



**FACULTAD DE INGENIERÍA,
ARQUITECTURA Y URBANISMO**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TESIS

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE
MANTENIMIENTO BASADO EN LA
CONFIABILIDAD (RCM) PARA AUMENTAR LA
PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CERÁMICOS
PAKAMUROS E.I.R.L. – JAÉN, 2020**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

Autor:

**Bach. Villacorta Pinedo, Edison
(ORCID: 0000-0002-9627-7965)**

Asesor:

**Mg. Carrascal Sánchez, Jenner
(ORCID: 0000-0001-6882-8339)**

Línea de Investigación:

Infraestructura, tecnología y Medio Ambiente

**Pimentel – Perú
2021**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO
EN LA CONFIABILIDAD (RCM) PARA AUMENTAR LA
PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CERÁMICOS PAKAMUROS
E.I.R.L. – JAÉN, 2020**

APROBACIÓN DE JURADO

Mg. Carrascal Sánchez, Jenner

Asesor

Mg. Carrascal Sánchez, Jenner

Presidente del Jurado de Tesis

Msc. Purihuan Leonardo, Celso Nazario

Secretario del Jurado de Tesis

Ing. Simpalo Lopez, Walter Bernardo

Vocal del Jurado de Tesis

DEDICATORIA

A mis hijos Francesca, Juan, Edison, Sanín ustedes fueron mi mayor inspiración para este gran reto, los amo profundamente”.

A mis padres, por siempre estar para mí cuando lo necesitaba, por impulsarme cada día a ser mejor, por sus consejos, por su amor y cariño, inculcando valores y enseñarme ser mejor ser humano.

Dedico este trabajo con gran amor a toda mi familia por el apoyo incondicional, por siempre impulsarme a ser mejor y lograr con éxito mi carrera”.

Villacorta Pinedo, Edison

AGRADECIMIENTO

A mis compañeros y amigos Marvin, Luis, Héctor, Guillermo, Carlos, Angelica, gracias por apoyarme y motivarme siempre en todo este reto.

A mi tío Luis, Pedro, Víctor por su apoyo de siempre.

Villacorta Pinedo, Edison

IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM) PARA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CERÁMICOS PAKAMUROS E.I.R.L. – JAÉN, 2020

IMPLEMENTATION OF A RELIABILITY-BASED MAINTENANCE PLAN (RCM) TO INCREASE THE PRODUCTION OF THE COMPANY CERÁMICOS PAKAMUROS E.I.R.L. - JAÉN, 2020

Villacorta Pinedo, Edison¹

RESUMEN

Esta investigación presenta como objetivo primordial desarrollar un plan de gestión de mantenimiento basado en RCM que permitirá aumentar la producción de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L., presentando como punto de partida el diagnóstico situación de la organización con respecto al mantenimiento actual que la empresa realiza a sus equipos, seguido se identifican las máquinas críticas del proceso de producción, luego se elaboró un plan de gestión y finalmente se presentó el beneficio costo de la mejora.

Para ayudar a la solución de los objetivos planteado y a la veracidad de la investigación se realizó la aplicación de instrumentos de recolección de información como lo es la entrevista que fue dirigida al jefe de mantenimiento y al jefe de producción y una encuesta que fue aplicada a los trabajadores del área de mantenimiento.

Precisándose como resultado, que la empresa no lleva un control o programación de los mantenimientos que realiza la empresa evitando paradas no programadas, la generación de fallos urgentes y la generación de costos considerables.

Para la mejora de la problemática se determinó el uso de la herramienta RCM que se basa en el cumplimiento y seguimiento de las diez fases: definición de indicadores claves, codificación de equipos, funciones y especificaciones, determinación de fallos, determinación de los modos de fallo, criticidad de los fallos, medidas preventivas, agrupación de las medidas, implementación de resultados y seguimiento.

Para finalizar se detalló el beneficio - costo, lo cual se obtuvo como resultado 1,57 soles.

Palabras clave: *Gestión, RCM, producción, mantenimiento, confiabilidad.*

¹ Adscrito a la Escuela Académica de Ingeniería Industrial, Pregrado, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, email: vpinedoedison@crece.uss.edu.pe, Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9627-7965>

ABSTRACT

The main objective of this research is to develop a maintenance management plan based on RCM that will allow the production of the company Cerámicos Pakamuros EIRL to increase, presenting as a starting point the diagnosis of the organization's situation with respect to the current maintenance that the company performs on its equipment, followed by the identification of the critical machines of the production process, then a management plan was drawn up and finally the cost benefit of the improvement was presented.

To help solve the objectives set and the veracity of the investigation, the application of information collection instruments was carried out, such as the interview that was directed to the maintenance manager and the production manager and a survey that was applied to the maintenance area workers.

Specifying as a result, that the company does not keep a control or programming of the maintenance carried out by the company, avoiding unscheduled stops, the generation of urgent failures and the generation of considerable costs.

To improve the problem, the use of the RCM tool was determined, which is based on compliance and monitoring of the ten phases: definition of key indicators, coding of equipment, functions and specifications, determination of failures, determination of failure modes, criticality of failures, preventive measures, grouping of measures, implementation of results and monitoring.

Finally, the benefit - cost was detailed, which was obtained as a result of 1.57 soles.

Keywords: *Management, RCM, production, maintenance, reliability.*

INDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
I. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Realidad problemática.....	14
1.2. Trabajos previos.....	18
1.3. Teorías relacionadas al tema.	21
1.3.1. Producción.....	21
1.3.2. Mantenimiento basado en el RCM	25
1.3.3 Definición de la terminología	31
1.4. Formulación del problema.	32
1.5. Justificación e importancia del estudio.	32
1.6. Hipótesis.....	34
1.7. Objetivos.	34
1.7.1. Objetivo general.	34
1.7.2. Objetivos específicos.....	34
II. MATERIAL Y MÉTODO	36
2.1. Tipo y diseño de la investigación.....	36
2.2. Población y muestra.	37
2.3. Variables, Operacionalización.	39
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad. ...	41
2.5. Procedimientos de análisis de datos.	42
2.6. Criterios éticos.....	44
2.7. Criterios de rigor científico.....	44
CAPITULO III RESULTADOS	45
III. RESULTADOS	46
3.1. Diagnóstico de la empresa.	46
3.1.1. Situación actual de la Sección de Chancado.	48
3.1.2. Indicador de producción actual de la empresa Pakamuros E.I.R.L.	51
3.1.3. Mantenimiento actual que realiza la empresa.	53
3.1.4. Fallas identificadas en las máquinas.	54
3.1.5. Lista de repuesto o piezas de las máquinas.....	57
3.1.6. Identificación de las maquinas críticas	58
3.2. Discusión de resultados.	71
3.3. Propuesta de investigación.	72
3.3.1. Formación del grupo de trabajo para la mejora	72
3.3.2. Desarrollo de fases.....	73
3.3.3. Evaluación de beneficio costo	127
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	130
4.1. Conclusiones.....	130

4.2. Recomendaciones.....	131
REFERENCIAS.....	132
ANEXOS	135

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Disponibilidad, rendimiento y calidad.	28
Tabla 2: Colaboradores de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	37
Tabla 3: Lista de equipos de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.....	38
Tabla 4: Lista de equipos críticos de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L. 38	
Tabla 5: Operacionalización de Variables	40
Tabla 6: Secuencia analizadas en el diagnóstico de la empresa.	48
Tabla 7: Lista de las áreas de la empresa Pakamuros.....	48
Tabla 8: Tipo de ladrillos.	49
Tabla 9: Características del ladrillo según formato (pared).	50
Tabla 10: Características del ladrillo según formato (techo).....	50
Tabla 11: Principales fallos identificados en las máquinas de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	55
Tabla 12: Análisis de diagrama de Pareto para los fallos encontrados en el 2017 – 2018.	55
Tabla 13: Lista de repuestos de cada máquina.....	57
Tabla 14: Lista de equipos críticos de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	60
Tabla 15: Lista de grupos.....	75
Tabla 16: Catálogo de códigos de los equipos de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	75
Tabla 17: Ficha técnica de tolva de carguío N°1.....	79
Tabla 18: Ficha técnica de Faja transportadora Modelo TDL75.....	80
Tabla 19: Ficha técnica de Amasadora.	80
Tabla 20: Ficha técnica de Extrusora.	81
Tabla 21: Ficha técnica de Mezclado.	81
Tabla 22: Ficha técnica Laminador.	81
Tabla 23: Ficha técnica de cortador.	82
Tabla 24: Equipos que presentan fallos con frecuencia.	82
Tabla 25: Equipos críticos con los fallos identificados.....	83
Tabla 26: Análisis de los modos de fallos para la tolva de carguío que presenta la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	89
Tabla 27: Análisis de los modos de fallos para la faja transportadora que presenta la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.....	90
Tabla 28: Análisis de los modos de fallos para la amasadora que presenta la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	91
Tabla 29: Análisis de los modos de fallos para la extrusora que presenta la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	92

Tabla 30: Análisis de los modos de fallos para la mezcladora que presenta la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	93
Tabla 31: Análisis de los modos de fallos para la laminadora que presenta la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	94
Tabla 32: Análisis de los modos de fallos para el cortador que presenta la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	95
Tabla 33: Análisis de los modos de fallos para el horno que presenta la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	96
Tabla 34: Índice de severidad.	97
Tabla 35: Índice de ocurrencia.	98
Tabla 36: Detención de fallo.....	98
Tabla 37: Prioridad del fallo.....	99
Tabla 38: Detalle de las medidas preventivas propuestas para el área de mantenimiento de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L. (1).....	101
Tabla 39: Detalle de las medidas preventivas propuestas para el área de mantenimiento de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L. (2).....	102
Tabla 40: Actividades de mantenimiento de la tova de carguío de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	104
Tabla 41: Actividades de mantenimiento de las fajas transportadoras 1, 2 y 3 de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	104
Tabla 42: Actividades de mantenimiento del mezclador de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	105
Tabla 43: Actividades de mantenimiento del laminador de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	105
Tabla 44: Actividades de mantenimiento de la amasadora de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	106
Tabla 45: Actividades de mantenimiento de la extrusora de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	106
Tabla 46: Actividades de mantenimiento de la cortadora de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	107
Tabla 47: Actividades de mantenimiento del horno de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	107
Tabla 48: Periodos de actividades para reparaciones.....	109
Tabla 49: Especificaciones de actividades para reparaciones.	109
Tabla 50: Actividades y periodo de inspección y reparación para los equipos de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	110
Tabla 51: Programa de lubricación y engrase para la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	113
Tabla 52: Programa de mantenimiento para la tolva de carguío de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	115

Tabla 53: Programa de mantenimiento para las fajas transportadoras N° 1, 2 y 3 de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.....	116
Tabla 54: Programa de mantenimiento para la mezcladora de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	117
Tabla 55: Programa de mantenimiento para el laminador de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	118
Tabla 56: Programa de mantenimiento para la amasadora de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	119
Tabla 57: Programa de mantenimiento para la extrusora de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	120
Tabla 58: Programa de mantenimiento para la cortadora de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	121
Tabla 59: Programa de mantenimiento para el horno de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	122
Tabla 60: Cronograma de actividades para realizar la implementación del plan de mantenimiento.....	126
Tabla 61: Costo del costo necesario para la mejora.	127
Tabla 62: Ventas no generadas.	128

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Función de pronosticar la carga de mantenimiento.....	25
Figura 2: Procesamiento de datos de investigación.....	43
Figura 3: Organigrama de la empresa Pakamuros E.I.R.L.....	47
Figura 4: Diagrama de producción de ladrillo.....	51
Figura 5: Mantenimiento actual que la empresa realiza a las máquinas.....	54
Figura 6: Diagrama de Pareto (80 – 20) de los principales fallos identificados en la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.....	56
Figura 7: Diagrama de causa – efecto en mantenimiento para la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.....	61
Figura 8: Plan de mantenimiento.....	64
Figura 9: Mano de obra calificada.....	65
Figura 10: Mano de obra calificada.....	65
Figura 11: Capacitaciones constantes.....	66
Figura 12: Fallos de las máquinas.....	67
Figura 13: Mantenimiento de máquinas.....	67
Figura 14: Stock de repuestos.....	68
Figura 15: Instrumentos.....	69
Figura 16: Registros.....	69
Figura 17: Servicios externos.....	70
Figura 18: Fases de la gestión de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM).	72
Figura 19: Fallos principales identificados en las máquinas de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.....	83
Figura 20: Fallos principales según la maquinaria crítica especificada.....	86
Figura 21: Flujograma de las operaciones del desarrollo de un mantenimiento para la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.....	103

CAPITULO I

INTRODUCCION

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática.

A nivel mundial existe crecimiento inmobiliario, en el Perú también, y no sólo en Lima, sino también en provincias como en la provincia de Jaén, por lo que se observa un incremento de la demanda de ladrillo, por esta razón se quiere llegar a estos niveles competitivos de producción, que se refleja en el mercado. Por lo que se requiere de una buena tecnología y de un control de gestión de mantenimiento de los equipos para evitar paradas no programadas en el proceso de producción.

Conforme crece una empresa en volúmenes de producción, también incrementa su performance empresarial, sin embargo muchas veces se da mucho énfasis sólo al proceso productivo, incluso a la calidad propiamente dicha y es endosado a los procesos de producción, sin embargo se da poca importancia al mantenimiento, el cual se ve en la falta de programas de mantenimiento preventivos e incluso de existir, existe incumplimiento porque entre comillas la producción tiene mayor importancia (Gonzales, 2016).

Un plan de gestión de mantenimiento es muy beneficioso para las microempresas ya que están supeditadas a realizar cambios en su proceso de producción, a diferencia de las grandes empresas que ya tienen un sistema establecido el cual se maneja a precisión y que un cambio requiere de priorizar actividades lo cual puedes afectar a la organización.

La empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L. también requiere ser óptima y ello se evalúa en función a los niveles de producción, lo cual es resultado de una gestión eficiente en el manejo de los recursos materiales, máquinas y humano, sumando a ello que se cuente con la mayor disponibilidad no sólo de los recursos, sino también de la disponibilidad de planta a través de equipos fiables.

El mantenimiento es un medio de ayuda a las organizaciones ya que son utilizadas como herramientas para garantizar las buenas condiciones operativas de los

equipos con la finalidad de obtener una calidad del producto cumpliendo con los clientes sin ningún retraso.

La finalidad de esta investigación es presentar un plan de gestión de mantenimiento basado en RCM que sirva como herramienta para llevar un buen control y registro de las actividades que se realizan en la empresa con respecto al mantenimiento que se ejecutan a los equipos.

Esto permitirá la disminución de desperdicios reflejados dinero, lo cual permitirá mejor performance de la empresa en estudio, mejorando los niveles de cumplimiento con los compromisos pactados con los clientes, debido a una mayor confiabilidad de los equipos e incremento de su disponibilidad para el proceso productivo.

La prevención permite minimizar riesgos potenciales de fallas en equipos y contribuyen a minimizar accidentes de trabajo, por ello el mantenimiento preventivo cada vez va tomando la importancia necesaria en los procesos de producción, además de mejorar la confiabilidad de los equipos, permite a las plantas de producción mejorar la disponibilidad.

Resulta de vital importancia para las empresas tengas un sistema de mantenimiento, para garantizar que existan registros y control de las actividades que se realizan en el área de mantenimiento ya que esto permitirá que los procesos sean altamente confiable y exacta, con la finalidad de obtener acciones exitosas sobre los equipos y que garanticen la producción de la empresa y el buen desempeño del plan. (Fajardo, 2010).

Cerámicos Pakamuros E.I.R.L. es una empresa peruana que se dedica a la producción de diferentes ladrillos teniendo aproximadamente 160 máquinas y equipos que permiten su elaboración, este carece de un adecuado control y gestión de mantenimiento a sus equipos lo cual ocasiona paradas no programadas ocasionando pérdidas para la empresa.

Cerámicos Pakamuros E.I.R.L. no cuenta con un plan de gestión de mantenimiento es por ello que se propone realizar un plan de alta confiabilidad ya que es de suma importancia, con la finalidad de no generar horas perdidas de trabajo, y cumplir con los pedidos de los clientes a tiempo logrando que la producción se relocalice de forma efectiva.

También se debe tener en cuenta el orden del almacén, ya que es parte fundamental porque si hay retraso en los repuestos que se requieren para realizar el mantenimiento se perderá hora de trabajo, por ello se debe tener o considerar de un stock de recursos que se necesitaran a futuro.

Por último, la falta de capacitación por parte del jefe de mantenimiento y técnicos de la empresa es muy poco frecuente por lo que ocasiona que ellos no estén actualizados con las actividades que se realizan en el mantenimiento y que no seas capaces planificar su tiempo evitando que la empresa pierda tiempo en el proceso de producción.

A nivel internacional

Según Bello y Quintero (2016), en Colombia el tema del mantenimiento es uno de los temas con más limitaciones empresariales, ya que lo toma como algo irrelevante que normalmente si se aplica se considera como un gasto mas no como una inversión. Pero así mismo hay muchas empresas que están optando por mejorar en este aspecto con el objetivo de organizar cada una de sus áreas, en especial el de mantenimiento.

“La empresa ladrillera Santander Díaz Muñoz S.C., que hasta la fecha realiza mantenimiento correctivo sobre las maquinarias con las que cuenta y que presentan fallos en algún momento, generando cuellos de botella ya que se tiene que detener la producción para la ejecución del mantenimiento” (Bello y Quintero, 2016).

Según Buelvas y Martínez (2014), refieren que para que la problemática de gestión en mantenimiento mejore, es necesario evaluar, analizar y diseñar un plan de prevención de mantenimiento, por medio del cual se lleve el control adecuado del

funcionamiento de los equipos, sobre todo que asegure su funcionamiento continuo y seguro mientras éste se encuentre disponible en la línea de producción, en ese sentido los autores indican que sólo cuando se lleva un adecuado control se puede lograr mitigar los problemas y por ende mejorar el impacto de los resultados, logrando mejor gestión del mantenimiento a través del control de fallos.

A nivel nacional

Villena (2017), indica que la gestión de mantenimiento es un conjunto de acciones que permiten de forma ordenada mantener en funcionamiento a los equipos, de tal forma que se evidencia en el incremento de la disponibilidad, lo cual a su vez permite mejorar las condiciones del equipo para su funcionamiento continuo en el proceso de producción asegurando disponibilidad y calidad.

Salas (2012), precisa que los costos elevados de producción son la principal problemática que soluciona una adecuada gestión del mantenimiento. Dicha mejora se basa en la optimización de recursos, incremento de ventas, vida útil de recursos prolongada y aumento de la disponibilidad para cumplir con el objetivo empresarial.

“Básicamente debe existir una relación entre la productividad y la disponibilidad de los equipos de toda empresa.

A nivel local

En la actualidad, para la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L. productora de ladrillos de arcilla considera esencial tomar medidas de acción que permitan reducir tiempos intempestivos de paradas de máquina, porque son indicio de un futuro problema mayor en el equipo, la disponibilidad y en la producción, que finalmente puede generar mayor impacto negativo para una empresa.

Cerámicos Pakamuros E.I.R.L. tiene muchas deficiencias en el mantenimiento de sus equipos, debido a la ausencia de plan general de mantenimiento de sus equipos, dado que se da prioridad a atender correctivos, algunos preventivos,

dejando a otros fuera de un plan de preventivos, los cuales son un problema latente que cuando sucede sus consecuencias son mayores a las que se hubiera tenido de haber estado incluido en un programa preventivo de mantenimiento. Teniendo en cuenta que este problema tiene impacto en la producción y esto afecta al cliente, y por otro lado tiene un impacto en los costos, dado que se debe incurrir en un mantenimiento correctivo que incluso puede ocasionar parada de planta.

Además, los mantenimientos suelen ser básicos, no exhaustivos, de tal forma que aseguran la fiabilidad del equipo, ocasionando desgaste de sus componentes, por ello la importancia y necesidad de tomar medidas de acción que permitan mejorar e incluir a todos los equipos en un programa de mantenimiento para asegurar el tiempo o ciclo de vida de los equipos.

En ocasiones la empresa no puede cumplir con sus lotes de producción por que las maquinas sufren paradas, lo que hace que toda la línea de producción se limite y se generen pérdidas de tiempo y económicas, ya que no se cumple a tiempo con las entregas.

Para mejorar las falencias antes mencionadas, se desarrollará un plan de gestión de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM), esto permitirá mejorar el funcionamiento de los equipos, y con ello poder alcanzar el fin principal de la investigación aumentar la producción para cubrir con su demanda.

1.2. Trabajos previos.

Antecedentes nacionales.

- Cruz (2016), en su investigación titulada Diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad y confiabilidad en máquinas circulares en la empresa textil WG. SAC – LIMA, desarrollando como objetivo aumentar la eficiencia en el tiempo de vida de las máquinas que presenta la empresa. Como metodología se plantea diseñar un plan de mantenimiento preventivo para las 40 máquinas centrado en la confiabilidad y disponibilidad. Con el análisis se obtuvo como resultados, que en la actualidad la empresa textil

presenta un 13,62% de confiabilidad y un 82,03% de disponibilidad estos resultados son críticos, este estudio consideró realizar pruebas de control a equipos en 194 veces, las cuales detectaron 6 fallas luego de un riguroso análisis de criticidad, concluyendo que la mejora contribuye a mejorar los indicadores de disponibilidad, así como la confiabilidad, reduciendo como consecuencia la mantenibilidad, obteniendo finalmente, 98.5% de disponibilidad y 85.5% de confiabilidad de equipo.

- Fuentes (2015), en su tesis titulada propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en los indicadores por OVERALL EQUIPMENT EFFICIENCY en la empresa Hilados Richards S.A.C., cuyo objetivo es reducir los costos de mantenimiento, ya que se menciona que la empresa no cuenta con un sistema que garantice la eficiencia de las 8 máquinas que componen las áreas de tintorerías y 12 máquinas en el área de hilandería. Obteniéndose como resultados, que el problema se presenta en las 12 máquinas que se encuentran en el área de tintorería ya que se les realiza un mantenimiento correctivo ocasionando que la empresa tenga paradas en la producción ocasionando pérdidas monetarias.

Detallándose como conclusión que, el desarrollo de la implementación ayuda a gestionar el proceso de mantenimiento de forma planificada y ordenada, que permita minimizar los tiempos de paradas y por ende reducir los costos de pérdida. Este sistema permitió prolongar la vida de los equipos, contribuyendo a una mejor calidad en la producción y logró un ahorro de S/. 103 020,53 semestrales puesto que al atender correctamente y a tiempo las averías se evitaron problemas de mayor envergadura.

- Barreda (2015), en su investigación titulada plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) en la EDAR de Nules – Vilavella, menciona que la empresa es una estación depuradora de agua residuales, estas pasan por un tratamiento y procesos hasta volverla un medio natural. Por el mantenimiento es parte esencial en el funcionamiento correcto de la empresa ya que cualquier avería en un equipo crítico ocasionaría graves problemas. Por ello se planteó como objetivo optimizar y aumentar la fiabilidad de los equipos tras la implementación de un plan de mantenimiento, para cumplir con su fin, se desarrolló la investigación bajo la

metodología RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad). Obteniendo como resultado la eliminación de tareas de mantenimiento redundantes, optimización de las frecuencias de revisión de los equipos y el desarrollo de tareas simplificadas para reducir la generación de fallos.

Se puede concluir que con la metodología RCM se logró realizar un análisis profundo y detallado de cada avería para la seleccionar la tarea de mantenimiento más adecuada para subsanarla.

Antecedentes internacionales.

- Milanese (2013), en su investigación titulado diseño de un plan preventivo basado en el mantenimiento centrado en la confiabilidad en la maquina papelera, planteándose como objetivo mejorar la gestión del área de mantenimiento con la implementación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad. Para ello, utilizó como metodología las fases que especifica el mantenimiento basado en el RCM, esto se implementará básicamente a los equipos del molino específicamente en el área de acabado. Para establecer el programa se recopiló la información de los equipos, se definió el contexto operacional, se analizó el historial de fallas de modo y efecto de falla. Obteniendo como resultado un plan de mantenimiento para los equipos que consiste en inspección, limpieza y lubricación con la finalidad de disminuir la improductividad y aumentar la disponibilidad.

Concluyendo que la propuesta planteada ayuda a disminuir los costos operativos e aumentar la confiabilidad de las máquinas y equipos de la planta, teniendo siempre en cuenta el aspecto ambiental.

- Cárdenas (2011), en su investigación titulada Diseño de un plan de mantenimiento basado en RCM, para los equipos y vehículos de DINACOL S.A. tiene como objetivo evaluar el desempeño de los equipos que operan en la empresa, ya que su función es prestar servicio en el área industrial de la ciudad y por lo tanto desea tener la mayor disponibilidad de sus máquinas. Siguiendo como metodología la aplicación de la filosofía del mantenimiento: RCM. Obteniéndose como resultados, la disminución considerable de pérdidas económicas y mejorar el posicionamiento

de la empresa, evitando los incumplimientos a sus clientes por no prevenir fallos que limiten la producción.

Se concluye que con la aplicación de este diseño la empresa ha tenido crecimientos significativos ya que se permitió minimizar costos de operación y la implementación de un sistema que brinda confiabilidad operacional constante en el momento que se requiera.

- Hernández (2010), en su investigación propone por objetivo reducir los tiempos de fallo mediante un programa de mejora de la confiabilidad, desarrollándose bajo la metodología la distribución exponencial para los tiempos de fallas de tipo ajuste para el BCL y de tipo contaminación por polvo, para el SDAC el modelo de distribución exponencial para los tiempos de fallas con el fin de obtener las funciones de confiabilidad de Limitador de carga de batería, su propuesta permitió realizar un programa de mantenimiento preventivo y mejorar la confiabilidad, sobre todo, a mantenerlos constantes y con alto nivel.

Concluyendo que diseñar o elaborar un programa de mantenimiento preventivo es ideal para disminuir la probabilidad de que no ocurra el fallo.

1.3. Teorías relacionadas al tema.

1.3.1. Producción

Definición de producción.

López (2001) menciona que: Producción es un proceso de transformación que permite ofrecer un producto final, para lo cual interactúan un conjunto de componentes tales como, recurso humano, materia prima, materiales, máquinas a través de técnicas que son producto de gestión de personas que buscan mayor beneficio con menor esfuerzo y recurso.

Tipos de sistema de producción

Díaz, Jarufe y Noriega (2007), sostienen que todo sistema de producción debe estar debidamente estructurado, de tal forma que sea fácil de seguir los procesos de ejecución así como éstos aseguren la calidad no sólo del producto, sino también el uso adecuado de los recursos que se utilizan durante el desarrollo de la producción, por ello se entiende al proceso de producción como el resultado de un sistema, dado que un sistema es integral, completo debidamente estructurado con un objetivo definido, único con sus detalles, características propias de ingreso y salida para asegurar el proceso siguiente y así hasta el producto final.

a) Sistema por proyectos: Consiste en que las empresas atienden o resuelven casos por servicios solicitados, proyectos de mejoras requeridos o planificados, con la característica común en todos de que se requiere lograr una meta u objetivo que va contribuir o satisfacer una necesidad. Un sistema de proyectos también requiere de recursos, donde el recurso humano es el que destaca, motivo por el cual las personas que forman parte de proyecto deben tener cualidades y manejo de método.

b) Sistema por producto: Referido a sistemas de producción que se encuentran alineados o trabajan por productos, es decir todo el sistema productivo está diseñado para que la empresa pueda ser flexible a procesar producción por tipo de producto, siendo estos de grandes o pequeños volúmenes, entonces existe aquí una gestión diferente a otras, dado que no sólo la planta debe estar adaptada a este tipo de sistema de trabajo, sino también las personas, es decir tanto la planta y todo lo que involucra incluyendo al recurso humano tienen un sistema de trabajo flexible, alineados a producir por producto.

c) Sistema intermitente: Este tipo de sistema existe, se da cuando no existe estandarización de procesos, es decir cuando una empresa trabaja en función a los pedidos colocados, sin clasificación o segmentación alguna; como también se da cuando existen pedidos no continuos, que una empresa independientemente de estar o no organizada y estandarizada acepta o trabaja pedidos que no son

continuos, que forman parte de un paquete de pedidos y que la ocurrencia de este tipo de pedidos es inusual, sin embargo se debe atender.

Factores básicos de un proceso

Díaz, Jarufe y Noriega (2007), menciona que los factores básicos de un proceso son:

a) Método: Consiste en la forma que se desarrollan las tareas.

b) Ambiente de trabajo: Se basa en las condiciones que la empresa u organización presenta para realizar sus labores.

c) Mano de obra: Referido al trabajo de personas, el cual debe cumplir un perfil de acuerdo al puesto requerido, es decir esta persona debe estar calificado para el puesto y debe cumplir con las habilidades que este exige.

d) Materiales: Son todos aquellos recursos referidos a materia prima e insumos que son necesarios para un proceso determinado, de acuerdo a especificaciones del producto a producir.

e) Máquina y equipos: Se basa en la utilización de máquinas y equipos que se emplean para efectuar el trabajo.

Capacidad de producción

Según Betancourt (2016), define a capacidad como:

Volumen o cantidad de producción que puede recibir o producir un determinado proceso por unidad de tiempo específico, siendo está a corto, mediano o largo plazo.

Presenta tres tipos de capacidad de producción (Cruells y Difiori, 2017):

a) Capacidad diseñada: Considerada como la máxima posibilidad productiva.

$$C. Diseñada = \frac{\text{total de hrs de trabajo al año}}{\text{promedio de horas que lleva la fabricacion de una unidad}}$$

b) Capacidad efectiva: Es la mayor producción razonable que se puede lograr.

C. Real

$$= \frac{\text{total de hrs de trabajo al año} - \text{total de hrs de mant. preventivo} - \text{total de hrs inactivas}}{\text{promedio de horas que lleva la fabricacion de una unidad}}$$

Utilización y eficiencia

Para la utilización, se define como el porcentaje que se está aprovechando. Generalmente definido como relación entre la capacidad real que definida por la empresa y la capacidad real alcanzada. Se dice que una empresa alcanza mayor eficiencia, cuando este indicador se encuentra más próximo a la unidad.

$$\text{Utilización} = \frac{\text{capacidad real}}{\text{capacidad diseñada}}$$

$$\text{Utilización} = \frac{\text{capacidad real}}{\text{capacidad diseñada}}$$

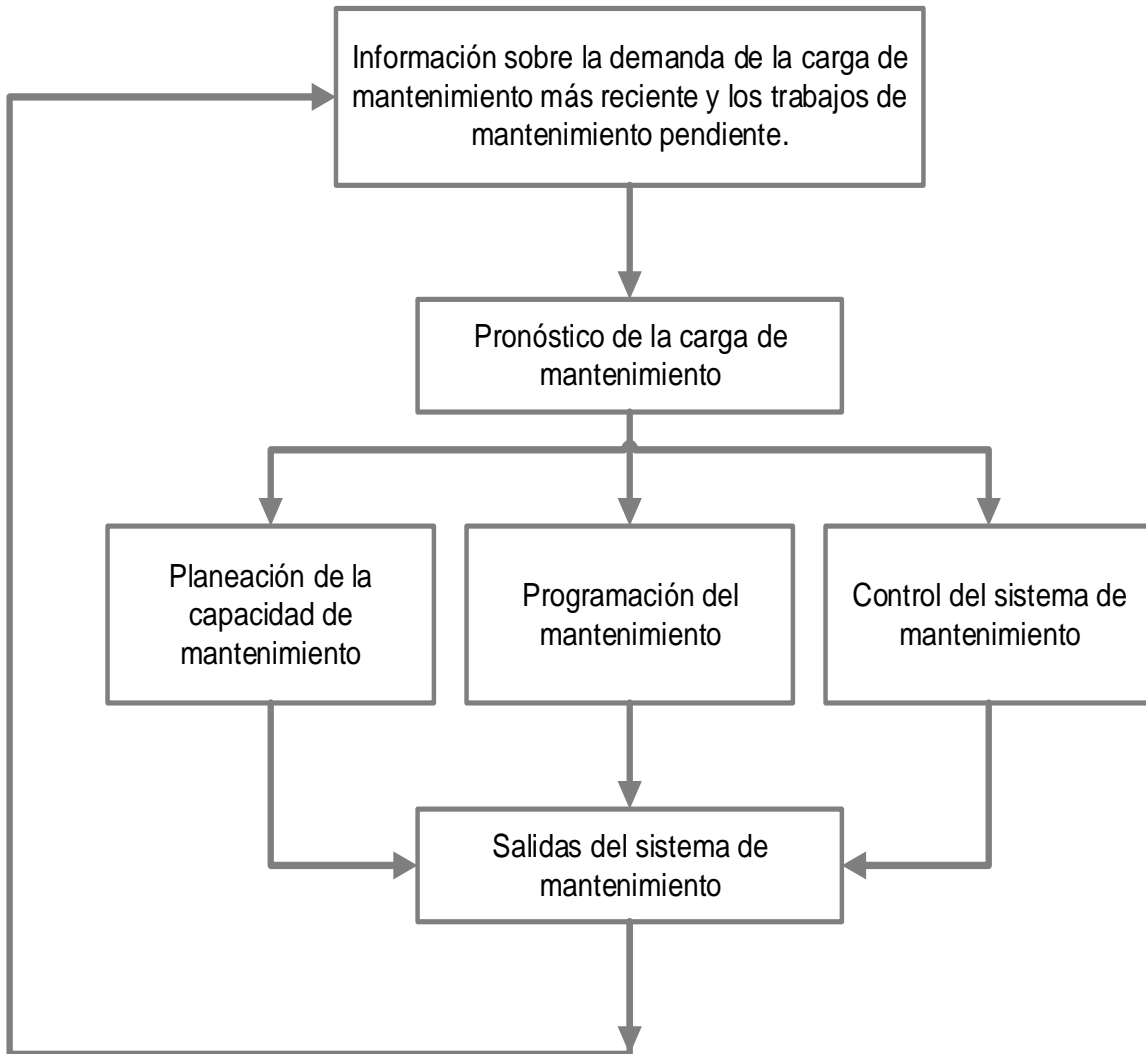


Figura 1: Función de pronosticar la carga de mantenimiento.
 Fuente: (Duffua, Raouf and Dixon 2005, p.35)

1.3.2. Mantenimiento basado en el RCM

Mantenimiento

Definición de mantenimiento

Cuarta (2008), menciona que el mantenimiento incluye una serie de acciones que se realizan a equipos, herramientas e instalaciones con la finalidad de prevenir fallas y mantener en buen estado al equipo, materiales o instalaciones, estas acciones deben estar previamente establecidas para que los resultados del mantenimiento sean óptimos.

Importancia del mantenimiento

Olarte (2010), menciona que la importancia del mantenimiento se refleja en los niveles de capacidad y operatividad de una planta de producción o en la satisfacción de clientes post un servicio de mantenimiento.

Gómez (2013), por su parte indica que además de mejorar la capacidad también es importante porque contribuye a mejorar la calidad del servicio en caso que la empresa brinde servicio de mantenimiento o la calidad del producto, en caso que la empresa procese materia prima para elaborar producto final; también contribuye a mejorar la seguridad del equipo mismo, de los operadores del equipo, de la línea de producción y de personas que laboren en el entorno de los equipos. Y también contribuye a mejorar la rentabilidad a través de un incremento de capacidad que complementado con la calidad y seguridad una empresa logra ser más rentable.

Ventajas de un plan de mantenimiento

Según Gómez (2013), menciona que las ventajas que el plan de mantenimiento ofrece ventajas como:

- a) Oportunidad de operar una planta de producción con menor cantidad de paradas de máquina, así como la oportunidad de ofrecer un servicio más eficiente, debido a que permite a la empresa contar con un flujo de proceso continuo.
- b) Durabilidad de piezas, repuestos y con ello el equipo mismo, debido a que el mantenimiento permite conservar de cierta forma su operatividad.
- c) Confiabilidad para la empresa, para los clientes y para futuros clientes, es decir la confiabilidad permite crecer a una empresa debido a que la satisfacción de los clientes es buena y asegura la fidelización de los mismos.
- d) Ahorro de dinero, por los puntos expuestos anteriormente y porque un plan de mantenimiento permite prevención de fallos y daños, los cuales involucran no sólo equipo, sino materia prima, insumos y horas hombre, elementos que suelen ser costo adicional para una empresa cuando no tiene implementado un plan de mantenimiento.

Tipo de mantenimiento.

Gómez (1998), menciona que los tipos de mantenimiento son:

a) Mantenimiento correctivo: Este tipo de mantenimiento ocurre cuando ocurre una falla de manera imprevista, muchas veces no se detecta en el momento, sino después que se evidencie ya sea por una parada de equipo, una anomalía en el proceso o por productos defectuosos, el origen de este mantenimiento se da por la falta de acción preventiva por parte de la empresa, dado que muchas veces el tener un equipo de mantenimiento para temas de prevención depende de aprobación de presupuesto y ello es potestad de la gestión gerencial, aunque también de la capacidad el jefe de mantenimiento u otro que forme parte del proceso en demostrar que es necesario implementar un mantenimiento preventivo.

b) Mantenimiento preventivo: Este tipo de mantenimiento asegura la continuidad de trabajo y operatividad de los equipos y por ende incrementa la confiabilidad de uso de los equipos y con ello brinda mayor disponibilidad a la planta de producción. Este tipo de mantenimiento suele ser programado de acuerdo a características que son definidas por personal con conocimiento de funcionamiento de equipos.

c) Mantenimiento predictivo: Este tipo de mantenimiento se da en empresas que generalmente ya tienen mantenimiento preventivo o basado en la confiabilidad, dado que requiere un análisis mayor para predecir el estado de equipos y prever el cambio de partes antes que estos comiencen a fallar.

d) Mantenimiento productivo total: Este tipo de mantenimiento permite la intervención de la totalidad de áreas que conforman el mantenimiento, permitiendo controlar la fiabilidad, así como la disponibilidad y también la mantenibilidad.

Indicadores de mantenimiento

Layme (2014), De la variedad de indicadores que podrían mencionarse existen los fundamentales o esenciales que permitirán dar a conocer los resultados de la gestión del mantenimiento, entre los cuales se tiene a la Disponibilidad: Considerado como el indicador más importante, dado que refleja la eficacia de la gestión del mantenimiento, a continuación, se presenta la fórmula de este indicador.

$$Disponibilidad = \frac{(horas\ totales - horas\ paradas\ por\ mantenimiento)}{horas\ totales}$$

Horas totales: tiempo de operación de la planta

Horas paradas por mantenimiento: Tiempo utilizados en mantenimiento.

a) Tiempo medio entre fallas (MTBF): Es el indicador que muestra la frecuencia con que suceden las fallas en un determinado periodo de tiempo.

$$MTBF = \frac{N^{\circ}\ de\ horas\ totales\ de\ operación}{N^{\circ}\ de\ fallas}$$

b) Tiempo medio entre reparaciones (MTTR): Es el indicador que muestra el tiempo medio de reparación de la falla.

$$MTTR = \frac{N^{\circ}\ de\ horas\ de\ paro\ por\ fallos}{N^{\circ}\ de\ fallos}$$

c) Eficiencia general de los equipos (OEE): Este indicador permite dar a conocer la eficiencia general productiva de los equipos y es producto de multiplicar otros 3 indicadores: Disponibilidad, calidad y el rendimiento, la fórmula es la siguiente:

$$OEE = Disponibilidad * Rendimiento * Calidad$$

Tabla 1: Disponibilidad, rendimiento y calidad.

Paradas de equipos o averías	Disponibilidad
Configuración	
Pequeñas paradas	Rendimiento
Reducción de velocidad	
Rechazos por puesta en marcha	Calidad
Rechazos de producción	

Fuente: Layme (2014).

Sistema RCM

Descripción del RCM

Moubray (s/f), menciona que el RCM permite identificar los modos de fallos de los equipos críticos, permitiendo acciones preventivas ante un adecuado control de los mismos.

Objetivo de RCM

García (2009), menciona que RCM tiene como objetivo fundamental en la industria, permite incrementar la fiabilidad de las instalaciones, haciendo que los tiempos de paradas sean mínimos.

Importancia del RCM

Juan (2007), menciona que la importancia de RCM se basa en la funcionabilidad de los equipos de forma continua, lo cual a su vez permite minimizar costos operacionales y de mantenimiento.

Beneficios del RCM

Sigüenza (2008), menciona que los beneficios del RCM son.

- a) Incrementa el nivel de confiabilidad en equipos.
- b) Permite reducir costos por fallos.
- c) Brinda mayor seguridad al personal de mantenimiento y operativo, así como del medio ambiente.
- d) Permite asegurar la vida útil de fábrica de los activos.
- e) Ofrece un plan de mantenimiento debidamente estructurado y documentado.

Como aplicar el RCM en la industria

Layme (2014), menciona que para para aplicar RCM se debe tener en consideración lo siguiente:

- a) Identificar las funciones, así como los estándares desde el punto de vista operacional de cada sistema existente.
- b) Reconocer y enlistar los modos de fallos de los equipos.

- c) Identificar las causas x cada falla funcional identificada.
- d) Identificar las condiciones con la que ocurre una falla, y qué sucede cuando ocurre el fallo.
- e) Identificar el fallo de mayor impacto de cada falla.
- f) Identificar formas que se puedan prevenir la ocurrencia de cada falla.
- g) En caso de ser factible la prevención de una falla funcional: ¿Qué se puede hacer?

Una vez que se haya respondido las preguntas se tendrá claro un panorama claro de los objetivos a cumplir y las metas que la empresa desea alcanzar.

El RCM es una herramienta de gran alcance y se lleva a cabo de forma correcta permite obtener buenos resultados, los cuales se ven en la disminución de costos, el éxito de la aplicación de esta herramienta no sólo es del área de mantenimiento, sino también de la gerencia y del apoyo de las áreas, dado que una presión fuerte, sobre todo en el área de producción, puede hacer que se incumple con alguna fecha programa dentro del plan de mantenimiento.

Gestión del mantenimiento del RCM

Layme (2014), menciona que la gestión de mantenimiento surge de la necesidad de brindar mantenimientos periódicos a los equipos con el objetivo de prevenir cualquier tipo de paradas en el proceso de producción que por ende ocasionan mucho más pérdidas a la empresa. Por ello la gestión de mantenimiento es una herramienta que ayuda a cubrir las nuevas exigencias que la industria requiere.

Las fases de RCM

Layme (2014), menciona que existen 8 fases para aplicar RCM que se mostrara a continuación.

- a) Fase 1: Definir indicadores estratégicos.
- b) Fase 2: Tomar nota de todos los equipos existentes y asegurar que estén codificados.

- c) Fase 3: Realizar una lista de las funciones de cada equipo y recopilar las especificaciones técnicas de cada equipo.
- d) Fase 4: Identificar y enlistar los principales fallos.
- e) Fase 5: Determinar los modos de fallo.
- f) Fase 6 Realizar un análisis de criticidad de fallo.
- g) Fase 7: Determinar medidas de prevención.
- h) Fase 8: Agrupar las medidas identificadas en el punto anterior y agruparlas.
- i) Fase 9: Realizar la implementación.
- j) Fase 10: Controlar los resultados.

1.3.3 Definición de la terminología

- a) **Criticidad:** Es una cualidad y capacidad que tiene la persona para analizar y discernir para determinar criterios y finalmente determinar que es o no crítico y el nivel de este. Generalmente dado a la experiencia conjuntamente al conocimiento (Priego, 2012).
- b) **Fallos:** Referido a interrupciones en el funcionamiento de un componente o sistema de forma inesperada (SEAS, 2012).
- c) **Gestión de mantenimiento:** Acciones que se realizan para lograr mayor disponibilidad de equipos a través de una buena administración de recursos y cumplimiento de programas establecidos (SEAS, 2012).
- d) **Medidas preventivas:** Acciones que se toman con fines preventivos, las cuales son producto de análisis exhaustivo y deben ser ejecutadas de acuerdo a lo determinado (Ucha, 2013).
- e) **Modos de fallo:** Consiste en identificar la más posible causa que origina la falla, considerando no gasta el tiempo ni el esfuerzo físico. (Pérez, 2015).
- f) **Procesos de producción:** Sistemas que se interrelacionan para que en conjunto se ofrezca el producto o servicio planificado, asegurando calidad, tiempo y sobre todo productividad (ECUDER, 2017).
- g) **Producción:** Proceso pre definido que permite obtener un bien o servicio (Cuartecasas, 2012).

- h) **RCM:** Son las iniciales de mantenimiento centrado en la confiabilidad, es decir busca encontrar los puntos críticos para mantener un monitoreo y control de ellos y así asegurar la operatividad (Pérez, 2015).
- i) **Reparación:** Son las acciones que se realizan para subsanar una falla porque estos no funcionan de manera óptima (Pérez y Merino, 2010).

1.4. Formulación del problema.

¿Aumentará la producción de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L. con la implementación de un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM)?

1.5. Justificación e importancia del estudio.

Desarrollar un plan de gestión de mantenimiento fundamentado en RCM es de vital importancia porque garantizará la confiabilidad operacional de la maquinaria ya que no se perderán horas de trabajo, ni se incumplirá con los clientes y por ende no se verá afectado la producción de la empresa.

Cerámicos Pakamuros E.I.R.L. es una empresa con un crecimiento continuo, por ello se encuentra en la necesidad de mejorar los planes actuales e incluir a todos los equipos en un programa de mantenimiento global, que asegure mejores condiciones de los equipos en su funcionamiento productivo, con lo cual se busca minimizar las paradas intempestivas, utilizar mejor el recurso humano e mantenimiento, brindar mayor disponibilidad de equipos a planta de producción y cumplir con los programas de pedidos a los clientes.

Delimitación de la investigación

Delimitación geográfica:

La zona de influencia para la implementación del plan de gestión de mantenimiento basado en RCM, estará determinada por la ciudad de Jaén lugar donde se encuentra ubicada actualmente la empresa PAKAMUROS E.I.R.L.

Delimitación temporal:

Para el desarrollo del informe final de la tesis se dará en un espacio temporal 5 meses.

Delimitación social:

Con respecto a este capítulo está dado por los trabajadores que laboran en la empresa en relación con el área de mantenimiento que permitirán obtener un diagnóstico preciso del estado de la empresa.

Limitaciones de la investigación

A continuación, se presenta las limitaciones que estará limitada la investigación en un plan de gestión de mantenimiento basado en RCM como son:

Factor tiempo

Desarrollar un plan de gestión de mantenimiento basado en RCM que mejore el funcionamiento y confiabilidad de las máquinas que están relacionadas directamente con el área de producción de la empresa Pakamuros E.I.R.L. la cual requiere de una importante dedicación por parte del tesista, por ello se tiene que identificar las maquinas más propensas a fallar y que requieren planes de mantenimientos.

1.6. Hipótesis.

Si se implementa un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) entonces aumentará la producción en la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

1.7. Objetivos.

1.7.1. Objetivo general.

Desarrollar un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) para aumentar la producción de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L. – Jaén.

1.7.2. Objetivos específicos.

- a. Diagnosticar la situación actual de la gestión de mantenimiento de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.
- b. Identificar los maquinas críticas del proceso de producción de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.
- c. Elaborar un plan de gestión de mantenimiento basado en RCM para la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.
- d. Evaluar el beneficio costo del plan de gestión de mantenimiento en la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

CAPITULO II
MATERIAL Y MÉTODO

II. MATERIAL Y MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de la investigación.

Para el presente estudio de “Implementación de un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) para aumentar la producción de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L. – Jaén, 2018”. utilizó el siguiente modelo de investigación:

Tipo de investigación.

Hernández (1998), menciona que este tipo de investigación consiste en detallar los eventos buscando especificar propiedades importantes de personas, grupos o cualquier tipo de fenómeno que se considere sujeto de análisis.

Aplicada: ya que se detalla la ejecución de teorías, desarrollando opiniones de comprensión y desarrollo la propuesta de un plan de gestión del mantenimiento.

Descriptiva: Ya que se pretende evaluar todos los aspectos que están limitando o influenciado en las paradas de producción.

Diseño de la investigación.

Es no experimental, porque no se requiere realizar ningún experimento para resolver un problema, dado que estos se resuelven por medio de la observación u otras que actúen de forma directa sin alterar el estado de las variables en investigación.

La investigación es de diseño cuantitativo ya que consiste en la recolección de datos que nos facilite ver la situación actual.

2.2. Población y muestra.

La población

Como población inicial se tomó la opinión de los trabajadores aplicando un instrumento (encuesta) que permitió recolectar toda la información necesaria para el desarrollo de la mejora, teniendo en cuenta a los trabajadores responsables del área de mantenimiento y al jefe de producción de la empresa que asciende a un total de 12 colaboradores.

Conociendo que los trabajadores son la principal fuente de información, ya que se encuentran en relación con cada maquinaria que se emplea en el proceso productivo.

Esto permitirá anexar las principales causas y consecuencias que ocasiona la mala gestión de mantenimiento.

En la tabla 2 se presenta la lista de cargos de cada colaborador de la empresa Pakamuros E.I.R.

Tabla 2: Colaboradores de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

Cargo
Jefe de producción
Jefe de mantenimiento
Supervisor eléctrico
Electricista
Ayudante de electricista
Supervisor mecánico
Tornero
Mecánico 1
Mecánico 2
Soldador 1
Soldador 2
Total = 12 colaboradores

Fuente: Empresa Pakamuros E.I.R.L. (2017).
Elaboración propia.

También se consideró como población la maquinaria con la cual cuenta la empresa para poder ejecutar y realizar las operaciones necesarias para la obtención del producto final. Como se observa en la tabla 3, haciendo un total de 15 máquinas.

Tabla 3: Lista de equipos de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

Equipos de la empresa	
Tolva de carguío N° 1 y N° 2	Cortadora
Faja transportadora N°1, N°2 y N° 3	Cámara de secado N°1 y N° 2
Mezcladora	Horno
Laminadora	Transporte de aserrín
Amasadora	Automatismo
Extrusora	

Fuente: Empresa Pakamuros E.I.R.L. (2017).
Elaboración propia.

Muestra.

Se considerará realizar el análisis de la investigación, con el total de los colaboradores presentados en la población, los cuales ascienden a 12 personas.

En cuanto a las máquinas de análisis, se consideró trabajar con las que se encuentran en estado crítico, que hacen un total de 10. Se consideran críticas, ya que son las que presentan mayor número de fallos, antigüedad de instalación y constantes paradas.

Tabla 4: Lista de equipos críticos de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

Equipos de la empresa
Tolva de carguío N° 1
Faja transportadora N° 1
Faja transportadora N° 2
Faja transportadora N° 3
Amasadora
Extrusora
Mezclador
Laminador
Cortador
Horno

Fuente: Empresa Pakamuros E.I.R.L. (2017).
Elaboración propia.

Con la mejora para la empresa se obtendría mayor beneficio el producto, que a la fecha es el más demandado: Ladrillo King Kong estándar.

2.3. Variables, Operacionalización.

Se procede a presentar la Operacionalización de variables en la tabla 6, en la cual se describen las dimensiones e indicadores de cada variable independiente y dependiente.

Variable independiente

Aumento de la producción

Variable dependiente

Plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM)

Tabla 5: Operacionalización de Variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Técnicas e instrumentos de recolección de datos
Variable dependiente: Aumento de la producción.	Producción	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Demanda mensual del producto ♦ Producción mensual del producto ♦ Cantidad de recursos ingresados 	Técnicas: Observación Análisis documental
	Capacidad de producción	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Capacidad diseñada Total de horas de trabajo al año/promedio de horas que lleva la fabricación de una unidad ♦ Capacidad real Total de horas de trabajo al año-total de horas de mantenimiento preventivo-total de horas inactivas / promedio de horas que lleva la fabricación de una unidad ♦ Capacidad efectiva Total de horas de trabajo al año-total de horas de mantenimiento preventivo / promedio de horas que lleva la fabricación de una unidad 	Instrumentos: Documentaciones Hojas de observación
	Capacidad de las actividades laborales	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Velocidad de las actividades realizadas por los trabajadores ♦ Relación de operaciones a realizar ♦ Disponibilidad de recursos de producción 	
Variables	Dimensiones	Indicadores	Técnicas e instrumentos de recolección de datos
Variable independiente: Plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM).	Fases del RCM	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Primera fase: Definición de indicadores claves ♦ Segunda fase: Listado y codificación de equipos. ♦ Tercera fase: Listado de funciones y especificaciones. ♦ Cuarta fase: Determinación de fallos principales y secundarios ♦ Quinta fase: Determinación de modos de fallos ♦ Sexta fase: Estudio de criticidad de fallo ♦ Séptima fase: Determinación de las medidas preventivas. ♦ Octava fase: Agrupación de medidas preventivas ♦ Novena fase: Implementación de los resultados ♦ Decima fase: Control de los resultados 	Técnicas: Observación Análisis documental Entrevista
	Disponibilidad de los equipos	$Disp. = \frac{MTTF}{MTTF + MTTR} = \frac{MTTF}{MTBF}$ <p>MTBF=Tiempo promedio entre fallas MTTR=Tiempo promedio entre reparaciones MTTF=Tiempo medio para una falla.</p>	Instrumentos: Documentaciones Hojas de observación Encuesta Fichas técnicas de las maquinas

Fuente: Elaboración propia.

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

Inductivo – deductivo

Ya que lo que se busca es dar una solución con una relación de producción y mantenimiento de equipos de la empresa. De la problemática se parte a la solución, que en este caso es proponer un plan de gestión del mantenimiento basado en el RCM.

Técnicas de recolección de datos

Observación: Se observó el desempeño de los colaboradores del área de producción con el fin de obtener información precisa con respecto a los cumplimientos de los procedimientos.

Entrevista: Se realizó una entrevista a la persona encargada del área de mantenimiento y al jefe de producción, con la finalidad de recopilar información que permita dar a conocer la problemática que presenta y así poder dar un diagnóstico de la situación actual de la empresa.

Análisis documental: Se recopiló la información documentada para sustentar la problemática que presenta la empresa con el fin de poder realizar un análisis que permite mejorar la situación problemática.

Instrumentos de recolección de datos:

Hoja de observación: Donde se anotaron todos los aspectos recolectados sobre la gestión de mantenimiento que sigue la empresa cerámica Pakamuros E.I.R.L.

Encuesta: Se aplicó a los trabajadores que se encuentran en el área de mantenimiento con el fin de saber si ellos conocen de las funciones que realizan en las actividades que se le asignan.

Ficha técnica de la maquinaria: Se recopiló las fichas técnicas de cada máquina que presenta el área de producción con el fin de dar a conocer su capacidad diseñada con el fin de poder verificar si se está usando de forma adecuada.

2.5. Procedimientos de análisis de datos.

Con respecto a la información que será recolectada para la justificación de la investigación, fue mediante la aplicación de los instrumentos antes ya mencionados: hojas de observación de las visitas que se realicen necesariamente a la planta, encuestas aplicadas a los operarios que son los que más se relaciona con los equipos o maquinarias y entrevista dirigida al supervisor del área de mantenimiento.

Para esto, también es necesario tener en cuenta los registros bibliográficos existentes como libros, antecedentes de investigación, normativas, tesis y fases de mejora de mantenimiento.

A continuación, se presenta relación del procesamiento de datos recolectados durante la investigación, que consta de cuatro etapas. Ver figura 2.

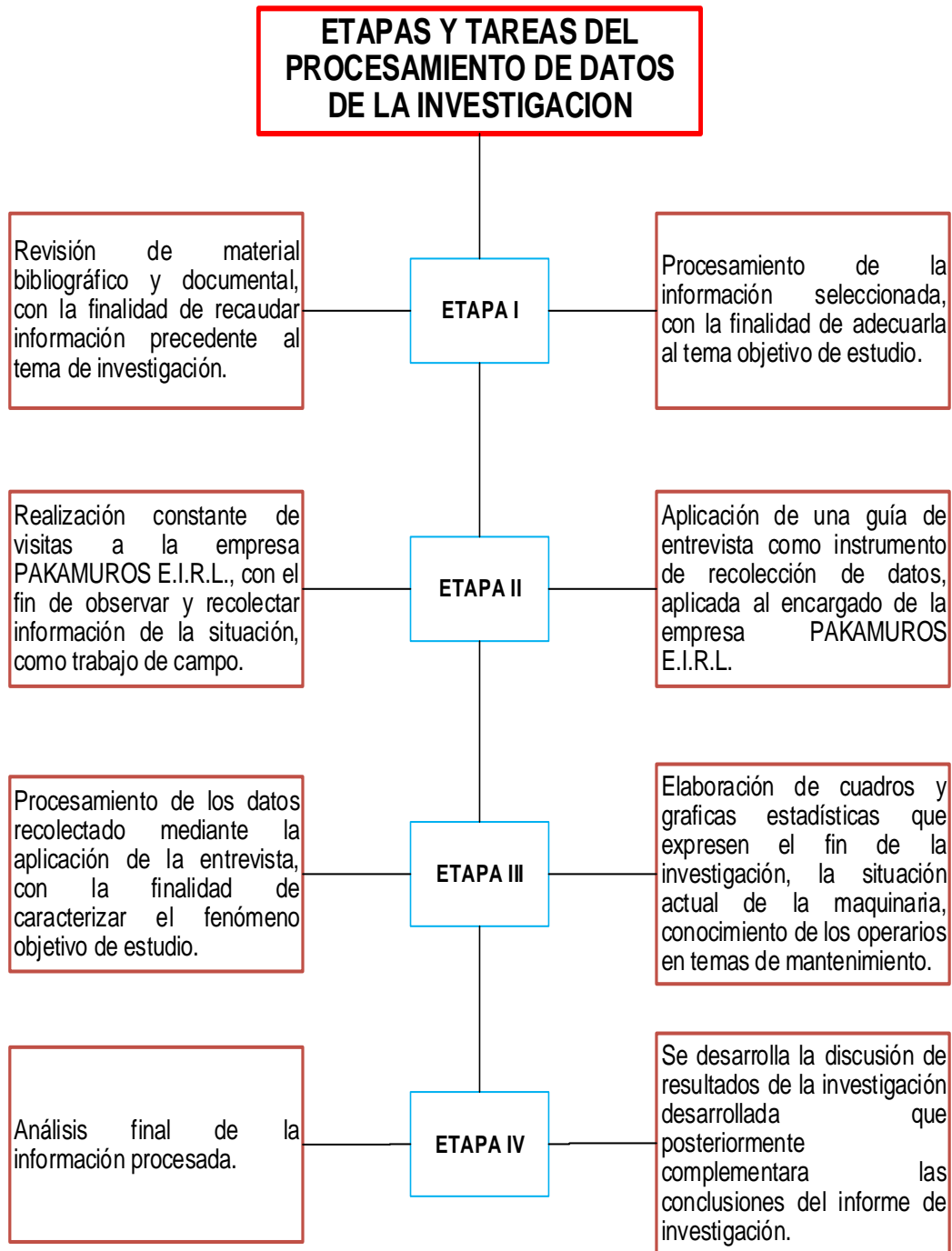


Figura 2: Procesamiento de datos de investigación.
Fuente: Elaboración propia (2017).

Análisis estadístico de datos e interpretación de datos.

Se analizó los datos brindados por la empresa y se utilizó los programas de Microsoft Excel (tablas y graficas), Microsoft Word (redacción) y Microsoft Visio (Herramientas gráficas para diagramas).

2.6. Criterios éticos.

La presente investigación cumple con la aprobación de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L., a su vez se respeta la confidencialidad de información sensible de la empresa, se respeta también identidad de las personas que colaboraron en las pruebas necesarias realizadas para llevar a cabo esta investigación, además se respeta los criterios de autor por referencia utilizada, así como se respeta las normas APA de redacción.

2.7. Criterios de rigor científico.

Validación: Se realizó a través del análisis de resultados de la encuesta y entrevista, tabulados en una hoja Excel, datos que fueron datos recopilados durante la investigación.

Confiabilidad: Dado a través del compromiso ético que toda información registrada en esta investigación es real, así como los resultados tabulados durante todo el proceso de la presente investigación.

CAPITULO III
RESULTADOS

III. RESULTADOS

3.1. Diagnóstico de la empresa.

Descripción de la empresa

Es una sólida empresa dentro del sector de elaboración de ladrillo, para toda la comunidad, garantizando el futuro de sus productos con la mayor calidad posible y la completa satisfacción de sus clientes.

Nombre: Empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

Ruc: 20480408960

- **Tipo:** Empresa Individual del Resp. Ltda
- **Dirección:** Cal. Marieta Nro. 321 Morro Solar – Jaén
- **Actividad comercial:** Fab. Prod. Cerámica No Refract. Est.
- **Misión:** Elaboración y comercialización de ladrillos teniendo en cuenta la calidad como valor principal de nuestros procesos para beneficio de nuestros clientes y colaboradores.
- **Visión:** Ser la mejor empresa de ladrillos del Departamento de Cajamarca.

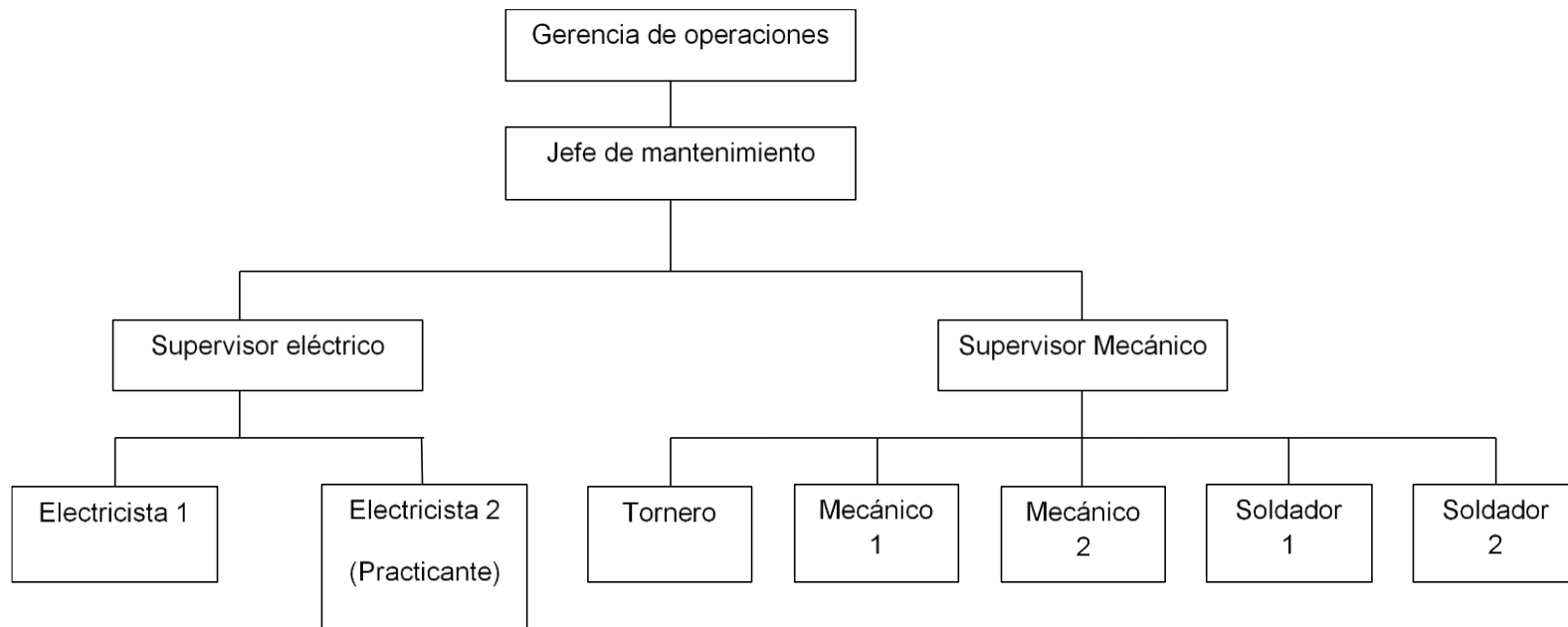


Figura 3: Organigrama de la empresa Pakamuros E.I.R.L.
Fuente: Pakamuros E.I.R.L.

3.1.1. Situación actual de la Sección de Chancado.

Como parte inicial del desarrollo de la investigación del primer objetivo se seguirá la siguiente secuencia la cual permitirá obtener el estado actual de la empresa Pakamuros E.I.R.L.

Tabla 6: Secuencia analizadas en el diagnóstico de la empresa.

N°	Secuencia
1	Datos generales de la empresa
2	Producción
3	Mantenimiento actual
4	Fallos identificados de las máquinas
5	Lista de repuestos de piezas de las maquinas

Fuente: Empresa Pakamuros E.I.R.L. (2017).
Elaboración propia.

Número de Maquinaria con la que cuenta la empresa Pakamuros E.I.R.L.

La empresa actualmente cuenta con 12 áreas, especialidad para la fabricación de diferentes tipos de ladrillos. En el anexo 1 se mencionan los equipos que la empresa tiene para el proceso de ladrillo

A continuación, se mencionarán las áreas de la empresa

Tabla 7: Lista de las áreas de la empresa Pakamuros.


Área de la empresa
Preparación
Producto formado
Faja mesa 1
Secado
Cámara de secado N°1
Cámara de secado N°2
Pre horno
Quemado (horno)
Traslado de aserrín
Sub estación
Taller de mantenimiento
Equipos en taller

Fuente: Empresa Pakamuros E.I.R.L. Elaboración propia.

Producción

Productos: Ofreciendo todos tipos de ladrillos como ladrillo King Kong estándar, ladrillo pandereta, ladrillo techo, entre otros. Esta empresa fabrica productos de calidad las cuales se presentan en la tabla 8.

Tabla 8: Tipo de ladrillos.

Nombre	Imagen y miniatura	Código	Descripción
Ladrillo I		01	Ladrillo King Kong Estándar Medidas (cm): 24x12x9 Peso (kg): 2,8 Unidad/m ² : s40 – c72
Ladrillo II		02	Ladrillo King Kong Tipo IV Medidas (cm): 24x13x9 Peso (kg): 3,8 Unidades/m ² : 12
Ladrillo III		03	Ladrillo Pandereta Medidas (cm): 23x11x9 Peso (kg): 1,8 Unidades/m ² : 42
Ladrillo IV		04	Ladrillo Súper King Kong Medidas (cm): 19x12x39 Peso (kg): 2,3 Unidades/m ² : 12
Ladrillo V		05	Ladrillo techo 8 Medidas (cm): 8x30x30 Peso (kg): 6,5 Unidades/m ² : 9
Ladrillo VI		06	Ladrillo techo 12 Medidas (cm): 12x30x30 Peso (kg): 6,3 Unidades/m ² : 9
Ladrillo VII		07	Ladrillo techo 15 Medidas (cm): 15x30x30 Peso (kg): 7,8 Unidades/m ² : 9

Fuente: Empresa Pakamuros E.I.R.L. Elaboración propia.

Capacidad de producción: Su capacidad de producción está en el rango de 170 a 200 toneladas de materia prima al día por turno, a no encontrar paradas por fallas mecánicas se trabaja dos turnos por día.

En la tabla 9 se muestra en millares por el tipo de ladrillo

Tabla 9: Características del ladrillo según formato (pared).

Tipo de ladrillo	Masa en crudo (kg/ladrillo)	Millares por hora	Millares por turno	Millares por semana
Estándar	3,41	7 3331	58 651	410 557
Tipo IV	4,32	5 787	46 296	324 074
Pandereta	2,61	9 579	76 628	536 399
Súper king kong	9,1	2 750	22 002	154 015

Fuente: Empresa Pakamuros E.I.R.L. Elaboración propia.

Tabla 10: Características del ladrillo según formato (techo).

Tipo de ladrillo	Masa en crudo (kg/ladrillo)	Millares por hora	Millares por turno	Millares por semana
Techo 8	5,34	4,682	37,453	262,172
Techo 12	7,95	3,145	25,157	176,101
Techo 15	9,66	2,588	20,704	144,928

Fuente: Empresa Pakamuros E.I.R.L. Elaboración propia.

Proceso de producción

El proceso para la obtención de ladrillo es continuo, ya que consiste en la transformación de arcilla seca en ladrillo.

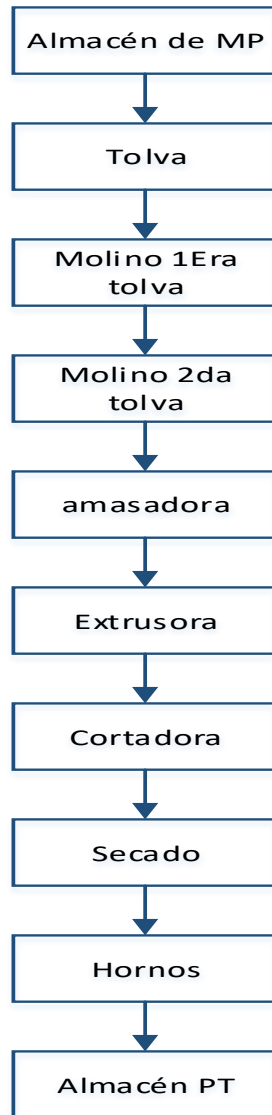


Figura 4: Diagrama de producción de ladrillo.
Fuente: Elaboración propia (2017).

3.1.2. Indicador de producción actual de la empresa Pakamuros E.I.R.L.

La empresa trabaja 8 horas, la producción está en un rango de 170 a 200 toneladas aproximadamente de MP debido al tipo de ladrillo a producir. Se toma de referencia las 200 toneladas por día. Obteniendo como resultado que por hora produce 25 toneladas.

Donde:

P = Producción

Tb = Tiempo base

Tc = Tiempo de ciclo

$$P = \frac{Tb}{C}$$

$$Tb = \frac{\frac{200 \text{ Ton}}{\text{día}}}{\frac{8 \text{ horas}}{\text{día}}} = 25 \text{ ton/hora}$$

Capacidad proyectada

Nº de hora laboral por semana

$$\text{Nº de horas de trabajo} = \frac{8 \text{ h}}{\text{Turno}} \times \frac{2 \text{ turnos}}{\text{día}} * \frac{7 \text{ días}}{\text{semana}}$$

$$\text{Nº de horas de trabajo} = 112 \frac{\text{Horas}}{\text{Semana}}$$

$$112 \frac{\text{Horas}}{\text{Semana}} \times 25 \frac{\text{toneladas}}{\text{hora}} = 2800 \frac{\text{toneladas}}{\text{semana}}$$

A la semana su capacidad proyectada es de 112 horas, produciendo 25 toneladas por hora, la cual se obtiene un total de 2 800 toneladas a la semana por dos turnos.

Capacidad efectiva

$$\text{Nº de horas de trabajo} = \frac{8 \text{ h}}{\text{Turno}} \times \left\{ \left(\frac{2 \text{ turno}}{\text{días}} \times \frac{7 \text{ días}}{\text{semana}} \right) - \frac{1 \text{ turno}}{\text{semana}} \right\}$$

$$\text{Nº de horas de trabajo} = \frac{8 \text{ h}}{\text{Turno}} \times \frac{13 \text{ turnos}}{\text{semana}}$$

$$\text{Nº de horas de trabajo} = 104 \frac{\text{Horas}}{\text{Semana}}$$

$$104 \frac{\text{Horas}}{\text{Semana}} \times 25 \frac{\text{toneladas}}{\text{hora}} = 2600 \frac{\text{toneladas}}{\text{semana}}$$

El número de horas de trabajo a la semana es de 104 menos un turno a la semana para el mantenimiento se trabaja 104 horas a la semana, por ende, su producción total es de 2 600 toneladas en dos turnos

3.1.3. Mantenimiento actual que realiza la empresa.

La empresa Pakamuros E.I.R.L. en la actualidad no cuenta con un sistema de información o registro que permita analizar los distintos aspectos de las labores de mantenimiento que se realizan en su infraestructura en la línea de producción (maquinas).

A no presentar un debido control a las maquinas esto genera un gran riesgo porque no se sabe cuándo habrá paradas que perjudicaría la entrega del producto final, causando incomodidad con los clientes por que se alteraría la fecha de entrega.

A no haber nada plasmado por estas paradas no programadas, como consecuencia paro inhibido por reparar las maquinas o cambios de fajas, rodajes, chumaceras, entre otros.

Las fallas que tienen las maquinas sin programar ocasionan que se les realice un mantenimiento correctivo ocasionando pérdidas irremediables a la empresa.

Los trabajos de mantenimiento para la empresa son realizados, por el equipo técnico de la empresa constituido por un jefe de mantenimiento y técnicos los cuales tienen capacidad de mecánica y electricidad industrial.

En la figura 5, se muestra el mantenimiento actual que la empresa realiza a las máquinas.

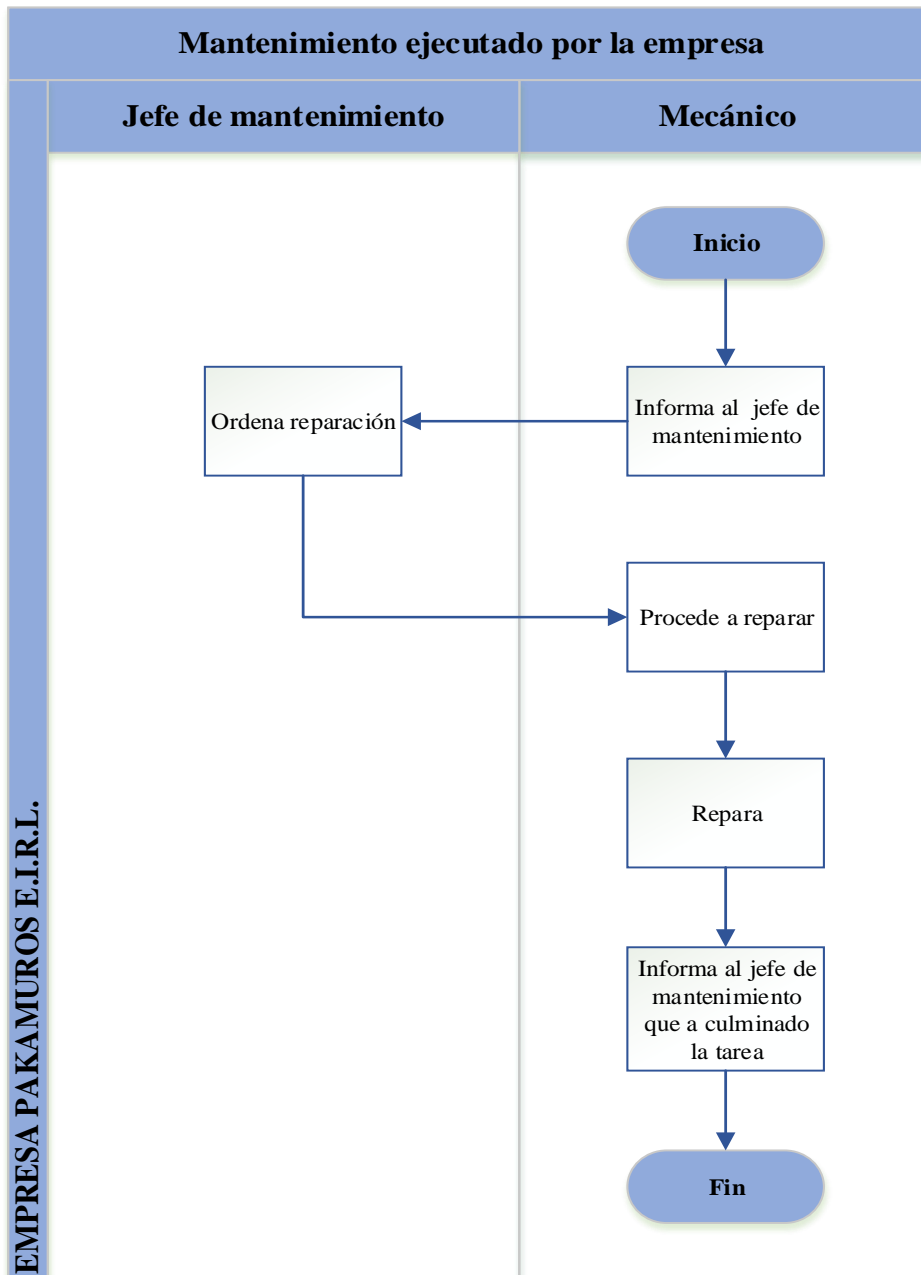


Figura 5: Mantenimiento actual que la empresa realiza a las máquinas.
 Fuente: Elaboración propia.

3.1.4. Fallas identificadas en las máquinas.

En la siguiente tabla se presenta los principales fallos que se han identificado en los últimos años hasta la fecha (2017 – 2018).

Tabla 11: Principales fallos identificados en las máquinas de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

Fallos comunes	
1	Falta de lubricación
2	Recalentamiento
3	Desgastes
4	Obstrucción por partículas
5	Cambio de rodajes
6	Sobrecargas
7	Roturas
8	Cambio de contactos
9	Alineación
10	Fugas de aceite
11	Fuga de aire
12	Falta de ajustes de pernos
13	Fisuras de rodamientos
14	Holgura de cadena / fajas
15	Vibraciones excesivas

Fuente: Empresa Pakamuros E.I.R.L. Elaboración propia.

Así mismo es importante determinar la relevancia de los fallos que se presentan con la finalidad de establecer mejoras. En ese sentido se realizó un análisis de Pareto, mediante el cual se encontró los siguientes fallos.

Tabla 12: Análisis de diagrama de Pareto para los fallos encontrados en el 2017 – 2018.

Fallos comunes	Frecuencia	% acumulado
1 Falta de lubricación	250	23%
2 Recalentamiento	200	41%
3 Desgastes	180	58%
4 Sobrecargas	140	70%
5 Roturas	46	75%
6 Vibraciones excesivas	41	78%
7 Fugas de aceite	40	82%
8 Fuga de aire	38	86%
9 Falta de ajustes de pernos	31	88%
10 Obstrucción por partículas	27	91%
11 Cambio de rodajes	25	93%
12 Fisuras de rodamientos	23	95%
13 Holgura de cadena / fajas	20	97%
14 Cambio de contactos	18	99%
15 Alineación	14	100%

Fuente: Empresa Pakamuros E.I.R.L. Elaboración propia.

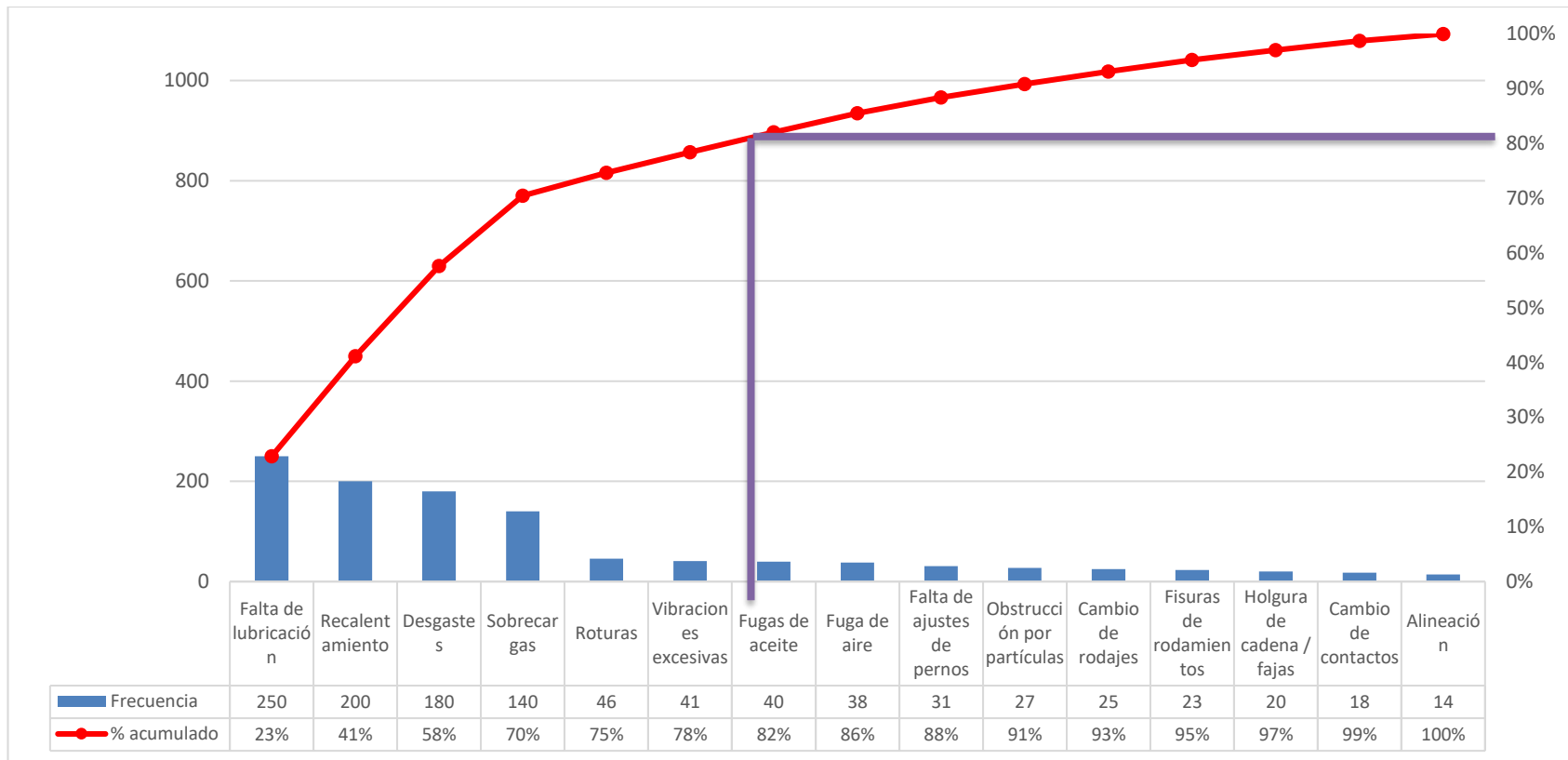


Figura 6: Diagrama de Pareto (80 – 20) de los principales fallos identificados en la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.
 Fuente: Elaboración propia.

3.1.5. Lista de repuesto o piezas de las máquinas.

En la tabla 13, se muestra la lista de repuestos que las maquinas necesitan para su respectivo mantenimiento.

Tabla 13: Lista de repuestos de cada máquina.

TOLVA DE CARGUIO N° 1			
Ítem	Descripción	Características	Cantidad mínima
1	Pin pasador de cadena Oruga	Pasador de 20mim x 105 mm	4
2	Manguera hidráulica.		2
3	Rodamiento motor eléctrico Bba. Hidráulica.		2
FAJAS TRASPORTADORA N° 1, 2,3			
1	Cadena Paso 80 / 1.5metros	3 metros	3 metros
2	Rodamientos motor eléctrico		
AMASADORA			
1	Rodaje de eje de paletas interior.	22313 E1 C3	2
2	Rodaje de eje de paletas Exterior.	22222 EK	2
3	Manguito rodamiento 22222EK	H3122	2
4	Eje de segunda (Arrastre) Interior.	NJ 22217 E1 C3	1
5	Eje de segunda (Arrastre) Exterior	NU 2317 EM1 C3	1
6	Rodaje de Eje de Volante Interior	NJ315 EJP3	1
7	Rodaje de Eje de Volante Exterior.	21315 E1 C3	1
8	Rodaje de Eje de Volante interior	NJ315EJP3	1
9	Rodaje de Volante	NU2214 EM1 C3	2
10	Rodajes de eje de entrada de paletas interior.(1)	29417 (Cónico)	1
12	Rodajes de eje de entrada de paleta Exterior (1)	22220 E1 C3 (Doble hilera)	1
13	Rodajes de eje de entrada de paletas interior.(2)	29417 (cónico)	1
14	Rodajes de eje de entrada de paletas Exterior (2)	22220 E1 C3 (Doble hilera)	1
15	Reten de eje de volante	90 x 120 x12	1
	FAJA	C -210	
	Rodamiento motor eléctrico		
EXTRUSORA			
1	Eje de chumacera volante de transmisión	22217 E1kC3	1
2	manguito de rodamiento (22217 E1kC3)	HA 317	1
3	Rodajes de polea de volante	NU216 E1 C3	1
4	Rodajes de Eje de polea Exterior	NU2219	1
5	Rodajes de Eje de polea Interior	NJ 315	1
6	Eje de primera y segunda Exterior	NU 2215 M1 C3	1
7	Eje de primera y segunda interior	UN 218 M1 C3	1
8	Árbol de segunda interior	NJ2318 M1 C3	1
9	Árbol de segunda Exterior	NU 2222	1
10	Rodamiento de puño Exterior	22211 C1 C3	1
11	Rodamiento de puño Exterior (otra marca)	4211B	1
12	Rodamiento de puño interior	UN 2212 EJP 3-C3	1
13	Rodaje de sinfín exterior	NU2226	1
14	Rodaje de sinfín Interior	UN 2317 M1 C3	1
15	Rodamiento de agujas	AXK100135-A/0-10	1
16	FAJA	D -208	6
17	Rodamiento Motor eléctrico		
MESCLADOR			
1	Eje de volante interior	NJ2314E1C3	1
2	Eje de volante exterior	22317 E1.C3	1
3	Rodaje de volante	2220MJ141.H	2
4	Puños de mescladora	22313E1KC3.	2
5	Maguito Rodamiento 22313E1KC3.	H2313	2
6	Ejes secundarios	NU2315ETVP2.C3	2

7	Reten de tapa de eje volante	100 x 120 x 13	2
8	6 Fajas	C210	6
9	Rodamiento motor eléctrico		
LAMINADOR			
1	Rodamientos rodillo laminador	22230 E1 k C3	2
2	Maguito de rodamiento	H3130	2
3	Contratuercas de manguito	KM30	2
4	Rodamiento motor eléctrico		
5	Faja Motor eléctrico	C-255	5
6	Faja lado rodillo	D-210	5
CORTADOR			
1	Rodamiento motor eléctrico		
2	Cadena N° 428	N° 428	2 metros
3	Cadena N° 80	N° 80	4 metros
4	Faja		1
5	Piñón 12	N° 12	1
6	Piñón 16	N° 16	1
AUTOMATISMO			
1	PLC – SEW 24 V DC /A: 0.75	DHF 41B/OMH41B-TO/UOH21B	1
2	Variador		
3	Variador		
4	Sensor		
5	Sensor		
6	Sensor		
SECADERO			
1	Rodamiento Extractor soplador N° 1	22217HA 317	2
2	Faja Extractor soplador N° 1		
3	Rodamiento motor eléctrico		
4	Rodamiento Extractor soplador N° 1	22217HA 317	2
5	Faja Extractor soplador N° 1		
6	Extractores de humedad rodamiento		
7	Rodamiento motor eléctrico		
8	Faja extractor de humedad	PX 75	4
9	Rodamiento ventilador Italiano		
10	Rodamiento ventilador Brasileiro		
11	Piñón reductor SEW		
12	Piñón Reductor SEW		
HORNO DE QUEMADO			
1	Pistón	Manguera de alta presión hidráulica 2 metros x ½.	
2	Pistón	Kit de sellos para pistón.	
3	Motor eléctrico motor chimenea	Rodamiento 6309C3/6209 C3	1-Ene
4	Motor eléctrico intercambiador	Rodamiento 6306 C3/ 6206.C3	1-Ene
5	Quemadores motor eléctrico	6203 C3, 6203 C3	1-Ene
6	Extractor de humedad pre horno	6206 C3, 6205 C3	1-Ene
7	Carros de transferencia.	Cadena doble paso N° 60.	10 metros
8	Carros de transferencia.	Chumaceras pasó N° 80.	20 metros

Fuente: Empresa Pakamuros E.I.R.L. Elaboración propia.

3.1.6. Identificación de las maquinas críticas

A continuación, se presentan las máquinas críticas del proceso de producción de la empresa Pakamuros E.I.R.L.

Hasta la fecha la empresa solo ha realizado el mantenimiento correctivo, reparan las maquilas cuando estas presentan fallas. El hecho que la empresa no planifique

y ejecute otro tipo de mantenimiento que ayude a prevenir dichos inconvenientes ha venido generando:

- Paradas del proceso
- Desmotivación del personal
- Gastos en máquinas nuevas
- Compra excesiva de repuestos
- Falta de capacitación

Dentro de las máquinas que se emplean en el proceso de producción se determinó, mediante la guía de observación, que las paradas más frecuentes por averías o fallos inapropiados son las máquinas de moldeado y triturado de materia prima, ya que estas trabajan a gran esfuerzo y presión por lo que se detiene la producción por un cambio de pieza como chumaceras, rodajes, palas, martillos, regias, lubricación, entre otros.

La frecuencia gradual de la generación de paradas va entre 2 a 3 por semana, en ocasiones por lubricación o por cambio de piezas como se mencionó.

Esta situación lo único que refleja es que no se cumpla con la producción programada, reflejándose la problemática con necesidad de manejar un plan de gestión de mantenimiento.

Así mismo la empresa no presenta una data ordenada referida como registro de los trabajos de mantenimiento que se hacen, no presentan en detalle cada que tiempo realizan una reparación, ni presentan un control con los materiales o equipos que emplean para reparar las máquinas.

En la tabla 14 se muestran los equipos críticos que la empresa Pakamuros E.I.R.L. presenta.

Tabla 14: Lista de equipos críticos de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

Equipos de la empresa

Tolva de carguío N° 1
Faja transportadora N° 1
Faja transportadora N° 2
Faja transportadora N° 3
Amasadora
Extrusora
Mezclador

Equipos de la empresa

Laminador
Cortador
Horno

Fuente: Empresa Pakamuros E.I.R.L. Elaboración propia.

A continuación, se presenta un diagrama de causa efecto en el cual se determina los principales aspectos causantes de las averías que determinan o clasifican a una maquina en estado crítico. Como se puede observar en la figura 7.



Figura 7: Diagrama de causa – efecto en mantenimiento para la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.
 Fuente: Elaboración propia.

Resultados de la propuesta

Con respecto a la presentación de los resultados se analizaron los instrumentos y técnicas como son la entrevista y encuesta que se realizaron a los jefes y trabajadores de la empresa ya que servirá como clave para diagnosticar el estado actual de Pakamuros E.I.R.L.

1. ¿Cuenta con un área de trabajo propio o suelen contratar los servicios de mantenimiento para las maquinarias?

Jefe de producción: Sí cuenta con un área propia de mantenimiento.

Jefe de mantenimiento: Sí se cuenta con un área de mantenimiento, pero no se realiza adecuadamente.

2. ¿Qué tipo de mantenimiento ejecutan en la empresa (correctivo, preventivo, predictivo)? ¿O no presentan ningún tipo de mantenimiento?

Jefe de producción: No tengo entendido de que mantenimiento realizan, pero ni bien halla una falla en las maquinas informo de inmediato al jefe de mantenimiento.

Jefe de mantenimiento: El mantenimiento que se realiza a las maquinas es el correctivo.

3. ¿Cuáles son los procedimientos que se siguen para realizar los mantenimientos periódicos?

Jefe de producción: No dispongo de la información.

Jefe de mantenimiento: No se realiza un mantenimiento periódico ya que se espera que haya una falla de las máquinas para darles mantenimiento.

4. ¿Cuáles son los procedimientos que se siguen para identificar algún fallo o avería?

Jefe de producción: Solo espero que la maquina tenga alguna falla para llamar al jefe de mantenimiento.

Jefe de mantenimiento: No seguimos ningún procedimiento.

5. ¿Le dan capacitaciones para ampliar sus conocimientos y realizar su inspección y control de manera correcta los mantenimientos? De brindarles las capacitaciones ¿Cada que tiempo recibe dichas capacitaciones?

Jefe de producción: Sí, me brindan capacitación, pero no es con respecto a mantenimiento.

Jefe de mantenimiento: Sí, recibo capacitación, pero no son evaluadas.

6. ¿En los últimos periodos de trabajo, cuáles son los fallos más frecuentes que se han generado en la empresa?

Jefe de producción: No dispongo de información.

Jefe de mantenimiento: Por cambio de pieza, por antigüedad, corto circuito, sobre producción, entre otros.

Análisis de la entrevista:

De acuerdo a la entrevista que se aplicó al jefe de producción y al jefe de mantenimiento se puede concluir lo siguiente.

1. No cuenta con procedimientos adecuados para evaluar los fallos de los equipos.
2. La empresa presenta problemas con respecto al tiempo de paradas, sobre producción o tiempo improductivo.
3. Las capacitaciones no presentan evaluación lo que ocasiona que el participante (Jefe de mantenimiento y operarios) no presten importancia.
4. No presenta con programa de mantenimiento solo se basa en mantenimientos correctivos.
5. No cuenta con los instrumentos necesarios para realizar los mantenimientos a los equipos.

Análisis de encuesta

1. La empresa cuenta con un plan de mantenimiento considerando los tipos preventivo y correctivo para cada una de las máquinas.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente en desacuerdo (TD)	5	42%
En desacuerdo (ED)	4	33%
De acuerdo (DA)	1	8%
Totalmente de acuerdo (TA)	2	17%
Total	12	100%

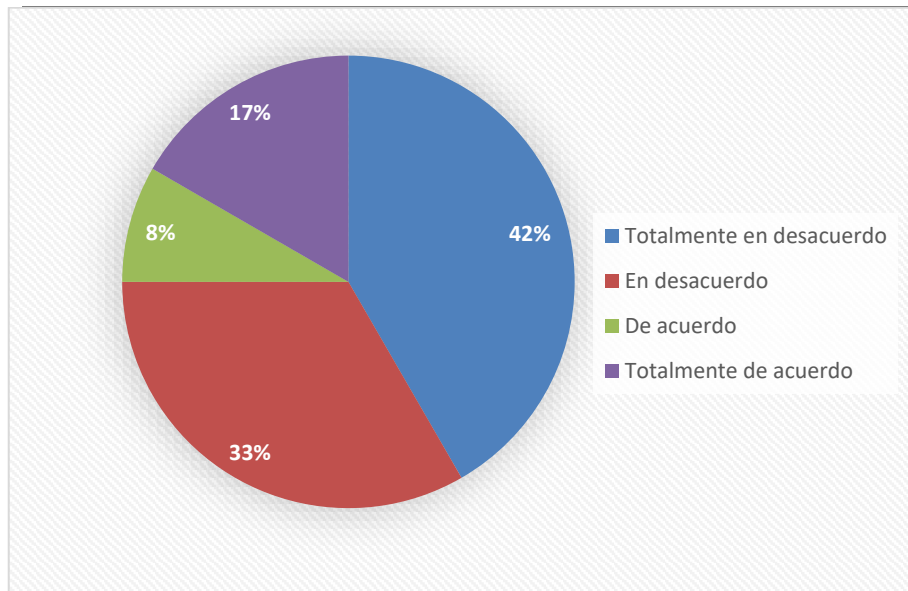


Figura 8: Plan de mantenimiento.
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 8 se muestra que el 42% de los operarios menciona que la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento (preventivo y correctivo), mientras que el 8% menciona que sí.

2. Conoce que la empresa cuente con la mano de obra calificada para realizar las tareas de mantenimiento de las máquinas.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
TD	3	25%
ED	4	34%
DA	4	33%
TA	1	8%
Total	12	100%

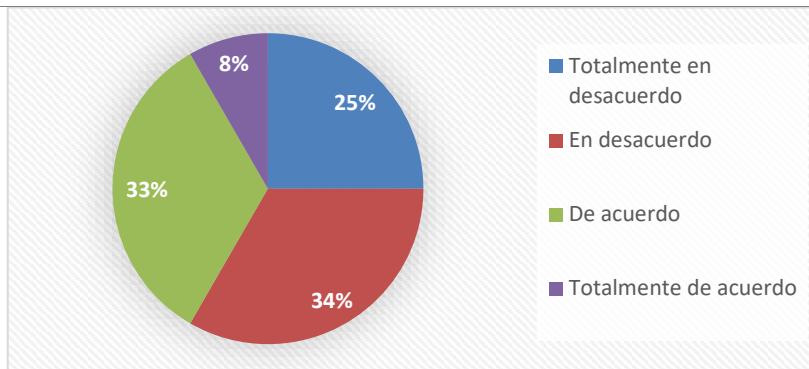


Figura 9: Mano de obra calificada.
Fuente: Elaboración propia.

La figura 9 se muestra que el 34% de los operarios menciona que la empresa no cuenta con profesional calificado mientras que el 8% menciona que si lo cuenta.

- Las máquinas que están bajo su responsabilidad, cuentan con la información técnica completa ay adecuada para realizar su mantenimiento.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
TD	0	0%
ED	1	8%
DA	3	25%
TA	8	67%
Total	12	100%

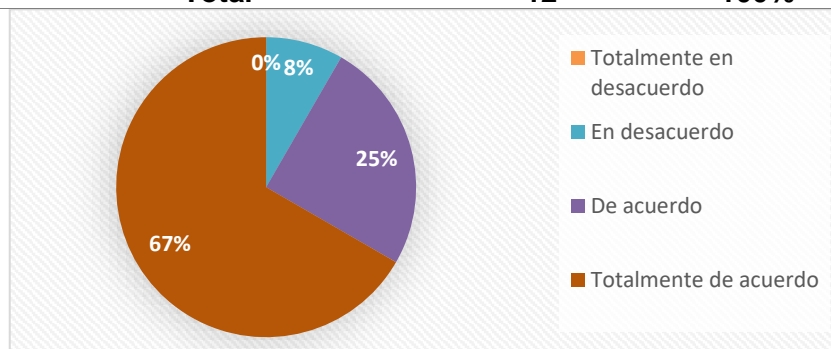


Figura 10: Mano de obra calificada.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 10 se muestra que el 67% de los operarios dice que las máquinas que están bajo su responsabilidad cuentan con información técnica completa, mientras que el 8% dice que no.

4. El personal que conoce como responsable del área de mantenimiento recibe capacitaciones constantes para desarrollar sus labores.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
TD	1	8%
ED	4	34%
DA	6	50%
TA	1	8%
Total	12	100%

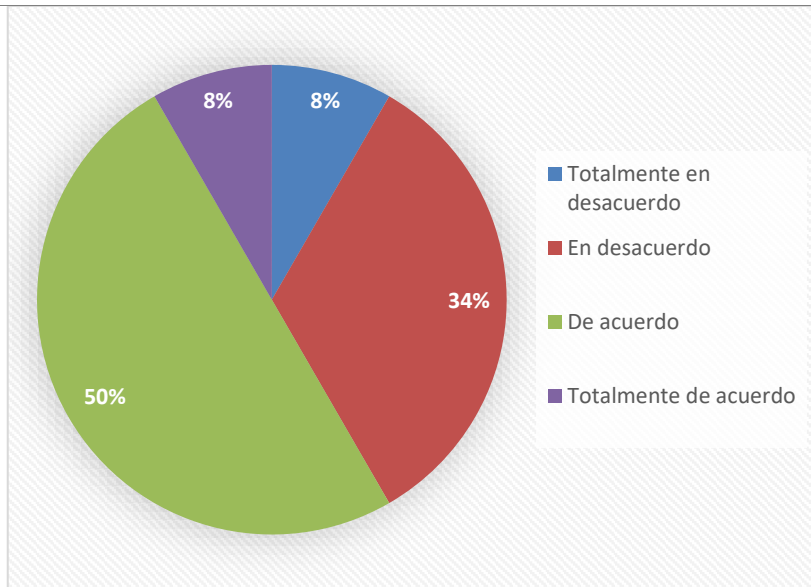


Figura 11: Capacitaciones constantes.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 11 se muestra que el 50% de los operarios menciona la persona que está en cargada del área de mantenimiento recibe capacitaciones, mientras que el 8 % menciona que no.

5. Les es fácil identificar los fallos que tiene la maquinaria para que puedan reportar al área y den las respectivas tareas de mejora.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
TD	1	8%
ED	7	58%
DA	2	17%
TA	2	17%
Total	12	100%

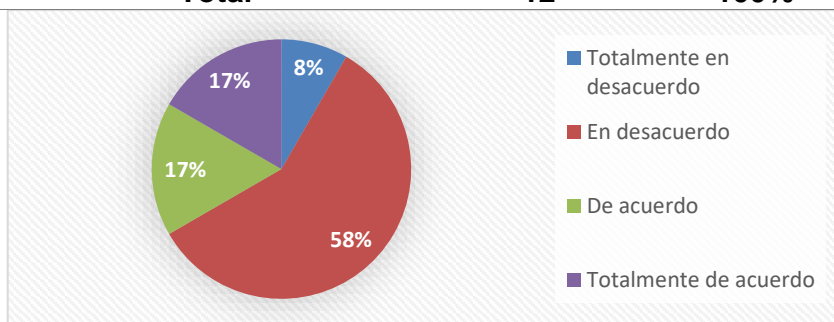


Figura 12: Fallos de las máquinas.
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 12 se muestra que el 58% de los operarios menciona que le es difícil identificar los fallos de las máquinas, mientras que el 8 % menciona que sí.

6. Participa de manera activa en la ejecución del mantenimiento de la maquinaria que se encuentra fuera de servicio.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
TD	1	8%
ED	2	17%
DA	6	50%
TA	3	25%
Total	12	100%

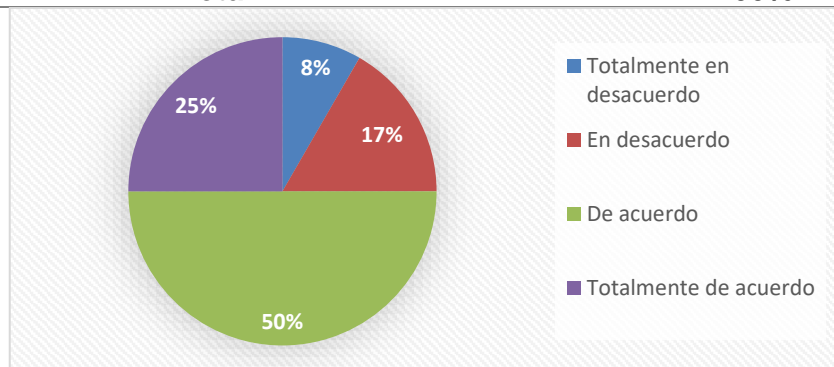


Figura 13: Mantenimiento de máquinas.
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 13 se muestra que el 50% de los operarios menciona que participa de manera activa en la ejecución del mantenimiento de la maquinaria mientras que el 8 % dice que no.

7. Se tiene conocimiento de que la empresa cuenta con repuestos en stock de almacenes.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
TD	1	8%
ED	7	59%
DA	4	33%
TA	0	0%
Total	12	100%

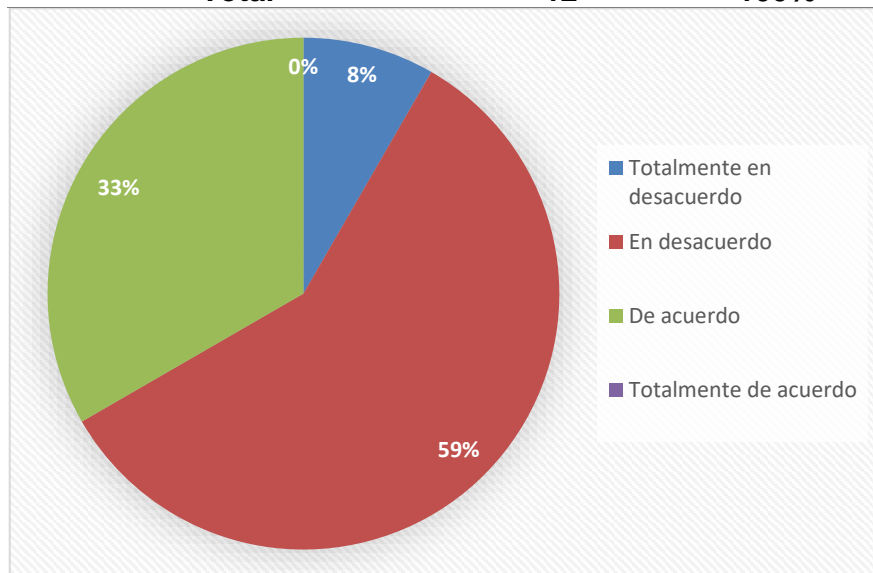


Figura 14: Stock de repuestos.
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 14 se muestra que el 59% de los operarios menciona que no tiene conocimiento que la empresa cuenta con un stock de repuestos, mientras en el 33 % dice que sí.

8. Cuenta con los instrumentos de diagnóstico necesarios para restablecer rápidamente una máquina después del fallo.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
TD	7	59%
ED	1	8%
DA	4	33%
TA	0	0%
Total	12	100%

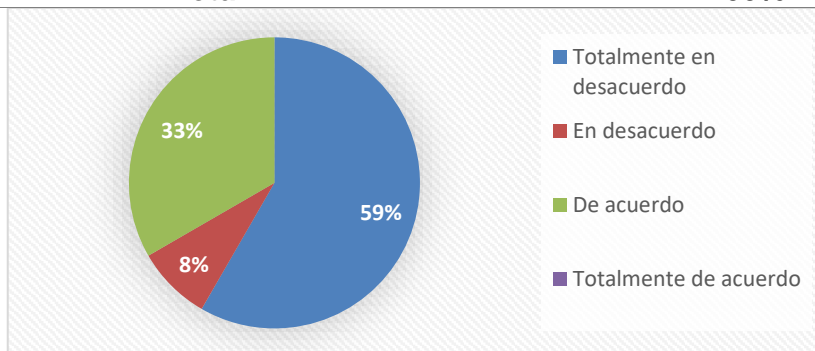


Figura 15: Instrumentos.
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 15 se muestra que el 59% de los operarios menciona que no cuenta con los instrumentos necesarios para restablecer una maquina mientras que el 33 % dice que sí.

- Realizan registros o formatos los cuales evidencien que se ejecuta el mantenimiento para cada maquinaria que lo requiere.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
TD	1	8%
ED	3	25%
DA	6	50%
TA	2	17%
Total	12	100%

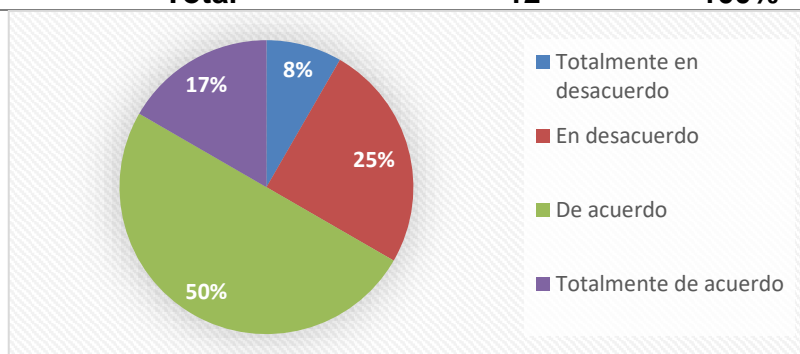


Figura 16: Registros.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 60 se muestra que el 50% de los operarios menciona que si existen registro o formatos las cuales evidencian la ejecución de mantenimiento para cada máquina mientras que el 8 % dice que no.

10. Cuenta con servicios externos de si es necesario para desarrollar el mantenimiento de las máquinas que lo requieran.

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
TD	7	59%
ED	1	8%
DA	3	25%
TA	1	8%
Total	12	100%

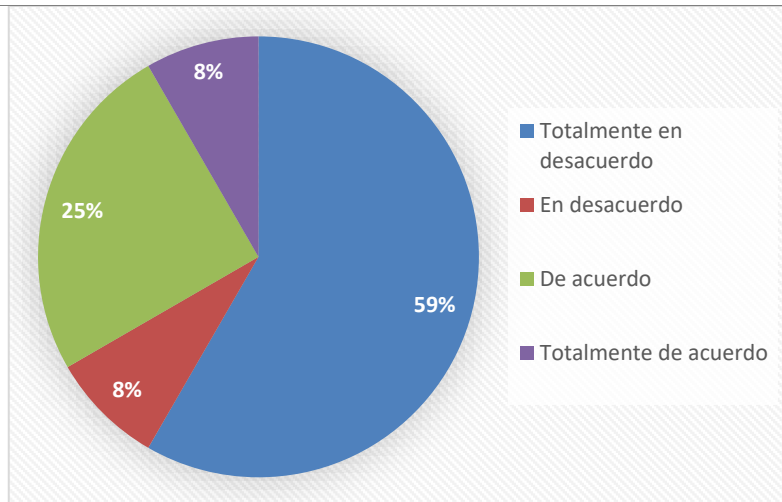


Figura 17: Servicios externos.
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 17 se muestra que el 59% de los operarios menciona que no cuenta con servicios externos para el mantenimiento de máquinas, mientras que el 8 % dice que sí.

3.2. Discusión de resultados.

Se realizó una entrevista al jefe de producción y jefe de mantenimiento acerca del mantenimiento que se realizan a las máquinas y una encuesta a los trabajadores para saber si están informados de la gestión de mantenimiento que se realiza a los equipos de la empresa. Identificando problemas en la gestión de mantenimiento reflejándose en el proceso, ya que ocasiona paradas no programadas. Además, una inadecuada gestión que repercute en el incremento de costos, debido al incumplimiento a los plazos establecidos, ocasionando incomodidad a los clientes.

Cruz (2016), recalca que el éxito de las empresas es que sus procesos se realicen de forma correcta sin ningún problema por ello se tiene que realizan un control en la gestión de mantenimiento realizando un mantenimiento preventivo y realizando un análisis que permita determinar las fallas críticas que las maquinas presentan. Así lograr la confiabilidad y disponibilidad de las 40 máquinas.

Fuente (2015), indica que lograr una buena gestión de mantenimiento permite optimización de costos, aparte que mejora la disponibilidad de equipos, y a la vez incrementa la confiabilidad de operar los equipos, lo cual permite a la planta de producción cumplir sus programas de producción y mejorar su eficiencia.

Barreda (2015), manifiesta que el RCM permite ejecutar un mantenimiento con mejor resultado, debido a que permite el incremento de la seguridad y confiabilidad de operatividad de los equipos de una empresa, fundamentalmente porque esta metodología analiza de forma crítica los modos de fallos.

Milanese (2013), también manifiesta que la metodología RCM permite un mejor mantenimiento de equipos, es más confiable y garantiza resguardar la vida útil de los equipos, así como la calidad del producto a menor costo, porque minimiza la ocurrencia de fallo, de fallas de productos, desperdicios y reproceso.

Por lo expuesto, se determinó aplicar un plan de gestión de mantenimiento, en base al RCM, porque se busca incrementar la producción ofreciendo mayor disponibilidad de equipos, asegurando el cumplimiento de la producción comprometida a los clientes.

3.3. Propuesta de investigación.

3.3.1. Formación del grupo de trabajo para la mejora

El fin de la mejora es aumentar la producción de la empresa Cerámicos Pakumuros E.I.R.L., logrando la disminución de las paradas por averías imprevistas que limitan cumplir con la programación de la producción diaria.

El mantenimiento basado en RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad) presenta una serie de fases las cuales permite mostrar de manera planificada y ordenada las acciones o actividades que debe realizarse para lograr las mejoras propuestas. A continuación, se presentan dichas fases.

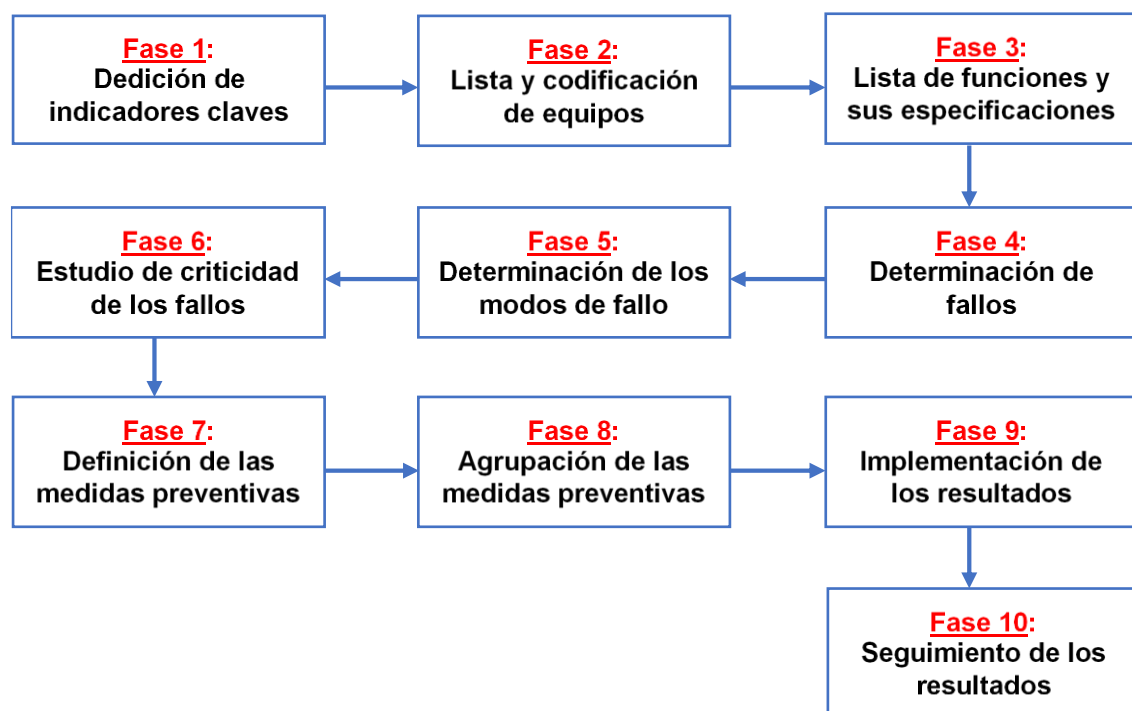


Figura 18: Fases de la gestión de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM).
Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. Desarrollo de fases

Fase 1: “Desarrollo de indicadores puntuales”

Los indicadores son esenciales para la evaluación de las mejoras que se logran mediante la planificación del mantenimiento de las máquinas de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

Tiempo promedio para fallar (TPPF)

Tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a capacidad sin interrupción.

$$TPPF = \frac{\text{Horas trabajadas}}{\text{Cantidad total de paros o fallos}}$$

Tiempo promedio para reparar (TPPR)

Tiempo medio necesario para solucionar una avería identificada.

$$TPPR = \frac{\text{Horas paradas para la eliminación de los fallos}}{\text{Cantidad total de paros o fallos}}$$

Tiempo promedio entre fallos (TMEF)

Frecuencia con que suceden las averías.

$$TMEF = \frac{\text{Horas totales del periodo}}{\text{N° de paradas}}$$

Disponibilidad total (DT)

La disponibilidad no debe ser menor al 0,95, para obtener buenos resultados.

$$DT = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas paradas por mantenimiento}}{\text{Horas totales}}$$

Utilización

Se considera como el tiempo efectivo de operación durante un periodo determinado.

Confiabilidad (C)

Se considera como la probabilidad de que un equipo cumpla con una función específica bajo algunas condiciones en un tiempo determinado.

$$C = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas paradas por mantenimiento no programado}}{\text{Horas totales}}$$

Normalmente se debe tener un nivel del 85% de confiabilidad para considerarse beneficio y mejora dentro del proceso productivo.

Producción (P)

Cantidad de productos obtenidos una vez se transforme todos los recursos necesarios con ayuda de maquinaria y mano de obra.

$$P = \frac{Tb}{Tc}$$

P = Producción

Tb = Tiempo base

Tc = Tiempo de ciclo

Se conoce por antecedentes que la mejora de producción se estima en el aumento en un 5% aproximadamente para generar beneficios a la empresa.

Fase 2: “Lista y codificación de equipos”

La empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L. hasta la fecha cuenta con un total de 160 maquinarias y equipos tanto de producción como de área de mantenimiento y taller aproximadamente.

El fin de codificarlas es mantener un orden en la localización, manejo y reubicación durante el empleo de cada una de ellas. Así mismo es fundamental para lograr un mantenimiento preventivo ordenado y registrable.

Para la codificación adecuada, primero se debe definir una estructura de código. La estructura básicamente consta de 8 dígitos, los 2 primero definen el grupo y los 6

restantes definen la descripción de lo que se está codificando, en este caso las máquinas.

Tabla 15: Lista de grupos.

Código de grupo	Descripción
PR	Preparación
FO	Formado
FA	Faja de mesa 1
SE	Secado
CA	Cámara de secado 1
CS	Cámara de secado 2
PH	Pre horno
QE	Quemado (horno)
TR	Traslado de aserrín
SB	Sub estación
TM	Taller de mantenimiento
TA	Taller de almacenamiento

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16: Catálogo de códigos de los equipos de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

Código	Equipo
PR100001	Tolva de carguío N° 1
PR100002	Tolva de carguío N° 2
PR100003	Bomba hidráulica
PR100004	Motor hidráulico
FO200001	Tablero de distribución eléctrica fuerza.
FO200002	Tablero ccm
FO200003	Mesclador
FO200004	Motor eléctrico de mesclador
FO200005	Laminador
FO200006	Motor eléctrico laminador
FO200007	Amasadora
FO200008	Motor eléctrico amasadora
FO200009	Extrusora
FO200010	Motor eléctrico extrusora
FO200011	Cortadora
FO200012	Motor eléctrico cortadora
FO200013	Bomba de vacío n° 1
FO200014	Motor eléctrico bomba de vacío n°1
FO200015	Bomba de vacío n° 2
FO200016	Motor eléctrico bomba de vacío n°1

FO200017	COMPRESOR de pistón
FO200018	Compresor atlas coopco
FA300001	Motor eléctrico faja mesa 1
FA300002	Faja mesa 2
FA300003	Motor eléctrico faja mesa 2
FA300004	Faja mesa 3
FA300005	Motor eléctrico faja mesa 3
FA300006	Cargador de estantes automatizado (automatismo)
FA300007	Faja transportadora 1
FA300008	Motor eléctrico faja transportadora 1
FA300009	Faja transportadora 2
FA300010	Motor eléctrico faja transportadora 2
FA300011	Faja transportadora 3
FA300012	Motor eléctrico faja transportadora 3
FA300013	Sistema de iluminación
FA300014	Sistema de iluminación
SE400001	Estantes
SE400002	Carro de transferencia n° 1 ingreso
SE400003	Motor eléctrico carro de transferencia 1
SE400004	Carro de transferencia n° 2 salida
SE400005	Motor eléctrico carro de transferencia 2
SE400006	Sistema control de temperatura
SE400007	Dámper de control de aire ingreso cámara de secados 1,2
SE400008	Iluminación
SE400009	Infraestructura
SE400010	Rieles
CA500001	Extractor soplador N° 1
CA500002	Motor eléctrico de soplador 1
CA500003	Recirculador de ventiladores
CA500004	Extractor humedad N°1-1
CA500005	Motor eléctrico extractor 1-1
CA500006	Extractor humedad N°1-2
CA500007	Motor eléctrico extractor 1-2
CA500008	Ventilador brasilero N°-1
CA500009	Ventilador brasilero N°-2
CA500010	Ventilador brasilero N°-3
CA500011	Ventilador brasilero N°-4
CA500012	Ventilador brasilero N°-5
CA500013	Ventilador brasilero N°-6
CA500014	Ventilador brasilero N°-7
CA500015	Ventilador brasilero N°-8
CA500016	Ventilador brasilero N°-9
CA500017	Ventilador Italiano Ventilador Italiano N°- 1

CA500018	Ventilador Italiano Ventilador Italiano N°- 2
CA500019	Ventilador Italiano N°- 3
CA500020	Ventilador Italiano N°- 4
CS600001	Extractor soplador N° 2
CS600002	Motor eléctrico extractor soplador 2
CS600003	Extractor de humedad 2.1
CS600004	Motor eléctrico extractor soplador 2.1
CS600005	Extractor de humedad 2.2
CS600006	Motor eléctrico extractor soplador 2.2
CS600007	Recirculado de ventiladores
CS600008	Tablero CCM (ventiladores)
CS600009	Extractor humedad N°1-1
CS600010	Extractor humedad N°1-2
CS600011	Ventilador brasilero N°-1
CS600012	Ventilador brasilero N°-2
CS600013	Ventilador brasilero N°-3
CS600014	Ventilador brasilero N°-4
CS600015	Ventilador brasilero N°-5
CS600016	Ventilador brasilero N°-6
CS600017	Ventilador brasilero N°-7
CS600018	Ventilador brasilero N°-8
CS600019	Ventilador brasilero N°-9
PH700001	Pistón de empuje
PH700002	Unidad hidráulica
PH700003	Extractor de chimenea
PH700004	Motor eléctrico extractor chimenea
PH700005	Extractor soplador
PH700006	Motor eléctrico extractor soplador
QE800001	Sistema de control de temperatura. (tablero)
QE800002	Vagones.
QE800003	Intercambiador de calor
QE800004	Motor eléctrico intercambiador de calor.
QE800005	Extractor de chimenea
QE800006	Motor eléctrico extractor de chimenea
QE800007	Dámper de control de aire salida horno
QE800008	Ventiladores de enfriamiento ladrillo de salida 1
QE800009	Ventiladores de enfriamiento ladrillo de salida 2
QE800010	Puerta de ingreso al horno motor eléctrico
QE800011	Carro de transferencia quemado 1
QE800012	Moto reductor carro de transferencia 1
QE800013	Carro de transferencia quemado 2
QE800014	Moto reductor carro de transferencia 2
QE800015	Soplador aire para quemadores N° 1
QE800016	Soplador aire para quemadores N° 2

QE800017	Pistón de empuje
QE800018	Compresor de lubricación de vagones.
QE800019	Unidad hidráulica de pistón
QE800020	Tablero CCM (Quemadores)
QE800021	Quemador N°1
QE800022	Quemador N°2
QE800023	Quemador N°3
QE800024	Quemador N°4
QE800025	Quemador N°5
QE800026	Quemador N°6
QE800027	Quemador N°7
QE800028	Quemador N°8
QE800029	Quemador N°9
QE800030	Quemador N°10
QE800031	Quemador N°11
QE800032	Quemador N°12
QE800033	Quemador N°13
QE800034	Quemador N°14
QE800035	Quemador N°15
QE800036	Quemador N°16
TR900001	Tablero control sistema de transporte de aserrín CCM
TR900002	Tolva de carguío
TR900003	Faja. de oruga
TR900004	Motor eléctrico faja de oruga Zaranda.
TR900005	Motor eléctrico zaranda.
TR900006	Cadena transportadora N° 1
TR900007	Moto reductor cadena transportadora1
TR900008	Cadena transportadora N° 2
TR900009	Moto reductor cadena transportadora 2
TR900010	Cadena transportadora N° 3
TR900011	Moto reductor cadena transportadora 3
TR900012	Cadena transportadora N° 4
TR900013	Moto reductor cadena transportadora 3
TR900014	Faja de tolva
TR900015	Moto reductor eléctrico faja tolva
SB010001	Transformador de 250 kw
SB010002	Transformador de 300 kw
SB010003	Tablero de transferencia
SB010004	Tablero compensador de energía reactiva 1
SB010005	Tablero compensador de energía reactiva 2
SB010006	Grupo electrógeno 320 Kw
TM011001	Torno universal (operativo)
TM011002	Taladro fresador (operativo)
TM011003	Equipo de oxicorte.(Operativo)

TM011004	Esmeril 1/2 HP (Operativo)
TM011005	Fresador universal(fuera de servicio)
TM011006	Trozador industrial (Fuera de servicio)
TM011007	Taladro de columna (Fuera de servicio)
TA012001	Motor eléctrico 1 hp 1 (malogrado)
TA012002	Motor eléctrico 1 hp 2 (malogrado)
TA012003	Motor eléctrico 1 hp 3(Malogrado)
TA012004	Motor eléctrico 1 hp 4(Malogrado)
TA012005	Motor eléctrico 40 hp(operativo)
TA012006	Motor eléctrico 70 hp (operativo)

Fuente: Elaboración propia.

Fase 3: “Lista de funciones y sus especificaciones”

La empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L. brinda a sus clientes la producción de ladrillos de diversos tipos para la construcción de paredes y techos. Para esto es fundamental que la empresa cuente con todos los recursos que permita facilitar cumplir con la producción que se programa para bastecer los requerimientos contratados.

Para conocer cada una de las máquinas principales con las que cuenta la empresa, que permiten tener de manera específica criterios que facilitan el mantenimiento, se presenta la ficha técnica de cada una de ellas.

Tabla 17: Ficha técnica de tolva de carguío N°1.

Motor		Transmisión	
Modelo	Hyundai Powertec D6CB, Norma Euro III.	Modelo	Hyundai ZF 16S151 OD.
Tipo	Turbo Intercooler, 6 cilindros en línea	Tipo	16 velocidades sincronizadas más 2 reversas
Cilindrada	12.300 cc.	Relaciones	1° 13,80 16° 0,84.
Potencia	380 HP @ 1.900 RPM.	Embrague	Monodisco 430 mm., accionamiento servo asistido.

Torque	1.568 Nm @ 1.200 - 1.500 RPM.	Diferencial	Con bloqueo de accionamiento electrónico, relación 4,875:1.
Inyección	Inyector bomba DELPHI, controlado electrónicamente.	Capacidad (kg)	Configuración 8x4
Capacidad técnica máxima Eje delantero: (Kg.) 18.000 Eje trasero: (Kg.) 26.000 Total: (Kg.) 44.000		Capacidad de carga Eje delantero: (Kg.) 11.090 Eje trasero: (Kg.) 22.440 Total: (Kg.) 33.530	
Peso bruto vehicular	Total (Kg) 44.000	Tara	10.470 kg
Eje delantero	Modelo: Elliot, invertido tipo Suspensión: Ballestas semielípticas de hojas ventiladas. Capacidad: 18.000 Kg (9.000 x 2).	Eje trasero	Modelo: D12H. Tipo: Flotante. Suspensión: Ballestas semielípticas en tándem. Capacidad: 26.000 Kg. (13.000 x 2).

Fuente: Hyundai (2018)

Tabla 18: Ficha técnica de Faja transportadora Modelo TDL75.

Material	Producto de caucho	Tipo	Cinta transportadora
Estructura	Transporte de correa	Características del material	A pruebas de calor
Energía	0,4 kW – 22 kW	Capacidad de carga	15 – 890 t/h
Material de la correa	PVC, PU, caucho		
Voltaje	220/380V/415V	Velocidad de transporte	1,3 – 1,6 m/s
Certificación	ISO9001:2008	Ancho de la correa (mm)	500/650/800
Parámetros técnicos			
A través de rodillo	156/264/445	Tipo de rodillo Roller paralelo	84/142/236

Fuente: Alibaba (2018)

Tabla 19: Ficha técnica de Amasadora.

DESCRIPCIÓN			
Materia prima	Arcilla	Capacidad	20 – 45 m ³ /h

Marca	Brictec	Velocidad de eje de mezcla	27 R / min
Energía	45 kW	Voltaje	380 V
Eje de agitación separación mm	340	Dimensión L*W*H	4780x1040x875mm
Tanque agitado longitud mm			2990

Fuente: Alibaba (2018)

Tabla 20: Ficha técnica de Extrusora.

Marca	Sousa MS – 350	Tipo	Bloque hueco que hace la máquina.
Materia prima	Arcilla	Proceso	Cadena de producción del ladrillo
Método	Vacío extrusora	Numero de modelo	JKR40
Capacidad	25 t / hora	Energía	90 KW
Voltaje	Personalizado	Certificación	ISO 9001:2001
Dimensión (L*W*H)	4.6*2.2*1.5 m	Taladro diámetro	400 mm
Peso	6,2 t		

Fuente: Alibaba (2018)

Tabla 21: Ficha técnica de Mezclado.

Marca	Morando MBA4	Tipo	Ladrillo / máquina de hacer bloques hueco
Materia prima	Arcilla	Proceso	Máquina para fabricar ladrillo
Método	Vacío extrusora	Numero de modelo	DM32
Capacidad	30 t / hora	Energía	35 - 80KW
Voltaje	380 V	Certificación	ISO 9001
Dimensión (L*W*H)	2600*560*460 mm		

Fuente: Alibaba (2018)

Tabla 22: Ficha técnica Laminador.

Marca	Bonfanti	Tipo	bloques hueco que hace la maquina
Número de modelo	GS80*60	Peso	600 kg
Materia prima	Arcilla	Proceso	raw material crushin
Método	with motor	Espacio entre dos rodillos (mm)	1 - 10
Capacidad	20 t / hora	Certificación	ISO
Voltaje	220 V	Energía	30 – 22 kw
Dimensión (L*W*H)	2600*560*460 mm		

Fuente: Alibaba (2018)

Tabla 23: Ficha técnica de cortador.

Marca	Shiyue	Tipo	Bloque hueco que hace la máquina
Número de modelo	GS80*60	Peso total	1.2 t
Materia prima	Hormigón	Proceso	Máquina de moldear del ladrillo
Método	Presión hidráulica	Energía	9.7kw
Capacidad	3200-4000 unidades/8 horas	Certificación	CE/SGS/ISO9001
Voltaje	Voltaje local	Fuerza de vibración	35KN
Dimensión (L*W*H)	2050*1660*1900mm	Frecuencia de vibración	2800r/min
Paletas tamaño	850*450mm	Ciclo shaping	35 S

Fuente: Alibaba (2018).

Fase 4: “Determinación de fallos”

Considerando el análisis realizado durante el diagnóstico situacional se puede determinar los fallos que, hasta la fecha, las máquinas de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L. han presentado.

La determinación de fallos permite determinar cada una de las actividades que son necesarias para que se puedan evitar o controlar una vez se detecten, teniendo en cuenta el nivel de ocurrencia, severidad y efectividad.

Se considera indispensable la presentación de los medios o registros en los cuales se redacta el fallo que se sufre. Además de las acciones que el responsable del área de mantenimiento ejecutó.

Tabla 24: Equipos que presentan fallos con frecuencia.

Equipos de la empresa	
Tolva de carguío Nº 1	Mezclador
Faja transportadora Nº 1	Laminador
Faja transportadora Nº 2	Cortador
Faja transportadora Nº 3	Extrusora
Amasadora	Horno

Fuente: Empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

Se determinó mediante el análisis de Pareto, figura 15, que las fallas principales identificadas son: falta de lubricación, recalentamiento, desgastes, sobrecargas, roturas, vibraciones excesivas y fugas de aceite.

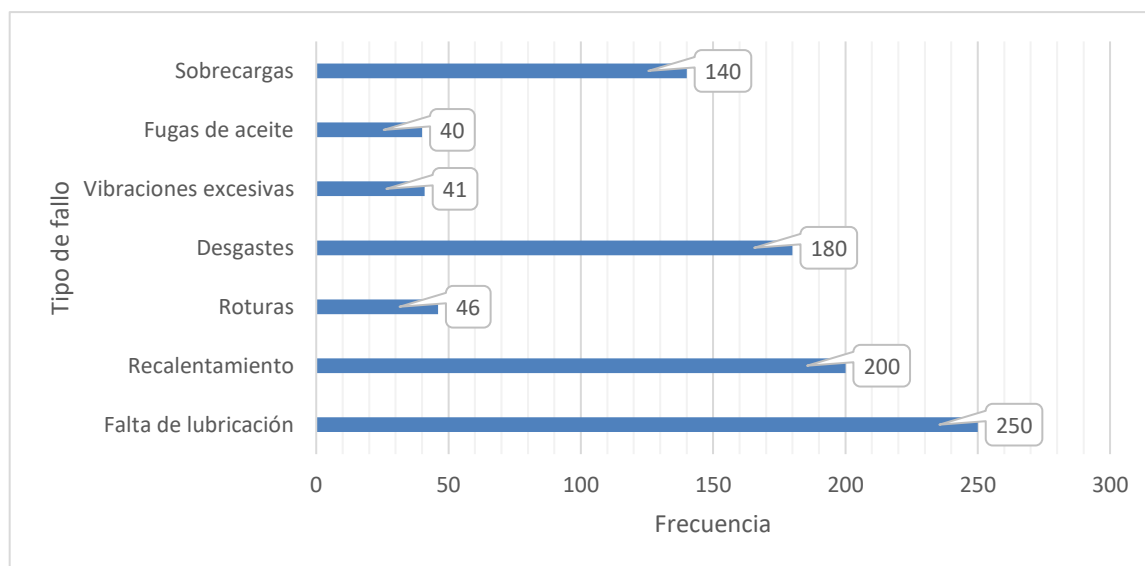


Figura 19: Fallos principales identificados en las máquinas de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

Fuente: Elaboración propia.

Es importante delimitar los equipos según la frecuencia con la ocurren dichos fallos, con el fin de que las mejoras sean destinadas con un nivel de rigurosidad específico, determinando la magnitud de mejora o cambio que se le pueda realizar conforme se apliquen las acciones destinadas.

Tabla 25: Equipos críticos con los fallos identificados.

Equipo	Fallo identificado	Frecuencia
Tolva de carguío N° 1	Falta de lubricación	33
	Recalentamiento	22
	Desgastes	21
	Sobrecargas	16
	Roturas	5
	Vibraciones exces.	5
	Fugas de aceite	6
Faja transportadora N° 1	Falta de lubricación	31
	Recalentamiento	21
	Desgastes	17
	Sobrecargas	13
	Roturas	5
	Vibraciones exces.	3
	Fugas de aceite	4

Faja transportadora Nº 2	Falta de lubricación	27
	Recalentamiento	22
	Desgastes	16
	Sobrecargas	12
	Roturas	5
	Vibraciones exces.	5
	Fugas de aceite	3
Faja transportadora Nº 3	Falta de lubricación	29
	Recalentamiento	20
	Desgastes	18
	Sobrecargas	14
	Roturas	5
	Vibraciones exces.	5
	Fugas de aceite	4
Amasadora	Falta de lubricación	26
	Recalentamiento	19
	Desgastes	16
	Sobrecargas	12
	Roturas	4
	Vibraciones exces.	5
	Fugas de aceite	4
Extrusora	Falta de lubricación	28
	Recalentamiento	24
	Desgastes	14
	Sobrecargas	10
	Roturas	6
	Vibraciones exces.	4
	Fugas de aceite	5
Mezclador	Falta de lubricación	26
	Recalentamiento	22
	Desgastes	15
	Sobrecargas	15
	Roturas	4
	Vibraciones exces.	5
	Fugas de aceite	5
Laminador	Falta de lubricación	25
	Recalentamiento	23
	Desgastes	16
	Sobrecargas	16
	Roturas	4
	Vibraciones exces.	3
	Fugas de aceite	4
Cortador	Falta de lubricación	25
	Recalentamiento	27
	Desgastes	15
	Sobrecargas	15
	Roturas	5
	Vibraciones exces.	6
	Fugas de aceite	5
Horno	Falta de lubricación	0
	Recalentamiento	0
	Desgastes	15
	Sobrecargas	17
	Roturas	3
	Vibraciones exces.	0

Fuente: Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

Según las frecuencias expresadas en la tabla 98, las maquinas criticas listadas han presentado más fallos por la falta de lubricación, por recalentamiento de los equipos, por desgaste de piezas que no fueron cambiadas en su debido periodo de cambio y por sobrecarga generadas por la sobre exigencia de las capacidades de cada uno de los equipos.

Para detallar de manera gráfica se presenta figura 19, en la cual se presenta todos los datos descritos en la tabla anterior.

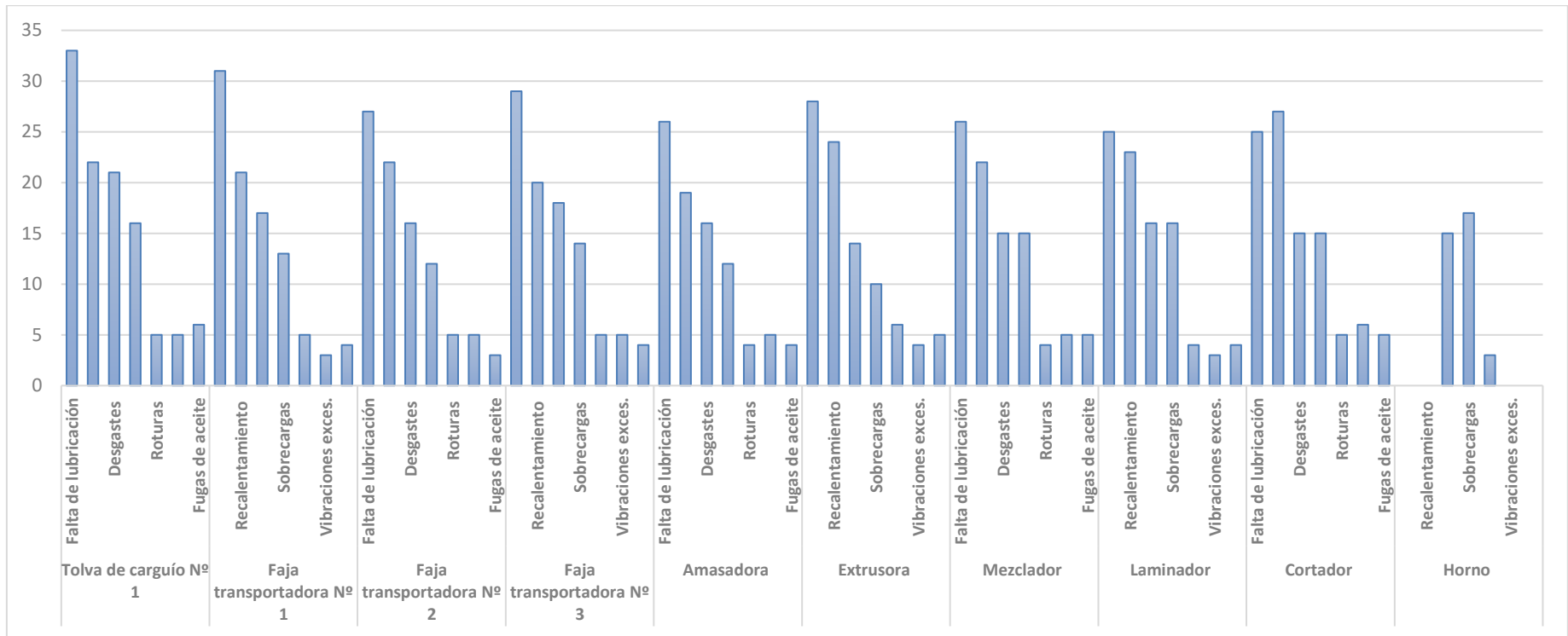


Figura 20: Fallos principales según la maquinaria crítica especificada.
Fuente: Elaboración propia.

Conclusión de fallos

Teniendo en cuenta los fallos presenciados, se puede asegurar que los equipos de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L. no están cumpliendo con sus funciones de manera adecuada, dificultando las proyecciones de producción establecidas por la empresa.

Los fallos registrados y presenciados se clasifican según las partes de los equipos en: mecánicas y eléctricas. A la fecha los fallos con más frecuencia son los mecánicos.

a. Mecánicas: falta de lubricación, recalentamiento, desgastes, roturas, vibraciones excesivas y fugas de aceite y sobrecargas.

b. Eléctricas: ninguna.

Este punto de la investigación ayuda a determinar las mejoras que se deben tener para poder disminuir la presencia de dichas fallas, limitando la capacidad y funcionamiento de cada equipo que es necesario para lograr con la producción.

Fase 5: “Determinación de los modos de fallo”

Si bien es fundamental identificar los fallos que se ocasionan, es necesario detallar las causas que pueden ocasionarlas.

Aquí se detalla los modos conociéndose como cualquier evento que puede causar la falla funcional. Cada uno de estos debe tener con sumo detalle, de tal forma que permita la identificación, desarrollo y ejecución de estrategias adecuadas que permitan manejar el fallo.

Para realizar un análisis de los modos de fallo es necesario tener en cuenta lo siguiente:

a. Evidencia de fallo

Se evalúa si es visible e identificable por los trabajadores durante su jornada de trabajo.

b. Riesgo para la seguridad y el medio ambiente

Aquí se precisa la severidad de los fallos, si estos pueden llegar a generar afecciones leves o graves directamente a las personas y al medio ambiente.

c. Daños secundarios y su efecto sobre la producción

Estos deben considerarse como una ayuda para localizar y describir las consecuencias operacionales o no operacionales.

d. Consecuencias de los fallos

La principal consecuencia cuando se genera un fallo es la limitación de obtención de los bienes que se ofrecen o el servicio que se presta. Esto se refleja en los costos elevados de corrección.

A continuación, se presenta el análisis completo de los fallos para lo cual se debe considerar como apartados de presentación: fallo funcional, modo de fallo, efecto de fallo y la consecuencia de disponibilidad.

Así mismo, se debe tener en cuenta que la identificación debe ser inmediata, se debe realizar el aviso o comunicación de presenciarse uno, desarrollar medidas de control, dar a conocer las acciones a tomar de presentarse efectos que involucren a los colaboradores o el medio ambiente y establecer formatos o registros de control en las reparaciones que sean necesarias.

Tabla 26: Análisis de los modos de fallos para la tolva de carguío que presenta la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

Tipo	Equipo	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Efecto de fallo	Consecuencia de disponibilidad
Equipo del área de producción de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	Equipo: Tolva de carguío Marca: HYUNDAI	Transportar los insumos que son fundamentales para la producción de ladrillo.	Falta de lubricación	No se presencia cambios o comportamientos fuera del funcionamiento del equipo.	El encendido de la maquina se dificulta, generándose desgaste en piezas y ruido.	Cambio de piezas innecesarias por la falta de control de lubricación.
			Recalentamiento	Piezas del equipo se encuentran sucios (radiador).	Emite aire a mucha presión, presencia de quemadura de piezas.	Cambio de equipos por quemaduras por recalentamiento.
			Desgaste	Mal control de las piezas de cambio, puesto que pierden pequeñas porciones de material.	Presencia de ruidos por la elevada fricción de piezas.	Paradas de producción por el cambio imprevisto de piezas por desgaste.
			Sobrecargas	Sobrecalentamiento de piezas y reduce la vida útil.	Presencia de maquinaria fuera de funcionamiento.	Paradas de producción por el cambio imprevisto de piezas por sobrecarga.
			Roturas	Exceder el nivel de la capacidad de carga, sobre-fuerza de compresión.	Exceso de trabajo ocasiona que las roturas sean el determinante de perdida de material.	Pérdida de tiempo en reparación de fisuras o roturas que limitan el uso del equipo.
			Vibraciones	Este se genera por desalineamiento, desbalanceo, engranajes o poleas descentradas.	Generación de ruido excesivo no cumpliendo con sus funciones programadas. Equipos en desuso.	Desuso del equipo por la falta de control y manejo de alineamiento y mantenimiento.
			Fugas de aceite	Deterioro por antigüedad.	Se determina rápidamente por el hecho que deja manchas de aceite.	Puede ocasionar cambios innecesarios de piezas.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27: Análisis de los modos de fallos para la faja transportadora que presenta la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

Tipo	Equipo	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Efecto de fallo	Consecuencia de disponibilidad
Equipo del área de producción de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	Equipo: Faja transportadora Marca: TDL75	Transportar los insumos y producto semi terminado a diversas áreas de producción.	Falta de lubricación	No se presencia cambios o comportamientos fuera del funcionamiento del equipo.	Presencia de maquinaria fuera de funcionamiento.	Limita el funcionamiento de la cinta de caucho.
			Recalentamiento	Piezas del equipo se encuentran sucios (radiador).	Emite aire a mucha presión, presencia de quemadura de piezas.	Fundición de motor por el exceso de calor.
			Desgaste	Mal control de las piezas de cambio, puesto que pierden pequeñas porciones de material.	Presencia de ruidos por la elevada fricción de piezas.	Paradas de producción por el cambio imprevisto de piezas por desgaste.
			Sobrecargas	Sobrecalentamiento de piezas y reduce la vida útil.	Presencia de maquinaria fuera de funcionamiento.	Paradas de producción por el cambio imprevisto de piezas por sobrecarga.
			Roturas	Exceder el nivel de la capacidad de carga, sobre-fuerza de compresión.	Exceso de trabajo ocasiona que las roturas sean el determinante de pérdida de material.	Cambio imprevisto de la faja de caucho. De ser no manejable cambio de equipo total imprevisto.
			Vibraciones	Este se genera por desalineamiento, desbalanceo, engranajes o poleas descentradas.	Piezas mal instaladas o falta de mantenimiento en el balance necesario de los equipos.	Paradas de producción por la reparación no programada.
			Fugas de aceite	Deterioro por antigüedad.	Se determina rápidamente por el hecho que deja manchas de aceite.	Puede ocasionar cambios innecesarios de piezas.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28: Análisis de los modos de fallos para la amasadora que presenta la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

Tipo	Equipo	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Efecto de fallo	Consecuencia de disponibilidad
Equipo del área de producción de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	Equipo: Amasadora Marca: BRICTEC	Homogeniza los insumos que son necesarios para la producción de ladrillo.	Falta de lubricación	No se presencia cambios o comportamientos fuera del funcionamiento del equipo.	El encendido de la maquina se dificulta, generándose desgaste en piezas y ruido.	Cambio de piezas innecesarias por la falta de control de lubricación.
			Recalentamiento	Piezas del equipo se encuentran sucios (radiador).	Emite aire a mucha presión, presencia de quemadura de piezas.	Cambio de equipos por quemaduras por recalentamiento.
			Desgaste	Mal control de las piezas de cambio, puesto que pierden pequeñas porciones de material.	Presencia de ruidos por la elevada fricción de piezas.	Paradas de producción por el cambio imprevisto de piezas por desgaste.
			Sobrecargas	Sobrecalentamiento de piezas y reduce la vida útil.	Presencia de maquinaria fuera de funcionamiento.	Paradas de producción por el cambio imprevisto de piezas por desgaste.
			Roturas	Exceder el nivel de la capacidad de carga, sobre-fuerza de compresión.	Exceso de trabajo ocasiona que las roturas sean el determinante de perdida de material.	Pérdida de tiempo en reparación de fisuras o roturas que limitan el uso del equipo.
			Vibraciones	Este se genera por desalineamiento, desbalanceo, engranajes o poleas descentradas.	Generación de ruido excesivo no cumpliendo con sus funciones programadas. Equipos en desuso.	Desuso del equipo por la falta de control y manejo de alineamiento y mantenimiento.
			Fugas de aceite	Deterioro por antigüedad.	Se determina rápidamente por el hecho que deja manchas de aceite.	Puede ocasionar cambios innecesarios de piezas.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29: Análisis de los modos de fallos para la extrusora que presenta la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

Tipo	Equipo	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Efecto de fallo	Consecuencia de disponibilidad
Equipo del área de producción de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	Equipo: Extrusora Marca: Sousa MS - 350	Transforma la mezcla dándole forma para ser cortada en unidades según el tipo de ladrillo en proceso.	Falta de lubricación	No se presencia cambios o comportamientos fuera del funcionamiento del equipo.	Al encender demora ocasionando que se sobre exija el funcionamiento del equipo.	Compras imprevistas en materiales de lubricación para acciones inmediatas.
			Recalentamiento	Piezas del equipo se encuentran sucios (radiador).	Por la falta de circulación del circuito de ventilación existe fundición de piezas.	Cambio de partes del equipo en especial piezas del motor.
			Desgaste	Mal control de las piezas de cambio, puesto que pierden porciones de material.	Cambio de piezas para poder seguir con la producción programada.	Paradas de producción por el cambio imprevisto de piezas por desgaste.
			Sobrecargas	Sobrecalentamiento de piezas y reduce la vida útil.	Maquinas fuera de funcionamiento por posibles deterioros eléctricos.	Parada de maquinaria según el tipo de sobrecarga.
			Roturas	Exceder el nivel de la capacidad de carga, sobre-fuerza de compresión.	Ocasionadas por piezas desgastadas por el uso diario para la producción. Deformación en material.	Pérdida de tiempo en reparación de fisuras o roturas que limitan el uso del equipo.
			Vibraciones	Este se genera por desalineamiento, desbalanceo, engranajes o poleas descentradas.	Generación del producto semi acabado con fisuras que se consideran como desperdicio después de su formado.	Desuso del equipo por la falta de control y manejo de alineamiento y mantenimiento.
			Fugas de aceite	Deterioro por antigüedad.	Se determina rápidamente por el hecho que deja manchas de aceite.	Puede ocasionar cambios innecesarios de piezas.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30: Análisis de los modos de fallos para la mezcladora que presenta la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

Tipo	Equipo	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Efecto de fallo	Consecuencia de disponibilidad
Equipo del área de producción de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	Equipo: Mezcladora Marca: Morando MBA4	Mezclar los insumos necesarios para la producción de ladrillos.	Falta de lubricación	No se presencia cambios o comportamientos fuera del funcionamiento del equipo.	Al encender demora ocasionando que se sobre exija el funcionamiento del equipo.	Compras imprevistas en materiales de lubricación para acciones inmediatas.
			Recalentamiento	Piezas del equipo se encuentran sucios (radiador).	Por la falta de circulación del circuito de ventilación existe fundición de piezas.	Cambio de partes del equipo en especial piezas del motor.
			Desgaste	Mal control de las piezas de cambio, puesto que pierden porciones de material.	Cambio de piezas para poder seguir con la producción programada.	Paradas de producción por el cambio imprevisto de piezas por desgaste.
			Sobrecargas	Sobrecalentamiento de piezas y reduce la vida útil.	Maquinas fuera de funcionamiento por posibles deterioros eléctricos.	Parada de maquinaria según el tipo de sobrecarga.
			Roturas	Exceder el nivel de la capacidad de carga, sobre-fuerza de compresión.	Ocasionadas por piezas desgastadas por el uso diario para la producción. Deformación en material.	Pérdida de tiempo en reparación de fisuras o roturas que limitan el uso del equipo.
			Vibraciones	Este se genera por desalineamiento, desbalanceo, engranajes o poleas descentradas.	Generación del producto semi acabado con fisuras que se consideran como desperdicio después de su formado.	Desuso del equipo por la falta de control y manejo de alineamiento y mantenimiento.
			Fugas de aceite	Deterioro por antigüedad.	Se determina rápidamente por el hecho que deja manchas de aceite.	Puede ocasionar cambios innecesarios de piezas.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31: Análisis de los modos de fallos para la laminadora que presenta la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

Tipo	Equipo	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Efecto de fallo	Consecuencia de disponibilidad
Equipo del área de producción de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	Equipo: Laminadora Marca: Bonfanti	Después de la extrusora para por una mesa laminadora en la cual se realiza las secciones de medida según el tipo de ladrillo de producción.	Falta de lubricación	No se presencia cambios o comportamientos fuera del funcionamiento del equipo.	Estancamiento de cuchillas al momento de encender el equipo. Fundición de motor.	Generación de costos no programados en la adquisición de materiales de lubricación.
			Recalentamiento	Piezas del equipo se encuentran sucios (radiador).	Directamente relacionado al motor del equipo. Puede ocasionar cortocircuitos.	Cambio de partes del equipo en especial piezas del motor.
			Desgaste	Mal control de las piezas de cambio, puesto que pierden porciones de material.	Cambio de piezas para poder seguir con la producción programada.	Paradas de producción por el cambio imprevisto de piezas por desgaste.
			Sobrecargas	Sobrecalentamiento de piezas y reduce la vida útil.	El equipo requiere de cambios obligatorios de piezas por el funcionamiento.	Parada de maquinaria según el tipo de sobrecarga.
			Roturas	Exceder el nivel de la capacidad de carga, sobre-fuerza de compresión.	No es común en este tipo de equipo. De presenciarse requiere de cambio de piezas obligatoriamente.	Es necesario del cambio total de la pieza que presenta roturas.
			Vibraciones	Este se genera por desalineamiento, desbalanceo, engranajes o poleas descentradas.	Generación de malos cortes o longitudes diferentes del producto que pasara a secado y al horno.	Compra de equipo nuevo por no gestionar un adecuado mantenimiento para prevenir.
			Fugas de aceite	Deterioro por antigüedad.	Se determina rápidamente por el hecho que deja manchas de aceite.	Puede ocasionar cambios innecesarios de piezas.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32: Análisis de los modos de fallos para el cortador que presenta la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

Tipo	Equipo	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Efecto de fallo	Consecuencia de disponibilidad
Equipo del área de producción de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	Equipo: Cortador Marca: SHIYUE	Después se seccionar la masa que sale de la extrusora pasa a la cortadora.	Falta de lubricación	No se presencia cambios o comportamientos fuera del funcionamiento del equipo.	Estancamiento de cuchillas al momento de encender el equipo. Fundición de motor.	Generación de costos no programados en la adquisición de materiales de lubricación.
			Recalentamiento	Piezas del equipo se encuentran sucios (radiador).	Directamente relacionado al motor del equipo. Puede ocasionar cortocircuitos.	Cambio de partes del equipo en especial piezas del motor.
			Desgaste	Mal control de las piezas de cambio, puesto que pierden porciones de material.	Cambio de piezas para poder seguir con la producción programada.	Paradas de producción por el cambio imprevisto de piezas por desgaste.
			Sobrecargas	Sobrecalentamiento de piezas y reduce la vida útil.	El equipo requiere de cambios obligatorios de piezas por el funcionamiento.	Parada de maquinaria según el tipo de sobrecarga.
			Roturas	Exceder el nivel de la capacidad de carga, sobre-fuerza de compresión.	No es común en este tipo de equipo. De presenciarse requiere de cambio de piezas obligatoriamente.	Es necesario del cambio total de la pieza que presenta roturas.
			Vibraciones	Este se genera por desalineamiento, desbalanceo, engranajes o poleas descentradas.	Generación de malos cortes o longitudes diferentes del producto que pasara a secado y al horno.	Compra de equipo nuevo por no gestionar un adecuado mantenimiento para prevenir.
			Fugas de aceite	Deterioro por antigüedad.	Se determina rápidamente por el hecho que deja manchas de aceite.	Puede ocasionar cambios innecesarios de piezas.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33: Análisis de los modos de fallos para el horno que presenta la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

Tipo	Equipo	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Efecto de fallo	Consecuencia de disponibilidad
Equipo del área de producción de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	Equipo: Horno Marca: Thermo	Realiza la cocción del ladrillo como fase final de producción.	Desgaste	Mal control del mantenimiento de la infraestructura del horno diseñado.	Desprendimiento de material de las paredes del horno construido.	Paradas de producción por reforzar la infraestructura por trabajar a altas temperaturas.
			Sobrecargas	Específicamente relaciona el mal manejo de los materiales utilizados para dar inicio a su función.	Exceso de generación de humo o sofocación de la actividad de quemado.	Paradas de producción por reforzar la infraestructura por trabajar a altas temperaturas.
			Roturas	Fisuras que presentan en las paredes de la infraestructura.	Grietas en las paredes por falta de mantenimiento y recubrimiento de los revestimientos.	Paradas de producción por reforzar la infraestructura por trabajar a altas temperaturas.

Fuente: Elaboración propia.

Fase 6: “Estudio de criticidad de los fallos”

Realizada la fase 4, identificación de los fallos, y detallando un análisis de dichos fallos en la fase 5, se procede a realizar el análisis de criticidad de cada uno de ellos.

Esta fase se realiza con el fin de determinar la relevancia de las medidas de acción que se desarrollaran para poder reducirlas. Es por ello que se debe tener en cuenta los siguientes índices de evaluación:

Tabla 34: Índice de severidad.

Especificación	Valor	Criterio
Muy bajo	1	Fallo de pequeña importancia. No presenta pérdidas considerables. El cliente no logra visualizarlo.
Bajo	2	Fallo que ocasiona incomodidad en el usuario. Declive en el rendimiento del sistema.
Moderado	3	Manifiesta visiblemente incomodidad en el usuario.
Significativo	4	Fallos que reflejan significativa el malestar del usuario. El rendimiento se ve afectado.
Mayor	5	El medio ambiente se ve afectado en este nivel.
Serio	6	Trae serias consecuencias tanto para el usuario como para el medio ambiente.
Extremo	7	Genera grandes molestias al usuario y se puede presentar problemas ambientales.
Alta	8	La integridad del usuario se ve afectado, considerándose una baja posibilidad de lesiones o muerte.
Muy alta	9	Problemas que no solo sufre el usuario, sino también las unidades que se ejecuta. Existe una mayor posibilidad de que se presencien lesiones o muerte.
Peligroso	10	Fallo que ocasiona problemas al medio ambiente, a las unidades que se emplean y sobre todo al usuario. Grandes posibilidades de lesiones o muerte.

Fuente: González (2012)

Tabla 35: Índice de ocurrencia.

Ocurrencia	Valor	Criterio	Probabilidad de fallo
Remota	1	Fallo que no se presentaría, no se ha presentado como antecedentes, pero si se podría generar.	< 1 en 1 500 000
Escala	2	Es un poco probable su ocurrencia, normalmente se genera en la vida útil de la unidad.	1 en 150 000
	3		1 en 30 000
Moderada	4	Fallo ocasional, suele presentarse en la unidad.	1 en 4 500
	5	Se considera que si surge más de una vez.	1 en 800
	6		1 en 150
Alta	7	Fallos que se presentan contantemente.	1 en 50
	8	Probablemente aparezca en varias ocasiones, considerando la vida útil de la unidad.	1 en 15
Muy alta	9	Fallos inevitables, existe una frecuencia en que se genere.	1 en 6
	10		> 1 en 3

Fuente: González (2012)

Tabla 36: Detención de fallo.

Especificación	Valor	Criterio	Probabilidad de fallo
Muy alto	1	El fallo presenta una consecuencia visible.	99,99%
Alto	2 – 3	Es probable que el fallo se detecte.	99,70%
Mediana	4 – 5	Es muy probable que el fallo pueda ser detectado.	98%
Baja	6 – 8	El fallo no es notorio, considerando las actividades que se realizan.	90%
Improbable	9 – 10	Las consecuencias del fallo no se pueden detectar con facilidad. Ocasiona daño.	< 90%




Fuente: González (2012)

Calculo del nivel de prioridad

Se debe tener en cuenta la siguiente formula:

$$NPF = \text{Grado de ocurrencia} * \text{severidad} * \text{detención}$$

Se recomienda que una vez realizada la evaluación numérica se determine como suma relevancia a los niveles de prioridad altos y medios, lo que se clasifican como bajo nivel no requieren de mayor importancia, pero que deben mantener o eliminar de ese rango.

150 – 500	Prioridad de fallo alto	
50 – 150	Prioridad de fallo medio	
1 – 50	Prioridad de fallo bajo	

Una vez listado los fallos identificados y analizados según su modo de generación se presentan en la siguiente tabla todo el análisis de criticidad teniendo en cuenta los índices de evaluación numérica antes mencionados.

Tabla 37: Prioridad del fallo.

Tipo	Equipos	Fallo funcional	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detención (D)	Evaluación final
Equipos de producción de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	Tolva de carguío	Fugas de aceite	4	4	1	16
	Fajas transportadoras N° 1, 2 y 3	Vibraciones excesivas	4	5	1	20
	Amasadora	Falta de lubricación	4	9	2	72
	Extrusora	Recalentamiento	8	8	1	64
	Mezclador	Roturas	4	6	1	24
	Laminador	Desgastes	4	7	2	56
	Cortador					
	Horno	Sobrecargas	4	6	1	24

Fuente: Elaboración propia.

Fase 7: “Definición de las medidas preventivas”

Para el desarrollo de esta fase se requiere de la evaluación y análisis de los fallos presentados a lo largo de las fases ya presentadas. De esta manera se presenta las medidas que son necesarias y adecuadas para cada uno de los fallos.

La empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L. Hasta la fecha ha venido presentado un mantenimiento correctivo para cada uno de sus equipos que son utilizados en la producción de ladrillos.

Han venido desarrollando cronogramas y formatos que presenten medidas preventivas que logre disminuir los fallos antecedentes, pero no han logrado resultados estables que permitan mantener a los equipos bajo control ante la frecuencia de ocurrencia.

Los fallos de mayor prioridad analizados a lo largo de la investigación son:

- Falta de lubricación.
- Recalentamiento
- Desgastes
- Sobrecargas
- Roturas
- Vibraciones excesivas
- Fugas de aceite

Es por ello que se llega a la consecuencia de que la empresa necesita un control estricto de las actividades de mantenimiento. A continuación, se detallan las medidas preventivas

Tabla 38: Detalle de las medidas preventivas propuestas para el área de mantenimiento de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L. (1).

Tipo	Equipos	Fallo funcional	Evaluación			EF	Actividades propuestas	Bajo medida y control por
			Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detención (D)			
Equipos de producción de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	Tolva de carguío	Falta de lubricación	4	9	2	72	Controlar las fechas de mantenimiento programadas. Detallar las inspecciones de cada una de las actividades que se desarrollen.	Área de mantenimiento
	Fajas transportadoras N° 1, 2 y 3	Recalentamiento	8	8	1		64	Así mismo desarrollar los formatos de control y mantener el registro y actualización de cada uno de ellos.
	Amasadora							
	Extrusora							
	Mezclador							
	Laminador							
	Cortador							
	Horno	Desgastes	4	7	2	56		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39: Detalle de las medidas preventivas propuestas para el área de mantenimiento de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L. (2).

Tipo	Equipos	Fallo funcional	Evaluación			EF	Actividades propuestas	Bajo medida y control por
			Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detención (D)			
Equipos de producción de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.	Tolva de carguío	Roturas	4	6	1	24	Desarrollar hojas de inspección simples de los equipos que presenten los fallos.	Área de mantenimiento
	Fajas transportadoras N° 1, 2 y 3	Sobrecargas	4	6	1			
	Amasadora	Fugas de aceite	4	4	1	16		Área de mantenimiento
	Extrusora							
	Mezclador	Vibraciones excesivas	4	5	1	20		Área de mantenimiento
Laminador								
Cortador								
Horno								

Fuente: Elaboración propia

Fase 8: “Agrupación de las medidas preventivas”

Se debe tener en cuenta todas las actividades que se desarrollan ante la ejecución de medidas preventivas de acción. Es por ello que se presenta el siguiente diagrama:

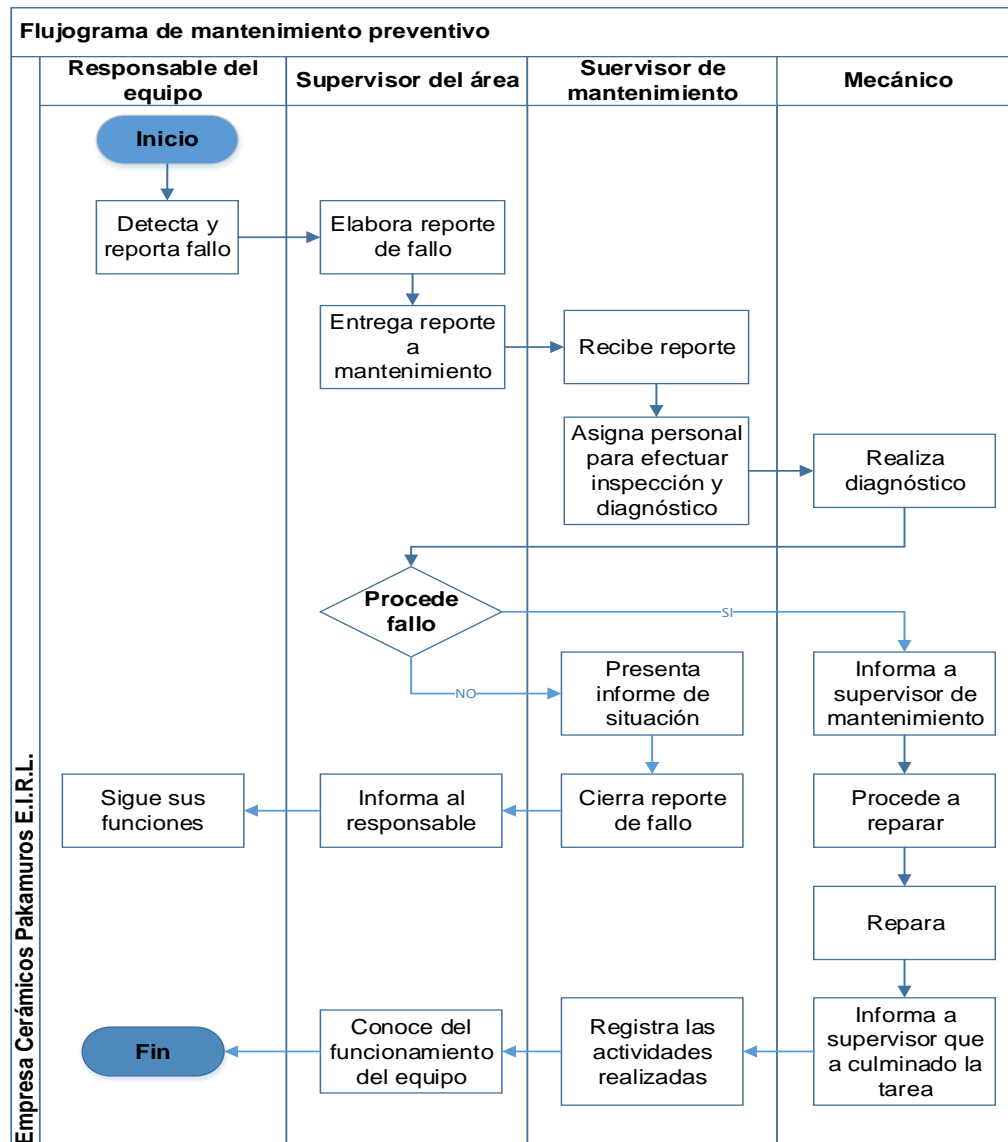


Figura 21: Flujograma de las operaciones del desarrollo de un mantenimiento para la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

Fuente: Elaboración propia.

Se detallan las operaciones de mantenimiento con el fin de que establezca un sistema ordenado y que garantice el registro adecuado de cada acción ejecutada en los equipos de la empresa.

A continuación, se presenta las acciones o medidas que se deben desarrollar para llevar a cabo el mantenimiento en los equipos.

Tabla 40: Actividades de mantenimiento de la tova de carguío de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

Equipo	Actividades/ reparación/ mejora
Tolva de carguío	Habilitar limpiadores de la oruga.
	Reparar soporte de motor empuje de carga.
	Mantenimiento general de piezas (cadena de la oruga, cambio de pines, polines deslizantes, estabones, seguros).
	Mantenimiento de moto reductor y válvula hidráulica.
	Mantenimiento motor eléctrico de central hidráulica. Cambio de aceite y lubricación.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41: Actividades de mantenimiento de las fajas transportadoras 1, 2 y 3 de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

Equipo	Actividades/ reparación/ mejora
Fajas trasportadoras N° 1, 2 y 3	Revisar los polines.
	Cambio de rodamientos polines.
	Alineamientos de polines.
	Alineamientos de fajas.
	Mantenimiento motor reductor.
	Mantenimiento al motor eléctrico.
	Mantenimiento arrancador del motor.
	Cambio de sistema de limpiadores.
	Cambio de cadena.
Cambio de piñón de cadena. Cambio de aceite y lubricación.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42: Actividades de mantenimiento del mezclador de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

Equipo	Actividades/ reparación/ mejora
Mezclador	Cambio de eje piñón arrastre.
	Cambio de rodamientos de eje piñón de arrastre.
	Rellenar bocina de las paletas.
	Mantenimiento de motor eléctrico, cambio de rodamientos.
	Mantenimiento al arrancador eléctrico.
	Cambio de fajas.
	Cambio de polea del motor.
	Mantenimiento al embrague.
	Cambio de aceite y lubricación.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43: Actividades de mantenimiento del laminador de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

Equipo	Actividades/ reparación/ mejora
Laminador	Cambio de nuevo rodillo.
	Rectificado rodillos de laminador.
	Fabricación de guardas de seguridad.
	Regulación de laminador.
	Acondicionar sistema de lubricación.
	Reparar tapas de laminador.
	Mantenimiento de motor eléctrico.
	Cambio de pernos de limpiador de rodillos al laminador.
	Examinar fusibles de ruptura del rodillo.
	Cambio de relé térmico.
	Mantenimiento al arrancador eléctrico.
	Cambio de templadores del limpiador laminador.
	Revisar paradas de emergencia.
	Cambio de fajas.
	Cambio de polea del motor.
Cambio de aceite y lubricación.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44: Actividades de mantenimiento de la amasadora de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

Equipo	Actividades/ reparación/ mejora
Amasadora	Cambio de ejes 1 y 2, cambio de rodamientos.
	Cambio bocinas separadores de paletas y sinfín.
	Reforzar las paletas parte de la bocina, presentan desgaste.
	Cambio de eje piñón de volante.
	Cambio de rodamiento del eje de arrastre interior.
	Mantenimiento del motor eléctrico.
	Dar vuelta a todos los engranajes de transmisión.
	Cambio de aceite y lubricación.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45: Actividades de mantenimiento de la extrusora de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

Equipo	Actividades/ reparación/ mejora
Extrusora	Cambio de aceite y lubricación.
	Cambio de cañerías de lubricación.
	Mantenimiento a bomba de lubricación.
	Cambio de piñón eje central.
	Cambio de bocina de bronce.
	Realizar mejor anclaje del equipo.
	Cambio de puños.
	Cambio de sinfín.
	Revisión fusible de cañón.
	Mantenimiento de tanque de agua.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46: Actividades de mantenimiento de la cortadora de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

Equipo	Actividades/ reparación/ mejora
Cortadora	Cambio de cadenas.
	Cambio de tacos.
	Cambio de piones de cadena.
	Mejorar el anclaje de la cortadora.
	Cambio de tambor.
	Cambio de zapatas.
	Mejorar la lubricación.
	Alineamiento de piñones.
Mantenimiento de la mesa de la cortadora.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47: Actividades de mantenimiento del horno de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

Equipo	Actividades/ reparación/ mejora
Horno	Reparación de rieles de carro de transferencia de ingreso al horno de quemado.
	Reparación de arenero interno del horno.
	Mantenimiento de ceniceros de los quemadores.
	Reparación de pared del horno altura de la zona de quemado y enfriamiento.
	Inspección de tientes internos de la zona de quemado.
Mantenimiento y balance de los extractores de la chimenea.	

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar las diversas actividades que se debe realizar van acompañados de cambios de piezas fundamentales para el correcto encendido y fruncimiento de cada equipo.

Cabe recalcar que todas las actividades, reparaciones o mejoras son destinadas a los fallos globales observados: falta de lubricación, recalentamiento, desgastes, sobrecargas, roturas, vibraciones excesivas y fugas de aceite.

Fase 9: “Implementación de los resultados”

Se debe desarrollar el plan de mantenimiento que se va a implementar, desarrollar y controlar, reforzando las actividades que hasta la fecha viene desarrollando la empresa.

Dirección del programa de mantenimiento preventivo para los equipos

Un programa de mantenimiento debe presentar orden y claridad ya que esta se va a seguir minuciosamente, correlacionando el proceso productivo que sigue la empresa: producción de diversos tipos de ladrillos. Todas las actividades, procesos y operaciones que sigue la empresa desde la adquisición de los recursos para el proceso hasta la entrega del producto final deben presentar una relación. Las áreas de la empresa deben tener conocimiento del tipo de mejora que se está desarrollando. Esta tarea no solo vincula al área de mantenimiento, sino también debe relacionarse el área administrativa, logística y otras que funcionan en la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

Tareas del mantenimiento

Las tareas de mantenimiento tienen el fin de controlar todo el plan de mantenimiento que se presenta, considerando el tipo de fallo que se identifique.

Dentro de las acciones que se presenta y desarrolla para la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L. esta: la inspección y reparación.

Inspección

Esta acción debe registrar que todo está en perfectas condiciones antes de que un equipo inicie su jornada laboral. Debe presentar seguridad y conformidad según todos los registros y ordenes que se inspecciones en el momento. Para este punto se debe tener en cuenta una “Lista de verificación” en la cual se debe precisar la limpieza de los equipos, verificación de lubricación, orden, entre otros. Ver anexo 05.

Reparación

De presentarse las reparaciones, están deben programarse adecuadamente para evitar problemas o interrupciones en el proceso productivo. Prácticamente debe tener periodos determinados según el tipo de reparación que se va a ejecutar. Pueden ser:

Tabla 48: Periodos de actividades para reparaciones.

Abreviatura	Especificación
D	Diaria
M	Mensual
Se	Semestral
S	Semanal
B	Bimestral
C	Cuando se requiere
Q	Quincenal
T	Trimestral
A	Anual

Fuente: Elaboración propia

También se debe especificar las actividades que se ejecutan, ya que de este depende el especialista que debe acudir a las reparaciones. Pueden ser:

Tabla 49: Especificaciones de actividades para reparaciones.

Abreviatura	Especificación
M	Mecánica
L	Lubricación
E	Eléctrica
I	Inspección
O	Otros

Fuente: Elaboración propia

Actividades generales en los equipos

Se resaltan las actividades más importantes y el periodo de inspección y reparación con el fin de mantener las actividades ordenadas y programas.

Tabla 50: Actividades y periodo de inspección y reparación para los equipos de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

Actividades/ reparación/ mejora	Frecuencia
Tova de carguío	
Habilitar limpiadores de la oruga.	S
Reparar soporte de motor empuje de carga.	M
Mantenimiento general de piezas (cadena de la oruga, cambio de pines, polines deslizantes, estabones, seguros).	S
Mantenimiento de moto reductor y válvula hidráulica.	M
Mantenimiento motor eléctrico de central hidráulica.	M
Cambio de aceite y lubricación.	C
Fajas de transporte N° 1, 2 y 3	
Revisar los polines.	D
Cambio de rodamientos polines.	M
Alineamientos de polines.	M
Alineamientos de fajas.	M
Mantenimiento motor reductor.	M
Mantenimiento al motor eléctrico.	M
Mantenimiento arrancador del motor.	M
Cambio de sistema de limpiadores.	S
Cambio de cadena.	S
Cambio de piñón de cadena.	S
Cambio de aceite y lubricación.	C
Mezclador	
Cambio de eje piñón arrastre.	M
Cambio de rodamientos de eje piñón de arrastre.	M
Rellenar bocina de las paletas.	M
Mantenimiento de motor eléctrico, cambio de rodamientos.	Q
Mantenimiento al arrancador eléctrico.	Q
Cambio de fajas.	M
Cambio de polea del motor.	M
Mantenimiento al embrague.	S
Cambio de aceite y lubricación.	C
Laminador	
Cambio de nuevo rodillo.	M
Rectificado rodillos de laminador.	M
Fabricación de guardas de seguridad.	S
Regulación de laminador.	S
Acondicionar sistema de lubricación.	C
Reparar tapas de laminador.	S
Mantenimiento de motor eléctrico.	M
Cambio de pernos de limpiador de rodillos al laminador.	C
Examinar fusibles de ruptura del rodillo.	S
Cambio de relé térmico.	M
Mantenimiento al arrancador eléctrico.	C
Cambio de templadores del limpiador laminador.	S
Revisar paradas de emergencia.	S
Cambio de fajas.	C
Cambio de polea del motor.	C
Cambio de aceite y lubricación.	C
Amasadora	
Cambio de ejes 1 y 2, cambio de rodamientos.	M
Cambio bocinas separadores de paletas y sinfín.	M
Reforzar las paletas parte de la bocina, presentan desgaste.	Q
Cambio de eje piñón de volante.	M
Cambio de rodamiento del eje de arrastre interior.	C
Mantenimiento del motor eléctrico.	M

Dar vuelta a todos los engranajes de transmisión.	C
Cambio de aceite y lubricación.	C
Extrusora	
Cambio de aceite y lubricación.	C
Cambio de cañerías de lubricación.	B
Mantenimiento a bomba de lubricación.	M
Cambio de piñón eje central.	B
Cambio de bocina de bronce.	B
Realizar mejor anclaje del equipo.	B
Cambio de puños.	B
Cambio de sinfín.	B
Revisión fusible de cañón.	C
Mantenimiento de tanque de agua.	C
Cortadora	
Cambio de cadenas.	M
Cambio de tacos.	M
Cambio de piones de cadena.	M
Mejorar el anclaje de la cortadora.	M
Cambio de tambor.	C
Cambio de zapatas.	C
Mejorar la lubricación.	C
Alineamiento de piñones.	C
Mantenimiento de la mesa de la cortadora.	M
Horno	
Reparación de rieles de carro de transferencia de ingreso al horno de quemado.	C
Reparación de arenero interno del horno.	M
Mantenimiento de ceniceros de los quemadores.	M
Reparación de pared del horno altura de la zona de quemado y enfriamiento.	B
Inspección de ties internos de la zona de quemado.	M
Mantenimiento y balance de los extractores de la chimenea.	M

Fuente: Elaboración propia.

Los periodos de evaluación para las actividades, reparaciones o mejoras se determinan teniendo en cuenta los antecedentes que la empresa ha gestionado. Estos pueden variar según la mejora que se aplique, pero no debe exceder el tiempo presentado.

Lo que se quiere es mantener determinados periodos de mantenimiento para poder presentar mejoras adecuadas.

Programación de mantenimiento respecto al RCM para los equipos de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

Teniendo en cuenta los fallos frecuentes que se presentan, los modos que la ocasionan, las consecuencias que generan para la empresa se detallan el programa de todas las mejoras propuestas.

Se conoce que toda mejora requiere de un tiempo para poder llegar a ejecutarse, lo más lógico y probable es aproximadamente un año. Es por ello que se debe tener en cuenta:

- El tiempo que necesita cada actividad, teniendo en cuenta la rigurosidad del trabajo y las acciones a realizar.
- El horario de manejo que la empresa tiene con respecto a su área de mantenimiento, prácticamente es su jornada laboral.
- El encargado del área de mantenimiento debe asignar responsables de las unidades del área de trabajo.
- El especialista debe describir las actividades que son necesarias ejecutar.

A continuación, se presenta los programas o planes propuestos para ejecución propia de la empresa, como son:

- **Programa de lubricación y engrase.**

En el cual se describe el área de ejecución, ubicación del equipo, periodo de ejecución y el tipo de aceite que sería necesario emplear. Ver tabla 51.

- **Plan de mantenimiento específico**

Presenta la reparación o mejora, observaciones de cada una de las identificaciones, nivel de criticidad y fecha de ejecución. Ver tabla 51

Tabla 51: Programa de lubricación y engrase para la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

ÁREA	P.E	UBICACIÓN	CANTIDAD	PERIODO	TIPO DE ACEITE - GRASA
1.PRODUCCION					
<i>TOLVA DE MATERIA PRIMA</i>					
Cadena de oruga	4	Chumacera de eje		Cada 15 días	Grasa Premalubre NCH
Centralina	-	Tolvas de carga		Según necesidad	Hidrolina DT26
Faja #3	4	Chumacera de eje		1 x semana	Grasa Premalubre NCH
Motor de faja #3	1	Reductor		Cambio/Cada 3 años	Grasa Premalubre NCH
<i>MESCLADORA</i>					
Volante o polea	1	Polea		1 x semana	Grasa Premalubre NCH
Embrague	1	Embrague		1 x semana	Grasa Premalubre NCH
Rodamientos internos	5	Caja de engranes		1 x semana	Grasa Premalubre NCH
Eje de paletas	2	Chumaceras		1 x semana	Grasa Premalubre NCH
<i>LAMINADOR</i>					
Faja #2	4	Chumacera de eje		1 x semana	Grasa Premalubre NCH
Motor de faja #2	1	Reductor		Cambio/cada 3 años	Grasa Premalubre NCH
Rodillo #1	2	Polea izq. Y der.		1 x semana	Grasa Premalubre NCH
Rodillo #2	2	Polea izq. Y der.		1 x semana	Grasa Premalubre NCH
Motor de laminador	2	Partes laterales		1 x semana	Grasa Premalubre NCH
<i>AMASADORA</i>					
Faja #1	4	Chumacera de eje		1 x semana	Grasa Premalubre NCH
Motor de faja #1	1	Reductor		Cambio/cada 3 años	Grasa Premalubre NCH
Embrague	1	Embrague		1 x semana	Grasa Premalubre NCH
Volante o polea	1	Polea		1 x semana	Grasa Premalubre NCH
Motor de amasadora	1	Motor		1 x semana	Grasa Premalubre NCH
Eje de paletas	2	Chumaceras de caja de vacío		1 x semana	Grasa Premalubre NCH
<i>EXTRUSORA</i>					
Eje de volante	1	Chumacera de eje		1 x semana	Grasa Premalubre NCH
Volante	1	Volante		1 x semana	Grasa Premalubre NCH
Embrague	1	Embrague		1 x semana	Grasa Premalubre NCH
Eje de puños	2	Chumaceras		1 x semana	Grasa Premalubre NCH
Motor eléctrico	2	Motor		1 x semana	Grasa Premalubre NCH
Centralina de extrusora	-	Tanque		-	Aceite Shell Omala S2G 460
Bomba de vacío	2	Graseras laterales de eje		1 x semana	Grasa Premalubre NCH
2.ACERRIN Y TRASLADO					
<i>TOLVA DE ACERRIN</i>					
_Faja #1	4	Chumacera de eje		1 x semana	Grasa Premalubre NCH
_Motor de faja #1	1	Motor			Aceite Shell 320
_Faja #2	4	Chumacera de eje		1 x semana	Grasa Premalubre NCH

_Motor de faja #2	1	Motor		Aceite Shell 320
<i>ZARANDA</i>				
_Polea de motor	2	Chumacera de eje	1 x semana	Grasa Premalubre NCH
_Brazo de empuje	1	Chumacera de brazo	1 x semana	Grasa Premalubre NCH
<i>TRANSPORTADORES DE ACERRIN</i>				
_Faja #3	4	Chumacera d eje	1 x semana	Grasa Premalubre NCH
_Motor de faja #3	1	Reductor		Aceite mobil 320
_Faja #4	4	Chumacera de eje	1 x semana	Grasa Premalubre NCH
_Motor de faja #4	1	Reductor		Aceite mobil 320
_Faja #5	4	Chumacera de eje	1 x semana	Grasa Premalubre NCH
_Motor de faja #5	1	Reductor		Aceite mobil 320
_Faja #6	5	Chumaceras	1 x semana	Grasa Premalubre NCH
3.AREA DE SECADO, HORNO Y QUEMADORES				
<i>EXTRACTORES DE HUMEDAD DEL SECADERO</i>				
_E.H #1 de secadero #1	2	Chumacera de eje	1 x semana	Grasa Premalubre NCH
_E.H #2 de secadero #1	2	Chumacera de eje	1 x semana	Grasa Premalubre NCH
_E.H #1 de secadero #2	2	Chumacera de eje	1 x semana	Grasa Premalubre NCH
_E.H #2 de secadero #2	2	Chumacera de eje	1 x semana	Grasa Premalubre NCH
<i>SOPLADORES O EXTRACTORES DE CALOR DE SECADERO</i>				
_E.C de secadero #1	2	Chumacera de eje	2 x semana	Grasa Premalubre NCH
_E.C de secadero #2	2	Chumacera de eje	2 x semana	Grasa Premalubre NCH
<i>EXTRACTORES DE CALOR DE PRE-HORNO</i>				
_Extractor principal	2	Chumacera de eje	2 x semana	Grasa Premalubre NCH
_Extractor secundario	2	Chumacera de eje	2 x semana	Grasa Premalubre NCH
_Centralina de pistón	-	Tanque	Cada 3 meses	Aceite hidráulico DT26
<i>EXTRACTOR DE CALOR DE HORNO</i>				
_Extractor principal	2	Chumacera de eje	2 x semana	Grasa Premalubre NCH
_Extractor secundario	2	Chumacera de eje	2 x semana	Grasa Premalubre NCH
_Centralina de pistón	-	Tanque	Cada 3 meses	Aceite hidráulico DT26
<i>QUEMADORES DE HORNO</i>				
_Quemadores del #1 al #16	4xQ	Chumaceras de eje y sinfín	Cada 15 días	Grasa Premalubre NCH

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 52: Programa de mantenimiento para la tolva de carguío de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

N°	Reparación/ mejora	Observación	Criticidad	Fecha de ejecución
1	Habilitar limpiadores de la oruga.	Evita la contaminación en la cadena de oruga.	MEDIO	31.03.2019
2	Habilitar sistema de lubricación para cadena de la oruga.	Mejor sistema de lubricación.	ALTO	15.06.19
3	Reparar soporte de motor empuje de carga.	Soporte de motor e encuentra roto.	ALTO	28.06.2019
4	Mantenimiento general toda la cadena de la oruga, cambio de pines, polines deslizantes, eslabones, seguros.	Toda la cadena presenta desgaste general.	ALTO	31.03.2019
5	Mantenimiento moto reductor Y Válvula hidráulica.	Mantenimiento preventivo.	ALTO	31.03.2019
6	Mantenimiento motor eléctrico de central hidráulica.	Mantenimiento preventivo.	MEDIO	31.09.2019
7	Mejorar.		MEDIO	31.03.2019

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 53: Programa de mantenimiento para las fajas transportadoras N° 1, 2 y 3 de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

N°	Reparación/ mejora	Observación	Criticidad	Fecha de ejecución
1	Revisar todos los polines	Saber el estado actual.	Medio	31.03.2019
2	Cambio de rodamientos polines	Mejora nuestra confiabilidad	Medio	31.03.2019
3	Alineamientos de polines	Mayor duración de la faja	Medio	31.03.2019
4	Alineamiento de fajas	Mayor duración de fajas	Medio	31.03.2019
5	Mantenimiento al moto reductor	Confiabilidad	Medio	31.03.2019
6	Mantenimiento al motor eléctrico	Confiabilidad	Medio	31.03.2019
7	Mantenimiento arrancador del motor	Confiabilidad	Medio	31.03.2019
8	Cambio de sistema de limpiadores	Mejor sistema de limpieza	Medio	31.03.2019
9	Cambio de cadena	Confiabilidad	Medio	31.03.2019
10	Cambio de piñón de cadena.	Confiabilidad	Medio	31.03.2019
11	Cambio polín de tracción.	Mayor tiempo de vida de la faja.	Medio	31.03.2019

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 54: Programa de mantenimiento para la mezcladora de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

N°	Reparación/ mejora	Observación	Criticidad	Fecha de ejecución
1	Cambio de eje piñón arrastre	El eje piño se encuentra con mucho desgaste.	ALTO	31.05.2019
2	Cambio de rodamientos de eje piñón de arrastre.	Al cambiar el eje es necesario cambiar el rodamiento	ALTO	31.05.2019
3	Cambio de rodamientos a todo la caja de engranajes, puños.	Rodamientos ya cumplieron su tiempo de vida.	ALTO	31.05.2019
4	Rellenar bocina de las paletas.	Las bocinas presentan mucho desgaste.	MEDIO	31.05.2019
5	Mantenimiento de las paleta, (Rellenar paletas)	Paletas presentan demasiado desgaste.	MEDIO	31.05.2019
6	Mantenimiento de motor eléctrico, cambio de rodamientos.	No se encuentran registros de cambio de rodamiento	ALTO	31.05.2019
7	Mantenimiento al arrancador eléctrico.	Nunca se ha realizado un mantenimiento al arrancador eléctrico.	MEDIO	31.05.2019
8	Cambio de fajas	Las fajas presentan desgaste se programara su cambio	MEDIO	31.05.2019
9	Cambio de polea del motor	Polea con desgaste en los canales.	MEDIO	31.05.2019
10	Mantenimiento al Embrague.	Presenta desgaste	MEDIO	31.05.2019
11	Mantenimiento de rodamientos a la polea presenta desbalance.		ALTO	31.05.2019
12	Eliminar fugas de aceite.	Hay fugas de aceite	MEDIO	31.05.2019
13	Pintado de la máquina.		BAJO	31.05.2019

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 55: Programa de mantenimiento para el laminador de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

N°	Reparación/ mejora	Observación	Criticidad	Fecha de ejecución
1	Cambio de nuevo rodillo N°1	Rodillo actualmente está con una chaqueta de fierro común que se desgasta rápido.	MEDIO	31.08.2019
2	Rectificado rodillos de laminador	El rodillo actualmente presenta desgaste.	MEDIO	31.08.2019
3	Fabricación de guardas de seguridad	No tiene guardas de seguridad.	ALTO	31.08.2019
4	Regulación de laminador		BAJO	31.08.2019
5	Acondicionar sistema de lubricación		BAJO	31.08.2019
6	Reparar tapas de laminador	Actualmente las tapas se encuentran rotas.	MEDIO	31.08.2019
7	Mantenimiento de motor eléctrico	No se encuentran registros de cambio de rodamiento	ALTO	31.08.2019
8	Cambio de pernos de limpiador de rodillos al laminador	Actualmente no están con los pernos adecuados	ALTO	31.08.2019
9	Examinar fusibles de ruptura del rodillo	Por información de producción nos informan que los fusibles no actúan.	MEDIO	31.08.2019
10	Cambio de relé térmico	El relé actual es antiguo y de una marca que no brinda la garantía.	MEDIO	31.08.2019
11	Mantenimiento al arrancador eléctrico.	Nunca se ha realizado un mantenimiento al arrancador eléctrico.	MEDIO	31.08.2019
12	Cambio de templadores del limpiador laminador	Todos los templadores están fabricados de diversos tamaños	BAJO	31.08.2019
13	Revisar paradas de emergencia.	Las Shitw de parada de emergencia por ruptura de fusibles no están habilitados	MEDIO	31.08.2019
14	Cambio de fajas	Las fajas presentan desgaste se programara su cambio	MEDIO	31.08.2019
15	Cambio de polea del motor	Polea con desgaste en los canales.	MEDIO	31.08.2019
16	Instalación de extractor de polvo laminador.	Existe mucha polución en el área.	MEDIO	31.08.2019

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 56: Programa de mantenimiento para la amasadora de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

N°	Reparación/ mejora	Observación	Criticidad	Fecha de ejecución
1	Cambio de eje de paletas 1, Cambio de rodamientos.	Cambiando eje nuevo nos brindara la confiabilidad respectiva	ALTO	01.10.2019
2	Cambio de eje de paletas 2, Cambio de rodamientos.	Cambiando eje nuevo nos brindara la confiabilidad respectiva	ALTO	01.10.2019
3	Cambio bocinas separadores de paletas y sinfín	Principalmente Evitar ruptura de los ejes.	ALTO	01.10.2019
4	Revestir (dar altura) el sinfín una hasta que vengan los nuevos.	Mayor avance en la producción	URGENTE Medio	01.10.2019
5	Revestir paletas hasta que vengan los nuevos	Mayor avance en la producción.	Medio	01.10.2019
6	Reforzar las paletas parte de la bocina, presentan desgaste. Se reforzara con platinas en dos partes.		Medio	01.10.2019
7	Cotización de sinfín nuevo, Compra	Tener están by nos permitirá dar un mejor trabajo.	Medio	01.10.2019
8	Cotización de paletas nuevos, Compra	Paletas presentan mucho desgaste	Medio	01.10.2019
9	Cambio de Sinfín nuevos.	Tener están by nos permitirá dar un mejor trabajo.	MEDIO	01.10.2019
10	Cambio de paletas nuevas.		MEDIO	01.10.2019
11	Cambio de chaqueta de sinfín.	Tendremos mejor producción		01.10.2019
12	Compra de eje piñón de volante.	Evitaremos paradas y que otros componentes se malogren por esta causa.	ALTO	01.10.2019
13	Cambio de eje piñón de volante y rodamientos.	Evitaremos paradas y que otros componentes se malogren por esta causa.	ALTO	01.10.2019
14	Cambio de rodamiento del eje de arrastre interior.	Evitar que el equipo de malogre por mal estado del rodamiento	ALTO	01.10.2019
15	Mantenimiento del motor eléctrico.	Confiabilidad que no se malogre el motor	MEDIO	01.10.2019
16	Reforzar y poner soporte en base exterior del amasador.	Evitar que la base del amasador se rompa.	ALTO	01.10.2019
17	Dar vuelta a todos los engranajes de transmisión.	Nos permitirá trabajar con la otra cara del engranaje	MEDIO	01.10.2019
18	Cambio de aceite SHELL OMALA 680	Mejor calidad del lubricación	ALTO	01.10.2019
19	Pintado general.	Mejor imagen para la empresa.	BAJO	01.10.2019

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 57: Programa de mantenimiento para la extrusora de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

N°	Reparación/ mejora	Observación	Criticidad	Fecha de ejecución
1	Mejorar sistema de lubricación	Se realizara modificaciones en el sistema de lubricación para mayor flujo de aceite y también retener el aceite interior mente	ALTO	12.06.19
2	Cambio de cañerías de lubricación, Actualmente las cañerías están rotas, parchadas y presentan fugas de aceite.	Mantener en buen estado los piñones.	ALTO	12.06.19
3	Mantenimiento a la bomba de lubricación.		ALTO	12.06.19
4	Tomar medidas al piñón central de puños de eje fuerza de puños. Fabricación.		MEDIO	12.06.19
5	Cambio de piñón eje central y piñón central de puño.		ALTO	12.06.19
6	Fabricación de bocinas de bronce para puños, las bocinas actualmente ya están desgastadas, ya tenemos los broces falta maquinarlos.		ALTO	12.06.19
7	Cambio de bocina de bronce puños		ALTO	12.06.19
8	Realizar mejor anclaje de la maquina Extrusora.		MEDIO	12.06.19
9	Fabricar de tacos de embrague. Los tacos de los embragues presentan desgaste		BAJO	12.06.19
10	Rellenar altura y ancho de puños		MEDIO	12.06.19
11	Fabricación de limpiadores de puño		MEDIO	12.06.19
12	Compra de puños nuevos	EVALUACION	MEDIO	12.06.19
13	Cambio de puños nuevos	EVALUACION	MEDIO	12.06.19
14	Cambio de chaqueta interna		MEDIO	12.06.19
15	Cambio de rodamientos nuevos al eje de puños		ALTO	12.06.19
16	Fabricación de sin fin nuevo			12.06.19
17	Cambio de sinfín nuevo a la extrusora			12.06.19
18	Fabricación de camiseta y revestimiento con platinas con sito duro del cañón		ALTO	12.06.19
19	Relleno y alineamiento de sinfín en nueva chaqueta fabricada y revestida		ALTO	12.06.19
20	Fabricación de machina con eje central para la reparación sinfín de la extrusora.		BAJO	12.06.19
21	Fabricación de una prensa templador		Ventura BAJO	12.06.19
22	Fabricación de 10 limpiadores para sinfín de extrusora	Los limpiadores actuales están muy desgastados y no tienen los ángulos deseados y Stan bey cuando se malogren	Ventura MEDIO	12.06.19
23	Revisar fusible de cañón		MEDIO	12.06.19
24	Mantenimiento del motor eléctrico de extrusora.	Según investigaciones ya son más de 2 años que no se realiza un mantenimiento y este motor está trabajando con sobre carga	MEDIO	12.06.19
25	Mantenimiento de bomba de vacío # 1		MEDIO	12.06.19
26	Mantenimiento de bomba de vacío # 2		MEDIO	12.06.19
27	Colocar sensor de flujo de aceite ala bomba de lubricación.		MEDIO	12.06.19
28	Mantenimiento de los motor de la bomba de vacío N° 1		MEDIO	12.06.19
29	Mantenimiento de tanque de agua de bomba de agua.		BAJO	12.06.19
30	Pintado de la maquina		BAJO	12.06.19

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 58: Programa de mantenimiento para la cortadora de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

N°	Reparación/ mejora	Observación	Criticidad	Fecha de ejecución
1	Cambio de cadenas	Confiabilidad paradas indeseadas	BAJA	25.07.19
2	Cambio de tacos	Confiabilidad paradas indeseadas	BAJA	25.07.19
3	Cambio de piones de cadena	Confiabilidad paradas indeseadas	BAJA	25.07.19
4	Mejorar el anclaje de la cortadora	Confiabilidad paradas indeseadas	BAJA	25.07.19
5	Cambio de tambor	Confiabilidad paradas indeseadas	BAJA	25.06.19
6	Cambio de Zapata	Confiabilidad paradas indeseadas	BAJA	22.08.19
7	Mejorar la lubricación.	Confiabilidad paradas indeseadas	BAJA	25.07.19
8	Alineamiento de Piñones.	Piñones desalineados	BAJA	
9	Mantenimiento a la mesa de la cortadora.	Presenta planchas desgastadas.	BAJA	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 59: Programa de mantenimiento para el horno de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

N°	Reparación/ mejora	Observación	Criticidad	Fecha de ejecución
1	Reparación de rieles de carro de transferencia de ingreso al horno de quemando	Se encuentra en mal estado el carro de transferencia de atraca en los rieles	ALTO	25.09.2019
2	Reparación de areneros internos del horno	Los areneros se encuentran en mal estado doblados y rotos necesitan su cambio , esto hace los rodamientos se sobre calienten, que los vagones se atraquen	ALTO	25.09.2019
3	Mantenimiento a los ceniceros de los quemadores	Los ceniceros se encuentran tapados esto ocasiona que la combustión no sea eficiente.	MEDIO	25.09.2019
4	Reparación pared del horno altura de la zona de quemando y enfriamiento, presenta una barriga en la cual chocan los ladrillos		ALTO	25.09.2019
5	Inspección de rieles internos de en la zona de quemado.		MEDIO	25.09.2019
6	Reparación de las ventanas internas de los quemadores.		ALTO	25.09.2019
7	Contra puesta de ingreso se encuentra malogrado	Poner operativo la contra puerta.	MEDIO	25.09.2019
	Mantenimiento y Balanceo de los extractores de la chimenea	Se encuentra desbalanceado	ALTO	25.09.2019
	Mantenimiento y Balanceo del extractor del recirculador.	Se encuentra desbalanceado	ALTO	25.09.2019
	Cambio del PT 100 del recirculador de aire interno.	Se encuentra malogrado	ALTO	25.09.2019

Mantenimiento a los motor eléctrico de los soplador de los quemadores lado A		ALTO	25.09.2019
Mantenimiento a los motor eléctrico de los soplador de los quemadores lado B		ALTO	25.09.2019
Mantenimiento a los 8 sinfín de los quemadores lado A.		MEDIO	25.09.2019
Mantenimiento a los 8 sinfín de los quemadores lado B.		MEDIO	25.09.2019
Mantenimiento a los motores eléctricos de los quemadores lado A		MEDIO	25.09.2019
Mantenimiento a los motores eléctricos de los quemadores lado B		MEDIO	25.09.2019
Mantenimiento a los cajones de aserrín lado A	Presenta huecos por la cual se cae el aserrín.	MEDIO	25.09.2019
Mantenimiento a los cajones de aserrín lado A	Presenta huecos por la cual se cae el aserrín.	MEDIO	25.09.2019
Mantto. del pistón empuje en horno de quemando	Este mantenimiento se realiza para evitar fugas de aceite.	ALTO	25.09.2019
Tapar todos los ingresos aire frio al horno	El ingreso de aire nos hace perder calor	MEDIO	25.09.2019

Fuente: Elaboración propia.

Fase 10: “Seguimiento de los resultados”

Teniendo en cuenta las actividades que se van a desarrollar como propuesta de mejora debe pasar, una vez desarrolladas y ejecutadas, con medidas de control y seguimiento.

El seguimiento se lleva a cabo con la inspección y registro de todos los resultados que se presenten, mediante la aplicación de formatos o registros necesarios para su redacción.

Además, se debe de procesar toda la información registrada, con ayuda de un sistema informático, que facilita la identificación y almacenamiento de los datos ingresados. Para la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L. se plantea la adquisición y manejo del programa KARDEX.

El programa será utilizado por el personal de mantenimiento, al cual se le dará capacitación y manejo de medidas de control constantes respecto al registro diario de los acontecimientos que surjan con respecto al funcionamiento de los equipos.

La empresa hasta la fecha presenta una capacidad efectiva que asciende a 2 600 toneladas por semana de producción la cual se estima con la mejora llegar a cumplir 2 800 toneladas por semana de producción, mejora que asciende en un 5 a 7%.

Los registros básicos y necesarios que la empresa debe manejar son:

Registro de fallos

Cuando se da una mejora en el área de mantenimiento este registro es fundamental, ya que su finalidad es identificar los fallos que presentan los equipos. De esta manera se identificaría y ejecutaría las soluciones inmediatas. Ver anexo 06.

Registro de sustitución de piezas

Este registro permite tener bajo control los periodos de cambio de piezas que son necesarios para cada equipo, con el fin de evitar paradas por desgastes o roturas. Ver anexo 07.

Registro de inspección

Este registro detalla las actividades diarias a ejecutar que se debe realizar antes de la jornada. Ver anexo 08.

Ordenes de lubricación

Esta orden de control tiene la finalidad de prevenir fallos de gravedad que limiten la jornada laboral. Ver anexo 09.

Ordenes de trabajo

Esta orden se genera una vez identificado el fallo que necesita acciones inmediatas y de control. Ver anexo 10.

Órdenes de compra

Específicamente relaciona a los proveedores con respecto a los repuestos necesarios para la ejecución de trabajos por el área de mantenimiento. Ver anexo

11

Tabla 60: Cronograma de actividades para realizar la implementación del plan de mantenimiento.

Actividades	2018 – 2019											
	Agos	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
1. Etapa preliminar para el RCM												
Reunión y firma de acta de compromiso.	2 Sem											
Conformación del equipo de trabajo.	2 Sem											
2. Anuncio de la alta dirección												
1° reunión trabajadores		2 Sem										
Capacitación producción y mantto		4 Sem										
3. Anuncio de la alta dirección												
Elaboración de matriz del personal			2 Sem									
Determinación de responsabilidades			2 Sem									
4. Establecer políticas y metas												
Análisis de situación actual de mantto			2 Sem									
Propuesta de cambios técnicos			10 Sem									
5. Identificación de la problemática												
Definición específica de la problemática				2 Sem								
Evaluación del equipo/ material/ método				2 Sem								
6. Elaboración de planes de mejora												
Preparación del plan basado en la confiabilidad (RCM)				2 Sem								
Establecimiento de controles de mantto				2 Sem								
7. Análisis del plan de mantenimiento												
Formatos de análisis de RCM (efecto/ falla)					4 Sem							
Formatos de evaluación						4 Sem						
8. Ejecución del plan de mantenimiento												
Inicio del programa de mantto								6 Sem				
Ejecución del programa de mantto								6 Sem				
9. Control del plan de mantenimiento												
Control del programa de mantto										6 Sem		
Registro de los formatos de registros										6 Sem		

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3. Evaluación de beneficio costo

Para el análisis de este punto de la investigación se realiza se detallan los costos para demostrar si la propuesta de la mejora es rentable o no para la empresa.

Costos. En la tabla 61, se detallan los costos que se consideran para la implementación de la mejora.

Tabla 61: Costo del costo necesario para la mejora.

Materiales	CU	Cantidad	CT
- Mejora del área de mantenimiento (distribución del área).	10 000	1	10 000
- Capacitación del encargado del área de mantenimiento	1 500	2	3 000
- Capacitación para el encargado del programa KARDEX	1 200	1	1 200
- Capacitación de acciones preventivas a los trabajadores	1 000	3	3 000
- Stock de repuestas simples para acciones imprevistas	5 000	12	60 000
- compra de repuesto para mantenimiento	7 000	1	7 000
- costo de mantenimiento de maquinas	2 000	160	320 000
- Renovación de kits de herramientas para mantenimiento	1 000	13	13 000
Total			417 200

Fuente: Elaboración propia.

Beneficio

Para el beneficio que obtendrá la empresa con la aplicación de esta propuesta con respecto a la producción que no se concreta por paradas no programadas.

Tabla 62: Ventas no generadas.

Meses	Producción no lograda (toneladas)	Precio de venta (soles)	Ventas no utilizadas (soles)
Enero	130	163	21 190
Febrero	110	166	18 260
Marzo	180	163	29 340
Abril	310	162	50 220
Mayo	202	161	32 522
Junio	300	159	47 700
Julio	412	152	62 624
Agosto	400	157	62 800
Setiembre	430	155	66 650
Octubre	520	156	81 120
Noviembre	540	156	84 240
Diciembre	605	163	98 615
Total			655 281

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta el resultado de los costos de implementación y el beneficio que se determinó se obtendrá una relación que resulta necesario para la investigación.

$$\text{Relación costo – Beneficio} = \frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}}$$

$$\text{Relación costo – Beneficio} = \frac{655\,281}{417\,200}$$

$$\text{Relación costo – Beneficio} = 1,57$$

Lo que quiere decir que por cada sol invertido la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L. se obtendrá un beneficio de 1,57.

CAPITULO IV:
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones.

1. Con respecto al diagnóstico realizado, la empresa en la actualidad no realiza un control adecuado de mantenimiento ya que no registra las fallas ni el mantenimiento que se realizan a las máquinas, el mantenimiento que realiza la empresa es el correctivo lo cual genera paradas no programadas generando costos irremediables para la empresa.
2. Con respecto a segundo objetivo se identificaron los equipos críticos las cuales fueron 12 de 160 que presenta la empresa las cuales se detallan sus fallas las cuales son la falta de lubricación, calentamiento, desgaste sobre carga, roturas, vibraciones excesivas, fugas de aceite.
3. Con respecto al objetivo de implementación de detallar programa detallado de mantenimiento que permita cumplir con la producción programada, logrando mejorar en un 6 % aproximadamente.
4. En cuanto al análisis de beneficio – costo que presenta la propuesta de mejora, se detalla los costos que se generará y el beneficio que la empresa obtendrá con la implementación de esta mejora, obteniendo como resultado que por cada sol invertido la empresa tendrá una ganancia de 1,57 soles, concluyendo que la propuesta de mejora es rentable.

4.2. Recomendaciones.

1. Se recomienda que el jefe de mantenimiento debe llevar un registro organizado de los mantenimientos realizados y de las fallas que se presentan cada máquina para tener un control.
2. Se recomienda que el jefe de mantenimiento realice un seguimiento de los resultados que conlleve el cronograma de ejecución de mantenimiento para observar si se está realizando de forma correcta.
3. Mantener la disciplina en control documentario, delegando responsabilidades.
4. Establecer un análisis para la elaboración de un plan de seguridad y salud en el trabajo con el objetivo de brindar un ambiente seguro y saludable a los trabajadores.

REFERENCIAS

- Barreda, S. (2015). *PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (R.C.M.) EN LA EDAR DE NULES-VILAVELLA*. Obtenido de http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/128127/TFG_2015_BarredaBeltranS.pdf?sequence=1
- Bello, M., & Quintero, D. (2016). *Universidad de Cundinamarca*. Obtenido de Facultad de Ingenieria : <http://dspace.ucundinamarca.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/371/DISE%C3%91O%20DEL%20PLAN%20DE%20MANTENIMIENTO%20PREVENTIVO%20PARA%20LA%20ORGANIZACI%C3%93N%20LADRILLERA%20SANTANDER%20D%C3%8DAZ%20MU%C3%91OZ%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Betancourt, D. (11 de abril de 2016). *Ingenio empresa*. Obtenido de Capacidad de producción: https://ingenioempresa.com/capacidad-produccion-empresa/#Que_es_capacidad_de_produccion
- Cárdenas , M. (2011). *DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN RCM, PARA LOS EQUIPOS Y VEHÍCULOS DE DINACOL S.A*. Obtenido de <http://biblioteca.unitecnologica.edu.co/notas/tesis/0062776.pdf>
- Cruells, J., & Difiori, A. (2017). *Sistemas productivos*. Obtenido de http://www.rinconcreativo.com.ar/sistproductivo/Tema%2018_05.htm#
- Cruz Ramos, L. (2016). *DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN LA CONFIABILIDAD PARA*. Obtenido de <http://revistas.ucv.edu.pe/index.php/INNOVACION/article/view/998/783>
- Cuartas , L. (2008). *Mantenimiento*. Obtenido de http://www.unalmed.edu.co/tmp/curso_concurso/area3/QUE_ES_EL_MANTENIMIENTO_MECANICO.pdf

Cuatrecasas , L. (2012). *Organización de la producción y dirección* . Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=AxffCHLc060C&printsec=frontcover&dq=producci%C3%B3n&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjQofDBhs_XAhXDF5AKHXorCzIQ6AEIJDA#v=onepage&q=producci%C3%B3n&f=false

ECURED. (2017). Obtenido de Proceo de producción: https://www.ecured.cu/Proceso_de_producci%C3%B3n

Fuentes, S. (2015). *propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en los indicadores por OVERALL EQUIPMENT EFICIENCY para la reducción de los costos de mantenimiento en la empresa Hilados Richards S.A.C.* . Obtenido de http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/usat/497/1/TL_Fuentes_Zavala_Sebastian_Moises.pdf

García , S. (2009). *Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento* . Obtenido de <http://www.renovetec.com/ingenieria-del-mantenimiento.pdf>

Gómez, F. (1998). *Tecnología del mantenimiento industrial*. Murcia: Univeridad de Murcia - España.

Gómez, J. (2013). *Mantenimiento Industrial*. Obtenido de <http://mantenimientoindustrialind201335.blogspot.pe/>

Hernández , R. (2010). *Propuesta de Mantenimiento Preventivo Basado en la Confiabilidad del B.C.L. y del S.D.A.C. de la Flota A320 de Mexicana de Aviación,*. Obtenido de <http://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/13412/1/TESIS%20RAYMUNDO%20HERNANDEZ%20BARCENAS.pdf>

Juan, (. (2007). *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad*. . Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/rcm-mantenimiento-centrado-en-confiabilidad/>

Layme , R. (2014). *Propuesta de mejora del plan de Mantenimiento basado en el RCM en la línea de Extrusión 1*. Obtenido de

http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/336943/1/layme_rr.pdf

López, C. (2001). *Conceptos básicos de producción*. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/conceptos-basicos-produccion/>

Milanese, C. (2013). *Diseño de un plan preventivo basado en el mantenimiento centrado en la confiabilidad en la maquina papelera*. Obtenido de <http://159.90.80.55/tesis/000159149.pdf>

Moubray, J. (s/f). *MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM)*. Obtenido de http://www.mantenimientoplanificado.com/art%C3%ADculos_rcm_archivos/RCM2%20EXPLICACION.pdf

Olarte, W. (2010). *Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción*. Obtenido de <https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=10&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjEttz-4bnWAhXL2SYKHU40C0MQFghcMAk&url=https%3A%2F%2Fdia.net.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F4587110.pdf&usg=AFQjCNF5YCF9HEmGTkkAZBipMo8JbZOFeg>

Pérez, C. (2015). *RCM y gestion de activos*. Obtenido de <http://www.rcm2-soporte.com/images/Articulos/RCM-ARTICULO-RCM-GESTION%20ACTIVOS-16-FEB-2015%20V4.pdf>

Pérez, J., & Merino, M. (2010). *Definición de reparación*. Obtenido de <https://definicion.de/reparacion/>

Priego, J. (2012). *Definición de criticidad*. Obtenido de <http://www.psicopedagogia.com/definicion/criticidad>

SEAS. (2012). *Estudios Superiores Abiertos*. Obtenido de Gestion de mantenimiento: <http://www.fnmt.es/documents/10179/6076529/20151105+Documentacion+1/931c925e-bb51-450d-bb17-db70ff3a6524>

ANEXOS

Anexo 1: Guía de observación.

GUIA DE OBSERVACION N° 1

INSTRUMENTOS:

Marca con una (X) si se observa alguno de los puntos en mención. De ser necesario se detalla observaciones.

OBJETIVO:

Observar y evaluar el desempeño y manejo de las máquinas que se encuentran en la empresa.

N°	Puntos por evaluar	Si	No	A veces	Observaciones
1	Se presenta la ausencia de maquinaria para cumplir con la producción.				
2	Se limpian los equipos antes y después de la jornada de producción.				
3	Mantenimiento correctivo realizado adecuadamente.				
4	Mantenimiento preventivo ejecutado o por ejecutar.				
5	Presenta dispositivos de seguridad indicando la peligrosidad de la unidad.				
6	Presenta ser una fuente de accidentes e incidentes como golpes, atrapamientos u otros.				
7	Presentan con un encargado para el mantenimiento de las maquinas.				
8	Las maquinas presentan un cronograma de mantenimiento adecuado y organizado.				
9	Todas las maquinas cuentan con su placa de especificaciones técnicas de fabricación.				
10	Cuenta con los equipos y herramientas necesarias para el mantenimiento.				

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Formato de entrevista.

ENTREVISTA AL RESPONSABLE DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO

Cargo / nombre de la persona entrevistada:

Puesto de trabajo:

Fecha de entrevista:

Responder a las siguientes interrogantes con el fin de complementar la investigación de mejora que se presenta a su área de trabajo.

1. ¿Cuenta con un área de trabajo propio o suelen contratar los servicios de mantenimiento para las maquinarias?
2. ¿Qué tipo de mantenimiento ejecutan en la empresa (correctivo, preventivo, predictivo)? ¿O no presentan ningún tipo de mantenimiento?
3. ¿Cuáles son los procedimientos que se siguen para realizar los mantenimientos periódicos?
4. ¿Cuáles son los procedimientos que se siguen para identificar algún fallo o avería?
5. ¿Le dan capacitaciones para ampliar sus conocimientos y realizar su inspección y control de manera correcta los mantenimientos? De brindarles las capacitaciones ¿Cada que tiempo recibe dichas capacitaciones?
6. ¿En los últimos periodos de trabajo, cuáles son los fallos más frecuentes que se han generado en la empresa?

Anexo 3: Formato de encuesta.

ENCUESTA A LOS COLABORADORES DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN Y DE MANTENIMIENTO

Se agradece de antemano su participación en la aplicación de esta encuesta. La presente tiene como fin desarrollar una mejora en la empresa en la cual trabaja, para garantizar la seguridad personal, la eficiencia de las maquinarias e incrementar los ingresos.

Marca con (X) en valor que considere apropiado, teniendo en cuenta que:

- 1 Totalmente en desacuerdo
- 2 En desacuerdo
- 3 De acuerdo
- 4 Totalmente de acuerdo

Cargo:		Fecha:			
Nº	Ítems	Puntuación			
		1	2	3	4
1	La empresa cuenta con un plan de mantenimiento considerando los tipos preventivo y correctivo para cada una de las máquinas.				
2	Conoce que la empresa cuenta con la mano de obra calificada para realizar las tareas de mantenimiento de las máquinas.				
3	Las maquinas que están bajo su responsabilidad, cuentan con la información técnica completa y adecuada para realizar su mantenimiento.				
4	El personal que conoce como responsable del área de mantenimiento recibe capacitaciones constantes para desarrollar sus labores.				
5	Les es fácil identificar los fallos que tiene la maquinaria para que puedan reportar al área y den las respectivas tareas de mejora.				
6	Participa de manera activa en la ejecución del mantenimiento de la maquinaria que se encuentra fuera de servicio.				
7	Se tiene conocimiento de que la empresa cuenta con repuestos en stock de almacenes.				
8	Cuenta con los instrumentos de diagnóstico necesarios para restablecer rápidamente una maquina después del fallo.				
9	Realizan registros o formatos los cuales evidencien que se ejecuta el mantenimiento para cada maquina que lo requiere.				
10	Cuenta con servicios externos de res necesario para desarrollar el mantenimiento de las máquinas que lo requieran.				

Anexo 4: Validación de los instrumentos aplicado.
Validación de la encuesta

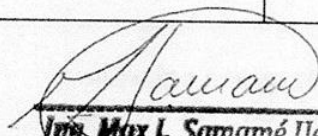
UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

USS | UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CARTILLA DE VALIDACIÓN DE LA ENCUESTA POR JUICIO DE EXPERTOS

1	Nombre del Juez	<i>Ing. Lenox Samamé Ueda</i>
	Profesión	<i>Ingeniero Químico</i>
	Mayor Grado Académico obtenido	<i>Maestría</i>
2	Experiencia Profesional (en años)	<i>15 años.</i>
	Institución donde labora	<i>Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental</i>
	Cargo	<i>JEFE ARABONAS</i>
<u>INFORME DE INVESTIGACIÓN</u>		
PLAN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN RCM PARA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CERÁMICOS PAKAMUROS E.I.R.L. – JAÉN, 2018		
Autor (es): Villacorta Pinedo, Edison		
Instrumento evaluado	Encuesta	
Objetivo del Instrumento	Determinar la perspectiva de los trabajadores de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L. con respecto a las acciones que se siguen para garantizar la seguridad, la eficiencia de las máquinas.	
Detalle del Instrumento: El instrumento ha sido construido a partir de los indicadores de la Operacionalización de la variable. Esta encuesta será aplicada a los clientes a los trabajadores de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L. Agradeceré evaluar cada ítem marcando con un aspa SI (A) o NO (B).		


Ing. Lenox Samamé Ueda
CIP: 95358

DNI: *16781262*
JUEZ EXPERTO

**CARTILLA DE VALIDACIÓN DE LA ENCUESTA POR JUICIO DE
EXPERTOS**

1	Nombre del Juez	Antonio, LAM GARCIA
2	Profesión	Estadístico
	Mayor Grado Académico obtenido	Maestría en Proyectos de Inversión
	Experiencia Profesional (en años)	17 años
	Institución donde labora	Pro Naturaleza
	Cargo	Asesor
<u>INFORME DE INVESTIGACIÓN</u>		
PLAN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN RCM PARA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CERÁMICOS PAKAMUROS E.I.R.L. – JAÉN, 2018		
Autor (es): Villacorta Pinedo, Edison		
Instrumento evaluado		Encuesta
Objetivo del Instrumento		Determinar la perspectiva de los trabajadores de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L. con respecto a las acciones que se siguen para garantizar la seguridad, la eficiencia de las máquinas.
Detalle del Instrumento: El instrumento ha sido construido a partir de los indicadores de la Operacionalización de la variable. Esta encuesta será aplicada a los clientes a los trabajadores de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L. Agradeceré evaluar cada ítem marcando con un aspa SI (A) o NO (B).		


 DNI: 07539965
 JUEZ EXPERTO

Validación de la entrevista

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

USS | UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CARTILLA DE VALIDACIÓN DE LA ENTREVISTA POR JUICIO DE EXPERTOS

1	Nombre del Juez	<i>Ing. Max L. Samamé Ueda</i>
	Profesión	<i>Ingeniero Químico</i>
	Mayor Grado Académico obtenido	<i>Maestría</i>
2	Experiencia Profesional (en años)	<i>15 años.</i>
	Institución donde labora	<i>Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental</i>
	Cargo	<i>JEFE AMAZONAS</i>
INFORME DE INVESTIGACIÓN		
PLAN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN RCM PARA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CERÁMICOS PAKAMUROS E.I.R.L. – JAÉN, 2018		
Autor (es): Villacorta Pinedo, Edison		
Instrumento evaluado		Entrevista
Objetivo del Instrumento		Determinar la perspectiva de los responsables del área de mantenimiento y producción de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.
<p>Detalle del Instrumento: El instrumento ha sido construido a partir de los indicadores de la Operacionalización de la variable. Esta entrevista será aplicada al responsable del área de mantenimiento y de producción de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L. con el fin de recolectar información sobre el manteniendo que se le da a los equipos. Valoración bueno (A) o malo (B).</p>		



Ing. Max L. Samamé Ueda
CIP: 95358

DNI: *16781262*
JUEZ EXPERTO

CARTILLA DE VALIDACIÓN DE LA ENTREVISTA POR JUICIO DE EXPERTOS

1	Nombre del Juez	Antonio, LAM GARCÍA
	Profesión	Estadístico
2	Mayor Grado Académico obtenido	Maestría en Proyectos de Inversión
	Experiencia Profesional (en años)	17
	Institución donde labora	Pro Naturaleza
	Cargo	Asesor
<u>INFORME DE INVESTIGACIÓN</u>		
PLAN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN RCM PARA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CERÁMICOS PAKAMUROS E.I.R.L. – JAÉN, 2018		
Autor (es): Villacorta Pinedo, Edison		
Instrumento evaluado		Entrevista
Objetivo del Instrumento		Determinar la perspectiva de los responsables del área de mantenimiento y producción de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.
Detalle del Instrumento: El instrumento ha sido construido a partir de los indicadores de la Operacionalización de la variable. Esta entrevista será aplicada al responsable del área de mantenimiento y de producción de la empresa Cerámicos Pakamuros E.I.R.L. con el fin de recolectar información sobre el manteniendo que se le da a los equipos. Valoración bueno (A) o malo (B).		



DNI: 07539965

JUEZ EXPERTO

Anexo 5: Lista de verificación – inspección de equipos.

Lista de chequeo de maquinaria			Mes y semana:	
Identificación de equipo:			Fecha:	Hora:
Ítem	Estado			Observaciones
	Bueno	Regular	Bajo	
Comprobación de ruidos en partes móviles (indicando donde se detectan).				
Toma de datos de temperatura de cojinetes y rodamientos.				
Comprobación de ausencia de desajustes en los componentes sometidos a vibraciones (indicar como se detectan).				
Comprobar ausencia de defectos en producción.				
Comprobación del ciclo de funcionamiento del equipo.				
Verificar los niveles de aceite, agua y presión de aire.				
Ajustes los elementos sometidos a esfuerzos.				
Limpieza del equipo.				

Anexo 7: Registro de sustitución de piezas.

Sustitución de piezas	equipo:	Fecha:	Incorporación:	
			Sustitución:	
Sustitución de pieza o repuesto				
Pieza por desincorporar:	Ubicación:	Nº de identificación:	Marca:	Motivo:
Pieza por incorporar:	Ubicación:	Nº de identificación:	Marca:	Observación:
Incorporación de pieza o repuesto				
Pieza:	Ubicación:	Nº de identificación:	Observación:	

Inspeccionado por:

Firma:

Entrega de registro a:

Anexo 9: Orden de lubricación.

Orden de lubricación					
Numero de equipo:			Fecha:		
Codificación de equipo:			Hora:		
Motor:					
Mecánico encargado:					
Trabajo de lubricación a realizar					
Partes por lubricar	Lubricantes		Marca	Cantidad	Duración
	Grasa	Aceite			
Observaciones:					
Ejecutado por:			Recibido por:		

Anexo 10: Orden de trabajo.

Orden de trabajo	Realizado por:	Unidad:	Fecha:
	Circuito:	Ejecutor:	Responsable:
Equipo que reparar:	Ubicación:	Nº de identificación:	
Fallo			
Causa de fallo			
Descripción de actividad a realizar			
Tiempo de trabajo			
Fecha de inicio:	Hora de inicio:	de	Fecha de culminación:
Materiales y repuestos			
Estado final del equipo reparado			

Inspeccionado por:

Firma:

Entrega de registro a:

Anexo 11: Orden de compra.

Orden de compra			
Fecha:		Nº orden:	
Día:	Mes:	Año:	
Comprado por:	Tipo de repuesto:	Cantidad:	Valor:
Especificación:			

Anexo 12: Formato de ficha técnica de las máquinas.

Ejemplo: Ficha técnica de tolva de carguío N°1

Motor		Transmisión	
Modelo	Hyundai Powertec D6CB, Norma Euro III.	Modelo	Hyundai ZF 16S151 OD.
Tipo	Turbo Intercooler, 6 cilindros en línea	Tipo	16 velocidades sincronizadas más 2 reversas
Cilindrada	12.300 cc.	Relaciones	1° 13,80 16° 0,84.
Potencia	380 HP @ 1.900 RPM.	Embrague	Monodisco 430 mm., accionamiento servo asistido.
Torque	1.568 Nm @ 1.200 - 1.500 RPM.	Diferencial	Con bloqueo de accionamiento electrónico, relación 4,875:1.
Inyección	Inyector bomba DELPHI, controlado electrónicamente.	Capacidad (kg)	Configuración 8x4
Capacidad técnica máxima		Capacidad de carga	
Eje delantero: (Kg.)	18.000	Eje delantero: (Kg.)	11.090
Eje trasero: (Kg.)	26.000	Eje trasero: (Kg.)	22.440
Total: (Kg.)	44.000	Total: (Kg.)	33.530
Peso bruto vehicular	Total (Kg) 44.000	Tara	10.470 kg
Eje delantero	Modelo: Elliot, invertido tipo Suspensión: Ballestas semielípticas de hojas ventiladas. Capacidad: 18.000 Kg (9.000 x 2).	Eje trasero	Modelo: D12H. Tipo: Flotante. Suspensión: Ballestas semielípticas en tándem. Capacidad: 26.000 Kg. (13.000 x 2).

Anexo: Carta de Autorización de la Empresa



CERAMICOS PAKAMUROS EIRL

"Año de la Universalización de la Salud"

Autorización de recojo de información

San Rafael, 14 de agosto de 2020.

El que suscribe:

Lic. Martin Olivera Carrasco

Administrador Cerámicos Pakamuros E.I.R.L.

Se autoriza el recojo de información pertinente para desarrollar la investigación denominada "IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM) PARA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CERÁMICOS PAKAMUROS E.I.R.L. – JAÉN, 2020"

Se autoriza a Edison Villacorta Pinedo, con D.N.I. 09899939, trabajador y estudiante de la escuela profesional de Ingeniería Industrial de la universidad Señor de Sipan, siendo autor del trabajo de investigación denominada "IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM) PARA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CERÁMICOS PAKAMUROS E.I.R.L. – JAÉN, 2020"

Al uso de la información que forma parte del expediente técnico, así como hojas memoria, cálculos, entre otros para efectos exclusivamente académicos de elaboración de tesis mencionada líneas arriba.

Se garantiza la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Atentamente,

CERAMICOS PAKAMUROS E.I.R.L.

MARTIN OLIVERA CARRASCO
ADMINISTRADOR

CAL. MARIETA NRO. 321 MORRO SOLAR (PARQUE INFANTIL) CAJAMARCA / JAEN / JAEN