



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Implementación de un sistema de mantenimiento productivo total para mejorar la eficiencia global de los equipos de la empresa IPEFICAL S.A.C., 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTORES:

Br. Requejo Rojas, Gustavo Humberto (ORCID: 0000-0001-8470-3675)

Br. Santin Ramos, Yessica Natali (ORCID: 0000-0002-0676-9254)

ASESOR:

Mg. Javez Valladares, Santos Santiago (ORCID: 0000-0002-6790-5774)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

TRUJILLO - PERÚ

2019

DEDICATORIA

“En primera instancia de la tesis quisiera agradecer a Dios por bendecirme en este camino para poder llegar hasta donde ahora estoy y seguir por el camino, sin rendirme. A mis padres que gracias a ellos con su amor y apoyo moral logré finalizar un reto más en mi vida”.

"Dios, como mi guía, inspiró mi vida y me dio una familia maravillosa. A mi familia, su comprensión, apoyo y confianza que se ha convertido en inspiración en mi progreso y para el éxito de mis logros. A mis hijos que me dieron todo su amor y comprensión".

“A mi enamorada por su cariño y todo su apoyo incondicional”.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la Universidad César Vallejo por brindarnos una capacitación integral durante el desarrollo de nuestra carrera, a nuestros asesores Santiago Javez, Elmer Tello y Segundo Ulloa que han contribuido a mejorar nuestra capacidad como ingenieros con su experiencia. Por otro lado, también expresamos nuestro agradecimiento especial a IPEFICAL S.A.C., cuyos directores nos brindan la oportunidad de realizar nuestra investigación.

PÁGINA DEL JURADO

PÁGINA DEL JURADO

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **REQUEJO ROJAS, GUSTAVO HUMBERTO** con D.N.I. N° **75722888**, a efecto de acatar las disposiciones vigentes establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, declaro bajo juramento que la investigación y toda la documentación que acompaña es veraz y autentica.

Así mismo, declaro bajo juramento y me hago responsable ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión, en lo que concierne a documentos e información aportada.

Por lo cual, me someto a lo estipulado en las normal académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Trujillo, 14 de Diciembre del 2019



**REQUEJO ROJAS, GUSTAVO
HUMBERTO
DNI: 75722888**

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **SANTIN RAMOS, YESSICA NATALI** con D.N.I. N° **44931121**, a efecto de acatar las disposiciones vigentes establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, declaro bajo juramento que la investigación y toda la documentación que acompaña es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro bajo juramento y me hago responsable ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión, en lo que concierne a documentos e información aportada.

Por lo cual, me someto a lo estipulado en las normal académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Trujillo, 14 de Diciembre del 2019



**SANTIN RAMOS, YESSICA
NATALI**

DNI: 44931121

ÍNDICE

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	vi
Índice	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	21
2.1. Tipo de estudio y diseño de investigación.....	21
2.2. Operacionalización de Variables.....	22
2.3. Población y muestra	25
2.4. Procedimiento.....	25
2.5. Métodos de Análisis de Datos	26
2.6. Aspectos Éticos	27
III. RESULTADOS	28
IV. DISCUSIÓN.....	127
V. CONCLUSIONES	129
VI. RECOMENDACIONES.....	131
REFERENCIAS	132
ANEXOS	134

RESUMEN

La presente investigación titulada “Implementación de un sistema de mantenimiento productivo total para mejorar la eficiencia global de los equipos de la empresa IPEFICAL S.A.C., 2018”, basado en la teoría de investigación de Mantenimiento Productivo Total, y se adoptó un diseño experimental para aplicarlo a las máquinas que carecen de mantenimiento. El Mantenimiento Productivo Total consta de cada actividad, para ello se utilizaron técnicas de entrevista, diagrama de Pareto, diagrama de Ishikawa, DOP y DAP. Obteniendo como principales resultados: la mejora de las máquinas ya que se aumentó un 12%, en la eficiencia de los equipos. Realizar un análisis de costos para la implantación y del desarrollo de la metodología y los instructivos correspondientes se describen los beneficios que se obtendrán con la implementación de la propuesta. La evaluación económica financiera del proyecto de inversión se obtiene un van positivo de S/. 4,370,405.84, una Tasa Interna de Retorno del 15% y una relación beneficio costo de 1.94 lo que se concluye que es rentable la inversión.

Palabras clave: Empresa IPEFICAL, Mantenimiento Productivo Total y Eficiencia Global.

ABSTRACT

The present investigation titled "Implementation of a total productive maintenance system to improve the overall efficiency of the equipment of the company IPEFICAL SAC, 2018", based on the research theory of Total Productive Maintenance, and an experimental design was adopted to apply it to machines that lack maintenance. The Total Productive Maintenance consists of each activity, for this, interview techniques, Pareto diagram, Ishikawa diagram, DOP and DAP were used. Obtaining as main results: the improvement of the machines since it increased 12%, in the efficiency of the equipment. Carry out a cost analysis for the implementation and development of the methodology and the corresponding instructions describe the benefits that will be obtained with the implementation of the proposal. The economic and financial evaluation of the investment project obtained a positive S /. 4,370,405.84, an Internal Rate of Return of 15% and a benefit-cost ratio of 1.94, which concludes that the investment is profitable.

Keywords: IPEFICAL Company, Total Productive Maintenance and Global Efficiency

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos diez años, la implementación de un sistema de mantenimiento productivo total se ha incrementado, lo cual es evidente en el progreso de la tecnología. En la industria colombiana, para mejorar la eficiencia de los equipos, ha pasado por todo el ciclo de vida de los equipos, lo que ha llevado a la implementación de TPM para proporcionar productos de la mejor calidad, costos competitivos y entregas a tiempo, ahorrando así el costo de eliminar demoras y tiempos de inactividad de la máquina, mejorando así la producción de calidad y reduciendo las pérdidas. En el TPM, uno de sus objetivos es maximizar la eficiencia del equipo. Aranguren, (2015, p.28).

La compañía Papelera del Sur produce diferentes tipos de cajas corrugadas. Según los dos años anteriores y el nivel de ventas de sus productos, el presupuesto de mantenimiento de las cajas corrugadas no está claro. En el área de mantenimiento, el análisis es complicado y se toman medidas correctivas. Uno de los problemas es que la máquina no es local, por lo tanto, es necesario importar repuestos, lo que resulta en demoras debido a la imposibilidad de reunirse con proveedores locales. Otro problema es la falta de un sistema de planificación de mantenimiento preventivo, de no contar con las piezas más críticas de la maquinaria, causa un tiempo de inactividad excesiva debido a fallas mecánicas y afecta la eficiencia de la línea de producción. El problema más relevante para la compañía Papelera del Sur son sus paradas inoportunas (40.06%), debido al mal funcionamiento de la maquinaria y el equipo (3.73%), la falta de capacitación del operador (8.17%) y el mantenimiento preventivo deficiente (33.3%). Muñoz, José (2014, p.120).

En Perú, pocas empresas utilizan herramientas de manera efectiva para aumentar la eficiencia global de los equipos de producción, por ejemplo, pocas empresas implementan TPM. Estas compañías son las compañías más reconocidas en el mercado, como Kimberly Clark, Grupo Gloria, Ajeper, Lindley, Alicorp, etc. Se las arreglaron para simplificar la administración del equipo, optimizar su rendimiento y maximizar la productividad de sus sistemas, lo que les permitió lograr una mejor posición en el mercado.

La compañía IPEFICAL.S.A.C. se encuentra en el parque industrial de Trujillo y se especializa en la producción y venta de hojas aglomeradas comúnmente conocidas como " falsas de calzado ". La fábrica se está reorganizando en un esfuerzo por superar su crisis de producción, y reúne a expertos en la industria del papel y el cartón para actualizar su producción y restaurar su liderazgo a nivel de producción del 2007 al 2012 cuando el nivel de producción era de 90,000 aglomeradas para falsa de calzado por mes, es por eso que tienen que implementar políticas de trabajo para resolver los problemas, especialmente el enorme costo de producción, razón por la cual se han tomado medidas para mejorar los procesos de mantenimiento de equipos y máquinas, reducir la pérdida de calidad y mejorar la eficiencia de producción debida al procesamiento posterior a la producción, y otros aspectos relacionados con la Eficiencia Global de Equipo (OEE).

En el campo de producción de la compañía, existen algunos problemas para reducir la eficiencia de la producción, por lo que es necesario tomar medidas para proporcionar soluciones a esta realidad. Para hacer esto, debemos usar herramientas de diagnóstico que nos permitan identificar el problema. Los problemas más importantes que aparecen en el área de producción se muestran en la siguiente figura (diagrama de Ishikawa). La razón de la baja eficiencia global de los equipos (ver Figura 05). Obteniendo datos mediante una lluvia de ideas con todos los trabajadores sobre los temas más importantes del área.

En la Figura 05, describe las razones por las cuales los equipos EPEFICAL deben apagarse debido a la mala calidad del material entrante, fallas mecánicas y eléctricas continuas y fallas causadas por ciertas piezas de repuesto que han sido reemplazadas por piezas de baja calidad, la suciedad y el polvillo generado por las fibras suspendidas dando como resultado la sobrecarga de partes importantes del equipo, todas ellas acortarán su vida útil. Además, no tiene un departamento de mantenimiento y no hay repuestos ni suministros en el almacén, lo que causa demoras en la reparación del equipo.

En el proyecto actual, durante la producción de planchas para falsas de calzado por IPEFICAL SAC, se hizo la propuesta para implementar un sistema de Mantenimiento Productivo Total. Con este fin, para diagnosticar el tiempo de inactividad de la máquina y el tiempo dedicado a diferentes tareas. La empresa necesita determinar el costo real de

sus reparaciones y debe desarrollar un plan de mantenimiento específico para reducir el tiempo requerido para reparar cada máquina y / o equipo, para ello debemos determinar la eficiencia global de la planta de producción de planchas aglomeradas.

Al comienzo del informe, se divulgó la siguiente información sobre el sistema de mantenimiento productivo total y la reducción de los costos operativos:

La investigación realizada por Portilla (2014, p.75) se tituló " Diseño un programa de Mantenimiento Productivo Total aplicado al área de producción de una empresa productora de plásticos en Cali - Colombia", y adquirió el título de Ingeniero Industrial de la Universidad Autónoma de occidente, por esta razón, la compañía no realiza mantenimiento preventivo, y sus máquinas a menudo fallan, paralizando la producción; este estudio solo apuntó a dos máquinas industriales con gran capacidad (14,580 unidades por mes y 42,120 unidades por mes). Por lo tanto, primero realiza un diagnóstico preliminar calculando el indicador TPM inicial y luego analiza los cuatro factores influyentes que afectan la efectividad de la máquina, tales como: mano de obra, procedimientos operativos existentes y comprensión del funcionamiento de la máquina por parte del personal y gerentes referido a mantenimiento. Cuando se obtienen indicadores bajos en cada evaluación, se proponen procedimientos para usar el equipo, se propone capacitación regular del personal en tecnología y una campaña para aumentar la sensibilidad de los trabajadores (incluyendo premios e incentivos) para motivar e integrar el concepto TPM. El desarrollo inicial del diseño del plan anual de mantenimiento es del 61%. Con la implementación de TPM, la OEE final alcanzó el 82%, un aumento del 21%. La cantidad total de diseño e implementación de TPM es de US \$ 98,905.00; este estudio proporciona la base del plan de capacitación (especialmente en temas técnicos) para que los operadores puedan participar en el concepto de TPM y mejorar sus capacidades técnicas para operar el equipo correctamente. (DÍAZ, 2014).

Bojórquez, Fabiola (2012, p. 104). Diseñó un de mantenimiento productivo total para el área texturizada de la compañía productora de yeso. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Tecnológica del Perú. Facultad de Ingeniería Industrial.

Su objetivo es utilizar la herramienta TPM para diseñar un plan en un área razonablemente utilizada para reducir defectos, ejecución deficiente, fallas inesperadas y fallas de la máquina, evitar la pérdida de eficiencia y optimizar la vida útil de la máquina. Para esto, utiliza un tipo de Investigación aplicada, debido a que se enfoca en la verificación de hipótesis, el diseño de la investigación es cuasi-experimental, El tamaño de la población son los datos producidos por el equipo en el área de textura por un periodo de 6 meses, siendo su muestra de igual magnitud, la técnica utilizada para obtener los datos es observación directa o in situ, mientras que el instrumento son las fichas de recolección de datos. La conclusión de este trabajo es que aumentar la disponibilidad de equipos de producción del 66.3% al 85%, después de la implementación de TPM, ha alcanzado un crecimiento del 18.7%, y también se logró concientizar a los empleados sobre las máquinas y equipos. En el equipo, hablan de acuerdo con las fallas que ocurren, es mucho mejor encontrar las fallas a tiempo con menor riesgo que descubrir las fallas más completas de la máquina a tiempo.

Con este fin, se añade al trabajador, las principales máquinas que se observan en el proceso de fabricación, los supervisores profesionales y las personas responsables de lograr cada objetivo en la empresa para corregir el bajo rendimiento, los equipos dañados y evitar pérdidas efectivas y mejorar la actividad de la máquina, lo que significa que los costos se reducen significativamente y se mejora la calidad. La contribución de este trabajo es muy importante porque nos muestra un método muy simple pero efectivo que puede utilizarse para planificar cada paso a seguir para simplificar nuestra implementación de la herramienta (TPM) en la planta de producción, que También nos trae un significado importante. Integración entre operadores, equipos de producción, expertos y personal responsable de alcanzar los objetivos. Con este fin, se agrega al trabajador, las principales máquinas que observan el proceso de fabricación, los supervisores profesionales y las personas responsables de lograr cada objetivo en la compañía para corregir el bajo rendimiento, los equipos dañados y evitar pérdidas efectivas y mejorar el rendimiento de la máquina, lo que significa que el costo se reduce considerablemente y se mejora la calidad. La contribución de este trabajo es muy importante porque nos muestra un método muy simple pero efectivo que puede usarse para planificar cada paso a seguir, haciendo así que nuestra herramienta (TPM) sea más fácil en nuestra planta de producción, también nos aporta un significado importante la

integración entre operadores, equipos de producción, expertos y personal responsable de alcanzar los objetivos.

Garay, (2012, p.147) en su tema. Implementación del TPM en el departamento de mantenimiento de la compañía Minera Casapalca S.A. Tesis (Ingeniero Industrial). Callao: Universidad Nacional del Callao. Facultad de Ingeniería Industrial. El objetivo del presente trabajo fue incrementar tanto eficiencia global de los equipos, como la confiabilidad y la disponibilidad de las máquinas, buscando la excelencia con una operación adecuada y un mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo planeado. El tipo de investigación del presente trabajo es aplicada, pues adapta las bases teóricas del TPM para dar solución a la realidad problemática del área elegida, el diseño de la investigación es experimental, pues al implementar el TPM se buscó observar sus efectos en la eficiencia global de los equipos, la población son 37 eventos ocurridos en los molinos Fuller instalados en la Planta Concentradora, la muestra es de igual magnitud y teniendo como técnica de recolección de datos la observación de campo. La conclusión a la que se llegó es la gran importancia del OEE dentro del TPM, pues sirve como base para observar las fallas y por lo tanto establecer de manera precisa los puntos de mejora, por tanto, se determinó que gracias a la implementación del TPM, se incrementó la disponibilidad de los molinos Fuller instalados en la planta en un 16.7%, el rendimiento en un 15.4% y la calidad en 9.7%, después de la implementación. Además, se halló que una de las fallas de la anterior implementación fue que no se involucró la gerencia, incluso mediante las entrevistas realizadas se observó que los supervisores y jefes no tenían conocimiento de lo que realmente es el TPM. Cabe resaltar que las demás áreas de la empresa pensaban que el TPM es un programa solo del departamento de mantenimiento por lo tanto su desarrollo sólo lo involucra a él y los beneficios que de él resulten sólo serán para el departamento de mantenimiento. El aporte de la presente tesis son las diferentes maneras y formas de obtener información y analizar los problemas, por ejemplo, hacer auditorias para obtener datos reales y hacer un análisis mediante radares y matriz FODA. Cosa que nos ayudará en nuestro trabajo de investigación pues a través de estos datos estableceremos las medidas a tomar para la adaptación tanto del TPM como del OEE.

QUISPE, (2016, p.115) en su tesis denominada “Implementación del mantenimiento productivo total (TPM) para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa Electro Volt Ingenieros S.A, ventanilla, 2016”, para obtener el título de Ingeniero Industrial de la Universidad César Vallejo en Lima. Su propuesta es aumentar la producción usando el pilar de mantenimiento productivo total, su principal objetivo será implementar uno de los apoyos del TPM como lo es el Mantenimiento Preventivo para aumentar la producción, su resultado fue la disminución de tiempos que se daban por paradas de máquinas en la cual se veía afectado la producción y así poder aumentar el funcionamiento de máquinas. Saber que solo se implementó la primera etapa del TPM, su eficacia se elevó de un 7% al 8%, de tal modo se observó un aumento de la producción y eficiencia de un 6% al 7.4% esto se vio en el resultado que arrojó las pruebas estadísticas en la cual se realizó de la etapa análisis y el resultado, cuando se realice las 3 etapas del TPM recién se observará el verdadero progreso de la producción. (QUISPE, 2016).

Asimismo, Sunción (2017, p.110), en su investigación "Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para incrementar la productividad en la línea de producción en la empresa MGO S.A.C, LIMA " para obtener el título de Ingeniero Industrial de la Universidad de César Vallejo en Lima. Dicha investigación implementa solo la parte principal de TPM, esta sería la principal herramienta para poder mejorar los procesos en las áreas de trabajo en la elaboración de punzón, realizándose en uno de las bases como es el mantenimiento preventivo, realizando Check List, lubricación, etc., otro instrumento que registrará un control. De esta manera, la producción aumentó del 67% al 73%, de lo cual el programa SPSS confirmó un aumento del 6%. La eficiencia de la máquina y / o equipo aumentó en un 0,88% a 0,95%, se puede ver aquí que al implementar el mantenimiento de productivo total, la eficiencia aumentó en un 0,06, en la producción de MGO S.A.C. (Espinoza, 2017) Constituyen nuestro tema, el cambio porcentual en la mejora de la productividad y la eficiencia referidos para nuestros cálculos y la discusión.

Por otro lado, Calderón (2011, p.85) indicó en su investigación "Implementación de un Sistema Productivo Total para mejorar la eficiencia Global de Equipos (OEE) en la producción de pimiento piquillo en la Empresa Agroindustrial DANPER Trujillo S.A.C. ". Con el fin de obtener el título de ingeniero industrial de la Universidad Nacional de Trujillo, trató de favorecer a la empresa a través de TPM y mejorar la tasa de calidad del

producto y la eficiencia de producción de las operaciones de máquinas y equipos. Realizó un diagnóstico en encontrando un defecto importante, la máquina dejó de funcionar en los siguientes meses: 550 minutos en enero; 526 minutos en febrero; 770 minutos en junio. En el proceso de implementación, se utilizaron herramientas como los diagramas de causa y efecto para determinar la causa raíz de todo el proceso, y se calculó la eficiencia global de equipos inicial: disponibilidad 98.56%, eficiencia 47.53%, rendimiento 85.68% y EOO inicial 40%. A través de la implementación, la disponibilidad es del 99.89%, la eficiencia es del 49.64%, la calidad es del 97.44% y la OEE final es del 48%. La conclusión es que después de la implementación, al diseñar e implementar TPM en el área de producción, la eficiencia de DANPER ha aumentado en un 8%. (Calderón, 2011). Del mismo modo, bajo la premisa anterior, esto constituye una contribución a nuestro tema, productividad y eficiencia, cambios de porcentaje de mejora de calidad y disponibilidad, referidos a nuestros cálculos y discusión. (ESCALANTE, 2016)

En esta investigación se concretiza de manera científica, tecnológica y humanista, depende su origen del término “**Mantenimiento Productivo Total**” (TPM) se discute en diferentes escenarios. En algunos casos se dice que dio inicio en empresas manufactureras americanas alrededor de 40 años, algunos creen que la utilizaban en una planta Nippodense, manufacturera donde se realizaban piezas eléctricas automotrices de Japón a finales de la década de los 60. Seiichi NAKAJIMA, un funcionario del instituto Japonés de Mantenimiento de planta (JIMP). El TPM es efecto del esfuerzo del mayor, parte de las empresas japonesas, que se dio inicio en la década de los 50, con el fin de mejorar el concepto de Mantenimiento Preventivo Sistemático, dio origen en los Estados Unidos, en el cual las funciones se realizaban constantemente, en base al tiempo del uso. En los años 80, M.P.S se desarrollaba en función al Mantenimiento Predictivo, que se basó en los usos de las condiciones de máquinas y/o equipos o de sus piezas o sistema.

En Japón, el Mantenimiento Productivo Total se ha ido implementando desde su comienzo, crea un soporte esencial en los sistemas de Producción de Toyota. El TPM se ha ido añadiendo a la mayor parte de filiales de Toyota. Según su fundador, Taichí Ohno, el método de producción de Toyota se basa en la eliminación total de despilfarro, en el cual no deberá existir defectos, ni niveles altos de inventario.

Según Cuatrecasas define al Mantenimiento Productivo Total como una filosofía en función en la planta productiva que depende del mantenimiento, pero logra otros cambios

que son: colaboración por todos los trabajadores de la empresa, eficiencia global de planificación de mantenimiento de equipos desde el principio hasta su mejora. (Torrell, 2010, p.33); por su parte **Hernández J.** señala que le Producibles Manténganse son un grupo de conjuntos situados para eliminar las fallas mediante la colaboración y motivar a todos los trabajadores. El mensaje principal es que, desde el personal administrativo hasta los asistentes del operador, el buen cuidado y el excelente mantenimiento de la eficiencia son los esfuerzos conjuntos del equipo (Mtias, 2013, página 41); lo mismo (Galindo, 2012, p.62) dice que el Mantenimiento Productivo Total es una herramienta en la cual se verifican que los equipos y máquinas cuenten con la disponibilidad para operar sin ningún problema y realicen las producciones necesarias.

El **TPM** es un programa de gestión que previene las pérdidas mediante el tiempo que dure el programa en la productividad, aumentando su eficacia con apoyo de todas las áreas y con los colaboradores comenzando desde operador hasta los directores, situando y respaldando las funciones en bajos equipos, en esto la mejora inicial del TPM establece en los trabajadores se deje al cuidado del mantenimiento fundamental de sus grupos propios. Mantener la máquina funcionando y desarrollando su disposición de localizar problemas de condicionales antes de que ocurra alguna falla (TECSUP, 2018), así mismo (TPM 2006) es un programa en el cual tiene como objetivo maximizar el rendimiento de operaciones con la ayuda directa de los trabajadores, realizándose por los mismos, en trabajos no forzados como limpieza, inspección, lubricación y reparaciones menores. El sistema está diseñado para eliminar las pérdidas de la máquina y reducir el desperdicio en las instalaciones del operador, ejerciendo así la responsabilidad y el liderazgo sobre los operadores.

Su éxito del Mantenimiento Productivo Total dependerá de las inspecciones realizadas continuamente en máquinas y/o equipos en esto se previene y evita las fallas, de esta forma el mantenimiento predictivo es pieza principal en el TPM, ya que es un método actual de la inspección en el cual se realiza una evaluación en el funcionamiento, precisando los errores críticos de deterioro y defecto. El Mantenimiento Productivo es aquel que se realiza por todos los trabajadores de la empresa.

El TPM cubre todo el ciclo de vida de máquinas y equipos. Con la participación de ingeniería, mantenimiento y producción; y la cooperación de todos los niveles de la empresa; esto alienta a los colaboradores a través del trabajo en equipo. Su objetivo es

profesionalizar y mejorar a los trabajadores de la empresa para mantener el equipo en buenas condiciones de funcionamiento y lograr la máxima responsabilidad dentro de la organización. Todos los trabajadores, incluidos los colaboradores de más alto nivel, como gerentes y directores. Según (SACRISTAN, 2013) El TPM busca cero defectos y falla cero en los equipos, esto también se busca que en los productos tenga cero defectos y tener cero pérdidas en los procesos, aportando directamente un beneficio a la empresa en medida que se incrementa la productividad, esto indicará una mejor competencia en el mercado. Parte del mejoramiento y del mantenimiento en las máquinas es que estos lleguen a sus más altos niveles de productividad, para ello se requiere las metas “Cero defectos” en la gestión de calidad, actualmente la meta del TPM se asemejan respecto a los equipos, cero tiempos de paradas inesperadas, cero productos defectuosos por equipos, cero pérdidas de velocidad de equipos.

El objetivo del TPM es profesionalizar y mejorar a los empleados de la compañía para mantener el equipo en buenas condiciones de funcionamiento y asumir la mayor responsabilidad dentro de la organización de la compañía y con la participación de todos los empleados (incluidos los empleados de alto rango como gerentes y directores.

Según Francisco Rey (mantenimiento total de la Producción 2012) El TPM lo que quiere lograr es cero defectos y quiebre cero en los equipos, al costado del defecto, cero en productos y cero pérdidas en el proceso, ejecutando directo a favor de la empresa en medida que va ir mejorando la productividad esto sería una mejor competencia en el mercado.

En las áreas de mejoras y del mantenimiento que existe en los equipos en los niveles de vida útil de los equipos esto nos llevaría a tener “cero defectos” en la gestión de calidad, el TPM tiene similares metas respecto a las máquinas. (SACRISTAN, 2013)

- Tiempo Muerto por paradas inesperadas
- Tiempo Muerto por pérdida de productos defectuosos causados por equipos.
- Tiempo Muerto por reducción de velocidad de los equipos.

TPM-AM (Mantenimiento autónomo) es una actividad en la que los trabajadores participan a través de actividades grupales. Se establece a los colaboradores para que se comprometan a mantener el equipo. El Mantenimiento autónomo es un método japonés, en algunos lugares, como los países occidentales, no es muy importante. La gente se da

cuenta de que las diferencias culturales y de gestión son más valiosas, suficientes para volver a centrarse en el " Mantenimiento Autónomo".

TPM-PM (Mantenimiento preventivo y predictivo) Sistema global de mantenimiento predictivo para toda la vida útil del equipo. TPM: tiene una función de mantenimiento activa, que es un sistema de mantenimiento general para todo el ciclo de vida del equipo. TPM-AM tiene un cierto grado de conexión y el operador espera participar en el mantenimiento preventivo del equipo para realizar temporalmente tareas básicas. Sin embargo, el sistema de mantenimiento preventivo debe aplicarse independientemente del grado de participación del operador.

TPM- EM (Administración / Mejoramiento de los equipos). El sistema para aumentar la eficiencia de los equipos. El TPM – EM es el planteamiento exitoso en el cual va mejorar velozmente la productividad de los equipos y que se logre que los trabajadores se mezclen con el TPM. Sería muy productivo. El TPM-EM es el primer componente que se instala en la planta, donde se mejoran los equipos con más prioridad.

Esto va dar un buen inicio de energía al personal que está operando y realizando el mantenimiento, prediciendo la casualidad para concluir satisfactoriamente la instalación del TPM. Los beneficios de las Operaciones, Incremento de la motivación del trabajador, la enseñanza para culturizar y hacer responsables, su disciplina y el respeto en las normas. La enseñanza estable. Una innovación de un ambiente en el cual se pueda participar, colaborar y crear se haga realidad.

Capacidad apropiada para las plantillas del personal, redes de comunicación efectivas, seguridad, mejoras de infraestructura, cultura para prevenir pensamientos negativos de salud, mejorar la capacidad de identificar problemas potenciales y buscar medidas correctivas, y comprender la capacidad de las reglas existentes para prevenir y eliminar posibles causas de accidentes, siempre eliminar la fuente de contaminación y suciedad.

En términos de **productividad**, se elimina la pérdida que dañaría el rendimiento de la planta, lo que aumentará la confiabilidad y la disponibilidad de los equipos, reducirá los costos de mantenimiento y mejorará la calidad del producto por ende se mejora la tecnología de la empresa.

El TPM se basa en ocho pilares básicos: Pilar 1: Mejoras enfocadas o específicas (Kobetsu Kaizen). Ha aumentado el proceso de centrarse en maximizar la eficiencia global del equipo en todas las actividades, eliminando así las pérdidas intolerables y aumentando así su rentabilidad. Se recomienda que esté en la ocupación de personal en los campos de mantenimiento, ingeniería y producción logística para minimizar o eliminar las pérdidas más frecuentes en el proceso. Con este fin, se necesitan mediciones y evaluaciones para ver las mejoras que se están llevando a cabo. Con este fin, se debe implementar un plan de acción bien diseñado para hacer frente a la gran pérdida de TPM / MPT: **Paradas Programadas** Tiempo perdido en producción debido a mantenimiento planificado o servicio regular. **Ajustes de la Producción (Setup)**. Tiempo perdido debido a cambios que ocurrieron en el plan de producción para el reemplazo o productos de reemplazo. En el tiempo Setup, se divide en tres formas básicas: la preparación y autonomía de las materias primas, el control, el equipamiento es el espacio y la distribución. Reemplazar herramienta: desinstale la herramienta usada e instálela en otras partes.

Ajustes: sistematización de ajustes, reglas, pruebas de máquinas, cálculos, ajustes de parámetros, velocidad, fuerza, tiempo, expulsión y eficacia. **Falla del proceso**: el tiempo muerto donde un grupo pierda inesperadamente su función específica. Errores en dispositivo, tiempo muerto debido a factores externos como errores operativos y fallas de materiales y equipos. Desperdicios de Producción Normal, la pérdida de la tasa de medición estándar y un lapso de esfuerzo, detienen o reemplazan el instrumento. Ciclo de energía o Start – Up: estas pérdidas ocurren cada año porque el desarrollo requiere una forma ininterrumpida y luego se reinicia. Suele ocurrir al comienzo del primer tiempo del lunes y se aplica a una temperatura adecuada, velocidad o presión incorrecta de cada muestra. Varios equipos clave deben contar con sistemas o procedimientos que ayuden a reducir las pérdidas, por ejemplo: **1.** Únase al equipo antes de que comience el turno; **2.** No separar el equipo en el proceso de operación; **3.** Establecer un procedimiento de seguridad o emergencia, como un generador eléctrico, baterías, etc. Paradas pequeñas: Los problemas con más frecuencia se deben analizar la metodología de observación y solución de problemas, las pequeñas paradas (duran poco tiempo) no se toma mucha importancia en su mayoría de veces, se le considera en escasos casos, como particularidades del equipo. Esto puede causar una pérdida de tiempo del equipo debido a fallas temporales en los siguientes tiempos, por ejemplo: obstrucción de productos en

el suministro, efectos en los sistemas de alimentación y transporte, defectos en circuitos electrónicos y sistemas mecánicos de equipos. Automatización ineficiente. Aumentar la aplicación al equipo, deportes de equipo inadecuados, operación inadecuada del equipo o funciones anteriores. Cambio de herramienta: esto se debe al tiempo y al uso del equipo, el reemplazo de piezas, taladros, filos, herramientas y otros equipos, factores que también se desgastan a medida que se acorta la vida útil.

Pérdidas de producción insólitas. La productividad es baja cuando ciertas fallas (mano de obra, materiales, máquinas o métodos) hacen que sea imposible trabajar de acuerdo con los estándares operativos. Pérdida causada por la velocidad: se refiere a la pérdida causada por la capacidad nominal del equipo y su capacidad operativa. Por esta razón, la capacidad nominal del equipo debe entenderse y compararse con el equipo en funcionamiento, y la causa raíz del problema debe observarse y eliminarse. Por ejemplo, el dispositivo siempre puede funcionar por debajo de la velocidad de proyección por los siguientes motivos: la frecuencia del proyecto cae en relación con la velocidad indicada. Hay una diferencia entre la velocidad del proyecto y la velocidad de operación real. Aceleración operativa baja por causas del problema de calidad. Velocidad de operación bajo debido a fallas mecánicas. Descuido de la velocidad del proyecto. Imperfecciones en la calidad. Pérdidas por productos no conformes, reprocesos y re trabajo.

Pilar 2: Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen). Esta es una actividad especial de TPM donde los trabajadores son responsables del trabajo de mantenimiento diario para proporcionar un desgaste significativo, controlar la contaminación, limpiar equipos, realizar reparaciones menores y lubricación, lo que ayudará a aumentar la eficiencia global y extender los equipos. Vida de servicio, en este puesto, el trabajador asume la responsabilidad del equipo, que es su área de trabajo ("Soy responsable del mantenimiento de la máquina"). Al contrario de lo que piensan algunas personas, el mantenimiento autónomo requiere no solo cuidar la imagen del equipo, limpiarlo o pintarlo regularmente, y luego convertir al operador en una persona responsable del mantenimiento.

El objetivo principal del mantenimiento autónomo es utilizar el equipo como herramienta para enseñar y adquirir conocimiento, innovar nuevas habilidades para observar problemas y diseñar una nueva sabiduría en el trabajo. A través de los procedimientos apropiados y la verificación continua especificada en la norma, se pueden evitar daños al

equipo. Aumente la funcionalidad del equipo con la ayuda del operador. Desarrolle y mantenga las mejores condiciones para un funcionamiento sin problemas de los equipos sin fallas y un mejor rendimiento. El aumento de la seguridad laboral hará que los trabajadores sean más responsables y efectivos. Mejorar la autoestima entre los colaboradores.

Tasa de Mantenimiento Autónomo

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ Inspecciones realizadas}}{\text{N}^\circ \text{ Inspecciones propuestas}} \times 100$$

Pilar 3: Mantenimiento progresivo o planificado (Keikaku Hozen). El mantenimiento progresivo es uno de los métodos más importantes para buscar ganancias en organizaciones industriales. Su propósito es avanzar gradualmente en la meta de "cero fallas" en las fábricas industriales. El mantenimiento planificado realizado en diferentes empresas tiene las siguientes restricciones:

- No se requiere de datos históricos para poder establecer un tiempo determinado para poder realizar las acciones de mantenimiento preventivo.
- Los periodos de tiempo son fijados de acuerdo a la experiencia.
- Se utiliza la parada de un equipo para “realizar todo lo que se necesita en la máquina” ya que esté disponible. ¿Sería esto económico?
- Los proyectos de mantenimiento preventivo se llevan a cabo en equipos altamente acumulativos. Esto afecta la propagación de la distribución (estadística) de fallas, lo que hace imposible determinar el comportamiento de falla convencional y, por lo tanto, no puede formular planes de mantenimiento preventivo.
- Los indicadores del mantenimiento planificado:

Tasa de horas – hombre en mantenimiento de averías. (BM).

Es el porcentaje del total de horas - hombre empleadas en reparaciones de fallas en relación con el mantenimiento planificado.

$$\frac{\text{total de horas – hombre en MB}}{\text{Total de horas – hombre MP}} \times 100$$

Dónde:

BM: Mantenimiento de averías

MP: Mantenimiento planificado

Tasa de cumplimiento del mantenimiento Preventivo es la tasa de logros del mantenimiento preventivo.

$$\frac{\text{Total de trabajos de mttopreventivo}}{\text{Total de trabajos de mtto planifocado}} \times 100$$

Pilar 4: Educación y capacitación: a través de la educación y la capacitación para mejorar las habilidades de los trabajadores, de modo que tengan un alto grado de motivación, participación y orgullo profesional, a fin de obtener una mayor eficiencia en la empresa. Los pilares de la educación y la capacitación son los principios de apoyo del plan TPM, que aumenta el alcance de la mejora de procesos. La implementación del plan TPM requiere una buena orientación en la capacitación para comprender las necesidades de los trabajadores y supervisores, y proporcionar conferencias de capacitación básicas basadas en el nombre de la empresa y las necesidades de producción.

Pilar 5: Mantenimiento temprano. Fomentar la actualización de la tecnología de equipos de producción. Esto sucede en las empresas que mejoran y aceleran el departamento de innovación, porque el equipo del sistema de producción se mejora continuamente y la gran capacidad sin desperdicio y la operación de cero fallas son factores cruciales. Este pilar solo juega un papel en la planificación y fabricación de equipos de producción. En el curso de su desarrollo, se agregaron métodos de gestión de la información relacionados con el modo de operación del equipo actual, cambiando así la dirección económica, la tecnología de ingeniería de calidad y el mantenimiento del proyecto. Este pilar fue desarrollado en base a un equipo de proyecto específico. Compita en los campos de investigación, desarrollo y diseño, tecnología de procesos, producción, mantenimiento, planificación, gestión de calidad y negocios.

Pilar 6: Mantenimiento de calidad (Hinshitsu Hozen): el objetivo es coordinar las condiciones del equipo donde los "cero defectos" son favorables. La respuesta de mantenimiento de la calidad se esfuerza por verificar y medir fácilmente la condición de

"defecto cero" y operar el equipo fácilmente sin defectos de calidad. Dentro del alcance de los principios de mantenimiento de calidad, se encuentran los siguientes: 1. Identificar defectos y determinar la ocurrencia, frecuencia y defectos de los defectos. 2. Prepare el análisis físico para verificar los factores del equipo que conducen a defectos de calidad. 3. Proponga valor, estandarice la particularidad de los factores del equipo y mida los resultados a través del proceso de medición de escala. 4. Fijar un sistema de inspección periódico de las propiedades críticas. 5. Realizar matrices de mantenimiento y establecer normalmente los estándares.

Pilar 7: Mantenimiento de áreas administrativas. Se centra en reducir las posibles pérdidas en el trabajo manual de la oficina. El 80% del costo del producto se determina durante la etapa de diseño del producto y su desarrollo en el sistema de producción. TPM en estas áreas de gestión evita la pérdida de información, una mejor coordinación, precisión de la información, etc. Con este fin, las herramientas que utiliza se centran en la estrategia 5, que es una respuesta al mantenimiento autónomo, la educación y la capacitación. Normas de trabajo. Se utiliza en áreas de gestión con autonomía o actividades de equipo.

Pilar 8: Gestión de Seguridad, Salud y Medio Ambiente. El propósito es diseñar un sistema integral de gestión de seguridad. Su investigación se basa en mejoras clave y mantenimiento autónomo. Esto ayuda a prevenir el riesgo de afectar la integridad de las personas y afectar negativamente el medio ambiente. (TORRELL, 2010).

Implementación del TPM:

Paso 1: Comunique el compromiso con la introducción de TPM por parte de la alta gerencia. Se debe realizar el nivel más alto de información de ejecución, lo que indica que se ha determinado que TPM se implementará en la fábrica.

Paso 2: actividades educativas introductorias de TPM, se recomienda implementar varios cursos de TPM en diferentes áreas de la empresa.

Paso 3: Establezca una organización promocional y un modelo de mantenimiento de la máquina a través de una organización formal. El equipo debe estar compuesto por el

siguiente personal: 1 gerente de fábrica, 2. Departamentos y gerentes de departamento, 3. inspector. 4. Empleados.

Paso 4: Fijar políticas básicas y objetivos, los logros deberán ser transcritos en documentos en el cual se hable que el TPM será instalado como un medio para lograr las metas. Principalmente se decide sobre el año para que la planta sea sujeta a auditorías internas o externas. Trazar una meta numérica en la cual se debe alcanzar por cada categoría en el año propuesto. Jamás se debe establecer metas “tibias”, los logros deberán ser resultados y ser observados en las reducciones de 1/100 bajo los objetivos planteados.

Paso 5: Diseñar el plan maestro de TPM de manera lenta y estable. Desde la implementación hasta la certificación de logros (TPM Excellence Award), todos están en el plan.

Paso 6: La versión introductoria pone al personal de la escuela secundaria en el trabajo y necesitan hacer ajustes desde el principio, porque cuando el TPM se implementa en colaboración con todos los empleados, el sistema tendrá: 1. Anuncio sobre su decisión de implementar la fábrica de TPM; 2. Informar al equipo de publicidad de TPM sobre los objetivos básicos y el plan general; 3. El jefe del sindicato se comunica sobre el inicio de la acción de TPM; 4. Los asistentes dicen algunas felicitaciones; 5. El informe trata sobre En el informe de innovación se proponen logotipos, frases y otras actividades relacionadas con el tema.

Eficiencia Global del Equipo (Overall Equipment Effectiveness) se verifica cuando el equipo está funcionando. La OEE no tiene nada que ver con el estado de mantenimiento y productividad del equipo. El indicador que se muestra a continuación muestra la pérdida real del dispositivo (medida en el tiempo). Quizás este es uno de los indicadores más importantes. Muestra la competitividad de una empresa industrial. La capacidad de OEE es el único indicador de todos los parámetros básicos en la producción industrial en comparación con otras razones para su medición: disponibilidad, eficiencia y calidad.

$$OEE = \text{DISPONIBILIDAD (EA)} * \text{EFICIENCIA (PE)} * \text{TASA DE CALIDAD (RQ)}$$

Dónde:

(EA) Disponibilidad o Índice del Tiempo de Operación: relacionado con el tiempo de disponibilidad de turno, día, mes o año y tiempo de carga y mantenimiento, expresado en horas o minutos.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de Operación}}{\text{Tiempo de Funcionamiento}}$$

(PE) Índice de Funcionamiento Operacional: es una descripción detallada entre la relación entre el tiempo de conversión estándar (ciclo estándar o teórico) y el tiempo real del proceso (ciclo real o efectivo). Esta unión indica que la disminución en la velocidad del equipo está relacionada con el proyecto original. Este es el tiempo requerido para que el equipo procese el lote de producción.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Velocidad Operación}}{\text{Velocidad Estándar}}$$

(RQ) Índice de Productos de Calidad: simboliza el % en que se encuentran las piezas buenas que se han elaborado, en el tiempo que el equipo estuvo operativo. En el vínculo que hay entre piezas producidas sin defectos y todas las piezas producidas. La disminución de mermas y del trabajo de ser monitoreada constantemente, para así tener cero defectos.

$$\text{Tasa de calidad} = \frac{\text{N° de productos de calidad}}{\text{Total Productos Fabricados}}$$

Interpretación del EOO **0% -64%**, deficiente (inaceptable). Las pérdidas económicas han aumentado significativamente. Mientras estén en proceso de mejora, encontrarán entre el **65% y el 74%** de la competitividad extremadamente baja convencional (**aceptable**). Este efecto causará pérdidas económicas. La competitividad se reduce en un **75% -84%** (**aceptable**), y debemos continuar mejorando para lograr una buena evaluación. Las pérdidas económicas se han acelerado. La competencia cayó rápidamente en un **85% -94%** (**buena**). En los valores de clase mundial. Buena competencia **95% - 100%** (**excelente**) valor de clase mundial. Altamente competitivo.

Filosofías que ayudan al establecimiento del TPM. Las 5 S es una filosofía básica con conceptos claros. Se define en la innovación y el mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, organizadas y seguras. Busca mejorar la “calidad de vida” en el trabajo.

Las 5 S derivan del término japonés utilizado en nuestra vida diaria no es completamente diferente de la "cultura japonesa" que es diferente de la nuestra, se considera que todos los humanos se han puesto en práctica en algún momento u otro tiempo en la práctica, o nosotros hemos practicado 5 S sin darnos cuenta. Las 5 S son: Ordenar, establecer acertadamente: **Seiri**: clasificación y acomodación, **Seiton**: todo está en su lugar, **Seiso**: brillante, **Shitsuke**: mantenimiento, **seiketsu**: estandarización. (TECSUP, 2018)

Justo a Tiempo: el just in time es una ideología industrial que desea reducir los desperdicios (actividades que no agregan valor) esto quiere decir todo lo que implique subutilización en un procedimiento desde compras hasta producción. Hay muchas formas de desperdicio, pero just in time se ayuda en el control físico del material para que se ubique los desperdicios y así poder finalizar y forzar su eliminación. Lo que busca el justo a tiempo es elaborar un artículo para cuando este sea requerido en el cual este sea vencido o utilizado en la siguiente área de trabajo de un proceso manufactura. En la línea de producción, no solo verifique estrictamente el nivel de inventario, sino también verifique la unidad de trabajo. Solo cuando el stock (de inventario) es inferior al límite se recomienda procesar en la unidad, fomentando así el transporte de materiales en la unidad, que es el resultado del consumo real. Se puede ver que a menos que los materiales se proporcionen en cantidades iguales, no se pueden transferir a líneas de producción o celdas de trabajo. Esta es la razón por la cual se avanza la operación, puede ser un contenedor vacío o un target Kanban, o cualquier otro signo visible de reabastecimiento, lo que indica que el artículo se ha agotado y necesita reabastecerse.

Dispositivos para prevenir errores (Poka Yoke) la palabra "Poka Yoke" proviene de ciertas palabras japonesas "Poka" (error involuntario) y "Yoke" (Prevenir). Los dispositivos Poka Yoke son cualquier mecanismo que puede ayudar a evitar que ocurran errores o facilitar a los operadores actuar rápidamente y solucionarlos a tiempo. El propósito de Poka Yoke es eliminar defectos en el producto evitando o reparando errores que ocurren rápidamente. El sistema Poka Yoke promete el 100% de cumplimiento con los requisitos de inspección y reprocesa cualquier defecto o error que ocurra y toma medidas inmediatas. Por esta razón, el problema de que se consideró que la inspección al 100% tomó mucho tiempo y que el trabajo requerido se resolvió en el pasado, por lo que el costo fue alto. El sistema Poka Yoke tiene las siguientes funciones: la primera función es realizar una inspección del 100% de las partes terminadas, y la segunda función es tomar medidas de retroalimentación y

tomar medidas correctivas si se producen irregularidades. Los resultados del método Poka Yoke para reducir defectos dependerán del tipo de inspección realizada.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el efecto de la implementación de un sistema de plan de Mantenimiento Productivo Total sobre la eficiencia global de los equipos de la empresa IPEFICAL S.A.C.?

JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

En este estudio, se realiza la justificación **práctica** debido al uso del Mantenimiento Productivo Total en el área de producción de IPEFICAL SAC, la eficiencia de producción, la tasa de calidad del producto final y la operatividad de sus máquinas se han mejorado, la operación de máquinas y equipos requiere la cooperación de todos los trabajadores. A través del desarrollo industrial de la región de La Libertad, se pueden ahorrar recursos y convertirse en ahorros económicos para la empresa. Del mismo modo, esto también se justifica **económicamente**, ya que la empresa recibirá beneficios financieros debido a la reducción de equipos debido a paradas inesperadas. Por lo tanto, aumenta la productividad, reduce el tiempo perdido y ahorra costos debido a la falta de mantenimiento y repuestos. En esta última parte, esta investigación tiene gran importancia social, requerido al actual problema en el sector de hojas para falsas de calzado peruano, en el cual se está viendo un déficit por el ingreso de productos chinos, si las empresas no hacen cambios dentro de ellas y realizan la aplicación del TPM, esto les conllevará a no competir contra estos grandes proveedores y cerraran, esto sería perjudicial porque dejaría a muchos trabajadores sin empleo.

HIPÓTESIS

La implementación de un sistema de Mantenimiento Productivo Total, mejora la eficiencia global de los equipos de la empresa IPEFICAL S.A.C.

OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar cómo la implementación de un Sistema de Mantenimiento Productivo Total mejora la eficiencia global de los equipos de la empresa IPEFICAL S.A.C.”

Objetivos Específicos

- Determinar, mediante un análisis situacional de la empresa, las condiciones actuales del mantenimiento, problemática de los equipos, proceso productivo y eficiencia global de equipos.
- Identificar, mediante un estudio de criticidad, las áreas y/o equipos referentes para el desarrollo del estudio.
- Determinar los indicadores del estado de la maquinaria, mediante la eficiencia Global de Equipos (OEE).
- Implementar el sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la empresa IPEFICAL S.A.C., realizar el seguimiento, proyectar resultados mediante indicadores de estado de la maquinaria y determinar la Eficiencia Global de los Equipos (OEE) post mejora de la planta, para su contrastación.
- Determinar los beneficios económicos y financieros de la implementación del Mantenimiento Productivo Total de la empresa IPEFICAL S.A.C.

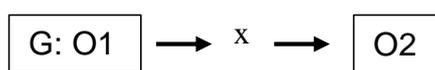
II. MÉTODO

2.1. Tipo de estudio y diseño de investigación

Esta investigación es de tipo **aplicada** porque estipula el conocimiento de los principios del mantenimiento productivo total (TPM). A su vez, este es un estudio **experimental**, que obtiene datos al observar los fenómenos que los investigadores regulan y manipulan variables.

Este trabajo de investigación es de tipo de **pre-experimental** con pre-test y post-test, a través de una lluvia de ideas, el diagrama ISHIKAWA se usa para priorizar la causa raíz y evaluar el estado de mantenimiento de la compañía y los costos operativos. La causa raíz nos proporciona indicadores actuales al evaluar la eficiencia global (OEE) del equipo, y mejora este indicador al aplicar el método de Mantenimiento Productivo Total (TPM).

La metodología es aplicada, se aplica conocimientos de mantenimiento productivo total.



Dónde:

G : Empresa IPEFICAL S.A.C.

O1: Eficiencia global actual de la empresa IPEFICAL S.A.C.

X : Mantenimiento Productivo Total

O2: La Eficiencia global después de aplicar el Mantenimiento Productivo Total

2.2. Operacionalización de Variables

Variable independiente (cuantitativa): Mantenimiento Productivo Total (TPM): El método de gestión que va ayudar los tipos de pérdidas durante el ciclo de vida que existe en el sistema de producción, aumentando su eficacia implicando a todas las áreas y a todo el trabajador desde los operarios hasta, los de máximo rango así se formarían grupos en el cual se apoyarían en sus actividades. (Cuatrecasas y Torrel, 2010, p. 33).

Variable dependiente (cuantitativa): Eficiencia global de equipos (OEE): Es la señal que nos enseña las pérdidas reales de los equipos medidos en tiempo. Puede que este indicador sea más indispensable para poder conocer el grado de competitividad de una planta industrial. (Cruelles, 2013, p.74).

TABLA 1: Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	FÓRMULA	ESCALA
V. INDEPENDIENTE Mantenimiento Productivo Total (TPM)	El TPM es un sistema de gestión que evita todo tipo de pérdidas durante la vida entera del sistema de producción, maximizando su eficacia e involucrando a todos los departamentos y a todo el personal desde operadores hasta la alta dirección, y orientando sus actividades en pequeños grupos. (TECSUP, 2018)	El TPM apunta en la mejora de eficiencia de las maquinas, esta variable se desarrolla mediante, el mantenimiento autónomo que será medido a través de la Tasa de Inspección Autónoma y el Mantenimiento Planificado que se manifiesta a través de la Tasa de horas hombre de mantenimiento preventivo. Los datos serán recolectados a través de la ficha de recolección de datos y medidos a través de la escala de Razón.	TASA DE INSPECCIÓN AUTÓNOMA	$TIA = \frac{\text{Número de inspecciones Realizadas}}{\text{Número de Inspecciones Propuestas}} \times 100$	RAZÓN
			TASA DE HORAS EN MANTENIMIENTO DE AVERIAS (BM)	BM: Mtto de averías MP: Mtto Planificado $\frac{\text{Total de Horas} - \text{Hombre en BM}}{\text{Total de Horas Hombre} - \text{Hombre en MP}} \times 100$	RAZÓN
			TASA DE CUMPLIMIENTO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	$\frac{\text{Total de trabajadores del Mantenimiento Preventivo}}{\text{Total de trabajos de Mantenimiento Planificado}}$	RAZÓN

V. DEPENDIENTE EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS (OEE)	Es una razón porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de la maquinaria industrial. Es un ratio que se emplea para medir el rendimiento y la productividad de aquellas líneas de producción en las que la maquinaria tiene gran influencia. La ventaja del OEE frente a otras razones es que mide en un único indicador todos los parámetros fundamentales en la producción industrial: disponibilidad, eficiencia y calidad	<p>Eficiencia Global de Equipos (OEE): Es una métrica utilizada para representar en un solo indicador tres parámetros de suma importancia para mejorar la productividad de la empresa que son la disponibilidad, rendimiento y la calidad.</p>		$OEE = \text{DISPONIBILIDAD} * \text{RENDIMIENTO} * \text{CALIDAD}$	RAZÓN
		<p>Eficiencia de Mano de Obra de Mantenimiento: Mide la eficiencia de la mano de obra sobre las horas disponibles de trabajo.</p>		$EMO = \frac{\text{Horas trabajadas según órdenes de mantenimiento}}{\text{Total de Horas de Mantenimiento}}$	RAZÓN
		<p>Coste de Hora Medio: Mide el ratio del coste de mano de obra de mantenimiento por las horas empleadas en mantenimiento.</p>		$CHM = \frac{\text{Costo total de M.O de mantenimiento}}{\text{Nº de horas de mantenimiento}}$	RAZÓN

Fuente: Elaboración propia.

2.3. Población y muestra

Población:

Conjunto de elementos de maquinaria y equipos de la empresa del año 2018 de IPEFICAL S.A.C.

Muestra:

Para este estudio, no se tomó ninguna muestra, por lo que la muestra se considera igual a la población del estudio; en este caso, la muestra se considera una muestra basada en la población, y son los equipos denominados críticos.

2.4. Procedimiento

Para el logro de las técnicas de recolección de datos se realiza en base a los objetivos que se han planteado:

- Para evaluar el estado actual de mantenimiento de la empresa de fabricación IPEFICAL SAC, intercambiaron ideas con los trabajadores, discutieron los problemas y las causas raíces, y lo desarrollaron a través de Ishikawa, y luego aplicó una encuesta a todos los trabajadores que fue aceptada por el gerente y el jefe de producción, luego se usó el diagrama de Pareto para priorizar las causas raíces y cuantificar las pérdidas causadas a la empresa. (ver anexo de instrumentos Tabla A Pareto 19 y Figura B 5 Ishikawa y Figura 6 Pareto).
- Para mejorar la criticidad de las máquinas y los equipos, se consolidó las paradas de la máquina para el mantenimiento correctivo, y el mantenimiento se realizó según lo planeado, y cada máquina en el proceso de producción se desglosó en componentes principales. Luego se usó el diagrama de Pareto para organizar la criticidad del equipo, que considera los componentes cuya criticidad representa el 80% de las fallas. (Ver anexo 02)
- Para resolver el objetivo, se clasifican los indicadores del estado actual de la máquina y se aplican los indicadores del plan de mantenimiento, que incluyen:
 - MTBF: Tiempo promedio entre fallas
 - MTTR: Tiempo promedio de reparaciones correctivas.

- **DISPONIBILIDAD:** tiempo efectivo de calendario laboral entre el tiempo total de producción.
- Para determinar el OEE inicial, se obtiene el registro histórico del tiempo de mantenimiento del equipo (h / MC), también se obtiene la producción mensual de los primeros tres meses y puede usar información estadística para determinar el porcentaje de productos defectuosos en la línea de producción. (Ver anexo 02)
- Con el fin de implementar el Mantenimiento Productivo Total, se diseñó un plan de actividades donde tuvieron conocimiento los gerentes y trabajadores de la empresa y el desarrollo de los cuatro pilares.
Para calcular el OEE final, se obtuvieron datos sobre la disponibilidad del equipo, la producción final y la reducción del producto defectuoso.
- En la evaluación económica y financiera, se utilizaron herramientas de ingeniería económica, que tuvieron en cuenta la pérdida causada por la causa raíz y el costo de implementar las herramientas propuestas en esta investigación.

2.5. Métodos de Análisis de Datos

El método de observación se utiliza porque se buscará información para realizar diferentes cálculos sin cambiar la realidad problemática.

Análisis descriptivo:

Los datos se tabulan de acuerdo con tablas de frecuencia, estudios de tiempo del proceso de producción, gráficos de barras y gráficos circulares, y la medición de tendencias se realiza de acuerdo con la naturaleza del tema que se procesará en el estudio.

Análisis ligado a las hipótesis:

La aprobación de la hipótesis se realizará la evaluación estadística de T- STUDENT de comparaciones de muestra dependiente en los parámetros de estudio en el cual corresponde en las V.D a en los intervalos de causa o alto intervalo; únicamente que se tiene que cumplir la tranquilidad demostrados en la evaluación de Shapiro Willk en la datación menor de 50; al no ser así se recurriría a otra prueba estadística de

Wilcoxon para ver la similitud de muestras dependientes en la investigación no paramétricos.

2.6. Aspectos Éticos

En la presente investigación de un plan de mantenimiento productivo en la empresa IPEFICAL S.A.C., 2018. El investigador respeta el conocimiento y propiedades de la tesis, libros revistas, entre otros. También ver la confiabilidad de la data de la empresa.

III. RESULTADOS

3.1 Determinar, mediante un análisis situacional de la empresa, las condiciones actuales del mantenimiento, problemática de los equipos, proceso productivo y eficiencia global de equipos.

3.1.1. Generalidades de la empresa:

Empresa IPEFICAL S.A.C es una compañía mediana de falsas de zapatos falsos y está legalmente registrada como IPEFICAL S.A.C., su número RUC es 20481643661 y se encuentra en el Parque Industrial - Trujillo Mz. A2, calle 2 Lt. 18.

La empresa que inició operaciones fue IPEFA S.A.C en la década de 1980, que perteneció al grupo español. El empresario Gino Pinasco más tarde adquirió la planta, formó un consorcio con el grupo de empresas Diamante y se reunió con la celulosa, aditivos y resinas originales de Trujillo. Esto permitió que la empresa creciera, inicialmente proporcionando materiales para falsa de calzado Diamante, luego suministrándolo al mercado local y luego comercializándolo en todo el país y exportándolo.

Después de la quiebra de IPEFICAL S.A.C. en 2007, presentó una demanda ante el banco debido a una mala gestión, reclamando deudas de casi 1 millón de soles y la resolvió mediante una orden judicial. Por lo tanto, los gerentes de IPEFICAL S.A.C. compraron las máquinas y el equipo, pero no conocían el proceso de fabricación, o al menos no sabían todo el mantenimiento que se debe realizar, porque solo son proveedores de materias primas químicas de IPEFA. La falta de conocimiento sobre el funcionamiento de la planta de cartón ha llevado a una disminución en el rendimiento del equipo, por lo tanto, su producción se ha reducido y el rendimiento general del equipo también se ha reducido considerablemente.



Fuente: Empresa IPEFICAL S.A.C.

FIGURA 1: FACHADA DE LA EMPRESA IPEFICAL S.A.C, 2018

Descripción organizacional

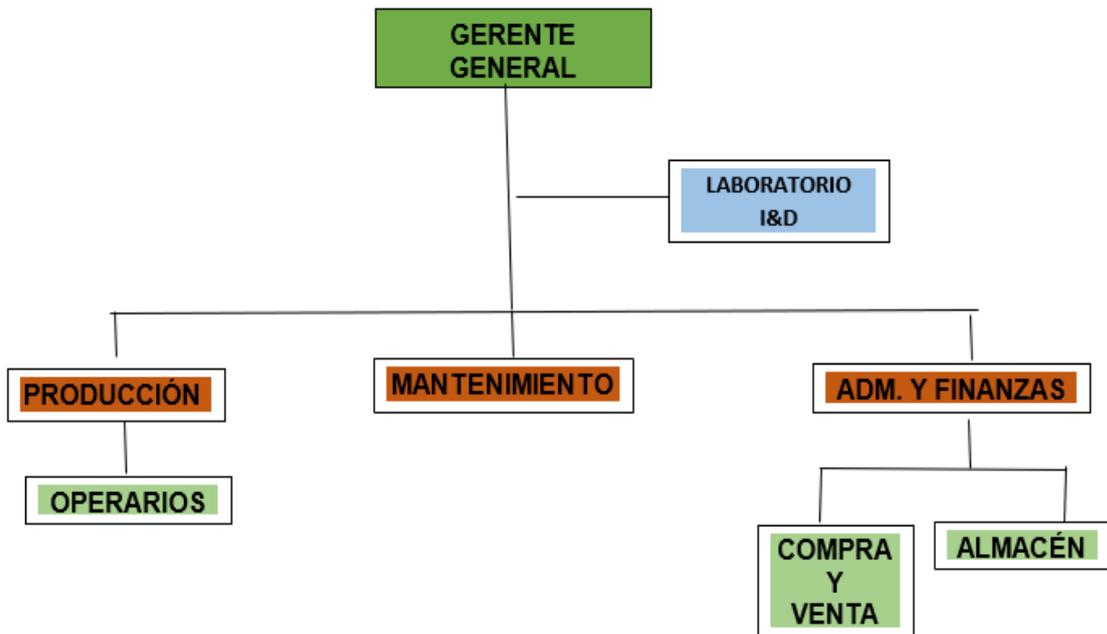


FIGURA 2: ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA IPEFICAL S.A.C.

Fuente: Empresa IPEFICAL S.A.C.

3.1.2. Descripción del proceso

- **Recepción de materia prima**

La materia prima es material de celulosa, que ingresa a la fábrica en lotes de una tonelada y es traída por un proveedor que se especializa en la separación de desechos sólidos. Este material se compone de diferentes tipos de papel y cartón, como papel de oficina, periódico, cartón ordinario, cartón corrugado, papel mixto, etc.

- **Preparación de la pasta de celulosa**

Este es un paso importante en la producción de cartón prensado, su función es disgregar o destruir los agregados de fibra, hidratar fibras y elementos separados que no son adecuados para hacer láminas compactas, como plástico, papel de aluminio, metal, etc. Esta operación se lleva a cabo en un dispositivo llamado Hidropulper (similar a una licuadora). El volumen del dispositivo es de aproximadamente 3 m³. El dispositivo está equipado con un rotor, cuchillas o mariposa con un tamiz de plancha de hierro. Solo se permite el paso de los materiales desintegrados y el tamaño más pequeño que el marco del filtro.

Anteriormente, se trata con agua y se usa indistintamente con materiales celulósicos como cartón, revistas, periódicos, etc. sin clasificar. Cada lote de licuado representa 250 kg de material celulósico, pero se debe considerar que contiene otros tipos de celulosa. Otros elementos como tintas, pegamentos, carbonatos y otros elementos forman diferentes tipos de papel.

- **Bombeo de pasta a noria**

Después del tiempo de desintegración, la pulpa de celulosa se envía al tanque de mezcla bajo la acción de la gravedad, donde se almacena temporalmente, mientras se bombea, donde tiene un movimiento constante para homogeneizar la pulpa.

- **Alimentación a desarenadores**

Implica hacer fluir un flujo de pulpa de celulosa los desarenadores que fluye a través de la faja laminadora llamada cabeza de máquina. En este proceso, la composición de la pasta es 94% de agua y 6% de fibra.

- **Formación y drenaje de la hoja**

Aquí, convertimos el flujo turbulento en laminar, que fue extendido por los desarenadores a través de la expansión de 1,40 m de ancho, donde la pulpa alcanza una concentración 78 partes de agua y 22 partes de fibra. En el laminado, las fibras se entrelazan entre sí, y el agua en la pulpa se elimina bajo la acción de la gravedad, y por rodillos la hoja se forma un rodillo de acero inoxidable de acuerdo con la rotación determinada en el control del espesor por la acción del rodillo con un 65 % de humedad.

- **Presado de hojas aglomeradas**

La línea de producción está equipada con una presa de 30 TN. Cuando se completa la producción o se alcanzan las 200 pilas de papel, la presión ingresa a la prensa con la ayuda de un pato mecánico. Cuando el pato mecánico presiona a través del mecanismo hidráulico, todo el agua drenada a través de la presión ingresa al agua blanca. El circuito de recirculación tiene una concentración de aproximadamente 40% de humedad.

- **Secado**

IPEFICAL no tiene túneles de secado para hacer que la producción sea más continua, por lo que se cuelgan al aire libre para su secado. Dependiendo del clima, el proceso de secado dura de dos a tres días.

- **Calandrado**

Implica pasar hojas secas a través de la calandria para compactar y aligerar la superficie de las hojas.

- **Refilado**

Pasa a través de la máquina y corta unos 7 cm en cada lado, y también sella la marca de acuerdo con la calidad de la hoja impresa.

- **Producto terminado**

Se apilan en rumas de 500 hojas se guardan en producto terminado. En la siguiente figura, presentamos el proceso de producción.

3.1.3. Diagrama de flujo de procesos

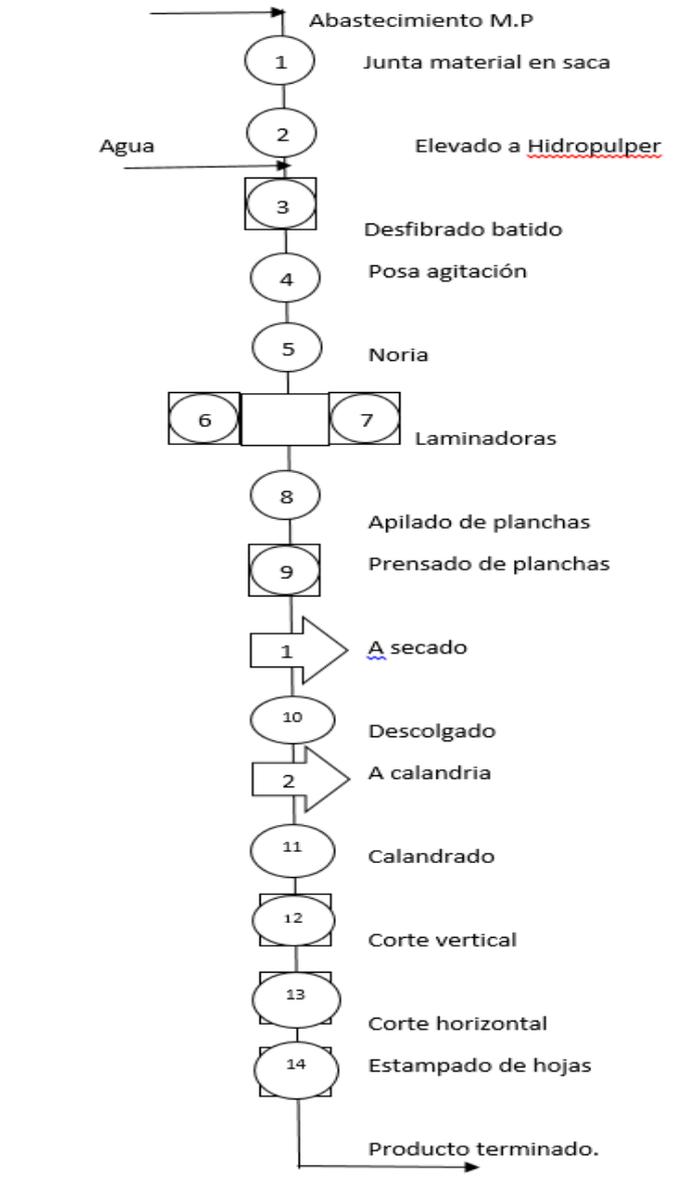


FIGURA 3: DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE HOJAS PARA FALSAS DE CALZADO, EMPRESA IPEFICAL S.A.C, 2018.

Fuente: Empresa IPEFICAL S.A.C

Elaboración propia

3.1.4. Estudio de tiempos para determinar los tiempos estándar

Se efectúa el estudio de tiempo y movimientos utilizando un cronómetro para observar las actividades involucradas en el proceso de producción dentro de 15 días.

TABLA 2: DATOS PARA DETERMINAR EL TAMAÑO DE LA MUESTRA

Datos base	Valor
Muestras piloto (np)	15
Probabilidad del error (k)	5%
Grados de libertad (Gl = np -1)	14
Porcentaje de la distribución (t)	2,145

Fuente: Ingeniería Industrial Niebel, año 2009

$$n = \left(\frac{t s}{k X_{pro}} \right)^2$$

Al aplicar esta fórmula, el tamaño de la muestra fue de 15 observaciones, se realizó otra investigación, se obtuvo el tiempo promedio del proceso de producción y se especifica en la tabla.

TABLA 3: ESTUDIO DE TIEMPOS DE LA LÍNEA PRODUCTIVA IPEFICAL S.A.C. TRUJILLO 2018

Toma de tiempo durante 15 días. (para determinar tamaño de muestra)														
Estudio de tiempos de la fabricación de planchas para falsas de calzado														
ÍTEM	Actividades				T1	T2			T3		T4		T5	N
	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	Pro.	St		
1	Recojo de materia prima en sacas				16	15			14		12		15	1
2	Izado de material al pulper				5.5	6			5.5		5		5	7
3	Echar material al pulper				10.5	12			10		9		14	
10	10.5	12	10.8	12	10.4	10	11	12	12	11.08	1.25	23		
4	Desfibrado				29.5	30			35		30		29	
30	33	32	30	31	30	28.5	29	35	30	30.8	2.05	8		
5	Vaceado de pulpa a posa				16	15.5			15		16.5		15	
15	14.5	16	17	17	15.5	15	14.5	16	17	15.70	0.88	6		
6	Elevado de pulpa a noria				30	29			30		30.5		33	
30	29.5	30.5	30	30.5	30	30.5	30	29	29.5	30.13	0.93	2		
7	Desrenado y balance de flujo				29.5	29.5			28		30		29	
29.5	30	29	29.5	29.5	30	30	29	29.5	29.5	29.43	0.53	1		
8	Laminado (dos laminadoras)				29	28			28		33		29	
30.5	33	30	29	30	30	28.5	30	28	30	29.73	1.57	5		
9	Armado apilado de planchas				18	19			19		19		20	
20	18.5	20	20	20	20	19	20	20	20	19.50	0.68	2		
Tiempo total minutos														
3191.2	3190.8	3192	3190.5	3194.9	3186.5	3199.5	3185.4	3185.1	3191	3194.6	3190	3193.6	3191.35	3198.5

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente de haberse hecho el cálculo del promedio del tiempo visualizando en un tiempo de 15 observaciones, realizamos otro estudio estimando la muestra de 34 observaciones (ver anexo tabla 01). Causa de evaluación que se dio en el sistema Westinghouse y los complementos, que se determinó en la siguiente forma:

TABLA 4: TABLA DE FACTOR DE VALORACIÓN - SISTEMA WESTINGHOUSE

Cálculo del Factor de Valoración	Criterio	Operario 1	Criterio	Operario 2
HABILIDAD	B2	0,08	B1	0,11
ESFUERZO	C1	0,05	B1	0,10
CONDICIONES	C	0,02	C	0,02
CONSISTENCIA	C	0,01	C	0,01
Σ		0,16		0,24
FV		1,16		1,24

Fuente: Sistema Westinghouse

TABLA 5: TABLA DE SUPLEMENTOS PARA VARONES

Cálculo del % Total de Tolerancia para Varones	%
1. Suplementos Constantes	
Necesidades Personales	6%
Básico por Fatiga	4%
Trabajar de Pie	2%
Levantamiento de Peso y uso de Fuerza	4%
Tensión Auditiva (Intermitente y Fuerte)	2%
% Total	18%
Total	118%

Fuente: Tabla general de suplementos.

TABLA 6: TIEMPOS ESTÁNDAR POR ACTIVIDADES, EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PLANCHAS PARA FALSAS DE CALZADO, IPEFICAL S.A.C TRUJILLO 2018 (VER ANEXO TABLA 4).

ÍTEM	ACTIVIDADES PRINCIPALES	PROMEDIO	Valoración Ritmo de Trabajo	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estándar	Fracción	%
1	Recojo de materia prima	15.13	1.16	17.55	1.18	20.71	0.006	0.63
2	Izado de material al pulper	5.74	1.16	6.65	1.18	7.85	0.002	0.24
3	Echar material al pulper	10.95	1.16	12.71	1.18	14.99	0.005	0.45
4	Desfibrado	30.96	1.16	35.91	1.18	42.37	0.013	1.28
5	Vaciado de pulpa a posa	15.72	1.16	18.24	1.18	21.52	0.007	0.65
6	Elevado de pulpa a noria	30.09	1.16	34.90	1.18	41.18	0.012	1.24
7	Desarenado y balance de flujo	29.81	1.16	34.58	1.18	40.80	0.012	1.23
8	Laminado (dos laminadoras)	30.15	1.16	34.97	1.18	41.27	0.012	1.25
9	Armado apilado de planchas	20.01	1.16	23.22	1.18	27.40	0.008	0.83
10	Colocación de pato hidráulico	6.04	1.16	7.01	1.18	8.27	0.002	0.25
11	A prensa hidráulica y colocado	10.21	1.16	11.85	1.18	13.98	0.004	0.42
12	Prensado hidráulico	15.50	1.16	17.98	1.18	21.22	0.006	0.64
13	A zona de secado de plancha	10.62	1.16	12.32	1.18	14.53	0.004	0.44
14	Secado (2 días)	2,880.00				2,880.00	0.870	87.02
15	Recogida de planchas secas	19.50	1.16	22.62	1.18	26.69	0.008	0.81
16	A calandria	10.82	1.16	12.56	1.18	14.82	0.004	0.45
17	Calandrado	20.00	1.16	23.20	1.18	27.38	0.008	0.83
18	Refilado	15.41	1.16	17.88	1.18	21.10	0.006	0.64
19	Estampado	10.15	1.16	11.77	1.18	13.89	0.004	0.42
20	Ruma de producto terminado alma	6.92	1.16	8.02	1.18	9.47	0.003	0.29
TIEMPO TOTAL (MINUTOS)						3,309.43	1.000	100.00

Fuente: Resultado de las 34 observaciones, empresa IPEFICAL S.A.C, 2018.

El tiempo de secado de la plancha de falsa no se consideró en el estudio porque se hizo a mano, es decir, dependiendo del clima, su tiempo de secado es entre dos y tres días, y debido a que no es un cuello de botella, no se considera ya que actualmente hay suficiente espacio para el secado. Sin embargo, en el futuro, cuando se realice el encolado, se debe utilizar un secador continuo.

Al calcular la producción, el tiempo de la laminadora se utiliza como tiempo de ciclo, y el tiempo de base de trabajo de lunes a sábado se establece en 11 horas / día.



FIGURA 4: MAPA DE PROCESOS, EMPRESA IPEFICAL S.A.C, 2018.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.5. Relación de causas raíces de la empresa IPEFICAL SAC.

a) MEDICIÓN:

- Mal control de las especificaciones de la hoja.

b) MAQUINARIA:

- No hay historial de la máquina
- Fallas mecánicas y eléctricas.
- Falta faja transportadora de material al hidropulper.

c) MEDIO AMBIENTE:

- Falta implementar las 5 's en el proceso productivo

d) MANO DE OBRA:

- Falta de capacitación en mantenimiento
- Falta de expertos en mantenimiento

e) MÉTODOS DE TRABAJO:

- Deficiente secado de hojas (artesanal)
- Se necesita sincronizar caudales de pulpa de celulosa

3.1.5.1. Análisis de las causas críticas

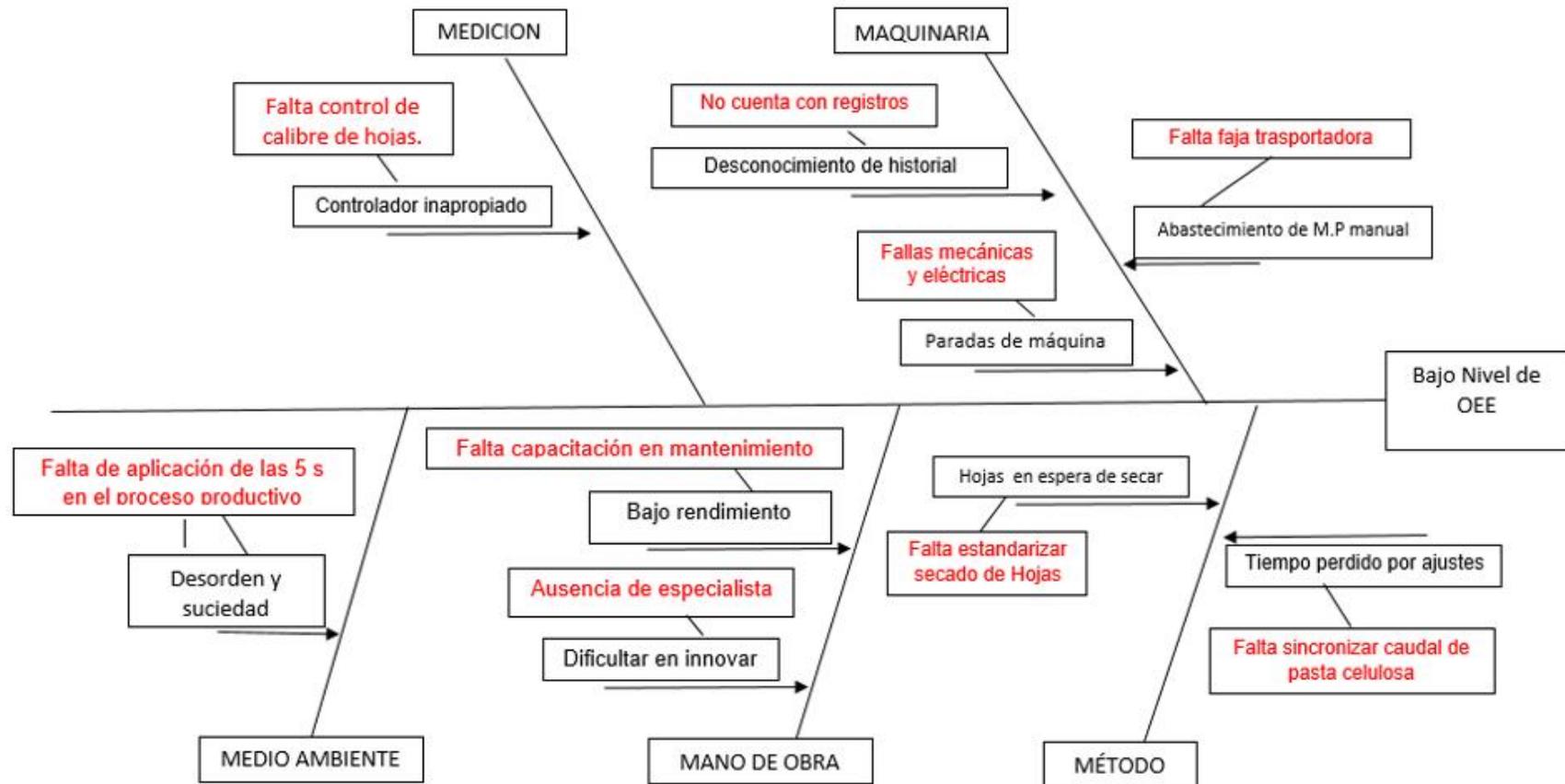


FIGURA 5: DIAGRAMA DE ISHIKAWA DE LAS CAUSAS CRÍTICAS

Fuente: Empresas IPEFICAL S.A.C. abril 2018.

3.1.5.2. Matriz Priorización

TABLA 7: MATRIZ DE PRIORIZACIÓN DE CAUSA RAÍZ, EMPRESA IPEFICAL S.A.C. 2018. VER (ANEXO DE ENCUESTAS EN INSTRUMENTOS)

ÁREA	CAUSAS	Resultados Encuestas								
		CR1: Falta de capacitación en mantenimiento.	CR2: Ausencia de especialistas.	CR3: Falta de orden y limpieza.	CR4: Falta de sincronizar caudales.	CR5: Falta estandarizar secado de hojas de celulosa.	CR6: Fallas mecánicas y eléctricas	CR7: Falta faja transportadora.	CR8: Falta control de calibre de hojas.	CR9: No existe registro de máquinas.
Mantenimiento	German de la Cruz	2	3	3	3	3	3	3	3	2
	Pedro Valderrama	3	2	2	2	2	3	3	1	2
	Demetrio Rodríguez	3	3	3	3	2	3	2	3	2
	Miguel Guevara	2	2	3	1	2	3	3	2	2
	Saúl Meza	3	3	3	3	3	2	3	2	2
	Mesías Cárdenas	3	3	2	3	2	3	2	2	1
	Pedro vera cornejo	2	2	3	1	3	2	3	1	2
	Ninfa Meza	2	2	2	3	3	3	3	2	3
	Mario Echandia R.	3	3	3	2	3	2	3	3	3
	Perico Vera	2	2	2	3	3	3	3	2	2
	Calificación total	25	25	26	24	26	27	28	21	21

Fuente: Figura 5, resultado de las encuestas para priorización de las causas raíz en la empresa IPEFICAL S.A.C.

Tabla 8: Priorización de causa raíz, empresa IPEFICAL S.A.C, 2018

ÍTEM	CAUSA RAÍZ	Σ (Impacto según encuesta)	% Impacto	Acumulado
CR7	Falta faja transportadora de materiales	28	13%	13%
CR6	Fallas mecánicas y eléctricas	27	12%	25%
CR5	Falta estandarizar secado de hojas de celulosa	26	12%	36%
CR3	Falta orden y limpieza	26	12%	48%
CR2	Ausencia de especialistas en mantenimiento	25	11%	59%

CR1	Falta de capacitación en mantenimiento	25	11%	70%
CR4	Falta sincronizar caudales	24	11%	81%
CR8	Falta control de calibre de hojas	21	9%	91%
CR9	No existe historial de máquinas	21	9%	100%
TOTAL		223		

Fuente: Resultado de la matriz de priorización de la causa raíz, empresa IPEFICAL S.A.C, 2018.

3.1.5.3. Diagrama de Pareto

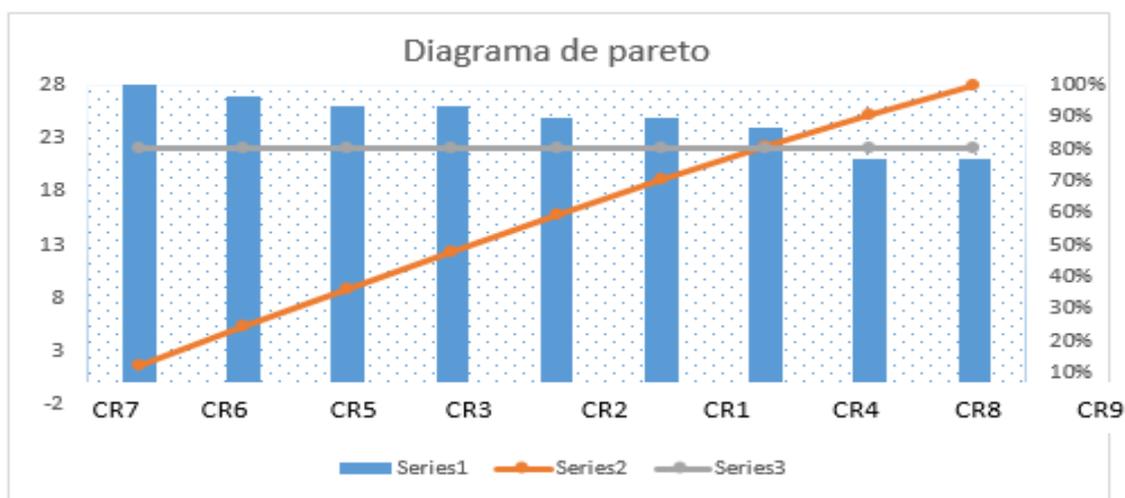


Figura 6: **DIAGRAMA de Pareto, empresa en cuanto a las causa raíz, IPEFICAL S.A.C, 2018**

Fuente: Tabla 7, priorización de las causas raíces.

Se visualiza en la gráfica, el resultado que se obtiene el % acumulado que se llega al 80% en el que se aumenta en la gráfica de CR1: de falta de Capacitación en mantenimiento, pequeña la superficie se halla seis causas en está realizando demasiados problemas en pérdidas por los procesos de producción en la planta de “IPEFICAL S.A.C”, sé estandariza soluciones.

La problemática a mejorar con la presente investigación que se ve a continuación:

- Falta faja transportadora de materiales
- Fallas mecánicas y eléctricas
- Falta estandarizar secado de hojas
- Falta orden y limpieza
- Falta de expertos en mantenimiento
- Falta de capacitación en mantenimiento

Considerando la causa raíz priorizadas, las siguientes son sugerencias para abordar las causas de los altos costos operativos.

- **Falta mejorar proceso de abastecimiento**, la compañía en estudio no tiene un sistema para suministrar materiales a Hidropulper. Este sistema es un material de celulosa que se desecha para la fabricación de productos. El operador lo hace manualmente al recolectar materiales dispersos que el proveedor almacena incondicionalmente. Algunos comandos y clasificaciones, por lo que se generará demasiado tiempo en esta operación, y el operador se mueve hacia arriba y hacia abajo de la plataforma de la máquina, lo que pondrá en peligro su integridad física, porque el operador arrojará materiales cuando la máquina esté en funcionamiento, peligroso porque puede causar un accidente ya que el panel de control del pulper hidráulico está ubicado en la parte inferior y, en caso de accidente, el dispositivo de control no se encuentra cerca para detener la máquina.

Por lo tanto, se recomienda mecanizar el suministro a través de una faja transportadora de papel y cartón y colocar una parada de emergencia cerca del operador, esta también es una solución para evitar enfermedades musculoesqueléticas y ocupacionales.

Implementar un plan de gestión de procesos con la ayuda de otros profesionales hará posible la investigación técnica para mecanizar el campo básico en la línea de producción de la compañía.

Esta causa raíz genera una pérdida de **S/10,962.43** soles anuales.



FIGURA 7: EL PROCESO DE ABASTECIMIENTO, EMPRESA IPEFICAL S.A.C, 2018.

Fuente: Empresa IPEFICAL S.A.C, 2018

TABLA 9: DESCRIPCIÓN DE PÉRDIDAS EN CUANTO A COSTOS, EMPRESA IPEFICAL S.A.C, 2018.

CR7: FALTA MEJORAR PROCESOS EN LINEA DE ABASTECIMIENTO

Datos de sueldo de operario.

Descripción	Valor
Sueldo mensual operario	S/. 1,287.00
Horas de trabajo día	11
Días de trabajo mes	26
Costo M.O. por hora	S/. 4.50

Tiempos de actividades estándar de abastecimiento

Actividad	Tiempo Estándar (min)	Porcentaje %
Recojo de materia prima en sacas	20.71	0.63
Izado material a hidropulper	7.85	0.24
Echar material a hidropulper	14.99	0.45
Total	43.56	1.32

Cálculo de pérdida por no mecanizar abastecimientos al hidropulper.

Descripción	Total
Producción por día en Kg.	3,500
N° de batch	14
Kg por batch	250
Número de batch	14
Pérdida por batch	S/. 3.27
Pérdida total por turno	S/. 45.73
Pérdida mensual	S/. 1,189.08
Pérdida Anual	S/. 14,268.95

Indicador	Tiempos
Tiempo total del proceso de batido	88.93
Tiempo abastecimiento mecanizado	7.9
Porcentaje mecanizado	9%

Fuente: Empresa IPEFICAL S.A.C, 2018.

- **Fallas mecánicas y eléctricas**, las fallas mecánicas ocurren por diferentes razones, tanto por un mantenimiento deficiente como por el efecto corrosivo de la pulpa de celulosa en los componentes involucrados en la producción, generalmente debido a la falta de mantenimiento preventivo en el equipo, especialmente la lubricación y el

engrase, esto provocará fallas en los rodamientos, lo que provocará una desalineación en la línea de formación de la hoja aglomerada, por lo que la falla del producto conducirá a una menor productividad, y la falta de inspección continua conducirá a estas fallas y paradas inesperadas, lo que llevará a un costo preventivo, la aplicación de procedimientos de gestión de mantenimiento ayudará a reducir las fallas y a verificar con frecuencia el funcionamiento normal de la línea de producción.

Genera una pérdida de **S/ 86,674.69** por año. (Ver anexo tabla 11)



FIGURA 8: FALLA DE LAMINADORA, EMPRESA IPEFICAL S.A.C, 2018.

Empresa IPEFICAL S.A.C, 2018

TABLA 10: COSTOS DE FALLAS MECÁNICAS Y ELÉCTRICOS EMPRESA IPEFICAL S.A.C, 2018.

CR6: FALLAS MECÁNICAS Y ELÉCTRICAS

Meses: MAYO, JUNIO, JULIO, 2018.

ÁREA	Tiempos de matto.
ELEVADOR DE MATERIA PRIMA	360.00
DESFIBRADO	460.00
POSA AGITACIÓN	600.00
NORIA	620.00
LAMINADORAS	2,800.00
CALANDRIA	260.00
PRENSA	300.00
MESA CORTE	460.00
ESTAMPADORA	530.00
TOTAL	6,390.00
PROMEDIO MENSUAL	2,130.00
PROMEDIO HORAS	35.5

Producción mensual de planchas aglomeradas					
Producción día Kg.	Producción mes Kg.	Horas totales	Unidades prod.	Utilidad uni.	Total, S/.
3,500.00	91,000.00	286	47,895	S/. 0.98	S/. 47,055.59
Conversión a unidades producidas		Factor convers.			
Peso de plancha aglomerada 1.9 Kg/unidad		1.9			

PÉRDIDAS POR TIEMPO DE PARADA DE MÁQUINA

Mano de obra S/.	Costo de repuestos S/.	Pérdidas por venta S/.	Pérdida Total
159.75	S/. 3,565.67	S/. 5,840.82	S/. 9,566.23

Pérdidas anuales	S/. 114,794.79
------------------	----------------

NO hay mantenimiento preventivo de máquinas

Indicador	0%
-----------	----

Fuente: Empresa IPEFICAL S.A.C, 2018.

- **Falta estandarizar secado de hojas**

Uno de los problemas con esta planta es que no tiene un sistema de secado que utilice túneles de secado u hornos para reducir el tiempo de secado, el tiempo de acarreo de las hojas, la caída de hojas y el corte en el perfilado del producto, como se le da más margen para cortar las hojas, se estima que las hojas secas pierden un 10%, que es la causa principal que ocasiona de S / . 589,571.50 de pérdida cada año.



FIGURA 9: SECADO DE HOJAS, EMPRESA IPEFICAL S.A.C.

Fuente: Empresa IPEFICAL S.A.C, 2018

TABLA 11: COSTOS EN CUANTO PÉRDIDAS DE LAS FALLAS MECÁNICAS Y ELÉCTRICAS, EMPRESA IPEFICAL S.A.C, 2018.

CR5: Falta estandarizar proceso de secado de hojas

Producción por mes (unidades)	Caída de hojas (10%)	Pérdida S/.
47,895	4,789	S/. 4,705.56

Tiempo empleado para trasladar hojas a secado	Tiempo para recoger y trasladar a calandria	Tiempo total minutos
14.53	26.69	41.23

Tiempo total por resma de traslados (200 hojas)	Tiempo total por traslados a secado (minutos)	Pérdida por M. O.
41.23	9,872.31	S/. 44,425.40

Resumen de pérdidas

Pérdidas por caídas de hojas	S/.	4,705.56
Pérdida por mano de obra	S/.	44,425.40
Pérdidas totales mensual	S/.	49,130.96
Pérdida por año	S/.	589,571.50

Fuente: Empresa IPEFICAL S.A.C, 2018.

- Falta Orden y Limpieza**, La compañía ha llevado a cabo trabajos de sostenibilidad y protección del medio ambiente en el reciclaje de materiales celulósicos, pero cuando se ingresa a la fábrica, está muy desordenada y los residuos o materiales inorgánicos en bolsas que quedan en el filtro de la pulpa hidráulica. Después de completar su efecto desfibrador en la celulosa, estos residuos son materiales insolubles, como polietileno, papel de aluminio, cinta de embalaje, bolsas, etc., incluso los roedores podrían ingresar al tanque de agitación y bloquean el conducto y la bomba eléctrica que impulsa la celulosa a la noria, el lodo formado en la posa de reciclaje de aguas también da una mal aspecto. Estos desechos, para que puedan estudiarse y usarse mejor, por ejemplo, en Brasil se usan los desechos inorgánicos para fabricar planchas sintéticas.

Debido a que la celulosa y los contaminantes se juntan, los desarenadores parecen muy descuidados, y todas las estaciones están llenas de celulosa, y la apariencia es muy pobre.

Las bombas eléctricas no tienen dispositivos de protección de seguridad, por lo que pueden causar peligro a los trabajadores.

Las 5 S aparecen aquí para resolver todos los problemas y para capacitar al operador sobre cómo aplicar el método a través del diálogo y el video para que los trabajadores se acostumbren a esto, lo más importante es desarrollar el hábito de mantenerse limpio y ordenado. Organizar el área de trabajo, redujo los indicadores inseguros y redujo la formación de bacterias en los componentes.

Las herramientas y artículos de limpieza deben colocarse en sus ubicaciones respectivas para evitar perder tiempo buscándolas.

La falta de orden y limpieza causa pérdidas económicas de **S/18,658.00** cada año.



FIGURA 10: DESORDEN Y FALTA DE LIMPIEZA, EMPRESA IPEFICAL S.A.C.
Fuente: Empresa IPEFICAL S.A.C, 2018

TABLA 12: PÉRDIDAS POR FALTA DE ORDEN Y LIMPIEZA

CR4: FALTA DE ORDEN Y LIMPIEZA EN LA EMPRESA

Datos	
TIEMPO NORMAL	COSTO
Costo de MO- Mínimo (Ns/Mes)	S/.1,287.00
Costo de MO-Mínimo (Ns/Día)	S/.49.50
Costo de MO-Mínimo (Ns/Hora)	S/.4.95
Horas Trabajadas (Día)	11

Tiempos acumulados por semana por dejar de acumular desperdicios carbonatos y celulosa.

Zona de trabajo	Actividad	Tiempos (min)	Tiempos mensuales	Tiempos anuales (min)
Celulosa acumulada en las paredes de la posa de agitación	Limpieza de paredes formadas por la celulosa	240	960	11,520.00
Suciedad acumulada en los desarenadores	Limpieza por lodos y compartimientos	60	240	2,880.00
Limpieza de lodos de agua de recirculación	Sacar lodos asentados en posa	120	480	5,760.00
total		420	1,680.00	20,160.00

Tiempos muertos por desorden y traslados de recortes a hidropulper			
Actividades	Descripción	Tiempo (min.)/día	Tiempos mes
No ubicación de herramientas	Almacenero no ubica herramientas a tiempo	15	390.00
Mala distribución de máquina perfiladora.	Traslado de recortes a hidropulper (150 m)	7	182.00
Total		22	572.00

Resumen de tiempos	Min.	Porcentaje
Por acumulación de desperdicios	20,160.00	97%
Por desorden	572.00	3%
Total	20,732.00	100%
Indicador promedio		50%

	Tiempo total	Costo por tiempos de O y L
Costo en tiempo perdidos	20,732.00	S/. 1,554.90

Fuente: Empresa IPEFICAL S.A.C, 2018.

- **Ausencia de especialistas en mantenimiento**, la falta de expertos en mantenimiento en la fábrica de cartón es esencial, porque el personal actual no sabe cómo funciona todo el proceso de producción y está modificando los componentes de la máquina,

como laminados, sistemas de amortiguación. Los diferentes tipos de materiales producidos han sido reemplazados por sistemas de amortiguación indeseables porque causarían una tensión excesiva en la bobina, lo que reducirá el rendimiento del rodamiento, y la cinta laminada no se puede templar fácilmente, por lo tanto dejar que permanezca por 24 horas. Después del endurecimiento, la vida útil de la correa laminada se acortará y el costo de reemplazo o reparación debido a la rotura de la faja es mayor.

Causando una pérdida económica anual de **S/ 64,266.00** (Ver anexo1 4)

TABLA 13: PÉRDIDAS POR FALTA DE ESPECIALISTA EN MANTENIMIENTO, EMPRESA IPEFICAL S.A.C, 2018

CR2: AUSENCIA DE ESPECIALISTA EN MANTENIMINETO

Problemas de mantenimiento Preventivo	Fallas	Costos mensual S/.
Sobre esfuerzos en máquina laminadora	Rotura de faja	S/. 500.00
Chumaceras de rodillo laminador	Rotura de rodamientos	S/. 150.00
Mal diseño de sistema de prensado	Caída de planchas en secado (10%)	S/. 4,705.56
Tiempos muertos en control de caudales	Mal balance agua, celulosa y velocidad	0
	Total, costo mensual	S/. 355.56
	Costo por año	S/. 64,266.71

Cálculo de pérdida por caída de hojas en el secado mensual

Producción de hojas aglomeradas (Unidades)	Porcentaje de caída	Hojas caídas (Un.)	Utilidad S/.	Pérdida S/.
47,894.74	10%	4789.47	0.98	S/. 4,705.56

Tiempos muertos por control de caudales.

Tiempos muertos en control de caudales (minutos)	Número de batch por día	Tiempo semanal	Costo operario S/.	Costo mensual S/.
	14	0	S/. 0.00	S/. -

Fuente: Empresa IPEFICAL S.A.C, 2018.

- **Falta de capacitación en mantenimiento**, como no existen expertos en mantenimiento en la fábrica de cartón, se requiere capacitación en mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, especialmente en la implementación del mantenimiento productivo total (TPM) y capacitación de operadores en mantenimiento preventivo, por lo que es importante contar con personal calificado para que pueda participar activamente en el mantenimiento para resolver diversos problemas que surgen en el trabajo diario de la empresa. Se incurre en una pérdida anual de S / 62,084.88.



FIGURA 11: FALTA DE CAPACITACIÓN Y MANTENIMIENTO, EMPRESA IPEFICAL S.A.C.
Fuente: Empresa IPEFICAL S.A.C, 2018.

TABLA 14: PÉRDIDAS POR FALTA DE CAPACITACIÓN, EMPRESA IPEFICAL S.A.C, 2018. (VER ANEXOS DOCUMENTOS 01)

CR1: FALTA DE CAPACITACIÓN EN MANTENIMIENTO

Encuesta realizada al personal sobre capacitaciones de mantenimiento

OPERARIO	Han recibido charlas sobre mantenimiento preventivo y correctivo	
	SI	NO
1	X	
2		X
3		X
4	X	
5		X
6		X
TOTAL, UNI	2	4
PORCENTAJE (%)	33%	67%

OPERARIOS	SUELDO MENSUAL	TOTAL, SUELDOS	RENDIMIENTO	SIN RENDIMIENTO
6	S/. 1,287.00	S/. 7,722.00	33%	67%

Pérdida por bajo rendimiento de personal de mantenimiento		Total, S/.
PÉRDIDA MANO DE OBRA	PÉRDIDA MENSUAL	S/. 5,173.74
PÉRDIDA ANUAL		S/. 62,084.88

Fuente: Empresa IPEFICAL S.A.C, 2018.

Tabla 15: Matriz de indicadores de Causas raíces de la evaluación actual, empresa IPEFICAL S.A.C, 2018.

CR	DESCRIPCIÓN	INDICADOR	FÓRMULA	DESCRIPCIÓN	VA %	PÉRDIDA ACTUAL s/.	VM %	PÉRDIDA MEJORADA s/.	BENEFICIO S/.	HERRAMIENTA DE MEJORA	METODOLOGÍA	INVERSIÓN
CR7	Falta mejorar procesos en abastecimiento de M. P.	% de tiempos muertos en cada estación de trabajo.	(% de tiempo mecanizado de estación) / tiempo total de batch de producción) *100	determinar el incremento de la producción por mejora	90%	S/. 14,268.95	78%	S/. 3,950.00	S/. 10,318.95	Gestión por procesos	GESTIÓN POR PROCESOS	S/. 28,230.00
CR6	Fallas mecánicas y eléctricas	% de máquinas sin mantenimiento	(N° de equipos sin mantenimiento) / (N° de equipos total para mantenimiento) x100	Determinar el porcentaje de equipos sin mantenimiento por mes	0%	S/. 114,794.79	55.56%	S/. 15,000.94	S/. 99,793.85	Supervisión y reporte de los equipos después del mantenimiento		

CR5	Falta estandarizar secado de hojas	% de hojas secadas por proceso de túnel secador	Hojas secas por túnel secado /total producción	Determinar el porcentaje de caídas de hojas por secado	0 %	S/. 589,571.50	100 %	S/. 31,633.34	S/. 557,938.16	Gestión por procesos		
CR3	Falta orden y limpieza	% del proceso limpio y ordenadas	Etapas del proceso limpias y ordenadas/Total de etapas del proceso *100	Orden y limpieza en cada etapa del proceso	50 %	S/. 1,554.90	100 %	S/. 1,000.00	S/. 554.90	5 s /Programa de capacitación.		
CR2	Ausencia de especialista	Número de especialistas en mantenimiento	(N° Especialistas / total de trabajadores) x100	es el porcentaje de especialistas en mantenimiento	0 %	S/. 64,266.71	14 %	S/. 32,390.00	S/. 31,876.71	Implementar el taller de mecánica y maestría		
CR1	Falta capacitación en mantenimiento	% de capacitación en mantenimiento	(N° de temas capacitados/ N° total de capacitaciones) x100	es el porcentaje de capacitación que recibieron los trabajadores	33 %	S/. 62,084.88	100 %	S/. 30,950.00	S/. 31,134.88	Implementar un programa de capacitación de mantenimiento.	PERFILES/CAPACITACIÓN	S/. 17,990.00
						S/. 846,541.74		S/. 114,924.28	S/. 731,617.46			S/. 46,220.00

Fuente: Resultado final de la evaluación de las 6 causas raíces de estado actual. IPEFICAL S.A.C, 2018.

3.2. Identificar, mediante un estudio de criticidad, las áreas y/o equipos referentes para el desarrollo del estudio.

Tabla 16: Equipos sus componentes, empresa IPEFICAL S.A.C, 2018.

ÁREA	MAQUINARIA - COMPONENTES
ELEVADOR DE MATERIA PRIMA	Cable metálico
	Poleas
	Motor eléctrico
	Interruptor
DESFIBRADO DE CELULOSA - HIDROPULPER	Motor eléctrico
	Brida acople
	Empaquetaduras
	Corona
	Caja transmisión
	Piñón
	Eje
	Rodajes
	Hélice
	Malla filtro
	Tablero
POSA DE AGITACIÓN	Hélice
	Motor eléctrico
	Bomba elevación pata
	Tablero
NORIA	Sinfín mezclador
	Motor reductor
LAMINADORAS	Rodillo bobinador
	Rodillos pensadores
	Rodillo secador
	Polines escurridores
	Malla nailon
	Chumaceras
	Campanilla calibrador
	Motor eléctrico
	Reductora velocidad
	Engranajes
	Cadena metálica
	Amortiguador

ÁREA	MAQUINARIA - COMPONENTES
CALANDRIA	Rodillos alisadores
	Motor eléctrico
	Faja motora
	Filtro aceite
	Motor control
	Tanque aceite
	tablero electrónico
PRENSA HIDRÁULICA	Sensores
	Pistones de acero
	Caja transmisión prensa
	Plataforma
	Embolo
	Controles
MESA DE CORTE	Cuchilla circular
	Piñones de fuerza
	Cadena metálica
	Motor reductor
ESTAMPADORA	Rodillo parte cliché
	Resorte amortiguación
	Polín portador tinta
	Engranajes

Fuente: Empresa IPEFICAL S.A.C, 2018.

3.2.1. Identificar, mediante un estudio de criticidad, las áreas y/o equipos referentes para el desarrollo del estudio.

Usando la matriz de criticidad:

- El impacto en los servicios de mantenimiento que brinda.
- El valor técnico-económico.
- La forma en que afecta una falla.
- La posibilidad de falla.
- La flexibilidad de la máquina en el proceso.
- La dependencia logística.
- La dependencia de la mano de obra de mantenimiento.
- La facilidad del mantenimiento.

De acuerdo a estas consideraciones, se logró elaborar el siguiente cuadro, donde se muestran las ponderaciones y el nivel de criticidad de cada máquina.

Tabla 19: Porcentaje de incidencia de máquinas en las paradas intempestivas

Maquinaria	Componente - críticos	Tiempo (Min.)
LAMINADORAS (1520 minutos)	Polines escurridores	720
	Engranajes	320
	Chumaceras	300
	Rodillo secador	180
DESFIBRADO DE CELULOSA - HIDROPULPER (1280 minutos)	Empaquetaduras	160
	Caja transmisión	60
	Rodajes	240
	Hélice	320
	Malla filtro	500
PRENSA HIDRÁULICA (520 minutos)	Caja transmisión prensa	60
	Plataforma	20
	Controles	260
NORIA (500 minutos)	Motor reductor	500
ESTAMPADORA (500 minutos)	Rodillo parte cliché	220
	Resorte amortiguación	100
	Engranajes	180
POSA DE AGITACIÓN (410 minutos)	Hélice	300
	Bomba elevación pasta	110
ELEVADOR DE MATERIA PRIMA (360 min)	Cable metálico	160
	Motor eléctrico	200
MESA DE CORTE (360 min)	Cuchilla circular	180
	Piñones de fuerza	180
CALANDRIA (120 minutos)	Filtro aceite	30
	Motor control	60
	Tanque aceite	30

Fuente: Data de los meses de empresa IPEFICAL S.A.C, 2018.

TABLA 17: MAQUINARIA Y COMPONENTES CRÍTICOS EMPRESA IPEFICAL S.A.C, 2018.

MÁQUINA	Componente - críticos	Tiempo (Min.)	Por. %	% Acumula.	Calificación.
LAMINADORA	Polines escurridores	720	13.36	13.36	A
HIDROPULPER	Malla filtro	500	9.28	22.63	A
NORIA	Motor reductor	500	9.28	31.91	A
ESTAMPADORA	Engranajes	320	5.94	37.85	A
HIDROPULPER	Hélice H.	320	5.94	43.78	A
LAMINADORA	Chumaceras	300	5.57	49.35	A
POSA AGITACIÓN	Hélice	300	5.57	54.92	A
PRENSA HIDRÁULICA	Controles	260	4.82	59.74	A
HIDROPULPER	Rodajes	240	4.45	64.19	A
ESTAMPADORA	Rodillo parte cliché	220	4.08	68.27	A
ELEVADOR	Motor eléctrico	200	3.71	71.99	A
LAMINADORA	Rodillo secador	180	3.34	75.32	A
ESTAMPADORA	Engranajes	180	3.34	78.66	A
MESA CORTE	Cuchilla circular	180	3.34	82.00	B
MESA CORTE	Piñones de fuerza	180	3.34	85.34	B
HIDROPULPER	Empaquetaduras	160	2.97	88.31	B
ELEVADOR	Cable metálico	160	2.97	91.28	B
POSA AGITACIÓN	Bomba elevación pasta	110	2.04	93.32	B
ESTAMPADORA	Resorte amortiguación	100	1.86	95.18	C
HIDROPULPER	Caja transmisión	60	1.11	96.29	C
PRENSA HIDRÁULICA	Caja transmisión prensa	60	1.11	97.40	C
CALANDRIA	Motor control	60	1.11	98.52	C
CALANDRIA	Filtro aceite	30	0.56	99.07	C
CALANDRIA	Tanque aceite	30	0.56	99.63	C
PRENSA HIDRÁULICA	Plataforma	20	0.37	100.00	C
	Tiempo total	5,390.00	100.00		

Según la clasificación A de criticidad, pertenece al 80% del tiempo de mantenimiento acumulado más largo, seguido por el 15% del tiempo de mantenimiento de la clasificación B y el 5% del tiempo de mantenimiento de la clasificación C, por lo que se da prioridad al área de trabajo según la clasificación A.

En el diagrama de Pareto, se organiza y se realiza la gráfica la data de tal manera que se obtiene los componentes o dispositivos más críticos.

Diagrama de Pareto en cuanto a criticidad de equipos.

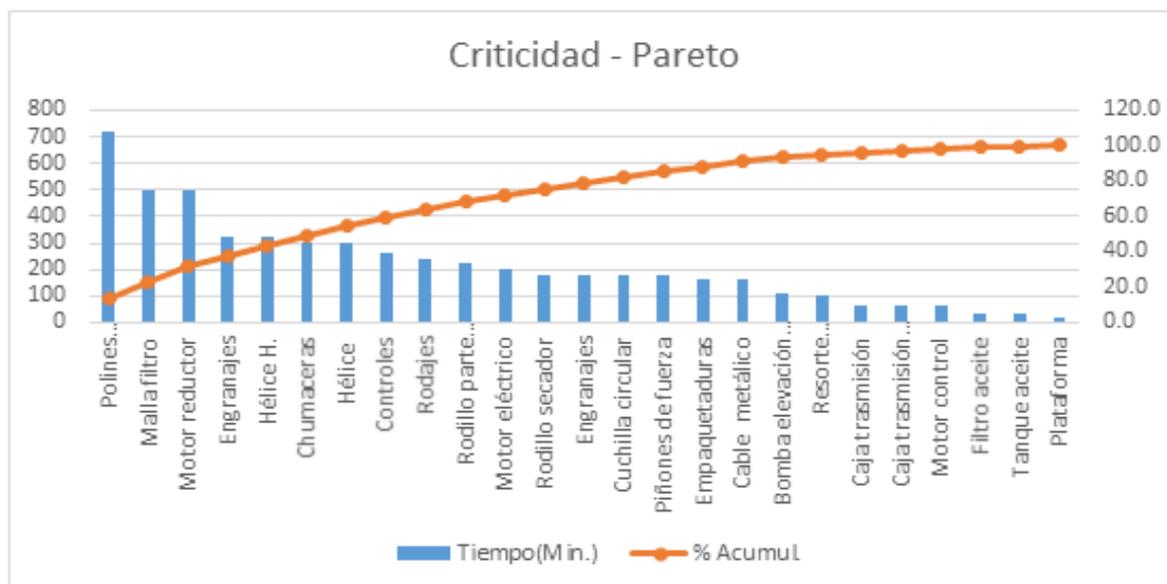


FIGURA 12: DIAGRAMA DE PARETO DURANTE LA CRITICIDAD DE EQUIPOS, EMPRESA IPEFICAL S.A.C, 2018.

Según el diagrama de Pareto, nos centramos en la clasificación A porque son los componentes más críticos y los asociamos con máquinas o estaciones de trabajo porque son los problemas más importantes.

TABLA 18: ELEMENTOS CRÍTICOS DE MÁQUINAS Y ZONAS DE TRABAJO, CON RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO, EMPRESA IPEFICAL S.A.C, 2018

Componentes críticos	Zona de trabajo	Responsable	Tiempos (min)	Criticidad
Polines escurridores	Laminado y embobinado	German de la Cruz	720	A
Malla filtro	Hidropulper	German de la Cruz	500	A
Motor reductor	Noria	Pedro Valderrama	500	A
Engranajes	Estampado	German de la Cruz	320	A
Hélice H.	Hidropulper	Pedro Vera Meza	320	A
Chumaceras	Laminadoras	Demetrio Rodríguez	300	A
Hélice	Posa agitación	German de la Cruz	300	A

Controles	Prensa	Pedro Vera Meza	260	A
Rodajes	Hidropulper	Pedro Vera Meza	240	A
Rodillo parte cliché	Estampado	Mario Ramos	220	A
Motor eléctrico	Elevador	Demetrio Rodríguez	200	A
Rodillo secador	Laminadora	Mario Ramos	180	A

Fuente: Tabla 20 Grado de paradas de máquinas en por paradas rápidas, empresa IPEFICAL S.A.C, 2018.

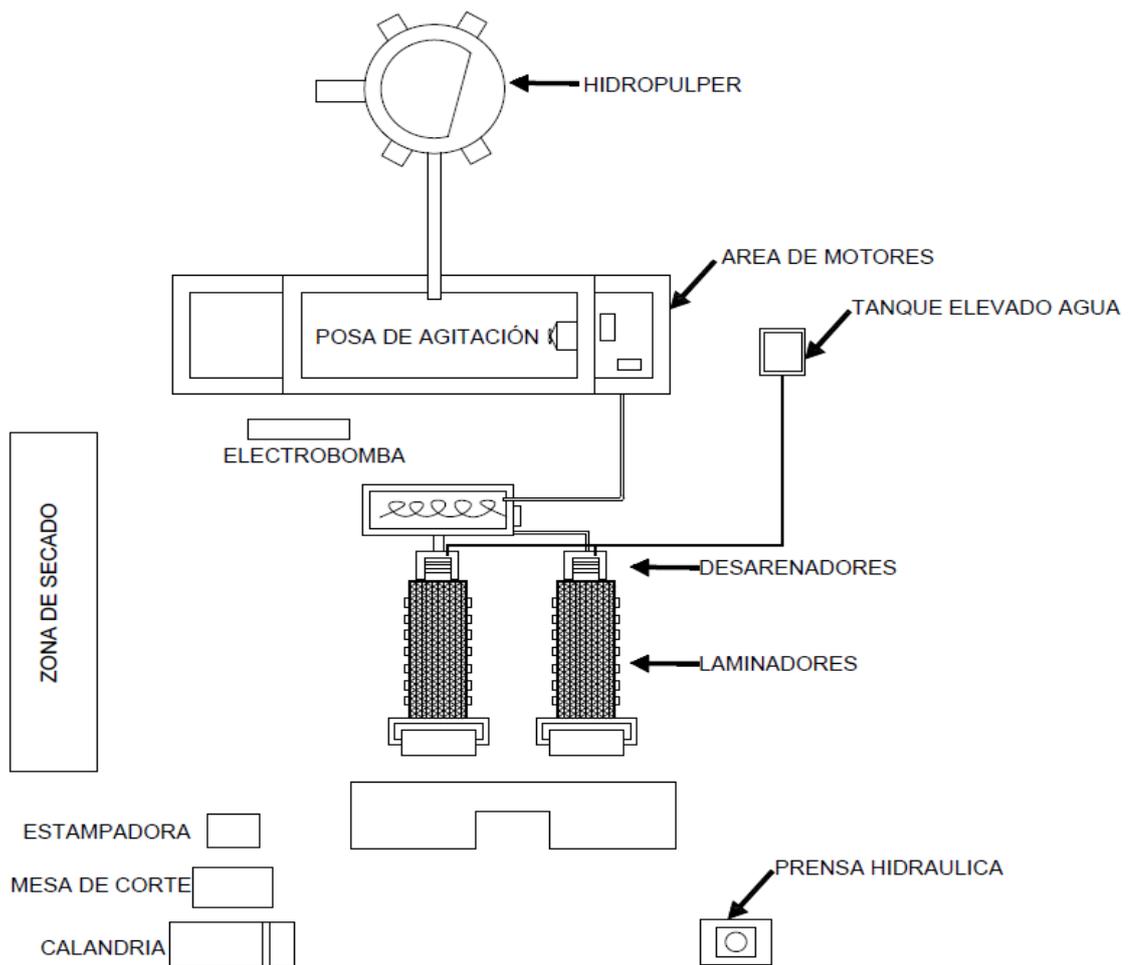


FIGURA 13: MÁQUINAS DE PRODUCCIÓN, EMPRESA IPEFICAL S.A.C, 2018

Fuente: Información IPEFICAL S.A.C.

3.3. Determinar los indicadores del estado de la maquinaria, mediante la eficiencia Global de Equipos (OEE).

Para formular indicadores de mantenimiento, se han tenido en cuenta los datos de producción para el tiempo de reparación correctiva y los tiempos calendario, y se consideran 11 horas por día y 26 días por mes y se convierten en total trimestre de mayo, junio y julio 53,460 minutos.

Tabla 19: Tiempos de operación y de mantenimiento correctivo, empresa IPEFICAL S.A.C, 2018.

Ni	MAQUINARIA PRODUCCIÓN	TIEMPO TRABAJO	TIEM. REPARA.	Ni REPARAC.	TIEMPO EFECTIVO
1	ELEVADOR DE MATERIA PRIMA	53.460,00	360,00	2	53.100,00
2	DESFIBRADO DE CELULOSA - HIDROPULPER	53.460,00	1.280,00	5	52.180,00
3	POSA DE AGITACIÓN	53.460,00	410,00	2	53.050,00
4	NORIA	53.460,00	500,00	1	52.960,00
5	LAMINADORAS	53.460,00	1.520,00	5	51.940,00
6	CALANDRIA	53.460,00	120,00	3	53.340,00
7	PRENSA HIDRÁULICA	53.460,00	520,00	4	52.940,00
8	MESA DE CORTE	53.460,00	360,00	2	53.100,00
9	ESTAMPADORA	53.460,00	500,00	4	52.960,00

Fuente: Empresa IPEFICAL S.A.C, 2018.

TABLA 20: INDICADORES PRINCIPALES, EMPRESA IPEFICAL S.A.C, 2018.

Ni	MÁQUINA	MTBF	MTTR	DISPON. %
1	ELEVADOR DE MATERIA PRIMA	26.550,00	180	99,33
2	DESFIBRADO DE CELULOSA - HIDROPULPER	10.436,00	256	97,61
3	POSA DE AGITACIÓN	26.525,00	205	99,23
4	NORIA	52.960,00	500	99,06
5	LAMINADORAS	10.388,00	304	97,16
6	CALANDRIA	17.780,00	40	99,78
7	PRENSA HIDRÁULICA	13.235,00	130	99,03
8	MESA DE CORTE	26.550,00	180	99,33
9	ESTAMPADORA	13.240,00	125	99,06
Disponible. Promedio				98,84

Fuente: Tabla 20 resultado de la disponibilidad de cada máquina.

Comportamiento de disponibilidad equipos

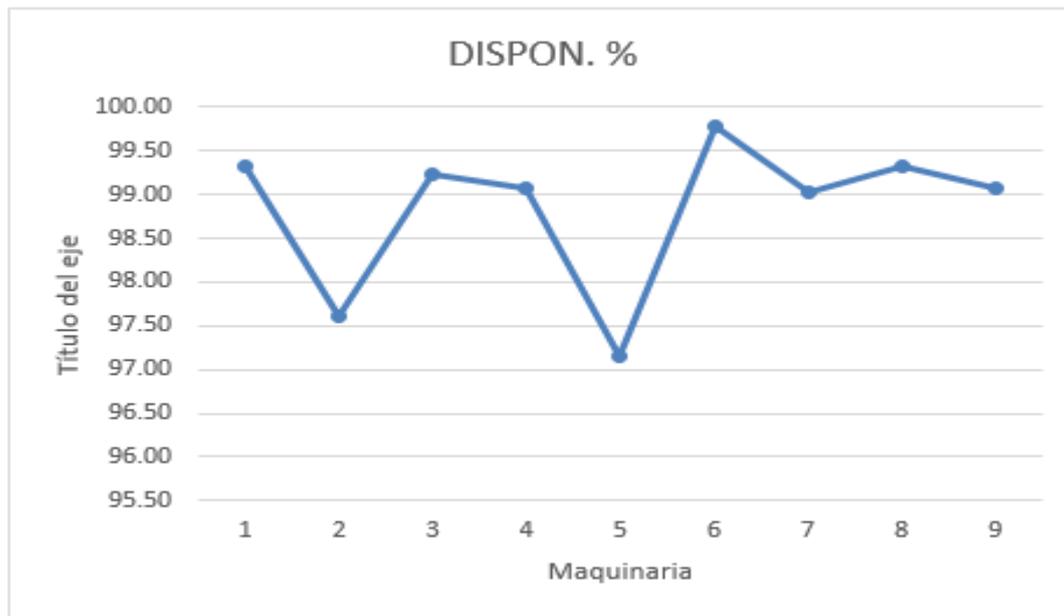


FIGURA 14: COMPORTAMIENTO DE DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS, EMPRESA IPEFICAL S.A.C, 2018

Fuente: Tabla 22 Indicadores principales

De acuerdo con la tabla de disponibilidad de máquinas y equipos, se puede ver que la disponibilidad del hidropulper está muy por debajo del promedio, mientras que la laminadora de conformación de las hojas es del 97,16%.

Para el MTBF, el tiempo promedio hasta que se produjo la falla del engrasador y el molino, respectivamente, fue de 10,436 minutos y 10,3880 minutos.

3.3.1. Delimitar la OEE principal de la empresa

Eficacia en la ejecución básica

En la oficina administrativa de la empresa, no hay una descripción del control de producción, por lo que las materias primas entrantes y la producción perdida durante el proceso de producción se han calculado en consecuencia, como se describe a continuación.

Cálculo de la producción teórica

TABLA 21: CÁLCULO DEL RENDIMIENTO, EMPRESA IPEFICALS.A.C. 2018

Ítem	Cantidad	Unid.
Materia prima día	3.500	kg. /día
Factor conversión	1,9	Kg. /unidad
Unidades teóricas	1.842	Unidades/día

PRODUCCIÓN REAL

Ítem	Cantidad	Unid.
Mermas por carbonatos, tintas, encalates	5	Porcen.
Mermas por recortes en perfilado	20,5	Porcen.
Mermas por caída hojas (secado artesanal)	10	Porcen.
Total, mermas de producción	35,5	Porcen.
Producción real	1.188	Unidades/día

Rendimiento = Prod. Real/Prod. Teórico

Rendimiento de producción = 64,50%

Fuente: Empresa IPEFICAL S.A.C. 2018.

A. Merma por carbonatos, tintas, encolantes.

En este proceso, la celulosa se adapta a la geometría de la malla, haciendo que las fibras se entrelacen y pierdan humedad y finos, que son cargas y aditivos de diferentes tipos de papel y cartón que entran en el proceso de fabricación y son una parte integral de las materias primas. No están atrapados en la celulosa porque no se usa coagulante para formar parte del producto final durante este proceso. Debido a la carga de carbonato, pegamento, tinta, impermeable, etc., este problema causará mucho lodo en la posa de agua de recirculación, debe de limpiarse cada 15 días, por lo que se realizó un estudio en el que la materia prima se redujo en un 5%.

Pérdida de eficiencia de producción por carbonatos



FIGURA 15: PÉRDIDA DE EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN POR CARBONATOS.

Fuente: IPEFICAL S.A.

B. Merma en el área de secado

El proceso de secado se realiza manualmente, porque todas las hojas aglomeradas se cuelgan en tabiques de madera para que se sequen en el ambiente, lo que hace que el 10% de la producción de hoja caiga al suelo, lo que deja las hojas se deterioren, estas hojas secas se reciclan nuevamente.

Secado artesanal de hojas



FIGURA 16: SECADO ARTESANAL DE HOJAS, EMPRESA IPEFICAL S.A.C.

Fuente: IPEFICAL S.A.C.

C. Mermas por recortes de perfilado de hojas

Cuando las hojas se hayan secado (generalmente dos días, dependiendo del clima), entrará en el calandrado, alisará la plancha y luego recortará las hojas adicionales, porque su tamaño adicional es de 6 cm por un lado, porque cuando se cuelgan, pueden dañar el contorno de la hoja, lo que resulta en un corte excesivo, alrededor del 20.5%.

Excesivos recortes en el acabado



FIGURA 17: EXCESIVOS RECORTES EN EL ACABADO, EMPRESA IPEFICAL

Fuente: IPEFICAL S.A.

3.3.1. Tasa de calidad inicial de productos terminados

a) **Peso de plancha por metro cuadrado (gramaje):**

Se tomó una muestra de un lote de fabricación, donde se determina que el peso promedio de la plancha que se venderá es 1.18 m x 0.85 m, el área es de 1.003 m², el peso promedio es de 1.9 kg, el peso por metro cuadrado es de 1.89 kg / m². Se estableció el 3 % del producto terminado tiene una desviación significativa del peso promedio.

b) **Deficiencias de plancha por espesor irregular (superficie no uniforme)**

Este es uno de los problemas en la fábrica de IPEFICAL, porque el control del grosor de la plancha no está automatizado, porque el operador lo cortará con un cuchillo cuando escuche la campana indicándole el espesor, y luego el operador retira manualmente la plancha, mientras que la otra máquina laminadora

continúa funcionando y no hubo tiempo para controlar el espesor, por lo tanto, se detectó la plancha defectuosa debido a un espesor excesivo y un espesor inferior al estándar (3 mm). Se ha determinado que el 2% del producto no cumple con el espesor o las dimensiones aceptables.

c) **Roturas en la plancha**

Debido a algunas impurezas en la plancha o al deterioro de la superficie debido a un mal calandrado o daños debido a la mala manipulación del operador, se puede determinar que el 2% de los productos tienen defectos de rotura.

d) **Tamaños de hoja incorrectos**

Como el colgado se hace a mano se rasgará de los extremos al ser colgada la plancha se rasga, y los costados de la plancha se golpeará y deteriorará, por lo tanto, cuando se perfila, la hoja es más pequeña que la especificación, lo que representa el 3% del producto terminado.

Para medir la calidad es:

$$calidad = \frac{\text{cantidad de piezas OK}}{\text{cantidad de piezas totales}} * 100$$

TABLA 22: FACTORES QUE SE CONTROLAN EN EL PRODUCTO TERMINADO, EMPRESA IPEFICAL S.A.C, 2018

Descripción	Porc. %
Variación de gramaje	3
Roturas de planchas	2
Superficies no uniformes	2
Tamaño no estándar	3
TOTAL, DEFECTOS	10

Hojas aglomeradas	1.188
Defectos	119
Hojas buenas	1.069
TASA DE CALIDAD	90%

Fuente: Elaboración propia

Porcentaje de calidad = (1,069 / 1,188) * 100 = 90 %.

3.3.1.1. Disponibilidad

Con base de un estudio, los indicadores de máquinas de la compañía en el objetivo número 3, la Tabla N ° 21 se determinó que la disponibilidad promedio del equipo era del 98.84%.

Cálculo de la OEE, inicial de la planta

$$\text{OEE} = \text{DISPONIBILIDAD} \times \text{RENDIMIENTO} \times \text{CALIDAD}$$

$$\text{OEE} = 98.84 \% \times 64.50\% \times 90.00 \%$$

$$\text{OEE} = 57.37\%$$

Este indicador es preocupante porque, en circunstancias ideales, cuando la eficiencia global del equipo es del 100%, falta el 42,6%, pero es una referencia para mejorar este indicador mediante la aplicación de un mantenimiento productivo total.

Según el intervalo de OEE, se puede determinar que $\text{OEE} > 64\%$ significa que es deficiente, hay una pérdida económica significativa y baja competitividad.

3.4. Implementación del sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la empresa IPEFICAL S.A.C.

3.4.1. Selección de las Causas Principales

Según el diagrama Ishikawa, y después de priorizar la evaluación de la causa raíz, se hicieron sugerencias para implementar las soluciones correspondientes a los problemas encontrados en IPEFICAL S.A.C. y sus conflictos para reducir los costos operativos del mantenimiento del sistema de producción de hojas aglomeradas en la industria del calzado.

Tabla 23: Propuesta de etapas, empresa IPEFICAL S.A.C, 2018

Causa Raíz	Indicador	Propuesta		
		Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
CR07	Falta mejorar procesos en abastecimientos M. P.	X		
CR06	Fallas mecánicas y eléctricas.		X	
CR05	Proceso de secado artesanal de Hojas		X	
CR03	Falta orden y limpieza		X	
CR02	Ausencia de especialista en mantenimiento			X
CR01	Falta de capacitación en mantenimiento			X

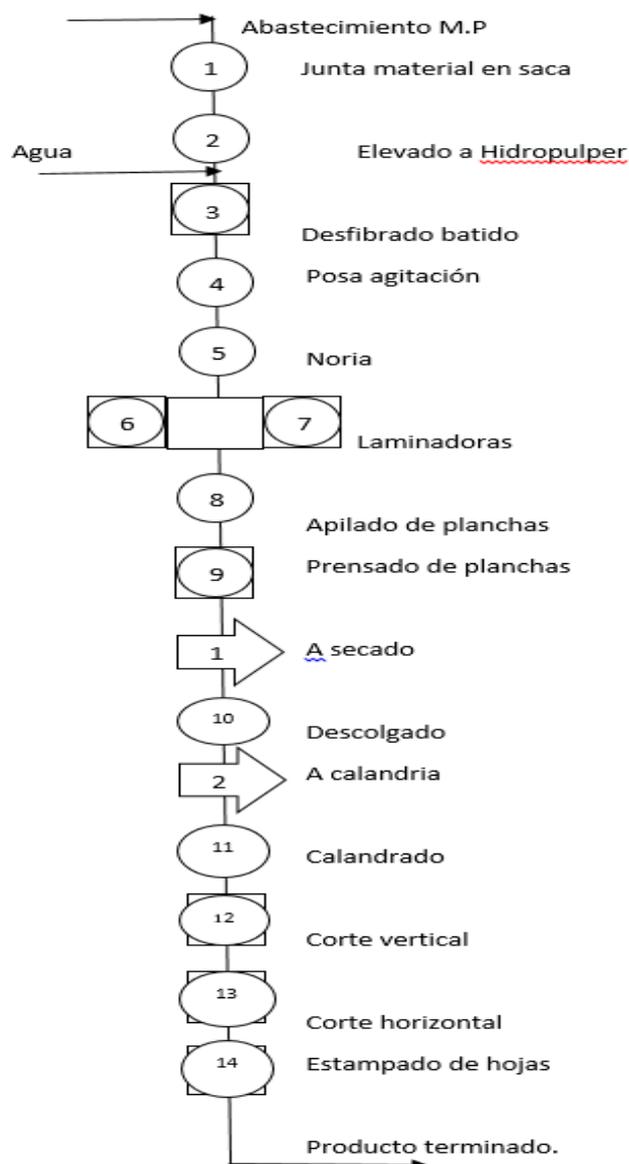
Fuente: elaboración propia.

3.4.2. Implantación del TPM – Pilar 1: Mejoras Específicas.

Fase productiva

Se desarrolla la primera base, se debe de saber todo el proceso de la elaboración de los productos de falsas de calzado, como es estaciones las de ocupación, de los trabajadores y máquinas que conforma la empresa.

Diagrama de Flujo del Proceso



Fuente: IPEFICAL S.A.C. 2018

FIGURA 18: DIAGRAMA DE FLUJO DE LA EMPRESA IPEFICAL

En la figura del DOP diagrama de flujo del proceso: selecciona varios tipos de papel y cartón de las materias primas de entrada sin introducirlo en el Hidropulper, y luego se agrega agua de reciclaje, se inicia la desfibrado de la celulosa a un nivel apropiado, de acuerdo con la calidad de la hoja para el pigmento del color deseado; luego la pulpa se transfiere al tanque de mezcla y el proceso finaliza. La etapa de secado toma de dos a tres días, dependiendo del clima, porque el secado de las hojas se realiza manualmente.

Plan de implementación del Mantenimiento Productivo Total

La implementación del TPM de la fábrica IPEFICAL S.A.C durante la producción de calzado de acuerdo con el diagrama de Gantt, que indica las ocupaciones realizadas de mayo a octubre de 2018.

Se propone 2 etapas o ciclos principales:

- A.** Etapa de preliminar, en que se desarrolla la señal inicial de la OEE en el cual se compara el producto final.
- B.** Etapa de implementación, aquí es donde se extienden la ocupación de las cuatro bases del TPM.

TABLA 25: PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DEL TPM EN LA EMPRESA IPEFICAL S.A.C.

FASES	ETAPAS / ACTIVIDADES	jun-18				jul-18				ago-18				sep-18				oct-18				nov-18			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
INTRODUCCIÓN	Identificación y selección de problemas para proyectos de mejora.																								
	La gerencia de planta comunica la decisión de implementar el TPM, como proyecto piloto.	█																							
	Deter. Indicador Disponibilidad	█	█	█	█	█	█	█	█	█															
	Deter. Indicador Eficiencia	█	█	█	█	█	█	█	█	█															
	Deter. Indicador tasa Calidad	█	█	█	█	█	█	█	█	█															
	Deter. OEE inicial	█	█	█	█	█	█	█	█	█															
	Alinear los objetivos y metas a los objetivos de calidad de la empresa								█																
	DISEÑO DEL PLAN MAESTRO																								
	Elaboración del plan desde la fase de preparación, introducción e implementación.	█	█	█	█	█																			
IMPLEMENTACIÓN	PILAR 01: MEJORAS ESPECÍFICAS																								
	Determinar y cuantificar las 08 pérdidas en una operación			█	█	█																			
	Identificación y selección de problemas para proyectos de				█	█	█	█																	
	Formar equipos de mejora -TPM			█	█	█	█																		
	Implementación y seguimiento a los proyectos de mejora									█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
	PILAR 02: MANTENIMIENTO																								
	Realización de la limpieza inicial									█	█														
	Eliminación de las fuentes de contaminación y mejora de										█	█													
	Establecer los estándares de limpieza e																								
	Realización de inspecciones generales periódicas del equipo														█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
	PILAR 03: MANTENIMIENTO																								
	Estabilizar el intervalo entre fallas, mantenimiento								█	█	█	█	█	█	█										
	Incrementar la vida útil Mant. Correctivo														█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
	Restauración periódica Mant. Preventivo																								
	PILAR 04: EDUCACION Y																								
Determinación de las necesidades de educación y entrenamiento de los operadores y mantenedores																									
Programa de formación para mejorar las capacidades de mantenedores y operadores a corto plazo.																									

Estudio de los equipos de trabajo

El mecanismo secreto que gana el TPM es la colaboración de los operadores, quienes cooperan con este mecanismo de vez en cuando y mantienen un contacto cercano con el personal de soporte, supervisores, ingenieros, etc. A través del grupo de compromiso, se puede formar un grupo TPM (voluntariamente) para formar grupos de trabajo de "mejora continua", que pueden dividirse por operadores que trabajan en máquinas específicas o parte de la causa de la operación, para optimizar sus áreas de compromiso de manera justa Procesos, máquinas y equipos, organizan y preparan pequeños proyectos de mejora.

Estos grupos de operación forman el pie para abrir el mantenimiento autónomo.

El tamaño conveniente del conjunto es crecidamente o menos de 5 a 7 operadores. El conjunto necesita apoyarse con unos técnicos de conservación quien debe de existir acostumbrado con el dispositivo y con el progreso, un Ingeniero Industrial, de elaboración o automático, quien asimismo debe de ser habituado con el dispositivo y puede colocar al conjunto mientras el estudio y forma de adelanto. El inspector o coordinador del campo puede informar en las reuniones.

A) COLABORADORES

Aquí se presenta la dispersión de los colaboradores de la empresa de productos, contando con un encargado de toda la planta quien apoya al supervisor de producción para mejorar en los procesos.

TABLA 24: DISTRIBUCIÓN PERSONAL DE PRODUCCIÓN PLANTA IPEFICAL S.A.C.2018

OPERACIÓN	N° OPERARIOS	AUXILIAR
Abastecimiento de materia prima y desfibrada en Hidropulper.	1	
Control de posa de agitación, noria y desarenadores	1	
Laminado y embobinado	2	1
Estibado y apilado de hojas con malla filtro y prensado	3	
Traslado de hojas a secar y recojo de hojas secas	2	
Calandrado, perfilado, estampado y acabado y armado de ruma de planchas de producto terminado	4	1
TOTALES	13	2

Fuente: Elaboración propia

En primera instancia la distribución, se conforma por equipos de trabajo.

En cada área de ocupación en la línea de producción, para ello se cuenta con un personal que se encarga de los procesos del TPM, que ayude con mejorar, ayudando al grupo que aporte ideas y que den soluciones, realizando análisis de los problemas, en las cuales se puede mejorar procesos.

Formación de grupos

- Responsable de selección y abastecimiento de material
- Responsable de laminado, control de flujo de caudal de pasta
- Responsable de estibado de hojas y separación con filtros y prensado
- Responsable de trasladar material al secado
- Responsable de calandrado y perfilado
- Responsable de estampado y formación de ruma de material
- Su 1er razón de los equipos tiene que reconocer y analizar cuáles son los problemas que existen en los equipos y procesos para después generar las mejoras propuestas en los equipos

3.4.3. Causa raíz CR7: Falta mejorar proceso de abastecimientos de materia primas

a) Herramienta: Gestión por procesos

Para abordar esta causa raíz, aplicaremos la herramienta de gestión de procesos a través de un diagrama de análisis de procesos, que describe las actividades del operador responsable del suministro del hidropulper de agua y aditivos al papel y cartón del agua para formar pulpa de celulosa. Este proceso se realiza manualmente solo es útil con un winche que al subir la plataforma del hidropulper y desechar sus materiales, corre el riesgo de sufrir un accidente.

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO DE ABASTECIMIENTO Y LICUADO							
Información de proceso	Actividad					Símbolo	
Objeto: Abastecimiento	Operación					○	
Área: Abastecimiento y licuado	Transporte					⇒	
Tipo de material: Cartón gris	Espera					D	
Inicia: Abastece de material	Inspección					□	
Termina: Término de licuado	Almacén					▽	
Lugar: IPEFICAL S.A.C	Método					Actual	
Fecha: 03/02/18	Operaciones					Tiempos	
Descripción	○	□	⇒	D	▽	Dista(Min.
Recojo de papel y cartón	X						20.71
Izado de material al pulper	X						7.85
Sube por escalera a plataforma			X			5	3
Echa el material al hidropulper	X	X					14.99
Espera el desfibrado				X			42.37
Total	3	1	1	1			88.93

Fuente: Elaboración propia

La Figura 19 muestra el proceso de suministro y licuefacción de fibras de celulosa, el cual tiene tres operaciones: inspección, transporte y retraso debido a la desfibrilación y homogeneización de la pulpa por la máquina Hidropulper. En este proceso, el operador experimentado retrasa la recolección de materiales, el retraso de levantar y transportar los materiales a Hidropulper; hace un tiempo de 46,3 minutos. En la mejora, se propone un método de mecanización del suministro, y el operador no está expuesto al riesgo de un accidente, y se mejora el tiempo de suministro.

b) Propuesta de mejora

- Para mejorar el suministro y el proceso de desfibrado, se recomienda instalar cintas transportadoras de papel y cartón en el Hidropulper controlado eléctricamente, para que los trabajadores enganchen sin esfuerzo las sacas de papel y enfrenten peligro al subir a la plataforma.
- Para reducir el tiempo de desfibrado de la celulosa, se utilizará un aditivo de almidón catiónico, que ayuda a retener el polvo fino, hace que el tablero terminado sea resistente y fácil de licuar, reduciendo así el tiempo en un 7%.

Adquisición de Equipos de Control y Tecnología

Tabla 25: Esquema del Sistema a implementar, IPEFICAL S.A.C 2018

Máquinas y equipos	Cantidad	Especificaciones
Faja transportadora	1	VL= 80 m/min
Motor reductor	1	Trifásico
Tablero de control	1	Con llaves térmicas

Fuente: elaboración propia.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO DE ABASTECIMIENTO Y LICUADO PROPUESTO							
Información de proceso	Actividad					Símbolo	
Objeto: Abastecimiento	Operación						
Area: Abastecimiento y licuado	Transporte						
Tipo de material: Cartón gris	Espera						
Inicia: Abastece de material	Inspección						
Termina: Término de licuado	Almacén						
Lugar: IPEFICAL S.A.C	Método					Actual	
Fecha: 03/02/18	Operaciones					Tiempos	
Descripción						Distancia	Min.
Faja traslada material a hidropulper	X						10.00
Espera licuado e inspecciona	X						35.37
Total			X			5	45.37

FIGURA 19: DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO PROPUESTO

Fuente: Elaboración propia

En la figura: a medida que aumenta el área de suministro y licuefacción, la operación se reduce 10 minutos, ya que la velocidad de la faja mecánica que transporta el material al Hidropulper es de 80 m por minuto, por lo que el operador no utiliza la plataforma del Hidropulper, por lo que se elimina el riesgo de accidentes causados por la caída del operador en la máquina Hidropulper.

TABLA 26: AHORRO DE TIEMPO POR MECANIZADO DEL ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA Y LICUADO.

Indicador después de la mejora	Tiempos (min)
Tiempo total del proceso actual	45.37
Tiempos de abastecimiento mejorado	10.00
Ahorro de tiempo	35.37

Ahorro de tiempos en %	78%
-------------------------------	-----

Fuente: elaboración propia

TABLA 27: COSTO DE IMPLEMENTACIÓN E INDICADORES DE ABASTECIMIENTO Y LICUADO, IPEFICAL S.A.C. 2018.

Tiempos después de la propuesta de mecanizar abastecimientos

Actividad	Tiempo Estándar (min)
Faja traslada material a hidropulper	10

Costo implementación de sistema de abastecimientos

Máquinas y equipos	Cantidad	Especificaciones	Inversión S/.
Faja transportadora	1	VL= 80 m/min	S/. 2.500,00
Motor reductor	1	Trifásico	S/. 850,00
Tablero de control	1	Con llaves térmicas	S/. 600,00
Inversión en estandarización (Única vez)			S/. 3.950,00

Indicador después de la mejora	Tiempos (min)
Tiempo total del proceso	45,37
Tiempos de abastecimiento anterior	10
Ahorro de tiempo	35.37

Ahorro de tiempos en %	78%
-------------------------------	-----

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PROPUESTA			
CONCEPTO	MONTO	RESULTADOS DE INDICADORES	
		ANTES (%)	DESPUÉS (%)
Pérdidas por falta de mecanizar abastecimientos	S/. 14.268,95		
Inversión en estandarización de abastecimiento	S/. 3.950,00	9%	78%
AHORRO	S/. 10.318,95		

Fuente: elaboración propia

IPEFICAL es consciente de los problemas causados por los altos costos de operación y se esfuerza por presupuestar el sistema de suministro de papel y cartón a través de una cinta transportadora con un panel de control para reducir el tiempo de suministro a Hidropulper y eliminar el riesgo de accidentes. Cuando el Hidropulper está funcionando, el operador maneja la extracción de material.

3.4.4. Causa raíz CR6: Defecto de movimiento y eléctrico

Son paradas que no son previstas de los equipos y máquinas en la productividad. Esto se ve mediante un registro (ver anexo 01 formatos) en el cual se verifica paradas de máquina, aquí se indica los problemas y el tiempo que estuvo parada, se tiene que tomar una acción de reparación y el inspector que lo soluciona. En primera instancia se realiza una capacitación al grupo para mejorar el control por parada de cada máquina para así realizar un seguimiento de los problemas más fuertes y que esto tenga una rápida solución. Producto de las fichas de control, se obtiene las paradas: Con determinación a la data anterior, en el cual desarrollaremos el cuadro en el cual se indica cuáles son las maquinas con mayor porcentaje de problemas que ocasionan parada por imprevisto.

TABLA 30: PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE MÁQUINAS EN LAS PARADAS INTEMPESTIVAS PARA LOS MESES DE MAYO, JUNIO Y JULIO DEL 2018

MÁQUINA	Componente - críticos	Tiempo (Min.)	Por. %	% Acumula.	Calificación.
LAMINADORA	Polines escurridores	720	13.36	13.36	A
HIDROPULPER	Malla filtro	500	9.28	22.63	A
NORIA	Motor reductor	500	9.28	31.91	A
ESTAMPADORA	Engranajes	320	5.94	37.85	A
HIDROPULPER	Hélice H.	320	5.94	43.78	A
LAMINADORA	Chumaceras	300	5.57	49.35	A
POSA AGITACIÓN	Hélice	300	5.57	54.92	A
PRENSA HIDRÁULICA	Controles	260	4.82	59.74	A
HIDROPULPER	Rodajes	240	4.45	64.19	A
ESTAMPADORA	Rodillo parte cliché	220	4.08	68.27	A
ELEVADOR	Motor eléctrico	200	3.71	71.99	A
LAMINADORA	Rodillo secador	180	3.34	75.32	A
ESTAMPADORA	Engranajes	180	3.34	78.66	A
MESA CORTE	Cuchilla circular	180	3.34	82.00	B
MESA CORTE	Piñones de fuerza	180	3.34	85.34	B
HIDROPULPER	Empaquetaduras	160	2.97	88.31	B
ELEVADOR	Cable metálico	160	2.97	91.28	B
POSA AGITACIÓN	Bomba elevación pasta	110	2.04	93.32	B
ESTAMPADORA	Resorte amortiguación	100	1.86	95.18	C
HIDROPULPER	Caja transmisión	60	1.11	96.29	C
PRENSA HIDRÁULICA	Caja transmisión prensa	60	1.11	97.40	C
CALANDRIA	Motor control	60	1.11	98.52	C
CALANDRIA	Filtro aceite	30	0.56	99.07	C
CALANDRIA	Tanque aceite	30	0.56	99.63	C
PRENSA HIDRÁULICA	Plataforma	20	0.37	100.00	C
	Tiempo total	5,390.00	100.00		

Fuente: Empresa IPEFICAL S.A.C. 2018

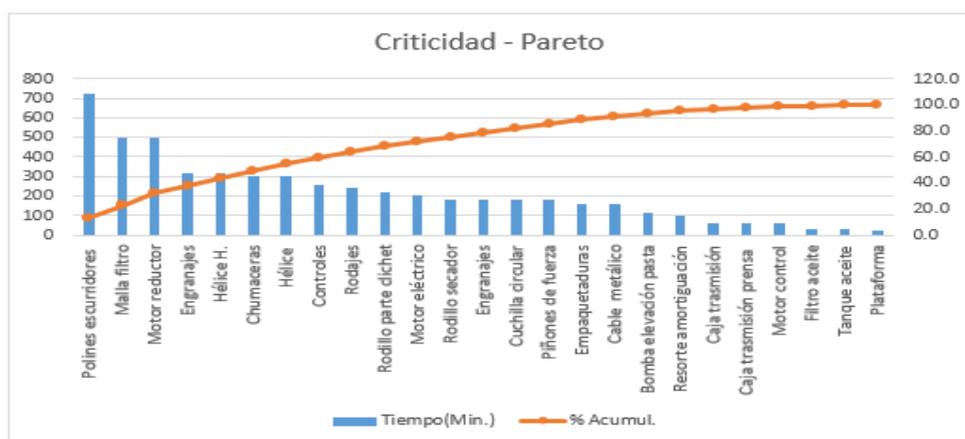


FIGURA 20: DIAGRAMA DE PARETO

Fuente: Elaboración propia.

Según el diagrama de Pareto, nos centraremos en la clasificación "A" porque son los componentes más críticos y los asociaremos con máquinas o estaciones de trabajo porque son los problemas más relevantes.

TABLA 28: COMPONENTES CRÍTICOS Y ZONAS DE TRABAJO.

Componentes críticos	Zona de trabajo	Responsable	Tiempos (min)	Criticidad
Polines escurridores	Laminado y embobinado	German de la Cruz	720	A
Malla filtro	hidropulper	German de la Cruz	500	A
Motor reductor	Noria	Pedro Valderrama	500	A
Engranajes	Estampado	German de la Cruz	320	A
Hélice H.	Hidropulper	Pedro Vera Meza	320	A
Chumaceras	Laminadoras	Demetrio Rodríguez	300	A
Hélice	Posa agitación	German de la Cruz	300	A
Controles	Prensa	Pedro Vera Meza	260	A
Rodajes	Hidropulper	Pedro Vera Meza	240	A
Rodillo parte cliché	Estampado	Mario Ramos	220	A
Motor eléctrico	Elevador	Demetrio Rodríguez	200	A
Rodillo secador	Laminadora	Mario Ramos	180	A

Fuente: Elaboración propia



FIGURA 21: TIEMPOS POR PARADAS

Fuente: Elaboración propia

3.4.4.1. Propuesta de solución: Fallas mecánicas y eléctricas

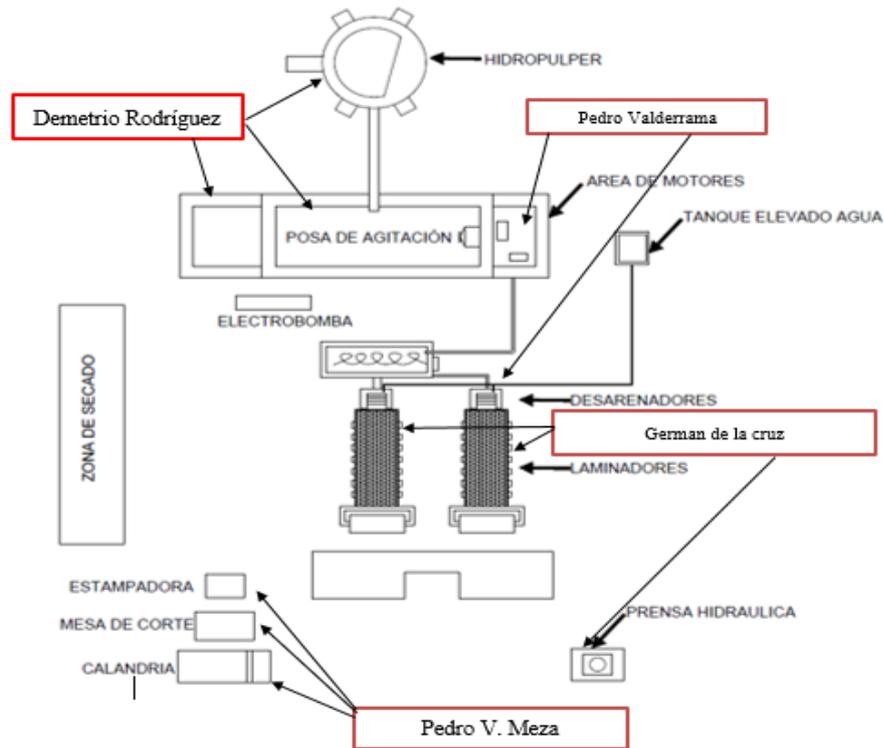
Herramienta: PILAR 2 Y PILAR 3 (Mantenimiento autónomo y mantenimiento planificado)

Los equipos de encargados de las diferentes zonas de trabajo de Laminado, mesa de corte. Posa de agitación y abastecimiento y desfibrado se reúnen con el señor German de la Cruz quien es el encargado de mantenimiento de la empresa IPEFICAL S.A.C después de varias reuniones con los directivos de la empresa llegaron a los siguientes resultados:

Si se capacita a un especialista o trabajador sobre máquina o equipos en el modo de uso del Mantenimiento Autónomo, para poder implementar el proceso de mantenimiento preventivo.

Se nombró a responsables de las zonas de producción para implementar el Mantenimiento de todas las máquinas críticas como la zona de laminado, mesa de corte, posa de agitación y abastecimiento de materia prima.

En la siguiente figura, se muestra cómo están dispersados los trabajadores que se encargan de mantenimiento autónomo, por cada puesto de trabajo.



Fuente: Elaboración propia

3.4.4.2. Registros por Periodos

Los trabajadores se establecen para desplegar sus supervisiones todos los días antes de iniciar la producción, por las recomendaciones dadas.

Se reconoce principalmente los daños que se infringen en los grupos con la ayuda de los operarios. Las fases se notifican sobre cómo va el funcionamiento del equipo, parte de sistema, elemento, en el cual se puede saber sobre la fase de mejorar la máquina y solucionar las averías identificadas.

La tabla siguiente presenta el procedimiento para detención de inconvenientes. Mediante estas inspecciones se proyectan realizar mejoras que eviten la reincidencia de los problemas identificados.

3.4.4.2.1. Verificaciones Generales de Tiempo del Equipo: Mantenimiento Independiente.

Cada uno de los trabajadores tiene que responsables de mantenimiento.

Los trabajadores se encargan del mantenimiento de turno diario en las

ocupaciones que se puedan evitar el deterioro señalado, disminuyendo la contaminación, realizando el mantenimiento del equipo, arreglos menores y engrase, en el que apoye a la Eficiencia Global de Equipos y el incremento perdido de tiempo de los equipos.

Son acciones del trabajador empieza a tomar la responsabilidad en el grupo en que se emplea.

Determinar a los trabajadores en la composición del Mantenimiento Autónomo en asunto de encajar la menor y engrase.

Delimitar que exista una meta según la elaboración del mantenimiento, para fijar los requisitos fundamentales en las máquinas a fin de disminuir el deterioro veloz.

Los asistentes de la producción son los responsables de:

- Se desarrolla el Mantenimiento Autónomo por los operarios por encargo, de manera diaria.
- Anotar los ingresos de los trabajadores del Mantenimiento Autónomo, también que se realicen los trabajos encargados.

A los trabajadores para poder ser socios fijos del mantenimiento. Se les capacita para que puedan tomar totalmente la responsabilidad de operación en los equipos, verificando, dando a conocer, cuando están capacitados para esto resolver cualquier problema que se presente en el equipo, este ejercicio es más abierto en el pilar 4.

El plan radica básicamente en:

Prevenir el deterioro

- Manejar el equipo preciso, previniendo fallos de los operarios.
- Conservar los requisitos esenciales como la lubricación, limpieza y los parámetros de control.
- Elaborar perfectamente en los encajes que se necesita, al principio durante el proceso y la disposición del equipo.
- Señalar data de fallas y errores en el equipo.
- Contribuir en las áreas de mantenimiento para la investigación.

Comprobación de uso

- Se utiliza la razón de audición, olfato, tacto visión y gusto, para ver las anomalías.
- Ejecutar supervisiones diariamente en el equipo antes que entre en marcha las máquinas al principio del turno.
- Se analiza por tiempos.
- Desarrollo tiempos habituales para verificar el deterioro y las curiosidades de desagravio.

Reparación en los equipos

- Hacer restauraciones pequeñas, lugar donde situar las piezas, reparaciones eventuales.
- Notificar rápidamente y acertadamente sobre las fallas en las funciones de equipo.
- Apoyar en las restauraciones de las fallas.

Indicamos cual es el problema que juega la persona, de producción como el de área de mantenimiento y se verifica cuáles son los problemas que más se presenta en la máquina.

Tabla 29: Algunos factores que conducen al deterioro de la máquina.

MÁQUINAS	OPERADORES	EQUIPO DE MANTENIMIENTO
SUCIEDAD	No se preocupan de la suciedad	Recolocan o reparan las partes dañadas, pero no analizan los posibles motivos de la ruptura
FALTA DE LUBRICACIÓN Y AJUSTES MENORES	No saben efectuar la lubricación. No revisan la máquina antes de manipularla	Centran todos los esfuerzos sobre los problemas urgentes y se olvidan de preocuparse de algo tan básico como lubricar y ajuste de equipos
MOTOR	Falta de conocimiento de la propia máquina que opera	Consideran que deterioración de la máquina es inevitable

Fuente: elaboración propia

Por la falta de limpieza, se debe brindar una capacitación respecto a las 5's esto va a ser que los trabajadores sean más limpios en sus lugares de trabajo.

Para la lubricación y menores ajustes, se debe conjugar con las piezas del equipo y sus herramientas que nos ayudan a lograr los ajustes de lubricación que sea según el tipo de máquina.

El trabajador debe señalar al grupo que trabaja y que este pueda reconocer sus fallas, visualizando y registrando las posibilidades que puede haber durante su uso.

Se revisa la zona de trabajo en el cual se debe realizar una serie de inventarios de las partes menores de las piezas.

Tabla 30: Cuadro de llaves para ajustes menores

Área	Herramientas
Elevador de M. P.	3/8", 1/2"
Hidropulper	5/8 x2", 9/16", 1/2", 5/8"
Posa de agitación	3/4", 7/16", 1/2"
Laminadora	3/4", 9/16", 5/8"

Fuente: elaboración propia.

Se logró comprar un pato ya que el anterior estaba en bajas condiciones para su uso.

Antes: pato mecánico:



Después: pato mecánico



Fuente: empresa

3.4.4.3. PILAR 3: Mantenimiento planificado

Garantizar espacio de las fallas, M.C.

La aseria básica son indispensables para poder mejorar los registros en el mantenimiento, llegando a ser los registros de gran importancia extrema para todo tipo de programa que sea del TPM.

Se examina a los equipos y se requiere conocer las limitaciones de ahí de los recientes inicios.

Se registra las principales acciones que se han realizado en el equipo llegando a realizarse un buen análisis por las restauraciones, cambios e incidentes de fallas.

Se labora conjunto a los equipos de mejora, verificando las fallas para poder responder las siguientes preguntas

- ✓ ¿Cuáles son los equipos con mayor frecuencia que se averían?
- ✓ ¿Cuál es el proceso que se está viendo con mayor frecuencia?
- ✓ ¿Qué repuestos o componentes se están dañando con más frecuencia?
- ✓ ¿Cuáles son las fallas que se dan con una mayor frecuencia?

Los estudios se ven con especificaciones en el pilar de aumento específico, función elaborada por los equipos de progreso.

Aumentar el tiempo útil de mantenimiento correctivo

Por medio de los registros por las paradas de máquinas se puede tomar acciones correctivas eficientes y así poder evitar los problemas más frecuentes.

Al acabar las inspecciones por paradas de las máquinas, se labora con la gente de mantenimiento y así poder proteger a los equipos que han tenido más fallas.

Para ello se requiere que se reestructuren el deterioro y fallas que ocurren en los equipos.

TABLA 31: MINUTOS DE PARADAS NO PROGRAMADAS DE MÁQUINAS Y EQUIPOS

ÁREA	NOVIEMBRE (Min.)	COSTO REPUES. S/
ELEVADOR DE MATERIA PRIMA	15	50,00
DEFIBRADO	60	200,00
POSA DE AGITACIÓN	0	0,00
NORIA	15	70,00
LAMINADORAS	60	120,00
CALANDRIA	0	0,00
PRENSA	0	0,00
MESA CORTE	15	100,00
ESTAMPADORA	0	0,00
TOTAL	165	540,00

Fuente: empresa IPEFICAL S.A.C, 2018

Según las fichas de registro de las paradas de máquina, se toma acciones según el principio del Mantenimiento Preventivo:

- Verificaciones que ha sido programadas en las cuales se pueden verificar las fallas de equipos o instalaciones, para que esto se pueda mejorar en un periodo de tiempo en que se realiza la programación sin que se dé un paro innecesario.
- Se empieza con las labores de inspección, lubricación, calibración, ajustes y limpieza.
- Se repite las funciones que en base a los trabajos realizados por días, semanas, quincenas y meses. Se define la programación de repetición, que deben ser reprogramados en algunas excepciones.
- Inspección de las actividades que se repiten con la información de fichas técnicas, programa de lubricación, programa de inspección.

TABLA 32: AHORRO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS PILARES EN FALLAS MECÁNICAS Y ELÉCTRICAS. HERRAMIENTA TPM EMPRESA, PILAR 2 Y PILAR 3 IPEFICAL S.A.C, 2018

Equipos	Tiempos(min)	Costo repuestos S/.
ELEVADOR DE MATERIA PRIMA	15	50,00
DEFIBRADO	60	200,00
POSA DE AGITACIÓN	0	0,00
NORIA	15	70,00
LAMINADORAS	60	120,00
CALANDRIA	0	0,00
PRENSA	0	0,00
MESA CORTE	15	100,00
ESTAMPADORA	0	0,00
Mensual	165	540,00

Mes de Noviembre

Pérdidas por tiempo de parada de máquina

Vetas totales por mes	S/. 47.056		
Mano de obra S/.	Costo de repuestos S/	Pérdidas por venta S/.	Pérdida Total
S/. 12,38	S/. 540,00	S/. 497,70	S/. 1.050,08
Pérdidas anuales	S/. 12.600,94		

Costo de las inversiones por implementar propuestas	
Inversiones por implementar Mantto. Autónomo	S/. 1.200,00
Inversiones por implementar Mantto. Planificado	S/. 1.200,00
Total, inversiones por única vez para implementar	S/. 2.400,00

Resumen de resultados de mejora de causa raíz

CONCEPTO	MONTO
Pérdidas por fallas mecánicas eléctricas	S/. 12.600,94
Inversión en estandarización	S/. 2.400,00
Total, pérdidas	S/. 15.000,94

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PROPUESTA				
CONCEPTO	MONTO		RESULTADOS DE INDICADORES	
Pérdidas por fallas mecánicas y lector.	S/.	114.794,79	ANTES %	DESPUÉS %
Pérdidas por mejora	S/.	15.000,94	0	55,56
AHORRO	S/.	99.793,85		

Fuente: elaboración propia.

En esta causa raíz la empresa invierte en ingenieros mecánicos expertos en mantenimiento autónomo y mantenimiento preventivo para las charlas correspondientes. La empresa ahorra S/ 99,793.00 anuales al bajar las averías por mantenimiento correctivo.

3.4.5. CR5. No existe horno de secado de hojas

Propuesta de solución:

La empresa IPEFICAL consciente de las demoras por el secado de las hojas compactas debido a que el secado es artesanal, pues se cuelgan a la intemperie y de esta manera, se pierden hojas por las caídas debido a la fuerza del viento. Conscientes de que se tiene que implementar un horno piloto para secar en un menor tiempo la hoja aglomerada, se realizan pruebas teniendo el debido cuidado en regular la temperatura y porcentaje de humedad final de la hoja; se ha probado con carbón de piedra como fuente de energía y, mediante un intercambiador de calor se genera la radiación que es ingresada por medio de un extractor a la cámara de secado.

Se necesita secar una hoja de cartón de 1.50 m. de longitud, por 1.10 m. de ancho, por 4 - 5 ms. de espesor, después de haber sido fabricada y prensada, utilizando una temperatura de trabajo de 150 °C como mínimo para reactivar los químicos de la hoja. Por lo tanto, se debe desarrollar una temperatura hasta 300 °C o más y después con la carga de las hojas húmedas mantener el mínimo de calor, para secar unas 50 hojas de cartón. El peso de cada hoja húmeda es cerca de 2.750 kilos, con contenido de humedad del 45%.

Especificaciones de Sistema de Secado

El sistema contiene el siguiente equipo principal: (01) Cámara de Secado para hojas de cartón que se colocará en coches, cuyas dimensiones son: 1400 ms. de longitud x 1100 de ancho x 1700 mm de alto, a donde se realizará la acción de inyectar calor con un quemador de gas y recircular con ventiladores, según esquema adjunto, compuesto por los siguientes equipos:

Ventilador Axial, hélice de aluminio fundido LM-27, carcasa de acero estructural ASTM A-36, equipado con motor cerrado 220 / 440 V, 60 Hz, con las siguientes características:

TABLA 33: CARACTERÍSTICAS DEL VENTILADOR AXIAL

Modelo	AXITRANS-330-200-06, AFMW
Tipo:	Axial Tubular con Chumaceras Protegidas
Marca	Perú
Caudal:	1800 m ³ /h
Accionamiento:	Faja y Poleas
Motor Trifásico:	1 HP-3450 RPM
Diámetro Hélice	Ø 320 mm
Tamaño Carcasa	Ø 330 x 400 mm

Fuente: Perú

Quemador de Gas, de flama recta, fabricado de fierro fundido, con las siguientes características:

TABLA 34: CARACTERÍSTICAS DEL QUEMADOR DE GAS

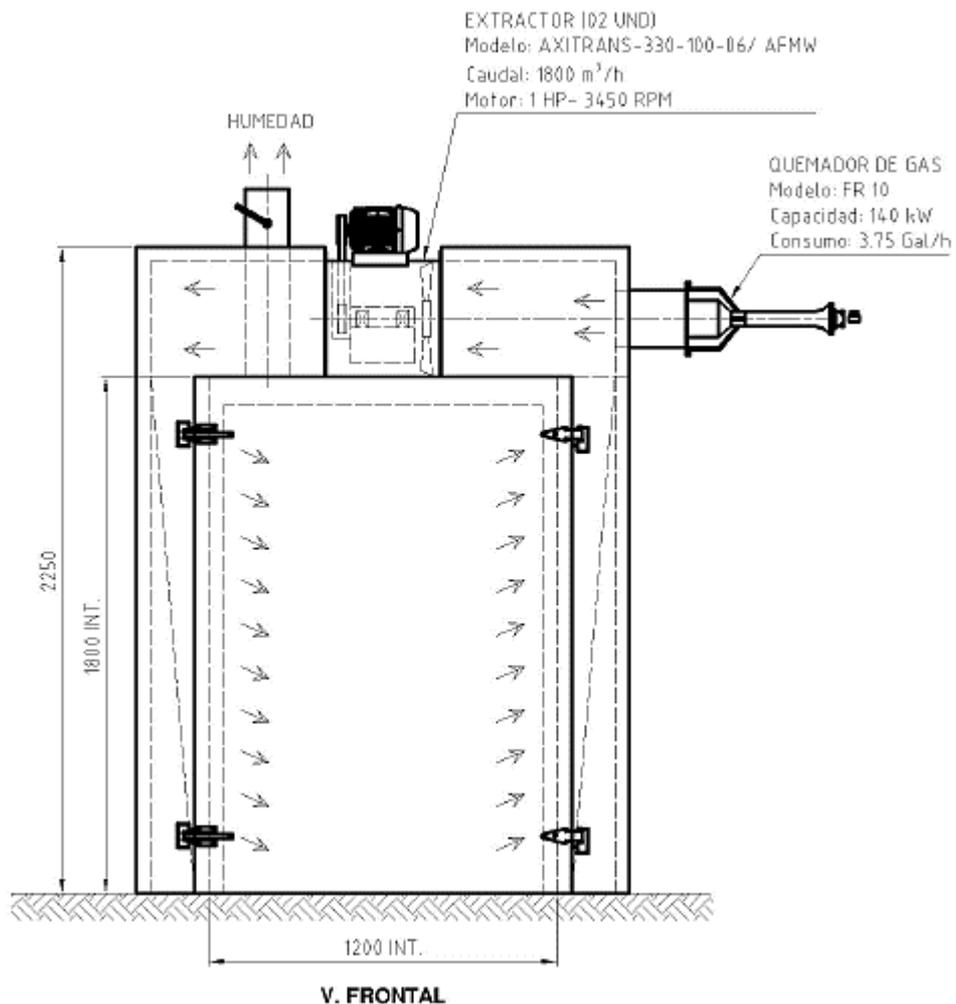
Modelo:	QG-FR-10
Tipo:	Flama Recta, Venturi
Marca:	Perú
Capacidad	500,000 Bru/h
Consumo:	3.75 GPH
Presión Trabajo:	15 psi
Tamaño	Ø 125 x 500 mm

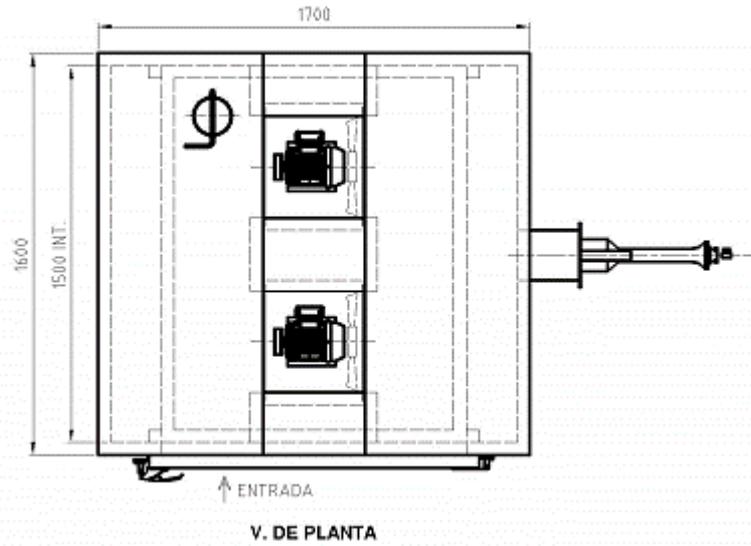
Fuente: Keperí

Cámara de Secado, según esquema adjunto, la parte interior es fabricada con plancha de acero inoxidable C-304, 1/20" espesor; el resto en plancha galvanizada 1/20" con aislamiento de lana mineral 70 Kg/m³, incluye puerta batiente con alojamiento para ingreso de coche de 1.4 x 1.5 x 1.7 m alto.

Tablero Eléctrico con 02 arrancadores directo para motor 1HP-3F-220V-60Hz, un control de temperatura más termocupla, encendido eléctrico con chispa, válvula solenoide; trabajará automáticamente.

Figura 22: Planos de especificaciones técnicas de horno secador piloto.





Fuente: Elaboración propia

Figura N° 23: Estructura de coche sujetador de hojas para secador



FIGURA 24: COLOCACIÓN DE COCHE CON HOJAS DE HUMEDAD PARA EL SECADO



Fuente: IPEFICAL S.A.C

Costos del horno

TABLA 35: COSTOS Y AHORRO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL HORNO

Equipos y dispositivos	Inversión S/
Ventilador axial	2.400,00
Quemador a gas	5.940,00
Cámara de secado	12.000,00
Total, inversión	20.340,00

Producción por mes (unidades)	Caída de hojas (2%)	Pérdida S/.	Pérdida anual S/
47.895	958	S/. 941,11	S/. 11.293,34

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PROPUESTA			
CONCEPTO	MONTO	RESULTADOS DE INDICADORES	
		ANTES	DESPUÉS
Pérdidas por falta de estandarización de secado	S/. 589.571,50	%	%
Pérdidas por mejora	S/. 31.633,34	0	100%
AHORRO	S/. 557.938,16		

Fuente: Elaboración propia

Era una de las causas raíces más críticas de la empresa, debido a que por más de 9 años han estado secado las hojas a la intemperie o al medio ambiente, generando retrasos en la entrega de los pedidos, pérdida por caídas de hojas al suelo que ocasiona deterioro en las mismas.

Con el horno secador se han superado las pérdidas por caída de hojas, ahorrando una cantidad muy considerable de S/. 557,938.16 por año.

3.4.6. PILAR 2: Mantenimiento autónomo

CR3: Falta orden y limpieza

3.4.6.1. LIMPIEZA INICIAL

La limpieza se realiza de forma línea en que la productividad, en algunos lugares de las máquinas y/o equipos llevan un tiempo determinado en su lubricación y mantenimiento, denominadas zonas complejas.

3.4.6.2. Identificación de las áreas de complicado acceso

Se realiza el diagrama para las zonas de riguroso acceso y se detalla la problemática esto se presenta en la mantenibilidad en la línea de producción, en la cual se realiza en los tiempos de descanso, pero sin descuidar la calidad en la desinfección para conservar la estandarización en aguas residuales evitando formar colonias de bacterias que desfavorecen el rendimiento y calidad de las hojas sobre todo cuando trabajan hojas aglomeradas impermeables.

Tabla 41: Identificación de zonas para limpieza y desinfección

Parte	Zona	Ubicación
Posa de agitación	B	Paredes laterales de la posa
Desarenadores	B	Compartimientos del desarenador
Laminadora	C	Limpieza de malla laminadora
Posa de aguas recicladas	B	Sedimentos de lodos por carbonatos y caolines

Fuente: Elaboración propia.

Antes:

Zona B: Posa de agitación



Zona B: Posa de aguas recicladas



Zona C: Laminadora



Zona B: Desarenadores



Después:

Zona B: Posa de agitación



Zona B: Desarenadores



Zona C: Laminadora



Zona B: Posa de aguas recicladas



FIGURA 22: ZONAS DE LIMPIEZA

Fuente: IPEFICAL S.A.C

3.4.6.3. Procedimiento para el orden y limpieza de la planta

En general se hace la limpieza de acuerdo al siguiente rol y tiempos.

Paso 1: La laminadora se hace limpieza al final del turno de trabajo pasando primero soda caustica diluida en agua y con una escobilla se le da frotés circulares y después se le lava con agua a presión esto es para facilitar el drenaje de la pasta de celulosa cuando se lamina y por lo consiguiente aumenta la velocidad de laminado, son dos líneas de laminado.

- Tiempo de limpieza : 15 minutos
- Días de trabajo : 6
- Número de personas : 02
- Tiempo total por semana : 90 minutos

Paso 2: Los desarenadores son cajas de cemento en donde cae el chorro de agua y por rebose sale a la línea de laminado, pero tiene un sistema de separación de impurezas como carbonatos, caolines, tierra etc., que se limpia cada 3 días caso contrario se tiende a endurecer los carbonatos y se forman colonias de hongos, es necesario lavar con lejía para que quede totalmente desinfectado.

- Tiempo de limpiado por desarenador: 20 minutos
- Días de limpieza a la semana : 02
- Número de personas : 02 operarios
- Tiempo total semana : 40 minutos

Paso 3: La posa de agitación se limpia cada fin de semana con una rasqueta debido a que la celulosa forma una superficie rugosa y dura en las paredes de la posa.

- Tiempo de limpiado : 30 minutos
- Número de personas : 02
- Días a la semana : 1

Paso 4: Las pozas de agua recicladas forman lodos en el fondo por lo que se tiene que limpiar cada 15 días mediante la expulsión con una electrobomba y después mediante baldes se botan los lodos.

La industria de la fabricación de cartón se utiliza mucha agua por lo que se espera 15 días para hacer los cambios por agua limpia.

- Tiempo de limpiado : 1 hora
- Número de personas : 03
- Frecuencia : quincenal

3.4.6.4. Estandarizar el principio inicial de la empresa

Se elabora el procedimiento óptimo para el desarrollo rápido y efectivo de limpieza, coordinando con las áreas de producción y de los responsables por zonas de trabajo.

Uniformización del procedimiento de limpieza

Objetivo: Capacitar al operario de producción encargado de la limpieza de las zonas de trabajo, para el mejor desempeño del procedimiento de limpieza.

En el mes de septiembre, se procedió a determinar el mejor procedimiento de limpieza de la línea de producción y con la experiencia y apoyo del Ing. Mario Ramos, analizamos los procedimientos de limpieza.

Procedimiento de limpieza para el lavado de la línea productiva por parte de los operarios de producción luego de terminado el proceso productivo.

En este procedimiento están implicados operarios de abastecimiento y desfibrado, operario de control de laminado, operarios de apilado de hojas, operarios de presando y operarios de secado y perfila.

3.4.6.5. Funciones de los operarios para el desarrollo de la limpieza

- Operarios de proceso:

Los operarios de proceso antes de retirarse de la planta en el cese de sus labores, deberán realizar una limpieza de los residuos sólidos de su área de trabajo, recogiendo los residuos para luego depositarlos en las zonas indicadas para residuos orgánicos que están conformado por celulosa, también deben de limpiar los desarenadores y dejarlos desinfectados.

Así mismo se deben devolver al almacén los utensilios que se hayan asignado al inicio de la jornada de trabajo, evitando que se queden en el área de trabajo.

- Operario de abastecimiento

El operario encargado de abastecer de materia prima al hidropulper procederá a limpiar con agua a presión el hidropulper recogiendo todos los sólidos que han quedado atrapados dentro y los colocará en una bolsa y en la zona de inorgánicos, después dejara ordenado la zona de materias primas de papel y cartón.

- Operarios de perfilado

Es su obligación de llevar todos los recortes generados por el perfilado de las planchas a la zona de abastecimientos para su reproceso dejar limpio las máquinas calandria y los perfiladores.

- Operario de limpieza

El operario de limpieza se encarga de limpiar toda la zona de producción en especial el piso con agua a presión después que ordenará los productos terminados en el almacén con sus respectivos códigos.

3.4.6.6. Las 5'S

El primer paso es capacitar a los operadores y mantener la filosofía de las 5's de la siguiente forma:

Tabla 36: Desarrollo de las 5's, empresa IPEFICAL S.A.C, 2018

5'S	LIMPIEZA INICIAL (1)	OPTIMIZACIÓN (2)	FORMALIZACIÓN (3)	PERPETUIDAD (4)
CLASIFICAR	Separar lo que es útil de lo inútil	Clasificar las cosas útiles	Revisar y establecer las normas así definidas	ESTABILIZAR MANTENER MEJORAR EVALUAR (AUDITORIA 5'S)
ORDEN	Tirar lo que es inútil	Definir la manera de dar un orden a los objetos	Colocar a la vista las normas definidas	
LIMPIEZA	Limpia las instalaciones	Localizar los lugares difíciles de limpiar y buscar una solución	Buscar las causas de suciedad y poner remedio a las mismas	
ESTANDAR	Eliminar lo que no es higiénico	Determinar las zonas sucias	Implantar las gamas de limpieza.	
DISCIPLINA	ACOSTUMBRASE A APLICAR LAS 5'S EN EL EQUIPO DE TRABAJO Y RESPETAR LOS PROCEDIMIENTOS			

En resumen, se capacitó a los grupos de trabajo sobre la importancia de la filosofía de las 5's, mediante las actividades que se muestran en el cuadro precedente y se ilustró al personal de mantenimiento que también está involucrado en aplicar las 5's para realizar sus trabajos de la forma eficiente.

Costos y ahorro de la implementación

TABLA 37: COSTO Y AHORRO DE LA CAUSA RAÍZ DE FALTA DE ORDEN Y LIMPIEZA

Datos	
TIEMPO NORMAL	COSTO
Costo de MO- Mínimo (Ns/Mes)	S/.1.287,00
Costo de MO-Mínimo (Ns/Día)	S/.49,50
Costo de MO-Mínimo (Ns/Hora)	S/.4,95
Horas Trabajadas (Día)	10

Herramientas de mejora: Mantenimiento Autónomo y aplicación de 5'S

Programación de limpieza por semana

PASO	ZONA	N° DE DIAS	TIEM/DÍA	TOTAL(MIN)	OPERARIO
1	Laminado	6	15	90	1
2	Desarenador	2	20	40	2
3	Posa agitación	1	30	30	2
4	Posa de recirculación	1	60	60	2
Totales				220	7

CONCEPTO		MONTO	
Procedimiento mantenimiento autónomo		S/. 500,00	
Implementación de 5's		S/. 500,00	
Total, inversión para implementar		S/. 1.000,00	
EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PROPUESTA			
CONCEPTO	MONTO	RESULTADOS DE INDICADORES	
		ANTES	DESPUÉS
Pérdidas por Orden y limpieza	S/. 1.554,90		
Inversión para implementar	S/. 1.000,00	0%	100%
AHORRO	S/. 554,90		

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la implementación de orden y limpieza, la empresa ha solucionado su problema de la mala disposición de los desperdicios, ya que se generan mucho material impermeable que se retiene en el Hidropulper, de las capas de celulosa que se depositan en las paredes y partes de la maquinaria, ahora se ve de un mejor aspecto más limpio y ordenado, esto influye en el desenvolvimiento de los operarios con mayor cooperación e interés en solucionar los problemas de la empresa.

3.4.6.7. Ausencia de especialista en mantenimiento

La empresa IPEFICAL S.A.C carece de un especialista en mantenimiento de fábrica cartonera debido a que el personal encargado de mantenimiento no tiene los conocimientos y la experiencia en la especialidad y esto da graves problemas por la improvisación en el mantenimiento, retrasando la velocidad de producción de la planta que origina pérdidas en el mantenimiento por rotura de la faja laminadora, de las chumaceras, la sensibilidad de la faja laminadora ha cambiado por la modificación del sistema de tolerancia a los diferentes calibres de la máquina.

Problemas de mantenimiento en la planta de IPEFICAL S.A.C

El especialista en mantenimiento estará en condiciones de dar solución a los principales problemas de la máquina laminadora.

Tabla 38: Problemas de laminado y solución propuesta.

PROBLEMAS	FALLA	MOTIVO	SOLUCIÓN
Sobre esfuerzo en faja laminadora	Rotura de faja	Faja tensada las 24 horas	Instalar mecanismo para destensar la faja
Rotura de chumaceras de rodillo laminador	Rotura de chumaceras	Sistema de tolerancia a la vibración ha sido anulada	Instalar mecanismo sensible para variación de calibres de hojas.
Tiempos muertos en control de caudal y velocidad de laminadora	No existe control mecánico de válvula de caudal	El operador constantemente control las llaves de caudal para el laminado homogéneo.	Instalar un mecanismo mediante electro válvulas y un tablero de control para que el operador controle a distancia el caudal y velocidad de faja.
Mal diseño de fieltros para cubrir hojas aglomeradas en la prensa.	Caídas de hojas en el secado	Los fieltros no cubren al 100% la superficie total de la hoja.	Adquirir nuevos fieltros y confeccionar a la medida de la hoja aglomerada.

Fuente: Elaboración propia

Perfil de Puesto de especialista en mantenimiento

DESCRIPCIÓN DEL PUESTO Y PERFIL

Puesto: Especialista en Mantenimiento de planta cartonera

Área: Operación y Mantenimiento

Objetivo del Puesto:

Mantener los programas de mantenimiento preventivo y correctivo de las máquinas de la planta.

Diseñar nuevos mecanismos para la automatización de la planta, tener don de mando y ser proactivo.

Disminuir las pérdidas en los procesos de una forma práctica y económica para la empresa.

El puesto reporta A:

Gerente general

Personal a cargo:

- Operadores
- Ayudantes de mantenimiento

Experiencia: 3 años de experiencia en empresas similares al papel y cartón

Conocimientos: Conocimiento de Excel, AutoCAD, y Word. Y de Mantenimiento productivo Total TPM., Conocimientos de pasta y cartón, Seguridad y ambiente químico.

Fuente: Elaboración propia.

Costo y ahorro

Tabla 39: Costo y ahorro al implementar un especialista en mantenimiento.

PROBLEMAS	FALLA	MOTIVO	SOLUCIÓN	INVERSIÓN S/.
Sobre esfuerzo en faja laminadora	Rotura de faja	Faja tensada las 24 horas	Instalar mecanismo para destensar la faja	S/. 2.500,00
Rotura de chumaceras de rodillo laminador	Rotura de chumaceras	Sistema de tolerancia a la vibración ha sido anulada	Instalar mecanismo sensible para variación de calibres de hojas.	S/. 5.000,00
Tiempos muertos en control de caudal y velocidad de laminadora	No existe control mecánico de válvula de caudal	El operador constantemente control las llaves de caudal para el laminado homogéneo.	Instalar un mecanismo mediante electro válvulas y un tablero de control para que el operador controle a distancia el caudal y velocidad de faja.	S/. 1.290,00
Mal diseño de filtros para cubrir hojas aglomeradas en la prensa	Caídas de hojas en el secado	Los fieltros no cubren al 100% la superficie total de la hoja.	Adquirir nuevos fieltros y confeccionar a la medida de la hoja aglomerada.	S/. 2.000,00
Inversiones por única vez con especialista en mantenimiento				S/.10.790,00

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PROPUESTA			
CONCEPTO	MONTO	RESULTADOS DE INDICADORES	
		ANTES	DESPUÉS
Pérdidas por ausencia de especialista en Mantto.	S/. 64.266,71		
Inversión para solucionar problemas Mantto. Especie	S/. 10.790,00	0%	14%
Contratación especialista	S/. 21.600,00		
Total, inversiones	S/. 32.390,00		
Ahorro	S/. 31.876,71		

Fuente: Elaboración propia

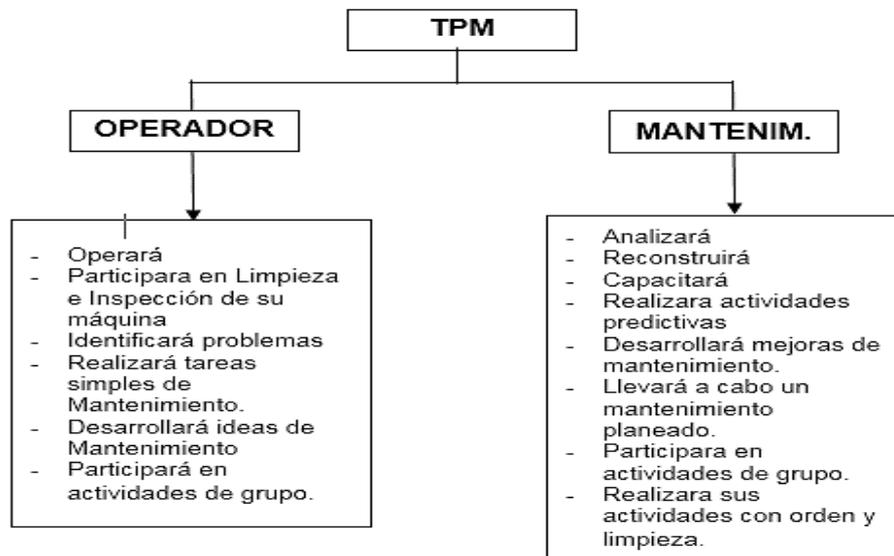
La contratación de un especialista en mantenimiento de una empresa cartonera ha hecho posible la solución de muchos problemas que los mecánicos actuales no estaban en capacidad de resolver debido que los mecánicos improvisaban malgrado la sensibilidad de la línea de laminado ocasionando muchas roturas de las chumaceras, roturas de faja de laminado, ahora se implantan dispositivos para destensar la faja de laminado, darle más tolerancia para los cambios de calibre de espesor de hojas, el problema del control del caudal de la pulpa de celulosa y la velocidad de la laminadora etc.

3.4.8. CR 1: Falta capacitación en mantenimiento

PILAR 4: Capacitación y entrenamiento

Roles de los participantes

Este pilar es la base de la sustentación de cualquier programa de TPM, proporcionando la continuidad del proceso de mejora:



Fuente: Elaboración propia.

Se tiene que cambiar los roles clásicos de la empresa. La figura 27, nos informa sobre el cambio de roles cuando se aplica el TPM, este paso es fundamental para el cambio de comportamiento de las personas, no basta apenas entrenarlos, hay que prepararlos adecuadamente para distinguir la diferencia entre CONDICIÓN NORMAL y CONDICIÓN ANORMAL de su equipo.

Los conceptos son resumidos en apenas 1 página, con un lenguaje simple y objetivo, para que sea entendido rápidamente y en menor tiempo posible por los operadores,

debiendo inclusive el tiempo de entrenamiento no excederá a 2 horas por cada sesión o punto abordado.

El entrenamiento es administrado con el objetivo de capacitar y/o mejorar los siguientes puntos básicos.

Entrenamiento:

- Habilidad básica del operador
- Conocimientos básicos sobre los diversos sistemas de la máquina
- Capacidad de inspeccionar e identificar problemas en la máquina
- Capacidad de efectuar pequeños reparos
- Capacidad de efectuar limpieza en la máquina
- Capacidad de lubricar
- Capacidad de identificar puntos inseguros

Para desarrollar este pilar, se realiza los siguientes pasos:

Programa de formación

Se realiza una evaluación inicial para determinar el grado de conocimientos o nivel de información del operario con la máquina y su puesto de trabajo.

De acuerdo a esta evaluación, determinamos los puntos críticos a capacitar.

Se desarrolla un programa de formación para mejorar las capacidades de mantenimiento y operación.

El programa de capacitación y entrenamiento aborda las 5' s y el mantenimiento Autónomo, en el cual se toman los siguientes puntos:

- Lubricación
- Inspección
- Entrenamiento



FIGURA 23: PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO
Fuente: Elaboración propia.

Determinación de las necesidades de entrenamiento

Mediante una evaluación simple podemos determinar los temas a reforzar para los operarios.

De acuerdo a este examen, obtenemos los siguientes temas de refuerzo.

a) Seguridad Industrial: Dirigido a todos los grupos de trabajo.

Temas:

- ✓ Señalización en el área de trabajo
- ✓ Equipos de protección personal

- ✓ Identificación de peligros y evaluación de riesgos
- ✓ Seguridad contra incendios
- ✓ Expositor Ing. Mario Saavedra asesor en temas de seguridad

b) Calidad en el proceso

- Clasificación de papeles y cartones según tipo de plancha a fabricar
 - Pesar las materias primas e insumos
 - Quitar impurezas de la celulosa mediante aditivos
 - Utilizar agua buena para inicio del proceso
 - Controlar el PH de la pasta
 - Dosificar las resinas
 - Controlar el sulfato de aluminio a la entrada y salida de la pasta
 - Emplear aglomerantes para retención de finos
 - Emplear biosidas para evitar contaminación bacteriana
- Expositor: Ing. Mario Ramos

c) Mantenimiento de equipos

- Para operarios de la línea de producción:
 - Chumaceras y cadenas de transmisión: Lubricación y engrase
 - Rodamientos de laminadora: Lubricación
 - Engrase de caja de transmisión de hidropulper
 - Ajustes de menores
- Expositor: Ing. Freddy Castro.

d) Para operario de abastecimiento y control de hidropulper

- Método de selección de papel y cartón
- Pesar los materiales y dosificar insumos
- Controlar el grado de fino de la celulosa
- Controlar el tablero automático de transporte de insumos
- Medir el nivel de agua del hidropulper
- Limpiar el interior después de cada catch de producción

- Mantener limpio, engrasado y lubricado el sistema de transmisión del hidropulper

e) Para operario de laminadora

Mantener la tensión adecuada de laminadora

- Sincronizar el caudal de pasta de celulosa y velocidad de laminadora
- Mantener los controles limpios y ordenados
- Engrasar y lubricar rodillos laminadores
- Engrasar las chumaceras y reportar cualquier problema de la laminadora
- Al final del trabajo lavar con agua a presión y con soda cáustica

f) Para operario de prensa

- Mantener los fieltros limpios y ordenados
- Engrasar la estopa
- Limpiar la prensa y control de aceite hidráulico
- Chequear los controles de presión y aceite

g) Para operario de secado

- Mantener la zona de secado en orden
- Recoger las planchas caídas y agrupar para su reproceso
- Tender las planchas húmedas con cuidado de no romper
- Transportar las planchas secas a zona de calandria
- Pasar las hojas por la calandria para el alisado
- Mantener limpia la calandria y mantener en sus niveles el aceite hidráulico
- Mantener limpios los filtros de retorno de aceite

h) Para operarios de perfilado y acabado

- Pasar las planchas y refilar los cuatro costados.

TABLA 40: DE EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PROPUESTA

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PROPUESTA			
CONCEPTO	MONTO	RESULTADOS DE INDICADORES	
		ANTES	DESPUÉS
Pérdidas por falta de capacitación en Mantto.	S/. 62,084.88		
Inversión por año en capacitaciones	S/. 30,950.00	0%	100%
AHORRO	S/. 31,134.88		

- Sacar las planchas con problemas de calidad
- Reprocesar los recortes de las planchas
- Mantener lubricados los piñones
- Mantener afilado las cuchillas
- Engrasar las chumaceras

Costo y ahorro de la implementación

TABLA 41: COSTO Y AHORRO DE CAPACITACIÓN EN MANTENIMIENTO

Descripción de actividades al año	Inversión S/.
Programa de capacitación en mantenimiento	S/. 1.500,00
Capacitación en lubricación de máquinas - equipos	S/. 850,00
Capacitación en inspección y manto. Predictivo	S/. 500,00
Entrenamiento	S/. 1.500,00
Charlas de seguridad y salud ocupacional	S/. 500,00
Charlas de calidad en el proceso	S/. 2.000,00
Seminario taller de mantenimiento de equipos	S/. 2.500,00
Inversión por año	S/. 9.350,00
Contratación de Ing. Industrial costo anual	S/. 21.600,00
Total, inversiones	S/. 30.950,00

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PROPUESTA			
CONCEPTO	MONTO		RESULTADOS DE INDICADORES
Pérdidas por falta de capacitación en Mantto.	S/.	62.084,88	ANTES
Inversión por año en capacitaciones	S/.	30.950,00	DESPUÉS
AHORRO	S/.	31.134,88	

Fuente: Elaboración propia

La pérdida actual por falta de capacitación a los trabajadores fue de S/60,084 anuales que, mediante la inversión de 30, 134.88,00 en la contratación de un ingeniero y en material para desarrollar las charlas durante un año, esto hace que el personal sea más productivo para la empresa ya que se trata de crear conciencia con los trabajadores mediante la proactividad y de mejorar la productividad en beneficio para los propietarios y también para los trabajadores.

INVERSIONES CAUSAS RAICES

TABLA 42: CR7 FALTA MECANIZAR PROCESO EN LÍNEA DE ABASTECIMIENTOS

INVERSIONES DE LA PROPUESTA DE MEJORA

GESTIÓN POR PROCESOS

P1: CR7: FALTA MECANIZAR PROCESO EN LÍNEA DE ABASTECIMIENTOS

Equipos y dispositivos	Descripción	Cantidad	Precio Uni.	Costo total S/	Vida Útil (años)	Depreciación	Reinversión. 5 años
Faja transportadora	VL 80 m/min	1	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00	8	S/. 26.04	S/. 1,450.00
Motor reductor	Trifásico	1	S/. 850.00	S/. 850.00	4	S/. 17.71	
Tablero de control	Con llaves térmicas	1	S/. 600.00	S/. 600.00	4	S/. 12.50	
	TOTAL		S/. 3,950.00				
			Depreciación MES			S/.56.25	
			Depreciación AÑO			S/. 675.00	

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 43: CR6 FALLAS MECÁNICAS Y ELÉCTRICAS.

ÍTEM	OPERACIÓN	Costo repuestos S/.
ELEVADOR DE MATERIA PRIMA	Cambio de poleas	S/. 50,00
DEFIBRADO	Cambio de rodaje y engrase	S/. 200,00
POSA DE AGITACIÓN	0	0
NORIA	Colocación de protector de motor	S/. 70,00
LAMINADORAS	Cambio de polín escurridor	S/. 120,00
CALANDRIA	0	0
PRENSA	0	0
MESA CORTE	Cambio de cuchilla	S/. 100,00
SUB TOTAL		S/. 540,00

Inversiones por contratación	Costo S/
Implementar Mantto Autónomo	S/. 1.200,00
Implementar Mantto Planificado	S/. 1.200,00
SUB TOTAL	S/. 2.400,00
TOTAL	S/. 2.940,00

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 44: CR5 FALTA ESTANDARIZAR SECADO DE HOJAS

Equipos y dispositivos	Descripción	Cantidad	Precio Uni. S/	Costo total S/	Vida Útil (años)	Depreciación	Reenvío. 5 años	Reenvío. 8 años
Ventilador axial	Hélice LM-27, carcasa acero ASTM A - 36, 220/440V, 60 HZ.	1	2,400.00	S/. 2,400.00	8	S/. 25.00	S/. 5,940.00	S/. 2,400.00
Quemador a gas	500,000 Bru/h	1	5,940.00	S/. 5,940.00	4	S/. 123.75		
Cámara de secado	plancha de acero C-304, 1/20", asilamiento lana mineral 70 kg/m ³	1	12,000.00	S/. 12,000.00	15	S/. 66.67		
TOTAL			S/. 20,340.00					
						Depreciación MES	S/. 215.42	
						Depreciación AÑO	S/. 2,585.00	

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 45: CR3 FALTA ORDEN Y LIMPIEZA

CONCEPTO	MONTOS/.
Por contratación de implantar mato autónomo	S/. 500,00
Por contratación de implementar 5'S	S/. 500,00
Total, inversión para implementar única vez	S/. 1.000,00

TABLA 46: CR2 AUSENCIA DE ESPECIALISTA EN MANTENIMIENTO

Equipos - dispositivos	Descripción	Cantidad	Precio Unir. S/.	Costo total S/.	Vida útil	Depreciación	Reinversión a 6 años
Mecanismo para destensar faja	Dispositivo hidráulico	2	1.250,00	2.500,00	15	S/. 13,89	1.140,00
Mecanismo sensible para variación calibo	Sistema de resortes	2	2.500,00	5.000,00	10	S/. 41,67	
Instalar mecanizado de control de caudales	Electroválvulas	2	320,00	640,00	5	S/. 10,67	
Tablero de control	Digital	1	250,00	250,00	5	S/. 4,17	
Velocímetro digital para faja laminadora	Digital	2	125,00	250,00	5	S/. 4,17	
TOTAL				S/.8.640,00		S/. 74,56	
Total, depreciación mensual							
Total, depreciación anual						S/. 894,67	

CR3 FALTA ORDEN Y LIMPIEZA

CONCEPTO	MONTOS/.
Por contratación de implantar matto autónomo	S/. 500,00
Por contratación de implantar 5'S	S/. 500,00
Total, inversión para implementar única vez	S/. 1.000,00

CR2 AUSENCIA DE ESPECIALISTA EN MANTENIMIENTO

Equipos - dispositivos	Descripción	Cantidad	Precio Unir. S/.	Costo total S/.	Vida útil	Depreciación	Reinversión a 6 años
Mecanismo para destensar faja	Dispositivo hidráulico	2	1.250,00	2.500,00	15	S/. 13,89	1.140,00
Mecanismo sensible para variación calibo.	Sistema de resortes	2	2.500,00	5.000,00	10	S/. 41,67	
Instalar mecanizado de control de caudales	Electroválvulas	2	320,00	640,00	5	S/. 10,67	
Tablero de control	Digital	1	250,00	250,00	5	S/. 4,17	
Velocímetro digital para faja laminadora	Digital	2	125,00	250,00	5	S/. 4,17	
TOTAL				S/. 8.640,00		S/. 74,56	
Total, depreciación mensual							
Total, depreciación anual						S/. 894,67	

Contratación	Descripción	Cantidad	Sueldo mes
Ingeniero especialista	Ing. mecánico	1	S/. 1.800,00
Total, anual			S/. 21.600,00
Total, costos			S/. 30.240,00

CR1 FALTA CAPACITACIÓN EN MANTENIMIENTO

Contratación de un Ing. Industrial para organizar la capacitaciones y entrenamiento a los operarios		
Contratación	Cantidad	Remuneración S/.
Ing. Industrial	1	S/. 1.800,00
Total, mensual		S/. 1.800,00
Total, ANUAL		S/. 21.600,00

Descripción de actividades al año	N° de actividades	Inversión S/.
Programa de capacitación en mantenimiento	1	S/. 1.500,00
Capacitación en lubricación de máquinas - equipos	2	S/. 850,00
Capacitación en inspección y mantto. Predictivo	1	S/. 500,00
Entrenamiento	3	S/. 1.500,00
Charlas de seguridad y salud ocupacional	2	S/. 500,00
Charlas de calidad en el proceso	4	S/. 2.000,00
Seminario taller de mantenimiento de equipos	4	S/. 2.500,00
Inversión por año		S/. 9.350,00

RESUMEN DE INVERSIONES		
N° de Propuesta	Descripción	Costo TOTAL S/
P1: CR7	Falta mecanizar abastecimientos de materias primas	S/ 3.950,00
P2: CR6	Fallas mecánicas y eléctricas	S/ 2.940,00
P3: CR5	Falta estandarizar secado de hojas	S/ 20.340,00
P4: CR3	Falta orden y limpieza	S/ 1.000,00
P5: CR2	Ausencia de especialista en mantenimiento	S/ 8.640,00
P6: CR1	Falta capacitación en mantenimiento	S/ 9.350,00
TOTAL (S/.)		S/ 46.220,00
RESUMEN DE POR METODOLOGÍA	Gestión por procesos	S/ 28.230,00
	Gestión del talento humano	S/ 17.990,00

OTROS COSTOS	
Descripción	Costos S/
Costos de contratación Ingenieros	S/ 43.200,00
Depreciación	S/ 1.569,67
Reinversión a 5 años	S/ 3.850,00
Reinversión a 6 años	S/ 1.140,00
Reinversión a 8 años	S/ 3.850,00

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Determinar la Eficiencia Global de los Equipos (OEE) final de la planta

Después de la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la empresa IPEFICAL S.A.C. se han obtenido mejoras significativas como el aumento de la disponibilidad de los equipos debido a que se comprometió al personal de la empresa

mediante grupos de trabajo para la realización del mantenimiento autónomo y mantenimiento preventivo, se redujeron las mermas o la eficiencia de materia prima por haber dispuesto la gerencia de que se estandarice la materia prima mediante el 70% de cartón y el 30% de papel diverso o mixto que es el causante de pérdidas por la composición de carbonatos, tintas y encolantes reduciendo a 1.5% la pérdida por carbonatos.

Con el nuevo método de secado de hojas por medio del horno secador se han disminuido las caídas de hojas a un 2% de la producción total, siendo anteriormente el 10% de caída de hojas por rasgaduras debido al movimiento ocasionado por el viento

Tabla 47: Disponibilidad de equipos – Mes noviembre del 2018

ÁREA	NOVIEMBRE (Min.)	COSTO REPUES.S/
ELEVADOR DE MATERIA PRIMA	15	50,00
DESFIBRADO	60	200,00
POSA DE AGITACIÓN	0	0,00
NORIA	15	70,00
LAMINADORAS	60	120,00
CALANDRIA	0	0,00
PRENSA	0	0,00
MESA CORTE	15	100,00
ESTAMPADORA	0	0,00
TOTAL	165	540,00

Disponibilidad	Minutos
Minutos calendario	17.160,00
Disponibilidad equipos (%)	99,04

TABLA 48: PRODUCCIÓN TEÓRICA

Ítem	Cantidad	Unid.
Materia prima día	3,500	kg. /día
Factor conversión	1.9	Kg. /unidad
Unidades teóricas	1,842	Unidades/día

TABLA 49: PRODUCCIÓN REAL DESPUÉS DE MEJORAS

Ítem	Cantidad	Unid.
Mermas por carbonatos, tintas, encalates	1.5	Porcen.
Mermas por recortes en perfilado	20.5	Porcen.
Mermas por caída hojas (Horno secador)	2	Porcen.
Total, mermas de producción	24	Porcen.
Producción real	1,400	Unidades/día

Rendimiento de producción: 76%

Tabla 50: Tasa de calidad después de mejoras

Descripción	Porc. %
Variación de gramaje	2.5
Roturas de planchas	1
Superficies no uniformes	1.5
Tamaño no estándar	2.5
TOTAL, DEFECTOS	7.5

Hojas aglomeradas	1,400
Defectos	105
Hojas buenas	1,295
TASA DE CALIDAD	92.5

TABLA 56: CÁLCULO DE OEE FINAL DE LA EMPRESA

FACTORES	INDICADOR
DISPONIBILIDAD	99%
RENDIMIENTO	76%
CALIDAD	93%
OEE	70%
Incremento de OEE DE IPEFICAL (%)	12%

Fuente: Elaboración propia

Después de la implementación de las mejoras en la empresa IPEFICAL S.A.C tanto a nivel de mantenimiento, mejoras en el proceso productivo y mejoras en el control de calidad de los procesos se obtuvo un nuevo indicador de la Eficiencia Global de los Equipos del 69.60%, incrementándose en un 12.23% la mejora en el rendimiento total de la planta.

Determinar los beneficios económicos y financieros de la implementación del Mantenimiento Productivo Total de la empresa IPEFICAL S.A.C.

Se presenta el flujo de caja proyectado a 10 años de la propuesta donde se evalúan los ingresos y los costos generados a lo largo del proyecto se considera que el año cero en donde se realiza la inversión y se presentan los indicadores económicos del VAN y la relación benéfico costo de la inversión.

TABLA 57: DETERMINACIÓN DE LOS BENEFICIOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL TPM EN LA EMPRESA IPEFICAL S.A.C. 2018

ESTADO DE RESULTADOS											
AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		S/ 731,61 7.46	S/ 768,19 8.33	S/ 806,608.2 4	S/ 846,938. 66	S/ 889,285.5 9	S/ 933,749.87	S/ 980,437.3 6	S/ 1,029,459.2 3	S/ 1,080,93 2.19	S/ 1,134,978. 80
Costos contratación		S/ 43,200. 00	S/ 43,200. 00	S/ 43,200.00	S/ 43,200.0 0	S/ 43,200.00	S/ 43,200.00	S/ 43,200.00	S/ 43,200.00	S/ 43,200.0 0	S/ 43,200.00
Depreciación activos		S/ 1,569.6 7	S/ 1,569.6 7	S/ 1,569.67	S/ 1,569.67	S/ 1,569.67	S/ 1,569.67	S/ 1,569.67	S/ 1,569.67	S/ 1,569.67	S/ 1,569.67
GAV		S/ 4,320.0 0	S/ 4,320.0 0	S/ 4,320.00	S/ 4,320.00	S/ 4,320.00	S/ 4,320.00	S/ 4,320.00	S/ 4,320.00	S/ 4,320.00	S/ 4,320.00
Utilidad antes de impuestos		S/ 682,52 7.79	S/ 719,10 8.66	S/ 757,518.5 8	S/ 797,848. 99	S/ 840,195.9 2	S/ 884,660.20	S/ 931,347.7 0	S/ 980,369.56	S/ 1,031,84 2.53	S/ 1,085,889. 13
Impuestos (30%)		S/ 204,75 8.34	S/ 215,73 2.60	S/ 227,255.5 7	S/ 239,354. 70	S/ 252,058.7 8	S/ 265,398.06	S/ 279,404.3 1	S/ 294,110.87	S/ 309,552. 76	S/ 325,766.7 4
Utilidad después de impuestos		S/.477, 769.45	S/. 503,37 6.06	S/. 530,263.0 0	S/. 558,494. 29	S/. 588,137.1 5	S/. 619,262.14	S/. 651,943.3 9	S/. 686,258.69	S/. 722,289. 77	S/. 760,122.3 9
FLUJO DE CAJA											
AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Utilidad después de impuestos		S/ 477,76 9.45	S/ 503,37 6.06	S/ 530,263.0 0	S/ 558,494. 29	S/ 588,137.1 5	S/ 619,262.14	S/ 651,943.3 9	S/ 686,258.69	S/ 722,289. 77	S/ 760,122.3 9

Depreciación		S/. 1,569.6 7	S/. 1,569.6 7	S/. 1,569.67	S/. 1,569.67	S/. 1,569.67	S/. 1,569.67	S/. 1,569.67	S/. 1,569.67	S/. 1,569.67	S/. 1,569.67
Inversión	S/. - 46,220 .00					S/. 3,850.00	S/. 1,140.00		S/. 3,850.00		
	S/. - 46,220 .00	S/. 479,33 9.12	S/. 504,94 5.73	S/. 531,832.6 7	S/. 560,063. 96	S/. 585,856.8 1	S/. 619,691.81	S/. 653,513.0 5	S/. 683,978.36	S/. 723,859. 43	S/. 761,692.0 6
AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flujo Neto de Efectivo	S/. - 46,220 .00	S/. 479,33 9.12	S/. 504,94 5.73	S/. 531,832.6 7	S/. 560,063. 96	S/. 585,856.8 1	S/. 619,685.81	S/. 653,506.0 5	S/. 683,970.36	S/. 723,850. 43	S/. 761,682.0 6
AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		S/. 731,61 7.46	S/. 768,19 8.33	S/. 806,608.2 4	S/. 846,938. 66	S/. 889,285.5 9	S/. 933,749.87	S/. 980,437.3 6	S/. 1,029,459.2 3	S/. 1,080,93 2.19	S/. 1,134,978. 80
Egresos		S/. 252,27 8.34	S/. 263,25 2.60	S/. 274,775.5 7	S/. 286,874. 70	S/. 299,578.7 8	S/. 312,918.06	S/. 326,924.3 1	S/. 341,630.87	S/. 357,072. 76	S/. 373,286.7 4
S/. 9,202,205.73											
S/. 3,088,592.72											

Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS

1. Impacto en la eficiencia global de los equipos, como resultado de la aplicación de metodología del Mantenimiento Productivo total “TPM “en la plata de producción de hojas aglomeradas de celulosa de la empresa INDUSTRIAS PERUANAS de fibras para el calzado, se llegó a un indicador final de la eficiencia global de los equipos del 12.23 %. A continuación, se detalla el indicador.

$$OEE= D \times R \times C$$

Disponibilidad (D): en este indicador se toma en cuenta los tiempos de paradas de máquinas para eliminar fallas, ajustes y otro tipo de paros por logística.

TIEMPO CALENDARIO DE TRABAJO DE LA EMPRESA IPEFICAL

	Agosto	Setiembre	Octubre
Días	26	25	26
Horas días	11	11	11
Total, horas	286	275	286
Total, min.	17.160,00	16.500,00	17.160,00

Equipos	Agosto				Setiembre				Octubre				Tiempo (min)
	1	2	3	4	1	2	4	4	1	2	3	4	
ELEVADOR DE MATERIA PRIMA		100											100
DESFIBRADO	30						80				240		350
POSA DE AGITACIÓN NORIA					150								150
LAMINADORAS			200				200					450	850
CALANDRIA													0
PRENSA				30									30
MESA CORTE		40											40
ESTAMPADOR A												60	60
Total, tiempo de parada trimestral												1.580,00	
												Tiempo promedio	527
												Tiempo Hora	0

Tiempo de parada de equipos

	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE
Tiempo de parada	300	430	510
DISPONIBILIDAD	0,983	0,974	0,970
Disco. Promedio	0,976		

PORCENTAJE DE DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS MINUTOS DE PARADAS INSEPERADAS DE MÁQUINAS POR MES

RENDIMIENTO

Descripción	Kg.	Porcentaje
Materia prima empleada por día	3500	1%
Mermas por cargas	350	10%
Mermas por caída de hojas	157,5	8%
Mermas por recortes	448,875	20%
Producto terminado	2543,625	0,727
Planchas aglomeradas	1271,8125	
Eficiencia producción	72,68%	

CALIDAD

Defectos de productos	%
Variación gramaje	1,5
Rotura plancha	0.5
Superficie no uniforme	1,5
Tamaños incorrectos	2
Total	5
Productos rechazados	64
Productos fabricados	1272
Eficiencia calidad	95%

OEE FINAL DENTRO DEL PROCESO, acuerdo a la fórmula de eficiencia global de los equipos se tiene el indicador final que es el producto

Eficiencia global durante la implementación	
Disponibilidad	0,976
Eficiencia Producción	72,68%
Eficiencia de calidad	95%
OEE	0,67

OEE FINAL DESPUÉS DE IMPLEMENTACIÓN, después de haber implementado las mejoras en la empresa se logró un incremento de la OEE.

FACTORES	INDICADOR
DISPONIBILIDAD	0,99
RENDIMIENTO	0,76
CALIDAD	0,925
OEE	0,696
OEE FINAL (%)	69,60

CUADRO COMPRATIVO

INICIO			FINAL		
DISPONIBILIDAD	RENDIMIENTO	CALIDAD	DISPONIBILIDAD	RENDIMIENTO	CALIDAD
98,8%	64,50%	90%	99%	76%	92,50%
OEE INICIAL = 57,37			OEE FINAL 69,60		

2. Los resultados del estudio del diagnóstico inicial arrojan un costo de pérdidas antes de la implementación de S/ 846,541.74 anuales, siendo la causa raíz CR5: Falta Estandarizar Secado de Hojas la que ocasiona las mayores pérdidas al año de S/ 589,571.50 por año. Se soluciona este problema implementando un horno secador a nivel piloto en donde el porcentaje de caída de hojas se reduce del 10% al 2% con una inversión de S/ 31,633.39 soles.

ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA VARIABLE DEPENDIENTE

- Eficiencia Global de Equipos

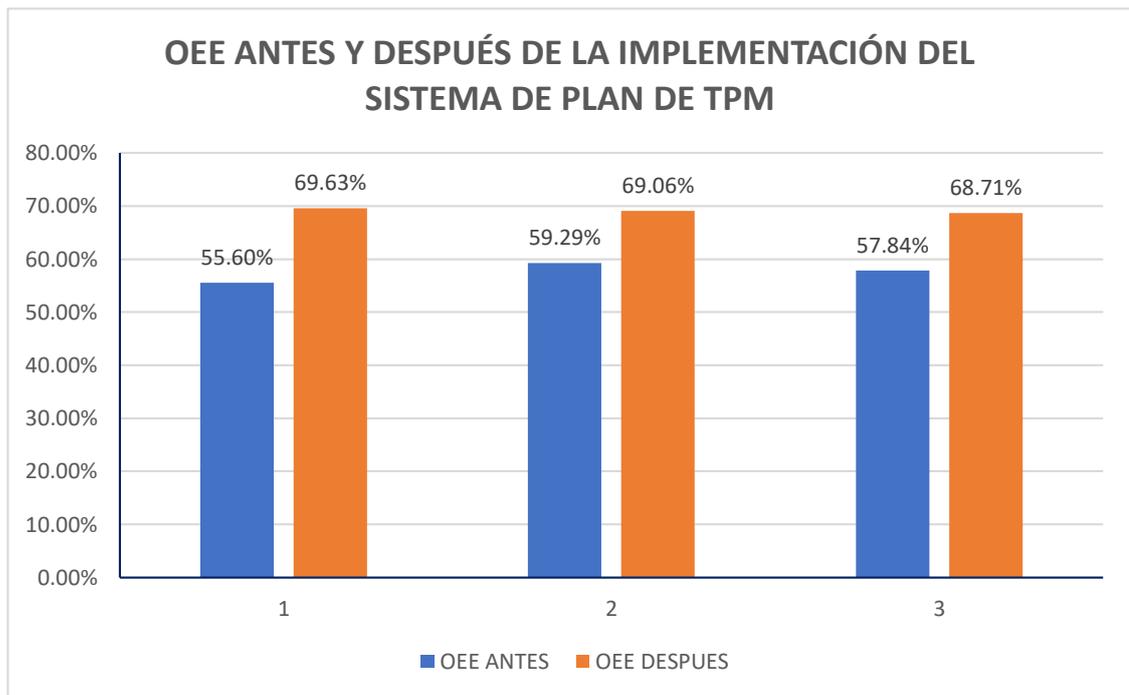
TABLA 58: ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LA OEE ANTES Y DESPUÉS.

		Estadístico	Error típ.	
OEE_ANTES	Media	.575767	.0107332	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	.529586	
		Límite superior	.621948	
	Media recortada al 5%	.		
	Mediana	.578400		
	Varianza	,000		
	Desv. típ.	.0185904		
	Mínimo	.5560		
	Máximo	.5929		
	Rango	.0369		
	Amplitud intercuartil	.		
	Asimetría	-,625	1,225	
	Curtosis	.	.	
OEE_DESPUES	Media	.691333	.0026810	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	.679798	
		Límite superior	.702869	
	Media recortada al 5%	.		
	Mediana	.690600		
	Varianza	,000		
	Desv. típ.	.0046436		
	Mínimo	.6871		
	Máximo	.6963		
	Rango	.0092		
	Amplitud intercuartil	.		
	Asimetría	,693	1,225	
	Curtosis	.	.	

Fuente: Datos de OEE antes y después.

Elaboración propia.

Figura 27: OEE antes y después de la aplicación de la implementación de un Sistema de Plan de Mantenimiento Productivo Total



Fuente: Datos de OEE antes y después.

Elaboración propia.

Interpretando la tabla y la figura de estadísticos descriptivos de OEE antes y después de la implementación del TPM, se aprecia que la OEE pasó de 0.5757 a 0.6913, lo que significa que hubo un incremento del 20.08%.

- **ANÁLISIS INFERENCIAL DE LA VARIABLE DEPENDIENTE**

PRUEBA DE NORMALIDAD DE LA OEE

Ho: los datos de OEE tienen distribución normal

Ha: los datos de OEE no tienen distribución normal

Regla:

Si $p \leq 5\%$ se rechaza Ho

Si $p \geq 5\%$ se acepta Ho

Tabla 59: Prueba de normalidad de la OEE en la empresa IPEFICAL S.A.C.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
OEE_ANTES	,223	3	.	,985	3	,765
OEE_DESPUES	,229	3	.	,981	3	,738
DIFERENCIA	,289	3	.	,928	3	,480

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: Datos de OEE antes y después.

Elaboración propia.

En el estudio de normalidad de la variable OEE se observó en el después el estadístico de Shapiro-Wilk= 0.981 y valor $p= 0.738$, por lo que se concluye que la variable OEE tiene distribución normal.

Se observó en el antes el estadístico Shapiro-Wilk= 0.985 y el valor $p=0.765$, por lo que se concluye que la variable OEE tiene distribución normal.

Se observó que en la Diferencia el estadístico Shapiro-Wilk= 0.928 y el valor $p=0.480$, por lo que se concluye que la Diferencia tiene distribución normal.

Por lo expuesto se empleará la prueba paramétrica T - STUDENT para la contratación de hipótesis.

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS DE LA OEE

Ho: La implementación de un sistema de Mantenimiento Productivo Total, no mejora la eficiencia global de los equipos de la empresa IPEFICAL S.A.C.

Ha: La implementación de un sistema de Mantenimiento Productivo Total, mejora la eficiencia global de los equipos de la empresa IPEFICAL S.A.C.

Regla de decisión:

Si $p \leq 5\%$ se rechaza Ho

Si $p \geq 5\%$ se acepta Ho

Tabla 60: Prueba T - Sudent para la OEE en la empresa IPEFICAL S.A.C.

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par1 OEE_ANTES- OEE_DESPUES	-.1155667	.0221146	.0127678	-.1705023	-.0606311	-9,051	2	,012

Fuente: Datos de OEE antes y después.

Elaboración propia.

De la tabla 60 se puede comprobar que la significancia de la prueba T - Student, aplicada a la OEE antes y después es de 0,012, de acuerdo con la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la implementación de un sistema de Mantenimiento Productivo Total, mejora la eficiencia global de los equipos de la empresa IPEFICAL S.A.C. en el año 2018.

IV. DISCUSIÓN

En el estudio de investigación se ha verificado la hipótesis general al implementar el Mantenimiento Productivo Total logrando una mejora en la Eficiencia Global de los Equipos del 12.23% al implementar las propuestas de mejora de las principales causas raíz que tuvo la empresa IPEFICAL S.A.C.

Los resultados que se alcanzaron en la presente tesis de mejorar la eficiencia global de equipos inicial de un 57.37% que según el clasificador mundial de OEE la empresa no califica, que está en pérdidas económicas a nivel de disponibilidad, rendimiento de la producción y calidad se logró aplicar las herramientas del TPM alcanzando un indicador del 64.5%, mostrando una cercana relación con los resultados obtenidos por Fuentes (2014), en la tesis “Incremento de la eficiencia global del equipo de recubrimiento para el área de Zucaritas de la empresa Kellogg México R.L de C.V”, en la que logró un incremento de la eficiencia global de equipos inicial de 68.1% a un 81%, en lo que se puede afirmar que al aplicar la metodología del TPM tiene una influencia significativa en la mejora del indicador OEE, mejorando la disponibilidad de los equipos, el rendimiento en producción y disminuir los productos defectuosos.

Las conclusiones específicas al aplicar el TPM en relación a mecanizado del abastecimiento de materias primas al hidropulper, mejora de las fallas mecánicas y eléctricas, estandarización del secado de hojas, aplicación de las 5 s en el orden y limpieza, y capacitación a operarios se llega a una inversión de S/ 46, 220.00, en comparación con los resultados de Ruiz (2017) en su tesis “Aplicación del mantenimiento productivo total para mejorar la eficiencia global de los equipos Sey del área tops de la Empresa Sudamericana de Fibras S.A., Callao, 2017, su inversión es de s/ 31,869 que invierte en capacitaciones de los trabajadores de las 5s, reposición de herramientas, separatas, pagos a capacitadores y mantenimiento planificado y se diferencia en las mejoras enfocadas ya que en la empresa IPEFICAL S.A.C. se implementa un horno secador a nivel piloto para solucionar en corto plazo el secado artesanal de las hojas aglomeradas de celulosa.

Se ha demostrado como las causas raíces más prioritarias de la empresa IPEFICAL S.A.C., se han abordado de una manera técnica y analítica para la solución de los problemas aplicando herramientas que El TPM aporta, resumiendo en herramientas de gestión por procesos; perfiles y capacitación desarrollando un sistema de abastecimiento de materias primas, implementación del sistema de secado de hojas aglomeradas, mantenimiento autónomo y planificado, contratación de especialistas en mantenimiento de empresas cartoneras y capacitaciones inherentes a las mejoras de la empresa.

V. CONCLUSIONES

Al evaluar las condiciones de las máquinas y equipos en la parte de mantenimiento se determinó que la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento, además que la eficiencia global es de 57.37% que indica una baja productividad dentro del área de uso de las máquinas por fallas.

Con la implementación de Mantenimiento Productivo Total se pudo observar que la disponibilidad aumentó al 90% y que la eficiencia global de equipos aumentó en 12.63% en el cual las máquinas y equipos se van en aumento para el 2019.

Los equipos críticos del proceso de producción de la empresa IPEFICAL S.A.C. son la laminadora con 1,520 minutos en promedio mensual por mantenimiento correctivo con una disponibilidad del 97.16% y el hidropulper o máquina de desfibrado de la celulosa teniendo 1,280 minutos por mantenimiento correctivo con una disponibilidad del 97.61%

El estado actual de las máquinas antes de la implementación del TPM, mediante los registros de paradas de máquina por mantenimiento correctivo se calculó mediante el MTBF Y MTTR, siendo la menor disponibilidad de las máquinas laminadoras dando un promedio de 98.84 % de disponibilidad de todo la planta, en cuanto al rendimiento de producción se determinó el 64.5% y la tasa de calidad del 90% dando una indicador de la OEE del 57.37 % que se considera un indicador en donde la situación de la empresa está en situación ineficiente.

La aplicación de la metodología del Mantenimiento Productivo Total “TPM”, en el área de mantenimiento de la empresa IPEFICAL S.A.C. demuestra una reducción de las pérdidas por las 6 causas raíces seleccionadas para resolver los problemas en que atraviesa la empresa, mediante el diagrama de Ishikawa como herramienta base para priorizar los problemas lográndose obtener un impacto positivo en la reducción de los costos operativos.

Los grupos de trabajo identificaron problemas tanto en los equipos como en el proceso productivo, logrando desarrollar proyectos de mejora e implementar su solución como el horno secador de hojas, mantenimiento autónomo y mantenimiento planificado.

Se logró disminuir las pérdidas económicas anualmente de S/. 846,541.74 como pérdida actual, obteniendo una pérdida mejorada por inversiones en dar solución en las causas raíces de S/ 114,924.28, con un beneficio anual de S/. 731,617.46.

En gestión por procesos la inversión es de S/ 28,230.00 y en la gestión de perfil de puesto y capacitaciones en mantenimiento de S/. 17,990.00 obteniéndose una inversión de S/46,220.

Uno de los principales logros es la reducción de las paradas de máquinas. Alcanzando un impacto en la disponibilidad de los equipos debido principalmente al mantenimiento autónomo y mantenimiento preventivo obteniendo un indicador de OEE final del 69.60 % con un incremento del 12.23%, esto incluye las mejoras en el proceso productivo como el horno secador de hojas que reduce la caída de hojas a un 2 %, mejorando el rendimiento de producción de un 76%.

En la evaluación Beneficio Costo se obtienen un B/C de 2.96 haciendo rentable la inversión en dar solución a las principales causas raíces de la empresa IPEFICAL S.A.C. en un horizonte de 10 años.

VI. RECOMENDACIONES

- Se les sugiere a los directivos de la empresa IPEFICAL S.A.C. que deben tener en cuenta sobre las capacitaciones del TPM, es importante para que los trabajadores, estés deben ser de manera permanente y ser realizadas por especialistas, así como de futuros tesis que se interesen por el tema del Mantenimiento Productivo Total.
- Se recomienda realizar tareas y actividades de mantenimiento productivo total en las máquinas y/o equipos para así poder evitar más fallas y averías en los equipos, en el cual esto se puede mejorar gracias a las investigaciones que pueden hacer otros estudiantes dentro de la empresa en un periodo de corto tiempo.
- Se recomienda a la empresa IPEFICAL S.A.C., asumir su responsabilidad, sobre todo al gerente Ing. Pedro Vera Meza que como Ing. Industrial asuma el compromiso de mantener vigente las mejoras planteadas en el presente trabajo, involucrando a todo el personal administrativo como de producción, exponiendo los avances de la implementación dando libertad de opinión para el mejoramiento continuo.
- El presente estudio se recomienda a los estudiantes de Ingeniería Industrial para que tengan una motivación y un estudio referente sobre el Mantenimiento Productivo Total (TPM), de cómo se realizan las evaluaciones de las causas raíces para obtener las pérdidas que generan en la empresa que son costos ocultos que los directivos de la empresa tienen dificultades en calcular, y de aplicar sus conocimientos en las mejoras de los procesos productivos para la eliminación de movimientos innecesarios, reproceso y todo factor que esté en contra de la productividad de la empresa. Reflejando el incremento en la disponibilidad de los equipos, aumento del rendimiento de la producción y reducir al mínimo los productos defectuosos

REFERENCIAS

ARANGUREN MEDINA, Jaime Andres. 2015. [En línea] 2015. [Citado el: lunes de febrero de 2018.]

https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/7292/JaimeAndres_ArangurenMedina_2015.pdf?sequence=2.

BENITEZ, Miguel Gallo Calderon y Miguel. 2011. *Implementación de un Sistema de Mantenimiento Productivo Total para Mejorar la Eficiencia Global de los Equipos (OEE), para la Producción de Pimiento Piquillo en la Empresa Agroindustrial DANPER Trujillo SAC.* 2011.

BOJÓRQUEZ. 2012. *Diseño de un plan de mantenimiento productivo total para el área de texturizado en una empresa productora de yeso.* Universidad Tecnológica del Perú. Lima : s.n., 2012. pág. 104, Tesis.

CALDERON, Miguel Gallo. 2011. *Implementación de un Sistema Productivo Total para mejorar la eficiencia Global de Equipos (OEE) para la producción de pimiento piquillo en la Empresa Agroindustrial DANPER Trujillo S.A.C.* Libertad, Universidad Nacional de Trujillo. TRUJILLO : s.n., 2011. pág. 85.

CRUELLES RUIZ, Jose Agustin. 2012. *Productividad Industrial : metodos de trabajo, tiempos y su aplicacion a la planificacion y a la mejora continua.* s.l. : Marcombo, 2012. 9788426718785.

DÍAZ, Lorena Portilla. 2014. *Diseño un programa de Mantenimiento Productivo Total aplicado al área de producción de una empresa productora de plásticos en Cali - Colombia.* Colombia : s.n., 2014. págs. Diseño un programa de Mantenimiento Productivo Total aplicado al área de producción de una empresa productora de plásticos en Cali - Colombia.

ESCALANTE, Moises Suarez. 2016. *Propuesta de mejora de la Gestión de Mantenimiento Según Enfoque de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para Reducir los Costos Operativos de la Empresa Serfriman EIRL.* Trujillo : s.n., 2016.

ESCALANTE, MOIZES SUAREZ. 2016. *Propuesta de mejora de la Gestión de Mantenimiento Según Enfoque de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para Reducir los Costos Operativos de la Empresa Serfriman EIRL.* UPN . TRUJILLO : s.n., 2016.

ESPINOZA, Priscila Suncion. 2017. *Aplicación del Mantenimiento Productivo total para incrementar la productividad en la línea de producción en la empresa MGO S.A.C, LIMA.* LIMA : s.n., 2017.

FLORES, BERNARDO FUENTES. 2014. *Incremento de la eficiencia global del equipo de recubrimiento para el área de Zucaritas de la empresa Kellogg México R.L de C.V.* MEXICO : s.n., 2014. págs. <https://studylib.es/doc/7407361/universidad-tecnologica-de-queretaro>.

Galindo, Alberto villaseñor. 2012. *Conceptos y reglas de lean manufacturing.* Limusa : s.n., 2012.

—. 2007. *Conceptos y reglas de lean manufacturing*. Limusa : s.n., 2007.

GARAY, Jesus. 2012. *Implementación del TPM en el departamento de mantenimiento de la compañía Minera Casapalca S.A*". UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO. LIMA : s.n., 2012. pág. 147, Tesis.

https://docs.google.com/file/d/0B1zC9voZq0p_cEw0b29jaTU2TTA/edit. [En línea]
https://docs.google.com/file/d/0B1zC9voZq0p_cEw0b29jaTU2TTA/edit.

Juan Carlos Mtias, Antonio V. 2013. *Lean Manufacturing TPM*. s.l. : E.O.I. Escuela de organizacion industria, 2013.

PORTILLA. 2014. *Diseño un programa de Mantenimiento Productivo Total aplicado al área de producción de un empresa productora de plásticos en Cali - Colombia*. Universidad Autónoma. Cali - Colombia : s.n., 2014. pág. 75, Tesis.

PTM, Multiplicadores del. 2006. Brasil : Consultores ltd , 2006.

PYME, EMPRENDE. Costes Operativos. *Costes Operativos*. [En línea] [Citado el: 1 de Marzo de 2018.] <https://www.emprendepyme.net/costes-operativos.html>.

QUISPE, Jose. 2016. *Implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa Electro Volt Ingenieros S.A, Ventanilla, 2016*. Universidad César Vallejo. Lima : s.n., 2016. pág. 115, Tesis.

SACRISTAN, Francisco Rey. 2013. *Mantenimiento Total de la Producción: Proceso de Implantación y desarrollo*. España : TGP-Hoshin S,l, 2013.

Sacristan., Francisco Rey. 2001. *Mantenimiento Total de la Produccion (TPM)Proceso de implantacion y desarrollo*. España : TGP-Hoshin S,l, 2001.

TECSUP. 2018. *Mantenimiento Productivo Total*. Trujillo : s.n., 2018.

—. 2018. *TPM*. TRUJILLO : s.n., 2018.

—. 2108. *TPM*. TRUJILLO : s.n., 2108.

TORRELL, Cuatrecasas L. y. 2010. *TPM LEAN FACTURE*. Barcelona : PROFIC, 2010.

TPM, Multiplicadores. 2006. Brasil : Consultores ltd, 2006.

ANEXOS

A. Anexos tablas

Estudios de tiempos de la fabricación de hoja aglomerada para falsa de calzado según el tamaño de la muestra de 34 observaciones.																																						
I	ACTIVIDAD	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	Pr							
1	Recojo de	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15.							
2	Izado de	6	6	6	5	5	7	7	6	4	5.	5	5.	6	6	7.	5	5	5.	5	4	5	5.	6.	6	5	5	6	6	7.	5	5	4.	7	6	5.		
3	Echar material	1	1	1	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10.		
4	Desfibrado	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	30.		
5	Vaciado de	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15.		
6	Elevado de	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	30.		
7	Desarenado y	3	3	2	3	2	3	3	2	3	2	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	2	3	3	2	3	3	2	2	3	3	3	2	2	29.		
8	Laminado	2	2	2	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	2	3	2	3	3	3	3	2	3	2	2	3	2	3	3	2	2	3	30.		
9	Armado	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	1	2	2	2	2	20.		
10	Colocación de	6	7	5	6	7	5	6	6	8	8.	6	4.	5	6	4.	6	6.	5	6	7	5	6	5.	6	6	8	8.	6	6	7	5	4.	5	6	6.		
11	A prensa	9	9	1	1	9	1	1	1	1	1	1	9.	8.	1	1	1	8.	9	9	1	1	1	1	9	1	1	1	9.	8	1	1	1	1	1	10.		
12	Prensado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15.		
13	A zona de	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9.	1	1	1	1	9.	9	9	8.	9.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	9	10.
14	Secado (2	2,	2,	2,	2,	2,	2,	2,	2,	2,8	2,	2,	2,	2,	2,	2,8	2,	2,	2,	2,	2,	2,	2,	2,	2,	2,	2,	2,	2,	2,	2,	2,	2,	2,	2,	2,	2,	2,
15	Recogida de	2	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1	2	1	2	1	1	2	2	1	2	2	1	1	1	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2	19.		
16	A calandria	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10.	
17	Calandrado	2	1	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	2	2	2	1	2	1	2	2	1	2	2	2	1	2	2	20.		
18	Refilado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15.	
19	Estampado	1	1	1	1	9	1	1	9	1	1	1	9	9	1	1	1	1	9	8	1	1	1	1	1	9	1	1	1	1	1	8	1	1	1	1	10.	
20	Ruma de	8	6	8	8	7	6	5	6	7	8	7	8	5.	7	7	8	9	7	8	7	8	7	6	5	6	7	5.	7	7	8	7	8	5	6	6.		
	Tiempo																																			3,1		

TABLA 51: OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	FÓRMULA	ESCALA
V. INDEPENDIENTE Mantenimiento Productivo Total (TPM)	El TPM es un sistema de gestión que evita todo tipo de pérdidas durante la vida entera del sistema de producción, maximizando su eficacia e involucrando a todos los departamentos y a todo el personal desde operadores hasta la alta dirección, y orientando sus actividades en pequeños grupos. (TECSUP, 2018)	El TPM apunta en la mejora de eficiencia de las maquinas, esta variable se desarrolla mediante, el mantenimiento autónomo que será medido a través de la Tasa de Inspección Autónoma y el Mantenimiento Planificado que se manifiesta a través de la Tasa de horas hombre de mantenimiento preventivo. Los datos serán recolectados a través de la ficha de recolección de datos y medidos a través de la escala de Razón.	TASA DE INSPECCIÓN AUTÓNOMA	$TIA = \frac{\text{Número de inspecciones Realizadas}}{\text{Número de Inspecciones Propuestas}} \times 100$	RAZÓN
			TASA DE HORAS EN MANTENIMIENTO DE AVERIAS (BM)	BM: Mtto de averías MP: Mtto Planificado $\frac{\text{Total de Horas} - \text{Hombre en BM}}{\text{Total de Horas Hombre} - \text{Hombre en MP}} \times 100$	RAZÓN
			TASA DE CUMPLIMIENTO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	$\frac{\text{Total de trabajadores del Mantenimiento Preventivo}}{\text{Total de trabajos de Mantenimiento Planificado}}$	RAZÓN

V. DEPENDIENTE EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS (OEE)	Es una razón porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de la maquinaria industrial. Es un ratio que se emplea para medir el rendimiento y la productividad de aquellas líneas de producción en las que la maquinaria tiene gran influencia. La ventaja del OEE frente a otras razones es que mide en un único indicador todos los parámetros fundamentales en la producción industrial: disponibilidad, eficiencia y calidad	<p>Eficiencia Global de Equipos (OEE): Es una métrica utilizada para representar en un solo indicador tres parámetros de suma importancia para mejorar la productividad de la empresa que son la disponibilidad, rendimiento y la calidad.</p>		$OEE = \text{DISPONIBILIDAD} * \text{RENDIMIENTO} * \text{CALIDAD}$	RAZÓN
		<p>Eficiencia de Mano de Obra de Mantenimiento: Mide la eficiencia de la mano de obra sobre las horas disponibles de trabajo.</p>		$EMO = \frac{\text{Horas trabajadas según órdenes de mantenimiento}}{\text{Total de Horas de Mantenimiento}}$	RAZÓN
		<p>Coste de Hora Medio: Mide el ratio del coste de mano de obra de mantenimiento por las horas empleadas en mantenimiento.</p>		$CHM = \frac{\text{Costo total de M.O de mantenimiento}}{\text{Nº de horas de mantenimiento}}$	RAZÓN

Fuente: Elaboración propia

ÍTEM	ACTIVIDADES PRINCIPALES	PROMEDIO	Valoración Ritmo de Trabajo	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estándar	Fracción	%
1	Recojo de materia prima en sacas	15.13	1.16	17.55	1.18	20.71	0.006	0.63
2	Izado de material al pulper	5.74	1.16	6.65	1.18	7.85	0.002	0.24
3	Echar material al pulper	10.95	1.16	12.71	1.18	14.99	0.005	0.45
4	Desfibrado	30.96	1.16	35.91	1.18	42.37	0.013	1.28
5	Vaciado de pulpa a posa	15.72	1.16	18.24	1.18	21.52	0.007	0.65
6	Elevado de pulpa a noria	30.09	1.16	34.90	1.18	41.18	0.012	1.24
7	Desarenado y balance de flujo	29.81	1.16	34.58	1.18	40.80	0.012	1.23
8	Laminado (dos laminadoras)	30.15	1.16	34.97	1.18	41.27	0.012	1.25
9	Armado apilado de planchas	20.01	1.16	23.22	1.18	27.40	0.008	0.83
10	Colocación de pato hidráulico	6.04	1.16	7.01	1.18	8.27	0.002	0.25
11	A prensa hidráulica y colocado	10.21	1.16	11.85	1.18	13.98	0.004	0.42
12	Prensado hidráulico	15.50	1.16	17.98	1.18	21.22	0.006	0.64
13	A zona de secado de plancha	10.62	1.16	12.32	1.18	14.53	0.004	0.44
14	Secado (2 días)	2,880.00				2,880.00	0.870	87.02
15	Recogida de planchas secas	19.50	1.16	22.62	1.18	26.69	0.008	0.81
16	A calandria	10.82	1.16	12.56	1.18	14.82	0.004	0.45
17	Calandrado	20.00	1.16	23.20	1.18	27.38	0.008	0.83
18	Refilado	15.41	1.16	17.88	1.18	21.10	0.006	0.64
19	Estampado	10.15	1.16	11.77	1.18	13.89	0.004	0.42
20	Ruma de producto terminado alma	6.92	1.16	8.02	1.18	9.47	0.003	0.29
TIEMPO TOTAL (MINUTOS)						3,309.43	1.000	100.00

Tabla 19: Porcentaje de incidencia de máquinas en las paradas intempestivas

CR	DESCRIPCIÓN	INDICADOR	FÓRMULA	DESCRIPCIÓN	VA %	PÉRDIDA ACTUAL s/.	VM %	PÉRDIDA MEJORADA s/.	BENEFICIO S/.	HERRAMIENTA DE MEJORA	METODOLOGÍA	INVERSIÓN
CR 7	Falta mejorar procesos en abastecimiento de M. P.	% de tiempos muertos en cada estación de trabajo.	(% de tiempo mecanizado de estación) / tiempo total de batch de producción *100	Determinar el incremento de la producción por mejora	9.00	S/. 14,268.95	78%	S/. 3,950.00	S/. 10,318.95	Gestión por procesos	GESTIÓN POR PROCESOS	S/. 28,230.00
CR 6	Fallas mecánicas y eléctricas	% de máquinas sin mantenimiento	(N° de equipos sin mantenimiento) / (N° de equipos total para mantenimiento) x100	Determinar el porcentaje de equipos sin mantenimiento por mes	0%	S/. 114,794.79	55.56	S/. 15,000.94	S/. 99,793.85	Supervisión y reporte de los equipos después del mantenimiento		
CR 5	Falta estandarizar secado de hojas	% de hojas secadas por proceso de túnel secador	Hojas secas por túnel secado/total producción	Determinar el porcentaje de caídas de hojas por secado	0%	589,571.50	100%	S/. 31,633.34	S/. 557,938.16	Gestión por procesos		
CR 3	Falta orden y limpieza	% del proceso limpias y ordenadas	Etapas del proceso limpias y ordenadas/Total de etapas del proceso *100	Orden y limpieza en cada etapa del proceso	50%	S/. 1,554.90	100%	S/. 1,000.00	S/. 554.90	5 s /Programa de capacitación.		
CR 2	Ausencia de especialista	Número de especialistas en mantenimiento	(N° Especialistas / total de trabajadores) x100	es el porcentaje de especialistas en mantenimiento	0%	S/. 64,266.71	14%	S/. 32,390.00	S/. 31,876.71	Implementar el taller de mecánica y maestranza	PERFILES/CAPACITACIÓN	S/. 17,990.00
CR 1	Falta capacitación en mantenimiento	% de capacitación en mantenimiento	(N° de temas capacitados/ N° total de capacitaciones) x100	es el porcentaje de capacitación que recibieron los trabajadores	33%	S/. 62,084.88	100%	S/. 30,950.00	S/. 31,134.88	Implementar un programa de capacitación de mantenimiento.		
						S/. 846,541.74		S/. 114,924.28	S/. 731,617.46			S/. 46,220.00

Maquinaria	Componente - críticos	Tiempo (Min.)
LAMINADORAS (1520 minutos)	Polines escurridores	720
	Engranajes	320
	Chumaceras	300
	Rodillo secador	180
DESFIBRADO DE CELULOSA - HIDROPULPER (1280 minutos)	Empaquetaduras	160
	Caja transmisión	60
	Rodajes	240
	Hélice	320
PRENSA HIDRÁULICA (520 minutos)	Malla filtro	500
	Caja transmisión prensa	60
	Plataforma	20
NORIA (500 minutos)	Controles	260
	Motor reductor	500
ESTAMPADORA (500 minutos)	Rodillo parte cliché	220
	Resorte amortiguación	100
	Engranajes	180
POSA DE AGITACIÓN (410 minutos)	Hélice	300
	Bomba elevación pasta	110
ELEVADOR DE MATERIA PRIMA (360 min)	Cable metálico	160
	Motor eléctrico	200
MESA DE CORTE (360 min)	Cuchilla circular	180
	Piñones de fuerza	180
CALANDRIA (120 minutos)	Filtro aceite	30
	Motor control	60
	Tanque aceite	30

Fuente: Data de los meses de empresa IPEFICAL S.A.C, 2018.

TABLA 51: MAQUINARIA Y COMPONENTES CRÍTICOS EMPRESA IPEFICAL S.A.C, 2018

MÁQUINA	Componente - críticos	Tiempo (Min.)	Porc. %	% Acumula.	Calificación
LAMINADORA	Polines escurridores	720	13.36	13.36	A
HIDROPULPER	Malla filtro	500	9.28	22.63	A
NORIA	Motor reductor	500	9.28	31.91	A
ESTAMPADORA	Engranajes	320	5.94	37.85	A
HIDROPULPER	Hélice H.	320	5.94	43.78	A
LAMINADORA	Chumaceras	300	5.57	49.35	A
POSA AGITACIÓN	Hélice	300	5.57	54.92	A
PRENSA HIDRÁULICA	Controles	260	4.82	59.74	A
HIDROPULPER	Rodajes	240	4.45	64.19	A
ESTAMPADORA	Rodillo parte cliché	220	4.08	68.27	A
ELEVADOR	Motor eléctrico	200	3.71	71.99	A
LAMINADORA	Rodillo secador	180	3.34	75.32	A
ESTAMPADORA	Engranajes	180	3.34	78.66	A
MESA CORTE	Cuchilla circular	180	3.34	82.00	B
MESA CORTE	Piñones de fuerza	180	3.34	85.34	B
HIDROPULPER	Empaquetaduras	160	2.97	88.31	B
ELEVADOR	Cable metálico	160	2.97	91.28	B
POSA AGITACIÓN	Bomba elevación pasta	110	2.04	93.32	B
ESTAMPADORA	Resorte amortiguación	100	1.86	95.18	C
HIDROPULPER	Caja transmisión	60	1.11	96.29	C
PRENSA HIDRÁULICA	Caja transmisión prensa	60	1.11	97.40	C
CALANDRIA	Motor control	60	1.11	98.52	C
CALANDRIA	Filtro aceite	30	0.56	99.07	C
CALANDRIA	Tanque aceite	30	0.56	99.63	C
PRENSA HIDRÁULICA	Plataforma	20	0.37	100.00	C
	Tiempo total	5,390.00	100.00		

TABLA 52: PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DEL TPM EN LA EMPRESA IPEFICAL S.A.C.

FASES	ETAPAS / ACTIVIDADES	jun-18				jul-18				ago-18				sep-18				oct-18				nov-18						
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
INTRODUCCIÓN	Identificación y selección de problemas para proyectos de mejora.																											
	La gerencia de planta comunica la decisión de implementar el TPM, como proyecto piloto.	█																										
	Deter. Indicador disponibilidad	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
	Deter. Indicador eficiencia	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
	Deter. Indicador tasa Calidad	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
	Deter. OEE inicial																											
	Alinear los objetivos y metas a los objetivos de calidad de la empresa									█																		
	Diseño del plan maestro																											
Elaboración del plan desde la fase de preparación, introducción e implementación.	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
IMPLEMENTACIÓN	Pilar 01: Mejoras Específicas																											
	Determinar y cuantificar las 08 pérdidas en una operación			█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
	Identificación y selección de problemas para proyectos de mejora.					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
	Formar equipos de mejora -TPM			█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
	Implementación y seguimiento a los proyectos de mejora									█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
	Pilar 02: mantenimiento autónomo																											
	Realización de la limpieza inicial									█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
	Eliminación de las fuentes de contaminación y mejora de los puntos										█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
	Establecer los estándares de limpieza e																											
	Realización de inspecciones generales periódicas del equipo																											
	Pilar 03: Mantenimiento Planificado																											
	Estabilizar el intervalo entre fallas, mantenimiento																											
	Incrementar la vida útil Mant. Correctivo																											
	Restauración periódica Mant. Preventivo																											
	Pilar 04: Educación y entrenamiento																											
	Determinación de las necesidades de educación y entrenamiento de los operadores y mantenedores																											
	Programa de formación para mejorar las capacidades de mantenedores y operadores a corto plazo.																											
	Práctica de la formación de operadores y mantenedores																											

TABLA 53: PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE MÁQUINAS EN LAS PARADAS INTEMPESTIVAS PARA LOS MESES DE MAYO, JUNIO Y JULIO DEL 2018

MÁQUINA	Componente - críticos	Tiempo (Min.)	Porc. %	% Acumula.	Calificación
LAMINADORA	Polines escurridores	720	13.36	13.36	A
HIDROPULPER	Malla filtro	500	9.28	22.63	A
NORIA	Motor reductor	500	9.28	31.91	A
ESTAMPADORA	Engranajes	320	5.94	37.85	A
HIDROPULPER	Hélice H.	320	5.94	43.78	A
LAMINADORA	Chumaceras	300	5.57	49.35	A
POSA AGITACIÓN	Hélice	300	5.57	54.92	A
PRENSA HIDRÁULICA	Controles	260	4.82	59.74	A
HIDROPULPER	Rodajes	240	4.45	64.19	A
ESTAMPADORA	Rodillo parte cliché	220	4.08	68.27	A
ELEVADOR	Motor eléctrico	200	3.71	71.99	A
LAMINADORA	Rodillo secador	180	3.34	75.32	A
ESTAMPADORA	Engranajes	180	3.34	78.66	A
MESA CORTE	Cuchilla circular	180	3.34	82.00	B
MESA CORTE	Piñones de fuerza	180	3.34	85.34	B
HIDROPULPER	Empaquetaduras	160	2.97	88.31	B
ELEVADOR	Cable metálico	160	2.97	91.28	B
POSA AGITACIÓN	Bomba elevación pasta	110	2.04	93.32	B
ESTAMPADORA	Resorte amortiguación	100	1.86	95.18	C
HIDROPULPER	Caja transmisión	60	1.11	96.29	C
PRENSA HIDRÁULICA	Caja transmisión prensa	60	1.11	97.40	C
CALANDRIA	Motor control	60	1.11	98.52	C
CALANDRIA	Filtro aceite	30	0.56	99.07	C
CALANDRIA	Tanque aceite	30	0.56	99.63	C
PRENSA HIDRÁULICA	Plataforma	20	0.37	100.00	C
	Tiempo total	5,390.00	100.00		

Fuente: Empresa IPEFICAL S.A.C. 2018

TABLA 54: PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE MÁQUINAS EN LAS PARADAS INTEMPESTIVAS PARA LOS MESES DE MAYO, JUNIO Y JULIO DEL 2018

MÁQUINA	Componente - críticos	Tiempo (Min.)	Porc. %	% Acumula.	Calificación
LAMINADORA	Polines escurridores	720	13.36	13.36	A
HIDROPULPER	Malla filtro	500	9.28	22.63	A
NORIA	Motor reductor	500	9.28	31.91	A
ESTAMPADORA	Engranajes	320	5.94	37.85	A
HIDROPULPER	Hélice H.	320	5.94	43.78	A
LAMINADORA	Chumaceras	300	5.57	49.35	A
POSA AGITACIÓN	Hélice	300	5.57	54.92	A
PRENSA HIDRÁULICA	Controles	260	4.82	59.74	A
HIDROPULPER	Rodajes	240	4.45	64.19	A
ESTAMPADORA	Rodillo parte cliché	220	4.08	68.27	A
ELEVADOR	Motor eléctrico	200	3.71	71.99	A
LAMINADORA	Rodillo secador	180	3.34	75.32	A
ESTAMPADORA	Engranajes	180	3.34	78.66	A
MESA CORTE	Cuchilla circular	180	3.34	82.00	B
MESA CORTE	Piñones de fuerza	180	3.34	85.34	B
HIDROPULPER	Empaquetaduras	160	2.97	88.31	B
ELEVADOR	Cable metálico	160	2.97	91.28	B
POSA AGITACIÓN	Bomba elevación pasta	110	2.04	93.32	B
ESTAMPADORA	Resorte amortiguación	100	1.86	95.18	C
HIDROPULPER	Caja transmisión	60	1.11	96.29	C
PRENSA HIDRÁULICA	Caja transmisión prensa	60	1.11	97.40	C
CALANDRIA	Motor control	60	1.11	98.52	C
CALANDRIA	Filtro aceite	30	0.56	99.07	C
CALANDRIA	Tanque aceite	30	0.56	99.63	C
PRENSA HIDRÁULICA	Plataforma	20	0.37	100.00	C
	Tiempo total	5,390.00	100.00		

Fuente: Empresa IPEFICAL S.A.C. 2018

PROBLEMAS	FALLA	MOTIVO	SOLUCIÓN
Sobre esfuerzo en faja laminadora	Rotura de faja	Faja tensada las 24 horas	Instalar mecanismo para destensar la falla
Rotura de chumaceras de rodillo laminador	Rotura de chumaceras	Sistema de tolerancia a la vibración ha sido anulada	Instalar mecanismo sensible para variación de calibres de hojas.
Tiempos muertos en control de caudal y velocidad de laminadora	No existe control mecánico de válvula de caudal	El operador constantemente control las llaves de caudal para el laminado homogéneo.	Instalar un mecanismo mediante electro válvulas y un tablero de control para que el operador controle a distancia el caudal y velocidad de faja.
Mal diseño de fieltros para cubrir hojas aglomeradas en la prensa.	Caídas de hojas en el secado	Los fieltros no cubren al 100% la superficie total de la hoja.	Adquirir nuevos fieltros y confeccionar a la medida de la hoja aglomerada.

TABLA 57: DETERMINACIÓN DE LOS BENEFICIOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL TPM EN LA EMPRESA IPEFICAL S.A.C. 2018

ESTADO DE RESULTADOS											
AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		S/ 731,617 .46	S/ 768,198 .33	S/ 806,608.2 4	S/ 846,938.6 6	S/ 889,285.59	S/ 933,749.87	S/ 980,437.3 6	S/ 1,029,459.23	S/ 1,080,932. 19	S/ 1,134,978. 80
Costos contratación		S/ 43,200. 00	S/ 43,200. 00	S/ 43,200.00	S/ 43,200.00	S/ 43,200.00	S/ 43,200.00	S/ 43,200.00	S/ 43,200.00	S/ 43,200.00	S/ 43,200.00
Depreciación activos		S/ 1,569.6 7	S/ 1,569.6 7	S/ 1,569.67	S/ 1,569.67	S/ 1,569.67	S/ 1,569.67	S/ 1,569.67	S/ 1,569.67	S/ 1,569.67	S/ 1,569.67
GAV		S/ 4,320.0 0	S/ 4,320.0 0	S/ 4,320.00	S/ 4,320.00	S/ 4,320.00	S/ 4,320.00	S/ 4,320.00	S/ 4,320.00	S/ 4,320.00	S/ 4,320.00
Utilidad antes de impuestos		S/ 682,527 .79	S/ 719,108 .66	S/ 757,518.5 8	S/ 797,848.9 9	S/ 840,195.92	S/ 884,660.20	S/ 931,347.7 0	S/ 980,369.56	S/ 1,031,842. 53	S/ 1,085,889. 13
Impuestos (30%)		S/ 204,758 .34	S/ 215,732 .60	S/ 227,255.5 7	S/ 239,354.7 0	S/ 252,058.78	S/ 265,398.06	S/ 279,404.3 1	S/ 294,110.87	S/ 309,552.7 6	S/ 325,766.74
Utilidad después de impuestos		S/.477, 769.45	S/. 503,376 .06	S/. 530,263.0 0	S/. 558,494.2 9	S/. 588,137.15	S/. 619,262.14	S/. 651,943.3 9	S/. 686,258.69	S/. 722,289.7 7	S/. 760,122.39

FLUJO DE CAJA											
AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Utilidad después de impuestos		S/. 477,769 .45	S/. 503,376 .06	S/. 530,263.0 0	S/. 558,494.2 9	S/. 588,137.15	S/. 619,262.14	S/. 651,943.3 9	S/. 686,258.69	S/. 722,289.7 7	S/. 760,122.39
Depreciación		S/. 1,569.6 7	S/. 1,569.6 7	S/. 1,569.67	S/. 1,569.67	S/. 1,569.67	S/. 1,569.67	S/. 1,569.67	S/. 1,569.67	S/. 1,569.67	S/. 1,569.67
Inversión	S/. - 46,220. 00					S/. 3,850.00	S/. 1,140.00		S/. 3,850.00		
	S/. - 46,220. 00	S/. 479,339 .12	S/. 504,945 .73	S/. 531,832.6 7	S/. 560,063.9 6	S/. 585,856.81	S/. 619,691.81	S/. 653,513.0 5	S/. 683,978.36	S/. 723,859.4 3	S/. 761,692.06
AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flujo Neto de Efectivo	S/. - 46,220. 00	S/. 479,339 .12	S/. 504,945 .73	S/. 531,832.6 7	S/. 560,063.9 6	S/. 585,856.81	S/. 619,685.81	S/. 653,506.0 5	S/. 683,970.36	S/. 723,850.4 3	S/. 761,682.06
AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		S/. 731,617 .46	S/. 768,198 .33	S/. 806,608.2 4	S/. 846,938.6 6	S/. 889,285.59	S/. 933,749.87	S/. 980,437.3 6	S/. 1,029,459.23	S/. 1,080,932. 19	S/. 1,134,978. 80
Egresos		S/. 252,278 .34	S/. 263,252 .60	S/. 274,775.5 7	S/. 286,874.7 0	S/. 299,578.78	S/. 312,918.06	S/. 326,924.3 1	S/. 341,630.87	S/. 357,072.7 6	S/. 373,286.74
S/. 9,202,205.73											
S/. 3,088,592.72											

FALLAS Y AVERIAS DE COMPONENTES DE LOS EQUIPOS

mayo

MAQUINA	MINUTOS	MOTIVO	REPARACION	COSTO S/.
Cable metálico	160	Cable averiado	Cambio de cable	S/. 60,00
Caja Trasmisión	60	Aceite saturado	Cambio de aceite hidráulico	S/. 120,00
Rodillo secador	180	Jebe gastado	Cambio de jebe	S/. 15,00
Rodillos alisadores	240	Rectificación de polines	Trabajos de rectificación en torno	S/. 450,00
Motor control	60	Cañería con fuga	Cambio de cañería	S/. 20,00
Caja transmisión prensa	60	Nivel de aceite bajo	Relleno de aceite hidráulico	S/. 45,00
Control Prensa hidráulica	200	Descalibrado de control	Calibrado	S/. 120,00
Rodillo para clichet	120	Deterioro de goma	Cambio de goma	S/. 1.500,00
Resorte de amortiguación	100	Resorte fatigado	Cambio resorte	S/. 60,00
Plataforma prensa	200	superficie irregular	Pulido y rectificado	S/. 250,00
Total tiempo	1380		total S/.	S/. 2.640,00

junio

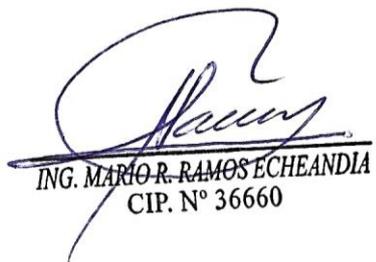
MAQUINA	MINUTOS	MOTIVO	REPARACION	Costo
Empaquetadura	160	Fuga de aceite	Cambio de empaquetadura	S/. 12,00
Motor electrico C	300	Motor quemado	Cambio de motor	S/. 750,00
Engranaje lamin.	320	Engranaje desgastado	Rectificación al torno.	S/. 300,00
Filtro aceite Calandria	30	Filtro obstruido	Limpiado y lavado	S/. 15,00
Cuchilla circular	180	Cuchilla sin filo	Afilado al torno	S/. 200,00
Motor eléctrico elevador	200	Motor quemado	Cambio de motor	S/. 850,00
Hélice hidropul.	320	hélice gastada	Cambio de hélice	S/. 800,00
Bomba elevación	110	Bomba ostruida	purga de bomba	S/. 50,00
Rodillo clichet	100	Clichet averiado	Cambio de clichet	S/. 1.500,00
Total tiempo	1720		total S/	S/. 4.477,00

julio

MAQUINA	MINUTOS	MOTIVO	REPARACION	COSTO
Rodajes hidropulper	240	Rodaje roto	Cambio rodajes	S/. 120,00
Polines escurridores	480	Desgaste	Rectificación torno	S/. 450,00
Chumaceras laminadora	300	Rotura	Cambio de chumaceras	S/. 100,00
Aceite calandria	30	Nivel bajo	Relleno de aceite	S/. 80,00
Piñones de mesa de corte	180	Desgaste	Rectificación torno	S/. 250,00
Engranajes de estampadora	180	Desgaste	Cambio de engranajes	S/. 180,00
controles de prensa hydr.	60	Control averiado	Cambio de control	S/. 550,00
Motor reductor noria	500	rodajes de motor averiado	Cambio de rodajes	S/. 350,00
Malla filtro	500	Malla desgastada	Cambio de malla	S/. 1.500,00
Total	2470		total Costo S/.	S/. 3.580,00

Resumen de costos por repuestos y lubricantes

Mes	Costo repuestos
MAYO	S/. 2.640,00
JUNIO	S/. 4.477,00
JULIO	S/. 3.580,00
Promedio	S/. 3.565,67


 ING. MARIO R. RAMOS ECHEANDIA
 CIP. N° 36660


 IPEFICAL S.A.C.
 Ing. Pedro Vera Meza
 GERENTE GENERAL

B. ANEXO DE FIGURAS



FIGURA 24: FACHADA DEL LUGAR DE ESTUDIO, EMPRESA IPEFICAL S.A.C, 2018

Descripción organizacional

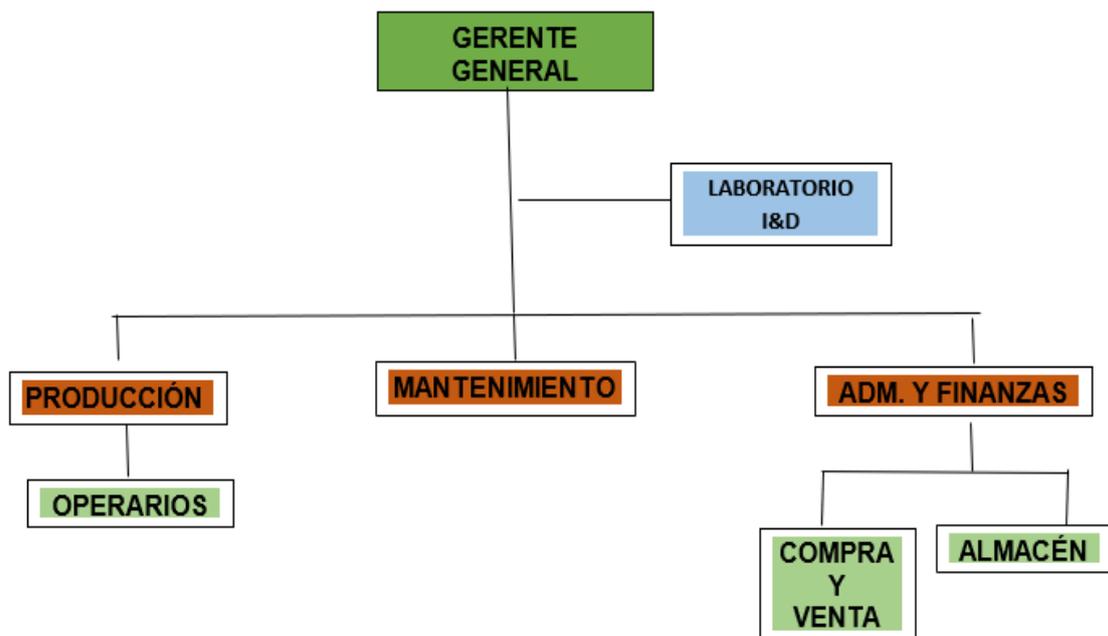


FIGURA 25: ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA IPEFICAL S.A.C.

3.2.2. Diagrama de flujo de procesos

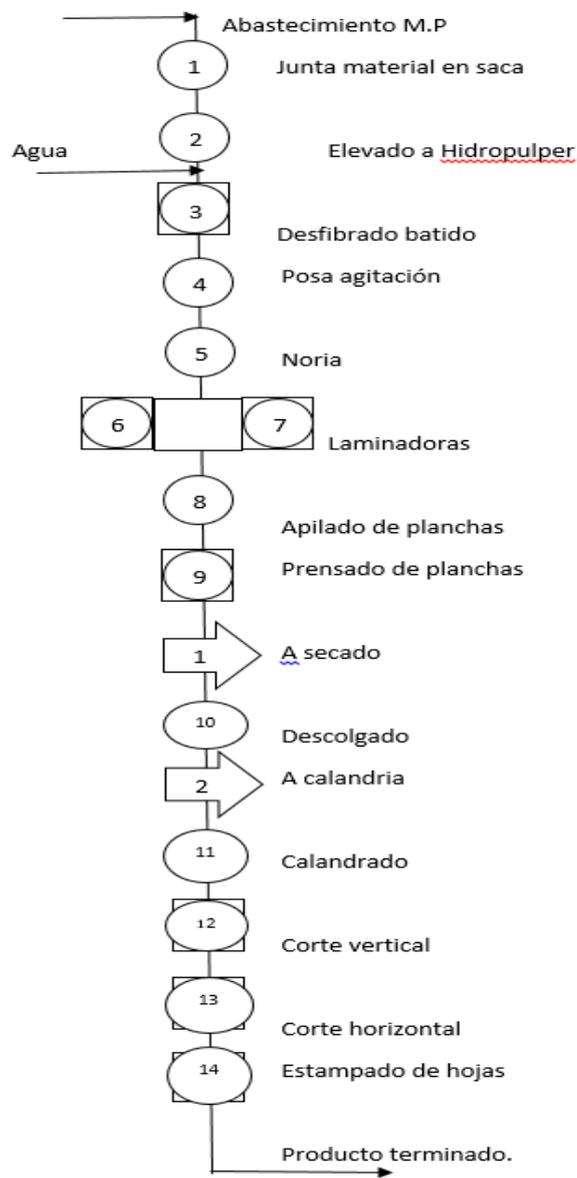


FIGURA 26: DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE HOJAS PARA FALSAS DE CALZADO, EMPRESA IPEFICAL S.A.C, 2018.

Fuente: Empresa



FIGURA 27: MAPA DE PROCESOS, EMPRESA IPEFICAL S.A.C, 2018.

Fuente: Elaboración propia.

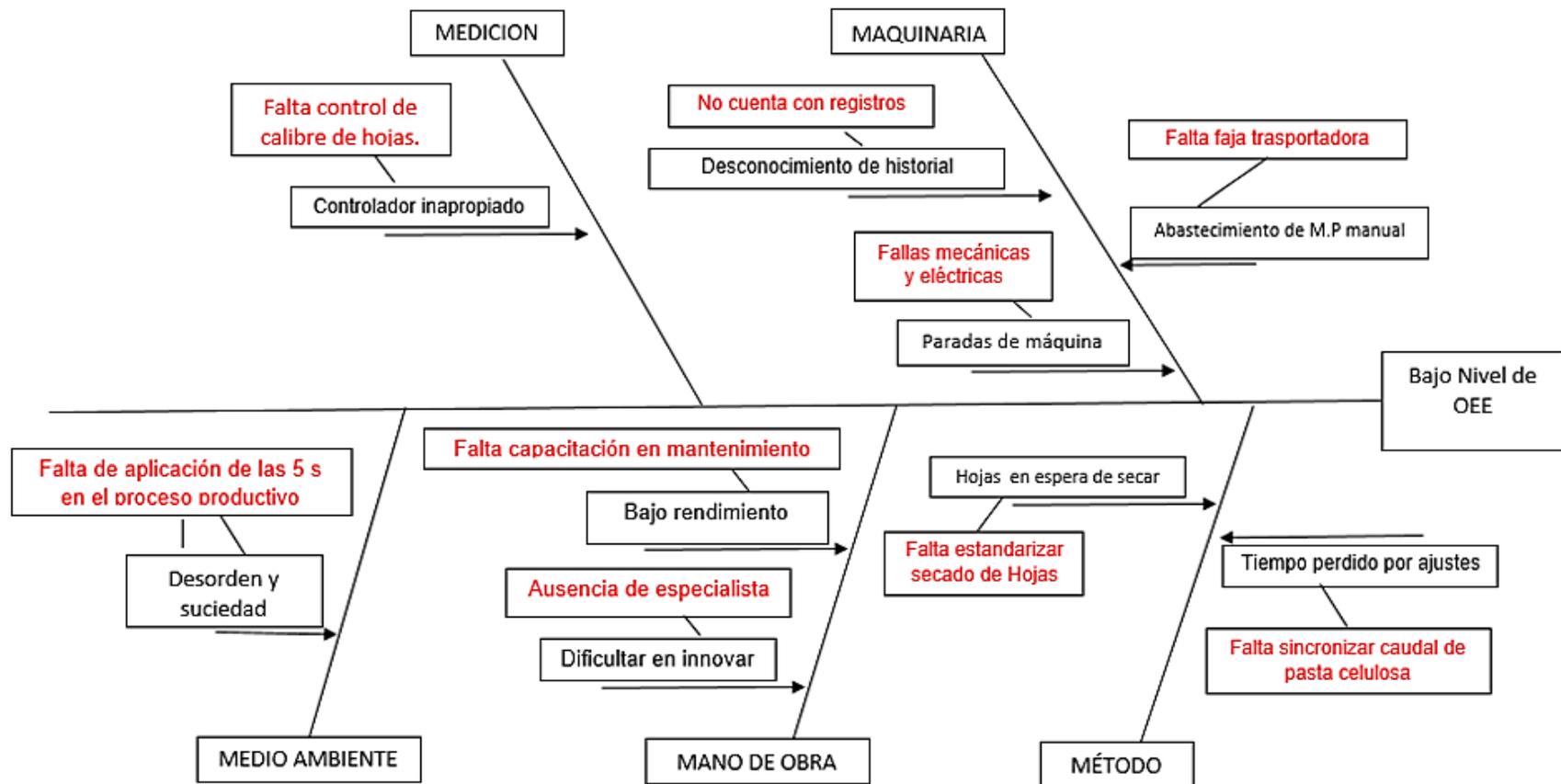


FIGURA 28: DIAGRAMA DE ISHIKAWA DE LAS CAUSAS CRÍTICAS, EMPRESA IPEFICAL S.A.C. ABRIL 2018.

Fuente: Empresa IPEFICAL S.A.C. abril 2018.

3.2.2.1. Diagrama de Pareto

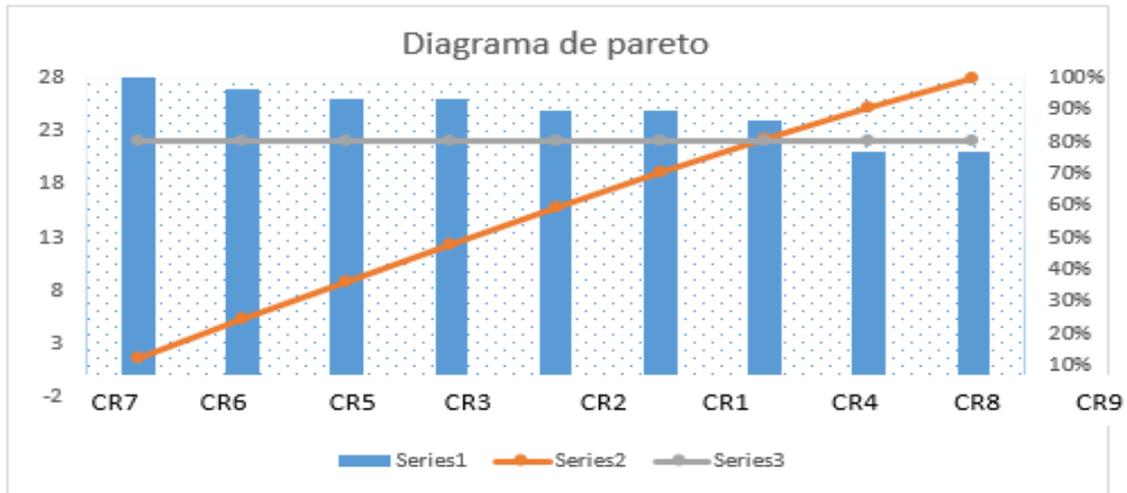


FIGURA 29: DIAGRAMA DE PARETO, EMPRESA EN CUANTO A LAS CAUSA RAÍZ, IPEFICAL S.A.C, 2018



FIGURA 30: EL PROCESO DE ABASTECIMIENTO, EMPRESA IPEFICAL S.A.C, 2018.

Fuente: Empresa IPEFICAL S.A.C, 2018



FIGURA 31: FALLA DE LAMINADORA, EMPRESA IPEFICAL S.A.C, 2018



FIGURA 32: SECADO DE HOJAS, EMPRESA IPEFICAL S.A.C.



FIGURA 33: DESORDEN Y FALTA DE LIMPIEZA, EMPRESA IPEFICAL S.A.C.



FIGURA 34: FALTA DE CAPACITACIÓN Y MANTENIMIENTO, EMPRESA IPEFICAL S.A.C.

Fuente: Empresa IPEFICAL S.A.C, 2018

Diagrama de Pareto en cuanto a criticidad de equipos

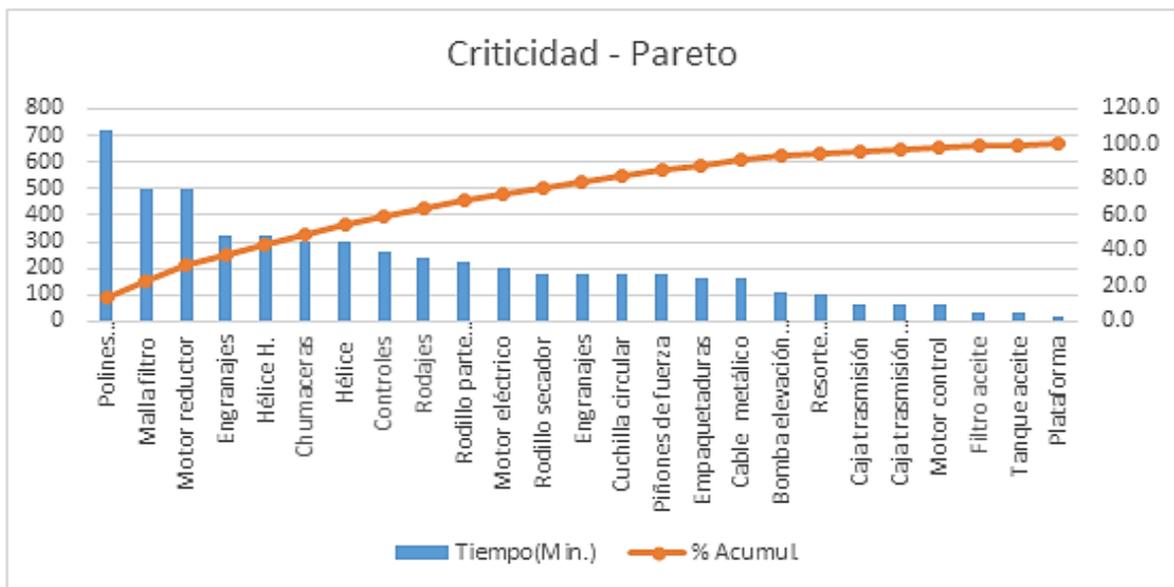
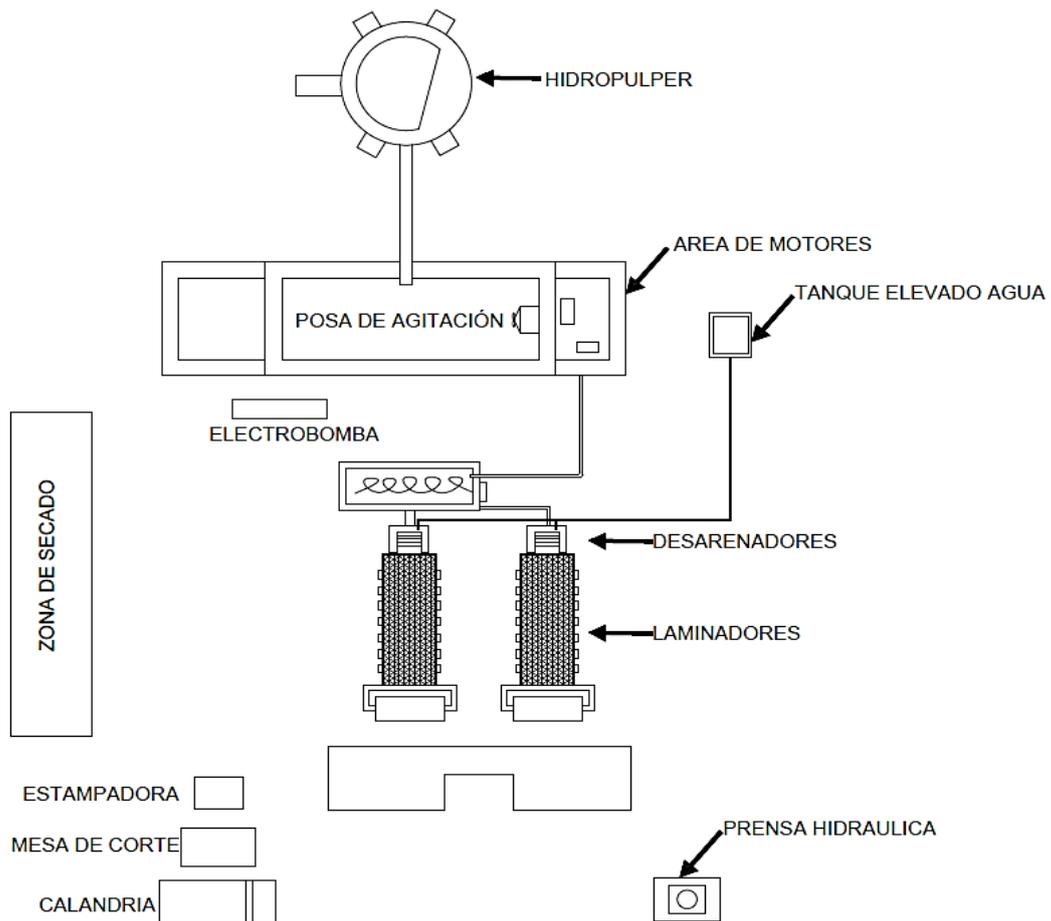


FIGURA 35: DIAGRAMA DE PARETO DURANTE LA CRITICIDAD DE EQUIPOS, EMPRESA IPEFICAL S.A.C, 2018.

FIGURA 36: MÁQUINAS DE PRODUCCIÓN, EMPRESA IPEFICAL S.A.C, 2018



Comportamiento de disponibilidad equipo

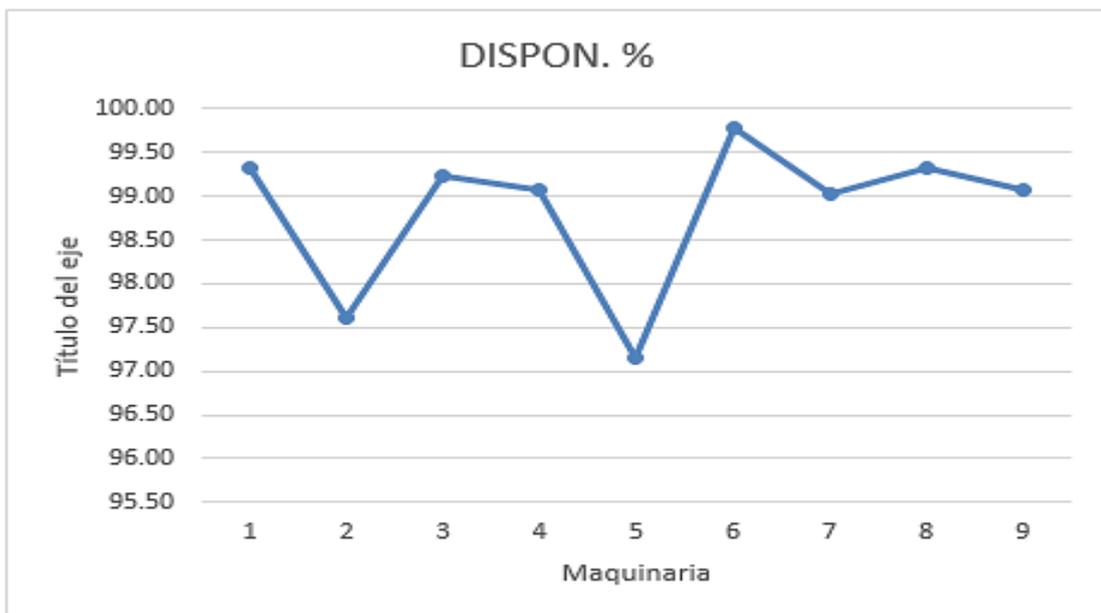


Figura 37: Comportamiento de disponibilidad de equipos, empresa IPEFICAL S.A.C, 2018

Pérdida de eficiencia de producción por carbonatos



FIGURA 38: PÉRDIDA DE EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN POR CARBONATOS.

Fuente: IPEFICAL S.A.



FIGURA 39: SECADO ARTESANAL DE HOJAS, EMPRESA IPEFICAL S.A.C.

Diagrama de Flujo del Proceso

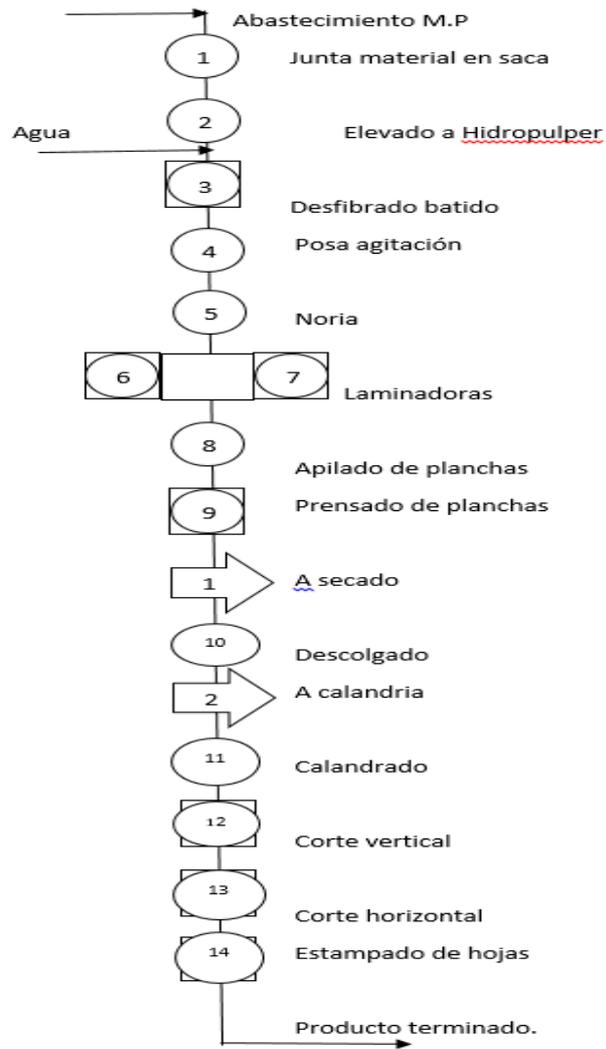


FIGURA 40: DIAGRAMA DE FLUJO DE LA EMPRESA IPEFICAL

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO DE ABASTECIMIENTO Y LICUADO							
Información de proceso	Actividad					Símbolo	
Objeto: Abastecimiento	Operación					○	
Area: Abastecimiento y licuado	Transporte					⇒	
Tipo de material: Cartón gris	Espera					D	
Inicia: Abastece de material	Inspección					□	
Termina: Termino de licuado	Almacen					▽	
Lugar: IPEFICAL S.A.C	Método					Actual	
Fecha: 03/05/18	Operaciones					Tiempos	
Descripción	○	□	⇒	D	▽	Dist(m)	Min.
Recojo de papel y cartón	X						20,71
lizado de material al pulper	X						7,85
Sube por escalera a plataforma			X			5	3
Echa el material al hidropulper	X	X					14,99
Espera el desfibrado				X			42,37
Total	3	1	1	1			88,93

FIGURA 41: DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO DE ABASTECIMIENTO Y LICUADO

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO DE ABASTECIMIENTO Y LICUADO PROPUESTO							
Información de proceso	Actividad					Símbolo	
Objeto: Abastecimiento	Operación					○	
Area: Abastecimiento y licuado	Transporte					⇒	
Tipo de material: Cartón gris	Espera					D	
Inicia: Abastece de material	Inspección					□	
Termina: Termino de licuado	Almacen					▽	
Lugar: IPEFICAL S.A.C	Método					Actual	
Fecha: 03/06/18	Operaciones					Tiempos	
Descripción	○	□	⇒	D	▽	Dist(m)	Min.
Faja traslada material al hidropulper	X						10,00
Espera licuado e inspecciona	X						35,37
Total			X			5	45,37

FIGURA 42: DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO PROPUESTO

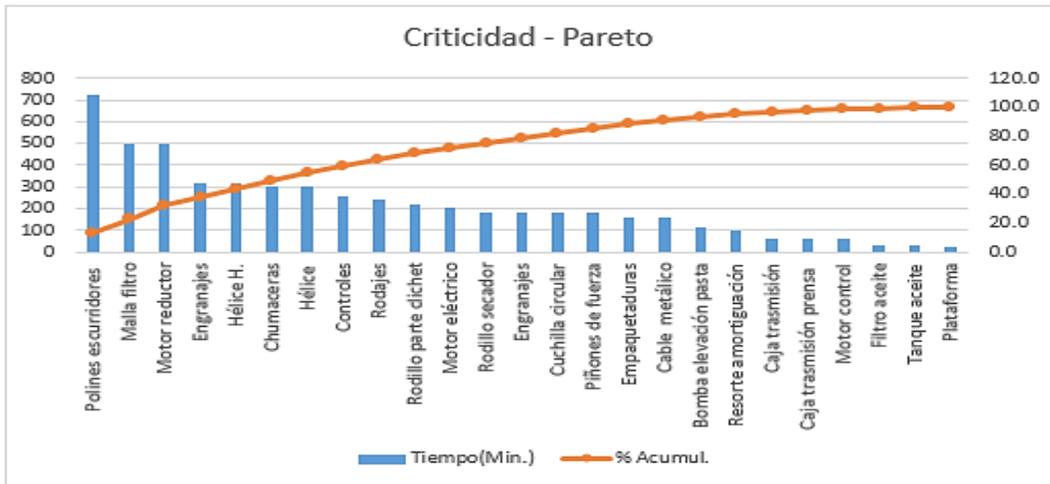


FIGURA 43: DIAGRAMA DE PARETO



FIGURA 44: TIEMPOS POR PARADAS

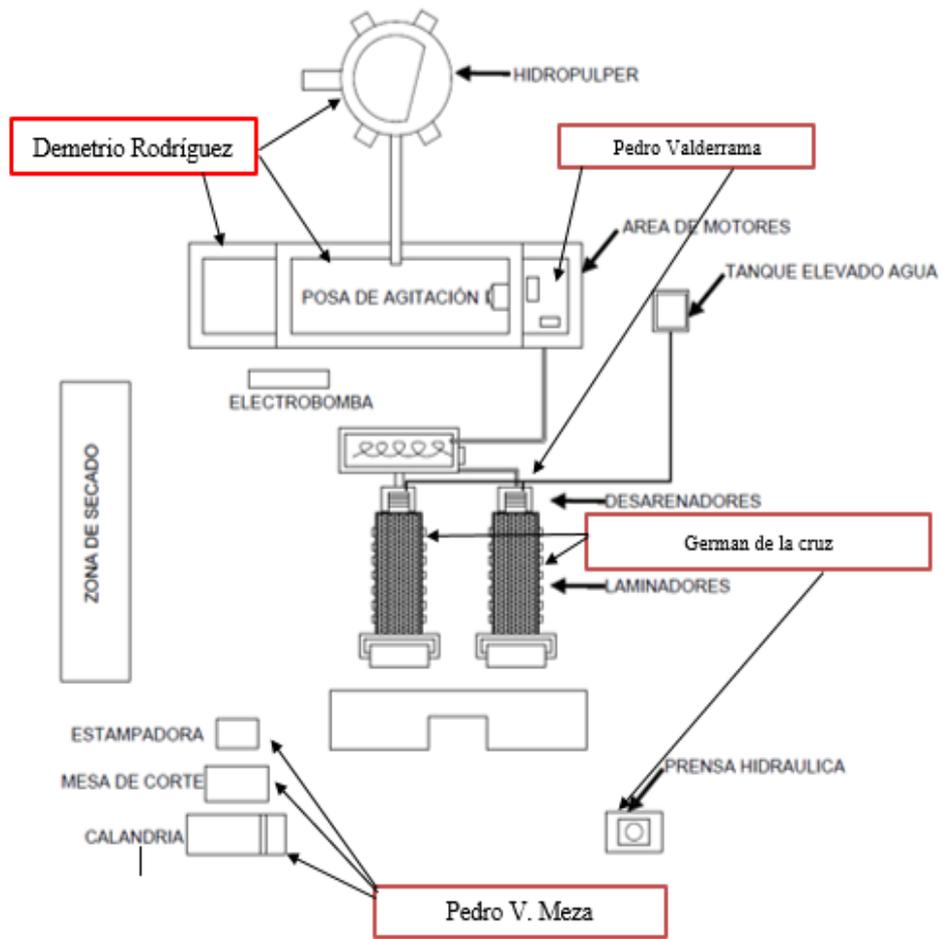


FIGURA 45: DISTRIBUCIÓN DE PERSONAL PARA TPM

Antes: pato mecánico:



después: pato mecánico



Fuente: Empresa

Planos de especificaciones técnicas de horno secador piloto.

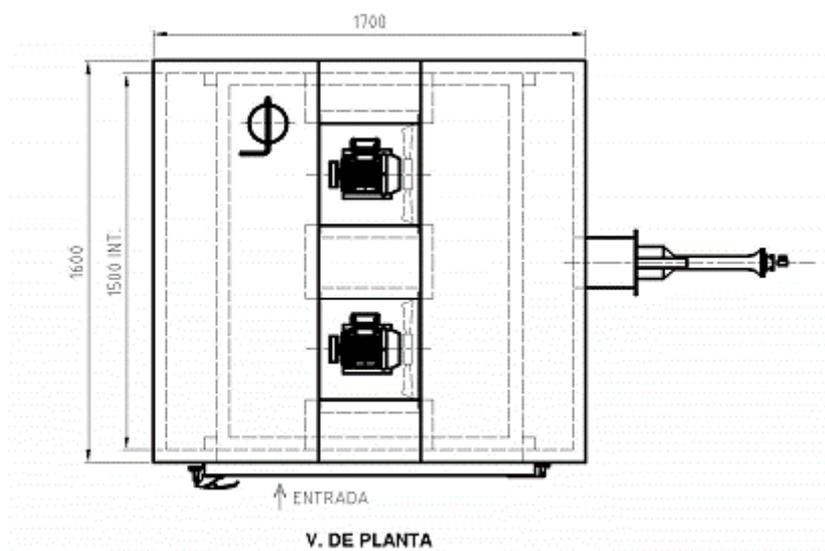
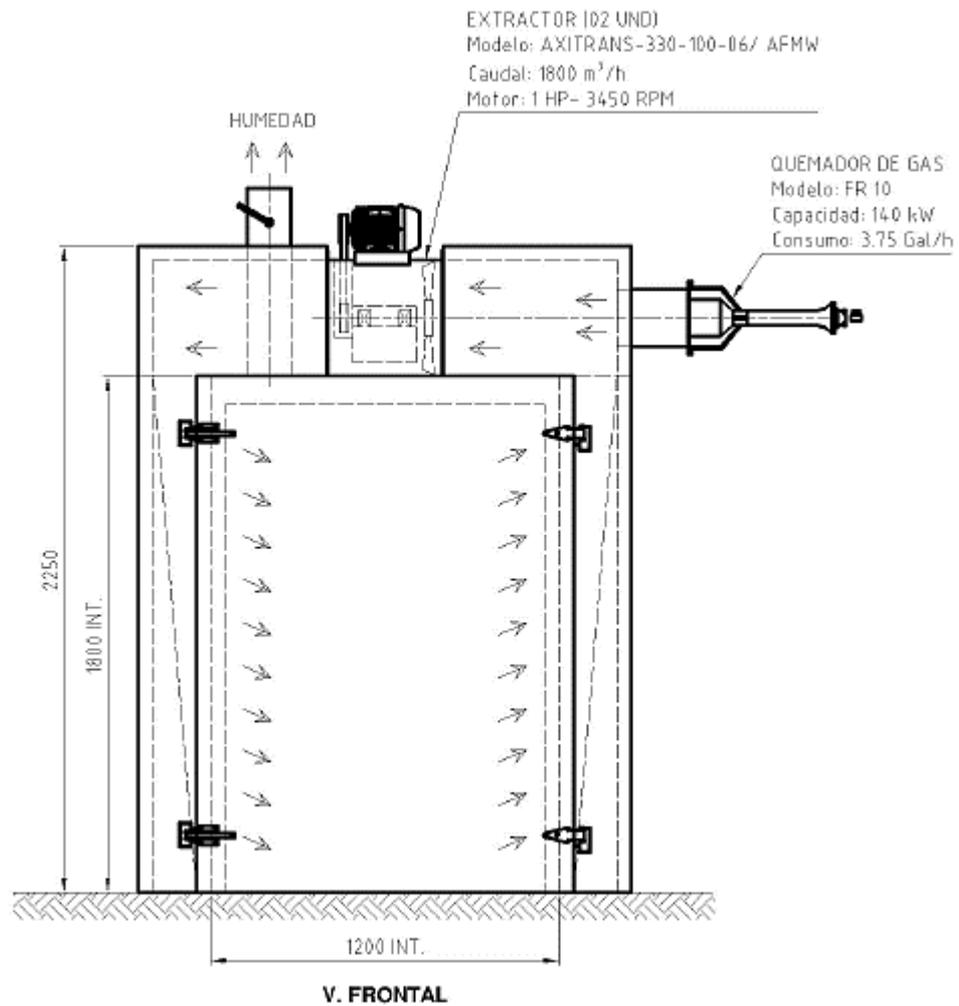




Figura N° 24: Estructura de coche sujetador de hojas para secador



FIGURA 46: COLOCACIÓN DE COCHE CON HOJAS DE HUMEDAD PARA EL SECADO

Antes

Zona B: Posa de agitación



Zona B: Posa de aguas recicladas



Zona C: Laminadora



Zona B: Desarenadores



Zona B: Posa de agitación



Zona B: Desarenadores



Zona C: Laminadora



Zona B: Posa de aguas recicladas



FIGURA 47: ZONAS DE LIMPIEZA

C. ANEXO DE INSTRUMENTOS

Anexo 01:

Entrevista a los trabajadores a la empresa IPEFICAL

1. ¿Ustedes han recibido charlas de capacitación en seguridad y salud en trabajo? Si () No ()
2. Ustedes han recibido charlas de MP Si () No ()
3. Usted ha recibido charlas de prácticas de manufactura Si () No ()
4. Usted ha recibido charlas de trabajo en equipo Si () No ()
5. Usted ha recibido charlas sobre mantenimiento Si () No ()


IPEFICAL S.A.C.
Ing. Pedro Vera Meza
GERENTE GENERAL


ING. MARIO R. RAMOS ECHEANDIA
CIP. N° 36660

Encuesta de campo para la priorización de las Causas Raíces

EMPRESA: IPEFICAL SAC.

AREA: MANTENIMIENTO

Criterios de evaluación

Nombre del trabajador: Pedro Valdeirama

Nivel Calificación

Edad 37 Antigüedad en la empresa 6 años

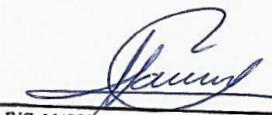
Alto	3	
Regular	2	
bajo	1	

A continuación, se presentan 9 problemas relacionados con el área de mantenimiento, procesos de producción de la empresa para que según su criterio y experiencia marque la valoración respectiva.

Causa Raíz	Bajo	Regular	Alto
1. Falta de capacitación en mantenimiento	()	()	(X)
2. Ausencia de especialistas en mantenimiento	()	(X)	()
3. Falta orden y limpieza	()	(X)	()
4. Falta sincronizar caudales	()	(X)	()
5. Falta estandarizar secado de hojas de celulosa	()	(X)	()
6. Fallas mecánicas y eléctricas	()	()	(X)
7. Falta faja transportadora de máquinas	()	()	(X)
8. Falta control de calibre de hojas	()	()	(X)
9. No existe registro de máquinas	()	(X)	()

Fecha:.....


Firma del trabajador


ING. MARIO R. RAMOS ECHEANDIA
CIP. N° 36660

Anexo 03:

Encuesta de campo para la priorización de las Causas Raíces

EMPRESA: IPEFICAL SAC.

AREA: MANTENIMIENTO

Criterios de evaluación

Nombre del trabajador: Perico Vera

Nivel Calificación

Edad 48 Antigüedad en la empresa 8 años

Alto	3	
Regular	2	
bajo	1	

A continuación, se presentan 9 problemas relacionados con el área de mantenimiento, procesos de producción de la empresa para que según su criterio y experiencia marque la valoración respectiva.

Causa Raíz	Bajo	Regular	Alto
1. Falta de capacitación en mantenimiento	()	<input checked="" type="checkbox"/>	()
2. Ausencia de especialistas en mantenimiento	()	<input checked="" type="checkbox"/>	()
3. Falta orden y limpieza	()	<input checked="" type="checkbox"/>	()
4. Falta sincronizar caudales	()	()	<input checked="" type="checkbox"/>
5. Falta estandarizar secado de hojas de celulosa	()	()	<input checked="" type="checkbox"/>
6. Fallas mecánicas y eléctricas	()	()	<input checked="" type="checkbox"/>
7. Falta faja transportadora de máquinas	()	()	<input checked="" type="checkbox"/>
8. Falta control de calibre de hojas	()	<input checked="" type="checkbox"/>	()
9. No existe registro de máquinas	()	<input checked="" type="checkbox"/>	()

Fecha:.....



Firma del trabajador


ING. MARIO R. RAMOS ECHEANDIA
 CIP. N° 36660

Anexo 4:

Encuesta de campo para la priorización de las Causas Raíces

EMPRESA: IPEFICAL SAC.

AREA: MANTENIMIENTO

Criterios de evaluación

Nombre del trabajador: *Gerardo de la Cruz*
 Edad *60* Antigüedad en la empresa *11* años

Nivel Calificación

Alto	3	
Regular	2	
bajo	1	

A continuación, se presentan 9 problemas relacionados con el área de mantenimiento, procesos de producción de la empresa para que según su criterio y experiencia marque la valoración respectiva.

Causa Raíz	Bajo	Regular	Alto
1. Falta de capacitación en mantenimiento	()	(X)	(/)
2. Ausencia de especialistas en mantenimiento	()	()	(X)
3. Falta orden y limpieza	()	()	(X)
4. Falta sincronizar caudales	(/)	(/)	(X)
5. Falta estandarizar secado de hojas de celulosa	()	()	(X)
6. Fallas mecánicas y eléctricas	()	()	(X)
7. Falta faja transportadora de máquinas	()	()	(X)
8. Falta control de calibre de hojas	()	()	(X)
9. No existe registro de máquinas	()	()	(X)

Fecha:.....



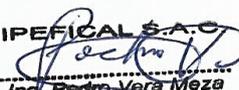
Firma del trabajador


ING. MARIO R. RAMOS ECHEANDIA
 CIP. N° 36660

RESULTADO DE LAS ENCUESTAS A LOS TRABAJORES

ÁREA: MANTENIMIENTO.

AREA	CAUSAS									
	Resultado de Encuestas	CR1: falta de capacitacion en mantenimiento	CR2: Ausencia de especialistas en mantenimiento	CR3: Falta de orden y limpieza.	CR4: Falta sincronizar caudales	CR5: Falta estandarizar secado de hojas de celulosa	CR6: Fallas mecanicas y electricas.	CR7: Falta faja transportadora de maquinas	CR8: Falta control de calibre de hojas	CR9: No existe registro de maquinas
MANTENIMIENTO	German de la cruz	2	3	3	3	3	3	3	3	2
	Pedro valderrama	3	2	2	2	2	3	3	1	2
	Demetrio rodriguez	3	3	3	3	2	3	2	3	2
	Miguel Gevara	2	2	3	1	2	3	3	2	2
	Saul Meza	3	3	3	3	3	2	3	2	2
	Mesias Cardenas	3	3	2	3	2	3	2	2	1
	Pedro vera Cornejo	2	2	3	1	3	2	3	1	2
	Ninfa Meza	2	2	2	3	3	3	3	2	3
	Mario Echandia R.	3	3	3	2	3	2	3	3	3
	Perico Vera	2	2	2	3	3	3	3	2	2
	Calificacion total	25	25	26	24	26	27	28	21	21

IPEFICAL S.A.C

Ing. Pedro Vera Meza
 GERENTE GENERAL


ING. MARIO R. RAMOS ECHEANDIA
 CIP. N° 36660

GERENTE GENERAL.

JEFE DE PLANTA.

D.ANEXO DE DOCUMENTOS

CARTA DE CONFIABILIDAD

IPEFICAL S.A.C.

Trujillo, noviembre del 2018

Señores representantes de la Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, Universidad Cesar Vallejo es grato dirigirnos a ustedes y exponernos:

Que, a los estudiantes Requejo Rojas, Gustavo Humberto, identificado con DNI 75722888 y a Santin Ramos Jessica con DNI 44931121, con la calidad de investigadores para la empresa IPEFICAL, sobre el área de mantenimiento en las áreas de producción, se les confirió los datos y la información necesaria para la elaboración de un proyecto y desarrollo para la mejora en el área de productiva, información necesaria además, para la elaboración de su trabajo de su tesis titulada "Implementación de un sistema de Plan de Mantenimiento Productivo para mejorar la eficiencia global de equipos en la empresa IPEFICAL S.A.C., 2018".

Además, sustentamos que con la información recolectada fueron elaborados fichas de análisis de equipo, hojas de inspección y formatos que sirven para la aplicación de la metodología en mención con la cual la empresa resulto beneficiada.

Atte:


ING. MARIO R. RAMOS ECHEANDIA
CIP. N° 36660


IPEFICAL S.A.C.
Ing. Pedro Vera Meza
GERENTE GENERAL

Entrevista a los trabajadores a la empresa IPEFICAL

1. ¿Ustedes han recibido charlas de capacitación en seguridad y salud en trabajo? Si (X) No ()
2. Ustedes han recibido charlas de MP Si (X) No ()
3. Usted ha recibido charlas de prácticas de manufactura Si () No (X)
4. Usted ha recibido charlas de trabajo en equipo Si () No (X)
5. Usted ha recibido charlas sobre mantenimiento Si () No (X)


IPEFICAL S.A.C.

Ing. Pedro Vera Meza
GERENTE GENERAL


ING. MARIO R. RAMOS ECHEANDIA
CIP. N° 36660

CARTA DE CONFIABILIDAD

IPEFICAL S.A.C.

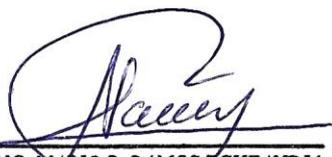
Trujillo, noviembre del 2018

Señores representantes de la Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, Universidad Cesar Vallejo es grato dirigirnos a ustedes y exponernos:

Que, a los estudiantes Requejo Rojas, Gustavo Humberto, identificado con DNI 75722888 y a Santin Ramos Jessica con DNI 44931121, con la calidad de investigadores para la empresa IPEFICAL, sobre el área de mantenimiento en las áreas de producción, se les confirió los datos y la información necesaria para la elaboración de un proyecto y desarrollo para la mejora en el área de productiva, información necesaria además, para la elaboración de su trabajo de su tesis titulada "Implementación de un sistema de Plan de Mantenimiento Productivo para mejorar la eficiencia global de equipos en la empresa IPEFICAL S.A.C., 2018".

Además, sustentamos que con la información recolectada fueron elaborados fichas de análisis de equipo, hojas de inspección y formatos que sirven para la aplicación de la metodología en mención con la cual la empresa resultó beneficiada.

Atte:


ING. MARIO R. RAMOS ECHEANDIA
CIP. N° 36660


IPEFICAL S.A.C.
Ing. Pedro Vera Meza
GERENTE GENERAL