

**Ajustar pernos y tuercas:** Revisar si existen algunos desajustes de partes en el equipo para inmediata corrección.

**Inspección visual de los rodamientos:** inspeccionar rodamientos que se encuentran en la máquina siendo vulnerables al desgaste.

**Inspección visual de los sensores de temperatura PT 100:** inspeccionar para asegurar que el funcionamiento por que es necesario para controlar el proceso.

**Limpiar la maquinaria:** limpiar de forma externa el activo busca evitar la contaminación del aceite, dañe de partes y evitar la corrosión.


**Inspeccionar los acoples omegas del motor:** Esta revisión valida que no se separe el ensamble del motor con el acople por vibraciones y rpm con lo que trabaja.

## **II) Planear las frecuencias de las actividades de mantenimiento**

Se detalla las frecuencias de actividades agrupadas en el programa de MP.

Tabla 15

*Frecuencias de las actividades*

	MATRIZ DE MODO Y EFECTO DE FALLOS				
	Equipo:	Sopladora SIPA EVO 20 SFR		Fecha:	2/01/2019
SUB SIST.	Actividad	Tipo	Componente	Frecuencia	Procedimiento
<b>BLOQUE DE SOPLADO</b>	Inspección mecánica de Bloque de soplado c/1500 Hrs	Eléctrico / Mecánico	Sello - Sigillo / Cañoto / Electroválvulas / Cilindro de compensación	1500	Revisar funcionamiento de sellos. Verificar desgaste en sigilo y casquillo sello de cierre. Inspeccionar fugas en sellos y juntas de varilla de estiro. Verificar presión de accionamiento electroválvulas. Revisar trabajo de cilindro de compensación y filtro de descarga.
	Limpieza mecánica de Bloque de soplado c/3000 Hrs	Mecánico	Electroválvulas	3000	Extraer y limpiar electroválvulas de pre soplado, soplado, recuperación, compensación, descarga y de sellos.
<b>ESTIRO</b>	Inspección mecánica de Sistema estirado c/1500 Hrs	Mecánico	Varilla de estirado / Rodamientos / Rotulas	1500	Inspeccionar juego de varilla de estiro. Verificar desgaste de rodamientos y guías carro estiro. Inspeccionar funcionamiento de amortiguadores. Limpiar electroválvula central de control de cilindros.
<b>PRENSA PORTAMOLDE</b>	Inspección mecánica de Prensa Porta molde c/1500 Hrs	Mecánico	Soporte coquilla / Fondo Molde / leva Mando	1500	Abrir prensa, sacar pernos de moldes y verificar rosca hembra. Comprobar molde sin soltura y ajuste de pernos de prensa. Verificar que asiento del pin de cierre no tenga restos de limaduras. Verificar estado de pin centrador y fondo de molde. Verificar rodamiento gire libremente y sin juego. Mangueras sin desgaste. Verificar ajuste de carro apertura/cierre. Verificar cierre suave de prensa. Revisar leva mando sin golpes.

<b>RUEDA TRANSFERENCIA</b>	Inspección y ajuste mecánico rueda de transferencia c/500 Hrs	Mecánico	Pinzas de transferencia	1000	Verificar funcionamiento de pinza Verificar sincronización de rueda horno, soplado y transferencias. Lubricar muelles de torsión y verificar fisuras en distanciadores Verificar estado de leva. Verificar regulación de micro interruptor. Verificar estado de brazos pinza transferencia.
<b>GRUPO HORNO</b>	Mantenimiento mecánico grupo horno c/1500 Hrs	Mecánico	Rampas/ módulos / rueda de horno / cadena túnelas	1500	Verificar correcto funcionamiento de carros de carga/descarga. Realizar limpieza de rampas. Revisar fugas en mangueras. Inspeccionar y limpiar horno y rejilla aspiración ventilador. Revisar estado de levas rueda horno. Verificar y lubricar estado de casquillos, ejes y platos de cadena de túnelas.


**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

### **Elaborar el programa de MCC:**

Se puede declarar el plan de MCC que se constituye de actividades de lubricación, chequeo y ajuste, que son importantes para obtener mejores resultados de los equipos y para alargar su vida útil.

Tabla 16

Programa de mantenimiento Preventivo

Máquina de Envasado		PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																																											
Revisión	Jefe de mantenimiento																																																												
Marcas	SOPLADORA SIPA																																																												
Modelos	EVO 20 SFR																																																												
Actividades	Frec.	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre															
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4																
Revisión	Semanal	■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■			
Lubricación	Mensual																																																												
Calibración	Mensual																																																												
Inspección de sensores	Mensual																																																												
Inspección a estrellas	Mensual																																																												
Inspección a bloque	Trimestral																																																												
Inspección a estirado	Trimestral																																																												
Inspección a Prensa	Trimestral																																																												
Inspección a horno	Trimestral																																																												
Revisar a transmisión	Trimestral																																																												
Limpieza a Bloque	Semestral																																																												

Nota. Fuente: Elaboración propia

El programa se conforma por actividades que propone evitar paradas y incrementar la utilización de sopladora de la línea que requieren para su ejecución documentos de registro que permitan ingresar datos. Siendo la mano de obra involucrada el jefe del área que maneja los resultados por periodo, el supervisor que debe revisar las ordenes de trabajo y controlar la ejecución del MCC y el técnico que realiza operaciones planteadas del programa.

Las actividades de los operarios son revisiones de corta frecuencia para aseguran el funcionamiento de los activos para arranques sin interrupciones, además, busca informar de desperfecto, se denomina mantenimiento autónomo, cuenta con un documento de registro permite determinar en el formato, el nivel de prioridades como emergencia, correctivo y preventivo. (Ver Anexo N.º 16)

### **Prioridades de las Órdenes de Trabajo**

**Emergencia:** Son órdenes de trabajo que es necesario desarrollar inmediatamente porque perjudican al negocio.

**Correctivo:** Son acciones que producen un declive en el desarrollo normal del negocio, pero se puede esperar su solución en función a prioridades

**Normal:** Son acciones para realizar por efecto de negocio de modo programado, se puede analizar su ejecución agrupada en el activo.

Siendo considerado en la capacitación de técnicos y operarios, para plantear factores del apropiado plan de conservación a ejecutar, examinando su estado, al realizar cada una de las actividades. La capacitación se realizó en La oficina de Mantenimiento, donde el encargado de la capacitación fue el jefe de área que explica factores de avería por máquinas y como evitarlos, insertando actividades preventivo. Esta capacitación se realizó en un tiempo de 4 días involucra impartir conocimientos a los colaboradores de sus funciones.

Tabla 17

*Planificación de la capacitación*

FECHA	HORA	Puntos que tratar en la capacitación	Capacitador
7/01/2019	7:00 a 7:45 am	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción al mantenimiento preventivo.</li> <li>• Seguridad ocupacional en mantenimiento.</li> <li>• Explicación de fallas de máquinas</li> </ul>	Jeje de mantenimiento
8/01/2019	7:00 a 7:45 am	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Piezas de recambio más usuales</li> <li>• Funciones de piezas de recambio</li> <li>• Detalles técnicos de las máquinas</li> </ul>	Jeje de mantenimiento
9/01/2019	7:00 a 7:45 am	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detalles de implementación del MCC</li> <li>• Presentación de los formatos a usar</li> <li>• Programa de mantenimiento</li> <li>• Introducción a neumática y mecánica</li> </ul>	Jeje de mantenimiento
10/01/2019	7:00 a 7:45 am	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retroalimentación</li> </ul>	Jefe de Mantenimiento

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

Al culminar la realización con una capacitación, se registra la participación en un acta, solo firmando personas que estuvieron 4 días en capacitación, donde se planteó que el mantenimiento preventivo se implementara a partir del 04/02/2019.

Control

Esta fase en ejecución del MCC en la organización AJEPER S.A. en la sopladora de la Línea 20, el control se realizó a través de reportes y registro del cumplimiento.


Informe de actividad

Este documento detalla información del activo sobre la realización de revisiones, chequeos e intervenciones, detalles las actividades y permitiendo considerar datos.



Tabla 18

*Informe de actividad*

	<b>INFORME DE ACTIVIDAD</b>		Código: FIA-001
			Fecha: 07/01/19
			Revisión: Original
Fecha:		N.º	
Línea:		Línea	
Código:		Frecuencia	
Defecto de la máquina			
Acción preventiva			
Recursos utilizados			
Estado actual de la máquina	<input type="checkbox"/> Operativo <input type="checkbox"/>		
observaciones:			
Ejecutado por:		Revisado por:	

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia



## Estadística Descriptiva

### VI - Mantenimiento Preventivo

#### Dimensión 1: Confiabilidad

Tabla 20

*Indagación descriptiva de la Confiabilidad*

	Descriptivos	Estad.	Desv. Error
CONFIABILIDAD ANTES	Media	74.4138	4.05566
	95% de intervalo de L. inferior	65.7693	
	confianza para la media L. superior	83.0582	
	Media recortada al 5%	74.4681	
	Mediana	73.055	
	Varianza	263.173	
	Desv. Desviación	16.22262	
	Mínimo	45.18	
	Máximo	102.67	
	Rango	57.49	
	Rango Inter cuartil	24.36	
	Asimetría	-0.192	0.564
	Curtosis	-0.404	1.091
	CONFIABILIDAD DESPUÉS	Media	98.5194
95% de intervalo de L. inferior		83.1455	
confianza para la media L. superior		113.8933	
Media recortada al 5%		98.1932	
Mediana		89.68	
Varianza		832.409	
Desv. Desviación		28.8515	
Mínimo		53.15	
Máximo		149.76	
Rango		96.61	
Rango Inter cuartil		39.62	
Asimetría		0.453	0.564
Curtosis		-0.777	1.091

**Nota.** Fuente: Data examinada por SPSS V.25

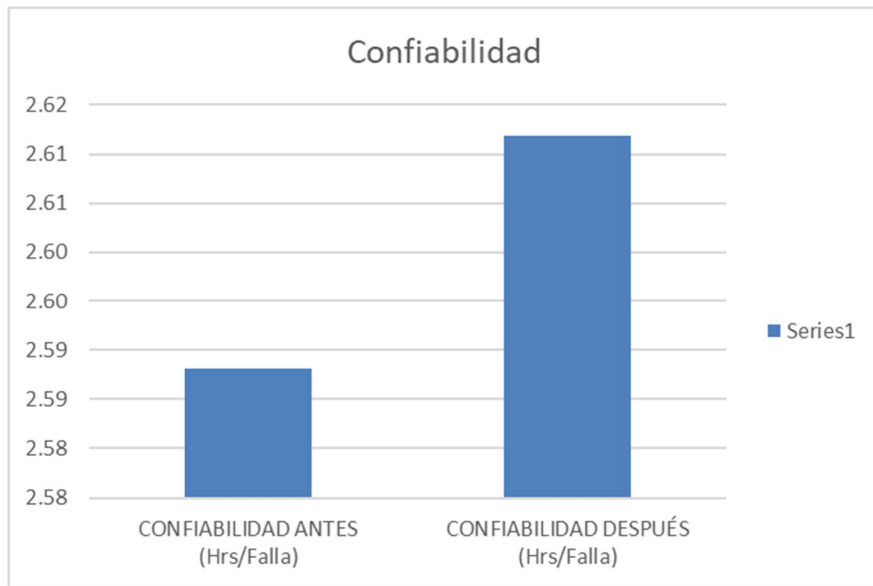
**Interpretación:** En este estudio se valida que la media previa a la aplicación fue de 74,4138 y posterior es de 98,5194, así como la mediana fue de 73,0550 y luego es de 89,68, la desviación estándar fue de 16,22262 y luego es de 28,8515, pero también el mínimo y máximo valor fueron de 45,18 y 102,67 antes pero luego fueron el mínimo y máximo valor de 53,15 y 149,76 respectivamente.

Tabla 21

*Base de datos del indicador Confiabilidad en 16 semanas antes – después*

<b>SEMANAS</b>	<b>CONFIABILIDAD ANTES (Hrs/Falla)</b>	<b>CONFIABILIDAD DESPUÉS (Hrs/Falla)</b>
1	2.29	5.16
2	4.16	2.69
3	3.51	5.91
4	3.04	3.79
5	1.92	2.13
6	1.97	2.17
7	1.90	2.19
8	2.34	0.68
9	5.87	1.67
10	3.43	2.03
11	2.22	1.79
12	3.16	1.66
13	1.95	1.42
14	1.04	2.56
15	1.02	2.97
16	1.59	2.97
<b>PROMEDIO</b>	2.59	2.61

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia



*Figura 9.* Base de datos del indicador Confiabilidad

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

**Interpretación:** Con referencia al indicador de fiabilidad a apreciar en el gráfico se observa una clara diferencia de incremento de 0.02 h/falla. En relación al antes y después a la indagación.

## Dimensión 2: Mantenibilidad:

Tabla 22

*Indagación descriptiva de la Mantenibilidad*

	<b>Descriptivos</b>	<b>Estad.</b>	<b>Desv. Error</b>
MANTENIBILIDAD ANTES	Media	26.9125	3.7226
	95% de intervalo de L. inferior	18.978	
	confianza para la media L. superior	34.847	
	Media recortada al 5%	26.015	
	Mediana	22.405	
	Varianza	221.723	
	Desv. Desviación	14.89038	
	Mínimo	11.04	
	Máximo	58.94	
	Rango	47.9	
	Rango inter cuartil	24.31	
	Asimetría	0.859	0.564
	Curtosis	-0.253	1.091
MANTENIBILIDAD DESPUÉS	Media	19.8694	3.41417
	95% de intervalo de L. inferior	12.5922	
	confianza para la media L. superior	27.1465	
	Media recortada al 5%	18.6671	
	Mediana	18.155	
	Varianza	186.505	
	Desv. Desviación	13.65667	
	Mínimo	5.48	
	Máximo	55.9	
	Rango	50.42	
	Rango inter cuartil	18.03	
	Asimetría	1.338	0.564
	Curtosis	1.983	1.091

**Nota.** Fuente: Data examinada por SPSS V.25

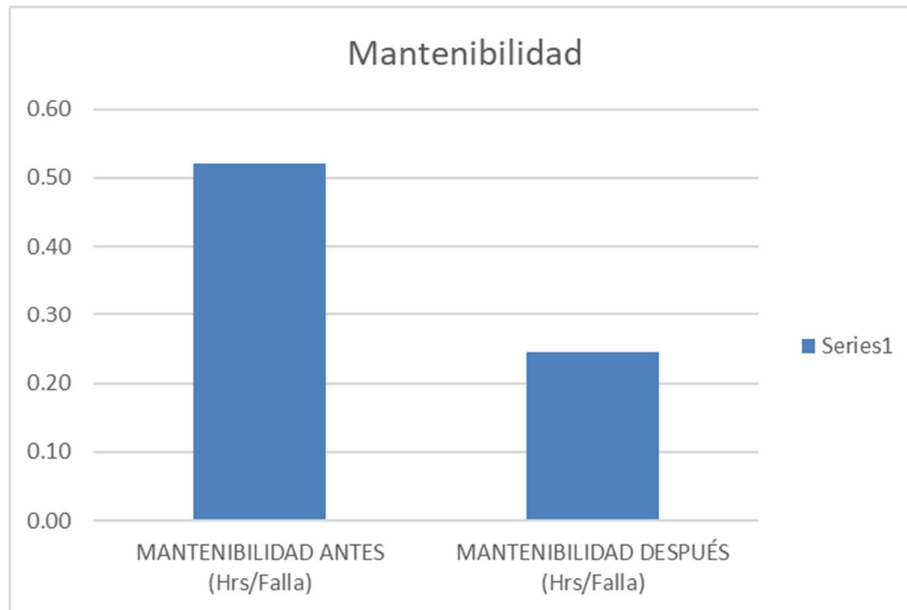
**Interpretación:** En el estudio se puede apreciar que la media previa a la aplicación fue de 26,9125 y posterior de 19,8694, así como la mediana fue de 22,4050 y luego es de 18,1550, la desviación estándar fue de 14,89038 y luego es de 13,65667, pero también el mínimo y máximo valor fueron de 11,04 y 58,94 antes pero luego fueron el mínimo y máximo valor de 5,48 y 55,90 respectivamente.

Tabla 23

*Base de datos del indicador Mantenibilidad en 16 semanas antes – después*

<b>SEMANAS</b>	<b>MANTENIBILIDAD ANTES (Hrs/Falla)</b>	<b>MANTENIBILIDAD DESPUÉS (Hrs/Falla)</b>
1	0.30	0.17
2	0.73	0.31
3	0.85	0.24
4	0.53	0.34
5	0.52	0.41
6	0.60	0.28
7	0.47	0.41
8	0.81	0.23
9	0.93	0.25
10	0.67	0.23
11	0.42	0.19
12	0.50	0.18
13	0.40	0.06
14	0.27	0.23
15	0.12	0.20
16	0.21	0.20
<b>PROMEDIO</b>	0.52	0.25

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia



*Figura 10.* Base de datos del indicador Mantenibilidad

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** con referencia al índice de mantenibilidad a apreciar en el gráfico se identifica una clara diferencia de disminución de 0.27 h/falla. En relación previa y posterior a la indagación.

Se ejecutará el análisis descriptivo del indicador disponibilidad que es representativo del mantenimiento centrado confiabilidad al ser un índice que refleja cambio en el antes y después de realizar MCC.

Siendo afectado el intervalo de utilización de activos ofreciendo más tiempo para manufacturar y elevar la cantidades a fabricar.



### Dimensión 3: Disponibilidad

Tabla 24

*Indagación descriptiva de la Disponibilidad*

	<b>Descriptivos</b>	<b>Estad.</b>	<b>Desv. Error</b>
DISPONIBILIDAD ANTES	Media	73.7687%	3.26061%
	95% de intervalo de L. inferior	66.8189%	
	confianza para la media L. superior	80.7186%	
	Media recortada al 5%	74.1731%	
	Mediana	78.0100%	
	Varianza	170.106	
	Desv. Desviación	13.04245%	
	Mínimo	53.22%	
	Máximo	87.04%	
	Rango	33.82%	
	Rango inter cuartil	26.31%	
	Asimetría	-0.59	0.564
	Curtosis	-1.425	1.091
DISPONIBILIDAD DESPUÉS	Media	83.3969%	2.61822%
	95% de intervalo de L. inferior	77.8163%	
	confianza para la media L. superior	88.9775%	
	Media recortada al 5%	83.9460%	
	Mediana	86.1150%	
	Varianza	109.681%	
	Desv. Desviación	10.47288%	
	Mínimo	62.58%	
	Máximo	94.33%	
	Rango	31.75%	
	Rango inter cuartil	11.24%	
	Asimetría	-1.161	0.564
	Curtosis	0.179	1.091

**Nota.** Fuente: Data examinada por SPSS V.25

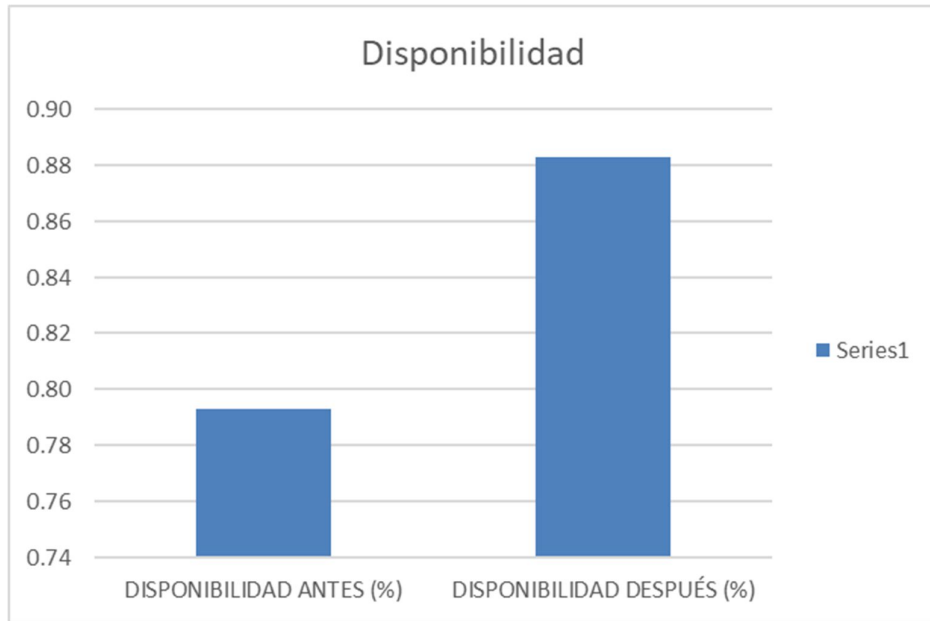
**Interpretación:** En el estudio se identifica una la media previa a la aplicación de 73,7687% y posterior de 83,3969%, así como la mediana fue de 78,01% y luego es de 86,115%, la desviación estándar fue de 13,04245% y luego es de 10,47288%, siendo el mínimo y máximo valor de 53,22% y 87,04% antes pero luego fueron el mínimo y máximo valor de 62,58%y 94,33% respectivamente.

Tabla 25

*Base de datos del indicador Disponibilidad  
en 16 semanas antes – después*

<b>SEMANAS</b>	<b>DISPONIBILIDAD ANTES (%)</b>	<b>DISPONIBILIDAD DESPUÉS (%)</b>
1	0.87	0.97
2	0.82	0.89
3	0.76	0.96
4	0.83	0.91
5	0.73	0.81
6	0.69	0.87
7	0.76	0.81
8	0.65	0.66
9	0.84	0.85
10	0.81	0.89
11	0.81	0.89
12	0.84	0.89
13	0.79	0.96
14	0.74	0.91
15	0.88	0.93
16	0.87	0.93
<b>PROMEDIO</b>	0.79	0.88

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia



*Figura 11.* Base de datos del indicador Disponibilidad

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

**Interpretación:** con relación al indicativo de disponibilidad observado en el gráfico se visualiza una clara diferencia de aumento de 9 %. En conexión al antes y después de la indagación.

## VD - Productividad

Tabla 26

*Indagación descriptiva de la Productividad*

Descriptivos		Estad.	Desv. Error
PRODUCTIVIDAD ANTES	Media	20.2444	1.67106
	95% de intervalo de L. inferior	16.6826	
	confianza para la media L. superior	23.8062	
	Media recortada al 5%	20.3254	
	Mediana	20.835	
	Varianza	44.679	
	Desv. Desviación	6.68424	
	Mínimo	10.71	
	Máximo	28.32	
	Rango	17.61	
	Rango inter cuartil	13.97	
	Asimetría	-0.31	0.564
	Curtosis	-1.567	1.091
	PRODUCTIVIDAD DESPUÉS	Media	29.8488
95% de intervalo de L. inferior		28.7081	
confianza para la media L. superior		30.9894	
Media recortada al 5%		29.8797	
Mediana		29.935	
Varianza		4.582	
Desv. Desviación		2.14059	
Mínimo		26.34	
Máximo		32.8	
Rango		6.46	
Rango inter cuartil		3.78	
Asimetría		-0.221	0.564
Curtosis		-1.167	1.091

**Nota.** Fuente: Data examinada por SPSS V.25

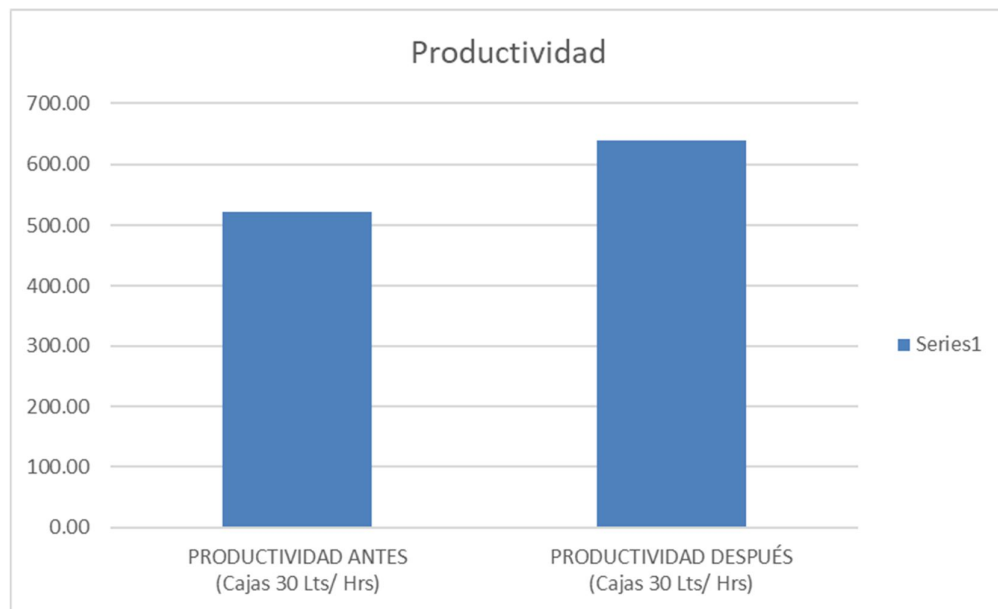
**Interpretación:** En el estudio se identifica una media previa a la aplicación fue de 20,2444 y posterior de 29,8488, así como la mediana fue de 20,8350 y luego es de 29,935, la desviación estándar fue de 6,68424 y luego es de 2,14059, pero el mínimo y máximo valor fue de 10,71 y 28,32 antes y luego fue el mínimo y máximo valor de 26,34 y 32,8 respectivamente.

Tabla 27

*Base de datos del indicador Productividad en 16 semanas antes – después*

SEMANAS	PRODUCTIVIDAD ANTES (Cajas 30 Lts/ Hrs)	PRODUCTIVIDAD DESPUÉS (Cajas 30 Lts/ Hrs)
1	547.00	700.00
2	553.00	619.00
3	488.00	709.00
4	529.00	677.00
5	486.00	568.00
6	437.00	613.00
7	505.00	561.00
8	420.00	494.00
9	546.00	617.00
10	515.00	638.00
11	542.00	651.00
12	575.00	649.00
13	520.00	737.00
14	495.00	660.00
15	589.00	651.00
16	590.00	692.00
<b>PROMEDIO</b>	521.06	639.75

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia



*Figura 12.* Base de datos del indicador Productividad

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** en conexión al índice de productividad se identifica en el gráfico que existe una variación de aumento de 118.69 Cajas 30 Lts/ Hrs. Con referencia del antes y después a la indagación.

## Dimensión 1: Eficiencia

Tabla 28

### Indagación descriptiva de la Eficiencia

Descriptivos		Estad.	Desv. Error
EFICIENCIA ANTES	Media	0.7375	0.03262
	95% de intervalo de L. inferior	0.668	
	confianza para la media L. superior	0.807	
	Media recortada al 5%	0.7417	
	Mediana	0.78	
	Varianza	0.017	
	Desv. Desviación	0.13046	
	Mínimo	0.53	
	Máximo	0.87	
	Rango	0.34	
	Rango inter cuartil	0.27	
	Asimetría	-0.593	0.564
	Curtosis	-1.416	1.091
	EFICIENCIA DESPUÉS	Media	0.8331
95% de intervalo de L. inferior		0.7781	
confianza para la media L. superior		0.8881	
Media recortada al 5%		0.8385	
Mediana		0.86	
Varianza		0.011	
Desv. Desviación		0.10326	
Mínimo		0.63	
Máximo		0.94	
Rango		0.31	
Rango inter cuartil		0.11	
Asimetría		-1.18	0.564
Curtosis		0.219	1.091

**Nota.** Fuente: Data examinada por SPSS V.25

**Interpretación:** En la indagación se puede corroborar que la media antes de la aplicación fue de 0,7375 y luego es de 0,8331, así como la mediana fue de 0,78 y luego es de 0,86, la desviación estándar fue de 0,13046 y luego es de 0,10326, pero también el mínimo y máximo valor fueron de 0,53 y 0,87 antes pero luego fueron el mínimo y máximo valor de 0,63 y 0,94 respectivamente.

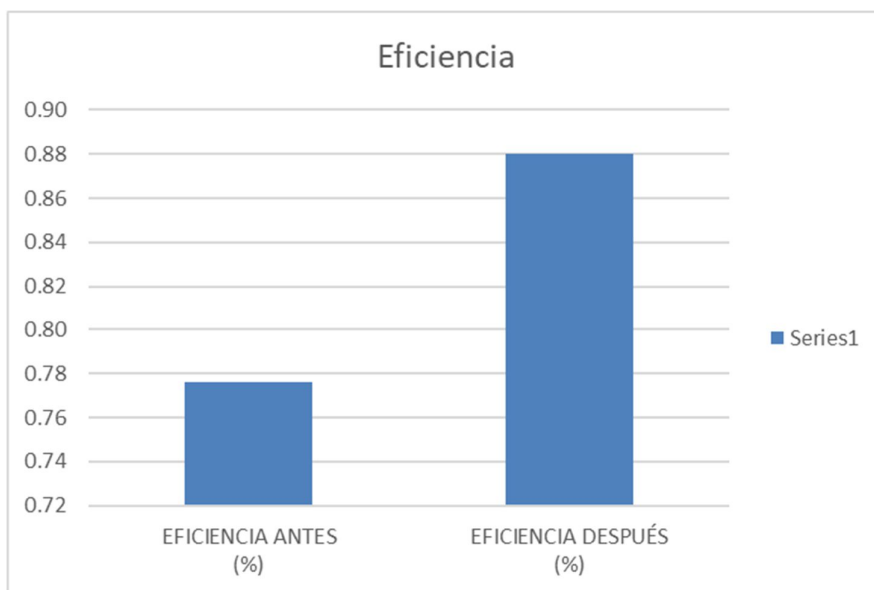
Tabla 29

*Base de datos del indicador Eficiencia en 16 semanas antes – después*

SEMANAS	EFICIENCIA ANTES (%)	EFICIENCIA DESPUÉS (%)
1	0.86	0.96
2	0.81	0.87
3	0.76	0.96
4	0.81	0.91
5	0.69	0.79
6	0.66	0.86
7	0.74	0.80
8	0.63	0.66
9	0.82	0.85
10	0.77	0.87
11	0.79	0.89
12	0.83	0.89
13	0.79	0.99
14	0.74	0.94
15	0.86	0.92
16	0.86	0.92
<b>PROMEDIO</b>	0.78	0.88

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia





*Figura 13.* Base de datos del indicador Eficiencia

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

**Interpretación:** con relación al indicativo de eficiencia presente en el gráfico se identifica una diferencia clara de aumento de 0,1 que equivale a 10 %. En conexión con el previo y posterior a la indagación.

## Dimensión 2: Eficacia

Tabla 30

### Indagación descriptiva de la Eficacia

	Descriptivos	Estad.	Desv. Error
EFICACIA ANTES	Media	26.7538	1.2918
	95% de intervalo de L. inferior	24.0003	
	confianza para la media L. superior	29.5072	
	Media recortada al 5%	26.7197	
	Mediana	27.915	
	Varianza	26.7	
	Desv. Desviación	5.1672	
	Mínimo	20.12	
	Máximo	34	
	Rango	13.88	
	Rango inter cuartil	9.62	
	Asimetría	-0.017	0.564
	Curtosis	-1.542	1.091
	EFICACIA DESPUÉS	Media	36.3019
95% de intervalo de L. inferior		33.5916	
confianza para la media L. superior		39.0121	
Media recortada al 5%		35.9288	
Mediana		34.74	
Varianza		25.87	
Desv. Desviación		5.08622	
Mínimo		31.2	
Máximo		48.12	
Rango		16.92	
Rango inter cuartil		6.38	
Asimetría		1.272	0.564
Curtosis		0.921	1.091

**Nota.** Fuente: Data examinada por SPSS V.25

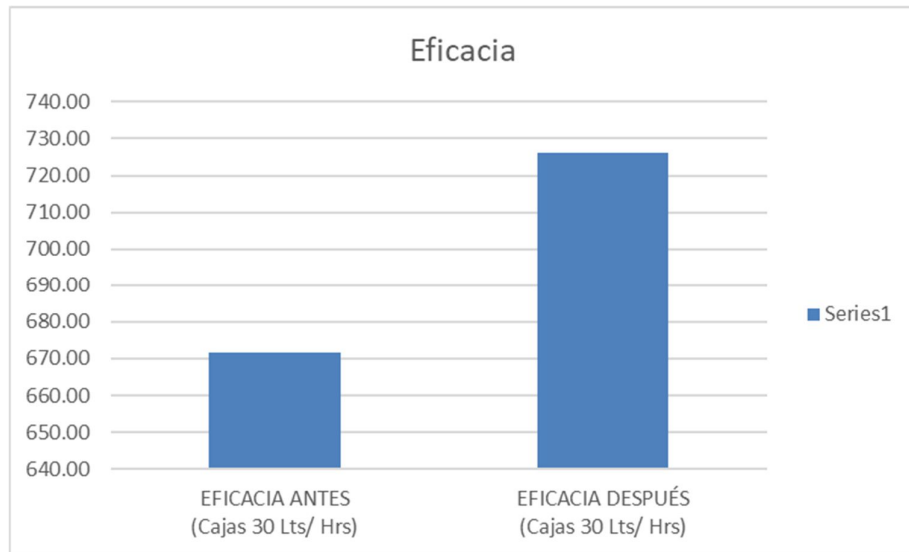
**Interpretación:** En el estudio se valida que la media previa a la ejecución fue de 26,7538 y posterior de 36,3019, así como la mediana fue de 27,9150 y luego es de 34,74, la desviación estándar fue de 5,1672 y luego es de 5,08622, pero también el mínimo y máximo valor fueron de 20,12 y 34 antes pero luego fueron el mínimo y máximo valor de 31,20 y 48,12 respectivamente.

Tabla 31

*Base de datos del indicador Eficacia en 16 semanas antes – después*

<b>SEMANAS</b>	<b>EFICACIA ANTES (Cajas 30 Lts/ Hrs)</b>	<b>EFICACIA DESPUÉS (Cajas 30 Lts/ Hrs)</b>
1	639.00	730.00
2	685.00	710.00
3	643.00	740.00
4	654.00	745.00
5	700.00	720.00
6	662.00	710.00
7	684.00	700.00
8	665.00	745.00
9	669.00	725.00
10	672.00	730.00
11	683.00	735.00
12	692.00	730.00
13	658.00	745.00
14	667.00	700.00
15	686.00	705.00
16	688.00	750.00
<b>PROMEDIO</b>	671.69	726.25

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia



*Figura 14.* Base de datos del indicador Eficacia

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

**Interpretación:** en relación con el índice de eficacia visible en el gráfico se identifica que existe una variación de aumento de 54.56 Cajas 30 Lts/ Hrs. En conexión previa y posterior a la indagación.

### Análisis inferencial

Tabla 41

*Opciones para la decidir el estudio estadístico*

Condición	Estadístico
Datos < 30	Shapiro Wilk
Datos > 30	Kolmogorov

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

	Antes	Después	Conclusión	Estadígrafo
Sig. > 0.05	Si	Si	Paramétrico	T Student
Sig. > 0.05	Si	No	No paramétrico	Wilcoxon
Sig. > 0.05	No	Si	No paramétrico	Wilcoxon
Sig. > 0.05	No	No	No paramétrico	Wilcoxon

*Figura 15.* Estadígrafos

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

### **Prueba de la normalidad y validación de hipótesis general y específica**

#### **Prueba de la normalidad de la VD**

Iniciando con realizar la validación de hipótesis se requiere que la información adquirida pre y post test con una conducta paramétrica, y siendo ambos datos de cantidades inferiores de 30, empleando el estudio de normalidad con el método de Shapiro Wilk para conocer sus comportamientos.

Regla de decisión

SI  $SIG < 0.05$  Datos no paramétricos

SI  $SIG > 0.05$  Datos paramétricos

Tabla 32

*Procesamiento de casos*

**Resumen de procesamiento de casos**

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
PRODUCTIVIDADANTES (Caja 30 Lts/Hrs)	16	100,0%	0	0,0%	16	100,0%
PRODUCTIVIDADDESPUÉS (Caja 30 Lts/Hrs)	16	100,0%	0	0,0%	16	100,0%

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

Tabla 33

*Prueba de normalidad de productividad con Shapiro Wilk*

**Pruebas de normalidad**

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
PRODUCTIVIDADANTES (Caja 30 Lts/Hrs)	,954	16	,551
PRODUCTIVIDADDESPUÉS (Caja 30 Lts/Hrs)	,958	16	,634

**Nota.** Fuente Elaboración Propia

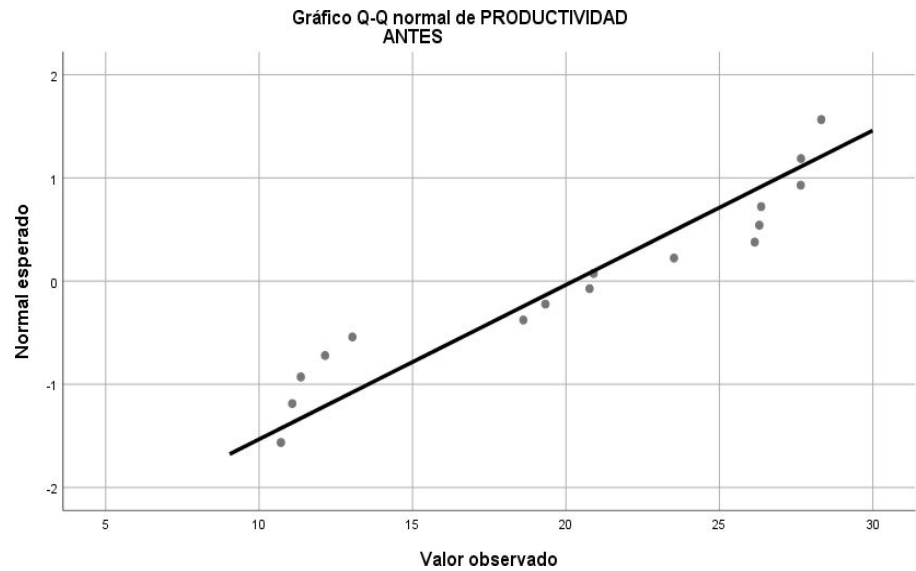


Figura 16. Distribución de data: Productividad - Antes

**Nota.** Fuente: Data tratada por software SPSS V.25

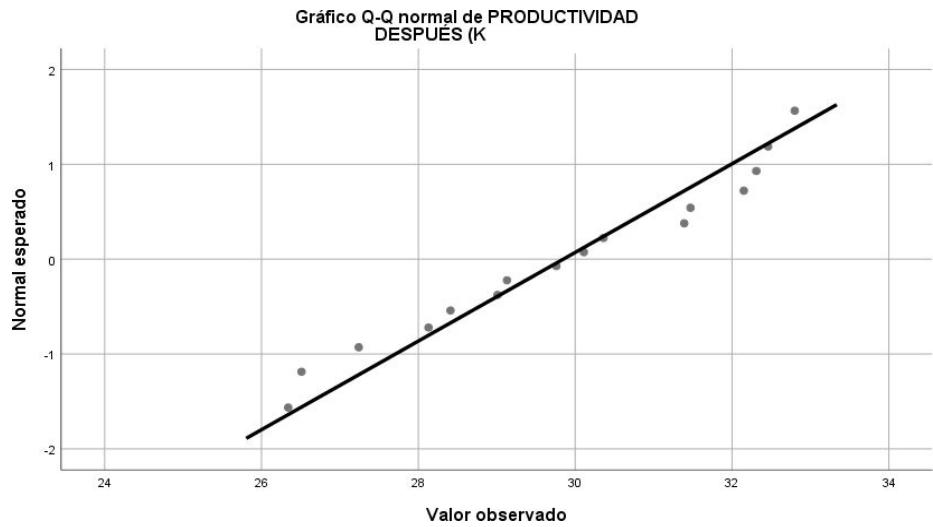


Figura 17. Distribución de data: Productividad – Después

**Nota.** Fuente: Data tratada por software SPSS V.25

**Interpretación:** En anteriores gráficos se valida que la productividad previa posee una conducta no paramétrica y posterior es paramétrica debido a que no hay dispersión en relación con la línea.

## Validación de hipótesis general – VD

Los resultados de la normalidad de datos se identifica la significancia de la hipótesis general del pretest con una significancia menor a 0.05 y del post test con una significancia mayor a 0.05 los cuales fueron no paramétrico y paramétrico, lo cual permite saber que se aplicara el estadígrafo Wilcoxon para conocer si la productividad tuvo una mejora significativa.

Contrastación de la hipótesis general:

Ho: La aplicación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad no mejora significativamente la productividad en la Línea 20 en Planta Huachipa AJEPER S.A., 2018.

Ha: La aplicación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad mejora significativamente la productividad en la Línea 20 en Planta Huachipa AJEPER S.A., 2018.

Regla de  
decisión:

**Ho:**  $\mu_{pa} \geq \mu_{pd}$

**Ha:**  $\mu_{pa} < \mu_{pd}$



Tabla 34

*Prueba de la hipótesis general – productividad con Wilcoxon*

**Estadísticos descriptivos**

	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo
PRODUCTIVIDAD ANTES (Caja 30 Lts/Hrs)	16	521,0625	48,76538	472,06
PRODUCTIVIDAD DESPUÉS (Caja 30 Lts/Hrs)	16	639,7500	61,64901	577,75

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

Tabla 35

*Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo – Productividad*

**Rangos**

		N	Rango promedio	Suma de rangos
PRODUCTIVIDAD DESPUÉS (Caja 30 Lts/Hrs)	Rangos negativos	0 <sup>a</sup>	,00	,00
- PRODUCTIVIDAD ANTES (Caja 30 Lts/Hrs)	Rangos positivos	16 <sup>b</sup>	8,50	136,00
	Empates	0 <sup>c</sup>		
	Total	16		

a. PRODUCTIVIDAD DESPUÉS (Caja 30 Lts/Hrs) < PRODUCTIVIDAD ANTES (Caja 30 Lts/Hrs)

b. PRODUCTIVIDAD DESPUÉS (Caja 30 Lts/Hrs) > PRODUCTIVIDAD ANTES (Caja 30 Lts/Hrs)

c. PRODUCTIVIDAD DESPUÉS (Caja 30 Lts/Hrs) = PRODUCTIVIDAD ANTES (Caja 30 Lts/Hrs)

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

Los resultados validan que la media de la productividad en el pre test fue de 521,0625 que contrastada con la media de la productividad en el post test se aprecia que es 639,7500 y según la regla de decisión  $\mu_{pa} \geq \mu_{pd}$  no se cumple y por lo cual se rechaza la  $H_0$  que define que el tratamiento del MCC no mejora significativamente la productividad en la Línea 20 en Planta Huachipa AJEPER S.A., 2018., y se demuestra que el tratamiento del MCC mejora significativamente la productividad en la Línea 20 en Planta Huachipa AJEPER S.A., 2018. Para sustentar que el análisis es correcto se corroborara la significancia de los resultados de la prueba de Wilcoxon.

Regla de decisión:

Si  $P_{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la

$H_0$  Si  $P_{valor} > 0.05$ , se acepta la

$H_0$

Tabla 36

*Análisis estadístico de la prueba de Wilcoxon para la productividad*

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

	PRODUCTIVIDAD DESPUÉS (Caja 30 Lts/Hrs) - PRODUCTIVIDAD ANTES (Caja 30 Lts/Hrs)
Z	-3,516 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

En función al resultado se validó que la significancia de la prueba de Wilcoxon, que se aplicó a la productividad en el pre test y el post test arrojó un valor de 0.000 confirmando que se rechaza la  $H_0$  y se acepta que la aplicación del MCC mejora significativamente la productividad en la Línea 20 en Planta Huachipa AJEPER S.A., 2018.

### 3.7.1.3 Prueba de la normalidad de la dimensión Eficiencia

Iniciando por validar la hipótesis es requiere conocer si la data adquirida del pre y post test posee una conducta paramétrica, y siendo ambos datos de cantidades menores a 30, se hace el estudio de normalidad con el método de Shapiro Wilk para conocer el comportamiento.

Regla de decisión

SI  $SIG < 0.05$  Datos no paramétricos

SI  $SIG > 0.05$  Datos paramétricos

Tabla 37

*Procesamiento de casos*

#### Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
EFICIENCIA ANTES (Hrs)	16	100,0%	0	0,0%	16	100,0%
EFICIENCIA DESPUÉS (Hrs)	16	100,0%	0	0,0%	16	100,0%

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

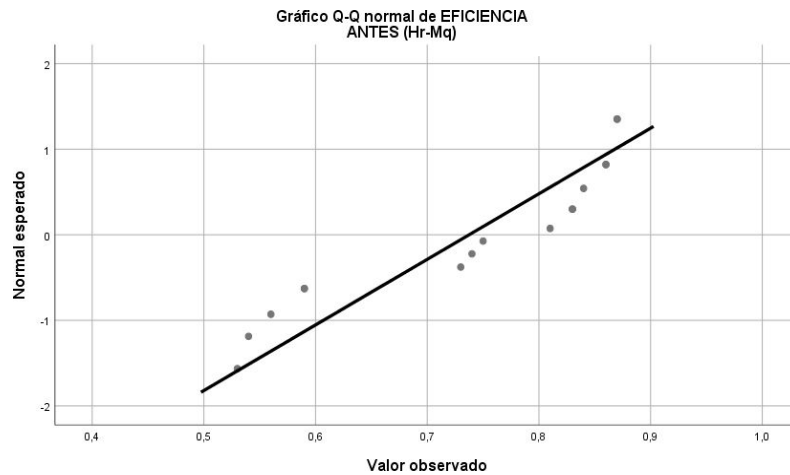
Tabla 38

*Prueba de normalidad de eficiencia con Shapiro Wilk*

**Pruebas de normalidad**

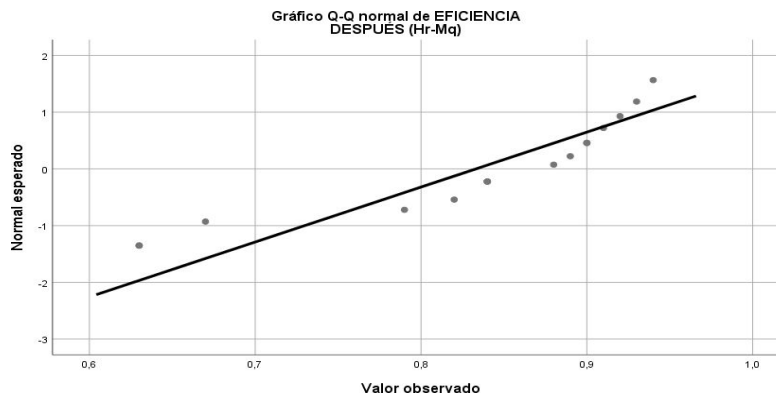
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
EFICIENCIA ANTES (Hrs)	,826	16	,210
EFICIENCIA DESPUÉS (Hrs)	,905	16	,098

**Nota.** Fuente Elaboración Propia



*Figura 18.* Distribución de data: Eficiencia – Antes

**Nota.** Fuente: Data tratada por software SPSS V.25



*Figura 19.* Distribución de data: Eficiencia – Después

**Nota.** Fuente: Data tratada por software SPSS V.25

**Interpretación:** Los gráficos previos se identifica que la eficiencia antes tiene una conducta no paramétrica y posteriormente también es no paramétrica ya que hay una dispersión clara respecto a la línea.

### **Validación de hipótesis específica 1 – VD**

La normalidad de los datos alcanzada demuestra la significancia de la primera hipótesis específica del pretest con una significancia menor a 0.05 y del post test con una significancia inferior a 0.05 los cuales fueron no paramétricos, lo cual permite saber que se aplicara el estadígrafo Wilcoxon para conocer si la eficiencia tuvo una mejora significativa.

Contrastación de la primera hipótesis específica:

Ho: La aplicación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad no mejora significativamente la eficiencia en la Línea 20 en Planta Huachipa AJEPER S.A., 2018.

Ha: La aplicación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad mejora significativamente la eficiencia en la Línea 20 en Planta Huachipa AJEPER S.A., 2018.

Regla de decisión:

**Ho:**  $\mu_{pa} \geq \mu_{pd}$

**Ha:**  $\mu_{pa} < \mu_{pd}$

Tabla 39

*Prueba de la primera hipótesis específica – Eficiencia con Wilcoxon*

**Estadísticos descriptivos**

	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
EFICIENCIA ANTES (Hrs)	16	,7762	,0701	,69	,85
EFICIENCIA DESPUÉS (Hrs)	16	,8800	,0804	,80	,96

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

Tabla 40

*Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo – Eficiencia*

**Rangos**

		N	Rango promedio	Suma de rangos
EFICIENCIA DESPUÉS (Hrs)-	Rangos negativos	2 <sup>a</sup>	10,25	20,50
EFICIENCIA ANTES (Hrs)	Rangos positivos	13 <sup>b</sup>	7,65	99,50
	Empates	1 <sup>c</sup>		
	Total	16		

a. EFICIENCIA DESPUÉS (Hrs) < EFICIENCIA ANTES (Hrs)

b. EFICIENCIA DESPUÉS (Hrs) > EFICIENCIA ANTES (Hrs)

c. EFICIENCIA DESPUÉS (Hrs) = EFICIENCIA ANTES (Hrs)

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

Los resultados demuestran que la media de la eficiencia en el pretest era de 0,7762 que al validarse con la media de la eficiencia en el post- test se comprueba que es 0,8800 y respecto a la regla de decisión  $\mu_{pa} \geq \mu_{pd}$  no se

cumple y por ello se ignora la  $H_0$  que define que el tratamiento del MCC no mejora significativamente la eficiencia en la Línea 20 en Planta Huachipa AJEPER S.A., 2018, y se demuestra que el tratamiento del MCC mejora significativamente la eficiencia en la Línea 20 en Planta Huachipa AJEPER S.A., 2018. Para sustentar que el estudio es verídico se corroborara la significancia de las conclusiones de la prueba de Wilcoxon.

Regla de decisión:

Si  $P_{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la  $H_0$

Si  $P_{valor} > 0.05$ , se acepta la  $H_0$

Tabla 41

*Análisis estadístico de la prueba de Wilcoxon para la eficiencia*

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

	EFICIENCIA DESPUÉS (Hrs) -EFICIENCIA ANTES (Hrs)
Z	-2,247 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,025

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Elaboración propia

En base del resultado se logra constatar que la significancia de la prueba de wilcoxon, que se aplicó a la eficiencia en el pretest y el post test arrojó un valor de 0.025 que confirma que se ignora la  $H_0$  y se acepta que la aplicación del MCC mejora significativamente la eficiencia en la Línea 20 en Planta Huachipa AJEPER S.A., 2018.

### 3.7.1.5 Prueba de la normalidad de la dimensión Eficacia

La validación de la hipótesis es necesario saber si la información alcanzada en el pre y post test tiene una conducta paramétrica y siendo ambos datos de cantidades menores a 30, se realiza el estudio de normalidad con el método de Shapiro Wilk para identificar su comportamiento.

Regla de decisión

SI  $SIG < 0.05$  Datos no paramétricos

SI  $SIG > 0.05$  Datos paramétricos

Tabla 42

#### Procesamiento de casos

#### Resumen de procesamiento de casos

	Válido		Perdidos		N
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	
EFICACIA ANTES (Cajas 30 Lts/Hrs)	16	100,0%	0	0,0%	16
EFICACIA DESPUÉS (Cajas 30 Lts/Hrs)	16	100,0%	0	0,0%	16

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

Tabla 43

#### Prueba de normalidad de eficacia con Shapiro Wilk

#### Pruebas de normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
EFICACIA ANTES (Cajas 30 Lts/Hrs)	,890	16	,055
EFICACIADESPUÉS (Cajas 30 Lts/Hrs)	,853	16	,015

**Nota.** Fuente Elaboración Propia



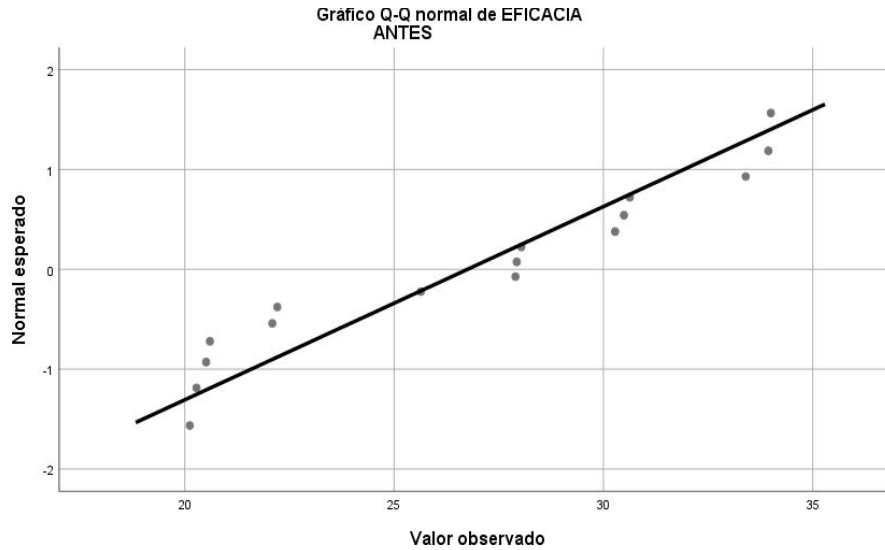


Figura 20. Distribución de data: Eficacia – Antes

**Nota.** Fuente: Data tratada por software SPSS V.

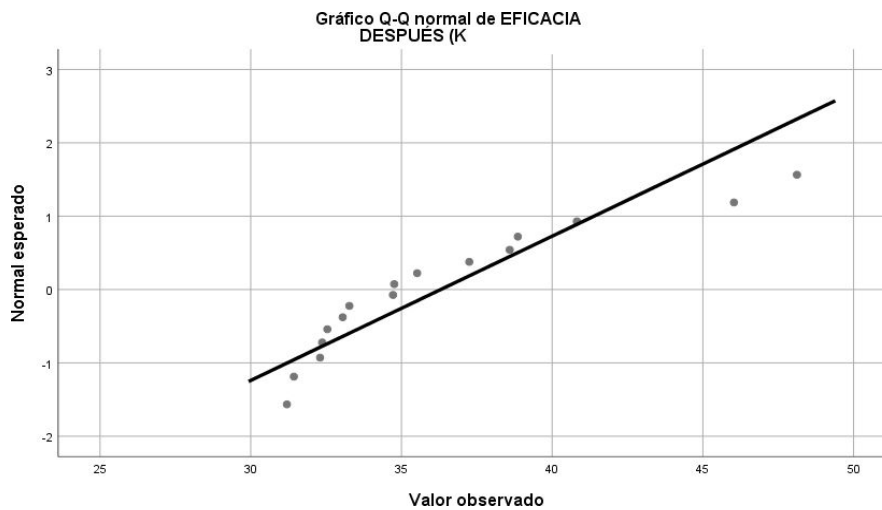


Figura 21. Distribución de data: Eficacia – Después

**Nota.** Fuente: Data tratada por software SPSS V.25

**Interpretación:** Los gráficos previos validan que la productividad previa posee una conducta no paramétrica y posteriormente también no paramétrica ya que hay una dispersión clara respecto a la línea.

## Validación de hipótesis específica 2 – Variable Dependiente

La información alcanzada de la normalidad de los datos demuestra que la significancia de la segunda hipótesis específica del pretest con una significancia mayor a 0.05 y del post test con una significancia menor a 0.05 los cuales fueron paramétrico y no paramétrico, permitiendo saber que se aplicara el estadígrafo Wilcoxon para conocer si la eficacia tuvo una mejora significativa.

Contrastación de la segunda hipótesis específica:

Ho: La aplicación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad mejora no significativamente la eficacia en la Línea 20 en Planta Huachipa AJEPER S.A., 2018.

Ha: La aplicación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad mejora significativamente la eficacia en la Línea 20 en Planta Huachipa AJEPER S.A., 2018.

Regla de decisión:

$$\mathbf{Ho:} \quad \mu_{pa} \geq \mu_{pd}$$

$$\mathbf{Ha:} \quad \mu_{pa} < \mu_{pd}$$

Tabla 44

*Prueba de la segunda hipótesis específica – Eficacia con Wilcoxon*

**Estadísticos descriptivos**

	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
EFICACIA ANTES (Cajas 30 Lts/Hrs)	16	671,6875	17,70393	653,68	689,68
EFICACIA DESPUÉS (Cajas 30 Lts/Hrs)	16	726,2500	16,98038	709,25	743,25

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

Tabla 45

*Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo – Eficacia*

**Rangos**

		N	Rango promedio	Suma de rangos
EFICACIA DESPUÉS (Cajas 30 Lts/Hrs)	Rangos negativos	0 <sup>a</sup>	,00	,00
- EFICACIA ANTES (Cajas 30 Lts/Hrs)	Rangos positivos	16 <sup>b</sup>	8,50	136,00
	Empates	0 <sup>c</sup>		
	Total	16		

a. EFICACIA DESPUÉS (Cajas 30 Lts/Hrs) < EFICACIA ANTES (Cajas 30 Lts/Hrs)

b. EFICACIA DESPUÉS (Cajas 30 Lts/Hrs) > EFICACIA ANTES (Cajas 30 Lts/Hrs)

c. EFICACIA DESPUÉS (Cajas 30 Lts/Hrs) = EFICACIA ANTES (Cajas 30 Lts/Hrs)

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

Los resultados demuestran que la media de la eficacia en el pre-test era de 671,6875 que contrastar con la media de la eficacia en el post test se evidencia que es 726,2500 y según la regla de decisión  $\mu_{pa} \geq \mu_{pd}$  no cumple y por lo cual se rechaza la  $H_0$  que define que la aplicación del MCC no mejora significativamente la eficacia en la Línea 20 en Planta Huachipa AJEPER S.A., 2018., y se demuestra que la aplicación del MCC mejora significativamente la eficacia en la Línea 20 en Planta Huachipa AJEPER S.A., 2018. Para sustentar que el análisis es correcto se corroborara la significancia de las conclusiones de la prueba de Wilcoxon.

Regla de decisión:

Si  $P_{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la  $H_0$

Si  $P_{valor} > 0.05$ , se acepta la  $H_0$

Tabla 46

*Análisis estadístico de la prueba de Wilcoxon para la eficacia*

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

	EFICACIA DESPUÉS (Cajas 30 Lts/Hrs) - EFICACIA ANTES (Cajas 30 Lts/Hrs)
Z	-3,516 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

El resultado constata que la significancia de la prueba de wilcoxon, que se aplicó a la eficacia en el pretest y el post test arrojó un valor de 0.000 que confirma que se ignora la Ho y se acepta que la aplicación del MCC mejora significativamente la eficacia en la Línea 20 en Planta Huachipa AJEPER S.A., 2018.

### **Análisis Costo-Beneficio**

#### **Costo**

Se detalla los costos de la implementación del MCC para poder ejecutarse:

Tabla 47

#### *Costeo de la implementación*

<b>Costos de la implementación</b>			
<b>Recursos</b>			<b>Costo</b>
<b>Mantenimiento Preventivo</b>	Mano de obra	Jefe de mantenimiento	S/ 5,000.00
		Técnicos mecánicos-eléctricos	S/ 6,000.00
	Stock de repuestos	Repuestos e insumos	S/ 38,170.00
<b>Capacitación</b>		Desayuno	S/ 85.00
<b>hojas para los formatos de mantenimiento preventivo</b>		3 millares de hojas bond	S/ 108.00
<b>TOTAL</b>			<b>S/49,363.00</b>

**Nota.** Fuente Elaboración Propia

#### **Beneficio**

Se puede corroborar que la producción se elevó de 157755,56 a 232770 Kg con una diferencia de 75014,44 Kg a diferencia de 16 semanas antes y después lo cual evidencia el beneficio económico al producir en mayor cantidad.

Tabla 48

*Beneficio*

<b>Beneficio de la implementación</b>	
Productividad antes	521,06 cajas 30 Lts/ Hrs
Productividad después	639,75 cajas 30 Lts/ Hrs
Incremento de la productividad	118,69 cajas 30 Lts/ Hrs
Producción en Kg de pretest	88,000.00
Producción en Kg de post test	115,000.00
variación de la producción en Kg	27,000.00
Precio de Venta en Kg	S/ 48.00
Costo Unitario	S/ 20,00
Beneficio Unitario	S/ 28.00
<b>Beneficio de la implementación</b>	<b>S/1,296,000.00</b>
<b>Costos de la implementación</b>	<b>S/ 540,000.00</b>
<b>BENEFICIO</b>	<b>S/756,000.00</b>

Nota. Fuente: Elaboración Propia

## V. DISCUSIÓN

### **Discusión de la hipótesis general**

Marchena (2018) en su tesis Implementación del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) para aumentar la productividad del área de producción de tableros de la empresa SERTES S.A.C, Lima, 2018. Que se encuentra integrada al estudio actual, siendo la situación para resolver las interrupciones por avería mecánica y culminó con la utilización del MCC para materializar un aumento de rendimiento del 21%. Siendo evidente que posterior de aplicar este método se elevaría la productividad.

Sobre la base de lo expresado por el autor en el apartado previo, la actual indagación alcanzo a inferir que posterior al cierre de la implementación del MCC se incrementó de forma visible la productividad de la organización AJEPER S.A., logrando conocer una productividad media de 521,06 cajas 30 Lts/ Hrs previa a la utilización de MCC, destacando una productividad media inferior a la obtenida de 639,75 cajas 30 Lts/ Hrs que confirma una variación positiva de productividad como producto de ejecutar el MCC en la línea 20 en planta Huachipa en la empresa AJEPER S.A. 2018.

Siendo posible verificar la relevancia que abarca implementar el MCC, en una variedad de rubros de negocio, porque contribuye a estabilizar y minimizar averías repetitivas presentes en la manufactura de productos, consiguiendo detecta los modos de fallo de cada activo en función al impacto de una interrupción asociada a este, con el fin de gestionar métodos para conservación del activo a través de una serie de estrategias de prevención, predicción y restauración, asimismo establecer un flujo de actuación ante un correctivo para un acción rápida, ya que la demora en la restauración ocasiona un incremento en la pérdidas de producción, porque el historial de un equipo, faculta designar la gravedad de cada avería haciendo uso de las tablas correspondientes, para revertir el bajo nivel de disposición de equipos, y la aparición de refacciones con desgastes temprano e irregularidades en las secuencia del equipo que al pasar por alto y al no ser solucionado a tiempo produce el paro de la línea, ya que es obligatorio garantizar la disposición sobre el desempeño de máquinas. Además, el resultado cuadra con lo que señaló Mora (2014) que refirió este índice se conecta directamente con el tiempo de utilización del activo y repercute en el

rendimiento de la línea.

La resolución de ese estudio se asemejan a lo conseguido en la presente indagación, porque al recuperar el rendimiento a través de implementación de MCC, pudiendo determinar que produce un efecto visible en la táctica del negocio, porque es uno de los índice a ser examinado, ya que confirmo la orientación que posee la planta de fabricación, entregando información de la capacidad a manufacturar y bienes identificados a emplear, ofreciendo un estatus de la implementación del método que facilita el sacar el indicativo de disposición.

En relación con lo expresado por Mora se apreció que el índice de disposición es un señalador de gran interés para el negocio ya que hace posible reconocer el intervalo real de utilización a través de la trazabilidad de paradas que afectan el rendimiento, así determinar el nivel de uso de los activos de la línea, lo cual conlleva a establecer y ejecutar mecanismos para incrementar el intervalo de trabajo de equipos.

Mientras que el índice de productividad es un factor crítico a ser calcular para saber el grado de aprovechamiento de los recursos y el volumen de producción alcanzado, que contribuye a establecer un programa de producción efectivo que requiere actividades de preservación.

Lo que permite inferir que al implementar el MCC, se visualiza un incremento en el rendimiento para manufacturar, siendo una opción viable al momento de elegir el método a usar para establecer actividades de conservación, para el cumplimiento integral de las operaciones de fabricación que existen en el negocio.

### **Discusión de las hipótesis específicas**

Álvarez (2018) en su tesis “Propuesta de plan de mantenimiento preventivo y mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) como estrategia de optimización del desempeño en una Empresa Metalmeccánica, Arequipa, 2016, que forma parte de la presente indagación, la cual finalizo que la metodología facilitó a incrementar la disponibilidad aumentando así la eficiencia hasta un 22,6%, que equivale a un ahorro de 23,3765 soles, consecuencia de la ejecución del MCC. Esta indagación posee una resolución vinculada con el planteamiento del presente estudio, porque confirmo que la implementación del MCC en la planta



Huachipa, AJEPER S.A., 2018, incrementa el nivel de eficiencia, siendo visible la variación de un valor de 0,7762 (77,62%) del tiempo disponible al índice obtenido de forma posterior al método de 0,8800 (88,00%), que comprueba un aumento de eficiencia al culminar la implementación y puesta en ejecución del MCC en AJEPER S.A. 2018.

Al mismo tiempo, el producto del actual estudio cuadra con la premisa planteada por Gutiérrez (2014), que menciona que los intervalos de operación y los bienes aprovechables se conectan con el periodo total de actividad considerando características ambientales y organizacionales del negocio.

Al respecto el autor expone que eficiencia es la interrelación entre el consumo de tiempo, empleo de bienes y cantidad fabricada, siendo las estrategias de preservación de activos una manera de elevar la eficiencia.

Igualmente, Guerra & Montes de oca (2019) expresó que la utilización de los equipos se conecta con el intervalo para operar, así mismo se vincula a la correcta gestión de conservación. Conforme a lo indicado por el autor la administración del MCC se considera a la estrategia que considera un grupo de acciones como actividades autónomas, preventivas y basadas en condiciones y herramientas de toma de decisión, para supervisar la ejecución de las ordenes de trabajo propuestas con el propósito de garantizar índices de disposición elevado, intervalos promedio de operación entre interrupciones y para restaurar el activo, porque estos factores permiten obtener un alto nivel de confianza operacional que podrá ser aprovechado para manufacturar e incrementar la vida de los activos, siempre y cuando se tenga un control continuo sobre estos.

Pillaca (2017) expuso en su tesis "Implementación del mantenimiento preventivo de maquinaria pesada para incrementar la productividad, área de servicio técnico empresa KOMATSU MITSUI, Callao; que forma parte de la indagación y explica que se efectuó un incremento de la eficacia de 22,4% después de implementar la metodología propuesta.

Pillaca expone que eficacia alcanzada es el producto deseado considera a la manufactura que permite obtener el objetivo proyectado (no incluye en el análisis los bienes empleados).

Esta meta se asocia a la aplicación del MCC en la línea 20 en planta Huachipa, empresa AJEPER S.A., 2018, la presente indagación valida que la eficacia

previa a la implementación presento una media de 671,6875 cajas 30 Lts/ Hrs, posteriormente se observa una media de 726,2500 cajas 30 Lts/ Hrs, resaltando un incremento considerable en eficacia como producto de emplear MCC.

Se puede concluir que el MCC genera una variación positiva en eficiencia y rendimiento, al realizar el contraste entre los valores previo y subsecuentes a desarrollar MCC. Mitigando la aparición de averías a través de la realización de diversas acciones de mantenimiento.

Lo cual presenta conexión con la actual indagación, porque al adecuar y ejecutar en la gestión el MCC, se alcanzó a enumerar los modos de fallo y su clasificación para elevar la eficiencia y metas de fabricación, lo cual repercute de modo positivo en el rendimiento del negocio, que valida la hipótesis presentada.

En síntesis, se realizó la matriz de análisis de modo y efectos de fallo para poder visualizar la taxonomía de los activos de manera jerárquica, lo cual se interrelaciona con los tiempos registrados por el personal de producción dando como resultado los activos críticos y las actividades que forman parte del programa que permite regularizar el tiempo medio entre fallas. A través de actividades de inspección, ajuste y lubricación esenciales para mantener el activo en condiciones de producir. Asimismo, otra variable a tomar en consideración es la ejecución de los trabajos por parte del personal de atención de línea, que debe dar respuesta rápida a las emergencias y detectar la causa raíz del fallo que dan observaciones a ser consideradas en la matriz, además recoge a partir de sus observaciones una serie de desviaciones a ser levantadas empleando actividades programadas y dando aviso de fallos potenciales.

Estas actividades requirieron de la participación muy activa de los especialistas que contribuyeron al desarrollo de la lista de chequeo, la ruta de inspección y las actividades de ajuste y regulación, que mantendrán los componentes susceptibles de reemplazo en condiciones de continuar trabajando. Por lo cual ha sido fundamental el emplear la metodología de Mantenimiento centrado en confiabilidad, que te permite analizar indicadores que te dan una idea clara de cuál es el estado actual de la empresa. Siendo importante evaluar el factor económico, para invertir en actividades que realmente van a contribuir a reducir el gasto a un costo razonable. Siendo la sopladora, el activo más crítico a mantener.

## VI. CONCLUSIONES

Primero: En resumen, los resultados alcanzados con relación al análisis de hipótesis se plantearon que el valor de la productividad media previa a la aplicación fue de 521,06 cajas 30 Lts/ Hrs y después la productividad media alcanzó las 639,75 cajas 30 Lts/ Hrs la cual permite evidenciar un aumento de 118,69 cajas 30 Lts/ Hrs a efecto de la aplicación del MCC. Este resultado fue producto de que la sopladora adquirió un mayor tiempo operacional hasta el momento que se suscita una avería, una disminución de interrupciones y la óptima realización del plan de conservación de la Línea 20.

Segundo: De mismo modo la utilización de MCC y el análisis de hipótesis con el estadígrafo de Wilcoxon permitió plantear el valor de eficiencia media previo al uso de MCC fue de 0,7762 o considerado como 77,62% de Hrs en la línea de envasado y posterior de 0,8800 o 88%, confirmado un incremento de 10,38 %. La variación de eficiencia fue obtenida debido a que este activo alcanzó más tiempo útil para desarrollar actividades, minimizando intervalos de inoperatividad restableciendo funciones a través del desarrollo del MCC que eleva la disposición de línea.

Tercero: En tal sentido se valida que realizar el MCC y la prueba de hipótesis llevada a cabo con el estadígrafo de Wilcoxon se obtuvo que el valor de eficacia media previo al empleo del MCC fue de 671,6875 cajas 30 Lts/Hrs de las máquinas de teñido y después de 726,2500 cajas 30 Lts/ Hrs evidenciando un aumento de 54,56 cajas 30 Lts/ Hrs. Este desarrollo es producto de que la manufactura alcanzara a operar con menos interrupciones debido al uso del plan de MCC con frecuencias de inspecciones y una respuesta efectiva ante la presencia de averías con el que no contaba previamente con el correctivo.

## VII. RECOMENDACIONES

Primero: Se propone continuar con el desarrollo de la conservación basado en fiabilidad en la empresa AJEPER S.A., ya que se pudo mejorar la productividad de la línea 20 que tienen la función de elaborar cajas de agua embotellada en 30 Lts, donde se identificó interrupciones aleatorias que afectaban la manufactura e impedir el desarrollo de fabricación, con el fin de elevar el rendimiento, siendo indispensable que el plan de MCC se ejecute en función a sus frecuencias para minimizar paradas y eliminar intervalos de improductividad que suscitaban fallos. Se debe involucrar y empoderar al personal responsable de actividades preventivas.

Segundo: Se plantea llevar a cabo capacitaciones que den como resultados trabajadores con conocimiento sobre los activos a preservar y que los técnicos desarrollen criterio para revisar, analizar condiciones y restaurar, con el fin de optar por una filosofía de trabajo con el propósito de mejorar intervalos de reparación que surgen de forma posterior a la avería, y así colaborar con el incremento de eficiencia en la línea 20 en la planta Huachipa de la empresa AJEPER S.A.

Tercero: Se plantea poseer una eficaz comunicación de operadores, técnicos y supervisores del área con el enfoque de actualizar y desarrollar un plan de conservación porque tanto operadores como técnicos estén en capacidad de realizar actividades de preservación que permitan evitar la aparición de averías a futuro como resultado de colaborar en las actividades o el desarrollo de ciertas revisiones y detectando de forma temprana fallas potenciales, con el propósito de evitar interrupciones, elevando la disposición operativa y continuar incrementando la eficacia en la sopladora.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez, Rosivel. Propuesta de plan de mantenimiento preventivo y mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) como estrategia de optimización del desempeño en una empresa metalmecánica, Arequipa, 2018. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Industrial). Perú: Universidad Católica de Santa María, 2018. Disponible en: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/7595>.

Bautista, María. Manual de Metodología de Investigación., Caracas Venezuela, 2009, 3° ed.

Disponible en: [https://www.academia.edu/30197865/Manual\\_de\\_metodolog%C3%ADa\\_de\\_investigaci%C3%B3n\\_Maria\\_Eugenia\\_Bautista\\_FREELIBROS\\_ORG](https://www.academia.edu/30197865/Manual_de_metodolog%C3%ADa_de_investigaci%C3%B3n_Maria_Eugenia_Bautista_FREELIBROS_ORG)  
[ISBN](https://www.academia.edu/30197865/Manual_de_metodolog%C3%ADa_de_investigaci%C3%B3n_Maria_Eugenia_Bautista_FREELIBROS_ORG) 980-07-8119-6

Becerra, Fredy. Gestión de la Producción: una aproximación conceptual. Bogotá, Colombia: Editorial Unibiblos., 2008.  
ISBN: 978-958-701-963-6

Bejarano, Luis. Modelo de optimización para el mantenimiento proactivo de los equipos para la producción de leche U.H.T de la cooperativa COLANTA S.A. basado en RCM, 2015, Tesis (Título de Ingeniero Mecánico). Bogotá: Universidad Libre de Colombia, 2015. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10901/7845>

Boero, Carlos. Mantenimiento Industrial. Fundamentos del mantenimiento. Córdoba, Argentina: Editorial Científica Universitaria, 2014. ISBN: 978-987-572-073-2

Cáceres, Claude. La aplicación del RCM para mejorar la disponibilidad mecánica de la maquina secadora circular 2400X de la empresa COORPORACION

JARCON S.A.C, 2016, Tesis (Título de ingeniero mecánico), Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2016. Disponible en <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/1645>

Carro, Roberto; Gonzales, Daniel. Productividad y Competitividad (2da ed.). Chile: Editorial Universidad de la Plata, 2012.  
Disponible en:  
[http://nulan.mdp.edu.ar/1607/1/02\\_productividad\\_competitividad.pdf](http://nulan.mdp.edu.ar/1607/1/02_productividad_competitividad.pdf)

Carrasco, Sergio. Metodología de la Investigación Científica. Lima, Perú: Editorial: San Marcos, 2005.  
ISBN: 9972-34-242-5.

Casachagua, Cesar. Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo basado en el RCM para mejorar la disponibilidad mecánica de la excavadora CAT 336 de la empresa ECOSEM SMELTER S.A., 2017, Tesis (Título profesional de Ingeniero Mecánico). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2017. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/1652>.

Duffa, Salih. Sistemas de mantenimiento, Planeación y Control. México: Editorial Limusa Willy, 2013.  
ISBN: 9789681859183.

Escudero, Jesús; Delfín, Luis y Arano, Raul. El desarrollo Organizacional y la Resistencia al Cambio en las Organizaciones, 2014. [Fecha de consulta 13 septiembre de 2018]. Disponible en: <https://www.uv.mx/iiesca/files/2014/09/01CA201401.pdf>.

FUNDACIÓN DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS LATINOAMERICANAS.  
Productividad, Competitividad, Empresas. Buenos Aires, Argentina: Editorial Científica Universitaria, 2002.

ISBN:987-9329-12-0

Disponible en: <http://www.fiel.org/publicaciones/Libros/productividad.pdf>

García, Roberto. Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo. (2ª ed.), México: Mac Graw Hill Interamericana, 2011. disponible en: <https://baixardoc.com/documents/estudio-del-trabajo-ingenieria-de-metodos-Roberto-Garcia-criollo-5cb8de652e7ef>

Gómez, Edwin. Eficiencia eficacia y productividad, 2019. [Fecha de consulta 30 de agosto de 2018]. Disponible en [https://www.academia.edu/11994269/Eficiencia\\_Eficacia\\_Y\\_productividad](https://www.academia.edu/11994269/Eficiencia_Eficacia_Y_productividad)

Gonzales, Raimundo. Mantenimiento Industrial. Buenos Aires, Argentina: Alsina, 2016.  
ISBN:9789505532704

Gonzales, Jorge. Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa Latercer S.A.C. Tesis (título de ingeniero industrial), Chiclayo, Universidad Católica Toribio de Mogrovejo, 2016. Disponible en: [http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/usat/830/1/TL\\_GonzalesGuzmanJorgeLuis.pdf](http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/usat/830/1/TL_GonzalesGuzmanJorgeLuis.pdf).

Gutiérrez, Humberto. Calidad total y productividad. (4ra ed.), México: Editorial Mc Graw Hill, 2014.  
ISBN: 978-607-15-1148-5

Guerra, Esmilka; Montes de Oca, Alexis. Relationship between the productivity, the maintenance and the replacement in the large mining, 2019. Recuperado de: <https://search.proquest.com/docview/2184538822/B926F70E3F6F421CPQ/6?accountid=37408>

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación (6ª ed.), México: Mac Graw Hill Education. 2014. 634 pp. ISBN: 9781456223960

HINCAPIÉ PEREZ, Luis. Metodología de gestión de mantenimiento desde una perspectiva de confiabilidad-disponibilidad-mantenibilidad (CDM) para aplicación en equipos de tecnología de la información (TI). Tesis (magister en ingeniería mecánica), [en línea] 2017 [Fecha consulta: 15 de diciembre 2021]. Disponible

en:

<http://bdigital.unal.edu.co/61301/1/98490953.2017.pdf>.

Idrogo, Wilmer. Estudio de un sistema de mantenimiento centrado en la confiabilidad para aumentar la disponibilidad de los motores asíncronos trifásicos de la empresa Cogorno S.A Trujillo, 2016. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico Electricista). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2016. 123 pp. Recuperado de:<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/9617>

LEY N° 29783, Ley de seguridad y salud en el trabajo, Perú, 20 de agosto del 2011. Disponible en <https://web.ins.gob.pe/sites/default/files/Archivos/Ley%2029783%20SEGURIDAD%20SALUD%20EN%20EL%20TRABAJO.pdf>

LÓPEZ, Edwin. Aplicación del mantenimiento preventivo en la línea de envasado para la mejora de la productividad en la empresa, costagas Arequipa S.A. 2017. Tesis (título de ingeniero industrial). Arequipa: Universidad Cesar Vallejo, 2017. Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/16756/Lopez\\_PED.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/16756/Lopez_PED.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Maldonado, Noel. Reducción de costos de mantenimiento en flota de camiones



730E de una empresa minera. Tesis (título de ingeniero industrial). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2014. Disponible en: [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/7899/1/maldonado\\_an.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/7899/1/maldonado_an.pdf)

Marchena, Fred. Implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) para aumentar la productividad del área de producción de tableros de la empresa SERTES S.A.C, Lima, 2018, Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/22981>

Mora, Luis. Mantenimiento, Planeación, Ejecución y Control. México: Alfaomega, 2014.  
ISBN: 9789586827690

Morales, Cristina; Masis, Alejandro. La medición de la productividad del valor agregado: una aplicación empírica en una cooperativa agroalimentaria de Costa Rica, 2014.  
ISSN: 1659-2395  
Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4808514.pdf>

Ñaupas, Humberto; Valdivia, Marcelino; Palacios, Jesús y Romero, Hugo. Metodología de la investigación científica cuantitativa, cualitativa y redacción de la tesis (4ta ed.). Bogotá, Colombia. Ediciones de la U, 2014.  
ISBN: 978-958-762-876-0.  
Disponible en: <https://corladancash.com/wp-content/uploads/2020/01/Metodologia-de-la-inv-cuanti-y-cuali-Humberto-Naupas-Paitan.pdf>

Obregón, Álvaro. Eficiencia, Eficacia y Productividad en una Empresa, 2016.  
Disponible en <https://www.inadem.gob.mx/eficiencia-eficacia-y-productividad-en-una-empresa/>

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DEL COMERCIO Los 10 mayores exportadores de textiles del mundo, 2018. Disponible en <https://www.opportimes.com/los-10-mayores-exportadores-textiles-del-mundo/>

Palacios, Luis. Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos. España Editorial: Ecoe Ediciones, 2014.  
ISBN: 978-958-648-624-8

PALELLA, Santa. Y Martins, Feliberto. Metodología de la investigación cuantitativa. Caracas, Venezuela: FEDUPEL, 2012.  
ISBN:980-273-445-4

Raffo, Juan. Propuesta de estrategia de mantenimiento para sistemas de aire acondicionado de alta criticidad, mediante aplicación de metodología RCM en el marco de una política de confiabilidad operacional, 2016. Tesis (título de ingeniero industrial), Santiago: Universidad Técnica Federico Santa María, 2016. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11673/22114>

Ramón, Giancarlo. Aplicación de metodología de RCM para el incremento de disponibilidad de chancadora HP- 500 en la compañía minera VOLCAN-CHUNGAR, 2015. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico), Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2015. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3629>

Rincón, Anggie. Plan de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) para el horno rotatorio ALLIS CHALMERS en la planta de cemento CUCUTA, CEMEX COLOMBIA S.A., 2016. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico), Ocaña: Universidad Francisco de Paula Santander, 2016. Disponible en: <repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/handle/123456789/1072>

Rivera, Manual. Implementación del mantenimiento basado en la confiabilidad

(RCM) a la empresa Fabricaciones Generales Mantenimiento y Servicios S.A.C., 2015. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico), Arequipa: Universidad Católica de Santa María, 2015. Disponible en: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/3028>

SAE, INTERNATIONAL JA 1011, Evaluation Criteria for Reliability- Centered Maintenance (RCM). Aug. 2009.  
ISSUED: 1999-08-01

Salazar, Laura. Productividad en el mantenimiento de industrias manufactureras, tesis (licenciado en ingeniería industrial). México: Universidad de las Américas Puebla, 2003. Disponible en: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/60/TESISocsdiz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sayed, Ahmed; EL-SHIMY. Reliability, Availability and Maintainability Analysis for Grid-Connected Solar Photovoltaic Systems, 2019, 12(7):1213. <https://doi.org/10.3390/en12071213> disponible en: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=ccdcca1e-5bf1-4ffe-a881-495470aac971%40pdc-v-sessmgr02>

Shawki, Abouel. Maintenance Cost Optimization of Faulty Gearbox under Continuous Vibration Measurement Monitoring, 2016. disponible en: <https://search.proquest.com/docview/1841977228/8C7A8FA0184F433APQ/1?accountid=37408>

Silva, Andrés. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para el sistema del empaque de la línea quantum de la empresa Papeles Nacionales S.A. tesis (título de ingeniero mecánico), Pereira, Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira, 2015. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/5238>

SUHIR, E; BECHOU, L. Availability index and minimized reliability costs: the cost of improving and maintaining reliability can be minimized by a model that quantifies the relationships between product cost-effectiveness and availability, 2013, pp.25-28. Disponible en:

[http://go.galegroup.com/ps/retrieve.do?tabID=T003&resultListType=RESULT\\_LIST&searchResultsType=SingleTab&searchType=BasicSearchForm&currentPosition](http://go.galegroup.com/ps/retrieve.do?tabID=T003&resultListType=RESULT_LIST&searchResultsType=SingleTab&searchType=BasicSearchForm&currentPosition)

SUNAT. Estadísticas de exportación del sector textil y confecciones, 2018. Recuperado de: <http://comitetextilperu.com/BoletinTextil/docs/expor.pdf>

Tenicota, Alex. Sistema de gestión para mantenimiento preventivo en equipos críticos que intervienen el personal propio del hospital provincial general docente Riobamba. Tesis (ingeniería Industrial). Riobamba Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica. 2015, 229 pp. Torres, Leandro. Mantenimiento su implementación y gestión (2da ed.). Córdoba, Argentina: Editorial Universitas, 2005. ISBN: 978-987-9406-81-6

Tsarouhas, Panagiotis. Reliability Paper Reliability, availability and maintainability (RAM) analysis for wine packaging production line, 2017. ISSN: 0265-671X Disponible en: <https://search.proquest.com/docview/2023913880/fulltextPDF/468FD5F8D724EE9PQ/4?accountid=37408>

Tsarouhas, Panagiotis. Performance evaluation of the croissant production line with reparable machines, 2015. ISSN: 2251-712X,ZDB-ID2664907.X. Disponible en <https://search.proquest.com/docview/1658843932/>

Urbano, Claudio; Yuni, Jose. Técnicas para investigar 2. (2da ed.). Córdoba, Argentina: Editorial Brujas, 2006.

ISBN: 978-987-591-548-0.

Disponible

en:

[https://abacoenred.com/wp-](https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2016/01/T%c3%a9cnicas-para-investigar-2-Brujas-2014-pdf.pdf)

[content/uploads/2016/01/T%c3%a9cnicas-para-investigar-2-Brujas-2014-pdf.pdf](https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2016/01/T%c3%a9cnicas-para-investigar-2-Brujas-2014-pdf.pdf)

Valderrama, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica.

Lima, Perú: Editorial San Marcos, 2018.

ISBN: 978-612-302-878-7

Valera, Salvador. Implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa Retesa S.A. de C.V. Tesis (título de ingeniero industrial), Querétaro, México: Universidad Tecnológica de Querétaro, 2013.

Viveros, Pablo et al. Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *Ingeniare. Rev. chil. ing.* [online]. 2013, vol.21, n.1 [citado 2021-12-16], pp.125-138. Disponible en: <[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-33052013000100011&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052013000100011&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0718-3305.

<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052013000100011>.

Vílchez, Yolimar. ÉTICA Y MORAL Una mirada desde la gerencia pública, 2012.

11, no. 2 (1). Accedido diciembre 16, 2021.

<https://produccioncientificaluz.org/index.php/rafg/article/view/656>.

Recuperado de [file:///C:/Downloads/Dialnet-EticaYMoral-4192166%20\(1\).pdf](file:///C:/Downloads/Dialnet-EticaYMoral-4192166%20(1).pdf).

VIVANCO ARANDA, Miroslava; MARTINEZ CORDERO, Francisco Javier y

TADDEI BRINGAS, Isabel Cristina. Análisis de competitividad de cuatro sistema-producto estatales de tilapia en México. Estud. soc [online]. 2010, vol.18, n.35 [citado 2021-12-16], pp.165-207. Disponible en: <[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-45572010000100005&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572010000100005&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0188-4557.

ZAMBRANO, E. Indicadores de gestión de mantenimiento en las instituciones públicas de educación superior del municipio Cabimas, 2015. ISSN:1317-0570

Disponible en: <http://go.galegroup.com/ps/headerQuickSearch.do?quickSearchTerm=confiabilidad+y+mantenibilidad&inputFieldNames%5B0%5D=OQE&searchType=BasicSearchForm&userGroupName=univcv&nwf=y&prodId=IFME&stw.option=&ebook=&quicksearchIndex=OQE&spellCheck=true&hasCoProduct=false>

Zavala, Cristóbal. Plan de mantenimiento preventivo basado en RCM para la chancadora primario FULLER, OPERACIÓN MANTOVERDE. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico). Santiago, Chile: Universidad Técnica Federico Santa María, Facultad de Mecánica. 2018, Disponible en: <http://hdl.handle.net/11673/40797>

Zurita Vargas, Juan. Diseño e implementación de un programa de mantenimiento a la flota Internacional 92001 asignados al área de logística en la planta de producción El Inca de la empresa Arca Continental S.A. Tesis (Ingeniería en mecánica-Industrial). Quito Ecuador: Facultad de Ingeniería. Universidad Internacional del Ecuador. 2016, pp141

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de Operacionalización

Aplicación de la Metodología Mantenimiento Centrado en Confiabilidad para mejorar la Productividad en la Línea 20 en la Planta Huachipa AJEPER S.A. 2018									
Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala	Técnica	Instrumento	Unidad de medida	Fórmula
V1: Mantenimiento Centrado en fiabilidad	Es un conjunto de actividades las cuales inspeccionan y revisan las maquinas que fallan para prolongar la vida útil. Mora (2014) explicó: "El RCM (Reliability Centered Maintenance) se puede definir como un proceso usado para determinar lo que debe hacerse para asegurar que un recurso físico continúe realizando lo que sus usuarios desean que realice en su producción normal" (p. 273).	Es una metodología que permite plantear acciones para obtener un plan de mantenimiento viable, a través de la detección de los activos críticos y analizando sus modos de fallo, para plantear acciones correctivas y preventivas.	Fiabilidad	Tiempo Medio Entre Fallas	Razón	Observacion y Registro	Ficha de recoleccion de datos	Semanal	$MTBF = \frac{\sum TBF}{m}$ MTBF: Tiempo Medio Entre Fallas TBF: Tiempo Entre Fallas m = Numero de Fallas (Mora, 2014, p. 103)
			Mantenibilidad	Tiempo Medio para Reparar	Razón	Observacion y Registro	Ficha de recoleccion de datos	Semanal	$MTTR = \frac{\sum TTR}{m}$ MTTR: Tiempo Medio para Reparar TBF: Tiempo Para Reparar m = Numero de Fallas (Mora, 2014, p. 103)
			Disponibilidad	Nivel % de disponibilidad	Razón	Observacion y Registro	Ficha de recoleccion de datos	Semanal	$AI = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$ AI: Disponibilidad MTBF: Tiempo Medio en Fallas MTTR: Tiempo Medio para Reparar (Mora, 2014, p. 61)
V2: Productividad	Es el mejor rendimiento y el uso adecuado y eficiente de los recursos. Gutierrez (2014) indicó: "La productividad se realaciona con los resultados en un proceso, por lo cual mejorar la productividad es llegar a obtener mejores resultados teniendo en cuenta los recursos utilizados" (p.20)	La productividad es la razon entre los bienes producidos y el tiempo utilizado, con la finalidad de observar los recursos utilizados para producir.	Eficiencia	nivel % de Eficiencia	Razón	Observacion y Registro	Ficha de recoleccion de datos	Semanal	$Eficacia = \frac{UP}{TT}$ UP: Unidades Producidas TT: Tiempo Total (Gutierrez, 2014, p. 22)
			Eficacia	Nivel % de Eficacia	Razón	Observacion y Registro	Ficha de recoleccion de datos	Semanal	$Eficiencia = \frac{TU}{TT}$ TU: Tiempo Util TT: Tiempo Total (Gutierrez, 2014, p. 22)

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

## Anexo 2. Matriz de consistencia


Aplicación de la Metodología Mantenimiento Centrado en Confiabilidad para mejorar la Productividad en la Línea 20 en la Planta Huachipa AJEPER S.A. 2018									
PREGUNTAS DE INVESTIGACION	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE LOS INDICADORES	METODOLOGIA
General	General	General	V1: Mantenimiento Preventivo	Es un conjunto de actividades los cuales inspeccionan y revisan las maquinas que fallan para prolongar la vida útil. Mora (2014) explicó: "El RCM (Reliability Centered Maintenance) se puede definir como un proceso usado para determinar lo que debe hacerse para asegurar que un recurso físico continúe realizando lo que sus usuarios desean que realice en su producción normal" (p. 273).	Es una metodología que permite plantear acciones para obtener un plan de mantenimiento viable, a través de la detección de los activos críticos y analizando sus modos de fallo, para plantear acciones correctivas y preventivas.	Disponibilidad	$AI = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$ AI: Disponibilidad MTBF: Tiempo Medio en Fallas MTTR: Tiempo Medio para Reparar (Mora, 2014, p. 61)	Razón	Recolección de datos
¿De qué manera la aplicación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad mejora significativamente la eficacia en la Línea 20 en la Planta Huachipa AJEPER S.A., Lurigancho, 2018?	Determinar en que medida la aplicación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad mejora significativamente la eficacia en la Línea 20 en la Planta Huachipa AJEPER S.A., Lurigancho, 2018.	La aplicación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad mejora significativamente la eficacia en la Línea 20 en la Planta Huachipa AJEPER S.A., Lurigancho, 2018.					$MTBF = \frac{\sum TBF}{m}$ MTBF: Tiempo Medio Entre Fallas TBF: Tiempo Entre Fallas m = Numero de Fallas (Mora, 2014, p. 103)	Razón	Recolección de datos
Específicos	Específicos:	Específicos					$MTTR = \frac{\sum TTR}{m}$ MTTR: Tiempo Medio para Reparar TTR: Tiempo Para Reparar m = Numero de Fallas (Mora, 2014, p. 103)	Razón	Recolección de datos
¿De qué manera la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad mejora significativamente la eficacia en la Línea 20 en la Planta Huachipa AJEPER S.A., Lurigancho, 2018?	Determinar en que medida la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad mejora significativamente la eficacia en la Línea 20 en la Planta Huachipa AJEPER S.A., Lurigancho, 2018	La aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad mejora significativamente la eficacia en la Línea 20 en la Planta Huachipa AJEPER S.A., Lurigancho, 2018					VD: Productividad	Es el mejor rendimiento y el uso adecuado y eficiente de los recursos. Gutiérrez (2014) indicó: "La productividad se realaciona con los resultados en un proceso, por lo cual mejorar la productividad es llegar a obtener mejores resultados teniendo en cuenta los recursos utilizados" (p.20)	La productividad es la razon entre los bienes producidos y el tiempo utilizado, con la finalidad de observar los recursos utilizados para producir.
¿De qué manera la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad mejora significativamente la eficiencia en la Línea 20 en la Planta Huachipa AJEPER S.A., Lurigancho, 2018?	Determinar en que medida la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad mejora significativamente la eficiencia en la Línea 20 en la Planta Huachipa AJEPER S.A., Lurigancho, 2018.	La aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad mejora significativamente la eficiencia en la Línea 20 en la Planta Huachipa AJEPER S.A., Lurigancho, 2018.	Eficiencia = $\frac{TU}{TT}$ TU: Tiempo Util TT: Tiempo Total (Gutiérrez, 2014, p. 22)	Razón	Recolección de datos				

Nota. Fuente: Elaboración Propia






**Anexo 4.** Formato de instrumento de recolección de datos N° 1 - Confiabilidad

		<b>Formato de recolección de datos</b>		
		<b>Medición de la confiabilidad pre-test/pos-test de su aplicación</b>		
<b>AJEPER S.A.</b>				
Tiempo medio entre fallas		Guía de observación		
Mes	Tiempo	Hr. Operación (Hrs)	N° Fallas	Confiabilidad (MTBF)
	Semana 1			
	Semana 2			
	Semana 3			
	Semana 4			
	Semana 5			
	Semana 6			
	Semana 7			
	Semana 8			
	Semana 9			
	Semana 10			
	Semana 11			
	Semana 12			
	Semana 13			
	Semana 14			
	Semana 15			
	Semana 16			


**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

**Anexo 5.** Formato de instrumento de recolección de datos N° 2 – Mantenibilidad

		<b>Formato de recolección de datos</b>		
		<b>Medición de la mantenibilidad pre-test/pos-test de su aplicación</b>		
<b>AJEPER S.A.</b>				
<b>Mantenibilidad (MTTR)</b>		<b>Guía de observación</b>		
Mes	Tiempo	T. Total de Fallas (Hrs)	N° Fallas	Mantenibilidad (MTTR)
	Semana 1			
	Semana 2			
	Semana 3			
	Semana 4			
	Semana 5			
	Semana 6			
	Semana 7			
	Semana 8			
	Semana 9			
	Semana 10			
	Semana 11			
	Semana 12			
	Semana 13			
	Semana 14			
	Semana 15			
	Semana 16			


**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

**Anexo 6. Formato de instrumento de recolección de datos N° 3 - Disponibilidad**

		Formato de recolección de datos				
		Medición de la mantenibilidad pre-test/pos-test de su aplicación				
AJEPER S.A.						
Disponibilidad		Guía de observación				
Mes	Tiempo	Confiability (MTBF)		Maintainability (MTTR)		% Disponibilidad (MTBF/MTBF+MTTR)*100
		Hr Operación (hrs)	N° Fallas	T. Total de Fallas (hrs)	N° Fallas	
	Semana 1					
	Semana 2					
	Semana 3					
	Semana 4					
	Semana 5					
	Semana 6					
	Semana 7					
	Semana 8					
	Semana 9					
	Semana 10					
	Semana 11					
	Semana 12					
	Semana 13					
	Semana 14					
	Semana 15					
	Semana 16					


**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

**Anexo 7. Formato de instrumento de recolección de datos N° 4 - Eficiencia**

		<b>Formato de recolección de datos</b>		
		Medición de la eficiencia pre-test- post test de la aplicación del Mantenimiento Preventivo		
<b>AJEPER S.A.</b>				
Índice de eficiencia		Guía de observación		
Mes	Tiempo	T. Útil (Hrs- Mq)	T. Total (Hrs-Mq)	Eficiencia
	Semana 1			
	Semana 2			
	Semana 3			
	Semana 4			
	Semana 5			
	Semana 6			
	Semana 7			
	Semana 8			
	Semana 9			
	Semana 10			
	Semana 11			
	Semana 12			
	Semana 13			
	Semana 14			
	Semana 15			
	Semana 16			


**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

**Anexo 8. Formato de instrumento de recolección de datos N° 5 – Eficacia**

		<b>Formato de recolección de datos</b>		
		Medición de la eficacia pre-test/ post-test de la aplicación del Mantenimiento Preventivo		
<b>AJEPER S.A.</b>				
Indice de eficacia		Guía de observación		
Mes	Tiempo	U. Producidas (cajas 30 Lts)	Tiempo Útil (Hr-Mq)	Eficacia (Cajas 30 Lts/Hr-Mq)
	Semana 1			
	Semana 2			
	Semana 3			
	Semana 4			
	Semana 5			
	Semana 6			
	Semana 7			
	Semana 8			
	Semana 9			
	Semana 10			
	Semana 11			
	Semana 12			
	Semana 13			
	Semana 14			
	Semana 15			
	Semana 16			

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia


**Anexo 9. Formato de instrumento de recolección de datos N° 6 - Productividad**

		Formato de recolección de datos				
		Medición de la productividad pre-test/pos-test de la aplicación del Mantenimiento Preventivo				
AJEPER S.A.						
Indice de productividad		Guia de observación				
Mes	Tiempo	Indicadores				Productividad (cjs 30 Lts/H-Mq)
		eficiencia		eficacia		
		T. Útil (H-Mq)	T. Total (H-Mq)	Unid. Prod. (cjs 30 Lts)	T. Útil (H-Mq)	Eficiencia * Eficacia
	Semana 1					
	Semana 2					
	Semana 3					
	Semana 4					
	Semana 5					
	Semana 6					
	Semana 7					
	Semana 8					
	Semana 9					
	Semana 10					
	Semana 11					
	Semana 12					
	Semana 13					
	Semana 14					
	Semana 15					
	Semana 16					

**Nota.** Fuente Elaboración Propia

**Anexo 10. Data de la VI – Mantenimiento Centrado Confiabilidad**

FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS - MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD MEDICION PRE/POST APLICACIÓN						
Semana	TMEF Pre Test	TMPR Pre Test	Disponibilidad Pre Test	TMEF Post Test	TMPR Post Test	Disponibilidad Post Test
1	2.29	0.30	87%	5.16	0.17	97%
2	4.16	0.73	82%	2.69	0.31	89%
3	3.51	0.85	76%	5.91	0.24	96%
4	3.04	0.53	83%	3.79	0.34	91%
5	1.92	0.52	73%	2.13	0.41	81%
6	1.97	0.60	69%	2.17	0.28	87%
7	1.90	0.47	76%	2.19	0.41	81%
8	2.34	0.81	63%	0.68	0.23	66%
9	5.87	0.93	84%	1.67	0.23	85%
10	3.43	0.67	81%	2.03	0.23	89%
11	2.22	0.42	81%	1.79	0.19	89%
12	3.16	0.50	84%	1.66	0.18	89%
13	1.95	0.40	79%	1.42	0.06	96%
14	1.04	0.27	74%	2.56	0.23	91%
15	1.02	0.12	88%	2.97	0.20	93%
16	1.59	0.21	87%	2.97	0.20	93%

AJEPER S.A.  
  
 BADER HAMEL AGENCIAS VIDAL  
 ING. ELECTRICISTA



### Anexo 11. Data de la VD - Productividad

FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS - PRODUCTIVIDAD PRE TEST - POST TEST												
PRE TEST							POST TEST					
SEMANA	UNIDADES (Cajas 30L)	TIEMPO TOTAL (Hrs)	TIEMPO UTIL (Hrs)	EFICIENCIA (%)	EFICACIA (Unid/Hrs)	PRODUCTIVIDAD (unid/hrs)	UNIDADES	TIEMPO TOTAL	TIEMPO UTIL	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
1	70,290	129	110	86%	639	547	43,447	62	60	96%	730	700
2	52,786	95	77	81%	685	553	81,603	132	115	87%	710	619
3	41,130	84	64	76%	643	488	101,456	143	137	96%	740	709
4	73,289	139	112	81%	654	529	48,773	72	65	91%	745	677
5	62,414	128	89	69%	700	486	82,176	145	114	79%	720	568
6	59,837	137	90	66%	662	437	83,330	136	117	86%	710	613
7	75,652	150	111	74%	684	505	71,458	127	102	80%	700	561
8	62,834	149	95	63%	665	420	15,794	32	21	66%	745	494
9	41,601	76	62	82%	669	546	33,942	55	47	85%	725	617
10	51,400	100	76	77%	672	515	86,736	136	119	87%	730	638
11	71,101	131	104	79%	683	542	92,892	143	126	89%	735	651
12	82,962	144	120	83%	692	575	31,025	48	43	89%	730	649
13	15,946	31	24	79%	658	520	46,438	63	62	99%	745	737
14	37,106	75	56	74%	667	495	75,203	114	107	94%	700	660
15	80,948	137	118	86%	686	589	46,859	72	66	92%	705	651
16	89,459	152	130	86%	688	590	49,850	72	66	92%	750	692
PROMEDIO				78%						88%		


  
**AJE PER S.A.**  
 REDEK HAMEL ASENSIOS VIDAL  
 ING. ELECTRICISTA

**Anexo 14.** Formato de Inventario de maquinaria – Línea de Envasado

			<b>INVENTARIO DE MÁQUINAS – LINEAS DE ENVASADO</b>			Código: FIM-001
						Fecha:
						Revisión: Original
N°	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	UBICACIÓN	CONDICIÓN ACTUAL
Elaborado por:			Revisado por:		Aprobado por:	
Fecha:			Fecha:		Fecha:	

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

**Anexo 15.** Formato de Hoja de Vida

		<b>Plan de mantenimiento preventivo</b>				<b>Código: FHV-001</b>
						<b>Fecha:</b>
						<b>Revisión: Original</b>
<b>Historial de vida</b>						
<b>Código:</b>		<b>Nombre de la unidad:</b>				<b>Área:</b>
N°	Fecha	Descripción de intervención	Operario	N° orden de trabajo	Personal	Tipo de mantenimiento

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

## Anexo 16. Formato de Ficha Técnica

		<b>FICHA TÉCNICA DE LA MAQUINARIA</b>		Código: FFTM-001
				Fecha:
				Revisión: Original
Nombre				
Código				
Marca				
Modelo				
Capacidad Máxima de Trabajo/hora				
Año de Adquisición				
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO				
Sistema de Alimentación				
Lubricantes Utilizados				
Dimensiones (m)				
Capacidad máxima				
Capacidad de voltaje				
Potencia				
Velocidad de Rotación				
Temperatura de Operación				
CONDICIONES GENERALES				
Actividad				
Años de Servicio				
Situación Actual				
Observaciones				
Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:
Fecha:		Fecha:		Fecha:

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

**Anexo 17.** Formato de mantenimiento realizado por operario.

		<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO REALIZADO POR OPERARIO</b>						Código: FMPRO-001					
								Fecha: 07/01/19					
								Revisión: Original					
MÁQUINA:		Código:				Mes:		N°:					
FECHA POR DIA:													
<b>REVISIÓN INICIAL</b>		Realizó		Realizó		Realizó		Realizó		Realizó		Realizó	
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Revisar que la tina este limpia													
Revisar que el motor este óptimo													
Verificar el aceite del reductor													
Verificar que el área este limpio													
<b>REVISIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO</b>													
Revisar el funcionamiento del panel													
Revisar el funcionamiento del timer													
Revisar los cableados													
FECHA	FIRMA DEL OPERARIO	OBSERVACIONES											

**Nota.** Fuente: Elaboración Propia

**Anexo 18.** Formato de programación de frecuencias

	<b>PROGRAMACIÓN DE LA FRECUENCIA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>		Código: FPFMP-001
			Fecha: 07/01/19
			Revisión: Original
Frecuencia:		Nº	
Fecha de realización		Tiempo aprox. (Hrs):	
Trabajador a cargo:			
Máquina:		Código:	
Observaciones			
Actividades a realizar	Fecha de la última actividad	Fecha de la siguiente actividad	
Fecha y hora de inicio:		Fecha y hora de culminación:	
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	

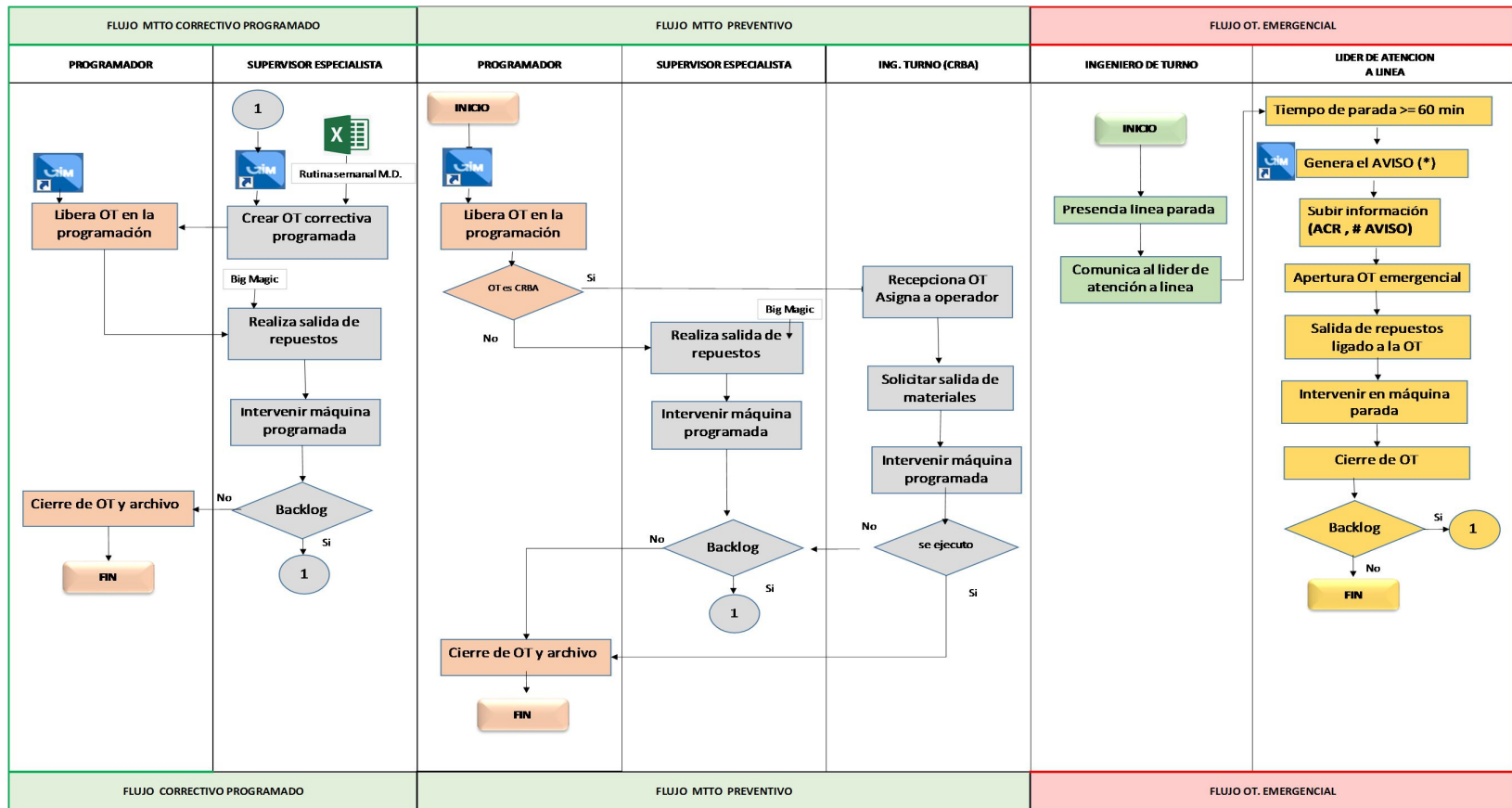
**Nota.** Fuente: Elaboración propia

**Anexo 19.** Parque de maquinaria de la empresa AJEPER S.A.

<b>CODIGO</b>	<b>MAQUINA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>IMAGEN</b>
HUA-ENV-SOP	SOPLADORA	10	
HUA-ENV-ETQ	ETIQUETADORA	10	
HUA-ENV-TRB	TRIBLOC	11	
HUA-ENV-COD	CODIFICADOR	11	
HUA-ENV-EMP	EMPACADORA	11	
HUA-ENV-PAL	PALETIZADORA	3	

**Nota.** Fuente: AJEPER S.A.

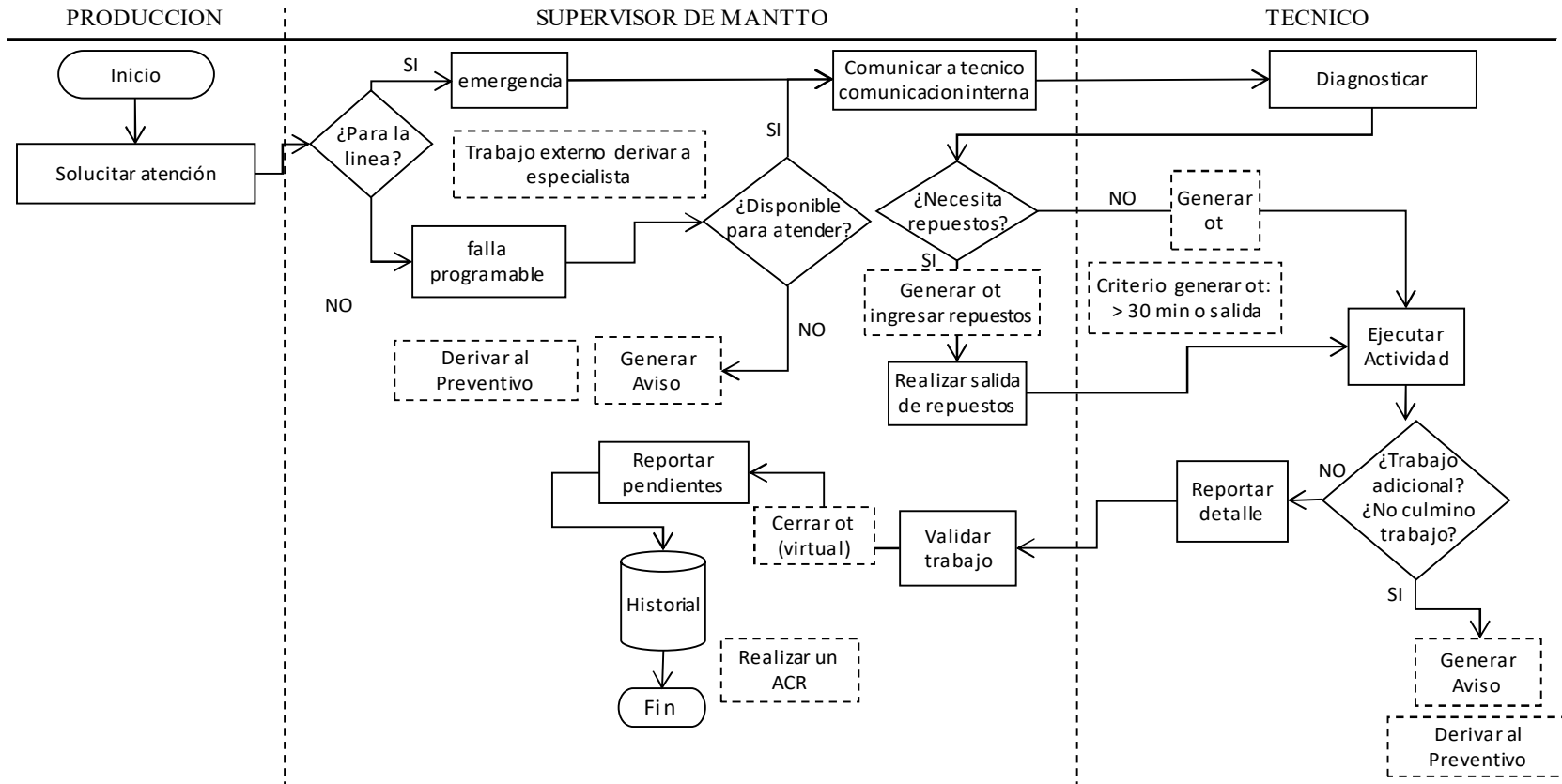
Anexo 21. Diagrama de flujo del mantenimiento correctivo de la empresa



Nota. Fuente: AJEPER S.A.




**Anexo 22.** Diagrama de flujo del mantenimiento Preventivo-Correctivo de la empresa AJEPER S.A.



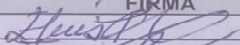

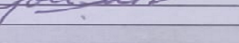
**Nota.** Fuente: Tejidos Goyos`s S.R.L.

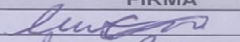

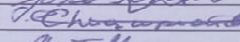
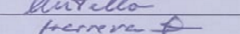
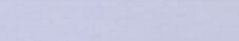



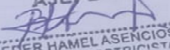
**Anexo 24.** Acta de capacitación del personal


EMPRESA:	AJEPER S.A. 		
PLANTA:	HUACHIPA, LIMA	FECHA:	30/01/2019
CURSO:	PARALELISMO PRENSAS PORTAMOLDE RUEDA TRANSFERENCIA	DURACION:	2 HRS

<b>DETALLE DEL CURSO</b>			
* PROCEDIMIENTO A REALIZAR			
* MEDIDAS ESTANDARIZADAS			
* HERRAMIENTAS A EMPLEAR			

NOMBRE DE RESPONSABLES DE IMPARTIR CURSO DE CALIBRACIÓN			
CARGO	NOMBRE/APELLIDO	DNI	FIRMA
SUPERVISOR DE AREA DE SOPLADO	ING. ELIAS PUPUCHE	41245676	
ESPECIALISTA EN SOPLADO	TEC. JESUS FERNANDEZ	44620177	
ESPECIALISTA EN SOPLADO	TEC. JOEL CHANDUVI	44901584	

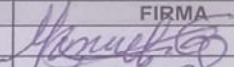
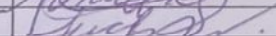
RELACION DE ASISTENTES A CURSO			
CARGO	NOMBRE/APELLIDO	DNI	FIRMA
TECNICO MECANICO	LUIS CRUZ	60203515	
TECNICO MECANICO	JUAN GUERRA	63500724	
TECNICO MECANICO	JOSE CHUQUIPIONDO	60441617	
TECNICO MECANICO	ARNANDO CHUQUIPOMA	64357027	
TECNICO MECANICO	URIEL TELLO	61672501	
TECNICO MECANICO	DANIEL HERRERA	64408019	

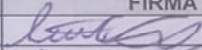
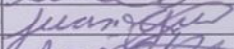
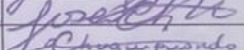
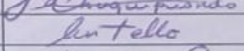
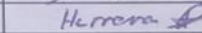
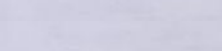
AJEPER S.A.  
  
 REIDER HAMEL ASENSIOS VIDAL  
 INGENIERO ELECTRICISTA

EMPRESA:	AJEPER S.A.			
PLANTA:	HUACHIPA, LIMA	FECHA:	05/02/2019	
CURSO:	TARJETAS DE BLOQUEO	DURACION:	2 HRS	

**DETALLE DEL CURSO**

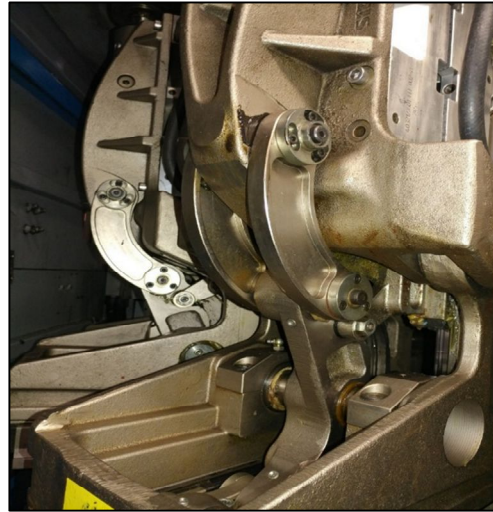
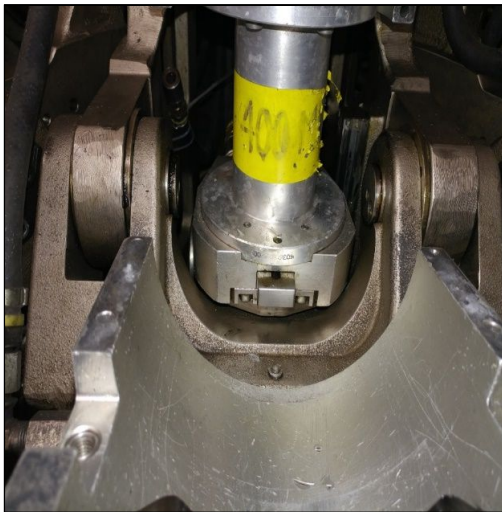
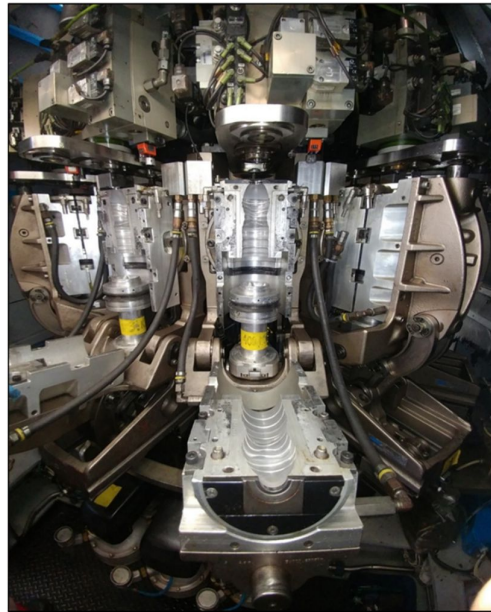
- \* INTRODUCCION SOBRE PROCESO DE BLOQUE DE LA MAQUINA
- \* MEDIDAS DE SEGURIDAD EN INTERVENCIONES
- \* ENTREGA DE TARJETAS

NOMBRE DE RESPONSABLES DE IMPARTIR CURSO DE CALIBRACIÓN			
CARGO	NOMBRE/APELLIDO	DNI	FIRMA
INGENIERO DE SSOMA	ING. MANUAL GAVILONDO	76495221	
INGENIERO DE SSOMA	ING. JUAN SAMANIEGO	74349187	

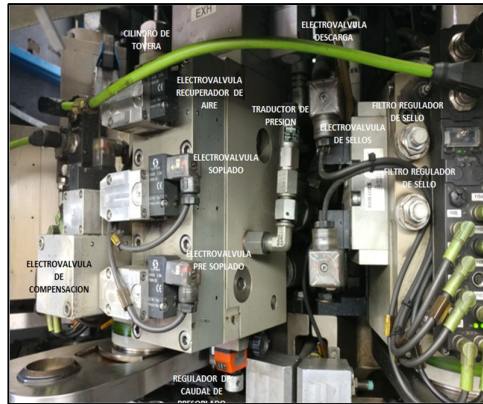
RELACION DE ASISTENTES A CURSO			
CARGO	NOMBRE/APELLIDO	DNI	FIRMA
TECNICO MECANICO	LUIS CRUZ	60203515	
TECNICO MECANICO	JUAN GUERRA	63500724	
TECNICO MECANICO	JOSE CHUQUIPIONDO	60441617	
TECNICO MECANICO	ARNANDO CHUQUIPOMA	64357027	
TECNICO MECANICO	URIEL TELLO	61672501	
TECNICO MECANICO	DANIEL HERRERA	64408019	

AJEPER S.A.  
  
 BEDER HAMEL ASENCIOS VIDAL  
 ING. ELECTRICISTA

**Anexo 25.** Fotos de los sistemas de la sopladora



Anexo 26. Fotos aplicando el mantenimiento preventivo



Inspección de componentes de bloque de soplado



Molde de soplado



Carros de apertura / cierre



Sistema de estirado



Sistema de Frenado

Anexo 27. OT de Inspección a sistema de transmisión

Fernandez 29/10

**AJE** esp  
Gestión Integral del Mantenimiento  
AJE GROUP

Ciente: AJEPER S.A. BM  
Fecha: 28/10/2019  
CORRECTIVO EN CURSO  
Centro: PLANTA HUACHIPA

Inicio: \_\_\_\_\_ Final: \_\_\_\_\_  
Tipo Intervención: \_\_\_\_\_ T. Estim. \_\_\_\_\_

Equipo: PE-HU-EB-L07-SOP-SOPLADORA  
Número OT: 24170

Marca: \_\_\_\_\_ Número de serie: \_\_\_\_\_  
Localización: PERU - AJEPER HUACHIPA - ENVASADO BEBIBLES - LINEA 07  
Tipo componente: SOPLADORA - SIPA  
Pertenece a: PE-HU-EB-L07-SOP - SOPLADORA (SOPLADORA - SIPA)  
Mantenimiento: AVISO 21759 -> O.T. 24170: - REALIZAR INSPECCIÓN SISTEMA DE TRANSMISIÓN CORREAS DENTADAS / POLEAS Y TENSORES SOPLADORA SIPA EVO 12.

Observaciones:


Consideraciones obligatorias de seguridad:  
1° Contar con EPPs obligatorios: Lentes, casco, calzado de seguridad y protectores auditivos. Para trabajos de alto riesgo (Trabajos en altura, espacios confinados, materiales peligrosos, trabajos en caliente, energías peligrosas e izaje de cargas) se pueden requerir Equipos de Protección Personal especiales. 2° Todo trabajo de Alto Riesgo requiere un ATS (Análisis de Trabajo Seguro) y un PTAR (Permiso de Trabajo de Alto Riesgo). 3° Todo trabajo sin instructivo de trabajo escrito requiere un ATS. 4° Nunca exponga alguna parte de su cuerpo a un equipo energizado o partes en movimiento. Bloquee y etiquete el equipo.

Descripción de los trabajos realizados:  
*Se Verifican en Matto Mayor (23-11-2019)*

Realizado Por: \_\_\_\_\_  
Registrado Por: \_\_\_\_\_

1 / 1

## Anexo 28. Validación de instrumentos: 1er, 2do y 3er juicio de expertos

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CARTA DE PRESENTACIÓN

Dra. Ing. Luz Graciela Sánchez Ramírez

Presente

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

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, Yo Víctor Santa Cruz Vallejos, siendo estudiante de pregrado de la EAP de Ingeniería Industrial en la sede Lima Este, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optaremos el grado de Bachiller.


El título de mi tesis de investigación es: "*Aplicación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad para aumentar la Productividad de la sopladora SFR EVO 20 de la Línea 20 en la Planta Huachipa AJEPER S.A. 2018*", 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.

  
Víctor Santa Cruz Vallejos  
D.N.I.: 70901485

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

**Variable Independiente: Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad**

Mora (2014) indicó: "El RCM (Reliability Centered Maintenance) se puede definir como un proceso usado para determinar lo que debe hacerse para asegurar que cualquier recurso físico continúe realizando lo que sus usuarios desean que realice en su producción normal actual" (p. 273).

**Dimensiones de la variable:**

**Dimensión 1: Fiabilidad**

Mora (2014) indicó:

Es la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para las cuales es diseñada, durante un período de tiempo especificado. La medida de la confiabilidad de un equipo es la frecuencia con la cual ocurren las fallas en el tiempo. (p. 71)

**Dimensión 2: Mantenibilidad**

Mora (2014) indicó: "Es la probabilidad de que un elemento, máquina o dispositivo, pueda regresar nuevamente a su estado de funcionamiento normal después de una avería, falla o interrupción productiva (funcional o de servicio), mediante una reparación; se denomina mantenibilidad" (p.77).

**Dimensión 3: Disponibilidad**

Mora (2014) indicó: "La Disponibilidad Inherente (AI), es la probabilidad de que el sistema opere satisfactoriamente cuando sea requerido bajo las condiciones de operación especificadas y un entorno ideal de soporte logístico" (p.62).



**Variable Dependiente:** La productividad

Gutiérrez (2014) indicó: "La productividad se relaciona con los resultados obtenidos en un proceso, por lo cual mejorar la productividad es llegar a obtener mejores resultados teniendo en cuenta los recursos utilizados para generarlos" (p.20).

**Dimensiones de la variable:**

Dimensión 1: Eficiencia

Gutiérrez (2014) indicó: "La eficiencia se relaciona con el resultado alcanzado y los recursos utilizados, es decir trata de gestionar óptimamente los recursos y medios utilizados, para alcanzar el aumento de la producción, operando con el mismo número de materia prima" (p.22).

Dimensión 2: Eficacia

Gutiérrez (2014) indicó: "Es el grado de realización de las actividades planeadas y el alcance de esos resultados. Ya que lo que se tiene en cuenta es el rendimiento final mas no la secuencia que se realizó para lograr dicho resultado" (p.22).

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:**

Nº	DIMENSIONES / Items	Pertinencia <sup>a</sup>	Relevancia <sup>b</sup>	Claridad <sup>c</sup>	Sugerencias			
1	<b>DIMENSION 1: Confiabilidad</b>  $MTBF = \frac{\sum TBF}{m}$ Donde: MTBF: Tiempo Medio Entre Fallas TBF: Tiempo Entre Fallas m = Numero de Fallas	SI	No	SI	No	SI	No	
2	<b>DIMENSION 2: Mantenibilidad</b>  $MTTR = \frac{\sum TTR}{n}$ Donde: MTTR: Tiempo Medio para Reparar TTR: Tiempo Para Reparar n = Numero de Fallas	SI	No	SI	No	SI	No	
3	<b>DIMENSION 3: Disponibilidad</b>  $AI = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$ Donde: AI: Disponibilidad MTBF: Tiempo Medio en Fallas MTTR: Tiempo Medio para Reparar <b>VARIABLE DEPENDIENTE: Eficiencia Global de los equipos (OEE)</b>	SI	No	SI	No	SI	No	
1	<b>DIMENSION 1: Eficiencia</b>  $Eficacia = \frac{UP}{TP}$ Donde: UP: Unidades Producidas TP: Tiempo Total	SI	No	SI	No	SI	No	
2	<b>DIMENSION 2: Eficacia</b>  $Eficacia = \frac{TU}{TT}$ Donde: TU: Tiempo Útil TT: Tiempo Total	SI	No	SI	No	SI	No	

**MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES**

 Variable independiente: **Mantenimiento preventivo**

DIMENSION	INDICADOR	FORMULA	TECNICA	INSTRUMENTO
disponibilidad	Índice de disponibilidad	$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$ Donde: MTBF: Tiempo medio entre fallas MTTR: Tiempo medio de reparación	Observación y registro	Ficha de recolección de datos
Confiabledad	Tiempo medio entre fallas	$C = \frac{HROP}{\sum NTFALLAS}$ Donde: HROP = Horas de operación NTFALLAS = Numero de fallas detectadas	Observación y registro	Ficha de recolección de datos
mantenibilidad	Tiempo medio de reparación	$M = \frac{TTF}{\sum NTFALLAS}$ Donde: TTF = Tiempo Total de Fallas NTFALLAS = Numero de fallas detectadas	Observación y registro	Ficha de recolección de datos

 Variable dependiente: **Productividad**

DIMENSIONES	INDICADORES	FORMULA	TECNICA	INSTRUMENTOS
eficiencia	Índice de Eficiencia	$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo util}}{\text{Tiempo total}}$	Observación y registro	Ficha de recolección de datos
eficacia	Índice de eficacia	$\text{Eficacia} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Tiempo util}}$	Observación y registro	Ficha de recolección de datos

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

*SE HA SUFICIENTE*

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

Apellidos y nombres del juez validador, Dr. / Mg: *Camacho RIVERA José Guillermo* DNI: *3771174*

Especialidad del validador: *Construcción de Edificios*

\*Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
\*Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.  
\*Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.  
Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

Lima *25* de *Mayo* del 2019

*[Firma]*  
Firma del Experto Informante.

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: *Pantoja Salazar Juan Francisco* DNI: *22630281*

Especialidad del validador: *Ingeniería Industrial*

\*Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
\*Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.  
\*Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.  
Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

Lima *20* de *5* del 2019

*[Firma]*  
Firma del Experto Informante.

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

Apellidos y nombres del juez validador, Dr. / Mg: *Cue Marco Antonio Maza Velasco* DNI: *06252711*

Especialidad del validador: *M.A. de Ingeniería de Sistemas y Redes*

\*Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
\*Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.  
\*Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.  
Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

Lima *4* de *5* del 2019

*[Firma]*  
Firma del Experto Informante.

## Anexo 29. Autorización de la empresa para realización de estudio



Lima, 02 de junio de 2019

### Autorización

De: Ajeper S.A.

Para: Victor Santa Cruz Vallejos

Asunto: Autorización para realizar Tesis de investigación

Estimado,

Yo Beder Hamel, Asencio Vidal identificado con DNI 09922896 En mi calidad de representante del área de mantenimiento de la empresa

AJEPER S.A., autorizo a Victor Santa Cruz Vallejos, estudiante de la escuela profesional de ingeniería industrial de la Universidad Cesar Vallejo – Sede Lima Este, a utilizar información del área en estudio en las instalaciones de la empresa para el desarrollo de su proyecto de tesis denominado "Aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la productividad en la sopladora de la Línea 20 en la planta Huachipa, AJEPER S.A., 2018".

El material suministrado por la empresa será la base para la construcción de un estudio de caso, la información y los resultados que se obtengan del mismo podrían llegar a convertirse en una herramienta didáctica que apoye la formación de estudiantes de la escuela profesional de ingeniería industrial.

Atentamente

**AJEPER S.A.**  
  
**BEDER HAMEL ASENCIO VIDAL**  
ING. ELECTRICISTA

Representante del Área