



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Programa de mantenimiento productivo total en el área de molienda húmeda
en una empresa de cerámica, Lurín, 2019

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO DE:

Bachiller en Ingeniería Industrial

AUTOR:

Ortega Sánchez, Peter Michael (ORCID: 0000-0001-7086-4734)

ASESOR:

MSc. Ing. Gil Sandoval, Héctor Antonio (ORCID: 0000 - 0001-5288-8281)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA – PERÚ

2019

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por guiarme y protegerme siempre, a mi madre por siempre guiarme por el camino correcto para poder salir adelante, mi hermana de la cual anhelo que sea una profesional y mi familia en general que me apoyo en esta etapa tan importante para mí.

AGRADECIMIENTO

Dios, tu bondad y tu amor no tienen límite, me permites sonreír ante todos mis logros que son únicamente el resultado de tu ayuda.

Cada momento vivido en todos estos años, son simplemente únicos, cada oportunidad de corregir un error, la oportunidad de que cada mañana pueda empezar de nuevo.

Agradezco a mis verdaderos amigos que hasta el último momento nunca se separaron de mí, y demostraron que al final más que futuros colegas llegaríamos a ser verdaderos y únicos amigos.

Agradezco de forma general a todos mis profesores por sus enseñanzas impartidas en clases, hoy esas enseñanzas serán reflejadas en este trabajo que tan anhelado hemos esperado.

ÍNDICE GENERAL

CARÁTULA.....	I
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
PÁGINA DEL JURADO	IV
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	V
INDICE GENERAL.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE ANEXOS	X
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT	XII
I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Realidad problemática	14
1.2. Justificación del estudio.....	22
1.2.1. Ambiental.....	22
1.2.2. Práctica.....	22
1.2.3. Metodológica.....	22
1.2.4. Social.....	22
1.3. Trabajos previos.....	23
1.3.1. Antecedentes Nacionales.....	23
1.3.2. Antecedentes Internacionales.....	25
1.4. Formulación al problema.....	28
1.5. Objetivos.....	28
1.6. Alcance del estudio.....	28
1.7. Teorías relacionadas al tema.....	29
1.7.1. Mantenimiento productivo total.....	29
1.7.2. Objetivos del Mantenimiento Productivo Total.....	30
1.7.3 Dimensiones del mantenimiento productivo total.....	36
II. MÉTODO	37
2.1. Tipo y diseño de investigación	38

2.1.1.	Tipo de investigación	38
2.1.2.	Enfoque de la investigación	38
2.1.3.	Diseño de la investigación.....	38
2.1.4.	Nivel de la investigación	38
2.1.5.	Alcance de la investigación.....	39
2.2.	Variable Operacionalización.....	39
2.3.	Población, muestra y muestreo	41
2.4.	Instrumentos y técnicas de recolección de datos y confiabilidad	41
2.4.1.	Técnicas.....	41
2.4.2.	Instrumento.....	42
2.4.3.	Validez	42
2.4.4.	Confiabilidad.....	42
2.4.5.	Procedimiento.....	42
2.5.	Método de análisis de datos	43
2.6.	Aspectos éticos	43
III.	RESULTADOS	44
3.1.	Generalidades de la empresa.....	45
3.2.	Descripción del área de estudio	48
3.3.	Máquinas en estudio	49
3.4.	Los trabajadores del área de molienda húmeda	51
3.5.	MTBF (Tiempo medio entre fallos).....	53
3.6.	MTTR (Tiempo medio para reparar)	56
IV.	DISCUSIÓN	60
V.	CONCLUSIONES.....	62
VI.	RECOMENDACIONES.....	64
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
	ANEXOS.....	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de correlación.....	16
Tabla 2 Tabulación de datos.....	17
Tabla 3 Estratificación de las causas por áreas.....	19
Tabla 4 Alternativas de solución.....	20
Tabla 5 Matriz de priorización de las causas a resolver.....	21
Tabla 6 Matriz de Operacionalización.....	40
Tabla 7 Cuadro de criticidad de las máquinas del área de molienda húmeda.....	50
Tabla 8 Datos generales de los trabajadores del área de producción.....	51
Tabla 9 Datos generales de los trabajadores de mantenimiento.....	52
Tabla 10 Tiempo medio entre fallas en el área de molienda húmeda - Agosto.....	53
Tabla 11 Tiempo medio entre fallas en el área de molienda húmeda – Septiembre.....	54
Tabla 12 Tiempo medio entre fallas en el área de molienda húmeda- Octubre.....	55
Tabla 13 Tiempo medio para reparar en el área de molienda húmeda- Agosto.....	56
Tabla 14 Tiempo medio para reparar en el área de molienda húmeda – Septiembre.....	57
Tabla 15 Tiempo medio para reparar en el área de molienda húmeda - Octubre.....	58
Tabla 16 Disponibilidad respecto al resumen del MTBF y MTTR.....	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de Ishikawa.....	15
Figura 2 Diagrama de Pareto	18
Figura 3 Diagrama de estratificación.....	19
Figura 4 Los ocho pilares del TPM	30
Figura 5 Dimensiones del TPM.....	36
Figura 6 Organigrama del área de mantenimiento	46
Figura 7 Organigrama de la empresa.....	47
Figura 8 Proceso de atomizado.....	48
Figura 9 Área de molienda húmeda.....	49
Figura 10 Disponibilidad respecto al resumen del MTBF y MTTR	59

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos 1 Definición conceptual de la variable y dimensiones	75
Anexos 2 Matriz de operacionalización de la variable.....	75
Anexos 3 Certificado de validez - Profesor Luis Vilela Romero	75
Anexos 4 Certificado de validez - Profesor Lino Rodríguez Alegre.....	75
Anexos 5 Certificado de validez - Profesor Guido Trujillo Valdiviezo	75
Anexos 6 Turnitin.....	75

RESUMEN

El presente trabajo de investigación que lleva como título Programa de mantenimiento productivo total en el área de molienda húmeda en una empresa de cerámica, Lurín, 2019, trata sobre el estudio descriptivo del TPM, en el área ya antes mencionada.

Objetivo general: Describir el comportamiento de la disponibilidad de los equipos en el área de molienda húmeda en una empresa de cerámica, Lurín, 2019.

Metodología: El tipo de investigación es aplicada, con enfoque cuantitativo, es de diseño no experimental, el alcance de la investigación es descriptivo. La población en estudio son las 70 máquinas las cuales conforman el área de molienda húmeda, nuestra muestra está reflejada en las 10 máquinas más críticas del área, la cual se estableció mediante un cuadro de criticidad. Para poder describir el comportamiento de la disponibilidad en el área de molienda húmeda, se trabajó con las dimensiones de confiabilidad y mantenibilidad las cuales están reflejadas en sus indicadores de MTBF (Tiempo medio entre fallas) y MTTR (Tiempo medio para reparar), a una escala de razón.

Resultados: En los tres meses de estudio se describió el comportamiento de la confiabilidad, la cual no dio como resultado 16,24 horas, es decir que dentro de las 10 máquinas en estudio cada 16,24 horas una de ellas va presentar alguna anomalía, en cuanto a la mantenibilidad en el mismo tiempo de estudio y en las mismas máquinas nos dio como resultado 5,44 horas, es decir que por cada falla presentada, la máquina volverá en producción en promedio de 5,44 horas y por último tenemos la disponibilidad de las máquinas a 74,92%.

Conclusión: Se describió la confiabilidad y la mantenibilidad de las máquinas, y se llegó a la conclusión que cada 16,24 horas se va presentar una falla dentro de las 10 máquinas en estudio, y esas mismas máquinas se van a demorar en promedio de 5,44 horas en volver en producción.

Recomendación: Se recomienda contar con proveedores homologados, y especificar datos de rotación de repuestos, varias de las fallas también ocurren por falta de repuesto en almacén, la cual perjudica directamente la disponibilidad de las máquinas y la credibilidad del técnico de mantenimiento.

Palabras claves: Mantenibilidad, confiabilidad, disponibilidad, MTTR, MTBF

ABSTRACT

The present research work that has as its title Total productive maintenance program in the area of wet grinding in a ceramic company, Lurín, 2019, deals with the descriptive study of the TPM, in the aforementioned area.

Course objective: Describe the behavior of equipment availability in the area of wet grinding in a ceramic company, Lurín, 2019.

Methodology: The type of research is applied, with a quantitative approach, it is of a non-experimental design, the scope of the research is descriptive. The population under study is the 70 machines which make up the wet grinding area, our sample is reflected in the 10 most critical machines in the area, which was established through a criticality chart. In order to describe the behavior of availability in the area of wet milling, we worked with the dimensions of reliability and maintainability which are reflected in its MTBF (Mean Time Between Failures) and MTTR (Average Time to Repair) indicators, at a ratio scale.

Results: In the three months of the study, the behavior of the reliability was described, which did not result in 16.24 hours, that is to say that within the 10 machines under study every 16.24 hours one of them will present some anomaly, Regarding the maintainability at the same time of study and on the same machines, it resulted in 5.44 hours, that is, for each failure presented, the machine will return to production on average of 5.44 hours and finally we have the machine availability at 74.92%.

Conclusion: The reliability and maintainability of the machines were described, and it was concluded that every 16.24 hours a fault will occur within the 10 machines under study, and those same machines will take an average of 5, 44 hours to return to production.

Recommendation: It is recommended to have approved suppliers, and to specify spare parts rotation data, several of the failures also occur due to lack of spare parts in the warehouse, which directly damages the availability of the machines and the credibility of the maintenance technician.

Keywords: Maintainability, reliability, availability, MTTR, MTBF

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El Mantenimiento total productivo está conducido a instaurar un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de toda la organización de producción. Para Suzuki (1995), el TPM perfecciona de manera estricta los resultados de las organizaciones industriales e incita a la creación de zonas de trabajo gratos, seguros y productivos, perfeccionando el vínculo entre el equipo y las personas que la emplean (p.12).

El TPM es el resultado de las nociones de calidad con los que William Edwards Deming predominó en las industrias japonesas. El TPM es una herramienta elemental en toda industria que busca lograr que sus trabajadores estén comprometidos en obtener un sistema productivo eficiente (Paredes, 2016, p.6).

A nivel mundial en los países como Japón, Korea del sur, Korea del Norte, Filipinas y China, vienen trabajando con esta herramienta. El TPM ha logrado maximizar la eficiencia en todo el sistema netamente productivo, instaurando un sistema que pronostica las pérdidas y fallas en todas las operaciones a nivel industrial, esto incluye cero fallos, cero defectos y busca el cero accidente (Paredes, 2016, p.6).

En América Latina, la falta de la implantación de la herramienta del TPM está afectando directamente a la productividad en los diferentes sectores industriales. El mantenimiento debe ser visualizado como una unidad de negocio para ser rentable, por otro lado el mantenimiento debe ser valorado adecuadamente por su perfecto funcionamiento y logro de sus objetivos. Esa es la realidad que muchas empresas no ven, y por ende nos buscan en desarrollar mejoras continuas en sus procesos y como consecuencia de ello no obtienen la rentabilidad deseada (Asencios, 2018, p.7).

En el Perú, esta indeseable situación operativa que puede ser generada por una errada política empresarial o por una mala administración, no conlleva a que se pueda optar por realizar la implementación de la herramienta del TPM (Asencios, 2018, p.15).

El TPM tiene como finalidad comprometer al operador a involucrarse directamente con las fallas que puedan suceder en las máquinas a cargo. En la empresa de cerámicos se tiene un incremento de trabajos correctivos a poco alcance del técnico, es por ello que se busca que el mismo operador de las máquinas se haga cargo de los trabajos correctivos básicos que ellos puedan resolver sin perjudicar su productividad.

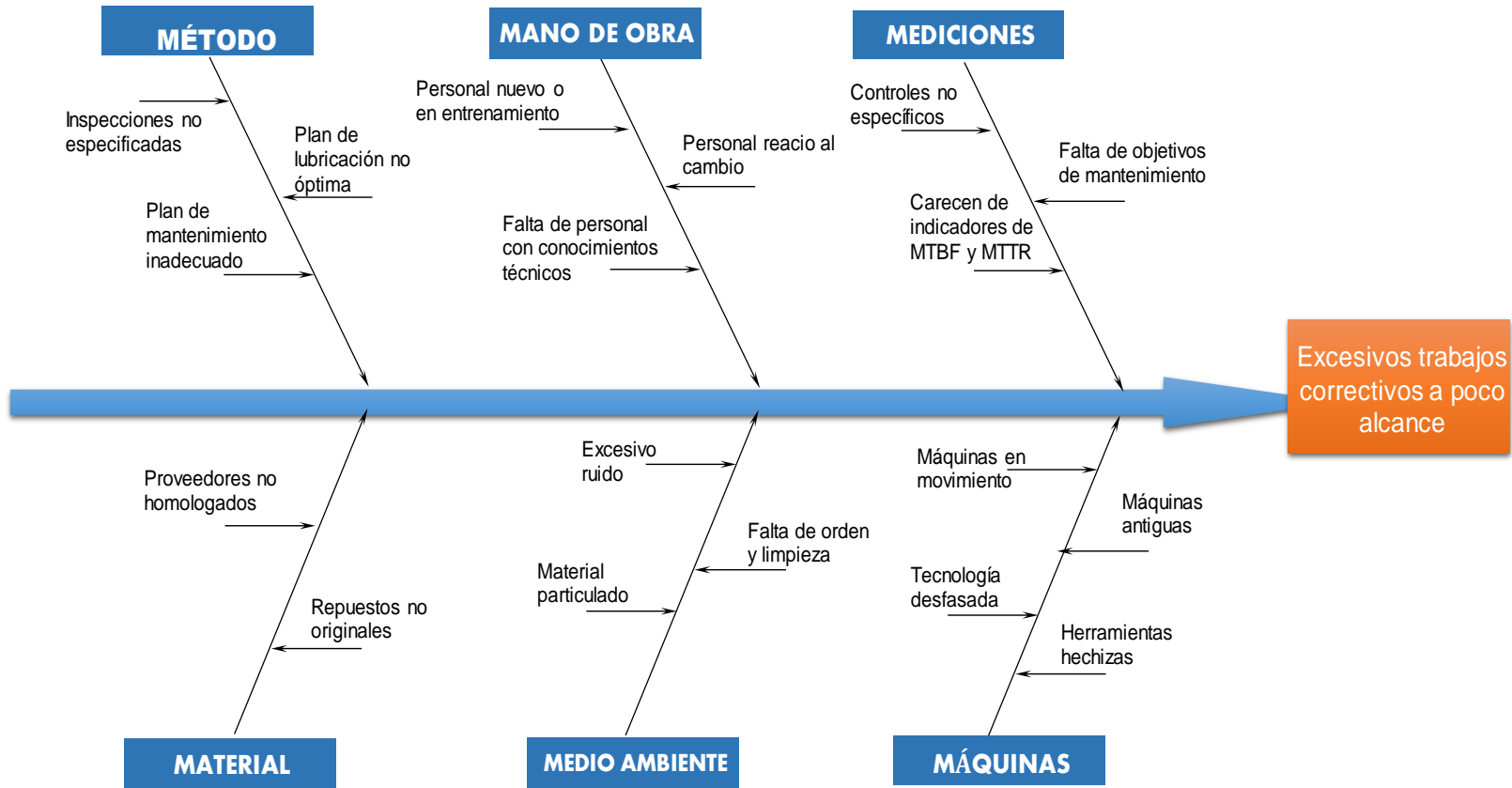


Figura 1 Diagrama de Ishikawa

Para un mejor y mayor análisis calculare mediante la técnica de Pareto, para esto se realizará una matriz de correlación; considerando que si las causas mostradas tienen relación fuerte = 5, media = 3, débil = 1, no hay relación = 0.

Tabla 1 Matriz de correlación

Causas que originan excesivos trabajos correctivos		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Frecuencia	
1	Falta de objetivos de mantenimiento	C1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	12
2	Plan de lubricación no optima	C2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3	Personal reacio al cambio	C3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
4	Proveedores no homologados	C4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
5	Carecen de indicadores de MTBF y MTTR	C5	5	3	3	5	5	3	0	0	5	5	3	3	0	0	5	0	3	3	48
6	Plan de mantenimiento inadecuado	C6	3	3	0	3	0	0	5	0	0	5	0	5	5	5	3	1	0	0	38
7	Personal nuevo o en entrenamiento	C7	0	0	3	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	1	0	9
8	Herramientas hechas	C8	3	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6
9	Repuestos no originales	C9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
10	Falta de orden y limpieza	C10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
11	Falta de personal con conocimientos técnicos	C11	5	3	1	5	5	3	3	3	5	5	5	3	3	3	3	0	3	0	60
12	Controles no específicos	C12	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	9
13	Excesivo ruido	C13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
14	Maquinas en movimiento	C14	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
15	Maquinas ambiguas	C15	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16	Inspecciones no especificadas	C16	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
17	Material particulado	C17	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
18	Tecnología desfasada	C18	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 01 se puede apreciar cuáles son las principales causas que actúan con una mayor fuerza frente a nuestro principal problema, se puede apreciar las de mayor correlación son: Falta de personal con conocimientos técnicos, carecen de indicadores de MTBF y MTTR, plan de mantenimiento inadecuado y falta de objetivos de mantenimiento, son las que tienen una mayor significación.

Tabla 2 Tabulación de datos

Código del problema	Frecuencia	%	Acumulado	%
Falta de personal con conocimientos técnicos	60	31.09%	60	31.09%
Carecen de indicadores de MTBF y MTTR	48	24.87%	108	55.96%
Plan de mantenimiento inadecuado	38	19.69%	146	75.65%
Falta de objetivos de mantenimiento	12	6.22%	158	81.87%
Personal nuevo o en entrenamiento	9	4.66%	167	86.53%
Controles no específicos	9	4.66%	176	91.19%
Herramientas hechas	6	3.11%	182	94.30%
Repuestos no originales	1	0.52%	183	94.82%
Falta de orden y limpieza	1	0.52%	184	95.34%
Plan de lubricación no optima	1	0.52%	185	95.85%
Personal reacio al cambio	1	0.52%	186	96.37%
Proveedores no homologados	1	0.52%	187	96.89%
Excesivo ruido	1	0.52%	188	97.41%
Maquinas en movimiento	1	0.52%	189	97.93%
Maquinas ambiguas	1	0.52%	190	98.45%
Inspecciones no especificadas	1	0.52%	191	98.96%
Material particulado	1	0.52%	192	99.48%
Tecnología desfasada	1	0.52%	193	100.00%
Total	193			

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla N° 02, se puede apreciar la frecuencia de problemas que ha sido considerada con el grado de relación que tienen cada una de las causas mostradas con el principal problema y su respectivo % acumulado, se observa desde la causa más significativa hasta la causa con un mínimo de frecuencia, con los siguientes datos podremos plasmar de forma más didáctica para su mejor conocimiento y entendimiento de la problemática en estudio.

Luego se procederá a efectuar el diagrama de Pareto con la contribución de los resultados obtenidos, en el cuadro de tabulación de datos, con el fin de poder analizar con gran sencillez el 80% de las causas más importantes que afectan en el área de molienda húmeda en la fábrica de cerámicos, Lurín , 2019.

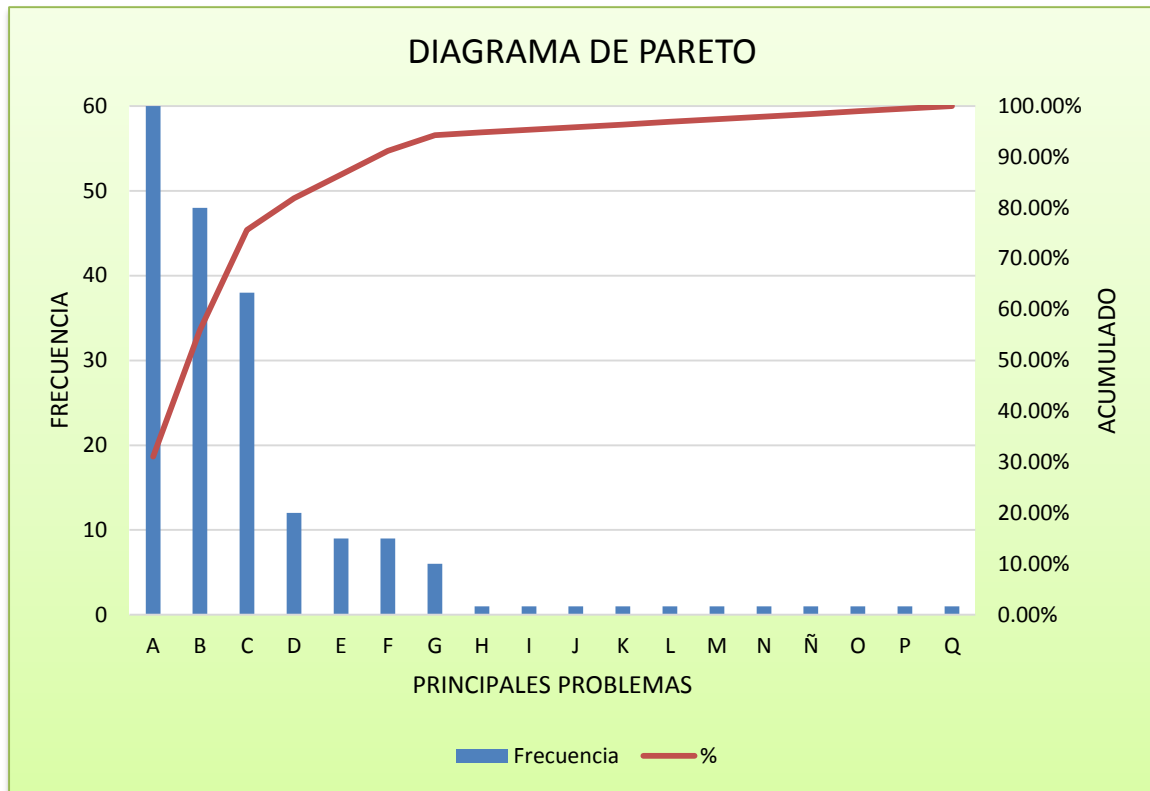


Figura 2 Diagrama de Pareto

Según la tabla de tabulación de datos y el gráfico de Pareto se puede observar que la mayor cantidad de problemas en el área de molienda húmeda se deben a la falta de personal con conocimientos técnicos (31,09%), a la carencia de indicadores de MTBF y MTTR (24,87%), plan de mantenimiento inadecuado (19,69%) y falta de objetivos de mantenimiento (6,22%), los cuales son los que tienen más influencia en los excesivos trabajos correctivos a poco alcance en la empresa de cerámicos.

A continuación, se efectúa un cuadro de estratificación agrupándolas por áreas, con la finalidad de poder reconocer con mayor facilidad en donde las causas están dañando con gran intensidad en cada una de las áreas. Para ello se sostendrá en cuenta tres áreas, mantenimiento, procesos y gestión.

Tabla 3 Estratificación de las causas por áreas

Código del problema	Frecuencia	
Falta de personal con conocimientos técnicos	60	MANTENIMIENTO
Carecen de indicadores de MTBF y MTTR	48	
Plan de mantenimiento inadecuado	38	
Falta de objetivos de mantenimiento	12	
Controles no específicos	9	PROCESOS
Herramientas hechas	6	
Maquinas en movimiento	1	
Maquinas ambiguas	1	
Inspecciones no especificadas	1	
Tecnología desfasada	1	
Falta de orden y limpieza	1	
Excesivo ruido	1	
Material particulado	1	
Personal nuevo o en entrenamiento	9	
Plan de lubricación no optima	1	
Repuestos no originales	1	
Personal reacio al cambio	1	
Proveedores no homologados	1	

Fuente: Elaboración propia

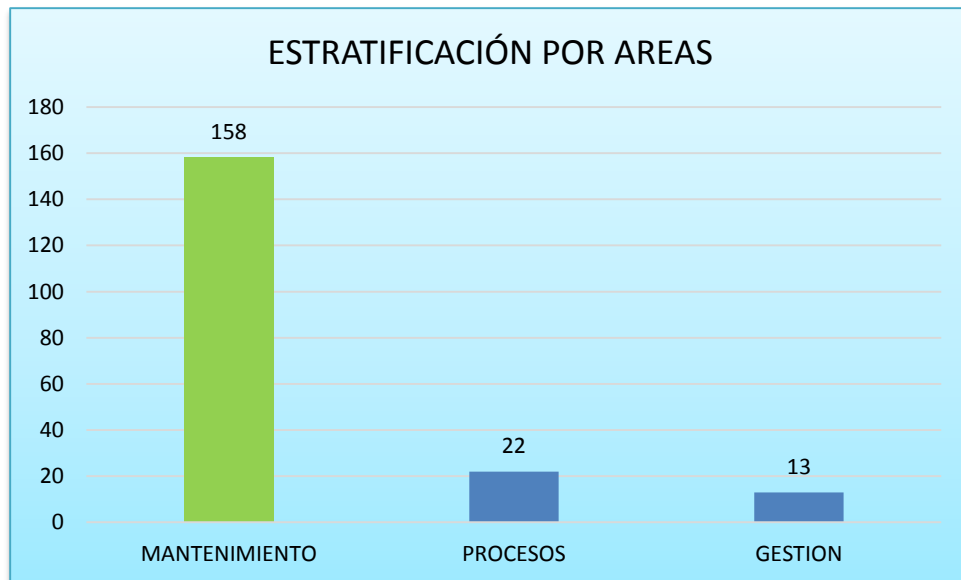


Figura 3 Diagrama de estratificación

En la figura N° 03, se puede observar la estratificación total de las causas presentadas, las mismas que fueron asignadas por áreas, en ella se puede mostrar que el área de mantenimiento prepondera en gran proporción teniendo como resultado un total de 158 puntos de frecuencia, luego en segundo punto se tiene al área de procesos con una sumatoria de 22 puntos y por ultimo como tercera área tenemos gestión, con una sumatoria de 13 puntos de frecuencia. Con estos resultados se puede determinar que gran proporción de las causas influyen directamente en el área de mantenimiento donde se tiene que trabajar, para reducir los excesivos trabajos correctivos a poco alcance que afectan directamente al área de molienda húmeda en la fábrica de cerámicos.

Tabla 4 Alternativas de solución

ALTERNATIVAS	Solución al problema	Costos de aplicación	Facilidad de ejecución	Tiempo de ejecución	Total
TPM	2	1	2	2	7
Six Sigma	2	0	0	0	2
Capacitaciones Técnicas	1	2	2	1	6
No bueno (0)- Bueno (1)- Muy bueno (2)					
*Los criterios fueron establecidos con el jefe de Mantenimiento y el supervisor de Producción					

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 04, se observa los criterios y las principales alternativas de solución, la mayor calificación pretende mostrar la correcta y mejor alternativa. Por ello se realizó un análisis de cada una de las principales alternativas; en el caso de la metodología de proyecto Six Sigma obtuvo un puntaje de 2, pero en este caso la empresa no lo consideró ya que la empresa busca un metodología en donde todo el personal se haga participe. Las capacitaciones técnicas obtuvieron un puntaje de 6, se podría decir que es uno de los métodos más recomendables para poder fomentar una verdadera cultura técnica a los operadores de la empresa en estudio pero solo sería capacitaciones básicas y sin resultados reflejados. En este caso la metodología del TPM, obtuvo un puntaje de 7 es la más recomendable para poder dar solución a los excesivos correctivos a poco alcance por parte del área de mantenimiento, lo que la empresa busca es que todo sus trabajadores se hagan participe de sus propias máquinas, es por ello que la empresa de cerámicos optó por la implementación de la metodología del TPM.

Tabla 5 Matriz de priorización de las causas a resolver

Consolidación de causas por área	Métodos	Mano de obra	Materia prima	Medición	Medio Ambiente	Maquinaria	Nivel de criticidad	Total de problemas	Porcentaje	Impacto	Calificación	Prioridad	Medidas a tomar
Mantenimiento	38	60	0	60	0	0	ALTO	158	82%	5	790	1	TPM
Procesos	1	0	0	9	3	9	MEDIO	22	11%	3	66	2	MEJORAR LOS PROCEDIMIENTOS TECNICOS
Gestión	1	10	2	0	0	0	MEDIO	13	7%	2	26	3	MEJORA DE PROVEEDORES, RECLUTAMIENTO DE PERSONAL
Total de problemas	40	70	2	69	3	9		193	100%				

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 05, se puede observar el consolidado de todas las causas por las diferentes áreas (gestión, mantenimiento y proceso), donde se puede visualizar las categorías con el total de los problemas planteados. Se determinó que con la metodología del TPM, es la solución más factible para poder eliminar las potentes causas que están originando los excesivos trabajos correctivos a poco alcance en el área de molienda húmeda, en la empresa de cerámicos, ya que gracias a esta metodología los operarios de producción estarán comprometidos con las soluciones de las potentes y posibles fallas que se generan en dicha área en estudio, todo ello para poder lograr la maximización de la productividad de la empresa.

1.2. Justificación del estudio

1.2.1. Ambiental

Garantizar la confiabilidad de los equipos, eliminar los accidentes, eludir los errores humanos y polución son algunos de los pilares del mantenimiento productivo total. Es por ello que al hablar de TPM, también involucra la importancia de un ambiente de trabajo limpio y ordenado.

1.2.2. Práctica

Comprometer al operario que se haga cargo directamente de su máquina, ya que es el operario de producción un punto clave para desplegar un programa de adiestramiento eficaz, considerado como un autónomo mantenimiento (mantenimiento realizado básicamente por el departamento de producción). El TPM mejora los resultados e inventa lugares de trabajo productivo y agradable innovando la manera de trabajar y pensar en conjunto con todo el personal.

1.2.3. Metodológica

Ampliar el grado de conocimiento del operario de producción impartándole conocimientos básicos sobre el mantenimiento, su importancia en las industrias y sobre todo también hacerle partícipe de los riesgos que ellos podrían cometer. Se adaptará el método científico y la estrategia a utilizarse será un estudio no experimental de corte transversal, tipo descriptivo y tendrá una duración de 12 semanas.

1.2.4. Social

La investigación buscará describir el compromiso y el desempeño de los operarios de producción del área de molienda húmeda, en la fábrica de cerámicos, las facilidades que tienen los operarios de producción para realizar pequeñas actividades que demanden conocimientos técnicos básicos y el compromiso por parte de la empresa para facilitar los recursos necesarios, con esto se lograra buscar reducir el alto grado de trabajos correctivos a poco alcance por parte del personal técnico de mantenimiento.

1.3. Trabajos previos

1.3.1. Antecedentes Nacionales

Cubas (2017) en su tesis *“Implementación del TPM para incrementar la productividad de la flejadora OMS en el área de clasificado de la empresa Celima, San Martín de Porres, 2017”*. Tiene como objetivo fundamental implementar la metodología del TPM, para maximizar la productividad de la flejadora OMS en el área clasificadora de la fábrica Celima, a su vez incrementar la eficacia y la eficiencia de la maquina flejadora OMS en el área ya mencionada. El nivel de investigación es de tipo descriptivo. Los resultados obtenidos podrían ser considerados como el primer paso de inicio para analizar los datos del presente desarrollo de investigación: Por el cual se estimó el número de ataduras que podría realizar la maquina llamada flejadora OMS en el área clasificadora de la compañía Celima, resultados que influyen de forma directa en la productividad de la flejadora OMS. El estudio deduce que la implementación de la metodología del TPM moderniza la productividad de la máquina flejadora OMS, en el área clasificadora en la compañía Celima, anteriormente la flejadora realizaba 4622 ataduras por mes, hoy gracias al TPM, logra 6302 ataduras por mes , lo cual es semejante a un incremento de 36% de la productividad en dicha empresa.

Gonzales (2017) en su tesis *“Implementación de un plan de mantenimiento productivo total (TPM) para la reducción de costos de la empresa Cosmos Agencia Marítima S.A.C”*. Tuvo como objetivo realizar un plan nuevo de mantenimiento usando la herramienta del mantenimiento totalmente productivo (TPM).El nivel de investigación fue descriptivo de revisión bibliográfica. Los resultados fueron optimizadores dentro de la zona de mantenimiento, con apoyo de todos los operadores implicados en el proceso visualizando una minimización de costos esperados, además se ejecutó una mejora continua en los procedimientos de mantenimiento a base del estudio de las actividades en el mismo proceso. El estudio finaliza que por medio de la implementación del TPM, se logra retos medibles, todo ello empleando diversas metodologías de gestión, tales como diagrama de Pareto ,Ishikawa, y sobre todo la mejora continua, con el fin de mitigar los costos de mantenimiento , las pérdidas de calidad por defectos y las averías así como también alargar la vida del equipo con ello la empresa estará desarrollando mejor sus recursos y sobre todo comprometiendo al mismo trabajador a formar parte del plan de mantenimiento , y posterior a ello hacerse responsable del mismo.

Canales (2017) en su tesis *“Aplicación de TPM para mejorar la productividad de las máquinas en el área de producción de la empresa Pinturas TRICOLOR S.A.C, S.J.L, 2017”*. Tuvo como objetivo definir como la metodología del TPM incrementa la productividad y la eficiencia de los mecanismos donde se ponga en uso esta metodología. El nivel de investigación es descriptiva. Los resultados obtenidos, se aprecia las medias con relación a la cantidad de producción que ha venido en crecimiento, señalándose así que es posible adquirir una producción que va acorde a la planta de trabajo. Tras el uso correcto de la herramienta del TPM se mejoró elevar la productividad en un 27.46%, reduciendo el tiempo de paradas de máquina y aumentando las horas de trabajo de las mismas. El estudio concluye que el aumento de la productividad en la producción del rubro de pintura, ha conseguido incrementar gracias a la implementación de la herramienta del TPM, ya que bajo sus parámetros han logrado los resultado esperados, al principio era un 49.64% luego se disparó a un 65.57%, existiendo un incremento de 15.91%.

Maldonado & Ysique (2017) en su tesis *“Sistema de mejora continua basado en el mantenimiento productivo total para reducir los desperdicios en el área de producción de la empresa Induamerica S.A.C. - Lambayeque 2016”*. Tuvo como objetivo plantear un método de mejora continua cimentada en la metodología del mantenimiento totalmente productivo (TPM), para mitigar los residuos en el área de producción de la compañía Induamerica S.A.C. El nivel de investigación es descriptivo. Los resultados de la guía de sugerencia se pueden apreciar que en la compañía Induamerica no se está aplicando o cumpliendo buenos recursos de manufactura, básicamente los resultados están fijados en la metodología del TPM , pero está como pilar o soporte la 5 “s” que viene hacer una metodología japonesa que sirve para reducir lo necesario de lo innecesario. El estudio concluye que utilizando la planificación se sugiere la práctica de los 5 pilares que son considerados viables de ejecución en la compañía entre estos está el mantenimiento independiente o autónomo, la mejora focalizada, el mantenimiento planificado y finalmente el establecimiento de las condiciones básicas de seguridad e higiene industrial, así mismo se espera que la gerencia se haga partícipe de la mejora continua en la compañía ya que para lograr todo ello es necesario que los gerentes sean conscientes que para poder obtener la metodología del TPM es necesario que los gerentes , técnicos y operarios estén involucrados en la implantación del TPM.

Tuesta (2104) en su tesis *“Plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos pesados de la empresa Obrainsa”*. Tuvo como objetivo instaurar un plan de mantenimiento de los equipos de carga pesada para incrementar la disponibilidad de los equipos de carga pesada, mitigar las paradas imprevistas al más mínimo costo. El nivel de investigación fue descriptivo. Los resultados fueron: La implantación del mantenimiento totalmente productivo promueve el trabajo en equipo para poder lograr con los objetivos trazados, dando como resultado final un mejor ambiente de trabajo, encaminado a mejorar aspectos de confiabilidad y mantenibilidad y sobre todo desarrollando una verdadera responsabilidad ambiental. El estudio concluye que la implementación de la metodología del TPM, amerita tiempo y los desenlaces serán fructíferos tiene un proceso de gran alcance, se requiere la colaboración de los trabajadores de la empresa, la participación de la gerencia para continuar con este plan, y los beneficios alcanzados es la mejora del OEE en 65%, mejora el clima laboral en el trabajo, el operador se hace cargo de su equipo, hay trabajos en equipo y sobre todo se crea una verdadera identificación hacia la empresa.

1.3.2. Antecedentes Internacionales

Suárez (2015) en su tesis *“Diseño del programa de mantenimiento productivo total para mejorar la confiabilidad de la maquinaria y equipos de la línea de esmaltación en formato 25 x 33 planta de azulejos en C.A Ecuatoriana de cerámica”*. Tuvo como objetivo principal plantear un programa asentado en el mantenimiento totalmente productivo (TPM), buscando mejorar la confiabilidad de los equipos y maquinarias de la línea de Esmalte en el formato 25 x 33 en la planta de Azulejos “C.A. Ecuatoriana de Cerámica”. El nivel de investigación fue descriptiva de revisión bibliográfica y de textos. Los resultados fueron: Las encuestas fueron de mucha utilidad y de suma importancia ya que con el análisis se pudo visualizar con más claridad la situación actual y las condiciones de los equipos y las máquinas en general de toda la compañía y así de esta forma tomar medidas de urgencia para resolver el actual problema. El estudio concluye, en la evaluación realizada a todos los procesos de mantenimiento de la línea de esmalte se observó varias etapas, las mismas que fueron realizadas cronológicamente conforme a lo establecido en el programa de actividades y poder contribuir a tomar las acciones necesarias para optimizar la gestión del mantenimiento actual de la compañía y de esta forma diseñar nuestro programa de mantenimiento productivo total.

Pinto & Mesa (2008) en su tesis *“Implementación de plan piloto de TPM en una industria de cerámica”*. Tuvo como objetivo diseñar un plan piloto del TPM, en la zona de prensa N° 04 en la industria cerámica en un periodo de 20 semanas, a su vez monitorear la calidad, el rendimiento y la disponibilidad durante la fase de implantación de la metodología del TPM. El nivel de investigación fue descriptiva. Los resultados fueron: Se pudo observar que la calidad, de forma general tiende a una tendencia de incrementar en donde la meta se puede lograr atacando los defectos explicados en la meta del plan. En cuanto a la disponibilidad muestra un comportamiento sostenido durante los meses de evaluación, aunque con una leve tendencia a caer y se propone una verdadera meta que se calculará con los tiempos de paro presupuestados por la empresa en estudio para cada área. El estudio concluye que implementando un plan piloto de la metodología del TPM en 5 meses es muy codicioso ya que se tiene varias variables (capacitación de personas, ejecución de tareas, registro de datos entre otros), que va conllevar diversos tropiezos (reducido nivel de aprobación de las personas, retrasos en el cronograma, incompatibilidad con los horarios de la empresa). Las cuales reducirán la velocidad del avance del presente proyecto.

Botero (2013) en su tesis *“Plan de implementación del pilar mantenimiento planificado bajo mantenimiento productivo total en una empresa productora del sector cerámico”*. Tuvo como objetivo realizar un plan para la implantación del pilar del mantenimiento planificado, basado en la teoría de la metodología del mantenimiento totalmente productivo (TPM), para una compañía productora del rubro cerámico. El nivel de investigación es descriptiva. Los resultados fueron: El TPM es un cambio calmado de cultura para lograr alcanzar que las personas hagan las cosas precisas en el momento preciso. En la prueba piloto se aprecia la eficiencia del plan de implantación antes formulada, se observó una mejora evidentemente significativa en la metodología de las 5 “s” trasladando de un puntaje medio de 36% de implantación de las 5 “s”, a un significativo 87%. El estudio concluye con lo siguiente, en nuestro medio las compañías industriales manufactureras que han implementado la metodología del TPM, son en su gran proporción transnacionales, que tienen los verdaderos recursos propios para poder realizar esta implantación, lo cual se observa un gran desentendimiento por parte de las pequeñas y medianas compañías que no cuentan con los recursos para poder solventar esta mejora, el gobierno tiene planes para apoyar este gran proceso de implantación de esta metodología .

Quishpe (2014) en su tesis *“Diseño e implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para la planta de producción de la fábrica de tornillos, pernos y tuercas TOPESA S.A.”*. Tuvo como objetivo cumplir con la entrega de los productos especificados por nuestros clientes en el tiempo pactado, a su vez también mejorar continuamente los procesos de la empresa y por último desarrollar las competencias del personal para poder incrementar su eficiencia laboral. El nivel de investigación es descriptivo. Los resultados fueron: Visualizar cuando aún existen vacíos en ver como el TPM puede ayudar a la compañía, su Implementación pierde orientación y fuerza, por lo tanto, es verdaderamente esencial poder monitorear de manera permanentemente su eficacia y sostener los esfuerzos en la línea debida. Para evaluar los resultados alcanzados a través del TPM, se deben evaluar los datos de producción y productividad. El estudio concluye que el diseñar e implantar el mantenimiento totalmente productivo en el sistema de línea de la producción de TOPESA S.A., la empresa validó el proyecto y manifestó la carta de conformidad al inicio del presente documento, también con ello se minimizó los gastos de los trabajos correctivos de mantenimiento, se intensificaron las acciones preventivas, ya que como recordaremos los resultados obtenidos mostraron que la mayoría de equipos están categorizados dentro de un mantenimiento preventivo y predictivo.

Jara (2015) en su tesis *“Diseño de un sistema de gestión y control de operaciones basado en metodología TPM, para la compañía Soldadura y Montaje Moscoso S.A.”*. Tuvo como objetivo diseñar un sistema de control y gestión basado en la herramienta TPM para la empresa soldadura y montaje Moscoso S.A. además buscó optimizar el uso adecuado de las maquinarias consideradas como activos críticos, así como también las funciones del personal de producción en el área de montaje. El nivel de investigación fue descriptiva. Los resultados fueron: Los proyectos ejecutados en su generalidad no perduran más de seis meses, la mayoría de las compañías clientes son entidades de alimentos de consumo masivo. Este tiempo involucrado es considerado para poder evaluar los índices y tener registros reales a futuros fundamentales, tanto de los costos para futuras adquisiciones de nuevos proyectos y desempeño de las operaciones. El estudio concluye con lo siguiente, la compañía no posee un sistema de mantenimiento que complemente e integre de manera rápida el estado óptimo de todas sus máquinas con la seguridad y salud de sus operadores dejando roturas en la calidad del proceso de manufactura, quiere decir que se analizará el índice de desbalance de la excelencia como producto de la evaluación por sus propios atributos.

1.4. Formulación al problema

Problema General

¿Cuál es el comportamiento de la disponibilidad de los equipos en el área de molienda húmeda en una empresa de cerámica, Lurín, 2019?

Problemas Específicos

1. ¿Cuál es el comportamiento de la confiabilidad de los equipos en el área de molienda húmeda en una empresa de cerámica, Lurín, 2019?
2. ¿Cuál es el comportamiento de la mantenibilidad de los equipos en el área de molienda húmeda en una empresa de cerámica, Lurín, 2019?

1.5. Objetivos

Objetivo general

Describir el comportamiento de la disponibilidad de los equipos en el área de molienda húmeda en una empresa de cerámica, Lurín, 2019

Objetivos Específicos

1. Describir el comportamiento de la confiabilidad de los equipos en el área de molienda húmeda en una empresa de cerámica, Lurín, 2019.
2. Describir el comportamiento de la mantenibilidad de los equipos en el área de molienda húmeda en una empresa de cerámica, Lurín, 2019.

1.6. Alcance del estudio

El actual trabajo de investigación se ejecutará en una empresa de cerámica, específicamente en el área de molienda húmeda, la cual cuenta con 12 operarios de producción, un supervisor y un practicante pre profesional de ingeniería. El área de molienda húmeda, cuenta con diferentes equipos de trabajos entre ellos, el ATM (atomizador), 8 molinos de pasta, 3 nastros alimentadores del molino , 5 balsas, 3 ppb, 13 nastros alimentadores de silos, 5 silos , 2 canguilones elevadores ,etc. El presente trabajo es de tipo descriptivo, ya que solo deducirá un bien que se está presentando.

1.7. Teorías relacionadas al tema

1.7.1. Mantenimiento productivo total

La implantación del TPM tiene como principal objetivo el logro de la máxima eficacia y rendimiento global de un método productivo a través de la gestión concreta de los equipos que la conforman (Cuatrecasas, 2012, p.37).

Por su parte Tokutaro Suzuki (1995), en su libro denominado TPM en industrias de proceso nos menciona lo siguiente:

El TPM se desarrolló y surgió originalmente en la industria del automóvil y muy rápido paso a formar parte de la cultura colectiva de compañías tales como Toyota, Mazda y Nissan, y de sus abastecedores y filiales. También se ha incluido en empresas tales como maquinas herramientas, electrodoméstico, plásticos, microelectrónica, fotografía, etc. También en las empresas de proceso, iniciando de sus experiencias de mantenimiento preventivo, han comenzado a implementar el TPM .En los últimos años, las empresas industriales han estado implementando el TPM un ascendente número de plantas de procesos de industrias de químicos, caucho, refinerías de petróleo, alimentación, cemento, farmacéuticas, papeleras, siderurgia e impresión. (p.2).

En el mismo libro, Suzuki (1995) nos menciona lo siguiente:

Como las actividades de la metodología del TPM, fueron contempladas en primera instancia en el ambiente de los departamentos del área de producción, el TPM se determinó inicialmente por el Japan Institute of Plant (JIPM), la cual incluyeron las subsiguientes cinco estrategias.

- 1.Elevar la eficacia global que cubra la existencia entera del equipo.
- 2.Instaurar un sistema PM global que cubra la existencia entera del equipo.
- 3.Implicar a todas las áreas que planifiquen, mantengan y usen equipos.
- 4.Comprometer a todos los trabajadores de la alta dirección hasta los operarios directos.
- 5.Fomentar el PM incentivando a todos los trabajadores, promoviendo las actividades de los reducidos grupos autónomos. (p. 6).

Hoy en día la tendencia por el TPM, fuera de Japón está ascendiendo cada día más esto debido a las mejoras que están logrando en eficiencia de gestión. Desde su inicio en Japón y desde fines de la década de los 80 en los Estados Unidos de Norte América, este sistema participativo e integrado de mantenimiento y de producción y se ha introducido en industrias no solo japonesas, sino también en industrias europeas y americanas. La introducción de la metodología del TPM, empieza a ser una realidad en varias industrias Latinas e hispanas.

1.7.2. Objetivos del Mantenimiento Productivo Total

Cuatrecasas (2012), los objetivos generales son:

- Colaboración de todos los trabajadores, desde la alta dirección hasta los operarios de planta. Insertar a todos y cada uno de ellos para lograr con éxito el objetivo.
- Establecer una cultura corporativa basada en la obtención de la máxima eficacia en el sistema de gestión y producción de equipos. Es el objetivo.
- Creación de un sistema de gestión de las plantas productivas tal que se facilite la reducción de las pérdidas antes de que se produzcan y se consigan los objetivos.
- Instauración del mantenimiento preventivo como medio básico para lograr el objetivo de cero fallas mediante actividades integradas en reducidos grupos de trabajo y apoyado en el soporte que facilita el mantenimiento autónomo.
- Aplicación de los sistemas de gestión de todos los aspectos de la producción, insertando dirección, desarrollo y diseño de ventas. (p. 12).



Figura 4 Los ocho pilares del TPM

Según Pascal, et. al. (2018), en su artículo denominado indicadores de mejora para la política de mantenimiento totalmente productivo, sostienen:

Se han escrito muchos documentos sobre indicadores financieros para evaluar el uso de una política de mantenimiento basada en el Mantenimiento Productivo Total, mientras que otros han comparado resultados que muestran el impacto de criterios como el Tiempo medio entre fallas. Este documento proporciona a los gerentes de mantenimiento indicadores que pueden evaluar la relevancia de las acciones llevadas a cabo, así como el reajuste del programa de mantenimiento planificado.

Según Singh, et. al. (2013), en su artículo denominado Implementación de mantenimiento productivo total (TPM) en un taller mecánico: Un caso de estudio, sostienen:

La calidad y el mantenimiento de los sistemas de fabricación son funciones estrechamente relacionadas de cualquier organización. Durante un período de tiempo, han surgido dos conceptos que son Mantenimiento Totalmente Productivo (TPM) y Gestión de Calidad Total (TQM) junto con otros conceptos para lograr un sistema de fabricación de clase mundial. En este documento, la experiencia de implementar el Mantenimiento Productivo Total se comparte e investiga para una empresa que fabrica componentes automotrices.

Según Mwanza & Mbohwa (2015), en su artículo denominado Diseño de un modelo de mantenimiento productivo total para una implementación efectiva: estudio de caso de una empresa de fabricación de productos químicos, sostienen:

En las industrias actuales, el concepto de Mantenimiento Productivo Total (TPM) ha sido ampliamente aceptado e implementado, pero aún es posible encontrar industrias que enfrentan desafíos de mantenimiento. El objetivo de este documento fue desarrollar un modelo eficaz de TPM para acrecentar el sistema de mantenimiento en una empresa de fabricación de productos químicos en Zambia. Los investigadores establecieron objetivos para evaluar el sistema de mantenimiento actual, determinar la efectividad general del equipo e identificar indicadores clave de rendimiento y factores de éxito de TPM. Los datos relevantes para la investigación se recopilaron mediante cuestionarios diseñados, entrevistas estructuradas, observaciones directas y registros de la empresa. Los resultados de la investigación se duplicaron al revisar que, el departamento de mantenimiento empleó un 67,6% de mantenimiento desglosado, un 24,3% de mantenimiento preventivo y un 8,1% no aplicable. La investigación también revisó que el 78% del tiempo los operadores no estaban involucrados en actividades de mantenimiento con solo el 14% de participación del operador. En cuanto a la efectividad de las técnicas de mantenimiento utilizadas, el 19% se registró pobre, 65% regular, 8% bueno y 8% no aplicable. La efectividad general del equipo (OEE) se calculó en un 37%, que estaba por debajo del estándar de clase

mundial en un 50%. El tiempo de inactividad del equipo fue una de las primordiales causas de la baja utilización de la planta, con un 52% causado por la escasez de repuestos, un 32% por falta de materias primas, un 8% debido a problemas de energía y un 8% no aplicable.

Según Djatna & Muharran (2015), en su artículo denominado Una aplicación de la minería de reglas de asociación en la estrategia de mantenimiento productivo total: un análisis y modelado en la industria de fabricación de puertas de madera, sostienen:

Uno de los desafíos en la implantación del Mantenimiento Totalmente Productivo (TPM) en la industria manufacturera es una lenta toma de decisiones gerenciales para responder a la condición en la fábrica. Esta investigación investiga las respuestas de estos desafíos analizando y modelando la condición del equipo y la respuesta de las acciones requeridas en una industria de fabricación de puertas de madera. La implementación de TPM en esta compañía ha implementado la medición de Eficacia general del equipo (OEE) como un indicador de la utilización y condición del equipo. A través de un análisis y modelado del valor OEE obtenido de la fábrica, la formulación de Association Rule Mining (ARM) tiene como objetivo encontrar una regla que muestre la relación bien calculada entre los indicadores medibles de OEE con la respuesta de acción requerida para tomar en ciertas condiciones de utilización de la máquina.

Según Kigsirisin, et. al. (2016), en su artículo denominado Enfoque para la evaluación del mantenimiento productivo total en la productividad del agua: Un estudio de caso en la planta de tratamiento de agua de Mahasawat, sostienen:

Hoy en día, muchas plantas de tratamiento de agua enfrentan problemas de avería de equipos y pérdida de agua durante el proceso de producción de agua. Un método para resolver estos problemas es implementar la estrategia de Ocho pilares (EPS), una de las estrategias de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para reducir la falla del equipo, disminuir la pérdida de agua y enriquecer la efectividad del equipo. La tasa de falla (FR), la disponibilidad (A), la eficiencia de rendimiento (PE), la tasa de calidad (QR) se determinó evaluando la efectividad del equipo a través de la Efectividad general del equipo (OEE). También fueron evaluados para encontrar la efectividad completa del equipo / planta a través de la Efectividad Neta del Equipo (NEE). En este estudio, las máquinas cloradoras en cada fase de pareja 1 y 2 y 3 y 4 en la Planta de Tratamiento de Agua Mahasawat (MHS) se consideraron como un estudio de caso para practicar EPS. La reducción de FR y el aumento de A, PE y QR se revelaron después de practicar EPS en cloradores como se evaluó evidentemente en este documento.

Según Chan, et. al. (2005), en su artículo denominado Implementación del mantenimiento productivo total: Un estudio de caso, sostienen:

La industria de los semiconductores ha experimentado cambios significativos en la última década. La lucha ha aumentado drásticamente. Los clientes se centran en la calidad del producto, el costo del producto y el tiempo de entrega del producto. Debido a esto, una compañía debe introducir un sistema de calidad para mejorar y aumentar tanto la calidad como la productividad continuamente. El mantenimiento totalmente productivo (TPM) es una herramienta que tiene como fin incrementar la disponibilidad de los equipos existentes, mitigando así la necesidad de una mayor inversión de capital. La inversión en recursos humanos puede dar como resultado una mejor utilización del hardware, una mayor calidad del producto y menores costos laborales. El objetivo del documento es estudiar la efectividad y la implantación del programa TPM para una empresa de fabricación de productos electrónicos. A través de un estudio de caso de implantación de TPM en una compañía de fabricación de productos electrónicos, se discuten y analizan los aspectos prácticos dentro y más allá de la teoría básica de TPM, las dificultades en la adopción de TPM y los problemas encontrados durante la implementación.

Según Pinto, et. al. (2016), en su artículo denominado Implicaciones del mantenimiento productivo total en el sentido psicológico de propiedad, sostienen:

Declaración del problema: en un mercado global como lo estamos experimentando hoy en día, la búsqueda de ventajas competitivas sobre sus competidores es una de las estrategias requeridas para las empresas que tienen la intención de sobrevivir. De esta manera, el Modelo de Mantenimiento Productivo Total (TPM) proporciona el desarrollo, como el mantenimiento autónomo. Este método recurre a diferentes herramientas para buscar el compromiso de los operadores de mantener condiciones óptimas para la producción y el rendimiento del equipo. Preguntas de investigación: ¿Cuáles son las implicaciones del mantenimiento productivo total en el sentido psicológico de pertenencia? Propósito del estudio: Evaluar el sentido psicológico de propiedad de un operador en una sección de una planta en particular, con el fin de proponer y fomentar formas de hacer que puedan promover altos niveles de productividad para el trabajo del operador.

Según Kiran (2017), en su artículo denominado Capítulo 13- Mantenimiento productivo Total, sostiene:

El resurgimiento de la práctica del siglo 16 del operador de la máquina haciendo el mantenimiento de rutina de la máquina es uno de los pasos más importantes para elevar la calidad de la producción. El operador se siente responsable no solo de la producción y la calidad de su producción, sino también del funcionamiento adecuado de su máquina. Esto también lo motiva a participar de todo corazón en las reuniones del círculo de calidad y presentar sus sugerencias para mejorar el rendimiento de la máquina. Esta práctica moderna se llama acertadamente Mantenimiento Productivo Total (TPM). Este capítulo discute la historia del desarrollo de este

concepto y destaca sus diversos aspectos en relación con la filosofía TPM, que es una parte integral de la filosofía de Gestión de Calidad Total.

Según Smith & Mobley (2008), en su artículo denominado Capítulo 7 - Mantenimiento Productivo Total, sostienen:

Este capítulo ofrece una descripción completa del mantenimiento productivo total. El mantenimiento productivo total (TPM) es el amplio sistema de mantenimiento de equipos de la compañía que involucra a todos los empleados, desde la alta gerencia hasta los trabajadores de la línea de producción y los custodios de los edificios. Es uno de los muchos enfoques para el mantenimiento. El mantenimiento productivo total es la cooperación para realizar el importante trabajo de mantenimiento de manera confiable y efectiva. Complementa, en lugar de reemplazar, los principios establecidos de una gestión de mantenimiento exitosa. Además, construido alrededor de cinco puntos focales, TPM combina conceptos de mejora continua, calidad total y participación de los empleados. Con TPM se eliminan las fallas a través de un completo sistema de mantenimiento durante toda la vida útil del equipo, hay actividades de mantenimiento diarias que involucran a la fuerza laboral total (ingeniería, operaciones, custodios, mantenimiento y administración), y muchas cosas más. Este capítulo explica todos y cada uno de los conceptos de TPM.

Según Gosavi (2006), en su artículo Un enfoque sensible al riesgo para el mantenimiento productivo total, sostiene:

Si bien los enfoques sensibles al riesgo (RS) para diseñar planes de mantenimiento productivo total son críticos en los sistemas de fabricación, hay poca literatura en cuanto a modelado teórico. El desarrollo de tales planes a menudo requiere la solución de un problema de optimización de control estocástico en tiempo discreto. La teoría de la renovación y los procesos de decisión de Markov (MDP) son herramientas comúnmente empleadas para resolver el problema subyacente. La literatura sobre mantenimiento preventivo, en su mayor parte, se enfoca en minimizar el costo neto esperado y no tiene en cuenta los problemas relacionados con la minimización de riesgos. Los gerentes de mantenimiento de RS emplean factores de seguridad para modificar la solución neutral al riesgo en un intento de acomodar heurísticamente elementos de riesgo en su toma de decisiones. En este documento, nuestros esfuerzos están dirigidos a desarrollar una teoría formal para desarrollar planes de mantenimiento preventivo de RS. Empleamos el paradigma de Markowitz en el que se busca optimizar una función del costo esperado y su varianza. En particular, presentamos (i) un resultado para un enfoque de RS en el establecimiento de procesos de renovación y (ii) un resultado para resolver un MDP de RS. También proporcionamos resultados computacionales para demostrar la eficacia de estos resultados. Finalmente, la teoría desarrollada aquí es de naturaleza suficientemente general que puede aplicarse a problemas en otros dominios relevantes.

Según McKone, et. al. (2001), en su artículo denominado El impacto de las prácticas de mantenimiento productivo total en el rendimiento de fabricación, sostienen:

En este artículo investigamos la relación entre el Mantenimiento Productivo Total (TPM) y el rendimiento de fabricación (MP) a través del Modelado de ecuaciones estructurales (SEM). Descubrimos que TPM tiene una relación positiva y significativa con un bajo costo (medido por mayores turnos de inventario), altos niveles de calidad (medido por mayores niveles de conformidad con las especificaciones) y un sólido rendimiento de entrega (medido por un mayor porcentaje de entregas a tiempo y por velocidades de entrega más rápidas). También encontramos que la relación entre TPM y MP puede explicarse por relaciones directas e indirectas. En particular, existe una relación indirecta significativa y positiva entre TPM y MP a través de las prácticas Just-In-Time (JIT).

Según Willmott & McCarthy (2001), en su artículo denominado Poner TPM en perspectiva desde el mantenimiento productivo total hasta la fabricación productiva total, sostienen:

Son los clientes quienes realmente manejan un negocio. En el sentido de fabricación, por lo tanto, uno debe proporcionar las respuestas de producción necesarias para satisfacer y superar esas expectativas agregando valor, calidad y rendimiento. La forma más efectiva de agregar valor es tener una determinación continua para eliminar el desperdicio en la cadena de suministro y así maximizar el flujo de valor. El mantenimiento productivo total (TPM) aborda un "iceberg" de pérdidas en la cadena de suministro. Los costos totales del ciclo de vida son más del doble que el precio de compra inicial. A través de TPM, la vida útil de los equipos se extiende. Si se puede aumentar la capacidad para lograr consistentemente su potencial de diseño, entonces el costo fijo por unidad se reducirá significativamente. Muchas compañías atacan los costos directos y visibles sin considerar los costos ocultos de las oportunidades perdidas. Lo que hace TPM es atacar las pérdidas ocultas y garantizar una buena relación calidad-precio gracias al esfuerzo directo de fabricación. La estrategia combinada resulta en un beneficio dramático. Este enfoque a veces se denomina "Despliegue de costos usando TPM".

1.7.3 Dimensiones del mantenimiento productivo total

a) Confiabilidad

Posibilidad de que un punto pueda desarrollar satisfactoriamente las funciones requeridas, bajo las condiciones especificadas en un periodo de tiempo establecido.

Cuatrecasas (2012), define a la confiabilidad como:

Como variante complementaria del MP (mantenimiento preventivo), podemos estimar el mantenimiento de confiabilidad o fiabilidad. Se trata de una variante de gestión del mantenimiento que determina las acciones útiles para poder afirmar que el componente o equipo funcione de la mejor forma pronosticada en su ciclo actual operativo. Es un concepto ampliamente aplicado y desarrollado en el campo de la aviación civil en los Estados Unidos de Norteamérica (p.167).

b) Mantenibilidad

Probabilidad de que un punto pueda ser reparado convenientemente en un tiempo establecido.

Mesa, et.al. (2006), define a la mantenibilidad como:

La mantenibilidad se puede determinar como la probabilidad que se tiene de que un sistema o equipo pueda ser situado en condiciones operativas dentro de un periodo establecido de tiempo, cuando la acción de mantenimiento es aplicada de acuerdo con fundamentos prescritos. En términos probabilísticos, se determina a la mantenibilidad como “la probabilidad de restaurar las condiciones específicas de movimiento de un proceso, en límites de tiempo estimados, cuando el mantenimiento es ejecutado en los medios predefinidos y en las condiciones” (p.159).



Figura 5 Dimensiones del TPM

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

2.1.1. Tipo de investigación

Aplicada

El actual trabajo de investigación es aplicada ya que hará uso de la base del conocimiento científico existente para poder aplicarlo en la solución de problemas. La base de conocimiento científico auténtico son las tesis, libros, etc. Relacionados a los temas del TPM, los cuales serán usadas para el presente trabajo de investigación.

Valderrama (2013) nos refieren:

Se le designa también práctica, dinámica, empírica o activa. Se encuentra profundamente relacionada a la investigación básica, ya que depende de los aportes y descubrimientos teóricos para llevar a cabo la resolución de problemas, con el propósito de generar bienestar a la población. (p.169).

2.1.2. Enfoque de la investigación

Enfoque cuantitativo

Para Hernández et al. (2010) manifiesta que “El enfoque cuantitativo usa el acopio de datos para probar hipótesis, con sustento en el análisis estadístico y en el cálculo numérico, para establecer patrones de comportamiento y poder probar teorías” (p. 4).

2.1.3. Diseño de la investigación

No experimental

Hernández et al. (2010), definen el diseño no experimental como:

Se dispone que el diseño no experimental es la que ejecuta sin emplear deliberadamente las variables. Quiere decir, se trata de investigar donde no hacemos modificaciones intencionadamente a las variables independientes. Lo que se busca con la investigación no experimental es estudiar los fenómenos tal y como se dan en su entorno original, para luego realizar los estudios correspondientes. (p.184).

2.1.4. Nivel de la investigación

Descriptivo

Arias (2012), define la investigación descriptiva como:

Es el conjunto de principales características de un fenómeno, con el fin de poder establecer su comportamiento o estructura. El producto de este tipo de investigación se ubica en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los estudios adquiridos se refiera. (p.24).

2.1.5. Alcance de la investigación

Transversal

Hernández et al. (2010), definen al corte transversal como:

Los diseños de investigación transversal o transeccional recopilan los datos en un solo momento, en un único tiempo. Su principal propósito es analizar y describir variables su interrelación e incidencia en un momento pactado. Es como tomar una foto de algo que ocurre o algo que sucede. (p. 151).

2.2. Variable Operacionalización

Variable: Mantenimiento productivo total

El TPM es un tipo de gestión de mantenimiento apoyado en la participación del operario de producción en el mantenimiento de los equipos. Esta mayor participación se deduce en que la tarea de mantenimiento básico la realice el operador. (García, 2003, p.201).

La implantación de la metodología del mantenimiento totalmente productivo (TPM), abarcara el aumento de las siguientes funciones.

- Aumento de la duración de la calidad y el ciclo de existencia de los equipos.
- Implementación del mantenimiento autónomo en la misma área de trabajo.
- Gestión del mantenimiento correctivo y preventivo optimizada.
- Entrenamiento y formación del personal de mantenimiento y producción.
- Implantar una política de mantenimiento de prevención. (Cuatrecasas p. 33).

MTBF (Tiempo medio entre fallos): Nos permite comprender la frecuencia con que se dan las averías o fallas.

MTTR (Tiempo medio de reparación): Nos permite comprender la importancia de las fallas o averías que se inician en un equipo considerando el tiempo medio hasta alcanzar su respectiva solución.

Disponibilidad total: Es un indicador muy importante en la empresa. Es el cociente de dividir el n° de horas que un equipo ha estado disponible para poder producir y el n° de horas totales de un periodo.

Tabla 6 Matriz de Operacionalización

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	<p>“El TPM ayuda a los operarios a entender su equipo y amplía la gama de tareas de mantenimiento que pueden practicar. Les da oportunidad de hacer nuevos descubrimientos, adquirir conocimientos y disfrutar de nuevas experiencias. Refuerza la motivación, genera interés y preocupación por el equipo y alimenta el deseo de mantener el equipo en óptimas condiciones” (Suzuki, 1995, p.4).</p>	<p>Sistema que consiste en aplicar el TPM (mantenimiento productivo total) para disminuir los excesivos trabajos correctivos en la empresa, mediante los indicadores de MTBF y MTTR.</p>	CONFIABILIDAD	$MTBF = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento}}{\text{N}^\circ \text{ de averias}}$	Razón
			MANTENIBILIDAD	$MTTR = \frac{\text{Tiempo de averias}}{\text{N}^\circ \text{ de averias}}$	Razón

Fuente: Elaboración Propia

2.3. Población, muestra y muestreo

Población

Lee y Kerlinger (2002), determinan a la población como: “El grupo de casos o Elementos, ya sean objetos, acontecimientos o individuos, que se adaptan a criterios especiales y para los que pretendemos pluralizar los resultados de la investigación. Este grupo también es conocido como población objetivo o universo” (p.135). En el presente trabajo de investigación la población está compuesta por las 70 máquinas que conforman el área de molienda húmeda, en una empresa de cerámica, Lurín, 2019.

Muestra

Hernández, et.al (2010), indica que:

La muestra es específicamente, un sub-grupo de la población. Declaremos que es un subconjunto de piezas que forman parte de ese conjunto definido en sus peculiaridades al que llamaremos población (...) físicamente dividimos las muestras en dos grandes ramas, las muestras probabilísticas y las no probabilísticas. En las primeras todos los componentes de la población tienen la misma probabilidad de ser elegidos y se obtienen definiendo el tamaño de la muestra y las características de la población (...) en las muestras no probabilísticas, la opción de los elementos nunca depende la probabilidad, más bien de causas vinculadas con las características de la investigación o de quien hace la muestra. Aquí la metodología no es mecánica, ni con base en fórmulas de posibilidad, sino depende del proceso de toma de decisiones de un grupo de personas o de una persona, y por esta razón las muestras seleccionadas acatan a otros principios de investigación. (p. 235).

Para el presente trabajo de investigación, nuestra muestra será las máquinas más críticas del área de molienda húmeda, se han considerado 10 máquinas.

Muestreo

Como la muestra es menor a 30 en este caso no es necesario el muestreo.

2.4. Instrumentos y técnicas de recolección de datos y confiabilidad

2.4.1. Técnicas

Hernández. et.al (2010), manifiesta que “la técnica consiste en recoger datos pertinentes sobre los atributos, variables o conceptos de las unidades de análisis”. (p.198). Las técnicas usadas:

Entrevista: Realizado al personal del área de mantenimiento, operarios de producción,

supervisor de mantenimiento y supervisor de producción.

Observación Directa: Se difunde el contacto directo con los elementos con los cuales se va a desarrollar el trabajo de investigación, es de gran valor para el logro del objetivo.

2.4.2. Instrumento

Arias (1999), manifiesta que “el instrumento es el medio que se emplea para recolectar y almacenar información verídica del público encuestado”. (p.53). Se utiliza para el presente trabajo investigación.

Ficha de Registro: Datos emitidos por parte de la empresa, los cuales son datos exactos para que el presente trabajo de investigación sea auténtico.

Toma fotográficas: Se obtienen fotos de los trabajos correctivos a poco alcance por parte del área de mantenimiento.

2.4.3. Validez

Hernández. et.al (2010), manifiesta que “La validez, en términos generales, se refiere a si el instrumento realmente sirve o vale para poder medir lo que en realidad se quiere medir”. (p. 201). La validez del instrumento se logrará por el juicio 03 docentes expertos, de la Universidad Cesar Vallejo. Véase el anexo, donde se aprecia la revisión por parte de los 03 docentes expertos, la cual garantiza el trabajo de investigación.

2.4.4. Confiabilidad

Hernández. et.al (2010), manifiesta que “La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo objeto o individuo produce iguales resultados”. (p. 200). La confiabilidad se refiere a la credibilidad que puede brindar el instrumento, y esto se puede verificar si al volver aplicar repetidas veces dicho instrumento, nos va brindar los mismos valores o resultados muy cercanos.

2.4.5. Procedimiento

Observación del programa de mantenimiento totalmente productivo en el área de molienda húmeda, en una empresa de cerámica, busca que los operarios de producción sean partícipe en la ejecución de los trabajos correctivos básicos que se presentan en el área de estudio. Para ello se busca el compromiso por parte de los operarios y por parte de los supervisores de producción, ya que como sabemos para que un operario manipule una máquina debe tener nociones básicas de mantenimiento, es ahí donde el área de mantenimiento entra a tallar,

para poder brindar e inculcar ese tipo de conocimiento al operario y este así pueda resolver problemas o fallas básicas presentadas en el área.

2.5. Método de análisis de datos

En el actual trabajo de investigación se utilizó el programa Excel, para poder analizar las dimensiones del mantenimiento productivo total como son la mantenibilidad y confiabilidad de los equipos del área de molienda húmeda, y cada uno de ellas con su respectivo indicador, las cuales son el MTBF (Tiempo promedio entre fallas) y el MTTR (Tiempo promedio para reparar).

2.6. Aspectos éticos

En el actual trabajo de investigación cumple con los reglamentos y criterios establecidos por la Universidad Cesar Vallejo, mediante el esqueleto del trabajo se respetó los derechos del autor respecto a la bibliografía utilizada, así como también la discreción y la privacidad para el manejo de información confidencial de la compañía, considerada para el actual trabajo de investigación. Los resultados son veraces, su principal finalidad es mejorar el problema planteado con las recomendaciones mencionados al concluir el trabajo de investigación.

III. RESULTADOS

3.1. Generalidades de la empresa

Desde que inició sus operaciones en 1996, la empresa de cerámicos- Perú está a la vanguardia en su tecnología y diseños en la industria, ofreciendo al mercado la más alta belleza y calidad, en una gama amplia de productos cerámicos, gres porcelánico y porcelanatos; satisfaciendo las necesidades de un mercado que exige y evoluciona cada vez más. Formamos parte del GRUPO LAMOSA, importante grupo industrial cerámico que ocupa la primera posición en América Latina como grupo cerámico más grande y de mayor solidez, dentro de los tres más grande del mundo, con más de 125 años de experiencia especializada en la fabricación de revestimiento cerámicos.

Breve descripción general de la Empresa.

La empresa de cerámicos S.A.C. fue fundada en Junio del año 1996, es una compañía dedicada a la comercialización y fabricación de productos cerámicos como pisos, revestimientos, listelos y otros. Empezó sus actividades productivas en Mayo de 1999 y está ubicada en la Av. Industrial s/n, urbanización Las Praderas de Lurín, Distrito de San Pedro de Lurín, Departamento de Lima, altura del Km. 40 de la antigua panamericana sur, en la cual están ubicadas las tres plantas de producción.

Misión: Mantener nuestra posición de liderazgo en la industria de la construcción ofreciendo productos que preserven el patrimonio de nuestros clientes y la reputación de instaladores y profesionistas , generando valor sostenible y creciente a nuestro personal distribuidor y accionistas; siempre comprometidos con la comunidad y su medio ambiente.

Visión: Constituirnos como agentes de cambio positivo impulsando nueva vocación hacia la innovación para la creación de valor económico ,social y ambiental de manera sustentable, lo cual nos permitirá asegurar nuestra permanencia y desarrollo a largo plazo así como contribuir al bienestar de nuestras comunidades , colaboradores y socios comerciales donde tenemos presencia.

Valores: Responsabilidad, honestidad, espíritu de servicio, trabajo en equipo y mejora continua.

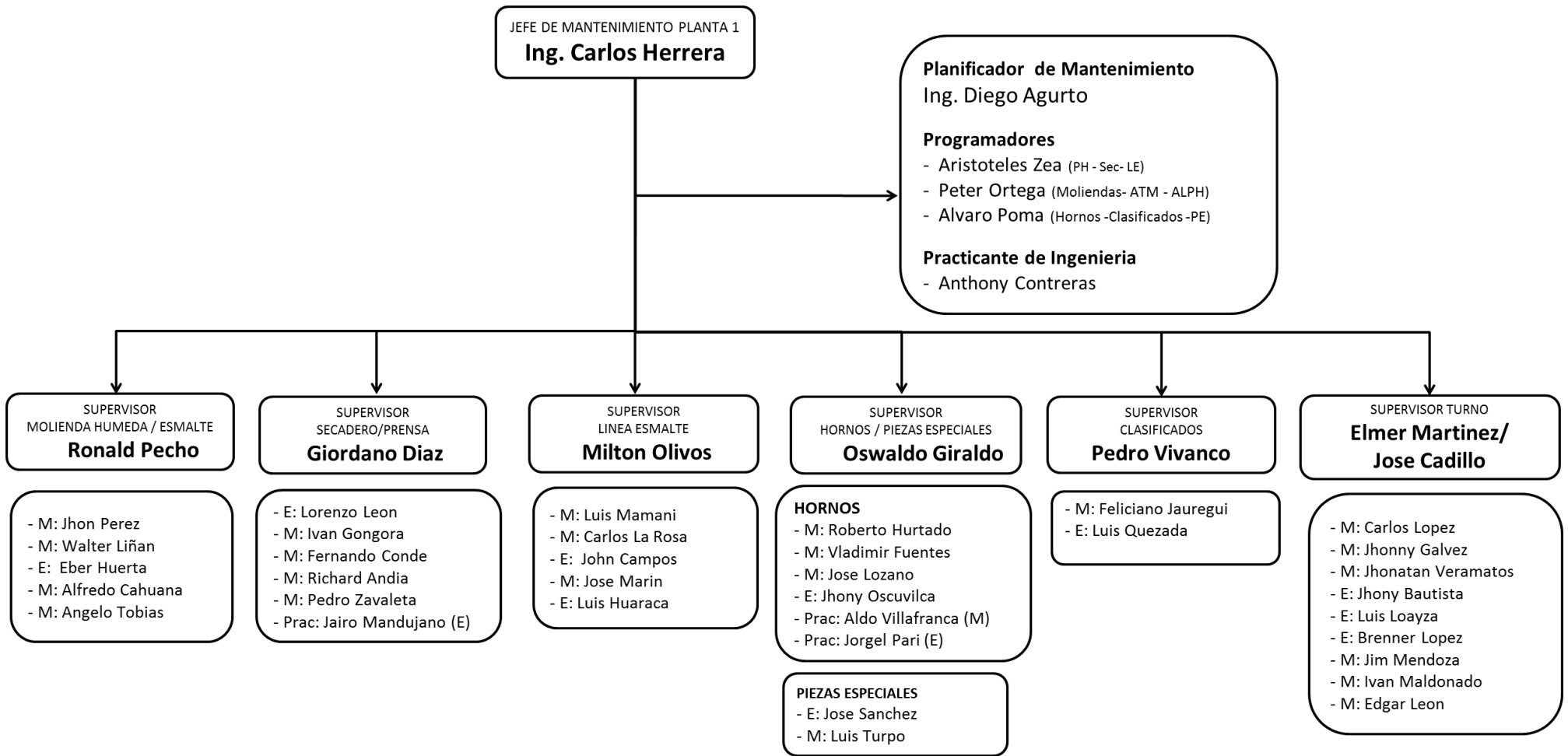


Figura 6 Organigrama del área de mantenimiento

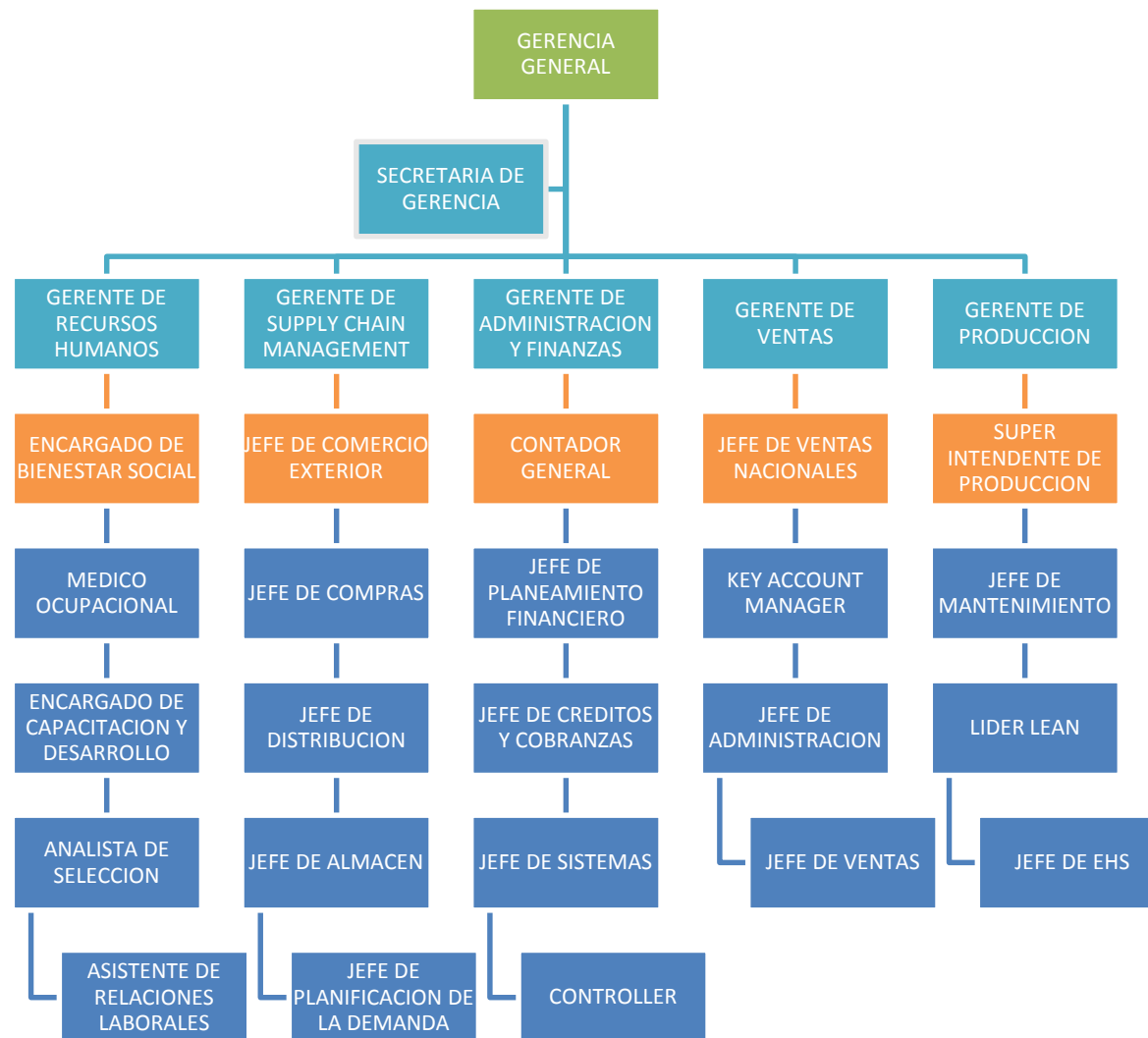


Figura 7 Organigrama de la empresa

3.2. Descripción del área de estudio

El presente trabajo de investigación se realiza en una empresa de cerámica, ubicada en el distrito de Lurín, al sur de Lima, específicamente en el área de molienda húmeda, la cual forma parte del proceso de elaboración de mayólica. El área de molienda húmeda, cuenta con 12 operarios de producción, los cuales se encargan de cubrir el proceso de la molienda húmeda en tres turnos rotativos. El Proceso se inicia en la zona de materia prima, donde el operador del cargador frontal realiza las mezclas de los diferentes tipos de arcilla, posterior a ello la arcilla semi molida se coloca en la balanza de materia prima, luego la arcilla es transportada por las cinta nastro a los molinos, que conjuntamente con las bolas de alubit y agua forman una mezcla, el molino gira en promedio de 8 horas, luego de este tiempo la mezcla pasa a llamarse barbotina, al momento de descargar la barbotina se hace mediante los vibrotamices que son un conjunto de mallas muy finas, de ahí la barbotina pasa a las balsas las cuales son un conjunto de aletas y hacen que la barbotina no se espese y se mantenga líquida. La barbotina es succionada por las bombas PPB, la cual es expulsada de forma vertical al ATM (Atomizador), en donde la barbotina mediante el quemador que se encuentra en el ATM, es secada, ese polvo seco cae por gravedad a la cinta nastro, el polvo es transportado por las cintas nastro a los silos, donde el polvo reposa 24 horas para que pueda ser utilizado en las prensas.

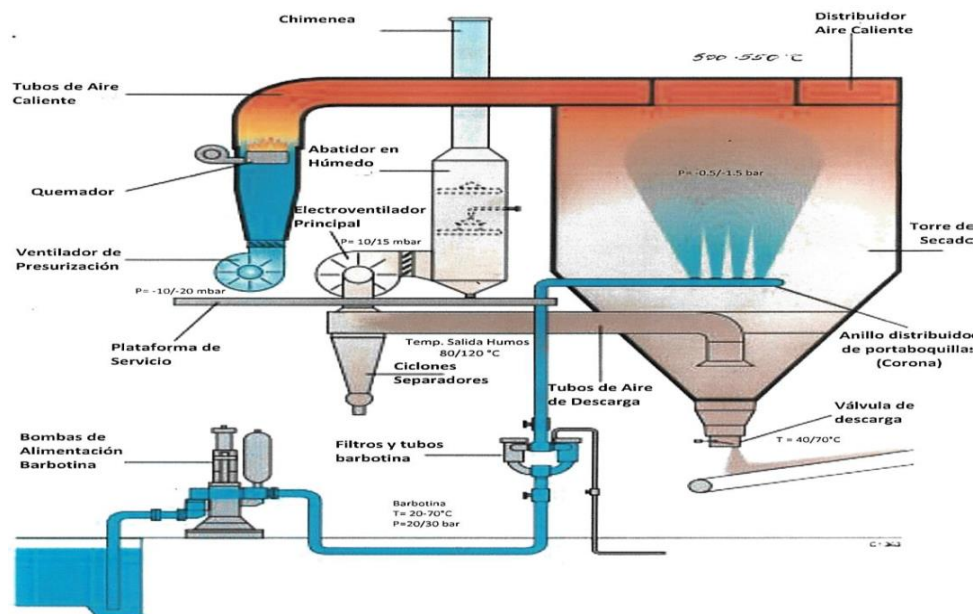


Figura 8 Proceso de atomizado

3.3. Máquinas en estudio

En el presente trabajo de investigación las máquinas en estudio, se rigen a un cuadro de criticidad, es por esta razón que hemos tocado 10 máquinas del área de molienda húmeda en una compañía de cerámicos. Estas series de máquinas conforman parte del proceso de transformación de la materia prima (arcilla solida), hasta la entrega del polvo al área de prensa. Tenemos los 8 molinos de pasta que se encargan netamente en moler la arcilla con apoyo del alubit mas agua, por otro lado tenemos la faja transportadora 01 de alimentación de prensa, esta máquina forma parte del conjunto de equipos del área de molienda húmeda, netamente se encarga de alimentar directamente a las 5 prensas hidráulicas y por ultimo tenemos al ATM (atomizador) que se encarga de secar la barbotina y convertirlo en polvo seco.



Figura 9 Área de molienda húmeda

Tabla 7 Cuadro de criticidad de las máquinas del área de molienda húmeda

CUADRO DE CRITICIDAD							
CÓDIGO DE EQUIPO	DESCRIPCIÓN	FACTOR DE CRITICIDAD					
		PRODUCCION	COSTOS	MANO DE OBRA	SEGURIDAD	MANTTO	PUNTAJE
10014077	MOLINO DE PASTA MTD 340 01	3	3	3	3	3	15
10014078	MOLINO DE PASTA MTD 340 02	3	3	3	3	3	15
10014079	MOLINO DE PASTA MTD 340 03	3	3	3	3	3	15
10014080	MOLINO DE PASTA MTD 340 04	3	3	3	3	3	15
10014081	MOLINO DE PASTA MTD 340 05	3	3	3	3	3	15
10014082	MOLINO DE PASTA MTD 340 06	3	3	3	3	3	15
10014083	MOLINO DE PASTA MTD 340 07	3	3	3	3	3	15
10014084	MOLINO DE PASTA MTD 340 08	3	3	3	3	3	15
10014085	FAJA TRANSPORTE 01 (ALIMENTACION PRENSA)	3	3	3	3	3	15
10014131	ATOMIZADOR ATM 90	3	3	3	3	3	15
10014115	SISTEMA DE ASPIRACION POLVO MDP	2	2	3	2	3	12
10014065	BALSA A1	1	3	3	2	2	11
10014071	TABLERO DE BALSAS Y TAMIZ TFC-010	2	2	1	3	3	11
10014111	SILO 03	2	3	2	2	2	11
10014116	TANQUE AGUA 01	2	1	3	2	3	11
10014113	SILO 05	2	2	2	2	2	10
10014114	SISTEMA DE ASPIRACION POLVO ATM	2	2	2	2	2	10
10014128	TECLE ELECTRICO(RECEPCION MATERIA PRIMA)	1	2	3	3	1	10
10014067	BALSA A3	1	2	2	2	2	9
10014068	BALSA A4	1	2	2	2	2	9
10014069	BALSA A5	1	2	2	2	2	9
10014070	TABLERO DE BALSAS TFC-011	1	2	2	2	2	9
10014072	BALSA AGUA RECICLADA	2	2	1	3	1	9
10014075	ELEVADOR DE CANGILONES 1 (ANTIGUO)	2	2	2	1	2	9
10014086	FAJA TRANSPORTE 01 (TRANSPORTE A SILOS)	2	2	1	1	3	9
10014090	FAJA TRANSPORTE 02 (TRANSPORTE MOLINOS)	2	2	1	2	2	9
10014097	FAJA TRANSPORTE 06 (SALIDA DE SILOS)	2	1	2	2	2	9
10014110	SILO 02	2	3	1	2	1	9
10014132	GRUPO DE DESVIADORES NEUMATICOS	1	2	2	2	2	9
10017837	GRUPO BOMBAS NAUMATICAS 3"	1	2	3	1	1	8
10014066	BALSA A2	1	2	1	2	2	8
10014074	DEFERRIZADOR	2	1	3	1	1	8
10014076	ELEVADOR DE CANGILONES 2	2	2	2	1	1	8
10014087	FAJA TRANSPORTE 01 (TRANSPORTE MOLINOS)	1	2	2	2	1	8
10014089	FAJA TRANSPORTE 02 (TRANSPORTE A SILOS)	1	2	2	2	1	8
10014092	FAJA TRANSPORTE 03 (TRANSPORTE MOLINOS)	2	2	1	2	1	8
10014099	FAJA TRANSPORTE 06 (TRANSPORTE A SILOS)	1	2	2	1	2	8
10014101	FAJA TRANSPORTE 08 (TRANSPORTE A SILOS)	2	2	1	2	1	8
10014109	SILO 01	2	2	1	2	1	8
10014112	SILO 04	2	2	1	2	1	8
10014119	VIBROTAMIZ 2	2	2	1	2	1	8
10014129	QUEMADOR A GAS ATM	1	1	2	2	2	8
10014130	TAB. DE FUERZA Y CONTROL MOLIENDA HUMEDA	1	2	1	1	3	8
10014073	BALSA B1	2	1	2	1	1	7
10014088	FAJA TRANSPORTE 02 (SALIDA ELEVADOR 01)	1	2	2	1	1	7
10014091	FAJA TRANSPORTE 03 (TRANSPORTE A SILOS)	1	2	2	1	1	7
10014104	FAJA TRANSPORTE 10 (SALIDA ELEVADOR 02)	2	1	1	2	1	7
10014106	FAJA TRANSPORTE 12 (TRANSPORTE A SILOS)	1	1	2	1	2	7
10014108	FAJA TRANSPORTE 14 (ALIMENT CANGUILON 2)	2	1	1	2	1	7
10014117	TANQUE AGUA 02	2	1	1	2	1	7
10014118	VIBROTAMIZ 1	2	1	1	2	1	7
10014133	BALANZA MATERIA PRIMA	1	2	2	1	1	7
10014093	FAJA TRANSPORTE 04 (TRANSPORTE A SILOS)	1	2	1	1	1	6
10014098	FAJA TRANSPORTE 06 (TRANSPORTE MOLINOS)	1	2	1	1	1	6
10014100	FAJA TRANSPORTE 07 (TRANSPORTE A SILOS)	1	2	1	1	1	6
10014120	VIBROTAMIZ 3	1	2	1	1	1	6
10014121	VIBROTAMIZ CIRCULAR (NASTRO 10)	1	2	1	1	1	6
10014122	VIBROTAMIZ CIRCULAR 01	1	2	1	1	1	6
10014123	VIBROTAMIZ CIRCULAR 02	1	2	1	1	1	6
10014124	VIBROTAMIZ CIRCULAR 03	1	2	1	1	1	6
10014125	VIBROTAMIZ CIRCULAR 04	1	2	1	1	1	6
10014126	VIBROTAMIZ RECTANGULAR 01	1	2	1	1	1	6
10014127	VIBROTAMIZ RECTANGULAR 02	1	2	1	1	1	6
10014094	FAJA TRANSPORTE 04 (TRANSPORTE MOLINOS)	1	1	1	1	1	5
10014095	FAJA TRANSPORTE 05 (NASTRO BALANZA)	1	1	1	1	1	5
10014096	FAJA TRANSPORTE 05 (TRANSPORTE A SILOS)	1	1	1	1	1	5
10014102	FAJA TRANSPORTE 09 (SALIDA NASTRO 10)	1	1	1	1	1	5
10014103	FAJA TRANSPORTE 09 (TRANSPORTE A SILOS)	1	1	1	1	1	5
10014105	FAJA TRANSPORTE 11 (TRANSPORTE A SILOS)	1	1	1	1	1	5
10014107	FAJA TRANSPORTE 13 (TRANSPORTE A SILOS)	1	1	1	1	1	5
01-07 CRITICIDAD BAJA		1 =AFECTA NADA					
08-12 CRITICIDAD MEDIA		2= AFECTA POCO					
13-15 CRITICIDAD ALTA		3= AFECTA BASTANTE					

Fuente: Elaboración propia

3.4. Los trabajadores del área de molienda húmeda

a. Datos del personal de producción

Los trabajadores de producción del área de molienda húmeda, cuentan con más de 3 años de experiencia en dicha área, entre sus labores más relevantes están; Izaje de aditivos con tecla, control y pesaje de aditivos, control de agua reciclada y definición de volumen, presurización de aire del molino, carga de mezcla única, retiro de la tapa del molino, movilización del carro transportador, carga de aditivo al molinos, descarga de la barbotina, control de parámetros: barbotina, densidad, viscosidad y residuos, cambio de cáncamos, medición del nivel de bolas en el molino, cambio de bolas del alubit , cambio de gas de montacargas, etc.

Tabla 8 Datos generales de los trabajadores del área de producción

Puesto	Apellidos y Nombres	Sexo	nivel academico
Molinero	MORALES VALLADARES NICK ANGEL	Masculino	secundaria completa
Molinero	ROJAS ESTRELLA LUIS ROLANDO	Masculino	secundaria completa
Molinero	TAIPE MARTINEZ JHONATAN	Masculino	secundaria completa
Molinero	QUISPE CRISOSTOMO JOHANN KEVIN	Masculino	secundaria completa
Molinero	CARRILLO CAYCHO CARLOS ALBERTO	Masculino	secundaria completa
Molinero	PAREDES RIOS ELVIS ANGEL	Masculino	secundaria completa
Molinero	REYES SAAVEDRA GIANPIERRE FRANCISCO	Masculino	secundaria completa
Molinero	ISUSQUIZA CHUMPITAZ ANANIAS MAXIMO	Masculino	secundaria completa
Atomizador	GARCIA ROJAS DENNIS JESUS	Masculino	secundaria completa
Atomizador	GOMEZ MEJIAS PABLO CESAR	Masculino	secundaria completa
Atomizador	AQUIJE TORRES CESAR AUGUSTO	Masculino	secundaria completa
Atomizador	ESLAVA MUJICA JOEL FERNANDO	Masculino	secundaria completa
Supervisor	AVILA CALDERON VIDAL CAYO FABIO	Masculino	universitario

Fuente: Elaboración propia

b. Datos del personal de mantenimiento

Los trabajadores de mantenimiento encargados del área de molienda húmeda, son técnicos de profesión, entre ellos están 4 técnicos mecánicos, 1 electricista, 1 practicante electricista, 1 técnico programador y el supervisor de mantenimiento, entre sus funciones más importantes está el cubrir los trabajos del mantenimiento preventivo y correctivo que se presentan en el área. Las actividades más relevantes que cubren los técnicos son el mantenimiento de los 8 molinos que se encuentran en el área, en el cual realizan el desmontaje de los equipos (1° transmisión, 2° transmisión, 3° transmisión, eje excéntrica, polea motriz y polea conducida y viceversa. En cuanto al técnico electricista su principal actividad es el cambio de contactores, guardamotores, etc. El practicante electricista esta de apoyo al técnico electricista, las funciones del técnico programador es velar por los repuestos, pedidos directos, entre otros y la función principal del supervisor es distribuir de forma correcta las actividades de los técnicos del área de molienda húmeda.

Tabla 9 Datos generales de los trabajadores de mantenimiento

Puesto	Apellidos y Nombres	Sexo	Nivel academico
Supervisor de mantenimiento	PECHO PORTILLARONALD	Masculino	Técnico
Técnico Programador	ORTEGA SANCHEZ PETER	Masculino	Técnico-universitario
Técnico mecanico	PEREZ DUPUY JOHN	Masculino	Técnico
Técnico mecanico	LIÑAN VILAFRANCA WALTER	Masculino	Técnico
Técnico mecanico	TOBIAS OBREGON ANGELO	Masculino	Técnico
Técnico mecanico	CAHUANA VILCA ALFREDO	Masculino	Técnico
Técnico electricista	HUERTA MORALES EBER	Masculino	Técnico
Practicante electricista	PARI HUANCA JOSE	Masculino	Estudiante Técnico

Fuente: Elaboración propia

3.5. MTBF (Tiempo medio entre fallos)

Tabla 10 Tiempo medio entre fallas en el área de molienda húmeda - Agosto

MTBF - AGOSTO			
CODIGO DE EQUIPO	EQUIPO	FALLA	HORAS DE FALLO
10014077	MOLINO DE PASTA MTD 340 01	CAMBIO DE CANCAMO	2.17
10014078	MOLINO DE PASTA MTD 340 02	LUBRICACION MOLINO 02	4.50
10014079	MOLINO DE PASTA MTD 340 03	CAMBIO DE FRENO	1.33
		CAMBIO DE FAJA 1RA TRANSMISION	0.25
		HABILITACION DE SIRENA	2.67
		REPARACION TAPA DE MOL- 3	0.25
		INST - REJAS DE MOLINO	4.5
		MOLINO DE PASTA MTD 340 03	3.5
		CAMBIO CANCAMO POR ROTURA	1.33
10014080	MOLINO DE PASTA MTD 340 04	CAMBIO DE FUSIBLE-MOL 04	2.17
		CAMBIO DE TAPON TUBER. AIRE MOL 4	4.5
10014083	MOLINO DE PASTA MTD 340 07	MANTTO MOTOR PRINCIPAL	3.5
		CAMBIO DE PLANCHA EN PLATAFORMA MOLINO	2.67
		MANTTO - ME CAMB.VAVL.TAPA.MOLINO7	4.5
		HABILITACION DE FRENO MOLINO	3.5
		CAMBIO DE PORT- FUSIBLE MOL 07	1.33
10014084	MOLINO DE PASTA MTD 340 08	SERV-MANTENIMINETO INTEGRAL DE MOTOR	4.5
		MOLINO DE PASTA MTD 340 08	2.67
10014085	FAJA TRANSPORTE 01 (ALIMENTACION PRENSA)	GRUPO DE FAJAS DE TRANSPORTE (NASTRO)	3.5
		CAMBIO DE ACEITE MOTOREDUCTOR SEW	4.5
		MANTTO-GRUPO DE FAJAS DE TRAN. (NASTRO)	1.33
10014131	ATOMIZADOR ATM 90	ALTO STOCK EN SILOS	41.48
		LIMPIEZA DE CÁMARA Y/O ABATIDOR	29.25
		CAMBIO DE BOQUILLAS Y/O REDUCCIÓN DE AREA	4.50
		FALLA MECANICA EN VENTILADORES	4.50
		RETRASO MANTENIMIENTO GENERAL	3.50
		FALTA DE BARBOTINA EN LA BALSA A	2.67
		PARACHADO DE FAJA	2.17
		FUGA DE ACEITE EN BOMBAS PPB	1.65
		FALLA ELECTRICA EN NASTROS Y/O TAMICES	1.33
		FALLA ELECTRICA EN VENTILADORES	0.25
		FALLA ELECTRICA EN EL QUEMADOR	0.17
		SERV. de instalacion de guarda en ATM	4.5
		MANTTO - MEC ARRANQUE ATM	1.65
		HABILITACION DE TOMACORRIENTE PARA PRUEB	4.5
		CAMBIO DE PASTILLA -MOLIENDA	1.65
		CAMBIO PASTILLAS CORONA ATM	2.17
		CAMBIO LAMPARA DE REFLECTOR	1.65
ATOMIZADOR	0.25		
TOTAL			167
TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO POR MES			720
FALLAS POR MES			39
MTBF			18.46

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla N°10, en el mes de Agosto tenemos un total de 39 fallas, en nuestras 10 máquinas críticas del área, la cual nos va servir para determinar el MTBF del mes, la cual vendría a ser el resultado de dividir el tiempo total de funcionamiento de las maquinas entre las fallas ocurridas dentro del mes.

Tabla 11 Tiempo medio entre fallas en el área de molienda húmeda – Septiembre

MTBF -SEPTIEMBRE			
CODIGO DE EQUIPO	EQUIPO	FALLA	HORAS DE FALLO
10014077	MOLINO DE PASTA MTD 340 01	Cambio de cancamos para molinos	4.83
		NIVELACION DE CHUTE	3.17
		CAMBIO DE ACEITE A SOPORTES DE MOLINO	1.08
10014078	MOLINO DE PASTA MTD 340 02	CAMBIO DE CANCAMO	3.17
10014079	MOLINO DE PASTA MTD 340 03	CAMBIO DE REVESTIMIENTO TAPA CHICA	3.67
		SERV- FABRICAC DE REJA MOLINO	4.83
10014080	MOLINO DE PASTA MTD 340 04	CAMBIO DE VALVULA TAPA GRANDE	2.42
		CAMBIO DE CONECTOR NEUMATICO	2.00
		HABILITACION DE MANGUERA	2.42
		SERV- REPARACIÓN DE LÍNEA DE AIRE	3.17
10014081	MOLINO DE PASTA MTD 340 05	Cambio de cancamos y perneria	3.17
		CAMBIO DE ACOPLA DE GARRA	2.50
		CAMBIO DE ACOPLA CANLOG DESCARGA	2.42
		CAMBIO DE CANCAMO Y PERNOS	2.00
		CAMBIO DE MANGURA DE ACOPLA LEVA AC INOX	1.08
		CANBIO ACOPLA 3" ROTURA	4.83
10014082	MOLINO DE PASTA MTD 340 06	CAMBIO DE FAJA 1RA TRANSMISION	3.67
10014083	MOLINO DE PASTA MTD 340 07	CAMBIO DE FRL MOL 7	3.17
		CAMBIO CANCAMO GRANDE ROTURA	2.50
10014084	MOLINO DE PASTA MTD 340 08	CAMBIO DE FAJA MOL 08	2.42
		CAMBIO DE SENSOR- MOL 8	2.00
		CAMBIO DE PASTILLA MOLINO 8	1.08
10014085	FAJA TRANSPORTE 01 (ALIMENTACION PRENSA)	CAMBIO DE MANGUERA NEUMATICA	4.83
		CAMBIO DE MANGUERA NEUMATICA	3.67
		CAMBIO DE RODAMIENTO POLIN GUIA	3.17
		CAMBIO DE POL- GUIA NASTRO M1	2.50
10014131	ATOMIZADOR ATM 90	SERV- PUL. Y PAR. DEL NASTRO M1 ALIM. PR	2.42
		FALTA DE BARBOTINA EN LA BALSA A	29.92
		LIMPIEZA DE CÁMARA Y/O ABATIDOR	25.92
		ALTO STOCK EN SILOS	15.66
		REGULACIÓN DE COMPUERTA DE MOTOR	9.25
		CAMBIO DE BOQUILLAS Y/O REDUCCIÓN DE AREA	4.83
		FUGA DE ACEITE EN BOMBAS PPB	3.67
		FALLA MECANICA EN LA CORONA	3.17
		FALLA MECANICA EN NASTROS Y/O TAMICES	2.50
		ATORO DE TOBERAS	2.42
		CAIDA DE TENSIÓN EN SUBESTACIÓN	2.00
		FALLA ELECTRICA EN BOMBAS Y/O TAMICES DE OLLA	1.08
		COMPUERTA ATM	1.08
		CAMBIO DE DETEC. DE NIVEL ATOMIZADOR	1.08
		MANTTO - MEC HAB. BOQUILLAS. ATM	4.83
		CAMBIO DE VALVULA- DESC. BATIDOR	3.67
		CAMBIO DE CAJAS Y DADO HIDROBOX	3.17
		LIMPIEZA DEL ATM	2.50
		SERV-REGULADOR VALVULA REGULADORA ATM	2.42
		CAMBIO ACOPLA 2" DESGATE	2.00
PARADA DE PLANTA	0.67		
TOTAL			200.01
TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO POR MES			720
FALLAS POR MES			47
MTBF			15.32

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla N°11, en el mes de Septiembre tenemos un total de 47 fallas, en nuestras 10 máquinas críticas del área, la cual nos va servir para determinar el MTBF del mes, la cual vendría a ser el resultado de dividir el tiempo total de funcionamiento de las maquinas entre las fallas ocurridas dentro del mes.

Tabla 12 Tiempo medio entre fallas en el área de molienda húmeda- Octubre

MTBF- OCTUBRE			
CODIGO DE EQUIPO	EQUIPO	FALLA	HORAS DE FALLO
10014077	MOLINO DE PASTA MTD 340 01	CAMBIO DE VALVULA PIÑA DESCARGA	3.67
		MANTTO- Cable expuesto toma 24v	9.25
		CORRECTIVO MOLINO N. 1	2.5
10014078	MOLINO DE PASTA MTD 340 02	CAMBIO DE FAJA 1 Y 2 TRANSMISION MOL-2	2.5
		colocar manga para tolva de alubit	9.25
		CAMBIO DE FAJA MOLINO 02	9.25
10014079	MOLINO DE PASTA MTD 340 03	CAMBIO DE CANCAMO - MOL 3	9.25
		REGULACION DE SENSOR INDUCTIVO -MEC	9.25
		CAMBIO DE SENSOR MOL- 03	3.67
		SERV- RECOJO Y CLASIF. DE ALUBIT	4.83
		MANTTO- Cambio de valvula de agua.	3.17
		CORRECTIVO MOLINO N. 3	3.67
10014080	MOLINO DE PASTA MTD 340 04	pernos para cancamos	4.83
		VERIFICAR ESTADO DE RUEDA LIBRE MOL-4	9.25
		HABILITACIÓN DE MANGUERA MOLINO	3.67
		CAMBIO DE VALVULA PIÑA DESCARGA	3.17
		SOLDAR TUBERIA DE AGUA-MOLINO GRAL	9.25
		MANTTO- falta tapa tomacorriente 24v	2.5
		SERV - FABRICACION RESORTES Y BOCINAS	4.83
		CAMBIO CANCAMO MAL ESTADO	4.83
10014081	MOLINO DE PASTA MTD 340 05	CAMBIO DE CANCAMO TAPA CHICA	4.83
		CAMBIO DE ACEITE A SOPORTES DE MOLINO	3.67
		SERV.- FABRICACIÓN DE CANASTILLA ALUBIT	3.17
10014082	MOLINO DE PASTA MTD 340 06	MANTTO-MOLINO DE PASTA MTD 340 06	4.83
		CAMBIO MANGUERA MOLINO 7	3.67
10014083	MOLINO DE PASTA MTD 340 07	MANTTO- PISTOLA NEUMA. MOL	3.17
		SERV.- FABRICACION DE PERNO DE BOMBIN	2.50
10014084	MOLINO DE PASTA MTD 340 08	LUBRICACION SOPORTES DE RODAMIENTOS- MOL	9.25
		CAMBIO DE MANGUERA INGRESO DE AGUA	4.83
		cambio de cancamos	3.67
10014085	FAJA TRANSPORTE 01 (ALIMENTACION PRENSA)	NASTRO M1 - CAMBIO DE POLIN CONDUCIDO	3.17
10014131	ATOMIZADOR ATM 90	CAMBIO DE CUERO CASTOR- ATM	2.50
		CAMBIO DE BOQUILLA-ATM	9.25
		CAMBIO DE BOQUILLAS CORONA ATM	4.83
		MTTO CAMBIO DE CONECTORES	3.67
		ACTIV. PEDIDO DE BARNIZ	3.17
		CAMBIO DE LUMINARIA-ATM	2.50
		SERV.-INSTALACION DE REFLECTORES NUEVOS	9.25
		SERV.-ALQUILER DE MANLIFT PARA MONITOREO	4.83
		SERV-REPARACION DE PISO ATM	3.67
		SERV- INSTAL VARANDAS NASTROS	3.17
		CAMBIO REFLECTOR MAL ESTADO	3.17
		FALTA DE SUMINISTRO DE GAS	57.00
		ALTO STOCK EN SILOS	54.37
		FALLA MECANICA EN NASTROS Y/O TAMICES	23.33
		LIMPIEZA DE CÁMARA Y/O ABATIDOR	10.62
		PARADA DE PLANTA	8.00
		RETRASO MANTENIMIENTO GENERAL	7.33
		ATORO DE TOBERAS	2.42
		FALLA MECANICA EN BOMBAS Y/O TAMICES DE OLLA	1.17
FALLA Y/O CAMBIO DE POLINES RECTOS	0.25		
TOTAL			355.90
TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO POR MES			720
FALLAS POR MES			47
MTBF			15.32

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla N°12, en el mes de Septiembre tenemos un total de 47 fallas, en nuestras 10 máquinas críticas del área, la cual nos va servir para determinar el MTBF del mes, la cual vendría a ser el resultado de dividir el tiempo total de funcionamiento de las maquinas entre las fallas ocurridas dentro del mes.

3.6. MTTR (Tiempo medio para reparar)

Tabla 13 Tiempo medio para reparar en el área de molienda húmeda- Agosto

MTTR - AGOSTO			
CODIGO DE EQUIPO	EQUIPO	FALLA	HORAS DE FALLO
10014077	MOLINO DE PASTA MTD 340 01	CAMBIO DE CANCELADO	2.17
10014078	MOLINO DE PASTA MTD 340 02	LUBRICACION MOLINO 02	4.50
10014079	MOLINO DE PASTA MTD 340 03	CAMBIO DE FRENO	1.33
		CAMBIO DE FAJA 1RA TRANSMISION	0.25
		HABILITACION DE SIRENA	2.67
		REPARACION TAPA DE MOL- 3	0.25
		INST - REJAS DE MOLINO	4.5
		MOLINO DE PASTA MTD 340 03	3.5
		CAMBIO CANCELADO POR ROTURA	1.33
10014080	MOLINO DE PASTA MTD 340 04	CAMBIO DE FUSIBLE-MOL 04	2.17
		CAMBIO DE TAPON TUBER. AIRE MOL 4	4.5
10014083	MOLINO DE PASTA MTD 340 07	MANTTO MOTOR PRINCIPAL	3.5
		CAMBIO DE PLANCHA EN PLATAFORMA MOLINO	2.67
		MANTTO - ME CMB.VAVL.TAPA.MOLINO7	4.5
		HABILITACION DE FRENO MOLINO	3.5
		CAMBIO DE PORT- FUSIBLE MOL 07	1.33
10014084	MOLINO DE PASTA MTD 340 08	SERV-MANTENIMINETO INTEGRAL DE MOTOR	4.5
		MOLINO DE PASTA MTD 340 08	2.67
10014085	FAJA TRANSPORTE 01 (ALIMENTACION PRENSA)	GRUPO DE FAJAS DE TRANSPORTE (NASTRO)	3.5
		CAMBIO DE ACEITE MOTOREDUCTOR SEW	4.5
		MANTTO-GRUPO DE FAJAS DE TRAN. (NASTRO)	1.33
10014131	ATOMIZADOR ATM 90	ALTO STOCK EN SILOS	41.48
		LIMPIEZA DE CÁMARA Y/O ABATIDOR	29.25
		CAMBIO DE BOQUILLAS Y/O REDUCCIÓN DE AREA	4.50
		FALLA MECANICA EN VENTILADORES	4.50
		RETRASO MANTENIMIENTO GENERAL	3.50
		FALTA DE BARBOTINA EN LA Balsa A	2.67
		PARACHADO DE FAJA	2.17
		FUGA DE ACEITE EN BOMBAS PPB	1.65
		FALLA ELECTRICA EN NASTROS Y/O TAMICES	1.33
		FALLA ELECTRICA EN VENTILADORES	0.25
		FALLA ELECTRICA EN EL QUEMADOR	0.17
		SERV. de instalacion de guarda en ATM	4.5
		MANTTO - MEC ARRANQUE ATM	1.65
		HABILITACION DE TOMACORRIENTE PARA PRUEB	4.5
		CAMBIO DE PASTILLA -MOLIENDA	1.65
		CAMBIO PASTILLAS CORONA ATM	2.17
		CAMBIO LAMPARA DE REFLECTOR	1.65
ATOMIZADOR	0.25		
TOTAL			167
TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO POR MES			720
FALLAS POR MES			39
MTTR			4.28

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla N°13, en el mes de Agosto tenemos un total de tiempo acumulado para reparar las fallas de 167 horas, en nuestras 10 máquinas críticas del área, la cual nos va servir para determinar el MTTR del mes, la cual vendría a ser el resultado de dividir el tiempo total de reparación de las fallas entre las fallas ocurridas dentro del mes.

Tabla 14 Tiempo medio para reparar en el área de molienda húmeda – Septiembre

MTTR -SEPTIEMBRE			
CODIGO DE EQUIPO	EQUIPO	FALLA	HORAS DE FALLO
10014077	MOLINO DE PASTA MTD 340 01	Cambio de cancamos para molinos	4.83
		NIVELACION DE CHUTE	3.17
		CAMBIO DE ACEITE A SOPORTES DE MOLINO	1.08
10014078	MOLINO DE PASTA MTD 340 02	CAMBIO DE CANCAMO	3.17
10014079	MOLINO DE PASTA MTD 340 03	CAMBIO DE REVESTIMIENTO TAPA CHICA	3.67
		SERV- FABRICAC DE REJA MOLINO	4.83
10014080	MOLINO DE PASTA MTD 340 04	CAMBIO DE VALVULA TAPA GRANDE	2.42
		CAMBIO DE CONECTOR NEUMATICO	2.00
		HABILITACION DE MANGUERA	2.42
		SERV- REPARACIÓN DE LÍNEA DE AIRE	3.17
10014081	MOLINO DE PASTA MTD 340 05	Cambio de cancamos y pernería	3.17
		CAMBIO DE ACOPLA DE GARRA	2.50
		CAMBIO DE ACOPLA CANLOG DESCARGA	2.42
		CAMBIO DE CANCAMO Y PERNOS	2.00
		CAMBIO DE MANGURA DE ACOPLA LEVA AC INOX	1.08
10014082	MOLINO DE PASTA MTD 340 06	CAMBIO DE FAJA 1RA TRANSMISION	3.67
10014083	MOLINO DE PASTA MTD 340 07	CAMBIO DE FRL MOL 7	3.17
		CAMBIO CANCAMO GRANDE ROTURA	2.50
10014084	MOLINO DE PASTA MTD 340 08	CAMBIO DE FAJA MOL 08	2.42
		CAMBIO DE SENSOR- MOL 8	2.00
		CAMBIO DE PASTILLA MOLINO 8	1.08
10014085	FAJA TRANSPORTE 01 (ALIMENTACION PRENSA)	CAMBIO DE MANGUERA NEUMATICA	4.83
		CAMBIO DE MANGUERA NEUMATICA	3.67
		CAMBIO DE RODAMIENTO POLIN GUIA	3.17
		CAMBIO DE POL- GUIA NASTRO M1	2.50
		SERV- PUL. Y PAR. DEL NASTRO M1 ALIM. PR	2.42
10014131	ATOMIZADOR ATM 90	FALTA DE BARBOTINA EN LA BALSA A	29.92
		LIMPIEZA DE CÁMARA Y/O ABATIDOR	25.92
		ALTO STOCK EN SILOS	15.66
		REGULACIÓN DE COMPUERTA DE MOTOR	9.25
		CAMBIO DE BOQUILLAS Y/O REDUCCIÓN DE AREA	4.83
		FUGA DE ACEITE EN BOMBAS PPB	3.67
		FALLA MECANICA EN LA CORONA	3.17
		FALLA MECANICA EN NASTROS Y/O TAMICES	2.50
		ATORO DE TOBERAS	2.42
		CAIDA DE TENSION EN SUBESTACIÓN	2.00
		FALLA ELECTRICA EN BOMBAS Y/O TAMICES DE OLLA	1.08
		COMPUERTA ATM	1.08
		CAMBIO DE DETEC. DE NIVEL ATOMIZADOR	1.08
		MANTTO - MEC HAB. BOQUILLAS. ATM	4.83
		CAMBIO DE VALVULA-DESC. BATIDOR	3.67
		CAMBIO DE CAJAS Y DADO HIDROBOX	3.17
		LIMPIEZA DEL ATM	2.50
		SERV-REGULADOR VALVULA REGULADORA ATM	2.42
CAMBIO ACOPLA 2""DESGATE	2.00		
PARADA DE PLANTA	0.67		
TOTAL			200.01
TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO POR MES			720
FALLAS POR MES			47
MTTR			4.26

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla N°14, en el mes de Septiembre tenemos un total de tiempo acumulado para reparar las fallas de 200 horas, en nuestras 10 máquinas críticas del área, la cual nos va servir para determinar el MTTR del mes, la cual vendría a ser el resultado de dividir el tiempo total de reparación de las fallas entre las fallas ocurridas dentro del mes.

Tabla 15 Tiempo medio para reparar en el área de molienda húmeda - Octubre

MTTR- OCTUBRE			
CODIGO DE EQUIPO	EQUIPO	FALLA	HORAS DE FALLO
10014077	MOLINO DE PASTA MTD 340 01	CAMBIO DE VALVULA PIÑA DESCARGA	3.67
		MANTTO- Cable expuesto toma 24v	9.25
		CORRECTIVO MOLINO N. 1	2.5
10014078	MOLINO DE PASTA MTD 340 02	CAMBIO DE FAJA 1 Y 2 TRANSMISION MOL-2	2.5
		colocar manga para tolva de alubit	9.25
		CAMBIO DE FAJA MOLINO 02	9.25
10014079	MOLINO DE PASTA MTD 340 03	CAMBIO DE CANCAMO - MOL 3	9.25
		REGULACION DE SENSOR INDUCTIVO -MEC	9.25
		CAMBIO DE SENSOR MOL- 03	3.67
		SERV- RECOJO Y CLASIF. DE ALUBIT	4.83
		MANTTO- Cambio de valvula de agua.	3.17
		CORRECTIVO MOLINO N. 3	3.67
10014080	MOLINO DE PASTA MTD 340 04	pernos para cancamos	4.83
		VERIFICAR ESTADO DE RUEDA LIBRE MOL-4	9.25
		HABILITACIÓN DE MANGUERA MOLINO	3.67
		CAMBIO DE VALVULA PIÑA DESCARGA	3.17
		SOLDAR TUBERIA DE AGUA-MOLINO GRAL	9.25
		MANTTO- falta tapa tomacorriente 24v	2.5
		SERV - FABRICACION RESORTES Y BOCINAS	4.83
		CAMBIO CANCAMO MAL ESTADO	4.83
10014081	MOLINO DE PASTA MTD 340 05	CAMBIO DE CANCAMO TAPA CHICA	4.83
		CAMBIO DE ACEITE A SOPORTES DE MOLINO	3.67
		SERV.-FABRICACIÓN DE CANASTILLA ALUBIT	3.17
10014082	MOLINO DE PASTA MTD 340 06	MANTTO-MOLINO DE PASTA MTD 340 06	4.83
		CAMBIO MANGUERA MOLINO 7	3.67
10014083	MOLINO DE PASTA MTD 340 07	MANTTO- PISTOLA NEUMA. MOL	3.17
		SERV.- FABRICACION DE PERNO DE BOMBIN	2.50
10014084	MOLINO DE PASTA MTD 340 08	LUBRICACION SOPORTES DE RODAMIENTOS- MOL	9.25
		CAMBIO DE MANGUERA INGRESO DE AGUA	4.83
		cambio de cancamos	3.67
10014085	FAJA TRANSPORTE 01 (ALIMENTACION PRENSA)	NASTRO M1 - CAMBIO DE POLIN CONDUCIDO	3.17
10014131	ATOMIZADOR ATM 90	CAMBIO DE CUERO CASTOR- ATM	2.50
		CAMBIO DE BOQUILLA-ATM	9.25
		CAMBIO DE BOQUILLAS CORONA ATM	4.83
		MTTO CAMBIO DE CONECTORES	3.67
		ACTIV. PEDIDO DE BARNIZ	3.17
		CAMBIO DE LUMINARIA-ATM	2.50
		SERV.-INSTALACION DE REFLECTORES NUEVOS	9.25
		SERV.-ALQUILER DE MANLIFT PARA MONITOREO	4.83
		SERV-REPARACION DE PISO ATM	3.67
		SERV- INSTAL VARANDAS NASTROS	3.17
		CAMBIO REFLECTOR MAL ESTADO	3.17
		FALTA DE SUMINISTRO DE GAS	57.00
		ALTO STOCK EN SILOS	54.37
		FALLA MECANICA EN NASTROS Y/O TAMICES	23.33
		LIMPIEZA DE CÁMARA Y/O ABATIDOR	10.62
		PARADA DE PLANTA	8.00
		RETRASO MANTENIMIENTO GENERAL	7.33
		ATORO DE TOBERAS	2.42
		FALLA MECANICA EN BOMBAS Y/O TAMICES DE OLLA	1.17
		FALLA Y/O CAMBIO DE POLINES RECTOS	0.25
TOTAL			355.90
TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO POR MES			720
FALLAS POR MES			47
MTTR			7.57

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla N°15, en el mes de Octubre tenemos un total de tiempo acumulado para reparar las fallas de 355.9 horas, en nuestras 10 máquinas críticas del área, la cual nos va servir para determinar el MTTR del mes, la cual vendría a ser el resultado de dividir el tiempo total de reparación de las fallas entre las fallas ocurridas dentro del mes.

Tabla 16 Disponibilidad respecto al resumen del MTBF y MTTR

	MES			
	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	PROMEDIO
TIEMPO DE FALLAS	167	200.01	355.90	240.97
TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO	720	720	720	720
FALLA POR MES	39	47	47	44.33
MTBF	18.46	15.32	15.32	16.24
MTTR	4.28	4.26	7.57	5.44
DISPONIBILIDAD	$DISPONIBILIDAD = \frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)} * 100$			
	81.17%	78.26%	66.92%	74.92%
*TIEMPO EN HORAS				

Fuente: Elaboración propia

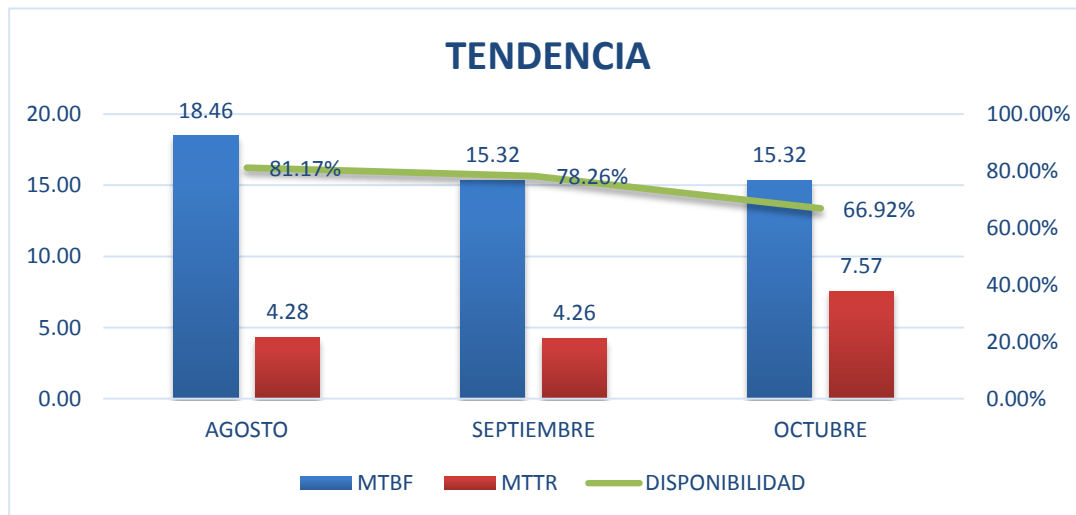


Figura 10 Disponibilidad respecto al resumen del MTBF y MTTR

Como se puede apreciar en la tabla N°16, se puede observar la tendencia de los tres meses de prueba de nuestros indicadores, en el cual podemos describir que en promedio de los tres meses de prueba hemos obtenido lo siguiente. El MTBF, que es el resultado de dividir el tiempo de funcionamiento entre las fallas el cual resultó 16.24, por otra parte el MTTR, que es el resultado de dividir el tiempo de fallas entre las fallas ocurridas, el cual resultó 5,44 así se puede interpretar que cada 16, 24 horas que se para las máquinas, nos toma en promedio de 5,44 horas en reiniciar las producción. La disponibilidad de las máquinas en el período de prueba fue de 74,92%.

IV. DISCUSIÓN

Con respecto al objetivo general se describió la disponibilidad de los tres meses de prueba con un 74.92 %, este resultado se puede comparar con los datos obtenidos en la tesis de (Cubas 2017, p.93), el cual determinó como resultado, la disponibilidad antes de implementar el TPM en la compañía Cerámicos Lima – Celima en 86%, cabe recalcar que Cubas en su tesis, habla sobre una maquina flejadora, es por esa razón que su disponibilidad tiene ese porcentaje, en nuestro trabajo de investigación está regido a diez maquinas del área de molienda húmeda, que según el cuadro de criticidad son las más críticas.

Con respecto al objetivo específico 1 se describió la confiabilidad de los tres meses de prueba con un total de 16,24 horas, de las diez máquinas en estudio, esto nos dice que cada 16,24 horas una de las máquinas para por alguna falla. Esto se puede comparar con la tesis de (Suárez 2015, p.104), el cual determinó como resultado, la confiabilidad de las maquinarias y equipos de la línea de esmalte que cada 14 horas una de las máquinas para por alguna falla. Cabe recalcar que Suárez, habla sobre maquinaria y equipos en una línea de esmalte, en nuestro trabajo de investigación está regido a diez máquinas en específico del área de molienda húmeda.

Con respecto al objetivo específico 2 se describió la mantenibilidad de los tres meses de prueba con un total de 5,44 horas, de las diez máquinas en estudio, esto no dice que por cada falla presentada en el área de molienda húmeda, se demora 5,44 horas en reiniciar la producción. Esto se puede comparar con la tesis de (Botero 2013, p.18), el cual determinó como resultado, la mantenibilidad en una industria productora de cerámico es menor a 0,1% cada hora. Cabe recalcar que Botero, habla sobre la implementación del TPM en una industria de cerámico, en nuestro caso el trabajo de investigación está regido a una sola área en la empresa de cerámicos.

V. CONCLUSIONES

En el presente trabajo de investigación se llegó a las siguientes conclusiones.

CONCLUSIÓN GENERAL:

Se describió el comportamiento de la disponibilidad de los equipos en el área de molienda húmeda en una empresa de cerámica, Lurín, 2019. El cual se obtuvo como resultado que las 10 máquinas en estudio presentan una disponibilidad de 74,92%.

CONCLUSIÓN ESPECÍFICA 1:

Se describió el comportamiento de la confiabilidad de los equipos en el área de molienda húmeda en una empresa de cerámica, Lurín, 2019. El cual se obtuvo como resultado que las 10 máquinas en estudio presentan una confiabilidad de 16,24 horas, esto quiere decir que cada 16,24 horas de producción se va presentar una falla dentro de las máquinas en estudio.

CONCLUSIÓN ESPECÍFICA 2:

Se describió el comportamiento de la mantenibilidad de los equipos en el área de molienda húmeda en una empresa de cerámica, Lurín, 2019. El cual se obtuvo como resultado que las 10 máquinas en estudio presentan una mantenibilidad de 5,44 horas, esto quiere decir que por cada falla que se presente en las máquinas en estudio, se va demorar en promedio de 5,44 horas en volver a la producción.

VI. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones son las siguientes:

Para incrementar la disponibilidad de los equipos en el área de molienda húmeda en una empresa de cerámica, Lurín, 2019. Es necesario una formación, concientización y adiestramiento a los trabajadores del área en estudio, con el fin de disminuir las paradas imprevistas de las máquinas. Como organización debemos ser consciente que hoy en día para poder formar o ser parte del top de las empresas transnacionales debemos comprometernos a formar a nuestros operarios, puesto que son ellos los que conocen al 100% la maniobra de las máquinas, es por ello que se recomienda las capacitaciones técnicas constantes a los operarios con el propósito de aumentar la disponibilidad de los equipos del área de molienda húmeda en una empresa de cerámica, Lurín, 2019.

Por otro lado para poder incrementar la confiabilidad de los equipos en el área de molienda húmeda en una empresa de cerámica, Lurín, 2019, se recomienda un plan de mantenimiento de inspecciones y/o monitoreo vibraciones (semanal, quincenal, mensual, trimestral y cada seis meses), con el fin de poder detectar a tiempo las potentes fallas que puedan ocurrir en el área de estudio, todo ello para poder tener mapeadas las averías que puedan afectar directamente a nuestro indicador de MTBF.

Finalmente para poder disminuir la mantenibilidad de los equipos en el área de molienda húmeda en una empresa de cerámica, Lurín, 2019, se recomienda tener proveedores homologados, ya que no tener un repuesto en almacén afecta directamente a la mantenibilidad, otro punto muy importante es definir la rotación de los repuestos (A, B, C), según necesidad y criterio de los técnicos. Muchas veces no se encuentra en almacén repuesto que su rotación es alta, y ello conlleva que no se pueda realizar el mantenimiento correctivo en un tiempo estimado prudente, sino que se tenga que expandir, por más que la falla sea básica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARIAS, Fidas .El proyecto de investigación. 6a ed. Caracas: Editorial Episteme, 2012.96 pp.

ISBN: 9800785299

BOTERO Gutiérrez, David. Plan de implementación del pilar mantenimiento planificado bajo mantenimiento productivo total en una empresa productora del sector cerámico. Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial. Medellín: Escuela de Ingeniería de Antioquia, 2013.101 pp.

Disponible en

https://repository.eia.edu.co/bitstream/11190/324/7/BoteroDavid_2013_PlanImplementacionPilar.pdf

CANALES Carmona, María. Aplicación de TPM para mejorar la productividad de las máquinas en el área de producción de la empresa Pinturas TRICOLOR S.A.C, SJL, 2017.Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial. Lima: Universidad César Vallejo, 2017,110 pp.

Disponible en

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/1412/Canales_CMV.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CHAN, Felix, LAU, Henry, CHAN, Kai & KONG, S. Implementation of total productive maintenance: A case study. ScienceDirect, 2005, 23 p.

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925527303003293#!>

CUATRECASAS, Lluís. TPM hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción [en línea]. Madrid: Gestión 2000, 2012 [Fecha de consulta: 01 de Octubre de 2019].

Disponible en

<https://drive.google.com/file/d/0B6yv49RFs57DNWFmYzY0YjgtNmZjNS00NWQ3LTlmN2MtZDcyNjM4ZjMxYjIx/view?hl=es>

CUBAS Aguilar, Víctor. Implementación del TPM para incrementar la productividad de la flejadora oms en el área de clasificado de la empresa Celima, San Martín de Porres, 2017. Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial. Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017. 163 pp.

Disponible en

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/12073/Cubas_AVO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

DJATNA, Taufik & MUHARRAN, Imam. An Application of Association Rule Mining in Total Productive Maintenance Strategy: An Analysis and Modelling in Wooden Door Manufacturing Industry. ScienceDirect, 2015, 7 p.

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978915011658>

GARCIA, Santiago. Organización y gestión integral de mantenimiento. Madrid: Díaz de Santos S.A ,2003. 320 pp.

ISBN: 8479785489

Gestión de Mantenimiento. [En línea].Perú: Edward Asencios. [Fecha de consulta: 19 de Septiembre de 2019].

Disponible en

file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Gestion%20de%20Mantenimiento%20SENATI%202018.pdf

GONZALES Pinedo, Gerardo.Implementación de un plan de mantenimiento productivo total (TPM) para la reducción de costos de la empresa Cosmos Agencia Marítima S.A.C.Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial. Lima: Universidad Privada del Norte, 2017.122 pp.

Disponible en

<http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/12926/Tesis%20Implementaci%C3%B3n%20TPM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GOSAVI, Abhijit. A risk-sensitive approach to total productive maintenance. ScienceDirect, 2006, 9 p.

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0005109806000999>

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos & BAPTISTA, María. Metodología de la Investigación.5a ed. México D.F: McGraw Hill/Interamericana Editores. S.A. de C.V, 2010, 656 pp.

ISBN: 9786071502919

JARA Chévez, Julio. Diseño de un sistema de gestión y control de operaciones basado en metodología TPM, para la compañía Soldadura y Montaje Moscoso S.A.Tesis para obtener

el título de Ingeniero Industrial. Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana, 2015,135 pp.

Disponible en

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10259/1/UPS-GT001282.pdf>

KIGSIRISIN, Soraphon, PUSSAWIRO, Sirawit & NOOHAWN, Onurai. Approach for Total Productive Maintenance Evaluation in Water Productivity: A Case Study at Mahasawat Water Treatment Plan. ScienceDirect, 2016, 7 p.

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816318616>

KIRAN, R. Chapter 13 - Total productive maintenance. ScienceDirect, 2017, 15 p.

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128110355000131#!>

LEE, H y KERLINGER, F. (2002). Investigación del comportamiento (4a ed.).México: McGraw-Hill.

MALDONADO, Ana y YSIQUE, Sumner. Sistema de mejora continua basado en el mantenimiento productivo total para reducir los desperdicios en el área de producción de la empresa Induamerica S.A.C. - Lambayeque 2016 .Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial. Lambayeque: Universidad Señor de Sipán, 2017.141 pp.

Disponible en

<http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/4069/TESIS-FINAL-MALDONADO-YSIQUE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

McKONE, Kathleen, SCHROEDER, Roger & CUA, Kristy. The impact of total productive maintenance practices on manufacturing performance. ScienceDirect, 2001, 19 p.

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0272696300000309>

MWANZA, Bupe & MBOHWA, Charles. Design of a Total Productive Maintenance Model for Effective Implementation: Case Study of a Chemical Manufacturing Company. ScienceDirect, 2015, 7 p.

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978915011798>

MESA, Dairo, ORTIZ, Yesid & PINZON, Manuel. La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. [En línea].Brasil: [Fecha de consulta: 28 de Octubre de 2019].

Disponible en

ISSN: 0122-1701

PASCAL, Vignat, TOUFIK, Aggab, AVILA, Manuel, FLORENT, Duculty, & FRÉDÉRIC, Krantz. Improvement indicators for Total Productive Maintenance policy.

ScienceDirect, 2018, 10 p.

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0967066118305665#!>

PINTO, Diego y MESA, Juan. Implementación de plan piloto de TPM en una industria de cerámica. Tesis para obtener el título de Ingeniero Mecánico. Medellín: Universidad EAFIT,

2008.56 pp.

Disponible en

https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/4362/DiegoPinto_JuanMesa_2008.pdf?sequence=1&isAllowed=y

PINTO, Hugo, PIMENTEL, Carina & CUNHA, Madalena .Implications of total productive maintenance in the psychological sense of ownership. ScienceDirect, 2016, 6 p.

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042816001397>

QUISHPE Chicaiza, Fausto. Diseño e implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para la planta de producción de la fábrica de tornillos, pernos y tuercas TOPESA S.A.Tesis para obtener el título de Ingeniero Mecánico. Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas, 2016,181 pp.

Disponible en

<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/12059/T-ESPE-053445.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SINGH, Ranteshwar, GOHIL, Ashish, SHAH, Dhaval, & DESAI, Sanjay. Total productive Maintenance (TPM) Implementation in a Machine Shop: A case Study.

ScienceDirect, 2013, 7 p.

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705813000854>

SUÁREZ Remache, Ángel. Diseño del programa de mantenimiento productivo total para

mejorar la confiabilidad de la maquinaria y equipos de la línea de esmaltación en formato 25 x 33 planta de azulejos en C.A Ecuatoriana de cerámica. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Administración Industrial. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo, 2015.224 pp.

Disponible en

<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/472/1/UNACH-EC-IINDUST-2015-0014.pdf>

SUZUKI, Tokutarō. TPM en industrias de procesos. España: TGP-Hoshin, 1995.384 pp.

ISBN: 84-87022-18-9

SMITH, Ricky & MOBLEY, Keith. Chapter 7 - Total productive maintenance. ScienceDirect, 2008, 12 p.

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780750678629500083>

TPM Mantenimiento Productivo Total. [En línea].Perú: Francis Paredes. [Fecha de consulta: 22 de Septiembre de 2019].

Disponible en <http://www.imc-Peru.com>

TUESTA Yliquen, Jehysson. Plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos pesados de la empresa Obrainsa. Tesis para obtener el título de Ingeniero Mecánico. Lima: Universidad Nacional del Callao, 2014,221 pp.

Disponible en

http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/257/JehyssonMiguel_Tesis_titulo_profesional_2014.pdf?sequence=3&isAllowed=y

VALDERRAMA, Santiago. Técnicas e instrumentos para la obtención de datos en la investigación científica. 2da. ed. Lima: San Marcos E.I.R.L, 2013. 169 pp.

ISBN: 9972386961

WILLMOTT, Peter & McCARTHY, Dennis. Putting TPM into perspective from total productive maintenance to total productive manufacturing. ScienceDirect, 2001, 15 p.

Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780750644471500047>

ANEXOS



DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE Y LAS DIMENSIONES

Variable: MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

El TPM es la maximización de la eficiencia global del equipo en los sistemas de producción, eliminando las averías, los defectos y los accidentes con la participación de todos los miembros de la empresa. El personal y la maquinaria deben funcionar de manera estable bajo condiciones cero averías y cero defectos, dando lugar un proceso en flujo continuo regularizado. Por lo tanto, puede decirse que el TPM promueve la producción libre de defectos, la producción justo a tiempo y la automatización controlada de las operaciones. (Cuatrecasas, 2000, p. 17).

Dimensiones de la variable: MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

Dimensión 1 CONFIABILIDAD

Como variante adicional del mantenimiento preventivo, podemos considerar también el mantenimiento de fiabilidad. Se trata de una variante de gestión del mantenimiento que determina las acciones necesarias para asegurar que el equipo o componente funcione de la forma prevista en su entorno operativo actual. Es un concepto ampliamente desarrollado y aplicado en el campo de la aviación civil en los Estados Unidos. (Cuatrecasas, 2000, p. 167).

Dimensión 2 MANTENIBILIDAD

La mantenibilidad de un equipo es la probabilidad de que un dispositivo sea devuelto a un estado en el que se pueda cumplir su misión en un tiempo dado, luego de la aparición de una falla y cuando el mantenimiento es realizado en un determinado periodo de tiempo, al nivel deseado de confianza, con el personal especificado, las habilidades necesarias, el equipo indicado, los datos técnicos, manuales de operación y mantenimiento, el departamento de soporte de mantenimiento y bajo las condiciones ambientales especificadas. (Knezevic, 1996, p. 30).



MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION					
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	"El TPM ayuda a los operarios a entender su equipo y amplía la gama de tares de mantenimiento que pueden practicar. Les da oportunidad de hacer nuevos descubrimientos, adquirir conocimientos y disfrutar de nuevas experiencias. Refuerza la motivación, genera interés y preocupación por el equipo y alimenta el deseo de mantener el equipo en óptimas condiciones" (Suzuki, 1995, p.4).	Sistema que consiste en aplicar el TPM (mantenimiento productivo total) para disminuir los excesivos trabajos correctivos en la empresa, mediante los indicadores de MTBF y MTTR.	CONFIABILIDAD	$MTBF = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento}}{\text{N}^\circ \text{ de averías}}$	Razón
			MANTENIBILIDAD	$MTTR = \frac{\text{Tiempo de averías}}{\text{N}^\circ \text{ de averías}}$	Razón

Fuente: Elaboración propia.



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

N°	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE: MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL							
	Dimensión 1							
	CONFIABILIDAD							
	$MTBF = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento}}{\text{N° de averías}}$	✓		✓		✓		
	Dimensión 2							
	MANTENIBILIDAD							
	$MTTR = \frac{\text{Tiempo de averías}}{\text{N° de averías}}$	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dni Mg: Vilela Romero Luis G. DNI: 25607325

Especialidad del validador: Ingeniería Industrial

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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

02 de 11 del 2019

Firma del Experto Informante.



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Nº	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE: MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL							
	Dimensión 1 CONFIABILIDAD							
	$MTBF = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento}}{\text{Nº de averías}}$	/		x		<		
	Dimensión 2 MANTENIBILIDAD							
	$MTTR = \frac{\text{Tiempo de averías}}{\text{Nº de averías}}$	<		x		<		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Es suficiente

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Dr Lino Rodríguez Alegre DNI: 06551850

Especialidad del validador: Dr. Ingeniero en Mecánica

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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

02 de 11 del 2023

 Firma del Experto Informante.



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

N°	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE: MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL							
	Dimensión 1							
	CONFIABILIDAD							
	$MTBF = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento}}{\text{N° de averías}}$	✓		✓		✓		
	Dimensión 2							
	MANTENIBILIDAD							
	$MTTR = \frac{\text{Tiempo de averías}}{\text{N° de averías}}$	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI Hay

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. Mg: Guido Trujillo Valdiviezo DNI: 25570359

Especialidad del validador: Ing. Mecánico y Estadística

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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

31 de 10 del 2019


 Firma del Experto Informante.