



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA
INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE MÁQUINAS EN
LA EMPRESA CERAMICOS CAJAMARCA S.R.L. - 2019”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Bach. Luis Angel Hernandez Bazan

Bach. Jorge Edinson Malaver Rojas

Asesor:

Mg. Ing. Karla Rossemmary Sisniegas Noriega

Cajamarca - Perú

2019

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a Dios, mis padres y mis hermanos que constantemente están apoyándome en lo académico como en lo emocional, con el objetivo de hacerme crecer como persona y como profesional.

Luis Angel Hernandez Bazan

Dedico esta Tesis con mucho amor y cariño a mis padres, ya que sin su apoyo moral y económico no hubiera sido posible lograrlo, también se la dedico a Dios por haberme dado las fuerzas y ganas de seguir adelante con este trabajo y con las metas logradas en mi vida.

Jorge Edinson Malaver Rojas

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por darnos la vida y las fuerzas para seguir adelante, a nuestros padres y amigos por el apoyo moral e incondicional, y también a la Empresa Cerámicos Cajamarca S.R.L, por habernos aceptado realizar nuestra Tesis en su prominente empresa y brindarnos la información necesaria para lograr culminar este trabajo de investigación.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	9
RESUMEN.....	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Realidad problemática	11
1.2. Formulación del problema	13
1.3. Objetivos	13
1.3.1. Objetivo general.....	13
1.3.2. Objetivos específicos	13
1.4. Hipótesis	14
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	15
2.1. Tipo de investigación.....	15
2.2. Unidad de análisis	15
2.3. Métodos, Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	15
2.4. Procedimiento	17
2.4.1. Validez y confiabilidad de información.....	19
2.4.2. Para analizar la información	19
2.4.3. Aspectos éticos de la investigación.....	19
2.5. Matriz de operacionalización de variables.....	20
CAPÍTULO III. RESULTADOS	22
3.1 Diagnóstico del estado actual del plan de mantenimiento y disponibilidad de las máquinas	22
3.2 Diagnóstico del área de Mantenimiento.....	23
3.3. Diagnóstico de la variable Plan de mantenimiento	26
3.3.1 Diagnóstico de la dimensión correctivo	26
3.3.2 Diagnóstico de la dimensión preventivo	29
3.3.3. Diagnóstico de la dimensión Predictivo.....	34

3.3.4. Diagnóstico de la dimensión Gestión de órdenes de trabajo.....	34
3.4 Diagnóstico de la variable Disponibilidad de las máquinas.....	35
3.4.1 Diagnóstico de la dimensión MTBF (Mean Time between Failure, Tiempo medio entre fallos)	35
3.4.2. Diagnóstico de la dimensión MTTR (Tiempo promedio de reparación)	44
3.4.3 Diagnóstico de la dimensión disponibilidad total	51
3.5 Matriz de Operacionalización de Variables.	56
3.6 Diseño de mejora de la variable Plan de Mantenimiento.....	58
3.6.1 Diseño de mejora de la dimensión Correctiva.....	58
3.6.2 Diseño de la mejora de la dimensión Preventiva	63
3.6.3 Diseño de la mejora de la dimensión Predictiva	67
3.6.4 Diseño de la mejora de la dimensión Gestión de órdenes de trabajo	72
3.7 Diseño de mejora de la variable Disponibilidad de Máquinas.....	75
3.7.1 Diseño de mejora de la dimensión MTBF.....	75
3.7.2 Diseño de mejora de la dimensión MTTR	78
3.7.3 Diseño de mejora de la dimensión Disponibilidad total.....	81
3.8 Evaluación Económica antes del plan de mantenimiento	85
3.8.1 Costo Beneficio.....	85
3.8.2 Costo de Mantenimiento	86
3.9 Evaluación Económica después del plan de mantenimiento.....	88
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	92
4.1 Discusión	92
4.2 Conclusiones.....	95
BIBLIOGRAFÍA.....	96
ANEXOS.....	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Técnicas e Instrumentos que se utilizaron para recolectar y analizar la información	15
Tabla 2: Matriz de operacionalización de variables	20
Tabla 3 Mantenimiento de maquinarias de producción de 70 a 100 toneladas	29
Tabla 4 Mantenimiento de maquinarias de producción de 250 toneladas	30
Tabla 5 Mantenimiento de maquinarias de producción de 500 toneladas	30
Tabla 6 Mantenimiento de maquinarias de producción de 700 a 1000 toneladas	31
Tabla 7 Mantenimiento de maquinarias de quema de 48 a 72 horas	32
Tabla 8 Mantenimiento de maquinarias de quema de 120 a 200 horas	32
Tabla 9 Mantenimiento de maquinarias de quema de 350 a 600 horas	32
Tabla 10 Fallas promedio de alimentador de vaivén	35
Tabla 11 Historial de la Máquina Desintegrador	36
Tabla 12 Historial de la máquina Laminado 1	36
Tabla 13 Historial de la Máquina Laminador 2	37
Tabla 14 Historial de la Máquina Extrusora	38
Tabla 15 Historial de la Máquina Cortadora	38
Tabla 16 Historial de la Máquina Fajas	39
Tabla 17 Historial de la Máquina Bomba de Vacío	40
Tabla 18 Historial de la Máquina Compresora de aire	40
Tabla 19 Historial de la Máquina Amasadora	41
Tabla 20 Historial de la Máquina Extractora de Aire	42
Tabla 21 Historial de la Molino de Viruta	42
Tabla 22 Historial de la Máquina Alimentador de Quema	43
Tabla 23 Historial de fallas de la Máquina Alimentador de Vaivén	44
Tabla 24 Historial de fallas de la Máquina Desintegrador	44
Tabla 25 Historial de fallas de la Máquina Laminador 1	45
Tabla 26 Historial de fallas de la Máquina Laminador 2	45
Tabla 27 Historial de fallas de la Máquina Extrusora	46
Tabla 28 Historial de fallas de la Cortadora	46
Tabla 29 Historial de fallas de las Máquinas Fajas	47
Tabla 30 Historial de fallas de la Máquina Bomba al Vacío	47
Tabla 31 Historial de fallas de la Máquina Compresora de aire	48
Tabla 32 Historial de fallas de la Máquina Amasadora	48
Tabla 33 Historial de fallas de la Máquina Extractora de Aire – Quema	49
Tabla 34 Historial de fallas de la Máquina Molino de Viruta	49
Tabla 35 Historial de fallas de la Máquina Alimentador de Quema	50
Tabla 36 Costo de mantenimiento preventivo de las máquinas que no cumplen el objetivo	55
Tabla 37 Matriz de operacionalización de variable – resultados	56
Tabla 38 Propuesta de lista de repuestos de la maquina extrusora	58
Tabla 39 Propuesta de lista de repuestos de la maquina bomba de vacío	59
Tabla 40 Propuesta de lista de repuestos de la máquina compresora de aire	60
Tabla 41 Propuesta de lista de repuestos de la máquina amasadora de aire	61
Tabla 42 Propuesta del plan de mantenimiento preventivo	63
Tabla 43 Plan Anual de Mantenimiento Preventivo	65
Tabla 44 Nivel de importancia	68
Tabla 45 Resumen de observación de fallas	69
Tabla 46 Plan de mantenimiento predictivo trimestral	71
Tabla 47 Cronograma de capacitaciones	72
Tabla 48 Historial de la Máquina Extrusora	75
Tabla 49 Historial de la Máquina Bomba de Vacío	76
Tabla 50 Historial de la Máquina Compresora de aire	76
Tabla 51 Historial de la Máquina Amasadora	77

Tabla 52 Historial de fallas de la Máquina Extrusora	78
Tabla 53 Historial de fallas de la Máquina Bomba al Vacío.....	78
Tabla 54 Historial de fallas de la Máquina Compresora de aire	79
Tabla 55 Historial de fallas de la Máquina Amasadora	80
Tabla 56 Matriz de Operacionalización de variables - Indicadores de mejora	83
Tabla 57 Inversión de activos tangibles e Intangibles.....	85
Tabla 58 Sueldo del personal técnico antes de la mejora.....	86
Tabla 59 Pago por mantenimiento	86
Tabla 60 Costo De Insumos Para Mantenimiento De Maquinas antes de la mejora.....	86
Tabla 61 Costo de insumos para mantenimiento de máquinas después de la mejora	87
Tabla 62 Evaluación económica del plan de mantenimiento	88
Tabla 63 Inversión de Activos Tangibles e Intangibles	89
Tabla 64 Costos proyectados.....	90
Tabla 65 Indicadores de ahorro	90
Tabla 66 Flujos de caja neta proyectado	90
Tabla 67 Valores Económicos.....	91
Tabla 68 Ficha de recopilación 1	123
Tabla 69 Ficha de Recopilación 2	125
Tabla 70 Ficha de Recopilación 3	126
Tabla 71 Ficha de Recopilación 4	128
Tabla 72 Ficha de Recopilación 5	129
Tabla 73 Ficha de Recopilación 6	130
Tabla 74 Ficha de Recopilación 7	130
Tabla 75 Matriz de consistencia.....	132

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de procedimientos	18
Figura 2 Diagrama De Ishikawa.....	24
Figura 3 Diagrama de Pareto o 80/20.....	70
Figura 4 Estándares De Funcionamiento Del Alimentador De Vaivén	110
Figura 5 Estándares De Funcionamiento Del Desintegrador	111
Figura 6 Estándares De Funcionamiento Del Laminador 1	112
Figura 7 Estándares De Funcionamiento Del Laminador 2	113
Figura 8 Estándares De Funcionamiento De La Extrusora	114
Figura 9 Estándares de funcionamiento de la cortadora.....	115
Figura 10 Estándares De Funcionamiento De La Faja 1.....	116
Figura 11 Estándares De Funcionamiento De La Faja 2.....	117
Figura 12 Estándares De Funcionamiento De Las Fajas Transportadoras.....	118
Figura 13 Estándares De Funcionamiento De La Amasadora.....	119
Figura 14 Estándares De Funcionamiento De La Bomba De Vacío	120
Figura 15 Estándares De Funcionamiento Del Extractor De Aire	121
Figura 16 Estándares De Funcionamiento Del Molino De Viruta	122

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Tiempo promedio entre fallas (MTBF)	16
Ecuación 2: Tiempo promedio de reparación (MTTR)	16
Ecuación 3: Disponibilidad total	16
Ecuación 4: Eficacia del trabajador	27
Ecuación 5: Índice de cumplimiento de mantenimiento preventivo (PMC)	33
Ecuación 6: índice de cumplimiento de mantenimiento predictivo	70
Ecuación 7: Índice de cumplimiento de la planificación	74

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la Empresa Cerámicos Cajamarca S.R.L, dedica a la venta masiva de tres tipos de ladrillo: pandereta, techo 12 y King Kong; debido a la alta demanda de sus productos, la cual, actualmente tiene problemas en la disponibilidad de sus máquinas, y esto, es provocado por la gran cantidad de fallas o averías y deficiencia operativa al momento de utilizar dichas máquinas. Por ello, se propone como objetivo general diseñar un modelo de gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de máquinas en dicha empresa. Además, para poder desarrollar el diagnóstico de la empresa se utilizó distintas técnicas como entrevistas y encuestas e instrumentos como fichas de observación, también se realizó un análisis de los datos del área de mantenimiento que cuenta la empresa empleando distintos métodos de recolección de datos logrando el desarrollo de este trabajo. Por otro lado, se obtuvo como resultado que, al analizar el estado actual de la gestión de mantenimiento de las máquinas, se halló cuatro de ellas (Extrusora, Bomba de Vacío, Compresora de Aire y Amasadora) no cumplían con la clasificación excelente que tiene un rango mayor al 95%, por ello, se diseñó un plan de mantenimiento preventivo, así como capacitaciones para el personal de planta. Finalmente se concluyó que, al realizar el plan de mantenimiento preventivo y las capacitaciones, se espera que el nivel de disponibilidad aumente según los resultados mostrado en los indicadores, además al realizar una evaluación económica a través de costo beneficio, se encontró que la empresa tendrá rentabilidad y factibilidad al realizar este proyecto.

Palabras clave: Gestión de Mantenimiento, Disponibilidad, Productividad.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La actividad del mantenimiento, desde la revolución industrial y más recientemente en la época de crecimiento de los servicios ha evolucionado mucho en la actividad empresarial, pero en los estudios realizados se evidencia que aún no ocupa el lugar que le corresponde en los procesos de las entidades de producción y servicios, y tampoco integra a todos los activos físicos. La participación de todos los procesos a través de una estrategia maestra de la gestión de los activos interconectando todos los procesos con un comportamiento organizacional eficaz y una gestión de la función de mantenimiento por procesos vitales y bajo la regulación de paradigmas de avanzada, buscando un competitividad y sostenibilidad como se requiere en la actualidad. Las propuestas del trabajo plantean estas concepciones como una re-conceptualización de la forma de actuación y un mayor protagonismo de la ingeniería de mantenimiento vinculándose al entorno y al mercado (Sanchez - Rodriguez, 2010)

El mantenimiento se puede definir como la unión de distintas técnicas y métodos que se implementan dentro de uno varios procesos industriales con el fin de conservar la actividad de la maquinaria, con el fin de mantener activos los procesos evitando los tiempos de pare dentro de la producción, elevando el nivel de disponibilidad y con el rendimiento al máximo posible. (García S. , 2009).

A partir de que las empresas diferenciaron que el área de producción y mantenimiento no eran las mismas, siempre se ha tomado al área de mantenimiento como un escalón por debajo del área de producción. Para el área de producción es muy importante la recepción de materia prima, pues se debe tener en cuenta que esta tenga las especificaciones y características necesarias establecidas para un producto de calidad, a esto se le conoce como el cliente interno. Este mismo conocimiento aplica para la relación las distintas áreas de la empresa, en tal sentido el proveedor interno de la producción también es el departamento de mantenimiento, puesto que este se encarga de brindar la maquinaria en buen estado y en los tiempos correctos para que los procesos de producción sean continuos y no generen ningún tipo de contratiempo, teniendo así la disponibilidad de maquinaria. (García S. , 2003).

La presencia de inconvenientes o fallas técnicas en la maquinaria dentro del proceso de producción suele generar retrasos no controlados o predecibles, estas fallas o

averías pueden llevar a un sobrecosto en producción, además de desperdicios o merma ocasionada por las mismas existencias de las fallas, es por esto y otras particularidades, que se debe dar mayor importancia a la existencia de una gestión de mantenimiento dentro de las empresas de cualquier sector industrial o no con el fin de reducir el impacto negativo dentro del proceso productivo (Ortiz Useche, Rodríguez Monroy , & Izquierdo, 2013).

El mantenimiento y todo lo involucrado dentro de esta actividad, teóricamente ha venido ocupando un lugar sumamente importante en toda la cadena de producción dentro del sector empresarial sin embargo la recolección de datos y estudios realizados ponen en evidencia que son muy pocas entidades cuentan con un plan de gestión de mantenimiento aplicable dentro de sus procesos, aun sabiendo que el mantenimiento es un ayuda con el control de activos físicos y las conexiones entre ellos para que las líneas de producción estén activas de manera continua llegando a encontrar un punto estable para la competitividad y sostenibilidad que se requiere en la actualidad (Sánchez - Rodríguez, 2010).

Desde ese punto de vista, esta investigación se realizó en la empresa Cerámicos Cajamarca con denominación sociedad de responsabilidad limitada S.R.L.; inscrita en registros públicos, cuyo enfoque social es la contribución con las poblaciones emergentes dentro de la región Cajamarca, para abastecer de elementos y materiales de construcción, inicialmente se inició como una empresa semi-industrial, con proyección de crecimiento y mejora continua, basado en antecedentes de otras empresas del sector tomando decisiones de corto plazo y trabajando sin ningún tipo de seguimiento de procesos ni capacitaciones para los empleados que laboran en dicho establecimiento.

Actualmente la ladrillera, Cerámicos Cajamarca S.R.L. ha ido cambiando la forma de trabajo siendo el gerente quien busca las opciones de capacitación para luego distribuir esa información a los colaboradores en las distintas áreas de la empresa, a pesar de ello Cerámicos Cajamarca S.R.L. aun cuenta con ciertos problemas dentro de sus procesos, para esto se realizó una supervisión general de todas las áreas y todos los procesos para determinar el lugar donde se realiza más desperdicio de tiempo.

Modelo De Gestión De Mantenimiento según (García S. , 2009), el mantenimiento nace como servicio a la producción. Lo que se denomina Primera Generación del Mantenimiento cubre el periodo que se extiende desde el inicio de la revolución

industrial hasta la Primera Guerra Mundial. En estos días la industria no estaba altamente mecanizada, por lo que el tiempo de paro de máquina no era de mayor importancia. Esto significaba que la prevención de las fallas en los equipos no era una prioridad para la mayoría de los gerentes. A su vez, la mayoría de los equipos eran simples, y una gran cantidad estaba sobredimensionada. Esto hacía que fueran fiables y fáciles de reparar. Es allí donde nace el mantenimiento correctivo.

Por otro lado, la disponibilidad de máquinas juega un papel importante para una buena eficacia en una empresa, yendo enlazada con la gestión de mantenimiento; es por ello que la disponibilidad de una máquina se encuentra definida en su tiempo promedio entre fallas (MTBF) y también por su tiempo promedio de reparación (MTTR), y de esta manera se determinará a través de parámetros si una máquina se encuentra apta para su uso y operatividad.

1.2. Formulación del problema

¿En qué medida el diseño de un plan de mantenimiento, incrementará la disponibilidad de máquinas en la empresa Cerámicos Cajamarca S.R.L - 2019?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar un plan de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de máquinas en la empresa Cerámicos Cajamarca S.R.L.

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico del estado actual de la gestión de mantenimiento y disponibilidad de las máquinas de la empresa Cerámicos Cajamarca S.R.L.
- Diseñar un plan de mantenimiento en la empresa Cerámicos Cajamarca S.R.L.
- Evaluar los indicadores de disponibilidad de las máquinas después del diseño del plan de mantenimiento.
- Realizar una evaluación económica para evaluar la viabilidad del plan de mantenimiento.

1.4. Hipótesis

Con el diseño de un plan de mantenimiento, se incrementará la disponibilidad de máquinas en la empresa Cerámicos Cajamarca S.R.L 2019

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Por su finalidad es: Investigación pre experimental según (Sampieri, 2003) consiste en administrar un estímulo o tratamiento a un grupo y después aplicar una medición de una o más variables. Por lo tanto, en este diseño de plan de mantenimiento se mide la variable dependiente, además al observar y analizar de manera transversal los comportamientos que tiene cada máquina realizamos un control cuantitativo teniendo como ítems los tiempos de cada una de ellas. Finalmente, estos resultados obtenidos tendrán una comparativa en sus variables con respecto a la disminución de costos y tiempo lo cual se convierte en una investigación correlacional.

2.2. Unidad de análisis

Está expresada por el área de Mantenimiento de la empresa Cerámicos Cajamarca S.R.L, marzo 2019 a agosto 2019.

2.3. Métodos, Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Las técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos para llevar a cabo este trabajo de investigación, se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 1

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS QUE SE UTILIZARON PARA RECOLECTAR Y ANALIZAR LA INFORMACIÓN

Técnica	Justificación	Instrumentos y materiales	Aplicación
Entrevista	Permitió obtener información general de la empresa y sus principales problemas.	Lapiceros Cámara fotográfica Guía de entrevista	Gerente general de la empresa Cerámicos Cajamarca S.R.L
Encuesta	Permitió obtener información y recolectar datos de manera confiable sobre cuanto conocen el funcionamiento de las máquinas.	Encuestas Lapiceros	Encargado del área de mantenimiento y operarios de las máquinas.
Pareto	Permitió identificar el 20% de máquinas que	Microsoft Excel	Todas las máquinas de

hacen el 80 % de
fallas.

producción que
cuenta la empresa.

Fuente: Elaboración propia

Métodos

Para que el presente trabajo de investigación, tengan un sustento en relación a nuestra hipótesis, se consideraron distintos métodos, los cuales se muestra a continuación:

- Diagrama de Ishikawa: permitió obtener las causas de las fallas o averías de las máquinas para que posteriormente sean analizadas.
- Tiempo promedio entre fallas (MTBF): permitió obtener información acerca del tiempo promedio entre fallas, a través de ítems de tiempo expresada en horas que muestra cada máquina, la cual se calcula usando la ecuación 1:

$$MTBF = \frac{\text{Hora total de funcionamiento}}{\text{Número de Fallas}} \quad (1)$$

- Tiempo promedio de reparación (MTTR): permitió obtener información acerca del tiempo promedio de reparación, a través de ítems de tiempo expresada en horas que muestra cada máquina, la cual se calcula usando la ecuación 2:

$$MTTR = \frac{\text{Hora total de Reparación}}{\text{Número de Fallas}} \quad (2)$$

- Disponibilidad total: permitió obtener a través de tiempos y porcentajes si las máquinas se encuentran aptas para su uso y operatividad, la cual se calcula usando la ecuación 3:

$$D = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} * 100 \quad (3)$$

2.4. Procedimiento

Para autores como Lachman y Butterfield, el procesamiento de información considera que unas pocas operaciones simbólicas, relativamente básicas, tales como codificar, comparar, localizar, almacenar. Es por ello que, para la investigación a realizar se utilizará los siguientes programas para el procesamiento de información:

- Microsoft Word: Permitirá realizar redactar los resultados encontrados en el área de mantenimiento.
- Microsoft Excel: Aquí se descargará toda la data obtenida acerca de los tiempos de demora, cantidad de fallas o averías, técnicas de observación para que sea procesada a través de gráficos que ayuden a su fácil interpretación.

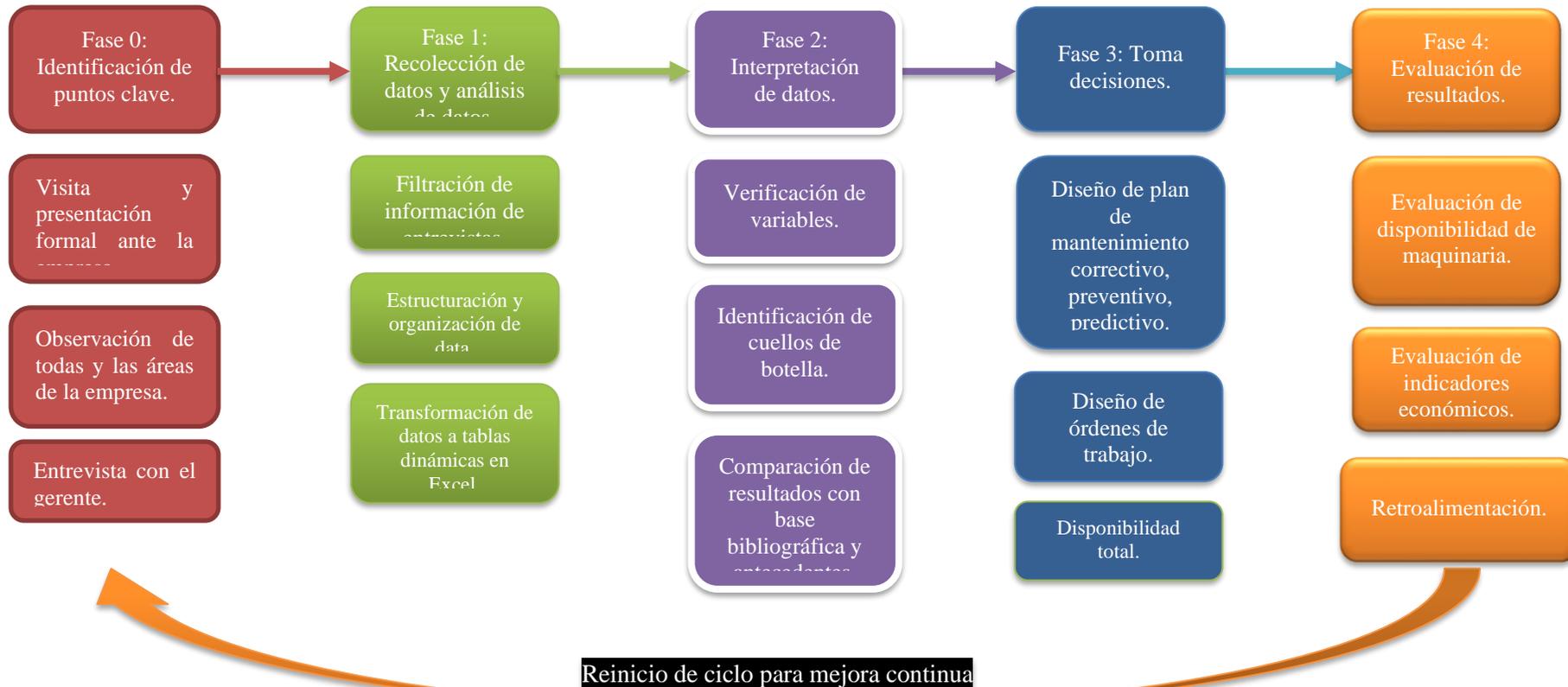
Por otro lado, el procesamiento para el caso de las técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos, se realizó de la siguiente manera:

- ❖ Procesamiento para la entrevista: Esta técnica va dirigida a personal administrativo, en este caso al gerente de la empresa. Primero, se formuló una serie de preguntas netamente relacionadas con la maquinaria de la empresa (Véase en Anexo 1). Segundo, la entrevista se llevará a cabo en la oficina administrativa de la empresa; esto no tomará mucho tiempo por el mismo hecho de que no es bueno que se torne cansado. Finalmente, toda la información se detallará, a través de distintos medios: videos, audios, etc.
- ❖ Procesamiento para la encuesta: Se planteó las preguntas, se corrigió y se validó con un ya ingeniero industrial. Al momento de aplicar las encuestas se les explico el motivo a los operarios a encuestar, se les entrego las encuestas en papel. (Véase en Anexo 2)
- ❖ Procesamiento para la ficha de observación: Con la ficha de observación se corroboró algunas respuestas brindadas al momento de hacer las encuestas y entrevista. Primero se hizo un modelo en Excel con indicadores o posibles variantes que se pueden dar en el momento de productividad, luego se observó en la planta los detalles correspondientes, y finalmente, se detalló todo lo posible dentro de las hojas de la ficha de observación (Véase en Anexo 3)
- ❖ Procesamiento para la recopilación y análisis de datos: Este paso fue sencillo, el encargado de la empresa nos brindó toda la información a través de un USB.

Diagrama de procedimiento

Figura 1

DIAGRAMA DE PROCEDIMIENTOS



Fuente: Elaboración propia

2.4.1. Validez y confiabilidad de información

Para determinar la validez y confiabilidad de los instrumentos, se utilizó la opinión y el visto bueno de expertos en el tema de la carrera profesional de Ingeniería Industrial de nuestra casa superior de estudios sede Cajamarca. (Véase en Anexo 4)

2.4.2. Para analizar la información

Después de haber aplicado el instrumento, se procedió a organizar la información en Word y Excel, lo cual permitió elaborar las tablas que describen los resultados finales de las variables y dimensiones, para la redacción del informe se utilizó el paquete office 2016.

2.4.3. Aspectos éticos de la investigación

Se está citando a todas las fuentes que han sido consultadas y consideradas en esta investigación, también contamos con la autorización de la institución en estudio para recolectar la información necesaria, dicha información será usada solo con fines académicos, basándonos en el método científico y sin dejar de lado valores que un investigador debe observar; todos los resultados se presentan sin alterar datos reales.

2.5. Matriz de operacionalización de variables

A continuación, se muestra la matriz de operacionalización la cual permitirá mostrar las variables, dimensiones e indicadores que se utilizaron para este trabajo de investigación

Tabla 2

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores
Plan de Mantenimiento	El plan de mantenimiento es esencial para garantizar la continuidad de la actividad operativa, evitando rupturas en el proceso por averías de máquinas y equipos (Universidad de Piura)	Independiente	
		Correctivo (CM)	$\frac{\text{Resultado alcanzado}}{\text{Resultado previsto}}$ % eficacia de corrección del trabajador
		Preventivo (PM)	$\frac{\text{Tareas ejecutadas}}{\text{Tareas planificadas}}$ % PMC (índice de cumplimiento de mantenimiento preventivo)
		Predictivo (CBM)	$\frac{\text{Inspecciones programadas realizadas}}{\text{Inspecciones programadas}}$ % índice de cumplimiento de mantenimiento predictivo
		Gestión de órdenes de trabajo	$\frac{\text{Órdenes acabadas en la fecha planificada}}{\text{Órdenes totales}}$ % índice de cumplimiento de planificación

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores
		Dependiente	
		Disponibilidad total	$\frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$ % total de horas
Disponibilidad de máquinas	Puede ser definida como la confianza de un componente o sistema que sufrió mantenimiento, ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado	MTBF	$\frac{\text{Tiempo total de funcionamiento}}{\text{Número de fallas}}$ Tiempo promedio entre fallas
		MTTR	$\frac{\text{Tiempo total de reparación}}{\text{Número de fallas}}$ Tiempo promedio para reparar

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1 Diagnóstico del estado actual del plan de mantenimiento y disponibilidad de las máquinas

La presente investigación se realizó en la empresa Cerámicos Cajamarca S.R.L, está empresa se dedica a la producción y venta masiva de tres tipos de ladrillo: pandereta, techo 12 y King Kong. Al realizar un diagnóstico del estado actual del plan de mantenimiento y disponibilidad de las máquinas, encontramos que, la empresa Cerámicos Cajamarca S.R.L, cuenta a su disposición trece máquinas, de las cuales nueve de ellas se encuentran en el área de producción: alimentador de vaivén, desintegrador, laminador 1, laminador 2, extrusora, cortadora, cuatro fajas (faja 1, faja 2, 2 fajas transportadoras) distribuidas para el área de producción, bomba de vacío, amasadora; y para el área de quema cuentan con 4 máquinas: extractora de aire, molino de viruta, alimentadores de quema. Sin embargo, para poder utilizar de manera correcta todas estas máquinas se debe conocer el tipo de estándares funcionamiento y cuidado que ejercen cada una de ellas (Véase en Anexo 8, Anexo 9, Anexo 10, Anexo 11, Anexo 12, Anexo 13, Anexo 14, Anexo 15, Anexo 16, Anexo 17, Anexo 18, Anexo 19, Anexo 20).

Por otro lado, la empresa cuenta con fichas de control del mantenimiento el cual trabajan a través de una cantidad en toneladas o del tiempo en horas, más no con un plan de mantenimiento ya sea preventivo, correctivo o predictivo, es por ello que en la ficha brindada por la empresa (Véase en Anexo 21, Anexo 22, Anexo 23, Anexo 24, Anexo 25, Anexo 26, Anexo 27) se pueden recopilar observaciones en algunas máquinas, y basándonos en el sistema de la (OEE, 2014) donde nos menciona que una máquina para que llegue a su eficiencia y disponibilidad con excelencia debe ser mayor a un 95% del resultado encontrado.

3.2 Diagnóstico del área de Mantenimiento.

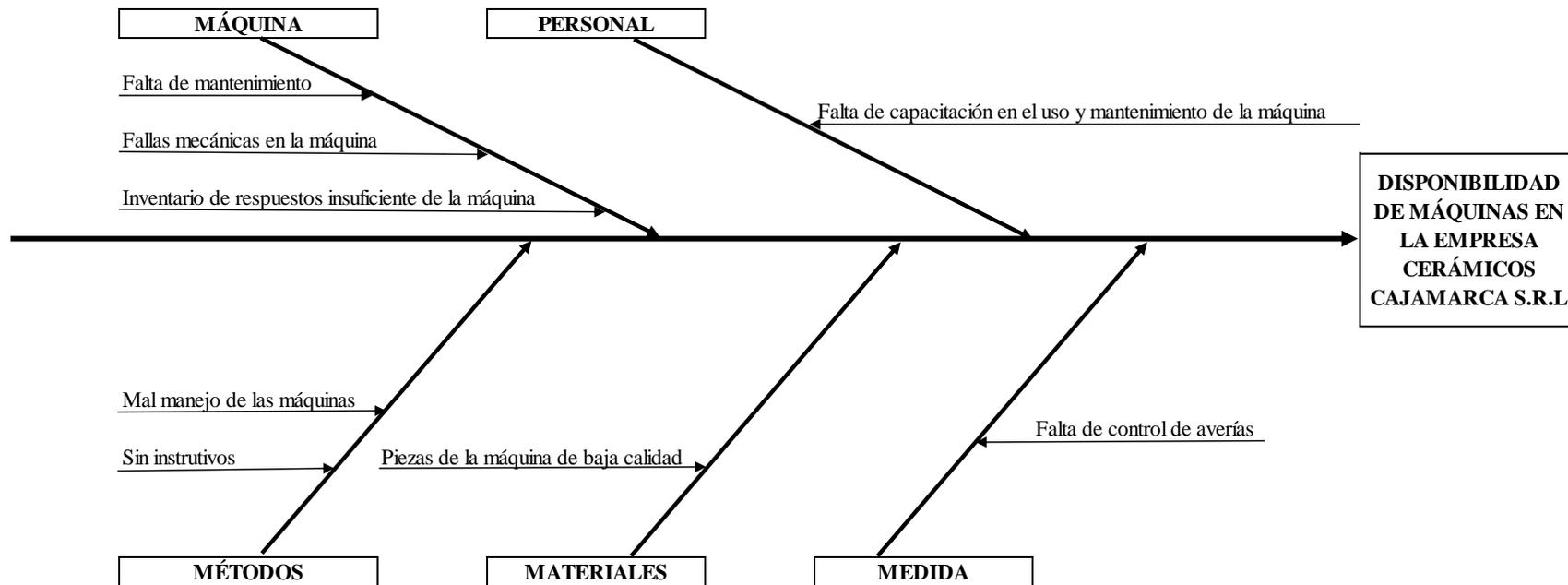
La investigación se realizará en el área de mantenimiento en la cual se ha observado que existen distintas dificultades como, por ejemplo: el mal manejo de las máquinas, piezas de las máquinas de baja calidad, falta de control de averías o fallas, inventario de repuestos insuficientes, falta de instructivos, entre otros. Para diseñar el plan de mantenimiento, se analizará los procesos de mantenimiento de las cuatro máquinas que no cumplen con el objetivo, ya que éstas son primordiales para el proceso de la fabricación de los distintos tipos de ladrillos que ofrece la empresa, además, se analizará las causas que ocasionan la baja disponibilidad de equipos el cual retrasa los tiempos y eficiencia del trabajo en el proceso de fabricación.

Diagrama de Ishikawa

Luego de identificar las causas de la falta de disponibilidad de máquinas que cuenta la empresa, se procedió a realizar el siguiente diagrama de Ishikawa

Figura 2

DIAGRAMA DE ISHIKAWA



Fuente: Elaboración Propia

Después de haberse realizado el diagrama de Ishikawa, se puede observar que, las causas que generan la baja disponibilidad de las máquinas son la falta de mantenimiento y el inventario insuficiente de repuesto de las máquinas, esto se debe a que la empresa no cuenta con un capital adecuado para el área de mantenimiento, además se pudo encontrar que una de las causas principales es la falta de capacitación del personal operativo acerca del uso adecuado de las máquinas, así como también la falta de instructivos del uso adecuado de las máquinas, generando un mayor número de averías o fallas en ellas, por otro lado, se encontró que las piezas de las máquinas son de baja calidad provocando tiempos muertos en la producción debido al desgaste rápido de sus piezas y éstas deben ser reemplazadas o reparadas, generando de esta manera la paralización de la producción.

3.3. Diagnóstico de la variable Plan de mantenimiento

3.3.1 Diagnóstico de la dimensión correctivo

En esta dimensión lo que se pretende analizar es la eficacia del trabajador con respecto al tiempo de corrección de las máquinas; actualmente la empresa viene desarrollando sus actividades de forma que no alcanza una efectividad adecuada, por otro lado, dicha empresa si cuenta con un plan de mantenimiento, pero el mismo se desarrolla de forma básica e ineficiente. Posteriormente, se ha procedido a realizar un análisis con las máquinas que cuenta la empresa y cuales están habilitas, de este análisis se logró encontrar que cuatro máquinas son las que tienen mayor cantidad de averías, para analizar cuantas máquinas tienen averías o fallas y cuantas no, se ha procedido a realizar un análisis del proceso de mantenimiento correctivo de las cuatro máquinas que tenían la mayor cantidad de averías y daños frecuentes.

3.2.1.1 Extrusora: está máquina cuenta con un motor de 150 HP, y recibe cada 70 a 100 toneladas o semanalmente el mantenimiento respectivo, como la limpieza general, verificación de la calibración de molde y verificación del nivel del agua bomba de vacío, el cual se debe hacer con mucho cuidado, ya que los repuestos de está son muy costos.

3.2.1.2 Bomba de Vacío: está maquina recibe cada 500 toneladas o 15 días el mantenimiento respectivo, como la limpieza de tanque de vacío, verificación de acople, drenaje de agua y limpieza de tubo de tanque de vacío.

3.2.1.3 Compresora de aire: está máquina recibe cada 700 a 1000 toneladas o mensualmente el mantenimiento respectivo, como el cambio de aceite, limpieza de filtro de aire y limpieza del drenaje.

3.2.1.4 Amasadora: está máquina cuenta con un motor de 50 HP, y recibe cada 500 toneladas o 15 días el mantenimiento respectivo, como la verificación del tamaño de paletas, verificación de pines y sus tuercas de ejes, y por último la verificación de rejilla y/o soporte.

Después de haberse analizado el proceso de mantenimiento correctivo de las máquinas y trabajado en conjunto con el encargado del área de mantenimiento, se determinó las siguientes causas que ocasionan la baja efectividad de las máquinas.

3.2.1.5 Extrusora: una la principal causa que afecta a esta máquina es la falta de capacitación al personal que la utiliza, pues la mayoría de ellos no están atentos al empaque que protege al vacío, ni mucho menos hacen una verificación del estado de rejilla, acuñadores, bocinas, la tubería de conexión; esta falta de capacitación del personal provoca el secado frecuente en la máquina, el cual trae como consecuencia la paralización del proceso.

3.2.1.6 Bomba de Vacío: el exceso de polvo hace que el drenaje de la bomba de vacío generalmente este sucio, el cual obstruye el funcionamiento correcto de esta, además la falta de capacitación sigue jugando un rol importante también para esta máquina, pues algunas veces, el personal al ver que la bomba de vacío, está fallando, ellos hacen ajustes erróneos al acoplamiento de las bridas, el cual genera tensiones de la estructura de la bomba de vacío y motor, trayendo como consecuencia el daño de la máquina.

3.2.1.7 Compresora de Aire: la falta de capacitación al personal que utiliza esta máquina y el desgaste del drenaje de agua, hacen que tenga fallos frecuentes durante el proceso de fabricación de ladrillo, pues por otro lado la falta de limpieza del filtro de aire provoca que la máquina disminuya su efectividad durante su funcionamiento.

3.2.1.8 Amasadora: la principal causa que afecta esta máquina, es el excesivo desgaste de las paletas, pues esta parte principal de la máquina, está fabricado o elaborado con fierro fundido, el cual genera una durabilidad muy baja. Por otro lado, la falta de capacitación del personal a cargo, provoca ajustes irregulares a los ejes de las tuercas y la falta de importancia en la verificación de las fajas, las cuales no deben tocar la polea ya que produce un daño a la parte involucrada.

Luego de haberse encontrado las fallas o averías más principales de cada máquina, se decidió computar la eficacia del trabajador del área de mantenimiento, la cual se calcula usando la ecuación 4, en un transcurso de 15 días (Véase en Anexo 5) y se obtuvieron los siguientes resultados:

$$Eficacia = \left(\frac{\text{Resultado alcanzado}}{\text{resultado previsto}} \right) * 100 \quad (4)$$

Eficacia del trabajador con respecto al mantenimiento correctivo de la extrusora:

$$\text{Eficacia} = (\text{Resultado alcanzado}/\text{resultado previsto}) * 100$$

$$Et = (30 \text{ min}/50 \text{ min}) * 100$$

$$Et = 60\%$$

Eficacia del trabajador con respecto al mantenimiento correctivo de la bomba de vacío:

$$\text{Eficacia} = (\text{Resultado alcanzado}/\text{resultado previsto}) * 100$$

$$Et = (25 \text{ min}/30 \text{ min}) * 100$$

$$Et = 83.33\%$$

Eficacia del trabajador con respecto al mantenimiento correctivo de la compresora de aire:

$$\text{Eficacia} = (\text{Resultado alcanzado}/\text{resultado previsto}) * 100$$

$$Et = (20 \text{ min}/30 \text{ min}) * 100$$

$$Et = 66.67\%$$

Eficacia del trabajador con respecto al mantenimiento correctivo de la amasadora:

$$\text{Eficacia} = (\text{Resultado alcanzado}/\text{resultado previsto}) * 100$$

$$Et = (60 \text{ min}/90 \text{ min}) * 100$$

$$Et = 66.67\%$$

Finalmente, al hallarse la eficacia del trabajador del área de mantenimiento se obtuvo que la respuesta de reparación del daño de las máquinas el cual en promedio fue 69.17% es ineficiente debido a que el operario no cuenta con los repuestos necesarios para dar una respuesta mucho más eficaz al momento de reparar la falla o avería en la máquina, provocando de esta manera, un funcionamiento del mantenimiento correctivo ineficiente.

3.3.2 Diagnóstico de la dimensión preventivo

Para esta dimensión, lo que se pretende analizar es porcentaje del índice de cumplimiento del mantenimiento preventivo. La empresa actualmente cuenta con un plan para dar mantenimiento, pero esta es de forma inadecuada, ya que, toman como referencia la cantidad de toneladas que ingresa a las máquinas de producción, por otro lado, para las máquinas de quema, el mantenimiento programado es por horas tal como se muestra a continuación:

Tabla 3

MANTENIMIENTO DE MAQUINARIAS DE PRODUCCIÓN DE 70 A 100 TONELADAS

Ítem	Máquina
1	Mantenimiento de Alimentador de Vaivén Limpieza general Aceite a cadena de moto reductor
2	Mantenimiento del Desintegrador Limpieza general Verificación de abertura rodillos (con cuchillas) Verificación de limpiadores
3	Mantenimiento de Laminador 01 Limpieza general Verificación de aberturas rodillos Verificación de limpiadores
4	Mantenimiento de Laminador 02 Limpieza general Verificación de abertura rodillos Verificación de limpiadores
5	Mantenimiento de Extrusora Limpieza general Verificación calibración de molde Verificación nivel agua bomba de vacío
6	Mantenimiento de Cortadora Limpieza general Verificación de estado de alambre Lubricación de cadenas y piñones
7	Mantenimiento de Fajas 01-02-03-04 Limpieza general Aceite para cadena

Fuente: Cerámicos Cajamarca S.R.L

Tabla 4

MANTENIMIENTO DE MAQUINARIAS DE PRODUCCIÓN DE 250 TONELADAS

Ítem	Máquina
3	Mantenimiento de Laminador 01 Verificación de limpiadores
4	Mantenimiento de Laminador 02 Verificación de limpiadores
6	Mantenimiento de Extrusora Limpieza de cámara de vacío
7	Mantenimiento Bomba de Vacío Limpieza de tanque de vacío Drenaje agua
8	Compresora de Aire Limpieza de filtro aire Drenaje de agua

Fuente: Cerámicos Cajamarca S.R.L

Tabla 5

MANTENIMIENTO DE MAQUINARIAS DE PRODUCCIÓN DE 500 TONELADAS

Ítem	Máquina
3	Mantenimiento de Laminador 01 Verificación de limpiadores
4	Mantenimiento de Laminador 02 Verificación de limpiadores
6	Mantenimiento de Extrusora Limpieza de cámara de vacío
7	Mantenimiento Bomba de Vacío Limpieza de tanque de vacío Drenaje agua
8	Compresora de Aire Limpieza de filtro aire Drenaje de agua

Fuente: Cerámicos Cajamarca S.R.L

Tabla 6

MANTENIMIENTO DE MAQUINARIAS DE PRODUCCIÓN DE 700 A 1000 TONELADAS

Ítem	Máquina
1	Mantenimiento de Alimentador de Vaivén Verificación de jebe base Verificar platina limpiadora de vaivén Verificación de piñones
2	Mantenimiento del Desintegrador Verificar estructura de la base
3	Mantenimiento de Laminador 01 Verificación de jebes y pernos de base
4	Mantenimiento de Laminador 02 Verificar pernos de base y estructura
5	Mantenimiento de Amasadora Verificación de caja de piñones Verificación de bocinas partidas de eje, parte posterior Verificación de pastillas, pines, tuercas y ejes. Verificación de zapatas de embrague neumático
6	Mantenimiento de Extrusora Verificar juego de crucetas
7	Compresora de Aire Cambio de aceite

Fuente: Cerámicos Cajamarca S.R.L.

Tabla 7

MANTENIMIENTO DE MAQUINARIAS DE QUEMA DE 48 A 72 HORAS

Ítem	Máquina
1	Mantenimiento de Extractor de Aire-Quema Verificar temperatura de chumaceras
2	Mantenimiento de Molino de Viruta Verificación de fajas

Fuente: Cerámicos Cajamarca S.R.L

Tabla 8

MANTENIMIENTO DE MAQUINARIAS DE QUEMA DE 120 A 200 HORAS

Ítem	Máquina
1	Mantenimiento de Extractor de Aire Verificación de fajas
2	Mantenimiento de Molino de Viruta Verificación de fajas

Fuente: Cerámicos Cajamarca S.R.L

Tabla 9

MANTENIMIENTO DE MAQUINARIAS DE QUEMA DE 350 A 600 HORAS

Ítem	Máquina
1	Mantenimiento de Extractor de Aire Verificación de rotor
2	Mantenimiento de Molino de Viruta Verificación de martillos Verificación de rejillas
3	Mantenimiento de Alimentadores de Quema Estado de cadena Estado de piñones Verificación de ejes

Fuente: Cerámicos Cajamarca S.R.L

Después de haberse observado el plan (tablas) que cuenta la empresa para dar mantenimiento a las máquinas de producción y de quema, se encontró en conjunto con el encargado del área de mantenimiento, que este plan no es cumplido en su totalidad debido a que la mayor parte del tiempo solo se llega a completar los mantenimientos programados de 70 a 100 toneladas, 250 toneladas y 500 toneladas y con lo que respecta a las horas, solo llega a cumplirse los mantenimientos de 48 a 72 horas y de 120 a 200 horas. Por ello, se decidió hallar el porcentaje del índice de cumplimiento del mantenimiento preventivo (PMC), la cual se calcula usando la ecuación 5 y se obtuvieron los siguientes resultados:

$$PMC = \left(\frac{N^{\circ} \text{ de tareas ejecutadas}}{N^{\circ} \text{ tareas planificadas}} \right) * 100 \quad (5)$$

$$PMC = (70 \text{ a } 100 \text{ TN} - 250 \text{ TN} - 500 \text{ TN} - 48 \text{ a } 72 \text{ h} - 120 \text{ a } 200 \text{ h} / 70 \text{ a } 100 \text{ TN} - 250 \text{ TN} - 500 \text{ TN} - 700 \text{ a } 1000 \text{ TN} - 48 \text{ a } 72 \text{ h} - 120 \text{ a } 200 \text{ h} - 350 \text{ a } 600 \text{ h}) * 100$$

$$PMC = (5/7) * 100$$

$$PMC = 71.43 \%$$

Posteriormente después de haberse encontrado el porcentaje del índice de cumplimiento del mantenimiento preventivo (PMC) el cual se encontró como respuesta en un 71.43% y que a su vez no cumple con el porcentaje adecuado que debería ser mayor a un 90%; y esto se debe a la mayor cantidad de fallas o averías que cuenta las máquinas de Extrusora, Bomba de Vacío, Compresora de Aire y Amasadora, provocando de esta manera un retraso en la producción y el incumplimiento de toneladas y horas.

3.3.3. Diagnóstico de la dimensión Predictivo

En esta dimensión lo que se pretende analizar es el porcentaje del índice cumplimiento de mantenimiento predictivo. Actualmente la empresa no cuenta con dicho plan, debido a que la condición de medición requiere elementos o instrumentos muy costosos, por lo que la empresa no puede cubrir dichos gastos debido al bajo capital que cuentan para el área de mantenimiento, y el cual a su vez el índice de cumplimiento de mantenimiento predictivo es de 0%, y este resultado se debe a que no existe dicho plan de mantenimiento.

3.3.4. Diagnóstico de la dimensión Gestión de órdenes de trabajo

Lo que se pretende analizar para esta dimensión es el porcentaje del índice de cumplimiento de la planificación. La empresa Cerámicos Cajamarca S.R.L. actualmente no cuenta con una gestión de órdenes de trabajo debido a la poca información con lo que respecta a este tema, el cual provoca que el índice de cumplimiento de la planificación tenga como resultado un 0%.

3.4 Diagnóstico de la variable Disponibilidad de las máquinas.

Después de haberse realizado un análisis de cada máquina y recopilado la cantidad de fallas que cuenta cada una de ellas, así como también basándose en el sistema de la Efectividad total de equipos (OEE) el cual indica que una máquina es eficiente y cumple su disponibilidad con excelencia al obtener un resultado mayor a un 95%, se calculó los siguientes indicadores:

3.4.1 Diagnóstico de la dimensión MTBF (Mean Time between Failure, Tiempo medio entre fallos)

3.4.1 Cálculo de los Indicadores

Como se observa en las tablas, se cuenta con las horas de funcionamiento el cual son 8, ya que éstas son la cantidad de horas que las máquinas tienen de operatividad en un día, así mismo se muestra el número de días de funcionamiento el cual es 6, días que trabajan durante toda la semana y posteriormente se observa el número de fallas o averías que tiene cada máquina, dichos datos se han obtenido al realizar un control de la cantidad de fallas que cuentan las máquinas en un periodo de 30 días.

3.4.1.1 Máquina Alimentador de Vaivén antes de la mejora

Para adquirir los resultados de los indicadores, la cual se calcula usando la ecuación 1 mencionada anteriormente, se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 10

FALLAS PROMEDIO DE ALIMENTADOR DE VAIVÉN

Horas en Funcionamiento	Número de días en Funcionamiento	Número de Fallas
8	6	1

Fuente: Elaboración propia

$$MTBF = \frac{8 \times 6}{1}$$

$$MTBF = 48$$

La máquina Alimentadora de Vaivén indica que su tiempo promedio entre fallas es de 48 horas.

3.4.1.2 Máquina Desintegrador antes de la mejora

Para adquirir los resultados de los indicadores, la cual se calcula usando la ecuación 1 mencionada anteriormente, se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 11

HISTORIAL DE LA MÁQUINA DESINTEGRADOR

Horas en Funcionamiento	Número de días en Funcionamiento	Número de Fallas
8	6	3

Fuente: Elaboración propia

$$MTBF = \frac{8 \times 6}{3}$$

$$MTBF = 16$$

La máquina Desintegrador indica que su tiempo promedio entre fallas es de 16 horas.

3.4.1.3 Máquina Laminador 1 antes de la mejora

Para adquirir los resultados de los indicadores, la cual se calcula usando la ecuación 1 mencionada anteriormente, se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 12

HISTORIAL DE LA MÁQUINA LAMINADO I

Horas en Funcionamiento	Número de días en Funcionamiento	Número de Fallas
8	6	2

Fuente: Elaboración propia

$$MTBF = \frac{8x6}{2}$$

$$MTBF = 24$$

La máquina Laminador 1 indica que su tiempo promedio entre fallas es de 24 horas.

3.4.1.4 Máquina Laminador 2 antes de la mejora

Para adquirir los resultados de los indicadores, la cual se calcula usando la ecuación 1 mencionada anteriormente, se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 13

HISTORIAL DE LA MÁQUINA LAMINADOR 2

Horas en Funcionamiento	Número de días en Funcionamiento	Número de Fallas
8	6	2

Fuente: Elaboración propia

$$MTBF = \frac{8x6}{2}$$

$$MTBF = 24$$

La máquina Laminador 2 indica que su tiempo promedio entre fallas es de 24 horas.

3.4.1.5 Máquina Extrusora antes de la mejora

Para adquirir los resultados de los indicadores, la cual se calcula usando la ecuación 1 mencionada anteriormente, se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 14

HISTORIAL DE LA MÁQUINA EXTRUSORA

Horas en Funcionamiento	Número de días en Funcionamiento	Número de Fallas
8	6	5

Fuente: Elaboración propia

$$MTBF = \frac{8 \times 6}{5}$$

$$MTBF = 9.6$$

La máquina Extrusora indica que su tiempo promedio entre fallas es de 9.6 horas.

3.4.1.6 Máquina cortadora antes de la mejora

Para adquirir los resultados de los indicadores, la cual se calcula usando la ecuación 1 mencionada anteriormente, se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 15

HISTORIAL DE LA MÁQUINA CORTADORA

Horas en Funcionamiento	Número de días en Funcionamiento	Número de Fallas
8	6	10

Fuente: Elaboración propia

$$MTBF = \frac{8 \times 6}{10}$$

$$MTBF = 2.67$$

La máquina Cortadora indica que su tiempo promedio entre fallas es de 2.67 horas.

3.4.1.7 Máquinas Fajas antes de la mejora

Para adquirir los resultados de los indicadores, la cual se calcula usando la ecuación 1 mencionada anteriormente, se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 16

HISTORIAL DE LA MÁQUINA FAJAS

Horas en Funcionamiento	Número de días en Funcionamiento	Número de Fallas
8	6	1

Fuente: Elaboración propia

$$MTBF = \frac{8 \times 6}{1}$$

$$MTBF = 48$$

Las máquinas Fajas indica que su tiempo promedio entre fallas es de 48 horas.

3.4.1.8 Máquina Bomba de vacío antes de la mejora

Para adquirir los resultados de los indicadores, la cual se calcula usando la ecuación 1 mencionada anteriormente, se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 17

HISTORIAL DE LA MÁQUINA BOMBA DE VACÍO

Horas en Funcionamiento	Número de días en Funcionamiento	Número de Fallas
8	6	2

Fuente: Elaboración propia

Tiempo Promedio entre Fallas (MTBF)

$$MTBF = \frac{8 \times 6}{2}$$

$$MTBF = 24$$

La máquina Bomba al Vacío indica que su tiempo promedio entre fallas es de 24 horas.

3.4.1.9 Máquina Compresora de aire antes de la mejora

Para adquirir los resultados de los indicadores, la cual se calcula usando la ecuación 1 mencionada anteriormente, se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 18

HISTORIAL DE LA MÁQUINA COMPRESORA DE AIRE

Horas en Funcionamiento	Número de días en Funcionamiento	Número de Fallas
8	6	1

Fuente: Elaboración propia

$$MTBF = \frac{8 \times 6}{1}$$

$$MTBF = 48$$

La máquina Compresora de aire indica que su tiempo promedio entre fallas es de 48 horas.

3.4.1.10 Máquina Amasadora antes de la mejora

Para adquirir los resultados de los indicadores, la cual se calcula usando la ecuación 1 mencionada anteriormente, se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 19

HISTORIAL DE LA MÁQUINA AMASADORA

Horas en Funcionamiento	Número de días en Funcionamiento	Número de Fallas
8	6	3

Fuente: Elaboración propia

$$MTBF = \frac{8 \times 6}{3}$$

$$MTBF = 16$$

La máquina Amasadora indica que su tiempo promedio entre fallas es de 16 horas.

3.4.1.11 Máquina Extractora de Aire - Quema antes de la mejora

Para adquirir los resultados de los indicadores, la cual se calcula usando la ecuación 1 mencionada anteriormente, se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 20

HISTORIAL DE LA MÁQUINA EXTRACTORA DE AIRE

Horas en Funcionamiento	Número de días en Funcionamiento	Número de Fallas
8	6	1

Fuente: Elaboración propia

$$MTBF = \frac{8 \times 6}{1}$$

$$MTBF = 48$$

La máquina Extractora de Aire - Quema indica que su tiempo promedio entre fallas es de 48 horas.

3.4.1.12 Máquina Molino de Viruta antes de la mejora

Para adquirir los resultados de los indicadores, la cual se calcula usando la ecuación 1 mencionada anteriormente, se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 21

HISTORIAL DE LA MOLINO DE VIRUTA

Horas en Funcionamiento	Número de días en Funcionamiento	Número de Fallas
8	6	4

Fuente: Elaboración propia

$$MTBF = \frac{8 \times 6}{4}$$

$$MTBF = 12$$

La máquina Molino de Viruta indica que su tiempo promedio entre fallas es de 12 horas.

3.4.1.13 Máquina Alimentador de Quema antes de la mejora

Para adquirir los resultados de los indicadores, la cual se calcula usando la ecuación 1 mencionada anteriormente, se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 22

HISTORIAL DE LA MÁQUINA ALIMENTADOR DE QUEMA

Horas en Funcionamiento	Número de días en Funcionamiento	Número de Fallas
8	6	1

Fuente: Elaboración propia

$$MTBF = \frac{8 \times 6}{1}$$

$$MTBF = 48$$

La máquina Alimentador de Quema indica que su tiempo promedio entre fallas es de 48 horas.

3.4.2. Diagnóstico de la dimensión MTTR (Tiempo promedio de reparación)

Como se observa en las tablas, se cuenta con las horas de reparación, así mismo se muestra el número de fallas o averías que tiene cada máquina, dichos datos se han obtenido al realizar un control de la cantidad de fallas que cuentan las máquinas en un periodo de 30 días; y usando la ecuación 2 mencionada anteriormente, se obtuvo los siguientes resultados:

3.4.2.1 Máquina Alimentador de Vaivén antes de la mejora

Tabla 23

*HISTORIAL DE FALLAS DE LA MÁQUINA ALIMENTADOR DE
VAIVÉN*

Horas Reparadas	Número de fallas
1.30	1

Fuente: Elaboración propia

$$MTTR = \frac{1.30}{1}$$

$$MTTR = 1.30$$

La máquina Alimentadora de Vaivén indica que su tiempo promedio de reparación es de 1.30 horas.

3.4.2.2 Máquina Desintegrador antes de la mejora

Tabla 24

HISTORIAL DE FALLAS DE LA MÁQUINA DESINTEGRADOR

Horas Reparadas	Número de fallas
1.12	3

Fuente: Elaboración propia

$$MTTR = \frac{1.12}{3}$$

$$MTTR = 0.37$$

La máquina Desintegrador indica que su tiempo promedio de reparación es de 0.37 horas.

3.4.2.3 Máquina Laminador 1 antes de la mejora

Tabla 25

HISTORIAL DE FALLAS DE LA MÁQUINA LAMINADOR 1

Horas Reparadas	Número de fallas
0.30	2

Fuente: Elaboración propia

$$MTTR = \frac{0.30}{2}$$

$$MTTR = 0.15$$

La máquina Laminador 1 indica que su tiempo promedio de reparación es de 0.15 horas.

3.4.2.4 Máquina Laminador 2 antes de la mejora

Tabla 26

HISTORIAL DE FALLAS DE LA MÁQUINA LAMINADOR 2

Horas Reparadas	Número de fallas
2.45	2

Fuente: Elaboración propia

$$MTTR = \frac{2.45}{2}$$

$$MTTR = 1.23$$

La máquina Laminador 2 indica que su tiempo promedio de reparación es de 1.23 horas.

3.4.2.5 Máquina Extrusora antes de la mejora

Tabla 27

HISTORIAL DE FALLAS DE LA MÁQUINA EXTRUSORA

Horas Reparadas	Número de fallas
5.15	10

Fuente: Elaboración propia

$$MTTR = \frac{5.15}{9.6}$$

$$MTTR = 0.52$$

La máquina Extrusora indica que su tiempo promedio de reparación es de 0.52 horas.

3.4.2.6 Máquina Cortadora antes de la mejora

Tabla 28

HISTORIAL DE FALLAS DE LA CORTADORA

Horas Reparadas	Número de fallas
2.35	18

Fuente: Elaboración propia

$$MTTR = \frac{2.35}{18}$$

$$MTTR = 0.13$$

La máquina Cortadora indica que su tiempo promedio de reparación es de 0.13 horas.

3.4.2.7 Máquinas Fajas antes de la mejora

Tabla 29

HISTORIAL DE FALLAS DE LAS MÁQUINAS FAJAS

Horas Reparadas	Número de fallas
0.30	1

Fuente: Elaboración propia

$$MTTR = \frac{0.30}{1}$$

$$MTTR = 0.30$$

Las máquinas Fajas indica que su tiempo promedio de reparación es de 0.30 horas.

3.4.2.8 Máquina Bomba al Vacío antes de la mejora

Tabla 30

HISTORIAL DE FALLAS DE LA MÁQUINA BOMBA AL VACÍO

Horas Reparadas	Número de fallas
3.12	2

Fuente: Elaboración propia

$$MTTR = \frac{3.12}{2}$$

$$MTTR = 1.56$$

La máquina Bomba al Vacío indica que su tiempo promedio de reparación es de 1.56 horas.

3.4.2.9 Máquina Compresora de aire antes de la mejora

Tabla 31

HISTORIAL DE FALLAS DE LA MÁQUINA COMPRESORA DE AIRE

Horas Reparadas	Número de fallas
12	1

Fuente: Elaboración propia

$$MTTR = \frac{12}{1}$$

$$MTTR = 12$$

La máquina Compresora de aire indica que su tiempo promedio de reparación es de 12 horas.

3.4.2.10 Máquina Amasadora antes de la mejora

Tabla 32

HISTORIAL DE FALLAS DE LA MÁQUINA AMASADORA

Horas Reparadas	Número de fallas
6.45	3

Fuente: Elaboración propia

$$MTTR = \frac{6.45}{3}$$

$$MTTR = 2.15$$

La máquina Amasadora indica que su tiempo promedio de reparación es de 2.15 horas.

3.4.2.11 Máquina Extractora de Aire antes de la mejora

Tabla 33

HISTORIAL DE FALLAS DE LA MÁQUINA EXTRACTORA DE AIRE - QUEMA

Horas Reparadas	Número de fallas
0.25	1

Fuente: Elaboración propia

$$MTTR = \frac{0.25}{1}$$

$$MTTR = 0.25$$

La máquina Extractora de Aire - Quema indica que su tiempo promedio de reparación es de 0.25 horas.

3.4.2.12 Máquina Molino de Viruta antes de la mejora

Tabla 34

HISTORIAL DE FALLAS DE LA MÁQUINA MOLINO DE VIRUTA

Horas Reparadas	Número de fallas
1.15	4

Fuente: Elaboración propia

$$MTTR = \frac{1.15}{4}$$

$$MTTR = 0.28$$

La máquina Molino de Viruta indica que su tiempo promedio de reparación es de 0.28 horas.

3.4.2.13 Máquina Alimentador de Quema antes de la mejora

Tabla 35

*HISTORIAL DE FALLAS DE LA MÁQUINA ALIMENTADOR DE
QUEMA*

Horas Reparadas	Número de fallas
0.55	1

Fuente: Elaboración propia

$$MTTR = \frac{0.55}{1}$$

$$MTTR = 0.55$$

La máquina Alimentador de Quema indica que su tiempo promedio de reparación es de 0.55 horas.

3.4.3 Diagnóstico de la dimensión disponibilidad total

Para adquirir los resultados de los indicadores, la cual se calcula usando la ecuación 3 mencionada anteriormente, se obtuvo los siguientes resultados:

3.4.3.1 Máquina Alimentador de Vaivén antes de la mejora

Disponibilidad (D)

$$D = \frac{48}{48 + 1.30} \times 100$$

$$D = 97.36 \%$$

Actualmente la disponibilidad de la máquina Alimentador de Vaivén se encuentra en un 97.36 % por lo que cumple el objetivo.

3.4.3.2 Máquina Desintegrador antes de la mejora

Disponibilidad (D)

$$D = \frac{16}{16 + 0.37} \times 100$$

$$D = 97.74 \%$$

Actualmente la disponibilidad de la máquina Desintegrador se encuentra en un 97.74 % por lo que cumple el objetivo.

3.4.3.3 Máquina Laminador 1 antes de la mejora

Disponibilidad (D)

$$D = \frac{24}{24 + 0.15} \times 100$$

$$D = 99.38 \%$$

Actualmente la disponibilidad de la máquina Laminador 1 se encuentra en un 99.38 % por lo que cumple el objetivo.

3.4.3.4 Máquina Laminador 2 antes de la mejora

Disponibilidad (D)

$$D = \frac{24}{24 + 1.23} \times 100$$

$$D = 95.12 \%$$

Actualmente la disponibilidad de la máquina Laminador 2 se encuentra en un 95.12 % por lo que cumple el objetivo.

3.4.3.5 Máquina Extrusora antes de la mejora

Disponibilidad (D)

$$D = \frac{9.6}{9.6 + 0.54} \times 100$$

$$D = 94.67 \%$$

Actualmente la disponibilidad de la máquina Extrusora se encuentra en un 94.67 % por debajo del objetivo.

3.4.3.6 Máquina Cortadora antes de la mejora

Disponibilidad (D)

$$D = \frac{2.67}{2.67 + 0.13} \times 100$$

$$D = 95.36 \%$$

Actualmente la disponibilidad de la máquina Cortadora se encuentra en un 95.36 % por lo que cumple el objetivo.

3.4.3.7 Máquinas Fajas antes de la mejora

Disponibilidad (D)

$$D = \frac{48}{48 + 0.30} \times 100$$

$$D = 99.38 \%$$

Actualmente la disponibilidad de las máquinas Fajas se encuentra en un 99.38% por lo que cumple el objetivo.

3.4.3.8 Máquina Bomba al Vacío antes de la mejora

Disponibilidad (D)

$$D = \frac{24}{24 + 1.56} \times 100$$

$$D = 93.90 \%$$

Actualmente la disponibilidad de la máquina Bomba al Vacío se encuentra en un 93.90 % por debajo del objetivo.

3.4.3.9 Máquina Compresora de Aire antes de la mejora

Disponibilidad (D)

$$D = \frac{48}{48 + 12} \times 100$$

$$D = 80 \%$$

Actualmente la disponibilidad de la máquina Compresora de aire se encuentra en un 80 % por debajo del objetivo.

3.4.3.10 Máquina Amasadora antes de la mejora

Disponibilidad (D)

$$D = \frac{16}{16 + 2.15} \times 100$$

$$D = 88.15 \%$$

Actualmente la disponibilidad de la máquina Amasadora se encuentra en un 88.15 % por debajo del objetivo.

3.4.3.11 Máquina Extractora de Aire-Quema antes de la mejora

Disponibilidad (D)

$$D = \frac{48}{48 + 0.25} \times 100$$

$$D = 99.48 \%$$

Actualmente la disponibilidad de la máquina Extractora de Aire - Quema se encuentra en un 99.48 % por lo que cumple el objetivo.

3.4.3.12 Máquina Molino de Viruta antes de la mejora

Disponibilidad (D)

$$D = \frac{12}{12 + 0.28} \times 100$$

$$D = 97.72 \%$$

Actualmente la disponibilidad de la máquina Molino de Viruta se encuentra en un 97.72 % por lo que cumple el objetivo.

3.4.3.13 Máquina Alimentador de Quema antes de la mejora

Disponibilidad (D)

$$D = \frac{48}{48 + 0.55} \times 100$$

$$D = 98.87 \%$$

Actualmente la disponibilidad de la máquina Alimentador de Quema se encuentra en un 98.87 % por lo que cumple el objetivo.

3.4.3.14 Costo del mantenimiento antes de la mejora

Tabla 36

*COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LAS MÁQUINAS
QUE NO CUMPLEN EL OBJETIVO.*

MÁQUINA	% DE CLASIFICACIÓN	SITUACIÓN DEL EQUIPO	COSTO DE MANTENIMIENTO H.H (Soles)	COSTO DE INSUMOS (Soles)	COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (Soles)
EXTRUSOR A	94.67%	BUENA	45.00	123.00	5535.00
BOMBA DE VACÍO	93.90%	BUENA	45.00	90.00	4050.00
COMPRESORA DE AIRE	80.00%	ACEPTABLE	45.00	102.00	4590.00
AMASADORA	88.15%	BUENA	45.00	197.00	8865.00
					23040.00

Fuente: Elaboración propia

3.5 Matriz de Operacionalización de Variables.

En la presente matriz de operacionalización de variables, se muestra los resultados diagnósticos de cada dimensión, encontrados a través de sus indicadores.

Tabla 37

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE - RESULTADOS

Variable	Dimensión	Indicadores	Resultados Diagnósticos
Independiente			
Plan de Mantenimiento	Correctivo (CM)	$\frac{\text{Resultado alcanzado}}{\text{Resultado previsto}}$	% eficacia de corrección del trabajador 69.17%
	Preventivo (PM)	$\frac{\text{Tareas ejecutadas}}{\text{Tareas planificadas}}$	% PMC (índice de cumplimiento de mantenimiento preventivo) 71.43%
	Predictivo (CBM)	$\frac{\text{Inspecciones programadas realizadas}}{\text{Inspecciones programadas}}$	% índice de cumplimiento de mantenimiento predictivo 0%

Gestión de órdenes de trabajo	$\frac{\text{Órdenes acabadas en la fecha planificada}}{\text{Órdenes totales}}$	% índice de cumplimiento de planificación	0%
-------------------------------	--	---	----

Variable	Dimensión	Indicadores	Resultados Diagnósticos
Dependiente			
Disponibilidad total	$\frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} * 100$	% total de horas	94.65%
Disponibilidad de máquinas	$\frac{\text{Tiempo total de funcionamiento}}{\text{Número de fallas}}$	Tiempo promedio entre fallas	368.27
	$\frac{\text{Tiempo total de reparación}}{\text{Número de fallas}}$	Tiempo promedio para reparar	20.81

Fuente: Elaboración propia

3.6 Diseño de mejora de la variable Plan de Mantenimiento

3.6.1 Diseño de mejora de la dimensión Correctiva

Después de haberse determinado las causas que ocasionaban las fallas o averías de cada máquina y las cuales provocaban una baja efectividad, se decidió junto con el encargado del área de mantenimiento plantear un pequeño inventario de repuestos importantes que requiere las cuatro máquinas que muestran el mayor número de fallas o averías y de esta manera obtener un tiempo de respuesta eficaz al momento de hacer el mantenimiento correctivo.

Tabla 38

PROPUESTA DE LISTA DE REPUESTOS DE LA MAQUINA EXTRUSORA

Listado de repuestos de Extrusora

Código	Descripción técnica	Cantidad
EX01	Motor de Extrusora Trifásico 440v, 1190 rpm, HP: 150 , Amperaje: 180 , Pernos de 5/8 x 2"	1
EX02	Rodamientos de Motor Rodamiento lado eje (...), Rodamiento lado ventilador (...)	4
EX03	Polea Motriz de motor de Extrusora Ø Ext: 6", Ø Int: , 9 canales tipo C	2
EX04	Fajas C 210	10
EX05	Volante Ø Ext: 45" pulgadas, x 300 Ancho, Ø Int:	2
EX06	Rodamiento de la punta de eje de volante Código 1310 C3	2
EX07	Rodamientos de eje de volante soportes nuevos Código 22217E1AM C3	2
EX08	reten de bocina de soportes nuevo Eje de vol. Código AE 3842 A	4
EX09	Rodamientos de Engranaje Principal de C. Reductora 22218 E C3	4

Elaboración propia

Tabla 39

PROPUESTA DE LISTA DE REPUESTOS DE LA MAQUINA BOMBA DE VACÍO

Listado de repuestos de Bomba de Vacío

Código	Descripción técnica	Cantidad
BV01	Moto reductor Motor Trifásico 440V HP: ,rpm: , Amperaje, pernos de ½" x 1 ½"	1
BV02	Rodamiento de Rodamiento lado eje (...), Rodamiento lado ventilador (...)	4
BV03	Piñón Motriz Dientes 16, Ø Int: 25mm , Canal Chav.: Ancho: 10 mm, Alto: 4 mm	2
BV04	Piñón Conducido Dientes, 24 Ø Int: 25mm , Canal Chav.: Ancho: 8 mm, Alto: 4 mm	2
BV05	Cadena Paso de ½", Largo: 172 cm	4
BV06	Chumacera de Tambor Primario y secundario Código P205	4
BV07	tambor primario Ø Ext: 140mm, Largo: 460mm,Eje: Largo: 560mm, Ø: 1", (Ø: 25mm alojamiento de rodamiento)	2
BV08	Rodamiento de Polines de Mesa Código 6301	20
BV09	Tambor secundario rodamiento) Ø Ext: 140mm, Largo: 460mm, Eje: largo: 560mm, Ø: 1", (Ø: 25mm alojamiento de rodamiento)	2
BV10	Polines Guía de Retorno Largo: 500, Rodamiento 6302	6

Elaboración propia

Tabla 40

PROPUESTA DE LISTA DE REPUESTOS DE LA MÁQUINA COMPRESORA DE AIRE

Listado de repuestos de Compresora de Aire

Código	Descripción técnica	Cantidad
CA01	Motor de Trifásico 440V, HP:30 ,rpm: 1770 , extractor de aire de Amperaje: 36 , Perno de ½” x 1 ½”, Ø eje 47.6mm (1 ⅞”)	1
CA02	Rodamientos de Rodamiento lado eje 6311, Motor extractor Rodamiento lado ventilador 6309	4
CA03	Polea Motriz de Ø Ext: , Ø Int: , canales tipo B, Motor Canal Chav.: Ancho: Largo: Alto:	2
CA05	Polea Conducida Ø Ext: 215mm, Ø Int: , 4 canales tipo de extractor B, Canal Chav.: Ancho: Largo: Alto:	2
CA06	Fajas de Poleas extractor de aire código B 94	4
CA07	Rodamientos de Rodamiento 22217 EAKD1 NTN, eje de extractor Manguito AHX 317*80mm, retenes 517, Ø eje 80mm	2

Elaboración propia

Tabla 41

PROPUESTA DE LISTA DE REPUESTOS DE LA MÁQUINA AMASADORA DE AIRE

Listado de repuestos de Amasadora

Código	Descripción técnica	Cantidad
AM01	Motor de Trifásico, HP:50 , 440v,rpm de salida 1770, Amasadora Amperaje: 58 ,pernos de base ½” x 1 ½”,	1
AM02	Rodamientos del Rodamiento lado de eje (6312 Z C3), Motor Rodamiento lado Ventilador (6312 Z C3)	2
AM03	Ø Ext: 120mm, Ø Int:54mm ,3 canales V Tipo B, canal Chav.: Ancho:12mm,Largo:54.5mm,Alto: 12m, Polea Motriz long:84.5mm	1
AM04	Ø Ext: 500mm, Ø Int: , 4 canales Tipo B Polea Conducida	1
AM05	Correas Código B110	3
AM06	Embrague Neumático Rodamientos 30216J	3
AM07	Reten de Eje Primario y secundario acoples Dimensiones 85 x 110 x 10.	1
AM08	Rodamientos de Ejes Primario y secundario Código 6217 C3.	4
AM09	Rodamientos posteriores de Ejes de Batea 22213 , Manguito H313, Ø60mm	2
AM10	Pin de Longitud 215mm, hilo para tuerca de 7/8, Pin de amasadora 2 agujeros para perno 7/16*1 ½” g8	4

Elaboración propia

Después de haberse diseñado la lista de repuestos importantes de las cuatro principales máquinas que muestran averías o fallas, se decidió nuevamente calcular la eficacia del trabajador del área de mantenimiento en un transcurso de 15 días (Véase en Anexo 6), la cual se calcula usando la ecuación 4 mencionada anteriormente, y se obtuvieron los siguientes resultados:

Eficacia del trabajador con respecto al mantenimiento correctivo de la extrusora:

$$\text{Eficacia} = (\text{Resultado alcanzado}/\text{resultado previsto}) * 100$$

$$E_t = (32 \text{ min}/50 \text{ min}) * 100$$

$$E_t = 64\%$$

Eficacia del trabajador con respecto al mantenimiento correctivo de la bomba de vacío:

$$\text{Eficacia} = (\text{Resultado alcanzado}/\text{resultado previsto}) * 100$$

$$E_t = (28 \text{ min}/30 \text{ min}) * 100$$

$$E_t = 93.33\%$$

Eficacia del trabajador con respecto al mantenimiento correctivo de la compresora de aire:

$$\text{Eficacia} = (\text{Resultado alcanzado}/\text{resultado previsto}) * 100$$

$$E_t = (25 \text{ min}/30 \text{ min}) * 100$$

$$E_t = 83.33\%$$

Eficacia del trabajador con respecto al mantenimiento correctivo de la amasadora:

$$\text{Eficacia} = (\text{Resultado alcanzado}/\text{resultado previsto}) * 100$$

$$E_t = (60 \text{ min}/90 \text{ min}) * 100$$

$$E_t = 66.67\%$$

Al realizarse un análisis del proceso y los resultados obtenidos del mantenimiento correctivo, se consideró que este tipo de mantenimiento no era el adecuado para la empresa ya que la falta de capacitación del personal a cargo, y la baja eficacia de respuesta de reparación del daño de las máquinas el cual en promedio fue 76.83% siendo ineficiente pese a la disminución de tiempo y al nuevo inventario de las piezas principales de las máquinas que muestran mayor número de fallas o averías.

3.6.2 Diseño de la mejora de la dimensión Preventiva

De acuerdo a lo encontrado y a las otras máquinas involucradas en el proceso de la fabricación de ladrillo, se decidió hacer un mantenimiento preventivo tomándose como referencia al tiempo y no a la cantidad en toneladas; dicho mantenimiento se realizará cada 6 días de funcionamiento, este será un mantenimiento somero que será llevado a cabo por cada trabajador de acuerdo a su área de labor, además de esto se elabora un plan anual de mantenimiento que será realizada por un técnico especializado y se tomarán los días sábados y domingos cada 90 días para así evitar la quietud total de labores en días de semana. Para ello el plan de mantenimiento preventivo mostrará indicadores y observaciones mostradas a continuación:

Tabla 42

PROPUESTA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Tiempo: Cada 6 días

Ítem	Máquina	Observación
	Mantenimiento de Alimentador de Vaivén	
	Limpieza general	
	Grasa cadena de motoreductor	
	Verificación de chumaceras de brazo conexión	
1	Verificación de chumaceras de ejes de soporte	
	Verificación de pin de disco	
	Verificación de jebe base	
	Verificar platina limpiadora de vaivén	
	Verificación de piñones	
	Mantenimiento del Desintegrador	
	Limpieza general	
	Verificación de abertura rodillos (con cuchillas)	
2	Verificación de limpiadores	
	Verificación de fajas	
	Verificación de cuchillas	
	Verificar estructura de la base	
	Mantenimiento de Laminador 01	
	Limpieza general	
	Verificación de aberturas rodillos	
3	Verificación de limpiadores	
	Verificación de fajas	
	Verificación planchas laterales	
	Verificación de jebes y pernos de base	

	Verificar estructura
	Mantenimiento de Laminador 02
	Limpieza general
	Verificación de abertura rodillos
4	Verificación de limpiadores
	Verificación de fajas
	Verificación planchas laterales
	Verificación de jebes y pernos de base
	Verificar estructura
	Mantenimiento de Extrusora
	Limpieza general
	Verificación calibración de molde
	Verificación nivel agua bomba de vacío
5	Verificar juego de crucetas
	Verificación de fajas
	Verificación de rejilla y/o soporte
	Verificación de disco de embrague
	Verificación de acuñadores
	Verificación de empaques de tapas de cámara de vacío
	Mantenimiento de Cortadora
	Limpieza general
6	Verificación de estado de alambre
	Lubricación de cadenas y piñones
	Verificación de estado de rodamientos
	Mantenimiento de Fajas 01-02-03-04
7	Limpieza general
	Aceite para cadena
	Mantenimiento Bomba de Vacío
8	Limpieza de tanque de vacío
	Verificación de acople
	Drenaje agua
	Mantenimiento de Amasadora
	Verificación de caja de piñones
	Verificación de bocinas partidas de eje, parte posterior
9	Verificación de pastillas, pines, tuercas y ejes.
	Verificar tamaño de paletas
	Verificación de fajas
	Verificación de zapatas de embrague neumático
	Comprensora de Aire
10	Limpieza de filtro aire
	Drenaje de agua

	Cambio de aceite
	Mantenimiento de Extractor de Aire-Quema
11	Verificación de fajas Verificación de rotor Verificar temperatura de chumaceras
	Mantenimiento de Molino de Viruta
12	Verificación de fajas Verificación de martillos Verificación de rejillas Verificación de cuchillas
	Mantenimiento de Alimentadores de Quema
13	Estado de cadena Estado de piñones Verificación de ejes

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43

PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Acciones a Realizar	Día (FDS)	Horario de acciones
Limpieza de tolva		Mantenimiento en el área de Chancado Día 1 08:00-12:00
Limpieza y correcciones en la faja de transporte	86 o hasta 93	Mantenimiento en el área de molienda Día 1 13:00-17:00
Limpieza espacios de amasado y cambio de alambres de corte		Mantenimiento en el área de amasado y corte Día 2 08:00-12:00
Limpieza de conductores de calor		Mantenimiento en el área de horneado Día 2 13:00-17:00
Limpieza de tolva	176 o hasta 183	Mantenimiento en el área de Chancado Día 1 08:00-12:01
Limpieza y correcciones en la faja de transporte		Mantenimiento en el área de molienda Día 1 13:00-17:01

Limpieza espacios de amasado y cambio de alambres de corte		Mantenimiento en el área de amasado y corte	Día 2 08:00- 12:01
Limpieza de conductores de calor		Mantenimiento en el área de horneado	Día 2 13:00- 17:01
Limpieza de tolva		Mantenimiento en el área de Chancado	Día 1 08:00- 12:02
Limpieza y correcciones en la faja de transporte	266 o hasta	Mantenimiento en el área de molienda	Día 1 13:00- 17:02
Limpieza espacios de amasado y cambio de alambres de corte	273	Mantenimiento en el área de amasado y corte	Día 2 08:00- 12:02
Limpieza de conductores de calor		Mantenimiento en el área de horneado	Día 2 13:00- 17:02
Limpieza de tolva		Mantenimiento en el área de Chancado	Día 1 08:00- 12:03
Limpieza y correcciones en la faja de transporte	356 o hasta	Mantenimiento en el área de molienda	Día 1 13:00- 17:03
Limpieza espacios de amasado y cambio de alambres de corte	363	Mantenimiento en el área de amasado y corte	Día 2 08:00- 12:03
Limpieza de conductores de calor		Mantenimiento en el área de horneado	Día 2 13:00- 17:03

Fuente: Elaboración propia

Después de haberse observado el plan de mantenimiento preventivo de manera conjunta con el encargado del área de mantenimiento, nuevamente se calculó el porcentaje del índice de cumplimiento del mantenimiento preventivo (PMC), la cual se calcula usando la ecuación 5 mostrada anteriormente y se obtuvieron los siguientes resultados:

$$PMC = (N^{\circ} \text{ de tareas ejecutadas} / N^{\circ} \text{ tareas planificadas}) * 100$$

$$PMC = (6 \text{ días} - 86 \text{ o hasta } 83 \text{ días} - 176 \text{ o hasta } 183 \text{ días} - 266 \text{ o hasta } 273 \text{ días} - 356 \text{ o hasta } 363 \text{ días} / 6 \text{ días} - 86 \text{ o hasta } 83 \text{ días} - 176 \text{ o hasta } 183 \text{ días} - 266 \text{ o hasta } 273 \text{ días} - 356 \text{ o hasta } 363 \text{ días}) * 100$$

$$PMC = (5 / 5) * 100$$

PMC = 100%

Si el área de mantenimiento toma en cuenta la programación de este plan de mantenimiento, el índice de cumplimiento de mantenimiento preventivo será de un 100%, debido a la programación específica de cada pieza principal de las máquinas, el cual, demanda un tiempo prudente, provocando de esta manera, su cumplimiento en toda su totalidad.

3.6.3 Diseño de la mejora de la dimensión Predictiva

Para realizar el plan de mantenimiento predictivo nos hemos apoyado en el diagrama de Pareto por ello lo hemos dividido en etapas de la siguiente manera:

3.6.3.1. Etapa I. ¿Qué maquinaria y equipos deben ser incluidos en la inspección y monitoreo? Para seleccionar y seccionar utilizaremos dos parámetros:

- a) Nivel de importancia. - Ubicar de manera descendente según el nivel de importancia.
 - i. Nivel I.- Máquinas que comprenden fallos que pueden parar de manera drástica la producción continua, o que pueda comprometer la salud física de algún colaborador.
 - ii. Nivel II.- Máquinas y equipos que comprometen la producción en término medio afectando temporalmente la línea de producción.
 - iii. Nivel III.- Maquinas o equipos que pueden generar fallos menores que no afectan directamente la producción y que de suscitarse algún tipo de fallo, se puede corregir sin hacer para de planta.

Tabla 44

NIVEL DE IMPORTANCIA

	AL COLABORADOR	ESTADO DE PRODUCCIÓN	ESTADO DE LA MAQUINA/EQUIPO
NIVEL I	Lesión permanente/Muerte	Parada total	Parada total
NIVEL II	Lesiones medias	Lentitud	Disponibilidad media
NIVEL III	Lesiones mínimas	Reducción mínima	Disponibilidad casi completa

Fuente: Elaboración propia

- b) Tiempo de vida. – En este nivel además de determinar el tiempo de vida de uso que tiene actualmente la máquina y/o equipo, se debe tener en cuenta la esperanza de vida de los mismos.

3.6.3.2 Plan de mantenimiento propuesto

La ejecución de las acciones se programa de manera semanal, mensual y semestral

La propuesta planteada tiene como objetivo disminuir de manera gradual las acciones de mantenimiento, si el primer mes se realizan las acciones mantenimiento con frecuencia de 2 veces por semana, el segundo mes se van a realizar las mismas acciones, pero solo una vez por semana, reduciendo también gastos de materiales y mano de obra.

Las tareas son programadas para los días sábado y domingo, porque son los días de descanso para los trabajadores de planta en tal sentido no se pierde ninguna hora de trabajo y por ende no se interrumpe la línea de producción.

Las tareas estarán apoyadas totalmente en una base de datos que se tomaran directamente por los operarios de las maquinas durante distintos puntos del día además debe las acciones de mantenimiento deben estar coordinadas y respaldadas con el área de operaciones y gerencia, para que las decisiones tomadas sean de mutuo acuerdo.

3.6.3.3 Análisis de fallas según el diagrama de PARETO

Se realiza observaciones durante tres meses en distintas horas y distinta sub-áreas de la línea de producción en fin de determinar qué puntos son los más críticos y requieren mayor interés para la programación del mantenimiento predictivo.

Para ello se ha descargado el resumen de los datos encontrados, en la siguiente tabla:

Tabla 45

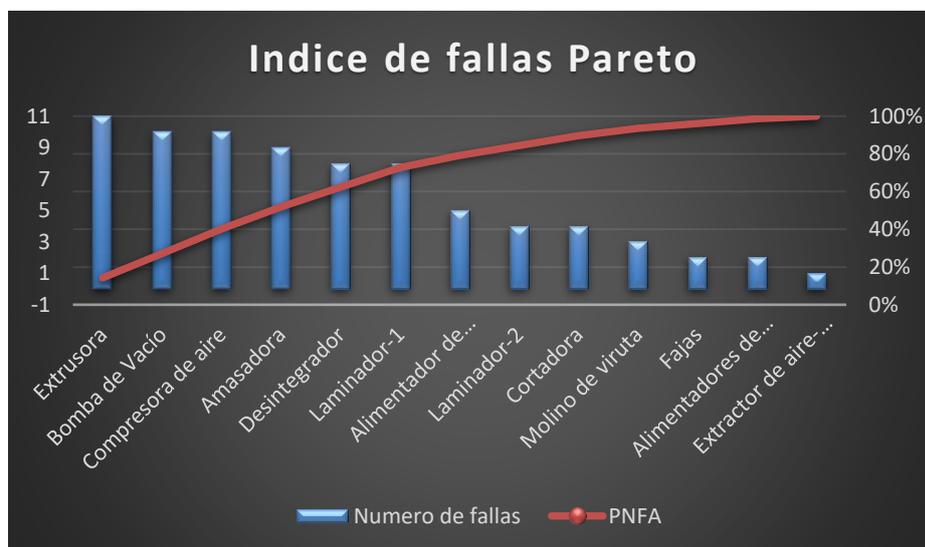
RESUMEN DE OBSERVACIÓN DE FALLAS

Máquina evaluada	Rango de observación	Número de fallas	PNF	PNFA
Extrusora	Mensual	11	14%	14%
Bomba de Vacío	Mensual	10	13%	27%
Compresora de aire	Mensual	10	13%	40%
Amasadora	Mensual	9	12%	52%
Desintegrador	Mensual	8	10%	62%
Laminador-1	Mensual	8	10%	73%
Alimentador de Vaivén	Mensual	5	6%	79%
Laminador-2	Mensual	4	5%	84%
Cortadora	Mensual	4	5%	90%
Molino de viruta	Mensual	3	4%	94%
Fajas	Mensual	2	3%	96%
Alimentadores de quema	Mensual	2	3%	99%
Extractor de aire-quema	Mensual	1	1%	100%
		Total	77	100%

Fuente: Elaboración propia

Figura 3

DIAGRAMA DE PARETO O 80/20



Fuente: Elaboración propia

El análisis resultante a partir de lo graficado en Pareto nos demuestra que se deben tomar prioridad para la programación del mantenimiento a la Extrusora, Bomba de Vacío, Compresora de Aire, Amasadora y Desintegrador que son las máquinas que tienen mayor índice de fallas.

Una vez que se mitigue las fallas en estas máquinas, el número de incidencias se habrá reducido en un 73% del total de fallas, para el resto de porcentaje de fallas se harán programaciones en plano secundario, pero sin desestimarlas, de tal manera de aproximarse al máximo al 100% de reducción de fallas.

Al ejecutarse las acciones de mantenimiento programadas a través de monitoreo (Véase en Anexo 7), se determina el porcentaje del índice de cumplimiento de mantenimiento predictivo, la cual se calcula usando la ecuación 6, y se obtuvo el siguiente resultado:

$$ICP = \left(\frac{N^{\circ} \text{ de inspecciones predictivas programadas realizadas}}{N^{\circ} \text{ de inspecciones predictivas programadas}} \right) * 100 \quad (6)$$

Tabla 46

PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO TRIMESTRAL

MES 1			MES 2			MES 3		
Semana 1	Sab. 15:00 - 17:30 Hrs	Dom. 08:00 - 13:00 Hrs hrs	Semana 1	Dom. 08:00 - 13:00 Hrs hrs	Semana 2	Dom. 08:00 - 13:00 Hrs hrs	Semana 3	Dom. 08:00 - 13:00 Hrs hrs
Semana 2	Sab. 15:00 - 17:30 Hrs	Dom. 08:00 - 13:00 Hrs hrs	Semana 2	Dom. 08:00 - 13:00 Hrs hrs	Semana 3	Dom. 08:00 - 13:00 Hrs hrs	Semana 4	Dom. 08:00 - 13:00 Hrs hrs
Semana 3	Sab. 15:00 - 17:30 Hrs	Dom. 08:00 - 13:00 Hrs hrs	Semana 3	Dom. 08:00 - 13:00 Hrs hrs	Semana 4	Dom. 08:00 - 13:00 Hrs hrs		
Semana 4	Sab. 15:00 - 17:30 Hrs	Dom. 08:00 - 13:00 Hrs hrs	Semana 4	Dom. 08:00 - 13:00 Hrs hrs				

Fuente: Elaboración propia

Índice de cumplimiento de mantenimiento predictivo = (N° de inspecciones de mantenimiento predictivo programadas realizadas / N° de inspecciones de mantenimiento predictivo programadas) *100

Índice de cumplimiento de mantenimiento predictivo = (14 / 14) * 100

Índice de cumplimiento de mantenimiento predictivo = 100%

Si la empresa toma en cuenta las programaciones trimestrales mostradas en la tabla 46, el porcentaje del índice de cumplimiento de mantenimiento predictivo será cumplida en un 100%, debido a que las tareas son programadas para los días sábado y domingo, siendo estos los días de descanso de los trabajadores de planta, en tal sentido no se pierde ninguna hora de trabajo y por ende no se interrumpe la línea de producción.

3.6.4 Diseño de la mejora de la dimensión Gestión de órdenes de trabajo

Para realizar un buen funcionamiento de las ordenes de trabajo, se decidió de manera conjunta con el encargado del área de mantenimiento, dar capacitaciones a los trabajadores que cumplen sus funciones en planta, el cual deberán tener una capacitación acerca del funcionamiento general de la máquina y de los errores que no deben cometer al momento de utilizarlas y de esta manera, logren mejorar la capacidad y efectividad de los trabajadores. La capacitación tendrá como ponente al encargado del área de mantenimiento, ya que él tiene conocimiento del uso adecuado de las máquinas y la experiencia de los errores que no deben cometer. Para ello se realizará de acuerdo al siguiente cronograma:

Tabla 47

CRONOGRAMA DE CAPACITACIONES

Temas a capacitar	Fecha de capacitación	Duración de capacitación
T1: Funcionamiento y prevención de errores de la máquina Alimentador Vaivén		
T2: Funcionamiento y prevención de errores de la máquina desintegrador	05/08/2019	60 minutos
T3: Funcionamiento y prevención de errores de la máquina Laminador 1		
T4: Funcionamiento y prevención de errores de la máquina Laminador 2		

T5: Funcionamiento y prevención de errores de la máquina Extrusora

T6: Funcionamiento y prevención de errores de la máquina Cortadora

06/08/2019

60 minutos

T7: Funcionamiento y prevención de errores de la máquinas Fajas 1,2,3 y 4

T8: Funcionamiento y prevención de errores de la máquina Bomba de Vacío

T9: Funcionamiento y prevención de errores de la máquina Compresora de Aire

07/08/2019

60 minutos

T10: Funcionamiento y prevención de errores de la máquina Amasadora

T11: Funcionamiento y prevención de errores de la máquina Extractor de Aire-Quema

08/08/2019

60 minutos

T12: Funcionamiento y prevención de errores de la máquina Molino de Viruta

T13: Funcionamiento y prevención
de errores de la máquina
Alimentador de Quema

Fuente: Elaboración propia

Después de haberse programado las capacitaciones al personal de la empresa, se decidió nuevamente calcular el porcentaje del índice de cumplimiento de la planificación, la cual se calcula usando la ecuación 7, y se obtuvieron los siguientes resultados:

$$ICP = \left(\frac{N^{\circ} \text{órdenes acabadas en la fecha planificada}}{N^{\circ} \text{órdenes totales}} \right) * 100 \quad (7)$$

Índice de cumplimiento de la planificación = (T1 a T4 – T5 a T7 – T8 a T10 – T11 a T13 / T1 a T4 – T5 a T7 – T8 a T10 – T11 a T13) *100

Índice de cumplimiento de la planificación = (4 / 4) *100

Índice de cumplimiento de la planificación = 100%

Si la empresa toma en cuenta las capacitaciones mostradas en la tabla anterior, el porcentaje del índice de cumplimiento de la planificación será cumplida en un 100%, además el fallo de las máquinas por el mal manejo de los trabajadores reducirá considerablemente y a la vez los trabajadores demostraron un mejor manejo de las máquinas.

3.7 Diseño de mejora de la variable Disponibilidad de Máquinas

Luego de haberse realizado la propuesta del plan de mantenimiento preventivo, se halló los siguientes valores de los indicadores.

3.7.1 Diseño de mejora de la dimensión MTBF

Como se observa en la tabla se cuenta con las horas de funcionamiento y número de días en funcionamiento de las máquinas, dato que se ha obtenido de los hallazgos de diagnóstico, este dato se mantiene puesto que no se ha requerido según el análisis minimizarlo, se está considerando que las fallas se reducirían, debido a que, en a la operación si se implementa el plan de mantenimiento, provoca un menor número de fallas o averías en cada una de las máquinas.

3.7.1.1 Máquina Extrusora después de la mejora

Para adquirir los resultados de los indicadores, la cual se calcula usando la ecuación 1 mencionada anteriormente, se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 48

HISTORIAL DE LA MÁQUINA EXTRUSORA

Horas en Funcionamiento	Número de días en Funcionamiento	Número de Fallas
8	6	1

Fuente: Elaboración propia

$$MTBF = \frac{8 \times 6}{1}$$

$$MTBF = 48$$

La máquina Extrusora indica que su tiempo promedio entre fallas es de 48 horas.

3.7.1.2 Máquina Bomba de vacío después de la mejora

Para adquirir los resultados de los indicadores, la cual se calcula usando la ecuación 1 mencionada anteriormente, se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 49

HISTORIAL DE LA MÁQUINA BOMBA DE VACÍO

Horas en Funcionamiento	Número de días en Funcionamiento	Número de Fallas
8	6	1

Fuente: Elaboración propia

$$MTBF = \frac{8 \times 6}{1}$$

$$MTBF = 48$$

La máquina Bomba al Vacío indica que su tiempo promedio entre fallas es de 48 horas.

3.7.1.3 Máquina Compresora de aire después de la mejora

Para adquirir los resultados de los indicadores, la cual se calcula usando la ecuación 1 mencionada anteriormente, se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 50

HISTORIAL DE LA MÁQUINA COMPRESORA DE AIRE

Horas en Funcionamiento	Número de días en Funcionamiento	Número de Fallas
8	6	1

Fuente: Elaboración propia

$$MTBF = \frac{8x6}{1}$$

$$MTBF = 48$$

La máquina Compresora de aire indica que su tiempo promedio entre fallas es de 48 horas.

3.7.1.4 Máquina Amasadora después de la mejora

Para adquirir los resultados de los indicadores, la cual se calcula usando la ecuación 1 mencionada anteriormente, se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 51

HISTORIAL DE LA MÁQUINA AMASADORA

Horas en Funcionamiento	Número de días en Funcionamiento	Número de Fallas
8	6	2

Fuente: Elaboración propia

$$MTBF = \frac{8x6}{2}$$

$$MTBF = 24$$

La máquina Amasadora indica que su tiempo promedio entre fallas es de 24 horas.

3.7.2 Diseño de mejora de la dimensión MTTR

Para adquirir los resultados de los indicadores, la cual se calcula usando la ecuación 2 mencionada anteriormente, se obtuvo los siguientes resultados:

3.7.2.1 Máquina Extrusora después de la mejora

Tabla 52

HISTORIAL DE FALLAS DE LA MÁQUINA EXTRUSORA

Horas Reparadas	Número de fallas
0.30	1

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla se cuenta con las horas reparadas de 0.30, dato que se ha obtenido de los hallazgos de diagnóstico, este dato se ha requerido según el análisis minimizarlo, se está considerando que las fallas se reducirían a 1 puesto que en el diagnóstico estas eran 10, debido a que, en la operación si se implementa el plan de mantenimiento, provoca un menor número de fallas o averías en cada una de las máquinas.

$$MTTR = \frac{0.30}{1}$$

$$MTTR = 0.30$$

La máquina Extrusora indica que su tiempo promedio de reparación es de 0.30 horas.

3.7.2.2 Máquina Bomba de Vacío después de la mejora

Tabla 53

HISTORIAL DE FALLAS DE LA MÁQUINA BOMBA AL VACÍO

Horas Reparadas	Número de fallas
-----------------	------------------

1.02

1

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla se cuenta con las horas reparadas de 1.02, dato que se ha obtenido de los hallazgos de diagnóstico, este dato se ha requerido según el análisis minimizarlo, se está considerando que las fallas se reducirían a 1 puesto que en el diagnóstico estas eran 2, debido a que, en a la operación si se implementa el plan de mantenimiento, provoca un menor número de fallas o averías en cada una de las máquinas.

$$MTTR = \frac{1.02}{1}$$

$$MTTR = 1.02$$

La máquina Bomba al Vacío indica que su tiempo promedio de reparación es de 1.02 horas.

3.7.2.3 Máquina Compresora de aire después de la mejora

Tabla 54

HISTORIAL DE FALLAS DE LA MÁQUINA COMPRESORA DE AIRE

Horas Reparadas	Número de fallas
2	1

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla se cuenta con las horas reparadas de 2, dato que se ha obtenido de los hallazgos de diagnóstico, este dato se ha requerido según el análisis minimizarlo, se está considerando que las fallas se mantendrían en 1, debido a que, en a la operación si se implementa el plan de mantenimiento, provoca un menor número de fallas o averías en cada una de las máquinas.

$$MTTR = \frac{2}{1}$$

$$MTTR = 2$$

La máquina Compresora de aire indica que su tiempo promedio de reparación es de 2 horas.

3.7.2.4 Máquina Amasadora después de la mejora

Tabla 55

HISTORIAL DE FALLAS DE LA MÁQUINA AMASADORA

Horas Reparadas	Número de fallas
2.10	2

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla se cuenta con las horas reparadas de 2.10, dato que se ha obtenido de los hallazgos de diagnóstico, este dato se ha requerido según el análisis minimizarlo, se está considerando que las fallas se reducirían a 2 puesto que en el diagnóstico estas eran 3, debido a que, en la operación si se implementa el plan de mantenimiento, provoca un menor número de fallas o averías en cada una de las máquinas.

$$MTTR = \frac{2.10}{2}$$

$$MTTR = 1.05$$

La máquina Amasadora indica que su tiempo promedio de reparación es de 1.55 horas.

3.7.3 Diseño de mejora de la dimensión Disponibilidad total

Para adquirir los resultados de los indicadores, la cual se calcula usando la ecuación 3 mencionada anteriormente, se obtuvo los siguientes resultados:

3.7.3.1 Máquina Extrusora después de la mejora

Disponibilidad (D)

$$D = \frac{48}{48 + 0.30} \times 100$$

$$D = 99.38 \%$$

Actualmente la disponibilidad de la máquina Extrusora se encuentra en un 99.38 % por lo que cumple el objetivo.

3.7.3.2 Máquina Bomba de Vacío después de la mejora

Disponibilidad (D)

$$D = \frac{48}{48 + 1.02} \times 100$$

$$D = 97.92 \%$$

Actualmente la disponibilidad de la máquina Bomba al Vacío se encuentra en un 97.92 % por lo que cumple el objetivo.

3.7.3.3 Máquina Compresora de Aire después de la mejora

Disponibilidad (D)

$$D = \frac{48}{48 + 2} \times 100$$

$$D = 96 \%$$

Actualmente la disponibilidad de la máquina Compresora de aire se encuentra en un 96 % por lo que cumple el objetivo.

3.7.3.4 Máquina Amasadora después de la mejora

Disponibilidad (D)

$$D = \frac{24}{24 + 1.05} \times 100$$

$$D = 95.80 \%$$

Actualmente la disponibilidad de la máquina Amasadora se encuentra en un 95.80 % por lo que cumple el objetivo.

En la presente matriz de operacionalización de variables, se muestra los resultados diagnósticos, resultados de la propuesta de mejora, así como también la diferencia de resultados que cuenta cada una de las dimensiones.

Tabla 56

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES - INDICADORES DE MEJORA

Variable	Dimensión	Indicadores	Resultados Diagnósticos	Resultados de la propuesta	Diferencia de resultados	
Plan de Mantenimiento	Correctivo (CM)	Resultado alcanzado	% eficacia de corrección del trabajador	69.17%	76.83%	7.66%
		Resultado previsto				
	Preventivo (PM)	Tareas ejecutadas	% PMC (índice de cumplimiento de mantenimiento preventivo)	71.43%	100%	28.57%
		Tareas planificadas				
	Predictivo (CBM)	Inspecciones programadas realizadas	% índice de cumplimiento de mantenimiento predictivo	0%	100%	100%
		Inspecciones programadas				

Gestión de órdenes de trabajo	$\frac{\text{Órdenes acabadas planificadas}}{\text{Órdenes totales}}$	% índice de cumplimiento de planificación	0%	100%	100%
-------------------------------	---	---	----	------	------

Variable	Dimensión	Indicadores	Resultados Diagnósticos	Resultados de la propuesta	Diferencia de resultados
Dependiente					
Disponibilidad total	$\frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} * 100$	% total de horas	94.65%	97.28%	2.63%
Disponibilidad de máquinas	$\frac{\text{Tiempo total de funcionamiento}}{\text{Número de fallas}}$	Tiempo promedio entre fallas	368.27	168	200
	$\frac{\text{Tiempo total de reparación}}{\text{Número de fallas}}$	Tiempo promedio para reparar	20.81	4.97	16

Fuente: Elaboración propia

3.8 Evaluación Económica antes del plan de mantenimiento

3.8.1 Costo Beneficio

Para realizar la implementación de esta propuesta se han considerado los siguientes costos:

Tabla 57

INVERSIÓN DE ACTIVOS TANGIBLES E INTANGIBLES

Nombre del recurso	Cantidad	Precio	Monto
Materiales de consumo:			
Cuaderno de 50 hojas, unidad	1	S/. 1.50	S/. 1.50
Lapicero, unidad	1	S/. 0.50	S/. 0.50
Lápiz, unidad	1	S/. 1.00	S/. 1.00
Borrador, unidad	1	S/. 1.00	S/. 1.00
		Sub total	S/. 4.00
Equipos y Accesorios:			
Laptop	2	S/. 2,800.00	S/. 5,600.00
Celular	2	S/. 850.00	S/. 1,700.00
		Sub total	S/. 7,300.00
Servicios:			
Fotocopiado material bibliográfico, libros		S/. 50.00	S/. 50.00
Internet, mes	6	S/. 80.00	S/. 480.00
Teléfono, mes	6	S/. 30.00	S/. 180.00
		Sub total	S/. 710.00
Otros:			
Transporte, mes	6	S/. 300.00	S/. 1,800.00
		Sub total	S/. 1,800.00
		TOTAL	S/. 9,814.00

Fuente: Elaboración propia.

3.8.2 Costo de Mantenimiento

Tabla 58

SUELDO DEL PERSONAL TÉCNICO ANTES DE LA MEJORA

Cantidad	Sueldo	Costo por año
1	980	11760

Fuente: Elaboración propia

Tabla 59

PAGO POR MANTENIMIENTO

Cantidad	Pago por mantenimiento	Costo por año
1	1500	6000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60

COSTO DE INSUMOS PARA MANTENIMIENTO DE MAQUINAS ANTES DE LA MEJORA

Máquinas	Costo	Costo por año
Alimentador vaiven	145	1740
Desintegrador	200	2400
Laminador 1	115	1380
Laminador 2	115	1380
Extrusora	1476	17712
Cortadora	68	816
Fajas 1,2,3 y 4	89	1068

Bomba de vacío	1080	12960
Compresora de aire	1224	14688
Amasadora	1176	14112
Extractor de aire-quema	690	8280
Molino de viruta	565	6780
Alimentador de quema	320	3840
		87156

Fuente: Elaboración propia

Tabla 61

*COSTO DE INSUMOS PARA MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS
DESPUÉS DE LA MEJORA*

Máquinas	Costo	Costo por año
Alimentador vaivén	145	1740
Desintegrador	150	1800
Laminador 1	115	1380
Laminador 2	115	1380
Extrusora	738	8856
Cortadora	68	816
Fajas 1,2,3 y 4	89	1068
Bomba de vacío	540	6480
Compresora de aire	612	7344
Amasadora	630	7560
Extractor de aire-quema	1350	16200
Molino de viruta	1130	13320
Alimentador de quema	600	7200
		75144

Fuente: Elaboración propia

3.9 Evaluación Económica después del plan de mantenimiento.

En este caso se han considerado un monto de reserva por si se suscita alguna eventualidad fuera de lo normal después de lo analizado.

Tabla 62

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

Máquina	% De clasificación	Situación del equipo	Costo de insumos (soles)	Costo total de mantenimiento preventivo (soles)
Extrusora	99.38 %	Excelente	123	738
Bomba de vacío	97.92 %	Excelente	90	540
Compresora de aire	96 %	Excelente	102	612
Amasadora	95.80 %	Excelente	105	630
				3312
			Monto para eventualidades (30%)	993.6
			Total soles	4305.6

Fuente: Elaboración propia

Tabla 63

INVERSIÓN DE ACTIVOS TANGIBLES E INTANGIBLES

ITEM	Cant idad	Costo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Activos Tangibles			S/25,3 24.00	S/12,3 50.00	S/12,3 50.00	S/12,3 50.00	S/12,3 50.00	S/12,3 50.00
Materiales de consumo:								
Cuaderno de 50 hojas, unidad	1	S/ 1.50	S/1.50	S/1.50	S/1.50	S/1.50	S/1.50	S/1.50
Lapicero, unidad	1	S/ 0.50	S/0.50	S/0.50	S/0.50	S/0.50	S/0.50	S/0.50
Lápiz, unidad	1	S/ 1.00	S/1.00	S/1.00	S/1.00	S/1.00	S/1.00	S/1.00
Borrador, unidad	1	S/ 1.00	S/1.00	S/1.00	S/1.00	S/1.00	S/1.00	S/1.00
Sub total			S/4.00	S/4.00	S/4.00	S/4.00	S/4.00	S/4.00
Equipos y Accesorios:								
Laptop	2	S/ 2,800. 00	S/5,60 00					
Celular	2	S/ 850.00	S/1,70 00					
Sub total			S/7,30 0.00					
Servicios:								
Fotocopiado material bibliográfico, libros		S/ 25.00	S/25.0 0	S/25.0 0	S/25.0 0	S/25.0 0	S/25.0 0	S/25.0 0
Internet, mes	12	S/ 80.00	S/960. 00	S/960. 00	S/960. 00	S/960. 00	S/960. 00	S/960. 00
Teléfono, mes	12	S/ 30.00	S/360. 00	S/360. 00	S/360. 00	S/360. 00	S/360. 00	S/360. 00
Sub total			S/1,34 5.00	S/1,34 5.00	S/1,34 5.00	S/1,34 5.00	S/1,34 5.00	S/1,34 5.00
Otros:								
Transporte, mes	12	S/ 120.00	S/1,44 0.00	S/1,44 0.00	S/1,44 0.00	S/1,44 0.00	S/1,44 0.00	S/1,44 0.00
Luz (Mes)	12	S/ 35.00	S/420. 00	S/420. 00	S/420. 00	S/420. 00	S/420. 00	S/420. 00
Agua (Mes)	12	S/ 7.00	S/84.0 0	S/84.0 0	S/84.0 0	S/84.0 0	S/84.0 0	S/84.0 0
Sub total			S/1,44 0.00	S/1,44 0.00	S/1,44 0.00	S/1,44 0.00	S/1,44 0.00	S/1,44 0.00
TOTAL			S/35,4 13.00	S/15,1 39.00	S/15,1 39.00	S/15,1 39.00	S/15,1 39.00	S/15,1 39.00

Fuente: elaboración propia

Tabla 64

COSTOS PROYECTADOS

	2020		2021		2022		2023		2024	
Descripción	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5				
Sueldo de personal técnico	11760	11760	11760	11760	11760	11760				
Costo de Insumos para Mantenimiento	75144	75144	75144	75144	75144	75144				
Costo de capacitación	2205	2160	2160	2160	2160	2160				
Costo total	89109	89064	89064	89064	89064	89064				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 65

INDICADORES DE AHORRO

	2020		2021		2022		2023		2024	
Indicadores	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5				
Inversión total	-	117,768.00	117,768.00	117,768.00	117,768.00	117,768.00				
Gastos totales	-	8,928.00	8,928.00	8,928.00	8,928.00	8,928.00				
Total	S/. 0.00	126,696.00	126,696.00	126,696.00	126,696.00	126,696.00				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 66

FLUJOS DE CAJA NETA PROYECTADO

	2020		2021		2022		2023		2024	
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5				
		S/.								
	-89109	37,632.00	S/. 37,632.00	S/. 37,632.00	S/. 37,632.00	S/. 37,632.00				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 67

VALORES ECONÓMICOS

COK=CPPC= WACC	8.24%
VA	S/. 149,308.01
VAN	S/. 60,199.01
TIR	31.49%
IR	1.68

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

- Como se puede observar en la tabla el Valor Actual Neto (VAN) es de 149,308.01 soles, el cual producirá ganancias por encima de la rentabilidad exigida durante una proyección de 5 años.
- La Tasa Interna de Retorno (TIR) es de 31.49% mayor al Costo de oportunidad de Capital (COK) el cual cuenta con un 8.24%, lo que significa que el proyecto es aceptable.
- Se encontró que el Índice de Rentabilidad (IR) es 1.68% lo que significa que por cada sol invertido se obtendría una ganancia de 0. 68 soles además convierten al proyecto en rentable.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

En esta investigación se realizó el diagnóstico de la situación actual en la que se encuentra la Empresa Cerámicos Cajamarca S.R.L, así como también el diseño de un plan de mantenimiento con el fin de incrementar la disponibilidad de máquinas con la que esta empresa cuenta. Además, se evaluó las variables con sus respectivas dimensiones, para el caso de la variable de plan de mantenimiento, en la dimensión de mantenimiento correctivo se halló en su resultado diagnóstico que este cumplía en 69.17% de eficacia de corrección del trabajador con respecto a la máquina y si la empresa decide aplicar el diseño de este plan de mantenimiento este aumentaría en un 76.83% de eficacia de corrección del trabajador, según (Nieto, 2008) en su investigación con respecto al mantenimiento correctivo muestra que el porcentaje de respuesta que obtuvo fue de 69% el cual dichos diseños resultados respaldan una semejanza en el diseño de este plan.

Con respecto al plan de mantenimiento preventivo se encontró que el índice de cumplimiento de mantenimiento preventivo de sus fichas de control de mantenimiento era de un 71.43% el cual con la propuesta de este diseño aumentaría en un 100% con lo que respecta al cumplimiento de la inspección programada. Al relacionar la efectividad de este plan de mantenimiento con la investigación de (Chavez, 2019) indica que, realizando un adecuado control de los mantenimientos efectivos, se logró aumentar el nivel de cumplimiento de los mantenimientos preventivos en un 100% en donde se obtuvieron resultados semejantes lo que corrobora que al tomar en cuenta esta metodología se obtendrán resultados favorables para la empresa.

También se halló que en el mantenimiento predictivo el porcentaje de índice de cumplimiento de mantenimiento predictivo es de un 0% debido a que la empresa no cuenta con dicho plan, ya que es muy costoso y requiere el contrato de un personal altamente calificado, pero con el diseño de este plan de mantenimiento el porcentaje de cumplimiento de mantenimiento predictivo de las máquinas sería de un 100%. Según (García E. A., 2015) en su investigación basado en un mantenimiento predictivo obtuvo como resultado un 44,5 % más efectivo que el mantenimiento actual y logra la disminución de tiempo de paradas en los equipos, por lo que dichos resultados respaldan de una manera positiva el diseño de este plan.

En lo que se refiere a la gestión de órdenes de trabajo el porcentaje de índice de cumplimiento de planificación era de un 0% debido a que la empresa no cuenta con un programa de capacitaciones de un uso adecuado de las máquinas, lo que contribuye a un mayor número de averías o fallas de las máquinas debido a un mal uso de los operadores, pero al utilizar este diseño el índice de cumplimiento de planificación sería de un 100% además la empresa contaría con un menor número de averías o fallas por el mal uso de las máquinas y con un personal más eficiente y calificado. (Alza, 2016) respalda el diseño de un programa y cumplimiento de capacitaciones continuas ya que en su investigación obtuvo un 100% del cumplimiento de capacitación para sus operadores y personal de mantenimiento además incremento las capacidades y habilidades de dichos colaboradores.

Por otro lado, en la variable de disponibilidad de máquinas se encontró en la dimensión de MTBF que el tiempo promedio entre fallas era de 368.27 horas y que al aplicar el diseño de este plan se reducirá a 168 horas, así mismo se halló que en el MTTR el tiempo promedio de reparación era de 20.81 horas y con dicho diseño se lograría reducir a un tiempo promedio de reparación de 4.97 horas, con lo que concierne a la disponibilidad por averías se encontró que en promedio este era de 12.37 horas y al realizar este diseño se lograría reducir a 3.89 horas. Para la disponibilidad total de máquinas, en su diagnóstico actual se encontró que era de 94.5% y con la propuesta de este plan de mantenimiento la disponibilidad de máquinas sería de un 97.28% convirtiendo su efectividad y disponibilidad en una clasificación excelente, y de esta manera, los funcionamientos de las máquinas no causarían inconvenientes en el proceso de producción de ladrillos. Según (Alza, 2016) también muestra en su investigación que al aplicar el método de disponibilidad total obtuvo un incremento del 79% al 85% por lo que dichos incrementos respaldan el diseño de este plan de mantenimiento.

Además, se puede encontrar que la aplicación del plan de mantenimiento afecta de manera positiva a 4 máquinas que se estuvieron por debajo de lo normal de lo aceptable, incrementando el porcentaje de disponibilidad.

A pesar de lograr encontrar y plantear una solución factible para incrementar la disponibilidad, encontramos muchas limitaciones, por ejemplo, la disponibilidad de permiso para ingresar dentro de zona de operación para verificar datos y tomar muestra de dichos elementos, además la poca información y/o capacitación de

manejo de maquinarias por parte de los operarios ya que dificulta por un lado las acciones de mantenimiento, puesto que la no correcta manipulación de cualquier maquinaria hace propensa a sufrir algún daño en el momento o a futuro; y por otro lado, nos dificultó a la hora de realizar la investigación pues las respuestas para las entrevistas y preguntas de encuesta no eran muy concluyentes ni claras.

Estos datos mostrados en la anterioridad indican que no todo puede funcionar al 100% pero que si puede haber acciones de mejora, o mejor dicho siempre se puede hacer el KAISEN que bien sabemos que significa mejora continua, además si existía formas de mejora puesto que una maquina en funcionamiento debe tener una disponibilidad de 95% como mínimo (OEE, 2014).

4.2 Conclusiones

- ✓ Se realizó un diagnóstico actual de la gestión de mantenimiento de las máquinas de la Empresa Cerámicos Cajamarca S.R.L; en la que se encontró el nivel de disponibilidad de cada una de ellas, y basándose en un rango de clasificación excelente del 95%, halló que las máquinas Extrusora, Bomba de Vacío, Compresora de aire y Amasadora, no cumplían con el objetivo ya que era de un 94.64%, debido a la falta de capacitación en su uso y a un plan de mantenimiento.
- ✓ Se diseñó el plan de mantenimiento, en el que, el más adecuado era el mantenimiento preventivo, basándonos en los indicadores del tiempo, el cual se realizará cada seis días de manera superficial y de manera exhaustiva trimestralmente, además se agregó más características para realizar el mantenimiento de las máquinas, así como un programa de capacitación para los trabajadores, en el cual se aumentó la disponibilidad de máquinas con las que cuenta la empresa.
- ✓ Se realizó una evaluación de los indicadores de la disponibilidad de las máquinas después del plan de mantenimiento el cual fue de un 97.28%, siendo favorable para la empresa ya que todas sus máquinas tendrán una clasificación de disponibilidad excelente.
- ✓ Al realizar una evaluación económica a través de la metodología costo beneficio, se obtuvo que el Valor Actual Neto (VAN) es de 149,308.01 soles, el cual producirá ganancias por encima de la rentabilidad exigida durante 5 años; por otro lado, la Tasa Interna de Retorno (TIR) es de 31.49% mayor al Costo de oportunidad de Capital (COK) el cual cuenta con un 8.24%, lo que significa que el proyecto debería ser aceptado. Finalmente se encontró que el Índice de Rentabilidad (IR) es 1.68% por lo que convierte al proyecto en rentable.

BIBLIOGRAFÍA

- Alza, E. P. (2016). *PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) EN LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD OPERATIVA DE LOS EQUIPOS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS EN LA EMPRESA MULTISERVICIOS PUNRE SRL, CAJAMARCA 2016*. Obtenido de Repositorio Universidad Privada del Norte: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/9892>
- Cancela G., R., Cea M., N., Galindo L., G., & Valilla G., S. (2010). *Metodología de la Investigación Educativa: Investigación ex post facto*. Obtenido de Universidad Autónoma de Madrid. 2010, p. 8.: <http://tesis-investigacion-cientifica.blogspot.com/2018/04/investigacion-correlacional.html>
- Chavez, J. S. (2019). *IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA REDUCIR OPERATIVOS DE UN CLUB DE ESPARCIMIENTO*. Obtenido de Repositorio de Universidad Ricardo Palma: http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2693/IND_T030_75549338_T%20%20%20RUBIO%20CHAVEZ%20LESLIE%20LIZETH.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- García, E. A. (2015). *PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO BASADO EN EL ANÁLISIS VIBRACIONAL*. Obtenido de Repositorio Universidad Agraria la Molina: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2145/N01-O72-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García, S. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid, España: Ediciones Diaz de Santos. Recuperado el 2020
- García, S. (2009). *Ingeniería de Mantenimiento (Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento)*. Renovetec.
- Hernández Sampieri, R. F. (2010). *Metodología de la investigación*. Obtenido de México. Ed. Mc Graw Hill.: https://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/eal/metodologia_cuantitativa.html
- Malhotra, N. K. (2008). *INVESTIGACIÓN DE MERCADOS* (Quinta Edición ed.). Naucalpan de Juárez, Estado de México, México: Pearson Educación de México. Recuperado el Junio de 2020, de <http://www.elmayorportaldegerencia.com/Libros/Mercadeo/%5BPD%5D%20Libros%20-%20Investigacion%20de%20Mercados.pdf>
- Martins, S. P. (2010). *Diseño de la Investigación*. Obtenido de Página 87: http://planificaciondeproyectosemirarismendi.blogspot.com/2013/04/tipos-y-diseno-de-la-investigacion_21.html
- Nieto, E. C. (2008). *PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO*. Obtenido de Repositorio académico UPC: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/273470/EChang.pdf;jsessionid=AB73378167E1B3CF2C9C1C756E0CB314?sequence=2>
- OEE. (2014). *EFICIENCIA GENERAL DE LOS EQUIPOS*. Obtenido de Artículo Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Eficiencia_general_de_los_equipos
- Ortiz Useche, A., Rodríguez Monroy, C., & Izquierdo, H. (2013). *Gestión de mantenimiento en pymes industriales* (Vol. 18). Maracaibo, Maracaibo, Venezuela: Revista Venezolana de Gerencia. Recuperado el 04 de Abril de 2020, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29026161004>
- Sampieri, R. H. (2003). *Metodología de la Investigación*. México: MC GRAW HILL.
- Sanchez - Rodriguez, A. (2010). La gestión de los activos físicos en la función mantenimiento. En *Ingeniería Mecánica* (págs. 72-78). Ciudad de La Habana, Cuba.
- Sánchez - Rodríguez, Á. P. (2010). La gestión de los activos físicos en la función mantenimiento. *Ingeniería Mecánica*, 72-78.

Sánchez Carlessi, H., Reyes Romero, C., & Mejía Sáenz, K. (2018). *Manual de términos en investigación científica, tecnología y humanística* (Primera Edición ed.). Lima, Perú: ©Universidad Ricardo Palma. Recuperado el Junio de 2020

Universidad Privada del Norte. (2016). Glosario de investigación. *Sistema De Gestión De La Investigación*, 14. Recuperado el Junio de 2020, de https://www.academia.edu/40434616/Glosario_de_investigaci%C3%B3n_2016

ANEXOS

ANEXO 1: Entrevista

ENTREVISTA

Buenas tardes Ing. Bobadilla, somos estudiantes de la Universidad Privada del Norte de la carrera profesional de Ingeniería Industrial, la finalidad de esta entrevista es solo con fines académicos, posteriormente pasaremos hacer las siguientes preguntas:

1. ¿De qué manera nace su empresa y porque eligió este rubro?
2. ¿Por lo que hemos notado, cuenta con distintas máquinas, nos podría mencionar cada una de ellas?
3. Al adquirir sus máquinas ¿fueron nuevas o seminuevas?
4. ¿Bajo qué condiciones funcionan las máquinas?
5. ¿Cómo calificaría usted el rendimiento y desempeño que tiene cada máquina?
6. ¿Qué máquinas le causan mayor problema?
7. ¿Todas las máquinas cuentan con repuestos?
8. ¿Los operadores de las máquinas saben usarlo de manera adecuada?

Muchas gracias por su tiempo Ing. Bobadilla.

ANEXO 2: Encuesta

ENCUESTA SOBRE DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO DE LAS MÁQUINAS:
DESINTEGRADOR, LAMINADORES, EXTRUSORA, CORTADORA, BOMBA DE VACÍO,
COMPRESORA DE AIRE, AMASADORA, EXTRACTORA DE AIRE-QUEMA, MOLINO DE VIRUTA,
ALIMENTADOR DE QUEMA, ALIMENTADOR VAIVÉN.

1.- ¿Al adquirir dicha máquina fue nueva o seminueva?

❖ DESINTEGRADOR	Nueva	<input type="checkbox"/>	Seminueva	<input type="checkbox"/>
❖ LAMINADORES	Nueva	<input type="checkbox"/>	Seminueva	<input type="checkbox"/>
❖ EXTRUSORA	Nueva	<input type="checkbox"/>	Seminueva	<input type="checkbox"/>
❖ CORTADORA	Nueva	<input type="checkbox"/>	Seminueva	<input type="checkbox"/>
❖ BOMBA DE VACÍO	Nueva	<input type="checkbox"/>	Seminueva	<input type="checkbox"/>
❖ COMPRESORA DE AIRE	Nueva	<input type="checkbox"/>	Seminueva	<input type="checkbox"/>
❖ AMASADORA	Nueva	<input type="checkbox"/>	Seminueva	<input type="checkbox"/>
❖ EXTRACTORA DE AIRE-QUEMA	Nueva	<input type="checkbox"/>	Seminueva	<input type="checkbox"/>
❖ MOLINO DE VIRUTA	Nueva	<input type="checkbox"/>	Seminueva	<input type="checkbox"/>
❖ ALIMENTADOR DE QUEMA	Nueva	<input type="checkbox"/>	Seminueva	<input type="checkbox"/>
❖ ALIMENTADOR VAIVÉN	Nueva	<input type="checkbox"/>	Seminueva	<input type="checkbox"/>

2.- ¿Cuántos años de vida útil tiene la máquina?

❖ DESINTEGRADOR	1 a 3	<input type="checkbox"/>	3 a 5	<input type="checkbox"/>	5 a más	<input type="checkbox"/>
❖ LAMINADORES	1 a 3	<input type="checkbox"/>	3 a 5	<input type="checkbox"/>	5 a más	<input type="checkbox"/>
❖ EXTRUSORA	1 a 3	<input type="checkbox"/>	3 a 5	<input type="checkbox"/>	5 a más	<input type="checkbox"/>
❖ CORTADORA	1 a 3	<input type="checkbox"/>	3 a 5	<input type="checkbox"/>	5 a más	<input type="checkbox"/>
❖ BOMBA DE VACÍO	1 a 3	<input type="checkbox"/>	3 a 5	<input type="checkbox"/>	5 a más	<input type="checkbox"/>
❖ COMPRESORA DE AIRE	1 a 3	<input type="checkbox"/>	3 a 5	<input type="checkbox"/>	5 a más	<input type="checkbox"/>
❖ AMASADORA	1 a 3	<input type="checkbox"/>	3 a 5	<input type="checkbox"/>	5 a más	<input type="checkbox"/>
❖ EXTRACTORA DE AIRE-QUEMA	1 a 3	<input type="checkbox"/>	3 a 5	<input type="checkbox"/>	5 a más	<input type="checkbox"/>
❖ MOLINO DE VIRUTA	1 a 3	<input type="checkbox"/>	3 a 5	<input type="checkbox"/>	5 a más	<input type="checkbox"/>
❖ ALIMENTADOR DE QUEMA	1 a 3	<input type="checkbox"/>	3 a 5	<input type="checkbox"/>	5 a más	<input type="checkbox"/>
❖ ALIMENTADOR VAIVÉN	1 a 3	<input type="checkbox"/>	3 a 5	<input type="checkbox"/>	5 a más	<input type="checkbox"/>

3.- ¿Bajo qué condiciones funciona la máquina?

❖ DESINTEGRADOR	<hr/>
❖ LAMINADORES	<hr/>
❖ EXTRUSORA	<hr/>
❖ CORTADORA	<hr/>
❖ BOMBA DE VACÍO	<hr/>
❖ COMPRESORA DE AIRE	<hr/>
❖ AMASADORA	<hr/>
❖ EXTRACTORA DE AIRE-QUEMA	<hr/>
❖ MOLINO DE VIRUTA	<hr/>
❖ ALIMENTADOR DE QUEMA	<hr/>
❖ ALIMENTADOR VAIVÉN	<hr/>

4.- ¿A qué porcentaje del rendimiento máximo funcionan normalmente las siguientes máquinas?

❖ DESINTEGRADOR	0% a 20%	20% a 40%	40% a 60%	60% a 80%	80% a 100%
❖ LAMINADORES	0% a 20%	20% a 40%	40% a 60%	60% a 80%	80% a 100%
❖ EXTRUSORA	0% a 20%	20% a 40%	40% a 60%	60% a 80%	80% a 100%
❖ CORTADORA	0% a 20%	20% a 40%	40% a 60%	60% a 80%	80% a 100%
❖ BOMBA DE VACÍO	0% a 20%	20% a 40%	40% a 60%	60% a 80%	80% a 100%
❖ COMPRESORA DE AIRE	0% a 20%	20% a 40%	40% a 60%	60% a 80%	80% a 100%
❖ AMASADORA	0% a 20%	20% a 40%	40% a 60%	60% a 80%	80% a 100%
❖ EXTRACTORA DE AIRE-QUEMA	0% a 20%	20% a 40%	40% a 60%	60% a 80%	80% a 100%
❖ MOLINO DE VIRUTA	0% a 20%	20% a 40%	40% a 60%	60% a 80%	80% a 100%
❖ ALIMENTADOR DE QUEMA	0% a 20%	20% a 40%	40% a 60%	60% a 80%	80% a 100%
❖ ALIMENTADOR VAIVÉN	0% a 20%	20% a 40%	40% a 60%	60% a 80%	80% a 100%

5.- ¿Cuál es la falla más común de la máquina?

❖ DESINTEGRADOR	_____
❖ LAMINADORES	_____
❖ EXTRUSORA	_____
❖ CORTADORA	_____
❖ BOMBA DE VACÍO	_____
❖ COMPRESORA DE AIRE	_____
❖ AMASADORA	_____
❖ EXTRACTORA DE AIRE-QUEMA	_____
❖ MOLINO DE VIRUTA	_____
❖ ALIMENTADOR DE QUEMA	_____
❖ ALIMENTADOR VAIVÉN	_____

6.- ¿Cada cuánto tiempo requiere mantenimiento la máquina?

❖ DESINTEGRADOR	semanal <input type="checkbox"/>	quincenal <input type="checkbox"/>	mensual <input type="checkbox"/>	anual <input type="checkbox"/>
❖ LAMINADORES	semanal <input type="checkbox"/>	quincenal <input type="checkbox"/>	mensual <input type="checkbox"/>	anual <input type="checkbox"/>
❖ EXTRUSORA	semanal <input type="checkbox"/>	quincenal <input type="checkbox"/>	mensual <input type="checkbox"/>	anual <input type="checkbox"/>
❖ CORTADORA	semanal <input type="checkbox"/>	quincenal <input type="checkbox"/>	mensual <input type="checkbox"/>	anual <input type="checkbox"/>
❖ BOMBA DE VACÍO	semanal <input type="checkbox"/>	quincenal <input type="checkbox"/>	mensual <input type="checkbox"/>	anual <input type="checkbox"/>
❖ COMPRESORA DE AIRE	semanal <input type="checkbox"/>	quincenal <input type="checkbox"/>	mensual <input type="checkbox"/>	anual <input type="checkbox"/>
❖ AMASADORA	semanal <input type="checkbox"/>	quincenal <input type="checkbox"/>	mensual <input type="checkbox"/>	anual <input type="checkbox"/>
❖ EXTRACTORA DE AIRE-QUEMA	semanal <input type="checkbox"/>	quincenal <input type="checkbox"/>	mensual <input type="checkbox"/>	anual <input type="checkbox"/>
❖ MOLINO DE VIRUTA	semanal <input type="checkbox"/>	quincenal <input type="checkbox"/>	mensual <input type="checkbox"/>	anual <input type="checkbox"/>
❖ ALIMENTADOR DE QUEMA	semanal <input type="checkbox"/>	quincenal <input type="checkbox"/>	mensual <input type="checkbox"/>	anual <input type="checkbox"/>
❖ ALIMENTADOR VAIVÉN	semanal <input type="checkbox"/>	quincenal <input type="checkbox"/>	mensual <input type="checkbox"/>	anual <input type="checkbox"/>

7.- ¿Cuenta con el lugar y las herramientas necesarias para realizar dicho mantenimiento?

❖ DESINTEGRADOR	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ LAMINADORES	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ EXTRUSORA	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ CORTADORA	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ BOMBA DE VACÍO	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ COMPRESORA DE AIRE	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ AMASADORA	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ EXTRACTORA DE AIRE-QUEMA	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ MOLINO DE VIRUTA	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ ALIMENTADOR DE QUEMA	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ ALIMENTADOR VAIVÉN	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>

8.- ¿Cuenta con los repuestos necesarios para realizar dicho mantenimiento?

❖ DESINTEGRADOR	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ LAMINADORES	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ EXTRUSORA	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ CORTADORA	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ BOMBA DE VACÍO	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ COMPRESORA DE AIRE	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ AMASADORA	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ EXTRACTORA DE AIRE-QUEMA	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ MOLINO DE VIRUTA	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ ALIMENTADOR DE QUEMA	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ ALIMENTADOR VAIVÉN	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>

9.- ¿Tiene conocimiento del costo de los repuestos de la máquina?

❖ DESINTEGRADOR	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ LAMINADORES	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ EXTRUSORA	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ CORTADORA	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ BOMBA DE VACÍO	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ COMPRESORA DE AIRE	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ AMASADORA	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ EXTRACTORA DE AIRE-QUEMA	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ MOLINO DE VIRUTA	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ ALIMENTADOR DE QUEMA	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ ALIMENTADOR VAIVÉN	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>

10.- ¿Lleva un control de gastos de la máquina?

❖ DESINTEGRADOR	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ LAMINADORES	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ EXTRUSORA	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ CORTADORA	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ BOMBA DE VACÍO	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ COMPRESORA DE AIRE	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ AMASADORA	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ EXTRACTORA DE AIRE-QUEMA	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ MOLINO DE VIRUTA	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ ALIMENTADOR DE QUEMA	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
❖ ALIMENTADOR VAIVÉN	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>

ANEXO 3: Ficha de observación

FICHA DE OBSERVACIÓN N°01				
CONDICIÓN DE LA MÁQUINA	BUENA	REGULAR	BAJA	OBSERVACIÓN
DESINTEGRADOR		X		El protector de botador de piedras no cubre con totalidad las piedras que caen en las paletas
LAMINADORES	X			
EXTRUSORA		X		
CORTADORA		X		
BOMBA DE VACÍO			X	Se observa a la máquina desgastada
COMPRESORA DE AIRE		X		
AMASADORA		X		
EXTRACTORA DE AIRE-QUEMA		X		
MOLINO DE VIRUTA	X			
ALIMENTADOR DE QUEMA	X			
ALIMENTADOR VAIVEN		X		Se observa desgaste en los dientes del piñón
RENDIMIENTO DE LA MÁQUINA				
DESINTEGRADOR		X		Hay obstrucción en el movimiento debido a que algunas piedras llegan a ponerse entre las paletas
LAMINADORES	X			
EXTRUSORA			X	Obstrucción de MP en la cámara de vacío
CORTADORA		X		El ambiente de la cortadora es de mala calidad
BOMBA DE VACÍO			X	Ventiladores desgastados
COMPRESORA DE AIRE			X	Acumulación de barro en drenaje de agua
AMASADORA			X	Debido al desgaste rápido de paletas que son de baja calidad
EXTRACTORA DE AIRE-QUEMA		X		
MOLINO DE VIRUTA	X			
ALIMENTADOR DE QUEMA	X			
ALIMENTADOR VAIVEN		X		Algunos veces los chomadores se desalinean

FICHA DE OBSERVACIÓN N°02			
CUENTA CON RESPUESTOS	SÍ	NO	OBSERVACIÓN
DESINTEGRADOR	X		
LAMINADORES	X		
EXTRUSORA		X	son reparados
CORTADORA	X		
BOMBA DE VACÍO		X	son reparados
COMPRESORA DE AIRE		X	son reparados
AMASADORA		X	son reparados (consolidadura)
EXTRACTORA DE AIRE-QUEMA	X		
MOLINO DE VIRUTA	X		
ALIMENTADOR DE QUEMA	X		
ALIMENTADOR VAIVEN	X		
LLEVA UN CONTROL DE LA MÁQUINA			
DESINTEGRADOR		X	Solo cuando falla
LAMINADORES		X	Solo cuando falla
EXTRUSORA		X	Solo cuando falla
CORTADORA		X	Solo cuando falla
BOMBA DE VACÍO		X	Solo cuando falla
COMPRESORA DE AIRE		X	Solo cuando falla
AMASADORA		X	Solo cuando falla
EXTRACTORA DE AIRE-QUEMA		X	Solo cuando falla
MOLINO DE VIRUTA		X	Solo cuando falla
ALIMENTADOR DE QUEMA		X	Solo cuando falla
ALIMENTADOR VAIVEN		X	Solo se ve que controlan cuando tiene alguna falla

ANEXO 4: Validación de encuesta

SOLICITUD DE APROBACIÓN DE LAS ENCUESTAS PARA FINES
ACADÉMICOS

INGENIERO FERNANDO ORTEGA MESTANZA

Nosotros Jorge Edinson Malaver Rojas, identificado con DNI N°72371057, con domicilio en Jr. San Mateo 215, y Luis Ángel Hernández Bazán, identificado con DNI N° 72620522, con domicilio en Jr. 5 esquinas N°1580; estudiantes del noveno ciclo de Ingeniería Industrial de la Universidad Privada del Norte.

Mediante este documento solicito a usted me brinde la **APROBACIÓN** de las encuestas elaboradas para fines académicos con respecto al curso de INTEGRADOR I, y de esta manera poder continuar con el proceso de dicho curso. Agradecemos anticipadamente el apoyo respectivo. Ingeniero

Cajamarca, 05 de noviembre del 2018



Ing. Fernando Ortega Mestanza

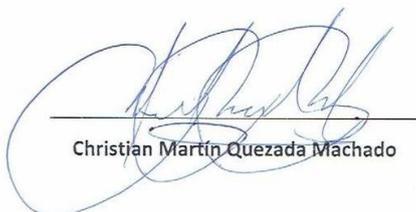
SOLICITUD DE APROBACIÓN DE LAS ENCUESTAS PARA FINES ACADÉMICOS

PROFESOR CHRISTIAN MARTÍN QUEZADA MACHADO

Nosotros Jorge Edinson Malaver Rojas, identificado con DNI N° 72371057, con domicilio en Jr. San Mateo 215, Cajamarca, y Luis Ángel Hernández Bazán, identificado con DNI N°72620522, con domicilio en Jr. 5 esquinas N°1580; estudiantes del noveno ciclo de Ingeniería Industrial de la Universidad Privada del Norte.

Mediante este documento solicito a usted me brinde la **APROBACIÓN** de las encuestas elaboradas para fines académicos con respecto al curso de INTEGRADOR I, y de esta manera poder continuar con el proceso de dicho curso. Agradecemos anticipadamente el apoyo respectivo.

Cajamarca, 31 de agosto del 2018


Christian Martín Quezada Machado

SOLICITUD DE APROBACIÓN DE LAS ENCUESTAS PARA FINES ACADÉMICOS

PROFESORA KATHERINE DEL PILAR ARANA ARANA

Nosotros Jorge Edinson Malaver Rojas, identificado con DNI N° 72371057, con domicilio en Jr. San Mateo 215, Cajamarca, y Luis Ángel Hernández Bazán, identificado con DNI N°72620522, con domicilio en Jr. 5 esquinas N°1580; estudiantes del noveno ciclo de Ingeniería Industrial de la Universidad Privada del Norte.

Mediante este documento solicito a usted me brinde la **APROBACIÓN** de las encuestas elaboradas para fines académicos con respecto al curso de INTEGRADOR I, y de esta manera poder continuar con el proceso de dicho curso. Agradecemos anticipadamente el apoyo respectivo.

Cajamarca, 31 de agosto del 2018


Katherine del Pilar Arana Arana

ANEXO 5: Ficha de control antes de la mejora

FICHA DE CONTROL

MÁQUINA: EXTRUSORA	
FECHA:	06/08/19
TIEMPO PREVISTO DE REPARACIÓN:	50 minutos
TIEMPO ALCANZADO DE REPARACIÓN:	30 minutos

MÁQUINA: BOMBA DE VACÍO	
FECHA:	12/08/19
TIEMPO PREVISTO DE REPARACIÓN:	30 minutos
TIEMPO ALCANZADO DE REPARACIÓN:	25 minutos

MÁQUINA: COMPRESORA DE AIRE	
FECHA:	09/08/19
TIEMPO PREVISTO DE REPARACIÓN:	30 minutos
TIEMPO ALCANZADO DE REPARACIÓN:	20 minutos

MÁQUINA: AMASADORA	
FECHA:	17/08/19
TIEMPO PREVISTO DE REPARACIÓN:	90 minutos
TIEMPO ALCANZADO DE REPARACIÓN:	60 minutos

ANEXO 6: Ficha de control después de la mejora

FICHA DE CONTROL

MÁQUINA: EXTRUSORA	
TIEMPO PREVISTO DE REPARACIÓN:	50 minutos
TIEMPO ALCANZADO DE REPARACIÓN:	32 minutos

MÁQUINA: BOMBA DE VACÍO	
TIEMPO PREVISTO DE REPARACIÓN:	30 minutos
TIEMPO ALCANZADO DE REPARACIÓN:	28 minutos

MÁQUINA: COMPRESORA DE AIRE	
TIEMPO PREVISTO DE REPARACIÓN:	30 minutos
TIEMPO ALCANZADO DE REPARACIÓN:	25 minutos

MÁQUINA: AMASADORA	
TIEMPO PREVISTO DE REPARACIÓN:	90 minutos
TIEMPO ALCANZADO DE REPARACIÓN:	60 minutos

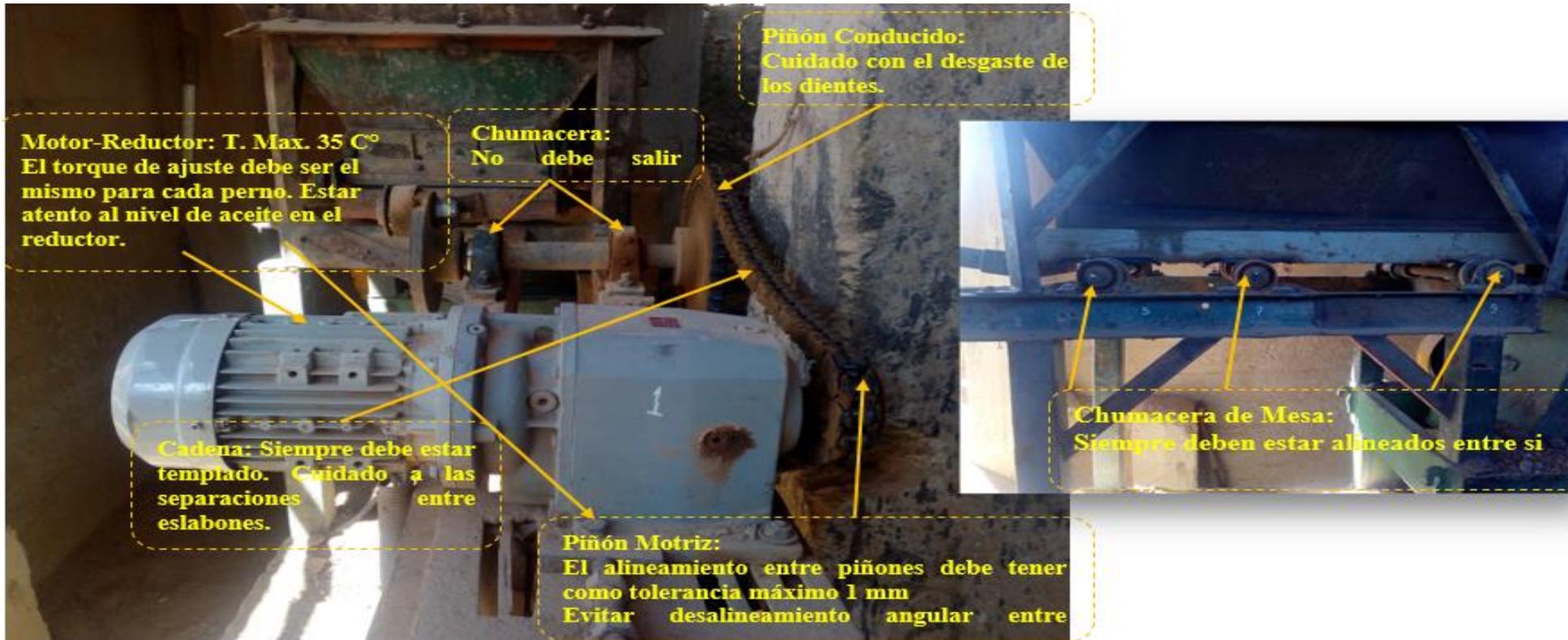
ANEXO 7: Ficha de monitoreo

Fichas de monitoreo de máquinas				
FECHA:				
MÁQUINA	MONITOREO	CONFORME	NO CONFORME	OBSERVACIÓN
DESINTEGRADOR	Verificación de obstrucciones de materia prima entre las poleas. Verificación de alineamiento de poleas.			
LAMINADORES	Verificación de fajas (que estas no toquen el fondo del canal de la polea).			
EXTRUSORA	Verificación de la cámara de vacío (no debe tener obstrucción de masa de material compuesto).			
CORTADORA	Verificación de polines (que no muestre desgaste) y templado adecuado de alambre.			
BOMBA DE VACÍO	Verificación de ventiladores (estos no deben mostrar desgaste).			
COMPRESORA DE AIRE	Verificación de drenaje de agua (no debe mostrar acumulación de material compuesto o barro).			
AMASADORA	Verificación de paletas (no deben mostrar desgaste).			
EXTRACTORA DE AIRE - QUEMA	Verificación de alineamiento entre poleas (esta debe tener como tolerancia max 1mm).			
MOLINO DE VIRUTA	Verificación de fajas y alineamiento de poleas.			
ALIMENTADOR DE QUEMA	Verificación de alineamiento de poleas.			
ALIMENTADOR VAIVEN	Verificación de alineamiento de chumaderas.			

ANEXO 8:

Figura 4

ESTÁNDARES DE FUNCIONAMIENTO DEL ALIMENTADOR DE VAIVÉN

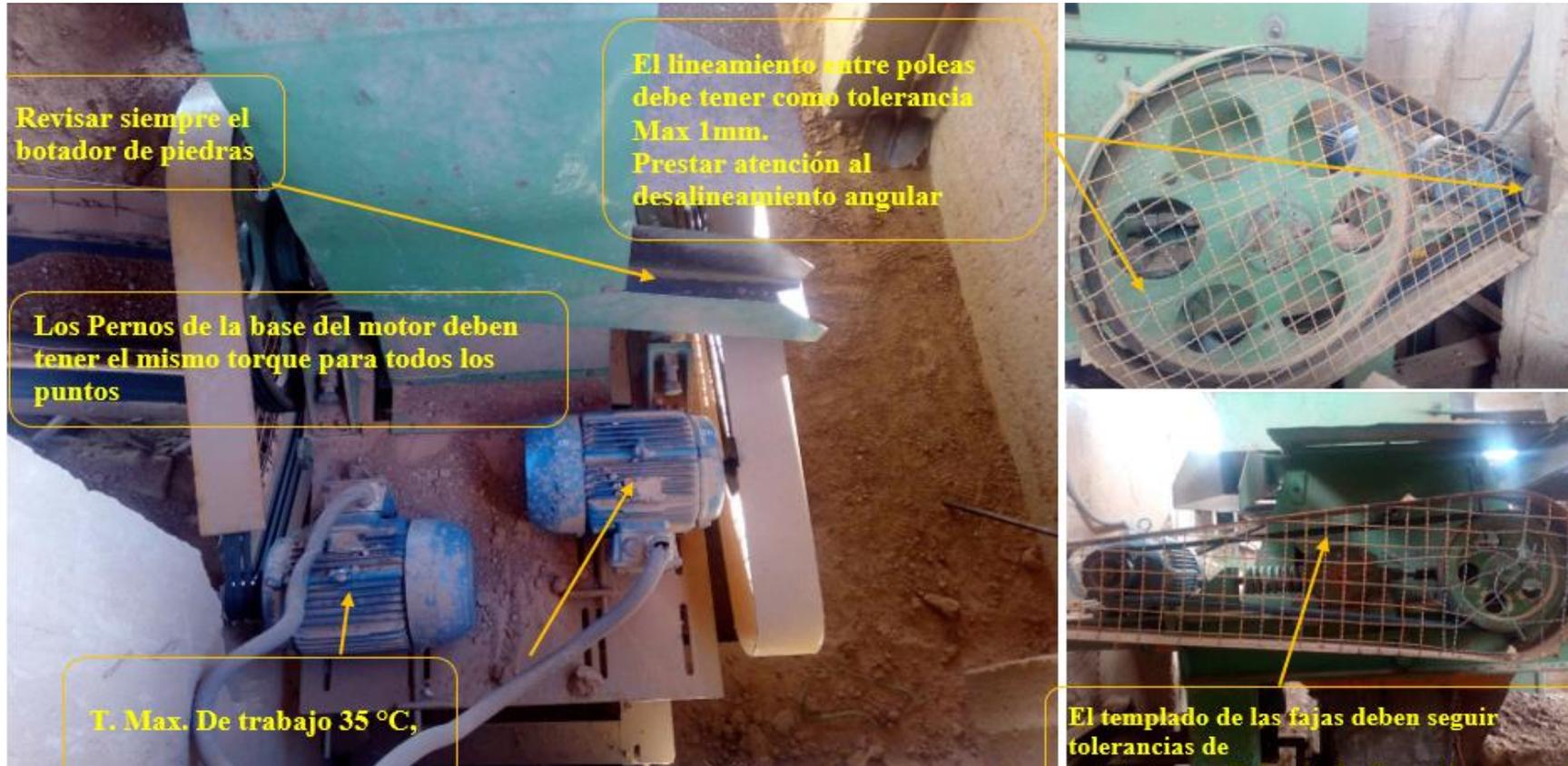


Fuente: Cerámicos Cajamarca S.R.L

ANEXO N° 9:

Figura 5

ESTÁNDARES DE FUNCIONAMIENTO DEL DESINTEGRADOR

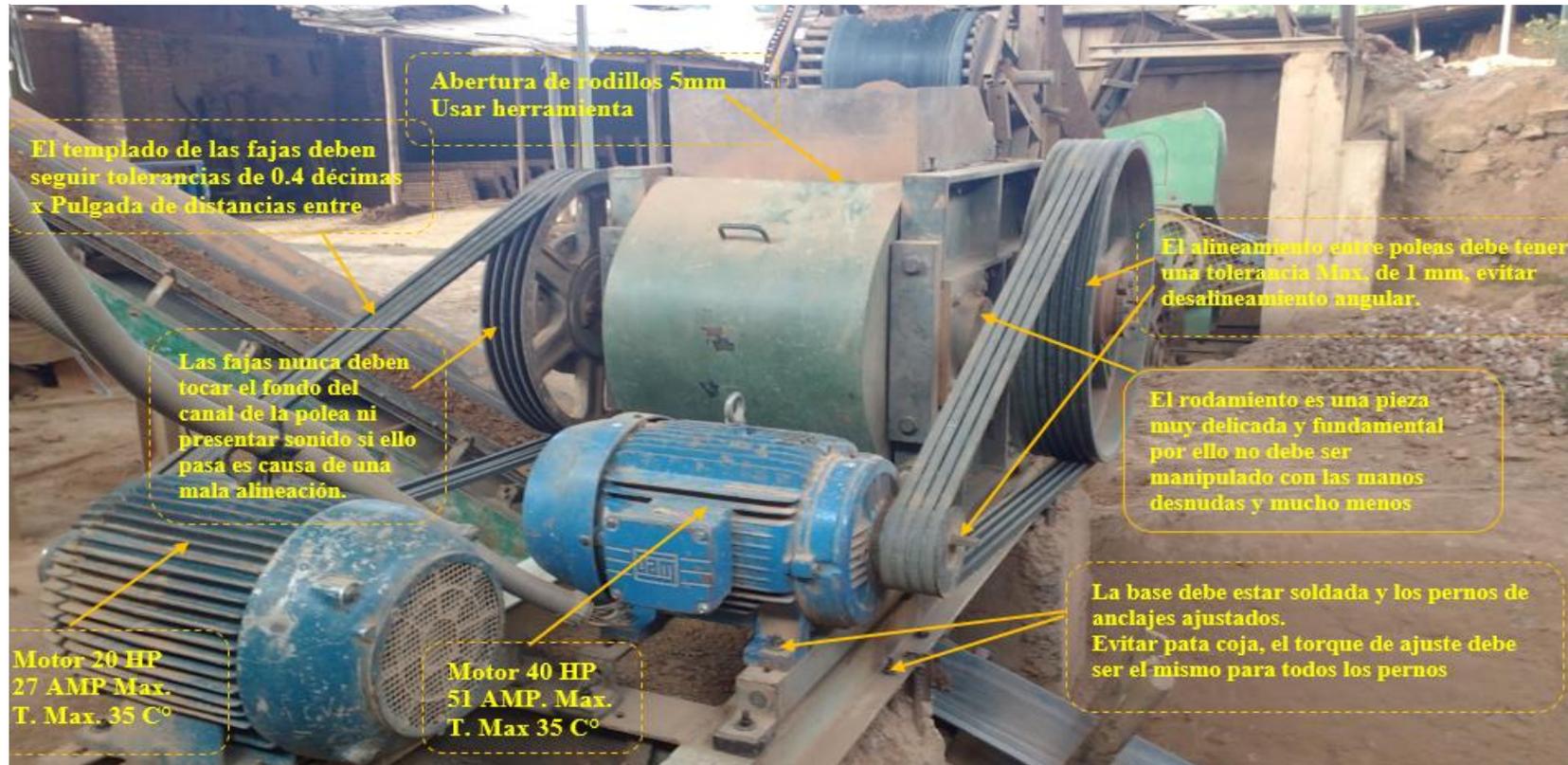


Fuente: Cerámicos Cajamarca S.R.L

ANEXO N° 10:

Figura 6

ESTÁNDARES DE FUNCIONAMIENTO DEL LAMINADOR 1



Fuente: Cerámicos Cajamarca S.R.L

ANEXO N° 11:

Figura 7

ESTÁNDARES DE FUNCIONAMIENTO DEL LAMINADOR 2



Fuente: Cerámicos Cajamarca S.R.L

ANEXO N° 12:

Figura 8

ESTÁNDARES DE FUNCIONAMIENTO DE LA EXTRUSORA

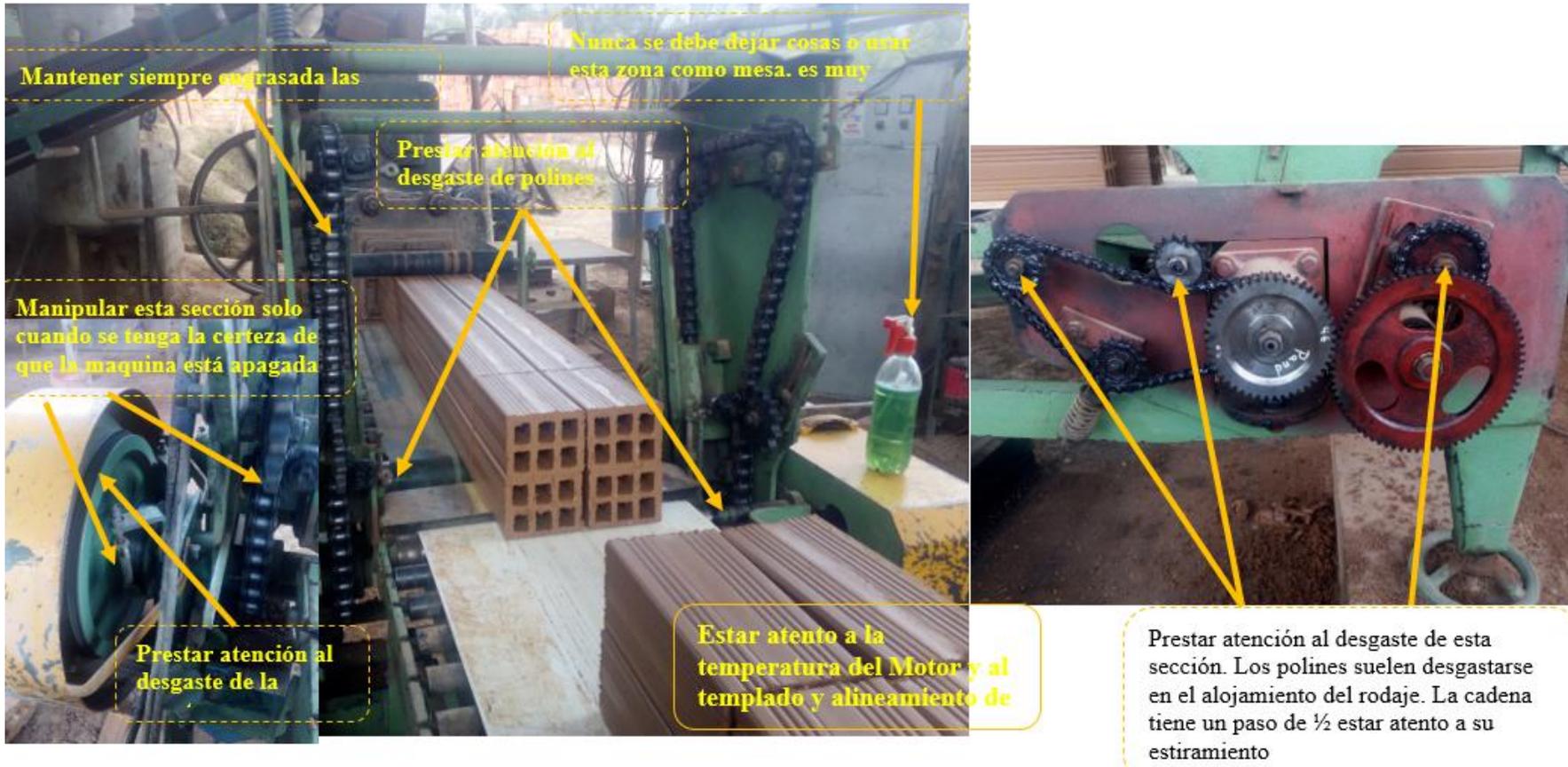


Fuente: Cerámicos Cajamarca S.R.L

ANEXO N° 13:

Figura 9

ESTÁNDARES DE FUNCIONAMIENTO DE LA CORTADORA



Fuente: Cerámicos Cajamarca S.R.L

ANEXO N° 14:

Figura 10

ESTÁNDARES DE FUNCIONAMIENTO DE LA FAJA 1



El alineamiento de entre Piñones debe tener una tolerancia Max. 1 mm. Se debe evitar el desalineamiento angular,

Fuente: Cerámicos Cajamarca S.R.L

ANEXO N° 15:

Figura 11

ESTÁNDARES DE FUNCIONAMIENTO DE LA FAJA 2



Fuente: Cerámicos Cajamarca S.R.L

ANEXO N° 16:

Figura 12

ESTÁNDARES DE FUNCIONAMIENTO DE LAS FAJAS TRANSPORTADORAS



Fuente: Cerámicos Cajamarca S.R.L

ANEXO N° 17:

Figura 13

ESTÁNDARES DE FUNCIONAMIENTO DE LA AMASADORA

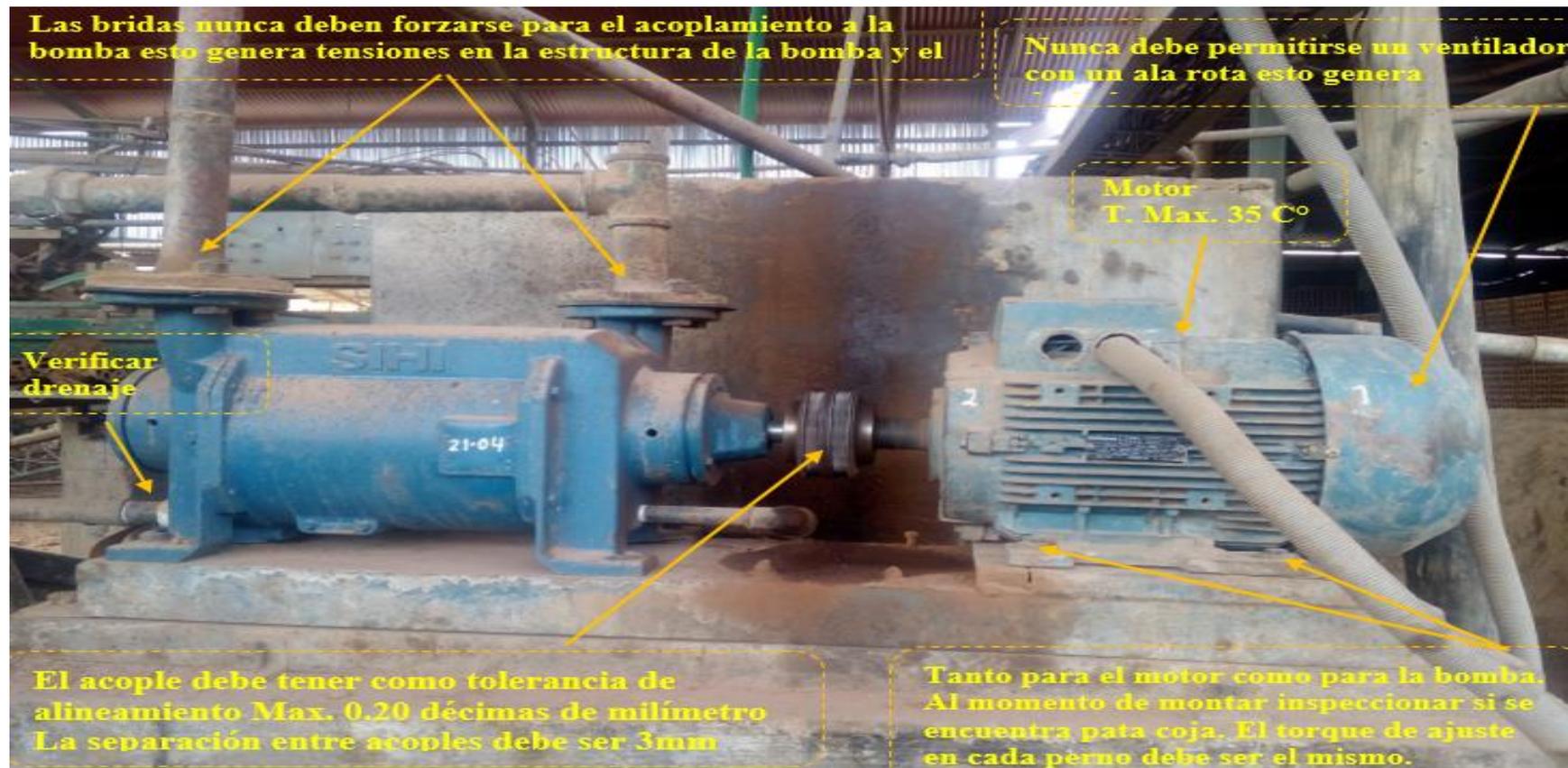


Fuente: Cerámicos Cajamarca S.R.L

ANEXO N° 18:

Figura 14

ESTÁNDARES DE FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA DE VACÍO



Fuente: Cerámicos Cajamarca S.R.L

ANEXO N° 19:

Figura 15

ESTÁNDARES DE FUNCIONAMIENTO DEL EXTRACTOR DE AIRE



Fuente: Cerámicos Cajamarca S.R.L

ANEXO N° 20:

Figura 16

ESTÁNDARES DE FUNCIONAMIENTO DEL MOLINO DE VIRUTA



Fuente: Cerámicos Cajamarca S.R.L

ANEXO N° 21:

Tabla 68

FICHA DE RECOPIACIÓN 1

TONELADAS: 70 - 100		
HORAS: 8 -10		
Item	MÁQUINA	OBSERVACION
1	MANTENIMIENTO DE ALIMENTADOR DE VAIVEN	
	Limpieza general	
	Aceite a cadena de motoreductor	Inconveniente con el tipo de lubricación (grasa o aceite
2	MANTENIMIENTO DEL DESINTEGRADOR	
	Limpieza general	
	Verificación de abertura rodillos (con cuchillas)	Desgaste frecuente
	Verificación de limpiadores	
3	MANTENIMIENTO DE LAMINADOR 01	
	Limpieza general	
	Verificación de aberturas rodillos	
	Verificación de limpiadores	
4	MANTENIMIENTO DE LAMINADOR 02	
	Limpieza general	

	Verificación de abertura rodillos	
	Verificación de limpiadores	
5	MANTENIMIENTO DE EXTRUSORA	
	Limpieza general	
	Verificación calibración de molde	Falta de capacitación al operador
	Verificación nivel agua bomba de vacío	Secado frecuente de la bomba vacío
8	MANTENIMIENTO DE CORTADORA	
	Limpieza general	
	Verificación de estado de alambre	
	Lubricación de cadenas y piñones	
7	MANTENIMIENTO DE FAJAS 01-02-03-04	
	Limpieza general	
	Aceite para cadena	

Fuente: Cerámicos Cajamarca SRL

ANEXO N° 22:

Tabla 69

FICHA DE RECOPIACIÓN 2

TONELADAS: 250		
HORAS: 50 - 60		
Item	MÁQUINA	OBSERVACIONES :
3	MANTENIMIENTO DE LAMINADOR 01	
	Verificación de limpiadores	
4	MANTENIMIENTO DE LAMINADOR 02	
	Verificación de limpiadores	
6	MANTENIMIENTO DE ESTRUSORA	
	Limpieza de cámara de vacío	Acumulación de barro
7	MANTENIMIENTO BOMBA DE VACIO	
	Limpieza de tanque de vacío	
	Drenaje agua	
8	COMPRESORA AIRE	
	Limpieza de filtro aire	
	Drenaje de agua	Acumulación de barro

Fuente: Cerámicos Cajamarca

ANEXO N° 23:

Tabla 70

FICHA DE RECOPIACIÓN 3

TONELADAS: 500		
HORAS: 50 - 60		
Item	MÁQUINA	OBSERVACIONES :
1	MANTENIMIENTO DE ALIMENTADOR DE VAIVEN	
	Verificación de chumaceras de brazo conexión	Regulador
	Verificación de chumaceras de ejes de soporte	Regulador
	Verificación de pin de disco	Desgaste del Pin
2	MANTENIMIENTO DEL DESINTEGRADOR	
	Verificación de fajas	
	Verificación de cuchillas	Desgaste
3	MANTENIMIENTO DE LAMINADOR 01	
	Verificación de fajas	
	Verificación de limpiadores	
	Verificación planchas laterales	Ruptura frecuente
4	MANTENIMIENTO DE LAMINADOR 02	
	Verificación de fajas	

	Verificación de limpiadores	
	Verificación planchas laterales	
5	MANTENIMIENTO DE AMASADORA	
	Verificar tamaño de paletas	Desgaste frecuente
	Verificar pines y sus tuercas de ejes	
	Verificación de fajas	Desgaste
6	MANTENIMIENTO DE ESTRUSORA	
	Verificación de fajas	
	Limpieza de cámara de vacío	
	Verificación de rejilla y/o soporte	
7	MANTENIMIENTO BOMBA DE VACIO	
	Limpieza de tanque de vacío	
	Verificación de acople	
	Drenaje agua	
	Limpieza de tubo de tanque de vacío	
8	MANTENIMIENTO DE CORTADORA	
	Verificación y limpieza de embrague y/o cambio de zapata	
	Verificación y limpieza de faja	
	Verificación de estado de rodamientos	

Fuente: Cerámicos Cajamarca SRL

ANEXO N° 24:

Tabla 71

FICHA DE RECOPIACIÓN 4

TONELAS: 700 -1000		
HORAS: 90 - 120		
Item	MÁQUINA	OBSERVACIONES
1	MANTENIMIENTO DE ALIMENTADOR DE VAIVEN	
	Verificación de jebe base	
	Verificar platina limpiadora de vaiven	
	Verificación de piñones	
2	MANTENIMIENTO DEL DESINTEGRADOR	
	Verificar estructura de la base	
3	MANTENIMIENTO DE LAMINADOR 01	
	Verificación de jebes y pernos de base	
4	MANTENIMIENTO DE LAMINADOR 02	
	Verificar pernos de base y estructura	
5	MANTENIMIENTO DE AMASADORA	
	Verificación de caja de piñones	
	Verificación de bocinas partidas de eje, parte posterior	

	Verificación de pastillas, pines, tuercas y ejes.	
	Verificación de zapatas de embrague neumático	
6	MANTENIMIENTO DE ESTRUSORA	
	Verificar juego de crucetas	
7	COMPRESORA DE AIRE	
	Cambio de aceite	

Fuente: Cerámicos Cajamarca SRL

Para el caso de las máquinas de quema

ANEXO N° 25:

Tabla 72

FICHA DE RECOPIACIÓN 5

HORAS: 48 -72		
Item	MÁQUINA	OBSERVACIONES
1	MANTENIMIENTO DE EXTRACTOR DE AIRE-QUEMA	
	Verificar temperatura de chumaceras	
2	MANTENIMIENTO DE MOLINO DE VIRUTA	
	Verificación de fajas	

Fuente: Cerámicos Cajamarca SRL

ANEXO N° 26:

Tabla 73

FICHA DE RECOPIACIÓN 6

HORAS:	120-200	
Item	MÁQUINA	OBSERVACIONES
1	MANTENIMIENTO DE EXTRACTOR DE AIRE	
	Verificación de fajas	
2	MANTENIMIENTO DE MOLINO DE VIRUTA	
	Verificación de fajas	

Fuente: Cerámicos Cajamarca SRL

ANEXO N° 27:

Tabla 74

FICHA DE RECOPIACIÓN 7

HORAS	350-600	
Item	MÁQUINA	OBSERVACIONES
1	MANTENIMIENTO DE EXTRACTOR DE AIRE	
	Verificación de rotor	

2	MANTENIMIENTO DE MOLINO DE VIRUTA	
	Verificación de martillos	
	Verificación de rejillas	
3	MANTENIMIENTO DE ALIMENTADORES DE QUEMA	
	Estado de cadena	
	Estado de piñones	

Fuente: Cerámicos Cajamarca SRL

ANEXO 28: Matriz de consistencia

Tabla 75

MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA				
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
1. Problema General:	1. Objetivo General	1. Hipótesis General	Variable independiente:	Tipo de investigación: Transversal, correlacional, cuantitativa.
Falta de disponibilidad de máquinas en la empresa Cerámicos Cajamarca S.R.L	Diseñar un plan de mantenimiento para incrementar la disponibilidad de máquinas en la empresa Cerámicos Cajamarca S.R.L.	Con el diseño de un plan de mantenimiento, se incrementará la disponibilidad de máquinas en la empresa Cerámicos Cajamarca S.R.L.	Plan de Mantenimiento.	Diseño de investigación: Pre experimental.
			Variable dependiente:	Técnicas e instrumentos:
			Disponibilidad de máquinas.	<ul style="list-style-type: none"> - Técnicas: entrevista y encuesta. - Instrumentos y materiales: ficha de observación, lapiceros, cámara fotográfica, guía de entrevista y USB.

Fuente: Elaboración propia