



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Mantenimiento centrado en confiabilidad para aumentar la
productividad de los activos fijos del área de sanidad de una empresa
agroindustrial

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTORES:

Cabanillas Ortega, Abel Salomon (ORCID:[0000-0003-1990-7633](https://orcid.org/0000-0003-1990-7633))

Peralta Anticona, Gaby Anali (ORCID:[0000-0001-5714-2390](https://orcid.org/0000-0001-5714-2390))

ASESOR:

Dr. Linares Lujan, Guillermo Alberto (ORCID: [0000-0003-3889-4831](https://orcid.org/0000-0003-3889-4831))

Dr. Aranda Gonzales Jorge Roger (ORCID: [0000-0002-0307-5900](https://orcid.org/0000-0002-0307-5900))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión empresarial y productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO – PERÚ

2022

DEDICATORIA

A Dios quien ha sido mi guía, fortaleza y su mano de fidelidad y amor que han estado conmigo hasta el día de hoy. A mis padres quienes, con sus oraciones, su amor, paciencia y consejos me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, Finalmente a mi hijo, que durante esta etapa fue necesario sacrificar situaciones y momentos a su lado para así poder completar exitosamente este sueño

Principalmente a DIOS que me dio la vida, salud y sabiduría, que me permitió recorrer esta parte de un gran camino, iluminando mi horizonte y dándome la fortaleza necesaria para afrontar los obstáculos y celebrar mis logros. A mi hijo que es mi inspiración para salir adelante día a día a mis padres por su apoyo incondicional durante todo el camino recorrido hasta hoy

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes. De igual manera mis agradecimientos a la Universidad Privada Cesar Vallejo, a toda la Facultad de Ingeniería, a mis profesores en especial al Dr. Linares Lujan, Guillermo, y al Dr. Jorge Aranda quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada una de ustedes por su paciencia, dedicación, y apoyo condicional

Agradezco totalmente a los docentes de la universidad cesar vallejo por haberme brindado sus enseñanzas y complementar mi educación para formarme como un profesional eficiente y capaz de enfrentar los obstáculos que se presente en la vida. En especial agradezco a mi asesor Guillermo linares por ser un guía idóneo para realizar dicho trabajo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación	13
3.2. Variables y Operacionalización	13
3.3. Población, muestra y muestreo	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:	15
3.5. Procedimientos	16
3.6. Método de análisis de datos:.....	19
3.7. Aspectos éticos	19
IV. RESULTADOS	20
V. DISCUSIÓN.....	45
VI. CONCLUSIONES.....	49
VII. RECOMENDACIONES.....	50
REFERENCIA.....	51
ANEXOS	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	16
Tabla 2. Componentes y accesorios de Arbus Valencia 2000 y Aircurtain AC 1000	24
Tabla 3. Fallas en Arbus Valencia 2000	24
Tabla 4. Mantenimiento correctivo Arbus Valencia 2000	25
Tabla 5. Mantenimiento preventivo Arbus Valencia 2000	25
Tabla 6. Fallas en Aircurtain AC 1000	25
Tabla 7. Mantenimiento correctivo de Aircurtain AC 1000	26
Tabla 8. Mantenimiento preventivo de Aircurtain AC 1000	26
Tabla 9. Productividad Arbus Valencia 2000	26
Tabla 10. Aircurtain 1000	27
Tabla 11. Resumen de indicadores de Arbus Valencia 2000.....	27
Tabla 12. Resumen de indicadores de AirCurtain 1000.....	28
Tabla 13. Criterio de evaluación de AMEF	28
Tabla 14. AMEF Arbus Valencia 2000.....	30
Tabla 15. AMEF AirCurtain 1000.....	31
Tabla 16. Fallas y actividades correctivas	32
Tabla 17. Actividades e instrumentos del plan de mantenimiento.....	32
Tabla 18. Cronograma Abril	33
Tabla 19. Cronograma Mayo.....	33
Tabla 20. Cronograma Junio	34
Tabla 21. Resumen de indicadores Arbus Valencia 2000.....	36
Tabla 22. Resumen de indicadores AirCurtain 1000.....	36
Tabla 23. Productividad de Arbus Valencia 2000 post aplicación	37
Tabla 24. Productividad de AirCurtain 1000 post aplicación	37
Tabla 25. Inversión inicial	38
Tabla 26. Salario de empleados	38
Tabla 27. Flujo de caja	39
Tabla 28. Indicadores económicos	40
Tabla 29. Estadísticos descriptivos de la eficiencia de la máquina AirCurtain pre y post test	84

Tabla 30. Estadísticos descriptivos de la eficiencia de la máquina Arbus Valencia pre y post test.....	85
Tabla 31. Estadísticos descriptivos de la eficacia de la máquina AirCurtain pre y post test	86
Tabla 32. Estadísticos descriptivos de la eficacia de la máquina Arbus Valencia pre y post test.....	87
Tabla 33. Estadísticos descriptivos de la productividad de la máquina AirCurtain pre y post test.....	88
Tabla 34. Estadísticos descriptivos de la productividad de la máquina Arbus Valencia pre y post test	88
Tabla 35. Prueba de normalidad para la eficiencia	89
Tabla 36. Prueba de Wilcoxon para la eficiencia	89
Tabla 37. Prueba de normalidad para la eficiencia	89
Tabla 38. Prueba de Wilcoxon para eficiencia	90
Tabla 39. Prueba de normalidad para la eficiencia	90
Tabla 40. Prueba de Wilcoxon para eficiencia	90
Tabla 41. Prueba de normalidad para la eficacia.....	90
Tabla 42. Prueba de Wilcoxon para la eficacia	90
Tabla 43. Prueba de normalidad para la eficacia.....	91
Tabla 44. Prueba de Wilcoxon para la eficacia.....	91
Tabla 45. Prueba de normalidad para la eficacia.....	91
Tabla 46. Prueba de Wilcoxon para la eficacia	91
Tabla 47. Prueba de normalidad para la productividad.....	92
Tabla 48. Prueba de Wilcoxon para la productividad	92
Tabla 49. Prueba de normalidad para la productividad.....	92
Tabla 50. Prueba de Wilcoxon para la productividad	92
Tabla 51. Prueba de normalidad para la productividad.....	93
Tabla 52. Prueba de muestras emparejadas	93

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Procedimiento de la investigación	17
Figura 2. Croquis de ubicación de la empresa Agroindustrial	21
Figura 3. Organigrama de la empresa Agroindustrial	22
Figura 4. Flujograma	23
Figura 5. Comparación entre pre y post test.....	42

RESUMEN

El presente trabajo tiene como fin incrementar la productividad de los activos fijos del área de sanidad de una empresa Agroindustrial, para realizar esto, se empleó la metodología del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM). Para lograr el objetivo principal, se realizó un diagnóstico inicial de la productividad, así como un análisis del mantenimiento actual, posterior a esto se implementó el plan de mantenimiento necesario y se realizó un nuevo diagnóstico, dando como resultado que la productividad del modelo Arbus Valencia incrementó hasta 60%, así mismo su eficacia y eficiencia llegó a un valor del 74%, del mismo modo el modelo AirCurtain incrementó su productividad hasta 59%, su eficacia y eficiencia llegó a un valor del 75%

La investigación es de tipo aplicada, con un diseño experimental, se realizó a una etapa de evaluación inicial de 3 meses, seguida de una implementación a lo largo de 2 meses y posterior una nueva evaluación de 3 meses, para comparar los resultados obtenidos por el nuevo plan de mantenimiento. Demostrando que la implementación de este plan de mantenimiento con la metodología RCM tuvo resultados sumamente positivos para la empresa, aumentando la productividad y generando un ahorro económico.

Palabras clave: Mantenimiento centrado en la confiabilidad, Productividad, Agroindustrial, Mantenimiento

ABSTRACT

The purpose of this work is to increase the productivity of the fixed assets of the sanitation area of an agro-industrial company, using the reliability centered maintenance (RCM) methodology. To achieve the main objective, an initial diagnosis of productivity was made, as well as an analysis of the current maintenance, after this, the necessary maintenance plan was implemented and a new diagnosis was made, resulting in the productivity of the Arbus Valencia model increased up to 60%, likewise its effectiveness and efficiency reached a value of 47%, in the same way the AirCurtain model increased its productivity up to 59%, its effectiveness and efficiency reached a value of 75%.

The research is of applied type, with an experimental design, it was carried out at an initial evaluation stage of 3 months, followed by an implementation over 2 months and then a new evaluation of 3 months, to buy the results obtained by the new maintenance plan. Demonstrating that the implementation of this maintenance plan with the RCM methodology had extremely positive results for the company, increasing productivity and generating economic savings.

Keywords: Reliability Centered Maintenance, Productivity, Agroindustrial, Maintenance.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la agricultura industrial es un pilar muy importante que satisface una necesidad primaria de la población. Si el enfoque son las frutas, uno de los principales productos cosechados y procesados por esta industria, tenemos como principal exportador y productor a Vietnam registrando en el 2019 un volumen de exportación de 637.523 toneladas métricas. El segundo y tercer lugar lo ocupan Tailandia y Egipto con un volumen de exportación en el 2019 de 535.931 y 301.376 toneladas métricas respectivamente(Orús 2022).

Recreando un análisis estadístico por la Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2021)de la producción mundial, se ve que este aumentaría en los próximos 10 años, esto por las mejoras que existirían en la producción, así mismo, otra de las razones para el aumento sería el gran avance tecnológico dentro de esta industria, reduciendo los tiempos de espera ante cada proceso y de esa forma aumentar la producción.

A nivel nacional, el periodista Seva (2021) afirma que la agroindustria se ha convertido sin lugar a dudas en una pieza muy importante para la economía peruana; asimismo se ha convertido en un excelente ejemplo de buenas prácticas de manufactura para toda América Latina. Según el autor, lo que caracteriza principalmente a los productos peruanos provenientes de esta industria son las siguientes características: Inocuidad, seguridad alimentaria, calidad y su participación a nivel internacional. Este mismo autor afirma que en los próximos años, la agroindustria peruana seguirá una tendencia al alza y que será uno de los grandes actores en las grandes cadenas de distribución internacionales.

La producción en Perú, según el Anuario Estadístico Producción Agroindustrial Alimentaria (2020), fue de 67928 toneladas de embutidos y carnes, 29116 toneladas de espárragos, 405587 toneladas de aceites y grasas, 627246 toneladas de productos lácteos, 45213 toneladas de avena, 1592080 toneladas de harina de trigo, 1197383 toneladas de azúcar, 498030 toneladas de fideos y 3929059 toneladas de alimentos balanceados.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, es muy importante obtener cierta ventaja de esta tendencia al alza garantizando una respuesta oportuna a la gran demanda del mercado a través de un énfasis en la gestión del mantenimiento de las empresas pertenecientes a este rubro.

Al tener una adecuada gestión del mantenimiento en las empresas que se puede dar a través de la implementación de la metodología TPM o RCM impacta directamente sobre la calidad de los productos al mejorar la vida útil de los equipos (Valle 2017).

Asimismo, al ser la agroindustria un mercado muy competitivo y con tendencia al alza, las empresas pertenecientes a este rubro deben de poseer grandes ventajas competitivas para hacer frente a las exigencias demandadas. Es por ello que se recalca la importancia de una adecuada gestión del mantenimiento para garantizar dichas ventajas tal y como lo indica Torrent (2017) en una publicación en el portal Pro Optim: “Una gestión superior del mantenimiento, tanto técnico como humano, permite convertir el flujo de producción en flujo continuo y ahorrar costes, lo que se traduce en una ventaja competitiva frente a la competencia y un mayor espíritu empresarial.”

Una de las metodologías con mayor alcance orientadas a mejorar la gestión del mantenimiento en las diferentes industrias es la que se denomina “Mantenimiento Centrado en la confiabilidad” en donde la revista IMG (2020) cita sus principales beneficios: Reducción de los tiempos muertos en los equipos, aumenta la disponibilidad de los equipos, reduce el tiempo promedio entre fallas (MTTR) y el tiempo promedio para reparar (MTBF), mejora la motivación del personal y aumenta la productividad.

Una vez definidas las características de un producto altamente competitivo en sector agroindustrial y la influencia de la gestión del mantenimiento sobre los requerimientos del mercado, se decidió hacer uso de la metodología RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad) para dar solución a la problemática presentada en la empresa de estudio.

La empresa en donde se realizó el presente trabajo de investigación pertenece al sector agroindustrial y sus actividades giran en torno al cultivo, cosecha y producción de frutas. Sin embargo, se pudo identificar un alto nivel de actividades de aplicación de plaguicidas no realizadas debido a una deficiente gestión del mantenimiento en los equipos de sanidad. A su vez se pudo observar una relación muy superficial entre los operadores y sus máquinas lo cual se debe a una inadecuada formación de estos, como consecuencia se tiene que recurrir en numerosas ocasiones a servicios de mantenimiento correctivo generando así una

gran reducción del flujo de efectivo de la empresa. A su vez se pudo observar que no existían estándares de mantenimiento para los equipos, así como una limpieza inadecuada del área física en la que operan, esto contribuye a que sea muy complicado anticipar una falla en los mismos. Si no se establecen acciones correctivas orientadas a optimizar el manejo del mantenimiento en la empresa, se corre el riesgo de impactar negativamente en la calidad de los bienes comercializados, lo cual es una gran desventaja en el sector agroindustrial; como consecuencia se reduce la competitividad de la empresa pudiendo ser desplazada por competidores que ofrezcan un producto de mayor calidad.

De acuerdo a lo expuesto en los párrafos anteriores se presenta la siguiente pregunta: ¿En qué medida la metodología de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad incrementa la productividad de los activos fijos del área de sanidad de una empresa Agroindustrial?

El presente proyecto de investigación se justifica de manera teórica en que, según lo que menciona Gallardo (2017), se reúnen los resultados de la aplicación de esta metodología en empresas de sectores muy similares, los cuales permiten realizar una discusión y contrastar ambos resultados con el fin de ampliar el conocimiento que se tiene hasta la fecha, de igual manera el presente proyecto de investigación sirve como antecedente para futuros proyectos con una temática similar. A nivel metodológico, teniendo en cuenta a Gallardo (2017), el estudio se justifica en que los instrumentos de recopilación de datos, previamente validados por expertos, pueden ser utilizados a su vez en proyectos con temáticas similares o incluso por empresas que deseen mejorar su gestión actual del mantenimiento. Finalmente, la justificación a nivel práctico del presente proyecto, considerando a Gallardo (2017), se basa en que se ven beneficiados tanto la empresa como los mismos trabajadores. La empresa, al reducir los requerimientos de servicios correctivos, estaría aumentando en gran medida su flujo de efectivo y a la vez, la calidad de sus productos.

El objetivo general del presente proyecto es el siguiente: Determinar en qué medida el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad incrementa la productividad de los activos fijos del área de sanidad de una empresa Agroindustrial. Referente a los objetivos específicos, tenemos a los siguientes: a) Determinar la productividad actual de los activos fijos del área de sanidad de una empresa Agroindustrial. b)

Realizar un diagnóstico del estado de mantenimiento de los activos fijos. c) Aplicar la metodología de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad en una empresa Agroindustrial. d) Determinar la productividad de los activos fijos del área de sanidad de una empresa Agroindustrial posterior a la implementación de la metodología del RCM. Por lo que se tiene como hipótesis general que la productividad de los activos fijos del área de sanidad aumenta al aplicar el mantenimiento centrado en confiabilidad; como hipótesis específicas se tiene que la productividad actual de los activos no se encuentra en el rango requerido, al realizar el diagnóstico del estado de mantenimiento no cuenta con resultados positivos, se aplica la metodología RCM de forma adecuada, la productividad aumenta después de la aplicación de mantenimiento centrado en la confiabilidad.

II. MARCO TEÓRICO:

Entre los trabajos de investigación previos tenemos a las investigaciones elaboradas por los siguientes autores:

Arévalo Fernández (2021), elaboró un plan de mantenimiento utilizando la metodología RCM para evaluar el aumento de la productividad en el área de producción de fideos, para cumplir con el objetivo propuesto, se realizó un diagnóstico de la situación actual de la empresa, seguido de un análisis de criticidad para seleccionar los equipos con fallas frecuentes e implementar un AMEF, de esta manera se implementó un nuevo plan de mantenimiento, teniendo como resultado que la disponibilidad aumentó a un 91,04%, de la misma manera la producción aumentó a 394 bolsas de fideos por día, esto significa que la productividad incrementó a 82,1%.

Lázaro García (2021), realizó una implementación de mejoras utilizando el mantenimiento basado en la confiabilidad para que de esta manera, se logre aumentar la productividad de los equipos, para lograr dicho objetivo, se realizó un diagnóstico inicial de la empresa para tener en cuenta la productividad inicial, como segundo punto se realizó un gráfico de Pareto, de esta forma seleccionar los equipos con más fallas frecuentes, seguido de esto se realizó un análisis de modos y efectos de falla, con los resultados del AMEF se hace el nuevo plan de mantenimiento, teniendo como resultado que la productividad se incrementó de 87% a 93,4% y la disponibilidad de los equipos aumentó en un 3%, teniendo grandes mejoras para la empresa.

Cubillas Pérez (2020), diseñó un plan de mantenimiento apoyado en la metodología de RCM para mejorar la disponibilidad de las extrusoras hidráulicas de la empresa ITALSOLDER S.A.C. Para dar inicio al proyecto, se realizó un inventario de las extrusoras y un análisis AMEF a cada uno de los componentes con el fin de obtener los requerimientos del plan de mantenimiento. Una vez elaborada la matriz AMEF, se ejecutó un análisis de criticidad a cada componente analizado en función de parámetros como gravedad, frecuencia y detectabilidad. Seguidamente se realizó una clasificación de los requerimientos hallados lo que dio origen a su respectivo instructivo. Finalmente se realizó una valoración de los principales indicadores actuales de gestión del mantenimiento a partir de lo cual se diseñó un tablero de control anual considerando el tiempo de producción promedio por mes de cada una

de las máquinas, para lo que se obtuvo que, los tiempos de reparación de las extrusoras LP250-1I se redujo de 20,7 horas a 15 horas, el número de fallas se redujeron de 17 a 3, de las extrusoras LP250-2I se redujo de 15 horas a 11,5 horas, el número de fallas de 15 a 4.

Bravo Pérez (2020), brindó una propuesta de mejora para incrementar la productividad en la elaboración de pernos de la empresa, para poder realizar esto, se utilizaron diferentes herramientas, en las que se incluyen el análisis documental, datos obtenidos de entrevistas y encuestas, a su vez, para llegar a los resultados se utilizó también el diagrama de Ishikawa y Pareto, se aplicó la metodología de mantenimiento centrado en la confiabilidad y las 5s, con eso se llegó a los resultados que la producción de pernos aumentó de 62 719 a 68 113, teniendo que se incrementó la productividad en 8,6%, que equivale a un ahorro en mantenimiento de S/.4 711,64.

Uriarte Burga (2020), elaboró un plan de mantenimiento para aumentar la productividad de la empresa textil, para lograr este objetivo se aplicó una técnica de obtención de datos como la encuesta, observación, confiabilidad y validez, se utilizó el análisis de efectos y modos de falla para realizar el plan de mantenimiento, teniendo como resultado un incremento de la eficiencia de 77,44% a 81,41% y a su vez, se ve un incremento en la productividad en un 30%.

Reaño (2019), redujo el número de averías de las máquinas del proceso de producción, propuso la metodología de aplicar un plan de mantenimiento utilizando la metodología RCM, dónde se usó un análisis de criticidad, el cual ayudó a identificar los equipos críticos del sistema: la zaranda, el secador de aire, la selectora y el compresor; de los datos hallados se realizó un análisis de modos y efectos de fallo (AMEF), este ayudó a identificar las averías y fallas de los equipos, y de esta forma utilizando un árbol de decisiones de RCM seleccionar las medidas preventivas de mantenimiento a realizar, sus resultados y conclusiones fueron que el número de fallas disminuyó a 14, aumentando la productividad en un 12%, lo cual significó un aumento de la eficiencia del 84% al 95%, una reducción en los costos de mantenimiento de S/. 0,37 por unidad producida; además, el tiempo promedio de falla cambia de 60.26 horas a 206.14 horas; y el tiempo medio de reparación pasa de 7,24 horas a 6,79 horas. Debido a esto, la disponibilidad

aumentó de 89.26 por ciento a 96.81 por ciento, y el OEE aumentó en 5.44 por ciento, resultando en un beneficio para la empresa de S/.75 663.65.

Mejía Cueva (2017), propuso un plan de mantenimiento, puesto que la empresa solo realiza mantenimientos correctivos, por lo que presenta una productividad baja, para lograr esto, se realizó un diagnóstico inicial de la empresa, considerando los activos con los que cuenta y el mantenimiento que se les realiza, para esto se utilizó un árbol de fallas para que posteriormente se aplique un análisis de criticidad, seguido de un AMEF, con ayuda de estos análisis se realiza el cronograma del nuevo plan de mantenimiento necesario para aumentar la productividad, con que se obtuvo como resultado que al implementar el mantenimiento la disponibilidad de los equipos aumentó en un 16% y su productividad aumentó en 7%, así mismo se tiene que la inversión del proyecto es de S/.45 080, teniendo una recuperación en aproximadamente un año y siete meses.

Sosa Marchena (2018), brindo una implementación de un plan de mantenimiento utilizando la metodología RCM, para lo que se utilizaron como indicadores la confiabilidad, disponibilidad, eficiencia y eficacia, de esta forma realizar un plan adecuado e incrementar los indicadores mencionados, de esta manera aumentar la productividad, de esta forma se llegó al resultado de conseguir ahorrar un aproximado de S/.12 300,00 y aumentar la productividad en un 20,75% en aproximadamente 3 meses.

Macedo Sajami (2018), realizó un plan de mantenimiento basándose en la metodología RCM para que de esta forma se puede aumentar la productividad de la empresa, para lo que se utilizaron instrumentos como recolección de datos, la observación; dicha recolección de datos se analizó en el software SPSS. Para realizar esto, se utilizó en análisis de modos y efectos de falla, de esta manera determinar cuáles son los equipos con una alta criticidad y que causarían repercusiones negativas en todo el proceso, seguido de esto se hallaron los indicadores que miden que tan bueno es el mantenimiento que utiliza la empresa, posteriormente se creó y aplicó un nuevo plan de mantenimiento, dependiendo de los resultados del AMEF, para mejorar la productividad, teniendo como resultado que la productividad tuvo un incremento del 20%, a su vez, teniendo un incremento de 14% aproximadamente tanto en la eficacia como en la eficiencia.

Machacuay y Taipe (2019), incrementaron la productividad del área encargada la fabricación y reconstrucción de componentes de minería, pesca, construcción, entre otras áreas, para lo que se realizó inicialmente la aplicación directa de la metodología RCM, utilizando un análisis de modo y efectos de falla, determinando de esta manera los equipos más críticos en los que se les tiene que aplicar un mantenimiento de forma diferente, de esta forma, adecuando un plan dependiendo de las necesidades de los equipos, teniendo como resultado un incremento en la eficacia del 13%, en la eficiencia del 12%, de esta forma, se aumentó la productividad de un 62%, llegando a 84%.

Carranza Rojas (2020), propuso un plan de mantenimiento que ayude a aumentar la productividad dentro del proceso de sacos de la empresa, para esto se realizó un diagrama Pareto para verificar cuales son las principales fallas, a su vez se halla la productividad inicial de la empresa, se realizó un OEE para tener con mayor certeza los tiempos de producción, de falla, entre otros, posterior a esto se aplica el análisis de modos y efectos de falla, de esta forma determinar el mantenimiento adecuado, dependiendo de la necesidad de cada equipo. Se tuvo como resultado un incremento en la productividad del 5,5%, reduciendo el número de fallas en un 20%

En cuanto a las teorías y definiciones conceptuales de cada una de las variables de estudio tenemos la siguiente información:

De acuerdo a Zambrano y Rodríguez (2020), el término "mantenimiento industrial" se refiere a un conjunto de actividades destinadas a garantizar el correcto funcionamiento de las máquinas y equipos durante todo el proceso de fabricación con el fin de maximizar la producción.

De acuerdo a Sexto (2017), referente a la modificación de las actividades de diseño del activo, tenemos tres tipos de mantenimiento: Preventivo, correctivo y mejorativo. El mantenimiento preventivo es aquel que se realiza antes de que se presente la falla, este tipo de mantenimiento también es conocido como mantenimiento predeterminado. El mantenimiento mejorativo es aquel que está dirigido a crear cambios positivos sobre las características del activo, pero sin modificar las funciones originales del mismo, dentro de este tipo de mantenimiento también se encuentra el mantenimiento autónomo. El mantenimiento correctivo se divide en 2 tipos, el primero es el mantenimiento correctivo inmediato (cuando se realiza justo

después de que se presenta la falla) y el correctivo diferido (se requiere una programación); ambos tipos de mantenimiento correctivo están vinculados por el hecho de ejecutarse después del fallo funcional.

De acuerdo a Kumar (2020), existen dos factores que se deben de tomar en cuenta para la optimización de la disponibilidad y la productividad en los procesos, estos son la eficiencia corporativa y la satisfacción de los empleados.

De acuerdo a Melendres (2019), el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad o RCM es un proceso que tiene por objetivo determinar los requerimientos o requisitos de mantenimiento de determinado activo físico dentro de su contexto operacional. De acuerdo a la norma SAE JA1011, un proceso RCM debe de contener las siguientes preguntas básicas: ¿Cuáles son las funciones esperadas de los equipos o sistemas a analizar?, ¿Cuáles son las fallas funcionales que alteran el funcionamiento esperado de los equipos?, ¿Cuáles son las causas directas de los modos de falla?, ¿Cuáles serían las consecuencias de dichos modos de falla?, ¿Cuáles serían los efectos de dichos modos de falla?, ¿Cómo se puede predecir o prevenir las fallas?, ¿Qué procedimiento se debe de realizar en caso de no encontrarse ningún método predictivo?

El autor López (2019), proponen una metodología mejorada de implementación que consta de 6 pasos.

El primero hace referencia a realizar el análisis en sí, recopilar información necesaria acerca del activo, sistema o equipos a analizar. A su vez, también el autor recomienda hacer una entrevista al personal encargado del activo con el fin de recopilar información referente a requerimientos y problemas de desempeño (López 2019).

Al segundo paso lo denomina "Taxonomía" la cual realiza una clasificación de los equipos, sistemas y/o procesos en grupos genéricos con características comunes de acuerdo a localización, uso y tipo (Campos et al. 2019).

El tercer paso es realizar un análisis de modos y efectos de falla donde se trata de identificar cuál es la desviación de la función normal del equipos, sistema o proceso, asimismo en este paso se identifica de la consecuencia de la falla y a partir de un análisis profundo, cuál es su causa raíz; y también se puede incluir el cálculo de la tasa de fallas (Campos et al. 2019).

El cuarto paso hace referencia al cálculo del indicador NPR el cual mide el impacto de cada una de las fallas; para el cálculo de este indicador es necesario realizar la evaluación de 3 parámetros (severidad, detectabilidad y ocurrencia). (Campos et al. 2019).

El quinto y último paso, hace referencia a las actividades que se realizaron después del análisis como la asignación de los responsables para ejecutar las recomendaciones sugeridas en el análisis. (Campos et al. 2019).

El autor Quintanilla (2020) menciona que la implementación de RCM brinda grandes beneficios a la industria manufacturera al impactar positivamente en la productividad y en la seguridad de los procesos.

Los autores Andrade y Herrera (2021), mencionan que la implementación sistemática del RCM tiene un impacto positivo sobre los costos de mantenimiento correctivo al reducirlos en gran medida y mejorar la confiabilidad de los equipos.

Ocampo y otros (2020) menciona que el monitoreo de la efectividad de la gestión del mantenimiento debe de realizarse utilizando unos indicadores asociados a eficiencia, productividad, organización y recursos humanos, así como a servicios externos, costos y resultados técnicos.

El tiempo promedio entre fallas (MTBF) hace referencia al tiempo promedio que el equipo funciona con el nivel de capacidad esperado y sin interrupciones dentro de un periodo específico, básicamente este indicador resulta ser una medida de fiabilidad (Ocampo, de la Cruz y Ortiz 2020). La fórmula de cálculo se presenta a continuación:

$$MTBF = \frac{\textit{Tiempo real de operación}}{\textit{Número de reparaciones}}$$

El tiempo promedio de la reparación (MTTR) hace referencia a la efectividad de la capacidad de restituir un equipo a condiciones normales una vez la falla se ha materializado, asimismo este indicador es una medida del reparto del tiempo de reparación de un equipo dentro de un periodo determina y a diferencia del MTBF, el MTTR es un indicador de mantenibilidad(Ocampo, de la Cruz y Ortiz 2020). La fórmula de cálculo se presenta a continuación:

$$MTTR = \frac{\textit{Tiempo total de mantenimiento}}{\textit{Número de repaciones}}$$

La disponibilidad operativa es un indicador que establece la capacidad que tiene un equipo de hacer una función determinada bajo condiciones específicas dentro de un periodo determinado, en este caso se asume que todos los recursos externos son suministrados (Ocampo, de la Cruz y Ortiz 2020). La fórmula de cálculo se presenta a continuación:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo real de operación}}{\text{Tiempo de operación programado}}$$

De acuerdo con Ocampo y otros (2020), la confiabilidad hace referencia a la confianza que se le tiene a un equipo, sistema o proceso para que desarrolle la función requerida dentro de un periodo de tiempo establecido y bajo condiciones estandarizadas; asimismo se menciona que la confiabilidad es la probabilidad de que un equipo, proceso o sistema puede realizar la función requerida dentro de un intervalo de tiempo establecido y bajo condiciones definidas. La fórmula de cálculo se presenta a continuación:

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

Según Fontalvo y otros (2017), señala que la productividad es la relación que existe entre la producción total y los recursos utilizados para obtener esa producción. Como resultado, se puede decir que la división de producción y entrada es productividad. Productividad es la relación existente entre el total de producción y los recursos utilizados para llegar a ese nivel de producción, por lo tanto, se podría decir que la división de las salidas y las entradas. De esta manera, podemos decir que la productividad es una medida que muestra qué tan eficientemente trabajamos los recursos y el capital proporcionado por la empresa para convertirlo en servicio o producto brindado; por ello, la productividad se relaciona con la eficiencia y la eficacia.

Sin embargo, Calvo et al. (2018) indican que la eficiencia se relaciona con los recursos utilizados con los resultados obtenidos, es decir mientras, menos capacidad de recursos empleados se obtenga y se tengan los mismos resultados, el trabajador será más eficiente.

Mientras que, Flores et al. (2020), definen que la eficacia son los objetivos realizados en relación con las metas organizacionales. Para ser eficaz se deben poner como prioridad las tareas que permitan alcanzar de una forma adecuada las

metas de la empresa. También, indica que la productividad en servicio es la relación entre la salida deseada y la entrada. La fórmula es:

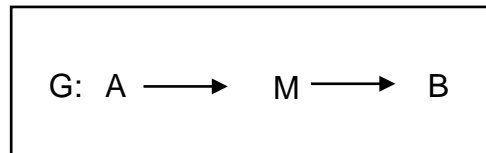
$$Productividad = \frac{Salidas}{Entradas}$$

III.METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación:

De acuerdo Gallardo (2017) Un estudio de investigación aplicada es aquel que busca generar conocimiento a través de aplicaciones directas a problemas sociales o industriales. El presente estudio intentó aumentar la productividad de las actividades fijas mediante el uso de Mantenimiento Confidencial, y este método se utilizó en una empresa agrícola. Es por ello que esta investigación es de tipo aplicado.

De acuerdo a Hernández-Sampieri (2018). Una investigación de diseño preexperimental es aquella en la que el investigador se aproxima a una investigación puramente experimental, pero carece de los recursos de control que le otorgan validez interna. Además, se menciona que en un estudio preexperimental se mide a un sujeto antes y después de la aplicación de la variable independiente. En el presente proyecto de investigación se evaluó el valor de la productividad de los activos fijos antes y después del uso de la metodología RCM, el esquema se presenta a continuación:



En donde:

G: Grupo de sujetos a evaluar

A: Productividad inicial (Evaluación pre-aplicación de la variable independiente).

M: Variable independiente (la metodología RCM).

B: Productividad final (Evaluación post aplicación de la variable independiente).

3.2. Variables y Operacionalización:

Variable independiente: Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad

- **Definición conceptual:** De acuerdo a Ramírez y otros (2021), RCM, o mantenimiento centrado en la confiabilidad, es un método para detectar

fallas ocultas para que una actividad física continúe desempeñando la función para la que fue diseñada.

- **Definición operacional:** De acuerdo a Paoprasert y otros (2022), es necesario adquirir conciencia de la situación actual cuando se implementa una mejora en el manejo del mantenimiento, para ello deben de usar indicadores tales como: Confiabilidad, Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF) y Tiempo Medio de Reparación (MTTR).

- **Indicadores:**

- Tiempo medio de reparación (MTTR):

$$\frac{\textit{Tiempo total de mantenimiento}}{\textit{Número de reparaciones}}$$

- Tiempo medio entre fallas (MTBF)

$$\frac{\textit{Tiempo real de operación}}{\textit{Número de reparaciones}}$$

- Confiabilidad

$$\frac{\textit{MTBF}}{\textit{MTBF} + \textit{MTTR}}$$

Variable dependiente: Productividad

- **Definición conceptual:** Según, los autores Fontalvo y otros (2017), señala que la productividad es la relación que existe entre el volumen total de producción y los recursos utilizados para lograr la meta de producción.
- **Definición operacional:** De acuerdo a Sakib y Wuest (2018), la productividad se mide mediante el cociente entre las cantidades y/ o servicios producidos y los recursos empleados para dicho cociente.

- **Indicadores:**

- Eficiencia

$$\frac{\textit{Horas trabajadas}}{\textit{Horas programadas}}$$

- Eficacia

Hectáreas trabajadas
Hectáreas programadas

En este punto, cabe mencionar que se realizó una matriz de operacionalización de variables la cual se aprecia en el Anexo N. °01,

3.3. Población, muestra y muestreo:

Población: se considera como población a las 200 máquinas fumigadoras del área de sanidad de la empresa agropecuaria donde se realizó la presente investigación.

- **Criterio de inclusión:** fumigadoras que pertenezcan al área de sanidad de la empresa agropecuaria
- **Criterio de exclusión:** fumigadoras de otras áreas, maquinaria de otro tipo, equipos fuera de servicio, equipos de otras áreas.

Muestra: la muestra queda reducida a 10 máquinas fumigadoras de los modelos Curtain y Arbus pertenecientes al área de sanidad de la empresa agropecuaria, ya que son las más comunes y por ende presentan mayores facilidades al momento de la recopilación de información.

Muestreo: por conveniencia de manera que se realizó el análisis sobre aquellas unidades representativas de los activos fijos que presenten características similares entre sí.

Unidad de análisis: mi unidad de análisis seleccionado es una fumigadora del modelo Arbus Valencia y una fumigadora del modelo AirCurtain.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Las técnicas e instrumentos que se usaron en la presente investigación tienen la finalidad de brindar datos cuantitativos y cualitativos referentes a la gestión actual del mantenimiento en el área de sanidad.

Tabla 1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Variable	Técnica	Instrumento	Fuente
Mantenimiento centrado en la confiabilidad	Observación directa	Checklist (ver Anexo N. °2)	Área de sanidad
	Recopilación documental	Ficha de datos (ver Anexo N. °3)	Registros de mantenimiento del área de sanidad
Productividad	Recopilación documental	Ficha de datos (ver Anexo N. °4)	Registros de aplicación Registros de trabajo de HH

La tabla 1 muestra las técnicas e instrumentos que se usó en la recopilación de datos para la presente investigación. La primera técnica hace referencia a la observación directa del área de trabajo, para lo cual se usó un checklist con ítems relacionados a una correcta gestión del mantenimiento a nivel general. La segunda técnica hace referencia a la recopilación documental para la cual se usó como instrumentos las fichas de datos con la finalidad de recopilar la información necesaria para el cálculo de los indicadores de gestión del mantenimiento y a su vez, llevar un registro más controlado de los mantenimientos aplicados al área.

Para determinar la validez y la confiabilidad de los instrumentos a usar, se realizó una evaluación a través del juicio de 3 profesionales expertos en el área quienes determinaron si los instrumentos mencionados brindan realmente la información requerida (Anexo 22-23-24).

3.5. Procedimientos

En la página siguiente se muestra el procedimiento que siguió la presente investigación:

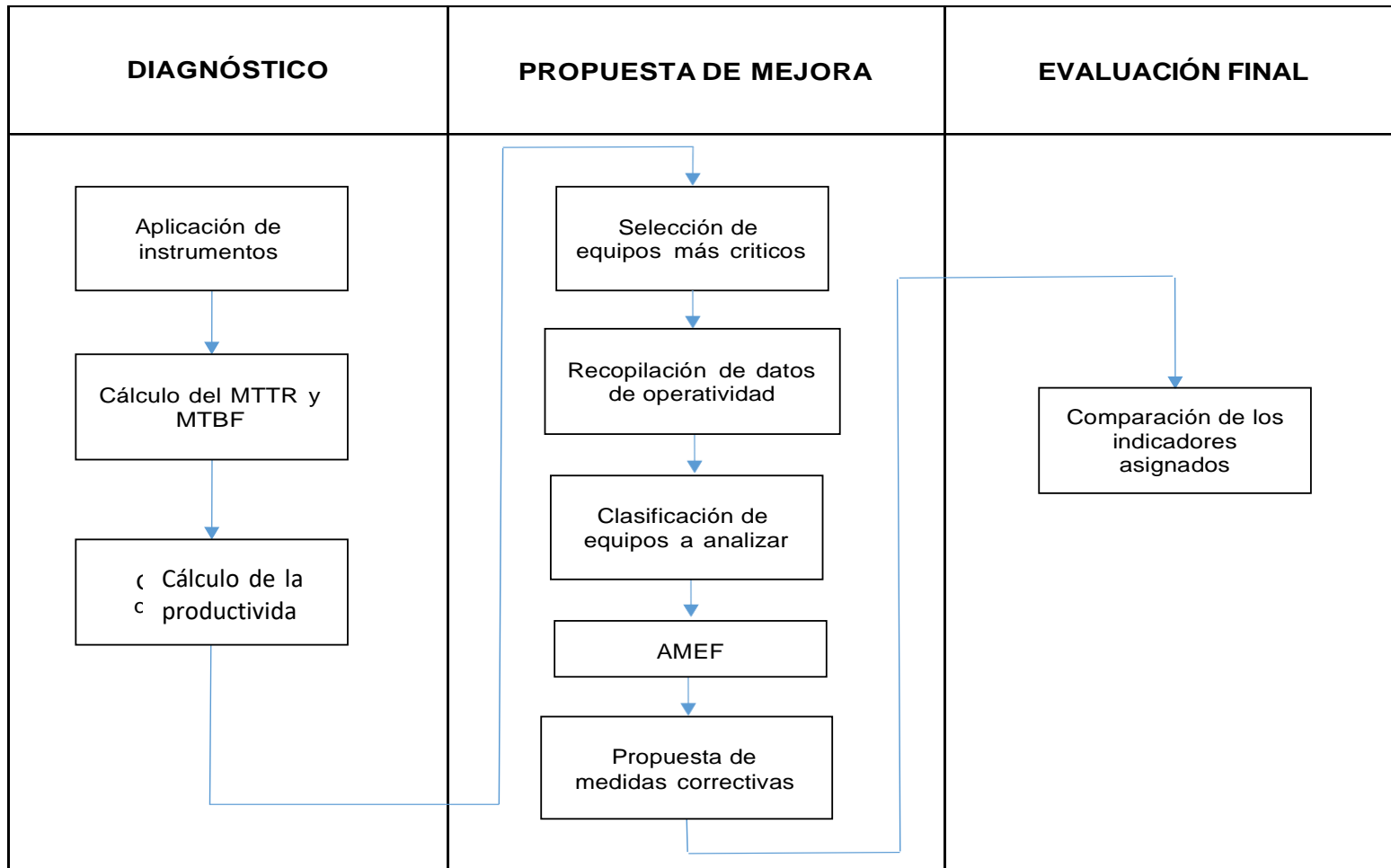


Figura 1. Procedimiento de la investigación

Como primer punto se realizó el diagnóstico inicial de, utilizando una checklist, de esta forma comprobar cuál es el estado actual de los diferentes equipos. Una vez se tiene los datos iniciales, se realizan los cálculos de MTTR y MTTR, de esta forma se puede hallar la confiabilidad inicial de los equipos antes de aplicar la metodología RCM y determinar la productividad inicial.

Como segundo punto se realizó la propuesta de mejora, que consta en utilizar la metodología RCM, con la información obtenida anteriormente se seleccionan los equipos más críticos, para poder realizarle un análisis AMEF a estos, de esta forma determinar las fallas más comunes y plantear posibles soluciones para evitar los tiempos muertos, de esta manera lograr aumentar la productividad.

Finalmente, se realizó una nueva inspección y medición, una vez ya se haya realizado el nuevo plan de mantenimiento, nuevamente se realiza el cálculo de MTTR, MTBF y confiabilidad, de esta manera veremos los cambios en la productividad.

3.6. Método de análisis de datos:

Los métodos de análisis de información que se utilizaron en el presente proyecto de investigación con enfoque cuantitativo son los siguientes:

Las estadísticas descriptivas se utilizaron para comparar los valores de los indicadores asignados mediante tablas y gráficos. De manera similar, se emplearon tablas de frecuencia en la creación de gráficos de Pareto. Se utilizó la prueba estadística inferencial para contrastar la hipótesis propuesta por la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, y luego se utilizó cualquier prueba paramétrica o no paramétrica dependiendo del tipo de distribución de los datos.

3.7. Aspectos éticos

El presente proyecto tuvo en cuenta la metodología y reglas propuestas por la Universidad César Vallejo, además de asegurar que los resultados obtenidos para el desarrollo de la investigación sean veraces evitando cualquier tipo de plagio, siguiendo el proceso de registro de Turnitin. Se consideró la autorización de los involucrados en el estudio, así como los principios de originalidad, honestidad y autenticidad de los datos; asimismo, el investigador se comprometió a respetar los derechos de los autores que contribuyeron a este trabajo con su investigación. Finalmente, se confirmó que la estructura de trabajo de investigación y publicación está basada en la norma ISO 690.

IV. RESULTADOS

4.1. Productividad actual de los activos fijos del área de sanidad de una empresa Agroindustrial

4.1.1. Reseña sobre la empresa Agroindustrial

Es una empresa multinacional líder en Perú en el sector agricultura, sus operaciones empezaron en 1997, ubicada inicialmente en La Libertad a aproximadamente 600 km de la capital, Lima.

Actualmente la empresa se encuentra en el tope de la tabla en lo que a agroexportaciones se refiere, por lo que cuenta con 7 000 puestos de trabajos directos y, ante la gran demanda, llega a más de 10 000 en temporadas altas.

Al presente, la empresa tiene más de 25 000 hectáreas, en diferentes zonas como Chao, Piura y Virú, ubicadas al norte del Perú. Cuenta con 6 plantas para diferentes procesos, 3 de ellas son para conservas, 2 para productos frescos y una de productos congelados, también cuenta con su empresa de empaquetado de frutas.

La empresa agroindustrial, ahora, es considerada el mayor exportador del mundo de espárragos y a su vez, es mencionada como la mayor productora de palta en el globo. Cuenta con 2454 hectáreas de palta, 2634 de espárragos, 452 de uvas, 415 de mangos y 101 de mandarinas.

La misión y visión de la empresa es la siguiente:

Misión

Ser líder mundial en el cultivo, procesamiento y comercialización de frutas y hortalizas de alta calidad, basados en una gestión ética y eficiente que asegure la sostenibilidad de nuestro negocio en el largo plazo.

Visión

Satisfacer de manera confiable las necesidades de frutas y hortalizas de nuestros clientes y consumidores alrededor del mundo con eficiencia, calidad y responsabilidad.

La empresa Agroindustrial se encuentra ubicada en la carretera Panamericana, cerca al distrito de Chao, perteneciente al departamento de La Libertad. Se puede apreciar en la siguiente figura.



Figura 2. Croquis de ubicación de la empresa Agroindustrial

Fuente: Google Maps

La estructura de la organización se puede ver en la siguiente página, en la figura 3. Dentro del organigrama se resalta el área de operaciones de la gerencia general de Fruits & Vegetables, ya que es el área encargada de la utilización de la maquinaria para fumigar.

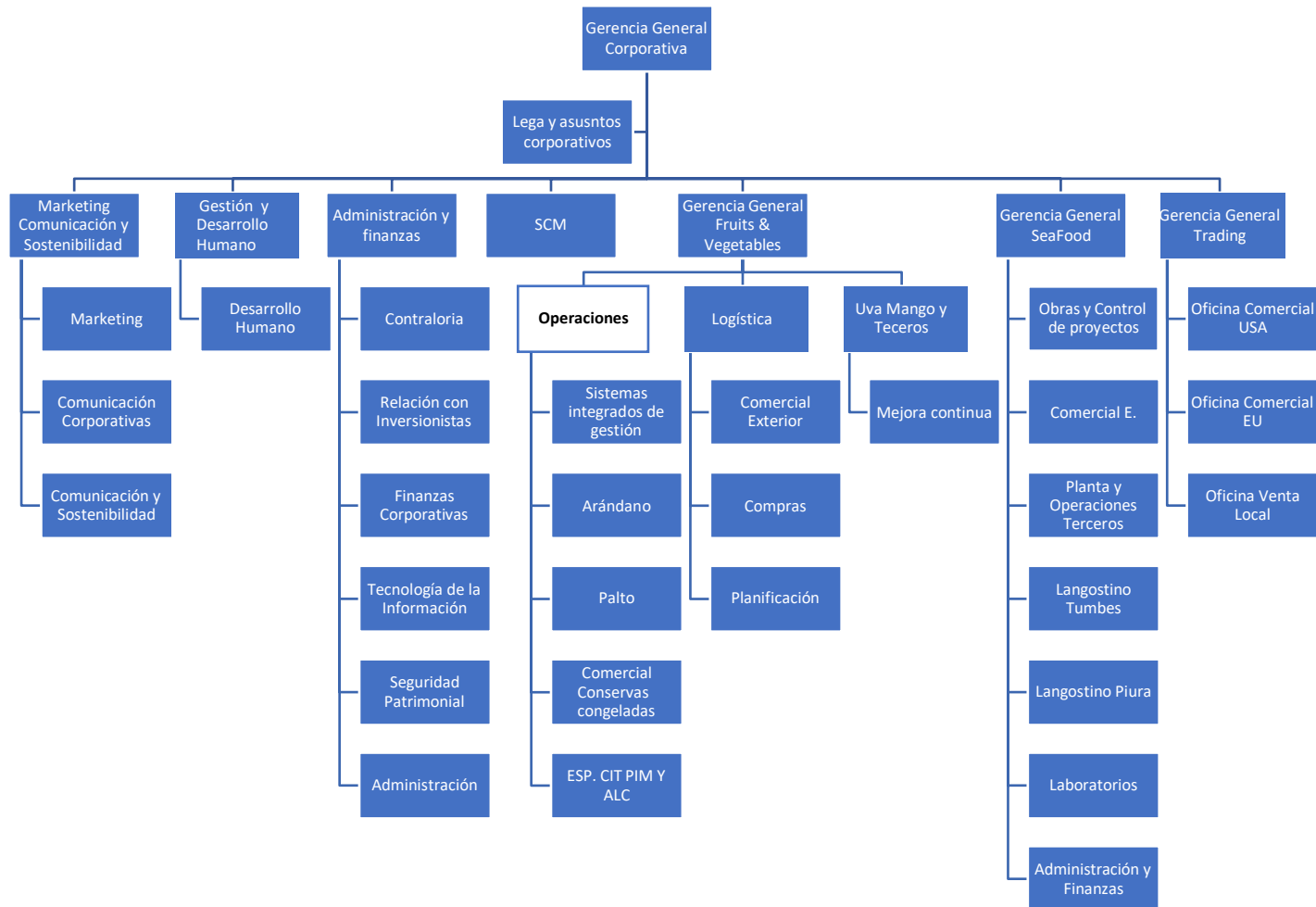


Figura 3. Organigrama de la empresa Agroindustrial

Fuente: Elaboración propia

El flujograma del proceso productivo de la empresa se puede apreciar en la figura 4.

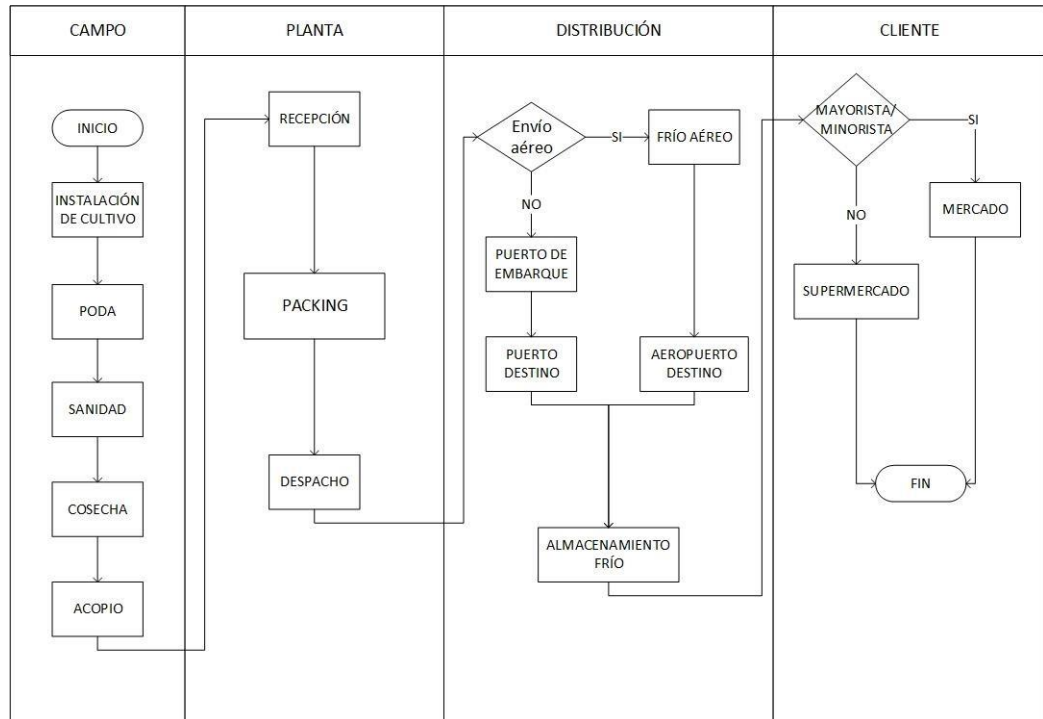


Figura 4. Flujograma

Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Situación actual

El estudio se centró en el proceso de campo, en las labores de fumigación y control de plagas que corresponden al área de control de operaciones. En el proceso de fumigación se utilizan dos fluidos, químicos pesticidas para evitar plagas y enfermedades, y foliaros, que contienen una mezcla de hormonas y nutrientes para las plantas. Se suele utilizar aproximadamente 2000 litros de químicos por cada hectárea y de 600 a 800 litros de foliares por hectárea.

La muestra estudiada corresponde a las máquinas fumigadoras de dos modelos, Arbus Valencia 2000 y Aircurtain AC 1000, estas cuentan con los siguientes componentes y accesorios

Tabla 2. Componentes y accesorios de Arbus Valencia 2000 y Aircurtain AC 1000

COMPONENTES Y ACCESORIOS	
Arbus Valencia	Aircurtain AC 1000
Tanque de llenado del producto	Tanque de producto
Bomba defensiva	Bomba centrífuga
Ventilador y turbinas	Bomba hidráulica
Rodamientos	Motores hidráulicos
Fajas y correas	Control hidráulico
Llantas	Electroválvulas
Reguladores de presión	Mangueras hidráulicas
Unidades de presión	Mangueras de circuito de agua
Mangueras	Llantas y rodamientos
	Conjunto multiplicador
	Ventiladores

Fuente: Elaboración propia

Este modelo de fumigadora, usualmente, presenta las siguientes fallas.

Tabla 3. Fallas en Arbus Valencia 2000

FALLAS
Mangueras picadas
Rodamientos averiados
Fugas de aceite por bomba defensiva
Llantas en mal estado
Ruptura de fajas

Fuente: Elaboración propia

Del mismo modelo, tenemos en las siguientes tablas las usuales reparaciones que se les da, así como el mantenimiento preventivo con el que cuenta y la frecuencia del mismo.

Tabla 4. Mantenimiento correctivo Arbus Valencia 2000.

REPARACIONES
Reparación de bomba defensiva
Reparación del turbo
Reparación de la estructura general
Reparación del comandovar

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Mantenimiento preventivo Arbus Valencia 2000.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Cada (Hrs)
Cambio de aceite de bomba defensiva	150
Cambio de fajas de la turbina	1000
Cambio de reguladores y unidad de presión	500

Fuente: Elaboración propia

De igual forma, la siguiente tabla muestra las fallas frecuentes en el modelo mencionado.

Tabla 6. Fallas en Aircurtain AC 1000

FALLAS
Mangueras picadas
Electroválvulas no funcionan
Motores en mal estado
Presión hidráulica baja
Sistema eléctrico defectuoso

Fuente: Elaboración propia

Las reparaciones usuales en el modelo Aircurtain AC 1000 se puede ver en la siguiente tabla, de la misma forma en la tabla 9 se puede apreciar la frecuencia del mantenimiento preventivo que se aplica.

Tabla 7. Mantenimiento correctivo de Aircurtain AC 1000

REPARACIONES
Bomba centrífuga averiada
Motores hidráulicos en mal estado
Conjunto multiplicador averiado
Bomba hidráulica deteriorada
Reparación de ventiladores

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Mantenimiento preventivo de Aircurtain AC 1000

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Cada (Hrs)
Cambio de aceite del conjunto multiplicador	500
Cambio de aceite del sistema hidráulico	1000

Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Cálculo de productividad

Considerando lo mencionado anteriormente y, tomando un periodo de toma de mediciones de 3 meses, se obtuvo como resultado que la eficiencia de 64% en noviembre, 71% en diciembre y 65% en enero, del modelo Arbus. También se calculó la eficacia, teniendo los mismos valores que la eficiencia en cada mes. El promedio de productividad dentro de los tres meses de muestra es de 48%. Se puede apreciar el cálculo más detallado en el Anexo 5.

Tabla 9. Productividad Arbus Valencia 2000

	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
NOVIEMBRE	64%	64%	46%
DICIEMBRE	71%	71%	51%
ENERO	65%	65%	47%
PROMEDIO	67%	67%	48%

Fuente: Elaboración propia

Para el modelo AirCurtain 1000 se obtuvo una eficiencia de 65% en noviembre, de 69% en diciembre y de 68% en enero, de la misma forma se calculó la eficacia, obteniendo los mismos valores. Por lo que se tuvo una productividad promedio en los tres meses de 46%. En el Anexo 6 hay una tabla detallada sobre el segundo modelo.

Tabla 10. Aircurtain 1000

	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
NOVIEMBRE	65%	65%	44%
DICIEMBRE	69%	69%	48%
ENERO	68%	68%	48%
PROMEDIO	68%	68%	46%

Fuente: Elaboración propia

4.2. Diagnóstico del estado de mantenimiento de los activos fijos

Considerando el mantenimiento con el que cuenta actualmente la empresa Agroindustria, se realizaron diferentes tablas por mes, donde se logra ver las fallas que existen durante el mes, así como el mantenimiento que se realiza (resaltado de color naranja), esto se puede ver a detalle en el Anexo 6.

Tenemos una tabla resumen de los indicadores hallados en los tres meses tomados como diagnóstico, pre implementación del plan de mantenimiento.

Tabla 11. Resumen de indicadores de Arbus Valencia 2000

	MTTR	MTBF	CONFIABILIDAD
NOVIEMBRE	3,28	2,88	46,75%
DICIEMBRE	2,2581	3,2258	58,82%
ENERO	2,9259	2,8889	49,68%
PROMEDIO			51,75%

Fuente: Elaboración propia

Se trabajó de la misma forma para el modelo AirCurtain 1000, con la creación de tablas para los tres primeros meses pre implementación, se puede ver a detalle en el Anexo 8.

La tabla resumen de los indicadores es la siguiente.

Tabla 12. Resumen de indicadores de AirCurtain 1000

	MTTR	MTBF	CONFIABILIDAD
NOVIEMBRE	2,8621	2,5517	47,13%
DICIEMBRE	2,3438	2,8125	54,55%
ENERO	2,5333	2,9333	53,66%
PROMEDIO			51,78%

Fuente: Elaboración propia

4.3. Plan de mantenimiento

Para realizar el plan de mantenimiento de manera adecuada, teniendo en cuenta la utilización de la metodología RCM, se procedió a realizar un análisis de modos y efectos de falla, donde sabemos cuales son las fallas más críticas que se deben evitar en la medida de lo posible.

Considerando el siguiente criterio de evaluación

Tabla 13. Criterio de evaluación de AMEF

CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE SEVERIDAD, OCURRENCIA Y DETECCIÓN			
Valor	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)
10	Peligro imprevisible	Muy alta	Casi imposible
9	Peligro previsible	Falla es casi inevitable	Muy remota
8	Muy alto	Alta	Remota
7	Alto	Fallado frecuentemente	Mínima
6	Moderado	Moderada	Muy baja
5	Bajo	Experimento fallas	Baja
4	Muy bajo	Ocasional	Altamente moderada
3	Pequeño	Baja	Moderado
2	Muy pequeño	Muy baja	Muy alta
1	Ninguno	Remota	Casi seguro

Teniendo en cuenta que el valor de NPR, el cual se halla multiplicando la severidad con la ocurrencia y la detección, tenemos el siguiente rango

- 0: NO existe falla
- 1-124: Riesgo de falla bajo
- 125-499: Riesgo de falla medio
- 500-1000: Riesgo de fallo alto

Tabla 14. AMEF Arbus Valencia 2000

Modos de fallo	Efecto potencial del fallo	SEVERIDAD (S)	Causa potencial del fallo	OCURRENCIA (O)	Controles actuales	DETECCIÓN (D)	Número prioritario del riesgo (NPR)	Riesgo de fallo
Mangueras picadas	Fuga de pesticida	7	Resecamiento por mal cuidado o mal almacenamiento	5	Control visual	5	175	FALLO MEDIO
Rodamientos averiados	Fallo total del equipo	7	Mala lubricación de los sistemas	5	Control visual	7	245	FALLO MEDIO
Fugas por bomba defensiva	Fuga de aceite corrosivo	5	Bomba dañada por golpe	5	Mantenimiento	3	75	FALLO BAJO
Llantas en mal estado	Parada del equipo	6	Utilización de repuesto no adecuado	6	Control visual	5	180	FALLO MEDIO
Ruptura de faja	Fallo total del equipo	8	Utilización de repuesto no adecuado	6	Mantenimiento	3	144	FALLO MEDIO

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. AMEF AirCurtain 1000

Modos de fallo	Efecto potencial del fallo	SEVERIDAD (S)	Causa potencial del fallo	OCURRENCIA (O)	Controles actuales	DETECCIÓN (D)	Número prioritario del riesgo (NPR)	Riesgo de fallo
Mangueras picadas	Fuga de pesticida	5	Resecamiento por mal cuidado o mal almacenamiento	5	Control visual	5	125	FALLO MEDIO
Electroválvulas no funcionan	Falla total del equipo	8	Mantenimiento deficiente	6	Control visual	8	384	FALLO MEDIO
Fallo de motor	Falla total del equipo	8	Mantenimiento deficiente	5	Control visual	7	280	FALLO MEDIO
Presión hidráulica baja	Mala distribución de pesticida	6	Uso de malos repuestos	6	Mantenimiento	3	108	FALLO BAJO
Falla en sistema eléctrico	Incendio	10	Uso de malos repuestos	3	Mantenimiento	3	90	FALLO BAJO

Fuente: Elaboración propia

4.3.1. Actividades correctivas

Considerando las fallas comunes, de los equipos, se realizó una tabla de las nuevas medidas de prevención para evitar fallos o paradas inesperadas.

Tabla 16. Fallas y actividades correctivas

FALLAS	RIESGO	CAMBIO	INSPECCIÓN	MANT.	MEDICIÓN
Mangueras picadas	MEDIO	x			
Electroválvulas no funcionan	MEDIO			x	
Fallo de motor	MEDIO			x	
Presión hidráulica baja	BAJO				x
Falla en sistema eléctrico	BAJO		x		
Rodamientos averiados	MEDIO	x			
Fugas por bomba defensiva	BAJO			x	
Llantas en mal estado	MEDIO	x			
Ruptura de faja	MEDIO	x			

Fuente: Elaboración propia

4.3.2. Propuesta del plan de mantenimiento

Para realizar el plan de mantenimiento se debe seguir cierto control al realizar cada actividad, para lo que se necesitan ciertas herramientas, las cuales se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 17. Actividades e instrumentos del plan de mantenimiento

ACTIVIDAD	INSTRUMENTO
Cambio	Hoja de cambios
Inspección	Hoja de inspección
Medición	Hoja de medición
Mantenimiento	Registro de mantenimientos

Fuente: Elaboración propia De la misma forma se realizó un cronograma para realizar las actividades mencionadas anteriormente, de esta forma tener un control completo del mantenimiento aplicado.

Tabla 18. Cronograma Abril

		ABRIL																								
Arbus Valencia AirCurtain	DÍA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
	CAMBIO																									
	INSPECCIÓN																									
	MEDICIÓN																									
	MANT.																									

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Cronograma Mayo

		MAYO																								
Arbus Valencia AirCurtain	DÍA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
	CAMBIO																									
	INSPECCIÓN																									
	MEDICIÓN																									
	MANT.																									

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Cronograma Junio

		JUNIO																							
DÍA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Arbus Valencia AirCurtain	CAMBIO																								
	INSPECCIÓN																								
	MEDICIÓN																								
	MANT.																								

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta que el color celeste en el cronograma hace referencia a los equipos del modelo Arbus Valencia y el color verde, a los equipos del modelo AirCurtain.

Descripción del cronograma:

- Las inspecciones se realizan dejando un día, se revisa a detalle cada parte de la máquina, haciendo énfasis en los puntos en los que suele fallar como mangueras, rodamiento, llantas, fajas, sistema eléctrico, electroválvulas, bombas, entre otros. Esto ayuda a verificar cuales son las piezas que necesitan de un cambio en el próximo mantenimiento. Al finalizar la inspección detallada, se llena la ficha específica para tener un control de lo observado.
- Se realiza la toma de medición de presión hidráulica al cuarto día, de esta forma se mantiene el flujo necesario para realizar el trabajo programado. De igual forma se debe realizar el llenado de la ficha adecuada, esto ayuda a mantener un orden y un control, verificando las necesidades para el mantenimiento establecido.
- El mantenimiento cambió a ser mensual en el equipo Arbus Valencia (este se daba cada dos meses aproximadamente, 150h) y mensual en el equipo AirCurtain (se daba al cuarto mes aproximadamente, 1000h), se brinda el mantenimiento necesario a las electroválvulas, motores y bombas; acá se establecen a la vez los cambios de las piezas en mal estado, para evitar una nueva parada innecesaria en los activos, el mantenimiento dado está establecido por el fabricante, de esta manera se incrementa el tiempo de vida de los equipos. De igual forma que en la medición y la inspección, para realizar el mantenimiento es necesario llenar un control, de igual manera, si es indispensable realizar un cambio de piezas, también se debe llenar una ficha para mantener el registro.

4.4. Productividad de los activos fijos del área de sanidad posterior a la implementación del plan de mantenimiento.

4.4.1. Indicadores de mantenimiento.

Considerando el nuevo plan de mantenimiento, y de esta manera, el cronograma planteando, se obtuvieron datos en los tres primeros meses de implementación, considerando un cambio en el usual mantenimiento que se le daba cada determinada hora, el mantenimiento programado se logra ver resaltado de color verde. También se logra apreciar el decrecimiento del tiempo de muerto, así como el número de fallas, todo esto detallado se encuentra en el Anexo 17.

Se realizó una tabla resumen de los nuevos indicadores hallados en los tres meses posteriores a la implementación del nuevo plan de mantenimiento, obtenido lo mostrado en la siguiente tabla.

Tabla 21. Resumen de indicadores Arbus Valencia 2000

	MTTR	MTBF	CONFIABILIDAD
ABRIL	30	58	65,91%
MAYO	18,6667	41,3333	68,89%
JUNIO	12,2	22,8	68,14%
PROMEDIO			66,65%

Fuente: Elaboración propia

De la misma forma, se tomaron los datos obtenidos de la implementación del nuevo plan de mantenimiento del modelo AirCurtain 1000, realizando también un cambio en el tiempo de mantenimiento anterior y a su vez reduciendo el número de fallas registradas, las tablas detalladas están en el Anexo 19.

Asimismo, se elaboró una tabla resumen con los nuevos indicadores de mantenimiento hallados posterior a la implementación, del modelo AirCurtain 1000.

Tabla 22. Resumen de indicadores AirCurtain 1000

	MTTR	MTBF	CONFIABILIDAD
ABRIL	17	32	65,31%
MAYO	28	58	67,44%
JUNIO	17,6667	37,3333	67,88%
PROMEDIO			66,88%

Fuente: Elaboración propia

4.3.2. Productividad posterior a la implementación del plan de mantenimiento.

Se tomaron medidas de la eficiencia y la eficacia en los tres meses posteriores a la implementación del nuevo plan de mantenimiento, teniendo como resultado para el modelo Arbus Valencia 2000, abril tuvo una eficiencia del 73%, mayo de 75% y junio de 73%, los valores de la eficacia fueron los mismos que los de la eficiencia, por lo que la productividad promedio de los tres meses es de 60%. Se pueden ver más detalles en el anexo 14.

Tabla 23. Productividad de Arbus Valencia 2000 post aplicación

MES	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
ABRIL	73%	73%	59%
MAYO	75%	75%	62%
JUNIO	73%	73%	59%
PROMEDIO	74%	74%	60%

Fuente: Elaboración propia

De igual manera, se realizaron las mediciones correspondientes para el modelo AirCurtain 1000, obteniendo una eficiencia para el mes de abril de 75%, para el mes de mayo fue de 75% y para el mes de junio fue de 76%, la eficacia obtuvo los mismos valores por mes, por lo que se tiene una productividad promedio de 59%. Se pueden ver los valores con más detalles en el anexo 15.

Tabla 24. Productividad de AirCurtain 1000 post aplicación

MES	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
ABRIL	75%	75%	59%
MAYO	75%	75%	58%
JUNIO	76%	76%	60%
PROMEDIO	75%	75%	59%

Fuente: Elaboración propia

4.5. Análisis económico

Para realizar el análisis económico se consideró el valor de la inversión inicial en los meses de implementación, teniendo en cuenta la capacitación necesaria, el servicio de creación del AMEF y las órdenes de trabajo, así como la compra de repuestos generales indispensables para evitar paradas prolongadas. Esto se puede ver en la siguiente tabla.

Tabla 25. Inversión inicial

Inversión	
Capacitación	S/ 2 000,00
Servicio	S/ 800,00
Repuestos	S/ 2 200,00
TOTAL	S/ 5 000,00

Fuente: Elaboración propia

Dentro de los egresos se consideraron los gastos de mantenimiento que son necesarios, dando un valor total de S/.1 500 mensuales.

Se consideró para los ingresos, la diferencia del aumento de producción, contando que la ganancia por producción es de \$2,50 a \$3,00 por hora trabajada. A su vez, al trabajar una mayor cantidad de horas, el salario de los trabajadores por horas producidas es un beneficio para la empresa, para esto, el funcionamiento de las máquinas cuenta con 1 operario por equipo, 3 abastecedores y 1 supervisor del encargado.

Teniendo como resultado, la siguiente tabla.

Tabla 26. Salario de empleados

	Cantidad	Costo h	Costo día	Costo mes
Supervisor	1	S/ 9,17	S/ 91,67	S/ 2 200,00
Operarios	10	S/ 5,83	S/ 58,33	S/ 1 400,00
Abastecedores	3	S/ 3,92	S/ 39,19	S/ 940,56

Fuente: Elaboración propia

De esta forma se calcularon los ingresos, egresos e inversión inicial para realizar el flujo de caja.

Tabla 27. Flujo de caja

Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inversión													
Plan RCM	S/5000,00												
Total de inversión	S/5000,00												
Egresos													
Gastos mensuales		S/1500,00	S/1500,00	S/1500,00	S/1500,00	S/1500,00	S/1500,00	S/1500,00	S/1500,00	S/1500,00	S/1500,00	S/1500,00	S/1500,00
Total de egresos	S/5000,00	S/1500,00	S/1500,00	S/1500,00	S/1500,00	S/1500,00	S/1500,00	S/1500,00	S/1500,00	S/1500,00	S/1500,00	S/1500,00	S/1500,00
Beneficios													
Producción		S/2774,00	S/2774,00	S/2774,00	S/2774,00	S/2774,00	S/2774,00	S/2774,00	S/2774,00	S/2774,00	S/2774,00	S/2774,00	S/2774,00
Personal		S/2745,40	S/2745,40	S/2745,40	S/2745,40	S/2745,40	S/2745,40	S/2745,40	S/2745,40	S/2745,40	S/2745,40	S/2745,40	S/2745,40
Total de beneficios	S/ -	S/5519,40	S/2745,40	S/2745,40	S/2745,40	S/2745,40	S/2745,40	S/2745,40	S/2745,40	S/2745,40	S/2745,40	S/2745,40	S/2745,40
Flujo de caja	- S/5000,00	S/4019,40	S/1245,40	S/1245,40	S/1245,40	S/1245,40	S/1245,40	S/1245,40	S/1245,40	S/1245,40	S/1245,40	S/1245,40	S/1245,40
Utilidad acumulada	- S/5000,00	-S/980,60	S/264,80	S/1510,20	S/2755,60	S/4001,00	S/5246,40	S/6491,80	S/7737,20	S/8982,60	S/10228,00	S/11473,40	S/12718,80

Fuente: Elaboración propia

De esta forma se determinaron los indicadores económicos VAN y TIR, así como el costo beneficio, se puede mostrar en la siguiente tabla.

Tabla 28. Indicadores económicos

VAN	S/4609,84
TIR	40,5%
TMAR	13,6%
B/C	2,11

Fuente: Elaboración propia

De esta forma se puede decir que se obtuvo un VAN de S/.4 609,84; un TIR de 40,5% y un valor costo beneficio de 2,11. Estos datos se evaluaron a lo largo de 12 meses.

Análisis del efecto de la metodología de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad sobre la productividad de los activos fijos del área de sanidad de una empresa Agroindustrial

Eficiencia

Para el modelo AirCurtain el promedio de eficiencia en el pre-test fue 67.5%, con una desviación estándar de 4.53 y en el post-test, la eficiencia promedio fue de 78.47% con una desviación estándar de 4.28.

Para el modelo Arbus Valencia el promedio de eficiencia en el pre-test fue 66.81%, con una desviación estándar de 9.50 y en el post-test, la eficiencia promedio fue de 73.75% con una desviación estándar de 16.75.

Eficacia

Para el modelo AirCurtain el promedio de eficacia en el pre-test fue 67.5%, con una desviación estándar de 4.53 y en el post-test, la eficacia promedio fue de 78.47% con una desviación estándar de 4.28.

Para el modelo Arbus valencia promedio de eficacia en el pre-test fue 66.81%, con una desviación estándar de 9.50 y en el post-test, la eficacia promedio fue de 73.75% con una desviación estándar de 16.75.

Productividad

Para el modelo AirCurtain promedio de productividad en el pre-test fue 46.4%, con una desviación estándar de 5.97 y en el post-test, la productividad promedio fue de 62.02% con una desviación estándar de 6.75.

Para el modelo Arbus Valencia el promedio de productividad en el pre-test fue 47.93%, con una desviación estándar de 8.30 y en el post-test, la productividad promedio fue de 59.96% con una desviación estándar de 14.99.

De estos datos obtenidos, se realizó el siguiente gráfico, teniendo una comparación completa de los resultados obtenidos en el pre y post test para ambos equipos (AirCurtain y Albus Valencia).

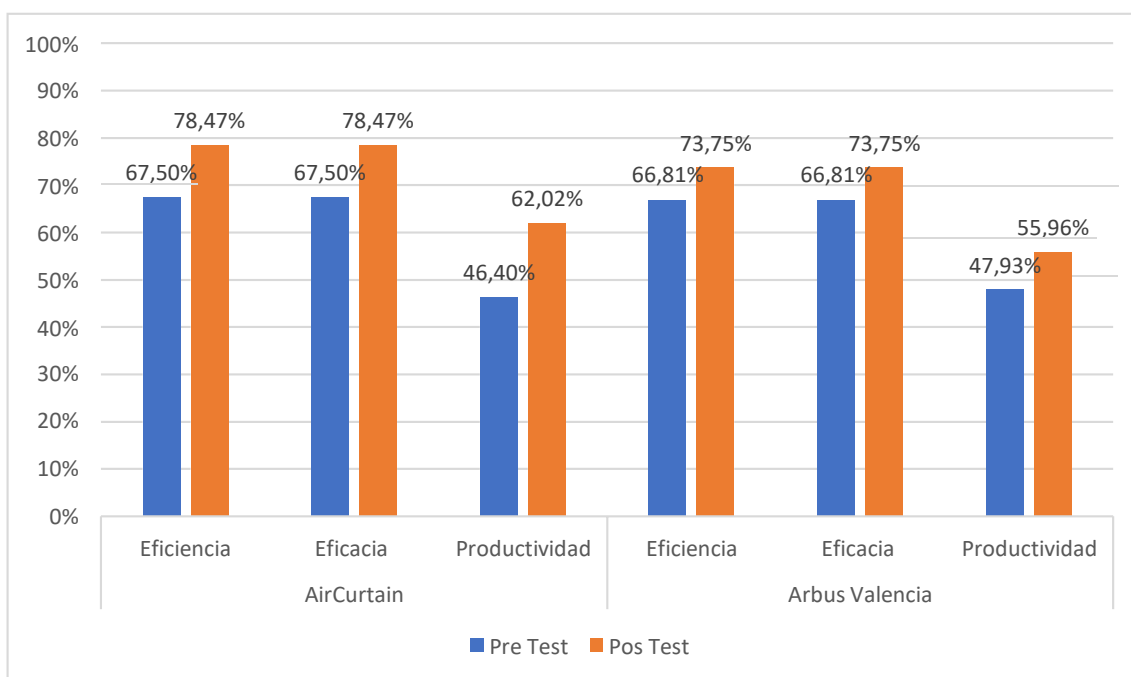


Figura 5. Comparación entre pre y post test

Análisis inferencial

Eficiencia

Se realizó la prueba de normalidad (anexo 21) para los datos de la eficiencia de la máquina AirCurtain. Encontrando una distribución normal para los datos del pre y post test (0.018 y 0.027 valor de significancia, tabla 35-anexo 18). Por lo que se procedió a realizar la prueba de hipótesis de Wilconxon encontrando una diferencia significativa ($p=0.000$) entre los datos del pre y post test para los valores de la eficiencia (Tabla 36-anexo 18).

Se realizó la prueba de normalidad (anexo 21) para los datos de la eficiencia de la máquina Arbus Valencia. Encontrando una distribución normal para los datos del pre y post test (0.000 y 0.000 valor de significancia, tabla 37-anexo 16). Por lo que se procedió a realizar la prueba de hipótesis de Wilconxon encontrando una diferencia significativa ($p=0.015$) entre los datos del pre y post test para los valores de la eficiencia (Tabla 38-anexo 16).

Se realizó la prueba de normalidad (anexo 21) para los datos de la eficiencia de ambos equipos en forma de promedio. Encontrando una distribución normal para

los datos del pre y post test (0.013 y 0.000 valor de significancia, tabla 39-anexo 16). Por lo que se procedió a realizar la prueba de hipótesis de Wilconxon encontrando una diferencia significativa ($p=0.002$) entre los datos del pre y post test para los valores de la eficiencia (Tabla 40-anexo 16).

Eficiencia

Se realizó la prueba de normalidad (anexo 21) para los datos de la eficacia de la máquina AirCurtain. Encontrando una distribución normal para los datos del pre y post test (0.018 y 0.027 valor de significancia, tabla 41-anexo 18). Por lo que se procedió a realizar la prueba de hipótesis de Wilconxon encontrando una diferencia significativa ($p=0.000$) entre los datos del pre y post test para los valores de la eficiencia (Tabla 42-anexo 18).

Se realizó la prueba de normalidad (anexo 21) para los datos de la eficacia de la máquina Arbus Valencia. Encontrando una distribución normal para los datos del pre y post test (0.000 y 0.000 valor de significancia, tabla 43-anexo 16). Por lo que se procedió a realizar la prueba de hipótesis de Wilconxon encontrando una diferencia significativa ($p=0.015$) entre los datos del pre y post test para los valores de la eficiencia (Tabla 44-anexo 16).

Se realizó la prueba de normalidad (anexo 21) para los datos de la eficacia de ambos equipos en forma de promedio. Encontrando una distribución normal para los datos del pre y post test (0.013 y 0.000 valor de significancia, tabla 45-anexo 16). Por lo que se procedió a realizar la prueba de hipótesis de Wilconxon encontrando una diferencia significativa ($p=0.002$) entre los datos del pre y post test para los valores de la eficiencia (Tabla 46-anexo 16).

Productividad

Se realizó la prueba de normalidad (anexo 21) para los datos de la productividad de la máquina AirCurtain. Encontrando una distribución normal para los datos del pre y post test (0.070 y 0.021 valor de significancia, tabla 47-anexo 18). Por lo que se procedió a realizar la prueba de hipótesis de Wilconxon encontrando una diferencia significativa ($p=0.000$) entre los datos del pre y post test para los valores de la eficiencia (Tabla 48-anexo 18).

Se realizó la prueba de normalidad (anexo 21) para los datos de la productividad de la máquina Arbus Valencia. Encontrando una distribución normal para los datos del pre y post test (0.027 y 0.000 valor de significancia, tabla 49-anexo 16). Por lo que se procedió a realizar la prueba de hipótesis de Wilcoxon encontrando una diferencia significativa ($p=0.005$) entre los datos del pre y post test para los valores de la eficiencia (Tabla 50-anexo 16).

Se realizó la prueba de normalidad (anexo 21) para los datos de la productividad de ambos equipos en forma de promedio. Encontrando una distribución normal para los datos del pre y post test (0.100 y 0.076 valor de significancia, tabla 51-anexo 16).

V. DISCUSIÓN

El diagnóstico obtenido del primero objetivo, considerando que el tiempo de trabajo programado es de 10 horas por día y que las hectáreas programadas por día son 100, a su vez sabiendo que cada máquina trabajo aproximadamente una hectárea por día, de la misma manera trabajó Arévalo Fernández (2021), en su investigación titulada “Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la productividad en la línea de fideos de producción, considerando de esta manera 388,5 horas de parada de las horas programadas. Uriarte Burga (2020), en su investigación titulada “Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento para mejorar la productividad” utilizó la misma metodología para poder realizar el diagnóstico inicial, con la diferencia que se tomaron varios años de muestra y se consideraron diferentes grupos para hallar la productividad, teniendo como conclusión inicial que, cada año disminuye por no cumplir con entregas eficientes, afectando directamente y generando grandes pérdidas. A diferencia de Bravo Pérez (2020), que en su trabajo llamado “Propuesta de mejora para aumentar la productividad en la producción de pernos”, utilizó como herramientas para el diagnóstico inicial, el diagrama de Ishikawa, el cual ayuda a controlar y administrar la calidad dentro de una producción y a su vez, ayuda a identificar los posibles errores que pueden existir, y también se usó el diagrama de operaciones y procesos, de esta manera, se lograron ubicar los puntos clave, que se tenían que mejorar para que de esa forma se logre incrementar la productividad. Otra forma de realizar el diagnóstico inicial, es verificando cuales son las fallas más frecuentes y en que equipos, esto se puede realizar mediante un gráfico de Pareto, como lo realiza Cubillas Pérez (2020), en su investigación titulada “implementación de la metodología de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) y los efectos en la disponibilidad de las extrusoras hidráulicas”, de esta manera se obtuvo que sus número de fallas inicial es de 17 a 15, dependiendo del modelo, y también cuenta con un tiempo muerto entre 5 a 4 horas.

En el presente trabajo, para incrementar la productividad se optó por el mantenimiento centrado en la confiabilidad, el cual, para tener saber cuál es el estado actual de mantenimiento y el estado de los equipos, se realizó un análisis de modos y efectos de falla, teniendo de esta manera, que varias de las fallas

producidas, es por la poca atención al mantenimiento, de esta manera se implementó el nuevo plan de mantenimiento, dependiendo de lo necesario por cada equipo. A diferencia de Bravo (2020), que decidió utilizar dos herramientas más, a parte del RCM, estas fueron las 5s para mejorar la limpieza y el orden, y la metodología SMED, encargada de disminuir los tiempos de paradas en los cambios de herramientas, para llevar al mismo objetivo, aumentar la productividad y de esta forma, realizar un plan de mantenimiento adecuado a las necesidades de mejora. Arévalo (2021), por su parte, decidió utilizar únicamente el análisis de modos y efectos de falla, considerando también los indicadores del mantenimiento como lo son MTBF y MTTR, los cuales tuvieron un valor de 12,3 horas y 2,8 horas, respectivamente. Por su parte, Uriarte (2020), decidió no solo utilizar un AMEF, si no, decidió incorporar también un análisis de criticidad, la combinación de ambos es conocido como AMFEC (análisis de modos de fallo, efectos y criticidad), de esta forma, crear un mantenimiento de acuerdo a las fallas y sus frecuencias, a su vez, considerando los equipos más críticos dentro de los diferentes procesos. Por otro lado, Mejía (2017), en su investigación titulada “Propuesta de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), para mejorar la productividad”, utilizó únicamente un análisis de criticidad, para seleccionar cual sería el plan de mantenimiento más adecuado para llegar a incrementar la productividad de la empresa.

Dentro de la implementación del plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad, se optó por crear órdenes de mantenimiento, de compra, de trabajo, a su vez, se realizaron registro de mantenimiento, para llevar un mejor control de las actividades realizadas o programadas, asimismo, se decidió cumplir con un cronograma, el cual es clave para el trabajo de mantenimiento basado en la confiabilidad, esta metodología es la misma utilizada por Lázaro (2021), en su investigación titulada “Mejora de la gestión de mantenimiento mediante la metodología RCM para incrementar la productividad de los equipos de construcción civil de la empresa CSR21 S.A.C.”, puesto que este autor también realiza las órdenes de trabajo necesarias para llevar un correcto control de las actividades realizadas por los operarios encargados del mantenimiento, así como la creación de un registro, de esta forma se puede no solo mantener en el control de las

actividades clave, ayuda a cambiar el plan de mantenimiento en tanto esto sea necesario para mantener o incrementar la productividad de los equipos, esto trayendo a su vez repercusiones positivas en los otros indicadores como confiabilidad, disponibilidad, entre otros. De la misma forma el autor Arévalo (2021), contempla los mismos ideas, de ayudar a tener un registro exhaustivo de los diferentes equipos con los que se trabaja, esto de la misma forma, utilizando las distintas órdenes de trabajo, el registro del mantenimiento, así como uno de los puntos clave del mantenimiento centra en la confiabilidad, el cronograma. Bravo (2020), le suma a las órdenes de trabajo y al registro de mantenimiento, ciertas encuestas posterior a las capacitaciones dadas, para verificar que los colaboradores logren comprender la importancia de realizar un buen trabajo y a su vez realizar un correcto mantenimiento, de la igual forma Uriarte (2020), considera necesario realizar encuestas cada determinado tiempo, para constatar que las capacitaciones tienen los frutos esperados, en caso no sea de esa forma, se realizó un cambio de estrategia, adecuándose a la necesidad de los activos para mantener la productividad incrementada o seguir incrementándose.

Dentro de los resultados obtenidos, se vio el incremento de la productividad llegando a un 60% en promedio para el equipo Arbus Valencia y llegando a un valor de 59% para el equipo AirCurtain, de igual manera trajo consecuencias positivas para la eficacia y eficiencia, llegando a un 74% para el primer modelo y a un 75% en el segundo, esto va de la mano con lo mencionado por el autor Arévalo (2021), el cual también tuvo un incremento en la productividad, llegando a un 82,1% teniendo una producción de bolsas 394 bolsas de fideos cada día, también incrementó la disponibilidad, logrando un valor de más del 90%. El autor Uriarte (2020) reafirma estos resultados, puesto que la eficiencia incrementó a un valor del 81,41% y teniendo también un incremento de la productividad de un 30%, posterior a la implementación del mantenimiento basado en la confiabilidad. Bravo (2020), que no solo utilizó la metodología RCM, si no, también utilizó una herramienta Lean (5S), llegó a aumentar la productividad de un 8,6%, pasando su producción de pernos de 62 719 a un valor de 68 113. Dentro de los resultados obtenidos por Cubillas (2020), se obtuvo una disminución en los tiempos de reparación, pasando de 20,7 horas a tan solo 15 horas, de la misma forma redujeron el número de fallas,

teniendo ahora un valor de tan solo 3, esto para la extrusora LP250-1I, teniendo un valor de 4 fallas y reduciendo a 3 horas el tiempo de reparación, esto para las extrusoras LP250-2I. El autor Reaño (2019), en su investigación “Propuesta de mantenimiento centrado en confiabilidad en una empresa reprocesadora de subproductos de arroz para minimizar el número de averías de las máquinas del proceso de producción”, tuvo un incremento en la productividad de un 12%, de esa misma forma incrementó la eficiencia a un 95%, este autor también realizó un análisis de OEE, por lo que también incrementó en un 5,44%

Dentro de la evaluación económica realizada, se obtuvo un valor actual neto de S/.4 609,84; teniendo un cashback a mediados del segundo mes, por lo que se tuvo un valor TIRO de 40,5%, dando una ganancia de 1,11 soles por cada sol invertido. El autor Bravo (2020) posterior a su análisis económico demostró un ahorro en la aplicación del mantenimiento de un monto de S/.4 7111,64, que concuerda con lo mencionado por el autor Cubillas (2020), el cual demuestra un ahorro dentro de su plan e implementación mantenimiento de \$41 405 para su equipo LP250-1I, y para su equipo LP250-2I el costo de mantenimiento llegó a un total de \$12 576, dando una evidencia de una reducción de \$41 423. Por otro lado, el autor Mejía (2017) considera que la implementación del plan de mantenimiento es una inversión aproximada de S/.45 080, la cual, es recuperable en un periodo de tiempo de un año y siete meses aproximadamente. Reaño (2019), afirma que sus costos de mantenimiento se redujeron en S/.0,37 por cada equipo al que se le aplica, esto conlleva a un beneficio para la empresa de un monto total de S/.75 663,65. Sosa (2018), en su investigación “Implementación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para aumentar la productividad del área de producción de tableros de la empresa SERTES S.A.C.”, demostró que posterior a la implementación de su plan de mantenimiento existió un ahorro significativo, de un monto de aproximadamente S/.12 300. Asimismo, Lázaro (2021) realizó un análisis económico, llegando a tener como resultado de su valor actual neto de \$ 126 293,07; a su vez llegó a un obtener un TIR del 222%, estos indicadores económicos demuestra que el proyecto es financieramente rentable y que su implementación tiene múltiples beneficios para la empresa.

VI. CONCLUSIONES

- Considerando que el tiempo programado de trabajo es de 10 horas y que se programan un área de trabajo de 100 hectáreas diarias, y a su vez, se sabe que cuentan con 10 unidades, 5 de cada modelo y que cada uno de estos equipos debería trabajar una hectárea por hora, se obtuvo una productividad promedio de 48% para el modelo Arbus Valencia, considerando un promedio de eficiencia y eficacia del 67%. Para el modelo AirCurtain 1000 se obtuvo una productividad promedio de 46%, con una eficiencia y una eficacia de 68%.
- El mantenimiento con el que contaba la empresa era un cambio de aceite cada 150 horas de trabajo, cambio de fajas cada 1000 horas de trabajo y cambio de reguladores cada 500 horas de trabajo, para el modelo Arbus Valencia 2000, esto muestra una confiabilidad promedio inicial de 51,75%. Para el modelo AirCurtain 1000 se tienen un cambio de aceite del multiplicador cada 500 horas de trabajo y un cambio de aceite del sistema hidráulico cada 1000 horas de trabajo, obteniendo una confiabilidad promedio inicial de 51,78%.
- Para realizar el nuevo plan de mantenimiento, se utilizó la metodología RCM para lo que se realizó un análisis de modos y efectos de falla, obteniendo un promedio de riesgo de falla medio. Para lo que se implementaron ciertas actividades para evitar estos fallos y para tener un mejor control de esto, se agregaron órdenes de trabajo y de registro. Posteriormente se elaboró un cronograma de mantenimiento, todas las actividades a realizar.
- Posteriormente a la implementación del nuevo plan de mantenimiento se llevó un nuevo registro con la nueva productividad obtenido, siendo así que para el modelo Arbus Valencia 2000 se incrementó la productividad en un 12%, teniendo una eficiencia y eficacia de 74%, para el modelo AirCurtain 1000 se incrementó la productividad en 13%, obteniendo una eficiencia y eficacia de 75%.

VII. RECOMENDACIONES

- Mantener un control constante de las cada una de las actividades realizadas.
- Llevar un registro completo de las actividades realizadas dentro del plan de mantenimiento.
- Dar capacitaciones constantes a los operarios de esta forma se podrá garantizar una confiabilidad alta y una gran reducción en cuanto al número de fallas.
- Mantener un stock apropiado de repuestos para evitar tiempos muertos por compra de nuevas piezas, o espera de las mismas por pedido, necesarias para reparar las fallas.
- Realizar mediciones constantes para adecuar el plan de mantenimiento a las condiciones que se necesite.
- Mantener todas las partes móviles correctamente lubricadas para evitar fallas futuras y resecamiento de las mismas.
- Utilizar repuestos establecidos por los fabricantes, de esta forma garantizar el correcto funcionamiento de los equipos estudiados anteriormente.
- Utilizar los fluidos mencionados por el fabricante, del grado correcto para evitar sobrecalentamiento, fallas o fugas de los mismos.
- Realizar las revisiones correspondientes antes y después de las horas trabajadas.
- Evitar que los equipos trabajen pasada la hora programada de mantenimiento, de esta forma no se producirían fallas por sobre exigencia de las maquinarias.
- Considerar la implementación a la par de otra metodología de mantenimiento para incrementar la productividad de la misma forma.

REFERENCIA

- ANDRADE, C. y HERRERA, M., 2021. *Análisis de la situación actual del mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM*. S.I.: INGENIAR.
- ANNAMALAI, S., VINOTH, H. y BAGATHSINGH, N., 2020. Analysis of lean manufacturing layout in a textile industry. *ScienceDirect*, pp. 3486-3490.
- ARÉVALO, H., 2021. *Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la productividad en la línea de producción de fideos de la empresa PERUPAST S.R.L.* [en línea]. Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Disponible en: https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/4286/1/TM_ArevaloFernandezHeinz.pdf.
- BRAVO, J., 2020. *Propuesta de mejora para aumentar la propudctividad en la producción de pernos en la empresa Industrias Casa del Tornillo S.A.C.* [en línea]. Pimentel: s.n. Disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/7539/BravoPérezJennerCruz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- CALVO, J., PELEGRÍN, A. y SATURNINA, M., 2018. Enfoques teóricos para la evaluación de la eficiencia y eficacia en el primer nivel de atención médica de los sevicios de salud del sector úblico. *Scielo*, pp. 96-118.
- CAMPOS, O., TOLENTINO, G., TOLEDO, M. y TOLENTINO, R., 2019. Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos. *Redalyc* [en línea], vol. 23, no. 1, pp. 51-59. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/614/61458265006/movil/>.
- CARRANZA, E., 2020. *Gestión del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en el proceso productivo de sacos de una empresa de Lambayeque* [en línea]. S.I.: s.n. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/56713/Carranza_RE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- CUBILLAS, J., 2020. *Implementación de la metodología de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) y los efectos en la disponibilidad de las extrusoras hidráulicas, en la empresa ITALSOLDER S* [en línea]. Lima. Obtenido de: A.C. Universidad Privada del Norte. Disponible en:

- <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/25067/TESIS>.
- CUEVAS, J., 2017. Tipos de mantenimiento en compresores alternativos. *Dialnet* [en línea], pp. 24-29. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6241470>.
- DÍAZ, A., VILLAR, L., CABRERA, J., SALVADOR, A., MATA, R. y RODRÍGUEZ, A., 2016. Implementación del Mantenimiento Centrado en la confiabilidad en empresas de transmisión eléctrica. *Scielo*, pp. 137-142.
- FLORES, M., FUENTES, L., LÓPEZ, A., TOBÓN, L. y VÁZQUEZ, L., 2020. *Aplicación de técnicas para el incremento de la productividad y mejora continua en las organizaciones*. Xalapa: RED IBAI.
- FONTALVO, TOMÁS; DE LA HOZ, EFRAÍN; MORELOS, J., 2017. E., & Morelos, J. (2017). *Scielo*, pp. 47-60.
- GALLARDO, E., 2017. *Metodología de la investigación*. Huancayo: Universidad Continental.
- HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R., 2018. *Metodología de la investigación*. Ciudad de México: McGraw Hill.
- HERNÁNDEZ, A., ESCOBAR, C., LARIOS, J. y NORIEGA, S., 2015. Factores críticos de éxito para el despliegue del mantenimiento productivo total en plantas de la industria maquiladora para exportación en Ciudad Juárez: una solución factorial. *Science Direct*, pp. 82-106.
- HUARACA, E., 2019. *Metodología TPM aplicada en la industria de maquinaria pesada*. S.l.: Lima.
- IMG., R., 2020. ¿Cuáles son las ventajas de implementar el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad? *IMG* [en línea]. Disponible en: <https://www.revistaimg.com/cuales-son-las-ventajas-de-implementar-el-mantenimiento-centrado-en-confiabilidad/>.
- LÁZARO, L., 2021. *Mejora de la gestión de mantenimiento mediante la metodología RCM para incrementar la productividad de los equipos de construcción civil de la empresa CSR21 S.A.C.* [en línea]. Lima: Universidad Privada del Norte. Disponible en: [https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/27876/Lázaro García%20Luis Alfredo.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/27876/Lázaro%20García%20Luis%20Alfredo.pdf?sequence=2&isAllowed=y).
- LÓPEZ, A., 2019. *Metodologías empleadas en la gestión de mantenimiento*

- preventivo para incrementar la disponibilidad de las máquinas y equipos. S.I.: Trujillo.*
- MACEDO, J., 2018. *Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para mejorar la productividad de la línea de 14 envasado Tetra Pak* [en línea]. S.I.: s.n. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/31940/Macedo_SJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- MACHACUAY, ABNER; TAPE, E., 2019. *Aplicación del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad para mejorar la productividad del área hidráulica en la empresa RECOLSA S.A.* [en línea]. S.I.: s.n. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/75977>.
- MACÍAS, ÁNGEL; ARTEAGA, ÁNGEL; RODRÍGUEZ, P., 2021. Análisis de los indicadores de la caldera de una planta procesadora de conservas de atún. *Dialnet* [en línea], Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8088273>.
- MARCHENA, F., 2018. *Implementación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para aumentar la productividad del área de producción de tableros de la empresa Sertes S.A.C.* [en línea]. S.I.: s.n. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/22981>.
- MEJÍA, R., 2017. *Propuesta de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), para mejorar la productividad de la empresa ERSA Transportes y Servicios S.R.L.* [en línea]. S.I.: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Disponible en: https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/912/3/TL_MejiaCuevaRicardo.pdf.
- MELENDRES, K., 2019. *Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM). Repositorio Institucional Continental* [en línea]. Disponible en: https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/5908/4/MP_MC_Mantenimiento_centrado_en_confiabilidad_Docente_Kenny_Melendres.pdf.
- OCAMPO, R., DE LA CRUZ, C. y ORTIZ, F., 2020. Análisis de Confiabilidad y Riesgo para Programar el Mantenimiento en Equipos Electromecánicos. *CNIES*, vol. 2020.
- ORGANIZACIÓN DE LA NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA

- AGRICULTURA, 2021. *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas*. San José: CEPAL.
- ORÚS, A., 2022. Statista. *Ranking de principales países exportadores de fruta fresca en función del volumen de exportación a nivel mundial en 2020* [en línea]. Disponible en: <https://es.statista.com/estadisticas/1203521/ranking-mundial-de-paises-exportadores-de-fruta-fresca/>.
- PAOPRASERT, N., LIN, W. y MUNEEKAEW, T., 2022. Assessing risk priority numbers of failures in the screw tightening machine of a hard disk drive production system. *Journal of machine engineering* [en línea], vol. 22, no. 1, pp. 124-137. Disponible en: <http://jmacheng.not.pl/pdf-145272-73537?filename=Assessing>.
- QUINTANILLA, C., 2020. *Metodología del mantenimiento predictivo para la mejora en los equipos en una empresa entre los años 2011-2019: una revisión sistemática de la literatura científica*. S.I.: Lima.
- RAMÍREZ , ÍTALO; CHUCHUCA, FIDEL; ERAZO, ROMEL; SILVA, ROBERTO; FREIRE, JUAN; MÁRMOL, D., 2021. Development of Reliability Centered Maintenance Plan RCM, Through Pulling Operations to Wells of a Marginal Oil Field. *EasyChair*,
- REAÑO, L., 2019. *Propuesta de mantenimiento centrado en confiabilidad en una empresa reprocesadora de subproductos de arroz para minimizar el número de averías*. S.I.: Chiclayo.
- RIEGO, M. de D.A. y, 2020. *Anuario Estadístico Producción Agroindustrial Alimentaria*. Lima: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego.
- SAKIB, N. y WUEST, T., 2018. Challenges and Opportunities of Condition-based Predictive Maintenance: A Review. *EISEVIER* [en línea], pp. 267-272. Disponible en: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2212827118312344?token=70440983ACBF7239B48D871B0D93E2BE9AA8D49CB064B408D17500A2ABFDCA D98FBCABD4710B17AC9B83C15F2838496F&originRegion=us-east-1&originCreation=20220503164619>.
- SEVA, F., 2021. La agroindustria de Perú: Un ejemplo a nivel mundial. *Agraria.pe* [en línea]. Disponible en: <https://agraria.pe/columna/la-agroindustria-de-peru-un-ejemplo-a-nivel-mundial-24045>.

- SEXTO, L., 2017. Tipos de mantenimiento ¿Cuántos y cuáles son? ,
- TORRENT, L., 2017. La gestión del mantenimiento como ventaja competitiva. *Pro>Optim* [en línea]. Disponible en: <https://blog.pro-optim.com/articulos/la-gestion-del-mantenimiento-como-ventaja-competitiva/>.
- URIARTE, B., 2020. *Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento para mejorar la productividad dela empresa Oh! Baby* [en línea]. Pimentel: s.n. Disponible en: [https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/7635/UriarteBurga%2C Luis Angel.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/7635/UriarteBurga%2C%20Luis%20Angel.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- VALLE, A., 2017. *Fierros Industriales* [en línea]. Obtenido de Fierros Industriales: s.n. Disponible en: <https://fierrosindustrial.com/noticias/pilares-del-mantenimiento-productivo-total/>.
- ZAMBRANO, C. y RODRÍGUEZ, M., 2020. El mantenimiento industrial en el proceso de detergente en polvo, su impacto ambiental. *Dominio de las ciencias* [en línea], vol. 6, no. 4, pp. 876-890. Disponible en: <https://www.dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/1509/2798>.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala
Variable independiente: Mantenimiento centrado en la Confiabilidad	De acuerdo a Fontalvo y otros (2017), el mantenimiento centrado en la confiabilidad o RCM es una metodología que se usa para detectar fallas que estén ocultas para que un activo físico continúe realizando la función para la cual fue diseñado.	De acuerdo Sakib y Wuest (2018), es necesario adquirir conciencia de la situación actual cuando se implementa una mejora en la gestión del mantenimiento, para ello deben de usar indicadores tales como: Confiabilidad, Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF) y Tiempo Medio de Reparación (MTTR).	Tiempo medio de reparación (MTTR)	$\frac{\textit{Tiempo total de mantenimiento}}{\textit{Número de reparación}}$	Razón
			Tiempo medio entre fallas (MTBF)	$\frac{\textit{Tiempo real de operación}}{\textit{Número de reparaciones}}$	Razón
			Confiabilidad	$\frac{\textit{MTBF}}{\textit{MTBF} + \textit{MTTR}}$	Razón
Variable dependiente: Productividad	Los autores Sandkuhl y Seigerroth (2019) indica que la productividad es conocida como la relación existente entre el volumen total de producción y los recursos utilizados para alcanzar dicho nivel de producción	Parv et al., (2019), señala que la productividad es la razón entre las salidas y las entradas, en ese sentido, en el presente trabajo, la productividad será el resultado de la eficiencia por eficacia.	Eficiencia	$\frac{\textit{Horas trabajadas}}{\textit{Horas programadas}}$	Razón
			Eficacia	$\frac{\textit{Hectáreas trabajadas}}{\textit{Hectáreas programada}}$	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Check list de evaluación de gestión general del mantenimiento

CHECKLIST - GESTIÓN GENERAL DEL MANTENIMIENTO			
RUBRO DE LA EMPRESA:			
AREA:			
PROCESO:			
NOMBRE DEL INVESTIGADOR:			
FECHA:	DÍA:		HORA:
ITEMS	SI	NO	OBSERVACIONES
El ambiente de trabajo reúne las condiciones mínimas aceptables para laborar			
Las tareas de trabajo están asignadas de manera específica.			
Todos los equipos se encuentran operativos			
Se realiza una inspección de los equipos antes de que inicie la operación			
La empresa cuenta con una programación de los mantenimientos correctivos			
la empresa cuenta con un cronograma de mantenimiento preventivo			
La empresa cuenta con un cronograma de capacitaciones			
La empresa tiene un cronograma de actividades relacionadas al mantenimiento de los equipos			
La empresa cuenta con registros de mantenimiento			
la empresa cuenta con un manual de procedimientos relacionados a la gestión del mantenimiento			

La empresa cuenta con un supervisor o delegado de mantenimiento			
La empresa cuenta con repuestos en stock			
La empresa cuenta con un stock de herramientas			
La empresa cuenta con un presupuesto específico destinado a la gestión del mantenimiento			
OBSERVACIONES ADICIONALES:			

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Ficha de datos

HOJA DE REGISTRO DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO								
Área								
Tipo de máquina								
Sub tipo de máquina								
Periodo de observación								
Elaborado por								
Número de máquina	Tiempo de operación programado	Tiempo de parada no programada	Tiempo real de operación	Tiempo total de mantenimiento	Numero de reparaciones	MTBF	MTTR	Confiabilidad

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Productividad inicial de Arbus Valencia 2000

NOVIEMBRE							
	Hrs trab.	Hrs prog.	Eficiencia	Hectáreas trabajadas	Hectáreas Programadas	Eficacia	Productividad
Día 1	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 2	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 3	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 4	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 5	5	10	50%	25	50	50%	25%
Día 6	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 7	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 8	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 9	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 10	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 11	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 12	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 13	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 14	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 15	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 16	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 17	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 18	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 19	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 20	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 21	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 22	MATENIMIENTO						
Día 23							
Día 24	6	10	60%	30	50	60%	36%
DICIEMBRE							
	Hrs trab.	Hrs prog.	Eficiencia	Hectáreas trabajadas	Hectáreas Programadas	Eficacia	Productividad
Día 1	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 2	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 3	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 4	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 5	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 6	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 7	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 8	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 9	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 10	7	10	70%	35	50	70%	49%

Día 11	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 12	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 13	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 14	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 15	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 16	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 17	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 18	9	10	90%	45	50	90%	81%
Día 19	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 20	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 21	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 22	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 23	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 24	7	10	70%	35	50	70%	49%

ENERO

	Hrs trab.	Hrs prog.	Eficiencia	Hectáreas trabajadas	Hectáreas Programadas	Eficacia	Productividad
Día 1	MANTENIMIENTO						
Día 2							
Día 3	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 4	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 5	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 6	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 7	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 8	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 9	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 10	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 11	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 12	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 13	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 14	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 15	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 16	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 17	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 18	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 19	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 20	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 21	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 22	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 23	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 24	7	10	70%	35	50	70%	49%

Anexo 6. Indicadores de mantenimiento inicial Arbus Valencia 2000

NOVIEMBRE			
	Tiempo disponible (h)	Tiempo muerto	Fallas
Día 1	8	2	1
Día 2	7	3	1
Día 3	7	3	1
Día 4	6	4	1
Día 5	5	5	1
Día 6	7	3	1
Día 7	6	4	1
Día 8	7	3	2
Día 9	7	3	2
Día 10	8	2	1
Día 11	6	4	1
Día 12	8	2	2
Día 13	7	3	1
Día 14	8	2	1
Día 15	8	2	1
Día 16	8	2	1
Día 17	7	3	1
Día 18	7	3	1
Día 19	8	2	1
Día 20	6	4	1
Día 21	7	3	1
Día 22	0	8	0
Día 23	0	8	0
Día 24	6	4	1
TOTAL	154	82	25
DICIEMBRE			
	Tiempo disponible (h)	Tiempo muerto	Fallas
Día 1	7	3	1
Día 2	8	2	1
Día 3	6	4	1
Día 4	6	4	1
Día 5	6	4	2
Día 6	6	4	1
Día 7	8	2	1
Día 8	8	2	1
Día 9	8	2	1

Día 10	7	3	1
Día 11	7	3	2
Día 12	6	4	1
Día 13	7	3	1
Día 14	7	3	1
Día 15	6	4	1
Día 16	8	2	2
Día 17	7	3	1
Día 18	9	1	2
Día 19	7	3	1
Día 20	8	2	1
Día 21	8	2	2
Día 22	7	3	2
Día 23	6	4	2
Día 24	7	3	1
TOTAL	170	70	31
ENERO			
	Tiempo disponible (h)	Tiempo muerto	Fallas
Día 1	0	8	
Día 2	0	8	
Día 3	8	2	1
Día 4	8	2	1
Día 5	6	4	1
Día 6	6	4	2
Día 7	8	2	1
Día 8	6	4	1
Día 9	8	2	2
Día 10	7	3	1
Día 11	8	2	1
Día 12	8	2	1
Día 13	8	2	1
Día 14	8	2	1
Día 15	7	3	1
Día 16	6	4	1
Día 17	7	3	1
Día 18	6	4	2
Día 19	6	4	1
Día 20	7	3	2
Día 21	7	3	1
Día 22	8	2	1
Día 23	7	3	2
Día 24	7	3	1
TOTAL	157	79	27

Anexo 7. Productividad inicial de Aircurtain 1000

NOVIEMBRE							
	Hrs trab.	Hrs prog.	Eficiencia	Hectáreas trabajadas	Hectáreas Programadas	Eficacia	Productividad
Día 1	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 2	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 3	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 4	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 5	5	10	50%	25	50	50%	25%
Día 6	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 7	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 8	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 9	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 10	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 11	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 12	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 13	5	10	50%	25	50	50%	25%
Día 14	5	10	50%	25	50	50%	25%
Día 15	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 16	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 17	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 18	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 19	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 20	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 21	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 22	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 23	5	10	50%	25	50	50%	25%
Día 24	5	10	50%	25	50	50%	25%
DICIEMBRE							
	Hrs trab.	Hrs prog.	Eficiencia	Hectáreas trabajadas	Hectáreas Programadas	Eficacia	Productividad
Día 1	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 2	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 3	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 4	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 5	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 6	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 7	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 8	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 9	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 10	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 11	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 12	6	10	60%	30	50	60%	36%

Día 13	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 14	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 15	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 16	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 17	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 18	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 19	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 20	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 21	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 22	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 23	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 24	8	10	80%	40	50	80%	64%

ENERO

	Hrs trab.	Hrs prog.	Eficiencia	Hectáreas trabajadas	Hectáreas Programadas	Eficacia	Productividad
Día 1	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 2	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 3	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 4	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 5	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 6	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 7	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 8	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 9	5	10	50%	25	50	50%	25%
Día 10	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 11	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 12	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 13	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 14	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 15	5	10	50%	25	50	50%	25%
Día 16	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 17	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 18	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 19	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 20	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 21	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 22	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 23	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 24	6	10	60%	30	50	60%	36%

Anexo 8. Indicadores de mantenimiento inicial AirCurtain 1000

NOVIEMBRE			
	Tiempo disponible (h)	Tiempo muerto	Fallas
Día 1	8	2	1
Día 2	6	4	1
Día 3	7	3	1
Día 4	6	4	1
Día 5	5	5	2
Día 6	7	3	1
Día 7	8	2	1
Día 8	6	4	1
Día 9	7	3	1
Día 10	8	2	1
Día 11	7	3	1
Día 12	6	4	1
Día 13	5	5	2
Día 14	5	5	1
Día 15	7	3	1
Día 16	8	2	1
Día 17	7	3	1
Día 18	7	3	1
Día 19	8	2	1
Día 20	6	4	2
Día 21	7	3	1
Día 22	6	4	3
Día 23	5	5	1
Día 24	5	5	1
TOTAL	157	83	29
DICIEMBRE			
	Tiempo disponible (h)	Tiempo muerto	Fallas
Día 1	7	3	1
Día 2	8	2	1
Día 3	6	4	3
Día 4	6	4	1
Día 5	6	4	1
Día 6	6	4	1
Día 7	6	4	2
Día 8	7	3	1
Día 9	8	2	1
Día 10	7	3	1
Día 11	7	3	1
Día 12	6	4	3
Día 13	7	3	1

Día 14	6	4	2
Día 15	6	4	1
Día 16	8	2	1
Día 17	7	3	1
Día 18	7	3	1
Día 19	7	3	1
Día 20	8	2	2
Día 21	8	2	1
Día 22	7	3	1
Día 23	6	4	2
Día 24	8	2	1
TOTAL	165	75	32
ENERO			
	Tiempo disponible (h)	Tiempo muerto	Fallas
Día 1	6	4	1
Día 2	7	3	1
Día 3	7	3	1
Día 4	7	3	1
Día 5	8	2	1
Día 6	8	2	1
Día 7	8	2	2
Día 8	7	3	1
Día 9	5	5	2
Día 10	7	3	1
Día 11	6	4	1
Día 12	6	4	1
Día 13	7	3	1
Día 14	8	2	2
Día 15	5	5	1
Día 16	6	4	1
Día 17	7	3	1
Día 18	8	2	1
Día 19	6	4	2
Día 20	7	3	1
Día 21	7	3	2
Día 22	8	2	1
Día 23	7	3	1
Día 24	6	4	2
TOTAL	164	76	30

Anexo 15. Ficha de mantenimiento

TRABAJO DE MANTENIMIENTO				
FECHA:		ORDEN MANTENIMIENTO:		
ÁREA:		DURACIÓN	FECHA	HORA
EQUIPO:		INICIO:		
NÚMERO DE PERSONAS:		FIN:		
TIPO DE TRABAJO	<input type="checkbox"/> Mecánico <input type="checkbox"/> Eléctrico <input type="checkbox"/> Otro			
TIPO DE MANTENIMIENTO	<input type="checkbox"/> Preventivo <input type="checkbox"/> Correctivo			
RESPONSABLE				
<input type="checkbox"/> PROPIO	OPERARIO:			
<input type="checkbox"/> TERCERO	PROVEEDOR:			
TRABAJO EJECUTADO				
PROBLEMA		CAUSA	SOLUCIÓN	
MATERIALES Y REPUESTOS				
MATERIAL				CANTIDAD
OBSERVACIONES:				

Anexo 16. Productividad de Arbus Valencia 2000 post implementación

ABRIL							
	Hrs trab.	Hrs prog.	Eficiencia	Hectáreas trabajadas	Hectáreas Programadas	Eficacia	Productividad
Día 1	9	10	90%	45	50	90%	81%
Día 2	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 3	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 4	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 5	9	10	90%	45	50	90%	81%
Día 6	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 7	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 8	MATENIMIENTO						
Día 9	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 10	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 11	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 12	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 13	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 14	9	10	90%	45	50	90%	81%
Día 15	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 16	MATENIMIENTO						
Día 17	9	10	90%	45	50	90%	81%
Día 18	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 19	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 20	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 21	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 22	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 23	9	10	90%	45	50	90%	81%
Día 24	9	10	90%	45	50	90%	81%
MAYO							
	Hrs trab.	Hrs prog.	Eficiencia	Hectáreas trabajadas	Hectáreas Programadas	Eficacia	Productividad
Día 1	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 2	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 3	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 4	9	10	90%	45	50	90%	81%
Día 5	9	10	90%	45	50	90%	81%
Día 6	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 7	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 8	MANTENIMIENTO						
Día 9	9	10	90%	45	50	90%	81%
Día 10	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 11	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 12	7	10	70%	35	50	70%	49%

Día 13	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 14	9	10	90%	45	50	90%	81%
Día 15	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 16	MANTENIMIENTO						
Día 17	9	10	90%	45	50	90%	81%
Día 18	9	10	90%	45	50	90%	81%
Día 19	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 20	9	10	90%	45	50	90%	81%
Día 21	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 22	9	10	90%	45	50	90%	81%
Día 23	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 24	9	10	90%	45	50	90%	81%
JUNIO							
	Hrs trab.	Hrs prog.	Eficiencia	Hectáreas trabajadas	Hectáreas Programadas	Eficacia	Productividad
Día 1	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 2	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 3	9	10	90%	45	50	90%	81%
Día 4	9	10	90%	45	50	90%	81%
Día 5	MANTENIMIENTO						
Día 6	9	10	90%	45	50	90%	81%
Día 7	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 8	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 9	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 10	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 11	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 12	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 13	9	10	90%	45	50	90%	81%
Día 14	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 15	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 16	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 17	MANTENIMIENTO						
Día 18	9	10	90%	45	50	90%	81%
Día 19	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 20	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 21	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 22	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 23	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 24	8	10	80%	40	50	80%	64%

Anexo 17. Indicadores de mantenimiento Arbus Valencia 2000 post implementación

ABRIL			
	Tiempo disponible (h)	Tiempo muerto	Fallas
Día 1	9	1	
Día 2	8	2	
Día 3	8	2	
Día 4	7	3	
Día 5	9	1	
Día 6	8	2	
Día 7	6	4	1
Día 8	0	8	
Día 9	8	2	
Día 10	7	3	
Día 11	6	4	1
Día 12	8	2	
Día 13	8	2	
Día 14	9	1	
Día 15	8	2	
Día 16	0	8	
Día 17	9	1	
Día 18	8	2	
Día 19	8	2	
Día 20	8	2	
Día 21	8	2	
Día 22	8	2	
Día 23	9	1	
Día 24	9	1	
TOTAL	176	60	2
MAYO			
	Tiempo disponible (h)	Tiempo muerto	Fallas
Día 1	7	3	1
Día 2	8	2	
Día 3	8	2	
Día 4	9	1	
Día 5	9	1	
Día 6	8	2	
Día 7	7	3	1
Día 8	0	8	
Día 9	9	1	
Día 10	8	2	
Día 11	8	2	

Día 12	7	3	
Día 13	6	4	1
Día 14	9	1	
Día 15	8	2	
Día 16	0	8	
Día 17	9	1	
Día 18	9	1	
Día 19	8	2	
Día 20	9	1	
Día 21	8	2	
Día 22	9	1	
Día 23	8	2	
Día 24	9	1	
TOTAL	180	56	3
JUNIO			
	Tiempo disponible (h)	Tiempo muerto	Fallas
Día 1	8	2	1
Día 2	7	3	1
Día 3	9	1	
Día 4	9	1	
Día 5	0	8	
Día 6	9	1	
Día 7	8	2	
Día 8	8	2	
Día 9	8	2	
Día 10	8	2	
Día 11	7	3	
Día 12	6	4	1
Día 13	9	1	
Día 14	8	2	
Día 15	8	2	
Día 16	7	3	
Día 17	0	8	
Día 18	9	1	
Día 19	8	2	
Día 20	8	2	
Día 21	8	2	1
Día 22	7	3	1
Día 23	8	2	
Día 24	8	2	
TOTAL	175	61	5

Anexo 18. Productividad de AirCurtain 1000 post implementación

ABRIL							
	Hrs trab.	Hrs prog.	Eficiencia	Hectáreas trabajadas	Hectáreas Programadas	Eficacia	Productividad
Día 1	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 2	6	10	60%	30	50	60%	36%
Día 3	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 4	9	10	90%	45	50	90%	81%
Día 5	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 6	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 7	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 8	9	10	90%	45	50	90%	81%
Día 9	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 10	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 11	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 12	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 13	MANTENIMIENTO						
Día 14	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 15	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 16	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 17	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 18	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 19	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 20	8	10	80%	40	50	80%	64%
MAYO							
	Hrs trab.	Hrs prog.	Eficiencia	Hectáreas trabajadas	Hectáreas Programadas	Eficacia	Productividad
Día 1	9	10	90%	45	50	90%	81%
Día 2	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 3	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 4	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 5	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 6	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 7	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 8	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 9	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 10	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 11	9	10	90%	45	50	90%	81%

Día 12	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 13	MATENIMIENTO						
Día 14	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 15	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 16	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 17	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 18	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 19	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 20	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 21	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 22	9	10	90%	45	50	90%	81%
Día 23	8	10	80%	40	50	80%	64%
JUNIO							
	Hrs trab.	Hrs prog.	Eficiencia	Hectáreas trabajadas	Hectáreas Programadas	Eficacia	Productividad
Día 1	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 2	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 3	9	10	90%	45	50	90%	81%
Día 4	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 5	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 6	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 7	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 8	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 9	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 10	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 11	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 12	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 13	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 14	MANTENIMIENTO						
Día 15	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 16	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 17	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 18	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 19	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 20	7	10	70%	35	50	70%	49%
Día 21	8	10	80%	40	50	80%	64%
Día 22	9	10	90%	45	50	90%	81%

Anexo 19. Indicadores de mantenimiento AirCurtain 1000 post implementación

ABRIL			
	Tiempo disponible (h)	Tiempo muerto	Fallas
Día 1	8	2	
Día 2	6	4	1
Día 3	7	3	
Día 4	9	1	
Día 5	8	2	
Día 6	8	2	
Día 7	7	3	1
Día 8	9	1	
Día 9	8	2	
Día 10	8	2	
Día 11	7	3	1
Día 12	8	2	
Día 13	0	8	
Día 14	8	2	
Día 15	7	3	
Día 16	8	2	
Día 17	7	3	
Día 18	8	2	
Día 19	8	2	
Día 20	8	2	
Día 21	8	2	
Día 22	9	1	
Día 23	7	3	
Día 24	9	1	
TOTAL	180	58	3
MAYO			
	Tiempo disponible (h)	Tiempo muerto	Fallas
Día 1	9	1	
Día 2	7	3	
Día 3	8	2	
Día 4	7	3	
Día 5	8	2	
Día 6	8	2	
Día 7	8	2	
Día 8	7	3	1
Día 9	8	2	
Día 10	7	3	
Día 11	9	1	
Día 12	8	2	
Día 13	0	8	

Día 14	8	2	
Día 15	7	3	
Día 16	8	2	
Día 17	8	2	
Día 18	7	3	
Día 19	8	2	
Día 20	8	2	
Día 21	7	3	1
Día 22	9	1	
Día 23	7	3	
Día 24	8	2	
TOTAL	179	59	2
JUNIO			
	Tiempo disponible (h)	Tiempo muerto	Fallas
Día 1	8	2	
Día 2	8	2	
Día 3	9	1	
Día 4	8	2	
Día 5	8	2	
Día 6	7	3	
Día 7	8	2	
Día 8	7	3	
Día 9	8	2	
Día 10	8	2	
Día 11	7	3	1
Día 12	8	2	
Día 13	8	2	
Día 14	0	8	
Día 15	8	2	
Día 16	8	2	
Día 17	7	3	1
Día 18	8	2	
Día 19	8	2	
Día 20	7	3	1
Día 21	8	2	
Día 22	9	1	
Día 23	8	2	
Día 24	9	1	
TOTAL	182	56	3

Anexo 20. Análisis descriptivo

Eficiencia

En la Tabla 29, se visualiza el análisis estadístico descriptivo de la eficiencia en máquina AirCurtain, en donde el promedio de este en el pre-test fue 67.5%, con una desviación estándar de 4.53 y en el post-test, la eficiencia promedio fue de 78.47% con una desviación estándar de 4.28, del mismo modo, se observó una asimetría negativa para el pre-test es decir, la mayoría de datos se agrupan en valores menores al promedio mencionado, también se observa una asimetría positiva en el post-test, es decir, la mayoría de datos se agrupan en valores mayores al promedio mencionado y en cuanto a la curtosis, en el pre-test es negativa, lo que indica que hay una menor concentración de datos en torno a la media, y en el post-test es positiva, lo que indica hay una mayor concentración de datos en torno a la media. Por lo tanto, hay un incremento de la eficiencia de la máquina.

Tabla 29. Estadísticos descriptivos de la eficiencia de la máquina AirCurtain pre y post test

		AirCurtain Eficiencia Pre test	AirCurtain Eficiencia Post test
Media		67.499	78.473
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	65.586	76.665
	Límite superior	69.412	80.281
Media recortada al 5%		67.592	78.303
Mediana		68.335	78.335
Varianza		20.528	18.339
Desviación estándar		4.531	4.282
Mínimo		60.00	70.00
Máximo		73.33	90.00
Rango		13.33	20.00
Rango intercuartil		6.67	3.33
Asimetría		-0.270	0.704
Curtosis		-1.150	1.621

Nota: SPSS 26

En la Tabla 32, se visualiza el análisis estadístico descriptivo de la eficiencia en máquina Arbus Valencia, en donde el promedio de este en el pre-test fue 66.81%, con una desviación estándar de 9.50 y en el post-test, la eficiencia

promedio fue de 73.75% con una desviación estándar de 16.75, del mismo modo, se observó una asimetría negativa para el pre-test y para el post-test, es decir, la mayoría de datos se agrupan en valores menores al promedio mencionado y en cuanto a la curtosis, esta es positiva para el pre-test y el post-test, lo que indica hay una mayor concentración de datos en torno a la media. Por lo tanto, hay un incremento de la eficiencia de la máquina.

Tabla 30. Estadísticos descriptivos de la eficiencia de la máquina Arbus Valencia pre y post test

		Arbus Valencia Eficiencia Pre test	Arbus Valencia Eficiencia Post test
Media		66.805	73.750
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	62.792	66.678
	Límite superior	70.818	80.822
Media recortada al 5%		67.499	75.802
Mediana		70.000	80.000
Varianza		90.315	280.493
Desviación estándar		9.503	16.748
Mínimo		43.33	23.33
Máximo		76.67	86.67
Rango		33.34	63.34
Rango intercuartil		9.17	13.33
Asimetría		-1.335	-2.270
Curtosis		0.622	4.883

Nota: SPSS 26

Eficacia

En la Tabla 30, se visualiza el análisis estadístico descriptivo de la eficacia en máquina AirCurtain, en donde el promedio de este en el pre-test fue 67.5%, con una desviación estándar de 4.53 y en el post-test, la eficacia promedio fue de 78.47% con una desviación estándar de 4.28, del mismo modo, se observó una asimetría negativa para el pre-test es decir, la mayoría de datos se agrupan en valores menores al promedio mencionado, también se observa una asimetría positiva en el post-test, es decir, la mayoría de datos se agrupan en valores mayores al promedio mencionado y en cuanto a la curtosis, en el pre-test es negativa, lo que indica que hay una menor concentración de datos en torno a la media, y en el post-test es positiva, lo que indica hay una mayor

concentración de datos en torno a la media. Por lo tanto, hay un incremento de la eficacia de la máquina.

Tabla 31. Estadísticos descriptivos de la eficacia de la máquina AirCurtain pre y post test

		AirCurtain Eficacia Pre test	AirCurtain Eficacia Post test
Media		67.499	78.473
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	65.586	76.665
	Límite superior	69.412	80.281
Media recortada al 5%		67.592	78.303
Mediana		68.335	78.335
Varianza		20.528	18.339
Desviación estándar		4.531	4.282
Mínimo		60.00	70.00
Máximo		73.33	90.00
Rango		13.33	20.00
Rango intercuartil		6.67	3.33
Asimetría		-0.270	0.704
Curtosis		-1.150	1.621

Nota: SPSS 26

En la Tabla 33, se visualiza el análisis estadístico descriptivo de la eficacia en máquina Arbus Valencia, en donde el promedio de este en el pre-test fue 66.81%, con una desviación estándar de 9.50 y en el post-test, la eficacia promedio fue de 73.75% con una desviación estándar de 16.75, del mismo modo, se observó una asimetría negativa para el pre-test y para el post-test, es decir, la mayoría de datos se agrupan en valores menores al promedio mencionado y en cuanto a la curtosis, esta es positiva para el pre-test y el post-test, lo que indica hay una mayor concentración de datos en torno a la media. Por lo tanto, hay un incremento de la eficacia de la máquina.

Tabla 32. Estadísticos descriptivos de la eficacia de la máquina Arbus Valencia pre y post test

		Arbus Valencia Eficacia Pre test	Arbus Valencia Eficacia Post test
Media		66.805	73.750
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	62.792	66.678
	Límite superior	70.818	80.822
Media recortada al 5%		67.499	75.802
Mediana		70.000	80.000
Varianza		90.315	280.493
Desviación estándar		9.503	16.748
Mínimo		43.33	23.33
Máximo		76.67	86.67
Rango		33.34	63.34
Rango intercuartil		9.17	13.33
Asimetría		-1.335	-2.270
Curtosis		0.622	4.883

Nota: SPSS 26

Productividad

En la Tabla 31, se visualiza el análisis estadístico descriptivo de la productividad en máquina AirCurtain, en donde el promedio de este en el pre-test fue 46.4%, con una desviación estándar de 5.97 y en el post-test, la productividad promedio fue de 62.02% con una desviación estándar de 6.75, del mismo modo, se observó una asimetría negativa para el pre-test es decir, la mayoría de datos se agrupan en valores menores al promedio mencionado, también se observa una asimetría positiva en el post-test, es decir, la mayoría de datos se agrupan en valores mayores al promedio mencionado y en cuanto a la curtosis, en el pre-test es negativa, lo que indica que hay una menor concentración de datos en torno a la media, y en el post-test es positiva, lo que indica hay una mayor concentración de datos en torno a la media. Por lo tanto, hay un incremento de la productividad de la máquina.

Tabla 33. Estadísticos descriptivos de la productividad de la máquina AirCurtain pre y post test

		AirCurtain Productividad Pre Test	AirCurtain Productividad Post Test
Media		46.419	62.015
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	43.896	59.163
	Límite superior	48.941	64.866
Media recortada al 5%		46.533	61.658
Mediana		47.500	61.835
Varianza		35.684	45.594
Desviación estándar		5.974	6.752
Mínimo		36.00	49.67
Máximo		54.67	81.00
Rango		18.67	31.33
Rango intercuartil		8.00	5.00
Asimetría		-0.234	0.944
Curtosis		-1.061	2.029

Nota: SPSS 26

En la Tabla 34, se visualiza el análisis estadístico descriptivo de la productividad en máquina Arbus Valencia, en donde el promedio de este en el pre-test fue 47.93%, con una desviación estándar de 8.30 y en el post-test, la productividad promedio fue de 59.96% con una desviación estándar de 14.99, del mismo modo, se observó una asimetría negativa para el pre-test y para el post-test, es decir, la mayoría de datos se agrupan en valores menores al promedio mencionado y en cuanto a la curtosis, el pre test presenta una curtosis negativa, lo que indica hay una menor concentración de datos en torno a la media, y en el post-test hay curtosis positiva, lo que indica hay una mayor concentración de datos en torno a la media. Por lo tanto, hay un incremento de la productividad de la máquina.

Tabla 34. Estadísticos descriptivos de la productividad de la máquina Arbus Valencia pre y post test

		Arbus Valencia Productividad Pre Test	Arbus Valencia Productividad Post Test
Media		47.932	59.959
95% de intervalo de	Límite inferior	44.427	53.629
	Límite superior	51.436	66.288

confianza para la media			
Media recortada al 5%		48.369	61.482
Mediana		49.670	64.000
Varianza		68.889	224.675
Desviación estándar		8.300	14.989
Mínimo		28.33	16.33
Máximo		59.00	75.33
Rango		30.67	59.00
Rango intercuartil		13.09	15.67
Asimetría		-0.856	-1.794
Curtosis		-0.021	3.401

Nota: SPSS 26

Anexo 21. Análisis inferencial

Eficiencia

Tabla 35.

Prueba de normalidad para la eficiencia

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
AirCurtain Eficiencia Pre test	0.896	24	0.018
AirCurtain Eficiencia Post test	0.905	24	0.027

Nota: SPSS 26

Tabla 36.

Prueba de Wilcoxon para la eficiencia

	AirCurtain Eficiencia Post test – AirCurtain Eficiencia Pre test
Z	-4.209
Sig. Asin. (bilateral)	0.000

Nota: SPSS 26

Tabla 37.

Prueba de normalidad para la eficiencia

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Arbus Valencia Eficiencia Pre test	0.789	24	0.000
Arbus Valencia Eficiencia Post test	0.683	24	0.000

Nota: SPSS 26

Tabla 38.

Prueba de Wilcoxon para eficiencia

	Arbus Valencia Eficiencia Post test - Arbus Valencia Eficiencia Pre test
Z	-2.421
Sig. asin. (bilateral)	0.015

Nota: SPSS 26

Tabla 39. Prueba de normalidad para la eficiencia

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Promedio eficiencia Pre test	0.889	24	0.013
Promedio eficiencia Post test	0.792	24	0.000

Nota: SPSS 26

Tabla 40. Prueba de Wilcoxon para eficiencia

	Promedio eficiencia Post test - Promedio eficiencia Pre test
Z	-3.063
Sig. asin. (bilateral)	0.002

Nota: SPSS 26

Eficacia**Tabla 41.**

Prueba de normalidad para la eficacia

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
AirCurtain Eficacia Pre test	0.896	24	0.018
AirCurtain Eficacia Post test	0.905	24	0.027

Nota: SPSS 26

Tabla 42.

Prueba de Wilcoxon para la eficacia

	AirCurtain Eficacia Post test - AirCurtain Eficacia Pre test
Z	-4.209

Sig. asin. (bilateral)	0.000
------------------------	-------

Nota: SPSS 26

Tabla 43.

Prueba de normalidad para la eficacia

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Arbus Valencia Eficacia Pre test	0.789	24	0.000
Arbus Valencia Eficacia Post test	0.683	24	0.000

Nota: SPSS 26

Tabla 44.

Prueba de Wilcoxon para la eficacia

	Arbus Valencia Eficacia Post test - Arbus Valencia Eficacia Pre test
Z	-2.421
Sig. asin. (bilateral)	0.015

Nota: SPSS 26

Tabla 45. Prueba de normalidad para la eficacia

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Promedio Eficacia Pre test	0.889	24	0.013
Promedio Eficacia Post test	0.792	24	0.000

Nota: SPSS 26

Tabla 46. Prueba de Wilcoxon para la eficacia

	Promedio Eficacia Post test Promedio Eficacia Pre test
Z	-3.063
Sig. asin. (bilateral)	0.010

Nota: SPSS 26

Productividad

Tabla 47.

Prueba de normalidad para la productividad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
AirCurtain Productividad Pre Test	0.924	24	0.070
AirCurtain Productividad Post Test	0.900	24	0.021

Nota: SPSS 26

Tabla 48.

Prueba de Wilcoxon para la productividad

	AirCurtain Productividad Post Test - AirCurtain Productividad Pre Test
Z	-4.202
Sig. asin. (bilateral)	0.000

Nota: SPSS 26

Tabla 49.

Prueba de normalidad para la productividad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Arbus Valencia Productividad Pre Test	0.905	24	0.027
Arbus Valencia Productividad Post Test	0.801	24	0.000

Nota: SPSS 26.

Tabla 50.

Prueba de Wilcoxon para la productividad

	Arbus Valencia Productividad Post Test - Arbus Valencia Productividad Pre Test
Z	-2.801
Sig. asin. (bilateral)	0.005

Nota: SPSS 26

Tabla 51. Prueba de normalidad para la productividad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Promedio Productividad Pre Test	0.930	24	0.100
Promedio Productividad Post Test	0.925	24	0.076

Nota: SPSS 26

Tabla 52. Prueba de muestras emparejadas

	t	gl	P de dos factores
Productividad Pre Test - Productividad Post Test	-6.057	23	0.000

Nota: SPSS 26

Anexo 22.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN Y LA PRODUCTIVIDAD

Nº	VARIABLE-DIMENSIÓN-INDICADORES	Pertenencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	Variable Independiente: Mantenimiento centrado en la confiabilidad							
1	Dimensión 1: MTBF <i>$\frac{\text{Tiempo real de operación}}{\text{Número de reparaciones}}$</i>	x		x		x		
2	Dimensión 2: MTTR <i>$\frac{\text{Tiempo total de mantenimiento}}{\text{Número de reparaciones}}$</i>	x		x		x		
3	Dimensión 3: Confiabilidad <i>$\frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}$</i>	X		X		X		
	Variable Dependiente: Productividad	Si	No	Si	No	Si	No	
6	Dimensión 1: Eficiencia <i>$\frac{\text{Horas trabajadas}}{\text{Horas programadas}}$</i>	x		x		x		
7	Dimensión 2: Eficiencia <i>$\frac{\text{Hectáreas trabajadas}}{\text{Hectáreas programadas}}$</i>	x		x		x		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay suficientes

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

Apellidos y nombres del juez validador: Roger Minaya

DNI: 18136288

Especialidad del validador: Ing. Mecánico de Fluidos

27 NOVIEMBRE DEL 2021

¹Pertenencia: El ítem corresponde al concepto formulado

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

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


 Firma del Experto Informante

Anexo 23.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN Y LA PRODUCTIVIDAD

N°	VARIABLE-DIMENSIÓN-INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	Variable Independiente: Mantenimiento centrado en la confiabilidad							
1	Dimensión 1: MTBF $\frac{\text{Tiempo real de operación}}{\text{Número de reparaciones}}$	x		x		x		
2	Dimensión 2: MTTR $\frac{\text{Tiempo total de mantenimiento}}{\text{Número de reparaciones}}$	x		x		x		
3	Dimensión 3: Confiabilidad $\frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$	X		X		X		
	Variable Dependiente: Productividad							
6	Dimensión 1: Eficiencia $\frac{\text{Horas trabajadas}}{\text{Horas programadas}}$	x		x		x		
7	Dimensión 2: Eficiencia $\frac{\text{Hectáreas trabajadas}}{\text{Hectáreas programadas}}$	x		x		x		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay suficientes

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

Apellidos y nombres del juez validador:

DNI:

Especialidad del validador:

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto formulado

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

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

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

27 NOVIEMBRE DEL 2021

CHAN CHAN AMARYL S.A.C.

 Rodrigo Genzo Vilca
 JEFE DE OPERACIONES

Firma del Experto Informante

Anexo 24.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN Y LA PRODUCTIVIDAD

N°	VARIABLE-DIMENSIÓN-INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	Variable Independiente: Mantenimiento centrado en la confiabilidad							
1	Dimensión 1: MTBF $\frac{\text{Tiempo real de operación}}{\text{Número de reparaciones}}$	x		x		x		
2	Dimensión 2: MTTR $\frac{\text{Tiempo total de mantenimiento}}{\text{Número de reparaciones}}$	x		x		x		
3	Dimensión 3: Confiabilidad $\frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$	X		X		X		
	Variable Dependiente: Productividad	Si	No	Si	No	Si	No	
6	Dimensión 1: Eficiencia $\frac{\text{Horas trabajadas}}{\text{Horas programadas}}$	x		x		x		
7	Dimensión 2: Eficiencia $\frac{\text{Hectáreas trabajadas}}{\text{Hectáreas programadas}}$	x		x		x		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay suficientes

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador: Paredes Corcuera, Edwin Danilo

DNI: 18136288

Especialidad del validador: Ingeniería de Mantenimiento

27 NOVIEMBRE DEL 2021

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto formulado

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

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

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



Edwin Danilo Paredes Corcuera
Ingeniería de Mantenimiento
CIP: 224523

Anexo 25.

AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA

Yo MACHUCA PAREDES ALEJANDRO
Identificado con DNI 80168838 en mi calidad de JEFE DE AREA
del área de SANIDAD VEGETAL "PALTO"
de la empresa CAMPOSOL S.A.
con R.U.C N° 20340584237, ubicada en la ciudad de VIRU

OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

Al señor (ta) PERALTA ANTICONA GABY ANALI

Identificado(s) con DNI N° 45390023 y del SR CABANILLAS ORTEGA ABEL identificado con DNI N° 48015937 de la Carrera profesional Ing. Industrial para que utilice la siguiente información de la empresa:

Datos de las máquinas fumigadoras y todo lo que los estudiantes requieran.

con la finalidad de que pueda desarrollar su Informe estadístico, Trabajo de Investigación, Tesis para optar el Título Profesional.

Publique los resultados de la investigación en el repositorio institucional de la UCV.

- Mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o
 Mencionar el nombre de la empresa.

Firma y sello del Representante Legal

DNI: 80168838

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

Firma del Estudiante

DNI: 45390023

Firma del Estudiante

DNI: 48015937

Anexo 25. Registro de productividad antes de RCM

REGISTRO DE PRODUCTIVIDAD (EFICIENCIA, EFICACIA)								
AREA:		SANIDAD VEGETAL "PALTO"						
RESPONSABLE:		ALEJANDRO MACHUCA PAREDES						
SEMANA	FECHA	H. TRAB.	H. PROG.	EFICIENCIA	HECT. TRAB.	HECT. PROGR.	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
1	1/11/2021	8	10	80%	40	50	80%	64%
1	2/11/2021	7	10	70%	35	50	70%	49%
1	3/11/2021	7	10	70%	35	50	70%	49%
1	4/11/2021	6	10	60%	30	50	60%	36%
1	5/11/2021	5	10	50%	25	50	50%	25%
1	6/11/2021	7	10	70%	35	50	70%	49%
2	8/11/2021	6	10	60%	30	50	60%	36%
2	9/11/2021	7	10	70%	35	50	70%	49%
2	10/11/2021	7	10	70%	35	50	70%	49%
2	11/11/2021	8	10	80%	40	50	80%	64%
2	12/11/2021	6	10	60%	30	50	60%	36%
2	13/11/2021	8	10	80%	40	50	80%	64%
3	15/11/2021	7	10	70%	35	50	70%	49%
3	16/11/2021	8	10	80%	40	50	80%	64%
3	17/11/2021	8	10	80%	40	50	80%	64%
3	18/11/2021	8	10	80%	40	50	80%	64%
3	19/11/2021	7	10	70%	35	50	70%	49%
3	20/11/2021	7	10	70%	35	50	70%	49%
4	22/11/2021	8	10	80%	40	50	80%	64%
4	23/11/2021	6	10	60%	30	50	60%	36%
4	24/11/2021	7	10	70%	35	50	70%	49%
4	25/11/2021	MATENIMIENTO						
4	26/11/2021							
4	27/11/2021	6	10	60%	30	50	60%	36%


 Firma y sello del Representante Legal
 DNI: 80168839

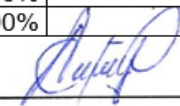
Anexo 26. Registro de mantenimiento antes de RCM

HOJA DE REGISTRO DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO								
Área	SANIDAD VEGETAL "PALTO"							
Tipo de máquina	Fumigadora							
Sub tipo de máquina	Arbus Valencia 2000							
Periodo de observación	NOVIEMBRE							
Elaborado por	ABEL CABANILLAS GABY PERALTA							
Número de máquina	Tiempo de operación programado	Tiempo de parada no programada	Tiempo real de operación	Tiempo total de mantenimiento	Numero de reparaciones	MTBF	MTTR	Confiability
AV-2000-1	10	2	8	1	1	2	6	75%
AV-2000-3	10	7	3	2	1	3	4	57%
AV-2000-5	10	7	3	2	1	3	4	57%
AV-2000-1	10	6	4	3	1	4	2	33%
AV-2000-6	10	5	5	3	1	5	0	0%


 Firma y sello del Representante Legal
 DNI: 80168839

Anexo 27. Registro de productividad después de RCM

REGISTRO DE PRODUCTIVIDAD (EFICIENCIA, EFICACIA)								
AREA:		SANIDAD VEGETAL "PALTO"						
RESPONSABLE:		ALEJANDRO MACHUCA PAREDES						
SEMANA	FECHA	H. TRAB.	H. PROG.	EFICIENCIA	HECT. TRAB.	HECT. PROGR.	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
1	4/04/2022	9	10	90%	45	50	90%	81%
1	5/04/2022	8	10	80%	40	50	80%	64%
1	6/04/2022	8	10	80%	40	50	80%	64%
1	7/04/2022	7	10	70%	35	50	70%	49%
1	8/04/2022	9	10	90%	45	50	90%	81%
1	9/04/2022	8	10	80%	40	50	80%	64%
2	11/04/2022	6	10	60%	30	50	60%	36%
2	12/04/2022	MATENIMIENTO						
2	13/04/2022	8	10	80%	40	50	80%	64%
2	14/04/2022	7	10	70%	35	50	70%	49%
2	15/04/2022	6	10	60%	30	50	60%	36%
2	16/04/2022	8	10	80%	40	50	80%	64%
3	18/04/2022	8	10	80%	40	50	80%	64%
3	19/04/2022	9	10	90%	45	50	90%	81%
3	20/04/2022	8	10	80%	40	50	80%	64%
3	21/04/2022	MATENIMIENTO						
3	22/04/2022	9	10	90%	45	50	90%	81%
3	23/04/2022	8	10	80%	40	50	80%	64%
4	25/04/2022	8	10	80%	40	50	80%	64%
4	26/04/2022	8	10	80%	40	50	80%	64%
4	27/04/2022	8	10	80%	40	50	80%	64%
4	28/04/2022	8	10	80%	40	50	80%	64%
4	29/04/2022	9	10	90%	45	50	90%	81%
4	30/04/2022	9	10	90%	45	50	90%	81%



Firma y sello del Representante Legal

DNI: 80168839

Anexo 28. Registro de mantenimiento después de RCM

HOJA DE REGISTRO DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO								
Área	SANIDAD VEGETAL "PALTO"							
Tipo de máquina	Fumigadora							
Sub tipo de máquina	Arbus Valencia 2000							
Periodo de observación	ABRIL							
Elaborado por	ABEL CABANILLAS GABY PERALTA							
Número de máquina	Tiempo de operación programado	Tiempo de parada no programada	Tiempo real de operación	Tiempo total de mantenimiento	Numero de reparaciones	MTBF	MTTR	Confiabilidad
AV-2000-4	10	1	8	1	0	1	8	89%
AV-2000-2	10	2	8	1	0	2	6	75%
AV-2000-1	10	2	8	1	0	2	6	75%
AV-2000-9	10	3	7	1	0	3	4	57%
AV-2000-7	10	1	9	1	0	1	8	89%



Firma y sello del Representante Legal

DNI: 80168939



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad de los Asesores

Nosotros, ARANDA GONZALEZ JORGE ROGER, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesores de Tesis titulada: "Mantenimiento centrado en confiabilidad para aumentar la productividad de los activos fijos del área de sanidad de una empresa agroindustrial", cuyos autores son CABANILLAS ORTEGA ABEL SALOMON, PERALTA ANTICONA GABY ANALI, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

Hemos revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 13 de Julio del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ARANDA GONZALEZ JORGE ROGER DNI: 18072194 ORCID 0000000203075900	Firmado digitalmente por: JARANDA el 17-07-2022 11:50:52
LINARES LUJAN GUILLERMO ALBERTO DNI: 40026086 ORCID 0000-0003-3889-4831	Firmado digitalmente por: GLINARES el 13-07- 2022 00:47:10

Código documento Trilce: TRI - 0340152